وزارت نیرو

کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

مجموعه مقالات کارگاه فنی ـ آموزشی

آبیـــاری میکـــرو

۹ تیر ماه ۱۳۷۹

نشریه شماره ۳۷ ـ ۱۳۷۹

وزارت نیرو

کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

مجموعه مقالات کارگاه فنی ـ آموزشی

آبیـــاری میکـــرو

اعضاء گروه کار «گروه کار سیستم‌های آبیاری در مزرعه»

دکتر سعید نی‌ریزی
مهندس عبدالرضا فلاح‌رستگار
مهندس امیرحسین آقایی
مهندس مهران نوروزی
مهندس هومن خالدی
مهندس علیرضا سلامت
مهندس نادر ابراهیمی بیرنگ
مهندس مهدی ماهرانی
دکتر ناصر مهردادی
دکتر محمدجواد عابدی

کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

فهرست	صفحه

۱- خرد آبیاری راهکاری در جهت بهبود کارآیی آب آبیاری ۱

سعید نی‌ریزی

۲- آبیاری میکرو در زراعت‌های سبزی، صیفی و گیاهان ردیفی ۱۷

حسین دهقانی سانیج

۳- آبیاری میکرو در باغات ۳۳

عبدالرضا فلاح‌رستگار و مهندس عنایت‌الله فراهانی

۴- آبیاری میکرو در فضای سبز ۴۵

عباس رهبر

۵- برآورد نیاز گیاهان گلخانه‌ای ۵۱

نادر ابراهیمی بیرنگ

۶- سیمای توسعه آبیاری میکرو در ایران ۶۱

عباس کشاورز

کارگاه فنی - آموزشی روش‌های آبیاری میکرو

خردآبیاری راهکاری در جهت بهبود کارآیی آب آبیاری

سعید نی‌ریزی [1]

مقدمه

آب به عنوان یکی از ارزشمندترین منابع طبیعی، جایگاه خاصی در توسعه پایدار کشاورزی دارد. امنیت آب و غذا از مهمترین راهبردهای توسعه در جهان بوده و دستیابی به اهداف آن از نگرانی های عمده دولتمردان، به ویژه در کشورهای در حال توسعه، در قرن بیست و یکم می باشد. اگر چه از ۴۰۰۰۰ کیلومتر مکعب منابع آب تجدید پذیر سالانه دنیا، در حال حاضر فقط حدود ۳۸۰۰ کیلومتر مکعب آن، یعنی ۱۰٪، برای مصارف گوناگون استحصال می گردد، و شاید تنها نیمی از آن نیز به مصرف واقعی برسد، ولی با این وجود بعلت عدم توزیع مناسب زمانی و مکانی این منابع در سطح جهان، امروزه بخش اعظمی از مردم دنیا با کمبود آب و مواد غذایی مورد نیاز خود روبرو هستند. با توجه به توسعه نسبی اراضی دیم در نقاط مختلف گیتی، بار اصلی افزایش تولید مواد غذایی، به ویژه در دو دهه اخیر، بر توسعه منابع آب از یک طرف و بهبود بهره‌وری آب از طرف دیگر متمرکز بوده است. در شکل ۱ روند افزایش استحصال آب و تخصیص آن به مصارف مختلف و پیش بینی آن تا ۲۵ سال آینده ارایه شده است. همانطور که در این شکل آمده است در حال حاضر حدود ۷۰ درصد منابع آب استحصال شده دنیا در بخش کشاورزی به مصرف می‌رسد، این رقم در آسیا به ۸۶ درصد و در ایران به ۹۳ درصد افزایش می‌یابد.(جدول ۱)

۱- مسئول کمیته منطقه‌ای خراسان

جدول ۱ - تخصیص آب استحصالی به مصارف مختلف در مناطق مختلف

نوع مصرف	ایران	آسیا	دنیا
کشاورزی	۹۳	۸۶	۶۹
شرب	۶	۶	۹
صنعت	۱	۸	۲۲

در گزارش *FAO* و *ICID* برای تأمین نیازهای غذای دنیا در ۲۵ سال آینده افزایش ۳۰٪ بر مساحت اراضی آبی دنیا پیش بینی شده است. در شرایط خوش بینانه با افزایش حدود ۲۰ - ۱۵ درصد به منابع آب استحصالی و بهبود بازده آبیاری این مهم قابل دسترس خواهد بود *(Seckler, 1998)* و *(IWMI,1999)*. ولی برای رسیدن به این هدف سرمایه گذاریهای سنگینی در زمینه زیرساخت های تأمین آب نیاز می باشد. زیرا، علاوه بر تأمین منابع آب جدید، بخشی از سرمایه گذاریها نیز باید معطوف به جایگزینی سدهایی گردد که در این مدت عمر مفید خود را از دست خواهند داد.

از مجموع ۲۵۵ میلیون هکتار اراضی آبی جهان ۷۰ درصد آن، یعنی ۱۷۵ میلیون هکتار، در قاره آسیا واقع گردیده که کشورهای آن در زمره کشورهای در حال توسعه با درآمد کم و نسبتاً کم محسوب می گردند. (نمودار ۱)

روند توسعه منابع آب و افزایش مصارف آب در بخشهای مختلف در قاره آسیا بشرح نمودار ۲ پیش بینی می گردد. این نمودار نشان می دهد که در طی ۲۵ سال آینده میزان آب تخصیصی به کشاورزی در آسیا از ۱۳۶۵ به ۱۲۷۰ کیلومتر مکعب در سال کاهش پیدا کرده و در عوض تخصیص به مصارف شرب و صنعت از ۲۷۰ به ۹۳۰ کیلومتر مکعب در سال افزایش خواهد یافت. یعنی علی رغم ۳۵ درصد افزایش کلی میزان استحصال آب، برای تأمین غذای موردنیاز جمعیت روزافزون این قاره باید تلاش فراوانی در افزایش تولید در واحد حجم آب تخصیصی به مصارف کشاورزی بعمل آورد. در نمودار ۳ بازده تولید آب در زراعت گندم در دو منطقه پنجاب پاکستان و بکزا هندوستان در مقایسه با امپریال ولی کالیفرنیا که شرایط محیطی مشابه دارند مقایسه شده است.

در این نمودار تولید گندم از ۷ تن در هکتار در کالیفرنیا تا ۲ تن در هکتار در پاکستان تغییر کرده و بازده تولید آب از ۱/۲ به ۰/۶ کیلوگرم در هر مترمکعب آب کاهش می‌یابد.این اختلاف نشان می‌دهد که با برنامه‌ریزی صحیح، سرمایه‌گذاری مناسب و مدیریت موثرامکان رسیدن به اهداف

تأمین غذا حتی در قاره پرجمعیتی مثل آسیا وجود دارد.
برای افزایش بازدهی تولید آب کشاورزی اقدامات لازم در زمینه های زیر باید صورت گیرد:

عملیات زراعی

- **بهبود گونه های گیاهی، از طریق اصلاح نباتات و فناوری زیستی برای :**
  - تولید محصول بیشتر در واحد حجم آب تعرق شده
  - کوتاه کردن دوره رشد بدون کاهش محصول
- **تغییر الگوی کشت**
  - تغییر گیاهان پرمصرف به لحاظ آب با گیاهانی که تولید اقتصادی بیشتری در واحد آب تعرق شده بدست می‌دهند .
- **بهبود عملیات زراعی**
  - مدیریت بهتر خاک، کود، کنترل آفات و علف هرز

عملیات مدیریت آب

- **بهبود مدیریت آب :**
  - زمان بندی مناسب آبیاری
  - استمرار و تضمین مناسب تأمین آب سبب سرمایه گذاری بیشتر زارعین و در نتیجه افزایش تولید در واحد حجم آب می‌گردد.
  - کنترل شوری خاک با مدیریت مناسب آبیاری
- **بهبود عملیات آبیاری در سطح مزرعه**
  - استفاده از روشهای خرد آبیاری، بارانی و سطحی پیشرفته
  - کم آبیاری
  - آبیاری تکمیلی
- **تخصیص آب به مصارف پرارزش تر**
  - تغییر گیاهان کم ارزش به پرارزش در الگوی زراعی
  - خرید و فروش آب (بازار آب)

- تغییر کاربری آب به مصارف شرب و صنعت

بی شک پیش برد هر یک از این مجموعه رویکردها به پیش فرض و شرایط و ملزومات خاصی نیاز دارد که خارج از حوصله این مقاله می باشد. در اینجا ما صرفاً به معرفی روش های خرد آبیاری (آبیاری میکرو) بعنوان یکی از راه کارهای عملیاتی در راستای افزایش بازدهی آب کشاورزی در شرایط کم آبی می‌پردازیم.

شرایط پیدایش خرد آبیاری

حدود نیم قرن پیش در آمریکا به منظور افزایش راندمان مصرف آب ، از طریق بهبود یکنواختی پخش آب و کاربرد جریان یکنواخت و پیوسته ، آبیاری بارانی ابداع گردید. بتدریج با افزایش دستمزد کارگر توجه بیشتری به خودکار کردن این روش ها و طراحی ماشین های آبیاری بعمل آمد. حاصل این تلاش، ایجاد و توسعه دستگاههای دوار مرکزی، سیار خطی، تفنگی شیلنگ پیچ و غیره در اروپا و امریکا گردید. تقریباً از اوایل دهه ۷۰ با افزایش هزینه انرژی به ویژه در کشورهای اروپایی و امریکا طراحی تجهیزات آبیاری بارانی با مصرف انرژی کمتر پی گیری شد. حاصل آن ابداع فناوری هایی چون *Low - Energy Precision - Application Technologies (LEPA)* بود که در واقع ترکیبی از روش آبیاری بارانی و آبیاری میکرو، که در همین ایام در اروپا ابداع و توسعه پیدا کرده بود، بشمار می‌رود. در این روش شیلنگ هایی که مجهز به روزنه های خروجی کوچک هستند با نصب بر روی بازوی دستگاههای دوار مرکزی یا سیار خطی آب را در ارتفاع ۰/۲ تا ۰/۴۵ متری زمین زیر پوشش گیاهای می پاشند.

همزمان با توسعه روش های آبیاری بارانی، در دهه ۶۰ استفاده از آبیاری قطره‌ای در باغات مناطق کم آب و اراضی حاشیه کویری و با استفاده از آبها با کیفیت پایین، ابتدا در اسرائیل و بعد در ایتالیا و فرانسه، آغاز گردید.

در این روش آب با فشار کمتر از روش های بارانی، از طریق خروجی هایی با قطر خیلی کم، به آرامی و به میزانی تقریباً معادل نیاز تبخیر و تعرق و نسبتی که خاک توان جذب آنرا دارد، توزیع می‌شود. هدف این روش آبیاری حفظ رطوبت خاک در ناحیه ریشه نزدیک به ظرفیت زراعی است (شکل ۲). در این شرایط گیاه از تأمین متعادل رطوبت و تهویه برخوردار بوده و علی الاصول باید محصول، نسبت به سایر روش های آبیاری که در آن دوره‌های تر و خشک وجود دارد، به

لحاظ کمی و کیفی بهبود یابد. افزایش محصول در سبزیجات و محصولات باغی پس از پیاده شدن خرد آبیاری ، به همراه بهبود سایر عملیات زراعی ، توسط سینگ (۱۹۹۳ *Singh*) گزارش شده است (جدول ۲) . مزیت عمده دیگر این روش نسبت به سایر روش های آبیاری، خیس شدن فقط بخشی از زمین تحت کشت می باشد که در نتیجه صرفه جویی عمده‌ای در میزان مصرف آب بوجود می‌آید. این صرفه جویی در درختان جوان ۵ تا ۱۰ درصد و در درختان بالغ ۴۰ تا ۶۰ درصد می‌تواند باشد.

جدول ۲ ـ میزان افزایش محصول و صرفه جوئی آب در آبیاری قطره‌ای در هندوستان

گیـــاه	محصول (تن در هکتار)			آب مصرفی (میلیمتر)		
	سطحی	قطره‌ای	درصدافزایش‌محصول	سطحی	قطره‌ای	صرفه‌جوئی‌آب(درصد)
موز	۵۷/۵	۸۷/۵	۵۲	۱۷۶۰	۹۷۰	۴۵
انگور	۲۶/۴	۳۲/۵	۲۳	۵۳۲	۲۷۸	۴۸
لیموشیرین	۱۰۰	۱۵۰	۵۰	۱۶۶۰	۶۴۰	۶۱
انار	۵۵	۱۰۹	۹۸	۱۴۴۰	۷۸۵	۴۵
پاپایا	۱۳/۴	۲۳/۵	۷۵	۲۲۸	۷۴	۶۸
گوجه فرنگی	۳۲/۰	۴۸/۰	۵۰	۳۰۰	۱۸۴	۳۹
هندوانه	۲۴/۰	۴۵/۰	۸۸	۳۳۰	۲۱۰	۳۶
اکرا	۱۵/۳	۱۷/۷	۱۶	۵۴	۳۲	۴۰
کلم	۱۹/۶	۲۰/۰	۲	۶۶	۲۷	۶۰
فلفل قرمز	۴/۲	۶/۱	۴۴	۱۱۰	۴۲	۶۲
سیب‌زمینی شیرین	۴/۲	۵/۹	۳۹	۶۳	۲۵	۶۰
چغندر لبوئی	۴۶	۴۹	۷	۸۶	۱۸	۷۹
تربچه	۷۰/۰	۷۲	۲	۴۶	۱۱	۷۷
نیشکر	۱۲۸	۱۷۰	۳۳	۲۱۵۰	۹۴۰	۵۶
پنبه	۲/۳	۲/۹	۲۶	۹۰	۴۲	۵۳

مأخذ : *Singh.etal(1993)*

بنابراین سامانه های آبیاری قطره‌ای در شرایطی پدید آمدند که علاوه بر نیاز به بهبود یکنواختی پخش آب، کاهش کارگر و کاهش انرژی، کمبود منابع آب نیز بعنوان محدودیت توسعه آبیاری مطرح بوده است.

با توسعه فرآورده های پلاستیکی و از طرفی بروز مشکلاتی ناشی از گرفتگی روزنه های آب چکانها (قطره چکانها) و هزینه های سنگین سرمایه‌ای و نگهداری، تحولات زیادی در نوع آب

چکانها و آبفشانها و موادی که در ساخت آنها بکار برده می‌شد، پدید آمد. در نتیجه در مفاهیم *drip* و *trickle* که در فارسی به قطره‌ای ترجمه شده است، نیز تغییر حاصل شده و این سامانه های آبیاری به آبیاری موضعی *(Localized irrigation)* و در نهایت خرد آبیاری *(micro irrigation)* تغییر نام دادند. عمده این تحولات شامل موارد زیر می باشند:

- بهبود صافی ها
- ابداع آب چکانهای تنظیم کننده فشار
- تولید آب چکانهای تمیز کننده خودکار
- تولید انواع آب فشانها
- بهبود مواد برای افزایش مقاومت و طول عمر تجهیزات
- تولید خطوط نواری سبک برای مصارف فصلی
- اضافه کردن امکان کاربرد مواد شیمیایی
- ایجاد تجهیزات کنترل و راهبری خودکار

توسعه خرد آبیاری در جهان

علی رغم مزایای خرد آبیاری توسعه آن در جهان با توفیق چندانی روبرو نبوده است . بر طبق گزارش بوکز *(Bucks, 1993)* آمار مساحت اراضی تحت آبیاری میکرو نسبت به سایر روش های آبیاری در کشورهای مختلف جهان در سال ۱۹۹۱ بشرح جدول ۳ می‌باشد. این آمار نشان می دهد که آبیاری میکرو کمتر از ۱ درصد از اراضی آبی دنیا را پوشش می‌دهد. دلیل اصلی این عدم توسعه هزینه های سرمایه‌ای بالا در این روش آبیاری و نیاز به نیروی کارگر و کشاورز ماهر می‌باشد، که این هر دو مشکل در اغلب کشورهای در حال توسعه وجود دارند.

جدول ۴ سرانه تولید ناخالص ملی و میزان سرانه آب قابل دسترس در چهارکشور رده بالای جدول ۳ را نشان می‌دهد. لذا بنظر می‌رسد که توسعه آبیاری میکرو بیشتر در کشورهای کم آب با درآمد ملی متوسط به بالا صورت گرفته است .

در جدول ۵ هزینه سرمایه‌ای تجهیزات آبیاری میکرو در باغات و مزارع در تعدادی از کشورها

ارایه شده است. در ایران با توجه به اقلیم، نوع درختان، شکل و پستی و بلندی زمین این هزینه ها می‌تواند از ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ دلار آمریکائی در هکتار تغییر نماید، ولی بطور متوسط ۱۵۰۰ دلار در هکتار با توجه به تولیدات داخلی و نیز تبدیل ارز بر مبنای واریز نامه‌ای، رقم قابل قبولی است.

جدول ۳ میزان اراضی خرد آبیاری در جهان

کشـــور	اراضی تحت خرد آبیاری(هکتار)	درصدنسبت به کل اراضی آبی
قبرس	۲۵۰۰۰	۷۱/۴
اسرائیل	۱۰۴۳۰۲	۴۸/۷
اردن	۱۲۰۰۰	۲۱/۰
افریقای جنوبی	۱۴۴۰۰۰	۱۲/۷
استرالیا	۱۴۷۰۱۱	۷/۸
کلمبیا	۲۹۵۰۰	۴/۷
اسپانیا	۱۶۰۰۰۰	۴/۸
فرانسه	۵۰۹۵۳	۴/۸
ایتالیا	۷۸۶۰۰	۴/۷
پرتغال	۲۳۵۶۳	۳/۷
امریکا	۶۰۶۰۰۰	۳
مصـــر	۶۸۴۵۰	۲/۶
تایوان	۱۰۰۰۵	۲/۴
ژاپن	۵۷۰۹۸	۱/۸
مکزیک	۶۰۶۰۰	۱/۲
تایلند	۴۱۱۵۰	۱
مراکش	۹۷۶۶	۰/۸
برزیل	۲۰۱۵۰	۰/۷
چین	۱۹۰۰۰	۰/۱
هندوستان	۵۵۰۰۰	۰/۱
دیگران	۴۶۸۳۷	
جمـــع	۱۷۶۸۹۸۵	۰/۸

منبع *Backs(1993)*

جدول ۴ - توسعه خرد آبیاری با توجه به کمبود آب و درآمد ملی

کشـــور	درصد خرد آبیاری نسبت به کل اراضی تحت آبیاری	سرانه آب قابل دسترس سالانه متر مکعب در سال برای هر نفر	سرانه تولید ناخالص ملی دلار در سال برای هر نفر
قبـرس	۷۱	۱۲۵۰	۱۰۲۶۰
اسرائیل	۴۹	۴۳۱	۱۴۵۳۰
اردن	۲۱	۴۰۵	۱۴۴۰
افریقای جنوبی	۱۳	۱۱۰۵	۳۰۴۰

جدول ۵ - هزینه سرمایه‌ای احداث سامانه های آبیاری میکرو در کشورهای مختلف

روش آبیاری	کشـــور	هـــزینه ســـرمایه‌ای، دلار آمریکا در هکتار
قطره‌ای در باغات	ایران	۱۷۰۰ - ۱۲۰۰
	پاکستان	۸۰۰
	اسرائیل	۱۵۰۰
	هندوستان	۱۳۰۰ - ۸۰۰
آبپاشهای کوچک در باغات	اسرائیل	۲۲۰۰
قطره‌ای در زراعت سبزیجات	اردن	۱۰۰۰
	هندوستان	۱۴۰۰
	اسرائیل	۳۰۰۰
	چین	۴۰۰۰
آبپاشهای‌کوچک در سبزیجات	اسرائیل	۳۱۰۰
قـطره‌ای بـال قـابل جـابجایی بـین خـطوط سبزیجات	نپال	۲۵۰

* کلیه هزینه ها بر مبنای تولیدات داخلی کشورها، غیر از چین، ارزیابی شده است .

چین و هندوستان تقریباً $\frac{1}{3}$ جمعیت دنیار را در خود جای داده و حدود ۵۰ درصد اراضی آبی دنیا را شامل می‌گردنند. برای تأمین غذای این جمعیت قاعدتاً باید روش های آبیاری کم مصرف در این کشورها توسعه می یافت ولی باید مشکل را در مسائلی از قبیل وجود منابع آب نسبتاً کافی و درآمد ملی کم دانست که ملامد *(Melamed, 1989)* به آنها اشاره کرده است. در جدول ۶ درصد اراضی زیر پوشش آبیاری تحت فشار و آمار مربوط به کشـورهای چـین و هـندوستان بـرای

مقایسه با شرایط ایران کنار هم گذارده شده است . به نظر می‌رسد مشکلات توسعه آبیاری تحت فشار و خرد آبیاری در کشور ما نیز جدا از این مسائل نباشد.ساکسنا *(Saksena, 1993)* می‌گوید که : علی رغم مزایای زیاد سامانه های خرد آبیاری و یارانه هایی دولتی که مشمول این سامانه ها می گردد و همچنین وامی که بانک در اختیار کشاورزان می‌گذارند، ولی این روش ها در هندوستان توسعه نیافته‌اند و فقط تعداد محدودی از زارعین این روش را در باغات خود بکار برده اند. این عدم توسعه در چین نیز دیده می‌شود.

جدول ۶ - مقایسه توسعه نسبی خرد آبیاری و آبیاری تحت فشار در ایران باکشورهای چین و هندوستان

کشور	سرانه آب قابل دسترس متر مکعب در سال برای هر نفر	سرانه تولید ناخالص ملی دلار در سال برای هر نفر	کل اراضی آبی میلیون هکتار	درصد پوشش آبیاری تحت فشار	درصد پوشش خرد آبیاری
ایران	۲۱۰۰	۵۸۰	۷/۵	۳/۷	۰/۹
هندوستان	۲۰۹۴	۳۲۰	۷۶	۰/۲	۰/۰۸
چین	۲۴۲۰	۵۳۰	۵۰	۱/۵	۰/۰۵

تحقیقاتی‌که ملامد*(Melamed,1989)* انجام داده است بیانگر این امر است که خرد آبیاری در شرایطی توسعه می‌یابد که:

- کمبود آب وجود داشته و هزینه تأمین آب زیاد باشد.
- ضرورت استفاده از آبهای با کیفیت پائین از قبیل آب های لب شور و شور وجود داشته باشد.
- کارگران کشاورزی ماهر دراختیار باشد.
- سازمانهای ترویج و ارایه خدمات آب و خاک فعال و موثر باشند.
- ارتباط نزدیک بین تولید کنندگان تجهیزات و کشاورزان وجود داشته باشد.

فقدان هر یک از عوامل فوق گسترش خرد آبیاری را در کشورهای در حال توسعه دچار رکود یا بسیار بطئی می سازد.

جدول ۷ توسعه روشهای آبیاری بارانی و خرد آبیاری را در ۵ کشور عمده دنیا به لحاظ سطح زیر پوشش ارائه می‌دهد. تمامی این کشورها در جمله کشورهای توسعه یافته با درآمد ناخالص

ملی متوسط به بالا هستند.

در مورد کارگر موردنیاز روش‌های خرد آبیاری نیز باید متذکر شد اگر چه تعداد کارگر مورد نیاز این روش آبیاری نسبت به روش های آبیارای بارانی و آبیاری سطحی کمتر است ولی سطح تخصص بیشتری در مزرعه مورد نیاز می‌باشد. در نمودار ۲ میزان کارگر موردنیاز روش های مختلف آبیاری نفر روز در هکتار در ماه ارایه شده است. میزان کارگر موردنیاز خرد آبیاری در حدود ۵۰ درصد آبیاری سطحی و آبیاری بارانی است و تقریباً معادل روش های مکانیزه آبیاری بارانی از قبیل دوار مرکزی و سیار خطی است.

جدول ۷ ـ اراضی آبی و توزیع روشهای آبیاری تحت فشار در ۵ کشور عمده به لحاظ سطح زیرپوشش (هزارهکتار)

کشور	مساحت کشت آبی	اراضی تحت آبیاری بارانی	اراضی تحت خرد آبیاری	درصد پوشش آبیاری تحت فشار	درصد پوشش خرد آبیاری
امریکا	۲۰۰۰۰	۳۳۸۰	۶۰۶	۲۰	۳/۰
اسپانیا	۳۴۰۰	۹۰۰	۲۳۰	۳۳	۶/۸
فرانسه	۲۳۸۰۰	۸۹۰	۱۴۰	۴۳	۵/۹
ایتالیا	۲۷۱۰	۳۴۵	۷۹	۱۶	۰/۶
آفریقای جنوبی	۱۲۲۰	۶۷۰	۱۴۴	۶۷	۱۳

طبقه بندی خرد آبیاری

بطور کلی خرد آبیاری براساس کاربرد نوع خروجی آب، شامل آبچکانها و آبفشانها، به چهار گروه اصلی تقسیم می‌گردد:

- آبچکانهای نقطه‌ای *(Point Source)* با تنظم فشاریابدون تنظیم فشار
  - آبچکانهای با مسیر بلند *(Long flow path)*

(Pressure compensating &non- compensating)

  - آبچکانهای روزنه‌ای *(Orifice emitters)*
  - آبچکانهای گردابی *(Vortex emitters)*

- آبچکانهای خطی *(Line Source tubing)*
  - یک محفظه‌ای *(Single chamber)*
  - دو محفظه‌ای *(Double chamber)*
  - جدار تراوا *(Porous wall)*

- آبفشانها *(Sprinklers & Diffusers)*
  - آبپاشهای کوچک *(Micro Srinkler)*
  - آبفشانک *(Aini diffusers)*
  - گردپاش ها *(Sprayers)*
  - مه‌پاش ها *(Mists)*

- آبچکانهای حبابی *(Bubblers)*
  - آبچکانهای حبابی تحت فشار
  - آبچکانهای حبابی کم فشار

بطور کلی آبچکانها یا همراه با لوله تولید شده که داخل خط *(in-line)* نامیده می‌شوند، و یا بوسیله پایه خاص و یا مستقیماً به بال آبیاری متصل می گردند، که در این صورت روی خط *(on-line)* نامیده می‌شوند. بالهای آبیاری معمولاً با دیواره نازک و انعطاف پذیر از جنس پلی اتیلن و با قطر داخلی ۱۲ تا ۳۲ و معمولاً ۱۶ میلیمتر ساخته می‌شوند. اکثر آب چکانها با فشار حدود ۱۰۰ کیلو پاسکال (یک بار) کار می‌کنند و دبی خروجی آنها بین ۲ تا ۸ لیتر در ساعت است. مشخصات کلی آبچکانها بشرح زیر می باشد :

آبچکانهای با مسیر بلند

لوله های میکرو *(micro tube)* یا لوله اسپاگتی *(Spaghetti tube)* از اولین انواع آبچکانهای با مسیر بلند می باشند. این لوله ها از جنس پلی اتیلن با قطر داخلی ۰/۵ تا ۱/۵ میلی متر بوده که با

ایجاد سوراخ کوچکی در دیواره بال آبیاری وارد آن می‌شوند. طول لوله اسپاگتی در نقاط مختلف بال آبیاری متغیر بوده، بطوریکه با تغییر فشار در طول بال، خروجی آبچکانها یکسان می‌گردد. احتمال گرفتگی این نوع آبچکان از آبچکانهای دیگر کمتر بوده ولی اتصال آن به لوله ناپایدار است .

