بررسی تأثیر سولفات پتاسیم بر خصوصیات کمی و کیفی سیب‌زمینی رقم آگریا و ساتینا در منطقه میانه

امیر قنبری[1]، منوچهر فربودی[2]، رحیم علیمحمدی[3]، علی فرامرزی[3]، سلیمان جمشیدی[3] و شقایق شمس‌پور[4]

چکیده

به‌منظور بررسی مقادیر مختلف کود سولفات پتاسیم و تأثیر آن بر کمیت و کیفیت ارقام سیب زمینی آگریا و ساتینا، طی فصل زراعی سال ۱۳۸۳ در مزرعه آموزشی - پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد میانه آزمایشی در قالب طرح فاکتوریل بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۲۴ تیمار و ۳ تکرار اجرا گردید. کرت‌های آزمایشی شامل تیمارکودی اول «NP (عرف زارع)»، تیمارکودی دوم «تیمار اول + ۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار»، تیمارکودی سوم «تیمار اول + ۱۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار» و تیمارکودی چهارم «تیمار اول + ۱۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار» بودند. کلیه مراحل کاشت، داشت و برداشت مطابق استانداردهای توصیه شده به اجرا درآمد. در طول انجام آزمایش و پس از پایان کار، خصوصیات شاخص‌های کیفی و کمی محصول ثبت و اندازه‌گیری شد. در این رابطه شاخص‌هایی نظیر « تعداد نهایی ساقه‌های اصلی و جانبی، ارتفاع بوته، تعداد غده، وزن خشک غده، وزن تر غده، وزن خشک بوته، وزن تر بوته، میزان ازت غده و میزان پروتئین غده» اندازه‌گیری و محاسبه گردید. نتایج به‌دست آمده با استفاده از نرم افزارهای Excel، MSTATC و SAS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس، اثر اصلی ژنوتیپ، تیمار کودی و همچنین اثرات متقابل کود×ژنوتیپ بر شاخص‌های رشد و عملکرد در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار گردید. ولی میزان کودپذیری ارقام آگریا و ساتینا متفاوت بوده و برای هر رقم یک تیمار کودی مشخصی مناسب است و نمی‌توان یک تیمار کودی معینی را به همه ارقام نسبت داد. از میان تیمارهای کودی برای هر دو رقم، مناسب‌ترین مقدار کود پیشنهادی، افزایش مقدار ۱۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار می باشد ولی در مجموع در منطقه میانه رقم آگریا از نظر عملکرد ماده‌ی تر و خشک و سایر شاخص‌ها نسبت به رقم ساتینا برتری نشان می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: سیب‌زمینی، سولفات پتاسیم، شاخص عملکرد، ارقام ساتینا و آگریا.

۱- کارشناس ارشد زراعت و عضو باشگاه پژوهشگران جوان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد میانه

۲- استادیار گروه خاکشناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد میانه

