

تأثیر مقادیر کودهای ازت، فسفر و پتاسیم بر رشد و عملکرد سیب زمینی رقم کوزیما

فرهود رئیسی و محمدرضا خواجه پور

بترتیب عضو هیات علمی بخش تحقیقات خاک و آب اصفهان و استادیار دانشکده

کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

تاریخ وصول سیزدهم آذرماه ۱۳۷۰

چکیده

اثر کودهای ازت، فسفر و پتاسیم بر رشد و عملکرد سیب زمینی (*Solanum tuberosum* L.) رقم کوزیما^۱ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان در سال ۱۳۶۴ مورد بررسی قرار گرفت. در این مطالعه چهار میزان ازت (۰، ۹۰، ۱۸۰ و ۲۷۰ کیلوگرم در هکتار)، سه میزان اکسید فسفر (۰، ۹۰ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار) و سه میزان اکسید پتاسیم (۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) به عنوان تیمارهای آزمایشی در یک طرح فاکتوریل بابلوکهای کامل تصادفی ارزیابی گردید.

اثر کود ازت بر عملکرد غده در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بود و حداکثر عملکرد با مصرف ۱۸۰ کیلوگرم ازت در هکتار بدست آمد. کود ازت روی درصد ماده خشک غده بی تاثیر بود اما وزن خشک اندامهای هوایی متناسب با ازت مصرفی افزایش معنی داری یافت. بالاترین میزان رشد رویشی با مصرف ۲۷۰ کیلوگرم ازت در هکتار بدست آمد. عدم تاثیر این سطح کود ازت بر عملکرد سبب شد که نسبت غده به اندامهای هوایی کاهش یابد. اثر کود فسفر بر عملکرد در سطح احتمال ۵٪ معنی دار بود و بالاترین عملکرد با مصرف ۱۸۰ کیلوگرم اکسید فسفر در هکتار بدست آمد. کود فسفر بر درصد ماده خشک غده و وزن خشک اندامهای هوایی بی تاثیر بود. کود پتاسیم تاثیر معنی داری بر عملکرد، درصد ماده خشک غده و وزن خشک اندامهای هوایی نداشت. ظاهراً " خاک مزرعه مورد آزمایش بخش بزرگی از نیاز گیاه را برای پتاسیم تامین کرده بود.

اثرات ازت × فسفر و فسفر × پتاسیم بر عملکرد معنی دار نبود. همچنین اثرات ازت × فسفر، ازت × پتاسیم و فسفر × پتاسیم بر درصد ماده خشک غده و وزن خشک اندامهای هوایی معنی دار نبود. اما اثرات ازت × پتاسیم بر عملکرد در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بود. در این رابطه ازت نقش اصلی را بر افزایش عملکرد داشت، ولی بالاترین عملکردها با ۱۸۰ کیلوگرم ازت و ۱۰۰ کیلوگرم اکسید پتاسیم در هکتار بدست آمد. اثرات ازت × فسفر × پتاسیم بر درصد ماده خشک غده بی تاثیر بود اما بر عملکرد و وزن خشک اندامهای هوایی در سطح احتمال ۱٪ معنی دار نبود. رگرسیون عملکرد بر وزن خشک اندامهای هوایی از نوع درجه ۲ شناخته شد. بر اساس این منحنی، حداکثر عملکرد (۳۳/۶ تن در هکتار) با ۵/۶ تن در هکتار وزن خشک اندامهای هوایی حاصل می‌گردد. اما بالاترین عملکردها (۳۸/۸ تن

درهکتار) با ۵/۳ تن درهکتار وزن خشك اندامهای هوایی و با تیمار ۱۰۰-۱۸۰-۱۸۰ بدست آمد. این تیمار درصدازت فسفر و پتاسیم اندامهای هوایی و غده را افزایش داد.

تلفیق مناسبی از میزان کودهای شیمیایی برای حصول عملکردهای بالا و بازده مناسبی از رشد رویشی ضرورت دارد. زیادی مصرف کودهای شیمیایی و یا عدم تعادل عناصر در خاک سبب افت راندمان تولیدی گیاه و یا کودمی‌گردد.

مقدمه

حصول عملکردهای بالا در سیب زمینی مستلزم وجود مقدار کافی و متعادلی از عناصر غذایی در خاک است. کمبود ازت به عنوان مهمترین عامل کسودی محدودکننده عملکرد در سیب زمینی شناخته شده است (۱۱ و ۱۴). تولید هر تن غده سیب زمینی سبب استخراج ۴/۵ کیلوگرم (۹) تا ۸ کیلوگرم (۱۲) ازت از خاک توسط اندامهای هوایی و غده ها می‌شود. معمولاً راندمان واحدهای اولیه کود مصرفی زیاد است. این راندمان بتدریج کاهش یافته و چنانچه مقدار کسود مصرفی از حدی بالاتر رود می‌تواند موجب تحریک رشد رویشی گشته و افت عملکرد را سبب شود (۴، ۶، ۱۰ و ۱۴). مصرف مقدار زیادی کود ازت ممکن است درصد ازت غده‌ها را افزایش دهد (۸ و ۱۵) و موجب بهبود ارزش غذایی آن از طریق تبدیل ازت به پروتئین شود بدون اینکه مقدار ازت نیترا ته غده را بالا برد (۵). نقش ازت بر درصد ماده خشك غده به شرایط تولید بستگی دارد و ممکن است آن را کاهش دهد یا بر آن بی‌تاثیر باشد (۶، ۸ و ۱۴). خدمت‌تعدلی از ازت همراه با میزان مناسبی از عناصر فسفر و پتاسیم در خاک برای حصول عملکردهای بالا ضرورت دارد. عدم فسفر کافی در خاک و یا محدودیت جذب آن سبب انتقال فسفر از اندامهای هوایی بسه غده‌ها می‌گردد. نقصان بیش از حد فسفر در اندامهای هوایی سبب افت تولید مواد فتوسنتزی، پیری زودرس و نتیجتاً کاهش عملکرد می‌شود (۱۳). نیاز سیب زمینی

