اثر نیتروژن استارتر و محلول‌پاشی با متانول بر گره‌زایی و عملکرد کمی و کیفی سویا (*Glycine max* L.) در منطقه مغان

رئوف سید شریفی[1*] و فرزاد عادل ساربانلار[2]

۱ و ۲) گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

*نویسنده مسئول: **raouf_ssharifi@yahoo.com**

مقاله مستخرج از طرح پژوهشی است.

تاریخ دریافت:۱۴۰۲/۰۲/۰۹ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۵/۲۵**

چکیده

سویا (*Glycine max* L.) یکی از مهم‌ترین دانه‌های روغنی در جهان است. تولید دانه‌های روغنی وابستگی اساسی به نیتروژن معدنی دارد. گرچه تثبیت بیولوژیکی نیتروژن ایجاد شده توسط جنس‌های ریزوبیوم هزینه‌های تولید را کاهش داده و موجب پایداری بیش‌تر لگوم‌ها شده است، اما استفاده از نیتروژن استارتر به‌خصوص در خاک‌هایی با مواد آلی و نیتروژن کم‌تر، یکی از عوامل موثر در بهبود عملکرد، فرآیند تشکیل گره و فعالیت بالای باکتری ریزوبیوم در گیاه میزبان است. همچنین یکی از راه‌کارهای مهم برای افزایش غلظت CO_2 در گیاهان سه کربنه استفاده از ترکیباتی همچون متانول است که می‌تواند غلظت CO_2 در گیاه را افزایش دهد و به فتوسنتز و رشد گیاه کمک کند. از این رو به‌منظور ارزیابی اثر نیتروژن استارتر و محلول‌پاشی با متانول بر گره‌زایی، مولفه‌های پرشدن دانه و عملکرد کمی و کیفی سویا رقم آرین، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه‌ایی در پارس‌آباد مغان استان اردبیل در سال زراعی ۱۴۰۱ اجرا شد. فاکتورهای آزمایشی کاربرد متانول در سه سطح (محلول‌پاشی با آب به‌عنوان شاهد، کاربرد ۱۵ و ۳۰ درصد حجمی) و سه سطح نیتروژن استارتر (عدم استفاده به‌عنوان شاهد، کاربرد ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم نیتروژن استارتر در هکتار از منبع اوره) شامل می‌شدند. کاربرد مقادیر بالای نیتروژن استارتر (۵۰ کیلوگرم در هکتار) تعداد گره در بوته (۱۳۹ درصد)، تعداد نیام در بوته (۳۷ درصد)، شاخص برداشت (نه درصد)، طول دوره پر شدن دانه (هشت درصد) و محتوای اسیدهای چرب اولئیک، لینولئیک و لینولنیک را به‌ترتیب ۱۴/۷، ۱۶/۳ و ۲۰/۶ درصد در مقایسه با عدم کاربرد نیتروژن استارتر افزایش داد. هر چند که اختلاف آماری معنی‌داری در محتوای اسیدهای چرب غیر اشباع بین مقادیر ۲۵ تا ۵۰ کیلوگرم نیتروژن استارتر وجود نداشت. محلول‌پاشی ۳۰ درصد حجمی متانول تعداد گره در بوته (۱۵/۲ درصد)، تعداد نیام در بوته (۴۷ درصد)، شاخص برداشت (۱۲ درصد) و طول دوره پرشدن دانه (پنج درصد) را در مقایسه با عدم کاربرد متانول افزایش داد. همچنین حداکثر وزن خشک گره (۰/۴۷۳ گرم در بوته)، ارتفاع بوته (۸۵/۵ سانتی‌متر)، تعداد دانه در بوته (۴۸/۷)، سرعت پرشدن دانه (۰/۰۰۵۲۵ گرم در بوته)، دوره موثر پر شدن دانه (۳۵/۵۳ روز) و عملکرد دانه (۲۴۲/۶ گرم در مترمربع) در کاربرد مقادیر بالایی از نیتروژن استارتر و متانول به‌دست آمد.

واژه‌های کلیدی: اسیدهای چرب، اوره، دوره پر شدن دانه، تثبیت زیستی نیتروژن و لینولئیک اسید.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-10]

مقدمه

سویا (*Glycine max* L.) یکی از مهم‌ترین دانه‌های روغنی است که به‌دلیل برخورداری از اسیدهای آمینه ضروری و اسیدهای چرب اشباع نشده، امکان کاشت اصلی در بهار و کشت دوم در تابستان، نقش مهمی در تامین پروتئین و روغن، علوفه، کود سبز و تثبیت زیستی نیتروژن دارد (سیدشریفی، ۱۴۰۲). در بیش‌تر مناطق خشک و نیمه خشک کشور به دلیل پایین بودن مقدار مواد آلی خاک، لازم است مقدار کمی کود نیتروژنه به عنوان نیتروژن استارتر برای فعال نمودن گره‌های تثبیت کننده، در لگوم‌ها مصرف شود تا ضمن بهبود گره‌بندی، موجب افزایش تثبیت زیستی نیتروژن و عملکرد گیاه شود (Namvar *et al*., 2011). دراین رابطه Osborne و Riedell (۲۰۰۶) اعلام کردند که کاربرد نیتروژن استارتر، رشد اولیه سویا را افزایش داده و به افزایش عملکرد و کیفیت آن کمک می‌کند. سید شریفی و سید شریفی (۱۴۰۲) اظهار داشتند که کاربرد نیتروژن استارتر در نخود تحت شرایط دیم، به افزایش محتوای پروتئین و عملکرد دانه منجر شد. نتایج مشابهی نیز مبنی بر افزایش گره‌زایی و عملکرد دانه عدس با کاربرد نیتروژن استارتر و متانول توسط دیگر محققان گزارش شده است (سید شریفی و سید شریفی، ۱۳۹۹). تثبیت زیستی نیتروژن گرچه یک صفت مهم در تامین بخشی از نیاز نیتروژنی سویا محسوب می‌شود و برخی محققان مشارکت فرایند تثبیت زیستی را در تأمین نیاز نیتروژنی سویا بین ۲۵ تا ۷۵ درصد براورد کرده‌اند (Varco, 1999)، ولی به دلیل محتوای بالای پروتئین دانه سویا در مقایسه با دیگر گیاهان زراعی، ضروری است بخشی از نیاز نیتروژنی گیاه با کاربرد کود نیتروژن تامین شود (Ignacio *et al*., 2021). در این راستا برخی محققان اظهار داشتند که عملکرد دانه سویا علاوه بر تثبیت زیستی نیتروژن، به شدت به جذب نیتروژن از خاک وابسته است و محدودیت نیتروژن در طول دوره رشدی سویا به خصوص در مرحله پرشدن دانه، از عوامل اساسی در کاهش محتوای پروتئین و عملکرد دانه است (Ortez *et al*., 2019).

وزن نهایی دانه به‌عنوان یکی از اجزای تعیین‌کننده‌ی عملکرد، به دو عامل سرعت و طول دوره‌ی پرشدن دانه بستگی دارد. طولانی بودن دوره پرشدن دانه یک جزء تعیین‌کننده‌ی زمان رسیدگی بوده و امکان انتقال مواد فتوسنتزی بیشتر از مبدأ به مقصد و در نتیجه افزایش عملکرد دانه را فراهم می‌سازد. ابطحی و همکاران (۱۳۹۳) در بررسی تاثیر مقادیر مختلف نیتروژن استارتر (صفر، ۲۵،۵۰ و ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار) و کودهای زیستی در سویا، بالاترین سرعت و طول دوره پرشدن دانه را در کاربرد مقادیر بالایی از کود نیتروژن استارتر و تلقیح بذر با ریزوبیوم گزارش کردند. Walley و همکاران (۲۰۰۵) در بررسی اثر میزان نیتروژن (صفر، ۱۵، ۳۰ و ۴۵ کیلوگرم در هکتار) بر انواع نخود بیان کردند که کودهای نیتروژنه اثر معنی‌داری بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود دارد، به‌طوری‌که افزایش میزان نیتروژن موجب افزایش عملکرد دانه (در حدود ۲۲۱ کیلوگرم در هکتار) شد. برخی محققان اظهار داشتند که با افزایش مقدار نیتروژن مصرفی، مواد

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-10]

قابل دسترس برای سنتز اسیدهای چرب کاهش می‌یابد، در نتیجه مواد فتوسنتزی بیشتری به تشکیل پروتئین اختصاص یافته و پتانسیل تولید هیدرات کربن کاهش خواهد یافت که این عامل موجب کاهش درصد روغن و افزایش میزان پـروتئین دانـه مـی‌شـود (Taheri *et al*., 2012). یکی از راه‌کارهای موثر در افزایش غلظت دی اکسیدکربن و ظرفیت فتوسنتزی گیاهان، جبران بخشی از تلفات کربن فتوسنتزی در گیاهان با مسیر فتوسنتزی C_3 و بهبود کارایی فتوسنتزی در گیاهان زراعی استفاده از ترکیباتی مانند متانول است (Ramberg *et al*., 2002; Behrouzyar and Yarnia, 2016). متانول در مقایسه با دی اکسید کربن، مولکول کوچکتری است و می‌تواند به سهولت برای گیاهان قابل جذب بوده و در جلوگیری از انجام تنفس نوری، تولید هورمون‌هایی نظیر اکسین و سایتوکینین و افزایش رشد و نمو گیاهان موثر باشد (Dorkhov *et al*., 2015). Nemecek-Marshall و همکاران (۱۹۹۵) گزارش کردند که محلول‌پاشی متانول روی قسمت‌های هوایی گیاهان زراعی، موجب افزایش عملکرد و تسریع در رسیدگی می‌شود. در پژوهشی دیگر گزارش شد که محلول‌پاشی بوته‌های سویا با متانول ۱۵ درصد حجمی، زیست‌توده و شاخص کلروفیل را افزایش داد (Saadpanah *et al*., 2013). در بررسی دیگری هدایت روزنه‌ای، سرعت فتوسنتز و رشد لوبیا با محلول‌پاشی متانول، به‌طور قابل توجهی بهبود یافت (Zhao *et al*., 2014). Mosa و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که کاربرد متانول با افزایش CO_2 و ظرفیت فتوسنتزی گیاه، منجر به افزایش عملکرد دانه سویا شد. نتایج یک بررسی نشان داد محلول‌پاشی متانول منجر به افزایش محتوای پروتئین در بادام زمینی و سویا شد (صفرزاده و همکاران ۱۳۸۸; میرآخوری و همکاران ۱۳۸۹). سیدشریفی و سیدشریفی (۱۳۹۹) بیشترین تعداد و وزن گره در بوته، سرعت پرشدن دانه، طول دوره و دوره مؤثر پرشدن دانه، تعداد نیام در بوته و عملکرد دانه عدس را در محلول‌پاشی ۳۰ درصد حجمی متانول و ۵۰ کیلوگرم نیتروژن استارتر در هکتار گزارش کردند. Seyed Sharifi و همکاران (۲۰۱۶) در بررسی اثر سیستم های تلفیقی کود (کاربرد کود نیتروژن و تلقیح بذر با کودهای زیستی) اظهار داشتند که کاربرد مقادیر مختلف کود نینروژن، اثر معنی‌داری بر محتوای اسیدهای چرب اشباع و غیر اشباع روغن سویا داشت.

