Archive of SID

مجله علوم گیاهان زراعی ایران
دوره ۴۲، شماره ۲، ۱۳۹۰ (۳۹۶-۳۸۷)

اثر غلظت و زمان محلول‌پاشی کود نیتروژن مکمل بر عملکرد دانه و کارایی مصرف نیتروژن در کلزا به صورت کشت دوم در اراضی شالیزاری

پری طوسی‌کهل[۱]، مسعود اصفهانی[۲]*، محمد ربیعی[۳] و بابک ربیعی[۴]
۱، ۲، ۴، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و دانشیاران دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان
۳، پژوهشگر مؤسسه تحقیقات برنج کشور
(تاریخ دریافت: ۸۹/۶/۳۱ - تاریخ تصویب: ۹۰/۱/۳۱)

چکیده

به منظور بررسی اثر غلظت و زمان محلول‌پاشی کود نیتروژن مکمل بر عملکرد دانه و کارایی مصرف نیتروژن در کلزا (هیبرید هایولا ۴۰۱)، آزمایشی به صورت بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ در مؤسسه تحقیقات برنج کشور در رشت اجرا گردید. دو عامل غلظت محلول حاوی کود نیتروژن خالص (از منبع اوره) در دو سطح (۵ و ۱۰ در هزار) و زمان محلول‌پاشی در هفت سطح: ۱) محلول‌پاشی در مرحله ۶ تا ۸ برگی (کدهای ۱/۰۶ تا ۱/۰۸ کدبندی سیلوستر-برادلی و میکپیس)، ۲) محلول‌پاشی در مرحله ساقه‌رفتن (کدهای ۲/۰۱ تا ۲/۰۳)، ۳) محلول‌پاشی در مرحله قبل از گلدهی (کد ۳/۹)، ۴) محلول‌پاشی در مرحله ۶ تا ۸ برگی + ساقه‌رفتن، ۵) محلول‌پاشی در مرحله ۶ تا ۸ برگی+قبل از گلدهی، ۶) محلول‌پاشی در مرحله ساقه‌رفتن + قبل از گلدهی، ۷) محلول‌پاشی در مرحله ۶ تا ۸ برگی+ساقه‌رفتن+قبل از گلدهی، همراه با دو تیمار شاهد، بدون مصرف کود نیتروژن و کوددهی متداول خاکی به صورت $\frac{۱}{۳}$ در زمان کاشت، $\frac{۱}{۳}$ در زمان ساقه رفتن و $\frac{۱}{۳}$ قبل از گلدهی به میزان ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار منظور شدند. صفات گیاهی مورد ارزیابی شامل عملکرد دانه، میزان روغن، کارایی زراعی نیتروژن، کارایی مصرف نیتروژن، بازیافت ظاهری، کارایی فیزیولوژیک نیتروژن، شاخص برداشت نیتروژن، کارایی جذب نیتروژن و کارایی استفاده از نیتروژن بودند. نتایج نشان داد که بین غلظت‌های محلول‌پاشی و زمان‌های مصرف نیتروژن از نظر صفات مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری وجود داشت. محلول‌پاشی با غلظت ۱۰ در هزار در مرحله ساقه‌رفتن + قبل از گلدهی بیشترین عملکرد دانه (۴۲۲۱/۷ کیلوگرم در هکتار)، بالاترین کارایی زراعی (۱۷/۹۴ کیلوگرم بر کیلوگرم)، کارایی مصرف نیتروژن (۲۳/۴۵ کیلوگرم بر کیلوگرم) و شاخص برداشت نیتروژن (۷۷/۳۹ درصد) را دارا بود. محلول‌پاشی در غلظت ۱۰ در هزار در هر سه مرحله، بیشترین بازیافت ظاهری و کارایی جذب نیتروژن را (به ترتیب با میانگین ۷۰/۷۱ درصد و ۸۷/۱۲ کیلوگرم بر کیلوگرم) داشتند. براساس نتایج این آزمایش به نظر می‌رسد که محلول‌پاشی کود نیتروژن مکمل در مراحل ساقه‌رفتن و گلدهی کلزا باعث تأمین نیاز کودی و کمک به افزایش محصول و کارآیی مصرف کود نیتروژن در این گیاه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: بازیافت ظاهری نیتروژن، عملکرد دانه، کارایی مصرف نیتروژن و کلزا.

* نویسنده مسئول: مسعود اصفهانی تلفن: ۰۹۱۱-۱۳۲۱۳۸۶ E-mail: mesfahan@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

کلزا یکی از مهم‌ترین گیاهان روغنی بعد از سویا و نخل روغنی است که به دلیل سازگاری با شرایط اقلیمی گیلان کشت دوم آن بعد از برنج مورد توجه می‌باشد. کلزا گیاه زراعی مهمی است که ظرفیت بالایی در جذب نیتروژن از خاک داشته و جهت کاهش آبشویی نیترات در نظام‌های زراعی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Sidlauskas & Tarakanovas, 2004). یکی از مهم‌ترین عواملی که عملکرد کلزا را تحت تأثیر قرار می‌دهد، کود نیتروژن است. به دلیل اهمیت زمان و مقدار مصرف کود نیتروژن در عملکرد و اجزای عملکرد کلزا انتخاب مصرف مناسب کود نیتروژن می‌تواند نقش تعیین‌کننده‌ای در افزایش عملکرد کلزا ایفا نماید (Almond et al., 1996). به نظر می‌رسد که علاوه بر مصرف سرک کود نیتروژن به صورت خاکی، تغذیه برگی به صورت محلول‌پاشی نیز می‌تواند به افزایش عملکرد دانه کلزا کمک کند. با تغذیه از طریق برگ می‌توان مواد غذایی را در کوتاه‌ترین زمان ممکن در اختیار گیاه قرار داد و به کاهش مصرف کودهای شیمیایی کمک کرد (Rezaie & Makakouti, 2003). گزارش شده است که محلول‌پاشی نیتروژن از منبع اوره با غلظت ۵ تا ۱۰ در هزار باعث افزایش عملکرد دانه در گیاهان زراعی می‌شود (Salardini, 1995. Samavat (1999) گزارش نمود که غلظت مناسب محلول‌پاشی کود اوره برای گیاهان دانه روغنی، ۱۰- ۵ در هزار می‌باشد. Morshedi & Naghibi (2001) گزارش کردند که محلول‌پاشی اوره باعث افزایش وزن هزاردانه، تعداد دانه در خورجین، عملکرد دانه و روغن کلزا می‌شود. تحقیقات Malakouti (2000) نشان داده است که برای جلوگیری از مصرف بی‌رویه کودهای نیتروژن یکی از مهم‌ترین راه‌ها، مصرف به هنگام و مطابق با نیاز گیاه است. به دلیل حلالیت فراوان کودهای نیتروژن، زمان مصرف کود بسیار مهم بوده و یکی از دلایل پائین بودن کارایی کودهای نیتروژن استفاده از آن‌ها در زمان نامناسب است. اکثر شیوه‌های مناسب جهت برآورد کارایی مصرف نیتروژن وابسته به گیاه، تولید محصول و فرایندهای مرتبط با آن می‌باشند (Pathak et al., 2008). آزمایش حاضر با هدف تعیین بهترین زمان و غلظت محلول‌پاشی کود نیتروژن جهت دستیابی به حداکثر عملکرد دانه و افزایش کارایی مصرف نیتروژن در زراعت کلزا در منطقه انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ در اراضی شالیزاری مؤسسه تحقیقات برنج کشور در رشت اجرا گردید. دراین آزمایش دو عامل غلظت محلول حاوی کود نیتروژن خالص (از منبع اوره) در دو سطح (۵ و ۱۰ در هزار) و زمان محلول‌پاشی در هفت سطح: ۱- محلول‌پاشی در مرحله ۶ تا ۸ برگی (کدهای ۱/۰۶ تا ۱/۰۸ کدبندی سیلوستر- برادلی و میکپیس (Sylvester-Bradley & Makepeace, 1984)، ۲- محلول‌پاشی در مرحله ساقه‌رفتن (کدهای ۲/۰۱ تا ۲/۰۳)، ۳- محلول‌پاشی در مرحله قبل از گلدهی (کد ۳/۹)، ۴- محلول‌پاشی در مرحله ۶ تا ۸ برگی + ساقه‌رفتن، ۵- محلول‌پاشی در مرحله ۶ تا ۸ برگی + قبل از گلدهی، ۶- محلول‌پاشی در مرحله ساقه‌رفتن + قبل از گلدهی، ۷- محلول‌پاشی در مرحله ۶ تا ۸ برگی + ساقه‌رفتن + قبل از گلدهی، همراه با دو تیمار شاهد: الف) بدون مصرف کود نیتروژن و ب) کوددهی متداول خاکی به صورت ۱/۳ در زمان کاشت، ۱/۳ در زمان ساقه‌رفتن و ۱/۳ قبل از گلدهی به میزان ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار در نظر گرفته شدند. در کلیه تیمارهای محلول‌پاشی، کود نیتروژن خالص به میزان ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار به صورت ۱/۳ در زمان کاشت، ۱/۳ در زمان ساقه‌رفتن و ۱/۳ قبل از گلدهی نیز به خاک افزوده شد. محلول‌پاشی به وسیله سمپاش پشتی موتوری با فشار ۰/۲ بار انجام گرفت. هرکرت آزمایش شامل ۸ خط کاشت به فاصله ۲۵ سانتی‌متر و به طول ۵ متر بود. بعد از برداشت برنج در اوایل مهر، عملیات شخم با استفاده از گاوآهن برگرداندار صورت گرفته و برای مبارزه با علف‌های هرز از علف‌کش ترفلان به میزان ۳ لیتر در هکتار استفاده گردید و یک سوم کود نیتروژن (۶۰ کیلوگرم در هکتار) و تمام کود فسفات آمونیوم و سولفات پتاسیم مورد نیاز برحسب آزمون خاک هر کدام به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به مزرعه داده شد. بافت خاک مورد نظر رسی با اسیدیته ۵/۷۲ و میزان کربن آلی خاک ۱/۰۲ درصد و شامل

