یافته های نوین کشاورزی
سال چهارم- شماره۳- بهار ۱۳۸۹

تأثیر مقادیر مختلف زئولیت و دور آبیاری بر عملکرد و برخی صفات سیب زمینی

حمید مدنی*، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک، دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، اراک، ایران.
آرش مقیمی، دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت و عضو باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک
نورعلی ساجدی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک، گروه زراعت و اصلاح نباتات، اراک، ایران.

چکیده

به منظور بررسی اثر مقادیر مختلف زئولیت و دورهای آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه سیب زمینی رقم سانته آزمایشی به صورت استریپ پلات در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با ۹ تیمار و ٤ تکرار انجام شد. آزمایشها در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی اراک و در سال زراعی ۱۳۸۸-۱۳۸۹ اجرا شد. در این آزمایش مقادیر مختلف زئولیت در ۳ سطح (صفر، ۱۵۰۰ و ۳۰۰۰ کیلوگرم در هکتار) و دور آبیاری در سه سطح (۵ ، ۱۰ و ۱۵ روز یکبار) در نظر گرفته شد. در این تحقیق صفات وزن خشک برگ و ساقه، شاخص سطح برگ (LAI)، عملکردغده، تعداد غده و شاخص کلروفیل برگ اندازه گیری شد. نتایج بدست آمده از این آزمایش نشان داد که مصرف مقادیر مختلف زئولیت بر صفات وزن خشک ساقه و برگ، عملکرد و شاخص سطح برگ اثر معنی‌داری داشت، به طوری که استفاده از تیمار ۳۰۰۰ کیلوگرم زئولیت در هکتار توانست تا درصد میزان محصول را نسبت به تیمار بدون زئولیت افزایش دهد ولی نتوانست بر صفات میزان شاخص کلروفیل برگ و تعداد غده اثر معنی داری ایجاد نماید. همچنین اثر دور آبیاری نیز بر کلیه صفات اندازه گیری شده در این آزمایش معنی‌دار بود ولی اثر متقابل آبیاری و زئولیت در هیچکدام از صفات مورد بررسی اثر معنی داری را نشان نداد.

واژه های کلیدی: دورهای آبیاری، زئولیت، سیب زمینی ، شاخص کلروفیل برگ، عملکرد

* نویسنده مسئول:: E-mail iau-arak.ac.ir h-madani@

تاریخ دریافت مقاله: ۸۹/٦/۲۰ تاریخ پذیرش مقاله: ۸۹/۱۲/۱۸

مقدمه

سیب زمینی به طور معمول به عنوان گیاهی با نیاز آبی بالا شناخته می‌شود. کینگ و همکاران (۱۹۹۷) دلیل این امر را ناشی از حساسیت به تنش آبی، کم عمق بودن ریشه و رشد سیب زمینی در خاک هایی با ظرفیت رطوبتی پایین دانسته‌اند. سیب زمینی گیاهی حساس به خشکی است و تنش خشکی می تواند دلیلی بر کاهش سطح برگ و کاهش فتوسنتز در هر قسمت برگ باشد. اعمال تنش خشکی در مرحله غده دهی به میزان بیشتری از مراحل دیگر رشد عملکرد را پایین می آورد. علاوه بر آن میزان نیاز سیب زمینی به آب آبیاری به شرایط آب و هوایی و پارامترهای خاکی نیز بستگی دارد و در نهایت اثر کمبود آب آبیاری بر روی بازار پسندی سیب زمینی تأثیر می گذارد. همچنین کمبود آب باعث کاهش تعداد ساقه و ماده خشک، اختلال در فتوسنتز، ایجاد عوارض فیزیولوژیکی مثل ترک خوردگی، رشد ثانویه و غده‌های تغییر شکل یافته نیز می‌شود (۱۵).

