یافته های نوین کشاورزی
سال ششم- شماره۱- پاییز ۱۳۹۰

تاثیر تراکم بوته، آرایش‌کاشت و کاربرد مقادیر فسفر بر خصوصیات زراعی و عملکرد سیب زمینی در منطقه فریدن اصفهان

حجت تورجی زاده*، دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان
محمد رضا نادری درباغشاهی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خوراسگان، گروه زراعت و اصلاح نباتات، خوراسگان، ایران
علی سلیمانی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خوراسگان، گروه زراعت و اصلاح نباتات، خوراسگان، ایران
احمدرضا گلپرور، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خوراسگان، گروه زراعت و اصلاح نباتات، خوراسگان، ایران

چکیده

این مطالعه به منظور بررسی خصوصیات زراعی و عملکرد سیب‌زمینی تحت تاثیر تراکم، آرایش های کاشت و سطوح مختلف فسفر در مزرعه تحقیقاتی کشاورزی واقع در فریدن اصفهان به صورت کرت‌های نواری و درقالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در سال زراعی۸۸-۱۳۸۷ انجام شد. عامل افقی شامل چهار آرایش کاشت تک ردیفه، دوردیفه، دوردیفه زیگزاگ و سه ردیفه به ترتیب با تراکم کاشت ۵/۳، ٦/٦، ٦/٦ و ۸ بوته در متر مربع و عامل عمودی شامل چهار سطح مختلف فسفر صفر، ۱۰٪، ۲۰٪ و۳۰٪ مصرف فسفر بیش از مقدار توصیه شده بود. با کاهش فاصله ردیف و افزایش تراکم درآرایش کاشت سه ردیفه به همراه۱۰٪ افزایش فسفر ارتفاع ساقه، وزن کل اندام هوایی، شاخص سطح برگ، تعداد غده و عملکرد غده به طور معنی‌داری در واحد سطح افزایش یافت. تیمار آرایش کاشت سه ردیفه و ۱۰٪ افزایش فسفر با تولید ۵۳ تن غده در هکتار بالاترین عملکرد غده را ایجاد کرد. بنابراین با توجه به نتایج به‌دست آمده آرایش کاشت تک ردیفه به همراه ۱۰٪ افزایش فسفر با تولید ۳۸ تن غده در هکتار و اندازه بزرگتر برای تولید غده هایی با مصرف خانگی(بزرگتراز٦ سانتی‌متر) و آرایش‌کاشت سه ردیفه، به همراه ۱۰٪ افزایش فسفر با تولید۵۳ تن غده در هکتار و اندازه کوچک‌ترجهت تولید غده‌هایی با مصارف بذری (قطر کوچکتر از ٦ سانتی‌متر) در شرایط مشابه با مطالعه حاضر ممکن است مناسب باشد.

واژه های‌کلیدی: آرایش کاشت، سیب‌زمینی، سطوح مختلف فسفر، عملکردغده

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

تاریخ دریافت مقاله: ۸۹/۱۰/۳ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۰/۳/۲۱

مقدمه

سیب‌زمینی از نظر اهمیت غذایی بعد از گندم، برنج و ذرت، مقام چهارم را به خود اختصاص داده و از نظر تعداد کشورهای تولید کننده در مقام دوم بعد از ذرت قرار دارد (١٤). میانگین عملکرد جهانی سیب‌زمینی درسال ٢٠٠٦ میلادی به طور متوسط١٤/٢تن در هکتار تخمین زده شده، حال آنکه عملکرد سیب‌زمینی می تواند تا ٦٠ تن در هکتار بسته به شرایط تولید باشد (١٥). تراکم کاشت سیب‌زمینی توسط ظرفیت تولیدی محیط، رقم، قدرت‌رشد، تولید هر ساقه و هدف تولید تعیین می گردد. تراکم ساقه هوایی در واحد سطح تابعی از تعداد جوانه هایی که روی غده رشد می‌کند و فاصله کاشت دو غده می باشد (٣). در سیب زمینی، تراکم ساقه‌های هوایی اصلی در واحد سطح اهمیت زیادی دارد. البته تراکم سیب زمینی اغلب به صورت تعداد بوته در واحد سطح تعیین می‌شود (٢٢). از عوامل موثر برعملکرد سیب زمینی تعداد بوته در واحد سطح می‌باشد. تعداد بوته در واحد سطح (تراکم بوته) به دو عامل تعداد غده بذری کاشته شده و نسبتی از این غده‌ها که موفق به تولید گیاهچه می شوند بستگی دارد. با افزایش تراکم بوته، غده بندی در گیاه سیب‌زمینی تسریع می‌شود که دلیل تسریع غده‌بندی با افزایش تراکم، به توزیع مواد فتوسنتزی مربوط می‌شود که با کاهش رشد رویشی در اثر تراکم بالا، مواد فتوسنتزی بیشتری به استولن‌ها انتقال می‌یابد و تورم استولن‌ها سریع‌تر اتفاق می‌افتد و غده‌بندی درگیاه سیب‌زمینی شروع می-شود بنابراین بزرگ شدن و افزایش وزن غده‌ها نیز در نتیجه‌ی انتقال مواد فتوسنتزی از برگ‌ها به اندام-های ذخیره کننده (غده‌ها) می‌باشد (١٠).

