نشریه علمی ـ پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد یازدهم، شماره ۲(۴۲)، تابستان ۱۳۹۶، صفحه ۳۶۲-۳۴۵

بهبود عملکرد سویا (*Glycine max* L.) با محلول‌پاشی اوره در مراحل رشدی

محمود توحیدی [۱*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۵/۱۷ **تاریخ بازنگری: ۱۳۹۵/۱۱/۲۲** **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۲/۷**

چکیده

به منظور بررسی اثر محلول‌پاشی نیتروژن در مراحل مختلف رشد سویا، این آزمایش در تابستان سال ۱۳۹۳ در شهرستان شوش، شمال استان خوزستان به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. تیمارهای آزمایش در چهار سطح کودی شامل شاهد (بدون محلول‌پاشی نیتروژن)، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از منبع کود اوره (۴۶ درصد نیتروژن خالص) به‌عنوان کرت اصلی و زمان محلول‌پاشی در مراحل مختلف رشد در سه سطح شامل مرحله رویشی، مرحله گلدهی و مرحله غلاف‌دهی به‌عنوان کرت فرعی بودند. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های آماری نشان داد که صفات مورد بررسی در این آزمایش از قبیل شاخص سطح برگ، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، درصد و عملکرد پروتئین در واکنش به تیمارهای محلول‌پاشی نیتروژن، مراحل مختلف رشد و برهمکنش سطوح مختلف محلول‌پاشی نیتروژن در مراحل مختلف رشد، تحت تاثیر معنی‌داری قرار گرفتند. درصد روغن و عملکرد روغن فقط تحت تاثیر تیمارهای میزان محلول‌پاشی نیتروژن و مراحل مختلف رشد اثر معنی‌دار شد در حالی که اثر برهمکنش سطوح مختلف محلول‌پاشی نیتروژن و مراحل مختلف رشد بر درصد و عملکرد روغن معنی‌دار نبود. در این آزمایش محلول‌پاشی نیتروژن عملکرد دانه را افزایش داد، به طوری‌که بیشترین میزان عملکرد دانه با ۲۴۶۶ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌صورت محلول‌پاشی در مرحله‌ی رشد رویشی و کمترین میزان عملکرد دانه با ۱۲۹۵ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار شاهد (بدون محلول‌پاشی نیتروژن) در مرحله غلاف‌دهی بود. به طورکلی، نتایج نشان داد که تیمار ۵۰ کیلوگرم در هکتار به صورت محلول‌پاشی در مرحله‌ی رشد رویشی را می‌توان به عنوان بهترین گزینه مدیریت محلول‌پاشی نیتروژن برای سویا در نظر گرفت.

واژگان کلیدی: سویا، محلول‌پاشی، مرحله رشد، نیتروژن.

۱- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، واحد دزفول، دانشگاه آزاد اسلامی، دزفول، ایران.

* نگارنده‌ی مسئول mahmoodtohidi@yahoo.com

مقدمه

سویا (*Glycine max* L.) از قدیمی‌ترین گیاهان زراعی و یکی از منابع عمده تولید روغن و پروتئین گیاهی است (Khajehpour, 2007). نیتروژن عنصر ضروری برای گیاهان است به طوری‌که، هرگاه به صورت کود مورد استفاده قرار گیرد باعث افزایش تولید ماده خشک و عملکرد دانه می‌شود (Montemurro and Giorgio, 2005). از آنجا که ایران در منطقه خشک و نیمه‌خشک قرار گرفته است، مقدار مواد آلی خاک‌های آن پایین بوده و در نتیجه دارای سطوح پایین نیتروژن می‌باشند. اغلب گیاهان در این مناطق دچار کمبود نیتروژن بوده و تأمین نیتروژن از طریق کودهای شیمیایی و آلی ضروری است (Malakooti and Homaei, 2004). از آنجایی که کودهای شیمیایی نیتروژن نقش مهمی را در تولیدات گیاهی ایفا می‌کنند، بررسی میزان کاربرد آن برای هر محصول گیاهی از اهمیت بسزایی برخوردار است (Torbatynjad *et al*., 2002). محلول‌پاشی با عناصر غذایی یکی از روش‌های تغذیه گیاه است. گرچه برگ‌ها و سایر اندام‌های هوایی به خوبی می‌توانند مواد غذایی را به صورت گاز (گاز کربنیک، اکسیژن، انیدرید سولفورو) از طریق روزنه‌ها جذب کنند، ولی جذب مواد غذایی به صورت یون از محلول محدود می‌باشد زیرا سلول‌های اپیدرمی خارجی برگ با کوتیکول پوشیده شده است. اوره تنها کود نیتروژنه است که از آن می‌توان به صورت تغذیه برگی استفاده نمود. از آنجا که نیتروژن اضافه شده به خاک می‌تواند از طریق آبشویی و یا تصعید از دسترس گیاه خارج شود عرضه نیتروژن از خاک، ریشه‌ها، گره‌ها یا ساقه‌ها به خاطر تنش‌های محیطی یا پیری محدود می‌شود، پاشیدن اوره به‌عنوان منبع نیتروژن بر روی شاخ و برگ گیاه می‌تواند عامل مؤثری در افزایش کیفیت و احتمالاً کمّیت گیاهان باشد (Borjian and Emam, 2000). مزیتی که محلول‌پاشی نیتروژن می‌تواند به‌عنوان تکمیل کننده کود مصرف شده در خاک داشته باشد جذب و انتقال سریع و کارآمد نیتروژن به‌وسیله گیاه با بیش از ۸۰ درصد بازیافت از نیتروژن مصرف شده می‌باشد (Abbas Dokht and Marvie, 2005). جذب کافی نیتروژن به‌وسیله گیاه موجب افزایش پروتئین و درشتی میوه و دانه می‌شود. هر چه غلظت نیتروژن در برگ‌ها افزایش یابد، شدت کربن‌گیری را زیادتر می‌کند. زیرا نیتروژن غیر از آن که به صورت پروتئین در گیاه وجود دارد، عنصر اصلی تشکیل دهنده کلروفیل نیز می‌باشد که عامل اساسی در کربن‌گیری است (Mengel and Kirkby, 2001). کاربرد کود نیتروژن در کشت دیر هنگام سویا، موجب بهبود عملکرد می‌شود (Taylor *et al*., 2005). فراهم بودن شرایط مطلوب محیط مانند نور، رطوبت و عناصر غذایی به خصوص در فاز زایشی گیاه، باعث می‌شود که گیاه مواد فتوسنتزی بیشتری را تولید نموده و با تخصیص این مواد به بخش‌های زایشی عملکرد دانه را به طور مستقیم افزایش دهد (Turk *et al*., 2003). کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن در مقایسه با تیمار شاهد (عدم مصرف کود اوره) منجر به افزایش ۲۸ درصدی عملکرد دانه سویا شد. در واقع عملکرد دانه و تعداد غلاف در گره تحت تأثیر تیمار نیتروژن قرار گرفت (Hatami *et al*., 2009). اسبورن و ریدل (Osborne and Riedell, 2006) افزایش عملکرد دانه سویا را در اثر افزایش مقدار کود نیتروژن، گزارش کردند. به نظر می‌رسد که در صورت فراهم بودن نیتروژن در زمان مناسب رشد به دلیل ایجاد

