Archive of SID

نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی
جلد بیست و هشتم، شماره اول، ۱۴۰۰
۸۱-۹۱
http://jopp.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jopp.2020.17248.2590

بررسی رشد و عملکرد کلزا تحت‌تأثیر کود نیتروژن در تناوب با ذرت و نخود

محسن سیدی[۱] و *جواد حمزه‌ئی[۲]

[۱]بخش تحقیقات علوم زراعی-باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اراک، ایران،
[۲]دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی‌سینا، همدان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۸/۱۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۲/۲۴

چکیده

سابقه و هدف: کلزا معمولاً در صورت رشد بعد از گیاهان دیگر نسبت به کشت متوالی، عملکرد بیش‌تری تولید می‌کند. تناوب توالی گیاهان زراعی است که در همان زمین رشد می‌کنند. حبوبات در تناوب زراعی می‌توانند به‌دلیل افزایش نیتروژن در دسترس خاک و سایر مزایای زراعی، بهره‌وری محصولات زراعی بعدی را بهبود بخشند. هم‌چنین حبوبات می‌توانند با تقویت تشکیل و تثبیت خاکدانه‌های خاک که از کربن آلی خاک در برابر کانی‌سازی محافظت می‌کنند، موجب افزایش ذخیره کربن شوند. بنابراین، به‌منظور بررسی رشد و عملکرد کلزا تحت‌تأثیر کود نیتروژنه در تناوب با ذرت و نخود، این آزمایش انجام شد.

مواد و روش‌ها: به‌منظور بررسی رشد و عملکرد کلزا تحت‌تأثیر کود نیتروژن در تناوب با ذرت و نخود، آزمایشی دوساله طی سال‌های ۹۳-۱۳۹۱به‌صورت فاکتوریل و بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی‌سینا اجرا شد. عامل اول تناوب در دو سطح (نخود و ذرت) و عامل دوم سطوح مختلف کود اوره در ٦ سطح (۰، ٤٠، ۸۰، ۱۲۰، ۱٦۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) بود. نمونه‌های تصادفی از دو مترمربع با برش ساقه‌ها در نزدیکی سطح زمین برای تعیین عملکرد برداشت شد. صفات ارزیابی شده شامل ارتفاع بوته، اجزای عملکرد (تعداد خورجین در مترمربع، تعداد دانه در خورجین و وزن هزاردانه)، عملکرد زیستی و دانه، شاخص برداشت، شاخص کلروفیل و درصد پروتئین و روغن دانه است. تجزیه واریانس داده‌ها توسط نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹/۲ صورت گرفت.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که تقریباً تمام صفات ارزیابی شده کلزا تحت‌تأثیر تیمارهای تناوب و کود نیتروژن قرار گرفتند. اما، هیچ‌یک از صفات کلزا تحت‌تأثیر اثر متقابل تناوب × کود اوره نبودند. بیش‌ترین عملکرد زیستی، عملکرد دانه و درصد پروتئین دانه کلزا در تناوب با نخود مشاهده شد (به‌ترتیب حدود ۹۲٤ و ۲٦۳ گرم در مترمربع و ۲۲/۲۹ درصد). پیش کاشت گیاه نخود عملکرد زیستی و دانه و درصد پروتئین کلزا را در مقایسه با پیش کاشت ذرت حدود ۱٤، ۱۳ و ۱۵ درصد افزایش داد. با توجه به بهبود شرایط فیزیکی-شیمیایی خاک بعد از کاشت بقولات مثل نخود این بهبود رشد و شاخص‌های عملکرد

* مسئول مکاتبه: j.hamzei@basu.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

محصول بعدطبیعی است. در بین سطوح کودی کم‌ترین عملکرد زیستی و دانه و درصد پروتئین (به‌ترتیب حدود ۵۷۶، ۱۲۵ گرم در مترمربع و ۱۹/۰۵ درصد) در تیمار عدم مصرف کود به‌دست آمد. هم‌چنین، بیش‌ترین میزان عملکرد زیستی، اجزای عملکرد دانه و عملکرد دانه و نیز درصد پروتئین (به‌ترتیب حدود ۱۳۱۱، ۳۴۲ گرم در مترمربع و ۲۱/۰۶ درصد) در مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره مشاهده شد ولی مقادیر به‌دست آمده در این تیمار با تیمار مصرف ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار اوره اختلاف معنی‌داری نداشت. یکی از شناخته شده‌ترین اثرات کود نیتروژن افزایش شاخص‌های رشد و عملکرد محصولات زراعی است. در این مطالعه مشخصه‌های رشد و عملکرد کلزا مثل ارتفاع بوته، شاخص کلروفیل، اجزای عملکرد دانه، عملکرد زیستی و دانه، شاخص برداشت و درصد پروتئین و عملکرد روغن دانه به سبب کاربرد اوره افزایش یافتند.

نتیجه‌گیری: به‌نظر می‌رسد پیش کاشت نخود راه‌حل مناسبی برای کاهش استفاده از کود نیتروژن و کمک به سلامت محیط زیست است. هم‌چنین توجه به سطح بهینه و عدم استفاده بیش از حد کودهای شیمیایی به پایداری کشاورزی کمک خواهد کرد.