شایان ذکر است که محمود (٢٠٠٥) نیز گزارش داد که اثرات معنی داری بین آرایش کاشت و همه پارامترهای رشد و عملکرد سیب‌زمینی در هکتار وجود دارد و با تغییر آرایش کاشت از تک ردیفه به دو ردیفه عملکرد بالاتری حاصل می‌شود که علت آن تعداد بالاتر بوته در متر مربع در تراکم بالاتر می‌باشد. بزرگ شدن و افزایش وزن غده در نتیجه انتقال مواد فتوسنتزی از برگها به اندامهای ذخیره کننده (غده‌ها) می‌باشد. بنابراین هر چه شاخص سطح برگ بیشتر باشد، میزان آسمیلات (مواد فتوسنتزی) تولید شده افزایش یافته و این امر سبب انتقال بیشتر مواد تولیدی به غده‌ها و افزایش وزن و اندازه آنها می‌شود. بین تعداد و وزن غده همبستگی منفی وجود دارد و با افزایش وزن غده‌های تولیدی تعداد غده کاهش پیدا می‌کند. عملکرد سیب‌زمینی تحت تاثیر عوامل مختلفی از جمله شرایط محیطی رقم و تراکم کاشت قرار می‌گیرد. در صورت مناسب بودن شرایط محیطی عملکرد افزایش پیدا می‌کند.

تغذیه صحیح گیاه یکی از عوامل مهم در بهبود کمی وکیفی محصول بشمار می‌آید در تغذیه گیاه نه تنها باید هر عنصر به اندازه کافی در دسترس آن قرار گیرد بلکه ایجاد تعادل و رعایت نسبت، میان همه عناصر غذایی از اهمیتی زیاد برخوردار است. یکی از عناصر اصلی مورد نیاز گیاه فسفر بوده و نیز مهمترین عنصر در تولید محصول می‌باشد فسفر در کلیه فرایندهای بیوشیمیایی ترکیبات انرژی‌زا و

ساخت و کارهای انتقال انرژی دخالت دارد افزون بر آن فسفر جزئی از پروتئین سلول بوده و بعنوان بخشی از پروتئین هسته، غشای سلولی و اسیدهای نوکلئیک نقشی ویژه دارد (۸). فسفرباعث تسریع در رشد و رسیدگی محصول گشته و کیفیت بافت‌های آن را افزایش می‌دهد. نیاز سیب‌زمینی به فسفر از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است بطوریکه افزایش فسفر موجب افزایش تعداد غده در بوته می‌گردد (۳). در مطالعه حاکومت و انجوم (۲۰۰٤) تاثیر فسفر بر همه اجزای عملکرد سیب زمینی معنی‌دار بود. بطوریکه افزایش فسفر از طریق افزایش عمق و توسعه ریشه بطور مستقیم و همچنین افزایش جذب مواد غذایی توسط ریشه‌های نابجا و انتقال آنها به سایر اندامها بطور غیرمستقیم برتعداد ساقه اصلی، وزن خشک ساقه و برگ، شاخص سطح برگ، تعداد غده و تاثیر شدید و قابل توجهی داشت و در نهایت عملکرد غده را افزایش داد. راه های افزایش عملکرد و تولید سیب‌زمینی در واحد سطح همواره موضوع مورد مطالعه و بررسی محققین و کشاورزان در بخش زراعت سیب‌زمینی بوده است. با عنایت به این موضوع و با بررسی برخی از مسائل و مشکلات ذکر شده توسط کشاورزان مانند کمبود آب و خاک مناسب برای زراعت سیب‌زمینی، پایین بودن سطح زمین زراعی، فرسایش خاک در اثر تردد بیش از حد ماشین آلات کشاورزی، بالا بودن قیمت ادوات و نهاده‌های کشاورزی و اتلاف بالای عناصر و منابع طبیعی، برآن شدیم که مطالعه‌ای از طریق تغییر تراکم و آرایش کاشت برای مرتفع کردن این مشکل طراحی و اجرا گردد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی۸۸-۱۳۸۷ در منطقه فریدن از توابع استان اصفهان اجراء گردید. این شهرستان در ۵۰ درجه و ۵۱ دقیقه طول شرقی و ۳۲ درجه و ۵۸ دقیقه عرض شمالی قرار دارد. فریدن منطقه‌ای کوهستانی است. این شهرستان در منطقه‌ای با تابستان خشک با وضعیت رطوبتی نیمه خشک و حدود میانگین بارش سالیانه ۱۵۰ تا۳۰۰ میلی متر قرار گرفته است. رقم بکار برده شده در این آزمایش از نوع راموس بود که رقمی میان رس، با رشد رویشی زیاد و پتانسیل عملکرد بالا (میانگین عملکرد ٤۵ تن درهکتار) می‌باشد. این مطالعه به صورت کرت‌های نواری و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. برای این منظور چهار نوع آرایش‌کاشت به صورت کرت‌های افقی طراحی شد. نوع کشت دستی و آبیاری آن به‌صورت بارانی بود. این ٤ نوع آرایش کاشت عبارتند بودند از: ۱- کاشت تک ردیفه معمول با فاصله پشته ۷۵ سانتی‌متر و فاصله بوته ۲۵ سانتی‌متر(تراکم ۵/۳ بوته درمترمربع) ۲- کاشت دو ردیف روی یک پشته (طرفین پشته) با فاصله پشته ۱۲۰سانتی‌متر، فاصله دو ردیف روی پشته و فاصله بوته‌ها از هم ۲۵ سانتی‌متر (تراکم٦/٦ بوته در متر مربع) ۳- کاشت دو ردیف روی یک پشته به صورت زیگزاگ با فاصله پشته۱۲۰ سانتی‌متر فاصله دو ردیف روی پشته و فاصله بوته‌ها از هم ۲۵