www.SID.ir

Archive of SID

۰/۰۹۹ درصد نیتروژن کل، ۲۹ میلی‌گرم در کیلوگرم فسفر و ۱۷۱ میلی‌گرم در کیلوگرم پتاس بود. فاصله بین تیمارها یک متر و بین تکرارها دو متر در نظر گرفته شد. کاشت بذر به میزان ۱۰ کیلوگرم در هکتار و به صورت دستی صورت گرفت و تراکم بوته‌ها ۱۰۰ عدد در متر مربع در نظر گرفته شد. محصول هر کرت پس از حذف حاشیه برداشت و عملکرد دانه براساس رطوبت ده درصد محاسبه شد. برای اندازه‌گیری میزان روغن مقدار ۱۰ گرم از بذور هر تیمار برداشت شد و به آزمایشگاه بخش تحقیقات دانه‌های روغنی مؤسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر فرستاده شد و با استفاده از دستگاه NMR (رزونانس هسته مغناطیسی) میزان روغن نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. صفات گیاهی مورد ارزیابی شامل عملکرد دانه، میزان روغن، کارایی زراعی نیتروژن، کارایی مصرف نیتروژن، بازیافت ظاهری نیتروژن، کارایی فیزیولوژیک نیتروژن، شاخص برداشت نیتروژن، کارایی جذب نیتروژن و کارایی استفاده از نیتروژن بودند (Lopez-Bellido et al., 2005; Fan et al., 2004; Malakouti & Baba Akbari, 2005).

شاخص برداشت نیتروژن (NHI)

$$NHI=\frac{Ng}{Nt}\times 100 \qquad (۱$$

در این رابطه شاخص برداشت نیتروژن بر حسب درصد، Ng مقدار نیتروژن جذب شده در دانه و Nt مقدار نیتروژن جذب شده در کل بوته بر حسب کیلوگرم در هکتار می‌باشند.

کارایی مصرف نیتروژن (کارایی ناخالص مصرف نیتروژن) (NUE)

$$NUE=\frac{Wg}{Nf} \qquad (۲$$

کارایی مصرف نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)، Nf مقدار نیتروژن مصرفی به صورت کود بر حسب کیلوگرم و Wg وزن دانه بر حسب کیلوگرم می‌باشند.

کارایی زراعی نیتروژن (کارایی خالص مصرف نیتروژن) (NAE)

$$NAE=\frac{Y_{NX}-Y_{N0}}{Nf} \qquad (۳$$

کارایی زراعی نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)، Y_{NX} عملکرد در تیمار کودی، Y_{N0} عملکرد در تیمار شاهد (بدون کود) و Nf کل نیتروژن مصرفی (کیلوگرم) می‌باشند.

کارایی فیزیولوژیک نیتروژن (NPE):

$$NPE=\frac{Y_{NX}-Y_{N0}}{D-E} \qquad (۴$$

کارایی فیزیولوژیک نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)، Y_{NX} عملکرد کل ماده خشک در تیمار کودی، Y_{N0} عملکرد کل ماده خشک در تیمار شاهد (کیلوگرم)، D جذب عنصر غذایی توسط گیاه در تیمار کودی و E جذب عنصر غذایی توسط گیاه در تیمار شاهد (کیلوگرم) می‌باشند.

بازیافت ظاهری نیتروژن (NRF)

$$NRF=\frac{D-E}{B}\times 100 \qquad (۵$$

بازیافت ظاهری نیتروژن (درصد)، D جذب عنصر غذایی توسط گیاه در تیمار کودی و E جذب عنصر غذایی توسط گیاه در تیمار شاهد (بدون کود) و B مقدار نیتروژن مصرفی بر حسب کیلوگرم می‌باشند.

کارایی استفاده از نیتروژن (UTE)

$$UTE=\frac{Wg}{Nt} \qquad (۶$$

کارایی استفاده از نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم) و Wg وزن دانه و Nt کل نیتروژن جذب شده توسط گیاه (کیلوگرم) می‌باشند.

