نشریه علمی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد شانزدهم، شماره ۲(۶۲)، تابستان ۱۴۰۱، صفحه ۲۷۰-۲۵۵

مقاله پژوهشی DOI: 10.30495/JCEP.2022.1915758.1736

واکنش دو رقم کلزا (*Brassica napus* L.) از نظر شاخص‌های رشد، عملکرد و اجزای عملکرد به نحوه مصرف کود نیتروژن در دشت گنبد کاووس

سیدفاضل فاضلی کاخکی[1*]، مرتضی گلدانی[2]، فرهاد سلیمانی‌فرد[3] و ناصر بیک‌زاده[1]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۲۵ تاریخ بازنگری: ۱۳۹۹/۱۲/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۲/۲۶

چکیده

به‌منظور بررسی واکنش کلزا به‌نحوه استفاده از کود نیتروژن، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال زراعی ۹۵-۹۴ اجرا شد. فاکتور اول دو رقم کلزا (Hayola 401 و RGS003) و فاکتور دوم چهار نحوه اعمال تیمار کود نیتروژن به صورت سرک (F1: سه مرحله کوددهی به صورت پای‌بوته، F2: سه مرحله محلول‌پاشی، F3: چهار مرحله کوددهی پای‌بوته و F4: چهار مرحله محلول‌پاشی) بود. نتایج نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته در نمونه‌برداری دوم و سوم با اعمال تیمار F3 و با ۱۴۴/۸ و ۱۶۱ سانتی‌متر به‌دست آمد. وزن خشک و سطح برگ در تمام مراحل نمونه‌برداری بیشترین مقدار از اعمال تیمار F3 حاصل شد. همین روند در مورد وزن خشک شاخه‌های جانبی نیز مشاهده شد، به‌طوری‌که در مرحله سوم نمونه‌برداری بیشترین وزن خشک شاخه‌های‌جانبی با مقدار ۵۹/۴ گرم در بوته از اعمال تیمار F3 به دست امد. بیشترین عملکرد زیست توده و دانه از اعمال تیمار F3 به‌ترتیب با مقدار ۱۰۲۹ و ۳۳۲ گرم در مترمربع به‌دست آمد. اعمال تیمار F3 در رقم هایولا ۴۰۱ بیشترین تعداد خورجین (۱۴۵ خورجین در بوته)، زیست توده (۱۱۰۵ گرم در مترمربع)، عملکرد روغن (۱۲۱ گرم در متر مربع) و عملکرد دانه با مقدار ۳۵۸ گرم در متر مربع را داشت. به‌طورکلی، نتایج نشان داد کلیه شاخص‌های مورفولوژیکی و عملکردی بوته از تاثیر چهارمرحله کوددهی پایه بوته حاصل شد که رقم هایولا ۴۰۱ واکنش مثبت بیشتری به این نحو کوددهی را نشان داد.

واژگان کلیدی: تعداد خورجین در بوته، سطح برگ، مرحله نمونه‌برداری، وزن خشک شاخه جانبی.

۱- استادیار مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران.

۲- دانشیار گروه زراعت واصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

۳- کارشناس ارشد زراعت دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

* نگارنده‌ی مسئول sf_fazeli@yahoo.com

مقدمه

جبران کمبود مواد غذایی گیاه از طریق ریشه و یا تامین آنها از طریق برگ در افزایش ویزگی‌های رشدی گیاه و رسیدن به پتانسیل تولید از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Pierre *et al*., 2007). کلزا به علت داشتن درصد بالای روغن (۳۸ تا ۴۸ درصد)، در رفع بخشی از کمبود روغن گیاهی کشور مورد توجه قرار گرفته است. عملکرد کلزا تحت تاثیر شرایط آب و هوایی، پتانسیل رقم، خاک و مدیریت زراعی قرار داشته با این حال عوامل ژنتیکی و زراعی تعیین کننده رشد و نمو گیاه و در نتیجه عملکرد دانه آن هستند. نیتروژن مهم‌ترین عنصر غذایی در تولید گیاهان زراعی بوده و محدود کننده‌ترین عنصر در مقیاس جهانی است به‌طوری‌که کمبود آن در تمام مناطق وجود دارد (Nakhzari Moghadam, 2016). کودهای نیتروژنه حلالیت زیادی داشته، و زمان مصرف آنها در افزایش کارایی کودهای نیتروژنه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و یکی از دلایل پایین بودن کارایی آنها استفاده در زمان نامناسب است. لذا، برای برآورد کارایی کودهای نیتروژنه بایستی نوع گیاه، میزان تولید محصول و فرآیندهای مرتبط با آن را شناخت (Pathak *et al*., 2008). نیاز به نیتروژن در کلزا زیاد است، به‌طوری‌که هر تن کلزا حدود دو برابر مقدار مورد نیاز یک تن گندم نیتروژن از خاک جذب می‌کند. مقدار نیتروژن مورد نیاز بر اساس بررسی‌ها برای دست‌یابی به عملکرد مطلوب از ۵۰ تا ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار متفاوت است (Salahi and farage, 2010). بخش اعظم نیتروژن مورد نیاز کلزا تا زمان گلدهی از خاک جذب شده و سپس از ساقه به برگ‌ها و خورجین‌ها منتقل می‌شود. به‌دلیل وجود عوامل خاکی و مدیریت نامناسب آبیاری کارایی جذب نیتروژن از خاک پایین بوده لذا برای رسیدن به عملکرد مطلوب دانه در کلزا تامین نیتروژن از روش‌های دیگر همچـون محلول‌پاشی ضروری می‌باشد. ابوال-نور (Abou El-Nour, 2002) نتیجه گرفت که محلول‌پاشی از طریق بهبود جذب مواد غذایی مورد نیاز، موجب کاهش آلودگی محیطی در تغذیه خاکی شده و جذب مواد غذایی را افزایش می‌دهد. جهت تامین نیازهای تغذیه‌ای در مرحله رشد زایشی، تغذیه برگی به‌صورت محلول‌پاشی و یا جبران کمبود مواد غذایی از طریق خاکی و به‌صورت سرک نیز گزارش شده است (Ryan *et al*., 2007)، به‌علاوه کاربرد مناسب نیتروژن از طریق بهبود فرآیند فتوسنتز در برگ‌ها سبب افزایش کارایی منابع تولید شده و توسعه برگ‌ها در روندی هماهنگ با افزایش مقدار نیتروژن صورت می‌پذیرد که افزایش رشد گیاه را به دنبال دارد (Tazi *et al*., 2015). در همین رابطه طوسی‌کهل و همکاران (Tousi Kehal *et al*., 2011) گزارش کردند که تغذیه برگی نیتروژن از طریق افزایش سطوح فتوسنتزی، تعداد خورجین و فراهمی نیتروژن مورد نیاز در مراحل انتهایی رشد، افزایش عملکرد دانه و ماده خشک کلزا را به دنبال دارد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که کاربرد کود نیتروژن در کلزا بهتر است در دو نوبت به‌صورت یک دوم قبل از کاشت و یک دوم در مرحله شروع رشد ساقه انجام شود و برای افزایش عملکرد می‌توان نوبت سوم مصرف کود را در مرحله غنچه‌دهی قرار داد (Salahi and Farage, 2010). در همین بررسی خاطر نشان شده است که کلزا می‌تواند هر دو فرم نیتروژن (نیتراتی و آمونیاکی) را جذب نموده اما اثرات متقابل آنها با رقم، تراکم گیاهی، شرایط محیطی مدیریت زراعی عامل تعیین کننده عملکرد

محصول خواهد بود. بنابراین، برای رسیدن به نتایج مستقیم افزایش کارایی مصرف نیتروژن بایستی سایر عوامل زراعی در حد مطلوب باشند.

