م

مجموعه مقالات

نهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

مدیریت تخصیص و بهره برداری بهینه از آب در کشاورزی

- فن آوری
- کزینه یابی زراعی
- بهره برداری بهینه از منابع آب
- آب‌های غیر متعارف

شماره ۲۱ - ۱۳۷۷

مجموعه مقالات نهمین همایش
کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

مدیریت تخصیص و بهره‌برداری بهینه از آب در کشاورزی

هیئت علمی همایش:

دکتر محمد بای‌بوردی
دکتر حسن رحیمی
مهندس محمدکاظم سیاهی
دکتر سعید نی‌ریزی
دکتر عباس قاهری
دکتر جمشید خیرابی
مهندس فتح‌الله کبریتی

دبیر همایش:

مهندس سید اسدالله اسدالهی

اجرا:

مهندس مهرزاد احسانی

بسمه تعالی

وزارت نیـــرو
کمیته ملـی آبیـاری و زهکشـی ایـران

نام کتاب : مجموعه مقالات نهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

تهیه کننده : کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

ناشر : کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

تیراژ : ۱۰۰۰ نسخه

چاپ اول : زمستان ۱۳۷۷

حروفچینی : کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

لیتوگرافی، چاپ و صحافی : سازمان چاپ رشدیه

حق چاپ برای کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران محفوظ است.

مقدمه

طرح‌های آبیاری نقش کلیدی در افزایش تولیدات کشاورزی در ۵۰ سال گذشته در سطح جهان داشته‌اند. مساحت تحت آبیاری جهان از ۴۸ میلیون هکتار در سال ۱۹۰۰ به ۹۴ میلیون هکتار در سال ۱۹۵۰ و ۲۴۰ میلیون هکتار در سال ۱۹۹۰ رسیده‌است. اگر چه اراضی تحت آبیاری فعلی جهان کمتر از ۲۰درصد کل اراضی تحت کشت می‌باشد، ولی حدود ۵۰درصد غذای جهان از این اراضی حاصل می‌گردد.

حدود دو سوم اراضی تحت آبیاری جهان درکشورهای در حال توسعه قرارگرفته و در این کشورها حدود ۶۰درصد غلات مهم (گندم و برنج) از طریق اراضی تحت آبیاری حاصل می‌شود.

نرخ توسعه سطح تحت آبیاری جهان باید حدود ۲/۵درصد در سال باشد تا نیازهای غذایی در سال‌های ۲۰۰۰ تامین گردد، اما به دلیل هزینه‌های سنگین احداث سیستم‌های آبیاری، نرخ رشد توسعه شبکه‌های آبیاری در حال حاضر کمتر از ۱درصد می‌باشد، در شرایطی که عمدتاً اراضی با کیفیت نامناسب و مطلوبیت کم و منابع آبی با محدودیت‌های فنی و مسائل اقتصادی - اجتماعی و زیست محیطی برای توسعه آینده باقی مانده است.

مساحت تحت کشت آبی کشور ما در حال حاضر حدود ۷/۲ میلیون هکتار است، که معادل سرانه حدود ۱۲۰ هکتار برای هر ۱۰۰۰ نفر بوده و نسبت به متوسط سرانه کشت آبی در سطح جهان (حدود ۵۰ هکتار برای هر ۱۰۰۰ نفر) رقمی بیش از ۲/۴ برابر می‌باشد.

راندمان آبیاری در سطح دنیا و به خصوص درکشورهای در حال توسعه پایین می‌باشد به طوری که متوسط راندمان در سطح دنیا از ۵۰درصد کمتر بوده و درکشور ما این رقم به طور متوسط حدود ۳۰درصد برآورد می‌گردد.

محدودیت‌های فوق افزایش تولید محصول در واحد سطح اراضی تحت کشت آبی و بهینه سازی مصرف آب کشاورزی که حدود ۸۸درصد کل منابع آب مصرفی کشور را به خود اختصاص داده است ضروری می‌نماید.

در دهه‌های اخیر درکشور ما عمدتاً تلاش در راه توسعه فیزیکی شبکه‌های آبیاری بوده و به جنبه‌های نرم‌افزاری بهره‌برداری شبکه‌ها نظیر مدیریت، بهره‌برداری و نگهداری و ارزیابی عملکرد توجه کمتری مبذول گردیده‌است. عقیده عمومی کارشناسان فن بر این است که درکشورهای در حال توسعه عملکرد شبکه‌های آبیاری از نظر کارآیی و بهره‌دهی بسیار کمتر از حد انتظار و میزان پیش‌بینی شده در برنامه‌ریزی‌ها و مطالعات توجیهی طرح‌ها بوده است که این کاستی‌ها عمدتاً به دلیل عدم توجه به مسایل مدیریت آبیاری، شرایط بهره‌برداری و نگهداری غیر مؤثر و عدم مشارکت زارعین در امور بهره‌برداری شبکه‌ها بوده است.

کمیسیون بین المللی آبیاری و زهکشی (ICID) برنامه‌ریزی مدیریت و توسعه پایدار در مصرف آب و توجه به علل و مسائل بحران‌های جهانی آب را در دستورکار خود قرار داده است. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران نیز از سال‌ها قبل با ارایه راه‌حل‌ها و رهنمودهای لازم از طریق برگزاری نشست‌ها،

کارگاه‌ها، سمینار و چاپ کتاب و خبرنامه در سطح منطقه‌ای و کشور در این زمینه پیش‌قدم بوده است.

این کمیته تا کنون هشت سمینار در زمینه‌های مختلف آبیاری و زهکشی برگزار کرده‌است و اکنون نهمین همایش خود را تحت عنوان مدیریت تخصیص و بهره‌برداری بهینه از آب در کشاورزی برگزار می‌نماید. خوشبختانه استقبال شایان توجهی از این همایش به عمل آمده و تعداد ۱۰۲ مقاله به دبیرخانه همایش واصل گردیده‌است. مجموعه‌ای که در این کتابچه آمده نتیجه بررسی های اساتید دانشگاه‌ها و صاحب‌نظران آبیاری و زهکشی است. ضمن تشکر از کلیه متخصصین و صاحب‌نظرانی که مقاله ارسال نموده‌اند و به علت محدودیت امکانات چاپ، ارایه آنها مقدور نبوده است تشکر می‌نماید.

در پایان جا دارد از کلیه دست‌اندرکاران و مجریان برگزاری این همایش تقدیر و تشکر به عمل آید.

کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

ردیف	موضوع مقاله	صفحه
۱	بهینه سازی شبکه کانال‌های آبیاری جیرفت (محمدعلی جعفری نسب باغستانی، محمدجواد خانجانی، غلامعباس بارانی)	۱
۲	کاربرد مدل هیدرودینامیک ICSS-POM در تعیین مناسب‌ترین گزینه توزیع آب در شبکه آبیاری، مطالعه موردی شبکه آبیاری قوریچای (شهرام کسب‌دوز، محمدجواد منعم، صلاح کوچک‌زاده)	۱۳
۳	مقایسه استفاده از کانال‌های پیش ساخته و درجا در شبکه آبیاری و زهکشی تجن (مهدی ماهرانی، محمدرضا فروزان)	۲۳
۴	زهکشی با سیستم قنات (محمد جعفر پورمختار)	۳۳
۵	طراحی ایده‌ای تزریق بخارآب به درون خاک به منظور تشکیل حوضچه موضعی آب زیرزمینی، با استفاده از انرژی خورشیدی (رضا جواهردشتی)	۴۵
۶	معرفی روشی ساده برای تخمین تغییرات میزان رطوبت خاک (مسعودپارسی نژاد، یان‌شنگ فنگ)	۵۱
۷	بررسی بهبود نفوذپذیری در خاک‌های رسی و شور در اثر خاک‌ورزی و افزایش مواد مالچی (اکبر اسماعیلی، سیدفرهاد موسوی)	۶۹
۸	تأثیر لایروبی در بازیابی سرعت نفوذ اولیه چند طرح تغذیه مصنوعی در استان اصفهان (وفارضایی، سیدفرهاد موسوی)	۸۹
۹	بررسی کاربرد سیلاب کالشور در احیاء و اصلاح مناطق شور و قلیا" تجربه‌ای نو بامسیری دشوار" (اسماعیل فیله‌کش)	۱۰۵
۱۰	بررسی امکان استفاده از زئولیت‌های طبیعی ایران جهت تصفیه فاضلاب‌های شهری و صنعتی برای مصارف کشاورزی و صنعتی (حسین کاظمیان، حسین فقیهیان)	۱۲۱
۱۱	کم‌آبیاری بهینه تحت شرایط مختلف مقدار اولیه آب در نیمرخ خاک (بیژن قهرمان، علیرضا سپاسخواه)	۱۳۵
۱۲	تعیین ضرایب حساسیت نسبی گیاه لوبیا چشم بلبلی به تنش رطوبتی در مراحل مختلف رشد (علیرضا رضایی، علی‌اکبر کامگار حقیقی)	۱۴۷

ردیف	موضوع مقاله	صفحه
۱۳	تأثیر دور آبیاری و تعداد قطره چکان‌هادر روش آبیاری قطره‌ای بر عملکرد و کیفیت هندوانه (سیدحسن موسوی‌فضل، امین علیزاده، علیرضاآستارایی)	۱۶۱
۱۴	تأثیر کم آبیاری بر عملکرد چغندرقند (مهدی اکبری)	۱۷۷
۱۵	بررسی مشکلات بهره‌برداری ساختمان‌های تنظیم و کنترل جریان در شبکه‌های آبیاری زاینده‌رود و درودزن (محمود جوان، حمیدرضا سالمی)	۱۹۱
۱۶	تحلیلی بر شیوه‌های‌کاربردی یکپارچه‌سازی اراضی‌شالیزاری (مرتضی یعقوبی، رهاکبیری)	۲۰۷
۱۷	مبانی طراحی و مدیریت شبکه‌های آبیاری (بهمن نقشینه‌پور)	۲۲۵
۱۸	مدیریت آب در شبکه‌های آبیاری و زهکشی (ابوالفضل‌سپهری منش)	۲۴۱
۱۹	بررسی اثر عمق و دور آبیاری بر عملکرد چغندر قند وکیفیت آن (ژاله وزیری)	۲۵۷
۲۰	تحلیل و بهینه‌سازی همچندی مصرف آب و تولید محصولات زراعی در مغان (ابوالفضل ناصری)	۲۷۱
۲۱	ارزیابی طرح‌های آبیاری قطره‌ای اجرا شده در منطقه اصفهان و بررسی امکان اصلاح آنها (بهروز مصطفی‌زاده، مهرداد عطایی، سیدسعیداسلامیان)	۲۸۹
۲۲	شبیه‌سازی کمبود آب و عملکرد محصول سیب‌زمینی در منطقه کبک درکشور کانادا (محمد حسین مهدیان)	۳۰۳
۲۳	بررسی تبخیرو تعرق پتانسیل یونجه به عنوان گیاه مرجع با استفاده‌از لایسیمتر (محمدرضا شریعتی)	۳۱۹
۲۴	آبیاری قطره‌ای ثقلی (رحیم احمدی، داریوش معراجی)	۳۳۳
۲۵	اندازه‌گیری حجمی آب – جزء لاینفک مدیریت بهینه شبکه شبکه‌های آبیاری (شهریار افتخارزاده ، محسن مسعویان)	۳۵۳

ردیف	موضوع مقاله	صفحه
۲۶	بررسی امکان تغذیه مصنوعی آب انتقالی از دشت شیراز در لایه آبدار دشت سروستان (سید محمدحسین حجتی، عزت‌ا... رئیسی)	۳۶۵

سخنرانی موضوع و متن

۱ ***نکاتی درباره گزینه‌های زراعی برای مسائل آبیاری و زهکشی کشور (حمید سیادت)*** ۳۸۱

۲ ***مروری بر وضعیت بهره‌برداری منابع آب ایران (جعفر غفاری شیروان)*** ۳۹۵

مجموعه مقالات نهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

مقاله شماره ۱

موضوع :

بهینه‌سازی شبکه کانال‌های آبیاری جیرفت

تألیف :

محمد جواد خانجانی و غلامعباس بارانی[۱]

محمد علی جعفری نسب باغستانی[۲]

چکیده

بهینه سازی ابزاری است که برای کاهش هزینه‌ها یا منابع جهت افزایش بازده به کار گرفته می‌شود. عدم به کارگیری یک روش بهینه سازی قابل قبول و مشخص برای طراحی کانالهای آبیاری موجب پائین بودن بازده سیستم‌های آبیاری گردیده است. در طراحی کانالهای آبیاری تلاش می‌شود که هزینه مالی و اتلاف آب کاهش یافته و زمینهای تحت خدمات از آب مورد نیاز برخوردار گردند. انتخاب چگونگی مسیرهای شبکه کانال‌ها در منطقه مورد نظر، نقش بسیار مؤثری را در بهینه سازی ایفا می‌نماید. لذا باید سعی کرد تا مسیرهای شبکه کانال‌ها به گونه‌ای باشد که ضمن آن که طول بهینه را برای کل شبکه ممکن می‌سازد، آب مورد نیاز هر قسمت نیز تأمین شود.

در این مطالعه، بخشی از شبکه آبیاری زیر سد جیرفت مورد توجه قرار گرفته و با سه روش : درختی اصلاح شده، کوتاهترین مسیر و شبکه بهینه با ظرفیت محدود بهینه گردیده و محدودیت‌های ثقلی بودن جریان و حداقل آب مورد نیاز هر قطعه در نظر گرفته شده است. جوابهای حاصله از روشهای مذکور با یکدیگر مقایسه شده‌اند و برای به دست آوردن شبکه با کمترین طول کانال، روش اصلاح شده درختی با حداقل پهن‌شدگی پیشنهاد می‌گردد.

۱- اعضاء هیئت علمی دانشگاه شهید باهنر کرمان

۲- کارشناس ارشد سازه‌های هیدرولیکی

مقدمه

بطور کلی، بازده کانالهای آبیاری کمتر از حد مورد نظر می‌باشد که یکی از دلایل آن عدم استفاده از روشهای بهینه سازی شبکه کانالها می‌باشد، چرا که چگونگی جایگیری شبکه کانال‌ها در منطقه کشاورزی عامل بسیار مهمی می‌باشد. یک شبکه خوب نه تنهاباعث می‌شود که منطقه وسیع‌تری تحت پوشش کانال‌ها قرار گیرد بلکه باعث می‌شود اتلاف آب در شبکه نیز تا حد ممکن پائین بیاید. هم اکنون روشهای طراحی شبکه کانال‌ها بیشتر بر مبنای قضاوت مهندسی استوار است تا روشهای ریاضی و علمی. در عمل، مهندسین معمولاً آزمایشات و تجربیات قبلی را به کار می‌برند و با ارزیابی گزینه‌های مختلف، یکی را انتخاب می‌کنند ولیکن طراح هرگز نمی‌تواند ادعا کند که شبکه پیشنهادی او اقتصادی‌ترین و بهترین شبکه است، چرا که او تعداد محدودی شبکه را ارزیابی نموده است.

برای بهره برداری از سیستم آبیاری، هر منطقه باید دسترسی به یک کانال داشته باشد. از طرفی به دلیل نفوذ آب در کانال‌ها(اگر کانال خاکی باشد) که مستقیماً تابع طول کانال می‌باشد، باید مسئله طول کلی شبکه را دقیقاً در نظر داشت. علاوه بر طول کانال، ظرفیت و شکل مقطع عرضی کانال تأثیر بسزایی روی مقدار نفوذ خواهد داشت. هزینهٔ ساخت شبکه کانال تابع مستقیم از طول کانال و ظرفیت آن خواهد بود. بنابراین شبکه کانال باید با کمترین طول و ظرفیت بهینه طراحی شود. راجپوت و مایکل [۱] [۷] قسمتی از شبکه آبیاری سن‌سد [۲] رابهینه نمودند و پادیال [۳] و همکاران [۵] قسمتی از شالیزارهای تایلند را بهینه کردند. در این مطالعه عمده‌ترین روشهای بهینه سازی شبکه کانال مورد بحث قرار می‌گیرد.

روشهای بهینه سازی

روش اصلاح شده درختی با حداقل پهن شدگی [۴]: در این روش از مدل درختی با حداقل پهن‌شدگی بهره گرفته شده است [۸]. هدف از به کارگیری این مدل، به دست آوردن شبکه‌ای است که خروجی [۵] نواحی مختلف را به یکدیگر متصل نماید، در عین حال که کمترین طول ممکن را داراست و از آنجا که هزینه و همچنین اتلاف آب تابع مستقیمی از طول شبکه کانال‌ها می‌باشد، این روش می‌تواند در طراحی سیستم توزیع آب مفید واقع گردد. در مدل غیر اصلاح شده فقط فاصله گره‌ها در نظر گرفته می‌شود و شبکه‌ای به دست می‌آید که همه گره‌ها را با حداقل طول ممکن به یکدیگر متصل می‌نماید. در مدل اصلاح شده گزینه‌های زیر مورد توجه قرار می‌گیرند.

- جریان در کانال‌ها، از گره با ارتفاع بیشتر به گره با ارتفاع کمتر اتفاق می‌افتد.
- گره‌ها ممکن است به صورت یک گره میانی یا یک گره خروجی باشند.
- کانال‌ها بر روی مرز نواحی کشاورزی قرار می‌گیرند.

1- *Rajput and Michael*

2-*Sansad*

3- *Paudyal*

4- *Modified Minimal Spanning Tree Model*

5- *Outlet*

روش کوتاهترین مسیر [1]:در این روش که یک حل مستقیم می‌باشد همه خروجی‌ها با کوتاهترین مسیر به منبع تأمین آب متصل خواهند شد. از نظر ریاضی، مسئله را می‌توان به صورت یک مدل بهینه سازی با برنامه‌ریزی خطی (LP) به شکل زیر بیان نمود [۶].

تابع هدف :

$$\text{minimize} \quad : \quad \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} d_{ij} Q_{ij}$$

با قیدهای :

$$\sum_{j=1}^{n} Q_{sj} - \sum_{j=1}^{n} Q_{js} = 1 \qquad (۱)$$

$$\sum_{j=1}^{n} Q_{ij} - \sum_{j=1}^{n} Q_{ji} = 0 \qquad i \neq s \, , \, i \neq t \qquad (۲)$$

$$\sum_{j=1}^{n} Q_{tj} - \sum_{j=1}^{n} Q_{jt} = -1 \qquad (۳)$$

$$Q_{ij} \geq 0 \qquad (۴)$$

که :

Q_{ij} = بده جریان از گره i به طرف گره j

Q_{sj} = بده جریان از منبع آب (s) به طرف گره j

Q_{jt} = بده جریان از گره j به گره مقصد (t)

d_{ij} = طول کانال از گره i به گره j (البته می‌تواند هزینه انتقال واحد حجم آب از کانال باشد)

قید اول تضمین می‌کند که واحد حجم آب از منبع تأمین آب (s) خارج شده است. قید دوم ما را مطمئن می‌سازد که واحد حجم آب در هیچ یک از گره‌های میانی دستخوش تغییر نشده و آب وارد شده به یک گره میانی با آب خارج شده از آن برابر می‌باشد. قید سوم لزوم خارج شدن واحد حجم آب از گره مقصد(t) را در نظر می‌گیرد. قید چهارم تضمین می‌کند که دبی به دست آمده از آنالیز فوق مثبت می‌باشد، یعنی جریان از گره i به طرف گره j اتفاق می‌افتد .

روش شبکه بهینه با ظرفیت محدود [2]:این روش یک روش تکراری برای به دست آوردن شبکه‌ای است که هزینه جریان آب مورد نیاز (طول کل شبکه) در آن بهینه می‌گردد [۶]. با در نظر گرفتن :

N = مجموعه کلیه گره‌های موجود در شبکه

1-Shortest Path

2- Out - of- Kilter

S = مجموعه کلیه کانالهای ممکن در شبکه

مسئله بهینه کردن شبکه را می‌توان به صورت یک مدل برنامه‌ریزی خطی (LP) به شکل زیر بیان نمود :

تابع هدف :

$$\text{minimize :} \quad \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} Q_{ij}\, d_{ij}$$

با قیدهای :

$$Q_{ij} \leq U_{ij} \qquad (i, j) \in S \qquad (۵)$$

$$Q_{ij} \geq L_{ij} \qquad (i, j) \in S \qquad (۶)$$

$$\sum_{j=1}^{n} Q_{ji} - \sum_{j=1}^{n} Q_{ij} = 0 \quad i \in N,\ i \neq j \qquad (۷)$$

$$Qij \geq 0 \qquad (۸)$$

که :

Q_{ij} = بده جریان از گره i به سمت گره j

d_{ij} = طول کانال از گره i به گره j (البته می‌تواند هزینه انتقال واحد حجم آب از کانال باشد).

U_{ij} = حداکثر ظرفیت ممکن برای کانالی که گره i را به گره j وصل می‌کند.

L_{ij} = حداقل ظرفیت ممکن برای کانالی که گره i را به گره j وصل می‌کند.

قیود ردیف پنجم و ششم محدود بودن ظرفیت کانال، بین دو حد بالا و پایین را ارضا می‌نماید. قید ردیف هفتم رابطه پیوستگی در گره‌ها را در نظر می‌گیرد، لیکن در مورد گره‌هایی که در آنها آبگیری انجام می‌شود، برای این که آب مورد نیاز از این گره‌ها خارج شود یک کانال فرضی در نظر گرفته می‌شود که جهت جریان در آن کانال،از گره مورد نظر به طرف منبع می‌باشد و حدود بالا (U_{ij}) و پائین (L_{ij})برابر آب مورد نیاز در آن گره در نظر گرفته می‌شود، لیکن برای این که تأثیری در هزینه کل ایجاد نشود، هزینه عبور آب از این کانال فرضی صفر قرار داده می‌شود.

پس از حل مسئله دو حالت زیر را خواهیم داشت:

$Q_{ij} = 0$، یعنی جریانی در کانال مورد نظر برقرار نیست یا به عبارت دیگر نیازی به وجود این کانال نمی‌باشد.

$Q_{ij} > 0$، بدین معنی که در این کانال جریان آب برقرار است و الزاماً باید این کانال را بنا نمود.

کاربرد مدلها برای دشت جیرفت

دشتهای جیرفت و رودبار قسمتی از حوزهٔ آبریز غربی هامون جازموریان و رودخانه هلیل رود بوده که در جنوب شرقی ایران، در استان کرمان، در عرض جغرافیائی ’۰۰ °۲۸ تا ’۴۵ °۲۸ شمالی و در طول جغرافیائی ’۳۰ ۵۷ تا ’۰۰ °۵۸ شرقی قرارگرفته است. منطقه مورد مطالعه دارای آب و هوای گرم و نسبتاً مرطوب است.

متوسط حداکثر درجه حرارت در تابستان ۴۳/۷ درجه سانتیگراد و متوسط حداقل آن در دی‌ماه برابر ۳/۷ درجه سانتیگراد می‌باشد. متوسط بارندگی سالانه در چهار ایستگاه حسین آباد، سبزواران،کهنک و بهارآباد به ترتیب ۱۶۵/۹، ۱۴۸/۸،۱۵۹ و ۲۰۷ میلی‌متر بوده که حدود ۱۱ درصد بارندگی سالانه در ماههای خرداد لغایت آبان و حدود ۷۷ درصد در ماههای فصل زمستان و فروردین صورت می‌گیرد. به طور متوسط ۴۴٪ کل اراضی را باغات میوه و ۵۶٪ باقیمانده را زراعتهایی نظیر گندم، جو، انواع ذرت، یونجه، سیب‌زمینی، پیاز، گوجه‌فرنگی، خیار، بادمجان،ماش و لوبیا تشکیل می‌دهد. به طور متوسط ۴۵٪ کل نیاز آبی منطقه توسط آبهای سطحی و ۵۵٪ باقیمانده توسط آبهای زیر زمینی تأمین می‌شود. دشت جیرفت که قسمتی از منطقه فوق‌الذکر می‌باشد مساحت تقریبی ۱۱۵۰۰ هکتار را داراست که در این مطالعه بخشی از آن به مساحت تقریبی ۱۳۰۰ هکتار مورد بررسی قرار گرفته است. نیاز آبی منطقه در ماه تیر که حداکثر مصرف می‌باشد در نظر گرفته می‌شود. هیدرومدول آبیاری برای ماه تیر طبق رابطه زیر بیان می‌شود [۳].

	۱/۷۲(A)	A<۳۲
زراعتها :	۴۳/۸۸ + ۰/۳۶(A)	۳۲<A<۲۵۶
	۰/۵۳(A)	A>۲۵۶
باغات :	۱/۷۴ (A)	

A برابر سطح باغ یا مزرعه مورد نظر بوده و بر حسب هکتار در روابط قرار می‌گیرد و نیاز آبی بر حسب لیتر در ثانیه به دست خواهد آمد.

روش درختی اصلاح شده: برای به کارگیری مدل مذکور و هم چنین اصلاح مدل اولیه به این صورت عمل می‌شود که در کلیه مسیرهای ممکن، جهت جریان با توجه به توپوگرافی منطقه در نظر گرفته می‌شود. سپس خروجی بلوک‌های مختلف که گره با ارتفاع بیشتر هر بلوک می‌باشد در نظر گرفته شده و شماره گذاری می‌شود (شکل (۱)). یک شبکه فرضی که خروجی‌ها را به یکدیگر وصل می‌نماید، ترسیم می‌شود. لذا باید از هر خروجی با توجه به جهات جریان ممکن، حرکت کرد تابه خروجی بعدی رسید و کل طول کانالهای واسط بین این دو خروجی به عنوان فاصلهٔ آنها در نظر گرفته می‌شود. با توجه به مسیرهای موجود و توپوگرافی منطقه ممکن است یک خروجی به چندین خروجی، منتهی شود. با توجه به شکل (۱)، ۲۲ خروجی در منطقه، مورد مطالعه قرار گرفته است که فاصله هر خروجی تا خروجی‌های بعدی در جدول شماره (۱) آمده است. حال با استفاده از مدل مربوطه [۷] و شبکه فرضی موجود، کوتاهترین شبکه ممکن حاصل خواهد شد که جواب بهینه در شکل (۱) ترسیم گردیده است.

روش کوتاهترین مسیر : به منظور استفاده از این مدل، ابتدا با توجه به توپوگرافی منطقه، جهت جریان در مسیرهای مختلف مشخص شده و یک شبکه فرضی از مسیرهای ممکن در نظر گرفته می‌شود. در جدول شماره(۲) گره‌های ابتدا و انتهای مسیرهای ممکن و هم‌چنین طول این مسیرها آورده شده است. سپس با استفاده از الگوریتم مربوطه [۶]، شبکه بهینه حاصل خواهد شد. جواب حاصله از این مدل در شکل شماره (۲) ترسیم گردیده است.

روش بهینه با ظرفیت محدود: به منظور به کارگیری این مدل، ابتدا، با توجه به توپوگرافی منطقه، جهت جریان در مسیرهای مختلف مشخص شده و یک شبکه فرضی از مسیرهای ممکن، مورد مطالعه قرار گرفته و در نقاط آبگیری هم کانال با شرایط لازم در نظر گرفته می‌شود. در این روش نیز فاصله بین گره‌ها مورد توجه قرار می‌گیرد که در جدول شماره (۲) آمده است. حداکثر ظرفیت کلیه کانال‌ها (U_{ij})، ۷ متر مکعب درثانیه و حداقل آن (L_{ij}) برابر صفر در نظر گرفته شده است. لیکن می‌توان برای هر یک از کانال‌ها، یک حداقل و حداکثر دبی مشخص را در نظر گرفت. در هر یک از خروجی‌ها، میزان دبی مصرفی بر اساس هیدرومدول آبیاری [۳]، محاسبه شده است که خلاصه محاسبات انجام شده در جدول شماره (۳) آمده است. در پایین دست خروجی شماره (۳) فعلاً کشاورزی انجام نمی‌شود به همین دلیل سطح زیر کشت آن صفر در نظر گرفته شده است. سپس با استفاده از الگوریتم مربوطه [۶] شبکه بهینه حاصل خواهد شد که جواب حاصله از این مدل در شکل شماره (۲) ترسیم گردیده است. به دلیل بزرگ بودن حد بالای ظرفیت کانال‌ها و هم‌چنین صفر بودن حد پائین آن، جواب حاصله از این روش با جواب به دست آمده از روش کوتاهترین مسیر کاملاً یکسان است.

نتیجه گیری

با استفاده از سه مدل ارائه شده می‌توان طول کلی شبکه کانال در یک منطقه آبیاری را بهینه نمود. لیکن از آنجاکه طول شبکه کانال در منطقه مورد مطالعه، با استفاده از مدل اصلاح شده درختی با حداقل پهن شدگی ۳۹۰۰ متر و با استفاده از مدلهای کوتاهترین مسیر و شبکه بهینه با ظرفیت محدود ۲۰۳۷۰ متر می‌باشد، چنین استنباط می‌شود که برای به دست آوردن شبکه‌ای که حداقل طول ممکن را داشته باشد استفاده از مدل اصلاح شده درختی با حداقل پهن‌شدگی منطقی به نظر می‌رسد. روشهای کوتاهترین مسیر و شبکه بهینه با ظرفیت محدود هنگامی مناسب به نظر می‌رسند که به جای طول کانال، هزینهٔ انتقال واحد حجم آب در کانال مورد ارزیابی قرار گیرد که این هزینه می‌تواند به صورت تابعی از بده جریان در کانال بیان شود و شامل هزینه‌های ساخت، بهره‌برداری و نگهداری شبکه می‌باشد

مراجع

۱) جعفری نسب، م.ع . ۱۳۷۷ ، بهینه سازی شبکه کانال های آبرسانی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید باهنر کرمان ـ دانشکده فنی ـ بخش مهندسی عمران.

۲) شهیدی پور ، س . م .م. ۱۳۷۳، بهینه‌سازی (ترجمه)، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

۳) مهندسین مشاور مهاب قدس. ۱۳۷۵، طرح آبیاری و زهکشی دشتهای جیرفت و رودبار، مطالعات مرحله دوم، تهران.

4) Muspratt, M.A. 1971 ." Optimal Distribution of Water to Irrigation Canals", Journal of Hydrology, 14:19 - 28.

5)Paudyal, G.N., Pandit, D.S. and Goto, A. 1991 . "Optimization of on - Farm

Channel Network in an Irrigation Area " , Irrigation and Drainage Systems, 5:383-395.

6) Phillips, D.T. and Garcia - Diaz, A. 1981."Fundamentals of Network Analysis", Prentice - Hall , Iuc., New York.

7) Rajput, T.B.S., and Michael, A.M. 1988 . "Optimal Layout of Water Courses in Outlet Areas" , Irrigation and Power, 45(3)29 -37.

8) Smith, D.K. 1982. "Network Optimization Practice : A Computational Guide". John Wiley and Sons, New York

جدول شماره ۱: فاصله و شماره خروجی‌های شبکه کانال‌های آبیاری جیرفت

خروجی مبدا	خروجی مقصد	فاصله (متر)	خروجی مبدا	خروجی مقصد	فاصله (متر)
۱	۲	۳۸۰	۹	۲۲	۳۸۹۰
۱	۸	۹۳۰	۱۰	۲۲	۲۵۴۰
۲	۳	۳۵۰	۱۱	۱۴	۸۲۰
۲	۱۷	۴۳۳۰	۱۱	۱۷	۲۲۸۰
۳	۴	۱۶۵۰	۱۲	۱۱	۹۳۰
۳	۱۷	۳۸۸۰	۱۲	۱۳	۶۸۰
۴	۵	۴۵۰	۱۳	۱۴	۷۰۰
۴	۱۷	۲۶۸۰	۱۳	۲۰	۲۹۶۰
۵	۶	۵۰۰	۱۴	۱۷	۱۵۸۰
۵	۹	۱۳۱۰	۱۴	۲۰	۲۴۵۰
۶	۷	۵۰۰	۱۵	۱۶	۸۴۰
۶	۲۲	۴۹۹۰	۱۵	۲۱	۱۸۲۰
۷	۱۰	۱۰۴۰	۱۵	۲۲	۲۳۷۰
۷	۲۲	۳۴۸۰	۱۶	۲۲	۲۲۵۰
۸	۱۹	۵۵۰	۱۷	۱۸	۶۰۰
۸	۱۱	۱۳۶۰	۱۷	۲۰	۹۱۰
۸	۱۷	۴۰۷۰	۱۸	۲۱	۹۰۰
۹	۱۷	۲۱۴۰	۱۸	۲۲	۲۴۹۰
۹	۱۵	۱۰۰۰	۱۹	۱۲	۷۵۰
۹	۲۱	۲۸۹۰	۲۰	۲۱	۴۹۰

جدول شماره ۲: گره‌ها و فاصله گره‌های شبکه کانالهای آبیاری جیرفت

گره مبدا	گره مقصد	فاصله (متر)	گره مبدا	گره مقصد	فاصله (متر)
۱	۲	۳۸۰	۲۲	۲۳	۱۱۵۰
۱	۱۱	۹۳۰	۲۲	۳۰	۸۲۰
۲	۳	۳۵۰	۲۳	۲۴	۲۰۰
۲	۱۳	۱۲۷۰	۲۴	۳۱	۳۵۰
۳	۴	۱۳۵۰	۲۵	۳۲	۶۲۰
۳	۱۴	۱۵۵۰	۲۵	۴۱	۱۰۷۰
۴	۵	۳۰۰	۲۶	۳۴	۸۰۰
۴	۱۵	۱۴۳۰	۲۷	۲۸	۷۵۰
۵	۶	۴۵۰	۲۸	۲۱	۸۳۰
۵	۱۶	۱۵۲۰	۲۸	۲۹	۶۸۰
۶	۷	۵۰۰	۲۹	۳۰	۷۰۰
۶	۱۷	۱۳۱۰	۲۹	۳۶	۷۳۰
۷	۸	۵۰۰	۳۰	۳۱	۱۰۰۰
۷	۹	۴۰۰	۳۰	۳۷	۸۰۰
۸	۱۹	۱۰۴۰	۳۱	۳۹	۵۸۰
۸	۲۰	۱۴۸۰	۳۲	۳۳	۸۴۰
۹	۱۰	۸۰۰	۳۲	۴۲	۵۲۰
۱۰	۱۸	۲۵۰	۳۳	۳۴	۲۵۰
۱۱	۱۲	۷۱۰	۳۳	۴۳	۱۰۵۰
۱۱	۲۷	۵۵۰	۳۴	۳۵	۵۰۰
۱۲	۱۳	۳۰۰	۳۵	۴۴	۱۰۸۰
۱۲	۲۱	۵۵۰	۳۶	۳۷	۵۸۰
۱۳	۱۴	۷۳۰	۳۷	۳۸	۱۰۰۰
۱۴	۲۳	۱۲۰۰	۳۸	۴۵	۶۵۰
۱۵	۲۴	۱۱۰	۳۹	۳۸	۲۶۰
۱۶	۱۵	۱۲۰	۳۹	۴۰	۶۰۰
۱۷	۱۶	۹۸۰	۴۰	۴۱	۵۰۰
۱۷	۱۸	۳۵۰	۴۰	۴۶	۹۰۰
۱۷	۲۵	۳۸۰	۴۱	۴۲	۱۴۰
۱۸	۲۶	۱۱۶۰	۴۲	۴۳	۶۵۰
۱۹	۲۰	۵۴۰	۴۲	۴۷	۵۰۰
۱۹	۲۶	۲۰۰	۴۳	۴۴	۱۲۰۰
۲۰	۳۵	۹۲۰	۴۵	۴۶	۴۹۰

جدول شماره ۳: محاسبات نیاز آبی مزارع (خروجی‌ها) مختلف شبکه کانال‌های آبیاری جیرفت

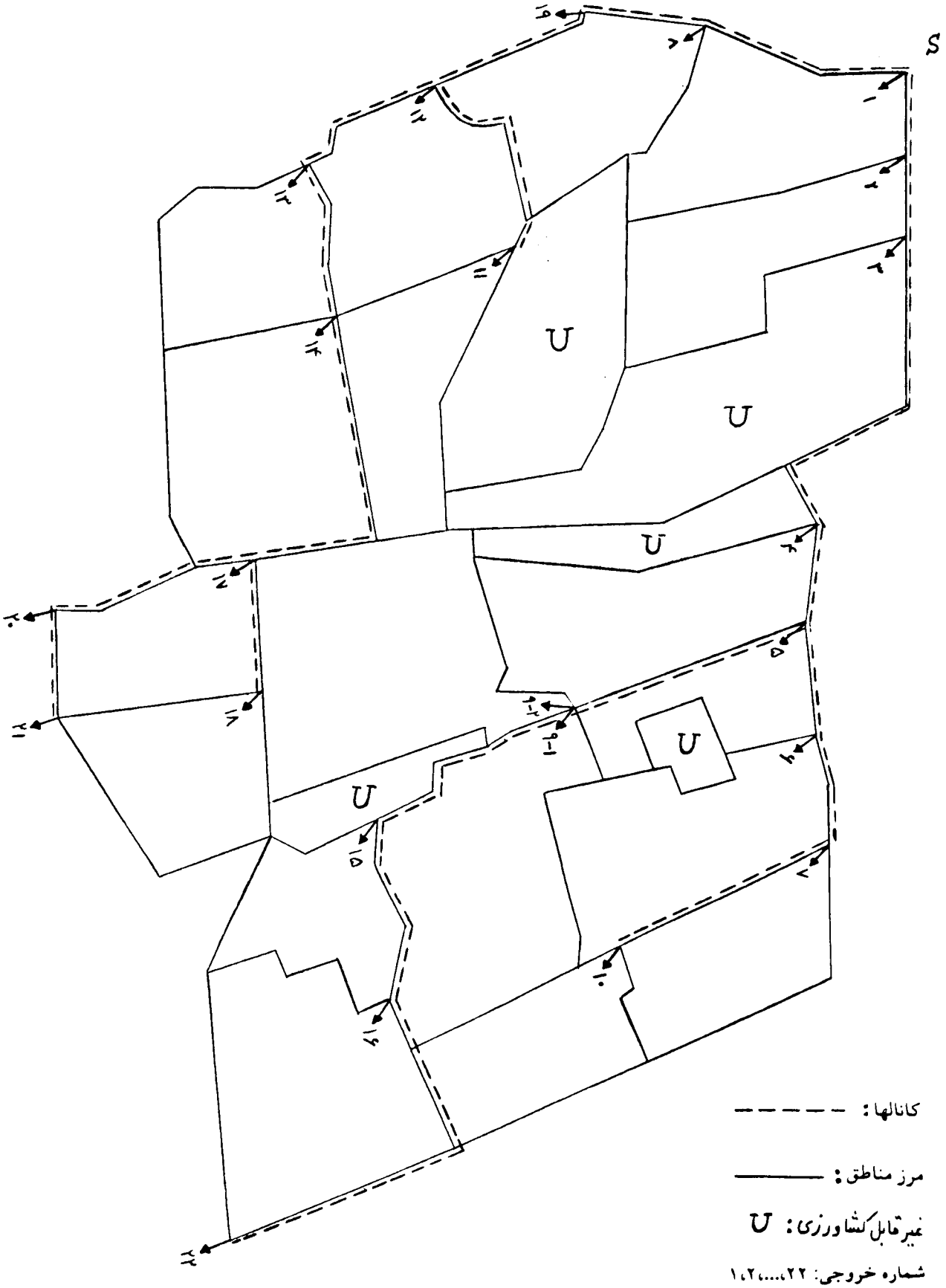
شماره آبگیر	سطح زیر پوشش هکتار	سطح باغات هکتار	سطح مزارع هکتار	آب مورد نیازباغات لیتردرثانیه	آب مورد نیاز مزارع لیتردرثانیه	کل آب موردنیاز لیتردرثانیه	آب سطحی موردنیاز لیتردرثانیه
۱	۶۵/۶۲	۲۸/۸۷	۳۶/۷۵	۵۰/۲۳	۵۷/۱۱	۱۰۷/۳۴	۴۸/۳۰
۲	۶۳/۰۳	۲۷/۷۳	۳۵/۳۰	۴۸/۲۵	۵۶/۵۸	۱۰۴/۸۳	۴۷/۱۷
۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۴	۷۰/۴۴	۳۱	۳۹/۴۴	۵۳/۹۴	۵۸/۰۸	۱۱۲/۰۲	۵۰/۴۱
۵	۳۳/۸	۱۴/۸۷	۱۸/۹۳	۲۵/۸۸	۳۲/۵۶	۵۸/۴	۲۶/۳
۶	۶۹	۳۰/۳۶	۳۸/۶۴	۵۲/۸۲	۵۷/۸	۱۱۰/۶۲	۴۹/۷۸
۷	۵۰/۱۲	۲۲/۰۵	۲۸/۰۷	۳۸/۳۶	۴۸/۲۸	۸۶/۶۴	۳۸/۹۹
۸	۵۷/۹۲	۲۵/۴۸	۳۲/۴۳	۴۴/۳۳	۵۵/۵۵	۹۹/۸۸	۴۴/۹۵
۹-۱	۸۸/۴۴	۳۸/۹۱	۴۹/۵۲	۶۷/۷	۶۱/۷	۱۲۹/۴	۵۸/۲۳
۹-۲	۱۰۳/۰۳	۴۵/۳۳	۵۷/۹۷	۷۸/۸۷	۶۴/۷۵	۱۴۳/۶۲	۶۴/۶۲
۱۰	۴۷/۹۶	۲۱/۱	۲۶/۸۵	۳۶/۷	۴۶/۱۸	۸۲/۸۸	۳۷/۲۹
۱۱	۵۲/۱۵	۲۲/۹۴	۲۹/۲۰	۳۹/۹۱	۵۰/۲۲	۹۰/۱۳	۴۰/۵۵
۱۲	۶۱/۷۷	۱۸/۲۷	۳۴/۵۹	۴۷/۲۹	۵۶/۳۳	۱۰۳/۶۲	۴۶/۶۳
۱۳	۴۶/۹۲	۲۰/۶۴	۲۶/۲۷	۳۵/۹۱	۴۵/۱۸	۸۱/۰۹	۳۶/۴۹
۱۴	۸۲/۶۶	۳۶/۳۷	۴۶/۲۹	۶۳/۲۸	۶۰/۵۴	۱۲۳/۸۲	۵۵/۷۱
۱۵	۳۹/۲	۱۷/۲۵	۲۱/۹۵	۳۰/۰۲	۳۷/۷۵	۶۷/۷۷	۳۰/۴۹
۱۶	۸۸/۷۸	۳۹/۰۶	۴۹/۷۲	۶۷/۹۶	۶۱/۷۸	۱۲۹/۷۴	۵۸/۳۸
۱۷	۴۷/۷	۲۰/۹۹	۲۶/۷۱	۳۶/۵۲	۴۵/۹۴	۸۲/۴۶	۳۷/۱۱
۱۸	۴۷/۹۹	۲۱/۱۵	۲۶/۸۷	۳۶/۸۰	۴۶/۲۱	۸۳/۰۱	۳۷/۳۵
۱۹	۲۳۵۲	۱۰۳۴	۱۳۱۷	۱۸۰۵	۲۱۰۷	۳۹۱۲	۱۷۶۰
۲۰	۲۴۰	۱۰۵	۱۳۴	۱۸۳	۲۱۵	۳۹۸	۱۸۰
۲۱	۲۰۰	۸۸/۲	۱۱۲/۲	۱۵۳/۴	۱۷۸	۳۳۳	۱۵۰
۲۲	۲۶۷۶	۱۱۷۸	۱۴۹۸	۲۰۴۶	۲۳۹۹	۴۴۴۳	۲۰۰۰

Optimization of Jiroft Irrigation Channel Network

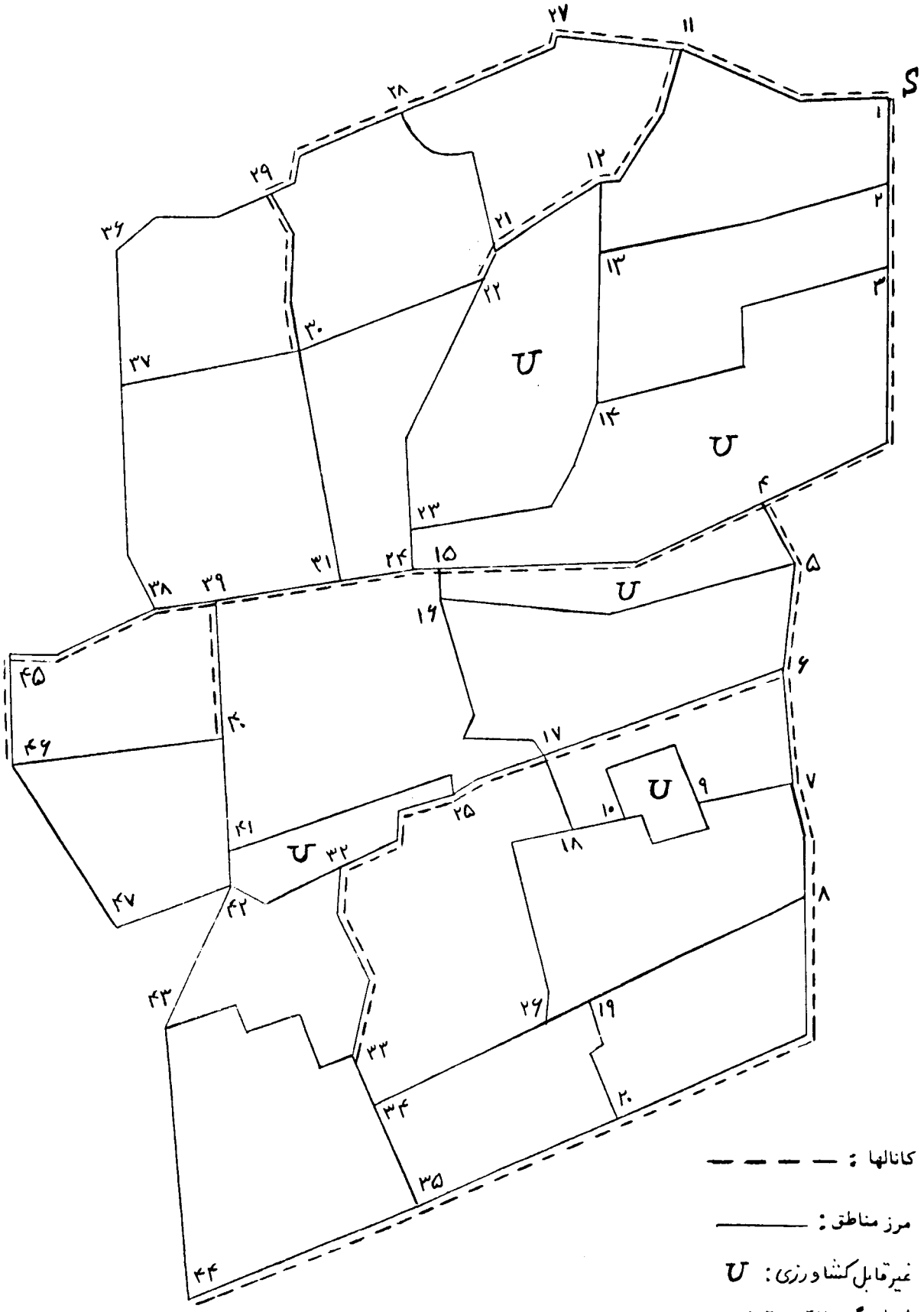
Abstract

Optimization is a tool for reduction of resources or investments in a particular Production or development system. Without using optimization process in designing irrigation channel network, inefficient water delivery system may result. In designing irrigation channels, it is tried to reduce cost and increase the efficiency of delivery to any service area of the system. The length and layout of the channel network has a very important role in oplimization of the system.

In this study , irrigation network under Jiroft dam was considered as project area and it was optimized by the "modified minimal spanning tree model" , "shortest path algorithm" , and "out of Kilter method" . The gravity flow of flow and minimum water requirement of any service area section were considered as constraints . The results of the three methods were compared and the "modified minimal spanning tree model" was found to best fit the requirement of the project area .



شکل شماره ۱ - مسیر کانال‌های بهینه شده با روش درختی اصلاح شده



شکل شماره ۲ - مسیر کانال‌های بهینه شده با روش کوتاهترین مسیر و روش شبکه بهینه با ظرفیت محدود

مجموعه مقالات نهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

مقاله شماره ۲

موضوع:

کاربرد مدل هیدرودینامیک ICSS-POM[1] در تعیین مناسب‌ترین گزینه توزیع آب در شبکه آبیاری، مطالعه موردی شبکه آبیاری قوری‌چای

تألیف:

شهرام کسب‌دوز[2]، محمدجواد منعم[3]، صلاح کوچک‌زاده[4]

چکیده

عملکرد یک روش بهره‌برداری در شبکه انتقال و توزیع آب تابع رفتار هیدرولیکی جریان در شبکه می‌باشد. از این رو ارزیابی کمی و دقیق عملکرد روش‌های بهره‌برداری مستلزم تعیین رفتار هیدرولیکی جریان شبکه در طول زمان می‌باشد. از طرفی هیدرولیک جریان در یک شبکه متأثر از عواملی مانند نوع سیستم کنترل شبکه، ساختمان فیزیکی شبکه، نوع روش بهره‌برداری و بالاخره سیاست‌های مدیریتی اختصاص و تحویل آب می‌باشد. مطالعه اثر عوامل فوق بر هیدرولیک جریان بدون استفاده از ابزارهای محاسباتی کارآمد غیرممکن است. بنابراین ارزیابی دقیق عملکرد روش‌های مختلف بهره‌برداری و مطالعه اثر عوامل مختلف بر عملکرد این روش‌ها تنها با استفاده از مدل‌های ریاضی توانمند میسر خواهد بود.

هدف اساسی این تحقیق ارزیابی عملکرد روش‌های بهره‌برداری شبکه انتقال و توزیع آب قوریچای واقع در استان آذربایجان شرقی و تعیین گزینه برتر از میان گزینه‌های پیشنهاد شده می‌باشد. برای این شبکه سه گزینه بهره‌برداری پیشنهاد شده که عبارتند از روش بهره‌برداری جریان مداوم با دبی ثابت، جریان مداوم با دبی متغیر و جریان متناوب. بهترین گزینه بهره‌برداری گزینه‌ای است که دارای مطلوب‌ترین مقادیر شاخص‌های ارزیابی عملکرد بهره‌برداری می‌باشد. در این تحقیق شاخص‌های پیشنهادی مولدن و گیتس [۱] به کار گرفته

1- Irrigation Conveyance System Simulation - Performance Optimization Model

۲- کارشناس ارشد تأسیسات آبیاری

۳- استادیار گروه تأسیسات آبیاری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

۴- استادیار گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران

شده‌اند. شاخص‌های ارزیابی عملکرد، خود بر اساس پارامترهایی استوار شده‌اند که تعیین آنها به کمک یک مدل هیدرودینامیک میسر است. در این تحقیق گزینه‌های بهره‌برداری انتخابی به کمک مدل هیدرودینامیک ICSS-POM شبیه‌سازی شده‌اند، سپس شاخص‌های ارزیابی به کمک پارامترهای مختلفی که از ستاده‌های مدل استخراج شده‌اند تعیین شده‌اند. تدقیق در نتایج شاخص‌های ارزیابی نشان داد که می‌توان گزینه دوم را به عنوان گزینه برتر بهره‌برداری انتخاب کرد.

مقدمه

بخش عمده‌ای از پروژه‌های آبیاری در جهان متشکل از شبکه‌های انتقال و توزیع با مجاری روباز هستند که غالباً از عملکرد بهره‌برداری ضعیف و گاه غیرقابل قبول برخوردار می‌باشند. امروزه ضرورت استفاده بهینه از منابع آب، نامطلوب بودن عملکرد بهره‌برداری اغلب شبکه‌های موجود و لزوم استفاده از این شبکه‌ها به دلیل محدودیت‌های اقتصادی جایگزینی آنها با شبکه‌های جدید، توجه و تأکید کارشناسان را به سمت ارزیابی روش‌های بهره‌برداری موجود یا پیشنهادی، تعیین روش‌های بهره‌برداری بهینه، اصلاح وضعیت بهره‌برداری و افزایش بهره‌وری سیستم‌های موجود در مدت زمان کوتاه معطوف کرده است.

گسترش کامپیوتر و روش‌های حل ریاضی امکان آن را فراهم نموده تا با توسعه مدل‌های ریاضی بتوان اهداف فوق را از طریق شبیه‌سازی شبکه‌های آبیاری برآورده ساخت. کمبود محسوس منابع آب در ایران و اهمیت بهره‌وری بهینه از این منابع، استفاده هرچه وسیع‌تر از چنین تکنیک‌هایی را ایجاب می‌کند. در این تحقیق مدل شبیه‌سازی ICSS-POM که پارامترهای هیدرولیکی، هیدرولوژیکی و بهره‌برداری شبکه‌های انتقال و توزیع آب را محاسبه و ارزیابی می‌کند مورد استفاده قرار گرفته است. مدل مزبور طی مقاله ارائه شده به هشتمین سمینار کمیته ملی آبیاری و زهکشی [۲] معرفی شده است. شبکه آبیاری که روش بهره‌برداری آن به کمک مدل فوق مورد ارزیابی قرار گرفته شبکه آبیاری قوریچای است که ۲۲۰۰ هکتار وسعت دارد و در جنوب شهرستان اردبیل واقع شده است نقشه منطقه طرح و شبکه آبیاری قوریچای در ضمیمه مقاله ارائه شده است.

تعیین روش‌های بهره‌برداری بهینه در شبکه‌های انتقال و توزیع آب یکی از اساسی‌ترین راهکارها برای تحقق هدف حداکثر بهره‌وری از منابع آب می‌باشد که عمده‌ترین مؤلفه آن تعیین روش بهینه توزیع و تحویل آب می‌باشد. منظور از روش توزیع و تحویل آب عبارت است از روشی که در آن، سه عامل اساسی توزیع و تحویل آب یعنی دبی، زمان و تواتر تحویل جریان در دوره‌های زمانی مختلف مشخص می‌گردند. در این مقاله منظور از روش یا گزینه بهره‌برداری عبارت از روش توزیع و تحویل آب است. ملاک تعیین یک روش توزیع آب به عنوان روش بهینه، میزان توانایی آن روش در تأمین شاخص‌های ارزیابی عملکرد بهره‌برداری می‌باشد.

شاخص‌های ارزیابی عملکرد بهره‌برداری معیارهایی کمی هستند که با کمک آنها می‌توان روش‌های بهره‌برداری را مورد ارزیابی کمی قرار داد. شاخص‌های ارزیابی مختلفی در تحقیقات گوناگون تعریف و ارائه شده‌اند.

شاخص‌های ارزیابی

در این تحقیق از شاخص‌های ارائه شده توسط مولدن و گیتس (۱۹۹۰) برای ارزیابی عملکرد گزینه‌های بهره‌برداری پیشنهادی استفاده شده است. این شاخص‌ها عبارتند از:

۱- کفایت توزیع[1] (P_A): شاخصی است برای بیان میزان توانایی روش بهره‌برداری در تحویل آب به قدر تأمین نیاز. این شاخص به کمک رابطه (۱) قابل محاسبه است.

$$P_A = \frac{1}{T}\sum_T \left[\frac{1}{R}\sum_R (P_a)\right] \qquad (1)$$

$$P_a = \frac{Q_d}{Q_r} \leq 1$$

در این معادله Q_r و Q_d به ترتیب معرف مقدار آب موردنیاز و مقدار آب منشعب شده در عمل (به طور واقعی) برای انشعاب X در دوره زمانی t بوده و نمادهای $\frac{1}{T}\sum_T$ و $\frac{1}{R}\sum_R$ به ترتیب بیان‌کننده متوسط زمانی و مکانی می‌باشند.

۲- راندمان توزیع[2] (P_E): عبارت است از شاخصی که برای ارزیابی میزان مازاد آب تحویلی نسبت به نیاز در اثر عملکرد نامتناسب روش بهره‌برداری به کار می‌رود. این شاخص به صورت زیر بیان می‌شود:

$$P_E = \frac{1}{T}\sum_T \left[\frac{1}{R}\sum_R (P_f)\right] \qquad (2)$$

$$P_f = \frac{Q_r}{Q_d} \leq 1$$

۳- عدالت توزیع[3] (P_E): شاخصی است که میزان تناسب موجود را بین مقادیر تحویلی و مقادیر مورد نیاز آب در انشعابات و دوره‌های زمانی مختلف ارزیابی می‌کند. این شاخص به صورت زیر بیان می‌شود:

$$P_E = \frac{1}{T}\sum_T CV_R \left(\frac{Q_d}{Q_r}\right) \qquad (3)$$

که در آن CV_R نشان‌دهنده ضریب تغییرات زمانی می‌باشد.

۴- پایداری توزیع[4] (P_D): برای یک انشعاب منفرد شاخص پایداری را می‌توان یکنواختی زمانی در تحویل آب تعریف کرد. یکنواختی زمانی در تحویل آب به کمک ضریب تغییرات زمانی نسبت $\frac{Q_d}{Q_r}$ قابل تعیین است. این شاخص برای سیستم به کمک معادله (۴) قابل محاسبه است:

$$P_D = \frac{1}{R}\sum_R CV_T \left(\frac{Q_d}{Q_r}\right) \qquad (4)$$

1- Delivery Adequacy
2- Delivery Efficiency
3- Delivery Equity
4- Delivery Dependability

گزینه‌های بهره‌برداری

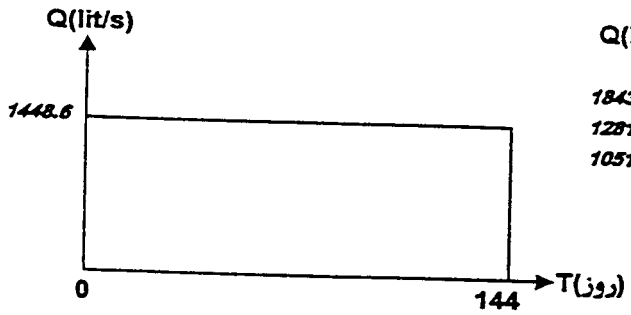
یکی از مهمترین عواملی که می‌تواند عملکرد بهره‌برداری در یک شبکه انتقال و توزیع را تحت تأثیر قرار دهد روش بهره‌برداری از شبکه می‌باشد. توجه به مقوله‌های خاص، طبقه‌بندی مختلفی برای روش‌های بهره‌برداری ایجاد کرده است اما صرفنظر از نوع روش بهره‌برداری، سه عامل دبی، مدت و فواصل زمانی جریان‌های تحویلی همواره نقش اصلی را در روش بهره‌برداری ایفا می‌نمایند. در این مطالعه سه گزینه بهره‌برداری برای شبکه برنامه‌ریزی شده است که عبارتند از:

۱- جریان مداوم با دبی ثابت (شکل ۱- الف)

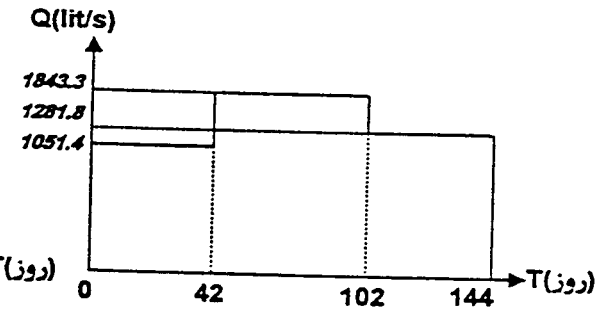
۲- جریان مداوم با دبی متغیر (شکل ۱- ب)

۳- جریان متناوب (شکل ۱- ج)

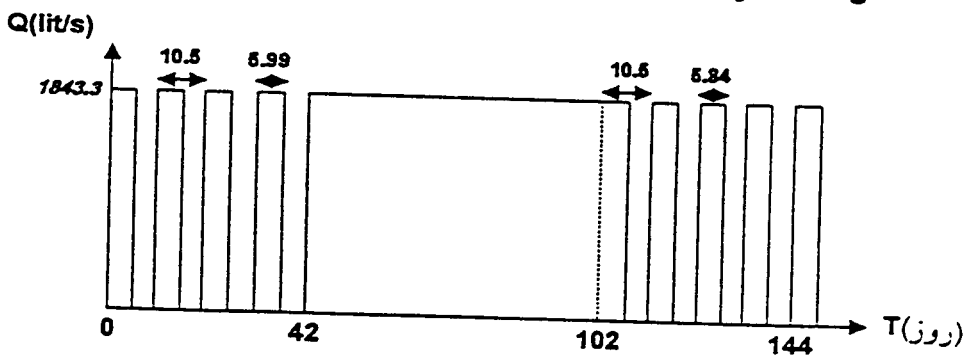
حال برای ارزیابی کمی عملکرد روش‌های بهره‌برداری لازم است که شاخص‌های ارزیابی محاسبه شوند. برای محاسبه این شاخص‌ها بایستی توزیع زمانی Q_r و Q_d تعیین شوند. توزیع زمانی Q_r با محاسبه نیاز آبی و بارش مؤثر قابل محاسبه می‌باشد. اما توزیع زمانی Q_d صرفاً به نحوه رفتار هیدرولیکی جریان در سیستم بستگی دارد و بنابراین تابع عوامل فیزیکی - سازه‌ای، مدیریتی و بهره‌برداری می‌باشد. در نتیجه برای محاسبه توزیع زمانی Q_d بایستی مجموع اثرات عوامل فوق در کلیه حالات در نظر گرفته شود و به این ترتیب ضرورت استفاده از مدل کامپیوتری در تعیین مشخصات هیدرولیکی جریان در شبکه مشخص می‌گردد.



شکل ۱- ب -گزینه اول



شکل ۱-الف-گزینه دوم



شکل ۱- ج -گزینه سوم

شکل ۱- مشخصات هیدروگراف‌های جریان ورودی به کانال اصلی در گزینه‌های بهره‌برداری

مدل هیدرودینامیک ICSS - POM

سهولت ظاهری استفاده از سیستم‌های متشکل از مجاری روباز برای پروژه‌های آبیاری، موجب شده که پیچیدگی واقعی فن‌آوری آن، هزینه‌های بالای ساخت و بهره‌برداری و عملکرد ضعیف آن‌ها به طور واضح دیده نشوند. بخش عمده‌ای از طرح‌های آبیاری در جهان، متشکل از چنین سیستم‌هایی می‌باشند. در چنین شرایطی با توجه به کمبود محسوس منابع آب از یک طرف و لزوم استفاده حداکثر از تأسیسات موجود از طرف دیگر توصیه می‌شود که عملکرد بهره‌برداری با اصلاح ساختار مدیریتی و روش‌های بهره‌برداری در مدت زمان کوتاه بهبود داده شود. برای تحقق این امر، روش‌های تجربی کارایی لازم را برای ارزیابی عوامل مؤثر متعدد و روش‌های متنوع بهره‌برداری ندارند. از طرف دیگر تنوع سیستم‌های کنترل و روش‌های بهره‌برداری در شبکه‌های آبیاری باعث پیچیدگی رفتار هیدرولیکی جریان در شبکه شده و پیش‌بینی دقیق و مطمئن آن را بسیار مشکل و یا غیرممکن می‌سازد.

گسترش کامپیوترها و رشد سریع قابلیت‌های محاسباتی آن، محققین امر را قادر ساخته تا با توسعه و به‌کارگیری مدل‌های ریاضی شبیه‌سازی، رفتار هیدرولیکی شبکه‌ها را تحت شرایط متفاوت طراحی و بهره‌برداری با دقت زیاد و زمان کم مطالعه نمایند. ازجمله این مدل‌ها می‌توان به یکی از جامع‌ترین آن‌ها یعنی مدل هیدرودینامیک ICSS - POM اشاره کرد [۲]. هدف از تهیه این مدل تأمین وسیله‌ای مؤثر برای انجام محاسبات هیدرودینامیک شبکه‌های آبیاری و روش‌های بهینه‌سازی بهره‌برداری از آنها می‌باشد تا از آن طریق بتوان محدوده وسیعی از مسائل و مشکلات مربوط به طراحی، برنامه‌ریزی و بهره‌برداری را حل کرده و اهداف زیر را تأمین نمود [۳].

۱- ارزیابی عملکرد روش‌های بهره‌برداری موجود یا پیشنهادی
۲- طراحی سیستم‌های انتقال و توزیع آب با حصول اطمینان از بهره‌برداری مؤثر و مطمئن
۳- ارزیابی و معرفی روش‌های کنترل شبکه
۴- انجام تحقیقات در تمامی جنبه‌های طراحی و بهره‌برداری
۵- تعیین روش‌های بهره‌برداری بهینه با در نظر گرفتن اهداف متفاوت و محدودیت‌های فیزیکی و هیدرولیکی شبکه
۶- تعیین اثر تفکیک شده عوامل مختلف بر عملکرد و ارائه راه‌حل‌های متناسب جهت اصلاح وضعیت عملکرد بهره‌برداری در سیستم

نتایج اجرای مدل

در مرحله نهایی، اطلاعات موردنیاز برای تحلیل و ارزیابی گزینه‌های بهره‌برداری از طریق شبیه‌سازی جریان در هریک از گزینه‌ها توسط مدل تعیین شده‌اند. با در دست داشتن این اطلاعات، متناظر با هریک از گزینه‌های بهره‌برداری شاخص‌های ارزیابی برای کانال اصلی و انشعابات آن محاسبه شده‌اند که برای مقایسه گزینه‌های بهره‌برداری، تنها به ذکر مقادیر شاخص‌های ارزیابی به تفکیک گزینه‌ها اکتفا می‌شود (جدول ۱). جهت اطلاع از جزییات مقادیر دبی تحویلی به آبگیرها در هر گزینه به مرجع شماره ۴ مراجعه نمایید.

جدول ۱- مقادیر شاخص‌های ارزیابی به تفکیک گزینه‌های بهره‌برداری

گزینه بهره‌برداری	شاخص ارزیابی			
	راندمان	کفایت	پایداری	برابری
اول	۰/۸۷	۰/۹۰	۰/۳۵	۰/۰۰۲
دوم	۰/۹۴	۰/۹۶	۰/۱۸	۰/۰۰۳
سوم	۰/۸۹	۰/۹۴	۰/۲۲	۰/۰۰۳

در اکثر مسایل بهینه‌سازی چندمنظوره، اهداف موردنظر در ارتباط با همدیگر توابعی نزولی برقرار می‌سازند. به عبارت دیگر نمو اهداف طی وضعیت‌های مختلف بهینه‌سازی در خلاف جهت همدیگر صورت می‌گیرد. برای چنین مسائلی روش‌های تحلیلی مختلفی به منظور یافتن وضعیت کلی بهینه ارائه شده‌اند که ازجمله می‌توان به یکی از متداولترین این روش‌ها یعنی برنامه‌ریزی توافقی اشاره کرد.

برنامه‌ریزی توافقی در واقع عبارت است از ایجاد توافقی بین اهداف مختلف برای به دست آوردن وضعیت کلی بهینه. اگر فرض شود که در یک مسأله بهینه‌سازی، تعداد n هدف موردنظر می‌باشند، برای هرکدام از این اهداف طی وضعیت‌های مختلف بهینه‌سازی مقادیر مختلفی به دست می‌آید که مطلوب‌ترین و نامطلوب‌ترین این مقادیر را برای هدفی نظیر i به ترتیب با O_i^+ و O_i^- نشان می‌دهیم. ساده‌ترین حالت برنامه‌ریزی توافقی عبارت است از حداقل‌سازی مجموع نسبت‌های $\frac{O_i^+ - O_i}{O_i^+ - O_i^-}$. به عبارت دیگر تابع کلی هدف به صورت زیر می‌باشد:

$$Min \sum_{i=1}^{n} \left(K_i \frac{O_i^+ - O_i}{O_i^+ - O_i^-} \right) \qquad (۵)$$

که در آن O_i مقدار به دست آمده برای هداف iام در هریک از وضیعت‌های بهینه‌سازی و K_i اهمیت نسبی هدف iام می‌باشند. بدین ترتیب ملاحظه می‌شود که برنامه‌ریزی توافقی یافتن وضعیتی است که در آن مجموع فاصله‌های نسبی (L) اهداف مختلف از مطلوبترین مقدار مربوطه حداقل می‌باشد. این مجموع برای هریک از گزینه‌های بهره‌برداری محاسبه شده و در جدول ۲ قید شده است:

جدول ۲- مقادیر L برای هریک از گزینه‌های بهره‌برداری

L		
گزینه اول	گزینه دوم	گزینه سوم
۳	۱	۲/۲۸

جدول ۲ نشان می‌دهد که گزینه دوم دارای حداقل مقدار برای L می‌باشد. بنابراین این گزینه به عنوان گزینه

برتر انتخاب می‌شود.

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

با بررسی کلی روش کار و نتایج این تحقیق، نکات چندی را می‌توان مورد اشاره قرار داد که عبارتند از:

۱- تغییر در روش بهره‌برداری یک سیستم انتقال و توزیع آب، وضعیت عملکرد آن را به طور قابل ملاحظه‌ای تحت تأثیر قرار می‌دهد. بنابراین یکی از طرق عمده بازسازی شبکه‌های آبیاری و افزایش بهره‌وری آنها، تعیین روش‌های بهینه عملی برای بهره‌برداری است.

۲- انجام این تحقیق کاربردی روشن می‌سازد که مدل‌های ریاضی شبیه‌سازی سیستم‌های انتقال و توزیع آب، قابلیت بسیار ارزشمندی در زمینه مطالعات علمی و دقیق بهره‌برداری (اعم از ارزیابی سیستم‌ها، تعیین راه‌حل‌های کارآمد برای افزایش بهره‌وری سیستم‌ها، روش‌های بهره‌برداری و سیستم‌های کنترل بهینه) دارا می‌باشند. محدودیت شدید منابع آب و عملکرد پایین‌تر از حد قابل قبول بخش آبیاری به عنوان یکی از مهم‌ترین بخش‌های مصرف آب و لزوم استفاده بهینه از این منبع حیاتی، ضرورت استفاده از تکنیک‌های فوق را روشن می‌سازد.

۳- انطباق بیشتر روش‌های بهره‌برداری با تغییرات نیاز آبی مطلوبیت بیشتر عملکرد بهره‌برداری روش‌ها را به همراه خواهد داشت. روش‌های قابل انعطاف همواره عملکرد مطلوبی نتیجه داده و گام مؤثری در جهت استفاده بهینه از منابع آب می‌باشند. بنابراین سوق دادن روش‌های بهره‌برداری به سمت قابلیت انعطاف بیشتر وضعیت بهره‌برداری سیستم‌ها را به طور چشمگیری مطلوب‌تر ساخته و نقش مهمی در افزایش بهره‌برداری به سمت قابلیت انعطاف بیشتر وضعیت بهره‌برداری سیستم‌ها را به طور چشمگیری مطلوب‌تر ساخته و نقش مهمی در افزایش بهره‌وری سیستم‌ها ایفا خواهد نمود. در این راستا انجام تحقیقات برای تدوین نظام‌های بهره‌برداری متناسب با روش‌های قابل انعطاف، ضروری و غیرقابل اجتناب می‌باشد.

۴- توان اصلی مدل‌های هیدرودینامیک و ازجمله مدل ICSS - POM در تحلیل وضعیت هیدرولیکی غیردایمی در شبکه‌ها می‌باشد. لذا هرچه که شبکه تحت مطالعه دارای وضعیت هیدرولیکی غیردایمی‌تری باشد (نظیر شبکه‌های بزرگ یا شبکه‌هایی که روش‌های بهره‌برداری آنها چنین وضعی را ایجاب می‌کند)، از قابلیت‌های مدل‌های هیدرودینامیک در تحلیل چنین شبکه‌هایی بیشتر می‌توان بهره برد.

۵- در زمان طراحی شبکه‌های آبیاری ضروری است که نگرش جامعی به نحوه بهره‌برداری از شبکه ومسایل کلی وابسته به آن صورت گیرد. متأسفانه تاکنون چنین جامع‌نگری در مسئله بهره‌برداری صورت نگرفته است. به همین دلیل ساختمان فیزیکی طرح شده برای شبکه غالباً از عدم هماهنگی مشکل‌ساز برخوردار است و گاه معضلات جدی را در ارتباط با مسایل بهره‌برداری بهینه ایجاد می‌کند.

منابع

۱- Modlen, D. J. and T. K. Gates. 1990. "Performance Measures for Evaluation of Irrigation Water Delivery Systems". J. of Irrigation and Drainage Eng., ASCE., Vol. 116, No. (6).

۲- منعم، م. ج. ۱۳۷۵. "معرفی مدل مشابه‌سازی شبکه‌های آبیاری و بهینه‌سازی بهره‌برداری از آنها" هشتمین سمینار کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.

۳- منعم، م. ج. ۱۳۷۶. "استفاده از روش ژنتیک در مدل مشابه‌سازی شبکه‌های آبیاری (ICSS - POM) برای بهینه‌سازی عملکرد آنها". مجموعه مقالات اولین کنفرانس هیدرولیک ایران.

۴- کسب‌دوز، ش. ۱۳۷۶. "استفاده از مدل هیدرودینامیک ICSS - POM و آنالیز چندمنظوره در تعیین توزیع بهینه آب در شبکه آبیاری (مطالعه موردی شبکه آبیاری قوریچای)". پایان‌نامه کارشناسی ارشد در رشته تأسیسات آبیاری، گروه آبیاری و آبادانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.

Using ICSS - POM Hrdrodynamic Model to Determine the Optimal Water Distribution policy in an Irrigation Network (case study : Quri chay Network)

S. Kasbdooz[1], M.J. Monem[2], S. Kochek zadeh[3]

Abstract

The performance of an open irrigation system is a complex function of many factors such as the hydraulic capacity of the system, the type of the utilized structures, control systems, delivery strategies, and management policies for water allocation. The impact of each factor on the operational performance of an irrigation system is very difficult to determine. The hydraulic condition in the network for the variety of possible operations and control systems that might be applied could not be determined manually. To achieve reliable assessment of the network performanc advanced computational facilities (hardware and software) should be utilized. Only with the aid of such facilities the effect of various delivery strategies could be determined and the influence of different factors on the operational performance could be evaluated.

The main objective of this research is to determine the best operation (water delivery strategy) among three proposed operations for Qurichay Irrigation Network. In this research a hydrodynamic model called ICCS-POM was used. These delivery strategies are : continuous flow with fixed flow rate, continuous flow with variable flow rate, and rotational flow. The performance objective indicators were evaluated for these strategies based on the output of the simulation. Based on the determined indicators the second delivery strategy was chosen as the most appropriate strategy for the studied network.

1- M. Sc. Irrigation Structure Enginer

2- Assi. Prof. Tarbiat Modarres University, Faculty of Agriculture, Dept. of Irrigation Eng

3- Assi. Prof. Tehran University, Faculty of Agriculture, Dept. of Irrigation and Reclamation Eng

مجموعه مقالات نهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

مقاله شماره ۳

موضوع :

مقایسه استفاده از کانال‌های پیش‌ساخته و درجا در شبکه آبیاری و زهکشی تجن

تألیف :

محمدرضا فروزان[۱] - مهدی ماهرانی[۲]

چکیده

شرایط آب و هوایی مناطق شمالی کشور به نحوی است که امکان اجرای عملیات خاکی در طول سال با محدودیت قابل توجهی روبرو می‌باشد. لذا از این نظر اجرای کانال‌هایی که نیازمند خاکریزی می‌باشند با مشکلات عدیده‌ای مواجه می‌گردد. به طورکلی باتوجه به آمار موجود تنها ۸ ماه فصل کاری مؤثر را می‌توان برای کارهای خاکی محسوب نمود. شروع همزمان چندین پروژه در سطح منطقه باعث کمبود مصالح موردنیاز خاکریزی و در نتیجه مسافتهای حمل افزایش پیدا نموده است که به طور کلی این دو از عوامل محدودکننده بسیار مؤثر در اجرای طرح در حال حاضر می‌باشند. مسایل دیگری به جز شرایط آب و هوایی مانند کیفیت ساخت، مدیریت اجرایی، استملاک اراضی، عملیات بهره‌برداری و نگهداری، منابع قرضه و مسایل زیست‌محیطی، ابنیه‌های موردنیاز ارتباط کرت، تلفات انتقال آب و مسایل اقتصادی نیز در روش و نحوه اجرای کانال‌ها در سطح منطقه قابل بررسی و بحث می‌باشند و هر یک در انتخاب اجرای کانال‌ها به روش‌های درجا و پیش‌ساخته در منطقه تأثیر بسزایی داشته و خواهند داشت.

در این مقاله برای شبکه آبیاری و زهکشی تجن تعداد ۳کانال درجه ۲ نمونه در واحدهای عمرانی مختلف این طرح انتخاب و پس از برآورد احجام‌کار نسبت به برآورد هزینه‌های اجرایی هریک در سه گزینه به شرح زیر اقدام شده است:

گزینه اول : ساخت کانال‌ها به صورت درجا با مقطع ذوزنقه

گزینه دوم : ساخت کانال‌ها به صورت کانال‌های نیم‌دایره پیش‌ساخته

گزینه سوم : ساخت کانال‌ها به صورت نیم‌بیضی به روش کارگاهی

۱- کارشناس ارشد شرکت سهامی آب منطقه‌ای مازندران ۲- کارشناس ارشد شرکت مهندسی مشاور مهاب قدس

نتایج مطالعات اقتصادی نشان داده است که از نظر اقتصادی اجرای کانال‌های درجه ۲ در این طرح به صورت نیم‌بیضی دارای هزینه کمتری بوده و اجرای کانال به صورت درجا دارای هزینه اجرایی بیشتری می‌باشد. گزینه‌های فوق از دید موارد و پارامترهای مختلف فنی که در بالا ذکر شد نیز مورد بحث و مقایسه قرار گرفته‌اند.

موقعیت و مشخصات کلی طرح

شبکه آبیاری و زهکشی تجن در استان مازندران قرار دارد. حدود ۵۲۰۰۰ هکتار از اراضی پایین‌دست سد شهید رجایی در دشت فوق تحت پوشش شبکه آبیاری و زهکشی تجن قرار دارد. این اراضی در شمال محور جاده اصلی قائم‌شهر، ساری و نکا قرار گرفته اشت. این پروژه در چهار واحد عمرانی به تفکیک "واحد یک"، "واحد دو و سه" و "واحد چهار" در دست اجرا می‌باشد. نقشه موقعیت اراضی در صفحه بعد ارائه شده است. هریک از واحدهای عمرانی فوق دارای کانال‌های درجه یک، دو و واحد عمرانی شماره ۴ آن به جز کانال‌های ذکر شده دارای کانال‌های درجه ۳ نیز می‌باشد طول و کانال‌ها و زهکش‌ها و اراضی تحت پوشش هر واحد عمرانی در جدول شماره ۱ به صورت خلاصه ارائه گردیده است.

جدول شماره ۱ - طول کانال‌های اصلی و فرعی مختلف شبکه آبیاری و زهکشی دشت تجن

کانال	طول (کیلومتر)
شبکه اصلی (کانال‌های اصلی، درجه ۱ و ۲)	۱۹۰/۳
شبکه فرعی (کانال‌های درجه ۳)	۱۴۹/۲

گزینه‌های مورد بررسی

در این مقاله گزینه‌های زیر برای روش ساخت کانال‌های درجه ۲ مدنظر قرار گرفته است:

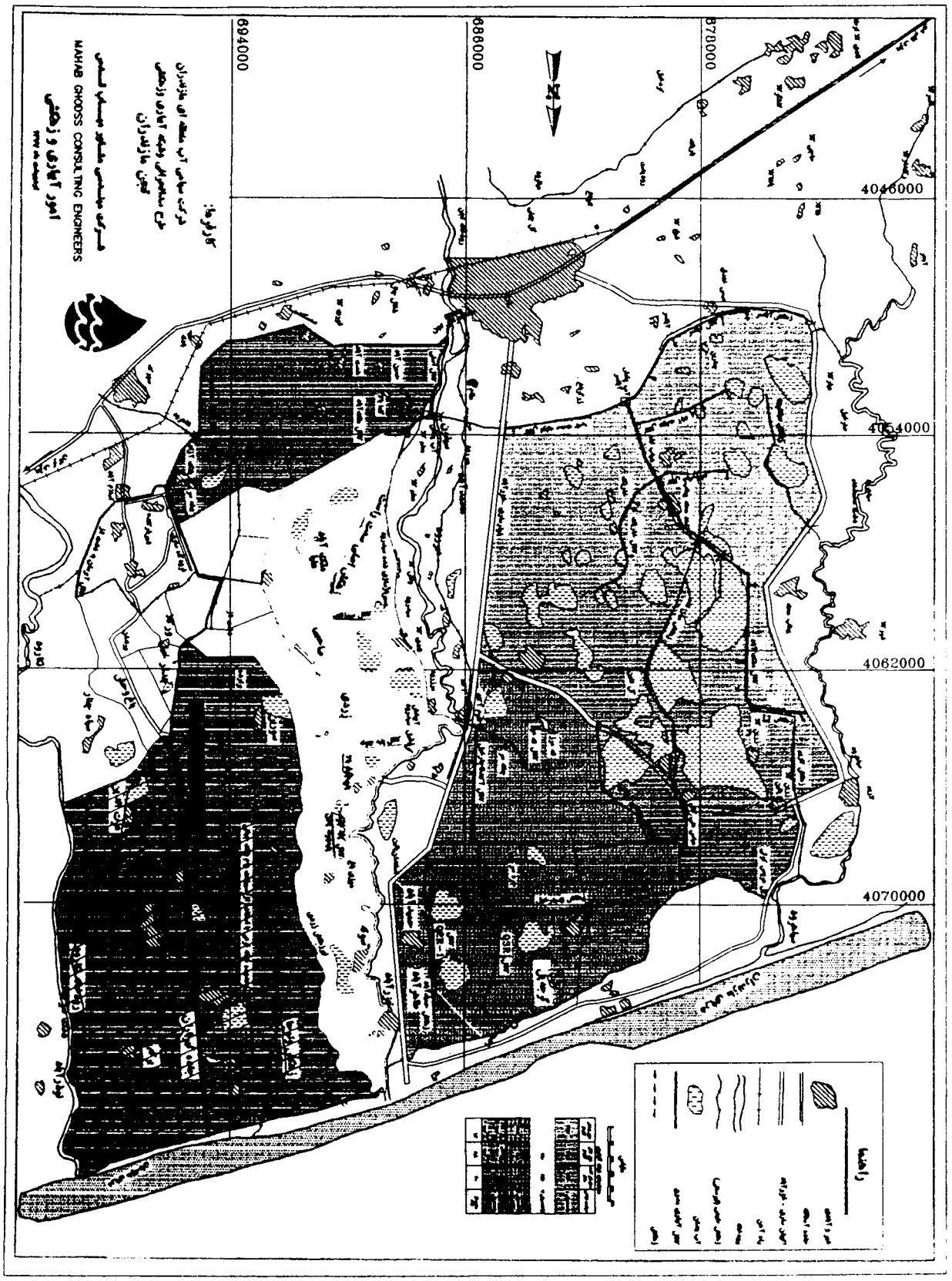
۱- گزینه اول : ساخت کانال‌های به صورت درجا با مقطع ذوزنقه

۲- گزینه دوم : ساخت کانال‌های به صورت نیم‌دایره و با استفاده از کانال‌های پیش‌ساخته تولید شده در کارخانه کانال و لوله‌سازی آب منطقه‌ای گیلان در رشت

۳- گزینه سوم : ساخت کانال‌ها به صورت نیم‌بیضی و با احداث یک کارگاه تولید کانال‌های پیش‌ساخته نیم‌بیضی در منطقه طرح

ساخت کانال به صورت درجا (ذوزنقه‌ای)

در این روش ساخت کانال، کلیه مصالح مورد نیاز به محل مصرف حمل و کانال در محل ساخته می‌شود که باتوجه به آشنایی همگانی از توضیح اضافی در این مورد پرهیز می‌گردد.


کارفرما:
شرکت سهامی آب منطقه ای مازندران
طرح ساماندهی رودخانه های دشت
تعیین مازندران
مشاور مهندسی مهاب قدس
MAHAB GHODSS CONSULTING ENGINEERS
امور آبیاری و زهکشی
۱۳۷۷
راهنما
۸۶۰۰۰۰
۸۷۰۰۰۰
۸۹۴۰۰۰
۴۰۴۶۰۰۰
۴۰۶۴۰۰۰
۴۰۶۲۰۰۰
۴۰۷۰۰۰۰

ساخت کانال به صورت پیش‌ساخته نیم‌دایره

این کانال‌ها از بتن پیش‌فشرده می‌باشد که از طریق سانتریفوژ در محل کارخانه شرکت کانال و لوله‌سازی وابسته به شرکت سهامی آب منطقه‌ای گیلان واقع در ۱۲ کیلومتری جاده رشت - تهران ساخته می‌شود. قطر اسمی کانال‌ها ۶۰۰، ۸۰۰، ۱۰۰۰، ۱۲۵۰، ۱۵۰۰ و ۱۷۰۰ میلی‌متر می‌باشد. طول قطعات این کانال‌ها ۷ متر بوده و برای نصب آنها به متعلقاتی ازجمله زین، پایه و کفشک موردنیاز می‌باشد.

ساخت کانال به صورت پیش‌ساخته نیم‌بیضی

این کانال‌ها نیز به صورت پیش‌ساخته و به روش میزوییره در محل کارگاه ساخته می‌شوند. طول قطعات این کانال‌ها ۵ متر بوده و همانند کانال‌های نیم‌لوله برای نصب آنها به متعلقاتی از جمله زین، پایه و کفشک نیاز می‌باشد که کلیه آنها به صورت پیش‌ساخته تولید می‌شوند. این کانال‌ها دارای تعداد بیشتری تیپ نسبت به کانال‌های نیم‌لوله می‌باشد ولی جهت تسریع در تولید و اجرا سعی می‌شود که برای هر پروژه حداکثر ۴ الی ۵ تیپ مورد بررسی و انتخاب قرار گیرند.

در شکل صفحه بعد مقطع تیپ گزینه‌های مورد بحث ارائه شده است.

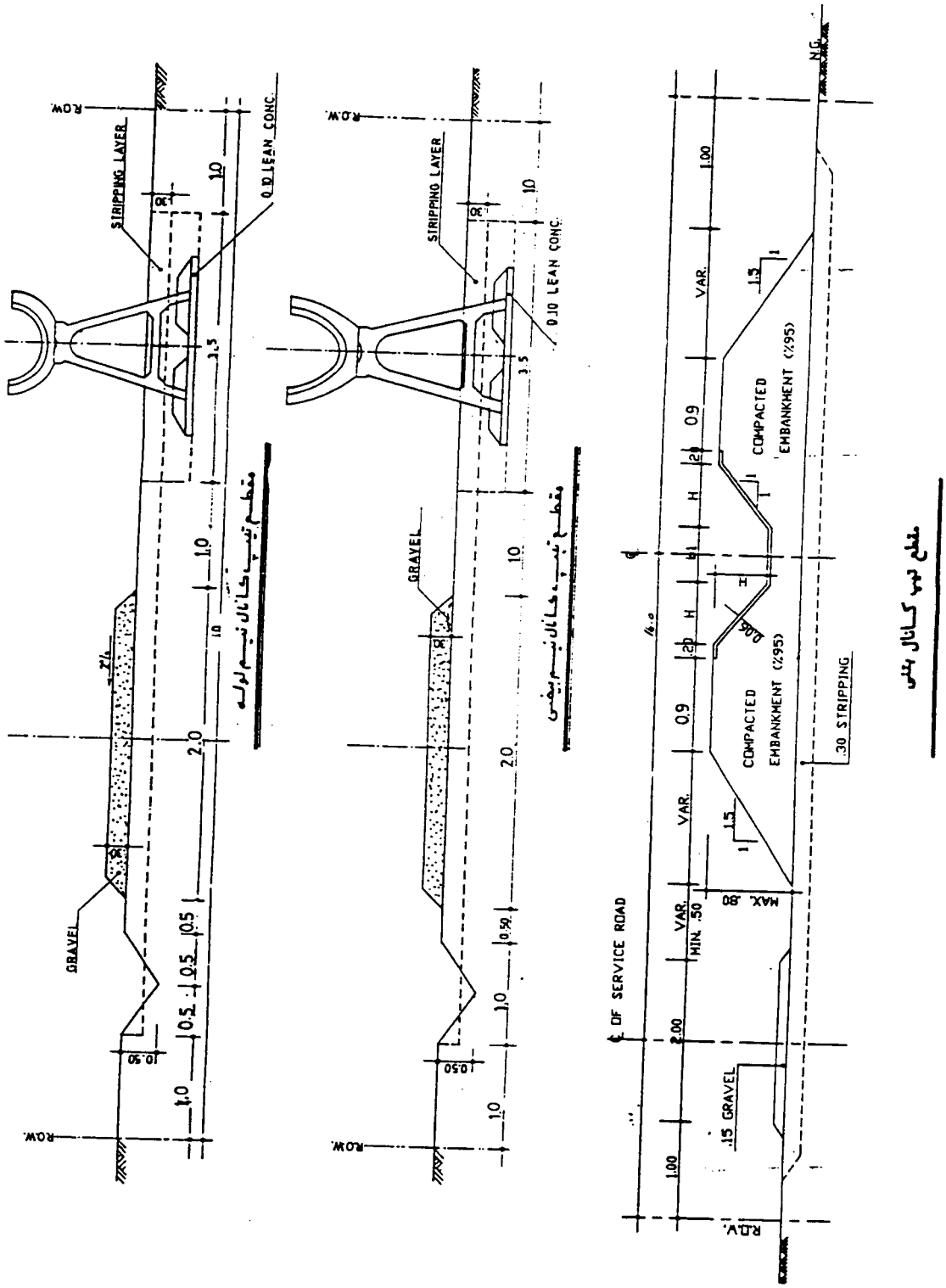
روش بررسی و مقایسه

به منظور بررسی و مقایسه روش‌های مختلف ساخت کانال‌های شبکه فرعی تجن، کانال درجه ۲ به نام RMC2-SC11 در واحد عمرانی شماره ۴، کانال درجه ۲ لله‌مرز واقع در واحدهای عمرانی شماره ۲ و ۳ و کانال دولت‌آباد در واحد عمرانی شماره ۱ تجن به عنوان کانال‌های نمونه انتخاب و مقادیر احجام هریک براساس طرح‌های تهیه شده و اجرا شده برای مقایسه مورد استفاده قرار گرفته است. مشخصات کلی کانال‌های انتخاب شده در جدول شماره ۲ ارائه شده است.

جدول شماره ۲ - مشخصات کلی کانال‌های انتخاب شده برای بررسی اقتصادی

نام کانال	واحد عمرانی مربوطه	طول کانال (متر)	ظرفیت کانال (لیتر در ثانیه)
کانال دولت‌آباد	۱	۳۳۹۱	۵۴۰
کانال لله‌مرز	۲ و ۳	۳۵۸۰	۷۰۰
کانال RMC2-SC11	۴	۲۳۸۰	۳۶۰

برآورد هزینه اجرای کانال‌ها در گزینه‌های مختلف، شامل خرید مصالح موردنیاز خاکریزی و هزینه خرید اراضی بر اساس قیمت‌های سال ۷۶ انجام و مورد مقایسه قرار گرفته‌اند. مسافت‌های حمل خاک نباتی، مصالح خاکریز، خاک‌های ناشی از کانال‌کنی، شن و ماسه و سیمان نیز براساس هریک از واحدهای عمرانی به صورت


R.O.W.
STRIPPING LAYER
0.10 LEAN CONC.
GRAVEL
1.0
2.0
3.5
0.5
0.50
مقطع تیپ کانال نیم لوله
مقطع تیپ کانال نیم بیضی
مقطع تیپ کانال بتنی
N.G.
VAR.
0.9
1.00
1.5
COMPACTED EMBANKMENT (%95)
30 STRIPPING
MAX. .80
MIN. .50
.15 GRAVEL
1.00
2.00
DF SERVICE ROAD

مجزا در هزینه‌ها منظور شده است. قیمت‌های تولیدات مختلف شرکت تولیدی کانال پیش‌ساخته، لوله و قطعات بتنی گیلان از طریق استعلام اخذ و برای تهیه، تولید و نصب کانال‌های نیم‌بیضی و متعلقات آن از فهرست‌بهای موجود استفاده گردیده است. ضرایب بالاسری، منطقه‌ای، تجهیز و برچیدن کارگاه نیز در برآورد هزینه‌ها منظور شده است.

برآورد هزینه‌های اجرایی گزینه‌های مختلف

خلاصه هزینه‌های اجرایی طرح‌های تهیه شده در گزینه‌های سه‌گانه برای سه کانال نمونه انتخاب شده با استفاده از فهارس برآورد و در جداول شماره ۳ و ۴ به صورت خلاصه ارایه گردیده است. لازم به ذکر است که هزینه‌های ذکر شده، اجرای ابنیه فنی موردنیاز، خرید اراضی و جاده سرویس‌ها را نیز شامل می‌گردد.

جدول شماره ۳- برآورد هزینه‌های اجرایی گزینه‌های مختلف

نام کانال	گزینه کانال درجا	گزینه کانال نیم‌دایره	گزینه کانال نیم‌بیضی
کانال دولت‌آباد	۱۹۵۰۴۹۰۳۱۲	۹۵۷۷۸۵۰۱۹	۶۹۸۴۵۵۸۱۱
کانال لله‌مرز	۱۴۴۲۹۴۹۴۹۹	۱۰۶۷۴۶۶۷۰۶	۷۲۸۶۸۰۸۵۹
کانال RMC2-SC11	۷۷۰۴۲۳۳۶۱	۶۲۴۱۰۹۱۶۸	۵۰۴۸۹۹۸۹۰

جدول شماره ۴- برآورد هزینه اجرایی یک متر طول کانال در گزینه‌های مختلف (ریال)

نام کانال	گزینه کانال درجا	گزینه کانال نیم‌دایره	گزینه کانال نیم‌بیضی
کانال دولت‌آباد	۵۷۵۱۹۶	۲۸۲۴۴۹	۲۰۵۹۷۳
کانال لله‌مرز	۴۰۳۰۵۹	۲۹۸۱۷۵	۲۰۳۵۴۲
کانال RMC2-SC11	۳۲۳۷۰۷	۲۶۲۲۳۱	۲۱۲۱۴۳

مقایسه فنی و اقتصادی گزینه‌های مختلف

گزینه‌های مورد بحث از جمله اقتصادی، فنی، اجرایی و سایر دیدگاه‌ها به شرح زیر قابل بررسی و مقایسه می‌باشند:

۱- کیفیت ساخت و عمر مفید

از نقطه‌نظر فنی کانال‌های پیش‌ساخته (نیم‌لوله و نیم‌بیضی) به دلیل کیفیت مناسب ساخت و یکنواختی آنها

در طول کل پروژه دارای برتری مشخصی نسبت به کانال درجا می‌باشند. باتوجه به کیفیت ساخت می‌توان طول عمر مورد کانال‌های درجا را ۲۵ سال، کانال‌های نیم‌بیضی را ۳۵ سال و کانال‌های نیم‌لوله را ۴۰ سال در نظر گرفت.

۲- مقایسه از نظر مدیریت اجرایی و شرایط آب و هوایی

به طورکلی شرایط آب و هوایی منطقه به نحوی است که امکان انجام عملیات خاکی در طول سال محدود به چند ماه می‌باشد و و از این نظر اجرای کانال‌های فرعی درجا در منطقه که عمدتاً در خاکریز می‌باشد با محدودیت زمانی قابل توجهی مواجه می‌باشند. در صورتی که به دلیل ساخت کانال‌های نیم‌لوله و نیم‌بیضی در کارخانه و یا کارگاه، تنها نصب آنها با شرایط آب و هوایی منطقه ارتباط پیدا می‌نماید که از این نظر نیز محدودیت بسیار اندک می‌باشد. لذا سرعت اجرای کانال‌های پیش‌ساخته در منطقه می‌تواند به چند برابر کانال‌های درجا برسد. با توجه به آمار ثبت شده در محدوده طرح تجن در سال ۷۶ حدود ۸۰ روز ار سال به دلیل بارندگی عملیات اجرایی خاکی توقف کامل و یا نیمه‌کامل بوده است. چنانچه تعطیلات رسمی نیز با ارقام فوق اضافه شوند مشاهده می‌گردد که تنها ۸ ماه فصل کاری مؤثر را برای کارهای خاکی می‌توان در این منطقه محسوب نمود.

۳- استملاک اراضی

کانال‌های پیش‌ساخته اراضی کمتری را نسبت به کانال‌های درجا اشغال می‌نمایند لذا نیاز به خرید اراضی به اینگونه کانال‌ها به مراتب کمتر بوده و در طول مدت بهره‌برداری طرح دارای درآمد استحصال بیشتری از این اراضی می‌باشد. حریم موردنیاز با احداث جاده سرویس برای کانال‌های پیش‌ساخته حدود ۱۰ متر و برای کانال‌های درجا حدود ۱۶ متر می‌باشد که نمایانگر کاهش خرید اراضی در کانال‌های پیش‌ساخته نسبت به کانال‌های درجا می‌باشد.

۴- عملیات بهره‌برداری و نگهداری

باتوجه به کیفیت ساخت گزینه‌های مختلف، عملیات نگهداری کانال‌های پیش‌ساخته به مراتب سهل‌تر از کانال‌های درجا بوده و مرمت و تعمیر آن‌ها نیز بسیار آسان می‌باشد. از نظر هزینه نیز، هزینه بهره‌برداری و نگهداری کانال‌های پیش‌ساخته به مراتب کمتر از کانال‌های درجا می‌باشد. لذا از نظر نیروی انسانی، زمان و هزینه برای عملیات نگهداری از شبکه در طول مدت بهره‌برداری کانال‌های پیش‌ساخته صرفه‌جویی‌های بسیاری را به همراه خواهد داشت. به طور کلی می‌توان برای کانال‌های درجا، نیم‌بیضی و نیم‌لوله به ترتیب ۴، ۳ و ۲ درصد هزینه اجرایی آنها را برای عملیات بهره‌برداری و نگهداری منظور نمود.

۵- منابع قرضه و مسایل زیست‌محیطی

وضعیت توپوگرافی اراضی تحت پوشش شبکه آبیاری و زهکشی تجن به نحوی است که غالب کانال‌های درجه ۲ در خاکریزی قرار دارند و لذا برای اجرای آنها نیاز به تأمین مصالح خاکریز در محدوده طرح می‌باشد. کمبود مصالح مناسب خاکریز در محدوده طرح و هم‌زمانی اجرای چندین پروژه در سطح منطقه باعث گردیده است که تقاضا برای مصالح خاکریزی افزایش یافته و کمبود مصالح همراه با افزایش روزافزون قیمت آن همراه باشد. از طرف دیگر منابع اصلی تأمین این مصالح رودخانه‌های همجوار محدوده طرح می‌باشد. تنها نیاز واحد عمرانی شماره ۴ تجن به این مصالح حدود ۲ میلیون مترمکعب است و مسلم است که تأمین این میزان حجم و استحصال آنها از کف و یا حواشی رودخانه‌ها مسایل زیست‌محیطی بسیار زیان‌باری در آینده برای منطقه بوجود خواهد آورد که جبران آنها به این سادگی نخواهد بود و شاید اصلاً قابل جبران نباشد. این مسئله در طرح‌های اجرایی منطقه بسیار جدی بوده و بایستی مدنظر دقیقاً قرار گیرد.

۶- ابنیه‌های ارتباط کرت

باتوجه به اینکه غالب اراضی محدوده طرح تحت کشت برنج می‌باشد و اکثریت آنها خرده مالکی نیز هستند، عبور مسیر کانال‌ها باعث تقسیم شدن اراضی شده و ناچاراً برای حفظ ارتباط و یکپارچگی این اراضی برای آبیاری در طول مدت اجرا و پس از اجرای طرح بایستی از ابنیه‌های ارتباط کرت استفاده نمود که از نظر هیدرولیکی همانند یک سیفون می‌باشد. در برخی از مسیر کانال‌ها لازم است حتی به فاصله هر صد متر به‌طور متوسط یک ابنیه ارتباط کرت احداث نمود که به جز هزینه، زمان و وقت زیادی را نیز به پروژه تحمیل می‌نماید. چنانچه از کانال‌های پیش ساخته استفاده شود نیازی به اجرای این ابنیه‌ها در طول مسیر کانال‌ها نخواهد بود و در نتیجه مدت و هزینه اجرای کانال به میزان قابل توجهی کاهش می‌یابد. علت هزینه اجرایی بالای کانال دولت‌آباد در گزینه کانال درجا همین امر می‌باشد به نحوی که ۵۰ درصد هزینه اجرایی کانال فوق را این ابنیه‌ها تشکیل می‌دهد.

۷- تلفات انتقال آب

باتوجه به کیفیت ساخت کانال‌های پیش‌ساخته و کانال‌های درجا میزان نشت آب و کانال‌های درجا به مراتب بیشتر از کانال‌های پیش‌ساخته می‌باشد، لذا تلفات انتقال در این کانال‌ها بیشتر از کانال‌های پیش‌ساخته است.

به جز موارد یاد شده فوق در مقایسه گزینه‌های مختلف مورد بحث مقایسه اقتصادی و ریالی از دیدگاه ویژه و خاصی مد نظر می‌باشد که به جز پارامترهای کیفی، این کمیت تعیین‌کننده اصلی و واقعی در انتخاب گزینه غالب برای هر طرح است.

۸- مقایسه اقتصادی

به منظور بررسی و تحلیل گزینه‌های مختلف علاوه بر کل هزینه‌های اجرایی لازم است عوامل تعیین کننده دیگری نیز مورد نظر قرار گیرد تا با تکیه بر جمیع جوانب بتوان اعداد و ارقام اجرایی را به هزینه‌های هم‌ارز اقتصادی تبدیل نمود. بدین منظور از روش بررسی اقتصادی طرح‌ها موسوم به هزینه استهلاک سالیانه استفاده شده و عمر مفید هریک از گزینه‌ها و نسبت درصد هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری سالیانه آنها مورد توجه قرار گرفته و نهایتاً با به‌کارگیری روش فوق هزینه کل اجرایی هریک از این گزینه‌ها به هزینه کل سالیانه تبدیل گردیده است.

در این بررسی باتوجه به شرایط ساخت و کیفیت کانال‌های ساخته شده در هریک از گزینه‌های مختلف، عمر مفید و نسبت درصد هزینه‌های سالیانه بهره‌برداری و نگهداری به شرح زیر در نظر گرفته شده است:

گـــزینـه	عمرمفید (سال)	درصد هزینه بهره‌برداری و نگهداری
کانال درجا	۲۵	۴
کانال نیم‌بیضی	۳۵	۳
کانال نیم‌لوله	۴۰	۲

با اعمال ضرایب فوق هزینه کل سالیانه برای نرخ بهره ۶ درصد برای هریک از گزینه‌ها محاسبه و نتایج در جداول شماره‌های ۵، ۶ و ۷ ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد که هزینه کل سالیانه گزینه کانال نیم‌بیضی در هر سه کانال دارای کمترین مقدار و هزینه کل سالیانه درجا دارای بیشترین مقدار می‌باشد و گزینه کانال نیم‌لوله از این نظر دارای شرایط متوسط می‌باشد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

باتوجه به نتایج حاصله پیشنهاد می‌گردد از این پس در مطالعات و اجرای شبکه‌های آبیاری و زهکشی در دشت‌های مازندران گزینه‌های مختلف از نظر فنی، اقتصادی و اجرایی به دلیل محدودیت‌های ارائه شده مورد بررسی قرار گرفته و تنها به گزینه اجرای کانال‌ها به روش درجا اکتفا نشود زیرا باتوجه به مطالب مندرج در این مقاله، به لحاظ اقتصادی و مدیریت اجرایی به نظر می‌رسد که استفاده از کانال‌های پیش‌ساخته در کانال‌های درجه ۲ و کوچک‌تر قابل توجیه می‌باشد.

مأخذ

۱- اسناد پیمان واحدهای عمرانی ۱، ۲، ۳ و ۴ تجن

۲- شرکت مهاب قدس، گزارش مورد بررسی و مقایسه اجرای کانال‌های شبکه فرعی (درجه ۲ و ۳) به روشهای درجا و پیش‌ساخته، آذرماه ۱۳۷۵

۳- محمدرضا فروزان، عنوان تحقیق، مقایسه اجرای کانال‌های پیش‌ساخته و درجا از نظر فنی و اقتصادی در شبکه آبیاری تجن، سال ۱۳۷۶

جدول شماره ۵ – مقایسه هزینه کل سالیانه گزینه‌های مختلف با نرخ بهره ۶٪

برای کانال دولت‌آباد

شـــرح	کانال درجا	کانال نیم‌لوله	کانال نیم‌بیضی
هزینه کل اجرایی (ریال)	۱۹۵۰۴۹۰۳۱۲	۹۵۷۷۸۵۰۱۹	۶۹۸۴۵۵۸۱۱
عمر مفید (سال)	۲۵	۴۰	۳۵
ضریب استهلاک سرمایه (C.R.F)	۰/۰۷۸۲۳	۰/۰۶۶۴۶	۰/۰۶۸۹۷
هزینه سالانه (ریال)	۱۵۲۵۸۶۸۵۷	۶۳۶۵۴۳۹۲	۴۷۵۴۳۸۸۷
درصد هزینه بهره‌برداری و نگهداری	۴	۲	۳
هزینه بهره‌برداری و نگهداری سالیانه (ریال)	۶۱۰۳۴۷۴	۱۲۷۳۰۸۸	۱۴۲۶۳۱۷
هزینه کلی سالانه (ریال)	۱۵۸۶۹۰۳۳۱	۶۴۹۲۷۴۸۰	۴۸۹۷۰۲۰۴

جدول شماره ۶- مقایسه هزینه کل سالیانه گزینه‌های مختلف با نرخ بهره ۶٪

برای کانال لله‌مرز

شـــرح	کانال درجا	کانال نیم‌لوله	کانال نیم‌بیضی
هزینه کل اجرایی (ریال)	۱۴۴۲۹۴۹۴۹۹	۱۰۶۷۴۶۶۷۰۶	۷۲۸۶۸۰۸۵۹
عمر مفید (سال)	۲۵	۴۰	۳۵
ضریب استهلاک سرمایه (C.R.F)	۰/۰۹۳۶۸	۰/۰۸۳۶۸	۰/۰۸۵۸۰
هزینه سالانه (ریال)	۱۱۲۸۸۱۹۳۹	۷۰۹۴۳۸۳۷	۵۰۲۵۷۱۱۹
درصد هزینه بهره‌برداری و نگهداری	۴	۲	۳
هزینه بهره‌برداری و نگهداری سالیانه (ریال)	۴۵۱۵۲۷۸	۱۴۱۸۸۷۶	۱۵۰۷۷۱۴
هزینه کلی سالانه (ریال)	۱۱۷۳۹۷۲۱۷	۷۲۳۶۲۷۱۳	۵۱۷۶۴۸۳۳

جدول شماره ۷– مقایسه هزینه کل سالیانه گزینه‌های مختلف با نرخ بهره ۶٪

برای کانال RMC2-SC11

شـــرح	کانال درجا	کانال نیم‌لوله	کانال نیم‌بیضی
هزینه کل اجرایی (ریال)	۷۷۰۴۲۳۳۶۱	۶۲۴۱۰۹۱۶۸	۵۰۴۸۹۹۸۹۰
عمر مفید (سال)	۲۵	۴۰	۳۵
ضریب استهلاک سرمایه (C.R.F)	۰/۰۷۸۲۳	۰/۰۶۶۴۶	۰/۰۶۸۹۷
هزینه سالانه (ریال)	۶۰۲۷۰۲۲۰	۴۱۴۷۸۲۹۵	۳۴۸۲۲۹۴۵
درصد هزینه بهره‌برداری و نگهداری	۴	۲	۳
هزینه بهره‌برداری و نگهداری سالیانه (ریال)	۲۴۱۰۸۰۹	۸۲۹۵۶۶	۱۰۴۴۶۸۸
هزینه کل سالانه (ریال)	۶۲۶۸۱۰۲۹	۴۲۳۰۷۸۶۱	۳۵۸۶۷۶۳۳

مجموعه مقالات نهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

مقاله شماره ۳

موضوع :

زهکشی با سیستم قنات

تألیف :

مهندس محمد جعفر پورمختار[۱]

چکیده

بالا بودن سطح آب زیرزمینی در قسمت وسیعی از محدوده شهر شیراز مشکلات روزافزونی را بوجود آورده و نشست ساختمانها و مسئله دفع فاضلاب موجب سلب آسایش شهروندان گردیده است.

آنچه موضوع این مطالعه می‌باشد پایین انداختن سطح آب زیرزمینی با امکانات موجود و اجرای زهکشی با استفاده از سیستم قنات می‌باشد. و همچنین بررسی آثار آن از نقطه نظر نشست آنی و تحکیمی نامتقارن برای سازه‌های بنا شده در منطقه مورد نظر می‌باشد.

در کنار عملیات زهکشی با سیستم قنات یافته‌های جدیدی در مقایسه با زهکش‌های افقی و سطحی ملاحظه گردید و مورد توجه صاحب نظران قرار گرفته است، از جمله آنکه:

از آب قنات زهکش برای توسعه کشاورزی منطقه استفاده گردیده و افزایش تولید دربرداشته است.

با پایین افتادن سطح آب زیرزمینی حدود ۱۰ متر منطقه وسیعی از زمینهای غیر قابل کشت احیا گردیده و در ارتقاء سطح بهداشت منطقه زهکشی شده، نقش مهمی را در پی داشته است.

عدم وابستگی به انرژی الکتریکی، نداشتن وابستگی ارزی و تجهیزات خارجی، استفاده از وسایل ساده و نیروی کار محلی، طولانی بودن عمر مفید قنات نسبت به موتور پمپ و چاه و پایین بودن هزینه قابل ملاحظه نسبت به سایر گزینه‌ها بسیار قابل توجه بوده است.

انجام آزمایشهای آب و خاک در این پروژه‌ها، سیستم قنات زهکش را با اصول مهندسی نوین سازگار ساخته است. گمانه‌های اکتشافی و تعیین مقطع خاک، آزمایشهای شاخص فشردگی C و شاخص تورم C، طبقه بندی خاک، آزمایش سه محوری، آزمایش تحکیم، نمونه برداری آب و انجام آزمایشهای EC، TDC، PH، Na،

۱- مدیر آبهای زیرزمینی و زهکشی شهرداری شیراز - دانشجوی کارشناسی ارشد شهرسازی دانشگاه شیراز

Ca، Mg و .... از جمله بررسی‌های مهندسی در این پروژه بوده است.

مقدمه

یکی از مسایل عمده شهر شیراز که قسمت وسیعی از شهر گریبانگیر آن می‌باشد، بالا بودن سطح آب زیرزمینی و افزایش روزافزون آن می‌باشد. این مشکل خصوصاً در مناطق جنوب، شرق و جنوب شرقی شهر حادتر می‌باشد. از جمله عوامل متعدد آن توسعه گسترده شهر و تبدیل اراضی زراعی و باغها به مناطق مسکونی و بالنتیجه افزایش مصارف خانگی و تزریق آن به آب زیرزمینی بوده و از طرفی کاهش برداشت از سفره‌های آب زیرزمینی این را باعث گردیده است. ورود آب از حوضه‌های دیگر (سد درودزن) به حوضه شیراز نیز از دیگر دلایل بالا آمدن سطح آب زیرزمینی می‌باشد بدلیل ساختار ویژه زمین شناسی از نقطه نظر لایه‌بندی خاک و نفوذپذیری کم آن و همچنین نبود شرایط مناسب زهکشی طبیعی، آبهای حاصل از مصارف شهری و بارندگی از مناطق غرب و شمال شهر به سمت جنوب و شرق هدایت شده و در آنجا به علت عدم وجود زهکش طبیعی، مشکل بالا آمدن سطح آب زیرزمینی را بوجود آورده است و با توجه به روند کنونی این مشکل روز به روز افزونتر خواهد شد. لذا ضرورت اقدامی اساسی و جامع برای حل این معضل احساس می‌گردد.

آنچه در این مقاله می‌آید پایین انداختن سطح آبهای زیرزمینی با در نظر گرفتن امکانات موجود و اجرای زهکشی منطقه مورد نظر با استفاده از سیستم قنات در مسیر بهینه می‌باشد که در کنار این امر مهم از آب قنات برای کشاورزی استفاده شده و در افزایش تولیدات منطقه نقش قابل توجهی را داشته است.

تعریف قنات

۱- مجموعه‌ای از چند میله و یک کوره (یاکوره‌های) زیرزمینی که با شیبی کمتر از شیب سطح زمین آب موجود در لایه آبدار مناطق مرتفع زمین یا رودخانه‌ها یا مردابها و برکه‌ها را به کمک نیروی ثقل و بدون کاربرد نیروی کشش و هیچ نوع انرژی الکتریکی یا حرارتی جمع آوری می‌کند و به نقاط پست‌تر می‌رساند، به عبارت دیگر قنات را می‌توان نوعی زهکشی زیرزمینی دانست که آب جمع‌آوری شده توسط این زهکش به سطح زمین آورده می‌شود و به مصرف آبیاری یا شرب می‌رسد. [۲]

۲- قنات تکنیکی است دارای ویژگیهای استخراج معادن و عبارت است از بهره برداری از سفره آبهای زیرزمینی به کمک دهلیزهای زهکشی آب. [۳]

وضعیت آب زیرزمینی و چگونگی انتخاب سیستم قنات برای زهکشی در شیراز

همانگونه که در تصویر و نمودار شماره یک ملاحظه می‌گردد روند افزایش سطح آب زیرزمینی شیراز در جهت مثبت می‌باشد به ویژه آنکه این افزایش در سالهای آبی ۷۴-۷۱ آنچنان شدت گرفت که در بعضی از مناطق مثل منطقه دارالرحمه و عادل‌آباد سطح آب زیرزمینی به روی زمین رسید و مسئله چگونگی دفن

مردگان مطرح گردید و همچنین خطرات بهداشتی و محیطی حاصل از پدیده بالا بودن آب در قبرستان، شهر شیراز را بطور جدی تهدید می‌کرد و یا آنکه در بعضی مناطق که منازل مسکونی در سطح پایین‌تر از زمین طبیعی واقع شده بودند مشکلات چندین برابر گردید از یک طرف مسئله دفع آبهای سطحی این محلات و از طرف دیگر بالا آمدن آب زیرزمینی موجب گردید که ساکنین نتوانند در آن محلات زندگی کنند و کوچ کردن آغاز گردید و در این زمان بود که در پی آن شدیم تا چاره‌ای اساسی بکار گرفته و مسئله را به نحوی حل کنیم، یا آنکه می‌بایست در مناطق مسکونی نسبت به خرید منازل اقدام می‌کردیم. برای مثال در یک محله می‌بایست ۳۰۰ منزل را خریداری می‌کردیم و هزینه آن حداقل ۴ میلیون تومان برای هر واحد تخمین زده شد که جمعاً برای ۳۰۰ خانه حدود یک میلیارد و دویست میلیون تومان بودجه نیاز بود و تنها این در یک محل بود باضافه آنکه مشکل به قوت خود باقی می‌ماند بنابراین برای زهکشی این مناطق سه گزینه مطرح گردید.

- خرید دستگاههای حفار زیرزمینی از خارج
- زهکشی از طریق ترانشه باز و لوله گذاری
- سیستم قنات

گزینه یک

۱ - هزینه این دستگاه و متعلقات جانبی آن به لحاظ تهیه ارز و مشکلات آن برای شهرداری مقدور نبود.

۲ - چنانچه می‌توانستیم مشکلات تهیه ارز و گرفتن مجوز را حل نماییم زمان را از دست می‌دادیم و برای مردمی که خانه‌هایشان به زیر آب رفته بود نمی‌توانستیم با بوروکراسی اداری قضیه را پاسخ دهیم.

گزینه دوم

در مورد این گزینه نیز مشکلات عدیده‌ای وجود داشت.

۱ - هزینه تهیه لوله و مشبک کردن آنها:لوله مشبک با قطر بالا در بازار موجود نبود و نیست.

۲ - حفاری در خیابانهای کم عرض و با عمق زیاد در مجاورت ساختمانهای موجود غیر ممکن بود.

۳ - هزینه حفاری و کارگذاری حداقل ۶ برابر تونل زیرزمینی محاسبه گردید.

گزینه سوم

انتخاب سیستم قنات با توجه به این موارد بوده است:

۱ - استفاده از وسایل ساده و نیروی کار محلی

۲ - نداشتن وابستگی ارزی و تجهیزات خارجی

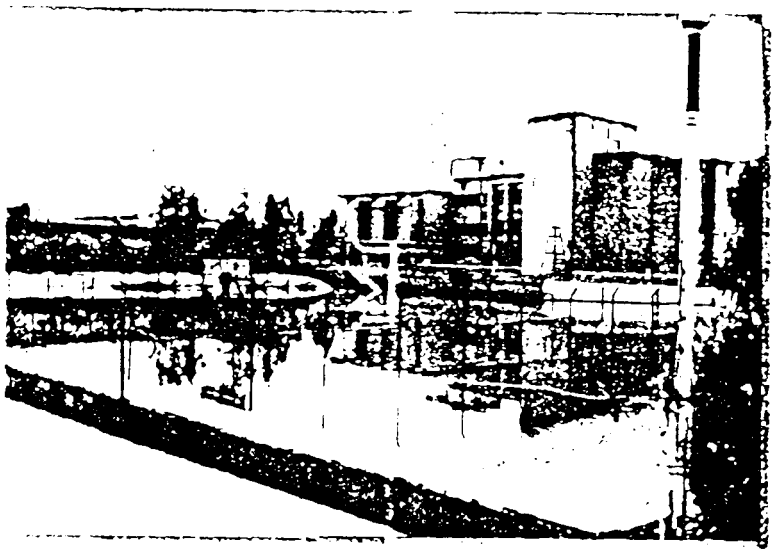
۳ - طولانی بودن عمر مفید قنات نسبت به موتور پمپ و چاه

۴ - عدم وابستگی به انرژی الکتریکی

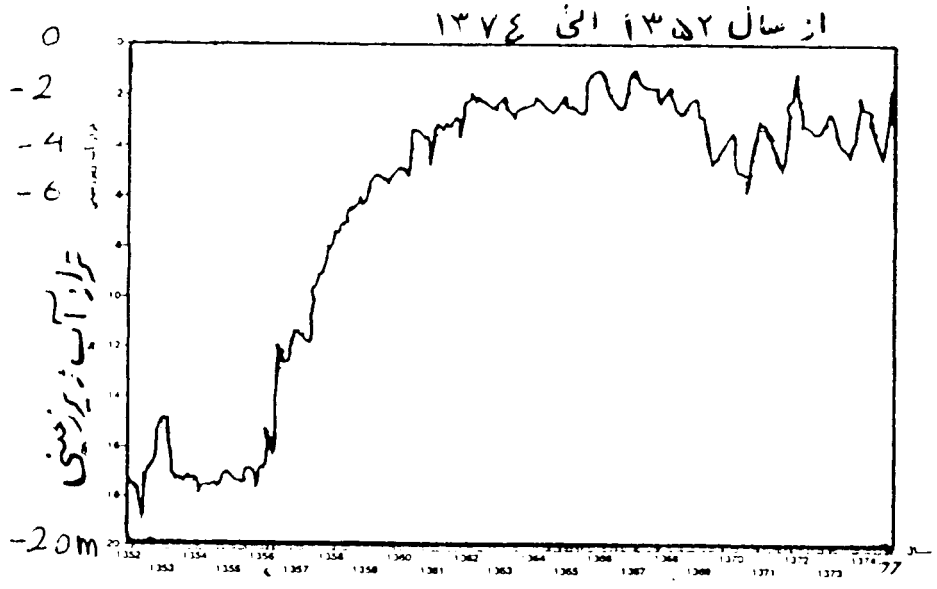
۵ - پایین بودن هزینه قابل ملاحظه نسبت به ۲ گزینه دیگر

۶ - قنات نقش زهکشی را بخوبی ایفا می‌نماید با توجه به شواهد امر از بالا آمدن سطح آب زیرزمینی جلوگیری می‌کند.

۷ - هزینه جابجایی تأسیسات ندارد و در زمان اجرا اختلال ترافیکی ایجاد نمی‌کند.



نمونه‌ای از مشکلات حاصل از بالا آمدن سطح آب زیرزمینی در شهر شیراز



نمودار تغییرات سطح آب زیرزمینی جنوب شرقی شهر شیراز

نمودار و تصویر شماره (۱) – مأخذ: مهندسین مشاور پاراب فارس

آزمایشهای لازم

در حین انجام کار زهکشی آزمایشهای آب و خاک لازم بر روی پروژه‌ها انجام گردید و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت که خلاصه‌ای از آنها در این مقاله آمده است.

هدف آزمایش

پایین آوردن سطح آب زیرزمینی به هر علتی که باشد و یا به هر طریقی که صورت پذیرد باعث فشردگی خاک و فرونشست سطح زمین می‌گردد. این پدیده که براثر تغییرات منافذ خاک، تغییرات تنش مؤثر در خاک و... صورت می‌پذیرد بستگی به نوع خاک داشته و برای خاکهای مختلف متفاوت است.

شستگی لایه‌های خاک در اثر پایین انداختن سفره آب زیرزمینی از طریق مکش می‌تواند تابع جنس، دانه‌بندی، پارامترهای C و Q خاک و سرعت مکش پمپ می‌باشد. این موضوع می‌تواند بر نشست خاک تأثیر بسزایی داشته باشد. چون در اثر مکش پمپ و خروج مواد ریزدانه معلق در آب، حفرات و تخلخل در خاک ایجاد شده و به مرور مقدار تخلخل اضافه شده و موجبات نشستهای ناگهانی و رمبیدن Collapse آن را فراهم می‌سازد از این رو بررسی دقیق و علمی این موضوع از ضروریات این مطالعه می‌باشد.همچنین تأثیر پایین افتادن سطح آب زیرزمین بر مقاومت مجاز خاک می‌بایست مورد نظر باشدو تأثیر آن بر روی پی‌های ساختمانهای احداث شده بررسی گردد.

نتایج آزمایش تحکیم

با توجه به آنکه نمونه‌های دست نخورده تهیه شده در محل دارای درصد زیادی مواد ریزدانه یا (رس) بود اقدام به انجام آزمایش تحکیم خاک گردید که نتایج آن در آنالیز نشست به کار گرفته شده است.

مقاومت تک محوری

از نظر مقاومت تک محوری آزمایشهای انجام شده نشان دهنده مقاومت کم خاک در منطقه نمونه برداری شده می‌باشد که این خاک را جزء خاکهای ضعیف قرار می‌دهد.

تأثیر کلی احداث سیستم قنات زهکش بر سطح سفره آب زیرزمینی منطقه

- بررسی نوسانات سطح آب زیرزمینی پس از حفر قنات زهکش

برای تعیین چگونگی تغییرات سطح آب زیرزمینی بر اثر حفر قنات زهکش، اقدام به تعیین پارامترهای خاک و استفاده از برنامه کامپیوتری MSEEP گردید. این برنامه که با روش عناصر محدود، خاک را مدل می‌کند با دادن شرایط مرزی مناسب و تعیین تعداد المان، پایین افتادن سطح آب را مشخص می‌نماید.

در این آنالیز دو حالت در نظر گرفته شده است:

حالت اول: حفر یک قنات زهکش در عمقهای متوسط شش، ده و پانزده متری.

حالت دوم: حفر دو قنات زهکش به فاصله پانصد متری از هم و در عمقهای متوسط فوق‌الذکر.

نتایج آنالیزهای فوق به تفصیل در گزارشها ارایه گردیده و در اینجا به صورت خلاصه به تشریح نتایج می‌پردازیم.

پارامترهای خاک

در این برنامه احتیاج به دانستن ضریب نفوذ پذیری خاک می‌باشد که با توجه به نتایج آزمایشهای انجام شده پارامتر نفوذ پذیری در جهت قائم خاک برابر $7.7*10^{-5}$ متر بر ثانیه در نظر گرفته شد. البته ضریب نفوذ پذیری در جهت افقی به خاطر رسوبی بودن خاک منطقه و تجارب موجود در منطقه دو برابر ضریب نفوذ پذیری قائم منظور گردیده است.

حالت اول: یک قنات زهکش در عمق ده متری

برای تخمین نوسانات سطح آب زیرزمینی براثر حفر یک قنات زهکش در عمقهای مختلف ابتدا لایه خاک به صورت همگن و با ضریب نفوذ پذیری متوسط ذکر شده در فوق به عمق پنجاه متری در نظر گرفته شد. انتخاب عمق پنجاه متر با توجه به حفاریهای انجام شده توسط سازمان آب در منطقه بوده است.

در ابتدا قنات مذکور به صورت کانال زهکش که نهایتاً سطح آب را به تراز خود می‌رساند فرض گردید در دوطرف قنات به فاصله ۵۰۰ متر از هر طرف فرض شده است که سطح آب به تراز قبل از حفاری قنات یعنی سطح زمین برسد.

آنچنانکه از نتایج مشخص می‌گردد با حفر یک قنات زهکش در عمق ده متری در منطقه مورد نظر با توجه به شرایط تا شعاع حدود سیصد متری از محور قنات تراز آب زیرزمینی در عمق سه متر یا بیشتر قرار خواهد گرفت. از آنجاکه در دو طرف قنات شرایط یکسان می‌باشد برای کاهش میزان خطا در این آنالیز اقدام به کاهش حجم عملیات محاسباتی با حذف نیمی از محیط گردید بنابراین با قرار دادن محور قنات به عنوان محور تقارن و اعمال شرایط مرزی مربوطه برای همان قنات زهکش در عمق ده متری مسئله مجدداً تحلیل و نتایج در جدول شماره ۱ آورده شده است. مقایسه نتایج آنالیز نشان می‌دهد که شرایط اعمال شده همخوانی داشته و تأثیر قنات در پایین انداختن سطح آب زیرزمینی تقریباً یکسان است.

حالت دوم : دو قنات زهکش به فاصله پانصد متری از هم و در اعماق متفاوت

برای اینکه تأثیر نوسانات تراز سطح آب زیرزمینی برای حالتی که دو قنات زهکش بر هم تأثیر می‌گذارند مشخص شود، اقدام به آنالیز این حالت گرفته شد. در این حالت نیز مسئله به دو نیمه متقارن تقسیم شده که فقط یک نیمه تحلیل گشته است. خلاصه نتایج در جدول شماره ۲ آورده شده است و برای این حالت نیز قناتها در اعماق ده متری، شش متری و پانزده متری در نظر گرفته شده‌اند.

چنانکه مشاهده می‌شود استفاده از دو قنات به فاصله پانصد متری از هم باعث پایین افتادن سطح آب به

مقدار تقریباً یکنواختی در بین دو قنات می‌گردد که نتایج آنالیز نشان‌دهنده این است که مقدار پایین افتادن سطح آب در بین دو قنات تقریباً نزدیک به عمق قناتها می‌باشد. با توجه به این مطلب به نظر می‌رسد که در مناطقی که وسعت ساختمانها زیاد می‌باشد استفاده از این سیستم با عمق قنات کم مناسبتر می‌باشد از آنجا که با حفر مثلاً دو قنات زهکش در عمق حدود سه متری می‌توان سطح آب در منطقه بین دو قنات را تقریباً به همین عمق پایین انداخت.

بنابراین نتایج مرحله اول طرح پایین انداختن سطح آب زیرزمینی که به صورت تخمین نوسانات تراز آب زیرزمینی نسبت به سطح زمین در محدوده قنات زهکشهای حفر شده با اعماق مختلف می‌باشد ارایه گردیده است. با توجه به نتایج مشاهده می‌شود که استفاده از سیستم تک قنات در محدوده حدود سیصد متر و عمق متوسط قنات به اندازه ده متر می‌تواند سطح آب زیرزمینی را به اندازه سه متر پایین ببرد و برای ساختمانهای منطقه که عمدتاً یک طبقه یا حداکثر دو طبقه بدون زیرزمین باشد مناسب است در عین حال برای محدوده بیش از سیصد متر پایین‌تر بردن عمق قنات و یا استفاده از دو قنات در مجاور هم می‌تواند مفید باشد. در عین حال پایین بردن زیاد سطح آب اگر چه به ظاهر مسئله منطقه را از این نظر حل می‌نماید ولی دارای عواقب جنبی که مهمترین آن مسئله نشست خاک می‌باشد خواهد بود که این مطلب نیز بررسی گردیده که خلاصه نتایج این بررسی‌ها در زیر ارایه شده است.

بررسی نشست خاک ناشی از پایین انداختن سطح آب زیرزمینی

- نتایج محاسبات

براساس محاسبات انجام شده میزان نشست خاک و در نتیجه فرونشست سطح زمین به دو صورت نشست کل و نشست در زمان معین محاسبه گردیده است. ابتدا میزان کل نشست خاک بدون درنظر گرفتن زمان وقوع آن محاسبه گردیده است. وقوع این نشست ممکن است طی ده‌ها سال و گاهی صدها سال به طول بیانجامد. نشست کل خاک با توجه به پارامترهای ارایه شده به صورت تابعی از تغییرات سطح آب زیرزمینی بیان شده و سپس برای ترازهای متفاوت سطح آب زیرزمینی میزان نشست کل مترادف با آن محاسبه شده است.

براساس محاسبات فوق نمودار شماره ۲ جهت به دست آوردن میزان فرونشست سطح زمین بر حسب تغییرات تراز سطح آب زیرزمینی برای منطقه مورد نظر ارایه گردیده است.

با توجه به نمودار فوق با داشتن میزان پایین افتادن سطح سفره آب زیرزمینی می‌توان فرونشست کلی سطح زمین را تخمین زد چنانکه از نمودار شماره ۲ مشاهده می‌شود میزان فرونشست سطح زمین حتی برای تغییرات کم سطح آب زیرزمینی (پایین افتادن سطح آب) قابل توجه بوده و از میزان قابل تحمل برای پی ساختمانهای یک طبقه که حدود ۲/۵ سانتیمتر در نظر گرفته می‌شود به مراتب بیشتر است. این پدیده در صورتیکه به صورت نشستهای غیرمتجانس عمل نماید خطرناکتر و مخرب‌تر خواهد بود. بنابراین باید توجه نمود که با حفر قناتها به صورت شبکه حتی‌الامکان سطح آب زیرزمینی در محل ساختمانها به صورت یک نواخت پایین برده شود و از حفر یک سیستم قنات با عمق زیاد خودداری گردد. اگر چه توجه به این نکته الزامی است که نشستهای نشان داده شده در نمودار شماره ۲ نشستهای نهایی می‌باشند که همانطور که ذکر گردید ممکن است با توجه به نفوذ پذیری کم خاک در مدت طولانی انجام گردد و بنابراین با توجه به عمر مفید

ساختمانهای موجود در منطقه بهتر است نشست در زمانهای متفاوت نیز محاسبه گردد تا بتوان تصویر روشن‌تری از چگونگی وقوع نشست به دست آورد.

تغییرات زمانمند فرونشست زمین

با توجه به ضریب نفوذپذیری نسبتاً کم خاک میزان نشست محاسبه شده در قسمتهای قبل به صورت تدریجی اتفاق خواهد افتاد و این موضوع از این نظر که نشست به صورت ناگهانی نیست یک پدیده مطلوب می‌باشد برای محاسبه زمان اتفاق افتادن میزان نشست اقدام به مدل کردن خاک با استفاده از روش تفاضل محدود گردید و از تئوری تحکیم خاک برای این منظور استفاده شده است. شرایط مرزی خاک برای هر کدام از لایه‌ها جداگانه درنظر گرفته شده است و برنامه کامپیوتری مناسب برای این منظور نوشته شده و مورد استفاده واقع گردیده است. نتایج آنالیزهای انجام شده با استفاده از برنامه مزبور در نمودارهای ۳ و ۴ آورده شده است. آنچنان که در نمودارهای مزبور مشاهده می‌شود میزان نشست در سالهای اول عمدتاً ناچیز بوده ولی با گذشت زمان افزایش می‌یابد. مقادیر نشست برای پنجاه سال پس از اجرای سیستم قنات زهکش محاسبه شده است.

نتیجه آزمایش

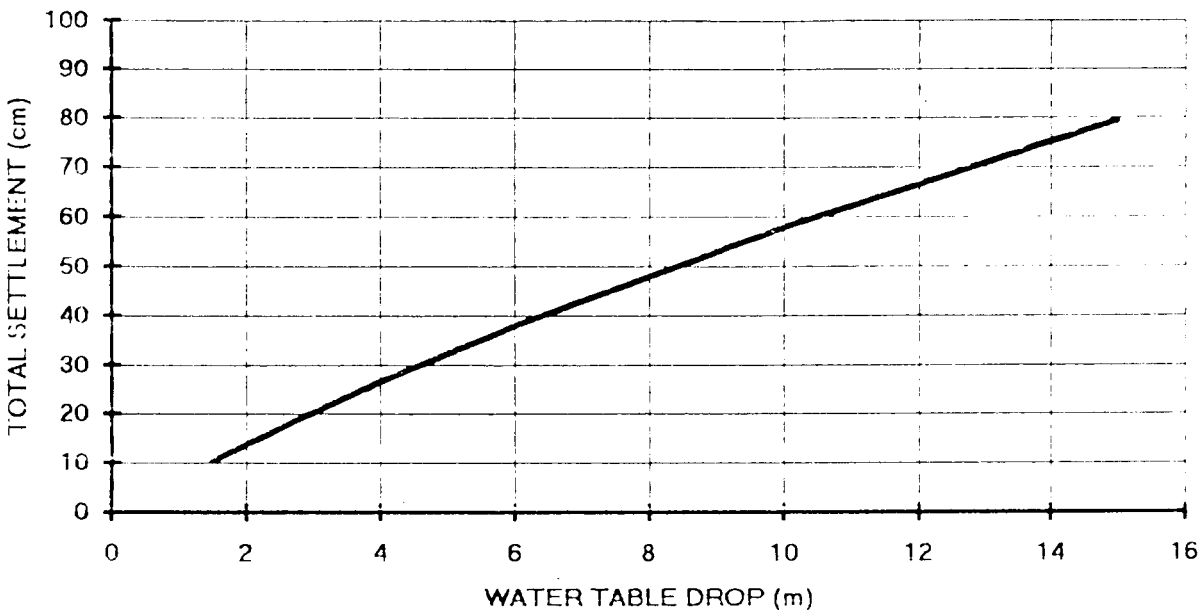
با توجه به نتایج آزمایشها چنین نتیجه گیری می‌شود که پایین انداختن سطح آب زیرزمینی در منطقه عادل‌آباد شیراز با استفاده از سیستم قنات زهکش به نظر مناسب می‌آید و نسبت به سیستمهای مشابه که علاوه بر ایجاد عوارض جانبی از قبیل آب شستگی، نشست موضعی و . . . احتیاج به تأمین هزینه نسبتاً بالای نگهداری تأسیسات مربوطه را دارد این سیستم دارای این مزیت است که پس از اجرا به صورت خودکار عمل نموده و تنها هزینه نگهداری، لایروبی‌های احتمالی سالانه آن می‌باشد و چون جریان آب به صورت ثقلی عمل نموده هر گاه سطح آب از تراز کف قنات پایین رود، سیستم زهکشی از عمل خارج شده و در نتیجه عوارض جنبی زهکشی نیز مترادفاً متوقف می‌گردد.

جدول شماره (۱): یک قنات زهکش در عمق ۱۰ متری آنالیز اول (فایل ADEL501)

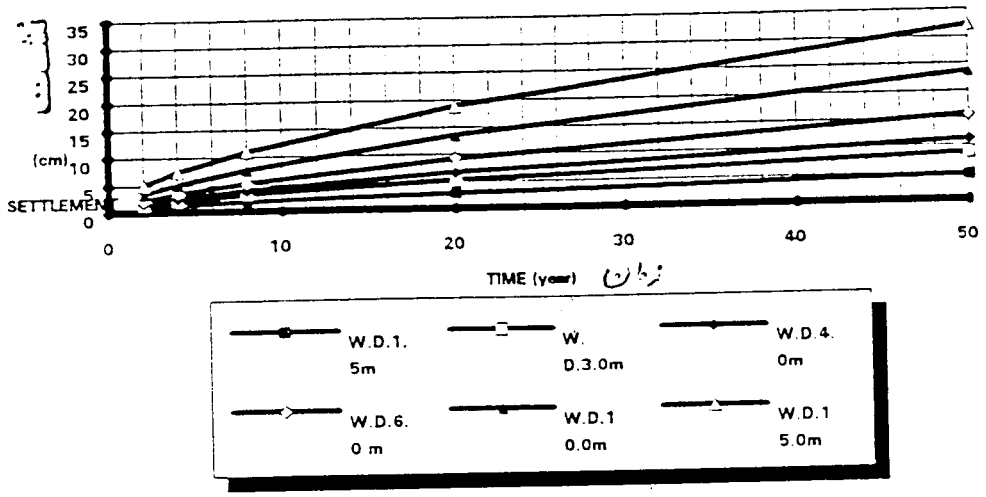
Node Number	فاصله از محور قنات (m)	میزان پایین افتادن تراز آب نسبت به سطح زمین (m)
2	500.00	0.00
4	416.75	1.45
6	333.50	2.95
8	250.25	4.51
11	208.63	5.31
25	156.59	6.32
137	104.57	7.37
273	47.33	8.60
289	0.00	9.99

جدول شماره (۲) : دو قنات زهکش در عمق ۱۰ متری (فایل ADEL002B)

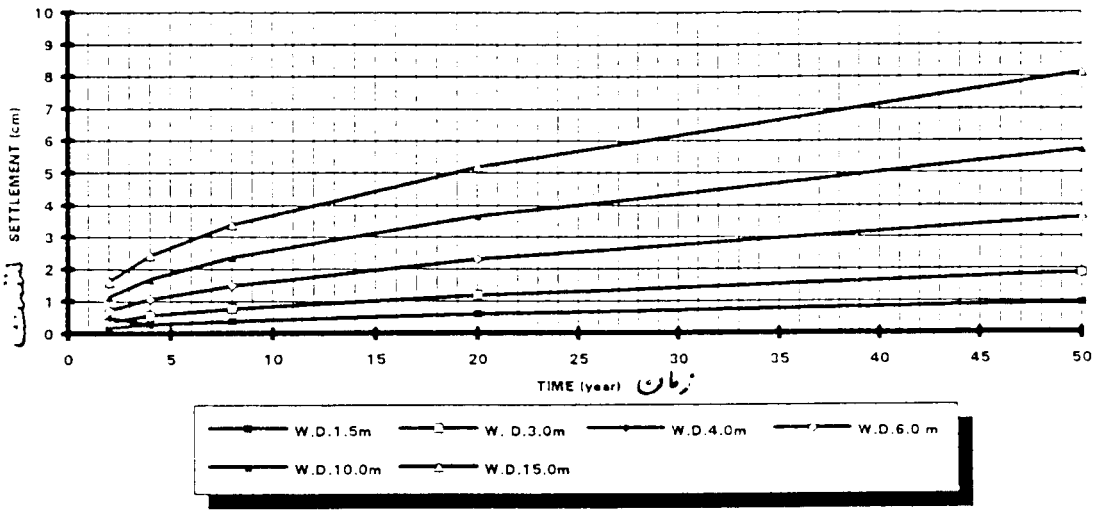
Node Number	فاصله از محور قنات (m)	میزان پایین افتادن تراز آب نسبت به سطح زمین (m)
6	500.00	0.16
54	420.08	1.39
108	330.17	2.97
156	250.25	4.42
186	200.30	5.35
246	100.40	7.27
356	50.45	8.28
504	0.00	10.00
614	-49.9	9.32
719	-99.8	9.29
779	-199.6	9.29
809	-249.50	9.29



نمودار ۲



نمودار ۳



نمودار ۴

اسامی قنات زهکش‌های اجرا شده و احیاء شده در شیراز

۱ - قنات زهکش عادل آباد	۵۰۰۰ متر طول	آبدهی ۴۰ لیتر در ثانیه
۲ - قنات زهکش خیابان کارگر و قیام	۳۰۰۰ متر طول	آبدهی ۵۰ لیتر در ثانیه
۳ - قنات زهکش بلوار رحمت و ده‌پیاله	۲۰۰۰ متر طول	آبدهی ۶۰ لیتر در ثانیه
۴ - قنات زهکش دارالرحمه شیراز	۳۰۰۰ متر طول	آبدهی ۵۰ لیتر در ثانیه
۵ - قنات زهکش شهرک امام رضا	۳۰۰۰ متر طول	آبدهی ۲۰ لیتر در ثانیه
۶ - قنات قدیمی جیروه	۳۰۰۰ متر طول	آبدهی ۵۰ لیتر در ثانیه
۷ - قنات قدیمی کنس بس	۲۰۰۰ متر طول	آبدهی ۴۰ لیتر در ثانیه

نتیجه گیری

نبودن دستگاههای مکانیزه حفاری در اعماق زمین در کشور، نتوانست کوچکترین خللی در روند حرکت انقلابی متخصصین ایرانی در امر کمک به محرومین در محلات فقیر نشین ایجاد کند.

برای مبارزه با مشکلات ارزی و عدم وابستگی به خارج از فن قنات به همراه سایر فنون مهندسی استفاده گردید و این مایه افتخار برای ایرانیان است که می توانند با حداقل هزینه و امکانات این چنین مسئله‌ای را حل و از ضرر و زیان چند میلیارد تومانی جلوگیری کنند.

در کنار عملیات زهکشی باسیستم قنات و با پایین افتادن سطح سفره آب زیرزمینی حدود ده متر ایمنی و استحکام ساختمانها افزایش یافته و منطقه وسیعی از زمینهای غیر قابل ساخت و ساز و همچنین غیر قابل کشت مورد استفاده قرار گرفته و با استفاده از آب قنات برای کشاورزی منطقه افزایش تولید داشته‌ایم. ارتقاء سطح بهداشت و کاهش اثرات منفی اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی از جمله یافته‌های زهکشی با سیستم قنات بوده است .

فهرست منابع

۱ - قنات سازی و قنات داری - دکتر عبدالکریم بهنیا (مرکز نشر دانشگاهی، تهران)

۲ - قنات فنی برای دستیابی به آب - هانری گوبلو ترجمه ابوالحسن سروقدمقدم - دکتر محمدحسین پابلی یزدی (معاونت فرهنگی آستان قدس رضوی)

۳ - گفتاری درباره آبدهی قناتها (دانشکده فنی دانشگاه تهران) یادداشت شخصی

۴ - شرکت مهندسین مشاور پاراب فارس

۵ - مقاله شماره ۱۴ هفتمین سمینار کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران - مرحوم پرهام جواهری

۶ - تجزیه و تحلیل آب و خاک منطقه زهکشی شده عادل‌آباد - آقای دکتر بیدختی و آقای دکتر هاتف مهرماه ۷۶ (دانشکده مهندسی دانشگاه شیراز)

۷ - اداره آبهای زیرزمینی و زهکشی شهرداری شیراز (معاونت فنی و شهرسازی)

ABSTRACT

The high groundwater table in wide areas of SHIRAZ has caused many problems such as building settlements , mixing of sewage with groundwater and stormwater.

The objective of this paper is to lower the groundwater table with existing facilities and implementing drainage with use of ghanat system. The other objective is to investigate the effects of lowering groundwater table on sudden settlement and differential consolidation for structures.

The advantages of drainage with ghanat system in comparison with horizontal and surface drainage systems are:

- Use of drained water for agriculture development.
- Reclamation of wide area due to around 10 m. of groundwater table lowering.
- The improved environment in the area.

This system does not regvire electricity , it doesn´t need equipments and therefore doesn´t depend on foreign currency. It can be used with simple equipments and simple local workforce. The economic life of ghanat in comparison to pump is very high and the cost of this system is very low.

To see how effective this system is working , many tests and experiments on water and soil in the area have been performed. Bore holes to determine the compression , cohesion , Atterberg limits , triaxial tests , and consolidation tests have been done. EC, TDC , PH , Na , Ca , Mg of water samples have been measured.

مجموعه مقالات نهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

مقاله شماره ۵

موضوع:

طراحی ایده‌ای تزریق بخار آب به درون خاک به منظور تشکیل حوضچه موضعی آب زیرزمینی، با استفاده از انرژی خورشیدی

تألیف:

مهندس رضا جواهر دشتی[۱]

چکیده

از مهمترین مسائل کشورهائی نظیر ما کمبود آب می‌باشد. بدلیل تبخیر سطحی آب روشهای فعلی آبیاری نیز نیاز به بازبینی و بهینه سازی دارند. ایده اصلی این مقاله بررسی جنبه‌های نظری تزریق بخار حاصل از تبخیر آب توسط اشعه حرارتی خورشید در یک گنبد شفاف پلکسی گلاس با سینی‌های فولادی که آب روی آنها جریان داشته باشد، می‌باشد. این بخار به درون اعماق معینی از خاک تزریق می‌شود و در آنجا بدلیل تفاوت شرایط فیزیکی میعان صورت گرفته و حوضچه‌های موضعی آب تشکیل می‌شود. در همین رابطه محاسبات ترمودینامیکی نیز ذکر شده‌اند.

مقدمه

ایران کشوری است که چهار پنجم آن از تابش روزانه ۴/۵ تا ۵/۴ kwh/m^2 برخوردار می‌باشد[۱]. از طرفی بدلیل موقعیت خاص جغرافیائی، کشور مادر رده کشورهای نیمه خشک طبقه‌بندی می‌گردد. از حل مسئله کم آبی و انرژی خورشیدی رایگان موجود باید در طرحی که فصل مشترک آن مسئله کشاورزی و استحصال بهینه خاک است با یکدیگر هماهنگ شوند. آنچه ارائه می‌شود طراحی ایده‌ای است که می‌تواند در صورت عملی شدن، با استفاده از انرژی خورشیدی، برای زمین‌های کشاورزی که از کمبود آب به شکل عدم وجود حوضچه‌های زیرزمینی آب رنج می‌برند مفید باشد.

۱- سازمان گسترش و نوسازی صنایع ایران - تهران - صندوق پستی ۱۹۷۶ - ۱۵۸۱۵

پایه نظری

می‌دانیم که بر اثر گرفتن (یا بازدادن) حرارت، در انتالپی تغییراتی بوجود می‌آید. این تغییرات را می‌توان در نمودارهای انتالپی – دما به شکل انتالپی‌های ذوب (ΔH_m) و تبخیر (ΔH_v) مشاهده کرد. آب نیز از این مقاعده مستثنی نمی‌باشد: اگر در محیط، در حالتی که آب به شکل مایع است، درجه حرارت (یا دمای) آنرا به T_b نمایش دهیم و فرض کنیم که این آب تا دمای T_a گرم شود بنحوی که $T_a \geq T_v$ تغییرات انتالپی (Enthalpy) را از دمای b به a می‌توان به این شرح محاسبه نمود:

$$(۱)\quad \Delta H^{b\to a} = \int_{T_b}^{T_v} (cp)_l dT + \Delta H_{L\to v} + \int_{T_v}^{T_a} (cp)_v dT$$

دمای ذوب $= T_m$

دمای تبخیر $= T_v$

$$T_m < T_b < T_v < T_a$$

با تبدیل $-\Delta H^{b\to a} = \Delta H^{a\to b}$ داریم:

$$(۲)\quad \Delta H^{a\to b} = \int_{T_v}^{T_b} (cp)_l dT + \int_{T_a}^{T_v} (cp)_v dT - \Delta H_{L\to v}$$

با فرض آنکه بخار آب حاصل سوپر هیت نبوده و آب کمی هم داشته باشد یعنی $T_v \simeq T_a$

$$(۳)\quad \int_{T_a}^{T_v} (cp)_v dT \simeq ۰$$

پس می شود نوشت:

$$(۴)\quad \Delta H^{a\to b} = \int_{T_v}^{T_b} (cp)_l dT - \Delta H_{L\to v}$$

با عنایت به قانون اول‌ترمودینامیک می‌توان، تغییر مقدار انرژی آزاد سیستم (System's Free Energy Change) را به شکل زیر نمایاند:

$$(۵)\quad dG^{a\to b} = dH^{a\to b} - T_{a\to b} dS^{a\to b}$$

یا بطور مختصر:

$$(۶)\quad dG = dH - TdS \qquad (a\to b)$$

بنابراین، سیستم بخار موجود با دمای T_a برای آنکه به حالت مایع، T_b، رسیده و در دمای $T_b < T_v$ قرار گیرد نیاز به تغییر انرژی آزادی دارد که در معادله (۶) بیان شد. حال باید توجه داشت که دو احتمال می‌تواند وجود داشته باشد:

احتمال اول: بخار سوپر هیت باشد و $T_v \neq T_a$، بنابراین مقدار تغییر انتالپی همان معادله (۲) است. تغییر انتالپی در این حالت را به $(dH^{a\to b})_۱$ نشان می‌دهیم. برای این سیستم تغییر مقدار انرژی آزاد نیز به شکل $(dG)_۱$ خواهد بود.

احتمال دوم: بخار سوپر هیت نیست و $T_v \simeq T_a$. مقدار تغییر انتالپی سیستم در اینحالت معادله (۴) است. تغییر انتالپی در این حالت را به $(dH^{a\to b})_۲$ و تغییر مقدار انرژی آزاد نیز $(dG)_۲$ خواهیم نمایاند.

برای هر دو احتمال مقدار dG را محاسبه می‌کنیم:

$$(dG)_1 = (dH^{a\to b})_1 - TdS \quad (a\to b)$$
$$(dG)_2 = (dH^{a\to b})_2 - TdS \quad (a\to b) \qquad (۷)$$

اگر فرض شود که Tds در هر دوی معادلات بالا عددی مثبت و یکسان باشد از آنجا که $(dH^{a\to b})_1 > (dH^{a\to b})_2$ پس $(dG)_1 > (dG)_2$. از اینجا این نتیجه حاصل می‌شود که براساس پیش‌بینی‌های ترمودینامیکی تبدیل گاز(بخار) به مایع در حالتی که بخار سوپر هیت نباشد، از ارجحیت برخوردار خواهد بود، زیرا تغییر انرژی آزاد سیستم کمتر است و از لحاظ انرژیتیک ، سیستم مورد نظر در حالت مطلوبتری نسبت به حالت بخار سوپر هیت قرار خواهد داشت.

حال اگر در یک سیستم، آب را به بخار آبدار تبدیل نموده و سپس این بخار را به سیستم دیگری وارد کنیم که در آن دمای سیستم پائین‌تر از دمای تبخیر آب باشد، این بخار لامحاله تبدیل به مایع شده (میعان) و انرژی آزاد داخلی خود را کاهش خواهد داد.

توضیح سیستم

سیستم پیشنهادی ما در شکل پیوست دیده می‌شود. در این سیستم آب از منبع یا چاه (a) توسط پمپ خورشیدی (p) و از طریق لوله‌های (b) داخل گنبد شفاف(c) می‌شود. جنس این گنبد می‌تواند از پلکسی گلاس یا شیشه انتخاب گردد. البته درصورتیکه پلکسی گلاس انتخاب شود هزینه ساخت افزایش خواهد یافت اما در عوض خواص فیزیکی پلکسی گلاس از شیشه بسیار بهتر است.

در داخل این گنبد سینی‌های فلزی (t) قرار دارند. آبی که از طریق لوله‌های (b) به درون گنبد هدایت می‌شود، روی سینی‌ها پخش شده و در معرض اشعه حرارتی خورشید قرار می‌گیرد. بدیهی است بمنظور جذب انرژی بیشتر، سطح داخلی سینی ها به رنگ سیاه خواهد بود. می‌توان سینی‌هارا طوری طراحی نمود که با حالت مارپیچی نسبت به یکدیگر قرار بگیرند و آب بتدریج از سینی‌های پائین‌دستی منتقل شده و انرژی گرمائی که در این مسیر جذب می‌کند بتدریج افزایش یابد. آبی که به این ترتیب بخار شده از طریق خروجی‌های (d) وارد لوله (e) خواهد شد. لوله های (e) می‌توانند از جنس فولاد یا پلیمر یا هر ماده مناسب دیگری انتخاب شوند. بخار حاصل ، بخار غیر سوپر هیت بوده و دارای مقداری آب است. وقتی که این بخار به داخل زمین وارد شد، در اثر اختلاف دمای بین گنبد و داخل زمین و نیز دفع انرژی گرمائی اضافی در حین عبور از لوله‌های (e) بتدریج از فاز بخار به فاز مایع تبدیل می‌شود. عمق‌های h_1 و h_2 که لوله‌های (e) در آن اعماق کار گذاشته خواهند شد، باید بر اساس پارامترهای فیزیکی - شیمیائی خاک، از جمله دانه‌بندی، دمای محلی (local) لایه های خاک، جنس لایه و ... تعیین گردند. بعنوان یک اصل کلی می‌توان چنین در نظر گرفت که با بازتر بودن فضای بین دانه‌های خاک، بدلیل نفوذ راحت‌تر هوا و اکسیژن و بوجود آمدن هرچه سهل‌تر گرادیان دما در بیرون و درون خاک، مقدار بیشتری از بخار آبدار تبدیل به مایع خواهد شد. این مایع در عمق های دلخواه باقی‌مانده تشکیل یک بستر موضعی از آب را در هر عمق دلخواهی خواهد داد.

نتیجه‌گیری

در این مقاله پیشنهاد گردید با تزریق بخار آب به عمق‌های مناسب و میعان این بخار در آن اعماق ، بسترهای آب زیر زمینی بوجود آید که بالخصوص توسط گیاهانی که ریشه افشان ندارند بتوانند مورد استفاده قرار گیرند. یکی از مزایای این روش آنستکه از تبخیر سطحی آب جلوگیری می‌شود و به این‌ترتیب نه تنها از انرژی رایگان خورشید استفاده می‌گردد بلکه امکان این هست که با انتقال مقادیر نه چندان زیاد آب به مناطق خشک و یا کم آب در وضعیت کشاورزی و ویژگیهای فیزیکی و شیمیائی خاک آن نواحی نیز تغییرات مثبتی ایجاد گردد.

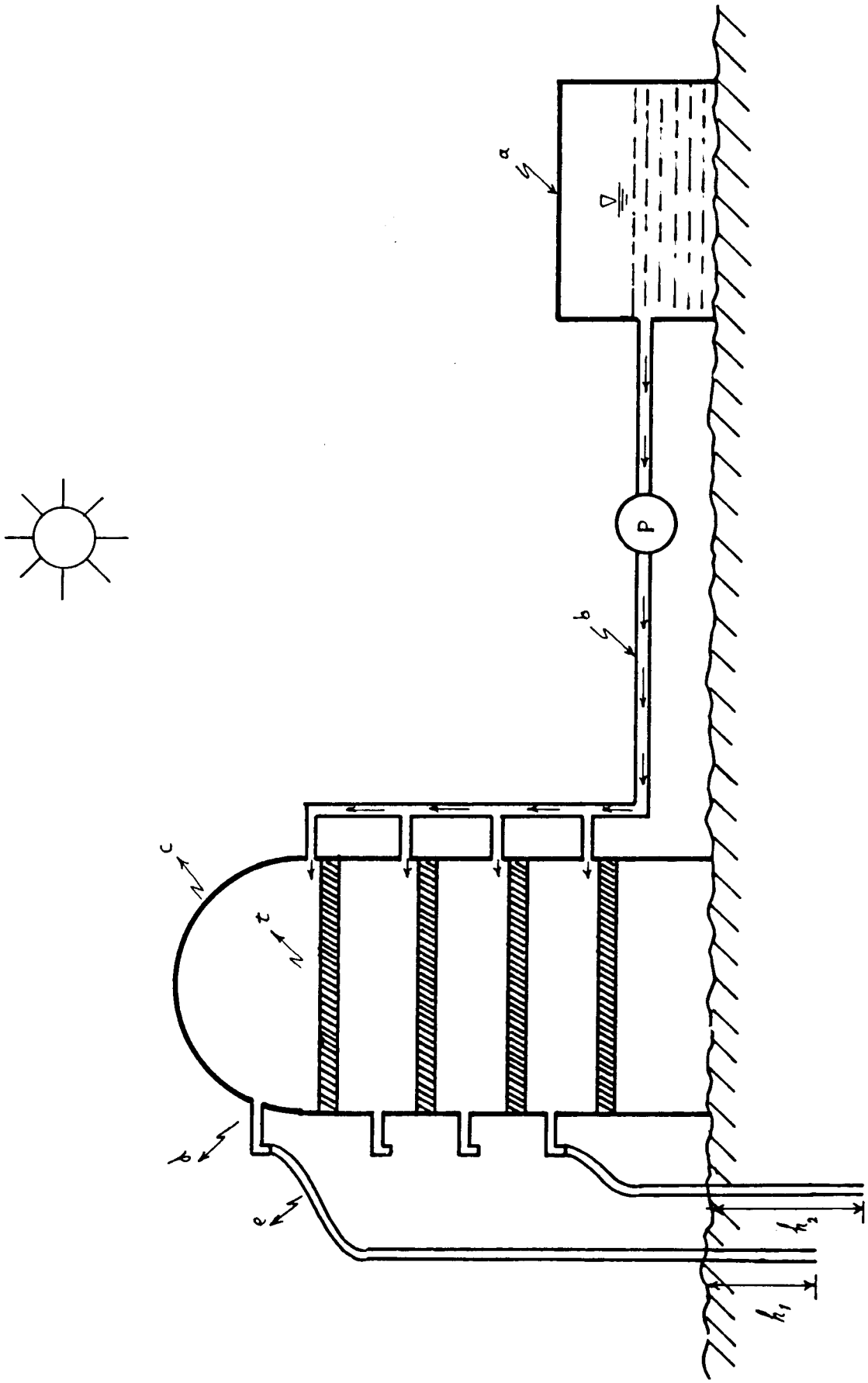
منابع

(۱) دکتر جلال صمیمی ، مجله فیزیک ، شماره ۱۲، ۱۳۷۳

ABSTRACT:

In countries like iran, agricultural soils suffer mainly from insufficient water content.Also, it is evident that due to surface evaporation of water, common watering methods need improvement. The idea of this paper is to consider theoretical aspects of injecting water vapor deep into certain depths of soil so that it would be liquified there and, due to physical changes, would form underground local water pools.

For vapor- making, use of transparent doms- made up of plexyglass- with metallic trays within it are suggested. Related thermodynamical calculations are also included.


a
P
b
c
d
e
h_2
h_1

مجموعه مقالات نهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

مقاله شماره ۶

موضوع:

معرفی روشی ساده برای تخمین تغییرات میزان رطوبت خاک

تألیف:

مسعود پارسی‌نژاد[۱] و یان‌شنگ‌فنگ[۲]

چکیده

پیش‌بینی چگونگی ذخیره و حرکت آب در خاک، بالاخص در اراضی زراعی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بدین منظور مدلهای مختلفی با استفاده از معادله ریچاردز که استفاده از آن مستلزم اطلاعات در خصوص رابطه پتانسیل و میزان رطوبت خاک (Soil Water Retention) و همچنین رابطه ناهمگون ضریب آبگذری خاک (Hydraulic conductivity function) می‌باشد. اندازه‌گیری مستقیم این پارامترها به علت ناهمگون بودن آنها نسبت به زمان و مکان عملاً امکان پذیر نمی‌باشد. در این مطالعه مدلی ساده تحت عنوان SIMPLE جهت تخمین تغییرات میزان رطوبت خاک با استفاده از قانون کلی بیلان آب معرفی شده است. مزیت اصلی این مدل را می‌توان نیاز حداقل آن به اطلاعات لازم دانست. تخمینهای بدست آمده از این مدل در مقایسه با اطلاعات جمع‌آوری شده در سطح مزارع مختلف با شرایط خاکی و آب و هوایی مختلف رضایت‌بخش بوده است.

مقدمه

شبیه‌سازی نحوهٔ حرکت و ذخیرهٔ آب در خاک مورد توجه بسیاری از محققان در دو دهه اخیر قرار گرفته است. از این مدلها در زمینه‌های مدیریت زراعی و زیست محیطی استفاده شده است. پیش‌بینی چگونگی ذخیره و حرکت آب در خاک بالاخص در اراضی زراعی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

۱- استادیار گروه مهندسی آبیاری، دانشگاه گیلان ۲-دانشیار گروه منابع تجدید پذیر، دانشگاه آلبرتا

اغلب مدلهای موجود در زمینه تخمین رطوبت خاک با استفاده از معادلهٔ ریچاردز طراحی شده‌اند که چگونگی تغییرات رطوبت خاک غیر اشباع را تشریح میکند. روشهای عددی برای حل این معادله مستلزم اطلاعات لازم در خصوص رابطهٔ پتانسیل و میزان رطوبت خاک (Soil water retention) و همچنین رابطه ناهمگون ضریب آبگذری خاک (Hydraulic conductivity function) میباشد. اندازه‌گیری مستقیم این پارامترها بعلت ناهمگون بودن آنها نسبت به زمان و مکان عملاً" امکان پذیر نمیباشد. در عین حال مطالعات متعدد نشان داده که روشهای تجربی برای تخمین اینگونه پارامترها با استفاده از اطلاعات قابل دسترس جامعه‌ت لازم را برای بکارگیری آنها در شرائط مختلفند غالباً" میبایستی بوسیله اندازه‌گیریهای محلّی واسنجی شوند (Yates et al., ۱۹۹۱).

