مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال یازدهم، شماره سی و هشتم، ۱۳۹۸

دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

تأثیر تنش آبی بر صفات کمّی ارقام تجاری و کلون برتر سیب‌زمینی

مقصود ضیاچهره[۱]، احمد توبه[۲]، داود حسن پناه[۳]، شهزاد جماعتی ثمرین[٤]، یوسف جهانی[٥]

دریافت: ۹۵/۱۱/۱۹ پذیرش: ۹٦/۳/۳۱

چکیده

این پژوهش به منظور بررسی تأثیر تنش آبی بر رشد ارقام تجاری و کلون برتر سیب‌زمینی در یک آزمایش اسپیلت‌پلات بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار در سال ۱۳۹٤ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی اردبیل انجام شد. کرت اصلی شامل سه سطح آبیاری: آبیاری مطلوب، تنش آبی ملایم و شدید و کرت‌های فرعی شامل ۵ رقم تجاری سیب‌زمینی: آگریا، اسپیریت، مارفونا، لوکا و هرمس و کلون امیدبخش ۹-۳۹۷۰۰۸ بود. نتایج نشان داد علیرغم عدم تأثیر تنش آبی بر تعداد غده قابل فروش در بوته، صفات وزن غده در بوته، وزن غده قابل فروش در بوته، عملکرد کل غده و عملکرد غده قابل فروش در هکتار، به طور معنی‌داری متأثر از تیمارهای آبیاری و رقم بودند. رقم لوکا دارای بیشترین وزن غده قابل فروش در بوته، رقم مارفونا دارای بیشترین تعداد غده قابل فروش در بوته، رقم آگریا دارای بیشترین عملکرد غده قابل فروش و کلون امیدبخش ۹-۳۹۷۰۰۸ نیز دارای بیشترین مقادیر عملکرد کل غده و وزن غده در بوته در بین ارقام مورد بررسی بودند که ناشی از تنوع ژنتیکی ارقام بود. برهمکنش آبیاری × ژنوتیپ در هیچیک از صفات مورد بررسی معنی‌دار نبود. با توجه به عدم اختلاف معنی‌دار تیمارهای آبیاری مطلوب و تنش آبی ملایم و اهمیت اقتصادی عملکرد غده برای زارعین، به نظر می‌رسد جایگزینی تیمار تنش آبی ملایم با آبیاری مطلوب، علاوه بر صرفه‌جویی نسبی منابع آب، موجب تولید عملکرد غده قابل فروش مناسب (متناسب با نوع رقم) گردد.

واژه‌های کلیدی: آگریا، اسپریت، عملکرد غده قابل فروش، کلون امید بخش ۹-۳۹۷۰۰۸

ضیاچهره، م.، ا. توبه، د. حسن پناه، ش. جماعتی ثمرین و ی. جهانی. ۱۳۹۸. مطالعه تأثیر تنش آبی بر صفات کمّی ارقام تجاری و کلون برتر سیب-زمینی. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۳۸: ۸۹-۷۷.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران- مسئول مکاتبات.
maghsoudziachehre@yahoo.com
۲- دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
۳- دانشیار، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل (مغان)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اردبیل، ایران
٤- مربی، باشگاه پژوهشگران و نخبگان جوان، واحد اردبیل، دانشگاه آزاد اسلامی، اردبیل، ایران
۵- مربی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل (مغان)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اردبیل، ایران

مقدمه

سیب‌زمینی با نام علمی *Solanum tuberosum* L. از نظر اهمیت غذایی، بعد از محصولاتی نظیر گندم، برنج و ذرت، دارای گسترده‌ترین توزیع در دنیا می‌باشد. بر اساس آخرین آمار سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (فائو)، سطح زیر کشت سالیانه سیب‌زمینی در جهان در حدود ۱۹/۵ میلیون هکتار و تولید سالیانه آن، بیش از ۳۷٦/۵ میلیون تن است که دال بر اهمیت اقتصادی آن می‌باشد. در حال حاضر، کشورهای چین، هند، روسیه، آمریکا، اوکراین، لهستان، آلمان، بلاروس، هلند و فرانسه، به ترتیب مقام‌های اول تا دهم را در تولید سیب‌زمینی به خود اختصاص دادند. ایران از نظر تولید سیب‌زمینی در دنیا در رتبه سیزدهم و در آسیا بعد از چین و هند در رتبه سوم قرار دارد (فائو، ۲۰۱۵). سطح زیر کشت سالیانه سیب‌زمینی در ایران نیز حدود ۱٦۰۲۱۷ هکتار و تولید سالیانه آن، حدود ۵۱٤۰٦۲۳ تن می‌باشد (بی‌نام، ۱۳۹۳). از آنجایی که تأمین نیاز غذایی، لزوم حداکثر بهره‌برداری از منابع محدود تولید را ایجاب می‌کند لذا آگاهی از شناخت عوامل موثر در افزایش عملکرد هر گیاه و تأثیر آن بر افزایش عملکرد گیاهان زراعی، امری مهم تلقی می‌گردد (لی و همکاران، ۲۰۱٦). ارزیابی تنش‌هایی که احتمال محدود-کنندگی آن‌ها در تولید محصولات زراعی بیشتر است جزء مهمترین مواردی است که باید در برنامه‌ریزی‌های آینده، مورد توجه قرار گیرد. تنش آبی به عنوان یکی از مهمترین عوامل محدود کننده‌ی تولید گیاهان زراعی شناخته شده است (پاسیورا، ۲۰۰۷). تحقیقات بسیاری نشان داده است که سیب‌زمینی، در همه‌ی مراحل نمو به ویژه مرحله‌ی تشکیل غده، حساسیت بسیار بالایی نسبت به تنش آبی دارد (شوک و همکاران، ۲۰۱۳؛ رضازاده و همکاران ۲۰۱۵). به عبارت دیگر، تنش آبی، عامل اصلی محدود کننده‌ی تولید سیب‌زمینی، هم از لحاظ کمّی و هم از لحاظ کیفی به شمار می‌آید (لاهلو و همکاران، ۲۰۰۳). حساسیت گیاه سیب‌زمینی به تنش آبی در مقایسه با سایر گونه‌ها نسبتاً بیشتر است که از آن جمله دلایل آن می‌توان به عمق کم ریشه‌دهی، سطحی و پراکنده بودن آن‌ها (آکسوی و همکاران، ۲۰۱۵)، ریشه‌های نازکتر، ناتوانی شدید در رشد در خاک‌های متراکم و حساسیت بیشتر به مقاومت روزنه‌ای برگ (یاووز و همکاران، ۲۰۱٦) اشاره کرد. تنش آبی در مراحل مختلف فنولوژیک سیب‌زمینی باعث کاهش رشد و نمو، اندازه و عملکرد کمّی و کیفی غده می‌شود (بانیک، ۲۰۱۵؛ قزل‌اوغلو و همکاران، ۲۰۰٦؛ االدر و همکاران، ۲۰۰۵) کمبود آب نه تنها عملکرد غده (مونیوکس و همکاران، ۲۰۱۳، شی و همکاران، ۲۰۱۵؛ نوری و همکاران، ۲۰۱٦) بلکه کیفیت آن را نیز کاهش می‌دهد. (پراباواردانی، ۲۰۰۷) گزارش نمود که وزن و تعداد غده‌های تولیدی در هر بوته‌ی سیب‌زمینی شیرین، به طور قابل توجهی تحت تأثیر تنش آبی قرار داشته و با کاهش آب قابل دسترس، وزن غده‌های تولیدی محصول سیب‌زمینی شیرین کاهش می‌یابد. در آزمایشی تحت تأثیر تیمار تنش ملایم آبی (در مقایسه با تیمار آبیاری مطلوب)، عملکرد ارقام مختلف سیب‌زمینی از ۳۷ درصد تا ٦٤ درصد کاهش یافت (شی و همکاران، ۲۰۱۵). نتایج تحقیقات دیگری نیز نشان داد که کم‌آبیاری، موجب کاهش معنی‌دار عملکرد غده‌ی قابل فروش در اغلب ارقام مورد مطالعه گردید (نوری و همکاران، ۲۰۱٦). نتایج تحقیقی نشان داد که تنش آبی در مرحله‌ی استولون‌زایی و غده‌زایی، نه تنها موجب ممانعت از رشد شاخ و برگ می‌شود بلکه موجب کاهش تعداد استولون‌ها و در نهایت، از طریق تأثیر بر عملکرد نهایی، موجب کاهش شاخص برداشت می‌گردد (اوبیدگوو و همکاران، ۲۰۱۵).

