اثر آرایش کاشت بر برخی صفات کمی و کیفی مرتبط با عملکرد غده و کارایی مصرف آب ارقام سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum*) در منطقه اردبیل

صونیا بهمنش[۱]، مهرداد یارنیا [۲*]، داوود حسن‌پناه[۳]، ابراهیم خلیلوند بهروزیار[۴] و بهرام میرشکاری[۵]

۱) دانشجوی دکتری گروه زراعت، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران.
۲) استاد گروه زراعت، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران.
۳) استادیار بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل (مغان)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اردبیل، ایران.
۴) استادیار گروه زراعت، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران.
۵) دانشیار گروه زراعت، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران.
* **نویسنده مسئول: m.yarnia@yahoo.com**

این مقاله مستخرج از رساله دکتری می‌باشد.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۶/۰۲ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۹/۰۸**

چکیده

زراعت سیب‌زمینی نقش تعیین کننده‌ای در اقتصاد استان اردبیل دارد و اساس تغییرات اقتصادی و حتی معیشتی مردم متاثر از تولید و عرضه این محصول استراتژیک بوده و به نوعی در جریان زندگی اقتصادی مردم دخالت دارد. این تحقیق با هدف افزایش بهره‌وری آب و عملکرد غده سیب‌زمینی با انتخاب آرایش کاشت مناسب برای منطقه اردبیل طی سال‌های ۹۷-۱۳۹۶ اجرا شد. در این آزمایش دو فاکتور شامل (آرایش کاشت و ارقام سیب‌زمینی) هر کدام در چهارسطح (دو ردیف با عرض کاشت ۱۵۰ سانتی‌متر با دو نوار تیپ در دو پشته، سه ردیف با عرض کاشت ۱۵۰ سانتی‌متر با دو نوار تیپ در روی یک پشته، چهار ردیف با عرض کاشت ۱۵۰ سانتی‌متر در روی دو پشته و در هر پشته دو ردیف و روش مرسوم یعنی یک نوار تیپ و دو ردیف با عرض کاشت ۱۵۰ سانتی‌متر با آبیاری غرقابی) و ارقام سیب‌زمینی به نام‌های (آگریا، میلوا، جلی و بانبا) با طبقه بذری گواهی شده بر اساس آزمایش اسپیلت بلوک بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. بر اساس نتایج به دست آمده آرایش کاشت بر ارتفاع بوته، تعداد ساقه اصلی در بوته، تعداد غده در بوته، عملکرد غده، کارایی مصرف آب، درصد نیتروژن کل، ویتامین ث و قندهای احیایی غده معنی‌دار شد. حداکثر عملکرد غده و کارایی مصرف آب مربوط به ارقام میلوا و جلی با آرایش کاشت چهار ردیف با فاصله عرض کاشت ۱۵۰ سانتی‌متر در روی دو پشته و در هر پشته دو ردیف و یک نوار تیپ، به ترتیب ۷۵/۸۰ و۷۲/۳۲ تن در هکتار و ۱۰/۱۳ و ۹/۶۶ کیلوگرم بر متر مکعب حاصل شد، به‌طوری‌که عملکرد غده این دو رقم نسبت به روش مرسوم کشت به ترتیب ۴۹ و ۴۱/۸۵ تن در هکتار و کارایی مصرف آب ۸/۲۵ و ۷/۵۲ کیلوگرم بر متر مکعب افزایش نشان داد. بر اساس نتایج تجزیه به عامل‌ها، صفات ارتفاع بوته، تعداد ساقه اصلی در بوته، عملکرد غده و کارایی مصرف آب در آرایش کشت چهار ردیف با فاصله عرض کاشت ۱۵۰ سانتی‌متر در رقم میلوا دارای بیشترین مقدار بودند.

واژه‌های کلیدی: آبیاری تیپ، آرایش کاشت، سیب زمینی، عملکرد غده و کارایی مصرف آب.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.49.2.7]

مقدمه

بر اساس آخرین آمار جهانی ارائه شده توسط فائو در سال ۲۰۱۸، سیب‌زمینی با تولید ۳۸۷ میلیون تن، در ۹۲ درصد از کشورهای جهان کشت می‌شود. چین با ۹۹/۱۲۲۴ میلیون تن تولید و سهم ۲۵/۶۲ درصدی از کل تولید جهان بزرگ-ترین تولید کننده سیب‌زمینی می‌باشد. کشورهای هند و روسیه به ترتیب با تولید ۴۳/۷۷ و ۳۱/۱۱ میلیون تن سیب‌زمینی دو تولید کننده برتر بعدی بودند. ایران با ۵/۱۶۵ میلیون تن تولید و سهم ۱/۳۳ درصدی در جهان جایگاه سیزدهم و در آسیا بعد از چین و هند در رتبه سوم بزرگ‌ترین تولیدکننده‌ها قرار دارد. کشورهای چین، هند، روسیه، اوکراین، آمریکا، آلمان، بنگلادش، لهستان، فرانسه، هلند، بلاروس، انگلیس و ایران به ترتیب مقام‌های اول تا سیزدهم را در تولید سیب-زمینی به خود اختصاص داده‌اند. حدود ۳۷ درصد سیب‌زمینی جهان در دو کشور چین و هند تولید می‌شود (FAO, 2018). بر اساس آخرین آمار وزارت جهاد کشاورزی در سال ۱۳۹۵، سطح برداشت سیب‌زمینی کشور حدود ۱۵۹۰۶۱ هکتار برآورد شده که معادل ۱/۴۱ درصد از کل سطح برداشت محصولات زراعی می‌باشد و ۹۹/۴۴ درصد آن اراضی با کشت آبی و بقیه هم سطح برداشت اراضی با کشت دیم بوده است. استان همدان با ۲۶۰۶۷ هکتار سطح برداشت سیب-زمینی کشور در مقام نخست قرار دارد. استان‌های اردبیل با ۲۲۴۱۴ هکتار، اصفهان با ۱۳۸۸۶ هکتار، آذربایجان‌شرقی با ۱۰۳۳۳ هکتار و کردستان با ۹۸۸۷ هکتار از سطح برداشت سیب‌زمینی به ترتیب مقام‌های دوم تا پنجم کشور را به خود اختصاص داده‌اند. پنج استان مزبور بیش از۵۰ درصد از سطح برداشت سیب‌زمینی کل کشور را دارا هستند (Anonymous, 2020). 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 (FAO, 2018). این گیاه علاوه بر تأمین انرژی و کیفیت خوب پروتئین، به عنوان منبع ویتامین ث و مواد معدنی نیز مطرح می‌باشد (Burgos *et al*., 2009). با افزایش مداوم جمعیت دنیا، نیاز به مواد غذایی روز به روز افزایش می‌یابد، لذا تأمین مواد غذایی این جمعیت اهمیت زیادی دارد. سیب‌زمینی برای رشد به ۴۰۰ تا ۸۵۰ میلی‌متر آب نیاز داشته و برخی پژوهشگران این میزان را ۹۰۰ میلی‌متر نیز گزارش نموده‌اند (Carli *et al*., 2014). از مزایای آبیاری قطره‌ای 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. مهم‌ترین تفاوت آبیاری قطره‌ای (تیپ) با سایر روش‌های آبیاری در این است که در یک دوره زمانی محدود (۲۴ تا ۷۲ ساعت)، بین تبخیر از خاک و تعرق از گیاه و همچنین مقدار آبی که باید به زمین داده شود تعادل برقرار می‌شود. بنابراین به دلیل محدود بودن میزان آب در دسترس، بیشترین بهره‌وری از آب انجام می‌پذیرد (Akhavan *et al*., 2007). به کارگیری این روش می‌تواند نقش مهمی در کنترل مقدار آب مصرفی و همچنین جلوگیری از تخریب و فرسایش خاک

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.49.2.7]

