دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال دوازدهم، شماره چهل و دوم، ۱۳۹۹

اثر محلول‌پاشی کلرمکوات‌کلراید و کاربرد مقادیر متفاوت کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزا (*Brassica napus* L.)

علیرضا عمادی[۱]، هادی پیرسته‌انوشه[۲]

دریافت: ۹۵/۲/۲۱ پذیرش: ۹۵/۷/۲۷

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر غلظت‌های مختلف کلرمکوات‌کلراید بر عملکرد، اجزای عملکرد و کیفیت دانه کلزا در سطوح مختلف کود نیتروژن آزمایشی مزرعه‌ای به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ در مرودشت انجام گردید. تیمارها عبارت بودند از کود نیتروژن در چهار سطح ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار و محلول‌پاشی با غلظت‌های مختلف کلرمکوات‌کلراید کلرید در سه سطح صفر، ۱/۵ و ۳ گرم در لیتر. در این پژوهش تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، وزن صددانه، عملکرد دانه و بیولوژیک، درصد پروتئین و روغن دانه اندازه‌گیری شد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر نیتروژن بر همه صفات، کلرمکوات‌کلراید کلرید بر همه صفات به‌جز وزن صددانه و برهمکنش نیتروژن و کلرمکوات‌کلراید بر همه صفات به‌جز وزن صددانه و درصد پروتئین دانه معنی‌دار بود. نیتروژن و کلرمکوات‌کلراید تأثیر مثبت و معنی‌داری بر عملکرد و اجزای عملکرد و همچنین درصد پروتئین و روغن دانه داشتند. به‌طورکلی، افزایش نیتروژن تا سطح ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار با افزایش کمیت و کیفیت محصول کلزا همراه بود و افزایش بیشتر از آن تأثیر معنی‌داری بر اجزای عملکرد نداشت، ولی درصد روغن دانه را کاهش داد. بین غلظت‌های ۱/۵ و ۳ گرم در لیتر کلرمکوات‌کلراید تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. در شرایط بدون کلرمکوات‌کلراید، نیتروژن تا سطح ۱۵۰ و در شرایط محلول‌پاشی کلرمکوات‌کلراید نیتروژن تا سطح ۲۰۰ کیلوگرم باعث افزایش معنی‌دار عملکرد دانه گردید. به‌طورکلی، کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار توأم با محلول‌پاشی کلرمکوات‌کلراید با غلظت ۳ گرم در لیتر برای شرایط مشابه این آزمایش قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: اوره، پروتئین، خورجین، روغن، کندکننده رشد.

عمادی، ع. و ه. پیرسته انوشه. ۱۳۹۹. اثر محلول‌پاشی کلرمکوات‌کلراید و کاربرد مقادیر متفاوت کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزا (*Brassica napus* L.). مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۴۲: ۱۱-۱.

۱- گروه زراعت، واحد مرودشت، دانشگاه آزاد اسلامی، مرودشت، ایران

۲- مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران- مسئول مکاتبات. h.pirasteh.a@gmail.com

مقدمه

کلزا، یکی از سه محصول روغنی مهم دنیا پس از سویا و نخل است که کیفیت روغن آن بسیار مناسب می‌باشد. در حدود ٤١ درصد روغن تولیدشده در ایران از کلزا استحصال می‌شود (میرزاپور و همکاران، ۱۳۹۳). کلزا به دلیل داشتن صفات و ویژگی‌هایی نظیر ترکیب مناسب اسیدهای چرب روغن ارقام اصلاح‌شده ، توانایی جوانه‌زنی و رشد در دماهای پایین و سازگاری نسبتاً خوب این گیاه با شرایط آب‌وهوایی مختلف، امکان کشت در مناطق وسیعی از کشور را دارد (سیدشریفی و همکاران، ۱۳۹۰). بر اساس آمار ارائه‌شده فائو تولید جهانی کلزا در سال ۲۰۱۳ معادل ۷۲/۷ میلیون تن از سطحی برابر با ۳٦/٥ میلیون هکتار به دست آمد. کانادا، چین، هند، آلمان و فرانسه عمده‌ترین کشورهای تولیدکننده کلزا در جهان هستند. تولید سالانه کلزا در ایران ۳۵۰ هزار تن در سال ۲۰۱۳ تخمین زده‌شده است که از مساحتی معادل ۱۷۰ هزار هکتار برداشت‌شده است. میانگین عملکرد کلزا در ایران (۲/۰٥ کیلوگرم در هکتار) کمی بالاتر از متوسط جهانی (۱/۹۹ کیلوگرم در هکتار) است (فائو، ۲۰۱۳).

در حدود ٥۰ درصد از افزایش محصول گیاهان بستگی به مصرف کودهای شیمیایی دارد و دراین‌بین سهم کود نیتروژن نسبت به سایر کودها زیادتر است (جانستون و همکاران، ۲۰۰۲). اهمیت مصرف نیتروژن به دلیل نقش مهم این عنصر در بسیاری از واکنش‌های بیوشیمیایی گیاه است. در کلزا مصرف کودهای نیتروژن دار سبب افزایش تجزیه بقایای گیاهی و آزاد شدن نیتروژن و فسفر از آن‌ها می‌گردد که ازلحاظ اکولوژیک مهم است (آرکاند و همکاران، ۲۰۱۳). کلزا نیاز زیادی به کود نیتروژن دارد و استفاده از کود نیتروژن برای افزایش عملکرد آن ضروری می‌باشد. اثر نیتروژن بر معیارهای مختلف رشد مانند تعداد شاخه‌های فرعی در بوته، جوانه گل در گیاه و افزایش طول ساقه و تعداد دانه مثبت بوده و باعث افزایش عملکرد در گیاه می‌گردد (دیپنبورک، ۲۰۰۰). کلزا به کاربرد مقادیر کافی نیتروژن بسیار حساس است. مدیریت کودهای نیتروژن دار یکی از مهم‌ترین جنبه‌های تولید موفقیت‌آمیز کلزا می‌باشد. مدیریت نیتروژن باید به‌گونه‌ای باشد که ضمن دستیابی به حداکثر عملکرد اقتصادی، احتمال آلودگی محیط‌زیست به حداقل برسد.

باد معمولاً در موقع تشکیل خورجین‌ها و سنگین بودن آن‌ها می‌تواند موجب ورس در گیاه کلزا گردد (دیپنبورک، ۲۰۰۰). مصرف بیش‌ازحدبهینه نیتروژن باعث تحریک بیش‌ازحد رشد رویشی شده و درنتیجه امکان ورس نیز افزایش می‌یابد (امام و نیک نژاد، ۱۳۹۰). افزایش آلودگی‌های آب‌های زیرزمینی، تجمع مقادیر سمی نیترات در بافت گیاه و افزایش هزینه‌های تولید از سایر تبعات کاربرد مقادیر زیاد از حد نیتروژن است (آرکاند و همکاران، ۲۰۱۳). علاوه بر مدیریت عوامل زراعی مانند مقدار کود، تراکم کاشت و آبیاری، کاربرد کندکننده‌های رشد نیز می‌تواند باعث جلوگیری از ورس گردد (امام و نیک نژاد، ۱۳۹۰). کندکننده‌های رشد ترکیباتی آلی می‌باشند که در غلظت‌های کم مورداستفاده قرارگرفته و تأثیر خود را بر فرایندهای فیزیولوژیک رشد و نمو گیاه از طریق تغییر در میزان هورمون‌ها ایجاد می‌کنند (پیرسته انوشه و امام، ۱۳۹۱الف). کلرمکوات‌کلراید (۲-کلرواتیل۳-متیل آمونیوم کلرید،) یا سایکوسل (CCC) در دهه ۱۹۵۰ توسط تولبرت کشف شد و تا به امروز یکی از مهم‌ترین تنظیم‌کننده‌های رشد برای گیاهانی چون کلزا و غلات می‌باشد (امام و نیک نژاد، ۱۳۹۰). کلرمکوات‌کلراید از طریق اختلال در چرخه بیوسنتز جیبرلیک اسید از میزان این ماده در گیاهان کاسته و مانع از رشد طولی میانگره‌های ساقه شده و از خوابیدگی آن‌ها جلوگیری می‌کند (آرمسترانگ و نیکول، ۱۹۹۱).