به فسفر زیاد است. بر طبق استانداردهای ارائه شده توسط تیلور و همکاران (۱۱) هرگاه مقدار فسفر قابل‌جذب در خاک کمتر از ۴۰ قسمت در میلیون باشد، مصرف کود فسفره می‌تواند موجب افزایش عملکرد سیب زمینی گردد. مقدار فسفر استخراجی از خاک توسط اندامهای هوایی و غده‌ها با زاء تولید هر تن غده سیب زمینی بسه شرایط تولید بستگی زیادی دارد. این مقدار بر اساس اطلاعات ارائه شده توسط تیس‌دال و نلسون (۹) حدود ۰/۵۵ کیلوگرم و بر طبق مطالعات واندرزاگه (۱۲) حدود ۰/۸۵ کیلوگرم می‌باشد.

سیب زمینی نسبت به کود پتاسیم در مواردی که مقدار پتاسیم تبادل‌لی در خاک زیر ۱۵۰ قسمت در میلیون باشد، عکس‌العمل نشان می‌دهد (۱۱). اما این احتمال نیز می‌رود که وجود مقدار بسیار زیادی پتاسیم در خاک موجب اختلال در جذب سایر عناصر مانند منیزیوم و افت عملکرد گردد (۴). در هر حال، نیاز سیب زمینی بسه پتاسیم زیاد است (۵). تولید هر تن غده سیب زمینی ممکن است موجب خروج ۵/۷۵ کیلوگرم (۹) تا ۷/۷ کیلوگرم (۱۲) پتاسیم از خاک توسط اندامهای هوایی و غده‌ها گردد. در نواحی خشك و نیمه خشك، بخش قابل توجهی از این پتاسیم ممکن است توسط خاک تامین شود (۵). تلفیق مناسبی از مقدار عناصر ازت، فسفر و پتاسیم در خاک برای حصول عملکردهای بالا ضرورت دارد (۹ و ۱۲).

در رابطه با تاثیر کودهای شیمیایی بر رشد و عملکرد

سیب زمینی و تعیین حد متعادلی از مصرف عناصر کودی ازت، فسفر و پتاسیم تحت شرایط تولید سیب زمینی در اصفهان مطالعات کافی انجام نشده است. از آنجا که سیب زمینی یکی از محصولات مهم منطقه است، بررسی نیاز کودی آن ضرورت داشته و لذا این مطالعه به اجراء گذاشته شد.

مواد و روشها

غده های سیب زمینی (*Solanum tuberosum* L.) رقم کوزیما در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان واقع در ۴۰ کیلومتری جنوب غربی اصفهان (عرض جغرافیائی ۳۲ درجه و ۲۳ دقیقه شمالی و طول جغرافیائی ۵۲ درجه و ۲۲ دقیقه شرقی) در یک خاک لوم رسی از سری خمینی شهر در تاریخ ۳۱ فروردین ۱۳۶۴ کاشته شد. محصول سال قبل مزرعه شیدر بود که در پائیز سال ۱۳۶۳ شخم زده شده بود.

آزمایش در یک طرح فاکتوریل بابلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار پیاده گردید. هر کرت آزمایشی شامل چهار پشته به ارتفاع ۲۵ سانتی متر، فاصله ۱ متر و طول ۱۰ متر بود، میانگین وزن غده های سیب زمینی مورد کاشت ۵۳ گرم، عمق کاشت آنها حدود ۱۵ سانتیمتر و فاصله بین دو بوته متوالی ۲۵ سانتیمتر بود. چهار میزان ازت خالص (۰، ۹۰، ۱۸۰ و ۲۷۰ کیلوگرم در هکتار) به صورت اوره، سه میزان اکسید فسفر (۰، ۹۰ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار) به فرم سوپرفسفات تریپل و سه میزان اکسید پتاسیم (۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) به صورت سولفات پتاسیم بنه.

عنوان تیمارهای آزمایشی مورد استفاده قرار گرفت. قبل از کاشت، نیمی از ازت و تمامی فسفر و پتاسیم هر تیمار به صورت نواری حدود ۱۵ سانتیمتر در پهلو و ۶ سانتیمتر پائین تر از غده ها در خاک قرار داده شد. مابقی کود ازت هر تیمار حدود یک هفته پس از شروع رشد غده ها (حدود ۵۰٪ گلدهی) از طریق حفر شیارهای کوچکی در بدنه کناری پشته ها قرار داده شد و با خاک پوشانیده شد. آزمایش به صورت نشتی و تا زمان ۵۰٪ سبز شدن (۳۰ روز بعد از کاشت) سه بار آبیاری گردید. آبیاریهای بعدی هنگامی انجام شد که میانگین سه تانسیومتر نصب شده در سه نقطه مختلف مزرعه و در عمق ۳۰ سانتیمتری بین دو بوته متوالی نشان دهنده ۵/۰- اتمسفر پتانسیل آب در خاک بود. مقدار آب آبیاری برای رسانیدن خاک تا عمق ۶۰ سانتیمتری به حد ظرفیت مزرعه محاسبه و مصرف شد.

برای ضد عفونی غده های سیب زمینی از سوسپانسیون ۱۵٪ بنومیل^۱ استفاده گردید. علفهای هرز با وجین دستی و نیز مصرف علف کش DCPA^۲ به صورت قبل از سبز شدن و به میزان ۹ کیلوگرم ماده موثر در هکتار کنترل گردید. برای مبارزه با کنسه و تریپس از رکسیون^۳ و مروسید^۴ با غلظت ۱/۵ در هزار استفاده گردید.

