یافته های نوین کشاورزی
سال چهارم- شماره۱- پاییز ۱۳۸۸

مطالعه تأثیر سطوح مختلف سولفات پتاسیم و زئولیت بر عملکرد و اجزای عملکرد سیب زمینی در منطقه اراک

حمید مدنی*، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک، دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، اراک، ایران
رضا حسینخانی، کارشناس ارشد زراعت سازمان جهاد کشاورزی استان مرکزی
نور علی ساجدی، استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک

چکیده

به منظور بررسی تأثیر مقادیر مختلف سولفات پتاسیم و زئولیت بر عملکرد و اجزای عملکرد سیب زمینی رقم آگریا، آزمایشی به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار در بهار سال ۱۳۸۸ انجام گرفت. محل انجام آزمایش ها مزرعه مرادی واقع در پنج کیلومتری دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک بوده است. عوامل مورد بررسی شامل سولفات پتاسیم در سه سطح ۱۲۵، ۲۵۰ و ۳۷۵ کیلوگرم در هکتار و زئولیت از نوع کلینوپتیلولیت در چهار سطح صفر، ۲، ٤ و ٦ تن در هکتار بود. نتایج نشان داد که مصرف سولفات پتاسیم و زئولیت بر تمامی صفات مورد بررسی در سطح احتمال۱٪ معنی دار شد ولی اثرات متقابل کود سولفات پتاسیم و زئولیت بر هیچ یک از صفات معنی دار نشد. با افزایش سطوح پتاسیم و زئولیت، صفات تعداد ساقه اصلی، تعداد غده در بوته، متوسط وزن غده، عملکرد غده در بوته، چگالی غده، عملکرد اقتصادی غده و عملکرد کل محصول افزایش یافتند. بالاترین میانگین عملکرد کل محصول معادل ٦۰/۳۳ تن در هکتار از مصرف ۳۷۵ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار توام با کاربرد ٤ تن زئولیت در هکتار حاصل شد که با مصرف ۲۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم به همراه ٤ تن زئولیت در هکتار با میانگین عملکرد ٥٤/۷۲ تن در هکتار در یک گروه آماری قرار گرفت. لذا با مصرف ۲۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم و ٤ تن زئولیت در هکتار در شرایط این آزمایش می توان به عملکرد مطلوب دست یافت.

واژه های کلیدی: زئولیت، سیب زمینی، سولفات پتاسیم، عملکرد غده

* نویسنده مسئول: E-mail: hmadania@yahoo.com

تاریخ دریافت مقاله: ۸۹/۵/۳۰ تاریخ پذیرش مقاله: ۸۹/۱۰/۲۲

مقدمه

سیب زمینی گیاهی یک ساله با نام علمی *Solanum tuberosum* L. از تیره گوجه فرنگی و از محصولات غده ای است که نقش مهمی در تغذیه مردم جهان دارد و بدلیل عملکرد بالا در واحد سطح، انرژی و پروتئین تولیدی بیشتری نسبت به گندم و برنج دارد (۵). میزان تولید سیب زمینی در کشور در سال ۱۳۸۷ بیش از ٤ میلیون تن بود و استان مرکزی با عملکرد ۲۵/۳ تن در هکتار، ٤ ٪ از تولید سیب زمینی کشور را به خود اختصاص داده است (۲). سیب زمینی گیاهی پتاس دوست است، مقدار برداشت پتاسیم توسط این گیاه تقریباً پنج برابر فسفر می باشد. عدم رعایت تناوب زراعی و عملکرد های بالا سبب تخلیه شدید پتاسیم در خاک های زراعی شده است از طرفی سرعت رها سازی پتاسیم در خاک های رسی برای استفاده توسط سیب زمینی در طول دوره رشد کافی نمی باشد. در خاک های شنی و سبک نیز غالباً پتاسیم قابل جذب کم می باشد (۱۲). آهکی بودن خاک های کشور و فراوانی کلسیم، سرعت آزاد سازی و جذب پتاسیم توسط سیب زمینی را دچار اشکال می نماید. کمبود پتاسیم مقاومت گیاهان را در برابر بیماری ها و آفات کاهش می دهد (۲۲). وجود پتاسیم در گیاهان سبب افزایش بازده کودهای ازته می شود. استفاده از کودهای پتاسه برای تولید سیب زمینی حتی در خاک های که مقدار پتاسیم قابل استفاده آنها بیشتر از ۲۵۰ میلی گرم در کیلوگرم باشد از لحاظ کمی و کیفی از اهمیت خاصی برخوردار است (۱۲). مانسون (۱۹۸۵) گزارش نمود پتاسیم در صادر کردن مواد از قسمت های هوایی به غده سهیم می باشد و افزایش مصرف پتاسیم می تواند نشاسته غده را افزایش دهد (۲۲). سایکو (۲۰۰۲) بیان نمود که مصرف پتاسیم باعث افزایش فتوسنتز و شاخص سطح برگ سیب زمینی می شود (۲۳). برتون (۱۹۹۹) اظهار داشت افزایش مصرف عناصر غذایی نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، کلر و گوگرد باعث تولید ماده خشک بیشتر و رشد بیشتر ریشه های سیب زمینی می گردد (۱۸). ایلالکو (۱۹۸۱) میزان ازت، فسفر و پتاسیم برداشت شده برای تولید ۲۵ تن غده سیب زمینی را به ترتیب ۱۱۵، ٤۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار عنوان کرده است (۱۹). زئولیت به دلیل افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک و تمایل زیاد برای جذب و نگه‌داری عناصر غذایی مهم گیاه نظیر نیتروژن، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، روی، مس، منگنز و سایر میکروالمنت ها را در محیط ریشه نگه‌داری و در زمان احتیاج در اختیار گیاه قرار می دهد و ضمن جلو گیری از آبشویی عناصر باعث افزایش کارایی استفاده از کودهای ازته و پتاسه و کیفیت خاک می شود(۲۱). نجف زاده (۱۳۸۵) در بررسی تأثیر مصرف زئولیت طبیعی در پنج سطح صفر، ۱، ۲، ۳ و ٤ تن در هکتار و سولفات پتاسیم در سه سطح صفر، ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار بر عملکرد کمی و کیفی توتون نتیجه گیری نمود که بیشترین عملکرد وزن خشک برگ از تیمار ۳ تن زئولیت توأم با ۳۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار بدست می آید (۱۳). ترک و همکاران (۲۰۰۲) در شرایط گلخانه ای ترکیه اثرات ٦ سطح از زئولیت و خاک (۲۰٪ زئولیت+۸۰ ٪ خاک، ٤۰٪ زئولیت+٦۰٪ خاک، ٦۰٪

