

پاسخ چند رقم سویا به کاربرد نیتروژن و پتاسیم در خراسان شمالی

حمید حاتمی^۱، امیر آینه بند^۲، مهدی عزیزی^۳، افشین سلطانی^۴ و علیرضا دادخواه^۵

چکیده

به منظور بررسی اثرات کودهای نیتروژن و پتاسیم بر عملکرد و اجزای عملکرد رقم‌های سویا آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به اجرا درآمد. فاکتورهای آزمایش شامل رقم در سه سطح (هابیت، سپیده و ویلیامز از گروه رسیدگی ۳)، کود نیتروژن در چهار سطح (صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از منبع اوره) و کود پتاسیم در سه سطح (۰، ۸۰ و ۱۶۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار از منبع سولفات پتاسیم) بود. نتایج تجزیه مرکب داده‌ها نشان داد که عملکرد دانه به طور معنی‌داری تحت تأثیر رقم، کود نیتروژن و کود پتاسیم قرار گرفت، به طوری که رقم ویلیامز بیشترین عملکرد را نسبت به دو رقم دیگر نشان داد. هم‌چنین با افزایش مصرف کودهای نیتروژن و پتاسیم بر عملکرد دانه افزوده شد. در بین اجزای عملکرد، تعداد غلاف در گره تحت تأثیر تمام فاکتورهای آزمایش قرار گرفت، اما تعداد گره در ساقه، تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه و عملکرد شاخه‌های فرعی فقط تحت تأثیر فاکتور رقم قرار گرفتند.

واژه‌های کلیدی: رقم، کود نیتروژن، کود پتاسیم، عملکرد دانه، اجزای عملکرد، سویا.

تاریخ دریافت مقاله: ۸۷/۳/۸ تاریخ پذیرش: ۸۸/۱/۲۴

- ۱- دانشجوی دکتری زراعت دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات اهواز
- ۲- عضو هیأت علمی گروه زراعت دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات اهواز
- ۳- عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان رضوی
- ۴- عضو هیأت علمی گروه زراعت دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
- ۵- عضو هیأت علمی گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه شیروان

مقدمه و بررسی منابع

سویا یکی از محصولات عمده زراعی دنیاست که در تهیه روغن نباتی و تأمین پروتئین برای انسان و دام نقش ویژه‌ای دارد (۵). شواهد زیادی حکایت از پاسخ مناسب سویا به حاصل‌خیزی خاک و مصرف بهینه کود دارند (۱۶، ۱۹). علی‌رغم این هنوز برخی از کشاورزان دنیا مستقیماً به سویا کود نمی‌دهند و گیاه از بقایای مواد غذایی یا کاه و کلش تجزیه شده محصول قبلی استفاده می‌نماید که این امر به نوبه خود باعث عدم کفایت و فراهمی برخی از عناصر غذایی می‌شود (۲۷). سویا نیازمند مقدار زیادی نیتروژن برای نمو دانه می‌باشد. چن^۱ و همکاران (۱۹۹۲) گزارش کردند که سویا بخش زیادی از نیتروژن مورد نیازش را از طریق تثبیت بیولوژیک نیتروژن فراهم می‌سازد (۱۳). آنان معتقدند که کوددهی سویا اثرات نامطلوبی بر روند تثبیت نیتروژن (از جمله گره‌بندی) دارد. وارکو^۲ (۱۹۹۹) به این نتیجه رسید که ۲۵ تا ۷۵ درصد نیتروژن مورد نیاز سویا از طریق تثبیت تأمین می‌شود (۳۴). برخی تحقیقات نشان می‌دهد که تثبیت N_2 نمی‌تواند نیتروژن کافی برای عملکرد مناسب سویا فراهم سازد (۳۵، ۳۶). هم‌چنین سیورد^۳ و همکاران (۱۹۸۰) کاهش غلظت نیتروژن در دانه سویا را طی فصل زراعی خشک گزارش کرده‌اند (۳۱). این تحقیقات ثابت می‌کند که فرایند تثبیت نیتروژن ممکن است در فراهم ساختن نیتروژن مورد نیاز سویا در طی فصل خشک کافی نباشد، بنابراین نیتروژن مکمل از طریق مصرف کودهای شیمیایی جهت دستیابی به پتانسیل عملکرد

