

## تاثیر آرایش کشت‌های مختلف سیب‌زمینی بر میزان عملکرد و بهروری مصرف آب تحت شرایط آبیاری بارانی و قطره‌ای

سید معین الدین رضوانی<sup>۱</sup>، علی قدمی فیروزآبادی<sup>۲\*</sup>، هرمز سلطانی<sup>۳</sup>، علی محمد جعفری<sup>۴</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۲/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۴/۳

### چکیده

این تحقیق به منظور بررسی اثر آرایش‌های مختلف کشت سیب‌زمینی بر میزان عملکرد، بهروری مصرف آب محصول سیب‌زمینی تحت شرایط آبیاری بارانی و قطره‌ای طی سالهای ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۳ انجام شد. پروژه بصورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در ایستگاه اکباتان مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان در سه تکرار انجام شد. فاکتور اصلی در دو سطح آبیاری بارانی و قطره‌ای نواری و فاکتور فرعی آرایش کاشت در چهار سطح شامل: کاشت مرسوم با فاصله خطوط ۷۵ سانتی‌متر، کاشت دو ردیف با فواصل ۷۵، ۶۰ و ۵۰ سانتی‌متر روی پشته پهن، ۱۵۰ سانتی‌متری بودند. مقایسه میانگین نتایج نشان داد که هر سه آرایش کشت با پشته‌های پهن (آرایش دو ردیف کشت با فاصله ۷۵، ۶۰ و ۵۰ سانتی‌متر بر روی پشته ۱۵۰ سانتیمتری) به ترتیب با عملکرد ۴۰/۹۶، ۴۲/۶۷ و ۴۱/۷۵ تن در هکتار در گروه آماري بالاتری نسبت به آرایش کاشت مرسوم با ۴۰/۵۰ تن در هکتار قرار گرفتند. بین دو سیستم آبیاری از نظر عملکرد محصول، بهروری مصرف آب، تاریخ خروج بوته‌ها از خاک و تاریخ همپوشانی بوته‌ها تفاوت معنی‌داری وجود داشت. میزان بهروری مصرف آب در آبیاری قطره‌ای نواری ۳۴/۴ درصد نسبت به آبیاری بارانی بالاتر بود. استفاده از سامانه آبیاری بارانی به همراه پشته‌های پهن باعث افزایش بهروری مصرف نسبت به آرایش کشت مرسوم سیب‌زمینی شد، درحالی‌که بهروری مصرف آب در روش آبیاری قطره‌ای نواری با کشت مرسوم، نسبت به آرایش‌های کشت دو ردیفه بر روی پشته پهن بالاتر بود. همچنین نتایج این تحقیق نشان داد که به‌کارگیری سیستم آبیاری قطره‌ای نواری نسبت به روش آبیاری بارانی شرایط بهتری را برای خروج بوته‌ها از خاک و سبز شدن سریع‌تر بوته‌ها و جبران بخشی از تاریخ کشت از دست رفته را برای کشت‌های دیرنگام بوجود می‌آورد.

**واژه‌های کلیدی:** آبیاری قطره‌ای نواری، پشته تلفیق شده، سیب‌زمینی، خروج بوته

### مقدمه

سالانه حدود ۱۴۶ هزار هکتار از اراضی آبی کشور به زیرکشت سیب‌زمینی می‌رود و از این اراضی حدود ۵ میلیون تن محصول برداشت می‌گردد (وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۹۶). استان همدان با سطح ۲۴۰۰۰ هکتار (۱۶/۶ درصد سطح سیب‌زمینی کل کشور)، تولید ۵ میلیون تن (۱۹/۸ درصد تولید سیب‌زمینی کل کشور) مقام اول سطح و تولید این محصول را به خود اختصاص داده است (وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۹۶). منابع تأمین آب این محصول در استان همدان عمدتاً سفره‌های آب زیرزمینی است. این در شرایطی است که سالانه این استان با ۲۲۰ میلیون مترمکعب کسری آب مخازن زیر-زمینی مواجه است، بطوریکه میزان افت سالیانه سطح ایستابی استان از ۰/۴۸ تا ۱/۵۳ متر متغیر و کلیه دشت‌های استان از نظر برداشت آب ممنوعه هستند (شرکت آب منطقه ای استان همدان، ۱۳۹۶). با توجه به کمبود آب در این استان، استفاده از سامانه‌های آبیاری تحت فشار توسعه قابل توجهی داشته است، به نحوی که از آغاز سیاست توسعه این سامانه‌ها در کشور تا پایان سال ۱۳۹۶ بیش از ۸۰ درصد اراضی

- ۱- مربی پژوهش بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران
  - ۲- استادیار پژوهش بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران
  - ۳- مربی پژوهش بخش گیاه پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران. استادیار پژوهش بخش تحقیقات اقتصادی، اجتماعی و ترویج کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران
  - ۴- استادیار پژوهش بخش تحقیقات اقتصادی، اجتماعی و ترویج کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران
- (\*)- نویسنده مسئول: (Email: a.ghadami@areeo.ac.ir)

نوار آبد تپ مابین آنها، فاصله نوارها یا شیرها ۱۲۵ سانتی‌متر با تیمار ۱۰۰ درصد تامین آب مورد نیاز گیاه بیشترین عملکرد کل محصول و بهره‌وری مصرف آب را داشته است.

مولایی و همکاران (۱۳۹۴) در تحقیقی بر روی دو رقم سیب‌زمینی بون و ساتینا در دو روش آبیاری بارانی و قطره‌ای نواری، عملکرد را در روش قطره‌ای نواری و بارانی به ترتیب ۲۳/۱۸ و ۱۴/۵۹ تن در هکتار بدست آوردند. حجم آب آبیاری ناخالص اعمال شده نیز در روش آبیاری قطره‌ای نواری و بارانی به ترتیب ۶۲۸۰ و ۷۴۷۰ متر مکعب در هکتار بود. این نتایج نشان می‌دهد در روش آبیاری قطره‌ای نواری با کاربرد ۱۶ درصد آب کمتر، حدود ۵۸ درصد افزایش عملکرد محصول در واحد سطح نسبت به روش آبیاری بارانی بدست آمد. در این تحقیق بهره‌وری مصرف آب نیز در روش قطره‌ای نواری و بارانی به ترتیب ۳/۶۹ و ۱/۹۵ کیلوگرم بر متر مکعب بود.

سلیمانی‌پور و همکاران (۱۳۹۰) در منطقه فریدن اصفهان تحقیقی را بر روی سه روش آبیاری قطره‌ای نواری، بارانی و جویچه‌ای در دو روش کاشت یک ردیفه (پشته به عرض ۷۰ سانتی‌متر) و دو ردیفه (فاصله پشته‌ها ۱۴۰ و عرض آنها ۸۰ سانتی‌متر) و دو رقم آگریا و مارفونا انجام دادند. نتایج نشان داد روش آبیاری بارانی با عملکرد ۲۶۱۵۲ کیلوگرم در هکتار نسبت به روش آبیاری قطره‌ای نواری با تولید ۲۳۹۷۴ کیلوگرم در هکتار برتری معنی‌داری داشت. عملکرد در آرایش کاشت یک ردیفه و دو ردیفه در آبیاری بارانی به ترتیب ۲۵۴۳۰ و ۲۷۴۳۰ و در آبیاری قطره‌ای نواری به ترتیب ۲۵۳۰۰ و ۲۰۳۲۰ بدست آمد. بهره‌وری مصرف آب در آبیاری قطره‌ای نواری، بارانی به ترتیب ۳/۸۵ و ۴/۹۲ کیلوگرم بر متر مکعب بدست آمد.

