Archive of SID

نشریه حفاظت منابع آب و خاک، سال ششم، شماره اول، پاییز ۱۳۹۵

ISSN 2251-7480

کارآئی مصرف آب و بهره‌وری آب در ژنوتیپ‌های سیب‌زمینی تحت تنش کم آبی

مرجان سمائی[۱]، سید علی محمد مدرس ثانوی[۲*] ، احمد موسی پور گرجی[۳] و اسکندر زند[۴]

۱) دانشجوی دکتری؛ گروه زراعت؛ دانشکده کشاورزی؛ دانشگاه تربیت مدرس؛ ایران

۲*) استاد؛ گروه زراعت؛ دانشکده کشاورزی؛ دانشگاه تربیت مدرس؛ ایران

*نویسنده مسئول مکاتبات: Modaresa@modares.ac.ir

۳) استادیار، بخش تحقیقات سبزی و صیفی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

٤) استاد، بخش تحقیقات علفهای هرز، موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۳/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۶/۱۱

چکیده

شناخت ارقام مقاوم به خشکی جهت حفظ منابع آب و ارتقاء بهره‌وری از راه کارهای توسعه کشاورزی پایدار در مناطق خشکی مانند ایران می‌باشد. به‌منظور شناخت میزان حساسیت ژنوتیپ‌های مختلف سیب‌زمینی به تنش کم آبی، پژوهشی به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار طی دو سال اجرا گردید. ژنوتیپ‌های سیب‌زمینی در ۱۱ سطح (آگریا، کایزر، ساوالان، سانته، مارفونا، هرمس، جلی، پیکاسو، میلوا، ۱-۳۹۷۰۸۱، ۲-۳۹۷۰۶۹) و تیمار آبیاری در دو سطح (تنش و شاهد) اعمال شد. در ابتدا آبیاری به روش تیپ و نرمال انجام و در مرحله تشکیل غده، آبیاری تیمار تنش قطع و تیمار شاهد به صورت نرمال آبیاری گردید. پس از اینکه کمبود رطوبت خاک به نود درصد رسید، مجددا آبیاری انجام تا خاک به ظرفیت زراعی رسیده و تا انتهای دوره رشد آبیاری به صورت نرمال انجام گرفت. نتایج تجزیه مرکب آنالیز داده‌های دو سال، کاهش عملکرد بیولوژیک، وزن تر غده سالم، وزن تر غده سالم قابل فروش، حداکثر شاخص سطح برگ، وزن خشک، تبخیر و تعرق و مصرف آب در ژنوتیپ‌ها تحت شرایط تنش نسبت به شاهد نشان داد. بهره‌وری آب بر مبنای وزن تر غده سالم و غده سالم قابل فروش در اکثرژنوتیپ‌ها تحت شرایط تنش کاهش یا تمایل به کاهش داشت. همچنین کارائی مصرف آب بر مبنای عملکرد غده سالم و عملکرد غده سالم قابل فروش در هر دو سال در شرایط تنش نسبت به شاهد در همه ژنوتیپ‌ها بجز۲-۳۹۷۰۶۹ کاهش یافت. بیشترین میزان بهره‌وری آب بر مبنای وزن تر غده سالم قابل فروش در هر دو سال در تیمار تنش در ژنوتیپ ۲-۳۹۷۰۶۹ به ترتیب ۵/۴۱ و ۵ کیلوگرم بر مترمکعب مشاهده گردید. بر اساس نتایج حاصل از این آزمایش اجرای تحقیقات تکمیلی به منظوردستیابی به ژنوتیپ مناسب سیب‌زمینی برای شرایط کم‌آبی و واقعی کشور با توجه به تنوع فصل کاشت، مکان، شرایط آب و هوایی، کیفیت سیب‌زمینی بذری، نیروی متخصص و ... پیشنهاد می‌گردد.

کلید واژه‌ها: بهره‌وری آب، تنش کم آبی، شبیه‌سازی منابع و مصارف، سیب‌زمینی، کارائی مصرف آب

مقدمه

آب مهم‌ترین ترکیب برای فعالیت گیاه محسوب می‌گردد و بیش از ۸۰ درصد بافت در حال رشد گیاه از آب تشکیل شده است (اکبری نودهی، ۱۳۹۰). اهمیت این ماده حیاتی به این دلیل است که برای اجرای وظایف گیاه لازم می‌باشد. همچنین مقدار آب آبیاری، زمان و روش کاربرد آن در سلامت گیاه و عملکرد آن بسیار اهمیت دارد(Maralian *et al*, 2014). کارائی مصرف آب یک نکته اساسی در بهره‌وری گیاه از منابع آبی محدود می‌باشد که در شرایط بارندگی به مقدار باران استفاده شده در طول

www.SID.ir

Archive of SID

دوره رشد و توانائی تولید عملکرد بیشتر به ازای قطرات آب باران بستگی دارد، اما در شرایط آبیاری به مقدار آب تأمین شده برای گیاه مرتبط بوده و به دو روش محاسبه می‌گردد: روش اول مقدار عملکرد گیاه در واحد آب داده شده به سطح زمین و روش دوم مقدار عملکرد گیاه در واحد آبی که گیاه در طول دوره رشد به صورت تبخیر و تعرق از دست می‌دهد (Koech *et al*, 2015).

در زمان کمبود آب و خشکی تابستانهای طولانی، به حداکثر رساندن بهره‌وری آب ممکن است برای کشاورز از به حداکثر رساندن عملکرد گیاه زراعی مفیدتر باشد. این یک استراتژی بهینه برای حفظ آب تحت شرایطی است که گیاه در طول دوره رشد خود با کمبود آب مواجه می‌گردد، البته آنچه از اتخاذ این روش مورد انتظار است آن است که هیچ کاهش عملکرد معنی‌داری در قبال حفظ ارزشمند این ذخیره آبی اتفاق نیفتد. در حقیقت هدف از آبیاری کمتر افزایش کارائی مصرف آب از طریق کاهش مقدار یا دفعات آبیاری می‌باشد(Mahmoud, 2012). افزایش بهره‌وری آب بویژه بهره‌وری اقتصادی آب ممکن است بهترین راه برای مصرف موثر و کارآمد آب باشد. بهره‌وری گیاه یا کارائی مصرف آب کلید ارزیابی استراتژی‌ها در مواجهه با محدودیت آب می‌باشد(Moghimi and Sepaskhah, 2014). در منابع گزارش شده است که کمترین میزان کارائی مصرف آب تحت آبیاری کامل در بهره‌وری آب پائین‌تر به‌دست می‌آید(Wahb-Allah *et al*, 2011).

با افزایش کارائی مصرف آب، تولید بیوماس بیشتر به ازای آب از دست رفته از طریق تبخیر و تعرق بدست می‌آید و مقدار آب کمتری برای رشد و توسعه گیاه لازم می‌باشد و این می‌تواند دلیلی باشد که گیاهانی با کارائی مصرف آب بالا در پاسخ به تنش خشکی مقاومت بیشتری به خشکی دارند(Servani *et al*, 2014). همچنین کارائی مصرف آب می‌تواند چگونگی تثبیت کربن توسط گیاه در شرایط خشکی را مشخص کند و البته با عوامل مختلف از قبیل آرایش برگ، اثرات فصلی، پاسخ‌های مولکولی شبانه و روزانه و برگ‌های مورد مطالعه به عنوان شاخصی از کل گیاه و موارد دیگر تغییر نماید. به دلیل این تغییرات است که کارائی مصرف آب نمی‌تواند به تنهائی برای تعیین قدرت تحمل به خشکی استفاده شود اما می‌تواند نتایج حاصل از فتوسنتز و تبخیر و تعرق را در طول دوره رشد گیاه تکمیل نماید(Jazayeri *et al*, 2015). بهره‌وری آب بیوماس نیز به عنوان کارائی مصرف آب شناخته می‌شود و به صورت نسبتی از بیوماس تولیدی در ازای آب استفاده شده توسط گیاه زراعی بدست می‌آید که از دیدگاه فیزیولوژیکی واضح نیست که چگونه کارائی مصرف آب بالاتر می‌تواند بدست آید (Eksteen and Singels, 2013).

در سالهای اخیر بهره‌وری آب به صورت نسبتی از عملکرد اقتصادی به آب تبخیر و تعرق شده بدست می‌آید و عمدتاً تفاوت‌های ژنوتیپی ظاهری در کارائی مصرف آب، به عنوان تغییرات در مصرف آب مطرح می‌گردد و مصرف آب کمتر به صورت کارائی مصرف آب بالاتر که به مشخصات گیاهی و پاسخ‌های محیطی بستگی دارد متجلی می‌گردد (Blum, 2005). هیچ ارتباط ثابتی بین تولید گیاه و کارائی مصرف آب وجود ندارد و ممکن است شرایطی باشد که کارائی مصرف آب بالا یک مزیت و به عنوان یک نشانه برای مصرف پائین آب باشد و در این شرایط انتخاب گیاهان کوچکتر، سطح برگ کمتر و دوره رشد کوتاه‌تر ترجیح داده می‌شود (Blum, 2005).

سیب‌زمینی با نام علمی (*Solanum tuberosum*) یکی از مهمترین گیاهان زراعی در دنیا است که پنجمین رتبه تولید بعد از نیشکر، ذرت، برنج و گندم را دارا می‌باشد. بر اساس آخرین آمار رسمی منتشره از سازمان خوار و بار جهانی، حدود ۳۶۵ میلیون تن و بیش از ۱۹ میلیون هکتار در سال ۲۰۱۲ به تولید و کشت این گیاه مهم در جهان اختصاص یافته است(FAO Stat, 2012). تنش‌های غیرزنده از قبیل خشکی، اثرات بدی بر رشد و عملکرد غده سیب‌زمینی می‌گذارد و به منظور دستیابی به عملکرد

www.SID.ir

Archive of SID

بالا و با کیفیت، تامین آب مورد نیاز گیاه لازم می‌باشد در این حالت محتوی رطوبت خاک نباید از ۵۰ درصد کل آب قابل دسترس گیاه در منطقه ریشه به خصوص در زمان تشکیل غده کمتر باشد (Cantore *et al*, 2014).

سیب‌زمینی به کمبود رطوبت خاک بسیار حساس و مشهور است. حتی سیب‌زمینی با آبیاری خوب و کافی می‌تواند در معرض تنش آبی موقت به ویژه در هوای داغ و روزهای آفتابی قرار گیرد. در حقیقت هنگامی که سیب‌زمینی در معرض تقاضای اتمسفری بالا قرارگیرد حتی در خاک مرطوب بستن روزنه و پژمردگی نسبی ممکن است اتفاق بیافتد(Steyn *et al*., 2007). حساسیت سیب‌زمینی به کمبود آب در طول دوره رسیدگی و اوائل دوره رویشی کمتر می‌باشد در حالی که کمبود آب در طول دوره جوانه‌زنی و تشکیل و حجیم شدن غده آسیب جدی به سیب‌زمینی وارد می‌کند (Koech *et al*., 2015).

تحمل واقعیتی پیچیده است که استراتژی بهینه برای مقابله با تنش خشکی است و بر اساس زمان و شدت تنش متفاوت بوده و ممکن است از مزرعه‌ای به مزرعه دیگر و سال به سال تغییر کند این پیچیدگی به دلیل اثر متقابل ژنوتیپ در محیط رخ می‌دهد و ممکن است به نژادگران تصمیمات متفاوتی را بر اساس دامنه‌ای از شرایط محیطی و مسائل دیگر اتخاذ نمایند (Spitters and Schapendonk, 1990).

