علوم کاربردی سیب‌زمینی
سال هشتم شماره ۲، پائیز و زمستان ۱۴۰۴

افزایش بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب در کشت سیب‌زمینی با پشته‌های تلفیقی در مقایسه با آرایش کشت معمول در روش آبیاری قطره‌ای

علی قدمی فیروزآبادی [۱]، حجت علیخانی مهوار [۲]*

۱ – دانشیار پژوهشی، 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 – مربی پژوهشی، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران

** نشانی پست الکترونیکی نویسنده مسئول: a.ghadami.areeo@gmail.com*

تاریخ دریافت: ۱۴۰۵/۰۱/۲۳ تاریخ انجام اصلاحات: ۱۴۰۵/۰۶/۳۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۷/۲۷

چکیده

در حال حاضر با توجه به کمبود آب در کشور، استفاده از شیوه‌های مختلف کشت و روش‌های نوین آبیاری برای کاهش مصرف آب، افزایش عملکرد و افزایش بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب، لازم و ضروری می‌باشد. به‌منظور بررسی این موضوع، در سال ۱۴۰۱ در شهرستان بهار (استان همدان) مقایسه‌ای بین دو آرایش کشت سیب‌زمینی (رقم سانته) انجام شد تا تأثیر این آرایش‌ها بر شاخص‌های یادشده بررسی شود. آرایش اول، کشت سه‌ردیفه بر روی پشته‌ای با عرض ۱۵۰ سانتی‌متر (با فاصله ۴۰ سانتی‌متری ردیف‌ها از هم) و آرایش دوم، کشت معمول منطقه (مدیریت زارعین) با کشت یک‌ردیفه بر روی پشته‌ای با عرض ۷۵ سانتی‌متر بود. روش آبیاری در هر دو آرایش، روش آبیاری قطره‌ای با نوار تیپ بود (آرایش اول با دو نوار تیپ و آرایش دوم با یک نوار تیپ). نتایج نشان داد که عملکرد غده در کشت سه‌ردیفه، ۶۰ و در کشت معمول، ۴۲ تن در هکتار بود. افزایش عملکرد غده در کشت سه‌ردیفه نسبت به کشت معمول، ۴۳ درصد بود. میزان آب آبیاری در کشت سه‌ردیفه (یا همان پشته‌های تلفیقی) و کشت معمول به‌ترتیب ۴,۵۰۰ و ۵,۸۰۰ مترمکعب در هکتار تعیین شد. میزان صرفه‌جویی و کاهش مصرف آب در پشته‌های تلفیقی ۱,۳۰۰ مترمکعب در هکتار (۲۲ درصد کاهش نسبت به کشت معمول) بود. شاخص بهره‌وری فیزیکی آب در کشت سه‌ردیفه و کشت معمول به‌ترتیب ۱۳/۳ و ۷/۲ کیلوگرم در مترمکعب و شاخص بهره‌وری اقتصادی نیز به‌ترتیب ۶/۳ و ۴/۱ میلیون ریال بر مترمکعب تعیین شد.

واژه‌های کلیدی: *آرایش کشت، بهره‌وری اقتصادی و فیزیکی، سامانه آبیاری، عملکرد غده*

بیان مسئله

با توجه به برداشت‌های بی‌رویه آب از چاه‌های کشاورزی و هم‌چنین تغییرات اقلیمی در سال‌های اخیر که منجر به تغییر پراکنش بارندگی، تغییر دبی رودخانه‌ها و آبدهی چاه‌ها شده، سطح آب‌های زیرزمینی بیش‌تر دشت‌های کشور به‌طور چشمگیری افت کرده است. لذا بیش‌تر اراضی کشاورزی کشور با تنش آبی روبرو بوده و هرساله بر وسعت اراضی مواجه با بحران کمبود آب افزوده می‌شود. کمبود و کاهش تدریجی منابع آب از مهم‌ترین عوامل محدودکننده تولیدات کشاورزی به‌شمار می‌رود. از این‌رو استفاده بهینه از منابع آب و افزایش بهره‌وری آب از ضروریات بخش کشاورزی محسوب شده و توسعه روش‌های آبیاری نوین برای کنترل و مهار این وضعیت بحرانی، امری ضروری می‌باشد.