بمنظور رفع این نقیصه روشهای ساده‌تر با استفاده از معادلهٔ بیلان آب برای تخمین تغییرات رطوبت خاک نسبت به زمان پیشنهاد شده است. بایرورابرتسون (Baier and Robertson, 1966) روشی برای تخمین رطوبت خاک با استفاده از اطلاعات رایج جوی تدوین کردند. در این روش که در بسیاری از مدلها بکار رفته میزان تبخیر بالقوه (Potential evaporation) بعنوان حد نهایت میزان تبخیر در نظر گرفته شده است جذب آب بوسیله ریشه گیاه بطور همزمان از لایه‌های مختلف پروفیل خاک انجام گرفته و تخمین آن براساس میزان تبخیر بالقوه و میزان رطوبت خاک موجود در هر لایه میباشد. در این مدل فرض بر این است که آب نفوذی میزان رطوبت خاک را به حدّ ظرفیت مزرعه رسانده و باقیمانده به لایهٔ بعدی نفوذ می‌کند. محاسبه تبخیر و تعرق در این مدل مستلزم بدست آوردن ضرایب مختلف خصوصیات خاک و گیاه و منحنیهای تبخیر خاک میباشد. مدلهای معروف اپیک (EPIC)(Sharpley and Williams, 1990) و سیریز (CERES) (Jones and Kiniry) برای شبیه‌سازی جریانهای مختلف در محیط خاک و گیاه تدوین شده است. این مدلها به دفعات ارزیابی شده و تحت شرایط مختلف مورد استفاده قرار گرفته‌اند. تخمین میزان رطوبت خاک در این دو مدل مشابه با بسیاری از مدلهای بیلان آب میباشد. ولی در عین حال استفاده از این مدلها مستلزم در دست داشتن پارامترهای گوناگونی است که در بسیاری از شرایط موجود نمیباشند. بطور مثال عدم دسترسی به ضریب آبگذری اشباع به تنهائی میتواند عامل محدودکننده‌ای در استفاده از این مدلها باشد.

در این مطالعه فرضیه اصلی آنستکه رطوبت خاک در لایه سطحی عمدتاً" بوسیله شرایط مرزی کنترل می‌شود. در نتیجه خصوصیات هیدرولیکی خاک برای تخمین تغییرات میزان رطوبت خاک ضروری نمیباشد. به عبارت دیگر تغییرات رطوبت خاک را میتوان با حداقل اطلاعات و بدون استفاده از خصوصیات ناهمگون خاک بدست آورد. براساس این فرضیه و با استفاده از قانون کلی بیلان آب یک مدل ساده بنام SIMPLE بمنظور تخمین رطوبت خاک در لایه سطحی طراحی شده است. این مدل را می‌توان گامی در جهت ساده‌تر کردن مدلهای موجود دانست. مدل پیشنهادی تحت شرایط مختلف ارزیابی شده تا ضمانت کاربرد آنرا در شرایط گوناگون تأیید نماید.

۱- تئوری و روش

معادلهٔ کلی برای بیلان روزانهٔ رطوبت خاک در لایه سطحی را میتوان بصورت زیر بیان کرد :

$$\Delta W = (P + I) - (D_r + ET + R_o) \qquad (۱)$$

که در آن :

ΔW = تغییرات رطوبت خاک

P = نزولات جوی

I = میزان آبیاری

D_r = میزان زهکشی

ET = تبخیر و تعرق

R = رواناب سطحی

تمام مقادیر فوق در واحد طول (Cm) و بعبارت دیگر حجم در واحد سطح در نظر گرفته شده است. میزان رواناب سطحی در اراضی مسطح در مقایسه با دیگر جریانات معادلهٔ بیلان آبی ناچیز میباشد. در عین حال در شرایط دیم آبیاری منظور نمیشود. فلذا معادلهٔ فوق را در چنین شرائطی میتوان بصورت زیر خلاصه کرد :

$$\Delta W = P - (ET + D_r) \qquad (۲)$$

تغییرات رطوبت خاک در لایه سطحی را میتوان بصورت دیگری نیز بیان نمود :

$$\Delta W = (\theta(t_2) - \theta(t_1))\, Z \qquad (۳)$$

که در آن

θ = میزان رطوبت خاک در زمانهای مختلف t_1 و t_2

Z = ضخامت لایه سطحی

از ادغام معادلات (۲) و (۳) معادلهٔ زیر بدست می آید :

$$(\theta(t_2) - \theta(t_1))\, Z = P - (ET + D_r) \qquad (۴)$$

براساس معادله (۴) تغییرات رطوبت خاک در لایه سطحی در شرایط دیم مستقیماً به مابه‌التفاوت میزان نزولات جوی و تلفات تبخیر و زهکشی بستگی دارد.

۱-۱ اطلاعات مورد نیاز برای استفادهٔ مدل

۱-۱-۱ ظرفیت خاک

میزان ظرفیت خاک در رابطه با رشد گیاه بصورت میزان رطوبت خاک در ظرفیت زراعی (θ_{FC}) و نقطهٔ پژمردگی (θ_{WP}) بیان میشود. اینگونه اطلاعات در اغلب موارد قابل دسترسی میباشد.

۱-۱-۲ تبخیر بالقوه (Potential evaporation)

برای تخمین میزان تبخیر بالقوه (ET_p) میتوان از معادلهٔ پنمن و با استفاده از اطلاعات جوی شامل دمای هوای متوسط روزانه، تشعشع خورشید، سرعت باد، رطوبت نسبی و میزان بارندگی استفاده کرد. در شرائطی که اطلاعات فوق در دسترس نباشد از روشهای دیگر که اطلاعات کمتری را میطلبد میتوان بهره جست. بعنوان مثال در روش لیناکر (Linacre, 1977) با استفاده از اطلاعات ارتفاع محل از سطح دریا، عرض جغرافیائی و دمای حداقل و حداکثر هوا میتوان میزان تبخیر بالقوه را تخمین زد. تبخیر و تعرق واقعی (ET) را نیز میتوان از حاصلضرب تبخیر بالقوه در ضرایب تجربی که در برگیرنده تأثیرات مراحل رشد گیاه و نیاز جوی است بدست آورد (Stuff and Dale , 1978). از آنجا که دستیابی به اینگونه ضرایب شرائط استفاده از یک مدل را مشکل تر میکند بمنظور سهولت امر از روشهای دیگری در این مطالعه استفاده شده است.

در شرایطی که لایه سطحی خاک مرطوب است، شرایط لازم برای تبخیر و تعرق بالقوه فراهم است. در واقع در این مرحله میزان تبخیر و تعرق بوسیله میزان انرژی موجود کنترل میشود که هیلل (Hillel, 1982) این مرحله را مرحله تبخیر کنترل شده جوی می نامد.

چنانچه میزان تبخیر و تعرق از سرعت انتقال رطوبت خاک به لایه سطحی بیشتر باشد، رطوبت این لایه کاهش یافته و در نتیجه میزان تبخیر و تعرق بوسیله میزان انتقال رطوبت به لایهٔ سطحی کنترل می‌شود. بطور خلاصه، تأثیرات رطوبت خاک در کنترل میزان تبخیر و تعرق را میتوان در دو مرحله بیان کرد. در مرحلهٔ اوّل یا ثابت میزان تبخیر و تعرق در حد بالقوه بوده و بوسیلهٔ شرائط جوی کنترل می‌شود. در مرحلهٔ دوّم یا مرحلهٔ افت، میزان تبخیر و تعرق متناسب با افت رطوبت خاک کاهش پیدا می‌کند. استاف و دیل (Stuff and Dale, 1978) براساس پاره‌ای مشاهدات رابطه‌ای خطی بین نسبت میزان تبخیر و تعرق واقعی به تبخیر بالقوه در طول مرحلهٔ افت در مقایسه با کمبود رطوبت خاک تدوین کردند. برهمین اساس، در این مدل فرض شده که میزان تبخیر و تعرق واقعی تا مادامیکه رطوبت خاک لایه سطحی بالاتر از ظرفیت زراعی باشد در حد بالقوه باقی میماند و متعاقباً با کاهش رطوبت خاک بصورت خطی کاهش پیدا میکند و یا بصورت دیگر:

$$ET = ET_p \qquad \theta > \theta_{FC} \quad \text{وقتیکه}$$

$$ET = ET_p \left(\frac{\theta_i - \theta_{wp}}{\theta_{FC} - \theta_{wp}}\right) \qquad \theta_{wp} < \theta < \theta_{FC} \quad \text{و زمانیکه} \qquad (۵)$$

۳-۱-۱ میزان زهکشی

براساس معادلهٔ ریچاردز حرکت آب در خاک متأثر از شیب هیدرولیکی و ضریب آبگذری خاک میباشد. ضریب آبگذری رابطه‌ای غیرخطی و ناهمگون با میزان رطوبت خاک یا پتانسیل آن دارد. در نتیجه دستیابی به این رابطه غالباً مشکل میباشد. به منظور حذف این پیشنیاز برای استفاده از مدل پیشنهادی روش ساده‌تری در نظر گرفته شده است که در زیر آمده است :

در اغلب مدلهای بیلانی، فرض بر آنستکه رطوبت مازاد بر حد ظرفیت زراعی بصورت جریان عمقی یا زه آب از لایه مورد نظر خارج میشود. شدت جریان زهکشی بستگی به میزان رطوبت خاک در لایه سطحی دارد و در حالت اشباع در حد بالقوه میباشد. جریان واقعی زه‌آب به ضریب آبگذری و هم چنین شیب هیدرولیکی بین دو لایه بستگی دارد. شیب هیدرولیکی مزبور در واقع تابعی از شدت بارندگی و میزان رطوبت خاک قبل از بارندگی میباشد. مطالعات نشان داده که وضعیت رطوبت خاک در لایه‌های زیرین نسبت به زمان تقریباً ثابت است. فلذا به منظور سهولت، عامل شدت بارندگی را حذف کرده و میزان جریان زه‌آب را تنها تابعی از میزان رطوبت خاک در لایهٔ سطحی فرض شده است.

در این مطالعه رابطه‌ای خطی بین شدت جریان زه‌آب و رطوبت خاک، مشابه با فرضیه مدل سیریز (CERES)(Jones and Kiniry , 1986) برای تخمین زهکشی در نظر گرفته شده است. در رابطهٔ زیر ضریب زهکشی β میزان زهکشی رطوبت موجود مازاد بر حد ظرفیت زراعی را نشان می‌دهد :

$$D_r = \beta (\theta_i - \theta_{FC}) \qquad (۶)$$

که در این رابطه

θ_i = میزان رطوبت اولیه خاک

θ_{FC} = میزان رطوبت خاک در حد ظرفیت زراعی

در مدل CERES ضریب زهکشی β از طریق روشی با استفاده از تخلخل خاک محاسبه میشود. بمنظور تطبیق این مدل با اطلاعات صحرائی گابریل و همکارانش (Gabrielle etal, 1995) مجبور شدند مقدار β را از ۰/۳۷ به ۰/۰۵ تغییر دهند و در نهایت پیشنهاد کردند تا این ضریب بوسیله پارامترهای ضریب آبگذری اشباع (Ks) و یک ضریب تجربی (A) مربوط به بافت خاک و طبقه‌بندی هیدرولوژیکی جایگزین شود. در استفادهٔ مدل اپیک (EPIC) نیز مقادیر ناهمگون ضریب آبگذری اشباع ضروری است. اینگونه اطلاعات در بسیاری از مراجع براحتی قابل دسترس نمی‌باشد.

به منظور از بین بردن محدودیت‌های بالا، در این روش پیشنهادی ضریب β را از طریق واسنجی میتوان بدست آورد. فلذا در استفاده مدل SIMPLE شبیه‌سازی را با یک مقدار معلوم رطوبت خاک (θ_i) آغاز نموده مقدار β را چنان فرض می‌کنیم تا رطوبت خاک بدست آمده (θ_f) در یک زمان مشخص با مقدار اندازه‌گیری شده مطابق باشد. در نتیجه آن مقدار بدست آمده β که بتواند میزان رطوبت خاک بدست آمده (θ_f) را با رطوبت خاک اندازه‌گیری شده تطبیق دهد برای پیش‌بینی رطوبت خاک در هر دروهٔ دیگر قابل استفاده خواهد بود.

چگونگی عملکرد این مدل ساده که براساس تعدادی فرضیات پایه‌ریزی شده در مقابل اطلاعات جمع آوری شده در مزارع مختلف دارای آب و هوای نوع خاک گوناگون ارزیابی شده است.

۳- ارزیابی مدل SIMPLE

اطلاعات جمع‌آوری شده در خصوص تغییرات رطوبت خاک در لایه سطحی در سه منطقه مختلف برای ارزیابی مدل SIMPLE استفاده شده است. عملکرد این مدل در شرائط آب و هوایی و زراعی مختلف نشان دهندهٔ اعتبار مدل و فرضیات آن است.

برای ارزیابی مدل دو روش کیفی (تطبیقی) و کمّی (آماری) بکار گرفته شده است در روش کیفی منحنیهای رطوبت خاک تشبیه شده و اندازه‌گیری شده مقایسه میشوند. روش آماری برگرفته شده از مطالعات آمبروز و روش (Ambrose and Roesch , 1982) شامل محاسبهٔ مقادیر ذیل میباشد :

متوسط اختلاف بین مقادیر رطوبت خاک تشبیه شده و اندازه‌گیری شده (ME)، اختلاف نسبی (RE) که نشان دهندهٔ اختلاف فوق برحسب واحد متوسط رطوبت خاک اندازه‌گیری شده، مجذور اختلاف بین مقادیر رطوبت تشبیه شده و اندازه‌گیری شده (SE) که غالباً برحسب واحد متوسط رطوبت خاک اندازه‌گیری شده (MSE) نیز آورده میشود.

۴- موقعیت مزارع

۴-۱- مزرعه Breton در آلبرتا

مزرعهٔ مورد نظر دارای خاک Grey Luvisol میباشد. مقادیر اندازه‌گیری شده رطوبت خاک در لایه سطحی به عمق ۲۰ سانتی‌متر در طول دورهٔ کشت سالهای ۱۹۹۴ و ۱۹۹۵ در شرایط آیش (تحت عنوان E-۱ و E-۳ در سال ۱۹۹۴ ، E-۹ و E-۱۱ در سال ۱۹۹۵) و همچنین تحت کشت گندم (تحت عنوان F-۳ در سال ۱۹۹۴) و تحت کشت جو (تحت عنوان F-۹ و F-۱۱) برای ارزیابی مدل پیشنهادی بکار رفته است. اندازه‌گیری رطوبت خاک بوسیله TDR که بصورت عمودی در عمق سطحی خاک نصب شده بود هر ساعت یکبار انجام می‌گرفت. ولی از آنجا که مقادیر بدست آمده بوسیله مدل SIMPLE روزانه میباشد تنها یکی از مقادیر اندازه‌گیری شده که از نظر زمانی مطابقت داشت در نظر گرفته شده است.

۴-۲- مزرعه Simcoe در اونتاریو

مزرعه مورد نظر دارای خاک با بافت Sandy loam و تحت کشت دانه‌های روغنی (Soybean) قرار داشت (Clemente et al , 1994) مقادیر رطوبت خاک اندازه‌گیری شده بوسیله روش وزنی در طول کشت سال ۱۹۷۴ برای منطقه‌ای با زهکشی طبیعی (Free draining) در مزرعهٔ Simcoe برای ارزیابی مدل پیشنهادی بکار رفته است. رطوبت خاک و همچنین تبخیر و تعرق بالقوه از طریق مکاتبات مستقیم با دِیانگ (R. de yong) بدست آمده است.

۳-۴- مزرعه Lethbridge در آلبرتا

مزرعهٔ مورد نظر دارای خاک چرنوزم (Chernozem) بوده و مقادیر رطوبت خاک در اعماق ۵، ۱۰، ۲۰ و ۴۰ سانتی‌متری بوسیله TDR اندازه‌گیری شده است. اطلاعات جوی از قبیل سرعت باد، حداقل و حداکثر دمای هوا، رطوبت نسبی و تشعشع مطلق برای تخمین تبخیر و تعرق روزانه با استفاده از روش پنمن بکار برده شده است.

داده‌های مختلف خاک برای هر مزرعه که در راه‌اندازی مدل SIMPLE بکار رفته در جدول شمارهٔ ۱ آورده شده است.

۵- نتایج بدست آمده و جمع‌بندی

۱-۵- کلیات

تخمین رطوبت خاک بوسیلهٔ مدل پیشنهادی SIMPLE براساس فرضیه‌های ساده زیر انجام پذیرفته است در مدل SIMPLE فرض بر آنست که ذخیره آب در لایه سطحی خاک بوسیلهٔ جریانات مرزی شامل نزولات جوی، تبخیر (در شرائط آیش) و تبخیر و تعرق (در شرائط تحت کشت) و همچنین زه‌آب کنترل می‌شود. تبخیر و تعرق واقعی از طریق تبخیر بالقوه و با استفاده از ضرایب تجربی استفاده می‌شود. جریانات زه‌آب با استفاده از ضرایب β به شرحی که گذشت بدست می‌آید. در روش پیشنهادی ضریب β بطور غیر مستقیم ضرایب لازم برای بدست آوردن تبخیر و تعرق را نیز در بر میگیرد. فلذا بجای بکارگیری تمامی این ضرایب در راه‌اندازی مدل تنها از تبخیر بالقوه و ضریب β استفاده می‌شود. در نتیجه ضریب β میبایستی برای شرائط آیش و تحت کشت به طور مجزا واسنجی شود.

۱-۱-۵- مزرعه Breton

تصاویر ۱ و ۲ (برای شرائط آیش) و ۳ و ۴ (برای شرائط تحت کشت) نشان دهندهٔ مقایسه بین مقادیر اندازه‌گیری شده رطوبت خاک و تشبیه شده بوسیله مدل SIMPLE در طول دو دورهٔ رشد سالهای ۱۹۹۴ و ۱۹۹۵ میباشد. ویژگی این دو دوره وجود نزولات جوی شدید (31 May - 12 Sept, 1994) و در عین حال دوره‌های غالباً خشک (6 July - 28 July, 1995) میباشد.

نتایج بدست آمده نشان میدهد که مدل SIMPLE به شایستگی توانسته است اندازه‌گیری مزرعه‌ای را تشبیه کند. ضریب زهکشی β "بدوا" براساس مقادیر اوّلیه و نهائی رطوبت خاک در دورهٔ کشت سال ۱۹۹۴ بدست آمده و همین مقدار برای سال ۱۹۹۵ بکار گرفته شد. مقادیر آماری ME و RE هم نشان میدهد که مدل SIMPLE توانست بخوبی مقادیر اندازه‌گیری شده را تشبیه کند (جدول شمارهٔ ۲).

۵-۱-۲ مزرعه Simcoe

تصویر شمارهٔ ۵ مقایسه مقادیر رطوبت خاک اندازه‌گیری شده و تشبیه شده بوسیله مدل SIMPLE را نشان می‌دهد. خاک این مزرعه بسیار درشت می‌باشد. مقادیر اندازه‌گیری شدهٔ رطوبت خاک در طول دورهٔ رشد سال ۱۹۷۸ بسیار متغیر است. در اواخر دورهٔ کشت مقادیر گزارش شدهٔ متوسط رطوبت در لایهٔ سطحی ۲۵ سانتی‌متر را کمتر از $\frac{Cm^3}{Cm^3}$ ۰/۰۳ نشان می‌دهد که این مقدار حتی از رطوبت خاک در نقطه پژمردگی نیز کمتر است. رسیدن رطوبت خاک به حد پائین‌تر از نقطه پژمردگی در حالیکه گیاه به رشد خود ادامه میدهد قابل تردید است. بر همین اساس حد پژمردگی که جزو داده‌های مدل است پائین‌تر و در حد $\frac{Cm^3}{Cm^3}$ ۰/۰۱ در نظر گرفته شده است. من حیث‌المجموع، مدل SIMPLE قادر به تشبیه مقادیر اندازه‌گیری شده بود. در اوائل دورهٔ کشت و در زمانیکه میزان بارندگی زیاد بود تخمین رطوبت خاک بوسیله مدل SIMPLE کمتر از مقادیر اندازه‌گیری شده بود ولی برای بقیه دوره کشت تخمین مدل مناسب به نظر می‌رسد. مقادیر تشبیه شده بوسیله مدل بعد از بارندگی‌های بزرگ، در مقایسه با مقادیر اندازه‌گیری شده، نشان می‌دهد که میزان تلفات واقعی آب از لایه سطحی در حد بالاتری از مقادیر بدست آمده از مدل میباشد. در اغلب مواقع متوسط رطوبت خاک در لایه سطح از حد ظرفیت زراعی پائین‌تر بود در نتیجه این نقیصه میتواند مربوط به تخمین پائین میزان تبخیر باشد و نه زه‌آب.

۵-۱-۳ مزرعه Lethbridge در آلبرتا

تصاویر ۶ و ۷ مقادیر اندازه‌گیری شده در دو دورهٔ کشت سالهای ۱۹۹۴ و ۱۹۹۵ با تشبیه‌های مدل SIMPLE را نشان می‌دهد. اندازه‌گیریها در نقاط مختلف با روشهای مختلف شخم زمین و نوع کشت بوده است. مدل SIMPLE بخوبی مقادیر اندازه‌گیری شده رطوبت خاک را در سال ۱۹۹۴ تشبیه کرده است.

جدول شمارهٔ ۱. مقادیر پارامترهای استفاده شده در مدل SIMPLE برای مزارع مختلف

Site	Breton	Lethbridge	Simcoe
$^{(1)}\theta_{sat}$	۰/۴۹	۰/۵۱	۰/۳۶
$^{(2)}\theta_{FC}$	۰/۲۶	۰/۳۲	۰/۱۶
$^{(3)}\theta_{wp}$	۰/۱۱	۰/۲۲	۰/۰۱
$^{(4)}\beta$	۱۰	۳۰	۲۵

1 - Water content at saturation or Porosity (m^3m^{-3}) (رطوبت خاک اشباع یا درصد تخلخل)

2 - Water content at field capacity or 33 KPa (m^3m^{-3}) (رطوبت خاک در حد ظرفیت مزرعه)

3 - Water content at permanent wilting point or 1500 KPa (m^3m^{-3}) (رطوبت خاک در نقطه پژمردگی)

4 - Drainage flux coefficient (mmd^{-1})(β ضریب زهکشی)

تشبیهات مدل برای سال ۱۹۹۵ بالا بنظر می‌رسد. تخمین ضریب β که از دورهٔ کشت سال ۱۹۹۴ با بارندگیهای پراکنده بدست آمده برای دورهٔ کشت سال ۱۹۹۵ با بارندگیهای زیاد باعث شده است که میزان زه‌آب تخمین کمتر باشد.

در مجموع، تطابق نتایج بدست آمده از مدل SIMPLE و مقادیر اندازه‌گیری شده نشان دهندهٔ آنست که این مدل قابل قبول برای تخمین رطوبت خاک در شرائط مختلف میباشد. در عین حال برای تخمین پارامترهای دیگر نظیر میزان تبخیر و یا تخمین جریان زه‌آب با توجه به فرضیات متعدد مدل لزوماً قابل اعتماد نیست.

جدول شمارهٔ ۲. مقایسه آماری مقادیر رطوبت خاک شبیه شده : بوسیله SIMPLE و مقادیر اندازه‌گیری شده برای مزارع مختلف

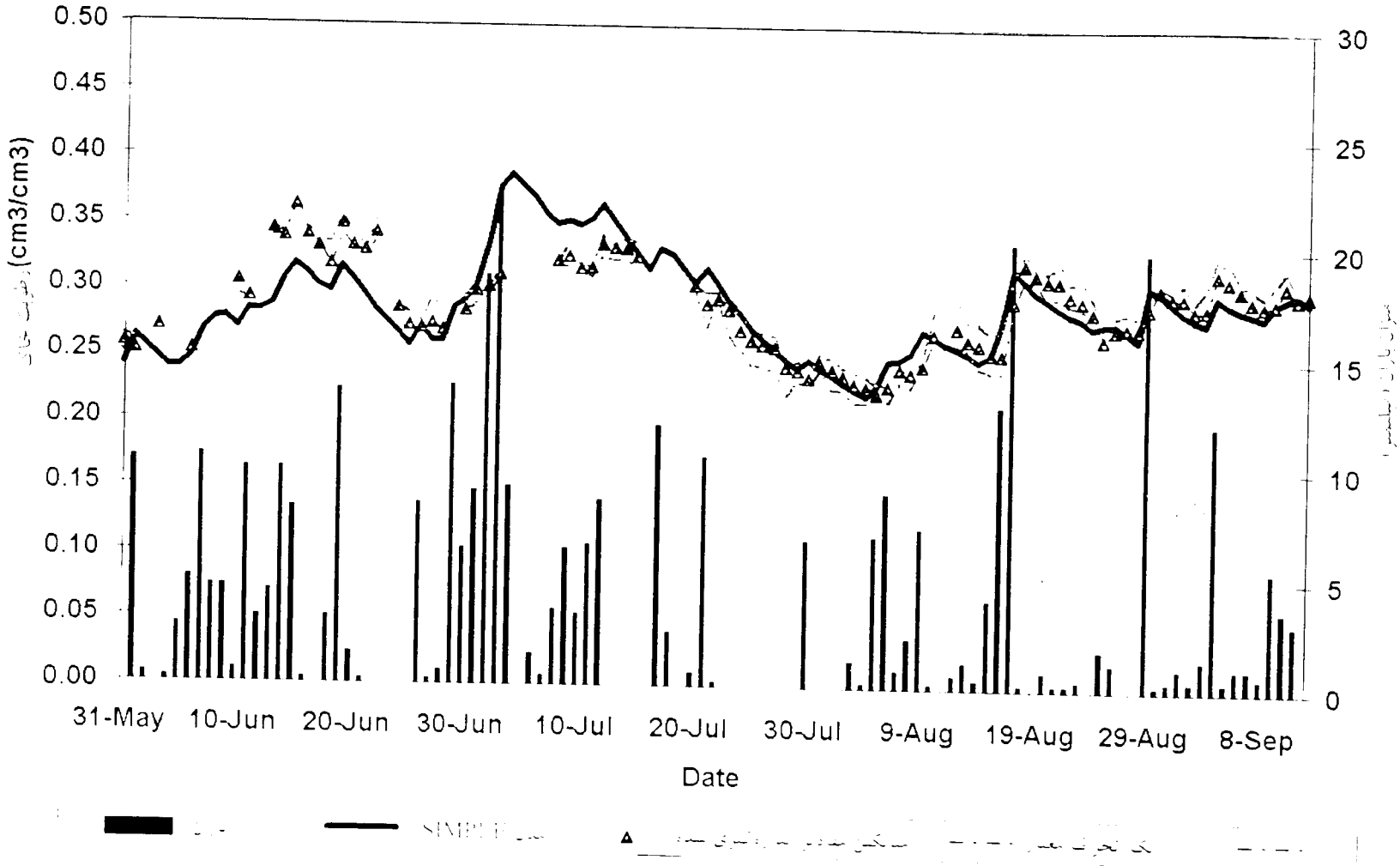
مزرعه	سال	نوع کشت	ME[1]	RE[2]	SE[3]	RSE[4]
Breton	۱۹۹۴	آیش	۰/۰۰	-۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۷
	۱۹۹۵	آیشی	۰/۰۲	-۰/۰۷	۰/۰۳	۰/۱۰
	۱۹۹۴	گندم	۰/۰۲	-۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۱۲
	۱۹۹۵	گندم	۰/۰۱	-۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۸
Lethbridge	۱۹۹۴	گندم	۰/۰۰	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۱۲
	۱۹۹۵۵	گندم	۰/۰۲	۰/۰۸	۰/۰۲	۰/۰۸
Simcoe	۱۹۷۸	دانه‌روغنی	-۰/۰۲	۰/۱۴	۰/۰۲	۰/۲۴

1 - Mean error (ME) (میانگین اختلاف)

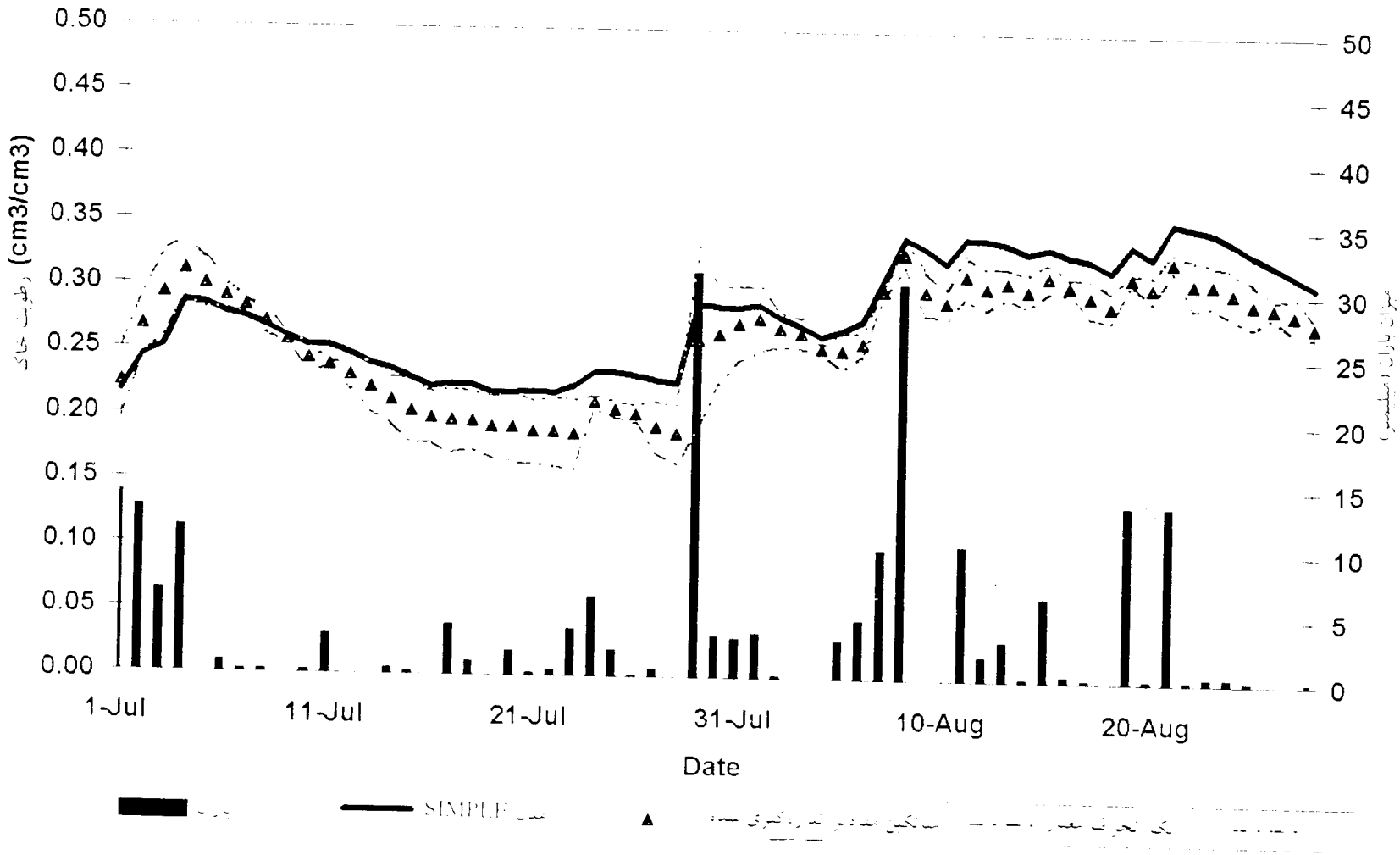
2 - Relative error (RE) (اختلاف نسبی)

3 - Standard error (SE) (اختلاف استاندارد)

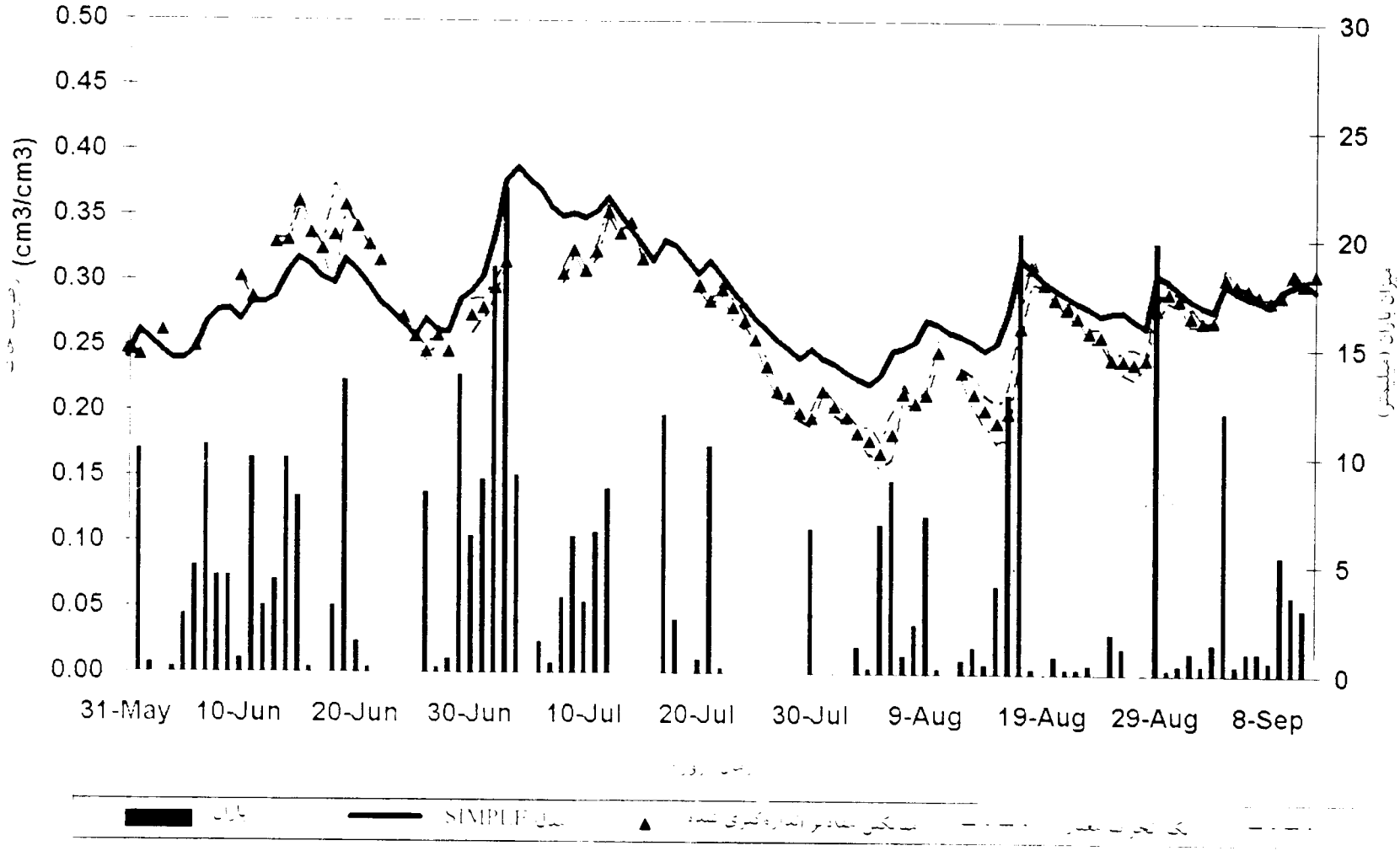
4 - Relative standard error (RSE) (اختلاف نسبی استاندارد)



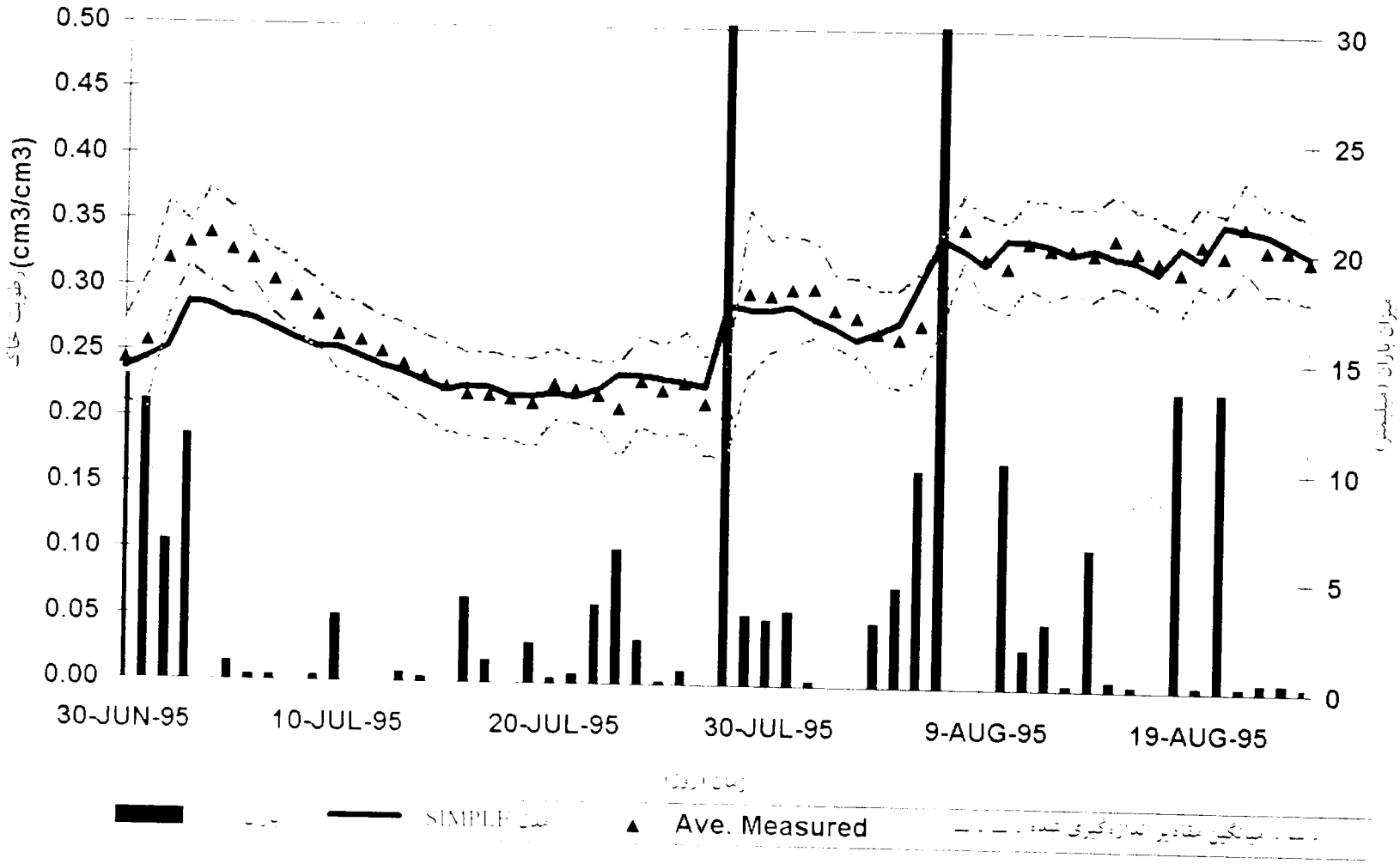
شکل ۲- مقادیر رطوبت حجمی خاک شبیه‌سازی شده با مدل SIMPLE و مقادیر اندازه‌گیری شده در مزرعه Bicton (شیر خط سبز) در طی فصل رشد ۱۹۹۴



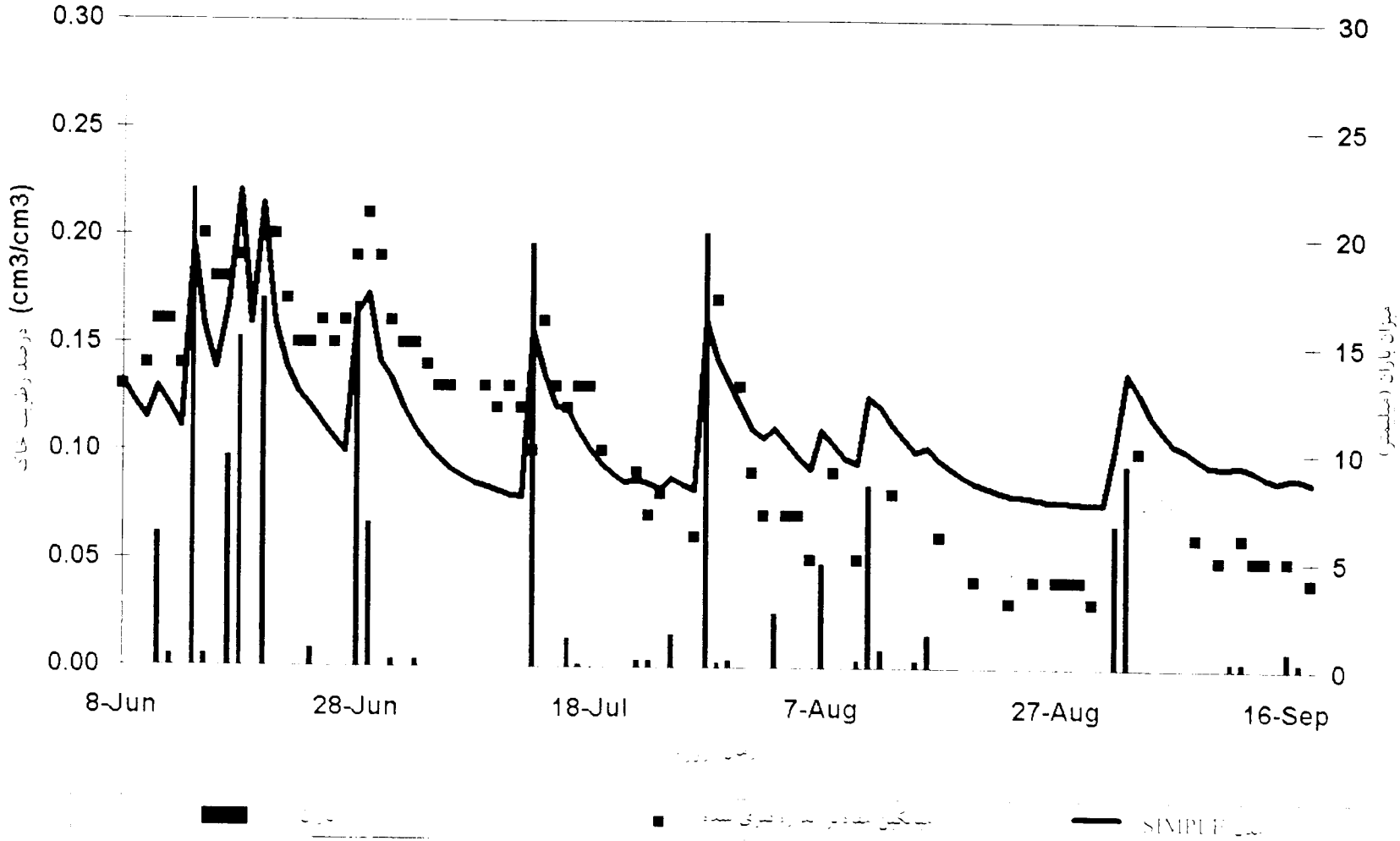
تصویر شمارهٔ ۲. مقادیر رطوبت خاک شبیه سازی شده توسط مدل SIMPLE در مقایسه با مقادیر اندازه‌گیری شده در مزرعه Bricton (شرق انگلیس) برای فصل رشد ۱۹۹۵



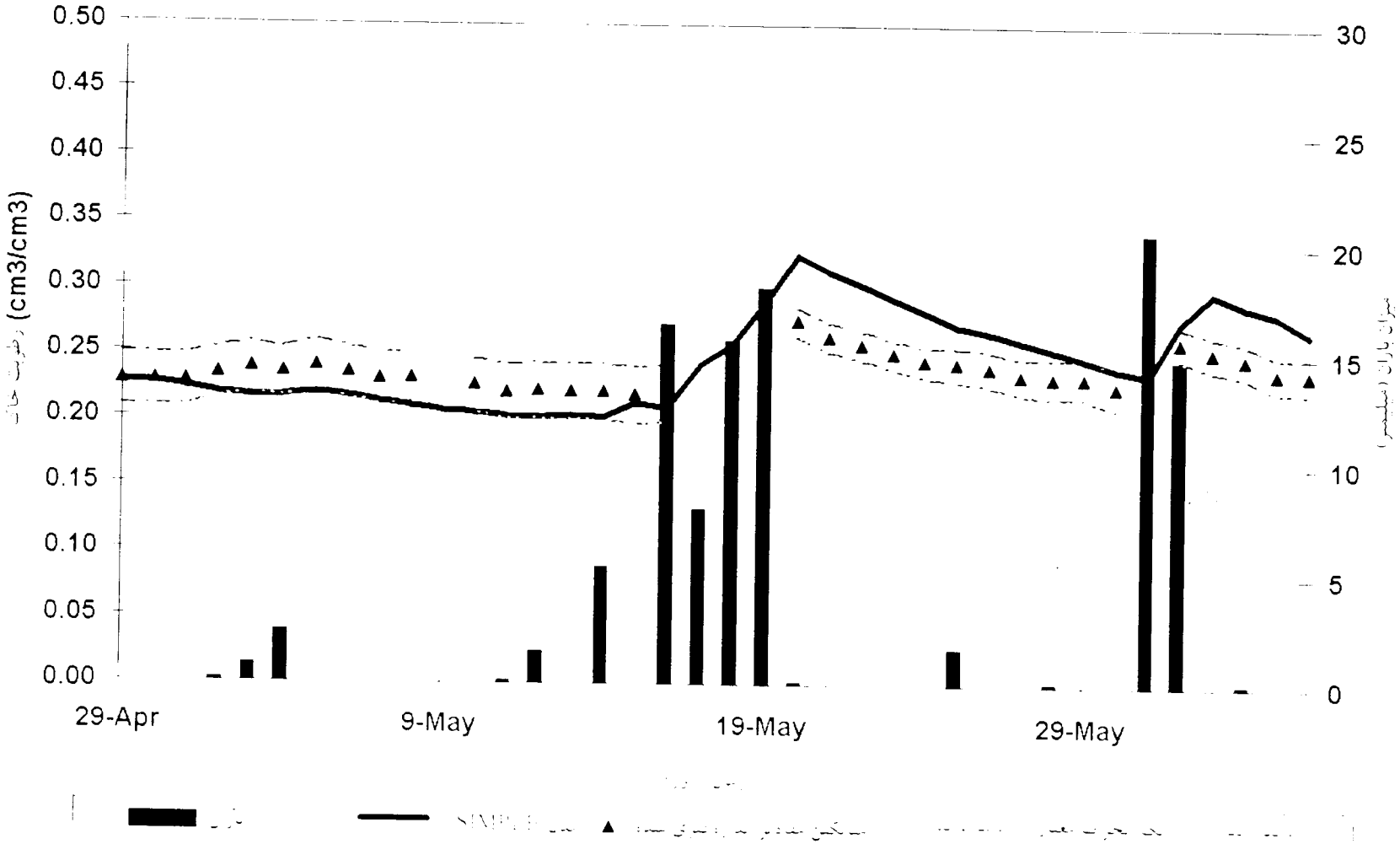
تصویر شمارهٔ ۳ مقادیر رطوبت خاک شبیه سازی شده با مدل SIMPLE و مقادیر اندازه گیری شده در مزرعه Biotron (شرایط تحت کشت) برای فصل رشد ۱۹۹۴



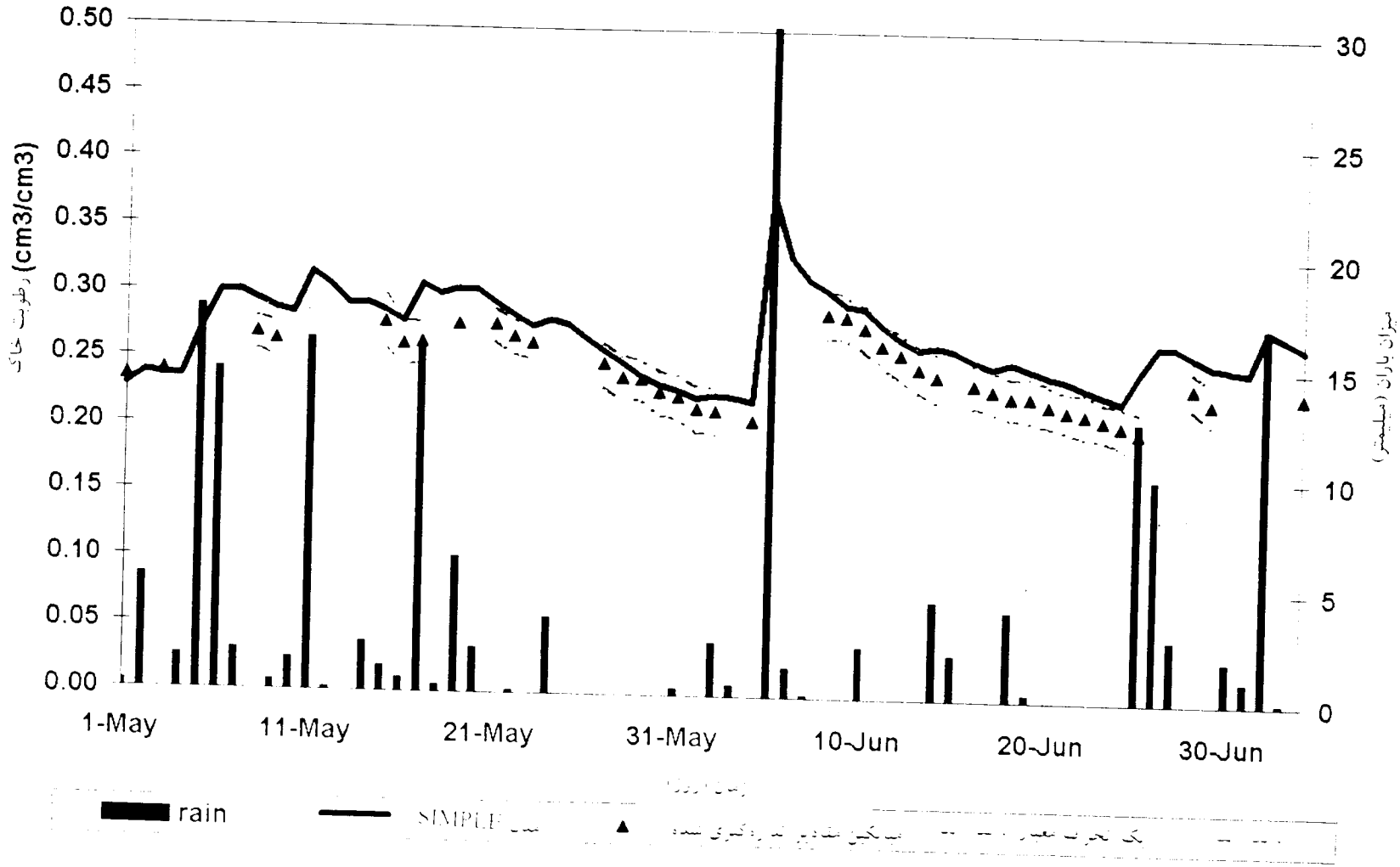
تصویر شمارهٔ ۴. مقادیر رطوبت خاک شبیه سازی شده توسط مدل SIMPLE در مقایسه با مقادیر اندازه‌گیری شده در مزرعه Bicton (شرایط تحت کشت) برای فصل رشد ۱۹۹۵



شکل شماره ۵ مقدار رطوبت خاک شبیه سازی شده توسط مدل SIMPLE در مقایسه با مقادیر اندازه گیری شده در مزرعه Simcoe (منبع: محمد حسن [illegible] ۱۹۷۸)



تصویر شماره ۶: مقادیر رطوبت خاک شبیه سازی شده با مدل SIMPLE و مقادیر اندازه گیری شده در مزرعه Lethbridge (شرط تحت کشت) برای فصل رشد ۱۹۹۴



تصویر شمارهٔ ۷ مقادیر رطوبت خاک شبیه سازی شده توسط مدل SIMPLE در مقایسه با مقادیر اندازه گیری شده در مزرعه Lethbridge (شرایط بدون کشت) برای فصل رشد ۱۹۹۵

References

Clemente, R.S., R De Jong, H.N. Hayhoe, W.D. Reynolds, and M. Hares, 1994. Testing and comparison of three unsaturated soil water flow models. Agric. Water Manage. 25:135-152.

Gabrielle, B, S. Menasseri, and S. Houot, 1995. Analysis and field evaluation of the Ceres models water balance component. Soil Sci. Soc. Am. J. 59:1403-1412.

Hillel, D.1977. Computer simulation of soil-water dynamics: A compendium of recent work. Ottawa, IDRC, 214 pp.

Jury, W. A., W. R. Gardner and W. H. Gardner, 1991. Soil Physics. John Wiley and Sons, Inc. N. Y.

Linacre, E. T., 1977. A simple formula for estimating evaporation rates in various climates, using temperature data alone. Agr. Meteorol., 18:409-424.

Sharpley, A. N. and J. R. Williams, (eds). 1990. EPIC- Erosion/ Productivity Impact Calculator: 1. Model Documentation. USDA Tech. Bul. No. 1768. 235 pp.

Yates, S. R., M. Th. Van Genuchten, and F. L. Leij, 1991. Analysis of predicted hydraulic conductivity using the RETC. In M. Th. Van Genuchten et al.(ed.) Proc. Int. Worksh. Indirect methods for estimating hydraulic properties of unsaturated soils, Riverside, CA. 11-13 Oct. 1989. Univ. of California, Riverside.

Abstract

A functional soil water budget model, SIMPLE, is developed for estimation of transient soil water. The main advantage of this model is its simplicity. This model requires only commonly available soil information i.e. water content at field capacity and wilting point, soil bulk density, and basic information on precipitation and potential evaporation. In addition, the fitting factor, β, is required as the drainage coefficient. This factor can be estimated by matching the predicted and measured water contents at the two ends of a time period. The β coefficient should be calibrated separately for fallowed or cropped fields. This value can then be used for simulation of water contents for any other time periods, for the particular soil.

The SIMPLE Model was tested against observed results for both fallowed and cropped fields for three different locations with contrasting soil and climate conditions. The model was capable of reproducing the measured water contents with reasonable accuracy. Such results are required in many studies, such as agronomic problems and irrigation system designs.

مجموعه مقالات نهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

مقاله شماره ۷

موضوع:

بررسی بهبود نفوذ پذیری در خاکهای رسی و شور در اثر خاک ورزی و افزایش مواد مالچی

تألیف:

اکبر اسماعیلی و سید فرهاد موسوی[۱]

چکیده

افزودن مواد مالچی به خاکهای مناطق خشک و نیمه خشک، که از نظر خواص فیزیکی و شیمیایی دارای مشکلاتی هستند، می تواند تأثیر به سزایی بر نفوذ پذیری، اندازه خاکدانه‌ها، ظرفیت نگهداری رطوبت و تهویه خاک داشته باشد. لذا لازم است در هر منطقه آزمایشهایی برای تعیین اثر نوع مالچ بر خاکهای مختلف انجام شود. بدین منظور، آزمایشی در سال ۱۳۷۵ در دانشگاه صنعتی اصفهان برای تعیین اثرات انواع مالچها بر روی دو نوع خاک رسی که سرعت نفوذ آب به آنها کم بود انجام شد. در این آزمایش از دو نوع خاک رسی و رسی شور و قلیا همراه با روشهای بدون خاک ورزی و خاک ورزی معمولی و شش تیمار مالچ شامل شاهد، کود حیوانی، کود کمپوست، شیرابه کمپوست، کاه و کلش گندم و یونجه خشک سبز استفاده شد که در دو نوبت به فاصله ۱۰ روز آبیاری شدند. طرح آزمایش بلوکهای کاملاً تصادفی با سه تکرار بود و در ستونهای آزمایشگاهی که بدین منظور تهیه شده بود انجام شد. سرعت نفوذ آب به داخل خاک و مقدار نفوذ تجمعی به مدت ۴ ساعت بدست آمد. سپس اطلاعات آزمایشگاهی توسط برنامه کامپیوتری GEFI برازش داده شد. نتایج نشان داد که: ۱) افزایش مالچ به خاک رسی در روش بدون خاک ورزی اثری بر سرعت نفوذ نسبت به تیمار شاهد نداشت، ۲) اضافه کردن مالچ همراه با خاک ورزی در خاک رسی باعث افزایش سرعت نفوذ نهایی به مقدار ۰/۲ الی ۰/۷ سانتیمتر در ساعت و افزایش نفوذ تجمعی آب به مقدار ۴ الی ۹ سانتیمتر در ساعت نسبت به روش بدون خاک ورزی شد، ۳) اضافه کردن مالچ همراه با خاک ورزی باعث افزایش تخلخل خاک به مقدار ۴ الی ۵/۲ در صد در خاک رسی و ۱/۷ الی ۲/۸ در صد در خاک رسی شور و قلیا و کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک به مقدار ۰/۱۱۵ الی ۰/۱۴۵ گرم بر سانتیمتر مکعب در خاک رسی و ۰/۰۵ الی ۰/۰۸

۱- کارشناس ارشد و دانشیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

گرم بر سانتیمتر مکعب در خاک رسی شور و قلیا نسبت به روش بدون خاک ورزی شد، ۴) درآبیاری دوم، اثر مالچ همراه با خاک ورزی در مقادیر سرعت نفوذ نهایی و نفوذ تجمعی نسبت به روش بدون خاک ورزی قابل ملاحظه بود، ۵) افزایش مالچ به خاک رسی شور و قلیا در روش بدون خاک ورزی باعث افزایش سرعت نفوذ نهایی به مقدار ۰/۲ الی ۰/۴ سانتیمتر در ساعت نسبت به تیمار شاهد شد، ۶) اضافه کردن مالچ همراه با خاک ورزی در خاک رسی شور و قلیا باعث افزایش سرعت نفوذ نهایی به مقدار ۰/۱ الی ۰/۲ سانتیمتر در ساعت نسبت به روش بدون خاک ورزی شد و ۷) درآبیاری دوم خاک رسی شور و قلیا، سرعت نفوذ نهایی کاهشی در حدود ۰/۲ الی ۰/۷ سانتیمتر در ساعت نسبت به آبیاری اول داشت.

مقدمه

آب و خاک مهمترین منابع طبیعی می باشند که در تأمین غذای جامعه بشری نقش اساسی ایفا می‌نمایند. با رشد روز افزون جمعیت و نیاز شدید به تولید غذای بیشتر، محققان خاکها را از نقطه نظر افزایش میزان حاصلخیزی مورد توجه قرار داده‌اند. از آنجاکه مشکل نفوذ آهسته آب به داخل خاکهای با بافت سنگین یکی از عوامل بازدارنده تولید در بخش کشاورزی به شمار می آید، باید مورد توجه بیشتری قرار گیرد. مشکل نفوذ آهسته آب به خاک معمولا به ناتوانی در تأمین آب کافی برای گیاه می انجامد. نشانه های متداول آن خشکی خاک در لایهٔ نزدیک سطح آن بعد از غرقاب شدن طولانی، تهویه ضعیف خاک، افزایش بیماریهای ریشه، پژمردگی شدید گیاه در ماههای گرم سال و کاهش محصول است. نفوذ آهسته آب می تواند باعث افزایش رواناب، فرسایش خاک و شوری آن شود. مشکل شدن آمد وشد ماشینهای کشاورزی از میان درختان به منظور سمپاشی و برداشت محصول، دشواری دیگری است که در نتیجهٔ نفوذ آهستهٔ آب (و ماندابی شدن زمین) به وجود می آید. برای بهبود نفوذ آهسته آب به داخل خاک، کاربرد مالچ و خاک ورزی قابل توصیه هستند. عوامل مؤثر در نفوذ عبارتند از : گروه هیدرولوژیکی خاک، پوشش سطح خاک، مدیریت و عوامل طبیعی [۱۴].

یکی از روشهای حفاظت خاک، ریختن بقایای محصولات زراعی مانند کاه و کلش بر روی زمین است. این عمل را مالچ پاشی می‌گویند. اصولاً مالچ (خاک پوش)به هر نوع ماده‌ای که سطح خاک را بپوشاند مانند بقایای گیاهی، تورسیمی، پارچه، مواد نفتی و غیره گفته می‌شود[۴]. طرز عمل بقایای گیاهی همانند یک سد کوچک می‌باسد که زبری سطح خاک را افزایش داده و به آب فرصت بیشتری می‌دهد تا درون خاک نفوذ کرده و در نتیجه جریان روان آب کاهش یابد. نگهداری بقایای گیاهی در سطح خاک سرعت جریان هرزآب را حتی در سطوح شیبدار نیز کاهش می‌دهد [۶]. مالچ آثار مخرب قطرات باران را کاهش می‌دهد و مانع متراکم شدن سطح خاک می‌گردد. مالچ ماده آلی خاک را افزایش می‌دهد و میزان تبخیر را کم می‌کند.

گیلی و همکاران [۱۲] اثرات مقادیر مختلف باقیمانده ذرت (صفر تا ۱۳/۴۵ تن در هکتار) را بر فرسایش و رواناب در جنوب غربی آیوا با استفاده از باران ساز مصنوعی مورد مطالعه قرار دادند. با افزایش کاربرد باقیمانده ذرت، مقدار رواناب،غلظت رسوب و تلفات خاک کاهش محسوسی داشت که به خاطر نفوذ آب بود.

تیندال و همکاران [۲۳] اثر مالچ پلاستیک مشبک سیاه و کاه و آبیاری میکرو را روی خواص خاک و رشد گوجه فرنگی مورد بررسی قرار دادند. بدین ترتیب که از سه تیمار بدون آبیاری (شاهد)، آبیاری هر روز یکبار و دوبار آبیاری درهفته استفاده کردند و سپس اثر دونوع مالچ را با یکدیگر مقایسه نمودند. نتایج نشان داد که

مالچ کاه نفوذپذیری بیشتر و تبخیر سطحی و جرم مخصوص ظاهری کمتری نسبت به مالچ پلاستیک داشت.

بقایای گیاهی در سطح خاک و مخصوصاً بدون عملیات خاک ورزی شدیداً سبب کاهش تشکیل سله در سطح خاک می‌شود. در یک آزمایش نشان داده شد که میزان نفوذپذیری واقعی آب در خاک ضمن یک رگبار شدید به علت انسداد منافذ سطح خاک در یک کرت آزمایشی بدون بقایای گیاهی پائین بود [۶].

کوشی و فرایریر [۱۳] با کاربرد مالچ پوسته غوزه پنبه بر روی یک خاک لومی، موجب افزایش قابل توجه ذخیره آب گردیدند. افزایش مالچ موجب بهبود راندمان ذخیره آب نسبت به تیمار شاهد گردید.

ردینگر و همکاران [۲۱] اندازه‌گیری شدت نفوذ در شبکه شکافهای مالچ داده شده و مدل سازی عددی آنها را در زمینهایی که به دلیل یخ زدگی و سنگین بودن بافت، نفوذآنها کم بود انجام دادند. نتایج نشان داد که استفاده از شبکه های مالچ داده شده باعث افزایش نفوذپذیری و کاهش رواناب و فرسایش خواهد شد.

ماده آلی مهمترین عامل پایداری برای خاکدانه ها به شمار می‌رود. همان گونه که کارهای پژوهشی بویل و همکاران [۱۱] و مارتنز و فرانکن برگر [۱۵] نشان می‌دهد، هنگامی که ماده آلی خاک افزایش می‌یابد تخلخل زیادتر شده، خاکدانه ها پایدارتر و نفوذ آب بهتر شده است.

مصرف کود دامی و کود سبز به عنوان مالچ در افزایش نفوذپذیری مؤثر است [۲]. مقدار مصرف کود دامی نسبت به نوع زمین، نوع محصول، هزینه کود ونوع کود دامی متغیر است. غالباً ۷۵ تا ۱۰۰ تن در هکتار کود، خصوصاً از نوع کود گاوی کاهدار، زیاده از حد نمی‌باشد[۸]. یک بررسی ۹ ساله در مورد کاربرد زیاد کود دامی بر خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک در مرکز پژوهشی براولی ایالت کالیفرنیا نشان داده است که همبستگی مستقیمی میان مقدار ماده آلی یک خاک رسی سیلتی و سرعت نفوذ آن وجود دارد. افزایش کود سرعت نفوذ را در خلال فصل رشد افزایش داد، لیکن بعداز برداشت محصول بی تأثیر بود [۱۷].

مارتنزو فرانکن برگر [۱۵] سرعت نفوذ یک خاک لومی را با کاربرد کود مرغی، لجن فاضلاب، کاه جو و یونجه اصلاح کردند. برای افزایش نفوذ تجمعی آب، کارآیی کاه جو، یونجه ولجن فاضلاب نسبت به افزایش کود مرغی یا تیمار شاهد بیشتر بوده است. مباگو [۱۶] مطالعه‌ای جهت حداقل کردن نسبت مالچ کاه برای بهینه کردن شرایط فیزیکی خاک تا عمق ۲۰ سانتیمتری انجام داد. از این آزمایشها معلوم شد که ۲ تن در هکتار مالچ از بقایای گیاه ذرت بهترین نتیجه را برای اصلاح خاک می‌دهد.

خاک ورزی (شخم) بر انسداد سطحی و سله تاثیر می‌گذارد. زوزل و همکاران [۲۴] نشان دادندکه خاکی که با سه نوع گاوآهن پنجه غازی، دیسک عمیق و گاوآهن برگردان دار خاک ورزی شده ناحیه فشرده‌ای به ضخامت ۲۵ تا ۶۰ سانتیمتر داشته است. خاک ورزی کم عمق برای کاهش دشواری نفوذ آهسته آب که توسط سله با فشردگی به وجود آمده موثراست. لیکن فشردگی خاک را نیز افزایش می‌دهد و از این رو گاهی خاک ورزی عمیق ضروری است [۳].

موندرا و فین [۲۰] اثرات تیمارهای مختلف خاک ورزی بر نفوذ را با استفاده از یک باران ساز مصنوعی و ایجاد ۵ باران به مدت ۱۵۰ دقیقه در هر ۲۴ ساعت و با شدت ۷۰ میلی متر در ساعت بررسی نمودند. نتایج نشان داد که خاک ورزی موجب افزایش نفوذ شد.

نقش شخم در افزایش نفوذپذیری و درنتیجه کاهش فرسایش بر حسب نوع خاک متفاوت است. این نقش در خاکهای رسی کم است زیراکه این خاکها، به ویژه اگر خیس باشند، به سادگی خرد نمی‌شوند. اثر شخم در افزایش نفوذپذیری خاک به میزان رطوبت موجود در آن نیز بستگی دارد. شخم اگر دررطوبت متوسط خاک

انجام گیرد بهترین شرایط فیزیکی را ایجاد می‌کند و نفوذپذیری را افزایش می‌دهد[۱۲].

روت و همکاران [۲۲] اثرات مالچ و سیستم های خاک ورزی را بر روی نفوذ پذیری و دیگر خواص فیزیکی خاک در پارانای برزیل بر روی خاکهای Oxisol موردبررسی قرار دادند. این مطالعه طی ۷ سال با سیستم های بدون خاک ورزی، کم خاک ورزی و خاک ورزی مرسوم با مقادیر ۰، ۱، ۲، ۳، ۴، ۶ و ۸ تن در هکتار از بقایای گیاه سویا انجام شد. نتایج نشان داد که بعد از هفت سال سیستم های مختلف خاک ورزی اختلاف معنی داری در وزن مخصوص ظاهری و منافذ خاک داشتند. سیستم بدون خاک ورزی دارای جرم مخصوص ظاهری بالایی در لایه سطحی خاک بود وخاک ورزی مرسوم و کم خاک ورزی دارای وزن مخصوص ظاهری کمتری بودند (به ترتیب ۱/۰۶، ۰/۹۹ و ۰/۹۷ گرم بر سانتیمتر مکعب). در عمق ۲۰ تا ۳۰ سانتیمتر، این سیستم های خاک ورزی دارای جرم مخصوص ظاهری ۱/۱۲، ۱/۲۲ و ۱/۱۳ گرم بر سانتیمتر مکعب بودند. در عمق ۷۰ تا ۸۰ سانتیمتری، جرم مخصوص ها در حد ۰/۹۳ گرم بر سانتیمتر مکعب بود.

میک و همکاران [۱۸ و ۱۹] گزارش کرده‌اند که حذف رفت وآمد در مزرعه یونجه به کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک و دو برابر شدن سرعت نفوذ آب انجامیده است.

در پژوهش حاضر، اثرات مدیریت مواد مالچی با خاک ورزی و بدون خاک ورزی بر نفوذ پذیری خاکهای سنگین رسی منطقه لورک نجف آباد و خاکهای سنگین رسی شور منطقه رودشت اصفهان بررسی می‌شود.

مواد و روشها

موقعیت و اقلیم مناطق لورک و رودشت اصفهان به قرار زیر می باشد :

۱- لورک نجف آباد:ایستگاه تحقیقاتی-آموزشی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان واقع در ۴۰ کیلومتری جنوب غرب اصفهان مساحتی برابر ۱۰۴ هکتار دارد. ایستگاه مزبور در عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۳۲ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۲۳ دقیقه شرقی واقع شده است. ارتفاع آن از سطح دریا ۱۶۳۰ متر و طبق تقسیم بندی کوپن دارای اقلیم نیمه خشک با تابستانهای خنک و خشک می‌باشد. متوسط بارندگی و درجه حرارت سالانه منطقه به ترتیب ۱۴۰ میلیمتر و ۱۴/۵ درجه سانتیگراد است [۷].

۲- رودشت‌اصفهان: ایستگاه مرکزتحقیقات کشاورزی استان اصفهان در فاصله ۶۵ کیلومتری شرق اصفهان واقع شده است. منطقهٔ رودشت بین ۴۰ تا ۱۲۰ کیلومتری شرق اصفهان و در دو طرف زاینده رود قرار گرفته است. طول منطقهٔ رودشت بطور متوسط ۶۰ کیلومتر و عرض آن ۸ کیلومتر می باشد. ارتفاع منطقه از سطح دریا حدود ۱۴۵۰ متر و مساحت آن ۵۰ تا ۶۰ هزار هکتار است. بطور کلی، منطقه دارای تابستانهای گرم و زمستانهای سرد بوده و باتوجه به مقدار متوسط بارندگی سالانه ۶۷/۵ میلیمتر، این منطقه جزء مناطق خشک محسوب می شود. متوسط درجه حرارت سالانه ۱۴/۸ درجه سانتیگراد می باشد [۹].

در این تحقیق، خصوصیات خاک از قبیل بافت، جرم مخصوص ظاهری، تخلخل، رطوبت وزنی، pH گل اشباع، EC و مواد آلی اندازه گیری شد. برای اندازه گیری سرعت نفوذ نهایی و نفوذ تجمعی از استوانه هایی به قطر ۴۰ سانتیمتر و ارتفاع ۱۲۰ سانتیمتر استفاده شد. در این صورت، می توان حدود ۸۰ سانتیمتر خاک در آن ریخت و بقیه فضا را برای آب، مالچ و زهکشی ستون اختصاص داد.

تیمارهای استفاده از مالچ و مقدار آن در این تحقیق به صورت زیر می باشد :

۱- تیمار بدون مالچ (شاهد)
۲- کود حیوانی تازه به میزان ۷۵ تن در هکتار که از گاوداریهای مدرن تهیه شد.
۳- کود کمپوست خشک به میزان ۷۵ تن در هکتار که از کارخانه کود کمپوست اصفهان تهیه شد.
۴- شیرابه کمپوست به میزان ۷۵ تن در هکتار که از کارخانه کود کمپوست اصفهان تهیه شد.
۵- کاه و کلش گندم به میزان ۲ تن در هکتار که از بقایای مزرعه گندم دانشگاه صنعتی اصفهان بدست آمد.
۶- یونجه خشک سبز به مقدار ۲ تن در هکتار.

دو نوع روش خاک ورزی به کار گرفته شد: ۱) بدون خاک ورزی و ۲) خاک ورزی معمولی. مواد مالچی بدون هیچ گونه تغییری بصورت اولیه به ضخامت ۱/۵ سانتیمتر برای کود حیوانی و کود کمپوست و برای کاه و یونجه به ضخامت ۰/۵ سانتیمتر در روش بدون خاک ورزی روی سطح خاک قرار داده شد. در روش خاک ورزی معمولی، مالچها با بیلچه باغبانی تا عمق ۲۰ سانتیمتری با خاک داخل ستونها مخلوط گردیدند.

خاک منطقه لورک به عنوان خاک رسی با سرعت نفوذ نهایی حدود ۱/۳ سانتیمتر در ساعت و خاک رودشت به عنوان خاک رسی شور با سرعت نفوذ نهایی حدود ۰/۸۶ سانتیمتر در ساعت انتخاب شدند.

در این مطالعه، انتهای ستونها بوسیله توری فلزی و شن درشت جهت نگهداری خاک، خروج هوا و زه‌آب مسدود شد. خاک مورد آزمایش بصورت لایه های ۲۰ سانتیمتری تا عمق ۸۰ سانتیمتر از زمین اصلی به محل آزمایش آورده شد. با داشتن جرم مخصوص ظاهری خاک و حجم ستون، وزن خاک برای هر لایه محاسبه و داخل ستون ریخته شد تابه حجم واقعی که در زمین اشغال کرده بود برسد. این کار برای هر لایه از خاک تکرار شد. مالچ مورد نظر هم به آن اضافه گردید. با قرار دادن حدود ۱۸ سانتیمتر آب بر روی سطح خاک، نفوذ آب با گذشت زمان و برای مدت ۴ ساعت ادامه یافت. با گذشت ۱۰ روز از اولین آب اضافه شده و نشست طبیعی خاک، تخلخل و رطوبت آن تا عمق ۶۰ سانتیمتری تعیین شد. سپس آبیاری دوم در ستونها انجام گرفت و مجدداً مقدار نفوذ به روش فوق‌الذکر اندازه‌گیری شد.

طرح آماری این آزمایش فاکتوریل ۶×۲ کاملاتصادفی می باشد که فاکتور اوّل خاک ورزی در دوتیمار و فاکتور دوّم مواد مالچی در ۶ تیمار می باشد. در ضمن جهت تجزیه و تحلیل آماری از برنامه های کامپیوتری SAS و Mstatc استفاده شده است.

با استفاده از مدل سینگ ویو [۱۰] سرعت نفوذ آب به خاک برای خاکهای لورک و رودشت مورد مطالعه قرار گرفت. این محققین ستونی از خاک را با سطح مقطع واحد در نظر گرفته اند که آب به آن با سرعت $f(t)$ نفوذ کرده و با سرعت $f_s(t)$ از آن خارج می شود. فضای اولیه برای ذخیره رطوبت (S_0) برابر عمق خاک ضربدر تخلخل مؤثر و فضای بالقوه برای ذخیره رطوبت در زمان t برابر $S(t)$ خواهد بود. بر پایه بررسی مدلهای مختلف نفوذ و یک سری تحلیلهای ریاضی، معادله عمومی نفوذ به فرم زیر پیشنهاد شده که تمام هفت مدل مشهور نفوذ حالت خاصی از آن می باشد:

$$f(t) - f_s(t) = \frac{a\left[S(t)\right]^m}{\left[S_0 - S(t)\right]^n} \qquad (۱)$$

$$f_s(t) \le f_c \qquad (۲)$$

که :

t = زمان

f_c = سرعت نفوذ نهایی

m ,a و n= ضرایب ثابت مثبت

یک برنامه کامپیوتری به نام GEFI به زبان فرترن برای محاسبه پارامترهای a، m، n، تابع هدف، خطای متوسط و سرعت نفوذ نهایی آب به خاک توسط موسوی و مصطفی زاده [۱۰] نوشته شده است. این برنامه دارای یک فایل اطلاعات ورودی و سه فایل اطلاعات خروجی است. با استفاده از خروجی این برنامه و همچنین نرم افزار coplot، اطلاعات آزمایشگاهی سرعت نفوذ برازش داده شده است.

نتایج و بحث

برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاکهای لورک و رودشت در جداول (۱) و (۲) ارایه شده‌است. همانگونه که از این دو جدول دیده می‌شود، بافت سطحی خاکها سبک تر از لایه‌های تحتانی است. شوری خاک لورک بسیار کم و شوری خاک رودشت (بخصوص در لایه سطحی) بسیار زیاد است. مقدار SAR در عمقهای ۲۰-۰، ۴۰-۲۰، ۶۰-۴۰ و ۸۰-۶۰ سانتیمتری خاک رودشت به ترتیب برابر با۸۸، ۳۲، ۱۶/۵ و ۱۰/۸ می باشد. میزان تخلخل خاک رودشت بیشتر از خاک لورک است ولی رطوبت اولیه آنها تفاوت زیادی ندارد و در حد نسبتاً خشک می‌باشند. چون کیفیت آب به کار برده شده برای آزمایشهای نفوذ مهم است ذکر کیفیت آن ضروری می باشد. آب به کار برده شده در این آزمایشها دارای متوسط PH=۷/۷، Ec=۰/۷۵ دسی زیمنس بر متر و SAR=۱/۶ بود. در مدت آزمایش ،PH، ECو SAR آب رودخانه در نزدیکی لورک ۷/۷، ۰/۵۷ و ۰/۹۵ و در ایستگاه رودشت به ترتیب ۷/۱۷، ۲/۷۶ و ۴/۹۶ بود.

ارقام اندازه گیری شده نفوذ آب به خاک (با استفاده از استوانه‌های نفوذ سنج) بررسی گردید و سرعت نفوذ آب به خاک برای تمام مدت آزمایش محاسبه شد. مدل کامپیوتری GEFI برای محاسبه پارامترهای n,m,a، تابع هدف، خطای متوسط و همچنین سرعت نفوذ نهایی مورد استفاده قرار گرفت. نمونه ای از نتایج حاصل از این مدل و اطلاعات آزمایشگاهی درشکلهای (۱) و (۲) رسم شده است. همانگونه که در این شکلها ملاحظه می‌شود، مدل مورد استفاده توانسته ارقام اندازه‌گیری شده سرعت نفوذ را برای تیمارهای مالچ،در هر دو روش بدون خاک ورزی و خاک ورزی معمولی به خوبی برازش دهد. از مقایسه ارقام ارایه شده در جداول (۳)و (۴) می‌توان نتیجه گرفت که به طور کلی، درخاکهای رسی، خاک ورزی معمولی اثرات محسوسی بر جرم مخصوص ظاهری خاک، تخلخل، فضای اولیه خالی خاک برای ذخیره رطوبت، فضای نهایی خالی خاک برای ذخیره رطوبت، نفوذ تجمعی و سرعت نفوذ نهایی دارد.

نتایج حاصل از آزمون میانگین‌های نفوذ تجمعی و سرعت نفوذ نهایی در جدول (۵) ارایه شده است. باتوجه به این جدول می‌توان نتیجه گرفت که خاک ورزی در مقدار نفوذ تجمعی موثر بوده و آن را بطور چشمگیری افزایش داده‌است. علت آن افزایش در تخلخل خاک، کاهش جرم مخصوص ظاهری و زبرشدن سطح خاک در اثر عمل خاک ورزی می‌باشد. مقدار نفوذ تجمعی برای تیمارهای کود حیوانی و کود کمپوست نتیجه بهتری نسبت به شاهد، کاه و یونجه دارد. افزایش فوق الذکر در تیمار شیرابه کمپوست در اثر ترک و

جدول ۱- خصوصیات خاک لورک

کلاس بافت لایه‌های خاک		بافت خاک			خصوصیات فیزیکی و شیمیایی					
عمق خاک (سانتیمتر)	کلاس بافت خاک	ماسه (٪)	سیلت (٪)	رس (٪)	جرم‌مخصوص ظاهری (g/cm۳)	تخلخل کل (٪)	رطوبت اولیه (٪)	مواد آلی (٪)	EC_e^* (ds/m)	pH_e^{**}
۰-۲۰	لوم (L)	۲۴	۵۰	۲۶	۱/۵۱۵	۴۲/۸	۷/۹۲	۲/۱۸	۳/۶	۷/۴
۲۰-۴۰	لوم رسی سیلتی (SiCL)	۱۵	۵۵	۳۰	۱/۶۸	۳۵/۳	۱۰	۱/۳۸	۱/۷۴	۷/۶
۴۰-۶۰	لوم رسی سیلتی (SiCL)	۵	۶۵	۳۰	۱/۶۶	۳۶/۱۵	۱۲/۸	۰/۷۴	۱/۲	۷/۷
۶۰-۸۰	لوم رسی سیلتی (SiCL)	۳	۶۸	۲۹	۱/۶۸	۳۵/۳	۱۳/۹	۰/۳۲	۱/۷	۷/۲

* هدایت الکتریکی عصاره گل اشباع

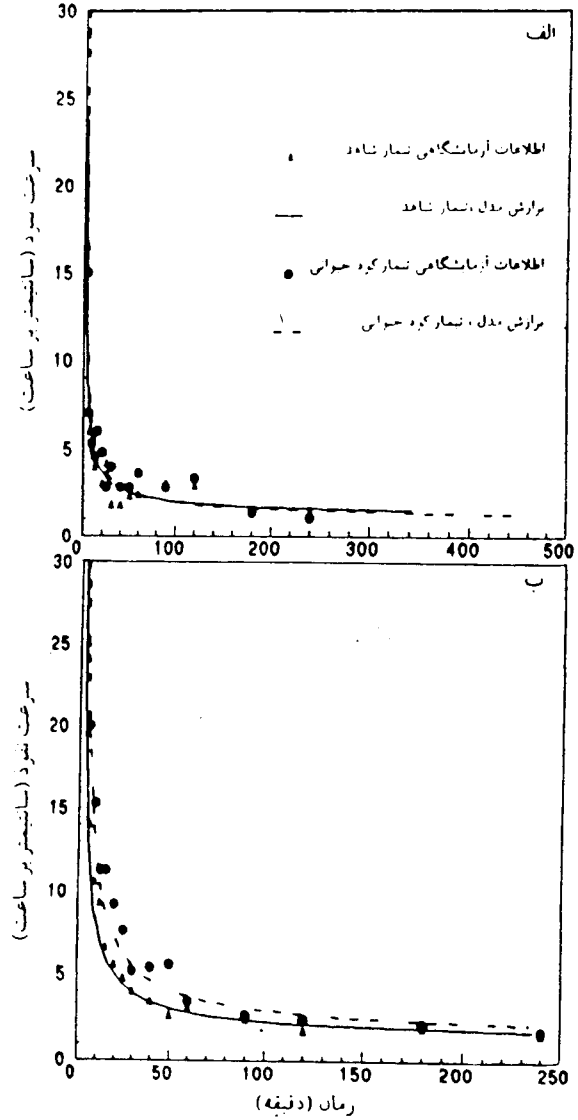
** پ - هاش گل اشباع

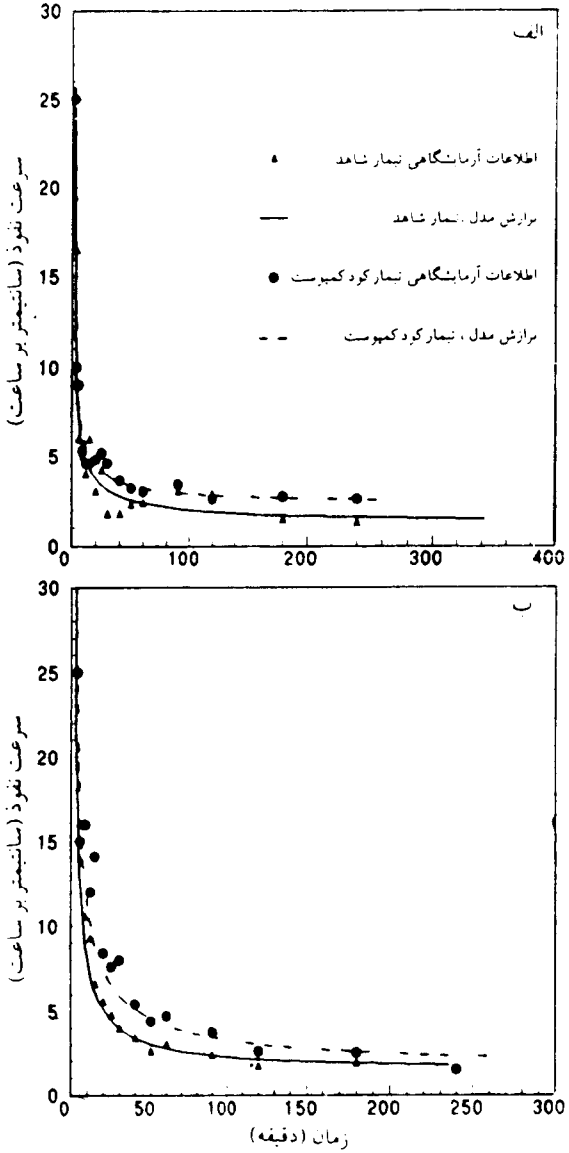
جدول ۲- خصوصیات خاک رودشت

کلاس بافت لایه‌های خاک		بافت خاک			خصوصیات فیزیکی و شیمیایی					
عمق خاک (سانتیمتر)	کلاس بافت خاک	ماسه (٪)	سیلت (٪)	رس (٪)	جرم‌مخصوص ظاهری (g/cm۳)	تخلخل کل (٪)	رطوبت اولیه (٪)	مواد آلی (٪)	EC_e* (ds/m)	pH_e**
۰-۲۰	لوم سیلتی (SiL)	۸	۷۸	۱۴	۱/۱۳	۵۷/۳	/۹۹	۱/۲	۶۷/۵	۷/۳
۲۰-۴۰	لوم‌رسی سیلتی (SiCL)	۷	۵۵	۳۸	۱/۴۳	۴۵	۱۲/۳۶	۰/۸	۲۹/۹	۷/۷
۴۰-۶۰	رس سیلتی (SiC)	۲	۵۲	۴۶	۱/۵۲	۴۱/۵	۱۰/۶۶	۱/۲۹	۱۳/۷	۷/۴
۶۰-۸۰	رس سیلتی (SiC)	۷	۴۵	۴۸	۱/۷۱	۴۳/۲	۱۷/۷	۱/۲۹	۷/۸	۷/۷

* هدایت الکتریکی عصاره گل اشباع

** پ - هاش گل اشباع


الف
اطلاعات آزمایشگاهی تیمار شاهد
برازش مدل ، تیمار شاهد
اطلاعات آزمایشگاهی تیمار کود حیوانی
برازش مدل ، تیمار کود حیوانی
سرعت نفوذ (سانتیمتر بر ساعت)
ب
سرعت نفوذ (سانتیمتر بر ساعت)
زمان (دقیقه)


الف
اطلاعات آزمایشگاهی تیمار شاهد
برازش مدل ، تیمار شاهد
اطلاعات آزمایشگاهی تیمار کود کمپوست
برازش مدل ، تیمار کود کمپوست
سرعت نفوذ (سانتیمتر بر ساعت)
ب
سرعت نفوذ (سانتیمتر بر ساعت)
زمان (دقیقه)

جدول ۳- مشخصات فیزیکی و مقادیر نفوذ آب در تیمارهای مالچ بدون خاک ورزی (آبیاری اوّل، خاک لورک)

مشخصات فیزیکی خاک / تیمار	جرم مخصوص ظاهری (gr/cm۳)	رطوبت اوّلیه وزنی (٪)	تخلخل کل (٪)	فضای اوّلیه خالی cm	فضای نهایی خالی cm	نفوذ تجمعی (cm)	سرعت نفوذ نهایی (cm/hr)
شاهد	۱/۵۱۵	۷/۹۲	۴۲/۸	۲۷/۹۲	۲۱/۵۶	۹/۳۵	۱/۱۰۰
کودحیوانی	۱/۵۱۵	۷/۹۲	۴۲/۸	۲۷/۹۲	۱۹/۷۴	۱۰/۴۳	۰/۹۳۱
کودکمپوست	۱/۵۱۵	۷/۹۲	۴۲/۸	۲۷/۹۲	۲۲/۷۱	۱۲/۱	۲/۱۸۵
شیرابه‌کمپوست	۱/۵۱۵	۷/۹۲	۴۲/۸	۲۷/۹۲	۲۲/۵۰	۱۳/۷۲	۰/۹۳۱
کاه وکلش گندم	۱/۵۱۵	۷/۹۲	۴۲/۸	۲۷/۹۲	۲۱/۳۱	۱۰/۴	۱/۲۰۰
یونجه‌خشک‌سبز	۱/۵۱	۷/۹۲	۴۲/۸	۲۷/۹۲	۱۸/۰۲	۸/۲۶	۱/۲۳۰

جدول ۴- مشخصات فیزیکی و مقادیر نفوذ آب در تیمارهای مالچ همراه با خاک ورزی معمولی (آبیاری اوّل ،خاک لورک)

مشخصات فیزیکی خاک / تیمار	جرم مخصوص ظاهری (gr/cm۳)	رطوبت اوّلیه وزنی (٪)	تخلخل کل (٪)	فضای اوّلیه خالی (cm)	فضای نهایی خالی (cm)	نفوذ تجمعی (cm)	سرعت نفوذ نهایی (cm/hr)
شاهد	۱/۴	۷/۹۲	۴۶/۸	۳۱/۱۲	۲۰/۶	۱۳/۸	۱/۳۳۰
کودحیوانی	۱/۳۷	۷/۹۲	۴۸	۳۲/۰۸	۱۷/۱۶	۱۷/۶	۱/۵۲۰
کودکمپوست	۱/۳۷	۷/۹۲	۴۸	۳۲/۰۸	۱۹/۱۷	۱۶	۱/۳۳۰
شیرابه‌کمپوست	۱/۴	۷/۹۲	۴۶/۸	۳۱/۱۲	۱۸/۶۳	۱۷/۰۶	۱/۷۱
کاه‌وکلش‌گندم	۱/۳۹	۷/۹۲	۴۸	۳۲/۰۸	۱۹/۹۴	۱۵/۲۶	۱/۶۱۵
یونجه‌خشک‌سبز	۱/۳۹	۷/۹۲	۴۷/۳	۳۱/۵۲	۲۰/۸۲	۱۶/۱	۱/۹۹۵

شکافهایی می‌باشد که پس از مصرف این مالچ در سیستم بدون خاک ورزی و ایجاد کلوخه‌های بزرگ پس از عمل شخم در سیستم با خاک ورزی معمولی در خاک بوجود آمده است و یا اینکه چون شیرابه کمپوست

جدول ۵- نتایج مقایسه میانگین های* نفوذ تجمعی و سرعت نفوذ نهایی در تیمارهای خاک ورزی و مالچ و اثر متقابل آنها (آبیاری اوّل، خاک لورک)

عوامل / تیمار	نفوذ تجمعی(سانتیمتر)			سرعت نفوذ نهایی (سانتیمتر بر ساعت)		
	بدون خاک ورزی	خاک ورزی معمولی	میانگین	بدون خاک ورزی	خاک ورزی معمولی	میانگین
شاهد	۹/۳۵ d	۱۳/۸۰ abc	۱۱/۵۸ c	۱/۳۰ cd	۱/۶۶ bcd	۱/۴۸ b
کودحیوانی	۱۰/۴۳ cd	۱۷/۶۰ a	۱۴/۰۲ ab	۱/۰۳ d	۱/۷۳ abcd	۱/۳۸b
کودکمپوست	۱۲/۱ bcd	۱۶/۰۰ ab	۱۴/۰۵ ab	۲/۶۳ a	۱/۵۶ bcd	۲/۱۰ a
شیرابه‌کمپوست	۱۳/۷۲ abc	۱۷/۰۶ a	۱۵/۴۰ a	۱/۶۶ bcd	۱/۹۳ abcd	۱/۸۰ b
کاه‌وکلش‌گندم	۱۰/۴ d	۱۵/۲۶ ab	۱۲/۸۳ bc	۱/۶۶ bcd	۱/۹۶ abc	۱/۸۲ ab
یونجه‌خشک‌سبز	۸/۲۶ d	۱۶/۱۰ ab	۱۲/۱۸ bc	۱/۶۶ bcd	۲/۲۶ ab	۱/۹۷ a
میانگین‌تیمارها	۱۰/۷۱ b	۱۵/۹۷ a		۱/۶۶ a	۱/۸۵ a	

* میانگین ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شده‌اند و در هر ستون مربوط به تیمارهای مالچ تفاوت بین هر دو میانگین که دارای حداقل یک حرف مشترک باشند از لحاظ آماری معنی دار نیست.

جدول ۶- نتایج مقایسه میانگین های نفوذ تجمعی و سرعت نفوذ نهایی در تیمارهای خاک ورزی و مالچ و اثر متقابل آنها (آبیاری دوّم، خاک لورک)

عوامل / تیمار	نفوذ تجمعی(سانتیمتر)			سرعت نفوذ نهائی(سانتیمتر بر ساعت)		
	بدون خاک ورزی	خاک ورزی معمولی	میانگین	بدون خاک ورزی	خاک ورزی معمولی	میانگین
شاهد	۹/۶۳ cd	۱۴/۵۰ ab	۱۲/۰۷ bc	۱/۷۰ ab	۲/۰۰ ab	۱/۸۵ ab
کودحیوانی	۱۴/۷۳ ab	۱۵/۸۰ ab	۱۵/۲۷ a	۱/۹۰ ab	۲/۱۰ a	۲/۰۰ ab
کودکمپوست	۱۴/۵۳ ab	۱۷/۳۳ a	۱۵/۸۸ a	۲/۳۰ a	۲/۲۰ a	۲/۲۵ a
شیرابه‌کمپوست	۸/۰۳ d	۱۲/۸۳ bc	۱۰/۳۴ c	۱/۵۷ ab	۱/۵۰ ab	۱/۵۳ b
کاه‌وکلش‌گندم	۹/۱۷ cd	۱۶/۷۳ ab	۱۲/۹۵ b	۱/۷۳ ab	۱/۷۳ ab	۱/۷۳ b
یونجه‌خشک‌سبز	۸/۹۳ cd	۱۵/۸ ab	۱۲/۳۷ b	۱/۱۷ b	۲/۲ a	۱/۶۸ b
میانگین	۱۰/۸۴ b	۱۵/۴۸ a		۱/۷۳ a	۱/۹۶ a	

بصورت مایع مصرف شده، در خواص فیزیکی خاک اثر گذاشته و باعث افزایش نفوذ شده است. خاک ورزی معمولی در تیمارهای شاهد، شیرابه کمپوست و کاه حدود ۰/۳ سانتیمتر در ساعت و در تیمارهای کود حیوانی و یونجه حدود ۰/۷ سانتیمتر در ساعت نسبت به حالت بدون خاک ورزی افزایش سرعت نفوذ نهایی دارد که در ۲۴ ساعت معادل ۷/۲ و ۱۶/۸ سانتیمتر نفوذ می‌باشد. این نتیجه از لحاظ نفوذ آب به داخل خاک سنگین قابل توجه است.

در آبیاری دوم، آزمایشهای نفوذ به همان ترتیبی که قبلاً ذکر شد انجام گردید.از جدول میانگین های سرعت نفوذ نهایی (جدول ۶) ملاحظه می شود که در آبیاری دوّم، تیمارهای شاهد، کود حیوانی و کود کمپوست سرعت نفوذ بیشتری نسبت به آبیاری اوّل دارند و سرعت نفوذ نهایی در سه تیمار دیگر کمتر است. اثرات تیمارهای کود در نوبت های آبیاری متفاوت است. علت بیشتر شدن سرعت نفوذ نهایی در تیمار شاهد (آبیاری دوّم نسبت به آبیاری اوّل) به خاطر این است که خاکهایی که دارای رسهای قابل تورم هستند بر اثر خشکی شکاف بر می دارند و بدین ترتیب نفوذ پذیری این گونه خاکها را که گرایش به سله بستن دارند بهبود می بخشند. در آبیاری دوّم نیز کود کمپوست بیشترین سرعت نفوذ نهایی را داشته و تفاوت آن بابعضی از تیمارهای مالچی معنی دار شده است. اصولاً سرعت نفوذ نهایی در رطوبتهای اولیه مختلف متفاوت است، و به شرطی که سایر شرایط خاک تغییری نکند به یک حد نهایی ثابت می رسد که این سرعت مشخصه آن خاک است [۵]. بنابراین تفاوتهای مشاهده شده بین آبیاری های اوّل و دوّم به دلیل تغییر شرایط فیزیکی خاک از لحاظ نشست، ترک خوردن، افزایش یا کاهش جرم مخصوص ظاهری و سله بستن است.

ب) نتایج تغییرات نفوذ آب در خاک رودشت

نتایج آزمایشگاهی خاک رودشت مورد تجزیه تحلیل قرار گرفت (جداول ۷ و ۸ و شکلهای ۳ و ۴). در خاکهای شور و قلیا، نفوذ پذیری تحت تأثیر تجمع املاح زیاد در خاک بوده و چون سدیم ذرات خاک را پراکنده می کند، ذرات خاک رس پس از مدت کوتاهی باعث مسدود شدن خلل و فرج خاک و کاهش نفوذ پذیری می گردند [۹]. سرعت نفوذ اولیه در این خاک بالا بود، بطوریکه در دقایق اولیه آزمایشها سرعت نفوذ بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ سانتیمتر در ساعت برای تیمارهای مختلف متغیر بود. با توجه به جداول (۷) و (۸) ملاحظه می شود که در روش بدون خاک ورزی افزایش سرعت نفوذ نهایی در تیمارهای کود حیوانی، کمپوست و شیرابه کمپوست نسبت به تیمار شاهد قابل ملاحظه است و حدود ۰/۴ سانتیمتر در ساعت می باشد. در تیمارهای کاه وکلش گندم و یونجه سبز خشک به علت اینکه این مواد روی سطح آب قرار می گرفتند افزایش کمتری نسبت به شاهد به چشم می‌خورد. در روش خاک ورزی معمولی دیده می شود که سرعت نفوذ نهایی در زمان طولانی تری حاصل شده است. اثر مواد مالچی در اصلاح فیزیکی خاکهای شور محدود است و تصور می رود که در این مورد فرصت زیادتری مورد نیاز می باشد تا مواد اصلاح کننده در وضع فیزیکی خاک مؤثر واقع شود[۱]. همچنین با توجه به نتایج جدول (۹) ملاحظه می شود که خاک ورزی، افزایش مالچ و اثر متقابل آنها بر روی سرعت نفوذ در خاک رودشت تأثیر چندانی نداشته‌است، به جز در مورد شیرابه کمپوست که به اندازه ۰/۶ سانتیمتر در ساعت نفوذ پذیری را بهبود بخشیده است.

نتایج حاصل از آزمایشها آبیاری دوّم خاک رودشت مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت (جدول ۱۰). در آبیاری دوّم، خاک ورزی تأثیر محسوسی بر نفوذ تجمعی نداشته و با روش بدون خاک ورزی تقریباً عملکرد مشابهی دارد ولی میزان سرعت نفوذ نهایی در روش بدون خاک ورزی عمدتاً کمی بیشتر از خاک ورزی

جدول ۷- مشخصات فیزیکی و مقادیر نفوذ آب درتیمارهای مالچ ،بدون خاک ورزی
(آبیاری اول، خاک رودشت)

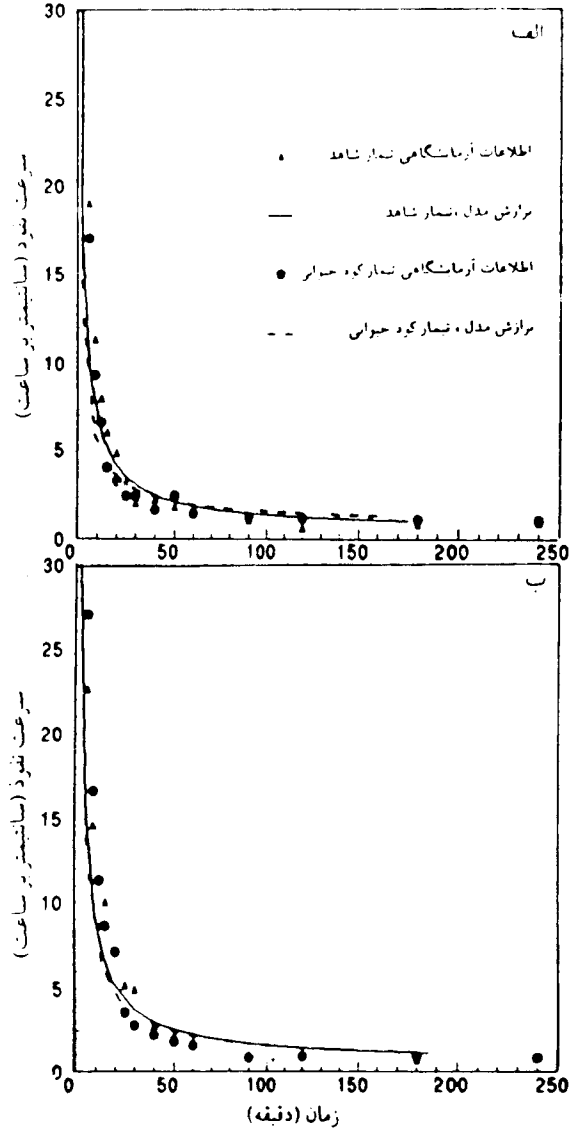
مشخصات فیزیکی خاک / تیمار	جرم مخصوص ظاهری (gr/cm۳)	رطوبت اوّلیه وزنی (٪)	تخلخل کل (٪)	فضای اوّلیه خالی (cm)	فضای نهائی خالی (cm)	نفوذ تجمعی (cm)	سرعت نفوذنهائی (cm/hr)
شاهد	۱/۱۳	۸/۹	۵۷/۳	۳۸/۷۲	۲۱/۳۴	۱۵/۰۷	۰/۴۷۵
کودحیوانی	۱/۱۳	۸/۹	۵۷/۳	۳۸/۷۲	۲۵/۵۷	۱۳/۳۷	۰/۸۵۵
کودکمپوست	۱/۱۳	۸/۹	۵۷/۳	۳۸/۷۲	۲۲/۲۶	۱۵/۹۷	۰/۷۶۰
شیرابه‌کمپوست	۱/۱۳	۸/۹	۵۷/۳	۳۸/۷۲	۲۸/۴۳	۱۱/۵	۰/۸۵۵
کاه‌وکلش‌گندم	۱/۱۳	۸/۹	۵۷/۳	۳۸/۷۲	۲۲/۱۶	۱۴/۷۳	۰/۵۷۰
یونجه‌خشک‌سبز	۱/۱۳	۸/۹	۵۷/۳	۳۸/۷۲	۲۳/۱۶	۱۴/۰۷	۰/۵۷۰

جدول ۸- مشخصات فیزیکی و مقادیر نفوذ آب در تیمارهای مالچ همراه با خاک ورزی معمولی
(آبیاری اوّل،خاک رودشت)

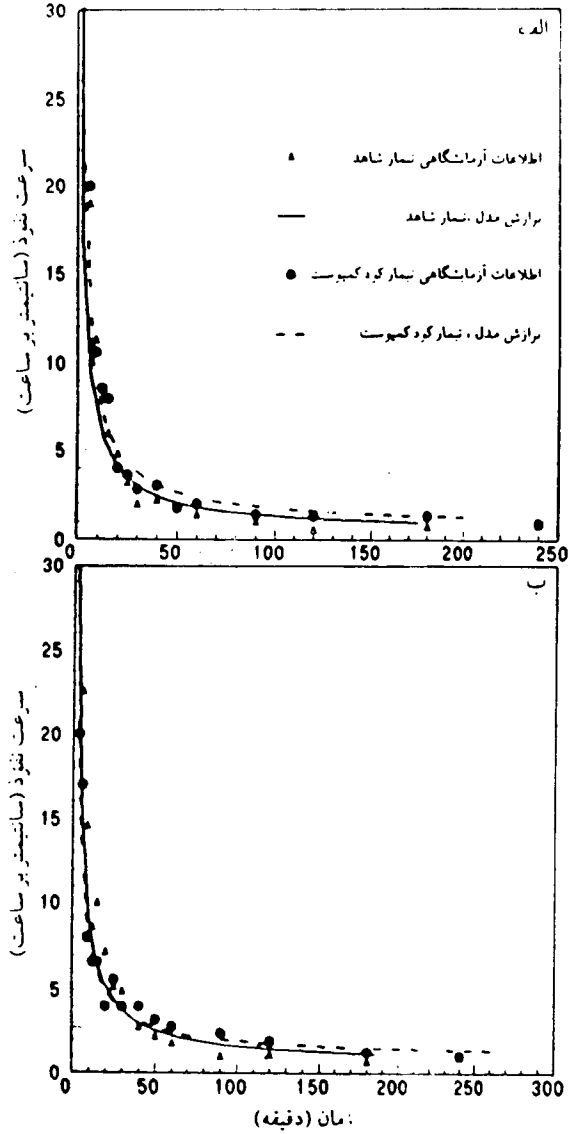
مشخصات فیزیکی خاک / تیمار	جرم مخصوص ظاهری (gr/cm۳)	رطوبت اوّلیه وزنی (٪)	تخلخل کل (٪)	فضای اوّلیه خالی (cm)	فضای نهائی خالی (cm)	نفوذ تجمعی (cm)	سرعت نفوذنهائی (cm/hr)
شاهد	۱/۰۸	۸/۹	۵۹/۰	۴۰/۰۸	۲۳/۵۹	۱۴/۹۰	۰/۵۷۰
کودحیوانی	۱/۰۵	۸/۹	۶۰/۱	۴۰/۹۶	۲۴/۸۶	۱۵	۰/۶۶۵
کودکمپوست	۱/۰۵	۸/۹	۶۰/۱	۴۰/۹۶	۲۹/۸۸	۱۲/۴	۰/۸۵۵
شیرابه‌کمپوست	۱/۰۸	۸/۹	۵۹/۰	۴۰/۰۸	۳۰/۶۴	۱۲/۱	۱/۰۴۵
کاه‌وکلش‌گندم	۱/۰۷	۸/۹	۵۹/۴	۴۰/۴۰	۲۹/۳۰	۱۲	۰/۸۵۵
یونجه‌خشک‌سبز	۱/۰۷	۸/۹	۵۹/۴	۴۰/۴۰	۲۹/۶۰	۱۳/۰	۱/۰۴۵

معمولی می باشد، که عکس نتیجه آبیاری اوّل است . بنابراین می توان نتیجه گرفت که سرعت نفوذ نهایی تعیین شده در آبیاری اوّل برای خاک شور و قلیای رودشت ملاک مقدار دایم آن نیست.

با توجه به جدول آزمون میانگین‌های بدست آمده در آزمایشگاه (جدول ۹) ملاحظه می شود که عمل خاک ورزی و مالچهای مختلف تأثیر چندانی در میزان نفوذ تجمعی نداشته و علت آن این می باشد که در اثر شور و قلیابودن خاک، ذرات آن پراکنده بوده و بلافاصله پس از آبیاری ذرات متورم شده و خلل و فرج خاک در



شکل ۳ برازش مدل سینگ و یو برای اطلاعات آزمایشگاهی سرعت نفوذ آب به خاک و مقایسه تیمار شاهد با تیمار کود حیوانی (خاک رودشت، آبیاری اول) (الف) بدون خاک ورزی و (ب) خاک ورزی معمولی



شکل ۴ برازش مدل سینگ و یو برای اطلاعات آزمایشگاهی سرعت نفوذ آب به خاک و مقایسه تیمار شاهد با تیمار کود کمپوست (خاک رودشت، آبیاری اول) (الف) بدون خاک ورزی و (ب) خاک ورزی معمولی

جدول ۹- نتایج مقایسه میانگین های* نفوذ تجمعی و سرعت نفوذ نهایی در تیمارهای خاک ورزی، مالچ و اثرمتقابل آنها(آبیاری اول، خاک رودشت)

عوامل / تیمار	نفوذ تجمعی(سانتیمتر)			سرعت نفوذ نهائی(سانتیمتر بر ساعت)		
	بدون خاک ورزی	خاک ورزی معمولی	میانگین	بدون خاک ورزی	خاک ورزی معمولی	میانگین
شاهد	۱۵/۰vab	۱۴/۹۰abc	۱۴/۹۸a	۰/۸۷ab	۰/۹۰ab	۰/۸۸b
کودحیوانی	۱۳/۳vabc	۱۵/۰abc	۱۴/۱۸a	۰/۹۷ab	۰/۸۰b	۰/۸۸b
کودکمپوست	۱۵/۹va	۱۲/۴۰bc	۱۴/۱۸a	۰/۹۰b	۱/۰vab	۰/۹۸ab
شیرابه‌کمپوست	۱۱/۵۰c	۱۲/۱۰bc	۱۱/۸b	۱/۰vab	۱/۵۰a	۱/۲۸a
کاه‌وکلش‌گندم	۱۴/۷۳abc	۱۲/۰۰bc	۱۳/۳۱ab	۰/۸۰b	۱/۰۰ab	۰/۹۰ b
یونجه‌خشک‌سبز	۱۴/۰vabc	۱۳/۰abc	۱۳/۵۳a	۰/۸۰b	۱/۳۰ab	۱/۰۵b
میانگین	۱۴/۱۲a	۱۳/۲۳a		۰/۹۰b	۱/۰۹a	

* اعداد در هرستون مربوط به تیمارهای مالچ که در یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ تفاوت معنی داری ندارند.

جدول ۱۰- مقایسه میانگین های* نفوذ تجمعی و سرعت نفوذ نهایی در تیمارهای خاک ورزی، مالچ و اثر متقابل آنها(آبیاری دوّم، خاک رودشت)

عوامل / تیمار	نفوذ تجمعی (سانتیمتر)			سرعت نفوذ نهائی(سانتیمتر بر ساعت)		
	بدون خاک ورزی	خاک ورزی معمولی	میانگین	بدون خاک ورزی	خاک ورزی معمولی	میانگین
شاهد	۴/۱۰ cd	۴/۴۳ cd	۴/۲۷ d	۰/۴۳ c	۰/۴۳ c	۰/۴۳ d
کودحیوانی	۵/۲۷ abcd	۵/۳ abcd	۵/۳ bc	۰/۸۰ ab	۰/۵۷ bc	۰/۶۸ bc
کودکمپوست	۶/۵۷ a	۵/۸۰ abc	۶/۱۸ a	۰/۹۶ a	۰/۶۷ bc	۰/۸۳ a
شیرابه‌کمپوست	۵/۶۷ abc	۶/۰۰ ab	۵/۸۳ ab	۰/۷۰ ab	۰/۷۳ ab	۰/۷۲ ab
کاه‌وکلش‌گندم	۴/۸۷ bcd	۵/۵۷ abc	۵/۲۲ bc	۰/۶۳ bc	۰/۶۳ bc	۰/۶۳ bc
یونجه‌خشک‌سبز	۴/۷۷ bcd	۴/۹۷ bcd	۴/۸۷ cd	۰/۶۰ bc	۰/۵۷ bc	۰/۵۸ c
میانگین	۵/۲۰ a	۵/۳۵ a		۰/۶۹ a	۰/۶۰ b	

* اعداد در هر ستون مربوط به تیمارهای مالچ که در یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ در صد تفاوت معنی داری ندارند.

لایه های سطحی مسدود می شدند و عمل خاک ورزی و دادن مالچ بی تأثیربوده است. تفاوت اندکی که در بین تیمارهای مختلف مالچ و خاک ورزی و حتی تکرار ها مشاهده می شود به علت تنوع شوری بوده است.

نتیجه گیری

نتایج حاصل از این تحقیق را می توان بصورت زیر خلاصه و ارائه نمود:

۱- بطور کلی اضافه کردن مالچ به خاک‌های رسی غیر شور در هر دو روش خاک ورزی معمولی و بدون خاک ورزی در اصلاح خصوصیات فیزیکی خاک از جمله جرم مخصوص ظاهری، تخلخل، نگهداری آب خاک، ساختمان خاک و نفوذ پذیری خاک مؤثر می باشد.

۲- اضافه کردن مواد مالچی همراه با خاک ورزی در بهبود و اصلاح خاک نتیجهٔ بهتری داشته بطوریکه اثرات محسوسی در کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک، افزایش تخلخل و نفوذ آب به داخل خاک داشته است.

۳- قرار دادن مواد مالچی بر روی خاک در حفظ رطوبت آن تأثیر بیشتری دارد.

۴- در خاک رسی شور و قلیای رودشت به علت استفاده از آب غیر شور در آزمایشها و در نتیجه تخریب ساختمان خاک، پراکندگی ذرات، تجمع املاح در لایهٔ سطحی و مسدود شدن خلل و فرج خاک به وسیله این ذرات، عمل خاک ورزی در آبیاری اول بر میزان سرعت نفوذ نهایی تأثیر چندانی نگذاشته است.

۵- بر خلاف خاکهای رسی، در خاکهای شور و قلیا به علت تخریب بیشتر خاکدانه‌ها در اثر کاربرد آب غیر شور، مخلوط کردن مواد مالچی با آنها و اعمال خاک ورزی ممکن است باعث کاهش مقدار نفوذ تجمعی آب در خاک شود.

۶- خاک ورزی سطحی تأثیر چندانی در قابلیت نفوذ پذیری لایه‌های زیرین نداشته و بعد از ۴ ساعت آزمایش تغییر زیادی در میزان سرعت نفوذ نهایی ملاحظه نمی‌شود زیرا که در عمق‌های زیرین خاک، مالچ و خاک ورزی سطحی اثر خود را از دست می‌دهند. در نتیجه، باقی گذاشتن بقایای گیاهی بر روی سطح خاک تأثیر مثبتی بر روی سرعت نفوذ نهایی ندارد اما جنبه های دیگر از قبیل حفظ رطوبت خاک و جلوگیری از عدم تشکیل سله سطحی را تقویت می کند.

۷- خاک ورزی سطحی و معمولی با زبر و خشن کردن سطح خاک باعث افزایش نفوذ پذیری می شود. از این لحاظ فقط در دقایق اولیه ممکن است تفاوت چشمگیری در خاکهای رسی شخم خورده ملاحظه شود.

۸- معادلهٔ عمومی نفوذ قادر است که ارقام نفوذ مشاهده شده را به خوبی برازش دهد.

۹- برای هر منطقه باید که با تحقیق، میزان بقایای گیاهی لازم برای افزایش نفوذ آب به خاک را مشخص کرد.

۱۰- اگر لایه‌های زیرین خاک غیر قابل نفوذ باشند باید خاک ورزی عمیق انجام شود.

منابع و مراجع

۱- آراسته، م. ۱۳۵۰. تأثیر کمی و کیفی آب آبیاری و مواد اصلاح کننده در تولید محصول و اصلاح خاک. مؤسسه خاکشناسی و حاصلخیزی خاک، ایستگاه داور آباد گرمسار.

۲- اسدالهی، ا. ۱۳۵۴. اصلاح زمین های شور. سازمان ترویج، وزارت کشاورزی.

۳- حق نیا، غ. ۱۳۷۴. دشواریهای نفوذ آب در خاک. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۲۲۵ صفحه.
۴- رفاهی، ح. ۱۳۷۵. فرسایش آبی و کنترل آن، انتشارات دانشگاه تهران، ۵۰۰ صفحه.
۵- علیزاده، ا. ۱۳۷۲. اصول طراحی سیستمهای آبیاری (ترجمه).انتشارات دانشگاه امام رضا(ع)، ۵۳۹ صفحه.
۶- لاری، م.ب. ۱۳۷۰. اثر بقایای گیاهی در حفظ رطوبت خاک. نشریه فنی شماره ۱۵، دانشگاه شیراز، صفحات ۱ تا ۱۰.
۷- لکزیان، ا. ۱۳۶۸. چگونگی تحول، تکامل و بررسی خصوصیات کانیهای رسی خاکهای سری خمینی شهر در مزرعه آزمایشی لورک نجف آباد. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
۸- مبلی، م. و ب. پیراسته. ۱۳۷۳. تولید سبزی (ترجمه). انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان، ۸۷۷ صفحه.
۹- محمدی، ج. ۱۳۷۰. مقایسه دو روش آبشوئی در خاکهای شور - قلیا واقع در منطقه رودشت اصفهان. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
۱۰- موسوی، س. ف. و ب. مصطفی زاده. ۱۳۷۱. کاربرد مدل عمومی نفوذ در بررسی نفوذ آب به شیار تحت روشهای سرج و سنتی. مجله علوم و صنایع کشاورزی، جلد ۶، شماره ۲، صفحات ۹۴ تا ۱۰۷.

11- Boyle, M., Frankenberger, W.T. and Stolzy, L.H. 1989. The influence of organic matter on soil aggregation and water infiltration. J. Prod. Agr. 2 : 290 - 299.

12- Gilley , J.E. , Finkner, S.C. ,Spomer, R.G. and Mielke, L.N. 1986. Runoff and erosion as affected by corn residue : Part I. Total losses. Trans. ASAE, 29 (1) : 157 - 160.

13- Koshi, P.T. and Fryrear, D.W. 1973. Effect of tractor traffic, surface mulch, and seedbed configuration on soil properties. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 37 : 758 - 762.

14- Maidment, D.R.1993. Handbook of Hydrology. McGraw-Hill Inc., N.Y., pp. 5.42 - 5.43.

15- Martens, D.A. and Frankenberger, W.T. 1992. Modification of infiltration rates in an organic - amended irrigated soil. Agron. J. 84 : 707 - 717.

16- Mbagwu, J.S.C. 1991. Mulching an Ultisol in southern Nigeria:effects on physical properties and maize and cowpea yields. J. Sci. Food Agric. 57 : 517 - 526.

17- Meek, B., Graham, L. and Donovan, T. 1982. Long-term effects of manure on soil nitrogen, phosphorus, potassium, sodium, organic matter, and water infiltration rate. Soil Sci. Soc. Am. J. 46 : 1014 - 1019.

18- Meek , B.D. , Rechel, E.A., Carter, L.M. and DeTar , W.R. 1989. Changes in infiltration under alfalfa as influenced by time and wheel traffic. Soil Sci. Soc. Am. J. 53 : 238 - 241.

19- Meek,B.D., DeTar, W.R., Rolph, D., Rechel, E.R. and Carter, L.M. 1990. Infiltration rate as affected by an alfalfa and no-till cotton cropping system. Soil Sci. Soc. Am. J. 54 : 505 - 508.

20- Mwendera , E.J. and Feyen, J. 1993. Predicting tillage effects on infiltration. Soil Sci. 155 (3) : 229 - 235.

21- Redinger, G.J., Campbell, G.S., Saxton, K.E. and Papendick, R.I. 1984. Infiltation rate of

slot mulches: measurement and numerical simulation. Soil Sci. Soc. Am. J. 48 : 982 - 986.

22- Roth,C.H., Meyer , B., Frede, H.G. and Derpsch, R.1988. Effect of mulch rates and tillage systems on infiltrability and other soil physical properties of an Oxisol in Parana , Brazil .Soil and Tillage Res. 11 : 81 - 91.

23- Tindall, J.A., Beverly, R.B., and Radcliffe,D.E. 1991. Mulch effect on soil properties and tomato growth using micro-irrigation. Agron. J. 83 : 1028 - 1034.

24- Zuzel, J.F. , Pikul, J.L. and Rasmussen, P.E. 1990.Tillage and fertilizer effects on water infiltration. Soil Sci. Soc. Am. J. 54 : 205 - 208.

Improving Infiltration in Clay and Saline Clay Soils by Addition of Mulches

Akbar Esmaili and Sayed-Farhad Mousavi

MSc. and Assoc. Prof., College of Agriculture, Isfahan University of Technology

ABSTRACT

Addition of mulches to soils of dry and semi-dry regions, which have physical and chemical limitations, could influence infiltration, soil aggregates, moisture holding capacity and soil aeration. Therefore, it is important to conduct studies in each region to determine the type, rate and method of mulching in various soils. In 1996, several tests were conducted to determine the effects of various mulches on two clay soils with low infiltration rates at Isfahan University of Technology. The soils, clay and saline sodic clay, were used with two methods of no-till (NT) and conventional tillage (CT) and six mulch treatments including manure, compost, compost leachate, wheat residue, dried green alfalfa and control (no mulch). To all treatments, water was applied twice within an interval of 10 days. Randomized complete block experimental design with three replications was used in laboratory soil columns, specially made for these experiments. Water infiltration rate and cumulative infiltrated depth were measured for 4 hours. Collected data was analysed by GEFI computer program. The following results were obtained:
1) Mulch addition to clay soil in NT method had no significant effect on final infiltration rate as compared to control, 2) Mulch addition to clay soil with CT increased final infiltration rate as much as 0.2 to 0.7 cm/hr. Cumulative infiltration was also increased about 4 to 9 cm for various mulch treatments as compared to NT method, 3) Mulch addition with CT increased soil porosity as much as 4 to 5.2% in clay and 1.7 to 2.8% in saline clay soil. Bulk density of these soils was reduced as much as 0.115 to 0.145 and 0.05 to 0.08 gm/cm3 respectively in all mulch treatments for NT method, 4) In the second irrigation, mulch effect with tillage on final infiltration rate and cumulative infiltration depth was significant as compared to NT method, 5) Mulch addition to saline sodic clay soil in NT method increased final infiltration rate as much as 0.2 to 0.4 cm/hr for various mulch treatments as compared to control, 6) Mulch addition in saline sodic clay soil, with CT, increased final infiltration rate as much as 0.1 to 0.2 cm/hr for various mulch treatments as compared to NT method, and 7) During the second irrigation of saline sodic clay soil, due to soil settlement, high moisture content and surface crust, in most mulch treatments and CT, final infiltration rate was reduced as much as 0.2 to 0.7 cm/hr as compared to the first irrigation.

مجموعه مقالات نهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

مقاله شماره ۸

موضوع:

تأثیر لایروبی در بازیابی سرعت نفوذ اولیه چند طرح تغذیه مصنوعی در استان اصفهان

تألیف:

وفا رضایی[۱] و سید فرهاد موسوی[۲]

چکیده

از جمله موارد مهم در توسعه پایدار منابع آب، تغذیه مصنوعی آبهای زیرزمینی می‌باشد. یکی از عوامل محدود کننده توسعه تغذیه مصنوعی، خصوصاً در طرحهایی که در مناطق خشک و نیمه خشک اجرا می‌شوند پدیده مسدود شدگی خاک بستر تأسیسات نفوذی می‌باشد. در این راستا مطالعه‌ای در سال ۱۳۷۶ به منظور بازیابی سرعت نفوذ اولیه به روش لایروبی در سه طرح تغذیه مصنوعی اجرا شده در استان اصفهان (کهرویه، باغ سرخ و کاچک) انجام شد که شامل دو بخش صحرائی و آزمایشگاهی بود. مطالعات صحرایی براساس طرح متداخل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با تیمارهای آزمایش نفوذ برروی سطح رسوب (T_1)، پس از لایروبی رسوب (T_2)، لایروبی رسوب و ۵ سانتیمتر از خاک (T_3)، لایروبی رسوب و ۱۰ سانتیمتر از خاک (T_4) و لایروبی رسوب و ۱۵ سانتیمتر از خاک (T_5) و در سه تکرار اجرا شد. در بخش آزمایشگاهی این مطالعه، برخی خصوصیات فیزیکی خاک محل طرحها شامل رطوبت اولیه، دانه بندی و بافت خاک تا عمق ۱۲۰ سانتیمتری تعیین شدند. نتایج حاصل از آزمایشها نشان داد که هرچه فاصله از ابتدای سیستم تغذیه مصنوعی زیاد باشد درصد ذرات ریز دانه، بخصوص رس، افزایش می‌یابد. بافت بستر تأسیسات نشان داد که در حوضچه‌های رسوبگیر به دلیل تشکیل صافی معکوس، ذرات رس نتوانسته‌اند به اعماق پائین نفوذ کنند، در صورتیکه در حوضچه‌های تغذیه این ذرات به اعماق پائین و گاه تا بیش از ۴۰ سانتیمتر نفوذ کرده‌اند. کاربرد اعماق مختلف لایروبی باعث افزایش معنی‌دار سرعت نفوذ نهایی و نفوذ تجمعی بین تیمارهای T_1 و T_5 در تمام طرحهای تغذیه مصنوعی شد. سرعت نفوذ نهایی در تیمارهای T_1 و T_5 در طرح کهرویه ۰/۵۳ و ۷/۹، در طرح باغ سرخ ۱/۲ و ۱۲/۳ و در طرح کاچک ۰/۹۳ و ۶/۲ سانتیمتر در ساعت بدست آمد که نشانگر تفاوت

۱- کارشناس ارشد ۲- دانشیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

قابل ملاحظه این تیمارها می‌باشد. اختلاف بین تیمارهای T_2، T_3 و T_4 اکثراً از نظر آماری معنی‌دار نبود. لذا می‌توان چنین استنباط کرد که اگرچه ذرات رس در بعضی از حوضچه‌های تغذیه مصنوعی مورد مطالعه تا بیش از ۴۰ سانتیمتر نفوذ کرده‌اند، اما مسئله انسداد تنها در ۱۰ سانتیمتر بالایی خاک بستر تأسیسات شدید می‌باشد. مطالعه حاضر نشان داد که نفوذ پذیری طرحها به کمتر از ۲۰ درصد مقادیر اولیه خود رسیده‌اند و لایروبی تا عمق ۱۵ سانتیمتری تنها توانسته حدود ۸۰-۷۰ درصد نفوذ اولیه این طرحها را بازیابی کند. بازیابی سرعت نفوذ دراثر لایروبی لایه سطحی استخرهای رسوبگیر نسبت به حوضچه‌های تغذیه قابل توجه بود.

مقدمه

در کشور ایران که در بخش خشک و نیمه خشک کره زمین قرار دارد، آب دارای اهمیت زیادی است. هم اکنون، تقاضای آب از امکانات منابع قابل استحصال تجاوز نموده و یا درحال گذر از این مرحله می‌باشد. بنابراین در آینده‌ای نه چندان دور، محدودیت منابع آب از ابعاد مختلف و از جمله برای تولید مواد غذایی، تولیدات صنعتی، تأمین آب شرب و بهداشتی، محیط زیست و حتی ابعاد سیاسی و اجتماعی، مشکلات متعددی را مطرح خواهد نمود.

یکی از اساسی‌ترین مسایل آب در جهان، توزیع جغرافیایی نامنظم منابع آب است. یکی دیگر از ویژگیهای اقلیمی مناطق خشک و نیمه خشک، علاوه بر کمبود نزولات جوی، نوسانات جریان رودخانه‌ای در طول زمان می‌باشد. معمولاً تولید آب در فصلهای زمستان و بهار که نیاز مصرف حداقل می‌باشد، حداکثر است و در فصل تابستان که نیاز مصرف بالاست تولید حداقل می‌باشد. لذا استفاده بهینه از منابع آبی موجود امری مهم و حیاتی است. این مهم ممکن است با احداث سدهای مخزنی، شبکه‌های مدرن آبیاری و زهکشی، احداث ایستگاههای پمپاژ و کنترل دقیق‌تر میزان برداشت به مورد اجرا گذاشته شود.

از طرف دیگر، در برخی نقاط وجود بارشهای با شدت نسبتاً زیاد در زمان کوتاه، موجب می‌شود که بخش عمدهٔ منابع آب سطحی بدون استفاده و به صورت رودخانه‌های فصلی از دسترس خارج شود. در این گونه مناطق در صورتی که شرایط محلی ایجاب نماید می‌توان با تغذیه مصنوعی از هدر رفتن آبها جلوگیری نموده و به وسیلهٔ چاهها و قناتها در زمان مناسب از آنها بهره‌برداری نمود.

براساس بررسی‌های انجام شده، در سال ۲۰۲۵ میلادی میزان سرانه منابع آب ایران که در سال ۱۹۹۰ معادل ۲۲۰۰ مترمکعب در سال بوده است، به رقمی بین ۷۲۶ تا ۸۶۰ مترمکعب تنزل می‌کند. براین اساس، ایران قبل از سال ۲۰۲۵ در زمره کشورهای مواجه با کمبود آب قلمداد می‌شود[۱۱].

متوسط بارندگی ایران ۲۵۰ میلیمتر است که حدود ۳۰٪ متوسط بارندگی جهان (۸۶۰ میلیمتر) و ۳۹٪ متوسط بارندگی آسیا(۶۴۵ میلیمتر) می‌باشد. علاوه برکم بودن میزان بارندگی سالانه، توزیع آن نیز بسیار نامناسب می‌باشد. لذا ذخیره سازی و حفظ منابع برای مواقع مصرف اجتناب ناپذیر می‌باشد . یکی از راههای ذخیره سازی، استفاده از مخازن زیرزمینی است که به لحاظ اقتصادی سرمایه گذاری کمتری را می‌طلبد.

تغذیه آبهای زیرزمینی به دو صورت طبیعی و مصنوعی امکان‌پذیر است. تغذیه طبیعی یک منطقه به صورت نفوذ آب حاصل از ریزشهای جوی به داخل زمین، نفوذ از طریق بستر انهار و رودخانه‌ها و یا از طریق جریانهای زیرزمینی صورت می‌گیرد. ازآنجاکه ذخیره آب عامل اصلی توسعه یک منطقه می‌باشد و ذخیره

طبیعی نمی‌تواند جوابگوی نیازها باشد، لذا تغذیه مصنوعی رونق گرفته است [۳، ۸، و ۲۲].

تغذیه مصنوعی، عبارت است از واردکردن آب به داخل یک سازند نفوذپذیر [۳ و ۲۰]. موفقیت یک پروژه تغذیه مصنوعی تابع معیارهای طراحی و نگهداری می‌باشد. بهترین محل برای اجرای طرحهای تغذیه مصنوعی، خاکهای درشت بافت، ابتدای آبرفتهای ماسه‌ای، خاکهای سنگلاخی، مناطق کارستی، مسیلهای با بستر شنی و مخروط افکنه رودخانه‌های فصلی می‌باشد [۱۵، ۱۶و ۲۱]. متأسفانه اکثر آبهای سطحی موجود و قابل دسترسی برای تغذیه مصنوعی دارای شدتهای زیاد (طغیانی) و مواد معلق قابل توجه می‌باشند. این آبها هنگامی که مستقیماً مورد استفاده قرار گیرند سریعاً باعث انسداد تأسیسات تغذیه می‌شوند [۱۴].

در ایران، تغذیه مصنوعی و ذخیره آب سطحی در زمینها با ساختن « بندسارها » و « دگارها » سابقه‌ای طولانی دارد. در شرایط حاضر از منابع آب زیرزمینی کشور حداکثر استفاده به عمل می‌آید به طوریکه به سبب برداشت اضافی از این منابع، در ۱۶۳ دشت کشور سطح آب زیرزمینی افت پیداکرده است و مشکلاتی را برای ادامه حیات کشاورزی و توسعه اقتصادی این نواحی فراهم آورده است [۱]. حداکثر آبی که می‌توان برای اجرای طرحهای تغذیه مصنوعی در حوزه‌های مرکزی، شمال شرق، جنوب شرق، شرق و جنوب کشور در نظر گرفت حدود ۳/۳ تا ۴/۸ میلیارد مترمکعب خواهد بود [۲].

مهمترین روشهای تغذیه مصنوعی شامل پخش سیلاب، استخرهای تغذیه، نهرهای تراز، گودالها، بستر اصلاح شده رودخانه‌ها، تغذیه واداری (القایی)، سدهای تأخیری و چاههای تغذیه است [۵، ۱۸ و ۱۹]. عمده‌ترین مشکل طرحهای تغذیه، ورود رسوبات به داخل سیستم‌های نفوذ است. مواد معلق موجود در آب تغذیه بطور وسیعی میزان تغذیه را تحت تأثیر قرار می‌دهند.این پدیده تحت عنوان انسداد[1] تعریف می‌شود. انسداد پدیده پیچیده‌ای است که به عوامل مختلفی چون غلظت مواد معلق، نسبت توزیع اندازهٔ ذرات معلق در آب به توزیع منافذ متوسط خاک، سرعت نفوذ اولیه، سرعت ته نشینی، خصوصیات فیزیکی خاک بستر تأسیسات تغذیه و عوامل بیولوژیکی و شیمیایی آب تغذیه بستگی دارد [۱۷ و ۲۳]. اندازه‌گیریهای فیزیکی نشان می‌دهد که ذرات ریز رس در مدت کارکرد اولیه حوضچه‌هابیشترین مقدار ممکن در داخل خاک نفوذ می‌کنند، اما بعداً براثر رسوبگذاری ذرات سیلت در کف حوضچه‌ها صافی معکوس تشکیل می‌شود و باعث کاهش سرعت نفوذ می‌گردد. بطورکلی روشهای مدیریتی رایج برای کاهش اثرات انسداد عبارتند از : اجرای مدیریتهای مرحله‌ای حوضچه[2] باتوجه به شرایط موجود، استفاده از مواد آلی، تمیزکردن و شخم زدن سطح حوضچه[3]، استفاده از صافیهای شنی یا مواد آلی، پیش‌پالایی و جلوگیری از ورود ذرات معلق توسط صافیهای گیاهی و خراش دادن کف حوضچه‌ها بین زمانهای بهره‌برداری از آنها.

پدیده کاهش نفوذپذیری تاکنون در هیچ یک از طرحهای تغذیه مصنوعی ایران مورد تحقیقات وسیع قرار نگرفته است. تنها گزارشهای ارائه شده مربوط به طرحهای گرمسار [۹] و رامشه و کهرویه [۱۰] است. در طرح ورامین و گرمسار، کاهش نفوذپذیری از ۴ متر در روز به ۲ متر در روز طی سه ماه آزمایش در ورامین و از ۳ به ۲ متر در روز در گرمسار گزارش شده است. موسوی و همکاران [۱۰] در مطالعهٔ رسوبگذاری استخرهای تغذیهٔ مصنوعی رامشه و کهرویه، کاهش سرعت نفوذ را از ۲ به ۰/۵ متر در روز درطی اولین دوره بهره‌برداری طرح

1 - *Clogging*

2 - *Basin stage management*

3 - *Surface cleaning and tillage*

رامشه و از ۱/۵ به متوسط ۰/۶ متر در روز در طرح کهرویه گزارش نموده‌اند.
هدف از تحقیق حاضر بازیابی سرعت نفوذ اولیه به روش لایروبی در سه طرح تغذیه مصنوعی اجرا شده در استان اصفهان (کهرویه، باغ سرخ و کاچک)است.

مواد و روشها

در راستای بررسی مشکلات طرحهای تغذیه مصنوعی اجرا شده در استان اصفهان، این تحقیق در تابستان ۱۳۷۶ به مرحلهٔ اجرا گذاشته شد. به دلیل افت زیاد سطح آب زیرزمینی در اثر تخلیه بیش از حد در حوضهٔ آبریز مرکزی (که با ۳۲/۶ میلیارد مترمکعب بیشترین تخلیهٔ سالانه را در بین حوزه‌های آبریز اصلی کشور دارا است [۱]) تعداد زیادی طرح تغذیهٔ مصنوعی در این مناطق برای کاهش اثرات سوء تخلیه اجرا شده است. این تحقیق در منطقهٔ شهرضا و در دو بخش آزمایشهای صحرایی و آزمایشگاهی انجام گرفت.

شهرستان شهرضا، در فاصله ۸۵ کیلومتری جنوب اصفهان واقع شده است که به دلیل نوع رژیم بارندگی، در بخش مهمی از سال با معضل کم آبی مواجه می‌باشد و بارشهای شدید و کوتاه مدتی نیز که در چند ماه از سال اتفاق می‌افتد، بصورت طغیانی بوده و حجم زیادی از آب حاصل از آنها هدر رفته و گاهی نیز به صورت سیلابهای فصلی باعث زیان و خسارت می‌شوند.

حوضهٔ آبریز ۲۰۰۰ کیلومتر مربعی شهرضا، از سرشاخه‌های حوضهٔ گاوخونی می‌باشد و شهر شهرضا در نقطهٔ خروجی آن واقع شده است. بدین جهت خطر سیل گرفتگی همواره این شهر و روستاهای اطراف را تهدید می‌کند [۴، ۶ و ۷].

در بدو شروع کشاورزی گسترده در منطقه، سطح آب زیرزمینی در عمق ۲۰ متری قرار داشته است و کلیه قناتها و چاههای نیمه عمیق با دبی مناسب نیازهای آبی منطقه را تأمین می‌کردند [۷]. اما بدلیل عدم رعایت حریم حفر چاه، و بهره‌برداری بیش از حد از منابع آب زیرزمینی، سطح ایستابی پائین رفته است. درحال حاضر، در دشت طالخونچه به طور متوسط سالانه حدود یک الی دو متر افت سطح ایستابی وجود دارد [۷].

با توجه به آمار طولانی مدت هواشناسی، میانگین بارندگی سالانهٔ منطقه در حدود ۱۲۰ میلیمتر و متوسط تبخیر سالانه حدود ۱۲۰۰ میلیمتر است. منطقه براساس روش گوسن جزء اقلیم نیمه بیابانی خفیف می‌باشد. جهت بهنگام ساختن منابع آبی و نیازهای موجود در منطقه، طرحهای متعدد تغذیهٔ مصنوعی شامل پخش سیلاب، حوضچه‌ها، کانالهای تغذیه و سدهای تأخیری - تغذیه‌ای در سالهای اخیر به اجرا درآمده است. طی مطالعات اولیه، سه طرح باغ سرخ، کهرویه و کاچک برای انجام آزمایشها انتخاب شدند.

طرح باغ سرخ در سال ۱۳۶۷ توسط سازمان جهاد سازندگی اصفهان به اجرا گذاشته شده است [۶]. محل اجرای این طرح در ۲۵ کیلومتری جنوب شهرضا و در فاصله ۵ کیلومتری جنوب غربی روستای باغ سرخ در سمت غرب رودخانه اسفرجان با مختصات جغرافیایی طول °۵۲ شرقی و عرض ′۴۹ °۳۱ شمالی به ارتفاع ۲۰۰۰ متر از سطح دریا و در بالادست قنوات باغ سرخ واقع شده است. اجزاء اصلی این طرح عبارتند از : بند انحرافی به طول ۵۰ متر، کانال انتقال آب به طول حدود ۲۰۰ متر، استخر رسوبگیر به ابعاد ۱۵۰ × ۵۰ متر، و ۵ حوضچه تغذیه به ابعاد ۱۵۰ × ۵۰ و عمق حدود ۳ متر.

طرح کهرویه در سال ۱۳۷۲ به وسیله سازمان آب منطقه‌ای اصفهان به اجرادرآمد [۴]. این طرح در ناحیه

جنوبی روستای سُلار در ساحل چپ رودخانه فصلی کهرویه و در مختصات جغرافیایی طول ′۵۶ °۵۱ شرقی و عرض ′۵۰ °۳۱ شمالی واقع شده است. هدف از اجرای این طرح استفاده از رواناب زمستانهٔ کهرویه جهت تقویت آبدهی قناتهای جنوب شهرضا می‌باشد. تأسیسات این طرح عبارتند از :بند انحرافی به طول ۴۰ متر، کانال انتقال آب به طول ۳۰۰ متر، حوضچه رسوبگیر به ابعاد ۱۷۰ × ۷۰ متر، و چهار استخر تغذیه هریک به ابعاد ۱۷۰ × ۷۰ متر و ارتفاع ۴ متر.

طرح کاچک در سال ۱۳۶۴ به وسیله اداره کل کشاورزی اصفهان به اجرا درآمد [۷]. این طرح در فاصله ۳۰ کیلومتری شمال غربی شهرضا و نزدیک روستای هفت یکی در سمت شمال رودخانه شور واقع شده است. هدف از اجرای این طرح بهره‌گیری از سیلابهای فصلی رودخانه شور جهت تقویت آب سفره‌های قسمتی از دشت طالخونچه می‌باشد. تأسیسات این طرح عبارتند از :بند انحرافی به طول ۴۶ متر، کانال انتقال آب به طول ۵۰ متر، استخر رسوبگیر به ابعاد ۱۵۰ × ۵۰متر و ۱۰ کانال تغذیه به طول ۵۰۰ - ۳۵۰ متر، عرض کف ۱۰ متر و عمق ۲/۵ متر که توسط سر ریزهای خشکه چینی و گابیونی به یکدیگر مرتبط شده‌اند.

آزمایشهای صحرایی در محل طرحهای فوق، به منظور اندازه‌گیری تغییرات سرعت نفوذ نسبت به زمان در حوضچه‌های رسوبگیر و تغذیه و کانالهای تغذیه، تعیین عمق مسدود شدگی و اثر عواملی نظیر دانه‌بندی مواد معلق برآنها انجام شد. برای بررسی تغییرات سرعت نفوذ در بستر حوضچه‌ها و یا کانالهای تغذیه و پس از برداشتن لایه رسوبی ته نشین شده، آزمایشهای نفوذ به روش استوانه‌های فلزی مضاعف در سه تکرار و بصورت کاملاً تصادفی در وسط تأسیسات تغذیه و در عرض آنها انجام گرفت. تیمارهای اندازه‌گیری سرعت نفوذ عبارتند از :

T_1 = آزمایش نفوذ برروی رسوبات ته نشین شده در بستر تأسیسات نفوذ

T_2 = آزمایش نفوذ برروی خاک کف تأسیسات (درحالتی که لایهٔ رسوب برداشته شده است)

T_3 = آزمایش نفوذ برروی خاک کف تأسیسات (درحالتی که لایهٔ رسوب و ۵ سانتیمتر از خاک زیرین برداشته شده است)

T_4 = آزمایش نفوذ برروی خاک کف تأسیسات (در حالتی که لایهٔ رسوب و ۱۰ سانتیمتر از خاک زیرین برداشته شده است)

T_5 = آزمایش نفوذ برروی خاک کف تأسیسات (در حالتی که لایهٔ رسوب و ۱۵ سانتیمتر از خاک زیرین برداشته شده است)

ضمناً یک آزمایش نفوذ (در سه تکرار) نیز در هر منطقه برروی خاک سطحی مجاور حوضچه‌های تغذیه انجام گرفت تا نفوذپذیری اولیهٔ طرحها تعیین گردد.

رطوبت اولیه نمونه‌های خاک برداشته شده از بستر تأسیسات نفوذ در عمقهای ۲۰-۰، ۴۰-۲۰، ۶۰-۴۰ و ۸۰-۶۰ سانتیمتری به طریق وزنی تعیین شد. رطوبت اولیه نمونه‌های خاک در طرحهای تغذیهٔ مصنوعی باغ سرخ، کهرویه و کاچک به ترتیب از ۳/۴۷-۱/۸، ۲/۸۷-۱ و ۹/۶۴-۱/۸۹ درصد بود.

آزمایش بصورت طرحهای متداخل[1] و در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی پیاده شد. داده‌های حاصل از آزمایش مورد تجزیه واریانس قرار گرفت و میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد

1 - Nested

مقایسه شدند. برای انجام محاسبات فوق از نرم‌افزار آماری اس-آ-اس[1] استفاده شد.

نتایج و بحث

الف) طرح تغذیه مصنوعی باغ سرخ

متوسط نفوذپذیری اولیه خاک این طرح حدود ۱۳/۵ سانتیمتر بر ساعت را نشان داد که در توافق با مطالعات قبلی می‌باشد [۶]. بافت خاک و رطوبت اولیه در جدول (۱) ارائه شده است. همانگونه که از این جدول قابل مشاهده است، خاک محل نسبتاً همگن و بافت لوم شنی است.

ب) طرح تغذیه مصنوعی کهرویه

خاک محل اجرای طرح تغذیه مصنوعی کهرویه بسیار ناهمگن و نفوذپذیری متفاوت بود. متوسط سرعت نفوذ حدود ۱۴ سانتیمتر بر ساعت محاسبه گردید. جدول (۲) دانه‌بندی و بافت خاک را نشان می‌دهد.

ج) طرح تغذیه مصنوعی کاچک

نتایج آزمایشهای بافت خاک در جدول (۳) نشان داده شده است. متوسط نفوذپذیری این طرح برابر ۷/۵ سانتیمتر در ساعت محاسبه گردید که در توافق با مقدار ۸/۵ سانتیمتر بر ساعت گزارش شده توسط سازمان کشاورزی [۷] بود.

جدول ۱- برخی مشخصات فیزیکی خاک طرح تغذیه مصنوعی باغ سرخ

عمق نمونه‌برداری (سانتیمتر)	دانه بندی		بافت خاک				رطوبت اولیه (درصد)
	درصد درشت دانه (> ۲ mm)	درصد ریزدانه (< ۲ mm)	درصد شن	درصد سیلت	درصد رس	کلاس بافت خاک	
۰ - ۲۰	۳۶	۶۴	۴۰	۲۹	۳۱	لوم رسی (CL)	۲/۴
۲۰ - ۴۰	۵۹	۴۱	۴۶	۱۸	۳۶	رسی شنی (SC)	۲/۸
۴۰ - ۶۰	۶۵	۳۵	۵۸	۱۱	۳۱	لوم رسی شنی (SCL)	۲/۳
۶۰ - ۸۰	۶۱	۳۹	۵۹	۱۱	۳۰	لوم رسی شنی (SCL)	۲/۴
۸۰ - ۱۰۰	۶۴	۳۶	۶۹	۱۱	۲۰	لوم شنی (SL)	۲/۴
۱۰۰ - ۱۲۰	۶۹	۳۱	۷۲	۹	۱۹	لوم شنی (SL)	۲/۵

1 - *Statistical Analysis System (SAS), 1993*

جدول ۲- برخی مشخصات فیزیکی خاک طرح تغذیه مصنوعی کهرویه

عمق نمونه‌برداری (سانتیمتر)	دانه بندی		بافت خاک				رطوبت اشباع (درصد)
	درصد درشت دانه (> ۲ mm)	درصد ریزدانه (< ۲ mm)	درصد شن	درصد سیلت	درصد رس	کلاس بافت خاک	
۰ - ۲۰	۴۵	۵۵	۵۸	۲۲	۲۰	لوم رسی شنی (SCL)	۱/۲
۲۰ - ۴۰	۶۵	۳۵	۷۰	۱۲	۱۸	لوم شنی (SL)	۱/۶
۴۰ - ۶۰	۶۳	۳۷	۷۶	۸	۱۶	لوم شنی (SL)	۲/۳
۶۰ - ۸۰	۶۲	۳۸	۸۰	۸	۱۲	لوم شنی (SL)	۱/۷
۸۰ - ۱۰۰	۶۵	۳۵	۸۰	۹	۱۱	لوم شنی (SL)	۱/۲
۱۰۰ - ۱۲۰	۷۷	۲۳	۷۸	۱۰	۱۲	لوم شنی (SL)	۲/۱

جدول ۳- برخی مشخصات فیزیکی خاک طرح تغذیه مصنوعی کاچک

عمق نمونه‌برداری (سانتیمتر)	دانه بندی		بافت خاک				رطوبت اشباع (درصد)
	درصد درشت دانه (> ۲ mm)	درصد ریزدانه (< ۲ mm)	درصد شن	درصد سیلت	درصد رس	کلاس بافت خاک	
۰ - ۲۰	۵۱	۴۹	۴۹	۱۴/۰۰	۳۷	رسی شنی (SC)	۱/۳۳
۲۰ - ۴۰	۶۷	۳۳	۶۹	۱۰	۲۱	لوم رسی شنی (SCL)	۰/۸۳
۴۰ - ۶۰	۶۸	۳۳	۷۱	۱۱	۱۹	لوم شنی (SL)	۱/۵۵
۶۰ - ۸۰	۷۹	۲۱	۷۶	۸	۱۶	شنی لومی (LS)	۱/۶۵
۸۰ - ۱۰۰	۷۳	۲۷	۷۷	۶	۱۷	شنی لومی (LS)	۳/۳۰
۱۰۰ - ۱۲۰	۷۵	۲۵	۸۰	۴	۱۶	شنی لومی (LS)	۳/۴

آزمایشهای تعیین مشخصات رسوبات بستر تأسیسات تغذیه مصنوعی مورد مطالعه نشان داد که ته‌نشینی رسوبات تقریباً از قانون ثابتی پیروی می‌کند. جداول (۴) تا (۶) روند پخش رسوبات در تأسیسات تغذیه طرحهای باغ سرخ، کهرویه و کاچک را نشان می‌دهند. به نظر می‌رسد که با افزایش فاصله از ابتدای سیستم حوضچه رسوبگیر درصد رسوبات ریزدانه، بخصوص رس، افزایش می‌یابد که این امر را می‌توان به دو نیروی اصلی در ته نشینی ذرات یعنی نیروهای جنبشی آب و وزن ذرات نسبت داد.

جدول ۴- مشخصات رسوبات طرح تغذیه مصنوعی باغ سرخ

مشخصات / موقعیت حوضچه	درصدرس	درصدسیلت ریز**	درصدسیلت درشت***	درصدماسه	کلاس‌بافت رسوبات	عمق‌متوسط‌رسوبات (سانتیمتر)
رسوبگیر (بخش اول*)	۳۹	۷	۴۰	۱۴	رس سیلتی (SC)	۱۸
رسوبگیر (بخش سوم)	۵۱	۹	۳۹	۱	رس سیلتی (SC)	۱۶
تغذیه اول	۷۱	۱۱	۱۹	۱	رسی (C)	۷/۵
تغذیه دوم	۶۵	۱۵	۱۶	۰	رسی (C)	۳/۰
تغذیه سوم	۷۲	۱۳	۱۵	۰	رسی (C)	۱/۵
تغذیه چهارم	۷۳	۱۲	۱۵	۰	رسی (C)	ناچیز

* حوضچه‌های رسوبگیر طرحهای مورد مطالعه توسط دیواره‌های عرضی به بخشهای مختلفی تقسیم شده است. این عمل مسیر حرکت آب و رسوب را زیاد کرده و ته نشینی رسوبات درشت دانه را تسریع می‌کند.

** ظیف اندازه ذرات سیلت ریز از ۰/۰۰۲ تا ۰/۰۲ میلی‌متر می‌باشد.

*** ظیف اندازه ذرات سیلت درشت از ۰/۰۲ تا ۰/۰۵ میلی‌متر می‌باشد.

جدول ۵- مشخصات رسوبات طرح تغذیه مصنوعی کهرویه

مشخصات / موقعیت حوضچه	درصدرس	درصدسیلت ریز**	درصدسیلت درشت***	درصدماسه	کلاس‌بافت رسوبات	عمق‌متوسط‌رسوبات (سانتیمتر)
رسوبگیر (بخش اول)	۴۹	۷	۳۸	۶	رس سیلتی (SC)	۲۰
رسوبگیر (بخش سوم)	۵۸	۱۰	۲۸	۴	رسی (C)	۱۵
تغذیه اول	۶۰	۱۰	۲۷	۳	رسی (C)	۳
تغذیه دوم	۶۰	۹	۲۹	۲	رسی (C)	۱/۵
تغذیه سوم	۶۶	۱۲	۲۱	۱	رسی (C)	ناچیز

جدول ۶- مشخصات رسوبات طرح تغذیه مصنوعی کاچک

مشخصات / موقعیت حوضچه یا نهر	درصد رس	درصد سیلت ریز**	درصد سیلت درشت***	درصد ماسه	کلاس بافت رسوبات	عمق متوسط رسوبات (سانتیمتر)
رسوبگیر	۴۲	۷	۴۱	۸	رس سیلتی (SC)	۱۵*
نهر دوم	۴۶	۸	۴۰	۶	رس سیلتی (SC)	۲۸
نهر سوم	۵۲	۸	۳۵	۵	رس سیلتی (SC)	۲۵
نهر پنجم	۵۴	۱۰	۳۱	۵	رس سیلتی (SC)	۲۳
نهر هفتم	۶۰	۱۰	۲۶	۴	رسی (C)	۱۴
نهر نهم	۶۳	۱۱	۲۳	۳	رسی (C)	۱۰
نهر دهم	۶۵	۱۲	۲۰	۳	رس سیلتی (SC)	۵

* حوضچه رسوبگیر لایروبی شده بود.

عامل سومی که تا حدودی می‌تواند برروی ته‌نشینی ذرات معلق تأثیر داشته باشد سرعت نفوذ بستر تأسیسات تغذیه است. در ابتدای آبگیری، این سرعت زیاد بوده و باعث رسوبگذاری مقادیر زیادی از مواد معلق می‌گردد. اما با گذشت زمان، این سرعت کاهش قابل ملاحظه‌ای یافته و با تشکیل فیلتر معکوس، ته نشینی ذرات ریزتر کند می‌شود و این ذرات به حوضچه‌های بعدی انتقال می‌یابند.

آنالیز بافت خاک بستر تأسیسات نشان داد که مواد معلق تا اعماق متفاوتی در بخشهای مختلف تأسیسات نفوذی رخنه کرده‌اند. در حوضچه‌های رسوبگیر به دلیل تشکیل صافی معکوس، ذرات رس نتوانسته‌اند به اعماق خیلی پائین نفوذ کنند. اما در حوضچه‌های تغذیه ذرات به اعماق پائین و گاهاً بیش از ۴۰ سانتیمتر نفوذ کرده‌اند. شوه [۲۲] نشان داد که در یک دوره کوتاه مدت آبگیری، ذرات رس تا عمق ۲۳ سانتیمتری خاک ماسه‌ای بستر تأسیسات نفوذ می‌کنند. گوس و همکاران [نقل از ۲۲] عمق نفوذ رس را در خاکهای لوم رسی ۱۵ سانتیمتر گزارش نمودند. در صورتیکه کوونی و همکاران [نقل از ۲۲] عمق نفوذ رسوبات را بیشتر از ۴۰ سانتیمتر برای خاک با منافذ بزرگ گزارش کرده‌اند. اختلاف در گزارشهای فوق‌الذکر را می‌توان به تفاوت در بافت خاک نسبت داد.

در طرح‌های حاضر، نفوذ ذرات رس به اعماق پائین باعث کاهش شدید نفوذپذیری این تأسیسات شد. متوسط سرعت نهایی نفوذ و نفوذ تجمعی محاسبه شده در جدول (۷) ارائه گردیده است. همانطور که مشاهده می‌شود سرعت نفوذ و نفوذ تجمعی با افزایش عمق لایروبی در هر حوضچه (نهر) افزایش می‌یابد.

همانطور که قبلاً ذکر شد با وجود تمام تدابیر لازم جهت جلوگیری از ورود مواد معلق به داخل تأسیسات

جدول ۷- میانگین سرعت نفوذ نهایی (سانتیمتر بر ساعت) و نفوذ تجمعی (سانتیمتر) تیمارهای مختلف (T_1 تا T_5) در طرحهای تغذیه مصنوعی مورد مطالعه

ضرح	حوضچه	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5
	رسوبگیر(بخش اول)	۱/۲۲*	۲/۵۴	۳/۲۲	۱۰/۸۷	۱۲/۳۰
		۵/۷**	۱۰/۵	۱۲/۹	۴۱/۱	۴۴/۳
	تغذیه اول	۱/۳۸	۱/۸۷	۳/۰۴	۷/۴۵	۹/۷۴
		۶/۰۱	۷/۸	۱۳/۲۰	۲۶/۵	۳۴/۷
	تغذیه دوم	۴/۴۹	۵/۸۹	۷/۱۹	۹/۱۵	۱۰/۶
		۱۵/۱۴	۲۲/۵	۳۲/۲	۴۰/۷	۴۵/۶
	تغذیه سوم	۳/۸۹	۵/۵۲	۷/۰۰	۸/۲۱	۸/۲۸
		۱۲/۱	۲۳/۸	۳۳/۳	۳۴/۴۸	۳۳/۲۳
	تغذیه چهارم	۴/۶۷	۵/۲۶	۵/۴۵	۶/۳۰	۸/۲۳
		۱۹/۹۱	۲۴/۸۰	۲۲/۸۰	۲۵/۲۳	۲۹/۴۵
	رسوبگیر(بخش اول)	۰/۵۳	۳/۳۹	۴/۲۹	۵/۲۴	۷/۹۰
		۴/۲۰	۱۲/۱۰	۱۵/۶۰	۲۳/۴	۳۶/۳
	رسوبگیر(بخش سوم)	۵/۶۱	۴/۱۳	۴/۷۵	۵/۴۰	۷/۸۰
		۴/۱	۱۸/۶	۲۲/۷۰	۲۸/۳	۳۵/۳
	تغذیه اول	۳/۷۸	۵/۰۲	۵/۰۶	۵/۵۴	۷/۴۷
		۱۵/۴	۱۹/۳	۲۳/۵	۲۶/۶۰	۳۱/۹۵
	تغذیه دوم	۴/۴۲	۴/۹۵	۵/۵۲	۷/۴۳	۷/۳۲
		۲۰/۸	۲۴/۱	۲۳/۹	۲۸/۶	۳۳/۸
	تغذیه سوم	۳/۷۹	۶/۰۷	۷/۴۱	۷/۷۶	۹/۰۸
		۱۵/۳	۲۰/۷	۲۹/۸	۳۵	۳۹/۷
	نهر اول	۰/۹۳	۲/۴۱	۴/۴۸	۵/۰۷	۶/۲۰
		۶/۱	۸/۹	۱۶/۹	۱۷/۴	۲۲/۷
	نهر سوم	۱/۰۵	۲/۳۴	۴/۸۲	۵/۵۴	۵/۹۳
		۵/۱	۹/۳۰	۱۸	۱۹/۵	۲۰/۵
	نهر پنجم	۱/۵۵	۲/۵۶	۳/۶۶	۴/۳۴	۵/۸۰
		۸	۹/۴	۱۴	۱۷/۷	۲۱/۸
	نهر هفتم	۱/۰۹	۲/۶۴	۲/۵۳	۳/۹۵	۵/۱۸۵
		۶/۲	۱۰/۳	۱۱/۶	۲۰	۲۰/۷
	نهر نهم	۱/۶۰۰	۳/۰۲	۳/۵۹	۴/۸۰	۵/۲۲
		۹/۸	۱۷/۵	۱۶/۴	۲۴	۲۱/۵

* سرعت نفوذ ** نفوذ تجمعی

تغذیه، رسوبات وارد این تأسیسات شده و با ته‌نشینی و نفوذ عمقی در بستر آنها باعث کاهش نفوذپذیری می‌شوند. از این رو از برداشت قشر رسوب ته‌نشین شده، اغلب به عنوان بهترین روش کنترل پدیده انسداد یاد می‌شود. تحقیقاتی نیز در این مورد انجام شده [۱۲، ۱۳ و ۲۱] اما هیچکدام به طور مشخص عمق لایروبی را تعیین نکرده‌اند.

در این تحقیق، به منظور بررسی تأثیر لایروبی رسوب ته‌نشین شده به اضافهٔ اعماق مختلف ۵ تا ۱۵ سانتیمتری خاک به عنوان یک راه‌حل برای کنترل پدیده انسداد، آزمایشهای نفوذ با پنج تیمار و سه تکرار در هر یک از طرحهای مورد مطالعه انجام گرفت.

الف) طرح تغذیه مصنوعی کهرویه

جدول (۸) میانگین‌های سرعت نفوذ و نفوذ تجمعی این طرح را نشان می‌دهد. نفوذ تجمعی پس از ۳ ساعت آزمایش نفوذ محاسبه شده است. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کمترین و بیشترین مقادیر سرعت نفوذ و نفوذتجمعی به ترتیب به بخش اول حوضچه رسوبگیر و حوضچه تغذیه سوم تعلق داشته و این اختلاف معنی‌دار می‌باشد. حال آنکه در تمام تیمارها، بخشهای اول و سوم رسوبگیر اختلاف معنی‌داری با هم ندارند. اختلاف سرعت نفوذ در حوضچه تغذیه اول و بخش سوم حوضچه رسوبگیر معنی‌دار نبود (جدول ۸)، در صورتی که ضخامت رسوب ته نشست شده بخش سوم حوضچه رسوبگیر ۱۵ سانتیمتر و در حوضچه تغذیه اول فقط ۳ سانتیمتر بود. دلیل این امر را شاید بتوان چنین بیان کرد که حوضچه تغذیه اول بطور مؤثری دچار انسداد شده و با لایروبی رسوب و یا برداشتن خاک زیر رسوب نیز نتوانسته سرعت نفوذ خود را بطور چشمگیری افزایش دهد، در صورتیکه در بخش سوم حوضچه رسوبگیر به دلیل تشکیل صافی معکوس از نفوذ ذرات ریز به اعماق پایین جلوگیری کرده و فقط با برداشت رسوب سطحی سرعت نفوذ خود را به سرعت نفوذ اعماق متناسب با آن در حوضچه تغذیه اول رسانده است.

مقایسه میانگین‌های سرعت نفوذ و نفوذ تجمعی طرح کهرویه نشان داد که به غیراز تیمارهای T_1 و T_5 بقیه تیمارها اختلاف معنی‌داری باهم ندارند. بطورکلی، در این طرح مشخص شد که برداشتن قشر رسوب و ۱۵ سانتیمتر خاک زیر آن می‌تواند سرعت نفوذ و نفوذ تجمعی را به طور معنی‌داری بهبود بخشد. اگرچه اختلاف بین تیمارهای T_2، T_3 و T_4 از نظر آماری معنی‌دار نبود، با این حال دراین مورد نیز روند افزایشی مشاهده گردید.