به دلیل اهمیت سویا در برخورداری از اسیدهای چرب اشباع نشده، قابلیت هضم بالای روغن و مرغوبیت کنجاله و نقشی که نیتروژن استارتر و محلول‌پاشی متانول در افزایش عملکرد این گیاه دارد و از طرفی بررسی‌های محدود انجام شده در خصوص برهمکنش توام این عوامل، موجب شد تا اثر کود نیتروژنه استارتر و محلول‌پاشی متانول بر عملکرد کمی و کیفی، گره‌زایی و مولفه‌های پر شدن دانه سویا مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه‌ایی در پارس آباد مغان

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-10]

استان اردبیل با مختصات جغرافیایی ۴۷ درجه و ۵۵ دقیقه طول شرقی و ۳۹ درجه و ۳۲ دقیقه عرض شمالی و ارتفاع ۱۰۸ متر از سطح دریا در سال زراعی ۱۴۰۱ اجرا شد. فاکتورهای مورد بررسی کاربرد متانول در سه سطح (محلول‌پاشی با آب به‌عنوان شاهد، کاربرد ۱۵ و ۳۰ درصد حجمی) و سه سطح نیتروژن استارتر (عدم استفاده به‌عنوان شاهد، کاربرد ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم نیتروژن استارتر در هکتار از منبع اوره) بودند. عملیات تهیه زمین شامل شخم، دیسک و تسطیح بود. از آنجایی‌که کشت در مزرعه‌ایی انجام شد که سال قبل تحت کشت سویا بوده و قبلا با باکتری ریزوبیوم تلقیح داده شده بود از این‌رو در زمان کاشت، تلقیح مجدد با باکتری ریزوبیوم انجام نشد. به منظور کنترل بهتر علف‌های هرز در مراحل اولیه رشد سویا و قبل از کاشت، سمپاشی با علف‌کش تری‌فلورالین به مقدار ۲/۵ لیتر در هکتار انجام شد. هر واحد آزمایشی شامل پنج ردیف سه متری با فاصله بین ردیفی ۶۰ سانتی‌متر بود. از سویای رقم "آرین" که از ارقام متداول و توصیه شده در منطقه است استفاده شد. بذرهای این رقم در گروه میان‌رس قرار داشته و از طول دوره رشدی ۱۴۲ روزه در کشت‌های بهاره برخوردار است. رقم آرین نسبت به خوابیدگی بوته مقاوم بوده و از تحمل نسبی به ریزش نیام و بیماری‌های ویروسی برخوردار است.

بین هر واحد آزمایشی حداقل دو ردیف نکاشت به منظور جلوگیری از اثر محلول‌پاشی و نشت کود به کرت‌های مجاور قرار داده شد. کاشت با دست در عمق چهار تا پنج سانتی‌متری و در تاریخ ۲۰ تیرماه ۱۴۰۱ انجام شد. اولین آبیاری بلافاصله بعد از کاشت انجام شد. آبیاری‌های بعدی با توجه به نیاز گیاه، شرایط محیطی، بر اساس عرف متداول زارعین محلی، در طول دوره رشد در مجموع در شش نوبت انجام شد. در مرحله ۴ تا ۵ برگی به منظور اعمال تراکم مناسب بوته‌ها (۳۵ بوته در مترمربع)، گیاهچه‌ها تنک شدند. برای تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی، قبل از کاشت تا عمق ۴۰ سانتی‌متری نمونه‌برداری انجام و نتایج مربوط در جدول ۱ و شرایط اقلیمی منطقه مورد کشت در طول دوره رشدی در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۱: مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک قطعه آزمایشی

pH	بافت	رس	سیلت	شن	کربن آلی	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	روی	عمق خاک نمونه برداری	ویژگی
		درصد					میلی‌گرم بر کیلوگرم				
۶/۹	لومی	۳۳	۱۹	۴۸	۰/۷۳	۰/۰۶	۵/۲	۱۸۹	۱/۲	۰ -۴۰	مقادیر

جدول ۲: مشخصات جوی در طول دوره رشدی سویا در سال ۱۴۰۱

آبان	مهر	شهریور	مرداد	تیر	پارامتر
۲۷/۴	۶/۸	۰	۸/۶	۰	بارندگی
۷/۲	۱۴/۹	۱۷/۶۱	۲۰/۵	۲۰/۷	میانگین حداقل دما (درجه سلسیوس)
۱۸	۲۵/۷	۳۲/۲	۳۴/۱	۳۴/۳	میانگین حداکثر دما (درجه سلسیوس)
۱۵۹/۳	۷۳/۳	۲۴۲/۹	۲۸۵/۴	۳۱۴/۷	جمع ساعات آفتابی
۷۷/۸	۶۷/۷	۶۹/۶	۶۵	۵۴/۶	متوسط رطوبت نسبی (درصد)

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-10]

به غیر از نیتروژن کود دیگری در طول اجرای آزمایش استفاده نشد. کود نیتروژن استارتر در دو مرحله از رشد، نصف کود همزمان با کاشت و نصف دیگر در مرحله چهار تا شش برگی (BBCH[1] ۱۰۹) و بعد از تنک کردن (به منظور اعمال تراکم مناسب بوته‌ها) به صورت سطحی در مزرعه پخش شد. محلول‌پاشی با متانول در دو مرحله، رشد رویشی و قبل از گلدهی بر اساس سطوح متانول انجام شد. به منظور جلوگیری از صدمات ناشی از سمیت متانول به هر کدام از محلول‌های تهیه شده با متانول، دو گرم در لیتر گلیسین اضافه شد. نحوه محلول‌پاشی طوری بود کـه بر روی تمام قـسمت‌هـای بوتـه، قطـرات محلـول جـاری شـده و اندام‌های هوایی خیس شدند. با توجه به اینکه بهترین زمان محلول‌پاشی با متانول ساعت ۱۰ تا ۱۲ در روشنایی است تا حداکثر فتوسنتز انجام شود و نقش متانول بر صفات مورد ارزیابی بهتر نمایان شود، از این‌رو همه تیمارها در این محدوده زمانی محلول‌پاشی شدند (Nonomura and Benson, 1992).

به‌منظور تعیین اثر تیمارها بر گره‌زایی و وزن خشک گره، در هر واحد آزمایشی تعداد چهار گلدان پلاستیکی به ارتفاع ۶۰ و قطر ۵۰ سانتیمتر در خطوط اصلی هر واحد آزمایشی با همان تراکم کاشت مزرعه قرار داده شد. از آنجایی‌که گره‌زایی سویا بعد از مرحله تشکیل نیام (R4) و یا در طول دوره پر شدن دانه (مرحله R5 تا R7 به‌ترتیب معادل ۷۰۹ و ۸۰۰ BBCH) کاهش یافته (Córdova *et al*., 2019 ; Tamagno *et al*., 2018). مناسب‌ترین زمان برای ارزیابی گره-زایی، مرحله گلدهی است. از این‌رو در مرحله گلدهی، بوته‌های هر گلدان به همراه ریشه به‌طور کامل جدا شده و پس از شستشوی ریشه‌ها، تعداد گره‌ها شمارش و وزن خشک گره‌ها نیز پس از قرارگیری در آون به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۵° ۷۰± اندازه‌گیری شد (Namvar *et al*., 2011).

به‌منظور تعیین مولفه‌های پرشدن دانه، تعدادی بوته مشابه و یکنواخت در خطوط اصلی هرواحد آزمایشی قبل از گلدهی مشخص و علامت گذاری شد. اولین نمونه‌برداری ۱۹ روز بعد از نیام‌دهی در فواصل زمانی هر شش روز یک‌بار و در هر مرحله از نمونه برداری، سه بوته مشابه و به ظاهر یکنواخت (از بوته‌هایی که قبلا در خطوط اصلی هر واحد آزمایشی مشخص شده بودند) انتخاب و پس از انتقال به آزمایشگاه، ابتدا دانه‌ها جدا شده و سپس وزن خشک تک بذر از محاسبه وزن خشک کل به تعداد بذر برآورد شد (Ronanini *et al*., 2004). برای برآورد، تجزیه و تحلیل و تفسیر پارامترهای مربوط به پرشدن دانه از یک مدل رگرسیون خطی دوتکه‌ای براساس رویه DUD و دستورالعمل Proc Nlin نرم‌افزار SAS به‌صورت زیر استفاده شد.

$$GW = \begin{cases} a + bt_0 & t < t_0 \\ a + bt & t > t_0 \end{cases}$$

رابطه ۱:

[1] -Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt and CHemical industry; (BBCH)

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-10]

. در این رابطه GW وزن دانه، t زمان، b سرعت پرشدن دانه، t_0 پایان دوره پرشدن دانه و a عرض از مبدأ است. این مدل تغییرات وزن دانه نسبت به زمان را به دو مرحله تفکیک می‌کند: مرحله اول که در حقیقت مرحله خطی پر شدن دانه است، وزن دانه تا رسیدن به حداکثر مقادیر خود در زمان t_0 که در حقیقت زمان رسیدگی وزنی است، به صورت خطی افزایش پیدا می‌کند. شیب خط رگرسیون در این مرحله ($t < t_0$) سرعت پرشدن دانه را نشان می‌دهد. با برازش این مدل بر کلیه داده‌ها، ابتدا دو پارامتر مهم پر شدن دانه یعنی سرعت پرشدن دانه (b) و زمان رسیدگی وزنی (t_0) به دست آمده و سپس مقدار عددی t_0 در قسمت دوم رابطه یک قرار داده شد و GW که وزن دانه است محاسبه شد. برای تعیین دوره موثر پر شدن دانه از رابطه ۲ استفاده شد (Ellis and Pieta-Filho, 1992).

رابطه ۲: $EFP=MGW/GFR$

در این رابطه EFP[۲] دوره موثر پرشدن دانه (روز)، MGW[3] حداکثر وزن دانه (میلی‌گرم) و GFR[4] سرعت پرشدن دانه (میلی‌گرم در روز) است.