سویا ضروری به نظر می‌رسد. بیرد و هوور^۱ (۱۹۷۱) مشاهده کردند که تعداد گره در گیاه بر اثر مصرف سولفات آمونیوم قبل از کاشت کاهش یافت، اما تحت تأثیر کاربرد در زمان گل‌دهی قرار نگرفت. به‌علاوه زمانی که کود قبل از کاشت و در زمان آغاز گل‌دهی مصرف شد، عملکرد سویا بیشتر بود (۹). تایلور^۲ و همکاران (۲۰۰۵) مشاهده کردند که کاربرد کود نیتروژن در کشت دیرهنگام سویا باعث بهبود عملکرد شد (۳۲). به گزارش رای^۳ و همکاران (۲۰۰۵) با کاربرد مقادیر ۲۹۰، ۳۱۰ و ۳۶۰ کیلوگرم در هکتار نیترات آمونیوم عملکرد دانه سویا در شرایط زراعت آبی و غیرآبی به ترتیب ۷/۷ و ۱۵/۵ درصد افزایش یافت (۲۶). اوسبورن و ریدل^۴ (۲۰۰۶) اعلام کردند افزودن کود نیتروژن به صورت آغازگر، رشد اولیه سویا را افزایش داده و منجر به افزایش عملکرد و کیفیت آن می‌گردد (۲۴). در تحقیق کالiskan^۵ و همکاران (۲۰۰۸) بیشترین عملکرد دانه سویا با مصرف ۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمد (۱۲).

محصولاتی همچون سویا که محتوی پروتئین بالایی هستند، در مقایسه با سایر محصولات دانه‌ای پتاسیم بیشتری از خاک برداشت می‌کنند (۲۷). گراو^۶ و همکاران (۱۹۸۷) رابطه مستقیم و مثبتی را میان مصرف پتاسیم در مرحله گل‌دهی و عملکرد دانه سویا پیدا کردند (۱۷). اگر سویا با کمبود پتاسیم مواجه باشد، رسیدگی بذر با مخاطره همراه شده و کیفیت دانه نزول می‌کند و احتمال بروز بیماری‌ها و

1. Beard and Hoover
2. Taylor
3. Ray
4. Osborne and Riedell
5. Caliskan
6. Grove

1. Chen
2. Varco
3. Syverud

همکاران (۲۰۰۲) حاکی از برتری عملکرد ژنوتیپ آمریکایی نسبت به ژنوتیپ ژاپنی بود (۲۵). با توجه به عدم سابقه کشت سویا در استان خراسان شمالی تصمیم گرفته شد آزمایشی به منظور بررسی پاسخ رقم‌های مختلف سویا به کاربرد کودهای نیتروژن و پتاسیم انجام گیرد تا رقم مناسب سویا جهت کاشت در مزارع استان و هم‌چنین میزان مطلوب مصرف کودهای نیتروژن و پتاسیم در منطقه مشخص گردد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال ۱۳۸۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی شیروان با بافت خاک نیمه‌سنگین رسی سیلتی و در سال ۱۳۸۶ در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان شمالی واقع در چهار کیلومتری بجنورد با بافت خاک سیلتی-رسی-لوم به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به اجرا درآمد. فاکتورهای آزمایش شامل رقم در سه سطح (هایت، ویلیمز و سپیده از گروه رسیدگی سه)، کود نیتروژن در چهار سطح (۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از منبع اوره) و کود پتاسیم در سه سطح (۰، ۸۰ و ۱۶۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار از منبع سولفات پتاسیم) بود. مقادیر کود با توجه به آزمایش خاک، نیاز گیاه و بررسی منابع انتخاب شدند (۵، ۴، ۳، ۱۲).

هر کرت شامل شش ردیف کاشت به فاصله ۵۰ سانتی‌متر از یکدیگر و به طول شش متر بود. عملیات تهیه زمین شامل شخم عمیق پاییزه به همراه مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپرفسفات، دیسک بهاره، تسطیح و ایجاد فاروها بود. کشت سویا در هر

مرگ و میر بوته‌ها افزایش می‌یابد (۱۰). عزیزی (۱۳۷۷) گزارش کرد که با افزایش مصرف کود پتاسیم اثر منفی تنش آب تعدیل شده و عملکرد دانه سویا افزایش یافت (۴). وی هم‌چنین بیان داشت که مصرف متعادل کود پتاسیم باعث ارتقای کیفیت روغن سویا حتی در شرایط تنش آب می‌شود. در تحقیق دیگری مشاهده شد که کاربرد پتاسیم در کشت زود هنگام سویا میزان پروتئین دانه را افزایش داد (۶). بیک‌نژاد (۱۳۸۶) گزارش کرد که مصرف ۲۰۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار باعث افزایش ۳۵ درصدی عملکرد دانه سویا در مقایسه با عدم مصرف پتاسیم شد (۱). سروری (۱۳۸۷) نشان داد که مصرف کود سولوپتاس (نوعی کود ریز مغذی حاوی پتاسیم و گوگرد) در گیاه سویا عملکرد دانه را افزایش داد که این امر در نتیجه افزایش تعداد دانه در غلاف، تعداد شاخه فرعی در بوته و وزن دانه بود (۳).