استفاده از کلرمکوات‌کلراید به‌عنوان یک بازدارنده رشد در کلزا (نامجویان و غدیری، ۱۳۸٤؛ مجد و امام ، ۱۳۹۲؛ آکین رایند؛ ۲۰۰٦) و سایر گیاهان مختلف همچون سویا (بورا و سامارا، ۲۰۰٦)، پنبه (پراساد و پراساد، ۱۹۹٤) و گندم (پیرسته-انوشه و امام، ۱۳۹۱ب) باعث افزایش عملکرد دانه می‌گردد. نامجویان و غدیری (۱۳۸٤) گزارش کردند که کاربرد کندکننده-های رشد در کلزا با عمودی‌تر شدن شاخه‌های فرعی، افزایش کلروفیل برگ‌ها و کاهش میزان سطح هر برگ باعث افزایش نفوذ نور به بخش‌های پایین سایه‌انداز گیاهی می‌گردد و بدین ترتیب تعداد خورجین بیشتری در بوته تولید می‌گردد. این محققین همچنین اظهار داشتند که بیشترین عملکرد دانه کلزا رقم طلایه از کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن و ۲/۸ لیتر کلرمکوات-کلراید در هکتار به‌دست آمد. همچنین آکین رایند (۲۰۰٦) نشان داد که برای افزایش عملکرد دانه برنج می‌توان کاربرد کودهای نیتروژن‌دار و تنظیم‌کننده‌های رشد را توصیه کرد و اثرات متقابل آن‌ها نیز منجر به افزایش کارایی نیتروژن می‌شود. بااین‌وجود، پژوهش‌های بیشتری برای بررسی نقش کندکننده‌های رشد در افزایش تولید گیاهان روغنی موردنیاز است. با توجه به مطالب فوق، هدف از انجام این مطالعه بررسی تأثیر محلول‌پاشی کلرمکوات‌کلراید کلراید در غلظت‌های متفاوت بر عملکرد و

اجزای عملکرد و همچنین درصد روغن دانه گیاه کلزا در سطوح متفاوت کود نیتروژن بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت در طول سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ (با مختصات جغرافیایی ´۵۴ °۲۹ شمالی، ´۵۰ °۵۲ شرقی و ۱۶۱۱ متر ارتفاع از سطح دریا) اجرا گردید. نتایج آزمون خاک محل مورد آزمایش در جدول ۱ آمده است. تیمارها ترکیبی از چهار سطح نیتروژن شامل ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار و سه غلظت محلول‌پاشی کلرمکوات‌کلراید کلرید شامل صفر، ۱/۵ و ۳ گرم در لیتر بودند که به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شدند. در این آزمایش از کلزا رقم هایولا۲۰ استفاده شد.

زمین محل آزمایش در سال قبل آیش بود. آماده‌سازی زمین شامل شخم با گاوآهن برگردان‌دار، دوبار دیسک عمود بر هم و تسطیح با لولر بود. پس از آماده‌سازی کرت‌های آزمایشی، بذر-های کاملاً یکنواخت و ضدعفونی شده کلزا در کرت‌های به ابعاد ۲×۳ متر در عمق ۵-۳ سانتی‌متری خاک به‌صورت دستی و به میزان ۱۰ کیلوگرم در هکتار در تاریخ کشت ۶ مهرماه ۱۳۹۳ کشت شدند. اولین آبیاری بلافاصله پس از کشت به‌صورت نشتی انجام شد. با توجه به بارش زمستانه، رطوبت خاک در حد ظرفیت مزرعه حفظ شد. پس از پایان باران زمستانه نیز، آبیاری برحسب نیاز گیاه با دور ۷- ۱۰ روز انجام شد.

جدول ۱- نتایج آزمون خاک در منطقه موردمطالعه در دو عمق خاک

عمق	اسیدیته	هدایت الکتریکی ($dS.m^{-1}$)	مواد آلی (%)	نیتروژن کل (%)	فسفر ($mg.kg^{-1}$)	پتاسیم ($mg.kg^{-1}$)	بافت
۰-۳۰	۷/۶۲	۰/۷۳	۰/۸۲	۰/۰۶۰	۱۲/۰۴	۵۴۰	لومی رسی
۳۰-۶۰	۷/۷۱	۰/۹۴	۰/۹۰	۰/۰۸۶	۱۶/۵۴	۵۰۵	

محلول‌پاشی کلرمکوات‌کلراید کلراید (Cycocel C4049 SIGMA با وزن مولکولی ۱۵۸/۰۷) در غلظت‌های مربوطه در مرحله ظهور جوانه‌های گل سبز با استفاده از یک دستگاه محلول‌پاش دقیق دستی با فشاری ثابت اعمال شد. در کرت‌های شاهد بدون مصرف کلرمکوات‌کلراید کلراید، به همان میزان آب محلول‌پاشی شد. محلول‌پاشی به مقدار ۶۰۰ لیتر در هکتار انجام شد. به‌منظور افزایش کارایی جذب و پیشگیری از تبخیر ماده تنظیم‌کننده رشد، عمل محلول‌پاشی در ساعات اولیه صبح و هوای آرام اعمال گردید. کود نیتروژن نیز به دو قسمت تقسیم‌شده و در دو مرحله یکی قبل از کاشت و دیگری بعد از خاتمه رشد طوقه‌ای و شروع رشد طولی ساقه به‌صورت سرک به هر کرت افزوده شد. پس از مصرف سرک نیتروژن آبیاری صورت گرفت تا کود به‌راحتی برای جذب در دسترس گیاه قرار گیرد.