افزایش عملکرد گیاه از سه منبع فتوسنتز جاری، انتقال فرآورده‌های فتوسنتزی ذخیره شده قبل از گلدهی به دانه و انتقال آسیمیلات‌های موقت ذخیره شده بعد از گلدهی در ساقه گیاه تامین می‌شود. میزان انتقال کربوهیدرات‌های تولیدی و ذخیره شده قبل از گلدهی و انتقال مجدد آنها در دانه‌های در حال نمو بسته به ژنوتیپ، شرایط محیطی و نوع تغذیه متفاوت است (Fageria and Baligar, 2005). مقدار نیتروژن قابل دسترس بر توزیع مواد فتوسنتزی بین اندام‌های رویشی و زایشی مؤثر بوده و ترجیح انتقال وابسته به فراهمی آن است به‌طوری‌که برخی از مراحل فنولوژیکی رشد و نمو در اثر کمبود نیتروژن به تاخیر می‌افتد (Osborne, 2002).

آزمایش حاضر با هدف بررسی روند رشد و تولید دو رقم کلزا در واکنش به نحوه اعمال تیمار کود نیتروژنه به صورت سرک اجرا شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی روش اعمال کود سرک نیتروژن بر برخی صفات مورفولوژیک و اجزای عملکرد کلزا، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال زراعی ۹۵-۹۴ در مزرعه کشاورز در شهرستان گنبد کاووس با ۵۵ درجه و ۱۸ دقیقه طول جغرافیایی و ۳۷ درجه و ۱۷ دقیقه عرض جغرافیایی در قسمت شمالی و مرکزی استان گلستان اجرا شد. عامل اول شامل دو رقم کلزا V1: Hayola 401 (هیبرید، سازگار مناطق گرم، دارای تیپ رشد بهاره) و V2: RGS003 (رقم با تیپ رشدی بهاره متوسط رس و آزاد گرده‌افشان) و عامل دوم چهار روش اعمال کود سرک نیتروژن از منبع اوره شامل: F1: سه مرحله کوددهی در پای‌بوته، F2: سه مرحله محلول‌پاشی، F3: چهار مرحله کوددهی پای‌بوته و F4: چهار مرحله محلول‌پاشی بود. در روش سنتی مقدار کود اوره مورد استفاده ۵۰ کیلوگرم هنگام کاشت، ۵۰ کیلوگرم در زمان ساقه رفتن و ۵۰ کیلوگرم در زمان غنچه‌دهی می‌دهند. قبل از کاشت نمونه‌برداری از خاک جهت تعیین برخی خصوصیات فیزیک و شیمیایی انجام شد (جدول ۱). میزان مصرف کود سرک از نوع اوره در هر مرحله یکسان و به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در نظر گرفته شد و به ترتیب: اولین مرحله کوددهی ۵۰ روز پس از کاشت (مرحله رزت کامل)، دومین مرحله کوددهی ۹۸ روز پس از کاشت (اوایل مرحله ساقه دهی)، سومین مرحله کوددهی ۱۲۰ روز پس از کاشت (اوایل گلدهی) و چهارمین مرحله کوددهی ۱۵۹ روز پس از کاشت (خورجین‌دهی) انجام شد (Shirani Rad *et al.*, 2020).

پس از آماده‌سازی زمین که شامل شخم با گاوآهن پنجه‌غازی، دیسک و لولر بود، ارقام در کرت‌های ۳×۳ متر در تاریخ ۹۴/۸/۵ کشت شدند. تراکم مناسب بوته برای هر دو رقم ۵۰ بوته در هر مترمربع تنظیم شد. در طول مرحله داشت به منظور کنترل علف‌های‌هرز پهن برگ (ماشک، بارهنگ، علف هفت‌بند، یونجه وحشی، انواع کنگر، شبدر و جعفری وحشی) از علف‌کش لونترال به مقدار یک لیتر در هکتار زمانی که علف‌های هرز ۱۰ سانتی‌متر طول داشتند (در زمان ساقه‌دهی کلزا) و برای کنترل علف‌های هرز نازک برگ (گونه‌های یولاف وحشی، دم روباهی، خاکشیر،

کیسه کشیش و شلمی) از علف‌کش سوپرگالانت به مقدار ۷۵۰ میلی لیتر در هکتار قبل از مرحله به ساقه رفتن علف‌های هرز استفاده شد. برای کنترل آفات از قبیل شته مومی، انواع سوسک غنچه‌خوار، سرخرطومی ساقه کلزا و سنک از حشره‌کش‌های آلفا سایپرمترین و دیازینون به مقدار یک لیتر در هکتار در کانون‌های آلوده استفاده گردید.

سه نمونه‌گیری تخریبی در تاریخ‌های ۹۴/۱۲/۲۴ (آغاز گلدهی)، ۹۵/۱/۱۰ (اواسط گلدهی و آغاز خورجین‌دهی) و ۹۵/۲/۱۰ (اواخر خورجین‌دهی) از ۵ بوته در هر کرت انجام و صفات ارتفاع ساقه اصلی، وزن خشک شاخه‌های جانبی و وزن خشک برگ اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری سطح برگ از دستگاه سطح برگ سنج مدل (Leaf area meter Licorn) استفاده شد.

در تاریخ ۹۵/۳/۴ که مصادف با زمان برداشت بود تعداد ۵ بوته از هر کرت انتخاب و تعداد خورجین در بوته اندازه‌گیری شد و بعد از حذف اثرات حاشیه‌ای از سطح معادل چهار متر مربع عملکرد زیست توده، عملکرد دانه در مترمربع تعیین شدند. درصد روغن با استفاده از دستگاه سوکسله و آنالیز مقدار سه گرم بذر از هر نمونه تعیین گردید. عملکرد روغن با استفاده از فرمول حاصل‌ضرب درصد روغن در عملکرد دانه محاسبه شد (Koocheki *et al*., 2015).

برای اندازه‌گیری وزن خشک، نمونه‌ها را به آون ۷۴ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت منتقل و سپس توزین شدند. تجـزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Mstat-C و میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه و شکل‌ها با نرم‌افزار اکسل Excel ترسیم شدند.

نتایج و بحث

بررسی‌ها نشان داده است که بیلان کود نیتروژنه در یک دوره سه ساله شامل جذب توسط گیاه، تثبیت در خاک، آبشویی و غیرقابل استفاده به‌ترتیب حدود ۵۸، ۱۶، ۵ و ۲۱ درصد است لذا با توجه به متحرک بودن کود اوره و سریع از دسترس خارج شدن آن، لذا واریته‌های با پتانسیل بالا در گیرانداختن (capture) بیشتر کود اوره و تبدیل آن به واحدهای ساختمانی در هر مرحله از رشد موفق‌تر خواهند بود و تغییراتی را در مورفولوژی خود بروز خواهند داد و از قدرت باروری و پتانسیل تولیدی بیشتری نیز برخوردار می‌باشند (Haghparast Tanha, 1991) لذا بر همین اساس تاثیر نمونه برداری در مراحل مختلف انجام شد و در هر مرحله تغییرات صفات مورفولوژیکی (ارتفاع گیاه، وزن خشک و سطح برگ و وزن خشک شاخه‌های‌جانبی) مورد ارزیابی قرار گرفت، تا روند تغییرات در دوره زمانی نمایان شود.