برای ارزیابی صفاتی مانند ارتفاع بوته، نیام در بوته و دانه در بوته، ده بوته به‌طور تصادفی از بین بوته‌های رقابت کننده و با رعایت اثر حاشیه‌ای از هر واحد آزمایشی انتخاب و میانگین داده‌های حاصل به عنوان ارزش این صفات در آن واحد آزمایشی برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، در نظر گرفته شود. در این راستا در ارتفاع بوته در بین بوته‌های انتخابی از ناحیهٔ طوقه تا بالاترین بخش گیاه با متر اندازه‌گیری شده و میانگین آن برای هرکرت ثبت شد. تعداد دانه در بوته از حاصل‌ضرب تعداد دانه در نیام و تعداد نیام در هر بوته محاسبه گردید. شاخص برداشت از تقسیم عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک و ضرب عدد به دست آمده در ۱۰۰ محاسبه شد.

محتوای روغن دانه به روش سوکسله و محتوای نیتروژن دانه به روش کجلدال تعیین و با ضرب در عدد ۶/۲۵، درصد پروتئین دانه محاسبه شد. عملکرد دانه در تاریخ ۲۹ آبان ماه با برداشت از خطوط اصلی هر واحد آزمایشی بعد از حذف اثر حاشیه‌ای از سطحی معادل نیم مترمربع برآورد شد. برای تجزیه داده‌ها و رسم نمودارها از نرم افزارهای SAS (نسخه 9/1) و Excel (2013) استفاده شد و میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثرات اصلی کاربرد نیتروژن استارتر و محلول‌پاشی با متانول بر تعداد گره، تعداد نیام در بوته، شاخص برداشت و طول دوره پر شدن دانه در سطح احتمال یک درصد و اثر ترکیب تیماری این دو

[2] -Effective Grain Filling Period
[3] -Maximum of Grain Weight
[4] - Grain Filling Rate

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-10]

عامل بر وزن خشک گره، حداکثر وزن دانه، سرعت پر شدن دانه در سطح احتمال پنج درصد و بر ارتفاع بوته، تعداد دانه در بوته و دوره موثر پرشدن دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۳).

تعداد و وزن گره

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش مقادیر نیتروژن استارتر، تعداد گره در بوته به طور معنی‌داری افزایش یافت. طوری‌که کمترین تعداد گره در بوته (۲۱/۸ عدد) در عدم کاربرد نیتروژن استارتر و بیشترین آن (۵۲/۳ عدد) در کاربرد ۵۰ کیلوگرم نیتروژن استارتر به‌دست آمد که از افزایش ۱۳۹ درصدی در مقایسه با شاهد برخوردار بود (جدول ۴). بالاترین وزن خشک گره در بوته (۰/۴۷۳ گرم در بوته) نیز در کاربرد مقادیر بالایی از نیتروژن استارتر و محلول‌پاشی با متانول بدست آمد که در مقایسه با عدم کاربرد نیتروژن استارتر و متانول، از افزایش ۲۶/۲ درصدی برخوردار بود (جدول ۵). این نتایج با یافته‌های برخی از محققان در نخود مبنی بر اینکه نیتروژن در مقادیر کم (۱۵ تا ۳۰ کیلوگرم در هکتار) به‌عنوان استارتر، تاثیر مثبتی بر تثبیت بیولوژیکی دارد، ولی در مقادیر بالاتر (۳۰ تا ۴۵ کیلوگرم در هکتار) اثر بازدارندگی دارد و همچنین با نتایج بررسی‌های سیدی و سیدشریفی (۱۳۹۲) در ارزیابی مقادیر مختلف نیتروژن (صفر،۳۰، ۶۰ و۹۰ کیلوگرم اوره در هکتار) در گره‌زایی سویا، مغایر است (Walley *et al*, 2005).

آنان گزارش کردند کاربرد ۹۰ کیلوگرم اوره در هکتار در مقایسه با مصرف ۶۰ کیلوگرم آن، وزن خشک گره در بوته را حدود ۳۷ درصد کاهش داد. ولی با نتایج بررسی‌های Seyed Sharifi و همکاران (۲۰۱۶) در خصوص اثر مقادیر مختلف نیتروژن استارتر و کودهای زیستی بر افزایش تعداد و وزن گره در سویا، هماهنگ است. بخشی از افزایش تعداد و وزن گره در کاربرد مقادیر بالایی از نیتروژن استارتر، میتواند با پایین بودن میزان نیتروژن موجود در خاک مورد کشت (جدول ۱) مرتبط باشد.

محلول‌پاشی ۳۰ درصد حجمی متانول نیز تعداد گره در بوته را در مقایسه با محلول‌پاشی ۱۵ درصد و عدم محلول‌پاشی متانول به ترتیب ۳/۳ و ۱۸/۵ درصد افزایش داد (جدول ۴). کوچکی مولکول‌های متانول نسبت به دی‌اکسیدکربن و افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن حاصل از اکسیداسیون سریع متانول در بافت‌های فتوسنتز کننده منجر به افزایش فعالیت کربوکسیلازی آنزیم روبیسکو، کاهش تنفس نوری، افزایش سرعت و میزان فتوسنتز می‌شود، و بدیهی است که در چنین شرایطی مقادیر زیادی ترکیبات کربوهیدراتی به ریشه منتقل شده و از طریق افزایش تعداد و وزن گره، انرژی مورد نیاز برای تثبیت نیتروژن را فراهم می‌کند (Galbally and Kirstine, 2002; Gout *et al*., 2000). برخی محققان افزایش تولیدات فتوسنتزی در برگ‌ها در اثر محلول‌پاشی با متانول و انتقال این مواد به ریشه‌ها را، علت کاهش تلفات قند تولیدی حاصل از تنفس نوری و از دلایل اصلی افزایش تعداد و وزن ریشه در لوبیا عنوان نمودند(Armand *et al*., 2015) .

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-10]

جدول ۳ :تجزیه واریانس تاثیر نیتروژن استارتر و محلول‌پاشی متانول بر مولفه‌های پر شدن دانه سویا

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات									
		تعداد گره	وزن خشک گره	ارتفاع بوته	تعداد دانه در بوته	تعداد نیام در بوته	شاخص برداشت	حداکثر وزن دانه	طول دوره پرشدن دانه	سرعت پرشدن دانه	دوره موثر پرشدن دانه
تکرار	۲	۱۹/۳۱ns	۰/۰۰۰۷ ns	۷۷/۴**	۶/۲۹ ns	۰/۹۰۴ ns	۲۲/۵۴**	۰/۰۱**	۱۰۶۰/۱**	۰/۰۰۰۰۱**	۰/۰۸۳۵
M محلول پاشی متانول	۲	۱۰۳/۳۷**	۰/۰۰۰۲۶ ns	۱۰۴۳/۹۷**	۵۲۳/۳۶**	۱۰۹/۰۷**	۲۶/۱۸**	۰/۰۰۱۴ **	۲۸/۰۴**	۰/۰۰۰۰۰۰۲۵ ns	۲۲/۹۸**
N نیتروژن استارتر	۲	۲۱۳۳/۶**	۰/۰۵۸**	۶۳۰/۳۳**	۴۲۵/۶۳**	۷۲/۳**	۱۹/۸۱**	۰/۰۰۰۹۷**	۲۵/۴**	۰/۰۰۰۰۰۰۰۱ ns	۳۵/۸**
M×N	۴	۳۰/۹۶ ns	۰/۰۰۶۱*	۶۴/۹۱**	۵۱/۲۴**	۰/۵۷ ns	۱/۰۹ ns	۰/۰۰۰۴*	۲/۵۹ ns	۰/۰۰۰۰۰۰۳۵*	۳/۲۳**
اشتباه آزمایشی e	۲۶	۱۴/۹۲	۰/۰۰۱۲۸	۳/۹۵	۳/۸۶	/۷۹۵	۰/۵۳	۰/۰۰۰۱۵	۱/۱۸	۰/۰۰۰۰۰۰۱۲	۰/۰۸۳
ضریب تغییرات		۱۰/۰۵	۱۰/۵۳	۲/۸۳	۵/۱۵	۵/۱	۵/۲۵	۸/۴۷	۲/۵	۷/۵۴	۹/۰۸

ns، * و ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-10]

جدول ۴: مقایسه میانگین تاثیر نیتروژن استارتر و محلول‌پاشی متانول بر برخی صفات سویا

صفات	تیمارهای آزمایشی		طول‌دوره پر شدن دانه (روز)	شاخص برداشت (درصد)	تعداد نیام در بوته	تعداد گره در بوته
محلول‌پاشی متانول	محلول‌پاشی با آب به عنوان شاهد		۴۲/۸۹b	۳۰/۱۶c	۱۴/۳۴c	۳۵/۵۷b
	۱۵ درصد		۴۱/۸۱b	۳۲/۹۶b	۱۶/۸۴b	۳۹/۶۶a
	۳۰ درصد		۴۵/۲۶a	۳۳/۹۳a	۲۱/۲۲a	۴۱a
LSD پنج درصد			۱/۰۸c	۰/۷۳	۰/۸۹	۳/۸۶
نیتروژن استارتر (کیلوگرم در هکتار	عدم کاربرد به عنوان شاهد		۴۱/۷۴c	۳۱c	۱۴/۸c	۲۱/۸c
	۲۵		۴۳/۱۳b	۳۲/۵۵b	۱۷/۱۶b	۴۱b
	۵۰		۴۵/۰۸a	۳۳/۹۶a	۲۰/۴a	۵۲/۳a
LSD پنج درصد			۱/۰۱	۰/۷۳	۰/۸۹	۳/۸

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون اختلاف آماری معنی‌داری بر اساس آزمون LSD با هم ندارند

جدول ۵: مقایسه میانگین تاثیر نیتروژن استارتر و محلول‌پاشی متانول بر برخی صفات سویا

