

## دومین سمینار (راهکارهای بهبود و اصلاح سامانه‌های آبیاری سطحی

۲ فرورداد ماه ۱۳۸۷

### بررسی اثر آبیاری جویچه‌ای یک در میان بر کارایی مصرف آب در گیاهان ردیفی

هادی افشار<sup>۱</sup>، حسنعلی شهبازی<sup>۲</sup>، حمید رضا مهرآبادی<sup>۳</sup>

#### چکیده

کمبود منابع آب مهمترین عامل محدود کننده سطح زیر کشت محصولات زراعی آبی کشور است. راندمان آبیاری تعیین کننده الگوی کشت در هر مزرعه می‌باشد و در روش‌های مختلف آبیاری مقدار آن متفاوت است. در روش آبیاری سطحی بدلیل ماهیت آن عمدتاً راندمان آبیاری کم است. یک از روش‌هایی که می‌توان راندمان آبیاری را افزایش داد، روش آبیاری یک در میان می‌باشد. این روش می‌تواند در زراعت‌های مختلف و خاک‌های با بافت متوسط تا سنگین بکار گرفته شود. از جمله در این مقاله کاربرد آن را در دو محصول زراعی چغندر قند و پنبه که دارای خصوصیات فیزیولوژیکی متفاوتی می‌باشند بررسی گردید. بکارگیری آبیاری یک‌درمیان در هر یک از محصولات متناسب با شروع فصل آبیاری آنها منافع جالب توجهی را ببار آورد. آبیاری یک‌درمیان با صرفه جویی در مصرف آب توانست سرعت آبیاری را افزایش داده و از تأخیر تاریخ کاشت جلوگیری نماید. نتایج نشان داد که در زراعت پنبه، اجرای الگوهای مختلف آبیاری یک‌درمیان علیرغم کاهش معنی‌دار آب مصرفی به میزان ۳۰/۱۲٪ و ۲۷/۰۶٪ بترتیب در سال اول و دوم اجرای طرح درکل دوره رشد، کاهش عملکرد از نظر آماری معنی‌دار نبود. بدین لحاظ اعمال تیمارهای آبیاری یک‌درمیان موجب افزایش کارایی مصرف آب بمیزان ۲۴/۸۶٪ و ۳۵/۹۸٪ بترتیب در سال اول و دوم طرح شد. بطور کلی نتایج بدست آمده حاکی از برتری آبیاری یک‌درمیان (ثابت) در مقایسه با

۱- عضو هیئت علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان

تلفن ۴-۳۸۲۲۳۰۱-۰۵۱۱، دورنگار ۳۸۲۲۳۹۰ E mail:afsharch@Yahoo.com

۲- عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان

۳- عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان - ایستگاه کاشمر

دیگر تیمارهای اعمال شده بود. در کشت چغندر قند کارایی مصرف آب براساس عملکرد ریشه، عملکرد قند، عملکرد ماده خشک محاسبه گردید. بین تیمارها از نظر این صفت اختلاف زیادی مشاهده شد. بالاترین کارایی مصرف آب مربوط به تیمارهای کشت ۶۰ سانتی متر و ۵۰ سانتی متر با آبیاری یک در میان بود. عملکرد ریشه به ازای واحد آب مصرفی (WUE) در روش آبیاری یک در میان نسبت به سایر تیمارها بیشتر بود. در این تیمار کارایی مصرف آب با تیمار مشابه حدود ۳۶ درصد افزایش یافت. در تیمار آبیاری یک‌درمیان با فاصله فاروهای ۵۰ سانتی‌متری نسبت به تیمار آبیاری شیاری معمولی با عرض ۵۰ سانتیمتر کارایی مصرف آب حدود ۴۴ درصد افزایش یافت.

**کلمات کلیدی:** آبیاری جویچه‌ای یک‌درمیان، پنبه، چغندر قند

## مقدمه

کمبود آب و خشکسالی در مناطق خشک ایران پدیده‌ای تازه نیست بلکه این موضوع از زمانهای قدیم گریبان‌گیر مردم این دیار بوده است. در گذشته مقدار آب موجود جوابگوی تولید محصولات کشاورزی برای تامین غذای جمعیت کم آن زمان بوده اما در حال حاضر رشد سریع جمعیت و نیاز به تولید بیشتر، باعث شده است که کمبود آب بیشتر احساس شود. لذا برای افزایش تولیدات کشاورزی راهی جز افزایش کارایی مصرف آب نیست. برای رسیدن به این امر مهم راه‌های مختلفی وجود دارد، از جمله روش‌های بهزراعی و به‌نژادی را می‌توان نام برد. آنچه در این تحقیق به آن پرداخته شد تغییر در آرایش کاشت و روش آبیاری شیاری است که در زمره روش‌های بهزراعی محسوب می‌شوند. آرایش کاشت و الگوی آبیاری شیاری عواملی هستند که از نقطه نظرات مختلف می‌توانند قابل توجه باشند. یکی از روش‌هایی که می‌تواند مصرف آب را کم کند استفاده از روش آبیاری جویچه‌ای یک‌درمیان است. پنبه و چغندر قند از جمله گیاهان زراعی پر اهمیت در کشاورزی ایران هستند. پنبه به عنوان یک گیاه تولید کننده الیاف طبیعی و روغن و چغندر قند در تولید شکر از اهمیت فراوانی برخوردار است. اما این دو گیاه از جمله گیاهانی هستند که آب مصرفی آنها زیاد می‌باشد. روش آبیاری شیاری معمولی که تمام شیارها در آن آبیاری می‌گردد، از راندمان آبیاری پایین‌تری برخوردار است بخصوص در آبیاری‌های اولیه که رشد گیاه کم است. طی این دوره بدلیل عدم توسعه کافی ریشه‌ها در خاک جهت جذب حداکثر آب و نیز عدم توسعه کافی اندام هوایی جهت کاهش تبخیر سطحی خاک، مقداری از آب آبیاری در هر نوبت، بصورت نفوذ عمقی و تبخیر از سطح خاک تلف شده و از دسترس گیاه خارج می‌شود. بنابر این به نظر می‌رسد اجرای روش‌های بهینه مصرف آب بتواند بدون کاهش قابل ملاحظه عملکرد از تلفات آب بکاهد. ماسیک و داسک (Musick and Dusek, 1974) نشان دادند که در روش آبیاری یک‌درمیان مقدار نفوذ عمقی در هر آبیاری از ۱۳۰ میلی متر به ۶۰ میلی متر کاهش یافته است. آبیاری شیاری یک‌درمیان به علت کم کردن