پوشش گیاهی مطلوب و توسعه سطح سبز گیاه، قابلیت انجام فتوسنتز و ذخیره مواد فتوسنتزی در دانه افزایش یافته و دانه‌های سنگین‌تری تولید می‌شود (Angadi *et al*., 2003). کوشال و همکاران (Kaushal *et al*., 2006) گزارش نمودند که استفاده از کود نیتروژن با قابلیت رهاسازی آهسته، رشد اندام‌های هوایی سویا را تحریک نموده و موجب ایجاد شاخص سطح برگ بیشتر در مراحل زایشی، به ویژه در طی مرحلهٔ پر شدن دانه شده و نهایتاً عملکرد دانه را افزایش داد. کالیسکان و همکاران (Caliskan *et al*., 2008) نیز بیان نمودند که کاربرد کود آغازگر و سرک نیتروژن می‌تواند در بهبود رشد اولیه و عملکرد نهائی سویای تلقیح شده در خاک‌های مناطق مدیترانه‌ای (دارای بی‌کربنات و pH بالا) مفید باشد. کومودینی و همکاران (Kumudini *et al*., 2002) نشان دادند که افزایش شاخص سطح برگ در مراحل زایشی به‌ویژه در طی مرحله پر شدن دانه باعث افزایش عملکرد دانه می‌گردد. تحقیقات نشان می‌دهد که فرآیند 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. محلول‌پاشی سویا با کود نیتروژن، باعث افزایش عملکرد دانه، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن دانه و افزایش درصد پروتئین و کاهش درصد روغن دانه‌ها شد(Fatemi naghdeh and Soroushzadeh, 2002). تحقیقات مرشدی و نقیبی (Morshedi and Naghibi, 2001) نشان دادند که محلول‌پاشی اوره باعث افزایش وزن هزار دانه، تعداد دانه در خورجین، عملکرد دانه و روغن کلزا می شود. ونکاتش و باسو (Venkatesh and Basu, 2011) گزارش نمـــودند که محلول‌پاشی اوره (۲٪) در ۷۵ روز پس از کاشت موجب افزایش عملکرد دانه، اجزای عملکرد، اندازه دانه، سطح برگ، نیتروژن برگ، میزان پروتئین دانه، تعداد شاخه و تولید زیست توده در نخود شده است. خان و همکاران (Khan *et al*., 2009) بیان نمودند که محلول‌پاشی اوره (۴٪) باعث افزایش قابل توجهی در صفات تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، ارتفاع بوته و طول سنبله گردیـد. در این آزمایش محلول‌پاشی اوره (۴٪) جهت افزایش صفات کمّی و کیفی در مراحل پنجه‌زنی، طویل شدن ساقه و آبستنی گندم انجام شد و عملکرد دانه ۳۲ درصد نسبت به شاهد (بدون محلول‌پاشی) افزایش نشان داد. محلول‌پاشی اوره (۲ درصد) در مرحله گلدهی و ابتدای توسعه غلاف‌دهی سویا باعث افزایش وزن صد دانه (۵۰ درصد)، تعداد غلاف در بوته (۲۷/۲ درصد)، عملکرد دانه (۵۶/۹ درصد)، میزان پروتئین (۴۳/۹ درصد) و میزان روغن (۲۰/۹ درصد) نسبت به شاهد (بدون محلول‌پاشی) گردید (Naga Jyothi *et al*., 2013). شیرانی و همکاران (Shirani *et al*., 2015) بیـان نمـودند که محلول‌پاشی نیتروژن موجب افزایش عملکرد دانه، اجزای عملکرد و همچنین منجر به بهبود قابل ملاحظه‌ای در پروتئین دانه نخود گردید و از این لحـاظ می‌تـواند در بهبـــود رژیم غـــذایی مصرف‌کنندگان این محصول، نقش مهمی را ایفا نماید. امانی (Amany, 2007) گزارش نمود که محلـول‌پاشی اوره (۱٪) در مرحله گلـــدهی، غلاف‌دهی و پر شدن غلاف‌ها بر عملکرد دانه، اجزای عملکرد، تعداد شاخه و ارتفاع بوته نخود نسبت به شاهد اختلاف معنی‌داری نشان داد. طوسی‌کهل و همکاران (Tousikehal *et al*.,

2011) گزارش نمودند که محلول‌پاشی نیتروژن در زمان مناسب و مطابق با نیاز گیاه و در اواخر فصل رشد کلزا، باعث افزایش انتقال مجدد ماده خشک و عملکرد دانه و روغن می‌شود. بیشترین انتقال مجدد ماده خشک و عملکرد دانه در غلظت ۱۰ در هزار و در زمان ساقه‌رفتن+ قبل از گلدهی حاصل شد. افزایش تعداد خورجین در بوته، دلیل افزایش عملکرد دانه بیان شد. با توجه به اهمیت عنصر نیتروژن در تغذیه گیاهان زراعی، هدف از انجام این آزمایش بررسی اثر محلول‌پاشی مقادیر مختلف نیتروژن در مراحل رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در تابستان سال ۱۳۹۲ در شهرستان شوش واقع در شمال خوزستان، با عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۲۲دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۳۲ دقیقه شرقی با ارتفاع ۸۲ متر از سطح دریا اجرا گردید. این منطقه دارای اقلیم نیمه‌خشک با میانگین بارندگی حدود ۲۵۰ میلی‌متر و فاقد بارندگی تابستانه است. برای تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش، قبل از آماده سازی از عمق‌های صفر تا ۳۰ سانتی‌متری از ۵ نقطه نمونه برداری به‌عمل آمد. نمونه مرکب جهت بررسی خواص فیزیکی و شیمیایی و تعیین بافت خاک به آزمایشگاه ارسال شد که نتایج تجزیه خاک در جدول ۱ نشان داده شده است. آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام گرفت. تیمارهای آزمایش چهار سطح کودی شامل شاهد (بدون محلول‌پاشی نیتروژن)، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از منبع کود اوره (۴۶ درصد نیتروژن خالص) به‌عنوان کرت اصلی و زمان محلول‌پاشی در مراحل مختلف رشد در سه سطح شامل مرحله رویشی، مرحله گلدهی و مرحله غلاف‌دهی به‌عنوان کرت فرعی بودند. تعیین مراحل مختلف رشد رویشی و زایشی سویا بر طبق تقسیم بندی فهر و همکاران (Fehr *et al.*, 1971) انجام شد. نحوه‌ی محلول‌پاشی به این صورت انجام گرفت که روی تمام قسمت‌های بوته سویا قطرات محلول جاری شد به‌طوری‌که، اندام‌های هوایی خیس شدند. برای انجام محلول‌پاشی از سم‌پاش دستی که دارای حجمی حدود ۱۲ لیتر بود استفاده شد و فاصله نازل سم‌پاش از بوته‌ها ۴۰ حدود سانتی‌متری بود. در تیمار شاهد (بدون مصرف نیتروژن) به‌منظور ایجاد شرایط استاندارد در آزمایش از آب استفاده شد. هر کرت آزمایشی دارای پنج خط کشت به طول شش متر و فاصله فاروها در تمام تیمارها ۶۰ سانتی‌متر بود و بین کرت‌های اصلی و فرعی به ترتیب سه و دو خط بدون کشت و فاصله بین دو بلوک دو متر در نظر گرفته شد. عملیات کاشت با فاصله هر بوته روی خط کاشت ۱۰ سانتی‌متر در تاریخ ۱۳۹۳/۴/۲۵ با دست و از رقم سالند استفاده شد.