۳- اعضای هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد میانه

٤- کارشناس زراعت و اصلاح نباتات

مقدمه و بررسی منابع

سیب‌زمینی با تولید سالانه حدود ۳۰۰ میلیون تن، یکی از محصولات غذایی اصلی محسوب می‌شود که در انواع مختلف خاک و شرایط آب و هوایی رشد می‌کند. سیب زمینی چهارمین ماده غذایی اصلی بعد از گندم، برنج و ذرت است که تولید ماده‌ی خشک آن در واحد سطح حتی از گندم، برنج و ذرت بیشتر می‌باشد (٤). مهمترین عناصر غذایی مورد نیاز برای رشد سیب‌زمینی ازت، پتاسیم و فسفر است. پتاسیم همیشه بر عملکرد مؤثر نبوده ولی تأثیر زیادی بر کیفیت محصول، درصد ماده خشک، لکه سیاهی، آسیب دیدگی، آبکی شدن سیب‌زمینی بعد از پختن و کیفیت انباری دارد (۲). با وجود مقدار کافی پتاسیم در خاک‌های زراعی کشور، به‌دلیل نیاز بالای ژنوتیپ‌های اصلاح شده، تخلیه پتاسیم از خاک و پایین بودن ظرفیت بافری پایین برخی خاک‌ها نسبت به تأمین این عنصر، ضرورت بررسی مصرف آن در خاک‌هایی که مقدار پتاسیم آن‌ها کمتر از سطح بحرانی (۱۵۰ قسمت در میلیون) می‌باشد، احساس می‌شود (٦). پتاسیم تقریباً در تمام فرایندهای متابولیسمی گیاه نقش دارد. هم‌چنین نقش مهمی در فتوسنتز و ساخت کربوهیدرات‌ها، احیای نیترات و کمک در مصرف یون‌های آمونیوم در ساخت اسیدهای آمینه و سنتز پروتئین دارد. هم‌چنین در تعادل عناصر غذایی و افزایش غده‌بندی و افزایش جذب ازت و فسفر در گیاه نیز مؤثر می‌باشد (١٤). سیب‌زمینی از میان عناصر غذایی جذب شده پتاسیم را بیشتر از تمامی عناصر غذایی دیگر جذب نموده و بدیهی است هر چه میزان برداشت غده سیب‌زمینی بیشتر باشد، میزان برداشت عناصر غذایی از خاک نیز بیشتر خواهد بود (٦). پتاسیم به‌دلیل داشتن نقش مکمل با سایر عناصر غذایی پر مصرف نظیر ازت، فسفر و کلسیم و نیز اثر مثبت بر فرایند تطابق اسمزی ریشه و اندام‌های هوایی گیاه با شرایط نامساعد خاک و اتمسفر از جمله شوری و خشکی، سبب جذب بیشتر آب و عناصر غذایی مورد نیاز گیاه شده و موجبات افزایش عملکرد را فراهم می‌آورد. به موازات تأمین عناصر غذایی از طریق مصرف کود برای محصولات زراعی پرتوقع، مقدار پتاسیم بومی خاک تکافوی نیاز فیزیولوژیک بهینه گیاه را ننموده و مصرف کود پتاسه را ایجاب می‌نماید. این نقش پتاسیم و مصرف آن از طریق کود در بسیاری از گیاهان زراعی توسط محققین بی‌شماری مورد تأیید قرار گرفته است. تحقیقات اوینگ (۱۹۹۷) نشان می‌دهد که در شرایط ایده آل می‌توان عملکرد سیب زمینی را تا ۱۰۰ تن در هکتار افزایش داد (۱۲). نتایج آزمایش‌های پررنود (۱۹۹۳) و مارتین- پرول (۱۹۹۸) نشان داد که تغذیه سیب‌زمینی به‌وسیله پتاسیم سبب افزایش عملکرد، اندازه غده، وزن مخصوص، کاهش ازت غده، کاهش بیماری بلایت دیررس و بهبود مقاومت در برابر سرمازدگی و خشکی می‌گردد (۱۷و۱۹). نتایج تحقیقات منگل وکیرکبی(۱۹۸۷) نشان داد که مصرف کود پتاسه سبب افزایش کارایی فتوسنتز، افزایش اندازه غده و افزایش وزن خشک غده می‌شود (۱۸). مک دال و روبرت (۱۹۸۵) اثر مصرف پتاسیم بر افزایش رشد ریشه در مراحل اولیه را مورد تأکید قرار دادند (۲۰). نتایج تحقیقات برگمن (۱۹۹۲) نشان داد که افزایش غلظت سولفات پتاسیم باعث افزایش عملکرد غده و کاهش نیترات غده می‌گردد (۹). کاف کافی (۱۹۹۰) و کلراکسون و هانسون (۱۹۸۰) نشان داد که افزایش مصرف کود سولفات پتاسیم در کشت سیب زمینی باعث

افزایش درصد ماده خشک غده و عملکرد غده می‌شود (۱۰و۱۳). داو (۱۹۸۰) و کلینگ (۱۹۸۱) نیز به این نتیجه رسیدند که افزایش استفاده از کود سولفات پتاسیم باعث افزایش درصد ماده خشک بوته، کاهش نیترات غده و کاهش پروتئین غده سیب‌زمینی می‌گردد (۱۱و۱۵). هم‌چنین ملکوتی و خانی (۱۳۷۸) و ملکوتی و لطف الهی (۱۳۷۸) اظهار داشتند که استفاده بیشتر از کود سولفات پتاسیم در کشت سیب‌زمینی باعث افزایش عملکرد و وزن غده و کاهش نیترات غده می‌گردد (۳و۵). کرائوس (۱۹۹۹) نشان داد که افزایش کود پتاسه مقدار مواد خشک غده را افزایش می‌دهد که این مهمترین هدف می‌باشد زیرا رنگ چیپس و هم‌چنین مقدار ذخیره‌ی مواد و کیفیت فرآوری افزایش می‌یابد (١٦). آچیلا و همکاران (۲۰۰۰) نشان دادند که استفاده بیشتر از کود سولفات پتاسیم در کرت‌های آزمایشی کشت سیب‌زمینی، سبب افزایش عملکرد و وزن خشک غده می‌شود (۸). حسین پور (۱۳۷۲) ثابت کرد مصرف کود پتاسه در سیب‌زمینی علی رغم بالا بردن عملکرد، باعث بهبود کیفیت آن نیز می‌گردد (۱). هاشمی مجد و همکاران (۱۳۷۷) نشان دادند که افزایش استفاده از کود سولفات پتاسیم باعث افزایش عملکرد غده و افزایش وزن تر و خشک بوته می‌گردد (۷).

این تحقیق با هدف بررسی نقش پتاسیم در افزایش عملکرد کمی و خصوصیات کیفی دو رقم سیب زمینی از قبیل مقدار پروتئین، درصد ازت، وزن مخصوص، اندازه غده و درصد ماده خشک و نیز ارزیابی چگونگی تغییرات پارامترهای مورد مطالعه در دو رقم سیب‌زمینی آگریا و ساتینا و مقایسه آن‌ها با همدیگر انجام شد.

مواد و روش ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۸۳ در مزرعه آموزشی- پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد میانه انجام شد. مزرعه‌ی یادشده با طول جغرافیایی ٤٧/٤٢، عرض جغرافیایی ٣٧/٢٤ درجه و ارتفاع ١١٠٠ کیلومتری از سطح دریا در ٦ کیلومتری شمال شرق شهرستان میانه واقع شده و با توجه به تقسیم‌بندی آمبرژه جزو مناطق نیمه‌خشک با تابستان‌های نسبتاً گرم و خشک و زمستان های نسبتاً سرد و مرطوب می‌باشد. قبل از کاشت نمونه‌برداری از لایه‌های مختلف خاک و نیز آب مورد استفاده برای آبیاری جهت تعیین وضعیت عناصر غذایی و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی صورت گرفت (جداول ۱ و ۲).