سطح مرطوب خاک منجر به کاهش تبخیر می شود و از طرفی بعلت دارا بودن پتانسیل بیشتر برای نفوذ جانبی از نفوذ عمقی نیز به مقدار قابل ملاحظه ای جلوگیری می کند. استون و همکاران (Stone, et . 1982) نشان دادند که کاهش تبخیر در آبیاری شیاری یکدرمیان ممکن است ناشی از کاهش مقدار سطح مرطوب باشد. آنها همچنین ابراز داشتند، آبیاری شیاری یکدرمیان در خاکهای با بافت متوسط تا سنگین کاربرد دارد. دیگر مطالعات بعمل آمده نشان دادند، در آبیاری شیاری یکدرمیان بر روی چغندر قند و ذرت عملکرد بالاتری نسبت به روش معمولی حاصل گردید (سپاسخواه و کامکار حقیقی ۱۳۷۳) و (Sepaskhah, and Kamkar Haghghi. 1997). آبیاری جویچه‌ای یک درمیان بر روی چغندر قند و پنبه عملکرد بالاتری نسبت به روش معمولی حاصل گردید (هوجز و همکاران ۱۹۸۹ الف و ب، سپاسخواه ۱۳۷۵). در تحقیقی که توسط سپاسخواه و کامکار حقیقی در سال ۱۳۷۰ در مورد روش آبیاری شیاری یک در میان بر روی چغندر قند انجام گرفت. تأثیر متقابل آبیاری شیاری معمولی و یک درمیان بر روی چغندر قند با دوره‌های آبیاری ۶، ۱۰ و ۱۴ روز بر عملکرد ریشه و میزان مصرف آب مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد که آبیاری نشتی یک در میان با دور ۶ روزه قادر است با مصرف کمتر آب آبیاری، محصولی برابر با آبیاری شیاری با دور ۱۰ و با مصرف بیشتر تولید کند (سپاسخواه و کامکار حقیقی ۱۳۷۳).

با توجه به اهمیت آب در بخش کشاورزی در مناطق خشک ایران در این پژوهش روشی دنبال گردید که بتواند کارایی مصرف آب را تا حد امکان برای روشهای آبیاری سطحی افزایش دهد.

## مواد و روش‌ها

این پژوهش به منظور بررسی کاربرد آبیاری جویچه‌ای یک در میان بر روی گیاهان پنبه و چغندر قند در منطقه کاشمر و مشهد در طی سالهای ۱۳۷۸ تا ۱۳۸۰ انجام شد. در پنبه چهار تیمار آبیاری اعمال گردید. که عبارت بودند از

$I1 =$  آبیاری متداول شیارهای با فاصله ۷۰ سانتیمتر،  $I2 =$  آبیاری یکدرمیان شیارهای با فاصله ۷۰ سانتیمتر تا آبیاری پنجم و بعد از آن آبیاری تمام شیارها  $I3 =$  آبیاری یکدرمیان شیارهای با فاصله ۶۰ سانتیمتر و  $I4 =$  آبیاری یکدرمیان شیارهای با فاصله ۷۰ سانتیمتر تا انتهای دوره آبیاری.

اندازه‌گیری‌های بعمل آمده شامل:

- اندازه‌گیری دبی ورودی به شیار به روش حجمی با سیفون و دبی خروجی از شیار با استفاده از فلوم.
- اندازه‌گیری و ثبت مشخصات فنولوژیکی و اجزاء عملکرد گیاه چون: ارتفاع، تعداد بوته در واحد سطح، تعداد شاخه‌های رویشی و زایشی، تعداد غوزه، وزن و ش غوزه. در این ارتباط تعداد ۱۰ بوته بطور تصادفی از هر کرت انتخاب و بجز تعداد بوته در واحد سطح، بقیه صفات تعیین و ثبت گردید. جهت تعیین عملکرد بجز دو خط کناری و نیم متر ابتدا و انتهای ردیفهای کاشت که به عنوان اثر حاشیه حذف شده بود،

بقیه کرت طی دو چین برداشت گردید. طرح آماری مورد استفاده طرح بلوک‌های کامل تصادفی بود و میانگین تیمارها براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن گروه‌بندی شدند.

در کشت چغندر قند ۶ تیمار مختلف در قالب آزمون آماری با نمونه‌گیری تصادفی در داخل تیمارها اجرا شد و سپس میانگین تیمار با آزمون t مورد مقایسه قرار گرفت، در این مقایسه سال‌ها بعنوان تکرار نمونه‌ها در نظر گرفته شد و هر مقایسات بر روی متوسط سه سال آزمایش انجام گرفت. جهت سهولت در اجرای آزمایش و استفاده از ماشین‌آلات و هم چنین سهولت در اندازه‌گیری آب در تیمارهای آزمایش، تیمارها بصورت نواری پیاده شدند. تیمارهای آزمایش عبارتند از: ۱- فاصله خطوط کاشت ۶۰ سانتی متر که آبیاری از طریق تمام جویچه‌ها تا آخر دروه رشد بطور معمول انجام شد (T1). ۲- فاصله خطوط کاشت ۶۰ سانتی متر که آبیاری از طریق جویچه‌ها بطور یک در میان متناوب تا آخر دوره رشد انجام شد (T2). ۳- فاصله خطوط کاشت ۵۰ سانتی متر که آبیاری از طریق تمام جویچه‌های آخر دوره رشد بطور معمول انجام شد (T3). ۴- فاصله خطوط کاشت ۵۰ سانتی متر که آبیاری از طریق تمام جویچه‌ها بطور یک در میان متناوب تا آخر دوره رشد انجام شد (T4). ۵- در این تیمار فاصله خطوط کاشت از یکدیگر ۱۰۰ سانتی متر که بر روی هر پشته دو ردیف کشت با فاصله ۴۰ سانتی متر از یکدیگر قرار گرفت. فاصله خطوط کاشت روی پشته‌ها ۴۰ سانتی متر بوده ولی فاصله خطوط کاشت که بین آنها جویچه قرار می‌گیرد ۶۰ سانتی متر می‌باشد (T5). ۶- در این تیمار فاصله خطوط کاشت از یکدیگر ۹۰ سانتی متر می‌باشد که بر روی هر پشته دو ردیف کاشت قرار می‌گیرد. فاصله خطوط کشت بر روی پشته‌ها ۴۰ سانتی متر می‌باشد و فاصله خصوص کاشت بین آنها جویچه قرار می‌گیرد ۵۰ سانتی متر می‌باشد (T6).