سانتیمتر (تراکم ٦/٦ بوته در متر مربع) ٤- کاشت سه ردیف روی یک پشته با فاصله پشته ۱۵۰سانتیمتر، فاصله ردیف‌ها روی پشته ۳۵سانتیمتر و فاصله بوته‌ها از هم ۲۵ سانتیمتر (تراکم ۸ بوته در متر مربع). همچنین سطوح کود فسفر در چهار سطح، به صورت کرت‌های عمودی (عمود بر کرت‌های افقی) شامل: شاهد (عدم افزایش فسفر)، ۱۰درصد، ۲۰درصد و ۳۰درصد، افزایش فسفر نسبت به توصیه کودی منطقه کشت سیب‌زمینی (۲۰۰ تا ۲۵۰ کیلوگرم درهکتار)، در نظر گرفته شد و مصرف آن به صورت دستی و پای بوته‌ای بود که بر این اساس در تیمارهای فوق علاوه براستفاده ٤ کیلوگرم سوپرفسفات‌تریپل در هر پلات۱٦۰ مترمربعی، به ترتیب مقادیر٤۰۰، ۸۰۰ و۱۲۰۰ گرم سوپرفسفات تریپل به خاک اضافه شد. زمین مورد آزمایش در پائیز شخم عمیق و در بهار شخم نیمه عمیق به همراه دیسک و سیکلوتیلر مورد عملیات تهیه بستر قرار گرفت. پس از ارزیابی موجودی عناصر خاک، به منظور تامین عناصر غذایی مورد نیاز مقدار ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل و ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم قبل از کاشت با خاک مخلوط شد. همچنین مقدار۲۰۰ کیلوگرم در هکتار واحد ازت که حدود نیمی از آن را بصورت اوره در زمان کاشت (خاک آب ۱۰۰ کیلوگرم) تا قبل از گلدهی (هفته سوم ۵۰ کیلوگرم) و مابقی بصورت نیترات آمونیوم و سولفات آمونیوم پس از شروع غده بندی بصورت سرک و محلول در طول رشد غده‌ها وارد سیستم آبیاری بارانی شد و به دفعات با توجه به نیاز گیاه بر روی آن پاشیده شد.

در این آزمایش از ابتدا و انتهای هر پلات آزمایشی یک متر و پشته های اول و آخر را بـه عنـوان حاشـیه حذف و قسمت باقیمانده که پشته های وسطی بود، جامعه‌آماری آزمایش را تشکیل مـی‌داد. کلیـه نمونـه برداری‌ها به صورت تصادفی در واحد سطح یک مترمربع اندازه گیری شدند که مراحـل مختلـف نمـو و شیوه نمونه برداری آن عبارت بودند از میانگین ارتفاع ساقه‌ها در زمان گل‌دهی (با استفاده ازخط کش)، وزن کل اندام هوایی را در زمان غده بندی (جهت تعیین وزن خشک کل اندام هوایی نمونه‌های انتخاب شده پس از توزین در آون‌های تهویه‌دار در دمای ۸۰ درجه سانتیگراد به مدت ٤۸ ساعت قرار گرفتنـد)، شاخص سطح برگ در زمان غده بندی (با استفاده از رابطه رگرسـیونی بـین وزن خشـک و سـطح بـرگ (سرمدنیا و همکاران،۱۳۷۲)، تعداد غده در واحد سطح (شمارش تعداد غـده) و در نهایـت عملکـرد کـل غده اندازه‌گیری گردید. عملکرد غده در هر واحد آزمایشی پس از حذف حاشیه هـا تـوزین و برحسـب کیلوگرم بر متر مربع محاسبه و ثبت شدند.

داده‌های حاصل از نمونه برداری‌ها ابتدا با استفاده از نرم افزار کامپیوتریMSTAT-C تجزیه واریـانس شدند. مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه گردیدنـد. بـرای رسم نمودار از نرم افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

ارتفاع ساقه اصلی

اثر آرایش‌کاشت بر ارتفاع ساقه اصلی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول۱). مقایسه میانگین نشان داد بیشترین میانگین ارتفاع ساقه در آرایش‌کاشت سه‌ردیفه مشاهده شد (٤٤/۳۸ سانتی متر) در صورتیکه کمترین میانگین ارتفاع ساقه مربوط به آرایش‌کاشت دو ردیفه بود (۳۸/٤٤ سانتی‌متر) (جدول۲). نتایج بیانگر آن می‌باشد با افزایش تراکم در آرایش‌کاشت سه ردیفه بر ارتفاع ساقه اصلی افزوده شده احتمالاً در تراکم بالا ساقه‌ها با وجود مقدار آب و مواد غذایی قابل دسترس برای دستیابی به نور بیشتر به واسطه افزایش تعداد گره‌ها و طول میان گره‌ها بر ارتفاع خود می‌افزایند (۱۲).

اثر سطوح مختلف فسفر و اثر متقابل آرایش‌کاشت و سطوح مختلف فسفر بر ارتفاع ساقه اصلی معنی‌دار نبود (جدول۱).

وزن خشک اندام‌هوایی درمرحله غده‌بندی

اثر آرایش‌کاشت بر وزن خشک اندام‌هوایی در مترمربع در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول۱). بررسی میانگین وزن خشک اندام‌هوایی در مترمربع نشان داد با کاهش فاصله ردیف در آرایش‌کاشت سه ردیفه وزن خشک اندام‌هوایی در مترمربع به دلیل افزایش تعداد ساقه اصلی و فرعی در واحد سطح افزایش یافت (۲۳٦/ ۵ گرم) (جدول۲). در مطالعات وئور و همکاران (۱۹۹۰) و یعقوب نژاد (۱۳۸۳) اثر فاصله ردیف بر وزن خشک اندام‌هوایی معنی‌دار بوده است. آنها نشان دادند اثر فاصله ردیف بر وزن خشک ساقه، برگ و کل اندام‌هوایی معنی‌دار بوده است و با کاهش فاصله ردیف وزن خشک ساقه و اندام هوایی از طریق افزایش تراکم بوته درواحد سطح افزایش یافته است. در مطالعه حاضر آرایش‌کاشت تک‌ردیفه با کمترین میانگین وزن خشک اندام‌هوایی (۱۷۱/٤ گرم درمترمربع) تفاوت معنی داری از لحاظ آماری با سایر آرایش های کاشت نشان داد. در دو آرایش‌کاشت دو ردیفه و زیگزاگ به دلیل اختلاف ناچیز (حدود ۲گرم) تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری مشاهده نشده است (جدول۲).

