نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی
جلد بیست و هفتم، شماره دوم، ۱۳۹۹
۱۹-۴۲
http://jopp.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jopp.2020.15770.2415

بررسی راهکارهای زراعی تراکم بوته و سطح کود نیتروژن بر تولید کلزای پاییزه (*Brassica napus* L.) در شرایط تداخل با جمعیت علف هرز ارشته خطایی (*Lepyrodiclis holosteoides* Fenzl.)

حسین وحیدپور[۱]، *فائزه زعفریان[۲]، ایران‌دخت منصوری[۳] و شهرام نظری[۴]

[۱]دانشجوی کارشناسی‌ارشد شناسایی علف‌های هرز، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران،
[۲]دانشیار گروه زراعت، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران،
[۳]مربی گروه زراعت، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران،
[۴]گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی همدان، همدان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۱/۱۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۶/۲۷

چکیده

سابقه و هدف: مدیریت کلزا برای تولید عملکرد بالای دانه همراه با کیفیت مطلوب، مستلزم توجه دقیق به ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای گیاه به‌خصوص مقدار نیتروژن طی فصل رشد، تعیین تراکم مطلوب و کنترل علف‌های هرز می‌باشد. علف هرز ارشته خطایی به‌عنوان یکی از علف‌های هرز مهاجم در چند سال اخیر در مزارع کلزا شایع شده است. با وجود گسترش سریع این علف هرز در کشور تاکنون پژوهشی در ارتباط با رقابت آن با کلزا نشده است. بنابراین این آزمایش با هدف بررسی اثرات مقادیر نیتروژن و تراکم کلزا در شرایط رقابت با علف هرز ارشته خطایی انجام شد.

مواد و روش‌ها: این آزمایش در سال زراعی ۹۵-۱۳۹٤ در مزرعه پژوهشی مرکز آموزش عالی امام خمینی کرج انجام شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارها شامل مقدار نیتروژن از منبع کودی اوره (٤٦ درصد نیتروژن) در چهار سطح صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار، تراکم کلزا (رقم سوپر استار) در دو سطح ۷۰ و ۹۰ بوته در مترمربع و تراکم علف هرز ارشته خطایی در چهار سطح صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵ بوته در مترمربع بود.

یافته‌ها: مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم کلزا و سطوح نیتروژن نشان داد که بیش‌ترین تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین و عملکرد دانه، در تراکم کلزا ۹۰ بوته در مترمربع با مصرف ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمد. هم‌چنین نتایج نشان داد که در تراکم‌های ۵، ۱۰ و ۱۵ بوته در مترمربع علف هرز ارشته خطایی، به‌ترتیب ۱۱، ۱۹ و ۳۲ درصد در تراکم کلزای ۷۰ بوته و به‌ترتیب ۵، ۹ و ١٤ درصد در تراکم کلزای ۹۰ بوته در مترمربع سبب کاهش عملکرد دانه کلزا نسبت به تیمار عدم حضور علف هرز شد. نتایج اثر سطوح نیتروژن و تراکم علف هرز ارشته خطایی نشان داد که بیش‌ترین عملکرد دانه با ۳۳۳۵ کیلوگرم در هکتار در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و بدون حضور ارشته خطایی به‌دست آمد که با حضور ۵، ۱۰ و ۱۵ بوته در مترمربع از این علف هرز عملکرد دانه به‌ترتیب ۸، ١٤ و ۲۸ درصد کاهش نشان داد.

* مسئول مکاتبه: fa_zaefarian@yahoo.com

نتیجه‌گیری: به‌طورکلی نتایج نشان داد که در هر دو تراکم کلزا با افزایش کود نیتروژن تا ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار علاوه بر بهبود عملکرد دانه و اجزای عملکرد سبب افزایش توان رقابتی کلزا در مقابل علف هرز مهاجم ارشته خطایی خواهد شد.

واژه‌های کلیدی: تعداد خورجین در بوته، شاخص برداشت، علف هرز، عملکرد دانه

مقدمه

کلزا (*Brassica napus* L.) به‌دلیل ویژگی‌های زراعی خاص در میان دانه‌های روغنی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار بوده و پس از سویا (*Glycine max* L.) دومین گیاه روغنی یکساله در جهان است که به‌خاطر روغن خوراکی آن کشت می‌شود (۱). افزایش تقاضا برای این محصول توأم با کمبود تولید داخلی، به واردات روغن منجر شده است. به‌طوری‌که میزان واردات روغن خام کشور از ۸۳۷ هزار تن در سال ۱۳۸۰ به ۱ میلیون و ۷۵۰ هزار تن در سال ۱۳۹٦ افزایش یافته است (١٤). با توجه به پتانسیل بالای عملکرد دانه گیاه کلزا، تحقیقات به‌زراعی و به‌نژادی در زمینه بهبود عملکرد این گیاه در نقاط مختلف کشور ضروری است (۱۷). جهت دستیابی به عملکرد بالقوه در کلزا مدیریت بهینه در استفاده از عوامل تولید اهمیت دارد.

مدیریت کلزا برای تولید عملکرد بالای دانه همراه با کیفیت مطلوب، مستلزم توجه دقیق به ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای گیاه و میزان حاصلخیزی خاک به خصوص مقدار نیتروژن طی فصل رشد می‌باشد. یکی از مهم‌ترین جنبه‌های تولید مؤفق عملکرد کلزا، انتخاب میزان و زمان صحیح مصرف کود نیتروژن می‌باشد (۱۹). غلظت بهینه نیتروژن بین دو تا پنج درصد وزن خشک گیاه است که بسته به نوع گیاه و مرحله رشد متفاوت است (٤٠). این عنصر در گیاه در ساختار پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک، اسیدهای آمینه، ویتامین‌ها و کوآنزیم‌ها شرکت داشته و نقش عمده‌ای را در فتوسنتز عهده‌دار است (۲۰). کلزای پاییزه ۳۰-۲۵ درصد نیازمند نیتروژن بیش‌تری نسبت به غلات می‌باشد، به‌طوری‌که این عنصر نقش بسیار مهمی در خصوصیات کمی و کیفی کلزا بر عهده دارد (۱۹ و ۳۹). در ارزیابی برهمکنش علف‌کش و نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم در رقابت با علف هرز ارشته خطایی (*Lepyrodiclis holosteoides* Fenzl.)، نتایج نشان‌دهنده تأثیر مثبت افزایش نیتروژن بر وزن خشک و تعداد بذر ارشته خطایی در شرایط رقابت با گندم بود. به‌طوری‌که با افزایش مصرف نیتروژن از صفر به ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار وزن خشک و تعداد بذر تولید شده بین دو تا سه برابر افزایش یافت (٤٥). شافی و همکاران (۲۰۱۸) طی پژوهشی بیان داشتند که بالاترین عملکرد دانه کلزا و مقدار جذب نیتروژن توسط گیاه با مصرف ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن به‌دست آمد (٤١). فاروق و همکاران (۲۰۱۸) طی پژوهشی با بررسی سطوح مختلف نیتروژن (۱۲۰، ۱٦۰ و ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) روی کلزا بیان نمودند که کاربرد ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار سبب افزایش تعداد شاخه‌های جانبی، تعداد خورجین در بوته و در نهایت سبب افزایش عملکرد دانه گردید (۱۵). در بررسی اثر محلول‌پاشی نیتروژن بر گیاه کلزا مشاهده شد که در تیمار محلول‌پاشی نیتروژن در مراحل ساقه رفتن + قبل از گلدهی و نیز تیمار انجام سه مرحله محلول‌پاشی (شش - هشت برگی + ساقه رفتن + قبل از گلدهی) عملکرد دانه و عملکرد روغن کلزا افزایش یافت (۳۷).

یکی دیگر از عوامل مهم مدیریت زراعی جهت دستیابی به عملکرد بالا در کلزا، کنترل علف‌های هرز می‌باشد. عدم وجود علف‌کش‌های اختصاصی برای کنترل علف‌های هرز در این محصول سبب خسارت زیادی به این محصول کلزا شده است (۳۵). به‌نحوی‌که یکی از این علف‌های هرز، ارشته خطایی می‌باشد. علف هرز ارشته خطایی از تیره گل میخک (Caryophyllaceae) به‌عنوان یکی از علف‌های هرز مهاجم در چند سال اخیر در مزارع گندم در استان‌های تهران، البرز، کرمان، آذربایجان شرقی، همدان، یزد، لرستان و خراسان رضوی شایع شده و در حال پیشرفت به سایر نقاط کشور است (۳۰). در حال حاضر بیش‌ترین شدت آلودگی در مناطق شهریار و کرج از استان‌های تهران و البرز دیده شده و علف‌کش‌های انتخابی متداول که در کنترل علف‌های هرز پهن‌برگ مزارع گندم به‌کار می‌روند قادر به کنترل این علف هرز نمی‌باشند (۳۰). این علف هرز دارای چرخه زندگی یکساله و رشد خوابیده بوده و تکثیر آن به‌وسیله بذر صورت می‌گیرد. در اواخر فصل رشد این علف هرز روی گیاه زراعی گسترده شده و تشکیل تاج پوشش می‌دهد و از سویی به‌خاطر کرکدار بودن به آن می‌چسبد و از این طریق مانع رسیدن نور به گیاه زراعی می‌شود (۱۵).

تعیین تراکم مطلوب در واحد سطح یکی از موارد مهم برای دست‌یافتن به عملکرد بهینه در کلزا می‌باشد (۱۲، ۱۳، ۲۵، ۲۹ و ۳۱). تراکم مطلوب کلزا که طی آن بیش‌ترین کارایی در به‌کارگیری از منابع به‌دست می‌آید ۱۵۰-۷۰ بوته در مترمربع برای ارقام پاییزه و ۸۰-۶۰ بوته در مترمربع برای ارقام بهاره گزارش شده است (٤۰). البته با توجه به شرایط محیطی و ارقام، هیچ توصیه عمومی برای انتخاب تراکم وجود ندارد. در کلزای پاییزه، تفاوت ارقام از نظر زمستان‌گذرانی عامل بسیار مهم در انتخاب تراکم این گیاه می‌باشد (۲۵). اصولاً در تراکم‌های پایین، گیاهان زراعی با گسترش سطح برگ، بالا بردن تعداد شاخه‌های جانبی و افزایش تعداد خورجین در بوته سبب کاهش اُفت عملکرد دانه می‌شوند. در مقابل رشد گیاهان در تراکم‌های بالا (۱۵۰ تا ۲۵۰ بوته در مترمربع) بدون بهبود عملکرد دانه، گیاه را مستعد افزایش بیماری و خوابیدگی بوته می‌نماید، ولی با وجود کاهش تعداد خورجین در اثر تراکم‌های بالا رسیدگی هم‌زمان خورجین‌ها، نمو بذر، رسیدگی یکنواختی بذر، افزایش توانایی برداشت، کاهش گلوکوزینالات و افزایش مقدار روغن اتفاق می‌افتد (۲۵). یکی از سازوکارهای رقابت و در واقع کنترلی گیاهان زراعی، نسبت به علف‌های هرز افزایش تراکم گیاه زراعی در واحد سطح است. پدیده رقابت به لحاظ بوم شناختی نوعی برهمکنش است که در کشت‌بوم‌های زراعی بین گیاهان برای کسب منابع محیطی محدود هم‌چون نور، آب و عناصر غذایی روی می‌دهد. از دیدگاه زراعی افزایش تراکم بوته گیاه زراعی (ایجاد رقابت درون گونه‌ای) نقش کلیدی در بازدارندگی رشد علف‌های هرز دارد که به دنبال آن سبب بهبود عملکرد دانه می‌شود. اما در عین‌حال مشکل کاهش عملکرد دانه در شرایط تراکم فراتر از حد بهینه روی می‌دهد. در حقیقت با افزایش تراکم گیاه زراعی اگرچه نقش بازدارندگی بر علف‌های هرز نیز افزایش می‌یابد؛ اما به‌واسطه این‌که تراکم گیاهان زراعی در درون ردیف‌ها افزایش می‌یابد، بنابراین شدت رقابت درون‌گونه‌ای بیش‌تر از شدت رقابت بین‌گونه‌ای خواهد شد (۲٦).