سیب‌زمینی یکی از مهم‌ترین محصولات زراعی دنیا بوده و از نظر اهمیت غذایی، مقام چهارم را بعد از گندم، برنج و ذرت داشته و نقش مهمی در تغذیه و سبد غذایی جمعیت جهان دارد (٦). با افزایش جمعیت دنیا، نیاز به مواد غذایی روز به روز افزایش می‌یابد. با توجه به این که سازمان خواروبار جهانی اعلام کرده است که جمعیت جهان تا سال ۲۰۳۰ به بیش از ۸ میلیارد نفر خواهد رسید لذا تأمین مواد غذایی این جمعیت، نیاز به کوشش و پیگیری در زمینه کشاورزی و سایر علوم دارد. با وجود پیشرفت‌های قابل‌توجه در سه دهه اخیر، تولید سالیانه مواد غذایی فقط در حدود ۲۰ درصد افزایش یافته است. در این راستا براساس برآوردهای موجود، مقدار تولید محصولات غذایی در کشورهای در حال توسعه تا سال ۲۰۳۰ باید ۷۰ درصد بیش‌تر از تولید فعلی آن باشد تا بتواند همگام با جمعیت رو به رشد حرکت کرده و به‌درستی جوابگوی نیازهای آن‌ها باشد. رقابت شدید در بازار بین‌المللی غلات و سایر محصولات کشاورزی سبب نوسان قیمت مواد غذایی در جهان و در نهایت، منجر به خطر کمبود مواد غذایی و ناآرامی‌های اجتماعی در کشورهای کم درآمد خواهد شد. یکی از راهبردهایی که به کاهش این ریسک (خطرپذیری) کمک می‌کند، تغییر تولید مواد غذایی به سمت تولید محصولات اساسی با ارزش غذایی بالا مانند سیب‌زمینی است (۳).

از طرفی، آبیاری قطره‌ای یکی از روش‌های پیشرفته آبیاری تحت فشار محسوب می‌شود. در این روش، آب از بخش کنترل مرکزی وارد لوله‌های آبرسان شده و سپس با فشار کم از روزنه یا قطره‌چکان از شبکه خارج و به‌صورت قطره در پای بوته گیاه قرار گرفته و منطقه اطراف ریشه را آبیاری می‌کند. فشار لازم در این سامانه به‌وسیله پمپ یا اختلاف ارتفاع تأمین می‌شود. روشی از این سامانه به نام سامانه تیپ برای گیاهان ردیفی از جمله: سیب‌زمینی، چغندرقند، ذرت و پنبه مورد استفاده قرار گرفته و در کشور ما نیز به‌صورت موفقیت‌آمیزی توسعه پیدا کرده است. از مزایای این روش می‌توان به کاهش مصرف آب، افزایش راندمان آبیاری تا ۹۰ درصد، افزایش عملکرد، بهبود کیفیت محصول، کاهش هزینه کارگری و عدم نیاز به تسطیح اشاره کرد (۱، ٤، ٥ و ۲). به‌کارگیری این روش می‌تواند نقش مهمی در کنترل مقدار آب مصرفی و هم‌چنین جلوگیری از تخریب و فرسایش خاک زراعی داشته باشد (۸). روش اجرای نوارها بر عملکرد غده، کارایی مصرف آب و یکنواختی غده‌ها تأثیر دارد (۷). افزایش عملکرد غده، تولید غده‌های مناسب بذری با اندازه ۳۵ تا ۵۵ میلی‌متر و افزایش کارایی مصرف آب آبیاری در روش آبیاری قطره‌ای (تیپ) به‌وسیله باغانی (۱۳۸۸) نیز گزارش شده است (٤). لذا با توجه به تمام موارد بالا و هم‌چنین با عنایت به کمبود آب در بیش‌تر نقاط کشور از جمله: استان همدان، لزوم استفاده از سامانه‌های نوین آبیاری قطره‌ای ضروری به‌نظر می‌رسد.