آبچکانهای روزنه ای

ساده ترین نوع آبچکان بوده و دبی خروجی با قطر روزنه کنترل می گردد. برای دبی ۲ تا ۴ لیتر در ساعت، قطر روزنه ۰/۱ میلیمتر می باشد. انواع پیشرفته این آبچکانها، برای تنظیم فشار، به صفحه لاستیکی مجهز بوده که با اضافه شدن فشار قطر روزنه را کاهش می دهد. زاویه پخش نیز در این آبچکانها از چند درجه تا ۳۳۰ درجه قابل تنظیم می باشد.(شکل ۲)

اخیراً برای کاهش هزینه اجرای خرد آبیاری سامانه‌هایی با بال قابل جابجایی در هندوستان و نپال طراحی شده است . در این روش هر بال آبیاری حدود ۱۰ ردیف گیاه را آبیاری می‌کند. در این روش بعرض آب چکان سوراخهایی به قطر ۰/۷ میلیمتر با سوزن داغ در روی بال ایجاد شده و با غلافی بطول ۶۰ میلیمتر از همان لوله که از طول بریده شده این سوراخها پوشش داده می‌شوند . خروجی از این روزنه ها ۶ لیتر در دقیقه تحت فشار ۲۰ کیلو پاسکال و ۱۰ لیتر در دقیقه در فشار ۴۰ کیلو پاسکال می باشد. در آزمایشی که توسط پولاک (*Polak*) بعمل آمده ۱۸٪ تغییر دبی در طول بال اندازه گیری شده است . برای کاهش هزینه از پارچه نایلونی در ابتدای مجموعه بعنوان صافی استفاده می‌شود. هزینه این سامانه در کشور نپال ۲۵۰ دلار در هکتار برآورد شده است .

آب چکانهای گردابی

این آب چکان متشکل از یک روزنه با محفظه کوچک گردابی است . آب در مسیر گردابی چرخیده و از وسط خارج می گردد. امتیار این آب چکان قطر بیشتر آن است که در نتیجه نسبت به گرفتگی حساسیت کمتری دارد.

آب چکانهای خطی

این آب چکانها یک خط کامل را خیس کرده و معمولاً برای آبیاری گیاهان ردیفی بکار برده می‌شوند. این آب چکانها متشکل از لوله ای با دیواره نازک که روی آن سوراخهایی بفواصل معین تعبیه شده و یا لوله‌ای تراوا می باشد که آب از دیواره آن تراوش می‌نماید. عرض هر نوار و یا لوله تراوا بستگی به بافت خاک و دبی مورد نیاز دارد. این خطوط معمولاً با فشار ۳۰ تا ۷۰ کیلو پاسکال کار می‌کنند. انواع آب چکانهای خطی شامل :

لوله های روزنه ای یک محفظه‌ای

ساده ترین نوع آب چکانهای خطی، شامل لوله‌ای با دیواره نازک و سوراخهای نزدیک بهم (۰/۶ متر) است . مشکل این نوع آب چکانها تغییر زیاد فشار در طول بال آبیاری می‌باشد. حداکثر طول این لوله ها ۶۰ متر توصیه می گردد.

لوله های دو محفظه‌ای

در این نوع فواصل سوراخها در محفظه داخلی زیاد بوده و آب از این قسمت بداخل محفظه دوم که سوراخهای خروجی آن بفواصل ۰/۱۵ تا ۰/۶ متر می‌باشد هدایت می‌گردد. تقریباً برای هر خروجی در محفظه داخلی معادل ۴ خروجی در محفظه بیرونی وجود دارد و نسبتاً مشکل تغییر فشار را حل می‌نماید.

آب چکانهای نواری

با وارد شدن آب چکانهای نواری تقریباً لوله های یک و دو محفظه‌ای از رونق افتاد. در این روش آب چکانهای کوچک با جریان متلاطم در داخل نواری به فواصل ۰/۱ تا ۱ متر در کارخانه نصب می گردد. برای اینکه این نوارها بتواند در هم پیچیده شده و حمل آن ساده گردد، کارخانه ها از آب چکانهای خیلی کوچک استفاده می کنند که در نتیجه خطر گرفتگی در آنها بیشتر است . ضخامت دیواره این نوارها بین ۰/۱۵ تا ۰/۴ میلیمتر بوده، دبی هر آب چکان بین ۱ تا ۲/۶ لیتر در ساعت و فشار کار بین ۶۵ تا ۱۱۰ کیلو پاسکال می‌باشد. اگر از این نوارها مراقبت کافی بعمل آید

تا ده سال کار می کند. در شکل ۳ جانمایی یک سامانه خرد آبیاری خطی نشان داده شده است .

لوله تراوا

یکی دیگر از سامانه های خطی خرد آبیاری لوله های تراوا است . در این روش آب توسط لوله های زیرزمینی تراوا مستقیم دراختیار ریشه قرار می گیرد. این سامانه کود و مواد شیمیایی را نیز می تواند توزیع نماید. مزایای روش تراوا، علاوه بر مزایای عمومی سامانه های میکرو، خروج آب از یک محیط اسفنجی با فشار کم و ایجاد تعادل با محیط اطراف می‌باشد. در واقع زمانی که محیط اطراف ریشه رطوبت کافی داشته باشد (مانند شرایط بعد از بارندگی) خروج آب از این لوله ها کنترل می‌گردد. بدین ترتیب نسبت به سایر روش های خرد آبیاری صرفه جویی بیشتری در میزان مصرف آب بوجود می‌آید.البته زیرزمینی بودن لوله نیز میزان خسارت به لوله را نسبت به سایر روش ها کاهش می‌دهد.

آب چکانهای حبابی

آب چکانهای حبابی صرفاً برای باغات و فضای سبز بکار برده می‌شود. هر بال آبیاری یک یا دو ردیف آب چکان حبابی را در پای درخت ها یا بوته ها آبرسانی می‌کند. دبی این آب چکانها نسبتاً بالا و حدود ۱۵۰ تا ۲۵۰ لیتر در ساعت می‌باشد. چون قطر روزنه ها بزرگ می‌باشد، معمولاً این سیستم به صافی نیاز ندارد. برای جلوگیری از حرکت آب حوضچه ای در اطراف درخت تعبیه می گردد. در این روش فواصل آبیاری بیشتر از سایر روش های خرد آبیاری است. فشار کار این آب چکانها حدود ۱۰۰ تا ۱۲۰ کیلو پاسکال است .

مزایای خرد آبیاری

بطور کلی مزایای سامانه های خرد آبیاری نسبت به سایر روش های آبیاری را می توان در دو گروه قرار داد. گروه اول مزایایی که در سایر روش های آبیاری تحت فشار نیز وجود داشته و در واقع برتری نسبی روش های آبیاری تحت فشار به روش های آبیاری سطحی است . این مزایا شامل موارد زیر می باشد :

- بهبود راندمان انتقال و کاربرد آب
- کاهش خطرات ماندابی
- کنترل زمانبندی و عمق آبیاری در نتیجه بهبود نسبی کمی و کیفی محصول
- کاهش کارگر مورد نیاز آبیاری
- امکان آبیاری موثر در خاکهای با بافت درشت، کم عمق و شیب دار
- قابلیت کنترل دبی های کم
- کاهش تلفات زمین زیر شبکه توزیع آب
- استفاده بهتر از آب های با کیفیت پایین
- کاهش خطرات بهداشتی ناشی از تجمع آب در سطح زمین
- امکان استفاده از این شبکه برای توزیع کود و سم

گروه دوم شامل مزایای نسبی خرد آبیاری در مقایسه با روش های آبیاری بارانی است.این مزایا شامل موارد زیر است :

- کارائی مصرف آب افزایش می‌یابد
- مصرف انرژی کاهش پیدا می کند
- هزینه های پمپ و تأسیسات متعلقه کمتر می باشد
- بعلت خشکی نسبی زمین سایر عملیات زراعی سهل تر خواهد بود
- سرعت باد اختلالی در عملکرد سامانه بوجود نمی‌آورد
- استفاده از آبهای با کیفیت پایین مناسبتر بوده و صدمه به برگهای گیاه نمی زند
- مناسب ترین روش آبیاری برای استفاده از آب شور به لحاظ خاک و گیاه است
- رشد علف هرز محدود می گردد
- پستی و بلندی زمین مشکل کمتری ایجاد می کند
- خودکار کردن سامانه بسادگی صورت می گیرد

در مقابل مشکلات و معایب این روش آبیاری نسبت به آبیاری بارانی را می‌توان در موارد زیر خلاصه نمود:

- در زراعت های متراکم مشکل اجرایی دارد
- هزینه سرمایه ای آن برای زراعت و سبزیجات بالا می‌باشد
- خطر گرفتگی آبچکانها زیاد بوده و به نگهداری بهتری نیاز دارند

- در اثر طوفان و حرکت شن در مناطق خشک و صحرایی عملکرد آن دچار مشکل می گردد
- نسبت به تخریب حیوانات و صدمه رفت و آمد ماشین آلات آسیب پذیر می باشد

References

1- Bucks, D.a.1993., Micro - irrigation worldwide usage report. In: Proceedings of workshop on Micro - irrigation, Sep 1993 ICID Congress, Phe Hague

2- Cornich, G.1998., Modern irrigation technologies for small holderes in developing countries. SRP Exeter, Publisher. U.K.

3- FAO, 1996., Proceedings of World Food summit, Rome, 13-17 Nov 1996

4- Malamed, D.1989., Technological development: The Israelie Experiences. In Technological and Institutional Innovations in Irrigation. World Bank, Technical Paper No.94 World Bank Washington.

5- Sadsena, R.S.1993., Status of Micro- Irrigation in India, In:
Proceedings of Workshop on Micro- Irrigation, Sep 1993, 15th Congress of Irrigation and drainage, Hague, ICID.

6- Singh, I. Singh A.K. and Garg, R. 1993., Present starus of drip irrigation in India. In: Proceeding of Workshop on Sprinkler and Drip Irrigation Systems 8-10 Dec 1993, Jalgaon, Central Board of Irrigation and Power,, New Delhi.

آبیاری میکرو در زراعت های سبزی، صیفی و گیاهان ردیفی

حسین دهقانی سانیج [1]

چکیده:

خرد آبیاری و یا آبیاری موضعی که ما بنام آبیاری قطره ای می شناسیم از جمله روشهایی است که در سالهای اخیر جایگاه ویژه ای را در کشاورزی پیدا کرده است. در این روش آب فقط در اختیار گیاه قرار گرفته و از آبیاری بخشی از زمین که فاقد گیاه است خودداری می‌گردد. در هر آبیاری بسته به چگونگی کمی و کیفی آب، نوع محصول، نوع خاک، پستی و بلندی زمین و وضعیت آب و هوا از انواع سیستم ها بکار گرفته می‌شود که هر کدام دارای خصوصیات ویژه ای میباشند. این روشها دارای وجوه مشترک و قانون مندیهایی هستند که در هر طرح خرد آبیاری بایستی بکار برده شود. تمام این روش ها نوعی آبیاری با حجم کم بوده و مواردی مانند تعیین نیازهای آبی گیاه محاسبه ظرفیت سیستم، صافیها، طراحی لوله های اصلی و فرعی، انتخاب نوع سیستم و مسایل و مشکلات مربوط به آنها از جمله وجوه مشترک آنها می‌باشد.عوامل مختلفی در روند توسعه این سیستم در سایر کشورهای جهان وجود داشته است که با توجه به شرایط کشور میتواند زمینه این روند را در کشور ما نیز فراهم آورد. این عوامل عبارتند از، بالا بودن دستمزد کارگری، گران شدن قیمت آب، کمبود آب، شورشدن منابع آبی موجود، عدم امکان استفاده از سایر روشهای آبیاری در توپوگرافی ها، امکان کاربرد توام کود و سم با آب و مناسب بودن سیستم در زراعت گلخانه ها. در این بررسی کاربرد این روش آبیاری بر روی زراعت‌های سبزی و صیفی و گیاهان زراعی ردیفی مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

۲- 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. تولید غذای کافی و مطلوب از اهداف توسعه ملی و امنیتی هر کشور محسوب می گردد که با اتخاذ تدابیری مانند:

۱- عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی و عضو گروه کار سیستم های آبیاری در مزرعه

- افزایش سطح زیرکشت و استفاده از توانمندیهای منابع آب موجود با ایجاد شبکه های جدید آبیاری
- بالا بردن مقدار تولید به ازاء واحد آب مصرفی از طریق کاربرد شیوه‌های جدید آبیاری
- بالا بردن مقدار تولید در هر واحد از سطح زمینهای زیر کشت

افزایش سطح زیر کشت محصولات زراعی تا پیش از دهه ۱۹۷۰ میلادی بسیار مورد توجه بود و توانسته بود تا حدودی مسئله گرسنگی و تولید غذا را نیز حل نماید. اما از اواسط دهه ۱۹۷۰ میلادی به بعد روند گسترش سطح اراضی کشاورزی سیر نزولی داشته است. بر اساس آمار سازمان جهانی غذا و کشاورزی (FAO) بین سالهای ۱۹۸۰ تا ۱۹۹۰ تنها ۲۱/۷ میلیون هکتار به وسعت اراضی فاریاب دنیا افزوده شده است یعنی رقمی معادل ۲/۲ میلیون هکتار در سال که تقریبا نصف مقدار مشابه آن در دهه ۱۹۷۰ بوده است. متخصصان کشاورزی دلیل عمده ای را که برای این کاهش ذکر می کنند بالا بودن هزینه ای است که زیر کشت در آوردن هر هکتار زمین جدید طلب می کند. البته بالا بودن مقدار تولید در واحد سطح برای کشورهایی که به لحاظ آب محدودیت نداشته و یا قسمت عمده تولیدات کشاورزی آنها از اراضی دیم حاصل می شود راه حل مطلوب و پسندیده ای است ولیکن در کشورهایی که کم آب بوده و از منابع آبی کافی و مناسب برخوردار نمی باشند امری مهم و پایدار در توسعه کشاورزی نمی باشد. زیرا تولید بیشتر در واحد سطح درگرو افزایش انرژی صرف شده در آن و استفاده زیادتر از نهاده های کشاورزی مانند کود، سم و یا بذور اصلاح شده است که تنها به کمک آب و گاهاً همراه با مصرف زیاد آن می تواند موثر گردد. لذا در این کشورها و از جمله کشور ما بایستی به افزایش تولید به ازاء واحد آب مصرفی بیشتر بها داده شود.

با تمام پیشرفت هایی که در علم آبیاری حاصل شده است و با وجود اینکه بیش از ۸۰ درصد مصرف آب شیرین دنیا در بخش کشاورزی است هنوز متوسط بازده آبیاری سطحی و سنتی در دنیا از ۳۵ درصد تجاوز نمی‌کند (Hillel,1988). هر چند در انتقال آب تا مزرعه بخش عمده‌ای از آب تلف می شود لیکن با تمهیداتی که زارعین در نظر می گیرند، بازده انتقال آب در سطح دنیا معمولاً بیش از ۷۵ درصد است (Somel,1992) لذا آنچه باعث پایین بودن بازده آبیاری است مسایل و مشکلات داخل مزرعه و در ارتباط با روابط آب و خاک و گیاه است، که مسئولیت آن متوجه زارع نبوده بلکه متخصصان آبیاری و

کشاورزی، طراحان سیستم های آبیاری و حتی مدیران مزارع و کشاورزی نیز در این امر مسئولیت دارند (Hillel,1985).

پذیرش شیوه های جدید آبیاری و استفاده از فن آوریهای مناسب برای پیدا کردن این روشها از جمله راههای افزایش بازده آبیاری و کارایی مصرف آب است. خرد آبیاری (micro irrigation) و یا آبیاری موضعی (localized irrigation) که ما بنام آبیاری قطره ای می شناسیم از جمله روشهایی است که در سالهای اخیر جایگاه ویژه ای را در کشاورزی پیدا کرده است. در این روش آب فقط در اختیار گیاه قرار گرفته و از آبیاری بخشی از زمین که فاقد گیاه است خودداری می‌گردد. در هر آبیاری بسته به چگونگی کمی و کیفی آب، نوع محصول، نوع خاک، پستی و بلندی زمین و وضعیت آب و هوا از انواع سیستم ها مانند قطره ای، لوله‌های تراوا، فواره ها، خردآبپاشها، جتهای کوچک، حباب سازها و غیره بکار گرفته می شود که هر کدام دارای خصوصیات ویژه ای میباشند. این روشها دارای وجوه مشترک و قانون مندیهایی هستند که در هر طرح خرد آبیاری بایستی بکار برده شود. تمام این روش ها نوعی آبیاری با حجم کم (low volume irrigation) بوده و مواردی مانند تعیین نیازهای آبی گیاه محاسبه ظرفیت سیستم، صافیها، طراحی لوله های اصلی و فرعی، انتخاب نوع سیستم و مسایل و مشکلات مربوط به آنها از جمله وجوه مشترک آنها می باشد.

از نظر فنی کاربرد روش آبیاری قطره ای به روی کلیه گیاهان و کشت ها امکان پذیر می باشد ولی با توجه به جنبه های اقتصادی فعلاً گیاهان تحت آبیاری عبارتند از: نیشکر، انگور، مرکبات، درختان مثمر، چای، قهوه، نارگیل، موز، انار، پسته، صیفی جات، حبوبات، ادویه جات، گیاهان زینتی، گیاهان گرمسیری و ... که در این بررسی کاربرد این روش آبیاری بر روی زراعت‌های سبزی و صیفی و گیاهان زراعی ردیفی مورد بررسی قرار می گیرد.

۳- بررسی وضعیت آبیاری میکرو بر روی زارعت های سبزی و صیفی و زارعت های ردیفی در جهان:

گسترش روشهای مختلف آبیاری قطره ای در سالهای اخیر چشمگیر بوده است. در سال ۱۹۸۲ یک گروه کاری از کمیسیون بین المللی آبیاری و زهکشی (ICID) بررسی آماری وضعیت آبیاری قطره ای در جهان را برعهده گرفت که گزارش آن در سال ۱۹۸٤ در بولتن کمیسیون مذکور منتشر گردید(Abbot,1989). این گروه در سالهای ۱۹۸٦ و

۱۹۹۱ بترتیب دومین و سومین بررسی خود را به انجام رسانده کـه گـزارش آن در سـالهای ۱۹۹۳ و ۱۹۸۸ انتشار یافت. بر اساس این گزارش کل اراضی دنیا که تا سـال ۱۹۹۱ بـا روش آبیاری می‌شوند بالغ بر ۱۷٦۸۹۸۷ هکتار برآورده شده است که نسبت به ٥ سـال قبـل از آن ٦۳ درصد و نسبت به ۱۰ سال ۳۲۹ درصد رشد داشته است (Bucke, 1993).

براساس همین گزارش از کل اراضی تحت آبیاری بـه روش قطـره ای، سـطحی در حـدود ۷٤۷۷۲٥ هکتار ٤۲/۲٦ درصد مربوط به آبیاری باغات (مرکبات، سیب، گلابی، انبـه، زیتـون و غیره) و ۲۳٤٤۳۲ هکتار برابر با ۱۳/۲٥ درصد کل اراضی تحـت آبیـاری مربـوط بـه آبیـاری قطره ای موکاریها (انگـور و غـیره) مـی باشـد، و البـاقی مربـوط بـه سـبزیجات، گلکاریـها و گیاهان زراعی می باشد.

همانطوری که از جدول شماره (۱) مشـخص مـی گـردد گیاهـان زراعـی و سـبزیجات در مجموع ۲۳/۱ درصد کل سطح تحت آبیاری قطره ای را تشکیل میدهد که از ایـن مقـدار ٥/ ۱۲ درصد مربوط به سبزیجات، ۱/٥ درصد گلکاریها، ۷ درصد گیاهان زراعی می باشد.

جدول شماره ۱- سطح زیر کشت سبزیجات و محصولات زراعی مختلف در سال ۱۹۹۱
(Bucks , 1993)

	سطح زیر کشت (ha)	سطح زیر کشت نسبت به کل محصولات زراعی و سبزیجات (%)	سطح زیر کشت نسبت به کل سطوح تحت آبیاری میکرو (%)
سبزیجات (صحرایی-گلخانه)	۲۲۰۹٥۱	٥۴/۰	۱۲/٥
گلکاری(خزانه-گلخانه)	۲۶۸۸۱	۶/۶	۱/٥
گیاهان زراعی (پنبه-چغندرقند و...)	۱۲۴۰۲۲	۳۰/۳	۷/۰
سایر محصولات	۳۷۰۱۴	۹/۱	۲/۱
کل	٤۰۸۸٦۸	۱۰۰	۲۳/۱

غیر رسمی این رقم در سال ۱۹۹۷ به ٤٥۰۰۰ هکتار رسیده است.

٤- ضرورت و پتانسیل توسعه آبیاری میکرو بر روی زارعت های سبزی و صیفی و زارعت های ردیفـی در ایران:

بررسی آماری صورت گرفته توسـط ICID نشـان میدهـد کـه در بکـارگـیری روشـهای آبیاری قطره ای عوامل زیر تأثیر داشته‌اند.

- بالا بودن دستمزد کارگری

- گران شدن قیمت آب
- کمبود آب
- شورشدن منابع آبی موجود
- عدم امکان استفاده از سایر روشهای آبیاری در توپوگرافی ها
- امکان کاربرد توام کود و سم با آب
- مناسب بودن سیستم در زراعت گلخانه ها

در ایران نیز وجود ۹۰ درصد این عوامل ضرورت توسعه آبیاری میکرو را ایجاب می نماید. از مجموع ۱٦٤/۸ میلیون هکتار وسعت سرزمین جمهوری اسلامی ایران بیش از ۱٤ میلیون هکتار معادل ۸/٥ درصد به کشت محصولات سالانه و دایمی اختصاصی دارد. که از این مقدار محصولات سالانه با حدود ۱۲ میلیون هکتار معادل ۸٥/۷۲ درصد از کل سطح زیر کشت کشور را به خود اختصاص داده است. از این مقدار ٤۸/۲٤ درصد آبی و ٥۱/۷٦ درصد دیم می‌باشد.

با توجه به جدول شماره (۲) کل سطح زیر کشت محصولات زراعی سالیانه که امکان آبیاری آنها با سیستمهای آبیاری میکرو ممکن میباشد و تجربه این کار در کشورهای مختلف وجود دارد برابر با ۷۹۲ هزار هکتار و برابر با ۱۳/٦ درصد کل اراضی زیر کشت آبی کشور میباشد، که با توجه به مزایای آبیاری میکرو درصورتیکه امکان بکارگیری آن در اراضی دیم فراهم گردد این سطح به میزان ۹٤٦ هزار هکتار افزایش می‌یابد. مطابق جدول مزبور در صورتیکه شرایط آبیاری زمینهای دیم تحت هر شرایطی فراهم گردد، میزان تولید در کل سطح زیر کشت محصولات مزبور به میزان بالایی افزایش می‌یابد. البته این آمار نشان دهنده پتانسیل توسعه سیستمهای آبیاری میکرو بوده و توانایی کشور در این جهت قابل ارزیابی و از این بحث خارج است.

جدول شماره ۲- سطح زیر کشت محصولات در کشور

نام محصولات	سطح زیرکشت آبی (هزار هکتار)	متوسط عملکرد (ton/ha)	سطح زیرکشت دیم (هزار هکتار)	متوسط عملکرد (ton/ha)
گروه حبوبات	۱۶۰	۱/۲۹	۸۷۰	۰/۳۸
گروه محصولات صنعتی	۵۶۸۰	۱۳/۰۳	۱۴۰۰	۱/۰۷
گروه سبزیجات	۳۸۱	۲۳/۰۶	۳۳	۱۰/۷۲
گروه محصولات جالیزی	۲۵۱	۱۷/۲۵	۴۳	۷/۸۰
جمع	۶۴۷۲	-	۲۳۴۶	-

۵- مزایا و محدودیت های کاربرد آبیاری میکرو در زارعت های سبزی و صیفی و زارعت های ردیفی:

آبیاری میکرو مانند هر روشی دیگر آبیاری دارای محاسن و محدودیتهایی است این مزایا یا محدودیت‌ها عمدتاً از نظر فنی و اقتصادی و یا عوامل مربوط به رشد گیاه است بنابر این در هنگام انتخاب روش آبیاری میکرو و یا طراحی و اجرای این روش لازم است با مد نظر قرار دادن این جنبه ها و در صورتیکه محاسن سیستم بیشتر از معایب آن باشد به مرحله اجرا گذاشته شود.