ترکیبات تیماری	عملکرد دانه (گرم در متر مربع)	دوره موثر پر شدن دانه (روز)	سرعت پر شدن دانه (گرم در روز)	حداکثر وزن دانه (گرم)	تعداد دانه در بوته	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	وزن خشک گره (گرم در بوته)
M1N1	۸/۵f± ۱۵۰/۶	۶/۹۷d± ۲۷/۷۲	۰/۰۰۱۲b± ۰/۰۰۴۶	۰/۰۳۳۳c± ۰/۱۲۸	۳/۲۱f± ۲۳/۳	۴/۷۰g± ۵۵/۳	۰/۰۸۱۹cd±۰/۳۲۸
M1N2	۶/۶۵f± ۱۵۸/۳	۸/۰۱cb± ۳۱/۸۳	۰/۰۰۱۱b± ۰/۰۰۴۵	۰/۳۷۹bc± ۰/۱۴۵	۱/۵۲ef± ۲۶/۶	۳/۵ g± ۵۳/۲	۰/۰۲۲۹d± ۰/۳۲
M1N3	۱۳/۱۱c± ۲۰۲	۸/۲۵ab±۳۲/۸	۰/۰۰۱۱b± ۰/۰۰۴۶	۰/۰۳۹۲b± ۰/۱۵	۲c± ۴۲	۲/۷۱ e± ۶۵/۱	۰/۰۱۵۰bc± ۰/۳۸
M2N1	۴/۵ef± ۱۶۲/۳	۷/۴۳c±۲۹/۵۵	۰/۰۰۱۲b± ۰/۰۰۴۶	۰/۳۵۴bc± ۰/۱۳۵	۱/۱۵e± ۲۹/۳	۱/۸۵f± ۶۰/۱	۰/۰۰۷۹e± ۰/۲۲۶
M2N2	۱۰/۱d± ۱۷۹/۶	۷/۵۸bc± ۳۰/۱۲	۰/۰۰۱۲ab± ۰/۰۰۴۷	۰/۳۶۸bc±۰/۱۴۱	۲/۵۱d± ۳۸/۳	۴/۷bc±۸۰/۴	۰/۰۲۲۹d± ۰/۳۲۱
M2N3	۱۰/۶ab± ۲۳۲/۳	۸/۳۸ab± ۳۳/۳	۰/۰۰۱b± ۰/۰۰۴۱۴	۰/۳۵۹bc± ۰/۱۳۸	۲ab± ۴۶	۲/۰۸b± ۸۲/۷	۰/۱۲۵ab± ۰/۴۱۴
M3N1	۱۳/۶de± ۱۷۴/۳	۸/۱۶abc± ۳۲/۴	۰/۰۰۱۲b± ۰/۰۰۴۶	۰/۰۳۸bc± ۰/۱۴۹	۲/۳bc±۴۳/۳	۳/۵۵d± ۷۰/۳	۰/۰۱۹۳e± ۰/۲۴۴
M3N2	۲۰/۵۱bc± ۲۱۷	۸/۳abc± ۳۲/۹۹	۰/۰۰۱۱b±۰/۰۰۴۵۶	۰/۰۳۹۱b± ۰/۱۵۰	۱/۵ab± ۴۵/۶	۳/۷۸c± ۷۸/۳	۰/۲۷۵cd± ۰/۳۴۲
M3N3	۱۹/۲a± ۲۴۲/۶	۵/۱۵a± ۳۵/۵۳	۰/۰۰۰۴a±۰/۰۰۵۲۵	۰/۰۱۷a±۰/۱۸۶	۱/۱a± ۴۸/۷	۳/۱۵a± ۸۵/۵	۰/۰۴۱۳a± ۰/۴۷۳
LSD 5%	۱۵/۷	۲/۱۶۷	۰/۰۰۰۶	۰/۰۲۱	۳/۴	۳/۶۶	۰/۰۶۳

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون اختلاف آماری معنی‌داری بر اساس آزمون LSD با هم ندارند

به ترتیب عدم محلول‌پاشی با متانول و کاربرد ۱۵ و ۳۰ درصد حجمی متانول M_1،M_3,M_2

به ترتیب عدم کاربرد نیتروژن استارتر و کاربرد ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم نیتروژن استارتر در هکتار N_1،N_3,N_2

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-10]

ارتفاع بوته

معنی‌دار شدن اثر ترکیب تیماری نیتروژن استارتر و متانول بر ارتفاع بوته در سطح احتمال یک درصد و مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته (۸۵/۵ سانتی‌متر) در بالاترین سطح از کاربرد نیتروژن استارتر و محلول‌پاشی متانول به‌دست آمد که در مقایسه با عدم کاربرد نیتروژن و متانول از افزایش ۵۴/۶ درصدی برخوردار بود (جدول ۵). به کارگیری نیتروژن با افزایش شدت فتوسنتز و دسترسی به اسیمیلات بیشتر در گیاهان، موجب افزایش ارتفاع بوته شده است. نتایج مشابهی نیز مبنی بر افزایش ارتفاع بوته سویا با کاربرد نیتروژن، توسط دیگر محققان گزارش شده است (Caliskan *et al*., 2008). Seyed Sharifi و همکاران (۲۰۱۶) در بررسی اثر تلفیقی مقادیر مختلف کود نیتروژن و کودهای زیستی، بیشترین ارتفاع بوته سویا را در کاربرد مقادیر بالایی از کود نیتروژن (۷۵ کیلوگرم در هکتار) گزارش کردند. احتمالا بخشی از افزایش ارتفاع بوته نیز میتواند ناشی از بالا رفتن میزان CO_2 درون برگی بواسطه محلول‌پاشی متانول باشد که با افزایش فرآیند کربوکسیلاسیون آنزیم روبیسکو در مقایسه با فرآیند اکسیژناسیون، ضمن افزایش کربن در دسترس برای گیاه و بهبود فتوسنتز و تقسیم سلولی، موجب افزایش ارتفاع بوته می‌شود (Hosseinzadeh *et* 2017; Baradaran Firouzabadi *et al*, *al*, 2014). برخی محققان معتقدند محلول‌پاشی متانول به‌دلیل افزایش تولید سیتوکنین و تقسیم سلولی، موجب تحریک رشد و افزایش ارتفاع بوته در گیاهان تیمار شده با متانول می‌شود (Mauney and Gerik, 1994).

تعداد دانه در بوته و نیام در بوته

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین تعداد دانه در بوته (۴۸/۷) در کاربرد مقادیر بالایی از نیتروژن استارتر و محلول‌پاشی متانول به‌دست آمد که در مقایسه با عدم کاربرد نیتروژن استارتر و متانول از افزایش ۱۰۹ درصدی برخوردار بود (جدول ۵). تعداد نیام در بوته نیز تحت اثر سطوح نیتروژن استارتر و محلول‌پاشی با متانول قرار گرفت (جدول ۳). کاربرد مقادیر بالای نیتروژن استارتر، تعداد نیام در بوته را در مقایسه با عدم کاربرد نیتروژن تا ۳۷/۸ درصد افزایش داد. روند مشابهی نیز در محلول‌پاشی با متانول به‌دست آمد. طوری‌که محلول‌پاشی ۳۰ درصد حجمی متانول، تعداد نیام در بوته را ۴۷/۹ درصد در مقایسه با عدم محلول‌پاشی و ۲۶ درصد در مقایسه با محلول‌پاشی ۱۵ درصد حجمی افزایش داد (جدول ۴). بخشی از افزایش تعداد دانه در بوته و تعداد نیام در بوته می‌تواند ناشی از اثر متانول در فراهمی بیشتر دی اکسیدکربن در گیاه باشد که ضمن کاهش تنفس نوری و افزایش میزان فتوسنتز، موجب می‌شود که تعداد دانه در نیام و تعداد نیام در بوته افزایش یابد. به نظر می‌رسد بخش دیگری از افزایش تعداد دانه در نیام و تعداد نیام در بوته بواسطه کاربرد نیتروژن در سویا، میتواند از کاهش ریزش گل و نیام در بوته ناشی شود. نتایج مشابهی نیز توسط دیگر محققان مبنی بر افزایش تا ۴۰

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-10]

درصدی تعداد نیام در بوتـه با کاربرد نیتروژن در سویا گزارش شده است (Brevendan *et al*., 1997).

مولفه‌های پرشدن دانه

روند تغییرات پرشدن دانه نشان داد که ابتدا وزن دانه به صورت خطی افزایش یافته و به حداکثر خود رسید (رسیدگی وزنی) پس از آن از تغییرات چندانی برخوردار نبوده و به صورت یک خط افقی در آمد (شکل ۱). با کاربرد نیتروژن استارتر و متانول و با گذشت زمان در تمامی مراحل نمونه‌برداری، میزان این افزایش در وزن دانه در مقایسه با شاهد بیشتر بود (جدول ۶). بخشی از بهبود وزن دانه با کاربرد نیتروژن استارتر و متانول می‌تواند ناشی از افزایش طول دوره پرشدن دانه باشد (جدول ۴). زیرا وزن دانه به مقدار زیادی وابسته به دوره پر شدن دانه است و فراهمی عناصر غذایی در طول دوره رشدی موجب می‌شود که گیاه با شرایط بهینه‌ای در زمان پر شدن دانه‌ها مواجه شده و با تولید ماده خشک بیشتر، موجب افزایش وزن دانه‌ها شود (Habibi and Majidian., 2014). همچنین نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که تمامی مولفه‌های پرشدن دانه (به جز طول دوره پرشدن دانه)، تحت اثر ترکیب تیماری نیتروژن استارتر و محلول‌پاشی با متانول در سطح احتمال یک و پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). حداکثر وزن دانه (۰/۱۸۶ گرم)، سرعت پرشدن دانه (۰/۵۲۵ گرم در روز) و دوره موثر پرشدن دانه (۳۵/۵۳ روز) به کاربرد مقادیر بالایی از نیتروژن استارتر و متانول تعلق داشت که در مقایسه با عدم کاربرد نیتروژن استارتر و متانول، به‌ترتیب از افزایش ۴۵/۳، ۱۴/۱ و ۲۸/۱ درصدی برخوردار بود (جدول ۵). کاربرد مقادیر بالایی از نیتروژن استارتر، طول دوره پرشدن دانه را در مقایسه با عدم کاربرد نیتروژن، هشت درصد افزایش داد. روند مشابهی نیز در محلول‌پاشی با متانول مشاهده گردید. به نظر می‌رسد بخشی از بهبود مولفه‌های پرشدن دانه در اثر کاربرد نیتروژن، میتواند ناشی از بهبود فرایند فتوسنتزی باشد. در این زمینه Cho و همکاران (۱۹۸۷) اظهار داشتند که کاربرد نیتروژن با افزایش میزان اسیمیلاسیون، موجب افزایش مولفه‌های پرشدن دانه شده و با کاهش دسترسی به آن، تمامی پارامترهای پرشدن دانه نیز کاهش مییابد. احتمالا بهبود مولفه‌های پرشدن دانه با کاربرد متانول می‌تواند به اثر این ماده بر کاهش تعداد روز تا شروع گلدهی و یا به افزایش طول دوره گلدهی نسبت داده شود که ضمن افزایش طول دوره پر شدن دانه و همچنین دوره موثر پرشدن دانه موجب می‌شود که مواد انتقال یافته به دانه افزایش یافته و به تبع از آن، وزن دانه افزایش یابد (جدول‌های ۴و ۵) (Ahmadi Sharif *et al*., 2023). در این راستا برخی محققان اظهار داشتند که متانول به‌دلیل آسیمیلاسیون بیشـتر کـربن و بهبود فتوسـنتز موجب می‌شود عملکرد و اجزای عملکرد دانه نخود افزایش یابد (Ehyaei *et al*., 2010). نتایج مشابهی نیز مبنی بربهبود مولفه‌های پرشدن دانه عدس در اثر کاربرد متانول و نیتروژن استارتر توسط دیگر محققان گزارش شده است (سیدشریفی و سیدشریفی، ۱۳۹۹). برخی محققان معتقدند واکنش سیستمیک نسبت به محلول‌پاشی متانول در کل گیاه مشاهده شده و متانول و دیگر الکل‌ها به صورت غیرفعال و از

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-10]

طریق انتشار ساده از غشا، جذب سلول‌های گیاه میشوند و سرعت جذب به طور مستقیم به غلظت آن‌ها بستگی دارد (Ahmadi Sharif *et al*., 2023). حتی گزارش شده است که محلول‌پاشی اتانول می‌تواند با بهبود فرایند گلدهی و گلدهی زودهنگام، موجب افزایش طول دوره پر شدن دانه شود. در این بررسی نیز محلول‌پاشی با مقادیر بالایی از متانول از افزایش ۵/۵ درصدی طول دوره پر شدن دانه در مقایسه با سطح شاهد برخوردار بود (جدول ۴) (Ardalani *et al*., 2014; Shyamalee *et al*., 2019).