زراعی داشته باشد. افزایش عملکرد غده، تولید غده‌های مناسب بذری با اندازه ۵۵-۳۵ میلی‌متر و افزایش کارایی مصرف آب آبیاری در روش آبیاری قطره‌ای (تیپ) توسط گزارش شده است (باغانی، ۱۳۸۸). Mubarak و همکاران (۲۰۱۸) با بررسی واکنش دو رقم سیب‌زمینی به روش‌های مختلف آبیاری قطره‌ای و سطحی در نواحی خشک مدیترانه‌ای گزارش کردند که آبیاری قطره‌ای به‌طور قابل توجهی باعث افزایش کارایی مصرف آب نسبت به سایر روش‌های آبیاری می‌شود. تراکم بوته سیب‌زمینی به وسیله شاخص‌هایی مانند اندازه غده بذری، فاصله بین ردیف‌ها و بین بوته‌ها، تعداد ساقه و آرایش بوته‌ها مشخص می‌گردد. Bussan و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که افزایش تراکم بوته و ساقه سیب‌زمینی موجب کاهش اندازه غده تولیدی و نهایتاً کاهش عملکرد می‌شود. در گیاهان غده‌ای، تعیین فاصله ردیف کاشت، از اهمیت بیشتری 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 اجزای آن در تولید غده سیب‌زمینی بذری، خوراکی و صنعتی می‌باشد. در سیب‌زمینی، تراکم ساقه اصلی در واحد سطح، اهمیت زیادی دارد. این تراکم تحت تاثیر عواملی چون پتانسیل تولید منطقه، رقم، قدرت رشد و تولید هر ساقه و در نهایت هدف تولید می‌باشد (Rich and Renner, 2007). Qasim و همکاران (۲۰۱۳) با بررسی آرایش کشت (کاشت روی پشته عریض پوشش داده شده با خاک در یک طرف عرض پشته ۷۵ سانتی‌متر، در داخل فارو بدون پشته، در خطالراس) نتیجه گرفتند حداکثر رشد غده (۸۸/۷ درصد)، تعداد ساقه اصلی در بوته (۳/۵ عدد)، گسترش بوته (۴۵/۵ سانتی‌متر)، متوسط تعداد غده در بوته (۱۰/۱ عدد) و عملکرد غده در تیمار آرایش کشت روی پشته عریض پوشش داده شده با خاک در یک طرف بود و بیشترین ارتفاع بوته در تیمار کشت در روی پشته بدست آمد. فریدی مایوان و همکاران (۱۳۹۷) با الگوهای مختلف کاشت شامل عرض پشته ۷۵ سانتی‌متر، دو ردیف ۳۵ سانتی‌متری روی پشته ۱۵۰ سانتی‌متر و دو ردیف ۴۵ سانتی‌متری روی پشته ۱۵۰ سانتی‌متر و سطوح مختلف آبیاری گزارش کردند بالاترین کارایی مصرف آب در تیمار ۱۰۰ درصد و ۸۰ درصد آبیاری مزبور به تیمار دو ردیف ۴۵ سانتی‌متری روی پشته ۱۵۰ سانتی‌متر و در تیمار ۶۰ درصد آبیاری مربوط به تیمار دو ردیف ۳۵ سانتی‌متری روی پشته ۱۵۰ سانتی‌متر بود. شیری جناقرد و همکاران (۱۳۸۶) با مطالعه الگوهای مختلف کشت (کشت مرسوم با ۷۵ سانتی‌متر فاصله ردیف‌های کشت، کشت دو ردیفه روی یک پشته عریض ۱۵۰سانتی‌متری با فواصل ردیف‌های ۳۵ و ۴۵ سانتی‌متر) بر عملکرد و اجزای عملکرد سیب-زمینی نشان داد از نظر الگوی کشت در صفات مختلف اثر معنی‌داری وجود نداشت. افزایش عملکرد غده‌های بذری و کارایی مصرف آب در روش آرایش کاشت یک نوار تیپ برای دو ردیف کاشت به فاصله ۳۵ سانتی‌متر توسط باغانی (۱۳۸۸) گزارش شده است. این تحقیق با هدف افزایش عملکرد سیب‌زمینی و افزایش بهره‌وری آب آبیاری، کاهش مصرف آب و انتخاب آرایش کاشت مناسب برای منطقه اردبیل در طی سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ اجرا شد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]

[DOR: 20.1001.1.20084403.1400.13.49.2.7]

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت اسپیلت بلوک بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در منطقه اردبیل به شیوه آبیاری قطره‌ای (تیپ) و سطحی (غرقابی) در طی سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ اجرا گردید. عوامل آزمایشی چهار تیمار آرایش کاشت با دستگاه غده‌کار شامل دو ردیف با فاصله عرض کاشت ۱۵۰ سانتی‌متر روی دو پشته و هر پشته با یک نوار تیپ (با تراکم کشت ۵۳۳۳۳ بوته در هکتار)، سه ردیف با فاصله عرض کاشت ۱۵۰ سانتی‌متر با دو نوار تیپ در روی یک پشته (با تراکم کشت ۸۵۷۱۴ بوته در هکتار)، چهار ردیف با فاصله عرض کاشت ۱۵۰ سانتی‌متر در روی دو پشته و در هر پشته دو ردیف و یک نوار تیپ (با تراکم کشت ۸۸۸۸۹ بوته در هکتار) و روش مرسوم کشت به عنوان شاهد (دو ردیف با فاصله عرض کاشت ۱۵۰ سانتی‌متر با آبیاری سطحی و با تراکم کشت ۵۳۳۳۳ بوته در هکتار) در کرت‌های اصلی و چهار رقم سیب‌زمینی شامل ارقام آگریا، میلوا، جلی و بانبا با طبقه بذری گواهی‌شده در کرت‌های فرعی بودند. تعداد خطوط برای تیمار آرایش کاشت اول، دوم و چهارم، شش خط و برای تیمار آرایش کاشت سوم، هشت خط به طول ۱۵ متر و به فاصله بین دو بوته ۲۵ سانتی‌متر بود. در هر دو سال، تاریخ کشت در دهه اول اردیبهشت ماه انجام شد. غده‌ها در تیمار آرایش کاشت اول و چهارم در وسط پشته و در تیمار آرایش کاشت سه ردیف، غده‌ها به صورت زیگزاک و با دستگاه غده‌کار مجهز به کودکار کشت شد. غده‌ها در تیمار آرایش کاشت چهار ردیف در روی دو پشته با دستگاه غده‌کار مجهز به کودکار به صورت زیگزاک کشت گردید. کودهای فسفاته از نوع سوپرفسفات به مقدار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار در دو نوبت (۵۰ درصد موقع کاشت و ۵۰ درصد در دوره تشکیل غده)، کود نیتروژنه از نوع اوره به مقدار ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار در سه نوبت (۲۵ درصد موقع کاشت، ۵۰ درصد در زمان سبز شدن و ۲۵ درصد بلافاصله پس از تشکیل غده)، کود پتاسه از نوع سولفات پتاسیم به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در یک نوبت (موقع کاشت)، کود حیوانی کاملا پوسیده به مقدار ۱۵ تن در هکتار (قبل از کاشت)، سولفات روی به مقدار ۳۰ کیلوگرم در هکتار (قبل از کاشت)، سولفات منگنز به مقدار ۳۰ کیلوگرم در هکتار (در زمان کاشت) و کود گوگردی به مقدار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار (قبل از کاشت) بر اساس آزمون خاک مصرف شد (جدول ۱). خاک محل آزمایش از نوع لومی رسی و میزان مواد آلی ۰/۹۷ درصد بود. زمین مورد نظر مسطح بوده و وضعیت آن از نظر زهکشی مناسب و سفره آب زیرزمینی در آن عمیق و وضعیت تهویه خاک نیز مطلوب می‌باشد. از سم پاراگوات به مقدار ۳ لیتر در هکتار بعد از کاشت و قبل از سبز شدن بوته‌های سیب‌زمینی برای کنترل علف‌های هرز در یک نوبت و از سم کنفیدور به مقدار ۲۵۰ میلی‌لیتر در دو نوبت برای مبارزه با آفت سوسک کلرادو و ناقلین بیمارهای ویروسی استفاده شد. از نظر اکولوژیک منطقه آزمایشی از اقلیم معتدل و نیمه سردسیر استان اردبیل بوده و متوسط بارندگی ۳۱۰ میلی‌متر و آب و هوای تا حد کمی مرطوب و ارتفاع از سطح دریا ۱۳۷۲ متر و طول و عرض جغرافیایی آن به ترتیب ۲۰

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.49.2.7]

درجه و ۴۸ دقیقه و ۳۸ درجه و ۱۵ دقیقه می‌باشد. متوسط حداکثر و حداقل دمای سالانه و حداکثر دمای مطلق به ترتیب ۱/۹۸، ۱۵/۱۸ و ۲۱/۵۸ درجه سلسیوس است. این منطقه دارای زمستان‌های بسیار سرد و تابستان‌های معتدل می‌باشد. وجود کوهستان‌های سبلان، طالش و بزغوش، تأثیر بخارهای دریای خزر و بادهای سرد شمالی و وجود جنگل‌های شمال و شرق آن در میزان بارندگی و نوسان دمای منطقه اردبیل بسیار مؤثر است.آمار هواشناسی منطقه اردبیل در مرحله رشد سیب‌زمینی در طی سال‌های ۱۳۹۶ و۱۳۹۷ در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۱: خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و آب محل آزمایش

نوع تجزیه	خاک	نوع تجزیه	آب
شوری (دسی زیمنس بر متر)	۱/۲۵	شوری (میکروزیمنس بر متر)	۱۵۰۰
اسیدیته	۷/۶۴	اسیدیته	۷/۶۶
درصد اشباع	۲۹	کربنات	۰
درصد آهک	۷/۵	بی‌کربنات (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۳۸۲
بافت	لومی رسی	سولفات (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۱۵۵
کربن آلی	۰/۹۷	کلر (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۱۹۵
درصد نیتروژن کل	۰/۱	سدیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۱۲۳/۹۸
فسفر قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۳/۴	کلیسم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۱۱۸
پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۲۳۰	منیزیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۴۴/۲
روی (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۱/۲۲	نسبت جذب سدیم	۲/۴۶
آهن (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۳/۲۲	کل مواد جامد محلول (میلی‌گرم بر لیتر)	۷۵۰
مس (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۳/۲	سختی کل	۴۸۰
منگنز (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۴/۲	-	-

جدول۲: آمار هواشناسی منطقه اردبیل طی سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷

ماه‌های سال	سال ۱۳۹۶					سال ۱۳۹۷				
	میزان بارندگی (میلی‌متر)	میانگین دما (سانتی‌گراد)			متوسط رطوبت (درصد)	میزان بارندگی (میلی‌متر)	میانگین دما (سانتی‌گراد)			متوسط رطوبت (درصد)
		حداقل	حداکثر	میانگین			حداقل	حداکثر	میانگین	
فروردین	۳۰/۳	۲/۱	۱۴/۳	۸/۲	۶۹	۹/۳	۲/۳	۱۵/۷	۹/۰	۶۶
اردیبهشت	۳۲/۹	۷/۴	۲۱/۴	۱۴/۴	۶۴	۶۰/۳	۵/۹	۱۸/۹	۱۲/۳	۷۱
خرداد	۲/۴	۱۰/۰	۲۴/۵	۱۷/۳	۶۸	۲۸/۲	۱۰/۰	۱۳/۵	۱۶/۸	۷۱
تیر	۹/۳	۱۲/۸	۲۶/۱	۱۹/۵	۶۱	۳/۹	۱۳/۷	۲۹/۲	۲۱/۵	۶۰
مرداد	۱/۳	۱۱/۷	۲۹/۵	۲۰/۶	۵۸	۰/۹	۱۴/۹	۲۵/۷	۲۰/۳	۶۹
شهریور	۰/۱	۱۰/۲	۲۹/۳	۲۰/۰	۵۷	-	-	-	-	-

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]

[DOR: 20.1001.1.20084403.1400.13.49.2.7]

میزان آب مصرفی براساس مراحل مختلف رشد و نیاز گیاه مصرف گردید. برای محاسبه میزان آب آبیاری در هر نوبت و در هر مرحله از رشد سیب‌زمینی نیاز به مقادیر درصد ظرفیت مزرعه (FC)[۱]، درصد پژمردگی دایم (PWP)[۲]، جرم مخصوص ظاهری خاک (Bd.D)[۳]، آب قابل استفاده (AW)[۴] و آب سهل‌الوصول (RAW)[۵] می‌باشد. جرم مخصوص ظاهری خاک از نسبت جرم خاک خشک به حجم خاک دست نخورده بر حسب گرم بر سانتی‌متر مکعب به‌دست می‌آید. جرم مخصوص ظاهری خاک محل آزمایش بر اساس رابطه ۱ محاسبه شد و مقدار آن ۱/۲۹گرم بر سانتی‌متر مکعب به‌دست آمد (Sohrabi and Behnia, 2007):

رابطه ۱: $Bd.D = M_s - Vt$

در این رابطه Bd.D جرم مخصوص ظاهری خاک (گرم بر سانتی‌متر مکعب)، M_s جرم ذرات جامد (گرم) که از تفاضل جرم نمونه خشک با سیلندر (گرم) و جرم سیلندر (گرم) بدست می‌آید. Vt حجم سیلندر (سانتی‌متر مکعب) که برابر $Vt = (\pi/4)\times d^2\times h$ که در آن d قطر سیلندر و h ارتفاع سیلندر می‌باشد. مقدار ظرفیت مزرعه در پتانسیل ماتریک ۰/۳- بار و پژمردگی دایم در پتانسیل ماتریک ۱۵- بار با استفاده از دستگاه صفحه فشاری[۶] به‌دست آمد. مقدار ظرفیت مزرعه برابر ۲۹/۱ درصد (FC = ۲۹/۱%) و مقدار پژمردگی دائم برابر ۱۴/۶ درصد (PWP = ۱۴/۶%) و جرم مخصوص ظاهری خاک برابر ۱/۲۹گرم بر سانتی‌متر مکعب محاسبه گردید. حداکثر کمبود مجاز[۷] برای سیب‌زمینی ۰/۳۵ در نظر گرفته می‌شود. آب قابل استفاده (AW) از رابطه ۲ محاسبه شد (Sohrabi and Behnia, 2007):

رابطه ۲: $AW = (\Theta_{FC} - \Theta_{PWP})/100) \times Bd.D = ((۲۹/۱-۱۴/۶)/۱۰۰) \times ۱/۲۹ = \%۱۸/۷۰۵$

آب سهل الوصول (RAW) نیز از رابطه ۳ محاسبه گردید (Sohrabi and Behnia, 2007):

رابطه ۳: $RAW = AW \times MAD = ((۲۹/۱-۱۴/۶)/۱۰۰) \times ۱/۲۹ \times ۰/۳۵ = \%۶/۵۴۷$

درصد رطوبت خاک برای تعیین زمان شروع آبیاری از طریق جمع مقادیر آب سهل‌الوصول و پژمردگی دائم محاسبه گردید. مقدار رطوبت خاک ۲۱/۱۴۷ درصد برای زمان شروع آبیاری در نظر گرفته شد (رابطه ۴). مقدار درصد رطوبت

1- Field Capacity (FC)
2- Permanent Wilting Point (PWP)
3- Bulk Density (Bd.D)
4- Available Water (AW)
5- Readily Available Water (RAW)
6- PressurePlate
7- MaximumAllowableDepletion(MAD)

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.49.2.7]

خاک محل آزمایش در طی دوره رشد سیب‌زمینی با استفاده از دستگاه پرتابل رطوبت‌سنج خاک[1] مدل PMS-714 ساخت کشور تایوان اندازه‌گیری گردید (رسول‌زاده و رئوف، ۱۳۹۳):

رابطه ۴: $RAW + PWP = ۶/۵۴۷ + ۱۴/۶ = \%۲۱/۱۴۷$

مقدار آب مصرفی در مراحل مختلف رشد سیب‌زمینی در جدول ۳، مدت زمان آبیاری در مراحل مختلف رشد سیب-زمینی و آرایش‌های مختلف کشت در جدول ۴ و مقدار آب مصرفی در آرایش‌های مختلف کشت در جدول ۵ نشان داده شده است. برای اندازه‌گیری مقدار دبی عبوری از نهر آب درروش آبیاری سطحی (شاهد) از فلوم WSC[2] تیپ ۴ استفاده شد. پس از نصب فلوم WSC در ورودی نهر آب، نهر اصلی را با نایلون پوشش داده شد تا از هدرفت آب در داخل نهر جلوگیری شود. مقداردبی در فلوم WSC تیپ ۴ از رابطه ۵ به دست آمد (Sohrabi and Behnia, 2007):

رابطه ۵: $Q_4 = 0.0294 \times H^{2.102}$

در این رابطه H ارتفاع آب داخل فلوم (اندازه‌گیری شده ازطریق خط‌کش نصب شده در بدنه فلوم برحسب سانتی‌متر) می باشد. بر اساس اندازه‌گیری‌های به عمل آمده در طی دوره رشد سیب‌زمینی، ارتفاع آب بین ۲۱-۱۹ سانتی‌متر بود و دبی آب بین ۱۷/۶۸۷-۱۴/۳۳ لیتر بر ثانیه محاسبه گردید (Sohrabi and Behnia, 2007):

$Q_4 = ۰/۰۲۹۴ \times (۲۱)^{۲/۱۰۲}$ =۱۷/۶۸۷ = ۱۷/۶۸۷×= ۶۳/۶۷۳ ۳/۶مترمکعب بر ساعت لیتر بر ثانیه

$Q_4 = ۰/۰۲۹۴ \times (۱۹)^{۲/۱۰۲}$ =۱۴/۳۳ = ۱۴/۳۳×= ۵۱/۵۸۸ ۳/۶مترمکعب بر ساعت لیتر بر ثانیه

جدول ۳: مقدار آب مصرفی در مراحل مختلف رشد سیب‌زمینی از طریق آبیاری تیپ

سال	مراحل رشد سیب‌زمینی	تعداد آبیاری	مقدار آب مصرفی (متر مکعب در هکتار)	مقدار باران موثر (متر مکعب در هکتار)	*حجم آب کاربردی (متر مکعب در هکتار)
۱۳۹۶	مرحله کاشت	۱	۱۵۹/۰۶	۱۰۲	۲۶۱/۰۶
	مرحله از کاشت تا شروع غده‌زایی	۳	۴۷۷/۱۸	۳۳۹	۸۱۶/۱۸
	مرحله شروع غده‌زایی تا رسیدگی غده	۹	۶۴۳۵/۰۰	۱۲۱	۶۵۵۶/۰۰
	جمع	۱۳	۷۰۷۱/۲۴	۵۶۲	۷۶۳۳/۲۴
۱۳۹۷	مرحله کاشت	۱	۱۵۹/۰۶	۹۳	۲۵۲/۰۶
	مرحله از کاشت تا شروع غده‌زایی	۳	۴۷۷/۱۸	۶۰۳	۱۰۸۰/۱۸
	مرحله شروع غده‌زایی تا رسیدگی غده	۸	۵۷۲۰/۰۰	۳۲۱	۶۰۴۱/۰۰
	جمع	۱۲	۶۳۵۶/۲۴	۱۰۱۷	۷۳۷۳/۲۴

* حجم آب کاربردی = مقدار آب مصرفی + مقدارباران موثر. در سال‌های اخیر، با توجه به تغییرات شرایط آب و هوایی به ویژه افزایش درجه حرارت و کاهش قابل ملاحظه میزان بارندگی در منطقه اردبیل و طولانی بودن دوره رشد سیب‌زمینی در این منطقه (از دهه اول اردیبهشت ماه لغایت دهه اول مهر ماه با بیش از ۱۵۰ روز)، میزان مصرف آب در این زراعت افزایش یافته است.