جدول۱- خصوصیات خاک محل اجرای آزمایش

مشخصات نمونه	تکرار اول	تکرار دوم	تکرار سوم
هدایت الکتریکی	۰/۹۵	۰/۹۰	۰/۸۵
اسیدیته کل اشباع	۷/۸	۷/۸	۷/۸
درصد مواد خنثی شونده	۱۲/۵	۱۲/۵	۱۲/۵
کربن آلی	۲/۱	۲/۱	۱/۹
فسفر قابل جذب	۱۱/٦	۷/٦	۹/۲
پتاسیم قابل جذب	۱۱۰	۱۱۰	۱۱۰
درصد رس	٤۰	٤۲	٤٤
درصد سیلت	٤٦	٤٥	٤٤
درصد شن	۱٤	۱۳	۱۲
Tex.	Si.c.Si.c.l	Si.c.	Si.c.

جدول۲- نتایج تجزیه آب محل اجرای آزمایش

مشخصات نمونه	مقدار ٪
کربنات	۰/۰۱
یون بی کربنات	٥/۲
کلر	۱۱/٤
یون سولفات	۳/٥
مجموع یونهای منفی	۲۰/۱۱
کلسیم+منیزیم	۱۰
کلسیم	٦/٤
منیزیم	۳/٦
سدیم	۹/۷٥
مجموع یونهای مثبت	۱۹/۷٥
S.A.R.	٤/۳٦

آزمایش در قالب طرح فاکتوریل بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد که در بلوک‌ها دو رقم سیب‌زمینی آگریا و ساتینا کشت گردید و برای کرت‌ها تیمارهای کودی به شرح زیر اعمال شد:

تیمارکودی اول =NP (عرف زارع) (پتاسیم صفر)

تیمارکودی دوم = تیمار اول + ۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار

تیمارکودی سوم = تیمار اول + ۱۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار

تیمارکودی چهارم = تیمار اول + ۱۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار

یک سوم کود ازته در تمام تکرارها در هنگام کاشت مصرف گردید. بقیه کود ازته در دو نوبت یکی در هنگام سبز شدن و دیگری در هنگامی که ارتفاع بوته ها ۲۰ سانتی متر بود، بکار برده شد.

در پایان دوره رشد گیاه برای اندازه‌گیری صفاتی چون تعداد نهایی ساقه، ارتفاع بوته، تعداد غده، وزن تر غده، وزن خشک غده، وزن تر بوته، وزن خشک بوته، ازت غده و پروتئین غده، تعداد ۸ بوته از هر کرت به تصادف انتخاب گردید. نمونه برداری در هر کرت با حذف اثر حاشیه و کلاً در زمینی با مساحت یک و نیم متر مربع از هر کرت انجام شد. نمونه‌برداری از دو ردیف وسط صورت گرفته و برای تمام صفات مورد اندازه‌گیری از آنها استفاده شد.

اندازه‌گیری ازت غده به روش تیتراسیون بعد از تقطیر انجام شد که شامل دو مرحله هضم در لوله‌های مخصوص با اسید سولفوریک، اسید سالیسیلیک، آب اکسیژنه و سلنیم و هضم در بالن ژوژه با اسید سولفوریک، اسید سالیسیلیک و آب اکسیژنه بود.

هم‌چنین برای اندازه گیری پروتئین غده، درصد ازت به‌دست آمده در نمونه در عدد ٦/۲٥ ضرب شد.

نتایج و بحث

اثر تیمارهای کودی بر تعداد نهایی ساقه‌های اصلی و جانبی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس تعداد نهایی ساقه های اصلی و جانبی نشان داد که اثر اصلی رقم، تیمار کودی و اثرات متقابل کود × رقم در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار می باشد (جدول۳). این بدان معنی است که برای هر رقم، یک تیمار کودی معینی مناسب است و

نمی‌توان تیمار کودی مشخصی را به همه ارقام نسبت داد. در مقایسه میانگین تیمارهای کودی × رقم برای مشخصه تعداد نهایی ساقه‌های اصلی و جانبی سیب‌زمینی، در رقم آگریا مصرف ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم تأثیر معنی‌داری بر این خصوصیت داشت ولی افزایش آن در تیمارهای مختلف یکسان بود. بنابراین توصیه می گردد که کمترین مقدار تیمار کودی (۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار) مصرف شود. در رقم ساتینا علی رغم کمتر بودن میانگین تعداد نهایی ساقه‌های اصلی و جانبی نسبت به رقم آگریا، با افزایش مقدار کود، تعداد نهایی ساقه‌های اصلی و جانبی نیز بیشتر گردید (جدول٤).