ویژگی‌های مختلف گیاهی بر استفاده از آب توسط گیاه اثر می‌گذارد اما از طرف دیگر اثر اختلاف‌های ژنوتیپی بر روی عملکرد نهائی غده بسیار کم اهمیت‌تر از ارتباط نزدیک بین تبخیر و تعرق و رشد گیاه می‌باشد. همچنین باید توجه داشت که انتخاب برای تبخیر و تعرق کمتر هنگامی که کارائی مصرف آب ثابت می‌ماند نتیجه اش عملکرد کمتر در شرایط مطلوب رشد خواهد بود (Spitters and Schapendonk, 1990).

کارایی مصرف آب در سیب‌زمینی از عملکرد غده بدست آمده در آب مصرف شده به صورت تبخیر و تعرق به دست می‌آید. رفتار گیاه، عملکرد غده و کیفیت آن از طریق مصرف آب گیاه زراعی در هر دو شرایط آبیاری کامل و شرایط کمبود آب ارزیابی می‌گردد (Steyn *et al*, 2007).گزارش شده است که کمبود آب منجر به کاهش عملکرد سیب‌زمینی از طریق کاهش رشد کانوپی و بیوماس تولیدی به دلیل تحمل پائین گیاه سیب‌زمینی به تنش آبی می‌گردد (Abubaker *et al*., 2014). لذا درک کارائی مصرف آب سیب‌زمینی برای برنامه آبیاری و اتخاذ تصمیم مدیریتی صحیح با توجه به استفاده از منابع آبی محدود مهم می‌باشد.

دوره کوتاه خشکی، عملکرد غده سیب‌زمینی را در ژنوتیپ‌های دیررس کمتر از ژنوتیپهای زودرس کاهش می‌دهد. ژنوتیپ‌های دیررس سطح برگ بیشتری را برای جذب نور داشته و کمتر در معرض کاهش سطح برگ قرار می‌گیرد، از طرفی وقوع خشکی در انتهای فصل، اثر کمتری روی ژنوتیپ‌های زودرس به دلیل فرار آنها از خشکی و تکمیل سریع‌تر چرخه زندگی خواهد داشت. نتایج مشابهی، پیچیدگی انتخاب برای تحمل به خشکی به دلیل بسیاری از فرآیندهای گیاهی و همچنین اثر متقابل ژنوتیپ در محیط را تایید می‌کند (Spitters and Schapendonk, 1990).

شاخص سطح برگ می‌تواند برای ارزیابی رشد گیاهی یا شدت خشکی استفاده شود و به گونه، مرحله رشد، شرایط غالب محیطی، اقدامات مدیریتی و فصلی بستگی دارد (Deshi *et al.,* 2015). کاهش شاخص سطح برگ همواره به عنوان یک استراتژی برای کاهش مصرف آب مطرح می‌باشد و در حقیقت گیاه از طریق کاهش سطح برگ قرار گرفته در معرض نور خورشید، از هدررفت آب به صورت تبخیر و تعرق جلوگیری می‌کند. گیاهان در معرض خشکی گسترش کمتر کانوپی و ریزش زودتر برگ‌ها را در مقایسه با گیاهان قرار گرفته در شرایط آبیاری کامل از خود نشان می‌دهند(Lahlou *et al*., 2003). در مقایسه دو گروه رسیدگی سیب‌زمینی مشخص شده است که موثرترین فاکتور برای دستیابی به عملکرد، در ارقام زودرس، تعداد غده و در ارقام دیررس حداکثر

www.SID.ir

Archive of SID

شاخص سطح برگ و دوره دوام برگ می‌باشد(Al-Mahmud *et al*, 2014). مقدار شاخص سطح برگ در سیب‌زمینی عمدتا ۳/۵ تا ٦ بر حسب نوع رقم گزارش شده است ولیکن زمان وقوع آن در بین ارقام متفاوت است که می‌تواند به ترکیب ژنتیکی، سن فیزیولوژیکی غده‌های بذری یا شرایط محیطی در طول رشد گیاه زراعی در مزرعه بستگی داشته باشد همچنین ژنوتیپهای سیب‌زمینی از نظر حداکثر شاخص سطح برگ و مدت زمان حفظ آن متفاوت هستند(Deshi *et al.*, 2015) .

با توجه به قرار گرفتن کشور در منطقه نیمه خشک جهان و پیش بینی محدودیت آب در سالهای آینده، این تحقیق با هدف بررسی کارائی مصرف آب و بهره‌وری آب در ارقام مختلف سیب‌زمینی در شرایط محدودیت آب آبیاری در راستای استفاده در برنامه‌های اصلاحی انجام شد.

مواد و روش‌ها

وضعیت تحمل ۱۱ رقم و ژنوتیپ سیب‌زمینی نسبت به تنش کم آبی در منطقه کرج (بخش تحقیقات سبزی و صیفی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر) در قالب این پژوهش مورد بررسی قرار گرفت. طرح تحقیقاتی به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در دو سال (۱۳۹۳ و ۱۳۹٤) و در سه تکرار اجرا شد. ارقام و ژنوتیپ‌های سیب‌زمینی در ۱۱ سطح شامل(آگریا، کایزر، ساوالان، سانته، مارفونا، هرمس، جلی، پیکاسو، میلوا، ۱-۳۹۷۰۸۱، ۲-۳۹۷۰٦۹) و تیمار تنش کم آبی در دو سطح (تنش و شاهد) در نظر گرفته شد. هرکرت شامل چهار خط کشت به طول چهار متر بود، فاصله‌ی بین خطوط و روی خطوط به ترتیب ۷۵ و ۲۵ سانتی‌متر (١٦غده (گیاه) در هر خط) با یک ردیف نکاشت بین کرتها اعمال گردید. آبیاری به صورت قطره‌ای تیپ بوده و ردیف‌های کناری و همچنین بوته‌های اول و آخر خط وسط در هر کرت به عنوان حاشیه در نظر گرفته شد. ابتدا آبیاری برای کرت‌ها به صورت نرمال انجام و پس از آن در مرحله‌ی تشکیل غده که دوره بحرانی این گیاه نسبت به کمبود آب می‌باشد آبیاری کرت دارای تنش قطع و کرت شاهد به صورت نرمال آبیاری گردید و پس از اینکه کمبود رطوبت خاک به نود درصد رسید با هدف بازیافت، مجددا آبیاری انجام تا خاک به ظرفیت زراعی رسیده و تا انتهای دوره رشد آبیاری به صورت نرمال انجام شد. به منظور اندازه‌گیری میزان آب داده شده به کرتها از ۳ عدد کنتور حجمی در مسیر خط لوله استفاده گردید. همچنین برای اندازه‌گیری تغییرات رطوبتی در دوره کشت ازدستگاه انعکاس‌سنج زمانی (TDR) پس از واسنجی در مزرعه استفاده گردید. نمونه‌گیری‌ها برای محاسبه عملکرد بیولوژیک، غده سالم و غده سالم قابل فروش (غده با قطر بیش از ۳۰ میلیمتر) (Tourneux *et al.*, 2003) بعد از اتمام دوره کشت انجام گردید. همچنین در این آزمایش سطح برگ در حداکثر رشد رویشی و وزن خشک برگ نیز در آن زمان اندازه گیری شد. برای اندازه گیری سطح برگ از متوسط سطح برگ ۳ عدد بوته سیب‌زمینی در دو شرایط تنش و شاهد با استفاده دستگاه سطح برگ سنج مدل (LI-COR 3100) استفاده و سپس بر حسب واحد متر مربع زمین تبدیل گردید. میزان کارائی مصرف آب و بهره‌وری آب نیز با استفاده از روابط زیر برای عملکرد بیولوژیک، غده سالم و غده سالم قابل فروش تعیین گردید:

$$WUE = \frac{Y}{ET} \qquad \text{کارایی مصرف آب} \qquad (۱)$$

$$IWUE = WP = \frac{Y}{I} \qquad \text{بهره‌وری آب آبیاری} \qquad (۲)$$

که در آن Y نشان دهنده عملکرد به کیلوگرم، ET برابر تبخیر و تعرق به متر مکعب در هکتار و I نیز میزان آب مصرفی به متر مکعب در هکتار می‌باشد.

لازم به ذکر است که تبخیر و تعرق با استفاده از روش پنمن مانتیس و به کمک نرم افزار CropWat به صورت روزانه برآورد شده است. داده‌های حاصل از آزمایش در نهایت با استفاده از نرم افزار SAS 9.2 تجزیه شده و برای

www.SID.ir

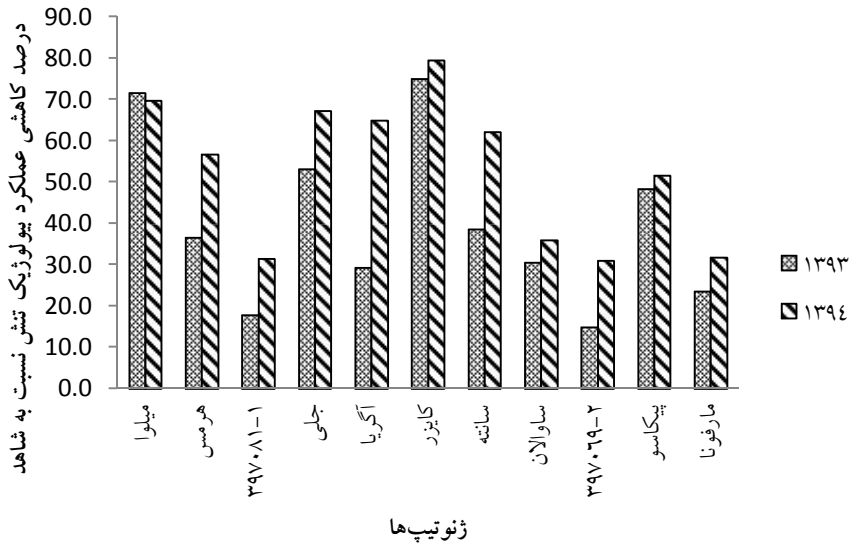
Archive of SID

مقایسه میانگین‌ها از روش دانکن استفاده شد. رسم کلیه نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel انجام گرفت.