هر کرت شامل ۸ ردیف کشت با طول تقریبی ۱۰۰ متر بود. بذر مورد استفاده رقم IC1 کشت گردید مقدار آب آبیاری کلیه تیمارها بر اساس نیاز آبی با استفاده از طشتک تبخیر و ضریب گیاهی مربوط تعیین و اعمال شد. بمنظور استفاده بهینه از آب، آبیاری جویچه‌ای با کاهش جریان پس از رسیدن آب به انتهای فارو استفاده گردید بدین منظور پس از تکمیل جویچه پیشروی شدت جریان ورودی به هر تیمار آزمایشی به ۵۰ درصد مقدار اولیه کاهش یافت. جهت بالا بردن یکنواختی در آبیاری سعی شد که شدت جریان اولیه در حداکثر دبی و بصورت غیر فرسایشی اعمال گردد. جویچه‌های یک تیمار آزمایش همزمان با هم آبیاری و دبی ورودی و خروجی همه آنها توسط دو دستگاه فلوم W.S.C اندازه‌گیری شد. در هنگام برداشت نهایی از هر کرت ۲۰ نمونه به طول ۱۰ متر انتخاب و برداشت شد. از هر نمونه خمیری جهت تجزیه کیفی نیز تهیه شد. بر روی خمیر تهیه شده به کمک دستگاه بتالایزر تجزیه کیفی انجام گرفت. درصد قند ناخالص و میزان سدیم، پتاسیم و ازت مضره اندازه‌گیری شد و بر اساس آنها میزان درصد قند خالص، قند ملاس، راندمان استحصال و عملکرد قند خالص و ناخالص بر آورد گردید.

## نتایج و بحث

در این نوشتار نتایج بدست آمده از اجرای طرح آبیاری جویچه‌ای یک‌درمیان بر روی دو محصول پنبه و چغندر قند در ذیل ارائه گردیده است.

### - عملکرد پنبه

نتایج بدست آمده از دو سال مطالعه بر روی روش آبیاری شیاری یک در میان نشان داد که علیرغم کاهش معنی دار آب مصرفی در تیمارهای یک درمیان، عملکرد کاهش معنی‌داری پیدا نکرد (جدول‌های ۱ و ۲). این موضع احتمالاً ناشی از تحمل بیشتر خشکی در نتیجه سازگاری پنبه در اوایل فصل به کم آبی بوده است (Cutler and Rains 1977). میزان کاهش عملکرد در تیمارهای یک‌درمیان در مقایسه با تیمار شاهد برای سال اول و دوم اجرای طرح به ترتیب ۱۳/۲۲٪ و ۸/۳٪ بود.

### - میزان آب مصرفی در هکتار پنبه

نتایج بدست آمده از اندازه‌گیری‌های دبی ورودی و خروجی که در جدول‌های (۱ و ۲) آمده است، بیانگر تفاوت معنی‌دار مقادیر آب مصرفی در آبیاری شیاری معمولی و تیمارهای آبیاری شیاری یک‌درمیان در هر دو سال اجرای طرح بود. براساس نتایج بدست آمده، استفاده از الگوی آبیاری شیاری یک‌درمیان ضمن کاهش ناچیز عملکرد، میزان آب مصرفی در هکتار را، در کل دوره رشد پنبه در سال‌های اول و دوم اجرای طرح به ترتیب ۳۰/۱۲٪ و ۲۷/۰۶٪ کاهش داد (جدول‌های ۱ و ۲). در سال نخست، میزان کاهش آب مصرفی در تیمارهای I2 ، I3 ، I4 در مقایسه با شاهد به ترتیب برابر: ۱۹/۵۷٪ ، ۳۴/۷۷٪ و ۳۶/۰۳٪ بود. در سال دوم اجرای طرح، مقادیر کاهش آب مصرفی در تیمارهای I2 ، I3 ، I4 و I5 در مقایسه با شاهد به ترتیب برابر: ۴۱/۴۵٪ ، ۱۶/۸۱٪ ، ۰/۲۹٪ و ۴۹/۶۱٪ بود (شکل‌های ۱ و ۲). با توجه نتایج بدست آمده در سال نخست طرح بنظر می‌رسد، آبیاری شیاری به فاصله ۷۰ سانتیمتر به صورت یک در میان تا آبیاری پنجم (تیمار I2) توانست بدون کاهش عملکرد، از کاهش قابل ملاحظه آب مصرفی در مقایسه با شاهد برخوردار شود. از طرف دیگر این نتایج گواهی دیگر بر کارایی پایین آب مصرف شده در آبیاری‌های متداول بخصوص در اوایل دوره رشد (حداکثر ۱ تا ۲ ماه بعد از کاشت) می‌باشد. با اینحال در سال دوم آزمایش این ویژگی در مورد آبیاری یک در میان شیاری به فاصله ۶۰ سانتیمتر تا ششمین آبیاری (تیمار I4) مصداق نداشت.