یک هفته قبل از برداشت، از هر کرت آزمایشی نمونه ای شامل ۴ بوته متوالی (یک متر مربع) بطور تصادفی انتخاب و وزن خشک قسمتهای هوایی آنها تعیین گردید. به منظور تعیین عملکرد، دو ردیف وسط هر کرت به طول ۱۰ متر برداشت شد. از محصول

۱- پودر وتابل حاوی ۵۰٪ Methyl-benzimidazolecarbamate

۲- Dimethyl-tetrachloroterephthalate

۳- ۴۰٪ 0,0-Dimethyl S-[2-(methylamino)-2-oxoethyl]phosphorodithioate

۴- پودر وتابل حاوی ۵۰٪ 2-sec-butyl-4,6-dinitrophenyl-3-methyl-2-butenate

قرارگرفت و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چندسند دامنه دانکن استفاده به عمل آمد (۷).

نتایج و بحث

تاثیر کود ازت بر عملکرد در سطح احتمال ۱٪

معنی دار بود (جدول ۱). حداقل عملکرد با سطح صفر ازت حداکثر آن با سطح ۱۸۰ کیلوگرم ازت خالص در هکتار بدست آمد. افزایش میزان کود ازت از ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار به ۲۷۰ کیلوگرم در هکتار موجب افزایش عملکرد نگرید (جدول ۲). میانگین راندمان اولیسن واحد کود ازت مصرفی (تیمار ۹۰ کیلوگرم در هکتار) حدود ۱۰۴ کیلوگرم غده تر به ازاء هر کیلوگرم کود ازت و برای دومین واحد کود ازت مصرفی (تیمار ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار) حدود ۵۸ کیلوگرم غده تر به ازاء هر کیلوگرم کود

غده‌های هرکرت نمونه‌ای تصادفی به وزن تقریبی یک کیلوگرم انتخاب و برای تعیین درصد ماده خشک غده مورد استفاده قرار گرفت. برای خشک کردن نمونه‌ها اندامهای هوایی و غده‌ها از آن مجهز به سیستم تهویه با حرارت ۶۵ درجه سانتیگراد و مدت ۴۸ ساعت استفاده شد.

قسمتهای هوایی و غده‌های تیمار عدم مصرف کود (۰-۰-۰) و تیمار کودی ۱۰۰-۱۸۰-۱۸۰ کسه بالاترین عملکرد غده را تولید نمود برای تعیین درصد ازت کل، فسفر و پتاسیم مورد تجزیه شیمیائی قرار گرفت. ازت کل به روش میکروکجلدال (۱)، فسفر به روش مولیبدات و انادات و اسپکترومتری و پتاسیم به کمک عصاره گیری توسط استات آمونیم و فلیم فتومتری (۳) اندازه‌گیری گردید. نتایج آزمایش مورد تجزیه و تحلیل آماری

جدول ۱- تجزیه واریانس عملکرد غده (تن در هکتار)، درصد ماده خشک و وزن خشک اندامهای هوایی (گرم در متر مربع) در برداشت نهائی⁺

میانگین مربعات		درجه آزادی	میانگین تغییرات
وزن خشک اندامهای هوایی	عملکرد غده		
۳۰۸۴۷	۰/۹۴	۲	تکرار
۳۲۸۱۶۳**	۱۲۸۰/۳۵**	۳	ازت
۲۰۲۶۶	۲۸/۲۵*	۲	فسفر
۶۰۲۶	۲/۷۵	۲	پتاسیم
۱۲۱۶۸	۴/۷۱	۶	ازت × فسفر
۱۷۱۹۸	۳۴/۶۳**	۶	ازت × پتاسیم
۱۱۴۲۵	۴/۰۶	۴	فسفر × پتاسیم
۲۸۲۱۳**	۳۴/۹۶**	۱۲	ازت × فسفر × پتاسیم
۱۰۰۴۶	۶/۲۸	۷۰	اشتباه آزمایش

، * و ** : بترتیب معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد.

جدول ۲- تاثیرمقادیر مختلف کودهای ازت (N)، فسفر (P₂O₅) و پتاسیم (K₂O) بر عملکرد نهائی غده، درصد ماده خشك و وزن خشك اندامهای هوایی⁺

میزان کود (کیلو در هکتار)	عملکرد غده (تن در هکتار)	درصد ماده خشك غده	وزن خشك اندامهای هوایی (تن در هکتار)
ازت			
۰	۱۶/۸ c	۲۱/۸ a	۲/۰ d
۹۰	۲۶/۲ b	۲۱/۵ a	۳/۲ c
۱۸۰	۳۱/۴ a	۲۱/۵ a	۳/۹ b
۲۷۰	۳۱/۴ a	۲۱/۵ a	۴/۶ a
فسفر			
۰	۲۶/۰ b	۲۱/۷ a	۳/۵ a
۹۰	۲۵/۹ b	۲۱/۵ a	۳/۱ a
۱۸۰	۲۷/۵ a	۲۱/۶ a	۳/۶ a
پتاسیم			
۰	۲۶/۳ a	۲۱/۶ a	۳/۵ a
۱۰۰	۲۶/۸ a	۲۱/۷ a	۳/۵ a
۲۰۰	۲۶/۲ a	۲۱/۴ a	۳/۳ a

+ : مقایسه میانگین ها در هر ستون و تحت هر عنصر کودی با آزمون دانکن انجام شده است. اعدادی که با حروف مشابه نشان داده شده اند فاقد تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵٪ می باشند.

خشك غده را با افزایش مصرف کود ازت نشان داده است. در آزمایش حاضر نیز پائین ترین درصد ماده خشك غده (۲۰/۲٪) با تیمار ۰-۱۸۰-۲۷۰ و حداکثر آن (۲۳/۰٪) با تیمار ۰-۱۰۰-۰ بدست آمد. بنابراین ممکن است نتیجه گیری نمود که زیادی ازت می تواند موجب کاهش درصدماده خشك غده گردد، اما تعادل بین عناصر غذایی نیز بر تجمع ماده خشك در غده ها موثر است. تاثیر کود ازت بر وزن خشك قسمتهای هوایی در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بود (جدول ۱) و وزن خشك اندامهای هوایی با مصرف کود ازت افزایش یافت

ازت بود. به طور میانگین، مصرف هر کیلو گرم کود ازت (تا سطح ۱۸۰ کیلو گرم در هکتار) موجب تولید حدود ۸۱ کیلو گرم غده تر گردید. این کاهش در راندمان کود با افزایش مقدار کود ازت مصرفی با نتایج دیگران (۸، ۶، ۱۰، ۱۱، ۱۴ و ۱۵) منطبق است. کود ازت روی درصد ماده خشك غده ها اثر معنی داری نداشت (جدول ۱) و تفاوت بین تیمارها ناچیز بود (جدول ۲). در مطالعات رابرتز و همکاران (۶) نیز درصد ماده خشك غده تحت تاثیر کود ازت قسراً نگرفت. اما مطالعات سایرین (۸ و ۱۴) کاهش درصد ماده

(جدول ۲) افزایش رشد رویشی در اثر مصرف کود ازت شناخته شده است (۱۴)، اما راندمان تولیدی اندامهای هوایی با افزایش رشد رویشی کاهش می‌یابد (۶). در مطالعه حاضر بالاترین راندمان تولیدی اندامهای هوایی با سطح صفر کود ازت بدست آمد. در این تیمار، هر تن ماده خشک هوایی تولید ۱/۸۳ تن غده خشک نمود. روند کاهش این راندمان تا مصرف ۱۸۰ کیلوگرم ازت در هر هکتار تدریجی (۱: ۱/۷۲) ولی میزان این کاهش در سطح ۲۷۰ کیلوگرم ازت در هکتار قابل توجه (۱: ۱/۴۷) بود زیرا رشد رویشی زیادتری بدون افزایش عملکرد حاصل گردید.

اثر کود فسفر بر عملکرد در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بود (جدول ۱). با این حال میزان افزایش عملکرد در اثر مصرف کود چشمگیر نبود (جدول ۲). میانگین راندمان مصرف کود فسفر (از ۹۰ کیلوگرم به ۱۸۰ کیلوگرم اکسید فسفر در هکتار) حدود ۱۷/۸ کیلوگرم غده تر بازا هر کیلوگرم کود مصرفی بود. ارزیابی غلظت فسفر دمبرگ در تیمارهای این آزمایش (۵) و اندازه‌گیری مقدار فسفر موجود در خاک آن (۲) نشان می‌دهد که موجودی فسفر این خاک (۱۶ قسمت در میلیون در عمق ۰ تا ۳۰ سانتیمتر) به خودی خود در حد محدود کننده عملکرد نبوده است. عدم عکس العمل گیاه نسبت به ۹۰ کیلوگرم اکسید فسفر در هکتار (جدول ۲) نیز موید این نتیجه‌گیری است. با این حال، برای حصول عملکردهای بالا ممکن است به مقدار زیادی فسفر در خاک نیاز باشد. محدودیت مقدار فسفر در خاک و در نتیجه کاهش جذب آن سبب می‌شود که فسفر از قسمتهای هوایی به غده‌ها انتقال یابد و در صورت افت بیش از حد مقدار فسفر در اندامهای هوایی تولید ماده خشک کاهش یافته پیری زودرس حاصل گردد و افت عملکرد پیش آید (۱۲).