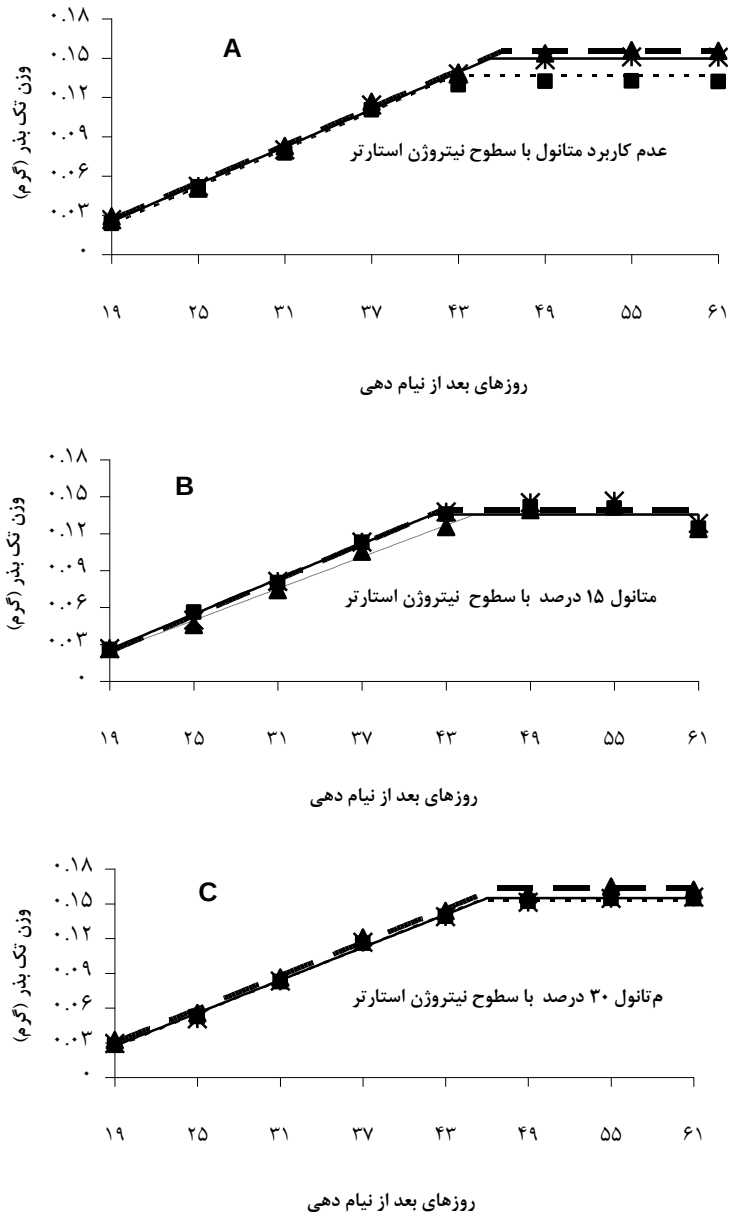
Rmirez و همکاران (۲۰۰۶) نیز اظهار داشتند که متانول موجب افزایش یون کلسیم در سلول‌های برگ شده و با کمک به انتقال مواد فتوسنتزی، ضمن افزایش ذخیره مواد فتوسنتزی درون سلول‌ها و تأخیر در پیری برگ‌ها از طریق اثر بر روی محرک‌های تولید اتیلن در گیاه، موجب می‌شود که دوام سطح برگ و دوره فعال فتوسنتزی افزایش یابد. برخی محققان افزایش سرعت و طول دوره پرشدن دانه‌ها در محلول‌پاشی متانول را، به افزایش تولید و انتقال مواد فتوسنتزی نسبت دادند (Naeimi *et al*., 2013).

عملکرد دانه

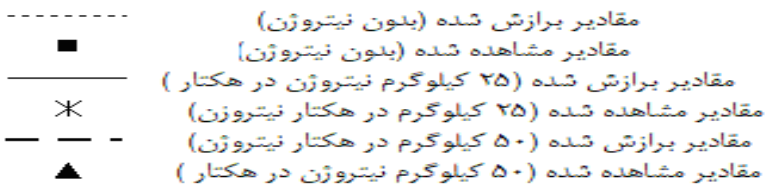
اثرات اصلی مقادیر نیتروژن استارتر و محلول‌پاشی با متانول در سطح احتمال یک درصد و اثر ترکیب تیماری این دو عامل در سطح احتمال پنج درصد بر عملکرد دانه معنی‌دار شد (جدول ۷). بیشترین عملکرد دانه (۲۴۲/۶ گرم در مترمربع) در کاربرد مقادیر بالایی از متانول و نیتروژن استارتر به‌دست آمد که در مقایسه با عدم کاربرد نیتروژن استارتر و محلول-پاشی با متانول از افزایش ۶۱ درصدی برخوردار بود (جدول ۸). بخشی از افزایش عملکرد دانه در کاربرد نیتروژن استارتر و متانول می‌تواند ناشی از اثر این عوامل در بهبود اجزای عملکردی مانند تعداد نیام در بوته و تعداد دانه در نیام باشد (جدول‌های ۴و ۵). همچنین کاربرد نیتروژن و متانول با بهبود فرایند گره‌زایی گیاه اعم از تعداد گره در بوته و وزن خشک گره، انرژی مورد نیاز برای تثبیت زیستی نیتروژن را فراهم می‌کند ضمن آنکه به نظر می‌رسد محلول‌پاشی متانول با کاهش تنفس نوری منجر به افزایش تولیدات فتوسنتزی در برگ‌ها و انتقال این مواد به دانه‌ها و افزایش مولفه‌های پر شدن دانه می‌شود (جدول‌های ۳، ۴ و۵). در این راستا مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کاربرد مقادیر بالایی از نیتروژن استارتر و متانول سرعت و دوره موثر پرشدن دانه را به ترتیب ۱۴/۱ و ۲۸ درصد در مقایسه با عدم کاربرد نیتروژن استارتر و متانول افزایش داد. از این رو می‌توان بخشی از افزایش عملکرد دانه در کاربرد متانول و نیتروژن را به بهبود اجزای عملکردی، گره-زایی و مولفه‌های پرشدن دانه نسبت داد (جدول‌های ۴ و ۵). نتایج مشابهی نیز مبنی بر افزایش عملکرد دانه عدس با کاربرد نیتروژن استارتر و متانول توسط دیگر محققان گزارش شده است (سیدشریفی و سیدشریفی، ۱۳۹۹). Riedell و Osborne (۲۰۰۶) گزارش کردند که کاربرد نیتروژن استارتر، رشد اولیه سویا را افزایش داده و به افزایش عملکرد و کیفیت آن کمک

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-10]

میکند. سید شریفی و سید شریفی (۱۴۰۲) نیز اظهار داشتند که کاربرد نیتروژن استارتر در نخود دیم، به افزایش محتوای پروتئین و عملکرد دانه منجر شد.



شکل ۱: تاثیر متانول و نیتروژن استارتر بر پر شدن دانه سویا



[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-10]

جدول ۶: نیتروژن استارتر و محلول پاشی متانول بر تغییرات وزن دانه سویا در مراحل مختف نمونه برداری