۵-۱- مزایای کاربرد روش آبیاری میکرو در زارعت‌های سبزی وصیفی و زارعت‌های ردیفی:

کاربرد روش های آبیاری میکرو در زارعت های ردیفی و سبزیجات در مقایسه با روشهای بارانی، کرتی دارای محاسنی است که از آن جمله می توان به موارد زیر اشاره نمود:

۵-۱-۱- بهره گیری بیشتر از منابع آب :

با توجه به ماهیت آبیاری قطره ای در این روش آبیاری تنها بخش خاصی از خاک اطراف بوته گیاه مرطوب می گردد و در نتیجه شاهد کاهش تبخیر از سطح خاک، عدم وجود رواناب سطحی و کنترل نفوذ عمقی خواهیم بود. این عوامل باعث کاهش مصرف آب و در نتیجه افزایش بازده آبیاری می شود. از آنجایکه آبدهی قطره چکان ها کمتر از شدت نفوذ خاکها می باشد، این امکان فراهم می گردد در استفاده از این روش در اراضی شیب دار و دامنه تپه ها نیز رواناب سطحی وجود نداشته باشد.

جدول شماره (۳) نشان دهنده وضعیت بازده آبیاری میکرو در کشورهای مختلف می باشد. همانطوریکه از جدول مشخص می گردد بسته به نوع مدیریت و شرایط کارکرد سیستم در اکثر کشورها این سیستم دارای بازده های بین ٦٠ تا ٩٥ درصد می باشد.

جدول شماره ۳ – وضعیت بازده آبیاری درکشورهای مختلف

کشور	بازده آبیاری (٪)
امریکا	٦٠ تا ٩٠
اسپانیا	٦٠ تا ٩٠
استرالیا	٧٠ تا ٩٠
اسرائیل	٨٥ تا ٩٥
افریقای جنوبی	٨٥ تا ٩٥
مکزیک	٩٠ تا ٩٥
ژاپن	بیش از ٩٥
هندوستان	٨٥ تا ٩٥
کلمبیا	٧٥ تا ٩٠
چین	٨٥ تا ٩٥

جدول شماره ۴- نتیجه تحقیقات صورت گرفته در زمینه کارائی مصرف آب در زراعت‌های سبزی و صیفی

محصول	منطقه	روش آبیاری سطحی			روش آبیاری قطره‌ای			درصد صرفه جویی در مصرف آب	درصد افزایش کارایی مصرف آب
		حجم آب آبیاری (ton/ha)	عملکرد (ton/ha)	کارائی مصرف آب (ton/ha)	حجم‌آب آبیاری (ton/ha)	عملکرد (ton/ha)	کارائی مصرف آب (ton/ha)		
گوجه فرنگی	کرج	۱۴۰۰۰	۴۰	۲/۹	۹۸۰۰	۱۱۰	۱۱/۲	۳۰	۲۸۶
	اصفهان	۲۱۰۰۰	۲۹	۱/۴	۱۰۰۰۰	۳۴	۳/۴	۵۲	۱۴۳
	شیراز	۱۵۰۰۰	۴۴	۲/۹	۶۷۰۰	۶۲	۹/۳	۵۵	۲۲۱
هندوانه	کرمان	۱۴۵۰۰	۲۵	۱/۷	۷۳۰۰	۳۹	۵/۳	۵۰	۲۱۲
خیار	کرمان	۱۵۰۰۰	۱۸	۱/۷	۵۴۰۰	۲۸	۵/۲	۶۴	۲۰۶
توت‌فرنگی	شیراز	۱۲۷۰۰	۷/۶	۰/۶	۸۰۰۰	۱۲	۱/۵	۳۷	۱۵۰
بادمجان	اصفهان	۲۲۰۰۰	۴۴	۲	۱۰۰۰۰	۴۹	۴/۹	۵۵	۱۴۵

جدول شماره (٤) نشان دهنده نتایج مختلف تحقیقات صورت گرفته در زمینه مسایل کارائی مصرف آب در روشهای آبیاری سطحی و قطره ای بر روی سبزی و صیفی است. همانطوری که از جدول مشخص می‌گردد با تغییر سیستم آبیاری از سطحی به آبیاری قطره ای بین ۳۰ تا ٦٠ درصد بسته به نوع محصول و شرایط محیطی و مدیریت آبیاری در مصرف آب صرفه جوئی شده است، این در حالی است که با توجه به افزایش عملکرد محصول که در اثر تغییر سیستم حاصل شده است میزان کارائی مصرف آب تا بیش از ١٤٠ درصد افزایش نشان می دهد.

جدول شماره ٥ نتایج تحقیقات صورت گرفته در زمینه تغییر سیستم آبیاری سطحی به آبیاری میکرو در دو زراعت گوجه فرنگی و خربزه و با اعمال تیمارهای مختلف آب آبیاری را در منطقه خراسان نشان می دهد.

همانطوری که در جدول مشخص می گردد به ازای کاربرد سیستم آبیاری قطره ای در مقایسه با آبیاری نشتی بدون اینکه کاهش معنی داری در میزان عملکرد محصول گوجه فرنگی داشته باشیم توانسته ایم تا ٥٠ درصد در مقدار آب مصرفی صرفه جویی کنیم، ولی در زراعت خربزه ضمن اینکه با اعمال سیستمهای آبیاری قطره ای در میزان مصرف آب صرفه جویی شده، افزایش عملکرد محصول را نیز همراه داشته است. همچنین کارایی مصرف آب در زراعت گوجه فرنگی تا ١٠٠ درصد و در زراعت خربزه تا ١٨٥ درصد بازای تامین نیاز آبی ١٠٠ درصد محصول افزایش یافته است.

جدول شماره ٥- نتایج تحقیقات صورت گرفته در زمینه تغییر سیستم آبیاری سطحی به آبیاری میکرو در دو زراعت گوجه فرنگی و خربزه و با اعمال تیمارهای مختلف آب آبیاری

محصول		روش آبیاری سطحی			روش آبیاری قطره ای			درصد تغییرات به ازای تغییر سیستم		
		T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
گوجه فرنگی	میزان آب مصرفی (m3/ha)	٤٩٩٩	٧٢١٦	٩٦٨٠	٢٥٧١	٣٧٦٣	٤١٥٦	٤٨	٤٨	٥٧
	میزان عملکرد (ton/ha)	١٦/٦	٣٣/٧	٤٦/٦	١٦/٤	٣٣/٤	٥١/٢	٠	٠	١٠
	کارایی مصرف آب (kg/m3)	٣/٣	٤/٧	٤/٨	٦/٤	٨/٩	١٠/٣	٩٠	٩٠	١١٥
خربزه	میزان آب مصرفی (m3/ha)	٥٤٠٠	٨٣٣٤	١١٦٠٠	٢٣٣٥	٣٨١٥	٤٧٧٠	٥٧	٥٤	٥٩
	میزان عملکرد (ton/ha)	١٥/٧	٢٤/٣	٢٧/١	٢١/٥	٣٠/٥	٣١/٩	٣٦	٢٥	١٨
	کارایی مصرف آب (kg/m3)	٢/٩	٢/٩	٢/٣	٩/٢	٨/٠	٦/٧	٢١٧	١٧٥	١٨٦

٥-١-٢- رشد بهتر گیاه و افزایش محصول:

در آبیاری قطره ای نیاز آبی گیاه بطور روزانه تامین می گردد لذا رطوبت خاک در منطقه توسعه ریشه در طول دوره رشد تقریبا ثابت باقی مانده و گیاه کمتر از نوسانات تنش آب صدمه می بیند. همچنین با توجه به نتایج ارائه شده در جداول شماره ٤ و ٥ مشخص می گردد، سیستم آبیاری قطره ای به علت شرایط محیطی که در اطراف ریشه فراهم می آورد باعث افزایش میزان تولید محصول می گردد.

۵-۱-۳ – امکان کاربرد آب شور:

کاربرد سیستم آبیاری میکرو در استفاده از آب شور نسبت به سایر روشهای آبیاری مرسوم ارجح تر می باشد. این امر به دلایل مختلف از جمله موارد زیر میباشد:

- در روش آبیاری قطره ای بعلت اینکه دور آبیاری پایین می باشد، منطقه توسعه ریشه دائماً مرطوب نگه‌داشته می شود. این امر باعث می گردد تا در محلول خاک اطراف ریشه های گیاه غلظت نمک در طول فصل رشد در حد پایینی باقی بماند.
- در مقام مقایسه با سیستم آبیاری بارانی از آنجایکه آب مستقیماً روی سطح برگ نمی ریزد یونهای کلر و سدیم موجود در آب در سطح برگ باعث سوختگی نمی شوند.
- در آبیاری قطره ای نمک موجود در آب پس از خروج از قطره چکان به محیط اطراف پروفیل رطوبتی حرکت میکند بطوریکه اگر قطره چکان کنار گیاه و یا در جای مناسبی قرار گرفته باشد نمک از دسترس گیاه دور می شود و به گیاه صدمه ای وارد نمی کند.

۵-۱-۴ – امکان بکارگیری کود و سم همراه با آب آبیاری

امکان بکارگیری کود و سم همراه با آب آبیاری یکی از محاسن بسیار مهم سیستم آبیاری قطره ای میباشد. با استفاده از این سیستم کودهای شیمیایی محلول بتدریج و همراه با آب آبیاری در اختیار گیاه قرار میگیرد. بدین ترتیب خطر شسته شدن کودها به عمق خاک و یا خارج شدن آنها همراه با رواناب سطحی وجود ندارد. با استفاده از این سیستم این امکان فراهمی می گردد تا راندمان مصرف کود افزایش یابد و از آلوده کردن محیط نیز جلوگیری شود. علاوه بر کودهای محلول سایر مواد مانند قارچ کشها، حشره کشها و یا علفکشها را می توان با استفاده از این سیستم نیز وارد خاک نمود.

۵-۱-۵- جلوگیری از رویش علفهای هرز

در استفاده از سیستم آبیاری قطره ای امکان جابجائی بذور علفهای هرز به حد بسیار پایینی کاهش یافته و از طرف دیگر بعلت اینکه تنها سطحی از زمین را مرطوب می نماید و قسمتهای دیگر خشک باقی می ماند شرایط برای رشد علفهای هرز فراهم نمی باشد. در مجموع این سیستم باعث می گردد درصد علفهای هرز به میزان زیادی در سطح مزرعه کاهش یابد.

۵-۲- محدودیت های کاربرد آبیاری میکرو در زراعت های ردیفی:

اصولاً مسایل و مشکلات سیستم های آبیاری میکرو در زارعتهای ردیفی تفاوت چندانی با کاربرد این سیستم در سایر زراعت ها ندارد اگر این مسایل را بشرح زیر دسته بندی کنیم می توان آنها را با اعمال مدیریت‌های مناسب در مزرعه کنترل نمود ولیکن در ابتدای برنامه ریزی برای توسعه کاربرد آبیاری میکرو پیشنهاد می گردد بدون توجه به این مسایل که در شرایط خاص وجود خواهند داشت به مزایای بسیاری مفید این سیستم توجه شود.

- گرفتگی قطره چکانها با املاح و موارد معلق آب
- زیانهای ناشی از جوندگان مانند موش و سایر حیوانات
- تجمع نمک در سطح خاک
- حرکت محدود آب در خاک و عدم امکان برای توسعه زیاد در ریشه
- محدودیت های فنی و اقتصادی

٦- مدیریت آبیاری در آبیاری میکرو برای زراعت‌های سبزی و صیفی و زراعت‌های ردیفی:

سیستمهای آبیاری میکرو علیرغم محاسن و مزایای بسیار مفیدی که دارند، سیستمهای بسیار دقیقی بوده و نیاز به مدیریت های در سطح بالایی دارند. در غیر اینصورت در مدت زمان بسیار کوتاهی بدون اینکه با استفاده از سیستم توانسته باشیم هزینه سرمایه گذاری را مستهلک نماییم، مجبور به جمع‌آوری سیستم از سطح مزرعه خواهیم بود. مسایل مختلفی در مدیریت کاربرد این سیستمها در سطح مزرعه مطرح میباشد. اهم این مسایل در رابطه با گیاهان ردیفی و سبزی و صیفی عبارتند از:

٦-۱- محاسبه نیاز آبی:

مقدار نیاز ابی گیاه تحت آبیاری در روش آبیاری میکرو برای کلیه محصولات از روش استاندارد موجود در کتابهای مربوطه برآورد می گردد. با این تفاوت که در انجام این محاسبات برای زراعت های صیفی و گیاهان ردیفی بایستی به موارد زیر توجه شود.

- برای هر ردیف کشت ما از یک خط دربردارنده قطره چکان استفاده می کنیم و شکل های مختلف استفاده از دو خط لاترال و یا حالت لوپ که برای باغات کاربرد دارد در اینجا تعریفی ندارند.
- پروفیل رطوبتی که تابعی از بافت خاک میباشد در آبیاری قطره‌ای از اهمیت بالایی برخوردار بوده و در مورد نباتاتی که برای آبیاری نیاز به ایجاد نوار رطوبتی می باشد، تعیین کننده فاصله بین قطره چکان ها در روی خط لوله می باشد. و در مقایسه با باغات نیاز به دقت و توجه بیشتری دارد.
- محل قرار گرفتن قطره چکان ها نیز با توجه به شرایط بافت خاک، کیفیت آب و خاک نیاز به اعمال مدیریت دارد. در صورتیکه منبع آب شور باشد قرار دادن قطره چکان در نزدیکی بوته، باعث حرکت شوری به قسمت خارجی پروفیل رطوبتی ایجاد شده میگردد و باعث می گردد گیاه از خطر شوری در امان باشد. همچنین در خاکهای شنی قرارگرفتن قطره چکان در نزدیکی بوته امکان بهره بیشتر از آب را برای گیاه فراهم می آورد و عدم توجه به آن ممکن است در برآورد نیاز آبی ما را با اشتباه مواجه کند.

۶-۲- استفاده از قطره چکانهای با ضریب ساخت (CV) پایین:

استفاده از قطره چکانهای با (CV) پایین یکی از ملزومات بکارگیری سیستم آبیاری میکرو برای زراعت های ردیفی است. از آنجائیکه برای یک کارخانه تولیدی امکان تولید قطره چکانهای مشابه ممکن نمی باشد، در شرایط یکسان فشار دبی های خروجی از قطره چکان هایی با یک مدل نیز متفاوت خواهد بود. این ویژگی با ضریب تغییرات ساخت (CV) مشخص میشود. و بایستی توسط کارخانه سازنده ارائه شود تا طراح بر اساس آن طراحی سیستم آبیاری را انجام دهد. هرچه مقدار (CV) بالاتر باشد باعث میگردد برای تامین آب مورد نیاز مزرعه آب بیشتری مصرف شود. زیرا از آنجا ئیکه لازم است تمام بوته ها به میزان کافی آب دریافت کنند، درصدی از بوته ها بیش از حد نیاز آب دریافت کرده و چه بسا باعث شسته شدن مواد غذایی به لایه های زیرین شود. در چنین شرایطی یکنواختی پخش آب نیز کاهش می یابد و درصدی از آب داده شده بصورت نفوذ عمقی از دسترس خارج می‌شود.

از آنجایکه در سیستم آبیاری میکرو برای زراعت ها هر قطره چکان مسئولیت آبیاری یک یا دو بوته را عهده دار می باشد درجه اهمیت (CV) در مقایسه با باغات افزایش می یابد، چرا که در باغات بعلت اینکه تعداد بیشتری قطره چکان مسئولیت آبیاری یک درخت را عهده دار بوده در صورتی که در مقدار آبدهی آنها تغییراتی وجود داشته باشد درخت کمتر صدمه می بیند.

اصولاً طبقه بندی قطره چکان ها بر اساس ضریب تغییرات ساخت صورت می گیرد که در این مورد انتخاب محدوده ها بسته به شرایط متفاوت می باشد. یکی از انواع طبقه بندی ها که درحال حاضر بعنوان استاندارد انجمن مهندسین کشاورزی آمریکا مورد استفاده قرار میگیرد در جدول شماره ٦ آورده شده است.

جدول شماره ۶ - طبقه بندی قطره چکانها بر اساس استاندارد انجمن مهندسین کشاورزی امریکا (ASAE)

گروه	قطره‌چکانهای پاششی و چکه‌ای	لوله‌های قطره‌چکان خطی
عالی	Cv<0.05	Cv<0.1
متوسط	0.05<Cv<0.07	0.1<Cv<0.2
معمولی	0.07<Cv<0.11	-
بد	0.11<Cv<0.15	0.2<Cv<0.3
غیرقابل استفاده	0.15<Cv	0.3<Cv

۷- نیازهای تحقیقاتی در زمینه مسایل آبیاری میکرو در زراعت های ردیفی:

در کشورهای خارجی تحقیقات وسیعی در این خصوص به انجام رسیده و نتایج مثبت آن نیز در دسترس میباشد. ولیکن با توجه به شرایط اقلیمی، نوع خاک، ژنوتیپهای مختلف موجود در کشور نیاز است تحقیقاتی در خصوص موارد زیر در کشور به انجام رسد. لذا در صورتی که انجام هر یک از این موارد بصورت پایان نامه دانشجویی در سطح فوق لیسانس و دکتری نیز ممکن باشدامکان تهیه تجهیزات آن فراهم می باشد.

۷-۱- کود آبیاری و سم آبیاری (شیم آبیاری) در آبیاری میکرو

- بررسی کاربرد انواع کودهای شیمیایی محلول در آبیاری میکرو
- بررسی کاربرد انواع کودهای شیمیایی محلول با استفاده از سیستم آبیاری میکرو بر روی محصولات زراعی
- بررسی عملکرد استفاده از سموم گیاهی (آفات کشها، علف کشها، و ...)در آبیاری میکرو
- بررسی گرفتگی خروجی ها در اثر کاربرد مواد شیمیایی و سموم در سیستم آبیاری میکرو
- بررسی استفاده از مواد شیمیایی (انواع اسیدها، گازها،و...) در رفع گرفتگی یا جلوگیری از آن در آبیاری میکرو
- بررسی استفاده از مواد شیمیایی بر روی لوازم و تجهیزات سیستمهای آبیاری میکرو

- بررسی استفاده از مواد شیمیایی در اصلاح کیفیت آب مورد استفاده در آبیاری میکرو

۷-۲- مدیریت آبیاری در روشهای آبیاری میکرو

- مدیریت آبیاری میکرو در جالیز (برنامه آبیاری – نوع روش – دور آبیاری - زمان آبیاری – آرایش سیستم – مقدار آب آبیاری - ...)
- مدیریت آبیاری میکرو در زراعت های ردیفی (برنامه آبیاری – نوع روش – دور آبیاری – زمان آبیاری – آرایش سیستم - ...)
- مدیریت آبیاری میکرو در زراعت های خاص مانند پنبه و . . . (برنامه آبیاری – نوع روش – دور آبیاری - زمان آبیاری – ...)
- مدیریت آبیاری میکرو در استفاده از آبهای نامتعارف در مناطق اقلیمی مختلف
- مدیریت آبشویی در استفاده از روشهای مختلف آبیاری میکرو با استفاده از آبهای نامتعارف د رخاکهای با شوری و بافت مختلف

۷-۳- کاربرد آبهای نامتعارف در آبیاری میکرو

- بررسی تاثیر کیفیت آب آبیاری در کاربرد کشاورزی تحت آبیاری میکرو
- مقایسه تاثیر استفاده از آبهای شور و نامتعارف بر روی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در روشهای مختلف آبیاری میکرو
- بررسی نیاز آبشویی و تعیین درصد آن در روشهای مختلف آبیاری میکرو، در آبها و خاکهای با شوری مختلف
- بررسی تعیین بهترین نوع خروجی در سیستم آبیاری موضعی در رابطه با آبهای نامتعارف

۷-٤- آبیاری میکرو زیر سطحی

- بررسی انواع روشهای آبیاری زیر سطحی از نظر سخت افزاری
- بررسی انواع روشهای آبیاری زیر سطحی از نظر سازگاری گیاهان مختلف
- بررسی انواع روشهای آبیاری زیر سطحی در کیفیت آبهای مختلف
- بررسی انواع روشهای آبیاری زیر سطحی در خاکهای مختلف
- بررسی مسایل اقتصادی روشهای مختلف آبیاری زیرسطحی
- بررسی تاثیر مدت کارکرد روشهای آبیاری زیرسطحی بر مشخصات فیزیکی آن
- بررسی کم آبیاری با استفاده از روشهای آبیاری زیرسطحی

۷-۵- روابط آب، خاک، گیاه و اتمسفر در آبیاری میکرو

- بررسی تاثیر روشهای آبیاری میکرو بر روی مراحل مختلف رشد در گیاهان مختلف
- بررسی پروفیل رطوبتی در خاکهای با بافتهای مختلف در آبیاری میکرو
- بررسی پروفیل توزیع نمک در روشهای آبیاری میکرو

۷-٦- انرژی و آبیاری میکرو

- بررسی کارائی روشهای آبیاری کم فشار بر روی زراعت های مختلف
- بررسی مشخصات فیزیکی روشهای آبیاری کم فشار
- بررسی هزینه، کارائی و مصرف انرژی در روشهای آبیاری میکرو

۷-۷- آبیاری میکرو در گلخانه ها، خزانه ها و نشاء کاری ها

- مدیریت بهره برداری روشهای آبیاری میکرو در گلخانه ها (برنامه آبیاری – نوع روش – دور آبیاری – زمان آبیاری – آرایش سیستم – آفات و بیماریها – علفهای هرز ...)
- مدیریت بهره برداری روشهای آبیاری میکرو در خزانه ها (برنامه آبیاری – نوع روش – دور آبیاری – زمان آبیاری – آرایش سیستم – آفات و بیماریها – علفهای هرز ...)
- مدیریت بهره برداری روشهای آبیاری میکرو در نشاء کاریها (برنامه آبیاری – نوع روش – دور آبیاری – زمان آبیاری – آرایش سیستم – آفات و بیماریها – علفهای هرز ...)
- مقایسه روشهای آبیاری میکرو در امور گل و گیاهان زینتی (برنامه آبیاری – نوع روش – دور آبیاری – زمان آبیاری – آرایش سیستم – آفات و بیماریها – علفهای هرز ...)
- مقایسه روشهای آبیاری میکرو در امور گیاهان داروئی (برنامه آبیاری – نوع روش – دور آبیاری – زمان آبیاری – آرایش سیستم – آفات و بیماریها – علفهای هرز ...)
- مقایسه روشهای آبیاری میکرو در امور قارچ های خوراکی (برنامه آبیاری – نوع روش – دور آبیاری – زمان آبیاری – آرایش سیستم – آفات و بیماریها – علفهای هرز ...)
- مطالعه اثرات روشهای آبیاری میکرو با چرخه بسته در گلخانه ها، خزانه ها و نشاء کاری ها (استفاده مجدد از آب آبیاری)

۷-۸- فیلتراسیون در آبیاری میکرو

- بررسی عملکرد فیلترهای مورد استفاده در آبیاری میکرو
- بررسی کارائی فیلترهای مختلف در آبهای با کیفیت مختلف
- کارائی روشهای مختلف شستشوی معکوس در انواع فیلترهای مورد استفاده در سیستمهای آبیاری میکرو
- بررسی دانه بندی های مختلف در فیلترهای شن

- بررسی ابعاد فیلترهای مختلف با توجه به کمیت و کیفیت آب آبیاری
- بررسی روشهای رسوب زدایی در آبیاری میکرو
- تاثیر وجود روغن در آب آبیاری بر روی عملکرد فیلتراسیون در آبیاری میکرو

۷-۹- لوازم و تجهیزات در آبیاری میکرو

- بررسی انواع خروجی های مورد استفاده در آبیاری میکرو
- بررسی کارائی انواع فشار شکن های مورد استفاده در آبیاری میکرو
- اثر کیفیت آب بر جنس وسایل مورد استفاده در روشهای آبیاری میکرو
- بررسی خصوصیات هیدرولیکی، اصول طراحی و الگوی پاشش میکورجت ها مورد استفاده در آبیاری میکرو
- بررسی خصوصیات هیدرولیکی و اصول طراحی بابلرها
- بررسی خصوصیات هیدرولیکی و اصول طراحی لوله های تراوا
- بررسی خصوصیات هیدرولیکی و اصول طراحی لوله های دوجداره

۷-۱۰- کم آبیاری در آبیاری میکرو

- بررسی کم آبیاری بر روی محصولات مختلف با استفاده از سیستم آبیاری میکرو

۷-۱۱- امور آموزشی و ترویجی روشهای آبیاری میکرو

- بررسی شیوه های مختلف ترویج روشهای آبیاری میکرو
- بررسی شیوه های مختلف آموزش در توسعه روشهای آبیاری میکرو

۸- توصیه و پیشنهادات:

- با توجه به مسایل محدودیت منابع آبی مطرح در کشور و همچنین مزایایی که در سیستم های آبیاری میکرو به سرمایه گذاری جهت توسعه آن بخصوص بر روی زراعت های ردیفی و صیفی که در بین کشاورزان و مروجان شناخته شده نیست اهمیت لازم داده شود.
- همانطور که این سیستم برای زراعت های صیفی و در گیاهان ردیفی در بین کشاورزان شناخته شده نیست در بین محققان نیز همینطور بوده و با مسایل مدیریتی سیستم در سطح مزرعه آشنا نیستند. لذا جهت بخشیدن به تحقیقات در این زمینه با توجه به اولویتهای ارائه شده از ضروریات است.

