تأثیر کاربرد سایکوسل و نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزای پاییزه در تراکم‌های مختلف بوته

سولماز مجد و یحیی امام[1*]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۹/۱۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۳/۳۱)

چکیده

در این پژوهش، که به صورت دو آزمایش مزرعه‌ای و گلخانه‌ای در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در محل ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز طراحی و اجرا شد، تأثیر سطوح مختلف نیتروژن، تراکم بوته و سایکوسل بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزای پاییزه رقم طلایه مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش مزرعه‌ای به صورت کرت‌های دوبار خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی اجرا شد. تیمارها شامل نیتروژن (۸۰ ، ۱۴۰، ۲۰۰ و ۲۶۰ کیلوگرم در هکتار) به عنوان فاکتور اصلی، تراکم بوته (۷۰ و ۹۰ بوته در متر مربع) به عنوان فاکتور فرعی و سایکوسل (صفر، ۱/۴ و ۲/۸ لیتر در هکتار) به عنوان فاکتور فرعی فرعی بودند. آزمایش گلخانه‌ای، که به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی اجرا شد، شامل نیتروژن (صفر، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) و سایکوسل (صفر، ۱/۴ و ۲/۸ لیتر در هکتار) بود. نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد دانه از تیمار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، کاربرد ۲/۸ لیتر سایکوسل در هکتار و تراکم ۹۰ بوته در متر مربع (به‌ترتیب ۵۳۳/۱۷، ۵۳۳/۹۶ و ۵۲۱/۶ گرم در متر مربع) به‌دست آمد. همچنین کاربرد ۲/۸ لیتر سایکوسل در هکتار باعث افزایش تعداد خورجین در بوته و وزن خشک نهایی بوته‌ها گردید. افزایش تراکم بوته از ۷۰ به ۹۰ بوته در متر مربع باعث کاهش تعداد خورجین در بوته، وزن خشک نهایی بوته و تعداد دانه در خورجین گردید. به نظر می‌رسد در شرایط مشابه با پژوهش حاضر، بتوان استفاده از ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، ۱/۴ لیتر در هکتار سایکوسل و تراکم ۹۰ بوته در متر مربع را برای دستیابی به حداکثر عملکرد دانه کلزای پاییزه رقم طلایه توصیه کرد.

واژه‌های کلیدی: دانه‌های روغنی، کوددهی بهینه، تنظیم‌کننده رشد

۱. گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: yaemam@gmail.com

مقدمه

همراه با افزایش جمعیت جهان و تلاش برای بهبود سطح تغذیه، جستجو برای دستیابی به منابع جدید تولید دانه‌های روغنی افزایش یافته است. در میان دانه‌های روغنی، کلزا به دلیل سازگاری با شرایط آب و هوایی مختلف و کیفیت خوب روغن دانه، نسبت به سایر دانه‌های روغنی برتری دارد (۱۴). بر اساس اطلاعات سازمان خوار و بار و کشاورزی جهانی (فائو)، در سال ۲۰۰۹ میلادی سطح زیر کشت کلزا در جهان حدود ۳۱ میلیون هکتار با تولید جهانی ۶۰ میلیون تن بوده است (۱۳). به منظور افزایش عملکرد دانه می‌توان از کشت ارقام سازگار با شرایط اقلیمی هر منطقه، بهینه کردن مصرف کودهای نیتروژن‌دار، استفاده از تراکم بوته مطلوب در واحد سطح و کاربرد تنظیم‌کننده‌های رشد (کندکننده‌ها) بهره جست (۷).

نتایج پژوهش‌ها حاکی از آن است که تراکم بوته اثر معنی‌داری بر نمو کلزا نداشته و تنها در شرایط تنش‌ها و محدودیت‌های شدید محیطی در اثر زیادی تراکم بوته، ممکن است نمو بوته‌ها تسریع شود. همراه با افزایش تراکم بوته، وزن خشک و اجزای عملکرد هر بوته کاهش می‌یابد. لیکن، اغلب افزایش شمار بوته در واحد سطح سبب جبران کاهش عملکرد تک بوته گردیده، به نحوی که عملکرد در واحد سطح ثابت باقی می‌ماند، یا گاهی افزایش می‌یابد (۱۴). نیازکلزا به نیتروژن زیاد است (۱۶). پژوهش‌ها نشان داده که میزان نیتروژن مورد نیاز جهت تولید هر تن بذر کلزا حدود دو برابر مقدار مورد نیاز جهت تولید یک تن دانه گندم است. بنابراین، مدیریت کودهای نیتروژن‌دار یکی از مهمترین جنبه‌های تولید موفقیت‌آمیز کلزا می‌باشد (۱۵). کندکننده‌های رشد مصنوعی تأثیر خود را از طریق تغییر در میزان هورمون‌ها اعمال می‌کنند (۱۱). کلرمکوات‌کلرید یا سایکوسل (۲- کلرواتیل۳- متیل آمونیوم کلرید) که در دهه ۱۹۵۰ کشف شد تا به امروز یکی از مهمترین تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی می‌باشد (۸). کاربرد کندکننده‌های رشد در کلزا با عمودی‌تر شدن شاخه‌های فرعی، افزایش کلروفیل برگ‌ها و کاهش سطح هر برگ همراه بوده و باعث افزایش نفوذ نور به بخش‌های پایین سایه‌انداز گیاهی گشته و بدین ترتیب تعداد خورجین بیشتری در هر بوته تولید می‌گردد (۲۱ و ۲۹).