اثر تیمارهای کودی بر ارتفاع بوته

نتایج حاصل از تجزیه واریانس میانگین ارتفاع بوته های سیب‌زمینی نشان داد که اثر اصلی رقم، تیمار کودی و اثرات متقابل کود × رقم در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار می‌باشد، ولی اثر سطوح مختلف در تیمار کودی بر این پارامتر معنی‌دار نبود (جدول۳). بنابراین تغییرپذیری عملکرد ارتفاع بوته هر رقم با یک مقدار معینی از تیمار کودی به‌دست می‌آید و نمی‌توان آن را برای همه ارقام به یک میزان نسبت داد. در مقایسه میانگین تیمار کودی × رقم برای مشخصه ارتفاع بوته سیب زمینی، در رقم آگریا با مصرف ۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار نتیجه قابل قبولی به‌دست آمد و مصرف بیش از ۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار باعث کاهش ارتفاع بوته گردید، اما در رقم ساتینا هر چه تیمار کودی (سولفات پتاسیم) به مقدار بیشتری استفاده گردد ارتفاع بوته هم بیشتر خواهد شد به‌طوری‌که با مصرف ۱۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار، ارتفاع بوته‌های رقم ساتینا بیشتر گردید. از نظر ارتفاع بوته، رقم ساتینا نسبت به آگریا در اثر اعمال تیمارهای کودی سولفات پتاسیم روند افزایشی داشت (جدول٤).

اثر تیمارهای کودی بر تعداد غده

براساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس تعداد غده، اثر اصلی رقم، تیمار کودی و اثرات متقابل کود× رقم در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار گردید. با توجه به معنی‌دار شدن اثرات متقابل رقم × کود، از تفسیر اثرات اصلی صرف‌نظر کرده و مقایسه میانگین‌ها فقط برای اثرات متقابل انجام گرفت (جدول‌های۳ و ٤). در نتیجه تغییرپذیری عملکرد تعداد غده هر رقم با یک مقدار معینی از تیمار کودی به دست می‌آید و نمی‌توان آن را برای همه ارقام به یک میزان نسبت داد. در مقایسه میانگین تیمار کودی × رقم برای مشخصه تعداد غده سیب‌زمینی ملاحظه می‌شود که در رقم آگریا با افزایش مصرف سولفات پتاسیم، تعداد غده نیز افزایش می‌یابد یعنی تیمار کودی ۱۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار بهترین عملکرد را برای افزایش تعداد غده نشان داد. در رقم ساتینا هم هر چه تیمار کودی به مقدار بیشتری استفاده گردد تعداد غده هم بیشتر خواهد شد به‌طوری‌که با مصرف ۱۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار تعداد غده رقم ساتینا نیز افزایش یافت. هم‌چنین باید متذکر شد که رقم ساتینا نسبت به رقم آگریا با مصرف ۱۵۰ کیلوگرم کود سولفات پتاسیم در هکتار تعداد غده بیشتری تولید کرد (جدول٤).

اثر تیمارهای کودی بر وزن تر غده

نتایج حاصل از تجزیه واریانس وزن تر غده نشان داد که اثر اصلی رقم، تیمار کودی و اثرات متقابل

کـود × رقـم در سـطح ۰/۰۱ معنـی‌دار مـی باشـد (جدول۳). بنابراین نمی‌توان تیمار کودی مشخصی را به همه ارقام نسبت داد. مقایسه میانگین تیمار کودی × رقم برای مشخصه وزن تر غده سیب‌زمینـی نـشان داد که در رقـم آگریـا بـا افـزایش مـصرف سـولفات پتاسیم وزن تر غـده هـم افـزایش یافـت و در نتیجـه تیمار کودی ۱۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتـار بهترین عملکرد را از نظر افزایش وزن تر غـده نـشان داد. در رقم ساتینا نیز هر چه سولفات پتاسیم به مقدار بیشتری استفاده شد بـه همـان نـسبت وزن تـر غـده افزایش یافت و بـا مـصرف ۱۵۰ کیلـوگرم سـولفات پتاسیم در هکتار وزن تر غده رقم ساتینا بیـشتر شـد. ولی باید این نکته را نیـز ذکـر کنـیم کـه رقـم آگریـا نسبت به رقم ساتینا بـا مـصرف ۱۵۰ کیلـوگرم کـود سولفات پتاسیم در هکتار باعث افزایش وزن تر غده بیشتری می‌شود (جدول٤).

اثر تیمارهای کودی بر وزن خشک غده

براساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس وزن خشک غده‌ها، اثر اصلی رقم، تیمار کودی و اثرات متقابل کود × رقم در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار است (جدول۳). این بدان معنی است که برای هر رقم یک تیمار کودی مشخصی مناسب است و نمی‌توان تیمار کودی معینی را به همه ارقام نسبت داد. در مقایسه میانگین تیمار کودی×رقم برای مشخصه وزن خشک غده سیب‌زمینی مشاهده می‌شود که در رقم آگریا هر چقدر مصرف سولفات پتاسیم افزایش یابد وزن خشک غده هم افزایش می‌یابد به‌طوری‌که تیمار کودی ۱۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار بهترین عملکرد را برای افزایش وزن خشک غده نشان داد. در رقم ساتینا نیز هر چه تیمار کودی به مقدار بیشتری استفاده گردد وزن خشک غده بیشتر خواهد شد و مصرف ۱۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار وزن خشک غده رقم ساتینا را افزایش داد. البته افزایش وزن خشک غده رقم آگریا نسبت به رقم ساتینا بیشتربود (جدول٤).