واژه‌های کلیدی: تناوب، تولید محصول، حبوبات، کلزا، کود اوره

مقدمه

کلزا (*Brassica napus* L.) یکی از مهم‌ترین دانه‌های روغنی می‌باشد که با دارا بودن بیش از ۴۰ درصد روغن در دانه و حدود ۴۰ درصد پروتئین در کنجاله خود نقش مهمی در تغذیه انسان و خوراک دام و طیور دارد (۵). کشت این گیاه به‌دلیل شرایط اقلیمی مناسب، در نقاط زیادی از کشور به‌صورت پاییزه امکان‌پذیر است. با توجه به پتانسیل بالای عملکرد دانه گیاه کلزا، پژوهش‌های به زراعی و به‌نژادی در زمینه بهبود عملکرد این گیاه در نقاط مختلف کشور ضروری است.

کشت گیاهان زراعی مختلف با نظم و ترتیب خاصی به جای یکدیگر در طی سال‌های متوالی به تناوب یا گردش زراعی مرسوم می‌باشد. منظور از برقرار نمودن تناوب در مورد هر زراعت آن است که ضمن برداشت حداکثر محصول و با کیفیت مطلوب، از فرسایش خاک جلوگیری، حاصلخیزی آن برای سال‌های آتی حفظ و تقسیم کار کشاورز در طول سال مورد توجه قرار گیرد. ضروری است گیاهانی در دوره تناوب گنجانده شوند که با شرایط اقلیمی، دوره رشد، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه و عادت کشاورزان به کشت گیاهان تطابق داشته باشند (۱۵). تناوب محصولات زراعی از زمان‌های بسیار دور در بسیاری از نقاط جهان مرسوم بوده و وجود یک تناوب صحیح زراعی برای برداشت محصول کافی و خوب مد نظر قرار گرفته است (۲۴).

نیتروژن یکی از مهم‌ترین عناصر غذایی در تولید گیاهان زراعی است که مقدار آن در گیاهان بعد از کربن و هیدروژن بیش از سایر عناصر غذایی است (۴ و ۱۰). غلظت بهینه نیتروژن بین ۲ تا ۵ درصد وزن خشک گیاه است که بسته به نوع گیاه و مرحله رشد متفاوت است. این عنصر در گیاه در ساختار پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک، اسیدهای آمینه، ویتامین‌ها و کوآنزیم‌ها شرکت داشته و نقش عمده‌ای را در فتوسنتز عهده‌دار است (۱۶). نیتروژن به‌دلیل وظایف متعددی که در فرایندهای حیاتی گیاه دارد، عنصری است که کمبود آن بیش از سایر عناصر، تولید گیاهان زراعی را با محدودیت مواجه می‌کند (۳ و ۱۲).

پژوهش‌ها نشان می‌دهند با به‌کارگیری مدیریت مناسب زراعی مانند مصرف کود نیتروژن می‌توان عملکرد کمی و کیفی گیاه کلزا را افزایش داد (۲۶).

www.SID.ir

Archive of SID

گزارش شده است که افزایش نیتروژن باعث افزایش عملکرد دانه در واحد سطح شد (۱۹). خصوصیاتی هم‌چون تعداد دانه در خورجین، ارتفاع بوته و تعداد شاخه در بوته به‌میزان نیتروژن موجود در خاک بستگی دارد (٦). افزایش کاربرد نیتروژن، افزایش سطح برگ و تعداد شاخه جانبی را به‌همراه داشت که این امر موجب افزایش میزان تولید مواد فتوسنتزی و دوره گلدهی و در نتیجه افزایش تعداد خورجین در بوته، وزن هزاردانه و عملکرد دانه کلزا شد (۳۰). آزمایشی دیگر نیز نشان داد تأثیر نیتروژن بر عملکرد دانه از طریق افزایش تعداد خورجین و افزایش وزن دانه می‌باشد (۱۸).