اثر سطوح مختلف فسفر بر وزن خشک اندام‌هوایی در مترمربع در مرحله غده‌بندی در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بود (جدول۱). نتایج مقایسه میانگین‌ها بیانگر این موضوع می باشد که تیمار ۱۰ ٪ افزایش فسفر با بیشترین میانگین وزن خشک اندام‌هوایی (۲۰٤/۹ گرم درمترمربع) بالاترین مقدار وزن خشک اندام هوایی در مترمربع را داشته است در حالیکه تیمار عدم افزایش فسفر پایین ترین مقدار وزن خشک اندام هوایی را در واحد سطح نشان داد (۱۸۵ گرم درمترمربع) (جدول۲). نتایج بیانگر این مطلب است که با افزایش تراکم، رقابت برای جذب عنصر فسفر افزایش یافته است بطوریکه میزان فسفر توصیه شده در تراکم معمول منطقه جوابگوی میزان فسفر مورد نیاز گیاه نبوده و افزایش۱۰ ٪ فسفر گیاه را از نظر این عنصر تامین می‌کند. نتایج مشابهی توسط ریسی (۱۳٦۷) به‌دست آمد.

اثر متقابل آرایش‌کاشت و سطوح مختلف فسفر بر وزن خشک اندام‌هوایی در مترمربع در مرحله غده‌بندی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول۱). بررسی مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمار آرایش کاشت سه‌ردیفه با ۱۰٪ افزایش فسفر بالاترین مقدار وزن خشک اندام‌هوایی در مترمربع در مرحله غده بندی را داشته (۲٤۹/۵ گرم در متر مربع) در حالی‌که تیمار آرایش‌کاشت تک‌ردیفه با عدم افزایش فسفر کمترین مقدار وزن خشک اندام هوایی در واحد سطح را نشان داد (۱٦۵/۱ گرم درمترمربع) (شکل۲). علت آن می تواند در اثر افزایش در تعداد بوته، تعداد ساقه اصلی، فرعی، قطر ساقه و ارتفاع آن همچنین افزایش در وزن خشک برگ و ساقه درواحد سطح در آرایش کاشت سه‌ردیفه باشد. در نهایت با افزایش ۱۰درصدی فسفر توانسته است تنش کمبود مواد غذایی را که در اثر تراکم بالا ایجاد می‌شود را کاهش و وزن خشک اندام‌های هوایی را افزایش دهد. نتایج مشابهی نیز توسط سبحانی (۱۳۷٤) و حمایتی و همکاران (۱۳۸۱) به‌دست آمد. در واقع در تمامی تیمارهای آرایش کاشت با سطوح مختلف فسفر، افزایش ۱۰درصدی فسفر در افزایش وزن خشک تفاوت معنی‌داری را از لحاظ آماری نسبت به سایر سطوح فسفر نشان داده است.

شاخص سطح برگ

اثر آرایش‌کاشت بر شاخص سطح برگ در مرحله غده‌بندی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول۱) مقایسه میانگین‌ها نشان داد بالاترین شاخص سطح‌برگ در مرحله غده‌بندی مربوط به آرایش کاشت سه ردیفه می‌باشد (٤/۰۳) (جدول۲). علت این امر می‌تواند افزایش تراکم بوته در واحد سطح باشد که موجب شده گیاه در فضای رشد نهایت استفاده از نور، آب و مواد غذایی را بعمل آورده و میزان سطح‌برگ خود را درمترمربع افزایش دهد. محمود (۲۰۰۵) اظهار داشت با افزایش تراکم و کاهش فاصله ردیف در اثر افزایش تعداد ساقه اصلی و فرعی همچنین افزایش ارتفاع و قطر ساقه درواحد سطح شاخص سطح‌برگ در مترمربع افزایش پیدا می‌کند. در مطالعه حاضر دلیل افزایش شاخص سطح برگ در آرایش‌کاشت سه ردیفه افرایش تراکم و بالا بودن تعداد بوته در واحد سطح می باشد بطوری‌که با افزایش تعداد بوته در مترمربع تعداد برگ‌های بیشتری نیز در واحد سطح تولید خواهد شد که طبیعتا شاخص سطح برگ نیز افزایش خواهد یافت.

همچنین در این مطالعه مشخص شد کمترین میانگین شاخص سطح برگ در آرایش‌کاشت زیگزاگ و پس از آن دو ردیفه به‌دست آمد. به‌طوری‌که آرایش‌کاشت تک‌ردیفه میانگین شاخص‌برگ بالاتری را نسبت به دو آرایش کاشت دو ردیفه و زیگزاگ داشت و تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری ایجاد کرد (جدول۲). ظاهراً سیب زمینی درآرایش کاشت تک‌ردیفه بهتر توانسته برگ های خود را توسعه دهد و جبران تراکم بوته پایین را در واحد سطح نسبت به دو آرایش کاشت دو ردیفه و زیگزاگ نماید.

جدول۱ ـ تجزیه واریانس[1] ارتفاع ساقه، وزن خشک اندام هوایی و شاخص سطح برگ در مرحله غده بندی و تعداد غده و عملکرد غده(درمترمربع) در مرحله برداشت

		میانگین مربعات				
منبع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع ساقه	وزن خشک اندام هوایی	شاخص سطح برگ	تعداد غده	عملکرد غده
تکرار	۳	۲/۶۸۲	۳۳/۲۰۱	۰/۰۵۱	۲/۱۸۲	۰/۶۴۹
آرایش کاشت	۳	۲۹۹/۲۶۶**	۱۴۰۳۰/۹۸۷**	۱۸/۴۴۶**	۵۶۲/۲۲۴**	۴۸/۹۵۱**
خطای الف	۹	۲/۰۷۱	۹/۸۲۴	۰/۰۸۷	۱/۳۶۳	۰/۱۵۴
سطوح فسفر	۳	۳/۵۵۷	۱۱۷۲/۲۴۳**	۰/۳۵۱*	۳۷/۱۸۲**	۵/۰۵۷**
خطای ب	۹	۷/۳۵۰	۵/۰۸۳	۰/۰۵۶	۳/۴۸۸	۰/۰۸۳
آرایش کاشت × سطوح فسفر	۹	۸/۸۹۱	۲۰/۳۹۴**	۰/۶۷۴**	۲/۳۶۳**	۱/۲۱۶**
خطای الف و ب	۲۷	۶/۱۹۶	۴/۴۱۹	۰/۱۱۳	۰/۶۸۷	۰/۱۰۰
ضریب تغیرات (درصد)		۶/۵	۱۰/۹	۱۱/۳	۱۹/۳۰	۷/۱۷

۱ ـ * و ** به ترتیب نشانگر معنی دار بودن اثر تیمارهای آزمایشی در سطیح احتمال ۵ و ۱ درصد می باشد.