احمدی عدلی (۱۳۸۵) گزارش نمود در صورتی که تعداد آبیاری سیب زمینی از ۹ بار در فصل رشد به ٦ بار کاهش یابد، تا ۲۰ ٪ محصول کاهش خواهد یافت. بررسی ها نشان داده است تنش خشکی به صورت معنی داری بر روی عملکرد و اجزای عملکرد سیب زمینی تاثیر می گذارد و کمبود آب بیش از ۳۳ ٪ از آب مورد نیاز گیاه سیب زمینی پیشنهاد نمی شود (۲۵). با توجه به این مسئله که بیش از ۸۰٪ زمین‌های کشاورزی ایران در خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک قرار دارند (۲). لذا مدیریت و برنامه ریزی صحیح برای استفاده بهینه از آب امری ضروری است. امروزه استفاده از زئولیت یکی از راه‌های جلوگیری از کاهش رطوبت خاک است. زئولیت آلومینوسیلیکاتی قادر است یون‌های بزرگ و مولکول‌های آب حفرات آن را اشغال کند. به طوری که واکنش‌های تعویض یون و آبگیری آن‌ها به صورت برگشت پذیر انجام می‌شود (۱۸). زئولیت‌های طبیعی با توجه به توانایی بالا در دفع و جذب مولکول‌های قطبی مثل آب بدون آن‌که آسیبی به ساختمان بلوری آن‌ها برسد می توانند در سیستم‌های تجاری مختلف مفید باشند (۱۸).

طباطبائی(۱۳۷۹) نشان داد زئولیت‌های طبیعی کلینو پتیلولیت ایران توانایی جذب رطوبت تا ۹٤٪ وزن خود را دارند و پیشنهاد کردند از این مواد به عنوان جاذب رطوبت در خاک هایی که توانایی نگه‌داری رطوبت را ندارند استفاده شود. در آزمایشی که خاشعی و همکاران (۲۰۰۷) بر روی ذرت در شرایط وجود کم آبی و سطوح (۰، ۲، ٤ و ۸ گرم بر کیلوگرم خاک) از زئولیت طبیعی کلینوپتیلولیت انجام دادند، گزارش کردند استفاده از زئولیت اثر معنی داری بر روی وزن تر و خشک گیاه داشت علاوه بر آن تنش خشکی نیز اثر معنی داری بر وزن تر و تازه گیاه داشت اثر متقابل تنش و زئولیت نیز در بسیاری از صفات معنی دار بود. بر اساس مطالعات قلی زاده و همکاران (۱۳۸۵) که روی گیاه دارویی بادرشبی تحت شرایط تنش آبی و به همراه کاربرد زئولیت انجام گرفت، نتایج نشان داد مصرف زئولیت بر روی

سطح برگ، تعداد برگ، تعداد گل و تعداد میان گره اثر معنی داری داشت و اثر متقابل زئولیت و سطوح مختلف تخلیه رطوبت خاک بر روی سطح برگ، وزن خشک اندام هوایی وزن خشک ریشه و درصد اسانس نیز اثر معنی دار داشت. با توجه به این‌که زئولیت جزء کانی‌های طبیعی کشور ما بوده است و تا کنون در مناطق مختلف وجود معادن آن گزارش شده است و از طرفی به سهولت و ارزانی در دسترس قرار می‌گیرد مصرف آن پیشنهاد می‌شود (٦). از این‌رو تحقیق حاضر با هدف بررسی تاثیر مقادیر مختلف زئولیت و دور آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد سیب زمینی انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در بهار سال ۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک انجام شد. مطابق با آمار ده ساله هواشناسی این محل دارای آب و هوای استپی سرد بوده، متوسط بارندگی بین ۳۵۰-۲۵۰ میلی‌متر و حداکثر گرما در تابستان ٤٠ درجه سانتیگراد و حداقل حرارت در زمستان به ۳۳- درجه سانتی گراد است. طول جغرافیایی محل کشت ٤٩ درجه و ٤٨ دقیقه و عرض جغرافیایی آن ٣٤ درجه و ٣ دقیقه و pH مربوط به خاک مزرعه ۷/۷ و EC آن نیز ۱/۷ می‌باشد.

آزمایش در قالب طرح اسپیلت پلات بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی و در ٤ تکرار انجام شد. در این تحقیق مقادیر مختلف زئولیت صفر، ۱۵۰۰ و۳۰۰۰ کیلوگرم در هکتار و دورهای آبیاری ۵، ۱۰ و ۱۵ روز یکبار در نظر گرفته شد. زئولیت ها به صورت نواری در کنار پشته ها و محل توسعه ریشه قرار گرفتند و زئولیت مصرفی از نوع کلینوپتیلولیت که مصارف کشاورزی دارد، بود.