عملیات داشت شامل آبیاری (بر اساس نیاز گیاه)، وجین علف‌های هرز، و همچنین عملیات برداشت در تاریخ ۱۳۹۳/۸/۲۰ در مرحله‌ی رسیدگی فیزیولوژیک (قهوه‌ای شدن غلاف‌ها) به صورت دستی انجام شد. جهت تعیین عملکرد دانه و اجزای عملکرد با حذف حاشیه از ردیف‌های مربوط به عملکرد به میزان ۴/۸ متر مربع برداشت و پس از جداسازی غلاف‌ها و شمارش تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن هزار دانه و جدا نمودن دانه‌ها، تعیین شد. برای اندازه‌گیری شاخص سطح برگ در زمان ظهور گل‌ها از هر

واحد آزمایش ابتدا برگ‌های پنج بوته متوالی به طور جداگانه وزن شدند، سپس ۲۰ برگ به صورت تصادفی انتخاب و به وسیله سیلندری که مساحت آن مشخص است دوایری از این برگ‌ها جدا و وزن گردید و با مشخص شدن وزن و مساحت این دوایر از طریق یک تناسب، سطح برگ‌ها محاسبه و بر مساحت زمین تحت اشغال این پنج بوته تقسیم گردید. جهت تعیین عملکرد بیولوژیک، در برداشت نهایی اندام هوایی بوته‌هایی که عملکرد دانه‌ی آنها تعیین شده بود را توزین و نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل و به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سلسیوس خشک نموده و سپس وزن خشک کل بوته‌ها محاسبه و از مجموع آن با عملکرد دانه در واحد سطح، عملکرد بیولوژیک حاصل شد. شاخص برداشت از نسبت عملکرد دانه (اقتصادی) بر عملکرد بیولوژیک در واحد سطح به صورت درصد به‌دست آمد. درصد روغن در آزمایشگاه با دستگاه سوکسله و عملکرد روغن از حاصل‌ضرب عملکرد دانه در درصد روغن تعیین گردید. درصد پروتئین در آزمایشگاه با استفاده از دستگاه کجلدال و عملکرد پروتئین از حاصل‌ضرب عملکرد دانه در درصد پروتئین تعیین گردید. در نهایت داده‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار MSTATC و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که شاخص سطح برگ، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، درصد پروتئین و عملکرد پروتئین در واکنش به تیمارهای میزان محلول‌پاشی نیتروژن، مراحل مختلف رشد و برهمکنش آنها، معنی‌دار بودند اما درصد و عملکرد روغن فقط تحت تاثیر تیمارهای میزان محلول‌پاشی نیتروژن و مراحل مختلف رشد معنی‌دار شدند (جداول ۲، ۳ و ۴).

شاخص سطح برگ

مقایسه میانگین شاخص سطح برگ در برهمکنش کود نیتروژن و زمان محلول‌پاشی در مراحل مختلف رشد نشان داد که، بیشترین میزان با ۳/۸ به تیمار ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن در مرحله‌ی رشد رویشی و کمترین با ۲/۴ به تیمار شاهد (بدون محلول‌پاشی نیتروژن) در مرحله‌ی غلاف‌دهی تعلق یافت (جدول۵). در این آزمایش مشاهده گردید که محلول‌پاشی کود نیتروژن در مرحله‌ی رشد رویشی بیشترین و در مرحله‌ی غلاف‌دهی کمترین شاخص سطح برگ را داشت (جدول ۵). افزایش قابلیت دسترسی گیاه به عناصر غذایی به ویژه نیتروژن باعث افزایش رشد و فتوسنتز به دلیل افزایش سطح برگ گیاه و در نهایت افزایش عملکرد دانه می‌شود (Shoghi Kalkhoran *et al*., 2010). بازدهی انرژی نورانی در فتوسنتز به توزیع نور در داخل جامعه گیاهی بستگی دارد به‌طوری‌که، توزیع نور در تاج پوشش و جذب آن توسط برگ‌ها وقتی سایر عوامل محیطی محدود نباشند، یک عامل مهم در تولید محصول است که بستگی به توزیع فضایی برگ‌ها دارد (Jin *et al*., 2003). استفاده از کود نیتروژن با قابلیت رهاسازی آهسته، رشد اندام‌های هوایی سویا را تحریک نموده و موجب ایجاد شاخص سطح برگ بیشتر در مراحل زایشی، به‌ویژه در طی مرحله‌ی پر شدن دانه شده و نهایتاً عملکرد دانه را افزایش داد (Kaushal *et al*., 2006). بنابراین، می‌توان بیان کرد که محلول‌پاشی کود نیتروژن در مرحله‌ای از رشد گیاه که بتواند سطح برگ را سریع‌تر به حداکثر برساند، باعث حفظ

سطح سبز، افزایش در جذب تابش فعال فتوسنتزی، افزایش در تولید ماده خشک و در نهایت عملکرد بیشتر خواهد شد.

تعداد غلاف در واحد سطح

مقایسه میانگین تعداد غلاف در واحد سطح (متر مربع) در برهمکنش کود نیتروژن و زمان محلول‌پاشی در مراحل مختلف رشد نشان داد که، بیشترین تعداد با ۹۷۰ عدد به تیمار ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن در مرحله‌ی رشد رویشی و کمترین تعداد با ۵۷۳ عدد به تیمار شاهد (بدون محلول‌پاشی نیتروژن) در مرحله‌ی غلاف‌دهی تعلق یافت (جدول۵). نتایج نشان می‌دهد که محلول‌پاشی نیتروژن تا میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار، تعداد غلاف در واحد سطح (متر مربع) را افزایش و در مراحل رشد، هر چه در اوایل دوره رشد محلول‌پاشی نیتروژن اقدام شود گیاه به طور بهینه از آن جهت افزایش تعداد غلاف در بوته استفاده خواهد نمود. افزایش عملکرد دانه با محلول‌پاشی نیتروژن تا میزان ۶۰ کیلوگرم در هکتار، تعداد غلاف در بوته را به دلیل افزایش پتانسیل تعداد غلاف‌های بارور در گیاه افزایش داد (Soroush *et al*., 2014) و همچنین عبادی و همکاران (Ebadi *et al*., 2006) در آزمایشی بیان نمودند که کاربرد نیتروژن تا ۹۰ کیلوگرم در هکتار در مقایسه با ۳۰ کیلوگرم در هکتار تعداد غلاف در بوته را افزایش داد، اما در مقادیر بالاتر نیتروژن (۱۲۰کیلوگرم در هکتار) اثر معنی‌داری بر تعداد غلاف در بوته نداشت.