در بررسی تغییرات زراعی و فیزیولوژیک ارقام زودرس سویا طی هشت سال بهبود ژنتیکی با کشت ۱۴ رقم مشخص شد که افزایش عملکرد دانه سویا به موازات سال آزادسازی رقم بطور معنی‌داری با افزایش شاخص برداشت، فتوسنتز و هدایت روزنه‌ای و کاهش شاخص سطح برگ همبستگی داشت. هم‌چنین ارقام جدیدتر کارایی بیشتری در استقرار و پرکردن دانه‌ها در مقایسه با ارقام قدیمی داشتند (۲۱، ۲۲). نوه‌اراء و همکاران (۲۰۰۵) در مقایسه ارقام ژاپنی و آمریکایی گزارش کردند که ارقام ژاپنی توانایی بیشتری جهت تشکیل گره در شرایط نترات زیاد خاک دارند (۲۳). در حالی که گزارش راءو^۲ و

سایر عوامل آزمایشی در سطح احتمال ۱٪ اثر معنی‌داری بر این صفت داشتند (جدول ۲). در بین ارقام، رقم ویلیامز نسبت به رقم‌های سپیده و هابیت به ترتیب ۲۵٪ و ۷٪ برتری عملکرد نشان داد (جدول ۳).

مصرف کود نیتروژن به‌طور بسیار معنی‌داری باعث افزایش عملکرد دانه شد (جدول ۱)، به‌طوری‌که کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در مقایسه با تیمار شاهد (عدم مصرف کود اوره) منجر به افزایش ۲۸ درصدی عملکرد دانه شد (جدول ۳). استارلینگ و همکاران (۱۹۹۸) گزارش کرده‌اند که کاربرد کود نیتروژن تجمع ماده خشک را در مرحله شروع گل‌دهی سویا در لاین‌های رشد محدود و رشد نامحدود تا ۲۵٪ و عملکرد دانه همه ژنوتیپ‌ها را حداقل ۸٪ افزایش داده است (۳۰). مطالعات گلخانه‌ای افزایش رشد اولیه سویا را بر اثر کاربرد نیتروژن نشان داده است (۱۵)، در حالی که مطالعات مزرعه‌ای نتایج متفاوتی از اثر کاربرد نیتروژن بر عملکرد سویا نشان داده است. بسیاری از مطالعات افزایش عملکرد ناشی از کاربرد نیتروژن را در ارتباط با تجمع ماده خشک عنوان کرده‌اند (۷، ۸، ۱۷، ۳۳، ۳۷). در حالی که بریویدان^۱ و همکاران (۱۹۷۸) افزایش عملکرد را نتیجه افزایش تعداد دانه در گیاه بر اثر افزایش تعداد گره در ساقه و کاهش ریزش گل و غلاف گزارش کرده‌اند (۱۱). سورن سن و پیناس^۲ (۱۹۷۸) افزایش اندازه بذر را علت افزایش عملکرد سویا اعلام کردند (۲۹).

کود پتاسیم نیز اثر بسیار معنی‌داری بر عملکرد دانه داشت (جدول ۲) و مصرف ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار

دو سال، پانزدهم اردیبهشت به‌صورت دستی در وسط پشته‌ها با فاصله ۵ سانتی‌متر در روی ردیف صورت گرفت. بذور سویا قبل از کاشت با باکتری *Bradyrhizobium japonicum* تلقیح شدند. نیمی از کود اوره به‌علاوه تمام کود سولفات پتاسیم در عمق ۵ سانتی‌متری دامنه پشته‌ها اضافه شده و مابقی کود اوره به‌صورت سرک در مرحله پایان گل‌دهی سویا به‌صورت پخش در سطح خاک بعد از آبیاری، استفاده شد.

آبیاری در طی فصل رشد به‌صورت نشتی و به منظور تنظیم میزان آب ورودی به کرت‌ها با کمک سیفون انجام گرفت. آب مورد استفاده دارای هدایت الکتریکی ۲۰۴۰ میکروموس بر سانتی‌متر و غلظت یون‌های کلسیم، منیزیم، سدیم، پتاسیم، بیکربنات، کلرید و سولفات آن به ترتیب ۶/۵، ۱۰، ۴، ۰/۱، ۶/۷، ۵ و ۸/۸ میلی‌اکی والان گرم بر لیتر و pH آن ۷/۳۵ بود.

در پایان فصل رشد از دو خط میانی هر کرت مساحتی معادل شش متر مربع جهت اندازه‌گیری عملکرد اقتصادی و بیولوژیکی برداشت شد. هم‌چنین از هر کرت پنج بوته بطور تصادفی انتخاب شده و صفاتی نظیر ارتفاع بوته، تعداد گره در ساقه اصلی، تعداد غلاف در گره، تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه و عملکرد شاخه‌های فرعی اندازه‌گیری شدند. داده‌های آزمایش توسط نرم‌افزار SAS تجزیه واریانس شده و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن صورت گرفت.