کارایی جذب نیتروژن (UPE)

$$UPE=\frac{Nt}{Nf} \qquad (۷$$

کارایی جذب نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)، Nt کل نیتروژن جذب شده توسط دانه (کیلوگرم) و Nf مقدار نیتروژن مصرف شده به صورت کود (کیلوگرم) می‌باشند. اندازه‌گیری میزان نیتروژن دانه و کاه و کلش با استفاده از روش کجلدال انجام گرفت (Aliehyaii & Behbahanizadeh, 1993). محاسبات آماری شامل تجزیه واریانس ساده و مقایسه‌های گروهی خاص بین گروه‌های مختلف تیماری که با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین تیمارها از نظر صفات عملکرد دانه، میزان روغن، کارایی زراعی نیتروژن، کارایی مصرف نیتروژن، درصد بازیافت ظاهری نیتروژن، کارایی فیزیولوژیک نیتروژن، شاخص برداشت نیتروژن دانه، کارایی جذب نیتروژن و کارایی استفاده از نیتروژن اختلاف معنی‌داری وجود داشت. در بین غلظت‌های مورد آزمایش نیتروژن نیز از نظر تمامی صفات مورد بررسی تفاوت معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۱). در بین زمان‌های محلول‌پاشی نیتروژن نیز از نظر صفت‌های بازیافت ظاهری نیتروژن، کارایی فیزیولوژیک نیتروژن، شاخص برداشت نیتروژن دانه، کارایی جذب نیتروژن و کارایی استفاده از نیتروژن دانه تفاوت معنی‌داری حاصل شد. اثر متقابل غلظت×زمان تنها از نظر شاخص برداشت نیتروژن معنی‌دار گردید. نتایج حاصل از تجزیه واریانس مقایسات گروهی نیز نشان داد که تیمار شاهد (کود صفر) در برابر شاهد (کود متداول)، از نظر عملکرد دانه، میزان روغن دانه و شاخص برداشت نیتروژن تفاوت معنی‌داری داشت. بین تیمارهای شاهد (کود صفر و متداول) در برابر تیمارهای محلول‌پاشی شده از نظر عملکرد دانه، میزان روغن دانه، شاخص برداشت نیتروژن و کارایی استفاده از نیتروژن اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۱). همچنین تفاوت‌ها بین تیمارهای محلول‌پاشی در برابر تیمار شاهد متداول و بین تیمارهای محلول‌پاشی نیز از نظر صفات کارایی زراعی نیتروژن، کارایی مصرف نیتروژن، بازیافت ظاهری نیتروژن، کارایی فیزیولوژیک نیتروژن و کارایی جذب نیتروژن معنی‌دار بود (جدول۱).

مقایسه میانگین تیمارهای مورد آزمایش نشان داد که تیمار محلول‌پاشی ۱۰ در هزار در زمان ساقه‌رفتن + قبل از گلدهی با میانگین عملکرد ۴۲۲۱/۷ کیلوگرم در هکتار، نسبت به تیمار محلول‌پاشی ۵ در هزار در سایر زمان‌ها، بیشترین عملکرد دانه را داشت (جدول ۲). 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 می‌شود (Allen & Morgan, 1995). با توجه به اینکه تعداد خورجین با عملکرد دانه همبستگی بسیار بالایی دارد (Samavat, 1999)، افزایش عملکرد در تیمار محلول‌پاشی ۱۰ در هزار نیتروژن از منبع اوره را می‌توان به بالا بودن تعداد خورجین در بوته و وزن هزار دانه آن نسبت داد. تیمار شاهد (مصرف متداول خاکی کود) با میانگین عملکرد ۲۹۲۵ کیلوگرم در هکتار و شاهد (بدون کود) با میانگین ۹۹۰ کیلوگرم در هکتار، به ترتیب کمترین عملکرد دانه را دارا بودند. تیمار شاهد (کود صفر) با میانگین ۴۵/۴۳ درصد بالاترین میزان روغن را به خود اختصاص داد (جدول ۲). براساس یافته‌های Ramsey & Callinan (1994) بین میزان روغن دانه و مقدار نیتروژن مصرفی همبستگی منفی وجود دارد. بالاترین کارایی زراعی نیتروژن و کارایی مصرف نیتروژن در تیمار محلول‌پاشی ۱۰ در هزار در زمان ساقه‌رفتن + قبل از گلدهی (به ترتیب با میانگین ۱۷/۹۴ و ۲۳/۴۵ کیلوگرم بر کیلوگرم) و کمترین کارایی زراعی و مصرف نیتروژن در تیمار شاهد متداول ملاحظه شد. کارایی مصرف نیتروژن دارای رابطه نزدیکی با عملکرد دانه می‌باشد و مقادیر بالاتر کارایی مصرف نیتروژن در عملکرد بالاتر به دست می‌آید (Svecnjak & Rengel, 2006). به نظر می‌رسد که در تیمار محلول‌پاشی مکمل در مرحله ساقه‌رفتن + قبل از گلدهی به علت در دسترس بودن نیتروژن به مقدار مناسب و استفاده مناسب گیاه از این مقدار، باعث کاهش تلفات از طریق آبشویی، دنتیریفیکاسیون، تصعید و افزایش جذب نیتروژن شده و انتقال مناسب از بوته به دانه به خوبی انجام گرفته است. بیشترین بازیافت ظاهری نیتروژن در تیمار محلول‌پاشی ۱۰ در هزار در زمان ۸-۶ برگی+ ساقه‌رفتن + قبل از گلدهی و زمان ساقه‌رفتن + قبل از گلدهی (به ترتیب با میانگین۷۰/۷۱ و ۶۸/۷۸ درصد) مشاهده شد. کمترین بازیافت ظاهری نیتروژن نیز در تیمار محلول‌پاشی ۵ در هزار در زمان ۸-۶ برگی با میانگین ۳۴/۶۸ درصد و در تیمارهای شاهد (کود متداول خاکی با میانگین ۳۱/۳۸ درصد) به دست آمد (جدول ۲). کارایی زراعی نیتروژن همبستگی بالایی با بازیافت ظاهری نیتروژن در کلزا دارد (Adriana et al., 2002). بالابودن بازیافت ظاهری نیتروژن در مقادیر بالای نیتروژن نشان‌دهنده عدم کاهش کارایی جذب در کلزا در اثر مصرف مکمل نیتروژن

www.SID.ir

Archive of SID

(محلول‌پاشی) می‌باشد. میزان بازیافت نیتروژن با خصوصیات خاک، مقادیر، روش و زمان مصرف کود و دیگر روش‌های مدیریت تغییر می‌کند (Mahboob Khomami & Kavoosi, 2004). در این آزمایش بیشترین شاخص برداشت نیتروژن در تیمار محلول‌پاشی ۱۰ در هزار در زمان ساقه‌رفتن + قبل از گلدهی و زمان ۸-۶ برگی+ ساقه‌رفتن + قبل از گلدهی (به ترتیب با میانگین ۷۷/۳۹ و ۷۶/۴۳ درصد) مشاهده شد (جدول۲). گزارش شده است که بهره‌وری ضعیف نیتروژن در کلزا باعث کاهش شاخص برداشت نیتروژن می‌شود که این موضوع بیشتر به دلیل محدودیت مقصد یا دانه و تا حدودی ریزش برگ‌های حاوی نیتروژن می‌باشد. این موضوع در نهایت باعث کاهش نسبی پتانسیل عملکرد و کاهش شاخص برداشت نیتروژن می‌شود (Svecnjak & Rengel, 2006). در اوایل رشد نیاز غذایی گیاه کلزا کم است، ولی در مراحل زایشی با بهبود قابلیت دسترسی گیاه به نیتروژن و تداوم جذب آن، تعداد گل‌های تبدیل شده به خورجین، تعداد دانه‌ها و در نتیجه شاخص برداشت نیتروژن افزایش می‌یابد (Sabahi & Ghalavand, 2005). با محلول‌پاشی نیتروژن مکمل در مقایسه با مصرف نیتروژن متداول خاکی، مقدار کل نیتروژن جذب شده توسط گیاه افزایش یافت. این موضوع نشان‌دهنده افزایش کارایی گیاه کلزا در استفاده از نیتروژن مکمل برای جلوگیری از خارج شدن آن از دسترس گیاه در اثر آبشویی و تصعید می‌باشد.