با توجه به محدودیت منابع آبی در ایران و نقش غیر مستقیم ولی حیاتی آن در تأمین امنیت ملّی و همچنین قرار گرفتن اغلب مناطق ایران در شرایط خشک و نیمه‌خشک جهان، مطالعه اثرات تنش آبی بر صفات مختلف ارقام تجاری و کلون برتر سیب-زمینی، موضوعی مهم بوده و شناسایی ارقام جدید و نیز یافتن رژیم آبیاری مناسب، برای بهره‌برداری بهینه از منابع آبی موجود، جزو اولویت‌های اساسی کشاورزی بوده و این پژوهش نیز در همین راستا انجام شده است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۹٤-۱۳۹۳ در اراضی ایستگاه تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آلاروق اردبیل واقع در کیلومتر ۱۲ جاده اردبیل- خلخال (۳۹ درجه و ۲۲ دقیقه عرض شمالی و ٤۷ درجه و ۵۹ دقیقه طول شرقی و همچنین ارتفاع حدود ۱۳۹۰ متری از سطح دریا) اجرا شد. منطقه اردبیل دارای اقلیم خشک تا نیمه‌خشک با زمستان‌های خیلی سرد و بهار و تابستان‌های معتدل است. متوسط حداکثر و حداقل دمای سالیانه و حداکثر مطلق دمای منطقه، به ترتیب ۱۹/۸، ۱۵/۱۸و ۲۱/۵۸ درجه‌ی سانتیگراد و متوسط بارندگی سالیانه برابر ۳۱۰ میلیمتر گزارش شده است (بی‌نام، ۱۳۹۵). اطلاعات هواشناسی **منطقه مورد مطالعه** و همچنین آمار و اطلاعات هواشناسی بلند مدت ایستگاه سینوپتیک شهرستان اردبیل در جداول ۱ و ۲ ارائه شده است. خاک اراضی این منطقه جزء خاک‌های لومی بوده و مقدار مواد آلی آن ۱/۰۳ درصد و هدایت الکتریکی آن ۰/۹ دسی

زیمنس بر متر می‌باشد. اسیدیته اراضی منطقه یاد شده، حدود ۷/۷۹ (نسبتاً قلیایی) بوده و از نظر زهکشی، مناسب و سطح سفره‌ی آب زیرزمینی آن خیلی عمیق است. آزمایش به صورت کرت‌های یکبار خرد شده در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام گرفت به طوری که در آن عامل آبیاری به عنوان کرت اصلی با سه سطح آبیاری شامل تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی (تیمار شاهد)، تنش آبی ملایم و شدید و عامل رقم به عنوان کرت فرعی در شش سطح شامل ارقام آگریا (شاهد)، اسپیریت، مارفونا، لوکا، هرمس و کلون امیدبخش ۹-۳۹۷۰۰۸ در نظر گرفته شد. خصوصیات زراعی ارقام و کلون برتر سیب‌زمینی، در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۱-آمار و اطلاعات هواشناسی سال ۱۳۹٤ منطقه مورد مطالعه

ماه	بارندگی (میلی متر)	دما (درجه سانتی گراد)	رطوبت نسبی (درصد)
فروردین	۳۵/۷	۸	۷۰
اردیبهشت	۲٦/۵	۱۲/۹	٦٤
خرداد	۷	۱۷/۹	۵۷
تیر	۳/٦	۱۹/۹	٦۲
مرداد	۰	۲۰/٤	۵۲
شهریور	٤۸/۹	۱٦/۹	٦۹
مهر	۵۸/۳	۱۳/۳	۷۲
آبان	٤٦/٦	۷/٦	۷٦
آذر	۱۳/۹	۲/۵	٦۸
دی	٦/٤	۳/٤	۵۹
بهمن	۲٤/۹	۰/٤	۷٤
اسفند	۳٦/۷	٦/۹	٦۵

منبع: پایگاه اطلاع رسانی اداره کل هواشناسی استان اردبیل

جدول ۲- آمار و اطلاعات هواشناسی بلند مدت (۳۰ ساله) ایستگاه سینوپتیک شهرستان اردبیل

ماه	میانگین بارندگی (میلی متر)	میانگین دما (درجه سانتی گراد)	میانگین رطوبت (درصد)
فروردین	۳٦/۲	۷/۹	٦۷
اردیبهشت	٤۹/۸	۱۱/۹	٦۹
خرداد	۲٦/٤	۱۵/۵	۷۰
تیر	۸	۱۷/۹	۷۰
مرداد	۵/۱	۱۸/٦	٦۹
شهریور	۹/٦	۱٦/۸	۷۱
مهر	۲۳/٦	۱۲/٦	۷۱
آبان	۳۷/۱	۷/۹	۷۲
آذر	۲۵/۳	۲/۱	۷۳
دی	۲۲/۳	-۱/۳	۷٤
بهمن	۲۱/۵	-۱/٦	۷٤
اسفند	۳۱/۷	۲/۲	۷۲

منبع: پایگاه اطلاع رسانی اداره کل هواشناسی استان اردبیل

در پاییز سال ۱۳۹۳، عملیات تهیه زمین به صورت شخم عمیق، دیسک‌زنی و تسطیح مزرعه انجام گرفت. در اوایل اردیبهشت سال ۱۳۹٤، عملیات تهیه جوی و پشته و کرت‌بندی مزرعه انجام و کشت غده‌ها، در ٦ اردیبهشت ماه انجام شد. تیمارها در کرت‌های آزمایشی به مساحت ۲۲/۵ مترمربع (۳/۷۵× ٦ متر) متشکل از چهار خط ٦ متری با فواصل ۷۵ سانتیمتر بین دو ردیف و ۲۵ سانتی‌متر بین دو بوته روی ردیف اِعمال شدند. برای جلوگیری از نفوذ آب از کرت‌های مجاور به یکدیگر، بین کرت اصلی ۳ متر و بین کرت‌های فرعی ۱/۵ متر به عنوان حاشیه لحاظ شد. برای کنترل آفت سوسک کلرادو از آفت‌کش کنفیدور به میزان ۲۵۰ میلی‌لیتر در هکتار و برای پیشگیری از بیماری سفیدک دروغی، از قارچ کش مانکوزب به مقدار یک کیلوگرم در هکتار استفاده گردید. بر اساس نتایج آزمون خاک محل مورد مطالعه (جدول ٤)، مقدار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفات آمونیوم در دو نوبت (۵۰ درصد موقع کاشت و ۵۰ درصد در دوره تشکیل غده) (حسن‌پناه و همکاران، ۱۳۹٤)، کود اوره به مقدار ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار در سه نوبت (۲۵ درصد موقع کاشت، ۵۰ درصد در زمان سبز شدن و ۲۵ درصد بلافاصله پس از تشکیل غده) و نیز مقدار ۱۵۰ کیلوگرم کود سولفات پتاسیم در زمان کاشت مصرف گردید. عملیات وجین علف‌های هرز در دو نوبت و قبل از غده‌زایی به صورت دستی در تمام کرت‌های آزمایشی صورت گرفت. در منطقه اردبیل و مناطق هم اقلیم، تنش آبی اکثراً در ماه های تیر و مرداد ماه اتفاق می‌افتد و به همین منظور هدف، شناسایی رقم یا ارقامی هستند که به تنش آخر فصل متحمل باشند. روش اِعمال تیمارهای آبیاری به شرح زیر بود:

در تیمار آبیاری مطلوب (شاهد)، آبیاری مزرعه، یک روز بعد از کاشت غده‌ها (٦ اردیبهشت) شروع و تا تاریخ ۱۰ مهر ماه (زمان برداشت غده‌ها)، با تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه، به صورت مطلوب ادامه یافت.