نتایج و بحث

تجزیه مرکب داده‌های آزمایش نشان داد که تأثیر محیط بر عملکرد دانه سویا معنی‌دار نمی‌باشد اما

1. Brevedan
2. Sorensen and Penas

عملکرد دانه ارقام آزمایش به ترتیب ویلیامز، هابیت و سپیده بیشترین عملکرد را نشان دهند (جدول ۳).
در بین اجزای عملکرد، تأثیر کود نیتروژن و کود پتاسیم بر تعداد غلاف در گره بسیار معنی دار شد و بر سایر اجزای اثر معنی داری دیده نشد (جدول ۲). همان طور که در جدول ۳ ملاحظه می شود با افزایش مصرف کودهای نیتروژن و پتاسیم بر تعداد غلاف در هر گره ساقه اصلی افزوده شده است که با نتیجه عزیزی (۱۳۷۷) مطابقت دارد (۴). هم چنین اثرات متقابل رقم و کود نیتروژن بسیار معنی دار و رقم و کود پتاسیم معنی دار شد، به طوری که در هر رقم با افزایش مصرف کودهای نیتروژن و پتاسیم تعداد غلاف در گره نیز افزایش یافت (جدول ۵ و ۶).

بنابراین، تمامی ارقام آزمایش به مصرف کودهای نیتروژن و پتاسیم پاسخ مثبت نشان دادند. چون تثبیت فعال نیتروژن تا مرحله V_2 و V_3 سویا شروع نمی شود، وجود نیتروژن به عنوان آغازگر باعث تقویت رشد رویشی آن شده و گیاه با آمادگی بیشتر به مرحله زایشی وارد شده و عملکرد دانه افزایش می یابد (۱۴، ۳۰). شمیت^۱ و همکاران (۲۰۰۰) عنوان داشتند که با وجود ریزوبیوم های کافی در خاک، مصرف نیتروژن در دوره زایشی به ویژه اواخر گل دهی و زمان تشکیل غلاف و دانه بندی سویا باعث افزایش عملکرد می شود (۲۸). بهادری (۱۳۸۵) گزارش کرد که مصرف ۳۰ درصد نیتروژن در مرحله قبل از کاشت و ۷۰ درصد در مرحله R_5 بیشترین عملکرد دانه را نشان داد (۲). جذب زیاد پتاسیم توسط محصولات غنی از پروتئین به خاطر دخالت K^+ در انتقال و تجمع نیتروژن می باشد، زیرا غلظت نیتروژن

پتاسیم در مقایسه با تیمار شاهد (عدم مصرف کود سولفات پتاسیم) عملکرد دانه را ۱۱٪ افزایش داد (جدول ۳). عزیزی (۱۳۷۷) و بیک نژاد (۱۳۸۶) نیز گزارش کردند که افزایش کاربرد پتاسیم (از منبع سولفات پتاسیم) در سویا با افزایش عملکرد دانه همراه بود (۱، ۴). منگل و برانچ ویج^۱ (۱۹۷۲) همبستگی خطی بسیار معنی داری را میان محتوی پتاسیم تاج گیاه و عملکرد دانه ذرت گزارش کردند. این رابطه خطی به وضوح نشان می دهد که غلظت K^+ در داخل گیاه عاملی برای کنترل عملکرد بوده و در عین حال خود نیز از شرایط فراهمی پتاسیم در خاک تأثیر می گیرد. این فراهمی تحت تأثیر میزان K^+ تبادلی و غلظت آن در محلول خاک و رطوبت خاک است. از طرف دیگر پتاسیم با تحریک تولید کربوهیدرات ها، به متابولیسم نیتروژن جذب شده توسط گیاه و تبدیل آن به اسیدهای آمینه و پروتئین و تجمع آن در دانه کمک می کند (۴).

با توجه به جدول ۲ اثر متقابل رقم و کود نیتروژن در سطح احتمال ۱٪ معنی دار گردید. در این آزمایش بیشترین عملکرد دانه در سطوح بالای نیتروژن و در ارقام ویلیامز و هابیت مشاهده گردید (جدول ۴). در رابطه با اجزای عملکرد دانه سویا تأثیر رقم بر صفات تعداد گره در ساقه اصلی، تعداد غلاف در گره، تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه و عملکرد شاخه های فرعی بسیار معنی دار شد (جدول ۲). تعداد گره در ساقه اصلی ارقام سپیده و ویلیامز بیشتر از رقم هابیت بود که با توجه به رشد نامحدود بودن این دو رقم و رشد محدود بودن رقم هابیت دور از انتظار نبود. رقم سپیده بیشترین تعداد دانه در غلاف را داشت و در مجموع برآیند اجزای عملکرد باعث شد که از لحاظ

داشته باشد. هم‌چنین ویلیمز به عنوان رقم مناسب برای کاشت در منطقه، قابل توصیه می‌باشد.