ارتفاع بوته

نحوه اعمال کود در هر سه نمونه‌برداری بر روی ارتفاع بوته معنی‌دار بود (جدول ۲). در نمونه‌برداری اول بیشترین ارتفاع بوته از دو تیمار سه مرحله کوددهی پای بوته و چهار مرحله محلول پاشی به‌دست آمد. دامنه تغییرات ارتفاع بوته در این مرحله بین تیمارها حدود ۹ سانتی‌متر بود. در نمونه‌برداری دوم بیشترین ارتفاع از تیمار چهار مرحله کوددهی پای بوته و کمترین آن از چهار مرحله محلول‌پاشی حاصل شد (جدول ۴). در نمونه‌برداری سوم روند بر اساس نتایج نمونه‌برداری دوم دیده شد. به‌طوری‌که در این مرحله نیز تیمار چهار مرحله کوددهی پای بوته بیشترین ارتفاع را داشت (شکل A۱). اثر متقابل

نحوه اعمال کود با رقم بر ارتفاع بوته معنی‌دار شد (جدول ۲). بیشترین ارتفاع بوته در نمونه‌برداری اول با مقدار ۱۱۴/۸ سانتی‌متر از تیمار چهار مرحله کوددهی پای بوته در رقم Hayola 401 به دست آمد با این حال نحوه اعمال تیمار بر روی رقم Hayola 401 از لحاظ صفت ارتفاع بوته با هم معنی‌دار نبودند. بیشترین تغییر در رقم RGS003 دیده شد که دامنه این تغییرات از ۸۴/۳ تا ۱۰۸/۸ سانتی‌متر متفاوت بود. در هر سه نمونه‌برداری اعمال تیمار به‌صورت چهار مرحله کوددهی پای بوته در رقم کلزا Hayola 401 بیشترین ارتفاع بوته در سه نمونه‌برداری اول، دوم و سوم به ترتیب به‌مقدار ۱۱۴/۸، ۱۵۰/۸ و ۱۶۳/۱ سانتی‌متر را داشت و کمترین مقدار ارتفاع در مرحله اول نمونه‌برداری از تیمار چهار مرحله کوددهی پای بوته در رقم RGS003 با مقدار ۸۴/۳ سانتی‌متر و در دو نمونه‌برداری بعدی کمترین مقدار ارتفاع از اعمال کوددهی در سه مرحله پای بوته و در رقم Hayola 401 به‌دست آمد (شکل B1). ابراهیمیان و همکاران (Ebrahimian *et al*., 2014) بیان کردند که بیشترین ارتفاع کلزا از اعمال سه مرحله کود نیتروژن (یک سوم در موقع کاشت، یک سوم در هنگام خروج از روزت و یک سوم آخر در گلدهی) و به‌مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در مقایسه با ۵۰ و صفر کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. افزایش سطح مصرف نیتروژن تاثیر مثبت در ارتفاع بوته داشته است. در مطالعه‌ای دیگر، صلاحی و فرجی (Salahi and Farage, 2010) نشان دادند که ارتفاع بوته در تیمارهای مختلف نیتروژن (بدون مصرف نیتروژن، دادن کود نیتروژن به خاک بدون محلول‌پاشی، دادن کود نیتروژن به خاک به همراه محلول‌پاشی) بر روی ارتفاع کلزا رقم آپشن معنی‌دار نشد و ارتفاع بوته بین ۸۱/۵ تا ۸۳/۸ سانتی‌متر متفاوت بود. در آزمایش حاضر نیز افزایش مقدار نتیروژن به‌صورت چهار مرحله‌ای در پای بوته نیز بیشترین ارتفاع بوته را داشت. به‌نظر می‌رسد اعمال کود نیتروژن به‌صورت محلول‌پاشی با توجه به افزایش دمای محیط و تبخیر آن تاثیر کمتری بر ارتفاع داشته و با توجه به بسته شدن تاج پوشش بوته اعمال به صورت پای‌بوته از میزان هدر رفت نتیروژن به صورت تبخیر کاسته شده است لذا جذب خاکی این عنصر تاثیر مثبتی بر ارتفاع بوته داشته است.

وزن خشک شاخه‌های جانبی

وزن خشک شاخه‌های جانبی تحت تاثیر نحوه اعمال کود در هر سه مرحله نمونه‌برداری معنی‌دار بود (جدول ۲). در نمونه‌برداری اول بیشترین و کمترین وزن خشک شاخه‌های جانبی به‌ترتیب با مقدار ۱۲/۸ و ۸/۶ گرم از اعمال تیمار چهار مرحله کوددهی پای بوته و چهار مرحله محلول‌پاشی حاصل شد. در نمونه‌برداری دوم نیز بیشترین مقدار وزن خشک شاخه‌های جانبی از تیمار چهار مرحله کوددهی پای بوته به‌دست آمد. اختلاف حدود ۶ گرمی را با سایر تیمارها نشان داد. هر سه تیمار سه مرحله کوددهی در پای بوته، سه مرحله محلول‌پاشی و چهار مرحله محلول پاشی وزن خشک شاخه‌های جانبی ۱۰ تا ۱۱ گرم را داشتند (جدول ۴). صفت مذکور در نمونه‌برداری سوم همان روند در دو مرحله نمونه‌برداری قبلی را نشان داد. به این صورت که اعمال تیمار چهار مرحله کوددهی پای بوته در مقایسه با سه تیمار دیگر بیشترین وزن خشک شاخه‌های جانبی را داشت (جدول ۴ و شکل A2). وزن خشک شاخه‌های جانبی تحت تاثیر اثر متقابل رقم و نحوه اعمال تیمار در هر سه مرحله نمونه‌برداری معنی‌دار شد (جدول ۱). بیشترین و

کمترین مقدار وزن خشک شاخه‌های جانبی به ترتیب از تیمار چهار مرحله کوددهی پای بوته در رقم Hayola 401 و چهار مرحله محلول‌پاشی در رقم RGS003 با مقدار ۱۵/۸ و ۶/۸ گرم در بوته در نمونه‌برداری اول به‌دست آمد. در این مرحله در رقم Hayola 401 اختلاف بین کمترین و بیشترین وزن خشک شاخه‌های‌جانبی حدود ۷/۴ گرم بود، در صورتی‌که در رقم RGS003 این اختلاف ۴ گرم بود. اعمال تیمار چهار مرحله کوددهی پای بوته در رقم Hayola 401 نسبت به رقم RGS003 حدود ۳۵ درصد بیشتر بود (جدول ۴). در نمونه‌برداری دوم در رقم Hayola 401 همان روند مرحله اول مشاهده شد، اختلافات چشم‌گیری در مرحله نمونه‌برداری سوم بین تیمارهای مختلف مشاهده شد. به‌طوری‌که در این مرحله تیمار چهار مرحله کوددهی پای بوته در رقم Hayola 401 با مقدار ۶۰ گرم بیشترین و تیمار سه مرحله کوددهی پای بوته در رقم Hayola 401 با مقدار ۱۲/۷ گرم کمترین وزن خشک شاخه جانبی را در بوته داشتند (جدول ۴ و شکل B۲). همان‌گونه که داده‌ها نشان می‌دهد در هر سه مرحله نمونه‌برداری اعمال تیمار چهار مرحله کوددهی پای بوته بیشترین مقدار وزن خشک شاخه جانبی را در رقم Hayola 401 داشت. تنها اعمال همین تیمار در آخرین مرحله نمونه‌برداری با مقدار ۵۸ گرم در رقم RGS003 نیز بیشترین مقدار را داشت. پیه‌ری و همکاران (Pierre *et al*., 2007) اظهار داشتند که جبران کمبود مواد غذایی از طریق ریشه‌ها و یا تامین نیاز بوته به‌صورت محلول‌پاشی به‌ویژه در مرحله زایشی تاثیر زیادی در عملکرد بوته دارد. در مطالعه‌ای دیگر گزارش شده است که محلول‌پاشی در زمان مناسب سبب افزایش رشد برنج شده است (Sharief *et al*., 2006). به‌نظر می‌رسد استفاده از تغذیه نیتروژن در زمان‌های مناسب و مطابق با نیاز بوته سبب افزایش کارایی جذب نیتروژن و رشد بوته را به دنبال داشته است.