در تیمار تنش آبی ملایم، آبیاری مزرعه، تا تاریخ ۲۱ تیرماه (تا ۷۵ روز بعد از کاشت غده‌ها) با تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه، به صورت مطلوب ادامه یافت. سپس عملیات آبیاری، به مدت ۱۵روز (معادل۲ بار آبیاری) متوقف شد. پس از سپری شدن مدت مذکور، عملیات آبیاری تا فاصله‌ی زمانی۱۰ مهرماه (زمان برداشت غده‌ها)، مجدداً به صورت مطلوب و با تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه ادامه یافت.

در تیمار تنش آبی شدید، آبیاری مزرعه، تا تاریخ ۲۱ تیرماه (تا ۷۵ روز بعد از کاشت غده‌ها) با تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه، به صورت مطلوب ادامه یافت. سپس عملیات آبیاری به مدت ۳۰ روز (معادل ٤ بار آبیاری) متوقف شد. پس از سپری شدن مدت مذکور، عملیات آبیاری تا فاصله‌ی زمانی۱۰ مهرماه (زمان برداشت غده‌ها)، مجدداً به صورت مطلوب و با تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه ادامه یافت.

جدول ۳- مقایسه خصوصیات زراعی ارقام مورد مطالعه و کلون برتر سیب‌زمینی

مشخصات زراعی	رقم					
	آگریا	اسپیریت	مارفونا	لوکا	هرمس	کلون ۹-۳۹۷۰۰۸
دوره رشد	نیمه دیررس	نیمه دیررس	نیمه زودرس	نیمه دیررس	نیمه دیررس	نیمه دیررس
شکل غده	تخم مرغی کشیده	گرد تخم مرغی	گرد تخم مرغی	تخم مرغی	گرد تخم مرغی	گرد تخم مرغی
اندازه غده	بزرگ	بزرگ	بزرگ	بزرگ	بزرگ	بزرگ
رنگ گل	سفید	سفید	سفید	سفید	بنفش	سفید
رنگ پوست	زرد	زرد	زرد	قرمز	زرد	زرد
رنگ گوشت	زرد	زرد	زرد کمرنگ	زرد	نسبتاً زرد	زرد
عمق چشم	سطحی	سطحی	سطحی	سطحی	متوسط	سطحی
عملکرد	بالا	بالا	بالا	بالا	بالا	بالا
قابلیت انبارداری	خوب	خوب	متوسط	خوب	خوب	خوب
ماده خشک	بالا	بالا	پایین	بالا	بالا	متوسط
مصرف	فرنچ فرایز	تازه خوری	تازه خوری	تازه خوری	چیپس	تازه خوری
میزان جذب روغن	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین
قندهای احیایی	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین

منبع: حسن پناه، ۱۳۹۳

زمان شروع آبیاری در مزرعه مورد نظر در شرایط آب و هوایی اردبیل، بر اساس تبخیر مقدار ۲۸ میلیمتر آب از سطح تشتک تبخیر (معادل۴۰ درصد تخلیه رطوبتی آب قابل دسترس) محاسبه شد. به عبارت دیگر، برای محاسبه مقدار آب مورد استفاده در کرت‌های آزمایشی، از داده‌های مربوط به تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A (مستقر در ایستگاه هواشناسی محل اجرای طرح) و از رابطه‌ی زیر برای محاسبه میزان آب مورد نیاز برای تیمار آبیاری مطلوب (۱۰۰ درصد تأمین آب مورد نیاز سیب‌زمینی) استفاده گردید (احمدی عدلی، ۱۳۷۵).

$$IW = EP \times ۰/۸ \times S$$

که در آن IW مقدار آب مورد نیاز (بر حسب مترمکعب)، عدد ۰/۸ همان ضریب تشتک (مرادی دالینی و همکاران، ۱۳۷۸)، EP یعنی تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A (میلی‌متر) و S یعنی مساحت کرت آزمایشی مورد آبیاری (مترمربع) می‌باشد. سپس در هر نوبت آبیاری، میزان آب مورد نیاز برای کرت‌ها محاسبه شده و توسط کنتور حجمی، از طریق توسط لوله‌های پی وی سی هم قطر، به کرت‌های مورد نظر هدایت و عملیات آبیاری انجام گرفت.

جدول ٤- نتایج آزمون خاک محل مورد مطالعه در عمق صفر تا ۳۰ سانتی متری

بافت خاک	درصد رطوبت اشباع	قابلیت هدایت الکتریکی (**dS/m**)	pH	درصد کربن آلی	درصد کل مواد خنثی شونده	درصد نیتروژن کل	روی (mg/kg)	آهن (mg/kg)	منگنز (mg/kg)	مس (mg/kg)	پتاسیم قابل جذب (mg/kg)	فسفر قابل جذب (mg/kg)
لوم	٤۳	۰/۸۷٤	۷/۷۹	۱/۰۳	٦/۵	۰/۱	۱۰/۱	۵/۱۸	۱٦/۲	۷/۵۲	۳۱۸	۵/۸

عملیات برداشت مزرعه، در ۱۰ مهر ماه صورت گرفت. برای اندازه‌گیری عملکرد کل غده، نمونه‌برداری فقط از ۲ ردیف وسطی از چهار ردیف موجود در هر کرت (به طول ۵ متر) انجام و به منظور از بین بردن اثرات حاشیه‌ای، دو ردیف کناری و نیز نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت حذف گردید. پس از تمیز کردن، با ترازوی دیجیتال توزین شده و عدد حاصله، به عنوان عملکرد کل غده در واحد سطح تعیین گردید. برای تعیین تعداد غده قابل فروش هر بوته،۱۰ بوته سیب‌زمینی از هرکرت به طور تصادفی انتخاب و تعداد غده‌های موجود در هر بوته به صورت جداگانه شمارش گردید. سپس میانگین تعداد غده‌های موجود در کل بوته‌های مورد نظر، تحت عنوان تعداد غده در هر بوته تعمیم داده شد. بعد از نمونه‌برداری از هر بوته، غده‌ها به سه دسته تقسیم گردیدند: الف- غده‌های دارای قطر کوچکتر از ۳۵ میلی‌متر ب- غده‌های دارای قطر بین ۳۵ الی ۵۵ میلی‌متر ج- غده‌های دارای قطر بیش از ۵۵ میلی‌متر (نوری و همکاران، ۲۰۱٦؛ جمال‌پور، ۱۳۹۳) در این ارزیابی، مجموع تعداد غده‌های دارای قطر بین ۳۵ الی ۵۵ میلی‌متر و نیز غده‌های دارای قطر بیش از ۵۵ میلی‌متر به عنوان تعداد غده قابل فروش هر بوته در نظر گرفته شدند. پس از جدا کردن غده‌های کوچک‌تر از ۳۵ میلی‌متر از غده‌های برداشت شده از هر بوته، مابقی غده‌ها توزین و عدد حاصله به عنوان عملکرد غده قابل فروش در بوته، در واحد سطح (هکتار) مزرعه تعمیم داده شد.