مقایسه میانگین اثرات اصلی غلظت نشان داد که از نظر تمامی صفات مورد بررسی، غلظت ۱۰ در هزار نسبت به ۵ در هزار از برتری معنی‌داری برخوردار بود ولی از نظر صفات میزان روغن، کارایی فیزیولوژیک نیتروژن و کارایی استفاده از نیتروژن، غلظت ۵ در هزار به ترتیب با میانگین ۴۳/۰۶ درصد، ۲۸/۶۳ کیلوگرم بر کیلوگرم و ۰/۲۹ کیلوگرم بر کیلوگرم نسبت به ۱۰ در هزار با میانگین ۴۲/۳۸ درصد، ۴۲/۳۸ درصد، ۲۷/۵۴ کیلوگرم بر کیلوگرم و ۰/۲۸ کیلوگرم بر کیلوگرم، برتری

جدول ۱- تجزیه واریانس کارایی‌های نیتروژن کلزا (هیبرید هایولا ۴۰۱) در تیمارهای محلول‌پاشی کود نیتروژن مکمل

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد دانه	میزان روغن	شاخص برداشت نیتروژن	کارایی استفاده از نیتروژن
بلوک	۲	۲۹۰۱۲۷/۸ ns	۴/۵ *	۳/۱ ns	۰/۰۰۳ **
تیمار	۱۵	۱۶۴۴۶۷/۱ **	۱/۹ *	۲۹۴/۷ **	۰/۰۰۱ **
بین شاهدها (کود صفر و متداول)	۱	۵۸۸۰۵۲۰/۸ **	۶/۳ *	۱۸۶/۴ **	۰/۰۰۰۲ ns
شاهدها/ تیمارهای محلول‌پاشی	۱	۱۲۷۴۷۷۷۴/۴ **	۱۴/۷۷ **	۷۷۹/۴ **	۰/۰۰۵ **
بین تیمارهای محلول‌پاشی	۱۳	۲۳۵۱۳۱۲/۲ **	۵/۲ **	۱۰۱۶/۴ **	۰/۰۰۲ **
غلظت	۱	۱۷۲۵۷۳۹/۱ *	۴/۷ *	۵۳۸/۶ **	۰/۰۰۱ **
زمان	۶	۵۸۸۱۵۰/۰ ns	۰/۳ ns	۳۳۰/۴ **	۰/۰۰۱ **
غلظت × زمان	۶	۳۷۴۲۳/۰۴ ns	۰/۰۳ ns	۱۴۷/۴ **	۰/۰۰۰۰۲ ns
خطا	۳۰	۲۶۱۹۶۹/۱	۰/۹	۱۷/۹	۰/۰۰۰۰۶
ضریب تغییرات (درصد)	-	۱۵/۳	۲/۲	۷/۴	۲/۷

ادامه جدول ۱-

منابع تغییرات	درجه آزادی	کارایی زراعی نیتروژن	کارایی مصرف نیتروژن	بازیافت ظاهری نیتروژن دانه	کارایی فیزیولوژیک نیتروژن	کارایی جذب نیتروژن
بلوک	۲	۰/۸۱ ns	۷/۸ ns	۱۶۰/۹ ns	۱۶/۴ **	۸/۵ ns
تیمار	۱۴	۵۰/۷ **	۸۵/۱ **	۸۲۱/۵ **	۱۶۱/۷ **	۸۲۰/۴ **
تیمارهای محلول‌پاشی/ شاهد (متداول)	۱	۳۹۳/۲ **	۶۸۲/۸ **	۷۴۸/۵ **	۳۰/۵ **	۷۲۷/۶ **
بین تیمارهای محلول‌پاشی	۱۳	۷۲/۸ **	۷۲/۴ **	۱۵۱۶ **	۲۹/۲ **	۱۶۰۷/۲ **
غلظت	۱	۵۳/۲ *	۵۳/۲ *	۹۷۹/۱ **	۱۲/۵ **	۱۰۷۱/۷ **
زمان	۶	۱۸/۵ ns	۱۸/۱ ns	۵۰۷/۴ **	۱۶/۴ **	۵۱۲/۷ **
غلظت × زمان	۶	۱/۱ ns	۱/۱ ns	۲۹/۵ ns	۰/۳ ns	۲۲/۸ ns
خطا	۲۸	۸/۰	۸/۱	۸۴/۴	۱/۰۴	۹۲/۵
ضریب تغییرات (درصد)	-	۲۱/۷	۱۵/۶	۱۹/۶	۳/۸	۱۵/۲

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد؛ ns: عدم اختلاف معنی‌دار.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- مقایسه میانگین کارایی‌های نیتروژن کلزا (هیبرید هایولا ۴۰۱) در تیمارهای محلول‌پاشی کود نیتروژن مکمل