ب) طرح تغذیه مصنوعی باغ سرخ

این طرح تا زمان انجام آزمایش حداقل سه دوره مورد بهره‌برداری قرار گرفته است. لذا قشر نسبتاً ضخیمی از رسوبات در حوضچه رسوبگیر و حوضچه تغذیه اول وجود داشت و لایه نازکی از رسوبات ریزدانه بستر سایر حوضچه‌ها را پوشانده بود. گرچه متوسط عمق رسوب دربخش دوم حوضچه رسوبگیر بیش از ۱۶ سانتیمتر است، اما میانگین کل سرعت نفوذ آن بیش از حوضچه‌های تغذیه اول و چهارم است (جدول ۸). حوضچه‌های تغذیه اول و دوم به ترتیب کمترین و بیشترین مقدار میانگین سرعت نفوذ را به خود اختصاص داده و این اختلاف معنی‌دار می‌باشد. سایر حوضچه‌ها از این لحاظ اختلاف معنی‌داری نداشتند. هرچند که حوضچه تغذیه چهارم از نظر سرعت نفوذ به واسطه کاهش مقدار رسوبگذاری، ظاهراً بایستی

بیشترین مقدار را به خود اختصاص دهد، احتمالاً بالاتربودن سرعت نفوذ در حوضچه دوم را می‌توان به کاهش درصد رس حوضچه مذکور نسبت داد. تغییرات نفوذ تجمعی روندی مشابه تغییرات سرعت نفوذ داشت.

جدول ۸- مقایسه میانگین‌های سرعت نفوذ و نفوذ تجمعی تأسیسات نفوذی طرحهای تغذیه مصنوعی مورد مطالعه*

طرح	تأسیسات نفوذی	سرعت نفوذ (Cm / h)	نفوذ تجمعی (Cm)
کهریزه	رسوبگیر (بخش اول)	۴/۲۷ d	۱۸/۳۱ c
	رسوبگیر (بخش سوم)	۴/۵۲ cd	۲۱/۷۹ bc
	تغذیه (اول)	۵/۳۷ bc	۲۳/۳۶ abc
	تغذیه (دوم)	۵/۹۳ b	۲۶/۴۰ ab
	تغذیه (سوم)	۶/۸۲ a	۲۸/۱۱ a
زاغ سرخ	رسوبگیر (بخش اول)	۶/۰۳ b	۲۲/۸۹ c
	تغذیه (اول)	۴/۷۰ c	۱۷/۶۳ d
	تغذیه (دوم)	۷/۴۶ a	۳۱/۳۴ a
	تغذیه (سوم)	۶/۵۸ b	۲۷/۵۳ ab
	تغذیه (چهارم)	۵/۹۸ b	۲۴/۴۵ bc
کاجک	نهر شماره یک	۳/۸۲ a	۱۴/۴۱ b
	نهر شماره دوم	۳/۹۴ a	۱۴/۴۷ b
	نهر شماره پنجم	۳/۵۸ ab	۱۴/۲۲ b
	نهر شماره هفتم	۳/۰۸ b	۱۳/۸۱ b
	نهر شماره نهم	۳/۶۲ ab	۱۷/۸۷ a

*در ستون هرطرح، میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشابه باشند اختلاف معنی‌داری ندارند(آزمون دانکن در سطح ۵٪)

لایروبی عمق ۱۵ سانتیمتری در حوضچه‌های تغذیه نتوانسته بطور مؤثری سرعت نفوذ را بازیابی کند چراکه سرعت نفوذ در عمق ۱۵ سانتیمتری بخش دوم حوضچه رسوبگیر ۱۲/۳ سانتیمتر برساعت بود در حالیکه این رقم در استخرهای تغذیه پایین‌تر بود. دراینجا براحتی می‌توان گفت که صافی معکوس از انسداد

لایه‌های پایین جلوگیری کرده درحالیکه در استخرهای تغذیه بدلیل افزایش ناگهانی ذرات ریز، اعماق پائین‌تر نیز آلوده شده‌اند.

مقایسه میانگین‌های سرعت نفوذ، مشابه روند طرح کهرویه بود و در این طرح نیز اگرچه اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای T_4 و T_5 در کلیه حوضچه‌ها مشاهده نشد، اما با افزایش عمق لایروبی، سرعت نفوذ و نفوذ تجمعی افزایش یافته و شاید اگر لایروبی تا اعماق بیشتری انجام می‌گرفت اختلاف چشمگیری با عمق ۱۰ سانتیمتری نشان می‌داد. لازم به ذکر است، که استخر رسوبگیر لایروبی شده است.

ج) طرح تغذیه مصنوعی کاچک

دراین طرح به دلیل کارکرد طولانی، بستر تمام نهرها توسط لایه نسبتاً ضخیمی از رسوب (۵ تا ۲۸ سانتیمتر) پوشیده شده است. متوسط ضخامت لایه رسوبی نهر اول بیشتر از سایر نهرها می‌باشد، اما میانگین کل سرعتهای نفوذ تیمارها در این نهر بیشتر از نهرهای پنجم، هفتم و نهم بود که شاید به دلیل پدیده صافی معکوس در نهر اول و نفوذ عمقی ذرات ریز رس در نهرهای بعدی باشد. تجزیه و تحلیل نفوذ تجمعی نشان داد که نهر نهم اختلاف معنی‌داری با تمام نهرها دارد و اختلافی بین سایر نهرها مشاهده نشد. دراین طرح نیز تنها تیمار T_5 اختلاف معنی‌داری با تیمارهای T_1 و T_2 و در بعضی نهرها با T_3 نشان داده و تیمارهای T_1، T_2، T_3 و T_4 اختلاف زیادی باهم نداشتند. نتایج آزمایشهای سرعت نفوذ نشان داد که ذرات ریز سیلت و رس به لایه‌های زیرین رسوخ کرده‌اند و برداشت آنها سبب بهبود نفوذپذیری می‌گردد.

بطورکلی مقایسه میانگین‌های سرعت نفوذ و نفوذ تجمعی نشان داد که اگرچه ذرات رس در بعضی تأسیسات تغذیه مصنوعی مورد مطالعه تا بیش از ۴۰ سانتیمتر نفوذ کرده‌اند، اما مسئله انسداد تنها در ۱۰ سانتیمتر اول خاک بستر حوضچه‌ها یا نهرها شدید است. لذا برای بازیابی نفوذ اولیه به میزان قابل توجه باید رسوبات ته نشین شده همراه با این لایه برداشته شود. در طرح کهرویه، برداشتن این لایه باعث افزایش سرعت نفوذ به میزان ۶۰-۵۵ درصد، طرح باغ سرخ ۸۵-۷۵ درصد و طرح کاچک ۷۰-۶۵ درصد شده است.

مطالعه حاضر همچنین نشان داد که نفوذپذیری طرحها به کمتر از ۲۰ درصد مقادیر اولیه خود رسیده‌اند و لایروبی تا عمق ۱۵ سانتیمتری تنها توانسته حدود ۸۰ - ۷۰ درصد نفوذ اولیه این طرحها را بازیابی کند. ال-موتار و همکاران [۱۲] نشان دادند که لایروبی می‌تواند تا ۹۰ درصد بازده تغذیه را افزایش دهد، اما ایشان عمق لایروبی را ذکر نکرده‌اند. همچنین مطالعات شوه [۲۲] نشان داده که اگرچه گرفتگی ممکن است تا عمق ۳۸ سانتیمتری اتفاق افتد، اما بیشترین منطقه انسداد، لایه‌های سطحی می‌باشند که بایستی جهت بازیابی نفوذ اولیه برداشته شوند.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

آزمایشهای نفوذ طرحهای مورد مطالعه نشان داد که میزان انسداد در قسمتهای مختلف متفاوت بوده و از بیشتر از ۴۰ سانتیمتر در تأسیسات نفوذی تا کمتر از ۱۰ سانتیمتر در استخر رسوبگیر متغیر می‌باشد. همچنین میزان انسداد به اندازه ذرات معلق در آب و غلظت آن، اندازه منافذ خاک و سرعت نفوذ بستگی داشت. با افزایش عمق لایروبی، سرعت نفوذ افزایش یافت هرچند که از نظر آماری تفاوتی بین تیمارهای T_2 با T_3 و T_4

با T_5 دیده نشد ولی در مورد تیمار T_5 با تیمارهای T_1 ، T_2 و T_3 این تفاوت معنی‌دار بود. این روند حاکی از آن است که تا لایهٔ ۱۰ سانتیمتری زیر رسوب، پدیده مسدود شدگی به طور مؤثری رخ داده و باعث کاهش هدایت هیدرولیکی شده و لایه‌های زیرین کمتر آلوده شده‌اند. از طرف دیگر این نکته مشخص گردید که اگرچه ممکن است عمق انسداد خیلی زیاد باشد اما لایروبی لایه‌های سطحی برای بازیابی مؤثر نفوذ، کافی خواهد بود.

نظر به اینکه کشور ما در منطقه خشک و نیمه خشک جهان قرار دارد و باتوجه به برداشت بیش از حد مجاز از منابع آب زیرزمینی و کسری مخازن، بایستی گامهای اساسی زیر دراین راستا برداشته شود :

۱ - توسعه اطلاعات پایه مناطق خشک و نیمه خشک برای تجزیه و تحلیل فن‌آوری تغذیه.

۲ - توسعه و شبیه سازی مدلهای مختلف تغذیه که می‌تواند در طراحی تأسیسات مختلف تغذیه،انتخاب ابعاد مناسب آنها و پارامترهای مخصوص محل تغذیه مورد استفاده قرار گیرد.

۳ - توسعه روشهایی جهت استحصال آب حاصل از ذوب برف و تأمین آب باکیفیت خوب.

۴ - ارزیابی مراحل تغذیه طبیعی و روشهای بهبود آن در مناطق خشک و نیمه خشک.

۵ - ارزیابی پتانسیل آلودگی آبهای زیرزمینی ناشی از مدیریت ضعیف پروژه‌های تغذیه مصنوعی.

۶ - بررسی اثر استفاده از مواد آلی در بستر تأسیسات نفوذی به عنوان روشی جهت کنترل پدیده انسداد.

۷ - بررسی اثرات فاضلابهای شهری و صنعتی نیمه تصفیه شده به عنوان منبعی جهت تغذیه دراطراف شهرهای‌بزرگ.

مراجع

۱ - برزگر ریحانی، م. ۱۳۷۶. کنترل رواناب سطحی از طریق نفوذ زیرسطحی آب رگبارها. (ترجمه). بولتن وضعیت منابع آب کشور. شماره ۱۴. ص ۱۲۸-۱۱۹.

۲ - برهمن، ف . ۱۳۷۵. بررسی امکانات منابع آب کشور به منظور تخصیص برای اجرای طرحهای تغذیه مصنوعی. مجله آب و توسعه، شماره ۱۲. وزارت نیرو. ص ۵۰-۴۸.

۳ - بیز، ژ.، ل. بورگه. و ژ. لوموان (حیدرپور، ج.، مترجم). ۱۳۶۹. تغذیه مصنوعی سفره‌های آب زیرزمینی. انتشارات مرکز نشر دانشگاهی. ۲۲۶ صفحه.

۴ - سازمان آب منطقه‌ای اصفهان. ۱۳۷۱. گزارش طرح تغذیه مصنوعی رودخانه کهرویه. ۱۰۰ صفحه.

۵ - سازمان تحقیقات منابع آب (تماب). ۱۳۷۳. طرح تیپ پیشنهادی تغذیه مصنوعی. ۲۰ صفحه.

۶ - سازمان جهاد سازندگی استان اصفهان. ۱۳۶۹. گزارش طرح تغذیه مصنوعی باغ سرخ شهرضا. ۱۲۰ صفحه.

۷ - سازمان کل کشاورزی استان اصفهان. ۱۳۶۴. گزارش طرح تغذیه مصنوعی کاچک. ۸۵ صفحه.

۸ - کردوانی، پ. ۱۳۷۴. ژئوهیدرولوژی. چاپ دوم. انتشارات دانشگاه تهران. ۳۵۹ صفحه.

۹ - کوثر، آ. ۱۳۶۴. کاربرد روشهای گسترش سیلاب در تغذیه مصنوعی سفره‌های آب زیرزمینی. مجله زیتون. شماره‌های ۴۶ و ۴۷. ص ۲۳-۲۰ و ص ۱۹-۱۶.

۱۰ - موسوی، ف.، ع. بصیرپور و ب. مصطفی‌زاده. ۱۳۷۷. بررسی صحرائی و آزمایشگاهی تغییرات

سرعت نفوذ آب به خاک دراثر مواد معلق موجود در آب در طرحهای تغذیه مصنوعی. مجله علوم کشاورزی ایران (در دست چاپ).

۱۱ - وکیلی، ع. ۱۳۷۵. سخنرانی های کلیدی در گردهمایی اقتصاد آب. مجله آب و توسعه. شماره ۱۵. ص ۱۸-۱۳.

12 - Al-Muttair, F.F., U. Sendil and A.S. Al - Turbak. 1994. Management of recharge dams in Saudi Arabia. ASCE, J. Water Resour. Plan. and Manag. 120(6) : 749 - 763 .

13 - Arasteh, P.D. and S.R. Vahhadj. 1997. Simulation of groundwater flow in an artificial recharge system. Proc. 8th International Conference on Rainwater Catchment Systems, Tehran, Iran, pp. 249 - 257 .

14 - Behnke, J.J. 1969. Clogging in surface spreading operations for artificial groundwater recharge. Water Resour. Res. 5(4) : 870 - 876 .

15 - Berger, D.L. 1992. Ground - water recharge through active sand dunes in northwestern Nevada. Water Resour. Bull. 28(5) : 959 - 965 .

16 - Hendrickx, J.M.H., A.S. Khan, M.H. Bannink, D. Birch and C. Kidd. 1991. Numerical analysis of groundwater recharge through stony soils using limited data. J. Hydrol. 127 : 173 - 192 .

17 - Jones, O.R., D.W. Goss and A.D. Schneider. 1981. Management of recharge basins on the southern High Plains. Trans. ASAE 24(4) : 977 - 980 , 987 .

18 - Raeisi, E. and F. Koohyan Afzal. 1997. Evaluation of Idje artificial groundwater recharge project, Estahban, Iran. Proc. 8th International Confernce on Rainwater Catchment Systems, Tehran, Iran, pp. 207 - 219 .

19 - Rahman, M.D.A., E.T. Smerdon and E.A. Hiler. 1969. Effect of sediment concentration on well recharge in a fine sand aquifer. Water Resour. Res. 5(3) : 641 - 646 .

20 - Rebhun, M. and J. Schwarz. 1968. Clogging and contamination processes in recharge wells. Water Resour. Res. 4(6) : 1207 - 1217 .

21 - Reid, M.E. and S.J. Dreiss. 1990. Modeling the effects of unsaturated, stratified sediments on groundwater recharge from intermittent streams. J. Hydrol. 114 : 149 - 174 .

22 - Schuh, W.M. 1990. Seasonal variation of clogging of an artificial recharge basin in a northern climate. J. Hydrol. 121 : 193 - 215 .

23 - Zomorodi, K. 1990. Optimal artificial recharge in intermittent multibasin system. ASCE, J. Water Resour. Plan. and Manag. 116(5) : 639 - 651 .

Possible Renovation of Initial Infiltration Rate of Artificial Recharge Projects by Scraping Spreading Basins

Vafa Rezai and Sayed-Farhad Mousavi

MSc. and Assoc. Prof., college of Agriculture, Isfahan University of Technology

Abstract

One of the important aspects of sustainable development of water resources is artificial recharge of ground water. A limiting factor in developing artificial recharge, particularly of those designs carried out in arid and semi-arid regions, is clogging of infiltration basins, which affects the efficiency of recharge. In order to renovate the preliminary infiltration rate by scraping, a study was conducted in three artificial recharge sites of Kohrouyeh, Bagh-Sorkh and Kachak (in Isfahan province) in 1997. The study was conducted both at field and laboratory levels. The experimental design for field studies was completely randomized design with a nested layout.

The treatments were : measuring infiltration on deposited sediment layer (T1), after scraping of sediment (T2) , scraping of sediment and 5 cm of soil (T3) , scraping of sediment and 10 cm of soil (T4) and scraping of sediment and 15 cm of soil (T5). Each treatment was replicated three times. In laboratory section, initial moisture content and soil texture was determined to the depth of 120 cm. The results showed that the further the distance from the beginning of the recharge system, the higher the percent of fine particles, specially clay, would be. Texture of the basins revealed that in desilting basins, because of forming filter cake, clay particles have not penetrated to lower depths, while in recharge basins, have penetrated to lower depths of up to 40 cm.

Application of various scraping depths increarsed significantly the final infiltration rate and cumulative infiltration for T5 as compared to T1 treatment for all recharge basins. Final infiltration rates for T1 and T5 treatments for Kohrouyeh, Bagh-Sorkh and Kachak sites were 0.35, 7.9 ; 1.2, 12.3 ; 0.93 and 6.2 cm/hr, respectively, which indicates a considerable difference. Infiltration rates of T2 , T5 and T4 treatments were not significantly different. For this reason, it could be concluded that clogging problem seems to be serious only in the upper 10 cm of soil.

The results of this study revealed that the permeability of the recharge basins or canals have reached to 20% of the original values and that scraping 15 cm of top layer could only renovate 70 to 80% of the infiltration capacity. Renovation of infiltration rate in desilting basins was higher than the rates obtained for recharge basins.

مجموعه مقالات نهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

مقاله شماره ۹

موضوع:

بررسی کاربرد سیلاب کالشور در احیاء و اصلاح مناطق شور و قلیا "تجربه‌ای نو با مسیری دشوار"

تألیف:

اسماعیل فیله کش[۱]

چکیده

عملیات احیاء واصلاح مناطق کویری وبیابانی که از اهداف طرح کویرزدائی بشمار می‌رفت در منطقه برآباد (۴۵کیلومتری جنوب غربی سبزوار) در اراضی شور وقلیا از سال ۱۳۷۱ آغاز شد.

عدم تأمین آب برای آبیاری بوته‌ها، در زمان مناسب، سبب عدم استقرار بوته‌های کشت شده گردید. عبور رودخانهٔ فصلی کالشور از محدودهٔ اجرای طرح و وجود سیلابهای با دبی بالا (۲۵۰ - ۵۰متر مکعب در ثانیه) و نیز کیفیت متغیر آن(۴۶ ds/m تا۴=EC) از مواردی بود که انگیزهٔ استفاده از سیلاب را در عرصه تقویت نمود، بنابراین بهترین زمانهای بهره‌برداری سیلاب که بتواند مورد استفادهٔ طرح قرارگیرد بررسی شد. سیلاب با احداث یک بند انحرافی از روی کالشور وارد عرصهٔ کار اجرائی شده ودر روی شیارهای حفر شده با گاوآهن به فاصلهٔ هر ردیف ۱۰-۷ متر از یکدیگر که در آنهابوته کاری Atriplex canscens انجام گرفته هدایت وپس از مشروب نمودن، آب اضافی از عرصه خارج ودوباره واردِ مسیر اصلی کالشور میگردد.

در این بررسی ضمن بیان خصوصیات اقلیمی ،توپوگرافی ونیز شرایط خاک منطقه به لزوم و دشواریهای کاردر چنین مناطقی اشاره شده‌وبا توجه به اثراتی که سیلاب در عرصه از خود باقی می‌گذارد به تنگناهای موجودبرای بهره‌برداری از آن می‌پردازد. برای ارائه یک مدل کاری برای نقاط مشابه با توجه به اینکه عملیات اجرائی در این عرصه به بیش از ۲۰۰۰ هکتاربالغ گردیده وتغییراتی که دراکوسیستم منطقه بوجودآمده، مثلاً"(تولید از ۱۰-۰ به ۶۰۰-۴۰۰ کیلوگرم‌رسانده)، در نگاه اول موفقیت این طرح را نشان دهد ، لازم است که پژوهشهای دراز مدتی در زمینهٔ اثرات آب و خاک وگیاه در چنین عرصه‌هایی انجام گرفته تا بتوان از نتایج آن بااطمینان بیشتری برای احیاءو اصلاح اراضی شور و قلیا در سطح کشور استفاده نمود.

۱ - دانشجوی کارشناسی ارشد مرتعداری - دانشگاه تربیت مدرس (نور)

مقدمه

استفاده از توانهای بالقوه‌آب وخاک در کشور ما با توجه به کمبودهای موجود در تأمین نیازهای اساسی غذائی مورد نیاز از اولویت‌های بخش کشاورزی محسوب می‌گردد.هر ایده‌ای که بتواند امکانات بالقوه را برای تولید به بالفعل در آورد به شرط توجیه اقتصادی داشتن باید با انجام پژوهش‌های بنیادی تبدیل به مدل والگوی کاری شده تا بتوان از آن در سایر شرائط مشابه مورد استفاده قرار داد. از طرف دیگر ارائه پروژه‌های ملی از سوی مسئولین و عدم دقت در انتخاب محل و شیوه‌های اجرائی ضمن دلسرد نمودن مجریان محلی سبب هدر رفت سرمایه‌های ملی نیز خواهد شد. طرح ملی بیابانزدائی در سال ۱۳۷۱ از جملهٔ این طرحها بود که علیرغم تبلیغات وهزینه‌های فراوان در سالهای اولیه دست‌آورد چندانی نداشت. از جمله دلایل عدم موفقیت طرح را می‌توان ظربتی کردن طرح بدون مطالعهٔ کافی‌برای روشهای اجرائی آن، عدم تأمین نهاده‌های مورد نیاز طرح، عدم شناخت کافی مسئولین اجرائی از مشکلات کار در عرصه‌های کویری وبیابانی، حجیم‌کردن تعهدات شهرستانها بدون در نظر گرفتن توان اجرائی ومطالعاتی از نظر نیرو ،امکانات، متخصص و...را ذکر نمود.از عمده دلایل اجرای ناموفق پروژه در شهرستان سبزوار در سال اول عدم تأمین آب مورد نیاز برای آبیاری بوته‌ها در زمان مناسب وکمبود آن در منطقه، عدم آبیاری در زمان مناسب‌و نیز وسعت عرصهٔ‌کشت شده ذکر گردیده‌است (فیله‌کش ۱۳۷۲)[۱۰].عبور سیلاب کالشور از عرصه اجرائی وبررسی کیفیت سیلابها، ایدهٔ استفاده از آنرا در اذهان بارور نمود وبامطالعهٔ دقیقتر آن روشهای اجرائی مورد عمل قرار گرفت .بدلیل جدید بودن ایده، عملیات اجرائی با شک و تردید همراه بودواجرای آن بدلیل سیلابهای زمستانی با تأخیر به اتمام رسید و بند انحرافی در بهار سال ۱۳۷۳ مورد بهره‌برداری قرار گرفت.

این بررسی تلاشی است برای ارائهٔ آنچه که در این چند سال برای تغییر وضعیت منطقه صورت گرفته و روشهای کار برای هرچه روشنتر کردن مسیر حرکت، باشد که با توجه وعنایت همهٔ پژوهشگران این مسیر دشوار را با اطمینان بیشتر وسرعت فزونتری طی کنیم. انشاءا....

معرفی منطقه اجرای طرح

منطقهٔ اجرای طرح بیابانزدائی درحد فاصل عرض شرقی $^{/}۰۴^{0}۳۶$ وطول شمالی $^{/}۱۴^{0}۵۷$ در جنوب غربی شهرستان سبزوار وشمال جغرافیائی روستاهای شمس‌آباد - دامرود از توابع بخش رواب واقع گردیده‌است. بزرگترین عارضهٔ طبیعی آن رودخانهٔ فصلی کالشور سبزوار می‌باشد که از شرق به غرب امتداد می‌یابد.(نقشه شماره ۱)[۲۱].تیپ اراضی دشتهای‌سیلابی با خاک بسیار عمیق، بافت‌متوسط تا خیلی سنگین وشوری وقلیائیت زیاد است [۱۵و۱۴]. ارتفاع متوسط عرصه از سطح دریا ۸۵۰ متر که به صورت یک عرصهٔ وسیع در منطقه خودنمائی می‌کند.این عرصه بر روی رسوبات دانه‌ریز دوران چهارم(Qt2)استقرار یافته‌است (نقشه شماره ۲)[۲۱]. شیب متوسط منطقه ۱٪ بوده وجهت شیب جنوبی - شمالی می‌باشد[۱۷و۱۸].میزان متوسط بارندگی سالانه ۱۶۰-۱۴۰ میلیمتراست که اغلب این ریزشها به صورت باران در زمستان حادث میگردد.عرصه در اقلیم فراخشک (باروش دومارتن اصلاح‌شده)واقع می‌شود(نقشه شماره ۳ و۴)[۱۳] .منطقه مورد بررسی فاقد پوشش گیاهی بوده وفقط در حاشیه کالشور ومسیر آبراهه‌های فصلی جوامع گیاهی

شورروی از قبیل گز، نی، سالیکورنیا، شوره‌های یکساله(در سالهای پرباران)دیده می‌شود.دامداران منطقه روستاهای حواشی طرح جهت تعلیف دامهای خود در زمستان از بقایای گیاهان یکساله وبعضی از گونه‌های شورپسند در سالهای پر باران دراین منطقه استفاده می‌نمایند.

رودخانه فصلی کالشور سبزوار

این رودخانه بزرگترین رودخانه‌ای است‌که به طول ۱۶۵ کیلومتراز سمت شمالشرقی وارد حوضه آبریز ایران مرکزی می‌شودوپس‌از زهکشی اراضی غرب وشمالغرب تربت‌حیدریه،شمال‌کاشمر، دشت‌نیشابور و سبزوار در غرب باکالشور یکی شده وکال خارتوران را تشکیل داده و وارد دشت کویر می‌شود(اصغری مقدم ۱۳۷۶)[۱]. در بعضی از مناطق شهرستان سبزوار از جمله ۳۵کیلومتری غرب سبزوار (روستای هاشم‌آباد این دبی پایه ۰/۹ -۰/۶ مترمکعب در ثانیه در تمام مدت طول سال با EC = ۱۶-۱۸ dm/m می‌باشد. در مواقع سیلابی با توجه به ورود هرزآبها از دیگر مسیل‌هادبی پایهٔ آن به بیش از ۳۵۰ متر مکعب بر ثانیه افزایش می‌یابد.بررسی انجام گرفته نشان می‌دهد که اغلب سیلابها از اواخر پاییز شروع شده‌وتا اواخر بهار ادامه می‌یابد. بهترین سیلابهااز نظر کیفیت وکمیت سیلابهای اواخر زمستان واوایل بهار می‌باشد.نمودارهای ۱و ۲ (فرزانه ۱۳۷۵)[۸].

سابقه بررسی

در زمستان ۱۳۷۱ بحث کویرزدائی در سطح کشوربه میزان ۱۰ میلیون هکتار مطرح‌گردید و مقرر شد این پروژه در استان خراسان به میزان ۱ میلیون هکتار در ۱۰ شهرستان به اجرا درآید.به‌رغم تذکرات کارشناسان و محققان در بارهٔ نحوهٔ اجراومنطقه‌اجرائی، با توجه به هیجانات ونیز اعتبارات تخصیص یافته به طرح، بدون انجام مطالعهٔ کافی واولویت‌بندی مناطق باایجاد قرارگاهها و پایگاههای اجرائی به صورت ضربتی شروع شد. در طرح اجرائی تهیه شده در پایگاه سبزوار پیش بینی شده‌بود که برای هر ۲۰۰ هکتار یک حلقه چاه حفر، تا در یک دوره آبیاری بوته‌های کشت شده مشروب شوند (فیله‌کش ۱۳۷۱) [۹]. اینکار عملا انجام نگرفت و آب مورد نیاز ازآبهای زراعی ونیز آب شرب روستاهای منطقه تأمین شد که مشکلاتی رابرای روستائیان و کشاورزان منطقه را هم به همراه داشت، ضمن اینکه‌این عمل هزینه‌های بسیاری را هم به طرح تحمیل می‌کرد. عدم استقرار بوته‌های کشت‌شده به میزان ۹۰٪ و قلمه‌ها به میزان ۱۰۰٪ سبب گردید[۱۰]، تا مسئولین دست‌اندرکار پیگیر روشهای با ضریب اطمینان بالاتری برای استقرار بوته‌ها وروشهای احیاء واصلاح مراتع منطقه برآیند.در این زمینه کارهای انجام‌گرفته از جمله،منطقه ابرقو، چاه‌افضل یزد(علوی‌پناه ۱۳۶۸) [۶] ونیز پژوهش‌های انجام‌گرفته درکالشور جوین سبزوار (فیله‌کش ۱۳۶۹)[۱۱]، مورد ارزیابی قرارگرفت و در نهایت طرح استفاده از سیلاب کالشور برای آبیاری بوته‌های کشت‌شده مورد توجه وتأیید قرار گرفت. عملیات اجرائی از زمستان سال۱۳۷۲ شروع وبند انحرافی برروی کال در بهار سال ۱۳۷۳ مورد استفاده قرار گرفت.

روش کار

با بررسی انجام گرفته وترازیابی در مکان مناسبی که شیب‌وعوارض طبیعی اجازه می‌داد، برروی یکی از شاخه‌های اصلی رودخانه کالشور، اقدام به ساخت یک بند انحرافی با استفاده از تور گابیونی وسنگ گردید. سایر مشخصات بند در جدول شماره ۱ آورده شده است .

جدول شماره ۱: مشخصات بند انحرافی طرح بیابان‌زدائی منطقه برآباد

نوع بند	طول تاج	عرض تاج	عمق پی	طول دیواره	طول کانال اصلی	دبی مجاز کانال	شیب داخل کانال	جهت شیب
گابیونی	۹۰ متر	۱۰ متر	۲متر	۱/۷ کیلومتر	۳ کیلومتر	۱/۱ متر مکعب	۰/۰۲ در هزار	شرقی غربی

(دادرسی ۱۳۷۲)[۴]

با احداث این بند، سیلاب منطقه به کانال احداثی منحرف و جهت استفاده به عرصه انتقال می‌یابد. از مهمترین اهداف مورد نظر موارد ذیل بوده‌است :

- تأمین آب مورد نیاز بوته‌های کشت شده
- صرفه جویی در هزینه‌های آبیاری
- آبشوئی ردیفهای کاشت و کم کردن املاح از سطح خاک
- صرفه جویی در آب زراعی منطقه
- سرعت در آبیاری منطقه کشت
- سهل الوصول بودن و وفور آب برای آبیاری بدون نیاز به ماشین‌آلات
- تغییر بافت سطحی خاک از طریق نهشته کردن رسوبات سیلاب در روی ردیفهای کشت

روش استفاده از سیلاب

در طرح پیش بینی گردیده‌است که پس از کشت بوته‌ها در عرصه حداقل یکبار از سیلاب برای آبیاری استفاده شود وچنانچه شرایط اجازه دهد، آبیاری دوم بسیار ایده‌آل خواهد بود .با توجه به زمان انتقال بوته‌هاکه در پاییز انجام می‌شود حتی‌الامکان سعی گردیده از اولین سیلابها استفاده شود تا چنانچه به تأسیسات بند آسیبی وارد شود خللی در اجرای روند کار ایجاد نشود.

بررسی انجام گرفته نشان می‌دهد چنانچه قبل از کاشت بوته، در فاروهای ایجاد شده، سیلاب روان گردد ضمن آبشوئی با نهشته شدن سیلاب محیط مساعدتری برای رشد واستقرار بوته‌ها وگیاهان یکساله فراهم می‌آورد،لیکن با توجه به بافت سنگین خاک که خیلی دیر به حالت زراعی ومساعد برای کار در می‌آید، بهتر است اینکار در سال قبل انجام گیرد.

سیلاب بوسیله یک دریچه قابل کنترل به کانال اصلی انتقال واز آنجا بوسیله دریچه هایی به کانال فرعی

منتقل می‌گردد. از داخل کانال فرعی هم بوسیلهٔ لوله‌های پلی‌اتیلن (سیفون) سیلاب در روی ردیفها جریان پیدا کرده وپس از مشروب نمودن کانال‌ها، آب اضافی از عرصه خارج ومجدداً وارد کالشور می‌گردد. به علت طول زیاد ردیفهای کاشت (حدود یک کیلومتر)و نیز شیب کم عرصه، سیلاب معمولاً ۲۴ تا ۴۸ ساعت طول می‌کشد تا از عرصه خارج شود. کیفیت سیلابهای استفاده شده در سال اول ودوم اجرای طرح در نمودارهای شماره ۳ و۴ آمده‌است .

گونه‌های کشت شده در عرصه

با توجه به هدف اصلی طرح، که تأمین قسمتی از علوفهٔ مورد نیاز دامداران محلی بوده‌است، اقدام به کاشت گیاه مرتعی Atriplex canscens شد. این گونه گیاهی با توجه به تجربیات قبلی در شرائط اقلیمی مختلف سازگاری مناسبی از خود نشان داده است . تولید علوفه این گونه در شرایط خشک منطقه بین ۶۰۰-۴۰۰ کیلوگرم در هکتار برآورد گردیده است (فیله‌کش ۱۳۷۲)[۱۰]. برای جلوگیری از سیستم تک کشتی بررسی سازگاری سایر گونه‌های علوفه‌ای نیز مورد توجه‌محققان ومجریان می‌باشد .

نتایج حاصله

اولین سیلاب در بهار ۱۳۷۳ مورد استفاده قرار گرفت که باتوجه به میزان کم آن فقط در چند ردیف پخش شد. به علت عدم بارندگی متعارف در بهار در این سال در عرصه سیلابی موجود نبود بناچار همزمان کار آبیاری سایر ردیفها با استفاده آب زراعی منطقه وتانکر انجام گرفت. نتایج حاصله نشان داد که بیش از ۸۰ ٪ نهالها ی باسیلاب آبیاری شده،استقرار یافته‌اند درصورتیکه این میزان باتانکر حدود ۳۰ ٪ را نشان می‌داد.میزان تولید بوته‌های آبیاری شده با سیلاب نیز به نحو چشمگیری بیشتر از بوته‌های آبیاری شده باآب زراعی منطقه بود. تنوع گونه‌ای در بین ردیف‌های آبیاری شده با سیلاب به نحو چشمگیری دیده می‌شد و حضور گونه‌های یک‌ساله، افزایش میزان تولید علوفه و نیز تنوع غذائی را بدنبال داشته‌است.

طی ۵ سال که از اجرای طرح گذشته است سطح زیر کشت به بیش از ۲۰۰۰ هکتار افزایش یافته‌است که از سال دوم مناطقی از آن هر ساله مورد استفادهٔ دامداران منطقه قرار گرفته و قسمتی از علوفهٔ زمستانی دامداران منطقه بدین‌ترتیب تأمین می‌شود.(نقشه شماره ۶)

بحث

خاک منطقهٔ اجرائی سولونچاک وسولونتز(فرزانه ۱۳۷۵) است [۸] ونتایج نیمرخ های حفر شده در عرصه نشاندهندهٔ شوری زیاد، بالاخص در سطح خاک می‌باشد.(جدول شماره ۲).

جدول شماره ۲: نتایج حاصل ازنیمرخ حفرشده در عرصهٔ اجرائی

شماره نیمرخ	عمق	EC ×10	PH	بافت
۱	۰ - ۴۰	۴۷/۹	۸	لومی
	۴۰ - ۱۵۰	۲۲/۱	۷/۳	رسی - لومی
۲	۰-۳۰	۲۷/۷	۷/۶	سندی- لوم
	۳۰-۱۵۰	۱۶/۳	۷/۸	لوم
۳	۰ - ۱۰	۳۶	۹/۲	
	۱۰-۶۵	۱۵/۲	۹/۰۲	
	۶۵-۸۰	۴/۶	۸/۶	

نیمرخ ۱و۲ (کاشکی ۱۳۷۶)[۱۲]، نیمرخ ۳

(آرشیوایستگاه تحقیقات منابع طبیعی واموردام غرب خراسان - سبزوار)

تأثیر متقابل خصوصیات شیمیایی آب مصرفی وخصوصیات خاک باعث وقوع پدیده‌هایی همچون تورم و ازهم‌پاشیدگی ذرات رس وتغییر در ساختمان و هدایت آبی خاک می‌شود (ثامنی ۱۳۷۱)[۲].تورم، چسبندگی و مقاومت ذرات رس در اثر بالارفتن سدیم تبادلی افزایش یافته واین افزایش سدیم تبادلی نه‌تنها باعث پراکنش کلوئیدهای خاک بلکه سبب افزایش تورم و چسبندگی در خاک شده ومقاومت را بالا می‌برد. بنابراین هرچه سدیم تبادلی بیشتر باشد، نفوذپذیری کاهش پیدا می‌کند(جعفری ۱۳۷۷)[۳].

ثامنی (۱۳۷۱) بیان می‌کند: دیده‌شده‌است، که آبیاری با آبهای شور وسدیمی باعث هیچگونه تخریب ساختمانی در خاکهای مناطق خشک‌و نیمه خشک نمی‌شود ولی بارش باران وآبیاری با آبهای باکیفیت خوب (شیرین) بر روی این زمین‌ها اثر تخریبی داشته وکاهش هدایت آبی این خاکهارا بدنبال داشته است [۲]،به نظر می‌رسد آبیاری عرصه با آب باکیفیت مناسب به علت کمی مقدار آن وعدم خارج شدن آب اضافی احتمالی از روی ردیف‌های کاشت، ضمن اینکه نتوانسته‌است در آبشوئی املاح به اعماق به علل فوق مؤثر باشد، بلکه سبب گردیده تا املاح سطحی نیز در این آب حل گردیده و میزان شوری را در محیط ریشهٔ گیاهان افزایش دهد.ازطرف دیگر سفرهٔ آب‌زیرزمینی در عرصه بالا می‌باشد (جدول شماره ۳)

جدول شمارهٔ ۳:کیفیت آب وعمق چاههای محفوره در عرصهٔ اجرائی

شماره	عمق	EC ds/mآب	PHآب	فاصله از کالشور
۱	۲/۱۰متر	۶۲/۵۸	۷/۱	مجاور کالشور
۲	۲/۹متر	۴۲/۷۶	۷/۲	۹۰۰متر فاصله از کال‌شور
۳	۳متر	۴۰	۷/۶	۲کیلومتر فاصله از کال‌شور

(دادرسی ۱۳۷۲)[۲]

نمکهای محلول در آب آبیاری بر اثر عمل تبخیر از سطح خاک وتعرق ازگیاه سبب افزایش غلظت نمک در خاک می‌شوند ومعمولاًآبهای سطحی وزیرزمینی منبع مستقیم انتقال املاح بوده بنابراین بالاآمدن آب تحت‌الارضی می‌تواند منبع مستقیم انتقال املاح یا تغییر غلظت املاح در پروفیل خاک باشد (قائمی ۱۳۷۱)[۷]. اصلاح خاکهای شور با عمل آبشوئی در موقعی که خاک اشباع نشده نگهداشته شود و سرعت جریان آب نسبتاً کم باشد اثر زیادتری خواهد داشت (شین برگ ۱۹۷۵)[۵]. همچنین شین‌برگ (۱۹۷۵) با توجه به معادلهٔ آبشوئی(۱) بیان می‌داردموقعی که شوری آب آبیاری بالا می‌رود احتیاج به آبشوئی هم افزایش می‌یابدبه عبارت دیگر درصد بالاتری از آب آبیاری بایستی خارج گرددتا از شور شدن خاک جلوگیری گردد (۱۹۷۵). به طور کلی هرچه قدر آب کاربردی شورتر باشد میزان آب موردنیاز برای آبشوئی (به طورنسبی) بیشتر می‌شود ودر شرائط یکسان مقدار آب آبشوئی با مدت زمان لازم برای آبشوئی رابطهٔ مستقیم دارد (مهاجرمیلانی و توسلی ۱۳۷۱)[۱۶].

نتایج حاصله از استقرار گونه‌های گیاهی نشان می‌دهد که به‌رغم اینکه کیفیت سیلابهای استفاده شده چندان مناسب نبوده‌است، ولی باتوجه به حجم بالای آب مصرفی ونیز سرعت جریان کم آن اثر زیادی در آبشوئی روی ردیف‌های کشت داشته‌است وبه نظر می‌رسد خروج آب اضافی به صورت فاضلاب که در حقیقت آب آبشوئی شده از روی ردیف‌های کشت شده می‌باشد املاح خاک را در خود حل نموده و از عرصه خارج می‌کند.این امر سبب می‌گردد که از شوری متعارف خاک سطحی کاسته شده وباکم کردن غلظت نمک در محیط ریشه، زمینهٔ مناسبتر استقرارگیاه را در عرصه فراهم آورده‌باشد. ورود رسوبات با شوری کمتر نسبت به خاک عرصه ونهشته شدن آنها در روی ردیف‌های کاشت می‌تواند سبب تغییر بافت خاک گردیده که با توجه به حضور بذور گونه‌های مختلف گیاهی ،رویش گیاهان یک‌ساله در روی ردیف‌ها را توجیه می‌کند.

نتایج و پیشنهادات

کارهای اجرائی چندی در زمینهٔ احیاءواصلاح مناطق کویری وبیابانی در سطح ایران انجام‌گرفته است، ولی پژوهشهائی که بتواند پاسخ روشن وصریح به موارد خاص بوته‌کاری بدهد کمتر انجام گرفته وبه عنوان نمونه می‌توان به کارهای انجام‌گرفته در کویرابرقو و چاه افضل اشاره نمود (علوی‌پناه ۱۳۶۸).استفاده از سیلاب با کیفیت آبی نامناسب در اراضی شور وسدیمی تاکنون گزارشی دیده نشده‌است. جهت استفادهٔ بهینه از تجربیات بدست آمده وارائهٔ الگویی مناسب برای استفاده در سایر مناطق مشابه، پیشنهادات ذیل شاید تا حدی بتواند راهگشا باشد:

- باتوجه به استقرار گونهٔ Atriplex canescens وتولید علوفهٔ مناسب جهت جلوگیری از سیستم تک‌کشتی

(۱) معادلهٔ آبشوئی $LR = \frac{D_d}{D_i} = \frac{C_i}{C_d}$ که در آن:

LR = احتیاج آبشوئی (آب مورد نیاز)

D_d = ارتفاع آب آبیاری D_i = ارتفاع آب خارج شده از زمین(زهکشی)

C_i = غلظت نمک آب آبیاری C_d = غلظت نمک آب زهکشی

بررسی سازگاری سایر گونه‌های گیاهی ضروری به نظر می‌رسد
- میزان کاهش ویا افزایش املاح از روی ردیف‌های کاشت، قبل وبعد از سیلاب به چه میزانی خواهد بود، نیاز به بررسی مستمر دارد.
- اثر سیلاب بر روی ردیف‌های کشت وعرصه غیر قابل انکار است. اثر این سیلابها در کوتاه مدت ودراز مدت بر روی تولید واستقرار گونه‌های کشت شده باید مورد توجه قرار گیرد.
- بنای طرح بر یک بار استفاده از سیلاب گذاشته شده‌است، چنانچه استفاده از سیلاب در سال چند بار تکرار گردد اثرات آن بر روی تولید ونیز خاک عرصه باید بررسی شود.
- عرصهٔ اجرائی دارای عمق آب زیرزمینی ۴-۲ متر بوده‌است. بررسی این نکته که بالابودن سفرهٔ آب تحت‌الارضی چه نقشی در استقرار بوته‌ها می‌تواند داشته‌باشد ضروری‌به نظر می‌رسد.
- نقشی که بوته‌های کشت شده می‌تواند در افت آب تحت‌الارضی داشته‌باشد حائزاهمیت است واینکه آیااگر این سطح از میزان معینی پایینتر برود درپایداری چه تأثیری خواهدداشت‌کاری انجام نگرفته است.
در پایان ذکر این نکته ضروری به نظر می‌رسد که هر چند این طرح هر ساله به وسعت آن افزوده می‌شود ولی زمینه‌های پژوهشی بسیاری در این باب وجوددارد که امیداست با همراهی ومساعدت دیگر محققین بتوانیم طرحی نو در این شرایط دشوار برای ایرانی آباد ارائه نماییم. انشاءا...

سپاسگزاری

انجام‌این پروژه عظیم مرهون تلاش وپیگیریهای "ستادکویرزدائی شهرستان سبزوار"بود، که بدین وسیله تلاش آنان را یاد آور میگردم:

آقایان ،
مهندس علی‌اصغر حسین‌آبادی، مهندس جلال جمالی مدیران اسبق وفعلی جهاد سازندگی،

مهندس ابوالقاسم‌دادرسی رئیس اسبق ادارهٔ آبخیزداری سبزوار،

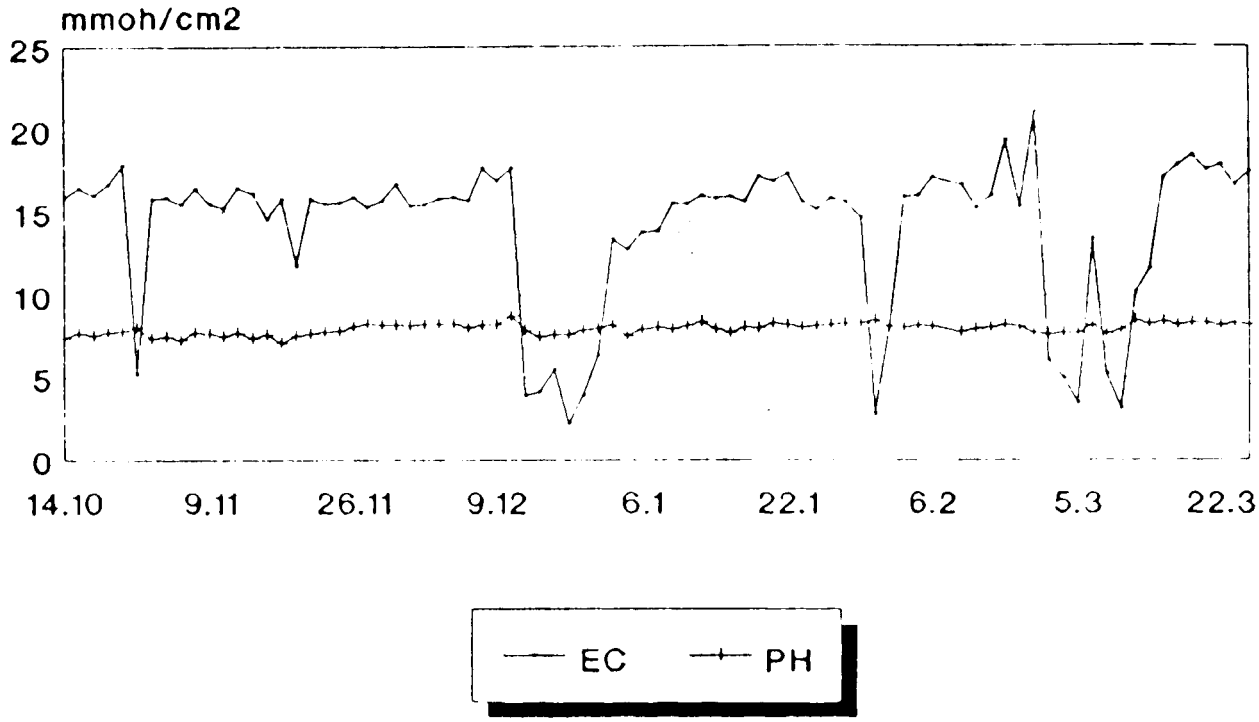
مهندس حسین احراری ومهندس سیدجلال علوی‌مقدم رؤسای اسبق وفعلی منابع‌طبیعی ،

حاج قاسم ایزدی رئیس ادارهٔ ترویج و مشارکت مردمی جهاد سبزوار،

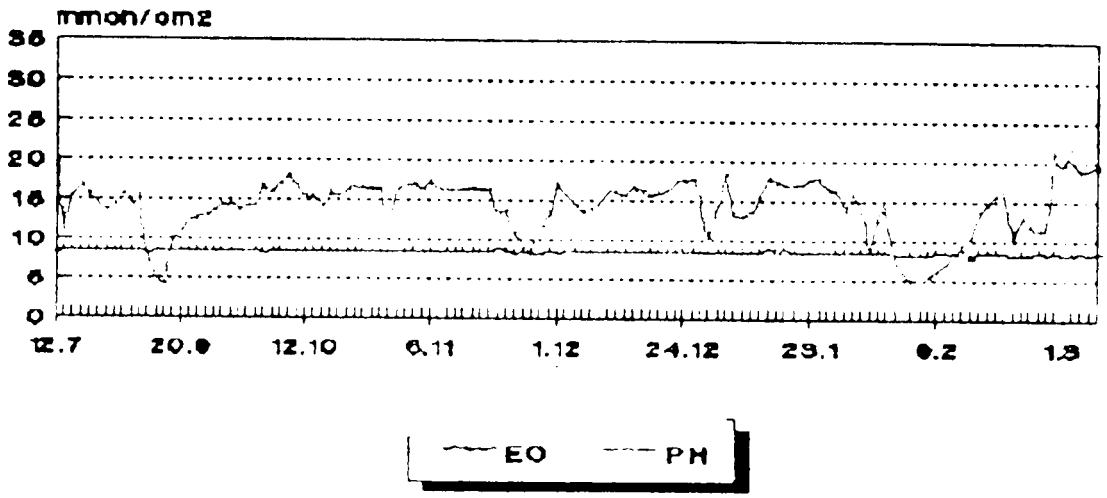
در این کار همفکر وهمراه ومشارکت داشته‌اند.

اجرکم عندا...

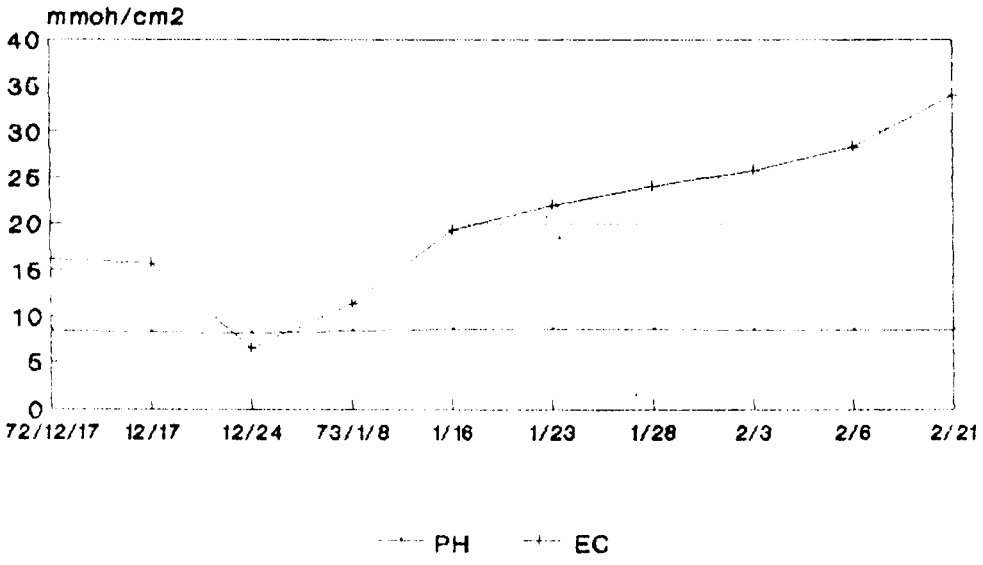
منحنی شماره ۱ :کیفیت سیلابهای کالشور سبزوار در سال ۱۳۷۵ - ۱۳۷۴(فرزانه ۱۳۷۵)



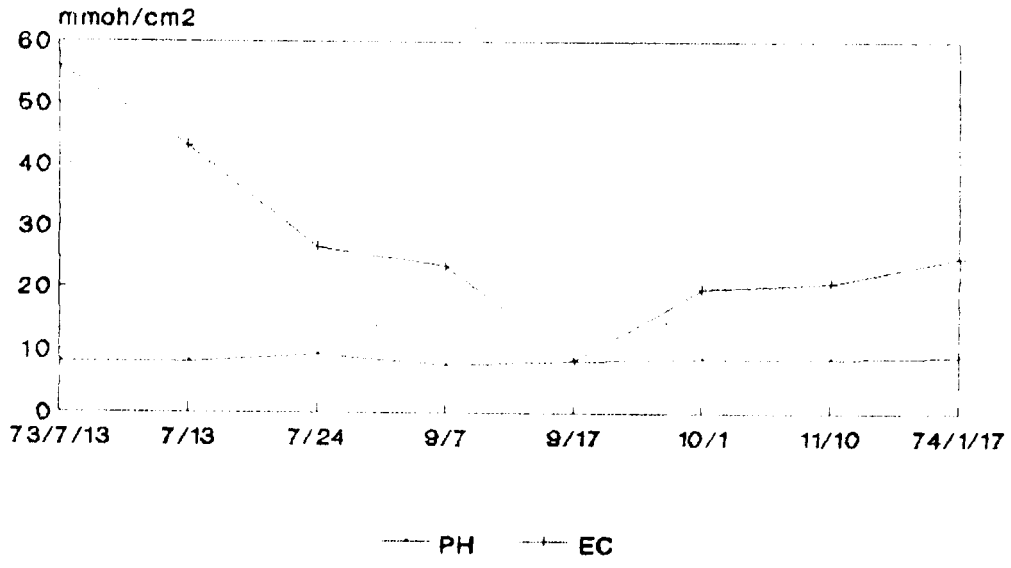
منحنی شماره ۲ :کیفیت سیلابهای کالشور سبزوار در سال ۱۳۷۴-۱۳۷۳(فرزانه ۱۳۷۵)



منحنی شماره ۳: کیفیت سیلابهای مورد استفاده در سال اول اجرای طرح سال ۱۳۷۳-۱۳۷۲



منحنی شماره ۴: کیفیت سیلابهای مورد استفاده در سال اول اجرای طرح سال ۱۳۷۴-۱۳۷۳



مأخذ: بااستفاده از اطلاعات آرشیو ایستگاه تحقیقات منابع طبیعی وامور دام غرب خراسان(سبزوار)

منابع و مآخذ

۱ـ اصغری مقدم،محمد رضا - ۷۶-۱۳۷۵ - هیدرومورفولوژی حوضهٔ کال‌شور در منطقهٔ سبزوار - رسالهٔ دکترا در رشتهٔ جغرافیای طبیعی - واحد علوم وتحقیقات- دانشگاه آزاد اسلامی

۲-ثامنی - عبدالمجید -۱۳۷۱-تأثیر شوری وسدیم برروی ساختمان وهدایت آبی خاک - گزیده مقالات ارائه شده در سومین کنگرهٔ علوم خاک ایران - انجمن خاکشناسی ایران

۳ - جعفری، محمد- ۱۳۷۷- جزوه درسی احیاء مناطق خشک -دانشگاه تربیت مدرس (دانشکده منابع طبیعی وعلوم دریایی نور

۴ - دادرسی، ابوالقاسم - ۱۳۷۲-گزارشات ارائه شده در ستاد کویرزدائی شهرستان سبزوار

۵ - شین برگ - ۱۹۷۵ - شوری خاکها، اثرات شوری‌بر روی ویژگیهای فیزیکی و شیمیائی خاکها - فصل سوم،بررسیهای بوم‌شناسی گیاهان در محیطهای شور - ترجمهٔ دیانت‌نژاد و بهفر -نشریهٔ شمارهٔ ۲۱ - مرکز تحقیقات مناطق کویری وبیابانی ایران - دانشگاه تهران

۶-علوی پناه، سید کاظم- ۱۳۶۸ -کویر علیه کویر -کمیته کشاورزی وزارت جهاد سازندگی

۷- قائمی ،علی‌اصغر -۱۳۷۱- مطالعهٔ تغییرات غلظت املاح ونوسانات آب تحت‌الارضی در خاک باسیستم زهکشی کم‌عمق -گزیده مقالات ارائه شده در سومین کنگرهٔ علوم خاک ایران -انجمن خاکشناسی ایران

۸ـ فرزانه ،حسین ـ ۱۳۷۵ ـ رودخانهٔ کالشور ،بررسی توانمندی‌های موجود وتنگناهای بهره‌برداری از آن- سمینار سبزوار و توانمندیهای توسعه، شهریور ۱۳۷۵ـ دانشگاه تربیت معلم سبزوار

۹ـ فیله‌کش،اسماعیل ـ ۱۳۷۱ ـ پروژهٔ اجرائی طرح کویرزدائی ـ جهاد سازندگی سبزوار (پایگاه کویرزدائی شهید شمس آبادی)

۱۰- فیله‌کش،اسماعیل ـ ۱۳۷۲ ـگزارشات ارائه شده در جلسات کویرزدائی شهرستان سبزوار

۱۱- فیله‌کش،اسماعیل ـ۱۳۶۹ - استقرار ۲ گونه Atriplex در حاشیه کالشور جوین - منتشر نشده

۱۲ـکاشکی، محمد تقی - ۱۳۷۶ - بررسی روند شور شدن اراضی فاریاب حاشیه پلایا منطقهٔ رودآب سبزوار ـ پایاننامه کارشناسی ارشد در رشتهٔ مدیریت مناطق بیابانی - دانشگاه تهران

۱۳- کرمی -مختار - هوا واقلیم دشت سبزوار وداورزن - ۱۳۷۰- پایاننامهٔ کارشناسی ارشد رشتهٔ جغرافیا

دانشگاه تهران

۱۴ - منصوری ،عبدالرحیم و رحیمی - ۱۳۶۹- نقشه ارزیابی منابع و قابلیت اراضی منطقهٔ سبزوار وداورزن - مؤسسه تحقیقات خاک وآب

۱۵-منصوری ،عبدالرحیم‌و رحیمی - ۱۳۷۵- نقشه مطالعات‌وارزیابی منابع و قابلیت اراضی استان خراسان - مؤسسه تحقیقات خاک وآب

۱۶- مهاجر میلانی،پرویز وا.توسلی -۱۳۷۱ -مفهوم وبرآورد راندمان آبشوئی وکاربرد آن در مطالعات اصلاح خاک وزهکشی -گزیده مقالات ارائه شده در سومین کنگرهٔ علوم خاک ایران -انجمن خاکشناسی ایران

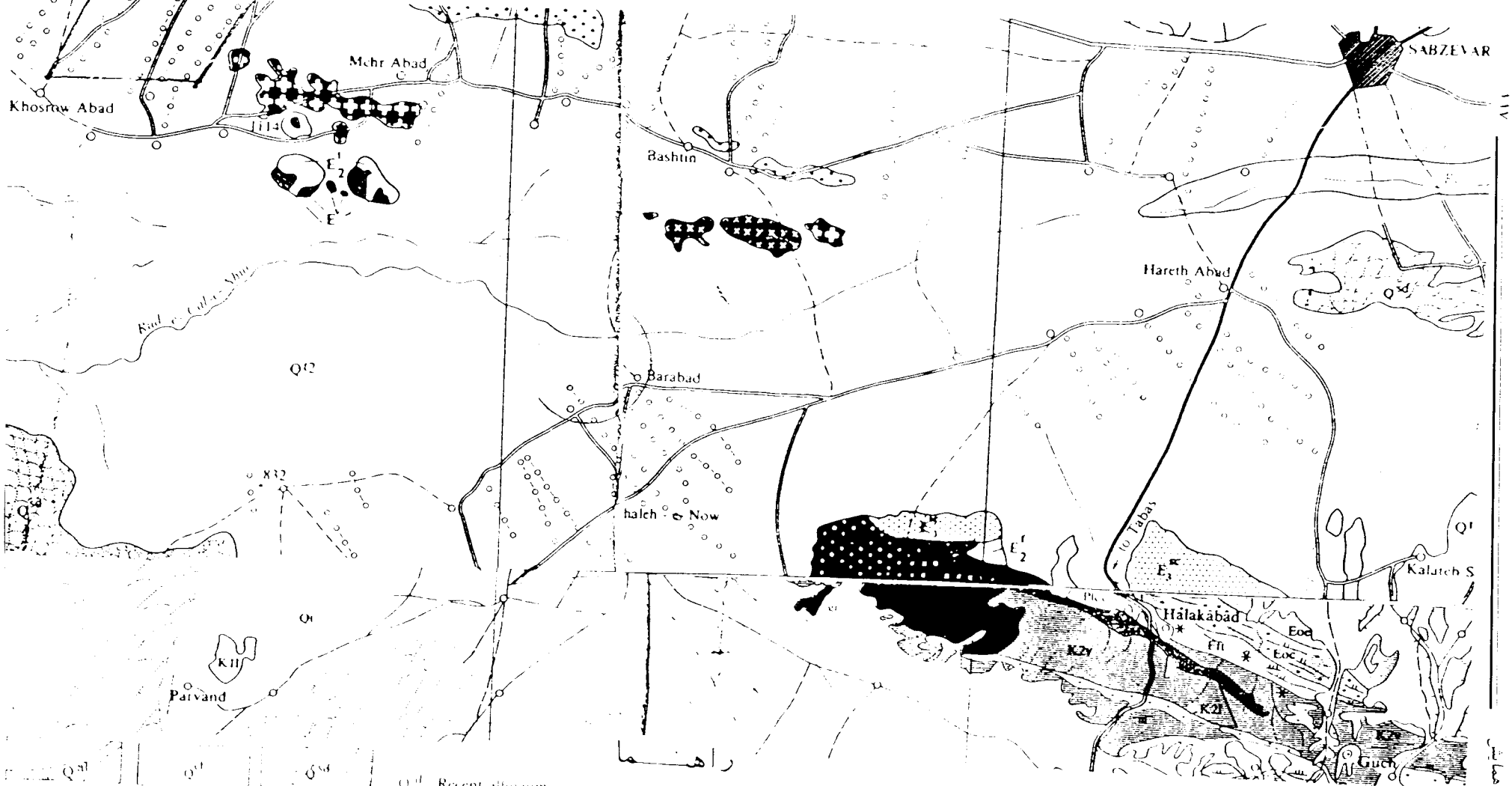
۱۷- اطلس شیب ایران - نقشه شیب کاشمر به شماره NI40-3 -موسسهٔ جغرافیا - دانشگاه تهران

۱۸- اطلس شیب ایران - نقشه شیب سبزواربه شماره NJ40-15 -موسسهٔ جغرافیا - دانشگاه تهران

۱۹- نقشهٔ زمین‌شناسی سبزوار به شماره ج - ۴ - سازمان زمین‌شناسی کشور

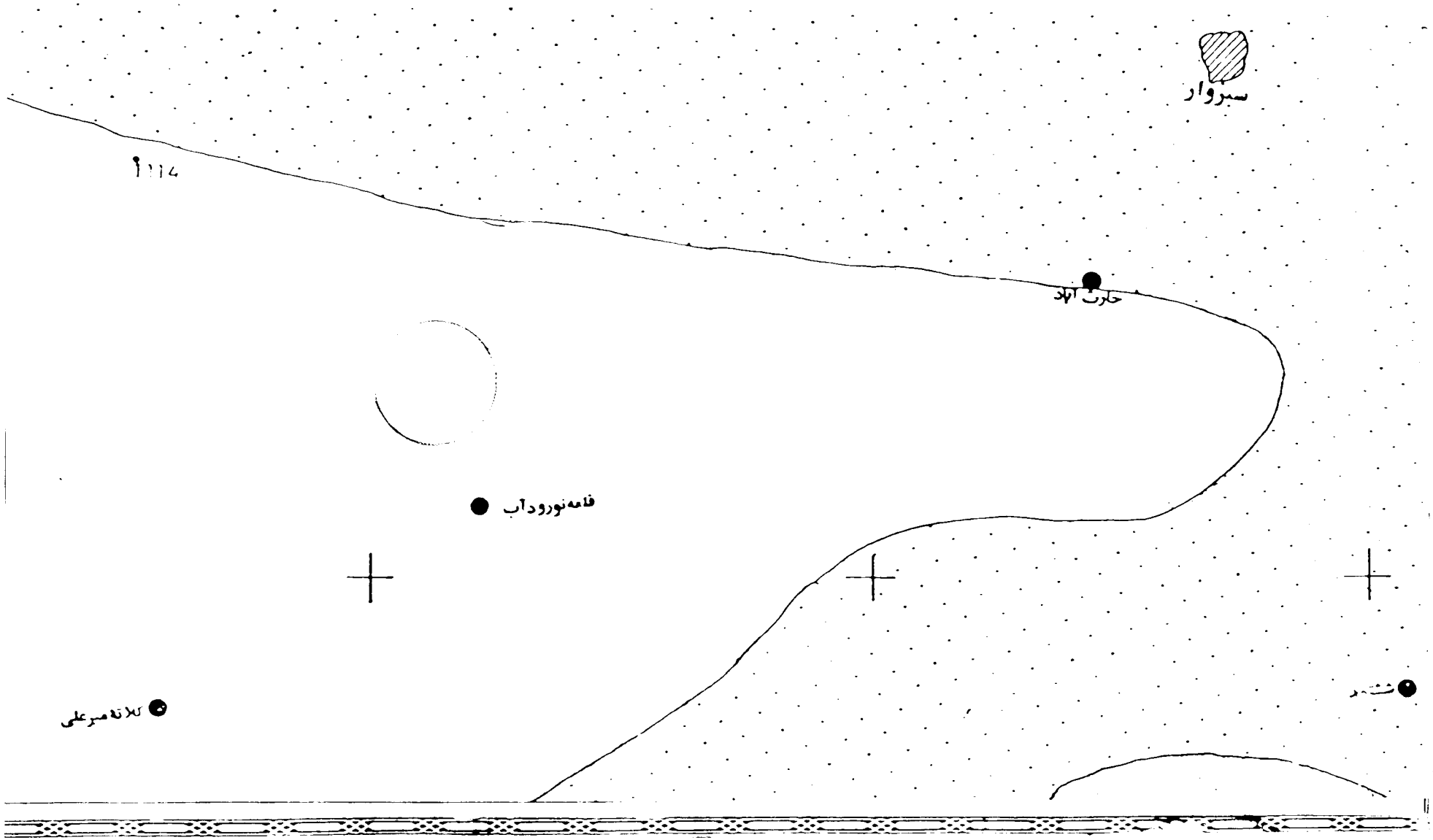
۲۰- نقشهٔ زمین‌شناسی کاشمر به شماره ج - ۵ - سازمان زمین‌شناسی کشور

۲۱ - نقشهٔ توپوگرافی سبزوار به شماره NJ40-15 -سازمان جغرافیایی کشور



راهنما

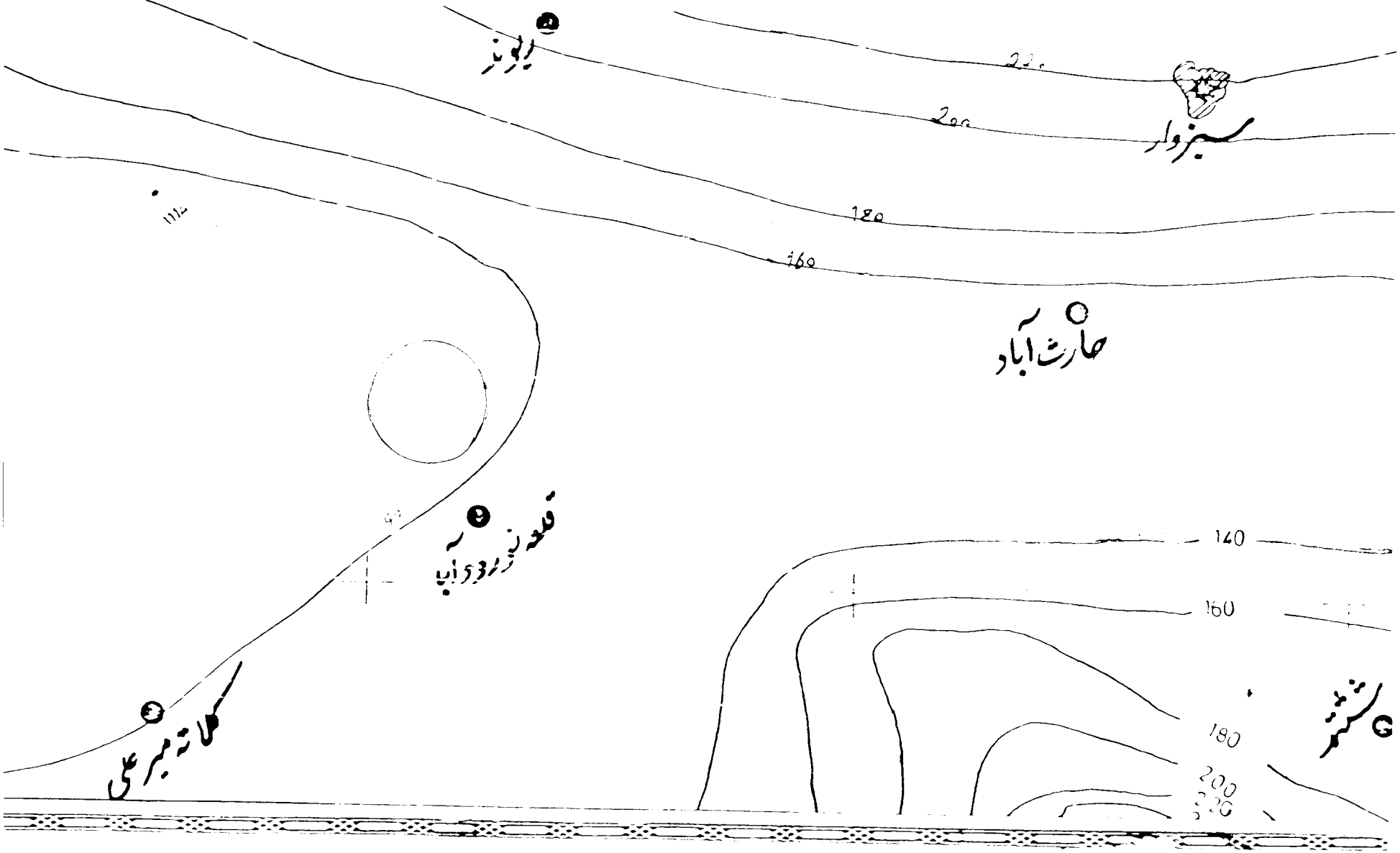
Q^{al}	Q^{al}	Recent alluvium
Q^{y}	Q^{y}	Young gravel fans and terraces
Q^{o}	Q^{o}	Old gravel fans and terraces
PlQ^{c}	PlQ^{c}	Conglomerate
Pl^{c}		Conglomerate with marl intercalations in lower part
PlQ^{v}	PlQ^{v}	Dacitic lava and tuff
	PlQ^{v1}	Volcanic lava, tuff and
		Sand dunes
	Q^{cl}	Clay flat, slightly gypsiferous



(طبقه بندی اقلیمی منطقه سبزوار)

مقیاس: ۱ / ۲۵۰۵۰۰

اقلیم خشک
اقلیم نیمه خشک
اقلیم فرا خشک



(نقشه میانگین بارندگی در منطقه سبزوار) ـ شکل ۴

خطوط همباران : ۲۰۰

مرکز شهرستان :

مقیاس : ۱/۲۵۰۰۰۰

Flood water using of Kal-e-shoor assessment on inprowment and rehabilitate Salinand Alkalin zone

"A new Experience with Hard Rail"

ISMAEAL FILEKASH - NATURAL RESOURCES & LIVESTOCK

RESEARCH STAION OF KHORASAN WEST (SABZEVAR)

Abstract

Operation of improwment and revial of Kavir & Desert zones which was the main aim of desertification have been started on the BORBAD region in 45 km. South-western of SABZEVAR.

Shrubs were not established becase of on irrigation in sutable time.

The main objectiveof this project was :" To stady the best time of floodwater : which is sutable for irrigation."

We have floodwater up to 250 $^{m3/s}$ and with 4-46 $^{ds/m}$ of quality in the stady area.

A diversion weir of 7-10m high has been constracted for irrigation of plant.

In this paper Topography , Climatology and Soil cracterestices of the area (more than 2000 hectar) were discribed.The primary result shows reasonaly well , f.e: (production arrived of 0-10 $^{kg/ha}$ t 400- 600 $^{kg/ha}$) , but more field data and research have to be collected for determining the robustness of the project.

مجموعه مقالات نهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

مقاله شماره ۱۰

موضوع:

بررسی امکان استفاده از زئولیتهای طبیعی ایران جهت حفظ و افزایش رطوبت خاک و نیز تصفیه فاضلابهای شهری و صنعتی برای مصارف کشاورزی و صنعتی

تألیف:

حسین کاظمیان[۱] و حسین فقیهیان[۲]

چکیده

ساختمان، بافت و ترکیب شیمیائی زئولیتهای طبیعی و فرمهای اصلاح شده آنها که از خانواده آلومینوسیلیکاتهای هیدراته حاوی کاتیونهای قلیایی و قلیایی خاکی اند، آنها را منابع بالقوه مهمی در زمینه‌های گوناگون من جمله پدیده تبادل یون، جذب و واجذب گازها و استفاده بعنوان کاتالیست در صنایع نفت و پتروشیمی نموده است.گونه‌هایی از آنها بدلیل ساختمان خاص کاندیدای مناسبی برای تصفیه فاضلابهای شهری و صنعتی به حساب می آیند.

در ایران علیرغم وجود منابع و ذخایر عظیم این ماده معدنی، تاکنون کارهای علمی و تحقیقاتی قابل توجه‌ای در جهت بررسی امکان استفاده از آنها در زمینه‌های مختلف فوق الذکر بعمل نیامده است .در این مقاله سعی خواهد شد تا ضمن مرور مختصر تعدادی از مقالات منتشره در رابطه با کارهای انجام شده بر روی زئولیتهای طبیعی در زمینه استفاده از آنها در جذب و حذف کاتیونهای سنگین مضر و نیز یون آمونیوم از فاضلابهای شهری و صنعتی در سایر کشورها، قسمتی از کار تحقیقاتی انجام شده بر روی سه نمونه زئولیت طبیعی موجود در مناطق سمنان، فیروزکوه،و میانه گزارش شده و نتایج حاصل از بررسی میزان جذب کاتیونهای آمونیوم، نقره، سرب، کادمیوم، نیکل و روی بوسیله این نمونه‌ها ارائه گردیده و مورد بحث قرار گیرد.

۱- آزمایشگاه‌های تحقیقاتی جابربن حیان، سازمان انرژی اتمی ایران

۲- دپارتمان شیمی، دانشکده علوم، دانشگاه اصفهان

مقدمه

زئولیتها آلومینو سیلیکاتهای معدنی کریستالین و هیدراته فلزات قلیایی و قلیایی خاکی با شبکه سه بعدی هستند (۱). اسکلت باز آنها شامل کانالها و حفراتی حاوی کاتیونها و مولکولهای آب است و به علت تحرک این کاتیونها، پدیده تبادل یون که یکی از ویژگیهای زئولیتهاست میسر میگردد. از خصوصیات بارز زئولیتها قابلیت آنها در دهیدراسیون برگشت پذیر و نیز تبادل کاتیونها بدون تغییر ساختمانی است(۲).

دهیدراسیون برگشت پذیر بهمراه جذب مایعات و گازها دلایلی محکم بر تشکیل چارچوب زئولیتها از خلل و فرج میباشد. تجزیه و تحلیل ساختاری بکمک روشهای پراش سنجی اشعه ایکس و پراش سنجی نوترنی این موضوع را تأیید میکنند(۳).

از نقطه نظر کریستالوگرافی فرمول سلول واحدیک زئولیت را میتوان بصورت زیر بیان کرد (۴):

$$M_{x/n}[(Al_2O_3)_x (SiO_2)_y] . W H_2O$$

که در این فرمول M کاتیون قلیایی یا قلیایی خاکی با ظرفیت n است و W تعداد ملکولهای آب و $(x + y)$ مبین تعداد چهار وجهی‌های سلول واحد میباشد، در حقیقت ترکیب داخل کروشه پیکره اصلی را تشکیل میدهد.

زئولیتها بطور کلی شامل دو دسته طبیعی ومصنوعی (سنتری) که که امروزه تقریباً" اکثر گونه‌های طبیعی بفرم سنتزی نیز تهیه شده‌اند. اولین گونه زئولیت طبیعی در حدود دو قرن پیش توسط یک معدن شناس سوئدی بنام کرونستد(Cronstedt) کشف و ثبت شده‌است (۵). همچنین نخستین نوع زئولیت سنتزی بوسیله دالتر(Dolter) در سال ۱۸۹۰ گزارش شده است (۶). حضور کاتیونها و سهولت تعویض آنها پدیده بسیار حائز اهمیت تبادل یونی را باعث میشود. برای اولین بار موضوع تعویض یونی زئولیتها بوسیله ایچورن(Eichhorn) مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت(۷)و از آن پس از آنها در مقیاس صنعتی و در نقش سختی گیرآب مورد استفاده واقع گردیدند(۸).

ابعاد حفرات و کانالهای هر زئولیت از مشخصه‌های آن میباشد که باعث ایجاد پدیده جذب گزینشی، یعنی جذب یک یون یا مولکول خاص در حضور گونه‌های دیگر میشود.اگر چه انواع مصنوعی زئولیتها بدلایلی از جمله درجه خلوص بالا، قابل دسترس بودن و نیز اندازه حفرات قابل تغییر و تنظیم بکمک شرایط ویژه سنتز بر انواع طبیعی برتری دارند ولی بدلیل کشف منابع و ذخایر عظیم و نسبتاً" خالص انواع گونه‌های طبیعی در اقصی نقاط جهان و نیز بدلیل ارزانی و عدم انحصار آنها در دست شرکتها و کمپانیهای بزرگ، نظر بسیاری از محققین رشته‌های مختلف علوم و همچنین صنایع گوناگون را بخود جلب کرده است و نتایج بسیار امیدبخشی را بدنبال داشته است(۹).

از نقطه نظر منشاء، زئولیها در محیطهای آتشفشانی (تحت شرایط هیدروترمال)، در بستر دریاچه‌های نمکی و نیز در لایه‌های رسوبی یافت میشوند (۱۰).فراوانترین انواع زئولیتهای طبیعی شامل کلینوپتیلولیت (Clinoptilolite)، آنالسیم (Analsim)، لامونیت(Lamunite) ،فیلیپسیت(Phillipsite)، موردنیت(Mordenite) و هیولاندیت(Heulandite) هستند که از نظر جغرافیایی در کشورهایی چون ایالات متحده آمریکا، مکزیک، بلغارستان ،ایتالیا، روسیه، کوبا و... دارای ذخایر قابل توجه‌ای میباشند (۱۱). در کشور ما نیز گزارشهای اکتشافی متعددی در رابطه با وجود این دسته از کانسارهای اقتصادی مختصرا" به چاپ رسیده است(۱۲).

با وجود تعدد انواع گونه‌های طبیعی و مصنوعی شناخته شده تاکنون تنها تعداد کمی از آنها کاربرد صنعتی پیدا کرده اند و از نقطه نظر اقتصادی و تجاری مورد توجه واقع شده‌اند که از آن جمله میتوان از زئولیتهای سنتزی ZSM-5, Zeolon, F, Gamma, Y, X, L, A و W و زئولیتهای طبیعی کلینوپتیلولیت، موردنیت‌شابازیت و اریونیت نام برد (۹).

بطور کلی سه عامل مهم ساختمان شیمیائی، فراوانی و قابلیت دسترسی، و نیز ارزش اقتصادی تعین کننده زمینه‌های کاربردی تجاری زئولیتهاست. عامل مهم در پایداری ساختمانی از جهات مختلف حرارتی‌شیمیائی و فیزیکی ترکیب شیمیائی زئولیت است، بر این اساس هر چه درصد سیلیس نمونه بالا تر باشد پایداری بیشتری نسبت به دما و محیطهای فعال شیمیائی از خود نشان میدهد (۱۳).

زئولیتها تاکنون در صنایع مختلفی اعم از صنایع نفت و پتروشیمی بعنوان کاتالیزور، در جداسازی و تخلیص گازها بکمک پدیده غربال مولکولی، انرژی خورشیدی، صنایع آتش‌نشانی، صنایع نسوز و سرامیک، صنایع شوینده بعنوان جایگزین فسفاتها، صنایع کشاورزی بعنوان حاصلخیز کننده و افزاینده رطوبت خاک، در دامپروری بدلیل جذب گازهای موجود در معده حیوانات و کمک به هضم راحتتر، و از همه مهمتر در تصفیه و پاکسازی فاضلابهای شهری ،صنعتی، و هسته ای از آلاینده‌های مضری نظیر فلزات سنگین و سمی ،آمونیاک ،و رادیو ایزوتوپهایی مانند سزیم و استرانسیم کاربرد تجاری پیدا کرده اند(۱۴).

در رومانی با افزودن توفهای زئولیتی از نوع کلینوپتیلولیت به حوضچه‌های پرورش ماهی به میزان ۲ تن در هکتار در مدت زمان ۱۰۰ روز به میزان ۱۵٪ افزایش تولید مشاهده کرده‌اند، همچنین با اضافه کردن ۲۵ تا ۱۰۰ تن زئولیت بر هکتار زمینهای زیر کشت سیب زمینی بین ۳۰٪ تا ۷۰٪ افزایش تولید داشته اند (۱۵).در ایتالیااثرات کوتاه مدت افزودن توفهای زئولیتی از نوع فیلیپسیت به خاکهای زراعی به نسبت ۱/۱۰۰ و تغییر میزان کاتیونهای در دسترس، افزایش درصد رشد گیاهان بررسی شده است. بعنوان مثال میزان کاتیون پتاسیم از ۴۲۰ PPMبه ۷۱۰PPM و کلسیم از ۴۷۷۰PPM به ۵۰۳۶ PPM و سدیم از ۳۲۹ PPM به PPM ۴۷۶ افزایش نشان داده‌اند(۱۶). همچنین در کشور رومانی از توفهای حاوی کلینوپتیلولیت پس از فعال کردن بوسیله اسید کلریدریک ۲ نرمال بمدت ۲ ساعت ودر دمای ۲۰ درجه و با نسبت جامد به مایع برابر با ۱/۴ در فرایند Coagulation در تصفیه آب جهت حذف ذرات کلوئیدی و سایر آلوده کننده‌ها و میکروارگانیزم‌های

موجود در آب استفاده کرده اند که نتایج حاصل بسیار امیدوار کننده بوده است (۱۷) .استفاده از توفهای کلینوپتیلولیت در فرایند فیلتراسیون تصفیه آبهای آشامیدنی در رومانی در مقایسه با فیلترهای شن کوارتزی (Quartz Sand Filters) باعث کاهش هزینه‌های تصفیه به میزان ۲۰-۳۰ ٪ مقدار اولیه شده است(۱۸). ناسا(NASA) سازمان ملی هوا- فضای آمریکا در برنامه پیشرفته حمایت و پشتیبانی زندگی طولانی در فضا(ALS) برای بازیابی فاضلابهای متعدد انسانی واز جمله ادرار جهت جذب و حذف یون آمونیوم به هدف کاهش نیاز به ارسال آب بیشتر به فضا از زئولیتها به عنوان یکی از مبادله کننده‌هایی که تمایل زیادی به جذب آمونیوم دارد استفاده کرده است(۱۹).در روسیه برای کاهش آلودگی روزافزون محیط اعم از آب ،خاک و هوا و ضرورت توسعه روشهای مناسب پاکسازی و تصفیه آنها با تغییر توفهای زئولیتی حاوی کلینوپتیلولیت به نوعی فرو مغناطیس و به دلیل قابلیت مغناطیس پذیری زئولیت اصلاح شده و ظرفیت کاتیونی بالا ازآن برای تصفیه محلولهای به شدت کدر و لجنها و همچنین خاک استفاده کرده اند و با افزودن ماده فرو مغناطیس تولید شده به خاک با تغییر نسبت آنها از ۱/۲۵ به حدود ۱/۱ بازیابی رادیوایزوتوپ استرانسیوم از ۴۵٪ به ۸۹٪ و بازیابی رادیوایزوتوپ سزیم از ۱۳٪ به ۵۶٪ افزایش نشان داده است (۲۰).در کشور اوکراین از کلینوپتیلولیت اصلاح شده با مقادیر زیادی اکسید منگنز برای حذف آهن و منگنز زدایی کامل آب چاههای آرتزین در زمانهای طولانی استفاده شده است (۲۱).در ترکیه برای حذف کرم از فاضلابهای صنعتی از کلینوپتیلولیت استفاده شده است (۲۲). در کشور اسلواکی نیز استفاده از توفهای کلینوپتیلولیتی برای تصفیه فاضلابهای ناشی از فعالیتهای معدنکاری گزارش شده است(۲۳). در مجارستان پس از استفاده زئولیت نوع کلینوپتیلولیت برای جذب یون آمونیوم از فاضلابهازئولیت اشباع شده را با محلول سدیم کلراید یا پتاسیم کلرایدشستشو داده و پس از جذب محلول حاصل از شستشو در اسید فسفریک، آمونیوم هیدرو فسفات تولید کرده و از آن بعنوان کود در مصارف کشاورزی استفاده کرده‌اند(۲۴).

آزمایشات

نمونه‌های مورد تحقیق طبق اصول علمی نمونه برداری از مناطق سمنان، فیروزکوه و میانه تهیه شده و پس از آسیاب کردن با استفاده از غربالهای استاندارد ASTM.E-11 دانه بندی شده وبه منظور جداسازی ناخالصی های محلول در آب به مدت ۲۴ ساعت در آب کاملا" دیونیزه و در دمای نزدیک به جوش رفلاکس گردید و سپس صاف شده ودر دمای ۱۰۰ درجه خشک ودر داخل دسیکاتور حاوی آمونیوم کلراید اشباع جهت ثابت ماندن فشار بخار نمونه در طی زمان آزمایشات نگهداری شد. اندازه ذرات بین ۵۰۰-۲۲۴ میکرون بعنوان نمونه اصلی مورد آزمایشات شیمیایی و سایر آزمایشات تعیین ساختمان قرار گرفت.

برای شناسایی نوع زئولیتها ابتدا تجزیه شیمیایی نمونه‌ها بر اساس روشهای توصیه شده بوسیله ماکسول(Maxwell) (۲۵) انجام پذیرفت. میزان کاهش کلی وزن (L.O.I) که در اینجا بعنوان آب نمونه

منظور میشود، در دمای ۱۱۰۰ درجه سانتیگراد و بمدت ۴ ساعت در کوره الکتریکی اندازه گیری شد.پس از تجزیه شیمیایی و مشخص شدن ترکیب درصد عناصر موجود در نمونه‌ها به منظور تعیین نوع ساختمان از نقطه نظر کریستالوگرافی با استفاده از دستگاه پراش سنج اشعه ایکس (XRD) الگوهای پراش نمونه‌ها بدست آمد. با توجه به اینکه زئولیتهای هم خانواده از نظر ساختمانی بسیار بهم شبیه هستند، یکی از راههای مفید جهت تعیین دقیق گونه زئولیت استفاده از روشهای تجزیه حرارتی (TA) از قبیل تجزیه حرارتی وزنی (TGA) وتجزیه حرارتی دیفرانسیلی (DTA) میباشد، به این منظور منحنی‌های تجزیه حرارتی وزنی نمونه‌ها تهیه گردید. پس از طی مراحل شناسایی وتعیین ساختمان نمونه‌ها وبا توجه به مطالعات کتابخانه‌ای انجام شده، آنها کاندیدای بسیار مناسبی برای بررسیهای تبادل یون بمنظور جذب و حذف کاتیونهای مختلف من جمله آمونیوم و فلزات سنگین از فاضلابهای شهری و صنعتی تشخیص داده شده و آزمایشات متعدد مربوط به میزان گزینش پذیری نمونه‌ها نسبت به کاتیونهای مورد تحقیق در شرایط مختلف بعمل آمد.

ابتدا ظرفیت تبادل کاتیونی (Cation Exchange Capacity ,CEC) که یکی از مشخصه‌های هر مبادله کننده یونی نسبت به یونهای مختلف است را با قراردادن مقداری از نمونه در مجاورت محلول ۰/۱ نرمال نمک نیترات آمونیوم با نسبت مایع به جامد برابر با ۱/۲۵در دمای ۵۰ درجه سانتیگراد وبه مدت ۷۲ ساعت برای حصول اطمینان از برقراری تعادل کاتیون بین دو فاز مایع و جامد و سپس صاف کردن نمونه وشستشو با مقادیر اضافی آب مقطر برای شستشوی کامل نمکهای نیترات اضافی و در نهایت استفاده از روش شناخته شده کجلدال برای بدست آوردن غلظت یون آمونیوم محاسبه کردیم و تعداد میلی اکیوالانهای کاتیون وارد شده به ازاء هر گرم زئولیت را بعنوان ظرفیت تبادل کاتیونی بدست آوردیم. دلیل استفاده از یون آمونیوم برای منظور فوق، بالا بودن میزان گزینش پذیری اکثر زئولیتهای طبیعی و سنتزی نسبت به این یون میباشد.علاوه بر ظرفیت تبادل کاتیونی تجربی با محاسبه حاصل جمع اکیوالانهای کاتیونهای قلیایی و قلیایی خاکی موجود در نمونه‌ها، ظرفیت کاتیونی تئوری یا حقیقی که نشانگر مجموع اکیوالانهای کاتیونی قابل تعویض در مبادله کننده است، محاسبه گردید .برای تعیین ظرفیت تبادل کاتیونی کاتیونهای مختلف‌بر روی زئولیتهای مورد آزمایش بمیزان ۰/۱ گرم از نمونه را در یک ظرف پلی اتیلن درب دار قرار داده و ۱۰ میلی لیتر از محلول ۰/۱ نرمال نمک نیترات کاتیون مربوطه را افزوده و به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۲۵ درجه در داخل شیکر با سرعت ۲۵۰ دور بر دقیقه بهم زده وپس از صاف کردن، محلول زیر صافی و همچنین نمونه زئولیت تحت آزمایش تجزیه شیمیایی واقع شده و تغییرات غلظت کاتیونها محاسبه گردید. برای تجزیه و تحلیل میزان گزینش پذیری نمونه‌های زئولیت نسبت به کاتیونهای مورد آزمایش ظرفیت کاتیونی نمونه‌های مورد آزمایش برحسب میلی‌اکیولانهای کاتیون وارد شده به ازاء یک گرم زئولیت محاسبه گردید.همچنین پارامتر ضریب توزیع K_d که از نقطه نظر محاسبات ترمودینامیک حائز اهمیت است بر طبق فرمول زیر محاسبه شده است که در مقالات دیگر نویسندگان ارائه گردیده است.

$$K_d = (C_i - C_f) / C_f * V / W$$

در این فرمول زیر C_i و C_f به ترتیب نمایانگرغلظت کاتیون قبل وبعد از انجام تبادل و V نشانه حجم محلول استفاده شده‌بر حسب میلی لیتر و W وزن نمونه زئولیت در آزمایش تعیین ضریب توزیع رابر حسب گرم نشان میدهد.

بحث و نتیجه گیری

نتایج حاصله از تجزیه شیمیایی نمونه‌ها در جدول شماره(۱) نشان داده شده است ،نسبت سیلیس به آلومینیوم که یکی از مشخصه‌های آلومینوسیلیکاتهاست به ترتیب برای نمونه‌های سمنان، فیروزکوه و میانه بربر با ۴/۴۳، ۵/۰۵ ،و۵/۰۶ است .بالا بودن درصد سیلیس باعث افزایش پایداری حرارتی و شیمیایی و مکانیکی نمونه‌ها خواهد شد. این نتایج بهمراه الگوهای پراش سنجی اشعه ایکس نمونه‌ها که در شکلهای (۳-۱) آمده استنشانگر تعلق تمامی نمونه‌های مورد آزمایش به زیر گروه هیولاندیت از دسته زئولیتهای طبیعی است (۴). این گروه از زئولیتها شامل هیولاندیت،کلینوپتیلولیت، استیل بایت (Stilbite) و استلریت (Stellerite) میباشد که با توجه به یکسان بودن واحد ساختمانی ثانویه‌ای که شبکه آنها را تشکیل میدهد و در بسیاری از موارد بسته به شرایط تشکیل ممکن است از نظر ترکیب درصد عناصر موجود، شناسایی آنهابه کمک آنالیز شیمیایی و پراش‌سنجی اشعه ایکس (XRD) ممکن نباشد. به این منظور با استفاده از سایر روشهای مکمل نوع دقیق آنها را تعیین میکنند، یکی از این روشها استفاده از دستگاههای تجزیه حرارتی است. شکلهای (۶-۴) نمایانگر منحنیهای آنالیز حرارتی وزنی (TG) نمونه‌ها بهمراه مشتق اول آنها(DTG) میباشد. منحنی‌های حرارتی که مثل اثر انگشت برای هر نمونه مشخصه است در هر سه مورد پیکهای پهن کاهش وزن بین ۳۸۰-۵۰ درجه را که مشخصه کلینوپتیلولیت است از خود نشان داده‌اند(۴).

ظرفیت کاتیونی تئوری یا حقیقی بترتیب برای نمونه‌های سمنان، فیروزکوه و میانه برابر با ۲/۰۹۶، ۲/۳۵۷ و۲/۳۳۵ میباشد که از جمع نمودن تعداد میلی اکیولان کاتیونهای موجود در نمونه‌های اصلی بدست آمده است. ظرفیت کاتیونی تجربی به روش شرح داده شده در بالا، بترتیب برابر ۱/۸۸، ۱/۸۹ و ۱/۵۷میلی اکیولان برگرم برای نمونه‌های سمنان، فیروزکوه و میانه بدست آمد. ظرفیت تبادل کاتیونی نمونه‌ها نسبت به تعدادی از کاتیونهای سنگین که از نقطه نظر آلودگی منابع آب و خاک بسیار حائز اهمیت هستند نیز بروش توضیح داده شده در بخش روش کار محاسبه گردید که نتایج حاصل از آن در جدول شماره (۲) آورده شده است. چنانکه از محتوای جدول پیداست علاوه بر اندازه ذرات اصلی یعنی ۵۰۰-۲۲۴ میکرن دو سایز دیگر نیز برای بررسی اثر اندازه ذرات بر روی میزان تبادل آزمایش شده است. آزمایشات نشان داده‌اند که با کاهش اندازه ذرات مبادله کننده میزان تبادل افزایش نشان میدهد که این پدیده را با توجه به مکانیزم تبادل که از نوع نفوذی و با توجه به قوانین فیک (Fick's Laws) صورت میگیرد، توجیه میکنند.با توجه به نتایجموجود در جدول شماره (۲) و نیز نتایج حاصل از آزمایشات مربوط به یون آمونیوم نتیجه گیری میشود که‌بالا ترین میزان جذب

در هر سه نمونه مربوط به یون آمونیوم بوده وپس ازآن به ترتیب یونهای سرب، نقره،کادمیوم، روی و نیکل صرف نظر از نوع نمونه زئولیت بیشترین میزان جذب را نشان میدهند. در طی مراحل این تحقیق علاوه بر نتایج گزارش شده در این مقاله تست‌های مختلف دیگری نیز در بررسی پارامترهای متفاوت مؤثر بر میزان گزینش پذیری فرایند تبادل یونی نمونه‌های فوق صورت پذیرفته است که در مقالات دیگری در مجلات و سمینارهای داخلی و خارجی به چاپ رسیده است (۲۹-۲۶).

با توجه به نتایج بدست آمده در این تحقیق و با نگاهی کوتاه به نتایج ارئه شده توسط محققین سایر کشورها، استفاده از کلینوپتیلولیت مناطق یاد شده در فرایند تصفیه آبها اعم از فاضلابهای صنعتی و شهری و نیز در تصفیه آب شرب و در زمینه‌های مختلف کشاورزی و دامپروری توصیه میشود. همچنین بدلیل پیوستگی زمینه‌های مختلف تحقیقاتی مربوط به زئولیتها، ایجاد انجمن یا مؤسسه ای به منظور سیاستگذاری در زمینه زئولیتهای پژوهشی این شاخه مهم پیشنهاد میشود.این کار در تمامی کشورهایی که ذخایر قابل توجهی از این ماده معدنی را دارند ازقبیل ایالات متحه آمریکا، کوبا، ایتالیا، بلغارستان ،روسیه ،ژاپن و... انجام گرفته است.

در پایان لازم میدانیم که استاد گرامی جناب آقای دکتر محمد قنادی مراغه معاون محترم تحقیقات و توسعه هسته ای سازمان انرژی اتمی ایران و همه همکارانی که در آزمایشگاههای تحقیقاتی جابربن حیان سازمان انرژی اتمی با ما همکاری کرده اند سپاسگذاری کنیم.

Sample	%SiO_2	%Al_2O_3	%Fe_2O_3	%TiO_2	%CaO	%MgO	%Na_2O	%K_2O	%P_2O_5	%LOI	%Total
Semnan	64.4 ±0.31	12.80 ± 0.27	1.31 ± 0.03	0.31 ±0.01	2.37 ±0.13	1.15 ±0.02	1.13 ±0.01	2.64 ±0.05	0.21 ±0.01	13.19 ±0.08	99.55
Firouzkooh	67.24 ±1.40	11.71 ±0.20	0.58 0.20	0.42 ±0.01	3.04 ±0.02	1.16 ±0.01	1.19 ±0.01	1.48 ±0.03	no	13.47 ±0.17	100.43
Meyaneh	67.35 ±0.25	11.73 ±0.23	0.88 ±0.01	0.34 ±0.01	2.34 ±0.21	1.21 ±0.01	0.88 ±0.02	1.72 ±0.04	no	12.94 ±0.11	99.43

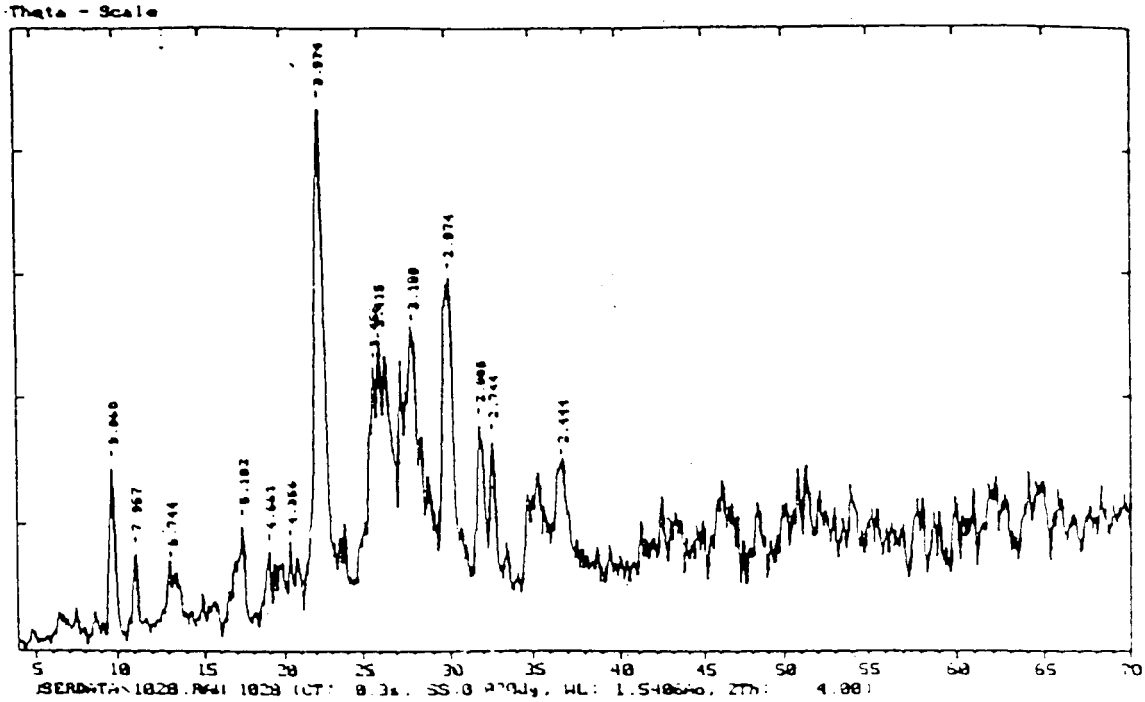
no= not observed

جدول شماره (۱). نتایج تجزیه شیمیایی نمونه‌های زئولیت مورد آزمایش

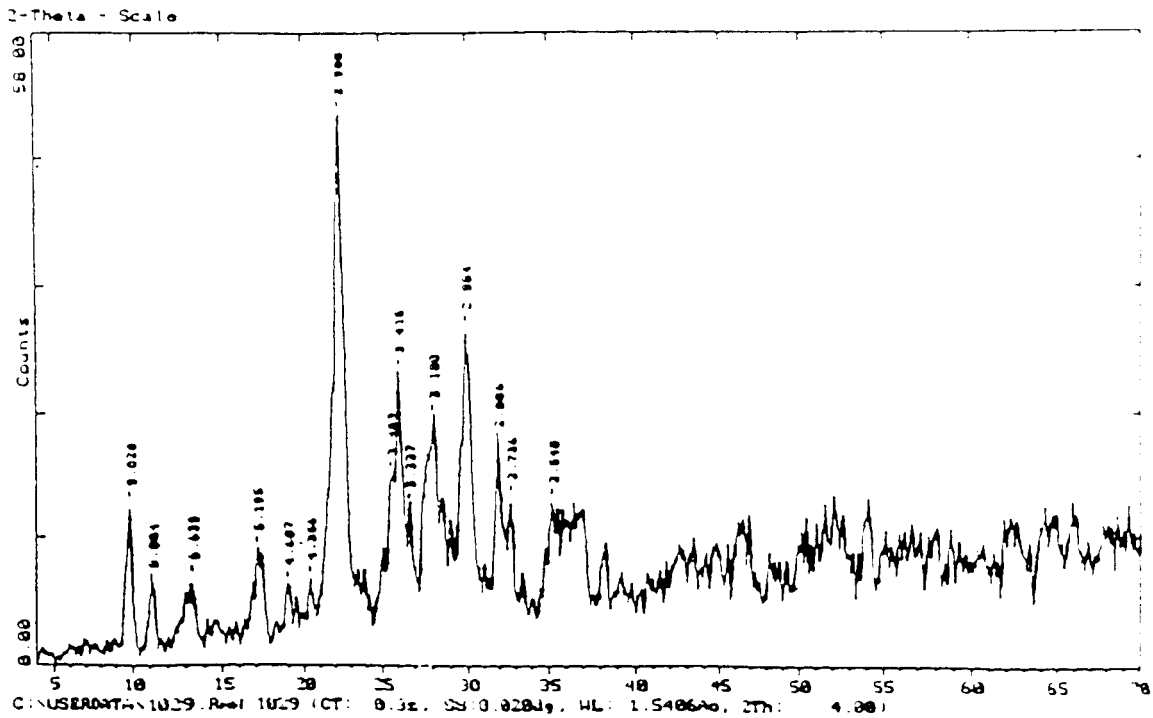
CEC (meq g^{-1})

Samples	Particle Size (μm)	Pb^{++}	Ag^{+}	Cd^{++}	Zn^{++}	Ni^{++}
Semnan	<224	0.64	0.65	0.44	0.27	0.18
	>224-500>	0.58	0.54	0.36	0.21	0.16
	>500-800>	0.46	0.41	0.28	0.19	0.14
Firouzkooh	<224	0.61	0.59	0.27	0.14	0.12
	>224-500>	0.58	0.52	0.22	0.11	0.10
	>500-800>	0.44	0.47	0.52	0.10	0.08
Meyaneh	>224	0.55	0.51	0.26	0.05	0.11
	>224-500>	0.48	0.45	0.21	0.04	0.08
	>500-800>	0.43	0.41	0.18	0.03	0.07

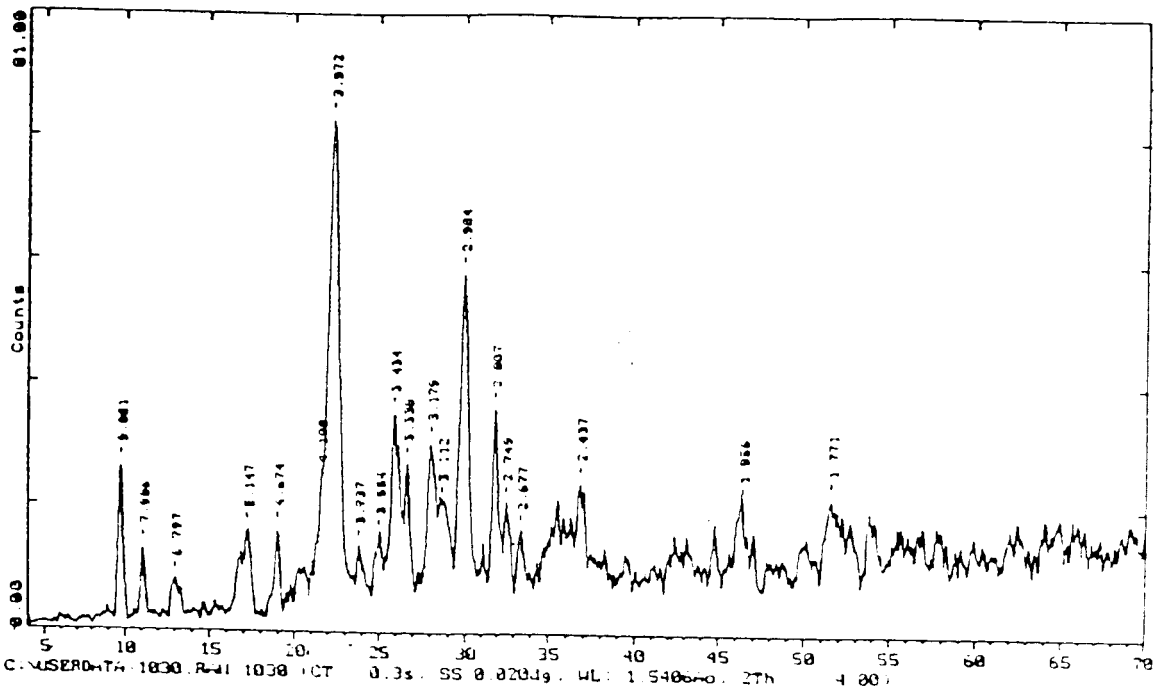
جدول شماره (۲). تأثیر اندازه ذرات بر ظرفیت کاتیونی نمونه‌ها نسبت به کاتیونهای مورد آزمایش



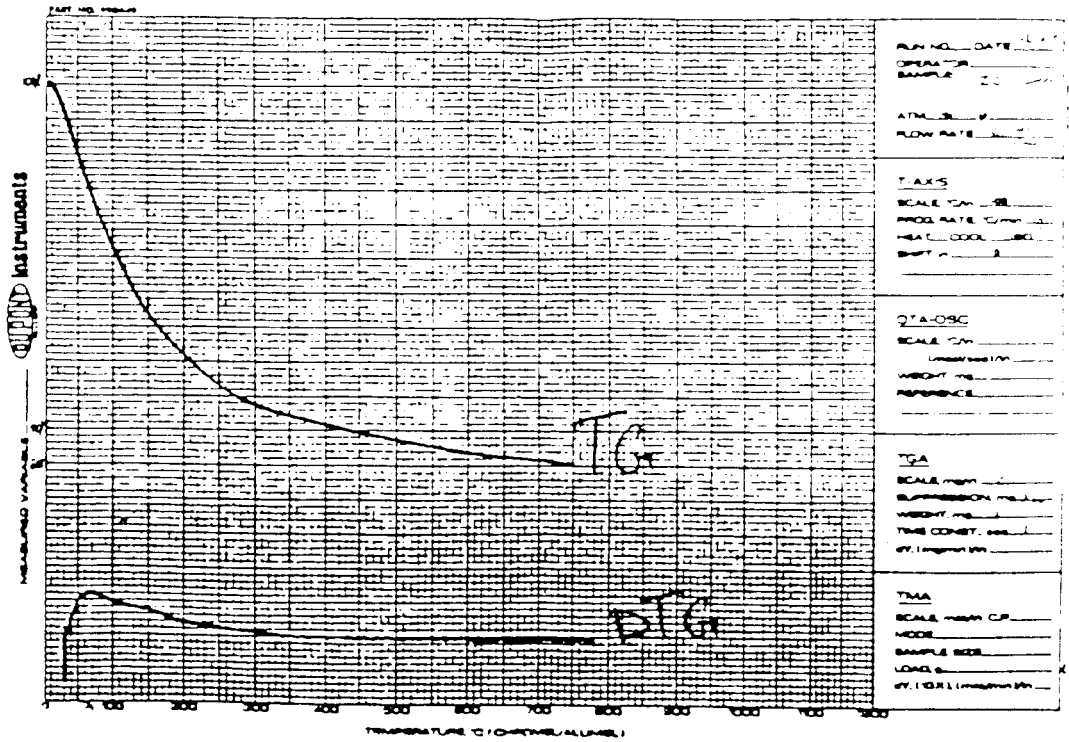
شکل شماره (۱). طیف اشعه ایکس نمونه سمنان



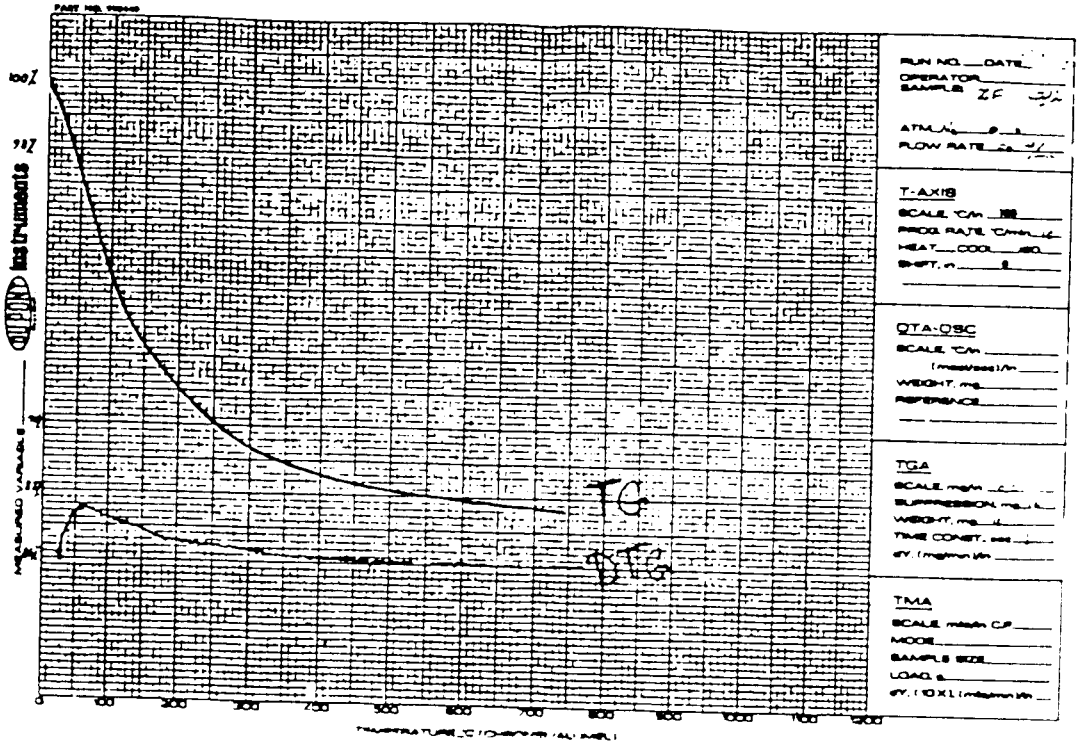
شکل شماره (۲). طیف اشعه ایکس نمونه فیروزکوه



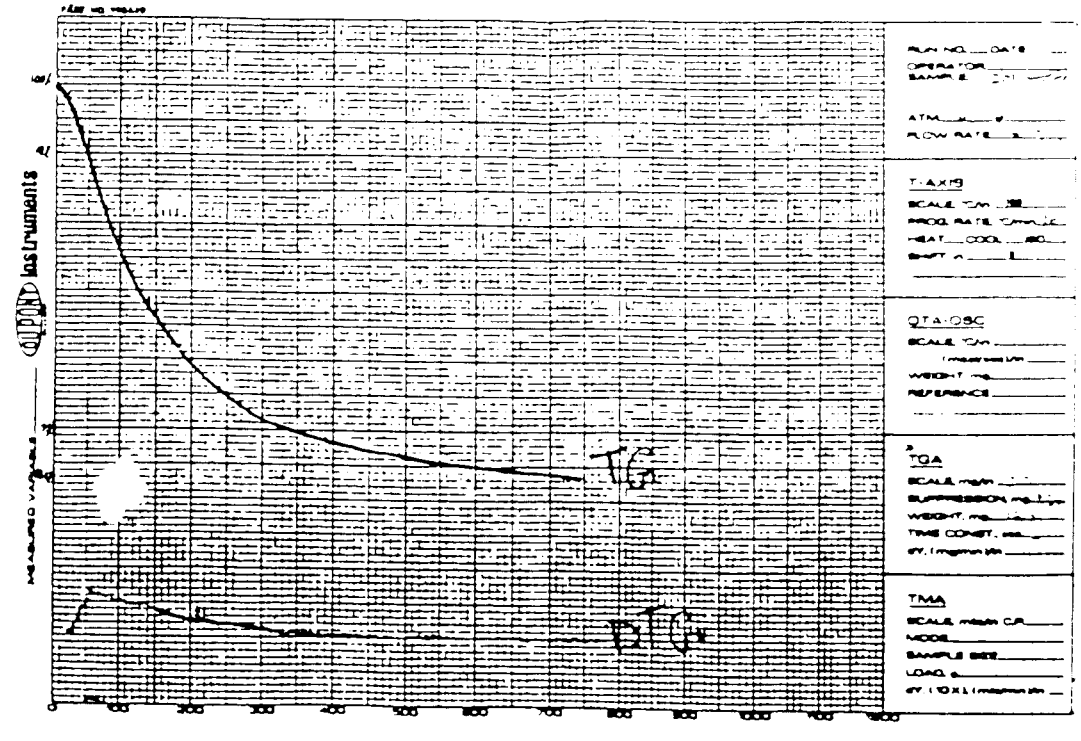
شکل شماره (۳). طیف اشعه ایکس نمونه میانه



شکل شماره (۴). منحنی حرارتی نمونه زئولیت سمنان



شکل شماره (۵). منحنی حرارتی نمونه زئولیت فیروزکوه



شکل شماره (۶). منحنی حرارتی نمونه زئولیت میانه

مراجع

1. Gottardy, G., Galli, E., "Natural Zeolites" Springer, Berlin (1985).

2. Mumpton, F.A.,and Fishman P.H., Anim. J. Sci., 45, 1188, (1977).

3. Taylor, W. H., Z. Kristallogr., 74, 1 (1930).

4. Breck , D. W., " Zeolite Molecular Sieves" John Willy Interscience, New York, (1974).

5. Cronstdt, A., Akad. Handl Stokholm, 18 , 120, (1756).

6. Dolter, C., " Uerb die Kunstliche Darstellung und die chemisch Constitution Einiieger Zeolithe", Neues Jahrb Min., 1, 118, (1890).

7. Eichhorn, H., Poggendroffs Annalen der Physik, 105, 126, (1858)

8. Van Reeuwijk, L., P., Am. Miner., 57, 499, (1972).

9. Barrie, M., Lowe, Educ. Chem., pp.15, January (1992).

10. Baldar ,N. A., and Whitting , L. D., Soil. Sci. Am. Proc., 23 ,235, (1968).

11. Taylor, W. H., Zeit. Krist ., 74, 1 (1930).

۱۲.خلقی، محمد حسین ،" زئولیتها و رخنمونهایی از آن در ایران، انتشارات سازمان زمین شناسی کشور"، (خرداد ۱۳۶۹).

13. Sand, L. B., and Mumpton, F. A., Eds. " Natural Zeolites", Pergamon, Oxford, 1978, pp.31.

14. Barrer, R. M., " Zeolite and Clay minerals as Sorbents and Molecular Sieves". Academic Press,London, (1978).

15. Bedelean , I., et.al. 5th International conference on the Occurrence, Properties, and Utilization of Naural Zeolites,Program and Abstract, Ischia, Naples, Italy. Sep.21-29, (1997), pp.60.

16. Buondonno, A., et.al., ibid., pp.84.

17. Burtica, G., et.al. , ibid., pp. 90.

18. Burtica, G., et.al., ibid., pp. 97.

19. Calindo, C. JR., et.al., ibid., pp. 154.

20. Nikashina, V., et.al., ibid., pp. 232.

21. Tarasevich, Yu. I., et.al., ibid., pp. 282.

22. Tortop, F., et.al., ibid., pp. 296.

23. Ulrich-obal, M., and Kolenc, M., ibid., pp. 304.

24. Kallo, D., Natural Zeolites'93, D. W. Ming ,and F. A. Mumpton, Eds., ICNZ.

Brockport, New York. 14420,(1995), pp.341-350.

25. Maxwell, J. A., " Rock and Mineral Analysis", Willy Interscience, New York. (1968).

26. Faghihian, H., et.al., 5th Int. Conf.Occu. Pro. Util. Nat. Zeo., Program and Abstract, Ischia, Naples, Itally,Sep. 21-29, (1997), pp. 145.

27. Kazemian, H., et,al. , ibid, pp. 189.

28. Faghihian, H., et.al., " The use of clinoptilolite.....", J. Appl. Rad. Is. In press (1998).

۲۹. کاظمیان، حسین .وهمکاران " ترسیم ایزوترمهای تبادل یون ....." خلاصه مقالات هشتمین سمینار شیمی تجزیه ایران"، ۱۷-۱۵ بهمن ۱۳۷۶، اهواز، ایران، صص ۳۹-۳۸.

USE OF IRANIAN NATURAL ZEOLITES AS SOIL AMENDMENTS, AND MUNICIPAL AND INDUSTRIAL WASTEWATER TREATMENT

H. Kazemian(1) , and H. Faghihian(2)

1.Jaber Ibn hayan Research Laboratories, Atomic Energy Organization of Iran.
2.Chem. Dept., Sci. Fac., Isfahan University.

Abstract

The structure , texture, and chemical composition of some certain hydrated alkaline and alkaline earth aluminosilicates; Natural Zeolites; and their processed derivatives make the promising candidates for the purification of municipal and industrial wastewater.

In Iran despite the abundent occurrences of natural zeolites, systematic investigation of these minerals are still scare. The objective of the present study is to determine the chemical formula and investigation the ion-exchange properties of three Iranian natural zeolites from Semnan (Zs), Meyaneh (Zm) , and Firuzkooh (Zf) regions for some heavy metal cations such as pb^{2+} , cd^{2+}, Ni^{2+}, Zn^{2+},Ag^{+} and NH_4^{+} in point of view of municipal and industrial wastewater treatment and soil fertilyzing effects. This paper also reviews some studies that have been reported by other researchers in other countries in the world.

مجموعه مقالات نهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

مقاله شماره ۱۱

موضوع:

کم آبیاری بهینه
تحت شرایط مختلف مقدار اولیه آب در نیمرخ خاک

تألیف:

بیژن قهرمان و علیرضا سپاسخواه[۱]

چکیده

باکاهش فزاینده منابع آبی ازنظرکمی توجه محققین به یافتن توابع تولید محصول از آب و بعد از آن به تخصیص بهینه آب ناکافی معطوف شده است. تخصیص بهینه آب فصلی غالباً توسط برنامه ریزی ریاضی (برنامه‌ریزی خطی، غیرخطی وپویا) صورت می پذیرد .دراین بررسی، مقایسه‌ای بین برنامه ریزی غیرخطی بابرنامه ریزی پویا برای گندم زمستانه درباجگاه واقع دراستان فارس بعمل آمده است. درحالیکه در برنامه ریزی غیرخطی توزیع اولیه رطوبت خاک درنظرگرفته نمی شود، سه توزیع مختلف اولیه رطوبت خاک (PWP ثابت تاحد اکثرعمق ریشه، FC ثابت تا حداکثر عمق ریشه، PWP درسطح و FC درحد اکثرعمق ریشه وتغییرات خطی رطوبت باعمق) دربرنامه ریزی پویا درنظرگرفته شد. نتایج بدست آمده نشان داد که احتساب نقش رطوبت اولیه خاک باعث بالا رفتن محصول نسبی در ازاء مقادیر مختلفی از کاهش تامین آب آبیاری می‌شود و نادیده گرفتن این نقش منجر به برآورد پائین تولید محصول نسبی درروش برنامه ریزی غیرخطی می‌گردد. چنانچه خاک هیچ کمکی درتامین بخشی از نیاز آبی گیاه ننماید (رطوبت اولیه خاک PWP باشد) توزیع تبخیر- تعرق نسبی (نسبت تبخیر- تعرق واقعی به بالقوه) دردو روش محاسبه تقریباً برهم منطبق است. توزیع اولیه رطوبت خاک همچنین برروی حد بهینه کاهش آب نیز موثر است. هرچه این تاثیر بیشتر باشد حد بهینه کاهش آب و همچنین حد اکثر سود خالص نسبی افزایش خواهد یافت.

۱- اساتید بخش آبیاری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

مقدمه

منابع آب شیرین درجهان محدود است . باافزایش جمعیت نیاز به استفاده از آب بیشتر می شود ولذا منابع آب بطور فزاینده‌ای مورد تهدید قرار می‌گیرد. از آنجایی که بخش کشاورزی عمده ترین مصرف کننده آب بشمار می آید، هرگونه صرفه جویی دراین بخش کمک موثری به صرفه جویی درمنابع آب تلقی می شود. برای تخصیص بهینه آب در تولید گیاهان زراعی،رابطه ریاضی بین میزان آب بکاربرده شده و میزان محصول تولیدی مورد نیاز است. همچنین علاوه برمیزان آب درکل دوره رشد، میزان آب درهر مرحله رشد نیز تاثیرمهمی برروی میزان محصول خواهد داشت. باداشتن تابع تولید محصول ازآب ،تخصیص بهینه آب غالباً توسط برنامه ریزی ریاضی صورت می پذیرد. برای این منظور سه نوع برنامه ریزی توسط محققین ارائه شده است که عبارتند ازبرنامه‌ریزی خطی (مجی وهیدی ،۱۹۷۸) ،برنامه‌ریزی غیرخطی (قهرمان و سپاسخواه ،۱۹۹۷) و برنامه‌ریزی پویا(لی و همکاران، ۱۹۹۱،اپرسون وهمکاران ،۱۹۹۳). قطعاً انتخاب هرروش ،تابع مستقیمی ازنوع اطلاعات قابل تهیه ،زمان اجرای برنامه توسط کامپیوتر ودقت مورد انتظارمی باشد. باپیشرفت وتوسعه کامپیوترهای سریع، امروزه به ندرت از روش های برنامه ریزی خطی برای تخصیص بهینه آب استفاده می شود. درحالیکه درروش برنامه ریزی غیرخطی ازنقش مقدار اولیه آب خاک صرف نظر می شود، برنامه‌ریزی‌پویا توزیع آب درخاک رانیز مد نظر قرا رمیدهد وبنابراین انتظار میرود که نتایج بدست آمده از این دو روش بایکدیگر یکسان نباشد. در بررسی حاضر، دو روش برنامه ریزی غیرخطی و پویا برای تعیین نقش مقداراولیه آب خاک درشرایط کم آبیاری برای گندم زمستانه درباجگاه واقع دراستان فارس مقایسه شده اند.

تئوری

تابع تولید محصول از آب

جنسن (۱۹۶۸) مقدارمحصول نسبی گیاهان زراعی (determinent) رابعنوان تابعی از تبخیر- تعرق نسبی درطول دوره رشد ارائه کرده است :

$$\frac{y_a}{y_m} = \prod_{i=1}^{n} \left(\frac{ET_a}{ET_m}\right)^{\lambda_i} \qquad (۱)$$

که درآن y_a و y_m میزان محصول واقعی وحد اکثرتولید شده ، ET_a ,تبخیر- تعرق واقعی, ET_m حداکثرتبخیر- تعرق ، n تعداد مراحل رشد و λ_iضریب حساسیت به آب درمرحله رشد i ام می باشد.

نیریزی وریدزفسکی (۱۹۷۷) و میروهمکاران (۱۹۹۳) مقدارآب داده شده(w_a) راباتقریب معادل تبخیر- تعرق واقعی دانسته ورابطه (۱) راساده نمودند:

$$\frac{y_a}{y_m} = \prod_{i=1}^{n} \left(\frac{w_a}{w_0}\right)^{\lambda_i} \qquad (۲)$$

که درآن w_0 حد اکثرآب مورد نیاز می باشد.

تخصیص بهینه آب ناکافی

تخصیص بهینه مقدارمحدودی از آب بادو روش می تواند بدست آید:
الف - برنامه ریزی غیرخطی : چنانچه میزان آب دردسترس درطول فصل رشد(w) ناکافی باشد داریم :

$$W = X.\sum^{n}_{i=1}(W_o)_i \qquad (۳)$$

که درآن X بین صفرویک است. تخصیص بهینه آب باحل مسئله زیرصورت می پذیرد :

$$\max : \prod^{n}_{i=1}\left(\frac{W_a}{W_o}\right)^{\lambda i} \qquad (۴)$$

تحت قیود :

$$\sum^{n}_{i=n}(W_a)i = X.\sum^{n}_{i=n}(W_o)i \qquad (۵)$$

$$(W_a)i \le (W_o)i \qquad \text{(برای هر i)} \qquad (۶)$$

جزئیات حل مسئله فوق بااستفاده از شرایط کان - تاکر درروش لاگرانژ درقهرمان و سپاسخواه (۱۹۹۷) ارائه شده است.
ب - برنامه ریزی پویا: ازدیرباز این روش برای تخصیص بهینه آب محدود مورد استفاده قرارگرفته است (رائو وهمکاران ، ۱۹۸۸ ،ازمیان بقیه). حسب نوع مسئله ودقت مورد انتظار تعدادی متغیرحالت تعریف می شود. عموماً دومتغیرحالت یعنی مقدارآب باقیمانده قابل تحویل ورطوبت خاک، مورد استفاده قرارمی گیرند. گرچه روش برنامه ریزی پویا تنها قادر است آب رابین دوره های رشد اختصاص دهد ولی بامنظورکردن بیلان آب دردوره های زمانی کوتاهتر می توان برنامه ریزی آبیاری رادردوره های زمانی مشخص، مثلاً هفتگی نیز ارائه کرد. جزئیات روش برنامه ریزی پویا دررائو وهمکاران (۱۹۸۸)وجزئیات بیلان آب خاک دررائو (۱۹۸۷)ارائه شده است.

روش پژوهش

آرین (۱۳۷۱) ضرایب حساسیت گندم زمستانه در شرایط باجگاه (سال آبی ۶۹-۶۸)راتعیین وارائه کرده است. بنابراین این بررسی نیز برای این سال آبی صورت پذیرفت. تبخیر -تعرق پتانسیل روزانه گندم زمستانه از اطلاعات تشت تبخیر و بااستفاده از داده های هواشناسی شبیه سازی گردید. بافت خاک منطقه رسی شنی و درصد وزنی آب خاک درنقطه پژمردگی وظرفیت زراعی بترتیب ۸ و ۲۶ درصد می باشد.
ازآنجایی که بنظر میرسد رطوبت خاک نقش موثری دربرنامه ریزی آبیاری ایفانماید، سه نوع مختلف رطوبت خاک درنیمرخ خاک (تاعمق حد اکثر ریشه) درنظرگرفته شد: الف ،رطوبت ثابت درحد PWP ، ب)

رطوبت ثابت درحد FC، ج) رطوبت متغیر از PWP درسطح خاک تا FC درعمق حد اکثرریشه . براساس یافته‌های بورگ و گریمز (۱۹۸۶)، توزیع زمانی رشد ریشه محاسبه ومقدارعمق ریشه درهرزمان درمحاسبات بعدی مد نظرقرارگرفت.

تحلیل اقتصادی

قهرمان و سپاسخواه (۱۳۷۰) روشی راجهت تحلیل اقتصادی کم آبیاری پیشنهاد نموده اند که درآن نسبت سود خالص در شرایط کم آبی به سود خالص درشرایط آبیاری کامل می تواند از رابطه زیرمحاسبه شود:

$$Y_r = \frac{B/C \cdot ya/ym - 1}{(1-x)(B/C-1)} \qquad (۷)$$

که در آن B/C نسبت درآمد به هزینه درشرایط آبیاری کامل و (1-x)کسرآب تامین شده است . حد اکثر کردن این تابع حد بهینه کاهش آب رامشخص می سازد.

بحث و نتایج

شکل شماره (۱) حد اکثرمحصول نسبی تولیدی رابعنوان تابعی ازدرصد کاهش آب نشان میدهد. نقش تامین بخشی از نیاز آبی گیاه توسط رطوبت موجود درخاک دراین شکل قابل استنباط است . درحالت رطوبت ثابت FC درپروفیل خاک ، تاحد کاهش ۳۰ درصد در آب تحویلی کاهش محسوسی درتولید نشان داده نمی شود. این نکته خصوصاً درشکل شماره (۲) محسوس است .برای تخصیص بهینه ۵۰ درصد آب مورد نیاز گندم ، رطوبت زیاد موجود درخاک درزمان کاشت منجر به بالا بودن رطوبت درکلیه روزهای رشد گردیده است (شکل ۲). نادیده گرفتن نقش رطوبت خاک درمحاسبات ، منجر به برآورد پائین تولید محصول نسبی درروش برنامه ریزی غیرخطی می شود (شکل ۱). شکل شماره (۳) بیانگرتامین بخشی ازتبخیر- تعرق پتانسیل دردوره های مختلف رشد توسط روش های مختلف وتوزیع های مختلف رطوبت اولیه خاک برای حالت تامین ۸۰ درصد نیازآبی گندم می باشد. این شکل نشان میدهد که چنانچه خاک هیچ کمکی درتامین بخشی ازنیاز آبی گیاه ننماید (رطوبت اولیه برابر PWP باشد)توزیع تبخیر- تعرق نسبی دردو روش برنامه ریزی پویا وغیرخطی تقریباً برهم منطبق می باشند. ولی بامرطوب بودن اولیه نیمرخ خاک (رطوبت متغیر و FC) این تفاوت چشمگیرتر می‌شود. این شکل همچنین نشان می دهد که هیچ هماهنگی بین تبخیر- تعرق نسبی درروش غیرخطی از یک طرف ونسبت آب داده شده به تبخیر- تعرق حداکثردر روش برنامه ریزی پویا ازطرف دیگروجود ندارد. این امر باین نکته تاکید دارد که آب داده شده درروش برنامه ریزی پویا موجب تغییردررطوبت خاک می شود و این ذخیره رطوبتی می تواند بعداًمورد مصرف گیاه قرار گیرد، درحالیکه طبق منطق برنامه ریزی غیرخطی آب داده شده بایستی بلافاصله یامورد استفاده گیاه قرارگیرد و یابه هدر برود.

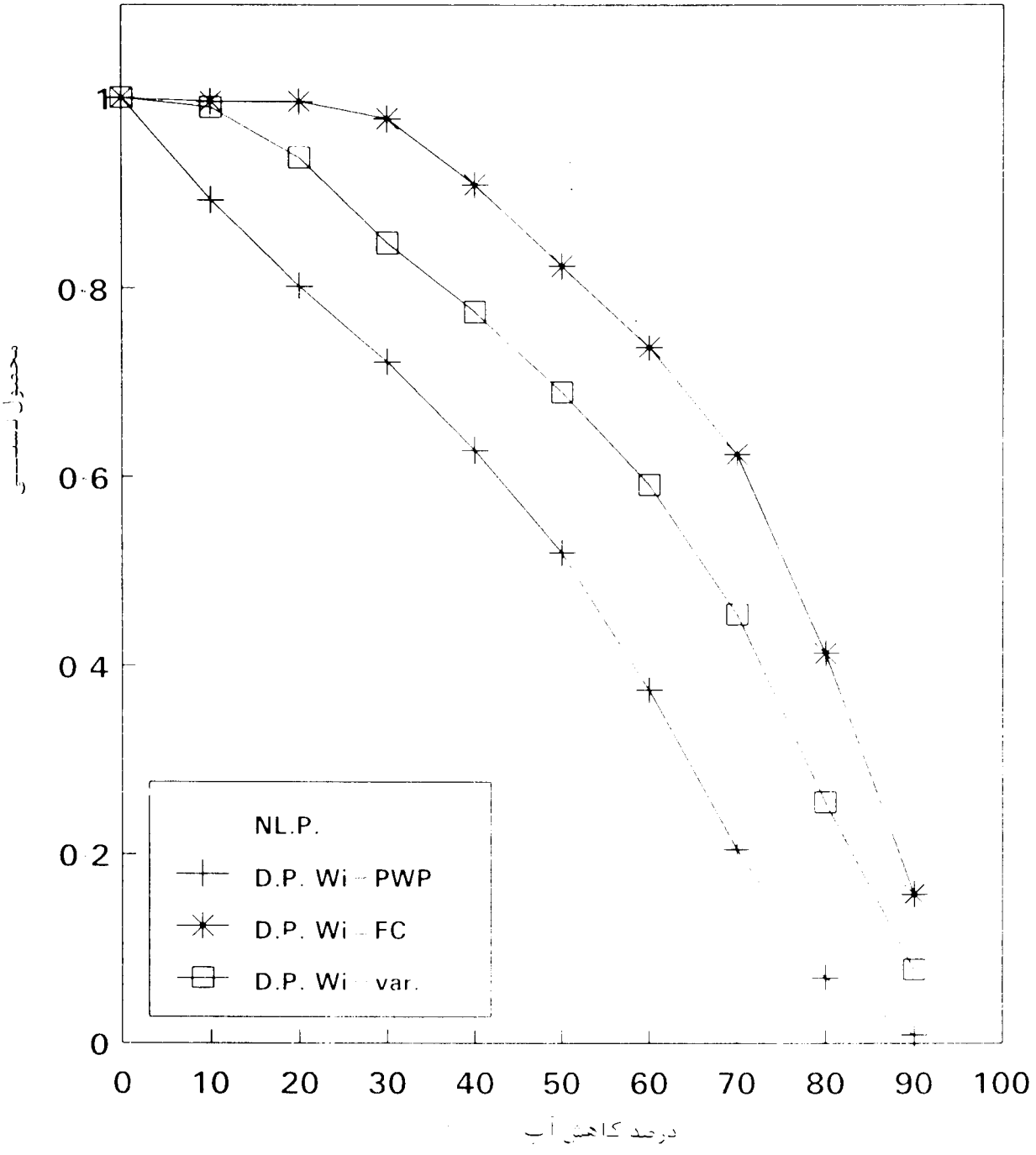
تعیین حد بهینه کاهش آب برای شرایط مختلف توزیع اولیه رطوبت خاک توسط شکل شماره (۴) صورت می گیرد. دراین شکل رابطه بین سود خالص نسبی و میزان کاهش مصرف آب درقسمتهای مختلف درآمد به

هزینه ارائه شده است . حسب نسبت درآمد به هزینه درشرایط واقعی مزرعه ،حد بهینه کاهش مصرف آب بدست خواهد آمد. تحلیل هانشان دادکه درروش برنامه ریزی غیرخطی وهمچنین حالت اولیه رطوبتی کاملا خشک (PWP) ،هیچگونه کاهش آبی جهت نیل به سود بیشتر مجاز نیست (داده ها نشان داده نشدند).

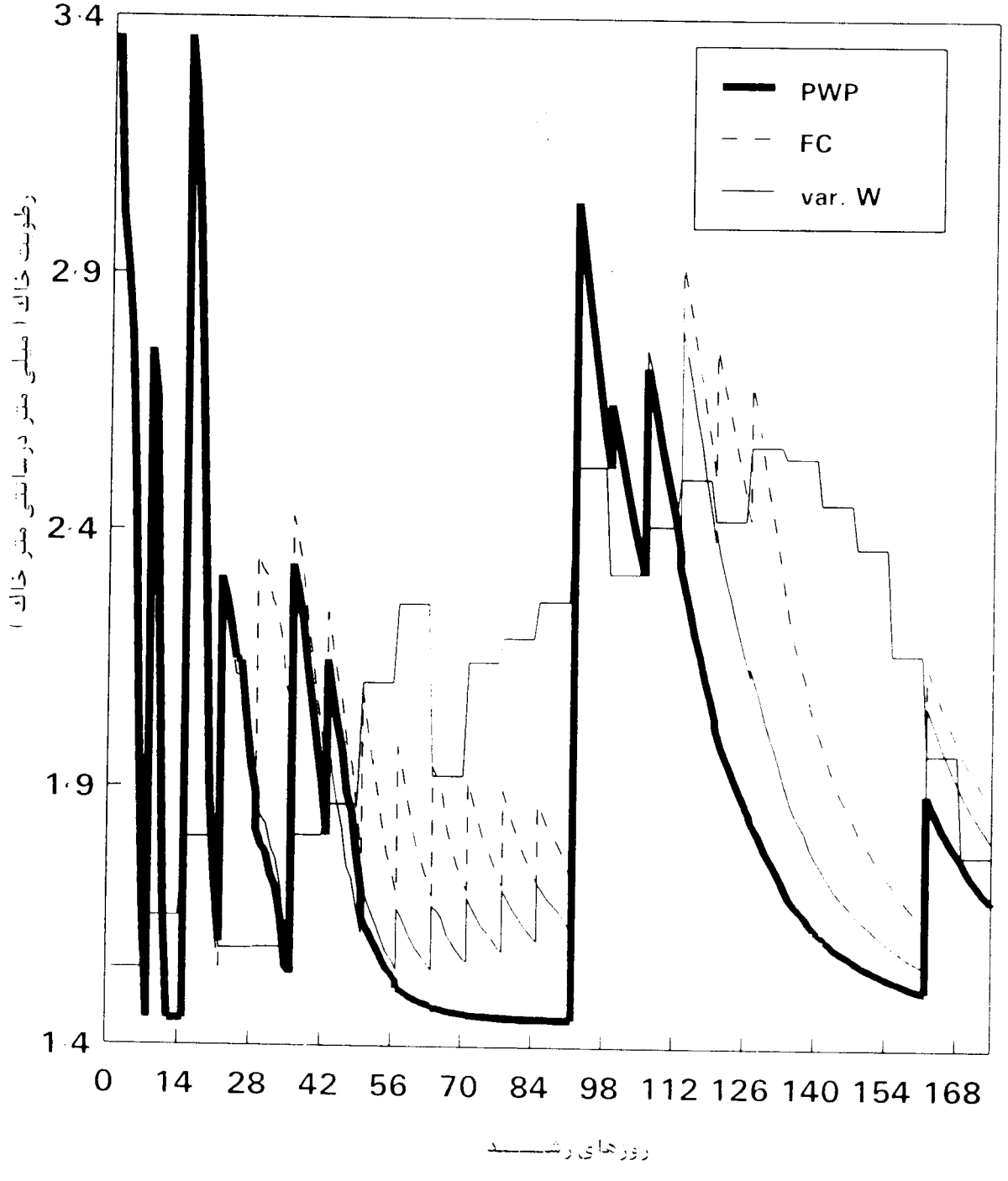
نتیجه گیری

در واقعیت، خاک بعنوان مخزنی عمل می کند که می تواند مقداری آب رادرخود نگاه داشته و در موقعیت های مناسب دراختیار گیاه قراردهد. بنابراین روشی که بتواند تغییرات رطوبت خاک بازمان و در قالب پیلان آب خاک رادرمحاسبات بهینه سازی مد نظر قراردهد نتایجی به بارمی آورد که با واقعیت تطابق بهتری دا شته و از نظرمدیریتی ارجح است. بنابراین روش برنامه‌ریزی پویابرای تخصیص بهینه آب ناکافی می‌تواند توصیه گردد. گرچه این بررسی برای یک گیاه شتوی صورت پذیرفته است ولی بنظرمیرسد که برای تعیین مقدار بهینه کم آبیاری برای گیاهان صیفی پس از باران های زمستانه که خاک دارای ذخیره رطوبتی است مناسب تر باشد.

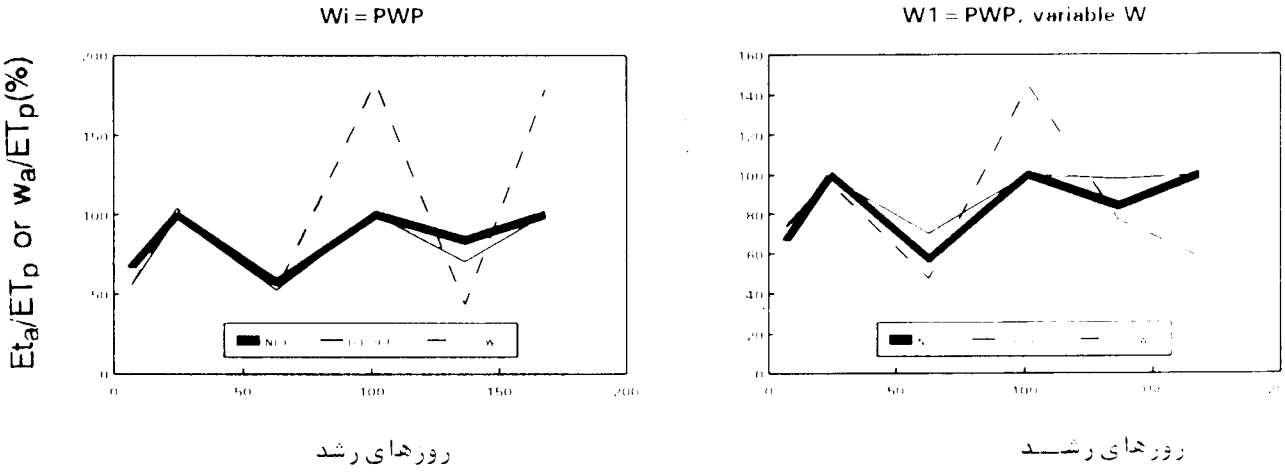
شکل ۱- حداکثر محصول نسبی تولیدی با روش‌های مختلف (بدون احتساب باران)

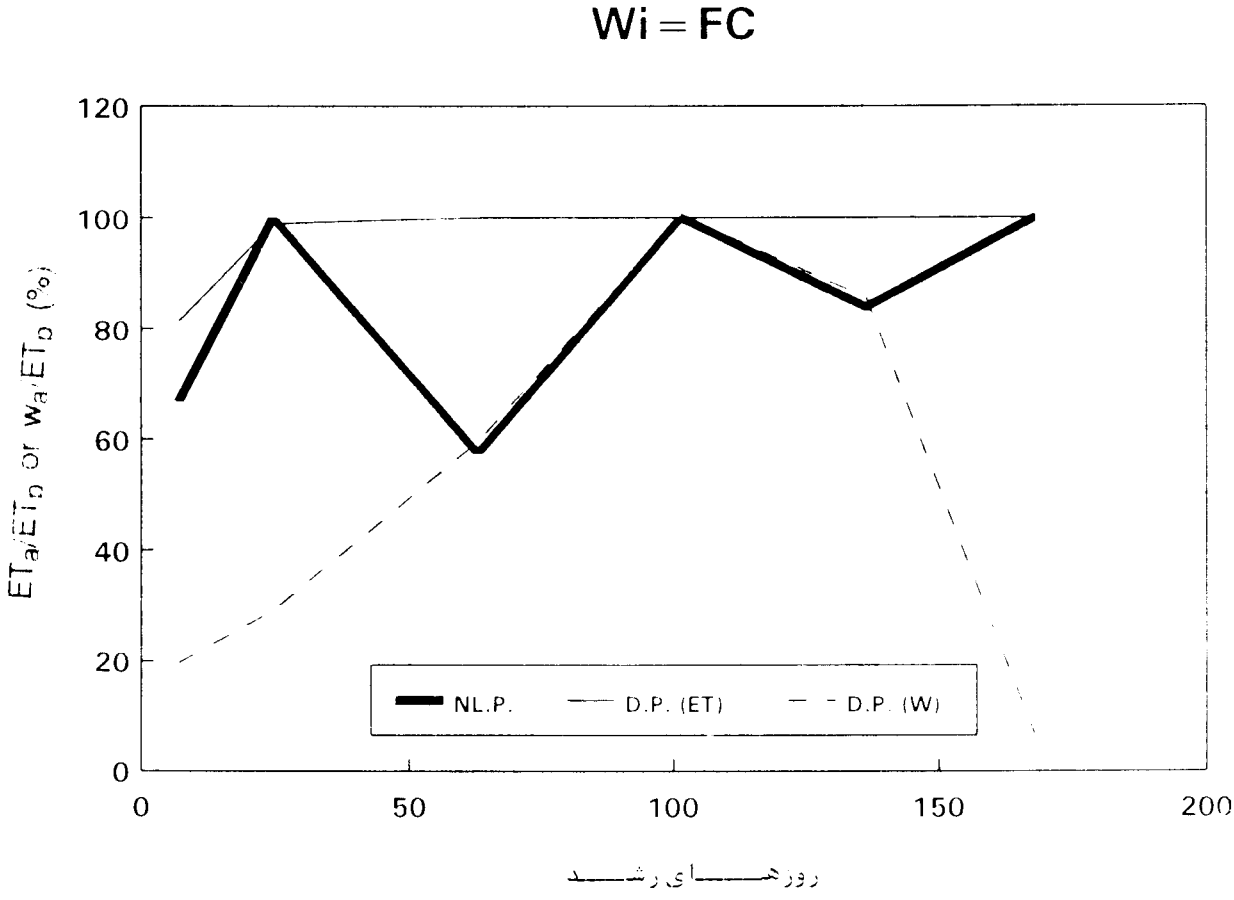


شکل ۲- توزیع زمانی رطوبت خاک برای تأمین ۵۰ درصد آب مورد نیاز گندم با شرایط مختلف توزیع رطوبتی اولیه (هیستوگرام بیانگر حد مجاز تخلیه رطوبت خاک می‌باشد)

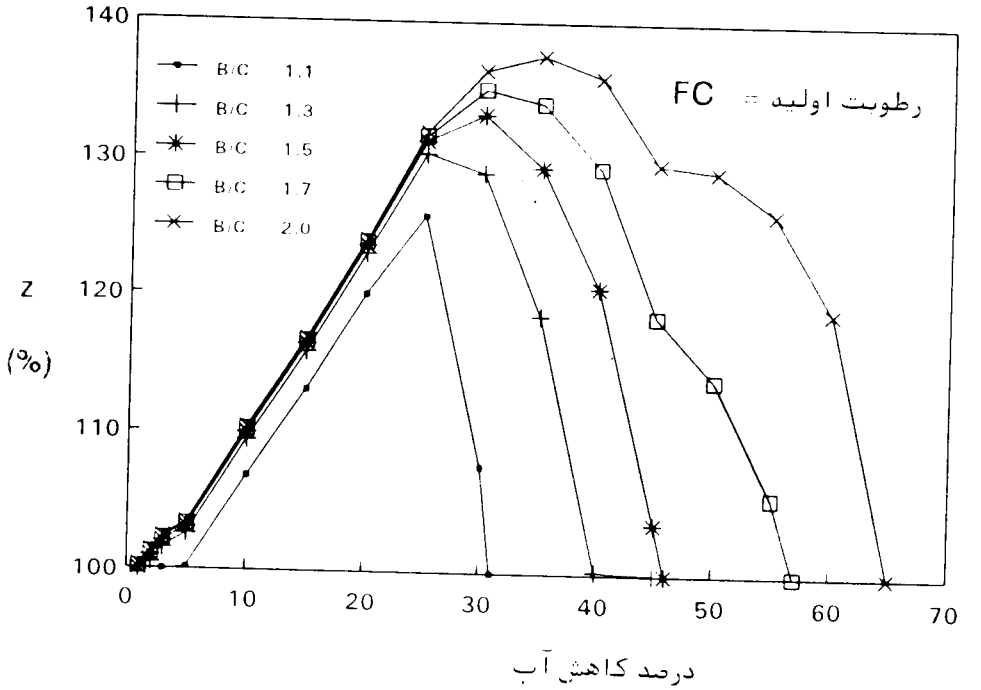


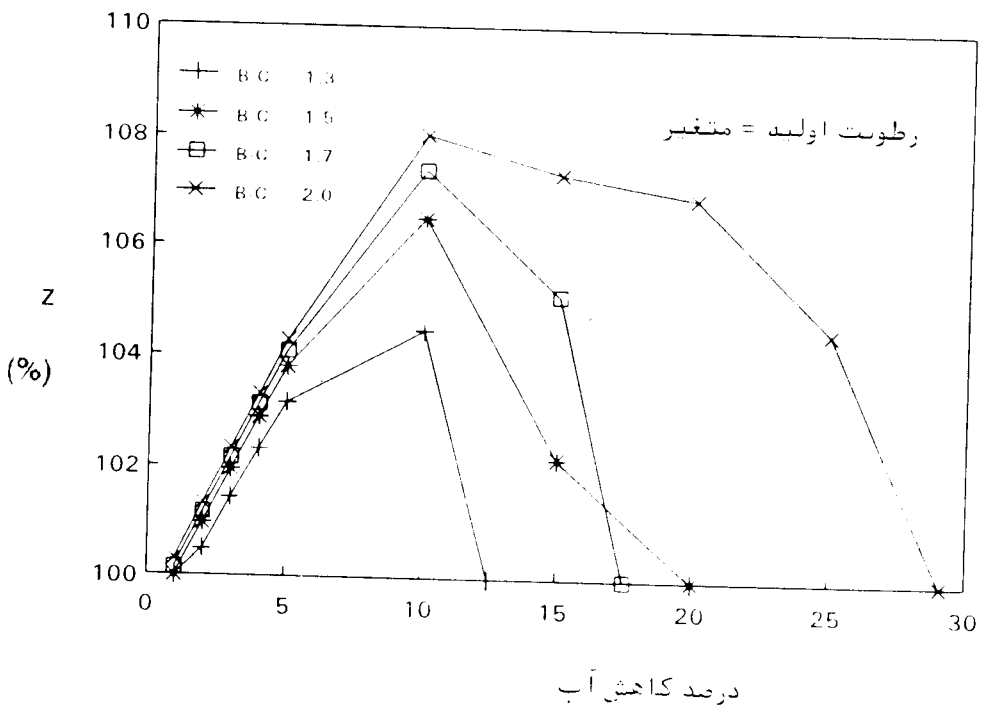
شکل ۳- تبخیر - تعرق نسبی و نسبت آب داده شده به تبخیر - تعرق حداکثر در روش‌های مختلف
(تأمین ۸۰ درصد نیاز آبی گندم)





شکل ۴- تعیین بهین کاهش آب





منابع و مآخذ

۱- آرین ،ا.، ۱۳۷۱ . برازش مدل کامپیوتری مدیریت و برنامه بندی آبیاری وتخمین محصول گندم آبی (Triticum aestivum L. Adle cv.) (CRPM) . پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی ، دانشگاه شیراز ،شیراز، ۳۷۷ صفحه.

۲- قهرمان ،ب .و ع .ر. سپاسخواه ، ۱۳۷۰ . تعیین مناسب ترین مقدارکاهش عرضه آب دربرنامه ریزی آبیاری . ارائه شده در چهارمین سمینار آبیاری و کاهش تبخیر، ۱۹-۲۰ بهمن ۱۳۷۰ ، دانشگاه شهید باهنر کرمان .

3- Borg , H., and W.Grimes, 1986. Depth development of roots with time: An empirical description. TRANSACTIONS of the ASAE, 29(1):194-197 .

4- Epperson,J.E., J.E. Hook, and Y.R.Mustafa, 1993. Dynamic programming for improving irrigation scheduling strategies of maize. Agric. Sys., 42:85-101.

5- Ghahraman, B., and A. R. Sepaskhan, 1997. Use of a water deficit sensitivity index for wheat and barley. Irrig. Sci.,18 :I1-16.

6- Jensen, M.E., 1968. Water consumption by agricultural plants. In: T.T.Kozlowski(ed.). Water Deficits and Plant Growth, Vol.2, Academic Press, New York, 1-22.

7- Lee,E.S., K.S.Raju, and A.W.Biere, 1991. Dynamic irrigation scheduling with stochastic rainfall. Agric. Water Manage.,19:253-270.

8- Maji, C.C., and E.D.Heady, 1978. Intertemporal allocation of irrigation water in the Mayurakshi project(India): An application of chance- constrained linear programing. Water Resour.Res., 14(2):190-196.

9- Meyer, S.J.,K.G.Hubbard, and D.A. Wilhite, 1993. A crop- specific drought index for corn: I. Model development and validation. Agron. J., 85:388-395.

10- Nairizi, S., and J.R.Rydzewski, 1977. Effects of dated soil moisture stress on crop yields. Exp. Agric,. 13:51-59.

11- Rao, N.H., 1987. Field test of a simple soil- water balance model for irrigated areas .J.Hydrol., 91:179-186.

12- Rao, N.H., P.B.S Sarma, and S.Chander, 1988. Irrigation scheduling under a limited water suppiy. Agric. Water manage.,15:165-175.

Optimal allocation of a limited water supply under different initial soil moisture profile.

B.Ghahramen and A.R.Sepaskhah
Irrigation Department, College of Agriculture, Shiraz University, Shiraz

Abstract

By increasing limitation in water resources, the researchers are urged for developing some useful dated water production functions and finding a systematic way for optimal allocation of a limited water resource. Mathematical programming (linear, LP: non-linear, NLP; and dynamic, DP)is a suitable way for allocating a limited seasonal water supply. A comparison has been made, in this survey, between NLP and DP for winter wheat in Bajgah (Fars Province of Iran). Initial soil moisture profile is not considered in NLP, whilst three different initial soil moisture profile (constant soil water content at permanent wiltin point, PWP, up to maximum root depth, constant soil water content at field capacity, FC, up to maximum root depth ,and variable soil moisture profile i.e.PWP at top and FC at maximum root depth) is regarded for DP model .The results showed that including initial soil moisture profile in DP model would lead to higher relative yield at different amount of water supply, relative to NLP model. In case of an initial dry profile (PWP) the time distribution of relative ET is nearly the same for the two models under study. The Optimal limit for water deficit was also influenced by the initial soil moisture profile. So ,by increasing the initial soil moisture a higher optimum water deficit level and also maximum relative net benefit would result.

مجموعه مقالات نهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

مقاله شماره ۱۲

موضوع :

تعیین ضرایب حساسیت نسبی گیاه لوبیا چشم بلبلی به تنش رطوبتی در مراحل مختلف رشد

تألیف :

علیرضا رضائی[۱] و علی‌اکبر کامگار حقیقی[۲]

چکیده

به منظور بررسی اثر تنش رطوبتی درمراحل مختلف رشد لوبیاچشم بلبلی (Vigna sinensis L.) در منطقه باجگاه واقع در شمال شرقی شیراز با ۱۸۱۰ متر ارتفاع از سطح دریا، آزمایشی در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با۵ تیمار در۴ تکرار درخاکی بابافت متوسط انجام شد. تیمارهای آزمایش عبارت بودند از تیمار ۱- آبیاری جویچه ای بدون تنش رطوبتی. تیمار۲- آبیاری جویچه‌ای باتنش رطوبتی در مرحله سبزینه‌ای. تیمار۳- آبیاری جویچه ای باتنش رطوبتی درمرحله گلدهی. تیمار۴- آبیاری جویچه ای باتنش رطوبتی در مرحله غلاف دهی. تیمار ۵- آبیاری جویچه ای باتنش رطوبتی درمرحله پرکردن غلاف.

مقدار تبخیر و تعرق بوسیله روش بیلان آبی بااستفاده از نوترون متر درطول دوره رشد اندازه‌گیری شده و پس از برداشت محصول وتعیین مقدار دانه تولید شده ضرایب حساسیت گیاه در تنش رطوبتی بااستفاده از روابط:

$$\frac{Y_a}{Y_{max}} = \Pi_{i=1}^{n} \left(\frac{ET_a}{ET_{max}}\right)_i^{\lambda_i} \quad \text{و} \quad \left(1 - \frac{Y_a}{Y_{max}}\right) = K_Y \left(1 - \frac{ET_a}{ET_{max}}\right)$$

مورد بررسی قرارگرفتند ضرایب حساسیت براساس رابطه بین عملکرد نسبی دانه وتبخیر تعرق نسبی در دوره‌های مختلف رشد سبزینه ای، گلدهی، غلاف دهی وپرکردن غلاف بترتیب ۱/۲۱۲، ۰/۱۸۶، ۰/۲۰۳،

۱- عضو هیأت علمی سازمان پژوهش های علمی وصنعتی ایران مرکز شیراز

۲- استاد بخش آبیاری دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

و۰/۲۷۳ بدست آمده است. ضرایب حساسیت نسبی گیاه براساس رابطه بین عملکرد نسبی دانه وتعرق نسبی دردوره های مختلف رشد سبزینه ای، گلدهی، غلاف دهی و پرکردن غلاف بترتیب ۰/۰۰۶، ۰/۷۴۳، ۰/۱۹۱ و ۱/۰۲۱ بوده است. از روابط بدست آمده می توان با استفاده از برنامه‌های کامپیوتری مختلف میزان عملکرد در شرایط مختلف تنش رطوبتی را تخمین زد.

مقدمه

دراکثرنقاط دنیا آب عامل محدود کننده است و در تولید محصولات زراعی نقش مهمی دارد، لذا استفاده بهینه از آب دارای اهمیت بسزایی است، بخصوص درمناطقی که شرایط اقلیمی خشک و نیمه خشک برآن حاکم است و دراکثر نقاط کشور مااین مسئله وجود دارد.

مصرف آب درگیاه بصورت تعرق صورت می گیرد و عوامل محدودکننده تعرق یکی مقدار آب قابل تبخیر و دیگری انرژی لازم برای تبخیر و تعرق است. عامل مهمی که در میزان محصول اهمیت دارد، آب قابل دسترسی است ومدیریت صحیح درمصرف آب برافزایش میزان محصول مؤثر است و می توان میزان محصول رابه عنوان یک تابع از رطوبت قابل دسترسی در دوره های مختلف رشد گیاه مورد مطالعه قرار داد.

برای صرفه جوئی درمصرف آب گیاه، تخمین تبخیر تعرق در برنامه ریزی مدیریت مزرعه از اصول مهم است درغیر اینصورت کاهش محصول رابدنبال خواهد داشت. گیاه لوبیا به شرایط آب و خاک و کیفیت آنها حساس بوده وعملکرد آن حتی از دوره های کوتاه کمبود آب صدمه می بیند. لذا باتوجه به محدودیت آب وسطح زیرکشت لوبیا درکشور باید درنظر داشت که رشد گیاه وتولید محصول در رابطه مستقیم باتنش آبی گیاه هستند. زمان آبیاری از عوامل مهم درتنش آبی گیاه است و برمیزان عملکرد اثر بسیاری دارد و دربرنامه ریزی آبیاری باید به این مسئله توجه خاص مبذول گردد.

باتوجه به مسئله مدیریت مزرعه و امکان کمبود آب، تحقیق حاضر باهدف بررسی تأثیر تنش رطوبتی برعملکرد گیاه لوبیا چشم بلبلی و تعیین ضرایب حساسیت نسبی گیاه به تنش رطوبتی انجام گردیده است.

مروری برمنابع علمی

لوبیاچشم بلبلی (Vigna sinensis L.) از بقولات یکساله بارشد سریع است که دوره رشد آن ۹۰ تا ۱۲۰ روز گزارش شده است (دورنباس وکاسام[1] ۱۹۷۹)، که باتوجه به دوره رشد کوتاه لوبیا، باید همیشه آب کافی در دسترس گیاه باشد تا رشد وعملکرد مطلوب تأمین شود (تی یروپیت، ۱۹۸۲).

وابستگی محصول به آب توسط بسیاری از پژوهشگران مورد تحقیق قرارگرفته است. درمورد چگونگی کم آبیاری تحقیقات گسترده ای درمورد بعضی گیاهان صورت گرفته است. درموردکمبود رطوبت خاک درمراحل مختلف رشد ذرت گزارش کرده اند که کمبود آب درمرحله گرده افشانی، تلقیح گل ماده و دانه بندی میزان

1- Doorenbos and kassam

محصول را حتی تا ۵۰٪ کاهش داده است (رابینز و دومینگو[1] ۱۹۵۳ و دنمیدو شاو[2] ۱۹۶۰ و بارنز و وولی[3] ۱۹۶۹). درمورد تنش رطوبتی درمراحل مختلف رشد دیگر گیاهان زراعی گزارشهایی شده است و در مورد تنش رطوبتی لوبیا نیز تحقیقات بسیاری انجام گرفته است مک کی وایوانز[4] ۱۹۶۲ دریافتند که لوبیا نسبت به ذرت شیرین در مقابل تنش رطوبتی در مرحله قبل از گلدهی حساس تراست. گزارش دیگری نشان داده است که تنش قبل از گلدهی تعداد غلافهای تشکیل شده راکاهش می دهد (رابینز ودومینگو ۱۹۵۶). نتایج تحقیقات بسیاری نشان داده است که زمانی که کمبود آب درطی دوره گلدهی و غلاف بندی رخ می دهد عملکرد کاهش می یابد (مک کی وایوانز ۱۹۶۲، میلار و گاردنر[5] ۱۹۷۲ و مائورر وهمکاران[6] ۱۹۶۹). گیاه لوبیا به شرایط آب وخاک و کیفیت آنها خیلی حساس بوده وعملکرد آن حتی از دوره های کوتاه کمبود آب صدمه می بیند و صدمه حاصل ازخشکی ومصرف آب باسن گیاه افزایش می یابد (مائورر وهمکاران ۱۹۶۹). تحقیقات وسیعی که گزارش شده نشانگر آن است که تنش آبی درمرحله قبل ازگلدهی، حین گلدهی، غلاف‌بندی، دانه‌بندی و حتی قبل از برداشت سبب کاهش محصول دانه لوبیا شده‌و کاهش محصول راحدود ۳۰٪ دانسته‌اند. کلاً آبیاری از مرحله گلدهی تا دانه بندی رادر افزایش محصول دانه مهم گزارش کرده اند. (دابتز وماهال[7] ۱۹۶۹، رابینز و دومینگو ۱۹۵۶، فروسیس[8] ۱۹۷۰ و صمدی و سپاسخواه[9] ۱۹۸۴). اگر آب درون سلولهای گیاهی کاهش یابد رشد گیاه دچار اشکال شده واگر این کمبود رطوبت ادامه یابد رشد گیاه متوقف می شود. اصولاً کاهش آب درون بافتها و سلولهای گیاهی سبب کاهش تعرق شده و گیاه دچار تنش رطوبتی می شود (هاول وهمکاران[10] ۱۹۸۴، پیرتز و همکاران[11] (۱۹۸۴). درشرایطی که گیاه بامحدودیت رطوبتی مواجه باشد، تعرق و رشد گیاه بیشتر تحت تاثیر آب قابل استفاده است تاعوامل آب وهوایی. دراین رابطه توابعی خطی بین مقدار آب مصرفی ودانه و کل محصول خشک درگیاهان مختلف انجام شده است. درهمین رابطه توابعی خطی بین عملکرد دانه باآب آبیاری وعملکرد دانه باتبخیر تعرق وهمچنین روابطی خطی بین عملکرد نسبی دانه با تبخیر تعرق نسبی و کل ماده خشک نسبی با تبخیر تعرق نسبی توسط سپاسخواه وایلام پور[12] (۱۹۹۶) گزارش شده است که آب آبیاری، تبخیر تعرق وتبخیر تعرق نسبی بعنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شده‌اند. درتحقیق دیگری استگمن[13] (۱۹۸۹) بین تبخیر تعرق نسبی گیاه سویا برای کل دوره رشد و عملکرد نسبی دانه آن و همچنین میزان عملکرد دانه وتبخیر وتعرق معادله‌هایی ارائه کرده است.