نتایج و بحث

عملکرد بیولوژیک

نتایج تجزیه مرکب داده‌های دو سال عملکرد بیولوژیک، تفاوت معنی‌داری را در کلیه اثرات ساده و متقابل بجز سال نشان داد (جدول۱). در سال ۱۳۹۳ بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار عملکرد بیولوژیک در تیمار شاهد به ترتیب در کایزر و مارفونا به ترتیب به میزان ۱۶۵۱۲۲و ۳٤۹۱۱ کیلوگرم در هکتار و در تیمار تنش در این سال بیشترین و کمترین مقدار عملکرد بیولوژیک به ترتیب در آگریا (۵۱۱۳۱) و میلوا (۱۸۰۱۱) کیلوگرم در هکتار تشکیل شد(جدول۳). در سال ۱۳۹٤ بیشترین مقدار عملکرد بیولوژیک در تیمار شاهد در کایزر(۱۰۳۹۸۷) و سپس جلی (۱۰۳۸۸۲) کیلوگرم در هکتار و کمترین آن در تیمار ۲-۳۹۷۰٦۹ (۵۰۰۲۱) کیلوگرم در هکتار و در تیمار تنش در این سال بیشترین و کمترین مقدار عملکرد بیولوژیک به ترتیب در پیکاسو (٤۲۸۸۲) و کایزر (۲۱۲۸۸) کیلوگرم در هکتار تشکیل شد (جدول۳). همانطور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود عمکلرد بیولوژیک در کلیه ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش نسبت به شاهد مربوطه کاهش یافت و بیشترین درصد کاهش در این صفت در هر دو سال در کایزر و کمترین درصد کاهش عملکرد بیولوژیک در هر دو سال در ژنوتیپهای ۲-۳۹۷۰٦۹ و ۱-۳۹۷۰۸۱ مشاهده گردید. این کاهش در عملکرد بیولوژیک توسط محقق دیگری نیز تایید شده است به طوری که گزارش شده است سیب‌زمینی قرار گرفته در معرض تنش آبی متوسط، منجر به کاهش بیوماس بالای زمین، عملکرد غده و اندازه غده گردید (Kumari, 2012).



شکل۱. درصد کاهشی عملکرد بیولوژیک ژنوتیپها درشرایط تنش نسبت به شاهد

وزن تر غده سالم

نتایج تجزیه مرکب داده‌های دو سال مشخص کرد که کلیه اثرات ساده و متقابل برای وزن تر غده سالم بجز اثر متقابل آبیاری در سال معنی‌دار گردید (جدول۱). در انتهای فصل رشد نتایج مقایسه دانکن تفاوت معنی‌داری را در وزن تر غده سالم در کلیه ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش نسبت به شاهد بجز ۲-۳۹۷۰٦۹ در سال ۱۳۹۳ نشان داد(جدول۳). در سال ۱۳۹۳ بیشترین و کمترین مقدار وزن تر غده سالم در تیمار شاهد به ترتیب مربوط به کایزر (۱۲۰۸۰٦) کیلوگرم در هکتار و پیکاسو (۲۱٦٦۷)

www.SID.ir

Archive of SID

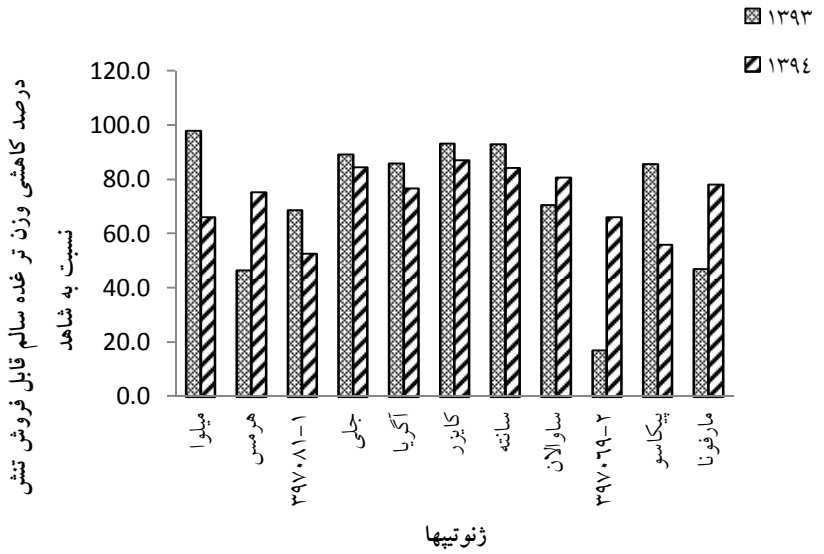
کیلوگرم در هکتار و در تیمار تنش در همین سال بیشترین و کمترین مقدار وزن تر غده سالم به ترتیب مربوط به ۲-۳۹۷۰۶۹ (۳۷٤۰۲) و میلوا (۱۲۱۸) کیلوگرم در هکتار بود همچنین در سال ۱۳۹٤ بیشترین و کمترین مقدار این صفت در تیمار شاهد جلی (٥٦۲۳۹) و ۱-۳۹۷۰۸۱ (۲۷٤۹٥) کیلوگرم در هکتار تشکیل گردید و در همین سال بیشترین و کمترین مقدار وزن تر غده سالم در تیمار تنش به ترتیب در مارفونا (۲٥٥٥۰) و ساوالان (٦۲۹۸) مشخص گردید(جدول۳). کاهش عملکرد غده سیب‌زمینی و کیفیت آن تحت شرایط تنش آبی توسط محققین دیگر گزارش شده است به طور مثال: گزارش شده است که تنش خشکی، وزن تر و خشک غده، بیوماس کل اندام هوائی، ماده خشک برگها، شاخص سطح برگ، دوام سطح برگ و شاخص برداشت بعضی از ارقام سیب‌زمینی را کاهش داد و برای بیشتر این مشخصات اثر متقابل آب در رقم نیز معنی دار بود (Lahlou *et al*, 2003). تنش آبی در زمان تشکیل غده منجر به کاهش عملکرد و کیفیت غده می‌گردد در حالی که در اواخر دوره حجیم شدن غده، منجر به کاهش وزن مخصوص و تغییر رنگ غده‌ها می‌گردد(Kumari, 2012). همچنین یک رابطه خطی بین کاهش در عملکرد غده و مقدار رطوبت خاک هنگامی که رطوبت قابل دسترس کمتر از مقدار آبی باشد که گیاه به صورت تبخیر و تعرق از دست می‌دهد گزارش شده است (Susnoschi & Shimshi, 1985). در آزمایش دیگری کاهش عملکرد غده سیب‌زمینی تحت تنش آبی گزارش شده است (Neera *et al*., 2011).

وزن تر غده سالم قابل فروش

نتایج تجزیه مرکب داده‌های دو سال وزن تر غده سالم قابل فروش تفاوت معنی‌داری را در کلیه اثرات ساده و متقابل نشان داد (جدول۱). در انتهای فصل رشد نتایج مقایسه دانکن تفاوت معنی‌داری را در وزن تر غده سالم قابل فروش در کلیه ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش نسبت به شاهد نشان داد(جدول۳). در سال ۱۳۹۳ بیشترین و کمترین مقدار وزن تر غده سالم قابل فروش در تیمار شاهد به ترتیب در کایزر (٦۲۸٥۹/٤) و پیکاسو (۱۱۳۱۸/٥) و در همین سال در تیمار تنش بیشترین و کمترین مقدار این صفت در ۲-۳۹۷۰٦۹ (۱۸٤۱۸/۸) و در میلوا (٤۹۷/۸) و در سال ۱۳۹٤ بیشترین و کمترین مقدار وزن تر غده سالم قابل فروش در تیمار شاهد به ترتیب مربوط به جلی (٤۷٦۱۲) و ۱-۳۹۷۰۸۱ (۲۳۰٤۸) و در تیمارتنش بیشترین و کمترین مقدار این صفت در پیکاسو (۱٦٦۹٥) و کایزر (٥۷۰٥) کیلوگرم در هکتار تشکیل شد (جدول ۳). بیشترین و کمترین درصد کاهش عملکرد غده سالم قابل فروش در سال ۱۳۹۳ در شرایط تنش نسبت به شاهد به ترتیب در میلوا و ۲-۳۹۷۰٦۹ و بیشترین و کمترین درصد کاهش این صفت در شرایط تنش نسبت به شاهد در سال ۱۳۹٤ به ترتیب در کایزر و ۱-۳۹۷۰۸۱ ملاحظه گردید (شکل ۲). کاهش وزن تر غده سالم قابل فروش تحت شرایط تنش کم آبی در آزمایش‌های دیگر نیز تایید شده است: باوجود اینکه غده-های اضافی ممکن است روی استولون‌ها در طول مراحل انتهائی توسعه گیاه تشکیل گردد اما غده‌هائی که عملکرد قابل فروش را تشکیل می‌دهند در مرحله تشکیل غده تشکیل می‌شوند. همچنین افزایش طول دوره تنش آبی قبل از تشکیل غده، تشکیل غده در ساقه را کاهش می‌دهد اما ادامه کمبود آب در زمان حجیم شدن غده اندازه و عملکرد قابل فروش را کاهش می‌دهد(Kumari, 2012). در آزمایشی گزارش شده است عملکرد قابل فروش ارقام سیب‌زمینی به طور معنی‌داری نسبت به آب قابل دسترس مختلف بود و بالاترین عملکرد سیب‌زمینی در رقم Spuntaدر زمان تامین آب آبیاری کامل (٤۰/۹ تن در هکتار) بدست آمد اگرچه این رقم اختلاف معنی داری با عملکرد قابل فروش در زمان تامین ٥۰ درصد نیاز آبی گیاه (۳۰/۳ تن در هکتار) نشان نداد ولیکن کمترین مقدار این صفت را در تیمار بدون آبیاری (۱٤/۹ تن در هکتار) نشان داد (Cantore *et al*., 2014).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۲. درصد کاهشی عملکرد بیولوژیک ارقام درشرایط تنش نسبت به شاهد

جدول۱. نتایج تجزیه مرکب داده‌ها برای برخی صفات سیب‌زمینی تحت شرایط تنش کم آبی

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	وزن تر غده سالم (کیلوگرم در هکتار)	وزن تر غده سالم قابل فروش (کیلوگرم در هکتار)	حداکثر شاخص سطح برگ	وزن حداکثر سطح برگ (گرم در مترمربع)	**تبخیر و تعرق (مترمکعب در هکتار)**
سال	۱	۱۰۹۰۱۸٤۷n.s	۳۰٦۹۳٦۲۱**	۲۲٦۲٥٥٥۰٤٥**	۱.۷٥**	٦۳۲۱۹.٦٤**	۸۲۰۱۹۹/۳٥**
تکرار(سال)	٤	٦٤۹۱٤۱۳ n.s	۳۸۹٥۰۷۸ n.s	۲۲۹۳۸۱۲ n.s	۰/۳۲**	۱۷/٥۱ n.s	٤۳۲/۱۱ n.s
آبیاری	۱	٤۸٦۳٦۲٦۸۳٥٦**	۲٦٥٤۳۳۲۱۱۰٥**	۱۸۳۷۳۲٥۷۱۱۳**	۳۳/٥۳**	۱۲٦۱٤۱/۸٦**	۱۱٦۸۸۰/۰۲**
ژنوتیپ	۱۰	۱۷۹۱۹٦٤٦۹٥**	٦۱٤۰۱٤٤۱٥**	۲٥۲۳۸۲۷٥۳**	٥/۲۷**	۲۸٥٤۱/۹۷**	۳۲۲۱/٥۲**
اثرمتقابل ژنوتیپ در آبیاری	۱۰	۲۱۸۲۹٤٤٦۹٥**	۱۰۷۸٥۹۱٤۷۲**	۳۷۹٤٦٦۹۱۷**	۰/۷۱**	۹۸۳/٦۰**	۷۰٥/۸۲**
اثر متقابل آبیاری در سال	۱	۱۰۰۳۱٥۷۱۲۱**	۱۲٥٤۹n.s	٦٤۲۸۲۱۳۳۲**	۰/۹٤**	n.s۷۱٦/۱۹	۷۳٦۷۳/۱٤**
اثر متقابل ژنوتیپ در سال	۱۰	۹۷٦۷۱٦٤٦۳**	۸۱۷۷٦۹٦٦۲**	۲۲۳۸۰۰۱۷۱**	۳/٦٥**	۲۸۰۲٤/٦۸**	۱۰۳٤/۸٥**
اثر متقابل ژنوتیپ در آبیاری در سال	۱۰	۲۹۸۹۸٤٦۷۹**	٤۹۲۱۲۷۷٥۲**	۱۱۲٦۹۰۲۹۸**	۰/۹۲**	۳۷٦٥/۹۳**	٥۰۱/۱٥**
خطا	۸٤	٦۰۷۱۳۸٥/۳۱	۲۳۷۹۰۱۳	۱۳۷۰٥۱۷	۰/۰۹	۲٦۳/۷۳	۲۲٦٦۷.۷۹
ضریب تغییرات		٤/٤٦	٥/٦۷	٦/۰۳	٦/۸۸	٥/۱۲	۲/۲۱