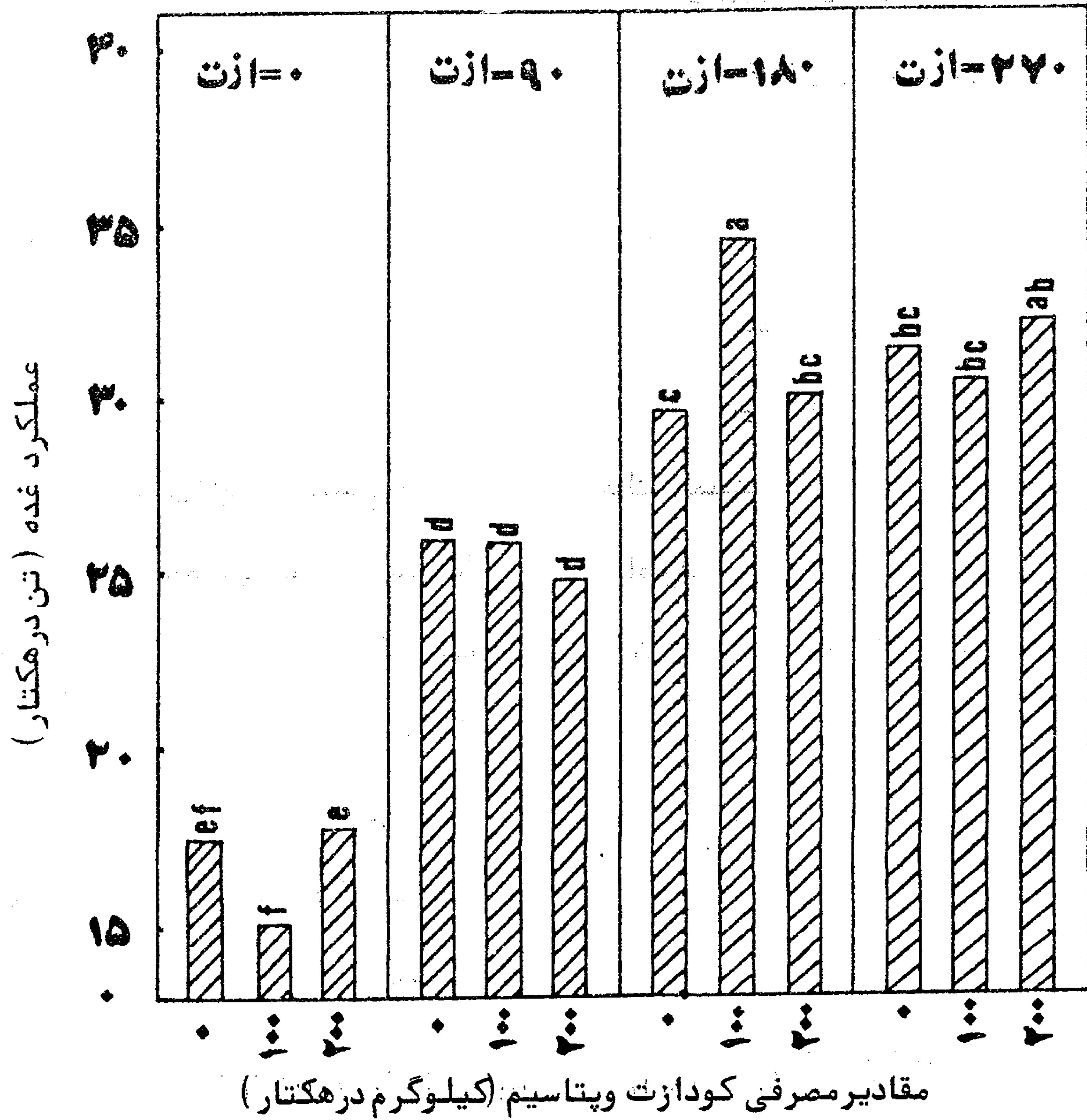
بر اساس استانداردهای ارائه شده برای جنوب کالیفرنیا (۱۱) مقدار فسفر قابل جذب در خاک در زمان قبل از کاشت می‌بایستی بیش از ۴۰ قسمت در میلیون باشد، در غیر این صورت مصرف کود فسفر ضرورت دارد. کود فسفر بر درصد ماده خشک غده و وزن خشک اندامهای هوایی بی‌تاثیر بود (جدول ۱) و روند تغییر نیز بین تیمارها برای خصوصیات فوق مشاهده نشد (جدول ۲).

کود پتاسیم تاثیر معنی‌داری بر عملکرد، درصد ماده خشک غده و وزن خشک اندامهای هوایی نداشت (جدول ۱). میزان پتاسیم تبدلی خاک در این آزمایش حدود ۱۷۰ قسمت در میلیون بود (۲). تیلور و همکاران (۱۱) عکس العمل سیب زمینی به کود پتاسیم را در شرایطی که مقدار پتاسیم تبدلی خاک در محدوده ۱۵۰ تا ۲۰۰ قسمت در میلیون باشد غیرمحمول دانسته‌اند. با این حال، عملکرد غده در اثر مصرف ۲۰۰ کیلوگرم کود پتاسیم کاهش مختصری یافت (جدول ۲). مطالعات هاریسون و همکاران (۴) نشان داد که وجود مقدار بسیار زیادی پتاسیم در خاک (۸٪ ظرفیت تبادل کاتیونی) ممکن است از طریق کاهش جذب منیزیم موجب افت مختصری در عملکرد گردد. اما مقدار پتاسیم خاک مزرعه در مطالعه حاضر حدود ۳/۴٪ ظرفیت تبادل کاتیونی را تشکیل می‌داد (۲)، بنابراین اختلال در جذب منیزیم نمی‌تواند کاهش مختصر فوق‌الذکر را توجیه نماید. در هر حال وجود مقدار زیادی پتاسیم در خاک مزرعه و ارزیابی مقدار پتاسیم دمبرگ در این آزمایش (۵) نشانگر این امر است که خاک بخش بزرگی از نیاز گیاه را برای پتاسیم تامین کرده است. با این حال، بررسی دقیق اثرات تلفیقی تیمارها (ارقام در اینجا آورده نشده است) نشان داد که در شرایطی مشابه آزمایش حاضر ممکن است برای حصول عملکردهای