مقدار آب مصرفی برمیزان عملکرد تأثیر می گذارد وچگونگی مدیریت مصرف آب درطول دوره رشد برحد اکثر شدن میزان محصول تأثیر اساسی دارد. درتوابعی که باتوجه به زمان، میزان محصول برآورد می شود. بادرنظرگرفتن حساسیت های مختلف مراحل رشد نسبت به یکدیگر توابع تولید بدست می آیند و کل

1- Robins and Domingo
2- Denmead and Shaw
3- Barnes and woolley
4- Mackay and Evans
5- Millar and Gardner
6- Maurer et al.
7- Dubetz and Mahalle
8- Froussios
9- Samadi and Sepaskhah
10- Howell et al.
11- Peretz et al.
12- Sepaskhah and Hampour
13-Stegman

دوره رشد دراین توابع به مراحل مختلفی تقسیم می شوند. دراین روابط تولید محصول بصورت حاصلضرب نسبت‌های تعرق به تعرق حد اکثرویانسبت های تبخیر تعرق به تبخیر تعرق حد اکثر ارائه شده‌اند. دیویت[1] (۱۹۵۸) فصل رشد رابه مراحل مختلفی تقسیم نمود و سپس جنسن[2] (۱۹۶۸) براساس مدل ارائه شده توسط دیویت. (۱۹۵۸) معادله زیر را ارائه کرد:

$$\frac{Y_a}{Y_{max}} = \prod_{i=1}^{n} \left(\frac{ETa}{ET_{max}}\right)^{\lambda_i} \quad (۱)$$

که : Y_a محصول دانه واقعی (کیلوگرم برهکتار). Y_{max} حد اکثرمحصول دانه تولید شده(کیلوگرم برهکتار). ETa تبخیرتعرق واقعی درمراحل مختلف رشد(سانتی متر).ET_{max} حد اکثر تبخیرتعرق درمراحل مختلف رشد(سانتی متر).$\prod$ نشانگر حاصلضرب تجمعی است. i هرمرحله رشد است. n تعداد دوره های رشد انتخابی گیاه است. λ_iضرایب حساسیت نسبی گیاه به تنش حاصل از کم آبیاری درمرحله i است.

باتوجه به اینکه مقدار محصول نهایی مورد نظر است، هنکس[3] (۱۹۷۴) تابع زمانی تولید راباتوجه به مدل ارائه شده توسط جنسن(۱۹۶۸) معرفی نمود.

$$\frac{Y_a}{Y_{max}} = \prod_{i=1}^{n} \left(\frac{Ta}{T_{max}}\right)^{\lambda_i} \quad (۲)$$

که در آن Ta مقدار تعرق درهرمرحله از رشد (سانتی متر). T_{max} مقدار تعرق پتانسیل درهر مرحله از رشد (سانتی متر) است.

باتوجه به رابطه بین مقدار تبخیر تعرق ومحصول و به منظور تعیین اثر تنش رطوبتی، لازم است نسبت بین کاهش نسبی محصول و کمبود تبخیر تعرق نسبی مشخص شود که باتوجه به ضریب تولید محصول (K_y) فرمول زیر ارائه شده است (دورنباس وکاسام ۱۹۷۹).

$$\left(1 - \frac{Y_a}{Y_{max}}\right) = K_y \left(1 - \frac{ETa}{ET_{max}}\right) \quad (۳)$$

که : K_y ضریب تولید محصول است.

در تحقیقات وسیعی که برروی مراحل مختلف رشد گیاهان زراعی انجام شده است روابطی بین محصول نسبی و تبخیر تعرق نسبی بدست آمده است (جنسن، ۱۹۶۸ ؛ هیل و همکاران[4] ۱۹۷۹، ایوانز و همکاران[5] ۱۹۹۱، میر وهمکاران[6] ۱۹۹۳و سپاسخواه وایلام پور ۱۹۹۶)

1- Dewit
2-Jensen
3-Hanks
4- Hill et al.
5 -Evans et al.
6 -Meyer et al.

روش تحقیق

جهت بررسی اثر تنش رطوبتی درمراحل مختلف رشد گیاه لوبیا چشم بلبلی، در خاکی با بافت لوم رسی سیلتی آزمایش درقالب طرح بلوکهای کامل تصادفی شامل پنج تیمار در چهار تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش عبارت بودند ازتیمار ۱- آبیاری جویچه ای بدون تنش رطوبتی. تیمار ۲- آبیاری جویچه ای باتنش رطوبتی در مرحله سبزینه‌ای. تیمار ۳- آبیاری جویچه ای باتنش رطوبتی درمرحله گلدهی. تیمار۴- آبیاری جویچه ای باتنش رطوبتی درمرحله غلاف دهی. تیمار۵- آبیاری جویچه ای باتنش رطوبتی درمرحله برکردن غلاف. مقدار ۶۰ کیلوگرم لوبیا چشم بلبلی به همراه ۲۰۰و ۱۰۰ کیلوگرم درهکتار بترتیب کود فسفات آمونیم و اوره، برروی خطوط کاشت بفاصله ۶۰ سانتی متر وبفاصله ۱۰ سانتی متر ازیکدیگر کاشته شد.

رطوبت خاک بوسیله نوترون متر اندازه گیری شد. این اندازه گیری هرهفته انجام شده ومقدار آب لازم به هر کرت داده شد. برای تعیین مقدار تبخیر تعرق واقعی هرتیمار از معادله بیلان آب درخاک استفاده شد. در قسمت وسط کرتهای آزمایشی کشت شده، لیسیمترهایی بدون گیاه از جنس پولیکا به قطر ۱۰ سانتی مترو ارتفاع ۶۰ سانتی متر کارگذاشته شده بود. باتوزین این لیسیمترها قبل ازهرآبیاری مقدار تبخیر از سطح خاک تعیین شد وسپس مقدار تعرق بدست آمد. براساس اندازه گیری های انجام شده تجزیه آماری بین میزان محصول تیمارهای مختلف انجام گرفت و روابطی بین عملکرد دانه باآب آبیاری وتبخیر وتعرق و همچنین روابطی بین محصول نسبی باتبخیر و تعرق نسبی بدست آمده و ضرایب حساسیت گیاه به تنش رطوبتی محاسبه گردید.

بحث و نتیجه گیری

قبل از هرنوبت آبیاری رطوبت خاک اندازه گیری شده و مقدار آب لازم به هرتیمار داده شد. در طول دوره رشد درتیمارهای ۱، ۲، ۳، ۴، و۵ بترتیب ۹۴/۶۴، ۸۲/۸۱، ۸۲/۰۴، ۷۹/۸۸، ۷۸/۹۰ سانتی مترآب مصرف شده است و بااستفاده از میزان تبخیر هرکرت که از لیسیمترها بدست آمده مقدار تعرق در این تیمارها بترتیب ۴۱/۲۴، ۳۹/۰۹، ۳۶/۶۵، ۳۶/۱۹، و ۳۶/۲۷ سانتی متر محاسبه گردید. حد اکثر تعرق محاسبه شده در این آزمایش با حداکثر تعرق در آبیاری بارانی برروی لوبیا درهمین منطقه که توسط سپاسخواه و ایلامپور (۱۹۹۶)، ۴۱/۸۸ سانتی متر گزارش شده است همخوانی دارد.

وزن دانه درتیمارهای ۱ و۲ باتیمارهای ۳، ۴، ۵، اختلاف آماری داشته ونشان دهنده آن است که تنش رطوبتی درمرحله رشد سبزینه ای خسارت چندانی به محصول نزده وگیاه توانسته است این تنش رطوبتی راتحمل کند ولی تنش رطوبتی درمرحله گلدهی، غلاف دهی وپرکردن غلاف سبب کاهش محصول شده اند (شکل ۱) سایر صفات اندازه گیری شده در لوبیا نیز مورد تجزیه وتحلیل آماری قرارگرفت (جدول ۱).

بین عملکرد دانه باآب آبیاری رگرسیون انجام شده که در معادله حاصل (Y_g) عملکرد دانه حسب کیلوگرم برهکتار و (I) آب آبیاری حسب سانتی متراست.

$$Y_g = -۳/۷۰۴(I)^2 + ۶۸۸/۳۸۱(I) - ۲۹۵۸۹/۱۸ \quad R^2 = ۰/۸۵ \qquad (۴)$$

معادله حاصل بهترین رابطه بین عملکرد دانه و آب آبیاری رانشان می دهد و مقدارعملکرد دانه تخمینی

محاسبه شده است. مقدار عملکرددانه اندازه گیری شده وتخمینی درشکل ۲ رسم شده است. معادله بدست آمده توسط سپاسخواه و ایلام پور(۱۹۹۶) نیز بصورت درجه دوم بوده است.

بین مقادیرمختلف عملکرد دانه (Y_g)حسب کیلوگرم برهکتار وتبخیرو تعرق کل دوره (ET)حسب سانتی مترد رتیمارهای مختلف رگرسیون انجام شده ومعادله حاصل چنین است :

$$Y_g=-۱۴۶۸/۱۳+۴۷/۶۹(ET)...R^2=۰/۹۴ \quad (۵)$$

که این معادله بهترین رابطه بین عملکرد دانه وتبخیر وتعرق است و مقدار عملکرد دانه اندازه گیری شده وتخمینی درشکل ۳ رسم شده است.

بابسط معادله (۱) وگرفتن لگاریتم از طرفین معادله وانجام عملیات رگرسیون چند متغیره رابطه بین محصول نسبی وتبخیر تعرق نسبی در دوره های مختلف رشد بدست آمده و ضرایب حساسیت نسبی گیاه به تنش حاصل از کم آبیاری درمرحله های مختلف رشد بدست می آید.

$$\frac{Y_a}{Y_{max}}=(\frac{ET_{a1}}{ET_{max1}})^{1.212}\times(\frac{ET_{a2}}{ET_{max2}})^{0.186}\times(\frac{ET_{a3}}{ET_{max3}})^{0.203}\times(\frac{ET_{a4}}{ET_{max4}})^{0.273} \quad (۶)$$

رابطه بین محصول نسبی وتعرق نسبی در دوره های مختلف رشد بدست آمده وضرایب حساسیت نسبی گیاه به تنش حاصل از کم آبیاری درمراحل مختلف رشد حاصل شد

$$\frac{Y_a}{Y_{max}}=(\frac{T_{a1}}{T_{max1}})^{0.006}\times(\frac{T_{a2}}{T_{max2}})^{0.743}\times(\frac{T_{a3}}{T_{max3}})^{0.191}\times(\frac{T_{a4}}{T_{max4}})^{1.021} \quad (۷)$$

در هر دو معادله بدست آمده $R^2=1$ بوده است (شکلهای ۴ و۵).

لوبیای چشم بلبلی که بفاصله ۱۰ سانتی متر روی پشته های بفاصله ۶۰ سانتی متر کشت شده بود پس از سبز شدن بدلیل عوامل جوی برای مدت کوتاهی رشد قابل توجهی نکرد. لذا در مرحله سبزینه ای به علت کم بودن پوشش گیاهی میزان تبخیر در مقایسه با تعرق زیاد بود. بنابراین در انجام عملیات رگرسیون جهت محاسبه ضرایب حساسیت نسبی گیاه، درتیمار تنش رطوبتی در مرحله سبزینه‌ای این ضریب بیشتر از ضرایب سایر تیمارها شده است. بنابراین باتوجه به نتایج حاصل می توان گفت که رابطه بین محصول نسبی وتعرق نسبی از اعتبار بیشتری برخوردار است.

ضرایب تولید محصول (K_y)که برای تیمارهای ۲، ۳، ۴، و ۵ بدست آمده بترتیب 1.008 ، 1.637 ، 1.806 ، 1.475 هستند.

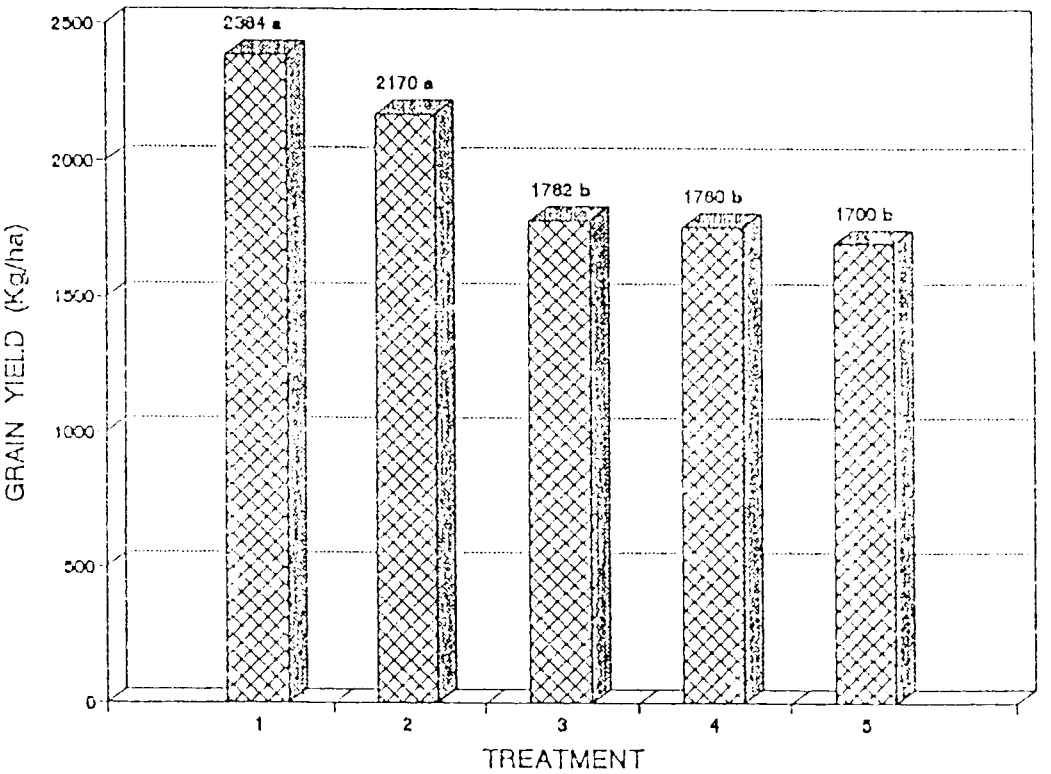
بطور کلی تنش رطوبتی درمرحله گلدهی، غلاف دهی و پرکردن غلاف باعث کاهش وزن دانه به میزان ۲۵ ٪ شده اند و با دیگر تیمارها اختلاف آماری درسطح ۵٪ دارند. بعلاوه این تنش رطوبتی سبب کوچک شدن و چروکیدگی دانه لوبیا شده است و تحقیقات مختلف این کاهش محصول راتا ۳۰٪ گزارش کرده‌اند. دابتز وماهال، ۱۹۶۹ ؛ رابینز ودومینگو، ۱۹۵۶ : صمدی و سپاسخواه، ۱۹۸۴ ؛ جنسن ۱۹۶۸ ؛ هنکس، ۱۹۷۴ و هیل و همکاران، ۱۹۷۹). ضرایب حساسیت نسبی گیاه که براساس رابطه هنکس (۱۹۷۴) بدست آمد سبب می شود که باداشتن مقدار تبخیر تعرق در دوره‌های مختلف رشد میزان عملکرد دانه راتخمین زد.لذا باداشتن ضرایب حساسیت نسبی گیاه می توان بااعمال مدیریت صحیح تشخیص داد که درصورت کمبود آب درچه

مرحله ای از رشد گیاه تنش رطوبتی رااعمال کرد تا به گیاه کمترین صدمه وارد شده وکاهش محصول به حد اقل ممکن برسد.

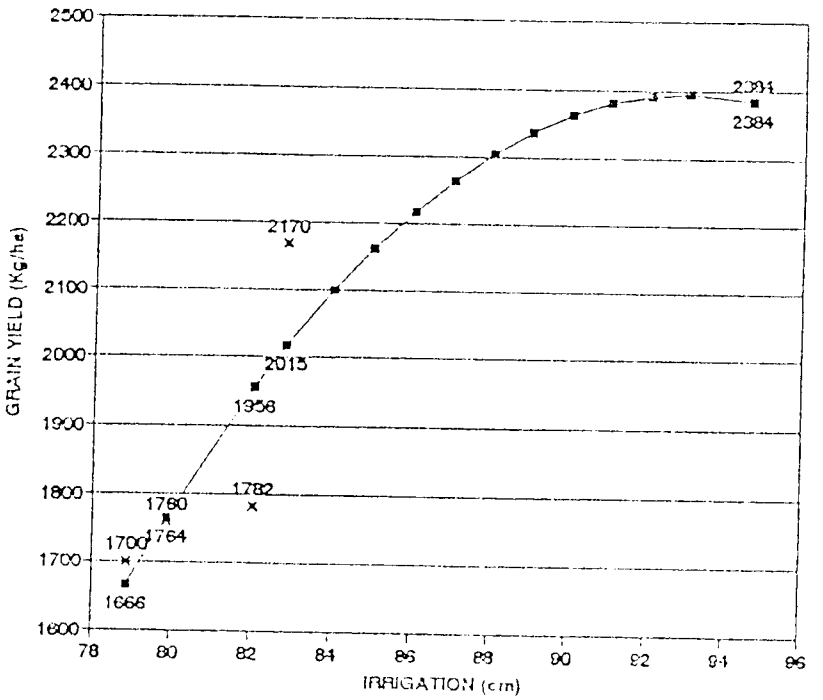
جدول ۱- مقایسه میانگین وزن دانه (Y_g)، وزن کل ماده خشک (Y_t)، وزن کاه (Y_s)، تعداد بذر یک غلاف (P_n)، وزن متوسط یک دانه لوبیا در هر غلاف (P_g)، و طول یک غلاف (P_l) در تیمارهای مختلف بروش دانکن‌رو LSD

	TREATMENT					LSD	LSD
YIELD	1	2	3	4	5	(5%)	(1%)
Yg(Kg/ha)	2384 a	2170 a	1782 b	1760 b	1700 b	366.100	516.300
Yt(Kg/ha)	5245 a	4991 ab	4633 ab	4400 ab	4200 b	898.700	1260.000
Ys(Kg/ha)	2861 a	2821 a	2851 a	2640 a	2523 a	526.700	738.400
Pn	9.98 a	9.00 ab	7.81 c	8.22 bc	8.01 bc	1.024	1.436
Pg(gr)	1.28 a	1.07 a	0.59 b	0.71 b	0.62 b	0.280	0.392
Pl(cm)	14.5 a	14.0 a	13.2 a	12.6 a	12.9 a	2.214	3.105

درهرردیف، اعدادداری حروف مختلف درسطح ۵٪ دارای اختلاف آماری‌هستند (آزمون‌دانکن).
درهرردیف، میانگین هائی که اختلاف آنها ازمقدارLSD بیشتراست‌دارای‌اختلاف آماری هستند (آزمون LSD).

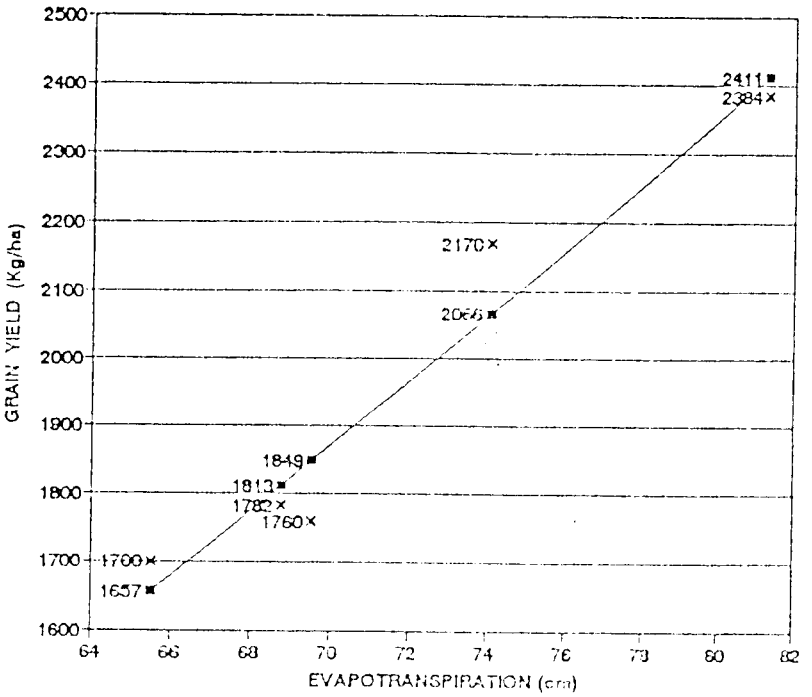


شکل ۱ ـ مقایسه آماری میانگین وزن عملکرد دانه در تیمارهای مختلف بروش دانکن.

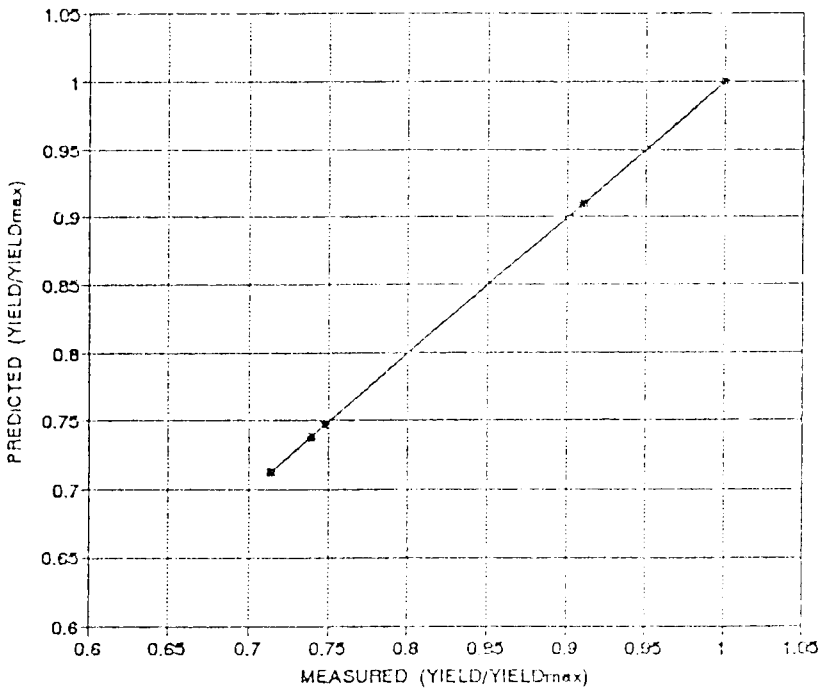


× MEASURED —■— PREDICTED

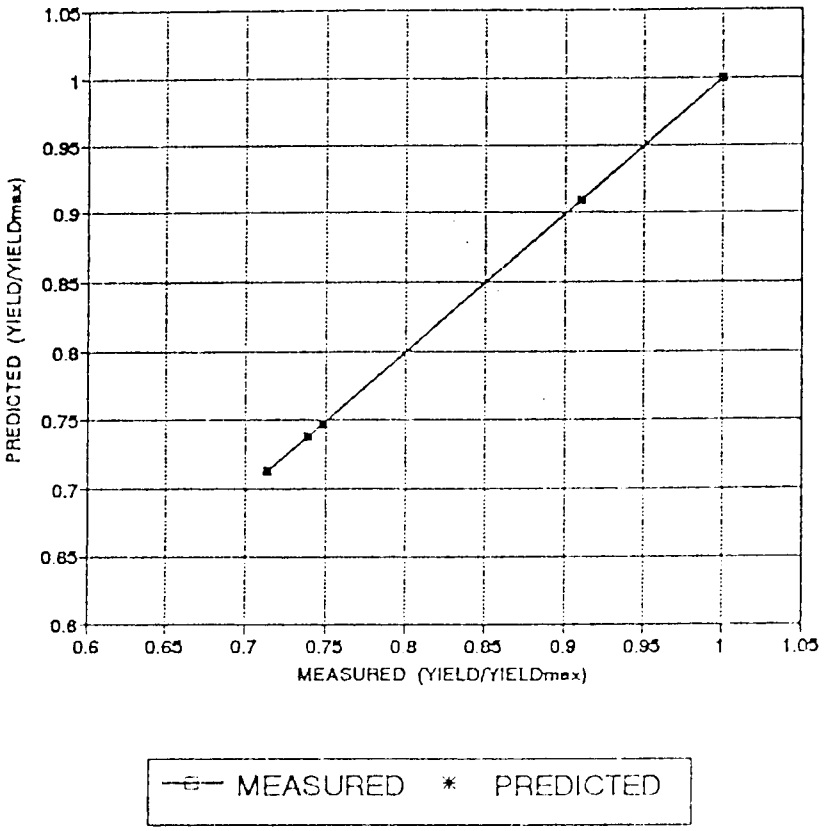
شکل ۲ ـ مقدار آب آبیاری و محصول اندازه‌گیری شده و تخمینی.



شکل ۳ ـ مقادیرتبخیرتعرق کل‌دوره رشدومحصول دانه اندازه‌گیری شده وتخمینی.



شکل ۴ میزان محصول نسبی اندازه‌گیری شده وتخمینی براساس رابطه محصول نسبی وتبخیرتعرق



شکل ۵ - میزان محصول نسبی اندازه‌گیری شده وتخمینی براساس رابطه محصول نسبی وتعرق نسبی.

فهرست منابع

۱- تی یر، آی. و ام. ام. پیت. ۱۹۸۲. رابطه آب وخاک درگیاهان زراعی. (مترجمان ع. کوچکی، م. حسینی و م. نصیری محلاتی. ۱۳۷۲) انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ش ۸۸. ۵۶۰ صفحه.

2- Barnes, D. L,. and D. G. Wooley. 1969. Effect of moisture stress at different stages of growth. 1. Comparison of a single- eared and a two- eared corn hybrid. Agron. J. 61: 788-790.

3- Denmead. O. T,. and R. H. Shaw. 1960. The effect of moisture stress at different stages of growth on development and yield of corn. Agron. J. 52: 272-274.

4- Dewit, C. T. 1958. Transpiration and crop yields. Versl. Landbouwk. Onderz. 64. 6 inst. of Biol. and Chem. Res. on Field Crops and Herbag. Wageningen. The Netherlands.

5- Doorenbos, J., and A. H. Kassam. 1979. Yield rosponse to water. FAo Irrigation and Drainage paper No. 33.

6- Dubetz, S., and P. S. Mahalle. 1969. Effect of soil water stress on bush beans(Phaseolus vulgaris L.) at three stages of growth. J. Am. Soc. Hort. Sci. 94: 479- 481.

7- Evans. R. O., R. W. Skaggs. and R. E. Sneed. 1991. Stress day index models to predict corn and soybean relative yield under high water table condition. Transactions of ASAE. 34(5): 1997- 2005.

8- Froussios, G. 1970. Genetic diversity and agricultural potential in phaseolus vulgaris L. Expl. Agric. 6: 129- 141.

9- Hanks. R. J. 1974. Model for prodicting plant yield as influenced by water use. Agron. J. 66: 660- 665.

10- Hill. R. W., D. R. Johnson, and K. H. Ryan. 1979. A model for predicting soybean yields from climatic data. Agron. J. 71: 251- 256.

11- Howell, T. A., J. L. Hatfield., H. Yamada and K. R. Davis. 1984. Evaluation of cotton canopy temperature to detect crop water stress. Transactions of the ASAE. 27(1): 84- 88.

12- Jensen, M. E. 1968. Water consumption by agricultural plants. PP. 1- 22. in: T.T. Kozlowski (ed.). Water deficits and plant growth. Vol. 2. Academic press. inc. New York, N. Y.

13- Mackay, D. C. and C. A. Evans. 1962. The influence of irrigation

treatments on yields and on fertilizer utilization by sweet corn and snap beans. Can. J. Plant. Sci. 42: 219- 228.

14- Maurer, A. R., D. P. Ormrod and N. J. Scott. 1969. Effect of five soil water regimes on growth and composition of snap beans. Can. J. Plant. Sci. 49:271-278.

15- Meyer, S. J., K. G. Hubbard and D. A. Withite. 1993. Acrop- specific drought index for corn: I. Model development and validation. Agron. J. 85: 388-395.

16- Millar, A. A. and W. R. Gardner. 1972. Effect of the soil and plant water potentialis on the dry matter production of snap beans. Agron. J. 64: 559-562.

17- Peretz. J. R., G. Evans and E. G. Proebsting. 1984. Leaf water potentials for management of high frequency irrigation on apples. Transactions of the ASAE. 27(2):437-442.

18- Robins. J. S. and C. E. Domingo. 1953. Some effect of several soil moisture deficits at specific growth stages in cron. Agron J.45: 618-621.

19- Robins, J. S. and C. E. Domingo. 1956. Moisture deficits in relation to the growth and development of dry bdans. Agron.J. 48: 67- 70.

20- Samadi, A. and A. R. Sepaskhah. 1984. Effect of alternate furrow irrigation on yield and water use efficiency of dry beans. Iran Agric. Res.3: 95-116.

21- Sepaskhah, A. R. and S. Ilampour. 1996. Relationships between yield, crop water stress index. (CWSI) and transpiration of cowpea (Vigna sinensis L). Agriculture and environment. 16: 269-279.

22- Stegman, E. C. 1989. Soybean yields as influenced by timing of ET deficits. Transactions of the ASAE. 32(2): 551-557.

ABSTRACT

Estimating relative sensititvty of cowpea to water stress at differant growing stages.

Ali Reza Rezaee and Ali Akbar Kamgar-Haghighi
Deportment of Irrigation
College of Agriculture
SHIRAZ UNIVERSITY

In order to investigate the effect of water stress on different growing stages of cowpea an experiment was Conducted in Badjgah region with an elevation of 1810m above sea level. A complete randomized block design with 5 treatments in 4 replications was used in this study on silty clay loam soil under furrow irrigation. The treatments were as follows:1- without water stress. 2- water stress at vegetative stage. 3- water stress at flowering stage. 4- water stress at pod forming stage, and 5- water stress at pod filling stage.

Soil moisture was measured weekly by neutron meter before each irrigation. Evapotranspiration was calculated using water balance method. After harvesting and measuring yield, the sensitivity of crop to moisture stress was studied using following equations.

$$\frac{Y_a}{Y_m} = \prod_{i=1}^{n} \left(\frac{ETa}{ET_{max}}\right)^{\lambda_i}$$

$$\left(1 - \frac{Y_a}{Y_{max}}\right) = Ky \left(1 - \frac{ETa}{ET_{max}}\right)$$

Relationships between grain yield and the amount of applied water, grain yield and evapotranspiration, relative evapotranspiration and relative grain yield, were derived and were used for predicting the grain yield .

With respect to the equation for relative grain yield and relative evapotranspiration, the relative sensitivity of the crop to moisture stress(λ) at vegetative, flowering, pod forming and pod filling stages were 1.212. 0.186. 0.203. and 0.273. respectively. However (λ)was 0.006. 0.743. 0.191, and 1.021. respectively, with respect to the equation between relative grain yield and relative transpiration.

مجموعه مقالات نهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

مقاله شماره ۱۳

موضوع:

تأثیر دور آبیاری و تعداد قطره چکانها در روش آبیاری قطره‌ای بر عملکرد و کیفیت هندوانه

تألیف:

سید حسن موسوی فضل[۱] - امین علیراده[۲] - علیرضا آستارایی[۳]

چکیده

به منظور بررسی تأثیر دور آبیاری و تعداد قطره‌چکانها بر عملکرد و کیفیت هندوانه (رقم چارلستون‌گری) آزمایشی در شرایط زراعی با ۶ تیمار؛ سه دور آبیاری (یک روز، دو روز، سه روز) و دو آرایش از قطره‌چکانها (هر بوته یک قطره‌چکان، هر دو بوته یک قطره‌چکان) در ایستگاه مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان (طرق) در سال ۱۳۷۶ انجام شد. طرح آزمایشی در قالب بلوکهای کامل تصادفی بصورت فاکتوریل در چهار تکرار اجرا شد.برای تعیین آب مورد نیاز گیاه از داده‌های تشتک تبخیر کلاس A استفاده شد و آب مورد نیاز گیاه براساس ۷۵ درصد تبخیر از تشتک محاسبه و مطابق با دور آبیاری تیمارها در اختیار گیاه قرار می‌گرفت.براساس نتایج حاصله از طرح دور آبیاری یک روز نسبت به دورهای دو و سه روز عملکرد محصول را ۲۰/۶، کارآیی مصرف آب را ۱۹/۶ و متوسط وزن میوه ۲۳/۳ درصد افزایش داد.همچنین در آرایشی از قطره‌چکانها، که برای هر بوته یک قطره‌چکان منظور شده بود عملکرد محصول ۳۰/۳ و کارآیی مصرف آب ۲۰/۴ درصد افزایش داشت.بدین‌ترتیب بیشترین عملکرد محصول، کارآیی مصرف آب و حداکثر متوسط وزن میوه‌های قابل ارائه به بازار در تیمار با دور آبیاری یک روز و یک قطره‌چکان برای هر بوته مشاهده شد. دور آبیاری و تعداد قطره‌چکانها بر مقدار پوسیدگی گلگاه میوه‌ها تأثیری نداشت. خصوصیات فیزیکی میوه مانند طول میوه، عرض میوه، ضخامت پوست میوه، درصد آب موجود در گوشت میوه، نسبت گوشت به وزن میوه و درصد ماده جامد محلول *(BRX)* در تیمارهای مختلف از نظر آماری اختلاف معنی‌داری نداشتند.

کلمات کلیدی ـ آبیاری قطره‌ای، دور آبیاری، تعداد قطره چکانها، عملکرد هندوانه، کیفیت هندوانه

۱- کارشناس ارشد بخش فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی سمنان (شاهرود)

۲- استاد بخش آبیاری دانشگاه فردوسی مشهد

۳- استادیار بخش خاکشناسی دانشگاه فردوسی مشهد

مقدمه

حفظ منابع آب و خاک یکی از ارکان بنیادی کشاورزی در دنیا محسوب می‌شود که با افزایش جمعیت روز به روز اهمیت بیشتری می‌یابد. تا قرن نوزدهم میلادی افزایش محصولات کشاورزی در بیشتر کشورهای جهان دراثر افزایش و توسعه سطح زیر کشت بود ولی در قرن اخیر سیاست کشورهای پیشرفته برای افزایش تولید بیشتر و بالابردن مقدار تولید در واحد سطح بوده است. یکی از عوامل مهم در افزایش تولید در واحد سطح استفاده صحیح از آب و روشهای پیشرفته آبیاری است.

کشور ایران با دارا بودن حدود ۷/۳ میلیون هکتار اراضی فاریاب یعنی بطور متوسط ۱۳۰ هکتار برای هر ۱۰۰۰ نفر (دو برابر متوسط جهانی) می‌تواند علاوه بر تأمین نیازهای داخلی، نقش تعیین‌کننده‌ای در تولید بخشی از نیازهای غذایی جهان داشته باشد. محدودیت امکانات توسعه کشت آبی به دلیل هزینه‌های زیاد احداث تأسیسات جدید، تلاش همه دست اندرکاران و کارشناسان را برای حصول به مدیریت بهره‌وری مناسب از منابع آب و خاک موجود و بکارگیری تکنولوژیها و مدیریتهای نوین آبیاری در جهت افزایش راندمان مصرف آب را می‌طلبد (۳).

با توجه به اینکه متوسط بارندگی سالیانه جهان ۸۶۰ میلی‌متر در سال گزارش شده است، کشور ایران با متوسط بارندگی سالانه حدود ۲۴۰ میلی‌متر جزء مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌شود، در اکثر مناطق این کشور آب لازم برای محصولات کشاورزی از طریق آبیاری تأمین می‌شود (۳).

عدم آگاهی زارعین از مقدار آب مورد نیاز گیاه و اصول صحیح آبیاری به استفاده بی‌رویه آب در بخش کشاورزی شده و نهایتاً سبب شوری، ماندابی شدن اراضی و اتلاف هزینه‌های پمپاژ آب را بدنبال خواهد داشت.

بدلیل تلفات زیاد آبیاری سطحی در مسیر انتقال و هنگام توزیع در سطح مزرعه و در نتیجه پایین بودن راندمانها، در بسیاری از موارد روشهای دیگر آبیاری از اولویت برخوردار هستند لذا توسعه روشهای کارآمدتر نظیر آبیاری تحت فشار مد نظر قرار می‌گیرد. در این روشها علاوه بر عدم نیاز به تسطیح و احداث شبکه‌های پرهزینه انتقال آب امکان انتقال آب از طریق لوله تا سر مزرعه و توزیع یکنواخت آب در سطح مزرعه و همچنین اعمال مدیریت بهره‌برداری بهینه از آب موجود در مراحل مختلف رشد گیاه فراهم می‌گردد.

بررسی وضعیت کاربرد سیستم‌های مختلف آبیاری در استانهای مختلف حاکی از این است که مساحت تحت پوشش این سیستم‌ها در مقایسه با وسعت اراضی آبی هر استان کم و جز در موارد معدود حالت آزمایشی دارد. موارد مزبور عمدتاً در استانهای شمالی کشور (خراسان، مازندران و گیلان) قرار دارند. آشنایی فنی با سیستم‌ها، امکانات سرمایه‌گذاری، نیروی انسانی متخصص، لوازم مورد نیاز، مدیریت خصوصی و دولتی از جمله عواملی است که در میزان استفاده از سیستمهای تحت فشار در هر استان مؤثر می‌باشد (۵، ۲).

با توجه به سیاست‌گذاری دولت در بخش کشاورزی و توجه خاص به استفاده بهینه از منابع آب و خاک، اجرای سیستمهای آبیاری تحت فشار (بارانی - قطره‌ای) و مدرنیزه‌کردن مزارع در رأس برنامه‌های دولت قرار گرفته است. بطوریکه در برنامه پنجساله توسعه اقتصادی و عمرانی کشور برای توسعه سیستمهای تحت فشار، ۲۵۰ هزار هکتار آبیاری بارانی و ۵۰ هزار هکتار آبیاری قطره‌ای و ۱۰ هزار هکتار طرح‌های الگویی پیش‌بینی شده است.

در حال حاضر در استان خراسان در حدود ۲۰۰۰ هکتار آبیاری قطره‌ای طراحی و اجرا شده است که اکثراً برای آبیاری باغات میوه است (۵). از طرفی هر ساله در استان خراسان سطح نسبتاً زیادی به کشت جالیز از جمله هندوانه اختصاص می‌یابد. آبیاری این محصول بصورت سنتی و روش جوی پشته‌ای صورت می‌گیرد و به علت عدم توجه کشاورزان به استفاده درست از آب، میزان آب مصرفی در هر هکتار برای هندوانه حدود ۱۰۰۰۰ مترمکعب است. براساس راندمان بالای آبیاری قطره‌ای، در صورت اجرای این سیستم می‌توان آب مصرفی هندوانه را در حد قابل توجهی کاهش داد. متأسفانه هزینه بالای اجرای سیستم آبیاری قطره‌ای از یک طرف، عدم آگاهی کشاورزان از مزایای آن از سوی دیگر سبب شده است که استقبال از این سیستم از رشد چندان مطلوب برخوردار نباشد.

تحقیقات نسبتاً زیادی در سطح دنیا روی روشهای آبیاری، استفاده از مالچ در سیستم آبیاری قطره‌ای، میزان آب مصرفی، تعداد و فواصل قطره‌چکانها، دور و فواصل آبیاری‌ها برای محصول هندوانه انجام شده است.در ایران نیز در سال ۱۹۹۶ تحقیقی روی مقایسه دو روش آبیاری قطره‌ای و شیاری بر کمیت و کیفیت محصول هندوانه در مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان انجام شده‌است. نتایج حاصله حکایت از پاسخ مثبت این محصول نسبت به سیستم آبیاری قطره‌ای دارد.

تحقیق حاضر به منظور برآورد دقیق‌تر آب مصرفی این زراعت در هر هکتار، ارائه روشهای افزایش کارآیی مصرف آب و کاهش هزینه‌های این سیستم و بالا بردن عملکرد و کیفیت محصول، انجام شده است.

مواد و روشها

هدف از این تحقیق بررسی اثر دور آبیاری و تعداد قطره‌چکانها در آبیاری قطره‌ای روی عملکرد و کیفیت محصول هندوانه و تعیین کارآیی مصرف آب بود. طرح در قالب بلوکهای کامل تصادفی بصورت فاکتوریل با ۴ تکرار در مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان در سال ۱۳۷۶ اجرا شد.

۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از مراحل آماده‌سازی زمین نمونه‌گیری از عمق‌های ۳۰-۰ سانتی‌متر و ۶۰-۳۰ سانتی متر انجام شد. نمونه‌ها با اعمال ملاحظات لازم به آزمایشگاه منتقل شده، بعد از خشک کردن نمونه‌ها وخرد کردن آنها با عبوردادن از الک ۲ میلی‌متری، بافت خاک با استفاده از روش هیدرومتری (۴) ، وزن مخصوص ظاهری خاک با استفاده از روش پارافین (نمونه‌های دست نخورده) و مقدار رطوبت در حد ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی با استفاده از صفحات فشار (Pressure Plate) در مکش‌های ۰/۳ بار و ۱۵ بار تعیین شد. با استفاده از گل اشباع تهیه شده از نمونه‌های خاک pH خاک توسط دستگاه pH متر و هدایت الکتریکی خاک بوسیلهٔ دستگاه هدایت سنج اندازه‌گیری شد (۶). اندازه‌گیری کاتیونهای، کلسیم و منیزیم محلول به روش تیتراسیون با EDTA سدیم و پتاسیم محلول به روش شعله‌سنجی (Flame Photometer) انجام شد (۶). همچنین فسفر خاک به روش اسپکتر و فتومتر (۹،۷) و ازت کل خاک به روش کجلدال تعیین شد (۸). جدول ۱ خلاصه نتایج آزمایش خاک را نشان می‌دهد.

جدول شماره ۱- خصوصیات فیزیکی - شیمیایی خاک مزرعه

پارامترهای اندازه‌گیری‌شده	عمق خاک (سانتی‌متر)	
	۰-۳۰	۳۰-۶۰
۱- بافت خاک		
الف - درصد شن	۲۱	۲۵
ب - درصد سیلت	۵۷	۵۴
ج - درصد رس	۲۲	۲۱
بافت خاک	سیلتی‌لوم	سیلتی‌لوم
۲- وزن مخصوص ظاهری (gr/cm^3)	۱/۳۳	۱/۳۳
۳- رطوبت حجمی درحد ظرفیت مزرعه (درصد)	۲۷/۶	۲۷/۶
۴- رطوبت حجمی درحد نقطه پژمردگی (درصد)	۱۲/۹	۱۲/۹
۵- واکنش خاک (pH)	۸/۰۴	۸/۱۶
۶- هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک(میلی‌موس بر سانتی‌متر)	۱/۲۵	۱/۰
۷- عناصر غذایی		
الف - کلسیم (میلی‌اکی والان برلیتر)	۵/۴۵	۵/۵۷
ب - منیزیم (میلی اکی‌والان برلیتر)	۱/۴	۲/۳
ج - پتاسیم قابل جذب (قسمت در میلیون)	۲۴۹	۲۷۱
د - فسفر قابل جذب (قسمت در میلیون)	۲۳/۷	۲۴/۲
ه - ازت کل (درصد)	۰/۰۹۹	۰/۰۹۹

۲- کیفیت آب

آب آبیاری از چاههای عمیق مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان تأمین می‌شد.این چاهها توسط یک سیستم لوله‌کشی به یکدیگر مرتبط شده و عمل آبرسانی به کلیه اراضی مرکز را انجام می‌دهند. به منظور تعیین کیفیت آب آبیاری دونمونه آب از هیدرانت واقع در محل طرح گرفته شد که نتایج تجزیه آن به شرح جدول۲ است.

جدول ۲- نتایج تجزیه کیفی آب

پارامترهای اندازه‌گیری	EC	pH	کاتیونهای محلول(meq/lit)				آنیونهای محلول(meq/lit)			S.A.R
	(mmhos/cm)		Na^+	Mg^{++}	Ca^{++}	K^+	Cl^-	SO_4^-	$HCO_3^- + CO_3^-$	
نمونه‌آب آبیاری	۰/۸	۷/۸	۳	۲/۴	۲/۴	-	-۳/۵	۱/۸	۲/۳۵	۱/۹۳

۳- طرح آماری و انتخاب تیمارها

طرح آماری در قالب بلوکهای کامل تصادفی بصورت فاکتوریل در ۶ تیمار و ۴ تکرار انجام شد. بدین صورت که تیمارها در سه سطح دورهای مختلف آبیاری (دور یک روز، دو روز، سه روز) و دو آرایش از قطره‌چکانها (یک قطره‌چکان برای هر بوته و یک قطره‌چکان برای دو بوته) انجام شد. برای اجرای این طرح ابتدا، زمینی به ابعاد ۱۰۰×۵۰ مترمربع انتخاب و سپس به چهار بلوک مساوی (تکرار) هر یک به ابعاد ۲۱×۵۰ قطعه‌بندی شده و تیمارهای آزمایشی بصورت کاملاً تصادفی در داخل هر بلوک قرار داده شدند. طول هر ردیف ۵۰ متر و فواصل ردیف‌ها ۳ متر و فاصله بوته‌ها در روی هر ردیف ۶۰ سانتی‌متر انتخاب شد. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از: دور آبیاری یک روز و هر بوته یک قطره‌چکان (P۱-۱)، دور آبیاری یک روز و هر دو بوته یک قطره‌چکان (P۱-۲) ، دور آبیاری دو روز و هر بوته یک قطره‌چکان (P۲-۱) ، دور آبیاری دو روز و هر دو بوته یک قطره‌چکان (P۲-۲) ، دور آبیاری سه روز و هر بوته یک قطره‌چکان (P۳-۱) ، دور آبیاری سه روز و هر دو بوته یک قطره‌چکان (P۳-۲)

۴- آماده‌سازی زمین و اجرای طرح سیستم آبیاری قطره‌ای

زمین مورد آزمایش که در سال ۱۳۷۵ به کشت هندوانه اختصاص داشت. در پائیز همان سال شخم زده شد و در فروردین ماه ۱۳۷۶ عملیات شخم بهاره و تسطیح انجام شد. مقدار کود مطابق عرف محل به میزان ۲۵۰ کیلوگرم فسفات آمونیوم و ۱۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در زمان شخم به خاک اضافه شد. بعد از تسطیح زمین، قطعه‌بندی زمین انجام و سیستم آبیاری قطره‌ای و اجرا شد.

آبگیری برای طرح مذکور از هیدرانت ۴ اینچی که در ابتدای زمین قرار داشت انجام شد. در ابتدای سیستم آبیاری قطره‌ای و در نزدیکی هیدرانت به منظور تصفیه آب یک فیلتر ۶ اینچ نصب و برای تنظیم و کنترل فشار سیستم در حدود ۱/۵ اتمسفر از یک فشارشکن ۴ واحدی بعد از فیلتر استفاده شد.

خط لوله اصلی سیستم آبیاری قطره‌ای دارای طول تقریبی ۶۰ متر بود که جنس آن پلی‌اتیلن کلاس C و قطری برابر ۹۰ میلی‌متر داشت. در محّل اتصّال لوله‌های نیمه اصلی (مانیفلدها) به لولهٔ اصلی ۶ عدد کنتور حجمی $\frac{۴}{۳}$ اینچ و ۶ عدد شیرفلکه جهت اندازه‌گیری حجم آب و قطع وصل جریان نصب گردید. لوله‌های نیمه اصلی از جنس پلی‌اتیلن و دارای قطری برابر با ۴۰ میلی‌متر بودند. برای خطوط فرعی (لاترال‌ها) از لوله‌های ۱۶ میلی‌متری و قطره‌چکانهای داخل خط (مدادی) با دبی متوسط ۴ لیتر در ساعت و فشارکاری ۱/۲ اتمسفر استفاده شد. برحسب نوع تیمار فاصله قطره‌چکانها روی لوله‌های فرعی ۶۰ سانتی‌متر (یک قطره‌چکان برای هر بوته) و ۱۲۰ سانتی‌متر (یک قطره‌چکان برای هر دو بوته) انتخاب شده بود.

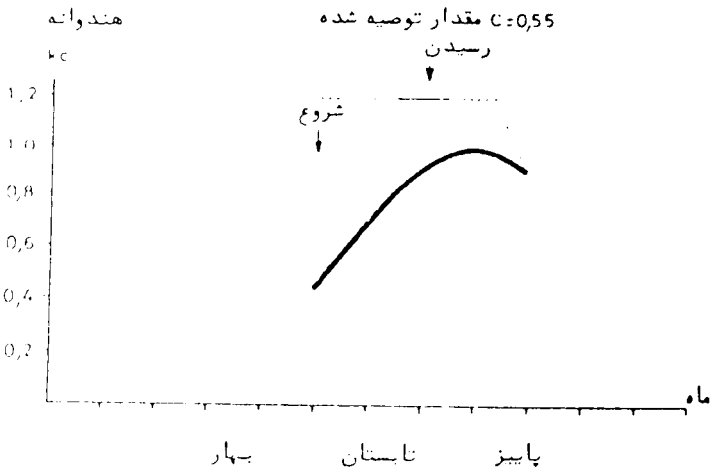
۵- محاسبات نیاز آبیاری و نحوه آبیاری

۵-۱- محاسبه نیاز آبی گیاه

نیاز آبی گیاه براساس تبخیر از تشتک کلاس A ایستگاه هواشناسی دانشکده کشاورزی مشهد، و اعمال

ضریب گیاهی Kc، درصد پوشش گیاهی و غیره ... محاسبه و مطابق با دور آبیاری هر تیمار، مقدار آب مورد نیاز به گیاه داده می‌شد (۴).

منحنی Kc برای زراعت هندوانه براساس نمودار شکل ۱ بوده، مطابق این نمودار ضریب گیاهی Kc در هر روز قبل استحراج بوده و برای محاسبه نیاز آبی گیاه از آن استفاده شده است. درصد پوشش گیاهی بطور مرتب از طریق اندازه‌گیری سطح بوته به مساحت موجود (فاصله ردیف‌ها × فاصله بوته‌ها) برای بوته برآورد و در محاسبه نیاز آبی گیاه منظور می‌شد (۴).



شکل ۱ - نمودار Kc برای محصول هندوانه

۵-۱-۱- محاسبه تبخیر و تعرق واقعی گیاه

برآورد تبخیر و تعرق گیاه در سیستم آبیاری قطره‌ای با سایر سیستم‌ها متفاوت است زیرا در سیستم آبیاری قطره‌ای به دلیل آنکه مستقیماً بصورت قطره در دسترس گیاه قرار می‌گیرد و تبخیر از سطح خاک تقریبا ناچیز بوده و تعرق فقط از سطح سبزینهٔ گیاه صورت می‌گیرد بنابراین تعرق واقعی گیاه بایستی برآورد و در محاسبات منظور گردد.

متوسط تعرق روزانه گیاه براساس رابطهٔ زیر برآورد شده است.

$$Td = Ud \left[\frac{Ps}{100} + 0.15 \left[1 - \frac{Ps}{100} \right] \right]$$

در این رابطه؛

Td = متوسط تعرق روزانه گیاه

Ud = متوسط آب مصرفی روزانه گیاه

Ps = سطح سایه‌انداز گیاه

برای برآورد متوسط آب مصرفی روزانه گیاه (Ud) براساس آمار روزانه تشتک از رابطه زیر استفاده شده است.

$$Ud = 0.8 \times Epan \times Kc$$

Epan مقدار تبخیر از تشتک تبخیر از زمان آبیاری قبل از روز آبیاری است (دور آبیاری یک روز، دو روز و سه روز).

درصد سطح سایه‌انداز گیاه نیز در هر روز مطابق رابطه زیر برآورد شده و برای تعرق روزانه بکار برده شده است.

$$P_W = \frac{\text{سطح بوته در هر مرحله رشد}}{\text{سطح کل مربوطه به گیاه}} \times 100 = \frac{\text{حدود و سطح گیاه در روز}}{0.6 \times 3} \times 100$$

۵-۲- عمق ناخالص آبیاری

در آبیاری قطره‌ای راندمان آبیاری بین ۹۵-۹۰ درصد است که مقدار آن در محاسبه ۹۰ درصد در نظر گرفته شده است. لذا عمق ناخالص آبیاری مطابق رابطه زیر برآورد شده:

$$I_g = \frac{T_d}{E} = \frac{T_d}{0.90}$$

۵-۳- نحوه آبیاری

۵-۳-۱- محاسبه حجم آب مورد نیاز هر بوته

حجم آب مورد نیاز هر بوته براساس فاصله بین هر گیاه و فاصله ردیف‌ها و عمق ناخالص آبیاری، برآورد شده و از رابطهٔ زیر استفاده شده است.

$$G = I_g \cdot S_p \cdot S_r$$

در این رابطه؛

G = حجم آب مورد نیاز روزانه هر بوته (لیتر)

I_g = عمق ناخالص آبیاری (میلی‌متر)

S_p = فاصلهٔ بوته‌ها روی هر ردیف (فاصله بوته‌ها روی هر ردیف ۰/۶ متر).

S_r = فاصلهٔ ردیف‌ها (فاصله ردیف‌ها ۳ متر)

براساس تحقیقی که در سال ۱۳۷۵ روی مقدار آب مورد نیاز زراعت هندوانه انجام شده بود مشخص شده که چنانچه ۷۵ درصد آب مورد نیاز گیاه به آن داده شود گیاه عملکرد بهتری خواهد داشت (۲۱). بنا بر استناد همین تحقیق مقدار آب داده شده به گیاه در این طرح ۷۵ درصد نیاز واقعی آن بوده است یعنی؛

$$G' = 0.75\ G$$

۵-۳-۲- حجم آب عبوری از هر کنتور در هر نوبت آبیاری

مقدار آبی که در هر نوبت آبیاری از هر کنتور (تیمار) بایستی عبور نماید براساس تعداد ردیف‌های متصل به هر کنتور، تعداد بوته‌های روی هر ردیف و مقدار حجم آب مورد نیاز هر بوته محاسبه شده است.

$$V = 4.n \cdot G'$$

در این رابطه؛

V = حجم آب لازم که در هر نوبت آبیاری از هر کنتور بایستی عبور نماید. (لیتر)

n = تعداد بوته‌ها روی هر ردیف (تعداد بوته‌های هر ردیف ۸۳)

G' = حجم آب مورد نیاز هر بوته در هر دور آبیاری (لیتر)

عدد چهار نیز در فرمول فوق مبین تعداد ردیف‌هایی است که به هر کنتور متصل است (تعداد

۵-۳-۳- آب مصرفی در طول فصل زراعی

آب مصرفی گیاه چنانکه در قبل بیان شد بر اساس تبخیر از تشتک، ضریب گیاهی، درصد پوشش و... محاسبه و مطابق با دور آبیاری تیمارها در اختیار گیاه قرار گرفت. آب مصرفی در طول فصل زراعی در کلیه تیمارها یکسان و مقدار آن ۳۴۱۶ مترمکعب در هکتار بوده‌است.

۶- برداشت

برداشت محصول در دو مرحله انجام شد. برداشت اوّل در تاریخ ۱۳۷۶/۵/۱۸ و برداشت دوم در تاریخ ۱۳۷۶/۶/۱۰، به منظور از بین بردن اثرات حاشیه‌ای، از ابتدا و انتهای هر خط ۲/۵ متر حذف شده و برداشت در طول ۴۵ متر در هر خط انجام شد. در هر برداشت میوه‌ها به میوه‌های سالم و بازارپسند و میوه‌های ریز و ناسالم غیرقابل ارائه به بازار تقسیم‌بندی شدند. البته در هر دو برداشت تعداد میوه‌های ناسالم تقریباً ناچیز بود و اکثر میوه از نظر اندازه و بازارپسندی در حد مطلوب و خوبی بودند. در هر دو برداشت وزن کل میوه‌های بازارپسند هر تیمار، تعداد میوه‌ها و وزن میوه‌های ناسالم و ریز و تعداد آنها مشخص و اندازه‌گیری شد. لازم به یادآوری است که ترکیدگی در میوه‌ها خیلی کم و ناچیز بود ولی میوه‌های ریز و سرسوخته وجود داشت. جهت انجام آزمایشات فیزیکی و کیفی میوه‌ها، نمونه‌هایی از هر تیمار انتخاب و به آزمایشگاه منتقل شد.

۷- آزمایشات فیزیکی

به منظور مقایسهٔ آماری ابعاد فیزیکی میوه‌ها از قبیل وزن میوه‌ها، طول، عرض، ضخامت پوست درصد گوشت، درصد بذر و آب، از هر تیمار نمونه‌هایی انتخاب و به آزمایشگاه منتقل شد. در آزمایشگاه ابتدا هندوانه وزن شده، طول و قطر آن اندازه‌گیری می‌شد، سپس برشی از میوه تهیه شده، وزن بذر، گوشت، پوست و ضخامت پوست اندازه‌گیری شد که و نمونه‌هایی از آنها تهیه شده و در گرمخانه با درجه حرارت ۸۰ درجه سانتی‌گراد خشک شده و نهایتاً درصد گوشت، درصد بذر، درصد پوست و نسبت آب موجود در قسمت‌های مختلف میوه محاسبه گردید. میزان ماده جامد محلول در میوه (BRX) با استفاده رفرکتومتر (Refrectometer) در هر نمونه اندازه‌گیری می‌شد. تمام موارد اندازه‌گیری شده در تیمارهای مختلف به منظور تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزار کامپیوتری SAS مقایسه شد.

نتایج و بحث

به منظور بررسی اثر هر فاکتور برروی هر صفت در طرح بایستی تأثیر هر فاکتور[1] بطور جداگانه و اثرات متقابل[2] آنها بررسی و تجزیه و تحلیل شود. به همین علت به بررسی اثر فاکتورها(دور آبیاری، تعداد قطره‌چکانها) و اثرات متقابل آنها می‌پردازیم

1. Factor
2. Intreaction

۱-اثر دور آبیاری

۱-۱ عملکرد کل

براساس تجزیه و تحلیل آماری مطابق نمودار ۱ حداکثر عملکرد کل در تیمار با دور آبیاری یک روز حاصل شد (۴۳/۸ تن در هکتار). اختلاف بین میانگین تیمارها با دور آبیاری مختلف معنی‌دار شد. ترتیب قرارگرفتن تیمارها از نظر عملکرد کل تیمار با دور آبیاری یک روز، دور دو روز و دور آبیاری سه روز بود. اختلاف میانگین تیمارها با دور دو روز و سه روز معنی‌دار نشد ولی عملکرد کل در تیمار با دور یک روز نسبت به تیمارهای دو روز و سه روز معنی‌دار شد.

۱-۲- عملکرد اقتصادی

مطابق نمودار ۱ حداکثر عملکرد اقتصادی مربوط به تیمار با دور آبیاری یک روز بود (۴۱/۳ تن در هکتار). اختلاف میانگین عملکرد اقتصادی تیمار با دور یک روز نسبت به تیمارهای دو روز و سه روز معنی‌دار شد امااختلاف میانگین تیمارها با دور دو روز و سه روز معنی‌دار نشد.

۱-۳- مقدار سرسوختگی

براساس تجزیه و تحلیل آماری و مطابق نمودار ۱ اختلاف بین وزن میوه‌های سرسوخته در تیمارها با دورهای مختلف آبیاری معنی‌دار نبود. حداکثر سرسوختگی در تیمار با دور آبیاری یک روز مشاهده شد. تیمارها با دور آبیاری دو روز و سه روز از نظر وزن میوه‌های سرسوخته در مرتبه بعدی قرارگرفتند.

جدول ۳- اثر دور آبیاری بر عملکرد محصول (تن در هکتار)

دور آبیاری	عملکرد (ton/ha)		
روز	اقتصادی	سرسوخته	کل
۱	۴۱/۳^{a}	۲/۵^{a}	۴۳/۸^{a}
۲	۳۵/۱^{b}	۲/۱^{a}	۳۷/۲^{b}
۳	۳۴/۲^{b}	۲/۱^{a}	۳۶/۳^{b}

۱-۴- متوسط وزن میوه

۱-۴-۱- عملکرد کل

متوسط وزن میوه در عملکرد کل از تقسیم عملکرد کل بر تعداد میوه‌های برداشت شده محاسبه شد. اختلاف وزن متوسط میوه‌ها در تیمارها با دورهای مختلف آبیاری در سطح یک درصد معنی‌دار شد. حداکثر وزن متوسط میوه در تیمار با دور آبیاری یک روز (۶/۴ کیلوگرم) و حداقل آن در تیمار با دور سه روز (۵/۳ کیلوگرم) حاصل شد. اختلاف متوسط وزن میوه در تیمارها با دور دو روز و سه روز معنی‌دار نشد امّا در دور

یک روز با سایر تیمار اختلاف معنی‌دار بود.

۱-۴-۲- عملکرد اقتصادی

از وزن کل میوه‌ها در عملکرد کل، وزن میوه‌های سرسوخته و غیرقابل ارائه به بازار حذف شده و عملکرد اقتصادی حاصل، از تقسیم عملکرد اقتصادی به تعداد آن متوسط وزن میوه در عملکرد اقتصادی محاسبه شد. مطابق جدول ۴ حداکثر وزن متوسط میوه در تیمار با دور آبیاری یک روز و بعد از آن تیمارها با دور آبیاری دو روز و سه روز قرار داشتند. اختلاف وزن متوسط میوه در عملکرد اقتصادی در تیمار با دور آبیاری یک روز با سایر تیمارها در سطح یک درصد معنی‌دار بود. در صورتیکه اختلاف وزن میوه در تیمارهای دو روز و سه روز معنی‌دار نشد.

۱-۴-۳- میوه‌های سرسوخته

براساس جدول ۴ بین متوسط وزن میوه‌های سرسوخته در تیمارها با دور آبیاری مختلف هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. حداکثر وزن متوسط میوه سرسوخته در تیمار با دور دو روز بود. دور آبیاری هیچگونه تأثیری بر روی وزن میوه‌های سرسوخته نداشت.

جدول ۴- اثر دور آبیاری بر متوسط وزن هندوانه

دور آبیاری (روز)	متوسط وزن میوه(kg)		
	عملکرد کل	عملکرداقتصادی	پوسیدگی گلگاه
۱	۶/۴[a]	۷/۴[a]	۲/۱[a]
۲	۵/۶[b]	۶/۱[b]	۲/۴[a]
۳	۵/۳[b]	۵/۹[b]	۲[a]

۱-۵-کارآیی مصرف آب

۱-۵-۱- عملکرد کل

مطابق جدول ۵کارآیی مصرف آب در عملکرد کل برای تیمار با دور آبیاری یک روز حداکثر و مقدار آن ۱۲/۸ کیلوگرم بر مترمکعب در هکتار شد. تیمارهای دو روز و سه روز بترتیب در مراتب بعدی قرار گرفتند. اختلاف کارایی مصرف آب در عملکرد کل تیمار یک روز با تیمارهای دو روز و سه روز در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد امّا اختلاف کارایی مصرف آب در عملکرد کل تیمارهای دو روز و سه روز با یکدیگر معنی‌دار نشد.

۱-۵-۲- عملکرد اقتصادی

کارایی مصرف آب در عملکرد اقتصادی نیز همانند عملکرد کل در تیمار با دور آبیاری یک روز حداکثر

و مقدار آن برابر ۱۲/۰۸ کیلوگرم بر مترمکعب در هکتار شد. اختلاف کارآیی مصرف آب در عملکرد اقتصادی تیمار یک روز با سایر تیمارهای معنی‌دار بود امّا در بین تیمارها با دور آبیاری دو روز و سه روز اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

جدول ۵- اثر دور آبیاری در کارآیی مصرف آب

دور آبیاری (روز)	کارآیی مصرف آب ($Kg/m^3/ha$)	
	عملکرد اقتصادی	عملکرد کل
۱	۱۲/۰۸^a	۱۲/۸^a
۲	۱۰/۳^b	۱۰/۹^b
۳	۱۰/۰۱^b	۱۰/۶^b

۱-۶- خصوصیات فیزیکی میوه

با توجه به جدول ۶ بررسی‌ها نشان داد که از بین خصوصیات فیزیکی میوه که در تیمارهای مختلف با یکدیگر مقایسه شدند فقط دو خصوصیت درصد آب موجود در گوشت میوه و ضخامت پوست میوه در تیمارهای مختلف دور آبیاری دارای اختلاف معنی‌داری بودند.ضخامت پوست میوه در تیمار با دور آبیاری یک روز حداکثر و مقدار آن ۱۵/۹۴ میلی‌متر بود. ضخامت پوست در این تیمار با دو تیمار دیگر دارای اختلاف معنی‌دار بود. درصد آب موجود در گوشت میوه نیز در تیمار با دور آبیاری دو روز حداکثر و مقدار آن معادل ۹۱/۶۴ درصد بود. اختلاف در درصد آب موجود در این تیمار با دو تیمار دیگر معنی‌دار شد.

جدول ۶- اثر دور آبیاری بر خصوصیات فیزیکی هندوانه

دور آبیاری (روز)	درصد گوشت به وزن میوه	درصد آب موجود درمیوه	متوسط طول (cm)	متوسط عرض (cm)	ضخامت پوست (mm)	درصد ماده جامد محلول (BRX)
۱	۶۱^a	۹۰/۶^b	۴۷/۴^a	۲۰/۵^a	۱۵/۹^a	۱۰/۸^a
۲	۵۹/۴^a	۹۱/۶^a	۴۴/۶^a	۱۹/۳^a	۱۲/۸^b	۱۰/۱^a
۳	۵۸/۲^a	۹۰/۴^b	۴۴/۹^a	۱۷/۱^a	۱۳/۲^b	۱۰/۹^a

۲- اثر تعداد قطره‌چکانها

در این حالت تیمارها عبارت بودند از: یک قطره چکان برای هر بوته. یک قطره‌چکان برای دو بوته که به بررسی اثر هر کدام از آنها می‌پردازیم.

۲-۱- عملکرد کل

تجزیه و تحلیل آماری نشان داد که تأثیر تعداد قطره‌چکانها بر عملکرد کل در سطح یک درصد معنی‌دار بود. مطابق جدول ۷ حداکثر عملکرد کل در تیماری مشاهده شد که برای هر بوته یک قطره‌چکان در نظر گرفته شده بود. عملکرد کل در این حالت ۴۲/۸ تن در هکتار بوده و در تیماری که برای هر دو بوته یک قطره‌چکان وجود داشته عملکرد کل ۳۵/۴ تن در هکتار شد.

۲-۲- عملکرد اقتصادی

براساس جدول ۷ همانند آنچه در عملکرد کل بیان شد تأثیر قطره‌چکانها در هر تیمار بر عملکرد اقتصادی در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری داشت. عملکرد اقتصادی حداکثر، در تیماری مشاهده شد که برای هر بوته یک قطره‌چکان منظور شده و مقدار آن ۴۰/۴ تن در هکتار است در صورتیکه عملکرد اقتصادی در تیمار دیگر ۳۳/۳ تن در هکتار بود.

۲-۳- پوسیدگی گلگاه

اثر تعداد قطره‌چکانها بر پوسیدگی گلگاه معنی‌دار نشد. مقدار پوسیدگی گلگاه در تیمار یک قطره‌چکان برای یک بوته ۲/۴ تن در هکتار و در تیماری که یک قطره‌چکان برای هر دو بوته در نظر گرفته شده وزن میوه‌های آلوده به پوسیدگی گلگاه ۲/۱ تن در هکتار بود.

جدول ۷- اثر تعداد قطره‌چکانها بر عملکرد محصول (تن در هکتار)

تیمار	عملکرد اقتصادی	پوسیدگی گلگاه	عملکرد کل
هر بوته یک قطره‌چکان	۴۰/۴[a]	۲/۴[a]	۴۲/۸[a]
هر دو بوته یک قطره چکان	۳۳/۳[b]	۲/۱[a]	۳۵/۴[b]

۲-۴- متوسط وزن میوه

مطابق جدول ۸ تأثیر قطره‌چکانها بر متوسط وزن میوه در عملکرد کل و اقتصادی و پوسیدگی گلگاه معنی‌دار نشد. به عبارت دیگر تعداد قطره‌چکانها برای هر بوته در متوسط وزن میوه تأثیری نداشت.

جدول ۸- اثر تعداد قطره‌چکانها بر متوسط وزن هندوانه

تیمار	متوسط وزن میوه (Kg)		
	عملکرد کل	عملکرداقتصادی	پوسیدگی گلگاه
هر بوته یک قطره‌چکان	۵/۷[a]	۶/۴[a]	۲/۲[a]
هر دو بوته یک قطره‌چکان	۵/۸[a]	۶/۶[a]	۲/۱[a]

۲-۵-کارآیی مصرف آب

نتایج تأثیر تعداد قطره‌چکانها بر کارآیی مصرف آب در عملکرد اقتصادی و عملکرد کل مطابق جدول ۹ است. با توجه به جدول ۹ تأثیر تعداد قطره‌چکانها بر کارآیی مصرف آب در عملکرد اقتصادی و عملکرد کل در سطح یک درصد معنی‌دار بود. کارآیی مصرف آب در عملکرد اقتصادی برای تیماری که هر بوته یک قطره‌چکان داشت حداکثر و مقدار آن ۱۱/۸ کیلوگرم بر مترمکعب در هکتار و برای تیماری که یک قطره‌چکان برای هر دو بوته منظور شده ۹/۸ کیلوگرم بر متر مکعب در هکتار شد.

جدول ۹- اثر تعداد قطره‌چکانها بر کارآیی مصرف آب

تیمار	کارآیی مصرف آب ($Kg/m^3/ha$)	
	عملکرد اقتصادی	عملکرد کل
هربوته‌یک قطره‌چکان	۱۱/۸[a]	۱۲/۵[a]
هر دو بوته یک قطره‌چکان	۹/۸[b]	۱۰/۴[b]

۲-۶- خصوصیات فیزیکی میوه

مطابق جدول ۱۰ اثر تعداد قطره‌چکان در هر تیمار بر هیچکدام از خصوصیات فیزیکی میوه معنی‌دار نشد.

جدول ۱۰- اثر تعداد قطره‌چکانها بر خصوصیات فیزیکی میوه

دور آبیاری (روز)	درصد گوشت به وزن میوه	درصد آب موجود در گوشت	متوسط طول (cm)	متوسط عرض (cm)	ضخامت پوست (mm)	درصد ماده جامد محلول (BRX)
هر بوته یک قطره چکان	۶۱/۱[a]	۹۱[a]	۴۵/۱[a]	۱۹/۹[a]	۱۳/۷[a]	۱۰/۸[a]
دربوته یک قطره چکان	۵۸[a]	۹۰/۸[a]	۴۶/۲[a]	۱۸/۱[a]	۱۴/۳[a]	۱۰/۳[a]

۳- اثر متقابل تعداد قطره‌چکانها و دور آبیاری

براساس تجزیه و تحلیل آماری در مورد تمام صفاتی که شرح آنها گذشت اثر متقابل[1] دور آبیاری و تعداد قطره‌چکان معنی‌دار نشد.

وقتی اثر متقابل دو فاکتور معنی‌دار نباشد از لحاظ آماری عدم تأثیر آن دو فاکتور را بر یکدیگر می‌رساند. در این حالت اثر متقابل برابر صفر و فاکتورها اثرشان جمع‌پذیر[2] است. یعنی هر فاکتور اثر خود را مانند آنکه

1. Interaction

2. Additive

فاکتور دیگر در آزمایش وجود ندارد بر روی صفت بر جای می‌گذارد.(۱)

۴- مقایسه اقتصادی ناشی از افزایش عملکرد محصول با افزایش هزینه سیستم آبیاری قطره‌ای ناشی از افزایش تعداد قطره‌چکانها

به منظور بررسی اقتصادی بین اختلاف عملکرد محصول در حالتی که برای هر بوته یک قطره‌چکان منظور شود با افزایش هزینهٔ ناشی از تعداد قطره‌چکانها در سیستم نسبت به حالتی که برای هر دو بوته یک قطره‌چکان منظور شود، مقایسه انجام و به شرح ذیل است.

با توجه به اینکه قیمت هر کیلوگرم هندوانه در سال اجرای طرح ۳۰۰ ریال و قیمت هر عدد قطره‌چکان ۲۰۰ ریال است. مقایسه در تیمار با دور آبیاری یک روز و یک قطره‌چکان برای هر بوته و نیز یک قطره‌چکان برای هر دو بوته انجام می‌شود. تعداد بوته‌های موجود در هر هکتار، با فرض فاصله هر بوته روی ردیف ۶۰ سانتی‌متر و فاصله ردیف‌ها ۳ متر، برابر با ۵۵۵۵ است. در حالتی که برای هر بوته یک قطره‌چکان منظور شود هزینه تعداد قطره‌چکان‌ها در هر هکتار ۱۱۱۱۰۰۰ ریال خواهد شد. در صورتیکه برای هر دو بوته یک قطره‌چکان در نظرگرفته شود این هزینه به نصف تقلیل می‌یابد. یعنی اینکه هزینه خرید قطره‌چکانها در هر هکتار ۵۵۵۵۰۰ ریال خواهد شد. چنانچه ۲۰ درصد نیز به عنوان تلفات ناشی از خراب شدن و گرفتگی قطره‌چکانها در نظر گرفته شود و به آنها اضافه گردد. هزینه قطره‌چکانها در هر هکتار با فرض هر بوته یک قطره‌چکان به ۱۳۳۳۲۰۰ ریال خواهد رسید.

براساس جدول ۹ که کارآیی مصرف آب در تیماری که برای هر بوته یک قطره‌چکان منظور شده برابر با ۱۱/۸ و تیماری که برای هر دو بوته یک قطره‌چکان منظور شده برابر با ۹/۸ کیلوگرم بر مترمکعب در هکتار محاسبه شده است و با توجه به اینکه در هر هکتار ۳۴۰۰ مترمکعب آب مصرف شده، اختلاف عملکرد در دو تیمار حدود ۶۸۰۰ کیلوگرم در هر هکتار است. سود ناشی از این اختلاف عملکرد ۲۰۴۰۰۰۰ ریال است. اگر این رقم سود اختلاف عملکرد محصول با هزینه اضافی ناشی از تعداد قطره‌چکانهای بیشتر (تیماری که برای هر بوته یک قطره‌چکان منظور شده) مقایسه شود، مشخص خواهد شد که سود ناشی از افزایش عملکرد محصول در هر هکتار ۱۳۷۴۳۰۰ ریال بیشتر از حالتی خواهد شد که برای هر دو بوته یک قطره‌چکان در نظر گرفته شود. البته این با فرضی است که هر ساله قطره‌چکانها تعویض شوند و قطره‌چکانهای نو جایگزین شوند. در صورتیکه عملاً اینطور نیست. لذا سود ناشی از افزایش عملکرد محصول از رقم مذکور بیشتر خواهد شد. بنابراین اقتصادی‌ترین روش همان در نظر گرفتن یک قطره‌چکان برای هر بوته است.

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

۱- براساس نتایج بدست آمده در مورد عملکرد، وزن متوسط میوه و کارآیی مصرف آب در دور آبیاری هر روز و منظورکردن یک قطره‌چکان برای هر بوته مناسب‌ترین و اقتصادی‌ترین روش در آبیاری قطره‌ای هندوانه است.

۲- دورهای آبیاری بیشتر از یک روز عملکرد و کارآیی مصرف آب را به شدّت کاهش می‌دهد در

صورتیکه در دورهای بیشتر از یک روز اختلاف چندانی بین دو دور آبیاری مشاهده نمی‌شود.

۳- در نظر گرفتن یک قطره‌چکان برای هر بوته عملکرد محصول را به میزان قابل ملاحظه‌ای افزایش و کارآیی آب را بالا می‌برد. از نظر اقتصادی افزایش محصول در اثر منظور کردن یک قطره‌چکان برای هر بوته مقرون به صرفه‌تر و اقتصادی‌تر از افزایش هزینهٔ ناشی از افزایش تعداد قطره‌چکانهاست.

۴- دور آبیاری و تعداد قطره‌چکانها تأثیری بر خصوصیات فیزیکی موجود در میوه ندارد.

۵- با توجه به نتایج به دست آمده از این طرح روش کاهش هزینه سیستم آبیاری قطره‌ای از طریق کم‌کردن تعداد قطره‌چکانها (قرار دادن یک قطره‌چکان برای دو بوته) اقتصادی نیست زیرا این روش سبب کاهش محصول به میزان قابل ملاحظه‌ای خواهد شد. لذا پیشنهاد می‌شود روی تغییر فواصل لاترالها (لوله‌های فرعی) تحقیقاتی به عمل آید.

۶- به منظور کاهش هزینه‌های سیستم آبیاری قطره‌ای پیشنهاد می‌شود که این طرح در مورد سایر محصولات باارزش نیز انجام شود. زیرا عکس‌العمل گیاهان مختلف نسبت به نحوهٔ تأمین آب مورد نیاز یکسان نیست.

تشکر و قدردانی

کلیه هزینه‌ها و امکانات اجرایی این طرح توسط بخش فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان فراهم شده است که بدین وسیله از کلیه همکاران و مسئولین بخصوص آقای مهندس جواد باغانی نهایت تشکر و سپاسگزاری را دارم.

منابع

۱- بصیری، ع. ۱۳۶۸. طرحهای آماری در علوم کشاورزی. دانشگاه شیراز.

۲- حسینی، م. ۱۳۷۶. عملکرد و کیفیت هندوانه در دو روش آبیاری قطره‌ای و شیاری. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.

۳- سازمان تحقیقات وزارت کشاورزی. ۱۳۷۵. مجموعه مقالات دومین کنگره ملی مسایل آب و خاک کشور.

۴- علیزاده، الف. ۱۳۷۲. اصول طراحی سیستمهای آبیاری. انتشارات آستان قدس رضوی.

۵- نوروزی، م. ۱۳۷۴. بررسی و مقایسه فنی سیستمهای آبیاری. ماهنامهٔ آب، خاک و ماشین. سال دوم شماره ۷.

6- Abu-Awwad, A.M., and R.W. Hill (1991). "Tomato production and soil salt distribution under line source trickle irrigation". Journ Of Agronomy and Crop Science. 167., pp. 188-195.

7- Black, C.A. Method of plant Analysis parts. Chemical pub lsche. M. Madison, Wis consin, U.S.A.

8- Lombardo, V., and G. Patt, 1979. Drip irrigation of the cantaloupe melon (Cucumis melo L.) Irrigazione. 26: No. 4: 13-19.

9- Rudich, J., G. Elassar, and Y. Shefi, 1978. "Optimal growth stages for the application of drip irrigation to muskmelon and water melon". Journal of Hort. Sci., Vol. 53, pp. 11-15.

Effect of irrigation interval and number of emitters on the yield and quality of watermelon in drip irrigation

Abstract

In order to investigate the effect of irrigation regime and the number of emitters on yield and quality of watermelon, a field experiment was conducted in torogh experimatal station of Mashhad, in 1376. A factorial design with randomized blocks and four replication was applied. Treatments were, irrigation intervals in three levels (one, two and three days), and mumber of emitters in two levels (one emitter for each plant, and one emitter for each two plants). Irrigation requirement was determined by class-A evaporation pan. Each treatment received 75% and irrigation requirement only. Evaporation in previous day (or days) the basis of calculation of irrigation requirement.The results showed that, total yield, as well as marketable yield, were higher in those treatments which received water evry day and were equipped with one emitter for each plant.Maximum water use effeciency was also obtaimed in this treatment. Irrigation interval did not affect fruit quality such as weight, length, water content and sugar percentage.

مجموعه مقالات نهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

مقاله شماره ۱۴

موضوع:

تاثیر کم آبیاری بر عملکرد چغندر قند

تألیف:

مهدی اکبری[۱]

چکیده

کم آبیاری برنامه آبیاری خاصی است که در آن گیاهان زراعی عملاً به مقدار کمتر از حداکثر لازم آبیاری می شوند و نتیجتاً مقداری از محصول کاهش خواهد یافت ولی در مصرف آب صرفه جویی شده و میزان مصرف آب در واحد سطح کاهش می یابد و در مقابل می توان زمین بیشتری را به زیر کشت برد. چنانچه مساحت اضافه شده و متعاقباً سود ناشی از آن جبران کاهش محصول را بنماید روش کم آبیاری از نظر اقتصادی نیز توجیه‌پذیر خواهد بود.

در سال ۱۳۷۲ طی مطالعاتی در ایستگاه تحقیقات کبوتر آباد اصفهان مقدار آب مصرفی چغندرقند به میزان ۳۰ درصد کاهش داده شد و با آبیاری مطابق روش کامل مورد مقایسه قرار گرفت. مقایسه عملکرد محصول نشان داد که میزان محصول حدود ۱۰ درصد کاهش داشته ولی درصد قند افزایش یافته و کاهش محصول را جبران نموده بطوری که عملکرد قند تغییرات قابل ملاحظه‌ای نداشته است با عنایت به اینکه با میزان آب صرفه جویی شده می توان سطح زیر کشت چغندرقند را به بیش از حدود ۴۰ درصد به روش کم آبیاری افزایش داد در نهایت سود خالص افزایش می یابد. از طرف دیگر نظر به اینکه همزمان با کشت چغندرقند محصولات دیگر نظیر گندم‌وجو در مرحله حساس به تنش آبی می‌باشندو نیازبه‌آب‌دارند می‌تواند

مقدمه

کشور ایران از نظر اقلیمی جزء مناطق خشک و نیمه خشک جهان محسوب می گردد در این مناطق عموماً

۱ - عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان

آب لازم برای محصولات کشاورزی بعلت کمبود نزولات آسمانی و توزیع نا متناسب آن از طریق آبیاری تامین می گردد. در مناطق مرطوب و معتدل نیز گرچه محصولات کشاورزی متکی به بارندگی طبیعی هستند ولی غالباً بعلت نامتناسب بودن توزیع زمانی و مکانی بارندگی و همچنین برای افزایش کمی و کیفی محصولات کشاورزی از آبیاری تکمیلی استفاده می شود.

تولید محصولات کشاورزی با عملکرد مناسب و استفاده بهینه از سایر نهاده ها نظیر ماشین آلات، کود، بذر، سموم و کلیه عملیات کشاورزی که در تولید نقش دارند بدون تامین رطوبت کافی امکان پذیر نمی‌باشد و از طرف دیگر کاهش روزافزون منابع آب در طبیعت و نیاز بی پایان انسان به آب و مصرف عمده این ماده حیاتی در بخش کشاورزی محققان را وادار به بررسی و مطالعات مستمر در مورد سیستم‌های مختلف آبیاری نموده است . تا بتوانند با بکار گیری تکنیک صحیح در امر کنترل مصرف آب، از هدررفتن این ماده حیاتی و نتایج ناگواری که از مصرف غیر اصولی آن برای گیاه و خاک ببار می آید جلوگیری بعمل آورند. در اغلب مناطق مملکت آب یکی از عمده ترین عوامل محدود کننده افزایش تولید بوده و روشهای نامناسب آبیاری خصوصاً شیوه های سنتی همه ساله حجم کلانی از آب موجود را هدر می دهند.

با عنایت به محدود بودن منابع آب کشور، جهت نیل به اهداف خودکفایی در تولید محصولات کشاورزی، بایستی به بهبود روشهای استفاده از منابع آب موجود (افزایش راندمان آبیاری و بالابردن بازدهی میزان محصولات تولیدی در قبال مصرف واحد حجم آب در واحد سطح)واستفاده بهینه از این منابع روآورد. تحت هر شرایطی افزایش عملکرد محصول در واحد سطح در اراضی آبی و یا گسترش سطح زیر کشت فعلی در گرو اعمال مدیریت صحیح بهره برداری و مصرف معقول آب می‌باشد. که اعمال این مدیریت از طریق پیگیری اهدافی نظیر صرفه جویی در مصرف آب آبیاری، کاهش خسارات کم آبی از طریق توزیع مناسب، توسعه وسایل بهره برداری مرکزی به منظور آبیاری بهتر و بعلاوه کاهش مسائل زهکشی اراضی عملی است.

با توجه به اینکه بخش عمده ایران در یک منطقه خشک و نیمه خشک واقع می باشد مطالعات کم آبیاری می تواند از تحقیقات کاربردی و مفید باشد.

مشکل اکثر زارعین در استان اصفهان و بسیاری از مناطق دیگر ایران که از نظر اقلیمی دارای آب و هوای خشک بوده و با کمبود ریزش باران مواجه هستند کمبود آب می‌باشد در حالیکه از نظر زمین کشاورزی مشکل کمتری دارند لذابا استفاده از کم آبیاری و صرفه جویی در آب آبیاری محصولات مختلف از جمله چغندرقند می‌توان سطح زیر کشت را افزایش داد.

کم آبیاری می تواند سبب بهتر شدن کمی و کیفیی محصول شود. از جمله می‌توان به افزایش درصد پروتئین و کیفیت بذر گندم و افزایش میزان پروتئین دیگر غلات افزایش طول الیاف در کتان، افزایش درصد قند در چغندرقند و انگور و دیگر محصولات اشاره کرد این نتایج می‌تواند تأثیر کم آبیاری در آخر فصل (محدود شدن رشد رویشی جدید) نیز بوده باشد [۱۲ و ۱].

طبق آزمایشهای هانگ و میلر در سال ۱۹۸۳ در ایالات متحده آمریکا، گندم در یک خاک کم عمق و شنی بانقصان آب مصرفی، دچار کاهش عملکرد شده اما گندمی که در خاک لومی کشت شده بود با نقصان ۴۰ الی ۵۰ در صد کل تبخیر و تعرق، باکاهش عملکرد کمتری مواجه گردید [۱۰ و ۱].

طبق تحقیقی که توسط شیرر در سال ۱۹۷۸، در خاک یکنواخت با نیاز آبی خالص، ۱۰ سانتیمتر و یکنواختی توزیع ۸۵ در صد، صورت گرفت در سطح کفایت ۸۷/۵ در صد، مجموع تلفات عمقی، ۲۳ در صد

آب مصرفی بود، اما در سطح کفایت ۵۰ در صد، مجموع تلفات عمقی ۸ در صد کل آب مصرفی بوده است که نشان می‌دهد با کاهش سطح کفایت آبیاری میزان تلفات کاهش یافته و نتیجتاً راندمان کاربرد آب افزایش می‌یابد [۱۶ و ۱].

آبیاری شیاری یک در میان و یکی از روشهای کم آبیاری بوده که در نتیجه کل مصرف آب در طول فصل کاهش می یابد. استون و همکاران در سال ۱۹۸۲ کاهش ۲۰ تا ۵۰ درصد مصرف آب رابا اعمال کم آبیاری و بصورت آبیاری شیاری یک در میان گزارش نموده‌اند [۱۷ و ۱].

طبق تحقیقی که در سال ۱۹۷۲ توسط مولینر و فیش باچ در خاک با بافت متوسط (لومی رسی سیلتی) و در شیارهائی به فواصل ۷۶/۰متروباآبیاری شیاری یک درمیان صورت گرفته بود، در هر آبیاری، تا۲۹ درصد کاهش مصرف آب را گزارش نموده‌اند. اهمیت این تحقیق به خصوص در جائی که ارزش آب زیاد باشد(محدودیت منابع آب) بسیار مشهود است [۹ و ۱].

با توجه به اینکه کم آبیاری، سبب کاهش رواناب پایاب میگردد، تحقیق اشنایدر و همکارانش در سال ۱۹۷۹ نشان داد که تغییر مدت زمان جریان رواناب پایاب از ۳ الی ۴ ساعت به ۶ الی ۸ ساعت، تغییری در افزایش عملکرد نداشته است [۱۵ و ۱].

انتخاب نوع محصول و کیفیت آن نیز از موضوعات تحقیقاتی بوده است که بسیاری از محققین پیرامون آن فعالیت کرده‌اند. بطوریکه طبق تحقیق میشل وشنان در دانشگاه کالیفرنیا، در سال ۱۹۹۱ روی محصول گوجه فرنگی، آنها به این نتیجه رسیدند که کم آبیاری، عملکرد و آب ذخیره شده گوجه فرنگی را کاهش داد، اما میزان مواد جامد محلول، در صد قند، میزان اسید سیتریک و پتاسیم را افزایش داد [۱].

در تحقیقی که در مشهد در سال ۱۳۶۳، توسط عوض کوچکی، روی اسپرس انجام گردید، تغییر فاصله آبیاری از ۱۰ روز به ۲۰روز، تنها باعث ۲۰ در صد کاهش عملکرد شده است [۶ و ۱].

سپاسخواه در سال ۷۱-۱۳۷۰ در شیراز بدین نتیجه رسید که مقدار عملکرد ریشه چغندرقند در آبیاری شیاری یک در میان با دور ۶ روز با آنچه که از آبیاری شیاری معمولی با دور ۱۰ روز بدست آمده برابری دارد، ضمن آنکه مقدار آب آبیاری نیز ۲۳ درصد کاهش یافته‌است [۵ و ۱].

طبق تحقیق انگلیش و همکاران در سال ۱۹۹۰ در حوزه کلمبیای آمریکا، با سیستم آبیاری بارانی سنترپیوت روی گندم و به مدت ۹ سال، نتایج‌زیر گزارش شده است [۸ و ۱].

- تابع تولید از درجه دوم و تابع هزینه، خطی بدست آمده.
- درکم آبیاری در آمد(سود) خالص در واحد سطح، ۲۵ درصد کمتر از آبیاری کامل و درآمد خالص نسبت به واحد آب مصرفی، ۱۴/۵ درصد بیشتراز آبیاری کامل بوده است.
- در حالت محدودیت زمین و فراوانی نسبی آب نیز آبیاری کامل منجر به سود خالص حداکثر نمی‌گردد.
- عمقی از آب مصرفی وجود دارد که سود خالص ناشی از آن برابر سود خالص آبیاری کامل میگردد که به آن عمق معادل آبیاری کامل اطلاق میگردد که در آن تحقیق، عمق ۳۵ سانتیمتر(۵۷ درصد عمق آبیاری کامل) بدست آمد. یعنی در واقع با کاهش ۴۳ درصد عمق آب مصرفی، سود خالص نسبت به آبیاری کامل، کاهش نیافته است.

درکشور هند در سطح وسیع ازکم آبیاری استفاده می‌گردد بطوری که در غرب یامانا میزان آب مصرفی که از طریق شبکه آبیاری تحویل می گرددتنها ۲۰ تا ۲۵ درصد کل نیاز آبیاری می باشد [۱].

تریمر در سال ۱۹۹۰ نشان داد که در کشور پاکستان بطورر گسترده از کم آبیاری استفاده می‌گردد بطوری که کل آب مصرفی پاکستان حدوداً ۳۵ درصد پائین تر از نیاز آبی کامل محصول بوده‌است [۱۸ و ۱].

در مطالعاتی که در کالیفرنیا در مورد چغندرقند در خاکهای عمیق انجام گرفته قطع آبیاری به مدت ۳ تا ۵ هفته ز حتی ۷ هفته قبل از برداشت با اینکه تبخیر و تعرق آخر فصل را تا سر حد یک دوم و تبخیر و تعرق تمام فصل را تا سر حد ۱۵ درصد کاهش داده عملکرد ساکاروز چغندر را کاهش نداده است [۱].

مطالعه دیگر نشانگر کاهش تبخیر و تعرق فصلی و افزایش راندمان کاربرد آب در اثر کم آبیاری در چغندر می‌باشد. در بعضی از محصولات همچون پنبه و یونجه بذری آبیاری در آخر فصل می تواند سبب تحریک رشد رویشی شود [۲۰ و ۳].

با توجه به اینکه بخش عمده ایران در یک منطقه خشک و نیمه خشک واقع می باشد مطالعات کم آبیاری می تواند از تحقیقات کاربردی و مفید باشد.

در آبیاری چغندرقند هر گونه تلاشی در جهت رسیدن به حداکثر بازده در ازای حداقل آب مصرفی با توجه به اهمیت و ارزشی که آب در اقتصاد کشور دارد یکی از تحقیقات کاربردی و مفید می‌باشد [۴]. در ایران طی آزمایشاتی که در منطقه کرج انجام شده‌است. بهترین توصیه برای آبیاری چغندرقند ۱۲ تا ۱۵ هزار متر مکعب آب در هکتار روز تعیین گردید [۴]. اثرات تنش‌های رطوبتی بر روی رشد و عملکرد گیاه بستگی به درجه تنش و مرحله رشد دارد که در آن تنش صورت گرفته است.بیشترین اثرروی رشد رویشی زمانی است که تنش آبی در مرحله اولیه رشد باشد. اکثر توصیه‌های انجام شده در مورد صرفه جویی در آب آبیاری در اواخر فصل رشد چغندرقند می باشد [۱۱ و ۷ و ۴]. طبق مطالعات انجام شده در مورد صرفه جوئی آب آبیاری درآخر فصل در منطقه رودشت اصفهان عملکرد ریشه و درصد قند بطور محسوسی تحت تاثیر تیمارهای آبیاری قرار نگرفت، ولی در دشت براآن اصفهان رژیم های آبیاری بر عملکرد ریشه و درصد قند در سطح یک درصد تاثیر معنی داری داشت [۲]. مطالعات دیگر نشان داده است که در اثر تنش رطوبتی که پس از مرحله تنک کردن انجام شده، عملکرد ریشه کاهش یافت ولی ارقام عکس‌العمل های مختلفی از خود نشان دادند. نتایج این آزمایش نشان داد که تنش موجب افزایش عیار قند، مقدار پتاسیم، ازت و قلیائیت ریشه گردید. همچنین سبب کاهش میزان شکر استحصالی شد و افزایش عیار قند به میزان ۲ الی ۳ درصد نتوانست کاهش عملکرد ناشی از تنش خشکی را جبران نماید.

کارتر وهمکاران پس از مطالعه تنش های آبی در آخر فصل نتیجه گرفتند که قطع آبیاری بعد از یک آبیاری سنگین در دو ماه قبل ازبرداشت موجب کاهش محصول قند نمی گردد و بطورکلی محدویت آبیاری در سه ماهه آخر فصل رشد، رشد برگها، شاخص سطح برگ وجذب ازت را کاهش داده است در حالیکه موجب افزایش درصد قند گردیده وعلیرغم کاهش عملکرد غده عملکرد قند کاهش نیافته است [۴ و ۲].

در تحقیقی که در منطقه‌ای نیمه خشک ودر خاکی با قابلیت نفوذ پذیری نسبتاکم انجام شده نشان داده شده است که چغندرقنداین قابلیت رادارا می باشدکه در محدوده نسبتا وسیعی از تنش آبی به رشد و نمو خودادامه دهد این محصول بعلت استفاده از آبهای عمقی ذخیره شده در خاک بخوبی با محدودیت آبیاری سازگارمی باشد [۲۰ و ۴].

تاثیر تنش آبی بر روی رشد به زمان آن بستگی داشته و بیشترین اثر روی رشد رویشی هنگامی است که بی آبی در مراحل اولیه باشد. تاثیر تنش آبی در مراحل اولیه رشد کلی خیلی بیشتر از تاثیر تنش آبی در مراحل

پایانی بوده است [۷ و ۲]. تنش آبی می‌تواند درصد ساکارز را بخاطر دی‌هیدراته شدن ریشه‌ها افزایش دهد [۴ و ۲]. بر اساس چندین گزارش [۴ و ۲] عملکرد ریشه تا قبل از رسیدن رطوبت خاک به نقطه پژمردگی کاهش نداشته است. همچنین چندین محقق [۱۴ و ۱۳ و ۲] گزارش کرده‌اند که کاهش عملکرد هنگامیکه ۵۰٪ رطوبت خاک (۵۰٪ ظرفیت مزرعه) مصرف می‌شود، بوجود می‌آید [۴]. چغندرقند به طور نسبی دارای سیستم ریشه عمیق تا عمق ۲۰۰ - ۱۵۰ سانتی متری می‌باشد ولی بیشترین مقدارجذب آب را از عمق ۳۰ - ۰ سانتیمتری دریافت می کند [۲]. معمولاً چغندرقند از عمق ۳۰-۰، ۱۲۰-۳۰ سانتی متری به ترتیب مقادیر ۸۰ ، ۲۰ درصد از کل آب مصرفی خود را جذب می‌نماید. همچنین مطالعات قبلی نشان می دهند که چغندرقند آب را از لایه های عمیق تر از ۱۱۰ سانتیمتری نیز جذب می‌کند [۲].

در یک بررسی [۱۱] نشان داده شد که افزایش دور آبیاری از یک هفته به دو و سه هفته و قطع آبیاری از حدود ۴۵ روز قبل از برداشت محصول موجب افزایش درصد قند در غده ها می گردد. لذا بدون اینکه عملکرد قند کاهش یابد، در مصرف آب صرفه جویی گردید در این آزمایش دورهای ۱۴، ۲۱ و ۲۸ روز و حتی سه نوبت آبیاری در طول فصل رشد موجب کاهش چشمگیری در میزان محصول غده نگردید. عیار قند نیز تغییرات فاحشی نشان نداد و میزان محصول غده‌در حدود ۵۵ تا ۶۵ تن در هکتار گردید. همچنین فقط با دو آبیاری در طول فصل رشد عملکرد محصول معادل ۴۹ تن در هکتار و با یک نوبت آبیاری برای سبز شده میزان حدود ۳۳ تن در هکتار بوده است در مورد حساسیت به آبیاری در مراحل مختلف رشد نیز گزارش شده است که چغندرقند در زمان جوانه‌زنی و تا یک ماه پس از آن نسبت به خشکی حساس است و آبیاری سبک و مداوم برای کاهش خطر شوری و جلوگیری از سله بستن خاک طی این مرحله مفید خواهد بود [۴ و ۲]. چغندرقند مخصوصاً در سه تا چهار هفته بعد از سبز شدن به شرایط نامناسب رطوبت حساس می‌باشد. در طول این مدت بایستی خاک را تا عمق ۳۰ سانتی متری مرطوب نگه داشت بطوریکه رشد گیاه به سرعت ادامه یابد. اگر بعداً آبیاری لازم باشد، بایستی خیلی سبک صورت گیرد، تااز شستشوی مواد محلول در اثر آبیاری جلوگیری شود. بنابر تحقیقات انجام شده [۴] بین درصد قند و درصد ماده خشک ارتباط نزدیکی وجود دارد . ولی با توجه به نظریه اولریچ و همکاران [۱۹] تا زمانی که رشد گیاه سریع باشد قند چندانی در غده تولید نمی‌شود و رشد سریع وتجمع قند باهم رخ نمی‌دهد. به طور کلی روند رشد گیاه چغندرقند در ذخیره‌سازی قند اهمیت بسیاری دارد بطوری که رشد نمی‌بایستی خیلی ناگهانی قطع شود یا به حدی کاسته شود که تکافوی مصرف روزمره گیاه را ننماید.

جهاداکبر و ابراهیمیان [۲] در سال ۱۳۷۲ گزارش دادند که تنش ۴۸ روزه پس از آبیاری سوم در عملکرد ریشه، درصد قند و عملکرد قند قابل استحصال تفاوت معنی دار نشان ندادند.

از مهمترین اهداف این مطالعه می توان به موارد زیر اشاره کرد :

- تاثیر کم‌آبیاری روی عملکرد و خصوصیات زراعی
- میزان کاهش محصول به ازاء تنش‌های مختلف آبی

مواد و روش

بمنظور دستیابی به اهداف این تحقیق طی سال ۱۳۷۲ مطالعاتی در ایستگاه تحقیقاتی کبوتر آباد اصفهان در

قطعه زمینی که از نظر بافت، شیب زمین، تاریخچه زراعی و غیره یکنواخت بود به شرح ذیل انجام گردید.

محل انجام آزمایشات و مشخصات فیزیکی، شیمیائی آب و خاک منطقه

ایستگاه تحقیقاتی کبوتر آباد اصفهان در فاصله ۳۰کیلومتری شرق اصفهان واقع شده و اراضی آن از سری خاکهای اصفهان می باشد. بر اساس آزمایشات انجام شده بافت خاک متوسط تا نسبتاً سنگین اسیدیته تقریباً خنثی و هدایت الکتریکی خاک پایین است. در این ایستگاه میزان کربن آلی و ازت خاک کم و میزان فسفر خاک در حد خوبی می باشد. هدایت الکتریکی آب با توجه به استفاده از آب شبکه آبیاری در حد خوبی می باشد مشخصات فیزیکی وشیمیائی خاک در جدول (شماره ۱)درج گردیده است.

برای اجرای این تحقیق پس از انجام عملیات آماده سازی زمین (شامل یک شخم بر گرداندار به عمق ۳۰ سانتیمتر در پاییز و دو دیسک سبک عمود بر هم در بهار) قطعات آزمایشی با نمونه برداری و حفر پروفیل در چند نقطه پارامترهای بافت خاک، وزن مخصوص ظاهری، ظرفیت زراعی، نقطه پژمردگی دائم و..... تعیین گردید و سپس با در نظر گرفتن عرض شیار متناسب باگیاه چغندرقند اقدام به ایجاد جوی و پشته هایی (شیار) به عرض ۶۰ سانتیمتر گردید.

پس از عملیات آماده سازی زمین و ایجاد شیار، کاشت بذور چغندرقند مولتی رژم که توسط کارخانه چغندرقند توصیه گردیده بود در نیمه اول اردیبهشت ماه انجام گردید. لازم به ذکر است مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه تا عمق ۱۰۰ سانتیمتر با گرفتن نمونه مرکب و تجزیه خاک تعیین گردید. و میزان کود فسفر لازم در زمان آماده‌کردن زمین به خاک اضافه گردیده میزان کودازت به صورت سرک مصرف شده است.

کلیه عملیات داشت شامل سم پاشی، تنک کردن، وجین و کود دهی در زمان مقرر انجام‌گردیده و تراکم بوته در هکتار حدود ۷۰۰۰۰بوته در هکتار حاصل شد.

با در نظر گرفتن عمق خاک برابر ۱۰۰ سانتیمتر و با توجه به نقطه ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی دائم اولین آبیاری بصورت یکنواخت بطوری که تا عمق حدود ۱۰۰ سانتیمتری به ظرفیت زراعی برسد انجام گردید.

با عنایت به مراحل حساس کم آبیاری در چغندرقند (مرحله جوانه زدن و چند هفته پس از آن) آبیاری بعدی (پی آب) نیز به صورت سبک و یکنواخت انجام گردید و بعد از آن تیمارهای آبیاری بر اساس ۱۰۰، ۸۵، ۷۰ درصد تبخیر از طشتک کلاس A در سه تکرار اجراگردید برای هر تیمار میزان آب آبیاری براساس ضرائب فوق محاسبه و مدت زمان آبیاری تعیین و با استفاده از پارشال فلوم سه اینچی که قبلاً کالیبره شده بود اندازه‌گیری و با استفاده‌از سیفون توزیع و کنترل گردید.

لازم به ذکر است که دبی غیر فرسایشی شیار قبلاً تعیین گردیده بود و زمان پیشروی و پس روی در چند تکرار (از آبیاری سوم به بعد) یاداشت برداری گردیده است.

برای هر تیمار آبیاری سه شیار در نظر گرفته شده بود و برای جلوگیری ازتأثیر تیمارهای آبیاری بر روی یکدیگر یک شیار نکاشت و دو پشته بعنوان حاشیه در نظر گرفته شده است. و فقط از عملکرد دو پشته وسطی بعنوان عملکرد در واحد سطح استفاده گردیده است در زمان برداشت پس از جداکردن شاخ و برگ چغندرقند، عملکرد در فواصل ۱۰ متری یاداشت برداری و جهت تعیین درصد قند از ثلث اول دوم وسوم شیار نمونه‌گیری و به مؤسسه تحقیقات چغندرقند ارسال گردید. نمونه هابااستفاده‌ازدستگاه بتالیز تجزیه وصفات سدیم، پتاسیم، ازت مضر، خلوص شربت، درصد قند و درصد قند ملاس آنها مشخص گردیده و سپس مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌اند.

جدول شماره ۱ - خصوصات فیزیکی و شیمیائی خاک ایستگاه تحقیقاتی کبوتر آباد

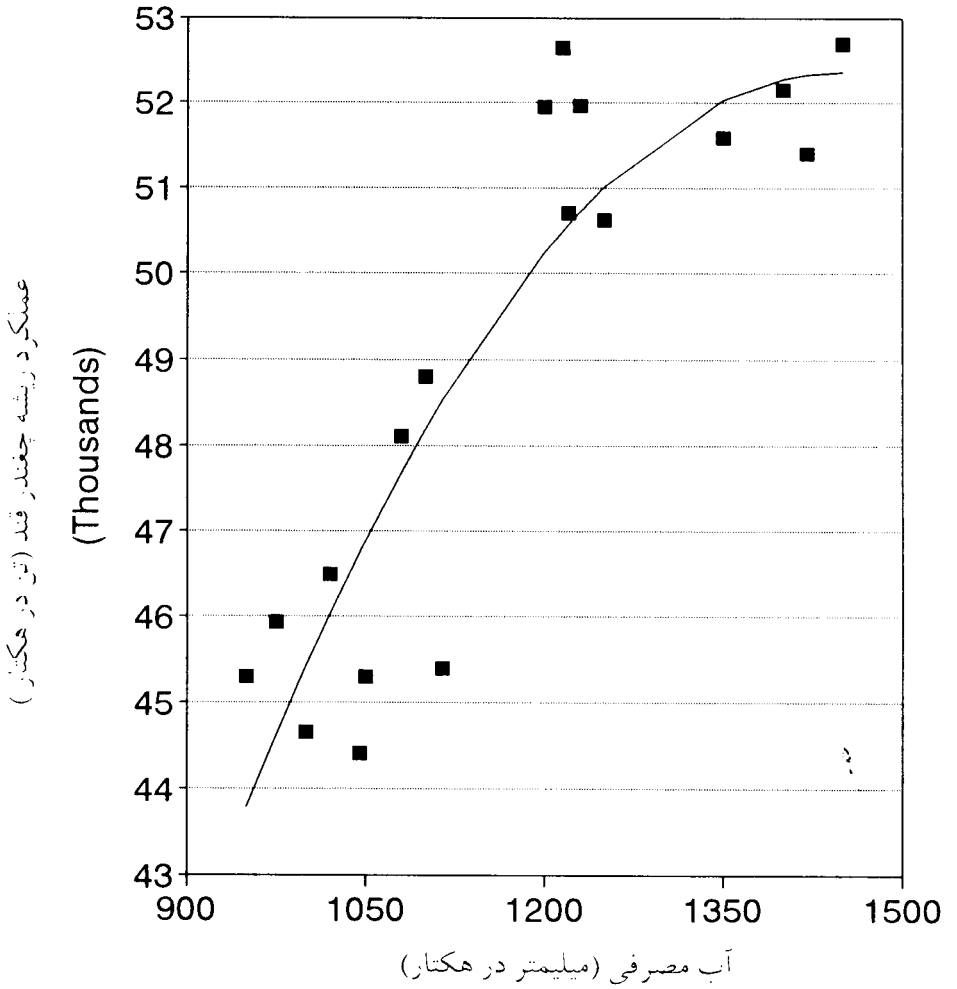
عمق	درصد اشباع	هدایت الکتریکی	اسیدیته	درصد مواد خنثی	کربن آلی	ازت کل	فسفر قابل	پتاسیم قابل	اجزای بافت (درصد)		
cm	sp	EC × 10^2	PH	شونده" آهک "	درصد P.P.m	درصد P.P.m	جذب	جذب	شن	سیلت	رس
۰ - ۳۰	۴۳	۰/۸۳	۸	۴۴	۰/۹۱	۰/۰۸۵	۱۱/۷	۲۱۰	۲۷	۳۸	۳۵
۳۰ - ۶۰	۴۲	۱	۸/۱	۴۳	۰/۹۱	۰/۰۹۱	۱۱	۲۱۰	۲۰	۴۳	۳۷

نتیجه و بحث

با استفاده از نتایج حاصل از آزمایشات صحرائی رابطه بین میزان آب مصرفی و عملکرد، میزان آب مصرفی و در صد قند، میزان آب مصرفی و عملکرد قند از طریق بهترین برازش (حداقل مربعات) به شرح ذیل حاصل گردیده است :

- رابطه عملکرد ریشه با آب مصرفی

همانطوری که در شکل (شماره ۱) ملاحظه می‌گردد. رابطه بین عملکرد ریشه با آب مصرفی از درجه دوم بوده و از ضریب رگرسیون بالائی برخوردار می باشد. این رابطه نشان می دهد که با افزایش آب مصرفی تا حدی عملکرد محلول افزایش می‌یابد و احتمالاً سپس کاهش خواهد یافت.



شکل شماره ۱ : رابطه آب مصرفی با عملکرد محصول

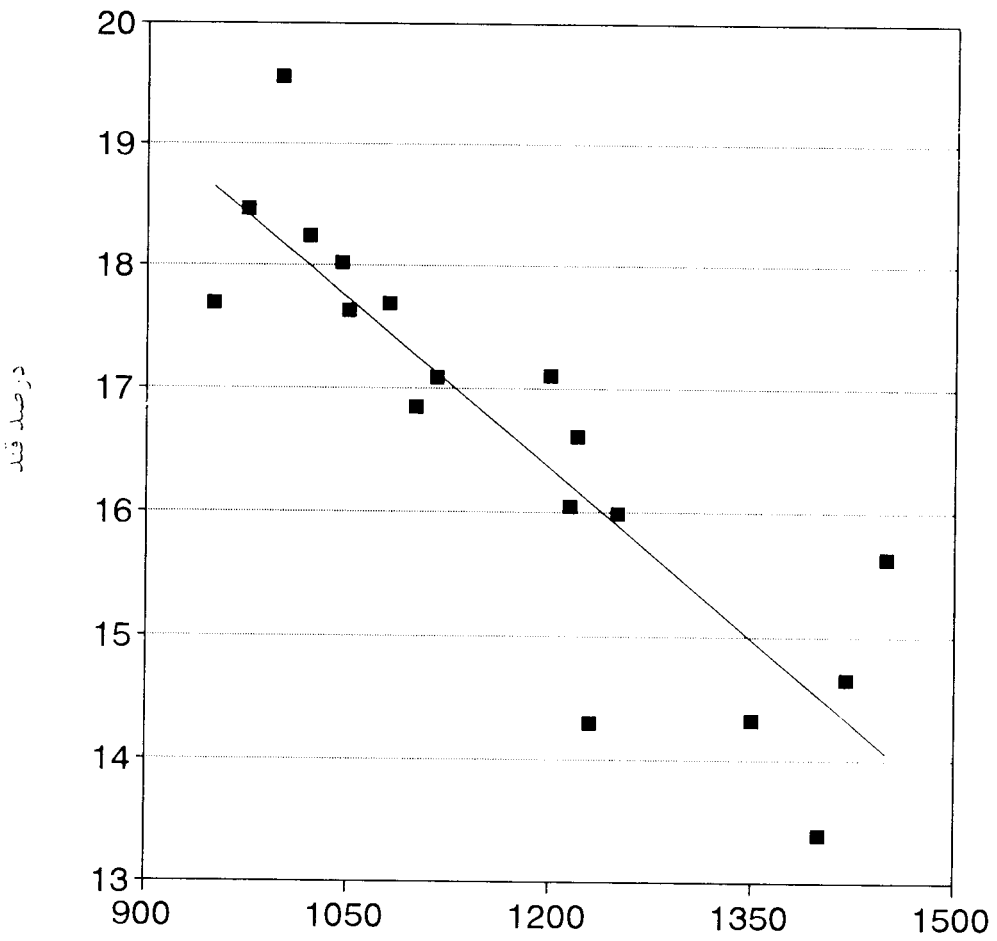
همانطوری که در شکل فوق نشان داده شده است وقتی میزان آب مصرفی به مقدار ۳۰ درصد (از حدود

۱۴۰۰ متر مکعب در هکتار به حدود ۱۰۰۰ متر مکعب در هکتار) کاهش یافته عملکرد محصول حدود ۱۰ درصد (یعنی از حدود ۵۲ تن در هکتار به حدود ۴۵/۵ تن در هکتار) کاهش یافته است که نشان می دهد گیاه با تنش آبی مواجه شده است.

نتایج این تحقیق با مطالعات رئیسی در دشت برآآن اصفهان، توکلی در کرج و دیگر محققان مطابقت داشت و نتایج آنها را تائید می نماید.

- رابطه میزان آب مصرفی و درصد قند

همانطوری که در شکل (شماره ۲) نشان داده شده است رابطه میزان آب مصرفی و درصد قند یک رابطه خطی منفی می باشد یعنی با افزایش مقدار آب مصرفی درصد قند کاهش یافته است ضریب رگرسیون این رابطه خطی حدود۸۴ درصد (r^2=۰/۸۴)می باشد.



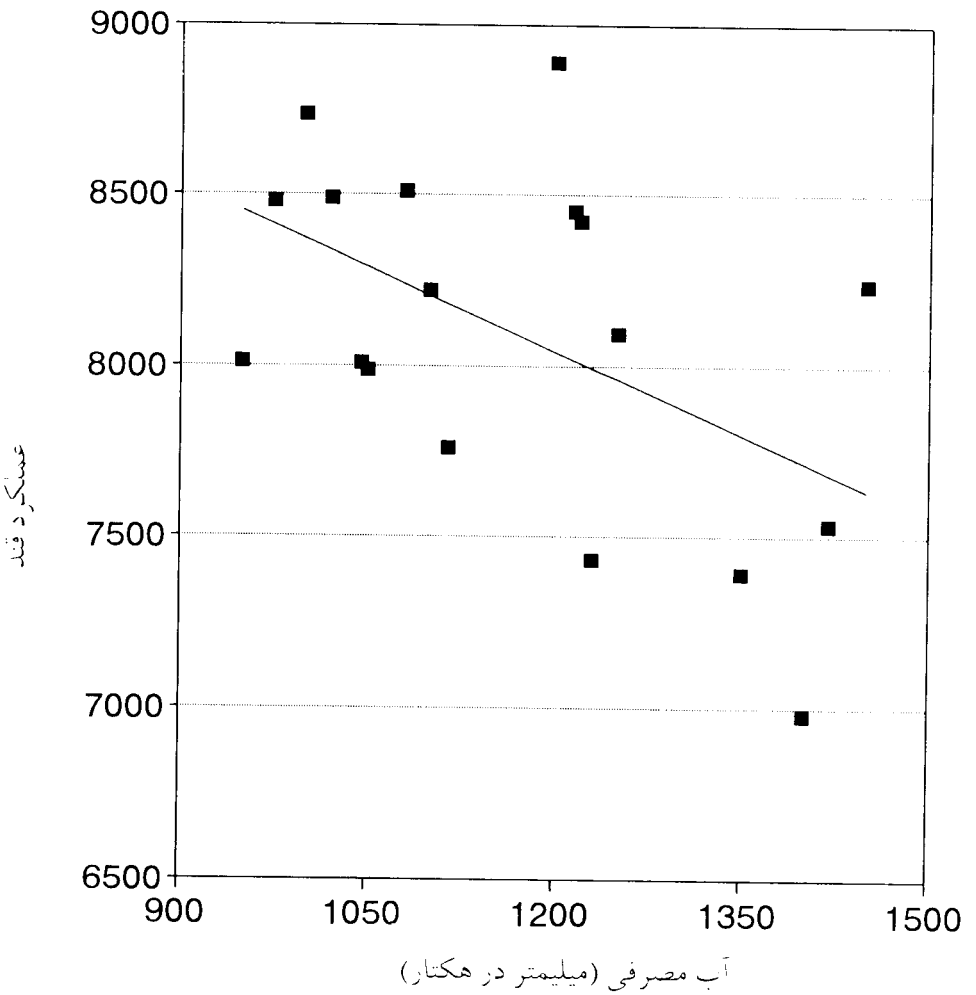
شکل شماره ۲ : رابطه آب مصرفی با درصد قند

همانطوری که در شکل مشاهده می شود تعدادی از نقاط از خط رگرسیون فاصله زیادی دارند.اگر بتوان این نقاط را حذف کرد ضریب رگرسیون به حدود ۸۸ درصد افزایش خواهد یافت. افزایش درصد قند را میتوان به تأثیر تنش‌های آبی گیاه نسبت داد.

اکثر محققان برای افزایش درصد قند تنش های رطوبتی انتهای فصل رشد و با قطع آبیاری در چند هفته قبل از برداشت را توصیه کرده‌اند که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

- رابطه میزان آب مصرفی و عملکرد قند

همانطوری که در شکل (شماره ۳) ملاحظه می گردد تغییرات عملکرد قند خیلی پراکنده بوده ولی روند کاهشی را نشان می‌دهد ولی رابطه رگرسیون خطی از ضریب رگرسیون پایینی برخوردار می باشد نظر به اینکه عملکرد قند به عوامل زیادی بستگی داشته و تغییرات عملکرد ریشه و درصد قند با یکدیگر جمع شده و سبب پراکندگی زیاد شده‌اند در اکثر مطالعات انجام شده علی رغم کاهش عملکرد ریشه، یا عملکرد قند قرابس داشته و یا تغییر قابل ملاحظه‌ای نداشته است.



شکل شماره ۳ : رابطه آب مصرفی با عملکرد قند

نتایج کلی

با توجه به روابط فوق (میزان آب مصرفی و عملکرد ریشه، درصد قند و عملکرد قند) در صورتی که برای منطقه مورد مطالعه میزان آب مصرفی ۳۰ درصد کاهش یابد عملکرد قند کاهش نیافته و در نتیجه علاوه بر صرفه‌جوئی به میزان ۳۰ درصد در آب مصرفی سود حاصل تغییری نمی یابد و از طرف دیگر با استفاده از میزان آب صرفه‌جوئی شده می توان سطح زیر کشت را به بیش از حدود ۴۰ درصد به روش کم آبیاری افزایش داد که در نهایت سود خالصی افزایش می یابد. در صورت نیاز محصولات دیگر نظیر گندم و جو می توان این آب را به آن محصولات اختصاص داده که در نتیجه عملکرد افزایش یافته و سود خالص افزایش می یابد.

فهرست منابع

۱ - توکلی، علیرضا و حسین فرداد، بهینه سازی کم آبیاری بر اساس توابع تولید، هزینه و قیمت چغندرقند در کرج مجموعه مقالات دومین کنگره ملی مسایل آب و خاک کشور، بهمن ماه ۱۳۷۵، تهران.

۲- جهاداکبر، محمدرضا و حمیدرضا ابراهیمیان. ۱۳۷۳. اثر متقابل تاریخ کاشت و مدیریت زراعی در شش رقم تجارتی چغندرقند، چکیده مقالات سومین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشگاه تبریز. ۱۲ تا ۱۷ شهریور ماه سال ۱۳۷۳.

۳- خیرابی، جمشید، محمدرضا، انتصاری، علیرضا، توکلی و علیرضا سلامت ۱۳۷۵. دستورالعمل‌های کم‌آبیاری گروه کار آب مورد نیاز گیاهان کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

۴- رئیسی، فرهود. ۱۳۷۲. گزارش نهایی طرح تاثیر کاهش میزان آب آبیاری در آخر فصل رشد در تولید قند و چغندرقند. شماره ۱۸، ۲۴ صفحه.

۵ - سپاسخواه.علیرضا،کم آبیاری به روش جویچه ای یک در میان، ارائه شده در هشتمین سمینار کمیته ملی آبیاری وزهکشی ایران، آبان ماه ۱۳۷۵، تهران.

۶ - کوچکی، عرض. اثر دور آبیاری بر عملکرد و بعضی خصوصیات زراعی اسپرس، مجله علوم کشاورزی ایران - ج ۱۵ شماره های ۱، ۲، ۳، ۴، ۱۳۶۳

7- Brown, K. F. and R. J. Dunbam. 1989. Recent Progress On Fobrous Root System Of Sugar Beet. In world sugar and sweeterner Year book 1989. F.O.Licht Gmbh. Ratzburg, pp. F5-F13.

8-English , M. J , 1990 a , Deficit Irrigation , Analytic Farmwork . J.of Irrigation& Drainage, ASCE, 116(3), pp: 399 - 412.

9-Fischbach,P.E, and, H.R. Mulliner, 1974, Every Other Furrow Irrigationof Corn,Transaction of the ASAE, 17(3): 426-428

10-Hang,A. N, and, D. E. Miller,1983 , Wheat Development as Affected by Deficit High Ficirequency Sprinkler Irrigation. Agron. J.75(234-239)

11- Howell, J. A. , L. H. Ziska M. C. Conmik , R. L. Burtch , and B. B. Fisher.

1987. Response of Sugar Beet to Irrigation Frequency and off cut on clay loam soil, Irrigation Science 8. 1-110.

12- Krieg . D.R. 1986 Cotton Growth and Development In Proc. Dirp Irrigation Cotton Symp-Texas Agr . Exl Serv. Midland , Tx.

13- Nuckls, S. D. 1942. Studics of Moisture Requirments of Sugar Beet. Am. Soc. Sugar Beet Technol. Proc. 3:41-53.

14- Parashar, K. S. , N. G. Danstane. 1973. Studies On the Effect Of Soil Moisture Regimes, Plant Population and N Fertilization On Yield and Quality of Sugar Beet. Indian. Agron. 18:349-353.

15-Schneider, A. D, L. L, New and, J. T. Musick, 1976, Reducing Tailwater Runoff For Deficit Irrigation Water Use, Transaction of the ASAE, 19(6) : 1093-1097

16-Shearer, M.N, 1978, Comparative Efficiency Of Irrigation Systems, Proc.Annual Technical, Conference, 183-188,The Irrigetion Association.

17-Stine, J. F,H.E. Reeves and J.E. Garton 1982, Irrigation Water Cinservation by using Wide -Spaced Furrows, Agr. Wtr. Mgmt. 5 :309-317

18- Trimmer. W.L. 1990. Partial Irrigation in Pakistan .J.ASCE Irrigation and Drainage Division 116(3) : 342-353.

19- Ulrich, A. Rivi, D. Hills , F. J. George. A. G. and M. D. Morse. 1959. Plant Analysis a Guide for Sugarbeet Fertilization Calif, Agric. Exp. Sta. Bull. No:426 23. pp.

20- Winter, S. 1980. Suitabilty of Sugar Beets for Limited Irrigation in a Semi-arid Climate. Agron. J. 72: 18-123.

The Effects of Deficit Irrigation on Sugar Beet Yield.

Mehdi. AKbari[1]

Abstract

Deficit irrigation is a means by which field crop are underirrigated in a way so that less water is applied.This results in a reduction in crop yield , however , more area could be irrigated. If the increased irrigated area and the resulting increase in yield compensates the reduction in crop yield ,then the deficit irrigation is considered as economically reasonable.

In 1993 , an experiment was conducted on sugar beet irrigation management the applied water was reduced 30% compared with the normal irrigation.

The results indicated that 10% reduction in crop yield in the deficit irrigation treatment is coinciding with increasing percentage of sugar ,then the sugar yield did not change significantly.By means of deficit irrigation and the amount of saved water,the area under sugar beet could be increased to approximately 40% which would leads to an increasing of net benefit. On the other hand , since sugar beet , wheat and barley are planted simultaneously , the saved water could be applied to meet the irrigation requirements of the wheat and barley crops.

1-Staff member of Esfehan Agricultural Research center.

مجموعه مقالات نهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

مقاله شماره ۱۵

موضوع:

بررسی مشکلات بهره‌برداری ساختمانهای تنظیم و کنترل جریان در شبکه‌های آبیاری زاینده رود و درودزن

تألیف:

محمود جوان[۱] و حمیدرضا سالمی[۲]

چکیده

بهره‌برداری از آب رودخانه ها و توزیع آن به مانند سابقه سرزمین کهن ایران بسیار قدیمی می‌باشد ایرانیان قدیم در احداث سد و بند در شبکه‌های آبیاری به تجربیات ارزنده‌ای دست یافته و در اعمال مدیریت بهره‌برداری از شبکه‌های آبیاری و تقسیم و توزیع آب مدارک و اسناد ارزشمندی بجای گذاشته‌اند[۳]. در ایران اولین توجه رسمی دولت به مسئله مطالعه منابع آب و احداث تأسیسات مدرن آبیاری، در سال ۱۳۱۵ و با تأسیس اداره آبیاری و سدسازی ظاهر شد. هدف از بهره‌برداری صحیح از تأسیسات شبکه‌های آبیاری، حفظ عملکرد سیستم درحد مطلوب و همچنین افزایش عمر مفید آن می‌باشد. در این تحقیق تأسیسات تنظیم سطح آب و آبگیری موجود بر روی کانال‌های شبکه درودزن که براساس استانداردهای دفتر عمران اراضی ایالات متحده[۴] و با کاربرد دریچه‌های کشوئی و قطاعی طراحی شده‌اند و شبکه آبیاری زاینده‌رود با تجهیزات تنظیم سطح آب خودکار و مدول‌های ساخت کارخانه نیرپیک[۵] از نقطه نظر عملکرد و مدیریت بهره‌برداری مورد بررسی قرار گرفته‌اند. نتایج بررسی عملکرد سیستم‌های آبیاری در دو شبکه مورد تحقیق نمایانگر این واقعیت است که بدلیل عدم کنترل، بازبینی و مرمت قسمت‌های تخریب شده سیستم، پس از سپری شدن چند سال از اجرای شبکه، بهره‌وری آنها رو به نقصان می‌رود. بنابراین برنامه نگهداری می‌بایست بر طبق مدیریتی صحیح

۱- استاد بخش آبیاری دانشگاه شیراز ۲- بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی اصفهان

۳- نوشته ها و مدارک تاریخی بیان کننده این حقیقتند که از قرن دهم هجری یا بعد از آن آب زاینده رود با اصول و روش خاصی تقسیم می شده و هر بلوکی نسبت به اوضاع و شرایط جغرافیائی حقابه داشته است. تنها نوشته موجود طوماری است که با نام دانشمند عهد صفویه شیخ بهائی توأم است.

4- U.S.B.R. 5- Neyrpic

و آگاه و همچنین برنامه‌ای مدون و زمان‌بندی شده صورت گیرد در این صورت با یک سری عملیات کم حجم در موقع لزوم می توان از عملیات حجیم بعدی جلوگیری نمود. شبکه‌های مدرن آبیاری درودزن فارس و زاینده‌رود اصفهان که با هزینه‌های سنگین احداث گردیده‌اند نیاز به بهره‌برداری و نگهداری صحیح و دلسوزانه دارند. در پایان بعد از بررسی‌های بعمل آمده نتایج زیر بدست آمده است :

- ایفای‌نقش مؤثرتر سازمان‌های کشاورزی درارتباط بامدیریت بهره‌برداری ازشبکه‌های آبیاری و زهکشی .
- لزوم اجرای طرح یکپارچه سازی اراضی کوچک به منظور سرعت بخشیدن به اجرای سیاست‌های کشاورزی و مدیریت بهره‌برداری از شبکه ها.
- حذف یارانه از آب بهاء به منظور تقویت پشتوانه مالی مدیریت بهره برداری برای ارائه خدمات تعمیرات و نگهداری و جلوگیری از اسراف در مصرف آب.
- ایجاد نواحی آبیاری مستقل و غیرمتمرکز در محدوده شبکه بعنوان یکی از مؤثرترین راه های رسیدن به نگهداری مطلوب شبکه‌های آبیاری.

مقدمه

شرایط نامطلوب حوی و توپوگرافی محدودیتهائی را هم از نظر مقدار آب قابل دسترسی و هم از نظر توزیع آن برای بهره برداری تحمیل می نماید. لذاکوشش برای دستیابی به آب و بهره برداری صحیح از آن باید همواره بعنوان اولویت طراز اول مورد توجه قرار گیرد. پیشینیان ما در عهد باستان با توانایی بسیار، نام‌آور بهره برداری آگاهانه از منابع آب و کشاورزی و آبیاری پیشرفته در عصر خود بوده اند که آثار بسیاری از آنها مانند قنات، بند، پل، مقسم و حفر جویها و اختراع ابزارهائی جهت تقسیم آب هنوز در سراسر کشور بویژه در استان‌های فارس، اصفهان و خوزستان مورد بهره برداری بوده و نشانگر تلاشها و سخت کوشیهای ایرانیان باستان برای مبارزه باکم آبی و استفاده بیشتر از منابع آب کشور است. در حال حاضر، امکانات وسیعی که از لحاظ تکنولوژی و سرمایه در اختیار بوده آثار پیشرفت مورد انتظار در زمینه بهره‌برداری از منابع آب در مقایسه با عهد باستان بچشم نمی خورد و اکثر سرمایه گذاریها در توسعه منابع آب حاکی ازکاستیهای ناشی از ناهماهنگی اجرای طرح های توسعه منابع آب و تکمیل شبکه‌های بهره‌برداری است و در این شبکه‌ها حکایت از اتلاف عمده آب و ماندابی شدن اراضی دارد. وظیفه سازه‌های کنترل جریان تامین آب آبیاری در سرتاسر شبکه با حداکثر راندمان ممکن و قابل اطمینان می‌باشد بطوریکه بنحو سودمندی جهت استفاده زارع برای تولید محصولات کشاورزی مورد استفاده قرار گیرد. بررسیها نشان می دهد که بهره برداران و کارگزاران شبکه‌ها به دلیل عدم آشنایی کافی با نحوه عمل این ساختمانها با مشکلات جدی روبرو می‌باشند (مهتداله‌خالد[1] ۱۹۹۳).

راندمان توزیع آب در شبکه های مدرن آبیاری کشور پائین بوده و این موضوع برای کشور خشکی مثل ایران از اهمیت زیادی برخوردار است. عدم کنترل و دقت در توزیع آب سبب کاهش راندمان و هدررفتن سرمایه های زیادی می گردد. جهت جلوگیری از هدررفتن سرمایه گذاریها می بایستی سازه‌های کنترل

1- Khalid Mohtadullah (ICID)

جریان،صحیح و اصولی انتخاب شوند تا در آینده با مواردی همچون غیر قابل استفاده بودن بعضی از این ساختمان ها در شبکه ها روبرو نباشیم. انجام مطالعاتی به منظور تعیین سیستم های کنترل و انتخاب یک سیستم متناسب با شرایط فرهنگی جهت توزیع دقیقتر و منصفانه تر آب امری الزامی بنظر می رسد چراکه در صورت تطبیق سیستم با شرایط اجتماعی مردم منطقه و بهره برداری صحیح با مشکلی به نام سوءاستفاده زارعین و عدم تنظیم دقیق و بموقع ساختمانهای هیدرولیکی روبرو نخواهیم بود و تنظیم و توزیع آب از راندمانهای خوبی برخوردار خواهد بود. با توجه به اهمیت موضوع در این مطالعه سیستم‌های مختلف کنترل جریان در شبکه های زاینده رود و دروزن که بر اساس استانداردها و ضوابط طراحی نیرپیک [1] و اداره عمران اراضی ایالات متحده[2] اجرا شده مورد بررسی قرار گرفته است و در نهایت پس از تجزیه و تحلیل نتایج حاصله، سازه‌های کنترل مناسب و مطابق با سطح فرهنگ، تکنیک و شرایط مختلف کشورمان ایران توصیه شده است.

مروری بر مطالعات انجام شده

- در تحقیقاتی که توسط دفتر همکاریهای فنی سازمان ملل متحد[3] در سال ۱۹۷۳ انجام شده رسوبات، تغییرات و نوسانات سطح آب در منبع و میزان حساسیت و دقت مورد انتظار از آبگیر در انتخاب آبگیر موثر تشخیص داده شده است. همچنین پیشنهاد گردیده در مواقعی که سطح آب از منبع تامین آب آبگیر دستخوش نوسانات زیاد است باید از آبگیرهایی که نسبت به نوسانات سطح آب در بالا دست حساس نبوده و حتی المقدور دبی ثابتی را تامین می نمایند استفاده گردد.

- در مطالعات دفتر تحقیقات منابع آب وزارت نیرو چنین معلوم شده که تاثیر عواملی که به نوعی بارهیدرولیکی روی آبگیرهای غیر مدول را دستخوش تغییر نماید موجب می شود ظرفیت عبوری از آبگیر تغییر کرده و منجر به بروز ناهماهنگی و اختلال در نظام توزیع آب بین مصرف کنندگان آب گردد. نظر به اینکه آبگیرهای غیر مدول دقت کافی در تنظیم دبی برداشتی نداشته و ظرفیت عبور از آنها تابع شرایط تغییر یابنده می‌باشد کاربرد آنها در شبکه‌های آبیاری بویژه شبکه‌هایی که محدودیت آب بشدت وجود دارد بهیچ وجه قابل توصیه نیست.

- در تحقیقاتی که توسط قمرنیا (۱۳۷۰) بر روی تعدادی از شبکه های آبیاری کشور صورت گرفته چنین نتیجه‌گیری شده :

- در شرایطی که کشاورزی بازحمت زیاد و بازدهی کم همراه‌است و آب نیز ۲۴ ساعته در اختیار زارع می‌باشد و از طرف دیگر منبع تولید برق مطمئنی وجود ندارد و از اشل های غیر ثابت جهت بهره برداری تجهیزات استفاده می شود، سیستم اتوماتیک به هیچ وجه توصیه نمی گردد بلکه در چنین وضعیتی سیستمی مورد نیاز است که دارای استحکام بوده و به حداقل مهارت ثبت نگهداری و بهره برداری نیازمند باشد، بطوریکه نیازی

1- Neyrpic 2- U.S.B.R

3- United Nations office of Technical Cooperation

به سیستم برقی نباشد. همچنین روش کنترل جریان به روش کاملاً دستی[1] دارای هزینه احداث پائینی بوده اما بهره‌برداری از آن بسیار پر زحمت است.

با توجه به بررسی های انجام شده در شبکه آبیاری دز، جهت افزایش دقت اندازه‌گیری جریان و تنظیم آب در کانالهای شبکه آبیاری دز، نصب وسائل جهت اندازه‌گیری میزان درصد بازشدگی[2] در دریچه‌های قطاعی لازم و ضروری می باشد. در رابطه با دریچه های لغزنده نیز نصب اشل در جلو و پشت دریچه ها لازم میباشد، از طرفی بدلیل اشکالات زیاد پارشال فلوم استفاده از این سازه اندازه‌گیری در شبکه ها توصیه نشده است.

- با رشد سریع و پیچیدگی سیستم های توزیع آب و با کمبود آب روز افزون، تمایل در چند کشور جهان بسوی سیستم کنترل دینامیکی معطوف گردیده است که در این سیستم بهره برداری بر اساس کنترل کامپیوتری و اتوماتیک انجام می گیرد. این روش امکان کنترل از راه دور را میسر می سازد، دبی جریان و سطح آب در این سیستم بطور مداوم و اتوماتیک در حالت بهینه نگهداری می شود. این روش در پروژه پرونس[3] در فرانسه مورد استفاده قرار گرفته است که کنترل دریچه ها بصورت موتوریزه می باشد و یک سیستم تله‌متریک بجای سیستم مرکزی جایگزین شده و کنترل از راه دور مورد استفاده قرار می گیرد. آنکام[4] (۱۹۹۱).

- در گزارش سالیانه کمسیون آبیاری و زهکشی[5] (۱۹۹۳) آمده که برای حصول اطمینان کامل از تاثیرات دائمی آموزش، بایستی خدمات آبیاری جزئی از تشکیلات دائمی شبکه آبیاری باشد تا آموزش آبیاری در قالب برنامه‌های دراز مدت انجام شود.

روش تحقیق

مطالعات با بازدیدهای مکرر از شبکه های آبیاری زاینده رود و درودزن آغاز گردید. در این مرحله از تحقیق کلیه کانالهای اصلی و فرعی بهمراه مهندسین و تکنسین های شاغل در دو شبکه مورد بازدید قرارگرفت. در شبکه آبیاری درودزن این مرحله بابازدید از سد درودزن و در شبکه آبیاری زاینده رود با بازدید از سد انحرافی نکوآباد و آبشار شروع و در ادامه کانال اصلی[6]، کانال سمت چپ بالائی[7]، کانال سمت چپ اولیه[8]، کانال اردیبهشت[9]، کانال سمت راست ثانویه[10]، ادامه کانال سمت چپ اولیه[11]، ادامه کانال سمت راست ثانویه[12]، کانالهای چپ و راست نکوآباد و آبشار و کانالهای درجه ۳ و ۴ مورد بازدید قرار گرفتند. بعد از این مرحله با استفاده از آلبومها و پلان نقشه‌های موجود در آرشیو های سازمان آب منطقه ای فارس و اصفهان ساختمان‌های تنظیم سطح آب مجهز به دریچه های آمیل[13] و آویو[14]، سرریز ثابت بتونی، دریچه‌های کشوئی،

1- Fully manual
2- Opening
3- Provance
4- Ankum
5- Annual Report, ICID
6- Main canal
7- U.L.B.C.
8- L.B.P.C.
9- R.L.B.C.
10- R.B.S.C.
11- Con.L.B.P.C.
12- Con.L.B.S.C.
13- Amil
14- Avio

دریچه‌های مدول نیرپیک[1] و دریچه های روزنه‌ای با ارتفاع ثابت[2] مورد بررسی قرار گرفتند. شاغلین در شبکه ها اعم از مهندسین، تکنسین ها و میرابها افرادی هستند که در ارتباط مستقیم با نحوه عملکرد خوب یا ضعیف ساختمانهای آبی موجود در شبکه می‌باشند، از اینرو بعد از مصاحبه‌های مکرر با مسئولین شبکه ها، مهندسین و تکنسین ها، از میرابها که همه روزه در شبکه بصورت فعال مشغول انجام وظیفه می باشند نظر خواهی شد و با آنها در مورد نقاط قوت و ضعف سازه‌های کنترل جریان موجود در شبکه‌ها گفتگو بعمل آمد. آسیب دیدگی دریچه ها توسط کشاورزان، دستکاری آنها و شکستن قفل دریچه ها توسط مصرف کنندگان نهایی اب یعنی زارعین از جمله مشکلات بهره برداری از این شبکه ها می باشند. در پایان مشکلات مشاهده شده و مسائل جنبی بهره‌برداری در رابطه با سازه های کنترل جریان مجهز به دریچه‌های نوع نیرپیک و یا براساس استاندارد دفتر عمران اراضی ایالات متحده[3] بررسی گردیده است.

ارزیابی ساختمانهای کنترل جریان از جنبه بهره برداری

برنامه نگهداری می‌بایست بر طبق مدیریت صحیح و آگاه و همچنین برنامه ای مدون و زمانبندی شده صورت گیرد. در اینصورت با یکسری عملیات کم حجم در موقع لزوم می توان از عملیات حجیم بعدی جلوگیری نمود. شبکه های مدرن آبیاری درودزن و زاینده رود که به هزینه های سنگین احداث گردیده‌اند نیاز به بهره برداری و نگهداری صحیح و دلسوزانه دارند. در این راستا مشکلات بهره برداری در این دو شبکه مورد ارزیابی قرار گرفته است.

نتایج حاصله از ارزیابی بهره‌برداری ساختمانهای کنترل جریان در شبکه آبیاری درودزن فارس

تاسیساتی که بر روی کانالهای اصلی، درجه یک و دو و انشعابات سه و چهار تعبیه شده اند بر طبق استانداردهای دفتر عمران اراضی ایالات متحده طراحی گردیده اند، در زیر به تفکیک این تاسیسات مورد بررسی قرار گرفته اند و در ادامه وضعیت دریافت آب بها از کشاورزان و مسائل مربوط به الگوی کشت مورد ارزیابی قرار گرفته است.

الف - دریچه‌های قطاعی[4]

این دریچه ها که بر روی کانال اصلی درجه یک و دو به منظور کنترل سطح آب بالادست و تنظیم دبی پائین دست تعبیه شده اند توسط گیربکس و سیم بکسل بصورت دستی یا بوسیله نیروی برق بالا و پائین شده و عمل تنظیم را انجام می دهند. طبق بررسیهای انجام شده در مورد عملکرد نمونه هایی از دریچه های قطاعی در شبکه آبیاری درودزن از تعداد ۱۵ دریچه انتخابی هیچکدام دارای دستگاهی که نشانگر درصد باز شدگی باشند نبوده و در کلیه دریچه ها مشکل نشت از اطراف دریچه وجود داشته است و همچنین تعداد چهار عدد از کانالهای مربوط به این دریچه ها در انتها با مشکل کمبود آب مواجه بوده اند. با توجه به بررسی های لازم در

1- Neyrpic module
2- Constant head orifice
3- U.S.B.R
4- Radial gates

شبکه و اظهار نظر مسئولین جهت افزایش دقت توزیع و تنظیم جریان در کانالهای درجه یک و دو نصب وسائل جهت اندازه گیری میزان درصد بازشدگی دریچه های قطاعی ضروری است. همچنین از نظر بهره برداری گرچه امکان بالا و پائین بردن این دریچه ها با دست وجوددارد ولی بدلیل کندی کار و مشکلات جنبی دیگر برقی کردن آنها الزامی می باشد. که با توجه به گستردگی شبکه و مقرون بصرفه نبودن احداث خطوط انتقال نیروی برق در سرتاسر شبکه کاربرد دریچه‌های قطاعی در شبکه آبیاری درودزن چندان رضایت بخش نمی باشد (تحقیقات محلی و مصاحبه با مسئولین شبکه).

ب - دریچه های روزنه ای با ارتفاع ثابت (C.H.O)

از این سازه تعداد ۲۳۱۵ عدد بر روی کانالهای درجه ۳ و ۴ نصب گردیده است. در مورد ساخت و نصب این دریچه ها، بر اساس تصمیمات سازمان آب منطقه ای فارس و به منظور صرفه جوئی در هزینه های ساخت تجهیزات، واحد تعمیرات و نگهداری شبکه درودزن عهده دار ساخت و نصب دریچه ها گردید. این واحد با حذف حوضچه، دریچه دوم و اشل بر روی ساختمان آبگیر، اندازه گیری جریان عبوری از طریق دریچه ها را نیز غیرممکن ساخته و پس از آن مشاور مجدداً در رابطه با اصلاح سیستم تنظیم جریان در شبکه پیشنهاد نصب پارشال فلوم را نموده است که متاسفانه آن هم اجرا نگردیده است و در حال حاضر هیچگونه وسیله اندازه گیری در شبکه وجود ندارد، از طرف دیگر در حال حاضر حدود ۱۵ درصد از کل دریچه های آبگیر نصب شده که این مسئله هم مزید بر علت شده و در فصل آبیاری از نظر توزیع آب در شبکه سبب مشکلات و نارسائیهایی گردیده که نهایتاً تلفات آب و کاهش راندمان توزیع را بهمراه داشته است. دلائلی که باعث شده تا مامورین اداره آبیاری مرودشت کنترل صحیحی بر تنظیم جریان در آبگیرهای C.H.O واقع بر کانالهای درجه ۴ نداشته باشند را می توان اینگونه ذکر نمود :

- تعداد زیاد آبگیرها و ناکافی بودن پرسنل شاغل در اداره آبیاری مرودشت.
- زارعین بر حسب شرایط و فصل کاشت به مقادیر متفاوت آب احتیاج دارند و بنابراین کنترل و اندازه گیری و تحویل مقدار مشخص آب در هر زمان امری مشکل می باشد.
- مسئولین کانالها در هر بیست و چهار ساعت به تعداد خیلی محدود بر اساس شرایط خاص می توانند بر روی کانالها حاضر شوند و از طرف دیگر ارائه خدمات آنها تنها در وقت اداری بوده و افراد کشیک فقط برای وضعیت های خاص هستند و فقط تعداد کمی از افراد در بعد از ظهرها کشیک می دهند. در حالیکه که کنترل آبگیر های مزارع در تمام شبانه روز لازم می باشد.
- این آبگیرها (C.H.O) خودکار نبوده و برای تنظیم دبی باید دریچه‌های کشوئی[1] دائماً باز و بسته‌شوند.
- این دریچه ها بخوبی آب بندی نمی شوند، بنابراین زارعین بروش های مختلفی می خواهند آب آبگیرهای بالادستشان را که آبی دریافت نمی کنند را خشک نمایند و چون بابستن دریچه ها آب بندی کامل صورت نمی پذیرد لذا با استفاده از خاک و خاشاک، دهانه آبگیرهایی که آب نمی گیرند راکور کرده و همین خاک و خاشاکی که بداخل کانال می ریزند سبب پر شدن کانالها و افزایش هزینه های لایروبی می‌گردد. بطور کلی مسئولین اداره آبیاری در این شبکه در رابطه با تحویل آب به مشترکین بدین صورت عمل می کنند که اکثر دریچه های موجود

1- Slide gates

در شبکه را از ابتدای شروع فصل آبیاری در این شبکه کاملاً باز گذاشته و تنظیم آنها را بعهده زارعین می گذارند تا خود آنها بر اساس سهمیه آبی که دارند دریچه ها را باز و بسته نمایند و بعلت فقدان اشل بر روی آبگیرها تنها در فصل آبیاری، تکنسین های اداره آبیاری بوسیله مولینه دبی عبوری در کانالها را محاسبه و بر اساس مدت استفاده کشاورزان از آب، آب بهاء را دریافت می دارند .

ج - بررسی الگوی کشت و وضعیت دریافت آب بهاء از زارعین منطقه

یکی از موارد بسیار مهم در ارزیابی بهره برداری شبکه ها، الگوی کشت و تغییرات آن می باشد. در صورتیکه الگوی کشت مناسب نبوده و یا الگوی منتخب در عمل رعایت نشود از یکسو بهره برداری بهینه از آب صورت نمی گیرد و از سوی دیگر بازده اقتصادی نصیب کشاورزان نخواهد شد. در طراحی اولیه شبکه آبیاری اراضی زیردست سد درودزن محصولاتی از قبیل گندم، جو، پنبه، برنج، چغندرقند، صیفی جات و دانه های روغنی برای کشت در منطقه پیش بینی شده که با توجه به برآورد نیاز آبی آن محصولات اقدام به احداث سد و شبکه آبیاری گردیده است.

امروز پس از گذشت بیست و پنج سال از احداث سد و ایجاد تدریجی شبکه مدرن آن، اراضی زیرکشت در مقایسه با شرایط اولیه کشت شتوی (عمدتاً گندم) حدود ۳۰ درصد و محصولات صیفی (عمدتاً پنبه، چغندرقند، برنج و دانه های روغنی) حدود ۲۴ درصد تفاوت نشان می دهد.

بطوریکه ملاحظه می گرددشرایط موجود با برآورد اولیه تفاوت فاحشی دارد و الگوی کشت حاضر بیشتر تحت تاثیر سیاست استراتژیک کشت محوری گندم از طرف دولت و علاقه به کشت برنج از طرف زارعین می باشد و البته این روند با توجه به ایجاد شرایط اقتصادی جدید در طی سالهای اخیر حاصل شده است. مقایسه مدول آبیاری که در حال حاضر بر اساس آن با زارعین قرارداد فروش آب منعقد می گرددبا مدول آبیاری که از طریق اندازه گیری محاسبه گردید است نشان می دهد که در مصرف آب دقت نگردیده و مسئولین، آب زیادی را نسبت به نیاز آبی گیاه در اختیار زارعین قرار می دهند (اطلاعات و آمار واحد آبیاری و زهکشی سازمان آب منطقه‌ای فارس).

البته شواهد حاکی از بهبود کارایی و بهره برداری موثر و مفید در امر کنترل و توزیع آب در شبکه می‌باشد که این بهبود از اثرات تشکیل شرکت بهره‌برداری در طی چند سال اخیر بوده است. طبق تحقیقات بعمل آمده در شبکه آبیاری درودزن فارس آب مورد نیاز جهت آبیاری یک هکتار از اراضی منطقه طبق عرف چندین ساله اداره آبیاری برآورد شده و با توجه به مدت استفاده حجم آب مصرفی تعیین گردیده، سپس بسته به نوع محصول، مبلغ آب بهاء تعیین می شود. طبق اظهارات مسئولین اداره آبیاری مرودشت، مبالغ دریافتی از زارعین بر اساس پرداخت سالیانه ۳ درصد درآمد محصول در شبکه‌های مدرن و ۲ درصد محصول در شبکه‌های سنتی بعنوان آب بهاء محاسبه‌می‌گردد.

نتایج حاصله از ارزیابی بهره‌برداری ساختمان‌های کنترل جریان در شبکه‌های آبیاری‌زاینده‌رود اصفهان

مطالعات انجام شده در این شبکه صرفاً بر روی کانالهای درجه ۱ و ۲ صورت گرفته است. تجهیزاتی که بر روی سازه‌های کنترل جریان کانالهای اصلی و فرعی این شبکه تعبیه شده مطابق طرح کارخانه نیرپیک فرانسه می‌باشد.

در این قسمت مشکلات بهره برداری در شبکه، وضعیت دریافت آب بهاء از زارعین ومسائل مربوط به‌الگوی کشت در شبکه آبیاری زاینده رود مورد ارزیابی قرار خواهد گرفت.

الف - کانالهای اصلی و فرعی

این کانالها اسکلت شبکه های آبیاری را تشکیل می دهند و متناسب با گستردگی خود نواقصی دارند که این نواقص مشکلات اجتماعی و فنی بیشماری را بوجود می آورند. در این قسمت به برخی از مشکلات اجتماعی در این شبکه اشاره می شود :

- خاکبرداری از پیست و کانالها و زهکشها
- حفر جوی آب در پیست کانالها و زهکشها بدون داشتن مجوز که این عمل در زمین‌های گچی بسیار خطرناک می‌باشد.
- تصرف حریم کانالها و زهکشها و کشت محصولات کشاورزی در آنها
- ساختن پلهای غیر استاندارد بر روی کانالها و زهکشها
- برداشت غیر مجاز آب از زهکشها از طریق شکافتن پیست یا پمپاژ
- برداشت غیر مجاز آب از کانالها توسط تانکرهای سیار
- ریختن خاک و نخاله‌های ساختمانی و ضایعات کارخانجات در پیست کانالها و زهکشها
- برای جلوگیری از اینگونه اعمال وجود دائمی نیروهای کنترل کننده در شبکه ها و هماهنگی با ادارات ذیربط و پیگیری پرونده های تشکیل شده از طرف اداره حقوقی سازمان می تواند مفید و موثر واقع شود.

از مشکلات فنی می توان به تمیز نمودن دریچه‌های ورودی کانالها، رسوبات و گل و لای کانالها که همه ساله هزینه زیادی صرف لایروبی انها می شود و تعمیرات شبکه اشاره کرد.

ب - تنظیم کننده‌های سطح آب از نوع متحرک و ثابت

در شبکه آبیاری زاینده‌رود به منظور تنظیم سطح آب در کانالهای درجه یک و دو از سرریزهای ثابت بتنی نوک‌مرغابی[1] (تنظیم کننده سطح آب نوع ثابت)و همچنین از دریچه‌های خودکار هیدرولیکی نوع آمیل[2] (تنظیم کننده سطح آب نوع متحرک)استفاده گردیده است.

اشکالات مشاهده شده در رابطه با سازه های کنترل سطح آب مجهز به دریچه‌های خودکار نوع آمیل بشرح زیر طبقه‌بندی گردیده است :

- این تنظیم کننده‌ها پس از گذشت زمان بدلائل مختلف از جمله دستکاری توسط زارعین حساسیت خودشان را از دست داده و تنظیم آنها در هر دبی مشخص الزامی خواهد بود. دستکاری این دریچه ها توسط زارعین و افراد مزاحم که با بازکردن محفظه تعادل و بیرون ریختن وزنه های داخل آنها کار عادی رگولاتورهای دینامیک را مختل کرده و آنها را از تنظیم خارج نموده، موجبات حرکت شدید آنها را بوجود می آورند .
- بعضی از مواقع کشاورزان برای بردن آب بیشتر، روی رگولاتورها را با سنگ و خاک سنگین می کنند و گاهی اوقات شیئی خارجی زیر بازوی آنها قرارداده، از حرکت عادی‌شان آن جلوگیری می نمایند که این اعمال نیز باعث ایجاد خسارت و گاهی شکستگی بازوهای رگولاتورها می‌شود و چنانچه در اینمورد اقدام جدی بعمل

1- Duck bill 2- Amil

نباید این تنظیم کننده ها بتدریج از حالت طبیعی خارج شده و قادر به انجام وظیفه نخواهند بود و بایستی آنها را بمانند رگولاتورهای شماره ۱۴ کانال اصلی چپ نکوآباد و شماره ۸ کانال اصلی راست آبشار از روی کانال باز کرد و به انبار اسقاطی سپرد.

- گاهی اوقات برای خارج کردن شیئی از زیر رگولاتورها (اغلب لاستیک های فرسوده ماشین ها و لاشه حیوانات مرده زیر دریچه ها گیرکرده و از حرکت آنها جلوگیری می کنند) آنها را با جرثقیل تا انتها بالا می برند و این عمل سبب می گردد که ناگهان دهها متر مکعب آب در کانال بحرکت درآمده، موجب بحرکت درآوردن بقیه رگولاتورها، سرریز آب و گاهی خسارات غیر قابل جبران گردد. از طرفی در این مواقع که جسمی بین رگولاتور و بدنه کانال قراردارد و بتدریج آب مخزن پشت تنظیم کننده تخلیه شده و دریچه از آب می افتد.

- حرکت‌های شدید رگولاتورهای دینامیک باعث سرریز آب بر روی پیست و شسته شدن و تخریب آن می‌گردد لذا تعویض فنرهای خراب امریست ضروری. همچنین دریچه های آمیل از وزن زیادی برخوردار است و در نتیجه بلند کردن و دفع مواد زائد تنها بوسیله ماشین آلات بایستی صورت گیرد. البته اینکار در کانالهای فرعی توسط کارگران و میرابهای شاغل در شبکه انجام می شود. ضمناً خاطر نشان می سازد از تعداد تنظیم کننده های آمیل موجود در شبکه آبیاری زاینده رود تعداد انگشت‌شماری از زمان نصب تاکنون تنظیم مجدد شده‌اند. (گزارشات سالیانه شرکت بهره برداری اصفهان، ۱۳۷۲).

در این قسمت از مقاله به بررسی سرریزهای نوک مرغابی می پردازیم :

اصول کلی ساختمان این تنظیم کننده ها، احداث یک سرریز بتونی در مقابل جریان آب می باشد که موجب بالا آمدن سطح آب تا رقوم مورد نظر خواهد شد. با توجه به بررسی های بعمل آمده در شبکه، استفاده از سرریزهای ثابت بتونی جهت تنظیم سطح آب، ضمن سادگی در امر بهره‌برداری از نظر کارهای اجرائی نیز نیاز به دقت بالا ئی نداشته و بعلت ثابت بودن ارتفاع سرریز از ایجاد جریان متلاطم که غالباً در بالا دست و پائین دست دریچه های اتوماتیک حادث می شود جلوگیری می کند. مضافاً اینکه سادگی و آسانی دخل و تصرف در تنظیم کننده‌های دینامیک را ندارد گرچه این عمل در سرریزهای ثابت بتونی با گذاشتن کیسه های شن و دیگر موانع در جهت جریان و بر روی تاج سرریز تا حدودی موجب اختلال در سیستم توزیع آب می گردد. اما بطور کلی دخل و تصرف در این تنظیم کننده ها بمراتب کمتر از دریچه‌های آمیل و آویو می باشداز اینروست که رگولاتورهای استاتیک در شبکه زاینده رود سالها ست با هزینه‌ای بسیار اندک کار تنظیم سطح آب را انجام می دهند.

ج - دریچه های آبگیر

دریچه ها مسئله سازترین قسمت شبکه های آبیاری می باشند زیرا از یکسو مرز بین قسمت‌های تحت کنترل سازمان و مصرف کنندگان و از طرف دیگر وسیله اندازه گیری آب تحویلی به کشاورزان است. دریچه‌های نیرپیک نوع XX2 فراوانترین نوع دریچه های مدول در این شبکه بوده و کار با این نوع دریچه ها ساده و آسان می باشد بشرطی که همه ساله تعمیر و رنگ آمیزی شوند و از بکار بردن سنگ و چکش برای باز و بسته کردن آنها خودداری گردد. اشکالات موجود در عملکرد این دریچه ها عبارتند از :

- گیر کردن کشویی دریچه ها در محل رفت و برگشتشان بعلت زنگ زدگی که موجب خوب عمل نکردن این دریچه‌ها می‌شود.

- محور ضامن دریچه ها گاهی اوقات توسط زارعین کنار زده شده و در نتیجه بهره برداران قادر خواهند بود دریچه ها را برداشته و با خود ببرند و کنترل جریان را دچار اختلال سازند.
- در صورتیکه سطح آب تنظیمی پشت دریچه ها از حد معینی بیشتر گردد، آب از بالای این مدولها سرریز می‌کند و البته این عمل در اثر دستکاری کشاورزان بر روی رگولاتورهای آمیل صورت می پذیرد.
- قفلهای موجود بر روی دریچه‌ها توسط کشاورزان شکسته می شود و با وجود اینکه جریمه هائی از قبیل چهار برابر کردن نرخ آب و خرید ده عدد قفل علیه کشاورزان اعمال می شود ولی هنوز این اعمال خلاف در شبکه وجود دارد.
- گرفتگی لوله های آبگیر از دیگر مشکلات آبگیرهای مدول نیرپیک می باشد. این لوله های هر چند سال یکبار بایستی لایروبی شوند و گرنه از گل و لای پر شده و مسیر آب را مسدود می نماید ولی قطر برخی از این لوله ها باندازه ای نیست که کارگران بتوانند داخل آنها شده و این عمل بدشواری بوسیله ابزار و ادوات کشاورزی موجود در محل انجام می شود. بطورکلی از تعداد ۶۰ نمونه مورد بازدید در شبکه ۱۰ مورد آسیب دیدگی توسط کشاورزان ۳۸ مورد سرریز آب از روی دریچه در اثر دستکاری رگولاتورهای آمیل، ۷ مورد شکستن قفل دریچه ها توسط زارعین و ۵ مورد نشت آب از دریچه بسته شده مشاهده گردید. عکس ۸-۴ نشت آب از یک دریچه مدول نیرپیک را نشان میدهد. مدولهای نیرپیک C2 , L2 برای آبگیری دبی های بالاتر در کانالهای اصلی مورد استفاده قرار می گیرد. باز کردن این مدولها حتی با دستکاری محور ضامن، بدون داشتن آچار مخصوص غیر ممکن بوده و در صورت باز شدن، این دریچه‌ها ربودنی نیستند و همچنین سرریز آب از بالای آنها در اثر دستکاری دریچه های تنظیم آب توسط زارعین امکان پذیر نیست. بر طبق اظهار نظر مسئولین در امور بهره برداری شبکه، هیچگونه دستکاری تاکنون بر روی دریچه های واقع بر روی کانالهای درجه یک و دو صورت نپذیرفته است.