برای انجام تجزیه‌های آماری و محاسبات داده‌ها از قبیل تجزیه واریانس، تجزیه همبستگی بین صفات، از نرم افزار SAS 9.1 و برای انجام مقایسات بین میانگین از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

تعداد غده قابل فروش در بوته

جدول تجزیه واریانس نشان داد که ارقام مورد مطالعه، از نظر تعداد غده قابل فروش در بوته (مجموع غده‌های دارای قطر بیش از ۳۵ میلی‌متر) در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف بسیار معنی‌داری با هم داشتند (جدول ۵). با توجه به اهمیت عملکرد غده قابل فروش نسبت به عملکرد غده کل، مقایسه میانگین

تعداد غده‌های قابل فروش در بوته ژنوتیپ‌های سیب‌زمینی نشان داد که رقم مارفونا بیشترین میانگین تعداد غده‌های قابل فروش در بوته (۷/۸۹ غده) را داشته و با قرار گرفتن در گروه برتر a، با ارقام دیگر اختلاف معنی‌داری نشان داد. رقم اسپیریت نیز کمترین تعداد غده قابل فروش در بوته ٤/۱۱ عدد) را تولید نمود و به همراه سایر ارقام، در گروه b قرارگرفت (جدول ۷). بررسی ضرایب همبستگی بین متغیرها نشان داد که صفت تعداد غده قابل فروش در بوته با اکثر صفات مورد مطالعه تحت شرایط

آبیاری مطلوب، همبستگی مثبت و معنی‌دار و یا بسیار معنی‌داری دارد (جدول ۸). هیچگونه همبستگی مثبت و معنی‌داری میان این صفت با سایر صفات مورد مطالعه تحت تیمارهای تنش آبی ملایم و شدید مشاهده نگردید (جداول ۹ و۱۰). با توجه به کاهش عملکرد ناشی از اِعمال تیمار تنش آبی، انتظار می‌رود که تغییرات در اجزای عملکرد (تعداد غده در بوته و وزن غده در بوته) باعث بوجود آمدن این تغییرات شده باشد. چون وقوع تنش آبی، باعث کاهش فتوسنتز و توسعه رشد رویشی گیاه و در نتیجه، کاهش وزن و تعداد غده در بوته می‌گردد (حقیقتی و همکاران، ۱۳۹٤). نتایج پژوهشی نشان داد که ژنوتیپ‌های سیب-زمینی مورد بررسی، از نظر تعداد غده قابل فروش، دارای اختلاف بسیار معنی‌داری با تیمار شاهد بودند به طوری که تعداد غده قابل فروش ارقام سیب‌زمینی تحت تیمار تنش آبی، در مقایسه با تیمار تأمین کامل نیاز آبی، ۷۹ درصد کاهش یافته و مقدار کاهش در سایر ارقام، از ٦٤ تا ۸۳ درصد متغیر بود (دبلوند و لدنت، ۲۰۰۱). نتایج آزمایش دیگر، وابستگی شدید تعداد غده سیب‌زمینی در بوته به میزان آب آبیاری را نشان داد به طوری که در تیمار آبیاری کامل، میانگین تعداد غده قابل فروش به ۷/۳۵ عدد و در تیمار ۵۰ درصد تأمین نیاز آبی، به ۳/۵۵ عدد کاهش یافت (آیاس و کوروکچو، ۲۰۱۰). در تحقیقی دیگر مشخص گردید که بین میزان آب مصرفی و تعداد غده قابل فروش در بوته، رابطه خطی مثبت برقرار است (آیاس، ۲۰۱۳).

جدول ۵- تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی ارقام و کلون برتر سیب‌زمینی در سطوح مختلف آبیاری

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد غده قابل فروش در بوته	وزن غده در بوته	وزن غده قابل فروش در بوته	عملکرد کل غده	عملکرد غده قابل فروش
تکرار	۲	۷/۱۹	۷۳٤۵۲/۰٤	۵۷۵٦۹/۳۲	۲۰٦/۳۷	۱٦۱/۱۷
آبیاری	۲	۰/۹٦^{ns}	٤۲۱۵۱/٦۷*	۳۳۱۵۲/۱۱*	۱۱۸/۳٤*	۹۳/۱۱*
خطای کرت اصلی	٤	۲/۱٦	۱٤٦٤٤/٤۳	۱۳۰٦۲/۸۳	٤۱/۱۵	۳٦/٦۸
ژنوتیپ	۵	۱۵/٤۱**	۱۱۲۸۰٤/۰۵**	۹۷۷۸/۳۹**	۳۱٦/۸۷**	۲۷٤/٦۷**
آبیاری × ژنوتیپ	۱۰	۱/۷٦^{ns}	۱۲۷۵٤/٦۲^{ns}	۱۰۷۸۸/٦۲^{ns}	۳۵/۸۳^{ns}	۱۳۰/۳۰^{ns}
خطا	۳۰	۱/۷٤	۱۱۳۷۱/۳۸	۱۰۵۹۹/٤۱	۳۱/۹٤	۲۹/۷۷
ضریب تغییرات (درصد)		۲۷/۳۳	۲۲/۵۸	۱٤/۲۳	۲۲/۵۹	۲۳/۱٤

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ٦- مقایسه میانگین تیمارهای سطوح آبیاری برای برخی صفات سیب‌زمینی

تیمار	عملکرد غده قابل فروش (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد کل غده (کیلوگرم در هکتار)	وزن غده قابل فروش در بوته (گرم)	وزن غده در بوته (گرم)
آبیاری مطلوب	۲۸٦۹۰ a	۳۱۲۹۰ a	۵٤۱/٤ a	۵۸۹/۸۲ a
تنش آبی ملایم	۲۵۵۸۰ ab	۲۷۵۹۰ ab	٤۸۲/٦۹ ab	۵۲۰/۷۲ ab
تنش آبی شدید	۲٤۲۷۰ b	۲٦۳۲۰ b	٤۵۷/۸۲ b	٤۹٦/۵۸ b

حروف مشترک در هر ستون، بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD است

وزن غده در بوته

در تجزیه واریانس این صفت، بین سطوح آبیاری و نیز ارقام مورد مطالعه، اختلاف معنی‌داری به ترتیب در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد مشاهده شد در حالی که در جدول تجزیه واریانس، برهمکنش این دو عامل برای صفت مذکور، اختلاف معنی‌داری نشان نداد (جدول ۵). مقایسه میانگین اثر سطوح آبیاری نشان داد که بیشترین مقدار میانگین وزن غده در بوته، در شرایط آبیاری مطلوب (۵۸۹/۸۲ گرم) حاصل گردیده و به همراه تیمار تنش آبی ملایم، در گروه مشترک a قرار گرفته و اختلاف معنی‌داری با تنش آبی شدید نشان دادند (جدول ٦). معنی‌دار بودن اختلاف میان ژنوتیپ‌ها نیز نشان دهنده وجود تنوع ژنتیکی بین ارقام مورد مطالعه بود به طوری که کلون ۹-۳۹۷۰۰۸ از بیشترین میانگین وزن غده در بوته (٦۲٤/۷٤ گرم) برخوردار بوده و مشترکاً به همراه ارقام لوکا، مارفونا و آگریا با قرار گرفتن در