1- Soil Moisture Meter

2- WSC-Flume

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.49.2.7]

جدول ۴: مدت زمان آبیاری در مراحل مختلف رشد سیب‌زمینی و آرایش‌های مختلف کشت

مراحل رشد سیب‌زمینی	مقدار آب مصرفی در هر نوبت (متر مکعب در هکتار)	مدت آبیاری (ساعت)		
		چهار ردیفه (تیپ)	سه ردیفه (تیپ)	دو ردیفه (تیپ)
مرحله کاشت	۱۵۹/۰۶	۱/۱۴	۱/۰۶	۱/۱۴
مرحله از کاشت تا شروع غده‌زایی	۲۳۸/۵۹	۱/۷۰	۱/۶۰	۱/۷۰
مرحله شروع غده‌زایی تا رسیدگی غده	۷۱۵/۰۰	۵/۱۱	۴/۷۷	۵/۱۱

*مقدار آب مصرفی در آرایش کشت دو ردیفه و چهار ردیفه ۱۴۰ متر مکعب در هکتار در ساعت و آرایش کشت سه ردیفه ۱۵۰ مترمکعب در هکتار در ساعت می باشد.

جدول ۵: مقدار آب مصرفی در مراحل مختلف رشد سیب‌زمینی و آرایش‌های مختلف کشت

مراحل رشد سیب‌زمینی	تعداد آبیاری	آرایش کشت		
		چهار ردیفه (تیپ)	سه ردیفه (تیپ)	دو ردیفه (تیپ)
مرحله کاشت	۱	۱۵۹/۶	۱۵۹/۰	۱۵۹/۶
مرحله از کاشت تا شروع غده‌زایی	۳	۷۱۴/۰	۷۲۰/۰	۷۱۴/۰
مرحله شروع غده‌زایی تا رسیدگی غده	۹	۶۴۳۸/۶	۶۴۳۹/۵	۶۴۳۸/۶
جمع (متر مکعب در هکتار)		۷۳۱۲/۲	۷۳۱۸/۵	۷۳۱۲/۲

مقدار آب مصرفی در مراحل مختلف رشد سیب‌زمینی از طریق آبیاری سطحی با فلوم WSC تیپ ۴ در جدول ۶ نشان داده شده است.

جدول ۶: مقدار آب مصرفی در مراحل مختلف رشد سیب‌زمینی از طریق آبیاری سطحی با فلوم WSC تیپ ۴

سال	مراحل رشد سیب‌زمینی	تعداد آبیاری	مقدار آب مصرفی (متر مکعب در هکتار)	مقدارباران موثر (متر مکعب در هکتار)	*حجم آب کاربردی (متر مکعب در هکتار)
۱۳۹۶	مرحله کاشت	۱	۱۰۷۵	۱۰۲	۱۱۷۷
	مرحله از کاشت تا شروع غده‌زایی	۴	۳۹۲۰	۳۳۹	۴۲۵۹
	مرحله شروع غده‌زایی تا رسیدگی غده	۸	۸۷۰۴	۱۲۱	۸۸۲۵
	جمع	۱۳	۱۳۶۹۹	۵۶۲	۱۴۲۶۱
۱۳۹۷	مرحله کاشت	۱	۱۱۰۰	۹۳	۱۱۹۳
	مرحله از کاشت تا شروع غده‌زایی	۳	۲۸۵۰	۶۰۳	۳۴۵۳
	مرحله شروع غده‌زایی تا رسیدگی غده	۸	۹۲۰۰	۳۲۱	۹۵۲۱
	جمع	۱۲	۱۳۱۵۰	۱۰۱۷	۱۴۱۶۷

* در سال‌های اخیر، با توجه به تغییرات شرایط آب و هوایی به ویژه افزایش درجه حرارت و کاهش قابل ملاحظه میزان بارندگی در منطقه اردبیل و طولانی بودن دوره رشد سیب‌زمینی در این منطقه (از دهه اول اردیبهشت ماه لغایت دهه اول مهر ماه با بیش از ۱۵۰ روز)، میزان مصرف آب در این زراعت افزایش یافته است.

در طی دوران رشد و پس از برداشت، صفات ارتفاع بوته، تعداد ساقه اصلی در بوته، تعداد غده در بوته، عملکرد غده، درصد ماده خشک غده، میزان آب مصرفی، باران موثر، درصد نیتروژن کل، ویتامین ث و قندهای احیایی غده اندازه‌گیری شد. در آخر فصل رشد، پس از برداشت کرت‌های آزمایشی، عملکرد غده در هکتار تعیین گردید. برای تعیین درصد ماده خشک غده، برش‌های نازک ۴ غده متوسط (۸۰-۴۰ میلی‌متر) از هر رقم را به‌صورت جداگانه در داخل آون به مدت ۴۸ ساعت و در دمای ۷۵ درجه سلسیوس قرار داده و از طریق رابطه ۶ اندازه‌گیری شد (Kiptoo *et al*., 2018):

رابطه ۶: درصد ماده خشک = (وزن غده اولیه / وزن غده پس از خشک شدن) ×۱۰۰

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.49.2.7]

کارایی مصرف آب به شرح رابطه ۷ محاسبه شد:

رابطه ۷: $$WUE = TY \div TWU$$

در این رابطه WUE کارایی مصرف آب، TY عملکرد غده (تن در هکتار) و TWU کل آب مصرف شده توسط سیب-زمینی (متر مکعب در هکتار) می‌باشد. در این بررسی، درصد نیتروژن غده با استفاده از دستگاه کجلدال، به روش میکرو کجلدال تعیین شد. تعیین مقدار ویتامین ث با روش حجمی تیتراسیون انجام گردید (Toit, 2001). برای اندازه‌گیری میزان قندهای احیاء غده‌ها از روش حجمی و تیتراسیون استفاده شد (AOAC, 2005). بر روی داده‌های حاصل از عملکرد غده و اجزای آن تجزیه واریانس ساده و مرکب صورت گرفت. آزمون F بر اساس امید ریاضی میانگین مربعات انجام شد. مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد محاسبه گردید. برای محاسبه آن‌ها از نرم‌افزار SAS 9.1 استفاده شد. برای نرمال بودن کشیدگی و یا چولگی توزیع داده‌ها، از آزمون کولموگروف ـ اسمیرنوف استفاده شد. پس از انجام آزمون نرمال بودن داده‌های حاصل از اندازه‌گیری صفات در دو سال در منطقه اردبیل با آزمون کولموگروف- اسمیرنوف[1] و تست اشتباهات آزمایشی داده‌های بر اساس آزمون لون[2]، تجزیه واریانس صفات انجام و میانگین مربعات نیز بر اساس امید ریاضی مورد آزمون قرار گرفتند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه نشان داد بین آرایش کشت و بین اثر متقابل آرایش کشت × ارقام از لحاظ صفات ارتفاع بوته، تعداد ساقه اصلی در بوته، تعداد غده در بوته، عملکرد غده، کارایی مصرف آب، درصد نیتروژن کل، ویتامین ث و قندهای احیایی غده و بین ارقام از نظر ارتفاع بوته، تعداد غده در بوته، درصد ماده خشک غده، درصد نیتروژن کل، ویتامین ث و قندهای احیایی غده و بین اثرمتقابل سال × آرایش کشت × ارقام از لحاظ درصد ماده خشک غده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد وجود دارد (جدول ۷).

اثر آرایش کاشت بر عملکرد غده ارقام سیب‌زمینی

نتایج تجزیه واریانس اثر آرایش کاشت در عملکرد غده‌های سیب‌زمینی از لحاظ آماری در سطح ۱ درصد معنی‌دار گردید (جدول ۷). الگوهای کشت اثر متفاوتی بر تولید سیب‌زمینی گذاشتند. بالاترین عملکرد غده سیب‌زمینی مربوط به رقم میلوا به میزان ۷۵/۸۰ تن در هکتار مربوط به آرایش کاشت چهار ردیف با فاصله عرض کاشت ۱۵۰ سانتی‌متر در روی دو پشته و در هر پشته دو ردیف و یک نوار تیپ بود، هر چند که با رقم جلی در آرایش کشت چهار ردیفه اختلاف معنی-داری نشان نداد (جدول ۸) و نسبت به شاهد با عملکرد غده ۲۶/۸۰ تن در هکتار به میزان ۴۹ تن در هکتار (۶۵ درصد)

1- Kolmogorov - Smirov
2- Levene Statistic

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.49.2.7]