د - بررسی الگوی کشت و وضعیت دریافت آب بهاء از زارعین منطقه

از مهمترین عوامل در طراحی آبگیرهای تعبیه شده بر روی کانالها، الگوی کشت و نیاز آبی نباتات زراعی می باشد، محصولاتیکه در طرح اولیه شبکه برای منطقه در نظر گرفته شده شامل : گندم، جو، برنج ارزن، حبوبات، پیاز، سیب زمینی، جالیز، توتون، تنباکو، علوفه و سبزیجات می باشد و زارعین منطقه موظف به رعایت الگوی کشت پیشنهادی می باشند. در بازدید هایی که از شبکه بعمل آمد معلوم گردید وضعیت در تمام شبکه یکسان نبوده، بطوریکه مسائل و مشکلات مربوط به رعایت و یا عدم رعایت الگوی کشت در قسمت های غربی (ابتدای شبکه) و شرقی (انتهای شبکه) بطورکلی متفاوت می باشد. اراضی غربی شبکه (لنجانات) در چند سال اخیر صنایع کوچک و بزرگ متعددی را در خود جای داده است و هم اکنون چشم انداز جذب مراکز صنعتی بیشتری را ترسیم نموده است. مجتمع فولاد مبارکه و شرکت پلی اکریل از جمله صنایع بزرگی هستند که هم اکنون از منابع مهم درآمد زارعین ساکن در محدوده غرب شبکه می باشند و بنوبه خود در افزایش توان اقتصادی زارعین موثر بوده اند. بدلیل افزایش ارزش اراضی زراعی (کاربری تجاری و مسکونی) در این نواحی مشکل افزایش سطح زیر کشت وجود نداشته بلکه بر عکس مقدار زیادی از اراضی زراعی تبدیل به اراضی مسکونی و تجاری گردیده است. البته مشکل بزرگی که در این نواحی به چشم می خورد علاقه وافر زارعین به کشت برنج می باشد (برنج لنجان معروفیت زیادی دارد) و با توجه به شرایط اقتصادی

جدید این تمایل شدید تر گردیده است. طبق آمار نامه سازمان کشاورزی استان اصفهان سطح زیر کشت برنج در نواحی غربی شبکه بالغ بر ۳۵ درصد کل اراضی منطقه بوده است. مناطقی از استان که بدلیل موقعیت جغرافیایی، دوربودن از مراکز مصرف و دیگر مراکز صنایع تبدیلی، استعداد جذب صنایع کارخانه ای را نداشته اند در چند سال اخیر به قطب های کشاورزی استان تبدیل شده و هر ساله خواستار حجم زیادی از آب شبکه آبیاری می باشند. رودشتین از جمله این مناطق است. مناطق رودشت و براآن که در نواحی شرقی شبکه (قسمت های انتهایی) واقع شده اند تا بحال فشار زیادی را بر شبکه موجود وارد نموده اند و به توجه به مالکیت های بزرگ، کشاورزان این منطقه متمایل به افزایش سطح زیر کشت خود می باشند. (مساحت زیادی از اراضی که از لحاظ قابلیت آبیاری بازدهی خوبی ندارند به کشت محصولات پر مصرفی همچون صیفی جات اختصاص یافته است) تا آنجا که در حال حاضر در صد بالایی از اراضی به کشت گندم و صیفی اختصاص دارد. (کارنامه کشاورزی استان اصفهان، سازمان برنامه و بودجه، ۱۳۷۳).

در شبکه آبیاری زاینده رود نحوه تحویل آب به متقاضیان بدین صورت می باشد که کشاورزان زیر پوشش یک یا چند دریچه، شخصاً یا با تعیین نماینده به سازمان آب (شرکت میراب زاینده رود) مراجعه نموده و اقدام به خرید آب بصورت حجمی می نمایند. پرداخت کنندگان آب بهاء در این شبکه را می توان در سه گروه تقسیم بندی نمود:

-گروه اول شامل زارعین است که اراضی آنها از زمان شیخ بهایی (۹۴۳-۸۳۷ هجری) دارای حقابه و بر طبق سیستم توزیع آب مندرج در طومار شیخ بهایی در عهد صفویه آب دریافت می داشته اند. این زارعین موظف به پرداخت مبلغ ۱۱ ریال بابت هر متر مکعب آب می باشند.

-گروه دوم مربوط به اراضی مشروط هستند که در صورت وقوع سال پرآبی به آنها آب تخصیص داده می‌شود. این دسته بازاء هر متر مکعب آب مبلغ ۱۱ ریال پرداخت می نمایند.

-گروه سوم مربوط به اراضی است که در محدوده شبکه آبیاری زاینده رود واقع شده، مالکان این اراضی علاوه بر پرداخت ۱۱ ریال موظف به پرداخت ۸۵۰/۰۰۰ تومان حق انشعاب می باشند. ضمناً مصارف صنعتی دارای آب بهای ۱۵ تومان و حق انشعاب ۵/۰۰۰/۰۰۰ تومان می باشند.

لازم به ذکر است طبق آخرین مصوبات وزارت نیرو متقاضیان آب در این شبکه و دیگر شبکه‌های جدید الاحداث موظف به پرداخت ۸۵۰۰۰۰ تومان بازاء هر لیتر در ثانیه بعنوان حق انشعاب و مبلغ ۱۱ ریال بابت مصرف هر متر مکعب آب می باشند. طبق طراحی مهندسین مشاور گید- سوگراه[1] هیدرومدول متوسط 1 lit/s/ha بعنوان شاخص تحویل آب به زارعین در نظر گرفته شده است. اخذ آب بهاء بصورت ۳۵ درصد نقد (در هنگام عقد قرارداد) و بقیه در دو قسط طی ۶ ماه صورت می گیرد. همین نحوه پرداخت اقساط آب بهاء مشکلاتی را برای این شرکت ایجاد کرده است.

پیشنهادات

به منظور بهبود و افزایش راندمان توزیع آب و بهره برداری مناسبتر از سازه های کنترل جریان در شبکه‌های آبیاری کشور توصیه های لازم و قابل تطبیق با شرایط ایران ارائه می گردد:

1- GUIDE-SOGREAH

شبکه آبیاری درودزن

- در رابطه با دریچه های قطاعی،تجهیز این دریچه ها به اشل در بالا دست آن بر روی سازه تنظیم کننده و مدرج کردن آن ضروری بنظر می رسد.
- با توجه به عدم بهره برداری از همه پتانسیل منابع آبی و خاکی استان ضروری است هر چه زودتر نسبت به ارائه بیلان منابع و مصارف آب و خاک آبخور رودخانه کراقدام و تصمیمات نهایی راجع به نحوه بهره‌برداری و تلفیق آبهای زیر زمینی و سطحی سراسر این حوضه اتخاذ و برنامه ریزیهای لازم انجام و بمورد اجرا گذارده شود.
- از دیگر مشکلات این شبکه نقائص موجود در سیستم مخابراتی شبکه است لذا شایسته است با گسترش شبکه بی سیم ارتباط سریع بین همه قسمت های شبکه در همه ساعات شبانه روز ممکن گردد.
- مجهز کردن کلیه دریچه های آبگیر C.H.O موجود در شبکه به اشل و دریچه کشوئی بالادست اندازه گیری ارتفاع آب پشت دریچه جهت محاسبه دقیق میزان دبی تحویلی به زارعین توصیه می گردد.
- حتی الامکان سعی گردد آب بهاء (کل مبلغ) قبل از کشت سالیانه از متقاضیان دریافت گردد.

شبکه آبیاری زاینده رود

- آموزش پرسنل بهره برداری و نگهداری شبکه در سطوح مختلف خدماتی بطور همه ساله و ادامه کار پرسنل و ارتقاء درجه آنها منوط به موفقیت در دوره های آموزشی.
- اصلاح و یا تغییر مشخصات برخی از دریچه های تنظیم جریان با توجه به نظام الگوی کشت مدون که طراحی شبکه بر اساس آن انجام شده و در صورت امکان کلیه آبگیرهای موجود بایستی کنترل و اصلاح شوند.
- تغییر حدود دخالت در توزیع آب توسط اداره بهره برداری سازمان آب منطقه ای لازم می باشد. در وضعیت فعلی این اداره هیچگونه کنترلی بر روی کانالهای درجه ۳ و ۴ ندارد.
- اصلاح سیستم دریافت آب بهاء بدینصورت که کل مبلغ مقرر قبل از کشت سالیانه بوسیله متقاضیان پرداخت گردد.

در پایان توصیه های کلی به منظور بهبود وضعیت نه چندان مناسب شبکه ها ارائه می گردد :

۱) شبکه های آبیاری برای امر کشاورزی احداث می شوند و بنابراین مهمترین ارگانی که باید در ارتباط با مدیریت بهره برداری شبکه های آبیاری باشد سازمان های کشاورزی می باشند که متاسفانه در شبکه های آبیاری مورد مطالعه حضور فعالی نداشتند.

سازمان های کشاورزی بایستی در اراضی زیر پوشش شبکه ها با مسائل مهمی همچون الگوی کشت،تعیین نیاز آبی گیاهان، توصیه و ترویج سیستم های مدرن آبیاری و حفاظت خاک توجه نموده و دائماً اطلاعات مورد نیاز راکسب و در اختیار مدیریت شبکه قرار دهند. از اینرو هماهنگی و همکاری بین دو سازمان کشاورزی و آب منطقه ای امری ضروری و حائز اهمیت بنظر می رسد.

۲) یکپارچه سازی اراضی کشاورزی در شبکه‌های آبیاری مورد مطالعه یکی از عوامل موثر در مصرف بهینه از منابع آب و خاک می باشد. به این ترتیب که با انجام اینگونه عملیات زیر بنائی، اراضی کوچک با یکدیگر جمع

شده و قطعات بزرگ زراعی فراهم می آید. در این قطعات بزرگ اجرای زراعت مکانیزه و استفاده از روش‌های مدرن آبیاری با راندمان بالاتر میسر شده و ضمن اشتراک مساعی زارعین، الگوی کشت مناسب آسانتر بمرحله اجراء در می آید و در یک جمله سیاست های کشاورزی و مدیریت بهره‌برداری شبکه‌ها بهتر و سریعتر به اجراء در می آیند.

۳) نرخ آب کشاورزی که معمولاً با رعایت سوبسید تعیین می‌شود از یکسو موجب تضعیف پشتوانه مالی مدیریت بخصوص برای ارائه خدمات تعمیرات و نگهداری و از سوی دیگر موجب اسراف در مصرف آب است.

تعیین نرخ عادلانه ای که از یکسو هزینه های شبکه و از سوی دیگر نشان دهنده ارزش واقعی آب تحویلی به کشاورزان باشد یکی از عوامل موثر در مصرف بهینه آب است. البته برای دادن سوبسید به کشاورزان می توان از روش های دیگری استفاده نمود که اینگونه عواقب منفی را در بر نداشته باشد. همچنین قوانین و مقررات باید در برخورد با متخلفین بحد کافی صراحت داشته باشد تا در سایه آن، حد و حریم شبکه و برنامه توزیع آب محفوظ بماند.

۴) ارائه خدماتی همچون لایروبی کانالها و تنظیم دریچه های آبگیر، پوشش کانالها و جاده های سرویس جلوگیری از تخریب عمومی کانالها و آبگیرها (که به منظور برداشت آب غیر مجاز صورت می گیرد) و جلوگیری از انتقال آب بخارج از اراضی تحت پوشش شبکه اگر چه بعهده مدیریت بهره برداری شبکه‌هاست لکن عدم احساس مسئولیت و کمبود مشارکت زارعین، ارائه این خدمات را ناممکن می‌سازد و لذا ضرورت دارد که همکاری و مشارکت زارعین بطرق مقتضی جلب گردد.

۵) ایجاد نواحی آبیاری مستقل و غیر متمرکز یکی از اصولی ترین راههای رسیدن به نگهداری مطلوب شبکه می باشد. با توجه به تجربیات بدست آمده از شبکه‌های آبیاری در سایر کشورهای در حال توسعه، هر چقدر اخذ آب بها و عملیات تعمیر و نگهداری در نواحی مستقل انجام شود همکاری کشاورزان بیشتر و مطلوب تر خواهد بود.

۶) بطورکلی با در نظر گرفتن نتایج حاصل از بررسی های و بازدیدها از شبکه های درودزن و زاینده رود مدولهای نیرپیک با دریچه های کشویی و قوسی بعنوان تجهیزات مناسب جهت آبگیری و عبور دادن دبی نسبتاً ثابت از هر دهانه آبگیر در شرایط ایران پیشنهاد می گردد. البته به لحاظ افت زیاد این دریچه ها کاربردشان در اراضی پرشیب (اراضی که میزان افت حاصله توسط سازه های تنظیم جریان اهمیت نداشته و بر روی کاهش مساحت اراضی زیر پوشش کانالها اثر چندانی نداشته باشد) در محل آبگیری جهت اندازه گیری دبی تحویلی به زارعین توصیه می گردد.

منابع

۱- سازمان آب منطقه ای اصفهان. ۱۳۵۲. گزارش طرح عمرانی درهٔ زاینده رود. انتشارات سازمان آب منطقه‌ای اصفهان .

۲- سازمان آب منطقه ای فارس. ۱۳۷۳. گزارشات سالیانه شرکت بهره برداری فارس. انتشارات سازمان آب منطقه‌ای فارس .

۳- سازمان آب منطقه ای اصفهان. ۱۳۷۳. گزارشات سالیانه شرکت بهره برداری اصفهان. انتشارات سازمان آب منطقه ای اصفهان.

۴- سازمان برنامه و بودجه. ۱۳۶۸. ضوابط و معیارهای فنی شبکه های آبیاری و زهکشی. نشریه شماره ۱۰۹انتشارات سازمان برنامه و بودجه.

۵- سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. ۱۳۷۳. گزارش سمینار تحقیق و ترویج و استفاده بهینه از آب در سطح مزرعه در کشورهای خاور نزدیک. قاهره.

۶- قمرنیا، هـ ۱۳۷۰. بررسی هیدرولیکی سازه های اندازه‌گیری آب و عملکرد آنها در شبکه‌های آبیاری‌پایان نامه کارشناسی ارشد. بخش آبیاری دانشگاه تهران.

۷- مهندسین مشاور زایندآب (وابسته به وزارت نیرو) ۱۳۷۰. مطالعات فاز اول شبکه آبیاری دشت برخوارجلد چهارم. انتشارات سازمان آب منطقه ای اصفهان.

8- International Irrigation Managment Institute. 1992. Colombo .

9- Burt, C.M. et al. 1988. Managment of Farm Irrigation system. Agricultural Engineering Department, Califonia Polytechnic state university, San Luis obispo, CA.

10- International Commission on Irrigation and Drainage (ICID). 1993. 15th Congress Netherlands

Operation and Maintenance Problems in Regulating Structures of Doroodzan and Zayandeh-rud Irrigation Networks

ABSTRACT

History reveals that waterworks began thousands of years ago in ancient Iran. The persians should be regarded as pioneers in optimizing their water resources including construction of storage and diversion dams and regulating streamflows for irrigation and domestic use. The first official document about water use and dam construction was released by the Office of Irrigation and Dam Construction in 1936. The main objective in operation and maintenance of an irrigation network is to increase the efficiency of the system. In this study , the performance of regulating structures of Doroodzan Irrigation Network (mainly slide and radial gates)were compared with those of Neyrpic Module Orifices. The comparison was based on perfomance and operation of each system. Based on the results obtained, the following recommendations are made:

- Performance of the structures becomes poorer with time due to the operation and maintenance of both systems.
- Department of Agriculture should be more involved in the management of the irrigation networks.
- Land consolidation is a key parameter in better performance of the systems
- Government should stop subsidizing the water right fees for the farmers. Instead, the budget should be allocated for operation and maintenance purposes. This will help minimizing the water losses of the systems.
- Establishment of the independent irrigation and drainage cooperations run by the farmers.

مجموعه مقالات نهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

مقاله شماره ۱۶

موضوع:

تحلیلی بر شیوه‌های کاربردی یکپارچه‌سازی اراضی شالیزاری

تألیف:

مرتضی یعقوبی - رها کبیری[۱]

چکیده

استفاده بهینه از اراضی زراعی با شناخت و بکارگیری روشهای مناسب مطالعاتی - اجرایی، از اهم اهداف توسعه کشاورزی در هر منطقه جغرافیایی است.

یکپارچه سازی اراضی شالیزاری که در مازندران بر مبنای روش معرفی شده از سوی کشور ژاپن انجام می‌پذیرد، از روشهای معطوف به توسعه کشاورزی کشور است. گرچه قواعد ملحوظ در روش مورد اشاره شامل یکپارچه سازی اراضی شالیزاری با شیبهایی نسبتا تند و دارای محدودیتهای توپوگرافیک نمی‌باشد، لیکن این امر در استان مازندران با استفاده از تمهیداتی خاص، در کلیه اراضی کم شیب و پرشیب بکار گرفته شده است.

یکپارچه سازی اراضی که در قالب کلی "تجهیز و نوسازی اراضی" رخ می‌نماید، با اهداف اصلی ... افزایش بازده تولیدات کشاورزی، بالابردن راندمان آبیاری و به تبع آن استقرار کشت پایدار بر پایه بهبود شرایط زیست روستایی، چندسالی است که به مثابه شیوه‌ای کارآمد در اراضی شالیزاری مازندران اجرا می‌گردد.

مقاله ارائه شده در حقیقت خلاصه‌ای است مجمل از تجربیات عملی و نظری نگارندگان این سطور در طول چند سال اجرای این طرح در مناطق مختلف استان و انطباق عملی استانداردهای معرفی شده از سوی کشور خارجی معرف این طرح (ژاپن)، با شرایط خاص جغرافیایی منطقه.

۱- کارشناسان شرکت خدمات مهندسی آب و خاک کشور- نمایندگی مازندران

مقدمه

تحقق ایده‌های آرمانی در کشاورزی نوین، بواسطه روشهای کارآ و بدیع، از جمله مباحث مطرح در جهان امروز است؛ در این ارتباط، تقلیل هزینه های کشت و افزایش بازده محصولات به طرق مختلف، از اهداف اساسی راه‌کارهای مؤثر در امر کشاورزی بشمار رفته و در این راستا، طرح یکپارچه سازی اراضی پراکنده و غالباً دارای محدویتهای توپوگرافیک، به مثابه اندیشه ای نو در تحقق اهداف فوق رخ می نماید.

برنج پس از گندم، پرمصرف ترین محصول کشاورزی کشور بشمار آمده و استان مازندران بعنوان برجسته‌ترین منطقه تولید این محصول زراعی، حدوداً ۵۰٪ از اراضی خود را به کشت این فرآورده کشاورزی اختصاص داده است. (گزارش مدیریت کشاورزی سازمان کشاورزی استان مازندران)

زراعت در عرصه‌های سنتی کشت شالی (برنج)، عمدتاً در اراضی کوچک و قطعات پراکنده و نامنظم صورت می‌پذیرد و این امر نیز محصول مستقیم محدودیتهای فیزیوگرافیک اراضی و همچنین تنسیق جدید و مداوم مالکیت‌ها، ناشی از خرید و فروش و همچنین تقسیمات ارثی اراضی تحت کشت می باشد.

پراکندگی، نامنظمی و کوچکی پهنه وسیعی از اراضی شالیزاری در استان مازندران بگونه‌ای طبیعی موجب گردیده است تا فرآیند کشت شالی از ابتدا تا به انتها محتاج نیروی کار انسانی بوده و بکارگیری ماشین آلات مرتبط با کشت، بسیار دشوار و گاه غیرممکن بنظر رسد. دشواری و صعوبت کار زراعی در اراضی پراکنده و کوچک، در کنار میل به اشتغال به کار پردرآمدتر و کم زحمت تر، بهمراه توسعه فعالیتهای غیر کشاورزی باعث شده است تا بخش قابل ملاحظه ای از اراضی ارزشمند ملی از رده تولید خارج و یا بشکلی بی تناسب به فعالیتهای کشاورزی اختصاص یابند.

مجموعه مقوله‌های فوق که به اجمال شرح آن رفت، بیانگر اهمیت انتخاب روشی مناسب است تا با اتکاء به آن اراضی کشاورزی منطقه بنحوی درخور و بایسته مورد استفاده و بهره برداری قرار گیرند. یکپارچه سازی اراضی شالیزاری که موضوع مقاله حاضر می باشد، راه کاری است در جهت بهره وری بهینه از امکانات و منابع با هدف استقرار کشاورزی توسعه یافته و پایدار، البته با حفظ مالکیت و استقلال تملک که در صفحات آتی بتفکیک بخشهای مختلف مطالعات، طراحی و اجرا، شرح داده خواهد شد.

گذری بر پیشینه درون و برون کشوری طرح یکپارچه‌سازی اراضی شالیزاری

یکپارچه سازی اراضی شالیزاری (Paddy Field Consolidation) منطقه، که براساس قواعد معرفی شده ازسوی کشور ژاپن طراحی و اجرا می گردد، چندسالی است که بعنوان طرحی محوری در اصلاح وتوسعه اراضی شالیزاری، در دستور کار فعالیتهای آب و خاک منطقه قرار گرفته است. این طرح شامل یکپارچه نمودن قطعات کوچک،پراکنده و نامنظم اراضی شالیزاری می باشد.

اهداف عام و خاص این طرح را میتوان در موارد ذیل خلاصه نمود:

الف) تجدید نظم و یکجا نمودن اراضی کوچک و پراکنده صاحبین نسق، بر مبنای استانداردهای از پیش تعیین شده، بگونه ای که مشکلی از نظر تنسیق جدید مالکیتها در ارتباط با جابجایی قطعات حاصل نگردد.

ب) استاندارد نمودن سطوح قطعات پس از یکپارچه سازی، به تناسب شرایط توپوگرافی و مالکیت زمین،

بشکلی که کشت مکانیزه و استفاده از ماشین آلات میسر شود.

ج) اشراف هریک از قطعات اراضی تسطیح شده به کانال آبیاری، کانال زهکش و جاده‌های طرح.

د) استقلال قطعات از یکدیگر، در استفاده از کانالهای آبیاری، زهکش و همچنین جاده‌های طرح.

و) تحقق هدف غایی تقلیل صعوبت کار، کاهش هزینه های تولید در واحد سطح، افزایش عملکرد محصول در اراضی تحت کشت و نهایتاً تضمین ثباتی نسبی در امر کشت و زرع.

طراحی و اجرای طرحهای یکپارچه سازی اراضی شالیزاری استان مازندران از ۶ سال پیش آغاز و روند رو به رشد آن مبین کارایی و به تبع آن اقبال عمومی از نتایج حاصل از این پروژه است.

جدول ذیل نشاندهنده چند و چون و سمت وسوی طرحهای انجام شده در منطقه، بتفکیک سالهای مختلف می باشد. لازم به توضیح است که علیرغم استقبال کشاورزان ذینفع از طرح مورد بحث، متاسفانه محدودیت در تخصیص اعتبار موجب گردیده است تا سطوح مورد طرح تابعی از بودجه تخصیصی بوده و نه تقاضای صاحبین نسق.

جدول شماره ۱، سطوح مورد طرح در استان مازندران به تفکیک سال (هکتار)

شهرستان	۷۱-۷۲	۷۲-۷۳	۷۳-۷۴	۷۴-۷۵	۷۵-۷۶	۷۶-۷۷
بهشهر	۱۸۰	۲۱۵	۳۰۰	۱۸۰	۹۰	-
نکاء	-	-	-	۶۵	۱۰۰	-
ساری	۲۲۰	۷۵	۱۲۰	۲۲۰	۱۱۰	۸۵
قائمشهر	-	-	-	۱۲۰	-	۶۵
بابل	-	۴۰	۲۰	۵۵	۱۰۰	۲۱۰
بابلسر	-	۱۰۰	-	۸۲	۳۰	۲۵
آمل	۲۴۰	-	۱۰۰	-	-	۴۰
فریدونکنار	-	۱۰۰	-	-	-	-
نور	۳۰	۱۰۹	۴۰	-	۷۰	۵۰
تنکابن	۱۵	۱۶	۲۲۱	۱۳۰	-	۵۵
رامسر	۱۵	-	-	-	-	-
جمع	۸۳۰	۷۰۰	۸۰۱	۹۰۷	۵۰۰	۵۳۰

مبانی طراحی و استانداردهای جاری

پیش نیاز ارائه طرح یکپارچگی اراضی شالیزاری، آماده نمودن بنیانهای مطالعاتی طراحی است. اگرچه اختیار نمودن روش مطالعات و طراحی یکنواخت و متقن جهت طراحی پروژه های مختلف، بعلت تفاوت سطوح مورد طراحی و همچنین شرایط خاص محلی ممکن نیست، لیکن مشترکاتی در مقدمات مطالعات و طراحی موجود است که در این بخش به آن اشاره می گردد.

نقشه برداری

تهیه نقشه کاداستر - توپوگرافی از محدوده طرح، ترجیحاً با مقیاس ۱:۱۰۰۰، که بر روی آن علاوه بر سامان اراضی مالکین اراضی با ذکر نام آنان، نقاط آبگیری قطعات و نوع منبع تأمین آب، تأسیسات و عوارض طبیعی و مصنوع، نشان داده شده است. توضیح اینکه، برداشت نقاط ارتفاعی قطعات در این نقشه محدود به برداشت یک کد از هر کرت می باشد (بدلیل آب تخت بودن کرتها). با توجه به آرایش پلکانی و شیب نامنظم اراضی، خطوط تراز، در مسیر مرزهای قطعات ترسیم می‌شوند. (نقشه شماره ۱)

مطالعات خاکشناسی

در این بخش از مطالعات با بازدیدهای میدانی از محل طرح و اراضی آن، مواردی همچون بافت خاک به روش لمسی، سطح آب زیرزمینی و نوسانات احتمالی آن با استفاده از چاههای موجود و یا حفر چاهکهای مشاهده‌ای تعیین و بر روی نقشه قید گشته و همچنین سطوح مسئله ساز، همچون محدوده های باطلاقی، سنگلاخی و .....، بر روی نقشه تهیه شده مشخص می گردند.
اطلاعات گردآوری شده در این بخش مستقیماً بر انتخاب شیوه طراحی و اجرا مؤثر خواهندبود.

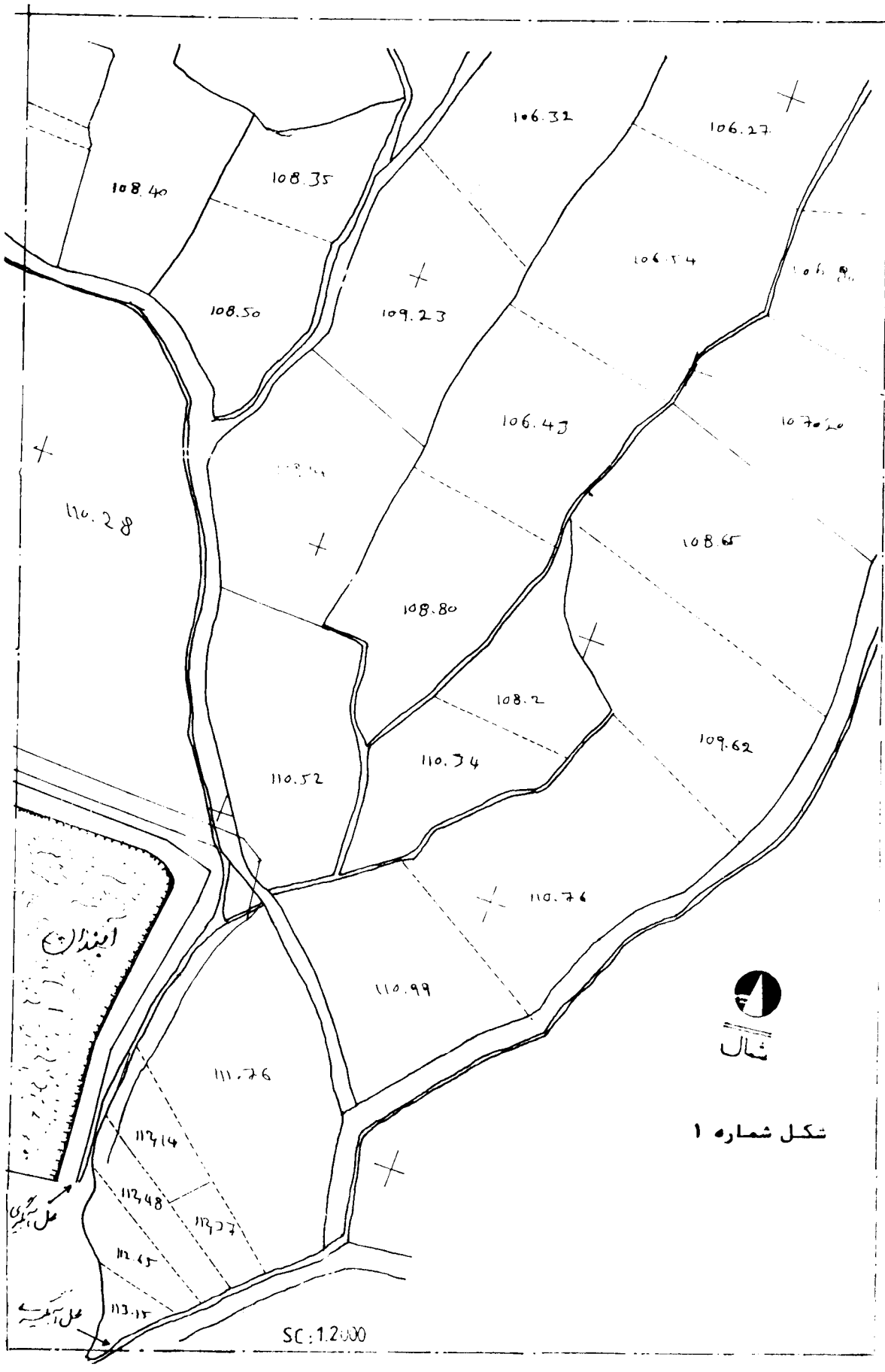
مطالعات منابع آب

در مطالعات منابع آب با تعیین چگونگی منابع تأمین آب آبیاری، اعم از چشمه، چاه، قنات، نهر و تطبیق صحرایی محل آنها با نقاط مشخص شده بر روی نقشه کاداستر، این امکان برای طراح فراهم می گردد تا با وقوف بر محل های آبگیر و انواع آن، آرایش و تجدید نظم منطقی اراضی مورد طرح را تدارک بیند. حقآبه اراضی مشروب و تعیین حدود آنها بر روی نقشه نیز جزئی دیگر از شناسایی صحرایی مطالعات منابع آب می‌باشد که می بایست در هنگام طراحی و تعیین محل آبگیری بلوکهای طراحی شده، مد نظر قرار گیرد.

استانداردهای طراحی

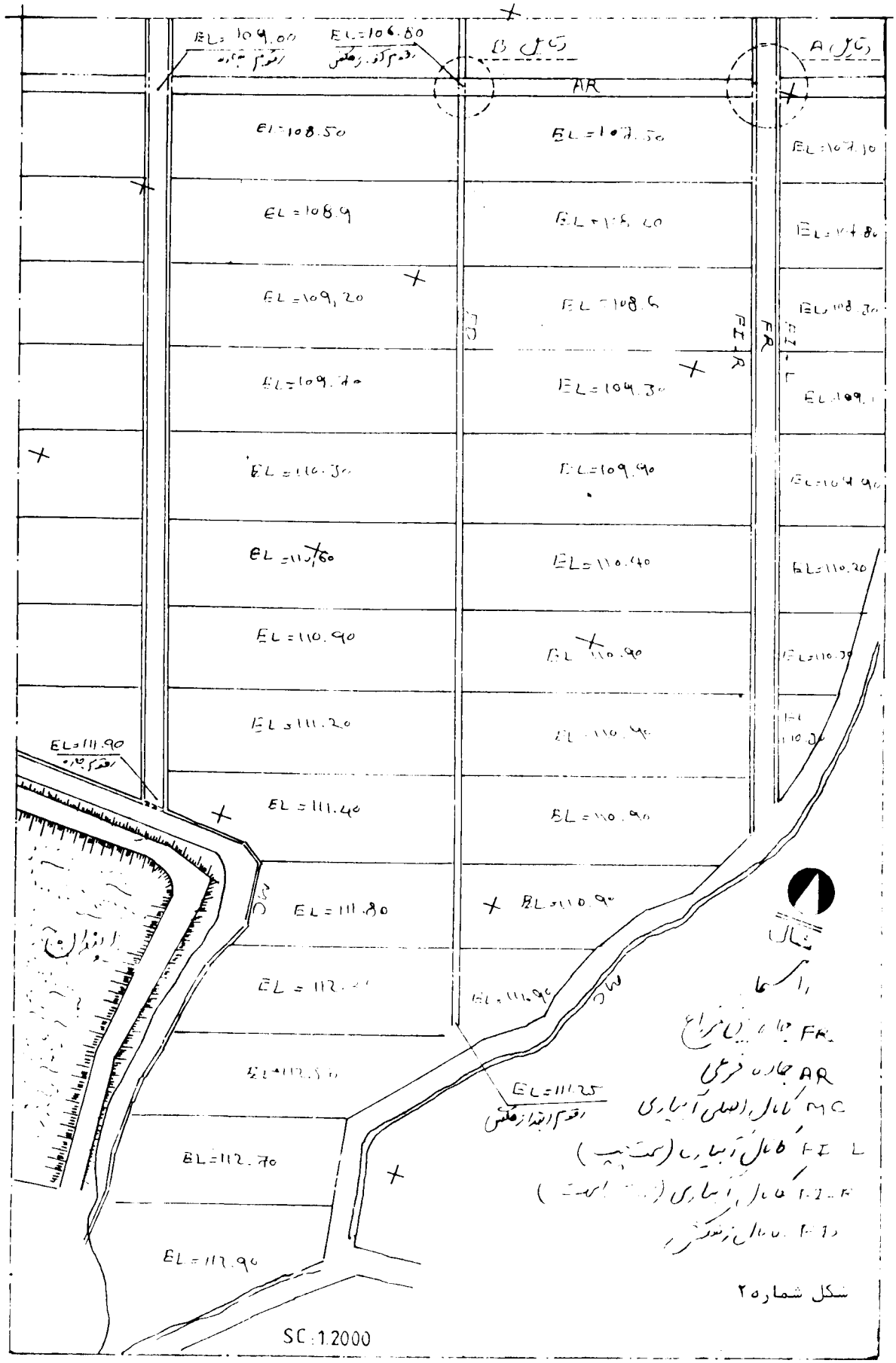
اطلاعات صحرایی جمع آوری شده و استنتاجات دفتری آن، به همراه نقشه کاداستر- توپوگرافی ۱:۱۰۰۰ برداشت شده از محدوده طرح از ملزومات اولیه طراحی است. طراح با جمع بندی نکات مطروحه در مطالعات، بر اساس قواعد مرسوم طراحی، می کوشد تا بهینه جانمای طرح را بروی نقشه ترسیم نماید. (نقشه شماره ۲)

نقشه شماره ۱ – نمونه‌ای از نقشه کاداستر – توپوگرافی اراضی طرح (مقیاس اصلی ۱:۱۰۰۰)



شکل شماره ۱

شکل شماره ۲- نمونه‌ای از نقشه طرح (مقیاس اصلی ۱:۱۰۰۰)



شکل شماره ۲

طرح آرایش کرت‌ها و تعیین بلوک‌های زراعی

آرایش و تجدید نظم اراضی، باید با توجه به شکل و اندازه کرتهای زراعی، طرح کانالهای آبیاری و زهکشی، و همچنین جاده های بین مزارع انجام گیرد. کل اراضی طرح، ابتدا توسط طراح به کرتهای مزرعه، واحدهای آبیاری و بلوکهای زراعی تقسیم می گردند. (نقشه شماره ۳)

کرت‌های مزرعه (Farm Lots)

کرتهای مزرعه کوچکترین واحد اراضی میباشند که حدود آنها محدود به مرزهای چهارجانب آن (معمولاً دو مرز کرت و جاده و کانال زهکش) می شود. انتخاب ابعاد کرتها با توجه به امکان اعمال مدیریت مؤثر، بهمراه کاربرد صحیح ماشین آلات زراعی و بهره برداری مناسب از سیستم آبیاری و زهکشی صورت می گیرد. شکل کرتهای مزرعه باید قاعدتاً مستطیلی بوده، ولی در اراضی شیب دار کشور ژاپن مرزهای منحنی و شکسته نیز مورد آزمون قرار گرفته‌اند. در تعیین ابعاد و مساحت کرتهای مزرعه، توجه به موارد ذیل ضروری است:

- شیب زمین
- مساحت قطعات اراضی مورد تملک و شرایط اجتمایی اقتصادی
- سهولت مدیریت عملیات آبیاری و زهکشی
- بازده و کارآیی ماشین آلات کشاورزی موجود، در کرتهای طراحی شده.

تجربیات عملی حاصل از اجرای چندساله طرح یکپارچه سازی اراضی شالیزاری در مناطق مختلف استان، نتایج مندرج در جدول ذیل را بدست می‌دهد.

توپوگرافی	وضعیت اراضی	عرض کرت	طول کرت	مساحت کرت
اراضی جلگه‌ای	خشک	۳۰متر	۱۵۰-۱۰۰متر	۰/۴۵-۰/۳هکتار
(شیب کمتراز ۰/۲٪)	آبگیر	۳۰متر	۱۰۰متر	۰/۳هکتار
اراضی شیب‌دار	خشک	۳۰متر	۱۵۰-۱۰۰متر	۰/۴۵-۰/۳هکتار
(شیب ۰/۲٪ تا۲٪)	آبگیر	۳۰متر	۱۰۰متر	۰/۳هکتار
اراضی پرشیب		۳۰-۲۰متر	۱۰۰	۰/۳-۰/۲هکتار
(شیب ۲٪ تا ۵٪)				

واحدهای آبیاری (Irr. Blocks)

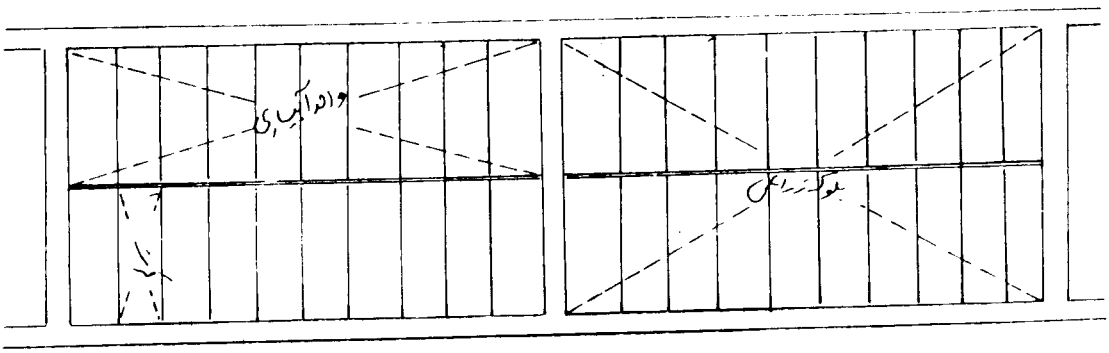
واحدهای آبیاری مشتمل بر ۱۰ تا حداکثر ۱۹ کرت می باشند. که حدود آنها راکانالهای آبیاری که بر روی جاده‌های مزرعه و در امتداد آن حفر می گردند و همچنین کانالهای زهکش، مشخص می‌کند. انتخاب ابعاد و شکل واحدهای آبیاری می بایست بگونه‌ای باشد که دو منظور ذیل را محقق گرداند.

الف) دستیابی به بالاترین بازده ممکن از زمین، با استفاده از ماشین آلات زراعی.

ب) فراهم نمودن تسهیلات آبیاری و زهکشی، بنحوی که موجب افزایش محصول و ارتقاء کیفیت اراضی گردد.

بلوکهای زراعی (Farm Blocks)

بلوکهای زراعی مستطیلی، بواسطه جاده‌های بین مزارع از چهار سمت محدود شده و بعنوان واحد مدیریت زراعی تلقی می‌شوند. در بیان کلی، هر بلوک زراعی شامل دو واحد آبیاری بوده که در دوسوی کانال زهکش قرار گرفته‌اند.



شکل شماره ۳- شمایی از چگونگی آرایش بلوک زراعی، واحد آبیاری و کرت‌ها

شبکه جاده‌های طرح

در طراحی جاده‌های بین مزارع طرحهای یکپارچه سازی اراضی شالیزاری، قواعدی چند باید مورد نظر قرار گیرد که شرح این اصول به تفکیک موضوع، در سطور آتی ارائه خواهدگردید. اصولاً جاده‌های طراحی شده بر دو قسم بوده که هریک علیرغم مشترکات، دارای تعریفی خاص و وظیفه‌ای ویژه می‌باشند. (نقشه های شماره ۴ و ۵)

جاده‌های مزرعه (Farm Roads)

جاده‌های مزرعه به موازات عرض کرتهای طراحی شده احداث گردیده و جادهای بین روستا را به کرتها متصل می‌سازند. کانالهای آب‌بر روی این جاده‌ها وظیفه انتقال آب آبیاری از منبع تأمین آب به کرتها، حفر می‌گردند.

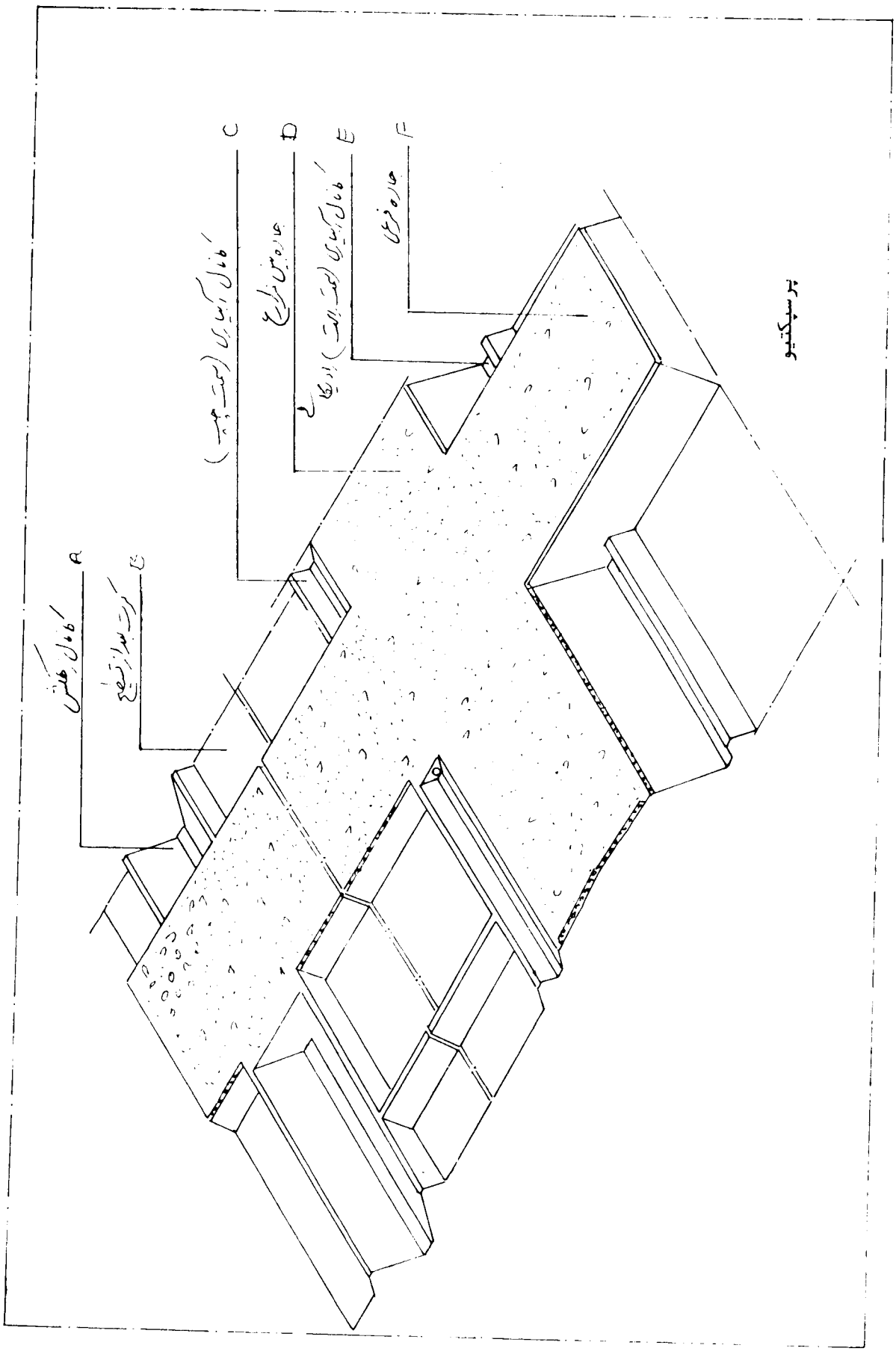
جاده‌های فرعی (Access Road)

جاده‌های فرعی جاده‌های مزرعه را به یکدیگر متصل و امکان تردد افراد و ماشین آلات را در کلیه نقاط محدوده طرح میسر می‌سازند.

عرض مفید جاده‌ها

عرض مفید جاده‌ها باید بشکلی طراحی شود که ایمنی تردد را متضمن و در عین حال از لحاظ اقتصادی قابل توجیه باشد. با در نظرگرفتن عرض خودروهایی که بشکل معمول در جاده‌های بین مزارع تردد می‌نمایند، از قبیل اتومبیل سواری با عرض ۲ متر، کامیون (بابار ۵تن) به عرض ۲/۴ متر، تراکتور کلاس ۴۰ *PS* با عرض

شکل شماره ۴- جزئیات اجرایی جاده بین مزارع کانال آبیاری و زهکشی



۲متر، تریلر با عرض ۱/۹ متر و کمباین باعرض ۳ متر، عرض مفید جاده‌های بین مزارع را ۵ تا ۶ متر می‌توان در طراحی منظور نمود که در منطقه این عرض ۵ متر انتخاب می‌گردد.

اختلاف ارتفاع مابین جاده‌های بین مزارع و کرتهای مجاور آن با عنایت به سهولت دسترسی ماشین آلات به کرتها، ۵۰ سانتیمتر و اختلاف ارتفاع جادهای فرعی و کرتها، ۳۰ سانتیمتر در نظر گرفته می‌شود.

لازم به توضیح است که در اراضی شیب‌دار، حصول به کدهای ارتفاعی و اختلاف ارتفاع منطقی ذکر شده ممکن نبوده، لذا با خاکریزی و اعمال شیب ملایم در محل ورود به کرتها که با لوله‌گذاری یکدرمیان در نقاط تقاطع مرزهای کرت با جاده انجام می‌گیرد، امکان ورود ماشین آلات به کرتها فراهم می‌آید.

شیب طولی جاده‌ها

گرچه سعی براین است تا شیب طولی جاده بین مزارع از شیب عمومی زمین طبیعی تبعیت نماید (بدلیل پرهیز از افزایش حجم عملیات خاکی)، لیکن این نکته که کانالهای آب‌بر، روی این جاده‌ها حفر شده و طبعاً از شیب جاده پیروی میکنند، موجب میشود تا در ابتدا شیب مجاز باتوجه به دبی کانال آب‌بر و سرعت مجاز حرکت آب در داخل کانالهای آبیاری خاکی، مشخص گردد. براین اساس، شیب جاده‌های بین مزارع در حالت معمول ۰/۸٪ و در موارد خاص تا۱/۲٪ نیز ملحوظ می‌شود. در شرایط ویژه که شیب بالای اراضی سرعت آب را در کانالهای آبیاری از حد مجاز افزون می‌گرداند، با طرح شیب شکن *(Drop)* در طول مسیر کانال، این مشکل اصلاح خواهدشد.

شیب عرضی جاده‌ها

جهت سهولت زهکشی و ممانعت از جمع شدن آب بر سطح جاده، شیبی حدود ۲٪ از محور جاده به دوسوی آن اعمال می‌شود.

شن‌ریزی جاده‌ها

خاک ساخت بودن جاده‌های طرح و توجه به این واقعیت که به هنگام بارش باران، تردد بر روی جاده‌ها مشکل می‌گردد، روکش نمودن جاده‌ها با مصالحی از قبیل مخلوط و یا ماکادام، ضروری می‌نماید. که این امر نیز در به هنگام ارائه طرح، و در نقشه‌های اجرایی، قید می‌شود.

راه‌گذر جاده به کرت

به منظور ایجاد امکان تردد افراد و ماشین آلات، از جاده به کرت، در تقاطع مرزهای کرتها و جاده‌های بین مزارع، داخل کانالهای آبیاری حفر شده بر روی جاده‌ها، بصورت یکدرمیان، استقرار لوله‌هایی پیش‌بینی می‌گردد که قابلیت عبور آب را با دبی تعیین شده، دارا باشد.

شبکه کانالهای آبیاری - زهکشی

طرح کانالهای آبیاری و زهکشی در پروژه‌های یکپارچه‌سازی اراضی شالیزاری مشخصاً بر مبنای ویژگیهای توپوگرافیک اراضی، ارائه می‌گردد. بعنون قاعده‌ای کلی در طراحی، کانالهای آبیاری و زهکش در

امتداد جاده‌های بین مزارع قرار می‌گیرند. طرح کانال آبیاری و زهکشی باید بگونه‌ای باشد که قابلیت استقلال آبیاری و زهکشی هر یک از کرتها و واحدهای آبیاری را فراهم آورد. (نقشه های شماره ۴و۵)

طراحی کانالهای آبیاری (Irr. Drain Designing)

کانالهای آب‌بر در یک یا دوسوی جاده‌های مزارع حفرشده و ابعاد آن با توجه به واحدآبیاری و سطح اراضی مشروب تعیین می‌گردد. تجربیات عملی حاصل از طرح‌های اجرا شده در منطقه با توجه به بافت خاک که غالباً Clay Loam و یا Silty Clay Loam می‌باشد، بهین مقطع کانال را ذوزنقه اعلام و این نیز به دلیل امکان اعمال شیب پایدار به دیواره‌های جانبی کانال است. همانگونه که پیش از این نیز گفته شد، در حالت عمومی، شیب کانال از شیب جاده تبعیت می نماید، لیکن در شرایطی که شیب جاده بدلیل مقتضیات توپوگرافی اراضی زیاد و حفر کانال ذوزنقه با شیب مجاز مستلزم تعمیق کانال باشد، مقطع کانال به صورت (رادیکال) طراحی می‌گردد. (شکل شماره ۵)

ابعاد و مقاطع کانالهای آبیاری، در هریک از واحدهای آبیاری که مطابق با آنچه که گفته شد مشتمل بر ۱۵ تا ۱۹ کرت می‌باشد، براساس هیدرومدول آبیاری اراضی شالیزاری منطقه که بطور متوسط 3.5 Lit/sec/ha در نظر گرفته می‌شود، انجام می‌گیرد. به عبارتی، هر کانال آبیاری، در هر واحد آبیاری، باید قادر باشد تا دبی مشخص 15-19 Lit/sec/ha رااز خود عبور دهد.

طراحی کانالهای زهکش (Farm Drain Designing)

کانالهای زهکشی نیز همانند کانالهای آبیاری و به همان دلیل با مقطع ذوزنقه طراحی شده و مسئولیت کنترل و زهکش نمودن آب کرتهای مزرعه را بر عهده دارند. این کانالها در امتداد جاده‌های بین مزارع حفر و ابعاد آن نیز باتوجه به میزان آبی که می‌باید از کرتها و بلوکهای طرح خارج گردد، برآورد و تعیین می‌شود.

اگر چه هدف اصلی از احداث کانالهای زهکش، کنترل و زهکش نمودن روآناب سطحی منتج از نزولات جوی نمی‌باشد. ولی قادر است تا براحتی رواناب سطحی منتج از بارش را زهکش نماید.

مقطع کانال زهکش بگونه‌ای طرح می‌گردد تا بتواند حجم آب موجود در کرتها را در فاصله زمانی ۴۸ ساعت از سطوح کشت خارج سازد و با توجه به این نکته که بطور معمول ارتفاع تیغه آب موجود در اراضی شالیزاری حدود ۶ سانتیمتر و حجم آب موجود در هکتار ۶۰۰ متر مکعب برآورد می شود، لذا دبی طراحی کانالهای زهکش نیز در هر واحد آبیاری 15-19 Lit/sec/ha برآورد می‌گردد.

شناخت زهکش‌های سنتی اراضی، از قبیل زهکش‌های دست ساز و یا جویها و یحتمل آبراهه‌های طبیعی از دیگر ضروریات طراحی بوده که طراح را در ترسیم خطوط یاری می‌دهند.

علی‌رغم اینکه به جهت اعمال مدیریتی منطقی، تفکیک نمودن کانالهای آبیاری و زهکشی از هم، امری الزامی می‌نماید، لیکن در مناطق پرشیب ،کنترل آبیاری و زهکشی کرتهای مزرعه، میتواند مستقلاً و از طریق کانالهای دومنظوره آبیاری و زهکشی انجام گیرد. در این شکل از طراحی، عملاً کانال‌های مجزای زهکش حذف و کانالهای آب‌بر دوسوی جاده‌های مزرعه، تواماً وظیفه زهکشی کرتها را نیز بر عهده دارند.

شیب کف کانالهای زهکش همچون کانالهای آب، تابع محدودیت سرعت آب در کانالهای خاکی است.

ملاحظات مالکیت در امر طراحی کرتهای مزرعه

طرح آرایش کرتهای زراعی توسط طراح، معمولاً به دو صورت ذیل انجام می‌گیرد:

الف) بر مبنای استاندارد عمومی که در این حالت کلیه اراضی با ابعاد از پیش تعیین شده طراحی و پس از اجرا و اختتام طرح و تسلیم قطعات تسطیح شده (با محاسبه وکسر پرت منتج از مساحات زیر جاده و کانال زهکش و تأسیسات) به مالکین، خود آنان با بستن مرزهای کوچک در امتداد نقاط مشخص شده از سوی مقسمین (به گویش محلی اوله مرز)، سامان اراضی خود را از اراضی مجاور متمایز می‌گردانند.

ب) بر مبنای مالکیت اراضی که در آن قطعات از ابتدا براساس سطوح اراضی مورد تملک، پس از محاسبه و کسر پرت، طراحی شده و سامان اراضی نیز بر روی نقشه اجرایی به تفکیک مالکین ذی‌نفع، مشخص می‌شود.

اگر چه شواهد نشانگر تمایل کشاورزان به طراحی قطعات بر حسب مالکیت است، ولی نگارندگان این سطور بر این اعتقادند که آینده‌نگری و دوراندیشی در زمینه اهداف عام و خاصه طرح، تقسیم قطعات را بصورت یکنواخت و استاندارد مرجح می‌شناسد؛ چه اینکه اختلاف ارتفاع طبیعی کرتها پس از تسطیح و باریکه زمین مالکین خرد و همچنین آخرین کرت اراضی مالکین کلان، استفاده از ماشین‌آلات زراعی را کم‌صرفه و دشوار می‌سازد.

عملیات اجرایی

فرآیند اجرای طرح، مترتب بر مراحلی است که چهره طبیعی اراضی مورد طرح را به سیمایی مطابق با آنچه که در نقشه‌های اجرایی طرح پیش بینی شده‌است، دگرگون می سازد. در مجموع می‌توان اجرا را مشتمل بر موارد و مراحلی دانست که شرح مجمل آن متعاقب این سطور ارائه می‌گردد.

این توضیح لازمست که بسیاری از موارد مشروح در مراحل عملیات اجرایی، حاصل تجربه و دست‌یافتهای عملی مجریان و دست‌اندرکاران طرح، از جمله نگارندگان این مقاله در طول چندسال اجرای طرح بوده است.

تطابق نقشه طرح با طبیعت

تطابق نقشه طرح با طبیعت و مشخص نمودن کلیه تغییرات و به بیانی تهیه نقشه As built، مقدمه‌ای بر آغاز عملیات اجرایی صحرایی پسین محسوب می‌شود. نقشه تهیه شده در این بخش کار، نهایی تلقی گردیده و پیمانکار ملزم به اجرای دقیق و موبه موی آن می‌باشد.

انتخاب ماشین آلات مناسب

انتخاب ماشین آلات مناسب عملیات اجرایی، با توجه به شرایط عمومی محدوده طرح اعم از ویژگیهای

خاک، توپوگرافی و... انجام می‌گیرد. در این مرحله از کار، در صورت نیاز، پیش از هر چیز، شناسایی (ماشین‌آلات پیشرو) ضرورت دارد. منظور از (ماشین آلات پیشرو)، ماشین آلاتی هستند که در شرایطی خاص، فعالیت دیگر ماشین‌آلات منوط به فعالیت آنان است. به عنوان مثال، حفر زهکش‌های اصلی و اضطراری در اراضی آبگیر، با هدف زهکش نمودن خاک اراضی و ایجاد بستر مناسب کاری جهت عملیات خاکبرداری و خاکریزی، مقدم بر هر فعالیت دیگر بوده و (بیل مکانیکی) در این ارتباط (پیشرو) تلقی می‌گردد.

پیاده نمودن نقشه طرح بر روی زمین طبیعی

در این بخش از کار، با توجه به نقشه‌های اجرایی طرح، رئوس و خطوط کاری با استفاده از وسایل و ملزومات مرتبط از قبیل دوربین نقشه‌برداری، متر، میخ‌های چوبی (پیکه) ، ریسمان‌کار و رنگ، بر روی زمین طبیعی مشخص شده و حدود کرتها و جادهای و کانالهای زهکش تعیین می‌گردد.

حفر کانالهای زهکش

در اراضی کم شیب و مسطح، میتوان حفر زهکش را ابتدائاً و بدون هیچگونه تمهید قبلی انجام داد. لیکن در اراضی شیب دار، به دلیل توپوگرافی نامنظم اراضی، اختلاف ارتفاع، ناهمواری قطعات و عدم محل مناسب جهت جایگیری دستگاه، مرجح است تاپیش از حفر کانال زهکش، بستری مناسب با استفاده از بولدوزر، در مسیر تعیین شده، ایجاد شود.

در اراضی آبگیر، علاوه بر حفر زهکش‌های اصلی طرح، گاه لازم می‌آید که به جهت تسریع در امر زهکشی اراضی و ایجاد زمینه مناسب کاری، زهکش‌هایی دیگر با عنوان (زهکشهای اضطراری)، و معمولاً عمود بر امتداد مسیر زهکش‌های اصلی، حفر شوند. تجربیات عملی، فواصل ۳۰ متر را مابین اینگونه زهکشها کافی می‌داند. بطور معمول حفر این زهکش در امتداد مسیر مرزهای دوجانب کرت‌ها انجام می‌گیرد. این زهکش‌ها پس از تحقق هدف احداث خود که همانا فراهم نمودن شرایط مطلوب جهت انجام عملیات خاکبرداری و خاکریزی است، مجدداً پر خواهند شد.

اصلی دیگر که هنگام حفر زهکش‌ها می‌باید رعایت کرد اینکه، اینکار از پایین دست به بالا دست انجام گیرد تا در صورت وقوع باران، در جریان کار خللی وارد نشده و آب جمع آوری شده، از طریق زهکش در دست احداث به آبراهه معمولاً طبیعی منتهای کانال زهکش، تخلیه شود.

تسطیح کرتها، احداث جاده‌ها و مرز کرتها

خاکبرداری و خاکریزی و تسطیح کرتها با استفاده از بولدوز، در خود محدوده کرت انجام گرفته و با توبه به این امر که معمولاً اراضی بالادست، خشک تر و آماده بکار می‌باشند، کار از این سوی محدوده طرح آغاز می‌گردد(برخلاف زهکش‌ها که از پایین دست حفر می‌شوند). تسطیح اولیه کرتها، یطور معمول در محدوده خود کرتها انجام گرفته و در صورتی که اختلاف ارتفاع دو کرت مجاور از محدوده ۸۰-۵۰ سانتیمتر بیشتر

شود، به جهت تعدیل این اختلاف ارتفاع، حمل خاک از سطح کرت بالا دست به پایین دست صورت می گیرد.

ضمناً همزمان با تسطیح کرتها، محدوده از پیش تعیین شده جاده در مجاورت هر کرت، با استفاده از خاک همان کرت، خاکریزی شده و اصطلاحاً بگویش اهل کار، (جاده بسته می‌شود). محاسبات، میزان خاک لازم جهت احداث جاده ها را در هر متر طول، با توجه به استاندارد اختلاف ارتفاع فی‌مابین سطح جاده و کرت مجاور آن (۵۰ سانتیمتر) و همچنین عرض ابتدایی جاده (پیش از احداث کانال آب و برش خاک دو طرف)، حدوداً ۵ متر مکعب اعلام می‌دارد که ۲/۵ متر مکعب آن از کرت یکسوی جاده و ۲/۵ متر مکعب دیگر آن از سوی دیگر جاده تأمین می‌شود. در شرایطی که آرایش جاده و کرتهای دوسوی آن نشانگر اختلاف ارتفاع معتنابه دو سوی جاده باشد، ترجیحاً خاک جاده، تنها از کرتهای یکطرف آن (تراس بالاتر) تأمین می‌شود.

خاکریزی مرز کرتها و ایجاد پشته خاکی جهت احداث مرز نیز به ابعاد حدودی ۱×۱×۰/۵ (عرض بالا و پایین و ارتفاع)، در این مرحله از کار انجام می‌شود.

تجربیات در منطقه نشان داده است که تسطیح هر هکتار از اراضی منطقه، بطور متوسط نیازمند ۴۰ تا ۵۰ ساعت کار بولدوزر بوده و در طول این مدت حدوداً ۹۰۰ تا ۱۵۰۰ متر مکعب خاک در هر هکتار جابجا می‌گردد.

حفر کانالهای آبیاری ، کوبیدن مرزها و آرایش نهایی

پس از تسطیح نسبی کرتها و خاکریزی و هموار نمودن جاده‌ها، حدود کانالهای آبیاری بر روی جاده پیاده شده و بیل مکانیکی اقدام به حفر آنها می‌نماید. در پی آن مرز کرتها (پشته خاکی)، کوبیده شده و با مشخص نمودن برم مرزهای کرت و همچنین کانالهای آبیاری و زهکشی (معمولاً به عرض ۳۰ سانتیمتر)، مرزها بوسیله بیل مکانیکی و با استفاده از باکت برش، آراسته و برش داده می‌شوند و نهایتاً مرزها شکلی چون تصویر شماره ۴ خواهند یافت.

تسطیح نهایی کرتها

تسطیح نهایی کرتها عبارتست از پخش خاک حاصل از برش مرزها در سطح کرت و کنترل رقوم نهایی کرت تسطیح شده، بر مبنای کدهای ارتفاعی قید شده بر روی نقشه طرح.

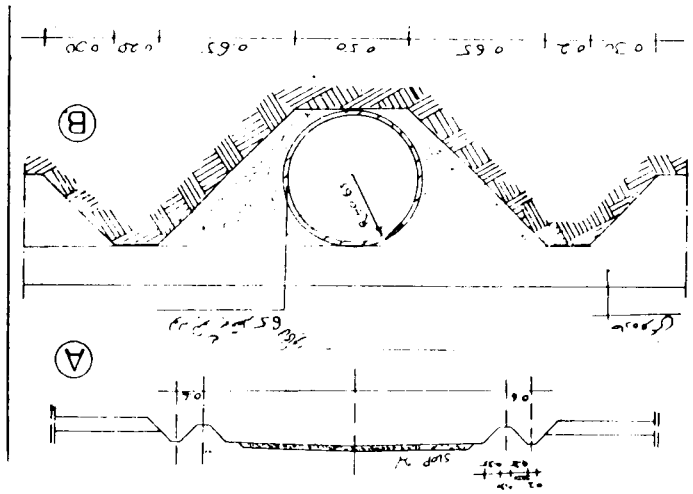
لوله گذاری و خاکریزی مسیر آن

عملیات لوله گذاری شامل استقرار لوله‌های راه‌گذر کرتها، بصورت یکدرمیان و با طول چهار متر در تقاطع مرز و جاده‌های مزرعه و همچنین لوله‌گذاری مسیر انتقال آب، از منبع و منشأ تأمین آب به مسیر کانال آبیاری می‌باشد. در پی لوله‌گذاری در مسیرهای تعیین شده، لوله‌ها با خاک پوشانیده و در محل راه‌گذر جاده به کرت، با اعمال شیب ملایم به پشته خاکریزی شده، امر عبور و مرور تسهیل می‌گردد.

نظری به پیآمدهای اقتصادی طرح

آشکار است که بررسی همه سویه راه‌کارهای نو در امر توسعه کشاورزی پایدار، بدون توجه به نتایج اقتصادی منتج از آن ممکن نخواهد بود. در این راستا سعی شده است تا تبعات اقتصادی اجرای طرح با تحلیل و بررسی هزینه‌های ریالی پروسه کاشت، داشت، برداشت و سود حاصل از آن، در دو حالت (قبل از اجرای طرح) و (بعد از اجرای طرح)، و همچنین ارائه ریزمتره عملیات اجرایی و نهایتاً محاسبه زمان استهلاک سرمایه به قضاوت گزارده شود.

در جدول شماره ۳، هزینه‌های کشت در دو حالت قبل و بعد از اجرای طرح به مقایسه گذاشته شده و در جدول شماره ۴، ریزهزینه عملیات اجرای طرح درج گردیده است. منباب توضیح اینکه، برآورد مندرج در جدول شماره ۴، بر اساس ارقام پایه فهرست بهای آبیاری و زهکشی، با توجه به ضرایب مربوطه، و با نظر به متوسط احجام کاری انجام شده است.



شکل شماره ۵ - مقاطعی از نقشه طرح
دتایل A - مقطعی از جاده مزرعه و کانالهای آب بر دو سوی آن
دتایل B - مقطعی از محل استقرار لوله زهکش

جدول شماره ۳، مقایسه هزینه های کاشت (قبل و بعد از طرح)

ردیف	عملیات اجرایی	قیمت تمام شده هرهکتار قبل از اجرای طرح	قیمت تمام شده هرهکتار بعد از اجرای طرح	ملاحظات
۱	سه مرحله شخم قبل از نشاء	۲۰۰۰۰۰ ریال	۱۵۰۰۰۰ × ریال	× یک مرحله شخم و دیسک
۲	آب تخت کردن قطعه	۱۰۰۰۰۰ ریال	۱۰۰۰۰۰ × ریال	× ماله کشیدن
۳	نشاء کاری	۴۶۰۰۰۰ ریال	۳۰۰۰۰۰ ریال	
۴	کارگر خزانه	۲۵۰۰۰۰ ریال	۲۰۰۰۰۰ × ریال	×کارگر جهت آماده سازی جعبه های نشاء
۵	وجین کاری	۷۰۰۰۰۰ ریال	۳۰۰۰۰۰ × ریال	× بعلت ردیفی بودن دارای هزینه کمتری می‌باشد
۶	کوددهی	۱۱۰۰۰۰ ریال	۱۱۰۰۰۰ ریال	
۷	سم علف کش	۱۰۰۰۰۰ ریال	۱۰۰۰۰۰ ریال	
۸	سم آفات	۳۰۰۰۰۰ ریال	۳۰۰۰۰۰ ریال	
۹	جمع آوری (درو)	۴۵۰۰۰۰ ریال	-	
۱۰	جمع کردن کنار دستگاه شالی کوب	۱۵۰۰۰۰ ریال	-	
۱۱	کرایه کمباین یا شالی کوب	۵۳۰۰۰۰ ریال	۸۰۰۰۰۰ ریال	
۱۲	هزینه خشک نمودن و بوجاری	۲۱۰۰۰۰ ریال	۲۱۰۰۰۰ ریال	
جمع		۳۵۶۰۰۰۰ ریال	۲۵۷۰۰۰۰ ریال	

جدول شماره ۴، برآورد ریزهزینه اجرای طرح در یک هکتار از اراضی

ردیف	شرح عملیات	حجم، سطح و طول	مبلغ ریالی
۱	خاکبرداری و خاکریزی با وسایل مکانیکی، به همراه علامت گذاری با دوربین نقشه برداری	۱۰۰۰ مترمکعب	۲۶۹۲۶۸۱
۲	احداث زهکش جهت هدایت آب مازاد	۵۰ متر طول	۲۸۳۳۵۰
۳	تهیه و نصب لوله سیمانی جهت جاده دستیابی به قطعات	۸ متر طول	۲۳۱۰۰۰
۴	خکریزی و رگلاژ جاده دستیابی	۶ متر طول	۳۵۱۰۲
۵	خاکریزی و رگلاژ جاده دستیابی (بایک طرف کانال آبیاری)	۱۲ متر طول	۸۲۸۹۴
۶	خاکریزی و رگلاژ جاده دستیابی (بادو طرف کانال آبیاری)	۴۲ مترطول	۳۷۰۱۹۱
۷	خاکریزی، رگلاژ و آرایش مرز بین قطعات	۳۳۳ متر طول و ۱۰۰ متر برای لبه زهکش	۷۶۸۵۷۵
جمع کل			۴۴۶۳۷۹۳

جهت برآورد زمان استهلاک سرمایه، مفروضات ذیل موجودند:

۱- هزینه اولیه اجرای پروژه به ازای هر هکتار ۴۵۰۰۰۰۰ ریال

۲- هزینه سالانه نگهداری از طرح (۳٪ کل هزینه اجرایی) ۱۳۵۰۰۰ ریال

۳- هزینه تولید شالی قبل از اجرای طرح ۳۵۶۰۰۰۰ ریال

۴- هزینه تولید شالی بعد از اجرای طرح ۲۵۷۰۰۰۰ ریال

۵- درآمد حاصل از فروش برنج با توجه به متوسط بازده تولید در هکتار (۲۶۰۰ کیلو) و فروش هر کیلو برنج طارم، ۵۵۰۰ ریال، ۱۴۳۰۰۰۰۰ = ۵۵۰۰ × ۲۶۰۰

۶- درآمد خالص حاصل از کشت دوم، که مشخصاً ناشی از امکانات و بستر مناسب کشت منتج از اجرای طرح می‌باشد ۳۰۰۰۰۰۰ ریال.

۷- سود خالص حاصل از اجرای طرح (مابه التفاوت درآمد خالصه در شرایط قبل و بعد از اجرای طرح) ۳۹۹۰۰۰۰ ریال

حال با استفاده از رابطه مرسوم $p(a/p)^{i}_{n} = \frac{i(i+1)^{n}}{(1+i)^{n}-1}\ (p)$ زمان استهلاک سرمایه (n) قابل محاسبه بوده که محاسبات (n) را برابر با ۱/۲۷ سال اعلام می دارد.

لازم به ذکر است که در رابطه مورد استفاده، بهره بانکی (i)، مطابق با تسهیلات جاری بانکی و تبصره‌های اختصاصی موجود، برابر با ۸٪ در نظر گرفته شده است.

همچنانکه از محاسبات فوق مستفاد می‌شود، منافع حاصل از اجرای طرح آنچنان بدیهی است که هرگونه شبهه را در توجیه اقتصادی آن مرتفع می‌سازد و قدر مسلم آنکه، کوشش بیشتر در کاهش هزینه‌های اجرای طرح باز هم این نفع را افزونتر خواهد گرداند، و تحقق این هدف نیز جز از طریق دستیابی به شیوه‌های جدید کار ممکن نخواهد بود. ذکر این نکته لازم است که در برآورد و محاسبه هزینه‌ها و درآمد حاصل از کشت، صرفاً کلیات و موارد عام مد نظر قرار گرفته و از ذکر جزئیات صرف نظر شده است.

نتیجه گیری

مروری بر آنچه که در این اوراق شرح آن رفت، بی‌تردید مبین کارایی این روش در امر بهبود، اصلاح و توسعه اراضی شالیزاری منطقه است. لیکن کتمان این حقیقت نیز جایز نیست که تفاوتهای اقلیمی، توپوگرافی و زیست-معیشتی مابین دو کشور مبدع طرح و کشور ما و انطباق استانداردهای معرفی شده و شرایط خاص منطقه، مستلزم نگرشی نو به مقوله طراحی و اجرای طرح (یکپارچه سازی اراضی شالیزاری) است. بدون شک تدوین تجارب چندساله دست‌اندرکاران این طرح و ارائه دستورالعملی فراگیر و جامع بر مبنای آن راهگشا خواهد بود و بر مسئولین است تا با اتخاذ روشی شایسته و بایسته، شرایط را در این ارتباط فراهم سازند..... انشاءالله.

مراجع

۱) مقدمه‌ای بر طرح یکپارچه سازی اراضی (فوائد و تنگناها) - مدیریت آب و خاک

۲) تجهیز و نوسازی اراضی - معاونت امور زیربنایی وزارت کشاورزی

۳) آبیاری سطحی - دکتر امین علیزاده

۴) طرحهای مطالعاتی شرکت خدمات مهندسی آب و خاک منطقه مازندران

۵) Engineering Manual for Irrigation & Drainage - Land Consolidation (The Japan Institute of Irrigation & Drainage) 1987

Abstract

One of the most important goals in agraiculture developing in any region is proper using of agricurtural lands, trough proper surveying & constructive methods.

Paddy field consolidation in MAZANDARAN, as a constructive method, was caried out in according to standards wich has been presented by JAPAN. This method simply has been adjusted to policy that leads to developed agriculturing.

Though this method does not recommended in high land area with limitations of topography, but in MAZANDARAN with some special tricks , has been done in both type of steep & flat lands.

In general the aims of (Paddy field consolidation) can be summerized at fallow:

- Increasing the efficiency of agricultured lands, trough decreasing the expenses of plantation.
- Increasing the irrigation efficiency & economizing irrigation water.
- Improving of farmers living conditions in based on stabilized agriculture.

In fact this paper is a summery of practical & theoretical experiences of authors, during the years wich this project has been caried out in MAZANDARAN, and practicable confirming of presented standards that came from JAPAN, with special geographic & topographic characteristics of MAZANDARAN.

مجموعه مقالات نهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

مقاله شماره ۱۷

موضوع :

مبانی طراحی و مدیریت شبکه‌های آبیاری

تألیف :

بهمن نقشینه‌پور[۱]

چکیده

به جرأت می‌توان ادعا کرد که مهمترین عامل محدود کننده در توسعه کشاورزی ایران محدودیت منابع آب می‌باشد. بنابراین هرگونه صرفه‌جویی در مصرف آب و بهینه‌سازی آن در طراحی و اجرا می‌تواند کمک بسزایی در پیشرفت و توسعه پایدار کشاورزی در ایران باشد.

طراحی سیستم‌های آبیاری به دو دسته عوامل فنی نظیر طول و عرض مزارع، فواصل فاروها، شیب زمین، ضریب زبری مانینگ "n"، میزان آب مورد نیاز در هر آبیاری، نوع خاک (نفوذپذیری) و اقتصادی نظیر قیمت زمین و آب، هزینه کارگر، هزینه تسطیح، قیمت محصول، نرخ ارز و هزینه مکانیزاسیون تکیه دارد که متأسفانه تکیه اصلی سیستم‌هایی که در حال حاضر در ایران طراحی می‌شود (علی‌الخصوص آبیاری سطحی) بر روی عوامل فنی است و عوامل اقتصادی به علت محدودیت در اطلاعات موجود آن طور که باید و شاید در نظر گرفته نمی‌شود و یا از اطلاعاتی استفاده می‌شود که در ایران به دست نیامده است.

این مقاله راه حلی را در زمینه بهینه‌سازی طراحی سیستم‌های آبیاری ارائه می‌دهد که عوامل فنی و اقتصادی را در نظر می‌گیرد ولی لازم به توضیح است که تدوین قوانین و روابط اقتصادی (به علت بعد زمانی آن) معمولاً جزو وظایف طراح نبوده و امری تحقیقاتی است که باید در قالب طرح تحقیقاتی خاص توسط متخصصین ذیصلاح انجام شود به نحوی که منجر به قانونمندی و ضوابط خاصی گردد که مورد استفاده مهندسین طراح پروژه‌های آبیاری قرار گیرد.

کلمات کلیدی : آبیاری سطحی، مدیریت آبیاری.

۱- کارشناس مهندسین مشاور آب‌سو

مقدمه

قبل از اقدام به طراحی یک سیستم، جمع‌آوری اطلاعات جامع و کاملی که نتایج تحلیل آنها در تعیین مشخصات سیستم مؤثر است ضروری می‌باشد. اصولی کلی نیز در طراحی باید مد نظر قرار گیرد که به اختصار به آن‌ها اشاره می‌شود:

۱- تعداد و مزد کارگر و قانون کار (آبیار و راننده تراکتور)
۲- ماشین (هزینه‌های سرمایه‌ای و جاری)
۳- قیمت آب
۴- قیمت زمین
۵- فرهنگ جامعه کشاورزان
۶- هزینه تسطیح و قطعه‌بندی
۷- نوع گیاه و قیمت آن (محصول)
۸- نرخ ارز (متغیر بودن آن محاسبات را پیچیده‌تر و پاسخ‌های به دست آمده با زمان طراحی عوض می‌شود)
۹- هزینه زهکشی سطحی و زیرزمینی (با عنایت به مسئله نفوذ عمقی و روان‌آب سطحی)
۱۰- مشخصات هیدرودینامیکی خاک
۱۱- کیفیت آب و خاک

طرح سیستم‌های آبیاری سطحی

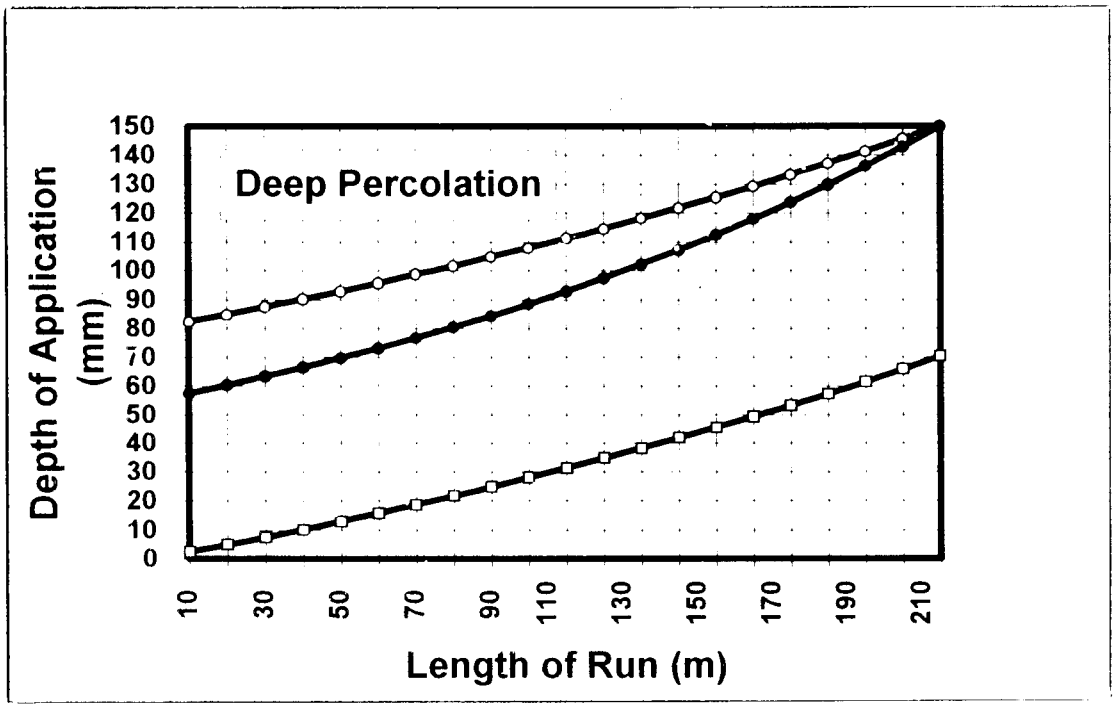
اگر سؤال شود بهترین طول شیار (Furrow) یا نوار (Border) از نظر راندمان آبیاری چیست جوابی فنی برای این سؤال وجود ندارد زیرا هرچه طول کمتر باشد راندمان بالاتر است. سؤال باید این‌گونه باشد که چه راندمانی قابل قبول است؟ آن وقت پاسخ این خواهد بود که مسئله باید از طریق بهینه‌سازی اقتصادی (که ذیلاً به آن اشاره خواهد شد) بررسی گردد.

در سیستم‌های آبیاری سطحی دست کم ۱۰ معیار عمده دخیل هستند. در تمام مدت زراعت، به طور کلی مسائل اقتصادی بر این ۱۰ معیار تأثیر می‌گذارند و در نتیجه، ایجاد یک سیستم آبیاری، همان‌طور که گفته شد کاری پیچیده است و بررسی کمی آن به سادگی امکان‌پذیر نیست. توضیح مختصری از این معیارها ذیلاً داده شده است:

۱- ذخیره آب مورد نیاز در خاک منطقه ریشه

مقدار آبی که قرار است ذخیره شود، باتوجه به نوع گیاه و طول فصل رشد، متغیر است. یک سیستم آبیاری بایستی آنقدر انعطاف‌پذیری داشته باشد که بتواند با شرایط مختلف هماهنگ شود و این موضوعی حائز اهمیت است، اگرچه گاهی مشکل به نظر می‌رسد. معمولاً یک طرح متوسط، مقرون به صرفه‌ترین طرح است.

در هر آبیاری هرچه آب مورد نیاز گیاه (Yn) بیشتر باشد راندمان بهتری حاصل می‌شود و علت آن هم کاملاً روشن است زیرا اگر آب خارج شده از منطقه توسعه ریشه‌ها (Dp) باشد، هرچه (Yn) بزرگتر باشد نسبت Yn / (Yn+Dp) و نتیجتاً راندمان آبیاری بیشتر خواهد بود (به ضمائم مراجعه شود).



۲- رسیدن به مصرف آبی یکنواخت و منطقی

ایجاد یک سیستم آبیاری سطحی که در هر وضعیت قابل کنترل باشد تقریباً غیرممکن است. شدت جریان آب همیشه متغیر و میزان نفوذ در گیاهان مختلف در فصول مختلف و در زمان‌های مختلف از شروع آبیاری متفاوت است. هرچه وسایل کنترل آبیاری کامل‌تر باشند، آبیاری یکنواخت‌تر صورت می‌گیرد. به منظور توزیع مناسب پیشنهاد شده است که بایستی آب به مدت حدوداً یک چهارم کل زمان آبیاری به انتهای مزرعه برسد ولی این پیشنهاد بهینه‌سازی را در نظر نمی‌گیرد. فاروهای تەبسته (Level Impoundment Furrrows) راندمان بالاتری از فاروهای تەباز (Gradient Furrows) دارند. در مورد روش فاروهای تەبسته هزینه تسطیح اهمیت فراوانی دارد و معمولاً فقط در اراضی کم‌شیب امکان استفاده از این روش وجود دارد.

۳- به حداقل رساندن خطر فرسایش

فرسایش را نمی‌توان به‌کلی از بین برد ولی می‌توان آن را به حداقل ممکن رساند. مشاهده میزان فرسایشی که بر اثر جریان‌هایی با شدت‌های مختلف ایجاد می‌شود تقریباً تنها راه ارزیابی و ارائه مقدار جریان مناسبی است که کمترین فرسایش را ایجاد می‌کند. در پی چنین مشاهداتی مشخص می‌شود که اندازه جریان که کمترین فرسایش را باعث شود کدام است.

۴- به حداقل رساندن روان‌آب حاصل از آبیاری مزرعه

معمولاً در ضمن آبیاری، مقدار قابل‌توجهی آب در انتهای مزارع به صورت روان‌آب هدر می‌رود. یکی از مؤثرترین راه‌های به حداقل رساندن روان‌آب، کم کردن مقدار جریان آب وارد شده به مزرعه در زمانی است که آب تقریباً به انتهای آن رسیده باشد. با این کار، به علت کاهش ناچیزی که در میزان نفوذ آب به وجود می‌آید، وسعت منطقه خیس شده تا حدودی کم خواهد شد و این در حالی است که سرعت آب به طور قابل‌توجهی کاهش خواهد یافت. یکی از راه‌های جلوگیری از تلفات حاصل از هدر رفت آب از انتهای مزرعه طراحی فاروها به صورت ته‌بسته است که در مورد آن توضیح مختصری آمده است.

۵- استفاده مفید از روان‌آب

از آنجاکه مقدار زیادی آب بر اثر جاری شدن روان‌آب هدر می‌رود نبایستی استفاده مفید از روان‌آب نادیده گرفته شود. در صورت امکان، بهتر است روان‌آب در اراضی واقع در نقاط پایین‌دست مجدداً مورد استفاده قرار گیرد، یا دوباره به قسمت بالای مزرعه یا اراضی مجاور هدایت شود.

۶- به حداقل رساندن نیروی انسانی مورد نیاز برای آبیاری

لازم است نیروی انسانی مورد نیاز در هر طرح به حداقل برسد. به طورکلی بهتر است در آبیاری اراضی، کارگرانی به کار گمارده شوند که آموزش دیده باشند و همچنین احساس مسئولیت کنند. آماده‌سازی مناسب زمین، کنترل خوب و طرح آبیاری مطلوب، موجب به حداقل رسیدن نیروی انسانی موردنیاز خواهد شد.

۷- به حداقل رساندن وسعت زمینی که برای ایجاد نهر و سایر سازه‌های کنترل و توزیع آب اشغال می‌شود

معمولاً ۵ تا ۱۰ درصد از مساحت اراضی برای ایجاد نهر و سایر سازه‌های کنترل آب اشغال می‌شود. با یک طرح مناسب می‌توان این مقدار را به حداقل رساند. گاهی خوب است برای هدایت آب از کانال‌ها و نهرهای طویل استفاده شود تا آب به صورت یکنواخت توزیع گردد، مقدار زمینی که برای این منظور اشغال می‌شود کاهش یابد و مکانیزاسیون نیز آسان‌تر صورت پذیرد.

۸- مطابقت سیستم آبیاری با حدود مزرعه

گاهی اندازه و حدود مزرعه بر طراحی سیستم آبیاری تأثیر می‌گذارد. معمولاً طول یک مزرعه تابع حدود ثبتی آن مزرعه است تا طرح سیستم آبیاری، مگر زمین‌هایی که طرح جدیدی در آن اجرا می‌شود که آن هم در مواردی ممکن است همین مسئله را داشته باشد.

۹- هماهنگی سیستم آبیاری با کیفیت خاک و تغییرات توپوگرافیک آن

اگر شیاری در مسیر خود با خاک‌هایی برخورد کند که بافت، شیب و عمق آن‌ها به طور قابل ملاحظه‌ای با یکدیگر تفاوت داشته باشند مشکلات زیادی ایجاد خواهد شد. در چنین مواردی میزان نفوذ در قسمت‌های مختلف شیار متفاوت است و در نتیجه نمی‌توان میزان جریان آب را به نحوی تنظیم کرد که توزیع آب در تمام قسمت‌های شیار متناسب و کافی باشد. از طرفی، ظرفیت نگهداری هر نوع خاک دفعات آبیاری بخصوصی را می‌طلبد. طرح یک سیستم آبیاری بایستی به نحوی باشد که در یک مزرعه مشخص، موارد اختلاف مورد بحث به حداقل برسد.

۱۰- ایجاد فضای مناسب برای تردد ماشین‌های کشاورزی به منظور آماده‌سازی زمین، شخم، شیاربندی، برداشت محصول و کارهای دیگر

فضای یک مزرعه خوب باید به نحوی باشد که ماشین‌های کشاورزی بتوانند به آسانی در آن تردد کنند. هرچه میزان مکانیزه شدن افزایش یابد وجود نوارهای عریض‌تر و مزارع وسیع‌تر مطلوب‌تر خواهد بود.

مسایل و مشکلات موجود در طراحی سیستم‌های آبیاری سطحی و توجهات لازم

۱- در حال حاضر هزینه آب آبیاری اغلب در مقایسه با هزینه‌های عملیاتی که باعث بهبود مدیریت آب می‌گردد کم است. این مسئله مانع به وجود آمدن انگیزه برای اتخاذ تدابیر لازم برای بالا بردن راندمان آبیاری است.

۲- کاهش میزان برداشت محصول در نتیجه تأخیر در آبیاری، کودپاشی نامناسب و ازدیاد آبیاری به سهولت قابل تشخیص نبوده و کمی کردن آن آسان نیست.

۳- اطلاعات روزانه لازم برای تصمیم‌گیری در دسترس افراد مسئول مدیریت آب قرار ندارد.

۴- تصمیمات مربوط به مدیریت آبیاری عموماً به وسیله اشخاصی اتخاذ می‌گردد که فرصت و دانش کافی را دارا نبوده و آموزش مدیریت سیستم پیچیده محصول - خاک - هوا را کسب نکرده‌اند.

۵- روش‌های برنامه‌ریزی سنتی در گذشته صرفاً به آموزش کشاورز و مدیر به سمت تخصص مدیریت آب آبیاری توجه نموده و حال آنکه مسایل مهم دیگری را فراموش کرده است که از آن جمله موارد زیر قابل ذکر است:

الف- هزینه آب آبیاری به طور سنتی کم و متغیر می‌باشد.

ب - قیمت‌های نهاده‌ها و ستاده‌های تولید نامطمئن می‌باشد.

ج - برخی نهاده‌ها آماری و تصادفی بوده و غیر قابل پیش‌بینی و کنترل می‌باشد.

د - توابع تولید و یا بازده آب - محصول برای تصمیمات روزانه مدیریت در دسترس نمی‌باشد.

به طور کلی این کشش در نزد مهندسان وجود دارد که فقط به امور مهندسی بپردازند و سیستم وسیع‌تری که در آن باید وظیفه‌ای به عهده بگیرند را از نظر دور می‌دارند. باید توجه داشت که هدف از آبیاری صرفاً

انتقال آب نیست، بلکه هدف رسیدن به راندمان مطلوب و اقتصادی تولید کشاورزی است.

یک سیستم مطلوب و متناسب توزیع آب باید به طریقی طراحی شود تا بتواند به مشکلات و محدودیت‌های فوق‌الذکر فائق آید. از خواص یک سیستم آبیاری و مدیریت آن این است که بتواند از عهده وظایفی که از آن انتظار می‌رود تحت شرایط و محدودیت‌های موجود برآید. برای تعیین ارزش یک پروژه پیشنهادی، باید منفعت آن را برای جامعه به طریقی اندازه‌گیری کرد و یا به عبارتی عملکرد آن را مورد ارزیابی قرار داد.

۶- یکی از مواردی که سبب اتلاف وقت می‌شود دور زدن ماشین‌آلات است. مواردی ممکن است پیش بیاید که به علت نامناسب بودن شکل هندسی مزرعه این تلفات خیلی زیاد باشد. این یکی از مشکلاتی است که همکاری بین مهندسان آبیاری و مکانیزاسیون را در مرحله برنامه‌ریزی الزامی می‌کند. هرچه طول مسیر حرکت بیشتر باشد زمان تلف شده در اثر دور زدن کمتر می‌شود، یکپارچه کردن مزارع کارآیی عملیات زراعی را افزایش می‌دهد- نه تنها زمان دور زدن کاهش می‌یابد بلکه مدت حرکت از یک مزرعه به مزرعه دیگر نیز کم می‌شود. البته دور زدن لازم است و باید در انتخاب محل دور زدن دقت شود. سطح زمین باید قابل دور زدن باشد و مساحت آن باید فقط به اندازه‌ای باشد که بتوان به آسانی دور زد. برای حصول به حداکثر کارآیی، شکل هندسی زمین باید مشخصات زیر را داشته باشد:

الف- مسیرها منظم و طویل باشد.

ب - ابعاد مزارع بزرگ انتخاب شود.

ج - مساحت کافی برای دور زدن با ماشین‌آلات در نظر گرفته شود.

باید توجه داشت که به حداقل رساندن هزینه اولیه تسطیح لزوماً اقتصادی نخواهد بود و قطعات منظم هندسی در طول زمان با راندمان ماشین‌آلات و آبیاری نتایج بهتری را عاید خواهد کرد.

۷- برای جلوگیری از حرکت آب در جهت عمود بر فاروها (Over-topping) و یا سرریز کردن آن، هر قدر شیب (Cross Slope) کمتر باشد مطلوب‌تر است و این امر در خاک‌هایی که دارای نفوذپذیری بالایی هستند از اهمیت بیشتری برخوردار است. برای تسطیح اراضی به منظور تعیین شیب مناسب طولی و عرضی هزینه بیشتری برای جابجایی خاک باید پرداخته شود و هزینه سرمایه‌گذاری افزایش خواهد یافت ولی از طرف دیگر این افزایش هزینه اولیه در سرمایه‌گذاری باعث کاهش هزینه جاری (کارگر) و افزایش راندمان آبیاری خواهد شد. جلوگیری از سرریز شدن و درهم ریختن فاروها طی دوران داشت ممکن است باتوجه به نوع محصول امکان‌پذیر نباشد چون دید کافی برای کارگر در محصول بلند و زمین پوشیده وجود ندارد و تلفات دیده نمی‌شود و ناهماهنگی در آبیاری اتفاق می‌افتد. شکل منظم هندسی قطعات زراعی و کاهش (Cross Slope) نیز در همین جهت عمل می‌کند یعنی هزینه سرمایه‌گذاری را افزایش می‌دهد ولی در عوض مدیریت دچار اشکال نمی‌گردد و هزینه جاری (کارگر) کاهش می‌یابد.

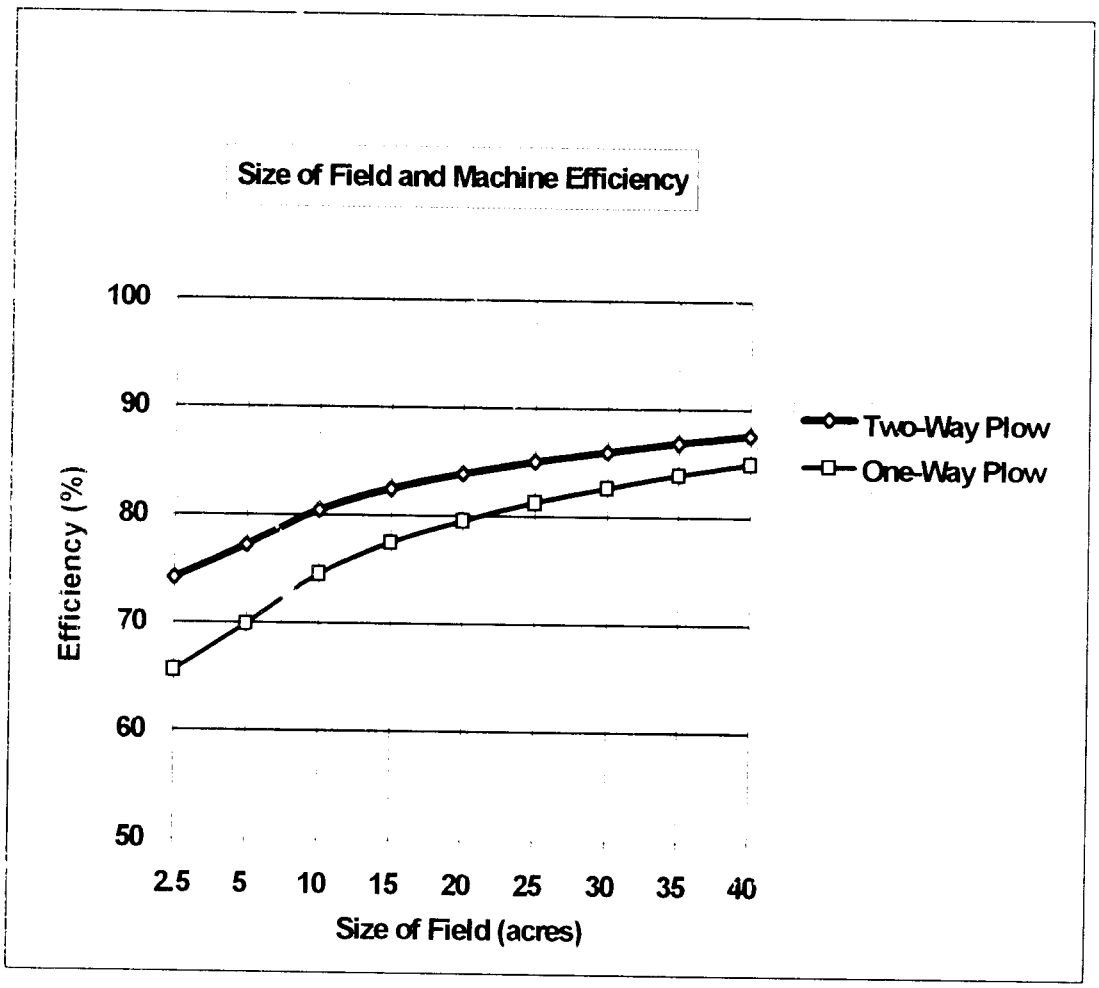
۸- در انتخاب طول شیار باید دقت کافی مبذول گردد. با کاهش طول شیار، نیروی انسانی مورد نیاز برای آبیاری و نیز هزینه‌های آن افزایش می‌یابد. با افزایش طول شیار درجه یکنواختی عملیات آبیاری کاهش خواهد یافت. بنابراین طول شیار باید به اندازه‌ای باشد که راندمان آبیاری را در حد قابل‌قبولی تأمین نماید. در صورتی که طول شیارها کم باشد، انهار مزرعه (Farm Ditches) را باید به فواصل کمتری نسبت به یکدیگر در نظر گرفت. این مسئله باعث افزایش قابل ملاحظه هزینه سیستم آبیاری خواهد گردید. همچنین مقدار قابل

ملاحظه‌ای از زمین‌های مزروعی ممکن است از حالت تولیدی خارج گردد زیرا به وسیله نهرها و جاده‌هایی با فواصل کم اشغال خواهد شد. در شیارهای با فواصل کوتاه، تنظیم جریان نیازمند دقت زیادتری است و به علاوه باید مرتباً جریان را در یک نهر مزرعه به دیگری تحویل داد.

شیارهای با طول کوتاه، همچنین کاربرد ماشین‌آلات لازم برای مکانیزه کردن عملیات زراعی را با مشکل روبرو خواهد نمود. از طرف دیگر در صورتی که شیارها زیاد طولانی باشد، مقدار قابل ملاحظه‌ای آب اضافی در ابتدای شیار به خاک نفوذ می‌نماید در حالی که ممکن است در انتهای شیار آب به اندازه کافی به وسیله خاک جذب نشده باشد. این امر به خصوص در ارتباط با خاک‌های با نفوذپذیری زیاد و نسبتاً زیاد صادق است. در صورتی که طول و شیب شیارها زیاد باشد، در شرایط نفوذپذیری کم در مواقع بارندگی، احتمال دارد بارندگی‌های اضافی در قسمت‌های انتهایی شیارها جمع شود. اگر شیب شیار زیاد باشد، فرسایش خاک در امتداد شیارهای با طول بیشتر، زیادتر است و همچنین آب جمع شده در انتهای شیار ممکن است به گیاه آسیب برساند.

چنانچه ابعاد مزرعه به علت شکل خاص آن از پیش دیکته شده و به ناچار باید از آن تبعیت گردد، ممکن است طول فاروها را به اندازه و شکل مزرعه محدود نمود. در صورتی که چنین محدودیتی وجود نداشته باشد با انتخاب حداقل و حداکثر طول فاروکه با در نظر گرفتن مسایل اقتصادی، اجرایی و مدیریت تعیین می‌شود طول فاروها در فاصله حداقل و حداکثر به ترتیبی تعیین می‌گردد که در ترکیب با سایر پارامترهای طراحی بهترین راندمان آبیاری را تأمین نماید.

شکل زیر بیانگر رابطه راندمان ماشین در مزرعه و اندازه یک مزرعه مربع می‌باشد.



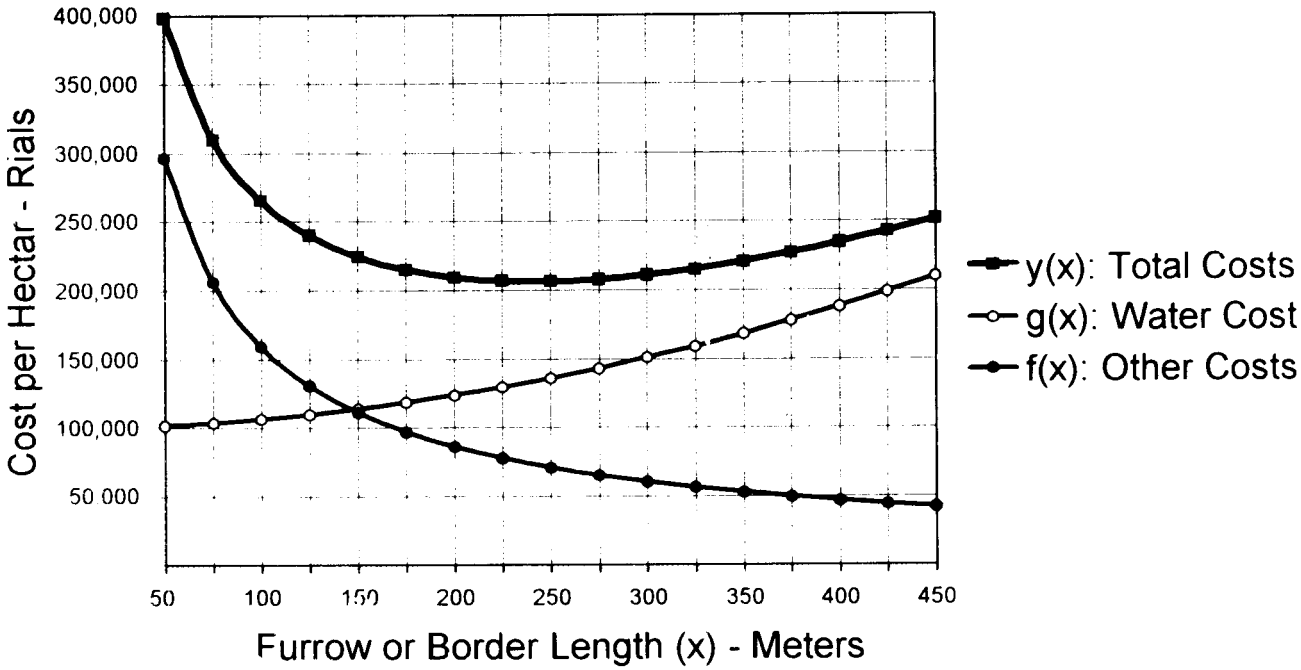
این شکل نشان‌دهنده راندمان عملیات ماشینی در دو روش مختلف شخم‌زنی است (برگردان و یک طرفه). نحوه محاسبه راندمان ماشین در مزرعه بر اساس سرعت حرکت، عمق و عرض شخم و کل زمان مصرف شده می‌باشد. در راندمان مذکور، زمان برنامه‌ریزی تعیین مسیر حرکت از طرفین، زمان حرکت بدون کار و زمان تنظیم شخم در نظر گرفته شده ولی زمان سرویس ماشین ملحوظ نشده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، راندمان کار در مزرعه به سرعت در نتیجه کاهش مساحت مزرعه کمتر از ۱۵ جریب (acres) یا ۶ هکتار افت می‌کند. چنانچه شکل چنین مزرعه‌ای مربع در نظر گرفته شود دارای ابعاد حدود ۲۴۵ متر خواهد بود، چنانچه بخواهیم راندمان کمتر از ۸۲/۵ درصد نداشته باشیم نتیجه یک مزرعه ۱۰ هکتاری با ابعاد ۳۱۶ متر یا تقریباً ۳۰۰ متری (با در نظر گرفتن مجهولات و فرضیات نامطمئن) خواهد شد.

توصیه‌ها و پیشنهادات

برای رسیدن به مبانی صحیح طراحی در مرحله اول، بهینه‌سازی توأم فنی و اقتصادی می‌تواند نقشی مؤثر در تأمین عوامل تصمیم‌گیری داشته باشد. بهینه‌سازی فنی به تنهایی نمی‌تواند ضامن موفقیت و حتی در بعضی موارد تأمین اطلاعاتی برای طراحی باشد. مثلاً چنانچه از راه‌های تئوریک در صدد تعیین بهترین طول فارو برآییم. کمترین طول و در حد، طول صفر برای فارو بهترین راندمان آبیاری را تأمین می‌کند که امری غیرمعقول و غیرممکن است. لذا در بهینه کردن مشخصات فاروها عوامل اقتصادی تعیین‌کننده خواهند بود و برای دستیابی به مشخصات بهینه یک سیستم آبیاری در مزرعه باید توابع هدف برای بهینه‌سازی فنی و اقتصادی تعریف شده و می‌تواند شکل کلی زیر را داشته باشد که در آن فاکتورهای فنی بدون آنکه منحصر به پارامترهای زیر باشد، شامل: طول فارو (L)، فاصله بین فاروها (W)، شیب زمین (S)، ضریب زبری مانینگ (n)، شدت جریان آب در فاروها (Q)، حجم آب موردنیاز در هر آبیاری (V)، ضریب نفوذپذیری خاک (K)، ضریب تخلل خاک (O) و آب باقیمانده در خاک (O_r) و عوامل اقتصادی شامل: قیمت زمین (LV)، قیمت آب (WV)، هزینه‌های کارگری (LC)، هزینه تسطیح (LLC)، قیمت محصولات تولیدی (PV)، نرخ ارز (ER) و هزینه‌های مکانیزاسیون (MC) می‌باشد.

از محدودیت‌ها و امکانات نیز می‌توان نوع محصولات موردنیاز، میزان منابع آب موجود و تخصیص‌ها، اولویت‌های تولید، مسایل سیاسی و استراتژیکی، فرهنگ آبیاری و کشاورزی جامعه، فراوانی یا کمبود عوامل تخصصی و غیرتخصصی کاری، مسایل مدیریتی و مقررات و قوانین حکومتی و محلی را نام برد.

نتایج بهینه‌سازی فوق را می‌توان به صورت ترسیمی با شکل زیر نشان داد.



در شکل فوق f(x) تابعی است از هزینه‌های پروژه که عوامل اقتصادی در آن مستترند و g(x) تابع تئوریک است که فاکتورهای فیزیکی و نظایر آن را دربر می‌گیرد و این دو تابع می‌تواند به صورت زیر و یا توابع مناسب دیگری تعریف شده و ضرایب آنها یعنی c، a، m، b، k، n و d از طریق رگرسیون تعیین گردد:

$f(x) = c + a * [\exp(-m * x)]$

یا $f(x) = b + c * k^{(-n * x)}$

و یا $f(x) = d + k * x^{-n}$

و $g(x) = d + k * x^{n}$

یا $g(x) = b + k^{(n * x)} = b + c * k^{(m * x)}$

و یا $g(x) = c + a * [\exp(m * x)]$

و هزینه کل در هکتار $y(x) = g(x) + f(x)$

که $\text{at } x \text{ for } dy/dx = 0$

Y_{min} حاصل می‌گردد.

ضمائم

۱- معایب روش SCS در طراحی فاروها

۱- در آزمایشاتی که در مغان توسط مهندسین مشاور آب‌سو انجام گرفته این نتیجه عاید شده است که به جای استفاده از روش SCS برای تعیین حداکثر شیب فارو $Smax = 0.6/Q$ که در آن Q برحسب لیتر در ثانیه و S برحسب درصد شیب بیان شده می‌باشد، بهترین روش برای تعیین حداکثر شیب فارو محاسبه عدد فروید (Fr#) می‌باشد:

$$Fr = V / [(g * y) ^ 0.5]$$

$$V = Qu / Area$$

$$Area = [n * Qu * P ^ (2/3)] / (S ^ 0.3)$$

که در آن V سرعت جریان، g شتاب ثقلی، y عمق جریان، Qu جریان بر واحد سطح، n ضریب زبری مانینگ، P محیط خیس شده و S شیب فارو می‌باشد.

در اینکه Fr# باید کمتر از یک باشد شکی نیست چون جریان باید آرام باشد ولی اینکه چقدر کمتر از یک باشد (مثلاً در حدود 0.5) احتیاج به ادامه آزمایشات دارد و شاید اندازه ذرات خاک (بافت) نیز در این نتیجه‌گیری بی‌تأثیر نباشد که در این صورت به نظر می‌رسد استفاه از روش Tractive Force ضرورت داشته باشد. البته در مناطق پرباران دفع آب اضافه سطحی مسئله دیگری را ایجاد می‌کند که فعلاً جای بحث آن نیست.

۲- سرعت پیشروی جبهه آب در طول شیار در روش SCS از فرمول

$$Ta = (x / f) * \exp(Beta)$$

تعیین می‌شود که در آن زمان پیشروی جبهه آب

Ta = Advance Time

طول فارو

x = Furrow Length

$$f = 7.0765 + 1.7882 * If$$

$$Beta = g * x / [Q * (S ^ 0.5)]$$

$$g = 0.00009252 + 0.0003264 * If$$

If = Infiltration Class

و

گروه خانوادگی نفوذپذیری سطحی خاک می‌باشد.

متأسفانه در این فرمول پس از انتگرال‌گیری و شروع محاسبه به نتایجی می‌رسیم که نشان‌دهنده یک خطا در فرمولاسیون می‌باشد. از این خطا به علت این که در همه موارد مشهود نیست به طور گذرا عبور کرده و نتایجی به دست می‌آید که در حقیقت غلط و گمراه‌کننده است و راندمان بالایی را نشان می‌دهد و حال آنکه راندمان کمتر از آن است که از فرمول به دست می‌آید زیرا روان‌آب سطحی (Ro) منفی می‌شود. مثلاً اگر گروه خانوادگی $If = 1.5$ را در نظر بگیریم و شیب فارو ۵ در هزار با طول ۲۵۰ متر باشد نتیجه رقم $Ro = -30.56$ را به دست می‌دهد که نامفهوم است. فعلاً بهترین راه‌حل برای جلوگیری از این خطا این است که مسئله را به نحوی بهینه‌سازی کنیم که روان‌آب سطحی (Ro) از نفوذ عمقی (Dp) کمتر نباشد ($Ro \geq Dp$). گرچه از نظر تئوری قضیه را حل نکرده‌ایم ولی لااقل

نتیجه‌گیری خیلی غلط عاید نمی‌شود.

۳- البته غیر از روش SCS روش‌های جدیدتری برای محاسبه راندمان آبیاری در سنوات اخیر ابداع شده است که مهمترین آن از نظر علمی استفاده از فرمول Walker می‌باشد که متأسفانه روش زمانگیری است.

۴- در فرمول ارائه شده توسط SCS برای فاروهای ته بسته یا Level Impoundment Furrows که راندمان آبیاری به مراتب بیش از فاروهای ته‌باز می‌باشد و علت این امر نیز جلوگیری کامل از روان‌آب سطحی (Surface Runoff) می‌باشد، ولی برخلاف محاسبه ارائه شده توسط SCS این راندمان هیچگاه به صد در صد نزدیک نمی‌شود و علت این امر اشتباهی است که SCS در فرمول:

$$Toa = Tn + Taa$$

که در آن:

Toa = Average Opportunity Time — زمان متوسط فرصت نفوذ

Tn = Net Opportunity Time — زمان خالص فرصت نفوذ آب مورد نیاز

Taa = Average Advance Time — زمان متوسط پیشروی

به آن توجه نکرده است.

در فرمول فوق عبارت Ta یعنی زمان پیشروی (Advance Time) از محاسبات حذف شده و Taa به صورت مثبت ذکر شده (و این یک اشتباه تایپی یا چاپی نیست زیرا درکلیه مراجعی که به آن اشاره شده این اشتباه یافت می‌شود). فرمول صحیح عبارت است از:

$$Toa = Tn + Ta - Taa$$

که در آن

$$Taa = L * \{[(beta - 1) * \exp(beta) + 1]\} / [f * (beta \hat{} 2)]$$

$$Ta = x * \exp(beta) / f$$

زمان متوسط پیشروی

و Tn زمان نفوذ برای آب موردنیاز و Ta زمان پیشروی (Advance Time) و Taa متوسط زمان پیشروی (Average Advance Time) می‌باشد.

در مورد روش فارهای ته‌بسته هزینه تسطیح اهمیت فراوانی دارد و معمولاً فقط در اراضی کم‌شیب امکان استفاده از این روش وجود دارد.

متأسفانه به علت اینکه این فاروها با شیب صفر محاسبه می‌شود، به علت تجربی بودن آن، محاسبه راندمان آبیاری در روش فاروهای ته‌بسته ارائه شده توسط SCS نتایج مطلوبی را آن طور که باید و شاید ارایه نمی‌دهد زیرا

شیب هیدرولیکی (Sw) — Hydraulic Grade Line

یا شیب خط انرژی (Sf) — Energy Grade Line

خیلی بیش از شیب کف (So) — Channel (Furrow) Slope

یا به عبارت دیگر — Sw یا $Sf >> So$

می‌باشد و بنابراین سرعت پیشروی آب خیلی سریع‌تر از آن است که محاسبه نشان می‌دهد و بنابراین کاربرد یک معادله ساده آن طور که SCS پیشنهاد می‌کند باتوجه به طول‌های متفاوت فارو، شیب هیدرولیکی یک متغیر می‌گردد که SCS آن را ثابت فرض می‌کند. به منظور دستیابی به سرعت‌های

واقعی باید از مدل‌های Fully Hydrodynamic ارائه شده توسط Strelkoff و Basset استفاده شود که باتوجه به عدم دسترسی به نرم‌افزارهای ارائه شده توسط ایشان و تأخیر زیاد یا در به دست آوردن مقالات آن شخص بخصوص و سایر محققین به علت کمبود ارز (و شاید هم تحریم‌های اقتصادی) فعلاً مقدور نمی‌باشد.

البته در مورد این ایراد پاسخی هم وجود دارد که براساس اصل "دقت ستاده‌ها بستگی به دقت داده‌هادارد" شاید همین روش‌های تجربی کافی باشد ولی به هرحال نباید از تحصیل نتایجی که از نظر تئوری قوی‌تر از نتایج تجربی است غافل ماند چه بسا پیشرفت تکنولوژی که با سوپر کامپیوتر سرعتی شگفت‌انگیز پیدا کرده کشور عزیز ما عقب بماند.

۵- فاروهای ته‌بسته را SCS با شیب صفر محاسبه می‌کند ولی در خود گزارشات SCS آمده است که شیب بسیار کم (در حدود یک تا مثلاً حداکثر ۴ در ده‌هزار) به یکنواختی پخش آب در طول فارو کمک فراوانی می‌نماید البته تا حدی که از انتهای فارو سرریز نشود.

SCS حدی برای این شیب در نظر گرفته و گفته است که این شیب نباید از $Yn/2 >= (L * S)$ که در آن Yn آب خالص مورد نیاز در هر آبیاری، L طول فارو و S شیب فارو می‌باشد، تجاوز نماید ولی باتوجه به سرعت نفوذ آب در خاک (Furrow Intake Rate) این پیشنهاد SCS تقریبی است. نویسنده توانسته است در محاسبات خود با حل عددی این پدیده با کامپیوتر در طرح توسعه نیشکر باتوجه به Infiltration Class به نتایجی تا حدودی جالب دست یابد، بدین مفهوم که هرقدر Class بیشتر باشد (سرعت بیشتر نفوذ آب در خاک) شیب بیشتری را می‌توان در طراحی در نظر گرفت زیرا مقداری از آب که طی دوران پیشروی در خاک نفوذ کرده باعث می‌شود که مقدار باقیمانده آب در انتهای فارو (که معمولاً در فاروهای ته‌باز میزان کمتری آب نسبت به ابتدای فارو دریافت می‌کنند) باقی بماند و به تدریج نفوذ کند و میزان نفوذ آب در ابتدای فارو و انتهای آن تا حد زیادی متعادل گردد.

فرمولهای ارائه شده توسط SCS برای آبیاری نواری (Border) نیز در اشتباه دست کمی از موارد فارو (Furrow) ندارد تا حدی که نه تنها صد در صد، بلکه راندمانی بیش از صد در صد! نیز قابل حصول است که در صورت استفاده از این فرمول‌ها در طراحی باید توجه لازم مبذول گردد تا راندمان‌های کذایی عاید طراح نگردد.

مؤخره

۱- در طرح توسعه نیشکر که نویسنده افتخار همکاری در طراحی آن را داشته و بهترین سعی خود را برای به حداکثر رساندن راندمان آبیاری نموده است باتوجه به جمیع جهات در طول یک دوره کامل کاشت، داشت و برداشت نیشکر راندمان آبیاری حدود چهل درصد می‌باشد (در صورتی که در اجرا و مدیریت ضوابط طراحی دقیقاً رعایت شود و به علت مثلاً کسر بودجه صرفه‌جویی بی‌مورد در هرینه تسطیح عدم رعایت شیب‌های طولی و عرضی به عمل نیاید) و این در حالی است که فاروها ته‌بسته بوده و از دقیق‌ترین روش تسطیح نیز استفاده شده است. چرا؟

در حالی‌که راندمان پخش آب در مزرعه با ۶۰ درصد محاسبه در نظر گرفته شده به علت تغییر عمق

ریشه نیشکر در زمانی که به آب کمتری نیاز داریم مجبوریم خاک را بیش از حد لازم خیس کنیم و در این مواقع متأسفانه به علت حساسیت نیشکر به کم‌آبی در موقعی‌که ریشه آن عمیق نیست نمی‌توان از روش کم آب دادن (Deficit Irrigation) که یک بحث بسیار جالب و اقتصادی است استفاده نمود. راندمان ۶۰ درصد مذکور در فوق در حالی تحصیل خواهد شد که دقیقاً پارامترهای در نظر گرفته شده صحیح بوده و دقیقاً نیز در هنگام عمل مورد استفاده قرار گیرد و همان‌طور که می‌دانیم این یک امر قریب به محال است. در این طراحی طول فاروها ۲۵۰ متر انتخاب شده است تا راندمان ۶۰ درصد حاصل گردد ولی چنانچه از خود بنده سؤال بفرمایید که چرا این طول و این راندمان در نظر گرفته شده پاسخ دقیقی جز احساس و تجربه ندارم زیرا اطلاعات کافی در مورد راندمان کارکرد ماشین‌آلات (در حالی که کشت و داشت و برداشت نیشکر محتاج مکانیزاسیون فراوانی است) در اختیار نداشتم و به ناچار تا حدودی از تجربه عینی در کشت و صنعت‌های کارون و هفت‌تپه استفاده شده است که البته این امر یعنی استفاده از نتایج تجربی دیگران، هرچند ناقص، هنگام عدم دسترسی به اطلاعات کافی ممکن است تنها راه چاره باشد.

۲- کوتاهترین طول ممکن فارو برای حصول به بالاترین راندمان منجر به آبیاری قطره‌ای می‌گردد که مشکلات خود را دارد و در حال حاضر دارای ارزبری زیادی است که باتوجه به کمبود ارز و بالا بودن نرخ آن، لازم است به حد کافی توجیه شود (در مقابل هزینه تسطیح که خود نیز هزینه ارزی دارد). ولی حتی در آبیاری قطره‌ای نیز به علت افت فشار در طول لوله‌ها راندمان هیچ گاه به صد در صد نمی‌رسد ضمن اینکه برای آبیاری کلیه محصولات نیز مناسب نمی‌باشد. بنابراین این سؤال مطرح می‌شود: آب مهم‌تر است یا اقتصاد؟ مسلماً جواب این پرسش اقتصاد است ولی ما اوضاع اقتصادی را فقط در کوتاه‌مدت می‌توانیم پیش‌بینی کنیم. اگر قرار باشد محصولات کشاورزی به صورت استراتژیک مطرح باشد آن وقت آب از اهمیت (ارزش) ویژه‌ای برخوردار است.

۳- در خاتمه از کلیه همکارانی که در جمع‌آوری داده‌های مطرح شده در این مقاله و تنظیم برنامه‌های کامپیوتری اینجانب را یاری فرموده‌اند و ذکر نام کلیه ایشان در اینجا مقدور نیست، علی‌الخصوص دوست و همکار بسیار عزیزم جناب آقای دکتر عباس قاهری استاد دانشگاه علم و صنعت که همواره مشوق اینجانب در این امر بوده‌اند صمیمانه سپاسگزاری می‌نمایم.

References منابع

1- Walker, Wynn R. and Skogerboe, Gaylord V. 1987. Surface Irrigation: Theory and Practice. Utah State University, Prentice-Hall, Inc.

2- USDA. 1979. Furrow Irrigation. Chapter 5, Section 15 (Irrigation) Soil Conservation Service, National Engineering Handbook.

3- USDA. 1974. Border Irrigation. Chapter 4, Section 15 (Irrigation) Soil Conservation Service, National Engineering Handbook.

4- Bainer, Roy, Kepner, R.A. and Barger, E.L. 1955. University of California, Davis, California. Principles of Farm Machinery. John Wiley & Sons, Inc.

5- Albertson, Maurria L., Barton, James R. and Simons, Daryl B. 1960 Fluid Mechanics for Engineers. Prentice - Hall, Inc.

6- Sakkas, J. G. and T. Strelkoff. 1974. Hydrodynamics of Surface Irrigation Advance Phase. Proceedings of the ASCE, Irrigation and Drainage Division Journal 100 (IR-1): 31-48.

7- Basset, D. L. and Fitzsimmons, D. W. 1976. Simulating Overland Flow in Border Irrigation. Transactions of the ASAE 19(4): 674-680.

8- Katopodes, N. D. and T. Strelkoff. 1977. Hydrodynamics of Border Irrigation - the Complete Model. Proceedings of the ASCE, Irrigation and Drainage Division Journal 103 (IR-3): 309-324.

ABSTRACT

It can easily be claimed that the most important limiting factor in development of Iranian agriculture is the availability of water. Therefore, any efforts in economizing water utilization and optimization in design and implementation of water resources projects can have a beneficial effect in sustainable development of Iranian Agriculture.

Design of irrigation systems rests upon:

(1) technical factors such as length and width of fields, furrow spacing, slope of land, Manning's "n", the required quantity of water per irrigation and soil type (intake rate) and

(2) economic factors such as land value and water costs, land leveling costs, crop prices, exchange rates and the costs of mechanization.

Unfortunately, the present design of irrigation systems in Iran, especially surface systems, rests upon technical factors. Economic factors, because of lack of information, are not considered or such data are obtained from places other than Iran.

This papers offers a methodology for optimization in design of surface irrigation systems taking into account both technical and economic criteria; but it has to be emphasized that development of mathematical relationships is not usually the duty of the designer but a research oriented study that should be performed by experts so that their findings are used by the design engineers in irrigation projects.

Key Words : Surface Irrigation, Irrigation Management

مجموعه مقالات نهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

مقاله شماره ۱۸

موضوع:

مدیریت آب در شبکه‌های آبیاری و زهکشی

تألیف:

ابوالفضل سپهری منش [۱]

چکیده

افزایش تولید محصولات کشاورزی در اراضی تحت آبیاری نه فقط متکی به کاربرد روش‌های عملیاتی جدید در تولید محصولات می‌باشد، بلکه به روند پیوسته و مستمر عملیات بهره‌برداری پیشرفته از شبکه آبیاری نیز وابسته است و این خود به وجود برنامه‌ای موثر در زمینه نگهداری شبکه نیز مرتبط می‌باشد. آموزش امور بهره‌برداری و نگهداری (O&M) روند مؤثری است که از آن می‌توان برای واگذاری شبکه‌های آبیاری تحت مدیریت سازمانهای دولتی به مدیریت مشارکتی که توسط سازمان دولتی و تشکلهای آبیاری کشاورزان مشترکاً اداره می‌شوند استفاده نمود. این گونه مشارکتها دارای زمینه‌های بالقوه‌ای در امر توزیع و تحویل آب توسط تشکل‌های آبیاری کشاورزان می‌باشد.

در این مقاله ضمن ارایه مسایل و مشکلات عمومی در مدیریت و عملکرد شبکه‌های آبیاری و زهکشی ایران به ارایه راه‌حلهایی در جهت رسیدن به توسعه پایدار در بخش کشاورزی از نظر مدیریت بهره‌برداری و نگهداری شبکه‌های آبیاری و زهکشی پرداخته شده است.

مقدمه

تامین نیازهای غذایی کشور از اولویت‌های اساسی برنامه دولتمردان ایران در طی دهه‌های اخیر بوده و در همین ارتباط توسعه کشاورزی به منظور تولید بیشتر و تامین احتیاجات غذایی به عنوان محور قلمداد شده است. محدودیت منابع آب کشور و تشدید این محدودیت که ناشی از تداوم افزایش میزان تقاضا (در

۱- عضو گروه کار مدیریت بهره‌برداری و نگهداری شبکه‌های آبیاری و زهکشی کمیته ملی آبیاری و زهکشی

بخش‌های مختلف کشاورزی، صنعت، شرب و زیست محیطی که خود متاثر از روند رو به رشد جمعیت می‌باشد) است سبب گردیده تاحداکثر استفاده از منابع آب موجود و افزایش بهره‌وری و بالطبع انزایش تولید در واحد سطح مطرح گردد. در شرایط کشور ایران که آب پتانسیل محدودیت‌داری است، توسعه کشاورزی تابع آن می‌باشد. در این ارتباط بدیهی است که آبهای استحصال شده فعلی و آب قابل استحصال پاسخگوی روند توسعه کشاورزی و تامین مواد غذایی جمعیت روبه رشد جامعه نخواهد بود، لذا آنچه که در این زمینه اهمیت می‌یابد مدیریت مصرف بهینه آب همراه با مدیریت تقاضا در بخش‌های مختلف صنعت، کشاورزی، شرب و محیط زیست می‌باشد تا توسعه پایدار در کلیه بخش‌های اقتصادی به ویژه بخش کشاورزی راامکان پذیر سازد. این امر در مقطع کنونی از طریق اتخاذ سیاست‌های کاری به شرح زیر میسر می‌باشد:

- **افزایش راندمان بهره‌وری از منابع آب تخصیصی**
- **برخورد با آب به عنوان یک کالای اقتصادی و اعمال دیدگاههای لازم**
- **اصلاح و بهبود ساختارهای فرهنگی و اجتماعی در زمینه مصرف آب، استفاده از روشهای آموزشی و ترویجی مشارکت دادن مصرف کنندگان آب در سیاستگذاری، مدیریت و کلیه امور مربوط به آب**
- **افزایش آگاهی عمومی در زمینه اهمیت استراتژیک منابع آب در آینده**
- **انتقال مدیریت شبکه‌ها به بخش خصوصی یا بهره‌برداران و یا مشارکت آنان در امر بهره‌برداری و نگهداری**
- **تدوین نظامنامه اجرایی بهره‌برداری و نگهداری و مدیریت مصرف و تقاضا**

به لحاظ توسعه سطح زیر کشت نیز استفاده از آبهای قابل استحصال با در نظر گرفتن اصول اقتصاد منابع آب جایگاه خاص خود را دارد. در جهت نیل به این هدف، کشور ایران در طول دهه گذشته سرمایه‌گذاری عظیمی را در این زمینه انجام داده است بگونه‌ای که ۵۰ سد در دست ساخت و ۷۰ سد در حال مطالعه دارد و در مورد شبکه‌ها نیز ۲۴۴ طرح با اعتباری بالغ بر ۲۰۱۱ میلیارد ریال در دست اقدام داشته و سطح کل اراضی تحت پوشش طرحهای فوق ۶۷۸ هزار هکتار برآورد شده که در حدود ۶۳ درصد توسعه و ۳۷ درصد بهبود می‌باشد و لازم به توضیح است که در عصر حاضر بیش از ۱/۲۲ میلیون هکتار از اراضی آبی کشاورزی تحت پوشش شبکه‌های آبیاری مدرن و تلفیقی بوده و سالیانه رقمی در حدود ۱۷ میلیارد متر مکعب آب از طریق آنها توزیع می‌شود. بنابراین با توجه به این حجم اقدامات، فراهم نمودن امکانات بهبود و مدیریت مصرف آب در قالب قوانین و آیین نامه‌های موجود از طریق جلب مشارکت کشاورزان در امر بهره‌برداری مطلوب از منابع آب و خاک و همچنین نگهداری مناسب از تاسیسات و سرمایه‌گذاریهای انجام شده می‌تواند نقش موثری در امر توسعه داشته باشد.

جهت مدیریت صحیح برنامه‌ریزی، تخصیص بهینه آب در شبکه‌ها، ابتدا مروری بر مسایل و مشکلات موجود آنها می‌شود.

مسایل و مشکلات موجود در شبکه‌های آبیاری و زهکشی

با بررسی کارشناسی و بازدیدها و مطالعات به عمل آمده بخشی از مشکلات و مسایل موجود در گروه‌های اصلی زیر شناسایی و به شرح ذیل طبقه‌بندی گردیده است:

الف - مسایل و مشکلات فرهنگی، اجتماعی و سیاسی

- تجاوز به حریم شبکه‌های آبیاری و زهکشی
- تمایل بعضی از کشاورزان به استفاده غیر مجاز از آب شبکه‌ها
- استفاده از جاده‌های سرویس کانالها برای عبور و مرور بعنوان جاده‌های روستائی
- عدم استفاده مفید از آب توسط کشاورزان
- عدم وجود احساس مالکیت کشاورز نسبت به سازه‌ها و تاسیسات شبکه‌ها و عدم استفاده صحیح از آنها
- عدم توجه ساکنین اطراف کانالهای انتقال به کیفیت آب جاری در این کانالها و آلوده کردن آنها
- دخالت‌های سیاسی و نفوذی در امر مدیریت شبکه‌ها که باعث عدم استفاده فنی از شبکه‌ها می‌شود
- استفاده بی‌مورد از آبهای زیرزمینی به جای آب در شبکه
- تغییر نیاز آبی شبکه‌ها در زمان بهره‌برداری نسبت به شرایط زمان طراحی به دلیل تغییر الگوی کشت و استفاده‌های دیگر نظیر پرورش ماهی و تولید گل، گیاه و غیره
- عدم وجود یک سیاست مشخص جهت نگهداری و مدیریت شبکه‌ها
- عدم آمادگی و علاقمندی کشاورزان به یکپارچه شدن اراضی شبکه‌ها

ب - مسایل و مشکلات فنی شبکه‌ها

- استهلاک سازه‌های طرح شامل کانالها، سازه‌های کنترل و غیره به علت گذشت زمان
- کمبود و یا عدم وجود تاسیسات و سازه‌های کنترل کننده
- کمبود کانالهای انتقال و توزیع مورد نیاز
- زهکشی ضعیف اراضی در شبکه‌ها
- عدم لایروبی به موقع رسوبات ترسیبی در شبکه‌ها
- کمبود نیروی انسانی متخصص و امکانات شبکه‌ها
- عدم ارایه خدمات لازم توسط سازمانهای زیربط به دلیل ارزان بودن آب بهاء
- عدم توجه کافی به مسایل آموزشی و ترویجی و ارایه مسایل و مشکلات شبکه‌ها در مورد بهره‌برداری و نگهداری و برنامه‌ریزی

ج - مشکلات اقتصادی و مالی

احداث شبکه‌های آبیاری و زهکشی در گذشته متکی بر سیاست خودکفایی پروژه نبوده و لذا کارهای مربوط به تعمیر و بازسازی ونگهداری، توسعه و بهسازی شبکه‌ها با استفاده از سرمایه‌های ملی صورت گرفته است. کشاورزان محاسبات خویش را بر مبنای این سیاست دولت بنا نهاده و برنامه‌ریزی آنان بر این اساس بوده است. بنابراین خودیاری‌هایی که لازمه اولیه استفاده پایدار از این تاسیسات باشد به عمل نمی‌آورند. سیاستهای گذشته و عدم تمایل دولت در تخصیص اعتبار کافی برای جبران هزینه‌های نگهداری در حال،

باعث شده که مشکلات اقتصادی و مالی در شبکه‌ها ظاهر شوند و برخی از علل و نتایج آن به شرح زیر می‌باشد:

- پائین بودن نرخ آب بها
- کمبود اعتبار لازم جهت بازسازی و نگهداری
- تخصیص ناکافی هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری که باعث کاهش راندمان استفاده از تاسیسات می‌شود
- عدم مشارکت مالی کشاورزان در امور مربوط به بهره‌برداری و نگهداری
- عدم برگشت سرمایه اولیه جهت استفاده در پروژه‌های جدید
- عدم وجود معیار مناسب اقتصادی در تعیین آب بها که تمامی جوانب در آن در نظر گرفته نشده است.

د - مسایل و مشکلات مدیریت بهره‌برداری و نگهداری

- با توجه به‌احداث شبکه‌هادر سالهای‌قبل و تغییرسیستمهای‌زندگی و الگوهای‌اقتصادی و الگوهای‌کشت، سیستم توزیع و مصرف نیز دچار تغییراتی شده به طوری که در اکثر مواقع شبکه‌ها در نقاط مصرف از آب کافی برخوردار نیستند.
- وضعیت نامناسب سیستم و نیاز به نگهداری و برنامه‌ریزی مناسب
- عدم وجود مشوق و انگیزه‌های لازم برای صرفه‌جویی در مصرف آب
- عدم ایجاد تشکل‌های بهره‌برداری توسط زارعین و عدم احساس وظیفه از طرف آنها
- عدم وجود ابزار مناسب برای جمع‌آوری وجوهات مرتبط با آب بهاء
- عدم وجود بانک اطلاعاتی به روز جهت برنامه‌ریزی‌های آینده
- توزیع غلط نیروی انسانی متخصص و عدم استفاده مفید از آنها
- عدم وجود ماشین آلات و ابزار مدرن برای انجام عملیات بهره‌برداری ونگهداری و استفاده صحیح از شبکه
- عدم وجود برنامه‌ریزی مناسب جهت استفاده از منابع آب به صورت اصولی
- عدم وجود روابط اصولی و تعریف شده فی مابین تامین کنندگان، توزیع کنندگان و مصرف کنندگان آب

هـ- مشکلات قانونی موجود در شبکه‌ها

- نیاز به بازنگری مجدد در قانون توزیع عادلانه آب نارسائی قانون توزیع عادلانه آب و نیاز به بازنگری مجدد آن
- مشخص نبودن قوانین دریافت آب بها
- مشکلات قانونی درارتباط با مشارکت‌های مردمی در شبکه‌ها
- اشکال ناشی از قانون ارث که باعث کوچک شدن ابعاد مالکیت بر اراضی می‌شود و ضرورت بازنگری آن
- عدم وجود مکانیزم اخذ آب بها بر اساس میزان حجم آب مصرفی
- عدم وجود انگیزه‌های قانونی جهت بالا بردن راندمان شبکه
- عدم وجود مشوق جهت تشکیل گروههای قانونی بهره‌بردار از طریق ارایه خدمات و کمکهای لازم
- عدم وجود انگیزه‌های مناسب جهت تشویق زارعین به رعایت الگوی کشت پیشنهادی و قوانین مصرف و توزیع آب

پس از ارایه مشکلات، به سه موضوع مدیریت نگهداری، بهره‌برداری و برنامه‌ریزی در شبکه‌های آبیاری و زهکشی پرداخته خواهد شد.

نگهداری شبکه‌های آبیاری

هدف عمده کشاورزی در اکثر کشورهای جهان بهبود روشهای مدیریت جهت افزایش تولید محصولات در اراضی تحت کشت موجود می‌باشد. در عین حال در محدوده اراضی تحت کشت آبی، وجود کانالهای آبیاری فرسوده و روشهای بهره‌برداری نامناسب اغلب هرگونه بهبود قابل توجه در این مساله را غیر ممکن می‌سازد. ارتقاء عملکرد یک شبکه‌آبیاری با برطرف کردن نواقص نگهداری که مانع اجرای روشهای مؤثر بهره‌برداری می‌شوند آغاز می‌گردد تاثیر برنامه‌های مختلف نگهداری بر عملکرد شبکه آبیاری به شرح زیر ارایه شده است.

روش معمول تاکید بر استفاده از منابع مالی موجود جهت اصلاح نواقص عمده سیستم آبیاری امری بسیار منطقی به نظر می‌رسد. لکن هزینه این کار بسیار بالاتر از هزینه‌ای است که صرف آموزش پرسنل صحرایی (field) جهت نظارت دایم بر امور نگهداری (maintenance eyes) می‌شود و بسیار با صرفه‌تر خواهد بود اگر نیازهای نگهداری تا زمانی که در حد کوچک مطرح هستند انجام و بر طرف گردند.

موارد نامطلوب متعددی در عملیات نگهداری باعث تلفات فرایند آب در کانالهای آبیاری می‌شود، عیوب و نقایص دیگر در این زمینه باعث کاهش ظرفیت آبدهی کانالها شده به طوری که اغلب ظرفیت آنها ۸۰٪ (۱) یا کمتر از ظرفیت طراحی است.

نقش برنامه‌های نگهداری در بهبود عملکرد هیدرولیکی شبکه‌های آبیاری در نمودار شماره (۱) ارایه شده است.

نمودار شماره (۱): نقش برنامه‌های نگهداری در بهبود عملکرد هیدرولیکی شبکه آبیاری

بهره‌برداری شبکه‌های آبیاری

با توجه به ارزیابی صحیح تاثیر روش‌های مختلف نگهداری بر کارآیی شبکه، لازم است که تاثیر هر یک از این روش‌ها بر امور بهره‌برداری مشخص گردد. همچنین شناخت تاثیر عملیات بهره‌برداری بر بسیاری عوامل اصلی دیگر از جمله بازدهی تولیدات کشاورزی، توزیع اقتصادی، ساختار اجتماعی، پایداری توسعه و انتقال آب شهری ضروری است.

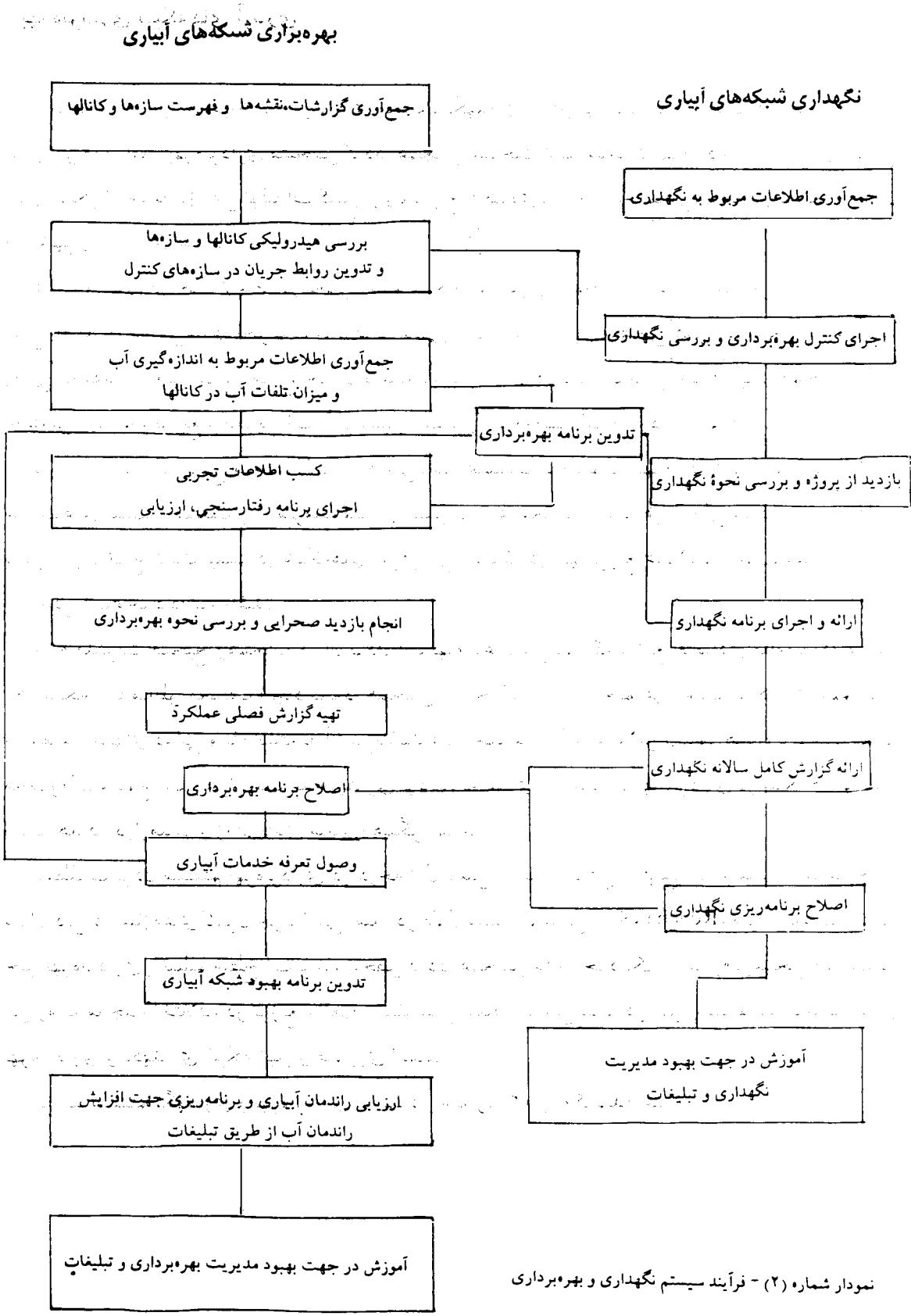
در کشورهای در حال توسعه در بخش اعظم شبکه‌ها، آبیاری سطحی و عمدتاً روش غرقابی و کرتی در مزارع به کار گرفته می‌شود. تجربیات مربوط به هیدرولیک روش آبیاری سطحی همراه با نتایج نشان می‌دهد زمانی که مقدار متغیر آب در مزارع جریان داشته باشد راندمان کاربرد آب پایین خواهد بود. همچنین روش نامطمئن و نامنظم توزیع و تحویل آب تاثیر بسیار نامطلوبی بر محصولات و بازدهی آنها دارد.

در کشور ایران که تنوع محصولات زیاد می‌باشد عملیات نامطلوب بهره‌برداری، اکثراً کشاورزان و شرکت‌های کشت و صنعت را از سرمایه گذاری بیشتر بر روی محصولات پر هزینه ولی سودآور باز می‌دارد. بدین ترتیب تنوع کشت بیشتر در شبکه‌هایی موفق می‌باشد که در آنها توزیع عادلانه، معقول، مطمئن و قابل پیش‌بینی آب وجود داشته باشد.

عدم مدیریت صحیح وهمچنین ارزان بودن آب بهاء باعث می‌شود که توزیع اقتصادی مناسبی در سطح یک شبکه و یا مناطق مختلف ایجاد نشود. همچنین از آنجا که ساختار اجتماعی اغلب شبکه‌های مهم ایران توسط سازمانهای دولتی و یا وابسته به آن می‌باشند عدم احساس وظیفه و تلاش مستمر همراه با نوسان قیمت محصولات و تنوع آب و هوا باعث عدم پایداری گردیده به طوری که مدیریت بهره‌برداری در شبکه‌ها نتوانسته است اهداف درازمدت و زمان بندی شده را همگرا نماید.

نامطلوب بودن سیستم بهره‌برداری در درجه اول ناشی از عدم آگاهی از قیمت تمام شده آب، همچنین میزان دبی در سازه‌های کنترل جریان می‌باشد. در طول مسیر آبرسانی شبکه (Reach) میزان تلفات آب در حین بهره‌برداری با تنظیم سطح آب باید مشخص گردد. همچنین عدم وجود یک برنامه رفتارسنجی مناسب در این زمینه موجب اختلاف در توزیع واقعی و پیش‌بینی شده آب می‌شود. در این ارتباط فرآیند یادگیری بهره‌برداری و نگهداری شبکه آبیاری ضروری است.

فرآیند سیستم نگهداری و بهره‌برداری در نمودار شماره (۲) ارائه گردیده است.



نمودار شماره (۲) - فرآیند سیستم نگهداری و بهره‌برداری

برنامه‌ریزی و مدیریت

برنامه‌ریزی آبیاری در یک شبکه به منظور هر چه نزدیک‌تر ساختن مقدار آب موجود بامیزان تقاضا می‌باشد. انجام عملیات بسته به وسعت شبکه، مهارت کادر فنی، فرهنگ استفاده‌کنندگان در زمینه همکاری متقاضیان آب با مسیولان توزیع بسیار متفاوت است. در عین حال این برنامه‌ریزی امری ضروری است و مشارکت کشاورزان وجلب همکاری آنان در امر توزیع آب مهمترین اصل موفقیت آن می‌باشد.

تهیه یک برنامه عملیات نگهداری و بهره‌برداری باعث ایجاد تعادل بین آب موجود و میزان تقاضا با توجه به برنامه آبیاری و الگوی کشت و راندمان آبیاری (که در ایران معمولاً کمتر از ۳۰ درصد است)(۱) و غیره می‌باشد.

به طور خلاصه، آنجا که از نظر کنترل و آبگیری مزارع مشکلاتی جهت تقسیم و توزیع و در نتیجه مصرف بهینه آب وجود دارد و از طرف دیگر تغییر الگوی کشت در شبکه‌ها و تغییر شرایط بهره‌برداری فعلی در مقایسه با زمان طراحی مسایل را دو چندان نموده بنابراین تمهیداتی جهت استفاده مناسب از شبکه و ارزیابی مجدد آن ضروری به نظر می‌رسد.

مساله مدیریت کلان در شبکه‌های آبیاری و در سطح جهانی گویای این موضوع می‌باشد شبکه‌های آبیاری که توسط کشاورزان و نه سازمانهای دولتی اداره می‌شوند. دارای بهترین بهره‌برداری و راندمان بوده‌اند این موضوع نه تنها در مورد شبکه‌های آبیاری کوچک بلکه در مورد شبکه‌های بزرگ نیز صدق می‌کند با این حال مشکل بتوان قضاوت کرد که تشکل های کشاورزان حتی باحمایت‌های فنی لازم بتوانند اداره کننده باشند.

تحقیقات نشان داده است که در ایران شبکه‌های کوچک بادبیهای کم و در سطح مزرعه را می‌توان واگذاری کرد ولی در مورد شبکه‌های بزرگ توجیه عملی ندارد. بهرحال می‌بایست جهت واگذاری شبکه‌های بزرگ نیز برنامه‌ریزی نمود.

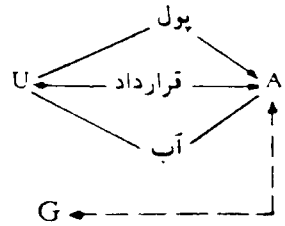
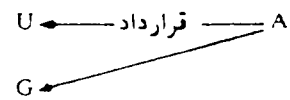
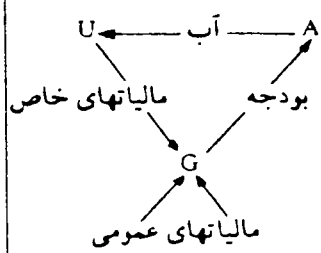
نحوه مدیریت شبکه‌ها را ICID بر اساس روابط مالی بین مصرف کنندگان، سازمان آبیاری و دولت از دولتی تا خصوصی به چهار گروه تقسیم نموده که در نمودار شماره (۳) ارایه شده است. بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که شبکه‌های بزرگ در ایران دارای مدیریت دولتی بوده و شبکه‌های کوچک توسط کشاورزان اداره می‌شوند که از راندمان خوبی نیز برخوردار نیستند. علیرغم اینکه گرایش سیستم‌های دولتی به خصوصی در ایران از چندی قبل شروع شده ولی به نظر می‌رسد در مورد شبکه‌ها راهی طولانی باید پیمود.

روند واگذاری مدیریت مشارکتی در نمودارهای شماره (۴)الی (۷) ارایه شده است.

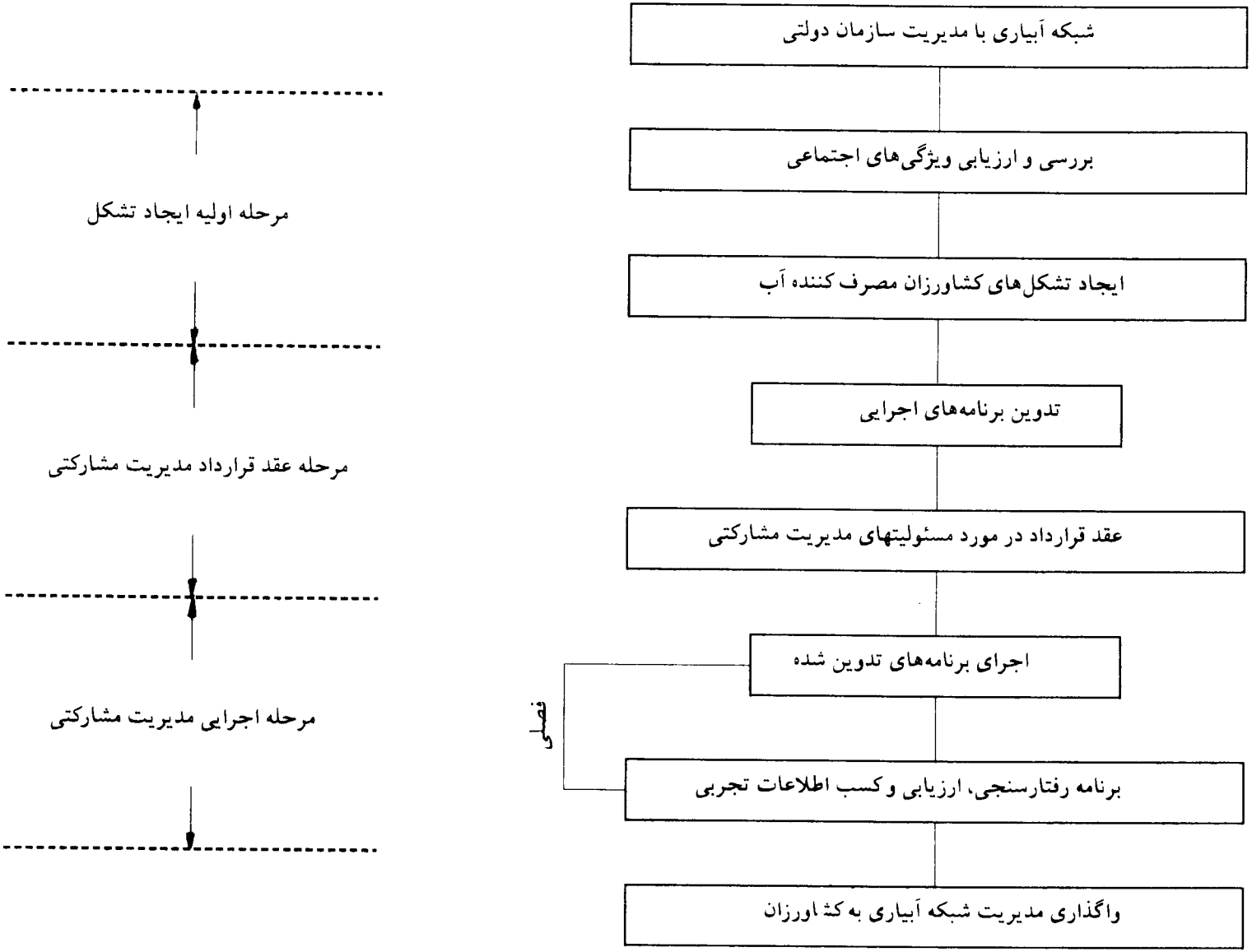
قراردادهای بنیادی

طبقه‌بندی مدیریت براساس روابط مالی بین :

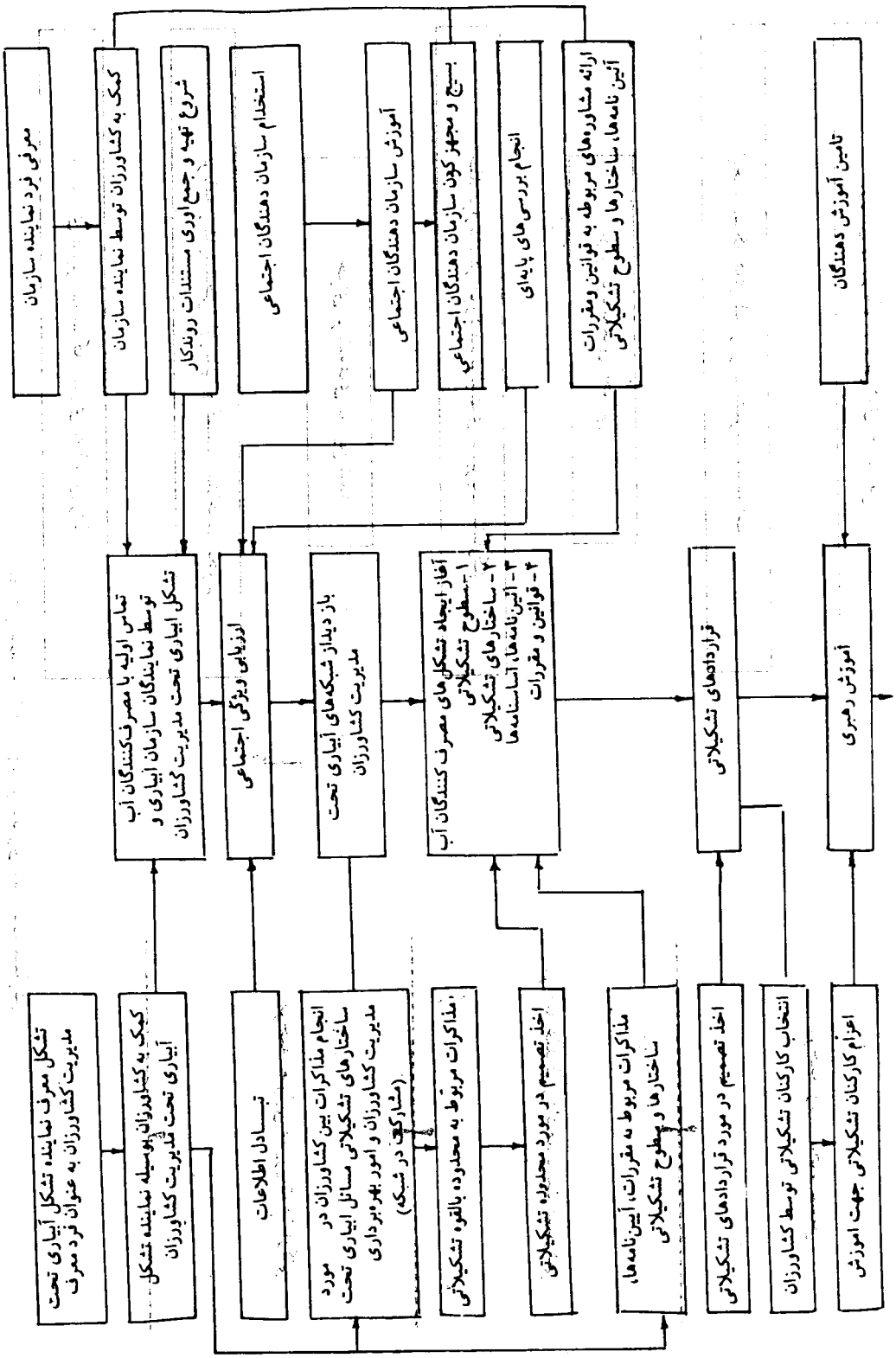
مصرف‌کنندگان : (U) سازمان آبیاری : (A) دولت : (G)

نوع	بازگشت هزینه‌ای مدیریت، نگهداری و بهره‌برداری
۱- انفرادی (U) و یا گروه مستقل مصرف کننده آب (WUG)	هزینه‌ها به صورت سالانه توسط مصرف کننده پرداخت شده و یا بین اعضای گروه مصرف کننده آب تقسیم می‌شود (اشتراکی)
۲- سازمان خصوصی 	قرارداد بین (A) و (U) (A) آب را به صورت حجمی، دبی و یا مساحت تحت آبیاری تامین و آب‌بهای مربوطه را تعیین می‌کند. (U) آب بها را طبق قرارداد می‌پردازد
۳- سازمان عمومی و یا نیمه‌دولتی 	مانند نوع ۲، برای روابط بین سازمان و مصرف‌کنندگان (A) حتی در شرایط کمبود، باید آب را تامین کند (G) تحت شرایطی به (A) یارانه می‌دهد (اعتبار نگهداری پایدار می‌ماند ولی میزان یارانه همه‌ساله کاهش می‌یابد.)
۴- مدیریت دولتی 	(G) مالیات عمومی یا مالیاتهای خاص مصرف‌کنندگان و همچنین اعتبار مالی (A) را به وسیله بودجه خاص تامین کند. (A) هزینه‌ها را برگشت نمی‌دهد.
۵- سایر انواع	قراردادی با مصرف‌کنندگان وجود ندارد.

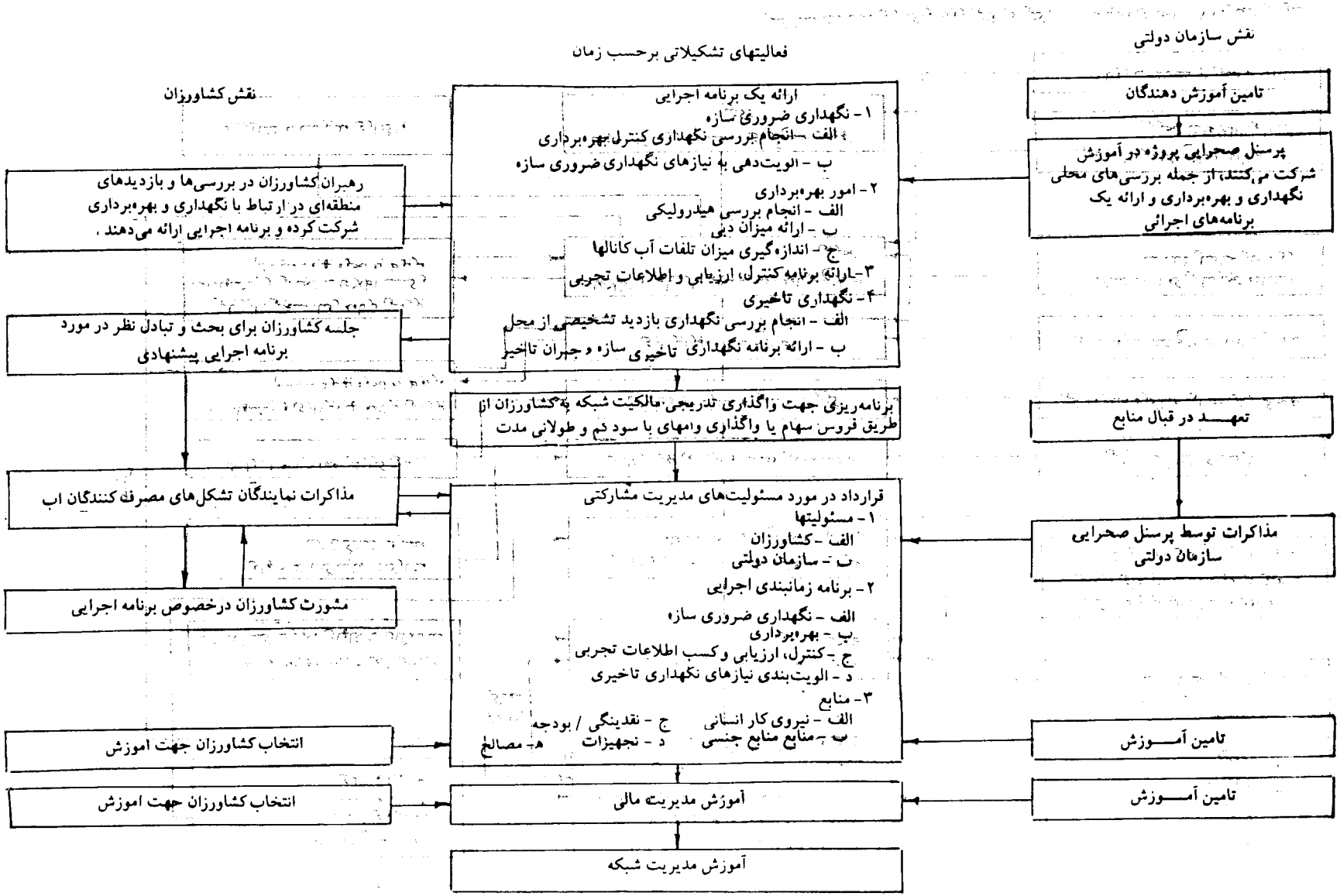
نمودار شماره (۳) - طبقه‌بندی مدیریت براساس روابط مالی بین مصرف‌کنندگان، سازمان آبیاری و دولت



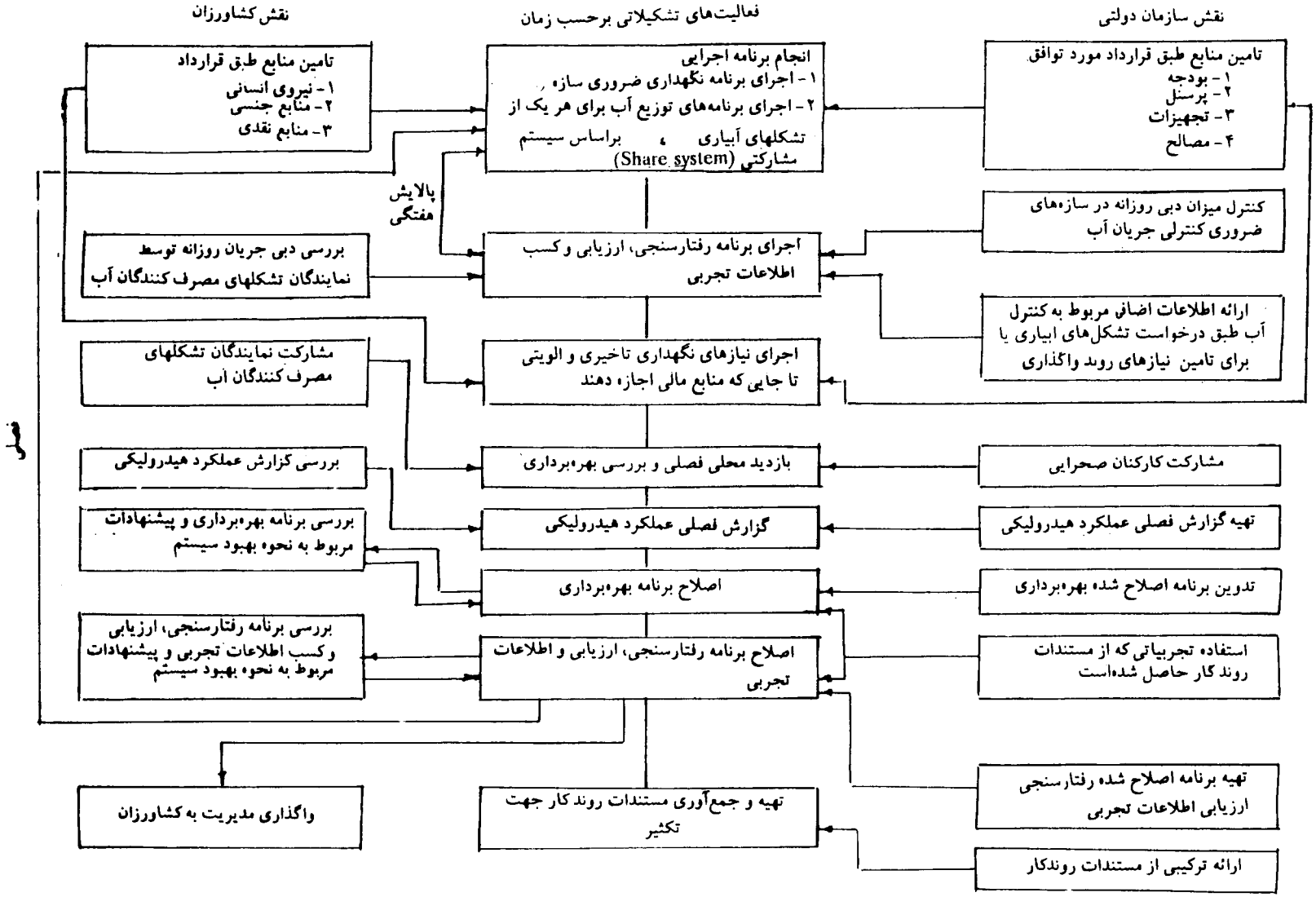
نمودار شماره (۴) - روند واگذاری مدیریت مشارکتی



نمودار شماره (۵) مرحله ۱: تشکیلات مقدماتی روند واگذاری مدیریت مشارکتی



نمودار شماره (۶) مرحله ۲ : قرارداد مدیریت مشارکتی در قالب روند واگذاری مدیریت مشارکتی



نمودار شماره (۷) - اجرای مدیریت مشارکتی در قالی روند واگذاری مدیریت مشارکتی

منابع

-گزارش عملکرد طرحهای تبصره ۷۶ برنامه دوم توسعه شبکه‌های آبیاری و زهکشی و مشارکتهای مردمی سازمان مدیریت منابع آب ایران

- Peter s.lee, paul JM van Hofwegen and David Constable, 1997 . "Financial Management Issues in Irrigation and Drainage" , ICID Journal 1997, vol.46 No.1

- Gaylord V.Skogerboe, 1995 ."Management of Irrigation Water Delivery Systems" Journal of water Resources, volume 1,No.1, June 1995.