در مرحله رسیدن کامل محصول با رعایت اثر حاشیه از هر طرف، بوته‌های یک مترمربع از وسط هر کرت به‌صورت کف بر برداشت گردید. علامت رسیدگی هنگامی بود که گیاه به رنگ کاهی درآمد و دانه‌ها در درون میوه به رنگ قهوه‌ای و یا سیاه مشاهده شدند. صفات موردراندازه‌گیری تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، وزن صددانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک و همچنین درصد پروتئین و روغن دانه بود. تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین با شمارش ده بوته از هر تکرار و وزن صددانه نیز از توزین چهار نمونه بذر صدتایی برای هر تکرار به دست آمد. بوته‌های برداشت‌شده از یک مترمربع از هر کرت، به مدت ۴۸ ساعت در آون تهویه دار در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک شدند. وزن کل بوته و وزن دانه‌ها به ترتیب به‌عنوان و عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه در نظر گرفته شد. پروتئین دانه با استفاده از روش کجلدال، و درصد روغن دانه بر اساس روش سوکسله با استفاده از حلال تتراکلرید کربن اندازه‌گیری گردید (امام و پیرسته انوشه، ۱۳۹۳). تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد و میانگین‌ها با آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال یک درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

تعداد خورجین در بوته به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر اثرات نیتروژن، کلرمکوات‌کلراید کلراید و برهمکنش آن‌ها قرار گرفت (جدول ۲). در هر سه سطح کاربرد کلرمکوات‌کلراید، افزایش مصرف نیتروژن تا سطح ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار باوجود برخی تفاوت‌ها باعث افزایش تعداد خورجین در بوته شد، ولی با افزایش نیتروژن به ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار تفاوت معنی‌داری در این صفت مشاهده نشد (شکل ۱). مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن در شرایط بدون کاربرد و غلظت های ۱/۵ و و۳/۰ گرم در لیتر کلرمکوات کلراید به ترتیب با افزایش ٤٥/١، ٤٩/٧ و ٥٢/٠ درصدی تعداد خورجین در بوته کلزا همراه بود. استفاده از نیتروژن باعث افزایش معنی‌دار تعداد شاخه فرعی در هر بوته کلزا شده و از راه افزایش سطح فتوسنتزی و تولید مواد پرورده موجب تبدیل تعداد بیشتری گل به خورجین بارور می‌شود (احمد و همکاران، ۲۰۰۷)؛ چنانچه طاهرخوانی (١٣٨٤)؛ مجد و امام (۱۳۹۲) و کاظمینی و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که بیشترین تعداد خورجین از کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد. در همه سطوح مصرف نیتروژن، محلول‌پاشی کلرمکوات‌کلراید کلراید باعث افزایش تعداد خورجین در بوته شد (شکل ۱)؛ ولی تفاوت معنی‌داری بین تعداد خورجین در تیمارهای ۱/۵ و ۳ گرم در لیتر کلرمکوات‌کلراید کلراید مشاهده نشد. به‌طور میانگین تعداد خورجین در بوته‌های کلزا تیمار شده با ۱/۵ و ۳ گرم در لیتر کلرمکوات‌کلراید کلراید به ترتیب به مقدار ١٤/٤ و ١٧/٦ درصد بیشتر از بوته‌های بدون تیمار با کلرمکوات‌کلراید کلراید بود. کندکننده‌های رشد با کاهش ارتفاع بوته، عمودی‌تر کردن شاخه-ها و افزایش قطر ساقه باعث افزایش تعداد شاخه‌های فرعی در بوته و افزایش کارایی فتوسنتز شده و از این راه بر تعداد خورجین در بوته می‌افزایند (امام و ایلکایی، ۱۳۸۱). مجد و امام (۱۳۹۲) گزارش کرد که در هر سه تیمار بدون کلرمکوات‌کلراید کلراید و غلظت‌های ١/٤ و ٢/٨ گرم در لیتر کلرمکوات‌کلراید کلراید کاربرد نیتروژن تا ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سبب افزایش تعداد خورجین در بوته گردید، ولی کاربرد ٢٦٠ کیلوگرم نیتروژن در هکتار باعث کاهش این صفت گردید.

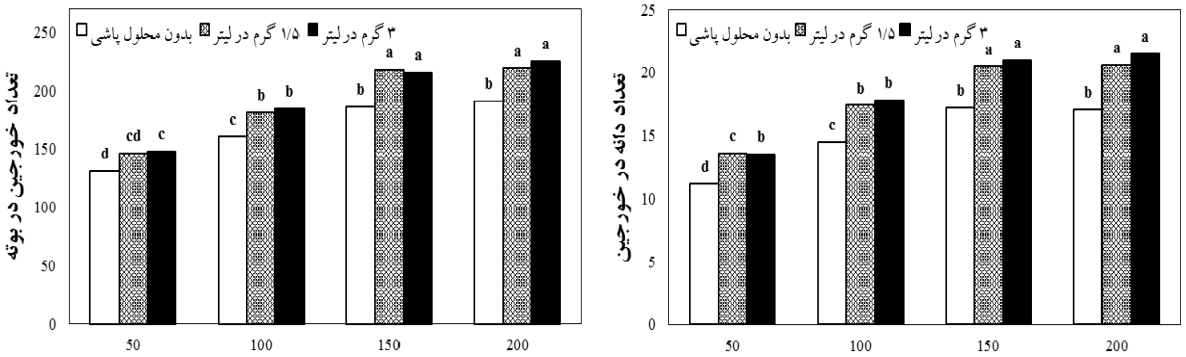
جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد کلزا تحت تأثیر نیتروژن، کلرمکوات‌کلراید کلراید و برهمکنش آن‌ها

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		تعداد خورجین	تعداد دانه درخورجین	وزن صددانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	درصد پروتئین	درصد روغن
بلوک	۲	٤٣٨٢/٧٣*	١٣/٢٢^{ns}	٠/٤٣٢^{ns}	٤٤٠٣٦/٨٨*	٤١٤٣٦٩/١٨**	٤١/٦٩*	١٣٧/١٥^{ns}
نیتروژن	۳	٥٣٠٢/٢٢*	٣٠/٤٤**	٠/٦٦٧*	٦١٠٤٣/٣٧*	٤٣٣٥٦٧/٦٥**	٦٧/٨٣**	٣٣١/١٠**
کلرمکوات‌کلراید	۲	٤٠٠٣/٦٧*	٢٠/٣٣*	٠/٢١٣^{ns}	/٧٥** ٦٢١١٠	٤٨٧٠٥٦/٨٠**	٥٠/٠٣*	٥١٥/٩٢**
برهمکنش	٦	٦٨١١/٢٦**	٢٣/٦٧*	٠/٤٦٧^{ns}	/٩١** ٧٥٨٧٣	٣٦٩٨٩٢/٢١*	٢١/٠٥^{ns}	٢٠٠/٨٧*
خطا	٢٢	٩٧٦/٠٦	٤/٥٥	٠/١٤١	٩٦٣٤/٢١	٦٦٧٣٢/٦٢	٨/٨٧	٤٠/٦٥
ضریب تغییرات		١٧/٠١	١٢/٤٣	٩/٨٣	١٢/٧٤	١٣/٧٠	١٣/٦٤	١٧/٠٨

ns: غیرمعنی‌دار؛ * و **: معنی‌دار به ترتیب در سطوح احتمال پنج و یک درصد

نتایج تجزیه واریانس مشخص کرد که اثرات نیتروژن، کلرمکوات‌کلراید کلراید و برهمکنش آن‌ها بر تعداد دانه در خورجین معنی‌دار بود (جدول ۲). در هر سه شرایط محول پاشی کلرمکوات کلراید، افزایش نیتروژن موجب افزایش تعداد دانه در خورجین شد، که این افزایش تا سطح ۱۵۰ کیلوگرم معنی‌دار و بیشتر از این مقدار معنی‌دار نبود (شکل ۱). مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن در شرایط بدون کاربرد و کاربرد ۱/۵ و ۳/۰ گرم در لیتر کلرمکوات کلراید، تعداد دانه در خورجین بوته‌های کلزا را به ترتیب۵۲/۷، ۵۱/۵ و ۵۹/۳ درصد نسبت به سطح ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن افزایش داد. کمبود نیتروژن به‌طور قابل‌توجهی منجر به کاهش فتوسنتز و تولید هیدرات‌های کربن می‌گردد (میتاله و همکاران، ۲۰۱۵)؛ کاهش ذخایر هیدرات‌کربن گیاه پس از گلدهی در نمو دانه در درون خورجین‌ها مؤثر بوده و موجب سقط دانه‌ها در درون خورجین می‌شود (دیپنبورک، ۲۰۰۰). با افزایش سطح نیتروژن تعداد دانه در ارقام کلزا پی- اف ۷۰٤٥/۹۱ و هایولا ۳۰۸ در مطالعه زنگانی و همکاران (۱۳۸۵) و