گروه یکسان و برتر a، با ارقام دیگر اختلاف معنی‌داری نشان داد به طوری که ارقام اسپیریت و هرمس نیز با قرار گرفتن در گروه b، کمترین میانگین وزن غده در بوته را تولید نمودند (جدول ۷). بررسی ضرایب همبستگی بین متغیرها نشان داد که صفت مذکور، تحت شرایط آبیاری مطلوب، با صفت وزن غده قابل فروش در بوته همبستگی مثبت و معنی‌دار و با صفات عملکرد کل غده و عملکرد غده قابل فروش، همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری دارد (جدول ۸). همچنین تحت تیمارهای تنش آبی ملایم و شدید نیز همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری بین وزن غده در بوته و صفات وزن غده قابل فروش در بوته، عملکرد کل غده و نیز عملکرد غده قابل فروش مشاهده گردید (جداول ۹ و ۱۰) زیرا وزن غده قابل فروش در بوته، عملکرد غده قابل فروش و همچنین عملکرد کل غده، از اجزای عملکرد سیب‌زمینی محسوب شده و رابطه مستقیمی با وزن غده در بوته دارند به همین جهت افزایش وزن غده در بوته منجر به افزایش صفات فوق می‌گردد. نتایج آزمایشی نشان داد که تمام ارقام سیب‌زمینی، در مراحل تشکیل غده و افزایش وزن آن، به تنش آبی حساسیت دارند (لینچ و همکاران، ۱۹۹۵). به عبارت دیگر، تنش آبی، بر روی تعداد غده و وزن آنها تأثیر منفی می‌گذارد. در آزمایش دیگر، تأثیر میزان آب آبیاری و دور آبیاری بر رشد و عملکرد سیب‌زمینی بررسی و نتیجه‌گیری شد که تنش آبی، اثر معنی‌داری بر عملکرد سیب‌زمینی دارد (اندر و همکاران، ۲۰۰۵). بر اساس نتایج پژوهش حسینی و امینی (۱۳۹۳) با افزایش دور آبیاری، متوسط وزن غده‌های یک بوته در دور آبیاری ۱۸ روزه نسبت به دور آبیاری ٦ روزه، ۱/۹ برابر کاهش یافت. شاه‌نظری و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که افزایش حجم آبیاری باعث افزایش شاخص سطح برگ و در نتیجه منجر به فتوسنتز بیشتر و افزایش وزن غده در بوته نسبت به تیمارهای کم‌آبیاری گردید.

جدول ۷- مقایسه میانگین تیمارهای ژنوتیپ برای برخی صفات سیب‌زمینی

رقم	عملکرد غده قابل فروش (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد کل غده (کیلوگرم در هکتار)	وزن غده قابل فروش در بوته (گرم)	وزن غده در بوته (گرم)	تعداد غده قابل فروش در بوته (عدد)
آگریا	۳۷۵۹۰ a	۲۹٦۵۰ a	۵۲۰/۵۱ a	۵۵۹/۳۲ a	۵/٤٤ b
مارفونا	۲۸۲۵۰ a	۳۲٤۰۰ a	۵۳٤/۰٤ a	٦۱۱/۳۸ a	۷/۸۹ a
لوکا	۳۱۳۹۰ a	۳۳۱۰۰ a	۵۹۲/۲۲ a	٦۲٤/۵۳ a	٤/۷۸ b
اسپیریت	۲۱٤۰۰ b	۲۲۷۹۰ b	٤۰۳/۷۵ b	٤۳۰/۰٦ b	٤/۱۱ b
هرمس	۱۷۵۷۰ b	۱۹۳۰۰ b	۳۳۱/٤۷ b	۳٦٤/۲۲ b	۵ b
کلون ۹-۳۹۷۰۰۸	۳۰۸۹۰ a	۳۳۱۱۰ a	۵۸۲/۸۱ a	٦۲٤/۷٤ a	۵ b

حروف مشترک در هر ستون، بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD است

جدول ۸- ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه در شرایط آبیاری مطلوب

	عملکرد غده قابل فروش	عملکرد کل غده	وزن غده قابل فروش در بوته	وزن غده در بوته	تعداد غده قابل فروش در بوته
تعداد غده قابل فروش در بوته					-
وزن غده در بوته				-	۰/۰۳۳
وزن غده قابل فروش در بوته			-	۰/۸٤ *	۰/۸٤ *
عملکرد کل غده		–	۰/۹۹ **	۰/۹۸ **	۰/۸۵ *
عملکرد غده قابل فروش	-	۰/۹۹ **	۰/۹۹ **	۰/۹۹ **	۰/۸۷ *

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۹- ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه در شرایط تنش آبی ملایم

	عملکرد غده قابل فروش	عملکرد کل غده	وزن غده قابل فروش در بوته	وزن غده در بوته	تعداد غده قابل فروش در بوته
تعداد غده قابل فروش در بوته					-
وزن غده در بوته				-	- ۰/۲۲
وزن غده قابل فروش در بوته			-	۰/۹۵ **	۰/۰٦
عملکرد کل غده		-	۰/۹۹ **	۰/۹۵ **	۰/۰٦
عملکرد غده قابل فروش	-	۰/۹۵ **	۰/۹۵ **	۰/۹۹ **	- ۰/۲۲

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۱۰- ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه در شرایط تنش آبی شدید

	عملکرد غده قابل فروش	عملکرد کل غده	وزن غده قابل فروش در بوته	وزن غده در بوته	تعداد غده قابل فروش در بوته
تعداد غده قابل فروش در بوته					-
وزن غده در بوته				-	۰/۲۵
وزن غده قابل فروش در بوته			-	۰/۹٦ **	۰/٤۹
عملکرد کل غده		-	۰/۹۹ **	۰/۹٦ **	۰/٤۹
عملکرد غده قابل فروش	-	۰/۹۷ **	۰/۹٦ **	۰/۹۹ **	۰/۲۲

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

وزن غده قابل فروش در بوته

نتایج جدول تجزیه واریانس، حاکی از وجود اختلاف معنی‌دار بین سطوح آبیاری و ارقام مورد مطالعه، به ترتیب در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد بود (جدول ۵). مقایسه میانگین وزن غده قابل فروش در بوته در تیمارهای آبیاری نشان داد که بیشترین **وزن** غده قابل فروش در بوته (٥٤١/٤ گرم)، در شرایط آبیاری مطلوب حاصل شده و به همراه تیمار تنش آبی ملایم، در گروه مشترک و برتر a قرار گرفته و اختلاف معنی‌داری با تنش آبی شدید در سطح احتمال ۵ درصد نشان دادند به طوری که تیمار تنش آبی شدید، در گروه b، کمترین میانگین وزن غده قابل فروش در بوته را تولید نمود (جدول ٦). به عبارت دیگر، علیرغم اِعمال تنش آبی ملایم در ارقام مورد بررسی، میانگین وزن غده‌ی قابل فروش تولید شده، مشابه با شرایط اِعمال تیمار آبیاری مطلوب بوده و به نظر می‌رسد می‌توان از این راهکار، برای صرفه‌جویی در مصرف آب کشاورزی بهره جست. معنی‌دار بودن اختلاف میان ژنوتیپ‌ها نیز نشان دهنده وجود تنوع ژنتیکی بین ارقام برای صفت مورد بررسی بود به طوری که رقم لوکا از بیشترین میانگین وزن غده قابل فروش در بوته (۵۹۲/۲۲ گرم) برخوردار بوده و مشترکاً به همراه کلون ۹-۳۹۷۰۰۸ و ارقام مارفونا و آگریا با قرار گرفتن در گروه یکسان و برتر a، اختلاف معنی‌داری با سایر ارقام نشان دادند. همچنین ارقام اسپیریت و هرمس نیز در گروه b، کمترین میانگین وزن غده قابل فروش در بوته را تولید نمودند (جدول ۷). بررسی ضرایب همبستگی بین متغیرها حاکی از این بود که صفت مذکور، تحت شرایط آبیاری مطلوب، با اکثر صفات مورد مطالعه، همبستگی مثبت و معنی‌دار یا خیلی معنی‌داری دارد (جدول ۸). همچنین تحت تیمارهای تنش آبی ملایم و شدید نیز همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری بین صفت مزبور و صفات عملکرد کل غده، عملکرد غده قابل فروش و نیز وزن غده در بوته مشاهده شد (جداول ۹ و ۱۰). نتایج آزمایشات انجام یافته نشان داد که افزایش پتانسیل ماتریک خاک، باعث کاهش معنی‌دار وزن غده قابل فروش در بوته شده و در شرایطی که وضعیت رطوبت خاک در مرحله رسیدگی بوته سیب‌زمینی مطلوب باشد درصد غده‌های متوسط و بزرگ افزایش می‌یابد در حالی که تنش رطوبتی در مرحله رویشی، موجب تولید درصد بالایی از غده‌های ریز می‌گردد (وانگ و همکاران، ۲۰۰۷).