شماره تیمار	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	میزان روغن (درصد)	کارایی زراعی نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)	کارایی مصرف نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)	بازیافت ظاهری نیتروژن دانه (درصد)	کارایی فیزیولوژیک نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)	شاخص برداشت نیتروژن (درصد)	کارایی جذب نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)	کارایی استفاده از نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)
شاهد (بدون نیتروژن)	۹۹۰/۰^{e}	۴۵/۴۳^{a}	–	–	–	–	۴۰/۵۸^{e}	–	۰/۳۳۲^{a}
شاهد (نیتروژن متداول)	۲۹۲۵/۰^{d}	۴۳/۴۶^{b}	۱۰/۱۹^{d}	۱۵/۶۹^{d}	۳۱/۳۸^{g}	۳۲/۲۹^{a}	۵۰/۵۷^{d}	۴۷/۶۸^{e}	۰/۳۲۸^{a}
C1T1	۲۹۷۰/۰^{cd}	۴۳/۳۸^{bc}	۱۰/۹۹^{cd}	۱۶/۴۹^{cd}	۳۴/۶۸^{fg}	۳۱/۴۵^{ab}	۵۱/۷۳^{d}	۵۱/۰۸^{de}	۰/۳۲۱^{ab}
C1T2	۳۱۴۷/۷^{cd}	۴۳/۲۰^{bc}	۱۱/۹۸^{cd}	۱۷/۴۸^{cd}	۳۹/۳۳^{efg}	۲۹/۵۱^{cd}	۵۱/۳۲^{d}	۵۷/۳۰^{cde}	۰/۳۰۸^{bcd}
C1T3	۳۲۶۲/۲^{cd}	۴۳/۱۸^{bc}	۱۲/۶۱^{cd}	۱۸/۱۲^{cd}	۴۶/۸۱^{cdef}	۲۹.۸۶^{bc}	۵۱/۱۱^{d}	۵۸/۵۱^{cde}	۰/۳۰۹^{bc}
C1T4	۳۳۴۶/۶^{bcd}	۴۳/۰۶^{bc}	۱۳/۰۸^{bcd}	۱۸/۵۸^{bcd}	۴۶/۰۷^{cdef}	۲۸/۱۹^{cdefg}	۵۶/۸۹^{cd}	۶۲/۴۷^{bcde}	۰/۲۹۵^{defg}
C1T5	۳۴۰۶/۶^{abcd}	۴۲/۹۹^{bc}	۱۳/۴۲ ^{abcd}	۱۸/۹۲^{abcd}	۴۸/۵۱^{cde}	۲۷/۶۵^{efgh}	۵۷/۳۹^{cd}	۶۴/۹۲^{bcd}	۰/۲۹۱^{efg}
C1T6	۳۵۰۳/۳^{abcd}	۴۲/۸۲^{bc}	۱۳/۹۶ ^{abcd}	۱۹/۴۵^{abcd}	۵۰/۹۸^{cd}	۲۷/۲۱^{fgh}	۵۲/۳۹^{d}	۶۷/۳۸^{bc}	۰/۲۸۷^{fgh}
C1T7	۳۷۸۴/۴^{abc}	۴۲/۷۹^{bc}	۱۵/۵۱^{abc}	۲۱/۰۲ ^{abc}	۵۸/۶۷^{ab}	۲۶/۵۹^{ghi}	۶۳/۰۵^{bc}	۷۵/۰۷^{ab}	۰/۲۸۱^{gh}
C2T1	۳۱۶۵/۵^{cd}	۴۲/۷۰^{bc}	۱۲/۰۸^{cd}	۱۷/۵۸^{cd}	۴۰/۷۱^{defg}	۲۹/۵۴^{c}	۵۰/۳۹^{d}	۵۷/۱۲^{cde}	۰/۳۰۷^{cd}
C2T2	۳۴۷۰/۰^{abcd}	۴۲/۵۸^{bc}	۱۳/۷۷ ^{abcd}	۱۹/۲۷^{abcd}	۴۷/۹۷^{cdef}	۲۸/۴۱^{cdef}	۵۳/۸۸^{d}	۶۴/۳۷^{bcd}	۰/۲۹۷^{cdef}
C2T3	۳۶۶۱/۱^{abcd}	۴۲/۵۶^{bc}	۱۴/۸۳ ^{abcd}	۲۰/۳۳ ^{abcd}	۵۰/۸۲^{cde}	۲۹/۰۹^{cde}	۵۲/۵۱^{d}	۶۷/۲۲^{bc}	۰/۳۰۲^{cde}
C2T4	۳۷۶۵/۱^{abc}	۴۲/۵۰^{bc}	۱۵/۴۱^{abc}	۲۰/۹۱^{abc}	۵۵/۳۸^{cd}	۲۷/۸۳^{defg}	۵۴/۶۵^{d}	۷۱/۷۸^{abc}	۰/۲۹۱^{efg}
C2T5	۳۷۸۸/۷^{abc}	۴۲/۴۳^{bc}	۱۵/۵۴ ^{abc}	۲۱/۰۴^{abc}	۵۸/۲۷^{abc}	۲۶/۷۲^{fghi}	۶۸/۷۸^{b}	۷۴/۶۷^{ab}	۰/۲۸۲^{gh}
C2T6	۴۲۲۱/۷^{a}	۴۲/۱۲^{bc}	۱۷/۹۴^{a}	۲۳/۴۵^{a}	۶۸/۷۸^{ab}	۲۶/۱۲^{hi}	۷۷/۳۹^{a}	۸۵/۱۸^{a}	۰/۲۷۶^{hi}
C2T7	۴۱۸۶/۶^{ab}	۴۱/۸۱^{c}	۱۷/۷۵^{ab}	۲۳/۲۵^{ab}	۷۰/۷۱^{a}	۲۵/۰۷^{i}	۷۶/۴۳^{a}	۸۷/۱۲^{a}	۰/۲۶۷^{i}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند، بر اساس آزمون LSD تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

C1= محلول‌پاشی نیتروژن خالص (از منبع اوره)، ۵ در هزار؛ C2= محلول‌پاشی نیتروژن خالص (از منبع اوره)، ۱۰ در هزار؛ T1= محلول‌پاشی در مرحله ۶ تا ۸ برگی T2= محلول‌پاشی در مرحله ساقه رفتن؛ T3= محلول‌پاشی در مرحله قبل از گلدهی؛ T4= محلول‌پاشی در مرحله ۶ تا ۸ برگی + ساقه رفتن؛ T5= محلول‌پاشی در مرحله ۶ تا ۸ برگی + قبل از گلدهی؛ T6= محلول‌پاشی در مرحله ساقه رفتن+ قبل از گلدهی؛ T7= محلول‌پاشی در مرحله ۶ تا ۸ برگی+ساقه رفتن+ قبل از گلدهی.

داشت (جدول ۳). محلول‌پاشی نیتروژن در غلظت‌های بیشتر باعث می‌شود علاوه بر در اختیار قرار دادن سریع مواد غذایی به گیاه، منجر به تحریک گیاه در جهت افزایش تعداد شاخه فرعی در بوته شده و از طریق افزایش سطح فتوسنتزی و تولید مواد پرورده باعث می‌شود که تعداد بیشتری از گل‌ها به خورجین تبدیل شوند (Soleiman Zadeh et al., 2004).

Scott et al. (1975) گزارش کردند که کود نیتروژن بیشترین تأثیر را بر تعداد خورجین در بوته می‌گذارد. آن‌ها همچنین گزارش کردند که در کلزا تعداد خورجین در بوته از صفات بسیار مهمی است که عملکرد دانه به شدت به آن وابسته است، زیرا پس از گلدهی با کاهش سطح برگ بوته، خورجین نقش مهمی در فتوسنتز گیاه دارد. کارایی مصرف نیتروژن و کارایی زراعی دارای رابطه نزدیکی با عملکرد دانه می‌باشند و مقادیر بالاتر کارایی مصرف نیتروژن در عملکرد دانه بالاتر به دست می‌آید (Hojin et al., 2004). محلول‌پاشی در هر سه مرحله (۶ تا ۸ برگی + ساقه‌رفتن + قبل از گلدهی) از نظر بازیافت ظاهری نیتروژن، شاخص برداشت نیتروژن و کارایی جذب نیتروژن به ترتیب با میانگین (۶۴/۶۹ درصد، ۶۹/۷۴ درصد و ۸۱/۰۹ کیلوگرم بر کیلوگرم)، از برتری معنی‌داری نسبت به سایر زمان‌ها برخوردار بود (جدول۴). در هر یک از سطوح غلظت، تیماری که نیتروژن را طی ۳ نوبت در مراحل انتهایی رشد دریافت نموده بود، نسبت به بقیه تیمارها از نظر عملکرد دانه، درصد بازیافت ظاهری نیتروژن، شاخص برداشت نیتروژن و کارایی جذب نیتروژن در سطح بالاتری قرار داشت. این موضوع مؤید واکنش‌پذیری مطلوب کلزا نسبت به مدیریت مصرف نیتروژن می‌باشد. بالاترین کارایی فیزیولوژیک (۳۰/۴۹ کیلوگرم بر کیلوگرم) و کارایی استفاده از نیتروژن (۰/۳۱ کیلوگرم بر کیلوگرم) در زمان محلول‌پاشی ۶ تا ۸ برگی به دست آمد، اما محلول‌پاشی در هر سه مرحله کمترین کارایی فیزیولوژیک نیتروژن و کارایی استفاده از نیتروژن را داشت (جدول ۴). گزارش شده است که محلول‌پاشی نیتروژن مکمل موجب افزایش عملکرد دانه کلزا و