سینگ و همکاران بالاترین عملکرد غده‌ی سیب‌زمینی را از روش آبیاری قطره‌ای به میزان ۵۸۸۰۰ کیلوگرم در هکتار و عملکرد غده‌ی سیب‌زمینی را در روش آبیاری بارانی به میزان ۵۶۹۰۰ کیلوگرم گزارش کردند (Singh et al, 2015). مون و همکاران با مقایسه عملکرد غده سیب‌زمینی در روش آبیاری بارانی و قطره‌ای گزارش کردند که برای تولید یک کیلوگرم سیب‌زمینی در روش آبیاری بارانی حدود ۱۱۹ لیتر و در سیستم آبیاری قطره‌ای برای تولید یک کیلوگرم سیب‌زمینی ۵۷ لیتر آب مصرف شده است (Moon et al, 2006).

بررسی صباح و غفاری نژاد (۱۳۸۶) در منطقه جیرفت نشان داد که بیشترین عملکرد، بهره‌وری مصرف آب و درصد یکنواختی در مزرعه سیب‌زمینی مربوط به اختصاص یک نوار آبیاری قطره‌ای برای هر ردیف کاشت نسبت به اختصاص یک نوار آبیاری قطره‌ای به دو ردیف کاشت بود. در مجموع اختصاص یک نوار آبیاری قطره‌ای به هر ردیف کشت در مقایسه با یک نوار قطره‌ای برای دو ردیف کاشت، با عملکرد ۴۰/۷۴ تن در هکتار و میزان آب مصرفی ۳۵۸۶/۶۵ مترمکعب در هکتار و بهره‌وری مصرف آب ۱۱/۴۵ کیلوگرم به ازای هر مترمکعب تیمار برتر بود. بررسی این محققین هر چند نشان می‌-

مستعد آبیاری تحت فشار به این سیستم آبیاری مجهز شده‌اند که حدود ۹۵ درصد این سامانه‌ها بارانی است (سازمان جهاد کشاورزی استان همدان، ۱۳۹۶). این سامانه‌ها با هدف استفاده مناسب از منابع آب و افزایش بهره‌وری آب در کشور توسعه یافته‌اند.

مطالعات انجام شده نشان داده‌اند که تکنولوژی‌های آبیاری آندوز<sup>۱</sup> به ذخیره و صرفه‌جویی آب و همچنین کاهش انتشار گاز گلخانه‌ای کمک می‌کنند. این موضوع باعث کاهش آثار منفی تغییر اقلیم بر روی تولیدات کشاورزی می‌شود (Zou et al, 2012).

استفاده از آبیاری قطره‌ای نواری در مزرعه علاوه بر توزیع یکنواخت آب، موجب افزایش سرعت رشد، همپوشانی سریع تر بوته‌ها و قدرت رقابتی گیاه شده و نهایتاً باعث کاهش خسارت عوامل گیاه پزشکی مثل انواع آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز می‌گردد (سلطانی و همکاران، ۱۳۸۵).

در خصوص آرایش کاشت، تنش آبی و همچنین کاربرد آبیاری میکرو در ایران و جهان تحقیقات مختلفی انجام شده است. در پژوهشی اثر روش‌های آبیاری بارانی و قطره‌ای نواری و سطوح مختلف آب بر اساس ۴۰ و ۷۰ درصد آب قابل دسترس در محصول سیب‌زمینی بررسی شد. نتایج نشان داد که مقدار محصول در روش آبیاری قطره‌ای نواری و بارانی به ترتیب ۳۶ و ۲۵ تن در هکتار بود. در حالی که میزان آب مصرفی در روش آبیاری قطره‌ای نواری نصف آبیاری بارانی بوده است (Waddal et al, 1999). نیما و همکاران، آزمایشی را جهت بررسی اثرات کم آبیاری روی عملکرد سیب‌زمینی با استفاده از آبیاری بارانی انجام دادند و دریافتند که ارتباط مثبتی بین میزان آب مورد استفاده و تولید محصول در تیمار بیشترین استفاده از کود وجود داشت (Nimah et al, 2000). مانجاناتا و همکاران، طی آزمایشی برای تعیین بهترین رطوبت خاک برای حداکثر تولید سیب‌زمینی اعلام کردند، رطوبت قابل استفاده خاک هرگز نباید به کمتر از ۵۰ درصد برسد و در رقم‌های حساس به خشکی، آب قابل استفاده همواره باید بالای ۶۵ درصد باشد تا از کاهش عملکرد و کیفیت محصول اجتناب گردد (Manjunatha et al, 2001).

درویش و همکاران، تاثیر دو روش آبیاری بارانی و قطره‌ای نواری روی عملکرد سیب زمینی را بررسی کردند. نتایج نشان داد اختلاف معنی‌داری از نظر عملکرد بین دو سیستم وجود ندارد. در حالی که مقدار آب مصرفی در روش‌های بارانی و قطره‌ای نواری به ترتیب برابر ۸۹۵ و ۴۹۶ میلی‌متر در هکتار بود (Darwish et al, 2002). باغانی و همکاران (۱۳۸۸)، اثر سه آرایش و سه سطح ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد تامین آب مورد نیاز گیاه را در سیستم آبیاری قطره‌ای بر عملکرد سیب‌زمینی مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد تیمار آرایش کاشت، دو ردیف کاشت با فاصله ۳۵ سانتی‌متر (روی پشته) و یک

متر انتخاب و عملیات تهیه زمین و آماده‌سازی بستر کاشت انجام گردید. آزمایش به صورت کرت خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با استفاده از رقم آگریا در سه تکرار انجام شد. فاکتور آبیاری در دو سطح و در کرت‌های اصلی شامل:

- ۱- آبیاری بارانی (کلاسیک ثابت روکار با لوله و اتصالات پلی‌اتیلن و آبپاش ویر ۳۵) با آرایش ۱۲×۱۲
- ۲- آبیاری قطره‌ای نواری با نوار تیپ با فاصله قطره‌چکان‌های ۲۰ سانتی‌متر برای تیمار شاهد و فاصله قطره‌چکان‌های ۱۰ سانتی‌متر برای پشته‌های تلفیق شده و آبدی سه لیتر بر ساعت به ازای هر قطره‌چکان.

فاکتور آرایش کاشت در کرت‌های فرعی در چهار سطح شامل:

- ۱- روش مرسوم با ردیف‌های کشت به فاصله ۷۵ سانتی‌متر (کاشت روی پشته) به عنوان شاهد.
  - ۲- روش دو ردیف کاشت با فاصله ۷۵ سانتی‌متر روی یک پشته به عرض ۱۵۰ سانتی‌متر.
  - ۳- روش دو ردیف کاشت با فاصله ۶۰ سانتی‌متر روی یک پشته به عرض ۱۵۰ سانتی‌متر.
  - ۴- روش دو ردیف کاشت با فاصله ۵۰ سانتی‌متر روی یک پشته به عرض ۱۵۰ سانتی‌متر.
- در آبیاری قطره‌ای نواری، در آرایش کاشت با پشته‌های تلفیقی، نوارهای آبیاری بین دو ردیف کاشت قرار گرفتند. بنابراین فاصله بین نوارها ۱۵۰ سانتی‌متر، و در تیمار استاندارد یا شاهد در هر خط کاشت یک نوار تیپ با فاصله ۷۵ سانتی‌متر در شیار به عمق حدود ۵ سانتی‌متر قرار گرفتند آرایش کشت‌های مورد مطالعه در شکل ۱ ارائه شده‌اند.