افزایش سطح تنوع زیستی زراعی از طریق تناوب زراعی یکی از مهم‌ترین عوامل موثر در جهت افزایش سطح کارآیی نیتروژن مصرفی در بوم‌نظام‌های زراعی رایج می‌باشد (۲۵). در کشت متوالی گندم به‌دلیل بروز عوامل محدودکننده رشد (کاهش حاصلخیزی خاک، طغیان آفات و بیماری‌ها و غیره) و کاهش عملکرد محصول توانایی گیاه در استفاده مناسب از نیتروژن قابل‌دسترس در خاک کاهش یافته و در نتیجه کارآیی مصرف نیتروژن دچار نقصان می گردد (۲۱). تناوب گیاهان غلات و بقولات به‌طور معمول بیش‌تر از سایر انواع تناوب در افزایش عملکرد مؤثر بوده است، به‌همین دلیل امروزه استفاده از گیاهان خانواده بقولات به‌علت تأثیر مثبت آن‌ها بر افزایش نیتروژن خاک گستردگی بیش‌تری داشته و این گیاهان در بسیاری از کشورها به‌کار گرفته می‌شوند (۲۷). اگرچه در کشاورزی متمرکز مصرف بهینه کود، دفع به موقع علف‌های هرز و بیماری‌های گیاهی و کنترل فرسایش خاک سبب گردیده که کشاورزان وابستگی کم‌تری به تناوب زراعی جهت برداشت محصول بیش‌تر، داشته باشند. اما هنوز نیز تناوب زراعی به‌منظور کاهش مصرف نهاده‌های کشاورزی، حفظ حاصلخیزی خاک و نیل به یک کشاورزی پایدار لازم و ضروری بوده و بیش از پیش اعمال می‌گردد (۹). با توجه به مجموع موارد اشاره شده، این پژوهش به‌منظور مطالعه اثرات مدیریت کود نیتروژن بر عملکرد کمی و کیفی کلزا در تناوب با ذرت و نخود اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این پژوهش طی دو سال زراعی (۹۳-۱۳۹۱) در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه بوعلی‌سینا واقع در همدان با طول جغرافیایی ٤٨ درجه و ۳۱ درجه شرقی و عرض جغرافیایی ٢٤ درجه و ۳۱ دقیقه شمالی انجام شد. میانگین بارندگی سالانه این منطقه ۳۳۵ میلی‌متر و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۸۸۰ متر بوده و از نظر اقلیمی جزء مناطق سرد و خشک محسوب می‌شود. خاک محل اجرای آزمایش شنی رسی و دارای اسیدیته ۷/٤۰ و هدایت الکتریکی ۰/٤۲ دسی زیمنس بر متر بود.

آزمایش به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. عامل اول کشت قبل شامل نخود و ذرت (علوفه‌ای) و فاکتور دوم سطوح کود اوره شامل ۰، ٤۰، ۸۰، ۱۲۰، ۱٦۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار بود. کشت نخود در اوایل فروردین ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ انجام شد و تاریخ برداشت اواخر تیرماه همین سال‌ها بود. پس از برداشت دانه، کاه و کلش نخود به خاک اضافه شد. کشت ذرت نیز در اوایل خرداد سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ و برداشت آن در اواسط شهریور انجام شد. ارقام مورد استفاده نخود و ذرت به‌ترتیب هاشم و هیبرید ۷۰٤ بود که هر کدام به‌ترتیب حدود ۷۰۰ کیلو و ۲۰۰۰ کیلو در هکتار بقایای گیاهی داشتند. آرایش کشت در نخود ۵ × ۵۰ و در ذرت ۱۲ × ۷۵ سانتی‌متر بود. پس از انجام عملیات شخم و دیسک در شهریور ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ کرت‌بندی صورت گرفت.

www.SID.ir

Archive of SID

طول هر کرت ٦ متر با عرض ۳ متر بود. کشت به‌صورت دستی به عمق تقریبی دو سانتی‌متر و فاصله خطوط کشت ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. تراکم کشت حدود ۷۰ بوته در مترمربع بود. آبیاری و مبارزه با آفات و علف‌های هرز بر اساس نیاز مزرعه انجام گردید. رقم مورد مطالعه SLM046 بود. بذرها قبل از کاشت با قارچ‌کش مانکوزب ضدعفونی شدند. تاریخ کاشت و برداشت کلزا در سال اول کشت به‌ترتیب ۱۳۹۱/۷/۱ و ۱۳۹۲/٤/۹ و در سال دو کشت به‌ترتیب ۱۳۹۲/٦/۳۰ و ۱۳۹۳/٤/۱۳ بود. نیتروژن مورد نیاز از منبع کود اوره تأمین و در سه مرحله قبل از کاشت، ساقه رفتن و گلدهی مصرف شد. با توجه به توصیه کودی آزمایشگاه آب و خاک و عدم نیاز زمین محل اجرای آزمایش از مصرف کودهای دیگر خودداری شد. آبیاری مزرعه به‌صورت نشتی انجام شد. در این آزمایش صفات ارتفاع بوته، تعداد خورجین در مترمربع، تعداد دانه در خورجین، وزن هزاردانه، عملکرد دانه و زیستی، درصد و عملکرد روغن و شاخص کلروفیل اندازه‌گیری و مطالعه شد. عملیات برداشت در اوایل تیرماه سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ انجام شد. صفات ارتفاع بوته، تعداد خورجین در مترمربع، تعداد دانه در خورجین و وزن هزاردانه از طریق ۱۰ بوته تصادفی برداشت شده از هر کرت اندازه‌گیری شدند. برای تعیین صفات عملکرد زیستی و عملکرد دانه نیز ۲ مترمربع از هر واحد آزمایشی با رعایت اثر حاشیه (دو ردیف کاشت از طرفین و نیم‌متر از بالا و پایین خطوط کاشت) برداشت شد. عدد کلروفیل نیز توسط دستگاه کلروفیل‌سنج ۵۰۲ (SPAD502) ارزیابی شد. در صد پروتئین دانه از روش کجلدال و درصد روغن دانه به‌وسیله سوکسله تعیین شدند. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS 9.1 انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