مجنون حسینی و همکاران (۲۰۰٦) با بررسی سطوح چهار سطح نیتروژن (صفر، ٤٦، ۹۲ و ۱۳۸ کیلوگرم در هکتار) و چهار تراکم کلزا (۱۵۰، ۱۹۰، ۲۳۰ و ۲۷۰ بوته در مترمربع) گزارش کردند در هر چهار سطوح کود نیتروژن کم‌ترین وزن خشک

علف‌های هرز در تراکم ۲۳۰ و ۲۷۰ مترمربع کلزا به‌دست می‌آید (۲۸). آن‌ها هم‌چنین گزارش کردند که بالاترین عملکرد دانه در تیمارهای کودی ۹۲ و ۱۳۸ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و ۱۹۰ بوته در مترمربع مشاهده شد و کاهش عملکرد در تراکم‌های بالای کلزا را به رقابت درون‌گونه‌ای نسبت دادند. مجد و امام (۲۰۱۳) طی پژوهشی بیان نمودند که بالاترین عملکرد کلزا در تیمار کودی ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و تراکم ۹۰ بوته در مترمربع مشاهده شد (۲۷). سلیمانی و همکاران (۲۰۱۳) با بررسی اثر سطوح مختلف کود نیتروژن (۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار) و تراکم‌های علف هرز خردل وحشی (*Sinapis arvense* L.) (صفر، ٤، ۸، ١٦ و ۳۲ بوته در مترمربع) بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزا بیان داشتند که با افزایش تراکم علف هرز خردل وحشی از صفر به ۳۲ بوته در مترمربع عملکرد زیست‌توده و دانه کاهش معنی‌داری نشان داد و بالاترین مقدار عملکرد نیز در سطح کودی ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد (٤۳).

با وجود گسترش سریع علف هرز ارشته خطایی در مناطق مختلف کشور تاکنون پژوهشی در رابطه با این علف هرز در شرایط رقابت با کلزا انجام نشده است. بنابراین این آزمایش با هدف بررسی برهمکنش نیتروژن و تراکم کلزا برای مدیریت علف هرز ارشته خطایی با تأکید بر دستیابی به مقدار بهینه منابع و حصول عملکرد انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۵-۱۳۹٤ در مزرعه پژوهشی مرکز آموزش عالی امام خمینی کرج با مختصات عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ٤۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ٥٦ دقیقه غربی، با ارتفاع ۱۳۲۰ متر از سطح دریا و متوسط بارندگی ۲٤۷ میلی‌متر در سال انجام شد. اقلیم منطقه براساس روش آمبرژه نیمه‌خشک و معتدل می‌باشد. خصوصیات خاک محل انجام آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است.

آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارها شامل مقدار نیتروژن از منبع کودی اوره (٤٦ درصد نیتروژن) در چهار سطح صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار، تراکم کلزا در دو سطح ۷۰ و ۹۰ بوته در مترمربع و تراکم علف هرز ارشته خطایی در چهار سطح صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵ بوته در مترمربع بود. بذور مورد مطالعه کلزا (رقم سوپراستار) از مؤسسه تحقیقات نهال و بذر بخش دانه‌های روغنی تهیه شد. هم‌چنین بذور علف هرز ارشته خطایی از مؤسسه گیاهپزشکی بخش علف‌های هرز تهیه شد. آزمایش اولیه نشان‌دهنده خواب بالایی در بذر ارشته خطایی بود بنابراین نمونه‌های بذری جهت شکستن خواب بذر با اسید سولفوریک ۹۸ درصد به‌مدت دو دقیقه تیمار شدند (۷).

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه محل آزمایش.

Table 1. Some physical and chemical properties of soil in studied field.

عمق خاک Soil depth	پتاسیم K	فسفر P	درصد نیتروژن N	کربن آلی O.C	هدایت الکتریکی EC	اسیدیته pH	بافت خاک Soil texture
سانتی‌متر (cm)	میلی‌گرم بر کیلوگرم ($mg.kg^{-1}$)		درصد (٪)		دسی‌زیمنس بر متر ($dS.m^{-1}$)		لوم
0-30	36	13.9	0.09	0.11	1.8	7.5	Loam

در شهریور ۱۳۹٤ کود فسفره از منبع سوپر فسفات تریپل و کود پتاس از منبع سولفات پتاسیم به‌ترتیب به‌میزان ۷۵ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار با توجه به توصیه کودی حاصل از آزمایش خاک، با دومین دیسک‌زنی با خاک مخلوط شد. تیمار کودی نیتروژن در سه مرحله (۱/۳ هنگام کاشت، ۱/۳ شروع ساقه‌دهی و ۱/۳ شروع گلدهی) مصرف شد. کاشت کلزا با دست و به‌صورت خشکه‌کاری در عمق ۲ سانتی‌متری و در ۱۵ شهریورماه انجام گرفت. هر کرت شامل شش خط کشت به طول شش متر و فاصله خطوط ۳۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. ابتدا بذر کلزای بیش‌تری کشت شد و در مرحله دو تا چهار برگی براساس تراکم مورد نیاز تنک لازم انجام گرفت. هم‌زمان با کاشت کلزا، بذور ارشته خطایی مخلوط شده با ماسه نرم به‌صورت زیگزاگ در طرفین خطوط کشت کلزا با توجه به تراکم‌های موردنظر پاشیده شد. برای اطمینان از سبزشدن بذور علف هرز، تعدادی بذر علف هرز ارشته خطایی در لیوان‌های پلاستیکی که محتوی خاک سبک بود به‌طور جداگانه کشت شد تا گیاهچه‌های سبزشده در تیمارهایی که تراکم علف هرز درست اعمال نشدند (خوب سبز نشدند) جایگزین شوند. در انتهای فصل نیز تراکم علف‌های هرز در کرت‌های آزمایشی برای حصول اطمینان مجدد مورد شمارش و بررسی قرار گرفت. به‌استثنا علف هرز ارشته خطایی، سایر علف‌های هرز به‌صورت مستمر با دست وجین شد. جهت تعیین عملکرد و اجزای عملکرد در پایان فصل رشد از هر کرت دو مترمربع برداشت شد. پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، وزن هزاردانه، عملکرد زیست‌توده، عملکرد دانه و شاخص برداشت اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت. هم‌چنین به‌منظور شرح بهتر و شفاتر نتایج از تجزیه رگرسیونی استفاده شد.

نتایج و بحث

تعداد خورجین در بوته: نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر تراکم کلزا، سطوح نیتروژن، تراکم علف هرز ارشته خطایی و هم‌چنین اثر متقابل تراکم کلزا × سطوح نیتروژن در سطح احتمال یک درصد بر تعداد خورجین در بوته معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم کلزا و سطوح نیتروژن نشان داد که در تراکم ۹۰ بوته در مترمربع کلزا نسبت به تراکم ۷۰ بوته در مترمربع در هر چهار سطح نیتروژن، تعداد خورجین در بوته همواره بالاتر بود (جدول ۳). هم‌چنین نتایج نشان داد که بیش‌ترین تعداد خورجین در بوته (۱۳۳/۸۳) در تراکم کلزا ۹۰ بوته در مترمربع با مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمد که از نظر آماری با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و و تراکم ۹۰ بوته در یک گروه قرار داشتند. کم‌ترین میزان این صفت با ۷۰/٤۱ خورجین در تراکم ۷۰ بوته در مترمربع کلزا و بدون مصرف کود نیتروژن حاصل شد که نسبت به تیمار تراکم ۹۰ بوته در مترمربع و بدون مصرف نیتروژن حدود ۲۱ درصد کاهش نشان داد (جدول ۳). به‌طور کلی نتایج روند رگرسیون خطی نشان داد یک رابطه قوی بین افزایش سطوح مختلف نیتروژن و افزایش تعداد خورجین در بوته در هر دو تراکم کلزا وجود دارد (شکل ۱)؛ به‌طوری‌که کاهش تراکم بوته در واحد سطح به کاهش تعداد خورجین منجر شد. افزایش تعداد خورجین در تراکم‌های بالای کلزا را می‌توان به افزایش تعداد بوته در واحد سطح نسبت داد، در همین رابطه لچ و همکاران (۱۹۹۹) گزارش کردند با افزایش تراکم کلزا، گیاه گسترش کم‌تری

یافت و در نتیجه تعداد خورجین کاهش یافت ولی به‌علت افزایش تعداد بوته در واحد سطح، تعداد خورجین در مترمربع افزایش نشان داد (۲٤). تأمین نیتروژن کافی در اوائل دوره رشد کلزا سبب افزایش شاخص سطح برگ[1] (LAI) و سرعت رشد نسبی[2] (CGR) و در نتیجه موجب افزایش تعداد خورجین در بوته می‌گردد (۳). با توجه به این‌که تعداد خورجین در بوته طی دوره گلدهی تعیین می‌شود (٤٤) در همین راستا راتک و همکاران (۲۰۰٦) گزارش کردند افزایش نیتروژن قابل‌دسترس در زمان گلدهی از طریق بهبود تسهیم مواد فتوسنتزی به سوی گل‌ها موجب افزایش تعداد خورجین در بوته می‌شود (٤۰). چما و همکاران (۲۰۰۱) طی آزمایشی روی کلزا بیان داشتند که اثر نیتروژن بر تعداد خورجین در مترمربع معنی‌دار بود و میزان ۱۳۵ کیلوگرم در هکتار بالاترین تعداد خورجین در مترمربع را نشان داد (۱۱).

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر تراکم کلزا، سطوح نیتروژن و تراکم علف هرز ارشته خطایی بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزا.

Table 2. Analysis of variance canola density, nitrogen levels and Lepyrodiclis density on yield and yield components of canola.

شاخص برداشت Harvest index	عملکرد زیست‌توده Biological yield	عملکرد دانه Seed yield	وزن هزاردانه 1000-Seed weight	تعداد دانه در خورجین No. of grain in pod	تعداد خورجین در بوته No. of pod in plant	درجه آزادی df	S.O.V
97.49	5436848.5	31824.59	0.14	4.59	27.28	2	تکرار Replication
480.71**	35518348.5**	11918027.34**	2.13**	425.04**	7508.34**	1	تراکم کلزا Canola density (C)
627.32**	47636225.4**	13968068.45**	0.97**	240.55**	9100.89**	3	سطوح نیتروژن Nitrogen levels (N)
74.44**	3062486.2**	1477915.15**	0.15**	34.41**	1054.53**	3	تراکم ارشته خطایی Lepyrodiclis density (L)
16.02^{ns}	187410.1^{ns}	366146.29**	0.22**	60.59**	141.76**	3	تراکم کلزا × سطوح نیتروژن C×N
7.34^{ns}	751633.7^{ns}	12351.76**	0.02^{ns}	0.68^{ns}	5.01^{ns}	3	تراکم کلزا × تراکم ارشته خطایی C×L
1.99^{ns}	36235.7^{ns}	38538.32**	0.007^{ns}	2.04^{ns}	18.8^{ns}	9	سطوح نیتروژن × تراکم ارشته خطایی N×L
1.17^{ns}	100479.9^{ns}	4235.45^{ns}	0.005^{ns}	0.42^{ns}	15.42^{ns}	9	تراکم کلزا × سطوح نیتروژن × تراکم ارشته خطایی C×N×L
3.99	395200.00	3074.66	0.0018	0.69	11.59	62	خطای آزمایشی Error
7.78	6.98	2.34	5.23	4.31	3.15	-	ضریب تغییرات (درصد) CV (%)

^{ns}، * و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد.