اثر تیمارهای کودی بر وزن تر بوته

نتایج حاصل از تجزیه واریانس وزن تر بوته معنی‌دار بودن اثر اصلی رقم، تیمار کودی و اثرات متقابل کود × رقم در سطح ۰/۰۱ را نشان داد (جدول۳). در رقم آگریا با افزایش مصرف سولفات پتاسیم، وزن تر بوته هم افزایش یافت و تیمار کودی ۱۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار بهترین عملکرد را برای افزایش وزن تر بوته نشان داد. در رقم ساتینا هم وضعیت به همین منوال بود. با این وجود مصرف ۱۵۰ کیلوگرم کود سولفات پتاسیم در هکتار در رقم ساتینا باعث افزایش وزن تر بوته بیشتری گردید (جدول٤).

اثر تیمارهای کودی بر وزن خشک بوته

براساس نتایج تجزیه واریانس وزن خشک بوته، اثر اصلی رقم، تیمار کودی و اثرات متقابل کود × رقم در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار می‌باشد (جدول۳). این بدان معنی است که برای هر رقم یک تیمار کودی مشخصی مناسب است. در رقم آگریا هر چقدر مصرف سولفات پتاسیم افزایش یافت، وزن خشک بوته هم روند افزایشی را نشان داد به‌طوری‌که ۱۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار بهترین عملکرد را برای افزایش وزن خشک بوته نشان داد. در هر دو رقم ساتینا و آگریا نیز هر چه تیمار کودی به مقدار بیشتری استفاده گردد وزن خشک بوته هم بیشتر خواهد شد. رقم ساتینا نسبت به رقم آگریا با مصرف

١٥٠ کیلوگرم کود سولفات پتاسیم در هکتار باعث افزایش وزن خشک بوته بیشتری گردید (جدول٤).

اثر تیمارهای کودی بر ازت غده

اثر اصلی رقم، تیمار کودی و اثرات متقابل کود × رقم در سطح ٠/٠١ معنی‌دار بود (جدول٣). این بدان معنی است که نمی‌توان تیمار کودی معینی را به همه ارقام نسبت داد. مقایسه میانگین اثر متقابل تیمار کودی × رقم در هر دو رقم مورد مطالعه نشان داد که با افزایش مصرف سولفات پتاسیم، میزان ازت غده کاهش می‌یابد به‌طوری‌که تیمار کودی ١٥٠ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار بهترین عملکرد را برای کاهش ازت غده نشان داد. با این وجود کاهش ازت غده در رقم ساتینا بیشتر از رقم آگریا بود (جدول٤).

اثر تیمارهای کودی بر پروتئین غده

نتایج حاصل از تجزیه واریانس میزان پروتئین غده نشان داد که اثر اصلی رقم، تیمار کودی و اثرات متقابل کود × رقم در سطح ٠/٠١ معنی‌دار است (جدول٣). در مقایسه میانگین تیمار کودی × رقم برای مشخصه پروتئین غده سیب‌زمینی مشاهده می‌شود که در رقم آگریا با مصرف سولفات پتاسیم، پروتئین غده کاهش یافته است. بنابراین تیمار کودی ١٥٠ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار بهترین عملکرد را برای کاهش پروتئین غده نشان می‌دهد. البته رقم ساتینا نسبت به رقم آگریا با مصرف ١٥٠ کیلوگرم کود سولفات پتاسیم در هکتار باعث کاهش پروتئین غده بیشتری شده است (جدول٤).

جدول ٣- تجزیه واریانس اثر تیمارهای کودی روی صفات مورد بررسی در ارقام آگریا و ساتینای سیب‌زمینی

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد نهایی ساقه های اصلی و جانبی	ارتفاع بوته	تعداد غده	وزن تر غده	وزن خشک غده	وزن تر بوته	وزن خشک بوته	ازت غده	پروتئین غده
تکرار	٢	٠/١٦ ns	٣٣/٧٩ ns	٠/٢ ns	٠/٠٠٤ ns	٠/٠٠٤ ns	٠/٠٠٠١ ns	٠/٠٠٠٢ ns	٠/٠٠٥**	٠/١٩**
رقم	١	٥١/٣٣**	٦٠٦/٠١**	١/٣**	٢٦/٠٤**	٢٤/٠٨**	٠/٠٠٠٥ ns	٠/٠٠٣**	٠/١**	٤/١٧**
تیمار کودی	٣	٨/٦٨**	٤٠/٢٩ ns	١٩/١٦**	١٨/٤٣**	١٧/٠٧**	٠/١**	٠/١**	٠/٧٨**	٣٠/٥٦**
رقم× کود	٣	٤/٢٣**	١٣٥/٠٦**	٠/٦٦**	٠/٥١**	٠/٥٩**	٠/٠٠٧**	٠/٠١**	٠/٠٠٢**	٠/٠٩**
اشتباه	١٤	٠/١٤	١٦/٣٥	٠/٠٨	٠/٠٤٢	٠/٠٤	٠/٠٠٠١	٠/٠٠٠١	٠/٠٠٠١	٠/٠٠٦
ضریب تغییرات	–	١/٧٣	٤/٤١	٢/٦٤	٢/٨٦	٣/٤٣	٠/٩٨	٢/٣٣	٠/٥٢	٠/٥٣