تعداد دانه در غلاف

مقایسه میانگین تعداد دانه در غلاف در برهمکنش کود نیتروژن و زمان محلول‌پاشی در مراحل مختلف رشد نشان داد که، بیشترین تعداد با ۳/۵ به تیمار ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن در مرحله‌ی رشد رویشی و کمترین تعداد با ۱/۷به تیمار شاهد(بدون محلول‌پاشی نیتروژن) در مرحله‌ی غلاف‌دهی تعلق یافت (جدول۵). نتایج نشان می‌دهد که با افزایش کود نیتروژن تا ۵۰ کیلوگرم در هکتار و در مرحله‌ی رشد رویشی تعـداد دانه در غلاف افزایش و پس از آن ثابت می‌ماند که حاکی از آن است که مصرف کود بیشتر از این مقدار و بعد از مرحله‌ی رشد رویشی صرف تولید تعداد دانه نمی‌شـود. بنـابراین محلول‌پاشی نیتروژن باعث افزایش رشد رویشی و زایشی و در نتیجه باعث بقای تعداد بیشتری از گل‌های بارور می‌شود و لذا تعداد دانه در غلاف افزایش یافته و باعث می‌گردد مواد فتوسنتزی تولید شده بیشتری نیز ذخیره و عملکرد دانه افزایش یابد. سروش و همکاران (Soroush *et al*., 2014) گزارش نمودند که اثر نیتروژن بر تعداد دانه در غلاف سویا در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار و محلول‌پاشی نیتروژن تا میزان ۹۰ کیلوگرم در هکتار می‌تواند باعث افزایش تعداد دانه در غلاف شود.

وزن هزار دانه

مقایسه میانگین وزن هزار دانه در برهمکنش کود نیتروژن و زمان محلول‌پاشی در مراحل مختلف رشد نشان داد که بیشترین میزان با ۱۴۱ گرم به تیمار ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن در مرحله‌ی رشد رویشی و کمترین میزان با ۱۱۲ گرم به تیمار شاهد (بدون محلول‌پاشی نیتروژن) در مرحله‌ی گل‌دهی تعلق یافت (جدول ۵). وزن هزاردانه به ژنتیک گیاه وابسته است اما در این آزمایش مشاهده گردید که محلول‌پاشی نیتروژن تا ۵۰ کیلوگرم در هکتار در مرحله‌ی رویشی موجب افزایش وزن دانه شده و سپس ثابت ماند. از آنجایی که کود نیتروژن موجب

افزایش تولید ماده خشک، شاخص سطح برگ و دوام سطح برگ می‌شود، می‌توان انتظار داشت که جذب نور خورشید و در نتیجه آسیمیلاسیون بیشتری صورت گرفته، بنابراین وزن هزار دانه با مصرف بیشتر نیتروژن افزایش می‌یابد. انگادی و همکاران (Angadi *et al*., 2003) بیان نمودند که وزن هزار دانه بیشتر در کنترل عوامل ژنتیکی بوده و شرایط محیطی کمتر آن را تحت تاثیر قرار می‌دهد، با این حال به نظر می‌رسد که در صورت فراهم بودن نیتروژن و در زمان مناسب آن به دلیل ایجاد پوشش گیاهی مطلوب و توسعه سطح سبز گیاه، قابلیت انجام فتوسنتز و ذخیره مواد فتوسنتزی در دانه افزایش یافته و دانه‌های سنگین‌تری تولید می‌شود. رسولی و همکاران (Rasoli *et al*., 2011) بیان نمودند که وزن دانه در غلاف و تعداد غلاف در بوته لوبیا حساس‌ترین جزء در بین اجزای عملکرد نسبت به تغییرات میزان مصرف نیتروژن بود. همچنین، در مقادیر بیشتر مصرف نیتروژن، به علت وجود پوشش گیاهی کافی، بخش قابل ملاحظه‌ای از تابش خورشیدی در مراحل اولیه رشد رویشی جذب شده و در نتیجه عملکرد که حاصل فتوسنتز، تجمع ماده خشک و انتقال آن به دانه می باشد، افزایش می‌یابد. علت این امر را می‌توان افزایش طول مراحل رشد رویشی و زایشی در اثر مصرف عناصر یاد شده دانست که باعث طولانی شدن دوره مؤثر پرشدن دانه و نیز بهبود سنتز و انتقال مواد فتوسنتزی به دانه‌های در حال رشد می‌شود (Salehin and Rahman, 2012).

عملکرد دانه

مقایسه میانگین عملکرد دانه در برهمکنش کود نیتروژن و زمان محلول‌پاشی در مراحل مختلف رشد نشان داد که بیشترین میزان با ۲۴۶۶ کیلوگرم در هکتار به تیمار ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن در مرحله‌ی رشد رویشی و کمترین میزان با ۱۲۹۵ کیلوگرم در هکتار به تیمار شاهد (بدون محلول‌پاشی نیتروژن) در مرحله‌ی غلاف-دهی تعلق یافت (جدول ۶). مشاهده شد که برهمکنش دو تیمار کود نیتروژن و مرحله رشد معنی‌دار گردید به عبارتی هر دو تیمار اثر خود را بر صفت عملکرد دانه نشان دادند. در این آزمایش محلول‌پاشی کود نیتروژن در مرحله رویشی باعث افزایش شاخص سطح برگ که خود باعث جذب بیشتر تابش نور خورشید و افزایش در آسیمیلاسیون و انتقال به سمت دانه‌ها و همچنین باعث افزایش اجزای عملکرد همچون افزایش تعداد غلاف در واحد سطح، تعداد دانه در غلاف و وزن هزاردانه گردیده و عملکرد دانه روند افزایشی را نشان داد. اسبورن و ریدل (Osborne and Riedell, 2006) افزایش عملکرد دانه سویا را در اثر افزایش مقدار کود نیتروژن، گزارش کردند. استفاده از کود نیتروژن با قابلیت رهاسازی آهسته، رشد اندام‌های هوایی سویا را تحریک نموده و موجب ایجاد شاخص سطح برگ بیشتر درمراحل زایشی، به ویژه در طی مرحلهٔ پر شدن دانه شده و نهایتاً عملکرد دانه را افزایش داد (Kaushal *et al*., 2006). فاجریا و بالیگار (Fageria and Baligar, 2005) بیان نمودند که محلول‌پاشی نیتروژن باعث افزایش رشد رویشی و زایشی و در نتیجه باعث بقای تعداد بیشتری از گل‌های بارور می‌شود. این موضوع باعث افزایش عملکرد دانه در مقادیر بالاتر نیتروژن می‌گردد، تولید کربوهیدارات‌ها و ذخیره آن در اندام‌های رویشی در دوره قبل از گلدهی و انتقال مجدد آن به دانه در حال نمو، نقش مهمی در تعیین عملکرد نهایی دارد. همچنین، چراغی و همکاران

(Cheraghi *et al*., 2011) بیان نمودند که حداکثر عملکرد دانه ماش از تیمار محلول‌پاشی نیتروژن در مراحل رشد سریع و گلدهی به‌دست آمد. نتایج حاکی است که محلول‌پاشی نیتروژن باعث بهبود رشد و عملکرد گیاهان می‌شود.