بذر مورد استفاده رقم سانته بوده که از مشخصات آن می توان به نیمه زودرس بودن آن اشاره کرد که با توجه به این ویژگی قبل از شروع بارندگی های پائیزه می توان عملیات برداشت را انجام داد. پس از آماده سازی زمین کلیه غده های بذری سیب زمینی که در انبار مناسب نگه داری شده بودند، در پانزدهم خرداد سال ۱۳۸۸ توسط قارچ کش مانکوزب ضد عفونی و به صورت دستی روی پشته ها با عمق ۱۰-۱۵ سانتی متر کاشته شد. اولین آبیاری به منظور تسریع در امر جوانه زنی هم‌زمان با کاشت انجام شد.

فاصله بین خطوط کاشت٦٠ سانتی متر و فاصله روی ردیف ۲۵ سانتی متر و طول هر ردیف کاشت ٦ متر در نظر گرفته شد. تمام کود سوپرفسفات و پتاس و یک سوم کود اوره مصرفی قبل از کاشت و پس از عملیات آماده سازی به زمین داده شد. پس از کاشت آبیاری کل زمین انجام گرفت. آبیاری به صورت نشتی و بر اساس نوع تیمارهای آبیاری بود. در طی مراحل رشد ۲ مرحله خاک دهی پای بوته ها طی دو مرحله، که مرحلهٔ اول زمانی بود که ارتفاع بوته‌ها ۲۰ سانتی متر بود و مرحلهٔ دوم در زمان گلدهی انجام شد. زئولیت مورد نیاز هر تیمار نیز به صورت شیاری در زیر غده‌ها و در محل توسعه ریشه قرار گرفت. در طی آزمایش ٦ مرحله نمونه برداری به فاصله هر ۱۳ روز یک‌بار انجام شد که در هر مرحله صفاتی

مثل وزن خشک ساقه و برگ و شاخص سطح برگ اندازه گیری شد. برای اندازه گیری شاخص کلروفیل با استفاده از دستگاه spad سنج بعد از گلدهی سنسورهای دستگاه را در قسمت وسط برگ قرار دادیم. عدد مربوط به ۵ برگ از هر بوته یادداشت شد. تمام اندازه گیری ها در ساعت ۳ بعد از ظهر و از قسمت وسط برگ و در ارتفاع۳۰ سانتی متری از گیاه انجام گرفت. در انتهای دوره رشد در تاریخ ۲۰ مهر و هم‌زمان با برداشت نهایی عملکرد و تعداد غده در هر بوته محاسبه و ثبت گردید. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار MSTAT-C و مقایسه میانگین‌ها نیز از روش چند دامنه‌ای دانکن در سطح آماری ۵٪ استفاده و رسم نمودار نیز توسط نرم افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

عملکرد

نتایج جدول تجزیه واریانس جدول ۱ نشان داد اثر دورهای آبیاری روی عملکرد کل در سطح آماری یک درصد معنی‌دار شد. در بین تیمارهای آبیاری بیشترین عملکرد با متوسط ۳۰/۱٦ تن درهکتار مربوط به تیمار هر ۵ روز یک‌بار آبیاری و کمترین عملکرد با متوسط ۱۸/۹٤ تن درهکتار نیز مربوط به تیمار هر ۱۵ روز یکبار آبیاری بود (شکل۱).