با توجه به اهمیت کشت کلزا و عدم انجام پژوهش‌های گسترده در خصوص واکنش این گیاه روغنی به تنظیم‌کننده‌های رشد در ایران، این پژوهش با هدف بررسی واکنش عملکرد و اجزای عملکرد کلزای پاییزه رقم طلایه به تراکم بوته، سطوح نیتروژن و سایکوسل طی دو آزمایش مزرعه‌ای و گلخانه‌ای در شرایط شیراز بوده است.

مواد و روش‌ها

الف) آزمایش مزرعه‌ای

این پژوهش در قالب دو آزمایش مزرعه‌ای و گلخانه‌ای اجرا شد. به منظور بررسی تأثیر چهار سطح نیتروژن (۸۰، ۱۴۰، ۲۰۰ و ۲۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار)، دو سطح تراکم (۷۰ و ۹۰ بوته در متر مربع) و سه سطح ماده کندکننده رشد سایکوسل (صفر، ۱/۴ و ۲/۸ لیتر در هکتار) بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد رقم طلایه کلزای پاییزه، آزمایشی در سال ۸۹-۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز واقع در باجگاه (طول جغرافیایی '۳۵ °۵۲ شرقی، عرض جغرافیایی '۴۰ °۲۹ شمالی و ۱۸۱۰ متر ارتفاع از سطح دریا) به‌صورت کرت‌های دوبار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار طراحی و اجرا شد، که در آن سطوح نیتروژن به عنوان فاکتور اصلی، تراکم بوته به عنوان فاکتور فرعی و سایکوسل به عنوان فاکتور فرعی فرعی در نظر گرفته شد. بر اساس نتیجه آزمایش تجزیه خاک، بافت خاک مزرعه لوم سیلتی، هدایت الکتریکی آن ۰/۶۸ دسی‌زیمنس بر متر، پ- هاش ۷/۵۶، نیتروژن کل ۰/۰۵۴ و فسفر ۲۲/۱۴ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک بود. مراحل تهیه زمین شامل شخم عمیق با گاوآهن و دو دیسک عمود بر هم جهت خرد کردن کلوخه‌ها و استفاده از ماله جهت تسطیح زمین قبل از کاشت بود. طول و عرض هر کرت آزمایشی برابر با ۳ متر بود. کاشت

در تاریخ ۱ مهرماه با استفاده از دستگاه خطی‌کار پنوماتیک با تراکم بیشتر از نیاز (۱۰ کیلوگرم بذر در هکتار) صورت گرفت. تراکم‌های مورد نظر با تنک کردن بوته‌ها در مرحله دو برگی به‌دست آمد. آبیاری در طول فصل رشد و بر حسب نیاز گیاه صورت گرفت. در هر دو آزمایش، محلول سایکوسل در مرحله جوانه‌های گل سبز (ZE, 3.3) (۲۸) با استفاده از دستگاه محلول‌پاش دقیق دستی با فشار ثابت ۳ بار روی بوته‌های کلزا پاشیده شد. کود نیتروژن نیز به دو قسمت تقسیم شده و در دو مرحله، یکی قبل از کاشت و دیگری بعد از خاتمه رشد طوقه‌ای و شروع رشد طولی ساقه (ZE, 3.5) به صورت سرک به هر کرت افزوده گردید. برای مبارزه با علف‌های هرز از علف‌کش پیش کاشت آمیخته با خاک تری فلورالین (ترفلان) به میزان ۲/۵ لیتر در هکتار استفاده شد. وجین علف‌های هرز با دست در دوره رویش انجام گرفت. برای کنترل شته از دو حشره‌کش متاسیستوکس (یک کیلوگرم در هکتار) و پریمور (۰/۵ کیلوگرم در هکتار) پس از مخلوط کردن با غلظت ۳/۵ و ۱/۶ در هزار استفاده گردید. در مزرعه، نمونه‌برداری‌های تخریبی با هدف مشاهده تأثیر تیمارها در طول فصل رشد و در مراحل رویشی، ساقه رفتن و گل‌دهی با انتخاب ۴ بوته به طور تصادفی صورت گرفت. تعیین عملکرد نهایی دانه با برداشت بوته‌ها در واحد سطح مزرعه صورت گرفت.