اثر سطوح مختلف فسفر بر شاخص سطح‌برگ در مرحله غده‌بندی در سطح احتمال ۵ ٪ معنی دار بود (جدول۱). مقایسه میانگین شاخص سطح‌برگ بیان کننده این مطلب می‌باشد که بالاترین شاخص سطح برگ متعلق به تیمار مصرف ۳۰ ٪ افزایش بیشترفسفر بوده است (جدول ۲). نتایج مشابهی در مطالعه حاکومت و انجم (۲۰۰٤) نیز بدست آمد به این معنا که اضافه کردن فسفر موجب بالارفتن تعداد ساقه‌ها و طول آنها گردیده که در پی آن تعداد برگ‌های موجود بر روی ساقه‌ها نیز افزایش یافته و در نهایت شاخص سطح برگ افزایش می‌یابد. اثر متقابل آرایش‌کاشت و سطوح مختلف فسفر بر شاخص سطح‌برگ در مرحله غده بندی در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بود (جدول ۱) با بررسی مقایسه میانگین ها مشخص شد که تیمارآرایش کاشت سه‌ردیفه بدون افزایش فسفر بالاترین میانگین شاخص سطح‌برگ را نشان داد (٤/۱۱) و تیمار آرایش‌کاشت دو ردیفه با ۲۰٪ افزایش فسفر پایین ترین شاخص سطح‌برگ را نشان داد (۱/۹٤۰). به نظر می رسد افزایش مصرف فسفر اضافه بر میزان توصیه شده در منطقه، تاثیری بر افزایش میانگین شاخص سطح برگ ندارد.

تعداد غده در مترمربع

اثر آرایش‌کاشت بر تعداد غده در مترمربع درمرحله رسیدگی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۱). با کاهش فاصله ردیف و همچنین افزایش تراکم، به دلیل افزایش تعداد ساقه اصلی و فرعی و استولون تعداد غده در واحد سطح افزایش می‌یابد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد آرایش کاشت سه‌ردیفه با بیشترین تراکم در واحد سطح بالاترین میانگین تعداد غده در مترمربع را تولید کرد (حدود ۵۱ غده). در این مطالعه مشخص شد پایین‌ترین میانگین تعداد غده در واحد سطح را آرایش‌کاشت تک ردیفه با فاصله ردیف ۷۵ سانتی‌متر تولید کرد (حدود ۳٦/۸۸ غده) (جدول۲). در مطالعات علیمحمدی و همکاران

(۱۳۸۲) و وئور و همکاران (۱۹۹۳) اثر فاصله ردیف بر تعداد غده در واحد سطح معنی‌دار بود. تغییرات تعداد غده در مترمربع تحت تیمارهای فاصله ردیف و آرایش‌کاشت مختلف با تغییرات شاخص سطح برگ و وزن کل اندام هوایی در مترمربع در مرحله غده بندی (جدول ۲) روند مشابهی نشان داد. اثر سطوح مختلف فسفر بر تعداد غده در مترمربع در مرحله رسیدگی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول۱). بررسی مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲) مشخص کرد تیمار۱۰٪ افزایش فسفر با بالاترین میانگین تعداد غده در مترمربع (حدود ٤٥ غده) اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری باسایر تیمارهای سطوح فسفر نشان داده. در این مطالعه تیمار۳۰٪ افزایش فسفر پایین‌ترین میانگین تعداد غده در واحد سطح را داشت (حدود ٤۱/٥۰ غده در مترمربع). در حقیقت افزایش کود فسفر موجب افزایش تعداد غده در سیب‌زمینی خواهد شد (۳). ولی اضافه کردن فسفر بیش از حد نه تنها باعث افزایش عملکرد نخواهد شد بلکه موجب افزایش هزینه تولیدی نیز خواهد شد.

جدول ۲ـ مقایسه میانگین‌های[1] ارتفاع ساقه، وزن خشک اندام هوایی و شاخص‌سطح برگ در مرحله غده‌بندی و تعداد غده و عملکرد غده در مرحله برداشت

عوامل آزمایشی	ارتفاع ساقه (سانتی متر)	وزن خشک اندام هوایی (گرم در مترمربع)	شاخص سطح برگ	تعداد غده (درمترمربع)	عملکرد غده (تن در هکتار)
آرایش کاشت					
تک ردیفه	۳۶/۸۸^{b}	۱۷۱/۴۲^{c}	۲/۶۵^{b}	۳۶/۸۸^{c}	۳۸/۰۰^{c}
دو ردیفه	۳۴/۴۴^{c}	۱۸۰/۷۲^{b}	۲/۳۵^{c}	۴۲/۰۶^{b}	۴۲/۱۱^{b}
زیگزاگ	۳۶/۷۵^{b}	۱۸۲/۷۳^{b}	۲/۲۶^{c}	۴۱/۵۶^{b}	۴۲/۲۹^{b}
سه ردیفه	۴۴/۳۸^{a}	۲۳۶/۵۴^{a}	۴/۰۳^{a}	۵۱/۰۶^{a}	۵۰/۰۲^{a}
سطوح فسفر					
بدون افزایش فسفر	۳۸/۸۱^{a}	۱۸۵/۰۰^{c}	۲/۸۳^{b}	۴۲/۹۴^{b}	۴۵/۶۲^{b}
۱۰٪ افزایش فسفر	۳۷/۸۸^{a}	۲۰۴/۹۱^{a}	۲/۷۱^{b}	۴۵/۰۰^{a}	۵۰/۰۶^{a}
۲۰٪ افزایش فسفر	۳۷/۸۱^{a}	۱۹۰/۳۷^{b}	۲/۸۳^{b}	۴۲/۱۳^{b}	۴۱/۱۱^{c}
۳۰٪ افزایش فسفر	۳۷/۹۴^{a}	۱۹۰/۰۰^{b}	۳/۱۳^{a}	۴۱/۵۰^{b}	۳۸/۸۹^{c}