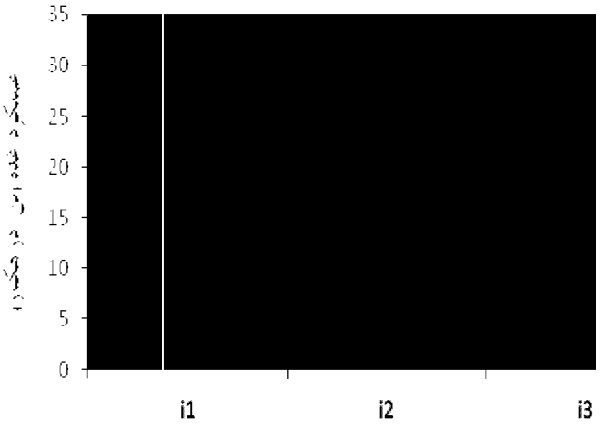
جدول ۱: نتایج تجزیه واریانس اثر دور آبیاری و مقادیر زئولیت بر صفات مورد مطالعه در سیب زمینی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		عملکرد غده	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه	تعداد غده در بوته	شاخص سطح برگ	شاخص کلروفیل
تکرار	۳	۲/۳۱۰^{ns}	۰/۰٤۳^{ns}	۱۲/۵٦^{ns}	۱/۵۹۵^{ns}	۱/٤۹٤^{ns}	۳۷/٦۲۷*
دور آبیاری	۲	۳۸٤/٤۱۷**	۰/۱۳۰	۹۱/٤۳٦*	٤/٤٤۲*	٤/٦۸۸*	۱۱۲/۵۳۹**
خطا	٦	۱۳/۲۵۵	۰/۱۲۵	۱٤/۹۲۰	/۷۱۲	/۵۳۸	٦/٦۳۷
زئولیت	۲	۱۱٤/۹۳۸**	۰/۳۹۹*	٤۹/۵۹۲**	۲/۸۷٦^{ns}	۱۱/۳۸۱*	۲۵/۸٤۷^{ns}
خطا	٦	۲/۷۳۸	۰/۱۰٦	۳/۸٦٤	۱/۲٤۱	۱/۳٦۸	۸/٤۱۹
اثر متقابل	٤	۲۲/٤۳۹^{ns}	/۹۳۰**	٤/٦٦٦^{ns}	۱/٤۰۱^{ns}	/۳۰۷^{ns}	۱۰/٤۸۸^{ns}
خطا	۱۲	۱۱/۲٦٦	۰/۱۵۸	۱۳/۸۲۰	۱/٦۷۷	/۹۲۸	۲۹/۷۸۱
ضریب تغییرات (٪)		۱۳/۹۲	۱۰/۱۲	۲۵/۹٤	۲۰/۵۳	۲٦/۷۲	۲۷/۷۳

ns، * و**: به ترتیب بیانگر عدم تفاوت معنی دار، تفاوت معنی دار در سطح آماری ۵ ٪ و ۱ ٪ می باشند

با توجه به حساسیت بالای این گیاه به کم آبیو تاثیر منفی تنش خشکی بر فتوسنتز (۳۰) عملکرد در تیمارهایی که تحت تنش کم آبی بودند به طور معنی داری کاهش یافت(۱۲، ۱٤، ۱۵، ۱۷، ۱۸، ۲٦ و ۲۹). و تقریبا تیمارهای با فواصل آبیاری هر ۱۵ روز یکبار دارای عملکرد قابل توجیه اقتصادی نبودند. نتایج

این آزمایش با نتایج فرهادی و کاشی(۱۳۸۲)، احمدی عدلی (۱۳۸۵)و وان لون (۱۹۸۱) مبنی بر کاهش عملکرد در اثر تنش خشکی در گیاه سیب زمینی را مطابقت داشت (۱، ۹ و ۳۰).