ب) آزمایش گلخانه‌ای

آزمایش گلخانه‌ای با استفاده از خاک مزرعه در گلدان‌های چهار کیلوگرمی و به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی بخش زراعت در تاریخ ۱۷ مهرماه انجام گرفت. فاکتورهای آزمایش شامل پنج سطح کود نیتروژن (صفر، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) و سه سطح سایکوسل (صفر، ۱/۴ و ۲/۸ لیتر در هکتار) بود. عملکرد نهایی در گلخانه در پایان فصل رشد با برداشت بوته‌ها صورت گرفت. وزن خشک بوته‌ها با گذاشتن آنها به مدت ۴۸ ساعت در آون در دمای ۷۰ درجه سلسیوس مشخص شد. داده‌های هر دو آزمایش با استفاده از برنامه SAS تجزیه آماری شده و میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ مقایسه شدند.

نتایج و بحث

تعداد خورجین در بوته

تعداد خورجین در بوته یکی از مهم‌ترین اجزای عملکرد است که پتانسیل عملکرد گیاه را تعیین می‌کند. زیرا خورجین‌ها از یک سو در برگیرنده دانه‌ها بوده و از طرفی تولید کننده مواد پرورده مورد نیاز دانه‌ها می‌باشند. تأثیر تیمار نیتروژن در هر دو آزمایش بر تعداد خورجین در بوته معنی‌دار گردید (جداول ۱ و ۲)، به صورتی‌که تعداد خورجین در بوته با افزایش میزان کود نیتروژن افزایش یافت (جدول ۳). اسکات و همکاران (۲۴) گزارش کردند که از میان اجزای عملکرد دانه کلزا، تعداد خورجین در بوته بیشترین تأثیر را از میزان کود نیتروژن مصرف شده می‌پذیرد. طبق نتایج برخی از پژوهش‌ها، استفاده از نیتروژن باعث افزایش معنی‌دار تعداد شاخه در هر بوته شده و از راه افزایش سطح فتوسنتزی و تولید مواد پرورده، موجب تبدیل تعداد بیشتری گل به خورجین می‌شود (۲۱ و ۲۶).

افزایش تراکم از ۷۰ به ۹۰ بوته در متر مربع باعث کاهش معنی‌دار تعداد خورجین در بوته گردید (جدول ۴). با افزایش تراکم بوته در واحد سطح، از شمار شاخه‌های فرعی و تعداد خورجین در بوته کاسته می‌شود (۱۲). در پژوهش حاضر، افزایش تراکم بوته در متر مربع این کاهش را جبران کرد و بیشترین تعداد خورجین در بوته از تراکم ۹۰ بوته بدست آمد (جدول ۴). کاربرد سایکوسل باعث تغییرات معنی‌دار تعداد خورجین در بوته نسبت به شاهد گردید (جداول ۱ و ۲). تفاوت بین تعداد خورجین در بوته در سطوح متفاوت کاربرد سایکوسل در هیچیک از آزمایش‌های مزرعه‌ای و گلخانه‌ای معنی‌دار نگردید (جدول ۵) که با نتایج پژوهش محقق و امام (۲۱) مطابقت دارد. بر طبق گزارش‌ها، کندکننده‌های رشد با کاهش ارتفاع بوته، عمودی‌تر کردن شاخه‌ها و افزایش قطر ساقه باعث افزایش تعداد شاخه‌های فرعی در بوته و افزایش کارایی فتوسنتز

جدول ۱. میانگین مربعات اثرهای اصلی و برهمکنش نیتروژن، تراکم بوته و غلظت‌های متفاوت سایکوسل بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد دانه کلزای پاییزه در مزرعه

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد خورجین در بوته	تعداد دانه در خورجین	وزن هزار دانه	وزن خشک هر بوته	عملکرد دانه
تکرار	۲	۲۳۹/۵۹	۴/۰۱	۰/۰۴۶	۱/۴۸	۳۰۰/۰۳
نیتروژن	۱	۸۶۱۶/۹۰**	۱۱/۷۵**	۰/۰۸۳	۱۶۱/۹۲**	۳۰۰۳۵/۴۵**
خطای (نیتروژن)	۲	۷۲۱/۴۸	۱/۹۴	۰/۵۷۳	۱۰/۰۴	۳۱۰۴/۲۱
تراکم بوته	۳	۲۰۶۸۹/۱۷**	۱۱/۴۸*	۰/۰۳۵	۳۱/۷۸	۵۶۳۴۷/۲۴**
تراکم بوته × نیتروژن	۳	۲۷۸۱/۷۹	۰/۲۳	۰/۰۲۵	۰/۵۳	۷۶/۸۹
خطای (تراکم بوته)	۱۲	۶۸۵/۷۱	۲/۵۹	۰/۳۶۶	۲/۰۶	۱۴۲۲/۲۶
سایکوسل	۲	۵۳۷۱۲/۱۹**	۵۹/۸۳**	۰/۱۱۰	۸۲۸/۱۳**	۹۳۶۵۲/۷۷**
سایکوسل×تراکم	۲	۹۹۵/۱۲	۲/۲۱	۰/۰۱۵	۰/۴۳	۲۲۳/۲۲
سایکوسل×نیتروژن	۶	۶۳۹/۵۰	۰/۰۸	۰/۰۲۷	۶/۲۰	۹۵۰/۰۰
اثر متقابل سه گانه	۶	۷۳۰/۵۲	۱/۰۶	۰/۰۱۷	۲/۷۴	۴۴۲/۴۴
خطای آزمایش	۳۲	۷۲۷/۴۷	۱/۷۷	۰/۲۳۳	۹/۱۴	۲۴۱۹/۶۱
ضریب تغییرات	٪	۱۴/۱۸	۸/۵۶	۱۲/۴۱	۱۱/۴۱	۹/۹۶