- Chambers, R. 1988. Managing Canal Irrigation: Practical Analysis from South Asia. New Delhi: Oxford and IBH Publishing Co. Pvt. Ltd.

- Manor, S. Patamatamkul S. and olin, M. 1990." Role of Social organizers in Assisting farmer-Managed Irrigation Systems. colombo: International Irrigation management Institute, Srilanka

- Skogerboe, G.V. 1990. "Development of the Irrigation M&O Learning Process". Journal of Irrigation and Drainage Systems. 4:151-196. Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

- Skogerboe, Gaylord V., Lokendra P.Poudyal and Khadge B. Shrestha. 1993. "M&O Guidelines for Turnover of Irrigation Systems to Farmers". International Journal of Water Resources Development. 9(4): 369-386.

- Walker, W.R. 1990 "Integrating Strategies for Improving Irrigation system Design and Management". WMS Report 70, Water Management Synthesis Project. Utah: Utah State: University, Logan.

- Burton, M.A. 1990. "Applications of microcomputers in operating, maintaining and performance monitoring of Irrgation schemes", Paper presented at the FAO Regional workshop on Improved Irrigation System performance for sustainable Agriculture, Bangkok, thailand, 22-26 october.

- Horst,L, 1990. "Interactions between technical infrastructure and management". ODI-IIMI Irrigation Management NetWork paper 90/3b, Overseas Development Institute, London, December.

- Uphoff,N.1990. "Farmer participation in improving irrigation system management for

sustainable agriculture in Asia", paper presented at the FAO regional workshop on Improved Irrigation System performance for Sustaninable Agriculture, Bangkok, Thailand, 22-26 october.

- Levine, G.L. and E.W. Coward. 1989, "Equity considerations in the modernization of irrigation Systems", ODI/IIMI Irrigation Management Network paper 89/2b, December.

- FAO. 1989 "aoutline Irrigation scheduling model" , land and water Dev. Div. Rome.

- FAO. 1989b."Report on the review meeting on methodologies in irrigation scheduling". land and water Development Division, FAO, Rome, 1-3 March.

- Manz, D.H.1988b. "Computer simulation of irrigation conveyance systems using the ICSS model". third International conference on computing in civil Engineering, Vancouver, canada. 10-12 August.

- Raby,N. and D.Merrey." 1988. performance control for professional management of an Irrigation system". IIMT Review, VOL, 2,NO.2.pp.12-17.

- Abernethy. C.L.1984." Methodologies for studies of irrigation water management". Walling ford, Report OD.TN 9, october.

- Lowdermilk,M,K. Clyma, W.Dunn, L.E.Haider,M.I.Nelson,L.J. Sunada, D.K. Podmore, C.A. and Podmore ,T.H. 1983." Diagnostic analysis of irrigation systems", volume 1,concepts and methodology. water management synthesis project, colorado. state university, port collins.

- Early, a.c.1980."an approach to solving Irrigation system Management problems", In report of a planing workshop in Irrigation water Managment, Irrigation, philippines, pp.83-113.

- ASCE,1980, "Operation and Maintenance of Irrigation and Drainage system

مجموعه مقالات نهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

مقاله شماره ۱۹

موضوع:

بررسی اثر مقدار و دور آبیاری بر عملکرد چغندرقند و کیفیت آن

تألیف:

ژاله وزیری[۱]

چکیده

رابطه مدیریت آبیاری و عملکرد چغندرقند (ریشه، قند خالص و ناخالصیهای غیرقندی) در طی دو فصل زراعی ۷۵-۱۳۷۴ در ایستگاه تحقیقاتی اسلام آباد غرب بررسی شد. آبیاری پس از ۵۰، ۷۰، ۱۰۰، ۱۲۰ میلی متر تبخیر تجمعی از تشتک کلاس A انجام و رطوبت خاک تا عمق موثر ریشه (۶۰ سانتیمتر) به حد ظرفیت مزرعه رسانیده شد. قبل از هر آبیاری و دو روز پس از آن رطوبت وزنی خاک تا عمق حدود ۸۰ سانتیمتری تعیین گردید. مقدار کود براساس تجزیه خاک و توصیه منطقه در هر دو سال شامل ۴۸۰ کیلوگرم اوره و ۱۳۰ کیلوگرم فسفات آمونیم در هکتار بود که تمام فسفر و نیمی از ازت هنگام کشت و بقیه در مرحله ۶-۴ برگی شدن، مصرف شد. آبیاری به روش کرتی انجام گردید.

نتایج نشان می‌دهد که اثر آبیاری بر محصول ریشه چغندرقند (در سطح بیش از ۵ درصد)معنی‌دار بوده و بیشترین مقدار عملکرد حدود ۵۸۰۱۰ کیلوگرم در هکتار با آبیاری پس از ۵۰ میلیمتر تبخیر تجمعی بدست آمده است و تیمارهای آبیاری پس از ۷۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ میلیمتر تبخیر تجمعی با عملکرد به ترتیب حدود ۵۳۷۸۰، ۴۸۹۶۰ و ۴۲۹۰۰ کیلوگرم در هکتار بعد از آن قرار دارند.

اثر آبیاری بر درصد قند خالص معنی‌دار نبوده و لی بر عملکرد قند خالص معنی دار می‌باشد که برای تیمارهای فوق به ترتیب برابر ۹۴۲۵، ۸۲۵۵، ۷۸۱۰ و ۶۷۵۵ کیلوگرم در هکتار بوده است. میانگین آب مصرفی (مجموع آبیاری، بارندگی و تغییرات ذخیره آب خاک) بطور متوسط به ترتیب حدود ۱۵۷۰، ۱۴۴۰، ۱۴۵۰ و ۱۳۹۰ میلیمتر و تعداد دفعات آبیاری ۲۴، ۱۹، ۱۴ و ۱۲ مرتبه می‌باشد. بطور متوسط در طی دو سال تیمارهای آبیاری پس از ۵۰، ۷۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ میلیمتر تبخیر تجمعی معادل آبیاری پس از ۵۵، ۷۰، ۸۰ و ۹۰

۱- عضو هیأت علمی موسسه تحقیقات خاک و آب

درصد کاهش رطوبت خاک می‌باشد. اثر آبیاری بر ناخالصیهای غیرقندی و عوامل کیفی ریشه چون سدیم، پتاسیم، ازت آمینه، قلیائیت، خلوص عصاره و قند ملاس و همچنین بر مقادیر ازت، پتاسیم و فسفر دمبرگ چغندرقند معنی‌دار نبوده است.

با بررسی نتایج آماری و توجه به تعداد دفعات آبیاری، تیمار آبیاری پس از ۱۰۰ میلیمتر تبخیر تجمعی در ۱۴ نوبت توصیه می‌گردد. این میزان تبخیر تجمعی معادل $\frac{۴}{۵}$ کاهش رطوبت خاک (حدود ۸۰ درصد) می‌باشد. دور آبیاری در ماههای تیر و مرداد و نیمه اول شهریور برابر ۱۰-۸ روز و در ماههای اردیبهشت (نیمه دوم)، خرداد، و از نیمه دوم شهریور تا اواسط مهر که آبیاری ادامه دارد، ۱۳-۱۰ روز است.

مقدمه

چغندرقند پس از گندم دومین کشت آبی استان کرمانشاه است. وجود کارخانه‌های قند و سیاست حمایتی و تشویقی دولت از این محصول، سطح کشت چغندرقند را به حدود ۱۵۰۰۰ هکتار رسانیده که در سالهای ۱۳۷۴ و ۱۳۷۵ حدود ۴۰۰۰ هکتار آن در منطقه اسلام آباد بوده است. چغندرقند گیاهی است که مدت نسبتاً طولانی در مزرعه استقرار و در مناطق خشک و نیمه خشک، موفقیت در تولید محصول آن به آبیاری بستگی دارد. لذا آگاهی از میزان همبستگی محصول (ریشه و قند) و آب مصرفی در استفاده بهینه از منابع محدود و با ارزش آب و خاک و همچنین کاهش هزینه‌های تولید ضروری است.

تاکنون مطالعات متعددی به منظور شناخت رابطه رشد چغندرقند (مقدار ریشه، کل ماده خشک و میزان ساکارز) و آب مصرفی انجام شده است. تحقیقات الیک و لمرت[1] (۱۹۷۹) نشان داد که غلظت ساکارز و میزان عملکرد ریشه چغندرقند تحت رژیمهای مختلف آبیاری به میزان ۱۱٪ بیش از تبخیر و تعرق تا ۳۳٪ کمتر از آن تغییر نمی‌نماید (16). میلرو هنگ[2] (۱۹۸۰) آب آبیاری روزانه چغندر قند را از ۳۵ تا ۵۰ درصد تبخیر و تعرق تخمینی گیاه کاهش دادند و تغییری در محصول ساکارز بدست آمده مشاهده نکردند. هرچند در ادامه مطالعات (۱۹۸۶) افزایش غلظت ساکارز را در شرایط تنش رطوبتی گزارش نمودند ولی نتیجه گرفتند که با افزایش آب مصرفی تا ۸۵٪ تبخیر و تعرق تخمینی، ماده خشک افزایش می‌یابد (16). وینتر[3] (۱۹۸۰) گزارش داد که درصد ساکارز ریشه چغندرقند تحت تاثیر دامنه وسیعی از مقادیر تنش رطوبتی قرار نمی‌گیرد (18). هاول و همکاران[4] (۱۹۸۶) افزایش ساکارز را در ریشه با قطع آبیاری در اواخر فصل رشد مشاهده نمودند (14).

دیویدف و هنکز[5] رابطه محصول چغندرقند (کل ماده خشک، ریشه و ساکارز) را با مقادیر مختلف آب و دورهای آبیاری در چهار تاریخ برداشت، مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که گرچه چغندرقند تحت شرایط متفاوت تنش رطوبتی و رفتارهای آبی رشد می‌کند اما کل ماده خشک، محصول ریشه و ساکارز به شدت به میزان تنش رطوبتی در سطوح مختلف آبیاری بستگی دارد. با قطع آبیاری از اواسط فصل رشد، تغییر

1- Ehlig & Lemert
2- Miller & Hang
3- Winter
4- Howell et al.
5- Davidoff & Hanks

تاریخ برداشت بر افزایش مقدار محصول بی‌تاثیر بوده است (16). وینتر (۱۹۸۸) همبستگی مثبت و خطی میان محصول ریشه و قند خالص با تبخیر و تعرق چغندرقند مشاهده نمود (17). هیلز و همکاران[1] (۱۹۹۰) مشاهده نمودند که کاهش بارانهای فصلی، سبب افزایش واکنش چغندرقند به آبیاری خواهد بود (15). آیرز و همکاران[2] واکنش چغندرقند را به آبیاری غیریکنواخت با استفاده از سیستم آبیاری بارانی بررسی نمودند. نتایج نشان داد که کارایی مصرف آب تحت تاثیر ضریب یکنواختی توزیع آب قرار دارد (14).

در مناطق مختلف ایران نیز رابطه آب و محصول چغندرقند بررسی شده است (۷ و ۱۲). تاثیر رژیمهای مختلف آبیاری بر عملکرد چغندرقند در اصفهان (سال ۱۳۶۸) بررسی شد. بیشترین عملکرد ریشه در منطقه رودشت با مصرف ۱۲۰۰ میلیمتر در ۲۰ نوبت آبیاری و در منطقه برآآن با مصرف ۹۷۰ میلیمتر در ۱۷ نوبت آبیاری به میزان به ترتیب ۷۰/۲ و ۷۷ تن در هکتار و قند ناخالص برابر ۱۳/۴ و ۵/۳ تن در هکتار بدست آمد(۶). اثر متقابل آب و کود روی چغندرقند در همدان (۵۵-۱۳۵۳) بررسی و آبیاری به میزان ۱۰۰ درصد تبخیر و فرمول کودی $N_{150}P_{120}$ توصیه شد. عملکرد ریشه چغندرقند ۴۸ تن و آب مصرفی ۹۰۰ میلیمتر در هکتار بود. همچنین در همدان میزان آب و دور آبیاری چغندرقند براساس تبخیر از تشتک مطالعه گردید و آبیاری به میزان ۱۰۰ درصد تبخیر و در زمانی که تبخیر تجمعی به ۱۰۰ میلیمتر رسیده باشد توصیه شد (۱۰).

در این تحقیق تاثیر چهار زمان آبیاری پس از ۵۰، ۷۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ میلیمتر تبخیر تجمعی و چهار میزان آب به منظور افزایش رطوبت خاک (عمق ریشه) تا حد ظرفیت مزرعه بر مقدار عملکرد ریشه، قند خالص قابل استخراج و ناخالصیهای غیرقندی در ریشه چغندرقند بررسی شد.

مواد و روشها

مدیریت مناسب آبیاری در زراعت چغندرقند در ایستگاه تحقیقات اسلام آباد غرب طی دو سال زراعی ۷۵-۱۳۷۴ بررسی شد.

مشخصات محل اجرای طرح

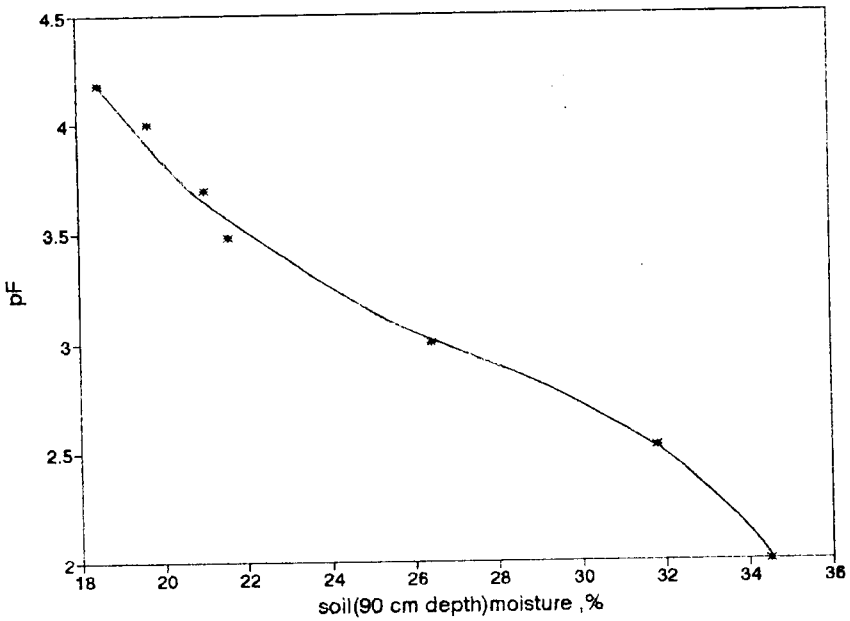
ایستگاه تحقیقات اسلام آباد در غرب کرمانشاه و در دشت اسلام آباد به وسعت تقریبی ۴۶ هزار هکتار واقع شده است. متوسط ارتفاع اراضی از سطح دریا ۱۳۴۶ متر و میانگین باران و تبخیر به ترتیب ۵۳۵ و ۱۸۲۶ میلیمتر در سال است. رژیم رطوبتی و حرارتی خاک زریک - مزیک و متوسط حرارت سالیانه ۱۳/۱۴ درجه سانتیگراد می‌باشد. اسفند با میانگین ۱۰۸/۹ میلیمتر پرباران ترین و مرداد با میانگین ۲۵/۸ درجه سانتیگراد گرمترین ماه سال است (۱). مقدار باران و تبخیر در سالهای ۷۴ و ۷۵ و همچنین بصورت میانگین در سالهای ۷۳-۱۳۶۶ در جدول (۱) آمده است.

بافت خاک سطحی ایستگاه سیلتی - رسی و بدون محدودیت شوری، سدیمی، زهدار و ماندابی است. واکنش خاک (pH) اندکی قلیایی و میزان کربنات کلسیم آن بالاست. برخی نتایج تجزیه خاک در ارتباط با

1- Hills et al.

2- Ayars et al.

تحقیق در جدول (۲) آمده است. براساس نتایج تجزیه فیزیکی، میانگین رطوبت وزنی خاک در ظرفیت مزرعه (FC) و نقطه پژمردگی دایم (PWP) تا عمق ۰/۹ متری به ترتیب ۳۱/۶٪ و ۱۸/۵٪ و وزن مخصوص ظاهری ۱/۳۳ گرم بر سانتیمتر مکعب می‌باشد. شکل (۱) منحنی رطوبتی خاک را نشان می‌دهد.



شکل ۱ - منحنی رطوبتی خاک

جدول ۱- بارندگی و تبخیر از زمان کاشت تا برداشت در سالهای ۷۴، ۷۵ و همچنین بصورت متوسط در طی سالهای ۷۳-۱۳۶۶

ماه	باران (میلیمتر)			تبخیر (میلیمتر)		
	۷۴	۷۵	۶۶-۷۳	۷۴	۷۵	۶۶-۷۳
فروردین	۷۴/۰*	۵۰/۰*	۴۶/۷	۶۳/۱*	۴۷/۹*	۵۹/۵x
اردیبهشت	۴۳/۴	۳۴/۱	۵۰/۶	۱۳۹/۵	۱۶۴/۳	۱۲۲/۱
خرداد	۲۵/۰	-	۱۱/۰	۲۱۷/۰	۲۷۵/۹	۲۵۱/۰
تیر	-	-	-	۳۴۴/۱	۳۵۰/۳	۳۵۱/۴
مرداد	-	-	-	۳۵۹/۶	۳۷۸/۲	۳۷۵/۴
شهریور	-	-	۰/۲	۳۰۰/۷	۳۱۰/۰	۳۲۶/۹
مهر	-	۰/۴	۱۰/۰	۲۰۱/۰	۲۰۴/۰	۲۰۷/۱
آبان	۱۱/۲+	۰/۷+	۷۷/۰+	۷۷/۰+	۱۰۴/۵	۷۴/۱
جمع	۱۵۳/۶	۸۵/۸	۱۸۸/۵	۱۷۰۲/۰	۱۸۳۵/۱	۱۷۶۷/۵

* از زمان کاشت (۱۵ فروردین در سال ۷۴ و ۱۹ فروردین در سال ۷۵)

x از ۱۱ فروردین ماه

+ تا زمان برداشت (۲۷ آبان در سال ۷۴ و ۷۵)

روش تحقیق

در این تحقیق تاثیر چهار برنامه آبیاری پس از ۵۰، ۷۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ میلیمتر تبخیر تجمعی از تشتک کلاس A و چهار مقدار آب به منظور افزایش رطوبت خاک عمق ریشه (حدود ۷۰ سانتیمتر) تا حد ظرفیت مزرعه (FC) بصورت طرح بلوکهای کامل تصادفی در چهار تکرار بررسی گردید.

کرتها به ابعاد ۵×۳/۶ متر و فواصل ۲ متر از یکدیگر و شامل ۶ خط کشت به فاصله ۶۰ سانتیمتر بود. قبل از کشت و پس از برداشت از تمام کرتها نمونه خاک از دو عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتیمتر تهیه شد و در نمونه‌های قبل از کشت، بافت، شوری، واکنش خاک، درصد آهک و در تمام نمونه‌ها، فسفر و پتاسم قابل جذب، درصد کربن آلی و ازت کل در تمام نمونه‌ها اندازه‌گیری گردید (جدول ۲). براساس نتایج تجزیه خاک و توصیه منطقه مقدار کود مصرفی ۴۸۰ کیلوگرم اوره و ۱۳۰ کیلوگرم فسفات آمونیم (N_{250} P_{60}) در هکتار بود که تمام فسفر و نیمی از ازت هنگام کشت و بقیه در مرحله ۶-۴ برگی شدن و پس از اولین تنک، بطور یکنواخت مصرف گردید (۱۱).

کرتهای آزمایش پس از کشت (۱۵ فروردین در سال اول و ۱۹ فروردین در سال دوم)بطور یکنواخت آبیاری شد و آبیاری براساس تبخیر تجمعی از نیمه دوم اردیبهشت ماه آغاز گردید. قبل از هر آبیاری و دو روز پس از آن رطوبت وزنی خاک در سه عمق ۳۰-۰، ۶۰-۳۰، ۹۰-۶۰ سانتیمتری تعیین شد. عمق آب آبیاری در هر نوبت با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید(۱۱).

$$I_n = \frac{(FC-ai)\times D\times b}{100} \qquad (۱)$$

که در آن:

I_n = عمق خالص آب آبیاری (میلیمتر)

D = عمق ریشه (میلیمتر)

b = وزن مخصوص ظاهری خاک (گرم بر سانتیمتر مکعب)

ai = رطوبت خاک قبل از آبیاری (درصد وزنی)

FC = رطوبت خاک در ظرفیت مزرعه (درصد وزنی)

پس از برداشت محصول مقدار رطوبت باقیمانده خاک در تیمارهای مختلف (aR) تا عمق یک متری براساس معادله زیر تعیین شد (۵).

$$aR = \frac{ai \times b \times D}{100} \qquad (۲)$$

که در آن ai رطوبت خاک در زمان برداشت است. آبیاری در کرتها به روش سطحی انجام شد. در اواسط فصل رشد (اواسط مردادماه) نمونه دمبرگ از تمام کرتها تهیه و میزان فسفر، پتاسیم و ازت نیتراته آن اندازه‌گیری گردید. محصول هر کرت پس از حذف حاشیه، توزین و نمونه‌های خمیر ریشه جهت تعیین خصوصیات کیفی چون؛ مقدار سدیم، پتاسیم، ازت نیتراته، قلیائیت، درجه خلوص شربت قند، درصد قند خالص قابل استخراج و قند موجود در ملاس به بخش تحقیقات چغندرقند ارسال گردید. نتایج براساس طرح بلوکهای کامل تصادفی و مقایسه میانگین به روش دانکن بررسی شد (۳).

جدول ۲- نتایج تجزیه خاک محل اجرای طرح

مشخصات	ECe (dS/m)	pH	کربنات کلسیم٪	کربن آلی ٪	ازت کل ٪	فسفر* قابل جذب	پتاسیم* قابل جذب	بافت
سال ۷۴ قبل از کشت	۰/۶۹	۷/۸	۱۰/۱	۰/۹۲	۰/۱۲	۱۲/۲	۵۴۶	رسی سیلتی
سال ۷۴ پس از برداشت	-	-	-	۰/۹۶	۰/۱۰	۱۲/۸	۵۹۰	-
سال ۷۵ قبل از کشت	۰/۴۲	۷/۲	۸/۵	۰/۷۹	۰/۰۸	۱۰/۵	۵۱۶	رسی‌سیلتی
سال ۷۵ پس از برداشت	-	-	-	۰/۸۱	۰/۰۱	۷/۴	۵۲۵	-

* میلیگرم در هزار گرم خاک (پی‌پی‌ام)

نتایج

نتایج سال زراعی ۱۳۷۴

میانگین اثر تیمارهای آبیاری بر وزن ریشه چغندرقند در جدول (۳) آمده است. نتایج نشان می‌دهد که اثر آبیاری در سطح ۵ درصد معنی‌دار بوده است و تیمارهای آبیاری پس از ۵۰(T1)، ۷۰(T2) و ۱۰۰(T3) میلیمتر تبخیر تجمعی در گروه اول و تیمار آبیاری پس از ۱۲۰ میلیمتر تبخیر (T4) در گروه دوم قرار می‌گیرند. میانگین درصد قند خالص تیمارها T1 تا T4 به ترتیب ۱۵/۸۰، ۱۵/۰۲، ۱۵/۳۷ و ۱۴/۹۷ می‌باشد که با یکدیگر تفاوت معنی‌داری ندارند. اما با توجه به تفاوت عملکرد ریشه، مقادیر قند خالص بدست آمده از تیمارها متفاوت بوده و به ترتیب برابر ۹۴۵۰، ۸۷۳۰، ۸۱۷۰ و ۶۵۵۰ کیلوگرم در هکتار بوده است.

اثر آبیاری بر ناخالصیهای غیرقندی و عوامل کیفی ریشه چغندرقند معنی‌دار نبوده است. درجه پولاریزه شدن نور در نمونه‌ها از ۱۸/۴ تا ۱۹/۲، مقدار ازت نیتراته از ۵/۱ تا ۵/۳، پتاسیم از ۷/۵ تا ۸/۰، سدیم از ۱/۵ تا ۱/۸، قند ملاس از ۳/۳۸ تا ۳/۴۴، درصد خلوص عصاره قند از ۸۱/۴ تا ۸۲/۲ و قلیائیت از ۱/۷۵ تا ۱/۹۳ متغییر بوده است. میزان ازت، فسفر و پتاسیم دمبرگ تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری نداشته‌اند.

اطلاعات برنامه آبیاری در جدول (۵) آمده است. با توجه به آخرین بارندگی در ۱۵ خردادماه، آبیاری تیمارها از ۲۴ خرداد آغاز گردید. تفاوت تبخیر تجمعی واقعی که مبنای آبیاری بود با مقادیر مورد نظر در طرح بیش از ده درصد نمی‌باشد. میانگین وزنی رطوبت خاک تا عمق حدود ۷۰ سانتی متری قبل از آبیاری در تیمارهای T1 تا T4 به ترتیب ۲۵، ۲۳، ۲۰ و ۱۹ درصد بوده که براساس منحنی رطوبتی خاک (شکل ۱) معادل ۱/۳، ۲/۴، ۶ و ۱۰/۲ آتمسفر مکش در خاک است. لذا آبیاری تیمارها در کاهش رطوبتی برابر ۵۰، ۶۵، ۸۰ و ۸۵ درصد انجام شده است.

کارایی مصرف آب (WUE)[1] در تولید محصول ریشه و قند خالص که از تقسیم مقدار عملکرد ریشه و قند

1- Water Use Efficiency

بر آب مصرفی (مجموع آبیاری، بارندگی و تغییرات ذخیره رطوبتی خاک) بدست آمده، در جدول (۵) ارائه شده است. افزایش تعداد دفعات آبیاری محصول ریشه و قند خالص را افزایش و لذا کارایی مصرف آب در تیمارها از T1 تا T4 کاهش دارد. تغییرات WUE در تولید ریشه و قند خالص برای تیمارهای مختلف آبیاری در شکل (۲) نشان داده شده است.

جدول ۳- میانگین اثر تیمارهای آبیاری بر میزان محصول ریشه (کیلوگرم در هکتار) - سال ۱۳۷۴

تیمار / تکرار	T1	T2	T3	T4	میانگین
۱	۵۵۲۰۸	۵۷۸۱۲	۶۱۴۵۸	۴۴۷۹۱	۵۴۸۱۷
۲	۵۵۷۲۹	۶۱۴۵۸	۵۴۱۶۶	۴۰۶۲۵	۵۲۹۹۵
۳	۶۳۵۴۱	۵۳۶۴۵	۵۲۰۸۳	۳۸۰۲۰	۵۱۸۲۲
۴	۶۴۵۸۳	۵۹۳۷۵	۴۴۷۹۱	۵۱۰۴۱	۵۴۹۴۸
میانگین	۵۹۷۶۵^{A}	۵۸۰۷۳^{A}	۵۳۱۲۵^{A}	۴۳۶۲۰^{B}	۵۳۶۴۶

(LSD ۰/۰۵) حداقل تفاوت معنی‌دار = ۹۵۰۸

(CV) ضریب تغییرات = ٪۱۱/۰۸

نتایج سال زراعی ۱۳۷۵

میانگین عملکرد ریشه چغندرقند تیمارهای آبیاری در جدول (۴) آمده است. اثر آبیاری در سطح یک درصد معنی‌دار می‌باشد و تیمار T1 با بیشترین محصول برابر ۵۶۲۵۰ کیلوگرم در هکتار در گروه اول و تیمارهای T3 و T4 با میانگین تولید به ترتیب ۴۴۷۹۲ و ۴۲۱۸۸ کیلوگرم در هکتار در گروه دوم قرار می‌گیرند. تیمار T2 ضمن اینکه در گروه اول قرار گرفته با تیمارهای گروه دوم تفاوت معنی‌داری نداشته است. درصد قند خالص قابل استخراج در تیمارهای T1 تا T4 به ترتیب ۱۶/۶۹، ۱۵/۷۱، ۱۶/۶۳ و ۱۶/۵۰ می‌باشد که تفاوت معنی‌داری ندارند. محصول قند خالص تیمارها به ترتیب ۹۴۰۰، ۷۷۸۰، ۷۴۵۰ و ۶۹۶۰ کیلوگرم در هکتار است.

ناخالصیهای غیرقندی ریشه چغندرقند در تیمارهای آبیاری تفاوت معنی‌داری نداشته‌اند. درجه یولازیزه شدن نور در نمونه‌ها از ۱۸/۸۴ تا ۱۹/۹۹، مقدار ازت نیتراته از ۴/۱۹ تا ۵/۶۰، پتاسیم از ۶/۶۱ تا ۶/۹۷، سدیم از ۲/۰۹ تا ۲/۳۲، قند ملاس از ۳/۱۳ تا ۳/۳۵ درصد تمیزی و خلوص شربت قند از ۸۳/۰۴ تا ۸۴/۰۱ و قلیائیت از ۱/۷۲ تا ۲/۲۰ متغییر بوده است. میزان ازت، پتاسیم و فسفر در نمونه‌های دمبرگ نیز تفاوت معنی‌داری نداشته‌اند.

با توجه به آخرین بارندگی (۳۰ اردیبهشت) آبیاری تیمارها از ۸ خرداد آغاز گردید. اطلاعات برنامه آبیاری در جدول (۵) آمده است. میانگین درصد وزنی رطوبت خاک تا عمق حدود ۰/۷ متری قبل از آبیاری تیمارهای

T1 تا T4 به ترتیب ۲۳، ۲۲، ۱۹ و ۱۹ بوده که براساس منحنی رطوبتی خاک (شکل ۱) برابر ۲/۴، ۳، ۲/۱۰ و ۲/۱۰ آتمسفر مکش خاک است و لذا آبیاری تیمارها در کاهش رطوبت ۶۵، ۷۰، ۸۰ و ۹۵ درصد آب قابل استفاده خاک انجام شده است.

اثر آبیاری بر کارایی مصرف آب تیمارهای مختلف در تولید ریشه چغندرقند بیش از تاثیر آن بر تولید قند خالص می‌باشد. مقدار آب مصرفی در تیمارها اختلاف چندانی نداشته و افزایش کارایی مصرف آب در تولید ریشه و قند خالص بدلیل اضافه تولید تیمارها تحت تاثیر افزایش دفعات آبیاری است.

جدول ۴- میانگین اثر تیمارهای آبیاری بر مقدار محصول ریشه (کیلوگرم در هکتار) - سال ۱۳۷۵

تیمار / تکرار	T1	T2	T3	T4	میانگین
۱	۵۸۳۳۳	۴۹۴۷۹	۴۳۷۵۰	۴۰۶۲۵	۴۸۰۴۷
۲	۵۴۶۸۷	۴۷۳۹۶	۴۶۳۵۴	۴۰۱۰۴	۴۷۱۳۵
۳	۵۶۲۵۰	۴۴۷۹۲	۴۶۸۷۵	۴۴۷۹۲	۴۸۱۷۷
۴	۵۵۷۲۹	۵۶۲۵۰	۴۲۱۸۷	۴۳۲۲۹	۴۹۳۴۹
میانگین	۵۶۲۵۰A	۴۹۴۷۹AB	۴۴۷۲B	۴۲۱۸۸B	۴۸۱۷۷

کیلوگرم ۷۶۰۶ = (LSD ۰/۰۵) کمترین تفاوت معنی‌دار
٪۶/۸۷ = (CV) ضریب تغییرات

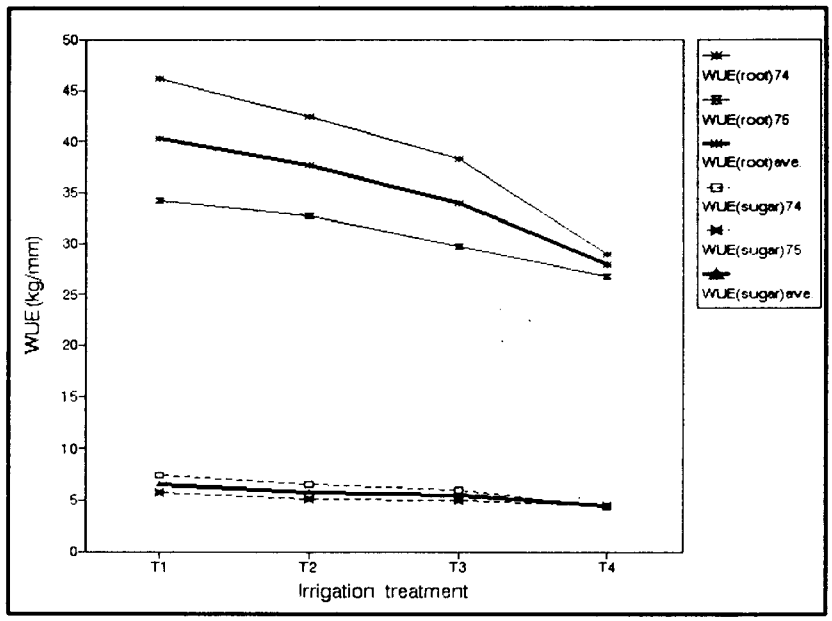
جدول ۵- محصول ریشه و قند خالص چغندرقند و برنامه آبیاری تیمارها در طی دو سال ۷۴ و ۷۵

	سال ۷۴				سال ۷۵			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
محصول ریشه(کیلوگرم در هکتار)	۵۹۷۶۵	۵۸۰۷۳	۵۳۱۲۵	۴۳۶۲۰	۵۶۲۵۰	۴۹۴۸۰	۴۴۸۰۰	۴۲۱۹۰
محصول قند خالص (")	۹۴۵۰	۸۷۳۰	۸۱۷۰	۶۵۵۰	۹۴۰۰	۷۷۸۰	۷۴۵۰	۶۹۶۰
آب آبیاری (میلیمتر)	۱۲۳۵	۱۰۸۰	۱۱۰۵	۱۰۱۰	۱۴۳۰	۱۳۰۰	۱۲۶۰	۱۲۲۰
آب باران (میلیمتر)	۱۵۳/۶	۱۵۳/۶	۱۵۳/۶	۱۵۳/۶	۸۶	۸۶	۸۶	۸۶
تغییرات رطوبت خاک* (میلیمتر)	۱۰۶/۴	۱۳۱/۷	۱۲۶/۴	۱۵۱/۶	۱۲۳/۷	۱۲۳/۷	۱۶۳/۶	۱۶۷/۶
آب مصرفی (میلیمتر)	۱۴۹۵/۰	۱۳۶۵/۳	۱۳۸۵/۰	۱۳۱۵/۲	۱۶۳۹/۷	۱۵۰۹/۷	۱۵۰۹/۶	۱۲۷۳/۶
WUE ریشه (kg/mm)	۴۶/۱۵	۴۲/۵۴	۳۸/۳۶	۲۸/۹۸	۳۴/۳۱	۳۲/۷۷	۲۹/۶۸	۲۶/۸۱
WUE قند خالص (")	۷/۳۰	۶/۴۰	۵/۹۰	۴/۳۵	۵/۷۳	۵/۱۵	۴/۹۲	۴/۰۲
درصد تکمیل تجمعی بین دو آبیاری	۵۲/۰	۷۵/۴	۱۰۳/۴	۱۲۱/۱	۵۴/۴	۶۹/۲	۱۰۲/۰	۱۲۲/۳
دور آبیاری متوالی (مشخص)								
دور آبیاری X (روز)	۷ ۸	۹ ۱۱	۱۱ ۱۳	۱۲ ۱۴	۶ ۷	۷ ۹	۱۰ ۱۲	۱۱ ۱۲
دور آبیاری + (روز)	۴ ۶	۶ ۸	۹ ۱۰	۱۰ ۱۲	۴ ۵	۶ ۷	۸ ۹	۱۰ ۱۱
تعداد آبیاری	۲۳	۱۸	۱۳	۱۲	۲۶	۲۰	۱۵	۱۲

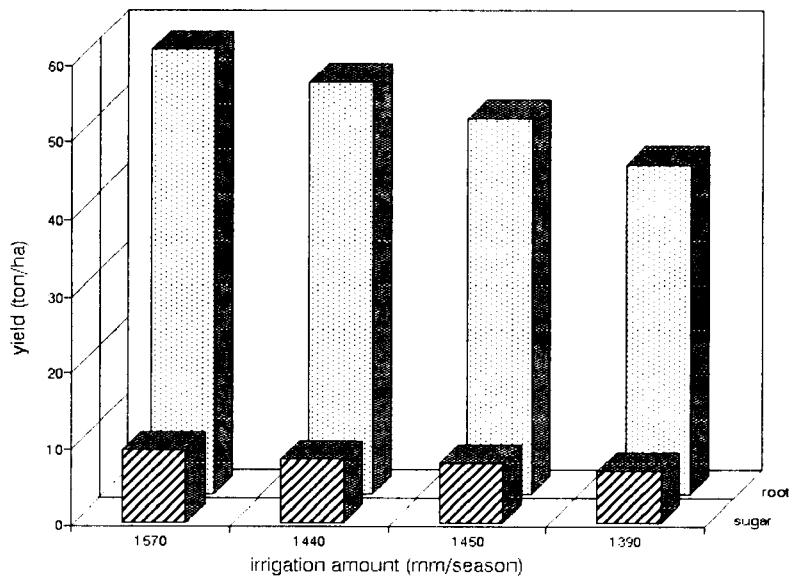
* میانگین در عمق ۰/۷ متری

X در ماههای اردیبهشت (نیمه دوم)، خرداد، شهریور(نیمه دوم) و مهر (نیمه اول)

+ در ماههای تیر، مرداد و شهریور (نیمه اول)



شکل ۲- تغییرات کارآیی مصرف آب (WUE) در تولید ریشه و قند خالص چغندرقند



شکل ۳ - میانگین عملکرد ریشه و قند چغندرقند در تیمارهای مختلف آبیاری (۷۵-۱۳۷۴)

بحث و تفسیر نتایج

محصول ریشه چغندرقند در طی دو سال (۷۴ و ۷۵) با دور آبیاری همبستگی داشته و بیشترین میزان آن با آبیاری پس از ۵۰ میلیمتر تبخیر تجمعی برابر ۵۸۰۱۰ کیلوگرم در هکتار بدست آمده است. عملکرد تیمارهای آبیاری پس از ۷۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ میلیمتر تبخیر با میانگین به ترتیب حدود ۵۳۷۸۰، ۴۸۹۶۰ و ۴۲۹۰۰ کیلوگرم

در هکتار بعد از آن قرار می‌گیرند. مطالعات متعدد نشان می‌دهد که چغندرقند در شرایط متفاوت تنش رطوبتی، قادر به رشد و تولید محصول است ولی کل ماده خشک، عملکرد ریشه و گاه درصد قند خالص(ساکارز) با میزان تنش رطوبتی و سطوح مختلف آبیاری همبستگی دارد (۸، ۹، ۱۳، 15). افزایش دفعات‌آبیاری بویژه در خاکهای با بافت سنگین علاوه بر ایجاد بستر مناسب برای رشد و توسعه ریشه‌ها، رطوبت خاک را در حد سهل الوصول فراهم می‌نماید (۸،۹،۱۳). شکل (۳) میانگین عملکرد ریشه و قند تیمارهای مختلف آبیاری را در طی دو سال نشان می‌دهد. به نظر می‌رسد که افزایش دفعات آبیاری بیش از میزان آب بر افزایش عملکرد موثر بوده است.

تاثیر آبیاری بر درصد قند خالص قابل استخراج ریشه در طی دو سال معنی‌دار نبوده، ولی بدلیل تفاوت عملکرد، مقدار قند بدست آمده متفاوت است. میانگین محصول قند تیمارهای T1 تا T4 به ترتیب ۹۴۲۵، ۸۲۵۵، ۷۸۱۰ و ۶۷۵۵ کیلوگرم در هکتار می‌باشد. مطالعات نشان می‌دهد که در طی فصل زراعی غلظت قند در محصول چغندرقند تحت تنش رطوبتی نسبت به محصول بدست آمده با آبیاری یکنواخت، با سرعت بیشتری افزایش می‌یابد و تحت تنش شدید می‌تواند تا ۵٪ بیشتر از محصول بدون تنش باشد (مثلاً ۲۰٪ در برابر ۱۵٪). به رغم این موضوع اغلب دامنه گسترده‌ای از تیمارهای آبیاری تاثیر ناچیزی بر غلظت قند در برداشت نهایی دارند. این امر ممکن است به علت افزایش ناخالصیهای غیرقندی در ریشه محصول تحت تنش باشد که غلظت قند قابل استخراج را کاهش می‌دهد (۸). اخیراً بعضی از محققان اظهار نظر کرده‌اند که برای افزایش درصد قند بهتر خواهد بود که میزان ناخالصیهای غیرقندی (سدیم، پتاسیم و ازت آمینه) کاهش داده شود. به رغم وجود اطلاعات فراوان در مورد ازت، استفاده نامناسب از کود ازته هنوز نیز مشکل بزرگ فرآوری قند است (۸). درصد قند خالص تیمارهای آبیاری در سال دوم نسبت به سال اول افزایش یافته که بیشترین تفاوت در تیمار آبیاری پس از ۱۲۰ میلیمتر تبخیر مشاهده می‌شود، که میتواند بدلیل کاهش نسبی ناخالصیها بویژه مقدار پتاسیم و افزایش حدود دو درصد خلوص عصاره باشد.

میانگین آب مصرفی (مجموع آبیاری، بارندگی و تغییر ذخیره رطوبتی خاک) در تیمارهای T1 تا T4 به ترتیب ۱۴۷۰، ۱۴۴۰، ۱۴۵۰ و ۱۵۴۰ میلیمتر و تعداد دفعات آبیاری ۲۴،۱۹، ۱۴ و ۱۲ مرتبه می‌باشد. با افزایش تبخیر در ماههای اردیبهشت و خرداد و کاهش بارندگی تعداد دفعات آبیاری و همچنین آب مصرفی تیمارها بویژه T1 و T2 در سال دوم افزایش یافته است (جداول ۱ و۵). میانگین رطوبت وزنی خاک قبل از آبیاری تا عمق حدود ۷۰ سانتی‌متری در تیمارهای T1 تا T4 به ترتیب ۲۴، ۲۲/۵، ۱۹/۵ و ۱۹ درصد بوده که براساس منحنی رطوبتی خاک و مقدار آب قابل استفاده در آن، معادل نیروی مکش ۱/۹، ۲/۵، ۸/۰ و ۱۰/۲ آتمسفر و برابر حدود ۵۵، ۷۰، ۸۰ و ۹۰ درصد کاهش رطوبت می‌باشد. دور آبیاری تیمارهای T1 تا T4 در ماههای نیمه دوم اردیبهشت، خرداد و نیمه دوم شهریور به ترتیب ۸-۶، ۱۱-۸، ۱۳-۱۰ و ۱۵-۱۱ روز و در ماههای تیر و مرداد وشهریور (نیمه اول) به ترتیب ۶-۴، ۸-۶، ۱۰-۸ و ۱۱-۱۰ روز بوده است.

کارآیی مصرف آب تیمارها در تولید ریشه چغندرقند در سال اول تفاوت معنی‌دار داشته که بیشترین میزان اختلاف برابر ۱۷/۱۷ کیلوگرم در هکتار در میلیمتر بین T1 و T4 بوده است. همچنین اثر آبیاری بر مقدار کارایی مصرف آب تیمارها در تولید قند خالص متفاوت می‌باشد. در سال دوم کارایی مصرف آب تیمارها در تولید ریشه و قند کاهش یافته که بدلیل افزایش آب آبیاری و کاهش نسبی عملکرد است. مقدار تبخیر از زمان کاشت تا برداشت در سال ۷۴ و ۷۵ به ترتیب ۱۰۹۲/۰ و ۱۸۳۵/۱ میلیمتر و بارندگی در این مدت به ترتیب

۱۵۳/۶ و ۸۵/۸ میلیمتر بوده است.علیرغم افزایش دفعات آبیاری و آب مصرفی تیمارهای T1 تا T4 در سال دوم، کاهش محصول مشاهده می‌شود. جذب آب توسط ریشه، فرآیند فیزیولوژیکی پیچیده‌ای است که علاوه بر موجود بودن آب در خاک به عوامل متعددی چون مقدار املاح خاک و خصوصیات گیاه بستگی دارد. تحقیقات نشان داده است که توانایی ریشه‌های الیافی برای جذب و انتقال آب با افزایش سن گیاه کاهش می‌یابد. بدلیل مقاومت داخلی گیاه گاه با افزایش تبخیر و تعرق به رغم موجود بودن آب در خاک، ریشه‌ها قادر به جذب آب متناسب با سرعت تبخیر و تعرق نبوده و رشد نسبی گیاه کاهش می‌یابد . فیک و همکاران (۱۹۷۵) مقاومت ریشه را در جذب آب بعنوان عامل محدودیت مصرف آب در مدلهای رشد گنجانده اند (۸). در سال دوم کارائی مصرف آب تیمارها در تولید ریشه و قند خالص چندان متفاوت نیست . بطور متوسط به ازای هر میلی متر آب مصرفی در تیمارهای T1 تا T4 به ترتیب ۴۰/۲۳ ، ۳۷/۶۵ ، ۳۴/۰۲ و ۲۷/۹۰ کیلوگرم ریشه و ۶/۵۴ ، ۵/۷۸ ، ۵/۴۲ و ۴/۳۸ کیلوگرم قند خالص تولید شده است.

اثر آبیاری بر عوامل کیفی ریشه چغندر قند یعنی مقادیر سدیم ، پتاسیم ، ازت آمینه ، قلیائیت ، درصد خلوص عصاره و قند موجود در ملاس معنی دار نبوده است. تاثیر آب بر غلظت ناخالیصهای ریشه به عوامل متعددی از جمله غلظت مواد غذائی خاک و عوامل موثر بر جذب عناصر بستگی دارد. در شرایط تقریباً یکنواخت تغذیه ، اثر آبیاری بر تغییر غلظت ناخالیصها اغلب ناچیز و غیر پایدار است (۸). تیمارهای آبیاری بر میزان عناصر ازت ، پتاسیم و فسفر دمبرگ اثر معنی داری نداشته است.

اقتصاد آبیاری چغندر قند نه تنها به واکنش گیاه (مقدار محصول ریشه و قند خالص) بلکه به هزینه و قیمت خرید چغندر قند و فر آورده های جانبی آن نیز بستگی دارد. با توجه به تنوع عوامل فوق در سالهای مختلف ، تحلیل اقتصادی برنامه آبیاری نسبتاً پیچیده است.گرچه تیمار T1 در دو سال آزمایش حداکثر تولید (ریشه و قند) را داشته است . ولی بر اساس گروه بندی تیمارها و کارآئی آب مصرفی و هم چنین با توجه به تعداد دفعات آبیاری که در بر آورد کلی بیانگر میزان هزینه آبیاری است تمیار آبیاری پس از ۱۰۰ میلی متر تبخیر تجمعی از تشتک کلاس A توصیه می‌شود. این تیمار معادل دور آبیاری ۱۳-۱۰ روز در ماههای خرداد و نیمه دوم شهریور و نیمه اول مهر و ۱۰-۸ روز در ماههای تیر و مرداد و نیمه اول شهریور بوده و در آن حدود ۱۳۹۰ میلی متر آب مصرف شده است.

منابع مورد استفاده

۱ ـ الفتی ، منصور (۱۳۷۵).گزارش نهائی مطالعه حاصلخیزی خاک ایستگاه تحقیقات کشاورزی اسلام آباد غرب . مرکز تحقیقات کشاورزی کرمانشاه . شماره ۸۹. ۱۵ ص.

۲ ـ بای بوردی ، محمد (۱۳۶۲). اصول مهندسی آبیاری ، روابط آب و خاک . دانشگاه تهران . جلد اول . شماره ۱۴۴۹/۱ .چاپ سوم . ص ۱۱۵- ۱۰۵.

۳ ـ بصیری ، عبدالله (۱۳۶۲). طرحهای آماری در علوم کشاورزی . دانشگاه شیراز . شماره ۹۹. ص ۲۱۰ - ۱۵۲

۴ ـ جلالی ، محمد طیب (۱۳۶۵). نتایج بررسی اثرات توام آب وکود بر زراعت چغندر قند در منطقه صحنه و چمچمال . موسسه تحقیقات خاک وآب. شماره ۷۰۲. ۴۱ ص.

۵ـ حسینی ابریشمی ، سید محمد ، مترجم (۱۳۷۱). اصول و عملیات آبیاری . مشهد . معاونت فرهنگی آستان قدس رضوی .چاپ اول ص ۱۸۴ - ۱.

۶ ـ رئیسی ، فرهود (۱۳۷۲). گزارش نهائی طرح بررسی تاثیر کاهش میزان آب آبیاری در آخر فصل رشد در تولید قند و چغندر قند . مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان.۱۸. ۲۴ ص.

۷- فرشی، علی اصغر.، محمدرضا شریعتی، رقیه جارالله‌ی، محمدرضا قائمی، مهدی شهابی فر، میرمسعود تولایی(۱۳۷۶). برآورد آب مورد نیاز گیاهان عمده زراعی و باغی کشور، جلد اول، گیاهان زراعی. کرج. نشر آموزش کشاورزی. ص ۴۲۸-۴۰۲ .

۸ ـ کوچکی ، عوض و افشین سلطانی ، مترجمان (۱۳۷۵). زراعت چغندر قند .جهاد دانشگاهی مشهد شماره ۱۴۲. ص ۱۴۴-۱۱۱ و ۱۹۵ - ۱۷۴.

۹ ـ کولیوند ، محمد (۱۳۶۶). زراعت چغندر قند .جهاد دانشگاهی شهید بهشتی . ص ۶۶ - ۶۱ و ۱۳۹-۸۹ .

۱۰ ـ معدنچی ، ناصر و محمد باقر رحیمی (بی تا) . خلاصه نتایج خاک وآب بر روی چغندر قند،گندم ، یونجه ، سیب زمینی و پیاز منطقه همدان ۶۴-۱۳۴۹ . موسسه تحقیقات خاک و آب. ص ۷۰-۶۶ و ۸۷-۸۶.

۱۱ ـ موسسه تحقیقات خاک و آب (۱۳۶۶). توصیه های کودی و آب مصرفی نباتات تا پایان سال ۱۳۶۵ . تهران . بولتن فنی شماره ۵ . ص ۴۰-۳۳ .

۱۲ ـ وزیری ، ژاله (۱۳۶۶). خلاصه نتایج تحقیقات آبیاری در سالهای ۶۵-۱۳۴۶ . موسسه تحقیقات خاک وآب . شماره ۷۳۳. ۴۸ ص .

۱۳ ـ هاشمی دزفولی ، ابوالحسن . عوض کوچکی و محمد بنایان اول ، مترجمان (۱۳۷۴). افزایش عملکرد گیاهان زراعی جهاد دانشگاهی مشهد. شماره ۱۲۰. ص ۱۵۹-۱۵۱.

14 _ Ayars, J. E., R. B. Hutmacher , G. J. Hoffman, J. Letey, J. Ben-Asher and K. H.solomon (1990). Response of Sugarbeet to non-uniform irrigation . Springer-Verlag. Irrig. Sci.Solomom 11:101-109

15 _ Carter, J. N., D. J. Traveller and R. C. Rosenau (1980). Root and sucrose yields of sugar sugarbeet as affected by mid-to late-season water stress. A.S.S.B.T. J. 20(9):583-596.

16 - Daviddoff, B. and R. J. Hanks (1989). Sugarbeet production as influenced by limited irrigation . Springer-Verlag. Irrig Sci. 10: 1-17.

17- Winter, S. R. (1990). Sugar-beet response to nitrogen as affected by seasonal irrigation . Agron J. 82:984-988.

18 - Winter, S. R. (1989). Nitrate-Nitrogen accumlation in furrow irrigated fields and effects on sugarbeet production . A.S.S.B.T. J. 23:174-201.

Effect of amount and interval of irrigation on sugarbeet yield and quality

ABSTRACT

The study was conducted to evaluate the relationships between different rate and interval of irrigation and the yield of sugarbeet (root, sugar percentage, impurities) in Islamabad (Kermanshah Province) from 1374 to 1375.

The irrigation interval was selected based on cumulative evaporation in order of T1 = 50, T2 = 70, T3 = 100 and T4 = 120 mm from class A-Pan. Irrigation water depth was calculated to recharge the soil from existing moisture content to the field capacity throughout the root zone (0-60 cm). Soil water (0-90 cm) was determined for each irrigation and two days after it. Fertilizer (480 kg of N/ha as urea and 130 kg of P2O5 as ammonium phosphate) were applied based on soil test. Surface irrigation method was selected as a conventional method of irrigation similar to farmers practic.

The results of this study indicated that the T1 = 50 mm irrigation frequency of pan evaporation had a significant effect on sugarbeet yield with 58110 kg/ha and the yield of 53780, 4896, and 72900 kg/ha were also recorded for T2, T3 and T4. Water used (irrigation, precipitation, soil water storage) were 1470, 1440, 1450 and 1540 mm for T1 to T4 respectively.

It was found that irrigation frequency for a given soil was not a function of either sugar content percentage, quality of sugar and impurities of root materials such as sodium, potassium, N-nitrate and sucrose loss to molasses.

In addition the water use efficiency (WUE) was also calculeted to show the equivalent yield (root, sugar) obtained for each mm of irrigation water.

Finally it was concluded that irrigation frequancy based on 100 mm pan eraporation was more efficient compared with other treatments Irrigation interval for this treatment was 8-10 days in the June, July and August and 10-13 days for the May and Octber.

مجموعه مقالات نهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

مقاله شماره ۲۰

موضوع :

تحلیل و بهینه‌سازی همچندی مصرف آب و تولید محصولات زراعی در مغان

تألیف :

ابوالفضل ناصری[۱]

چکیده

در مقالهٔ حاضر، پتانسیل تولید محصولات گندم، پنبه، ذرّت دانه‌ای و گوجه‌فرنگی در شرایط کفایت آب آبیاری با استفاده از روش منطقهٔ اگرواکولوژیکی و برای منطقهٔ مغان برآورده شده، مقادیر حاصله برای این محصولات ، بر حسب کیلوگرم در هکتار در سال، به ترتیب عبارتند از :

۷۳۳۷/۲۷ ، ۵۸۳۹/۲۰ ، ۱۰۰۸۳/۴۹ و ۶۰۷۶۷/۶۶

اندازهٔ نیازمندی محصولات به آب در شرایط اقلیمی منطقه با استفاده از روش پنمن برآورده شده ، میزان این نیازمندی در فصل رشد و برای محصولات گندم، پنبه ، ذرّت دانه‌ای و گوجه‌فرنگی و بر حسب میلی‌متر در فصل رشد ، به ترتیب عبارت است از : ۶۰۳/۱ ، ۵۸۴/۰ ، ۴۶۸/۳ و ۷۷۶/۳

بیشینه‌سازی عملکرد محصولات تحت شرایط مختلف کمبود آب انجام شده، در حالت کلّی و در طول فصل رشد، در صورت کمبود آب می‌توان در برنامه‌ریزی آبیاری نسبت به کسر آب و حداکثر به میزانهای زیر اقدام کرد :

گندم ۱۰ درصد، پنبه ۱۵ درصد، ذرّت دانه‌ای ۳۵ درصد، گوجه‌فرنگی ۲۷ درصد.

تغییرات عملکرد محصولات مختلف زراعی بازاء راندمان کاربرد آب متفاوت و برابر ۴۰، ۵۰، ۶۰، ۷۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد بررسی شده، با حجم مشخّصی از آب آبیاری می‌توان متناسب با افزایش راندمان آبیاری میزان عملکرد را افزایش داد.

کارآئی مصرف آب محصولات مورد بررسی تعیین شده و دامنهٔ این فاکتور برای محصولات گندم، پنبه، ذرّت دانه‌ای و گوجه‌فرنگی و بر حسب کیلوگرم در متر مکعب در هکتار در سال به ترتیب عبارت است:

[۱] عضو هیأت علمی مؤسسهٔ تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

/۱/۲۲ و ۰/۵۴/، / ۱ و ۰/۸۲/، /۲/۷۴ و ۱/۹۷/، /۷/۸۲ و ۵/۶۲/. نتایج نشان می‌دهد که با افزایش عملکرد میزان کارآئی مصرف آب افزایش می‌یابد.

در نهایت، تغییرات عملکرد محصولات و درآمد خالص حاصل از کشت آنها در منطقه مورد بررسی قرار گرفته است، در صورتی که احتساب آب بها به صورت یارانه‌ای انجام شود ترتیب درآمد حاصل از کشت محصولات در منطقهٔ مغان بصورت زیر خواهد بود:

گوجه‌فرنگی، پنبه، ذرّت دانه‌ای و گندم و سود حاصله مستقّل از میزان راندمان آبیاری خواهد بود. ولی در صورت احتساب آب بها به صورت غیر یارانه‌ای، در یک عملکرد مشخص ، با افزایش راندمان آبیاری، سود حاصله افزایش یافته و در صورت ثابت ماندن راندمان آبیاری و افزایش عملکرد، سود خالص افزایش خواهد یافت.

مقدمه

دشت مغان که در گوشه شمال‌غرب کشور قرار گرفته یکی از مناطق مهمّ کشاورزی است که در آن انواع مختلف محصولات از جمله گندم، پنبه، ذرّت دانه‌ای، چغندر قند، دانه‌های روغنی و ... در مساحتی بیش از نودهزار هکتار کشت و استحصال می‌گردد. با اینکه در قسمتی از این دشت پهناور جهت آبیاری اراضی کشاورزی آب به وفور و در حدّ کفایت در دسترس زراعین قرار دارد، ولی در برخی نقاط و بویژه در ایّامی که گیاهان دوره‌های حسّاسی را نسبت به تنش آب طیّ می‌کنند، کمبود آب احساس می‌شود. تقسیط و تخصیص آب مورد دسترس جهت آبیاری اراضی و دستیابی به عملکرد ممکن یکی از راهکارهایی است که می‌توان در شرایط کمبود آب، نسبت به استفادهٔ بهینه از آب معمول داشت. و یا در شرایط وفور آب و امکان استفاده از آب صرفه‌جویی شده در دیگر اراضی منطقه ، می‌توان با توجّه به اندازهٔ نیازمندی محصولات به آب و نیز متناسب با دوره‌های رشد محصول نسبت به کسر آب و آبیاری با مقدار کمتر از معمول اقدام کرد.این استراتژی که در آن منظور دستیابی به عملکرد مقدور تحت شرایط کمبود آب و با هدف استفاده بهینه از آب و آبیاری است با عنوان «آبیاری مضایقه‌ای یا کم آبیاری» مطرح می‌گردد. بمنظور استفاده از این روش در منطقهٔ مغان بایستی اندازهٔ نیازمندی محصولات به آب، گاه تنش و همچنین دوره‌های فنولوژیک حساس گیاه به کمبود آب، نوع رابطهٔ بین تولید محصولات زراعی و میزان مصرف آب، تأثیر افزایش راندمان آبیاری در افزایش درآمد زارع و... که جهت برنامه‌ریزی شایستهٔ آبیاری مضایقه‌ای (کم‌آبیاری) ضرورت دارد تعیین و مشخّص شود، بنابراین مقالهٔ حاضر با اهداف زیر تنظیم می‌گردد:

۱ـ برآورد پتانسیل عملکرد محصولات مختلف زراعی در شرایط کفایت آب آبیاری در مغان

۲ـ تخمین اندازهٔ نیازمندی محصولات مختلف به آب، در شرایط اقلیمی منطقه

۳ـ بیشینه‌سازی عملکرد محصولات مختلف تحت شرایط کمبود آب در مغان

۴ـ بررسی تغییرات عملکرد محصولات مختلف زراعی بازاء راندمان کاربرد متفاوت در منطقه

۵ـ تعیین کارآئی مصرف آب محصولات مختلف در منطقه

۶ـ بررسی تغییرات عملکرد محصولات زراعی و سودخالص حاصل از کشت آنها در مغان

روش و الگوی بررسی

بمنظور بررسی عکس‌العمل نباتات (بویژه از نظر عملکرد) به تغییرات مقدار آب آبیاری و بویژه به کمبود آب مدلهای مختلف و متفاوتی تهیّه، بسط و ارائه گردیده است. یکی از این مدلها که توسط دورنبوس و کسام تهیّه و به مدل فائو شهرت یافته است، بدلیل سهولت نسبی در بکارگیری آن، در این بررسی انتخاب گردیده است فرم کلّی این مدل بصورت زیر است [۳،۶،۷]:

$$\frac{Y_a}{Y_m}=\Pi_{i=1}^{m}\left[1-Ky_i\left(1-\frac{\sum_{j=1}^{m}ETaji}{\sum_{j=1}^{m}ETmji}\right)\right] \qquad (1)$$

که در آن:

Y_a= عملکرد قابل برداشت واقعی و قابل تشکیل بازاء تبخیر و تعرّق $ETai$، $(Y_a \le Y_m)$

Y_m= عملکرد قابل برداشت پتانسیل و قابل تشکیل بازاء تبخیر و تعرّق $ETmi$

Ky_i= ضریب حساسیّت ماهانهٔ محصول

$ETaj$= تبخیر و تعرّق واقعی روزانه گیاه $(ETa_j \le ETm_j)$

$ETmj$= تبخیر و تعرّق ماگزیمم روزانهٔ گیاه

m= تعداد روزهای ماههای فصل رشد

n= تعداد ماههای فصل رشد

Π و Σ = نمادهای ریاضی و به ترتیب معرّف حاصل ضرب و حاصل جمع

جهت نیل به اهداف مورد نظر مقالهٔ حاضر و همچنین جهت سهولت در انجام محاسبات پس از یکسری عملیّات جبری و ساده‌سازیهای مربوط، معادلهٔ (۱) بصورت معادلهٔ زیر درمی‌آید [۴]:

$$\frac{Y_a}{Y_m}=A^{l}.\Pi_{i=1}^{n}\left[\frac{1}{m}\sum_{j=1}^{n}\sum ETaji+Bi\right] \qquad (2)$$

که در آن:

$$A^{l}=\Pi_{i=1}^{n}Kyi/\Pi_{i=1}^{n}\left(\frac{1}{m}\sum_{j=1}^{m}ETmji\right)$$

$$Bi=\frac{1}{m}\sum_{j=1}^{m}ETmji\left[\frac{1}{Kyi}-1\right]$$

در زیر به نحوهٔ برآورد هر یک از پارامترهای Kyi, $\sum_{j=1}^{m}ETmj_i Y_m$ که جهت استفاده از رابطهٔ (۲) ضرورت به شناسایی آنهاست، مبادرت می‌گردد.

الف) نحوهٔ برآورد عملکرد قابل برداشت پتانسیل محصول

برآورد Y_m با استفاده از روش "منطقهٔ اگرواکولوژیکی" و با قبول فرضیات دویت و با بهره‌گیری از داده‌های

تشعشع بصورت زیر قابل انجام است *[۶]*:

$$Y_m = CL.CN.CH.G.\left[F(o.8+o.o1y_m)y_o + (1-F)(o.5+o.o25y_m)y_c\right] \quad (۳)$$

که در آن:

CL= ضریب تصحیح برای توسعهٔ نبات (قابل برآورد بر اساس شاخص سطح برگ محصول)

CN= ضریب تصحیح برای مادهٔ خشک خالص به مادهٔ خشک ناخالص محصول (کسری)

CH= اندیس برداشت (کسری)

G= طول دورهٔ رشد محصول (روز)

F= قسمتی از طول مدّت روز که آسمان ابری بوده باشد (قابل برآورد با داده‌های تشعشع)

Y_m= ماگزیمم آهنگ تولید ناخالص ماده خشک برگ محصول در کلیمای منطقه (کیلوگرم در ساعت در هکتار)

Y_o= آهنگ تولید ناخالص مادهٔ خشک در یک روز ابری برای محصول استاندارد (کیلو گرم در ساعت در هکتار)

Y_c= آهنگ تولید ناخالص مادهٔ خشک در یک روز صاف برای محصول استاندارد (کیلو گرم در ساعت در هکتار)

مقادیر Y_o و Y_c با در نظر گرفتن عرض جغرافیائی منطقه مورد بررسی و با بهره‌گیری از جداول پیشنهادی فائو قابل برآورد است.

ب) نحوهٔ برآورد تبخیر و تعرّق ماکزیمم گیاه

جهت برآورد تبخیر و تعرّق گیاه مرجع روش پنمن که بصورت زیر است انتخاب و با اعمال ضریب گیاهی K_c، نیازمندی گیاه موردنظر به آب، مورد برآورد قرار خواهد گرفت : *[۱، ۴و۶]*

$$ETo = C.\left[W.R_n + (۱-W)\,F(u).(ea-ed)\right] \quad (۴)$$

که در آن : ETo= تبخیر و تعرّق گیاه مرجع (میلی‌متر در روز)

W= فاکتور وزن‌دار مربوط به درجه حرارت

Rn= تشعشع خالص معادل تبخیر (میلی‌متر در روز)

$f(u)$= تابع باد و قابل برآورد با رابطهٔ $F(u) = o.27(1+\frac{u_2}{1oo})$

C= فاکتور تبدیل برای جبران اثر تغییرات عوامل جوّی در شبانه روز

$e_a - e_d$= اختلاف بین فشار بخار اشباع در متوسط درجه حرارت هوا و فشار بخار واقعی هوا (میلی‌بار)

محاسبهٔ مقدار ETo با جاگذاری مقادیر مربوطه و استخراج مقادیر R_n، $f(u)$، W و C از داده‌ها و روابط هوا شناسی مقدور خواهد بود.

ج) نحوهٔ برآورد ضریب حساسیّت محصول

جهت برآورد Ky، از پیشنهادات فائو که در آن دورهٔ فنولوژیک گیاه به چهار دوره و به صورت زیر تقسیم شده استفاده خواهد شد [۶]. این دوره‌های رشد عبارتند از: (۱) دورهٔ رویشی (۲) دورهٔ گلدهی (۳) دورهٔ تشکیل عملکرد (۴) دورهٔ رسیدگی

نحوهٔ برآورد کارآئی مصرف آب

کارآئی مصرف آب عبارت است از کارآئی بهره‌مندی از آب در تولید مادهٔ خشک، [۱، ۴ و ۶] و از نظر زراعی کارآئی مصرف آب جهت تولید دانه از رابطهٔ زیر قابل برآورده است: [۴]:

$$W.U.E=\frac{Ym.A'.\Pi_{i=1}^{n}(\frac{1}{m}.\sum_{j=1}^{m}ETaji+Bi}{\sum_{i=1}^{n}(\frac{1}{m}\sum_{j}^{m}ETaji)} \qquad (۵)$$

که در آن:

$W.U.E$= کارآئی مصرف آب (کیلوگرم در مترمکعب)

$ETaj$= تبخیر و تعرّق واقعی (میلی‌متر در روز)

بقیّه پارامترها و علائم قبلاً تعریف شده‌اند.

بیشینه سازی نسبت عملکرد واقعی به عملکرد پتانسیل

بیشینه‌سازی نسبت عملکرد واقعی به عملکرد پتانسیل، $\frac{Y_a}{Y_m}$ بویژه در شرایط محدودیت آب آبیاری یکی از مواردی است که از نظر اقتصادی کشاورزی حائز اهمیت است.

بیشینه سازی $\frac{Y_a}{Y_m}$ مستلزم حداکثرسازی مقدار عبارت $\Pi_{i=1}^{m}(\frac{1}{m}\sum_{j=1}^{m}ETaji+Bi)$ تحت شرایط مربوطه است و جهت انجام این مورد، از تغییر متغیّر که یکی از روشهای غیرمستقیم در بهینه‌سازی مقیّد توابع غیرخطی است، استفاده بعمل می‌آید. [۲].

تابع هدف مسئله مورد بحث بصورت زیر در نظر گرفته می‌شود:

$$\frac{Y_a}{Y_m}=\frac{\Pi_{i=1}^{n}Ky_i}{\Pi_{i=1}^{n}(\frac{1}{m}\sum_{j=1}^{m}ETmji}.\Pi_{i=1}^{m}(\frac{1}{m}\sum_{j=1}^{m}ETaji+Bi) \qquad (۶)$$

و قیود اصلی مسئله عبارت است از:

$$0\le\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m}ETaji\le\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m}ETmji$$

با فرض اینکه $ETaj$ بر اساس درصدی از $ETmj$ انتخاب و در برنامه‌ریزیهای آبیاری لحاظ گردد، قید مسئله بصورت زیر درمی‌آید:

$$0\le\frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m}ETaji}{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m}ETmji}=Sin^{2}Zi\le 1$$

باتلفیق معادلهٔ (۶) و معاون جدید رابطهٔ اخیر، تابع هدف مسئله بصورت زیر در می‌آید:

$$\frac{Y_a}{Y_m}=\frac{\Pi_{i=1}^{n} Kyi}{\Pi_{i=1}^{n}(\frac{1}{m}\sum_{j=1}^{m} ETmji)}.\Pi_{i=1}^{n}(\frac{1}{m}\sum_{j=1}^{m} ETmji.Sin^{2}Zi+Bi)$$

با جاگذاری مقدار مساوی Bi ، رابطهٔ اخیر بصورت زیر در می‌آید:

$$\frac{Y_a}{Y_m}=\frac{\Pi_{i=1}^{n} Kyi}{\Pi_{i=1}^{n}(\frac{1}{m}\sum_{j=1}^{m} ETmji)}.\Pi_{i=1}^{n}(\frac{1}{m}\sum_{j=1}^{m} ETmji.Sin^{2}Zi+\frac{1}{m}\sum_{j=1}^{m} ETmji.\left[\frac{1}{Kyi}-1\right]) \quad (۷)$$

بمنظور یافتن جوابهای بهینهٔ مسئله، رابطهٔ زیر بایستی برقرار باشد:

$$\partial\left[Y_a/Y_m.\frac{\Pi_{i=1}^{n} Kyi}{\Pi_{i=1}^{n}(\frac{1}{m}\sum_{j=1}^{n} ETmji}\right]/\partial Zi=o$$

که در آن:

$$Zi=ArcSin\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} ETaji}{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} ETmji}}$$

حاصل عبارت فوق، به رابطهٔ زیر منجر می‌گردد:

$$\frac{(\frac{1}{m}\sum_{j=1}^{m} ETmji.Sin_{2}Zi)(\Pi_{i=1}^{n}(\frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m} ETmji.Sin^{2}Zi+\frac{1}{m}\sum_{j=1}^{m} ETmji\left[\frac{1}{Kyi}-1\right]))}{\frac{1}{m}\sum_{j=1}^{m} ETmji.Sin^{2}Zi+\frac{1}{m}\sum_{j=1}^{m} ETmji\left[(\frac{1}{Kyi}-1\right]}=o$$

که در آن: $i=1,...,8$ و آن معرّف ماههای فصل رشد محصول بوده و معادلهٔ فوق بایستی برای تمام محصولات مختلف مورد تحلیل قرار گیرد.

جواب معادلهٔ اخیر با بهره‌گیری از روش حذفی بصورت زیر بدست آمده، این جواب حاصله بایستی برای محصولات مورد نظر و متناسب با ماههای فصل رشد آنها در منطقه و با اعمال شرایط و محدودیتهای مربوطه و با بهره‌گیری از روش آزمون و تکرار، مورد جواب یابی قرار گیرد:

$$Mi=\frac{\frac{1}{m}\sum_{j=1}^{m} ETmji.Sin_{2}Zi}{\frac{1}{m}\sum_{j=1}^{m} ETmji.Sin^{2}Zit}=\frac{\frac{1}{m}\sum_{j=1}^{m} ETmjk.Sin_{2}Zjk}{\frac{1}{m}\sum_{j=1}^{m} ETjkSin^{2}Zit} \quad (۸)$$

$$+\frac{1}{m}\sum_{j=1}^{m} ETmji\left[\frac{1}{kyi}-1\right] \qquad +\frac{1}{m}\sum_{j=1}^{m} ETmjk\left[\frac{1}{Ky_k}-1\right]$$

که در آن $k=i+1$ و مقادیر i برای محصولات مختلف مورد بررسی، بشرح زیر است.
گندم، $i=1, ..., 7$ پنبه $i=1, ..., 4$ ذرّت دانه‌ای $i=1, ..., 3$ گوجه‌فرنگی $i=1,...,3$.
شرایط و محدودیتهای زیرین جهت حلّ همزمان معادلات بایستی موردنظر باشد.
گندم، در چهار ماههٔ اوّل رشد $o \leq Z \leq 90o$ و در چهار ماههٔ دوّم رشد $70 \leq Z \leq 90$
پنبه، در ماههٔ اوّل رشد $o \leq Z \leq 90o$ و در سه ماههٔ بعدی رشد $70 \leq Z \leq 90$
ذرت دانه‌ای ، در ماههای مختلف رشد بترتیب، $70 \leq Z \leq 90$، $80 \leq Z \leq 90$، $80 \leq Z \leq 90$، $o \leq Z \leq 90$
گوجه‌فرنگی در ماه اوّل رشد $o \leq Z \leq 90$، در ماههای دوّم و پنجم، $40 \leq Z \leq 90$ و در ماههای سوّم و چهارم $70 \leq Z \leq 90$.

نتایج و بحث

ـ برآورد پتانسیل تولید محصولات در مغان

جهت بررسی در این مطالعه، محصولات گندم، پنبه، ذرت دانه‌ای و گوجه‌فرنگی انتخاب شده‌اند، دورهٔ رشد هر یک از این محصولات در مغان بشرح زیر است:[1]
گندم از نیمهٔ دوّم آبان تا آخر خرداد، پنبه از اردیبهشت تا نیمهٔ دوّم آبان، ذرت دانه‌ای از نیمهٔ دوّم فروردین تا نیمهٔ دوّم شهریور و گوجه‌فرنگی از نیمهٔ دوّم اردیبهشت تا آخر مرداد.
پتانسیل تولید محصولات فوق‌الذکر، با بهره‌گیری از رابطهٔ (۳) و با اعمال پارامترهای مورد نیاز جهت محاسبهٔ آن، مورد محاسبه قرار گرفته است که نتایج در جدول (۱) درج شده است:

جدول (۱)ـ مقادیر مربوط به پارامترهای مورد نیاز جهت برآورد پتانسیل تولید محصولات مختلف در مغان

نوع محصول	T	y_m	CL	CH	G	CN	F	Y_m
گندم	۱۴/۰۵	۱۹/۰۵	۰/۵۰	۰/۴۰	۲۴۰	۰/۵۰	۰/۵۳	۷٬۳۳۷/۲۷
پنبه	۲۰/۴۴	۳۳/۰	۰/۵۰	۰/۱۰	۱۸۰	۰/۵۰	۰/۳۶	۵٬۸۳۹/۲۰
ذرت دانه‌ای	۲۳/۰	۶۵/۰	۰/۵۰	۰/۴۰	۱۵۰	۰/۵۰	۰/۳۰	۱۰٬۰۸۳/۴۹
گوجه‌فرنگی	۱۸/۰۵	۳۰/۳۳	۰/۵۰	۰/۳۰	۱۵۰	۰/۵	۰/۲۸	۶۰۷۶۷/۶۶

ب ـ برآورد اندازهٔ نیازمندی محصولات مختلف به آب

با استفاده از آمار ایستگاه کلیماتولوژی پارس آباد در طول دورهٔ ۱۹۶۶ تا ۱۹۹۰ و با بهره‌گیری از روش پنمن (معادلهٔ ۴)، تبخیر و تعرّق گیاه مرجع مورد محاسبه قرار گرفته و با اعمال ضریب گیاهی K_c میزان نیاز آبی محصولات مختلف در شرایط اقلیمی مغان برآورده شده که نتایج در جدول (۲) آورده شده است

۱ـ دورهٔ مذکور در حالت کلّی بیان شده و ارقام مختلف از این حیث قدری با هم متفاوتند.

جدول (۲)- اندازه تبخیر و تعرّق گیاه مرجع و اندازهٔ نیازمندی محصولات به آب (بر حسب میلی‌متر در ماه)

ماه رشد / نوع محصول	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	
تبخیر و تعرق پانسیل	۱۲۳/۹	۵۲/۵	۳۳	۳۲/۷	۳۷/۸	۵۵/۸	۹۷/۰	۱۴۳/۴	۱۸۳/۸	۲۳۵	۲۳۸/۱	۱۷۹/۲	
گندم	–	۲۱	۱۳/۲	۱۳/۰۸	۱۵/۱۲	۵۳/۵۷	۱۲۶/۱۰	۱۸۶/۴۲	۱۷۴/۶۱	–	–	–	
پنبه	–	–	–	–	–	–	–	۵۷/۳۶	۸۸/۲۲	۱۱۸/۴۴	۱۸۲/۶	۱۳۷/۴	
ذرت دانه‌ای	–	–	–	–	–	–	۳۳/۹۵	۱۰۰/۳۸	۱۹۲/۹۹	۱۴۱/۰	–	–	
گوجه‌فرنگی							–	۸۱/۷۴	۱۸۳/۸۰	۲۷۰/۲۵	۲۴۰/۴۸	–	

ج - بیشینه سازی $\frac{Y_a}{Y_m}$ محصولات مختلف در شرایط مغان

با در نظر گرفتن ضریب حساسیّت محصول و همچنین میزان نیازمندی محصولات مختلف به آب در دوره‌های مختلف رشد، به محاسبهٔ مقدار ضریب ثابت A اقدام شده که نتایج در جدول (۳) آورده شده است:

جدول (۳)- مقادیر مربوط به ضریب ثابت $A=\Pi_{i=1}^{n} Kyi/\Pi_{i=1}^{n}\sum_{i=1}^{m} ETmi$

نوع محصول	$\Pi_{i=1}^{n} Kyi$	$\Pi_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} ETmji$	A
گندم	۰/۰۰۰۱۲	۱/۲۰۵۴۱۰۲۹۳×۱۰^{۱۳}	۹/۹۵۵۱×۱۰$^{-۱۸}$
پنبه	۰/۰۰۶۲۵	۲۱/۸۷۴۰۷۸۰۳×۱۰^{۱۳}	۲/۸۵۷۲×۱۰$^{-۱۷}$
ذرّت دانه‌ای	۰/۰۳۶۰۰	۹/۲۷۳۴۴۰۵×۱۰^{۷}	۳/۸۸۲۰×۱۰$^{-۱۰}$
گوجه‌فرنگی	۰/۰۷۷۴۴	۹/۷۶۳۷۳۵۱×۱۰^{۸}	۷/۹۳۱۳۹×۱۰$^{-۱۱}$

با بهره‌گیری از روش حلّ آزمون و تکرار، معادلهٔ (۸) برای محصولات گندم، پنبه، ذرت دانه‌ای و گوجه‌فرنگی در شرایط مغان مورد تحلیل قرا گرفته است. پس از یافتن مجموعهٔ مقادیر Ziها برای دوره‌های مختلف رشد و برای محصولات فوق‌الذکر مقدار $Sin^2 Zi$ برآورد و با استفاده از این مقدار، حاصل کسر $\frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} ETaji}{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} ETmji}$ برای $\frac{Y_a}{Y_m}$های واقع در مجموعه جواب مسئله بهینه سازی و برای محصولات مختلف مورد محاسبه قرار گرفته که نتایج در شکلهای ۱ تا ۴ رسم شده است. این شکلها، مبیّن سهم مشارکت هر یک از ماههای فصل رشد جهت جبران نیازمندی محصول به آب برای تشکیل عملکرد ممکن محصولات فوق و تحت شرایط کمبود آب و در حالت بیشینهٔ $\frac{Y_a}{Y_m}$ است.

با مشاهدهٔ شکل (۱) می‌توان گفت که از ماه پنجم فصل رشد به بعد، گندم به تنش آبی حساستر است لذا برای داشتن عملکرد (بویژه عملکرد ممکن بیشینه) حداقل مقدار $\frac{ETai}{ETmi}$ در حدود ۰/۹۵ و مقدار این نسبت از اوّل ماه رشد تا پنجم بین ۰/۴۲ تا ۱ می‌تواند انتخاب شود.

شکل (۲) نشان می‌دهد با عنایت به حساستر بودن پنبه به تنش کمبود آب در سه ماههٔ آخر رشد دامنهٔ انتخابی برای $\frac{ETai}{ETmi}$، جهت استحصال عملکرد مطلوب از مجموعه جواب معادلهٔ (۷) بین ۰/۴۱ تا ۱ (در دو ماههٔ اوّل رشد) و بین ۰/۹۵ تا ۱ (در سه ماههٔ آخر رشد) می‌باشد.

شکل (۳) نشان مدهد که دامنهٔ تغییرات $\frac{ETai}{ETmi}$ ذرت دانه‌ای بصورت زیر است.

حداقل مقدار $\frac{ETai}{ETmi}$ در ماه اوّل رشد برابر ۰/۹۸، در ماه دوّم رشد برابر ۰/۹۶، در ماه سوم رشد برابر ۰/۹۳ و در ماه چهارم رشد برابر ۰/۹۲ می‌باشد.

در مورد محصول گوجه‌فرنگی (شکل (۴)) می‌توان گفت که : ماههای میانی به کمبود آب حساستر هستند، دامنهٔ انتخابی برای $\frac{ETai}{ETmi}$ در این مورد بین ۰/۹۵ و ۱ و مقدار این نسبت در ماه اوّل و چهارم رشد بین ۰/۴ تا ۱ می‌تواند باشد.

دامنهٔ تغییرات $\frac{Y_a}{Y_m}$ را نسبت دامنهٔ به تغییرات $\frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} ETaji}{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} ETmji}$ می‌توان بصورت زیر

خلاصه نمود :

در مورد گندم: /۰/۳۹۸, ۱/ و /۰/۸۹۶, ۱/

در مورد پنبه: /۰/۶۹۸, ۱/ و /۰/۸۵۵, ۱/

در مورد ذرت دانه‌ای: /۰/۸۲, ۱/ و /۰/۶۴۴, ۱/

در مورد گوجه‌فرنگی: /۰/۵۲۲, ۱/ و /۰/۷۲۷, ۱/

ر ـ بررسی تغییرات $\frac{Y_a}{Y_m}$ بازاء راندمان کاربرد آبیاری متفاوت در محصولات مختلف منطقه

جهت بررسی این قسمت، میزان تبخیر و تعرق واقعی جهت تولید عملکرد Y_a در طول فصل رشد از مجموعه تبخیر و تعرّق واقعی ماههای فصل رشد بدست آمده است. با در نظرگرفتن مقدار بارش مؤثر، نسبت به محاسبهٔ نیاز خالص آبیاری اقدام و با فرض راندمانهای کاربرد مختلف و متفاوت و برابر ۴۰، ۵۰، ۶۰، ۷۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد، میزان حجم ناخالص آب آبیاری بر حسب متر مکعب برای محصولات گندم ، پنبه ، ذرّت دانه‌ای و گوجه‌فرنگی و در شرایط مغان برآورد گردیده است. و نتایج در شکلهای (۵) ، (۶) ، (۷) و (۸) قابل ملاحظه است. از این شکلها، نتایج زیر قابل استنتاج است :

(۱) جهت افزایش میزان عملکرد مقدور، بدون افزایش در میزان راندمان کاربرد آب بایستی حجم ناخالص بیشتری از آب صرف گردد.

(۲) در صورت که راندمان کاربرد آب افزایش نیابد ، دستیابی به عملکرد پتانسیل مستلزم استفاده از حجم ناخالص بیشتری از آب است (حالت خاصّی از بند (۱))

(۳) هر چه راندمان آبیاری افزایش یابد ، میزان حجم ناخاص آب آبیاری جهت تولید یک میزان مشخصی از عملکرد ، متناسباً کاهش خواهد یافت.

ـ برآورد کارآئی مصرف آب محصولات مختلف در مغان

جهت برآورد کارآئی مصرف آب محصولات گندم ، پنبه ، ذرّت دانه‌ای و گوجه‌فرنگی از رابطهٔ (۵) استفاده

شده است.[1] میزان کارآئی مصرف آب (بر حسب کیلوگرم در متر مکعب) بازاء مجموع تبخیر و تعرّق واقعی در طول فصل رشد جهت دستیابی به عملکرد Y_a و همچنین با اعمال راندمانهای کاربرد آب مختلف و متفاوت و برابر ۴۰، ۵۰، ۶۰، ۷۰، ۸۰، ۱۰۰ درصد مورد محاسبه قرار گرفته است.

نتایج محاسبات در شکلهای (۹)، (۱۰)، (۱۱) و (۱۲) آورده شده است.

این شکلها نشان می‌دهند (۱) دامنهٔ تغییرات کارآئی مصرف آب محصولات مختلف بدون اعمال راندمان آبیاری بشرح زیر است :

گندم /۱/۲۲ و ۰/۵۴/، پنبه /۱ و ۰/۸۲/، ذرت دانه‌ای /۲/۷۴ و ۱/۹۷/ و گوجه‌فرنگی /۷/۸۲ و ۵/۶۲/

(۲) حتّی در صورتیکه راندمان آبیاری تغییری ننماید ، با افزایش عملکرد محصول ، میزان کارآئی مصرف آب افزایش می‌یابد.

(۳) حتّی در موقعی که عملکرد تغییری نکند ، افزایش راندمان آبیاری منجر به افزایش کارائی مصرف آب می‌گردد.

ـ بررسی تأثیر تغییرات عملکرد محصولات مختلف در سود خالص حاصل از کشت آنها در مغان

جهت برآورد سود خالص حاصل از کشت محصولات گندم، پنبه، ذرت دانه‌ای و گوجه‌فرنگی در منطقهٔ مغان، کلّ هزینه زراعت و میزان درآمد حاصل از عملکرد استحصالی برآورد، سپس بر مبنای آنها سود خالص حاصل از کشت هر یک از محصولات مورد محاسبه قرار گرفته است. در برآورد کلّ هزینهٔ هر یک از عملکردهای ممکن، ارزش همهٔ فاکتورها به غیر از آب بها ثابت در نظر گرفته شده است.

کلّ هزینهٔ زراعت شامل هزینه‌های مربوط به شخم، دیسک، لولر و ماله‌کشی و نهر کشی، کود پاشی، بذر پاشی، آبیاری، وجین گوجه‌فرنگی، کولتیواتر و سله‌شکنی در ذرّت دانه‌ای و پنبه، تنک در پنبه، سم پاشی، خرید بذر، خرید کود، خرید سمّ و علف کش، هزینهٔ برداشت، هزینه حمل محصول و نهاده‌ها و سایر هزینه‌های متفرقه و همچنین آب بها (این هزینه متناسب با راندمان کاربرد آب متغیّر در نظر گرفته شده است) بوده و محاسبهٔ هزینه بر اساس قیمتهای سال زراعی ۱۳۷۷ـ۱۳۷۶ انجام شده است. در برآورد درآمد، قیمت هر کیلو محصول از قرار زیر لحاظ شده است، گندم ۶۳۰ ریال، پنبه ۱۹۵۰ ریال، ذرّت ۵۵۰ ریال و گوجه‌فرنگی ۴۵۰ ریال.

در برآورد هزینه آب بها در دو حالت یارانه‌ای و غیریارانه‌ای لحاظ شده، آب بها در حالت یارانه‌ای از قرار هر متر مکعب برای گندم ۷/۲۴ ریال در هکتار ، برای پنبه ۷/۸۹ ریال در هکتار، ذرت دانه‌ای ۸/۵۶ ریال در هکتار، گوجه‌فرنگی ۸/۵۸ ریال در هکتار در نظر گرفته شده است.

در حالت غیریارانه‌ای هزینهٔ لازم جهت دستیابی به هر متر مکعب آب در سر مزرعه با نرخ بهرهٔ ۸٪ بطور متوسط معادل ۱۸۶ ریال (معادل هزینهٔ دسترسی به هر متر مکعب آب در پروژه‌های جدید استانی) فرض و محاسبات لازم انجام شده است.

شکلهای (۱۳)، (۱۴)، (۱۵) و (۱۶) تغییرات $\frac{Y_a}{Y_m}$ محصولات گندم، پنبه، ذرّت دانه‌ای و گوجه‌فرنگی را در

---

۱ - رطوبت موجود در محصول ، در موقع برداشت ، جهت توزین بشرح زیر منظور بوده است :

گندم ۱۵ـ۱۲٪ ، ذرت دانه‌ای ۱۳ـ۱۰٪ ، پنبه ۱۰٪ ، گوجه‌فرنگی ۹۰ـ۸۰٪

مقابل سود خالص حاصله و بازاء راندمانهای کاربرد مختلف آبیاری و در دو حالت، با فرض قیمت غیریارانه‌ای برای آب و قیمت یارانه‌ای برای آب آبیاری نشان می‌دهد. موارد زیر از این شکلها قابل استنتاج است.

الف) در حالتی که آب بها با نرخ یارانه‌ای مورد محاسبه قرار گرفته ، هر چهار شکل نشان می‌دهد که سود خالص حاصل از زراعت هر محصول بازاء یک عملکرد مشخص ، ثابت بوده و مستقّل از تغییرات اندازهٔ راندمان کاربرد آب است ، به عبارت دیگر ، افزایش یا کاهش راندمان آبیاری تفاوتی در سود خالص زارع ندارد.

ب) در حالتی که آب بها با نرخ غیریارانه‌ای فرضی مورد محاسبه قرار گرفته ، با افزایش راندمان آبیاری سود خالص زارع افزایش می‌یابد ، حتّی اگر عملکرد تغییری ننماید و مقداری ثابت داشته باشد و همچنین در صورتیکه تغییری در راندمان آبیاری ایجاد نشود و عملکرد محصول افزایش یابد، سود خالص زارع افزایش خواهد یافت.

ج) در امر برنامه‌ریزی می‌توان از ترکیب و تلفیق هر دو حالت نرخ یارانه‌ای و غیریارانه‌ای فرضی برای آب کشاورزی می‌توان بهره‌مند شد ، بدین صورت که می‌توان ارزش اقتصادی حالت غیریارانه‌ای را برآورد و با لحاظ راندمان آبیاری قابل دستیابی ، سود خالص حاصل از کشت محصول در هر هکتار را برای زارع تخمین زده و بازاء همین سود خالص ، عملکرد مقدور تخمین زده می‌شود و بر اساس آن می‌توان در ماههای مختلف فصل رشد ضمن برنامه‌ریزی جهت استفاده از آب صرفه‌جویی شده ، نسبت به کسر آب آبیاری اقدام نمود ، در این صورت علاوه بر اینکه سود خالص قابل قبولی عاید زارعین منطقه خواهد شد ، جهت کسب درآمد بیشتر آنها سعی در استفادهٔ بهینه و کارا از آب مورد دسترس خواهند کرد که این اقدام مالاً به افزایش عملکرد نیز منجر خواهد شد و از دیگر سو با بکارگیری آبهای صرفه‌جویی شده در دیگر مواضع سودی نیز عاید اقتصاد کشاورزی کشور خواهد گردید.

نتیجه‌گیری

۱ـ در صورت کمبود آب و تمایل به استفاده از آبیاری مضایقه‌ای ، حداکثر مقدار کسر آب از اندازهٔ نیازمندی گیاه ، می‌تواند با توجه به نوع محصول و در دوره‌های مختلف رشد بصورت زیر انجام گیرد :

گندم : در چهار ماههٔ اوّل رشد ، ۵۸ درصد ـ چهار ماههٔ دوّم رشد ، ۵ درصد.

پنبه : در دو ماههٔ اوّل رشد ، ۵۹ درصد ـ سه ماههٔ آخر رشد ، ۵ درصد.

ذرّت دانه‌ای : در تمامی مراحل رشد ۸ درصد.

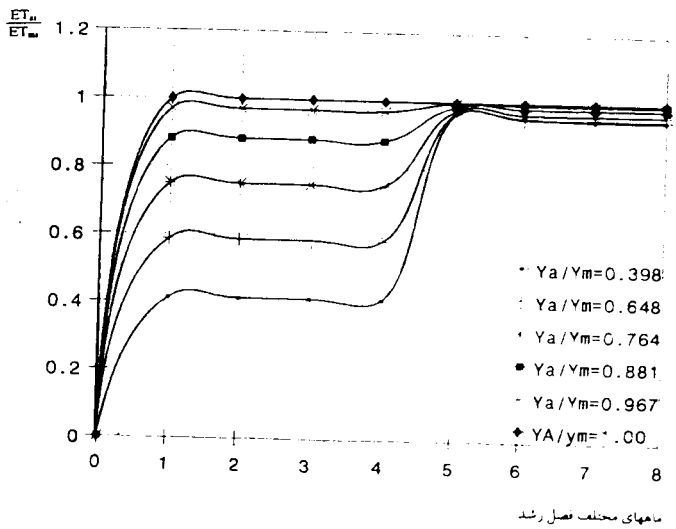
گوجه‌فرنگی : ماههای اوّل و چهارم ، ۵۹ درصد و ماههای دوّم و سوّم ۵ درصد.

۲ـ در صورتی که راندمان آبیاری افزایش نیابد ، دستیابی به عملکرد پتانسیل ، مستلزم استفاده از حجم ناخالص بیشتری از آب خواهد بود.

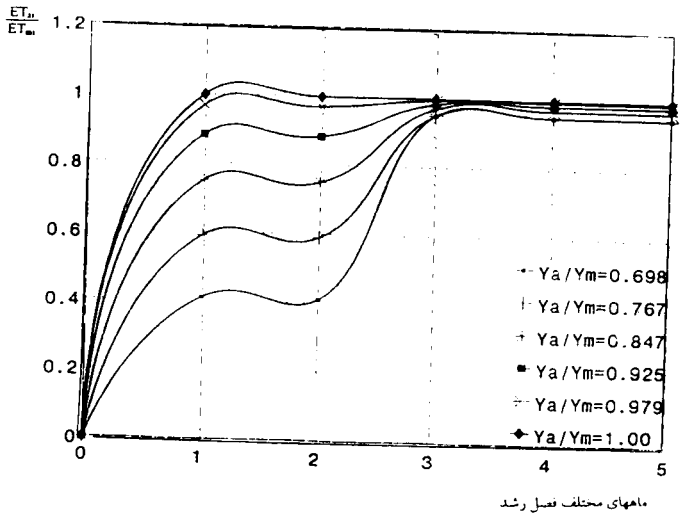
۳ـ در صورت داشتن حجم مشخصی از آب ، با افزایش راندمان آبیاری ، می‌توان عملکرد محصولات را افزایش داد.

۴ـ به ازاء راندمان آبیاری مشخّص ، هر گونه افزایش در عملکرد محصولات ، به افزایش کارآئی مصرف آب خواهد انجامید.

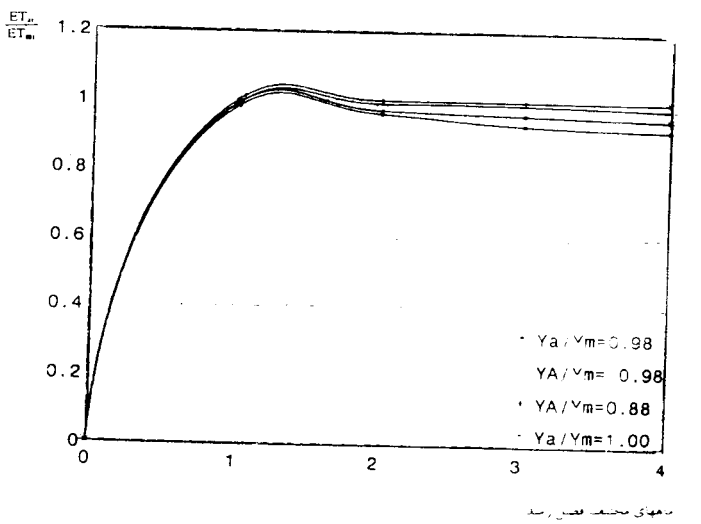
۵ـ افزایش راندمان آبیاری ، به افزایش کارآئی مصرف آب منجر خواهد شد.
۶ـ در صورت احتساب آب بها بصورت یارانه‌ای ، درآمد حاصل از کشت محصولات ، مستقّل از تغییر در میزان راندمان آبیاری بوده و افزایش یا کاهش راندمان آبیاری تغییری معنی‌داری در سود خالص زارع نخواهد داشت.
۷ـ در صورت احتساب آب بها بصورت غیریارانه‌ای ، افزایش راندمان آبیاری به افزایش سود زارع می‌انجامد.
۸ـ جهت استفاده بهینه از آب و نیز بهره‌مندی زارع از سود کافی ، از ترکیب و تلفیق هر دو حالت یارانه‌ای و غیریارانه‌ای جهت احتساب آب بها ، می‌توان در برنامه‌ریزیها استفاده کرد.



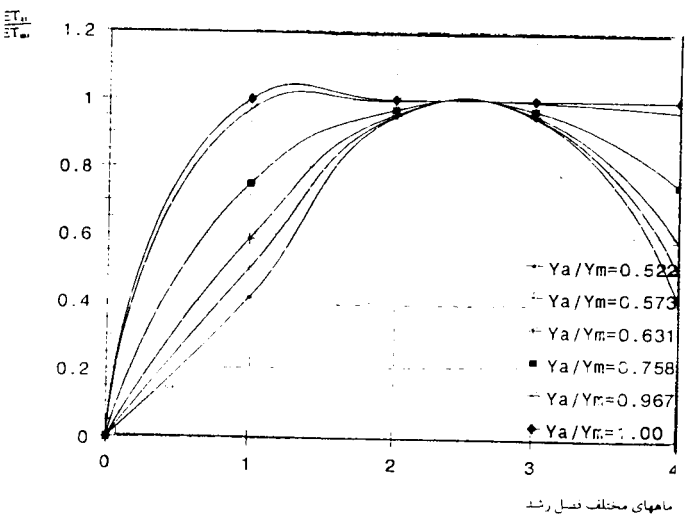
شکل ۱ ـ تغییرات $\frac{Y_a}{Y_m}$ بازاء تغییرات $\frac{ET_{ai}}{ET_{mi}}$ ماههای مختلف فصل رشد محصول گندم در مغان



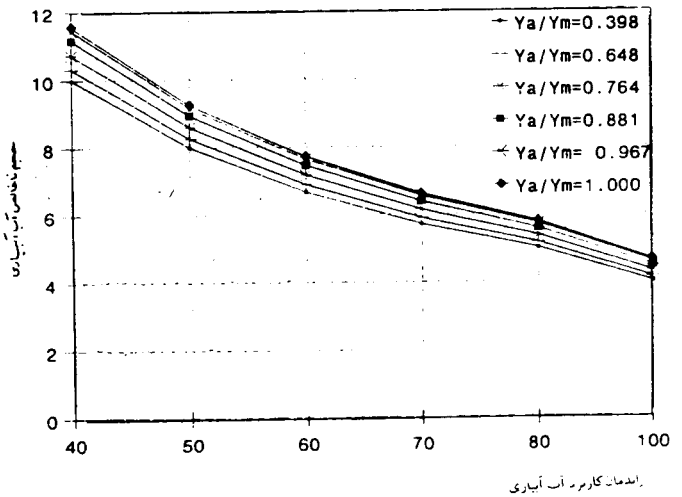
شکل ۲ ـ تغییرات $\frac{Y_a}{Y_m}$ بازاء تغییرات $\frac{ET_{ai}}{ET_{mi}}$ ماههای مختلف فصل رشد محصول پنبه در مغان



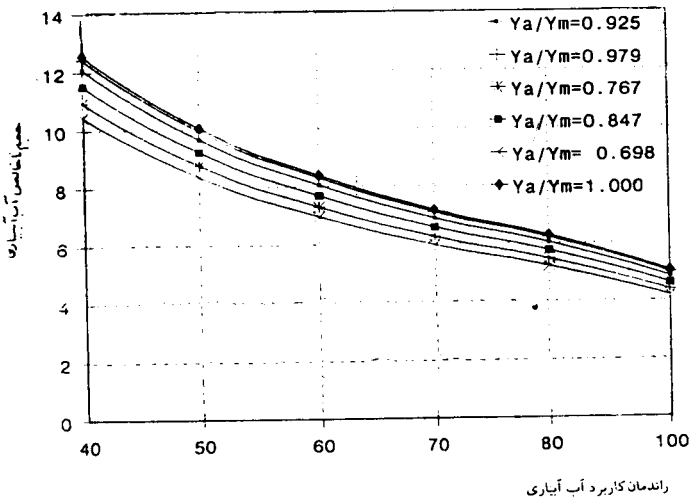
شکل ۳ ـ تغییرات $\frac{Y_a}{Y_m}$ بازاء تغییرات $\frac{ET_{ai}}{ET_{mi}}$ ماههای مختلف فصل رشد محصول درت دانه‌ای در مغان



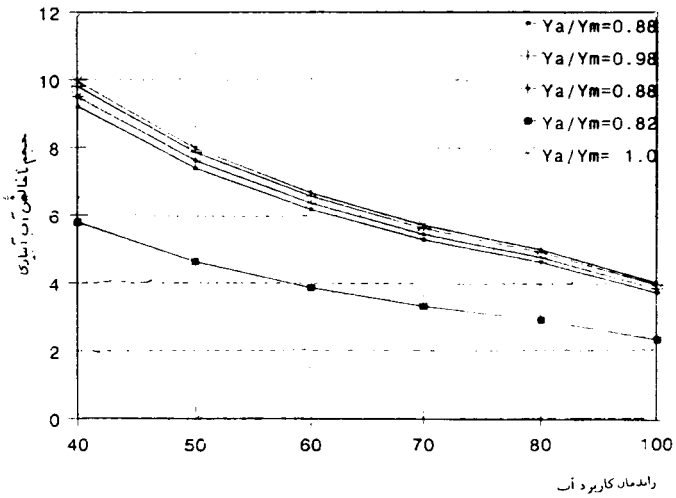
شکل ۴ ـ تغییرات $\frac{Y_a}{Y_m}$ بازاء تغییرات $\frac{ET_{ai}}{ET_{mi}}$ ماههای مختلف فصل رشد محصول گوجه‌فرنگی در مغان



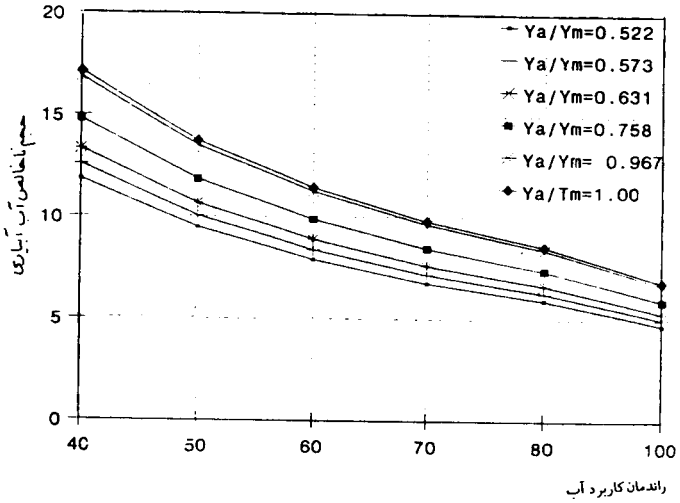
شکل ۵ ـ تغییرات $\frac{Y_a}{Y_m}$ بازاء تغییرات راندمان کاربرد آب آبیاری مختلف در محصول گندم



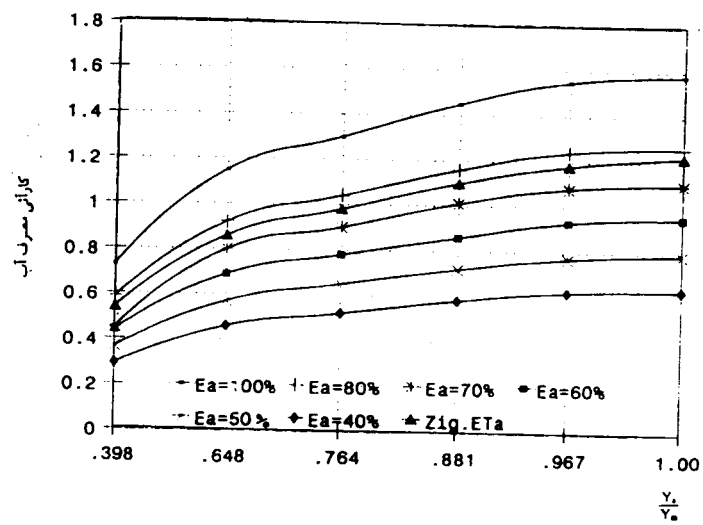
شکل ۶ ـ تغییرات $\frac{Y_a}{Y_m}$ بازاء تغییرات راندمان کاربرد آب آبیاری مختلف درمحصول پنبه



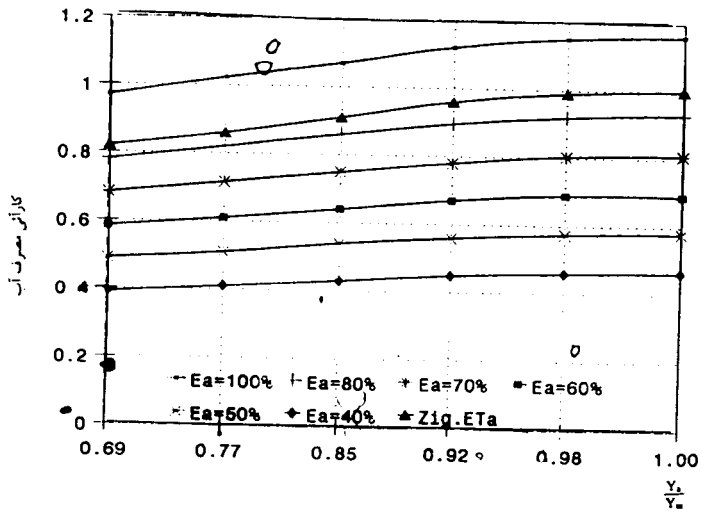
شکل ۷ ـ تغییرات $\frac{Y_a}{Y_m}$ بازاء تغییرات راندمان کاربرد آب آبیاری مختلف درمحصول ذرّت دانه‌ای



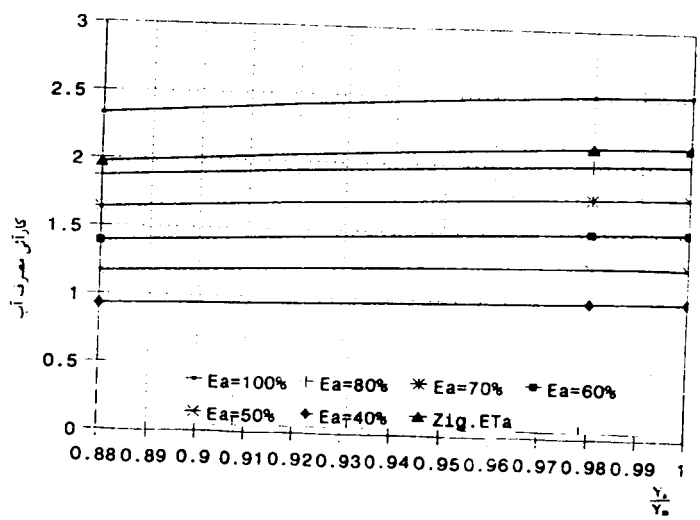
شکل ۸ ـ تغییرات $\frac{Y_a}{Y_m}$ بازاء تغییرات راندمان کاربرد آب آبیاری مختلف در محصول گوجه فرنگی



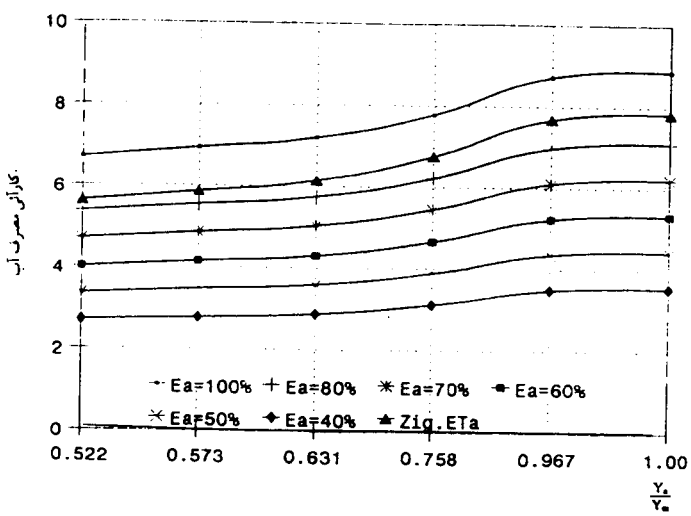
شکل ۹ ـ تغییرات کارآئی مصرف آب در مقابل تغییرات $\frac{Y_a}{Y_m}$ ازاء راندمان کاربرد آب مختلف در محصول گندم



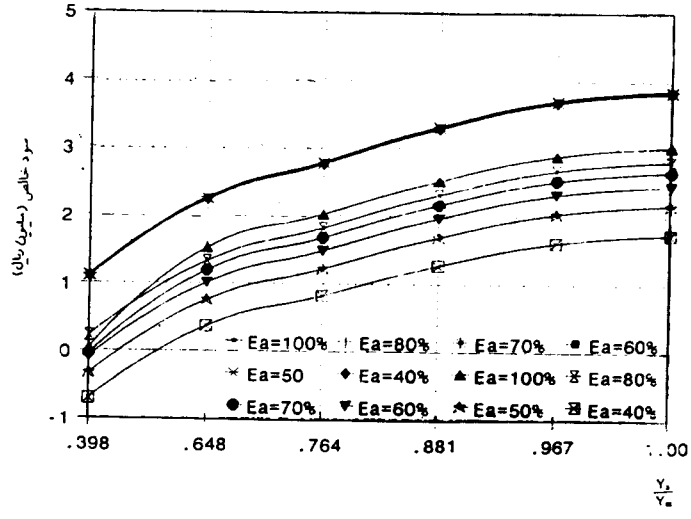
شکل ۱۰ ـ تغییرات کارآئی مصرف آب در مقابل تغییرات $\frac{Y_a}{Y_m}$ بازاء راندمان کاربرد آب مختلف در محصول پنبه



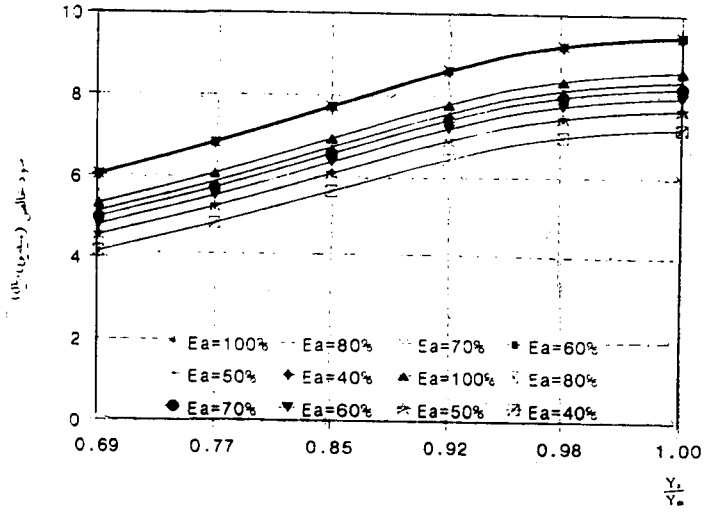
شکل ۱۱ ـ تغییرات کارآئی مصرف آب در مقابل تغییرات $\frac{Y_a}{Y_m}$ بازاء راندمان کاربرد آب مختلف در محصول ذرّت دانه‌ای



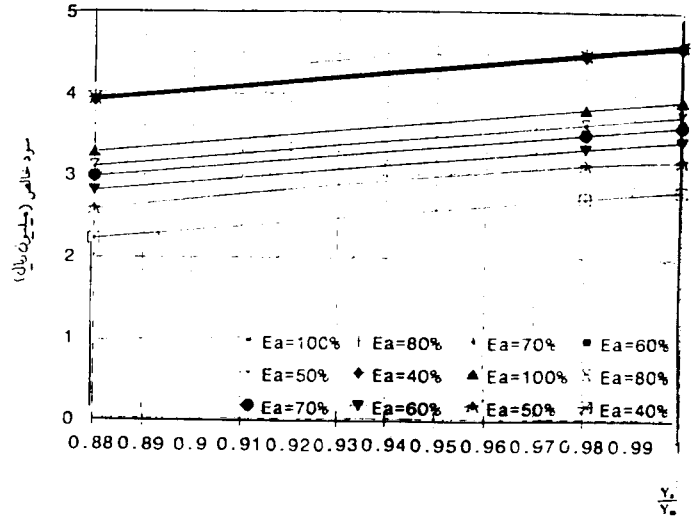
شکل ۱۲ ـ تغییرات کارآئی مصرف آب در مقابل تغییرات $\frac{Y_a}{Y_m}$ بازاء راندمان کاربرد آب مختلف در محصول گوجه‌فرنگی



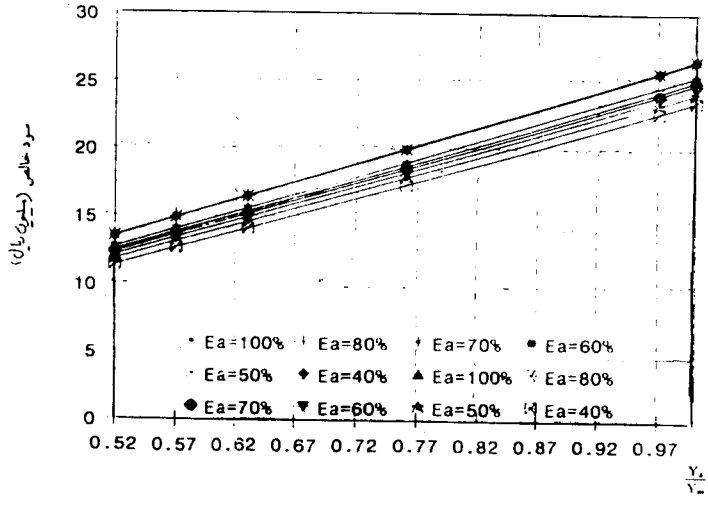
شکل ۱۳ ـ تغییرات $\frac{Y_a}{Y_m}$ محصول گندم در مقابل سود خالص حاصله و در ازای راندمان کاربرد آب مختلف



شکل ۱۴ ـ تغییرات $\frac{Y_a}{Y_m}$ محصول پنبه درمقابل سودخالص حاصله و در ازای راندمان کاربرد آب مختلف



شکل ۱۵ ـ تغییرات $\frac{Y_a}{Y_m}$ محصول ذرت دانه‌ای درمقابل سود خالص حاصله و در ازای راندمان کاربرد آب مختلف



شکل ۱۶ ـ تغییرات $\frac{Y_a}{Y_m}$ محصول کوجه‌فرنگی درمقابل سود خالص حاصله و در ازای راندمان کاربرد آب مختلف

منابع

۱- تی‌یر ، آی.دی ، و ام.ام.پیت. ۱۳۷۲ ، رابطهٔ آب و خاک در گیاهان زراعی (ترجمهٔ عوض کوچکی ، محمدحسین و مهدی نصیری محلّاتی). انتشارات جهاد دانشگاهی . مشهد . ایران.

۲- شهیدی‌پور ، س.م. ۱۳۷۴ ، بهینه‌سازی ، انتشارات جهاد دانشگاه مشهد . ایران.

۳- قهرمان ، ب. ، و ع. سپاسخواه . ۱۳۷۵. حداکثر عملکرد نسبی محصولات زراعی ، چشم‌اندازی جدید در کم آبیاری آب و توسعه (سال چهارم). وزارت نیرو. تهران. ایران.

۴- ناصری ، ا. ۱۳۷۷ . آنالیز فونکسیون مصرف آب عملکرد محصول ذرّت دانه‌ای در نواحی مختلف کشور. پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران . کرج . ایران.

5- Doorenbos , J. , and W.O. pruitt. 1977. Guide lines for predicting crop water requirements. F.A.O. Rome. Italy.

6- Doorenbos, J., and A.H. Kassam. 1979. Yield response to Water. F.A.O. Rome. Italy.

7- Howard , M.T., R.J. Mayne, and T.R. Sinclair . 1983. Limitations of efficient water use in crop production American socity of Agronomy.U.S.

Analysis and optimization of water use - crop yield relation in Moghan

Abolfazl Nasseri

ABSTRACT :

Yield potential of wheat, cotton , corn , and tomato was estimated using "Agro - ecological zone" method under adequate irrigation water conditions in Moghan. Obtained amounts was : 7337.27, 5839.20 , 10083.49 , 60767.66 (kg/ha/year), for wheat , cotton , corn , and tomato , respectively.

Water requirements of these crops was estimated in growth season , using Penman method , under Moghan climate conditions. Obtained amounts was 603.1 , 584.0 , 468.3 , and 776.3 mm/growth season , for wheat, cotton, corn , and tomato , respectively.

The maximization of crop yield function was done under different conditions of water deficit. The maximum decrease of water requirements of crops that can be done as : 10% , 15% , 35% , and 27% , for wheat , cotton , corn , and tomato,

The crop yield variation was investigated in different irrigation water efficiency such as :

40% , 50% , 60% , 70% , 80% , and 100%. Obtained result supports that , under a constant volume of irrigation water condition, with increase of irrigation water efficiency, the amount of crop yield will be increased.

The water use efficiency of crops was determined. The nape of this factor was : [0.54 , 1.22] , [0.82 , 1] , [1.97 , 2.74] , and [5.62 , 7.82] (kg/m^3/ha/year) , for wheat, cotton , corn , and tomato crops, respectively. The result supports that with in crease of crop yield, the water use efficiency will be increased.

Finally, The variations of crop yield and net benefit was investigated in Moghan. If water cost be calculated with subside state , results support that: The ranke of crops from the benefit viewpoint will beas : Tomato , Cotton , Corn , and wheat respectively, and the net benefit is independent from the amount of irrigation water efficiency. But if water cost be calculated with actual, results support that: Increasing of irrigation water efficiency would be increased the net benefit, and if irrigation water efficiency be constant , and under increase of yield condition , net benefit will be increased.

مجموعه مقالات نهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

مقاله شماره ۲۱

موضوع:

ارزیابی طرحهای آبیاری قطره‌ای اجرا شده در منطقه اصفهان وبررسی امکان اصلاح آنها

تألیف:

بهروز مصطفی‌زاده[۱] - مهرداد عطائی[۲] - سیدسعید اسلامیان[۳]

چکیده

دراین مطالعه شش سیستم آبیاری قطره‌ای درمزارع مختلف درمنطقه اصفهان باسه نوع قطره چکان دبی متغیر، جبران کننده فشارورداخل خط مسیربلندموردارزیابی قرارگرفت. یکنواختی خروج آب ازقطره چکانهای فوق درمزارع آزمایشی به ترتیب ۵۲، ۶۰و۷۱ درصدبدست آمد. راندمان پتانسیل کاربردربع پائین درمزارع موردمطالعه از۲۸ تا۶۲ درصدمتغیربودومتوسط راندمان واقعی کاربردربع پائین ۳۷ درصدتعیین گردید. راندمان کاربرددرمزارع موردمطالعه پائین بود زیراسیستم‌های آبیاری قطره‌ای ارزیابی شده دارای مشکلاتی بودندکه عمدتا" عبارتندازضعف سیستم‌های تصفیه، حساسیت به گرفتگی قطره چکانهای مسیربلند، بالابودن ضریب تغییرات ساخت قطره چکانهای دبی متغیروپائین بودن یکنواختی پخش آنهاوبالابودن دامنه تغییرات دبی بافشاردرقطره چکانهای جبران کننده فشار.

مقدمه

در شرایط آب و هوایی ایران مشکل اصلی درراه افزایش تولیدمحصولات کشاورزی، محدودیت منابع آب می‌باشد. لذا استفاده بهینه ازمنابع آب بعنوان محوراصلی توسعه دربرنامه‌های دولت موردتوجه قرارگرفته است. روشهای آبیاری قطره‌ای به لحاظ پتانسیل ایده آل درتوزیع آب باراندمان بالایک راه حل مناسب جهت

۱- دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

۲- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

۳- استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

استفاده بهینه ازمنابع آب می‌باشند، به شرطی که انتخاب، طراحی، اجراوبهره برداری سیستم آبیاری قطره‌ای بادقت کافی وبه طوراصولی انجام گیرد. لذادرراستای گسترش کمی، بایستی کیفیت طرحهانیزموردتوجه قرارگیردوباارزیابی طرحهای اجراشده موجودفاکتورهای ارزیابی نظیریکنواختی توزیع، راندمان‌های پتانسیل وواقعی کاربردآب اندازه‌گیری شود ونحوه عملکردسیستم مشخص گرددوباارائه راه حلهای ساده درجهت رفع نواقص گامهای مؤثری برداشته شودتاسیستم‌های موجودباحداکثرپتانسیل موردبهره برداری قرارگیرندوازطرفی راهبردهائی جهت توسعه اصولی آبیاری قطره‌ای درمنطقه معرفی گردد.

درزمینه ارزیابی سیستم‌های آبیاری قطره‌ای درایران تحقیقی به صورت موضوعی درسال ۱۳۵۸ توسط کشاورز(۴) انجام گرفت که درآن به مسائل کلی وپایه‌ای اشاره شده است وازسیستم‌های آبیاری تحت فشار اجرا شده انتقاد شده است. سلامت منش (۲) درسال ۱۳۷۵ درسطح استان سمنان پنج سیستم آبیاری قطره‌ای رامورد ارزیابی قرارداد. متوسط یکنواختی ریزش درسیستم‌های مورد ارزیابی از ۵۷/۲ درصدتا ۸۱/۷ درصد متغیر بوده است. اکرام نیا(۱) چندنمونه قطره چکان ساخت داخل رامورد ارزیابی هیدرولیکی قراردادوضریب تغییرات ساخت آنهارابدست آورد. اونمونه قطره چکانهای بادبی متغیرراغیرقابل قبول، نمونه قطره چکانهای جبران کننده فشارراضعیف وچندنمونه ازقطره چکانهای داخل خط روزنه‌ای وداخل خط مسیربلندراخوب تشخیص داد. درزمینه ارزیابی سیستم‌های آبیاری قطره‌ای درجهان نیزتحقیقات زیادی انجام گرفته است (۸). کلرومریام(۷) نتایج سالهاتحقیقات وتجارب خودرادرزمینه ارزیابی سیستم‌های آبیاری درکتابی گردآوری کرده‌اند. درسیستم‌های آبیاری قطره‌ای مورد ارزیابی درمناطق مختلف دنیانیزایرداتی دربعضی ازپروژه هامشاهده شده است. به عنوان مثال درمنطقه آنتالیاترکیه(۹) تعداد ۹ سیستم آبیاری قطره‌ای به عنوان نمونه موردارزیابی قرارگرفت ومشخص شدکه بعضی ازسیستم‌هابدطراحی شده وفیلترهابه خوبی عمل نمی‌کنند، قطره چکانهاگرفتگی داشته وآرایش وکارگزاری سیستم نیزایرادداشته است.

درسطح استان اصفهان از ۳۸۰۰۰۰ هکتارسطح زیرکشت فعلی طبق برنامه ۸۰۰۰۰ هکتارزیرپوشش آبیاری قطره‌ای قرارخواهدگرفت(۵) که تاکنون (بهار۱۳۷۶) حدود ۶۰۰ هکتارازاراضی استان تحت پوشش آبیاری قطره‌ای قرارگرفته است.

هدف ازمطالعه حاضرارزیابی چندنمونه سیستم آبیاری قطره‌ای دراستان اصفهان، تعیین مشکلات این سیستم هاوارائه پیشنهادات بمنظورافزایش راندمان آبیاری می‌باشد.

مواد و روش

دراین تحقیق شش سیستم آبیاری قطره‌ای درشهرستانهای نجف آباد، سمیرم، اصفهان وفلاورجان موردارزیابی قرارگرفت. این سیستم هاشامل ۳ تیمارنوع قطره چکان بادبی متغیر، قطره چکان جبران کننده فشارقطره چکان داخل خط مسیربلندبادبی ۴ لیتربرساعت وهمچنین ۲ تیمارخاک بابافت های متوسط و سنگین بود. محصولات باغات تحت سیستم‌های موردمطالعه بادام، گردو، سیب وهلوبود. جدول (۱) مشخصات سیستم‌های آبیاری قطره‌ای موردمطالعه رانشان می‌دهد.

در سیستم NT از قطره چکانهای بادبی متغیر استفاده شده است. منظور از قطره چکانهای بادبی متغیر قطره چکانهای قابل تنظیم برای دبی ۲ تا ۱۰۰ لیتر بر ساعت است. روی این قطره چکانها پیچی وجود داردکه

به سوزن مخروطی شکلی متصل است و این سوزن دهانه ورود آب به قطره چکان را تنظیم می‌کند. آب ورودی به قطره چکان از طریق دو روزنه از دو طرف قطره چکان خارج می‌گردد. در این قطره چکانها ضریب تغییرات دبی بسیار بالاست واز طرفی ضریب همبستگی رابطه دبی با فشار بسیار پائین می‌باشد. دلیل بالا بودن ضریب تغییرات دبی قطره چکان، دبی بسیار متغیر این قطره چکانها می‌باشد. وجود روزنه‌های درشت در این قطره چکانها باعث ورود هوا و حبس شدن آن در زمان قطع آبیاری می‌شود. پس از شروع آبیاری هوای محبوس شده باعث کاهش دبی قطره چکان می‌گردد. این مسئله در قسمت هائی از مزرعه که فشار کمتر است، بیشتر می‌باشد. زیرا فشار کم قادر به خروج هوای محبوس شده به طور کامل نیست. از طرفی طول سوزن مخروطی شکل که کنترل کننده ورودی قطره چکان می‌باشد با تغییر درجه حرارت تغییر می‌کند ودر نتیجه دهانه ورودی و دبی قطره چکان تغییر خواهد نمود. هر چند با چرخش پیچ قطره چکان می‌توان دبی آن را بطور سنتی تنظیم نمود اما عوامل فوق و همچنین ورود ذرات معلق به درون قطره چکان سبب تغییرات قابل توجه دبی قطره چکان می‌گردد.

سیستم IF که دارای آرایش یک ردیفه است شامل دو قسمت می‌باشد. قسمت اول توسط قطره چکانهای داخل خط با دبی ۴ لیتر بر ساعت آبیاری می‌گردد و قسمت دوم که توسط قطره چکانهای بادبی متغیر آبیاری می‌شود.

در سیستم FT قطره چکانها تماماً از نوع داخل خط با دبی ۴ لیتر بر ساعت و آرایش سیستم دو ردیفه است.

قطره چکانهای مورد استفاده در سیستم ST از نوع جبران کننده فشار و مانند سایر قطره چکانهای ارائه شده در جدول (۱) ساخت داخل می‌باشند. آرایش در این سیستم یک ردیفه است.

جدول ۱ - مشخصات سیستم‌های آبیاری قطره‌ای مورد مطالعه

کد سیستم	شهرستان	محصول	مساحت مزرعه (هکتار)	نوع قطره‌چکان	منبع آب	اقلیم‌منطقه به روش کوپن	بافت خاک	درصد سنگریزه	فواصل درختان متر×متر	سیستم تصفیه	تعداد مانیفلد	تعداد بلوکها
NT1	نجف آباد	بادام و گردو	۳۰	دبی متغیر	قنات	نیمه‌خشک‌سردبا تابستانهای‌خشک	لوم	۶۰	۵×۵	۳فیلترتوری	۳۸	۶-۴
NT2	نجف آباد	بادام و هلو زردآلووسیب	۱۰	دبی متغیر	قنات	نیمه‌خشک‌سردبا تابستانهای‌خشک	لوم	۴۰	۵×۲/۵	۲فیلترشن ۱فیلترتوری	۱۲	۶
NT3	نجف آباد	بادام و گردو	۱۲/۵	دبی متغیر	چاه	نیمه‌خشک‌سردبا تابستانهای‌خشک	لوم شنی	۳۶	۶×۴	۲فیلترتوری ۲فیلتر شن	۱۲	۶-۴
FT	ولاورجرد	گردو و هلو	۱۰	داخل خط مسیربلند	چاه	نیمه‌خشک‌سردبا تابستانهای‌خشک	لوم رسی سیلتی	۱۸	۵×۵	۱ سیکلون ۳فیلتر توری	۶	۲
ST	سمیرم	سیب	۲۰	جبران‌کننده فشار	قنات	معتدل‌سردبا تابستانهای‌گرم	رس سیلتی	۲۱	۷-۶×۶-۴	۱فیلترشن ۱فیلتر توری	۱۲	۲ ۱
IT	صفهان	بادام	۷	دبی متغیر وداخل خط	قنات و آب‌باران	خشک‌بسیارگرم‌با تابستانهای‌خشک	لوم‌رسی شنی	۵۲	۵×۴/۵-۴	۱فیلترتوری	۲	۲

برای ارزیابی مزارع موردمطالعه ابتدااطلاعات اولیه نظیرتوپوگرافی، مشخصات منبع تأمین آب، پمپاژوسیستم تصفیه، مشخصات لوله‌های اصلی، لوله‌های ماینفلدزولوله‌های آبده، مشخصات قطره چکانهاونقشه جزئیات اتصالات وشیرهای قطع ووصل ونحوه بلوک بندی جمع آوری گردید. لازم به ذکراست که متأسفانه تمام این اطلاعات به طورکامل دراکثرنقشه هاوگزارشات طراحی موجودنبود. مرحله بعدی ارزیابی اندازه‌گیریهای مزرعه‌ای است که شامل مراحل زیربود: ۱- اندازه‌گیری پارامترهای خاک که شامل بافت خاک، رطوبت خاک درظرفیت زراعی، کمبودرطوبت خاک درهنگام آبیاری ومساحت خیس شده اطراف هرگیاه می‌باشد. ۲- اندازه‌گیری پارامترهای گیاه که شامل نوع، سن، فواصل درختان، عمق توسعه ریشه جهت محاسبه MAD ودرصدسطح سایه اندازجهت محاسبه تبخیروتعرق می‌باشد. ۳- اندازه‌گیری پارامترهای هیدرولیکی که شامل تعیین دبی قطره چکانها، فشارو یکنواختی توزیع آب ازقطره چکانهامی باشد. روش‌های اندازه‌گیری ومحاسبات پارامترهای ارزیابی به روش SCS (۳و۶) بود. بدلیل حجم زیاداعدادوارقام وجلوگیری ازخطاواتلاف وقت یک مدل کامپیوتری به زبان برنامه نویسی کوئیک بیسیک جهت ارزیابی سیستم‌های آبیاری قطره‌ای نوشته شد(۳). دراین مدل نام یاکدسیستم، زمان آبیاری، تعدادقطره چکان برای هرگیاه، دورآبیاری، مساحت خیس شده هردرخت، فواصل ردیفهاودرختان، مقادیرحداقل فشاردرابتدای لوله آبده درمانیفلدهای درحال کارومانیفلدموردآزمایش به مدل معرفی می‌شود. آماردبی قطره چکانهاوسایراطلاعات که قبلاً برروی فرم مخصوص یادداشت شده بودندبه عنوان اطلاعات ورودی به مدل داده شدند. مدل ازدوروش SCS (۶) وروش کلرومریام (۵) قادربه محاسبه پارامترهای ارزیابی می‌باشد. سپس برساس اطلاعات داده شده به مدل محاسبات مربوط به پراکندگی دبی قطره چکانها، متوسط دبی قطره چکانها، ضریب یکنواختی کریستیانسن ، (CU)، یکنواختی خروج آب ازقطره چکانهادرربع پائین (EUm)، یکنواختی خروج مطلق آب ازقطره چکانها وراندمان(EUa)میانگین عمق کاربردی، حجم آب مصرفی برای هردرخت، راندمان پتانسیل کاربردآب درربع پائین ازطریق مدل انجام (PELQ) واقعی کاربردآب درربع پائین (AELQ) می‌گرفت(۳).

نتایج و بحث

سیستم‌های آبیاری قطره‌ای ارزیابی شده براساس موقعیت طرح ونوع قطره چکانهاهمانگونه که درجدول (۱) نشان داده شده است به چهارگروه تقسیم می‌گردند که عبارتندازسیستم‌های NT3,NT2,NT1 درمنطقه تیران نجف آبادباقطره چکان دبی متغیر، سیستم ST درمنطقه سمیرم باقطره چکان جبران کننده فشار، سیستم FT درشهرستان فلاورجان باقطره چکان مسیربلنددداخل خط وسیستم IT درمنطقه زفره اصفهان بادو نوع قطره چکان‌های داخل خط مسیربلندودبی متغیرکه موردبحث قرارخواهندگرفت. آب مصرفی مزارع موردمطالعه ازنظرکیفیت موردتجزیه وتحلیل قرارگرفت وهمانگونه که ارقام جدول (۲) نشان می‌دهدکیفیت آب این مزارع درحدخوبی می‌باشد.

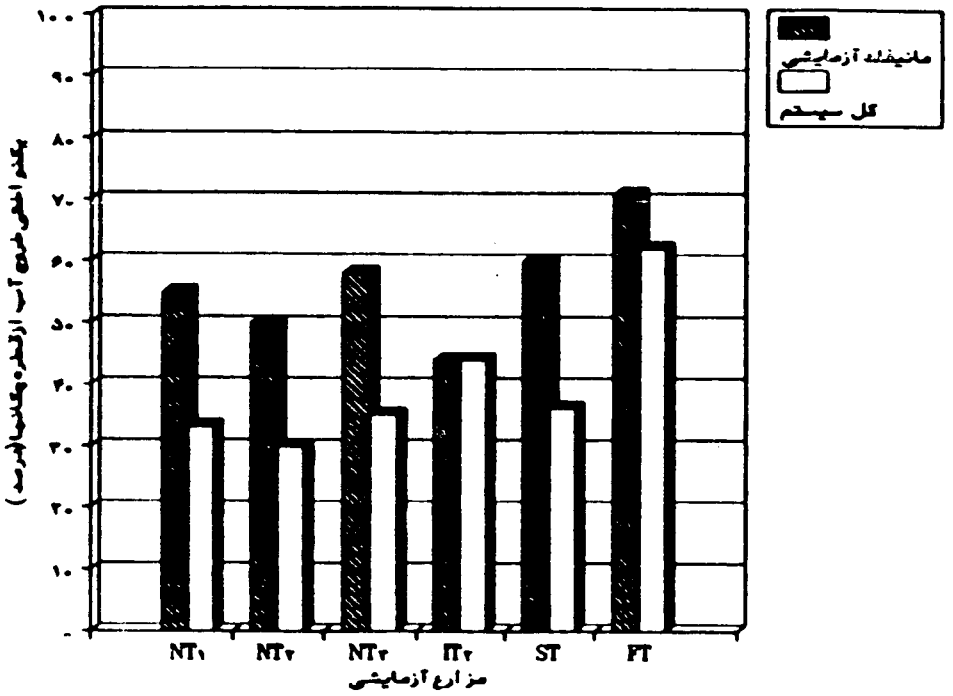
طبق تعاریف SCS درصورتی که یکنواختی خروج آب ازقطره چکانهادرکل سیستم از ۷۰ درصدکمترباشدعملکردسیستم آبیاری قطره‌ای ضعیف توصیف می‌گردد(۶). درتمام مزارع ارزیابی شده پارامترفوق از ۷۰ درصدکمتربود. درشکل (۱) یکنواختی خروج آب ازقطره چکانهادرناحیه

مانیفلدموردآزمایش ودرکل سیستم برای مزارع آزمایشی نشان داده شده است. همانگونه که درشکل (۱) مشاهده میگرددیکنواختی خروج آب ازقطره چکانهادرسیستم FT حدود ۷۰ درصددرناحیه مانیفلدموردآزمایش و ۶۰ درصددرکل سیستم می‌باشدکه نسبت به سایرسیستم‌های موردمطالعه قابل قبول‌تر است. سیستم ST بایکنواختی ۶۰٪ وسیستم‌های NT2,NT1,NT3 بایکنواختی بین ۵۸ تا ۵۰ درصددرناحیه مانیفلدموردآزمایش درره‌های بعدی قراردارند(شکل ۱). باتوجه به شکل (۱) یکنواختی خروج آب ازقطره چکانهادرکل سیستم درمزارع NT2,NT1,ST وNT3 تقریبا" بین ۳۰ تا ۳۶ درصدمی باشدکه درحدخیلی پائینی است. یکی ازدلایل پائین بودن یکنواختی توزیع درمزارع موردمطالعه پراکندگی دبی قطره چکانهانسبت به دبی متوسط قطره چکان می‌باشد. دراین رابطه درشکل‌های (۲)و(۳) بطورنمونه پراکندگی دبی قطره نشان چکانهادرسیستم‌های دبی NT2,NT1 و NT3 داده شده است. درشکل (۲) مشاهده می‌گرددکه محدوده تغییرات دبی قطره چکانهاازا۱۵ تا ۱۰۰ لیتربرساعت می‌باشد. بعنوان مثال درسیستم‌های قطره NT2وNT3 چکانهادر ۵۰ درصداراضی کمتراز۴۵ لیتربرساعت ودر ۵۰ درصددیگربیشتراز۴۵ لیتربرساعت می‌باشد. دبی قطره چکانهادرمزرعه NT2 در ۲۰ درصداراضی بیشتراز ۷۰ لیتربرساعت ودر ۸۰ درصددیگراز ۷۰ لیتربرساعت کمتراست. درشکل (۳) دبی قطره چکانهاازا۳۵/۰ تا۱/۸۵ دبی متوسط متغیراست که این دامنه زیادتغییرات باعث کاهش یکنواختی توزیع درمزرعه گردیده است.

خلاصه پارامترهای ارزیابی برای مزارع موردمطالعه درجدول (۳) نشان داده شده است. دراین جدول برای مقایسه عملکردهیدرولیکی قطره چکانهایکنواختی خروج آب ازقطره چکانهادرناحیه مانیفلدموردآزمایش ارائه شده است وملاحظه می شودکه قطره چکانهای داخل خط مسیربلندبادبی ۴ بهترین لیتربرساعت بایکنواختی ۷۱ درصد به(EUm) عملکرداداشته وقطره چکانهای بادبی متغیربایکنواختی ۵۲ درصدعملکردضعیف‌تری دارند. درسیستم‌های NT دلیل دبی بالای قطره چکانها باتوجه به تلفات نفوذعمقی، حرکت تحت الارضی آب درجهت شیب وتلفات تبخیربه خاطرجمع شدن آب درسطح خاک، راندمان پتانسیل وواقعی کاربردآب درربع پائین احتمالا" ازمقادیرمحاسبه شده به روش SCS کمترمی باشند. برابری راندمان واقعی باراندمان پتانسیل بیانگرمسئله کم آبی واعمال آبیاری کمترازنیازدرفصل موردمطالعه می‌باشد. بطورمتوسط یکنواختی ریزش (EUs) وراندمان پتانسیل کاربرددرربع پائین درمزارع آبیاری قطره ای موردمطالعه به ترتیب ۴۰ و۳۹/۸ درصدوراندمان واقعی کاربرددرربع پائین ۳۷/۳ درصدتعیین گردید (جدول ۳). یکنواختی خروج آب ازقطره چکانهای داخل خط درحدبالائی است ولی این قطره چکانهاحساسیت زیادی به گرفتگی دارند. ازطرفی قطره چکانهای بادبی متغیربه گرفتگی حساسیت کمتری دارندولی یکنواختی خروج آب ازآنهاپائین است. درصورتیکه کیفیت آب درحدبالائی نباشدویادرصورتیکه کیفیت آب خوب باشدولی سیستم تصفیه به خوبی عمل نکندقطره چکانهای داخل خط مسیربلنددچارمشکل خواهندشد. باتوجه به عملکردضعیف سیستم تصفیه درمزارع آبیاری قطره‌ای ارزیابی شده، قطره چکانهای داخل خط . مسیربلندباعدم موفقیت مواجه شدند(مانندسیستم‌های NT1 وIT)لذاکشاورزان تمایل زیادی به استفاده ازقطره چکانهای بادبی متغیرپیدانموده‌اند. زیرامشکل گرفتگی قطره چکانهاباعث نرسیدن ویاکم رسیدن آب به گیاه وکاهش محصول می‌گرددواین مسئله برای آنهامهمترازاستفاده بهینه ازآب وبالابودن راندمان آبیاری می‌باشد. ازطرفی کشاورزان به اعمال آبیاری بازمان آبیاری کوتاه ودورآبیاری زیادعلاقه بیشتری دارندویکی ازمزایای قطره چکانهای بادبی متغیرازدیدآنهاهمین مسئله می‌باشد. اماضریب تغییرات

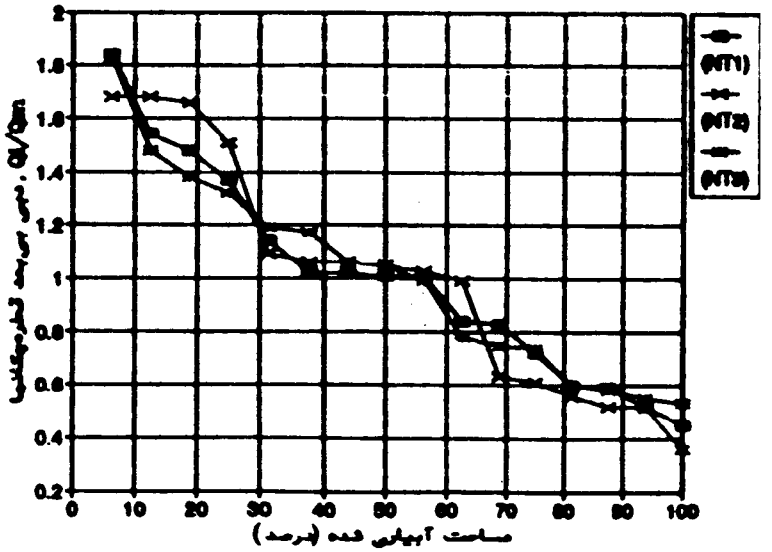
کد سیستم	منبع آب	PW	EC (ds/m)	TDS (mg/l)	کلسیم (meq/l)	منیزیم (meq/l)	سدیم (meq/l)	کربنات (meq/l)	بی‌کربنات (meq/l)	PH_c (25°c)	LSI (25°c)	خطررسوب کربنات	PH (40°c)	LSI (40°c)	SAR
NT1 NT2	قنات	۸/۱	۱/۱۴	۷۳۰	۳/۳	۲/۴	۴/۹	۰/۰۵	۱/۷۷	۷/۹۸۵	+۰/۱۱۵	ضعیف	۷/۶۹	+۰/۴۱	۱/۲
NT3	چاه	۸/۲	۱/۲۴	۷۹۴	۳/۹	۲/۴	۵/۵	۰/۱۲	۱/۲۸	۷/۹۶۶	+۰/۲۳۴	متوسط	۷/۶۷۱	+۰/۵۲۹	۱/۲
ST	قنات	۸/۳	۰/۳۱	۱۹۸	۲/۱	۰/۵	۳	۰/۱۹	۲/۲۶	۷/۷۸۹	+۰/۵۱۱	متوسط به بالا	۷/۴۹۴	۰/۸۰۶	۱/۴
FT	چاه	۷/۹	۱/۵۸	۱۰۱۲	۴/۵	۴	۶/۱	۰/۱۲	۲/۹۲	۷/۶	+۰/۳	متوسط	۷/۳۰۵	+۰/۵۹۵	۱
IT	قنات	۸/۲	۰/۴۹	۳۱۴	۲/۸	۱	۱/۷۵	۰/۰۹	۲/۲۹	۷/۷۰۷	+۰/۴۹۳	متوسط	۷/۴۱۲	+۰/۷۸۸	۰/۶
	آب باران	۹	۰/۵۴	۳۴۶	۲	۰/۹	۲/۲	۰/۶۵	۰/۳۳	۸/۷۰۷	+۰/۲۹۳	غیرمحتمل	۸/۴۱۲	+۰/۵۸۸	۱

جدول ۲- پارامترهای کیفیت آب برای سیستم های آبیاری قطره‌ای موردمطالعه



شکل ۱- مقایسه سیستم‌های آبیاری قطره‌ای ارزیابی شده براساس یکنواختی خروج آب ازقطره چکانها

شکل ۲- نمودارپراکندگی دبی قطره چکانهادرسیستم‌های NT



شکل ۳- نموداربی بعدپراکندگی دبی قطره چکانهادرسیستم‌های NT

AELQ	PELQ	EUs	EUm	کد سیستم
۳۳	۳۳	۳۳	۵۵	NT1
۳۰	۳۰	۳۰	۵۰	NT2
۳۵	۳۵	۳۵	۵۸	NT3
۲۹	۴۴	۴۴	۴۴	بلوک دوم IT
-	-	-	۵۲	قطره‌چکان با دبی متغیر
۳۵	۳۵	۳۶	۶۰	ST
-	-	-	۶۰	قطره‌چکان جبران‌کننده فشار
۶۲	۶۲	۶۲	۷۱	FT
-	-	-	۷۱	قطره‌چکان داخل خط مسیر بلند ۲ لیتر بر ساعت
۳۷/۲	۲۹/۸	۴۰	۵۶	متوسط

[illegible] خلاصه نتایج [illegible] ارزیابی [illegible]
[illegible]

ساخت قطره چکانهای دبی متغیربسیاربالاست وازلحاظ هیدرولیکی قابل قبول نیست وهدف اصلی توسعه آبیاری قطره‌ای که صرفه جوئی درمصرف آب وبالابردن راندمان است راتأمین نمی‌کندوعملا" برنامه‌های صرفه جوئی درمصرف آب وافزایش راندمان آنگونه که دربرنامه پیش بینی شده است عملی نخواهدشد. بنابراین بهتراست درحال حاضرازورودباین قطره چکانهابه بازارجلوگیری شود. حسن این قطره چکانهاعدم حساسیت آنهابه گرفتگی است ودرصورت کاهش ضریب تغییرات دبی، این قطره چکانهامی تواندمفیدواقع شوند. برای این کاربایستی تغییراتی درساخت قطره چکانهاانجام گیردکه نیازبه انجام طرحهای تحقیقاتی دارد. ولی ضرورت داردرسطح کشورکارخانجات تولیدکننده قطره چکانهاکنترل هیدرولیکی شوندوازورودقطره چکانهای باضریب تغییرات ساخت بیش از۱۵ درصدبه بازارجلوگیری شود. قطره چکانهای جبران کننده فشاردرسیستم ST نیازضریب تغییرات بالاویکنواختی پائین برخورداربودندوقادربه کنترل فشارنبودند. این قطره چکانهاازروی مدل خارجی کپی شده ولی عملکرددیافراگم آنهاضعیف می‌باشد. عملکرداین قطره چکانهانیزقبل ازورودبه بازاربایستی کنترل شود.

عملکرد محصول و رشد درختان درسیستم ST به خاطرانجام آبیاری مرتب شبانه ونگه داشتن رطوبت خاک درحدظرفیت زراعی درحدبالائی بود. درسیستم FT علیرغم بالاتربودن راندمان، رشددرختان وعملکردمحصول قابل توجه نبود. زیرادورآبیاری بیشتربودکه درنتیجه حرکت املاح ازحاشیه جبهه رطوبتی به سمت محدوده ریشه انجام می‌گرفت. همچنین بدلیل آرایش دوردیفه وفاصله یک متری قطره چکانها، علفهای هرزبین درختان رشدکرده بودندوازآب خروجی قطره چکانهااستفاده می‌کردندکه منجربه کاهش باتوجه به عملکردمحصول وراندمان واقعی کاربردمی شد. درسیستم‌های اراضی تحت NT میزان آب موجودبه نسبت پوشش طرح واعمال کم آبیاری، عملکردمحصول ورشددرختان درحدقابل قبولی بود. درسیستم بدلیل IT طولانی بودن طول لوله آبده درختان انتهائی آب کافی دریافت نمی‌کردندونسبت به درختان ابتدائی ازشادابی کمتری برخوردار بودندوحتی دچارخشکی شده بودند. ازطرفی یکنواختی خروج آب ازقطره چکانهادرحدبسیارپائینی بودبه نحویکه ازروش آبیاری سطحی به عنوان آبیاری تکمیلی استفاده می‌شد. باتوجه به جدول (۲) درسیستم‌های FT وST خطررسوب کربنات بیشتراست واحتمال گرفتگی قطره چکانهاوجوددارد. دردرجه حرارت پائین خطررسوب کربنات کمتراست وآبیاری شبانه ازاین لحاظ قطره بهترازآبیاری درهنگام روزمی باشدکه این عمل درمزرعه گرفتگی STانجام می‌گرفت. درمزرعه FT چکانهابه حساسیت بیشتری دارند. بااستفاده ازاسیدیاذخیره آب بمدتی که کربنات رسوب نمایدمی توان ازگرفتگی قطره چکانهاتوسط کربنات تاحدی جلوگیری نمود. البته گرفتگی قطره چکانهامسئله‌ای است که بالاخره اتفاق می‌افتدونیازبه تعویق قطره چکانهادرآینده خواهدبودولی بایستی بااقدامات مناسب زمان آن ازدوردیفه به راهرچه بیشتربه تعویق انداخت. توصیه می‌شودآرایش قطره چکانهادرسیستم آرایش لوپ، FT متمرکز یعنی عصائی و یا زیکزاگ تبدیل گردد و یا از قطره چکانهای چند مخرجی استفاده شود. که این موضوع نیاز به مطالعه بیشتر دارد. دراین صورت آب بیشتری دراختیارگیاه قرارخواهدگرفت وعملکردمحصول وراندمان کاربردافزایش خواهدیافت. باکاهش دورآبیاری به یک یادوروزرطوبت درحدظرفیت زراعی باقی خواهدماند وازحرکت معکوس املاح نیزجلوگیری خواهدشدودرنتیجه عملکردمحصول افزایش خواهدیافت. باکاهش دورآبیاری زمان آبیاری نیزبستگی به میزان نیازآبی گیاه درطول دربلوک اول قطره چکانهادچارگرفتگی شده فصل رشدتغییرمی یابد. درسیستم همچنین طول لوله آبده زیادبودکه باقراردادن IT وبایستی تعویض گردند.

یک لوله مانیفلددروسط می‌توان طول لوله‌های آبده رابه نصف رساندوبلوک اول رابه دومانیفلدتقسیم IT نمودودرصورت کم آبی هرمانیفلددریک نوبت آبیاری گردند. دورآبیاری حدودیک هفته بودکه دراینصورت راندمان کاربردبطورقابل توجهی افزایش می‌یابد. درمزرعه بایستی کمترگرددوازطرفی زمان آبیاری نیزکاهش یابد. دراینصورت رطوبت محیط ریشه درحدظرفیت زراعی باقی خواهدماندوعملکردمحصول افزایش خواهدیافت.

بطورکلی مشکل اساسی درسیستم‌های آبیاری قطره‌ای به طراحی، اجراوتولیدقطره چکانها و همچنین عدم بهره برداری و مدیریت صحیح سیستم بر می گردد. درمرحله طراحی درمواردی به نکات مهم چون انتخاب طول لوله‌های آبده باتوجه به افت فشارویاانتخاب آرایش مناسب قطره چکانهاتوجه نشده است. یاراندمان سیستم درطراحی (ارقام ۹۰ تا۹۸ درصد) بیش ازمقدارواقعی برآوردشده است. این مسئله منجربه توسعه بی رویه اراضی نسبت به آب موجودشده وبه ناچارباعث آبیاری کمترازنیازووواردآمدن خسارت به سیستم وحتی جمع کردن بخشی ازسیستم می‌شود. این مسئله باروش علمی کم آبیاری کاملا" متفاوت است. اگرچه دربیشترمواردراجرانیزمطابق طرح نمی‌باشد ولی اگرسیستم نیزکاملا" مطابق طرح اجرامی شدباتوجه به توپوگرافی نامنظم وباتوجه به خودطرح رسیدن به راندمانهای مزبورعملی نبود. برآوردراندمان درطراحی بایستی براساس ضریب تغییرات ساخت قطره چکانهای مورداستفاده وخصوصیات هیدرولیکی سیستم انجام شود. نقشه‌های جزئیات اتصالات وسیستم تصفیه وتوصیه‌های لازم جهت بهره برداری سیستم نیزدراکثرمواردرمرحله طراحی ملاحظه نگردیده است. درمواردی نیزتفاوت اساسی بین طراحی واجراوجوددارد. خط تولیدقطره چکانهای ساخت داخل نیزبایستی کنترل گرددوازورودقطره چکانهای باعملکردضعیف به بازارجلوگیری شود.

اخیراً اقداماتی درجهت بالابردن کیفیت طراحی، اجراوکنترل خط تولیدلوازم مورداستفاده درآبیاری قطره‌ای انجام گرفته است. درصورتی که این اقدامات بطورجدی ادامه نیابدتوسعه آبیاری قطره‌ای بامشکل مواجه خواهدشدودرصورتی که توجه به کیفیت سیستم‌های آبیاری قطره‌ای درکنارتوسعه آنهاشودامیدمی رودکه ازمنابع محدودآبی کشوراستفاده بهینه بعمل آیدوکشاورزی کشورنیزرونق بیشتری یابد.

پیشنهادات

۱- قطره چکانهای داخل خط مسیر بلند دارای یکنواختی ریزش نسبتا" بالائی بوده ولی مشکل اساسی آنها گرفتگی می‌باشد. انجام مطالعات گسترده در زمینه تصفیه آب و مبارزه با مشکل گرفتگی قطره چکانها مهمترین و ضروری‌ترین تحقیقاتی است که می‌تواند در زمینه آبیاری قطره‌ای انجام گیرد.

۲- قطره چکانهای با دبی متغیر نسبت به‌گرفتگی حساسیت کمتری داشته ولی ضریب تغییرات ساخت بالائی دارند و راندمان سیستم رابه شدت کاهش می‌دهند. به علاوه شدت پخش آب از این قطره چکانها زیاد بوده و آب در سطح خاک تجمع یافته و عمق آبیاری زیاد شده که منجر به تلفات تبخیر، نفوذ عمقی و یا رواناب سطحی یا زیر سطحی می‌شود. پیشنهاد می‌گردد این قطره چکانها در حال حاضر از دور خارج گردد ودر جهت بالا بردن قابلیت هیدرولیکی آنها تلاش شود. در غیر اینصورت بایستی این نوع سیستم‌های آبیاری قطره‌ای را با راندمان کمتر از ۵۰٪ پذیرفت و بر این اساس طراحی و برنامه ریزی جهت توسعه این روشها انجام گیرد.

۳- عملکرد قطره چکانهای جبران کننده فشار ساخت داخل ضعیف است. این قطره چکانها نمی‌تواند فشار را کنترل کند و دبی خروجی متغیر است. بایستی کنترل کیفی و هیدرولیکی در خط تولید این قطره چکانها انجام گیرد تا این قطره چکانها با چنین عملکرد ضعیفی وارد بازار نشود.

۴- نقشه جزئیات اتصالات، مرکز کنترل و سیستم تصفیه و توصیه‌های لازم جهت بهره برداری سیستم توسط طراح ارائه گردد.

۵- انتخاب بلوکهای آبیاری بایستی به نحوی باشد که دبی و فشار متوسط در هر بلوک آبیاری حتی الامکان برابر و در حد مناسبی باشد.

۶- فشار در ابتدای مانیفلد با شیر فلکه‌های دستی بطور دقیق قابل کنترل نیست. بنابراین یا بایستی نوع کنترل فشار در سیستم را تغییر داد واز شیرهای فشار شکن یا شیر اتوماتیک استفاده نمود که بطور مسلم هزینه سیستم را بالا می‌برد و یا کاهش راندمان را پذیرفت واستفاده بهینه از شیرهای دستی جهت تنظیم فشار را به بهره بردار سیستم آموخت. البته کنترل بهینه فشار توسط این شبرها به تجربه زیادی نیاز دارد.

۷- قرار دادن دو فشار سنج در ابتدا و انتهای مرکز کنترل (فیلترها) ضروری است تا میزان افت آنها مشخص گردد و با افزایش افت فشار بهره بردار سیستم متوجه گرفتگی فیلترها شود و اقدام به تمیز نمودن آنها نماید.

۸- شستشوی سیستم از طریق بست‌های انتهائی

۹- جهت انتخاب سیستم تصفیه انجام آزمایشات کیفی و کمی آب جهت تعیین میزان مواد معلق، جلبک‌ها و باکتریها و خصوصیات شیمیائی آب ضروری است.

۱۰- آبیاری قطره‌ای بایستی هر روز و در صورت کم آبی با حداقل فاصله آبیاری انجام شود. حتی الامکان سعی شود زمان آبیاری از هنگام عصر که هوا رو به خنکی می‌رود، باشد.

۱۱- وجود استخر در صورت کم آبی جهت ذخیره آب ضروری است اما باعث رشد جلبک می‌شود و ورود جلبک به سیستم منجر به گرفتگی قطره چکانها خواهد شد. در صورتی که از استخر جهت ته نشینی ذرات معلق استفاده شود طول حوضچه بایستی به اندازه کافی بزرگ باشد و ورودی و خروجی استخر در دو طرف استخر قرار گیرد تا ذرات معلق فرصت ته نشینی داشته باشند وحتی الامکان جریان در استخر پویا بوده و فرصت برای رشد جلبک وجود نداشته باشد. در صورت رشد جلبک در استخر با استفاده از ترکیبات کلر امکان مبارزه با آنها وجود دارد.

۱۲- در صورت امکان، استفاده مستقیم از آب چاه و انتقال آن به سیستم آبیاری قطره‌ای به منظور جلوگیری از رشد جلبک

۱۳- انتخاب سیستم آبیاری بایستی پس ازمقایسه فنی واقتصادی روش آبیاری قطره‌ای با روشهای مختلف آبیاری سطحی و سایر روشهای آبیاری تحت فشار با توجه به شرایط آب وخاک وگیاه انجام گیرد.

سپاسگزاری

درشروع این تحقیق ازنظرات ارزشمندشادروان دکتررحمان رحیم زادگان کسب فیض نموده‌ایم که بدین وسیله برای روح آن مرحوم رحمت وآمرزش طلب می‌نمائیم.

منابع مورد استفاده

۱- اکرام نیا، ف. ۱۳۷۵. ارزیابی انواع قطره چکان وارائه قطره چکان بهینه ازلحاظ فنی واقتصادی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ۹۸ صفحه.

۲- سلامت منش، ع. ۱۳۷۵. بررسی وارزیابی عملکردسیستم‌های آبیاری قطره‌ای درسطح استان سمنان. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ۱۱۰ صفحه.

۳- عطائی، م. ۱۳۷۶. ارزیابی طرحهای آبیاری تحت فشاراجراشده درمنطقه اصفهان وبررسی امکان اصلاح آنها. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۲۰۹ صفحه.

۴- کشاورز،ع. ۱۳۵۸. ارزیابی سیستم‌های آبیاری تحت فشاردرایران. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ۱۴۸ صفحه.