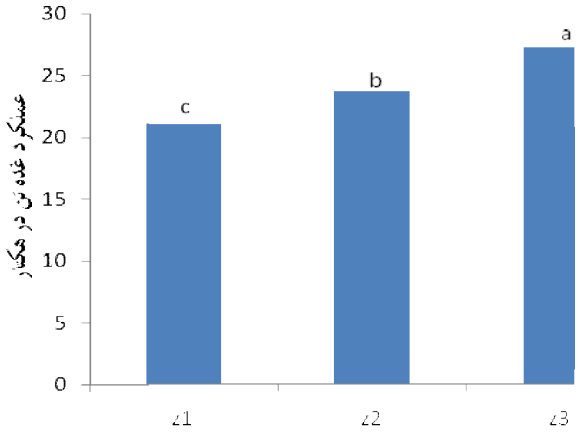


شکل۱- اثر دورهای مختلف آبیاری بر عملکرد غده سیب زمینی

همچنین استفاده از مقادیر مختلف زئولیت در سطح آماری ۱٪ اثر معنی‌داری بر عملکرد کل غده داشت (جدول۱) به طوری که بیشترین عملکرد غده با میانگین ۲۷/۳۵ تن در هکتار در سطح ۳۰۰۰ کیلوگرم زئولیت در هکتار و کمترین عملکرد غده با میانگین ۲۱/۱۸ تن در هکتار نیز در تیمار عدم مصرف زئولیت به‌دست آمد(شکل۲). زئولیت علاوه بر توانایی نگه‌داری بالای رطوبت (٤، ٦ و ۱۸) دارای توانایی قابل توجهی نیز در زمینه جذب و نگه داری آمونیوم است و می‌تواند نقش مؤثری در کاهش شستشوی عناصر غذایی خاک به ویژه نیتروژن داشته باشد (۷ و ۲۲). علاوه بر آن زئولیت در بهبود بخشیدن بافت خاک نیز تأثیر دارد که این موارد می تواند از دلایل تاثیر مثبت و معنی دار کاربرد زئولیت در افزایش عملکرد غده سیب زمینی باشد. اثر متقابل دورهای مختلف آبیاری و مقادیر مختلف زئولیت بر عملکرد غده معنی دار نبود. نتایج این آزمایش با نتایج غلامحسینی (۱۳۸٦) در کلزا و غلامحسینی (۲۰۰۷) در آفتابگردان و زاهدی و همکاران (۲۰۰۹) روی گیاه کلزا مطابقت دارد.

وزن خشک ساقه و برگ

با توجه به این موضوع که عملکرد غده در سیب زمینی به طور مستقیم با اندام هوایی گیاه رابطه دارد از این رو اندازه گیری وزن خشک اندام هوایی در این گیاه از اهمیت بالایی برخوردار است. بر اساس نتایج تجزیه واریانس، وزن خشک ساقه و برگ هر دو در دورهای مختلف آبیاری تفاوت معنی‌داری را نشان دادند (جدول۱).



شکل۲- اثر سطوح مختلف زئولیت بر عملکرد غده سیب زمینی

بیشترین مقدار وزن خشک برگ با میانگین ۲۰/٤۰گرم، وزن خشک ساقه با میانگین ۱۷/۳٤گرم در تیمار هر ۵ روز یک‌بار آبیاری مشاهده شد. متوسط کمترین وزن خشک برگ (۱۵/٦٤گرم) و وزن خشک ساقه(۱۱/۹۲ گرم) در تیمار هر ۱۵ روز یک‌بار آبیاری بود. این مسئله نشان دهندهٔ اثر مستقیم کم آبیاری بر وزن خشک ساقه و برگ می‌باشد. با توجه به کاهش فعالیت های گیاه سیب زمینی در اثر تنش خشکی و همچنین کاهش فتوسنتز، کم شدن میزان وزن تر و خشک گیاه طبیعی و قابل انتظار بود. نتایج به‌دست آمده در این تحقیق با نتایج فرهادی و کاشی (۱۳۸۲) و حمزه ای و همکاران (۱۳۸٤) که مبنی بر کاهش میزان وزن خشک گیاه سیب زمینی بر اثر تنش خشکی مطابقت کامل دارد (۳ و ۹).

همچنین مقادیر مختلف زئولیت اثر معنی‌داری بر وزن خشک ساقه و برگ داشت (جدول۱). در جدول مقایسه میانگین ها (جدول۲) مشاهده می گردد با افزایش سطوح زئولیت وزن خشک گیاه افزایش یافت. بیشترین میانگین وزن خشک ساقه (۱۵/۸۸ گرم در بوته) در تیمار ۳۰۰۰ کیلوگرم زئولیت در هکتار بوده که تفاوت معنی داری با تیمار ۱۵۰۰ کیلوگرم زئولیت در هکتار نداشت و بیشترین مقدار وزن خشک برگ با میانگین (۹٦/ ۱۹ گرم در بوته) در تیمار ۳۰۰۰ کیلوگرم زئولیت در هکتار بود.

متوسط کمترین میزان وزن خشک ساقه و برگ نیز به میزان ۱۲/۰۳ گرم در بوته برای وزن خشک ساقه و ۱۵/۸۵ گرم در بوته برای وزن خشک برگ در تیمار بدون زئولیت بود. با توجه به این موضوع که زئولیت می‌تواند تا حد زیادی میزان آب (٤ و ٦) و میزان نیتروژن در دسترس گیاه را افزایش دهد می‌تواند در سطوح بالاتر میزان بیشتری از آب و نیتروژن را در اختیار گیاه گذاشته و اثر مستقیم روی وزن خشک برگ و ساقه داشته باشد (۷ و۲۲). نتایج این آزمایش با نتایج غلامحسینی و همکاران(۱۳۸٦) در گیاه کلزای پائیزه و خاشعی و همکاران (۲۰۰۷) در گیاه ذرت مطابقت دارد.