www.SID.ir

Archive of SID

حداکثرشاخص سطح برگ

نتایج تجزیه مرکب داده‌های دو سال از نظر حداکثر شاخص سطح برگ تفاوت معنی‌داری در همه اثرات اصلی و متقابل نشان داد (جدول۱). ژنوتیپها از نظر حداکثر شاخص سطح برگ در شرایط تنش و شاهد درهر دو سال تفاوت معنی‌داری بجز آگریا، سانته، ساوالان و ۲-۳۹۷۰۶۹ در سال ۱۳۹۳ و آگریا و پیکاسو در سال ۱۳۹٤ نشان دادند (جدول ۳). در سال ۱۳۹۳، بیشترین وکمترین میزان حداکثر شاخص سطح برگ در تیمار شاهد به ترتیب در هرمس (۵/٦۰) و سانته (۲/۲۸) و در تیمار تنش بیشترین و کمترین میزان این صفت به ترتیب مربوط به ساوالان (۵/۲۲) و سانته (۲/۲۳) بود و در سال ۱۳۹٤ بیشترین و کمترین حداکثر شاخص سطح برگ در تیمار شاهد به ترتیب در پیکاسو (٦/۰٦) و ۲-۳۹۷۰٦۹ (۳/٦۷) و بیشترین و کمترین حداکثر شاخص سطح برگ در تیمار تنش به ترتیب در پیکاسو (۵/٦۷) و سانته (۲/۷۳) ملاحظه گردید (جدول ۳). در این تحقیق رابطه مشخصی بین حداکثر شاخص سطح برگ و عملکرد سیب‌زمینی تحت شرایط تنش در این آزمایش بدست نیامد. که می-تواند به دلیل آبیاری مجدد ارقام در دوره بازیافت و تاثیر آن بر ظهور و گسترش برگها در این مرحله باشد. این در حالی است که لاهلو و همکاران ۲۰۰۳ گزارش کردند روابط بین حداکثر شاخص سطح برگ و عملکرد غده به شدت معنی‌دار بود (Lahlou *et al*., 2003).

کاهش شاخص سطح برگ سیب‌زمینی در اثر تنش آبی در گزارش‌های دیگر تایید شده است به طوری که بر اساس تحقیقات انجام شده توسط Lahlou و همکاران در سال ۲۰۰۳، تنش خشکی، شاخص سطح برگ سیب‌زمینی را در کل دوره‌ی رشد سیب‌زمینی در مزرعه و گلخانه کاهش داد. همچنین ایشان افزودند تنش خشکی، حداکثر شاخص سطح برگ را در شرایط مزرعه ۲۹، ۱٤، ۲ و ٦ درصد به ترتیب برای ریمارکا، دزیره، نیکولا و مونالیزا کاهش داد. لازم به ذکر است که در این آزمایش همبستگی غیر معنی‌داری بین دوام سطح برگ و عملکرد غده وجود داشت. همچنین در تحقیق دیگری ذکر شده است شاخص سطح برگ ۵ رقم سیب‌زمینی کشت شده در مزرعه به طور معنی داری بین ژنوتیپ‌ها متفاوت بود و حداقل شاخص سطح برگ (۲/۰۱) در تیمار خشکی شدید ملاحظه گردید. در شرایط خشکی شدید شاخص سطح برگ از ۲/۵۳ تا ۱/۳۷ تغییر کرد و کمترین آن به CIP 391004.18 و بیشترین به CIP 396244.12 تعلق داشت در شرایط خشکی متوسط شاخص سطح برگ از ۱/۸۰ تا ۳/۰۱ که کمترین مقدار در 391004.18 و بیشترین مقدار در CIP 396244.12 و Asterix مشاهده گردید. شاخص سطح برگ بالاتر گیاه در این آزمایش نشان داد که گیاه قادر بوده فتوسنتز بیشتر و در نتیجه عملکرد غده بهتری را تولید کند (Al-Mahmud *et al*., 2014). تنش آبی تشکیل برگ جدید، بزرگ شدن برگ تا حد طبیعی و در نتیجه کاهش تشکیل غده و حجیم شدن آن را به وقفه می‌اندازد و کمبود آب رشد گیاه را از طریق کاهش فشار آب داخلی در سلولهای گیاهی (فشار تورژسانس) که برای گسترش سلول لازم است کاهش می‌دهد. تنش خشکی حداکثر سطح برگ و دوره آن، فتوسنتز، تبخیر، تعرق، تشکیل غده و استولون، بیوماس انتهایی و اختصاص ماده خشک به عملکرد اقتصادی (غده‌ها) را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Kumari, 2012). همچنین تنش آبی در درجه اول عملکرد اقتصادی را از طریق محدود کردن گسترش کانوپی کاهش می‌دهد به طوری که اثرات توسعه کانوپی شامل کاهش اندازه برگ و سرعت گسترش کانوپی بوده و منجر به افزایش ریزش برگ، محدود کردن تشکیل برگ و کاهش در ارتفاع ساقه می‌گردد and (Mani Hannachi, 2015).

وزن خشک حداکثر شاخص سطح برگ

نتایج تجزیه مرکب داده‌های دو سال از نظر وزن حداکثر سطح برگ تفاوت معنی‌داری در همه اثرات اصلی و متقابل بجز اثر متقابل آبیاری در سال نشان داد (جدول۱).

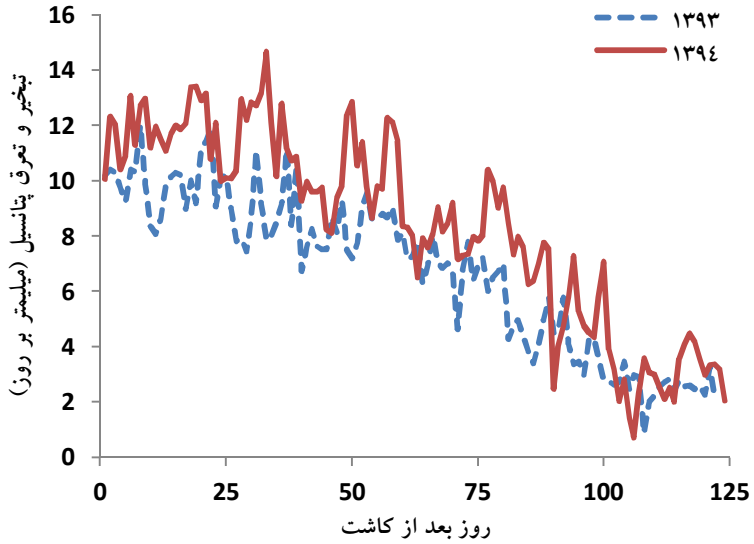
www.SID.ir

Archive of SID

همچنین ژنوتیپها از نظر وزن حداکثر سطح برگ در شرایط تنش نسبت به شاهد درهر دو سال تفاوت معنی-داری بجز میلوا و ساوالان در سال ۱۳۹۳ و هرمس، آگریا و ۲-۳۹۷۰۶۹ در سال ۱۳۹٤ نشان دادند (جدول ۳). در سال ۱۳۹۳، بیشترین وکمترین میزان وزن حداکثر سطح برگ دردر تیمار شاهد به ترتیب در آگریا (٤٥٩/٦٣) و میلوا (٢٤٩/٢٨) و در تیمار تنش بیشترین و کمترین مقدار این صفت به ترتیب مربوط به آگریا (٣٩٧/٨٦) و سانته (١٤٧/١٣) و در سال ۱۳۹٤ بیشترین و کمترین وزن حداکثر سطح برگ در تیمار شاهد به ترتیب مربوط به جلی (٥٤٩/٥٦) و ۲-۳۹۷۰۶۹ (٢٧٦/١٩) و در تیمار تنش به ترتیب مربوط به جلی (٤٨٨/٣٤) و کمترین کایزر (٢٤٠/٠٩) ملاحظه گردید (جدول ۳).

تبخیر و تعرق

نتایج تجزیه مرکب داده‌های هر دو سال تبخیر و تعرق مشخص کرد کلیه اثرات ساده و متقابل معنی‌دار بودند (جدول۱). نتایج مقایسه میانگین دانکن بر داده‌های تبخیر و تعرق تفاوت معنی‌داری در کلیه ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش نسبت به شاهد در هر دو سال نشان داد و در سال ۱۳۹۳ بیشترین و کمترین مقدار تبخیر و تعرق در شاهد در کایزر (٢١٩/٣) و هرمس(١٨٦/٥) مترمکعب در هکتار و در تیمار تنش در ۱-۳۹۷۰۸۱ (٢٢٢/٧) و سانته (١٧٣/٢) مترمکعب در هکتار و در سال ۱۳۹٤ بیشترین میزان تبخیر و تعرق در تیمار شاهد در پیکاسو (٤٥٨/٧) متر مکعب در هکتار و کمترین میزان این صفت در تیمار شاهد در ژنوتیپهای هرمس و ۲-۳۹۷۰۶۹ (٣٧٩) متر مکعب در هکتار و همچنین بیشترین و کمترین میزان تبخیر و تعرق در این سال به ترتیب در شرایط تنش در جلی (٣٤٠/٧) و سانته (٢٨٤/٩) متر مکعب در هکتار ملاحظه گردید (جدول ۳). همچنین تغییرات تبخیر و تعرق ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش و شاهد در هر دو سال، نشان‌دهنده مقدار بیشتر تبخیر و تعرق در شرایط شاهد نسبت به تنش می‌باشد (جدول ۳) که این می‌تواند به دلیل کاهش سطح برگ در شرایط تنش نسبت به شاهد باشد که با نتایج Pejić *et al*., 2015 مشابه بود که گزارش کرد نسبت تبخیر و تعرق سیب‌زمینی در شرایط آبیاری از ٤٩١/٣ تا ٤٩٨/٦ میلی متر و در شرایط بدون آبیاری از ٢٨٨/١ تا ٢٩٤/٤ میلی متر به ترتیب در سالهای ۲۰۰۸ و ۲۰۰۹ مشخص گردید. روند تغییرات تبخیر و تعرق پتانسیل در سالهای آزمایش در شکل ۳ نشان داده شده است.