زئولیت+٤٠٪ خاک، ۸۰٪ زئولیت+۲۰٪ خاک، ۱۰۰٪ زئولیت، ۱۰۰٪ خاک) را بر روی گیاه یونجه بررسی و اظهار داشتند که بلند ترین ارتفاع گیاه(٦٨/٥٦ سانتی متر)، بیشترین عملکرد علوفه تر(٧٤/٤ گرم در گلدان) و بیشترین عملکرد خشک ریشه(۹/۱۳ گرم در گلدان)، از گلدان های که دارای ۲۰٪ زئولیت+۸۰ ٪ خاک استفاده شده بود به دست آمد (۲۵). در آزمایشی که توسط غلامحسینی و همکاران (۱۳۸۷) در سال زراعی ۸۵-۱۳۸٦ به منظور بررسی تأثیر مقادیر مختلف نیتروژن و زئولیت کلینوپتیلولیت بر عملکرد کمی و کیفی علوفه کلزای پاییزه در خاکی با بافت سبک و زئولیت در ٤ سطح صفر، ۳ ، ٦ و ۹ تن در هکتار انجام شد که نتایج آن نشان داد با افزایش مصرف نیتروژن، شستشوی نیتروژن افزایش یافت ولی با افزایش مصرف زئولیت به طور معنی داری شستشوی نیتروژن کاهش یافت. اثر متقابل دو عامل بر هیچ کدام از صفات مورد بررسی معنی دار نشد (۱۰). با توجه به نقش پتاس و رابطه آن با تولید محصول سیب زمینی این آزمایش با هدف بررسی تأثیر کاربرد سطوح مختلف سولفات پتاسیم و زئولیت کلینوپتیلولیت به عنوان سوپر جاذب طبیعی بر عملکرد و اجزاء عملکرد سیب زمینی رقم آگریا در منطقه اراک انجام گرفت.

مواد و روش ها

این پژوهش در مزرعه تحقیقاتی کشت و صنعت مرادی اراک با مختصات طول جغرافیایی ٤۹ درجه و ٦۸ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳٤ درجه و ۱٦ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۷۰۸ متر از سطح دریا در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۸ انجام شد. متوسط بارندگی سالیانه شهرستان اراک ۲۵۰/۲ میلی متر است. میانگین دمای متوسط سالیانه اراک ۱٦ درجه سانتی گراد، که در مرداد ماه با میانگین ۳٦ درجه سانتی گراد گرم ترین و در بهمن ماه با میانگین ۵- درجه سانتی گراد سرد ترین ماه سال بود. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. تیمارهای مورد بررسی شامل مصرف زئولیت کلینوپتیلولیت در ٤ میزان۰، ۲، ٤ و ٦ تن در هکتار و کاربرد سولفات پتاسیم در ۳ میزان ۱۲۵، ۲۵۰ و ۳۷۵ کیلوگرم در هکتار بودند. به منظور ارزیابی برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه از عمق صفر تا ۳۰ سانتی متری خاک نمونه برداری و به آزمایشگاه خاک شناسی ارسال گردید. جدول ۱ نتایج آزمایش خاک مزرعه را نشان می دهد.

جدول ۱: نتایج آزمون خاک محل آزمایش

درصد اشباع	هدایت الکتریکی	اسیدیته گل اشباع	درصد مواد خنثی شونده	درصد کربن آلی	درصد ازت کل	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب	درصد شن	درصد سیلت	درصد رس	آهن	منگنز	روی	مس
٤٦/٦	۱/۱	۷/۷	۲۰	۰/۸۷	۰/۰۹	۱۰	۲۲۰	۸	۵۲	٤۰	٦/٤	۷/٦	۵	۱/۷