اثرات اصلی تناوب و کود نیتروژن بر ویژگی ارتفاع بوته گیاه کلزا معنی‌دار شد (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که گیاه پیش کاشت ذرت نسبت به پیش کاشت نخود باعث کاهش معنی‌دار ارتفاع بوته کلزا شد (جدول ۲). از موارد مهم در کاشت گیاهان لگوم بهبود وضعیت فیزیکی-شیمیایی خاک است که نتایج مناسب و چشم‌گیری بر کشت بعدی دارد (۳۱). در بین سطوح کودی نیز بیش‌ترین ارتفاع بوته کلزا (حدود ۱۱۸ سانتی‌متر) متعلق به تیمار مصرف ۲۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار بود که البته با تیمار مصرف ۱٦۰ کیلوگرم اوره در هکتار تفاوت معنی‌داری نشان نداد (جدول ۳). به‌نظر می‌رسد نیتروژن به‌دلیل افزایش رشد رویشی و افزایش تقسیم سلولی افزایش ارتفاع بوته را به دنبال داشته است (۱۱). گزارش شده است که کاربرد بیش‌تر کود نیتروژن، افزایش ارتفاع بوته کلزا را به دنبال داشت (۲۹).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- تجزیه واریانس مرکب اثرات تناوب و کود نیتروژنه بر عملکرد کمی و کیفی کلزا در سال‌های زراعی ۹۲-۱۳۹۱ و ۹۳-۱۳۹۲.

Table 1. Combined analysis of variance effects of pre-cropping and fertilizer on rapeseed quantity and quality yield at 2012-13 and 2013-14 growing seasons.

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزدی D.F.	ارتفاع بوته Plant Height	تعداد خورجین No. Capsule	تعداد دانه در خورجین No. Grain per capsule	وزن هزار دانه Seed-1000-weight	عملکرد زیستی Biologic yield	عملکرد دانه Grain yield	شاخص برداشت HI	شاخص کلروفیل Chlorophyll index	٪ پروتئین Protein	٪ روغن Oil
سال Year (Y)	1	138.33 ns	353333.33 ns	0.44 ns	0.05 ns	122250.33 ns	182.25 ns	161.75 ns	2.08 ns	0.85 ns	3.17 ns
تکرار × سال Replication/Y	4	129.81	26497.15	0.32	0.04	119763.28	157.22	95.51	1.89	0.62	2.92
تناوب Rotation (R)	1	182.25*	2109756.25*	25.00*	0.42*	136161.00**	9312.25**	33.96 ns	30.25*	28.11*	13.06 ns
سال × تناوب Y*R	1	54.16ns	301139.78 ns	7.09 ns	0.12 ns	3446.48 ns	303.65 ns	30.53 ns	9.38 ns	8.61 ns	9.47 ns
کود Fertilizer (F)	5	480.85 **	3736326.25**	39.44**	0.50**	491282.00**	41810.25**	145.24**	74.65**	31.77**	17.19 ns
سال × کود Y*F	5	68.22 ns	313749.62 ns	9.27 ns	0.17 ns	3664.58 ns	339.07 ns	38.81 ns	12.38 ns	10.11 ns	8.24 ns
تناوب × کود R*F	5	10.05 ns	98736.25 ns	2.20 ns	0.03 ns	4004.00 ns	510.25 ns	16.07 ns	3.85 ns	9.29 ns	11.41 ns
سال × تناوب × کود Y*R*F	5	19.06 ns	99957.76 ns	4.80 ns	0.11 ns	3506.47 ns	318.38 ns	21.41 ns	6.90 ns	7.98 ns	9.91 ns
خطای آزمایشی Error	44	41.69	282424.24	5.47	0.09	3326.51	259.52	27.09	6.44	4.93	5.89
ضریب تغییرات (درصد) C.V (%)		14.34	13.49	11.80	12.39	12.68	14.12	15.79	15.75	13.03	12.75

ns، * و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

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

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر تناوب بر عملکرد کمی و کیفی کلزا در سال‌های زراعی ۹۲-۱۳۹۱ و ۹۳-۱۳۹۲.

Table 2. Means comparison effect of pre-cropping on rapeseed quantity and quality yield at 2012-13 and 2013-14 growing seasons.

تناوب Rotation	ارتفاع بوته Plant Height (cm)	تعداد خورجین No. Capsule (per m^2)	تعداد دانه در خورجین No. Grain per capsule	وزن هزاردانه Seed-1000-weight (g)	عملکرد زیستی Biologic yield (g m^{-2})	عملکرد دانه Grain yield (g m^{-2})	شاخص کلروفیل Chlorophyll index	٪ پروتئین Protein
نخود Chickpea	109.16	4179.20	24.22	4.32	924.67	263.33	45.00	22.29
ذرت Corn	104.66	3695.00	22.55	4.10	801.67	231.16	43.16	19.06
LSD	3.28	229.75	1.30	0.17	48.48	27.91	1.57	2.75

میانگین‌های هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک هستند، اختلاف معنی‌دار ندارند.

Means in each column, followed by similar letter are not significant.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر کود بر عملکرد کمی و کیفی کلزا در سال‌های زراعی ۹۲-۱۳۹۱ و ۹۳-۱۳۹۲.

Table 3. Means comparison effect of fertilizer on rapeseed quantity and quality yield at 2012-13 and 2013-14 growing seasons.