رقم طلایه در مطالعه مجد و امام (۱۳۹۲) افزایش یافت. در همه تیمارهای نیتروژن، تعداد دانه در خورجین در شرایط بدون کلرمکوات‌کلراید کلراید به‌طور معنی‌داری کمتر از شرایط محلول‌پاشی کلرمکوات‌کلراید کلراید در هر دو غلظت بود، که این دو تیمار در شرایط سطوح پایین نیتروژن تفاوت معنی‌داری نداشت ولی در سطوح بالاتر تفاوت‌های اندکی مشاهده شد (شکل ۱). با کاربرد کلرمکوات‌کلراید کلراید تسهیم مواد پرورده به رشد رویشی کمتر شده و سهم دانه‌ها از این مواد افزایش می‌یابد. بنابراین، می‌توان دلیل افزایش تعداد دانه را نتیجه‌ی کاهش نسبت گلچه‌های عقیم قبل از پرشدن دانه دانست (پیرسته انوشه و امام، ۱۳۹۱ب). در پژوهش حاضر، محلول‌پاشی کلرمکوات‌کلراید کلراید در غلظت ۳ گرم در لیتر با افزایش ۲۰/۵، ۲۲/۷، ۲۲/۱ و ۲۵/۷ درصدی تعداد دانه در خورجین نسبت به تیمار بدون محلول‌پاشی به ترتیب در تیمارهای کاربرد ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار همراه بود. پیرسته انوشه و امام (۱۳۹۱ب) در دو آزمایش گلخانه‌ای و مزرعه‌ای گزارش کردند کلرمکوات‌کلراید کلراید اثر مثبت و معنی‌داری بر تعداد دانه داشت. در شرایط آزمایش مزرعه‌ای تعداد دانه در بوته‌های تحت تیمار کلرمکوات‌کلراید کلراید به میزان ۱۴ درصد نسبت به شاهد بیشتر بود.



شکل ۱. تأثیر سطوح متفاوت نیتروژن بر تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه بوته‌های کلزا تیمار شده با غلظت‌های مختلف کلرمکوات‌کلراید کلراید. میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

جدول ۳- اثر سطوح متفاوت نیتروژن بر صفات وزن صددانه و درصد پروتئین دانه کلزا

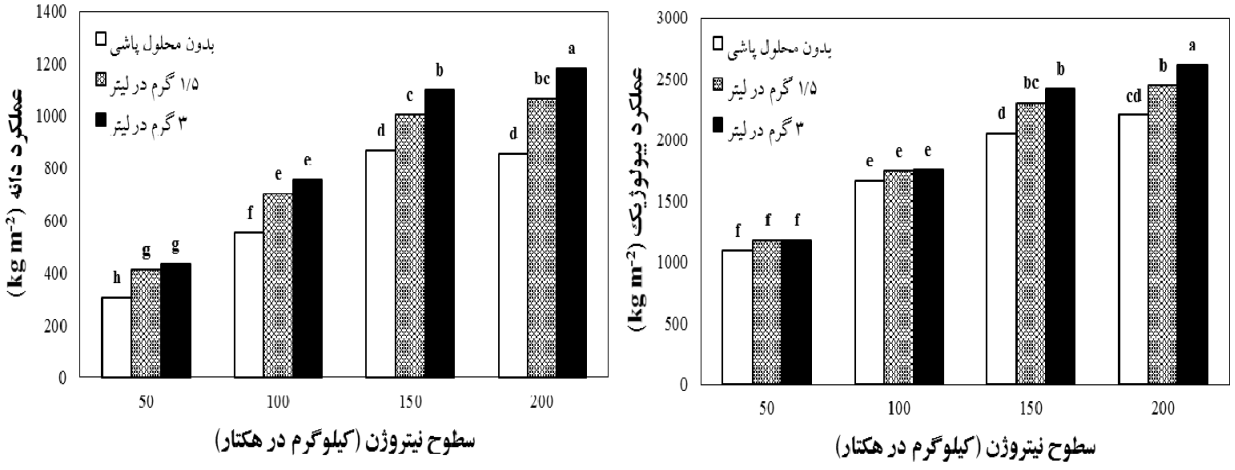
	سطوح نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)			
	۵۰	۱۰۰	۱۵۰	۲۰۰
وزن صددانه (گرم)	۳۲/۵^{c}	۳۷/۸^{b}	۴۰/۰^{a}	۴۰/۲^{a}
درصد پروتئین دانه	۱۶/۸۳^{c}	۱۹/۳۵^{b}	۲۴/۶۷^{a}	۲۶/۲۶^{a}

میانگین‌های با حروف یکسان برای هر صفت بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌دار ندارند

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، وزن صددانه تنها تحت تأثیر معنی‌دار نیتروژن قرار گرفت (جدول ۲). نیتروژن باعث افزایش وزن صددانه شد، به‌طوری‌که بیشترین و کمترین وزن صددانه به ترتیب به مقدار ۴۰/۲ و ۴۰/۰ گرم از تیمارهای کاربرد ۲۰۰ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد و تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیز مشاهده نشد (جدول ۳). وزن دانه به‌عنوان مهم‌ترین مقصد فیزیولوژیک در نظر گرفته می‌شود، و افزایش وزن هزار دانه اثر مستقیم بر عملکرد دانه دارد (امام و نیک نژاد، ۱۳۹۰)؛ چنانچه در این مطالعه افزایش نیتروژن موجب افزایش وزن صددانه و عملکرد دانه گردید. نیتروژن به دلیل حضور داشتن در ساختار و سنتز پروتئین‌ها و چربی‌های دانه نقش مهمی در وزن دانه کلزا دارد و کاربرد میزان بهینه نیتروژن باعث افزایش معنی‌دار میانگین وزن دانه کلزا می‌شود (راتکه و همکاران، ۲۰۰۵). اعتقاد بر این است که نیتروژن به دلیل افزایش دوام سطح برگ، جریان مواد غذایی به‌سوی مقاصد فیزیولوژیک را برای مدت بیشتری حفظ می‌کند و منجر به افزایش وزن دانه می‌شود (سیدشریفی و همکاران، ۱۳۹۰). از سوی دیگر، نیتروژن با تأثیر بر سنتز مواد مهم در ساختمان سلول‌ها مانند پروتئین، موجب افزایش ظرفیت و

قدرت مقاصد فیزیولوژیک برای دریافت مواد پرورده می‌شود (مینتاله و همکاران، ۲۰۱۵).