۵- کمیته آب وخاک اداره کشاورزی استان اصفهان. ۱۳۶۸. برنامه صرفه جوئی درمصرف آب وافزایش راندمان آبیاری (برنامه اول). اداره کل کشاورزی استان اصفهان، ۸۹ صفحه.

6- Keller, J. 1979. SCS National Engineering Handbook. Section 15,Chapter 7.

7- Merriam, J.L. and J. Keller. 1978. Farm Irrigation System Evaluation. Utah State University, Logan, Utah, 305 PP.

8- Vincent, F. and S. Bralts. 1983. Drip irrigation field uniformity estimation. Transactions of the ASAE, 26:1369-1374.

9- Yildirim, O. and A.M. Orta. 1995. Evaluation of some drip irrigation systems in Antalya region. Irrigation and Drainage Abstracts, [illegible] 51.

The Evaluation of Trickle Irrigation Systems In Isfahan Province and Isfahan Province and Investigating the Possibility of Improvement.

Behrouz Mostafazadeh, Mehrdad Ataie and Sayed Saeed EslamianL

Assoc. Prof., Former Graduate Student and Assis. Prof., Respectively, College of Agriculture, Isfahan Univ. of Tech., Isfahan, Iran.

Abstract

In this study six trickle irrigation systems in different farms in Isfahan Province with three emitter types of varied flow, pressure compensating and long-path in-line were evaluated. The emission uniformity of the above emitters in the fields under study were found to be 52,60 and 71 percent, respectively. The potential application efficiency of low quarter in the fields under study changed from 28 to 62 percent and the average actual application efficiency of low quarter was found to be 37 percent. The application efficiency of the fields under 'study were low mainly because the evaluated trickle irrigation systems had difficulties such as bad filtration, clogging of long-path emitters, high value of coefficient of variation of varied flow emitters, low emission uniformity of this type of emitter, and high variations of discharge with pressure in pressure compensating emitters.

مجموعه مقالات نهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

مقاله شماره ۲۲

موضوع:

شبیه سازی کمبود آب و عملکرد محصول سیب زمینی در منطقه کبک در کشور کانادا

تألیف:

محمد حسین مهدیان[۱]

چکیده

کمبود آب در طول فصل رشد منجر به تحمیل استرس به گیاه شده به نحوی که رشد طبیعی آن را تحت الشعاع قرار می‌دهد. در شهر کبک علیرغم بارندگی قابل توجه در طول فصل رشد، بدلیل عدم توزیع مناسب آن، کمبود آبی یکی از علتهای کاهش محصول گیاه سیب زمینی می‌باشد. در همین رابطه است که این تحقیق جهت برآورد تغییرات ناحیه‌ای کمبود آبی به انجام رسیده است و همچنین با آن افزایش عملکرد محصول در اثر حذف کمبود آبی مورد بررسی قرار گرفته است.

جهت انجام این تحقیق از مدل SUBSTOR استفاده شده که امکان مطالعه شرایط فاریاب و دیم امکانپذیر می‌سازد. بطور کلی آبیاری زمانی صورت گرفته که ۳۰ درصد از آب قابل استفاده پروفیل خاک تخلیه شده باشد. برای بررسی تغییرات ناحیه‌ای کمبود آب و عملکرد محصول سیب زمینی، روشهای میان یابی Inverse distance to a power ، Kriging و thin plate smoothing splines در سه سطح احتمالات مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج بدست آمده نشان داد که کمبود آبی معادل ۲۴۵ ، ۲۰۳ و ۱۵۹ میلیمتر به ترتیب برای درصدهای احتمالی ۱۰، ۲۰ و ۵۰ درصد حاصل شود. و همچنین درصد افزایش محصولی معادل ۱۴۲، ۷۳ و ۲۵ درصد به ترتیب برای درصدهای احتمالی ۱۰ و ۲۰ و ۵۰ درصد بدست آمد.

تحت شرایط اقلیمی منطقه کبک، اراضی با بافت سبک به دلیل کم بودن قدرت نگهداری آب در آنها، کمبود آبی بیشتری را نشان دادند. با حذف کمبود آبی ، افزایش محصول در خاکهای شنی ۳۱/۵ درصد و در خاکهای متوسط ۲۲ درصد محاسبه گردید. از بین روشهای میان یابی، روش Thin plate smoothing splines با استفاده از ارتفاع به عنوان یک متغیر کمکی با ۱۹/۶ میلیمتر دقت، مناسب‌ترین روش برای برآورد

۱- عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری وزارت جهاد سازندگی

کمبود آبی سالانه تشخیص داده شد. همچنین روش Inverse distance to a power با دقتی برابر ۳۵/۸ درصد مناسبترین روش برای برآورد افزایش عملکرد محصول سیب زمینی می‌باشد.

مقدمه

گیاه سیب زمینی در کلیه مراحل رشدنسبت به کمبود آب حساس می‌باشد (Lynch et al. 1995). کمبود آب، عملکرد (Wright and Stark, 1990) و کیفیت غده‌ها یعنی فرم و اندازه آنها را (Ward, 1988) را تحت الشعاع قرار می‌دهد. مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که کمبودآب یکی‌از دلایل‌کاهش محصول سیب‌زمینی دراستان‌کبک می‌باشد (Boisvert et al., 1992). در این منطقه علیرغم وجود باران کافی لیکن بدلیل مناسب نبودن توزیع آن، کمبود آب در طی فصل رشد مطرح می‌باشد. تأثیر کمبود آب بر عملکرد با استفاده از دو روش اندازه‌گیری مستقیم در صحرا و مدلهای ریاضی امکانپذیر می‌باشد. اندازه‌گیری‌های صحرایی کاربر بوده و هزینه زیادی را طلب می‌کنند (Feddes, 1987). در مقابل مدلهای ریاضی ضمن آسان بودن استفاده از آنها، هیچ محدودیتی از نظر بعد زمانی و مکانی ندارند.

مدلهای رشد اطلاعات نقطه‌ای می‌دهند به عبارت دیگر این مدلها اطلاعاتی در رابطه با همان مزرعه‌ای را می‌دهند که داده‌های مربوطه به مدل داده شده است و در نتیجه برون‌یابی نتایج آنها منطقی به نظر نمی‌رسد. بنابراین بسط و گسترش این نتایج در مقیاس ناحیه‌ای از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد (Lal et al. 1993).

معمولاً تجزیه و تحلیل داده‌ها مخصوصاً در شرایطی که ضریب تغییرات آنها زیاد باشد کار دشواری می‌باشد. در صورتیکه بتوان داده‌ها را به صورت خطوط هم مقدار (نقشه) بیان نمود، آنگاه می‌توان تفسیر تغییرات ناحیه‌ای را تا حدی انجام داد. معمولاً به دلیل کم بودن داده‌های مورد نیاز، لازم است که بطریقی تعداد داده‌ها افزایش داده شوند. در این رابطه می‌توان از روشهای میان‌یابی (spatial interpolation methods) استفاده نمود که نتیجتاً داده‌های مورد نیاز جهت رسم نقشه و یا مواردی از این قبیل را فراهم نمود. Ahmad و Marsily (۱۹۸۷) روشهای kriging وcokriging را جهت برآورد ضریب قابلیت انتقال سفره‌های آب زیر زمینی مقایسه کردند و به این نتیجه رسیدند که روش kriging مناسب‌ترین روش برای برآورد این متغییر می‌باشند. Cook و همکاران (۱۹۹۳) روشهای مختلفی را برای برآورد نفوذ پذیری بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که Inverse distance to a power از بقیه روشها دقیق‌تر می‌باشد. مطالعه دیگری توسط ابراهیم حسینی و همکاران (۱۹۹۴) بر روی شوری پروفیل خاک سطحی صورت گرفت. این محققین اظهار داشته‌اند که روش thin plate smoothing splines از بقیه روشها، شوری را با دقت مناسبتری برآورد می‌نماید. در همین رابطه Voltz و Goulard (۱۹۹۴) روشهای مختلفی جهت برآورد رطوبت را مورد بررسی قرار دادند که نتیجه تحقیقات آنها نشان می‌دهد که روش Kriging از بقیه مناسبتر می‌باشد. بر این اساس چنین می‌توان گفت که روش مناسب میان یابی بستگی به متغیر مورد بررسی دارد. تاکنون اطلاعاتی در زمینه استفاده از روشهای میان یابی برای برآورد کمبود آب و عملکرد وجود ندارد. لذا هدف این مقاله بررسی تغییرات ناحیه‌ای کمبود آب و افزایش عملکرد سیب زمینی در اثر حذف کمبود آبی در منطقه کبک در کشور کانادا می‌باشد. در ضمن روشهای مختلف میان یابی برای برآورد این دو متغییر مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روشها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه شامل استان کبک در کشور کانادا می‌باشد. که شکل ۱ موقعیت آن را نشان می‌دهد. بافت خاک منطقه بین شن و رس تغییر می‌کند. معمولاً گیاه سیب زمینی در بافتهای سبک تا متوسط کشت می‌گردد. در مجموع در محدوده مورد مطالعه در حدود ۲۷۵ ایستگاه هواشناسی وجود دارد که متوسط بارندگی آنها ۱۰۲۴ میلیمتر در سال می‌باشد که از این مقدار حدود ۴۹۰ میلیمتر آن در طول فصل زراعی یعنی بین ماه اردیبهشت تا ماه شهریور نازل می‌گردد. متوسط درجه حرارت روزانه در طول فصل زراعی بین ۰ تا ۲۳ درجه تغییر می‌کند. ذکر این نکته ضروری است که در ابتدا و در انتهای فصل رشد درجه حرارت گاهاً به زیر صفر نیز تنزل می‌کند. ارتفاع متوسط اراضی کشاورزی ۳۰۰ متر از سطح دریا می‌باشد.

برآورد کمبود آب و عملکرد

همانطور که قبلاً متذکر گردید سیب زمینی معمولاً در اراضی سبک کشت می‌شود که این نوع بافت از قدرت زیادی جهت نگهداری آب برخوردار نیست. با عنایت به اینکه توزیع بارندگی در طول فصل زراعی مناسب نمی‌باشد لذا بحث آبیاری تکمیلی جهت دستیابی به عملکرد مطلوب مطرح می‌باشد. اصولاً مدیریت آبیاری بین رطوبت طرفیت زراعی و رطوبت نقطه پژمردگی اعمال می‌گردد وجهت رسیدن به یک عملکرد بهینه، فقط درصدی از رطوبت بین این دو مرز برای گیاه سهل الوصول می‌باشد,(readly available water RAW) . توصیه‌های مختلفی در رابطه با این درصد برای سیب زمینی پیشنهاد شده است. Doorenbos و Pruitt (۱۹۸۴) و James (۱۹۸۹) مقداری معادل ۲۵ درصد، Wright و Clark (۱۹۹۰) مقداری معادل ۳۰ ٪ توصیه نموده‌اند که در این تحقیق ۳۰ درصداستفاده شده‌است. خصوصیات خاکهای منطقه در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی خاکهای استفاده شده در مدل SUBSTOR

بافت	نقطه پژمردگی	حدظرفیت‌زراعی(درصدحجمی)	
		بدون‌ماده‌آلی	با ماده آلی (۳تا۴ درصد)
شنی	۶/۲	۱۰/۷	۲۲/۳
شنی لومی	۹/۷	۱۶/۷	۲۴/۴
لومی شنی	۱۳/۵	۲۳/۳	۲۸/۱
لوم	۱۵/۸	۲۹/۴	۳۲/۲

شکل ۱- موقعیت ۲۷۵ ایستگاه هواشناسی در استان کبک

شبیه‌سازی رطوبت نیمرخ خاک و عملکرد سیب‌زمینی با استفاده از مدل SUBSTOR (Hodges et al., 1989) صورت گرفته است. جزئیات قسمتهای هیدرولوژیکی این مدل توسط Ritchie (۱۹۸۵) و نحوهٔ محاسبه پارامترهای رشد توسط Griffin (۱۹۹۱) ارائه شده است. رطوبت برآورد شده بوسیله این مدل برای سالهای ۱۹۹۲ و ۱۹۹۳ در یک مزرعه آزمایشی نزدیک منطقه کبک مورد ارزیابی و بررسی قرار گرفت (Mahdian and Gallichand, 1995). نتایج این بررسی نشان داد که دقت برآورد مدل بین ۲/۷ تا ۴/۶ درصد متغیر می‌باشد. متوسط عملکرد خشک سیب زمینی اندازه‌گیری شده ۶۹۵۹ و ۵۸۷۸ کیلوگرم در هکتار به ترتیب برای سالهای ۱۹۹۲ و ۱۹۹۳ بود و مقادیر عملکرد محاسبه شده توسط مدل ۶۶۸۰ و ۶۹۱۲ کیلوگرم به ترتیب برای سالهای ۱۹۹۲ و ۱۹۹۳ بوده است (Mahdian and Gallichand, 1997). این نتایج نشان می‌دهد که مدل، عملکرد سیب زمینی را زیاد برآورد نموده است (۴ درصد در سال ۱۹۹۲ و ۱۵ درصد در سال ۱۹۹۳). لیکن مقادیر فوق الذکر در حد مقادیر معقول برآورد شده توسط منابع دیگر می‌باشد (Kunkle and Campbell, 1987).

داده‌های مورد نیاز هواشناسی از ۲۷۵ ایستگاه که آمار آنها بین سالهای ۱۹۶۸ و ۱۹۸۲ موجود بود استفاده شده است. مدل SUBSTOR تحت دو شرایط با آبیاری و بدون آبیاری اجراء شده است. در حالت آبیاری، به محض اینکه رطوبت باقی مانده در نیمرخ خاک در ناحیه رشد به ۷۰ درصد رطوبت قابل استفاده رسید، بطور اتوماتیک آب به نیمرخ خاک اضافه شده است.

در هر دو حالت بالا فرض گردید که گیاه از نظر مواد غذایی هیچگونه محدودیتی ندارد. مدل SUBSTOR برای هر ۱۵ سال بطور جداگانه در هر ایستگاه هواشناسی (جمعاً ۲۷۵ ایستگاه) در چهار بافت خاک (لوم، شنی لومی، لومی شنی، شنی) اجرا گردید و در پایان کمبود فصلی آب محاسبه و در محاسبات آماری منظور گردید. برای هر نوع خاک و سال آماری دو مقدار برای عملکرد یکی برای شرایط بدون آبیاری و دیگری برای شرایط آبیاری بدست آمد. در نتیجه افزایش عملکرد در اثر حذف کمبود آب با استفاده از معادله زیر محاسبه گردید:

$$YI = \frac{y_i - y}{y} \times 100$$

که در آن:

YI = درصد افزایش محصول،

y_i = عملکرد در شرایط آبیاری،

y = عملکرد در شرایط دیم (بدون آبیاری).

برای ۱۵ سال آماری و هر بافت خاک، مقدار کمبود آب و افزایش عملکرد محصول در اثر حذف کمبود آب به ترتیب نزولی مرتب شده و با استفاده از رابطه زیر درصد احتمال وقوع محاسبه شده است:

$$P = \frac{m}{n + 1}$$

که در آن:

n = تعداد سالهای آماری،

m = شماره ردیف برای مقادیر کمبود آب (mm) و یا افزایش عملکرد (٪)

بر این اساس، کمبود آب و افزایش عملکرد محصول برای درصدهای احتمالی ۱۰، ۲۰ و ۵۰ درصد برای هر بافت خاک و در هر ایستگاه محاسبه شده است.

روشهای میان‌یابی

تعداد زیادی روش میان‌یابی بسط و توسعه داده شده است. تفاوت این روشها در فاکتور وزنی است که به داده‌های اطراف هر نقطه داده می‌شود. با عنایت به روشهای استفاده شده توسط مراجع مختلف و تجربیات کارشناسی، در این تحقیق از روشهای، Inverse distance to a power (Akima, 1978) Triangulation ، Kriging و thin plate smoothing splines (Cook et al , 1993) جهت برآورد کمبود آب و افزایش عملکرد محصول استفاده شده است. جدول ۲ روشهای فوق الذکر را به همراه علائم اختصاری آنها نشان می‌دهد که در ادامه این مقاله فقط از علائم اختصاری استفاده می‌شود.

جدول ۲- روشهای میان یابی بررسی شده در این تحقیق

علامت اختصاری	روش
	Inverse distance to a power (×)
ID - 1	$\alpha = 1$
ID - 2	$\alpha = 2$
ID - 3	$\alpha = 3$
TR	Triangulation
OK - I	Ordinary Kriging
OK - A	Anisotropic Kriging
	thin plate smoothing splines
TPSS-2	Second order derivatives
TPSS-3	Third order derivatives
TPSS-2Co	Second order derivative with covariable
TPSS-3Co	Third order derivatives with covariable

معیارهای ارزیابی نتایج

نتایج روشهای میان‌یابی با استفاده از روش Cross validation مورد ارزیابی و بررسی قرار گرفته است. در این روش، یک نقطه مشاهده شده بصورت موقت از بین داده‌ها حذف گردیده و با اعمال روش میان یابی

مورد نظر برای نقطه حذف شده یک مقدار برآورد می‌گردد. به همین ترتیب برای سایر نقاط نیز این کار صورت می‌گیرد بطوریکه در پایان یکسری نقاط مشاهده شده و محاسبه شده وجود خواهد داشت. در این تحقیق برای مقایسه مقادیر محاسبه شده و مشاهده شده از دو پارامتر آماری زیر استفاده شده است:

$$MBE = \frac{\Sigma^{n}_{i=1}(UI_1 - US_1)}{n}$$

$$MAE = \frac{\Sigma^{n}_{i=1}|UI_1 - US_1|}{n}$$

که در آن :

MBE= انحراف (mean bias error) ،

MAE = دقت (mean absolute error) ،

n = تعداد نقاط،

US = کمبود آب و یا افزایش عملکرد محاسبه شده،

UI = کمبود آب و یا افزایش عملکرد مشاهده شده،

i = اندیس برای شماره نقاط.

بحث و نتایج

کمبود آب

نتایج بدست آمده برای کمبود آب در جدول ۳ ارائه شده است. این نتایج نشان‌می‌دهد که مقادیر برآورد شده کمبود آب برای بافتهای مختلف با واقعیت تطابق دارد. به عبارت دیگر مقادیر کمبود آب در بافت‌های سبک از بافت‌های متوسط بیشتر است که دلیل این امر کمتر بودن قدرت نگهداری آب این نوع بافتها می‌باشد. بطور متوسط برای همه خاکها، کمبود آب برای احتمال وقوع ۱۰ و ۲۰ و ۵۰ درصد به ترتیب ۲۴۵ و ۲۰۳ و ۱۵۹ میلیمتر می‌باشد. بنابراین بر اساس این نتایج کمبود آب در سالهای خشک (P= ٪۱۰) ۵۴ درصد از سالهای متوسط (P= ٪۵۰) بیشتر است. در سطح احتمال ۱۰ درصد، سیب زمینی بایستی تنش آبی بیشتری را در خاکهای سبک (۲۷۳ میلیمتر برای بافت شنی و ۲۴۸ میلیمتر برای بافت لوم شنی) نسبت به بافت لومی (۲۳۰ میلیمتر) تحمل می‌کند. در این رابطه مقایسه‌ای بین تبخیر و تعرق واقعی محاسبه شده بوسیله مدل برای سالهای ۱۹۶۸ تا ۱۹۸۲ (متوسط ۴۳۱ میلیمتر) و کمبود آبی صورت گرفت که حاکی از این است که بطور متوسط کمبود آب معادل ۵۷، ۴۷ و ۳۷ درصد تبخیر و تعرق واقعی به ترتیب برای سطوح احتمالی ۱۰، ۲۰ و ۵۰ درصد می‌باشد. مقایسه این ارقام نشان می‌دهد که علیرغم بارندگی قابل توجه در این منطقه حتی در سالهای متوسط، کمبود آب درصد قابل توجهی از تبخیر و تعرق را شامل می‌گردد.

جدول ۳ - کمبود آب و افزایش عملکرد محاسبه شده توسط مدل

بافت	احتمال	کمبود آب (میلیمتر)			افزایش عملکرد (٪)		
	(٪)	حداقل	متوسط	حداکثر	حداقل	متوسط	حداکثر
شنی	۱۰	۹۹	۲۷۳	۵۲۹	۱۹	۱۴۹	۵۳۳
شنی لومی	۱۰	۸۳	۲۴۸	۵۲۹	۱۴	۱۴۶	۵۹۰
لومی شنی	۱۰	۷۴	۲۲۹	۴۷۰	۱۰	۱۳۹	۵۵۰
لوم	۱۰	۶۴	۲۳۰	۴۷۷	۰	۱۳۲	۵۴۷
متوسط		۸۰	۲۴۵	۵۰۱	۱۱	۱۴۲	۵۵۵
شنی	۲۰	۹۴	۲۳۴	۳۷۲	۹	۸۰	۴۰۳
شنی لومی	۲۰	۶۶	۲۰۸	۳۶۰	۱	۷۵	۴۰۸
لومی شنی	۲۰	۵۶	۱۸۴	۳۲۹	۰	۷۰	۳۹۹
لوم	۲۰	۴۹	۱۸۶	۳۷۶	۰	۶۵	۴۶۹
متوسط		۶۶	۲۰۳	۳۵۹	۳	۷۳	۴۳۲
شنی	۵۰	۷۲	۱۹۳	۳۱۷	۰	۳۱	۹۳
شنی لومی	۵۰	۴۹	۱۶۷	۲۷۴	۰	۲۷	۹۸
لومی شنی	۵۰	۳۷	۱۴۱	۲۴۴	۱	۲۴	۹۵
لوم	۵۰	۴۳	۱۳۳	۲۵۵	۰	۱۹	۹۲
متوسط		۵۰	۱۵۹	۲۷۳	۰	۲۵	۹۵

عملکرد سیب زمینی

عملکرد محاسبه شده برای شرایط فاریاب و دیم در جدول ۴ ارائه شده است. بر اساس این نتایج، تحت شرایط دیم حداکثر محصول در حدود ۲۵/۵ تن در هکتار برای بافت متوسط و ۲۳/۸ تن در هکتار برای بافت شنی می‌باشد. در شرایط دیم، وزارت کشاورزی کانادا عملکرد متوسط را ۲۴/۶ تن در هکتار اعلام کرده است. بنابراین نتایج بدست آمده توسط این مدل با مقدار متوسط گزارش شده در منطقه همخوانی دارد.

جدول ۴- متوسط عملکرد سیب زمینی شبیه سازی شده توسط مدل

بافت	دیم (تن در هکتار)	فاریاب (تن در هکتار)
شنی	۲۳/۸	۳۱/۳
شنی لومی	۲۴/۲	۳۰/۹
لومی شنی	۲۴/۱	۳۱/۰
لوم	۲۵/۵	۳۱/۱
متوسط	۲۴/۶	۳۱/۰

عملاً امکان دارد که کشاورزان عناصر لازم را جهت رشد و نمو بهینه سیب زمینی فراهم نکنند که در نتیجه باعث کاهش محصول خواهد گردید. در ضمن تأثیر منفی علفهای هرز و آفات و بیماریهادر شبیه سازی عملکرد اعمال نشده است. تحت شرایط آبیاری، تفاوت محسوسی بین عملکردهای محاسبه شده (بافتهای مختلف) وجود ندارد. در صورت حذف کمبود آب، افزایش عملکرد در خاکهای سبک از خاکهای متوسط بیشتر است (جدول ۳). با آبیاری تکمیلی، بطور متوسط افزایش عملکرد محصول ۱۴۲، ۷۳ و ۲۵ درصد به ترتیب برای احتمالات ۱۰، ۲۰ و ۵۰ درصد بوده است. این افزایش عملکرد با نتایج صحرایی بدست آمده مطابقت دارد (Rioux, 1987). محقق یاد شده با استفاده از آبیاری تکمیلی به افزایش محصولی در حدود ۴۲ درصد دست یافته است.

Cross Validation

نتایج مقایسه روشهای مختلف میان یابی در جدول ۵ برای کمبود آب ارائه شده است. این نتایج حاکی از این است که همه روشهای میان یابی انحراف (bias) کمی دارند که بین ۱/۵ میلیمتر برای روش TR تا ۱/۹ میلیمتر برای روش ID متغییر می‌باشد. روشهای میان یابی بر اساس افزایش دقت آنها مرتب شدند که نتایج در جدول ۵ ارائه شده است. از بین این روشها، روش TR با MAE معادل ۲۷ میلیمتر کمترین دقت را به خود اختصاص داده است. به غیر از روش TR، تفاوت دقت محاسبه شده برای روشهای دیگر قابل ملاحظه نمی‌باشد. به هر حال روش TPSS که ارتفاع را به عنوان یک متغیر کمکی در نظر گرفته است (با توانهای ۲ و ۳) از بقیه روشها دقیق‌تر می‌باشد. دقت این روش بین ۱۹/۶ میلیمتر برای روش TPSS-2Co تا ۲۰/۳ میلیمتر برای روش TPSS-3Co تغییر می‌کند. این مطلب مبین تأثیر ارتفاع بر کمبود آبی می‌باشد.

جدول ۵ - نتایج روش Cross validation برای کمبود آبی فصلی

روش	متوسط (mm)	انحراف معیار (mm)	متوسط MBE (mm)	متوسط MAE (mm)	مرتب شده بر حسب MAE
TR	۲۰۱/۴	۵۸/۸	-۱/۵	۲۷/۰	۱۰
TPSS-2	۲۰۲/۹	۴۳/۸	۰/۱	۲۱/۶	۷
TPSS-3	۲۰۳/۱	۴۴/۸	۰/۴	۲۳/۶	۹
TPSS-2Co	۲۰۲/۵	۴۴/۰	-۰/۲	۱۹/۶	۱
TPSS-3Co	۲۰۲/۵	۴۶/۴	-۰/۵	۲۰/۳	۲
OK - I	۲۰۳/۸	۴۰/۱	۰/۷	۲۱/۲	۳
OK - A	۲۰۳/۴	۴۰/۵	۰/۵	۲۱/۴	۵
ID - 1	۲۰۴/۸	۳۸/۸	۱/۹	۲۱/۸	۸
ID - 2	۲۰۴/۸	۴۰/۶	۱/۹	۲۱/۳	۴
ID - 3	۲۰۴/۷	۴۲/۰	۱/۸	۲۱/۵	۶

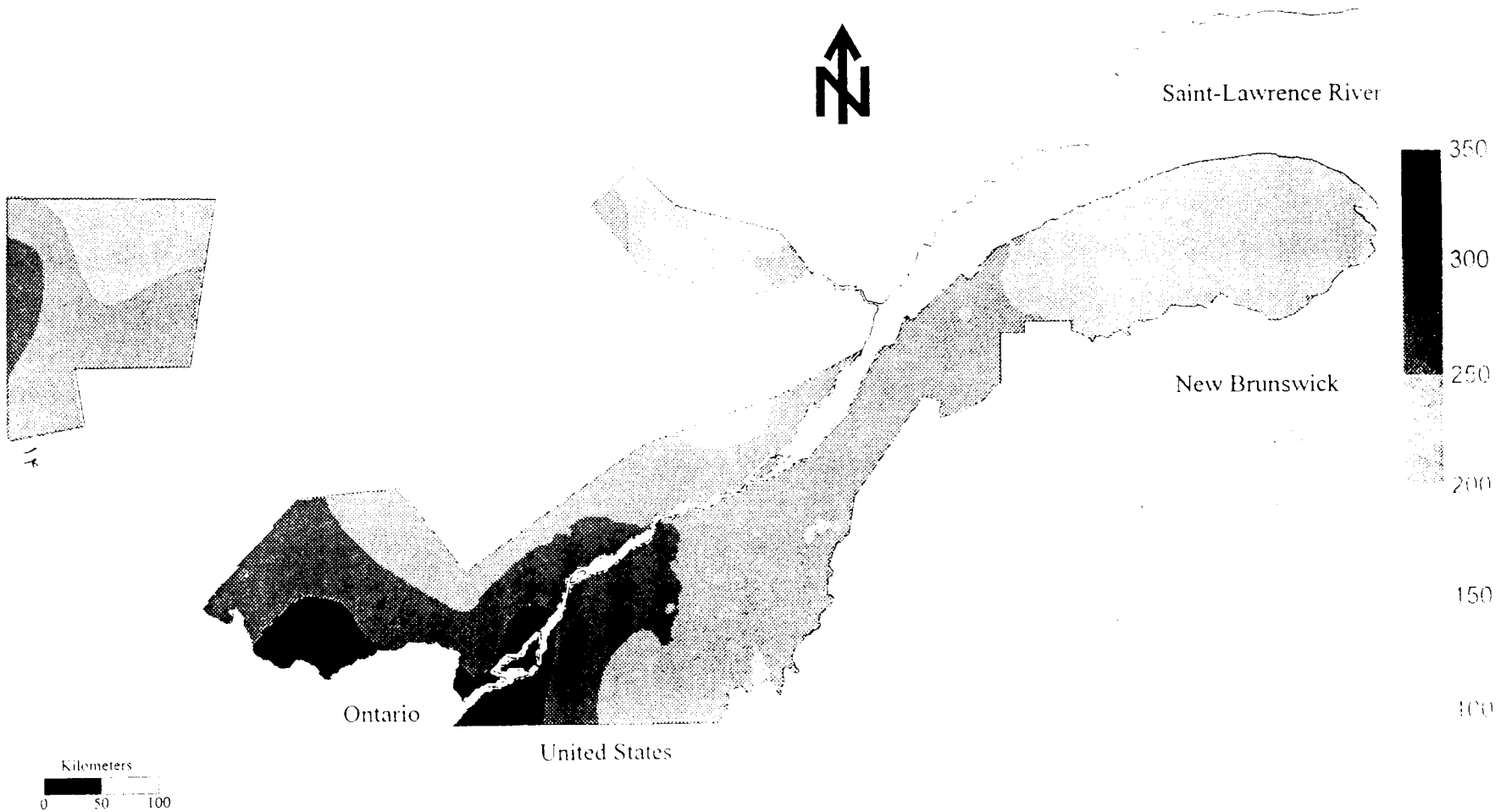
نتایج مقایسه روشهای مختلف میان یابی برای افزایش عملکرد محصول در جدول ۶ ارائه شده است. انحراف محاسبه شده (bias) برای همه روشها ناچیز بوده و بین ۲/۳- درصد برای روش TR تا ۰/۳ درصد برای روش TPSS-2Co تغییر می‌کند. دقت همه روشها کم بوده و بین ۳۵/۸ درصد برای روش ID-1 و ۵۳/۰ درصد برای روش TR تغییر می‌کند. روشهای مختلف براساس کاهش دقت مرتب شده‌اند (جدول ۶) که در نتیجه روش ID-1 از بقیه روشها دقیق‌تر می‌باشد.

نقشه کمبود آب و افزایش عملکرد محصول

به عنوان نمونه نقشه کمبود آب با احتمال ۲۰ درصد برای بافت شنی با استفاده از روش TPSS-2Co ترسیم شده است (شکل ۲). همانطور که این شکل نشان می‌دهد کمبود آب از طرف جنوب غربی به طرف شمال شرقی کاهش می‌یابد که دلیل این امر احتمالاً این می‌تواند باشد که ظرفیت تبخیری اتمسفری در این جهت کاهش می‌یابد. به همین ترتیب شکل ۳ بر اساس روش ID-1 برای افزایش عملکرد محصول سیب زمین در خاک شنی با احتمال وقوع ۲۰ ٪ تهیه شده است. همانطور که این شکل نشان می‌دهد به غیر از ناحیه جنوب‌شرقی، افزایش عملکرد از جهت جنوب غربی به طرف شمال شرقی کاهش می‌یابد که دلیل آن کمبود آب می‌باشد. در شرایط که کمبود آب بالا می‌باشد، با اعمال آبیاری تکمیلی، گیاه استفاده بیشتری از آب برده و افزایش محصول بیشتری را نشان می‌دهد.

جدول ۶ - نتایج روش Cross - validation برای افزایش عملکرد محصول

روش	متوسط (mm)	انحراف معیار (mm)	متوسط MBE (mm)	متوسط MAE (mm)	مرتب شده بر حسب MAE
TR	۷۷/۸	۸۳/۴	-۲/۳	۵۳/۰	۱۰
TPSS-2	۸۰/۲	۳۶/۳	۰/۳	۳۷/۴	۴
TPSS-3	۷۹/۸	۴۱/۰	-۰/۲	۳۸/۸	۷
TPSS-2Co	۸۰/۲	۳۶/۹	۰/۱	۳۷/۶	۵
TPSS-3Co	۷۹/۷	۴۲/۰	-۰/۲	۳۸/۹	۸
OK - I	۷۹/۴	۳۵/۷	-۰/۶	۳۶/۹	۲
OK - A	۷۹/۱	۳۵/۸	-۰/۸	۳۷/۶	۶
ID - 1	۷۸/۰	۳۴/۷	-۱/۲	۳۵/۸	۱
ID - 2	۷۸/۸	۴۱/۴	-۰/۴	۳۷/۳	۳
ID - 3	۷۹/۳	۴۷/۲	۰/۱	۳۹/۰	۹



شکل ۲- تغییرات ناحیه‌ای کسورات برای خاک شنی و احتمال ۲۰ درصد

250
200
150
100
50
0
Saint-Laurent River
New Brunswick
Ontario
United States
Kilometers
0
50
100

۱۵

نتیجه‌گیری

متوسط کمبود آب ۲۴۵، ۲۰۳ و ۱۵۹ میلیمتر به ترتیب برای درصدهای احتمالی ۱۰، ۲۰ و ۵۰ درصد محاسبه شده است که این مسئله اهمیت کمبود آب حتی در سالهای معمولی را نشان می‌دهد. با آبیاری تکمیلی، افزایش محصول در خاکهای شنی (۳۱/۵ درصد) بیشتر از خاکهای لومی (۲۲/۰ درصد) می‌باشد. دلیل این امر می‌تواند این باشد که خاک شنی قدرت نگهداری آب کمتری نسبت به خاکهای متوسط دارد. برای همه بافتها، افزایش عملکرد محصول ۱۴۲، ۷۳ و ۲۵ درصد به ترتیب برای احتمال وقوع ۱۰، ۲۰ و ۵۰ درصد محاسبه شده است. روش TPSS با ارتفاع به عنوان متغیر کمکی، مناسبترین روش برای برآورد و کمبود آب می‌باشد. برای برآورد درصد افزایش عملکرد محصول سیب زمینی روش ID-1 از بقیه روشها مناسبتر تشخیص داده شد.

منابع

Ahmed, S. and G. De Marsily. 1987. Comparison of geostatistical methods for estimating transmissivity using data on transmissivity and specific capacity. Water Resources Research 23(9):1717-1737.

Akima, H. 1978. A method of bivariate interpolation and smooth surface fitting for irregularly distributed data points. ACM Transactions on Mathematical Software 4(2):148-159.

Boisvert, J., L.M. Dwyer and M. Lemay. 1992. Estimation of water use by four potato (Solanum Tuberosum L.) cultivars for irrigation scheduling. Canadian Agricultural Engineering 34(4):319-325.

Cook, R.A., S. Mostaghimi and J.B. Campbell. 1993. Assessment of methods for interpolating steady-state infiltrability. Transactions of the ASAE 36(5):1333-1241.

Doorenbos, J. and W.O. Pruitt. 1984. Crop water requirements. FAO No. 24. Rome, 144p.

Feddes, R.A. 1987. Simulating water management and crop production with the SWACROP model. A27-A40 In: Proceedings third international workshop on land drainage, Ohio State University, Columbus, Ohio.

Griffin, T.S., B.S. Johnson and J.T. Ritchie. 1990. SUBSTOR-potato version 2.0: a simulation model for potato growth and development. Cooperative extension and Dept. of Plant, Soil, and Envir, Sci. University of Maine and Dept. of Soil Sci., Michigan State University, USA, 33p.

Hosseini, E., J. Gallichand and D. Marcotte. 1994. Theorical and experimental performance of spatial interpolation methods for soil salinity analysis. Transactions

of the ASAE 37(6):1799- 1807.

James, L.G. 1989. Principals of farm irrigation system design. John Wiley and Sons, Inc. New York, NY, 545 p.

Lal, H., G. Hoogenboom, J-P. Calixte, J. W. Jones and F.H. Beinroth. 1993. Using crop simulation models and GIS for regional productivity analysis. Transactions of the ASAE 36(1):175-184.

Lynch, D.R., N. Foroud, G.C. Kozub and B.C. Farries. 1995. The effect of moisture stress at three growth stages on the yield, components of yield and processing quality of eight potato varieties. American Potato Journal 72:375-385.

Mahdian, M.H. and J. Gallichand. 1995. Validation of the SUBSTOR model for simulating soil water content. Transactions of the ASAE 38(2):513-520.

Mahdian, M.H. 1996. Modelisation regionale du deficit hydrique et du rendement de la pomme de terre au Quebec. These de doctorat, Universite Laval, Faculte des Sciences de l'Agriculture et de l'Alimentation, Departement des Sols et de Genie

Agro-Alimentaire, Sainte-Foy, Quebec, 179 p.

Ritchie, J.T. 1985. A user-oriented model of the soil water balance in wheat, 293-305. In: W. Day and R.K. Atkin (eds), Wheat Growth and Modelling, Plenum Pub. Corp. New York.

Rioux, R. 1987. Cinq ans d'experience sur les relations irrigation-regie des pommes de terre. In: Symposium sur la pomme de terre, 56-76. Ministere de l'Agriculture, des Pecheries et de l' Alimentation du Quebec, Sainte-Foy, Qc.

Voltz, M. and M. Goulard. 1994. Spatial interpolation of soil moisture retention curves. Geoderma 62:109-123.

Ward, E.R. 1988. Irrigation in relationship to disease incidence and tuber quality after storage, 41-49. In: Carr, M.K.V. and P.J.C. Hamer (eds.) Irrigation Potatoes, UK Irrigation Association Technical Monograph 2, Cranfield Press, Bedford, England.

Wright, J.L. and J.C. Stark. 1990. Potato, 859-889. In: Stewart, B.A. and D.R. Nielson (eds) Irrigation of agricultural Crops, Agronomy Nomograph No. 30. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin.

ABSTRACT

Potato is sensitive to water stress during the growing season. A lack of water can cause sufficient stress to prevent normal physiological development. In Quebec, despite relative abundance of rainfall, water stress is an important cause of reduction in potato yield. This study was conducted to determine the spatial variability of potato water deficit, and yield increase resulting from irrigation in Quebec. The performance of several interpolation methods were evaluated. Seasonal water deficit and percent of yield increase were determined at three exceedance probability levels. Results showed that regional average of water deficit were 245, 203 and 159 mm at the 10, 20, and 50% exceedance probability level, respectively. For potato yield, average regional yield increases were 142, 73, and 25% at the corresponding probability levels. These results confirm that there is more advantage to irrigate coarse soils than medium textured soils. With irrigation, yield increase was 31.5% for sandy soils and 22.0% for loamy soils. The interpolation method of thin plate smoothing splines, with elevation as the covariable, was the most precise for seasonal water deficit, with a mean absolute error of 19.6 mm, whereas for yield increase, the inverse distance was the best estimation method with a mean absolute error of 35.8%.

Keywords: SUBSTOR, Interpolation methods, Water deficit, Potato yield, Cross validation

مجموعه مقالات نهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

مقاله شماره ۲۳

موضوع :

بررسی تبخیر و تعرق پتانسیل یونجه به عنوان گیاه مرجع با استفاده از لایسیمتر

تألیف :

محمدرضا شریعتی[۱]

چکیده

نظر به اینکه که کشت و نگهداری چمن در تمام شرایط آب و هوائی به سادگی امکان پذیر نمی‌باشد و با مشکلاتی مواجه می‌شود، لذا روی جایگزین نمودن یونجه بعنوان گیاه مرجع مطالعات و تحقیقات زیادی بعمل آمده است. در تحقیق حاضر می‌توان تبخیر و تعرق مرجع توسط لایسیمتر با دوگیاه یونجه از طریق رابطه تراز آبی اندازه‌گیری گردید که حاصل این بررسی سه ساله نشان داد در شرایطی که می‌توان ارتفاع یونجه را در حد ۲۵-۱۵ سانتیمتر حفظ نمود. همبستگی خوبی با ضریب ۰/۹۸۲ بین آن و چمن وجود دارد و مقدار تبخیر و تعرق چمن در یک دوره ۷ ماهه ۰/۸۱ میزان تبخیر و تعرق یونجه می‌باشد. درکنار این بررسی می‌توان تبخیر و تعرق اندازه‌گیری شده چمن و یونجه از طریق لایسیمتر ،تبخیر و تعرق محاسبه شده با استفاده از اطلاعات هواشناسی دوره آزمایشی با روشهای پنمن ، تشعشع طشتک ، تبخیر و پنمن مانتیس مقایسه و تجزیه تحلیل گردید. نتایج این بررسی نشان داد که بالاترین ضریب همبستگی مربوط به روش طشتک تبخیر و پنمن مانتیس با دوگیاه چمن و یونجه می‌باشد.

در انتهای تجزیه و تحلیل و نتیجه گیری نهائی توصیه شد ، در شرایطی که امکان کشت چمن وجود ندارد می‌توان از یونجه بعنوان گیاه مرجع با منظور نمودن ضریب ۸۵-۸۲ درصد استفاده نمود، همچنین در صورتی که در منطقه ای بخصوص ، مشابه آشرایط ب و هوائی کرج ، از اطلاعات هواشناسی استفاده شود برای محاسبه تبخیر و تعرق مرجع ، مناسبترین روش توصیه شده روش پنمن مانتیس ، و در صورت وجود میزان تبخیر روزانه از طشتک تبخیر ، با انتخاب ضریب دقیق طشتک ، تبخیر و تعرق با روش طشتک تبخیر کلاس A برای منطقه پیشنهاد می‌گردد.

---

۱ - عضو هیات علمی موسسه تحقیقات خاک و آب

مقدمه

تعرق از گیاهان از دو قرن پیش مورد مطالعه قرار گرفته در حالیکه تبخیر و تعرق از روی سطح نیز در زمانهای طولانی مطالعه شده است (۸). مطالعه آب مصرفی گیاهان از اوائل این قرن شروع شده و مورد استفاده قرار گرفته است (۱). اساس محاسبات نیاز آبی گیاهان بر مبنای تعیین تبخیر و تعرق مرجع می‌باشد و دانستن این رقم بطور صحیح اولین قدم در تعیین میزان دقیق آب مصرفی گیاهان خواهد بود(۲). تعیین میزان تبخیر و تعرق مرجع می‌توان به یکی از که روش مستقیم استفاده از لایسیمتر در کشت گیاه مرجع (چمن و یونجه) و یا غیر مستقیم با کاربرد اطلاعات هواشناسی و استفاده از فرمولهای تجربی انجام گیرد (۱، ۲، ۹). از آنجایی‌که هر روش ارائه شده اطلاعات خاصی نیاز دارد و نتایج حاصله مغایرت هائی با هم دارند بدلیل استفاده از اطلاعات هواشناسی مختلف ، لذا خود این فرمولهای تجربی برای هر منطقه باید بررسی و مناسب ترین آنها با شرایط اقلیمی انتخاب گردد (۹). استفاده از لایسیمتر و کشت و گیاه مرجع تناسب با استانداردهای ارائه شده شاید مطئمن ترین روش تعیین تبخیر و تعرق مرجع باشد. بطور کلی تعاریف متعددی از طرف کمیته‌های تخصصی و اقرار اهل فن برای آب مصرفی مطرح گردیده است.

بلینی و همکارانش در سال ۱۹۳۰ آب مصرفی را بصورت مجموع آب مصرف شده برای رشد سبزینه در یک مساحت معینی به صورت تعرف و یا ساختن بافت گیاهی در آنچه از آن سطح تبخیر می‌شود تعریف نموده در سال ۱۹۳۵ کمیته از طرف کمیته و تیره هیدرولیک و آبیاری انجمن مهندسان راه و ساختمان آمریکا آب مصرفی را به مجموع تلفات ناشی زا تبخیر و تعرق اطلاق نمودند. همچنین مقدار آب سالانه را که بدون توجه به منبع تامین آن برای رشد عادی گیاهان تحت شرایط مزرعه مورد نیاز است آب مصرفی گویند(۱۲).

این مطالعه گیاه یونجه به عنوان گیاه مرجع انتخاب شده که در یک دوره سه ساله با چمن مقایسه گردد تا در صورت نتیجه گیری به توان از آن برای مناطقی که کشت چمن بعنوان گیاه مرجع دارای محدودیت هائی است مورد استفاده قرار گیرد. و در کنار این دو گیاه بعنوان گیاه مرجع از چند رابطه تجربی برای محاسبه می‌توان تبخیر و تعرق مرجع استفاده گردیده که نتایج آنها با هم جهت مناسبترین روش برای منطقه، مقایسه و مورد بررسی قرار می‌گیرد.

در سالهای گذشته افرادی چون ویدستو[1] (۱۹۱۲)، لویس[2] (۱۹۱۹)، هریس[3] (۱۹۲۰)، همفیل[4]، ایزرائیلن[5] و وینسور[6] (۱۹۲۲) افرادی بودند که مطالعات آزمایشی و مزرعه ای وسیعی با استفاده از روش نمونه برداری خاک برای تعیین آب مصرفی فصلی گیاهان را شروع نمودند(۲).

از سال ۱۹۳۵ در سراسر آمریکا و بسیاری از کشورهای دیگر مطالعات دامنه داری به منظور تعیین میزان کلی آب مورد نیاز گیاهان انجام گرفته است. از جمله گیاهان مهمی که در این مطالعات مورد بررسی قرار گرفته اند یونجه است و در شرایط اقلیمی مختلف ارقام متفاوتی برای آب مصرفی آن ارائه شده است.

در آریزونا، کالیفرانیا و یوتا نیاز خالص آب فصلی یونجه به ترتیب ۱۲۹۵، ۹۵۰، ۱۰۷۲ میلیمتر و حداکثر

1 - Widstoe
2 -lewis
3- Hariss
4- Hempill
5- Israelson
6- Winsor

مصرف روزانه در ماههای جولای و ژوئن بوده است. همچنین در منطقه استویس اکلاهاما ۱۰۷۳ میلیمتر و در اراضی مونتروزکلرادو ۹۴۸ میلیمتر گزارش شده است . ارقام فوق در مناطق مختلف امریکا از طریق لایسیمتری، مزرعه‌ای ای و بیلات رطوبتی خاک حاصل شده‌اند(۱).

در سال ۸-۱۳۴۷ میزان تبخیر و تعرق پتانسیل یونجه از طریق لایسیمتر بررسی و مطالعه گردید که در نتیجه میزان آب خالص فصلی ۱۶۵۰ میلیمتر برای رودشت شیراز گزارش گردید(۴ و ۵).

در سال ۱۳۷۲ شریعتی روی تعیین تبخیر و تعرق گیاه مرجع (چمن) از طریق لایسیمتر مونولیت برای مدت ۴ سال مطالعه نمود ککه در نهایت برای یک دوره ۷ ماهه، ۱۳۹۰ میلیمتر و متوسط روزانه ۷/۲ میلیمتر میزان تبخیر و تعرق مرجع را گزارش نمود همچنین طی مقایسه ای که با فرمولهای تعیین میزان تبخیر و تعرق مرجع بعمل آورد مناسبترین فرمول برای منطقه با ضریب همبستگی حدوداً ۹۷ در صد پنمن اصلاح شده و بعد از آن روش تشعشع با همبستگی ۹۵ درصد (۲).

در سال ۱۹۹۴ در دانشگاه ملبرون استرالیا با مطالعه‌ای ای در محل در یک محدوده جهت تخمین تبخیر و تعرق مرجع با روشهای فائو ۲۴ ، پنمن مانتیس و طشتک تبخیر کلاس A بعمل آمد چنین نتیجه‌گیری شد که نتایج حاصل از روش پنمن فائو ۲۴ ، ۲۰ تا ۲۴ درصد بیش از پنمن مانیس بوده ، روش تشعشع و پنمن مانتیس نتیجه ای مشابه برای میزان تبخیر وتعرق روزانه داشته است که می‌توان در جاهائی که امکان اندازه گیری سرعت باد نیست از روش تشعشع به جای پنمن مانتیس برای تعیین تبخیر و تعرق روزانه مرجع استفاده نمود(۸).

در سال ۱۹۹۵ نتایج یک تحقیق روی روش پنمن و لایسیمتر چمن در مقایسه با روشهای پنمن مانتیس، ماکنیگ، پرتیلی، تایلو، تئرک، هارگریوزسامانی، تورت ویت در سه منطقه شمال شرقی کارولینا برای تعیین تبخیر و تعرق مرجع چنین گزارش شده است که همبستگی خوب بین روشهای حاصل شده که اساس روش درجه حرارت و تشعشع بوده و در تجزیه و تحلیل آماری در تخمین روزانه و فصلی بهترین روش پنمن - مانتیس توصیه شده است (۷).

در سال ۱۹۹۳ یونجه بعنوان گیاه مرجع با روشهای پنمن (۱۹۴۸) ، پنمن فائو ، تشعشع فائو تبخیر از طشتک A فائو مورد مطالعه قرار گرفت و نتایج تجزیه و تحلیل نشان داد که روش طشتک A فائو و پنمن (۱۹۴۸) نسبت به سایر روشها در مقایسه با لایسیمتر یونجه دقیقتر و با افزایش دورها های اندازه گیری دقت نتایج بیشتر شد(۱۲).

درسال ۱۹۹۳ ابوقیار و همکارانش گزارش دادند که یونجه در سه لایسیمتر زهکش دار بعنوان گیاه مبنا کشت و میزان تبخیر و تعرق اندازه‌گیری شده با نتایج محاسبات سه روش پنمن ، جنس هیز و طشتک کلاس A ارزیابی گردید. که در نتیجه میان تبخیر و تعرق یونجه از طریق لایسیمتر و روش تبخیر از طشتک A بالاترین میزان همبستگی دیده شد (۶).

در سال ۱۹۹۶ جمیز رایت نتایج تحقیق تعیین تبخیر وتعرق مرجع را با دو گیاه چمن و یونجه توسط لایسیمتر وزنی با تجزیه تحلیل بادار فرمول پنمن - کیمبرلی گزارش داد که میزان تبخیر وتعرق حاصل از چمن ۸۳ درصد تبخیر وتعوق یونجه بوده و رابطه همبستگی این که گیاه بعنوان گیاه مرجع با ضریب همبستگی $r^2 = ۰/۹۷$ عبارت از $y=۰/۸۴۹\times۰/۱۲۱$ (۱۱).

در منابع علمی بین المللی یونجه به دلیل رشد موفق در یک رنج وسیع از خاکهای مشخصات مختلف فیزیکی ، در مقایسه با سایر علوفه ها مورد توصیه بیشتری قرار گرفته است هر چند که بعضی ها یونجه را بعنوان گیاه مرجع در مقایسه با چمن پیشنهاد و توصیه نموده‌اند ولی هنوز به قاطعیت این امر به تایید نرسیده است . نیاز آبی یونجه ، وقتی که برداشت محلول مورد نظر می‌باشد بین ۸۰۰ - ۱۶۰۰ میلیمتر در یک دوره رشد که بستگی به آب و هوا وطول دوره رشد دارد گزارش شده است (۱۰).

موقعیت جغرافیایی، آب و هوای محل اجرای طرح

ایستگاه تحقیقات خاک و آب کرج در ۳۵ ، ۵۰ درجه عرض شمالی و ۵۰ ، ۵۸ طول شرقی در ارتفاع ۱۳۱۲/۵ متر از سطح دریا واقع شده است ، دارای آب و هوای معتدل متمایل به سرد یا تابستانهای نسبتاً گرم و زمستانهای نسبتاً سرد.

متوسط بارندگی ۲۳۷/۵ میلیمتر که حداقل آن ۱۲۹ در سال ۱۳۴۵ و حداکثر آن ۴۰۰/۵ میلیمتر در سال ۱۳۳۶ اتفاق افتاده است. حد متوسط درجه حرارت در ماههای دی و بهمن کمتر از ۵ درجه سانتیگراد و درماههای تیر و مرداد به ۲۵ درجه می‌رسد. مجموع میانگین های درجه حرارت سالیانه بیش از صفر درجه سانتیگراد ۵۰۰۰-۴۵۰۰ و بیش از ده درجه سانتیگراد ۲۵۰۰-۲۰۰۰ می‌باشد.

دوره یخبندان از اواخر آبان ماه شروع و تا اواسط اسفند ادامه دارد نم نسبی ماهیانه در ساعت ۶/۵ بین ۵۷ و ۷۳ درصد در ساعت ۱۲/۵ بین ۲۶و ۵۵ درصد و در ساعت ۱۸/۵ بین ۴۴ و ۶۹ درصد نوسان دارد. اطلاعات هواشناسی در دوره آزمایش در جدول شماره (۱) نشان داده شده است.

جدول (۱) ـ میانگین اطلاعات هواشناسی در ماههای دوره اجرای طرح (۷۲، ۷۳ و ۱۳۷۵)

ماه	متوسط درجه حرارت سانتیگراد	رطوبت نسبی درصد	سرعت باد کیلومتر درروز	ساعات آفتابی	تشعشع مگازل/مترمربع/روز
فروردین	۱۲/۳	۵۴	۸۷	۶/۰	۱۸/۰
اردیبهشت	۱۷/۶	۵۲	۷۳	۷/۸	۲۱/۰
خرداد	۲۳/۰	۴۱	۸۲	۱۱/۳	۲۶/۷
تیر	۲۵/۲	۴۰	۱۱۵	۱۰/۸	۲۵/۷
مرداد	۲۶/۰	۳۹	۹۶	۱۱/۰	۲۴/۶
شهریور	۲۳/۰	۴۴	۸۰	۱۰/۰	۲۰/۸
مهر	۲۱/۵	۴۷	۶۴	۹/۵	۲۰/۰

مشخصات خاک

ایستگاه تحقیقات لایسیمتری کرج در حد واسط دو سری خاک مزرعه قرار گرفته است که خاک شمال شرقی مزرعه تحت آزمایش ، سری فرح آباد از نوع براون با بافت متوسط تا سنگین و جنوب غربی آن ، سری مزرعه از نوع براون بابافت متوسط تا سبک می‌باشد. نتایج تجزیه فیزیکو شیمیائی خاک محل آزمایش در جدول شماره ۲ ارائه شده است.

جدول (۲)- نتایج تجزیه فیزیکو شیمیائی خاک

عمق خاک سانتیمتر	درصداشباع	هدایت الکتریکی ds/m	اسیدیته	درصدمواد خنثی‌شونده	کربن آلی درصد	ازت کل درصد	فسفر قابل جذب میکروگرم/گرم	پتاس قابل جذب میکروگرم/گرم
۰-۳۰	۳۳	۱/۵	۷/۶	۹	۰/۳۸	۰/۰۵۵	۵/۲۱	۱۶۰
۳۰-۶۰	۳۳	۱/۹	۷/۶	۹/۵	۰/۴	۰/۰۵۲	۴/۹۶	۱۶۰

مواد و روشها

برای تعیین تبخیر و تعرق یونجه بعنوان گیاه مرجع و مقایسه آن با گیاه چمن از یک عدد لایسیمتر به ابعاد متر که قبلاً مورد بهره برداری چند دوره کشت (چغندر قند ، ذرت و گندم) قرار گرفته است استفاده گردید . کشت لایسیمتر بصورتی انجام گرفت که اطراف آن به وسعت ۲۰×۲۰ متر به کشت یکنواخت یونجه اختصاص داده شده بود. ردیف های کشت درون لایسیمتر دقیقاً در امتداد کشت داخل مزرعه قرار گرفته بود. میزان و نوع بذر و ابعاد کشت به توصیه موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر انجام گرفت. زمان برداشت یونجه سعی گردید. ارتفاع یکنواختی در تمام دوره برداشت حفظ شود (حدوداً ۱۵-۲۰ سانتیمتر) . در این بررسی چون یونجه بعنوان گیاه مرجع مورد نظر بود لذا میزان محصول مورد بررسی قرار نگرفت. جهت مقایسه تبخیر وتعرق یونجه در این حالت میزان تبخیر و تعرق چمن از یک لایسیمتر مونولیت (خاک دست نخورده) با سطح ۱/۷ متر مربع و ارتفاع یک متری تعیین و در تجزیه و تحلیل به کار برده شد.

میزان تبخیر و تعرق هر دو لایسیمتر بر اساس معادله تراز آبی(۱) در دوره های ده روزه یک ماهه و فصلی محاسبه گردید.

$$ET = I + PD + e \quad (1)$$

که:

P = میزان بارندگی بر حسب میلیمتر

I = میزان آبیاری بر حسب میلیمتر

D = میزان زه آب بر حسب میلیمتر

e = تغییرات رطوبت در دوره اندازه گیری بر حسب میلیمتر

اضافه می‌گردد که تغییرات رطوبت فصلی به دلیل شروع آبیاری و خاتمه آبیاری درحالت ظرفیت مزرعه

صفر منظور شده است. دور آبیاری براساس تبخیر تجمعی ۲۵-۲۰ میلیمتر انجام گرفته و میزان آب آبیاری آن حدود ۱۵-۱۰ درصد بیش از تبخیر دور آبیاری محاسبه گردید (به دلیل وجود زه آب)
عملیات لازم آبیاری ، جمع آوری زه آب و بارندگی و سایر اطلاعات روزانه در فرم مربوطه ثبت و پس از آن به فرم ده روزه و ماهیانه و سرانجام فصلی تبدیل گردید.

درکنار اندازه گیری های لایسیمتری چمن و یونجه همزمان با سال و ماههای آزمایش اطلاعات هواشناسی جمع آوری و با استفاده از نرم افزارهای موجود میزان تبخیر و تعرق مرجع را با روشهای پنمن - مانتیس ، تشعشع، طشتک تبخیر و پنمن محاسبه و با مقدار تبخیر وتعرق اندازه گیری شده چمن و یونجه مقایسه و تجزیه و تحلیل گردید.

نتایج

میزان تبخیر و تعرق مرجع حاصل از تراز آبی لایسیمتر های یونجه و چمن و میزان تبخیر از طشتک برای دوره های ده روزه در سالهای مختلف در جدول ۳ و ۴ و میانگین سه ساله در شکل شماره یک نشان داده شده است . لازم به توضیح است چنانچه در بعضی دهه ها اختلافی بین تبخیر و تعرق چمن و یونجه مشاهده می‌شود مربوط به بریدن چمن و یونجه است که احتمالاً اندازه گیری درست در مرحله بریدن یا قبل از بریدن می‌باشد که در جدول شماره ۳ دیده می‌شود و در تراز ماهیانه این امر تا حدودی از بین رفته بطوریکه در جدول شماره ۴ نشان داده شده است . میزان تبخیر و تعرق محاسبه شده در ماههای آزمایش برای سه روش پنمن ، تشعشع و طشتک تبخیر با استفاده از اطلاعات هواشناسی همزمان در جدول شماره ۵ ارائه گردید. میزان تبخیر و تعرق مرجع از فرمولهای تجربی و میزان اندازه گیری شده توسط لایسیمتر برای چمن و یونجه با تبخیر وتعرق مرجع توسط روش پنمن مانتیس که از میانگین آمار چند ساله کرج استفاده شده محاسبه گردید (۳۱) و در جدول شماره ۵ نشان داده شده است.

میزان همبستگی کل ارقام محاسبه شده و اندازه گیری شده در مورد میزان تبخیر و تعرق در روش های مختلف مستقیم (لایسمیتری) و غیر مستقیم (فرمولهای تجربی) نسبت به چمن و یونجه محاسبه و نتایج حاصل در جداول شماره ۶ و ۷ درج گردیده است.

جدول ۳ ـ میزان تبخیر وتعرق یونجه ، چمن و میزان تبخیر از طشتک سه ساله بر حسب میلیمتر

ماه	دهه	۱۳۷۲ یونجه	۱۳۷۲ چمن	۱۳۷۲ تبخیر	۱۳۷۳ یونجه	۱۳۷۳ چمن	۱۳۷۳ تبخیر	۱۳۷۵ یونجه	۱۳۷۵ چمن	۱۳۷۵ تبخیر	میانگین سه ساله یونجه	میانگین سه ساله چمن	میانگین سه ساله تبخیر
فروردین	۱	۳۷	۳۳	۳۵	۳۰	۳۰	۳۹	۴۵	۳۵	۴۰	۳۷	۳۳	۳۸
	۲	۵۶	۵۸	۴۷	۵۷	۵۶	۵۴	۵۲	۵۱	۵۰	۵۵	۵۵	۵۰
	۳	۷۸	۸۷	۶۹	۷۳	۶۰	۶۶	۶۷	۵۵	۶۱	۷۳	۷۳	۶۵
اردیبهشت	۱	۷۸	۷۳	۴۵	۶۸	۵۳	۵۲	۶۰	۵۰	۵۲	۷۲	۵۹	۵۱
	۲	۸۰	۶۳	۶۱	۶۰	۵۳	۷	۶۰	۵۲	۵۰	۶۳	۵۶	۵۴
	۳	۷۰	۷۰	۶۵	۶۹	۵۷	۵۹۱	۶۴	۵۳	۷۰	۷۱	۶۰	۷۰
خرداد	۱	۶۸	۵۷	۶۳	۱۱۵	۶۰	۹۱	۱۰۳	۵۵	۸۲	۹۵	۵۷	۷۹
	۲	۸۵	۶۷	۸۰	۷۳	۹۱	۱۰۴	۸۵	۱۰۱	۹۲	۸۱	۸۶	۹۲
	۳	۹۴	۶۰	۱۰۱	۹۷	۱۰۱	۱۲۳	۱۰۰	۱۲۰	۱۱۱	۹۷	۹۴	۱۱۲
تیر	۱	۷۳	۶۶	۱۰۵	۱۵۲	۷۸	۱۱۰	۱۳۶	۹۳	۹۷	۱۲۰	۷۹	۱۰۴
	۲	۱۰۴	۹۵	۹۲	۱۲۰	۱۰۷	۱۲۴	۱۲۵	۸۵	۱۱۴	۱۱۴	۹۶	۱۱۱
	۳	۱۲۰	۹۲	۱۰۲	۱۲۷	۹۴	۲۳۷	۱۱۸	۹۴	۱۱۷	۱۲۲	۹۳	۱۲۷
مرداد	۱	۱۱۸	۷۴	۸۰	۱۰۲	۹۷	۱۲۵	۱۰۲	۸۱	۱۰۱	۱۰۴	۸۴	۱۰۲
	۲	۱۱۰	۷۹	۸۳	۱۱۸	۱۰۷	۱۲۱	۱۰۸	۸۹	۱۰۵	۱۱۲	۹۱	۱۰۳
	۳	۱۱۸	۸۶	۹۷	۱۱۵	۹۶	۱۳۲	۱۱۹	۸۶	۱۱۸	۱۱۷	۹۰	۱۱۶
شهریور	۱	۱۱۹	۷۵	۷۵	۱۱۰	۱۰۹	۱۱۵	۱۰۴	۸۶	۱۱۸	۱۱۱	۹۰	۹۵
	۲	۸۶	۷۳	۷۲	۹۰	۶۳	۷۵	۱۰۷	۸۵	۹۴	۹۴	۷۸	۸۲
	۳	۸۶	۷۶	۷۲	۸۴	۶۴	۸۸	۱۰۴	۷۸	۹۸	۹۱	۷۳	۸۹
مهر	۱	۷۴	۶۷	۶۱	۶۶	۴۶	۶۰	۹۸	۷۰	۹۶	۷۹	۶۱	۷۲
	۲	۷۰	۶۷	۴۰	۶۰	۴۱	۵۵	۶۰	۵۵	۵۰	۶۳	۵۴	۴۸
	۳	۷۲	۶۵	۴۰	۶۰	۳۶	۴۱	۵۴	۵۴	۴۵	۶۲	۵۱	۴۲

جدول ۲ – میزان تبخیر و تعرق چمن ، یونجه و تبخیر طشتک ماهیانه در سالهای آزمایش بر حسب میلیمتر

ماه	۱۳۷۲ چمن	۱۳۷۲ یونجه	۱۳۷۲ تبخیر	۱۳۷۳ چمن	۱۳۷۳ یونجه	۱۳۷۳ تبخیر	۱۳۷۵ چمن	۱۳۷۵ یونجه	۱۳۷۵ تبخیر	میانگین چمن	میانگین یونجه	میانگین تبخیر
فروردین	۱۷۸	۱۷۱	۱۵۱	۱۴۶	۱۶۰	۱۵۹	۱۴۱	۱۶۴	۱۵۱	۱۵۵	۱۶۵	۱۵۴
اردیبهشت	۲۰۶	۲۳۷	۱۷۱	۱۶۳	۱۹۷	۱۸۴	۱۵۵	۱۸۴	۱۷۲	۱۷۵	۲۰۶	۱۷۶
خرداد	۱۸۴	۲۴۷	۲۴۴	۲۵۲	۲۸۵	۳۱۸	۲۷۶	۲۸۸	۲۸۵	۲۳۷	۲۷۳	۲۸۲
تیر	۲۵۳	۲۹۷	۳۰۳	۲۷۹	۴۰۴	۳۷۹	۲۷۲	۳۶۹	۳۲۸	۲۶۸	۳۵۷	۳۳۶
مرداد	۲۳۹	۳۳۶	۲۶۰	۳۰۰	۳۳۵	۳۷۸	۲۵۶	۳۲۹	۳۲۴	۲۵۶	۳۳۶	۳۲۰
شهریور	۲۲۴	۲۹۱	۲۱۹	۲۳۶	۲۸۴	۲۷۸	۲۴۹	۳۱۵	۲۹۹	۲۳۶	۲۹۷	۲۶۵
مهر	۱۹۹	۲۱۶	۲۱۶	۱۲۳	۱۸۶	۱۵۶	۱۷۹	۲۱۲	۱۹۱	۱۶۷	۲۰۵	۱۶۳
جمع	۱۴۸۳	۱۷۹۵	۱۴۸۹	۱۴۹۹	۱۸۵۱	۱۸۵۲	۱۵۲۸	۱۸۶۱	۱۷۵۰	۱۴۹۴	۱۸۳۹	۱۶۹۶

جدول ۵ - میزان تبخیر و تعرق محاسبه شده از فرمول برای سالهای مختلف
بر حسب میلیمتر در دوره آزمایش

ماه	۱۳۷۲			۱۳۷۳			۱۳۷۵			میانگین		
	پنمن	تشعشع	طشتک	پنمن	تشعشع	طشتک	پنمن	تشعشع	طشتک	پنمن	تشعشع	طشتک	پنمن-مانتیس
فروردین	۱۲۱	۱۲۴	۱۲۱	۱۲۴	۱۴۹	۱۲۷	۹۰	۱۰۹	۱۲۱	۱۱۷	۱۲۷	۱۲۳	۱۰۴
اردیبهشت	۱۴۹	۱۵۸	۱۳۷	۱۵۵	۱۷۷	۱۴۷	۱۴۹	۱۸۰	۱۳۸	۱۵۱	۱۷۲	۱۴۱	۱۴۶
خرداد	۲۱۱	۲۵۱	۱۹۵	۲۰۸	۲۳۶	۲۵۴	۱۹۸	۲۴۸	۲۲۸	۲۰۶	۲۵۱	۲۲۶	۱۹۹
تیر	۲۲۹	۲۵۴	۲۴۲	۲۳۳	۲۵۴	۳۰۳	۲۰۲	۲۲۹	۲۶۲	۲۲۱	۲۴۶	۲۶۹	۲۳۰
مرداد	۲۰۱	۲۲۹	۲۰۸	۲۱۷	۲۴۵	۳۰۲	۱۹۵	۲۴۵	۲۵۹	۲۰۴	۲۴۰	۲۵۶	۲۲۱
شهریور	۱۵۵	۱۸۶	۱۷۵	۱۴۳	۱۸۳	۲۲۲	۱۵۸	۲۰۲	۲۳۹	۱۵۲	۱۹۰	۲۱۲	۱۸۹
مهر	۱۲۰	۱۳۴	۱۱۳	۱۰۵	۱۳۰	۱۲۵	۱۲۰	۱۳۵	۱۵۳	۱۱۵	۱۳۳	۱۳۰	۱۳۲
جمع	۱۱۸۶	۱۳۳۶	۱۱۹۱	۱۱۸۵	۱۳۷۴	۱۴۸۰	۱۱۱۲	۱۳۴۸	۱۴۰۰	۱۱۶۶	۱۱۲۹	۱۳۵۷	۱۲۲۱

ضریب طشتک با توجه به مشخصات ایستگاه تحقیقاتی و رهنمودهای فائو (۹)، ۰/۸ انتخاب شده است (۳).

جدول ۶ میزان همبستگی تبخیر وتعرق مرجع (یونجه) با چمن و روشهای مختلف

روش	رابطه همبستگی	(r^2)
رابطه یونجه‌وچمن	$y = 1.26x - 8.7$	0.91
رابطه‌یونجه‌و روش پنمن	$y = 1.34x + 40.4$	0.81
رابطه‌یونجه‌و تشعشع	$y = 1.17x + 36.62$	0.81
رابطه یونجه‌وطشتک‌تبخیر	$y = 1.08x + 56.4$	0.92
رابطه‌یونجه‌وپنمن‌مانتیس	$y = 1.5x + 2.5$	0.98

جدول ۷ - میزان همبستگی تبخیر وتعرق مرجع از روشهای مختلف با چمن

روش	رابطه همبستگی	(r^2)
رابطه پنمن وچمن	$y = 0.67x + 21.54$	0.80
رابطه تشعشع‌وچمن	$y = 0.78x + 25.85$	0.8
رابطه طشتک وچمن	$y = 1.09x - 42.63$	0.9
رابطه‌پنمن مانیس‌وچمن	$y = 1.01x + 41.76$	0.987

بحث و نتیجه گیری

الف - مقایسه تبخیر وتعرق چمن و یونجه

بطوریکه در جدول شماره ۴ دیده می‌شود نسبت میزان تبخیر وتعرق چمن به یونجه حدود ۰/۸۱ می‌باشد و دقیقاً نتایج حاصل مطابقت دارد با نتیجه ای که جمیز رایت در سال ۱۹۹۶ (۱۱). برای مقایسه تبخیر وتعرق چمن و یونجه ارائه داد که همبستگی این دوگیاه با ضریب ۰/۹۱ و مقدار تبخیر و تعرق چمن را ۰/۸۳ تبخیر وتعرق یونجه ارائه داد و در تحقیق حاصل این همبستگی ۰/۹۱ و مقدار تبخیر و تعرق چمن ۰/۸۱ یونجه بوده است اضافه می‌گردد مقدار سالیانه (دوره رشد) تبخیر و تعرق چمن در این دوره برابر مقدار آن در یک تحقیق ۴ ساله که قبلاً نتایج آن توسط شریعتی ارائه گردیده است .

ب ـ مقایسه تبخیر و تعرق چمن و مقدار محاسبه شده از فرمولها

طی تجزیه و تحلیلی که بین ارقام حاصل از محاسبات میزان تبخیر و تعرق مرجع با چهار روش پنمن ، تشعشع ، طشتک تبخیر و پنمن مانتیس و میزان اندازه گیری شده توسط لایسیمتر چمن بعمل آمد ، کلیه روشها همبستگی بالائی را نشان داند که بیشترین همبستگی به ترتیب برای روش پنمن مانیس و طشتک تبخیر ارائه شده است در شرایط اندازه گیری میزان تبخیر و تعرق بیش از سه روز بهترین همبستگی را با چمن ، روش طشتک تبخیر داشته است(۸). همچنین در سال ۱۳۷۲ در کرج مقایسه‌ای که بین تبخیر و تعرق چمن و روشهای محاسبه شده بعمل آمد ، بترتیب پنمن و تشعشع بهترین همبستگی ر با چمن نشان دادند. در شرایطی که امکان انجام روش پنمن مانتیس نباشد تشعشع روش مناسبی می‌باشد.

ج - مقایسه تبخیر وتعرق یونجه و مقدار محاسبه شده از فرمولها

همزمان با تجزیه و تحلیل و مقایسه یونجه با چمن ، میزان تبخیر وتعرق حاصل از لایسیمتر یونجه با روسهای پنمن ، تشعشع ، طشتک و پنمن مانتیس مقایسه و همبستگی بین آنها محاسبه گردید. بیشترین ضریب همبستگی مربوط به پنمن مانتیس ۰/۹۸ و طشتک ۰/۹۲ بوده و کمترین آن را به ترتیب مربوط به تشعشع و پنمن میباشد ، که با نتایج ابوقیار و همکارانش در سال ۱۹۹۳ که یونجه بعنوان گیاه مرجع را از طریق لایسیمتر با روشهای پنمن ، جنس و طشتک تبخیر ارزیابی نمود و بالاترین ضریب همبستگی را بین یونجه و طشتک کلاس A ارائه داد(۷). قابل مقایسه می‌باشد. همچنین در سال ۱۹۹۳ یونجه بعنوان گیاه مرجع با روشهای پنمن ، تشعشع و تبخیر از طشتک مقایسه گردید و بهترین همبستگی بین یونجه و روشهای تبخیر از طشتک و پنمن بوده است که باافزایش دوره اندازه گیری دقت نتایج میسر بوده است(۱۲).

مقایسه میزان تبخیر و تعرق محاسبه شده با روشهای مختلف در سالهای آزمایش در جدول شماره ۵ و میانگین آن در شکل شماره دو نشان داده شده است.

توصیه و پیشنهادات

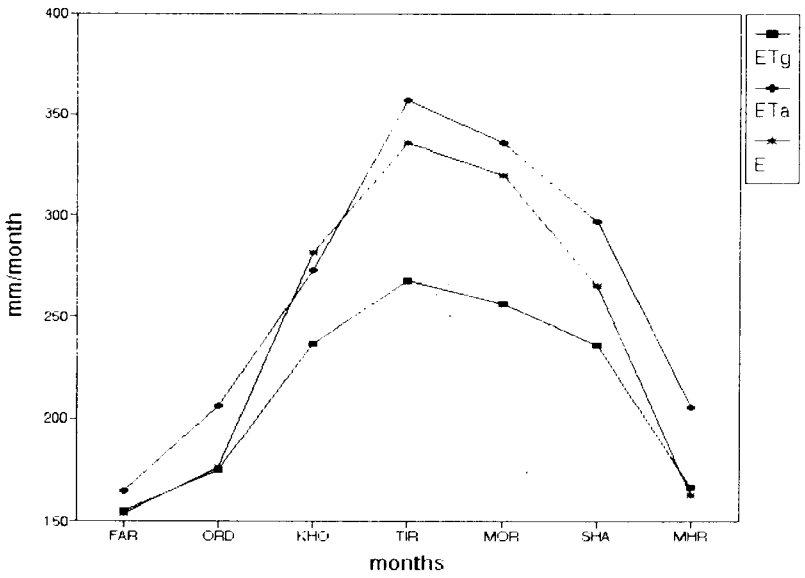
۱ - در شرایطی که امکان کشت چمن بعنوان گیاه مرجع نباشد می‌توان از یونجه بعنوان گیاه مرجع استفاده

نمود و با ایجاد شرایط لازم و در دوره های مورد نیاز و اعمال ضریب ۸۵-۸۲ درصد مقدار تبخیر و تعرق یونجه را برای محاسبات منظور نمود.

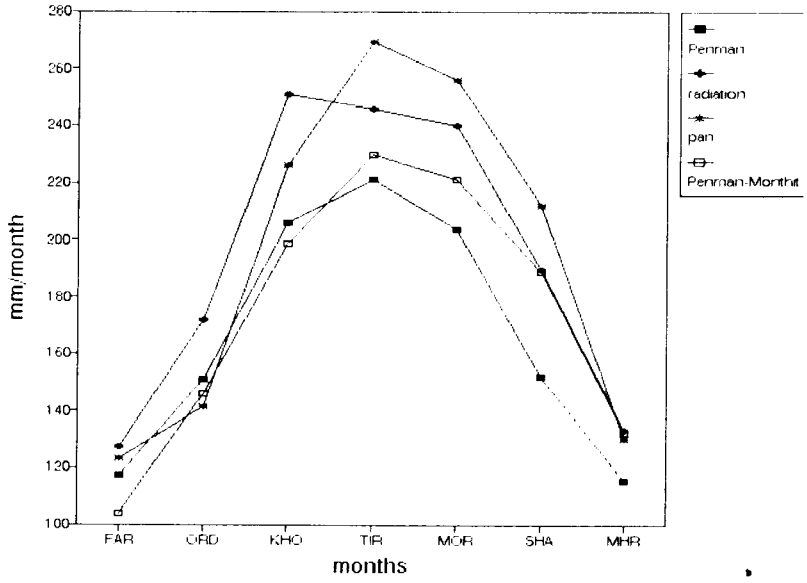
۲ - در شرایطی که امکان وجود اطلاعات هواشناسی لازم برای محاسبه روش پنمن - مانتیس وجود داشته باشد می تواند بعنوان یک روش مناسب مورد استفاده قرار گیرد.

۳ - در مناطقی که امکان دست یابی به اطلاعات کامل هواشناسی نیست بهترین روش ، روش طشتک تبخیر می باشد به شرطی که در شرایط محیطی استقرار طشتک دقت لازم بعمل آید وضریب مربوطه دقیق و مناسب با شرایط محیطی انتخاب کرد.

۴ - در شرایطی که امکان اندازه گیری سرعت باد نیست روش توصیه ای برای این مناطق روش تشعشع می باشد(۸).



شکل شماره ۱ - میانگین میزان تبخیر و تعرق در سالهای (۷۲-۱۳۶۵) برحسب میلی‌متر



شکل شماره ۲ - میانگین میزان تبخیر و تعرق محاسبه شده از روشهای مختلف در سالهای (۷۲-۱۳۷۵) برحسب میلی‌متر

منابع

۱ - برهان ، امیر . ترجمه آب مصرفی و آب مورد نیاز برای آبیاری گیاهان تالیف H.Blaney and W. criddle ، مهندسی زراعی ، ۱۳۴۴.

۲ ـ شریعتی ، محد رضا. گزارش نهائی تبخیر و تعرق پتانسیل گیاه مرجع با استفاده از لایسیمتر نشریه فنی شماره ۸۸۲ ، ۱۳۷۲.

۳ - فرشی ، علی اصغر . محمد رضا شریعتی ، رقیه جارالله‌ی ، محمد رضا قائمی ، مهدی شهابی فر و مسعود تولائی و برآورد آب مورد نیاز گیاهان زراعی و باغی (جلد اول گیاهان زراعی) ، نشر آموزش . ۱۳۷۶.

۴ ـ فیلی ، ایرج . نتایج آزمایشات مرکز بررسیهای خاک و آب مرودشت، موسسه خاکشناسی و حاصلخیزی خاک شهریور ۱۳۵۱.

۵ - وزیری ، ژاله . خلاصه نتایج تحقیقات آبیاری در سالهای ۶۵-۱۳۴۶ موسسه تحقیقات خاک وآب شماره ۷۳۳ ، ۱۳۶۶.

6 - Abo-Ghobar, H.M and F. S. Mohammad, Evapotranspiration Measurement by Lysimeters in a Desert Climate. Arab-Gulf- Journal of Sci: Research, 13:1.109 -122. 1995

7 - Amatya. D. M., Skayys, R. W., Greyory, J. D. Comparison of Methods For Estimating REF-ET, Journal of Irrigation and Drainage Engineering, Vol 121, No5.1995.

8 - Chiew, F. A. S, Kamal Adasa, N. N: Malano, H.m, Mcmahon, T. A. Penman-Monteith, FAO - 24 Reference Crop Evapotranspiration and Class- A pan data in Australia. Agr. Water Manegement 28 University of Melbourne Pakville Australia, 1995.

9- Doorenbos J. and Pruitt W. O " Crop Water Requirement " Irriyation and Drainage paper FAO Rom No24. 1977.

10- Doorenbos. J. and Kasam, A. H. " Yield Response to Water Irriyation and Drainage Paper FAO Rom No 33, 1979.

11- Evapotrans Piration and Irrigation Scheduling. Proceding of the Inter national Conferencr, November 3-6 san Antonio Texas, 1996.

12 - Rivsta- Brasileira - de. Agrometerologia Santos - Ao; H. Bergamas chi, GR, D. Cunha Evaluation of Methods for Estimation of Maximun Evapotranspirspiration in Alfalfa, 1994.

Investingation of Alfalfa - potential evapotranspiration as a reference plant using lysimetry method

ABSTRACT

cultivation management of Growing grass as a reference plant for evapotranspiration studies is some what defficult for all regions with different climatic ondition. Thus many researchers have attempted to use alfalfa as an alternative plant to determine potential evapotranspiration. This paper reports the results of lysimetry experiments with both plants alfalfa and grass as a references plants for lysimetric studies using water-balance.

The results of three years experiment suggests that well managed cultivation of alfalfa with maximum hieght of 15-25 cm can be used as an alternative - reference plant. High correlation was found between evapotranspiration of alfalfa and grass with r^2 = %98. The comparison of evapotranspiration between these two plants during 7 months investigation clearly showed that the mean ratio of alfalfa evapotranspiration to grass-evapotranspiration as was 0.81.

In addition, meterological information collected in the research area were analyed and compared with the data points obtained in this study. The results provide a significant correlation with a high coefficient of determination between penman-mantith method, pan evaporation and evapotranspiration from these two plants.

Finally it was concluded that for areas in which grass cultivation is exposed to some difficultes, alfalfa can be used as an alternative - reference by considering 82-85 percent coefficient.

In order to estimate the potential evapotranspiration in areas such as karaj and similar places, the data from class A-Pan with daily evaporation records associate with the correct coefficient was also recommended.

مجموعه مقالات نهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

مقاله شماره ۲۴

موضوع:

آبیاری قطره‌ای ثقلی (G.D.I)[1]

تألیف:

رحیم احمدی[2] - داریوش معراجی[3]

چکیده

آبیاری قطره‌ای ثقلی روش جدیدی است که در آن آبیاری قطره‌ای با استفاده از فشار آب موجود در مزرعه انجام می‌پذیرد. و انرژی مورد نیاز سیستم از اختلاف ارتفاع سطح آب در ابتدا و انتهای مزرعه به دست می‌آید. در سیستم آبیاری قطره‌ای ثقلی ضمن آبگیری از شبکه کانالها و چاههای مزرعه، از انرژی موجود در سیستم مذکور به منظور تأمین انرژی مورد نیاز استفاده به عمل آمده و از بکارگیری انرژی اضافی (ایستگاه پمپاژ) خودداری می‌گردد.

مقدار کلی انرژی مورد نیاز این سیستم بین ۱ تا ۳ متر ارتفاع آب برای مزارع تا یکصد هکتار می‌باشد. می‌توان بخشی از این ارتفاع را از شیب در کانال انتقال و یا انهار آبرسان و شیب فاروها تأمین کرد و بدین ترتیب از هرگونه پمپاژ اضافی اجتناب نمود. جانمایی این سیستم و طراحی آن مطابق مشخصات زمین بسیار مهم بوده و در قطعه بندی شبکه و آرایش لوله‌ها تأثیر اصلی دارد.

لوله‌های مورد استفاده باتوجه به فشار کار پائین با سیستمهای موجود متفاوت بوده و می‌توان از لوله‌های با ضخامت کم استفاده نمود. در این روش یکنواختی توزیع آب تا حدود ۸۵ درصد قابل تأمین است. استفاده از سیستم فیلتر آب و کوددهی مخصوص نیز باتوجه به شرایط کار قابل طراحی است. ضمناً بعلت فراخ بودن روزنه‌ها در این سیستم حساسیت قطره چکان در مقابل مواد معلق و رسوب کاهش می‌یابد.

این سیستم از نظر اقتصادی بسیار مقرون به صرفه و از نظر بهره‌برداری زارع آسان و نزدیک به روشهای

1- Gravity Drip Irrigation

۲ و ۳ - مهندسین مشاور کارآب

معمولی آبیاری می‌باشد.

با حذف ایستگاه پمپاژ، ضمن حذف هزینه‌های مربوطه، هزینه‌های جاری تأمین انرژی و بهره‌برداری و نگهداری ایستگاه پمپاژ حذف می‌گردد و با طراحی مناسب لوله‌های انتقال و آبرسان و لوله‌های فرعی در هزینه‌های ثابت اولیه صرفه‌جویی قابل ملاحظه‌ای بعمل می‌آید.

مبانی اصلی عملکرد این سیستم بر تقلیل فشار مورد نیاز قطره چکان قرارداد و فشار کارکرد قطره چکان در حدود ۰/۵ متر می‌باشد و بدین لحاظ کل شبکه با فشار کم قابل طراحی است. در تحقق موارد فوق‌الذکر، با ساخت لوازم و تجهیزات مورد نیاز روش آبیاری مذکور در باغات پسته به صورت نمونه اجرا گردیده و نتایج مطلوبی بدست آمده است.

۱ـ مقدمه

آبیاری قطره‌ای ثقلی Gravity Drip Irrigation روش جدیدی است که در آن آبیاری قطره‌ای با استفاده از فشار ارتفاع آب موجود انجام می‌پذیرد و انرژی مورد نیاز سیستم از اختلاف ارتفاع سطح آب در ابتدا و انتهای مزرعه بدست می‌آید.

در سیستم آبیاری قطره‌ای ثقلی ضمن آبگیری از شبکه کانالها و چاههای مزرعه، از انرژی موجود در سیستم مذکور به منظور تأمین انرژی مورد نیاز استفاده بعمل آورده و از بکارگیری انرژی اضافی (ایستگاه پمپاژ) خودداری می‌گردد.

مقدار کلی انرژی مورد نیاز این سیستم بین ۱ تا ۳ متر ارتفاع آب برای مزارع تا یکصد هکتار می‌باشد که می‌توان بخشی از این ارتفاع را از شیب در کانال انتقال و یا انهار آبرسان و شیب فاروها تأمین کرد. بنابراین ارتفاع اولیه مورد نیاز از منبع آبی در حدود ۳ متر بوده (برای شیب صفر اراضی تحت آبیاری) و در صورت وجود شیب از این ارتفاع کاسته شده و ارتفاع اولیه مورد نیاز در محل منبع تأمین آب برای آبیاری یک واحد یکصد هکتاری می‌تواند تا یک متر نیز کاهش یابد حال اگر منبع اصلی تأمین آب چاه باشد می‌توان از فشار پمپاژ موجود چاه این ارتفاع را بدون اشکال تأمین نمود و در صورتی که منبع اصلی آب سطحی باشد ضروری است خط انتقال طوری از بالادست طراحی گردد که این ارتفاع تأمین شود و بدین ترتیب از هرگونه پمپاژ اضافی اجتناب نمود. جانمایی این سیستم و طراحی آن مطابق مشخصات زمین بسیار مهم بوده و در انتخاب طول فاروها و قطعه‌بندی شبکه نیز تأثیر اصلی دارد.

لوله‌های مورد استفاده باتوجه به فشار کار بسیار پائین با سیستمهای موجود متفاوت بوده و می‌توان از لوله‌های با ضخامت کم استفاده نمود. در این روش یکنواختی توزیع آب تا حدود ۸۵ درصد قابل تأمین است. استفاده از سیستم فیلتر آب و کوددهی مخصوص نیز باتوجه به شرایط کار قابل طراحی است. ضمناً بعلت فراخ بودن روزنه‌ها در این سیستم (بیش از ۱۵۰۰ میکرون) حساسیت روزنه‌ها در مقابل مواد معلق و رسوب بسیار کاهش می‌یابد. این سیستم از نظر اقتصادی بسیار مقرون به صرفه و از نظر بهره‌برداری زارع آسان و شبیه به روش‌های معمولی آبیاری می‌باشد. با حذف پمپاژ در آبیاری قطره‌ای ثقلی، هزینه اولیه تهیه پمپ و هزینه‌های جاری تأمین انرژی پمپاژ و بهره‌برداری و نگهداری حذف می‌گردد و این کاهش هزینه تأثیر زیادی در انتخاب روش آبیاری بوجود می‌آورد. با طراحی مناسب لوله‌های انتقال، آبرسان لترالها و سایر تجهیزات

مورد نیاز بر این اساس می‌توان در هزینه‌های اجرایی صرفه‌جویی قابل ملاحظه‌ای بعمل آورد. مبانی اصلی عملکرد این سیستم بر تقلیل فشار مورد نیاز قطره چکان قرار دارد. در سیستم آبیاری قطره‌ای ثقلی، فشار کارکرد قطره چکان در حدود ۰/۵ متر می‌باشد و بدین لحاظ کل شبکه با فشار کم قابل طراحی است.

۲ـ اجزاء سیستم

اجزاء اصلی مورد نیاز سیستم آبیاری قطره‌ای ثقلی شامل :

۱ـ منبع تأمین فشار

۲ـ صافی و وسایل فیلتراسیون اب

۳ـ خط لوله اصلی و ثانویه

۴ـ خطوط لوله فرعی

۵ـ قطره چکانها

۶ـ شیرهای قطع و وصل، ضمائم و وسایل وابسته

می‌باشد که ذیلاً مشخصات فنی آن ارائه می‌گردد.

۳ـ قطره چکان

مهمترین جزء سیستم آبیاری قطره‌ای ثقلی قطره چکان می‌باشد که می‌بایست در فشار ۰/۵ تا ۱/۵ متر دبی متداول و مورد نیاز آبیاری قطره‌ای (حداقل ۴ لیتر بر ساعت) را تأمین نماید. به منظور طراحی قطره چکان با شرایط فوق طی یک برنامه تحقیقاتی سه ساله آزمایشگاهی و صحرایی، انواع بررسیها و مدل سازی‌های انجام گرفته و قطره چکان مورد نظر که در شرایط فشار بسیار کم حساسیت لازم جهت افت فشار در طول لوله فرعی و دستیابی به دبی خروجی ثابت را دارا باشد ساخته شده است.

۳ـ۱ـ مبانی هیدرولیکی قطره چکانها

در سیستم آبیاری قطره‌ای متداول موجود برای کاهش فشار آب در داخل لوله‌های فرعی و تنظیم جریان اندک و یکنواخت آب روشهای مختلفی بکار گرفته شده است. بعنوان مثال در قطره چکانهای دارای مسیر طولانی، لوله‌های موئینه‌ای طویلی برای کاهش فشار تعبیه شده است. قطره چکانهای روزنه‌ای دارای یک سری روزنه برای کاهش فشار می‌باشند. قطره چکانهای دورانی از اثر دورانی جهت استهلاک انرژی و کاهش فشار استفاده می‌کنند. قطره چکانهای شستشو دهنده طوری طراحی می‌شوند که با بازشدن جریان آب مجرای تخلیه را شستشو می‌دهد. قطره چکانهای شستشو دهنده پیوسته در هنگام کار ذرات جامد را بطور پیوسته شستشو می‌دهند و بالاخره قطره چکانهای جبران کننده فشار، برای دبی خروجی ثابتی در دامنه‌های مختلف از تغییر فشار لوله فرعی طراحی می‌شوند.

برخی از ویژگیهای اصلی مورد توجه در طراحی قطره چکانها به قرار زیر است :

۱ـ رابطه دبی و فشار با ویژگیهای طراحی

۲ـ توان معادله دبی تخلیه قطره چکان

۳ـ تغییرات دبی تخلیه ناشی از تغییرات ساخت

۴ـ افت فشار در لوله فرعی ناشی از اتصال قطره چکان

۵ـ حساسیت به گرفتگی

۶ـ تغییرات دما

ذیلاً مبانی هیدرولیکی انواع قطره چکانها بصورت خلاصه ارائه می‌گردد :

الف) قطره چکانهای دارای مسیر طولانی (Long Pan) :

$$L = \frac{hgd^{۴}}{kg}$$

ب) قطره چکانهای روزنه‌ای :

$$q = kac\sqrt{۲gh}$$

ج) لوله‌های دو محفظه‌ای :

$$q = kac\sqrt{۲gh\,(h_{۱} - h_{۲})}$$

د) قطره چکانهای دورانی و اسپری کننده :

$$q = kac\sqrt{۲gh^{۰/۴}}$$

ه) قطره چکانهای جبران کننده فشار :

$$q = kac\sqrt{۲gh^{x}}$$

در کلیه معادلات فوق :

k : ضریب ثابت

g : شتاب ثقل

q : دبی تخلیه قطره چکان

L : طول مسیر جریان قطره چکان

d : مقطع جریان

a : سطح مقطع جریان

c : ضریب که به ویژگیهای نازل بستگی دارد

در کلیه قطره چکانهای فوق‌الذکر که در حال حاضر در سیستم آبیاری قطره‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرند جهت کنترل دبی تخلیه قطره چکان و همچنین خنثی سازی افت فشار در طول لوله فرعی، فشار مصنوعی در حدود ۱۰ متر به فشار مورد نیاز لوله‌های فرعی اضافه می‌گردد که علاوه بر نیاز به احداث ایستگاه پمپاژ، ضرورت تأمین انرژی در طول مدت بهره‌برداری و همچنین مسائل و مشکلات نگهداری سیستم را موجب می‌گردد.

باتوجه به موارد بالا قطره چکان در سیستم قطره‌ای ثقلی که قابلیت کار با فشار پائین و عملکرد مطلوب را دارا باشد به شرح زیر طراحی گردیده است.

۳ـ۲ـ قطره چکان سیستم آبیاری قطره‌ای ثقلی (G.D.I)

برای طراحی قطره چکان G.D.I که در شرایط فشار کم (بین ۰/۵ تا ۱/۵) متر قادر به تخلیه جریان کم و یکنواخت در طول مسیر لوله فرعی است از تلفیق مبانی هیدرولیکی موارد زیر استفاده گردیده است :

الف) هیدرولیک میکروتیوپ

ب) هیدرولیک لوله‌های دوجداره

ج) هیدرولیک جبران کننده فشار

میکروتیوپها لوله‌های باریکی هستند از جنس پلی اتیلن که قطر داخلی آنها از ۱۰۰۰ میکرون به بالا می‌باشد. باتوجه به فشار کارکرد و قطر داخلی میکروتیوپ می‌توان دبیهای مختلفی را از آن عبور داد. بطور کلی معادله جریان میکروتیوپ‌ها به قرار زیر است :

$$q = a. L^{b} H^{c} D^{d}$$

که در آن :

q : دبی میکروتیوپ

L : طول میکروتیوپ

H : فشار کارکرد میکروتیوپ

d,c,b,a : ضرایب ثابت

در ساخت قطره چکان G.D.I از افت ناشی از عبور آب در مسیر جریان میکوتیوپ در تلفیقی از لوله‌های دوجداره همچنین از سیستم جبران کننده افت فشار استفاده گردیده است. در نتیجه در فشارهای پائین دبی قطره چکان با دامنه یکنواختی قابل قبولی در ابتدا و انتهای لوله فرعی قابل حصول است. دبی قطره چکان GOI از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$q = kh^{x}$$

که در آن :

k : ضریب ثابت

h : فشار کارکرد قطره چکان

x : توان معادله دبی قطره چکان

در این نوع قطره چکان حداقل قطر روزنه عبور آب ۱۵۰۰ میکرون برای دبی ۴ لیتر بر ساعت است. جهت دستیابی به دبی‌های بالاتر قطره چکان با افزایش قطر میکروتیوپ و لوله‌های دوجداره قطره چکان با دبی‌های ۸ و ۱۲ و بالاتر ساخته می‌شود.

مزایای عمده این قطره چکان در مقایسه با قطره چکانهای موجود عبارت است از :

۱ـ استفاده از فشار بسیار پایین (۰/۵ تا ۱/۵ متر) با کنترل دبی تخلیه قطره چکان

۲ـ مقطع بزرگ عبور آب و در نتیجه کاهش حساسیت نسبت به گرفتگی قطره چکان

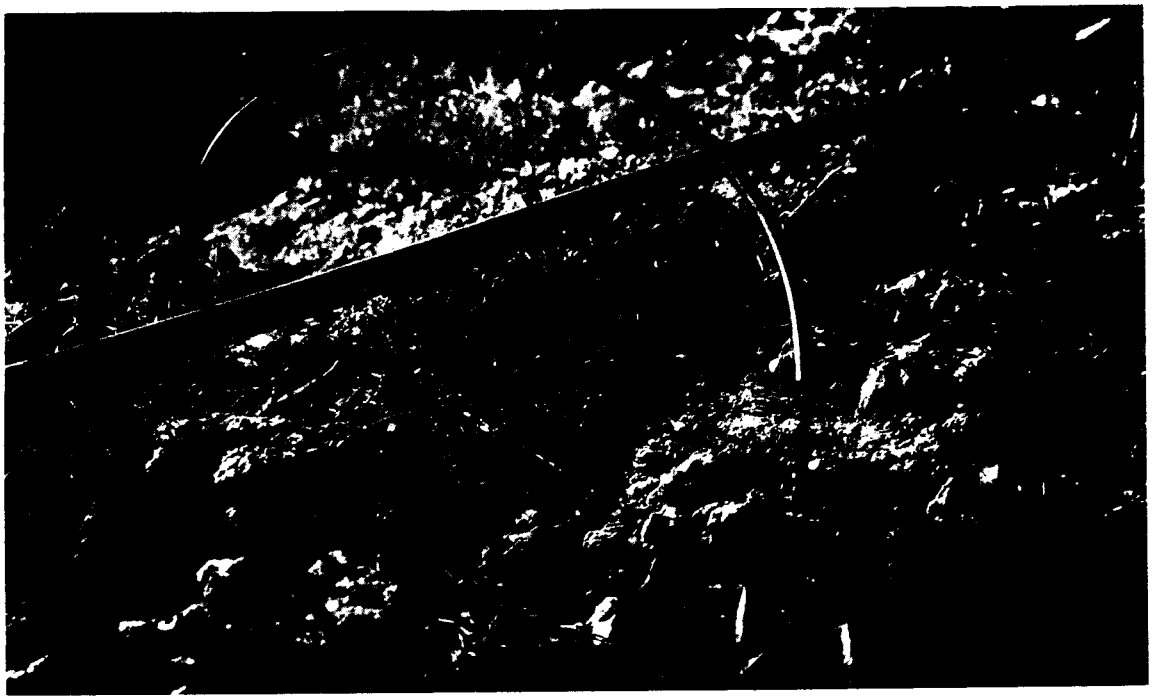
۳ـ نصب ساده و آسان باتوجه به فشار پائین سیستم

۴ـ آب بندی کامل باتوجه به فشار پائین سیستم

۵ـ خنثی سازی اثر دما در میزان تخلیه قطره چکان

۶ـ تغییرات مجاز در میزان تخلیه باتوجه به نوسان فشار در سیستم

تصویر شماره ۱ نحوه نصب و قرار گرفتن قطره چکان G.D.I را بر روی لوله فرعی نشان می‌دهد.



عکس شماره ۱ـ نحوه نصب قطره چکان G.D.I بر روی لوله‌های فرعی

۴ـ منبع آب و تأمین فشار

در سیستم آبیاری قطره‌ای ثقلی ضمن آبگیری از شبکه کانالها و چاههای موجود در مزرعه از انرژی موجود در سیستم به منظور تأمین انرژی مورد نیاز استفاده بعمل آورده و از بکارگیری انرژی اضافی (ایستگاه پمپاژ) برای آبیاری قطره‌ای خودداری می‌گردد. باتوجه به وسعت مزرعه و شرایط توپوگرافی اراضی ارتفاع آب مورد نیاز در این سیستم بین ۱ تا ۳ متر متغیر است.

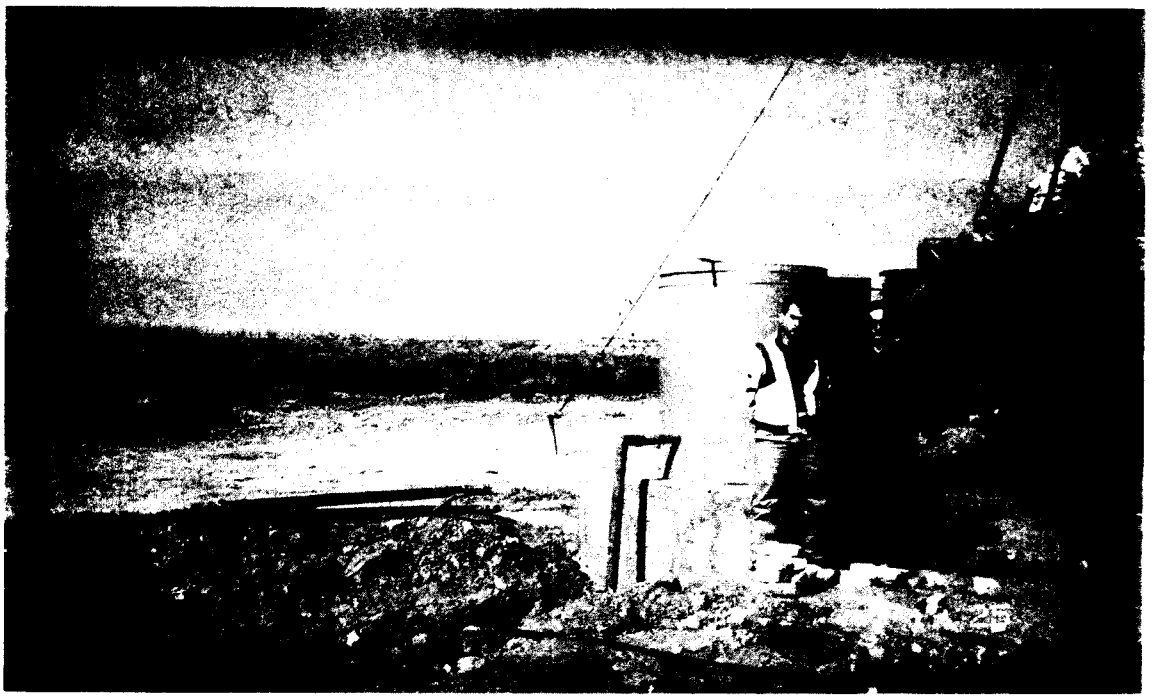
فشار سیستم آبیاری قطره‌ای ثقلی G.D.I از یک منبع به قطر ۱ تا ۱/۵ متر و ارتفاع ۱ تا ۲ متر که بر روی پایه‌ای حداکثر به ارتفاع ۱ متر (باتوجه به شرایط توپوگرافی و اندازه مزرعه این میزان متغیر است) تأمین می‌گردد. این منبع قطعات آبیاری قطره‌ای ثقلی تا وسعت ۱۰ هکتار را زیر پوشش دارد و آبگیری آن کاملاً ثقلی و از منابع آب موجود در مزرعه صورت می‌گیرد قابل توجه است که مزرعه با وسعت بالاتر جهت سهولت بهره‌برداری به قطعات ۱۰ هکتاری جهت تأمین و تنظیم فشار تقسیم می‌گردد.

اجزاء تشکیل دهنده منبع تأمین فشار عبارتند از :

۱ـ شیر تنظیم دبی ـ ارتفاع

۲ـ صافی شنی

شیر تنظیم دبی ـ ارتفاع باتوجه به فشار کم سیستم از طراحی خاصی برخوردار می‌باشد، همچنین در منبع جهت جلوگیری از ورود خاشاک و ذرات معلق در آب علاوه بر فیلترهای جداگانه، فیلتر شنی متحرک نیز نصب شده که در صورت مسدود شدن قابل شستشو می‌باشد.



عکس شماره ۲ـ منبع تأمین فشار و خط لوله اصلی در طرح تیپ آبیاری قطره‌ای ثقلی باغات پسته

۵ ـ آرایش شبکه لوله در سیستم آبیاری قطره‌ای ثقلی

آرایش شبکه لوله‌های انتقال، لوله‌های اصلی و ثانویه و شبکه لوله‌های فرعی که آب را به پای گیاه می‌رساند در طرح آبیاری قطره‌ای ثقلی از اهمیت زیادی برخوردار است. طراحی در این سیستم با یک روش مهندسی و با استفاده از حداکثر شیب اراضی و باتوجه به مجموعه نکات مربوطه به سرمایه‌گذاری اولیه، بهره‌برداری و نگهداری انجام می‌پذیرد.

۵ ـ ۱ـ شبکه لوله‌های انتقال آب

در شبکه آبیاری قطره‌ای ثقلی لوله‌های انتقال آب وظیفه انتقال آب را از محل تأمین آب (چاه یا کانال آبیاری) به داخل منبع تأمین فشار بعهده دارند. بر روی لوله‌های انتقال تجهیزات کنترل قطع و وصل و تخلیه هوا قرار می‌گیرد.

باتوجه به فشار کم سیستم استفاده از لوله‌های با جدار نازک امکانپذیر بوده و توصیه می‌گردد. طراحی و اجرای نصب لوله‌های انتقال آب عیناً براساس استانداردها و ویژگیهای مندرج در دستورالعمل نصب لوله و کارخانه سازنده انجام می‌گیرد.

ضمن طراحی کنترل سرعت غیررسوب‌گذار آب در داخل لوله توصیه می‌گردد راههایی برای شستشو و تخلیه رسوبات در این لوله‌ها درنظر گرفته شود.

برای محاسبه افت در این لوله‌ها معمولاً از فرمول هیزن ویلیامز استفاده می‌گردد :

$$V = 1.32\ CR_h^{0/63}\ SF^{0/54}$$

V : سرعت آب در داخل لوله
C : ضریب ثابت جنس لوله
Rh : شعاع هیدرولیکی
SF : شیب خط انرژی

عکس شماره ۳ـ نحوه نصب لوله‌های اصلی و فرعی (مزرعه نمونه آبیاری قطره‌ای ثقلی درختان پسته)

قابل توجه است که در محاسبات مربوط به افت لوله‌های انتقال آب، درنظر گرفتن افت اتصالات و همچنین افت بار لوله‌های دارای چند خروجی ضروری است.

۵ـ۲ـ لوله‌های اصلی و ثانویه

لوله‌های اصلی و ثانویه بخشی از شبکه آبیاری قطره‌ای ثقلی می‌باشد که در بلوکهای آبیاری زیر ده هکتار نصب می‌گردند. باتوجه به اندازه مزرعه می‌تواند لوله‌های ثانویه حذف شده و فقط از لوله‌های اصلی بعنوان لوله‌های رابط استفاده بعمل آورد.

افت مجاز باتوجه به شرایط توپوگرافی، و افت فشار در لوله‌های فرعی و فشار کار مورد نیاز قطره چکانها تعیین و تأمین این فشار توسط منبع تأمین فشار صورت می‌گیرد. قابل توجه است که تنظیم فشار در محل انشعاب لوله اصلی و ثانویه از لوله‌های انتقال آب مورد نیاز مزرعه انجام می‌شود. نصب شیرهای قطع و وصل و یا اتوماتیک کردن سیستم نیز در این محل امکانپذیر است.

باتوجه به فشار کم این لوله‌ها (بین ۱ تا ۲ متر) انتخاب جنس و ضخامت این لوله‌ها و نحوه کارگذاری آن اهمیت زیادی داشته و تأثیر زیادی در میزان سرمایه‌گذاری شبکه آبیاری ثقلی دارد.

ضمن کنترل سرعت آب در این لوله‌ها نیز روشهایی برای شستشو و تخلیه رسوبات در انتهای آن پیش‌بینی

می‌گردد. جهت محاسبات افت در لوله‌ها، فرمول هیزن ویلیامز قابل توصیه است ضمن اینکه افت اتصالات و افت بار در لوله‌های دارای چند خروجی نیز می‌بایست در نظر گرفته شود.

۵-۳- شبکه لوله‌های فرعی

معمولاً در شبکه لوله‌های فرعی آبیاری قطره‌ای ثقلی که از لوله‌های اصلی و ثانویه منشعب می‌گردد از لوله‌های با قطر ۱۶ تا ۲۵ میلیمتر استفاده می‌شود و بر روی این لوله‌ها و به فواصل معین قطره چکانها متصل می‌شوند.

معمولاً لوله‌های فرعی در دو طرف لوله‌های اصلی ثانویه قرار می‌گیرند و ممکن است باتوجه به شیب دبی و طول لوله‌های فرعی از لوله‌های با قطر متغییر استفاده شود.

همانطوریکه قبلاً اشاره گردید فشار در داخل این لوله‌های بین ۰/۵ تا ۱/۵ متغیر می‌باشد که در اینصورت استفاده از لوله‌های نازک از جنس P.V.C یا پلی‌اتیلن امکانپذیر می‌باشد.

در سیستم آبیاری قطره‌ای ثقلی نظر به اینکه لوله‌های فرعی دارای فشار پائین می‌باشند لذا با کاستن ضخامت و افزایش قطر لوله فرعی می‌توان طول آن را افزایش داد. در حال حاضر بطور متوسط طول لوله‌های فرعی در سیستم آبیاری قطره‌ای موجود حدود ۵۰ متر و این میزان در آبیاری قطره‌ای ثقلی به ۱۰۰ متر قابل افزایش است.

افزایش طول لوله‌های فرعی سبب کاهش طول لوله‌های اصلی و ثانویه شده و درنتیجه سرمایه‌گذاری لازم کاهش می‌یابد.

از دیگر ویژگیهای لوله‌های فرعی، دبی لوله فرعی می‌باشد که باتوجه به نوع کشت و نوع قطره چکان و فواصل آن قابل محاسبه است.

فشار ورودی لوله‌های فرعی برابر است با :

فشار ورودی لوله فرعی = افت فشار در طول لوله (متر) + ۰/۵ (متر)

۰/۵ متر = فشار حداقل کارکردقطره چکان G.D.I

برای محاسبه افت در این لوله‌های معمولاً فرمول هیزن ویلیامز افت بار را کمتر از مقدار واقعی برآورد می‌نماید. در اینصورت استفاده از فرمول دارسی ویسباخ قابل توصیه است.

$$hf = F \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}$$

که در آن :

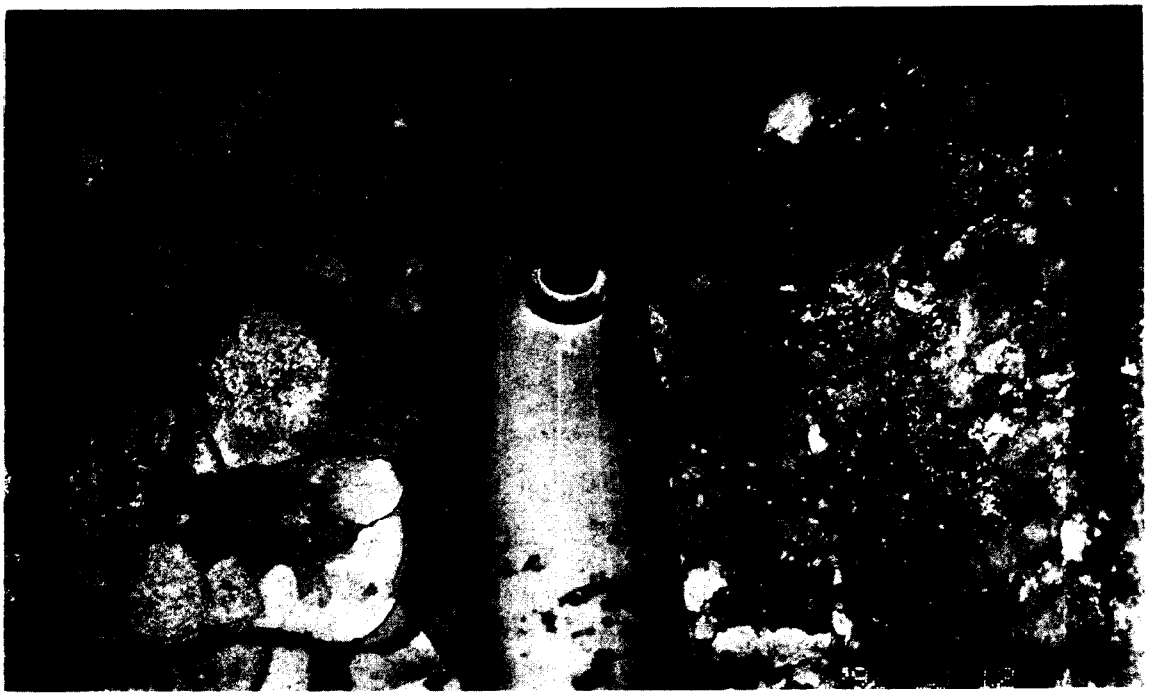
F : ضریب اصطکاک لوله

V : سرعت جریان در لوله

g : شتاب ثقل

قابل توجه است که در محاسبات مربوط به افت لوله‌های فرعی، درنظر گرفتن افت اتصالات و تعیین افت بار لوله‌های دارای چند خروجی ضروری است.

تصویر شماره ۸ نحوه نصب لوله‌های اصلی و فرعی را نشان می‌دهد.



(مزرعه نمونه آبیاری **قطره‌ای** ثقلی درختان پسته)

عکس شماره ۵ ـ نحوه اتصال قطره چکان به لوله فرعی، نصب قطره چکان با دست انجام می‌شود.
(مزرعه نمونه آبیاری قطره‌ای ثقلی)

عکس شماره ۶ـ قطره چکان G.D.I نصب شده بر روی لوله فرعی
(مزرعه نمونه آبیاری قطره‌ای ثقلی درختان پسته)

۶ـ ارزیابی اقتصادی سیستم آبیاری قطره‌ای ثقلی

بطور کلی هزینه‌های سیستم آبیاری قطره‌ای در طول عمر مفید آن شامل مجموعه هزینه‌های زیر است:

۱ـ هزینه ثابت اولیه

۲ـ هزینه انرژی در طول مدت بهره‌برداری

۳ـ هزینه‌های بهره‌برداری نگهداری

در سیستم معمول آبیاری قطره‌ای نسبت سرمایه‌گذاریهای ثابت اولیه به هزینه انرژی و هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری در طول مدت عمر مفید پروژه حدوداً به نسبت ۱ به ۳ می‌باشد. در آبیاری قطره‌ای ثقلی با حذف ایستگاه پمپاژ انرژی مورد نیاز و همچنین سهولت در بهره‌برداری و نگهداری سیستم اعم از حذف هزینه تعویض پمپها و تجهیزات ایستگاههای پمپاژ، تعویض لوله‌ها و واشرها با فشارهای بالا به جرأت می‌توان گفت که در کل هزینه‌های سیستم آبیاری قطره‌ای کاهش ۶۰ درصدی قابل تصور است. و از طرفی در هزینه‌های ثابت اولیه با حذف ایستگاه پمپاژ و هزینه‌های مربوطه و همچنین کاهش ضخامت لوله‌ها و اتصالات در صورت ساخت لوازم و تجهیزات مربوطه سرمایه‌گذاری اولیه بطور متوسط در حدود ۳۰ درصد کاهش می‌یابد.

۱-۶- مقایسه اقتصادی سیستمهای آبیاری قطره‌ای ثقلی و آبیاری قطره‌ای با پمپاژ

طرح آبیاری قطره‌ای ثقلی و پمپاژ به صورت جداگانه در مزرعه باغات پسته به وسعت ۱۲۶ هکتار پیاده گردیده است. در نقشه‌های شماره ۱ پلان طرح آبیاری قطره‌ای ثقلی و در نقشه شماره ۲ پلان طرح آبیاری قطره‌ای با پمپاژ با جزئیات مربوطه ارائه گردیده است. مطابق برآورد انجام شده کل هزینه لوازم و تجهیزات و همچنین احداث حوضچه رسوبگیر و منبع تأمین فشار و نصب لوله‌ها و در سیستم آبیاری قطره‌ای ثقلی برابر ۴۳۰،۲۱۳،۰۱۷ ریال و در یک هکتار برابر ۳،۴۱۴،۳۸۹ ریال می‌باشد. هزینه لوازم و تجهیزات و همچنین احداث ایستگاههای پمپاژ و نصب لوله‌ها در سیستم آبیاری قطره‌ای با پمپاژ برابر ۸۲۸،۵۲۳،۱۱۲ ریال و در یک هکتار برابر ۶،۵۷۵،۵۸۰ ریال برآورد گردیده است. ضمناً هزینه یک مترمکعب آب در دو سیستم فوق‌الذکر با منظور نمودن هزینه‌های مربوط به بهره‌برداری و نگهداری انرژی و تنزیل سرمایه با بهره ۸ درصد به ترتیب درآبیاری قطره‌ای ثقلی برابر ۱۵۲ ریال و در سیستم آبیاری قطره‌ای با پمپاژ برابر ۳۲۹ ریال است. در جدول شماره ۱ لیست لوازم و تجهیزات آبیاری قطره‌ای و همچنین در جداول شماره ۲ و ۳ برآورد هزینه یک مترمکعب آب آبیاری قطره‌ای را با منظور نمودن هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری در سیستم‌های آبیاری قطره‌ای ثقلی و قطره‌ای با پمپاژ ارائه گردیده است.

پیش‌بینی می‌گردد با راه‌اندازی کارخانه‌های تولید لوازم و تجهیزات سیستم آبیاری قطره‌ای ثقلی سرمایه‌گذاری مورد نیاز باز هم کاهش خواهد یافت. این شرکت جهت اطمینان کارفرمایان پروژه‌ها، هم‌اکنون کاهش این سرمایه‌گذاری را تضمین نموده و موافقت خود را با احداث شبکه‌های آبیاری قطره‌ای ثقلی در حدود هزینه‌های فوق‌الذکر اعلام می‌دارد.

۷- نتیجه گیری

استفاده از آبیاری قطره‌ای در ایران سابقه‌ای حدود سی ساله دارد. در این مدت سیستمهای مختلف آبیاری قطره‌ای در قالب سیستمهای آبیاری تحت فشار مورد آزمایش و اجرا قرارگرفته است. بررسیهای بعمل آمده از سیستمهای آبیاری قطره‌ای اجرا شده نشان می‌دهد که در اغلب موارد مشکلاتی بر سر راه بکارگیری وسیع این سیستم وجود دارد که مهمترین آن عبارتند از :

۱- هزینه‌های اولیه زیاد

۲- هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری زیاد

۳- عدم وجود مراکز منظم سرویس دهی این نوع سیستمها و مشکلات بهره‌برداری

۴- عدم آشنایی کشاورزان به سیستمهای مذکور

۵- هزینه تأمین انرژی مورد نیاز این سیستمها که باتوجه به بحران انرژی در آینده از اهمیت ویژه‌ای برخوردار خواهد شد.

با درنظرگرفتن مجموع مسائل و مشکلات آبیاری قطره‌ای در ایران، سعی گردیده است که در روش آبیاری قطره‌ای ثقلی با کاهش هزینه‌های اولیه و بهره‌برداری، حذف انرژی جهت تأمین فشار سیستم آبیاری قطره‌ای، توجه به فرهنگ و شناخت زارعین از آب و آبیاری و سادگی بهره‌برداری، سیستمی جهت استفاده در سطح کشور پیشنهاد گردد. باتوجه به اینکه حدود ۹۰ درصد اراضی کشت شده و یا با امکان بالقوه کاشت در ایران در

دشتهای مسطح و صاف قرار دارد لذا بکارگیری سیستم فوق‌الذکر بسیار ساده و عملی می‌باشد و از طرفی برای کلیه محصولات باغی و ردیفی در آینده جهت کاشت سایر محصولات کشاورزی قابل طراحی است.

با درنظر گرفتن این نکته که رعایت صرفه‌جویی در مصرف آب کشاورزی در ایران الزامی است، لذا این سیستم بعنوان یک نمونه جدید در کار آبیاری قطره‌ای ارائه می‌گردد. امید است با کمک کارشناسان و صاحبان فن در این رشته، فن آب و آبیاری در ایران به رشد و تکامل کافی رسیده و همچون گذشته جزء صادرکنندگان دانش آبیاری قرار داشته باشیم.

ردیف	آبیاری قطره‌ای با پمپاژ	مقدار	قیمت کل	ردیف	آبیاری قطره‌ای ثقلی	مقدار	قیمت کل
۱	لوله‌های اصلی P.E :			۱	لوله‌های اصلی P.E :		
	۲۰۰ میلیمتر ۶ اتمسفر	۱،۲۰۰ متر	۶۲،۷۳۹،۶۰۰		D- ۱۱۰ میلیمتر ۲/۵ اتمسفر	۶،۳۷۰ متر	۲۲،۳۹۰،۵۵۰
	۱۶۰ میلیمتر ۶ اتمسفر	۴۶۵ متر	۱۵،۲۷۳،۷۲۰		D- ۱۴۰ میلیمتر ۲/۵ اتمسفر	۷،۸۹۰ متر	۳۵،۱۸۹،۲۲۰
	۱۱۰ میلیمتر ۶ اتمسفر	۲،۹۰۰ متر	۷۸،۴۷۸،۴۰۰		D- ۱۶۰ میلیمتر ۴ اتمسفر	۷۲۵ متر	۵،۵۸۲،۵۰۰
	۷۵ میلیمتر ۶ اتمسفر	۶،۷۰۰ متر	۵۰،۳۵۰،۵۰۰		D- ۱۸۰ میلیمتر ۴ اتمسفر	۱،۲۳۵ متر	۱۴،۴۴۹،۵۰۰
	۵۰ میلیمتر ۶ اتمسفر	۵،۰۰۰ متر	۱۶،۹۴۰،۰۰۰		D- ۲۰۰ میلیمتر ۴ اتمسفر	۶۶۵ متر	۸،۶۱۱،۷۵۰
۲	لوله‌های فرعی (ضخامت ۲-۲/۲ میلیمتر)	۱۹۵،۰۰۰	۲۶۳،۲۵۰،۰۰۰	۲	لوله‌های فرعی (ضخامت ۱-۱/۱ میلیمتر)	۱۹۵،۰۰۰	۱۰۹،۲۰۰،۰۰۰
۳	قطره چکانها	۱۹۵،۰۰۰	۲۷،۳۰۰،۰۰۰	۳	قطره چکانها	۱۹۵،۰۰۰	۸۷،۷۵۰،۰۰۰
۴	ایستگاه پمپاژ و کنترل مرکزی	۱ واحد	۶۷،۱۵۵،۰۰۰	۴	ایستگاه پمپاژ و کنترل مرکزی	—	—
۵	اجرای ایستگاه پمپاژ و کنترل مرکزی	۱ واحد	۱۷،۰۰۰،۰۰۰	۵	اجرای ایستگاه پمپاژ و کنترل مرکزی	—	—
۶	حوضچه رسوبگیری و شبکه آشغالگیر	—	—	۶	حوضچه رسوبگیری و شبکه آشغالگیر	۱	۳۰،۰۰۰،۰۰۰
۷	شیرآلات و لوازم	—	۶۲،۱۸۸،۱۲۵	۷	شیرآلات و لوازم	—	۲۰،۵۴۰،۰۰۰
۸	منبع تأمین فشار	—	—	۸	منبع تأمین فشار	۹	۹،۰۰۰،۰۰۰
۹	لوله‌گذاری و نصب اتصالات	۱ شبکه	۱۱۷،۶۶۴،۰۰۰	۹	لوله‌گذاری و نصب اتصالات	—	۵۸،۶۸۳،۲۰۰
۱۰	جمع حمل و نقل	—	۱۸،۰۰۰،۰۰۰	۱۰	جمع حمل و نقل	—	۱۵،۰۰۰،۰۰۰
۱۱	هزینه پیش‌بینی نشده (۵٪ لوازم)	—	۳۲،۱۸۳،۷۶۷	۱۱	هزینه پیش‌بینی نشده (۵٪ لوازم)	—	۱۵،۲۳۶،۷۱۹
۱۲	جمع کل هزینه مزرعه (۱۲۶ هکتار)	—	۸۲۸،۵۲۳،۱۱۲	۱۲	جمع کل هزینه مزرعه (۱۲۶ هکتار)	—	۴۳۲،۶۵۶،۳۱۹
۱۳	هزینه در هکتار	—	۶،۵۷۵،۵۸۰	۱۳	هزینه در هکتار	—	۳،۴۳۳،۷۶۴

جدول شماره ۱ـ مقایسه هزینه ثابت در سیستم قطره‌ای پمپاژ و ثقلی در مزرعه ۱۲۶ هکتاری

شرح	سرمایه‌گذاری اولیه (میلیون ریال)	هزینه سرمایه‌گذاری جایگزین (میلیون ریال)	تنزیل هزینه سرمایه گذاری جایگزین (میلیون ریال)	تنزیل هزینه سرمایه‌گذاری (میلیون ریال)	ضریب برگشت سرمایه	ضریب نگهداری و تعمیرات	ارزش برگشت هزینه تعمیر و نگهداری سالانه (میلیون ریال)	کل برگشت و هزینه تعمیرونگهداری سالانه (میلیون ریال)	هزینه برق مصرفی سالانه (میلیون ریال)	قیمت انتقال یک مترمکعب آب (ریال)
۱	۴۰۲	۱۹/۵	۶/۱۵	۴۳۸/۱۵	۰/۰۸۸۸	۰/۰۳	۵۲/۰۵			
۲	۳۰				۰/۰۸۸۸	۰/۰۳	۲/۶۶	۵۴/۷۱	—	$\frac{۵۴/۷۱\times۱۰^{۶}}{۳۶۰۰۰۰}$
									۱۵۲	
جمع کل	۴۳۰									

متر مکعب در سال ۳۶۰،۰۰۰ = حجم آب انتقالی

۱ـ هزینه خرید و حمل و نصب لوله و منابع تأمین فشار

۲ـ هزینه تهیه مصالح و احداث حوضچه رسوبگیر و شبکه آشغالگیر

جدول شماره ۲ـ هزینه انتقال یک مترمکعب آب از طریق برگشت سرمایه در گزینه آبیاری قطره‌ای ثقلی

شرح	سرمایه‌گذاری اولیه (میلیون ریال)	هزینه سرمایه‌گذاری جایگزین (میلیون ریال)	تنزیل هزینه سرمایه گذاری جایگزین (میلیون ریال)	تنزیل هزینه سرمایه‌گذاری (میلیون ریال)	ضریب برگشت سرمایه	ضریب نگهداری و تعمیرات	ارزش برگشت هزینه تعمیر و نگهداری سالانه (میلیون ریال)	کل برگشت و هزینه تعمیرونگهداری سالانه (میلیون ریال)	هزینه برق مصرفی سالانه (میلیون ریال)	قیمت انتقال یک مترمکعب آب (ریال)
۱	۸۱۱	۶۰/۷	۱۹	۸۳۰	۰/۰۸۸۸	۰/۰۳	۹۸/۶			
۲	۱۱	—	—	—	۰/۰۸۸۸	۰/۰۳	۱/۳	۱۰۰/۷ [۱]	۱۷/۷۶	۱۱۸/۴۶
۳	۶	۲/۴	۰/۷۵	۶/۷۵	۰/۰۸۸۸	۰/۰۳	۰/۸			
									۳۲۹	$\frac{۱۱۸/۴۶\times۱۰^{۶}}{۳۶۰۰۰۰}$
جمع کل	۸۲۸									

کیلووات ۱۱۱،۰۰۰ = ۳۷×۳۰۰ = برق مصرفی در سال

ریال ۱۷،۷۶۰،۰۰۰ = ۱۶۰×۱۱۱،۰۰۰ = قیمت تمام شده برق در سال

مترمکعب در سال ۳۶۰،۰۰۰ = حجم آب انتقال

۱ـ هزینه خرید و حمل لوازم و نصب لوله، ایستگاه مرکزی و پمپاژ

۲ـ هزینه تهیه مصالح و احداث حوضچه پمپاژ فونداسیون موتور پمپ و محوطه کنترل مرکزی

۳ـ هزینه نصب و راه‌اندازی ایستگاه پمپاژ و کنترل مرکزی

جدول شماره ۳ـ هزینه انتقال یک مترمکعب آب از طریق برگشت سرمایه در گزینه آبیاری قطره‌ای با پمپاژ

منابع

۱ـ فارسی

ـ آبیاری قطره‌ای ـ ترجمه فصل ۷ از بخش ۱۵ دستورالعمل مهندسی ملی اداره حفاظت خاک آمریکا ـ انتشارات دانشگاه مازندران ـ ۱۳۷۱.

ـ آبیاری قطره‌ای ـ بالوگ و گرگلی ـ ترجمه دکتر امین علیزاده ـ مهندس حمید خیابانی ـ انتشاران استان قدس ۱۳۶۹.

۲ـ انگلیسی

- FAO-Localized Irrigation - Irrigation and Drainagepaper 36-1980.

- American water works association - PVC pipe Design and installation. AWWA-No. M23-1980.

Gravity Drip Irrigation

By : RAHIM AHMADI - DARIUSH MERAJI[1]

Abstract:

The gravity drip irrigation is a new system of drip irrigation in which the required pressure is provided by the existing pressure in the gravity system . The required energy is also obtained by determining the water height difference between the begening and the end of a field . In this method of drip irrigation while receiving water from canals and wells the existing energy in the system is utilized to provide the flow in the distributors . The required total energy of this irrigation system is between 1 and 3 meters water height for irrigate 100 hectares in which ,part of this head maybe provided by conveyance canals, ditches or furrow's slope.

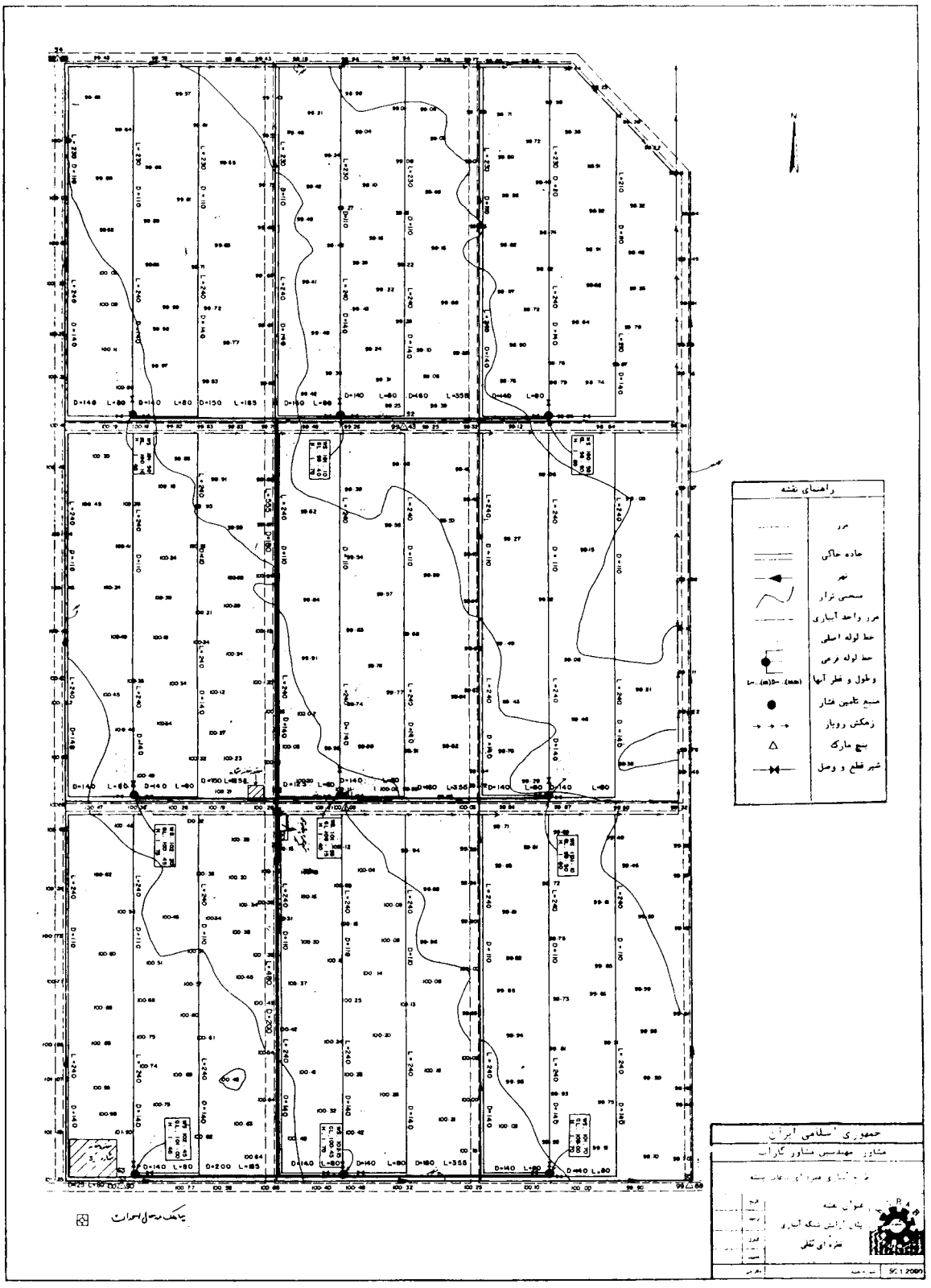
planning and designining of this system with regards to field properties is very important and it has main effect in determining field block dimensions.The pipes under low pressure are very different from the ones utilized in existing systems and therefore, may be used with less wall thickness.the niformity of water distribution may be provided up to about 85 percent.

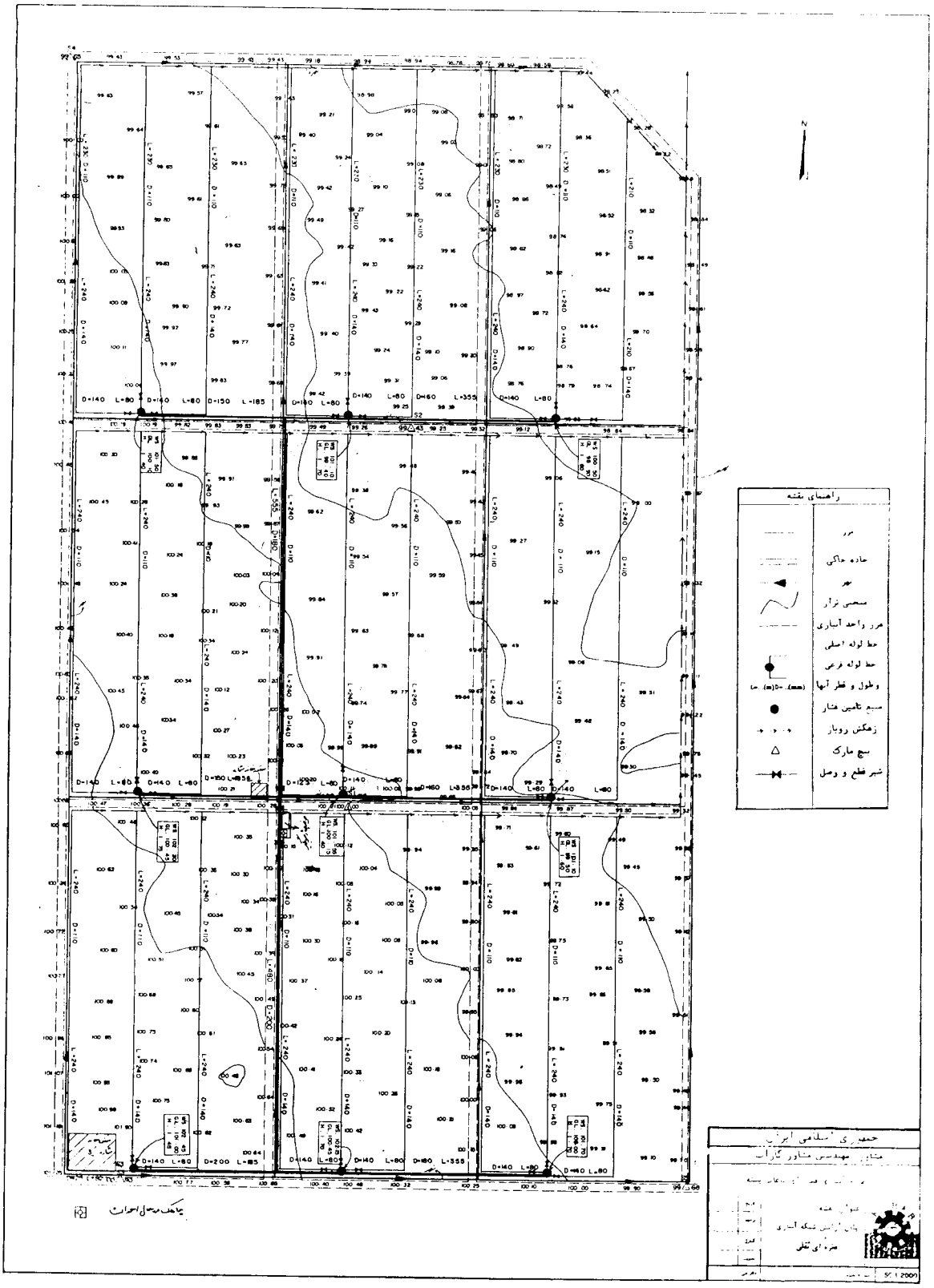
Water filteration and special fertilization system are designed with regards to working condition. Meanwhile, due to usage of wide orifices in distributors(over 1500 microns)the sensitivity of the offices against suspended materials will greatly be reduced.

This system is very economical due to elimination of pumps and, the current, maintenance and operation expenses of the pumps will be omitted from the total cost of the system , and this will be very effective in selecting the method of irrigation , therefore we saved (in average) 1000 KWh of power in a hectar per year. The main factor involved in the operation of the system is the reduced pressure on the distributors.In this method of irrigation, the applied pressure on the distributors is about 0.5 meter and therefore, the whole system may be designed under low pressure.

The fulfillment of the above mentioned system can be true when we operated a pistachio filed with G.D.I as a sample. For activity the system, we designed the needed item according to the conventional technical data.

1- KARAB CONSULTING ENGINEERS


راهنمای نقشه
مرز
جاده خاکی
نهر
منحنی تراز
مرز واحد آبیاری
خط لوله اصلی
خط لوله فرعی
طول و قطر آنها
منبع تامین فشار
زهکش روباز
بیچ مارک
شیر قطع و وصل
جمهوری اسلامی ایران
مشاور مهندسین مشاور گراب
SC 1:2000


راهنمای نقشه
مرز
جاده خاکی
شیب زمین
مرز واحد آبیاری
خط لوله اصلی
خط لوله فرعی
قطر و طول لوله ها
سیستم تامین فشار
زهکش روباز
بتچ مارک
شیر قطع و وصل
N
جمهوری اسلامی ایران
مشاور مهندسی مشاور گزاب
طرح اجرای شبکه آبیاری
مقیاس 1:2000

مجموعه مقالات نهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

مقاله شماره ۲۵

موضوع:

اندازه‌گیری حجمی آب - جزء لاینفک مدیریت بهینه شبکه‌های آبیاری

تألیف:

شهریار افتخارزاده[۱] و محسن مسعودیان[۲]

چکیده

اصولاً مدیریت هر مجموعه مستلزم دسترسی به اطلاعات صحیح و بموقع، در خصوص پارامترهای مشخص و تعیین کننده، بانضمام دراختیار داشتن نظام پردازش اطلاعات و تصمیم‌گیری اجرائی براساس آن است.

در این مقاله ضمن مرور پارامترهای مهم و تعیین کننده در مدیریت اصولی بهره‌برداری شبکه‌های آبیاری، نظام اطلاعاتی، نظارتی و کنترلی لازم با تکیه بر نیازهای سخت‌افزاری و نرم‌افزاری مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین، با عنایت به لزوم مبرم به تعیین مقدار مصرف آب در کشاورزی، چگونگی دست‌یابی به یک سیستم تحویل حجمی آب آبیاری، که حاصل یک تحقیق چندین ساله بر روی ادوات و سیستم‌های مربوطه می‌باشد، ارائه شده است.

هدف از این مقاله، ایجاد حرکت در جهت استفاده بهتر با راندمان بیشتر از منابع آب و خاک کشور در راستای تولید کشاورزی است. از طریق پیاده‌سازی نتایج تحقیقات و تجارب ارائه شده در این مقاله و استفاده از رهنمودهای پیشنهادی، علی‌الخصوص با پیاده‌سازی سیستم نسبتاً ساده و سهل‌الوصول اندازه‌گیری حجمی آب، که توسط مؤلفین این مقاله توسعه یافته، می‌توان در جهت ارتقاء راندمان استفاده از آب آبیاری قدمی مثبت برداشت.

---

۱ - دکتری هیدرولیک، مسئول کمیته مدیریت سیستمهای هیدرولیکی انجمن هیدرولیک ایران

۲ - فوق لیسانس تاسیسات آبیاری، عضو هیئت علمی دانشگاه مازندران

مقدمه

امروزه مدیریت بهره‌برداری به معنی اتخاذ تصمیم براساس اطلاعات پردازش شده مستمر و بهنگام راجع به پارامترهای معرف مجموعه و توانائی اعمال کنترل (به اجراء گذاردن تصمیمات اتخاذ شده) در یک مدت زمان مشخص است. دست‌یابی به این اطلاعات از طریق پیاده‌سازی یک سامانه سنجش، ارسال، پایش و پردازش اطلاعات کلیدی ا مکان‌پذیر است، و اعمال کنترل به معنی بکارگماردن تجهیزات و عوامل مربوطه است. هریک از این مراحل (سنجش، ارسال، پایش، پردازش و کنترل) بعنوان یک زیرسامانه مجموعه مطرح است و تنها از طریق ایجاد و بهینه‌سازی این زیرسامانه‌ها می‌توان به مدیریت بهره‌برداری بهینه دست یافت.

پارامترهای معرف در مدیریت بهره‌برداری شبکه‌های آبیاری مربوط به وضعیت و مقدار جریان در نقاط مختلف انحراف، انتقال، توزیع و بازگشت آب، به عبارت دیگر رقوم سطح آب و دبی جریان در سد انحرافی و تاسیسات مربوطه، کانالهای اصلی، درجه یک و درجه دو، بانضمام زه‌کشهای شبکه برگشت آب می‌باشند که عمدتاً از طریق میزان بازشدگی و یا نقطه تنظیم دریچه‌ها و نقاط کنترل مختلف شبکه قابل کنترل و تغیر می‌باشند.

یکی از نیازهای اساسی و بنیادی، که اخیراً بصورت دستور کار به کلیه نظامهای مدیریت بهره‌برداری از شبکه‌های آبیاری در سطح کشور ابلاغ گردیده، ایجاد قابلیت تحویل حجمی آب به مصرف کننده‌گان شبکه است که به عنوان رکن اصلی نظام جدید مدیریت شبکه‌های آبیاری، مطرح است. لذا، مدیریت مترقی بهره‌برداری شبکه‌های آبیاری مستلزم پیاده‌سازی یک سیستم سنجش، ارسال، ثبت، نمایش و پردازش رقوم و دبی آب در نقاط کلیدی، شامل بند انحرافی (بالادست و حوضچه‌ها)، ورودی به کانالهای اصلی، ورودی به کانالهای درجه یک، درجه دو و درجه سه، و شبکهٔ برگشت آب (زه‌کش‌های سطحی و زیرزمینی)، بانضمام ایجاد قابلیت اعمال کنترل سریع برروی دریچه‌های مختلف شبکه به منظور تنظیم توزیع (رقوم و دبی) آب، می‌باشد. درصورت پیاده‌سازی یک چنین سیستمی قابلیت تعیین حجم آب عبوری از هر نقطه مدنظر، به عبارت دیگر قابلیت تحویل حجمی آب در شبکه، از طریق پردازش اطلاعات در دسترس ایجاد خواهد گردید.

با عنایت به تکنولوژی‌های امروزی و عصر اطلاعات، لازم است که اطلاعات پایه مربوط به رقوم و دبی آب بصورت الکترونیک و دیجیتال، در قالب سازگار با سخت‌افزارهای رایانه‌ای متداول گردآوری و در اختیار قرارگیرند، تا بتوان نسبت به پردازش آنها مطابق با نیاز و ویژگیهای شبکه و مدیریت مربوطه اقدام نمود.

زیرسامانه‌های مدیریت بهینه شبکه

با عنایت با مطالب مذکور، مدیریت بهینه شبکه‌های آبیاری مستلزم پیاده‌سازی زیرسامانه‌های سنجش،

ارسال، پایش و پردازش اطلاعات مستمر در خصوص رقوم و دبی آب در نقاط مختلف شبکه، بانضمام ایجاد قابلیت کنترل برروی این پارامترها (رقوم و دبی آب) به منظور اصلاح هریک است.

سامانه سنجش

سنجش به معنی برداشت (وبعضاً ذخیره) اطلاعات معنی‌دار درخصوص پارامترهای مورد نظر است، بطور کلی، اهداف ذیل در پیاده‌سازی یک سامانهٔ سنجش در شبکه‌های آبیاری، مدنظر می‌باشند:

۱- مهیا نمودن اطلاعات مستمر جهت پایش (Monitoring) عملکرد شبکه، انجام پردازش‌های مختلف و اعمال کنترل به منظور اصلاح و بهبود عملکرد شبکه

۲- آماربرداری از عملکرد شبکه به منظور انجام تحلیل‌های مختلف در مراحل بعدی

امروزه، با در دسترس بودن تکنولوژی کامپیوتری، مطلوب‌ترین و موثرترین سیستم‌های سنجش بصورت زمان واقعی عمل می‌نماید، به طریقی که اطلاعات مورد نظر با فواصل زمانی کوتاه و عملاً بدون وقفه در اختیار قرار گیرد.

با توجه به موارد فوق، یک سیستم سنجش مناسب در شبکه‌های آبیاری، عمدتاً متشکل است از:

۱. شبکه رقوم سنج‌های مستقر در نقاط استراتژیک شبکه- وظیفه این سیستم، سنجش رقوم سطح آب در نقاط استراتژیک شبکه، به منظور تعیین پروفیل سطح آب در امتداد کانالها و محاسبه دبی جریان، است. بدین منظور، لازم است که اطلاعات حاصل از رقوم سنجها از دقت کافی با عنایت به ابعاد هندسی کانال و محدودهٔ تغییرات سطح آب در آن، برخوردار باشند. در مقاطع کنترل هیدرولیکی (دراپها، شوت‌ها، دریچه‌ها) امکان تبدیل اطلاعات رقوم آب به دبی جریان، بواسطه ارتباط هیدرولیکی بین رقوم و دبی آب (منحنی سنجه)، وجود دارد. با توسل به این ارتباط می‌توان با سنجش رقوم آب در بالادست ابنیه‌های موجود که باعث ایجاد «کنترل هیدرولیکی» می‌گردند، و یا احداث ابنیه‌های جدید (۴) که بعضاً به سادگی قابل احداث می‌باشند ، سنجش رقوم آب و دبی را تواماً انجام داد. براساس مطالعات و کارهای پیشین انجام یافته توسط مؤلفین این مقاله (۱)، سیستمهای رقوم سنج آلتراسونیک مناسبترین روش برای اهداف فوق‌الذکر تعیین شده‌اند. در حال حاضر کلیه امکانات تکنولوژیک مربوط به رقوم سنج‌های التراسونیک مورد نیاز در داخل کشور موجود است و نمونه ثبات آن مناسب برای اندازه‌گیری و تحویل حجمی آب، توسط متخصصان داخلی ساخته شده و در دسترس است.

۲. سنسورهای ویژه در نقاط مشخص- این سنسورها وضعیت بازشدگی برخی از دریچه‌ها را، مانند دریچه‌های سرریز و انحراف در سد انحرافی، رگولاتورها، دریچه‌های تحویل آب به مناطق و دریچه‌های تخلیه را سنجش می‌نمایند. مضافاً می‌توان به منظور تعیین وضعیت میکرواقلیم (هواشناسی در سطح مزارع) و تعیین وضعیت رطوبت خاک (به منظور برنامه‌ریزی بهتر زمان آبیاری) نسبت به کارگذاری سنسورهای ویژه در مناطق شاخص اقدام نمود. در خصوص اینگونه سنسورها، اکثر تکنولوژی‌های مورد نیاز در داخل کشور موجود است.

سامانه ارسال اطلاعات

لازم است که اطلاعات خام سنجش شده، درموعدهای مقرر در اختیار سامانهٔ پایش، پردازش و کنترل قرار گیرند. هرچه فواصل زمانی بین موعدهای مقرر کوتاه‌تر باشد، تصویر دقیق‌تری از وضعیت و عملکرد شبکه حاصل می‌گردد. حد فوقانی وضعیت ارسال اطلاعات شبکه بصورت «زمان واقعی» است. که در این صورت لازم است که سنجنده‌ها از طریق فرستنده‌ها (رادیوئی VHF یا ماهواره‌ای) و یا کابل به مرکز شبکه متصل باشد، امروزه امکان استفاده از انرژی خورشید بعنوان منبع تغذیه اینگونه فرستنده‌ها وجود دارد.

درصورتیکه اطلاعات سنجش شده (که با عنایت به روند متداول و همگانی در عصر حاضر در فرمت دیجیتالی است) بصورت زمان واقعی ارسال نگردد، یکی از قابلیتهای بنیادی سامانه اطلاعات، قابلیت ذخیره‌سازی اطلاعات است. دراینصورت لازم است که کلیه سنسورهای سنجش مجهز به واحدهای ذخیره اطلاعات (موسوم به دیتالاگر) باشند، به طریقی که بتوان اطلاعات هریک را در موعدهای زمانی مشخص به مرکز مدیریت شبکه ارسال (منتقل) نمود. میزان اطلاعات ذخیره شده (قابلیت ذخیره دیتالاگرها) بستی به فواصل زمانی انتقال داده‌ها (تخلیه حافظه دیتالاگر) دارد.

نحوهٔ ارسال (انتقال) داده‌ها می‌تواند توسط مخابره (رادیوئی یا ماهواره‌ای) و یا از طریق مراجعه مامور به هریک از سنسورها باشد.

اطلاعات حاصل از شبکهٔ سنجش به سامانه «پایش، پردازش و کنترل» شبکه منتقل می‌گردد، که شرح آن ذیلاً آمده است.

سامانه پایش، پردازش و کنترل

نقش این سامانه، دریافت و نمایش مستمر اطلاعات واصله از شبکهٔ سنجش، تحلیل اطلاعات بصورت سیستماتیک و اصولی، و تبدیل نتایج مربوطه به یک سری دستورکارهای مشخص و معین، به منظور بهینه‌سازی عملکرد شبکهٔ آبیاری است. درصورتیکه شبکهٔ سنجش بصورت زمان واقعی عمل نماید، سیستم پایش، پردازش و کنترل شبکه نیز می‌تواند بصورت زمان واقعی و بعضاً اتوماتیک عمل نموده، به طریقی که بتوان تاثیرات ناشی از اقدامات اصلاحی را برروی عملکرد شبکه در کوتاهترین مدت مشاهده و ارزیابی نموده، نسبت به اقدامات بعدی تصمیمات بهینه اتخاذ نمود.

در اینجا لازم است که اتوماسیون هریک از قابلیت‌های «پایش و پردازش» و «کنترل شبکه» بصورت منفک مد توجه قرار گیرند. امروزه قابلیت پایش و پردازش اطلاعات با سهولت کافی توسط ابزار کامپیوتری صورت می‌گیرند و می‌توان جهت پیاده‌سازی اینگونه امکانات بصورت کاملاً اتوماتیک در شبکه‌های آبیاری اقدام نمود. از طرف دیگر، پیاده‌سازی قابلیت کنترل شبکه بصورت اتوماتیک امری است که باید بصورت تدریجی و مرحله‌ای صورت گیرد و تنها در این صورت است که اینگونه اتوماسیون با موفقیت انجام می‌گیرد. باتوجه به موارد فوق، سیستم «پایش، پردازش و کنترل» شبکه‌های آبیاری، متشکل است از:

۱. واحد مرکزی مدیریت شبکه- وظیفه این واحد دریافت اطلاعات حاصل از شبکه سنجش (بصورت مستمر یا توسط پرسنل شبکه در قالب یک نظام مشخص)، نمایش اطلاعات (در قالب گرافها، نمودارها، جداول، و یا بصورت زمان واقعی برروی مانیتور کامپیوتر)، پردازش و تحلیل اطلاعات (براساس الگوریتمهای مشخص با مقاصد معین) و تعیین دستورکار و اقدامات مدیریتی لازم، در راستای بهینه‌سازی عملکرد شبکه

آبیاری و مدیریت آن (بصورت زمان واقعی، روزمره، میان مدت و دراز مدت) است. امکانات این مرکز شامل یک یا چند کامپیوتر مدرن و تجهیزات مرتبط، نرم‌افزارهای ویژه (مختص نیازهای هر شبکه)، بانضمام امکانات ارتباط با شبکهٔ سنجش و نظام کنترل شبکه (شامل گیرنده و فرستنده رادیوئی)، می‌گردد.

۲. امکانات اعمال کنترل برروی عملکرد شبکه- وظیفه این امکانات پیاده‌سازی دستورکارهای تعیین شده توسط واحد مرکزی است. این دستورکارهاعمدتاً در قالب میزان بازشدگی دریچه‌های مختلف در موعدهای مشخص اعلام می‌گردند. ایجاد امکانات اعمال کنترل می‌تواند بصورت دستورکار به پرسنل مسئول دریچه‌های دستی، یا فرمان کنترل به دیچه‌های برقی یا پنوماتیک، و یا با توسل به ترکیبی از این دو مورد صورت گیرد. درهر صورت پیاده‌سازی یک چنین امکاناتی بصورت موفق، در قالب یک نظام اصولی و سیستماتیک حاصل از مطالعات جامع امکانپذیر است.

سامانه تحویل حجمی آب

قابلیت تحویل حجمی آب به واحدهای مصرف کننده و زارعین، بعنوان یک اقدام مدیریتی موثر و لازم، در راستای بهینه‌سازی مصرف آب، مطرح است و بصورت آئین‌نامه مصرف بهینه آب به شرکتهای مدیریت بهره‌برداری از شبکه‌ها ابلاغ گردیده است. یکی از عوامل موثر در موفقیت یک سامانه تحویل حجمی آب، جلب اعتماد مسئولین شبکه و مصرف‌کنندگان در دقت عملکرد آن است. در غیر این صورت اقدامات مدیریت مبتنی بر آن با شک و تردید توام بوده و زیر سوال قرار خواهند گرفت.

براساس تحقیقات انجام یافته توسط مولفین (۱)، و بدنبال بازدیدهای بعمل آمده از شبکه‌های مختلف آبیاری، تحویل حجمی آب در شبکه‌های آبیاری را می‌توان، به دوگونه مختلف و به قرار ذیل میسر نمود:

الف- سنجش و ثبت تغییرات دبی در زمان

حجم آب عبوری (V) از یک مقطع کانال با دبی متغیر (Q) در یک محدوده زمانی مشخص (t1 الی t2)، با عنایت به تعریف بنیادی دبی قابل تعیین است.

$$Q = dV/dt$$

$$V = \int_{t1}^{t2} Q.dt$$

چنانچه در یک مقطع کانال، دبی لحظه‌ای Qi، در فاصله‌های زمانی Δt اندازه‌گیری شوند، و تغییرات دبی در فواصل زمانی ناچیز باشند، حجم آب عبوری در n فاصله زمانی با تقریب قابل قبول به قرار ذیل قابل محاسبه است.

$$V = \sum^{n} Q_i . \Delta t$$

معمولا دبی در کانالهای باز بوسیله ایجاد مقطع کنترل، که در آن دبی عبوری تابعی از ارتفاع آب (h) است، اندازه‌گیری می گردد یعنی

بنابراین، تعیین حجم آب عبوری در این موارد از طریق اندازه‌گیری ارتفاع آب در فواصل زمانی مشخص و با استفاده از رابطه ذیل امکان پذیر است.

$$V = \sum^{n} f(h_i).\Delta t$$

امروزه با استفاده از فن آوری رایانه‌ای، اندازه‌گیری و ثبت ارتفاع آب کانال در فواصل زمانی مشخص براحتی قابل انجام است. براین اساس مولفین این مقاله با توسل به نیروهای متخصص داخلی اقدام به توسعه و ساخت یک نمونه دستگاه رقوم سنج ثبات آلتراسونیک به منظور اندازه‌گیری حجمی آب در کانالهای باز نموده و مراحل آزمایش آنرا پشت سر گذاشته‌اند. طی بررسی های گسترده‌ای که مولفین این مقاله در قالب یک پروژه تحقیقاتی با شورای تحقیقات آب وزارت نیرو انجام داده‌اند، فلوم ریلاگل از نقطه نظر دقت، سادگی ساخت، عدم نیاز به کالیبراسیون، یکی از ساده ترین سازه های ممکن با دقت بالا جهت ایجاد تابع بین دبی و ارتفاع آب در کانالهای روباز است. بدین ترتیب، ترکیب دستگاه رقوم سنج آلتراسونیک و فلوم ریلاگل، اندازه گیری حجمی آب را در کانالهای آبیاری میسر می‌نماید.

ب- ثبت زمان تحویل آب

در صورتیکه تغیرات دبی در مدت زمان تحویل آب ناچیز باشد یعنی دبی را بتوان ثابت فرض نمود، حجم آب عبوری از رابطه ذیل قابل محاسبه است.

$$V=Q.T$$

که در آن، T مدت زمان تحویل آب با دبی ثابت Q است. لذا سامانه تحویل حجمی آب را می‌توان به یک سیستم ساده اندازه‌گیری زمان تحویل آب خلاصه نمود. در اینصورت با توسل به یک تایمر ساده که با فشار یک دگمه زمان شروع و خاتمه آبگیری را ثبت می‌نماید، حجم آب عبوری را می‌توان اندازه‌گیری نمود.

محلهای مناسب جهت استقرار این گونه اندازه گیری در شروع کانالهای درجه ۳، که در آنها امکان تنظیم نمودن دبی تحویل آب با توسل به فلومهای باز H و یا دریچه‌های نیرپیک انجام می‌گیرد، مناسب می‌باشند. تایمرهای مورد نظر، قابلیت ثبت مشخصات مصرف کنندگان، مشخصات کانال درجه ۳ مربوطه، و زمان و دبی تحویل به هر مصرف کننده را (با شرط فشار دادن دگمه مربوطه در موقع تغییر مصرف کننده) در هر نوبت آبیاری دارا می‌باشند و قادر به انتقال اطلاعات مربوط به صورت دیجیتال به کامپیوترهای واحد مرکزی می‌باشند× به طریقی که نیازی به وارد نمودن اطلاعات رقومی مربوطه توسط اپراتور نباشد. با این ترتیب این سیستم همخوانی کافی را با سیستم کامپیوتری مورد نظر دارد و تنها عامل تعین کنندهٔ دقت آن، دقت تنظیم دبی آب تحویلی (با توسل به دریچه‌های مربوطه) است که این امر نیاز به دقت میراب‌ها و آموزش، دارد.

بهترین نحوهٔ پیاده‌سازی سیستمهای فوق‌الذکر، بصورت تدریجی و با توسل به واحدهای نمونه و آزمایشی است، که در این راستا توصیه‌های این محققین تحت عنوان «مطالعات موردی شبکه‌های آبیاری» آمده است.

مطالعات و اقدامات موردی در شبکه‌های آبیاری

به منظور پیاده‌سازی زیر سامانه‌های مدیریت تشریح شده در بخش ۲- این مقاله، که به عنوان اجزاء نظام

مدیریت و ابزار دستیابی به اهداف بهینه‌سازی عملکرد شبکه آبیاری عمل می‌نمایند، لازم است که ویژگیها، نیازها و خصوصیات هیدرولیکی شبکهٔ آبیاری مدنظر مورد مطالعه تخصصی قرار گیرد. تنها در این صورت می‌توان زیر سیستمهای فوق‌الذکر را بصورت اصولی طراحی و پیاده‌سازی نمود. اهم سرفصل‌های مطالعات لازم ذیلاً آمده است.

مطالعات تعیین ساختار نظام مدیریت بهره‌برداری بهینه شبکه

هدف از انجام این مطالعات، تعیین نظام و تشکل مدیریتی لازم جهت بهره‌برداری و استفاده بهینه ازمنابع آب و خاک و امکانات در دسترس شبکه آبیاری مدنظر، در قالب یک سیستم جامع با دیدگاه دراز مدت، است. این مطالعات دارای قسمتهای مختلف هیدرولیکی، کشاورزی، آبیاری و زه‌کشی، جامعه‌شناسی،اتوماسیون، و مدیریت سیستمها می‌باشد. یافته‌های این مطالعات ر هنمودهای لازم را درخصوص موارد ذیل مشخص خواهند نمود:

- خصوصیات نظام هیدرولیکی انتقال و توزیع حاکم بر شبکه آبیاری مدنظر از نقطه نظر عملکرد و عکس‌العمل به اقدامات مدیریتی وکنترل
- خصوصیات شبکه سنجش (نقاط سنجش، نوع سنجش، مشخصات فنی و اقتصادی) با اهداف تعیین دقیق راندمان انتقال، توزیع و کاربرد(آبیاری)
- خصوصیات سیستم پایش (پارامترهای قابل پایش، نحوه پایش، امکانات تکنولوژیک و فنی) با اهداف انجام نظارت کافی و مطمئن بر عملکرد شبکه
- خصوصیات سیستم کنترل (نقاط کنترل، نحوه اعمال کنترل و نوع سخت‌افزار لازم، خصوصیات فنی و اقتصادی، تجهیزات مورد نیاز) با اهداف روان‌سازی عملکرد شبکه در انتقال و توزیع آب
- تاثیرات جامع‌شناسی ناشی از اقدامات مدیریتی (مانند اتوماسیون، تحویل حجمی، تغییر آب بها) برروی جوامع وابسته به شبکهٔ آبیاری
- خصوصیات نظام مدیریت نیروی انسانی شاغل در شبکه (در قسمتهای اداری، بهره‌برداری، تعمیرات و نگهداری و ماشین‌آلات و تجهیزات)
- خصوصیات نظام مدیرت روابط عمومی
- جزئیات برنامه‌ها و دستورالعمل‌های بهره‌برداری و راه‌بری نظام مدیریت بهینه.