۱ ـ اعداد هر عامل آزمایشی در هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می باشند.

اثر متقابل آرایش‌کاشت و سطوح مختلف فسفر بر تعداد غده در واحد سطح در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول۱). تیمارآرایش‌کاشت سه‌ردیفه با ۱۰٪ افزایش فسفر بیشترین میانگین تعداد غـده در مترمربـع را نشان داد (حدود ٥٤ غده درمترمربع).

در این مطالعه کمترین میانگین تعداد غده در واحد سطح را اثر متقابل آرایش‌کاشت تک‌ردیفه با تیمار۳۰٪ افزایش فسفر ایجاد کرد (حدود ۳٥/۷٥ غده در مترمربع). افزایش ۱۰درصدی فسفر در آرایش کاشت سـه

ردیفه و زیگزاگ نسبت به سایر سطوح فسفر باعث افزایش چشمگیر و معنی‌دار میانگین تعداد غده در متر مربع شد. درحقیقت با افزایش تعداد بوته در واحد سطح، اندام‌های سبزینه‌ای گیاه نیز افزایش یافته و از طریق جذب بیشتر فسفر و ساخت وانتقال مواد فتوسنتزی به کل اندام‌های حیاتی گیاه و از جمله ساقه-های زیرزمینی موجب افزایش رشد آنها گردیده که درنهایت تعداد غده در واحد سطح افزایش خواهد یافت. البته افزایش بیش از اندازه فسفر باعث کاهش شدید شاخص سطح‌برگ، اندام های هوایی و پیری زودرس و در نهایت موجب کاهش تعداد غده می‌شود.

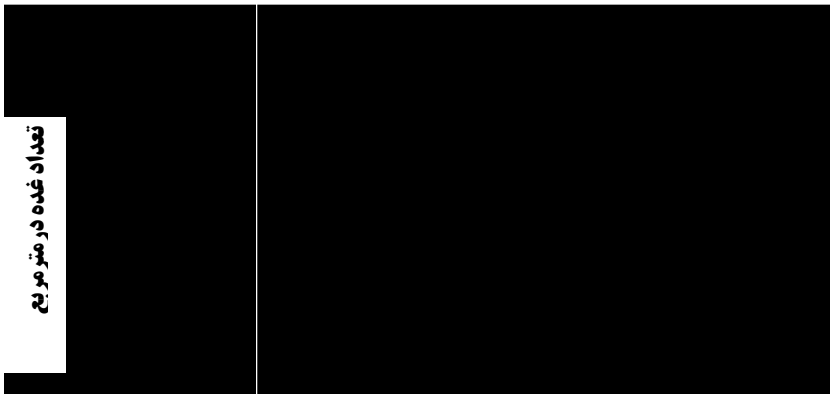
عملکرد غده

اثر آرایش‌کاشت بر عملکرد غده در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول۱). با بررسی مقایسه میانگین‌ها مشخص شد بیشترین عملکرد غده در آرایش‌کاشت سه ردیفه به‌دست آمد (۵۰ تن درهکتار) و آرایش کاشت تک‌ردیفه باکمترین تراکم و بالاترین فاصله ردیف (۷۵سانتی‌متر) کمترین عملکرد غده را تولیدکرد (۳۸ تن درهکتار). به‌طورکلی با افزایش فاصله ردیف در آرایش‌کاشت تک‌ردیفه عملکرد غده به دلیل کاهش تعداد ساقه اصلی و فرعی، تعداد غده و درصد پوشش کانوپی در واحد سطح کاهش یافت (جدول۲). همچنین در مطالعه آلن (۱۹۷۲) اثر فاصله ردیف بر عملکرد غده معنی‌دار بود و با کاهش فاصله ردیف عملکرد غده افزایش یافت. در این مطالعه هر چند کاهش فاصله ردیف باعث کاهش وزن و اندازه غده‌های تولیدی شده، اما تعداد غده بیشتر در واحد سطح در نهایت باعث افزایش عملکرد گردید. نتایج مشابهی نیز توسط سایر محققین از جمله ایفنکوف و همکاران (۱۹۷۸)، شاون و همکاران (۲۰۰۱)، لینچ و همکاران (۲۰۰۱) و یعقوب نژاد (۱۳۸۳) به‌دست آمد.