^{ns}, * and ** Non significant, significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

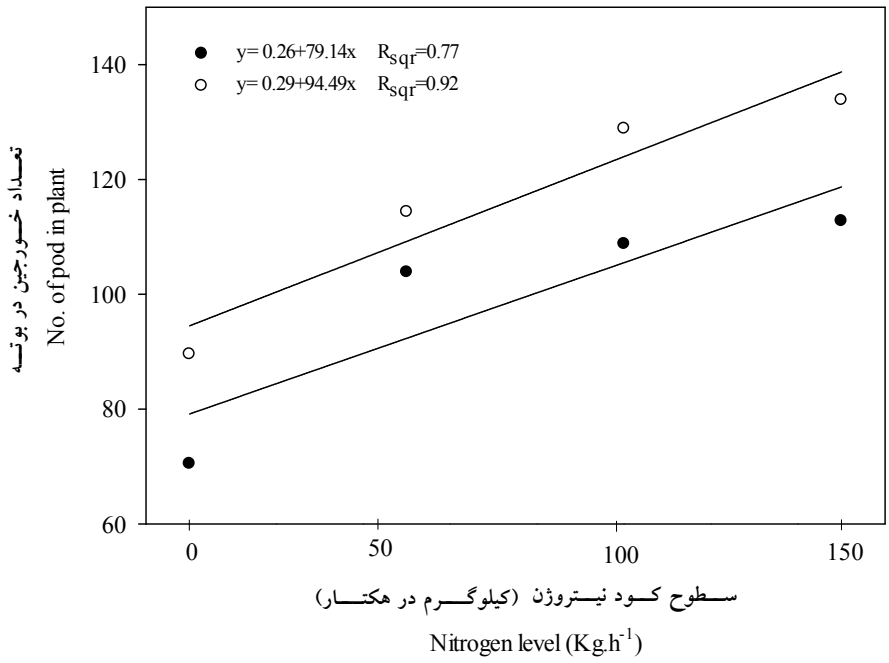
1- Leaf area index
2- Crop growth rate

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم کلزا و سطوح نیتروژن بر تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، وزن هزاردانه و عملکرد دانه کلزا.

Table 3. Mean comparison of interaction canola density and nitrogen levels on number of pod in plant, number of grain in pod, 1000-seed weight and grain yield of canola.

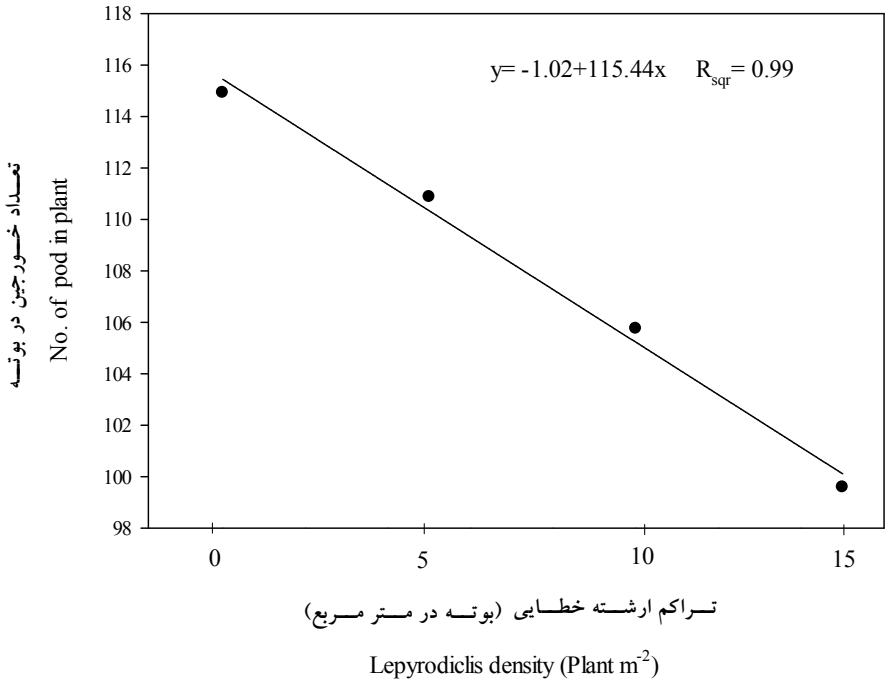
تراکم کلزا Canola density (Plant m^{-2})	عملکرد دانه Seed yield (Kg ha^{-1})	وزن هزاردانه 1000- Seed weight (g)	تعداد دانه در خورجین No. of grain in pod	تعداد خورجین در بوته No. of pod in plant	سطوح نیتروژن Nitrogen levels (Kg ha^{-1})
70	1110.25	2.89	14.83	70.41	0
	2015.25	2.74	16.83	103.83	50
	2389.33	2.74	18.25	108.75	100
	2539.41	2.57	18.66	112.75	150
90	1476.16	2.8	15.5	89.5	0
	2694.25	2.54	19.83	114.33	50
	3301.17	2.21	24.51	128.83	100
	3401.42	2.2	25.16	133.83	150
LSD	144.1	0.35	2.16	8.84	

نتایج رگرسیون خطی در شکل ۲ بیانگر آن است یک رابطه پایدار و مثبت بین افزایش تراکم علف هرز و کاهش تعداد خورجین در بوته وجود دارد. هم‌چنین نتایج مقایسه میانگین نشان داد که با افزایش تراکم علف‌هرز ارشته خطایی در واحد سطح تعداد خورجین در بوته همواره سیر نزولی داشت. به‌طوری‌که در تراکم‌های شاهد (بدون علف هرز)، ۵، ۱۰ و ۱۵ بوته در مترمربع تعداد خورجین در واحد سطح به‌ترتیب ۱۱٤/۹۱، ۱۱۰/۸۷، ۱۰۵/۷۵ و ۹۹/۵۸ عدد گزارش شد (جدول ٤). به‌نظر می‌رسد با افزایش تراکم علف هرز ارشته خطایی رقابت بین‌گونه‌ای افزایش یافته و این رقابت با عکس‌العمل کلزا مانند کاهش سهم هر بوته از عوامل محیطی مانند فضای رشد، عناصر غذایی، نور، رطوبت و در نتیجه با کاهش تعداد خورجین در بوته همراه بوده است. این نتایج با گزارش چعب و همکاران (۲۰۱۳) مطابقت دارد (۱۰). عنافجه و همکاران (۲۰۰۹) طی پژوهشی بیان نمود با افزایش تراکم علف هرز خردل وحشی تا ۳۵ بوته در مترمربع نسبت به تیمار شاهد در حدود ۵۰ درصد تعداد خورجین در بوته کلزا را کاهش داد (٤). بلک‌شاو و همکاران (۲۰۰۲) در بررسی اثر رقابت خردل وحشی بر اجزای عملکرد کلزا گزارش کردند که خردل وحشی باعث کاهش تعداد خورجین در هر بوته شد (۹).



شکل ۱- بررسی رگرسیون اثر سطوح نیتروژن بر تعداد خورجین در بوته در تراکم‌های کلزا ● ۷۰۰۰۰ بوته در هکتار و ○ ۹۰۰۰۰ بوته در هکتار.

Fig. 1. Investigation of the regression effect of nitrogen levels on number of pod in plant in canola density ● 70000 plant ha^{-1} and ○ 90000 plant ha^{-1}.



شکل ۲- بررسی رگرسیون اثر تراکم ارشته خطایی بر تعداد خورجین در بوته کلزا.

Fig. 2. Investigation of the regression effect of Lepyrodiclis density on number of pod in plant in canola.

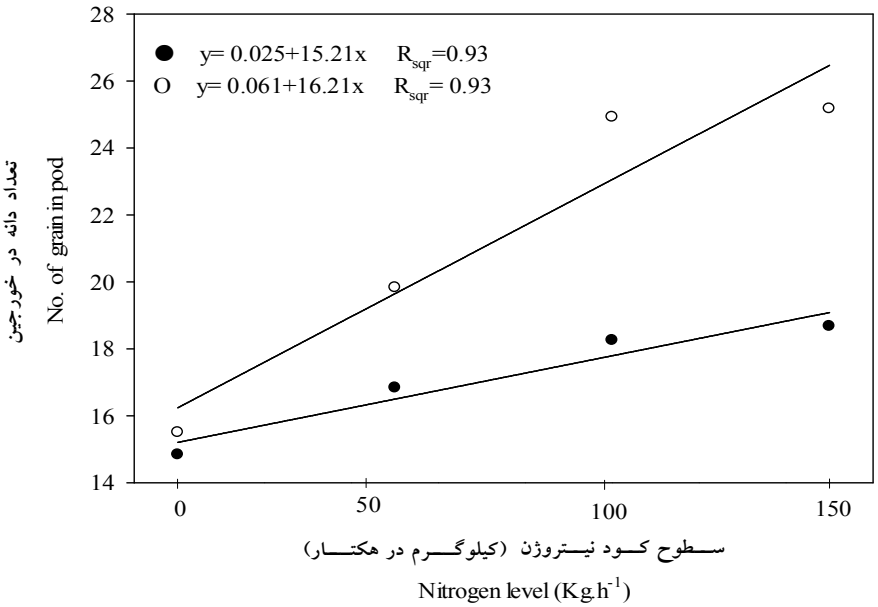
جدول ٤- مقایسه میانگین اثر تراکم علف هرز ارشته خطایی بر تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، وزن هزاردانه، عملکرد زیست‌توده و شاخص برداشت.

Table 4. Mean comparison of interaction effect of Lepyrodiclis density on number of pod in plant, number of grain in pod, 1000-seed weight, biological yield and harvest index.

تراکم ارشته خطایی Lepyrodiclis density (Plant m^{-2})	تعداد خورجین در بوته No. of pod in plant	تعداد دانه در خورجین No. of grain in pod	وزن هزاردانه 1000- Seed weight (g)	عملکرد زیست‌توده Biological yield (Kg ha^{-1})	شاخص برداشت Harvest index (%)
0	114.91	27.89	2.65	9346.5	27.85
5	110.87	26.12	2.64	9172.0	26.11
10	105.75	25.06	2.58	8937.2	25.01
15	99.58	23.56	2.47	8521.1	23.56
LSD	8.84	2.16	0.35	1634	5.19