در ابتدای بهار پس از گاو رو شدن خاک، شخم عمیق زده شد. سپس در اول خرداد ماه مقدار ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره به همراه ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل با دستگاه سانتریفوژ در سطح زمین پخش و با دیسک تا عمق ۱۵ سانتی متری خاک مخلوط شد. تسطیح زمین با لولر انجام و سپس اقدام به کرت بندی شد. بذر سیب زمینی از کلاس سوپرالیت و از رقم آگریا بود که قبل از کاشت با قارچ کش مانکوذب ضدعفونی شد. در این مرحله توسط بستر ساز دو ردیفه پشته ها آماده شدند. در تاریخ بیستم خرداد ماه سال ۱۳۸۸ به روش دستی روی پشته ها اقدام به کاشت غده ها گردید. هر کرت به طول ۱۰ متر شامل شش ردیف کاشت با فاصله ردیف ۷۵ سانتی متر و فاصله بوته ها روی ردیف ۲۰ سانتی متر یعنی با تراکم ٦٦۰۰۰ بوته در هکتار در نظر گرفته شد. برای کنترل علف های هرز بعد از کاشت سطح خاک با علف کش سنکور سمپاشی و اولین آبیاری بصورت بارانی بلافاصله پس از کاشت انجام شد. آبیاری های بعدی هر ۸ روز یک بار و تا ۳۰ مهر ماه ادامه یافت. کنترل مکانیکی علف های هرز نیز در حین دو مرحله خاک دهی صورت گرفت. مقدار ۱۵۰ کیلوگرم اوره در همه تیمارها در زمان خاکدهی نوبت اول پس از ۱۰ الی ۱۵ سانتی متر شدن بوته ها و ۲۰۰ کیلوگرم اوره باقی‌مانده در خاکدهی نوبت دوم قبل از غده‌زایی و همزمان با شروع رشد و توسعه استولون‌ها و قبل از پر شدن کانوپی گیاه به صورت سرک داده شد. نمونه برداری برای تعیین اجزای عملکرد در تاریخ ۸۸/۸/۲۰ هم‌زمان با دریافت ۲۲۹۰ درجه روز رشد توسط گیاه صورت گرفت. به این منظور پس از حذف حاشیه ها از هر کرت ۱۱ بوته به طور تصادفی انتخاب و محصول برداشت شده پس از شستشو بر اساس قطر جدا شدند، غده های بالاتر از ۳۰ گرم جداگانه توزین شده و برای عملکرد اقتصادی غده سیب زمینی و وزن کلیه غده های ریز و درشت نیز برای عملکرد کل غده محاسبه گردید. نتایج آزمایش با استفاده از نرم افزار MSTAT-C و SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نمودار ها نیز با استفاده از نرم افزار Excel رسم گردید.

نتایج و بحث

تعداد ساقه اصلی در بوته

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر ساده مصرف مقادیر مختلف سولفات پتاسیم و زئولیت بر صفت تعداد ساقه اصلی در بوته در مرحله تکامل بوته سیب زمینی در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بود ولی در بررسی اثر متقابل مقادیر سولفات پتاسیم و زئولیت بر صفت تعداد ساقه اصلی در بوته اختلاف معنی داری بین تیمار ها مشاهده نگردید (جدول ۲). در بررسی مقایسه میانگین های این صفت برای سطوح مختلف زئولیت مشاهده شد که مصرف ٦ تن زئولیت در هکتار بیشترین تعداد ساقه اصلی در بوته را به میزان ٦/۵ عدد و تیمار بدون کاربرد زئولیت کمترین تعداد ساقه اصلی در بوته را به میزان ۵/۳ عدد تولید نمود. مقایسه میانگین های تعداد ساقه اصلی در بوته در سطوح مختلف سولفات پتاسیم، بیشترین

تعداد ساقه اصلی در بوته را به میزان ٦/٥ عدد از مصرف۳۷۵ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار و کمترین آن را به میزان ٥/٠ عدد از مصرف ۱۲۵ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار نشان داد (جدول ۳). بیات (۱۳۸۷) در تحقیقات خود بیشترین میانگین تعداد ساقه را از مصرف ۱۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم و کمترین میانگین را از تیمار عدم مصرف پتاسیم به دست آورد (۳). شیخ زاده مصدق و همکاران (۱۳۷۹) گزارش کردند که اثر کود های پتاسیمی بر تعداد ساقه در بوته در سطح ٥ ٪ معنی دار بود (۹). سبحانی (۱۳۸۱) نشان داد در آبیاری نشتی در هر دوره که آب کافی در اختیار گیاه بوده است و احتمالاً جذب پتاسیم توسط گیاه بیشتر شده است در نتیجه جوانه های تولیدی روی غده مادری رشد خود را ادامه داده و تعداد ساقه در غده افزایش یافته است (۸). بر اساس جدول ضرایب همبستگی، بین صفت تعداد ساقه اصلی در بوته با صفات عملکرد غده در بوته، عملکرد اقتصادی، عملکرد کل محصول همبستگی مستقیم معنی داری در سطح ۱٪، با صفت چگالی غده همبستگی مستقیم معنی داری در سطح ٥٪، با صفت تعداد غده در بوته همبستگی معکوس معنی داری در سطح ۱٪ وجود داشت (جدول ٤).

متوسط وزن غده

اثر ساده کاربرد مقادیر مختلف سولفات پتاسیم و زئولیت بر صفت متوسط وزن غده در سطح ۱٪ معنی دار بود. اما در بررسی اثرات متقابل کود سولفات پتاسیم با زئولیت بر صفت متوسط وزن غده اختلاف معنی داری بین تیمار ها مشاهده نشد (جدول ۱). در بررسی مقایسه میانگین های این صفت در سطوح مختلف زئولیت، بیشترین متوسط وزن غده به میزان ٧٦/٥ گرم از مصرف ٦ تن زئولیت در هکتار حاصل شد. کمترین متوسط وزن غده به میزان ٤٥/٧ گرم از تیمار بدون کاربرد زئولیت به دست آمد. در مقایسه میانگین های این صفت در سطوح مختلف سولفات پتاسیم، بیشترین متوسط وزن غده به میزان ٧٦/٩ گرم از مصرف ۳۷۵ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار مشاهده شد. کمترین متوسط وزن غده به میزان ٤٦/٥ گرم از مصرف ۱۲۵ کیلوگرم سولفات پتاسیم حاصل شد (جدول۳).