تحقیقات آینده باید در راستای تعیین دقیق سهم نیتروژن خاک، تثبیت بیولوژیک نیتروژن و کود نیتروژن در رشد و عملکرد سویا در طی مراحل مهم رشد آن باشد. استفاده از تکنیک‌هایی مانند جای‌گذاری عمیق کود نیتروژن با خاصیت رهاسازی آهسته به منظور تأمین نیتروژن مورد نیاز سویا، بدون تأثیر منفی بر تثبیت بیولوژیک نیتروژن یا اثر انواع و زمان مصرف کودهای پتاسیم و نیتروژن در شرایط آبی و دیم بر عملکرد دانه سویا از پیشنهادات دیگر این تحقیق می‌باشد.

سپاسگزاری

بر خود لازم می‌دانم از اساتید گرانقدر آقایان دکتر آینه‌بند، دکتر عزیزی، دکتر سلطانی و دکتر دادخواه تشکر و قدردانی نمایم. این تحقیق با همکاری دانشگاه آزاد اسلامی واحد بجنورد، دانشکده کشاورزی شیروان و مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان شمالی انجام گرفت، لذا مراتب سپاس و قدردانی از آنان به عمل می‌آید.

در دانه‌های سویا حدود پنج برابر بیشتر از غلظت آن در دانه‌های ذرت است (۲۷).

نتیجه‌گیری کلی

به طور کلی نتیجه‌گیری می‌شود که علی‌رغم وجود قابلیت تثبیت بیولوژیک نیتروژن در سویا، از آنجایی که میزان تثبیت نیتروژن در مراحل ابتدایی رویش گیاه ناکافی است، لذا افزودن کود نیتروژن به‌عنوان آغازگر می‌تواند نقش مهمی در تقویت سبزینه گیاه داشته باشد، به ویژه pH بالا در مناطق دارای بنیان‌های آهکی مثل دشت شیروان و بجنورد می‌تواند مانع از گره‌بندی سویا شود و مصرف کودهای نیتروژن در چنین شرایطی منجر به حصول عملکرد بالاتر در این گیاه روغنی می‌گردد. کالیسکان و همکاران (۲۰۰۸) نیز نتیجه گرفتند که کاربرد کود آغازگر و سرک نیتروژن می‌تواند در بهبود رشد اولیه و عملکرد نهایی سویای تلقیح شده در خاک‌های مناطق مدیترانه‌ای (دارای بیکربنات و pH بالا) مفید باشد (۱۲). به‌علاوه کاربرد کودهای پتاسیم نیز می‌تواند در بالا بردن عملکرد دانه نقش مکمل کودهای نیتروژن را

جدول ۱- مشخصات خاک محل‌های اجرای آزمایش (توسط آزمایشگاه آنالیز آب- خاک- گیاه شرکت خاک پویان پارسین بجنورد به شماره ثبت ۲۴۳۵۰).

محل آزمایش	عمق (cm)	هدایت الکتریکی (mmhos/cm)	pH (گل اشباع)	نیتروژن کل (%)	فسفر قابل جذب (mg/kg)	پتاسیم قابل جذب (mg/kg)	بافت خاک
شیروان	۰-۳۰	۴/۶	۷/۹۷	۰/۰۷۱	۱۸/۱۰	۲۴۰	نیمه سنگین رسی - سیلتی
بجنورد	۰-۳۰	۴/۴	۷/۱۵	۰/۰۶۵	۱۷/۹۵	۲۲۵	نسبتاً سنگین سیلتی- رس

جدول ۲ - نتایج تجزیه واریانس مرکب عملکرد، اجزای عملکرد، و سایر صفات زراعی سویا.