هر کرت دارای شش ردیف کاشت به طول ۲۰ متر، فاصله غده-های روی ردیف کاشت ۲۰ سانتی‌متر و تراکم کاشت ۶۶۵۰۰ بوته در هکتار، فاصله بین تیمارها ۱/۵ و بین تکرارها ۱۵ متر در نظر گرفته شد. کاشت سیب‌زمینی با استفاده از کارنده نیمه اتوماتیک شرکت سبزدشت مدل PS2 با قابلیت تنظیم فاصله بین شیار بازکن‌ها و لوله‌های سقوط انجام شد. برنامه کود دهی بر اساس آزمون خاک انجام گردید. به وسیله دستگاه ترکیبی کولتیواتور فاروئر با گاوآهن قلمی با قابلیت تغییر عرض برش بین پشته‌ها عملیات خاک‌دهی و مبارزه با علف‌های هرز انجام شد. جهت کنترل علف‌های هرز از علف‌کش متریبوزین (سنگور) به میزان ۷۵۰ گرم با ۴۰۰ لیتر آب در هکتار استفاده شد.

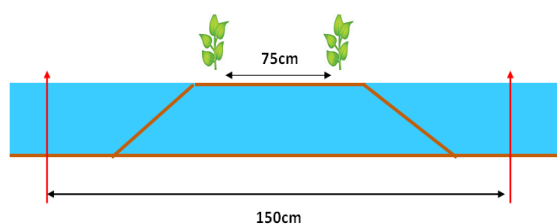
دهد که یک نوار برای یک ردیف نسبت به یک نوار برای دو ردیف به لحاظ فنی برتری دارد، اما باید در نظر داشت که در تیمار یک نوار برای دو ردیف هزینه‌های سالیانه نوار قطره‌ای برابر نصف تیمار اولی است و در نتیجه لحاظ کردن این هزینه‌ها ممکن است نتیجه را دگرگون سازد. در حالی که باغانی (۱۳۸۸) در مطالعه خود نشان داد که یک نوار قطره‌ای برای دو ردیف کاشت با فاصله ۳۵ سانتی‌متر در مشهد، دارای عملکرد بیشتری در مقایسه با تیمار یک نوار تیپ برای یک ردیف کاشت است.

ژو و همکاران با بررسی سیستم‌های آبیاری بارانی و قطره‌ای در چین، نشان دادند که آبیاری بارانی بدلیل مصرف بیشتر انرژی جهت تامین فشار مورد نیاز سیستم، باعث انتشار گازهای گلخانه‌ای بیشتری نسبت به روش آبیاری قطره‌ای می‌شود. آنان جهت مقابله با تغییر اقلیم و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و صرفه اقتصادی کاربرد روش آبیاری قطره‌ای را نسبت به سیستم آبیاری بارانی توصیه می‌کنند (Zoua et al, 2013).

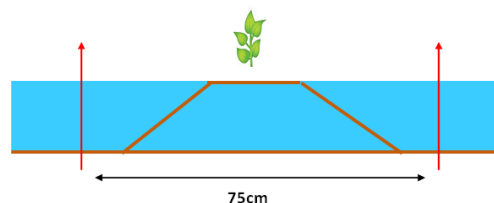
بررسی نتایج تحقیقات ذکر شده نشان می‌دهد که سیستم آبیاری قطره‌ای در زراعت سیب‌زمینی علاوه بر صرفه‌جویی در آب مصرفی و افزایش بهره‌وری مصرف آب، عملکرد مشابه و بیشتری نسبت به سیستم آبیاری بارانی دارد. از طرفی برتری استفاده از پشته‌های پهن بستگی به آرایش کاشت انجام شده و فاصله لوله آبیاری قطره‌ای نواری با بوته‌های کشت شده دارد. همچنین با توجه به فاصله ردیف کاشت ۷۵ سانتی‌متر سیب‌زمینی و هزینه‌های خرید نوار تیپ برای آبیاری هر ردیف که غالباً هر سال باید تجدید گردند، هزینه اجرای آبیاری قطره‌ای نواری را به شدت افزایش می‌دهد. در راستای کاهش هزینه‌ها و افزایش رغبت کشاورزان به اجرای آبیاری قطره‌ای نواری با توجه به راندمان و بهره‌وری آن، امکان تغییر در آرایش کاشت سیب‌زمینی به شکل دو ردیف بر روی یک پشته (کاشت روی پشته پهن) و جهت کاهش هزینه‌های خرید سالیانه نوار تیپ و اتصالات مربوطه به نصف، این تحقیق انجام شد. علاوه بر آن، در پشته‌های پهن که نوار تیپ در بین دو ردیف گیاه قرار می‌گیرد، فاصله مناسب دو ردیف گیاه نیز حایز اهمیت است. زیرا هرچه فاصله دو ردیف به یکدیگر نزدیک‌تر باشد، آب سریع‌تر و بیشتر به ریشه آنها می‌رسد، اما فضای رشد و نمو بین آنها کمتر می‌گردد. لذا این تحقیق به منظور تعیین مناسب‌ترین آرایش کاشت سیب‌زمینی در شرایط آبیاری بارانی و قطره‌ای با توجه به میزان بهره‌وری مصرف آب در مزرعه انجام شد.

## مواد و روش‌ها

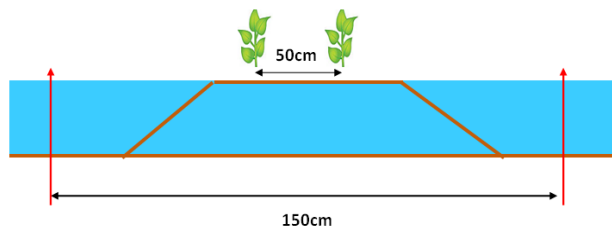
این تحقیق به مدت سه سال (۱۳۹۴-۱۳۹۱) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی اکباتان واقع در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی همدان اجرا شد. برای اجرای آزمایش زمینی به ابعاد ۵۰×۱۰۰



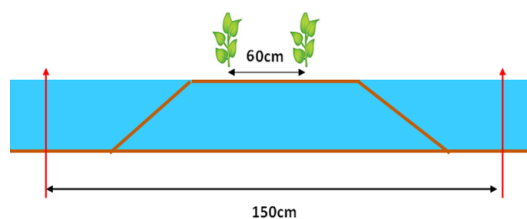
دو ردیف کاشت با فاصله ۷۵ سانتی‌متر روی پشته به ۱۵۰ سانتی متر.



روش مرسوم کشت روی پشته های به فاصله ۷۵ سانتی‌متر (شاهد)



کاشت دو ردیف با فاصله ۵۰ سانتی‌متر روی پشته به ۱۵۰ سانتی متر.



کاشت دو ردیف با فاصله ۶۰ سانتی‌متر روی پشته به ۱۵۰ سانتی متر.