- در سیستمهای آبیاری میکرو دقت و توجه به مسایل و مشکلات مطرح در زمینه سیستم های آبیاری تحت فشار ضروری بوده و عدم برنامه ریزی در جهت رفع آنها توسعه سیستم را با مشکل مواجه میسازد.
- یکنواختی توریع و ضریب ساخت کارخانه در این سیستم از درجه اهمیت خاصی برخوردار است و در صورتیکه امکان دست یابی به مقدار قابل قبول در بین تولیدات داخلی برای قطره چکان ها و میکروجت ها ممکن نباشد بودن هیچ تعمقی واردات آن توصیه گردد.
- با توجه به میزان مصرف انرژی در این سیستمها و اینکه سیستمهای آبیاری کم فشار در حال ارائه به بازار مصرف کنندگان است، توصیه می گردد همگام با توسعه سیستمهای آبیاری میکروی موجود بررسی های مطالعاتی در این خصوص دنبال شود.

۹- منابع :

۱- ا مین علیزاده ، ۱۳۷٦، اصول و عملیات آبیاری قطره ای، دانشگاه امام رضا. نشر، آستان قدس رضوی.

۲- علی اصغر فرشی، ۱۳۷۸، مقایسه روشهای آبیاری قطره ای با سطحی در کاهش تبخیر و افزایش کارایی مصرف آب. هفتمین سمینار سراسری تبخیر، دانشگاه شهید باهنر کرمان. صفحه ۱۵۲-۱٤۸.

۳- جواد باغانی ۱۳۷۸، بررسی و مقایسه دو روش آبیاری شیاری و قطره ای بر عملکرد در کیفیت خربزه، گزارش پژوهشی شماره ۱۲۰ موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، ٦٥ صفحه.

٤- جواد باغانی، ۱۳۷۸، مقایسه روشهای آبیاری قطره ای و شیاری بر روی عملکردهای کمی وکیفی گوجه فرنگی، گزارش پژوهشی شماره ۱۲۹ موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی ، ۸۲ صفحه.

5- Bucks, O.A., 1993. Micro Irrigation, world wide usage report, 15th ICID Congress, the Hagne, the Nether lands.

6- Hilled, D. 1988. The efficient use of water in irrigation, World Bank Technical paper No 65, Washington D.C., 107 p.

7- Soloman, K., 1979. Manufacturing variation of trickle emitters, ASAE Transactions, 22 (S): 1034-1038.

8- Somel, L., 1992. Agricultural diversification in middle East and North Africa, Trand in Agricultural Diversification, world bank technical paper No. 180 , pp 32-61.

آبیاری میکرو در باغات

عبدالرضا فلاح‌رستگار[۱]
عنایت‌الله فراهانی[۲]

۱- مقدمه

آب به عنوان یکی از ارزشمندترین منابع طبیعی، جایگاه خاصی در توسعه پایدار کشاورزی دارد. منابع آب در اکثر نقاط دنیا منجمله ایران کمیاب بوده و در اغلب موارد، آب بهره‌برداری شده با صرف هزینه‌های قابل ملاحظه‌ای تأمین می‌گردد. بدون شک تولید غذای کافی و مطلوب از اهداف توسعهٔ ملی و امنیتی هر کشور محسوب می‌گردد و این امر میسر نخواهد شد مگر با اتخاذ تدابیری مانند:

- افزایش سطح زیر کشت و استفاده از توانایی‌های منابع آب موجود با احداث شبکه‌های جدید آبیاری و زهکشی.
- افزایش تولید به ازای هر واحد آب مصرفی از طریق کاربرد شیوه‌های جدید آبیاری.
- بالا بردن مقدار تولید در هر واحد از سطح زمین‌های زیرکشت.

شایان ذکر است که تا چندی قبل گسترش سطح زیر کشت محصولات زراعی بسیار مورد توجه بوده و به جرأت می‌توان گفت این روش در دنیا مسئله گرسنگی و تولید غذا را تا حد زیادی حل کرد. لیکن از اواسط دههٔ ۱۹۸۰ میلادی به بعد روند گسترش سطح اراضی کشاورزی سیر نزولی داشته به طوری که تقریباً نصف مقدار مشابه به آن در دههٔ ۱۹۷۰ بوده است. متخصصان کشاورزی دلیل عمده‌ای را که برای این کاهش ذکر می‌کنند بالا بودن هزینه‌هایی است که زیر کشت در آوردن هر هکتار زمین جدید طلب می‌کند.

بالا بردن تولید در واحد سطح برای کشورهایی که به لحاظ آب محدودیت نداشته یا قسمت

۱- عضو گروه کار سیستم‌های آبیاری در سطح مزرعه
۲- کارشناس مهندسین مشاور مهاب قدس

عمدهٔ تولیدات کشاورزی آنها از اراضی دیم حاصل می‌شود راه‌حل مطلوب و پسندیده‌ای است. اما این روش در کشورهای کم‌آب امری مفید و پایدار در توسعهٔ کشاورزی نمی‌باشد زیرا تولید بیشتر در واحد سطح در گرو افزایش مصرف انرژی و استفاده زیادتر از نهاده‌های کشاورزی مانند کود و سم و یا بذور اصلاح شده است که تنها به کمک آب و همراه با مصرف زیاد آن می‌تواند مؤثر واقع گردد.

بنابراین بدون این که بخواهیم اهمیت نسبی توسعهٔ سطح زیرکشت و بالا بردن مقدار تولید در واحد سطح را نادیده بگیریم می‌بایستی در کشورهای کم‌آبی مانند ایران به مقدار تولید به ازای هر متر مکعب آب مصرفی بیشتر بها داده شود. در این راستا پذیرش روش‌های نوین آبیاری و استفاده از فن‌آوری‌های مناسب برای پیاده کردن این روش‌ها از جمله راه‌های افزایش بازده آبیاری و کارآیی مصرف آب می‌باشد که از آن جمله روش‌های آبیاری میکرو *(Micro Irrigation)* در مزارع و باغات می‌باشد.

۲- تعریف آبیاری میکرو

واژه‌های آبیاری میکرو *(Micro Irrigation)*، خردآبیاری، آبیاری موضعی *(Localized Irrigtion)*، آبیاری تریکل *(Trickle Irrigation)*، آبیاری دریپ *(Drip Irrigation)* و آبیاری قطره‌ای همگی مترادف یکدیگرند. لیکن از آن جایی که واژهٔ قطره‌ای بیشتر توصیف کننده ماهیت این روش می‌باشد در اکثر نوشته‌های علمی و تجاری از آن استفاده می‌شود. آبیاری قطره‌ای به کلیهٔ روش‌هایی گفته می‌شود که در آنها آب به مقدار کم و حدود ۱ تا ۱۰ لیتر در ساعت به آرامی در نزدیک گیاه ریخته می‌شود.به همین دلیل این روش‌ها را آبیاری با حجم کم *(Low Volume Irrigation)* نامیده‌اند. در این روش‌ها آب ممکن است از بالا ریخته شده و در سطح خاک پخش شود (مانند خرد آبپاش) و یا آن که مستقیماً در سطح خاک ریخته شود (مانند قطره‌چکان‌های سطحی). در بعضی روش‌ها نیز آب از زیرسطح خاک وارد منطقهٔ ریشه‌ها می‌شود (روش قطره‌ای زیر سطحی). در آبیاری قطره‌ای آب در یک سیستم لوله‌ای در باغات و مزارع توزیع می‌شود و دستگاه یا وسیلهٔ مکانیکی که آب از آن به خارج گسیل و در اختیار گیاه قرار می‌گیرد خروجی یا قطره‌چکان *(Emitter)* نام دارد.

۳- تاریخچهٔ آبیاری قطره‌ای

برخلاف روش‌های آبیاری سطحی که قدمت آن در بعضی نقاط دنیا به ۶۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح می‌رسد، آبیاری قطره‌ای از یک طرف روشی جدید و تاریخچه‌ای کوتاه دارد و از طرف دیگر سابقهٔ آن نیز بسیار طولانی است. مع‌هذا اگر آبیاری قطره‌ای را به مفهوم علمی و امروزی آن در نظر بگیریم اولین گزارش‌ها در مورد اجرای این روش مربوط به سال ۱۸۶۰ در آلمان است که در آن از لوله‌های سفالی زیرزمینی برای آبیاری استفاده می‌شده است. در سال ۱۹۱۳ میلادی نیز کاربرد لوله‌های روزنه‌دار زیرزمینی در آمریکا معمول و از سال ۱۹۲۰ به بعد در کشورهای فرانسه، آلمان و شوروی سابق رواج یافت. با توسعهٔ صنایع پلاستیک در ایام جنگ جهانی دوم و سال‌های بعد از آن، کاربرد لوله‌های پلاستیک در آبیاری قطره‌ای مقرون به صرفه گردید، به طوری که به دلیل قابلیت انعطاف به آسانی می‌شد این لوله‌ها را از کنار بوته‌ها یا درختان عبور داده و با سوراخ کردن آنها که به مراتب ساده‌تر از لوله‌های فلزی صورت می‌گرفت قطرات یا جریان کوچکی از آب را خارج و برای آبیاری مورد استفاده قرار داد. بنابراین بسیاری از متخصصان شروع فن‌آوری آبیاری قطره‌ای را از همین زمان می‌دانند. استفاده از لوله‌های پلاستیک در آبیاری گیاهان گلخانه‌ای برای اولین بار در اواخر دهه ۱۹۴۰ در انگلستان توسط بلاس *(L. Blass)* به اجرا گذاشته شد. نوشته‌های علمی موجود در زمینهٔ علمی کردن روش‌های آبیاری قطره‌ای در مزرعه نشان دهندهٔ آن است که این روش در سال ۱۹۶۳ در اسرائیل و در سال ۱۹۶۴ در آمریکا به کار گرفته شد.

۴- وضعیت آبیاری قطره‌ای در جهان

گسترش روش‌های مختلف آبیاری قطره‌ای در سال‌های اخیر بسیار چشمگیر بوده است. در سال ۱۹۸۲ یک گروه کاری از کمیسیون بین‌المللی آبیاری و زهکشی *(ICID)* بررسی آماری وضعیت آبیاری قطره‌ای را در سطح جهان به عهده گرفت که گزارش آن در سال ۱۹۸۴ در بولتن کمیسیون مذکور منتشر گردید. این گروه در سال ۱۹۸۶ دومین بررسی خود را آغاز و گزارش مربوطه در سال ۱۹۸۸ انتشار یافت.

بار دیگر در سال ۱۹۹۱ سومین بررسی توسط این گروه صورت گرفت که نتایج آن در پانزدهمین اجلاس کمیسیون بین‌المللی آبیاری و زهکشی در سال ۱۹۹۳ انتشار یافت. بر اساس

این گزارش وسعت کل اراضی دنیا که تا سال ۱۹۹۱ با روش قطره‌ای آبیاری می‌شوند بالغ بر ۱/۷۶۸/۹۸۷ هکتار برآورد شده است که نسبت به ۵ سال قبل از آن (سال ۱۹۸۶) حدود ۶۳ درصد و نسبت به ۱۰ سال قبل از آن (سال ۱۹۸۱) بیش از ۳۲۹ درصد رشد داشته است.

شایان ذکر است که کشور آمریکا با حدود ۶۰۶/۰۰۰ هکتار آبیاری قطره‌ای در مقام اول، اسپانیا با ۱۶۰/۰۰۰ هکتار، آفریقای جنوبی با ۱۴۴/۰۰۰ هکتار و اسرائیل با ۱۰۴/۰۰۰ هکتار به ترتیب در مقام‌های دوم تا چهارم به شمار می‌روند.

در چند سال اخیر این روش در ایران توسعه نسبتاً زیادی داشته است. هر چند آمار رسمی از سطح زیر کشت به روش قطره‌ای وجود ندارد اما براساس اطلاعات ادارهٔ کل توسعهٔ روش‌های آبیاری تحت فشار وسعت اراضی که تا سال ۱۳۷۶ به صورت قطره‌ای آبیاری می‌شوند و یا در دست اجرا بوده‌اند بالغ بر ۴۵۰۰۰ هکتار می‌باشد.

در وضعیت کنونی به دلیل هزینه‌های زیادی که سیستم‌های آبیاری قطره‌ای در بردارند این روش عمدتاً در مورد درختان میوه و یا محصولاتی که بتوان آن را با قیمت بالا در بازار به فروش رساند به کار برده می‌شود. به طوری که بیش از ۴۰ درصد اراضی را که با این روش آبیاری می‌شوند درختان مختلف تشکیل می‌دهند که در سال ۱۹۹۱ در دنیا رقمی بالغ بر ۷۵۰/۰۰۰ هکتار بوده است. از این مقدار ۳۰۰/۰۰۰ هکتار را درختان میوه (۱۷ درصد)، ۲۳۰/۰۰۰ هکتار را انواع مرکبات (۱۳ درصد) و ۱۴۲/۰۰۰ هکتار را زیتون و بادام، گردو و پسته که معادل ۵ درصد می‌باشد به خود اختصاص می‌دهند.

۵- مزیت‌ها و محدودیت‌های آبیاری قطره‌ای

آبیاری قطره‌ای آسانترین وسیلهٔ تأمین آب مورد نیاز گیاهان نظیر درختان و تاکستان‌ها است به طوری که گیاه می‌تواند با نیروی کششی کمی، آب مورد نیاز خود را برای جبران تبخیر و تعرق به دست آورد. آبیاری قطره‌ای مانند هر روش دیگر دارای محاسن و محدودیت‌هایی است. این مزایا یا معایب عمدتاً از نظر فنی، اقتصادی و یا عوامل مربوط به رشد گیاه است.

۵-۱- مزایای آبیاری قطره‌ای

آبیاری قطره‌ای در مقایسه با سایر روش‌ها دارای محاسنی است که از آن جمله می‌توان به

موارد زیر اشاره کرد.

۱- صرفه‌جویی در مصرف آب:

با توجه به ماهیت و خصوصیات فنی روش آبیاری قطره‌ای، مصرف آب در این شیوه کمتر از سایر روش‌های آبیاری است. در آبیاری قطره‌ای تنها بخشی از خاک اطراف بوتهٔ گیاه یا درخت آبیاری می‌شود. کاهش تبخیر از سطح خاک، عدم وجود رواناب سطحی و کنترل نفوذ عمقی از عواملی هستند که باعث کاهش مصرف آب و در نتیجه افزایش بازده آبیاری می‌شود.

۲- رشد بهتر گیاه و افزایش محصول:

در آبیاری قطره‌ای نیاز آبی گیاه به طور روزانه تأمین می‌شود. لذا رطوبت خاک در منطقه توسعه ریشه‌ها در طول دورهٔ رشد تقریباً ثابت باقی‌مانده و گیاه کمتر از نوسان‌های تنش آب صدمه می‌بیند. مقایسهٔ محصول تولیدی در آبیاری قطره‌ای با سایر روش‌های آبیاری نشان داده است که تولید محصول در این روش بیشتر است.

۳- استعمال آب شور:

آبیاری قطره‌ای در استفاده از آب شور نسبت به سایر روش‌های مرسوم آبیاری ارجح است. آبیاری مکرر باعث می‌شود که رطوبت خاک در فاصلهٔ حداکثر خشکی و حداکثر رطوبت نوسان زیادی نداشته و قسمت اعظم خاک به خوبی تهویه گردد. خشکی کمتر خاک بین فواصل آبیاری باعث می‌گردد که نمک‌های موجود در آب خاک رقیق‌تر شده و به این ترتیب امکان استفاده از آبهای شورتر را در مقایسه با سایر روش‌های آبیاری میسر می‌نماید.

۴- امکان استفاده در دامنه‌ها و مناطق کوهستانی:

آبیاری قطره‌ای را می‌توان طوری طراحی نمود که تقریباً در هر نوع پستی و بلندی با کارآیی قابل ملاحظه‌ای مورد استفاده قرار گیرد.

۵- امکان به کارگیری کود و سم همراه با آب آبیاری:

در آبیاری قطره‌ای این امکان وجود دارد تا کودهای شیمیایی محلول را به تدریج و همراه با آب آبیاری در اختیار گیاه قرار داد. بدین ترتیب خطر شسته شدن کودها به عمق خاک و یا خارج شدن آنها همراه با رواناب سطحی وجود ندارد.

۶- جلوگیری از رویش علف‌های هرز:

در آبیاری قطره‌ای آب قبل از وارد شدن به سیستم از صافی‌های مخصوص گذشته و تصفیه می‌شود. لذا امکان وارد شدن بذر علف‌های هرز به داخل زمین وجود ندارد. از طرف دیگر چون تنها سطح سایه‌انداز گیاه آبیاری شده و قسمت‌های دیگر زمین خشک باقی می‌ماند شرایط برای رشد علف‌های هرز فراهم نمی‌باشد.

۷- نیاز کمتر به نیروی انسانی:

سیستم آبیاری قطره‌ای را به سادگی می‌توان خودکار و نیاز آن را به کارگر کاهش داد. با استفاده از شیرهای برقی *(Solenoid Valve)* زمان قطع و وصل جریان آب برنامه‌ریزی شده و نیازی به کارگر ندارد.

۸- صرفه‌جویی در انرژی:

سیستم آبیاری قطره‌ای در مقایسهٔ با سایر روش‌های آبیاری تحت فشار به انرژی کمتری نیاز دارد. زیرا فشار آب در این روش به مراتب کمتر از سیستم بارانی است.

۹- بالا بودن راندمان آبیاری:

راندمان آبیاری در روش قطره‌ای معمولاً بالاتر از سایر سیستم‌های آبیاری می‌باشد. به طور متوسط راندمان آبیاری قطره‌ای در سطح دنیا حدود ۸۵ درصد می‌باشد.

۵-۲- محدودیت‌های آبیاری قطره‌ای:

علیرغم موفقیت‌هایی که در آبیاری قطره‌ای حاصل شده است این روش مشکلاتی را در بر دارد که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره نمود.

۱- گرفتگی قطره‌چکان‌ها

بزرگترین مشکل در آبیاری قطره‌ای گرفتگی قطره چکان‌ها با مواد مختلف و مسدود شدن روزنه‌ها در آن است. گرفتگی قطره‌چکان‌ها به تدریج باعث عدم توزیع یکنواخت آب می‌شود.

خطر مسدود شدن قطره چکان‌ها باعث بالا رفتن هزینه‌های نگهداری سیستم می‌شود.

۲- یکنواختی

فشار آب در اکثر نقاط خروجی سیستم آبیاری قطره‌ای کم است (۰/۲ تا ۱/۵ اتمسفر). اگر شیب مزرعه خیلی زیاد باشد میزان آبدهی خروجی‌ها ممکن است تا ۵۰ درصد با آنچه که موردنظر بوده تفاوت نماید. به این ترتیب برخی از گیاهان آب زیاده از حد و برخی دیگر کمتر از حد نیاز دریافت خواهند نمود.

۳- شرایط خاک

ممکن است برخی از خاک‌ها دارای ظرفیت نفوذ کافی برای جذب آب نبوده و در شرایط آبدهی متعارف موجب ایجاد رواناب سطحی و یا جمع شدن آب در سطح خاک گردند. تجربه نشان داده است که خاک‌های با بافت متوسط معمولاً برای این روش آبیاری مناسب بوده در حالی که خاک‌های ریز بافت مشکلاتی را از نظر ایجاد رواناب سطحی به وجود می‌آورد.

۴- تجمع نمک در سطح خاک

در هنگام آبیاری با آب شور و با روش قطره‌ای، به خصوص در مناطق خشک و نیمه خشک، تجمع نمک در محیط خارجی پیاز رطوبتی و سطح خاک زیاد است. این موضوع به هنگام باریدن باران‌های اندک موجب می‌شود که املاح به منطقهٔ ریشه انتقال یافته و خطراتی را برای گیاه به وجود آورد.

۵- هزینه‌های سرمایه‌گذاری اولیه

هزینه سرمایه‌گذاری اولیه در آبیاری قطره‌ای نسبت به سایر روش‌های آبیاری زیادتر است.

٦- اجزای تشکیل دهندهٔ سیستم آبیاری قطره‌ای

اجزای تشکیل‌دهندهٔ سیستم آبیاری قطره‌ای شامل ایستگاه پمپاژ، واحد کنترل مرکزی، لوله‌های اصلی و فرعی، لوله‌های جانبی آبده و خروجی یا قطره‌چکان‌ها می‌باشند.

در روش آبیاری قطره‌ای آب با فشاری که توسط پمپ تأمین می‌شود وارد لولهٔ اصلی *(Main)* شده و این لوله تا ابتدای هر قطعه آبیاری ادامه پیدا می‌کند. هر قطعه از اراضی آبیاری به تعدادی زیر واحد تقسیم می‌شود که آب مورد نیاز آنها از یک لولهٔ نیمه اصلی *(Sub Main)* تأمین می‌گردد.

از لولهٔ نیمه اصلی بسته به فاصلهٔ ردیف‌های درختان تعدادی لوله‌های فرعی یا لترال *(Lateral)* منشعب می‌شود. لوله‌های اصلی و نیمه اصلی می‌توانند از جنس فولاد، سیمان آزبست، *PVC* و یا پلی‌اتیلن باشند. لیکن لوله‌های فرعی معمولاً از جنس پلی‌اتیلن انتخاب می‌شوند.

لوله‌های فرعی یا لترال که از کنار ردیف‌های درختان عبور می‌کنند مجهز به قطره‌چکان یا خروجی‌هایی می‌باشند که جریان آب توسط آنها با فشار کم به خارج گسیل شده و روی زمین پخش می‌شود.

سایر اجزای سیستم آبیاری قطره‌ای عبارتند از:

- شیر یکطرفه *(Check Valve)* که بلافاصله پس از پمپ نصب می‌شود تا در صورت خاموش شدن موتور از برگشت مجدد آب به داخل پمپ جلوگیری نماید.
- دستگاه‌های تزریق کود و سم که به صورت محلول وارد سیستم می‌شوند.
- جداکننده‌های شن *(Sand Separator)* که در اثر چرخش آب در داخل آن و نیروی گریز از مرکز ذرات جامد درشت و معلق آب را از آن جدا می‌کند. به این وسیله سیکلون *(Cyclone)* نیز گفته می‌شود.
- صافی‌های شنی یا توری برای جدا کردن ذرات معلق ریز موجود در آب.
- دستگاه‌های کلرزنی و یا تزریق اسید.
- وسایل اندازه‌گیری آب *(Water Meter)*، فشارسنج‌ها *(Gauges)*، شیرهای مختلف و پمپ‌های فشار *(Booster Pump)*.

در بعضی سیستم‌ها ممکن است برای تصفیهٔ اولیهٔ آب نیاز به وجود حوضچه‌های ته‌نشینی *(stilling basin)* باشد. به مجموعهٔ این وسایل که قبل از ورود آب به لولهٔ اصلی قرار گرفته و

مجموعاً در یک محل متمرکزند، کنترل مرکزی *(Head Control)* گفته می‌شود. شکل شمارهٔ ۱ اجزای اصلی یک شبکهٔ آبیاری قطره‌ای را نشان می‌دهد.

۷- قطره‌چکان‌ها و طبقه بندی آنها

قطره‌چکان آخرین قطعه یا وسیلهٔ آبیاری قطره‌ای است که آب از آن به شکل‌های مختلف مانند قطره، جریان پیوسته یا منقطع و یا فوران خارج می‌شود. قطره‌چکان‌ها را می‌توان به روش‌های زیر طبقه‌بندی کرد:

- طبقه‌بندی بر اساس نحوهٔ اتصال به لولهٔ فرعی،
- طبقه‌بندی بر اساس خصوصیات هیدرولیکی .

قطره‌چکان ممکن است در مسیر لولهٔ فرعی یا لترال قرار گرفته باشد که به آن قطره‌چکان در خط *(In - Line)* گفته می‌شود. در این صورت لولهٔ فرعی قطع و قطره‌چکان از دو طرف به آن متصل می‌شود. در این حالت کل جریان آب از بدنه قطره‌چکان عبور کرده اما فقط بخش بسیار کوچکی از آن منحرف و از روزنه قطره‌چکان خارج می‌شود.

نوعی دیگر از قطره‌چکان‌ها روی لولهٔ فرعی قرار می‌گیرند که به آنها قطره‌چکان روی خط *(On-Line)* گفته می‌شود.

از نظر محل خروج آب و پخش آن در روی زمین قطره‌چکان‌ها به دو گروه تقسیم می‌شوند.

- قطره‌چکان‌های نقطه‌ای *(Point- Source emitter)*
- قطره‌چکان‌های خطی *(Line- Source emitter)*

در قطره‌چکان‌های نقطه‌ای که ممکن است روی زمین و یا زیرسطح خاک قرار گرفته باشند محل خروج آب یک نقطه مشخص است. این محل ممکن است توسط یک قطره‌چکان و یا تعدادی از قطره‌چکان‌ها آبیاری شود. قطره‌چکان‌های نقطه‌ای برای آبیاری درختان و یا گیاهانی که با فاصله از یکدیگر کاشته می‌شوند به کار برده می‌شود. قطره‌چکان‌های نقطه‌ای ممکن است دارای یک روزنه خروجی *(single Outlet)* و یا چند روزنه خروجی *(Multiple Outlet)* باشند.

در قطره‌چکان‌های خطی فاصلهٔ نقاط خروج آب از لوله فرعی بسیار کم بوده و الگوی خیس شدهٔ خاک یک نوار طویل می‌باشد.