سطح و وزن خشک برگ

سطح و وزن خشک برگ تحت تاثیر روش کاربرد کود در سه مرحله نمونه‌برداری معنی‌دار شد (جدول ۲). وزن خشک برگ در نمونه‌برداری اول در سه تیمار سه مرحله محلول‌پاشی، چهار مرحله کوددهی پای بوته و چهار مرحله محلول پاشی با همدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند و تنها با تیمار سه مرحله کوددهی پای بوته اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. بیشترین وزن خشک برگ از تیمار چهار مرحله کوددهی پای بوته و با مقدار ۷/۱ گرم در بوته حاصل شد در همین دوره نیز بیشترین سطح برگ با مقدار ۱۷۶۶ سانتی‌مترمربع از تیمار چهار مرحله کوددهی پای بوته به‌دست آمد و کمترین آن (۹۴۰ سانتی‌مترمربع در بوته) از تیمار سه مرحله کوددهی در پای بوته حاصل شد (جدول ۴). در نمونه‌برداری دوم روند افزایش و یا کاهش سطح و وزن خشک برگ با نحوه اعمال تیمارها منطبق بود. به این صورت با افزایش سطح برگ، وزن خشک برگ نیز افزایش نشان داد. در این مرحله بیشترین سطح و وزن خشک برگ به ترتیب با مقدار ۲۷۴۶ سانتی‌مترمربع و ۱۰/۹ گرم از اعمال تیمار چهار مرحله کوددهی پای بوته به دست آمد. این روند در نمونه‌برداری سوم نیز مشاهده شد (شکل A۳ و B). به‌طوری‌که، اعمال تیمار چهار مرحله کوددهی پای بوته بیشترین مقادیر سطح و وزن برگ در بوته را داشت (جدول ۴).

نتایج تاثیر متقابل نحوه اعمال تیمار و رقم نشان داد که بیشترین و کمترین سطح برگ در

نمونه‌برداری اول به‌ترتیب با مقدار ۲۲۸۸ و ۶۵۱ سانتی‌متر مربع در بوته از تیمار سه مرحله محلول‌پاشی در رقم RGS003 و سه مرحله کوددهی در پای بوته در رقم Hayola 401 حاصل شد. در خصوص وزن خشک برگ تنها تیمار سه مرحله کوددهی در پای بوته در رقمHayola 401 اختلاف معنی‌داری با بقیه تیمارها داشت، با این حال تیمار سه مرحله محلول‌پاشی در رقم RGS003 بیشترین مقدار وزن خشک برگ را داشت (جدول ۴). در نمونه‌برداری دوم هر چند انطباق سطح و وزن خشک برگ بر هم از لحاظ افزایش و یا کاهش بر اساس نحوه اعمال تیمارها تقریباً مشابه بود، بیشترین مقدار سطح برگ از تیمار استفاده از کوددهی چهار مرحله پای بوته در RGS003 با مقدار ۳۰۴۲ سانتی‌مترمربع به‌دست آمد و در خصوص وزن خشک برگ اعمال تیمار چهار مرحله کوددهی پای بوته در رقمHayola 401 با مقدار ۱۱/۵ گرم بیشترین مقدار آن بود و کمترین مقدار آن نیز در همین رقم و تیمار F2 به دست آمد (شکل C۳ و D).

در آخرین مرحله نمونه‌برداری (سوم) اعمال تیمار چهار مرحله کوددهی پای بوته در رقم RGS003 بیشترین سطح و وزن خشک برگ را داشت و کمترین مقادیر صفات مذکور از اعمال تیمار سه مرحله کوددهی در پای بوته در رقم Hayola 401 به‌دست آمد. در این مرحله نیز بین سطح و وزن خشک برگ در اثر اعمال تیمارها در هر دو رقم روندی مشاهده شد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که نیتروژن عنصری ضروری و اساسی برای رشد و توسعه بوته محسوب می‌شود به‌دلیل حلالیت فراوان کودهای نیتروژن، زمان مصرف کود از اهمیت بالایی برخوردار است و یکی از دلایل اینکه کارایی کودهای نیتروژنه پایین است، استفاده از انها در زمان‌های نامناسب است (Pathak *et al*., 2008). مصرف کود به‌صورت سرک در افزایش کارایی کود حایز اهمیت بوده که سبب تغییر در تعداد و سطح برگ، طول عمر برگ و شاخه‌دهی می‌شود، که از طریق تغییر در زیست توده سبب تغییر در کمیت و کیفیت جذب نور و بر توازن تنظیم کننده‌های رشد به‌ویژه جیبرلین اثر گذاشته و افزایش رشد را به دنبال خواهد داشت (Emam and Nick Nejad, 2003).

تعداد خورجین در بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد رقم و اثر متقابل نحوه کوددهی در رقم معنی‌دار ($p\leq$ ۰/۰۱) شد (جدول ۳). نتایج تاثیر متقابل رقم در نحوه کوددهی نشان داد که استفاده از کوددهی چهار مرحله پای‌بوته در رقم Hayola 401 بیشترین تعداد خورجین در بوته (۱۴۵) را تولید کرد که نسبت به اعمال همین تیمار در رقم RGS003 حدود ۱۸ درصد تعداد خورجین در بوته بیشتر بود. کمترین مقدار این صفت در تیمار سه مرحله کوددهی در پای بوته در رقم Hayola 401 حاصل شد. با این حال رقم RGS003 در همین تیمار سه مرحله کوددهی در پای بوته حدود ۳۲ درصد تعداد خورجین در بوته بیشتری داشت (جدول ۴). نتایج مطالعه ابراهیمی و همکاران (Abrahimi *et al*., 2011) نشان داد که واریته RGS003 نسبت به واریته Hayola 401 حدود ۲۹ درصد تعداد خورجین در بوته بیشتری را تولید کرد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که اختصاص بیشتر آسیمیلات تولیدی ناشی از فعالیت‌های فتوسنتزی به سمت بخش زایشی به‌صورت ژنتیکی کنترل شده و شرایط محیطی می‌تواند در تسهیل اختصاص دخالت داشته باشد (Taiz *et al*., 2015). از طرفی در کلزا تعداد خورجین در بوته به‌وسیله توانایی

بوته جهت فراهم آوردن کربن مورد نیاز برای گل آذین در دوره سه هفته پس از گرده‌افشانی تنظیم می‌شود (Faraji and Arzanesh, 2012). به نظر می‌رسد در این مطالعه با توجه به مشابه بودن شرایط محیطی و تیمارهای تغذیه‌ای افزایش تعداد خورجین در مترمربع را می‌توان به‌پتانسیل ژنتیکی بیشتر رقم RGS003 و سازگاری بیشتر آن با این شرایط نسبت داد. به‌طوری‌که فرجی (Faraji, 2003) گزارش کرد که پاسخ عملکرد و اجزای عملکرد کلزا بسته به شرایط محیط و خصوصیات ژنوتیپ متفاوت است و اثرات متقابل معنی‌داری بین شرایط محیطی و ژنوتیپ وجود دارد و برای به‌دست آوردن عملکرد دانه بالا ارقامی با حداکثر سازگاری با محیط نیازمند می باشد.