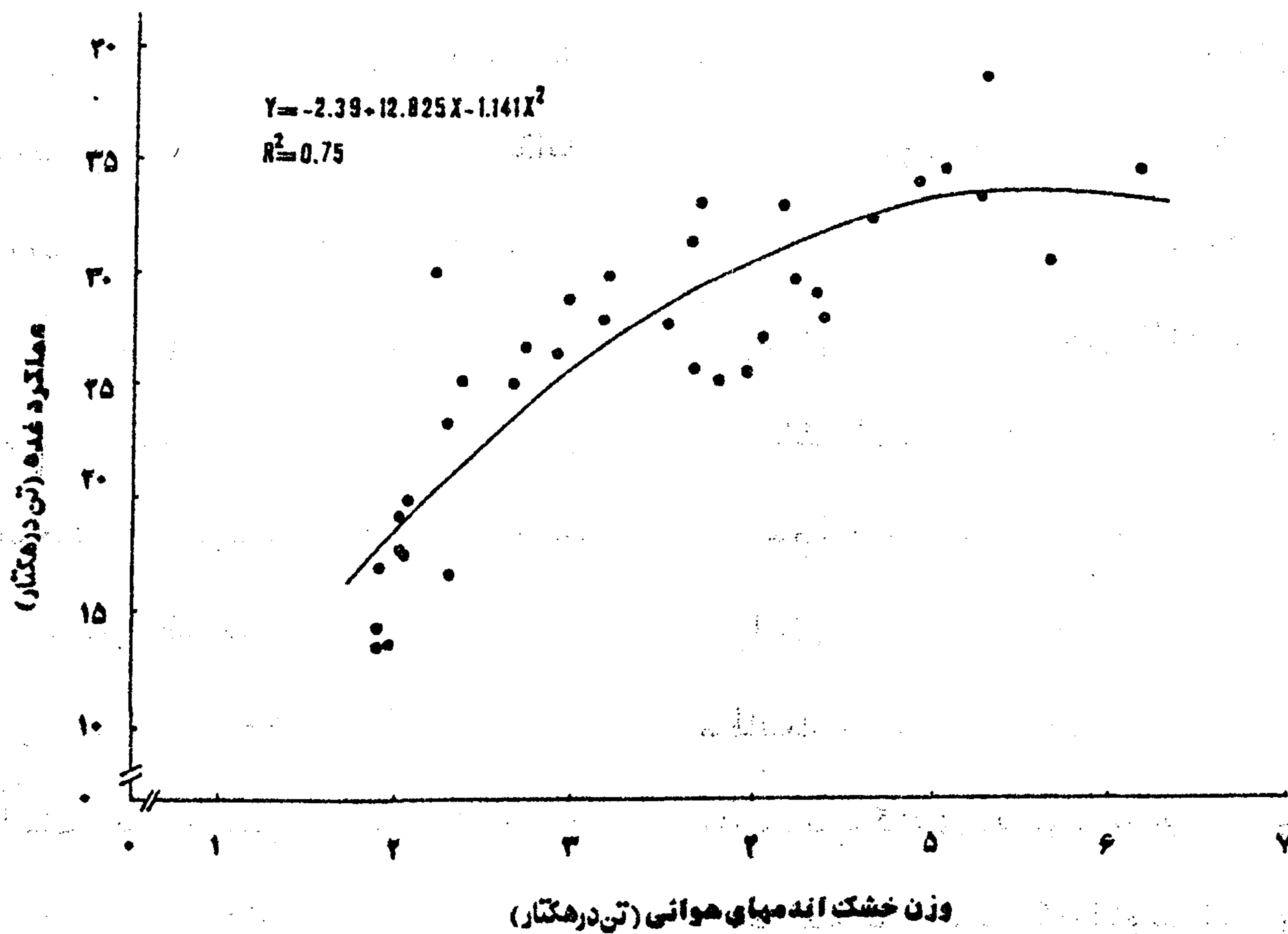
زیادی می‌شود. اما اهمیت رشد رویشی بندریج نقصان می‌یابد (۱۴ و ۶) و با لاخره حداکثر عملکرد (۳۳/۶ تن در هکتار) با ۵/۶ تن در هکتار وزن خشک اندامهای هوایی حاصل می‌گردد. اگرچه توسعه کافی اندامهای هوایی پیشنهاد حصول يك عملکرد با لاست، اما بررسی دقیق نقاط منحنی نشان می‌دهد که تعادل عناصر غذایی در خاک اهمیت زیادی دارد (۱۲ و ۹). به طور مثال، موجودی عناصر غذایی خاک همراه با ۱۸۰ کیلوگرم ازت کودی در هکتار (تیمار ۰-۰-۱۸۰) تولید ۲/۲ تن در هکتار اندامهای هوایی (وزن خشک) و ۳۰/۱ تن غده (وزن تر) در هکتار نمود. همچنین حداکثر عملکرد غده (۲۸/۸ تن در هکتار) در تیمار ۱۰۰-۱۸۰-۱۸۰ با ۵/۳ تن وزن خشک اندامهای هوایی بدست آمد. به علاوه هرگاه مقدار زیادی ازت در خاک با کمبود سایر عناصر همراه باشد، آنگاه رشد رویشی زیادی حاصل می‌گردد، بدون اینکه عملکرد با لائی بدست آید.

برای تعیین نیاز سیب زمینی به عناصر ازت، فسفر و پتاسیم از روش مصرف عناصر توسط محصول (۱۲ و ۹) استفاده گردید. برای این منظور مقدار عناصر ازت، فسفر و پتاسیم اندامهای هوایی و غده در تیمار عدم مصرف کود (۰-۰-۰) با عملکرد ۱۴/۴ تن در هکتار و تیمار ۱۰۰-۱۸۰-۱۸۰ که حداکثر عملکرد را تولید نمود اندازه‌گیری شد (جدول ۳). مصرف کودهای شیمیایی (تیمار ۱۰۰-۱۸۰-۱۸۰) درصد ازت، فسفر و پتاسیم اندامهای هوایی را کاهش، درصد ازت غده را افزایش و درصد فسفر و پتاسیم غده را کاهش داد. در مطالعات وایت و ساندرسن (۱۵) افزایش مصرف کود ازت سبب کاهش مقدار پتاسیم و افزایش مقدار ازت و فسفر غده‌ها گردید. گوناگونی اثر کودها بر غلظت عناصر در اندامهای هوایی و غده‌ها ممکن است به دلیل