مقادیر F											
تعداد غلاف در شاخه‌های فرعی	شاخص برداشت	عملکرد بیولوژیکی	عملکرد شاخه‌های فرعی (گرم در بوته)	عملکرد شاخه‌های فرعی (گرم)	وزن صد دانه	تعداد غلاف در غلاف	تعداد دانه در غلاف	تعداد گره در ساقه	تعداد دانه (کیلوگرم در هکتار)	درجات آزادی	منابع تغییر
۱۳/۷۸*	۱۰/۷۱*	۵/۵ ns	۶۹/۴**	۲۰/۲*	۰/۹۵ ns	۱۳/۵*	۸/۹۲*	۱/۹۶ ns	۱	۴	خطای a (بلوک در محیط) محیط (E)
۳/۲۵*	۱ ns	۱۸/۱۰**	۲۲/۳۹**	۵۵/۴۹**	۴۱۳/۶**	۹۸/۳**	۴۰/۳۱**	۲۷۳/۳**	۲	۲	رقم (V) E×V
۲/۳۹	۳/۱۹	۶/۳۶	۵/۱	۲/۳۶	۰/۰	۱/۱	۳/۲۵*	۱۱/۰	۲	۲	E×N
۰/۴ ns	۰/۶ ns	۱/۱ ns	۰/۷ ns	۰/۷ ns	۱۲۰/۹**	۱/۵ ns	۰/۳ ns	۱۷۰/۱**	۳	۳	کود نیتروژن (N) V×N
۱/۱	۷/۰	۲/۵	۷/۱	۲/۲	۱/۰	۶/۰	۱/۲۲	۵/۱۹**	۶	۶	E×V×N
۳/۰	۵/۰	۷/۰	۶/۰	۳/۰	۳/۹۴**	۷/۰	۰/۴۷	۱۱/۰	۲	۲	کود پتاسیم (K) E×V×N
۰/۱۴ ns	۰/۹ ns	۳/۰ ns	۲/۸ ns	۰/۱۰ ns	۵۴/۶**	۱/۰ ns	۰/۶۵ ns	۴۱/۵**	۲	۲	E×K
۵/۰	۰/۲۵	۱/۱	۶/۱	۷/۰	۷/۰	۰/۴	۲/۱۲	۱۱/۰	۴	۴	V×K
۱/۱	۵/۰	۳/۳	۲/۲	۳/۰	۲/۵*	۶/۰	۱/۰	۰/۳۸	۴	۴	E×V×K
۱/۱	۱/۰	۷/۱	۵/۲	۶/۱	۱/۰	۹/۰	۶/۱	۱۱/۰	۶	۶	N×K
۱	۲/۲	۶/۰	۶/۱	۳/۰	۶/۰	۷/۰	۱/۵۵	۱۱/۰	۶	۶	E×N×K
۶/۱	۹/۰	۱	۳/۱	۹/۰	۴/۰	۵/۰	۰/۶۱	۱۱/۰	۱۲	۱۲	V×N×K
۰/۹۹	۱/۹	۴/۰	۰/۹	۱/۱	۱/۰	۵/۱	۰/۴	۰/۱	۱۲	۱۲	E×V×N×K
۲۴/۸	۱۴/۹	۲۶	۲۵/۲	۱۲/۹	۶/۲۱	۱۴/۳	۱۰/۹۲	۷/۷۹	۱۴۰	۱۴۰	خطای b ضرب تغییرات (/)

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪، NS غیر معنی‌دار

جدول ۳ - مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد ارقام سویا در سطوح مختلف کودهای نیتروژن و پتاسیم (تجزیه مرکب).

منابع تغذیه	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	تعداد گره (در ساقه اصلی)	تعداد غلاف (در هر گره)	تعداد دانه (در هر غلاف)	وزن صد دانه (گرم)	عملکرد شاخه های فرعی (گرم در بوته)
محیط آزمایش:						
شیروان (۱۳۸۵)	۲۶۵۹a	۱۶/۹۵a	۳/۲۳a	۲/۵۴b	۹/۶۵b	۱۱/۸۹a
بجنورد (۱۳۸۶)	۲۵۴۹a	۱۴/۸۵b	۳/۱۲a	۲/۷۹a	۱۰/۷۵a	۵/۳۱b
ارقام سویا:						
هایبیت	۲۷۱۶b	۱۱/۱۴b	۳/۷۲a	۲/۴۹c	۱۰/۷۴a	۱۰/۵۴a
سپیده	۲۱۹۵c	۱۸/۳۴a	۲/۸۷b	۲/۸۵a	۸/۸۷b	۶/۶۸c
ویلیامز	۲۹۳۱a	۱۸/۱۵a	۲/۹۳b	۲/۶۵b	۱۰/۹۸a	۸/۵۸b
سطوح مختلف نیتروژن:						
صفر (شاهد)	۲۱۳۳d	۱۵/۸۱a	۲/۸۱d	۲/۶۷a	۹/۹۳a	۸/۱۹a
۵۰ کیلوگرم در هکتار	۲۵۳۸c	۱۵/۷۷a	۳/۰۸c	۲/۶۵a	۱۰/۰۶a	۸/۴۳a
۱۰۰ کیلوگرم در هکتار	۲۷۷۵b	۱۵/۸۵a	۳/۳۳b	۲/۶۴a	۱۰/۳۳a	۸/۶۵a
۱۵۰ کیلوگرم در هکتار	۲۹۷۰a	۱۶/۰۷a	۳/۴۸a	۲/۷a	۱۰/۴۶a	۹/۱۳a
سطوح مختلف پتاسیم:						
صفر (شاهد)	۲۴۶۷c	۱۵/۷a	۳/۰۲c	۲/۶۵a	۱۰/۲۳a	۹/۰۹a
۸۰ کیلوگرم در هکتار	۲۵۷۳b	۱۶/۰۳a	۳/۱۴b	۲/۶۶a	۱۰/۱۳a	۷/۴۴a
۱۶۰ کیلوگرم در هکتار	۲۷۷۱a	۱۵/۹۰a	۳/۳۶a	۲/۶۷a	۱۰/۲۰a	۸/۷۷a