میزان آب آبیاری زراعت سیب‌زمینی در کشور و در طول دوره رشد و نمو، براساس عواملی از جمله: شرایط آب و هوایی منطقه، نوع رقم، فصل کاشت و نوع خاک متغیر می‌باشد. هم‌چنین هرگونه کم‌آبیاری در زراعت سیب‌زمینی باعث کاهش عملکرد غده و عملکرد قابل فروش می‌شود (٤).

از طرفی تراکم بوته سیب‌زمینی به‌وسیله شاخص‌هایی مانند: اندازه غده بذری، فاصله بین ردیف‌ها و بین بوته‌ها، تعداد ساقه و آرایش بوته‌ها مشخص می‌شود (٦). در گیاهان غده‌ای همانند سیب‌زمینی، تعیین فاصله ردیف کاشت از اهمیت بالایی برخوردار است زیرا علاوه بر عملکرد غده، کیفیت و بازارپسندی آن‌ها را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد. فاصله کشت از عوامل مؤثر بر عملکرد و اجزاء آن در تولید غده سیب‌زمینی بذری، خوراکی و صنعتی می‌باشد. کاهش

فاصله ردیف کاشت، ابزار غیرشیمیایی مناسبی در مدیریت علف‌های هرز به‌شمار می‌رود. بسیاری از گیاهان زراعی به دلایلی از جمله: کاهش هزینه مصرف بذر، مدیریت بهتر مزرعه، تخریب کم‌تر خاک و سادگی کنترل مکانیکی و شیمیایی علف‌های هرز به‌صورت ردیف‌های با طول زیاد کشت می‌شوند. یکی از معایب اساسی فاصله زیاد بین ردیف‌ها، کاهش رقابت گیاه زراعی با علف‌های هرز و افزایش رقابت درون گونه‌ای گیاهان زراعی است. کاهش فاصله ردیف‌های کاشت، توانایی رقابت گیاهان زراعی با علف‌های هرز و نیز عملکرد گیاه زراعی را افزایش و نیاز به کاربرد علف‌کش‌ها را کاهش می‌دهد (۹). تأثیر کاهش فاصله بین ردیف بر رشد و نمو علف‌های هرز ناشی از عواملی مانند: بسته شدن سریع‌تر تاج‌پوشش گیاه، کاهش و یا تغییر کیفیت نور رسیده به سطح خاک، کاهش فضای قابل دسترس برای رشد علف‌های هرز و نیز افزایش رقابت گیاه زراعی در جذب منابع مشترک رشد می‌باشد (۱۰).

در حال حاضر در آرایش‌های کشت معمول سیب‌زمینی که با روش‌های آبیاری سطحی، بارانی و قطره‌ای (تیپ) آبیاری می‌شوند، از پشته‌های ۷۵ سانتی‌متری (پشته منفرد) برای کاشت استفاده می‌شود. محققان و کشاورزان در تلاشند تا در راستای کاهش هزینه‌های کشت، افزایش درآمد حاصله وهم‌چنین افزایش بهره‌وری آب، شرایط کشت را تغییر دهند.

این مطالعه، به‌منظور آشنایی کشاورزان سیب‌زمینی‌کار با مزایای اقتصادی کشت روی پشته‌های تلفیق‌شده (پهن) و افزایش بهره‌وری آب در شرایط مدیریت زارعین انجام شد. در طول فصل رشد (زمان کاشت، اواسط و اواخر فصل رشد) از بهره‌برداران و سیب‌زمینی‌کاران علاقمند مناطق مورد مطالعه در استان همدان دعوت شد تا از نزدیک در جریان امور قرار گیرند. هدف از این بررسی، مقایسه عمکرد غده و بهره‌وری آب در پشته‌های تلفیق‌شده با استفاده از سامانه آبیاری قطره‌ای (تیپ) با کشت معمول (پشته منفرد) در شرایط مدیریت زارعین بود.

معرفی دستاورد

برای اجرای این تحقیق، مزرعه آقای طاووسی واقع در روستای هارون‌آباد از توابع شهرستان بهار استان همدان انتخاب شد. این منطقه از نظر اقلیمی دارای آب و هوای معتدل و کوهستانی بوده، رژیم بارندگی آن از نوع اقلیم مدیترانه‌ای است. میانگین بارندگی منطقه ۳۲۲ میلی‌متر است.