عملکرد بیولوژیک

مقایسه میانگین عملکرد بیولوژیک در برهمکنش کود نیتروژن و زمان محلول‌پاشی در مراحل مختلف رشد نشان داد که بیشترین میزان با ۷۳۷۹ کیلوگرم در هکتار به تیمار ۷۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن در مرحله‌ی رشد رویشی و کمترین میزان با ۴۳۳۸ کیلوگرم در هکتار به تیمار شاهد (بدون محلول‌پاشی نیتروژن) در مرحله‌ی غلاف‌دهی تعلق یافت (جدول ۶). نیتروژن یکی از عناصر غذایی اساسی در کنترل زیست توده و عملکرد از طریق اثر بر شاخص سطح برگ جهت دریافت نور خورشید و ظرفیت فتوسنتزی به ازای واحد سطح برگ می‌باشد. با محلول‌پاشی اوره در زمان گلدهی، نیتروژن مورد نیاز گیاه تامین شده و سرعت فتوسنتز برگ‌ها بیشتر شده و در نتیجه تولید ماده خشک افزایش می‌یابد (Koocheki and Sarmadnia, 2005). کمبود نیتروژن از رشد گیاه تا حد زیادی می‌کاهد و رفع کمبود آن در واکنش‌های ظاهری و نمو گیاه مشهود است (Hay and Porter, 2006). همچنین، کالیسکان و همکاران (Caliskan *et al*., 2008) بیان نمودند که تامین نیتروژن مورد نیاز گیاه طی دوره رشد دانه، موجب تحریک رشد اندام‌های هوایی گشته و شاخص سطح برگ بالاتری در طی مرحله‌ی زایشی ایجاد می‌شود که باعث افزایش بیوماس و شاخص سطح برگ می‌گردد.

شاخص برداشت

مقایسه میانگین شاخص برداشت در برهمکنش کود نیتروژن و زمان محلول‌پاشی در مراحل مختلف رشد نشان داد که بیشترین مقدار با ۳۵/۹ درصد به تیمار ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن در مرحله‌ی گلدهی و کمترین مقدار با ۲۹/۹ درصد به تیمار شاهد (بدون محلول‌پاشی نیتروژن) در مرحله‌ی غلاف‌دهی تعلق داشت (جدول ۶). شاخص برداشت نشان‌دهنده انتقال ماده خشک به قسمتی از گیاه است که برداشت می‌شود به عبارتی بیانگر میزان انتقال مواد آلی ساخته شده از منبع به مخزن می‌باشد، بدیهی است که هر چه مقدار مواد فتوسنتزی بیشتری از اندام‌های سبز گیاه به دانه‌ها منتقل شود سهم وزن دانه از کل گیاه افزایش می‌یابد (Rahimiyan and Bannayan, 1997). در این آزمایش در اثر افزایش کود نیتروژن و محلول‌پاشی در مرحله‌ی رویشی به‌دلیل بهینه شدن شاخص سطح برگ و در نتیجه افزایش عملکرد دانه، شاخص برداشت نیز روند افزایشی نشان داد. کاربرد کود نیتروژن، موجب افزایش رشد رویشی و عملکرد دانه لوبیا شد و این افزایش عملکرد نیز موجب بالا رفتن شاخص برداشت گردید (Kocon, 2003).

درصد پروتئین

مقایسه میانگین درصد پروتئین در برهمکنش کود نیتروژن و زمان محلول‌پاشی در مراحل مختلف رشد نشان داد که بیشترین مقدار با ۳۳ درصد به تیمار ۷۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن در مرحله‌ی رشد رویشی و کمترین مقدار با ۲۵ درصد به تیمار شاهد (بدون محلول‌پاشی نیتروژن) در مرحله‌ی غلاف‌دهی تعلق داشت (جدول ۶). کاربرد محلول‌پاشی نیتروژن در این آزمایش اثر مثبت را بر درصد پروتئین دانه نشان

می‌دهد. مرشد و همکاران (Morshed *et al.*, 2008) بیان نمودند که میزان پروتئین دانه سویا با افزایش مصرف نیتروژن افزایش یافت. گزارش شده است که نیتروژن، جذب سایر عناصر غذایی را افزایش داده و موجب بالا رفتن محتوی پروتئین دانه ماش می‌شود (Sultana *et al.*, 2009).

عملکرد پروتئین

مقایسه میانگین عملکرد پروتئین در برهمکنش کود نیتروژن و زمان محلول‌پاشی در مراحل مختلف رشد نشان داد که بیشترین میزان با ۸۰۸ کیلوگرم در هکتار به تیمار ۷۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن در مرحله‌ی رشد رویشی و کمترین میزان با ۳۲۳ کیلوگرم در هکتار به تیمار شاهد (بدون محلول‌پاشی نیتروژن) در مرحله‌ی غلاف‌دهی تعلق یافت (جدول ۶). صادقی‌پور و منعم (Sadeghipour and Monem, 2009) بیان نمودند که با افزایش کاربرد نیتروژن در ماش، عملکرد پروتئین دانه نیز افزایش یافت.

درصد روغن

مقایسه میانگین درصد روغن در تیمار کود نیتروژن نشان داد که بیشترین میزان با ۲۴/۳ درصد به تیمار ۲۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و کمترین با میزان ۱۷/۷ درصد به تیمار ۷۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن تعلق یافت (جدول ۷). بیشترین درصد روغن با ۲۲/۶ درصد به زمان محلول‌پاشی در مرحله رویشی و کمترین مقدار آن با ۲۱ درصد به زمان محلول‌پاشی در مرحله غلاف‌دهی تعلق داشت (جدول ۸). یکی از مهم‌ترین خصوصیات کیفی در سویا درصد روغن دانه آن است که علاوه بر خصوصیت ژنتیکی به مدیریت عناصر غذایی مانند نیتروژن بستگی دارد. رابطه میزان پروتئین و روغن دانه معکوس می‌باشد، یعنی با افزایش یکی از آنها دیگری معمولاً کاهش می‌یابد (Cober and Voldeng, 2000). در این آزمایش مشاهده گردید که با افزایش نیتروژن درصد روغن در دانه سویا سیر نزولی داشت. همچنین، کاربرد نیتروژن در زمان مناسب و مطابق با نیاز گیاه و در فصل رشد رویشی سویا، باعث افزایش درصد روغن دانه شد. میزان دسترسی گیاه به نیتروژن نقش مهمی در محتوی نیتروژن دانه داشت و کمبود نیتروژن موجب کاهش درصد نیتروژن تجمع یافته در دانه نسبت به سایر مواد فتوسنتزی و ذخیره‌ای در آن می‌شود (Mohammdzadeh *et al.*, 2012).