نشان داد، که از نظر الگوی کشت و عملکرد غده با نتایج تحقیقات Mahmood (۲۰۰۵) هم‌خوانی داشت و همچنین این میزان نسبت به آرایش کاشت دو ردیف با فاصله عرض کاشت ۱۵۰ سانتی‌متر با یک نوار تیپ که حدود ۴۰/۹۴ تن در هکتار و آرایش کاشت سه ردیف با فاصله عرض کاشت ۱۵۰ سانتی‌متر با دو نوار تیپ در روی یک پشته که حدود ۴۹/۶۸ تن در هکتار بود به ترتیب افزایش ۳۴/۸۶ و ۲۶/۱۲ تن در هکتار را نشان داد. به نظر می‌رسد با کاهش فاصله مابین خطوط کاشت و افزایش تراکم، عملکرد غده سیب‌زمینی افزایش قابل توجهی پیدا کرده است که دلیل این مسأله احتمالا تغییر فاصله بین خطوط به حالت زیگزاگی بوده و این عامل باعث جذب بیشتر و بهتر آب و مواد غذایی و عوامل محیطی گردیده و اثر مثبتی بر روی عملکرد سیب زمینی گذاشته است (Zheng *et al*., 2016). Seyed و همکاران (۲۰۱۴) با بررسی عملکرد غده سیب‌زمینی در تراکم‌های مختلف گزارش کردند که تراکم‌های بالا بر تعداد و وزن غده‌های سیب‌زمینی تأثیرگذار بوده و باعث کاهش غده‌های درشت بالای ۸۰ گرم می‌گردد. این در حالی است که نتایج سایر محققان نشان داد که افزایش فاصله کشت غده‌های بذری بر روی ردیف، عملکرد غده سیب‌زمینی را کاهش می‌دهد. هم‌چنین Bohl (۲۰۰۶) گزارش کرد که در اثر افزایش فاصله کشت، غده‌های بذری درشت می‌شوند و کشت متراکم مناسب نمی‌باشد. در پژوهش دیگری افزایش تراکم بوته و ساقه سیب‌زمینی موجب کاهش اندازه غده تولیدی و نهایتاً کاهش عملکرد گردیده است (Bussan *et al*., 2007). هم‌چنین بالا بودن عملکرد در روش آبیاری قطره‌ای (تیپ) احتمالا به این علت است که خاک همواره دارای وضعیت رطوبتی مناسبی بوده و گیاه انرژی کم‌تری را صرف جذب کردن آب از خاک کرده و انرژی مازاد خود را صرف سایر فعالیت‌های فیزیولوژیکی و بیولوژیکی نموده است. نتایج این تحقیق با نتایج سایر پژوهشگران از نظر استفاده از آبیاری قطره‌ای و اثر آن در میزان عملکرد غده مطابقت دارد (Carli *et al*., 2014; Mubarak *et al*., 2018). Attaher و همکاران (۲۰۰۴) آزمایشی به مدت دو سال زراعی برای ارزیابی روش‌های آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی بر محصول سیب‌زمینی در سه سطح نیـاز آبی (۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد از ETc) انجام دادند. نتایج این آزمایش نشان داد که سطوح مختلف آبیاری تأثیر معنی‌داری بر عملکرد کل محصول ندارد، اما سیستم آبیاری قطره‌ای دارای تأثیر معنی‌داری بر عملکرد کل محصول بود و در کل بیشترین محصول در استفاده از آبیاری قطره‌ای تیپ در ۱۲۵ درصد از ETc به‌دست آمد. اسکندری و همکاران (۱۳۹۰) تأثیر رژیم آبیاری بر خصوصیات فیزیولوژیکی، عملکرد و کارآیی مصرف آب سیب‌زمینی را مورد مطالعه قرار دادند که نشان دادند کاهش حجم آبیاری در سیب‌زمینی به‌دلیل سیستم ریشه‌ای سطحی و محدود این گیاه و حساس بودن به کمبود رطوبت خاک، به خصوص در زمان آغازش غده و غده‌بندی، باعث افت عملکرد غده این گیاه می‌گردد. پایین‌ترین عملکرد غده سیب‌زمینی مربوط به آرایش کشت دو ردیف با فاصله عرض کاشت ۱۵۰ سانتی‌متر به‌صورت غرقابی (شاهد) بود و ارقام در این آرایش کشت اختلاف معنی‌داری از نظر عملکرد غده نشان ندادند.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.49.2.7]

جدول ۷: نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در آرایش‌های مختلف کاشت و ارقام سیب‌زمینی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		ارتفاع بوته	تعداد ساقه اصلی در بوته	تعداد غده در بوته	عملکرد غده	کارایی مصرف آب	درصد ماده خشک غده	درصد نیتروژن کل	ویتامین ث غده	قندهای احیایی غده
سال (Y)	۳	۰/۱۴۸	۱/۹۷	۳/۴۳	۲۳/۴۱	۰/۲۷	۰/۴۲	۰/۰۳۳	۰/۰۰۴	۰/۰۰۱
اشتباه	۴	۲۲/۵۷	۱/۳۳	۴/۲۸	۱۳/۵۴	۰/۹۸	۰/۵۵	۰/۰۴۱	۰/۰۰۵	۰/۰۰۲
آرایش کشت (A)	۳	۹۲۰/۲۶**	۱/۴۷*	۴۲/۲۰**	۱۰۴۴۸/۰۳**	۳۱۷/۱۸**	۰/۷۹	۰/۵۴۱**	۳/۲۶۴**	۰/۰۳۲**
Y × A	۹	۲۱/۲۷	۰/۴۹	۰/۹۱	۱۶/۰۵	۰/۱۹	۰/۶۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۷	۰/۰۰۱
اشتباه	۱۲	۱۸/۲۴	۰/۳۳	۰/۷۴	۳۷۳/۷۹	۶/۹۶	۰/۹۶	۰/۰۰۴	۰/۰۰۸	۰/۰۰۱
ارقام (B)	۳	۲۶۳/۲۱**	۰/۵۱	۳/۷۱*	۷۳/۶۱	۱/۱۴	۷/۹۰**	۱/۰۱۳**	۳۵/۸۲۶**	۰/۰۵۶**
Y × B	۹	۱۸/۰۷	۰/۳۷	۰/۳۰	۱۵/۵۸	۰/۱۵	۰/۴۱	۰/۰۰۵	۰/۰۷۷	۰/۰۰۱
اشتباه	۱۲	۱۴/۱۸	۰/۴۵	۰/۶۸	۵۰/۴۶	۰/۷۷	۰/۳۷	۰/۰۰۶	۰/۰۹۶	۰/۰۰۱
A × B	۹	۱۷۵/۴۵**	۱/۶۲*	۵/۸۷**	۴۹/۰۸**	۱/۸۱*	۱/۶۱*	۰/۷۱۹**	۳۷/۶۱۹**	۰/۱۱۷**
Y × A × B	۲۷	۲۷/۲۶	۰/۱۱	۱/۲۵	۱۶/۷۶	۰/۱۷	۱/۱۳*	۰/۰۰۳	۰/۰۴۹	۰/۰۰۱
اشتباه	۳۶	۱۷/۸۹	۳۷	۰/۷۵	۱۹/۱۵	۰/۲۷	۰/۶۴	۰/۰۰۴	۰/۰۶۲	۰/۰۰۲
ضریب تغییرات (%)	-	۷/۵۷	۱۵/۲۶	۱۳/۲۲	۸/۹۶	۸/۵۶	۳/۸۹	۳/۳۴	۱/۸۳	۸/۷۹

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.49.2.7]

جدول ۸: مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در آرایش‌های مختلف کاشت و ارقام سیب‌زمینی