در این بررسی، کشت سه‌ردیفه سیب‌زمینی (کشت تلفیقی با رقم سانته) به فاصله ۴۰ سانتی‌متر بر روی یک پشته ۱۵۰ سانتی‌متری با اختصاص دو نوار آبیاری قطره‌ای (تیپ) بین این سه ردیف، با کشت یک‌ردیفه (با یک نوار تیپ) بر روی پشته‌های ۷۵ سانتی‌متری (کشت معمول یا منفرد) مورد مقایسه قرار گرفتند (شکل ۱). عملیات آماده‌سازی و تهیه زمین و هم‌چنین کاشت (تاریخ ۱۴۰۱/۰۱/۲۵) و داشت براساس نیاز و مطابق روش کشاورز سیب‌زمینی‌کار انجام گرفت. مساحت کل زمین مورد استفاده حدود ۴,۰۰۰ مترمربع بود که برای هر تیمار ۲,۰۰۰ مترمربع در نظر گرفته شد. از نوارهای آبیاری قطره‌ای (تیپ) با فاصله قطره‌چکان ۳۰ سانتی‌متر و دبی ۳/۲ لیتر بر ساعت استفاده شد. عرض هر تیمار حدود ۴۰ متر و طول ردیف‌های کشت ۵۰ متر منظور شد. تعداد کل بوته‌های کشت‌شده در هر دو کشت تلفیقی و منفرد (به‌دلیل این که در کشت سه‌ردیفه، فاصله بوته‌ها در روی هر ردیف، بیش‌تر از کشت یک ردیفه بود)، برابر شد. به‌عبارتی، میزان بذرمصرفی در هر دو روش کشت مورد بررسی، یکسان بود.

پس از محاسبه نیاز آبی به روش پنمن ـ مانتیس و در نظر گرفتن راندمان آبیاری ۹۰ درصد، حجم آب آبیاری در هر آبیاری به‌وسیله کنتورهای کالیبره‌شده اندازه‌گیری شد. حدود دو هفته قبل از برداشت، سرزنی اندام‌های هوایی انجام شد تا غده‌ها فرصت کافی برای پوست‌گیری داشته باشند و حساسیت آن‌ها به پوسته پوسته شدن و خرد شدن کاهش یابد. در زمان برداشت (تاریخ ۱۴۰۱/۰۵/۱۰) از مزرعه مورد مطالعه (دو تیمار) رکوردگیری به‌عمل آمد. سپس نسبت به تعیین عملکرد محصول به کیلوگرم در هکتار و آب مصرفی به مترمکعب در هکتار اقدام شد. هم‌چنین شاخص بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب محاسبه شد. ساده‌ترین روشی که در مزارع کشاورزی برای برآورد بهره‌وری فیزیکی آب یک گیاه می‌توان به‌کار برد، عملکرد از هر واحد حجم آب (CPD) است. در این شاخص از نسبت مقدار محصول تولیدشده به مقدار حجم آب مورد نیاز گیاه استفاده شد (رابطه ۱).

$$CPD = \frac{TP}{TW_c} \qquad (۱)$$

در رابطه ۱: TP میزان محصول تولیدشده (کیلوگرم در هکتار) و TW_C حجم آب مصرف‌شده در هکتار است. بنابراین CPD، بهره‌وری فیزیکی آب بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب است.

شاخص سود ناخالص یا درآمد به ازای هر واحد حجم آب (BPD) که نسبت سود ناخالص به ازای هر واحد حجم آب مصرف‌شده است، از رابطه ۲ محاسبه شد.

$$BPD = \frac{TR}{TW_c} \quad (۲)$$

در رابطه ۲: TR کل درآمد حاصل از محصول به ازای هر واحد آب مصرفی و TW_C حجم آب مصرف‌شده در هکتار است. بنابراین BPD، بهره‌وری اقتصادی آب (ناخالص) بر حسب ریال بر مترمکعب است.