عملکرد روغن

مقایسه میانگین عملکرد روغن در تیمار کود نیتروژن نشان داد که بیشترین میزان با ۴۸۴ کیلوگرم در هکتار به تیمار ۵۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن با ۳۱۸ کیلوگرم در هکتار به تیمار شاهد (بدون مصرف) تعلق یافت (جدول ۷). بیشترین عملکرد روغن با ۴۵۵ کیلوگرم در هکتار به زمان محلول‌پاشی در مرحله رویشی و کمترین آن با ۳۵۱ کیلوگرم در هکتار به زمان محلول‌پاشی در مرحله غلاف‌دهی تعلق داشت (جدول ۸). بررسی‌ها نشان می‌دهد که اگرچه مصرف زیاد نیتروژن ممکن است میزان روغن دانه را کاهش دهد، لیکن افزایش محصول دانه از طریق افزایش تعداد خورجین در واحد سطح کلزا که ناشی از مصرف نیتروژن است، معمولاً بیشتر از آنکه این کاهش را جبران نماید، موجب افزایش عملکرد روغن می‌شود (Daneshmand *et al.*, 2008).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که محلول‌پاشی کود نیتروژن در مرحله‌ی رشد رویشی باعث افزایش برخی از صفات مطلوب فیزیولوژیکی همچون شاخص سطح برگ، عمکرد

بیولوژیک و در نهایت باعث بیشتر شدن عملکرد اقتصادی، تعداد غلاف در واحد سطح، تعداد دانه در غلاف، وزن هزار دانه، درصد و عملکرد روغن، درصد و عملکرد پروتئین گردید. بیشترین میزان عملکرد دانه با ۲۴۶۶ کیلوگرم در هکتار به تیمار ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن در مرحله‌ی رشد رویشی و کمترین میزان با ۱۲۹۵ کیلوگرم در هکتار به تیمار شاهد (بدون محلول‌پاشی نیتروژن) در مرحله‌ی غلاف‌دهی حاصل گردید. همچنین، نتیجه‌گیری شد که تحت شرایط این آزمایش درصد و عملکرد روغن و درصد و عملکرد پروتئین دانه‌های سویا تحت تاثیر کاربرد نیتروژن قرار گرفت، با افزایش میزان نیتروژن، درصد پروتئین نیز افزایش یافته، ولی درصد روغن روند نزولی داشت. افزایش عملکرد دانه در هکتار منجر به افزایش عملکرد روغن و پروتئین در هکتار گردید. بنابراین با وجود قابلیت تثبیت بیولوژیک نیتروژن برای گیاه سویا، افزودن کود نیتروژن می‌تواند نقش مهمی در تقویت سبزینه گیاه و تولید بیشتر دانه در واحد سطح داشته باشد.

جدول ۱ - برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1- Some physiochemical soil characteristics of experimental site

عمق خاک Depth(cm)	**پتاسیم** K(p.p.m)	**فسفر** P(p.p.m)	**نیتروژن** N(p.p.m)	**هدایت الکتریکی** EC($ds.m^{-1}$)	pH	**کربن آلی** O.C(%)	**بافت خاک** Texture
0-30	145	6.39	9	1.3	7.74	0.30	**سیلتی رسی لومی** Silty clay loam

جدول ۲- تجزیه واریانس محلول‌پاشی نیتروژن و مراحل مختلف رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه

Table 2- Analysis of variance for foliar nitrogen application and different growth stages on yield and grain yield components

منابع تغییرات S.O.V.	**درجه آزادی** df	**شاخص سطح برگ** leaf area index	**تعداد غلاف در واحد سطح** number pod per area unit	**تعداد دانه در غلاف** number grain per pod	**وزن هزار دانه** Grain thousand weight
تکرار Replication	2	0.02^{ns}	265^{ns}	0.037^{ns}	18^{ns}
نیتروژن Nitrogen	3	1.77**	235503**	1.7**	1165**
خطای آزمایش Error	6	0.003	8.15	0.004	4.86
مراحل رشد Growth stages	2	0.49**	46564**	3.88**	81**
نیتروژن× مراحل رشد Nitrogen× Growth stages	6	0.08**	6232**	0.41**	9.44*
خطای آزمایش Error	16	0.001	30.8	0.004	3.2
ضریب تغییرات CV (%)		6.9	7.2	5.7	4.1

ns، * ، ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns, *,**: non-significant and significant at 5 and 1% probability levels, respectively

جدول ۳- تجزیه واریانس محلول‌پاشی نیتروژن و مراحل مختلف رشد بر شاخص سطح برگ، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت

Table 3- Analysis of variance for foliar nitrogen application and different growth stages on leaf area index, biologic yield and harvest index

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیک biologic yield	شاخص برداشت harvest index
تکرار Replication	2	6713^{ns}	3608^{ns}	11.2^{ns}
نیتروژن Nitrogen	3	2122861**	3981684**	207.4**
خطای آزمایش Error	6	238	3912	1.75
مراحل رشد Growth stages	2	351346**	1174358**	30.5**
نیتروژن× مراحل رشد Nitrogen× Growth stages	6	32260**	207817**	18**
خطای آزمایش Error	16	859	2031	2.81
ضریب تغییرات CV (%)		5.8	8.1	4.3

ns، * ، ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns, *,**: non-significant and significant at 5 and 1% probability levels, respectively

جدول ۴- تجزیه واریانس محلول‌پاشی نیتروژن و مراحل مختلف رشد بر درصد روغن، عملکرد روغن، درصد پروتئین و عملکرد پروتئین

Table 4- Analysis of variance for foliar nitrogen application and different growth stages on oil percent, oil yield, protein percent and protein yield

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	درصد روغن oil percent	عملکرد روغن oil yield	درصد پروتئین Protein percent	عملکرد پروتئین Protein yield
تکرار Replication	2	0.36^{ns}	9615^{ns}	0.027^{ns}	10718^{ns}
نیتروژن Nitrogen	3	87.4**	4241972**	55**	6100765**
خطای آزمایش Error	6	0.25	560	1.58	781
مراحل رشد Growth stages	2	8.77**	562151**	52.1**	673245**
نیتروژن× مراحل رشد Nitrogen× Growth stages	6	0.88^{ns}	53370^{ns}	5.22**	61003**
خطای آزمایش Error	16	0.9	1050	1.4	1135
ضریب تغییرات CV (%)		4.3	4.9	4.7	5.6

ns، * ، ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns, *,**: non-significant and significant at 5 and 1% probability levels, respectively

جدول ۵- مقایسه میانگین برهمکنش نیتروژن و مراحل رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه

Table 5- Mean comparison for interaction of nitrogen and growth stages on yield and grain yield components

نیتروژن Nitrogen (kg/ha)	مراحل رشد Growth stages	شاخص سطح برگ Leaf area index	تعداد غلاف در واحد سطح number pod per area unit	تعداد دانه در غلاف number grain per pod	وزن هزاردانه Grain thousand Weight(g)
شاهد control	رویشی Vegetative	2.56 f	589 e	1.8 ef	115 d
	گلدهی Flowering	2.46 f	582 e	1.9 e	112 e
	غلاف‌دهی Podding	2.56 f	573 e	1.73 f	112 e
25	رویشی Vegetative	2.96 de	740 bc	3.26 b	126 c
	گل‌دهی Flowering	2.83 e	701 c	2.23 d	120 cd
	غلاف دهی Podding	2.53 f	647 d	1.8 ef	119 cd
50	رویشی Vegetative	3.66 b	970 a	3.56 a	141 a
	گل‌دهی Flowering	3.26 cd	957 a	2.53 c	136 b
	غلاف دهی Podding	3.20 cd	791 b	2.1 d	134 b
75	رویشی Vegetative	3.83 a	968 a	3.56 a	140 a
	گل‌دهی Flowering	3.30 c	959 a	2.53 c	135 b
	غلاف‌دهی Podding	3.10 d	795 b	2.1 d	135 b

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار است

Mean with the same letters in each column indicate dont have significant different.