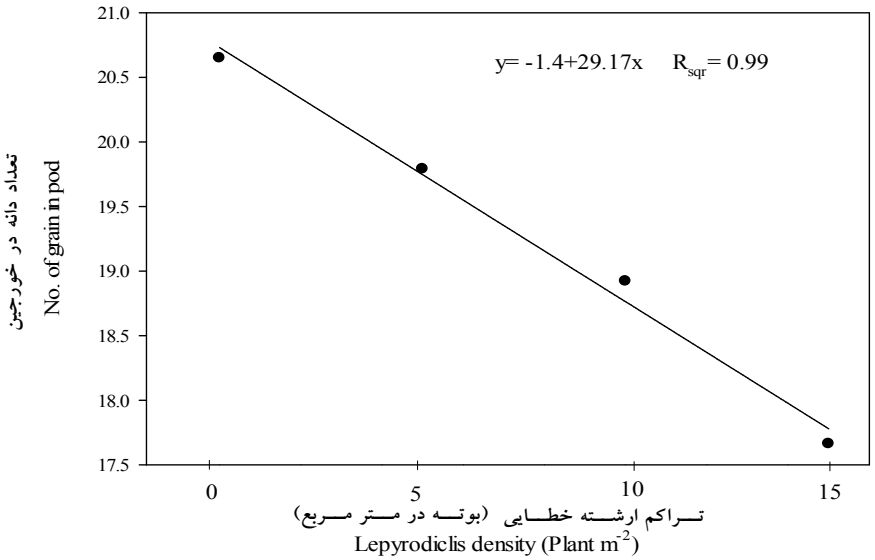
تعداد دانه در خورجین: نتایج جدول تجزیه واریانس بیانگر آن است که اثرات اصلی تراکم کلزا، سطوح نیتروژن، تراکم علف هرز ارشته خطایی و اثر متقابل تراکم کلزا × سطوح نیتروژن بر تعداد دانه در خورجین معنی‌دار بود (جدول ۲). به‌طورکلی با افزایش مصرف نیتروژن از صفر تا ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، تعداد دانه در خورجین در هر دو تراکم کاشت کلزا روند صعودی داشت. رشید و همکاران (۲۰۰۷) نیز بیان نمودند که افزایش کود نیتروژن تا ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار در تراکم‌های مختلف کاشت سبب افزایش تعداد دانه در خورجین می‌شود (۳۸). قیوم و همکاران (۱۹۹۱) گزارش کردند که میزان نیتروژن تا ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش تعداد دانه در خورجین می‌شود (۳٦). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیش‌ترین تعداد دانه در خورجین در تراکم ۹۰ بوته در مترمربع کلزا و با مصرف ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن به‌دست آمد که نسبت به تیمار بدون مصرف کود نیتروژن در همین تراکم کلزا به‌ترتیب ۳۷ و ۳۸ درصد افزایش تعداد دانه در خورجین را نشان داد (جدول ۳). نتایج بیانگر این موضوع است که در تراکم ۷۰ بوته در مترمربع به‌کار بردن کود نیتروژن نسبت به تراکم ۹۰ بوته در مترمربع تعداد دانه در خورجین را نسبت به تیمار شاهد کم‌تر افزایش داد. به‌طوری‌که در تراکم ۷۰ بوته در مترمربع کلزا و در تیمار کودی ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نسبت به تیمار شاهد به‌ترتیب ۱۹ و ۲۰ درصد افزایش نشان داد (جدول ۳). به‌نظر می‌رسد در تراکم‌های بالاتر به‌دلیل رقابت بیش‌تر بوته‌های مجاور قبل از تشکیل سلول‌های مولد گل بسیار شدیدتر است. کم‌ترین مقدار این صفت نیز در تیمار بدون مصرف کود نیتروژن و تراکم‌های ۷۰ و ۹۰ بوته در مترمربع کلزا به‌ترتیب با ۱٤/۸۳ و ۱۵/۵ دانه در خورجین مشاهده شد (جدول ۳). نتایج به‌دست آمده نشان داد یک رابطه خطی پایدار بین افزایش کود نیتروژن با افزایش تعداد دانه در خورجین در هر دو تراکم کلزا وجود دارد (شکل ۳). بدین‌ترتیب کود نیتروژن از طریق افزایش شمار دانه در خورجین و تراکم بوته از طریق افزایش شمار تعداد خورجین سبب افزایش تعداد دانه در خورجین می‌گردد. ملک‌احمدی و همکاران (۲۰۱۰) طی پژوهشی روی کلزا بیان نمودند که

بیش‌ترین تعداد دانه در خورجین در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و در تراکم ۱۵۰ بوته در مترمربع به‌دست آمد که اختلاف معنی‌دار با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن و در همین تراکم نداشت (۲۹). کاظمینی و همکاران (۲۰۱۰) گزارش دادند که کاربرد کود نیتروژن افزایش تعداد دانه در خورجین را به‌دنبال داشت (۲۱). آن‌ها افزایش تعداد سلول‌های بنیادی و افزایش مواد فتوسنتزی را دلیل افزایش تعداد دانه در خورجین دانستند. نتایج رگرسیون خطی بیانگر یک رابطه خطی منفی بین افزایش تراکم ارشته خطایی و کاهش تعداد دانه خورجین وجود دارد (شکل ٤). با افزایش تراکم علف هرز ارشته خطایی تعداد دانه در خورجین کاهش معنی‌داری داشت. به‌طوری‌که در تراکم ۱۵ بوته در مترمربع علف هرز ارشته خطایی، تعداد دانه در خورجین نسبت به تیمار عدم آلودگی علف هرز ١٦ درصد کاهش نشان داد (شکل ٤). کاهش تعداد دانه در خورجین به احتمال زیاد به‌علت محدودیت منابع در شرایط رقابت می‌باشد. سلیمانی و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که اثر تراکم خردل وحشی بر تعداد دانه در خورجین معنی‌دار بود، به‌طوری‌که تراکم ۳۲ بوته خردل وحشی در مترمربع تعداد دانه در خورجین را ۲۲/۲ درصد نسبت به شاهد کاهش داد (٤٣).



شکل ۳- بررسی رگرسیون اثر سطوح نیتروژن بر تعداد دانه در خورجین در تراکم‌های کلزا ● ۷۰۰۰۰ بوته در هکتار و ○ ۹۰۰۰۰ بوته در هکتار.

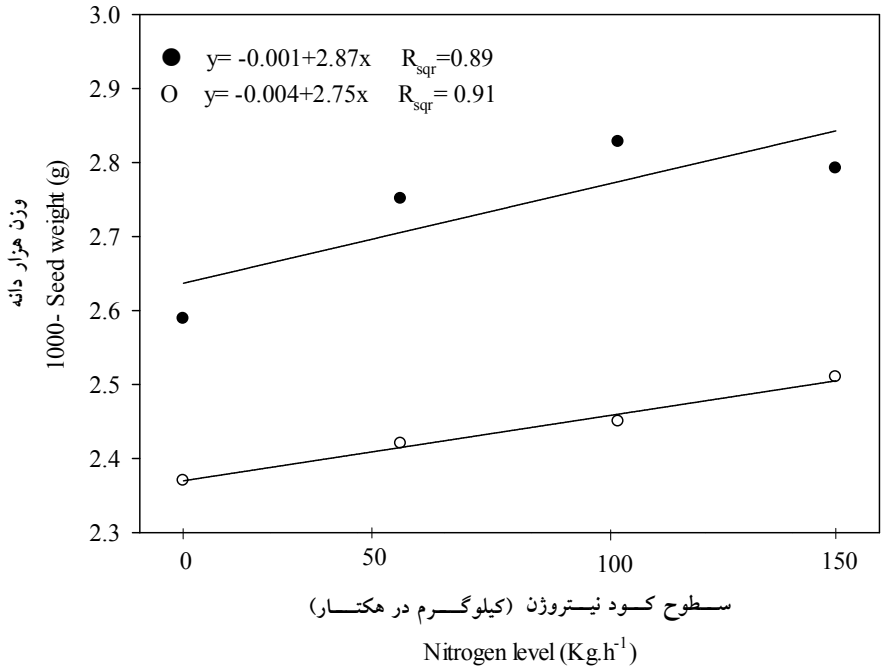
Fig. 3. Investigation of the regression effect of nitrogen levels on number of grain in pod in canola density ● 70000 plant ha^{-1} ○ and 90000 plant ha^{-1}.



شکل ٤- بررسی رگرسیون اثر تراکم ارشته خطایی بر تعداد دانه در خورجین کلزا.

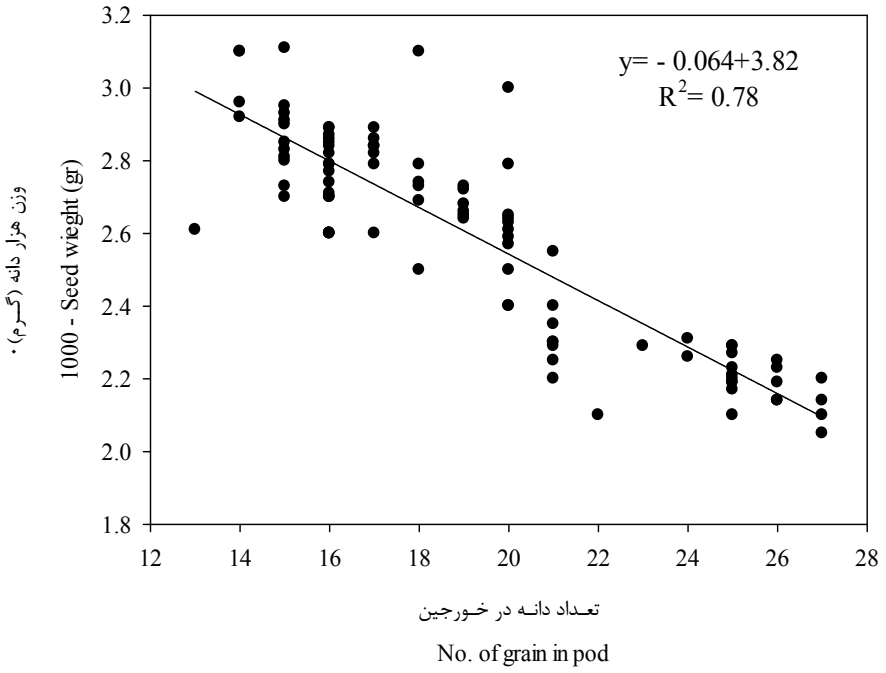
Fig. 4. Investigation of the regression effect of Lepyrodiclis density of grain in pod in canola.

وزن هزاردانه: نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌های حاصل از اندازه‌گیری وزن هزاردانه نشان داد که در سطح احتمال یک درصد اثرات اصلی تراکم کلزا، سطوح نیتروژن، تراکم علف هرز ارشته خطایی و اثر متقابل تراکم کلزا و سطوح نیتروژن معنی‌دار بود. در حالی‌که بین اثرات متقابل دوگانه تراکم کلزا × تراکم ارشته خطایی، سطوح نیتروژن × تراکم ارشته خطایی و اثرات متقابل سه‌گانه تراکم کلزا × سطوح نیتروژن × تراکم ارشته خطایی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲). نتایج رگرسیون به خوبی نشان داد که بین افزایش سطوح کود نیتروژن با افزایش وزن هزاردانه در هر دو تراکم ۷۰ و ۹۰ بوته کلزا رابطه خطی مستقیم وجود دارد (شکل ۵). نتایج جدول مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم کلزا × سطوح نیتروژن بیانگر آن است که با افزایش تراکم کلزا از ۷۰ به ۹۰ بوته در مترمربع و افزایش نیتروژن مصرفی از صفر به ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار وزن هزاردانه روند نزولی داشت. بالاترین وزن هزاردانه در تراکم کلزای ۷۰ و ۹۰ بوته به‌ترتیب با ۲/۸۹ و ۹/۸ گرم در تیمار بدون مصرف کود نیتروژن مشاهده شد. البته در تراکم ۷۰ بوته در مترمربع اختلاف معنی‌داری بین سطوح مختلف نیتروژن بر وزن هزاردانه مشاهده نشد. کم‌ترین وزن هزاردانه در تراکم ۹۰ بوته کلزا با ۲/۲۱ و ۲/۲ گرم به‌ترتیب در سطوح نیتروژن ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد (جدول ۳). از آن‌جایی‌که روند تغییرات تعداد دانه در خورجین در همه تراکم‌های کلزا، سطوح نیتروژن و تراکم ارشته خطایی با روند وزن هزاردانه نسبت معکوس بود (شکل ٦)، به‌نظر می‌رسد که افزایش تعداد دانه در خورجین باعث کاهش وزن هزاردانه شده است. زیرا با افزایش تعداد دانه در خورجین، مقدار ماده فتوسنتزی انتقال یافته به هر دانه کاهش می‌یابد (٤٢). بحرانی و بابائی (۲۰۰۷) دریافتند که با افزایش تراکم کنجد از ١٦/٦ به ٤١/٦ بوته در مترمربع وزن هزاردانه کاهش معنی‌داری نشان داد، آن‌ها همچنین دریافتند که بین سطوح مختلف کود نیتروژن (۰، ٦٠ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار) از نظر وزن هزاردانه اختلاف معنی‌دار نبود (٦).