شکل ۱- تیمارهای مختلف آرایش کاشت در سیستم آبیاری بارانی و قطره‌ای نواری

که در آن:

Wp: بهره‌وری مصرف آب (کیلوگرم بر متر مکعب)، Y: عملکرد محصول بر حسب (کیلوگرم) و W: حجم آب مصرفی (متر مکعب در هکتار)

نتایج آزمایش در قالب طرح اسپلیت پلات بر پایه بلوک‌ها کاملاً تصادفی و با استفاده از نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

### نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب عملکرد تیمارها نشان داد اثر سال، سیستم آبیاری، سال در سیستم آبیاری، آرایش کشت، سال در آرایش کشت، سیستم آبیاری در آرایش کشت بر میزان عملکرد محصول در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار می‌باشد. و اثر متقابل سال در آبیاری و سال در آرایش کشت در سیستم آبیاری بر میزان عملکرد محصول معنی‌دار نیست (جدول ۱). نتایج تجزیه واریانس مرکب بهره‌وری مصرف آب نیز نشان داد که اثر سیستم آبیاری و آرایش کشت در سطح احتمال ۱ درصد بر میزان بهره‌وری مصرف آب معنی‌دار شد (جدول ۱). میانگین عملکرد محصول سیب‌زمینی در دو سیستم آبیاری قطره‌ای نواری و بارانی به ترتیب ۴۲/۴۳ و ۴۰/۴۹ تن در هکتار تعیین شد که در دو گروه متفاوت قرار گرفتند (شکل ۱). متوسط بهره‌وری مصرف آب در دو روش آبیاری قطره‌ای نواری و بارانی به ترتیب ۶/۱۷۵ و ۴/۵۹۳ کیلوگرم بر متر مکعب تعیین شد. بنابراین میزان عملکرد محصول و بهره‌وری مصرف آب با سیستم آبیاری قطره‌ای نواری نسبت به آبیاری بارانی به ترتیب ۴/۸ و ۳۴/۴ درصد

جهت تعیین نیاز آبی پارامترهای لازم از جمله ساعت آفتابی، دمای حداقل و دمای حداکثر، رطوبت نسبی حداقل و حداکثر و سرعت باد، به صورت روزانه از اداره هواشناسی اخذ و با استفاده از فرمول پنمن مانیتیس فائو، تبخیر و تعرق پتانسیل محاسبه گردید. سپس با در نظر گرفتن ضریب گیاهی (نشریه فائو ۵۶) و استفاده از روابط زیر در روش آبیاری قطره‌ای نواری و بارانی عمق آب آبیاری محاسبه شد.

$$Et_c = kc \cdot ET_0 \quad (1)$$

$$K_r = G_c + \frac{1}{2} (1 - G_c) \quad (2)$$

$$I_d = K_r \cdot kc \cdot ET_0 \quad (3)$$

Et<sub>c</sub>: تبخیر و تعرق گیاهی، G<sub>c</sub>: سطح سایه اندازه گیاه (آبیاری قطره‌ای)، K<sub>r</sub>: ضریب مربوط به پوشش گیاهی (آبیاری قطره‌ای)، I<sub>d</sub>: عمق آب آبیاری. جهت کنترل آب مصرفی در طول فصل زراعی از کنتورهای حجمی استفاده شد. در سیستم آبیاری بارانی و قطره‌ای با توجه به عمق آب محاسبه شده و در نظر گرفتن راندمان ۷۰ و ۸۵ درصد حجم آب آبیاری در هر نوبت محاسبه و توسط کنتور، اندازه‌گیری شد. به منظور جلوگیری از گرفتگی قطره‌چکان‌ها در سیستم قطره‌ای نواری از فیلتر دیسکی استفاده گردید. در سامانه‌های آبیاری قطره‌ای نواری تزریق کود ازت و سایر عناصر محلول در آب توسط سیستم در طول فصل رشد انجام شد. در انتهای فصل رشد جهت تعیین بهره‌وری مصرف آب، از هر یک از تیمارها رکوردگیری به عمل آمد و با مشخص شدن عملکرد هر تیمار و داشتن آب مصرفی، بهره‌وری مصرف آب با استفاده از رابطه ۴ محاسبه شد.

$$Wp = \frac{Y}{W} \quad (4)$$

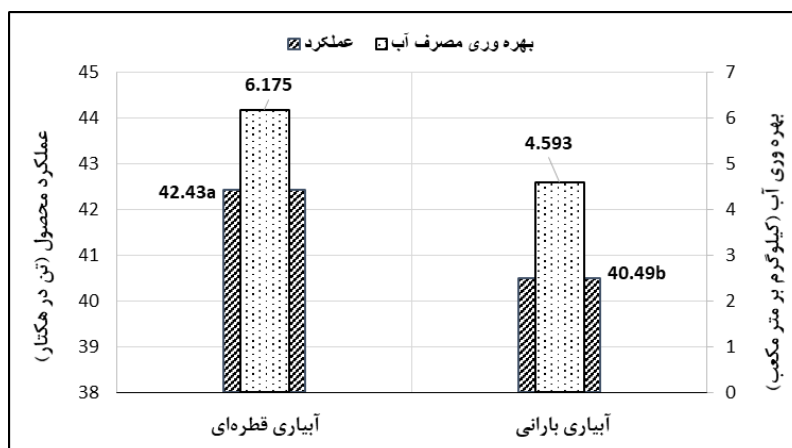
اختلاف در اعداد، به دلیل وجود تفاوت در اقلیم، نوع رقم و مشخصات آب و خاک امری بدیهی است. اما با نتایج سلیمانی‌پور و همکاران (۱۳۹۰) و درویش و همکاران (۲۰۰۰) فقط از نظر کاهش آب مصرفی همخوانی داشته ولی عملکرد محصول در سامانه بارانی بالاتر از سامانه قطره‌ای بدست آمد. نتایج این پژوهش نیز نشان داد که اثر سیستم آبیاری و آرایش کشت بر روی تاریخ خروج بوته‌ها از خاک به ترتیب در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد معنی‌دار است. نتایج این پژوهش، همچنین نشان داد که اثر سامانه‌های آبیاری بر تاریخ ایجاد پوشش کامل بوته‌ها در مزرعه دارای اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد می‌باشد. ولی اثر آرایش کاشت معنی‌دار نبود (جدول ۱).

بیشتر بود (شکل ۱). متوسط حجم آب مصرفی در دو سیستم آبیاری قطره‌ای نواری و بارانی به ترتیب ۶۸۷۱ و ۸۸۱۶ مترمکعب در هکتار تعیین شد عبارتی سیستم آبیاری قطره‌ای باعث کاهش ۲۲/۱ درصدی در مصرف آب شده است. بنابراین به کارگیری سیستم آبیاری قطره‌ای نواری علاوه بر افزایش بهره‌وری مصرف آب می‌تواند عملکرد بالاتری را ایجاد نماید. (شکل ۱). که با نتایج ودال و همکاران (۱۹۹۹) که میزان کاهش آب مصرفی در روش آبیاری قطره‌ای نسبت به روش آبیاری بارانی را ۵۰ درصد بیان داشتند و نتایج مطالعه (مولایی و همکاران، ۱۳۹۴) که در آن آبیاری قطره‌ای نواری نسبت به روش آبیاری بارانی با کاربرد ۱۶ درصد آب کمتر، حدود ۵۸ درصد افزایش عملکرد محصول دارد همخوانی دارد. وجود