جدول ۶- مقایسه میانگین برهمکنش نیتروژن و مراحل رشد بر شاخص سطح برگ، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، درصد پروتئین و عملکرد پروتئین

Table 6- Mean comparison for interaction of nitrogen and growth stages on leaf area index, biologic yield, harvest index, Protein percent and Protein yield

نیتروژن Nitrogen (kg/ha)	مراحل رشد Growth stages	عملکرد دانه Grain yield (kg/ha	عملکرد بیولوژیک Biologic yield (kg/ha)	شاخص برداشت Harvest index (٪)	درصد پروتئین Protein percent	عملکرد پروتئین Protein yield (kg/ha)
شاهد control	رویشی Vegetative	1333 f	4389 e	30.4 e	27 d	352 e
	گلدهی Flowering	1306 f	4342 e	30.1 e	25.3 e	337 ef
	غلاف‌دهی Podding	1295 f	4338 e	29.9 e	25 e	323 f
25	رویشی Vegetative	1816 d	5452 c	33.3 d	28.3 d	513 c
	گل‌دهی Flowering	1580 e	5073 cd	31.1 e	27.3 d	431 d
	غلاف‌دهی Podding	1343 f	4556 d	29.5 e	24.6 e	330 f
50	رویشی Vegetative	2466 a	7379 a	33.4 bc	32.6 ab	803 a
	گل‌دهی Flowering	2303 b	6413 b	35.9 a	32 b	736 b
	غلاف‌دهی Podding	2050 c	5993 b	34.2 b	27 d	553 c
75	رویشی Vegetative	2451 a	7451 a	32.9 bc	33 a	808 a
	گل‌دهی Flowering	2303 b	6526 b	35.3 ab	31 c	713 b
	غلاف‌دهی Podding	2016 c	5996 b	33.6 ab	27.3 d	550 c

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار است

Mean with the same letters in each column indicate dont have significant different.

جدول ۷- مقایسه میانگین تیمار نیتروژن بر درصد روغن و عملکرد روغن

Table 7- Mean comparison for nitrogen of treatment on oil percent and oil yield

نیتروژن Nitrogen (kg/ha)	**درصد روغن** Oil percent (%)	**عملکرد روغن** Oil yield (kg/ha)
شاهد (control)	24.1 a	318 c
25	24.3 a	383 b
50	21.2 b	484 a
75	17.7 c	399 b

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار است

Mean with the same letters in each column indicate dont have significant different.

جدول ۸- مقایسه میانگین تیمار مراحل رشد بر درصد روغن و عملکرد روغن

Table 8- Mean comparison for growth stages of treatment on oil percent and oil yield

مراحل رشد Growth stages	**درصد روغن** Oil percent (%)	**عملکرد روغن** Oil yield (kg/ha)
رویشی Vegetative	22.6 a	455 a
گلدهی Flowering	22.1 ab	413 b
غلاف‌دهی Podding	21 b	351 c

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار است

Mean with the same letters in each column indicate dont have significant different.

References منابع مورد استفاده

- Abbas Dokht, H., and H. Marvie. 2005. Effect nitrogen of foliar application on yield and yield components of weath. *Iranian Journal of Agriculture Science*. 6: 1325-1331. (In Persian).
- Amany, A. 2007. Effect of plant density and urea foliar application on yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*. 3(4): 220-223.
- Angadi, S.V., H.W. Cufprth., B.B. Mc Conkey, and Y. Gan. 2003. Yield adjustment by canola grown at different plant population under semiarid conditions. *Crop Science*. 43: 1358-1360.

- Borjian, A., and Y. Emam. 2000. Effect pre-anthesis urea foliar application on yield and yield components and grain protein percent of two winter wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. *Iranian Journal of Crop Science*. 1: 23-29. (In Persian).
- Caliskan, S., I. Ozakaya, M.E. Caliskan, and M. Arslan. 2008. The effects of nitrogen and iron fertilization on growth, yield and fertilizer use efficiency of soybean in a Mediterraneantype soil. *Field Crops Research*. 108: 126-132.
- Cheraghi, S., M. Rafiei, and A. Khorgami. 2011. The Effect of foliar application of nitrogen at different dates, and planting method on grain yield, and yield components of mung bean in the environmental conditions of Khoramabad. *Journal of Crop Physiology.* 9: 15-29. (In Persian).
- Cober E.R., and H.D. Voldeng. 2000. Developing high-protein, high-yield soybean population and lines. *Crop Science*. 40: 39-42.
- Daneshmand, A.R., A.H. Shirani-Rad, Gh. Noormohamadi, Gh. Zarei, and J. Daneshian. 2008. Effect of water stress and different levels of nitrogen fertilizer on seed yield and its components, nitrogen uptake and water use and nitrogen utility efficiency in two rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars. *Iranian Journal of Crop Sciences.* 10(3): 244-261. (In Persian).
- Ebadi, A., A. Tobe., H. Karbalaee Khiavi, and Z. Khodadoost. 2006. Effect of mineral nitrogen consuption on soybean yield and yield components in water deficit condition. *Pajouhesh and Sazandegi*. 71: 51-57. (In Persian).
- Fageria, N.K., and V.C. Baligar. 2005. Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. *Agronomy Journal*. 88: 97-185.
- Fatemi naghdeh, S.H., and A. Soroush zade. 2002. Investigate the effects of planting date and nitrogen foliar application and boron reproduction stages on oil and protein content in soybean. Seventh Iranian Agronomy and Plants Breeding Sciences Congres, Karaj. (In Persian).
- Fehr, W.R., C.E. Caviness, D.T. Burmood, and J.S. Pennington. 1971. Stage of development soybean descriptions for soybean. *Crop Science.* 1: 929-931.
- Hatami, H., A. Aeinehband, A. Soltani, and Gh.R. Dadkhah. 2009. Response of soybean varieties to fertilizer Nitrogen and potassium Application in North Khorasan. *Journals of New Agricultural Science*. 15: 13-23. (In Persian).
- Hay, R., and J. Porter. 2006. The physiology of crop yield. Blackwell Publishing. 314 P.
- Jin J., X.B. Liu, and G.H. Wang. 2003. Soybean canopy structure during reproductive stages under different populations. *System Science Comprehensive Student Agriculture*. 19: 124–128.
- Kaushal, T., M. Onda, S. Ito, A. Yamazaki, H. Fujikake, N. Ohtake, K. Sueyoshi, Y. Takahashi, and T. Ohyama. 2006. Effect of placement of slow- release fertilizer (Lime nitrogen) applied at different rates on growth, N_2 fixation and yield of soybean (*Glycine max). Journal of Agronomy and Crop Science*. 192: 417-426.