شاخص سود خالص به ازای هر واحد حجم آب (NBPD)، نسبت میزان سود خالص به ازای هر واحد حجم آب مصرف‌شده است (رابطه ۳).

$$NBPD = \frac{NB}{TW_c} \quad (۳)$$

در رابطه ۳: NB سود خالص محصول و TW_C حجم آب مصرف‌شده در هکتار است. بنابراین NBPD، بهره‌وری اقتصادی آب (خالص) بر حسب ریال بر مترمکعب است.



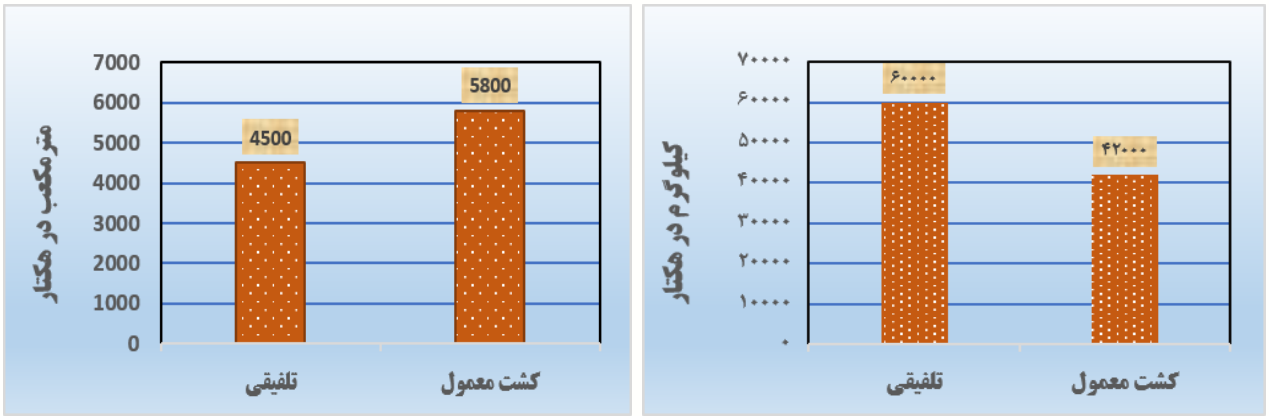
شکل ۱- مراحل کاشت و داشت سیب‌زمینی در مزرعه انجام آزمایش

مطابق جدول ۱ و شـــکل‌های ۲، ۳ و ٤ نتایج این تحقیق نشـان داد که عملکرد غده در آرایش کشـت سـه ردیف روی یک پشـــته (با روش آبیاری قطره‌ای تیپ)، ٦٠ تن در هکتار و عملکرد غده در کشت معمول (یک ردیف کشت بر روی پشته