جدول٤- مقایسه میانگین صفات کمی و کیفی در دو رقم آگریا و ساتینای سیب‌زمینی

صفات / تیمار	تعداد نهایی ساقه	ارتفاع بوته	تعداد غده	وزن تر غده	وزن خشک غده	وزن تر بوته	وزن خشک بوته	میزان ازت غده	میزان پروتین غده
آگریا (پتاسیم صفر)	٢١/٩ bc	٨٠/٧٦d	٨/٧e	٥/٥٥e	٤/٧٤f	١/٠٨e	٠/٤٤de	٢/٩٤a	١٨/٤٢a
آگریا (پتاسیم ٥٠)	٢٤/٣٣a	٩٥/١٣ab	١١/١c	٧/٧٦c	٦/٨٩c	١/١١d	٠/٤٧d	٢/٥c	١٥/٦٦c
آگریا (پتاسیم ١٠٠)	٢٣/٧٣ a	٨٦/٥٣bcd	١١/٨٦b	٩/٢٦b	٨/٣٧b	١/١٣cd	٠/٥٢c	٢/٣٦e	١٤/٧٥e
آگریا (پتاسیم ١٥٠)	٢٤/٠٣ a	٨٤/٢cd	١٢/٢٣ab	١٠/٢٣a	٩/٢٧a	١/٣١b	٠/٦٤b	٢/٠٦g	١٢/٨٩g
ساتینا (پتاسیم صفر)	١٩/٢ d	٩٧/٥a	٧/٩f	٤/١٣f	٣/٣٦g	٠/٩٨f	٠/٣٣f	٢/٧٨b	١٧/٤٢b
ساتینا (پتاسیم ٥٠)	١٩/٠٣ d	٩٣/٤abc	١٠/٣d	٥/٩٨e	٥/٣٣e	١/٠٨e	٠/٤٢e	٢/٤١d	١٥/١d
ساتینا (پتاسیم ١٠٠)	٢١/٤ c	٩٣/٠٦abc	١١/٠٦c	٦/٨٣d	٥/٩٤d	١/١٥c	٠/٥١c	٢/١٨f	١٣/٦٦f
ساتینا (پتاسیم ١٥٠)	٢٢/٦٦ b	١٠٢/٩a	١٢/٧٦a	٧/٥٣c	٦/٦٣c	١/٣٨a	٠/٧٣a	١/٩٥h	١٢/٢١h

جدول۵- همبستگی اثر تیمارهای کودی روی صفات مورد بررسی

	Fs	H	Nt	Wwt	Dwt	Wpw	DPw	Tn	Tp
Fs	+۱	+۰/۰۲ ns	+۰/۰۵ ns	+۰/۰۰۹ ns	+۰/۰۱۹ ns	+۰/۰۱۵ ns	−۰/۰۰۰ ns	+۰/۰۰۷ ns	+۰/۰۰۷ ns
H		+۱	+۰/۱۵۷ ns	−۰/۲٦۵ ns	−۰/۲۷۰ ns	+۰/۱۵۵ ns	+۰/۱۳۲ ns	−۰/۳۱۱ ns	−۰/۳۱۱ ns
Nt			+۱	+۰/۸٤۵**	+۰/۸٤٤**	+۰/۸۵۱**	+۰/۸۷٦**	−۰/۸۹۷**	−۰/۸۹۷**
Wwt				+۱	+۰/۹۹۸**	+۰/٦۷۵**	+۰/۷۰۸**	−۰/٦۷۳**	−۰/٦۷۳**
Dwt					+۱	+۰/٦٦٦**	+۰/٦۹۷**	−۰/٦٦۹**	−۰/٦٦۹**
Wpw						+۱	+۰/۹۸۹**	−۰/۸۵۲**	−۰/۸۵۲**
Pw							+۱	−۰/۸۳۷**	−۰/۸۳۷**
Tn								+۱	+۱**
Tp									+۱

براساس نتایج به دست آمده، همبستگی صفات مورد بررسی میان شاخص تعداد نهایی ساقه های اصلی و جانبی با شاخص های ارتفاع بوته، تعداد غده، وزن خشک غده، وزن تر غده، وزن خشک بوته، وزن تر بوته، میزان ازت غده و پروتئین غده همبستگی معنی‌داری وجود نداشت، هم‌چنین میان شاخص ارتفاع بوته با شاخص های تعداد نهایی ساقه های اصلی و جانبی، تعداد غده، وزن خشک غده، وزن تر غده، وزن خشک بوته، وزن تر بوته، میزان ازت غده و پروتئین غده همبستگی معنی‌داری مشاهده نشد. با این وجود شاخص تعداد غده با شاخص های تعداد نهایی ساقه‌های اصلی و جانبی، ارتفاع بوته، وزن خشک غده، وزن تر غده، وزن خشک بوته، وزن تر بوته، میزان ازت غده و پروتئین غده همبستگی معنی داری نشان داد. هم‌چنین میان شاخص وزن خشک غده با شاخص های تعداد نهایی ساقه‌های اصلی و جانبی، ارتفاع بوته، تعداد غده، وزن تر غده، وزن خشک بوته، وزن تر بوته، میزان ازت غده و پروتئین غده همبستگی معنی‌داری مشاهده شد. شاخص وزن تر غده با شاخص‌های تعداد نهایی ساقه‌های اصلی و جانبی، ارتفاع بوته، تعداد غده، وزن خشک غده، وزن خشک بوته، وزن تر بوته، میزان ازت غده و پروتئین غده نیز همبستگی معنی‌داری نشان داد. علاوه بر این میان شاخص وزن خشک بوته با شاخص‌های تعداد نهایی ساقه‌های اصلی و جانبی، ارتفاع بوته، تعداد غده، وزن خشک غده، وزن تر غده، وزن خشک بوته، میزان ازت غده و پروتئین غده همبستگی معنی‌داری وجود دارد. هم‌چنین میان شاخص وزن تر بوته با شاخص‌های تعداد نهایی ساقه‌های اصلی و جانبی، ارتفاع بوته، تعداد غده، وزن خشک غده، وزن تر غده، وزن خشک بوته، میزان ازت غده و پروتئین غده همبستگی معنی‌داری مشاهده گردید. شاخص مقدار ازت غده نیز با شاخص‌های تعداد نهایی ساقه‌های اصلی و جانبی، ارتفاع بوته، تعداد غده، وزن خشک غده، وزن تر غده، وزن خشک بوته، وزن تر بوته و میزان پروتئین غده همبستگی معنی داری نشان داد. هم‌چنین میان شاخص مقدارپروتئین غده با شاخص های تعداد نهایی ساقه‌های اصلی و جانبی، ارتفاع بوته، تعداد غده، وزن خشک غده، وزن تر غده، وزن خشک بوته، وزن تر بوته و میزان ازت غده همبستگی معنی‌داری وجود داشت.