- Khajehpour, M.R. 2007. Industrial crops. *Isfahan University Press.* 564 pp. (In Persian).
- Khan, P., M.Y. Memon, M. Imtiaz, and M. Aslam. 2009. Response of wheat to foliar and soil application of urea at different growth stages. *Pakistan Journal of Botany*. 41(3): 1197-1204.
- Kocon, A. 2003. Effect of nitrogen utilization from urea applied in leaves and in soil by wheat and bean. *Acta Agrophysica.* 85: 55-63.
- Koocheki, A., and G.H. Sarmadnia. 2005. Physiology of crop plants. 400pp. (In Persian).
- Kumudini, S., D.J. Hume, and G. Chu. 2002. Genetic improvements in shortseason soybean, nitrogen accumulation, remobilization and partitioning. *Crop Science*. 24: 141–145.
- Malakooti, M.J., and M. Homaei. 2004. Fertility soils of arid regions (problems and solutions). Tarbiat Modares University Press. 518 pp. (In Persian).
- Mengel, K., and E.A. Kirkby. 2001. Principles of plant nutritions. *Kluwer Academic Publication*. 849 pp.
- Mohammadzadeh, A., N. Majnoon Hosseini, H. Moghadam, and M. Akbari. 2012. Effect of drought stress different levels and nitrogen on yield and yield components of red bean two genotypes. *Iranian Journal of Field Crop Science*. 43(1): 29-38. (In Persian).
- Montemurro, F., and D. Giorgio. 2005. Quality and nitrogen use efficiency of sunflower grown at different nitrogen levels under Mediterranean conditions. *Journal of Plant Natrition.* 28: 335-350.
- Morshed, R.M., M.M. Rahman, and M.A. Rahman. 2008. Effect of nitrogen on seed yield, protein content and nutrient uptake of soybean (*Glycine max* L.). *Journal of Agricuture Rural Development*. 6 (1&2): 13-17.
- Morshedi, A., and H. Naghibi. 2001. Effect of urea spray application on yield, yield components, oil and protein content of rape seed. 7th Iranian Soil Science Congress. 26- 29 Aug. ShahrKord University. (In Persian).
- Naga Jyothi, Ch., K. Ravichandra, and K. Sudhakara Babu. 2013. Effect of foliar supplementation of nitrogen and zinc on soybean (*Glycine max* L.) yield, quality and nutrient uptake. *Indian Journal of Dryland Agricultural Research and Development*. 28(2): 46-48.
- Osborne, S.L., and W.F, Riedell. 2006. Starter nitrogen fertilizer impact on soybean yield and quality in the northern great plains. *Agronomy Journal*. 98: 1569-1574.
- Rahimiyan, H., and M. Bannayan. 1997. Physiological Basics of plant breeding. University of Mashhad Press. 344 pp. (In Persian).
- Rasoli, N., H.R. Rosta, and M.H. Shamshiri. 2011. Green bean reaction to $NaHCO_3$ treatment affected nitrogen form evaluation. *Horticulture Science Journal*. 5(4): 434-442. (In Persian).

- Sadeghipour, A., and R. Monem. 2009. Effect nitrogen deficiency stress and Phosphorus on percent and mungbean seed protein yield. *Journal of Environmental Stresses and Plant Sciences.* 1(2): 159-167.
- Salehin, F., and S. Rahman. 2012. Effects of zinc and nitrogen fertilizer and their application method on yield and yield components of *Phaseolus vulgaris* L. *Agricultural Sciences Journal.* 3(1): 9-13.
- Shirani, B., M. Khodambashi, S. Fallah, and A. Danesh-Shahraki. 2015. Effects of foliar application of nitrogen, zinc and manganese on yield, yield components and grain quality of chickpea in two growing seasons. *Journal of Crop Production and Processing*. 5(16): 143-152. (In Persian).
- Shoghi Kalkhoran, S., A. Ghalavand, S.A.M. Modarres-Sanavy, and P. Akbari. 2010. Effect of nitrogen fertilizer and bio fertilizer application on yield and quality of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Iranian Journal of Crop Sciences*. 12 (4) 467-481. (In Persian).
- Soroush, M., M. Ashori, and E. Amiri. 2014. Effect of foliar application of nitrogen and zinc on the yield and yield components of soybeans. *Journal of Plant Ecophisiology*. 19: 18-29. (In Persian).
- Sultana, S., J. Ullah, F. Karim, and A. Asaduzzaman. 2009. Response of mungbean to integrated nitrogen and weed managements. *American-Eurasian Journal of Agronomy.* 2(2): 104-108.
- Taylor, R.S., D.B. Weaver, C.W. Wood, and E.V. Santen. 2005. Nitrogen application increases yield and early dry matter accumulation in late-planted soybean. *Crop Science.* 45: 854-858.
- Torbatynjad, N., V. Chaichi, and S. Sharif. 2002. Effect of nitrogen levels on yield and yield components of three sorghum cultivars in Gorgan region. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources.* 2: 205-219. (In Persian).
- Tousikehal, P., M. Esfahani, M. Rabiei, and B. Rabiei. 2011. Effect of concentration and timing of application of supplementary nitrogen fertilizer on dry matter remobilization, grain yield and yield components of rapeseed (*Brassica napus* L.) cv. Hayola 401. *Iranian Journal of Crop Sciences*. 13(2): 352-367. (In Persian).
- Turk, M.A., A.M. Tawaha, and M.K.J. El-Shatnawi. 2003. Response of lentil(*Lens culinaris* M.) to plant density , sowing date, phosphorus fertilization and ethephon application in the absence of moisture stress. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 189(1):1-6.
- Venkatesh, M.S., and P.S. Basu. 2011. Effect of foliar application of urea on growth, yield and quality of chickpea under rainfed conditions. *Journal of Food Legumes*. 24(2): 110-112.

Improvement of Soybean (*Glycine max* L.) Yield with Urea Foliar Application at Growth Stages

Mahmood Tohidi [1*]

Received: August 2016 , Revised: 11 February 2017, Accepted: 26 February 2017

Abstract

To investigate the effects of nitrogen foliar application at different growth stages of soybean on the yield and yield components this experiment was performed in Shush, north of Khuzestan, Iran, during growing season of 2014. The experiment was in split plot based on randomized complete block design with three replications. Experimental treatments consisted of four levels of nitrogen fertilizer foliar applications as control (no nitrogen foliar application), 25, 50 and 75 kg/ha pure nitrogen from urea source (46% pure nitrogen) assigned to the main plots and spraying times in three levels, at vegetative stage, flowering stage and podding stage to the subplots. Results showed that the effects of nitrogen foliar application on traits measured in this experiment like leaf area index, number of pod per plant, number of seeds per pod, thousand seed weight, seed yield, biologic yield, harvest index, protein percent and protein yield and also interaction of different levels of nitrogen foliar application and different growth stages, were significant. Oil percent and yield were only significant under the effect of nitrogen foliar application treatments at different growth stages while the interaction of different levels of nitrogen foliar application and different growth stages, were not significant. In this experiment nitrogen foliar application increased seed yield. The highest seed yield amounted to 2466 kg/ha when 50kg/ha of foliar nitrogen applied at vegetative growth stage and lowest seed yield amounted to 1295 kg/ha in the control treatment at the stage of podding. In general, results demonstrated that 50 kg/ha treatment could be considered as the best management option of nitrogen foliar application for soybean at vegetative growth stage.

Key words: Foliar, Growth stage, Nitrogen, Soybean.

1- Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Dezful Branch, Islamic Azad University, Dezful, Iran.
**** Corresponding Author:*** *mahmoodtohidi@yahoo.com*