www.SID.ir

Archive of SID

کاهش پروتئین در دانه می‌شود. بهره‌وری ضعیف نیتروژن در بافت‌های گیاهی باعث کاهش کارایی جذب نیتروژن معدنی از خاک و در نهایت کاهش کارایی استفاده از نیتروژن می‌گردد. کارایی استفاده از نیتروژن و کارایی فیزیولوژیک نیتروژن با افزایش غلظت محلول‌پاشی نیتروژن و در زمان‌های انتهایی کاهش می‌یابد. کارایی استفاده از نیتروژن یک همبستگی منفی با ماده خشک گیاه، سطح برگ و محتوی نیتروژن گیاه دارد (Hojin et al., 2004). کارایی استفاده از نیتروژن نشان‌دهنده توانایی گیاه برای انتقال نیتروژن جذب شده به مقصدهای اقتصادی گیاه (دانه)، می‌باشد. در آزمایشی که به منظور بررسی اثر تنش آبی و مقادیر کود نیتروژن (صفر، ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) بر عملکرد دانه، اجزای عملکرد، جذب نیتروژن و کارایی مصرف آب و نیتروژن در دو رقم کلزا، با افزایش نیتروژن مصرفی، مقدار کل نیتروژن جذب شده توسط بوته افزایش یافته، ولی در مقادیر پائین‌تر نیتروژن، کارایی انتقال و استفاده از نیتروژن جذب شده برای تشکیل دانه بیشتر مشاهده شد (Daneshmand et al., 2007). پایین بودن کارایی فیزیولوژیک نیتروژن در غلظت‌های بالاتر محلول‌پاشی را می‌توان به همبستگی منفی با ماده خشک، سطح برگ و تجمع نیتروژن دانه نسبت داد. در آزمایشی که به منظور مقایسه جذب نیتروژن و کارایی مصرف کود در کلزای پائیزه انجام شده بود، مشاهده گردید که با افزایش مقدار کود شیمیایی از ۵۰ به ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، کارایی فیزیولوژیکی آن کاهش یافت. به نظر می‌رسد که در مقادیر بالاتر کود، به علت بهبود رشد ریشه، ظرفیت جذب عناصر غذایی افزایش می‌یابد، ولی در مقابل مقدار بالاتری از کل نیتروژن در بقایای ساقه و برگ باقی می‌ماند (Sabahi & Ghalavand, 2005). مقایسه میانگین اثر متقابل غلظت × زمان نشان داد که از نظر شاخص برداشت نیتروژن دانه تیمارهای محلول‌پاشی ۱۰ در هزار در مرحله ساقه‌رفتن + قبل از گلدهی (۷۷/۳۹ درصد) و مرحله ۶ تا ۸ برگی + ساقه‌رفتن + قبل از گلدهی (۷۶/۴۳ درصد) از میانگین بیشتری نسبت به سایر تیمارها برخوردار بودند (جدول۵). شاخص برداشت نیتروژن با افزایش اختصاص نیتروژن به خورجین‌ها در کلزا و کاهش هدرروی نیتروژن از طریق مصرف به هنگام آن افزایش پیدا می‌کند (Malagoli et al., 2005). در اوایل رشد نیاز

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر اصلی غلظت محلول‌پاشی نیتروژن مکمل بر کارایی‌های نیتروژن کلزا (هیبرید هایولا ۴۰۱) در تیمارهای محلول‌پاشی

غلظت	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	میزان روغن (درصد)	کارایی زراعی نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)	کارایی مصرف نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)	بازیافت ظاهری نیتروژن دانه (درصد)	کارایی فیزیولوژیک نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)	شاخص برداشت نیتروژن (درصد)	کارایی جذب نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)	کارایی استفاده نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)
محلول‌پاشی نیتروژن (۵ در هزار)	۳۳۴۵/۸^{b}	۴۳/۰۶^{a}	۱۳/۰۸^{b}	۱۸/۵۸^{b}	۴۶/۴۳^{b}	۲۸/۶۳^{a}	۵۴/۸۴^{b}	۶۲/۳۹^{b}	۰/۲۹^{a}
محلول‌پاشی نیتروژن (۱۰ در هزار)	۳۷۵۱/۲^{a}	۴۲/۳۸^{b}	۱۵/۳۳^{a}	۲۰/۸۳^{a}	۵۶/۰۹^{a}	۲۷/۵۴^{b}	۶۲/۰^{a}	۷۲/۴۹^{a}	۰/۲۸^{b}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند، بر اساس آزمون LSD تفاوت معنی‌دار با یکدیگر ندارند.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر اصلی زمان محلول‌پاشی نیتروژن مکمل بر کارایی‌های نیتروژن کلزا (هیبرید هایولا ۴۰۱) در تیمارهای محلول‌پاشی

زمان محلول‌پاشی	بازیافت ظاهری نیتروژن دانه (درصد)	کارایی فیزیولوژیک نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)	شاخص برداشت نیتروژن (درصد)	کارایی جذب نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)	کارایی استفاده نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)
T1	۳۷/۶۹^{d}	۳۰/۴۹^{a}	۵۱/۰۶^{c}	۵۴/۱۰^{d}	۰/۳۱۴^{a}
T2	۴۳/۶۵^{cd}	۲۸/۹۶^{bc}	۵۲/۶۰^{c}	۶۰/۸۳^{cd}	۰/۳۰۲^{b}
T3	۴۸/۸۱^{bcd}	۲۹/۴۷^{ab}	۵۱/۸۱^{c}	۶۲/۷۸^{cd}	۰/۳۰۶^{ab}
T4	۵۰/۷۲^{bc}	۲۸/۰۱^{cd}	۵۵/۷۷^{c}	۶۷/۱۳^{bc}	۰/۲۹۳^{c}
T5	۵۳/۳۹^{abc}	۲۷/۱۸^{de}	۶۳/۰۸^{b}	۶۹/۷۹^{abc}	۰/۲۸۶^{cd}
T6	۵۹/۸۸^{ab}	۲۶/۶۶^{ef}	۶۴/۸۹^{ab}	۷۶/۲۸^{ab}	۰/۲۸۱^{de}
T7	۶۴/۶۹^{a}	۲۵/۸۳^{f}	۶۹/۷۴^{a}	۸۱/۰۹^{a}	۰/۲۷۴^{e}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند، بر اساس آزمون LSD تفاوت معنی‌دار با یکدیگر ندارند.

www.SID.ir

Archive of SID

غذایی گیاه کلزا کم است، ولی در مراحل زایشی با بهبود قابلیت دسترسی گیاه به نیتروژن و تداوم جذب آن، تعداد گل‌های تبدیل شده به خورجین، تعداد دانه‌ها و در نتیجه شاخص برداشت نیتروژن افزایش می‌یابد (Sabahi & Ghalavand, 2005).