در هر ردیف، میانگین های دارای حداقل یک حرف مشابه از لحاظ آماری در سطح ۵٪ اختلاف معنی دار ندارند.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و کود نیتروژن بر عملکرد دانه سویا

مقدار مصرف نیتروژن بر حسب کیلوگرم در هکتار				
رقم	۰	۵۰	۱۰۰	۱۵۰
هایبیت	۲۰۷۳f	۲۶۶۱d	۲۹۶۱bc	۳۱۶۷a
سپیده	۱۸۲۱g	۲۰۵۹f	۲۲۷۴e	۲۵۰۴d
ویلیامز	۲۵۰۵d	۲۸۹۲c	۳۰۸۸ab	۳۲۳۸a

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و کود نیتروژن بر تعداد غلاف در گره سویا

مقدار مصرف نیتروژن بر حسب کیلوگرم در هکتار				
رقم	۰	۵۰	۱۰۰	۱۵۰
هایبیت	۳/۳۷c	۳/۶۸b	۳/۸۸a	۳/۹۷a
سپیده	۲/۶۱fg	۲/۷۶ef	۳/۰۴d	۳/۱d
ویلیامز	۲/۴۸g	۲/۷۹e	۳/۰۷d	۳/۳۷c

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و کود پتاسیم بر تعداد غلاف در گره سویا

مقدار مصرف پتاسیم بر حسب کیلوگرم در هکتار				
رقم	۰	۸۰	۱۶۰	
هایبیت	۳/۵c	۳/۶۸b	۳/۹۷a	
سپیده	۲/۷۷e	۲/۸۶e	۳d	
ویلیامز	۲/۷۹e	۲/۸۸e	۳/۱d	

منابع

- ۱- بیک نژاد، ص. ۱۳۸۶. بررسی مصرف مقادیر مختلف پتاسیم و منیزیم بر صفات زراعی ژنوتیپ‌های سویا. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد بجنورد، ۷۸ص.
- ۲- بهادری، م. ۱۳۸۵. اثرات تاریخ کاشت، تقسیط نیتروژن و ریزوبیوم بر صفات زراعی سویا لاین ۳۳. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد بجنورد، ۱۰۹ص.
- ۳- سروری، د. ۱۳۸۷. اثر عناصر پتاسیم، روی و منگنز بر صفات کمی و کیفی سویا در منطقه بجنورد. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد بجنورد، ۹۵ص.
- ۴- عزیزی، م. ۱۳۷۷. اثر رژیم‌های مختلف آبیاری و کود پتاسیم بر خصوصیات زراعی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی سویا. پایان‌نامه دکتری زراعت دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۴۳ص.
- ۵- لطیفی، ن. ۱۳۷۲. زراعت سویا: زراعت، فیزیولوژی و مصارف. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۱۱۰ص.