جدول ۱- اثر الگوهای مختلف آبیاری بر عملکرد، اجزاء عملکرد و مقادیر آب مصرفی (۱۳۷۹)

| تیمارهای آبیاری | تعداد بوته در متر مربع | تعداد غوزه در بوته | وزن غوزه | ارتفاع  | عملکرد    | آب مصرفی   | کارایی مصرف آب (kg/m <sup>3</sup> ) |
|-----------------|------------------------|--------------------|----------|---------|-----------|------------|-------------------------------------|
| (I1)            | 6.24 a                 | 10 ab              | 6.26 a   | 66.66 a | 1841.75 a | 10534.57 a | 0.1748 a                            |
| (I2)            | 6.03 a                 | 11.15 a            | 6.22 a   | 69.73 a | 1844.59 a | 8472.67 b  | 0.2171 a                            |
| (I3)            | 5.34 a                 | 6.48 c             | 5.46 a   | 57.16 a | 1321.39 a | 6871.43 c  | 0.1923 a                            |
| (I4)            | 6.35 a                 | 8.47 bc            | 5.8 a    | 58.63 a | 1628.38 a | 6738.73 c  | 0.2416 a                            |

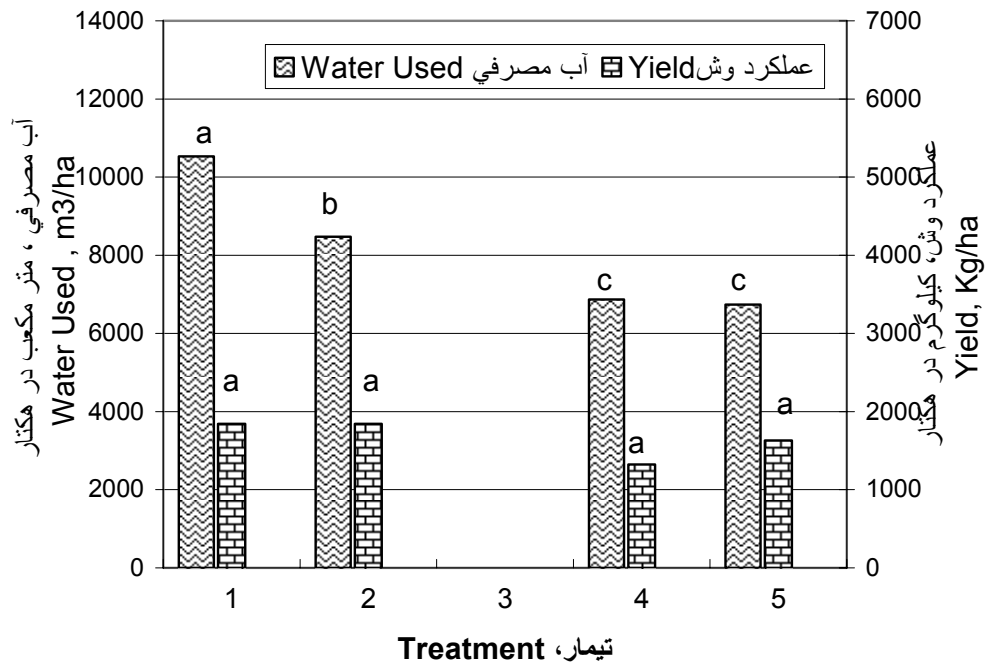
میانگین‌ها باحروف مشابه در هر ستون از نظر آماری (در سطح احتمال ۵٪) اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ۲- اثر الگوهای مختلف آبیاری بر عملکرد، اجزاء عملکرد و مقادیر آب مصرفی (۱۳۸۰)

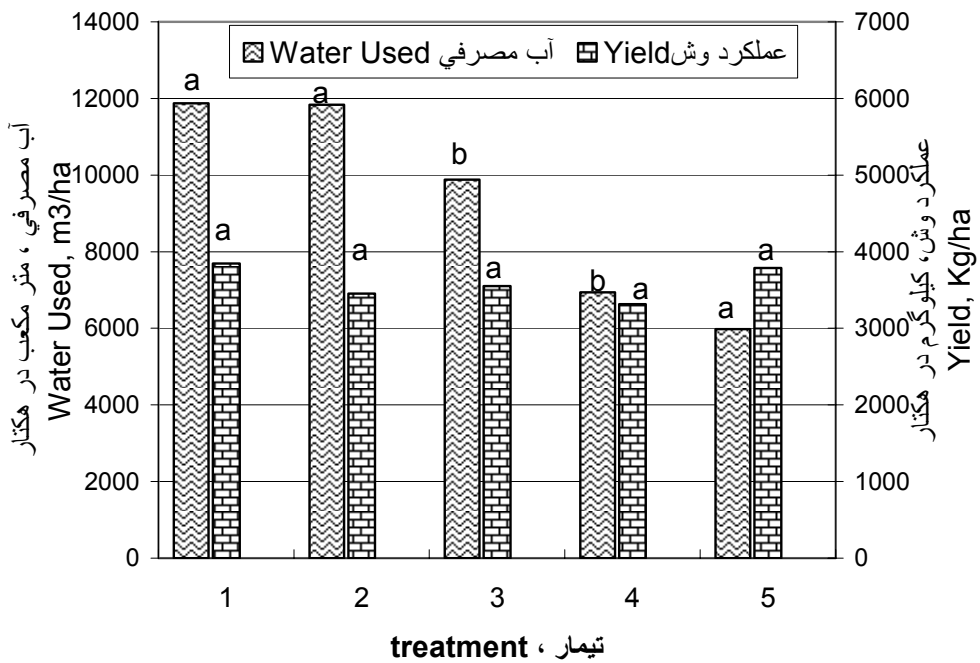
| تیمارهای آبیاری | تعداد بوته در متر مربع | تعداد غوزه در بوته | وزن غوزه | ارتفاع  | عملکرد   | آب مصرفی | کارایی مصرف آب |
|-----------------|------------------------|--------------------|----------|---------|----------|----------|----------------|
| (I1)            | 4.48 a                 | 13.70 a            | 6.20 a   | 75.26 a | 3846.1 a | 11873 a  | 0.3239 bc      |
| (I2)            | 4.60 a                 | 15.43 a            | 5.58 b   | 70.80 a | 3314.8 a | 6941 b   | 0.4775 ab      |
| (I3)            | 5.18 a                 | 16.43 a            | 6.01 ab  | 75.76 a | 3550 a   | 9877 a   | 0.3594 bc      |
| (I4)            | 4.78 a                 | 14.46 a            | 5.91 ab  | 69.53 a | 3454.4 a | 11838 a  | 0.2918 c       |
| (I5)            | 4.61 a                 | 14.06 a            | 5.89 a   | 67.56 a | 3787.7 a | 5982 b   | 0.6331 a       |

میانگین‌ها باحروف مشابه در هر ستون از نظر آماری (در سطح احتمال ۵٪) اختلاف معنی‌داری ندارند.