** و *: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪.

جدول ۲. میانگین مربعات اثرهای اصلی و برهمکنش نیتروژن و غلظت‌های متفاوت سایکوسل بر عملکرد دانه و اجزای آن در کلزای پاییزه در گلخانه

منابع تغییرات	درجات آزادی	تعداد خورجین در بوته	تعداد دانه در خورجین	وزن هزار دانه	وزن خشک هر بوته	عملکرد دانه
سایکوسل	۲	۱۲۹۵۴/۹۵**	۳۱/۹۰**	۰/۴۲	۱۲/۵۵**	۲۸/۹۷**
نیتروژن	۴	۱۹۶۹/۴۹**	۵۹/۸۴**	۰/۱۱	۳۴/۷۷*	۴۰/۴۰**
سایکوسل×نیتروژن	۸	۷۴/۰۶	۳/۶۳	۰/۱۰	۰/۲۴	۶/۷۷**
خطای آزمایش	۳۰	۸۴/۸۹	۲/۶۳	۰/۳۶	۰/۱۵	۱/۲۱
ضریب تغییرات	٪	۹/۸۸	۱۰/۹۹	۱۵/۲۳	۵/۱۲	۱۵/۷۷

** و *: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪.

جدول ۳. مقایسه میانگین‌های صفات مورد مطالعه تحت تأثیر تیمار نیتروژن در مزرعه

نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	میانگین‌ها				
	تعداد خورجین در بوته	تعداد دانه در خورجین	وزن هزار دانه (گرم)	وزن خشک هر بوته (گرم)	عملکرد دانه (گرم در متر مربع)
۸۰	۱۶۴/۶۲ c	۱۴/۸۱ b	۳/۸۵ a	۲۳/۵۸ b	۴۴۳/۸۹ c
۱۴۰	۱۸۱/۹۴ bc	۱۴/۹۳ b	۳/۸۹ a	۲۴/۴۷ b	۴۷۷/۳۳ b
۲۰۰	۲۱۸/۶۳ a	۱۶/۴۴ a	۳/۹۳ a	۲۸/۰۱ a	۵۳۳/۱۷ a
۲۶۰	۱۹۵/۷۳ b	۱۶/۰۵ a	۳/۹۰ a	۲۹/۹۷ a	۵۲۰/۱۳ a

در هر ستون، میانگین‌های با حروف مشابه اختلاف معنی‌داری ندارند ($LSD \leq 0.05$).

جدول ۴. مقایسه میانگین‌های صفات مورد مطالعه تحت تأثیر تراکم بوته در مزرعه

تراکم بوته (بوته در مترمربع)	میانگین‌ها				
	تعداد خورجین در بوته	تعداد دانه در خورجین	وزن هزار دانه (گرم)	وزن خشک هر بوته (گرم)	عملکرد دانه (گرم در متر مربع)
۷۰	۲۰۷/۱۸ a	۱۵/۹۵ a	۳/۸۳ a	۲۷/۱۷ a	۴۶۵/۶۵ b
۹۰	۱۷۳/۲۵ b	۱۵/۱۵ b	۳/۹۵ a	۲۵/۸۴ a	۵۲۱/۶۰ a

در هر ستون، میانگین‌های با حروف مشابه اختلاف معنی‌داری ندارند ($LSD \leq 0.05$).

جدول ۵. مقایسه میانگین‌های صفات مورد مطالعه تحت تأثیر سایکوسل در مزرعه

سایکوسل (لیتر در هکتار)	میانگین‌ها				
	تعداد خورجین در بوته	تعداد دانه در خورجین	وزن هزار دانه (گرم)	وزن خشک هر بوته (گرم)	عملکرد دانه (گرم در متر مربع)
۰	۱۳۶/۳۱ b	۱۷/۳۴ a	۳/۹۶ a	۳۵/۷۵ b	۴۲۱/۶۷ b
۱/۴	۲۰۹/۶۳ a	۱۴/۹۸ b	۳/۹۰ a	۴۱/۱۸ a	۵۲۵/۲۶ a
۲/۸	۲۲۴/۷۶ a	۱۴/۳۴ b	۳/۸۳ a	۴۱/۶۳ a	۵۳۳/۹۶ a

در هر ستون، میانگین‌های با حروف مشابه اختلاف معنی‌داری ندارند ($LSD \leq 0.05$).

گشته و از این راه بر تعداد خورجین در بوته می‌افزایند (۱۰). به علاوه، سایکوسل در تراکم زیادتر بوته‌ها بیشترین تأثیر را از راه کاهش طول میان‌گره‌های ساقه به جا می‌گذارد (۹).