جدول ۲: میانگین مربعات مربوط به اثر سولفات پتاسیم و زئولیت بر عملکرد و برخی ویژگی های سیب زمینی

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		تعداد ساقه در بوته	تعداد غده در بوته	متوسط وزن غده	عملکرد غده در بوته	چگالی غده	عملکرد اقتصادی	عملکرد کل محصول
تکرار	۲	۲/۷۷٥ ns	۹/۱٦۷ **	۲۷۹/۹۰۲ **	۱۹٤۲٥/۰۳۰ *	۰/۰۰۱ ns	۸٤/٥۹۰ *	۹٤/۱۳۳ *
زئولیت Z	۳	۲/۸٤۰ **	۱۳/٦۸۱ **	۱٦۹۹/٦۷۲ **	۸٦۱۳۳/۱۲۸ **	۰/۰۲۷**	۳۷٥/۲۲۹ **	۳٦٤/٤۲۷ **
سولفات پتاسیم K	۲	۷/۸۱۹ **	۱۹/٦۷٤ **	۲۷۷۲/٥۰۹ **	۱٤۱۷۷٦/۸٥۹ **	۰/۰۲٥ **	٦۱۷/٦۸۳ **	٥۸۷/٦٦۰ **
Z × K	٦	۰/۰٥۹ ns	۰/٦٤۳ ns	۲٥/۳۰۲ ns	۲۸۲۱/۱۹۷ ns	۰/۰۰۰۱ns	۱۲/۲۹۰ns	۹/۷٤۱ns
خطا	۲۲	۰/٤۳۱	۰/۳۹۲	۳۰/۰۷۲	۳۷۱۳/٤۳۲	۰/۰۰۱	۱٦/۱۷٥	۱۷/۲۱۰
ضریب تغییرات (٪)		۱۱/۳۳	٥/۱۱	۸/۹٤	۸/٤۳	۲/٦۹	۸/٤۳	۹/۸٦

ns، *و**: به ترتیب بیانگر عدم تفاوت معنی دار، تفاوت معنی دار در سطح آماری ٥ ٪ و ۱ ٪ می باشند

نتایج محاسبه ضرایب همبستگی نشان داد بین صفت متوسط وزن غده با صفات عملکرد کل محصول و عملکرد اقتصادی غده همبستگی مستقیم معنی داری در سطح ۵٪ ، با صفت تعداد غده در بوته همبستگی معکوس معنی داری در سطح ۵٪ داشت. ولی با صفات چگالی غده و تعداد ساقه در غده فاقد رابطه همبستگی معنی داری بود (جدول ٤).

جدول۳ : مقایسه میانگین های اثرات ساده و متقابل سولفات پتاسیم و زئولیت بر عملکرد و برخی ویژگی های سیب زمینی

تیمار ها	تعداد ساقه اصلی در بوته	تعداد غده در بوته	متوسط وزن غده (g)	عملکرد غده در بوته (g)	چگالی غده (g/cm^3)	عملکرد اقتصادی (t/h)	عملکرد کل محصول (t/h)
زئولیت (Z) (تن در هکتار)							
Z_1 = صفر	۵/۳ b	۱۳/۹ a	٤۵/۷ d	٦۱۳/۲ b	۱/۰٦ d	۳۵/۱۲ b	٤۰/٤۷ b
Z_2 = ۲	۵/۵ b	۱۲/۵b	۵٤/۸c	٦٦۹/۱ b	۱/۱۰ c	۳۸/۲۸ b	٤٤/۱٦ b
Z_3 = ٤	۵/۹b	۱۱/۸c	٦۸/۳ b	۷۹۳/۱ a	۱/۱۵ b	٤٦/۷٤ a	۵۲/۳٤a
Z_4 = ٦	٦/۵a	۱۰/۸d	۷٦/۵ a	۸۱۷/۰ a	۱/۱۸ a	٤۸/۱۵ a	۵۳/۹۲ a
سولفات پتاسیم (K) (کیلوگرم در هکتار)							
K_1 =۱۲۵	۵/۰C	۱۳/۳ a	٤٦/۵ c	۸۱۵/۰ c	۱/۰۷ b	۳٤/۳۲ c	۳۹/۸۱ c
K_2 = ۲۵۰	۵/۹ b	۱۲/٦b	٦۰/٦ b	۷۵۱/۱ b	۱/۱٤ a	٤۳/۹۷ b	٤۹/۵۷ b
K_3 = ۳۷۵	٦/۵ a	۱۰/۸c	۷٦/۹ a	٦۰۳/۱ a	۱/۱٦ a	٤۷/۹۲ a	۵۳/۷۹ a
زئولیت× سولفات پتاسیم							
Z_1K_1	٤/۵e	۱۵/۵a	۳۳/۱ h	۵۱۳/٤ f	۱/۰۱e	۲۸/۷۸ f	۳۳/۸۸f
Z_1K_2	۵/٤bcde	۱۳/٦b	٤۵/۷ fg	٦۱۷/۰ def	۱/۰۸cd	۳۵/۵۷ def	٤۰/۷۲ def
Z_1K_3	۵/۹bcd	۱۲/۲cde	۵۸/۳ de	۷۰۹/۲ cd	۱/۱۰ cd	٤۱/۰۰ cd	٤٦/۸۱ cd
Z_2K_1	٤/۷de	۱۳/٦b	٤۲/۰ gh	۵٦۹/۹ef	۱/۰۵ de	۳۱/۷۰ ef	۳۷/٦۱ ef
Z_2K_2	۵/٦bcde	۱۳/۱bc	۵۲/۳ef	٦۸۲/۸cd	۱/۱۱ bc	۳۸/۸۲cde	٤۵/۰٦ cd
Z_2K_3	٦/۲bc	۱۰/۸fg	۷۰/۰ bc	۷۵٤/٦ bc	۱/۱٤ bc	٤٤/۳۲ bc	٤۹/۸۰bc
Z_3K_1	۵/۰cde	۱۲/٦bcd	۵۰/٦ efg	٦۳٦/۱ de	۱/۱۰ cd	۳٦/۹۵ cde	٤۱/۹۸de
Z_3K_2	٦/۰ bc	۱۲/٤ cde	٦٦/۷ cd	۸۲۹/۱ ab	۱/۱۷ ab	٤۹/۵۵ ab	۵٤/۷۲ ab
Z_3K_3	٦/٦ab	۱۰/۵ fg	۸۷/٦ a	۹۱٤/۱ a	۱/۱۹ a	۵۳/۷۳ a	٦۰/۳۳ a
Z_4K_1	۵/٦ bcde	۱۱/۵ def	٦۰/۳ cde	٦۹۳/۱ cd	۱/۱٤ bc	۳۹/۸۵ cd	٤۵/۷٤cd
Z_4K_2	٦/۵ ab	۱۱/۳ ef	۷۷/۷ b	۸۷۵/۷ a	۱/۲۰ a	۵۱/۹٦ a	۵۷/۸۰ a
Z_4K_3	۷/۵a	۹/۷ g	۹۱/٦ a	۸۸۲/۲ a	۱/۲۲ a	۵۲/٦۳ a	۵۸/۲۳ a