از این نظر بر اساس نتایج حاصله از دو سال اجرای طرح، استفاده از الگوی آبیاری شیاری یک‌درمیان با فواصل شیارهای ۷۰ سانتیمتر (کاشت دو ردیف گیاه روی پشته‌های پهن ۱۴۰ سانتیمتری) می‌تواند ضمن کاهش قابل توجه آب آبیاری در کل دوره زراعت پنبه، از عملکرد قابل قبولی نیز برخوردار باشد. کاهش مقدار آب مصرفی در روش آبیاری شیاری یک‌درمیان ناشی از کاهش تلفات آب از طریق تبخیر از سطح خاک، کاهش نفوذ عمقی از زیر ناحیه ریشه، کاهش تعرق از طریق جلوگیری از رشد علف‌های هرز در بین ردیف‌های کاشت است. بنابراین روش آبیاری یک‌درمیان با تامین مقدار آب مورد نیاز پنبه تا حد زیادی باعث افزایش راندمان آبیاری می‌گردد.



شکل ۱: اثر الگوهای مختلف آبیاری یک‌درمیان بر عملکرد و ش پنبه و مقدار آب مصرفی (سال ۱۳۷۹)



شکل ۲: اثر الگوهای مختلف آبیاری یک‌درمیان بر عملکرد و ش پنبه و مقدار آب مصرفی (سال ۱۳۸۰)

### - کارایی مصرف آب پنبه

میانگین کارایی مصرف آب در تیمارهای مختلف آبیاری یک‌درمیان نسبت به روش آبیاری شیاری معمولی در دو سال اجرای طرح به ترتیب ۲۴/۱۴٪ و ۳۵/۹۸٪ افزایش نشان داد. تفاوت بین میانگین تیمارها تنها در سال دوم اجرای طرح، براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ معنی‌دار بود (جدول‌های ۱ و ۲). در سال نخست اجرای طرح، استفاده از روش آبیاری یک‌درمیان موجب افزایش کارایی مصرف آب در تیمارهای (I2)، (I3) و (I4) بترتیب به میزان ۲۴/۱۹٪، ۱۰/۰۱٪ و ۳۸/۲۱٪ در مقایسه با شاهد (I1) شد. میزان افزایش کارایی مصرف آب در سال دوم اجرای طرح، برای تیمارهای (I2)، (I3)، (I4) و (I5) به ترتیب برابر ۴۷/۴۲٪، ۱۰/۹۶٪، ۹/۹۱٪ و ۹۵/۴۶٪ بود.

### - اجزاء عملکرد پنبه

**تعداد بوته:** نتایج بدست آمده طی سالهای اول و دوم اجرای طرح نشان داد که آبیاری یکطرفه در تیمارهای آبیاری شده بصورت یک‌درمیان بر تعداد بوته در واحد سطح تاثیر معنی‌دار ندارد (جدول‌های ۱ و ۲). میزان کاهش درصد سبز در تیمارهای آبیاری شده بصورت یکطرفه (میانگین تیمارها) در مقایسه با آبیاری متداول در سال اول اجرای طرح تنها ۰/۴۳ درصد بود. در صورتیکه در سال دوم اجرای طرح، درصد سبز در تیمارهای آبیاری شده بصورت یکطرفه در مقایسه با شاهد بمیزان ۶/۹۷ درصد افزایش نشان داد. با اینحال در هیچیک از سال‌ها تفاوت بین میانگین تیمارها معنی‌دار نبود (جدول‌های ۳ و ۴). عدم تاثیر روش آبیاری بر میزان سبز بذور پنبه در مزرعه، حاکی از این نکته است که حتی آبیاری‌های انجام شده به صورت یک طرفه نیز علی‌رغم حرکت و پخش یک جهته آب به سمت پشته‌های کاشت توانسته، رطوبت لازم را برای خیس خوردن کامل پشته‌های کاشت و در نتیجه آبنوشی کامل و جوانه زنی بذور پنبه فراهم آورد. نتیجه آنکه آبیاری یک‌درمیان در زراعت پنبه (کشت پنبه در ردیفهای پشته پهن) می‌تواند رطوبت لازم را برای جوانه زنی بذور فراهم آورد.

**تعداد غوزه:** یکی از مهمترین عوامل موثر بر عملکرد، تعداد غوزه در هر بوته است. نتایج بدست آمده نشان داد کاهش محتوای آب خاک موجب کاهش اندام‌های بارده چون گل، غنچه و غوزه و در نتیجه کاهش تعداد غوزه برداشت شده گردید. این کاهش در سال نخست اجرای طرح از نظر آماری معنی‌دار بود (جدول ۱). در سال نخست بطور کلی صرفنظر از روش آبیاری، تعداد غوزه در تیمارهای آبیاری شده بصورت یک‌درمیان در مقایسه با شاهد ۱۲/۹۳ درصد کاهش نشان داد (جدول ۳). در آبیاری یک‌درمیان، بویژه زمانی که جویچه‌ها در هر آبیاری تغییر می‌نمایند، تنش بوجود آمده ناشی از کاهش محتوای آب خاک سبب اضمحلال ریشه‌های مویین سطحی در بین آبیاری‌ها و تولید مجدد آنها پس از آبیاری می‌گردد (Ball, et al. 1994).



**وزن غوزه:** در این خصوص نتایج بدست آمده نیز حاکی از کاهش ۶/۴۷ درصدی و ۵/۶۸ درصدی وزن غوزه در تیمارهای آبیاری شده بصورت یک‌درمیان در سال‌های اول و دوم اجرای طرح در مقایسه با تیمار شاهد بود. کاهش غیر معنی دار وزن غوزه در تیمارهای آبیاری شده به صورت یک‌درمیان حکایت از کارآمدی روش آبیاری یک‌درمیان در زراعت این نوع گیاه ردیفی است.