تعداد دانه در خورجین

نیتروژن در هر دو آزمایش تأثیر بسیار معنی‌داری بر تعداد دانه در خورجین داشت (جداول ۱ و ۲). افزایش میزان کود نیتروژن از ۸۰ به ۲۶۰ کیلوگرم در هکتار موجب ازدیاد تعداد دانه در خورجین در شرایط مزرعه گردید (جدول ۳). به نظر می‌رسد که افزایش تعداد دانه در خورجین به دلیل اثر نیتروژن در رشد اندام‌های گیاه مانند تعداد شاخه در بوته (۱۰)، افزایش طول ساقه، شاخص سطح برگ و در نهایت

افزایش تعداد دانه در بوته می‌باشد.

با افزایش تراکم بوته، تعداد دانه در خورجین تغییرات معنی‌داری داشت (جداول ۱و ۲). بیشترین تعداد دانه در خورجین از تراکم ۷۰ بوته در متر مربع به‌دست آمد (جدول ۴) که نتایج حاصل از این آزمایش با یافته‌های کاظمینی و همکاران (۱۶) مطابقت دارد. بر طبق گزارش پژوهشگران، افزایش رقابت گیاهی و بسته شدن سریعتر کانوپی با افزایش تراکم بوته در واحد سطح، سبب عدم توزیع مناسب تابش نور و کاهش تولید مواد پرورده لازم برای تشکیل دانه‌ها می‌شود (۱۲ و ۱۷). استفاده از سایکوسل تأثیر معنی‌دار (کاهشی) بر تعداد دانه در خورجین در هر دو آزمایش در سطح ۱٪ داشت (جداول ۱ و ۲). مصرف سایکوسل با افزایش تعداد خورجین در بوته همراه است و بر طبق گزارش آرمسترانگ و نیکول (۲) تعداد دانه در خورجین و تعداد خورجین در بوته با یکدیگر هم‌بستگی منفی دارند.

وزن هزار دانه

روند تغییرات وزن هزار دانه نسبت به اعمال تیمارهای مختلف نیتروژن، تراکم بوته و سایکوسل تفاوت قابل توجهی نشان نداد (جداول ۱ و ۲)، به نحوی که تمام تیمارها از نظر وزن هزار دانه در یک گروه آماری قرار داشتند. وزن هزاردانه از پایدارترین اجزای عملکرد دانه کلزا است که تحت تأثیر شرایط محیطی قرار نگرفته و یک ویژگی به نسبت ثابت ژنتیکی می‌باشد (۱). در پژوهش حاضر نیز دستیابی به نتیجه مشابه در هر دو آزمایش گلخانه‌ای و مزرعه‌ای مؤید همین موضوع می‌باشد.

وزن خشک بوته

تأثیر تیمار سایکوسل در هر دو سطح ۱/۴ و ۲/۸ لیتر در هکتار بر وزن خشک بوته در هر دو آزمایش معنی‌دار گردید (جداول ۱ و ۲). کاربرد سایکوسل موجب افزایش وزن هر بوته در هر دو آزمایش شد (جداول ۵ و ۷). این نتایج با گزارش ژو و ی (۲۹) که نشان دادند تیمار محلول‌پاشی پاکلوبوترازول در مرحله رشد طولی ساقه باعث افزایش وزن خشک بوته‌ها می‌گردد هماهنگ است. بنا بر گزارش برخی پژوهشگران، تیمار کندکننده رشد در زمان مطلوب و با غلظت مناسب، باعث افزایش وزن خشک بوته‌های کلزا می‌گردد (۲). در پژوهش حاضر، بیشترین میزان وزن خشک بوته در هر دو آزمایش از تیمار ۲/۸ لیتر در هکتار سایکوسل به‌دست آمد (جداول ۵ و ۷).

کاربرد نیتروژن باعث تغییر وزن خشک هر بوته گردید (جداول ۱ و ۲). به نظر می‌رسد که مصرف نیتروژن از طریق افزایش سطح و دوام برگ و غلظت نیتروژن برگ باعث افزایش میزان فتوسنتز در واحد سطح شده و تجمع ماده خشک را افزایش می‌دهد (۱۰). بر طبق پژوهش‌های انجام شده، شواهد زیادی مبنی بر افزایش قابل توجه وزن تک بوته و عملکرد بیولوژیک به دنبال مصرف نیتروژن وجود دارد (۲۱). بیشترین میزان وزن خشک بوته در مزرعه از تیمار ۲۶۰ و در گلخانه از تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به‌دست آمد (جداول ۳ و ۵).

افزایش تراکم بوته باعث کاهش وزن خشک هر بوته گردید؛ هر چند این کاهش معنی‌دار نبود (جداول ۱ و ۴). بر طبق یافته‌ها، افزایش تراکم بوته با ایجاد رقابت بین بوته‌ها در جذب آب و عناصر غذایی باعث کاهش ماده خشک تولیدی در هر بوته می‌گردد (۱۱ و ۱۸).

