تغییرات شاخص‌های رشد و برداشت روغن کلزا (رقم هایولا ۴۰۱) در غلظت‌ها و زمان‌های متفاوت محلول‌پاشی کود نیتروژن مکمل

پری طوسی کهل[۱*]، مسعود اصفهانی[۲]، بابک ربیعی[۲] و محمد ربیعی[۳]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۱/۳۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۲/۲)

چکیده

به منظور بررسی اثر غلظت و زمان محلول‌پاشی کود نیتروژن مکمل بر شاخص‌های رشد کلزا (رقم هایولا ۴۰۱) آزمایشی به‌صورت بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۶ تیمار و سه تکرار در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ در مؤسسه تحقیقات برنج کشور به اجرا گذاشته شد. تیمارهای آزمایشی شامل غلظت نیتروژن در دو سطح (۵ و ۱۰ در هزار) و زمان محلول‌پاشی در هفت مرحله: ۱) محلول‌پاشی در مرحله ۶ تا ۸ برگی، ۲) ساقه‌رفتن، ۳) قبل از گل‌دهی، ۴) ۶ تا ۸ برگی + ساقه‌رفتن، ۵) ۶ تا ۸ برگی + قبل از گل‌دهی، ۶) ساقه‌رفتن + قبل از گل‌دهی و ۷) ۶ تا ۸ برگی + ساقه‌رفتن + قبل از گل‌دهی بودند که با دو تیمار شاهد (بدون مصرف کود نیتروژن و کوددهی متداول خاکی) مقایسه شدند. نتایج نشان داد که بین تیمارهای محلول‌پاشی نیتروژن شامل غلظت و زمان محلول‌پاشی، بین شاهدها و نیز بین شاهدها با تیمارهای محلول‌پاشی از نظر عملکرد دانه و روغن، سرعت رشد گیاه، شاخص سطح برگ و دوام سطح برگ تفاوت معنی‌داری وجود داشت. محلول‌پاشی با غلظت ۱۰ در هزار در مرحله ساقه‌رفتن + قبل از گل‌دهی، بیشترین عملکرد دانه (۴۲۲۱/۷ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد روغن (۱۷۷۱/۱ کیلوگرم در هکتار) را دارا بود. شاخص برداشت روغن در تیمارهای محلول‌پاشی نسبت به هر دو شاهد ۱۵/۳٪ بیشتر بود. بیشترین شاخص سطح برگ (به‌ترتیب ۶/۹ و ۵/۶)، سرعت رشد گیاه (به‌ترتیب ۱۵/۲ و ۱۴/۳ گرم بر مترمربع در ۱۰ روز- درجه رشد) و دوام سطح برگ (به‌ترتیب ۱۲۰۴ و ۱۰۲۹ سانتی‌مترمربع در ۱۰ روز- درجه رشد) نیز در تیمارهای محلول‌پاشی ده در هزار در زمان ساقه‌رفتن + قبل از گل‌دهی و ۶ تا ۸ برگی+ ساقه‌رفتن + قبل از گل‌دهی مشاهده شد. براساس نتایج این آزمایش، به نظر می‌رسد که محلول‌پاشی کود نیتروژن مکمل در مراحل انتهایی رشد گیاه (ساقه‌رفتن و گل‌دهی) کلزا باعث افزایش شاخص‌های رشد و کمک به افزایش شاخص برداشت روغن و محصول دانه در این گیاه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: شاخص سطح برگ، عملکرد روغن، مدیریت مصرف کود

۱. گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه

۲. گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت

۳. مؤسسه تحقیقات برنج کشور، رشت

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: pari_toosi@yahoo.com

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1391.2.6.17.7]

مقدمه

یکی از مهم‌ترین عواملی که عملکرد کلزا را تحت تأثیر قرار می‌دهد، کود نیتروژن است. راهبردهای مدیریت مصرف نیتروژن در تطبیق فراهمی کود با نیاز واقعی گیاه، موجب افزایش جذب نیتروژن در گیاه و کاهش تلفات آن می‌شود (۲). انتخاب زمان و مقادیر مناسب کود نیتروژن نقش تعیین‌کننده‌ای در افزایش عملکرد کلزا ایفا می‌نماید. برای ایجاد شرایط مناسب برای فتوسنتز برگ‌ها و افزایش کارایی مصرف آن بایستی نیتروژن به میزان کافی در زمان توسعه سطح برگ در اختیار گیاه قرار گیرد (۱۷). گزارش شده است که علاوه بر مصرف سرک کود نیتروژن به‌صورت خاکی، محلول‌پاشی نیز می‌تواند به افزایش عملکرد دانه کلزا کمک کند (۱۲). محلول‌پاشی نیتروژن از منبع اوره با غلظت ۵ تا ۱۰ در هزار باعث افزایش عملکرد دانه در گیاهان زراعی و روغنی می‌شود (۱۴ و ۱۵).