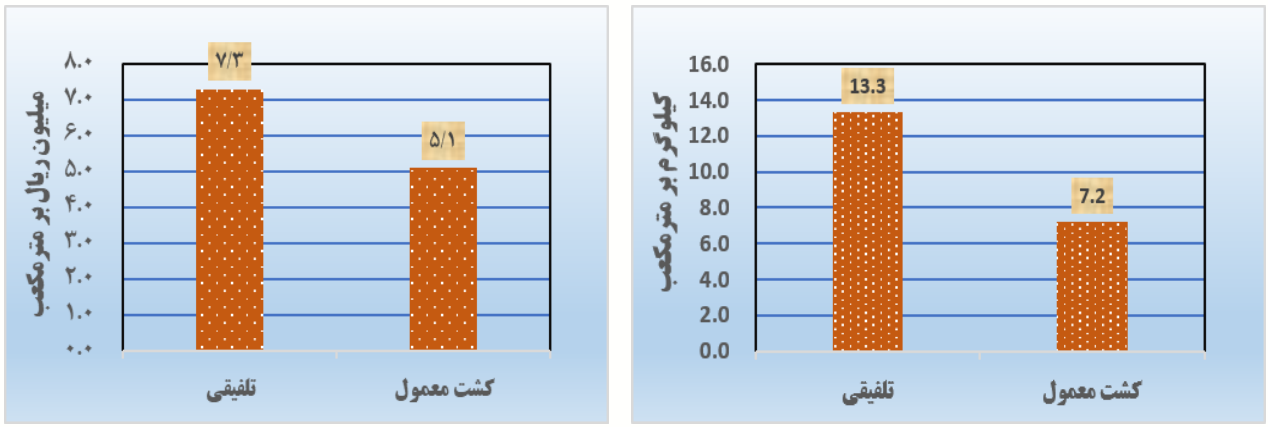
با روش آبیاری قطره‌ای تیپ)، ٤٢ تن در هکتار بود. افزایش عملکرد غده در آرایش کشت سه‌ردیفه نسبت به روش معمول، ۱۸ تن در هکتار بود که معادل ٤٣ درصد می‌باشد. میزان آب آبیاری در کشت پشته‌های تلفیقی (سه‌ردیفه) و کشت معمول به‌ترتیب ٤,٥٠٠ و ٥,٨٠٠ مترمکعب تعیین شد. میزان صرفه‌جویی و کاهش مصرف آب ۱,۳۰۰ مترمکعب در هکتار (۲۲ درصد) در کشت تلفیقی بود. بهره‌وری فیزیکی آب، در آرایش کشت سه‌ردیفه و کشت معمول به‌ترتیب ۱۳/۳ و ۷/۲ کیلوگرم در مترمکعب تعیین شد که افزایش ۸۵ درصدی را در کشت تلفیقی نشان می‌دهد. میزان شاخص بهره‌وری ناخالص اقتصادی (سود ناخالص به ازای آب مصرفی) در کشت سه‌ردیفه و کشت معمول به‌ترتیب برابر ۷/۳ و ٥/۱ و شاخص بهره‌وری خالص اقتصادی (سود خالص به ازای آب مصرفی) به‌ترتیب برابر ٦/۳ و ٤/۱ میلیون ریال بر مترمکعب (افزایش ٥٤ درصدی) تعیین شد.

جدول ۱- مقایسه عملکرد غده، میزان آب مصرفی و بهره‌وری آب با آرایش کشت سه‌ردیفه نسبت به آرایش کشت معمول در طرح

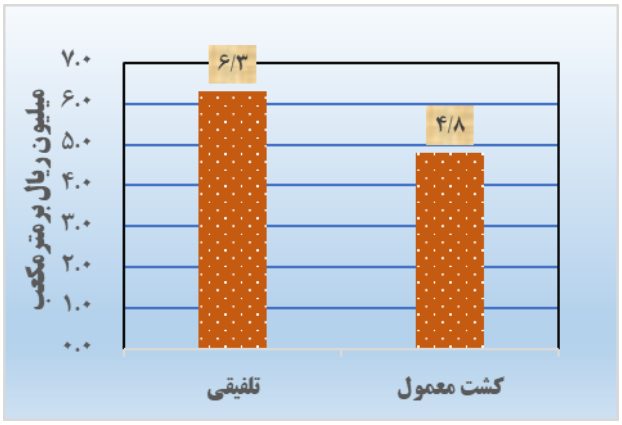
آرایش کاشت	عملکرد غده (تن در هکتار)	میزان آب مصرفی (مترمکعب)	شاخص بهره‌وری فیزیکی (کیلوگرم در مترمکعب)	شاخص بهره‌وری خالص اقتصادی ـ BPD (میلیون ریال در مترمکعب)	شاخص بهره‌وری ناخالص اقتصادی ـ NBPD (میلیون ریال در مترمکعب)
سه ردیف روی یک پشته با دو نوار تیپ در عرض ۱۵۰ سانتی‌متر	٦٠,٠٠٠	٤,٥٠٠	۱۳/۳	۷/۳	٦/۳
یک ردیف روی دو پشته ۷۵ سانتی‌متری	٤٢,٠٠٠	٥,٨٠٠	۷/۲	٥/۱	٤/۱
اختلاف	۱۸,۰۰۰	-۱,۳۰۰	٦/۱	۲/۲	۲/۲



شکل ۲- عملکرد غده سیب‌زمینی (سمت راست) و مقدار آب مصرفی (سمت چپ) در دو کشت تلفیقی و معمول



شکل ۳- بهره‌وری فیزیکی (سمت راست) و بهره‌وری ناخالص اقتصادی (BPD – سمت چپ) در دو کشت تلفیقی و معمول