ترکیبات تیماری	وزن دانه در مراحل نمونه برداری (روزهای بعد از نیام‌دهی)							
	۱۹	۲۵	۳۱	۳۷	۴۳	۴۹	۵۵	۶۱
M1N1	۰/۰±۰۲۳۶/۰۰۲	۰±/۰۰۰۵۵ ۰/۰۵۱	۰/۰۰۷۱ ± ۰/۰۷۷	۰/۰۰۷۲ ± ۰/۱۱۰	۰/۰۰۸ ± ۰/۱۲۹	۰/۰۰۸۲ ± ۰/۱۳۲	۰/۰۰۸۳ ± ۰/۱۳۲	۰/۰۰۸ ± ۰/۱۳۲
M1N2	۰/۰۰۱۳ ± ۰/۰۲۶۷	۰/۰۰۶۳ ± ۰/۰۵۲	۰/۰۰۷۱ ± ۰/۰۷۹	۰/۰۰۶ ± ۰/۱۱۴	۰/۰۰۷۵ ± ۰/۱۳۷	۰/۰۰۴۷ ± ۰/۱۴۸	۰/۰۰۲۹ ± ۰/۱۵	۰/۰۰۲۸ ± ۰/۱۵
M1N3	۰/۰۰۰۵ ± ۰/۰۲۹۲	۰/۰۹۵ ± ۰/۰۵۰۴	۰/۰۰۴۹ ± ۰/۰۸۲	۰/۰۰۶۷ ± ۰/۱۱۶	۰/۰۰۹۴ ± ۰/۱۳۸	۰/۰۰۷۸ ± ۰/۱۵۳	۰/۰۰۶۵ ± ۰/۱۵۶	۰/۰۰۶۵ ± ۰/۱۵۵
M2N1	۰/۰۰۱۳ ± ۰/۰۲۵۷	۰/۰۲۸ ± ۰/۰۵۶۱	۰/۰۰۴۸ ± ۰/۰۸	۰/۰۰۷۴ ± ۰/۱۱۲	۰/۰۰۹۹ ± ۰/۱۳۵	۰/۰۰۹۴ ± ۰/۱۴۱	۰/۰۱۰۳ ± ۰/۱۴	۰/۰۲۰ ± ۰/۱۲۴
M2N2	۰/۰۰۱۹ ± ۰/۰۲۶۴	۰/۱۰۱ ± ۰/۰۴۹۷	۰/۰۰۵۸ ± ۰/۰۸۱	۰/۰۰۸۷ ± ۰/۱۱۳	۰/۰۱۰۱ ± ۰/۱۳۷	۰/۰۱۳۱ ± ۰/۱۴۵	۰/۰۱۳ ± ۰/۱۴۶	۰/۰۱۸۷ ± ۰/۱۲۸
M2N3	۰/۰۰۶ ± ۰/۰۲۶۳	۰/۱۲۶ ± ۰/۰۴۵۷	۰/۰۱۷ ± ۰/۰۷۴	۰/۰۲۵۲ ± ۰/۱۰۵	۰/۰۳۱۹ ± ۰/۱۲۵	۰/۰۳۱۱ ± ۰/۱۳۹	۰/۰۳۲ ± ۰/۱۴۲	۰/۰۲۵۴ ± ۰/۱۲۳
M3N1	۰/۰۰۲۵ ± ۰/۰۲۷۷	۰/۰۵۸ ± ۰/۰۵۲۵	۰/۰۰۵۲ ± ۰/۰۸۲	۰/۰۰۷۹ ± ۰/۱۱۵	۰/۰۱ ± ۰/۱۳۹	۰/۰۰۹۹ ± ۰/۱۵۱	۰/۰۰۹۶ ± ۰/۱۵۴	۰/۰۰۹۶ ± ۰/۱۵۴
M3N2	۰/۰۰۳۱ ± ۰/۰۲۹۱	۰/۱۲۲ ± ۰/۰۵۲۲	۰/۰۷۸ ± ۰/۰۸۳۱	۰/۰۰۹۳ ± ۰/۱۱۶	۰/۰۱۲ ± ۰/۱۳۸	۰/۰۱۳۸ ± ۰/۱۵۱	۰/۰۱۳۹ ± ۰/۱۵۴	۰±/۰۱۲ ۰/۱۵۵
M3N3	۰/۰۰۲ ± ۰/۰۳۲۴	۰/۱۱۱ ± ۰/۰۵۵۴	۰/۰۰۷ ± ۰/۰۸۶	۰/۰۰۸ ± ۰/۱۲۰	۰/۰۰۹۳ ± ۰/۱۴۳	۰/۰۰۹ ± ۰/۱۵۸	۰/۰۰۸۵ ± ۰/۱۶۴	۰/۰۰۹۲ ± ۰/۱۶۸
LSD 5%	۰/۰۰۴	۰/۰۱	۰/۰۰۹	۰/۰۱۳	۰/۰۱۵	۰/۰۱۷	۰/۰۱۸	۰/۰۲۶

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون اختلاف آماری معنی‌داری بر اساس آزمون LSD با هم ندارند

به ترتیب عدم محلول‌پاشی با متانول و کاربرد ۱۵ و ۳۰ درصد حجمی متانول M_1،M_3,M_2

به ترتیب عدم کاربرد نیتروژن استارتر و کاربرد ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم نیتروژن استارتر در هکتار N_1،N_3,N_2

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-10]

شاخص برداشت

اثرات اصلی مقادیر نیتروژن و متانول بر شاخص برداشت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۷). بیشترین شاخص برداشت در کاربرد مقادیر بالایی از متانول و نیتروژن استارتر بدست آمد که به‌ترتیب از افزایش ۱۲/۵ و ۹/۵ درصدی در مقایسه با عدم کاربرد متانول و نیتروژن استارتر برخوردار بود (جدول ۸). بخشی از افزایش شاخص برداشت بواسطه محلول‌پاشی با متانول می‌تواند ناشی از اثر این ماده بر روی اتیلن باشد که ضمن کمک به تاخیر در پیری برگها، طول دوره فتوسنتز فعال گیاه را افزایش میدهد (Ramírez *et al*., 2006). همچنین متانول به‌عنوان یک منبع کربنی برای گیاهان محسوب شده و محلول‌پاشی با این ماده در گیاهان با مسیر فتوسنتزی C_3 همانند سویا، ضمن کاهش تنفس نوری منجر به افزایش وزن دانه و مولفه‌های پر شدن دانه (جدول ۵) شده و همین عوامل میتواند از دلایل اصلی بالا رفتن عملکرد دانه و به تبع از آن افزایش شاخص برداشت باشد.

درصد روغن و پروتئین دانه

اثرات اصلی مقادیر نیتروژن بر درصد پروتئین و روغن دانه به ترتیب در سطح احتمال یک و پنج درصد و اثر متانول بر محتوای پروتئین دانه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۷). بیشترین محتوای پروتئین دانه در کاربرد مقادیر بالایی از متانول و نیتروژن استارتر بدست آمد که به‌ترتیب از افزایش ۱۰/۷ و ۱۳/۴۸ درصدی در مقایسه با عدم کاربرد متانول و نیتروژن استارتر برخوردار بود (جدول ۸). از آنجایی‌که نیتروژن یکی از اجزای اصلی اسیدهای آمینه بوده و سهولت دسترسی به آن منجر به افزایش جذب و سنتز بیشتر پروتئین میشود از این‌رو بخشی از بهبود محتوای پروتئین دانه با کاربرد مقادیر بالاتر نیتروژن را، میتوان به سهولت دسترسی گیاه به نیتروژن و انتقال آن به دانه نسبت داد. از طرفی تثبیت زیستی نیتروژن توسط لگوم‌هایی مانند سویا یک صفت مهم در تامین بخشی از نیاز نیتروژنی گیاه تلقی می‌شود و مصرف مقادیر مناسبی از کود نیتروژن میتواند نقش مهمی را در فرایند تثبیت زیستی (Sepetoglu, 2002) و بهبود گره-زایی نظیر افزایش تعداد و وزن گره (جدول ۴ و۵) که از عوامل موثر در فرایند تثبیت نیتروژن محسوب میشود ایفا نماید.

به بیانی دیگر همچنان‌که کاربرد مقادیر بالایی از کود نیتروژن منجر به افزایش تعداد و وزن گره (جدول ۴) و یا کمک به بهبود فرایند تثبیت زیستی نیتروژن می‌شود در همین سطح از کاربرد کود نیتروژن، درصد پروتئین دانه نیز بیشتر شد. محلول‌پاشی متانول هم محتوای پروتئین دانه را افزایش داد طوری‌که کاربرد ۳۰ درصد حجمی متانول محتوای پروتئین دانه را به‌ترتیب ۱۳/۴ و ۸/۶ درصد نسبت به عدم محلول‌پاشی و محلول‌پاشی ۱۵ درصد حجمی افزایش داد (جدول ۸). به نظر می‌رسد افزایش غلظت دی اکسیدکربن حاصل از اکسیداسیون سریع متانول در بافت‌های فتوسنتز کننده، موجب افزایش فعالیت کربوکسیلازی آنزیم روبیسکو، کاهش تنفس نوری و افزایش میزان فتوسنتز می‌شود(Gout *et al*., 2000)،

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-10]

درچنین شرایطی مقادیر زیادی ترکیبات کربوهیدراتی به ریشه منتقل شده و از طریق افزایش تعداد و وزن گره، ضمن تامین انرژی مورد نیاز برای تثبیت نیتروژن و به تبع از آن دسترسی بهتر گیاه به نیتروژن، موجب می‌شود که محتوای پروتئین دانه افزایش یابد. بخشی از بهبود محتوای پروتئین دانه با کاربرد مقادیر بالایی از متانول و نیتروژن استارتر، می‌تواند ناشی از اثر این عوامل بر افزایش ۲۸ درصدی طول دوره پر شدن دانه در مقایسه با عدم کاربرد متانول و نیتروژن استارتر ناشی شده باشد (جدول ۵) که موجب میشود فرصت کافی برای سنتز و ذخیره سازی پروتئین‌های دانه فراهم شود.

جدول ۷: تجزیه واریانس تاثیر نیتروژن استارتر و متانول بر عملکرد کمی و کیفی و برخی اسیدهای چرب روغن سویا

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		درصد پروتئین	درصد روغن	اسید پالمیتیک	اسید استئاریک	اسید اولئیک	اسید لینولئیک	اسید لینولنیک	عملکرد دانه
تکرار	۲	۱۸۱/۲۳**	۴۸/۳۱**	۴۸**	۶/۱۶**	۸۳/۷۷**	۲۵۹/۲۲**	۱۹/۱۷**	۸۳۷/۴۸**
M محلول پاشی متانول	۲	۴۱*	۴/۹۵ns	۴/۹ns	۰/۶۲ns	۵/۳۹ns	۹/۸۸ns	۱/۹۶ns	۳۷۸۳/۳۷**
N نیتروژن استارتر	۲	۵۴/۹۴**	۱۴/۹۳*	۱۹/۶۲**	۱/۱۳ns	۲۱/۴۳**	۱۱۸/۶۲**	۷/۶۶**	۹۲۳۹/۳۷**
M×N	۴	۱۷/۳۸	۲/۸۱ns	۱/۴۷ns	۰/۳۶ns	۱/۶۳ns	۴/۱۷ns	۰/۵۹ns	۳۱۱/۲*
اشتباه آزمایشی	۲۶	۷/۷۹	۲/۶۵	۲/۴	۰/۴۳۴	۲/۷۱	۱۲/۳	۰/۹۶	۸۳/۱۰۶
ضریب تغییرات (٪)		۷/۱۶	۸/۰۱	۱۲/۹۳	۱۶/۷۶	۷/۴۴	۷/۴۳	۱۰/۱	۴/۷۷

ns، * و ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

جدول ۸: مقایسه میانگین تاثیر نیتروژن استارتر و محلول‌پاشی متانول بر برخی صفات سویا

صفات		پالمتیک اسید	اولئیک اسید	لینولئیک اسید	لینولنیک اسید	درصد پروتئین	درصد روغن
تیمارهای آزمایشی							
M محلول‌پاشی متانول	عدم کاربرد به عنوان شاهد	-	-	-	-	b۳۷/۳۸	-
	۱۵ درصد	-	-	-	-	b۳۸/۱۱	-
	۳۰ درصد	-	-	-	-	a۴۱/۳۹	-
LSD5%		-	-	-	-	۲/۷۸	-
N نیتروژن استارتر (کیلوگرم در هکتار)	عدم کاربرد به عنوان شاهد	a۱۳/۲۴	b۲۰/۴۴	b۴۳/۱۶	b۸/۷۱	b۳۶/۳۳	a۲۰/۶۹
	۲۵	a۱۲/۳۳	a۲۲/۵۳	a۴۸/۲۲	a۹/۹۹	a۳۹/۳۲	a۲۱/۳۸
	۵۰	b۱۰/۳۵	a۲۳/۴۶	a۵۰/۲۱	a۱۰/۵۱	a۴۱/۲۳	b۱۸/۸۸
LSD5%		۱/۵۴	۱/۶۴	۳/۵	۰/۹۸	۲/۸	۱/۶۲