۸- ملاحظات طراحی و نصب لوله‌ها

اولین هدف در طراحی سیستم آبیاری قطره‌ای آن است که آب یا کود تا حد قابل قبولی در تمام مزرعه به طور یکنواخت توزیع شود. برای این منظور لازم است طراح، عوامل مؤثر در آن را در نظر گرفته و نکاتی چند را لحاظ نماید. از عوامل مؤثر در طراحی آبیاری قطره‌ای نوع قطره‌چکان‌ها، یکنواختی قطره‌چکان‌ها، پستی و بلندی زمین، هیدرولیک توزیع آب، مقدار قابل انتظار یکنواختی توزیع آب، درجه مقاومت گیاه به شوری، نیاز آبی گیاه، کیفیت آب، نیاز یا عدم نیاز به دستگاه‌های تزریق کود شیمیایی، دمای هوا، شوری خاک، علمیات زراعی و دیگر خصوصیات ویژه منطقه یا دستگاه‌های مورد استفاده را می‌توان نام برد. مثلاً طراح باید رعایت کند که:

- لوله‌های فرعی به صورت مسطح *(flat)* بوده و یا در جهت شیب رو به پایین *(downhill)* و یا در امتداد خطوط تراز قرار گیرند.
- طول لوله‌های فرعی معمولی که قطر داخلی آنها بین ۱۴ تا ۱۶ میلی‌متر است حتی المقدور از ۱۵۰ متر کمتر باشد.
- طول لوله نیمه اصلی به جز در موارد خاص از ۱۰۰ متر تجاوز نکند. هر چند که در پاره‌ای موارد تا ۲۰۰ متر هم ممکن است برسد.
- ظرفیت سیستم طوری باشد که نیاز آبیاری در زمان نیاز حداکثر *(peak)* که تبخیر و تعرق در آن روزها به بالاترین مقدار خود می‌رسد تأمین شود.
- صافی‌ها طوری انتخاب شوند که جوابگوی کیفیت آب و ظرفیت نهایی سیستم باشند.
- در انتهای لوله اصلی، نیمه اصلی و لوله‌های فرعی شیرهای تخلیه تعبیه شود تا بتوان در هنگام ضروری و شستشو از آن استفاده کرد.
- قطره‌چکان‌ها طوری روی لوله فرعی قرار گیرند که رو به بالا بوده و بتوان به آسانی آنها را مشاهده و بازرسی کرد.
- روی لوله خروجی از پمپ و قبل از نصب اتصالات در آن شیر یکطرفه جریان نصب شده باشد تا آب نتواند در هنگام خاموش شدن پمپ به داخل آن برگشت کند.
- در جاهای مورد لزوم برای خروج هوای محبوس شده و یا از بین بردن خلاء ایجاد شده در داخل لوله‌ها و اتصالات تمهیدات لازم در نظر گرفته شده باشد.
- برای تزریق کودهای شیمیایی محلول در قبل و بعد از صافی اصلی (صافی اول) نقاط

مشخصی در نظر گرفته شده باشد.

- دستگاه‌های دبی سنج، اندازه‌گیری فشار، تنظیم‌کننده فشار یا شیرهای یکطرفه در سیستم کنترل مرکزی نصب شود.

۹- ملاحظات نگهداری سیستم

سیستم آبیاری قطره‌ای تنها در صورتی که از آن مواظبت به عمل آمده و به خوبی نگهداری شود موفقیت‌آمیز خواهد بود. کنترل قطره‌چکان‌ها از نظر گرفتگی روزنه‌ها مهم‌ترین کاری است که باید در طول کار سیستم انجام داد. مسدود شدن قطره‌چکان‌ها ممکن است به سه دلیل باشد:

- عوامل فیزیکی از قبیل مواد معلق غیر آلی در اب مثل شن، سیلت، رس و یا مواد آلی و ذرات پلاستیک
- عوامل شیمیایی از قبیل رسوبات کربنات کلسیم و منیزیم، سولفات کلسیم، هیدروکسیدهای فلزات سنگین و برخی کودهای شیمیایی
- عوامل زیستی از قبیل باکتری‌ها، رشته‌های جلبک و مواد ته‌نشین شده میکروبی - شیمیایی که در این رابطه لازم است عملیات زیر به طور مرتب انجام شود:

(۱)صافی‌ها همیشه تمیز بوده و هر چند وقت یکبار شستشو شوند. معمولاً وقتی صافی‌ها نیاز به شستشو دارند فشار سیستم افزایش می‌یابد. به عبارت دیگر در دو طرف صافی اختلاف فشار زیاد می‌شود. این افزایش فشار نباید از ۱۴ تا ۳۴ کیلوپاسکال بیشتر شبود.

(۲)اگر آب مقدار زیادی رس و لای داشته باشد لازم است دستگاه‌های شستشوی خودکار در سیستم نصب شود.

(۳)هر هفته یکبار دستگاه‌های تزریق کود، تنظیم کننده‌های فشار، دبی سنج‌ها، فشار سنج‌ها، و پمپ بازدید گردد.

(۴)معمولاً هفته‌ای یکبار و یا حداقل ماهی یکبار طرز کار قطره‌چکان‌ها در مزرعه بازدید و کنترل شود.

(۵)حداقل هر شش ماه یکبار لوله‌های فرعی تخلیه و شستشو شوند.

(۶)در صورت وجود مشکلات بیولوژیک یا شیمیایی در آب می‌بایست از روش‌های اصلاح شیمیایی آب استفاده شود. اسیدشویی از جمله این عملیات است.

(۷)قبل از تزریق کود یا مواد شیمیایی از این غلظت آنها از حد مجاز تجاوز نکرده و یا این

مواد برای سیستم لوله و قطره‌چکان مضر نباشد اطمینان حاصل شود.

۱۰- ملاحظات مدیریتی سیستم

سیستم آبیاری قطره‌ای مانند هر سیستم آبیاری دیگر نیاز به مدیریت صحیح دارد. بهره‌گیری از منابع آب و خاک در سیستم آبیاری تنها در سایه نظام مدیریتی قانونمند، پایدار و کارآمد خواهد بود. برخی از ملاحظات مدیریتی در سیستم آبیاری قطره‌ای که باعث افزایش بهره‌وری از سیستم می‌شود عبارتند از:

- اندازه‌گیری حجم آب داده شده به زمین بر طبق برنامه و تقویم آبیاری
- خودکار کردن سیستم از نیروی کارگری می‌کاهد اما ممکن است نقص‌های فنی سیستم را افزایش دهد.
- نفوذ آب در خاک و مرطوب شدن محیط ریشه‌ها در طول دوره رشد گیاه باید کنترل گردد.
- در صورت شور بودن آب و خاک فاصله آبیاری‌ها کوتاه باشد.
- تزریق کود در مراحل اولیه رشد گیاه باید با فاصله‌های کوتاه‌تر انجام شود.
- آبیاری بر طبق حساسیت گیاه به آب در مراحل مختلف رشد تنظیم شود.
- برنامه آبیاری مطابق آبیاری‌های متعارف و تجربه شده محلی تنظیم گردد.

منابع و مراجع

۱-آبیاری موضعی، طراحی، نصب، بهره‌برداری و ارزیابی نشریه شمارهٔ.....*FAO*

۲-اصول و عملیات آبیاری قطره‌های، دکتر امین علیزاده، نشر دانشگاه امام رضا (ع)

3- SPRINKLE AND TRICKLE IRRIGATION SYSTEM, JACK KELLER.

آبیاری میکرو در فضای سبز

(Micro Irrigation)

عباس رهبر[1]

مقدمه

آبیاری میکرو و یا خردآبیاری به گروه خاصی از سیستم‌های آبیاری تحت‌فشار اطلاق می‌گردد که خصوصیت کلی آنها دادن آب در مقادیر اندک و باتواتر بالا می‌باشد.

اما در میان سیستم‌های میکرو روش‌هایی نیز هستند که گرچه در چهارچوب تعریف فوق قرار دارند ولی به لحاظ مرطوب کردن بخش محدودی از خاک، تحت عنوان آبیاری موضعی یا *Localized* نیز طبقه‌بندی می‌گردند، مانند آبیاری قطره‌ای که علاوه بر دادن آب در مقادیر اندک، امکان آبیاری موضعی خاک را نیز فراهم می‌نماید.

انواع سیستم‌های میکرو مورد استفاده در آبیاری فضای سبز به شرح ذیل می‌باشند:

الف - آبیاری قطره‌ای *(Drip Irrigation)*

کاربرد این سیستم در آبیاری فضای سبز وسیع بوده و امکان مرطوب نمودن پیوسته و یا نقطه‌ای خاک را فراهم می‌نماید. موارد کاربرد آن به شرح ذیل می‌باشد:

۱- آبیاری درختان و درختچه‌ها

در این مورد در صورتی که تراکم درختان روی ردیف بسیار بالا و یا بالا نباشد می‌توان از قطره‌چکان‌های در خط و یا روی خط با آرایش نوار مرطوب پیوسته استفاده نمود. در صورتی که تراکم درختان متوسط و یا کم باشد می‌توان به ازاء هر درخت یا درختچه از یک یا چند قطره‌چکان یک نقطه‌ای در خط با آرایش نوار مرطوب غیرپیوسته و یا لوپ و یا از یک قطره‌چکان روی خط چندنقطه‌ای و لولهٔ اسپاگتی استفاده نمود.

۱- عضو گروه کار "سیستم‌های آبیاری در مزرعه" کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

۲- آبیاری گل‌های بوته‌ای و نشائی

در این مورد در صورتی که تراکم بالا باشد می‌توان به ازاء هر یک تا دو ردیف با کاربرد قطره‌چکان‌های در خط یا روی خط یک نقطه‌ای از آرایش نوار مرطوب پیوسته استفاده نمود. علاوه بر این در مورد گل‌های بوته‌ای با تراکم متوسط مانند رز می‌توان از قطره‌چکان‌های یک نقطه‌ای در خط یا روی خط و یا قطره‌چکان‌های روی خط چند نقطه‌ای و لوله اسپاگتی استفاده نمود.

۳- آبیاری پرچین‌ها

در این صورت صرفاً از نوار مرطوب پیوسته با کاربرد قطره‌چکان‌های در خط و یا روی خط یک نقطه‌ای استفاده می‌شود.

محدودیت‌های آبیاری قطره‌ای

محدودیت کاربرد سیستم قطره‌ای در فضاهای سبز به آبیاری سطوح سبز پیوسته مانند چمن محدود گشته، سوای چمن محدودیتی برای آبیاری سایر گیاهان در ابعاد هندسی غیرمتعارف چه در طراحی و چه در اجراء وجود نداشته و تنها محدودیت، به نگهداری سیستم در فضاهای سبز شهری، بلوارها و جنگل‌کاری حاشیه شهرها برمی‌گردد.

ب - آبیاری با کاربرد وسائل پاشنده آب *(Watering Units)*

در میان سیستم‌های میکرو، در حال حاضر کاربرد وسائل پاشنده آب بر روی انواع درختان و درختچه‌ها، گل‌های زینتی و چمن، بیشترین سطح را به خود اختصاص داده است. اما به لحاظ محدودیت‌هایی که از برخی جهات وجود دارد به تدریج از سطوح تحت پوشش آنها به نفع سایر روش‌ها کاسته می‌شود.

موارد کاربرد آن به شرح ذیل است:

۱- آبیاری با استفاده از آبپاش‌های کوچک دورانی *(Rotary Sprinklers)*

این نوع آبپاش‌ها فلزی و یا پلاستیکی بوده، ممکن است در شاخه، سه‌شاخه و یا چهارشاخه باشند. کاربرد این نوع آبپاش محدود به سطوح کوچک و معمولاً باغچه و چمن منازل است. الگوی پاشش آن به صورت دایره ۳۶۰ درجه می‌باشد.

۲- آبیاری با استفاده از آبپاش‌های پروانه‌ای *(Butterfly Sprinklers)*

کاربرد این نوع آبپاش‌ها نیز محدود به فضای سبز باغچه و چمن منازل بوده، الگوی پاشش آن به صورت دایره ۳۶۰ درجه می‌باشد.

۳- آبیاری با استفاده از آبپاش‌های بادبزنی

الگوی پاشش این نوع آبپاش به صورت مربع مستطیل بوده که عرض آن قابل تنظیم است. کاربرد آن محدود به فضاهای سبز کوچک باغچه و چمن منازل می‌گردد.

۴- آبیاری با استفاده از آبپاش‌های ضربه‌ای کوچک *(Mini Impact Sprinklers)*

این نوع آبپاش‌ها از فلز یا پلاستیک تولید شده، الگوی پاشش آنها به صورت دایره بوده و در دو نوع ساده و یا قابل تنظیم ساخته می‌شوند. در حال حاضر این نوع آبپاش‌ها بیشترین سطح را به خود اختصاص داده و در آبیاری فضاهای سبز و عمدتاً چمن در سطوح کوچک، متوسط و بزرگ کاربرد دارند. محدودیت آن به لحاظ شعاع پاشش، عمدتاً به شکل و ابعاد قطعات تحت پوشش مربوط می‌گردد. ضمناً این آبپاش‌ها در دو نوع معمول و یا مخفی شونده نوع کلاسیک نیز کاربرد دارند.

۵- آبیاری با استفاده از آبپاش‌های توربینی *(Gear Driven Sprinklers)*

این آبپاش‌ها از مواد پلاستیکی مقاوم ساخته شده و برخلاف نوع ضربه‌ای، حرکت مستمر دورانی نازل به وسیله توربینی که توسط جریان آب فعال می‌شود تأمین می‌گردد. در حال حاضر این نوع آبپاش به لحاظ قابلیت تنظیم متغیرهای آبدهی، قطر ذرات، شعاع پاشش و زاویه پرتاب، و زاویه پاشش، پیشرفته‌ترین آبپاش مورد مصرف در آبیاری فضای سبز محسوب می‌گردد. به لحاظ امکانات وسیع تنظیمی، کاربرد آن بسیار گسترده و از این نظر دارای هیچگونه محدودیتی نمی‌باشد. از ساده‌ترین انواع آن در آبیاری باغچه و چمن منازل و از انواع پیچیده‌تر آن در آبیاری باغچه و چمن سطوح متوسط و بزرگ پارک‌ها و چمن میادین ورزشی استفاده می‌شود.

٦- آبیاری با استفاده از انواع نازل‌های ثابت *(Spray Nozzeles)*

این نوع نازل‌ها و یا جفت‌های ثابت سابقاً از فلز و در حال حاضر عمدتاً از مواد پلاستیکی ساخته شده و در آبیاری فضای سبز در سطوح کوچک و متوسط کاربرد بسیار دارند. این نوع نازل جاری ثابت از نظر ساخت، طراحی و امکانات، بسیار متنوع بوده و در ایران به فرم‌های *Aqua Jet, Snap Jet, Micro Jet* و یا سایر نام‌های تجاری عرضه می‌گردند. در صورت فراهم بودن سری کامل این نوع نازل‌های ثابت، از نظر طراحی سیستم و آبیاری قطعات با اشکال هندسی غیر معمول محدودیتی وجود نخواهد داشت.

٧- آبیاری باکاربرد مه‌پاش *(Fogger)*

کاربرد مه‌پاش در فضای سبز، صرفاً محدود به آبیاری گلها و گیاهان زینتی پاسیو منازل می‌گردد.

ج - آبیاری باکاربرد بابلر *(Bubbler)*

بابلرها در دو نوع با دبی ثابت رگولاتوردار و دبی قابل تنظیم ساخته می‌شوند و در رابطه با فضای سبز، جهت آبیاری درختان بزرگ، درختچه‌ها و همچنین نوار و یا کرت گلها و گیاهان زینتی کاربرد دارند. ضمناً در مواردی که به دلیل کیفیت پایین آب باگرفتگی قطره‌چکان‌ها مواجه‌ایم و با استفاده از قطعات پاشنده آب موجب سوختگی اندام‌های گیاهی می‌گردد، بابلر می‌تواند انتخاب بسیار مناسبی باشد.

د - آبیاری باکاربرد لوله‌های دو جداره و نوار

لوله‌های دو جدار *(Biwall)* و نوارها *(Tapes)* معمولاً از پلی‌اتیلن چگالی پایین خطی ساخته می‌شوند و با ایجاد نوار مرطوب پیوسته برای آبیاری درختان، درختچه‌ها و گل‌های ردیفی کاربرد دارند.

محدودیت آنها مانند روش قطره‌ای عدم امکان آبیاری سطوح سبز پیوسته مانند چمن است، مضافاً این که در آنها امکانات آرایش، آن چنان که در روش قطره‌ای وجود دارد فراهم نیست و همین امر کاربرد آن را در فضای سبز نسبت به قطره‌ای بسیار محدودتر می‌سازد، ضمناً آسیب‌پذیری آنها در فضاهای سبز شهری نسبت به قطره‌ای بسیار بیشتر است.

ه- آبیاری زیرسطحی و فضای سبز

در آبیاری زیرسطحی نوعی لوله خلل و فرج‌دار *(Porous pipe)* اسفنجی که از بازیافت لاستیک تایر اتومبیل‌ها و از طریق فرایند اکستروژن تولید می‌شود کاربرد دارد.

لوله‌ها بسته به نوع گیاه و عمق و بافت خاک در ۲۰ تا ۳۰ سانتی متری از سطح خاک کارگذارده شده و آب داخل لوله با فشار ۰/۲ تا ۰/۱ بار از جدار لوله تراوش نموده و خاک اطراف خود را مرطوب می‌سازد. این سیستم در رابطه با فضای سبز بر روی انواع درختان، درختچه‌ها، گل‌های بوته‌ای، گل‌های

بوته‌ای و نشائی، پاسیو منازل و حتی سطوح سبز پیوسته مانند چمن منازل و میادین ورزشی دارای هیچگونه محدودیتی نبوده و از انواع آرایش‌ها مانند نوار مرطوب پیوسته تکی و یا دو ردیفه، نوار مرطوب غیرپیوسته، نیمه لوپ، لوپ کامل، لوپ دوبله و بیشتر و نقطه‌ای *(Point Source)* زیرسطحی بسته به طراحی می‌توان استفاده نمود.

محدودیت کاربرد سیستم زیرسطحی در فضای سبز، به لحاظ لزوم نصب لوله در عمق خاک، صرفاً به اجراء سیستم در چمن‌های احداث شده مربوط می‌گردد.

از جمله مزایای این سیستم نسبت به سایر روش‌ها ایمن بودن از نظر عدم امکان دسترسی عموم افراد به قطعات آن است. این امر در فضاهای سبز شهری شامل پارک‌ها، میدان‌ها، آیلند بلوارها و آزاد راه‌ها و همچنین جنگل‌کاری حاشیه شهرها بسیار حائز اهمیت بوده و مزیت فوق‌العاده قابل توجهی است.

و- کاربرد انواع روش‌های آبیاری میکرو در قطعات با ابعاد هندسی خاص

معمولاً طراحان فضای سبز بدون در نظر گرفتن امکاناتی که از نظر سخت‌افزاری و لوازم در اختیار طراح سیستم آبیاری قرار دارد، اقدام به طراحی فضای سبز می‌کنند که در اغلب موارد خصوصاً در شرایط فعلی بازار قطعات در کشور از نظر تنوع لازم در دسترس، طراح آبیاری دچار مشکل می‌گردد.

به همین دلیل کارشناس طراح علاوه بر دارا بودن دانش کافی در زمینه شناخت گونه‌ها و نباتات موردنظر و مسائل فنی طراحی، لازم است آگاهی کافی از تمامی اقلام و لوازم آبیاری میکرو موجود در بازار، منابع در دسترس و قابلیت‌های کاربردی در یک داشته باشد تا طراحی انجام شده فرم اختراعی به خود نگیرد.

محدودیت‌های طراح عموماً به فرم، اندازه و شکل هندسی قطعات برمی‌گردد، که با توجه به تنوع سیستم‌ها و امکانات گسترده لوازم موجود محدودیت بالقوه‌ای در هیچ زمینه‌ای در این رابطه وجود ندارد.

سوای محدودیت مورد اشاره در فوق، در تهیه طرح و انتخاب سیستم لازم است به مسائل فرهنگی - اجتماعی توجه خاص مبذول گردد. این موارد بیشتر در فضاهای سبز داخل و حاشیه شهرها نمود پیدا می‌نماید.

برآورد نیاز آبی گیاهان گلخانه‌ای

نادر ابراهیمی‌بیرنگ[1]

مقدمه

کشت گیاهان گلخانه‌ای به ویژه سبزیجات پرمصرف مثل خیار و گوجه‌فرنگی به دلیل امکان افزایش عملکرد در واحد سطح و همچنین کنترل کیفیت محصول و پرورش خارج از فصل آن، در نقاط مختلف جهان رو به افزایش است. به عنوان مثال در مورد افزایش عملکرد خیار گلخانه‌ای در مقایسه با کشت خیار در هوای آزاد، واریته‌های جدید خیار بدون تخم *(Parthenocarpic)* فوق‌العاده پرمحصول بوده و در صورت اعمال مدیریت مناسب می‌توان در هر دورهٔ برداشت (۵-۴ ماهه) حدود ۳۰-۲۰ کیلوگرم محصول در هر متر مربع گلخانه (۳۰۰-۲۰۰ تن در هکتار) برداشت نمود که تقریباً ۶-۵ برابر محصول در هوای آزاد است. به طورکلی کشت گلخانه‌ای به دلیل امکان کنترل کیفی و کمی محصول از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. مدیریت صحیح سیستم آبیاری در گلخانه در کنار دیگر مسائل از جمله کنترل شرایط محیطی (دما، رطوبت، تهویه)، کیفیت مناسب مادهٔ پوشش و... که نیاز به تجهیزات و تکنولوژی‌های جدید دارد ضامن اصلی افزایش کیفیت و کمیت محصول در کشت گلخانه‌ای می‌باشد. عدم مدیریت صحیح سیستم آبیاری در گلخانه مشکلاتی را به همراه خواهد داشت به عنوان مثال کاربرد بیش از اندازهٔ آب باعث افزایش رطوبت و در نتیجه باعث افزایش غلظت زیرپوشش گلخانه شده و عبور نور به داخل گلخانه را محدود می‌سازد، از سوی دیگر تجمع آب روی برگ‌ها باعث گسترش آفات و بیماری‌ها می‌گردد.

۱- عضو گروه کار سیستم‌های آبیاری در مزرعه کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران و دانشجوی دکترای آبیاری و زهکشی دانشگاه تهران

آگاهی از نیاز آبی که تابعی از نوع سیستم آبیاری و گیاه است به منظور برنامه‌ریزی صحیح آبیاری امری ضروری است.

مدیریت آبیاری همچنین یکی از پارامترهای اساسی رشد و نمو گیاه در کشت بدون خاک[۱] است. در این سیستم‌ها ظرفیت نگهداشت آب پایین بوده و به دلیل حجم محدود محیط کشت قابلیت دسترسی گیاه به محلول مغذی نیز محدود است. به این دلیل چنین سیستم‌هایی نیاز به کنترل دقیق و دینامیکی منابع آب و کود دارند.

با توجه به محیط کشت، سیستم آبیاری بایستی طوری طراحی شود که قادر به جبران جریان تعرق پیوسته گیاه و جزء ضروری آبشویی به منظور اجتناب از تجمع نمک در محیط رشد ریشه باشد. برآورد تبخیر و تعرق با استفاده از پارامترهای اقلیمی به منظور برآورد نیاز آبی کوتاه مدت و برنامه‌ریزی مناسب آبیاری، به عنوان روش کاربردی و مناسب مطرح است.

روش‌های برآورد تبخیر و تعرق گیاهان گلخانه‌ای

روش‌های متعددی برای تخمین تبخیر و تعرق و تعیین نیاز آبی گیاهان گلخانه‌ای وجود دارد که می‌توان آنها را به سه گروه عمده تقسیم کرد:

۱-روشهای مستقیم

۲-استفاده از مدل‌های تحلیلی

۳-روش‌های تجربی

روش‌های مستقیم :

- *(Van Bavel, 1981) Standard lysemeter*
- *(Boast, 1986) Micro- lysemeter*
- *(Reicosky & peters, 1977) Portable Chamber*
- *(Blood worth et al.,1956; Cohen et al. 1981) Heat flow measurment*
- روش شناخته شده موازنهٔ آب خاک.

۱- *Soilless*

نیاز به تجهیزات گرانقیمت در استفاده از روش‌های مستقیم اندازه‌گیری تبخیر و تعرق و غیرعملی بودن کاربرد روش غیرمستقیم موازنه انرژی در گلخانه به دلیل برخورد با شرایط مرزی در محدودهٔ نسبتاً کوچک، استفاده از روش‌های تجربی و بسط مدل‌های برآورد تبخیر و تعرق گیاهان گلخانه‌ای را گسترش داده است.

در استفاده از مدل‌های تحلیلی، تبخیر و تعرق گیاهان گلخانه‌ای معمولاً بر اساس پارامترهای اقلیمی (تشعشع خورشیدی[۱]، نقصان فشار بخار[۲]) و پارامترهای گیاهی (شاخص سطح برگ LAI[۳] و مقاومت روزنه‌ای[۴]) برآورد می‌شود.

در زیر به نمونه‌هایی از این مدل‌ها که برای برخی از گیاهان گلخانه‌ای بسط داده شده اشاره می‌شود:

- گوجه فرنگی گلخانه‌ای *(Boulard & Jemaa, 1993 ; Stanghellini, 1987)*
- خیار گلخانه‌ای *(Lorenzo, et al.1998 ; Yang, et al. 1990)*
- رُز *(Baille et al.1994)*

در این مقاله روشی ساده و کاربردی به منظور برآورد نیاز آبی گیاهان گلخانه‌ای ذکر شده است. این روش، اساساً روشی تجربی است که در سال ۱۹۹۴ توسط *Kirda* و همکاران بسط داده شده و از سال ۱۹۹۸ به شکل کامل‌تری مورد استفاده قرار گرفته است.

برآورد نیاز آبی گیاهان گلخانه‌ای "روش *Kirda*"

اگر تبخیر از طشتک (E_p) تابعی از میانگین دمای روزانه $(\bar{T})$ و تشعشع $(\bar{R})$ در داخل گلخانه در نظر گرفته شود می‌توان رابطه‌ای به صورت معادلهٔ (۱) برای این پارامترها فرض نمود.

$$E_p = a_1 + a_2 \bar{T} + a_3 \bar{R} \qquad (۱)$$

با در اختیار داشتن داده‌های سه پارامتر E_p، $\bar{T}$ و $\bar{R}$ در داخل گلخانه و با استفاده از آنالیز رگرسیونی می‌توان ضرایب a_1 و a_2 و a_3 در معادلهٔ (۱) را تعیین نمود.