ضرورت محلول‌پاشی عناصر غذایی در جبران کمبود مواد غذایی از طریق ریشه‌ها و یا تأمین نیاز گیاه به این عناصر در برگ‌ها، به‌ویژه در مرحله زایشی، توسط محققین زیادی گزارش شده است (۱). محلول‌پاشی می‌تواند با بهبود استفاده از مواد مغذی و کاهش مصرف خاکی کود، موجب کاهش آلودگی‌های محیطی شده و جذب ریشه‌ای مواد غذایی و رشد ریشه را افزایش دهد (۱). بنا بر گزارش هارپر و برکنکامپ (۶) می‌توان با تغییر مدیریت زراعی، مقدار شاخص سطح برگ را در زمان‌های مختلف تغییر داد و با مدیریت مناسب کود نیتروژن، به توسعه سریع شاخص سطح برگ و افزایش مقدار حداکثر آن و دوام سطح برگ کمک کرد (۳). لیانگ و همکاران (۸) عنوان کرده‌اند که بین غلظت نیتروژن و مقدار فتوسنتز در واحد سطح برگ، رابطه خطی وجود دارد. آزمایش حاضر با هدف بررسی تغییرات شاخص‌های رشد در تیمارهای زمان و غلظت محلول‌پاشی کود نیتروژن، جهت دستیابی به حداکثر عملکرد دانه کلزا در منطقه رشت انجام شده است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۶ تیمار و سه تکرار در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ در اراضی مؤسسه تحقیقات برنج کشور (رشت) به اجرا گذاشته شد. بافت خاک محل اجرای آزمایش رس سیلتی با اسیدیته ۵/۷ و میزان کربن آلی خاک ۱/۰۲ درصد و شامل ۰/۰۹۹ درصد نیتروژن کل، ۲۹ میلی‌گرم در کیلوگرم فسفر و ۱۷۱ میلی‌گرم در کیلوگرم پتاسیم بود. در این آزمایش، غلظت نیتروژن خالص (از منبع اوره) در دو سطح (۵ و ۱۰ در هزار به‌ترتیب معادل ۱۱ و ۲۲ کیلوگرم در هکتار) در هفت زمان محلول‌پاشی: ۱) مرحله ۶ تا ۸ برگی [کدهای ۱/۰۶ تا ۱/۰۸ از کدبندی سیلوستر- برادلی و میکپیس (۱۶)]، ۲) مرحله ساقه‌رفتن (کدهای ۲/۰۱ تا ۲/۰۳)، ۳) مرحله قبل از گل‌دهی (کد ۳/۹)، ۴) مرحله ۶ تا ۸ برگی + ساقه‌رفتن، ۵) مرحله ۶ تا ۸ برگی + قبل از گل‌دهی، ۶) مرحله ساقه‌رفتن + قبل از گل‌دهی و ۷) مرحله ۶ تا ۸ برگی + ساقه‌رفتن + قبل از گل‌دهی در نظر گرفته شد که 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 ساقه‌رفتن و $\frac{۱}{۳}$ قبل از گل‌دهی به میزان ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) مورد مقایسه قرار گرفتند.

در کلیه تیمارهای محلول‌پاشی نیز کود نیتروژن براساس ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار به‌صورت $\frac{۱}{۳}$ در زمان کاشت، $\frac{۱}{۳}$ در زمان ساقه‌رفتن و $\frac{۱}{۳}$ قبل از گل‌دهی به گیاه داده شد. محلول‌پاشی با استفاده از سمپاش پشتی موتوری با فشار ۰/۲ بار در هنگام صبح زود انجام گرفت. هر کرت آزمایشی شامل ۸ خط کاشت به فاصله ۲۵ سانتی‌متر و طول ۵ متر بود. فاصله بین تیمارها یک متر و بین تکرارها دو متر در نظر گرفته شد. 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، در زمان قبل از کاشت به مزرعه داده شد. کاشت بذر کلزا (هیبرید هایولا ۴۰۱) در اواخر مهرماه به میزان ۱۰ کیلوگرم در هکتار و به‌صورت دستی

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1391.2.6.17.7]

صورت گرفته و تراکم بوته‌ها ۱۰۰ عدد در مترمربع در نظر گرفته شد. برای مبارزه با علف‌های هرز از علف‌کش ترفلان به میزان ۳ لیتر در هکتار قبل از کاشت استفاده شد. در طول فصل رشد، عملیات زراعی لازم نظیر مبارزه با علف‌های هرز و آفات انجام گرفت. پس از کاشت کلزا و در مرحله شش برگی، برای کنترل علف‌های هرز باریک برگ، از علف‌کش گالانت به میزان ۳ لیتر در هکتار استفاده گردید. برای مبارزه با حلزون در دو زمان ابتدای سبز شدن کلزا و در زمان ۴-۳ برگی از سم متالدهاید استفاده گردید. صفات گیاهی مورد ارزیابی شامل عملکرد دانه و روغن، میزان روغن، شاخص برداشت روغن، شاخص سطح برگ، سرعت رشد گیاه و دوام سطح برگ بودند. محصول هر کرت پس از حذف حاشیه، برداشت و عملکرد دانه براساس رطوبت ۱۴٪ محاسبه شد. برای اندازه‌گیری میزان روغن، مقدار ۱۰ گرم از بذرهای هر تیمار برداشت و به آزمایشگاه بخش تحقیقات دانه‌های روغنی مؤسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر ارسال شد و با استفاده از دستگاه NMR (رزونانس هسته مغناطیسی) میزان روغن نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. محاسبه شاخص برداشت روغن از نسبت عملکرد روغن به عملکرد بیولوژیک صورت گرفت. جهت تعیین شاخص‌های رشد، سطح برگ گیاه با استفاده از دستگاه سطح‌سنج (Licore 3100 Area Meter, USA) اندازه‌گیری شد. پس از اندازه‌گیری سطح برگ، برگ‌ها و ساقه‌های نمونه‌برداری شده (تا ثابت ماندن وزن) در آون با دمای ۷۵ درجه سلسیوس خشک شدند. پس از آن وزن خشک برگ، ساقه و هم‌چنین وزن خشک کل گیاه، با ترازوی دقیق آزمایشگاهی با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. روند تغییرات شاخص سطح برگ (LAI) در ۸ مرحله نمونه‌برداری در طول دوره رشد و نمو گیاه با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد (۷):

$$LAI = e^{a+bGDD+۲cGDD} \qquad [۱]$$

که a، b و c ضرایب رگرسیونی، e پایه لگاریتم طبیعی (e=۲/۷۱۸۲۸) و GDD مجموع روز- درجه رشد هستند.

سرعت رشد گیاه (CGR)، تغییرات ماده خشک گیاه نسبت به زمان می‌باشد که با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود (۷):

$$CGR = (b + ۲cGDD)(TDW) \qquad [۲]$$

که TDW مجموع ماده خشک است.

دوام سطح برگ (LAD) نشان‌دهنده میزان پر برگی و دوام سبزمانی گیاه در طول دوره رشد گیاه (برحسب زمان) است و با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$LAD = (LA_۱ + LA_۲)/۲ \times (GDD_۲ - GDD_۱) \qquad [۳]$$

که LA_1 و LA_2 سطح برگ در دو نمونه‌برداری متوالی و $(GDD_2\text{-}GDD_1)$ اختلاف روز- درجه رشد بین دو نمونه‌برداری مربوطه است. تجزیه و تحلیل آماری شامل تجزیه واریانس طرح آزمایشی در قالب بلوک‌های کامل تصادفی و مقایسه میانگین تیمارها بود. برای انجام تجزیه واریانس، علاوه بر تجزیه ساده طرح آزمایشی، مقایسه‌های گروهی خاصی نیز بین گروه‌های مختلف تیماری انجام شد. جهت تجزیه و تحلیل آماری از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ استفاده گردید. در صورت معنی‌دار بودن تفاوت‌ها در هر صفت، مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون توکی HSD انجام گرفت. برای محاسبات ضرایب رگرسیونی از نرم‌افزار SPSS و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