برای هر تیمار اعدادی که در هر ستون دارای حداقل یک حرف مشترک هستند فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ می باشند

عملکرد غده در بوته

اثر ساده سولفات پتاسیم و زئولیت بر صفت عملکرد غده در بوته در سطح ۱٪ معنی دار بود (جدول ۲). با توجه به جدول مقایسه میانگین ها تیمار ٦ تن زئولیت در هکتار بیشترین عملکرد غده در بوته را به میزان ۸۱۷ گرم تولید نمود که با تیمار ٤ تن زئولیت در هکتار با تولید ۷۹۳/۱ گرم در یک سطح آماری

قرار گرفت. تیمار بدون کاربرد زئولیت کمترین عملکرد غده در بوته را بـه میـزان ٦١٣/٢ گـرم را تولیـد نمود که با تیمار ۲ تن زئولیت در هکتار با تولید ٦٦٩/١ گرم در یک سطح آماری قرار گرفت. در مقایسـه میانگین ها در سطوح مختلف سولفات پتاسیم، بیشترین عملکرد غده در بوته معادل ۸۱۵ گرم از مصـرف ۳۷۵ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار حاصل شد و کمترین عملکرد غده در بوتـه را بـه میـزان ٦٠٣/١ گرم از مصرف ۱۲۵ کیلوگرم سولفات پتاسیم به دست آمد (جـدول ۳). ضـرایب همبسـتگی بـین صـفت عملکرد غده در بوته با صفت تعداد ساقه در غده همبستگی مستقیم معنی داری در سطح ۱٪ ، با صـفات عملکرد کل محصول، عملکرد اقتصادی غده همبستگی مستقیم معنی داری در سطح ۵٪، با صـفت تعـداد غده در بوته همبستگی معکوس معنی داری در سطح ۱٪ داشت ولی با صفت چگـالی غـده فاقـد رابطـه همبستگی معنی داری نشان داد (جدول ٤).

چگالی غده

پس از اندازه گیری حجم و وزن تر یک غده از هر تیمار در آزمایشگاه و از تقسیم وزن تر غده بر حجـم غده، چگالی غده هر تیمار محاسبه شد. نتایج نشان داد اثر سـاده سـولفات پتاسـیم و زئولیـت بـر صـفت چگالی غده در سطح ۱٪ معنی دار بود ولی در بررسی اثر متقابل سولفات پتاسـیم بـا زئولیـت بـر صـفت چگالی غده اختلاف معنی داری بین تیمار ها مشاهده نشد (جدول ۲). با توجه به نتـایج جـدول مقایسـه میانگین ها در سطوح مختلف زئولیت، بیشترین چگالی غده به میزان ۱/۱۸ گرم بر سانتی متـر مکعـب در تیمار ٦ تن زئولیت در هکتار مشاهده گردید. کمترین چگالی غده معادل ۱/۰٦ گرم بر سانتی متر مکعـب در تیمار بدون کاربرد زئولیت مشاهده گردید. با توجه مقایسه میانگین ها بیشترین چگالی غده بـه میـزان ۱/۱٦ گرم بر سانتی متر مکعب از مصرف ۳۷۵ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار مشاهده شد که البته بـا تیمار ۲۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار با چگالی غده معادل ۱/۱٤ گرم بر سانتی متر مکعب در یک سطح آماری قرار گرفت. تیمار ۱۲۵ کیلوگرم سولفات پتاسیم نیز کمترین چگالی غـده را بـه میـزان ۱/۰۷ گرم بر سانتی متر مکعب داشت (جدول ۳). زاهدی اول (۱۳۷۵) در بیان نتـایج تحقیقـات خـود بـر روی محصول سیب زمینی اظهار داشت که افزایش کود پتاسیم تا میزان ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم باعـث افزایش درصد ماده خشک و میزان نشاسته می گردد (۷). مایر (۱۹۸۹) نشان داد که در اراضی بـا پتاسـیم کم یا متوسط با افزایش سولفات پتاسیم ماده خشک غده افزایش یافته و بر عکـس اضـافه کـردن کلـرور پتاسیم باعث کاهش ماده خشک می گردد (۲۰). برینگر و همکاران (۱۹۸۸) نیز گزارش کردند که افزایش پتاسیم باعث بالا رفتن فتوسنتز نشاسته و ماده خشک تولیـدی شـد. پتاسـیم ممکـن اسـت همیشـه روی عملکرد اثر نداشته باشد اما تأثیرات زیادی روی کیفیت غده، ماده خشک و حـذف خسـارت غـده شـود (١٦). بر اساس جدول ضرایب همبستگی بین صفت چگالی غده با صفت تعداد ساقه در غده همبسـتگی

مستقیم و معنی داری در سطح ۵٪ وجود داشت اما بین چگالی غده با صفات تعداد غده در بوته، عملکرد کل غده و عملکرد اقتصادی غده فاقد رابطه همبستگی معنی داری بود (جدول ٤).