آرایش کاشت	ارقام	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد ساقه اصلی در بوته	تعداد غده در بوته	عملکرد غده (تن در هکتار)	کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب)	درصد ماده خشک غده	درصد نیتروژن کل	ویتامین ث غده (میلی گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر)	قند های احیایی غده (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر)
دو ردیف با فاصله عرض کاشت ۱۵۰ سانتی‌متر به صورت غرقابی (شاهد)	Agria	e۴۸/۲۵	c۳/۲۵	efg۵/۶۳	f۲۸/۸۹	g۲/۰۳	abcd۲۱/۰۵	g۱/۷۲۹	j۱۱/۸۸۰	hi۰/۴۱۸
	Milva	e۴۸/۷۵	bc۳/۶۳	g۴/۷۵	f۲۶/۸۰	g۱/۸۸	abcdef۲۰/۳۹	b۲/۱۲۹	b۱۶/۰۸۰	b۰/۵۶۵
	Banba	cd۵۸/۳۸	bc۳/۶۳	efg۵/۶۳	f۳۱/۲۴	g۲/۲۰	f۱۹/۸۵	fg۱/۷۸۳	h۱۲/۹۶۰	ghi۰/۴۳۱
	Jelly	e۴۷/۳۱	ab۴/۲۵	g۴/۸۸	f۳۰/۴۷	g۲/۱۴	a۲۱/۲۹	cd۱/۹۲۹	f۱۴/۳۰۰	cde۰/۵۰۹
دو ردیف با فاصله عرض کاشت ۱۵۰ سانتی‌متر با یک نوار تیپ	Agria	d۵۷/۱۳	a۴/۳۸	a۹/۰۰	e۳۸/۶۴	f۵/۱۴	abc۲۱/۱۰	i۱/۳۴۹	i۱۲/۲۰۰	k۰/۳۱۰
	Milva	e۵۰/۶۳	abc۳/۸۸	bc۷/۳۸	e۴۰/۹۴	ef۵/۴۵	ef۲۰/۰۸	a۲/۲۳۹	a۱۷/۸۶۰	a۰/۶۴۰
	Banba	e۴۹/۳۸	abc۳/۸۸	cd۷/۰۰	e۴۳/۶۴	e۵/۸۲	bcdef۲۰/۳۵	cde۱/۸۷۱	ef۱۴/۴۱۰	cde۰/۵۰۹
	Jelly	e۵۱/۵۰	abc۳/۷۵	ab۸/۲۵	e۴۳/۰۸	ef۵/۷۴	abcde۲۱/۰۱	i۱/۳۴۲	l۱۰/۱۶۰	jk۰/۳۵۹
سه ردیف با فاصله عرض کاشت ۱۵۰ سانتی‌متر با دو نوار تیپ در روی یک پشته	Agria	bcd۶۰/۱۳	ab۴/۲۵	cd۷/۰۰	d۵۰/۲۵	d۶/۶۸	abc۲۱/۱۱	h۱/۵۳۶	ij۱۱/۹۲۰	ij۰/۳۹۰
	Milva	e۴۸/۵۰	ab۴/۰۰	ab۸/۱۳	d۴۹/۶۸	d۶/۶۱	abcdef۲۰/۶۷	b۲/۰۸۰	de۱۴/۶۳۰	bcd۰/۵۲۱
	Banba	abc۶۲/۲۵	ab۴/۰۰	def۶/۰۰	cd۵۳/۳۰	cd۷/۱۱	def۲۰/۱۵	b۲/۰۵۶	c۱۵/۲۵۰	bc۰/۵۵۱
	Jelly	ab۶۴/۶۳	a۴/۳۸	cde۶/۶۳	c۵۶/۶۵	c۷/۵۴	abc۲۱/۱۳	ef۱/۸۱۹	h۱۳/۱۵۰	fghi۰/۴۴۰
چهار ردیف با فاصله عرض کاشت ۱۵۰ سانتی‌متر در روی دو پشته و در هر پشته دو ردیف و یک نوار تیپ	Agria	bcd۶۱/۲۵	ab۴/۱۳	fg۵/۱۳	b۷۰/۴۶	b۹/۴۱	cdef۲۰/۲۰	h۱/۴۹۹	d۱۴/۷۲۰	defg۰/۴۷۹
	Milva	bcd۶۰/۷۵	ab۴/۱۳	bc۷/۲۵	a۷۵/۸۰	a۱۰/۱۳	bcdef۲۰/۲۹	j۱/۲۲۰	k۱۱/۲۰۰	l۰/۲۱۱
	Banba	a۶۶/۲۵	ab۴/۰۰	efg۵/۶۹	b۶۹/۱۷	b۹/۲۶	f۱۹/۸۶	def۱/۸۵۵	h۱۲/۸۸۰	efgh۰/۴۶۶
	Jelly	cd۵۹/۳۸	ab۴/۲۵	cde۶/۳۸	ab۷۲/۳۲	ab۹/۶۶	ab۲۱/۲۱	c۱/۹۳۵	g۱۳/۱۰	def۰/۴۹۰

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.49.2.7]

اثر آرایش کاشت بر سایر صفات کمی و کیفی مورد آزمایش

در رابطه با ارتفاع بوته در آرایش کشت چهار ردیف با فاصله عرض کاشت ۱۵۰ سانتی‌متر در روی دو پشته و در هر پشته دو ردیف و یک نوار تیپ ارقام بانبا، میلوا و آگریا و در آرایش کشت سه ردیف با فاصله عرض کاشت ۱۵۰ سانتی‌متر با دو نوار تیپ در روی یک پشته ارقام جلی و بانبا دارای بیشترین مقدار بودند (جدول ۸) که با نتایج تحقیق Amel و همکاران (۲۰۱۵) در مورد صفت ارتفاع بوته هم‌خوانی داشت. کم‌ترین تعداد ساقه اصلی در بوته مربوط به آرایش کاشت دو ردیف با فاصله عرض کاشت ۱۵۰ سانتی‌متر به صورت غرقابی (شاهد) در ارقام آگریا، میلوا و بانبا مشاهده شد. در سایر آرایش‌های کشت در ارقام مورد آزمایش تفاوت معنی‌داری در این صفت حاصل نشد (جدول ۸). بیشترین تعداد غده در بوته مربوط به ارقام آگریا و جلی در آرایش کشت دو ردیف با فاصله عرض کاشت ۱۵۰ سانتی‌متر با یک نوار تیپ و رقم میلوا با آرایش کشت سه ردیف با فاصله عرض کاشت ۱۵۰ سانتی‌متر با دو نوار تیپ در روی یک پشته بود. شیری جناقرد و همکاران (۱۳۸۶) گزارش کردند که با افزایش آب آبیاری تعداد غده در بوته افزایش یافت. بیشترین درصد ماده خشک غده مربوط به رقم جلی و آگریا در آرایش‌های مختلف کشت مورد مطالعه بود. Kiptoo و همکاران (۲۰۱۸) نشان دادند که کم-آبی به‌طور معنی‌داری بر عملکرد محصول سیب‌زمینی و کیفیت گوشت تأثیر می‌گذارد. عملکرد بوته، ارتفاع بوته به خوبی به نوسانات آبیاری پاسخ داد و کاهش میزان آب روی رشد سیب زمینی تأثیر گذاشت. بالاترین مقدار درصد نیتروژن کل، ویتامین ث و قندهای احیایی غده مربوط به رقم میلوا در آرایش کشت دو ردیف با فاصله عرض کاشت ۱۵۰ سانتی‌متر با یک نوارتیپ و کم‌ترین مقدار درصد نیتروژن کل و قندهای احیایی مربوط به رقم میلوا با آرایش کشت چهار ردیف با فاصله عرض کاشت ۱۵۰ سانتی‌متر در روی دو پشته و در هر پشته دو ردیف و یک نوار تیپ بود که دلیل آن احتمالا به علت تراکم غده کمتر در ردیف‌های کشت می‌باشد (جدول ۸). میزان پروتئین در گیاه رابطه مستقیمی با درصد نیتروژن دارد. میزان کود نیتروژنه به کاربرده شده در تیمارها ثابت بود و در آرایش‌های مختلف کشت، ارقام مورد بررسی و اثر متقابل آرایش کشت × ارقام، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد در این صفت به‌دست آمد. بین درصد نیتروژن غده و عملکرد کل همبستگی منفی و غیر معنی‌داری مشاهده شد که تایید کننده ایجاد رقت نیتروژن و پروتئین غده به دلیل ثابت بودن مصرف مساوی و همزمان کود نیتروژنه به کاربرده شده در تیمارها بود. در سایر صفات کیفی نیز روال مشابهی مشاهده گردید. قندهای احیایی غده سیب‌زمینی عمدتا شامل مونوساکاریدهای گلوکز و فروکتوز و مقدار کمی دی ساکارید ساکارز می‌باشند. میزان قندهای احیایی از عوامل مؤثر در کیفیت رنگ فرآورده‌های سیب‌زمینی بوده، لذا شرایطی که میزان قندهای احیایی را بکاهند، جهت تولید سیب‌زمینی مناسب با مصارف صنعتی قابل توصیه می‌باشند (Mazurrczyk and Lis ,2002). عواملی چون تنش‌های آبی و مدیریت نامناسب آبیاری از فاکتورهای مؤثر در میزان قند غده سیب‌زمینی

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.49.2.7]

هستند، اگر میزان قند غده بیش از حد معمول گردد، موجب افزایش رنگ محصول و افت کیفیت آن‌ها خواهد شد. بنابراین با مدیریت صحیح در روش کاشت و تنظیم آب آبیاری با روش‌های مدرن مانند آبیاری قطره‌ای، ضمن صرفه‌جویی در مصرف آب آبیاری می‌توان از بروز تنش‌های احتمالی و افزایش میزان قند در غده‌های سیب‌زمینی جلوگیری نمود. تأثیر سطوح آبیاری بر میزان قندهای احیا غده سیب‌زمینی در پژوهش‌های دیگر نیز به اثبات رسیده است (Semet *et al*., 2005; Mazurrczyk and Lis ,2002). محتوای ویتامین ث غده سیب‌زمینی بسته به نوع رقم از ۱۰/۱۶ تا ۱۷/۸۶ میلی‌گرم در هر ۱۰۰ گرم وزن تر غـده متغیر بود (جدول ۸). شرایط محیطی، مدیریت تغذیه، میزان و زمان مصرف کودهای نیتروژنی و پتاسیمی و دما از عمده‌ترین عوامل تأثیرگذار بر محتوای ویتامین ث در غده سیب‌زمینی می‌باشند (Wichrowska *et al*., 2014; Yamdeu Galani *et al*., 2017). فعل و انفعالات شیمیایی لازم در سنتز و تجمع ویتامین ث در ۳ تا ۴ هفته انتهای رشد سیب‌زمینی با سرعت بالاتری صورت گرفته و اندام‌های هوایی گیاه به عنوان محل فرآوری و یا پیش‌نیاز انجام این فرآیندها می‌باشد (Lori, 2005).