کود Fertilizer ($Kg.ha^{-1}$)	ارتفاع بوته Plant Height (cm)	تعداد خورجین No. Capsule (per m^2)	تعداد دانه در خورجین No. Grain per capsule	وزن هزار دانه Seed-1000-weight (g)	عملکرد زیستی Biologic yield (g m^{-2})	عملکرد دانه Grain yield (g m^{-2})	شاخص برداشت HI (%)	شاخص کلروفیل Chlorophyll index	٪ پروتئین Protein
0	94.00	2905.00	19.00	3.75	567.50	125.00	28.55	38.50	19.05
40	101.50	3260.00	22.00	4.05	638.00	180.00	33.85	42.50	19.89
80	104.00	3712.00	23.50	4.15	715.00	235.00	41.21	43.50	20.00
120	109.00	4155.50	24.50	4.30	846.00	285.00	35.02	44.50	20.46
160	114.50	4695.00	25.50	4.45	1083.00	316.00	31.15	47.00	20.79
200	118.50	4895.00	25.83	4.55	1311.50	342.50	27.95	48.50	21.06
LSD	4.53	202.09	1.51	0.27	230.32	28.15	6.36	1.55	0.65

میانگین‌های هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک هستند، اختلاف معنی‌دار ندارند.

Means in each column, followed by similar letter are not significant.

www.SID.ir

Archive of SID

میانگین مربعات داده‌ها نشان داد که تیمارهای تناوب و کود اجزای عملکرد کلزا شامل تعداد خورجین در مترمربع، تعداد دانه در خورجین و وزن هزاردانه را تحت‌تأثیر قرار دادند، ولی اثر متقابل تیمارهای گیاهان تناوب × کود این صفات را تحت‌تأثیر قرار نداد (جدول ۱). در میان اجزای عملکرد کلزا بیش‌ترین مقادیر متعلق به تیمار پیش کاشت نخود بود که به‌طور معنی‌داری بیش از پیش کاشت ذرت بودند (جدول ۲). یکی از مزایای مهم بقولات داشتن ریشه مستقیم و عمیق است که باعث افزایش نفوذپذیری خاک خواهد شد هم‌چنین، با توجه به این‌که در گزارش‌های متعدد اشاره شده است که کشت بقولات برخی ویژگی‌های شیمیایی خاک از جمله دسترسی عنصر نیتروژن را بهبود بخشیده و شرایط را برای کشت بعد مناسب می‌نماید. در این مطالعه نیز نتایج بیانگر بهبود کشت کلزا پس از گیاه زراعی نخود بود (۱۷ و ۲۸) بیش‌ترین میزان تعداد خورجین در مترمربع (٤٨٩٥ خورجین در مترمربع) در تیمار مصرف ۲۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار بود که البته با تیمار مصرف ۱٦۰ کیلوگرم اوره در هکتار تفاوت معنی‌داری نشان نداد. هم‌چنین، بیش‌ترین تعداد دانه در خورجین (۲۵/۸۳) و وزن هزاردانه (٤/٥٥ گرم) معلق به تیمار مصرف ۲۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار بود که با تیمارهای مصرف ۱۲۰ و ۱٦۰ کیلوگرم اوره در هکتار اختلاف معنی‌داری نداشتند (جدول ۳). کم‌ترین میزان تعداد خورجین در مترمربع، تعداد دانه در خورجین و وزن هزاردانه نیز در تیمار عدم مصرف کود اوره به‌دست آمد (جدول ۳). پژوهش‌ها نشان داد که مصرف نیتروژن تعداد خورجین در بوته کلزا را افزایش داد (۲). نتایج مطالعات دیگر نیز بیانگر اثرات مثبت کاربرد نیتروژن بر افزایش تعداد خورجین در بوته کلزا بود (۸). در جای دیگر تعداد دانه در خورجین کلزا با کاهش تراکم بوته و کاربرد کود نیتروژن افزایش یافت (۱). هم‌چنین کاربرد نیتروژن افزایش تعداد دانه در خورجین را به دنبال داشت. آن‌ها افزایش تعداد سلول‌های بنیادی و افزایش مواد فتوسنتزی را دلیل افزایش تعداد دانه در خورجین دانستند (۱۸). به‌نظر می‌رسد که افزایش کاربرد نیتروژن به جهت افزایش دوام سطح سبز فتوسنتزی پس از گلدهی و طول دوره پرشدن دانه باعث افزایش وزن هزاردانه می‌شود. بررسی‌ها نشان داد که کاربرد بیش‌تر کود نیتروژن سبب افزایش وزن هزاردانه کلزا شد (۲۲). دلیل این امر را به افزایش در فرآیند فتوسنتز نسبت داده شده است به طوری که کربوهیدرات‌ها و نیتروژن ذخیره شده در طول دوره گلدهی تعیین‌کننده میزان دانه‌بندی بوده و کمبود نیتروژن وزن دانه را از طریق کاهش مواد فتوسنتزی کاهش می‌دهد (۲٦).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تناوب و کود نیتروژن بر صفات عملکرد زیستی و دانه کلزا معنی‌دار بود (جدول ۱). ولی اثر متقابل تناوب × کود بر این ویژگی‌ها تأثیر معنی‌داری نداشت (جدول ۱). در بین دو گیاه زراعی پیش کاشت، بیش‌ترین عملکرد زیستی و دانه کلزا بعد از محصول نخود به‌دست آمد (به‌ترتیب حدود ۹۲٤ و ۲٦۳ گرم در مترمربع). پیش کاشت نخود نسبت به پیش کاشت ذرت عملکرد زیستی و دانه کلزا را به‌ترتیب حدود ۱٤ و ۱۳ درصد افزایش داد. در بیش‌تر مواقع یکی از گیاهان وارد شده در تناوب زراعی، گیاهی از خانواده حبوبات است. دلیل عمده این مطلب را می‌توان در تثبیت نیتروژن توسط اعضای این خانواده و افزایش حاصلخیزی خاک دانست. هم‌چنین، این امر باعث بهبود کیفیت محصول تولیدی در کشت مخلوط خواهد شد (۲۰). هاگارد-نیلسون و همکاران (۲۰۰۹) در بررسی خود روی نخود افزایش نیتروژن خاک را تأیید کردند (۱۳). افزایش ماده آلی خاک از جمله کارکردهای مثبت