عملکرد زیست‌توده و دانه

عملکرد زیست‌توده و دانه تحت تاثیر اثر متقابل تیمارها معنی‌دار (p≤ ۰/۰۱) شد (جدول ۳). عملکرد زیست‌توده در تیمار چهار مرحله کوددهی پای بوته در رقم Hayola 401 با مقدار ۱۱۰۵ گرم در مترمربع بیشترین مقدار را داشت. دامنه تغییرات صفت مذکور از ۷۸۰ تا ۱۱۰۵ گرم در مترمربع متفاوت بود (جدول ۴). از لحاظ عملکرد دانه نتایج تاثیر متقابل تیمارها نشان داد که بیشترین و کمترین مقدار عملکرد دانه به ترتیب با مقادیر ۳۵۸ و ۲۱۹ گرم در مترمربع از تیمارهای چهار مرحله کوددهی پای بوته در رقم Hayola 401 و چهار مرحله محلول‌پاشی در همین رقم به‌دست آمد (جدول ۴). بررسی سلیمانی و همکاران (Solimani *et al*., 2010) نشان داد که افزایش میزان مصرف نیتروژن سبب افزایش ماده خشک در کلزا شد. حداکثر ماده خشک کلزا در سطح کودی ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمده است. نتایج آزمایشی در استان گلستان نشان داد که در سه تیمار نیتروژن شامل: بدون مصرف کود نیتروژنه، دادن کود نیتروژنه به خاک بدون محلول‌پاشی و دادن کود نیتروژنه به خاک به همراه محلول‌پاشی، عملکرد دانه در کلزا به‌ترتیب ۲۸۷۱، ۳۳۸۵ و ۳۸۵۸ کیلوگرم در هکتار بود (Salahi and Faraje, 2010). در آزمایشی دیگر نشان داده شد که محلول‌پاشی با نیتروژن از منبع اوره (ده در هزار) در مرحله ساقه رفتن و قبل از گلدهی کلزا رقم Hayola 401 با مقدار ۴۲۲۱/۷ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را در بین سایر مراحل محلول‌پاشی در مراحل مختلف داشت (Tousi Kehal *et al*., 2010). نتایج دووری و همکاران (Doori *et al*., 2014) نشان داد که تاثیر تیمارهای مختلف زمان محلول‌پاشی (عدم محلول‌پاشی، محلول‌پاشی در مرحله روزت، در مرحله غنچه‌دهی و در مرحله گلدهی با غلظت ۵ درصد از منبع اوره) بر عملکرد دانه کلزا معنی‌دار بود، به‌طوری‌که بیشترین مقدار عملکرد دانه از محلول‌پاشی در مرحله غنچه‌دهی با مقدار ۲۶۳۶ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد که با محلول‌پاشی در مرحله گلدهی از لحاظ آماری معنی‌دار نبود ولی با دو مرحله دیگر اختلاف معنی‌داری داشت. هرچند بررسی‌ها نشان می‌دهد که اعمال تیمار نیتروژن به‌صورت مرحله‌ای در طول دوره رویش گیاه سبب افزایش شاخصه‌های عملکردی و عملکرد دانه می‌شود اما روش مصرف و زمان مصرف نیز تاثیر به‌سزایی در افزایش عملکرد کلزا و درصد روغن آن دارد. با توجه اینکه بیشترین نیاز کلزا به نیتروژن در مراحل آغاز ساقه‌دهی (طویل شدن ساقه) و آغاز گلدهی است (Hocking and Stapper, 1993)، به نظر می‌رسد اعمال نحوه کود نیتروژنه به‌صورت چهار کوددهی پای‌بوته سبب تامین نیازهای مناسب غذایی کلزا

رقم هایولا ۴۰۱ شده و در بین سایر تیمارهای کودی از شاخصه‌های مورفولوژیکی و عملکرد بیشتری برخوردار بوده است.

درصد و عملکرد روغن

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که هم درصد روغن و هم عملکرد روغن تحت تاثیر نحوه کوددهی و اثر متقابل رقم در نحوه کوددهی معنی‌دار شد (جدول ۳). نتایج تاثیر متقابل تیمارها برای درصد روغن نشان داد که رقم RGS003 در تمام تیمارهای نحوه کوددهی مقادیر درصد روغن بیشتری داشت با این حال بیشترین درصد روغن ابتدا از نحوه کوددهی چهار مرحله پای بوته و در رقم RGS003 با مقدار ۴۱/۶٪ به دست آمد که بعد از آن از همین رقم و استفاده از چهار مرحله کوددهی به‌صورت محلول‌پاشی حاصل شد. کمترین درصد روغن از تیمار سه مرحله محلول‌پاشی و در رقم Hayola 401 و به مقدار ۳۴/۱٪ حاصل شد (جدول ۴). در خصوص عملکرد روغن نیز از همین روند طبعیت می‌کرد به طوری‌که تاثیر محلول‌پاشی کود نیتروژن در مقایسه با نحوه کوددهی سرک پای بوته درصد روغن کمتری داشت. تاثیر متقابل تیمارها نیز نشان داد نحوه کوددهی چهار مرحله پایه بوته در رقم Hayola 401 با ۱۲۱ گرم در مترمربع بیشترین مقدار را داشت که این افزایش عملکرد روغن به‌واسطه افزایش عملکرد دانه در تاثیر این تیمار می‌باشد. کمترین عملکرد روغن نیز از تیماری به‌دست آمد که عملکرد دانه کمتری داشت. دامنه عملکرد روغن بین ۸۰/۱ تا ۱۲۱ گرم در مترمربع متفاوت بود (جدول ۴). در مطالعه نورمحمد و همکاران (Noor Muhammad *et al*., 2007) نشان داد که در هر دو سال آزمایش بیشترین درصد روغن در نتیجه کاربرد کود نیتروزن به‌صورت محلول‌پاشی با مقدار ۴۴/۴٪ و کمترین آن در جایگذاری نیتروژن در زیر بذر و در کنار بوته بوده است. در خصوص عملکرد روغن آنها گزارش کردند که بیشترین عملکرد روغن کلزا (۱۱۴۲ کیلوگرم در هکتار) واریته (Zafar-2000) از جایگذاری نیتروزن زیر بذر و بعد از آن از جایگذاری نیتروژن در کنار بوته حاصل شد که در خصوص عملکرد روغن نتایج مطالعه حاضر با یافته‌های این محققین در یک راستا است. نتایج مطالعه شیرانی‌راد (Shirani Rad, 2012) نشان داد که بین ارقام پاییزه رقم RGS003 با مقدار ۴۵/۱٪ بیشترین درصد روغن در بین ۲۴ رقم کلزا را داشت و رقم Hayola 401 درصد روغنی معادل ۳۶/۶٪ داشت. در مطالعه حاضر اگرچه بین دو رقم اختلاف مشاهده نشد ولی رقم RGS003 از درصد روغن بیشتری برخوردار بود. نتایج مطالعه طاهری (Taheri *et al*., 2012) نشان داد که پاسخ درصد و عملکرد دو رقم کلزا (Hyola 401 و Hayola 60) به‌مصرف کود نیتروزن نشان داد که دو رقم از نظر عملکرد روغن اختلاف معنی‌داری نداشتند اما کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم کود اوره در رقم Hayola 401 بیشترین عملکرد روغن را داشت. در مطالعه دیگری امین‌پناه (Aminpanah, 2013) نشان داد که پاسخ رقم RGS003 به افزایش نیتروژن از صفر تا ۲۰۰ کیلوگرم با درصد روغن (۴۲/۰٪) در هکتار نسبت به رقم Hayola 308 با درصد روغن (۴۲/۶٪) مثبت بوده و شیب منحنی افزایش عملکرد روغن نیز بیشتر بوده است. از آنجا که هدف از کشت کلزا تولید روغن است لذا به نظر می‌رسد عملکرد مطلوب روغن در کلزا مستلزم تعادل در سنتز روغن و پروتئین خام در دانه همین طور بودجه انرژی و تثبیت CO_2 از طریق فرآیند فتوسنتز است.

کلزای پاییـزه به‌واسطه تغلیظ انرژی در دانه‌ها در نتیجه افزایش مقدار روغن آن، نیازمند تثبیت CO_2 بیشتری در واحد وزن خشک بوته دارد و تثبیت CO_2 ارتباط نزدیکی با زیست تولیدی و انرژی تجمع یافته در آنها دارد. لذا، مدیریت مصرف متعادل کود نیتروژن در مقدار تثبیت CO_2 در فرآیند فتوسنتز و تولید زیست‌توده و در نتیجه در مقدار روغن دانه تاثیر دارد (Rathke *et al*., 2005).

نتیجه‌گیری کلی

به‌طورکلی، با توجه به نقش ضروری نیتروژن در رشد و توسعه گیاه و حلالیت فراوان کودهای نیتروژن، زمان مصرف کود از اهمیت بالایی برخوردار است. نتایج این بررسی نشان داد که کلیه شاخص های مورفولوژیکی و عملکردی بوته از تاثیر چهارمرحله کوددهی پایه بوته حاصل شد که رقم هایولا ۴۰۱ واکنش مثبت بیشتری به این نحو کوددهی را نشان داد.