عملکرد دانه

افزایش مصرف نیتروژن در هر دو آزمایش باعث تغییر معنی‌دار عملکرد دانه کلزا در سطح ۱٪ شد (جداول ۱ و ۲). کاربرد نیتروژن با افزایش سطح سبز، طول دوره گل‌دهی و باروری بیشتر گل‌ها سبب افزایش تولید مواد فتوسنتزی و در نتیجه افزایش تعداد خورجین در بوته شده که موجبات افزایش عملکرد دانه را فراهم می‌کند (۲۱). بر طبق نتایج برخی پژوهش‌ها، عملکرد دانه کلزا تا حد زیادی تحت تأثیر تعداد

جدول ۶. مقایسه میانگین‌های صفات مورد مطالعه تحت تأثیر تیمار نیتروژن در گلخانه

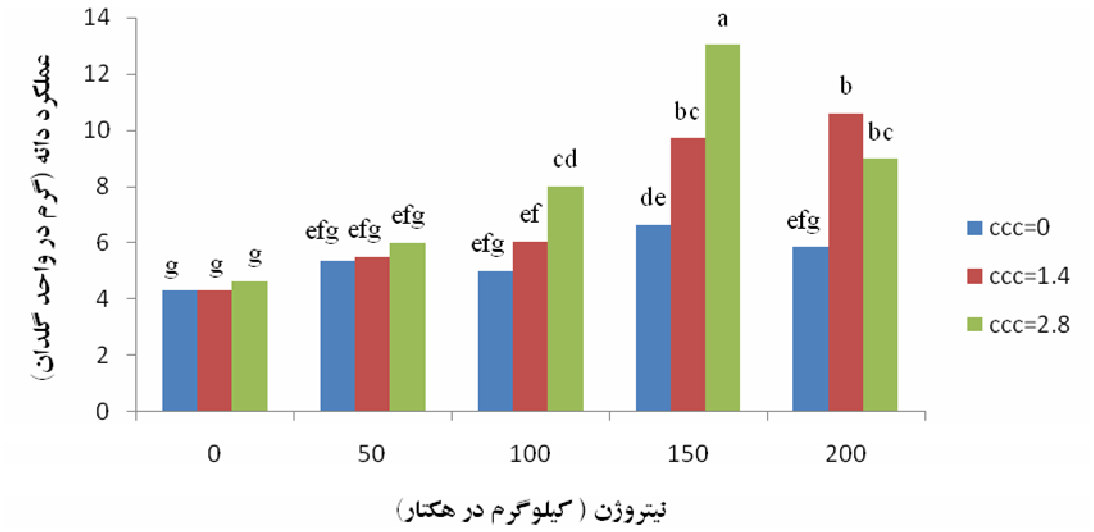
نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	میانگین‌ها			
	تعداد خورجین در بوته	تعداد دانه در خورجین	وزن هزار دانه (گرم)	وزن خشک هر بوته (گرم)
۰	۲۵/۵۰ c	۱۱/۱۱ c	۳/۸۰ a	۴/۵۹ d
۵۰	۳۱/۴۰ c	۱۳/۸۹ b	۳/۹۳ a	۷/۳۱ c
۱۰۰	۵۲/۷۷ b	۱۴/۴۰ b	۳/۹۴ a	۷/۹۱ b
۱۵۰	۷۷/۰۹ a	۱۶/۸۳ a	۴/۰۵ a	۹/۳۳ a
۲۰۰	۶۰/۳۶ ab	۱۷/۶۱ a	۴/۰۷ a	۹/۴۰ a

در هر ستون میانگین‌های با حروف مشابه اختلاف معنی‌داری ندارند (LSD≤ 0.05).

جدول ۷. مقایسه میانگین‌های صفات مورد مطالعه تحت تأثیر سایکوسل در گلخانه

سایکوسل (لیتر در هکتار)	میانگین‌ها			
	تعداد خورجین در بوته	تعداد دانه در خورجین	وزن هزار دانه (گرم)	وزن خشک هر بوته (گرم)
۰	۵۹/۵۲ a	۱۶/۳۰ a	۴/۰۹ a	۴/۶۶ b
۱/۴	۹۶/۷۶ a	۱۴/۴۶ b	۴/۱۱ a	۸/۱۱ a
۲/۸	۱۰۳۸/۴ a	۱۳/۵۰ b	۴/۱۳ a	۸/۴۹ a

در هر ستون، میانگین‌های با حروف مشابه اختلاف معنی‌داری ندارند (LSD≤ 0.05).



شکل ۱. میانگین عملکرد دانه در واحد گلدان تحت تأثیر نیتروژن و میزان CCC مصرفی.

ستون‌هایی که دارای حروف مشترک هستند اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ ندارند.