عملکرد کل غده

نتایج تجزیه واریانس این صفت نشان داد که بین سطوح آبیاری و ارقام مورد مطالعه، به ترتیب در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد اختلاف معنی‌داری وجود داشت در حالی که برهمکنش

این دو عامل برای صفت مورد بررسی، اختلاف معنی‌داری نشان نداد (جدول ۵). مقایسه میانگین عملکرد کل غده در تیمارهای آبیاری نشان داد که بیشترین مقدار عملکرد کل غده (۳۱۲۹۰ کیلوگرم در هکتار) در شرایط آبیاری مطلوب حاصل شده و به همراه تیمار تنش آبی ملایم، در گروه مشترک و برتر a قرار گرفته و اختلاف معنی‌داری با تیمار تنش آبی شدید نشان دادند به طوری که تیمار تنش آبی شدید با قرار گرفتن در گروه b، کمترین میانگین عملکرد کل غده را تولید نمود (جدول ٦). با توجه به اهمیت اقتصادی عملکرد غده برای زارع و نیز وجود بحران آب حاکم بر کشور و استان، به نظر می‌رسد اِعمال تنش آبی ملایم در مزارع سیب‌زمینی منطقه، علاوه بر امکان حصول به عملکرد غده اقتصادی مناسب، منجر به صرفه‌جویی نسبی در مصرف منابع آب کشاورزی (به دلیل اختلاف تعداد ۲ دور آبیاری بین تیمار آبیاری مطلوب و تنش آبی ملایم) نیز گردد. معنی‌دار بودن اختلاف میان ژنوتیپ‌ها نیز نشان دهنده وجود تنوع ژنتیکی بین ارقام برای صفت مورد بررسی بود به طوری که کلون ۹–۳۹۷۰۰۸ ضمن برخورداری از بیشترین عملکرد کل غده (۳۳۱۱۰ کیلوگرم در هکتار) مشترکاً به همراه ارقام لوکا، مارفونا و آگریا در گروه برتر a قرار گرفته و با سایر ارقام، اختلاف معنی‌داری نشان دادند. همچنین ارقام اسپیریت و هرمس نیز در گروه b، کمترین عملکرد کل غده را تولید نمودند (جدول ۷). بررسی ضرایب همبستگی بین متغیرها نشان داد که صفت مذکور، تحت شرایط آبیاری مطلوب، با اکثر صفات مورد مطالعه، همبستگی مثبت و معنی‌دار یا بسیار معنی‌داری دارد (جدول ۸). همچنین تحت تیمارهای تنش آبی ملایم و شدید نیز همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری بین صفت یاد شده و صفات وزن غده در بوته، وزن غده قابل فروش در بوته و نیز عملکرد غده قابل فروش مشاهده گردید (جداول ۹ و ۱۰). کاهش عملکرد محصول سیب‌زمینی تحت تأثیر تنش آبی شدید را می‌توان به اِعمال تنش طولانی مدت گیاه نسبت داد زیرا سطح فتوسنتز کننده گیاه کاهش یافته و در نتیجه موجب کم شدن رشد گیاه و کاهش عملکرد می‌گردد (کالفونتزوس و همکاران، ۲۰۰۷). در آزمایشی، عواملی از قبیل حساسیت به تنش آبی، کم‌عمق بودن ریشه و رشد سیب‌زمینی در خاک‌های با ظرفیت رطوبتی پایین، دلیل کاهش عملکرد محصول گزارش شده است (کینگ و استارک، ۱۹۹۷). نتایج آزمایش دیگر نشان داد که عملکرد سیب-زمینی، به شدت به خشکی حساس است اما از نظر مقدار خسارت در برابر خشکی، در بین ارقام مختلف، اختلاف معنی-داری وجود دارد (می‌ین و درونده، ۲۰۰۸). در تحقیق دیگر با موضوع تأثیر کم‌آبیاری بر عملکرد غده ژنوتیپ‌های سیب‌زمینی، تیمار تأمین ٦٠٪ نیاز آبی، موجب کاهش عملکرد غده ژنوتیپ‌ها از ۷۵٤ گرم به ٦٤٠ گرم (۱۷/۷درصد) گردید (مارالیان و همکاران، ۲۰۱٤).

عملکرد غده قابل فروش

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین سطوح آبیاری و ارقام مورد مطالعه، به ترتیب در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد اختلاف معنی‌داری وجود داشت در حالی که برهمکنش این دو عامل برای این صفت، اختلاف معنی‌داری نشان نداد (جدول ۵). مقایسه میانگین اثر اصلی تیمار آبیاری بر صفت عملکرد غده قابل فروش نشان داد که بیشترین مقدار میانگین عملکرد غده قابل فروش (۲۸٦۹۰ کیلوگرم در هکتار) در شرایط آبیاری مطلوب تولید گردید و این تیمار به همراه تیمار تنش آبی ملایم، در گروه مشترک و برتر a قرار گرفته و اختلاف معنی‌داری با تیمار شدید نشان دادند (جدول ٦). معنی‌دار بودن اختلاف میان ژنوتیپ‌ها نیز نشان دهنده وجود تنوع ژنتیکی بین ارقام بود به طوری که رقم آگریا از بیشترین عملکرد غده قابل فروش (۳۷۵۹۰ کیلوگرم در هکتار) برخوردار بوده و مشترکاً به همراه ارقام لوکا، کلون ۹–۳۹۷۰۰۸ و مارفونا در گروه یکسان و برتر a قرار گرفته و با ارقام دیگر، اختلاف معنی‌داری نشان دادند. ضمن این که ارقام اسپیریت و هرمس نیز در گروه b کمترین عملکرد غده قابل فروش را تولید نمودند (جدول ۷). بررسی ضرایب همبستگی بین متغیرها تحت شرایط آبیاری مطلوب، نشان‌دهنده وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار یا خیلی معنی‌دار بین صفت مذکور با اکثر صفات مورد مطالعه بود (جدول ۸). همچنین تحت تیمارهای تنش آبی ملایم و شدید نیز همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری بین صفت یاد شده و صفات وزن غده در بوته، وزن غده قابل فروش در بوته و نیز عملکرد کل غده مشاهده شد (جداول ۹ و ۱۰). نتایج آزمایشات نشان داد که کمبود رطوبت خاک، موجب کاهش مقدار فتوسنتز برگ، کاهش رشد غده و در نتیجه کاهش عملکرد غده سیب‌زمینی در واحد سطح می‌گردد (ایرنا و مایرومیکل، ۲۰۰٦). در تحقیق دیگر، بیشترین و کمترین عملکرد غده قابل فروش سیب‌زمینی، به ترتیب در تیمار بدون تنش آبی و تیمار کم‌آبی همراه با تنش شدید بدست آمد (دملاش، ۲۰۱۳). در آزمایش انجام یافته بر روی سیب‌زمینی رقم هرمس مشاهده شد که با کاهش سطح تنش آبی، میزان عملکرد غده‌ی سیب‌زمینی افزایش می‌یابد (آیاس، ۲۰۱۳). در آزمایش دیگر با بررسی تأثیر رژیم کم‌آبیاری بر دو رقم سیب‌زمینی