جدول ۱- تجزیه واریانس مرکب عملکرد، بهره‌وری مصرف آب و برخی از صفات زراعی

میانگین صفات					
منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد Ton/ha	بهره‌وری مصرف آب Kg/m <sup>3</sup>	تاریخ خروج بوته‌ها از خاک / روز	تاریخ هم‌پوشانی کامل بوته‌ها / روز
سال	۲	۱۲۳/۳۸**	۸/۰۶۲**	۴/۵۴ <sup>ns</sup>	۳۹/۵۴ <sup>ns</sup>
خطا	۶	۹/۷۹	۰/۱۷۰	۲/۱۵	۲۴/۲۸
سیستم آبیاری	۱	۶۸/۲۱**	۴۵/۰۲۰**	۱۸۶۰/۵۰**	۲۴۸۵/۱۳**
سال × سیستم آبیاری	۲	۶/۸۸ <sup>ns</sup>	۳/۰۰۵**	۱/۷۹ <sup>ns</sup>	۴۰/۰۴ <sup>ns</sup>
خطا	۶	۷/۹۷	۰/۱۴۹	۱/۰۷	۵۵/۸۶
آرایش کاشت	۳	۱۶/۶۸**	۰/۲۱۷**	۱۹/۰۰*	۳۱/۵۷ <sup>ns</sup>
سال × آرایش	۶	۱۵/۷۵**	۰/۱۹۶**	۳/۱۵*	۲۲/۰۴ <sup>ns</sup>
آبیاری × آرایش	۳	۹۸/۰۶**	۱/۵۵۱**	۰/۳۹ <sup>ns</sup>	۲۱/۱۶ <sup>ns</sup>
سال × آبیاری × آرایش	۶	۴/۱۵ <sup>ns</sup>	۰/۰۵۶ <sup>ns</sup>	۰/۶۳ <sup>ns</sup>	۲۳/۱۳ <sup>ns</sup>
خطا	۳۶	۲/۳۷	۰/۰۳۷	۰/۵۱	۲۲/۵۶
ضریب تغییرات		۳/۶۹	۳/۴۸	۳/۰۴	۹/۵۵

\*، \*\*، : به ترتیب وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد ns: عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها



شکل ۲- مقایسه میانگین عملکرد محصول و بهره‌وری مصرف آب در دو سیستم آبیاری قطره‌ای و بارانی

آب آرایش‌های کشت در سیستم آبیاری قطره‌ای نواری در گروه آماری بالاتر از روش‌های آبیاری بارانی قرار داشتند. در روش آبیاری قطره‌ای نواری (به مقدار ۶/۵۳ کیلوگرم بر متر مکعب) روش آرایش کشت مرسوم بالاتر از آرایش کشت با پشته‌های تلفیق شده قرار گرفت و در روش آبیاری بارانی آرایش کشت مرسوم (۴/۱۰۲ کیلوگرم بر مترمکعب) پایین‌ترین بهره‌وری مصرف آب را نسبت به سایر آرایش‌ها داشت و در گروه آماری جداگانه قرار گرفت. بهره‌وری مصرف آب در سیستم آبیاری قطره‌ای نواری نسبت به آبیاری بارانی به طور متوسط ۳۴/۳۵ درصد بیشتر بود که با نتایج سلیمانی‌پور و همکاران (۱۳۹۰) که بهره‌وری مصرف آب سیستم قطره‌ای نواری ۲۷/۸ درصد نسبت به بارانی بالاتر است نزدیک است. همچنین با مطالعه مولایی و همکاران (۱۳۹۴) نیز هم‌خوانی دارد هرچند در تحقیق ایشان مقدار افزایش بهره‌وری مصرف آب در سیستم آبیاری قطره‌ای نسبت به بارانی ۴۷/۲ درصد بالاتر است (جدول ۲). بر اساس این نتایج بالاترین عملکرد و بهره‌وری مصرف آب به ترتیب با ۴۴/۸۳ تن در هکتار و ۶/۵۲۸ کیلوگرم بر مترمکعب مربوط تیمار آبیاری قطره‌ای نواری در آرایش کاشت مرسوم یا شاهد بود (جدول ۲).

مقایسه میانگین اثر آرایش کشت بر بهره‌وری مصرف آب در سطح ۵ درصد نشان داد آرایش کشت دو ردیفه با فاصله ۶۰ سانتی-متر روی یک پشته به عرض ۱۵۰ سانتی‌متر در گروه آماری بالاتر از سایر تیمارها قرار گرفت (۵/۵۳ کیلوگرم بر متر مکعب) هرچند از نظر آماری با آرایش کشت دو ردیفه با فاصله ۵۰ سانتی‌متر روی یک پشته تفاوتی معنی‌داری نداشت. پس از این دو تیمار، بیشترین میزان بهره‌وری مصرف آب مربوط به آرایش کشت مرسوم به مقدار ۵/۳ کیلوگرم بر متر مکعب بود که با تیمار آرایش دو ردیفه با فاصله ۷۵ سانتی‌متری بر روی یک پشته تلفیق شده قرار داشت که در یک گروه آماری قرار داشتند (شکل ۳). نتایج باغانی و همکاران (۱۳۸۸) نشان داد که دو ردیف کاشت با فاصله ۳۵ سانتی‌متر (روی یک پشته پهن با عرض ۱۳۵ سانتی‌متر) و یک نوار تیپ مابین آنها بیشترین عملکرد و بهره‌وری مصرف آب را دارد.

همچنین مقایسه میانگین اثر مرکب آرایش کاشت‌های مختلف بر عملکرد محصول نشان داد هر سه آرایش کشت با پشته‌های تلفیق شده (آرایش دو ردیفه با فاصله ۷۵، ۶۰ و ۵۰ سانتی‌متر) به ترتیب با عملکرد ۴۰/۹۶، ۴۲/۶۷ و ۴۱/۷۵ تن در هکتار در گروه آماری بالاتری نسبت آرایش کاشت مرسوم با ۴۰/۵۰ تن در هکتار قرار گرفتند که برتری این تیمارها را نسبت به روش آرایش کاشت مرسوم نشان می‌دهد (شکل ۳).

در سامانه آبیاری قطره‌ای نواری بیشترین میزان بهره‌وری مصرف آب در آرایش کشت مرسوم با ۶/۵۳ کیلوگرم بر متر مکعب تعیین شد که نسبت به آرایش‌های کشت با پشته‌های تلفیق شده به طور میانگین ۷/۳ درصد بالاتر بود. در روش آبیاری قطره‌ای نواری میانگین بهره‌وری در آرایش کشت به روش مرسوم، نسبت به آرایش‌های کشت دو ردیفه با فاصله ۷۵، ۶۰ و ۵۰ سانتی‌متر روی یک پشته به عرض ۱۵۰ سانتی‌متر به ترتیب ۱۲/۲، ۴/۴، ۷/۱ درصد بالاتر بود. از نظر آماری میزان بهره‌وری مصرف آب در آرایش کشت معمول نسبت به آرایش‌های کشت با پشته‌های تلفیق شده در گروه آماری جداگانه و بالاتری قرار گرفت که با نتیجه باغانی (۱۳۸۸) متفاوت است زیرا فاصله ردیف‌های کشت و عرض پشته‌ها در تحقیق باغانی و همکاران کمتر از مقادیر استفاده شده در این پژوهش بود. در تحقیق باغانی و همکاران (۱۳۸۸) تیمارهای با پشته‌های با عرض ۱۲۵ سانتی‌متر و با فاصله ردیف‌های کشت ۳۵ و ۴۵ سانتی‌متر بر روی پشته بود اما در تحقیق حاضر حداقل فاصله دو ردیف روی پشته پهن ۵۰ سانتی‌متر بود (جدول ۲).