الف) شاخص‌های رشد

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین تیمارهای آزمایشی از نظر صفت شاخص سطح برگ، سرعت رشد گیاه و دوام سطح برگ تفاوت معنی‌داری وجود داشت (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمار محلول‌پاشی ۱۰ در هزار در زمان ساقه‌رفتن + قبل از گل‌دهی، بیشترین شاخص سطح برگ (میانگین ۶/۹)، سرعت رشد گیاه (۱۵/۲ گرم بر مترمربع در ۱۰ روز- درجه رشد) و دوام سطح برگ (۱۲۰۴ سانتی‌مترمربع در ۱۰ روز- درجه رشد) و تیمار شاهد (بدون کود)، کمترین شاخص‌های رشد را دارا بودند (جدول ۲). به نظر می‌رسد که محلول‌پاشی ۱۰ در هزار نیتروژن در زمان

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1391.2.6.17.7]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1391.2.6.17.7] [Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

جدول ۱. تجزیه واریانس صفت‌های مورد مطالعه در کلزا رقم هایولا ۴۰۱

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)							
		شاخص سطح برگ	سرعت رشد گیاه	دوام سطح برگ	عملکرد دانه	عملکرد روغن	عملکرد بیولوژیک	میزان روغن	شاخص برداشت روغن
بلوک	۲	۱/۰*	۰/۰۴^{ns}	۷۰۰/۸^{ns}	۲۹۰۱۲۷/۸^{ns}	۶۶۹۹۶/۱^{ns}	۲۱۵۴۷۳۹/۳^{ns}	۴/۵*	۳/۲^{ns}
تیمار	۱۵	۴/۷**	۸/۷**	۶۷۸۲۳/۹**	۱۶۴۴۴۶۷/۱**	۲۷۵۴۸۰/۳**	۱۰۲۲۵۷۷۸/۹**	۱/۹*	۱/۹^{ns}
بین شاهدها (صفر/ متداول)	۱	۱۰/۶**	۱۰/۶**	۲۲۳۲۱۲/۶**	۵۸۸۰۵۲۰/۸**	۱۰۴۸۷۷۸/۷**	۵۱۵۲۹۹۲۹/۶**	۶/۳*	۰/۳^{ns}
شاهدها/تیمارهای محلول‌پاشی	۱	۱۳/۸**	۶۰/۹**	۴۲۳۸۷۶/۴**	۱۲۷۴۷۷۷۴/۴**	۲۱۸۰۶۰۲/۹**	۶۶۸۹۰۱۰۰**	۱۴/۷**	۱۴/۴$^{\times}$
بین تیمارهای محلول‌پاشی	۱۳	۲۷/۴**	۲۹/۵**	۲۰۲۶۲۱/۷**	۲۳۵۱۳۱۲/۲**	۳۲۶۵۰۰/۹**	۱۰۹۳۴۳۴۹/۴**	۵/۲**	۳/۷^{ns}
غلظت	۱	۲۳/۷**	۲۳/۱**	۱۷۰۰۰۱/۱**	۱۷۲۵۷۳۹/۱**	۲۲۷۰۵۳/۲*	۶۸۳۰۲۷۰/۲**	۴/۷*	۰/۹^{ns}
زمان	۶	۲/۳**	۵/۸**	۲۴۷۵۹/۹**	۵۸۸۱۵۰^{ns}	۹۳۲۷۳/۴^{ns}	۳۳۹۶۱۰۵/۶**	۰/۳^{ns}	۲/۱^{ns}
غلظت×زمان	۶	۱/۳**	۰/۵^{ns}	۷۸۶۰/۶**	۳۷۴۲۳^{ns}	۶۱۷۴/۳^{ns}	۷۰۷۹۷۳/۶^{ns}	/۰۳^{ns}	۰/۷^{ns}
خطای آزمایش	۳۰	۰/۲	۰/۴	۱۰۴۹/۵	۲۶۱۹۶۹/۱	۵۳۶۲۷/۳	۶۸۶۳۴۰/۴	۰/۹	۲/۸
ضریب تغییرات (٪)	–	۱۱/۶	۵/۵	۳/۵	۱۵/۳	۱۶/۱	۸/۸۱	۲/۲	۱۱/۱

**، * و ns: به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح ۱٪ و ۵٪ و بدون اختلاف معنی‌دار

[DOR: 20.1001.1.22518517.1391.2.6.17.7] [Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

جدول ۲. اثر برهمکنش تیمارهای غلظت و زمان محلول‌پاشی کود نیتروژن بر عملکرد و شاخص‌های رشد کلزا رقم هایولا ۴۰۱