**ارتفاع:** نتایج بدست آمده نشان داد که میزان کاهش ارتفاع بوته در تیمارهای آبیاری شده بصورت یک‌درمیان برای سال اول و دوم اجرای طرح به ترتیب برابر ۷/۲۳٪ و ۵/۷۷٪ در مقایسه با تیمار شاهد بود (جدول‌های ۱ و ۲). با اینحال این کاهش در هر دو سال اجرای طرح از نظر آماری معنی‌دار نبود. بطور کلی استراتژی گیاه برای بقاء تولید اندام‌های بارده و حفظ آنها است، و نه افزایش جثه یا بیوماس گیاهی. بدین لحاظ در شرایط تنش رطوبتی، بویژه در دوره رشد رویشی، اولین جزئی که تحت تاثیر قرار می‌گیرد، رشد طولی ساقه است.

### چغندر قند

#### آب مصرفی چغندر قند

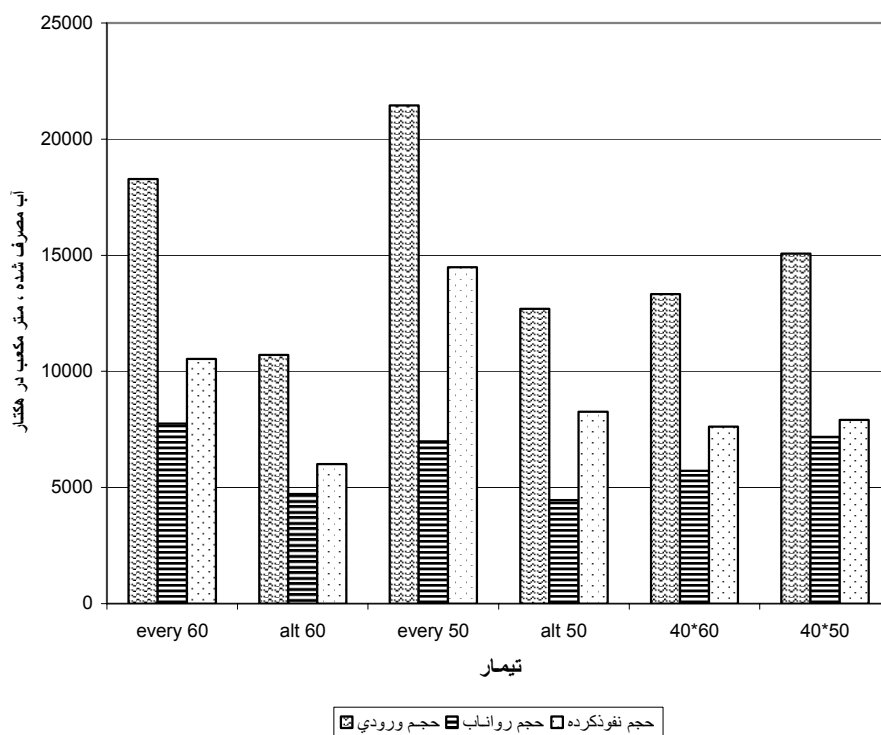
مقدار آب مصرف شده در تیمارهای مختلف اندازه‌گیری شد که مقادیر آنها در جدول ۳ آورده شده است. نتایج نشان می‌دهد که بیشترین مقدار مصرف آب مربوط به تیمار آبیاری شیاری ۵۰ سانتیمتر معمولی و کمترین آن مربوط به تیمار آبیاری شیاری ۶۰ سانتیمتر یک‌درمیان بود. و بعد از آن تیمارهای آرایش کاشت ۴۰\*۶۰ و ۴۰\*۵۰ کمترین مقادیر را به خود اختصاص دادند. شکل ۳ نمودار مقدار آب مصرف شده در تیمارهای مختلف را نشان می‌دهد.

### عملکرد ریشه

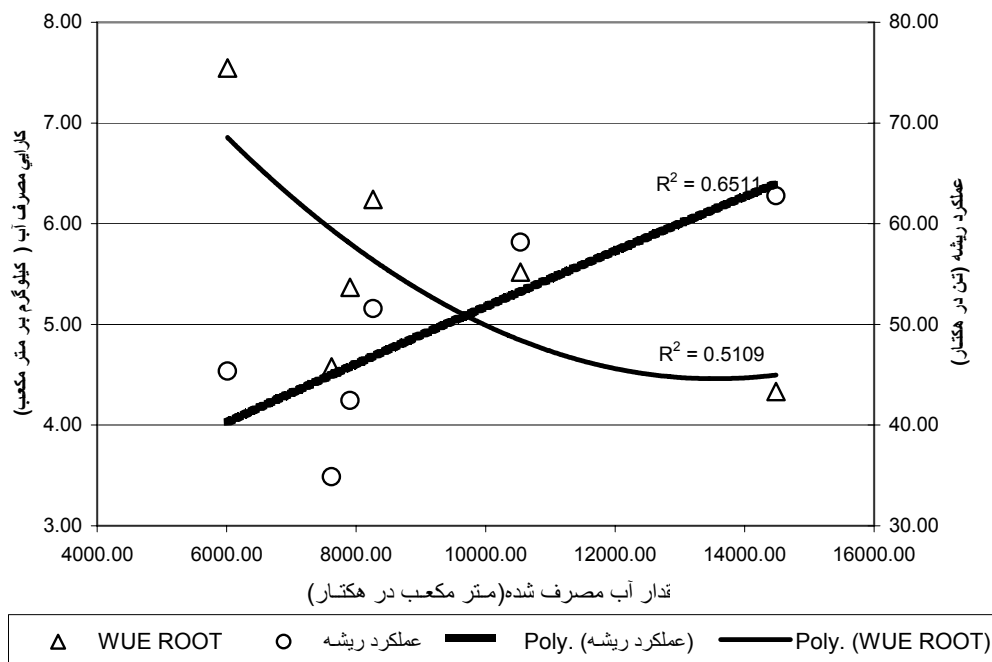
بین تیمارها از نظر عملکرد ریشه اختلاف معنی داری وجود داشت. بالاترین عملکرد ریشه مربوط به تیمار کاشت ۵۰ سانتی متر و آبیاری کامل با حدود ۶۲/۸ تن در هکتار بود. تیمار کشت با عرض ۶۰ سانتی متر با آبیاری کامل در مرحله بعدی قرار داشت (شکل ۴). بطورکلی تیمارهایی که آب بیشتری مصرف کردند. عملکرد بالاتری نیز داشتند. رابطه بین عملکرد ریشه و مصرف آب نشان می‌دهد که با مصرف آب عملکرد ریشه نیز افزایش یافت. بالاترین میزان عملکرد در مصرف آب ۱۳۰۰۰ متر مکعب بدست آمد ولی بر عکس در همین میزان مصرف آب راندمان مصرف آب در پایین ترین میزان خود بود و بالاترین کارایی مصرف آب در حدود ۵۰۰۰ متر مکعب مصرف آب بدست آمد.