بخشی از تشعشع که صرف تبخیر و تعرق می‌شود تحت عنوان «معادل تشعشع تبخیر و

1- Solar Radiation

2- Vapor Pressure Deficit

3- Leaf Area Index

4- Stomatal Resistance

تعرق[1]» خوانده شده و به صورت رابطهٔ (۲) قابل ذکر است:

(Graff et al., 1981; Post et al, 1974; Rothwell & Jones, 1961)

$$f = 58.5 \times \frac{ETa}{R} \qquad (۲)$$

$$R = 58.5 \times \frac{ETa}{f} \qquad (۳)$$

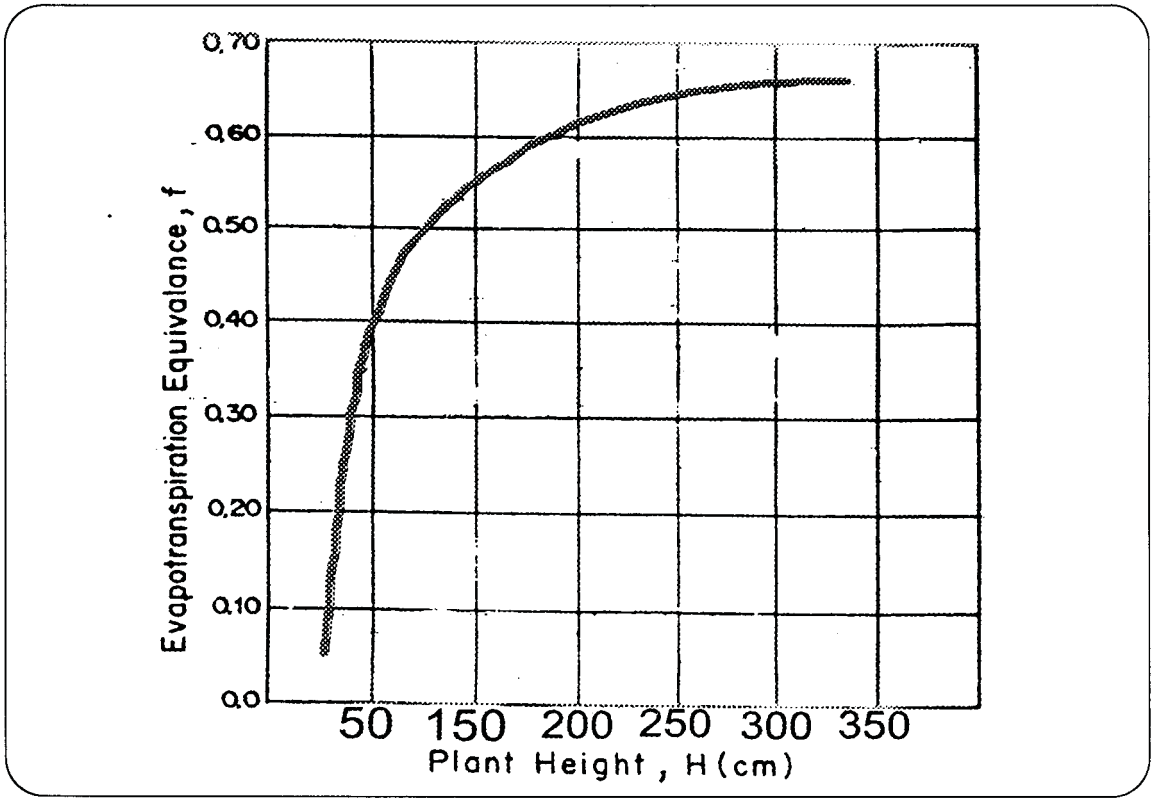
که در آن ETa عبارت است از تبخیر و تعرق واقعی گیاه[2] برحسب (mm)

با جاگذاری R از رابطهٔ (۳) در رابطهٔ (۱) و پس از مرتب سازی رابطهٔ زیر حاصل می‌شود:

$$ETa = f.\ (E_p - a_1 - a_2\ \bar{T})/58.5a_3 \qquad (۴)$$

بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که پارامتر f تابعی از ارتفاع گیاه[3] (H) است.

برای تعیین رابطهٔ f و ارتفاع گیاه (H) نیاز به داده‌های روزانه تشعشع R، تبخیر و تعرق واقعی (ETa) و ارتفاع گیاه (H) که بیانگر رشد و نمو گیاه است می‌باشد. با در اختیار داشتن این پارامترها و با بکارگیری معادلهٔ (۲) می‌توان منحنی تغییرات f و (H) را برای گیاه موردنظر رسم نمود. نمونه‌ای از این منحنی برای گوجه‌فرنگی در شکل زیر نشان داده شده است.



شکل ۱ - رابطه بین ارتفاع گیاه (H) و معادل تشعشع (f) برای گوجه فرنگی

1- Radiation equivalance of Evapotranspiration

2- Actual Evapotranspiration *3- Plant Height*

شکل (۱) نشان می‌دهد که با افزایش (H) در طول فصل رشد، پارامتر f نیز افزایش می‌یابد و در یک حدی از (H) مقدار f به حداکثر مقدار خود رسیده و تثبیت می‌شود.

بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که شکل کلی منحنی برای گیاهان مختلف تقریباً مشابه است و می‌توان رابطه‌ای به صورت (۵) برای آن نوشت:

$$f = b_1 / [1 + b_2 \exp(-b_3 . H)] \qquad (۵)$$

با در اختیار داشتن مقادیر f و H در طول دورهٔ رشد گیاه ضرایب b_1 و b_2 و b_3 قابل محاسبه است.

با به کارگیری روابط (۴) و (۵) می‌توان تبخیر و تعرق واقعی گیاه گلخانه‌ای (ETa) را با اندازه‌گیری سه پارامتر H (طول ساقهٔ نبات)، T (میانگین دمای روزانه) و E_p (تبخیر از طشتک) برآورد نمود.

نمونه‌ای از کاربرد روش مذکور و نتایج حاصل

Kirda در سال *(1995-1996)* روش فوق را در مورد گوجه‌فرنگی، خیار و خربزه مورد استفاده قرار داد. روش کار به شرح زیر بود:

گلخانهٔ پلاستیکی [1] با پوشش *UV + IR + antifog + polyethylene*

جهت شمال - جنوب

مساحت ۱۲×۲۴ متر مربع

نوع گیاه:

- گوجه‌فرنگی هیبرید F_1 *F144 Israel*
- خیار هیبرید F_1 *AKSU*
- خربزه هیبرید F_1 *Makdimon*

نوع خاک: نسبتاً سنگین با نفوذپذیری متوسط و ظرفیت نگهداشت بالا.

در داخل گلخانه طرح آزمایش بلوک‌های کاملاً تصادفی شامل دو برنامه‌ریزی آبیاری و چهار تکرار، در نظر گرفته شد. در این طرح ۳۲ کرت وجود داشت و در هر کدام ۱۶ بوته کاشته شد.

1- Plastichouse

فاصلهٔ ردیف‌ها ۸۰ سانتی‌متر و فاصلهٔ گیاهان داخل ردیف ۵۰ سانتی‌متر بود. داده‌های اقلیمی مانند دما، رطوبت و تشعشع به صورت میانگین ساعتی به طور اتوماتیک ثبت می‌شدند. گلخانه فقط به منظور جلوگیری از یخزدگی و زمانی که دمای بیرون به کمتر از ۵۵ می‌رسید گرم می‌شد.

سیستم آبیاری قطره‌ای با تک‌لترال بین دو ردیف گیاهان مورد استفاده قرار گرفت فاصلهٔ قطره‌چکان‌ها ۳۰ cm و دبی آنها ۲ $\frac{lit}{hr}$ بود.

تانسیومترهایی در عمق‌های ۱۵، ۳۰ و ۴۵ سانتی‌متری خاک برای برنامه‌ریزی آبیاری بین دو ردیف قرار گرفته بود.

مکش آب خاک به عنوان معیاری برای شروع آبیاری مورد استفاده قرار گرفت. (جدول ۱) اعداد داخل جدول مکش آب خاک را بر حسب $(K.pa)$ نشان می‌دهد.

جدول ۱- مکش آب خاک به عنوان معیاری برای شروع آبیاری

نوع گیاه	برنامه‌ریزی آبیاری A	برنامه‌ریزی آبیاری B
گوجه‌فرنگی	۵۰	۷۰
خیار	۳۰	۴۵
خربزه	۳۵	۵۵

با کاربرد ترکیبی تانسیومتر و نوترون متر کنترل کامل عمق رطوبتی ۸۰-۷۰ سانتی‌متر با ۶ تا ۸ لیتر آب آبیاری برای هر گیاه صورت پذیرفت به طوری که در طول آبیاری تلفات عمقی وجود نداشت. تبخیر و تعرق واقعی گیاهان تحت آزمایش با استفاده از معادلهٔ موازنهٔ آبی ساده شده به فرم زیر تعیین شد.

$$ETa = I \pm \Delta S \qquad (۶)$$

ETa = تبخیر و تعرق واقعی در فاصلهٔ زمانی معین (mm).

I = عمق آبیاری (mm)

ΔS = تغییرات ذخیرهٔ آب خاک در ناحیهٔ توسعه ریشه (mm).

در وسط گلخانه، یک طشتک کلاس A به منظور اندازه‌گیری تبخیر روزانه قرار گرفته بود. در طول فصل رویش ۵ گیاه از هر کرت به عنوان نمونه‌های مشاهداتی برای تعیین ارتفاع گیاه انتخاب می‌شدند.

با استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده در طول فصل رویش آنالیز رگرسیون صورت گرفته و ضرایب معادلات ۴ و ۵ تعیین شدند. (جداول ۲ و ۳)

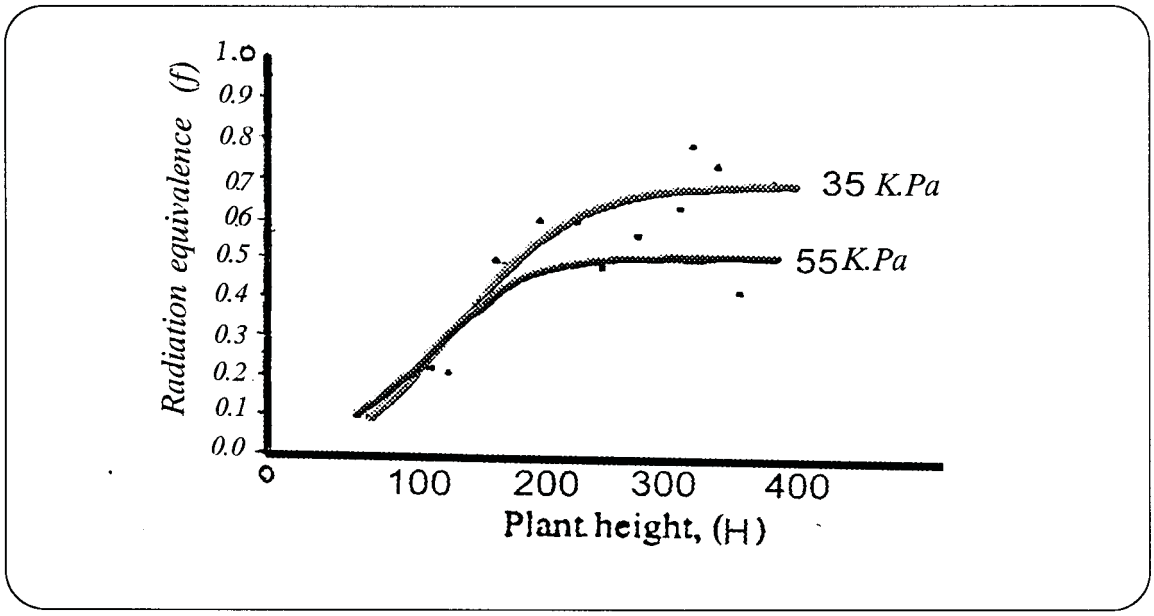
جدول ۲- ضرایب رگرسیون معادله (۴) برای گیاهان تحت آزمایش

گیاه	a_1	a_2	a_3	r^2
خربزه 55 K.Pa	-1.288	0.103	0.0046	0.90
گوجه‌فرنگی 50K.Pa	-1.301	0.117	0.0053	0.7
خیار 30 K.Pa	-1.190	0.105	0.0046	0.7

جدول ۳- ضرایب معادلهٔ (۵)

گیاه	b_1	b_2	b_3	r^2
خربزه 55 K.Pa	0.667	25.49	0.0231	0.79
گوجه‌فرنگی 50 K:Pa	0.643	13.36	0.0397	0.92
خیار 30 K.Pa	0.749	52.09	0.0349	0.77

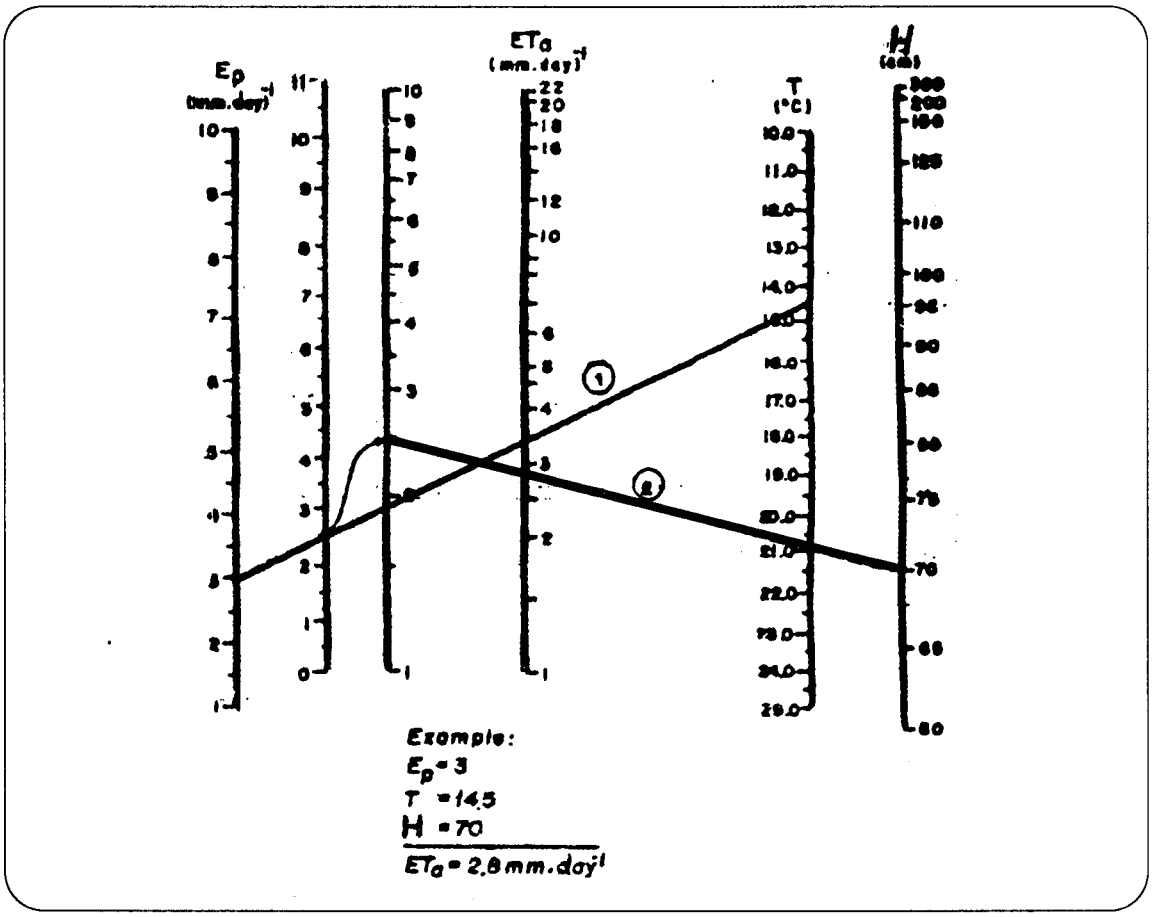
رابطهٔ f و ارتفاع گیاه خربزه (H) به عنوان نمونه به صورت شکل (۲) حاصل شده است.



شکل ۲- تغییرات معادل تشعشع f با ارتفاع H تحت دو تیمار آبیاری برای خربزه

تعیین *ETa* با استفاده از نمودار

با استفاده از روابط (۴) و (۵) برای هر گیاه می‌توان نموداری ترسیم نمود و برای برآورد تبخیر و تعرق واقعی روزانه گیاه در گلخانه مورد استفاده قرار داد. نمونه‌ای از این نمودار برای گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای با ذکر مثال به صورت زیر می‌باشد.



شکل ۳ - نمودار حاصل از معادلات (۴ و ۵) به منظور برآورد تبخیر و تعرق روزانه گوجه‌فرنگی

منابع و مأخذ

Baille, M.et al. 1994. *Microclimate and transpiration of greenhouse rose crops. Agric. and Forest Meteor, 71:83-97.*

Boulard, T. & Jemaa, R. 1993. *Greenhouse tomato crop transpiration model application to irrigation control. Acta, Hort. 335:381-387.*

Graff, R., et al. 1981. *transpiration and evapotranspiration of the glasshouse crops. Acta. Hort. 119: 147-158.*

Kirda, C., et al. 1994. *A Simple method to estimate the irrigation water requirement of greenhouse grown tomato. Hort. 356: 373-380*

Kirda, C., et al. 1998. *Evapotranspiration measurements of greenhouse grown tomato, melon and cucumber. International Symposium on Arid Region Soils. 21-24 sept. Menemen. Izemir- Turkey.*

Lorenzo, P.,et al.1998. *Greenhouse crop transpiration: An implment to soilless irrigation management.*

Post, C. J., et al. 1974. *Energy balance and water supply in glasshouse in the West Netherlands. Acta. Hort. 35:13-21.*

Reicosky, D.C. and Peters, D. B.1977. *A portable chamber for rapid evapotranspiration measurments of field plots. Agron. J. 69:729-732*

Rothwell, J. B. and Jones, D.A.G. 1961. *The water requirements of tomatoes in relation to solar radiation. Exp. Hort. 5:25-30*

Stanghellini, C.1987. *Transpiration of greenhouse crops: an aid to climate management. Ph.D.Dissertation. Wageningen Agricultural University. the Netherlands. 150pp.*

Van Bavel, C.H.M.1967. *Lysimeter measurments of evapotranspiration rates in the eastern United States. Soil. Sci. Soc. Am. Proc.25:138-141.*

سیمای آبیاری میکرو (موضعی) در ایران

عباس کشاورز[۱] و امین علیزاده[۲] و حسین دهقانی[۳]

۱-چکیده

آبیاری یکی از قدیمی‌ترین تکنولوژی شناخته شده در کشاورزی است. اما تکامل در عملیات آبیاری و روشهای آن هنوز ادامه دارد. حتی در آینده بعلت افزایش رقابت در استفاده از منابع محدود آب نیاز بیشتری به پیشرفت و تکامل آن احساس می‌شود. آبیاری میکرو از جمله روشهای آبیاری نوین است که در سالهای اخیر جایگاه ویژه‌ای بین کشاورزان پیدا کرده است. در این روش آبیاری آب مورد نیاز بجای اینکه برای سطح زیر کشت تأمین گردد برای هر بوته و یا درخت بطور جداگانه محاسبه و در اختیار قرار داده می‌شود. بنظر می‌رسد که این روش آبیاری بتواند در آینده تا اندازه‌ای جوابگوی مسئله کم آبی در کشاورزی باشد. بخصوص اینکه در روش مذکور همچون سایر روشهای آبیاری تحت فشار انتقال و جابجایی آب در سطح مزرعه توسط لوله صورت می‌گیرد و از تلفات انتقال جلوگیری می‌شود.

در این روش آبیاری با توجه به چگونگی کمی و کیفی آب، نوع محصول، خاک، پستی و بلندی زمین و وضعیت آب و هوا تاکنون از انواع سیستمها مانند قطره‌ای، لوله‌های تراوا، خرد آبپاشها، حباب سازها و . . . بکار شده است. از آنجائیکه آبیاری میکرو در کشور ما سابقه چندانی ندارد و هنوز در مراحل اولیه تکوین و گسترش است، آشنایی متخصصان آبیاری نیز با آن زیاد نیست و این خلاء شاید یکی از مسایل و عوامل موجود در راه توسعه این سیستم درکشور باشد. به هر حال از آنجائیکه کشور ایران جزء کشورهای خشک دنیا محسوب شده و پایداری کشاورزی در آن وابستگی زیادی به بهره‌برداری بهینه از منابع آبی دارد، ضرورت آگاهی کلیه دست‌اندرکاران بخش آب کشاورزی به روشهای نوین آبیاری محسوس بوده و بایستی با آگاهی کامل به آن در توسعه آنها در کشور قدم بردارند. در این مقاله سعی بر این است تا جایگاه و ضرورت توسعه

---

۱ - عضو هیات علمی و رئیس سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.

۲ - استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه مشهد

۳ - عضو هیات علمی مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

آبیاری میکرو در ایران و همچنین نیازهای کنترلی و مدیریتی که بایستی مورد توجه قرار گیرد تا این توسعه با با رعایت جوانب فنی، علمی و اجرایی مورد بررسی قرار گیرد.

۲-مقدمه

از ۱۶۵ میلیون هکتار ارضی کشور حدود ۳۷ میلیون هکتار را اراضی مناسب زراعت و کشاورزی تشکیل می‌دهد، که بعلت محدودیت منابع آبی تنها ۱۸ میلیون هکتار از این اراضی در امر کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد. از این ۱۸ میلیون هکتار حدود ۸ میلیون هکتار بصورت فاریاب و ٦ میلیون هکتار بصورت دیم زیر کشت محصولات کشاورزی قرار دارد و ٤ میلیون هکتار دیگر هر ساله به صورت آیش گذاشته می‌شود (آمارنامه کشاورزی، ۱۳۷۸). از طرف دیگر به استناد مطالعات طرح جامع آب، منشأ اصلی منابع آبی کشور را ریزشهای جوی تشکیل می‌دهد که سالانه بالغ بر ٤۱۳ میلیارد متر مکعب می‌گردد. که از این مقدار حدود ۹۲ میلیارد مترمکعب بصورت جریانهای سطحی جاری شده، ۲۵ میلیارد مترمکعب مستقیماً به آبخوانها نفوذ کرده و مابقی بصورت تبخیر و تعرق از دسترس خارج می‌گردد. علاوه بر منابع آب حاصل از ریزش جوی در کشور سالانه حدود ۱۳ میلیارد متر مکعب آب بصورت جریانهای سطحی و رودخانه‌های مرزی به کشور وارد می‌شود که با پیوستن آن به منابع آبی کشور، منابع آب تجدید پذیر کل کشور به ۱۳۰ میلیارد متر مکعب و منابع آبهای سطحی به ۱۰۵ میلیارد مترمکعب بالغ می‌گردد.

بر اساس گزارش وزرات نیرو در سال ۱۳۷۷ از کل منابع آبی تجدید شونده کشور حدود ۸۷ میلیارد مترمکعب جهت مصارف بخش‌های کشاورزی، صنعت و معدن و شرب برداشت گردیده است که از این مقدار حدود ۸۳ میلیارد متر مکعب آن به بخش کشاورزی و مابقی به سایر بخشها اختصاص داشته است. بر اساس این آمار بخش کشاورزی با مصرف حدود ۹۳ درصد آب قابل استحصال در کشور به عنوان بزرگترین مصرف کننده آب در کشور می‌باشد.

جدول شماره ۱- میزان برآورد مصرف کلان آب کشور در سال ۱۳۷۷

بخش مصرف	میزان مصرف در سال ۱۳۷۷ میلیارد متر مکعب	درصد مصرف
کشاورزی	۸۳/۰	۹۲/۷
شرب	۱/۴	۴/۶
صنعت	۰/۸	۰/۹
متفرقه (بهداشتی و...)	۱/۶	۱/۸
جمع	۸۸/۵	۱۰۰

۳-مروری بر وضعیت راندمان آبیاری در ایران

تعاریف - فن آبیاری از قرن‌ها پیش عملاً مورد استفاده قرار گرفته است. انسان بوسیله انتقال و توزیع جریان آب و مشاهده نتیجه تولید محصولات، زارعین تدریجاً به مبانی عملی معینی در بهره‌برداری دست یافته است. این مبانی فقط اهمیت ناحیه‌ای و محلی داشته و یا با تولید حداکثر نتیجه گیری شده است. بتدریج که اراضی بیشتری تحت آبیاری قرار گرفتند، بسیاری از این استانداردهای تجربی بسادگی تقلید گردیدند. مفهوم راندمان آبیاری بصورت نسبت بین مقادیر آب آبیاری که موثراً بوسیله محصولات زراعی مصرف میگردد، به کل مقادیر آب تأمین شده طی ۲۰ -۲۵ سال گذشته بعنوان یک عامل عمده بهره‌برداری از شبکه‌های آبیاری ملحوظ گردیده است. غالباً در کشورهایی که آبیاری یک عنصر اساسی در تولید محصولات کشاورزی است، آب یک عامل محدود کننده بوده و نیاز مبرم به آب بعنوان عامل اقتصادی در تولید مطرح است و بکارگیری روشهای علمی جهت حل مسئله بهره‌برداری از سیستم های آبیاری وجود دارد.