بسیار بالا (بیش از ۳۵ تن در هکتار) به مصرف کسود پتاسیم نیاز باشد. اثرات متقابل ازت و فسفر بر عملکرد غده تاثیر معنی داری نداشت (جدول ۱)، ولی عملکرد با لاتسری (۳۳/۲ تن در هکتار) با مصرف ۱۸۰ کیلوگرم ازت و ۱۸۰ کیلوگرم اکسید فسفر در هکتار بدست آمد. اثرات متقابل ازت و فسفر و نیز اثرات متقابل ازت و پتاسیم روی درصد ماده خشک غده و وزن خشک اندامهای هوایی معنی دار نشد، اما اثرات متقابل ازت و پتاسیم بر عملکرد غده در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بود (جدول ۱). در رابطه اخیر، کود ازت عامل اصلی محدود کننده عملکرد شناخته شد و پتاسیم هنگامی اثر خود را نشان داد که مقدار کافی ازت در خاک تامین گردیده بود. به این طریق عملکرد با لاتسری از غده با مصرف ۱۸۰ کیلوگرم ازت و ۱۰۰ کیلوگرم اکسید پتاسیم در هکتار بدست آمد (شکل ۱). تعادل مطلوبی بین مقدار ازت و پتاسیم در خاک برای حصول عملکردهای با لاضورت دارد. اثرات متقابل فسفر و پتاسیم بر عملکرد، در صدماده خشک غده و وزن خشک اندامهای هوایی معنی دار نبود (جدول ۱). اثرات متقابل ازت، فسفر و پتاسیم بر صدماده خشک غده بی‌تاثیر بود (جدول ۱). اشتراك اثرات متقابل معنی دار (در سطح احتمال ۱٪) ازت، فسفر و پتاسیم بر عملکرد و وزن خشک اندامهای هوایی (جدول ۱) ایجاب نمود که همبستگی بین این دو صفت مورد بررسی قرار گیرد. رگرسیون غیرخطی عملکرد بر وزن خشک اندامهای هوایی نسبت به رگرسیون خطی در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بود. این رگرسیون غیرخطی در شکل ۲ نشان داده شده است. بر اساس این منحنی، هنگامی که توسعه اندامهای هوایی محدود و کمتر از ۳ تن در هکتار است، رشد مختصری در اندامهای هوایی موجب افزایش عملکرد



شکل ۱- اثر کودهای ازت (کیلوگرم ازت خالص در هکتار) و پتاسیم (کیلوگرم اکسید پتاسیم در هکتار) بر عملکرد غده تر. مقایسه میانگینها با آزمون چند دامنه دانکن به عمل آمده است. ستونهایی که با حروف مشابه نشان داده شده اند فاقد تفاوت معنی دار در سطح ۵ درصد می باشند.



شکل ۲- رابطه بین عملکرد نهائی غده تر و وزن خشک اندامهای هوایی (یک هفته قبل از برداشت نهائی)

جدول ۳- درصد عناصر ازت، فسفر و پتاسیم در غده ها و اندامهای هوایی بر اساس وزن خشک در دو تیمار عدم مصرف کود و مصرف مطلوب کود شیمیائی

تیمار	ازت	فسفر	پتاسیم
..... غده‌ها			
۰-۰-۰	۱/۲۴	۰/۳۶	۲/۹۶
۱۰۰-۱۸۰-۱۸۰	۱/۳۶	۰/۳۱	۲/۵۷
..... اندامهای هوایی			
۰-۰-۰	۲/۴۳	۰/۳۰	۳/۸۰
۱۰۰-۱۸۰-۱۸۰	۱/۵۹	۰/۱۸	۳/۳۰

مقادیر خروجی عناصر فوق الذکر در مطالعات و اندازه‌گیری (۱۲) بترتیب برابر ۸، ۰/۸۵ و ۷/۷ کیلوگرم بازا، هر تن غده تولیدی بود. این اختلافات را می‌توان به تفاوت‌های بین شرایط آزمایشی در مطالعات مختلف نسبت داد. در این مطالعه کمبود ازت خاک مهمترین محدود کننده عملکرد سیب زمینی بود. افزایش کود ازت به خاک از طریق توسعه رشد رویشی موجب تامین مواد غذایی مورد ذخیره در غده‌ها گردید. اما زیاده‌ی بیش از حد رشد رویشی موجب افزایش عملکرد نگردید بلکه راندمان تولیدی گیاه را کاهش داد. تعادل مطلوبی بین عناصر ازت، فسفر و پتاسیم و احتمالاً سایر عناصر غذایی برای حصول عملکردهای بسیار بالا ضرورت دارد. زیاده‌ی یا عدم تعادل عناصر کودی در خاک سبب افت راندمان مصرف کود می‌گردد. مصرف کود ۱۰۰-۱۸۰-۱۸۰ تحت شرایط مشابه این مطالعه برای تولید سیب زمینی قابل توصیه است.

اثرات متقابل رشد رویشی و چگونگی انتقال مواد غذایی از اندامهای هوایی به غده‌ها باشد. مصرف مقدار زیادی کود شیمیائی ازت در این آزمایش تاثیر بر میزان ازت نیترا ته غده نداشت ولی موجب بالا رفتن درصد پروتئین غده گردید (۵). در هر حال و بر اساس این نتایج، در شرایط عدم مصرف کود شیمیائی، حدود ۶ کیلوگرم ازت، ۱/۲ کیلوگرم فسفر و ۱۱/۷ کیلوگرم پتاسیم برای تولید هر تن عملکرد غده (وزن تر) توسط اندامهای هوایی و غده‌ها از خاک خارج گردید. میزان استخراج همین عناصر از خاک در شرایط مطلوب مصرف کود شیمیائی ۵/۱، ۰/۹ و ۱۰/۱ کیلوگرم بترتیب از عناصر ازت، فسفر و پتاسیم بازا، هر تن عملکرد غده بود. بر اساس آمار و ارقام ارائه شده توسط تیسدا و نلسون (۹) تولید هر تن عملکرد موجب خروج ۴/۵ کیلوگرم ازت، ۰/۵۵ کیلوگرم فسفر و ۵/۷۵ کیلوگرم پتاسیم بازا، هر تن عملکرد غده توسط اندامهای هوایی و غده می‌گردد. در حالیکه

مراجع مورد استفاده:

REFERENCES:

- ۱- رضائی، ح. • ساختمان و طرز کار دستگاه میکروکلدال • موسسه خاکشناسی و حاصلخیزی خاک، وزارت کشاورزی • نشریه شماره ۲۳۲.
- ۲- رئیسی، ف. • ۱۳۶۷ • تاثیر مقادیر مختلف ازت، فسفر و پتاسیم بر میزان جذب این عناصر و تاثیر آنها بر کیفیت و کمیت غده سیب زمینی رقم کوزیما • پایان نامه کارشناسی ارشد باغبانی • دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان.
- 3 - Chapman, H.D. & P.F. Pratt. 1961. Methods of analysis for soils, plants and waters. Uni. Calif. Division of Agric. Sci. 309 P.
- 4 - Harrison, H.C., E.L. Bergman & R.H. Cole. 1982. Growth responses, cooking quality determinations and leaf nutrient concentrations of potato as related to exchangeable calcium, magnesium and potassium in the soil, Amer. Potato J. 59: 113-124.
- 5 - Khajehpour, M.R., F. Reisi. & A. Jalalian. 1989. The effects of N, P and K fertilizers on the concentrations of these elements in petioles and tubers of potato. Iran Agric. Res. 8: 93-113.
- 6 - Roberts, S., W.H. Weaver. & J.P. Phelps. 1982. Effect of rate and time of fertilization on nitrogen and yield of Russet Burbank potatoes under center pivot irrigation. Amer. Potato J. 59: 77-86.
- 7 - Steel, R.G.D., & J.H. Torrie. 1960. Principles and procedures of Statistics. McGraw-Hill Book Company, Inc. New York. 481 P.
- 8 - Timm, H., J.C. Bishop., K.B. Tyler, M. Zakara., V.H. Schweers. & J.P. Guerard. 1983. Plant nutrient uptake and potato yield response to banded and broadcast nitrogen. Amer. Potato J. 60: 577-585.
- 9 - Tisdal, S.L. & W.L. Nelson. 1966. Soil fertility and fertilizers (2nd Ed.). The McMillan Co. New York. 500 P.
- 10- Tyler, K.B., F.E. Broadbent. & J.C. Bishop. 1983. Efficiency of nitrogen uptake by potatoes. Amer potato J. 60: 261-269.
- 11- Tyler, K.B., O.A. Lorenz, & F.S. Fullmer. 1964. Plant and soil analysis as guides in potato nutrition. Calif. Agric. Exp. Sta. Bull. No. 781., 12 P.
- 12- Vander Zaag, Ir. D.E. 1981. Soil fertility requirement for potato production. Tech. Infor. Bull. No. 14. International potato center (CIP). Lima, Peru. 20 P.
- 13- Westerman, D.T., & G.E. Kleinkopf. 1985, Phosphorus relationships in potato plants. Agron J. 77: 490-494.
- 14- 1985. Nitrogen requirements of potatoes. Agron J. 77: 616-621.
- 15- White, R.P., & J.B. Sanderson. 1983. Effect of planting date, nitrogen rate and plant spacing on potatoes grown for processing in prince Edwards Island. Amer. Potato J. 60: 115-126.

The Effects of N, P and K Fertilizers on the Growth and Yield of
Cozima Potato.

F. REISI and M.R. KHAJEHPOUR

Academic Member, Department of Isfahan Soil and Water Investigations and
Assistant Professor of Agronomy, College of Agriculture, Isfahan
University of Technology, Respectively.

Received for Publication, December 4, 1991.

SUMMARY

The effects of N, P and K fertilizers on the growth and yield of potato (Solanum tuberosum L.) were assessed using cv "Cozima" during 1985 at the Agricultural Experiment Station, Isfahan University of Technology. In this study, four rates of N (0, 90, 180 and 270 Kg ha⁻¹), three rates of P₂O₅ (0, 90 and 180 Kg ha⁻¹) and three rates of K₂O (0, 100 and 200 Kg ha⁻¹) fertilizers were evaluated in a factorial experiment using a randomized complete block design.

The effect of N fertilizer on yield was highly significant ($P < 0.01$) and the maximum yield was obtained with 180 Kg N ha⁻¹. The effect of N fertilizer on percent dry matter of tubers was non-significant, but its effect on dry weight of haulm was highly significant ($P < 0.01$). The highest vegetative growth was obtained with 270 kg N ha⁻¹. However, the efficiency of haulm productivity at this rate of N fertilizer was reduced, since the higher vegetative growth obtained was not associated with a higher tuber yield. The effect of P fertilizer on yield was significant ($P < 0.05$), and higher yield was obtained with 180 Kg ha⁻¹ P₂O₅. Phosphorus fertilizer had no effect on percent dry matter of tubers and on haulm dry weight. The effect of K fertilizer on yield, percent dry matter of tubers and on haulm dry weight was non-significant. Apparently, the soil had provided a considerable portion of the plants need for K.

The effects of N x P and P x K on yield and the effects of N x P, N x K and P x K on percent dry matter of tubers and dry weight of haulm were non-significant. But, the effect of N x K on yield was highly significant ($P < 0.01$). In this case, N was the main determinant of yield. However, the highest yield was obtained with 180 kg ha⁻¹ N and 100 kg ha⁻¹ K₂O. The N x P x K did not affect the percent dry matter of tubers, but significantly ($P < 0.01$) affected yield and dry weight of haulm. A two degree polynomial regression of yield on dry weight of haulm was significant ($P < 0.01$). With this regression, the maximum yield (33.6 t ha⁻¹) is obtainable with 5.6 t ha⁻¹ haulm dry weight. But, the highest actual yield (38.8 t ha⁻¹) was obtained with 5.3 t ha⁻¹ haulm dry weight and 180-180-100 fertilizer treatment. This fertilizer treatment affected the percent of N, P and K of haulm and tubers.

An appropriate combination of fertilizers rate is required to provide for high yields and efficacy of vegetative organs. Extra use of fertilizers or imbalance of nutrients in soil reduces the efficiency of fertilizers or plant productivity.