با توجه به این موضوع که آزمایش‌های تغذیه‌ای جزء برنامه‌های بلند مدت می‌باشد نتایج حاصله از این تحقیق برای توصیه کودی دقیق نمی‌تواند با

اطمینان مورد استفاده قرار بگیرد. برای دستیابی به نتایج پایدار لازم است که این گونه طرح‌ها در سال‌های متوالی و در مزارع مختلف منطقه به مرحله اجرا درآید و تأثیر شرایط فصلی و آب و هوایی و تفاوت‌های خاکی در مزارع تعدیل شود. با بررسی نتایج به‌دست آمده چنین استنباط گردید که در صورت افزایش استفاده از سولفات پتاسیم افزایش عملکرد و کاهش نیترات در هر دو رقم آگریا و ساتینا قابل توجه بود.

کاربرد کود سولفات پتاسیم اثرات معنی‌داری روی عملکرد غده، کاهش نیترات غده، کاهش پروتئین غده، افزایش درصد ماده خشک غده، افزایش درصد ماده تر غده، افزایش درصد ماده خشک بوته و افزایش درصد ماده تر بوته نشان داد. بالاترین عملکرد با کیفیت مطلوب برای مشخصه تعداد غده در هر دو رقم آگریا و ساتینا مربوط به تیمار ۱۵۰کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار بود، با این تفاوت که رقم ساتینا نسبت به رقم آگریا کود پذیرتر بوده و با مصرف بیشتر کود سولفات پتاسیم رقم ساتینا تعداد غده بیشتری نسبت به آگریا تولید کرد. هم‌چنین رقم ساتینا برای مشخصه‌های وزن تر غده، وزن خشک غده، وزن خشک بوته و میزان پروتئین غده نسبت به رقم آگریا کودپذیرتر بوده و با مصرف بیشتر سولفات پتاسیم صفات مذکور در رقم ساتینا نسبت به آگریا افزایش بیشتری نشان داد.

نتایج به دست آمده با آزمایشات پررنود (۱۹۹۳) و مارتین و پرول (۱۹۹۸) در زمینه اثر تغذیه سیب‌زمینی به‌وسیله سولفات پتاسیم در افزایش عملکرد، اندازه غده و وزن مخصوص غده و هم‌چنین با نتایج تحقیقات برگمن (۱۹۹۲) در رابطه با اثر افزایش غلظت سولفات پتاسیم در افزایش عملکرد غده و کاهش نیترات غده تطابق دارد (۱۷، ۱۹ و ۹). کاف کافی (۱۹۹۰) و کلراکسون و هانسون (۱۹۸۰) نیز نشان داده‌اند که افزایش مصرف کود سولفات پتاسیم در کشت سیب‌زمینی باعث افزایش درصد ماده خشک غده و عملکرد غده می‌شود(۱۰و۱۳). هم‌چنین داو (۱۹۸۰) و کلینگ (۱۹۸۱) نیز در زمینه اثر افزایش استفاده از کود سولفات پتاسیم روی میزان درصد ماده خشک بوته، نیترات و پروتئین غده سیب‌زمینی نتایج مشابهی را گزارش کرده‌اند (۱۱ و ۱۵). هم‌چنین منگل (۱۹۸٦) گزارش کرد که با افزایش کود سولفات پتاسیم اندازه غده سیب‌زمینی افزایش می‌یابد. هم‌چنین ملکوتی و همکاران (۱۳۷۸) اظهار داشتند که استفاده بیشتر از کود سولفات پتاسیم در کشت سیب‌زمینی باعث افزایش عملکرد و وزن غده و کاهش نیترات غده می‌گردد (۳ و۵). کرائوس (۱۹۹۹) نیز در رابطه با اثر افزایش کود پتاسه بر مقدار مواد خشک غده نتایج مشابهی را گزارش کرده است (١٦). نتایج مطالعات آچیلا و همکاران (۲۰۰۰) و حسین پور (۱۳۷۲) در رابطه با اثر استفاده از کود سولفات پتاسیم در افزایش عملکرد و وزن خشک غده‌ها و وزن خشک و تر بوته‌های سیب زمینی نیز با نتایج این تحقیق مطابقت دارد (۱ و۸).