در کشور مفهوم راندمان مصرف آب از آنجا اهمیت پیدا می‌کند که در تمامی نقاط آب عامل محدود کننده کشت آبی است. راندمان مصرف آب نه تنها یکی از مبانی مهم برنامه‌ریزی طراحی شبکه‌های آبیاری است. بلکه از طریق آن نحوه تخصیص آب و نحوه کاربری اراضی نیز تعیین می‌شود.

حرکت آب در یک شبکه آبیاری از منبع تا محل مصرف بوسیله گیاه را می‌توان سه عمل بهره‌برداری جداگانه یعنی انتقال، توزیع و کاربرد آب در سطح مزرعه دانست.

- **انتقال:** حرکت آب از منبع بوسیله کانال‌های اصلی و درجه ۱ و ۲ یا از ایستگاه پمپاژ و شق نهر و یا بند انحرافی و کانال انتقال آب تا آبگیر کانال‌های درجه ۳ یا شبکه توزیع مصرف تعریف نمود. راندمان در اینجا بعنوان راندمان انتقال تعریف شده و عبارتست از، راندمان شبکه کانال‌ها و یا مجاری انتقال آب از محل مخزن، محل انحراف از رودخانه یا محل تلمبه خانه تا آبگیرهای شبکه توزیع.
- **توزیع:** حرکت آب در کانالهای درجه ۳ (کانالهای توزیع) و کانال درجه ٤ (مزرعه) یا مجاری بسته تا محل تغذیه قطعه زراعی می باشد. راندمان در اینجا راندمان توزیع تعریف شده و عبارتست از، راندمان کانالها و یا مجاری توزیع آب از شبکه انتقال تا قطعه زراعی.
- **کاربرد آب در مزرعه:** حرکت آب از محل آبگیر قطعه زراعی تا محل مصرف بوسیله گیاه است. راندمان در اینجا راندمان کاربرد آب در مزرعه تعریف میگردد، که عبارتست از نسبت آب مورد نیاز مزرعه جهت تبخیر و تعرق و سایر عملیات زراعی به کل آب آبیاری داده شده به مزرعه.

ارزیابی جداگانه از راندمانهای انتقال، توزیع و کاربرد آب در مزرعه چگونگی و محل انجام تمهیدات لازم برای بهبود راندمان مصرف آب در محدوده طرح را مشخص می‌نماید. ولیکن آنچه در برنامه‌ریزی های کلان ملاک عمل قرار میگیرد، راندمان کلی یا راندمان طرح است که ترکیبی از سه راندمان فوق می‌باشد.

وضعیت راندمان آبیاری در کشور-

راندمان آبیاری بستگی به عوامل زیادی نظیر دسترسی به منابع آب، شرایط اقلیمی، تنوع خاک، نوع و اندازه انهار، نوع منبع آبی، نوع محصول، نوع مدیریت آبیاری، روابط اجتماعی، ترکیب کشت و . . . دارد، و بسته به ترکیبی از این شرایط مقدار آن متفاوت میباشد. البته پایین بودن راندمان تنها این نیست که آب تلف می‌شود یا زمین را ماندابی می‌کنیم یا نسبت تولیدات بازای مصرف آبی پایین است، بلکه یک امر اقتصادی از نظر تولید و توسعه کشاورزی را بدنبال دارد. زیرا پایین بودن راندمان نشان دهنده عدم توزیع مناسب و به موقع آب در منطقه ریشه گیاه می باشد. به عبارتی وقتی راندمان آبیاری پایین است بخشی از مزرعه دچار تنش شدید آبی است و بخش دیگر دچار مصرف زیاد و خفگی و نتیجتاً پایین بودن راندمان کمی عملکرد را با خود بدنبال دارد. پایین بودن عملکرد یعنی پایین بودن درآمد زارع، عدم امکان سرمایه گذاری برای زارع، عدم امکان مشارکت مالی زارعین در بهبود وضعیت آبیاری و . . . بنابر این یک تسلسل درونی را برای زارع، آبیاری و توسعه کشاورزی بدنبال دارد، و لذا پایین بودن راندمان آبیاری باعث می‌گردد سایر اقدامات و تلاشهای بخش کشاورزی کم اثر گردد. زیرا آب تنها یک عامل مورد نیاز گیاه نمی‌باشد، بلکه شرایط مناسب رطوبتی باعث بروز و بهره برداری از سایر عوامل و فعالیتهای کشاورزی نظیر استفاده از بذر و نهال‌های اصلاح شده، استفاده از عناصر غذایی خاک توسط گیاه، انجام عملیات مناسب خاک ورزی در مراحل مختلف و . . . می‌گردد.

در زمینه راندمان آبیاری در ایران و جهان مطالعات و تحقیقات گسترده‌ای صورت گرفته که نتایج کلی حاکی از آن است که راندمان کاربرد، انتقال و توزیع آب در ایران پایین‌تر از ارقام متوسط جهانی می‌باشد و به عبارتی حاکی از آن است که متوسط مصرف آب در کشور نسبت به متوسط جهانی بیشتر است. در جدول شماره(۲) متوسط مصارف آب اقلام مهم کشاورزی در سطح جهان در مقایسه با کشور خودمان نشان داده شده است:

جدول شماره ۲- متوسط مصارف آب اقلام مهم کشاورزی در سطح جهان و ایران(نهاد ریاست جمهوری،۱۳۷۲)

نوع محصول	مصرف جهانی (متر مکعب در هکتار)	مصرف در ایران (متر مکعب در هکتار)
گندم	۴۵۰۰-۶۵۰۰	۶۴۰۰
صیفی جات	۷۰۰۰-۱۰۵۰۰	۱۷۹۰۰
چغندر قند	۵۵۰۰-۷۵۰۰	۱۰۰۰۰-۱۴۰۰۰
برنج	۴۵۰۰-۷۰۰۰	۸۰۰۰-۱۰۰۰۰
نیشکر	۱۵۰۰۰-۲۵۰۰۰	۱۸۰۰۰-۲۰۰۰۰
ذرت	۵۰۰۰-۸۰۰۰	۱۰۰۰۰-۱۳۰۰۰

مهندسی مشاور راکشاب (کمیته ملی آبیاری و زهکشی ۱۳۵۵) در طرح جامع راندمان آبیاری کشور با توزیع پرسشنامه‌هایی بین زارعین در سطح حدود ۲۵۸ هزار هکتار و با تقسیم کشور به مناطق دهگانه، راندمان آبیاری در مزرعه و راندمان انهار در قطعات آبیاری را مورد ارزیابی قرار داده و نتیجه گرفتند که مقادیر راندمان آبیاری در مزرعه بسته به روش آبیاری از ۲۱ تا ۶۰ درصد متغیر است. آنها همچنین راندمان انهار داخل قطعات آبیاری را بین ۵۰ تا ۹۰ درصد متغیر گزارش نمودند. بر اساس این گزارش راندمان آبیاری کل ۱۰ تا ۵۰ درصد متغیر گزارش شده است.

فاطمی و شکرالهی (۱۳۷۲) در بررسی که بر روی شبکه آبیاری دز بانجام رساندند ، راندمان کل آبیاری را ۲۶ درصد اعلام داشته‌اند. بر اساس این بررسی متوسط ۹ ساله آن از سال ۱۳۶۱ تا ۱۳۶۹ فقط ۲۱ درصد بوده است.

میرابوالقاسمی (۱۳۷۳) با استفاده از اندازه‌گیریهای صحرائی، راندمان انتقال، کاربرد آب در مزرعه و کل را در تعدادی از شبکه‌های سنتی دشتهای خوزستان. تبریز و کرمانشاه تعیین نموده است. بر اساس این مطالعه متوسط راندمان انتقال ۲۳ تا ۵۰ درصد، راندمان کاربرد آب در مزرعه ٤٥ تا ٦٠ درصد و متوسط راندمان کل آبیاری ۱۳/۵ تا ۲۲ درصد بوده است.

مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی (۱۳۷۷) در یک بررسی تحقیقاتی با کنترل رطوبت خاک و تعیین نیاز آبی گیاه در مراحل مختلف دوره رشد بر روی محصولات مختلف و در مناطق مختلف کشور راندمان آبیاری کاربرد آب مزرعه را مورد بررسی قرار داده که بر اساس این بررسی مقدار راندمان کاربرد آب در مزرعه بسته به مدیریت زارع، روش آبیاری، مرحله آبیاری، نوع محصول و . . . بین ٢٤/٧ تا ٥٥/٧ درصد متغیر بوده است. با احتساب راندمان انتقال در مناطق مورد ارزیابی ، راندمان کل بین ۱۵ تا ۳٦ درصد متغیر میباشد.

همچنین در بررسی صورت گرفته توسط مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی در سند ملی آب (۱۳۷۸) بر اساس گزارشات و مطالعات صورت گرفته توسط ارگانهای مختلف مرتبط با آب راندمان کل آبیاری برای بعضی از استانهای کشور بشرح جدول شماره (۳) تعیین گردیده است، تغییرات راندمان که در ستون سه جدول مشاهده میگردد بر اساس نوع منبع آب شامل شبکه های مدرن، شبکه های سنتی، چشمه ها و قنوات و چاهها میباشد.

جدول شماره ۳- متوسط راندمان کل آبیاری در بعضی از استانهای کشور

شماره ردیف	نام استان	متوسط راندمان
۱	آذربایجان غربی	۴۱-۲۸
۲	اردبیل	۳۹-۲۸
۳	اصفهان	۴۲-۲۸
٤	بوشهر	۴۰-۲۳
٥	چهارمحال بختیاری	۳۹-۳۰
٦	خراسان	۳۷-۳۰
۷	خوزستان	۳۷-۲۷
۸	زنجان	۳۸-۲۵
۹	سمنان	۴۰-۳۰
۱۰	قزوین	۳۸-۲۷
۱۱	کردستان	۴۰-۲۵
۱۲	گلستان	۴۰-۲۸
۱۳	گیلان	۵۴-۳۸
۱٤	مازندران	۵۷-۳۷
۱٥	مرکزی	۳۹-۲۹
۱٦	همدان	۳۸-۲۷
۱۷	یزد	۴۰-۳۰

همچنین میزان راندمان آبیاری در برخی از نقاط دنیا به شرح زیر میباشد (نهاد ریاست جمهوری،۱۳۷۲) که این آمار نیز حاکی از پایین بودن راندمان آبیاری در کشور است:

اروپا (آبیاری تکمیلی) ٦۰ درصد

آمریکا ٤٥ درصد

جهان سوم ۲٥-۳٥ درصد

بنابر این نتایج مطالعات و تحقیقات پراکنده بانجام رسیده در زمینه راندمان آبیاری در کشور حاکی از آن است که با توجه به منابع آبی موجود و شرایط اقلیمی کشور مقدار راندمان آبیاری رقمی در حدود ۳۵ درصد می‌باشد. حال با توجه به میزان جمعیت رو به رشد کشور در حالی که بخواهیم با همین ترکیب کشت فعلی و وضعیت راندمان آبیاری موجود کشور، غذای مورد نیاز این جمعیت را در سالهای آتی تامین نماییم، بخش کشاورزی به میزان بسیار زیادی با کمبود آب مواجه خواهد بود. لذا لازم است این بخش با توجه به محدودیت منابع آبی و با توجه به خشکسالی‌هایی که در سالهای اخیر نه به عنوان یک حادثه غیر مترقبه بلکه به عنوان یک حادثه مترقبه در آمده است، بخشی از نیازهای خود را با تغییر در الگوی مصرف آب و بهبود راندمان آبیاری تامین نماید.

یک از سیاست های وزارت کشاورزی که نتایج مثبتی نیز از آن نتیجه شده و نیاز به حمایتهای بیشتری دارد توسعه کاربرد روشهای آبیاری تحت فشار در اراضی فاریاب و دیم کشور (جهت آبیاری تکمیلی) بوده است. روش‌های آبیاری میکرو از جمله روشهای آبیاری تحت فشار بوده که قابل استفاده در امر آبیاری محصولات مختلف کشاورزی از جمله باغات و گلخانه‌ها زراعت‌های سبزی و صیفی، زراعت‌های ردیفی می‌باشد، ولیکن تاکنون با توجه به برنامه‌ریزی‌های صورت گرفته امکان کاربرد آن در کشور فقط برای درختان و زراعت‌های گلخانه‌ای بیشتر مورد توجه بوده است.

٤- تاریخچه آبیاری قطره‌ای

برخلاف روشهای آبیاری سطحی که قدمت آنها در بعضی مناطق دنیا به ٦٠٠٠ سال قبل از میلاد می رسد آبیاری قطره ای از یک طرف روشی جدید و تاریخچه ای کوتاه دارد و از طرف دیگر سابقه آن نیز بسیار طولانی است. مثلاً چینی ها و فلسطینی ها در صحاری نزدیک دریا و یا در دامنه تپه ها تخته سنگهایی را در مقابل باد قرار می دادند تا شبانگاه که سنگ زودتر و شدیدتر از هوا سرد می شود نسیم گرم و مرطوب دریا در برخورد با آن تقطیر شود. بدین ترتیب قطرات آبی که از سنگ می چکید به پای درخت و یا بوته ای که در آنجا کشت شده بود هدایت می گردید. این خود نمونه ای از یک سیستم آبیاری قطره ای با قدمت هزاران ساله است. لذا نمی توان برای شروع آبیاری قطره ای تاریخ مشخصی را ذکر کرد. شاید در این مورد به تعداد کسانی که بتوانند اظهار نظر نمایند روایت وجود داشته باشد. اما اگر آبیاری قطره ای را به مفهوم علمی و امروزی آن در نظر بگیریم اولین گزارشها در مورد اجرای این روش مربوط به سال ١٨٦٠ در آلمان است (Davis, 1974) که در آن از لوله های سفالی زیرزمینی برای آبیاری استفاده می شد. در سال ١٩١٣ میلادی نیز کاربرد لوله‌های روزنه‌دار زیرزمینی در آمریکا معمول گردید. اما این روش در

آن زمان بسیار گران تمام می شد و نتوانست به سرعت گسترش یابد. با این وجود از سال ۱۹۲۰ به بعد استفاده از لوله های روزنه دار زیرزمینی در کشورهای فرانسه، آلمان و شوروی سابق معمول گردید (Davis, 1974).

با توسعه صنایع پلاستیک در ایام جنگ جهانی دوم و سالهای بعد از آن کاربرد لوله های پلاستیک در آبیاری قطره ای مقرون به صرفه گردید. به طوری که به دلیل قابلیت انعطاف به آسانی می شد این لوله ها را از کنار بوته ها یا درختان عبور داده و با سوراخ کردن آنها که به مراتب ساده تر از لوله های فلزی صورت می‌گرفت قطرات یا جریان کوچکی از آب را خارج و برای آبیاری مورد استفاده قرار داد. بنابراین بسیاری از متخصصان شروع فن آوری آبیاری قطره ای را از همین زمان می دانند. استفاده از لوله های پلاستیک در آبیاری گیاهان گلخانه ای از اواخر سالهای دهه ۱۹٤۰ در انگلستان شروع شد سپس این لوله ها در آبیاری زیرزمینی در آلمان بکار گرفته شد و روش جدیدی به نام آبیاری زیرزمینی با لوله های پلاستیک ابداع گردید. استفاده از لوله پلاستیک در آبیاری گیاهان گلخانه ای که برای اولین بار در انگلستان توسط بلاس (L.Blass) به ثبت رسید در سال ۱۹۵۳ توسط دو شرکت تجارتی به نامهای کامرون (Cameron) و رایت-رین (Wright-Rain) به اجرا گذاشته شد. این دو شرکت برای اولین بار نام آبیاری تریکل (trickle) یا قطره چکانی را بر آن نهادند. البته قبل از آن فرد دیگری به نام سه لستر (P.Celstre) در سال ۱۹۵۱ روش جدیدی را برای آبیاری استادیوم ورزشی بازیهای المپیک رم به ثبت رسانده بود. سه لستر در سال ۱۹٦۰ نام آبیاری دریپ (drip) یا قطره ای را بر روش خود نهاده بود. بنابر این مشاهده می شود که این افراد بدون اطلاع از یکدیگر نامهای متفاوتی را به یک روش مشابه اطلاق کرده‌اند.

نوشته های علمی موجود در زمینه عملی کردن روشهای آبیاری قطره ای در مزرعه نشان دهنده آن است که این روش در سال ۱۹٦۳ در فلسطین اشغالی و در سال ۱۹٦٤ در آمریکا بکار گرفته شد. یک مهندس سرزیمن اشغالی که به طور تصادفی نام وی نیز بلاس (S .Blass) می باشد در یک منطقه مشاهده کرد که رشد درختی که در مجاورت یک شیر آب قرار داشت و اتفاقاً این شیر چکه می کرد نسبت به سایر درختها بیشتر است. این موضوع وی را به این فکر انداخت که شاید بتوان برای آبیاری درختها نیز از روش قطره ای استفاده کرد. نامبرده ساخت اولین قطره چکان را به نام خود به ثبت رسانید. غالباً نامهای ال.بلاس (انگلیسی) و اس.بلاس (سرزمین اشغالی) با یکدیگر اشتباه می شود، حال آنکه بلاس انگلیسی آبیاری قطره ای را در انگلستان فقط برای گیاهان گلخانه‌ای بکار برد. در صورتیکه بلاس.سرزمین اشغالی این روش را براساس آزمایشهای قبلی خود در دانشگاه عبرو (Hebrew) در اوایل سالهای ۱۹٦۰ در بیابانهای نگف

(Negev) به مرحله اجرا درآورد. به همین دلیل اکثر متخصصـــان آبیـاری اشـتباهاً مرکـز ابـداع و توسعه روشهای آبیاری قطره ای را سرزمین اشغالی می دانند.

مفهوم آبیاری قطره ای بتدریج بـه کشـورهای امریکـای شـمالی، اسـترالیا، آفریقـای جنوبـی و سرانجام به تمام نقاط جهان گسترش پیدا کرده و به عنـوان یـک روش کـارآمد مـورد قبـول واقـع گردید. در این رابطه سابقه علمی آبیاری قطره ای به قدری کوتاه است کـه حتـی درکتـاب معـروف آبیاری زمینهای زراعی (Irrigation of Agricultural Lands) که در سال ۱۹٦۷ توسـط انجمـن زراعت آمریکا (ASA) منتشر گردید نامی از آبیاری قطره ای یا خرد آبیاری بـرده نشـده اسـت و در واقع آنچه در این زمینه به صورت علمـی موجـود اسـت پـس از سـال ۱۹٦۷ مـی باشـد. اولیـن کنگره بین المللی آبیاری قطره در سال ۱۹۷۱ در سرزمین اشغالی برگزار و در آن ۲٤ مقالـه علمـی ارائه گردید. از آن سال به بعد این کنگره ها هر چند سال یکبار در یکـی از نقـاط دنیـا تشـکیل و در آن دانشمندان برجسته از کشورهای مختلف جهان گرد هم می آیند تـا نتـایج تحقیقـات و تجربیـات خود را ارائه کنند. تا به حال چندین کنگره مهم در این زمینه بـرگـزار شـده اسـت کـه آخریـن آنـها کنفرانس بین المللی روشهای خرد آبیاری در اوایل سال ۱۹۹۵ در شهر اورلانـد و (Orlando) در ایالت فلوریدای امریکا بوده است. علاوه برکنفرانسهای بین المللی، هر سال کـارگاهـهای آموزشـی، سمینارها و سمپوزیومهای منطقه ای نیز در این زمینه برگزار می گردد.

آبیاری میکرو، خـرد آبیـاری، و یـا آبیـاری موضعـی در سـالهای اخـیر جایگـاه ویـژه‌ای را در کشاورزی پیدا نموده است و گسترش روشهای مختلف آن بسیار چشمگیر بوده اسـت. بـا توسـعه تحقیقات بر روی این روش آبیاری، در حال حاضر بسته به امکان دسترسی بـه نازل‌هـا، چگونگـی کمی و کیفی آب، نوع محصول، امکانات فنی، خاک، پستی و بلنـدی زمیـن و وضعیـت آب و هوایـی انواع سیستم‌های آبیاری میکرو مانند قطره‌ای، لوله های تراوا، فواره‌هـا، خـرد آبپاش‌هـا (micro-spray، جت های کوچک (micro-jet)، حباب سازها (bubbler) و غیره بکـار گرفتـه میشـود کـه هریک دارای خصوصیات ویژه‌ای هستند.

۵- پتانسیل و روند توسعه آبیاری میکرو در ایران

بر اساس آمار وزارت کشاورزی از حـدود ۸ میلیـون هکتـار اراضـی فاریـاب حـدود ۲ میلیـون هکتار را محصولات دائمی (باغی) و الباقی را محصولات زراعـی سـالانه بـه خـود اختصـاص داده است و از ٦ میلیـون هکتـار اراضـی فاریـاب مربـوط بـه محصـولات زراعـی ۸۰۰ هـزار هکتـار را محصولات سبزیجات و محصولات جالیزی تشکیل میدهند. بنابر این اگر بتوان اسـتفاده از آبیـاری میکرو را در کلیه باغات و اراضی زیر کشت سبزی و صیفی کشور از نظر فنـی و اجرایـی مناسـب و قابل استفاده تشخیص داد، حداکثر پتانسیل توسعه آبیاری میکـرو در حـدود ۲/۸ میلیـون هکتـار

برآورد میگردد. این یک عدد برآوردی است که قطعاً تعیین دقیق آن مستلزم بررسی‌های فنی، علمی و اجتماعی است. شاید در طی برنامه ۱۵ ساله به استفاده حداکثر یک میلیون هکتار باغات منظم در مناطق مساعد و حداکثر ۱۵۰ هزار هکتار از صیفی‌جات امیدوار بود.

در خصوص استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای در کشور مطابق با جدول شماره (٤) این سیستم پیش از انقلاب توسط کسانی که به استفاده از امکانات و مزایای این سیستم آشنایی داشته‌اند مورد استفاده قرار می‌گرفته است. ولیکن در سالهای بعد از انقلاب، با توجه به رشد جمعیت، خشکسالی‌ها و روند پایین افتادن سطح آب زیرزمینی در چاهها با سیاست‌های اتخاذ شده توسط دولت در برنامه‌های اول و دوم توسعه کشور روند توسعه آن با سرعت بیشتری دنبال گردیده است. بطوریکه سطح تحت آبیاری به روش آبیاری میکرو در کشور در طول برنامه اول ٦٠ درصد نسبت به سطح اجرای شده در سالهای قبل از برنامه افزایش داشته است. این افزایش در طول برنامه دوم ٤٠٠ درصد بوده است. همچنین با توجه به جدول شماره (٤) روند توسعه آبیاری میکرو در طول برنامه دوم ٦ برابر برنامه اول بوده است.

لازم بذکر است که درصد بسیار زیادی از محصولات حاضر که با استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای آبیاری می‌شوند را باغات تشکیل می‌دهد و تنها در موارد محدود از این سیستم برای انجام آبیاری در گلخانه‌ها و مزارع سبزی و صیفی استفاده می‌شود. علی رغم مزایای بسیار مفیدی که انواع این سیستم در افزایش تولید و بالا بردن کارایی مصرف آب در زراعت‌های سبزی و صیفی دارد، هنوز فعالیت چندانی برای توسعه کاربرد این سیستم در مزارع مزبور صورت نگرفته است.

با این تفاسیر و با توجه به امکان توسعه سیستم آبیاری میکرو در کشور تاکنون کمتر از ۱۰ درصد اراضی مناسب به زیر سیستم در آمده است. مطابق با برنامه‌ریزی‌های صورت گرفته در برنامه سوم توسعه کشور وزارت کشاورزی موظف به توسعه این سیستم به میزان ۲۲۵۰۰۰ هکتار گردیده است.

بنابر این با توجه به اینکه کشور ما در ردیف کشورهای خشک جهان قرار گرفته و کم آبی بعنوان یکی از حوادث مترقبه در سالهای اخیر در کشور حاکم گردیده است لزوم سرمایه‌گذاری بیشتر و جدیتری برای توسعه این سیستم با تاکید بر انتخاب سیستم مناسب بطور همه جانبه کاملاً محسوس و ضروری می‌باشد.

جدول شماره ۴- روند توسعه آبیاری میکرو در کشور در دوره‌های زمانی مختلف(گزارشات اداره کل توسعه روشهای آبیاری تحت فشار، ۱۳۷۹).

دوره زمانی	سطح اجرا شده
قبل از انقلاب	۱۲۵۰۰
۱۳۵۷-۶۷	۱۰۰
۱۳۶۸	۹۴
۱۳۶۹-۷۳	۸۰۶۷
۱۳۷۴-۷۸	۵۱۱۲۶
جمع	۷۱۸۸۷

٦- روند تغییر سیستم‌های آبیاری قطره‌ای به خرد آبپاشها و دیگر سیستم‌های آبیاری میکرو

شوری و گرفتگی در قطره چکانها در اثر وجود املاح و دیگر مواد معلق موجود در منابع آبی مورد استفاده همیشه به عنوان بزرگترین عوامل محدود کننده توسعه سیستم آبیاری قطره‌ای مطرح بوده است. گرفتگی قطره چکانها بتدریج یکنواختی توزیع آب را در سطح مزرعه کاهش و باعث پایین آمدن راندمان توزیع می‌گردد و در صورتیکه بموقع نسبت به رفع آن اقدام نشود، صدمات جبران ناپذیری را به سیستم و زراعت وارد می‌نماید. خطر مسدود شدن قطره‌چکانها باعث بالا رفتن هزینه‌های نگهداری سیستم مانند کنترل قطره‌چکانها و تعویض یا تعمیر آنها می‌گردد. برای رفع این مشکل دو راه حل را می‌توان برگزید، یکی استفاده و جایگزینی از نازل‌هایی است که امکان گرفتگی آنها کم است و دیگری توجه بیشتر به کیفیت آب و تصفیه آن قبل از ورود به سیستم که در کشور های پیشرو در این زمینه هر دو روش مورد استفاده قرار گرفته است. با توجه به جدول شماره (٥) در اکثر کشورها همراه با تغییر سیستم آبیاری میکرو از قطره‌ای به خرد آبپاشها به اعمال مدیریت‌های آبشویی و تناوب اهمیت زیادی داده شده است.