شکل ۳. تغییرات تبخیر و تعرق پتانسیل در سالهای آزمایش

www.SID.ir

Archive of SID

مصرف آب

نتایج تجزیه مرکب داده‌های دو سال مشخص کرد که کلیه اثرات ساده و متقابل بجز سال، اثر متقابل ژنوتیپ در آبیاری و ژنوتیپ در آبیاری در سال برای این صفت معنی‌دار بود(جدول۲). نتایج مقایسه میانگین دانکن داده-های دو سال مصرف آب، تفاوت معنی‌داری بین ژنوتیپها در شرایط تنش و شاهد را در هر دو سال به استثنای ارقام پیکاسو و هرمس در سال ۱۳۹۳ نشان داد، بیشترین میزان مصرف آب در تیمار شاهد در سال ۱۳۹۳ به ترتیب مربوط به مارفونا (۱۱٦۸۰/۸) مترمکعب در هکتار و کمترین هرمس و پیکاسو (۵۱٤۷/۸) مترمکعب در هکتار و در تیمار تنش بیشترین و کمترین مصرف آب به ترتیب در مارفونا (۵۸٤۰/٤) و هرمس (۳٦٤۷/۱) مترمکعب در هکتار وجود داشت و در سال ۱۳۹٤ بیشترین و کمترین میزان مصرف آب در تیمار شاهد به ترتیب مربوط به پیکاسو (۱٤۱۹٦) و ۲-۳۹۷۰٦۹، (٦۹۰۹) مترمکعب در هکتار و در تیمار تنش بیشترین و کمترین مصرف آب به ترتیب پیکاسو (۷۲٤۰) و جلی (۲۲٦۲) مترمکعب در هکتار مشاهده گردید (جدول۳). در آزمایشی گزارش شده است بالاترین عملکرد سیب‌زمینی (۱۹/۹ تن در هکتار) از مصرف ٦۰۰ میلی متر آب آبیاری در طول فصل رشد بدست آمد (Abubaker *et al*., 2014)

بهره‌وری آب برمبنای عملکرد بیولوژیک

نتایج تجزیه مرکب داده‌های دو سال نشان داد که کلیه اثرات اصلی و متقابل برای بهره‌وری آب بر مبنای عملکرد بیولوژیک بجز سال، آبیاری، اثرات متقابل آبیاری در سال و ژنوتیپ در آبیاری در سال معنی‌دار گردید(جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین داده‌های دو سال برای بهره‌وری آب برمبنای عملکرد بیولوژیک در سال ۱۳۹۳ تفاوت معنی‌داری در همه ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش و شاهد به استثنای سانته نشان داد در حالی که در سال ۱۳۹٤، تفاوت معنی‌داری در بهره‌وری آب برمبنای عملکرد بیولوژیک در ژنوتیپها تحت شرایط تنش و شاهد به استثنای کایزر و ۲-۳۹۷۰٦۹ ملاحظه نگردید(جدول ٤).

جدول۲. نتایج تجزیه مرکب داده‌ها برای برخی صفات سیب‌زمینی تحت شرایط تنش کم آبی

منابع تغییرات	DF	مصرف آب (m^3/ha)	WP برمبنای عملکرد بیولوژیک (Kg/m^3)	WP برمبنای وزن تر غده سالم (Kg/m^3)	WPبر مبنای وزن تر غده سالم قابل فروش (kg/m^3)	WUE برمبنای عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم بر مترمکعب آب تبخیر و تعرق شده)	WUE برمبنای وزن تر غده سالم کیلوگرم بر مترمکعب آب تبخیر و تعرق شده)	WUE بر مبنای وزن تر غده سالم قابل فروش کیلوگرم بر مترمکعب آب تبخیر و تعرق شده)
سال	۱	۱۸۰۰۸۰۱/۵ n.s	٤/٤۱ n.s	۸/۰۷**	٦۳/۹۳**	٤٦۰۷۲۱/۲۰**	۹۹۷٤٤/۱۷**	٤٤۳۵/۷۲**
تکرار(سال)	٤	۷۳۰۱۰۰۲/۵	۲۵/۰۵	۵/۰٦	۲/۷۱	۱۲۹/۲۷	۵۱/۲۰	۲٤/٤۷
آبیاری	۱	۷٤۳٤۹۹۷٤۳/۱**	۱/۳٤n.s	۷۷/۸۸**	۹۱/٤۰**	٤۰۹٦۸۱/۳۱**	۲۹۱۷٦۰/۰٤**	۱۸٤۳۱۷/۰٦**
ژنوتیپ	۱۰	۷۰۷٦۳٦۷/۵**	۵۱/۳٦**	۱۳/٦۰**	۷/٤۸**	۲۹۱۲۰/٤۸**	۱۲۸٤۲/۵۱**	٤۲۸۳/۹۸**
اثرمتقابل ژنوتیپ در آبیاری	۱۰	۱۸۳۷۵۵۸/۱ n.s	۳٤/۰۰**	۱۷/۸۱**	٤/۹۳**	۲۹۹۰۲/۸۰**	۱۸۳۳۷/۳۸**	۵۸۹۷/٦۸**
اثر متقابل آبیاری در سال	۱	۱۱۵۰۵۷۳۷/۹*	۲/۷۱ n.s	۳/٦۸*	۰/۳۵ n.s	۳۵٤۸۵/۳٤**	٤٤٤٦۵/۳۵**	٦۹۲۳/۰۳**
اثر متقابل ژنوتیپ در سال	۱۰	۱۹۸۹٦٤۷۲/۳**	٤۸/۰٦**	۱۲/۸٦**	۳/۲٦**	۱۹٦۱۰/٦۸**	۱۵۲۲۳/۲۷**	۳۹۳۷/۳۰**
اثر متقابل ژنوتیپ در آبیاری در سال	۱۰	٤٤۰۸۸۹۸/۵	٤/۳۳n.s	۵/۳۵**	۱/٤۷*	۷۲٤۸/۱۳**	۱۰٤۱٤/٦۷**	۲٦۳۸/۷٦**
خطا	۸٤	۲۵٦۱۳۸۷	۵/۱٤	۱/۰٦	۰/٦۸	۱۰۷/۳۹	٤۰/۸۵	۱۷/۰۳
ضریب تغییرات		۲۳/۵۹	۲۵/٦۰	۲۵/۸۷	۳۰/۱۱	٤/۹۸	٦/۳٤	٦/۱۳

تفاوت دو سال در بهره‌وری آب بر مبنای عملکرد بیولوژیک احتمالا به اثر متقابل ژنوتیپ در سال بر می‌گردد. در سال ۱۳۹۳ بیشترین و کمترین مقدار این صفت در تیمار شاهد در کایزر (۱٤/۵۱) و مارفونا (۳/۲۵)

www.SID.ir

Archive of SID

کیلوگرم در مترمکعب و در تیمار تنش بیشترین و کمترین میزان بهره‌وری آب بر مبنای عملکرد بیولوژیک به ترتیب در هرمس (۱۱/۵۷) و میلوا (٤/۰۵) کیلوگرم در متر مکعب ملاحظه گردید (جدول٤). در سال ۱۳۹٤ بیشترین و کمترین میزان این صفت در تیمار شاهد در جلی (۱٤/٤۹) و ۱-۳۹۷۰۸۱ (۵/۲۵) کیلوگرم در متر مکعب و در تیمار تنش ۲-۳۹۷۰٦۹ (۱۷/٦۵) و کایزر (٤/۷۷) کیلوگرم در متر مکعب تشکیل شد (جدول ٤).

بهره‌وری آب برمبنای وزن تر غده سالم

نتایج تجزیه مرکب داده‌های دو سال نشان داد که کلیه اثرات اصلی و متقابل برای بهره‌وری آب بر مبنای وزن تر غده سالم معنی‌دار گردید (جدول ۲). بهره‌وری آب برمبنای وزن تر غده سالم در سال ۱۳۹۳ در همه ژنوتیپ-ها بجز هرمس و ۱-۳۹۷۰۸۱ تفاوت معنی‌داری در تیمار شاهد و تنش نشان داد ولیکن در سال ۱۳۹٤ تفاوت معنی‌داری در نتایج این صفت فقط در هرمس، جلی، کایزر و مارفونا در شرایط تنش نسبت به شاهد اتفاق افتاد (جدول٤). در سال ۱۳۹۳ بیشترین و کمترین میزان بهره‌وری آب بر مبنای وزن تر غده سالم در شاهد به ترتیب در کایزر (۱۰/٦۳) و مارفونا (۲/۳۰) کیلوگرم در مترمکعب و بیشترین و کمترین میزان این صفت در تیمار تنش به ترتیب در ۲-۳۹۷۰٦۹ (۸/٤۳) و میلوا (۰/۲۷) کیلوگرم در مترمکعب ملاحظه گردید همچنین در سال ۱۳۹٤ بیشترین و کمترین میزان بهره‌وری آب بر مبنای وزن تر غده سالم در تیمار شاهد در جلی (۷/۸۱) و ۱-۳۹۷۰۸۱ (۲/٦٤) کیلوگرم در مترمکعب و در تیمار تنش بیشترین و کمترین میزان این صفت به ترتیب در ۲-۳۹۷۰٦۹ (٦/٤۹) و کایزر (۱/٤۲) کیلوگرم در هکتار تشکیل شد (جدول٤).

بهره‌وری آب بر مبنای وزن تر غده سالم قابل فروش

نتایج تجزیه مرکب داده‌های دو سال نشان داد که کلیه اثرات اصلی و متقابل برای بهره‌وری آب بر مبنای وزن تر غده سالم قابل فروش بجز اثر متقابل آبیاری در سال معنی‌دار گردید(جدول۲). نتایج مقایسه میانگین دانکن داده‌های بهره‌وری آب بر مبنای وزن تر غده سالم قابل فروش در هر دو سال در اکثرژنوتیپ‌ها تحت شرایط تنش کاهش یافت یا تمایل به کاهش نشان داد اگرچه بهره‌وری آب بر مبنای وزن تر غده سالم قابل فروش در سال ۱۳۹۳ در ژنوتیپ ۲-۳۹۷۰٦۹ افزایش و در مارفونا تمایل به افزایش داشت(جدول٤). بیشترین و کمترین بهره‌وری آب بر مبنای وزن تر غده سالم قابل فروش در سال ۱۳۹۳ در تیمار شاهد به ترتیب مربوط به کایزر (۵/۵۳) و مارفونا (۱/۵۸) و در تیمار تنش به ترتیب بیشترین و کمترین میزان این صفت مربوط به ۲-۳۹۷۰٦۹ (۵/٤۱) و میلوا (۰/۱۱) کیلوگرم بر مترمکعب مشخص گردید و در سال ۱۳۹٤ بیشترین و کمترین میزان بهره‌وری آب بر مبنای وزن تر غده سالم قابل فروش در تیمار شاهد مربوط به جلی (٦/۵۵) و ۱-۳۹۷۰۸۱ (۲/۲۱) کیلوگرم برمترمکعب و در تیمار تنش بیشترین و کمترین میزان بهره‌وری آب بر مبنای وزن تر غده سالم قابل فروش به ترتیب مربوط به ۲-۳۹۷۰٦۹ (۵) و کایزر (۱/۲۸) کیلوگرم برمترمکعب ملاحظه گردید (جدول٤). گزارش شده است در زمان محدودیت آب، به حداکثر رساندن بهره‌وری آب می‌تواند از نظر اقتصادی برای کشاورز مفیدتر از به حداکثر رساندن عملکرد باشد (English, 1990). لذا به نظر می-رسد بر اساس نتایج این آزمایش ژنوتیپ ۲-۳۹۷۰٦۹ مناسبترین رقم در زمان محدودیت آب باشد.