گزارش شد که اعمال تنش آبی منجر به افت معنی‌دار عملکرد غده در واحد سطح می‌گردد (آلوا و همکاران، ۲۰۱۲). در تحقیقی با موضوع تأثیر سه رژیم آبیاری بر عملکرد غده قابل فروش سیب‌زمینی زودرس رقم اسپونتا مشخص شد که عملکرد غده قابل فروش در تیمارهای تأمین۵۰ درصد نیاز آبی و بدون آبیاری (تأمین رطوبت مورد نیاز از طریق بارش مقدار ۵۲۳ میلیمتر بارندگی در طول سال) به ترتیب مقدار ۲۵/۹ و ٦۳/٦ درصد نسبت به تیمار تأمین نیاز آبی کامل سیب‌زمینی کاهش می‌یابد (کانتوره و همکاران، ۲۰۱٤). به عبارت دیگر بیشترین مقدار عملکرد قابل فروش، از تیمار۱۰۰ درصد تأمین نیاز آبی (٤۰/۹ تن در هکتار) استحصال شد در حالی که عملکرد تیمار ۵۰ درصد تأمین نیاز آبی و تیمار بدون آبیاری به ترتیب معادل ۳۰/۳ و ۱٤/۹ تن در هکتار بود.

نتیجه گیری

رقم لوکا دارای بیشترین مقدار وزن غده قابل فروش در بوته (۵۹۲/۲۲ گرم)، رقم آگریا دارای بیشترین مقدار عملکرد غده قابل فروش (۳۷۵۹۰ کیلوگرم در هکتار)، رقم مارفونا دارای بیشترین تعداد غده قابل فروش در بوته (۷/۸۹ عدد) و کلون امیدبخش ۹-۳۹۷۰۰۸ دارای بیشترین مقادیر عملکرد کل غده (۳۳۱۱۰ کیلوگرم در هکتار) و وزن غده در بوته (٦۲٤/۷٤ گرم) در بین ارقام مورد بررسی بودند که ناشی از وجود تنوع ژنتیکی بین ارقام برای صفات مورد بررسی بوده و برای کاشت در مناطق معتدل و سردسیری، مناسب به نظر می‌رسند. با توجه به عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای آبیاری مطلوب و تنش آبی ملایم و اهمیت اقتصادی عملکرد غده برای زارع، به نظر می‌رسد ترویج و جایگزینی تیمار تنش آبی ملایم به جای آبیاری مطلوب در بین زارعین منطقه، علاوه بر صرفه‌جویی نسبی در مصرف منابع محدود آب، موجب حصول به عملکرد غده قابل فروش (متناسب با نوع رقم سیب‌زمینی) برای سیب‌زمینی‌کار منطقه گردد.

منابع

احمدی عدلی، ر. ۱۳۷۵. تعیین میزان آب مصرفی سیب‌زمینی. گزارش نهایی. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل.

بی‌نام. ۱۳۹۳. آمارنامه کشاورزی ایران، وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی. دفتر آمار و فناوری اطلاعات.

بی‌نام. ۱۳۹۵. آمار و اطلاعات هواشناسی استان اردبیل. پایگاه اطلاع رسانی اداره کل هواشناسی استان اردبیل.

جمال‌پور، س. ۱۳۹۳. تأثیر نانو کود بیولوژیک (بیوزر) در مقایسه با کودهای شیمیایی نیتروژن و فسفر بر روی عملکرد و اجزای عملکرد سیب زمینی رقم آگریا. پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته زراعت دانشگاه محقق اردبیلی. ٦٤ صفحه.

حسن‌پناه، د. ۱۳۹۳. معرفی ارقام سیب‌زمینی متحمل به کم‌آبی، نشریه ترویجی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل. شماره ۷.

حسن‌پناه، د.، ف. آسیابی زاده، ک. اخوان و ع. خواجوی. ۱۳۹٤. نشریه فنی تعیین بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی آب در مزارع سیب‌زمینی خوراکی و بذری منطقه اردبیل. شماره ۸۸.

حسینی، س.م. و ز. امینی. ۱۳۹۳. اثر سولفات پتاسیم بر مقاومت به خشکی سیب‌زمینی در اقلید فارس. نشریه پژوهش آب در کشاورزی. جلد ۲۸، شماره ۲.

حقیقتی، ب.، س. برومندنسب و ع.ع. ناصری. ۱۳۹٤. اثر میزان آبیاری بر عملکرد، برخی ویژگی‌های کیفی و بهره‌وری آب دو رقم سیب‌زمینی. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. سال ۷، شماره ۲۸: ٦۰-٤۵.

اساس بر(*Solanum tuberosum* L.)سیب‌زمینی رقم ۱۰ کم‌آبی به تحمل حسن‌پناه. ۱۳۹۵. ارزیابی د. و م. کافی نوری، ع.، ا. نظامی، شماره ۱(۳۷): دهم، جلد زراعی. گیاهان اکوفیزیولوژی پژوهشی علمی اردبیل. نشریه منطقه در غده عملکرد و فیزیولوژیکی صفات برخی ۲٦۸-۲٤۳.

مرادی دالینی، ا.، م.ر. نیشابوری، س. جهانبخش عسل و ا.ا. جعفرزاده. ۱۳۷۸. تعیین کلاس A ضریب تبخیر در شرایط و راه‌اندازی‌های مختلف و مقایسه آن با مقادیر پیشنهادی FAO. مجله علوم آب و خاک. شماره ٤: ۱۷۵-۱٦٤.

Aksoy, E., U. Demirel, Z. N. Ozturk, S. Caliskan and M. E. Caliskan. 2015. Recent advances in potato genomics, transcriptomics, and transgenics under drought and heat stresses. Turkish Journal of Botany. 39: 920-940.

Alva, A. K., H. Ren and A. D. Moore. 2012. Water and nitrogen management effects on biomass accumulation and partitioning in two potato cultivars. American Journal of Plant Sciences. 3: 164-170.

Anonymous. 2014. Iran's agricultural statistics, Ministry of Agriculture, Department of Planning and Economy, Center for Information and Communication Technology.

Ayas, S. 2013. The effects of different regimes on potato (*Solanum tuberosum* L. Hermes) yield and quality characteristics under unheated greenhouse conditions. Bulgarian Journal of Agricultural Science. 19: 87-95.

Ayas, S. and A. Korukcu. 2010. Water-yield relationships in deficit irrigated potato. Journal Agricultural Faculty Uludang University. 24: 23-36.