تعداد غده در بوته

نتایج تجزیه واریانس این صفت نشان داد، اثر ساده سولفات پتاسیم و زئولیت بر صفت تعداد غده در بوته در سطح ۱٪ معنی دار بود. در بررسی اثرات متقابل سولفات پتاسیم با زئولیت بر صفت تعداد غده در بوته اختلاف معنی داری بین تیمار ها مشاهده نشد (جدول ۲). با توجه به جدول مقایسه میانگین ها، بیشترین تعداد غده در بوته به میزان ۱۳/۹ از تیمار بدون کاربرد زئولیت حاصل شد. با مصرف ٦ تن زئولیت در هکتار کمترین تعداد غده در بوته به میزان ۱۰/۸ به دست آمد. مقایسه میانگین های اثر سطوح مختلف سولفات پتاسیم بر صفت تعداد غده در بوته، بیشترین تعداد غده در بوته به میزان ۱۳/۳ عدد غده از مصرف ۱۲۵ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار تولید شد. کمترین تعداد غده در بوته به میزان ۱۰/۸ عدد غده از مصرف ۳۷۵ کیلوگرم سولفات پتاسیم به دست آمد (جدول ۳). بولیگلووا (۲۰۰۳) نشان داد مصرف پتاسیم باعث افزایش ابعاد غده ها و همچنین افزایش محتوای نشاسته در غده ها شد (۱۷). سبحانی و همکاران(۱۳۷۸) در بررسی تغییرات عملکرد سیب زمینی در واکنش به کمبود آب و استفاده از کود پتاسیم نشان دادند که عملکرد غده و عملکرد بیولوژیک در اثر تنش کم آبی کاهش یافته ولی افزایش پتاسیم، در شرایط کمبود آب توانست عملکرد غده و بیولوژیک را افزایش دهد. تنش باعث کاهش تعداد غده، متوسط وزن غده، ارتفاع و تعداد ساقه شد، در صورتی که پتاسیم اثر کمی بر روی ارتفاع، تعداد غده و ساقه در گیاه داشت ولی متوسط وزن غده را افزایش داد. افزایش پتاسیم در شرایط کمبود آب توانست اجزاء عملکرد و عملکرد غده سیب زمینی را بهبود بخشد. افزایش عملکرد در اثر مصرف پتاسیم به علت زیاد شدن عملکرد غده های درشت و کمتر شدن عملکرد غده های ریز بود (۸). جلیلی و همکاران (۱۳۸۰) افزایش مصرف پتاسیم و عناصر کم مصرف در خاک هایی که پتاسیم آن تخلیه شده باعث افزایش اندازه غده های بزرگ‌تر از ۸۵ میلی متری، عملکرد و کیفیت غده سیب زمینی می شود(٤). بر اساس نتایج محاسبه ضرایب همبستگی بین صفت تعداد غده در بوته با صفات عملکرد غده در بوته، تعداد ساقه اصلی در بوته، عملکرد اقتصادی، عملکرد کل محصول، همبستگی معکوس معنی داری در سطح ۱٪، با صفت متوسط وزن غده همبستگی معکوس معنی داری در سطح ۵٪ داشت ولی با صفت چگالی غده فاقد همبستگی معنی داری بود (جدول ٤).

عملکرد اقتصادی غده

نتایج تجزیه واریانس نشان داد تیمار مصرف سولفات پتاسیم و زئولیت بر عملکرد اقتصادی غده های بیشتر از ۳۰ گرم در سطح ۱٪ تفاوت معنی داری وجود دارد. بررسی اثرات متقابل کود سولفات پتاسیم با زئولیت، مشاهده شد عملکرد اقتصادی غده سیب زمینی دارای اختلاف معنی داری بین تیمار ها نیست

(جدول ۲). با توجه به نتایج جدول مقایسه میانگین ها در سطوح مختلف تیمار زئولیت، به ترتیب مصرف ٦ تن زئولیت در هکتار با بیشترین عملکرد اقتصادی معادل ٤٨/١٥ تن در هکتار و مصرف ٤ تن زئولیت رتبه بعدی عملکرد اقتصادی را به میزان ٤٦/٧٤ تن در هکتار محصول غده را داشت که با توجه به این که هر دو تیمار در یک گروه آماری قرار داشتند، در شرایط مطابق با محل آزمایش توصیه می گردد به لحاظ صرفه اقتصادی حداکثر از ٤ تن زئولیت در هکتار استفاده گردد. در این آزمایش تیمار بدون کاربرد زئولیت کمترین عملکرد اقتصادی غده به میزان ۳۵/۱۲ تن در هکتار را داشت. در مقایسه میانگین ها در سطوح مختلف سولفات پتاسیم، مصرف ۳۷۵ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار با بیشترین عملکرد اقتصادی به میزان ٤٧/٩٢ تن در هکتار محصول غده تولید نمود و تیمار ۱۲۵ کیلوگرم سولفات پتاسیم کمترین عملکرد اقتصادی را به میزان ٣٤/٣٢ تن در هکتار محصول غده تولید نمود (جدول ۳). بر اساس جدول ضرایب همبستگی بین صفت عملکرد اقتصادی با صفات عملکرد غده در بوته، تعداد ساقه در غده، عملکرد کل محصول همبستگی مستقیم معنی داری در سطح ۱٪ ، با صفت متوسط وزن غده همبستگی مستقیم معنی داری در سطح ۵٪ و با صفت تعداد غده در بوته همبستگی معکوس معنی داری در سطح ۱٪ داشت (جدول ٤).