کارائی مصرف آب برمبنای عملکرد بیولوژیک

نتایج تجزیه مرکب داده‌های دو سال کارائی مصرف آب برمبنای عملکرد بیولوژیک تفاوت معنی‌داری در همه اثرات اصلی و متقابل نشان داد(جدول۲). نتایج مقایسه میانگین دانکن دو سال، کاهش معنی‌داری در کارائی مصرف آب بر مبنای عملکرد بیولوژیک در کلیه ژنوتیپها در شرایط تنش نسبت به شاهد نشان داد (جدول٤). در سال ۱۳۹۳ بیشترین و کمترین مقدار کارائی مصرف آب بر مبنای عملکرد بیولوژیک در تیمار شاهد در کایزر (۷۵۲/۹۲) و مارفونا (۱٦٤/٤۰) کیلوگرم در متر مکعب و

www.SID.ir

Archive of SID

در تیمار تنش بیشترین و کمترین مقدار این صفت به ترتیب در آگریا (۲۴۳/۸۳) و میلوا (۹۸/۱٤) کیلوگرم در متر مکعب ملاحظه گردید و در سال ۱۳۹٤ در تیمار شاهد بیشترین و کمترین مقدار این صفت به ترتیب در کایزر (۲۷۰/٦۱) و ۱-۳۹۷۰۸۱ (۱۲۲/۷۰) کیلوگرم در متر مکعب و در تیمار تنش بیشترین و کمترین میزان کارائی مصرف آب برمبنای عملکرد بیولوژیک به ترتیب در پیکاسو (۱٤٤/۲۹) و آگریا (٦۹/٤٤) کیلوگرم در متر مکعب ملاحظه گردید (جدول ٤).

کاهش کارائی مصرف آب در آزمایش‌های دیگر نیز گزارش شده است به طور مثال: تحت تنش آبی ملایم، هنگامی که بستن روزنه‌ها به آرامی اتفاق می‌افتد تعرق بیشتر از فتوسنتز کاهش می‌یابد و در نتیجه کارائی مصرف آب افزایش می‌یابد در مقابل، خشکی شدید ممکن است منجر به بستن کامل روزنه و کاهش کارائی مصرف آب و عملکرد گردد (Cantore *et al*., 2014). همچنین اختلافات معنی داری بین مقادیر کارائی مصرف آب گوجه‌فرنگی در سالهای مختلف گزارش شده است (Celebi, 2014).

کارائی مصرف آب برمبنای وزن تر غده سالم

نتایج تجزیه مرکب داده‌های دو سال کارائی مصرف آب بر مبنای وزن تر غده سالم نشان داد که کلیه اثرات اصلی و متقابل این صفت معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین دانکن، کاهش معنی‌داری در کارایی مصرف آب بر مبنای وزن تر غده سالم در هر دو سال در شرایط تنش نسبت به شاهد بجز ۲-۳۹۷۰٦۹ در سال ۱۳۹۳ نشان داد، در سال ۱۳۹۳، بیشترین و کمترین کارایی مصرف آب برمبنای وزن تر غده سالم در تیمار شاهد به ترتیب مربوط به کایزر (٥٥۰/۸٤) و پیکاسو (۱۰۱/۱۱) کیلوگرم در مترمکعب و در تیمار تنش بیشترین و کمترین مقدار این صفت به ترتیب مربوط به ۲-۳۹۷۰٦۹ (۱۸۲/٥٥) و میلوا (٦/٦۳) کیلوگرم در مترمکعب و در سال ۱۳۹٤ در تیمار شاهد بیشترین و کمترین مقدار کارائی مصرف آب بر مبنای وزن تر غده سالم در شرایط نرمال آبیاری به ترتیب مربوط به میلوا (۱۳۷/٤۱) و ۱-۳۹۷۰۸۱ (٦۱/۷۲) کیلوگرم در مترمکعب و در تیمار تنش بیشترین و کمترین مقدار این صفت به ترتیب مربوط به مارفونا (۸۷/۷٤) و ساوالان (۲۰/۰٦) کیلوگرم در مترمکعب مشاهده گردید (جدول ٤). کاهش کارائی مصرف آب در این آزمایش با نتایج تحقیق دیگری تایید شده است به طوری که ذکر شده است مقدار کارایی مصرف آب و کارائی مصرف آب آبیاری سیب‌زمینی با کاهش مقدار آب آبیاری کاهش می‌یابد (Ayas, 2013). اما برخی از محققین خلاف نتایج این آزمایش گزارش کردند به طوری که درآزمایشی در مقایسه هفت رقم سیب‌زمینی مشخص گردید تنش آبی کارائی مصرف آب را از متوسط ٦/٦٥ کیلوگرم در مترمکعب برای شرایط خوب آبیاری شده تا ۷/۹ کیلوگرم در مترمکعب رشد گیاه زراعی تحت تنش آبی افزایش داد (Hassanpanah, 2010). در آزمایشی گزارش شده است که کارائی مصرف آب سیب‌زمینی از ۰/٦۹ تا ۲/۳۳ (t ha-1cm-1) و بالاترین آن در تیماری که به طور مداوم در معرض تنش در همه مراحل رشد سیب‌زمینی قرار گرفته بود بدست آمد(Bahramloo and Nasseri, 2009). این در حالی است که افزایش در کارائی مصرف آب تحت شرایط تنش خشکی در محصولات دیگر گزارش شده است به طور مثال: در یک مطالعه پاسخ به خشکی به صورت مصرف آب و عملکرد یک نوع ژنوتیپ نیشکر (Saccharum species hybrid, genotype 04G0073) با رقم تجاری نیشکر (Saccharum species hybrid, cultivar N19) مقایسه گردید. کارائی مصرف آب در تیمارهای شاهد هر دو نوع ژنوتیپ اختلاف معنی‌داری نداشت ولیکن ژنوتیپ 04G0073، ۲۱ درصد افزایش در کارائی مصرف آب تحت شرایط تنش خشکی را نشان داد (Eksteen and Singels, 2013). در آزمایشی آمده است، افزایش در کارائی مصرف آب آبیاری منجر به حفظ عملکرد در برخی از ارقام گوجه فرنگی مثل Cedrico و

www.SID.ir

Archive of SID

Amati گردید و مشخص کرد که کم آبیاری تنظیم شده می‌تواند استراتژی مطمئنی برای آبیاری گوجه فرنگی در آینده نسبت به روشهای مرسوم آبیاری باشد (Savic *et al*, 2011).

کارائی مصرف آب بر مبنای وزن تر غده سالم قابل فروش

نتایج تجزیه مرکب داده‌های دو سال کارائی مصرف آب بر مبنای وزن تر غده سالم قابل فروش نشان داد که کلیه اثرات اصلی و متقابل برای این صفت معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین دانکن در هر دو سال کاهش معنی‌داری درکلیه ژنوتیپ‌ها در کارائی مصرف آب بر مبنای وزن تر غده سالم قابل فروش تحت شرایط تنش نسبت به شاهد نشان داد (جدول ٤). بیشترین و کمترین کارائی مصرف آب در وزن تر غده سالم قابل فروش در سال ۱۳۹۳ در تیمار شاهد به ترتیب مربوط به جلی (۱۸۳/۲۷) و پیکاسو (۵۲/۸۲) کیلوگرم در متر مکعب و در تیمار تنش بیشترین و کمترین مقدار این صفت به ترتیب در ۲-۳۹۷۰۶۹ (۸۹/۹۰) و میلوا (۲/۷۱) کیلوگرم در متر مکعب ملاحظه گردید و در سال ۱۳۹٤ بیشترین و کمترین کارائی مصرف آب در وزن تر غده سالم قابل فروش در تیمار شاهد مربوط به میلوا (۱۱٦/۳۰) و ۱-۳۹۷۰۸۱ (۵۱/۷۳) کیلوگرم در مترمکعب و در تیمار تنش بیشترین و کمترین مقدار این صفت به ترتیب در پیکاسو (٥٦/۱۷) و کایزر (۱۸/۷۳) مشاهده گردید (جدول ٤).

کارائی مصرف آب بالاتر برای S. sudanense, C. gayana and E. macrostachyus شاخصی هست که این گونه‌ها پتانسیل بالاتری برای عملکرد بالاتر حتی در شرایط سطوح پائین رطوبتی دارند و بنابراین آنها را مناسب برای شرایط خشکی نموده است(Koech *et al*, 2015).

جدول۳. نتایج مقایسه میانگین صفات مختلف در سیب‌زمینی بر اساس روش دانکن. C: شاهد و S: تنش