تیمارهای آزمایشی	شاخص سطح برگ	سرعت رشد گیاه (گرم بر مترمربع در ۱۰روز- درجه رشد)	دوام سطح برگ (سانتی‌مترمربع در ۱۰روز- درجه رشد)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیکی (کیلوگرم در هکتار)	میزان روغن (درصد)
شاهد (بدون کود)	۱/۲^{e}	۷/۸^{g}	۴۶۱/۲^{f}	۹۹۰/۰^{e}	۴۴۹/۵^{d}	۳۳۴۵/۱^{d}	۴۵/۴^{a}
شاهد (متداول)	۳/۸^{cd}	۱۰/۶^{f}	۸۳۹/۰^{de}	۲۸۲۵/۵^{d}	۱۲۳۳/۸^{c}	۸۵۹۹/۲^{c}	۴۳/۴^{ab}
C1T1	۳/۹^{cd}	۱۰/۵^{f}	۸۴۶/۹^{de}	۲۹۷۰/۰^{cd}	۱۲۸۵/۷^{b}	۹۲۰۶/۳^{bc}	۴۳/۳ ^{ab}
C1T2	۳/۰^{d}	۱۱/۸^{cdef}	۸۲۶/۰^{e}	۳۱۴۷/۷^{cd}	۱۳۶۴/۷^{bc}	۹۲۱۴/۹^{bc}	۴۳/۲ ^{ab}
C1T3	۳/۲^{cd}	۱۱/۱^{def}	۸۴۵/۷^{de}	۳۲۶۲/۲^{cd}	۱۴۱۶/۲^{abc}	۸۹۷۰/۷^{c}	۴۳/۱ ^{ab}
C1T4	۳/۳^{cd}	۱۱/۰^{ef}	۸۴۹/۶^{cde}	۳۳۴۶/۶^{bcd}	۱۴۴۲/۲^{abc}	۹۱۷۸/۲^{bc}	۴۳/۰ ^{ab}
C1T5	۳/۲^{cd}	۱۲/۱^{cdef}	۹۰۴/۰^{cd}	۳۴۰۶/۶^{abcd}	۱۴۶۴/۰^{abc}	۹۷۷۶/۹^{abc}	۴۲/۹ ^{ab}
C1T6	۴/۰^{cd}	۱۳/۲^{abc}	۹۲۶/۴^{cd}	۳۵۰۳/۳^{abcd}	۱۵۰۲/۳^{abc}	۱۰۰۴۸/۴^{abc}	۴۲/۸ ^{ab}
C1T7	۳/۵^{cd}	۱۲/۸^{bcde}	۹۲۷/۵^{cd}	۳۷۸۴/۴^{abc}	۱۶۲۰/۵^{ab}	۱۰۰۰۱/۶^{abc}	۴۲/۷ ^{ab}
C2T1	۳/۹^{cd}	۱۲/۴^{bcdef}	۹۱۶/۰ ^{cde}	۳۱۶۵/۵^{cd}	۱۳۴۹/۴^{bc}	۹۱۵۳/۸^{bc}	۴۲/۷ ^{ab}
C2T2	۴/۲^{bcd}	۱۲/۲^{bcdef}	۹۵۸/۱^{bc}	۳۴۷۰/۰^{abcd}	۱۴۸۰/۱^{abc}	۹۳۲۴/۹^{ab}	۴۲/۵ ^{ab}
C2T3	۴/۲^{bcd}	۱۲/۵^{bcdef}	۹۶۹/۴^{bc}	۳۶۶۱/۱^{abcd}	۱۵۶۱/۴^{abc}	۹۴۸۵/۳^{abc}	۴۲/۵ ^{ab}
C2T4	۴/۶^{bc}	۱۳/۱^{abcd}	۹۷۶/۲^{bc}	۳۷۶۵/۱^{abc}	۱۵۹۹/۶^{abc}	۱۰۰۵۴/۲^{abc}	۴۲/۵^{b}
C2T5	۵/۵^{ab}	۱۳/۳^{abc}	۹۶۳/۱^{bc}	۳۷۸۸/۷^{abc}	۱۶۰۷/۴^{abc}	۱۰۶۲۷/۳^{abc}	۴۲/۴^{b}
C2T6	۶/۹^{a}	۱۵/۲^{a}	۱۲۰۴/۰^{a}	۴۲۲۱/۷^{a}	۱۷۷۷/۱^{a}	۱۱۸۰۳/۵^{a}	۴۲/۱^{b}
C2T7	۵/۶^{ab}	۱۴/۳^{ab}	۱۰۲۹/۰^{b}	۴۱۸۶/۶^{a}	۱۷۵۰/۱^{a}	۱۱۵۹۳/۷^{ab}	۴۱/۸^{b}

در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، براساس آزمون توکی در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

C1= محلول‌پاشی نیتروژن خالص (اوره)، ۵ در هزار C2= محلول‌پاشی نیتروژن خالص (اوره)، ۱۰ در هزار

T1= محلول‌پاشی در مرحله ۶ تا ۸ برگی، T2= محلول‌پاشی در مرحله ساقه‌رفتن، T3= محلول‌پاشی در مرحله قبل از گل‌دهی

T4= محلول‌پاشی در مرحله ۶ تا ۸ برگی + ساقه‌رفتن، T5= محلول‌پاشی در مرحله ۶ تا ۸ برگی + قبل از گل‌دهی، T6= محلول‌پاشی در مرحله ساقه‌رفتن+ قبل از گل‌دهی وT7= محلول‌پاشی در مرحله ۶ تا ۸ برگی + ساقه‌رفتن+ قبل از گل‌دهی

ساقه‌رفتن و قبل از گل‌دهی باعث می‌شود که گیاه به‌دلیل عدم تلفات نیتروژن و تأمین آن در زمان تولید برگ، توانایی استفاده مفید از محلول‌پاشی نیتروژن در جهت تولید برگ، افزایش سطح فتوسنتزی، حفظ سبزینگی، شاخص سطح برگ و دوام سطح برگ را داشته باشد. بنابراین می‌توان دوام بیشتر سطح برگ در مراحل زایشی را در تیمارهایی با غلظت بیشتر محلول‌پاشی نیتروژن که آخرین محلول‌پاشی را در ابتدای رشد زایشی (ساقه‌رفتن+ قبل از گل‌دهی) دریافت کرده بودند، انتظار داشت. نتایج یافته‌های یاتس و استیون (۱۹) نیز نشان داد که افزایش شاخص سطح برگ منجر به افزایش کارایی تولید و در نتیجه افزایش عملکرد و اجزای عملکرد کلزا می‌گردد.

نتایج پس از تفکیک مجموع مربعات بین تیمارهای آزمایش نشان داد که بین شاهدها، بین شاهدها در مقابل تیمارهای محلول‌پاشی و بین تیمارهای محلول‌پاشی، تفاوت معنی‌داری از نظر شاخص سطح برگ، سرعت رشد گیاه و دوام سطح برگ وجود داشت. تفاوت بین غلظت‌ها و بین زمان‌های محلول‌پاشی نیز از نظر این صفات معنی‌دار بود. اما اثر متقابل غلظت×زمان تنها در صفت‌های شاخص سطح برگ و دوام سطح برگ معنی‌دار شد (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمارهای محلول‌پاشی نیتروژن از نظر صفات شاخص سطح برگ (با میانگین ۴/۲)، سرعت رشد گیاه (۱۲/۵ گرم بر مترمربع در ۱۰ روز درجه- رشد) و دوام سطح برگ (۹۳۸/۷ سانتی‌مترمربع در ۱۰ روز- درجه رشد) در برابر هر دو تیمار شاهد برتری داشتند. هم‌چنین تیمار شاهد متداول بیشترین شاخص‌های رشد را در برابر تیمار شاهد صفر نشان داد (جدول ۳).