انجام مطالعات فوق مستلزم همکار تخصصها و تجارب مختلف و متنوع است که لازم است در قالب یک تیم مطالعاتی هماهنگ تحت یک مدیریت واحد همکاری نمایند.

پیاده‌سازی زیرسامانه‌ها

اگرچه تعیین خصوصیات کامل زیر سامانه‌ها بصورت تمام و کمال مستلزم انجام مطالعات مذکور در بخش ۳-۱ و به نتیجه رسانیدن آن است، ولیکن در اکثر شبکه‌ها خصوصیات مکانی بخش قابل توجهی از نقاط سنجش رقوم و دبی، بانضمام ماهیت و نوع پایش، پردازش و کنترل و همچنین مکانهای تحویل حجمی آب به

مصرف کنندگان مشخص و معلوم می‌باشد. براساس بازدیدهای بعمل آمده از شبکه‌ها و مذاکرات انجام یافته با مسئولین محترم، همچنین با عنایت به آئین‌نامه مصرف بهینه آب، سنجش رقوم و دبی آب در نقاط ذیل قطعاً لازم ضروری است:

- شروع کانال اصلی در محل سد انحرافی
- ورودی به کانالهای درجه یک
- محلهای تحویل به مصرف‌کنندگان عمده و دولتی
- ورودی به کانالهای درجه دو
- ورودی به کانالهای درجه سه (محل تحویل آب به زارعین)
- خروجی زه‌کشهای اصلی

با توجه به تعداد قابل توجه کانالهای درجه ۳، سنجش در ورودی به آنها (که شرط اصلی اجراء آیین‌نامه مصرف بهینه آب است) مستلزم بکارگیری یک روش نسبتاً ارزان و ساده است، که دراین خصوص واحدهای «ثبت زمان تحویل آب» شروط لازم را دارا می‌باشد.

همچنین، با دانش کلی از نیازهای مدیریت شبکه‌ها، می‌توان نسبت به تعیین گزینه‌های مناسب جهت سیستم پایش، چگونگی پردازش اطلاعات، و سیستم کنترل اقدامات معقول نمود، و نمونه‌های آزمایشی مربوطه را به اجراء گذارد.

با توجه به موارد فوق، مولفین این مقاله توصیه می‌نمایند که در مرحله اول نسبت به پیاده‌سازی یک نمونه از هریک از سنجنده‌های مورد نیاز در محل‌های فوق‌الذکر اقدام گردد. مضافاً توصیه می‌گردد که سیستم مخابره اطلاعات به مرکز مدیریت، بانضمام نمایش اطلاعات در مرکز (پایش)، پردازش اطلاعات و تنظیم دستورالعمل‌های اجرائی (کنترل) در مرکز مدیریت بصورت کوچک و آزمایشی پیاده‌سازی شود.

در نهایت، پیاده‌سازی یک سامانه مدیریتی مدرن به معنی انجام اقدامات ذیل است:

- تجهیز محل‌های کلیدی به سنجنده‌های مختلف (شامل رقوم سنج، فلوم رپلاگل، سنسورهای بازشدگی دریچه‌ها، تایمرهای ثبت، رطوبت سنج خاک، و سیستم هواشناسی میکرواقلیم)
- تجهیز سنجنده‌ها به امکانات ذخیره و یا ارسال داده‌ها (موسوم به دیتالاگر) و تجهیزات مخابره اطلاعات در فواصل زمانی مورد نیاز
- تجهیز مرکز مدیریت به سخت‌افزارهای کامپیوتری (شامل تجهیزات دریافت اطلاعات و انتقال داده‌ها به کامپیوتر، تجهیزات پردازش و نمایش اطلاعات، تجهیزات چاپ، گزارش‌گیری و بایگانی اطلاعات، سیستمهای شبکه نمودن اطلاعات و تمهیدات امنیتی اطلاعاتی)
- تجهیز مرکز مدیریت به نرم‌افزارهای کامپیوتری (شامل نرم‌افزارهای مربوط به دریافت و انتقال اطلاعات، نمایش، شبیه‌سازی هیدرولیکی شبکه، پردازش و بایگانی اطلاعات، گزارش‌گیری‌ها و ارتباط‌های شبکه‌ای و سیستم کامپیوتری)
- تجهیز دریچه‌های کنترل به تجهیزات برقی و پنوماتیک جهت بازنمودن یا کنترل از راه دور و یا بصورت اتوماتیک

خلاصه و نتیجه‌گیری

مدیریت هر مجموعه مستلزم دسترسی به اطلاعات صحیح و بموقع، درخصوص پارامترهای مشخص و تعیین کننده، بانضمام در اختیار داشتن نظام پردازش اطلاعات و تصمیم‌گیری اجرائی براساس آن است. این امردرمدیریت بهره‌برداری،که‌با رفتارمجموعه بصورت‌روزمره سروکار دارد، ازاهمیت ویژه‌ای‌برخوردار است.

اطلاعات مورد نیاز درمدیریت بهره‌برداری شبکه‌های آبیاری گویای وضعیت و صحت عملکرد کانالها و ابنیه‌های فنی در مراحل مختلف انحراف، انتقال، توزیع و بازگشت آب، می‌باشند. مضافاً، لازم است که حجم آب تحویل شده به مصرف‌کنندگان با دقت کافی اندازه‌گیری گردد.

تعیین وضعیت عملکرد کانالها و ابنیه‌های فنی به معنی پیاده‌سازی یک سیستم سنجش متشکل از سنسورهای مناسب مستقر در نقاط استراتژیک است، که اطلاعات لازم را ذخیره و بعضاً به مرکز مدیریت شبکه مخابره می‌نمایند. در مرکز مدیریت شبکه کار دریافت، نمایش، پردازش، و تصمیم‌گیری برروی اطلاعات صورت می‌گیردو بدین واسطه لازم است‌که مرکزمدیریت شبکه‌مجهزبه‌سیستمهای کامپیوتری باشد.

در اکثر شبکه‌های آبیاری می‌توان یک سیستم سنجش متشکل از رقوم سنج‌های التراسونیک مستقر در بالادست مقاطع کنترل هیدرولیکی و دیگر نقاط استراتژیک راتوصیه نمود. همچنین لازم است که در برخی از نقاط میزان بازشدگی دریچه‌ها نیز سنجش گردد. مضافاً می‌توان نسبت به سنجش دیگر پارامترهای موثر در برنامه‌ریزی، عملکرد، و راندمان شبکه، مانند رطوبت خاک، و میکرواقلیم اقدام نمود، که قابل توصیه است.

به منظور بهره‌گیری از اطلاعات سنجیده شده، ایجاد یک مرکز مدیریت مجهز به سیستم‌های کامپیوتری در یک ساختمان مرکزی شبکه قابل توصیه است. وظیفه این مرکز دریافت،نمایش، پردازش اطلاعات و تصمیم‌گیری اجرائی براساس آنها است. مضافاً، براساس اطلاعات حاصل از این مرکز، می‌توان میزان حجم آب تحویل شده به زارعین را با دقت کافی مشخص نمود و «قبض آب» را جهت ارسال به زارعین تنظیم نمود.

جهت تعیین خصوصیات مکانی، فنی،اجتماعی و اقتصادی اجزاء مختلف سیستم مدیریت، انجام یک مطالعات اصولی درخصوص هر شبکه مد نظر توصیه می‌گردد.

جهت شروع به پیاده‌سازی سیستم مدیریت بهینه مورد نظر، اجراء سامانه‌های سنجش، ارسال، پایش، پردازش و کنترل را در یک اشل کوچک و بصورت نمونه‌ای و تحقیقاتی (PILOT PROJRCT) راتوصیه می‌نماید. در این راستا مولفین این مقاله آمادگی کامل خود را جهت همکاری با مسئولین محترم در تجهیز و پیاده‌سازی اجزاء مختلف سامانه‌ها اعلام می‌دارد.

منابع و مراجع

۱- افتخارزاده، شهریار، محسن مسعودیان، بهروز صابری فرد و رحمت ا... شفیعی علویجه، ۱۳۷۴، «ادوات مناسب اندازه‌گیری آب در شبکه‌ای مدرن آبیاری» گزارش نهائی تقدیم شده به شورای تحقیقات آب وزارت نیرو،

2- Bos. Marinus G., John A. Replogle, and Albert J.. Clemmens, 19 "Flow measuring flumes for open channel systems". American Society of Agricultural Engineers.

3- Clemmens, Albert J., John A. Replogle, Marinus G. Bos, 1987 "Flume: A Computer Model for Estimating Flow through Long- Throated Measuring Flumes", U.S.D.A. Argricultural Research Service, ARS-57.

4- Clemmens, Albert J., John A. Replogle, 1980 "Constructing Simple Measuring Flumes for Irriagation Canals, U>.S.D.A., Farmers "Bulletin No. 2268.

5- U.S.B.R. 1984, "Water Measurement Manual". A Water Resources Manual Publication, Second Edition.

مجموعه مقالات نهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

مقاله شماره ۲۶

موضوع:

بررسی امکان تغذیه مصنوعی آب انتقالی از دشت شیراز در لایه آبدار دشت سروستان

تألیف:

سید محمدحسین حجتی[۱] - عزت الله رئیسی[۲]

چکیده

سطح سفره آب زیرزمینی در جنوب شرقی دشت شیراز بالا بوده و ازطرفی بخشی از آبهای سطحی دشت شیراز نیز در ماههایی از سال بدون استفاده به دریاچه مهارلو وارد و تبخیر می‌شود. بررسیهای انجام شده نشان می‌دهد که با احداث سیستم زهکشی در جنوب شرقی دشت شیراز و نیز استحصال آبهای سطحی رودخانه‌های خشک و چناراهدار می‌توان در مجموع به‌طور متوسط حجم آبی معادل ۶ مترمکعب در ثانیه (در ماههای مرطوب) و ۳ مترمکعب در ثانیه (در ماههای خشک) تامین نمود. آب استحصال شده برای مصرف باید به دشت سروستان (جنوب شرقی دشت شیراز) انتقال یابد. در ماههای خشک آب می‌تواند مستقیماً جهت کشاورزی استفاده گردد ولی در ماههای مرطوب (ماههای آذر تا فروردین) دو گزینه احداث سد و تغذیه مصنوعی برای ذخیره درنظر گرفته شده است.

مخروط‌افکنه‌های موجود در دامنه کوه قره واقع در جنوب دشت سروستان به‌منظور ایجاد حوضچه‌های تغذیه مصنوعی موردمطالعه قرار گرفته و پارامترهایی نظیر نفوذپذیری آبرفت در سطح زمین و اعماق مختلف (ازطریق آزمایش استوانه مضاعف)، تجزیه مکانیکی و تعیین بافت آبرفت در اعماق، و نیز عمق سطح آب زیرزمینی در محدوده موردمطالعه اندازه‌گیری شده است. منحنی‌های هم‌نفوذ سطحی، هم عمق سطح آب زیرزمینی، هم تراز سطح آب زیرزمینی و نیز منحنی‌های همسان هدایت الکتریکی، یون کلر و یون سولفات آب زیرزمینی در محدوده موردمطالعه تهیه گردیده است.

نتایج حاصله نشان می‌دهد که امکان تغذیه آب در داخل مخروط‌افکنه به‌علت نفوذپذیری مناسب آبرفت و عدم وجود لایه‌های پیوسته نفوذناپذیر در بالای سطح آب زیرزمینی وجود دارد. ولی چون در پائین دست

---

۱ - کارشناس شرکت مهندسین مشاور پاراب فارس و عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی استهبان - گروه مهندسی عمران

۲ - عضو هیئت علمی دانشگاه شیراز - بخش زمین شناسی

محل انجام طرح تغذیه مصنوعی، نفوذپذیری کاهش یافته و سطح آب زیرزمینی افزایش می‌یابد، این مساله باعث می‌گردد که باتوجه به حجم بالای آب موجود جهت تغذیه (حدود ۶ مترمکعب در ثانیه در مدت ۵ ماه) سطح سفره آب زیرزمینی در بخش عمده‌ای از اطراف محل تغذیه شدیداً افزایش یافته، به‌طوری که احتمال دارد دشت را غرقاب نماید. در این شرایط اگر سیستم زهکشی جهت پائین‌انداختن سطح سفره احداث گردد، موثر نخواهد بود. چون آبهای تغذیه شده در همان فصل زمستان از شبکه‌های زهکشی خارج می‌گردد و بنابراین در این شرایط احداث سد مخزنی از اولویت بیشتری برخوردار است.

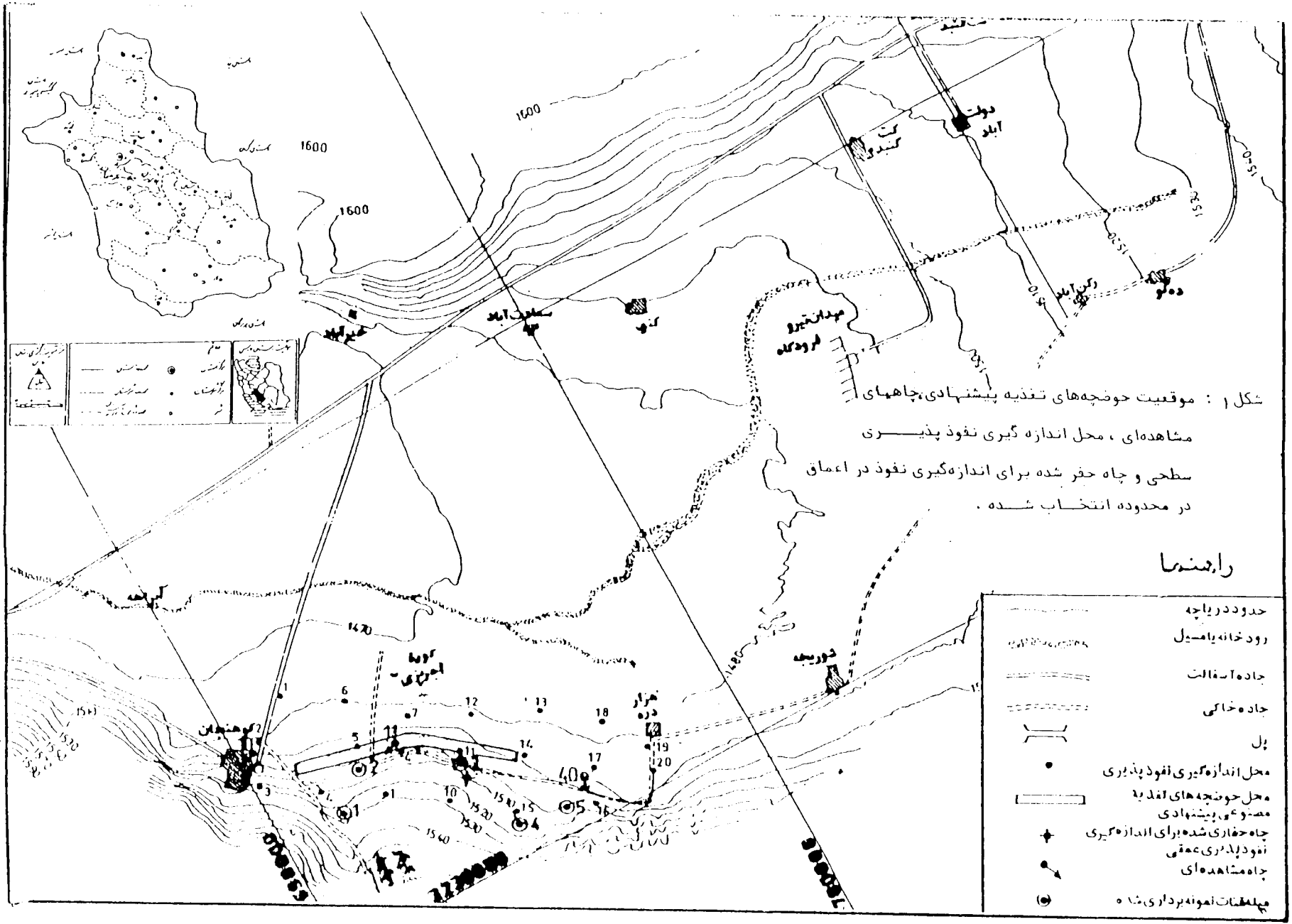
باتوجه به این تحقیق می‌توان نتیجه گرفت که در طرحهای بزرگ تغذیه مصنوعی تنها پتانسیل نفوذپذیری محل تغذیه نباید درنظر گرفته شود بلکه عمق سطح آب زیرزمینی در پائین‌دست، جهت جریان آب زیرزمینی، ظرفیت بخش غیراشباع سفره زیرزمینی و حجم آب تزریق شده به عنوان عوامل بسیار مهم باید موردبررسی قرار گیرد.

مقدمه

براساس مطالعات انجام شده در دشت شیراز، به دلیل بالابودن سطح آب سفره زیرزمینی در جنوب شرقی دشت نیاز به پائین انداختن سفره آب زیرزمینی ازطریق زهکشی عمقی است. رواناب پایه رودخانه خشک و چنار راهدار شیراز در ماههای آذر و اردیبهشت بدون استفاده به دریاچه مهارلو وارد می شود. مطالعات دشت سروستان نشان می‌دهد که بخش عمده‌ای از زمینهای موجود به دلیل عدم وجود آب کافی و کیفیت مناسب، غیرقابل استفاده بوده و یا به صورت دیم کشت می‌شود. با انتقال آب زهکشها و رودخانه‌های شیراز می‌توان بخش نسبتاً بزرگی از این دشت را به زیرکشت آبی برده و اقتصاد منطقه را متحول نمود. در ماههای تابستان آب انتقالی را می‌توان به صورت مستقیم برای کشاورزی مورداستفاده قرار داد ولی در ماههای مرطوب (آذر تا فروردین) که فعالیتهای کشاورزی وجود ندارد، آب انتقالی باید به نحوی ذخیره گردد. ۲ گزینه برای ذخیره آب انتقال یافته مطرح است که یکی احداث سد در محلی به نام اعلی‌دولت در شمال غربی دشت سروستان و دیگری تغذیه مصنوعی آب انتقال یافته با دبی متوسط ۶ مترمکعب درثانیه در سفره آبرفتی زیرزمینی می‌باشد.

حوزه آبریز دشت سروستان بخشی از حوزه آبریز دریاچه مهارلو بوده و در بخش شرقی آن واقع است. این حوزه از شمال به حوزه بختگان، از جنوب به قره‌آغاج و از غرب و شرق به ترتیب به حوزه‌های آبریز شیراز و فسا محدود می‌گردد. راه دسترسی به دشت سروستان از طریق جاده آسفالته شیراز- فسا واقع در جنوب شرقی شهر شیراز می‌باشد.

در حاشیه کوه قره واقع در جنوب دشت سروستان در حدفاصل روستاهای کوهنجان و هزاردره رسوبات مخروط افکنه‌ای با ضخامت زیاد و نفوذپذیری بالایی گسترش یافته که می‌تواند به عنوان یک سفره آب زیرزمینی مناسب مورداستفاده قرارگیرد. این بخش از دشت باتوجه به خصوصیات ذکرشده و نیز خصوصیات دیگری نظیر دارابودن شیب مناسب، وجود زمینهای مرتعی وسیع، وجود زمینهای کشاورزی در پائین‌دست و نیز نزدیکی به مبداء انتقال آب (دشت شیراز)، منطقه‌ای مناسب برای انجام پروژه تغذیه مصنوعی بوده و بدین جهت به عنوان محدوده انجام پروژه تغذیه مصنوعی درنظر گرفته شده و بررسیهای دقیق‌تر در این محدوده انجام یافته است (شکل ۱).



شکل ۱ : موقعیت حوضچه‌های تغذیه پیشنهادی، چاههای مشاهده‌ای ، محل اندازه گیری نفوذ پذیری سطحی و چاه حفر شده برای اندازه‌گیری نفوذ در اعماق در محدوده انتخاب شده .

روش مطالعه

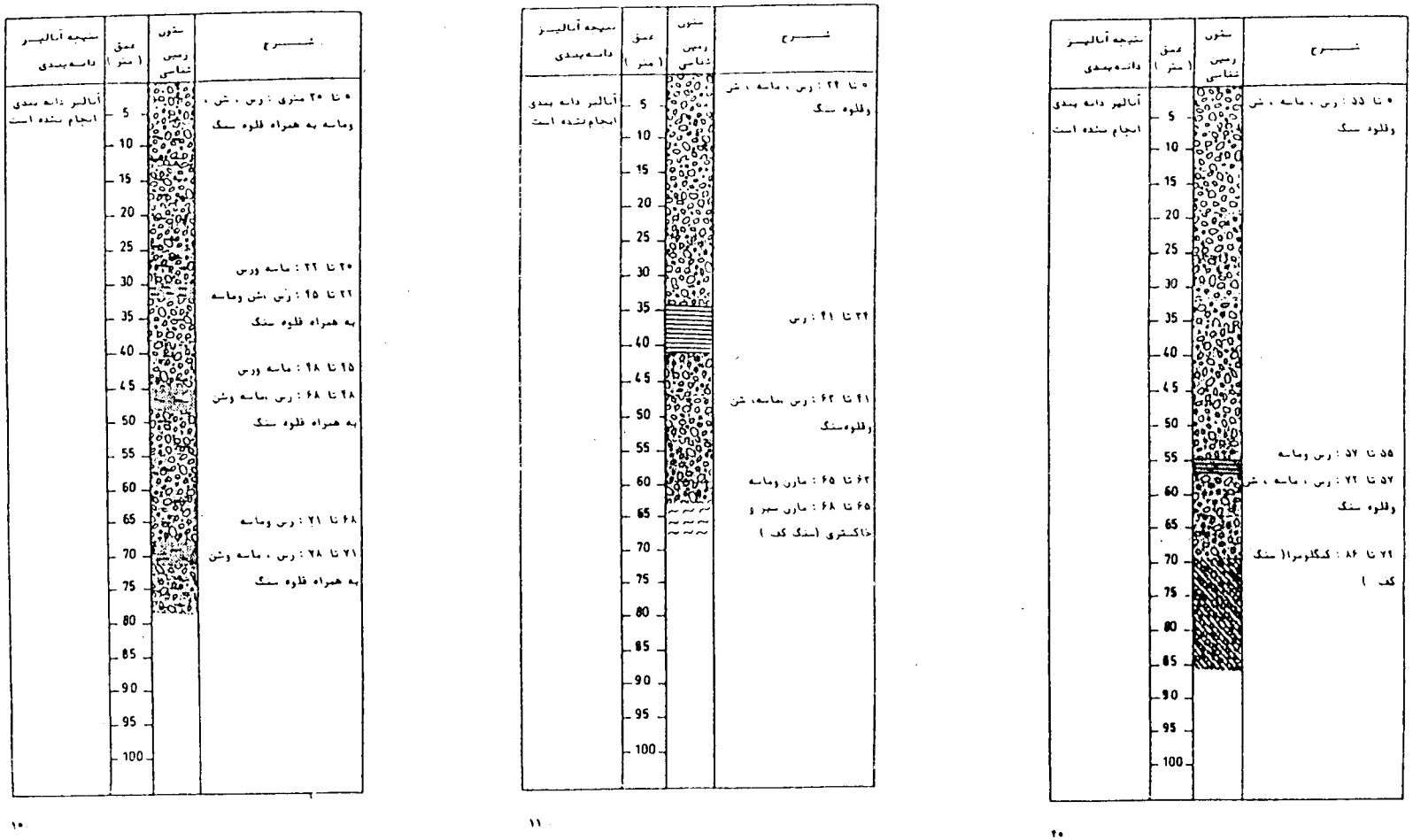
محدوده انتخاب شده در حاشیه یال شمالی تاقدیس قره واقع شده است. سازند آهکی آسماری - جهرم ارتفاعات حاشیه دشت را در این ناحیه تشکیل داده است. رسوبات تشکیل دهنده این بخش غالباً" حاصل فرسایش و هوازدگی ارتفاعات مجاور است که ازطریق آبراهه‌های موجود انتقال یافته و برحسب اندازه ذرات و باتوجه به کاهش سرعت جریان به تدریج نهشته می‌شوند. در حاشیه ارتفاعات رسوبات غالباً" درشت دانه بوده و به طرف مرکز دشت از اندازه رسوبات کاسته می‌شود باتوجه به رژیم جریانات سطحی در گذشته ممکن است در بین لایه‌های درشت دانه عدسی‌های ریزدانه‌ای که بسته به مکان ممکن است ضخامت‌های مختلفی داشته باشند نیز نهشته شده باشند. باتوجه به موارد فوق‌الذکر محل احداث سیستم تغذیه مصنوعی باید حتی‌الامکان در فاصله نزدیکی نسبت به ارتفاعات درنظر گرفته شود. برای بررسی وضعیت دقیق بافت و نفوذپذیری آبرفت در سطح و عمق، منطقه انتخاب شده از جوانب مختلف موردبررسی قرار گرفته و مواردی نظیر بررسی تغییرات بافت آبرفت در اعماق باتوجه به ستون زمین‌شناسی چاهها و قنوات موجود، اندازه‌گیری نفوذپذیری سطحی آبرفت و اندازه‌گیری نفوذپذیری در اعماق مختلف انجام گرفته است.

- بررسی بافت آبرفت محدوده انتخاب شده در اعماق مختلف

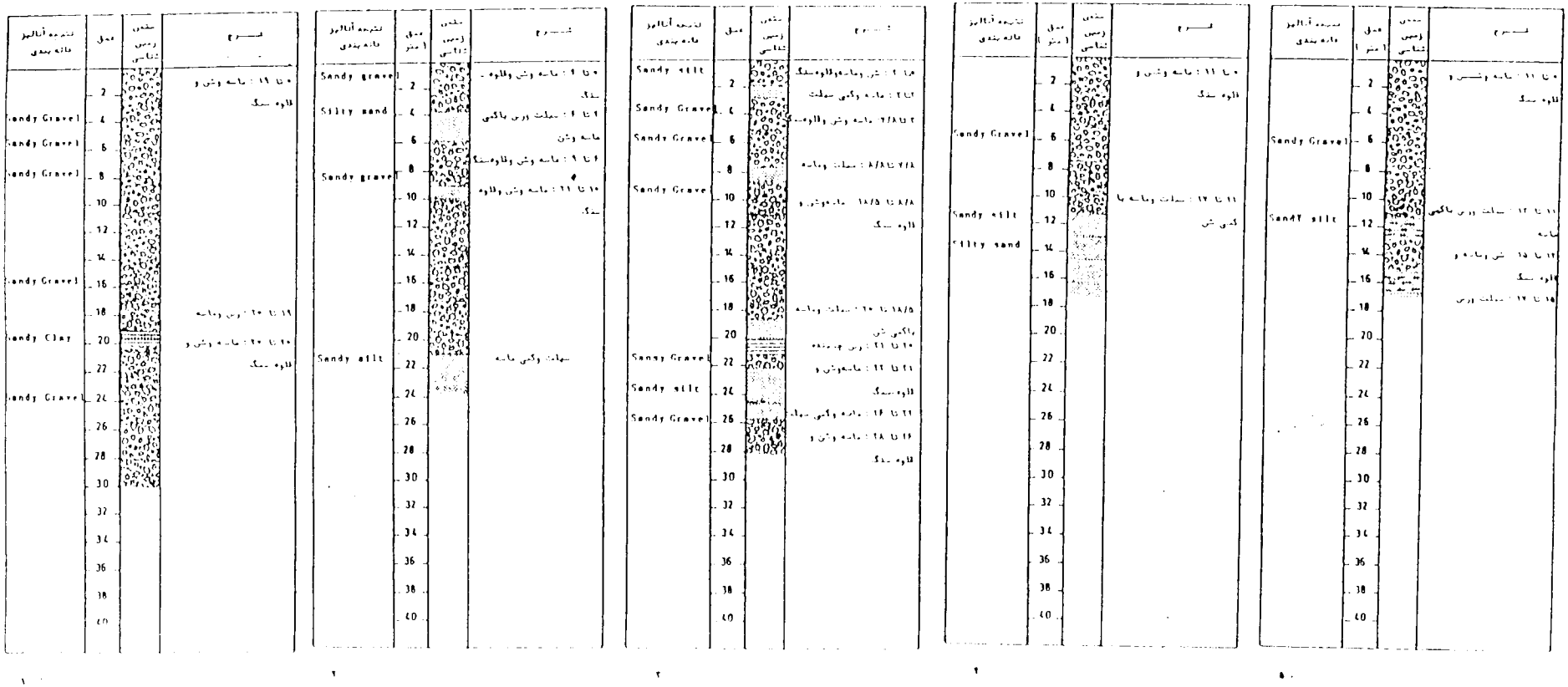
برای بررسی بافت آبرفت در محدوده انتخاب شده از ستون زمین‌شناسی سه حلقه چاه مشاهده‌ای و نیز نتایج آنالیز نمونه‌های برداشت شده از دیواره قنوات قدیمی استفاده شده است. شکل ۲ ستون زمین‌شناسی سه حلقه چاه مشاهده‌ای دشت سروستان در محدوده انتخاب شده را نشان می‌دهد (موقعیت این چاهها در شکل ۱ ارائه شده است). همان طوری که در این شکل قابل تشخیص است بافت غالب آبرفت در بیشتر اعماق از رسوبات درشت دانه مانند ماسه، شن و قلوه‌سنگ بوده ولی به صورت موضعی لایه‌های با نفوذپذیری کم در بعضی اعماق دیده می‌شود. در شکل ۳ ستون زمین‌شناسی ۵ حلقه میله قنات قدیمی دیده می‌شود. باتوجه به ستون زمین‌شناسی قنوات بافت آبرفت در محل نمونه‌برداریهای انجام شده غالباً" درشت‌دانه بوده ولی در بعضی اعماق مخلوطی از رسوبات ریز و درشت و نیز رسوبات دانه ریز هم دیده می‌شود. به‌طورکلی بررسی بافت آبرفت در محدوده انتخاب شده نشان می‌دهد که علیرغم درشت‌دانه‌بودن بافت کلی آبرفت، لایه‌های ریزدانه‌ای هم در بعضی اعماق دیده می‌شود. وجود این لایه‌های ریزدانه می‌تواند به‌عنوان عاملی محدودکننده برای پروژه تغذیه مصنوعی محسوب شود ولی باتوجه به اینکه این لایه‌ها دارای عمق و ضخامت معینی در محلهای مختلف نیستند، و حتی در بعضی از مناطق اصلاً" وجود ندارند می‌توان چنین بیان نمود که لایه‌های ریزدانه احتمالاً" به‌صورت لنزهای پراکنده در اعماق وجود داشته و لایه نفوذناپذیری که در سرتاسر منطقه امتداد داشته باشد و محدودیت اساسی در انجام پروژه تغذیه مصنوعی ایجاد نماید وجود ندارد.

- نفوذپذیری سطحی آبرفت در محدوده انتخاب شده

به منظور بررسی دقیق‌تر محدوده موردمطالعه برای انجام پروژه تغذیه مصنوعی، ۲۰ نقطه در محدوده



شکل۲ : ستون زمین شناسی چاههای مشاهده‌ای موجود درمحدوده انتخاب شده .



شکل ۳ : ستون زمین شناسی قنوات موجود در محدوده انتخاب شده

جدول شماره ۱ - نتایج آزمایش نفوذپذیری با استوانه دوگانه

شماره	مقدار نفوذ پایه در هر اندازه گیری (متر در روز)	متوسط نفوذ پایه (متر در روز)
۱-۱	۰/۲۷	۰/۱۸
۱-۲	۰/۰۹	
۲-۱	۰/۰۶	۰/۰۴
۲-۲	۰/۰۲	
۳-۱	۰/۷۲	۱/۳۴
۳-۲	۱/۹۵	
۴-۱	۰/۶۲	۰/۵۹
۴-۲	۰/۵۵	
۵-۱	۱/۵۹	۱/۴۷
۵-۲	۱/۳۵	
۶-۱	۰/۰۸۹	۰/۰۵
۶-۲	۰/۰۳۲	
۷-۱	۳/۱۲	۱/۹۸
۷-۲	۰/۸۴	
۸-۱	۱/۳۱	۱/۲۱
۸-۲	۱/۱	
۹-۱	۱/۳۲	۱/۰۶
۹-۲	۰/۷۹	
۱۰-۱	۰/۹۲	۱/۰۰
۱۰-۲	۱/۰۷	
۱۱-۱	۱/۱۱	۱/۲۲
۱۱-۲	۱/۳۲	
۱۲-۱	۰/۰۵۹	۰/۳۷
۱۲-۲	۰/۶۸	
۱۳-۱	۰/۱۴	۰/۲۰
۱۳-۲	۰/۲۵	
۱۴-۱	۰/۹۴	۰/۵۵
۱۴-۲	۰/۱۵	
۱۵-۱	۰/۶۳	۱/۰۱
۱۵-۲	۱/۳۸	
۱۶-۱	۱/۱۰	۱/۲۵
۱۶-۲	۱/۳۹	
۱۷-۱	۰/۱۰	۰/۱۱
۱۷-۲	۰/۱۱	
۱۸-۱	۰/۰۴	۰/۰۹
۱۸-۲	۰/۱۳	
۱۹-۱	۰/۳۲	۰/۳۱
۱۹-۲	۰/۳۰	
۲۰-۱	۱/۴۹	۱/۷۸
۲۰-۲	۲/۰۷	

موردنظر انتخاب شده و در هر نقطه دو آزمایش نفوذپذیری (در فاصله نزدیکی نسبت به هم) بااستفاده از روش استوانه مضاعف انجام گردیده است. شکل ۱ موقعیت نقاط انجام آزمایش را نشان می‌دهد. برای تعیین میزان نفوذ پایه از معادله فیلیپ به شکل زیر استفاده شده است:

$$I = S_p(t)^{0.5} + A_p (t)$$

در این معادله I عمق آب نفوذیافته برحسب سانتیمتر از شروع نفوذ، t زمان نفوذ برحسب دقیقه، S_p ضریب ثابت مربوط به جذب آب (Sorptivity) برحسب $cm/(min)^{0.5}$ و A_p ضریب ثابت و مربوط به آبگذاری برحسب سانتیمتر بر دقیقه است. نتایج حاصل از آزمایشهای انجام‌شده در جدول ۱ ارائه شده است.

مقایسه نتایج بدست آمده از ۴۰ مورد آزمایش نشان می‌دهد که مقدار نفوذ نهایی متوسط در محدوده موردمطالعه بسیار متغیر بوده به‌طوری که از حداقل ۰/۰۴ متر در روز در نقاط ۲ و ۶ تا حداکثر ۱/۹۸ متر در روز در نقطه ۷ (شکل ۱) متغیر است. به منظور نشان دادن چگونگی نفوذپذیری در محدوده موردمطالعه بااستفاده از نتایج آزمایشهای انجام شده نقشه همسان نفوذپذیری ترسیم شده است (شکل ۴). همان‌طوری که در این شکل مشاهده می‌شود میزان متوسط نفوذپذیری پایه در حاشیه ارتفاعات ۱/۲ متر در روز بوده و به‌طرف مرکز دشت به‌تدریج کاهش یافته به‌طوری‌که در فاصله ۵ کیلومتری ارتفاعات به حدود ۰/۰۲ متر در روز می‌رسد. ازطرف دیگر در حوالی روستاهای کوهنجان و هزاردره منحنی‌های هم‌نفوذ بسیار به یکدیگر نزدیک شده که نشانگر تغییر سریع‌نفوذپذیری در فاصله کوتاهی می‌باشد. باتوجه به منحنی‌های هم‌نفوذ به‌نظر می‌رسد بهترین مکان برای نفوذدادن آب به سفره زیرزمینی ازطریق تغذیه مصنوعی، از شرق روستای کوهنجان تا حوالی روستای هزاردره و در حاشیه ارتفاعات است. باتوجه به منحنی‌های هم‌نفوذ میزان متوسط نفوذپذیری در این محدوده برابر با ۱/۰۷ متر در روز محاسبه شده است.

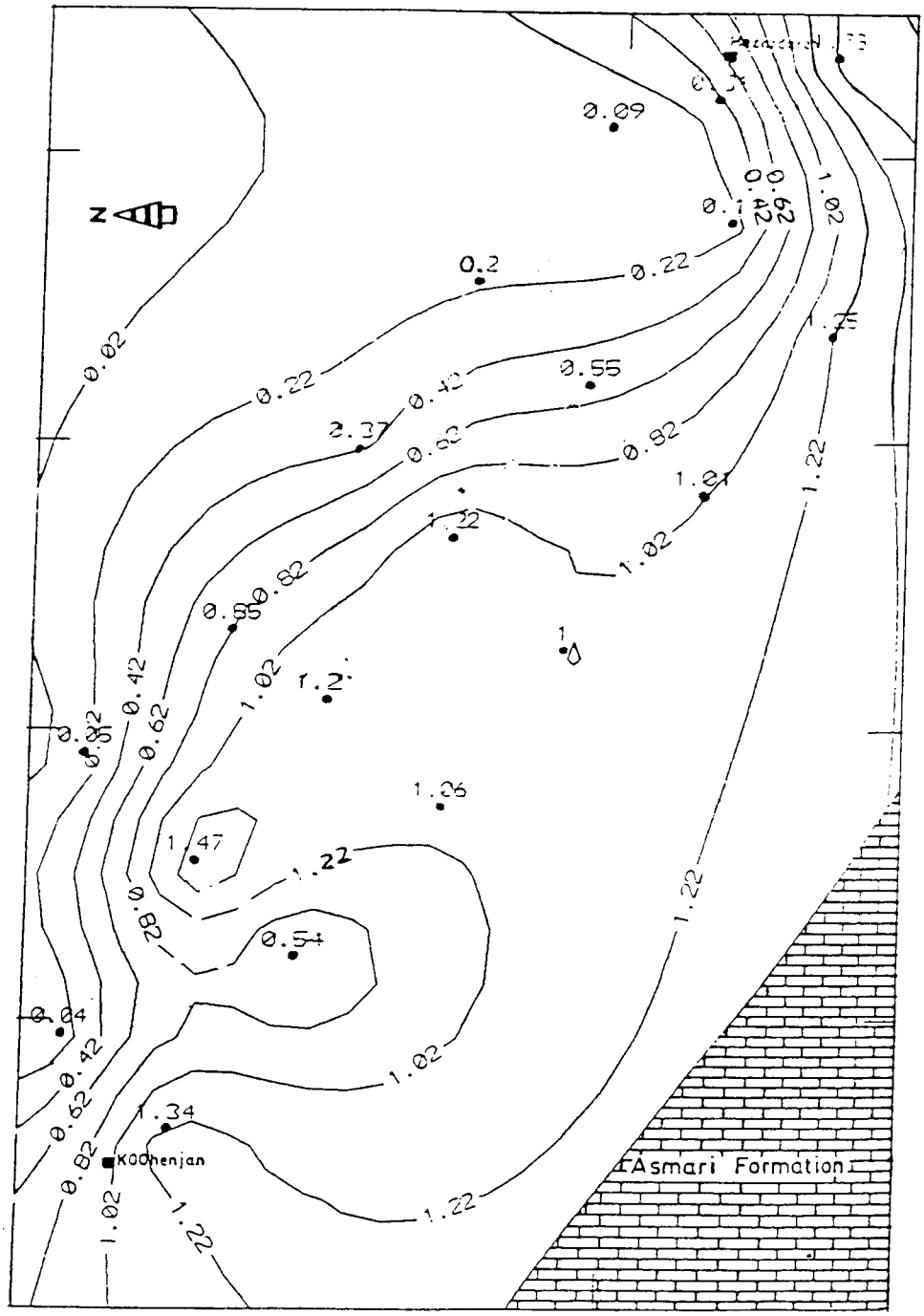
- نفوذپذیری آبرفت در اعماق مختلف

به منظور تعیین مقدار و تغییرات نفوذپذیری در اعماق مختلف آبرفت، یک حلقه چاه دهانه گشاد (با سطح مقطع مستطیلی به طول ۱/۵ و عرض ۱ متر) در فاصله ۴/۸ کیلومتری شرق روستای کوهنجان حفاری شده و مقدار نفوذپذیری به وسیله استوانه مضاعف در اعماق مختلف اندازه گیری شده است. جدول ۲ نتایج این آزمایش را نشان می دهد.

جدول ۲- مقدارنفوذپذیری پایه اندازه‌گیری شده به‌وسیله استوانه مضاعف در اعماق مختلف (متر در روز)

عمق (m)	۳	۶	۹	۱۵	۱۹
نفوذ پایه	۳/۴۵۶	۴/۹۰	۳/۶	۱/۱۵۲	۰/۵۷۶

باتوجه به این جدول مشخص می‌شود که نفوذپذیری پایه در اعماق ۳، ۶ و ۹ متری بسیار زیاد بوده،به‌طوری‌که کمترین مقدار آن بیش از حداکثر نفوذپذیری بدست آمده در سطح زمین است. در عمق ۱۵ متری نفوذپذیری نسبتاً" کاهش یافته و نهایتاً" در عمق ۱۹ متری به کمترین مقدار خود رسیده است. جدول ۳



شکل شماره۴ - منحنی های همسان نفوذ پایه درمحدوده انتخاب شده (متر در روز)

نتایج آنالیز دانه‌بندی نمونه‌های برداشت شده در اعماق مختلف را نشان می‌دهد. باتوجه به این جدول، بافت آبرفت در بیشتر اعماق درشت دانه بوده و از شن ماسه‌ای یا ماسه شنی تشکیل شده و فقط لایه‌های نازکی از ماسه سیلتی در چند عمق دیده می‌شود که موجب کاهش نفوذپذیری در اعماق مربوطه شده است.

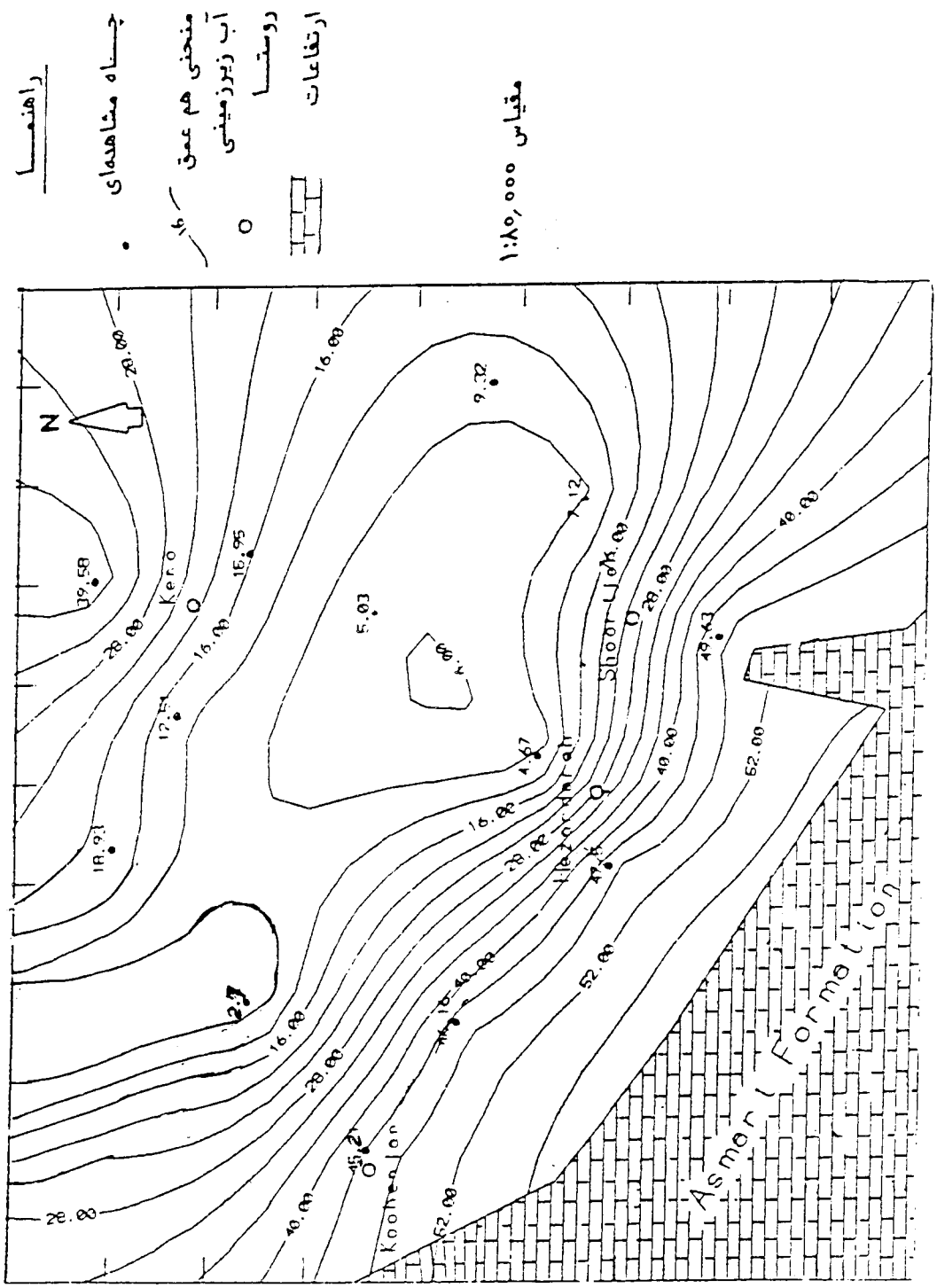
جدول ۳- نتایج آنالیز دانه‌بندی در اعماق مختلف چاه کوهنجان

جنس	عمق	جنس	عمق
شن ماسه‌ای	۰/۵	شن ماسه‌ای	۱۰/۵
ماسه شنی	۱/۵	شن ماسه‌ای	۱۱/۵
ماسه شنی سیلتی	۲/۵	شن ماسه‌ای	۱۲/۵
ماسه سیلتی	۳/۵	ماسه سیلتی	۱۳/۵
شن ماسه‌ای	۴/۵	شن ماسه‌ای	۱۴/۵
شن ماسه‌ای	۵/۵	ماسه سیلتی	۱۵
شن ماسه‌ای	۶/۵	شن ماسه‌ای	۱۶/۵
شن ماسه‌ای	۷/۵	ماسه شنی	۱۷/۵
ماسه سیلتی	۸/۵	ماسه سیلتی	۱۸/۵
شن ماسه‌ای	۹/۵		

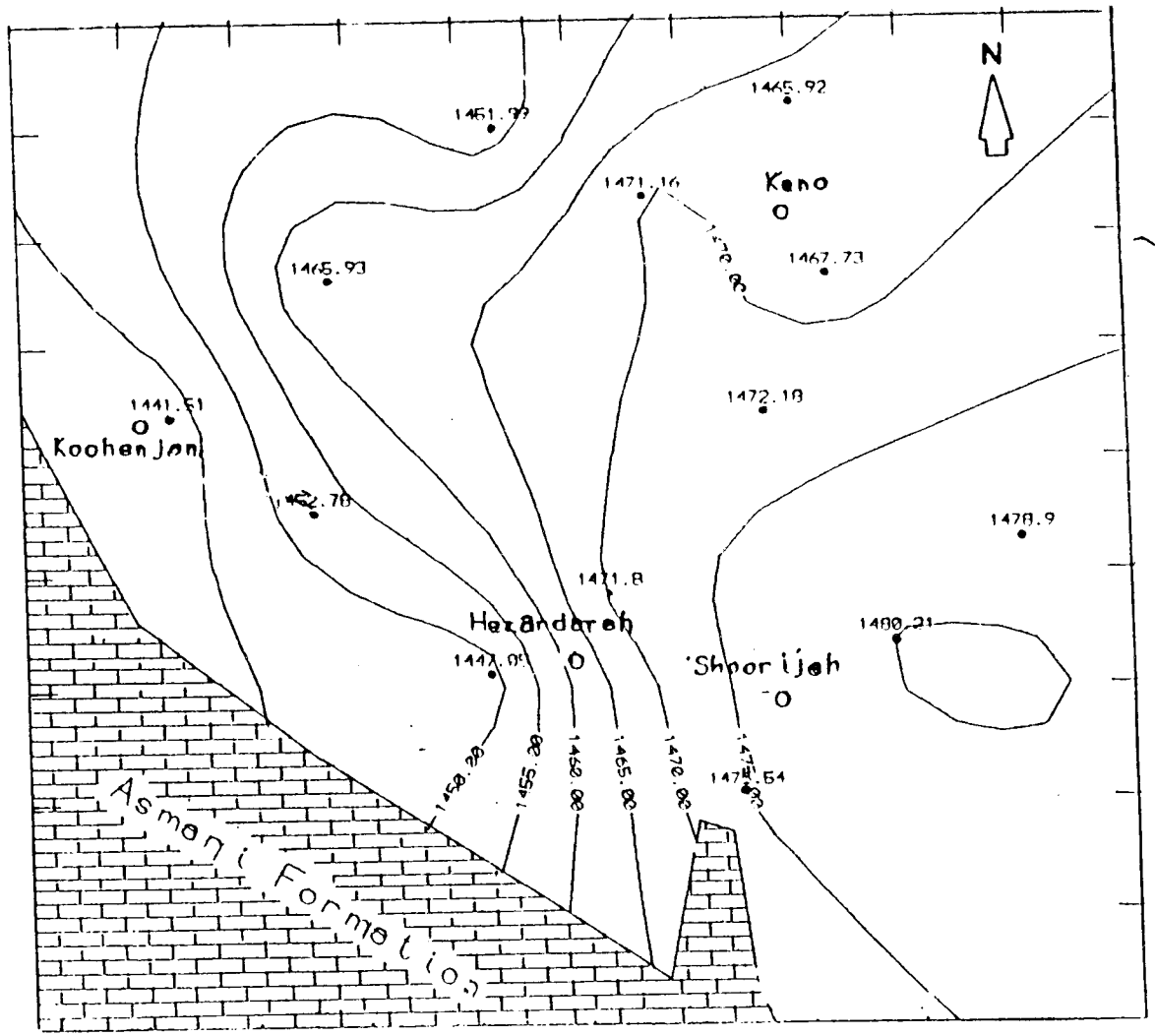
- بررسی آبهای زیرزمینی در محدوده انتخاب شده

باتوجه به نتایج اندازه‌گیری سطح آب در چاههای مشاهده‌ای (به‌وسیله امور مطالعات منابع آب استان فارس)، عمق و نحوه جریان آب زیرزمینی در محدوده انتخاب شده موردبررسی قرار گرفته است. شکل ۵ منحنی های هم عمق سطح آب زیرزمینی دشت سروستان در محدوده انتخاب شده را نشان می‌دهد. باتوجه به منحنی‌های هم‌عمق، عمق سطح آب از حاشیه ارتفاعات به طرف مرکز دشت به تدریج کاهش یافته و از ۵۰ متر به نزدیک ۲ متر می‌رسد. نکته قابل توجه این است که تغییرات عمق سطح آب در این منطقه بسیار شدید است. به‌طوری‌که در فاصله کوتاهی (حدود ۲/۵ کیلومتر) سطح آب از ۴۵/۲ متر در حوالی کوهنجان به ۲/۷ متر در مرکز دشت رسیده است که این مساله می‌تواند محدودیت‌هایی را درمورد اجرای پروژه تغذیه مصنوعی ایجاد نماید.

شکل ۶منحنی‌های هم‌تراز سطح آب زیرزمینی دشت سروستان را درحدفاصل روستاهای کوهنجان و شوریجه نشان می‌دهد. باتوجه به این منحنی‌ها، به‌نظرمی‌رسد دراین محدوده آب ازدشت به‌طرف ارتفاعات جریان دارد. لایه آبدار مرکزدشت دانه‌ریز بوده ومقاومت هیدرولیکی مسیر جریان آب ازمرکز دشت تا دریاچه مهارلو زیاد است، درحالی که در حاشیه ارتفاعات مخروط‌افکنه‌های درشت‌دانه‌ای موجود بوده و آبهای دشت می‌تواند ازطریق مخروط‌افکنه‌ها به آهکها جریان یافته و در راستای محور تاقدیس قره حرکت نماید.



شکل شماره ۵ : منحنی های همسان عمق سطح آب زیر زمینی در محدوده انتخاب شده



راهنما

چاه مشاهده‌ای

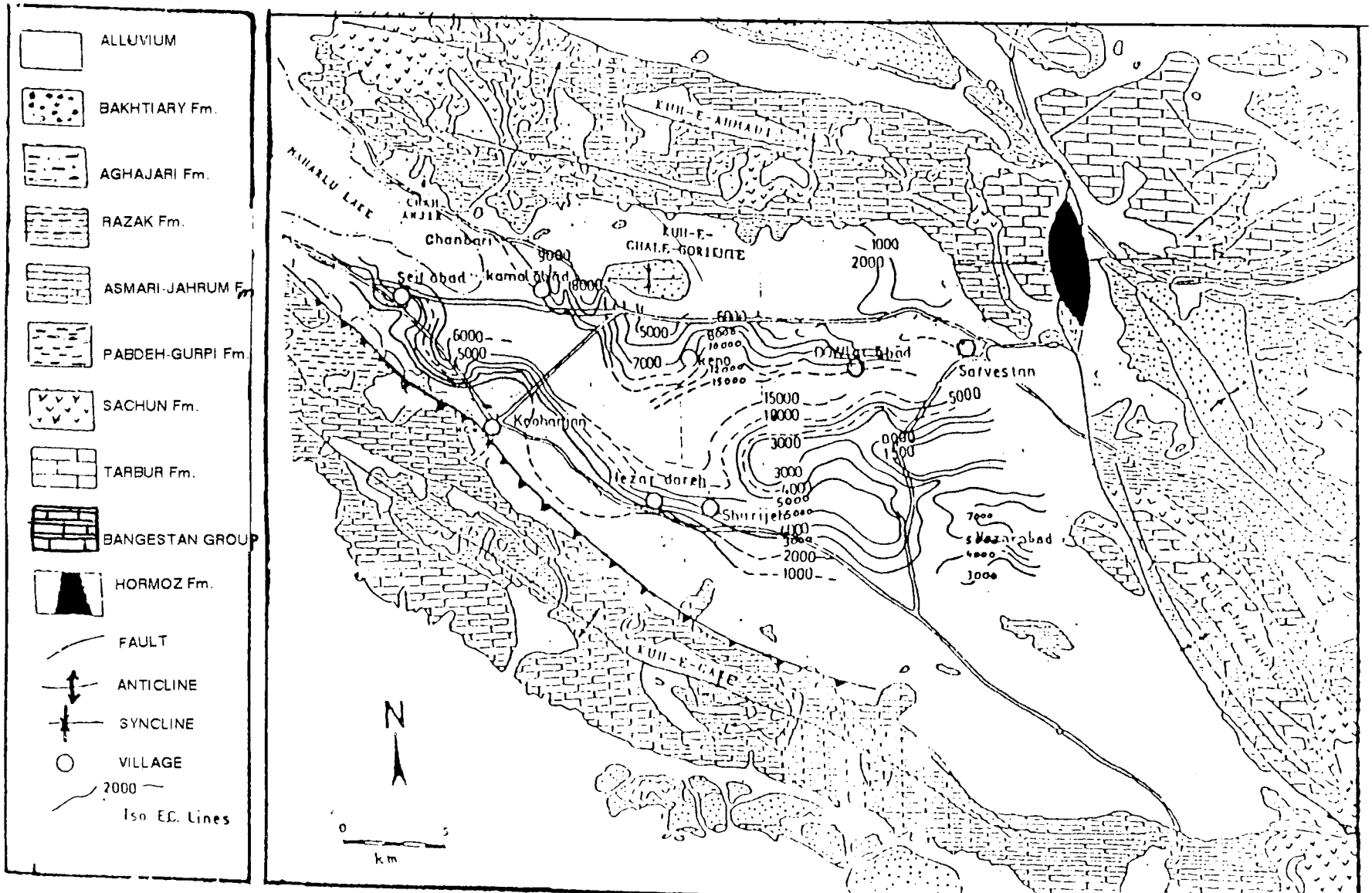
منحنی همترازآب زیرزمینی ۱۴۷۰

روستا

ارتفاعات

مقیاس ۱:۸۵,۰۰۰

شکل شماره۶ : منحنی های همتراز سطح آب زیر زمینی درمحدوده انتخاب شده

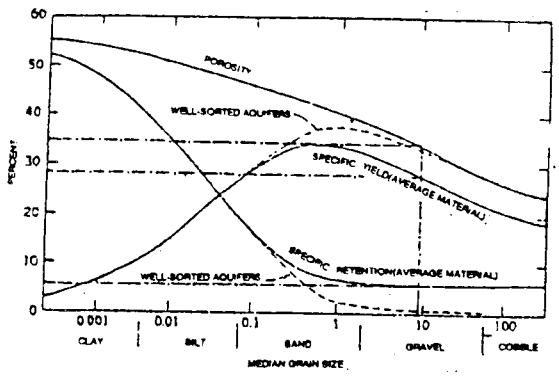


شکل شماره ۷: منحنی های همسان هدایت الکتریکی آبهای زیر زمینی دشت سروستان (امید جهبز ۱۳۷۳)

شکل ۷ منحنی‌های همسان هدایت الکتریکی آبهای زیرزمینی دشت سروستان را نشان می‌دهد. باتوجه به این شکل میزان هدایت الکتریکی از حاشیه ارتفاعات به‌طرف دشت افزایش می‌یابد. به‌طوری که در مرکز دشت مقدار آن به حداکثر ۱۵۰۰۰ میکروموس بر سانتیمتر رسیده و امکان کشاورزی در بخش عمده‌ای از این دشت وجود ندارد. باانجام تغذیه مصنوعی کیفیت آبهای موجود به‌مراتب مناسب‌تر خواهد گردید.

- تعیین ظرفیت ویژه و نگهداشت ویژه آبرفت در محدوده انتخابی

باتوجه به بافت آبرفت که ازطریق آنالیز دانه‌بندی نمونه‌های تهیه شده از آبرفت در اعماق مختلف تعیین گردید و براساس منحنی ارائه شده در شکل ۸ مقادیر ظرفیت ویژه، نگهداشت ویژه و تخلخل آبرفت به طور متوسط محاسبه شده است. باتوجه به اینکه مقدار متوسط برابر ۹/۱ میلیمتر تعیین شده است، مقادیر تخلخل، ظرفیت ویژه و نگهداشت ویژه آبرفت به ترتیب برابر ۳۴٪، ۲۸٪ و ۶٪ محاسبه می‌شود. بنابراین درصورتی که اعداد فوق به‌عنوان مبنای محاسبات درنظر گرفته شود از مقدار حجم آب ورودی به آبرفت ازطریق تغذیه مصنوعی، حدود ۱۷/۵ درصد به صورت آبهای غیرقابل پمپاژ (هیگروسکوپی و موئینه) درآمده و بقیه (۸۲/۵ درصد) را می‌توان پمپاژ نمود.



شکل شماره ۸- برآورد مقادیر تخلخل، ظرفیت ویژه و نگهداشت ویژه خاک باتوجه به D50 آن
(اقتباس از کتاب Hydrogeology تالیف Davis و Dewiest)

طرح تغذیه مصنوعی پیشنهادی

با اجرای طرح انتقال آب از دشت شیراز به دشت سروستان، ۶ مترمکعب در ثانیه آب در ماههای آذر تا فروردین جهت تغذیه مصنوعی تامین خواهد شد. با توجه به اینکه در این مدت آب به طور مداوم و با دبی نسبتاً ثابت جریان خواهد داشت، مساحت حوضچه‌های تغذیه مصنوعی باید به‌نحوی انتخاب شود که آب منتقل شده بدون اینکه برروی زمین ذخیره گردد، به داخل زمین نفوذ نماید. بدین‌منظور می‌توان مساحت زمین را با فرمول زیر محاسبه نمود.

$$V = AI$$

که در این رابطه، V دبی آب ورودی، I نفوذپذیری و A مساحت لازم جهت نفوذ آب است. حجم آب ورودی دریک شبانه روز باتوجه به اینکه دبی ۶ مترمکعب در ثانیه است، برابر ۵۱۸۴۰۰ مترمکعب است. مقدار نفوذپذیری در ناحیه احداث حوضچه‌های تغذیه باتوجه به منحنی‌های هم‌نفوذ برابر ۱/۰۷ متر در روز تعیین گردیده است. در طرحهای تغذیه مصنوعی، معمولاً" به‌دلیل عوامل مختلف، نفوذپذیری به‌تدریج کاهش می‌یابد؛ و به‌همین دلیل مقدار نفوذپذیری برای طراحی حوضچه‌ها برابر ۰/۷ متر در روز درنظر گرفته شده است که البته این مقدار هم برای طرحهای تغذیه مصنوعی زیاد است ولی به‌علل زیر محدودیت چندانی ایجاد نمی نماید:

۱- آب انتقال یافته مجموعی از آبهای استحصال شده از زهکشها و چشمه‌های کارستی دشت شیراز (رواناب رودخانه‌ها) بوده و بنابراین رسوبات زیادی در آن معلق نبوده (لازم به ذکر است آب رودخانه‌ها در زمان سیلاب انتقال نخواهد یافت) و درنتیجه میزان کاهش نفوذپذیری در طول زمان زیاد نمی‌باشد.

۲- حدود ۵۰ هکتار زمین به‌عنوان حوضچه‌های رسوبگیر درنظرگرفته شده که می‌تواند رسوبات معلق را درخود ته‌نشین نماید. مقدار نفوذپذیری رسوبگیرها برابر صفر فرض شده درحالی‌که حداقل در سالهای اولیه بهره‌برداری بخش زیادی از آب ازطریق این حوضچه‌ها نفوذ خواهد نمود.

بنابراین باتوجه به مقادیر نفوذپذیری و حجم آب موجود، سطح لازم جهت طرح تغذیه مصنوعی درحدود ۷۵ هکتار برآورد می‌گردد و علاوه بر آن ۵۰ هکتار نیز به‌عنوان حوضچه رسوبگیر در طراحی سیستم پیشنهادی درنظر گرفته شده است. طول و عرض محدوده طرح تغذیه مصنوعی به‌ترتیب ۵۰۰۰ و ۲۵۰ متر بوده و طول و عرض حوضچه به‌ترتیب ۲۵۰ و ۵۰ متر طراحی شده است. بنابراین جمعاً" ۱۰۰ حوضچه (۲۰ ردیف ۵ تایی) در سیستم تغذیه مصنوعی پیشنهادی وجود دارد. آب به‌وسیله یک کانال اصلی به حوضچه‌های ابتدایی هر ردیف انتقال یافته و ازطریق دریچه‌هایی که در ابتدای آن تعبیه شده، به درون آن وارد می‌شود. در این طرح دو حوضچه اول هر ردیف به‌عنوان رسوبگیر و سه حوضچه بعدی به‌عنوان تغذیه‌کننده درنظرگرفته شده است. ارتفاع آب در حوضچه‌های تغذیه مصنوعی ۳۰ سانتیمتر می‌باشد.

بحث و نتیجه‌گیری

محدوده موردمطالعه باتوجه به مطالعات انجام شده شرایط مناسبی رابرای انجام تغذیه مصنوعی دارا است. آبرفت پوشاننده محل طرح دانه‌درشت بوده و وضعیت مناسبی را جهت نفوذدادن، نگهداری و استخراج آب دارا است. عمق سطح آب زیرزمینی در محل طرح پائین بوده و درنتیجه فضای کافی برای ذخیره آب زیرزمینی وجود دارد. ظرفیت ویژه (Specific Yield) متوسط آبرفت در محل طرح حدود ۲۸٪ محاسبه شده که مقدار مناسبی جهت ذخیره و انتقال آبهای ذخیره شده می‌باشد. لایه نفوذناپذیر پیوسته‌ای در بین محل تغذیه سطح و سفره آب زیرزمینی وجود ندارد. بخش زیادی از زمینهای موجود جزء مراتع بوده و به‌راحتی می‌توان آنها را جهت انجام طرح استحصال نمود. ناحیه موردنظر شیب مناسبی برای انجام پروژه تغذیه مصنوعی داشته و نفوذپذیری بخش اعظم محدوده طرح مناسب است و درمجموع وضعیت ایده‌آلی جهت انجام پروژه تغذیه مصنوعی در این محل موجود است.

علیرغم شرایط مناسب موجود در محل طرح، شرایط پائین‌دست برای انجام یک پروژه تغذیه مصنوعی

بزرگ مناسب نیست. اگر محدوده‌ای به‌طول محل انجام تغذیه مصنوعی (۵کیلومتر) و عرض فاصله بین محل اجرای طرح تا مرکز دشت (۲/۴ کیلومتر) درنظر گرفته شود، باتوجه به منحنی‌های هم‌عمق (شکل ۵) میانگین عمق سطح آب در این محدوده (حداکثر ۴۵/۲ متر و حداقل ۲/۷ متر) حدود۲۴ متر می‌گردد و باتوجه به اینکه ظرفیت ویژه متوسط آبرفت ۲۸٪ است، حجم فضای خالی آبرفت در بالای سطح آب زیرزمینی فعلی برابر ۸۰/۶۴ میلیون مترمکعب محاسبه می گردد، که این مقدار تقریباً" برابر مقدار آب نفوذی در طی ۵ ماه آذر تا فروردین (۷۷/۸ میلیون مترمکعب) است و بنابراین تغذیه این حجم بالای آب موجب بالا آمدن سطح آب در پائین دست و غرقاب شدن محدوده مجاور طرح می‌گردد. حتی اگر سرعت جریان آب زیاد باشد به‌نحوی که در این مدت آب از محدوده مرکز دشت که سطح آب حدود ۲/۷ متر است عبور نماید و به‌طرف دریاچه مهارلو جریان یابد باتوجه به دانه‌ریزبودن آبرفت، در این ناحیه نیز سطح آب بالا آمده و دشت را غرقاب می‌نماید.

بنابراین اگر چه محل طرح از نظرات مختلف جهت نفوذدادن و ذخیره آب مناسب است ولی وضعیت مناطق پائین‌دست موجب ایجاد محدودیت‌هایی گردیده به‌نحوی که نمی‌توان طرح تغذیه مصنوعی را به‌عنوان یک گزینه مناسب انتخاب نمود. بنابراین پیشنهاد می‌شود در طرحهای بزرگ تغذیه مصنوعی علاوه‌بر مطالعات امکان‌یابی نفوذ و ذخیره آب در سفره‌های زیرزمینی، تاثیر انجام تغذیه مصنوعی برروی آبخوان‌های پائین‌دست نیز مطالعه شده و بااستفاده از مدلهای ریاضی، نحوه تغییرات سطح آب زیرزمینی پس ازاجرای طرح موردبررسی قرار گیرد. درصورتی‌که هیچ مشکلی در پائین‌دست ایجاد نگردد می‌توان به توجیه‌پذیری فنی طرح تغذیه مصنوعی اطمینان داشت.

سپاسگزاری

نویسندگان این مقاله از مدیریت محترم شرکت مهندسی مشاور پاراب فارس که امکانات لازم جهت تهیهٔ این مقاله را مهیا نموده و نیز از همکاری مسئولین دانشگاه شیراز کمال سپاسگزاری را دارند.

مراجع

۱- مهندسین مشاور پاراب فارس، مطالعات مرحله اول جمع‌آوری منابع آب دشت شیراز و انتقال به دشت سروستان، جلد چهارم " سیمای طرح "، ۱۳۷۶.

۲ جهبذ، امید، " بررسیهای هیدروشیمیایی حوضه آبخیز سروستان با تاکید بر نقش سازندهای زمین‌شناسی"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شیراز، ۱۳۷۳.

۳ -کوئینکا، ریچارد، " اصول طراحی سیستمهای آبیاری"، ترجمه و اقتباس امین علیزاده، انتشارات آستان قدس رضوی.

4- Davis, S.N., and R.J.M. Dewiest, 1966. " Hydrogeology ", John Wiley & Sons, Inc., New York.

Feasibility Study of Artificial Recharge of Sarvestan Plain by Transfering Water from the Shiraz Plain.

H. Hojjati E. Reaisi

Abstract

The water table is high in the shiraz plain. During some months of the year, parts of surface runoff from the shiraz plain discharges to the Maharloo Lake without being effectively used and is then evaporated.

Previous studies show that by construction of a drainage system in the south - eastern part of the shiraz plain and the surface runoff of the khoshk and chenar Rahdar rivers, it is possibble to obtain average flowrates of 6 m^3/sec and 3m^3/sec during wet and dry months respectively. This water should be transferred to the sarvestan plain for agricultural use. In the dry months, this water can be directly used for irrigation, but during the wet months two alternatives are recommended for water storage, namely construction of a storage dam or artificial recharge.

The alluvial fans located at the foot of the Ghare Mountain have been selected for artificial recharge. For this purpose a number of parameters including permeability at ground surface and various depths (using the Double Ring Method), sieve analysis, soil texture at various depths, and water table level were determined for the study area. The iso-infiltration, iso potential, iso-EC, iso-chloride, and iso- sulfate maps were plotted for the measured data.

These results indicate that since the alluvial fans are permeable and that no impervious layers exist between the ground surface and water table, the site is suitable for artificial recharge. But since the water table level is high downstream of the project area, artificial recharge wil cause the water table to rise greatly in major parts of the recharge area such that it may even submergesd the plain. In such conditions, construchin of a drainage system will not be efficient for lowering the water table because the recharge water will drain out in the winter. In such conditions, construction of a storage dam is more acceptable.

The results of this investigation indicate that the infiltration potential of the site is not the only parameter that should be considered for determining the suitability of the site for artificial recharge, but other parameters such as downstream water table level, direction of ground water, capacity of the unsaturated part of the aquifer and volume of the recharge water should also be considered.

مجموعه مقالات نهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

متن سخنرانی شماره ۱

موضوع:

نکاتی درباره گزینه‌های زراعی برای مسایل آبیاری و زهکشی کشور

تألیف:

حمید سیادت[۱]

در فهرست بلندبالای مشکلات کشاورزی و زیست‌محیطی کشور، مسایل آبیاری و زهکشی در رده‌های بالایی قرار دارند. شماری از این مسایل زاییده فعالیت انسان و شماری دیگر ناشی از ویژگی‌های خاک، آب و اقلیم‌اند. در هر دو حالت، آثار اقتصادی و زیست‌محیطی این مشکلات در مقایسه با اثرات مسایل دیگر کم‌نظیر است. از یک سو، و از دیدگاه اقتصادی، نزدیک به ۹۰ درصد تولیدات کشاورزی کشور از اراضی فاریاب به دست می‌آید که مساحت تقریبی آنها ۸-۷ میلیون هکتار است (آمار نامه کشاورزی ۷۶-۱۳۷۵). از سوی دیگر، همین زمین‌ها و نیز میلیون‌ها هکتار زمین‌هایی که در پیرامون و پایین‌دست آن‌ها قرار دارند از اثرات آبیاری‌های نادرست صدمه می‌بینند. هم‌چنین، نزدیک به ۹۰ درصد آب‌هایی که سالانه در کشور مصرف می‌شوند برای آبیاری اراضی فاریاب به کار می‌روند (جهانی، ۱۳۷۷). هیچ فعالیت دیگری در کشور چنین پهنه‌ای از زمین و چنین حجمی از آب را توأمان به کار نمی‌گیرد. به سخن دیگر، می‌توان گفت که عرصه زمین‌های فاریاب عمده‌ترین عرصه دخالت آدمیان در محیط زیست کشور است. به همین دلیل، مسایل آبیاری و زهکشی از اهیمت ویژه‌ای برخوردارند.

الف - گروه‌بندی کلان مسایل آبیاری و زهکشی

هرچند درباره این مسایل می‌توان فهرست‌های گوناگون و مفصلی تهیه کرد، اما در نوشتار حاضر سه گروه کلان از این مشکلات موردنظراند:

۱- مشکلات کم‌آبی و تنش‌های آبی

۲- مشکلات شوری منابع خاک و آب

۳- مشکلات ماندابی

۱- استاد پژوهش، مؤسسه تحقیقات آب و خاک

تنش آبی در بیشتر مناطق زراعی ایران پدیده‌ای است که هم به صورت پیوسته و ادامه‌دار و هم به صورت منقطع و گهگاهی، رخ می‌دهد. علل پیدایش آن گوناگون است. از یک سو وضعیت اقلیمی، به ویژه کمبود شدید بارندگی در مقایسه با تبخیر و تعرق، زمینه‌ساز طبیعی آن است. ازسوی دیگر، آنجا که آب هم در دسترس است، شیوه‌های نادرست به کارگیری و بهره‌برداری از آن، منجر به ایجاد تنش می‌شوند. این شیوه‌ها گوناگونند: طراحی نامناسب روش آبیاری، آب دادن به مزرعه بدون توجه به نیاز واقعی گیاه، سهل‌انگاری در زمان‌بندی آبیاری و آبیاری زمین ناهموار.

مشکل گسترده دیگری در ارتباط با آبیاری و زهکشی، شور بودن (و شور شدن) منابع خاک و آب است. واقعیت این است که تمامی آب‌ها مقداری نمک دارند. بنابراین هرگاه مزرعه آبیاری می‌شود، مقداری نمک با آب وارد خاک می‌شود. مثلاً آب شرب تهران هم در حدود ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر نمک دارد و اگر این آب برای آبیاری مزرعه به کار رود، به ازاء هر ۱۰۰ میلی‌متر آبیاری، نزدیک به ۲۰۰ کیلوگرم نمک به یک هکتار خاک اضافه می‌شود. بدیهی است که آب‌های به کار رفته در کشاورزی به مراتب بیشتر از آب شرب تهران نمک دارند و بنابراین مقدار نمک در خاک، به ویژه در طی دوره آبیاری به تدریج افزایش می‌یابد.

از سوی دیگر، بعضی خاک‌های کشور به علل طبیعی نیز دچار شوری می‌باشند. به هر تقدیر، مساحت اراضی شور کشور بین ۱۸ تا بیش از ۲۳ میلیون هکتار برآورد شده است *(Siadat, et al 1997)*. بخشی از این اراضی هم‌اکنون زیر کشت است که هرچند سطح دقیق آن‌ها معلوم نیست اما در حدود ۷ میلیون هکتار برآورد شده است (بای‌بوردی ۱۳۷۳).

جلوگیری از گسترش اراضی شور و نیز اصلاح و بهسازی خاک‌های شور از شمار عمده‌ترین مسایل آبیاری و زهکشی است. این مسایل به ویژه به علت روند افت سطح آب زیرزمینی و شور شدن تدریجی آب چاه‌ها در بخش‌هایی از کشور (سیادت ۱۳۷۳، و بولتن ۱۴ وضعیت منابع آب کشور) توجه زیادی نیاز دارند. شور بودن محیط رشد بر تولید محصول صدمه زیادی می‌زند. سیادت و دیگران (۱۳۷۷)، افت تولید گندم در مزارع شور کشاورزان را در مواردی تا چند تن در هکتار گزارش کرده‌اند.

از مشکلات مهم دیگر، زهدار بودن یا ماندابی بودن خاک است. این وضعیت هم در مناطقی پیش می‌آید که سفره آب در چند متری سطح زمین است و هم در مناطقی که مشکل نفوذپذیری سطحی دارند و در نتیجه به طور موقت و چند روزه بعد از بارندگی زیر آب قرار می‌گیرند. به هر حال، پدیده ماندابی باعث می‌شود که تمام یا بخشی از منطقه ریشه گیاه از آب اشباع شده و گیاه به تنش ناشی از کمبود اکسیژن دچار شود. شرایط ماندابی پی‌آمدهای گوناگون دارد که همگی به کاهش کمی و کیفی تولیدات کشاورزی می‌انجامند. گستردگی این مشکل در کشور با دقت مشخص نشده است اما در یک بررسی اجمالی در شماری از استان‌ها آشکار شد که صدها هزار هکتار زمین‌های کشاورزی (آبی و دیم) در غرب، شمال و جنوب کشور، گرفتار این مشکل‌اند (سیادت و همکاران، ۱۳۷۷).

ب - راه‌کارهای مقابله با مسایل آبیاری و زهکشی

به‌طور کلی می‌توان راه‌کارهای برخورد با مسایل آبیاری و زهکشی را در دو گروه دسته‌بندی کرد. گروه نخست راه‌کارهایی است مبتنی بر اصول و قوانین مهندسی و گروه دیگر راه‌کارهای زراعی است. راه‌کارهای

مهندسی در برگیرنده فعالیت‌های ساخت سازه‌های گوناگون است و بنابراین عمدتاً تأمین‌کننده سخت‌افزار برای حل مشکلات آبیاری و زهکشی می‌باشند. در این ارتباط می‌توان احداث سد، بنا کردن شبکه‌های آبرسانی و زهکشی، و ایجاد ایستگاههای پمپاژ را نام برد. از ویژگی‌های این راه‌کارها، هزینه‌بر بودن، زمان‌بری، و نیاز شدید آنها به فن‌آوری پیشرفته است. نیز در بیشتر موارد، این راه‌کارها دگرگونی‌های زیادی در وضعیت محیط زیست ایجاد می‌نمایند. با وجود چنین ویژگی‌هایی، راه‌کارهای مهندسی از زمان‌های دور در ایران و جهان رایج‌ترین روش برخورد با مسایل آبیاری و زهکشی بوده‌اند.

در سال‌های اخیر اما، در پرتو توجه جهانی به مسایل اقتصادی و محیط زیست، روش‌های مهندسی با احتیاط بیشتری اتخاذ می‌شوند در حالی که به راه‌کارهای زراعی رویکرد بیشتری می‌شود. راه‌کارهای زراعی از نکته‌های نهفته در رابطه خاک، آب، گیاه و اقلیم بهره می‌گیرند و مشکلات آبیاری و زهکشی را پیش‌گیری یا رفع کرده یا دست کم سازشی معقول را با آن‌ها میسر می‌سازند. این گزینه‌ها تغییر و دگرگونی عمده‌ای در شرایط محیط ایجاد نمی‌نمایند بلکه در صورت دقت در انجام آن‌ها می‌توان فعالیت‌های تولیدی را با محیط سازگار نمود و تولید را به حالت پایدار ادامه داد.

این مطلب تأکید می‌شود که هرچند در مواردی می‌توان از گزینه‌های زراعی به جای راه‌حل‌های مهندسی بهره جست اما در اکثر موارد گزینه‌های زراعی نه به عنوان یک جانشین بلکه به عنوان نرم‌افزار مناسب برای بهره‌برداری از سخت‌افزارهای ساخته شده با روش‌های مهندسی قلمداد می‌شوند. مثلاً رفع کمبود شدید آب در یک منطقه زراعی، بدون احداث سد، چاه یا عملیات مهندسی برای جمع‌آوری باران، راه‌حل زراعی در مقیاس گسترده نخواهد داشت. اما نکته این است که سازه‌های مهندسی، بدون پشتوانه راه‌کارهای زراعی مناسب موفقیت محدودی خواهند داشت و گاه خود موجب مشکلات بیشتر می‌شوند.

ج - راه‌کارهای زراعی

پیشتر گفته شد که راه‌کارهای زراعی برای مسایل آبیاری و زهکشی از نکته‌های نهفته در رابطه خاک - آب - گیاه در اقلیم‌های مختلف بهره می‌جوید. بنابراین توضیحات درباره آن‌ها در سه عنوان زیر ارایه می‌شود:

ج -۱- مدیریت گیاه

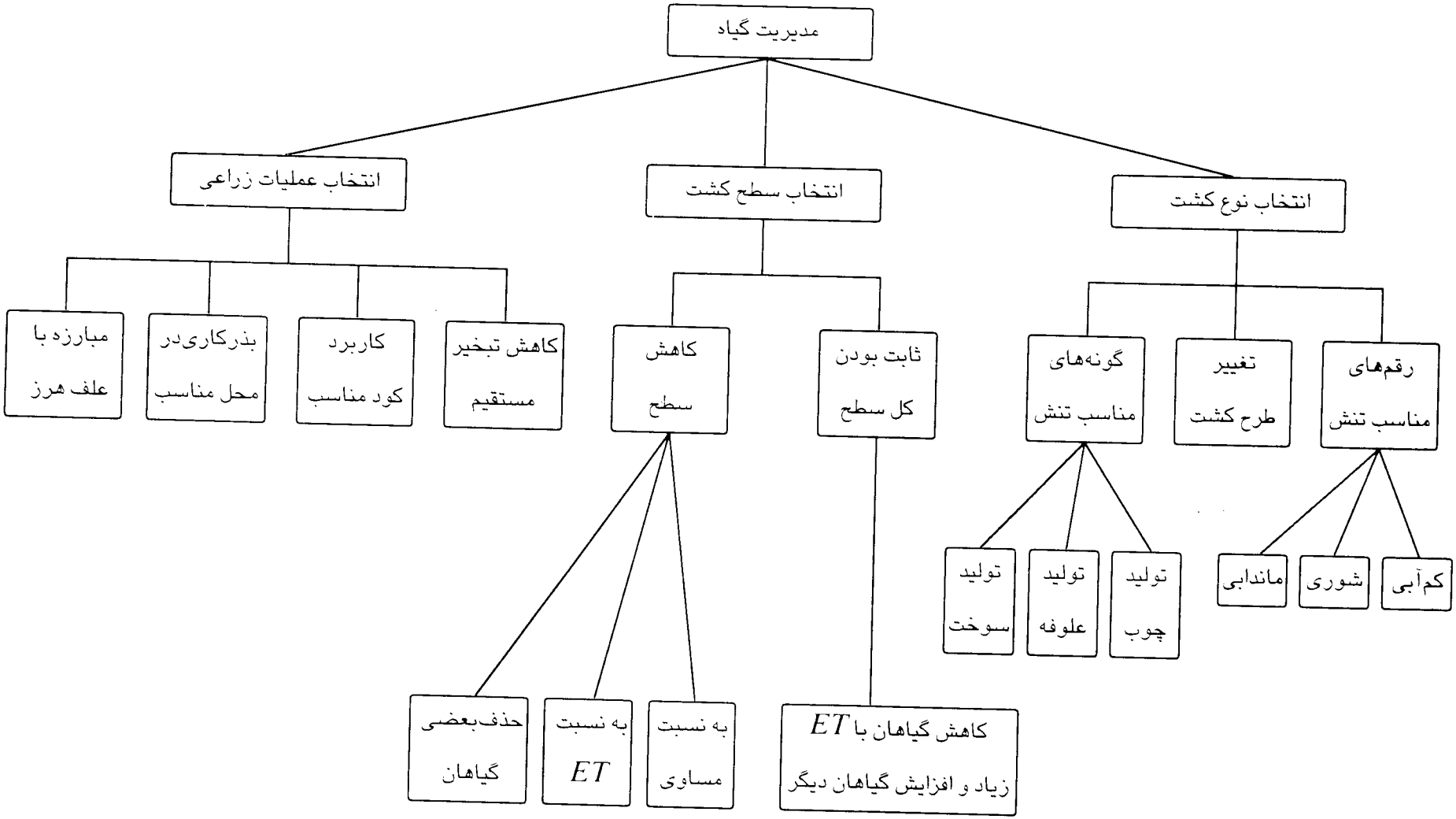
ج -۲- مدیریت آب (در مزرعه)

ج -۳- مدیریت خاک

ج - ۱- مدیریت گیاه

در بحث حاضر، مدیریت گیاه شامل تدبیرهایی است درباره گیاه که در واکنش به حضور یا احتمال ظهور تنش‌های کم‌آبی، شوری، یا ماندابی اتخاذ می‌شوند. فارغ از اینکه مقیاس عمل چه باشد (یک مزرعه، یک دشت، یا حتی تمام زمین‌های زراعی کشور)، مدیریت گیاه فرصت‌هایی مناسب برای مقابله با تنش‌های پیش‌گفته فراهم می‌کند. جزئیات مربوط به این بحث در شکل (۱) نشان داده شده است.

همان‌گونه که در این شکل دیده می‌شود مدیریت گیاه را می‌توان به سه بخش مشخص تقسیم کرد: مدیریت نوع کشت، مدیریت سطح کشت و بالاخره تدبیرهای مربوط به عملیات کاشت و داشت.



شکل (۱) - راه‌کارهایی از طریق مدیریت گیاه برای مقابله با تنش‌های ناشی از کم‌آبی، شوری و ماندابی

از شمار بهترین راه‌های سازش یا مقابله با تنش‌های پیش‌گفته، گزینش و کاشت گونه‌های گیاهی مقاوم یا واریته‌های مقاوم یک گیاه به این تنش‌هاست. در نگاه نخست چنین اقدامی آسان می‌نماید ولی در واقعیت، شناسایی و گزینش گیاهان زراعی برای شرایط تنش‌های مزبور دشواری‌هایی دارد. مقاومت به این‌گونه تنش‌های محیطی، خاصیتی نیست که تنها با یک ژن یا یک ویژگی همراه باشد *(Acevedo, 1987)*.

به راستی، ویژگی‌ها و صفت‌های مختلفی از گیاه ممکن است در ایجاد چنین خاصیتی مؤثر باشند (هریک به تنهایی یا توأم با ویژگی‌های دیگر). "مقاومت" مفهومی نسبی است و فقط می‌توان گفت که کاهش کمّی و کیفی تولید در بعضی نژادهای هر گیاه نسبت به نژادهای دیگر در شرایط یک تنش کمتر است. دشواری دیگر در این زمینه آن است که شدت و مدت تداوم یک تنش نیز در واکنش گیاه مؤثر می‌باشد. این هم گفتنی است که خاصیت مقاومت به تنش‌های آبی، شوری و ماندابی در طی دوره رشد گیاه تغییراتی را نشان می‌دهد و با شرایط محیطی که در تبخیر و تعرق مؤثراند، تأثیر متقابل دارد.

با وجود دشواری‌های پیش‌گفته، می‌توان با تحقیق و جستجوی علمی به گیاهان و واریته‌هایی با مقاومت نسبی به این تنش‌ها دست یافت. پژوهش‌های جهانی، روشن ساخته است که بعضی صفت‌های گیاهی در برابر این تنش‌ها تأثیر مثبت دارد و بنابراین می‌توان با بررسی حضور یا عدم حضور آن صنعت‌ها در یک گونه یا واریته گیاهی اولین گام را در قضاوت در این باره برداشت. جدول (۱) بعضی از صفاتی را که به ویژه برای غلات زمستانه و در برابر تنش آبی مفید می‌باشند نشان می‌دهد *(Acevedo, 1987)*. شماری از این صفت‌ها، مانند تعدیل اسمزی، ریشه‌های گسترده‌تر و انتقال مجدد مواد از اندام رویشی به زایشی، در مورد تنش شوری نیز تأثیر مثبت دارند *(Botella, 1993)*. در مورد تنش شوری باید گفت که این تنش هم به علت کاهش پتانسیل آب در خاک جذب آن را به وسیله گیاه مشکل می‌سازد و هم ترکیب یونی خاص محلول خاک ممکن است صدمات مسمومیت در گیاه ایجاد نماید. به همین لحاظ بعضی صفت‌های دیگر گیاه مانند توانایی سلول گیاهی در خارج کردن یون‌های مضر (مثل سدیم، کلر و بور) از سیتوپلاسم و نگهداری آن در واکوئل یا اصولاً جلوگیری از ورود این یون‌ها به داخل گیاه یا حتی توانایی گیاه برای انباشت این مواد در اندام رویشی مانند ساقه و ریشه می‌تواند صفت‌های مفیدی قلمداد شود *(Shanon, et al, 1994)*. در ایران نیز در سال‌های اخیر تحقیقاتی در زمینه مقاومت به شوری و خشکی انجام شده است (به عنوان نمونه می‌توان از این مطالعات نام برد. رستمی و یزدی صمدی ۱۳۷۰، قائمی، سیادت و صفایی ۱۳۷۲، یزدانی ۱۳۷۲، میلانی ۱۳۷۶، سیادت و سعادت ۱۳۷۷ و مقالات متعدد در پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران ۱۳۷۷).

در مورد گیاهان زراعی و مقاومت آن‌ها به شوری‌های مختلف جداول و اطلاعات نسبتاً عامی وجود دارد که به عنوان تخمین اولیه می‌تواند در انتخاب گیاهان مورد استفاده قرار گیرد *(Maas, et al, 1977, Maas, 1990)* این یادآوری ضروری است که در بسیاری موارد می‌توان با تغییر نوع گیاهان کشت شده، به سطحی از اقتصاد تولید دست یافت که با گیاهان قبلی مقدور نبود. این مطلب به ویژه در شرایط خاک‌های بسیار شور که غالباً به صورت لم‌یزرع می‌باشند و گاهی در مناطق خشک هم قرار دارند حائز توجه زیاد است. در بعضی کشورها *(Naqvi, 1997)* در چنین خاک‌هایی گونه‌های گیاهی مختلف که عمدتاً غیر زراعی و مرتعی می‌باشند کاشته شده و از ماده آلی تولید شده در این زمین‌ها برای مصارف گوناگونی مانند تأمین سوخت، کود سبز، تهیه علوفه، ساخت کاغذ و تولید بیوگاز استفاده می‌شود. در ایران نیز تجربه و تحقیق نشان

داده است که گیاهانی مانند پسته (مواد خوراکی)، روناس (مواد رنگی)، جوواترپیلکس (مواد علوفه‌ای)، تاغ و گز (برای سوخت) در خاک‌های دارای شوری زیاد (بیش از $۱۰ dS/m$) توانایی تولید خوبی دارند.

جدول (۱)- بعضی صفات و ویژگی گیاهی که برای شرایط تنش آبی اثر مفید دارند

صفت یا ویژگی مورد نظر	تأثیر مثبت	تأثیرات جانبی احتمالی
زودرس بودن	کاهش نیاز به آب در مراحل آخر رشد	تولید کمتر در شرایطی که تنش آبی وجود ندارد
بسته شدن سریع روزنه‌ها در واکنش به تنش آبی	کاهش تعرق در شرایط کم‌آبی افزایش کارآیی مصرف آب	-کاهش فتوسنتز در شرایط تنش - ضرورت افزایش دفع انرژی تابشی برای جلوگیری از بالارفتن درجه حرارت
کوتاه بودن ساقه	کاهش تعرق (به ویژه به علت تأثیر کمتر باد در جابه‌جایی نم هوا)	-کاهش تولید کاه در غلات
ریشه‌های گسترده و عمیق	توانایی بیشتر برای جذب آب خاک به‌ویژه از لایه‌های پایین خاک	- رقابت ریشه‌ها با ساقه و دانه در دریافت مواد ساخته‌شده در فتوسنتز
مقاومت هیدرولیکی زیاد به حرکت آب به داخل یا در درون ریشه	کاهش جذب آب خاک در مراحل اول رشد و در نتیجه حفظ رطوبت خاک برای مراحل بعدی رشد (به ویژه در اراضی دیم اهمیت دارد)	- پدید آمدن تنش آبی در برگ‌ها در شرایطی که انرژی تابشی زیاد است
تنظیم اسمزی	توانایی جذب آب در پتانسیل‌های کم (مکش زیاد) رطوبت خاک	مصرف شدن بخشی از مواد تولیدی فتوسنتز در این فرایند
انتقال مجدد مواد از اندام رویشی به زایشی	حفظ تولید دانه یا میوه با وجود کاهش فتوسنتز	-کاهش تولید کاه در غلات
پیچیدن یا تاب‌خوردن برگ‌ها	کاهش تعرق	افزایش درجه حرارت برگ

گفتنی است که در برخورد با شرایط تنش آبی و شوری، فقط گزینش نوع واریته یک محصول یا انتخاب یک گونه گیاهی راه چاره نیست بلکه انتخاب سطح زیر کشت محصولات مختلف و نیز ترتیب محل کاشت آن‌ها از اهمیت برخوردار می‌باشد. مثلاً در مقیاس یک مزرعه، در شرایط کم‌آبی می‌توان سطح زیر کشت محصولاتی را که نیاز آبی زیاد دارند به نفع گیاهانی که نیاز آبی کمتری دارند تغییر داد. یا در مورد ترتیب محل کاشت محصولات در زمین‌های کناره‌های یک رودخانه که در طول مسیر زه‌آب مزارع اطراف را نیز می‌گیرد (و به همین دلیل آب آن در پایین‌دست به تدریج شورتر می‌شود) می‌توان نوع محصولات را چنان انتخاب کرد که در

قسمت‌های بالادست رودخانه گیاهان حساس و نیمه‌حساس به شوری و در پایین‌دست‌ها گیاهان مقاوم به شوری کاشته شوند و به این ترتیب با استفاده از آب‌های شور هم‌حجم منابع آب قابل استفاده برای تولید افزایش می‌یابد و هم حجم زه‌آبی که باید تخلیه شود.

تصمیم‌گیری صحیح در مورد مساحت کشت محصولات و محل کاشت آن‌ها در مقیاس‌های بزرگ (مثلاً در مقیاس یک دشت یا در مقیاس کل کشور) می‌تواند اثرات مهمی در چگونگی بهره‌برداری از منابع آب (ایجاد کم‌آبی یا تأمین آب کافی برای تولید محصول) داشته باشد. ذکر نمونه‌ای در این مورد مطلب را روشن می‌کند. در حال حاضر، چغندرقند یکی از مهم‌ترین محصولات کشاورزی است که در بسیاری از نقاط کشور کشت آن رایج است. بیشترین مساحت زیر کشت این محصول در استان خراسان است که تقریباً بالغ بر ۶۳۰۰۰ هکتار می‌شود. آب موردنیاز برای آبیاری این گیاه در خراسان و خوزستان در جدول (۲) نشان داده شده است (فرشی و همکاران ۱۳۷۶). به طوری که دیده می‌شود. آب آبیاری لازم برای چغندر قند در خوزستان تقریباً نصف نیاز آن در خراسان است (دوره رشد محصول در خوزستان طی پاییز و زمستان است). ولی در شرایط فعلی مساحت زیر کشت آن در خراسان تقریباً ۹ برابر سطح آن در خوزستان می‌باشد و این در حالی است که حتی تولید در واحد سطح در خراسان نزدیک به ۴۰ درصد کمتر از خوزستان است (آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۷۶-۱۳۷۵ وزارت کشاورزی).

بنابراین از دیدگاه بهره‌برداری صحیح از منابع آب کشور، توزیع مساحت زیرکشت چغندر قند در این دو استان درست نیست و برعکس منطق افزایش تولید به ازاء واحد آب مصرفی می‌باشد.

جدول (۲)- عدم تناسب سطح کشت و آب لازم برای آبیاری چغندر قند در دو استان

استان	آب لازم برای آبیاری (میلی‌متر)	سطح زیرکشت (هکتار)	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)
خراسان	۷۳۰-۱۱۸۰	۶۳۰۰۰	۲۵۵۰۱
خوزستان	۴۱۰-۵۵۰	۷۵۰۰	۴۲۱۹۲

از دیگر مدیریت‌های گیاهی که برای مقابله با تنش‌های مورد بحث مؤثر می‌باشند، برخی عملیات زراعی مناسب می‌باشد. مثلاً، مدیریت گیاه به گونه‌ای که مقدار تبخیر مستقیم آب خاک کاهش می‌یابد. برای این منظور، مصرف مقدار مناسب از کودها به ویژه کود حاوی نیتروژن نتیجه‌بخش خواهد بود.

افزایش این کود باعث می‌شود که گیاه مراحل رشد اولیه را سریع‌تر پشت سر بگذارد و سطح خاک زودتر زیرپوشش گیاهی قرار گیرد. در نتیجه، تبخیر مستقیم از خاک کم می‌شود و سهم تعرق از مجموع تبخیر و تعرق افزایش می‌یابد. با افزایش سهم تعرق، راندمان مصرف آب برای تولید بالا می‌رود. بعضی آزمایش‌ها این مطلب را تأیید می‌کند *(Pruitt, et al, 1984)*. عملیات زراعی دیگر نیز مؤثرند. مثلاً مصرف کود فسفر، غالباً باعث کوتاه شدن دوره رشد (زودرسی) محصول می‌شود و پتاسیم نیز در مقابله با شرایط کم‌آبی و شوری نقش مثبتی دارد *(Tisdale, et al, 1990)*، دانش‌نیا، ۱۳۷۷). نمونه دیگری از عملیات زراعی مناسب به ویژه در شرایط خاک و آب شور این است که، بذرها در محلی دور از محل تراکم نمک روی پشته‌ها (در روش

شیاری و جویچه‌ای) کاشته شوند. رعایت این اصل می‌تواند به گونه‌ای چشمگیر از صدمات شوری بر جوانه‌زنی گیاه بکاهد. بالاخره، باید یادآوری کرد که مبارزه با علف هرز از دیدگاه افزایش تولید محصول در ازاء حجم آب داده شده، از عملیات مؤثری است که در شرایط کم‌آبی اهمیت بیشتری پیدا می‌کند.

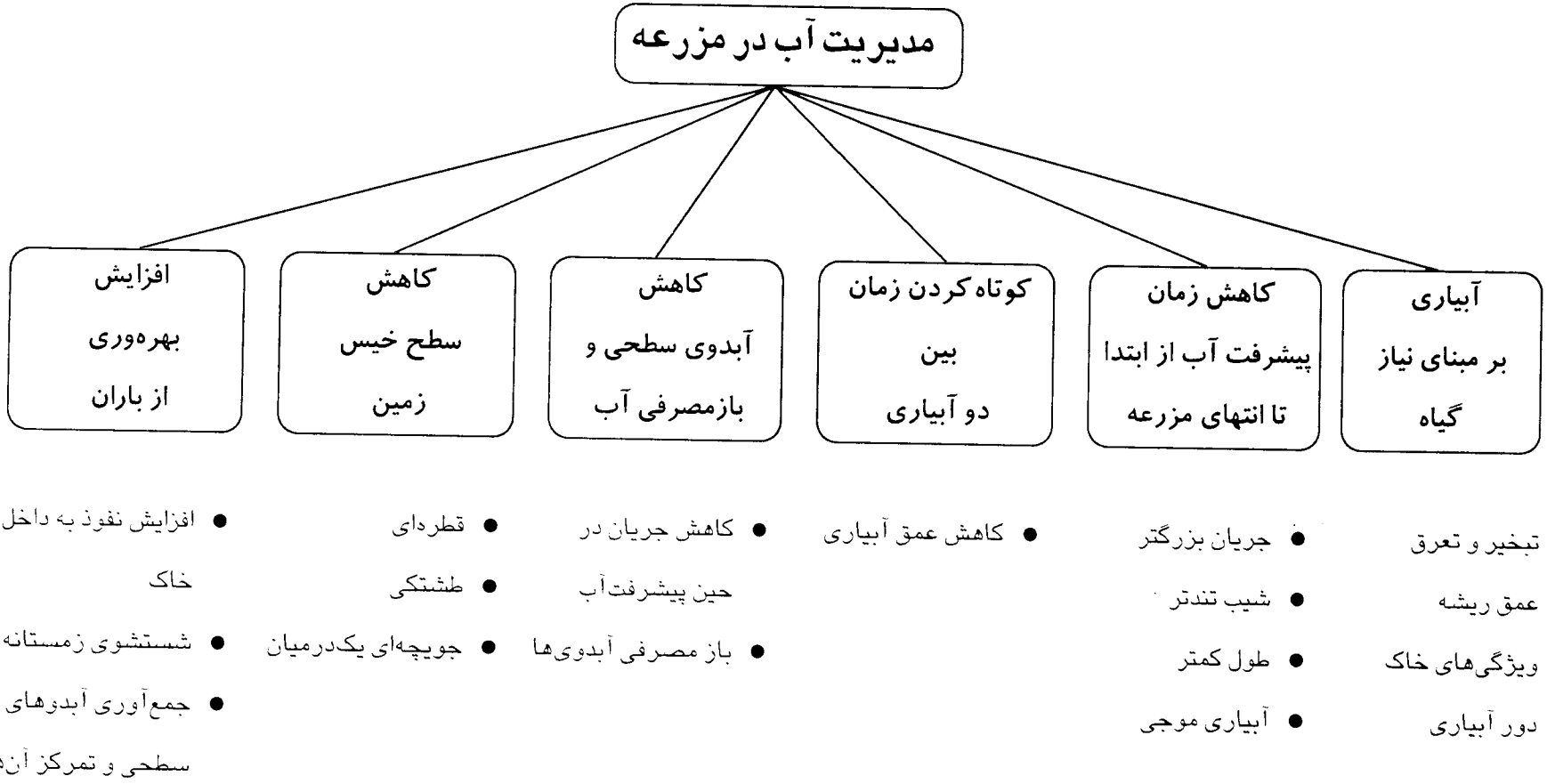
ج- ۲- مدیریت آب در مزرعه

به راستی، بخش عمده مشکلات آبیاری و زهکشی در جهان و به ویژه در کشور ما ناشی از مدیریت نادرست آب در مزرعه می‌باشد. اعداد بسیار کوچکی که در مورد کارآیی مصرف آب در مملکت مطرح می‌شود گواه این مطلب است. به هر حال در این زمینه جای زیادی برای بهبود وضع وجود دارد. شکل (۲) مجموعه‌ای از این فعالیت‌ها را به گونه‌ای نمونه‌وار نشان می‌دهد. توضیحات بیشتر در این باره در زیر ارایه شده است.

نخستین نکته اینکه آبیاری بر مبنای نیاز گیاه می‌بایست به عنوان یک اصل در بین زارعین رواج یابد. خوشبختانه برآوردهایی از نیاز آبی گیاهان کشور در دست است (فرشی و همکاران ۱۳۷۶،) که در صورت فقدان اطلاعات محلی دقیق می‌تواند مبنای آبیاری مزارع قرار گیرد. نیز باید به زارعین آموزش داد که برای تعیین آب لازم در هر آبیاری، به ویژگی‌های خاک و عمق ریشه گیاه در طول دوره رشد توجه نمایند. آبیاری‌هایی که بدون توجه به نیاز گیاه انجام می‌شوند مخاطراتی از نظر تلفات آب، ایجاد مشکلات زهکشی، شستشوی مواد غذایی و افزایش هزینه تولید را در بردارند.

اقدام دیگر، کاهش زمان پیشرفت آب از ابتدا تا انتهای جویچه، شیار یا نوار آبیاری است. این زمان عامل اصلی ایجاد غیریکنواختی در مقدار آب فرورفته در نقاط مختلف خاک یک مزرعه می‌باشد. هرچقدر اختلاف زمان تماس آب با خاک در ابتدای جویچه یا نوار با زمان تماس در انتهای آنها بیشتر باشد تلفات نفوذ عمقی در قسمت‌های ابتدایی بیشتر خواهد بود و در نتیجه تلفات آبیاری و مخاطرات مسایل زهکشی بیشتر خواهد شد. این مشکل بیشتر در مزارعی پدید می‌آید که سطح زمین به خوبی تسطیح نشده، شیب یکنواخت نیست یا شیب بسیار کم است. همچنین در مواردی که مقدار جریان وارد شده به نوار یا جویچه‌ها در مقایسه با سرعت نفوذ آب به خاک کم باشد، سرعت پیشرفت آب در طول مسیر آهسته خواهد بود و نتیجه مشابهی به بار می‌آید. برای رفع این مسئله، اقداماتی مانند برداشتن ناهمواری‌های زمین و استفاده از جریانات بزرگتر آب (بدون ایجاد فرسایش خاک) و در مواردی افزایش شیب زمین و کاهش طول نوار یا جویچه مؤثر می‌باشند.

راه‌کارهای دیگری که در شکل (۲)ذکر شده‌اند، همگی برای شرایط کم‌آبی و شوری مؤثراند. کوتاه کردن زمان بین دو آبیاری یا افزایش دفعات آبیاری به ویژه در شرایط شوری خاک و آب به افزایش تولید کمک می‌کند زیرا از کاهش زیاد پتانسیل ماتریک خاک جلوگیری می‌کند و در نتیجه گیاه می‌تواند در برابر افت پتانسیل اسمزی (به معنای شورتر شدن خاک و آب) تحمل بیشتری نشان دهد *(Rhoades et al 1992)* سیادت و همکاران (۱۳۷۷) تأثیر مثبت افزایش دفعات آبیاری را در تولید محصول گندم در شرایط شور گزارش کرده‌اند. چنانچه افزایش دفعات آبیاری با کاهش مقدار آب در هر نوبت آبیاری همراه باشد (که کار درست هم همین است) می‌توان انتظار داشت که مقدار تلفات عمقی نیز کاهش یابد و در نتیجه نیازهای زهکشی کم شود. تلفات سطحی آب یا آبدوی سطحی نیز در مواردی موجب هدر رفت آب و احیاناً ظهور مشکلات زهکشی می‌شود. بنابراین اقداماتی مانند جمع‌آوری و باز مصرفی زه‌آب‌های سطحی و یا جلوگیری



شکل (۲)- مدیریت آب در مزرعه برای مقابله با مشکلات کم‌آبی، شوری و زهکشی

از آبدوی سطحی (باکم کردن دبی ورودی در زمانی که جبهه آب در نیمه دوم طول نوار می‌باشد) می‌تواند به افزایش آب موجود برای آبیاری کمک کرده و از ایجاد مشکلات زهکشی نیز جلوگیری کند.

موضوع مهم دیگری در زمینه مدیریت آب در مزرعه این است که بهره‌وری از باران را افزایش داد. در اراضی فاریاب کشور استفاده از روش‌های خاص برای بهره‌وری بیشتر از باران رایج نیست و به نظر می‌رسد که توجه به نقش باران منحصر به اراضی دیم است. جا دارد که برای زمین‌های آبیاری شده نیز اقداماتی در جهت بالا بردن نقش بارش‌های طبیعی در تولید محصول انجام شود. شاید مهمترین گام در این باره آن باشد که با تمهیداتی در سطح خاک مقدار نفوذ باران را افزایش دهیم و از جریان یافتن آب در سطح خاک و خارج شدن آن از مزرعه جلوگیری کنیم. این اقدام در شرایط کم‌آبی، ذخیره آبی خوبی در خاک تأمین می‌کند که ممکن است یکی دو نوبت آبیاری بهاره را صرفه‌جویی کند. همچنین استفاده از باران برای شستشوی خاک‌های شور بسیار مهم است. برای این منظور معمولاً در زمستان و بعد از اتمام یک بارندگی بلافاصله مزرعه آبیاری می‌شود تا اطمینان حاصل شود که جبهه رطوبتی در نیمرخ خاک به منطقه زیر ناحیه‌ای که معمولاً ریشه در آن رشد می‌کند برسد. به این ترتیب مقداری از نمک‌های انباشته شده در این ناحیه از نیمرخ، از آن خارج می‌شود و فرایند شور شدن زمین‌ها متوقف یا کند می‌گردد.

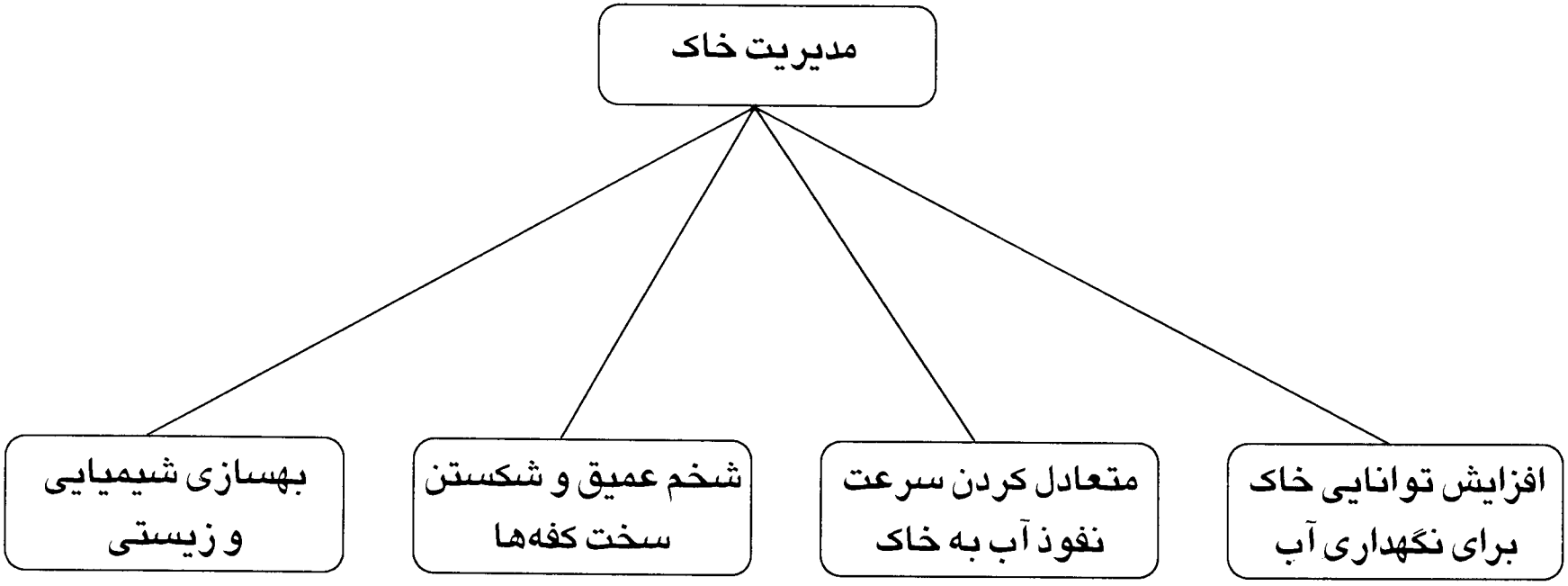
ج - ۳- مدیریت خاک

بخش مهمی از راه‌کارهای زراعی مناسب برای مسایل آبیاری و زهکشی، به مدیریت خاک مربوط می‌شود. خاک نگهدارنده آب، مواد غذایی، هوا و نمک‌هاست و به راستی آغاز و پایان فعالیت‌های آبیاری و زهکشی با خاک است. بنابراین باید پذیرفت که مدیریت خاک چه در ایجاد مسایل آبیاری و زهکشی و چه در رفع مشکلات مربوط به آنها نقش تعیین‌کننده دارد.

در بحث حاضر، منظور از مدیریت خاک اقداماتی است که برای تغییر خواص و ویژگی‌های نیمرخ خاک انجام می‌شود تا از اثرات تنش‌های کم‌آبی شوری و ماندابی پیشگیری شده یا تأثیر آنها کاهش یابد. با این همه، از اقداماتی مانند آبشویی و نمک‌زدایی یا احداث شبکه‌های زهکشی سخنی نخواهیم گفت زیرا مطالب آنها بیشتر در عرصه راه‌کارهای مهندسی است.

در شکل (۳) فعالیت‌های موردنظر نشان داده شده‌اند. یکی از مهم‌ترین اقدامات در مورد خاک، افزایش توانایی خاک برای نگهداری آب می‌باشد. این خاصیت نقش‌های گوناگونی به خاک می‌دهد که در ارتباط با مسایل آبیاری از اهمیت برخوردارند. مثلاً ظرفیت خاک برای نگهداری آب در برنامه‌ریزی آبیاری و تعیین دور آبیاری مستقیماً اثر می‌گذارد. همچنین میزان تلفات آب در روش‌های مختلف آبیاری، به این خاصیت خاک بستگی دارد. برخی خاک‌ها، به ویژه خاک‌هایی با بافت سبک، ظرفیت کمی برای نگهداری آب دارند. در این خاک‌ها، آبیاری باید با فواصل زمانی کوتاه انجام شود و نیز معمولاً تلفات آب بر اثر نفوذ آن به زیرناحیه ریشه‌دوانی زیاد می‌باشد. برای رفع این مسئله، اصلاح خاک با افزودن موادی مانند پلی‌مرهای مصنوعی جاذب آب، مواد معدنی متخلخل مانند پرلیت (که معادن آن در کشور بیشتر در آذربایجان شرقی است) و بالاخره استفاده از مواد آلی مختلف مقدور می‌باشد. گفتنی است که مصرف پلی‌مرها و پرلیت در مقیاس‌های بزرگ گران تمام می‌شود و بیشتر مصرف آنها در کارهای گلخانه‌ای، گلدانی و خزانه‌های گیاهی رایج است.

متعادل کردن سرعت نفوذ آب به خاک نیز در پیشگیری مسایل آبیاری و زهکشی مؤثر است. در این رابطه



شکل (۳)- شماری از راه‌کارهای زراعی در ارتباط با مدیریت خاک برای پیشگیری یا کاهش اثر تنشهای کم‌آبی، شوری و ماندابی

باید تلاش کرد تا سرعت نفوذ آب را در خاک‌های سنگین و خاک‌های سدیمی افزایش داد و در خاک‌های با بافت سبک، آن را کم کرد. بدون اصلاح این خاصیت، آبیاری خاک‌های مزبور یا باعث به وجود آمدن حالت ماندابی سطحی در خاک و تلفات تبخیر مستقیم (در خاک‌های سنگین و سدیمی) می‌شود یا اینکه زمینه را برای تلفات عمقی آب و پیشرفت آهسته جبهه آب در آبیاری نواری و نشتی مناسب می‌کند. بنابراین، اصلاح این خاصیت خاک از به وجود آمدن مسایل زهکشی سطحی یا زیرزمینی و نیز از هدر رفت آب جلوگیری خواهد کرد. کاربرد مواد آلی در همه موارد و کاربرد مواد بهساز خاک‌های سدیمی (مانند گچ، گوگرد و اسید سولفوریک) مؤثر می‌باشد. تحقیقات متعددی در این باره به وسیله پژوهندگان مؤسسه تحقیقات خاک و آب انجام شده است (مثلاً به مهاجر میلانی، ۱۳۶۷ مراجعه فرمایید).

یکی دیگر از مواردی که خصوصیات خاک باعث ایجاد مسایل آبیاری و زهکشی می‌شوند، وجود سخت کفه‌ها و لایه‌هایی از خاک در نزدیکی سطح زمین است که متراکم بوده و از نفوذ آب و ریشه به لایه‌های پایین جلوگیری می‌نمایند. در چنین خاک‌هایی فروروی آب به اعماق نیمرخ متوقف شده و شرایط ماندابی در لایه‌های بالای نیمرخ پدید می‌آید. نیز به همین علت، نمک‌هایی که با آب آبیاری به خاک افزوده می‌شوند در لایه‌های بالای سخت کفه متراکم و انباشته شده و منطقه ریشه‌دوانی گیاه به تدریج شور می‌شود. آبشویی و بهسازی شیمیایی این خاک‌ها بدون شکستن سخت کفه موفق نخواهد شد. بنابراین استفاده از شخم عمیق و کاربرد زیرشکن برای ازبین بردن سخت کفه ضروری است (Rhoades, et al, 1992).

در بعضی خاک‌ها، انباشته شدن مقادیر زیادی از بعضی عناصر سنگین مانند کادمیم یا فلزاتی مانند روی و نیکل وضعیتی را به وجود می‌آورد که جذب این مواد به وسیله گیاهان افزایش می‌یابد. مصرف این گیاهان توسط دام‌ها یا به طور مستقیم توسط خود انسان پی‌آمدهای بهداشتی دارد. برای پاکسازی این خاک‌ها، روش‌های معمول آبشویی ممکن است به مقادیر بسیار زیادی آب نیاز داشته باشد و در عین حال خارج کردن زه‌آب نیز نیازمند شبکه زهکشی خواهد بود. به جای این کار می‌توان از گیاهانی که قادرند مقادیر زیادی از این عناصر را جذب نمایند استفاده کرد. این گیاهان به طورکلی به عنوان گیاهان پر انباشتگر (hyper accumulator) شناخته می‌شوند و با کاشت آنها می‌توان بدون مصرف آب زیاد و احداث شبکه زهکشی، خاک را پاک‌سازی کرد. چنین گیاهانی در مناطقی که خاک‌ها مقادیر زیادی فلز دارند (مثلاً در نزدیکی معادن و کانسارهایی که در حال استخراج هستند) به صورت پوشش طبیعی منطقه یافت می‌شوند (Mc Grath, 1996). با آزمایشات و تجزیه‌های شیمیایی می‌توان نوع فلز (یا فلزاتی) را که به وسیله هریک از این گیاهان جذب می‌شود مشخص کرد و برای پاکسازی خاک از آنها استفاده نمود.

هـ - جمعبندی

دو راه‌کار عمده برای مشکلات آبیاری و زهکشی، راه‌کارهای مهندسی و زراعی است. تأکید راه‌کارهای مهندسی بر تأمین سازه‌ها و سخت‌افزار لازم برای این مشکلات است. اما راه‌کارهای زراعی، نرم‌افزار لازم برای استفاده از سخت‌افزارهای ساخته شده را فراهم می‌کنند. نیز اینکه، راه‌کارهای مهندسی تغییرات چشمگیری در محیط طبیعی یک منطقه ایجاد می‌نمایند ولی راه‌کارهای زراعی غالباً دگرگونی چندانی در محیط زیست پدید نمی‌آورند بلکه به میانجی‌گری تحقیق و آموزش به دگرگونی اندیشه و عمل کشاورزان و

بهره‌برداران از سازه‌های احداث شده می‌پردازند. هرچند تاکنون راه‌کارهای زراعی چندان در جانشینی راه‌کارهای مهندسی موفق نبوده‌اند، اما همواره، موفقیت نهایی پروژه‌های آبیاری و زهکشی در گرو آنها بوده است.

مراجع فارسی

- بای‌بوردی، محمد. زهکشی و احیاء اراضی. ۱۳۷۳. مجموعه مقالات هفتمین سیمنار کمیته ملی آبیاری و زهکشی. مقاله ۲۷ صفحه ۱.
- بی‌نام. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۱۳۷۷. مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر و انجمن علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. صفحه‌های ۲۹۵-۲۳۹.
- بی‌نام. بولتن وضعیت منابع آب کشور. ۱۳۷۶. سال نهم. شماره ۱۴. صفحه‌های ۱۰۵-۵۲.
- جهانی، عباسقلی. چالش‌های مدیریت آب در سال‌ها و دهه‌های آتی. ۱۳۷۷. سخنرانی در کارگاه بحران آب. تهران
- دانش‌نیا، عبدالعظیم. نقش پتاسیم در کاهش آب مصرفی و تأثیر متقابل آب و پتاسیم در کمیت و کیفیت پرتقال محلی. ۱۳۷۷. مجله خاک و آب. جلد ۱۲ شماره ۵ (زیر چاپ)
- رستمی، محمدعلی و بهمن یزدی صمدی. ارزیابی مقاومت به خشکی و عکس‌العمل ارقام یونجه در شرایط عادی و تنش رطوبت خاک. ۱۳۷۰. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۲۲.
- سیادت، حمید. اثرات محیطی پروژه‌های آبیاری: چند هشدار و توصیه. ۱۳۷۳. اولین کنگره ملی برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری در امور زیربنایی (آب و خاک) بخش کشاورزی.
- سیادت، حمید و سعید سعادت بروجنی. بررسی رشد و تولید گندم در شرایط شور در مزارع کشاورزان. ۱۳۷۳. مجله خاک و آب. جلد ۱۲ شماره ۴. صفحه‌های ۲۴-۱۵.
- سیادت، حمید و سعید سعادت بروجنی. اثر آب ماندگی سطحی و تهویه ضعیف خاک در تولید گندم. ۱۳۷۷. ارسال برای انتشار در مجله زیتون.
- قائمی، محمدرضا و حمید سیادت و نسیم صفایی. گزارش نهایی طرح بررسی مقاومت ۴۹ رقم گندم نسبت به خشکی. ۱۳۷۳. نشریه فنی شماره ۸۹۱. مؤسسه تحقیقات خاک و آب
- فرشی، علی اصغر و محمدرضا شریعتی، رقیه جارالله‌ی، محمدرضا قائمی، مهدی شهابی‌فر و میرمسعود تولایی. برآورد آب موردنیاز گیاهان عمده زراعی و باغی کشور. ۱۳۷۶. جلد اول. صفحه ۴۰۲.
- مهاجر میلانی، پرویز. گزارش نهایی مقایسه عملکرد ۲۱ رقم و لاین گندم در شرایط شوری منطقه قمرود (استان قم). ۱۳۷۶. نشریه فنی شماره ۱۰۰۸ مؤسسه تحقیقات خاک و آب.
- مهاجر میلانی، پرویز. مروری بر تحقیقات ۲۰ ساله اصلاح اراضی و زهکشی. ۱۳۷۶. نشریه فنی شماره ۷۳۸. مؤسسه تحقیقات خاک و آب.
- یزدانی، هوشنگ. تعیین مقاومت ارقام گوجه‌فرنگی، پیاز و تربچه به شوری. ۱۳۷۲. نشریه شماره ۷۲/۲۶۷ مرکز اسناد و مدارک کشاورزی. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.

مراجع انگلیسی

- Acevedo, E. Assessing crop and plant attributes for cereal improvement in water - limited Mediterranean environments. In : Drought Tolerance in Winter Cereads. Srivastava, J.P. (ed.). 1987. ICARDA PP 303-321.
- Botella, M.A., A.C. Cerda, and S. H. Lips. 1993. Dry matter production and allocation of carbon-14 assimilates by wheat as affected by nitrogen sources and salinity Ag. J. 85(5): 1044-1049.
- Mass, E. V. and G. J. Hoffman. Crop salt tolerance - Current assesment. ASCE. J. Irrig. and Drainage Div. 103 (IRZ): 115-134.
- Maas, E.V. 1990. Crop salt tolerance. In: Agricltural Salinity Assessment and Management. K. Tanji(ed.) ASCE. PP 262-304.
- Mc Grath, S. Plants clean - up soils. 1996. BBSRC Science Brief, Issue no. 4. Rothamsted Experimental Station U.K.. P : 9
- Naqvi, S. H. M. Isotope - aided studies on productive utilization of salt - affected lands and saline groundwaters. 1997. Concept paper for a pilot inter-regional project. IAEA.
- Pruitt, W. O., O. W. Henderson, E. Fereres, R. M. Hagan, P. E. Martin, E. Tarantino, H. Singh, and B. Chandio. Microclimate evapotranspiration and water use efficiency for drip - and furrow - irrigated tomatoes. May, 1984. ICID 12 th Congress.
- Rhoades, J. D., A. Kandiah, and A. M. Mashali. The use of saline waters for crop production. 1992. FAO. Irrigation and Drainage Paper no. 48. P : 95 and 100.
- Siadat, H., M. Bybordi, and M. J. Malakouti. 1997. Salt - affected soils of Iran : A country report. International. Symposium on Sustainable management of salt affected soils. CAIRO. EGYPT.
- Shanon, M. C., C. M. Grieve, and L. E. Francois. 1994. Whole - plant response to salinity. In: Plant - Environment Interactions. Editted by R. E. Wilkinson. Marcel Dekker, Inc. PP: 199-242.
- Tisdale, S. L., W. L. Nelson, and J. D. Beaton. 1990. Soil Fertility and Fertiliaers. 4 th edition. Maxwell MACMILLAN International Edition, P: 705

مجموعه مقالات نهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

متن سخنرانی شماره ۲

موضوع:

مروری بر وضعیت بهره‌برداری منابع آب ایران

تألیف:

جعفر غفاری شیروان[۱]

مقدمه

کشور ما به دلیل نازل بودن ریزش‌های جوی و نامناسب بودن پراکنش زمانی و مکانی آن، در زمره کشورهای خشک و نیمه‌خشک جهان قرار دارد و در این شرایط به دلیل رشد جمعیت، گسترش شهرنشینی و توسعه بخش‌های اقتصادی (کشاورزی و صنعت) تقاضا برای آب روز به روز افزایش می‌یابد. نظری به گذشته و تاریخ کهن کشور، نشان می‌دهد که برای تعدیل مشکلات ناشی از محدودیت منابع آب ابتکارات و ابداعات متنوعی در زمینه بهره‌برداری از منابع آب سطحی و زیرزمینی در ابعاد سازه‌ای و مدیریتی مورد توجه بوده است که احداث قنوات، سدهای مخزنی و انحرافی در بعد سازه‌ای و نظام‌های حقابه‌بری مدون همچون طومار شیخ‌بهایی و ... در بعد مدیریتی آن قابل ذکر است.

در این بررسی کوتاه ضمن اشاره‌ای گذرا به قدمت آب و آبیاری و مدیریت آن در ایران کهن و امکانات بالقوه منابع آب کشور وضعیت سرمایه‌گذاری‌های گذشته تاکنون و بهره‌برداری از تأسیسات آبی در شرایط موجود مورد بررسی قرار گرفته و سپس خطوط اساسی و چشم‌انداز آینده در این زمینه مورد توجه قرار می‌گیرد.

۱- سوابق تاریخی آب و مدیریت آن در ایران

آب و آبیاری در ایران تاریخ بسیار کهنی دارد که از تاریخ مدون ایران باستان بس فراتر است. این سابقه درخشان در کنار تاریخ زراعت آبی ایران تکامل یافته است. تاریخ آب و آبیاری به حدود ۳۰۰۰ سال قبل

۱- مدیرکل دفتر امور منابع آب سازمان برنامه و بودجه

برمی‌گردد. در آن زمان بر اساس شواهد موجود و آثاری که هنوز در بسیاری از نقاط کشور برجای مانده است، ساختارهای سازمان یافته‌ای برای اجرای طرح‌های آب و آبیاری وجود داشته و ضوابط، دستورالعمل و قوانین خاصی بهره‌برداری و نگهداری از تأسیسات و دریافت حقابه‌های توزیع آب را به عهده داشته‌اند.

اگر به طور خلاصه به بعضی اقدامات مهم و اساسی در ارتباط با تاریخ آب و آبیاری نظر افکنیم مشاهده می‌شود که:

بنابر نوشته‌های معتبرترین تاریخ‌های کهن ایران در قرون اولیه اسلامی (تاریخ طبری، تاریخ ثعالبی)، در زمان حکومت پیشدادیان شیوه آبیاری، کشت آبی، کشت گندم و شیوه درو و برداشت به مردم آموزش داده می‌شد.

از شاخص کارهای او چنین نوشته‌اند:

- مردم را به کشت زمین و آبادانی فرمان دادند.
- کاریز کندن را فرمان دادند و به مردمان کشاورزی آموختند. هر کاریزی که افراسیاب خراب کرده بود همه آبادان کرد. بنابراین وجود کاریز در ایران را حدود ۳۴۰۰ سال قبل تخمین می‌زنند. البته در مناطق خشک و کم‌آب کویری، در طول تاریخ قوانین عرفی و سنتی محلی فراوانی به وجود آمده، تکامل یافته و شکل گرفته‌اند. گرچه در بعضی موارد کشمکش‌ها و زد و خوردهایی بر سر تقسیم آب در آن مناطق حادث گردیده ولی نحوه بهره‌برداری و نگهداری از تأسیسات در آن زمان‌ها به قدری تابع قوانین و ضوابط موجود بوده است که مشکلات بسیار کمی بین مصرف‌کنندگان آب ایجاد شده است.

موضوع نماد برجسته آب در تمدن گذشته ایران نشان‌دهنده اهمیت بسیار زیاد آب در زمان‌های قدیم از نظر مصارف شرب و کشاورزی بوده است. کلاه دو شاخ که از نقش‌های کهن در منطقه فارس و برخی نقاط دیگر ایران دیده می‌شود چنانکه از یادگارهای فرهنگی موجود می‌آید یک نماد برجسته آب است.

نگرش یکپارچه به حوضه آبریز در حدود ۳۰۰۰ سال قبل مطرح بوده است که در عصر حاضر که جزو سیاست‌های برنامه اول و دوم توسعه بوده است هنوز نتیجه ملموسی عاید نشده است.

اجرای طرح‌های متعددی شامل قنات، چشمه، آب‌انبار، سد، بند، سواره، آبدالان، آباده، آسیاب و استخر با مشارکت مالی مردم انجام گرفته و مورد بهره‌برداری از طریق خود مردم قرار گرفته‌اند.

جنس مصالح و روش‌های مهندسی به کار رفته در برپایی کلیه سازه‌های موجود در سطح کشور نشان می‌دهد که همه آن‌ها به یک تمدن ریشه‌دار تعلق داشته است.

خلاصه اینکه در طول قرن‌ها، مردمی پشت سر مردمی دیگر آمده‌اند تا ساخته‌های پیشینیان را به کار گیرند، آنان این سازه‌ها را حفظ و نگهداری کردند، بناهای نو را با فرهنگ کهن ساختند و بر غنای تمدن آبی این سرزمین افزودند.

۲- امکانات بالقوه منابع آب

باتوجه به میزان متوسط بارندگی سالانه کشور که حدود ۲۵۰ میلیمتر محاسبه می‌شود و با در نظر گرفتن وضعیت پوشش گیاهی و ... منابع آب قابل تجدید کشور حدود ۱۳۰ میلیارد مترمکعب برآورد می‌شود. از کل

منابع آب قابل تجدید سالانه حدود ۱۰۵ میلیارد مترمکعب را جریان‌های سطحی (۹۳ میلیارد مترمکعب با منشاء سرزمینی و ۱۲ میلیارد مترمکعب آب‌های مشترک و ورودی) و ۲۵ میلیارد مترمکعب را جریان‌های نفوذی به منابع زیرزمینی تشکیل می‌دهد (نمودار شماره یک).

افزایش جمعیت کشور و محدودیت منابع آب، متوسط سرانه منابع آب قابل تجدید کشور را تقلیل داده است به طوری که اگر این رقم در سال ۱۳۴۰ حدود ۵۵۰۰ مترمکعب بود در سال ۱۳۵۷ به حدود ۳۴۰۰ و در سال ۱۳۶۵ به حدود ۲۷۰۰ مترمکعب رسیده است. در نمودار شماره ۲ میزان سرانه آب قابل تجدید کشور از سال ۱۳۶۵ تا ۱۳۸۵ با فرض ادامه رشد جمعیت با نرخ فعلی ارائه شده است. بر این مبنا میزان سرانه آب کشور در سال ۱۳۸۵ به حدود ۱۹۰۰ مترمکعب خواهد رسید.

صرف‌نظر از تفاوت‌های آشکار منطقه‌ای در کشور ما و گستره مناطق خشکی مثل سواحل خلیج‌فارس و دریای عمان، نیمه شرقی کشور از خراسان، تا سیستان و بلوچستان و نیز حوضه‌های مرکزی که میزان سرانه آب قابل تجدید در آن‌ها از میزان متوسط کشور به مراتب پایین‌تر است، ارقام متوسط سرانه آب کشور در سال‌های آینده به مفهوم ورود ایران به مرحله تنش آبی در سال ۱۳۸۵ خواهد بود. برای مقایسه لازم است اشاره شود که در مقطع سال ۱۳۷۶ (۱۹۹۷) متوسط سرانه آب قابل تجدید در کشور برزیل حدود ۲۲، آمریکا ۵ و اسپانیا ۱/۳ برابر متوسط سرانه کشور ما بوده است.

نتایج بررسی‌های انجام شده بر روی متغیرهای بخش آب نشان می‌دهد که روند نامناسبی در تعیین اولویت‌ها و تخصیص منابع مالی وجود داشته است. افزایش بی‌رویه و خارج از برنامه طرح‌های عمرانی، شروع عملیات اجرایی تعدادی از طرح‌ها بدون خاتمه و تصویب مطالعات مرحله توجیه فنی و اقتصادی، همه از دلایل روند نامطلوب بشمار می‌آیند.

۳- بهره‌برداری از منابع آب در وضعیت موجود

از کل منابع آب قابل تجدید در مقطع سال ۱۳۷۶ حدود ۸۷/۵ میلیارد مترمکعب برای مصارف بخش‌های مختلف (کشاورزی، شرب و صنعت) برداشت می‌شود که حدود ۸۲ میلیارد مترمکعب آن (۹۴ درصد) به بخش آبیاری اختصاص دارد.

این مقدار آب از منابع آب سطحی (تأسیسات سنتی و مدرن) و منابع آب زیرزمینی (چاه، چشمه و قنوات) تأمین می‌شود. سرمایه‌گذاری برای طرح‌های توسعه بهره‌برداری از منابع آب سطحی از منابع درآمد عمومی و برای بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی عمدتاً توسط بخش خصوصی انجام شده است. روند اعتبارات عمرانی فصل منابع آب شامل تأمین آب، ساختمان شبکه‌های آبیاری و زهکشی، آبرسانی به شهرها و صنایع، مهندسی رودخانه و سواحل، حفاظت و بهبود بهره‌برداری و مطالعات در دوره ۷۷-۱۳۶۷ در نمودار شماره ۳ ارائه شده است. بر اساس این نمودار حجم سرمایه‌گذاری دولتی در بخش آب به قیمت‌های جاری روند افزایشی و به قیمت‌های ثابت سال ۱۳۷۵ با رشد اندک روند تقریباً ثابتی داشته است.

لازم به توضیح است که سیاست‌های استفاده کاراً از منابع سرمایه‌گذاری به دلیل افزایش بی‌رویه تعداد طرح‌های اجرایی متأسفانه عمل نشده و به طوری که در نمودار شماره ۴ نشان داده شده است تعداد کل طرح‌های اجرایی و مطالعاتی بخش آب از حدود ۹۰ طرح در سال ۱۳۶۷ به حدود ۲۳۰ طرح در سال ۱۳۷۷

بالغ شده است. مفهوم افزایش تعداد طرح از بعد استفاده کاراً از منابع مالی به این معنی است که بخشی از منابع مالی به جای اینکه صرف اتمام طرح‌های نیمه‌تمام شود صرف شروع طرح‌های جدید شده است.

در نمودار شماره ۵ سهم اعتبارات عمرانی در دوره مذکور برای سه برنامه عمده بخش آب یعنی تأمین آب، ساختمان شبکه‌های آبیاری و زهکشی و آبرسانی به شهرها و صنایع ارائه شده است. بر اساس این نمودار اعتبارات برنامه تأمین آب از حدود ۲۲ درصد در سال ۱۳۶۷ به ۵۰ درصد در سال ۱۳۷۰ و ۳۸ درصد در سال ۱۳۷۷ رسیده است. در حالی که سهم اعتبارات برنامه ساختمان شبکه‌های آبیاری و زهکشی (به رغم تأکید سیاست‌های برنامه‌های اول و دوم و سیاست‌های بودجه‌های سالانه) از حدود ۴۰ درصد در سال ۱۳۶۷ با کاهشی چشم‌گیر به حدود ۲۳ درصد در سال ۱۳۷۷ تنزل یافته است.

به رغم محدودیت منابع آب و توزیع نامناسب زمانی و مکانی آن در کشور استفاده از این منابع ذاتاً با ارزش و غیرقابل جایگزین و به لحاظ سرمایه‌گذاری برای استحصال پرهزینه، با کارآیی بسیار پایینی انجام می‌گیرد. میزان کارآیی مصرف آب در بخش کشاورزی به طور متوسط حدود ۳۵-۳۰ درصد تخمین زده می‌شود در حالی که این میزان در محدوده بعضی از شبکه‌های آبیاری مدرن حتی تا حدود ۲۰ درصد نیز گزارش شده است. در بخش مصارف شرب شهری صرفنظر از مصارف بی‌رویه شهروندان، به دلیل فرسودگی شبکه‌های توزیع داخل شهرها میزان تلفات تا حدود ۳۵ درصد برآورد می‌شود. با آگاهی از این واقعیت و نیز در یک تناقض آشکار حتی با سیاست‌های مصوب برنامه‌های گذشته، متأسفانه روند سرمایه‌گذاری‌ها به گونه‌ای نبوده است که اولویت استفاده مطلوب از ظرفیت‌های موجود را مورد توجه قرار دهد.

عدم توجه به سیاست‌های مصوب برنامه‌ها موجب گردیده تا نسبت آب تأمین شده توسط سدهای مخزنی (عمده‌ترین سرمایه‌گذاری‌ها به این برنامه اختصاص داشته است) به وسعت شبکه‌های آبیاری و زهکشی اصلی و فرعی و نیز تجهیز و نوسازی مزارع طی برنامه‌های گذشته تغییر معنی‌داری را در جهت منطقی شدن پیدا نکند. بدیهی است در صورت عدم توجه به اجرای طرح‌های مکمل (شبکه‌های آبیاری و زهکشی و ...) پیش‌بینی می‌شود که در سال‌های آینده شکاف بین مقادیر تأمین آب و امکانات انتقال و توزیع آب در جهت افزایش و بهبود تولیدات کشاورزی در اراضی آبی عمیق‌تر شود.

۴- چشم‌انداز آینده وضعیت منابع آب کشور

در این بررسی به اختصار، دو وضعیت متفاوت از آینده ارائه می‌شود.

۱) ادامه روند آینده بر اساس وضع موجود،

۲) ادامه روند آینده در شرایط اصلاح روند موجود.

۴-۱ چشم‌انداز آینده براساس ادامه وضع موجود

در صورت ادامه روندها و گرایش‌های موجود، وضعیت آتی بخش آب کشور به شرح زیر پیش‌بینی می‌شود:

- ادامه روند افزایش جمعیت کشور میزان متوسط سرانه آب قابل تجدید را تا مراحل ورود به دوره تنش آبی و سپس مرحله مواجه با بحران آب تقلیل خواهد داد.

- ادامه روند استفاده بی‌رویه از منابع آب و پایین بودن کارآیی مصرف این منابع کمبود منابع آب را تشدید و تسریع خواهد کرد.
- ادامه روند آلودگی منابع آب و دفع پساب‌ها به منابع آب سطحی و زیرزمینی کیفیت منابع آب را تخریب نموده و دسترسی به منابع آب با کیفیت مناسب را محدودتر خواهد نمود.
- ادامه سیاست‌های تأمین آب به شکل فعلی (مدیریت عرضه) بدون توجه به بهره‌برداری و استفاده صحیح از این منبع کمیاب و گرانبها توسط مصرف‌کنندگان (مدیریت تقاضا) منجر به اتلاف و تخریب منابع آب خواهد شد.
- ادامه روند تعیین غیرواقعی و غیر اقتصادی قیمت آب، روند مصرف و تلفات بی‌رویه و عدم امکان تأمین منابع مالی لازم حتی برای بهره‌برداری و نگهداری از سرمایه‌گذاری‌های انجام شده را تشدید خواهد کرد.
- ادامه روند فعلی طرح‌های مهار و تنظیم آب‌های سطحی و عدم تناسب حجم کارهای در دست اجرا با طرح‌های مکمل نظیر طرح‌های آبخیزداری در بالادست و ساختمان شبکه‌های آبیاری و زهکشی و تجهیز و نوسازی مزارع در پایین‌دست موجب ادامه تخریب حوضه‌های آبخیز، انباشت رسوبات در مخازن سدها و کاهش سریع عمر مفید تأسیسات و عدم بهره‌گیری کامل از سرمایه‌گذاری‌ها و عدم تحقق هدف نهایی افزایش تولید خواهد شد.
- ادامه تفکیک وظایف و مسؤلیت‌های مدیریتی بخش آب منجر به اتلاف منابع، تداخل وظایف و دوباره‌کاری‌ها شده و تحقق مدیریت یکپارچه منابع آب در حوضه‌های آبریز را منتفی خواهد نمود.

۴-۲- چشم‌انداز آینده در شرایط اصلاح روندها

باتوجه به نقش حیاتی آب در توسعه پایدار و محدودیت منابع آب در کشور اصلاح بنیادی روندهای گذشته امری اجتناب‌ناپذیر است. با در نظر گرفتن چالش‌های عمده بخش آب می‌باید اصلاح روندها به گونه‌ای انجام گیرد که شرایط مطلوب آینده در بخش آب محقق گردد.

چنین شرایط مطلوبی مقدمتاً به شرح زیر تصویر می‌گردد:

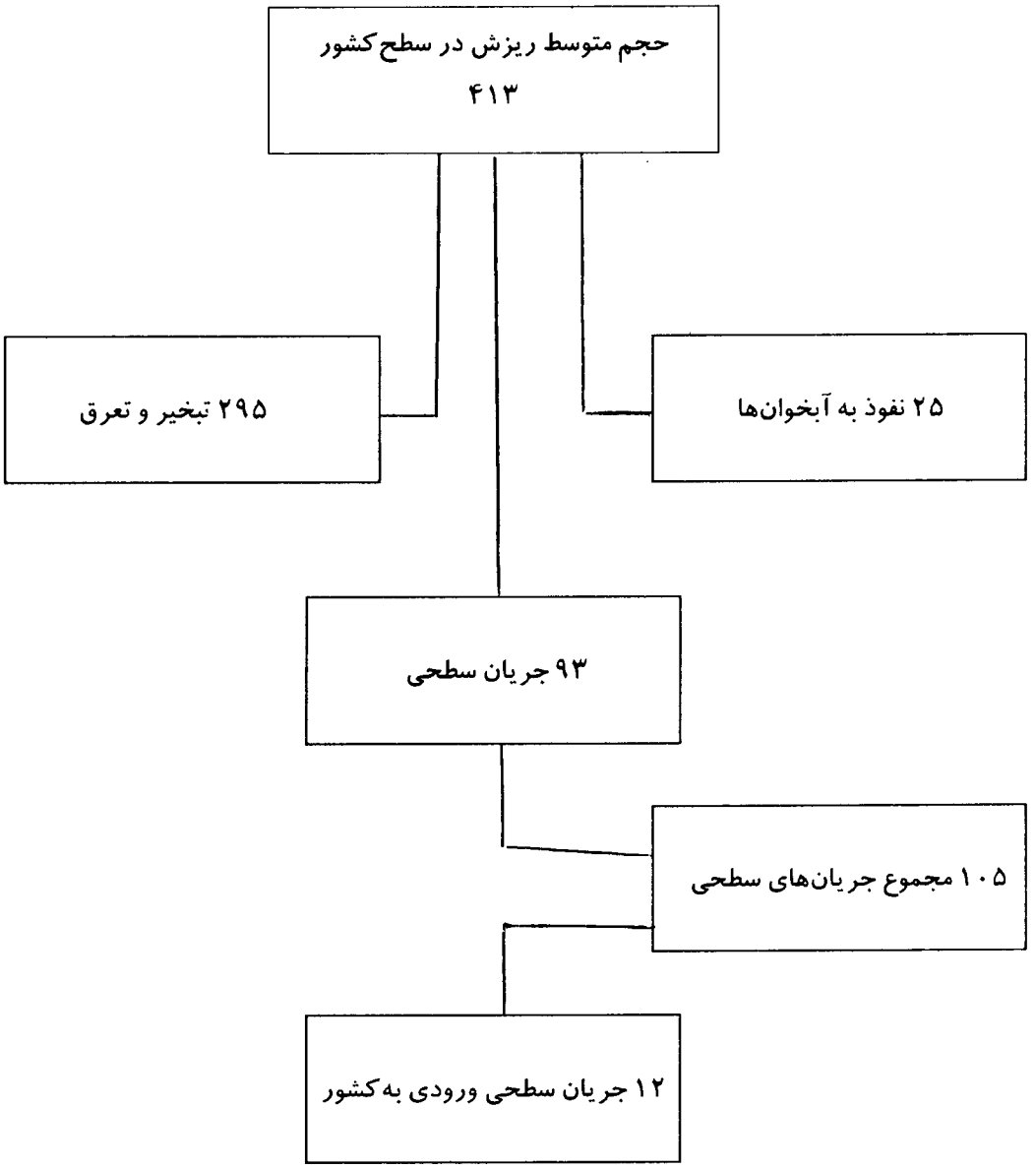
- مدیریت آب کشور از یکپارچگی، هماهنگی و انسجام کامل و منطقی برخوردار بوده و اساس آن را مدیریت یکپارچه منابع آب و خاک حوضه‌های آبریز کشور تشکیل می‌دهد.
- کمیت و کیفیت منابع آب اعم از سطحی، زیرزمینی و سایر پیکره‌های آبی در چارچوب اصول توسعه پایدار مورد حمایت و حفاظت قرار خواهد گرفت.
- بیشترین امکانات منابع آب سطحی توسط تأسیسات مدرن نظیر سدهای مخزنی، انحرافی مستقل، ایستگاه‌های پمپاژ و تأسیسات انتقال بین حوضه‌ای در ابعاد مختلف مهار و در اختیار بخش‌های مصرف قرار خواهد گرفت.
- برداشت از منابع آب زیرزمینی کشور در حد توان و ظرفیت مجاز آبخوان‌ها انجام گرفته، برداشت‌های غیرمجاز از این منابع متوقف و تقویت آبخوان‌هایی که دچار مشکلات کمی و کیفی شده‌اند مورد توجه و عمل قرار خواهد گرفت.
- از منابع آب غیرمتعارف حسب شرایط و براساس یافته‌های تحقیقاتی بهره‌برداری به عمل خواهد آمد.

- متناسب با افزایش جمعیت و نیز توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشور، منابع آب مورد نیاز بخش‌های مصرف (کشاورزی، شرب، صنعت و معدن و ...) با ضریب اطمینان کافی و بر اساس بالاترین بازده و کارآیی در مصرف تأمین خواهد شد.
- طرح‌های توسعه منابع آب کشور و طرح‌های مکمل آن در چارچوب برنامه‌های جامع و بر مبنای اصول توسعه پایدار و پس از انجام، خاتمه و تصویب مطالعات توجیهی مورد توجه و اقدام خواهد بود.
- ارزش و قیمت آب به عنوان یک ماده غیرقابل جایگزین و یک کالای اقتصادی مورد توجه قرار خواهد گرفت.
- بهره‌برداری و نگهداری مطلوب از تأسیسات به منظور حفاظت از منابع آب و سرمایه‌گذاری‌ها با مشارکت بخش خصوصی و تشکل‌های ذیربط عملی خواهد شد.

نمودار شماره ۱

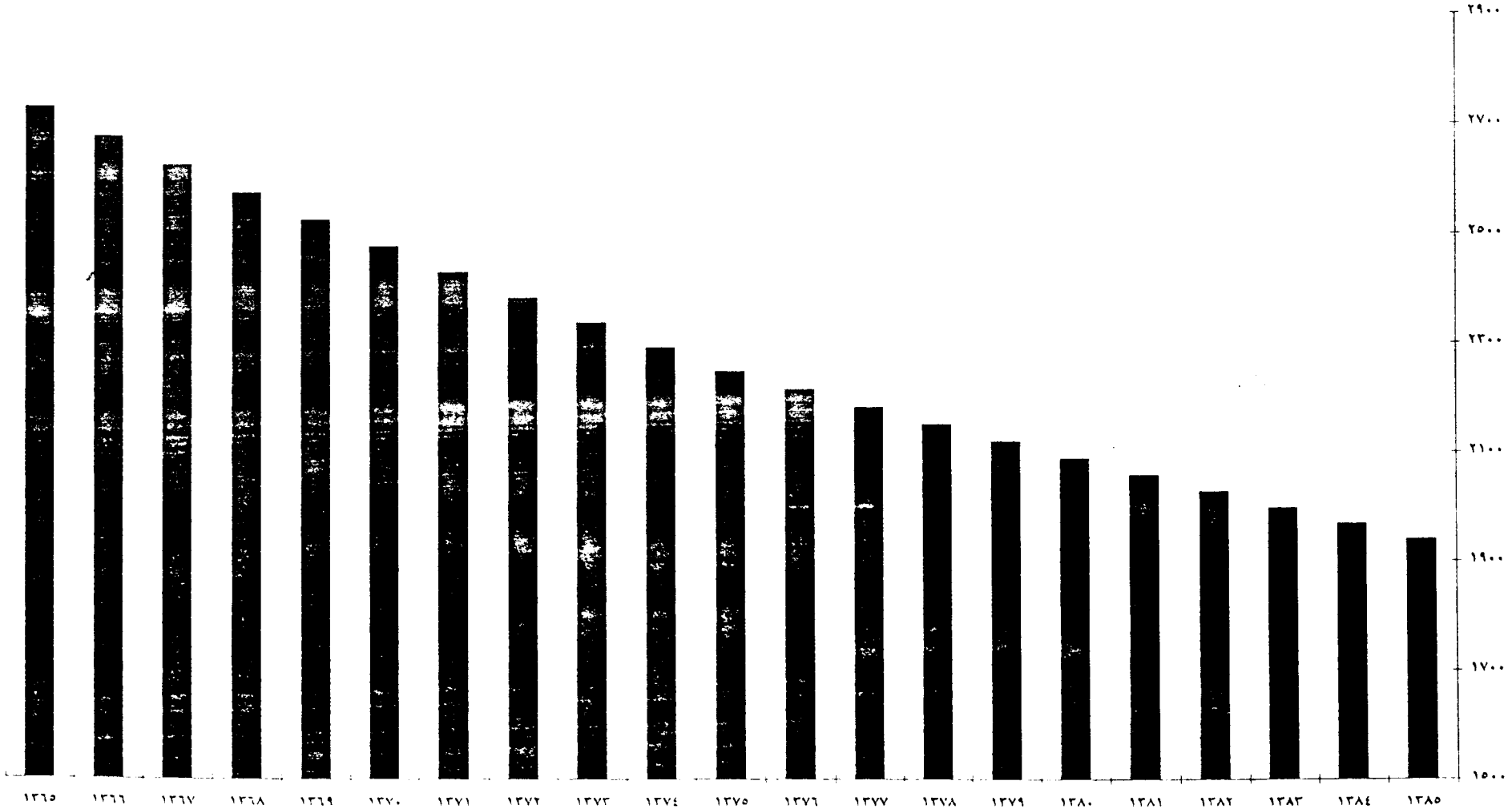
منابع آب تجدید شونده کشور

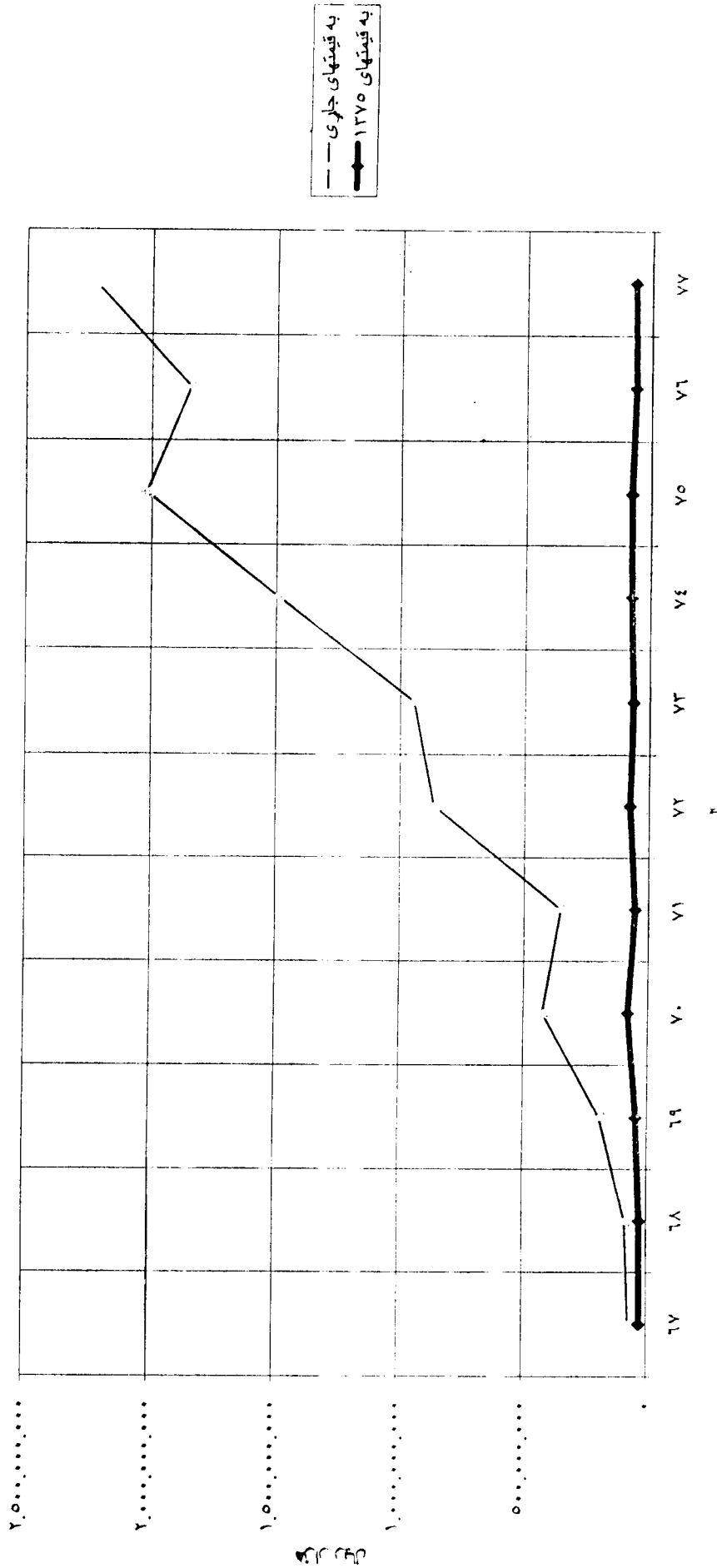
واحد : میلیارد متر مکعب



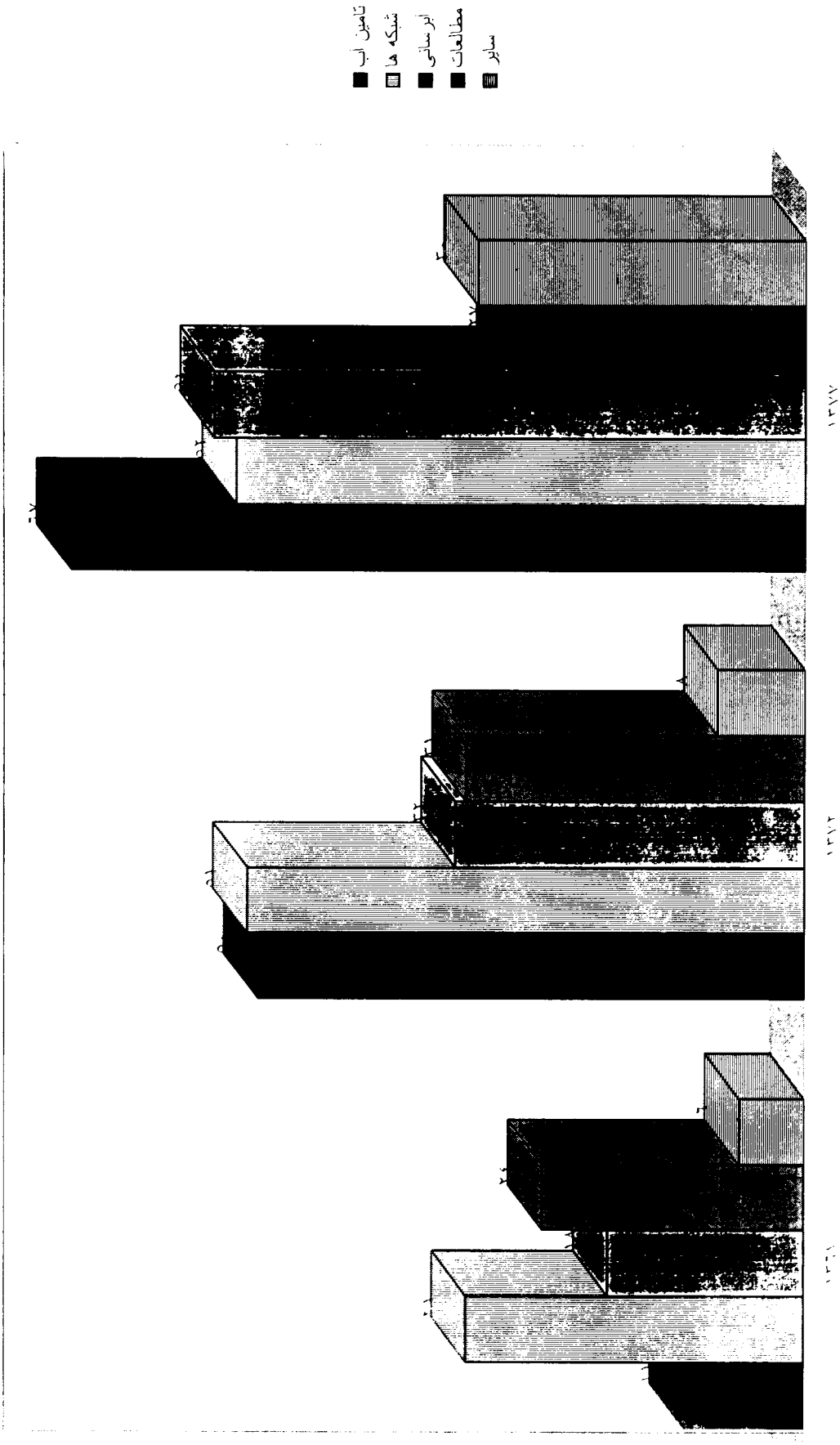
نمودارشماره۲

روند سرانه منابع آب تجدید شونده

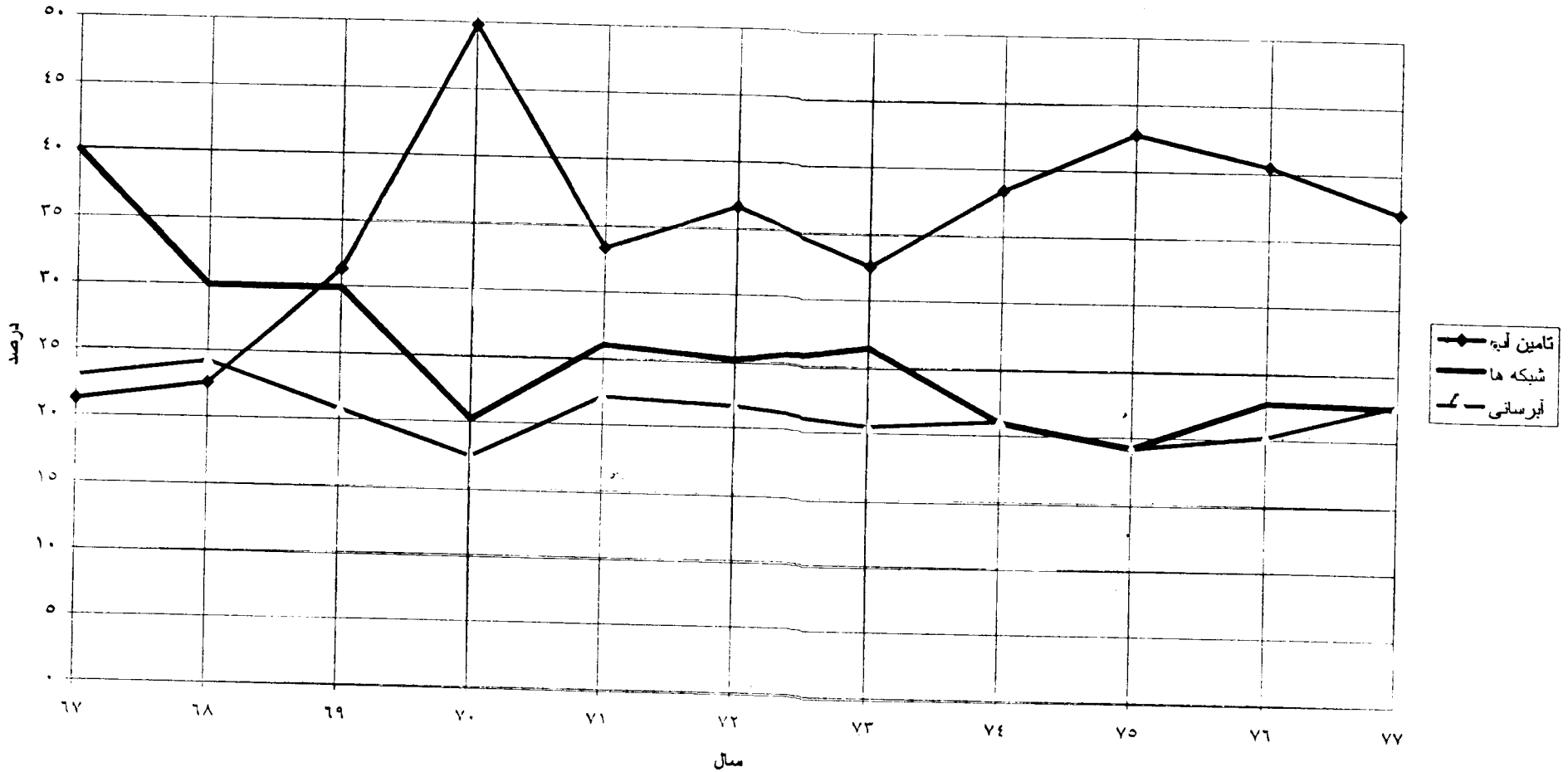




نمودار شماره ۳ – روند اعتبارات عمرانی فصل آب به قیمتهای جاری و ثابت ۱۳۷۵



نمودار شماره ۴ - تعداد و توزیع طرحهای فعال آب در سه مقطع زمانی ۱۳۶۷، ۱۳۷۲ و ۱۳۷۷



نمودار شماره ۵ - سهم اعتبارات برنامه‌های تامین آب، شبکه‌های آبیاری و زهکشی و آبرسانی به شهرها و صنایع از کل اعتبارات عمرانی فصل آب

م

9TH SEMINAR
OF IRANIAN NATIONAL COMMITTEE
ON IRRIGATION AND DRAINAGE

Allocation and Optimum Utilization Management of Water in Agriculture

No.21 - 1999

ISBN: 964-6668-04-6 شابک: ۹۶۴-۶۶۶۸-۰۴-۶

کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران
تهران - خیابان کریم خان زند
خیابان شهید عضدی جنوبی (آبان جنوبی) - شماره ۸۹
تلفن: ۸۸۹۸۹۲۰ - دورنگار: ۸۸۹۵۶۴۵

ICID.CIID