جدول ۵- مقایسه میانگین اثرات متقابل زمان و غلظت محلول‌پاشی نیتروژن مکمل بر کارایی‌های نیتروژن کلزا (هیبرید هایولا ۴۰۱) در تیمارهای محلول‌پاشی

شماره تیمار	شاخص برداشت نیتروژن (درصد)
C1T1	۵۱/۷۳^{d}
C1T2	۵۱/۳۳^{d}
C1T3	۵۱/۱۱^{d}
C1T4	۵۶/۹۰^{cd}
C1T5	۵۷/۳۹^{cd}
C1T6	۵۲/۴۰^{d}
C1T7	۶۳/۰۵^{bc}
C2T1	۵۰/۳۹^{d}
C2T2	۵۳/۸۹^{d}
C2T3	۵۲/۵۱^{d}
C2T4	۵۴/۶۶^{d}
C2T5	۶۸/۷۸^{b}
C2T6	۷۷/۳۹^{a}
C2T7	۷۶/۴۳^{a}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند، بر اساس آزمون LSD تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

مقایسه میانگین شاهد بدون کود در برابر شاهد متداول نشان داد که بیشترین عملکرد دانه (۲۹۲۵ کیلوگرم در هکتار) و شاخص برداشت نیتروژن دانه (۵۰/۵۷ درصد) در تیمار شاهد متداول دیده شد (جدول ۶). البته تنها میزان روغن در تیمار شاهد کود صفر (۴۵/۴۳ درصد) نسبت به شاهد متداول (۴۳/۴۶ درصد) بیشتر بود. براساس یافته‌های محققان، بین میزان روغن و مقدار نیتروژن مصرفی، همبستگی منفی وجود دارد و با افزایش مصرف نیتروژن، میزان روغن کاهش می‌یابد (Ramsey & Callinan, 1994). مقایسه میانگین تیمارهای شاهد (کود صفر و متداول) در برابر تیمارهای محلول‌پاشی شده نشان داد که تیمارهای محلول‌پاشی شده از نظر صفات عملکرد دانه (۳۵۴۸/۵ کیلوگرم در هکتار) و شاخص برداشت نیتروژن دانه (۵۸/۴۲ درصد) از برتری معنی‌داری نسبت به شاهدها برخوردار بودند، اما شاهدها (کود صفر و متداول) از نظر کارایی استفاده از نیتروژن (۰/۳۲ کیلوگرم بر کیلوگرم) و میزان روغن (۴۴/۴۴ درصد) نسبت به تیمارهای محلول‌پاشی از میانگین بیشتری برخوردار بود (جدول ۷). همچنین مقایسه میانگین تیمارهای محلول‌پاشی در برابر تیمار شاهد متداول نشان داد که بیشترین کارایی زراعی نیتروژن (۱۴/۲۰ کیلوگرم بر کیلوگرم)، کارایی مصرف نیتروژن (۱۹/۷۰ کیلوگرم بر کیلوگرم)، درصد بازیافت ظاهری نیتروژن (۵۱/۲۶ درصد)، کارایی فیزیولوژیک نیتروژن (۲۸/۰۹ کیلوگرم بر کیلوگرم)، و کارایی جذب نیتروژن (۶۷/۴۴ کیلوگرم بر کیلوگرم) در تیمارهای محلول‌پاشی به دست آمد (جدول ۸). کارایی زراعی نیتروژن همبستگی بالایی با بازیافت ظاهری نیتروژن در کلزا دارد (Adriana et al., 2002). با افزایش نیتروژن مصرفی و محلول‌پاشی، مقدار عملکرد دانه و کل نیتروژن جذب شده افزایش یافت. کارایی مصرف نیتروژن و کارایی زراعی نیتروژن دارای رابطه نزدیکی با عملکرد دانه می‌باشند و مقادیر بالاتر کارایی مصرف نیتروژن در عملکرد بالاتر به دست می‌آید (Svecnjak & Rengel, 2006). به نظر می‌رسد که در تیمار محلول‌پاشی مکمل در مرحله ساقه‌رفتن + قبل از گلدهی، به علت در دسترس بودن نیتروژن به مقدار مناسب و استفاده مناسب گیاه از این مقدار، باعث کاهش تلفات و افزایش جذب نیتروژن شده و انتقال مناسب از بوته به دانه به خوبی انجام گرفته است. کارایی جذب نیتروژن، میزان توانایی گیاه برای جذب نیتروژن خاک را بیان می‌کند. کارایی جذب نیتروژن همبستگی بسیار مثبت و بالایی را با ماده خشک، سطح فتوسنتزی و تجمع نیتروژن در دانه و در نهایت عملکرد دانه دارد. گزارش شده است که افزایش کارایی جذب نیتروژن با محلول‌پاشی نیتروژن مکمل در مراحل انتهایی رشد گیاه کلزا به دلیل تثبیت نیتروژن و افزایش توسعه ریشه و جذب بیشتر آب و عناصر غذایی بوده است (Ardakani et al., 2003).

نتیجه‌گیری کلی

در این آزمایش بین تیمارهای محلول‌پاشی نیتروژن و کود متداول خاکی از نظر میزان روغن دانه تفاوتی مشاهده نشد که این موضوع می‌تواند توجیهی جهت

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۶- مقایسه میانگین مقایسات گروهی برخی صفات مورد بررسی کلزا (هیبرید هایولا ۴۰۱) در تیمارهای شاهد

تیمار	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	میزان روغن (درصد)	شاخص برداشت نیتروژن (درصد)
شاهد (کود صفر)	۹۹۰/۰^{b}	۴۵/۴۳^{a}	۴۰/۵۸^{b}
شاهد (کود متداول)	۲۹۲۵/۰^{a}	۴۳/۴۶^{b}	۵۰/۵۷^{a}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند، بر اساس آزمون LSD تفاوت معنی‌دار با یکدیگر ندارند.

جدول ۷- مقایسه میانگین مقایسات گروهی برخی صفات مورد بررسی کلزا (هیبرید هایولا ۴۰۱) در تیمارهای محلول‌پاشی کود نیتروژن مکمل و شاهدها

تیمار	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	میزان روغن (درصد)	شاخص برداشت نیتروژن (درصد)	کارایی استفاده نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)
شاهدها (متداول و صفر)	۱۹۰۷/۷^{b}	۴۴/۴۴^{a}	۴۵/۵۸^{b}	۰/۳۳^{a}
تیمارهای محلول‌پاشی	۳۵۴۸/۵^{a}	۴۲/۷۲^{b}	۵۸/۴۲^{a}	۰/۲۹^{b}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند، بر اساس آزمون LSD تفاوت معنی‌دار با یکدیگر ندارند.

جدول ۸- مقایسه میانگین مقایسات گروهی کارایی‌های نیتروژن کلزا (هیبرید هایولا ۴۰۱) در تیمارهای محلول‌پاشی کود نیتروژن مکمل و شاهد متداول

تیمار	کارایی زراعی نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)	کارایی مصرف نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)	بازیافت ظاهری نیتروژن دانه (درصد)	کارایی فیزیولوژیک نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)	کارایی جذب نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)
تیمار شاهد متداول	۱۰/۱۹^{b}	۱۵/۶۹^{b}	۳۱/۳۸^{b}	۳۲/۲۹^{b}	۴۷/۶۸^{b}
تیمارهای محلول‌پاشی	۱۴/۲۰^{a}	۱۹/۷۰^{a}	۵۱/۲۶^{a}	۲۸/۰۹^{a}	۶۷/۴۴^{a}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند، براساس آزمون LSD تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

استفاده از محلول‌پاشی نیتروژن به عنوان مکمل کود خاکی در آزمایشات بعدی در نظر گرفته شود. نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که به طور کلی محلول‌پاشی مکمل نیتروژن باعث افزایش عملکرد دانه، بهبود کارایی زراعی، بازیافت ظاهری و شاخص برداشت نیتروژن در کلزا می‌شود. براساس نتایج این آزمایش به نظر می‌رسد که محلول‌پاشی کود نیتروژن مکمل در مراحل ساقه‌رفتن و گلدهی کلزا که مهم‌ترین مراحل نموی گیاه از نظر نیاز به کود نیتروژن محسوب می‌شوند، باعث تأمین نیاز کودی و کمک به افزایش محصول و کارآیی مصرف کود نیتروژن در این گیاه می‌شود.