www.SID.ir

Archive of SID

حضور حبوبات در کشت‌های مختلف، ذکر شده است (۲۳). در میان سطوح کود شیمیایی اوره کم‌ترین مقادیر عملکرد زیستی و دانه کلزا متعلق به تیمار عدم مصرف اوره بود (به‌ترتیب حدود ۵۶۷ و ۱۲۵ گرم در مترمربع). هم‌چنین، بیش‌ترین عملکرد زیستی و دانه کلزا (به‌ترتیب حدود ۱۳۱۱ و ۳۴۲ گرم در مترمربع) در تیمار مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره مشاهده شد که البته، میان تیمارهای مصرف ۱۶۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره در ویژگی عملکرد دانه کلزا اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۳). بنی‌سعیدی و مدحج (۲۰۰۹) در مطالعه خود بیان نمودند کودهای نیتروژن معمولاً از طریق افزایش تعداد شاخه جانبی در بوته، شاخص سطح برگ و دوام آن پس از گلدهی و میزان باروری گل‌ها از طریق افزایش تعداد خورجین در بوته و وزن دانه موجب افزایش عملکرد زیستی و دانه کلزا می‌شود (۱). در مطالعات متعدد به افزایش رشد و عملکرد گیاهان در اثر کاربرد کود نیتروژن اشاره شده است (۲۸، ۳۳، ۳۵).

با این‌که اثر مصرف کود نیتروژنه بر ویژگی شاخص برداشت کلزا در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود ولی اثر گیاه تناوب و اثر متقابل تناوب × کود ویژگی شاخص برداشت کلزا را تحت‌تأثیر قرار نداد (جدول ۱). در بین الگوهای مصرف کود اوره بیش‌ترین شاخص برداشت (۴۱/۲۱ درصد) متعلق به مصرف ۸۰ کیلوگرم در هکتار اوره بود و با تیمار ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار اوره اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۳). با افزایش مصرف کود نیتروژنه (۱۶۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) از میزان این صفت کاسته شد. به‌نظر می‌رسد افزایش بیش از حد کود نیتروژن با این‌که باعث زیاد شدن عملکرد دانه شده ولی بیش از آن رشد رویشی و شاخ و برگ گیاه کلزا را بیش‌تر نموده و در نتیجه باعث کاهش شاخص برداشت کلزا گشته است (۲۶ و ۳۵).

شاخص کلروفیل از دیگر صفات مورد بررسی گیاه کلزا بود که تحت‌تأثیر تناوب و کود قرار گرفت (جدول ۱). بیش‌ترین شاخص کلروفیل کلزا در تیمارهای پیش کاشت نخود و مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره مشاهده شد و کم‌ترین مقدار این صفت به تیمارهای پیش‌کاشت ذرت و عدم مصرف کود تعلق گرفت (جدول‌های ۲ و ۳). از آن‌جایی‌که نیتروژن از جمله عناصر ضروری تشکیل‌دهنده کلروفیل محسوب می‌گردد، از این‌رو افزایش در میزان آن در محیط رشد گیاه، به افزایش میزان کلروفیل منجر شد. نتایج این آزمون با یافته‌های یوسف تبار و همکاران (۲۰۱۲) هماهنگ است (۳۴).

نتایج میانگین مربعات داده‌ها مشخص ساخت که اثر تناوب و کود بر درصد پروتئین دانه کلزا معنی‌دار بود (جدول ۱). ولی اثر متقابل تناوب × کود بر این ویژگی تأثیر معنی‌داری نداشت (جدول ۱). بیش‌ترین درصد پروتئین دانه کلزا (۲۲/۲۹) در تناوب با نخود مشاهده شد و تیمار پیش کشت ذرت این صفت را به‌طور معنی‌داری کاهش داد (جدول ۲). در بین سطوح کود اوره کم‌ترین و بیش‌ترین درصد پروتئین دانه کلزا به‌ترتیب متعلق به تیمارهای عدم مصرف و مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره بود هر چند تیمار مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار از نظر این صفت تفاوت معنی‌داری با تیمارهای مصرف ۱۶۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار اوره نداشت (جدول ۳). تناوب غلات و بقولات به‌طور معمول بیش‌تر از سایر انواع تناوب در افزایش عملکرد مؤثر بوده است، به‌همین دلیل امروزه استفاده از گیاهان لگوم به‌علت تأثیر مثبت آن‌ها بر افزایش نیتروژن خاک، گستردگی دارد (۲۷). به‌نظر می‌رسد افزایش نیتروژن در محیط سبب افزایش تشکیل کلروفیل خواهد شد که در نهایت باعث زیاد شدن پروتئین گیاه زراعی می‌گردد (۱۲).