شکل ۵- بررسی رگرسیون اثر سطوح نیتروژن بر وزن هزاردانه در تراکم‌های کلزا ● ۷۰۰۰۰ بوته در هکتار و ○ ۹۰۰۰۰ بوته در هکتار.

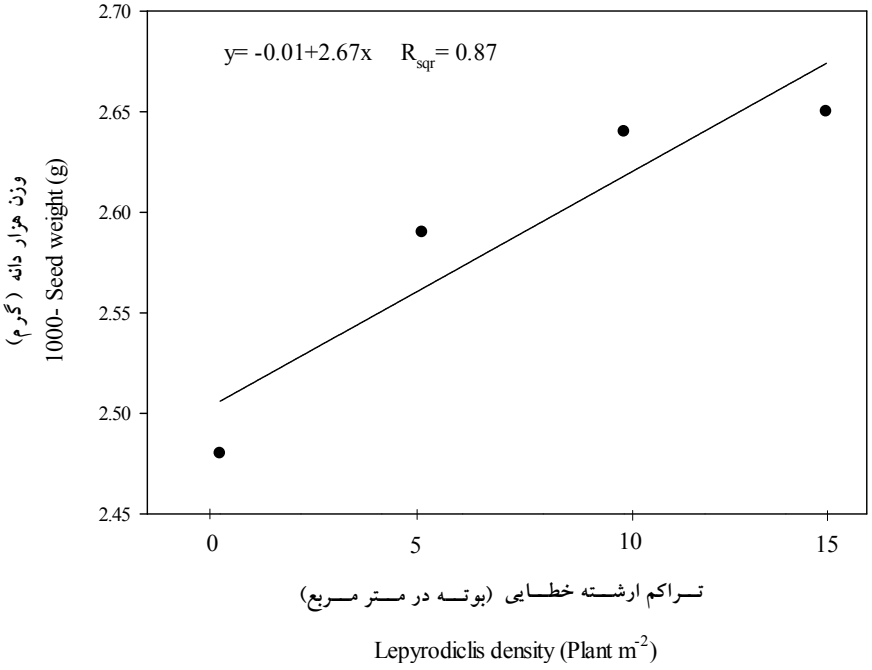
Fig. 5. Investigation of the regression effect of nitrogen levels on 1000-seed weight in canola density ● 70000 plant ha^{-1} ○ and 90000 plant ha^{-1}.



شکل ٦- همبستگی بین وزن هزاردانه و تعداد دانه در خورجین.

Fig. 6. Correlation between of 1000-seed weight and number of grain in pod.

نتایج مقایسه میانگین اثر تراکم علف هرز ارشته خطایی بر وزن هزاردانه نشان داد بیش‌ترین وزن هزاردانه با ۲/٦٥، ۲/٦٤ و ۲/٥٨ گرم به‌ترتیب از تراکم‌های صفر، ٥ و ۱۰ بوته در مترمربع ارشته خطایی به‌دست آمد که از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بین آن‌ها مشاهده نشد. هم‌چنین نتایج نشان داد که کم‌ترین وزن هزاردانه با ۲/٤۷ گرم در تراکم ۱٥ بوته در مترمربع ارشته خطایی ثبت شد (جدول ٤). نتایج رگرسیون خطی نشان داد که بین افزایش تراکم ارشته خطایی و کاهش وزن هزاردانه رابطه بسیار قوی وجود دارد (شکل ۷). این کاهش می‌تواند به‌علت رقابت بیش‌تر علف هرز با گیاه در آخر فصل برای منابع محیطی باشد که باعث کاهش انتقال مواد به دانه و کم‌شدن وزن هزاردانه این گیاه می‌شود (۱۰).



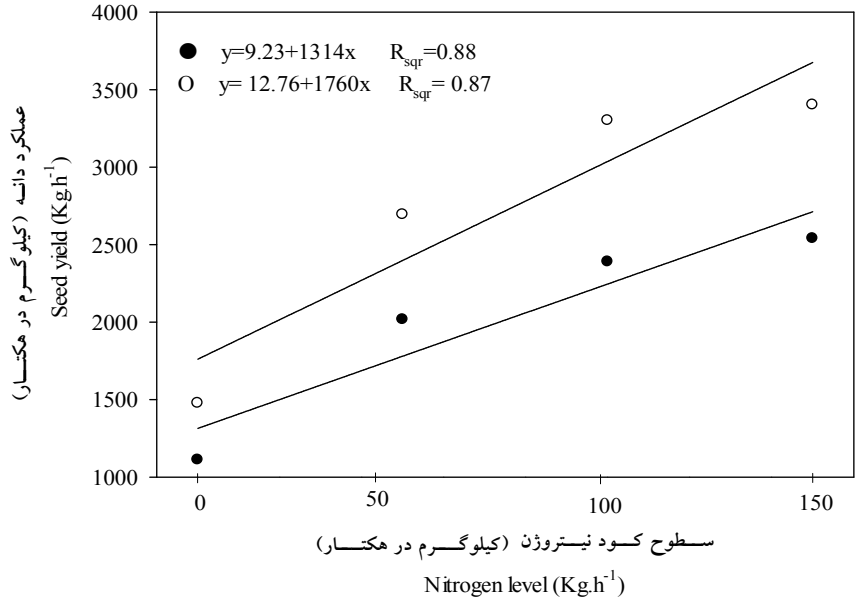
شکل ۷- بررسی رگرسیون اثر تراکم ارشته خطایی بر وزن هزاردانه کلزا.

Fig. 7. Investigation of the regression effect of Lepyrodiclis density of 1000-seed weight in canola.

عملکرد دانه: تأثیر تراکم کلزا، سطوح نیتروژن و تراکم ارشته خطایی بر عملکرد دانه معنی‌دار بود. هم‌چنین اثرات متقابل دوگانه تراکم کلزا × سطوح نیتروژن، تراکم کلزا × تراکم ارشته خطایی و تراکم ارشته خطایی × سطوح نیتروژن در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد دانه معنی‌دار بود ولی اثر متقابل سه‌گانه بر عملکرد دانه تفاوت معنی‌دار نداشت (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم کلزا × سطوح نیتروژن و رگرسیون خطی نشان داد در هر دو تراکم کلزا با افزایش کود نیتروژن در واحد سطح عملکرد دانه همواره روند افزایشی داشت (جدول ۳ و شکل ۸). با این وجود، شیب افزایش عملکرد دانه با افزایش تراکم کلزا، در سطوح پایین‌تر نیتروژن کم‌تر از سطوح بالای آن بود. این نشان‌دهنده تأثیر بیش‌تر تراکم بر عملکرد در سطوح بالای نیتروژن (به‌دلیل وجود نیتروژن کافی برای رشد و تولید دانه کلزا) بود. هم‌چنین نتایج نشان داد که بالاترین عملکرد دانه در تراکم ۹۰ بوته با ۳٤۰۱/٤۲ و

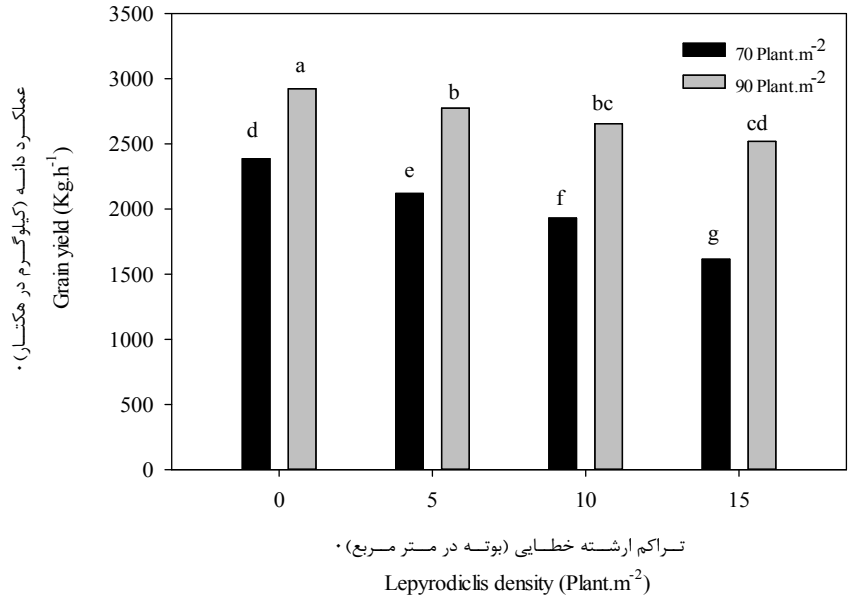
۳۳۰۱/۱۷ کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب در مصرف ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن مشاهده شد که در یک گروه آماری قرار گرفتند. افزایش عملکرد در سطوح بالاتر نیتروژن و تراکم بالاتر کلزا را می‌توان به افزایش تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین نسبت داد. که با نتایج بنی‌سعید و مدحج (۲۰۰۹) و اندرسون و ویلنت (۱۹۹۳) مطابقت دارد (۵ و ۸). کوچکی و همکاران (۲۰۱۳) طی آزمایشی نشان دادند که با افزایش تراکم بوته کلزا در مترمربع و افزایش سطوح نیتروژن میزان عملکرد دانه کلزا افزایش یافت (۲۳). کاظمینی و همکاران (۲۰۱۰) طی آزمایشی گزارش کردند بالاترین عملکرد دانه کلزا در تراکم ۹۰ بوته در مترمربع و با مصرف ۱۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن به‌دست می‌آید (۲۲).

نتایج رگرسیون نشان داد بین افزایش تراکم ارشته خطایی و کاهش عملکرد دانه یک رابطه مستقیم و خطی قوی در هر دو تراکم کلزا وجود دارد (شکل ۱۰). نتایج اثر متقابل تراکم کلزا × تراکم ارشته خطایی بر عملکرد دانه نشان داد که افزایش تراکم ارشته خطایی در هر دو تراکم ۷۰ و ۹۰ بوته در مترمربع کلزا به‌دلیل جذب و اشغال فضا بسیاری از منابع موجود و مشترک توسط این علف هرز باعث شده تا کلزا به پتانسیل رشدی خود نرسد. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در تراکم‌های ۵، ۱۰ و ۱۵ بوته در مترمربع علف هرز ارشته خطایی، به‌ترتیب ۱۱، ۱۹ و ۳۲ درصد در تراکم کلزای ۷۰ بوته و به‌ترتیب ۵، ۹ و ۱٤ درصد در تراکم کلزای ۹۰ بوته در مترمربع سبب کاهش عملکرد دانه کلزا نسبت به تیمار عدم حضور علف هرز شد (شکل ۹). این نتایج بیانگر این موضوع است که در تراکم ۹۰ بوته در مترمربع کلزا رقابت بهتری با علف هرز ارشته خطایی صورت گرفته است که منجر به افزایش عملکرد دانه گردید. به‌نظر می‌رسد در تراکم ۷۰ بوته در مترمربع کلزا به‌دلیل فضای بیش‌تر، علف هرز به‌خوبی رشد کرده و به‌دلیل رقابت با علف هرز عملکرد دانه کاهش بیش‌تری نشان می‌دهد.



شکل ۸- بررسی رگرسیون اثر سطوح نیتروژن بر عملکرد دانه در تراکم‌های کلزا ● ۷۰۰۰۰ بوته در هکتار و ○ ۹۰۰۰۰ بوته در هکتار.

Fig. 8. Investigation of the regression effect of nitrogen levels on grain yield in canola density ● 70000 plant ha^{-1} ○ and 90000 plant ha^{-1}.