خورجین در بوته قرار دارد (۷) و نیتروژن نیز از اثرگذارترین عوامل در افزایش خورجین‌ها می‌باشد (۱۰). تأثیرگذاری نیتروژن بر سایر اجزای عملکرد دانه کلزا نظیر وزن هزار دانه، که دیرتر تشکیل می‌شوند، کمتر است (۳، ۲۲، ۲۳ و ۲۷). شایان توجه است که کاربرد زیاد نیتروژن موجب خوابیدگی و تأخیر در رسیدگی دانه‌ها می‌شود (۲۰ و ۲۵). در پژوهش حاضر نیز استفاده از ۲۶۰ در مقایسه با ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار نه تنها موجب افزایش عملکرد دانه نگردید، بلکه آن را کاهش نیز داد؛ همین نتیجه در آزمایش گلخانه‌ای تکرار گردید.

استفاده از سایکوسل در هر دو آزمایش باعث افزایش معنی‌دار عملکرد دانه گردید (جداول ۱ و ۲). بیشترین عملکرد دانه در هر دو آزمایش از تیمار ۲/۸ لیتر در هکتار سایکوسل به‌دست آمد (جداول ۵ و ۶) که با نتایج به‌دست آمده توسط محقق و امام (۲۱) در کلزا و شکوفا و امام (۲۵) در گندم مطابقت دارد. البته افزایش عملکرد دانه نسبت به ۱/۴ لیتر در هکتار معنی‌دار نبود (جدول ۵). بنا بر نتایج برخی پژوهشگران، کاربرد کندکننده‌های رشد در کلزا با عمودی‌تر شدن شاخه‌های فرعی و افزایش تیرگی برگ‌ها باعث افزایش نفوذ تابش به بخش‌های پایینی سایه‌انداز می‌گردد و بدین ترتیب خورجین‌های بیشتری در هر بوته تولید شده که منجر به افزایش عملکرد می‌شود (۲۵ و ۲۶). یافته‌های برنت و مک‌گرگور (۴) حاکی از آن است که استفاده از کندکننده‌های رشد در کلزای زمستانه باعث افزایش جذب نیتروژن از طریق ریشه‌ها شده و افزایش عملکرد دانه در کلزا را به دنبال دارد.

افزایش تراکم بوته، عملکرد تک بوته را کاهش داد. اما به دلیل افزایش تعداد بوته در واحد سطح، عملکرد دانه کلزا در تراکم ۹۰ بوته در متر مربع افزایش معنی‌داری را نشان داد (جداول ۱ و ۵) که با نتایج به‌دست آمده توسط فتحی و همکاران (۱۲) مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری

به طور کلی، نتایج پژوهش حاضر نشان داد که افزایش تراکم از ۷۰ به ۹۰ بوته در متر مربع با کاهش معنی‌دار تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین و وزن خشک هر بوته کلزای پائیزه رقم طلایه همراه بود. لیکن، عملکرد دانه را به طور معنی‌داری افزایش داد. کاربرد سایکوسل باعث افزایش تعداد خورجین در بوته و وزن خشک هر بوته و در نهایت عملکرد دانه کلزا گردید. برهمکنش سایکوسل و نیتروژن در آزمایش گلخانه‌ای معنی‌دار بود و بیشترین عملکرد دانه از کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و ۲/۸ لیتر در هکتار سایکوسل به‌دست آمد (شکل ۱). استفاده از مقدار بهینه نیتروژن (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار در آزمایش مزرعه‌ای و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار در آزمایش گلخانه‌ای) باعث افزایش اجزای عملکرد و عملکرد دانه کلزا گردید. بیشترین عملکرد دانه کلزا از تراکم ۹۰ بوته در متر مربع، ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن و ۲/۸ لیتر سایکوسل در هکتار به‌دست آمد. ولی در کل، به نظر می‌رسد کاربرد ۱/۴ لیتر سایکوسل، علاوه بر افزایش عملکرد، از لحاظ اقتصادی نیز به‌صرفه‌تر باشد.

منابع مورد استفاده

1. Angadi, S. V., H. W. Cutforth, B. G. McConkey and Y. Gan. 2003. Yield adjustment by canola grown at different plant populations under semiarid conditions. *Crop Science* 43: 1358-1366.
2. Armstrong, E. L. and H. I. Nicol. 1991. Reducing height and lodging in rapeseed with growth regulators. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 31: 245-250.
3. Bilsborrow, P. E., E. J. Evans and F. J. Zhao. 1993. The influence of spring nitrogen on yield, yield components and glucosinolate content of autumn-sown oilseed rape (*Brassica napus)*. *The Journal of Agricultural Science* 120: 219-224.
4. Brandt, S. A. and D. I. McGregor. 1997. Canola response to growing season and climatic conditions. Proceedings of the Workshop on Soils and Crops 97, Saskatoon, SK, Canada, February 20-21, 1997, University Ext. Press, Saskatoon, SK, Canada, pp. 322-328.