جدول۲: مقایسه میانگین های صفات سیب زمینی در سطوح مختلف آبیاری، زئولیت و اثر متقابل آبیاری و زئولیت

تیمار	عملکرد	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه	تعداد غده	شاخص سطح برگ	شاخص کلروفیل
دور آبیاری (روز)						
۵	۳۰/۱۶a	۲۰/۴۰a	۱۷/۳۴a	۵/۶۱۴ b	۴/۲۳۳a	۲۲/۵۶a
۱۰	۲۳/۲۴b	۱۷/۶۸ab	۱۳/۷۴ab	۶/۶۷۲ a	۳/۶۰۰ ab	۲۰/۰۱ a
۱۵	۱۸/۹۴c	۱۵/۶۴b	۱۱/۹۲ b	۶/۶۶۴ a	۲/۹۸۳ b	۱۶/۴۷ b
سطوح مختلف زئولیت						
۰	۲۱/۱۸ c	۱۵/۸۵ b	۱۲/۰۳ b	۵/۸۴۸ a	۲/۹ b	۱۸/۰۳a
۱۵۰۰	۲۳/۸۱ b	۱۷/۹۲ ab	۱۵/۰۸ a	۶/۲۷۷a	۳/۲ b	۲۰/۱۶a
۳۰۰۰	۲۷/۳۵ a	۱۹/۹۶ a	۱۵/۸۸ a	۶/۸۲۵ a	۴/۷۱ a	۲۰/۸۴a
اثر متقابل تیمارها						
I_1Z_1	۲۶/۹ ab	۱۷/۲۳ bc	۱۴/۳۱ ab	۵/۱۸۵ b	۳/۴۰۰ bcd	۲۰/۹۰ a
I_1Z_2	۳۲/۰۱ a	۲۱/۲۷ ab	۱۸/۲۶ a	۵/۷۲۲ ab	bcd۳/۶۲۵	۲۲/۶۷ a
I_1Z_3	۳۱/۵۶ a	۲۲/۷ a	۱۹/۴۵ a	۵/۹۳۵ ab	۵/ ۶۷۵ a	۲۴/۱۱ a
I_2Z_1	۱۹/۱۹ cd	۱۶/۵۲ bc	۱۱/۴۸ b	۵/۸۱۵ ab	bcd۳/۰۷۵	۱۶/۵۴ a
I_2Z_2	۲۳/۶۶ bc	۱۷/۷۳ abc	۱۵/۴۳ ab	۷/۲۱۷ ab	۳/۱۷۵ bcd	۲۱/۴۹ a
I_2Z_3	۲۶/۸۷ ab	۱۸/۸۱ abc	۱۴/۳ ab	۶/۹۸۳	۴/۵۵۰ ab	۲۱/۹۹ a
I_3Z_1	۱۷/۴۵ d	۱۳/۷۹ c	۱۰/۳ b	۶/۵۴۵ ab	d۲/۲۲۵	a۱۶/۶۵
I_3Z_2	۱۵/۷۶ d	۱۴/۷۷ c	۱۱/۵۵ b	۵/۸۹۰ ab	cd۲/۸۰۰	۱۶/۳۲ a
I_3Z_3	۲۳/۶۱ bc	۱۸/۳۷ abc	۱۳/۹۱ ab	۷/۵۵۷ a	bc۳/۹۲۵	۱۶/۴۲ a

در هر ستون مربوط به اثرات ساده و متقابل میانگین هایی که دارای حرف مشابه هستند فاقد اختلاف آماری معنی دارمی باشند

تعداد غده در بوته

یکی از اجزای اصلی عملکرد در گیاه سیب زمینی تعداد غده در بوته می باشد. نتایج تجزیه واریانس نشان می دهد که صفت تعداد غده تحت تاثیر تیمارهای مختلف آبیاری اختلاف معنی داری را نشان داد (جدول۱) و با افزایش فواصل آبیاری تعداد غده های سیب زمینی افزایش یافته که این افزایش بیشتر شامل غده های ریز بوده و بیشترین تعداد غده در دور آبیاری۱۰ روز و با میانگین ۶/۶۷۲ غده در بوته بود. البته بین تعدا غده در دور های آبیاری ۱۰ و ۱۵ روز اختلاف معنی داری وجود نداشت (جدول۲). مرتضوی بک (۱۳۸۷) نیز گزارش داد که هرچه فواصل اولین آبیاری با روز کاشت بیشتر شود تعداد غده های کوچک افزایش می یابد (۱۱).