بین غلظت‌های محلول‌پاشی نیتروژن، غلظت ۱۰ در هزار نسبت به غلظت ۵ در هزار، از نظر شاخص‌های رشد برتری معنی‌داری داشت (جدول ۴). افزایش غلظت محلول‌پاشی باعث طولانی شدن دوره رشد رویشی، استفاده بهینه از شرایط محیطی (آب و خاک و تغذیه)، افزایش سطح برگ‌ها و در نتیجه شاخص سطح برگ گردید. این موضوع نشان‌دهنده درجه کودپذیری بالای بوته کلزا و توانایی استفاده از نیتروژن مکمل جهت تولید بیشتر سطوح فتوسنتزی و عملکرد می‌باشد (۱۹). افزایش سرعت رشد گیاه در تیمارهایی با سطوح بالاتر غلظت محلول‌پاشی نیتروژن را می‌توان به افزایش غلظت نیتروژن، دوام و توسعه سطح برگ و فعالیت فتوسنتزی برگ در طی رشد زایشی نسبت داد (۴). در بین زمان‌های محلول‌پاشی نیتروژن نیز زمان ساقه‌رفتن+ قبل از گل‌دهی (به‌ترتیب با میانگین ۵/۵، ۱۴/۱ گرم بر مترمربع در ۱۰ روز- درجه رشد و ۱۰۶۵ سانتی‌مترمربع در ۱۰ روز- درجه رشد) نسبت به سایر زمان‌های محلول‌پاشی نیتروژن، بیشترین شاخص سطح برگ، سرعت رشد گیاه و دوام سطح برگ را به خود اختصاص داد (جدول ۴). مقایسه میانگین اثر متقابل غلظت × زمان نشان داد که تیمار محلول‌پاشی با غلظت ۵ در هزار در زمان‌های ۸-۶ برگی و ساقه‌رفتن (به‌ترتیب با میانگین ۳ و ۸۲۶ سانتی‌مترمربع در ۱۰ روز- درجه رشد) کمترین شاخص سطح برگ و دوام سطح برگ را دارا بودند (جدول ۵). محلول‌پاشی مکمل نیتروژن با توجه به تسریع در دسترس قرار گرفتن مواد غذایی، دارای اثر بارزی بر رشد نهال بذرهای جوان، افزایش سطح برگ‌های گیاه، افزایش جذب نیتروژن در گیاهانی که دچار کمبود نیتروژن هستند و افزایش رشد ریشه می‌باشد (۱۳). بررسی روند تغییرات میانگین تیمارها نشان داد که محلول‌پاشی نیتروژن در مراحل انتهایی رشد گیاه (ساقه‌رفتن و قبل از گل‌دهی)، جریان مواد غذایی را به نقاطی که تقاضای متابولیک بیشتری دارند، فراهم ساخته و گیاهان با دریافت نیتروژن بیشتر، سطح برگ بزرگ‌تر و دوام بیشتری نسبت به گیاهانی که تنها کود نیتروژن متداول را دریافت کرده بودند، داشتند.

ب) عملکرد دانه و میزان روغن

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین تیمارهای مورد آزمایش از نظر عملکرد دانه، عملکرد روغن و میزان روغن تفاوت معنی‌داری وجود داشت (جدول ۱). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تیمارهای غلظت ۱۰ در هزار در

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1391.2.6.17.7]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1391.2.6.17.7] [Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

جدول ۳. مقایسه میانگین مقایسات گروهی عملکرد و شاخص‌های رشد کلزا هایولا ۴۰۱ در تیمارهای محلول‌پاشی کود نیتروژن و شاهد

تیمارهای آزمایشی	شاخص سطح برگ	سرعت رشد گیاه (گرم بر مترمربع در۱۰ روز- درجه رشد)	دوام سطح برگ (سانتی‌مترمربع در ۱۰ روز- درجه رشد)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	میزان روغن (درصد)
شاهد (بدون کود)	۱/۲^{b}	۷/۸^{b}	۴۶۱/۱^{b}	۹۹۰/۰^{b}	۴۴۹/۵^{b}	۳۳۴۵/۱^{b}	۴۵/۴^{a}
شاهد (کود متداول)	۳/۸^{a}	۱۰/۶^{a}	۸۳۹/۰^{a}	۲۸۲۵/۵^{a}	۱۲۳۳/۸^{a}	۸۵۹۹/۲^{a}	۴۳/۴^{b}
تیمار	شاخص سطح برگ	سرعت رشد گیاه (گرم بر مترمربع در ۱۰روز- درجه رشد)	دوام سطح برگ (سانتی‌مترمربع در ۱۰روز- درجه رشد)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	میزان روغن (درصد)	شاخص برداشت روغن (٪)
شاهدها (بدون کود و متداول)	۲/۵^{b}	۹/۲^{b}	۶۵۰/۰^{b}	۱۹۰۷/۷^{b}	۸۴۱/۶^{b}	۵۹۷۲/۱^{b}	۴۴/۴^{a}	۱۳/۸^{b}
تیمارهای محلول‌پاشی	۴/۲^{a}	۱۲/۵^{a}	۹۳۸/۷^{a}	۳۵۴۸/۵^{a}	۱۵۱۵/۷^{a}	۹۸۸۸/۵^{a}	۴۲/۷^{b}	۱۵/۳^{a}

در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، براساس آزمون توکی، در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

جدول ۴. اثر تیمارهای غلظت و زمان محلول‌پاشی نیتروژن بر صفات کلزا رقم هایولا ۴۰۱

تیمارهای آزمایشی	شاخص سطح برگ	سرعت رشد گیاه (گرم بر مترمربع در ۱۰روز- درجه رشد)	دوام سطح برگ (سانتی‌مترمربع در ۱۰ روز- درجه رشد)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	میزان روغن (٪)
غلظت ۵ در هزار	۳/۴^{b}	۱۱/۵^{b}	۸۷۵/۱۵^{b}	۳۳۴۵/۸^{b}	۱۴۴۲/۲^{b}	۹۴۸۵/۳^{b}	۴۳/۰^{a}
غلظت ۱۰ در هزار	۵/۰^{a}	۱۳/۱^{a}	۱۰۰۲/۴۰^{a}	۳۷۵۱/۲^{a}	۱۵۸۹/۳^{a}	۱۰۲۹۱/۸^{a}	۴۲/۳^{b}
زمان محلول‌پاشی							
T1	۳/۳^{bc}	۱۱/۴^{d}	۸۸۱/۵^{c}	–	–	۹۱۸۰/۱^{b}	–
T2	۳/۶^{c}	۱۲/۰^{cd}	۸۹۲/۱^{c}	–	–	۹۲۶۹/۹^{b}	–
T3	۳/۷^{bc}	۱۱/۸^{cd}	۹۰۷/۶^{c}	–	–	۹۲۲۸/۰^{b}	–
T4	۴/۰^{bc}	۱۲/۱^{cd}	۹۱۲/۹^{c}	–	–	۹۶۱۶/۲^{ab}	–
T5	۴/۴^{bc}	۱۲/۷^{bc}	۹۳۳/۵^{bc}	–	–	۱۰۲۰۲/۱^{ab}	–
T6	۵/۵^{a}	۱۴/۱^{a}	۱۰۶۵^{a}	–	–	۱۰۹۲۵/۹^{a}	–
T7	۴/۵^{b}	۱۳/۵^{ab}	۹۷۸/۵^{b}	–	–	۱۰۷۹۷/۷^{ab}	–