جدول ۳- مقادیر حجم آب ورودی، رواناب و حجم آب نفوذ کرده در تیمارهای مختلف

| تیمار                  | Every 60 | alt 60   | Every 50 | alt 50   | 40*60    | 40*50    |
|------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| حجم ورودی<br>$m^3$     | 18281.50 | 10702.62 | 21453.16 | 12696.50 | 13322.35 | 15072.43 |
| حجم رواناب<br>$m^3$    | 7756.14  | 4719.85  | 6983.09  | 4453.37  | 5722.00  | 7183.59  |
| حجم نفوذ کرده<br>$m^3$ | 10540.03 | 6012.10  | 14487.67 | 8260.73  | 7617.95  | 7908.40  |



شکل ۳- مقادیر حجم آب ورودی، رواناب و حجم آب نفوذ کرده در تیمارهای مختلف

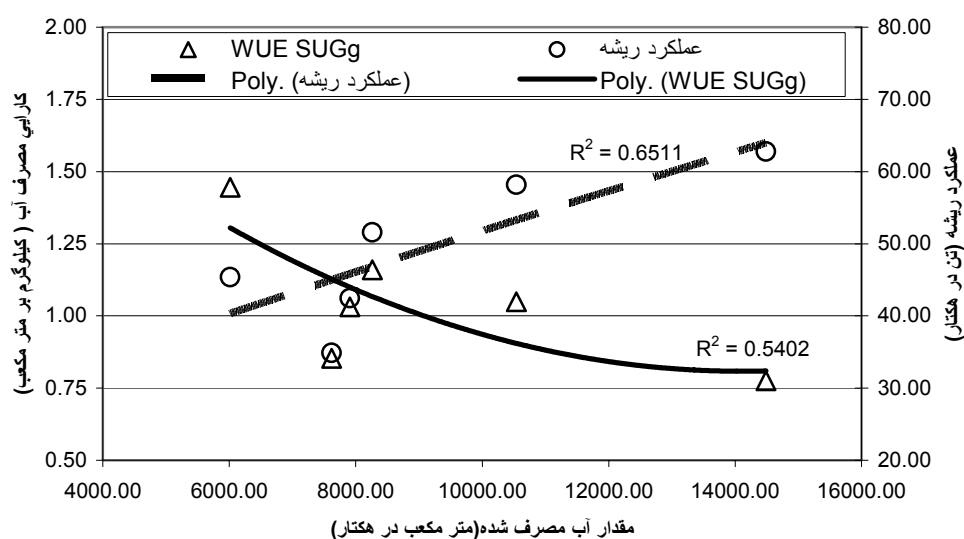


شکل ۴ - رابطه بین مصرف آب با عملکرد ریشه و کارایی مصرف آب

#### عملکرد قند ناخالص و قند خالص

بین تیمارها از نظر عملکرد قند ناخالص و خالص نیز اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ مشاهده شد. بالاترین عملکرد قند ناخالص و خالص مربوط به تیمارهای کشت با عرض ۵۰ سانتی متر و ۶۰ سانتیمتر با آبیاری کامل بود.

بطورکلی بالاترین عملکرد قند خالص و ناخالص مربوط به تیمارهایی که آب بیشتری مصرف نموده بود. در این تیمارها عملکرد قند ناخالص و خالص به ازای واحد آب مصرفی نسبت به تیمار کشت با عرض ۵۰ و ۶۰ سانتی متر با آبیاری کامل حدود ۵۸ درصد افزایش داشت. تیمارهایی که آب کمتری مصرف نموده‌اند، عملکرد قند خالص و ناخالص کمتری داشتند که این کمبود عملکرد بیشتر ناشی از کمبود عملکرد ریشه در این تیمارها بود و عیار قند نه تنها کاهش نداشت بلکه تا حدی نیز افزایش داشت. بطورکلی با افزایش میزان مصرف آب، عملکرد قند نیز افزایش یافت. بطوریکه در بالاترین میزان مصرف آب ۱۳۰۰ متر مکعب بالاترین عملکرد قند حاصل شد. بالعکس با مصرف آب کارایی مصرف آب افزایش مصرف آب کاهش یافت و بیشترین کارایی مصرف آب در ۵۰۰ متر مکعب آب مصرفی بدست آمد (شکل ۵).



شکل ۵ - رابطه بین مصرف آب با عملکرد قند و کارایی مصرف آب

#### درصد قند خالص و نافالص

بین تیمارها از نظر درصد قند خالص و نافالص اختلاف زیادی مشاهده نشد هر چند تیمارهایی که آب کمتری مصرف نموده بودند دارای درصد قند بالاتری نیز بودند. بین سال‌های مختلف از نظر درصد قند اختلاف زیادی مشاهده شد و نتایج متفاوتی بدست آمد بطوریکه در سال‌هایی که خشک سالی بود تیمارهایی با آبیاری کامل وضعیت مناسبتری از نظر درصد قند خالص و نافالص داشتند ولی در سال‌هایی که وضعیت رطوبتی بهتر بود از نظر درصد قند تیمارهای با آبیاری یک در میان درصد قند بالاتری داشتند (جدول ۳). ولی بطور کلی این اختلافات در طی سال‌های متفاوت بسیار ناچیز بود و در عین حال با کاهش میزان مصرف آب درصد قند افزایش یافت و این افزایش در محدوده ۷۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ متر مکعب برای درصد قند خالص و ۹۰۰۰۰ تا ۱۱۰۰۰۰ متر مکعب برای درصد قند نافالص بیشتر بود.