سال	ارقام	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)		وزن تر غده سالم (کیلوگرم در هکتار)		وزن تر غده سالم قابل فروش (کیلوگرم در هکتار)		حداکثر شاخص سطح برگ		وزن حداکثر سطح برگ (گرم در مترمربع)		تبخیر و تعرق در هکتار		مصرف آب (مترمکعب در هکتار)	
		C	S	C	S	C	S	C	S	C	S	C	S	C	S
۱۳۹۳	میلوا	٦٣٤٨٥d	١٨٠١١k	٣٨٩١٠c	١٢١٨l	٢٦١٩١/٣٣c	٤٩٧/٨٩p	٤/٨٨bcd	٣/٥١f	٢٤٩/٢٤٨i	٢٢٦/٨٣ij	٢١٥/٩e	١٨٣/٥٤t	١١٣٧٩/٣a	٤٤٤٩/٩de
	هرمس	٦٦٣٩٠d	٤٢١٣١g	٢٥٨٩٢f	١٧٣٨٦hi	١٤٤٩٧/١h	٧٧٣١/٤jk	٥/٦٠a	٤/٤٨de	٣٤٧/٥٦cd	٢١٠/١٨j	١٨٦/٥s	١٨١/٥u	٥١٤٧/٨de	٣٦٤٧/١e
	۱-۳۹۷۰۸۱	٤٩٠٨٩f	٤٠٣٣٩g	٢٩١٦٠e	١٤٦٤٣i	١٨١٦٠/٢ fg	٥٦٥٣/٢lm	٥/١٧abc	٤/٤٧de	٣٢٨/٧١cdef	٢٨٠/٠٣h	٢١٤/٤f	٢٢٢/٧a	٩٢١١/٨b	٤٧٠٥/١de
	جلی	٨٧١١٦b	٤٠٨٠٧g	٤٧٨٦٩b	٨٦١٢jk	٣٩٨١١/٤b	٤٢٣٦/٦mn	٤/٦٧cde	٣/٤٦f	٣٢٣/٢٣def	٢٧٨/٠٦h	٢١٧/٢d	٢٠٢/٤m	٩٢١١/٨b	٤٧٤١/١de
	آگریا	٧٢٢٨٦c	٥١١٣١f	٣٣٥٠٨d	٦٩٠٢k	١٩٥٠٩/٨f	٢٧٢٢/١no	٥/٤٣ab	٥/٠٦abcd	٤٥٩/٦٣a	٣٩٧/٨٦b	٢١٨/٧c	٢٠٧/٢j	٧٣١٥/٣c	٤٣٩٤/٨de
	کایزر	١٦٥١٢٢a	٤١٢٧٤g	١٢٠٨٠٦a	١٠٤٦٨j	٦٢٨٥٩/٤a	٤٢٤٢/١mn	٤/٦٨cde	٣/٠٤f	٣١٤/٨٢ef	٢٣٣/٢٢ij	٢١٩/٣b	١٩٦/٢p	١١٣٧٩/٣a	٥٠٣٦/٩de
	سانته	٥٢٢٢٩f	٣٢٠٥٣i	٣٠٩٠٧de	٣٥٧٢l	١٧٥٤٩/١g	١٢٢٤/٤op	٢/٢٨g	٢/٢٣g	٢٥٠/٢٨i	١٤٧/١٣k	١٩٤/١q	١٧٣/٢٧	٩٢١١/٨b	٤٩٥٤/٩de
	ساوالان	٦٢٠٦٧de	٤٣١٣١g	٣٨٤٥٤c	١٧٦٥٢h	٢٤٣٨٩/٦d	٧١٦٠/٥kl	٥/٥٨a	٥/٢٢abc	٣٣٨/٨٣cde	٣٥٤/٩٤c	٢٠٧/٦i	١٩٠/٢٢	٧٣١٥/٣c	٤٤٦٣/٤de
	۲-۳۹۷۰٦۹	٥٧٤٥٦e	٤٨٨٨f	٣٧٦٥٤c	٣٧٤٠٢c	٢٢٢٢٥/٣e	١٨٤١٨/٨fg	٤/١٧e	٤/١٠e	٣١٧/٣٦cdef	٢٨٤/٠٢gh	٢٠٠/٣n	٢٠٤/٩k	٩٢١١/٨b	٤٤٤٥/٧de
	پیکاسو	٧٤٤٨٢c	٣٨٥٤٠gh	٢١٦٦٧g	٣٢٦٣l	١١٣١٨/٥i	١٦٠٨/٦op	٤/٨٨bcd	٣/١٤f	٣٠٩/٨٦fg	٢٧٨/٨٧h	٢١٤/٣g	٢٠٠/٠٥	٥١٤٥/٨de	٣٨١٦/١e
	مارفونا	٣٤٩١١hi	٢٦٦٨٠j	٢٤٨٤٧f	١٦٨٠٠hi	١٦٩٨٧/٤g	٨٩٩٨/٠j	٤/١٧e	٣/٥٧f	٣١٠/١١fg	٢٤٠/٦٨i	٢١٢/٤h	٢٠٣/٩l	١١٦٨٠/٨a	٥٨٤٠/٤cd
۱۳۹٤	میلوا	٩٢٨١٥b	٢٨١٠١m	٥٥٤٠٨a	19751i	٤٦٨٩٤a	١٥٨٠١g	٤/٦٤de	٣/٩٤ghi	٤٢٧/٢٤c	٣٢٩/١٤efg	٤٠٣/٢f	٢٨٦/٤t	٩٢٦٦bc	٤٥٣٣fgh
	هرمس	٩٣٣٧٢b	٤٠٤٨١hi	٤٧٧٤١b	١١٩٧١k	٤٣١٧٤b	١٠٥٩٣h	٤/٠٨fgh	٣/٠٠k	٢٧٩/٢٧h	٢٧٥/٤٤hi	٣٧٩/٠j	٢٩٣/٠٢	٨٨٠٩bcd	٤٣٢٦fgh
	۱-۳۹۷۰۸۱	٥٤٦٦١f	٣٧٤٦٤ijk	٢٧٤٩٥g	١٣١٨٠jk	٢٣٠٤٨f	١٠٨٩Vh	٥/٦١ab	٤/٤٦ef	٣٨١/٣٦d	٣٤٧/٠٣ef	٤٤٥/٥d	٣٢٩/٧l	١٠٨٩٠ab	٥٣٣٦defgh
	جلی	١٠٣٨٨٢a	٣٤٠٨٣l	٥٦٢٣٩a	٧٣٨٩mn	٤٧٦١٢a	٧٣٤٩i	٥/٩٨a	٥/٠٧cd	٥٤٩/٥٦a	٤٨٨/٣٤b	٤٥٣/١b	٣٤٠/٧k	٨٣٧abcde	٢٢٦٢h
	آگریا	٦٤٧٣٢d	٢٢٦٩٥n	٣٤٣٩٨e	٩٣٩٩lm	٣٢٢١٩d	٧٤٥٥i	٥/٦٠ab	٥/٤٠bc	٣٤١/٩٣efg	٣١١/٣٣g	٤٥١/١c	٣٢٦/٨m	٩٨٧٠bc	٣٤٥٥gh
	کایزر	١٠٣٩٨٧a	٢١٢٨٨n	٤٥٨٨٦b	٦٣٢٧vn	٤٤٣٦١b	٥٧٠٥i	٥/٣٦bc	٣/١٤jk	٣٢٣/٤٦fg	٢٤٠/٠٩j	٣٨٤/٣h	٣٤٠/٧p	٩٢٢٧bc	٤٥٢١fgh
	سانته	٨٧٣٤٣c	٣٣١٠٧l	٤٧٦٨٢b	١٠٩٠٢kl	٤٣٦٩١b	٦٨٤٨i	٤/٩٠cde	٢/٨٤k	٣٤٦/٥٨ef	٢٧٠/٣٩hij	٣٨٢/٦i	٢٨٤/٩t	٩٢٦٦bc	٤٢٦٢gh
	ساوالان	٥٩٩٢٨e	٣٨٤٣٠ij	٣٥١١٤e	٦٢٩٨n	٣١٥٩٥d	٦٠٧٤i	٥/٦٠ab	٢/٧٣k	٣٥٣/١٤def	٢٤٠/٦٧j	٤٣٢/٧e	٣١٣/٨n	١٠٣١Vbc	٤٦٤٣efgh

www.SID.ir

Archive of SID

	۲-۳۹۷۰۶۹	۵۰۰۲۱g	۳٤٥۳۹kl	۳۷۹۹٤d	۱٤٥۱۹j	۳۳٤۳۹d	۱۱۲۷۱h	۳/٦vhi	۳/۱vjk	۲۷٦/۱۹hi	۲٤۷/٤۸ij	۳۷۹/۰j	۳۱۱/۸o	٦۹۰۹cdefg	۲٤۸۷h
	پیکاسو	۸۸۷۱٤c	٤۲۸۸۲h	٤۲۲٤۱c	۲۲۹۸٥h	۳۷۹٤۷c	۱٦٦۹٥g	٦۰۷٦a	٥/٦vab	٤۸٤/٤۷b	۳٦۰/٦vde	٤٥۸/۷a	۲۹۷/۲q	٤١٩٦a	۷۲٤۰bcdefg
	مارفونا	٥۲۱٤۸fg	۳٥٥۸۹jkl	۳۰۲۹۹f	۲٥٥٥۰g	۲۹۱٥۰e	٦۳۳۹i	٤/٤۰efg	۳/٥۲ij	۳۲۹/۱۷efg	۲٥۰/٤٥hij	۳۸٥/٤g	۲۹۱/۲s	۸۱٤۸bcdef	۳٥۰٤gh

جدول٤. نتایج مقایسه میانگین صفات مختلف در سیب‌زمینی بر اساس روش دانکن. C: شاهد و S: تنش (ادامه)

سال	ارقام	بهره‌وری آب عملکرد بیولوژیک		بهره‌وری آب وزن تر غده سالم		بهره‌وری آب وزن تر غده سالم قابل فروش		کارائی مصرف آب عملکرد بیولوژیک		کارائی مصرف آب وزن تر غده سالم		کارائی مصرف آب وزن تر غده سالم قابل فروش	
		C	S	C	S	C	S	C	S	C	S	C	S
۱۳۹۳	میلوا	hij٥/٥۸	٤/۰٥kl	۳/٤۲fg	۰/۲vj	۲/۳۰efg	۰/۱۱n	۲۹٤/۱۱e	۹۸/۱٤n	۱۸۰/۲٦c	٦/٦۳n	۱۲۱/۳٤c	۲/۷۱l
	هرمس	۱۲/۹۲b	۱۱/٥۷c	٥/۰٤c	٤/۷۷cd	۲/۸۲d	۲/۱۲fgh	۳٥٦/۰٤c	۲۳۲/۱٦ hi	۱۳۸/۸٦e	۹٥/۸۰gh	۷۷/۷٤f	٤۲/٦۰h
	۳۹۷۰۸۱-۱	٥/۳۳ij	۸/٥۸fg	۳/۱۷g	۳/۱۱g	۱/۹vghi	۱/۲۰k	۲۲۹/۰۱hi	۱۸۱/۱٦kl	۱۳٦/۰٤e	٦٥/۷٦i	۸٤/۷۲ef	۲٥/۳۹i
	جلی	۹/٤٦ef	۸/٦۲fg	٥/۲۰c	۱/۸۲hi	٤/۳۲b	۰/۸۹kl	٤۰۱/۰٤b	۲۰۱/٦۳jk	۲۲۰/۳٦b	٤۲/٥٥jk	۱۸۳/۲vb	۲۰/۹۳ij
	آگریا	۹/۸۹e	۱۱/٦٥c	٤/٥۸cde	۱/٥vi	۲/٦vde	۰/٦۲lm	۳۳۰/٦۱d	۲٤٦/۸۳gh	۱٥۳/۲٥d	۳۳/۳۱kl	۸۹/۲۳e	۱۳/۱٤jk
	کایزر	۱٤/٥۱a	۸/۲۰g	۱۰/٦۳a	۲/۰۸hi	٥/٥۳a	۰/۸٤kl	۷٥۲/۹۲a	۲۱۰/۳۹ij	٥٥۰/۸٤a	٥۳/۳٦ij	۲۸٦/٦۲a	۲۱/٦۲i
	سانته	٥/٦vhij	٦/٤vh	۳/۳٥fg	۰/۷۲j	۱/۹۰hij	۰/۲٤n	۲٦۹/۰۸fg	۱۸٥/۰vkl	۱٥۹/۲۲d	۲۰/٦۲ml	۹۰/٤۱e	۷/۰vkl
	ساوالان	۸/٥۱fg	۹/٦ve	٥/۲vc	۳/۹٥ef	۳/۳٤c	۱/٦۰ij	۲۹۸/۹٥e	۲۲٦/vvi	۱۸٥/۲۱c	۹۲/۸۰gh	۱۱vi٤vcd	۳vi٦٤h
	۳۹۷۰٦۹-۲	٦/۲٤hi	۱۱/۰۱cd	٤/۰۹de	۸/٤۳b	۲/٤۱ef	٤/۱٥b	۲۸٦/۸۸ ef	۲۳۸/٦۲h	۱۸۸/۰۱c	۱۸۲/٥٥c	۱۱۰/۹vd	۸۹/۹۰e
	پیکاسو	۱٤/٤۸a	۱۰/۱۳de	٤/۲۱de	۰/۸٦j	۲/۲۰fgh	۰/٤۲mn	۳٤۷/٦۰cd	۱۹۲/۷۰jk	۱۰۱/۱۱g	۱٦/۳۲m	۵۲/۸۲g	۸/۰٤kl
	مارفونا	۳/۲٥l	٤/۹ojk	۳/۱۲g	۲/۳۰h	۱/٥۸j	۱/٦vij	۱٦٤/٤۰l	۱۳۰/۸۲m	۱۱vi/۰۱f	۸۲/۳۸h	۷۹/۹۹f	٤٤/۱۲h
۱۳۹٤	میلوا	۱۰/۰vbcd	٦/۲۲cd	٦/۰۳abc	٤/٤۰bcde	٥/۱۰abcd	۳/٥۱bcdefg	۲۳۰/۱۹c	۹۸/۱۱j	۱۳۷/٤۱a	٦۸/۹٦f	۱۱٦/۳۰a	٥٥/۱vf
	هرمس	۱۱/٤٦bc	۱۰/۱۲bcd	٥/vvabcd	۳/۰۱ef	٥/۳۳abc	۲/٦۱efg	۲٤٦/۳Ab	۱۳۸/۱vefg	۱۲٥/۹vb	٤۰/۸٦hi	۱۱۳/۹۲a	۳٦/۱٥g
	۳۹۷۰۸۱-۱	٥/۲٥cd	۷/۳٤cd	۲/٦٤ef	۲/٦۱ef	۲/۲۱fg	۲/۱۰fg	۱۲۲/۷۰h	۱۱۳/٦٤i	٦۱/۷۲g	۳۹/۹vi	۵۱/۷۳f	۳۳/۰٥g
	جلی	۱٤/٤۹ab	۱۷/٦٥a	۷/۸۱a	۳/۸۳bcdef	٦/٥٥a	۳/۸۲bcdef	۲۲۹/۲٦c	۱۰۰/۰٤j	۱۲٤/۱۲b	۲۱/٦۹k	۱۰٥/۰Ab	۲۱/٥vh
	آگریا	٦/۹۹cd	۷/۰٥cd	۳/۷٥cdef	۲/۹۲ef	۳/٤۹bcdefg	۲/۳٦fg	۱٤۳/٥۱ef	٦۹/٤٤k	۲٥/۷٦e	۲۸/۷٦j	۷۱/٤۲e	۲۲/۸۱h
	کایزر	۱۱/۳Abc	٤/۷۷d	٥/۰۲bcde	۱/٤۲f	٤/۸۲abcd	۱/۲۸g	۲۷۰/٦۱a	٦۹/۸۷k	۱۱۹/٤۱b	۲۰/۹۰k	۱۱٥/٤٤a	۱۸/۷۲h
	سانته	۹/٤٥bcd	۷/۸۱cd	٥/۱۸abcde	۲/٥٦ef	٤/۷٤abcde	۱/٦۱fg	۲۲۸/۳۲c	۱۱٦/۲۱hi	۱۲٤/٦٤b	۳۸/۲٦i	۱۱٤/۲۱a	۲٤/۰۳h
	ساوالان	٥/۹٥cd	۸/٤۹cd	۳/٥۰cdef	۱/۳۹f	۳/۱۱cdefg	۱/۳٤g	۱۳۸/٤۸efg	۱۲۲/٤٦h	۸۱/۱٤e	۲۰/۰٦k	۷۳/۰۱e	۱۹/۳٥h
	۳۹۷۰٦۹-۲	۸/۰٦cd	۱٥/۳٦ab	٦/۱٦abc	٦/٤۹ab	٥/٤۱ab	٥/۰۰abcd	۱۳۱/۹۹g	۱۱۰/۷۸i	۱۰۰/۲٥c	٤٦/٥vh	۸۸/۲٤c	۳٦/۱٥g
	پیکاسو	٦/۸۱cd	٦/٤٤cd	۳/٦٦def	۳/٤٥cdef	۲/۹۳defg	۲/٥۱fg	۱۹۳/٤۱d	۱٤٤/۲۹e	۹۲/۰۹d	۷۷/۳٤e	۸۲/۷۳d	٥٦/۱vf
	مارفونا	٦/۷۷cd	۱۰/۸۰bcd	۳/۹۲bcdef	۷/۷٤a	۳/۷۹bcdef	۱/۹۱fg	۱۳۱/۳۱fg	۱۲۲/۲۲h	۷۸/٦۲e	۸۷/۷٤d	۷٥/٦٤e	۲۱/۷۷h