5. Chapman, J. F., D. H. Scabisbrick and R. W. Daniels. 1983. The effect of Terpal on the yield and yield component of oil seed rape. *The Journal of Agricultural Science* 100: 745-748.
6. Child, R. D., D. R. Butler and D. E. Evans. 1989. Effects of changes in canopy structure with growth retardants on the yield of oilseed rape. Proceedings Annual Meeting, Plant Growth Regulator Society of America, CAB International, pp. 173-179.
7. Emam, Y. and M. N. Eilkaie. 2002. Effect of plant density and chlormequat chloride (CCC) on morphological characteristics and grain yield of winter oilseed rape cv. Talayeh. *Iranian Journal of Crop Science* 4: 1-8.
8. Emam,Y. and H. R. Karimi. 1996. Influence of chlormequat chloride on five winter barley cultivars. *Iran Agriculture Research* 15: 89-104.
9. Emam, Y. and G. R. Moaied. 2000. Effect of planting density and chlormequat chloride on morphological and physiological characteristics of winter barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivar "Valfajr". *Journal of Agricultural Science and Technology* 2: 75-83.
10. Emam, Y. and M. Niknejad. 2004. An Introduction to the Physiology of Crop Yield. 2nd Ed., Shiraz University Press, 571 p.
11. Emam, Y. and M. J. Seghatoleslami. 2005. Crop Yield, Physiology and Processes. Shiraz University Press, 593 p.
12. Fathi, G., A. Bani-Saeidi, S. A. Siadat and F. Ebrahimpour. 2002. Effect of different levels of nitrogen fertilizer and plant density on seed yield of colza cv. PF 7045 under Khuzestan province conditions. *Scientific Journal of Agriculture* 25: 43-58. (In Farsi).
13. Food and Agriculture Organization (F.A.O). 2009. Available at http:\\ faostat.fao.org/site/567/efault.aspx. Last accessed on 01/12/2009.
14. Grant, C. A. and L. D. Bailey. 1993. Fertility management in canola production. *Canadian Journal of Plant Science* 73: 651-670.
15. Johnston, A. M., E. N. Johnston, K. J. Kirlkland and F. C. Stevenson. 2002. Nitrogen fertilizer placement for fall and spring seeded *Brassica napus* canola. *Canadian Journal of Plant Science* 82: 15-20.
16. Kazemeini, S. A., M. Edalat, A. Shekoofa and R. Hamidi. 2010. Effects of nitrogen and plant density on rapeseed (*Brassica napus* L.) yield and yield components in southern Iran. *Journal of Applied Science* 10: 1461-1465.
17. Leach, J. E., R. J. Darby, I. H. Williams, B. D. L. Fitt and C. J. Rawlinson. 1994. Factors affecting growth and yield of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). *The Journal of Agricultural Science* 122: 405-413.
18. Major, D. J., J. B. Bole and W. A. Charnetski. 1978. Distribution of photosynthates after $^{14}CO_2$ assimilation by stems, leaves and pods of rape plants. *Canadian Journal of Plant Science* 58: 783-787.
19. Mehmet, O. Z. 2008. Nitrogen rate and plant population effects on yield and yield components in soybean. *African Journal of Biotechnology* 7: 4464-4470.
20. Miri, H. R., Y. Emam and Gh. Nourmohammadi. 2007. Evaluation of some morphophysiological traits involved in yield improvement of rapeseed in Fars province. *Agricultural Science* 17: 101-118. (In Farsi).
21. Mohaghegh, R. and Y. Emam. 2009. Response of two oilseed rape cultivars to different cycocel and nitrogen levels. *Iranian Journal of Field Crop Research* 7: 615-624. (In Farsi).
22. Ozer, H. 2003. Sowing date and nitrogen rates effects on growth, yield and yield components of two summer rapeseed cultivars. *European Journal of Agronomy* 19: 453-463.
23. Rathke, G. W., O. Christen and W. Diepenbrock. 2005. Effects of nitrogen source and rate on productivity and quality of winter oilseed rape grown in different crop rotations. *Field Crops Research* 94: 103-113.
24. Scott, R. K., E. A. Ogunremi, J. D. Ivins and N. J. Mendham. 1973. The effect of fertilizers and harvest date on growth and yield of oilseed rape sown in autumn and spring. *The Journal of Agricultural Science* 81: 277-285.
25. Shekoofa, A. and Y. Emam. 2008. Effects of nitrogen fertilization and plant growth regulators (PGRs) on yield of wheat (*Triticum aestivum* L.) cv. Shiraz. *Journal of Agricultural Science and Technology* 10: 101-108.
26. Solaimanzadeh, H., N. Latifi and A. Soltani. 2004. Study of relationship between phenological and morphological features of grain yield in rape seed. 8th Congress of Agronomy and Plant Breeding Sciences, University of Guilan.
27. Taylor, A. J., C. J. Smith and I. B. Wilson. 1991. Effect of irrigation and nitrogen fertilizer on yield, oil content, nitrogen accumulation and water use of canola. *Fertilizer Research* 29: 249-260.
28. Zavareh, M. and Y. Emam. 2000. An identification guide for rapeseed (*Brassica napus* L.) developmental stages. *Iranian Journal of Crop Science* 2: 1-14.
29. Zhou, W. and Q. Ye. 1996. Physiological and yield effects of uniconazole on winter rape (*Brassica napus* L.). *Journal of Plant Growth Regulation* 15: 69-73.