در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، براساس آزمون توکی در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

زمان ساقه رفتن+ قبل از گل‌دهی و زمان ۸-۶ برگی+ ساقه‌رفتن + قبل از گل‌دهی بیشترین عملکرد دانه و عملکرد روغن را داشتند. بیشترین میزان روغن دانه در تیمار شاهد (بدون کود) با میانگین ۴۵/۴ درصد به‌دست آمد (جدول ۲). نتایج پس از تفکیک مجموع مربعات نشان داد که تفاوت بین شاهدها، شاهدها در مقابل تیمارهای محلول‌پاشی و بین تیمارهای محلول‌پاشی معنی‌دار بود. بین غلظت‌های مورد استفاده (۵ و ۱۰ در هزار) نیز تفاوت معنی‌داری مشاهده گردید (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین گروهی نشان داد که تیمارهای محلول‌پاشی بیشترین عملکرد دانه و روغن را نسبت به تیمارهای شاهد داشتند. تیمارهای شاهد (بدون کود و متداول) با میانگین ۴۴/۴ درصد در برابر تیمارهای محلول‌پاشی، از نظر میزان روغن از برتری برخوردار بودند (جدول ۳). با توجه با این‌که میزان روغن دانه کلزا با افزایش مصرف نیترون کاهش پیدا می‌کند، بنابراین دارا بودن بالاترین میزان روغن دانه در تیمار شاهد (بدون کود) که هیچ کود نیتروژنی دریافت نکرده، دور از انتظار نیست (۱۱). افزایش عملکرد دانه و روغن در تیمار محلول‌پاشی ۱۰ در هزار نیتروژن در مراحل انتهایی رشد به بالا بودن شاخص سطح برگ و دوام آن در رژیم نیتروژنی بیشتر نسبت داده شده است (۱۹).

پس از محاسبه شاخص‌های رشد، روابط رگرسیونی مختلف شامل رابطه خطی، نمایی، درجه دو (چندجمله‌ای) و لگاریتمی مورد بررسی قرار گرفت و مشاهده شد که بیشترین ضریب تبیین و کمترین میانگین مربعات در رابطه درجه دوم به‌دست آمد که بهترین توجیه را از تغییرات شاخص‌های رشد نشان داد. در این تحقیق، روند شاخص سطح برگ، سرعت رشد گیاه و دوام سطح برگ در تیمارهای مختلف از الگوی تقریباً یکسانی (منحنی درجه دو) پیروی نمود. به‌طوری‌که در هر پنج تیمار (شاهد متداول، غلظت ۵ در هزار در زمان ساقه‌رفتن+ قبل از گل‌دهی، غلظت ۵ در هزار در زمان ۸-۶ برگی+ ساقه‌رفتن+ قبل از گل‌دهی، غلظت ۱۰ در هزار در زمان ساقه‌رفتن+ قبل از گل‌دهی و غلظت ۱۰ در هزار در زمان ۸-۶ برگی+ ساقه‌رفتن+ قبل از گل‌دهی) با افزایش روزهای پس از کاشت و دریافت بیشتر دما (به‌صورت تجمعی) تا مرحله اوج گل‌دهی، شاخص سطح برگ، سرعت رشد گیاه و دوام سطح برگ افزایش یافته و کمی بعد از آن، با دریافت ۸۰۵/۵ روز - درجه رشد که مصادف با گل‌دهی کامل گیاه بود (زمانی‌که پوشش برگ‌ها کامل می‌شود)، به حداکثر مقدار خود رسید (شکل ۱). به نظر می‌رسد که میزان بالای فتوسنتز در بافت‌های گیاه در این مرحله باشد. در ابتدای فصل رشد، به‌دلیل کم بودن سطح دریافت‌کننده تابش (برگ‌ها) و کمتر بودن میزان فعالیت فتوسنتزی گیاه، میزان دریافت تابش کم است. در نتیجه ماده خشک کمتری تولید شده و میزان شاخص‌های رشد گیاه هم کم است. اما با رشد سریع گیاه و افزایش سطح برگ‌ها، جذب تابش افزایش پیدا کرده و سرعت رشد گیاه هم افزایش می‌یابد. این روند بعد از گل‌دهی کامل و شروع خورجین‌دهی یک روند کاهشی را تا انتهای دوره رشد نشان می‌دهد. دلیل این موضوع را می‌توان به خاصیت ریزش برگ‌ها در گیاه کلزا، مرگ بافت‌های گیاهی، افزایش سرعت تنفس به‌علت سایه‌اندازی و زوال نوری و کاهش سطح فتوسنتزکننده در اثر ریزش، زرد شدن برگ‌ها و کاهش تولید ماده خشک در گیاه نسبت داد (۹). منفی شدن سرعت رشد گیاه در انتهای فصل رشد دلالت بر این دارد که که گیاه به جای تولید مواد فتوسنتزی، بیشتر به انتقال مجدد آنها از اندام‌های مختلف به دانه‌ها پرداخته و به همین دلیل سرعت رشد گیاه منفی می‌شود (شکل ۱). گزارش شده که محلول‌پاشی نیتروژن از طریق افزایش اجزای عملکرد، دوام و شاخص سطح برگ، موجب افزایش تجمع ماده خشک در تیمارهای محلول‌پاشی و افزایش میزان عملکرد دانه می‌شود (۵).