اثر آرایش کاشت بر کارایی مصرف آب ارقام سیب زمینی

اثر آرایش‌های مختلف کاشت بر روی کارایی مصرف آب از لحاظ آماری در سطح ۱ درصد و اثر متقابل ارقام × آرایش-های مختلف کاشت بر روی کارایی مصرف آب در سطح آماری ۵ درصد معنی‌دار شدند (جدول ۷). فریدی مایوان و همکاران (۱۳۹۷) با بررسی الگوهای مختلف کاشت شامل عرض پشته ۷۵ سانتی‌متر، دو ردیف ۳۵ سانتی‌متری روی پشته ۱۵۰ سانتی‌متری و دو ردیف ۴۵ سانتی‌متری روی پشته ۱۵۰ سانتی‌متری و سطوح مختلف آبیاری گزارش کرد که بالاترین کارایی مصرف آب در تیمار ۱۰۰ درصد و ۸۰ درصد آبیاری مربوط به تیمار دوردیف ۴۵ سانتی‌متری روی پشته ۱۵۰ سانتی‌متری و در تیمار ۶۰ درصد آبیاری مربوط به تیمار دوردیف ۳۵ سانتی‌متری روی پشته ۱۵۰ سانتی‌متری بود. افزایش عملکرد غده‌های بذری و کارایی مصرف آب در روش آرایش کاشت یک نوار تیپ برای دوردیف کاشت به فاصله ۳۵ سانتی‌متر توسط باغانی (۱۳۸۸) گزارش شده است. بالاترین کارایی مصرف آب مربوط به رقم میلوا با آرایش کشت چهار ردیف با فاصله عرض کاشت ۱۵۰ سانتی‌متر در روی دو پشته و در هر پشته دو ردیف و یک نوار تیپ به میزان ۱۰/۱۳ کیلوگرم بر متر مکعب بود، هر چند با رقم جلی در این نوع آرایش کشت تفاوت معنی‌داری نشان نداد. پایین‌ترین کارایی مصرف آب مربوط به آرایش کشت دو ردیف با فاصله عرض کاشت ۱۵۰ سانتی‌متر به صورت غرقاب (شاهد) بود و تفاوت معنی‌داری بین چهار رقم مورد مطالعه در این آرایش کشت از نظر صفت کارایی مصرف آب مشاهده نشد (جدول ۸) که با نتایج Montazar و Kosari (۲۰۰۷) مطابقت دارد. کارایی مصرف آب سیب‌زمینی در ایران ۵/۳-۱/۹ کیلوگرم به ازاء هر متر مکعب آب گزارش شده است (Rashidi and Gholami, 2008). در شرایط ترکیه و استفاده از سامانه‌های آبیاری

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.49.2.7]

تحت فشار مقدار آب مورد نیاز برای سیب‌زمینی ۵۶۵ تا ۸۳۰ میلی‌متر بوده است (Unlu *et al*., 2006). در گزارش‌های دیگر در این کشور این مقدار برای سیب‌زمینی ۵۷۲ میلی‌متر گزارش شده است (Yavuz, 2011). به‌طور کلی دامنه اعداد ذکر شده برای آب مورد نیاز سیب‌زمینی با توجه به شرایط اقلیمی دامنه‌ای از ۳۵۰ تا ۸۰۰ میلی‌متر بوده است (Yavuz *et al*., 2016). Amel و همکاران (۲۰۱۵) با بررسی کارایی مصرف آب تحت شرایط آب و هوایی تونس اعلام کردند که در آبیاری به روش قطره‌ای در سیب‌زمینی بالاترین کارایی مصرف آب و عملکرد غده سیب‌زمینی حاصل شد، اما بر ارتفاع گیاه تأثیر نداشت. با کاهش فاصله بین خطوط و حذف فضاهای خالی کاشت کارایی مصرف آب از ۱/۸۸ کیلوگرم بر متر مکعب به ۱۰/۱۳ کیلوگرم بر متر مکعب رسید. به‌نظر می‌رسد با کم شدن فاصله کاشت، فضاهای خالی کم‌تر شده و در نتیجه میزان تبخیر کاهش می‌یابد و سبب افزایش کارایی مصرف آب می‌گردد. طبق تحقیق Kiptoo و همکاران (۲۰۱۸) در مورد کارآیی مصرف آب سیب‌زمینی در رژیم‌های مختلف آبیاری، کارایی مصرف آب به‌دلیل کاهش آب آبیاری افزایش یافت.

همبستگی بین صفت عملکرد غده با ارتفاع بوته، تعداد ساقه اصلی در بوته و کارایی مصرف آب مثبت و معنی‌دار بود. صفت کارایی مصرف آب با صفات ارتفاع بوته و تعداد ساقه اصلی در بوته رابطه مثبت و معنی‌دار داشت (جدول ۹). بر اساس نتایج تجزیه به عامل‌ها، تعداد ۴ عامل شناسایی شد. چهار عامل مستقل از هم مجموعاً ۸۳/۲۰ درصد از تغییرات را توجیه کردند. عامل اول با ۳۴/۱۰ درصد از تغییرات و مقدار ویژه ۳/۴۱۱۹، صفات ارتفاع بوته، تعداد ساقه اصلی در بوته، عملکرد غده و کارایی مصرف آب دارای ضرایب عاملی بزرگ و مثبت بودند و به عنوان عملکرد و اجزا عملکرد غده نام-گذاری شدند. عامل دوم با توجیه ۲۸درصد از تغییرات با مقدار ویژه ۲/۷۹۵۷، شامل ضرایب عاملی منفی و بزرگ برای صفات درصد نیتروژن کل، ویتامین ث و قندهای احیایی غده بود. عامل سوم با توجیه ۱۰/۷۰ درصد از تغییرات با مقدار ویژه ۱/۰۶۵۵، شامل ضرایب عاملی منفی و بزرگ برای صفت درصد ماده خشک غده و عامل چهارم با توجیه ۱۰/۴۰ درصد از تغییرات با مقدار ویژه ۱/۰۳۶۳، شامل ضرایب عاملی منفی و بزرگ برای صفت تعداد غده در بوته بود (جدول ۱۰).

جدول ۹: همبستگی بین صفات مورد مطالعه در ارقام و آرایش کشت مختلف

صفات	ارتفاع بوته	تعداد ساقه اصلی در بوته	تعداد غده در بوته	عملکرد غده	کارایی مصرف آب	درصد ماده خشک غده	درصد نیتروژن کل	ویتامین ث غده	قند های احیایی غده
ارتفاع بوته	-								
تعداد ساقه اصلی در بوته	*۰/۴۹	-							
تعداد غده در بوته	-۰/۰۴	۰/۲۸۰	-						
عملکرد غده	**۰/۷۲	*۰/۵۰۱	۰/۰۹۱	-					
کارایی مصرف آب	**۰/۶۸	*۰/۵۶۶	۰/۲۴۹	**۰/۹۸	-				
درصد ماده خشک غده	-۰/۲۵	۰/۳۲۱	۰/۲۴۷	-۰/۱۶۶	-۰/۱۴	-			
درصد نیتروژن کل	-۰/۳۰	-۰/۲۰۷	-۰/۳۶۲	۰/۲۸۴	-۰/۲۸	-۰/۲۲۹	-		
ویتامین ث غده	-۰/۲۵	-۰/۰۳۱	-۰/۳۱۴	-۰/۱۶۴	-۰/۱۴	-۰/۳۸۹	**۰/۸۲۲	-	
قند های احیایی غده	-۰/۳۱	-۰/۱۸۹	-۰/۳۹۱	-۰/۲۶۱	-۰/۲۴	-۰/۲۶	**۰/۹۲۳	*۰/۸۸	-

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]

[DOR: 20.1001.1.20084403.1400.13.49.2.7]

جدول ۱۰: ضرایب عامل‌ها در صفات کمی و کیفی برای ارقام و آرایش کاشت مختلف گیاه سیب زمینی

صفات	فاکتور ۱	فاکتور ۲	فاکتور ۳	فاکتور ۴
ارتفاع بوته	۰/۵۸۵	۰/۲۱۶	۰/۱۸۱	۰/۱۱۵
تعداد ساقه اصلی در بوته	۰/۵۱۹	۰/۰۲۴	-۰/۲۴۱	-۰/۱۴۸
تعداد غده در بوته	۰/۰۶۸	۰/۲۳۶	-۰/۰۹۷	-۰/۹۵۸
عملکرد غده	۰/۹۷۵	۰/۱۲۶	۰/۰۶۴	۰/۰۰۷
کارایی مصرف آب	۰/۹۵۹	۰/۰۸۷	۰/۰۵۴	-۰/۱۶۵
درصد ماده خشک غده	-۰/۱۴۹	۰/۲۰۸	۰-/۹۴۲	۰-/۰۹۹
درصد نیتروژن کل	-۰/۱۶۳	-۰/۹۴۱	۰/۰۳۱	۰/۱۲
ویتامین ث غده	-۰/۰۷۲	-۰/۹۰۰	۰/۲۵	۰/۰۹۷
قند های احیایی غده	-۰/۱۳	-۰/۹۵۶	۰/۰۶۱	۰/۱۵۲
مقادیر ویژه	۳/۴۱۱۹	۲/۷۹۵۷	۱/۰۶۵۵	۱/۰۳۶۳
واریانس (درصد)	۳۴/۱۰	۲۸/۰۰	۱۰/۷۰	۱۰/۴۰
واریانس تجمعی (درصد)	۳۴/۱۰	۶۲/۱۰	۷۲/۸۰	۸۳/۲۰