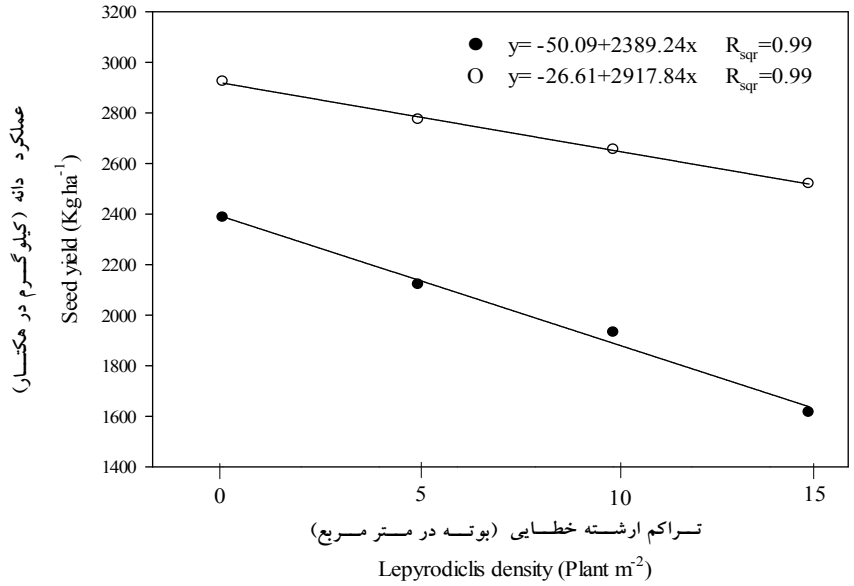


شکل ۹- مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم کلزا و تراکم ارشته خطایی بر عملکرد دانه کلزا.

Fig. 9. Mean comparison of interaction effect of canola density and Lepyrodiclis density on grain yield.

میانگین‌هایی که دارای یک حرف مشترک هستند براساس آزمون LSD تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means followed by similar letter are not significantly different using LSD test.

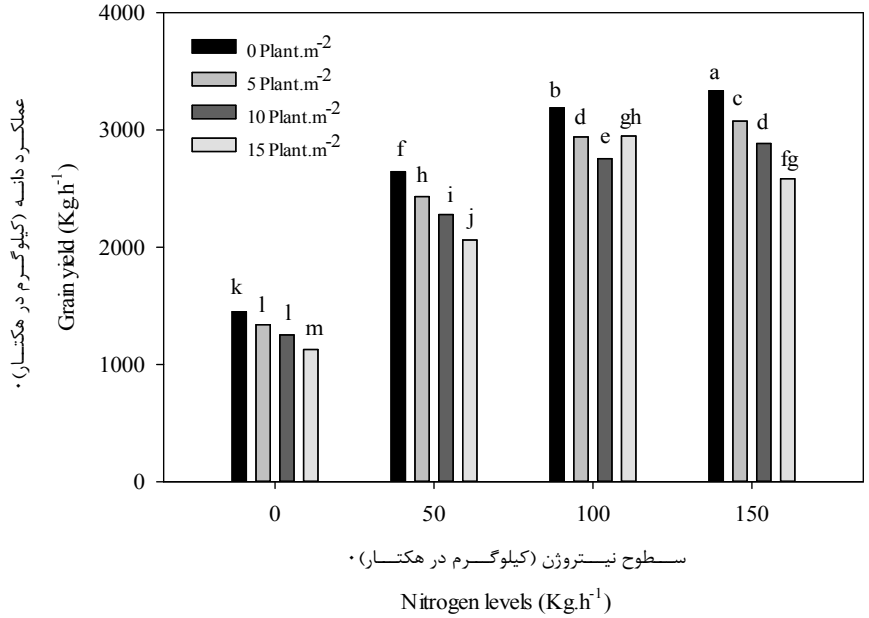


شکل ۱۰- بررسی رگرسیون اثر تراکم ارشته خطایی بر عملکرد دانه در تراکم‌های کلزا ● ۷۰۰۰۰ بوته در هکتار و ○ ۹۰۰۰۰ بوته در هکتار.

Fig. 10. Investigation of the regression effect of Lepyrodiclis density on grain yield in canola density ● 70000 plant ha^{-1} ○ and 90000 plant ha^{-1}.

مقایسه میانگین عملکرد دانه در برهمکنش سطوح نیتروژن و تراکم علف هرز ارشته بیانگر آن است که کم‌ترین عملکرد دانه کلزا با ۱۱۲۸ کیلوگرم در هکتار از تیمار بدون مصرف کود نیتروژن و آلودگی ۱۵ بوته در مترمربع علف هرز ارشته خطایی حادث شد که نسبت به تیمار عدم مصرف کود نیتروژن و عدم حضور

علف هرز در حدود ۱۷ درصد سبب کاهش عملکرد دانه شد. در تیمارهای کودی ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم مصرف نیتروژن در هکتار و آلودگی ۱۵ بوته ارشته خطایی در مترمربع به‌ترتیب عملکرد دانه ۲۲ و ۱۰ درصد کاهش عملکرد دانه نسبت به تیمار عدم حضور علف هرز نشان داد. بیش‌ترین عملکرد دانه با ۳۳۳۵ کیلوگرم در هکتار در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و بدون حضور ارشته خطایی به‌دست آمد که با حضور ۵، ۱۰ و ۱۵ بوته در مترمربع از این علف هرز عملکرد دانه به‌ترتیب ۸، ۱٤ و ۲۸ درصد کاهش نشان داد (شکل ۱۱). بنابراین به‌نظر می‌رسد که افزایش مصرف نیتروژن در این آزمایش، سبب افزایش توان رقابتی کلزا نسبت به علف هرز در برابر تراکم‌های پایین علف هرز ارشته خطایی شده و توانسته میزان عملکرد دانه کلزا را با شیب ملایم‌تری کاهش دهد. ولی با افزایش مصرف نیتروژن به‌دلیل افزایش توان رقابتی علف هرز با بالا رفتن تراکم آن و استفاده بیش‌تر از منابع نیتروژن، به احتمال زیاد سبب افزایش توانایی رقابت نوری توسط کانوپی علف هرز و افزایش مضاعف بهره‌برداری از منابع محیطی به‌خصوص آب و مواد مغذی از جمله نیتروژن در برابر گیاه زراعی گشت. موسوی و همکاران (۲۰۰۲) بیان نمودند که افزایش نیتروژن در مقادیر بالاتر از نیاز گندم سبب افزایش تلفات گندم تا ٥۰/٤ درصد در برابر علف هرز خردل وحشی گردید (۳۳). آن‌ها نتیجه گرفتند که توانایی این علف هرز در به‌کارگیری از نیتروژن بالاتر از گندم است که همین عاملی موجب برتری رقابتی علف هرز خردل وحشی گردید. نادری و غدیری (۲۰۱۱) گزارش کردند که در تراکم‌های بالای خردل وحشی، عملکرد دانه کلزا در سطوح بالاتر از ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن کاهش یافت (۳٤). به‌طورکلی نتایج به‌دست آمده نشان داد که در هر یک از سطوح نیتروژن با افزایش تراکم علف هرز ارشته خطایی، عملکرد دانه به‌طور خطی کاهش می‌یابد (جدول ۵).



شکل ۱۱- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح نیتروژن و تراکم علف هرز ارشته خطایی بر عملکرد دانه کلزا.

Fig. 11. Mean comparison of interaction effect of nitrogen levels and Lepyrodiclis density on grain yield.

میانگین‌هایی که دارای یک حرف مشترک هستند براساس آزمون LSD تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means followed by similar letter are not significantly different using LSD test.

جدول ۵- مقایسه ضرایب رگرسیون اثر متقابل سطوح نیتروژن و تراکم ارشته خطایی بر عملکرد دانه.

Table 5. Comparison of regression coefficients of interaction effect of nitrogen levels and Lepyrodiclis density on grain yield.

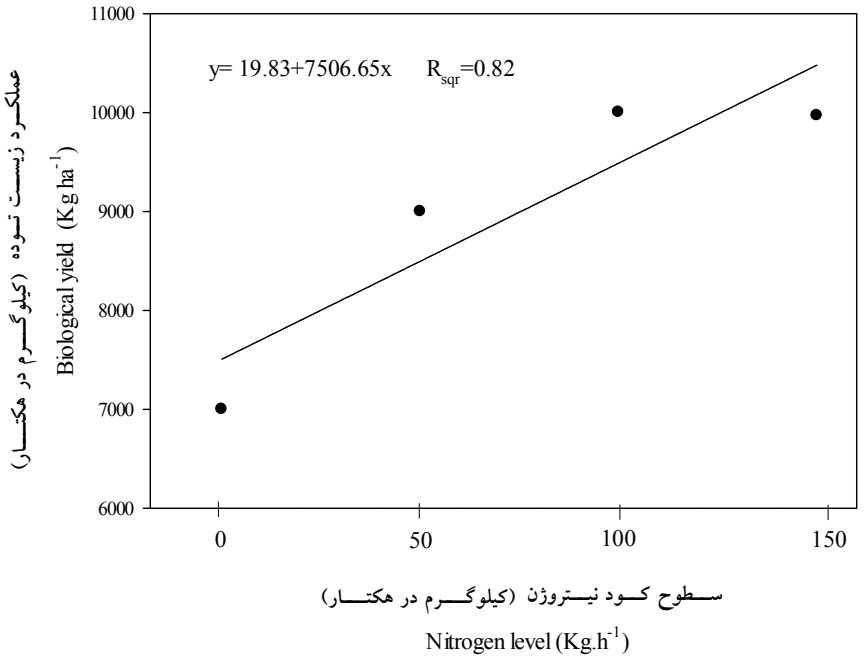
عملکرد دانه Seed yield (Kg ha^{-1})			تراکم ارشته خطایی Lepyrodiclis density (Plant m^{-2})	سطوح نیتروژن Nitrogen levels (Kg h^{-1})
a±se	b±se	R_{sqr}		
-21.09±0.99	1451.42±9.29	0.99	0	0
-38.02±1.74	2639.94±16.31	0.99	5	50
-27.05±9.52	3124.63±89.04	0.81	10	100
-48.88±2.79	3337.01±26.15	0.99	15	150

عملکرد زیست‌توده: نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر اصلی تراکم کلزا، سطوح نیتروژن و تراکم ارشته خطایی بر عملکرد زیست توده در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، اما هیچ‌یک از اثرات متقابل دوگانه و سه‌گانه بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار نبود (جدول ۲). نتایج جدول مقایسه میانگین نشان از برتری تراکم کلزا ۹۰ بوته نسبت به ۷۰ بوته در مترمربع بر عملکرد زیست توده داشت. به‌طوری‌که عملکرد بیولوژیک با ۹۳۸۵/۹ و ۹۶۰۲/۵ کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب در تراکم ۷۰ و ۹۰ بوته کلزا مشاهده شد (جدول ٦). یوسف و احمد (۲۰۰۲) نشان دادند که بالاترین عملکرد زیست توده از بالاترین تراکم به‌دست آمد. با توجه بالا بودن تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین و هم‌چنین عملکرد دانه در تراکم کلزای ۹۰ بوته در مترمربع بالا بودن عملکرد زیست توده در تراکم بالاتر کاملاً بدیهی می‌باشد (٤٦). حمزه‌ئی و همکاران (۲۰۱۵) افزایش عملکرد زیست توده را در اثر افزایش تراکم بوته به افزایش شاخص سطح برگ و استفاده بهتر از نور خورشید و سایر منابع طی فصل رشد و افزایش فتوسنتز نسبت دادند اما آن‌ها بیان داشتند که اصلی‌ترین دلیل افزایش عملکرد زیست توده در تراکم بالاتر مربوط به افزایش تعداد بوته در واحد سطح است (۱۷). نتایج رگرسیون خطی بیانگر آن است که یک رابطه خطی مثبت و معنی‌داری بین افزایش سطوح نیتروژن و افزایش عملکرد زیست‌توده وجود دارد (شکل ۱۲). اثر سطوح مختلف نیتروژن نیز بر عملکرد زیست توده نشان داد که بالاترین عملکرد زیست توده با ۱۰۰۰٤/۹ و ۹۹۷۰/۷ کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب با کاربرد ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمد. هم‌چنین کم‌ترین عملکرد زیست توده نیز در تیمار شاهد به‌دست رویت گردید (جدول ٦).