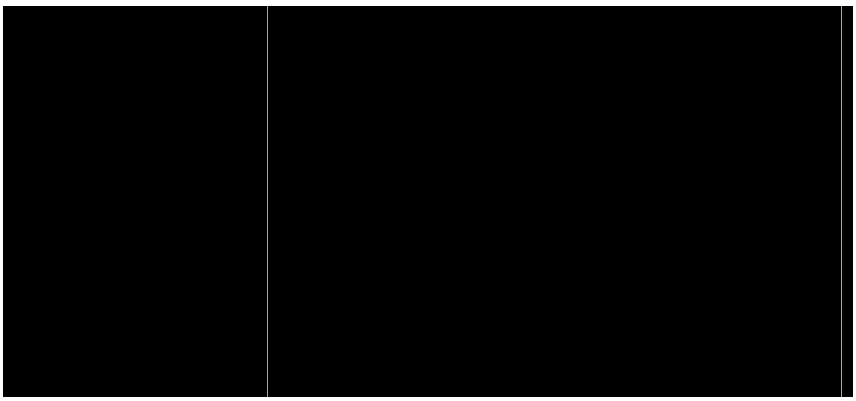
قابل ذکر است که در این مطالعه آرایش‌کاشت دو ردیفه و زیگزاگ با فاصله ردیف کمتر (۲۵ سانتی متر) عملکرد غده بالاتری (٤۲ تن درهکتار) نسبت به آرایش‌کاشت تک‌ردیفه با فاصله ردیف بیشتر (۷۵ سانتی‌متر) نشان داد. اما آرایش‌کاشت سه‌ردیفه با فاصله ردیف بیشتر (۳۵ سانتی‌متر) به دلیل تراکم بالاتر (۸ بوته در مترمربع) عملکرد غده بالاتری نسبت به تمامی آرایش های کاشت نشان داد. در حقیقت افزایش تراکم به دلیل افزایش شاخص سطح برگ و وزن کل اندام هوایی، باعث زیادتر شدن تولید و انتقال مواد فتوسنتزی به غده ها شده و تعداد غده‌های تولید شده در واحد سطح را افزایش می‌دهد. و در نهایت افزایش عملکرد غده را به دنبال خواهد داشت (۱۷ و ۲۳).

اثر سطوح مختلف فسفر برعملکرد غده در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۱). بررسی مقایسه میانگین‌ها نشان داد بالاترین عملکردغده را تیمار افزایش ۱۰٪ فسفر به خود اختصاص داده (۵۰ تن درهکتار) و پایین‌ترین عملکرد غده را تیمار عدم افزایش فسفر (٤۵ تن و٦۲۰ کیلوگرم درهکتار) تولید کرده (جدول۲). این نتایج حاکی از آن است که افزایش فسفر موجب افزایش عملکرد غده خواهد شد اما افزایش بیش از حد فسفر نتیجه عکس و منفی بر عملکرد غده داشته و حتی از تیمار عدم افزایش فسفر

نیز کمتر شده است. در حقیقت در تغذیه گیاه نه تنها باید هر عنصر به اندازه کافی در دسترس گیاه قرار گیرد بلکه ایجاد تعادل همه عناصر غذایی از اهمیت بالایی برخوردار است. چون درحالت عدم تعادل تغذیه ای با افزایش مقدار بیشتری از یک عنصر غذایی مانند فسفرنه تنها افزایش عملکردی رخ نمی‌دهد بلکه در نهایت افت محصول را بدنبال خواهد داشت (۸). به این صورت که یون‌های فسفر بیش از حد، سمی می‌باشند به‌طوریکه اثرات سوئی در بافت خاک ایجاد کرده و موجب اختلال در تعادل یونی خاک و گیاه می‌شوند (۱).



شکل۱- اثر متقابل آرایش‌کاشت و سطوح مختلف فسفربر تعداد غده درمترمربع در مرحله رسیدگی



شکل۲- اثر متقابل آرایش‌کاشت و سطوح مختلف فسفر بر عملکرد نهایی در هکتار در مرحله برداشت نهایی

اثر متقابل آرایش‌کاشت و سطوح مختلف فسفر بر عملکرد غده درسطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول۱). با بررسی مقایسه میانگین‌ها مشخص گردید تیمار آرایش کاشت سه ردیفه و۱۰٪ افزایش فسفر با عملکرد غده بالا (۵۳ تن و٦۷۰ کیلوگرم در هکتار) بیشترین و تیمار آرایش کاشت تک‌ردیفه و۳۰٪ افزایش فسفر با عملکرد غده پایین (۲۹ تن در هکتار) کمترین عملکرد غده را تولید کرده (شکل۲). در واقع افزایش ۱۰درصدی فسفر تنها در آرایش کاشت سه ردیفه موجب افزایش عملکرد گردیده و تفاوت معنی‌داری با سایر سطوح فسفر نشان داد به عبارت دیگر افزودن فسفر بیش از۱۰٪ از مقدار توصیه شده

موجب افت عملکرد گردید. افزایش عملکرد در تراکم بالاتر و همچنین مصرف۱۰٪ فسفر بیشتر از مقدار توصیه شده به دلیل تسریع غده‌بندی و افزایش طول دوره حجیم شدن غده‌ها همچنین افزایش تعداد بوته و غده در واحد سطح می‌باشد. و اینکه با افزایش تراکم به دلیل افزایش رقابت در گیاه تلاش و نیاز بوته-ها برای جذب مواد غذایی از جمله فسفر بالاتر خواهد رفت که طبیعتا نیاز به مصرف کود فسفر بیشتری نسبت به میزان توصیه شده در حالت معمولی و بدون افزایش فسفر می باشد. البته شایان ذکر است که مصرف بالاتر از ۱۰٪ افزایش فسفر به دلایل مشکلاتی که در تعادل تغذیه ای گیاه ایجاد می کند اثرات سو و منفی را برای رشد و عملکرد سیب زمینی به همراه داشته است. سیخون و سینگ (۱۹۸۵)، آلن و وئور (۱۹۹۲) و شاون و همکاران (۲۰۰۱) به نتایج مشابهی دست یافتند.

با کاهش فاصله ردیف در آرایش‌کاشت سه‌ردیفه ارتفاع ساقه، شاخص سطح برگ، وزن کل اندام هوایی، تعداد غده در واحد سطح و در نهایت عملکرد غده افزایش یافت. در نتیجه همراه با کاهش فاصله ردیف، هم در آرایش‌کاشت دو ردیفه و هم در آرایش کاشت زیگزاگ افزایش عملکرد غده مشاهده شد. اما در آرایش کاشت سه ردیفه بعلت کاهش فاصله ردیف و افزایش تراکم بالاتر عملکرد افزایش قابل توجهی پیدا کرد (حدود ۳٦/۳ ٪ در واحد سطح).