با توجه به دسترسی بیشتر به استفاده از روشهای پیشرفته آبیاری میکرو نظیر استفاده از میکروجت امکان مصرف منابع آبی با کیفیت پایین در اکثر کشورها مورد توجه قرار گرفته است، و این وسایل با سرعت در حال جایگزین شدن بجای قطره‌چکانها می‌باشند. با توجه به جدول شماره (٥) با استفاده از این امکانات کشورهای پیشرو در آبیاری قطره‌ای آبهایی را مصرف می‌کنند که در آنها غلظت نمک بیش از ٥٠٠ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد. حتی در مواردی در تعدادی از طرحهای خرد آبیاری شوری آب متجاوز از ١٠٠٠ میلی‌گرم در لیتر گزراش شده است. در این کشورها بیش از ٦٥ درصد آبهای مصرفی در سیستم آبیاری قطره‌ای دارای غلظت بیش از ٥٠٠ میلی‌گرم در لیتر می‌باشند. بررسی‌ها اخیر حاکی از آن است که در کشورهای پیشرو در امر آبیاری میکرو در کلیه باغات از سیستم میکروجت یا بابلر بهره‌برداری می‌گردد.

سیستم آبیاری میکروجت و یا بابلر علاوه بر اینکه بواسطه بزرگی روزنه خروجی آب علاوه بر اینکه در مقابل انسداد توسط املاح موجود در آب تقریباً حساسیتی ندارند، باعث می‌گردند تا با پخش آب در منطقه ریشه کنترل شوری بنحو مطلوبی صورت پذیرد. این سیستم ها با توجه به اینکه در سطح سایه انداز درخت پراکنده نمی‌شوند، باعث می‌گردند تا انجام

جدول شماره ۵- چگونگی عملکرد و مدیریت‌های مربوط به آب شور سیستم آبیاری قطره‌ای در برخی کشور های جهان در سال ۱۹۹۱ (Bucks, 1993)

کشور	ارزشی تقریب برداش میکرو (هکتار)	دلایل تغییر برخی سیستمها	نوع اصلاحات انجام شده بر روی سیستم	کیفیت آب مصرفی از نظر شوری(mg/l)	درصد موارد با شوری اعلام شده	انواع مدیریت از نظر شوری
امریکا	۶۰۶۰۰۰	گرفتگی قطره‌چکان	جایگزینی با خردآبپاشها	>۵۰۰	۸۰	تناوب محصول- بارندگی زمستانه-آبشویی
اسپانیا	۱۶۰۰۰۰	هیچ	جایگزینی با لوله‌نواری منفذدار	>۵۰۰	۱۰۰	بارندگی زمستانه- آبشویی زیاد
استرالیا	۱۴۷۰۱۱	گرفتگی قطره‌چکان	صافی‌های بهتر و کلرزنی	>۵۰۰	۷۰	
				>۱۰۰۰	۳۰	بارندگی زمستانه
فلسطین اشغالی	۱۰۴۳۰۲			>۵۰۰	۷۰	تناوب محصول
				>۱۰۰۰	۳۰	آبشویی
افریقای جنوبی	۱۴۴۰۰۰	گرفتگی قطره‌چکان	نگهداری بهتر سیستم	>۵۰۰	۱۰۰	بدون مشکل
مکزیک	۶۰۶۰۰	طراحی ضعیف سیستم و کیفیت بد آب	جایگزینی با خرد آبپاشها	نامشخص		کنار گذاشتن سیستم
ژاپن	۵۷۰۹۸	هیچ	هیچ	>۵۰۰	۱۰۰	-
هندوستان	۵۵۰۰۰	هیچ	هیچ	>۵۰۰	۱۰۰	آبیاری یک در میان با آب شور و شیرین
فرانسه	۵۰۹۵۳	بسیار کم	جایگزینی با خردآبپاشها	نامشخص		نامشخص
تایلند	۴۱۱۵۰	هیچ	هیچ	>۵۰۰	۱۰۰	نامشخص
کلمبیا	۲۹۵۰۰	طراحی ضعیف سیستم و کیفیت بد آب	طراحی بهتر و بهبود مدیریت	>۵۰۰	۱۰۰	نامشخص
قبرس	۲۵۰۰۰	هیچ	هیچ	>۵۰۰	۶۵	برنامه ریزی
				>۱۰۰۰	۲۰	آبشویی
				>۲۰۰۰	۱۵	آبشویی زیاد
ایتالیا	۷۸۶۰۰	هیچ	جایگزینی با خردآبپاشها	>۵۰۰	۱۰۰	بدون مشکل
چین	۱۹۰۰۰	هیچ	بکارگیری سیستم قطره‌چکان‌های متحرک	کم		بارندگی زمستانه
مراکش	۹۷۶۶	طراحی ضعیف سیستم و کیفیت بد آب	هیچ	>۵۰۰	۱۰	آبشویی
				>۱۰۰۰	۲	

بسیاری از کارهای زراعی در باغات راحتر صورت گیرد چراکه در آبیاری باغات بوسیله سیستم آبیاری قطره‌ای برای مرطوب کردن سطحی از خاک با توجه به سطح سایه‌انداز درختان مجبور به استفاده از سیستم لوپ و یا دو خط موازی در اطراف ردیف درختان هستیم، این سیستم‌ها در زمان انجام عملیات زراعی بعلت اینکه در سطح حد فاصل بین ردیف درختان پراکنده می‌باشند، دست و پاگیر بوده و گاهاً دچار آسیب دیدگی نیز می‌شوند. این در حالی است که با استفاده از انواع مختلف روشهای آبیاری میکرو مانند بابلر و میکروجت تنها یک و یا دو عدد بابلر و میکروجت در اطراف درختان قرار گرفته و مشکلات کمتری را در امر عملیات زراعی ایجاد می‌کنند.

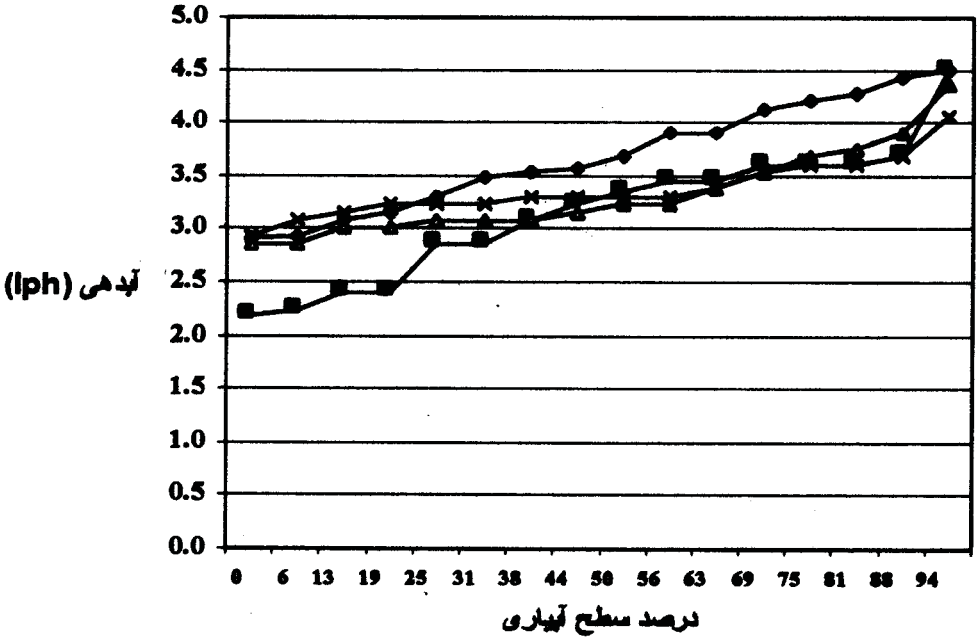
در ایران متأسفانه علی‌رغم پایین بودن کیفیت آب در اکثر منابع آبی نه تنها در بکارگیری سیستم آبیاری قطره‌ای هیچ یک از مدیریت‌های فوق در سطح قابل قبولی اعمال نمی‌گردد، بلکه در سیستم آبیاری قطره‌ای هنوز از ۲ تا ۳ نوع قطره‌چکان که از نظر هیدرولیکی جزء ابتدایی ترین قرمچکانها و حساس‌ترین آنها نسبت به گرفتگی می‌باشند بیشتر استفاده می‌شود. همین امر باعث گردیده است که روند توسعه آبیاری میکرو در کشور در مقایسه با سایر روشهای آبیاری تحت فشار از سرعت و کیفیت کمتری برخوردار باشد.

۷- مروری بر ارزیابی‌های صورت گرفته بر روی سیستم‌های آبیاری میکرو ایجاد شده

ارزیابی‌های صورت گرفته بر روی سیستم‌های آبیاری قطره‌ای اجرا شده در سطح کشور بیانگر آن است که این سیستم‌ها با مسایل مختلفی در مراحل مختلف ساخت تجهیزات، طراحی و اجرا و نهایتاً مدیریت مواجه می‌باشند که هر یک بنحوی بر روی عملکرد سیستم تأثیر گذاشته و باعث پایین آمدن عملکرد آن گردیده است. در ادامه تعدادی از این ارزیابی‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد:

- **اهمیت یکنواختی ریزش در آبیاری میکرو** - در روند توسعه سیستم آبیاری میکرو در طول برنامه اول و دوم خوشبختانه قدم‌های بسیار خوبی در راستای بهبود کیفیت لوله و اتصالات مورد استفاده در این سیستم برداشته شده است. ولیکن ارزیابی های صورت گرفته حاکی از آن است که مشکل عدم یکنواختی ریزش در قطره‌چکانها هنوز به قوت خود باقی است و تاکنون هیچگونه سیاستی جهت کنترل آن اتخاذ نگردیده است. شاید علت آن این باشد که در کشور ما توسعه آبیاری میکرو تاکنون برای باغات در برنامه کار قرار داشته است. در آبیاری باغات بعلت عمیق بودن ریشه درختان، چند ساله بودن درختان در مواردی، استفاده از بارندگی زمستانه، قرار گرفتن بیش از یک قطره‌چکان در اطراف یک درخت، در صورتیکه قطره‌چکانهای مورد استفاده از یکنواختی ریزش بالایی بهره‌مند نباشند این معضل چندان حاد

نبوده و آثار آن در کوتاه زمان بروز نمی‌کند. ولی در صورتیکه تصمیم به توسعه این سیستم برای آبیاری سبزی و صیفی و گیاهان ردیفی که نباتات زراعی یک ساله می‌باشند در برنامه قرار گیرد، از آنجائیکه هر قطره‌چکان مسئولیت آبیاری یک و یا دو بته را عهده‌دار می‌گردد، تأثیر عدم یکنواختی ریزش در عدم یکنواختی رشد گیاهان تحت آبیاری سریعاً نمایان می‌گردد. شکل (۱) نشان دهنده ارزیابی صورت گرفته بر روی پراکندگی آبدهی قطره‌چکانها در یک باغ زردآلو در استان سمنان می‌باشد. این مزرعه در چهار دفعه متفاوت در طول فصل زراعی مورد ارزیابی قرار گرفته است. همانطوریکه از شکل مشخص می‌گردد، بیش از ۸۰ درصد باغ بعلت پایین بودن یکنواختی ریزش قطره‌چکانها کمتر از مقدار مورد نیاز آب دریافت می‌دارد. در صورتیکه آبیاری در مزرعه مزبور بر اساس نیاز خالص آبی گیاه صورت گیرد مطمئناً در سالهایی که با مشکل خشکسالی وجود دارد با مشکل مواجه خواهد شد. این مسایل شاید بعلت ضعیف بودن شرکت‌های سازنده قطره‌چکان‌ها باشد که اطلاعات دقیقی از محصولات خود ارائه نمی‌نمایند. در این زمینه ارزیابی صورت گرفته توسط کارشناسان آب و خاک استان یزد بر روی طراحی سیستم‌های آبیاری تحت‌فشار اجرا شده در آن استان حاکی از آن است که در بسیار از طرح‌ها مشخصات قطره‌چکانها آورده نشده است که علت آن نبود چنین اطلاعاتی و عدم آگاهی طراحان از اهمیت آن می‌باشد.



شکل ۱- پراکندگی دبی قطره‌چکانها در سطح یک باغ زردآلو(سلامت منش،۱۳۷۵)

ارزیابی‌های صورت گرفته بر روی سیستم‌های مختلف آبیاری قطره‌ای اجرا شده از نظر طراحی و اجرا حاکی از آن است که طول لوله‌های در بردارنده قطره‌چکانها معمولاً بیش از حد طراحی می‌گردند، این امر با توجه به اینکه قطره‌چکانهای مورد استفاده در این طرح‌ها از نوع ٤ لیتر در ساعت داخل خط و یا خارج خط معمول در کشور می‌باشند باعث می‌گردد تا با مشکل کاهش یکنواختی ریزش در سطح مزرعه مواجه باشیم.

- **اهمیت فیلتراسیون در آبیاری میکرو** - قسمت فیلتراسیون در سیستم آبیاری قطره‌ای به عنوان قلب سیستم مطرح بوده، و در طراحی سیستم بایستی در سطح بالایی مورد توجه قرار گیرد. با توجه به ارزیابی‌های صورت گرفته بر روی سیستم‌های مختلف آبیاری قطره‌ای اجرا شده طراحی این قسمت در طرحها بدون توجه به کیفیت آب مورد استفاده در سیستم و فقط بر اساس میزان آب مورد نیاز سیستم صورت میگیرد و به همین دلیل هیچگونه برنامه زمانبندی برای کنترل و شستشوی سیستم توسط بهره‌بردار در طراحی ارائه نمی‌گردد. جدول شماره (٦) نشان دهنده یک ارزیابی صورت گرفته بر روی وضعیت فیلتراسیون در سیستم‌های آبیاری قطره‌ای اجرا شده در ۱۲ مزرعه در منطقه جهرم و رفسنجان می‌باشد. همانطوری‌که از جدول مشخص است به غیر از دو طرح به شماره‌های ۱و۲ که طرح های الگویی هستند در بقیه طرحها وضعیت فیلتراسیون ضعیف و یا متوسط است. همچنین در ۵۰ درصد طرحهای اجرا شده در منطقه جهرم هیچیک از ادوات فیلتراسیون در طراحی و اجرا دیده نشده است.

در بررسی مشابهی بر روی سیستم‌های آبیاری قطره‌ای اجرا شده در استان یزد مشاهده گردیده است که در ۲۰درصد طرحهای مزبور در قسمت کنترل مرکزی شیرفلکه مورد نیاز برای انجام عمل شستشوی معکوس در فیلتر شن منظور نشده است، این مسئله حاکی از آن است که حتی کشاورزان ما به اهمیت فیلتراسیون و مدیریت نگهداری آن واقف نیستند.

اهمیت مدیریت در آبیاری میکرو - یکی از مهمترین مسایل در بالا بودن عملکرد سیستم آبیاری قطره‌ای اعمال مدیریت مناسب در سیستم است، که در طرح‌های اجرا شده در کشور زیاد مورد توجه قرار نمی‌گیرد.مدیریت در آبیاری قطره‌ای شامل کنترل فشار سیستم، اعمال برنامه صحیح آبیاری، بازدید مرتب از شبکه توزیع آب در مزرعه، بازدید و شستشوی

- فیلترها، بازدید از قطره‌چکانها در سطح مزرعه برای پیش‌بینی‌های لازم پیش از وقوع گرفتگی در قطره‌چکانها، اعمال مدیریت صحیح استفاده از کود و . . می‌باشد که بهره‌برداران ما چندان با آن آشنا نیستند. جدول شماره(۷) نشان دهنده ارزیابی وضعیت مدیریت آبیاری در طرح‌های مربوط به جدول شماره (٦) می‌باشد که با توجه به عوامل فوق صورت گرفته است. با توجه به جدول مشاهده میگردد که در اکثر مزارع مدیریت ضعیف بوده و این مدیریت ضعیف باعث گردیده تا کیفیت آب ورودی به سیستم پایین و خطر انسداد قطره چکانها درتمام سیستم‌ها وجود داشته باشد. بطوریکه در زمان بازدید و ارزیابی طرحهای مزبور درصدی از قطره‌چکانها در سطح مزرعه مسدود بودند که میزان آن نیز قابل توجه نیز بوده

است. همچنین با توجه به جدول مشخص میگردد که پایین بودن فشار کاری سیستم در اکثر مزارع شاخص بوده است، این نقص مدیریت مسایل مختلفی از جمله افزایش سرعت انسداد قطره‌چکانها و پایین آمدن یکنواختی ریزش در سطح مزرعه را بهمراه خواهد داشت.

جدول شماره ۶- وضعیت فیلتراسیون در منطقه رفسنجان و جهرم(طاهرپور،۱۳۷۶)

شماره طرح	وسایل مورد استفاده			نحوه استفاده و بازبینی از سیستم	وضعیت سیستم تصفیه		
	تانک شن	سیکلون	فیلترتوری		مناسب	ضعیف	نامناسب
۱	*	*	*	بطور مرتب بازدید و شستشو میشوند.	*		
۲	*	*	*	بطور مرتب بازدید و شستشو میشوند.	*		
۳	*	-	*	تاکنون بازدیدی صورت نگرفته است و آب ورودی به سیستم از کدر بود.			*
۴	-	-	*	بطور مرتب بازدید نمی‌شوند		*	
۵	-	-	*	بعد از چند نوبت آبیاری بازدید و پس از استفاده از کود شستشو می‌شود.		*	
۶	-	*	-	فیلتر ها بعلت گرفتگی زیاد از سیستم خارج شده‌اند.			*
۷	-	-	-	-			*
۸	-	*	*	بطور مرتب بازدید و شستشو میشوند.		*	
۹	-	-	-	-			*
۱۰	-	*	*	بطور مرتب بازدید و شستشو میشوند.		*	
۱۱	-	-	-	-			*
۱۲	-	*	*	بطور مرتب بازدید نشده و فیلترهای توری تاکنون تعویض نشده‌اند.			*

*- نشان دهنده شدت مشکل در سیستم است.

جدول شماره ۷- بررسی مدیریت سیستم در طرح‌های آبیاری قطره‌ای منطقه رفسنجان و جهرم

شماره طرح	خطر انسداد		وجود ذرات فیزیکی در سیستم	شدت گرفتگی قطره چکانها در زمان بازدید	فشار متوسط قطعه آبیاری (atm)	مدیریت استفاده از سیستم		
	شیمیایی	کود				مناسب	متوسط	نامناسب
۱	**	-	*	**	۰/۳		*	
۲	*	-	*	**	۰/۴۵		*	
۳	***	-	*	*	۰/۹۶			*
۴	***	-	*	**	۰/۹		*	
۵	*	*	*	**	۱/۵۵		*	
۶	**	*	*	***	۰/۵۲			*
۷	*	*	*	*	۰/۴۸			*
۸	*	*	*	**	۰/۷۴			*
۹	*	*	*	***	۰/۵۳			*
۱۰	*	*	*	**	۰/۷۰		*	
۱۱	*	*	*	**	۰/۹۴			*
۱۲	**	*	*	**	۰/۵۲			*

- **مدیریت کاربرد سیستم آبیاری قطره‌ای در شرایط آب و خاک شور**- کاربرد سیستم آبیاری میکرو در شرایط آب و خاک شور همیشه بعنوان محدودیت این سیستم مطرح بوده است، در صورتیکه به توجه به شرایط آب و خاک و تنوع بسیار بالایی که در انواع این سیستم وجود دارد و بشرط اعمال مدیریت مناسب می‌توان این سیستم را برای شرایط مزبور بکار برد. از جمله موارد که در نتیجه کارهای تحقیقاتی حاصل گردیده است و رعایت آنها امکان کاربرد سیستم آبیاری میکرو را در شرایط آب و خاک شور ممکن می سازد بشرح زیر می‌باشد:
  - در صورت استفاده از سیستم آبیاری میکرو در شرایط آب و خاک شور مقدار آب آبشویی بعنوان یک فاکتور مسلم در برنامه آبیاری دیده شود.
  - در شرایط آب و خاک شور میتوان با اعمال فقط یک بار آبیاری سطحی و یا بارانی در طول سال زراعی و آنهم در زمانی که قیمت آب پایین بوده و یا با زراعت های دیگر تداخل ندارد براحتی نسبت به کنترل پروفیل نمک و املاح در خاک اقدام نمود.
  - کاربرد قطره‌چکانهای با آبدهی بالا در سیستم سرعت انسداد قطره چکانها را کاهش میدهد و ضریب اطمینان سیستم را بالا می برد.
  - اعمال آبیاری در شب نیز سرعت انسداد قطره‌چکانها را کاهش می‌دهد. لذا در شرایطی که مجبور به استفاده از سیستم در شرایط آب و خاک شور هستیم میتوان با طراحی سیستم بنحوی که آبیاری در شب صورت گیرد، سرعت گرفتگی در قطره‌چکانها را کاهش داد.
  - کاربرد مواد شیمیایی از جمله موارد کنترل گرفتگی قطره‌چکانها در شرایط آب شور می‌باشد. که درصورت آگاهی به آن و بکار بردن صحیح میتوان گرفتگی قطره‌چکانها را کنترل و عمر سیستم را افزایش داد.

۸- پیشنهادات

با توجه به بررسی صورت گرفته در خصوص سیمای آبیاری میکرو در کشور، ضرورت توسعه این روش آبیاری برای بالابردن کارایی مصرف آب بر روی محصولاتی که امکان آبیاری آنها با روش آبیاری میکرو ممکن می‌باشد امری اجتناب ناپذیر است. در این خصوص لازم است مواردی بشرح زیر مورد توجه قرار گیرد تا هرگونه سرمایه گذاری در این جهت با اطمینان صورت پذیرد:

- جهت بخشیدن به روند تحقیقات کشور در خصوص مسایل آبیاری میکرو الخصوص در زمینه‌های کاربرد آبهای با کیفیت پایین، مسایل مربوط به فیلتراسیون، مدیریت آبیاری،

مدیریت کاربرد بر روی محصولات سبزی و صیفی و گیاهان ردیفی، راندمان کاربرد آب در سیستم‌های آبیاری میکروی موجود و . . .

- سرمایه گزاری موازی با روند توسعه آبیاری میکرو بر روی بهبود صنعت فیلتراسیون متناسب با آبیاری و کشاورزی و معرفی اهمیت و ضرورت توجه به آن به بهره برداران.
- برنامه ریزی برای اجرای برنامه‌های ترویجی در خصوص مدیریت آبیاری میکرو (آبیاری، مصرف کود سم، اسید شویی سیستم، تعمیر نگهداری سیستم) در زراعت های مختلف.
- اجرای طرحهای الگویی برای معرفی سیستم های مختلف آبیاری میکرو و شناساندن موارد کاربرد آنها.
- اجرای طرحهای الگویی آبیاری میکرو بر روی محصولات زراعی و باغی مختلف که تاکنون مورد استفاده کشاورزان قرار نگرفته ولیکن تجربیات مفید آن در سایر کشورها وجود دارد.
- جایگزینی ریزنده ها و پاشنده های تولیدی با ریزنده ها و پاشنده های پیشرفته و بهبود ساخت و کیفیت آنها و تشویق تولید کنندگان در ارائه نوآوری و تنوع آوری در این زمینه با توجه به نیازها و مسایل خاص مناطق مختلف کشور.
- همراه با توصیه ساخت، توسعه و ترویج استفاده از میکروجت، بابلر، آبیاری زیرزمینی و برنامه ریزی جهت حذف تدریجی قطره‌چکانها.
- تهیه برنامه آبیاری مناسب برای طرحهای آبیاری میکرو توسط طراحان این سیستم‌ها با توجه به دور آبیاری در این سیستم ها.
- ارزیابی وضعیت فیلتراسیون در سیستم های آبیاری میکرو اجرا شده در سطح کشور بمنظور هدایت بهره‌برداران و درج مسایل در برنامه‌ها و طرحهای پیشنهادی جدید.

۹- منابع

۱- علیزاده، امین ، ۱۳۷٦. اصول و عملیات آبیاری قطره ای، دانشگاه امام رضا. نشر، آستان قدس رضوی.

۲- فاطمی، محمد رضا و اکبر شکرالهی، ۱۳۷۲. ارزیابی بازدهی در شبکه آبیاری دز، مجموعه مقالات ششمین سمینار ملی آبیاری و زهکشی ایران.

۳- کمیته ملی آبیاری و زهکشی، ۱۳۷۳. تحلیلی بر راندمانهای آبیاری.

٤- کمیته ملی آبیاری و زهکشی، ۱۳۵۵. نشریه سالانه آبیاری و زهکشی، شماره ۱٦.

٥- گزارشات اداره کل توسعه روشهای آبیاری تحت فشار، ۱۳۷۹.

٦- مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی ۱۳۷۷. ارزیابی بازدهی روشهای آبیاری سطحی و نحوه کار آنها در سطح کشور، گزارش پژوهشی شماره ۱۲۳ موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.

۷- مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی ۱۳۷۸. سند ملی آب کشور.

۸- میرابوالقاسمی، هادی، ۱۳۷۳. ارزیابی بازدهی آبیاری در تعدای از شبکه های سنتی ایران. مجموعه مقالات هفتمین سمینار ملی آبیاری و زهکشی ایران.

۹- نهاد ریاست جمهوری، ۱۳۷۲. گزارش نهایی شورای عالی بررسی و تعیین الگوی مصرف.

10- Bucks, O.A., 1993. Micro Irrigation, world wide usage report, 15th ICID Congress, the Hagne, the Nether lands.

11- Davis, S., 1974. History of Irrigation, Agribusiness News 10(7): 10.