جدول ٦- مقایسه میانگین اثرات تراکم کلزا و سطوح نیتروژن بر عملکرد زیست توده و شاخص برداشت.

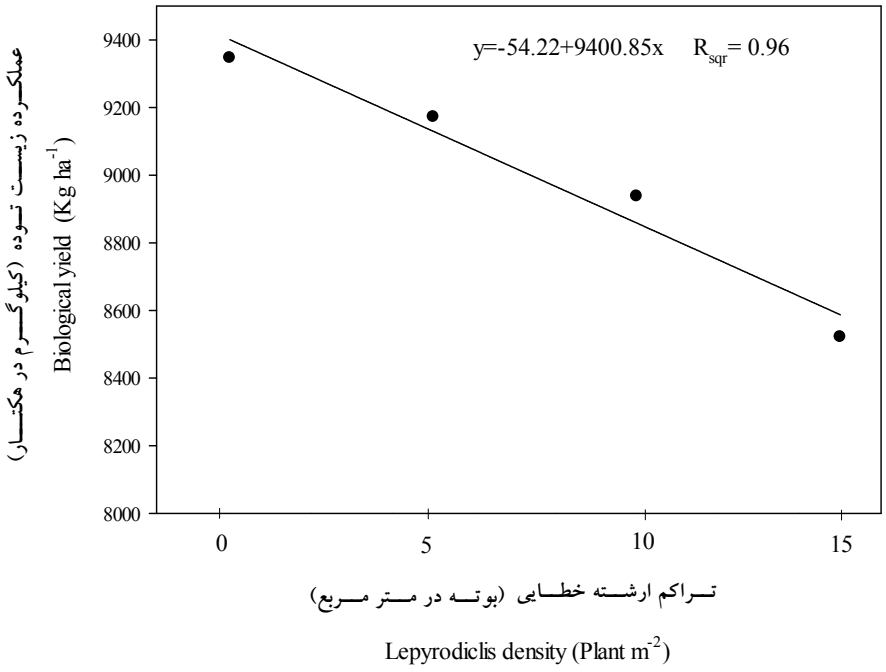
Table 6. Mean comparison for effect of canola density and nitrogen levels on biological yield and harvest index.

تیمار Treatment		عملکرد زیست‌توده Biological yield (Kg ha^{-1})	شاخص برداشت Harvest index (%)
تراکم کلزا Canola density (Plant m^{-2})	70	9385.9	23.41
	90	9602.5	27.89
سطوح نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) Nitrogen levels (Kg ha^{-1})	0	6999.4	18.35
	50	9001.8	26.00
	100	10004.9	28.43
	150	9970.7	29.81
LSD		1634	5.19



شکل ۱۲- بررسی رگرسیون اثر سطوح نیتروژن بر عملکرد زیست‌توده کلزا.

Fig. 12. Investigation of the regression effect of nitrogen levels on biological yield in canola.



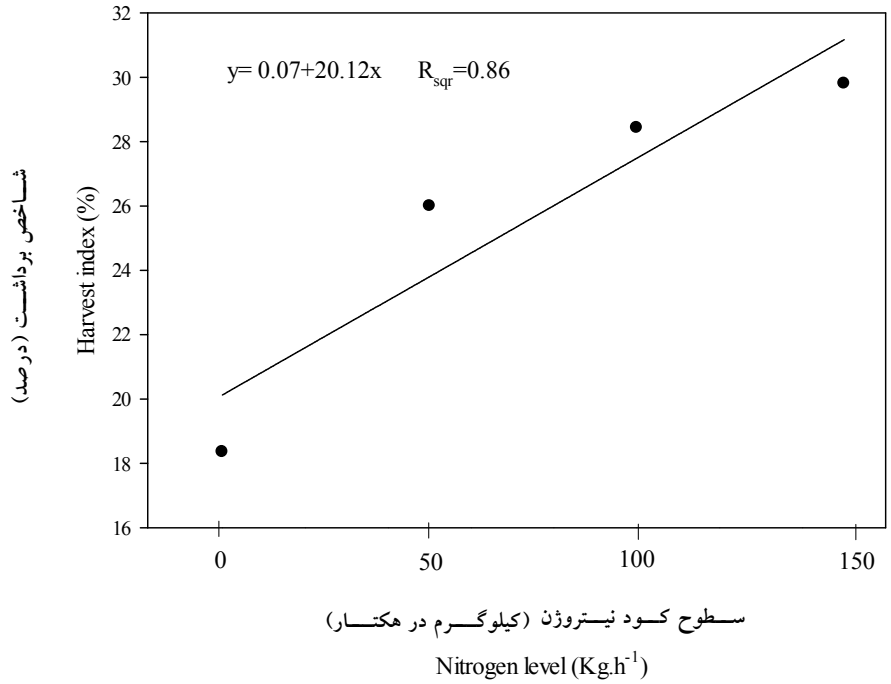
شکل ۱۳- بررسی رگرسیون اثر تراکم ارشته خطایی بر عملکرد زیست‌توده کلزا.

Fig. 13. Investigation of the regression effect of Lepyrodiclis density on biological yield in canola.

افزایش عملکرد زیست توده در تیمارهای کودی بالاتر را می‌توان به بالا بودن عملکرد دانه و اجزای عملکرد در این تیمارهای کودی نسبت داد. کاظمینی و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که با افزایش سطح نیتروژن از صفر به ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد زیست توده کلزا در حدود ٤۲ درصد افزایش نشان داد (۲۱). علی و همکاران (۱۹۹۰) نیز گزارش داد همبستگی مثبت و معنی‌داری بین افزایش سطوح نیتروژن و عملکرد زیست توده وجود دارد (۲). نتایج نشان داد یک رابطه خطی مستقیم بین افزایش تراکم ارشته خطایی و کاهش عملکرد زیست‌توده وجود دارد (شکل ۱۳). هم‌چنین نتایج جدول مقایسه میانگین نشان داد که با افزایش تراکم علف هرز ارشته خطایی در واحد سطح عملکرد زیست توده کاهش یافت. به‌طوری‌که عملکرد زیست توده در تراکم‌های صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵ بوته در مترمربع علف هرز ارشته خطایی به‌ترتیب ۹۳٤٦/۵، ۹۱۷۲، ۸۹۳۷/۲ و ۸۵۲۱/۱ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد (جدول ٤).

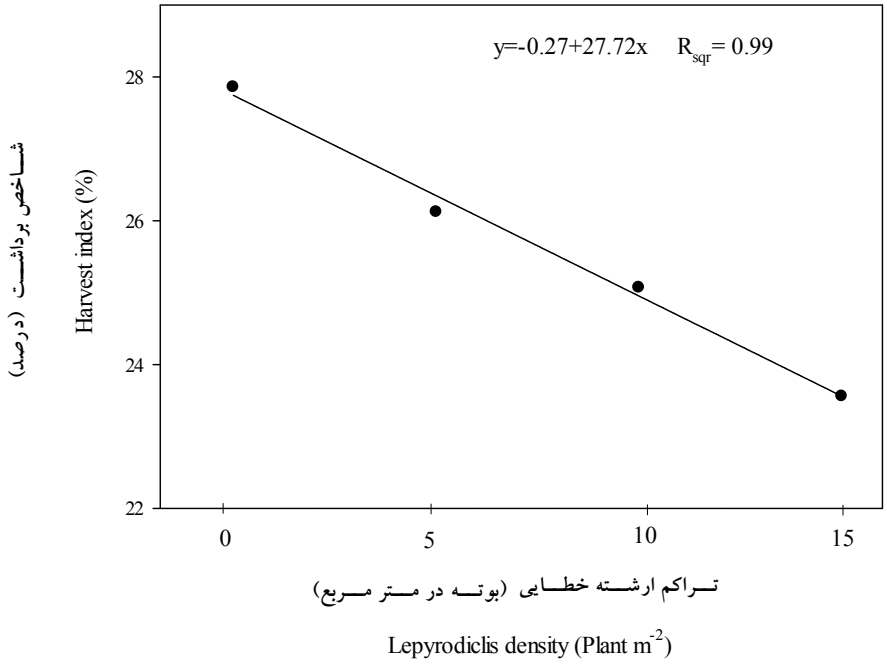
شاخص برداشت: نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد اثر تراکم کلزا، سطوح نیتروژن و تراکم ارشته خطایی بر شاخص برداشت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بررسی اثر تراکم کلزا بر شاخص برداشت نشان داد که شاخص برداشت در تراکم ۹۰ بوته در مترمربع کلزا بالاتر از تراکم ۷۰ بوته در مترمربع کلزا بود (جدول ٦). هم‌چنین نتایج رگرسیون خطی بیانگر این مسأله است که بین افزایش سطوح نیتروژن و افزایش شاخص برداشت یک رابطه قوی و پایداری وجود دارد (شکل ١٤). به‌طوری‌که بیش‌ترین شاخص برداشت با ۲۸/٤۳ و ۲۹/۸۱ درصد

با مصرف ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمد که از نظر آماری اختلاف معنی‌داری نسبت به یکدیگر نداشتند. کم‌ترین شاخص برداشت نیز در تیمار بدون مصرف کود نیتروژن با ۱۸/۳۵ درصد مشاهده شد (جدول ٦). به‌نظر می‌رسد افزایش شاخص برداشت در تراکم ۹۰ بوته در مترمربع کلزا و کاربرد ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به افزایش عملکرد دانه در این تیمارها بستگی دارد. نتایج جدول رگرسیون خطی نشان داد که بین افزایش تراکم ارشته خطایی و کاهش شاخص برداشت یک رابطه بسیار قوی وجود دارد (شکل ۱۵). هم‌چنین نتایج جدول مقایسه میانگین بیانگر این موضوع است که با افزایش تراکم علف هرز ارشته خطایی مانند سایر صفات عملکرد شاخص برداشت نیز کاهش معنی‌دار داشت (جدول ٤). با توجه به نتایج به‌دست آمده بیش‌ترین شاخص برداشت با ۲۷/۸۵ در تیمار بدون حضور ارشته خطایی ثبت شد. هم‌چنین کم‌ترین شاخص برداشت نیز با ۲۵/۰۱ و ۲۳/۵٦ درصد که نسبت به هم اختلاف معنی‌داری نداشتند در تراکم‌های ۱۰ و ۱۵ بوته در مترمربع ارشته خطایی مشاهده شد (جدول ٤).



شکل ١٤- بررسی رگرسیون اثر سطوح نیتروژن بر شاخص برداشت کلزا.

Fig. 14. Investigation of the regression effect of nitrogen levels on harvest index in canola.



شکل ۱۵- بررسی رگرسیون اثر تراکم ارشته خطایی بر عملکرد زیست‌توده کلزا.

Fig. 15. Investigation of the regression effect of Lepyrodiclis density on harvest index in canola.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد بالاترین عملکرد دانه در تراکم ۹۰ بوته با ۳٤۰۱/٤۲ و ۳۳۰۱/۱۷ کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب در مصرف ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن مشاهده شد. هم‌چنین نتایج نشان داد که با افزایش تراکم علف هرز ارشته خطایی عملکرد دانه کاهش داشت که این کاهش عملکرد در تراکم ۷۰ بوته در مترمربع کلزا مشهودتر بود. مقایسه میانگین عملکرد دانه در برهمکنش سطوح نیتروژن و تراکم علف هرز ارشته نیز نشان داد بیش‌ترین عملکرد دانه با ۳۳۳۵ کیلوگرم در هکتار در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و بدون حضور ارشته خطایی به‌دست آمد.