www.SID.ir

Archive of SID

در مورد صفت درصد روغن دانه کلزا نتایج جدول ۱ نشان می‌دهد که اثر تناوب و کود بر این ویژگی معنی‌دار نبوده‌اند. درصد روغن دانه کلزا در تناوب با نخود و مصرف بالای کود اوره کاهش غیرمعنی‌داری نشان داد. در واقع در برخی موارد، افزایش مصرف نیتروژن به‌دلیل رابطه مستقیمی که با سنتز پروتئین دارد، موجب کاهش درصد روغن دانه می‌شود (۷).

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج پژوهش حاضر نشان داد بیش‌ترین میزان عملکرد زیستی و دانه و درصد پروتئین دانه در تیمار پیش‌کشت نخود مشاهده شدند. در بین سطوح کود نیز بیش‌ترین میزان این صفات در مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره به‌دست آمد، اما مقادیر به‌دست آمده در این تیمار با تیمار مصرف ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار اوره اختلاف معنی‌داری نداشتند. به‌نظر می‌رسد در زراعت کلزا برای کاهش مصرف کودهای نیتروژن و کمک به سلامت محیط زیست، استفاده از پیش‌کاشت حبوبات مثل نخود راه حل مناسبی باشد. هم‌چنین توجه به سطوح کودی بهینه و عدم مصرف بیش از حد کودهای شیمیایی به پایداری کشاورزی کمک شایانی خواهد نمود. در این پژوهش پیش‌کاشت (تناوب) نخود برای کاشت گیاه کلزا بهتر بود. مصرف بهینه کود اوره حدود ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد و مصرف بیش‌تر آن عملکرد معنی‌داری در پی نداشت.

منابع

1. 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. Q. J. Plant Prod. Sci. 4: 57-66. (In Persian)
2. 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*). Agric. Crop Sci. 186: 2. 311-316.
3. Davis, J.G., Westfall, D.G., Mortvedt, J.J. and Shanahan, J.F. 2002. Feertilizing winter wheat. Agron. J. 84: 1198-1203.
4. Esmaeil, Y. and Patwardhan, A.M. 2006. Physiological analysis of the growth and development of canola (*Brassica napus* L.) under different chemical fertilizer application. Asian J. Plant Sci. 5: 5. 745-752.
5. Fatahinezhad, A., Siadat, A., Esfandiari, M., Moghadasi, R. and Moazi, A. 2013. Effect of phosphorus fertilizer on yield, oil and protein in canola in dry land under soil phosphorus fertility groups. Crop Physiol. 18: 83-100. (In Persian)
6. Fismes, J., Vong, P.C., Guckert, A. and Frossard, E. 2000. Influence of nitrogen on apparent N-use efficiency, yield and quality of oilseed rape (*Brassica napus* L.) grown on a calcareous soil. Eur. J. Agron. 12: 2. 127-141.
7. Gholipoori, A., Javanshir, A., Rahimzadeh Khoie, F., Mohammdi, A. and Bayat, H. 2006. The effect of different nitrogen levels and pruning of head on yield and yield components of medicinal pumpkin (*Cucurbita pepo* L.). J. Agric. Sci. Nat. Resour. 13: 40-44. (In Persian)
8. Goldoust Khorshidi, M., Moradpoor, S., Ranji, A., Karimi, B. and Asri, F. 2013. Effect of different levels of nitrogen fertilizer and Plant density on yield and yield components of canola. Int. J. Agron. Plant. Prod. 4: 11. 2896-2900.
9. Gonzalez-Andujar, J.L., Aguilera, M.J., Davis, A.S. and Navarrete, L. 2019. Disentangling weed diversity and weather impacts on long-term crop productivity in a wheat-legume rotation. Field Crop. Res. 232: 24-29.