Banik, P. K. 2015. Effects of drought acclimation on drought stress resistance in three potato (*Solanum tuberosum* L.) genotypes. M.Sc. Thesie, Department of Plant Sciences, University of Saskatchewan, Canada.

Cantore, V., F. Wassar, S. S. Yamac, M. H. Sellami, R. Albrizio, A. M. Stellacci and M. Todorovic. 2014. Yield and water use efficiency of early potato grown under different irrigation regimes. International Journal of Plant Production. 8: 409-428.

Demelash, N. 2013. Deficit irrigation scheduling for potato production in North Gondar, Ethiopia. African Journal of Agricultural Research. 8: 1144-1154.

FAO. 2015. Agriculture statistics. Retrived on 14 November 2015. Available at https://www.faostat,fao.org/faostat.

Irna, A. and G. Mauromicale. 2006. Physiological and growth response to moderate water deficit of off-season potatoes in a Mediterranean Enviorment. Agric. Water Management. 82: 193-209.

Kalfountzos, D., I. Alexiou, S. Kotsopoulos, G. Zavakos and P. Vyrlas. 2007. Effect of subsurface drip irrigation on cotton plantations. Water Resource Management. 21: 1341–1351.

King, B. A. and J. C. Stark. 1997. Potato irrigation management. Cooperative Extension Bulletin 789. Moscow, Idaho: University of Idaho.

Kiziloglu, F. M., U. Sahin, T. Tunce and S. Diler. 2006. Effect of Deficit Irrigation on Potato Evapotranspiration and Tuber Yield under Cool Season and Semiarid Climatic Cinditions. Journal of Agronomy. 5: 284-288.

Lahlou, O., S. Ouattar, J. F. Ledent. 2003. The effect of drought and cultivar on growth parameters, yield and yield components of potato. Agronomie. EDP Sciences. 23: 257-268.

Li, W., B. Xiong, S. Wang, X. Deng, L. Yin and H. Li. 2016. Regulation Effects of Water and Nitrogen on the Source-Sink Relationship in Potato during the Tuber Bulking Stage. PLoS ONE journal. 11: 1-18

Lynch, D. R., N. Foroud, G. C. Kozub and B. C. Farries. 1995. The effect of moisture stress at three growth stages on th yield, components of yield and processing Quality of eight potato Varieties. American potato Journal. 72: 375-385.

Mahmud, A., M. Mofazzal Hossain, Z. Zakaria, M. A. Khaleque-Mian and M. Abdul Karim. 2015. Effects of Water Stress on Plant Canopy, Yield Attributes and Yield of Potato. Kasetsart Journal (Natural Science). 49: 491–505.

Maralian, H., S. Nasrollahzadeh, Y. Raiyi and D. Hassanpanah. 2014. Responses genotypes to limited irrigation. International Journal of Agronomy and Agricultural Research. 5: 13-19.

Miene, A., J. A. De-Ronde. 2008. A comparison of drought stress and heat stress in tubers of 12 potato cultivars. South African journal of Science. 104: 156-158.

Monneveux, P., D. A. Ramirez and M. T. Pino. 2013. Drought tolerance in potato (*S. tuberosum* L.) Can we learn from drought tolerance research in cereals? Plant Science. 205-206: 76–86.

Nouri, A., A. Nezami, M. Kafi and D. Hassanpanah. 2016. Growth and yield response of potato genotypes to deficit irrigation. International Journal of Plant Production. 10: 139-158.

Obidiegwu, J. E., G. J. Bryan, H. G. Jones and Prashar, A. 2015. Coping with drought: stress and adaptive responses in potato and perspectives for improvement. Front Plant Science, 6: 542.

Onder, S., M. Caliskan, D. Onder and S. Caliskan. 2005. Different irrigation methods and potato yield and yield components. Agricultural Water Management. 73: 73–86.

Passioura, J. B. 2007. The drought environment: physical, biological and agricultural perspectives. Journal of Experimental Botany. 58: 113-117.

Prabawardani, S. 2007. Physiological and Growth Responses of Selected Sweet Potato (*Ipomoea batata* (L.) Lam.) Cultivars to Water Stress. PhD thesis, Australia, James Cook University.

Rezazadeh, A., M. H. Najafi-Mood, Y. Ramezani and H. Naghavi. 2015. Influence of irrigation method, drought stress, and fertilizer type on yield and yield components of potat. Applied Science Reports. 2: 134-142.

Shahnazari, A., S. H. Ahmadia, P. E. Laerke, F. Liu and F. Plauborg. 2008. Nitrogen dynamics in the soil-plant system under deficit and partial root-zone drying irrigation strategies in potatoes. European. Journal of Agronomy. 28: 65–73.

Shi, Sh., M. Fan, K. Iwama, F. Li, Z. Zhang and L. Jia. 2015. Physiological basis of drought tolerance in potato grown under long-term water deficiency. International journal Plant Production. 9: 305-320.

Shock, C. C., B. M. Shock and T. Welch. 2013. Strategies for Efficient Irrigation Water Use. Sustainable Agriculture Techniques, Oregon State University.

Wang, F., Y. Kang, S. Liu and X. Hou. 2007. Effects of soil matric potential on potato growth under drip irrigation in the North China Plain. Agriculture Water Management. 88: 34-42.

Wright, J. L., Stark, J. C. 1990. Potato. In: Stewart, B.A. and D.R. Nielson (eds.).Irrigation of Agricultural Crops. pp: 859–889.

Yavuz, D., N. Yavuz, and S. Suheri. 2016. Design and Management of a Drip Irrigation System for an Optimum Potato Yield. Agriculture Science Technology. 18: 817-830.

Effect of water stress on quantity traits of potato traditional cultivars and advanced clone

M. Ziachehre[1], A. Tobeh[2], D. Hassanpnah[3], Sh. Jamaati Samrin[4], Y. Jahani[5]

Received: 2017-2-7 Accepted: 2017-6-21

Abstract

In order to identify the effect of water stress on potato traditional cultivars and advanced clone growth this experiment was carried out under field conditions as Split-plot design based on Randomized Complete Block Design with three replications in Ardabil Agriculture and Natural Resources Research Station during 2015. Main plots included three irrigation levels: complete irrigation, mild and severe water stress and sub-plots included 5 potato cultivars: Agria, Spirit, Marfona, Luca, Hermes and 397008-9 promising clone. Results showed that in spite of the effect of water stress on marketable tuber number per plant, other studied traits such as tuber weight per plant, marketable tuber weight per plant, total tuber yield and marketable tuber yield were influenced by irrigation and cultivar treatments. Luca and Marfona produced the highest marketable tuber weight per plant and marketable tuber number per plant, respectively and also the 397008-9 promising clone had the most highest total tuber yield and tuber weight per plant due to genetic diversity. There were no significant interaction effect between cultivars × irrigation levels on any traits. Because of no significant difference between complete irrigation and mild water stress treatments and also economic importance of tuber yield for farmers, It seems that replacement of complete irrigation by mild water stress, not only will lead to relative maintaining water resources, but also will produce good marketable tuber yield (In accordance with the cultivar).

Key words: Agria, spirit, marketable tuber yield, promising clone 397008-9

1- Graduated Student, Department of Agronomy and Crop Breeding, College of Agricultural Science, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
2- Assiciated Professor, Department of Agronomy and Crop Breeding, College of Agricultural Science, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
3- Associated Professor, Ardabil Agriculture and Natural Resource Research and Education Center (Moghan), AREEO, Ilam, Iran
4- Young Research and Elite Club, Ardabil Branch, Islamic Azad University, Ardabil, Iran
5- Ardabil Agriculture and Natural Resource Research and Education Center (Moghan), AREEO, Ilam, Iran