تجزیه و تحلیل روابط رگرسیونی بین شاخص‌های رشد و عملکرد دانه نشان داد که رابطه خطی و مثبتی بین شاخص‌های رشد با عملکرد دانه وجود داشت و دوام سطح برگ و سرعت رشد گیاه هر دو ۸۶٪ از تغییرات عملکرد دانه را توجیه کردند (شکل‌های ۲ و ۳). ارتباط نزدیک شاخص سطح برگ، دریافت تابش خورشیدی و سرعت رشد گیاه با عملکرد دانه و اجزای

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1391.2.6.17.7]

جدول ۵. اثر بر همکنش غلظت× زمان بر صفات شاخص سطح برگ و دوام سطح برگ کلزا رقم هایولا ۴۰۱

تیمار	شاخص سطح برگ	دوام سطح برگ (سانتی‌مترمربع در ۱۰ روز- درجه رشد)
C1T1	۳/۹^{cd}	۸۴۶/۹^{de}
C1T2	۳/۰^{d}	۸۲۶^{e}
C1T3	۳/۲^{cd}	۸۴۵/۷^{de}
C1T4	۳/۳^{cd}	۸۴۹/۶^{cde}
C1T5	۳/۲^{cd}	۹۰۴^{cd}
C1T6	۴/۰^{cd}	۹۲۶/۴^{cd}
C1T7	۳/۵^{cd}	۹۲۷/۵^{cd}
C2T1	۳/۹^{cd}	۹۱۶^{cde}
C2T2	۴/۲^{bcd}	۹۵۸/۱^{bc}
C2T3	۴/۲^{bcd}	۹۶۹/۴^{bc}
C2T4	۴/۶^{bc}	۹۷۶/۲^{bc}
C2T5	۵/۵^{ab}	۹۶۳/۱^{bc}
C2T6	۶/۹^{a}	۱۲۰۴^{a}
C2T7	۵/۶^{ab}	۱۰۲۹^{b}

در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، براساس آزمون توکی در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

C1= محلول‌پاشی نیتروژن خالص (اوره)، ۵ در هزار C2= محلول‌پاشی نیتروژن خالص (اوره)، ۱۰ در هزار

T1= محلول‌پاشی در مرحله ۶ تا ۸ برگی، T2= محلول‌پاشی در مرحله ساقه‌رفتن، T3= محلول‌پاشی در مرحله قبل از گل‌دهی

T4= محلول‌پاشی در مرحله ۶ تا ۸ برگی + ساقه‌رفتن، T5= محلول‌پاشی در مرحله ۶ تا ۸ برگی + قبل از گل‌دهی، T6= محلول‌پاشی در مرحله ساقه‌رفتن+ قبل از گل‌دهی وT7= محلول‌پاشی در مرحله ۶ تا ۸ برگی + ساقه‌رفتن+ قبل از گل‌دهی

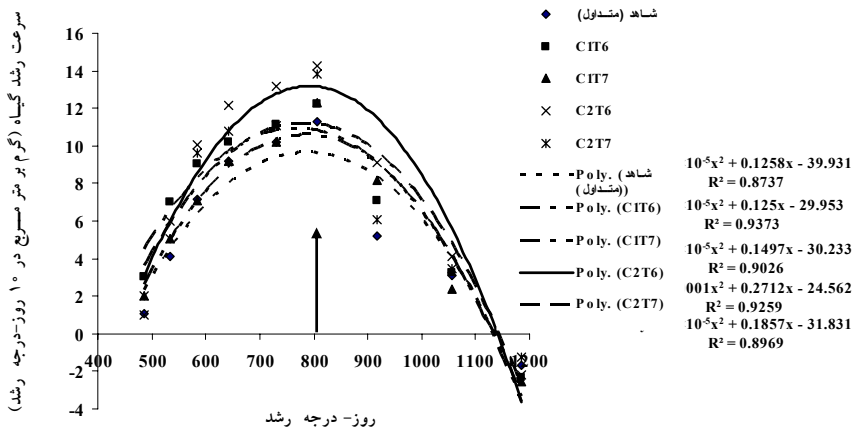
عملکرد کلزا توسط اوزونی دوجی و همکاران (۱۰) نیز گزارش شده است.

ج) شاخص برداشت روغن

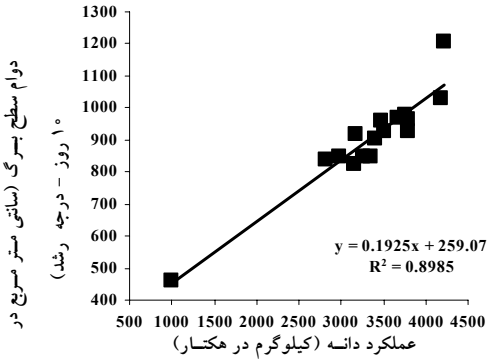
نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین تیمارهای مورد آزمایش تفاوت معنی‌داری از نظر این صفت وجود نداشت. نتایج مربوط به تفکیک مجموع مربعات نیز نشان داد که تنها تفاوت بین شاهدها در مقابل تیمارهای محلول‌پاشی از نظر این صفت معنی‌دار شد (جدول ۱). مقایسه میانگین مربوط به مقایسات گروهی نشان داد که تیمارهای محلول‌پاشی نیتروژن با میانگین ۱۵/۳٪ نسبت به شاهدها (با میانگین ۱۳/۸۸٪) برتری داشت (جدول ۳). شاخص برداشت روغن از نسبت عملکرد روغن به عملکرد بیولوژیک به‌دست می‌آید. بنابراین با افزایش عملکرد دانه، عملکرد روغن نیز افزایش می‌یابد. با توجه به این‌که با محلول‌پاشی مکمل نیتروژن، نیاز غذایی گیاه طی مراحل رشد تأمین شده و این موضوع باعث افزایش فعالیت سطوح فتوسنتزی و تخصیص بیشتر مواد غذایی به بخش‌های زایشی می‌گردد، در نتیجه افزایش عملکرد دانه و در نهایت عملکرد روغن نیز حاصل می‌شود. اما باید در نظر داشت که با افزایش فعالیت فتوسنتزی گیاه، عملکرد بیولوژیک نیز افزایش پیدا می‌کند. در واقع، در تیمارهای مختلف، با تغییر عملکرد بیولوژیک (تغییر ظرفیت منبع)، عملکرد روغن نیز تغییر می‌نماید و متناسب با افزایش تولید مواد فتوسنتزی و جذب و انتقال آنها به دانه‌ها، میزان