6. Achakzai, A. K. K., and Kayani, S. A. 2002. Effect of fertilizer, inoculation and sowing time on the chemical composition of field grown soybean seeds. *Asian Journal of Plant Science* 6:618-621.
7. Afza, R., Hardarson, G., Zapata, F., and Danso, S. K. A. 1987. Effects of delayed soil and foliar N fertilization on yield and N₂ fixation of soybean. *Plant Soil* 97:361-368.
8. Al-Ithawi, B., Deibert, E. J., and Olson, R. A. 1980. Applied N and moisture level effects on yield, depth of root activity, and nutrient uptake by soybeans. *Agronomy Journal* 72:827-832.
9. Beard, B. H., and Hoover, R. M. 1971. Effect of nitrogen on nodulation and yield of irrigated soybeans. *Agronomy Journal* 63:815-816.
10. Borkert, C. M., and Sfredo, G. J. 1994. Fertilizing tropical soils for soybean. In: *Tropical soybean, improvement and production*. FAO Plant Production and Protection Series (FAO), no. 27 / Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria, Londrina (Brazil). Centro Nacional de Pesquisa de Soja, p. 175-200.
11. Brevedan, R. E., Egli, D. B., and Leggett, J. E. 1978. Influence of N nutrition on flower and pod abortion and yield of soybeans. *Agronomy Journal*. 70:81-84.
12. Caliskan, S., Ozkaya, I., and Arslan, M. 2008. The effects of nitrogen and iron fertilization on growth, yield and fertilizer use efficiency of soybean in a Mediterranean-type soil. *Field Crops Research* 108: 126-132.
13. Chen, Z., Mackenzie, A. F., and Famous, M. A. 1992. Soybean nodulation and grain yield as influenced by N-fertilizer rate, plant population density and cultivar in southern Quebec. *Canadian Journal of Plant Science* 72: 1049-1056.
14. Dibert, E. J., Bigercyo, M., and Olson, R. A. 1979. Utilization of N₁₅ fertilizer by nodulating and nonnodulating soybean isolines. *Agronomy Journal* 71:715-723.
15. Eaglesham, A. R. J., Hassouna, S., and Seegers, R. 1983. Fertilizer-N effects on N₂ fixation by cowpea and soybean. *Agronomy Journal* 75:61-66.
16. Gething, P. A. 1986. Improving returns from nitrogen fertilizer, the potassium- nitrogen partnership. IPI Research Topics, No. 13. Switzerland.
17. Grove, J. H., Thom, W.O., Murdock, L. W., and Herbek, J. H. 1987. Soybean response to available potassium in three silt loam soils. *Soil Science* 51:1231-1238.
18. Ham, G. E., Liener, I. E., Evans, S. D., Frazier, R. D., and Nelson, W. W. 1975. Yield and composition of soybean seeds as affected by N and S fertilization. *Agronomy Journal* 67:293-297.
19. Marschner, H. 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press. Second Edition. London.
20. Mengel, K., and Braunchweig, L. C. V. 1972. The effect of soil moisture on the availability of potassium and its influence on the growth of young maize plants. *Soil Science* 114:142-148.
21. Morrison, M. J., Voldeng, H. D., and Cober, E. R. 1999. Physiological changes from 58 years of genetic improvement of short-season soybean cultivars. *Canadian Agronomy Journal* 91:685-689.
22. Morrison, M. J., Voldeng, H. D., and Cober, E. R. 2000. Agronomic changes from 58 years of genetic improvement of short-season soybean cultivars. *Canadian Agronomy Journal* 92: 780-784.
23. Nohara, T., Nakayama, N., Takahashi, M., Maruyama, S., Shimada, S., and Arihara, J. 2005. Cultivar differences in dependence of nitrogen fixation of soybeans in the field with a high soil nitrate level determined by the relative ureide abundance method. *Japanese Journal of Crop Science* 3:316-324.

24. Osborne, S. L., and Riedell, W. F. 2006. Starter nitrogen fertilizer impact on soybean yield and quality in the northern great plains. *Agronomy Journal* 98:1569-1574.
25. Rao, M. S. S., Mullinix, B. G., Rangappa, M., Cebert, E., Bhagsari, A. S., Sapra, V. T., Joshi, J. M., and Dadson, R. B. 2002. Genotype - environment interactions and yield stability of food-grade soybean genotypes. *Agronomy Journal* 94:72-80.
26. Ray, J. D., Heatherly, L. G., and Fritschi, F. B. 2005. Influence of large amounts of nitrogen on nonirrigated and irrigated soybean. *Crop Science* 46:52-60.
27. Scharder, L. E., and Briskin, P. 1989. *Mineral Nutrition of Soybeans*. University of Illinois, Urbana, USA.
28. Schmidte, P. J., Michael, A., Randall, W., and Lamb, J. A. 2000. Swin manure application to nodulating and nonnodulating soybean. *Agronomy Journal* 92:987-992.
29. Sorensen, R. C., and Penas, E. J. 1978. Nitrogen fertilization of soybeans. *Agronomy Journal*. 70:213-216.
30. Starling, M. E., Wood, C. W., and Weaver, D. B. 1998. Starter nitrogen and growth habit effects on late-planted soybean. *Agronomy Journal* 90:658-662.
31. Syverud, T. D., Walsh, L. M., Oplinger, E. S., and Kelling, K. A. 1980. Foliar fertilization of soybean (*Glycine max L.*). *Commun. Soil Science* 11:637-651.
32. Taylor, R. S., Weaver, D. B., Wood, C. W., and Santen, E. V. 2005. Nitrogen application increases yield and early dry matter accumulation in late-planted soybean. *Crop Science* 45:854-858.
33. Touchton, J. T., and Rickerl, D. H. 1986. Soybean growth and yield response to starter fertilizers. *Soil Science* 50:234-237.
34. Varco, J. J. 1999. Nutrition and fertility requirements. P. 53-70. In L.G. Heatherly and H.F. Hodges (eds.): *Soybean Production in the Mid-south*. CRC Press, Boca Raton, FL.
35. Weber, C. R. 1966. Nodulating and nonnodulating soybean isolines: II. Response to applied nitrogen and modified soil conditions. *Agronomy Journal* 58:46-49.
36. Wesley, T. L., Lamond, Martin, V. L., and Duncan, S. R. 1998. Effects of late-season nitrogen fertilizer on irrigated soybean yied and composition. *Journal of Productive Agriculture* 11:331-336.
37. Wood, C. W., Torbert, H. A., and Weaver, D. B. 1993. Nitrogen fertilizer effects on soybean growth, yield, and composition. *Journal of Productive Agriculture* 6:354-360.