نتیجه‌گیری

به نظر می‌رسد معرفی ارقام متحمل به تنش کم‌آبی و خشکی با مقاومت‌های چندگانه، در کشور در شرایط طبیعی مزرعه و به‌منظور کشت در زمان و شرایط واقعی کشور مشکل و طولانی مدت باشد همچنین استفاده از سیب‌زمینی‌های بذری با کیفیت، اجرای روش‌های به زراعی مناسب و سازگار با محیطزیست، انبارداری مطلوب غده‌های بذری می‌تواند گامی در کاهش مصرف آب در کشور محسوب گردد.

فهرست منابع

www.SID.ir

Archive of SID

اکبری نودهی، د. ۱۳۹۰. تعیین ضریب حساسیت سویا بهاره به تنش رطوبتی در مراحل مختلف رشد در مازندران. حفاظت منابع آب و خاک، ۱ (۱): ۵۳-۶۱.

Abubaker, B. M. A., Shuang-En, Y., Guang-Cheng, S., alhadi, M., and Elsiddig, A. 2014. Effect of irrigation levels on the growth, yield and quality of potato. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 20 (No 2) 2014, 303-309

Al-Mahmud,A., Md. A.Hossain, Md. A.Al-Mamun, Md. Sh.Ebna Habib, Md. Sh. Rahaman, Md. Sh. Ali Khan, and Md. M. Bazzaz.2014.Plant canopy, tuber yield and growth analysis of potato under moderate and severe drought condition. J. Plant. Scie. 2(5): 201-208

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 (1) : 87-95

Bahramloo, R., and Nasseri.A. 2009. Optimum irrigation events for potato cultivar Agria. Int. J. Agric. Biol., 11: 712–716

Blum A (2005). Drought resistance, water-use efficiency, and yield potential-are they compatible, dissonant, or mutually exclusive? Crop and Pasture Science. 56(11), 1159-1168. http://dx.doi.org/10.1071/AR05069

Cantore,V., Wassar,F., Yamaç,S.S., Sellami, M.H., Albrizio,R., Stellacci, A.M., and Todorovic, M.2014. Yield and water use efficiency of early potato grown under different irrigation regimes.International Journal of Plant Production. 8(3): 409-428

Celebi.M. 2014. The effect of water stress on tomato under different emitter discharges and semi-arid climate condition.Bulgarian Journal of Agricultural Science, 20 (5) :1151-1157

Deshi, K. E., Obasi, M.O., Odiaka,N.I., Kalu, B.A. and Ifenkwe, O.P. 2015. Leaf area index values of potato (Solanum tuberosum L.) stored for different periods in different kinds of stores. IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science. 8 (1): 9-19

Eksteen, A.B., and Singels. A. 2013. Water use and yield of two contrasting sugarcane genotypes in response to drought stress.Proc S Afr Sug Technol Ass 86: 165–169

English, M., 1990. Deficit Irrigation. I: Analytical Framework. J. Irrig. Drain E. ASCE 116, 399-412.

FAO. 1998. Crop Evapotranspiration: Guidelines for Computing Crop Water Requirements. Irrigation and Drainage Paper 56. FAO, Rome

Hassanpanah, D., 2010. Evaluation of potato cultivars for resistance against water deficit stress under in vivo conditions. Potato Res. 5, 383-392.

Jazayeri ,S.M., Rivera, Y.D., Camperos-Reyes, J.E., and Romero,H.M. 2015. Physiological effects of water deficit on two oil palm (Elaeis guineensis Jacq.) genotypes Efectos fisiológicos del déficit hídrico en dos genotipos de palma de aceite (Elaeis guineensis Jacq.). Agronomía Colombiana. 33(2):164-173

Koech, O. K., Kinuthia, R. N., Karuku, G. N., Mureithi, S. M., and Wanjogu, R.Water use efficiency of six rangeland grasses under varied soil moisture content levels in the arid Tana River County, Kenya. 2015. African Journal of Environmental Science and Technology. 9(7):632-640

Kumari, S. 2012. Influence of Drip Irrigation and Mulch on Leaf Area Maximization,Water Use Efficiency and Yield of Potato (Solanum tuberosum L.). Journal of Agricultural Science. 4(1): 71-80

Lahlou, O., Ouattar, S., and Ledent, J.F. 2003. The effect of drought and cultivar on growth parameters, yield and yield components of potato. Agronomie 23 (2003) 257–268.

Mahmoud A. Wahb-Allah,M.A., Alsadon,A.A., and Ibrahim, A.A.2011. Drought Tolerance of Several Tomato Genotypes Under Greenhouse Conditions. Sci. J., 15 (7): 933-940

Mahmoud, A., Wahb-All,AH., and Abdulrasoul, M. AL.O. 2012. Effect of water quality and deficit irrigation on tomato growth, yield and water use efficiency at different developmental stages.J.Agric.&Env.Sci. 11(2):80-110

Mani, F & Hannachi, C. (2015). Physiological traits of Drought tolerance in potato (Solanum tuberosum L.). Journal of Environmental Science, Computer Science and Engineering & Technology, A 4(1) 0131-0150.

Maralian,H., S.Nasrollahzadeh,Y. Raiyi, and D. Hassanpanah. 2014. Responses of potato genotypes to limited irrigation. Int.J. Agron. Agric.Rese. 5 (5) : 13-19.

Moghimi, M.M., and Sepaskhah, A. R. 2014. Consideration of Water Productivity for Farm Water Management in Different Conditions of Water Availability for Dominant Summer Crops. Iran Agricultural Research, 33(2):47-62

Mohadese Servani, M., Hamid Reza Mobasser,H.R., and Ganjali. H.R.Influence of drought stress on photosynthetic, radical oxygen, respiration, assimilate partitioning, activities of enzymes, phytohormones and essential oils in crop plants. 2014. International Journal of Biosciences. 5 (8): 223-236.

Neera, J., Sharma, parveen, kumar, M.S. Kadian, S.K, Luthra. 2011.performance of potato(Solanum tuberosum L) clones under stress CIP south west and central Asia Region, New Delhi 110 012 Indian J. Agricultural sciences 81(9):825-9

www.SID.ir

Archive of SID
Pejic B, Aksić M, Mačkić K and Šekularac G. Response of Potato to Water Stress in Southern Serbia. Austin J Irrigat. 2015; 1(1): 1001.

Savic.S., Stikic.R., Zaric.V., Vucelic-Radovic.B., Jovanovic.Z., Marjanovic.M., Djordjevic.S., and Petkovic .D. 2011.Deficit irrigation technique for reducing water use of tomato under polytunnel conditions. Journal of Central European Agriculture.12(4): 590-600

Spitters, C.J.T., and Schapendonk, A.H.C.M. 1990. Evaluation of breeding strategies for drought tolerance in potato by means of crop growth simulation. Plant and Soil 123, 193-203

Steyn,J.M., Kagabo,D.M., and Annandale,J.G. 2007.Potato growth and yield responses to irrigation regimes in contrasting seasons a subtropical region. African Crop Science Conference Proceeding. 8:1647-1651.

Susnoschi, M. and Shimshi, D. 1985. Growth and yield studies of potato development in a semi-arid region. 2. Effect of water stress and amounts of nitrogen top dressing on growth of several cultivars. Potato Res. 28: 161–176

Tournux, C., A. Devaux, M.R. Camacho, P.Mamani, and J.F.Ledent.2003.Effects of water shortage on six potato genotypes in the highlands of Bolivia (I): morphological parameters, growth and yield. Agronom. 23:169–179.

Walworth, J.L and D.E. Carling, 2002. Tuber initiation and development in irrigated and not irrigated potatoes. Amer.J. of potato Research 79: 387-395.

Yavuz,D., Suheri,K.S. 2016.Comparison of different irrigation methods in terms of water use and yield in potato farming. Journal of Selcuk University Natural and Applied Science.Online ISSN: 2147-3781.

www.SID.ir