جدول ۱- نتایج آزمون خاک

Table 1- Results of soil test

بافت خاک Soil texture	کربن آلی Organic matter (%)	نیتروژن Nitrogen	پتاسیم Potassium (ppm)	فسفر Phosphorous (ppm)	هدایت الکتریکی EC $dS.m^{-1}$	pH
Silt Clay-Loam	1.07	0.14	265	8.5	1.3	7.3

جدول ۲- تجزیه واریانس میانگین مربعات صفات ارتفاع گیاه، وزن خشک و سطح برگ و وزن خشک شاخه‌های‌جانبی در سه نمونه‌برداری گیاه کلزا

Table 2- Results of analysis of variation (means of squares) morphological traits (plant height, leaf dry weight, leaf area, branch dry weight in three sampling of canola plant

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی df	نمونه‌برداری اول First sampling				نمونه برداری دوم Second sampling			
		ارتفاع Plant height	وزن خشک برگ Leaf dry weight	سطح برگ Leaf area	وزن خشک شاخه‌های‌جانبی Branch dry weight	ارتفاع Plant height	وزن خشک برگ Leaf dry weight	سطح برگ Leaf area	وزن خشک شاخه‌های‌جانبی Branch dry weight
بلوک Block	2	440**	4.33 ns	44132 ns	17.2 *	803**	0.278 ns	43866 ns	21.3 ns
رقم Cultivar (C)	1	732**	3.06 ns	1440110 **	14.8 ns	18.7ns	2.36 ns	1643790 **	47.2 *
نحوه کود دهی Application fertilizer method (AFM)	3	117**	11.1 *	862516.9 **	1905 *	71.9 **	19.9 *	1345436 **	61.7 **
رقم × کوددهی C × AFM	3	272*	4.64 *	420269 **	22.8 *	114*	4.52 *	1278453 **	67.2 **
خطا Error	14	63.6	3.73	42070	4.21	31.5	5.16	184048	7.54
ضریب تغییرات (٪) C.V.		16.7	22.3	14.3	20.1	20.5	24.3	20.8	22.5

ns، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد.

ns, * and ** are non-significant and significant at the 5 and 1% probability level respectively.

ادامه‌ی جدول ۲

Table 2- Continued

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی df	نمونه برداری سوم Third sampling			
		ارتفاع Plant height	وزن خشک برگ Leaf dry weight	سطح برگ Leaf area	وزن خشک شاخه‌های‌جانبی Branch dry weight
بلوک Block	2	281*	11.7 ns	168467 ns	114 ns
رقم Cultivar (C)	1	30.3ns	123 **	17654210**	447 *
نحوه کود دهی Application fertilizer method (AFM)	3	247*	34.9 **	2833816 **	1657 **
رقم × کوددهی C × AFM	3	33.3*	3.62 *	118192 *	270 *
خطا Error	14	49.2	4.60	238447	142.3
ضریب تغییرات C.V.(٪)		18.1	19.2	20.8	18.1

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی دار در سطوح احتمال ۵ و۱ درصد.

ns, * and ** are non-significant and significant at the 5 and 1% probability level respectively.

جدول ۳- تجزیه واریانس میانگین مربعات صفات تعداد خورجین، عملکرد زیست توده و عملکرد دانه گیاه کلزا.

Table 3- Results of analysis of variation (means of squares) number of pod, biological and seed yield in canola plant

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی df	تعداد خورجین Number of pod	عملکرد زیست توده Biological yield	درصد روغن Oil percentage	عملکرد روغن Oil yield	عملکرد دانه Seed yield
بلوک Block	2	580 ns	10762 ns	0.155ns	343ns	1837 ns
رقم Cultivar (C)	1	15224 **	2174 ns	56.4**	109.6ns	587 ns
نحوه کود دهی Application fertilizer method (AFM)	3	716 ns	584972 **	22.3**	498**	6463 **
رقم × کوددهی C × AFM	3	6894 **	213239 **	2.45*	540**	7542 **
خطا Error	14	780	8890	0.401	78	1077
ضریب تغییرات C.V.(٪)		20.1	20.3	8.75	10.9	19.4

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی دار در سطوح احتمال ۵ و۱ درصد.

ns, * and ** are non-significant and significant at the 5 and 1% probability level respectively.

جدول ۴- مقایسه میانگین تعداد خورجین، عملکرد زیست توده و عملکرد دانه در گیاه کلزا

Table 4- Means comparison of number of pod, biological and seed yield of canola plant

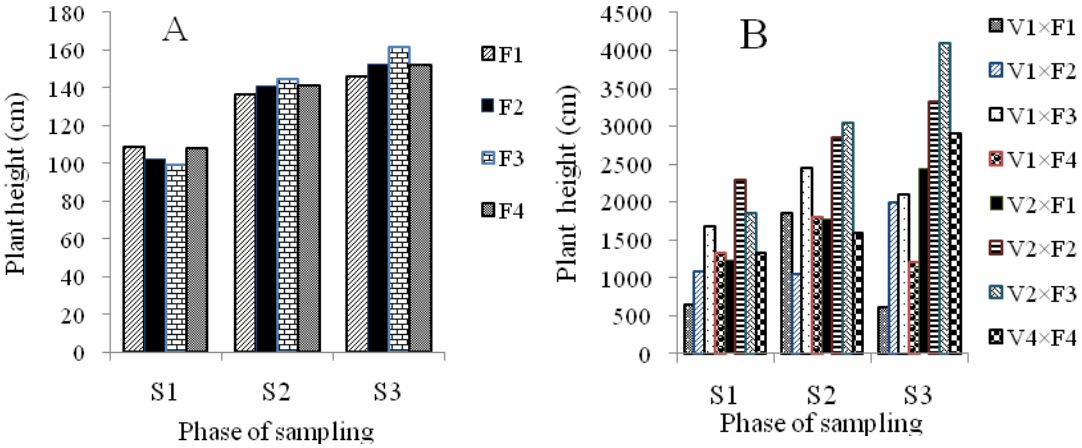
تیمار Treatment	تعداد خورجین در بوته Number Pod per plant	عملکرد زیست توده Biological yield ($g.m^{-2}$)	درصد روغن Oil percentage	عملکرد روغن Oil yield ($g.m^{-2}$)	عملکرد دانه Seed yield ($g.m^{-2}$)
V1	107b	918a	36.4a	108a	270a
V2	134a	979a	40.3a	118a	288a
F1	92a	991b	34.5 c	114ab	292ab
F2	104a	879b	37.3bc	111b	258b
F3	112a	1029a	40.9a	125a	332a
F4	98a	833b	39.1ab	108b	269b
V1 × F1	81c	1011a	36.4cd	112bc	318abc
V1 × F2	105abc	910bc	34.1d	108cd	257de
V1 × F3	145a	1105a	38.2bc	121a	358a
V1 × F4	87bc	657d	36.7cd	80.1e	219e
V2 × F1	120ab	854b	36.6cd	106d	267bcde
V2 × F2	115ab	985ab	38.3abc	117ab	307abcd
V2 × F3	118ab	780c	41.6a	106d	260cde
V2 × F4	135a	1020a	40.4ab	116b	319ab

میانگین‌هایی که دارای یک حرف مشترک دارند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means with the same letter are not significantly different by LSR (least significant range) test at probability level of 5%.

V1: Hayola 401 ،V2: RGS. F1 و F2: به‌ترتیب سه مرحله کوددهی پای بوته و به‌صورت محلول‌پاشی، F3 و F4: به‌ترتیب چهار مرحله کوددهی پای بوته و به‌صورت محلول‌پاشی. زمان مصرف کودها: ۵۰، ۹۸، ۱۲۰ و ۱۵۹ روز پس از کاشت.

V1: Hayola 401 and V2: RGS003. F1 and F2: Three stages of soil used fertilization and three stages of foliar spraying, respectively, F3 and F4: Four stages of soil used fertilization and four stages of foliar spraying, respectively. Fertilizer application time: 50, 98, 120 and 159 DAP.