سطوح مختلف فسفر تنها در حالت ۱۰٪ افزایش فسفر، به دلیل جذب بیشتر توسط گیاه و ایجاد تعادل تغذیه‌ای بین عناصر باعث تولید تعداد ساقه اصلی و فرعی، درصد پوشش کانوپی و تعداد غده بالاتر در واحد سطح، عملکرد غده بیشتر و بالاتری در واحد سطح نسبت به سایر تیمارهای فسفر شد (حدود ۱۲/٦ ٪ در واحد سطح). البته این افزایش در تراکم بالا مشهودتر و چشمگیرتر بود و این نتیجه بدست آمده بیانگر تایید فرضیه مطرح شده در مطالعه حاضر می‌باشد که با افزایش تراکم سیب زمینی، نیاز به مصرف بیشتر و بالاتری از فسفر نسبت به مقدار توصیه شده می‌باشد.

منابع

۱- ایران نژاد، ح. و شهبازیان، ن. ۱۳۸٤. مقاومت گیاهان زراعی به تنش‌های محیطی. تهران: انتشارات کارنو دانشگاه پردیس ابوریحان، دانشکده علوم کشاورزی، ۲۲۷صفحه.

۲- حمایتی، س.، هاشمی، س. الف.، سیادت، س. ع. و ولی زاده، م. ۱۳۸۱. اثر فاصله ردیف وتراکم بوته روی رشد وعملکرد سه رقم سیب زمینی در منطقه اردبیل مجله دانش کشاورزی، جلد۱۱ شماره ۳ صفحه ۱۵-۱.

۳- **خواجه پور، م. ر. ۱۳۸۳.** اصفهان: انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی، ٥٦٤ صفحه تولید نباتات صنعتی.

٦- **سرمدنیا، غ. و کوچکی، ع. ۱۳۷۲.** فیزیولوژی گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ٤٣٩ صفحه.

۷- **علیمحمدی، ر.، ایمانی، ع. و رضایی، ع. م. ۱۳۸۲.** بررسی اثر تراکم و عمق کاشت بر روند رشد وعملکرد سیب زمینی رقم دیامانت در منطقه میانه مجله نهال و بذر، جلد ۱۹ شماره ۱صفحه ۷۵-٥٦.

۸- **ملکوتی، م. ج. ۱۳۷۳.** حاصلخیزی خاک‌های مناطق خشک (مشکلات و راه حل‌ها). تهران: انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، ٤٩٤ صفحه.

۹- **یعقوب نژاد، ف. ۱۳۸۳.** اثر فاصله ردیف کاشت و تراکم بوته بر عملکرد و اندازه غده سیب زمینی. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، ١٤٠ صفحه.

10- Allen, E. J. 1972. The effect of row width on yield of three potato varieties. Journal of Agricultural Reaserch,79:315-321.

11- Allen, E. J. and Wurr, D. C. E. 1992. Plant density. P. 292-334. In P.M. Harris (ed). The potato crop: Scientific basis for improvement. Chapman and Hall. London.

12- Coronelia, J. M. and Almekimfers, C. J. M. 1991. Flowering and true seed production in potato. II. Effect of stem density and pruning of lateral stems. Potato Research, 34:379 -388.

13- Demagante, A. L., Harris, D. M. and Zaag, P.V. 1993. Radiation use efficincey of four potato genotypes under tropical drought conditions. American potato journal, 70: 807-813.

14- Fabeiro, C., Martin de, S. and Olalla, F. 2001. Yield and size of deficit irrigated potatoes. Agric. Water Manage, 48: 255-266.

15- FAO. 2003. FAO statistical databases. Available on line at *http://apps.fao.org/defaulat/jsp.*

16- Hakoomat, A. and Anjum, M. A. 2004. Aeriad growth and dry matter production of potato (*Solanum tuberosum* L.) cv.Desiree in relation to phosphorus application. Journal ofAgricultural Reaserch, Volum 6, number, 3:458-461.

17- Ifenkwe, O. P. and Allen, E. J. 1978. Effect of row width and plantig density on growth and yield of two main crop potato varieties. Journal of Agricultural Reaserch, 91: 279-289.

18- Lynch, D. R., Kouzob, G. C. and Kawckuk, L. M. 2001. The relationship between yield, mainstem number and tubers and yield of large tuber in potato crop. American potato journal, 78: 83-90.

19- Mahmood, S. 2005. A study of plant method and spacing on the yield of potato. Asian Journal of plant sciences, 4:102-105.

20- Sekhon, H. S. and Singh, M. 1985. Effect of growth regulator and nitrogen on the growth, number and size of seed tuber and yield of potatoes. Journal of Agricultural, 104:99-106.

21- Shawn, P. C., Larry, K. B. and Timothy, R. C. 2001. Effect of cultivar, row spacing and weed management on weed biomass. Potato yield and net crop value. American potato journal, 78: 31-37.

22- Struik, P. C., Haverkort, A. J., Vreugdenhil, D., Bus, C. B. and Dakerts, R. 1990. Manipulation of tuber size distribution of a potato crop. Potato Research, 33:417-432.

23- Wurr, D. C. E., Fellows, J. R., Suterland, R. A. and Allen, E. J. 1990. Determination of optimuum Tuber planting density for production of tuber in processing ware grades in the potato variety Record. Journal of Agricultural, 114: 11-18

24- Wurr, D. C. E., Fellows, J. R. and Allen, E. J. 1993. An approach to determinig optimuum tuber planting densities in early potato varieties. Journal of Agricultural, 12: 63-70.

25- Westerman, D. T. and Kelinkopf, G.E. 1985. Phosphorus relationshiphs in potato plants. Journal of Agricultural, 77: 490-494.