عملکرد کل غده

تاثیر مصرف مقادیر مختلف سولفات پتاسیم و زئولیت بر عملکرد کل غده (غده های با وزن کمتر از ۳۰ گرم هم شامل آن می باشد) اختلاف معنی داری در سطح ۱٪ نشان داد. اثرات متقابل کود سولفات پتاسیم با زئولیت، عملکرد غده اختلاف معنی داری را نشان نداد (جدول ۲). با توجه به جدول مقایسه میانگین ها در سطوح مختلف زئولیت، به ترتیب مصرف ٦ تن زئولیت در هکتار با بیشترین عملکرد کل محصول به میزان ۵۳/۹۲ تن در هکتار محصول غده و مصرف ٤ تن زئولیت رتبه بعدی عملکرد کل محصول را به میزان ۵۲/۳٤ تن در هکتار محصول غده سیب زمینی تولید نمود که با توجه به این که هر دو میانگین در یک گروه آماری قرار داشتند، لذا توصیه می گردد به لحاظ صرفه اقتصادی حداکثر از ٤ تن زئولیت در هکتار استفاده گردد.

تیمار عدم مصرف زئولیت موجب شد کمترین عملکرد کل غده به میزان ٤٠/٤٧ تن در هکتار سیب زمینی تولید گردد. همچنین مصرف ۳۷۵ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار با بیشترین عملکرد غده معادل ۵۳/۷۹ تن در هکتار و تیمار ۱۲۵ کیلوگرم سولفات پتاسیم کمترین عملکرد غده را به میزان ۳۹/۸۱ تن در هکتار را تولید نمود (جدول ۳). بر اساس نتایج ضرایب همبستگی میان عملکرد غده با عملکرد اقتصادی، عملکرد غده در بوته، تعداد ساقه در غده همبستگی مستقیم معنی داری در سطح ۱٪ و با صفت متوسط وزن غده همبستگی مستقیم معنی داری در سطح ۵٪ نشان داد. عملکرد غده با صفت تعداد غده در بوته، همبستگی معکوس معنی داری در سطح ۱٪ داشت (جدول ٤). بای بوردی و همکاران(۱۳۸۰) نیز در

بررسی اثرات سولفات پتاسیم بر عملکرد سیب زمینی گزارش نمودند که مصرف سطوح بالای سولفات پتاسیم عملکرد غده را نسبت به سطوح پایین آن به طور معنی داری افزایش داده و حداکثر عملکرد غده را از تیمار دهم (۱۵۰ ٪ سولفات پتاسیم اضافه بر آزمون خاک+ سولفات روی) با عملکرد ۵۰ تن غده در هکتار به دست آوردند (۱).

زاهدی اول و همکاران (۱۳۷٤) در بررسی اثر تراکم بوته و مقادیر مختلف کود پتاسیم بر کمیت و کیفیت دو رقم سیب زمینی دراگا و دیامونت به این نتیجه رسیدند که مصرف ۲۰۰ کیلوگرم اکسید پتاسیم در هکتار با عملکرد ۳۱/۳۵۳ تن در هکتار بهترین تیمار بود (۷). سینگ و همکاران (۱۹۹٦) بیان نمودند پتاسیم باعث بهبود فرآوری و انبارداری غده های سیب زمینی شد. مصرف ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار اکسید پتاسیم باعث کاهش تلفات و درصد جوانه زنی در انبار گردید و مصرف پتاسیم تا۳۰۰ کیلوگرم در هکتار ماده خشک غده افزایش داده ولی مصرف بیشتر از آن تأثیری روی عملکرد و خصوصیات کیفی سیب زمینی نداشته است (۲٤).

با توجه به تحقیقات انجام شده که حکایت از کاهش مقدار پتاسیم قابل استفاده در خاک های بعضی از مناطق کشورمان به دنبال معرفی ارقام پر محصول و سابقه کشت طولانی و مستمر در زراعت سیب زمینی دارند (۱۲) و از طرفی زیرا احتیاج به پتاسیم سیب زمینی در ردیف گیاهان پر نیاز می باشد، مصرف کود های پتاسه در این مناطق ضروری به نظر می رسد (۵). ترکیب زئولیت به همراه کود به دلیل افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک و تمایل زیاد آن برای جذب و نگه‌داری عناصر غذایی در محیط ریشه آن ها را به موقع در اختیار گیاه قرار داده و با این کار باعث افزایش کارایی کود های ازته و پتاسه و جلو گیری از آبشویی کود ها، آلودگی آب های زیر زمینی و محیط زیست شده و سرانجام منجر به افزایش تولید محصول می شود (۲۱).

جدول ٤: ضرایب همبستگی صفات مورد بررسی

صفات	۱	۲	۳	٤	۵	٦	۷
۱ تعداد غده در بوته	۱	-۰/٦۱۸ **	-۰/٤۰٦*	-۰/٦۲۲ **	-۰/۵۹۹ **	-۰/۲۰۱ ns	-۰/٤۳۵ **
۲ عملکرد غده در بوته		۱	۰/۳۵۳*	۰/۹۹۹ **	۰/۹۹۷ **	۰/۲۹۳ ns	۰/۷۳۱ **
۳ متوسط وزن غده			۱	۰/۳۵۷*	۰/۳٦۰*	۰/۲۱۱ ns	۰/۲۷۸ ns
٤ عملکرد کل غده				۱	۰/۹۹۷ **	۰/۳۰۰ ns	۰/۷۲۷ **
۵ عملکرد اقتصادی غده					۱	۰/۲۷٤ ns	۰/۷۳۲ **
٦ چگالی غده						۱	۰/۳۳۸*
۷ تعداد ساقه در بوته							۱

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

به طورکلی نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد در شرایط مشابه با محل مزرعه آزمایشی برای تولید حدود ۵۰ تن سیب زمینی در هکتار مطابق با توصیه آزمون خاک چنانچه از ۲۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار به همراه ٤ تن زئولیت طبیعی کلینوپتیلولیت که منابع معدنی فراوانی از آن در ایران وجود دارد استفاده شود، می توان ۳۸ ٪ نسبت به تیمار بدون کاربرد زئولیت و ۱۲۵ کیلوگرم کود سولفات پتاسیم در هکتار (یک دوم توصیه آزمون خاک)، میزان غده مطلوبی به دست آورد.