منابع

1. Akbari, GH.A., Irannezhad, H., Hoseinzadeh, K., Zand, E., Hejazi, A. and Bayat, A.A. 2010. Effect of wild mustard (*Sinapis arvensis* L.) interference on yield and growth index of canola (*Brassica napus* L.). Field Crop. Sci. 41: 2. 329-343. (In Persian)
2. Ali, M.H., Rahman, A.M.M.D. and Ullah, M.J. 1990. Effect of plant population and nitrogen on yield and oil content of rapeseed. Indian J. Agric Sci. 60: 347-349.
3. Allen, E.J. and Morgan, D.J. 1972. A quantitative analysis of the effects of nitrogen on the growth, development and yield of oilseed rape. J. Agric Sci. Cambridge. 78: 315-324.
4. Anafjeh, Z., Fathi, G., Alami-Saeid, Kh., Zand, E. and Chaab, A. 2009. Response of canola (*Brassica napus* L.) to plant densities of mustard (*Sinapis arvensis* L.) with emphasis on agronomic control. J. Crop Sci. 11: 2. 109-122. (In Persian)

5.Anderson, P. and Wilent, W.G. 1993. The effect of irrigation and nitrogen fertilization on yield and oil content of *Brassica napus* L. Indian J. Agron. 34: 117-122.
6.Bahrani, M.J. and Babaei, G.H. 2007. Effect of different levels of plant density and nitrogen fertilizer on grain yield and its components and some quality traits in two sesame (*Sesameum indicum* L.) cultivars. J. Crop Sci. 9: 3. 237-245. (In Persian)
7.Bakhshandeh, E., Ghadiryan, R., Galeshi, G. and Soltani, E. 2011. Modelling the effects water stress and temperature on seed germination of soybean (*Glycine max* L.) and velvetleaf (*Abutilion thephrasti* med.). J. Plant Prod. 18: 29-48. (In Persian)
8.Bani Saeidi, A.K. and Modhaj, A. 2009. Evaluate the effects of different levels of nitrogen and plant density on yield and yield components of *Brassica napus* at the Ahvaz environmental conditions. Quarterly. J. Plant Prod Sci. 4: 57-66. (In Persian)
9.Blackshaw, R.E., Lemerle, D. and Young, K. 2002. Influence of wild radish on yield and quality of canola. Weed Sci. 50: 344-349.
10.Chaab, A., Bakhshandeh, A., Zand, E., Ebrahimpour, F., Shafeinia, A. and Anafjeh, Z. 2010. Effect of competition of wild mustard (*Sinapis arvensis* L.) on yield and yield components of canola (*Brassica napus* L.) in pot and field conditions. Elec. J. Crop Prod. 3: 2. 33-48. (In Persian)
11.Cheema, M.A., Malik, M.A., Shah, S.H. and Basra, S.M.A. 2001. Effect of time and rate of nitrogen and phosphorus application on the growth and the seed and oil yields of canola (*Brassica napus*). J. Agron. Crop Sci. 186: 311-316.
12.Diepenbrock, W. 2000. Yield analysis of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) a review. Field. Crop Res. 67: 35-49.
13.Eilkaee, M. and Emam, Y. 2003. The effect of plant density on yield and yield components of two winter rapeseed cultivar (*Brassica napus* L.). Iran. Agric. Sci. 34: 3. 509-515. (In Persian)
14.FAOSTAT. 2018. Statistical databases and data sets of the Food and Agriculture Organization of the United Nations. http://faostat.fao.org/default.aspx.
15.Farooq, M., Bakhtiar, M., Ilyas, N., Khatir, U., Hussain, P., Kakar, K., Khan, M.R., Shah, S. and Ullad, N. 2018. Sulfur and nitrogen management for improving yield and yield attributes of canola (*Brassica napus* L.). Int. J. Fauna Biol. Stud. 5: 3. 179-185.
16.Ghanbari, A., Mijani, S. and Hosainabadi, R. 2012. Investigation of salinity and osmotic stress on seed germination of Lepyrodiclis and germination recovery after salinity stress. 4th Iranian Weed Science Congress, Ahvaz, Iran. Pp: 408-411. (In Persian)
17.Hamzei, J., Seyedi, M. and Babaei, M. 2015. Effect of density and nitrogen on seed quantity and quality of winter rapeseed in Hamedan conditions. Elec. J. Crop Prod. 8: 1. 143-159. (In Persian)
18.Hocking, P.J., Kirkegaard, J.A., Angus, J.F., Gibson, A.H. and Koetz, E.A. 1997. Comparison of canola, Indian mustard and Linola in two contrasting environments. I. Effects of nitrogen fertilizer on dry-matter production, seed yield and seed quality. Field Crop Res. 49: 2-3. 107-125.
19.Holmes, M.R.J. 1980. Nutrition of the Oilseed Rape Crop. England: Applied Sci. Pub. Barking Essex. Nitrogen. Pp: 21-67.
20.Hopkins, W.G. 2004. Introduction to Plant Physiology. John Wiley and Sons. New York. 557p.
21.Kazemeini, S.A., Hamzehzarghani, H. and Edalat, M. 2010a. The impact of nitrogen and organic matter on winter canola seed yield and yield components. Australian J. Crop Sci. 4: 335-342.
22.Kazemeini, S.A., Edalat, M., Shekoofa, A. and Hamidi, R. 2010b. Effects of nitrogen and plant density on rapeseed (*Brassica napus* L.) yield and yield components in Southern Iran. J. Appl. Sci. 10: 14. 1461-1465.

23.Koocheki, A.R., Nassiri Mahallati, M., Moradi, R. and Mansouri, H. 2013. Optimization of water, nitrogen and density in canola cultivation by central composite design. J. Agroecol. 3: 1. 1-16. (In Persian)
24.Leach, J.E., Stevenson, H.J., Rainbow, A.J. and Mullen, L.A. 1999. Effects of high plant populations on the growth and yield of winter oilseed rape (*Brassica napus*). J. Agric. Sci. Camb. 132: 173-180.
25.Leon, J. and Becker, H.C. 1995. Rapeseed-genetics. In: Diepenbrock, W., Becker, H.C. (Eds.), Physiological Potentials for Yield Improvement of Annual Oil and Protein Crops. Blackwell Science, Berlin, Vienna, Pp: 53-80.
26.Lloveras, J., Manent, J., Viudas, J., Lopez, A. and Santiveri, P. 2004. Seeding rate influence on yield and yield components of irrigated winter wheat in a Mediterranean climate. Agron. J. 96: 1258-1265.
27.Majd, S. and Emam, Y. 2013. Effects of cycocel and nitrogen application on yield and yield components of autumn-grown oilseed rape at different plant densities. J. Crop Prod. Proc. 3: 7. 123-132. (In Persian)
28.Majnoun Hosseini, N., Alizadeh, H.M. and Malek Ahmadi, H. 2006. Effect of plant density and nitrogen rate on the competitive ability of canola (*Brassica napus*) against weeds. J. Agric. Sci. Technol. 8: 281-291. (In Persian)
29.Malek Ahmadi, H., Alizadeh, H., Majnoum Hosseini, N. and Shirani Rad, A.H. 2010. Effects of planting density and nitrogen application rate on yield and some morphological traits of winter Canola (*Brassica napus* L.). J. Field Crop Sci. 40: 4. 173-182. (In Persian)
30.Mendham, N.J., Shipway, P.A. and Scott, R.K. 1981. The effect of delayed sowing and weather on growth, development and yield of winter oilseed rape (*Brassica napus*). J. Agri Sci. Camb. 96: 389-416.
31.Minbashi Moeeni, M. 2011. Preparation of weed species distribution of Iran wheat fields with GIS. Res Report. Iranian Res. Institute Plant Protec. (In Persian)
32.Momoh, E.J.J. and Zhou, W. 2001. Growth and yield responses to plant density and stage of transplanting in winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). J. Agron. Crop Sci. 186: 4. 253-259.
33.Mosavi, K., Nasiri Mahallati, M., Rahimian, H., Ghanbari, A., Banaian, M. and Rashed Mohasel, M.H. 2002. Seed rate and nitrogen fertilizer effects on wild mustard (*Sinapis arvensis* L.) and winter wheat (*Triticum aestivum* L.) competition. J. Crop Sci. 11: 218-224. (In Persian)
34.Naderi, R. and Ghadiri, H. 2011. Competition of wild mustard (*Sinapis arvense* L.) densities with rapeseed (*Brassica napus* L.) under different Levels of nitrogen fertilizer. J. Agri Sci. Technol. 13: 45-51.
35.Pourazer, R. 2006. Control of weed in rapeseed (*Brassica napus* L.) by chemical and mechanical methods. P 64-68. The 1st Iranian Weed Science Congress. 25-26 Jan. Tehran, Iran. (In Persian)
36.Qayyum, S.M., Ansari, A.H., Sohu, M.I., Arain, N.A. and Arian, M.A. 1991. Influence of nitrogen levels on the growth and yield of rape (*Brassica napus* L.). J. Agri Res. Lahore. 29: 4. 473-480.
37.Rabiee, M., Tosi, P. and Esfahani, M. 2014. Effect of concentration and time of foliar spraying of nitrogen fertilizer in term of supplement soil nutrition on remobilization of dry mater, seed yield and oil of canola. J. Crop Prod. Proc. 4: 11. 53-65. (In Persian)
38.Rashid, R., Karim, F. and Hasanuzzaman, M. 2007. Response of repeseed (*Brassica napus* L.) different nitrogen doses and number weeding. Middle-East J. Sci. Res. 2: 3-4. 146-150.
39.Rathke, G.W., Behrens, T. and Diepenbrock, W. 2006. Integrated nitrogen management strategies to improve seed yield, oil content and nitrogen efficiency of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): a review. Agric. Ecosys. Environ. 117: 80-108.

40. Rathke, G.W., Christen, O. and Diepenbrock, W. 2005. Effects of nitrogen source and rate on productivity and quality of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) grown in different crop rotations. Field Crop Res. 94: 2-3. 103-113.
41. Shfi, U., Munsif, F., Ali, A., Alam, J.E., Khan, S., Kakar, H.A., Farhad, S. and Jalal, R. 2018. Effect of nitrogen and sulfur on weed infestation and rapeseed productivity. Pure. Appl. Biol. 7: 1. 321-329.
42. Singh, Y. and Singh, M. 1991. Effect of sowing time, spacing and N levels on yield of mustard. Indian J. Agron. 36: 429-440.
43. Soleymani, F., Ahmadvand, G. and Saadatian, B. 2013. The effect of nitrogen levels and wild mustard densities on yield and economic threshold of canola. Elec. J. Crop Prod. 4: 3. 85-102. (In Persian)
44. Tayo, T.O. and Morgan, D.G. 1979. Quantitative analysis of the growth, development and distribution of flowers and pods in oilseed rape (*Brassica napus* L.). J. Agric. Sci. 85: 103-110.
45. Yaghoubi, S.R., Aghaalikhani, M., Ghelavand, A. and Zand, E. 2011. Investigation of herbicide-nitrogen interaction on wheat yield and yield components in competition with *Lepyrodiclis holosteoides* Fenzl. Iranian J. Weed Sci. 7: 1. 13-31. (In Persian)
46. Yousaf, N. and Ahmad, A. 2002. Effect of different planting densities on the grain yield of canola varieties. J. Plant Sci. 4: 322-333.