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون اختلاف آماری معنی‌داری بر اساس آزمون LSD با هم ندارند

به ترتیب عدم محلول‌پاشی با متانول و کاربرد ۱۵ و ۳۰ درصد حجمی متانول M_1،M_3,M_2

به ترتیب عدم کاربرد نیتروژن استارتر و کاربرد ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم نیتروژن استارتر در هکتار N_1،N_3,N_2

اثر اصلی مقادیر نیتروژن استارتر بر درصد روغن دانه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۷). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین درصد روغن (۲۱/۳۸ درصد) در کاربرد ۲۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن استارتر به‌دست آمد که در مقایسه با عدم کاربرد نیتروژن از افزایش ۳/۳ درصدی و در مقایسه با مقادیر بالاتر نیتروژن استارتر از افزایش

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-10]

۱۳/۲ درصدی برخوردار بود (جدول ۸). در این بررسی به نظر می‌رسد کاربرد مقادیر بالای نیتروژن استارتر به دلیل کمک به افزایش تعداد و وزن گره (جدول ۴) و یا بهبود فرایند تثبیت زیستی نیتروژن، موجب می‌شود نیتروژن بیشتری در اختیار گیاه قرار گیرد و فراهمی بیشتر نیتروژن در گیاه میتواند سنتز پروتئین را به بهای کاهش سنتز روغن تشدید کند (Rathke *et al*., 2005). این یافته با نتایج دیگر محققان مبنی بر اینکه در دانه‌های روغنی با کاربرد مقادیر بالاتر نیتروژن، محتوای روغن دانه کاهش می‌یابد مطابقت دارد (سیدشریفی، ۱۴۰۲).

اسیدهای چرب

اثر اصلی مقادیر نیتروژن بر نوع اسیدهای چرب اشباع و غیر اشباع سویا در سطح احتمال یک و پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۷). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که لینولئیک اسید بیشترین درصد اسیدهای چرب روغن سویا را (در محدوده ۴۳/۱۶ تا ۵۰/۲۱ درصد) تشکیل می‌داد و بعد از آن اسیدهای چرب اولئیک (در محدوده ۲۰/۴۴ تا ۲۳/۴۶ درصد) و لینولنیک (در محدوده ۸/۷۱ تا ۱۰/۵۱ درصد) تشکیل می‌داد. در بین اسیدهای چرب غیر اشباع نیز، پالمتیک اسید در محدوده ۱۰/۳۵ تا ۱۳/۲۴ درصد را شامل می‌شد (جدول ۸). حداکثر محتوای پالمتیک اسید (۱۳/۲۴درصد) در عدم کاربرد نیتروژن استارتر بدست آمد که در مقایسه با کاربرد ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم نیتروژن استارتر به ترتیب از افزایش ۷/۳ و ۲۷ درصدی برخوردار بود (جدول ۸). البته اختلاف آماری معنی‌داری در محتوای پالمتیک اسید در شرایط عدم کاربرد نیتروژن با به کارگیری ۲۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن استارتر وجود نداشت. کاربرد۵۰ کیلوگرم درهکتار نیتروژن استارتر به‌طور معنی‌داری محتوای اسیدهای چرب اولئیک، لینولئیک و لینولنیک را به ترتیب ۱۴/۷، ۱۶/۳ و ۲۰/۶ درصد در مقایسه با عدم کاربرد نیتروژن استارتر افزایش داد هر چند که اختلاف آماری معنی‌داری در محتوای اسیدهای چرب غیر اشباع بین مقادیر ۲۵ تا ۵۰ کیلوگرم نیتروژن استارتر وجود نداشت (جدول ۸). پیوندی و همکاران (۱۳۹۲) در بررسی اثر مقادیر مختلف نیتروژن بر خصوصیات کیفی کلزا اظهار داشتند که نیتروژن بیشترین تاثیر را بر خصوصیات کیفی روغن و نوع اسیدهای چرب داشت. نتایج مشابهی نیز توسط دیگر محققان مبنی بر اینکه کاربرد نیتروژن استارتر اثر معنی‌داری بر محتوای اسیدهای چرب اشباع و غیر اشباع روغن سویا داشت گزارش شده است (Seyed Sharifi *et al*., 2016).

نتیجه گیری نهایی و پیشنهاد برای تحقیقات بعدی

سویا به دلیل برخورداری از مقادیر بالای پروتئین، توانایی تثبیت بیولوژیکی نیتروژن، غنی بودن از آنتی‌اکسیدان‌ها و عناصر غذایی، از اهمیت خاصی در بین دانه‌های روغنی برخوردار است. تثبیت بیولوژیک نیتروژن به‌وسیله لگوم‌ها، گرچه به‌عنوان یک صفت مهم در تأمین بخشی از نیاز نیتروژنی گیاه تلقی می‌شود ولی کاربرد نیتروژن استارتر به‌خصوص در خاک‌های با ماده آلی و نیتروژن کمتر، موجب بهبود فرآیند تشکیل گره و فعالیت بالای باکتری‌های جنس ریزوبیوم در گیاه

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-10]

میزبان میشود. از طرفی کاربرد متانول با افزایش غلظت CO_2 در گیاهان سه کربنه‌ای همچون سویا می‌تواند بخشی از تلفات کربن تثبیت شده توسط فتوسنتز را جبران نموده و به بهبود عملکرد کمی و کیفی گیاه منجر شود. طوری‌که حداکثر ارتفاع بوته، وزن گره، تعداد دانه در بوته، سرعت و دوره موثر پر شدن دانه و عملکرد کمی و کیفی دانه در کاربرد مقادیر بالایی از نیتروژن استارتر و متانول به‌دست آمد. در ضمن پیشنهاد می‌شود که در آزمایش‌های بعدی، اثر مقادیر متفاوت از نیتروژن استارتر و متانول در مراحل مختلف رشدی در چند سال و مکان بر روی صفات دیگر مورد ارزیابی قرار گیرد تا با اطمینان بیشتری بتوان بهترین مقدار و زمان مناسب از کاربرد نیتروژن استارتر و متانول را برای دستیابی به عملکرد کمی و کیفی توصیه نمود.

منابع

ابطحی، س م.، سیدشریفی، ر و قادری فر، ف.۱۳۹۳. تأثیر مقادیر کود نیتروژنه و تلقیح بذر با باکتری‌های PGPR بر عملکرد، کارایی مصرف کود، سرعت و دوره موثر پرشدن دانه سویا درکشت دوم. دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۲۴(۳): ۱۱۲-۱۲۹.

احمدی شریف، ر. ، ذاکرین، ح. ر.، مصطفوی راد، م.، سیف زاده، س. و ولدآبادی، س. ع. ۱۴۰۲. تغییرات رشد و عملکرد دانه بادام زمینی تحت تأثیر رژیم‌های مختلف آبیاری و کاربرد برگی اتانول. تولید گیاهان زراعی. ۱۶(۱): ۱۵۲-۱۳۵.

احیایی، ح، ر.، پارسا، م. و نصیری محلاتی، م. ک. ۱۳۸۹. اثر محلول‌پاشی متانول و دور آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم نخود. نشریه پژوهشهای حبوبات ایران. ۱(۲): ۴۸- ۳۷ .

پیوندی، م.، لطیف، خ و. صبورا، ع. ۱۳۹۲. تاثیر نیتروژن و مس بر برخی خصوصیات کمی گیاه کلزا ارقام اوکاپی و هیولا. نشریه اکوفیزیولوژی گیاهی ایران. ۸ (۴): ۵۲-۴۳.

آرمند، ن.، امیری، ح.، و اسماعیلی، ا. ۱۳۹۴. تأثیر متانول برعملکرد و اجزای عملکرد لوبیا تحت تنش کمبود آب. مجله اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. ۲(۳۴): ۲۴۲-۲۳۱.

برادران فیروزآبادی،م.، پارسائیان، م. و برادران فیروزآبادی،م. ۱۳۹۶. پاسخ زراعی و فیزیولوژیک سیاه‌دانه به محلول‌پاشی آسکوربات و متانول در شرایط تنش کم آبیاری. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۹ (۳۰): ۲۷-۱۳.

حبیبی، ص. و مجیدیان، م.۱۳۹۳. تأثیر سطوح مختلف کود شیمیایی نیتروژن و ورمی‌کمپوست برعملکرد و کیفیت ذرت شیرین هیبرید چیس. مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی ۴(۱۱): ۱۵-۲۶.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-10]

حسین زاده، س .ر.، چنیانی، م.، و سلیمی، ا. ۱۳۹۳. بررسی اثر متانول بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک نخود تحت تنش خشکی. نشریه پژوهشهای حبوبات ایران. ۵ (۲): ۸۲-۷۱.

سیدشریفی، ر. و ر، سیدشریفی.۱۴۰۲. تأثیر نیتروژن استارتر، پوتریسین و نانوسیلیکون بر عملکرد و برخی صفات بیوشیمیایی و فیزیولوژیک نخود دیم. مجله به زراعی کشاورزی. ۲۵(۱): ۱۵۸-۱۴۳.

سیدشریفی، ر. ۱۴۰۲. گیاهان صنعتی (چاپ پنجم). انتشارات دانشگاه محقق اردبیلی. ۴۲۲ صفحه.

سیدشریفی، ر. و سیدشریفی، ر. ۱۳۹۹. اثر نیتروژن استارتر، متانول و کودهای زیستی بر عملکرد، گره‌زایی و طول دوره پر شدن عدس دیم. مجله به زراعی کشاورزی. ۲۲(۳): ۴۶۰-۴۴۵.

سیدی، م، ن. و سیدشریفی، ر.۱۳۹۲. تاثیر تلقیح بذر با ریزوبیوم و مصرف کود نیتروژن بر عملکرد و خصوصیات زراعی سویا در شرایط اردبیل. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. ۴(۱۱): ۶۲۸-۶۱۸.

صفرزاده ویشگایی، م.ن. نورمحمدی، ق و مجیدی، ا. ۱۳۸۸. اثرات متانول بر عملکرد و اجزای عملکرد بادام زمینی. نشریه علوم زراعی ایران. ۳۳: ۱۰۳-۸۸.

میرآخوری، م.، پاک نژاد، ف.، اردکانی، م ر.، مرادی، ف.، ناظری، پ. و نصری، م. ۱۳۸۹. اثر محلول‌پاشی متانول بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا (*Glycine max* L.). نشریه بوم شناسی کشاورزی. ۲(۲): ۲۴۴-۲۳۶.