#### کارایی مصرف آب

کارایی مصرف آب براساس عملکرد ریشه، عملکرد قند، عملکرد ماده خشک محاسبه گردید. بین تیمارها از نظر این صفت اختلاف زیادی مشاهده شد. بالاترین کارایی مصرف آب مربوط به تیمارهای کشت ۶۰ سانتی متر و ۵۰ سانتی متر با آبیاری یک در میان بود (جدول ۳). عملکرد ریشه به ازای واحد آب مصرفی (WUE) در کشت با عرض ۶۰ سانتی متر با آبیاری یک در میان نسبت به سایر تیمارها بیشتر بود (شکل ۴). در این تیمار کارایی مصرف آب با تیمار مشابه حدود ۳۶ درصد افزایش یافت. در تیمار کشت با عرض ۵۰ سانتی متر با آبیاری یک‌درمیان نسبت به تیمار کشت عرض ۵۰ سانتی متر با آبیاری کامل کارایی مصرف آب حدود ۴۴ درصد افزایش یافت. بطورکلی تیمارهایی که آب مصرفی بیشتری داشتند، کارایی مصرف آب

آنها کمتر بود و با افزایش میزان مصرف آب کارایی مصرف آب را کاهش یافت. بعبارتی عملکرد به ازای واحد آب مصرفی در تیمارهای با آب مصرفی کمتر نسبت به تیمارهایی که آب بیشتری مصرف نموده‌اند، بیشتر بود (شکل ۵). در تیمار کشت با عرض ۵۰ سانتی متر و ۶۰ سانتی متر با آبیاری یکدر میان راندمان مصرف آب نسبت به تیمار کشت ۶۰ سانتی متر و ۵۰ سانتی متر با آبیاری کامل به ترتیب بر اساس ماده خشک به ترتیب ۶۲/۹ و ۶۲ درصد افزایش نشان داد.

### - نتیجه‌گیری

نتایج دو ساله اجرای روش‌های مختلف آبیاری شیاری نشان داد، با اجرای روش آبیاری یکدرمیان، اجزاء عملکرد و به طبع آن عملکرد کاهش محسوس ولی غیر معنی‌داری را از نظر آماری در مقایسه با تیمار شاهد (آبیاری شیاری معمولی) پیدا کرد. با اینحال مقادیر آب صرفه جویی شده در تیمارهای اعمال شده چشمگیر و معنی‌دار بود. بطور کلی اعمال تیمارهای مختلف آبیاری یکدرمیان نشان داد آبیاری یکدرمیان علاوه بر تولیدی قابل قبول، حداکثر کاهش آب آبیاری را ایجاد می‌نماید. از اینرو اجرای این روش دارای بالاترین کارایی مصرف آب در مناطق خشک می‌باشد.

با توجه به اینکه دو گیاه پنبه و چغندر قند پس از سبز شدن مدتی زمانی تا حدود ۳۰ تا ۴۰ روز می‌توانند تحمل به کم آب داشته باشند اجرای روش آبیاری جویچه‌ای یک درمیان می‌تواند مصرف آب را در این محصولات کاهش دهد. اثر قابل ملاحظه آن در بهره‌وری آب در جایی ظاهر می‌شود که صرفه جویی در مصرف آب آبیاری این محصولات می‌تواند به آبیاری محصولات پاییزه نظیر گندم، جو و کلزا کمک نماید که در این زمان نیاز مبرم به آبیاری دارند. لذا به کشاورزان توصیه می‌گردد که در کشت‌های بهاره پنبه و چغندر قند از روش آبیاری جویچه‌ای یک درمیان استفاده نمایند.

### - منابع

۱. سپاس‌خواه، علیرضا، (۱۳۷۵)، "کم آبیاری به روش جویچه‌ای یکدرمیان"، مجموعه مقالات هشتمین سمینار کمیته ملی آبیاری و زهکشی وزارت نیرو. تهران ۲-۱ آبان صفحه ۲۹۱-۳۰۵.
۲. سپاس‌خواه، علیرضا و علی اکبر کامگار حقیقی (۱۳۷۳)، "اثر دور آبیاری شیاری یک در میان بر روی محصول و راندمان مصرف آب چغندر قند"، سمینار چغندر قند دانشگاه اصفهان. شهریور ۱۳۷۳.

3. Ball, R., D. M. Osterhuis, and A. M. M. Moustakos. 1994. Growth dynamics of the cotton plant during water deficit stress. *Agron. J.* 86: 788-795
4. Cutler, J. M., and D. W. Rains. 1977. Effect of irrigation history on responses of cotton to subsequent water stress. *Crop sci.* 17: 329-334.
5. Hodges, M. E., J. F. Stone, J. E. Garton and D. L. Weeks, (1989a). "Variance of water advance in wide-spaced furrow irrigation". *Agric. Water manage.* 16: 5-13.

6. Hodges , M. E., J. F. Stone, and H.E. Reeves, (1989b). "Yield variability and water use in wide- spaced furrow irrigation". *Agric. Water Manage.* 16:15-23.
7. Musick , J. T. and D. A. Dusek, (1974). "Alternate furrow irrigation of fine textured soils". *Trans. ASAE.* 17: 289-294.
8. Sakkas , J. G., C.V. Bellos and M. N. Klonaraki, (1994). "Numerical computation of surface irrigation". *Irrig. Sci.* 15:83-99.
9. Sepaskhah , A. R. and A. A. Kamgar-Haghighi, (1997). "Water and yield of sugarbeet grown under every other furrow irrigation with different irrigation intervals". *Agric. Water Manage.* 31.(In press).
10. Stone , J. F., H. E. Reeves, and J. E. Garton, (1982). "Irrigation water conservation by using wide- spaced furrows" . *Agric. Water Manage.* 5:309-317.