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که عملکرد دانه بوته‌های کلزا تحت تأثیر معنی‌دار نیتروژن، کلرمکوات‌کلراید کلراید و برهمکنش آن‌ها قرار گرفت (جدول ۲). در تیمار بدون کاربرد کلرمکوات‌کلراید، افزایش سطوح نیتروژن تا ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار موجب افزایش عملکرد دانه گردید، ولی افزایش به ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار تأثیر معنی‌داری نداشت (شکل ۲). مقدار بیشتر از حد نیتروژن باعث تحریک پنجه‌زنی و درنتیجه افزایش پنجه‌های نابارور و کاهش کارایی آن می‌گردد؛ درحالی‌که کندکننده رشد کلرمکوات‌کلراید با طولانی کردن دوره نمو، یکنواختی درون بوته‌ای و پنجه‌های بارور را افزایش می‌دهد (پیرسته انوشه و همکاران، ۲۰۱٦). درحالی‌که در غلظت‌های ۱/۵ و ۳ گرم در لیتر کلرمکوات‌کلراید، افزایش نیتروژن تا سطح ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه داشت. کاربرد نیتروژن با افزایش سطح سبز، طول دوره گلدهی و باروری بیشتر گل‌ها و افزایش دوام سطح برگ و جلوگیری از پیری برگ‌ها سبب افزایش تولید مواد فتوسنتزی شده و از راه تأثیر بر اجزای عملکرد دانه کلزا، به‌ویژه افزایش تعداد خورجین در بوته، موجبات افزایش عملکرد دانه را فراهم می‌کند (محقق و امام، ۱۳۸۸). اعتقاد بر این است که تنش کمبود نیتروژن با کاهش اندازه و دوام سطح برگ، باعث کاهش میزان نور دریافتی، کارایی استفاده از نور و فتوسنتز گیاه زراعی شده و به‌موازات آن عملکرد گیاه کاهش می‌یابد (لک و همکاران، ۱۳۸۹). تعدادی از محققان افزایش عملکرد دانه پس از کاربرد کود نیتروژن را به افزایش ظرفیت مبدا–مقصد در هنگام پرشدن دانه‌ها نسبت داده‌اند (دیپنبورک، ۲۰۰۰). کلرمکوات‌کلراید کلراید در هر دو غلظت موجب افزایش عملکرد دانه گردید، ولی در شرایط ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تفاوت معنی‌داری بین دو غلظت کلرمکوات‌کلراید کلراید نبود، درحالی‌که در شرایط ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار تأثیر مثبت غلظت ۳ بیشتر از ۱/۵ گرم در لیتر بود (شکل ۲). ازآنجاکه در پژوهش حاضر کلرمکوات‌کلراید کلراید سبب افزایش اجزای عملکرد دانه شامل تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین (شکل ۱) شد، عملکرد دانه بیشتر در تیمارهای کلرمکوات‌کلراید کلراید قابل‌انتظار است. پیرسته انوشه و امام (۱۳۹۱ب) اثر مثبت کلرمکوات‌کلراید کلراید بر عملکرد را بیشتر به دلیل افزایش اندازه مقصد فیزیولوژیک ارتباط دادند. در پژوهش حاضر، کلرمکوات‌کلراید کلراید در غلظت‌های ۱/۵ و ۳ گرم در لیتر موجب افزایش ۳٤/٦ و ٤۱/۹ درصد در تیمار ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار؛ ۲٦/۹ و ۳۷/۱ درصد در تیمار ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار؛ ۱٦ و ۲٦/٦ درصد در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و ۲٤/۳ و ۳۸/۰ درصد در تیمار ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار گردید. در پژوهش‌های پیشین مقادیر متفاوت افزایش عملکرد دانه در اثر کاربرد شاخساره ای کلرمکوات‌کلراید کلراید گزارش‌شده است؛ به‌عنوان‌مثال محلول‌پاشی کلرمکوات‌کلراید کلراید با غلظت‌های متفاوت منجر به افزایش عملکرد دانه به مقادیر ۱۵ درصد (سلیمان و قندوره، ۱۹۹۲)، ۱۷ درصد (پیرسته انوشه و امام، ۱۳۹۱ب) و ۲۰ درصد (ما و اسمیت، ۱۹۹۱؛ امام و کریمی، ۱۹۹٦) شده است.



شکل ۲- تأثیر سطوح متفاوت نیتروژن بر عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک بوته‌های کلزا تیمار شده با غلظت‌های مختلف کلرمکوات‌کلراید کلراید.
میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

نیتروژن، کلرمکوات‌کلراید کلراید و برهمکنش آن‌ها دارای اثر معنی‌دار بر عملکرد بیولوژیک بودند (جدول ۲). هم در شرایط عدم مصرف و هم در شرایط محلول پاشی کلرمکوات کلراید، نیتروژن تأثیر مثبت و معنی‌داری بر عملکرد بیولوژیک بوته‌های کلزا داشت، و افزایش سطوح آن با افزایش معنی‌دار عملکرد بیولوژیک همراه بود. چنانچه در هر سه غلظت کلرمکوات‌کلراید کلراید تیمارهای ۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب دارای کمترین و بیشترین عملکرد بیولوژیک بودند (شکل ۲). عملکرد بیولوژیک بیشترین پاسخ را به افزایش نیتروژن داشت، به‌طوری‌که مقدار این صفت در تیمار ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار نزدیک دو برابر تیمار ۵۰ کیلوگرم در هکتار بود. به نظر می‌رسد مصرف نیتروژن از طریق افزایش سطح برگ، دوام سطح برگ و غلظت نیتروژن برگ باعث افزایش میزان فتوسنتز در واحد سطح شده و تجمع ماده خشک را افزایش می‌دهد (امام و نیک نژاد، ۱۳۹۰). بر طبق پژوهش‌های انجام‌شده شواهد زیادی مبنی برافزایش معنی‌دار عملکرد بیولوژیک به دنبال مصرف نیتروژن وجود دارد (محقق و امام، ۱۳۸۸). نیتروژن وزن خشک بوته کلزا را از طریق افزایش تولید مواد پرورده در گیاه درنتیجه افزایش سرعت فتوسنتز بالا می‌برد (میتاله و همکاران، ۲۰۱۵). لک و همکاران (۱۳۸۹) گزارش کردند که مصرف نیتروژن باعث افزایش سرعت رشد محصول می‌شود. این افزایش سرعت رشد محصول نتیجه دریافت نور بیشتر توسط برگ‌ها، افزایش کارایی استفاده از نور و افزایش مدت‌زمان دریافت نور توسط برگ‌ها در اثر افزایش سطح و دوام سطح برگ است. به‌طورکلی کلرمکوات‌کلراید کلراید تأثیر مثبت معنی‌داری بر عملکرد بیولوژیک در هر همه شرایط کودی داشت، با این توضیح که در سطوح مختلف نیتروژن، این تاثیر متفاوت بود (شکل ۲). در شرایط کمترین سطح نیتروژن، تفاوت بین عملکرد بیولوژیک در غلظت‌های متفاوت کلرمکوات‌کلراید معنی‌دار نبود، ولی با افزایش نیتروژن این تفاوت مشخص‌تر و معنی‌دارتر شد، به‌طوری‌که بیشترین تفاوت در سطح ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به دست آمد. تفاوت بین دو غلظت کلرمکوات‌کلراید کلراید نیز در سطوح بالاتر نیتروژن معنی‌دار شد (شکل ۲). غلظت ۱/۵ گرم در لیتر کلرمکوات‌کلراید کلراید در تیمارهای ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب با افزایش ۷/۷، ٤/۷، ۱۱/۹ و ۱۱/٤ درصدی عملکرد بیولوژیک نسبت به شرایط بدون محلول‌پاشی کلرمکوات‌کلراید کلراید همراه بود. این مقادیر برای غلظت ۳ گرم در لیتر کلرمکوات‌کلراید کلراید به ترتیب برابر با ۸/۰، ٤/۹، ۱۷/۳ و ۱۸/٦ درصد بود. کاربرد کلرمکوات‌کلراید روی شاخ و برگ گیاه، آهنگ نموی و رشد طولی ساقه را در گندم کاهش می‌دهد و این کاهش آهنگ نموی در بوته‌های تیمار شده با کلرمکوات-کلراید در مرحله قبل از گلدهی ابتدا با کاهش تجمع ماده خشک (البته به‌صورت موقت) همراه است ولی پس از مرحله گلدهی این روند برعکس شده به‌نحوی‌که وزن خشک نسبت به شاهد در هنگام گلدهی زیادتر شده و در پایان عملکرد دانه هم بیشتر می‌شود (شکوفا و امام، ۲۰۰۸).