www.SID.ir

Archive of SID

10. Guo, S., Jiang, R., Qu, H., Wang, Y., Misselbrook, T., Gunina, A. and Kuzyakov, Y. 2019. Fate and transport of urea-N in a rain-fed ridge-furrow crop system with plastic mulch. Soil Till. Res. 186: 214-223.
11. Hamzei, J., Seyedi, M. and Babaei, M. 2015. Effect of density and nitrogen on seed quantity and quality of winter rapeseed in Hamedan conditions. Crop. Prod. 8: 1. 143-159. (In Persian)
12. Hatfield, J.L. and Prueger, J.H. 2004. Nitrogen over-use, under-use, and efficiency. Crop. Sci. 26: 156-168.
13. Hauggaard-Nielsen, H., Gooding, M., Ambus, P., Corre-Hellou, G., Crozat, Y., Dahlmann, C., Dibet, A., von Fragstein, P., Pristeri, A., Monti, M. and Jensen, E.S. 2009. Pea–barley intercropping for efficient symbiotic N_2-fixation, soil N acquisition and use of other nutrients in European organic cropping systems. Field Crop. Res. 113: 64-71.
14. Havlin, J.L., Beaton, J.D., Tisdale, S.L. and Nelson, W.L. 2004. Soil fertility and fertilizers: An Introduction to Nutrient Management. Sixth Edition, Prentice Hall, New Jersey, USA.
15. Hegewald, H., Wensch-Dorendorf, M., Sieling, K. and Christen O. 2018. Impacts of break crops and crop rotations on oilseed rape productivity: A review. Eur. J. Agron. 101: 63-77.
16. Hopkins, W.G. 2004. Introduction to plant physiology (3rd ed.). John Wiley and Sons. New York. 557p.
17. Houshmandfar, A., Ota, N., Siddique, K. H.M. and Tausz, M. 2019. Crop rotation options for dryland agriculture: An assessment of grain yield response in cool-season grain legumes and canola to variation in rainfall totals. Agric. Meteorol. 275: 277-282.
18. Kazemeini, S.A., Hamzehzarghani, H. and Edalat, M. 2010. The impact of nitrogen and organic matter on winter canola seed yield and yield components. Aust. J. Crop Sci. 4: 5. 335-342.
19. Kumar, A., Singh, D.P., Bikram, S. and Yashpal, Y. 2001. Effect of nitrogen application on partitioning of biomass, seed yield and harvest index in contrasting genotype of oilseed brassica. Indian. J. Agron. 46: 1. 162-167.
20. Li, W., Li, L., Sun, J., Gua, T., Zhang, F., Bao, X., Peng, A. and Tang, C. 2004. Effects of inter cropping and nitrogen application on nitrate presentinthe profile of orthic an orthic anthrosolwest china. Agric. Ecosyst. Environ. 105: 483-491.
21. Lopez-Bellido, R.J. and Lopez-Bellido, L. 2001. Efficiency of nitrogen in wheat under Mediterranean condition: effect of tillage, crop rotation and N fertilization. Field Crop. Res. 71: 31-64.
22. Malhi, S.S. and Gill, K.S. 2004. Placement, rate and source of N, seed row opener and seedling depth effect of canola production. Can. J. Plant Sci. 84: 3. 719-729.
23. Masri, Z. and Ryan, J. 2005. Soil organic matter and related physical properties in a Mediterranean wheat based rotation trial. Soil Till.. Res. 81: 54-67.
24. Mohler, C.L. and Johnson, S.E. 2009. Natural Resource, Agriculture and Engineering Service. 163p.
25. Montemuro, F., Maiorana, M., Ferri, D. and Convertini, G. 2006. Nitrogen indicators, uptake and utilization efficiency in a maize and barley rotation cropped at different levels and source of N fertilization. Field Crop. Res. 99: 114-124.
26. Moradi, M., Motamed, M.K., Azarpour, E. and Khosravi Danesh, R. 2012. Effects of nitrogen fertilizer and plant density management in corn farming. ARPN J. A. Biol. Sci. 7: 2. 133-137. (In Persian)
27. Oliveira, M., Barré, P., Trindade, H. and Virto, I. 2019a. Different efficiencies of grain legumes in crop rotations to improve soil aggregation and organic carbon in the short-term in a sandy Cambisol. Soil Till. Res. 186: 23-35.
28. Oliveira, M., Castro, C., Coutinho, J. and Trindade, H. 2019b. N supply and pre-cropping benefits to triticale from three legumes in rainfed and irrigated Mediterranean crop rotations. Field Crop Res. 237: 32-42.

www.SID.ir

Archive of SID

29. Ozer, H. 2003. Sowing date and nitrogen rate effects on growth, yield and yield components of two summer rapeseed cultivars. Eur. J. Agron. 19: 3. 453-463.
30. Ozturk, O. 2010. Effects of source and rate of nitrogen fertilizer on yield, yield components and quality of winter rapeseed (*Brassica napus* L.). Chilean J. Agric. Res. 70: 1. 132-141.
31. Reckling, M., Hecker, J., Bergkvist, G., Watson, C.A., Zander, P., Schläfke, N., Stoddard, F.L., Eory, V., Topp, C.F.E., Maire, J. and Bachinger, J. 2016. A cropping system assessment framework evaluating effects of introducing legumes into crop rotations. Eur. J. Agron. 76: 186-197.
32. Sharma, R.K., Agrawal, M. and Marshall, F.M. 2006. Heavy metal contamination in vegetables grown in wastewater irrigated areas of Varanasi, India. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 77: 312-318.
33. Sun, Y., Mi, W., Su, L., Shan, Y. and Wu, L. 2019. Controlled-release fertilizer enhances rice grain yield and N recovery efficiency in continuous non-flooding plastic film mulching cultivation system. Field Crop. Res. 231: 122-129.
34. Yoseftabar, S., Fallah, A. and Daneshian, J. 2012. Effect of split application of nitrogen fertilizer on spad valuse in hybrid rice. Int. J. Agric. Crop Sci. 4: 647-651.
35. Yu, X. and Li, B. 2019. Release mechanism of a novel slow-release nitrogen fertilizer. Particuol. 4: 124-130.

www.SID.ir

www.SID.ir