مصرف بهینه کود برای نیل به افزایش عملکرد کمی و کیفی سیب‌زمینی و کاهش غلظت آلاینده هایی نظیر نیترات در مزارع منطقه الزامی است.

برای نیل به افزایش عملکرد و بهبود کیفیت، مصرف سولفات پتاسیم در مزارع منطقه توصیه می‌شود. مناسب‌ترین ژنوتیپ از نظر عملکرد و کودپذیری آگریا است و بهترین تیمار کودی برای ژنوتیپ مذکور سولفات پتاسیم به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد.

منابع

۱- حسین پور، ک. ۱۳۷۲. اثر پتاسیم روی کمیت و کیفیت سیب زمینی در چهار منطقه ایران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس. تهران.

۲- رضایی، ع. و. ا. سلطانی (مترجمین). ۱۳۷۵. زراعت سیب‌زمینی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۳- ملکوتی، م. ج. و م. ر. خانی. ۱۳۷۸. اثرات کادمیم در محصولات کشاورزی. کنفرانس سراسری محیط زیست و پیامدهای آلودگی آن. ص ۱۳-۱۲. سازمان محیط زیست کشور. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل.

٤- ملکوتی، م. ج. و س. ج. طباطبایی. ۱۳۷۷. استفاده از کودهای آلی و شیمیایی برای افزایش تولید و کنترل غلظت نیترات در غده های سیب‌زمینی در ایران. شورای‌عالی سیاست‌گزاری کاهش مصرف سموم و مصرف بهینه کود. نشریه شماره ۲۱۵. نشر آموزش کشاورزی. وزارت کشاورزی. کرج.

۵. ملکوتی، ج. و م. لطف اللهی. ۱۳۷۸. نقش روی در افزایش کمی و کیفی محصولات کشاورزی و بهبود سلامتی جامعه. سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی. وزارت کشاورزی. کرج.

٦- نوری، ا. ع. ۱۳۸۰. بررسی اثرات سولفات پتاسیم و سولفات روی بر بهبود کمی و کیفی عملکرد و کاهش غلظت نیترات و کادمیم سیب‌زمینی در استان زنجان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد باغبانی. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات تهران.

۷- هاشمی مجد، ک.، م. ج. ملکوتی و س. ج. طباطبایی. ۱۳۷۷. تأثیر محلول پاشی عناصر ریز مغذی در کمیت و کیفیت محصول سیب‌زمینی. نشریه علمی پژوهشی خاک و آب. جلد ۱۲. شماره یک. موسسه تحقیقات خاک و آب. تهران.

8- Achilea, O., S. Garnett, Y. Sofer, M. Gundia, M. R. L. Auberttin, O. Rottenbery, and J. Anders. 2000. Multi-Mg a superior potassum fertilizer for side-Dressing in potatoes for improved quality.

9- Bergmann, W. 1992. Nutritional disorders of Plants. Gustav Fischer Verlag, New York.

10- Clarkson, D. T. and J. B. Hanson. 1980. The mineral nutrition of higher plants. Ann. Rev. Plant Physiology. 31: 239-298.

11- Dow, A. 1980. Critical nutrient ranges in northwest crops. Western Regional Extension Publication 43.

12- Ewing, E. E. 1997. Potato. In: The Physiology of vegetable crops (Ed.: H.C. Wien). CAB International, UK. pp. 295-344.

13- Kafkafi, U. 1990. The functions of plant K in overcoming environmental stress situations. In: Proceedings of the IPI 22 nd Colloquium on: Development of K Fertilizer Recommendations, held at Soligorsk, USSR, 18-23 June 1990. International Potash Institute, Bern, Switzerland.

14- Khan, H. R., S. Elahi, M. S. Hussain and T. Adachi. 1994. Soil characteristics and behavior of potassium under various moisture regimes. Soil science and plant nutrition. 40(2):234-254.

15- Kelling, K. A. 1981. Potato Fertility Requirements and Recommendations: Micronutrients. Proceedings of Wisconsin's Annual Potato Meeting.

16- Krauss, A. 1999. Quality, its what counts in the market place. International fertilizer Correspondent (IFC)., No. 5, 1-3 Basel, Switzerland.
17- Martin-Prevel, P. J. 1989. Physiological processes related to handling and storage quality of crops. In: Proceedings of the 21st IPI Colloquium on: Methods of K Research in Plants, held at Louvain-la-Neuve, Belgium, 19-21 June 1989. International Potash Institute, Bern, Switzerland. pp. 219-248.
18- Mengel, K. and E. A. Kirkby. 1987. Principles of Plant nutrition. 4th Edition. International Potash Institute, Bern, Switzerland.
19- Perrenoud, S. 1993. Fertilizing for High Yield Potato. IPI Bulletin 8. 2nd Edition. International Potash Institute, Basel, Switzerland.
20- Roberts, S. and R. E. McDole. 1985. Potassium nutrition of potatoes. In: Potassium in Agriculture (Ed: R. S. Munson). ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI. Pp. 800-818.