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

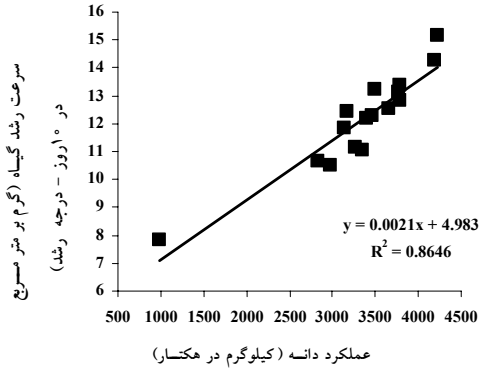
[DOR: 20.1001.1.22518517.1391.2.6.17.7]



شکل ۱. سرعت رشد گیاه برای تیمار شاهد متداول و سطوح متفاوت غلظت × زمان محلول‌پاشی در کلزا رقم هایولا ۴۰۱ (پیکان نشان‌دهنده زمان گل‌دهی کامل می‌باشد)



شکل ۲. رابطه رگرسیونی بین عملکرد دانه و دوام سطح برگ



شکل ۳. رابطه رگرسیونی بین عملکرد دانه و سرعت رشد گیاه

عملکرد دانه و روغن نیز افزایش می‌یابد و به همین دلیل شاخص برداشت روغن ثابت باقی می‌ماند.

نتیجه‌گیری

براساس نتایج این آزمایش به نظر می‌رسد که شاخص سطح برگ، سرعت رشد گیاه و دوام سطح برگ در غلظت ۱۰ در هزار نیتروژن به‌طور معنی‌داری نسبت به سطوح پایین‌تر آن بیشتر بود که باعث افزایش توسعه سطح برگ، افزایش فعالیت فتوسنتز سایه‌انداز گیاهی، تولید ماده خشک و در نهایت عملکرد زیادتر دانه شد. نتایج محاسبات رگرسیونی نشان داد که سرعت رشد گیاه و دوام سطح برگ توجیه بهتری از عملکرد دانه ارایه کردند. هم‌چنین شاخص برداشت روغن نیز در تیمارهای محلول‌پاشی کود نیتروژن مکمل نسبت به شاهدها بیشتر بود که این موضوع می‌تواند توجیهی جهت استفاده از محلول‌پاشی نیتروژن به‌عنوان مکمل کود خاکی در پژوهش‌های بعدی در نظر گرفته شود.

منابع مورد استفاده

1. Abou El-Nour, E. A. 2002. Can supplemented potassium foliar feeding reduce the recommended soil potassium. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 5: 259-262.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1391.2.6.17.7]

2. Balasubramanian, V., A. C. Morales, R. T. Cruz, T. M. Thiyagarajan, R. Nagarajan, M. Babu, S. Abdulrachman and L. H. Hai. 2000. Adaptation of the chlorophyll meter (SPAD) technology for real-time N management in rice: A review. *International Rice Research Notes* 25: 4-8.
3. Beuerlein, J. W., M. E. Pendelton, S. Bauer and R. Chorashy. 1971. Effect of branch plant population at equidistant spacing on yield and light use efficiency of soybean canopies. *Agronomy Journal* 63: 317-319.
4. El-Darier, S., M. Hemada and L. Sadek. 2002. Dry matter distribution and growth analysis in soybean under natural agricultural conditions. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 5: 545-549.
5. Evans, J. R. 1983. Nitrogen and photosynthesis in the flag leaf of wheat. *Plant Physiology* 72: 297-302.
6. Harper, F. R. and B. Berkenkamp.1995. Revised growth-stage key for *Brassica campestrist* and *Brassica napus*. *Canadian Journal of Plant Science* 55: 657-658.
7. Karimi, M. 2008. Effects of deficit irrigation on yield, forage quality and growth parameters of maize silage in Rasht region. MSc. Thesis, Agricultural College, University of Guilan, 101 p. (In Farsi).
8. Liang, J. S., J. H. Zhang and X. Z. Cao. 2001. Grain sink strength maybe related to the poor grain filling of Indica Japonica rice hybrids. *Physiological Plantarum* 112: 470-477.
9. Ohnishi, M., T. Horrio, K. Homma, N. Supapoj, H. Takano and S. Yamamoto. 1999. Nitrogen management and cultivars effect on rice yield and nitrogen efficiency in northeast Thailand. *Field Crops Research* 64: 109-120.
10. Ozouni Davaji, A., M. Esfahani, H. Samiezadeh Lahigi and M. Rabiee. 2007. Effect of planting pattern and plant density on growth indices and radiation use efficiency in two apetalous and petaled rapeseed cultivars. *Iranian Journal of Crop Sciences* 9: 382-400. (In Farsi).
11. Rathke, G. W., O. Christen and W. Diepenbrok. 2005. Effect of nitrogen source and rate on productivity and quality of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) grown in different crop rotations. *Field Crops Research* 94: 103-113.
12. Rezaie, H. and M. J. Malakouti. 2003. Nutrition of Oilseed Crops, Optimum Fertilization of Rapeseed. Tech. Report No. 116, Agricultural Education Press, Karaj, Iran, 35 p. (In Farsi).
13. Salantur, A., M. Ozturk and S. Akten. 2006. Growth and yield response of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) to inoculation with rhizobacteria. *Plant Soil Environment* 52: 111-118.
14. Salardini, A. 1995. Soil Fertility. University of Tehran Press, 441 p. (In Farsi).
15. Samavat, S. 1999. Fertilization Management in Oilseed Crops Production. Technical Report No. 43, Soil and Water Institute of Iran. (In Farsi).
16. Sylvester-Bradley, R. and R. J. Makepeace. 1984. A code for stage of development in oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Aspects of Applied Biology* 6: 399-419.
17. Vos, J. and P. E. L. Van der Putten. 1998. Effect of nitrogen supply on leaf growth, leaf nitrogen economy and photosynthetic capacity in potato. *Field Crops Research* 59: 63-72.
18. Wright, G., C. Smith and M. Woodroofe. 1988. The effect of irrigation and nitrogen fertilizer on rapeseed (*B. napus*) production in south-eastern Australia. *Irrigation Science* 9: 1-13.
19. Yates, D. J. and M. G. Steven. 1987. Reflection and absorption of solar radiation by flowering canopies of oilseed rape. *Journal of Agricultural Sciences* 19: 495-502.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1391.2.6.17.7]