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج به‌دست آمده، افزایش عملکرد غده در آرایش کشت چهار ردیف نسبت به شاهد در رقم میلوا ۴۹ تن در هکتار و در رقم جلی ۴۱/۸۵ تن در هکتار و افزایش کارایی مصرف آب در رقم میلوا ۸/۲۵ کیلوگرم بر مترمکعب و در رقم جلی ۷/۵۲ کیلوگرم بر مترمکعب بود. در آرایش کشت چهار ردیف، در طی دوره رشد مقدار ۷۳۷۳/۲۴ مترمکعب در هکتار و در شاهد ۱۴۲۱۴ متر مکعب در هکتار آب مصرف گردید. میزان صرفه‌جویی و کاهش مصرف آب در آرایش کشت چهار ردیف نسبت به شاهد ۶۸۴۱ مترمکعب در هکتار (۴۸ درصد) بود. افزایش کارایی مصرف آب در آرایش کاشت چهار ردیف نسبت به شاهد در رقم میلوا ۸/۲۵ کیلوگرم بر مترمکعب و در رقم جلی ۷/۵۲ کیلوگرم بر مترمکعب بود. با توجه به افزایش عملکرد غده، افزایش کارآیی مصرف آب، صرفه‌جویی در مصرف آب نسبت به شاهد در رقم میلوا و جلی، کاشت این ارقام با غده‌کار چهار ردیفه با دو نوار تیپ در دو پشته به عرض کاشت۱۵۰ سانتی‌متر برای مزارع تولید بذر سیب‌زمینی منطقه اردبیل و مناطق هم اقلیم توصیه می‌گردد.

منابع

اسکندری، ع.، خزاعی، ح.ر.، نظامی، ا. و کافی، م. ۱۳۹۰. مطالعه تاثیر رژیم آبیاری بر عملکرد و برخی از خصوصیات کیفی سه رقم سیب زمینی (Solanum tuberosum L.). نشریه آب و خاک. ۲۵ (۲): ۲۴۷-۲۴۰.

باغانی، ج. ۱۳۸۸. آرایش کاشت و مقادیر آب در زراعت سیب زمینی با آبیاری قطره ای در مشهد. نشریه آب و خاک. ۲۳ (۱): ۱۵۹-۱۵۳.

رسول زاده، ع. و رئوف، م. ۱۳۹۳. مبانی و روش های آبیاری. انتشارات عمیدی، چاپ دوم، ۲۸۶ ص.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.49.2.7]

شیری جناقرد، م.، توبه، ا.، اصغری زکریا، ر.، نوری فنبلانی، ق. و دهدار، ب. ۱۳۸۶. تاثیر سطوح مختلف آبیاری قطره ای و الگوهای مختلف کشت بر عملکرد و اجزای عملکرد سیب زمینی رقم آگریا. نشریه پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی. ۲۰ (۲): ۱۵۷-۱۴۹.

فریدی مایوان، ف.، جامی الاحمدی، م.، اسلامی، س.و. و شجاعی نوفرست، ک. ۱۳۹۷. بررسی تاثیر الگوی کشت و سطوح کود پتاسیم بر برخی خصوصیات فیزیولوژیکی و عملکرد سیب زمینی (*Solanum tubersum* L.) در سطوح مختلف آبیاری. نشریه تنش های علوم محیطی در علوم زراعی. ۱۱ (۳): ۵۶۰-۵۴۷.

Akhavan, S., Mousavi F., Mostafazadeh-Fard, B. and Ghadami Firoz Abadi, A. 2007. Investigation of yield and water use efficiency of potato with tape and furrow irrigation. Water and Soil Science. 11(41): 15-27.

Amel, M.B., Hiba, G., Boutheina M.H.D. and Abdehamid, B. 2015. Water use efficiency of potato crop irrigated under Tunisian climatic condition. Scientia Agriculturae. 11(1): 38-41.

Anonymous. 2020. Volume One: Crops. Ministry of Jihad Agriculture, Information and Communication Technology Center. 95 pp.

AOAC. 2005. Official methods of analysis, Washington, DC: Association of Official Analytic Chemists.

Attaher, S.M., Medany, M.A., Abdel Aziz, A.A. and Mostafa, M.M. 2004. Energy requirements and yield of drip irrigated potato. International Symposium on the Horizons of Using Organic Matter and Substrates in Horticulture.

Bohl, W.H. 2006. Consequences of poor potato planting. Idaho conference, January 18.

Burgos, G., Auqui, S., Amoros, W., Salas, E. and Bonierbale, M. 2009. Ascorbic acid concentration of native Andean potato varieties as affected by environment, cooking and storage. Journal of Food Composition and Analysis. 22: 533-538.

Bussan, A.J., Mitchell, P.D., Copas, M.E and Drilias, M.J. 2007. Evaluation of the effect of density on potato yield and tuber size distribution. Crop Science. 47: 2462–2472.

Carli, C., Yuldashev, F., Khalikov, D., Condori, B., Mares, V. and Monneveux, P. 2014. Effect of different irrigation regimes on yield, water use efficiency and quality of potato (Solanum tuberosum L.) in the lowlands of Tashkent, Uzbekistan: A field and modeling perspective. Field Crops Research. 163: 90-99.

FAO. 2018. FAOSTAT, food and agriculture organization, Rome. Retrieved from http://www.fao.org

Kiptoo, S., Kipkorir, E. and Kiptum, C. 2018. Effects of deficit irrigation and mulch on yield and quality of potato crop. African Journal of Education, Science and Technology. 4 (4): 65-77.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.49.2.7]

Lori, W. 2005. Potato association of America hand book: Harvesing, commercial potato production in North Amenica. Unaine.

Mahmood, S. 2005. A study of planting method and spacing on the yield of potato using TPS. Asian Journal of Plant Sciences. 4: 102-105.

Mazurrczyk, W. and Lis, B. 2002. Variation of Chemical composition of tuber potato table cultivars under deficit and excess of water. Research Division of Jadwisin. Plant Breeding and Agricultural Institute (IHAR), Annual Report. 257 pp.

Montazar, A. and Kosari, H. 2007. Water productivity analysis of some irrigated crops in Iran. Proceeding of the international conference of water saving in Mediterranean agriculture and future needs. Valenzano (Italy). Series B. 56(1): 109-120.

Mubarak, I., Janat, M. and Makhlouf, M. 2018. Response of two potato varieties to irrigation methods in the dry Mediterranean area. Agriculture (Ponohospodarstvo). 64(2): 57-64.

Qasim, M., Khalid, S., Naz, A., Zafarullah Khan, M. and Ahmad Khan, S. 2013. Effects of different planting systems on yield of potato crop in Kaghan Valley: A mountainous region of Pakistan. Agricultural Sciences. 4(4): 175-179.

Rashidi, M. and Gholami, M. 2008. Review of crop water productivity values for tomato, potato, melon, watermelon and cantaloupe in Iran. International Journal of Agricultural and Biological Engineering. 10: 432-436.

Rich, A.M. and Renner, K.A. 2007. Row spacing and seeding rate effects on eastern black nightshade (Solanum ptycanthum) and soybean. Weed Technology. 21: 124-130.

Semet, O., Mehmet, E., Derya, O. and Sevgi, C. 2005. Different irrigation Methods and stress effects on potato yield and yield components. Agricultural water Management Journal. 37: 37-86.

Seyed, H.A., Ali, R.S, and Mathias, N.A. 2014. Modeling root length density of field grown potatoes under different irrigation strategies and soil textures using artificial neural networks. Field Crops Research. 162: 99-107.

Sohrabi, B. and Behnia, A. 2007. Evaluation of kostiakov's infiltration equation in furrow irrigation design according to fao method. Journal of Agronomy. 6: 468-471.

Toit, R. 2001. Composion of the antioxidant content of fruits, vegetables and teas measured as vitamin C equivalents. Journal of Toxicology. 166: 63-69.

Unlu, M., Kanber, R., Şenyigit, U., Onaran, H. and Diker, K. 2006. Trickle and sprinkler irrigation of potato (Solanum tuberosum L.) in the Middle Anatolian Region in Turkey. Agricultural Water Management. 79: 43-71.

Wichrowska, D., Wszelaczynska, E. and Pobereżny, J. 2014. Effect of nutrient supply from different sources on some quality parameters of potato tubers. Journal of Elementology. 19(1): 217-230.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.49.2.7]

Yamdeu Galani, J.H., Mankad, P.M., Avadh, K.S., Nilesh, N.J., Patel, J., Rajeshkumar, R.A. and Jayant, J.T. 2017. Effect of storage temperature on vitamin c, total phenolics, uplc phenolic acid profile and antioxidant capacity of eleven potato (Solanum tuberosum L.) varieties. Horticultural Plant Journal. 3(2): 73-89.

Yavuz, D. 2011. Comparison of different irrigation methods in term of water use, yield and energy consumption in potato cultivation. Natural Sciences, Selcuk University, Turkey, 117 pp.

Yavuz, D., Suheri, S. and Yavuz, N. 2016. Energy and water use for drip irrigated potato in the Middle Anatolian region of Turkey. Environmental Progress and Sustainable Energy. 35: 212-220.

Zheng, S.L., Wang, L.J., Wan, N.X., Zhong, L., Zhou, S.M., He, W. and Yuan, J.C. 2016. Response of potato tuber number and spatial distribution to plant density in different growing seasons in southwest china. Frontiers in Plant Science. 7: 365.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.49.2.7]