REFERENCES

1. Adriana, M., Chamorro, L., Tamagno, N., Bezus, R. & Santiago, J. (2002). Nitrogen accumulation, partition and nitrogen use efficiency in canola under different nitrogen availabilities. *Soil Science Plant Analysis*, 33 (3&4), 493-504.
2. Aliehyaii, M. & Behbahanizadeh, A. (1993). *Description of soil chemical analysis methods*. (1st ed.). Agriculture and Natural Resources Research Organization, Soil and Water Research Institute, Technical publication (No. 893). (pp. 40-48). (In Farsi).
3. Allen, E. & Morgan, J. (1995). Aquantitative comparison of the growth, development and yield of different varieties of oilseed rape. *Journal of Agricultural Science*, 58, 159- 174.
4. Almond, J. A., Dawkins, T. C. K. & Askew, M. F. (1996). Aspects of crop husbandry. In: Scarisbrick, D. H. and Daniels, R. W. (Eds.) *Oilseed rape*. Collins, London, pp. 127-175.
5. Ardakani, M., Faramarz, M., Mazaheri, D., Noormohammadi, Gh. & shirani Rad, A. H. (2003). Calculation of the efficiency of macro nutrient uptake in azospirilium, mycorrhiza arboscular, streptomysis and manure treatments in wheat. In: Proceedings of *the 8th Iranian Soil Science Congress*, 31 Aug- 3 Sep., University of Guilan, Rasht, Iran. (In Farsi).
6. Daneshmand, A., Shirani Rad, A. H., Noormohammadi, Gh., Zeraei, Gh. & Daneshian, J. (2007). Effect

www.SID.ir

Archive of SID

of water stress and nitrogen fertilizer on grain yield, yield components, nitrogen uptake and water and nitrogen use efficiency in two of canola cultivars. *Iranian Journal of Crop Science*, 8(4), 323-342. (In Farsi).

7. Fan, X., Lin, F. & Kumar, D. (2004). Fertilization with a new type of coated urea. Evaluation for nitrogen efficiency and yield in winter wheat. *Journal of Plant Nutrition*, 25, 853-865.
8. Hojin, L., Seung-Hun, L. & Hoon Chung, Ji. (2004). *Variation of nitrogen use efficiency and its relationships with growth characteristics in Korean rice cultivars*. Available online: http:// www. cropscience.org.au.
9. Hocking, P. J. & Stapper, M. (1993). Effect of sowing time and nitrogen fertilizer rate on the growth, yield and nitrogen accumulation of canola, mustard and wheat. In: Wratten, N. and Mailer, R.J. (Eds.). In: Proceedings of *the 9th Australian Research Assembly on Brassicas*, Wagga, New South Wales, pp. 33-46.
10. Lopez-Bellido, L., Lopez-Bellido, R. J. & Redondo, R. (2005). Nitrogen efficiency in wheat under rainfed Mediterranean conditions as affected by split nitrogen application. *Field Crops Research*, 92(94), 86-97.
11. Mahboob Khomami, A. & Kavoosi, M. (2004). Effect of urea fertilizer and sulfur coated urea application methods on grain yield, efficiency and recovery of nitrogen in a clay soil in rice. In: Proceedings of *the 8th Iranian Soil Science Congress*, pp. 506- 509. (In Farsi).
12. Malakouti, M. J. (2000). *Sustainable agriculture and yield increase and fertilizer optimization in Iran*. Second edition, Agricultural Education Press, Karaj, pp. 459. (In Farsi).
13. Malakouti, M. J. & Baba Akbari, M. (2005). Need to increase efficiency N fertilizers in the country. Technical publication No. 425. *Soil and Water Research Institute*, Sena Publications. Tehran, Iran, pp. 22. (In Farsi).
14. Malagoli, P., Laine, P., Rossato, L. & Ourry, A. (2005). Dynamics of nitrogen uptake and mobilization in field grown winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) from stem extension to harvest. II. An ^{15}N-labelling-based simulation model of N partitioning between vegetative and reproductive tissues. *Annals of Botany*, 95, 1187- 1198.
15. Morshedi, A. & Naghibi, H. (2001). Effect of urea spray application on yield, yield components, oil and protein content of rape seed. In: Proceedings of *the 7th Iranian Soil Science Congress*, 26- 29 Aug., Shahr Kord University, Shahr Kord, Iran. (In Farsi).
16. Pathak, R. R., Ahmad, A., Lochab, S. & Raghuram, N. (2008). Molecular physiology of plant nitrogen use efficiency and biotechnological options for its enhancement. *Current Science*, 94, 1394- 1403.
17. Ramsey, B. R. & Callinan, A. P. (1994). Effects of nitrogen fertilizer on canola production in north central Victoria. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 34(6), 789-796.
18. Rezaie, H. & Makakouti, M. J. (2003). Nutrition of oil seed crops, optimum fertilization of rapeseed. Tech. report. No. 116. *Agricultural Education Press*, Karaj, Iran, pp 35. (In Farsi)
19. Sabahi, H. & Ghalavand, A. (2005). Comparison on uptake, utilization and losses of nitrogen in organic, integrated and conventional fertilization methods in winter rapeseed (*Brassica napus* L.). *Environ Science*, 6, 15- 27. (In Farsi).
20. Salardini, A. (1995). *Soil fertility*. University of Tehran Press. pp. 441. (In Farsi).
21. Samavat, S. (1999). *Fertilization management in oil seed crops production*. Technical Report. No. 43. Soil and Water Institute of Iran, pp. 22. (In Farsi).
22. Scott, R. K., Ogunremi, E. A., Ivans, J. D. & Mendham, N. J. (1973). The effect of fertilizers and harvest data on growth and yild of oilseed rape sown in autumn and spring. *Journal of Agricultural Science*, 81, 287- 293.
23. Sidlauskas, G. & Tarakanovas, P. (2004). Factors affecting nitrogen concentration in spring oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Plant Soil Environ*, 5, 227-234.
24. 24- Soleiman Zadeh, H., Latifi, N. & Soltani, A. (2004). Study on relationsip between phonological and morphological features of grain yield in rapeseed. In: Proceedings of *the 8th Iranian Congress of Crop Sciences*, 30-27 Aug., University of Guilan, Rasht, Iran. (In Farsi).
25. Svecnjak, Z. & Rengel, Z. (2006). Nitroge utilization efficiency in canola cultivars at grain harvest. *Plant and Soil*, 283, 229-307.
26. Sylvester-Bradley, R. & Makepeace, R. J. (1984). A code for stage of development in oilseed rape (*Brassica napuse* L.). *Aspects of Applied Biology*, 6, 399-419.

www.SID.ir