درحالی‌که اثرات اصلی نیتروژن و کلرمکوات‌کلراید کلراید بر درصد پروتئین دانه معنی‌دار بود، ولی اثر برهمکنش نیتروژن و کلرمکوات‌کلراید کلراید بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۲). افزایش نیتروژن و محلول‌پاشی کلرمکوات‌کلراید کلراید هرکدام به‌صورت مستقل باعث افزایش درصد پروتئین دانه شدند (جدول ۳). بیشترین و کمترین درصد پروتئین دانه معادل ۲٦/۳ و ۱٦/۸ درصد به ترتیب از سطوح ۲۰۰ و ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد که بودند، ولی تفاوت معنی‌داری بین سطوح ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار مشاهده نشد. این نتیجه با گزارش‌های کیمبر و مک‌گرگور (۱۳۷۸) و احمد و همکاران (۲۰۰۷) مطابقت دارد. احمد و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که افزایش نیتروژن مصرفی باعث افزایش معنی‌دار پروتئین دانه گردید به‌طوری‌که کمترین میزان پروتئین (۲۰/٦ درصد) از تیمار شاهد بدون کود و بیشترین میزان آن (۲۳/۵ درصد) از کاربرد بالاترین سطح نیتروژن به دست آمد. کاربرد کلرمکوات‌کلراید کلراید در غلظت ۳ گرم در لیتر سبب افزایش معنی‌دار و ۱۰ درصدی پروتئین دانه شد، ولی غلظت کمتر کلرمکوات‌کلراید کلراید تأثیر معنی‌داری بر این صفت نداشت (جدول ٤). این نتایج با گزارش محقق و امام (۱۳۸۸) و امام و ایلکایی (۱۳۸۱) مبنی بر تغییر درصد پروتئین دانه براثر کاربرد کلرمکوات‌کلراید مطابقت دارد.

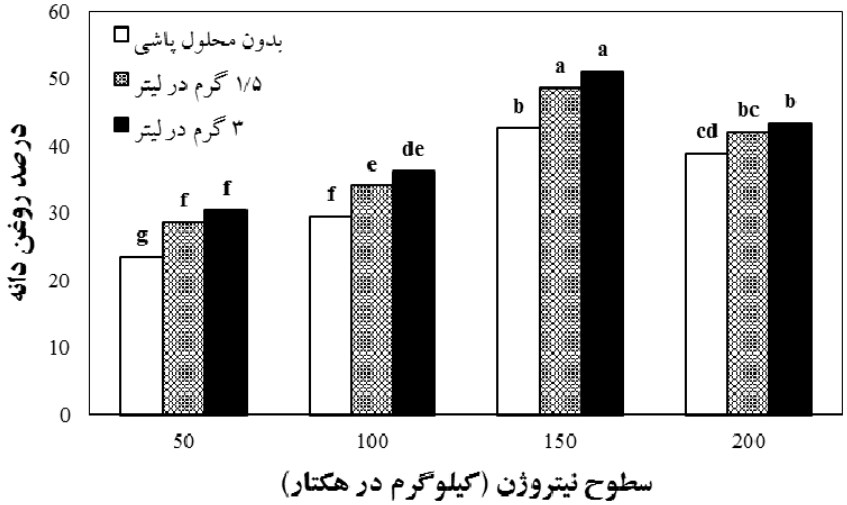
بر اساس نتایج تجزیه واریانس، درصد روغن دانه به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر نیتروژن، کلرمکوات‌کلراید و برهمکنش آن‌ها قرار گرفت (جدول ۲). درصد روغن دانه در سطح ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار ۱/۸۲، ۱/۷۰ و ۱/٦۸ برابر تیمار ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ترتیب در شرایط بدون کاربرد و محلول پاشی کلرمکوات کلراید با غلظت های ۱/۵ و ۳/۰ گرم در لیتر بود. امام و نیک نژاد (۱۳۹۰) دلیل کاهش درصد روغن دانه کلزا را در پی افزایش بیش‌ازحد نیتروژن به تأخیر انداختن رسیدگی گیاه می‌دانند. برخی دیگر از پژوهشگران این کاهش درصد روغن را به کاهش میزان دسترسی گیاه به کربوهیدرات-

های موجود و یا به نسبت معکوس بین درصد روغن و پروتئین دانه نسبت می‌دهند، زیرا افزایش مصرف نیتروژن به‌طور معنی‌داری درصد پروتئین دانه را افزایش می‌دهد (راتکه و همکاران، ۲۰۰۵ ؛ فتحی و همکاران، ۱۳۸۱ و پژوهش حاضر). در همه غلظت‌های کلرمکوات‌کلراید کلراید افزایش نیتروژن تا سطح ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، سبب افزایش درصد روغن دانه گردید، ولی مقدار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن با کاهش معنی‌دار درصد روغن دانه همراه بود (شکل ۳). از سوی دیگر، در همه سطوح نیتروژن به‌جز ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار، بیشترین و کمترین درصد روغن دانه به ترتیب از تیمارهای ۳ گرم در لیتر و بدون محلول‌پاشی کلرمکوات‌کلراید کلراید به دست آمد، بااین‌وجود در همه شرایط تفاوت معنی‌داری بین دو غلظت کلرمکوات‌کلراید کلراید مشاهده نشد (شکل ۳). این یافته‌ها با نتایج مجد و امام (۱۳۹۲) و امام و ایلکایی (۱۳۸۱) مطابقت داشت. النخلاوی و بخاشوین (۲۰۰۹) و مجد و امام (۱۳۹۲) بیشترین درصد روغن دانه را به ترتیب از تیمارهای کاربرد ۹۲ و ۱۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آوردند و گزارش کردند که با افزایش میزان نیتروژن مصرفی درصد روغن دانه به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد.