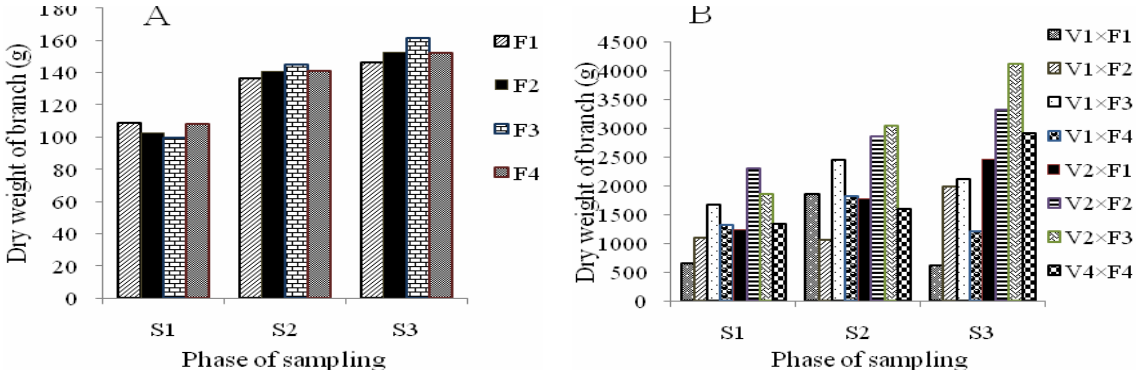


شکل ۱-A- تاثیر نحوه اعمال کود اوره بر ارتفاع بوته، B) اثر متقابل نحوه اعمال کود و رقم بر ارتفاع بوته در دو رقم کلزا

Figure 1.A- Effect of application method of fertilizer on plant height, B) Interaction of application method of fertilizer and cultivar on plant height in rapeseed cultivars

V1: Hayola 401 ،V2: RGS003. F1 و F2: به ترتیب سه مرحله کود دهی پای بوته و سه مرحله به صورت محلول پاشی، F3 و F4: به‌ترتیب چهار مرحله کوددهی پای بوته و چهار مرحله به صورت محلول‌پاشی. زمان مصرف کودها: ۵۰، ۹۸، ۱۲۰ و ۱۵۹ روز پس از کاشت

V1: Hayola 401 and V2: RGS003. F1 and F2: Three stages of soil used fertilization and three stages foliar spraying, respectively, F3 and F4: Four stages of soil used fertilization and four stages foliar spraying, respectively. Fertilizer application time: 50, 98, 120 and 159 days after planting (DAP)

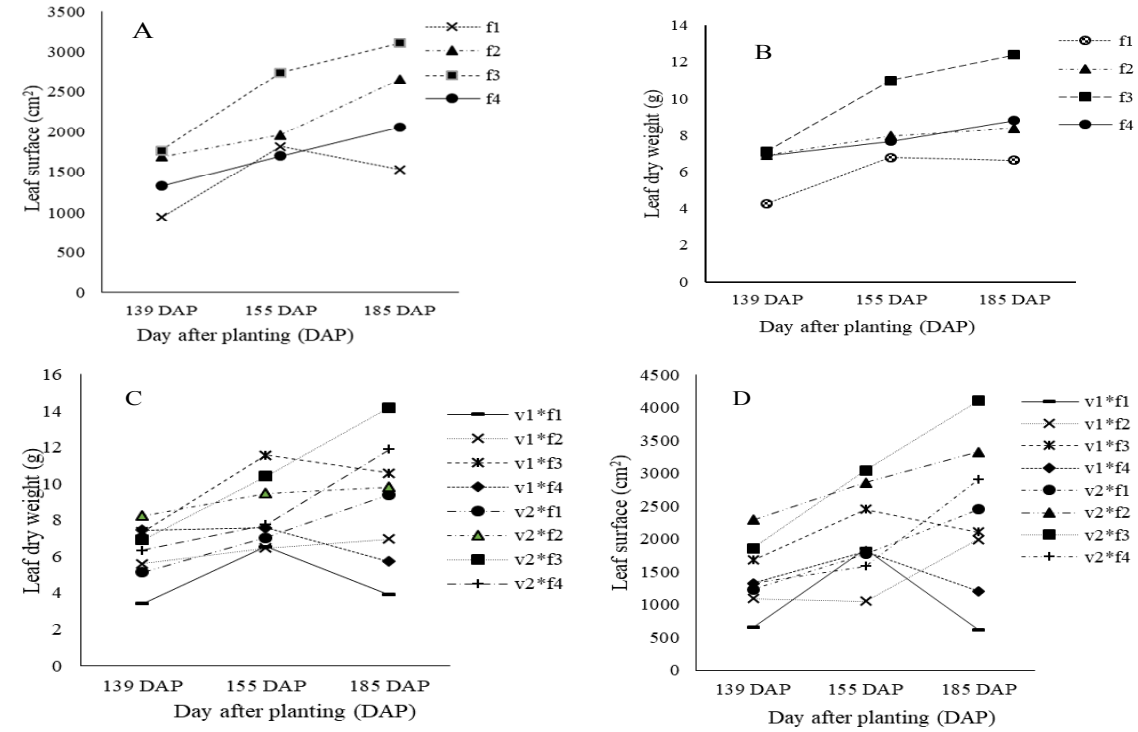


شکل ۲- تاثیر نحوه اعمال کود اوره (A) و اثرمتقابل نحوه اعمال کود و رقم (B) بر وزن شاخه‌های جانبی در کلزا

Figure 2. A) Effect of application method of fertilizer and **B)** interaction of application method of fertilizer in cultivar on branch dry weight in rapeseed cultivars

V1: Hayola 401 و V2:RGS003 . F1 و F2: به ترتیب سه مرحله کوددهی پای بوته و سه مرحله به صورت محلول‌پاشی، F3 و F4: به ترتیب چهار مرحله کوددهی پای بوته و چهار مرحله به صورت محلول‌پاشی. زمان مصرف کودها: ۵۰، ۹۸، ۱۲۰ و ۱۵۹ روز پس از کاشت

: V1: Hayola 401 and V2: RGS003. F1 and F2: Three stages of soil used fertilization and three stages foliar spraying, respectively, F3 and F4: Four stages of soil used fertilization and four stages foliar spraying, respectively. Fertilizer application times were: 50, 98, 120 and 159 DAP



شکل ۳- اثر ساده نحوه اعمال کود اوره در نمونه برداری های مختلف بر وزن خشک (A) و سطح برگ (B) و اثر متقابل نحوه اعمال کود و رقم بر وزن خشک برگ (C) و سطح برگ (D) در بوته کلزا

Figure 3- Effect of application method of fertilizer in different time sampling on leaf dry weight (A) and leaf area (B) in rapeseed cultivars

V1: Hayola 401 و V2:RGS003 . F1 و F2: به ترتیب سه مرحله کوددهی پای بوته و سه مرحله کوددهی به صورت محلول‌پاشی، F3 و F4: به ترتیب چهار مرحله کوددهی پای بوته و چهار مرحله کوددهی به صورت محلول پاشی. زمان مصرف کودها: ۵۰، ۹۸، ۱۲۰ و ۱۵۹ روز پس از کاشت

V1: Hayola 401 and V2: RGS003. F1 and F2: Three stages of soil used fertilization and three stages of foliar spraying, respectively, F3 and F4: Four stages of soil used fertilization and four stages of foliar spraying, respectively. Fertilizer application times were: 50, 98, 120 and 159 DAP