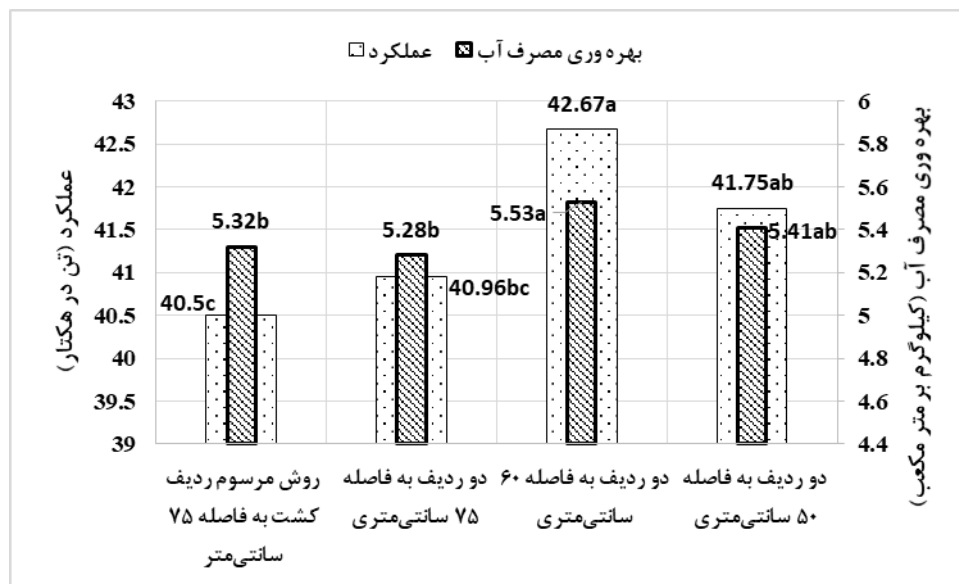
در سیستم آبیاری بارانی بهره‌وری مصرف آب در روش آرایش کشت پایین‌ترین مقدار را داشت و میانگین بهره‌وری مصرف آب در آرایش کشت معمول نسبت به آرایش‌های کشت با پشته‌های پهن ۱۳/۸ درصد پایین‌تر بود. متوسط بهره‌وری مصرف آب در روش آبیاری بارانی (۴/۱ کیلوگرم بر مترمکعب) در آرایش کشت مرسوم با ردیف‌های کشت به فاصله ۷۵ سانتی‌متر نسبت به آرایش‌های کشت دو ردیفه با فاصله ۷۵، ۶۰ و ۵۰ سانتی‌متر روی یک پشته به عرض ۱۵۰ سانتی‌متر به ترتیب ۱۳/۷، ۱۴/۶، ۱۳/۲ درصد پایین‌تر بود (جدول ۲). از نظر آماری نیز بهره‌وری مصرف آب در آرایش کشت معمول نسبت به آرایش‌های کشت با پشته‌های تلفیق شده در گروه آماری جداگانه و پایین‌تری قرار گرفت که با نتیجه باغانی (۱۳۸۸) هم‌خوانی دارد. این نتایج نشان می‌دهد در حالی که بهره‌وری مصرف آب در روش آبیاری قطره‌ای نواری و روش مرسوم کشت به دلیل دسترسی راحت گیاه به آب مورد نیاز نسبت به آرایش‌های کشت دو ردیفه با فاصله ۷۵، ۶۰ و ۵۰ سانتی‌متر روی یک پشته به عرض ۱۵۰ سانتی‌متر بالاتر بود. اما در روش آبیاری بارانی بهره‌وری مصرف آب در روش مرسوم منطقه کمتر از پشته‌های تلفیق شده بود. افزایش بهره‌وری در پشته‌های پهن در روش آبیاری بارانی نسبت به کشت مرسوم می‌تواند به دلیل کاهش تنش‌های رطوبتی در مزرعه با پشته‌های پهن باشد.

مقایسه میانگین اثر متقابل سیستم آبیاری و آرایش کشت بر بهره‌وری مصرف آب در سطح ۵ درصد نشان داد بهره‌وری مصرف

جدول ۲- مقایسه میانگین مرکب اثر متقابل تیمارهای آرایش کاشت و سیستم آبیاری روی عملکرد، بهره‌وری مصرف آب و برخی از صفات زراعی

تیمار آبیاری	تیمارهای آرایش کاشت	عملکرد تن/هکتار	بهره‌وری مصرف آب Kg/m <sup>3</sup>	تاریخ خروج بوته‌ها از خاک (روز بعد از کاشت)	تاریخ هم‌پوشانی کامل بوته‌ها (روز بعد از کاشت)
سیستم قطره‌ای	روش مرسوم ردیف کشت به فاصله ۷۵ سانتی‌متر	۴۴/۸۳ <sup>a</sup>	۶/۵۳ <sup>a</sup>	۱۹/۸۸ <sup>c</sup>	۴۵/۵۵ <sup>b</sup>
	دو ردیف ۷۵ سانتی‌متر روی پشته ۱۵۰ سانتی‌متر	۳۹/۹۸ <sup>c</sup>	۵/۸۱۸ <sup>c</sup>	۱۸/۵۵ <sup>d</sup>	۴۴/۶۶ <sup>bc</sup>
	دو ردیف ۶۰ سانتی‌متر روی پشته ۱۵۰ سانتی‌متر	۴۲/۰۵ <sup>b</sup>	۶/۲۵۷ <sup>b</sup>	۱۷/۸۸ <sup>d</sup>	۴۴/۷۷ <sup>bc</sup>
	دو ردیف ۵۰ سانتی‌متر روی پشته ۱۵۰ سانتی‌متر	۴۱/۸۶ <sup>b</sup>	۶/۰۹۸ <sup>b</sup>	۱۸/۰۰ <sup>d</sup>	۴۰/۳۳ <sup>c</sup>
میانگین					
سیستم بارانی	روش مرسوم ردیف کشت به فاصله ۷۵ سانتی‌متر	۳۶/۱۰ <sup>d</sup>	۴/۱ <sup>e</sup>	۳۰/۴۴ <sup>a</sup>	۵۶/۳۳ <sup>a</sup>
	دو ردیف ۷۵ سانتی‌متر روی پشته ۱۵۰ سانتی‌متر	۴۱/۹۲ <sup>b</sup>	۴/۷۵ <sup>d</sup>	۲۸/۴۴ <sup>b</sup>	۵۵/۲۲ <sup>a</sup>
	دو ردیف ۶۰ سانتی‌متر روی پشته ۱۵۰ سانتی‌متر	۴۲/۲۸ <sup>b</sup>	۴/۷۹۹ <sup>d</sup>	۲۸/۱۱ <sup>b</sup>	۵۵/۴۴ <sup>a</sup>
	دو ردیف ۵۰ سانتی‌متر روی پشته ۱۵۰ سانتی‌متر	۴۱/۶۳ <sup>b</sup>	۴/۷۲۲ <sup>d</sup>	۲۸/۰۰ <sup>b</sup>	۵۵/۳۳ <sup>a</sup>
میانگین					
۴۲/۸۳					
۱۸/۰۶					
۴۲/۴۳					
۴۰/۴۸					

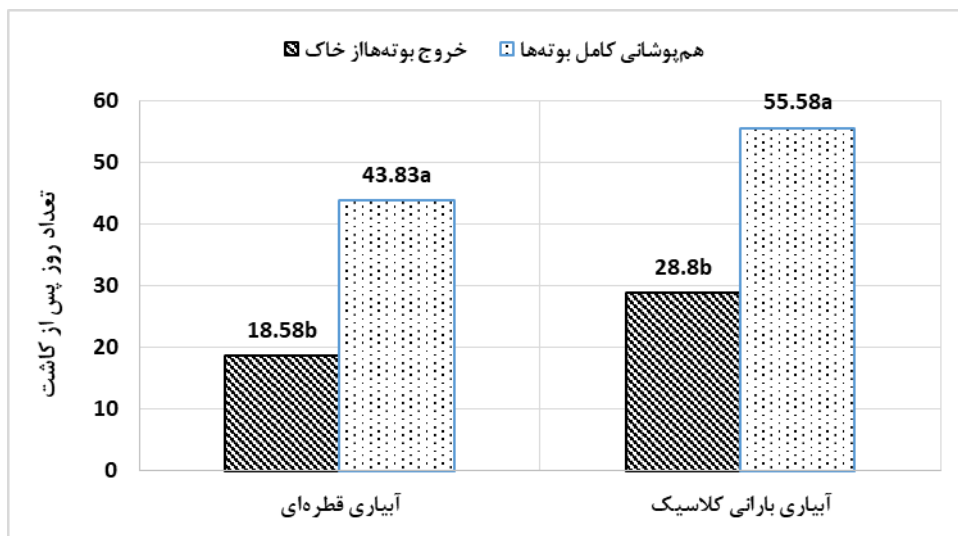
\*میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ هستند.



شکل ۳- مقایسه میانگین عملکرد محصول و بهره‌وری مصرف آب در آرایش‌های مختلف کشت

بالاتری نسبت به آبیاری قطره‌ای نواری با ۴۳/۸ روز قرار گرفت عبارتی تاریخ پوشش کامل بوته‌ها در مزرعه سیستم آبیاری قطره‌ای حدود ۱۲ روز زودتر از سیستم آبیاری بارانی اتفاق می‌افتد (شکل ۴). بنابراین به‌کارگیری سیستم آبیاری قطره‌ای نواری نسبت به روش آبیاری بارانی نیز می‌تواند شرایط بهتری را برای خروج بوته‌ها از خاک و سبز شدن سریع‌تر بوته‌ها و جریان بخشی از تاریخ کاشت از دست رفته را برای کشت‌های دیرهنگام را انجام دهد.

مقایسه میانگین‌های تاریخ خروج از خاک و سبز شدن بوته‌ها دو سامانه آبیاری قطره‌ای نواری در سطح ۵ درصد نشان داد که سیستم آبیاری بارانی با ۲۸/۸ روز در گروه آماری بالاتری نسبت به آبیاری قطره‌ای با ۱۸/۶ نواری روز قرار گرفت (شکل ۴). عبارتی در سیستم آبیاری قطره‌ای نواری تاریخ خروج بوته‌ها ۱۰ روز زودتر از خروج بوته‌ها در سیستم آبیاری بارانی است. (شکل ۴). مقایسه میانگین‌های تاریخ ایجاد پوشش کامل بوته‌ها در سطوح سیستم آبیاری در سطح ۵ درصد نشان داد که سیستم آبیاری بارانی با ۵۵/۶ روز در گروه آماری



شکل ۴ - مقایسه میانگین تعداد روز خروج بوته و همپوشانی کامل بوته‌ها در دو سیستم آبیاری قطره‌ای

پوشش کامل در مزرعه در تاریخ کشت‌های بهاره و اوایل تابستان به دلیل ایجاد سایه‌اندازی زود هنگام در مزرعه تابش مستقیم آفتاب به سطح خاک پشته‌ها را کاهش و در نتیجه از افزایش دما در این منطقه جلوگیری می‌کند. بنابراین باعث کاهش میزان تبخیر روزانه در ماه‌های گرم تیر و مرداد ماه که مزرعه با خطر کم آبی و ایجاد تنش‌های رطوبتی روبروست می‌گردد. بنابراین به کارگیری سیستم آبیاری قطره‌ای نواری می‌تواند شرایط بهتری را برای خروج از خاک و سبز شدن سریعتر بوته‌ها و ایجاد هم پوشانی سریع در مزرعه را فراهم نماید. این موضوع در تاریخ کشت‌های دیر هنگام دارای اهمیت زیادی می‌باشد و می‌تواند بخشی از تاخیر ایجاد شده را جبران نماید و شرایط بهتری را برای مدیریت برخی از آفات و بیماری‌ها را فراهم نماید.

مقایسه میانگین‌های تاریخ خروج بوته‌ها از خاک در سطوح آرایش کاشت در سطح ۵ درصد نشان داد هر سه آرایش کشت با پشته‌های تلفیق شده با ۲۳ روز (پس از کاشت) نسبت به آرایش کاشت مرسوم (با خروج ۲۵ روز پس از کاشت) زود تر از خاک قرار داشتند که برتری این تیمارها را نسبت به روش آرایش کاشت مرسوم نشان می‌دهد (جدول ۳). همچنین مقایسه میانگین‌های تاریخ هم‌پوشانی کامل بوته‌ها در سطوح آرایش کاشت در سطح ۵ درصد نشان داد هر چهار آرایش کشت در یک گروه آماری گرفتند. هرچند ایجاد پوشش کامل در آرایش کاشت مرسوم نسبت به سایر تیمارها دیرتر اتفاق افتاده است (جدول ۳). این نتایج در برنامه مدیریت محصول سیب-زمینی به ویژه در شرایط آب و هوایی گرم و خشک و پر تنش مانند استان همدان از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. ایجاد سریع

جدول ۳- مقایسه میانگین مرکب اثر تیمارهای آرایش کاشت روی عملکرد، بهره‌وری مصرف آب و برخی از صفات زراعی

تیمارهای آرایش کاشت	تاریخ خروج بوته‌ها از خاک (روز بعد از کاشت)	تاریخ هم‌پوشانی کامل بوته‌ها (روز بعد از کاشت)
روش مرسوم ردیف کشت به فاصله ۷۵ سانتی‌متر	۲۵ <sup>a</sup>	۵۰/۹ <sup>a</sup>
دو ردیف ۷۵ سانتی‌متری روی پشته ۱۵۰ سانتی‌متر	۲۳ <sup>a</sup>	۴۹/۹۰ <sup>a</sup>
دو ردیف ۶۰ سانتی‌متری روی پشته ۱۵۰ سانتی‌متر	۲۳ <sup>a</sup>	۵۰/۱۰ <sup>a</sup>
دو ردیف ۵۰ سانتی‌متری روی پشته ۱۵۰ سانتی‌متر	۲۳ <sup>a</sup>	۴۷/۸۰ <sup>a</sup>

\*میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ هستند.

## نتیجه‌گیری

بهره‌وری مصرف آب در آرایش کشت مرسوم نسبت به آرایش‌های کشت با پشته‌های تلفیق شده ۷/۳ درصد بالاتر بود. بنابراین چنانچه هدف افزایش بهره‌وری مصرف آب مطرح باشد استفاده از این آرایش کاشت (کشت مرسوم) زمینه لازم را جهت دست‌یابی به اهداف

آبیاری قطره‌ای نواری نسبت به روش آبیاری بارانی با کاهش ۲۲/۱ درصدی در مصرف آب باعث افزایش ۳۴/۴ درصدی بهره‌وری مصرف آب شد. با توجه به اینکه در سامانه آبیاری قطره‌ای نواری



مصرف آب در آبیاری قطره‌ای و بهترین روش قرار گرفتن نوارها بر عملکرد سیب زمینی در منطقه جیرفت. پژوهش و سازندگی. ۷۹: ۱۹۹-۱۹۵.

مولائی، ب.، قیصری، م.، مصطفی زاده فرد، ب.، لندی، ا. و مجیدی، م.م. ۱۳۹۴. بررسی عملکرد و ویژگی‌های آن برای دو رقم سیب‌زمینی در روش‌های آبیاری بارانی و قطره‌ای- نواری. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک. ۱۹(۷۱): ۲۴۱-۲۵۰.

وزارت جهاد کشاورزی. ۱۳۹۶. آمارنامه کشاورزی، جلد اول: محصولات زراعی، سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴، معاونت برنامه‌ریزی اقتصادی. مرکز فن آوری اطلاعات و ارتباطات. تهران.

Darwish, T., Atallah, T., Elkath, M. and Hajasan, S. 2002. Impact of irrigation and fertigation on leaching and soil – ground water contamination in Lebanon. 17th wcss, 14-21 August, Thailand.

Manjunatha, M. V., K. N. Shukla, K. K. Singh, P. K. Singh and H. S. Chauhan, 2001. Response of 265 micro irrigation on various vegetables. In: Proc. Int. Conf. Micro and Sprinkler Irrigation Syst. Jalgoan. Maharashtra. India. pp: 357-364.

Moon, K. H., H.C. Lim and H. N. Hyun. 2006. Water use efficiency of potato between sprinkler and drip irrigation systems under field condition 18th word congress of soil science. pp: 9-15.

Nimah, N. M., Darwish, L. I, and Bashour, I. I, 2000. Potato yield response to deficit irrigation and. Acta Hort. (ISHS) 537: 823-830.

Singh, N., Sood, M.C. and Slixl, S.. 2005. Evaluation of potato based cropping sequences under drip, sprinkler and furrow methods of irrigation. Potato Journal. 32(3/4): 145-146.

Waddell, J.T., Gupta, S.C., Moncrief, J.F., Rosen, C.J. and Steele, D.D. 1999. Irrigation and nitrogen management effects on potato yield tuber quality and nitrogen uptake. Agronomy Journal. 91: 991-997.

Zou, X., Li, Y.E., Gao, Q.Z., and Yunfan, W. 2012. How water saving irrigation contributes to climate change resilience – a case study of practices in China. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change. 17(2): 111-132.

Zou, X., Lia, C, R., Gao, Q., Wan, Y. and Qina X. 2013. Cost-effectiveness analysis of water-saving irrigation technologies based on climate change response: A case study of China. Agricultural Water Management. 129 (1): 9- 20.

فراهم می‌آورد. در حالی که در سیستم آبیاری بارانی بهره‌وری مصرف آب در آرایش پشته‌های تلفیق شده نسبت به آرایش‌های کشت مرسوم ۱۳/۴ درصد بالاتر بود. بنابراین استفاده از سامانه بارانی به همراه پشته‌های تلفیق شده شرایط بهتری را جهت افزایش بهره‌وری مصرف آب فراهم می‌کند. این افزایش بهره‌وری می‌تواند به دلیل کاهش تنش‌های رطوبتی در مزرعه با آرایش کشت پشته‌های تلفیق شده باشد. نتایج این پژوهش نشان داد که در سامانه آبیاری قطره‌ای نواری، تاریخ خروج بوته‌ها از خاک یا تاریخ سبز شدن آنها و تاریخ هم‌پوشانی کامل مزرعه نسبت به آبیاری بارانی از وضعیت بهتری برخوردار بود. بنابراین به کارگیری سیستم آبیاری قطره‌ای نواری می‌تواند شرایط بهتری را برای خروج بوته‌ها از خاک و سبز شدن سریع‌تر بوته‌ها را ایجاد نماید. این اختلاف تاریخ سبز شدن بوته‌ها در تاریخ کشت‌های دیر هنگام بسیار حایز اهمیت است و می‌تواند بخشی از تاریخ کاشت از دست رفته را جبران نماید. در نهایت با توجه به گسترش خشکسالی و در نتیجه تشدید بحران آب در بخش کشاورزی کشور به کارگیری سامانه‌های آبیاری قطره‌ای را به عنوان یک راهکار موثر جهت افزایش عملکرد و بهره‌وری مصرف آب ضروری است. همچنین آرایش کاشت با پشته‌های تلفیق شده (پشته پهن با عرض ۱/۵ متر) و کشت دو ردیف بر روی پشته بافاصله ۶۰ سانتیمتر، در سیستم آبیاری بارانی و آرایش مرسوم در آبیاری قطره‌ای (پشته با عرض ۷۵ سانتیمتر) می‌تواند ما را در دستیابی به عملکرد و بهره‌وری مصرف آب بالا کمک نماید.

## منابع

- باغانی، ج. ۱۳۸۸. آرایش کاشت و مقادیر آب در زراعت سیب‌زمینی با آبیاری قطره‌ای در مشهد. مجله آب و خاک. ۲۳(۱): ۱۵۳-۱۵۹.
- سازمان جهاد کشاورزی استان همدان. ۱۳۹۶. گزیده آمار پایه ای سال ۱۳۹۶. اداره آمار و فناوری اطلاعات.
- سلطانی، ه.، حسنی، م. و سوری، ج. ۱۳۸۵. بررسی الگوی توزیع و تغییرات جمعیت زنجبرک‌های ناقل بیماری کرلیتاپ چغندر قند در استان همدان. مجله چغندر قند. ۳۰(۱): ۲۷-۴۰.
- سلیمانی‌پور، ا.، باقری، ا. و واتقی، ا. ۱۳۹۰. ارزیابی اقتصادی روش‌های آبیاری و تأثیر آن بر عملکرد ارقام سیب‌زمینی در استان اصفهان. تحقیقات اقتصاد کشاورزی. ۳(۱): ۱۶۴-۱۴۳.
- شرکت آب منطقه‌ای همدان. ۱۳۹۶. سیمای منابع آب استان همدان، معاونت برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آب.
- صباح، آ. و غفاری نژاد، س.ع. ۱۳۸۶. تعیین مناسب‌ترین میزان

## Effect of Different Potato Sowing Pattern on Yield and Water Productivity under Sprinkler and Drip Irrigation Conditions

S.M. Rezvani<sup>1</sup>, A. Ghadami Firouzabadi<sup>2\*</sup>, H. Soltani<sup>3</sup> and A. M. Jafari<sup>4</sup>

Received: Mar.08, 2019

Accepted: Jun.24, 2019

### Abstract

This research was carried out to investigate the effect of different potato sowing pattern on yield and water productivity under sprinkler and drip irrigation system during 2012 to 2014. The study was carried out as split plot based on randomized complete block design with three replications at Ekbatan Station, Agricultural Research Station and Agricultural and Natural Resources Research Center of Hamadan Province. Two irrigation methods (sprinkler and drip irrigation system) as main plots and 4 sowing patterns as sub-plots including: conventional method with spacing of 75 cm, two-row planting on combined hill with spacing of 75, 60 or 50 cm were evaluated. Comparison of the combined mean of the results showed that all three sowing patterns with wide hill (two row planting with 75, 60 and 50 cm spacing) with 40.96, 42.67 and 41.75 t / ha respectively are located in higher statistical group than conventional planting with 40.50 t. ha<sup>-1</sup>. There was a significant difference between yield, water productivity, Seedling emergence and plant overlapping time in two irrigation systems. Water productivity in drip irrigation was 34.4% higher than sprinkler irrigation system. Using the sprinkler irrigation system with wide hill increased water productivity relative the conventional cultivation of potatoes. While the water productivity in conventional sowing pattern in drip irrigation method was higher than the two-row sowing pattern with combined hill (wide hill). Also, the results of this research showed that using of strip drip irrigation can provide better conditions for Seedling emergence and faster plant growth and Compensate part of the lost planting date for late cultivated plants.

**Keywords:** Drip Irrigation, Combined hill, Sowing pattern, Potato, Seedling emergence

1 -Research Instructor, Department of Agricultural Engineering Research, Hamedan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Hamedan, Iran  
2- Assistant Professor, Department of Agricultural Engineering Research, Hamedan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Hamedan, Iran  
3 -Research Instructor, Department of Plant Protection Research, Hamedan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Hamedan, Iran  
4 -Assistant Professor. of Economic, Social and Extension Research Department, Hamedan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Hamedan, Iran

(\* - Corresponding Author Email: a.ghadami@areo.ac.ir)