نعیمی، ن. م، و خلیلوند بهروزیار، ا.۱۳۹۲. اثر محلول‌پاشی متانول در مراحل رشدی بر صفات مرتبط با دانه در رقم ILC482 نخود. نشریه اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. (۲۶)۲: ۱۵۸-۱۴۷.

Ardalani, H., Hadipanah, A., and Pourrezvani, S.M. 2014. Foliar application gibberellic acid and ethanol on flower yield and phenolic compositions in marigold (*Callendula officinalis* L.). Electerica Journal of Biology. 10(3): 73- 78

Behrouzyar, E.K., and Yarnia, M., 2016. Effects of methanol foliar application on nutrient content and RWC of sugar beet under water deficit stress. Bangladesh Journal of Botany. 45:1069-1074.

Brevendan, R. E., Egli, D. B., and Leggett. J. E. 1977. Influence of N nutrition on total N, nitrate, and carbohydrate levels in soybeans. Agronomy Journal. 69: 965-969.

Caliskan, S., Ozkaya, I., Caliskan, M.E., and Arslan, M. 2008. The effect of nitrogen and iron fertilization on growth, yield and fertilizer use efficiency of soybean in Mediterranean type soil. Field Crop Research.3:126-132.

Cho, D.S., Jong, S.K., Park, Y.K. and Son, S.Y. 1987. Studies on the duration and rate of grain filling in rice (*Oryza sativa* L.). I. Varietal difference and effects of nitrogen. Korean Journal

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-10]

of Crop Science, 32 (1):103-111.

Córdova S.C., Castellano M.J., Dietzel, R., Licht M.A., Togliatti, K., and Martinez-Feria, R. 2019. Soybean nitrogen fixation dynamics in Iowa, USA. Field Crop Research. 236: 165–176.

Dorkhov,Y.L., Shindypina, A.V., Sheshukova, E.V., and Komarova, T.V. 2015. Metabolic methanol: molecular pathway and physiological roles. Physiological Reviews. 95: 603-644.

Ellis, R.H., and Pieta-Filho, C. 1992. The development of seed quality spring and winter cultivars of barley and wheat. Seed Science Research, 2:19-25.

Galbally, I. E., and Kirstine, W. 2002. The production of methanol by flowering plants and the global cycle of methanol. Journal of Atmospheric Chemistry. 43(3):195-229.

Gout, E., Aubert, S., Bligny, R., Rebeille, F., Nonomura, A. R., Benson, A., and Douce, R. 2000. Metabolism of methanol in plant cells. Carbon-13 nuclear magnetic resonance studies, Plant Physiology, 123: 287-296.

Ignacio, A., Ciampitti, André Froes de Borja Reis, S. Carolina Córdova, Michael, J., Castellano, Luiz Felipe Antunes De Almeida, and Luiz, H. Moro Rosso. 2021. Revisiting biological nitrogen fixation dynamics in soybeans. Front Plant Science. 12. 521-529

Mauney, J. R., and Gerik, T. J. 1994. Evaluating methanol usage in Cotton. Proc. Beltwide Cotton Conf., National Cotton Council of America Memphis, TN, USA, I. 39-40.

Mona, D.G., El-Lethy, S.R., and Mervat, Sh. 2013. Role of methanol and yeast in improving growth, yield, nutritive value and antioxidants of soybean. World Applied Sciences Journal, 26(1): 6-14

Namvar , A., Seyed Sharifi, R., Sedghi, M., Khandan, T., and Eskandarpour, B. 2011. Study on the effects of organic and inorganic nitrogen fertilizer on yield, yield components, and nodulation state of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Communications in Soil Science and Plant Analysis, 42(9): 1097-1109

Nemecek-Marshall, M. , MacDonald, R.C., Franzen, J.J., Wojciechowski, C.L., and Fall, R. 1995. Methanol emission from leaves. Enzymatic detection of gas-phase methanol and relation of methanol fluxes to stomatal conductance and leaf development.Plant Physiology 108:1359-1368

Nonomura, A.M. and Benson, A.A. 1992. The path of carbon in photosynthesis: Improved crop yields with methanol. National Academy Science 89: 9794-9798.

Ortez, O.A., Tamagno, S., Salvagiotti, F., Prasad, P.V.V., and Ciampitti, I. A. 2019. Soybean nitrogen sources and demand during the seed-filling period. Agronomy Journal. 111, 1779–1787.

Osborne, S.L., and Riedell, W.E. 2006. Starter nitrogen fertilizer impact on soybean yield and quality in the northern Great Plains. Agronomy Journal. 98 (6): 1569- 1574

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-10]

Ramberg, H.A., Bradly, J. S., Olseon, I.S., Nishio, J.N., Markwell, J. and Osterman, J.C. 2002. The role of menthal in promithing plant groeth: an update, Journal of Plant Biochemistry and Biotechnology, 1: 113-126.

Ramirez, I., Dorta, F., Espinoza, E., Jimenez, A., Mercado, K., and Pen a-Cortes, H. 2006. Effects of foliar and root applications of methanol on the growth of Arabidopsis, tobacco and tomato plants. Journal of Plant Growth Regulation. 25: 30-44

Rathke, G.W., Behrens, T., and Diepenbrock, W.2006. integrated nitrogen manegement strategies to improve seed yeild, oil content and nitrogen effeciency of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): A review. Agriculture, ecosystem and enviroment 117:90-108.

Ronanini D, Savin, R. and Hal, A.J. 2004. Dynamic of fruit growth and oil quality of sunflower (*Helianthus annuus* L.) exposed to brief interval of high temperature during grain filling. Field Crop Research, 83: 79-90.

Saadpanah, A., Rokhzadi, A., and Mohammadi, K. 2013. Growth response of soybean to the application of *Bradyrhizobium Japonicum* and foliar methanol spraying in field conditions. International Journal of Biosciences, 3(4): 128-134.

Sepetoglu, H. 2002. Grain Legumes. Department of Field Crops, Faculty of Agric, Univ of Ege Pupl. 24/4, Izmir, Turkey.

Seyed Sharifi, R. 2016. Application of biofertilizers and zinc increases yield, nodulation and unsaturated fatty acids of soybean (*Glycine max* L.). Journal of Zemdirbyste-Agriculture, 3 (103): 251-258.

Seyed Sharifi, R., Abtahi, S.M. and Ghaseminegad,P. 2016. Integrated fertilization systems effects on yield, nodulation state and fatty acids composition of soybean. Indian Journal of Agricultural Sciences, 86 (6): 51-60.

Shyamalee, K., Rajapaksha1, R.G.A.S., and Rathnasekara N. 2019. Effects of foliar application of beer (ethanol) on the growth, flowering and fruit setting of bitter gourd (*Momordica charantia* L.) Plants. International Journal of Research and Review. 6 (1): 501-505.

Taheri, E., Soleymani, A., and Javanmard, H. R. 2012. The effect of different nitrogen levels on oil yield and harvest index of two spring rapeseed cultivars in Isfahan region. International Journal of Agriculture and Crop Sciences 4(20): 1496-1498

Tamagno, S., Sadras V.O., Haegele J.W., Armstrong P.R., Ciampitti I.A. 2018. Interplay between nitrogen fertilizer and biological nitrogen fixation in soybean: implications on seed yield and biomass allocation. Scientific Report. 8: 1–11.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-10]

Varco, J.J. 1999. Nutrition and fertility requirements. Pp: 53-70. In: Heatherly, L.G., and Hodges, H.F. (Eds.) Soybean Production in the Mid-South. CRC Press, Boca Raton, FL.

Walley, F.L., Boahen, S.G., Hnatowich, K. and Stevenson, C. 2005. Nitrogen and phosphorus fertility management for desi and kabuli chickpea. Canadian Journal of Plant Science, 85: 73-79.

Zhao, Y., Zeng, Z.D., Qi, C.J., Yu, X.S., Guo, C.L., Chen, Q., and Chen, L.M. 2014. Deciphering the molecular responses to methanol-enhanced photosynthesis and stomatal conductance in broad bean. Acta Physiologiae Plantarum, 36: 2883-2896.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-10]

Effects of starter nitrogen and foliar application with methanol on nodulation and quantitative and qualitative yield of soybean (*Glycine max* L.) in Moghan region

R.Seyed Sharifi[1*] and F. Adel Sarebanlar[2]

1 & 2) Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

*** Coresponding author: raouf_ssharifi@yahoo.com**

This article is taken from a research project.

Received date: 2023.04.29 **Accepted date: 2023.08.16**

Abstract

Soybean (*Glycine max* L.) is one of the most important oil seeds in the world. Oil seed production has a fundamental dependence on inorganic nitrogen. Although biological nitrogen fixation made by the rhizobium genus has decreased production costs and promoted more sustainable legumes, but application of starter nitrogen, especially in soils with less organic matter and nitrogen, is one of the effective factors in improving the yield of legumes, nodule formation and the high activity of rhizobium bacteria in the host plant. Also, one of the important strategies for increasing of carbon dioxide concentration in plants of C_3 is using compounds such as methanol that can increase the concentration of CO_2 in a plant and help photosynthesis rate and growth. In this regard , in order to study the effects of starter nitrogen and foliar application with methanol on nodulation, grain filling components and quantitative and qualitative yield of soybean (*Glycine max* L.) Var. Arian, an experiment was carried out as factorial based on randomized complete block design with three replications at the farm at Parsabad of Moghan from Ardabil province in crop year of 2022. Factors experimental were included application of methanol at three levels (foliar application with water as control, application 15 and 30 volume percent) and three levels of starter nitrogen (no application as control, application of 25 and 50 kg/ha) by urea. Application of the higher rates of starter nitrogen (50 kg/ha) increased the number of nodules per plant (139%), number of pod per plant (37%), harvest index (9%), grain filling period (8%), oleic acid, linoleic acid and linolenic acid (14.7, 16.3 and 20.6% respectively) in comparison with no application of starter nitrogen. Hovewer, there were no significant difference in oleic acid, linoleic acid and linolenic acid between 25 and 50 kg/ha starter nitrogen. Foliar application of 30 volume percent of methanol increased the number of nodules per plant (15.2%), number of pod per plant (47%), harvest index (12%) and grain filling period (5%) in comparison no foliar application of methanol. Also, maximum of dry weight of nodules (0.473 g per plant), plant height (85.5 cm), number of grain per pod (48.7), grain filling rate (0.00525 g per plant), effective grain filling period (35.53 days) and grain yield (242.6 g per area) were obtained at application of the higher rates of starter nitrogen and methanol.

Key words: Fatty acids, Urea, Grain Filling period, Biological nitrogen fixation and Linoleic acid.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-10]