منابع

!- بای بوردی، ا.، ملکوتی، م. ج. و رنجبر، ر. ۱۳۸۰. سومین همایش ملی توسعه ی کاربرد مواد بیولوژیک و استفاده ی بهینه از کود و سم در کشاورزی، ص ۱۲۰ و ۱۲۱.

۲- بی نام. ۱۳۸۸. آمار نامه کشاورزی محصولات زراعی سال زراعی ۸٦-۱۳۸۵. دفتر آمار و فناوری اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی، جلد اول، ۱۳۳ صفحه.

۳- بیات، ا. و مدنی، ح. ۱۳۸۷. یررسی سطوح مختلف پتاسیم و فسفر در عملکرد سیب زمینی رقم آگریا، پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک. گروه زراعت.

٤- جلیلی، ف. و داودی، م. ح. ۱۳۸۰. سومین همایش ملی توسعه ی کاربرد مواد بیولوژیک و استفاده ی بهینه از کود و سم در کشاورزی ص ۸۷و ۸۸ .

۵- خواجه پور، م. ر. ۱۳۸۳. گیاهان صنعتی، انتشارات واحد صنعتی جهاد دانشگاهی اصفهان،چاپ اول،ص ٤۲۳-٤۹٤.

٦- زاهدی اول، م و کوچکی، ع. ۱۳۷٤. بررسی تراکم بوته و مقادیر مختلف کود پتاسیم بر کمیت و کیفیت دو رقم سیب زمینی. مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان و دانشکده کشاورزی مشهد. چهارمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات.

۷- زاهدی اول، م. ح. ۱۳۷۵. اثرات تراکم بوته و مقادیر پتاسیم بر کمیت و کیفیت دو رقم سیب زمینی. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشگاه فردوسی مشهد.

۸- سبحانی، ع. ر.، نور محمدی، ق. و مجیدی، ه. ا. ۱۳۸۱. اثرات تنش کم آبی و تغذیه پتاسیم بر روی عملکرد و برخی از خصوصیات سیب زمینی، مجله علوم کشاورزی، جلد ۸(۳): صفحه ۲۳-۳٤ .

۹- شیخ زاده مصدق، ج. ۱۳۷۹. بررسی اثرات مقادیر و نوع کود های پتاسیمی در عملکرد کمی و کیفی سیب زمینی و تغییرات کلر در خاک وگیاه در منطقه اردبیل. هفتمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران.

۱۰- غلامحسینی، م. و آقا علیخانی، م. و ملکوتی، م. ج.۱۳۸۷. تاثیر سطوح مختلف نیتروژن و زئولیت بر عملکرد کمی و کیفی علوفه کلزای پائیزه، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، شماره (٤۵)، ص ۵٤۸-۵۳۷.

۱۱- کوچکی، ع. ۱۳۷۹. اثر تراکم بوته و مقادیر مختلف کود پتاسه بر کمیت و کیفیت دو رقم سیب زمینی. هفتمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران.

۱۲- ملکوتی، م. ج. ۱۳۷٤. چگونگی استفاده از کود های شیمیایی و آلی در افزایش تولید سیب زمینی در ایران، معاونت آموزش و تجهیز نیروی انسانی سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی،نشریه فنی شماره ۱، ۱۰ صفحه.

۱۳- نجف زاده، س. ۱۳۸۵. بررسی تأثیر مصرف زئولیت طبیعی و کود پتاسیم بر عملکرد کمی وکیفی توتون واریته کوکر ۳٤۷، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه گیلان. گروه زراعت و اصلاح نباتات.

۱۴- نقشینه پور، ب. ۱۳۶۳. کلیات خاکشناسی، انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز، جلد دوم، ص ۱۲۰.

15- Ananda, T. S., Krishnappa, K. S. and Anganappa, M. 1998. Dry matter production in potato crop raised from transplant as in flunenced by spacing and nutrition. University of agricultural science. Bangalore, current research. 27(7-8): 151-152.

16- Beringer, H., Header, E. and Lind hauer, M. 1993. Water relation ships and in corporation of C4 assimilation tubers of potato plants differing in potassium nutrition. Plant physiol.73:956-96.

17– Boliglowa, E. L. 2003. Yielding and quality of potato tubers depending on the kind of organic fertilization and tillagement hold. Electronic journal of polish agricultural universities. 10 L.

18- Burton, W. G. 1999. The potato. Longman scientific a technical. pp:85-320.

19-Ilaco. 1981. Agricultural compendium for rural; development in the tropics and sub tropics. Elsevier scientific pub- co. Amsterdam. P. 739

20- Maier, N. A. 1989. Potassium nutrition of irrigated potatoes in South Australia. Z – effect on chemical composites on and the prediction of tuber response bye plant analysis. Aust. Exp. Agric. 26: 127- 736.

21- Mumpton, F., La Roca. 1999. Uses of natural zeolite in agriculture and industry. Proc.Natl. Acad. Sci. USA. 96, 3467.

22- Munson, R. D. 1985. Potassium in agriculture. Madison. USA

23- Saicu, C. 2002. The use of chemical fertilizers in the irrigated potato crop on the saucers plateau. cercetari agronomic in Moldova. 3: 61- 65.

24-Singh, J. P., Marwaha, R. S. and Grewal, J. S. 1996. Effect of sources and levels of potassium on potato yield quality and storage be haviour. Journal of the friden potato association. 23(314): 153 -156.

25- Turk, M., Bayram, G., Budakli, E. and Celik, N. 2006. A Study on effects of different mixtures of zeolite with soil rates on some yield parameters of alfalfa (***Medicago sativa*** L.) Journal of Agronomy, 5 (1): 118-121.