هر چند افزایش در استفاده از زئولیت نیز توانست تا حدودی باعث افزایش تعداد غده در بوته شود ولی این افزایش از نظر آماری معنی دار نبود (جدول۲).

شاخص سطح برگ

نتایج تجزیه واریانس نشان می دهد که دور آبیاری در سطح ۵٪ بر صفت شاخص سطح برگ معنی دار شد(جدول۱). مقایسه میانگین های این صفت در دورهای مختلف آبیاری حاکی از آن است که با افزایش تعداد آبیاری به میزان شاخص سطح برگ اضافه شد به طوری که بیشترین شاخص سطح برگ با میانگین ٤/۲۳۳ در دور آبیاری ۵ روز و کمترین شاخص سطح برگ در دور آبیاری ۱۵ روز یکبار آبیاری و با میانگین ۲/۹۸۳ حاصل شد. به نظر می‌رسد کاهش سطح برگ در تیمارهای با آبیاری کمتر به دلیل تخلیه رطوبتی خاک و کم شدن آب در دسترس گیاه می‌باشد که در نتیجه مانع از رشد سلولی می‌شوند و در نهایت منجر به کاهش سطح برگ می‌شود. نتایج این آزمایش با نتایج وان لون مبنی بر که کاهش سطح برگ در اثر تنش خشکی در گیاه سیب زمینی نیز مطابقت دارد (۳۰).

منابع

۱- احمدی عدلی، ر. ۱۳۸۵. تعیین دور آبیاری و میزان آب مصرفی زراعت سیب زمینی در منطقه اردبیل. مجله دانش کشاورزی، (۱)۱٦: ۲٤٤-۲۳۵.

۲- بی نام. ۱۳۷۱. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، مجموعه مقالات نهمین همایش ملی آبیاری و زهکشی،نشریه شماره۲۵.

۳- حمزه ای، ج.، رحیم زاده، ف.، قاسمی،ک. و قدم، م. ۱۳۸٤. واکنش سه رقم سیب زمینی به مقادیر مختلف آب آبیاری. مجله دانش کشاورزی ۱۵(۲) ٦۵-۷۵.

٤- زمانیان، م.، لاله زاری، ر.، امینی نجف آبادی، م . ۱۳۸۷. اثرات کاربرد سطوح مختلف زئولیت در ظرفیت نگهداری آب خاک همایش بین المللی زئولیت ایران.11ZC08 .

۵- سالار دینی، ع. ۱۳۷۱. حاصلخیزی خاک. انتشارات دانشگاه تهران.

٦- طباطبائی، س. ح. ۱۳۷۹. رفع آلودگی های فلزات سنگین فاضلاب های شهری با استفاده از زئولیت های طبیعی ایران. سمینار دکترای آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

۷- غلامحسینی، م.، آقاعلیخانی، م. و ملکوتی، م. ۱۳۸٦. تاثیر سطوح مختلف نیتروژن و زئولیت بر عملکرد کمی و کیفی کلزای پائیزه. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی،شماره٤۵ صفحات ۵٤۸-۵۳۷.

۸- غلامحسینی، م.، غلاوند، م. وجمشیدی، ا.۱۳۸۷. آثار دور آبیاری و تیمارهای کودی روی عملکرد دانه و غلظت عناصر در دانه و برگ آفتابگردان. مجله پژوهش و سازندگی۲۱(۲(۷۹ زراعت و باغبانی۹۱-۱۰۰

۹-فرهادی، ب. و کاشی، ع. ۱۳۸۲. بررسی اثر های خاکپوش پلی اتیلن، الگوی کاشت و دور آبیاری روی رشد و عملکرد سیب زمینی. مجله علوم و فنون باغبانی(۳)۳،٤: ۱۲۵-۱۱۵.

۱۰- قلی زاده، آ.، اصفهانی، م. و عزیزی، م.۱۳۸۳. مطالعه اثرات تنش آب به همراه کاربرد زئولیت طبیعی بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه بادرشبی.مجله منابع طبیعی، شماره ۳۷ ۹٦-۱۰۲

۱۱- مرتضوی بک، آ.، امین پور، ر. و موسویهٔ، ف. ۱۳۸۷. تاثیر کم آبیاری در مراحل اولیه رشد بر عملکرد رقم های تجاری سیب زمینی.مجله علوم و فنون باغبانی ایران، (۱)۹.

12- Allen, R., Pereira, L. A., Raes, D. and Smith, M. 1998. FAO Irrigation and Drainage Paper NO. 56. FAO, Rome, Italy.
13- Breck, D. W. 1974. "Zeolite Molecular Sieves" John Willy Interscience, New York.
14- Dorenbos, J. and Pruitt, W. O. 1977. Guidelines for predicting crop water requirements. FAO Irrigation andDrainage Paper No. 24, FAO, Italy, Rome.
15- Epstein, E. and Grant, W. J. 1973. Water stress Relations of the potato plant under Field condition. American socity of Agromony. 65:400-404.
16- Gholam hossini, M., Ghalavand, A. and Jamshidi, E. 2008. The effect of irrigation Rehimes and fertilizer treatments on grain yield and elements con centration in leaf and grain of sunflower. Pajaouhesh-va-sazandigi 21)2)79 in agronomy and horticulture 91-100.
17- Hang, A. N. and Miller, D. E. 1986. Yield and physiological responses of potatoes to deficit , high frequency sprinkler irrigation. Agron. J. 78: 436-440.
18- Hiller, L. H., koller, K. C. and Thoronton, R. E. 1985. Physiological disorders of patato Tuber SPP. 389-455 In: paul, H.Li. (ed) potato physiology. Academic press. Inc. New York.
19- Khaseei, S., Kuchakzaden, A. M., Shahbifar, J. and Abassi, H. 2007. Application of natural zeolite of clinoptilolite ofn corn yield under water depletion. Journal of agriculture science.73(3).611-619.
20-king, B. A. and Stark, G. C. 1997. Potato irrigation management.university of idaho cooperative extention system.bulletin no.789.16pp.
21- Martin, R. J., Jamieson, P. D., Wilson, D. R. and Fransis, G. S. 1992. Effects of soil moisture deficits on the yield and quality of Russet Burbank potatoes. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science. 20: 17-26.
22- Mumpton, F. 1999. Laroca magica: Uses of nutural Zeolite in agriculture and industry. National Acad. Sci.96:3467-3470.
23- Nelson, D. C. 196. Effects of row spacing and plant populations on yields and tuber-size of potatoes. Am. Potato. J. 44: 17-21.
24- Opena, J. B. and Porter, G. A. 1999. Soil management and supplemental irrigation effects on potato. II. Root growth. Agron. J. 91: 426-431.
25- onder, S., Caliskan, D. and caliskan, S. 2005. Different irrigation and weater stress effects on potato yield and yield components. Agricultural water management. Volume 73 Issel page 73-86.
26- Porter, J. A., Opena, G. B., Bradbury, W. B., McBurine, J. C. and Sisson, J. A. 1999. Soil management and supplemental irrigation effects on potato. I. Soil properties, tuber yield, and quality. Agron. J. 91: 416-425.
27- Rasseile, 1995. Report of the zeolite, Ministery of Mine, Iran.
28. Schapen donk, A. H. C. M., Spaittersc, J. T. and Groot, P. J. 1989. Effect of water stress on photosynthesis and cultivars. Potato Abstracts. 14(9):160.
29- Shock, C. C., Feibert, E. B. G. and Saunders, L. D. 1998. Potato yield and quality effects on some physiological response to deficit irrigation. HortScience. 33(4): 655-659.
30- vanloon, D. C. 1981. The effect of water stress on potato growth development and yield. Amirican Joural of potato Research. Volume 58 page 51-69.
31- Zahedi, H., noormohamaki, G., Shirani Rad, A., habibi, D. and boojar, M. 2009. The effect of Zeolite and foliar application of selenium on growth yield and yield components of three canola cultivars under drought stress.World Applied science Journal. 7(<): 255-262.