جدول ٤- اثر غلظت‌های متفاوت کلرمکوات‌کلراید کلراید بر وزن هزار دانه و درصد پروتئین دانه کلزا

	غلظت‌های متفاوت کلرمکوات‌کلراید کلراید (گرم در لیتر)		
	صفر	۱/۵	۳
وزن هزار دانه (گرم)	۳۷/۵^{a}	۳۷/٦^{a}	۳۷/۸^{a}
درصد پروتئین دانه	۲۱/۰۲^{b}	۲۱/۲۱^{b}	۲۳/۱۱^{a}

میانگین‌های با حروف یکسان برای هر صفت بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌دار ندارند



شکل ۳- تأثیر سطوح متفاوت نیتروژن بر درصد روغن دانه در بوته‌های کلزا تیمار شده با غلظت‌های مختلف کلرمکوات‌کلراید کلراید. میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

نتایج همبستگی بین صفت نشان داد که همه صفات تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، وزن صددانه، عملکرد بیولوژیک، درصد پروتئین و درصد روغن دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار با عملکرد دانه داشت. بیشترین همبستگی مربوط به تعداد خورجین در بوته و کمترین آن مربوط به وزن صددانه بود (جدول ۵). این نتایج در تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام نیز منعکس گردید، به‌طوری‌که در بین اجزای عملکرد (تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین و وزن صددانه) که وارد تجزیه گردید، صفت تعداد خورجین در بوته به‌عنوان مؤثرترین صفت بر عملکرد دانه مشخص گردید (جدول ٦). اسکات و همکاران (۱۹۷۳) نیز گزارش کردند که از میان اجزای عملکرد کلزا، تعداد خورجین در بوته بیشترین تأثیر را از میزان کود نیتروژن مصرف‌شده می‌پذیرد. برخی از پژوهشگران وزن دانه را به‌عنوان

ثابت‌ترین جزء عملکرد در تراکم‌های مختلف می‌دانند (جانستون و همکاران، ۲۰۰۲؛ امام و نیک نژاد، ۱۳۹۰).

جدول ۵- نتایج تجزیه همبستگی صفات اندازه‌گیری شده با عملکرد دانه کلزا

	تعداد خورجین	تعداد دانه	وزن صددانه	عملکرد بیولوژیک	درصد پروتئین	درصد روغن
عملکرد دانه	۰/۹۱۸**	۰/۸۶۰**	۰/۷۳۱*	۰/۹۰۳**	۰/۷۲۸*	۰/۷۰۲*

* و **: معنی‌دار به ترتیب در سطوح احتمال پنج و یک درصد

جدول ٦- نتایج تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام برای تعیین مؤثرترین صفت بر عملکرد دانه

متغیر	R-Square جزئی	R-Square مدل	Pr>F
تعداد خورجین	۰/۹۱۲	۰/۹۱۲	۰/۰۰٦**
تعداد دانه	۰/۰۵۵	۰/۹٦۷	۰/۰۲۵٦*
وزن صددانه	۰/۰۰۹	۰/۹۷٦	۰/۰۹۰٤ns

ns: غیرمعنی‌دار؛ * و **: معنی‌دار به ترتیب در سطوح احتمال پنج و یک درصد

نتیجه‌گیری

افزایش سطوح کاربرد کود نیتروژن به‌طور قابل‌توجهی با افزایش کمیت (عملکرد و اجزای عملکرد) و کیفیت (درصد پروتئین و روغن دانه) محصول کلزا همراه بود، به‌طوری‌که بیشترین کمیت و کیفیت محصول در سطوح بالاتر نیتروژن به دست آمد. از سوی دیگر، محلول‌پاشی کلرمکوات‌کلراید کلراید با افزایش کمیت و کیفیت کلزا همراه بود که غلظت ۳ گرم در لیتر تأثیر بیشتری داشت. در شرایط کاربرد مقادیر بالای نیتروژن، تفاوت بین غلظت‌های کلرمکوات‌کلراید کلراید بهتر نمایان شد، به‌طوری‌که در شرایط بدون کاربرد کلرمکوات‌کلراید کلراید، سطوح ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن تفاوت چندانی نداشتند، ولی در شرایط کاربرد ۳ گرم در لیتر کلرمکوات‌کلراید کلراید بوته‌های تیمار شده با ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن رشد و عملکرد بهتری داشتند. با توجه به اینکه تا سطح ۳ گرم در لیتر کلرمکوات‌کلراید کلراید، افزایش اثرات مثبت دیده شد، پیشنهاد می‌شود سطوح بالاتر نیز (تا ٦ گرم در لیتر) به‌منظور بررسی احتمال افزایش اثرات مثبت بررسی شود.

منابع

امام، ی. و ه. پیرسته انوشه. ۱۳۹۳. روش‌های آزمایشگاهی و مزرعه‌ای در علوم زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۱۰۸ صفحه.

امام، ی. و م. نیک نژاد. ۱۳۹۰. مقدمه‌ای بر فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی. انتشارات دانشگاه شیراز. ۵۷۰ صفحه.

امام، ی. و م.ن. ایلکایی. ۱۳۸۱. تأثیر تراکم بوته و کلرمکوات‌کلراید کلرید (CCC) بر ویژگی های ظاهری و عملکرد دانه کلزای پاییزه رقم طلایه. مجله علوم زراعی ایران. جلد ٤: ۸-۱.

پیرسته انوشه، ه. و ی. امام. ۱۳۹۱الف. دست ورزی صفات مورفو- فیزیولوژیک گندم نان و ماکارونی با استفاده از تنظیم‌کننده های رشد در شرایط متفاوت آبیاری. مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی. شماره ۵: ٤۵-۲۹.

پیرسته انوشه، ه. و ی. امام. ۱۳۹۱ب. واکنش عملکرد و اجزای عملکرد دانه گندم نان و ماکارونی به تنظیم‌کننده‌های رشد در شرایط تنش خشکی. مجله تنش‌های محیطی در علوم زراعی. شماره ۵: ۱۷-۱.

زنگانی، ا.، ع. کاشانی، ق. فتحی و م. مسگرباشی. ۱۳۸۵. بررسی تأثیر و کارایی سطوح مختلف نیتروژن بر عملکرد کمی و کیفی و اجزای عملکرد دانه دو رقم کلزا در منطقه اهواز. مجله علوم کشاورزی ایران. شماره ۳۷: ٤۵-۳۹.

سیدشریفی، ر.، م.ن. سیدی و م. ضعیفی زاده. ۱۳۹۰. اثر مقادیر مختلف کود نیتروژنه بر عملکرد دانه و کارایی مصرف نیتروژن در ارقام کلزا (*Brassica napus* L.). مجله به‌زراعی کشاورزی. دوره ۱۳. شماره ۲: ٦۰-۵۱.

طاهرخانی، م.، ا. گلچین و ق. نورمحمدی. ۱۳۸٤. بررسی کارایی و تأثیر مقادیر مختلف اوره با پوشش گوگردی و سایر منابع کودی نیتروژن دار بر عملکرد کمی و کیفی کلزا. مجله علوم کشاورزی. شماره ۲: ۱۹۱-۱۷۹.