References منابع مورد استفاده

- Abou El-Nour, E.A. 2002. Can supplemented potassium foliar feeding reduce the recommended soil potassium? *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 5:259-262.
- Abrahimi, M., Gh.A.Akbari, G.A. Akbari, and B. Samadi Firozabadi. 2011. Effect of sowing date on seed yield and its components of canola cultivars in Varamin region in Iran. *Seed and Plant Journal*. 1-28: 69-80 (In Persian).
- Aminpanah, H. 2013. Effect of nitrogen rate on seed yield, protein and oil content of two canola (*Brassica napus* L.) cultivars. *Acta Agriculturae Slovenica.* 101(2): 183 – 190.
- Doori, S., M.R. MoradiTaravat, S.A. Siadat, and A. Bakhshandeh. 2014. Effect of delayed planting and foliar application of nitrogen on canola seed and oil yield in Ahvaz conditions. *Iranian Journal of Crop Sciences*. 17(2):128 -138. (In Persian).
- Ebrahimian, E., A. Bybordi, S.M. Sydi, and R. Mahamadikia. 2014. Effect of nitrogen level and zinc on yield, quality index and elemental absorption in canola (*Brassica napus* L. var. Okapi) in salinity condition. *Journal of Agroecology*. 7(1): 120-126.
- Emam, I., and M. Nick Nejad. 2003. Introduction on yield physiology of crop. Publication in Shiraz University. (In Persian).
- Fageria, N.K., and V.C. Baligar. 2005. Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. *Agronomy Journal*. 88: 97-185.
- Faraji, A. 2003. Effect of sowing date and plant density on rapeseed varieties. *Iranian Journal of Crop Sciences* 5: 64-73. (In Persian).
- Faraji, A., and M.H. Arzanesh. 2012. Response of two canola genotypes to plant growth promoter bacteria (*Azospirillum* spp.): Seed yield and its components, dry matter and harvest index. *Seed and Plant Journal*. 2-29: 17-29. (In Persian).
- Haghparast Tanha, M.R. 1991. Nutrition and metabolism in plant. Rasht Isalamic Azad University Pubilcation. 527 pages. (In Persiaqn)
- Hocking, P.J., and M. Stapper. 1993. Effect of sowing time and nitrogen fertilizer rate on the growth, yield and nitrogen accumulation of canola, mustard and wheat. In: N. Wratten and R.J. Mailer (Eds.) Proceeding of 9thAustralian Research Assembly on Brassicas, Wagga, New South Wales, pp. 33-46.
- Koocheki, A.R., A. Rohi, and F. Noorbakhsh. 2015. Effect of biofertilizer on yield and yield component and oil percentage in three autumn canola cultivar (*Brassica napus* L.). *Journal of Agroecology*. 7: 168-178. (In Persian).
- Nakhzari Moghadam, A. 2016. Effects of nitrogen and different intercropping arrangements of barley (*Hordeum vulgare* L.) and pea (*Pisum sativum* L.) on forage yield and competitive indices. *Journal of Agroecology*. 8(1). 47-58. (In Persian).
- Noor Mohammad Cheema, M.A., M. Ashfaq Wahid, and M. Noor Ahmad Zaman. 2007. Effect of source and method of nitrogen fertilizer application on seed yield and quality of canola (*Brassica napus* L). *Pakistan Journal of Agriculture Science*. 44():74-78.
- Osborne, S. 2002. Use of spectral radiance to in season biomass and grain yield in nitrogen. *Crop Science.* 42:152-161.

- Pathak, R.R., A. Ahmad, S. Lochab, and N. Raghuram. 2008. Molecular physiology of plant nitrogen use efficiency and biotechnological options for its enhancement. *Current Science*. 94: 1394- 1403.
- Pierre, C.S., C.J. Peterson, A.S. Ross, J.B. Ohm, M.C.Verhoeven, M. Larson, and B. Hoefer. 2007. Winter wheat genotypes under different levels of nitrogen and water stress: Changes in grain protein composition. *Journal of Cereal Sciences*. 47(3): 407-416.
- Rathke, G.W., W. Christen, and W. Diepenbrock. 2005. Effects 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.
- Ryan, J., M. Pala, S. Masri, M. Singh, and H. Harris. 2007. Rainfed wheat based rotations under Mediterranean conditions: Crop sequences, nitrogen fertilization and stubble grazing in relation to grain andstraw quality. *European Agronomy Journal*. 28(2): 112-118.
- Salahi, M., and A. Farage. 2010. Study of foliar spraying of nitrogen and different level of irrigation on yield of canola var. option in Golestan province. *Journal of Soil Research* (*Soil and Water Science*). 24(2): 127-135. (In Persian).
- Sharief, A.E., S.E. El-Kalla, A.T. El-Kassaby, M.H. Ghonema, and G.M. Abdo. 2006. Effect of bio-chemical fertilization and times of nutrient foliar application growth, yield and yield components of rice. *Journal of Agronomy*. 5: 212- 219.
- Shirani Rad, A.H. 2012. Evaluation of spring rapeseed cultivars response to spring and autumn planting seasons. *Annals of Biological Research*. 3(5): 2527-2532.
- Shirani Rad, A.H., B. Alizadeh, H. Amiri Oghan, H. Jabbari, D. Rudi, A.A. Kayhanian, S. Rahmanpour, F. Nourghlipour, A. Ivani, H. Malek Ahmadi, R. Razavi, and B. Dolatparast. 2020. Recipe for rapeseed production in the country. Publication in Seed and Plant Breeding Research Institute. 1-33.
- Solimani, F., G. Ahmadvand, and B. Seadatian. 2010. Study of growth and yield component of canola (*Brassica napus* L.) indices in competence with wild mustard (*Sinapis arvensis* L.) under efficacy of different level of nitrogen. *Journal of Agroecology*. 2(4): 537-547. (In Persian).
- Taheri, E., A. Soleymani, and H.R. Javanmard. 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.
- Taiz, L., E. Zeiger, I.M. Møller, and A. Murphy. 2015. Plant physiology and development. Sinauer Associates, Incorporated.
- Tousi Kehal, P., M. Esfahani, M. Rabiei, and B. Rabiei. 2011. Effect of concentration and timing of application of supplementary nitrogen fertilizer on dry matter remobilization, grain yield and yield components of rapeseed (*Brassica napus* L.) cv. Hayola 401. *Iranian Journal Crop Science*. 13(2): 352-367. (In Persian).

Research Article DOI: 10.30495/JCEP.2022.1915758.1736

Response of Two Rapeseed Cultivars (*Brassica napus* L.) in Terms of Growth Indices, Yield and Yield Components to Method of Nitrogen Fertilizer Application in Gonbad-e Qabus Plain

Seyyed Fazel Fazeli Kakhki[1*], Morteza Goldani[2], Farhad Soleimani fard[3] and Naser Bikzadeh[1]

Received: February 2021 , Revised: 7 March 2021, Accepted: 16 May 2021

Abstract

In order to investigate the response of rapeseed to the application method of nitrogen fertilizer, a factorial experiment was conducted in a randomized complete block design with three replications in the 2015-2016 crop season. The first factor was two canola cultivars (Hayola 401 and RGS003) and the second factor was four application method of nitrogen fertilizer treatment as F1: three stages fertilization in soil used, F2: three stages foliar spraying application, F3: four stages of fertilization in soil used and F4: four stages of fertilization as foliar spraying. The results showed that the highest plant height was obtained by applying F3 treatment with 144.8 and 161 cm per plant in the second and third sampling, respectively. The highest leaf dry weight and leaf area was obtain by application F3 treatment in all sampling stages. The same trend was observed for the dry weight of lateral branches, so that in the third stage of sampling, the highest dry weight of lateral branches with 59.4 g.plant^{-1} was obtained by consuming of F3 treatment. The highest biomass and grain yield were obtained from F3 treatment with 1029 g.m^{-2} and 332 g.m^{-2} respectively. The highest number of pod (145 pod per plant), biomass (1105 g.m^{-2}), oil yield (121 g.m^{-2}) and seed yield (358 g.m^{-2}) was obtain from application F3 in Hayola 401 cultivar. In general, the results showed that all morphological and yield indices of the plant were obtained from application of nitrogen fertilizer in four stages at the soil used that Hayola 401 cultivar showed more positive response to this used method of fertilization.

Key words: Branch dry weight, Leaf area, Number pod per plant, Sampling stage.

1- Assistant Professor, Khorasan Razavi Agriculture Research and Education Center, ARREO, Mashhad, Iran.
2- Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad,Iran.
3- Master Science of Agronomy, Agriculture College, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad,Iran.
**Corresponding Author: sf_fazeli@yahoo.com*