شکل ۴- بهره‌وری خالص اقتصادی (NBPD) در دو کشت تلفیقی و معمول

توصیه ترویجی

در این بررسی، برتری آرایش کشت سه ردیف روی یک پشته با دو نوار تیپ و با عرض پشته ۱۵۰ سانتی‌متری (تلفیقی) نسبت به آرایش کشت معمول کاملاً مشهود بود. لذا با توجه به افزایش عملکرد غده (۱۸,۰۰۰ کیلوگرم در هکتار)، افزایش شاخص بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب و صرفه‌جویی در مصرف آب، کاشت ارقام با غده‌کار سه‌ردیفه روی یک پشته به عرض کاشت ۱۵۰ سانتی‌متر برای مزارع تولید سیب‌زمینی توصیه می‌شود.

فهرست منابع

۱- اخوان، سمیرا؛ سید فرهاد موسوی؛ بهروز مصطفی‌زاده فرد و علی قدمی فیروزآبادی. ۱۳۸٦. بررسی آبیاری تیپ و شیاری از لحاظ عملکرد و کارایی مصرف آب در زراعت سیب‌زمینی. *نشریه علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی)*، سال یازدهم، شماره ۳ (پیاپی ٤١)، صفحه ۱۵ تا ۲٦.

۲- اخوان، کرامت. ۱۳۹۳. بهبود مدیریت استفاده از آب در فرایند تولید محصولات کشاورزی (آبیاری تحت فشار

با تأکید بر روش آبیاری قطره‌ای نواری (تیپ)). مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی، سازمان جهاد کشاورزی استان اردبیل. نشریه فنی شماره ۲۸، شماره ثبت ٤٦٧٥٠ مورخ ۱۳۹۳/۱۲/۱۲. ۲۸ صفحه.

۳- اصغری، داود. ۱۳۸۹. تاریخچه سیب‌زمینی. مدیریت ترویج و مشارکت مردمی سازمان جهاد کشاورزی خراسان رضوی.

٤- باغانی، جواد. ۱۳۸۸. آرایش کاشت و مقادیر آب در زراعت سیب‌زمینی با آبیاری قطره‌ای در مشهد. مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۳، شماره ۱، صفحه ۱۵۳ تا ۱۵۹.

۵- بی‌نام. ۱۳۹٤. آبیاری قطره‌ای. ویکی پدیا، دانشنامه آزاد. آخرین دسترسی: ۱٤۰۵/۰۸/۰٦.

٦- حسن‌پناه، داود و حسین اکبرلو. ۱۳۹۲. پرورش و فرآوری سیب‌زمینی خوراکی و بذری. نشر دانش نگار. ۲۲٤ صفحه.

۷- صباح، آرش و سیدعلی غفاری‌نژاد. ۱۳۸۷. تعیین مناسب‌ترین میزان مصرف آب در آبیاری قطره‌ای و بهترین روش قرار گرفتن نوارها بر عملکرد سیب‌زمینی در منطقه جیرفت. *مجله پژوهش و سازندگی (زراعت و باغبانی)*، شماره ۷۹، صفحه ۱۹٤ تا ۱۹۹.

۸- صدر قاین، سیدحسین؛ محمدمهدی نخجوانی مقدم و جواد باغانی. ۱۳۸۹. اثر آرایش کاشت و سطوح مختلف آب بر عملکرد سیب‌زمینی در روش آبیاری قطره‌ای (تیپ) در منطقه فیروزکوه. *مجله آبیاری و زهکشی ایران*، سال چهارم، شماره ۱، صفحه ۹۹ تا ۱۰۸.

۹- صمدی، فاطمه و حمیدرضا محمددوست چمن‌آباد. ۱۳۹۲. تأثیر گیاهان پوششی و فاصله ردیف کاشت بر کنترل علف‌های هرز و عملکرد در سیب‌زمینی. *نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)*، جلد ۲۷، شماره ٤، صفحه ٤۳٤ تا ٤٤۱.

10- Ghadiri, H. and Bayat, M.L. 2004. Effect of row and plant spacing on weed competition with Pinto Beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Agricultural Science and Technology*, Volume 6, Issue 1, pp: 1-9.