فتحی، ق.، ع. بنی سعیدی، ع. سیادت و ف. ابراهیم پور. ۱۳۸۱. تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و تراکم بوته بر عملکرد دانه کلزا در شرایط آب و هوایی خوزستان. مجله علمی کشاورزی. شماره ۲۵: ۵۷-۴۳.

لک، ش.، ع. مدحج، م. علوی فاضل، م. مجدم و م. گوهری. ۱۳۸۹. اثر تنش کمبود آب، سطوح نیتروژن و تراکم بوته بر شاخص های رشد ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ در شرایط خوزستان-رامین. فصلنامه فیزیولوژی گیاهان زراعی. سال دوم، شماره ۲: ۴۵-۶۶

مجد، س. و ی. امام. ۱۳۹۲. تأثیر کاربرد سایکوسل و نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزای پاییزه در تراکم های مختلف بوته. مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی. جلد ۳، شماره ۷: ۱۳۲-۱۲۳.

محقق، ر. و ی. امام. ۱۳۸۸. بررسی پاسخ عملکرد دو رقم کلزا به سایکوسل و نیتروژن در شرایط استان فارس. مجله پژوهش‌های زراعی. شماره ۷: ۶۲۴-۶۱۵.

میرزاپور ، م.، ا. خوشگفتارمنش، م. داوودی و ا. کوچه‌باغی. ۱۳۹۳. تأثیر مقادیر مختلف نیتروژن بر رشد و عملکرد دو رقم کلزا در دو خاک شور. مجله پژوهش‌های خاک، جلد ۲۸، شماره ۱: ۱۴-۱.

نامجویان، م.ح. و ح. غدیری. ۱۳۸۴. مطالعه برهمکنش سایکوسل و کود نیتروژن بر عملکرد دانه کلزا. طرح پژوهشی جهاد کشاورزی فارس.

Ahmad, G., A. Jan., M. Arif., T. Jan and R. A. Khattak. 2007. Influence of nitrogen and sulfur fertilization on quality of canola (*Brassica napus* L.) under rainfed conditions. J. Zhejiang .Uni. Sci. 8: 731-737.

Akinrinde, E.A. 2006. Growth regulator and nitrogen fertilization effects on performance and nitrogen – use efficiency of tall and dwarf varieties of rice (*Oryza sativa*). Biotechnol. 5:268-276.

Arcand, M.M., J.D. Knight and R.E. Farrell, R. E. 2013. Estimating belowground nitrogen inputs of pea and canola and their contribution to soil inorganic N pools using $_{15}$N labeling. Plant soil, 371: 67-80.

Armstrong, E.L. and H.I. Nicol. 1991. Reducing height and lodging in rapeseed with growth regulators. Aust. J. Exp. Agric. 31: 245-250.

Bora, R. K. and C.M. Samara. 2006. Effect of gibberellic acid and cycocel on growth, yield and protein content of pea. Asia. J. Plant Sci. 5: 324-330.

Diepenbrock, W. 2000. Yield analysis of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): A review. Field Crops Res. 67: 35-49.

El-Nakhlawy, F.S. and A.A. Bakhshawain. 2009. Performance of canola seed yield, yield components and seed quality under the effects of four genotypes and nitrogen fertilizer rates. Env. Arid Land Agric. Sci. 20: 33-47.

Emam, Y. and H.R. Karimi. 1996. Influence of chloromequat chloride on five winter barley cultivars. Iran Agric. Res., 15: 89-104.

Johnston, A M., E.N. Johnston, K J. Kirlkland and P.C. Stevenson. 2002. Nitrogen fertilizer placement for fall and spring seeds (*Brassica napus)* canola. Can. J. Plant Sci. 82: 15-20.

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. J. Appl. Sci. 10: 1461-1465.

Ma, B.L. and D.L. Smith. 1991. Apicial development of spring barley in relation to chloromequat and ethephon. Agron. J. 83: 270-274.

Mintale, Z. and M. Vikmane. 2015. Changes of photosynthesis-related parameters and productivity of spring oilseed rape under different nitrogen and sulphur fertilizers supply. In Proceedings of the International Scientific and Practical Conference. Vol. 1, pp. 163-167.

Pirasteh-Anosheh, H., Y. Emam and A. Khaliq. 2016. Response of cereals to cycocel application (Review article). Iran Agric. Res. 35 (1): 1-12

Prasad, M. and R. Prasad. 1994. Effect of some plant growth regulators in cotton. Ind. J. Plant Physiol. 37: 109-111.

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 Res. 94: 103-113.

Scott, R.K., E.A. Ogunremi and J.D. Jvins. 1973. The effect of fertilizers and harvest date on growth and yield of oilseed repe. J. Agric. Sci. Camb. 81: 277-285.

Shekoofa, A. and Y. Emam. 2008. Effect of nitrogen fertilization and plant growth regulators (PGRs) on yield of wheat. Shiraz cv. J. Agric. Sci. Technol. 10: 101-108.

Sliman, Z.T and M.O. Ghandorah. 1992. Response of two wheat cultivars to chlormequat (CCC) Aplication. J. King Saud Univ. Agric. Sci. 4: 57-65.

The effect of chlormequat chloride spraying and different levels of nitrogen fertilizer on yield and yield components of rapeseed (*Brassica napus* L.)

A. Emadi[1], H. Pirasteh-Anosheh[2]

Received: 2016-5-10 Accepted: 2016-10-18

Abstract

To evaluate the effect of varied concentrations of chlormequat chloride (CCC) on yield, yield components and grain quality of rapeseed under different nitrogen (N) levels, a field study was conducted as factorial experiment based on randomized complete block design with three replications during 2014-2015 growing season in Marvdasht. The treatments were consisted of nitrogen fertilizer at four levels: 50, 100, 150 and 200 kg ha^{-1} and CCC spraying at three concentrations: 0, 1.5 and 3 $g.L^{-1}$. In this research, pod number in plant, grain number in pod, hundred grain weight, grain and biological yield and grain protein and oil percentage were measured. The results of analysis of variance showed that the effect of N on all traits, the effect of CCC on all traits except hundred grain weight and the effect of N and CCC interaction on all traits except hundred grain weight and protein percentage were significant. Nitrogen and CCC had positive and significant effect on yield, yield components as well as protein and oil percentage of seed. In general, increasing N up to 150 kg ha^{-1} was associated with enhanced quantity and quality of rapeseed crop, whereas more amount of N had no significant effect on yield components but reduced oil percentage of seed. There is no significant difference between 1.5 and 3 $g.L^{-1}$ CCC spraying. Under no CCC application, N up to 150 $kg.ha^{-1}$ and under CCC foliar application N up to 200 $kg.ha^{-1}$ increased grain yield. Exceeded amount of N stimulate tillering and increase infertile tillers and reduce N efficiency, while CCC as a growth retardant increased uniformity intra plants and increased fertile tillers via prolong of development during. Overall, use of 200 $kg.ha^{-1}$ with CCC spraying at 3 $g.L^{-1}$ could be recommended for such conditions.

Keywords: Growth retardant, oil, pod, protein, urea

1- Department of Agronomy, Marvdasht Branch, Islamic Azad University, Marvdasht, Iran
2- National Salinity Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran