نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۹، شماره ۴ ، سال ۱۳۹۰، ص ۷۵۷-۷۴۵

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 9, No.4, 2012, p. 745-757

اثر رقابت خردل وحشی (*Sinapis arvensis*) و سطوح نیتروژن بر صفات مورفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد کلزای پاییزه(*Brassica napus*)

فاطمه سلیمانی[۱]- گودرز احمدوند[۲]*- بیژن سعادتیان[۱]

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۹/۱۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۹/۹

چکیده

به منظور تعیین تاثیر تراکم‌های مختلف خردل وحشی بر صفات مورفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد کلزای پائیزه در مقادیر مختلف کود نیتروژن آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه پژوهشی دانشگاه بوعلی سینا همدان در سال ۱۳۸۷ اجرا گردید. تیمارها شامل میزان نیتروژن در چهار سطح (۱۰۰ ،۱۵۰ ، ۲۰۰ و ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار) به عنوان فاکتور اصلی و تراکم علف‌هرز در پنج سطح (۰ ،۴ ، ۸ ، ۱۶ و ۳۲ بوته در متر مربع) به عنوان فاکتور فرعی بود. نتایج نشان داد که اثر تراکم خردل وحشی بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزا معنی‌دار بود به‌طوری که تراکم ۳۲ بوته خردل وحشی در مترمربع عملکرد دانه و بیولوژیک، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه را به ترتیب به میزان ۲۸/۷، ۳۰، ۴۰/۹، ۲۲/۲ و ۱۶ درصد نسبت به شاهد، کاهش داد. با کاربرد بیشتر نیتروژن تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه و به تبع آن عملکرد دانه افزایش یافت. افزایش نیتروژن از ۱۰۰ به ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه را بیش از ۵۳ درصد افزایش داد. با افزایش میزان نیتروژن ارتفاع، تعداد شاخه فرعی در بوته، طول خورجین، عملکرد روغن و درصد پروتئین به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. افزایش تراکم خردل وحشی سبب کاهش معنی‌دار کلیه صفات کیفی و مورفولوژیک ذکرشده به جز درصد پروتئین شد. به‌طور کلی علیرغم اثرات منفی علف‌هرز بر عملکرد کلزا، به نظر می‌رسد که کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار علاوه بر افزایش عملکرد دانه و روغن کلزا، ازکاهش کمتری در تداخل با علف‌هرز برخوردار بود.

واژه‌های کلیدی : تداخل، تراکم علف‌هرز، کاهش عملکرد، کود

مقدمه

یکی از مهم‌ترین عوامل تاثیرگذار بر کاهش عملکردگیاهان زراعی، رقابت با علف‌های هرز است و زمانی رخ می‌دهد که دو گیاه در جستجوی منابع مشترک (مواد معدنی ، آب و نور) هستند، و از نظر فضای رشدی محدودیت دارند.

امروزه گیاه روغنی کلزا به دلیل سازگاری با شرایط اقلیمی اکثر مناطق کشور، در جهت افزایش تولید و خودکفایی روغن خوراکی، مورد توجه واقع شده است (۵). حضور علف‌های هرز به خصوص گیاهان تیره شب بو از جمله خردل وحشی باعث کاهش عملکرد و کیفیت روغن خوراکی حاصل از کلزا می‌شود (۳). در میان عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، نیتروژن عنصری است که در رابطه با رقابت علف‌های هرز بیشترین نگرانی را ایجاد می‌کند و یکی از عناصر ضروری برای رشد کلزا می‌باشد که میزان فراهمی آن بر رقابت کلزا و علف‌هرز خردل وحشی تاثیر می‌گذارد (۲۳). افزایش میزان نیتروژن می‌تواند موجب افزایش عملکرد گیاه زراعی شود، اما در حضور علف-های هرز ممکن است بی تاثیر یا حتی دارای اثرات منفی بر عملکرد باشد (۱۴ و۲۲).

تراکم علف‌هرز یک عامل کمی موثر در رقابت علف‌هرز با گیاه زراعی به شمار می‌رود (۲۰). کاهش عملکرد و اجزای عملکرد کلزا با افزایش تراکم علف‌هرز توسط بسیاری از محققین گزارش شده است (۸، ۲۵ و ۴۰). منان (۳۲) بیان داشت که سطوح تراکم خردل وحشی سبب کاهش عملکرد دانه گندم شد و در تراکم ۳۲ بوته خردل وحشی در متر مربع عملکرد دانه گندم ۳۷ درصد کاهش نشان داد. هولمن (۲۷) نیز گزارش کرد که عملکرد دانه کلزا در تراکم‌های بالای چچم[۳]، ۷۰ درصد کاهش یافت. بلک شاو و همکاران (۱۳) در مطالعات خود مشاهده کردند که در تراکم‌های ۱۰ و ۲۰ بوته ترب وحشی[۴] در متر مربع عملکرد دانه کلزا ۲۰ و ۳۶ درصد افت داشت.

۱ و ۲- دانشجویان سابق کارشناسی ارشد زراعت، دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان
*- نویسنده مسئول : (Email: gahmadvand@basu.ac.ir

3-Lolium persicum
4- Raphanus raphanistrum

کاهش عملکرد دانه گیاه زراعی با کاهش اجزای عملکرد همراه است به‌طوری که آگویو و ماسیوناس (۱۰) بیان کردند که افزایش تراکم تاج خروس از ۰/۵ به ۸ بوته در واحد سطح سبب کاهش ۲۷ تا ۹۵ درصدی تعداد خورجین لوبیا شد و در نهایت منجر به کاهش عملکرد شد. بلک شاو و همکاران (۱۳) نیز کاهش تعداد خورجین در بوته کلزا را در تداخل با علف‌هرز گزارش کرده‌اند. رقابت علف‌های هرز همچنین سبب کاهش عملکرد بیولوژیک (۳۲)، تعداد دانه در خورجین و تعداد شاخه‌های فرعی (۱۳ و ۳۱) گیاه زراعی می‌شود.

اگرچه افزایش نیتروژن سبب کاهش درصد روغن دانه کلزا می‌شود، اما افزایش میزان نیتروژن برای رسیدن به بالاترین عملکرد دانه لازم است (۲۶ و ۲۸). تحقیقات نشان داده است که اثرات رقابتی گیاه زراعی- علف‌هرز در اثر میزان مصرف نیتروژن تغییر می‌کند (۱۷). کاهش عملکرد ذرت در اثر تداخل علف‌هرز در شرایط عدم استفاده نیتروژن ۳۵ تا ۴۰ درصد بود و با افزایش نیتروژن در سطح ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار به ۱۲ تا ۱۷ درصد رسید (۱۷). کتکارت و سوانتون (۱۸) طی تحقیقات خود به این نتیجه رسیدند که افزایش مصرف نیتروژن تا سطح بهینه باعث افزایش توان رقابتی ذرت در برابر علف‌هرز شده و درنتیجه افت عملکرد گیاه زراعی کاهش می‌یابد. تولنار (۳۸) در مطالعات خود پی برد که اثر جمعیت‌های علف‌هرز بر عملکرد دانه ذرت متغیر و در سطوح پایین نیتروژن خاک بیشتر از سطوح بالا بود. کارلسون و هیل (۱۶) نیز ضمن بررسی اثر نیتروژن بر رقابت گندم و یولاف وحشی، مشاهده کردند که مصرف نیتروژن در شرایط عدم تداخل علف‌هرز سبب افزایش معنی‌دار عملکرد گندم شد، اما در شرایط تداخل، مصرف نیتروژن منجر به کاهش عملکرد گندم گردید. در آزمایش دیگری افزایش مصرف نیتروژن در شرایط رقابت بین برنج و اویارسلام ارغوانی، موجب کاهش عملکرد دانه برنج گردید (۳۳). با توجه به موارد اشاره شده، هدف از این آزمایش بررسی اثرات توام کود نیتروژن و تراکم‌های علف‌هرز خردل وحشی بر صفات مورفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد کلزا بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی‌سینا، همدان با مختصات عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۵۲ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۳۲ دقیقه شرقی، با ارتفاع ۱۷۴۱ متر از سطح دریا و متوسط بارندگی ۳۳۰ میلی‌متر در سال، انجام شد. خاک مزرعه مورد آزمایش تا عمق ۳۰ سانتی‌متری دارای ۰/۷۶ درصد ماده آلی، pH حدود ۷/۵ و بافت سیلتی رسی بود.

آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل مقدار نیتروژن از منبع کود اوره (۴۶٪ نیتروژن) در چهار سطح (۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) به عنوان عامل اصلی و سطوح تراکم خردل وحشی در پنج سطح (صفر، ۴، ۸، ۱۶ و ۳۲ بوته در متر مربع) به عنوان عامل فرعی، بود.

تهیه بستر، شامل عملیات شخم و دیسک‌زنی در شهریورماه ۱۳۸۷ انجام شد. کاشت بذر ضدعفونی شده کلزای رقم اوکاپی (رقمی پائیزه و مقاوم به سرما) با دست و به صورت خشکه‌کاری با فاصله ۵ سانتی‌متر در روی ردیف (تراکم ۸۰۰۰۰ بوته در هکتار) و در عمق ۲ سانتی‌متری در ۱۶ شهریورماه انجام گرفت. ابعاد هر کرت آزمایشی۵×۱/۸ متر و فواصل ردیف‌های کشت ۲۰ سانتی‌متر بود. فاصله بین کرت‌های فرعی و اصلی به ترتیب ۰/۶ و ۲ متر در نظر گرفته شد. کود فسفره از منبع سوپرفسفات تریپل و کود پتاس از منبع سولفات پتاسیم به ترتیب به میزان ۷۵ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار با توجه به توصیه کودی حاصل از آزمایش خاک، قبل از کاشت بذر، توسط دیسک با خاک مخلوط شد. کود اوره به سه قسمت مساوی تقسیم و سه مرحله، به صورت پایه قبل از کاشت، به صورت سرک در ابتدای رشد طولی ساقه و در اوایل گلدهی، به کار رفت.

بذور خردل وحشی جهت شکستن خواب، قبل از کاشت به مدت ۵ روز در دمای ۲ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند (۲). هم زمان با کاشت کلزا، بذور خردل وحشی مخلوط شده با ماسه به صورت دستی در بین ردیف‌های کشت کلزا با توجه به تراکم‌های مورد نظر جاگذاری شد. پس از اطمینان از درصد سبز شدگی و استقرار گیاهچه‌های خردل وحشی، در مرحله ۳ برگی عملیات تنک سبک صورت گرفت. تنک نهایی بوته‌های خردل وحشی پس از سپری شدن سرمای زمستانه در ۲۰ اسفند ماه انجام شد. با توجه به نیاز کلزا، آبیاری به صورت بارانی در فواصل زمانی معین صورت گرفت. در طی فصل رشد، به منظور مبارزه با آفت شته سبز از سم دسیس (دلتامترین) به میزان ۰/۳ لیتر در هکتار استفاده شد. در طول فصل رشد به استثناء علف‌هرز خردل وحشی، سایر علف‌های هرز به صورت مستمر با دست وجین شد.

در پایان فصل، برداشت نهایی از نیمه پایینی هر کرت با رعایت اثر حاشیه و با کوادراتی به مساحت ۱ متر مربع انجام شد. سپس بوته‌های کلزا و خردل وحشی از یکدیگر تفکیک شده و تعداد خورجین در هر بوته کلزا، تعداد دانه در خورجین، طول خورجین، وزن هزار دانه، ارتفاع کلزا، تعداد شاخه فرعی در بوته، عملکرد بیولوژیک و اقتصادی آن اندازه‌گیری شد. درصد پروتئین با روش کجلدال تعیین شد و اندازه‌گیری روغن با روش سوکسله انجام گرفت. عملکرد روغن در واحد سطح نیز از حاصل ضرب عملکرد دانه و درصد روغن محاسبه شد.

به منظور بررسی اثرات متقابل معنی‌دار صفات، از برش‌دهی فیزیکی[1] سطوح کود نیتروژن و ضرایب رگرسیونی استفاده شد (۶).

مدل هذلولی دو پارامتره کوزنس (۲۰) به درصد کاهش عملکرد بیولوژیک، دانه و تعداد خورجین در بوته کلزا در تیمارهای تداخل

1- Physical slicing

علف‌هرز برازش داده شد (معادله ۱). در این معادله YL: درصد کاهش عملکرد بیولوژیک، دانه و تعداد خورجین بوته کلزا ، D: تراکم علف‌هرز خردل وحشی (بوته در متر مربع)، I: درصد کاهش به ازای ورود اولین بوته علف‌هرز هنگامی که تراکم علف‌هرز به سمت صفر میل می‌کند و A: حداکثر درصد کاهش صفت مورد بررسی است.

$$YL = \frac{I.D}{1 + \frac{I.D}{A}} \quad \text{(معادله ۱)}$$

در آنالیز داده‌ها با نرم افزار SAS از رویه‌های PROC NLIN برای برازش مدل رگرسیون غیر خطی و PROC REG برای مدل‌های خطی استفاده شد (SAS Institute,1988) (۳۶). بهترین خط رگرسیونی بر اساس ضریب تبیین (R^2)، میانگین مربعات باقیمانده رگرسیون و خطای استاندارد پارامترهای تخمینی انتخاب شد (۴ و ۳۰). رسم نمودارها با نرم افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

عملکرد بیولوژیک: سطوح کود نیتروژن و تراکم‌های علف‌هرز به‌طور معنی‌داری عملکرد بیولوژیک کلزا را تحت تاثیر قرار دادند، همچنین اثرات متقابل آن‌ها بر این صفت معنی‌دار شد (جدول ۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف کود نیتروژن و تراکم‌های مختلف خردل وحشی بر عملکرد دانه، اجزای عملکرد و شاخص برداشت کلزا

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		تعداد خورجین در بوته	تعداد دانه در خورجین	وزن هزار دانه	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	شاخص برداشت
تکرار	۲	۲۴۸/۱۱ns	۲/۶۵ns	۰/۰۲۳ns	۲۸۱/۱۶ns	۸۸/۶۱ns	۰/۱۶ns
کود نیتروژن (A)	۳	۱۰۳۹۹/۱۴**	۱۷۰/۳۹**	۰/۱۶۴**	۱۷۲۳۶۱/۴۳**	۸۴۰۰۸/۹۶**	۷۹/۲۷**
خطای a	۶	۱۷۲/۴۲	۱/۴۳	۰/۰۰۹	۸۲۲/۶۳	۱۴۶/۹۸	۰/۱۲
تراکم خردل وحشی (B)	۴	۶۰۵۹/۴۴**	۵۹/۱۶**	۰/۶۱۴**	۱۷۲۴۲۸/۲۴**	۲۶۲۶۸/۱۱**	۰/۸۳**
A×B	۱۲	۱۶۰/۸۶*	۴/۱۱**	۰/۰۱۲ns	۸۲۱/۲۱**	۲۰۷/۲۹**	۰/۱۱ns
خطای b	۳۲	۷۹/۸۲	۰/۹۷	۰/۰۲۳	۲۸۸/۹۱	۵۶/۲۸	۰/۱

ns، *و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

جدول ۲- مقایسات میانگین صفات عملکرد و اجزای عملکرد کلزا در سطوح مختلف کود نیتروژن

کود نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	تعداد خورجین در بوته	عملکرد بیولوژیک (گرم بر مترمربع)	عملکرد دانه (گرم برمترمربع)
۱۰۰	۷۹/۱^{d}	۸۱۱/۰۶^{c}	۲۷۳/۵۸^{d}
۱۵۰	۹۹/۱۵^{c}	۸۱۴/۷۱^{c}	۲۸۹/۲۰^{c}
۲۰۰	۱۲۴/۵۹^{b}	۹۶۹/۰۲^{b}	۴۰۱/۵۰^{b}
۲۵۰	۱۳۸/۱۹^{a}	۱۰۲۰/۷۷^{a}	۴۱۸/۴۷^{a}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای یک حرف مشابه هستند، براساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

جدول۳- مقایسات میانگین صفات عملکرد و اجزای عملکرد کلزا در تراکم‌های مختلف خردل وحشی

تراکم خردل وحشی (بوته در مترمربع)	تعداد خورجین در بوته	عملکرد بیولوژیک (گرم بر مترمربع)	عملکرد دانه (گرم بر مترمربع)
۰	۱۳۸/۹۷^{a}	۱۰۲۶/۵۰^{a}	۳۹۵/۸۰^{a}
۴	۱۲۴/۱۲^{b}	۹۸۳/۵۴^{b}	۳۷۵/۸۸^{b}
۸	۱۱۰/۳۴^{c}	۹۴۴/۱۲^{c}	۳۵۶/۶۲^{c}
۱۶	۹۵/۷۹^{d}	۸۳۳^{d}	۳۲۲/۹۷^{d}
۳۲	۸۲/۰۷^{e}	۷۳۲/۲۷^{e}	۲۷۷/۱۵^{e}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای یک حرف مشابه هستند، براساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری بین سطوح ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار وجود نداشت، اما مصرف بیشتر کود نیتروژن عملکرد بیولوژیک کلزا را به‌طور معنی‌داری افزایش داد به‌طوری که این صفت در تیمار ۲۵۰ کیلوگرم نسبت به سطوح۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ترتیب ۲۵/۸، ۲۵/۳ و ۵/۳ درصد افزایش داشت (جدول ۲). دهیما و الفتروهورینوس (۲۲) دریافتند که با کاربرد بیشتر نیتروژن از صفر به ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، میانگین عملکرد بیولوژیک گونه‌های زراعی گندم و تریتیکاله در شرایط تداخل و عدم تداخل با علف‌هرز یولاف وحشی نسبت به تیمار عدم کاربرد کود نیتروژن به‌طور معنی‌داری افزایش یافت.

بین تراکم‌های مختلف خردل وحشی از نظر عملکرد بیولوژیک کلزا اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۳). خردل وحشی در تراکم‌های ۴، ۸، ۱۶ و ۳۲ بوته در متر مربع نسبت به تیمار عدم تداخل به ترتیب سبب کاهش معنی‌دار ۴/۲، ۸، ۱۸/۸ و ۲۸/۷ درصدی عملکرد بیولوژیک کلزا شد (جدول ۳).

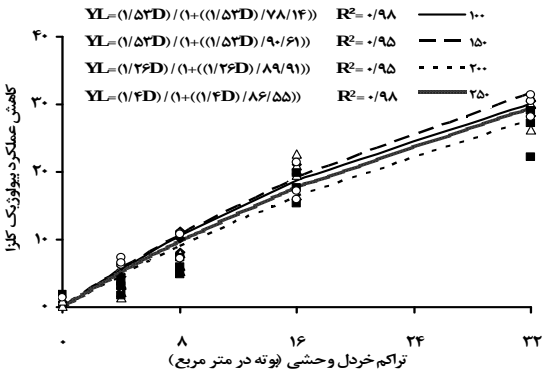
مطالعات منان (۳۲) نشان داد که افزایش تراکم علف‌هرز خردل وحشی باعث کاهش عملکرد بیولوژیک گیاه زراعی شد. نتایج مشابهی توسط سایر محققین گزارش شده است (۸ و ۱۲). بیشترین عملکرد بیولوژیک در شرایط عدم حضور خردل وحشی و سطح ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد (جدول ۲ و ۳).

ضرایب حاصل از برازش مدل دو پارامتره کوزنس (۲۰) به داده‌ها نشان داد که افت تخمینی عملکرد بیولوژیک به ازای ورود اولین بوته علف‌هرز در سطح ۱۰۰ و ۱۵۰ تفاوتی نداشت و کمترین مقدار آن با ۱/۲۶ درصد کاهش، در سطح ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد (شکل ۱). هرچند حداکثر کاهش تخمینی به دست آمده از مدل در تیمارهای کودی روند مشخصی نداشت اما میزان افت عملکرد بیولوژیک کلزا در تراکم ۳۲ بوته علف‌هرز نسبت به عدم تداخل در سطوح نیتروژن ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب ۲۹/۴، ۲۹/۱، ۲۶/۲ و ۳۰ درصد بود، این نتایج نشان دهنده خسارت کمتر خردل وحشی بر عملکرد بیولوژیک کلزا در سطح مطلوب ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار است. علیرغم اینکه بیشترین عملکرد بیولوژیک در تیمار ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و عدم آلودگی علف‌هرز به دست آمد، اما می‌توان نتیجه گرفت که مصرف بیش از حد مطلوب کود نیتروژن سبب افزایش توان رقابتی خردل وحشی در مقابل کلزا شد.

عملکرد دانه کلزا

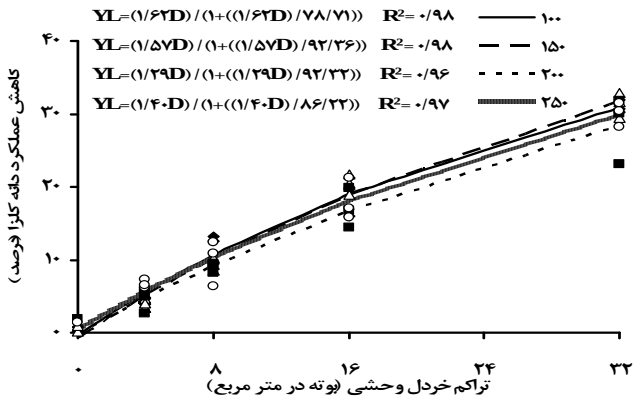
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که عملکرد دانه به طور معنی‌داری تحت تاثیر سطوح نیتروژن و تراکم علف‌هرز قرار گرفت (جدول ۱). همان طور که از مقایسه میانگین‌ها برمی‌آید عملکرد دانه کلزا در اثر کاربرد بیشتر کود نیتروژن افزایش معنی‌داری پیدا کرد، و بیشترین عملکرد دانه در سطح نیتروژن ۲۵۰ با ۵۳ درصد افزایش نسبت به سطح ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار حاصل شد (جدول ۲). در تحقیقات کتکارت و سوانتون (۱۷) مصرف بیشتر نیتروژن افزایش عملکرد ذرت در کشت خالص و تداخل با علف‌هرز را در پی داشت.

با افزایش تراکم علف‌هرز، عملکرد دانه کلزا به‌طور معنی‌داری کاهش نشان داد و در تیمار ۳۲ بوته خردل وحشی در متر مربع کمترین مقدار آن با ۳۰ درصد کاهش نسبت به کشت خالص به دست آمد (جدول ۳). مطالعات ون آکر و اره (۴۰) نشان داد که افزایش تراکم خردل وحشی تا ۲۰۰ بوته در متر مربع سبب کاهش ۷۵ درصدی عملکرد کلزا شد. همچنین تداخل ۴ بوته ترب وحشی در واحد سطح، عملکرد کلزا را ۹ تا ۱۱درصد کاهش داد، درحالی که ۶۴ بوته ترب وحشی در متر مربع سبب کاهش ۷۷ تا ۹۱ درصدی عملکرد شد (۱۳). نتایج مشابهی توسط سایر محققین گزارش شده است (۷، ۸، ۲۵ و ۲۷).



شکل۱- رابطه بین تراکم خردل وحشی و کاهش عملکرد بیولوژیک کلزا در سطوح مختلف نیتروژن

نقاط داده‌های واقعی، و خطوط حاصل از برازش معادله می‌باشند



شکل۲- رابطه بین تراکم خردل وحشی و کاهش عملکرد دانه کلزا در سطوح مختلف نیتروژن

با افزایش مصرف نیتروژن، شیب اولیه نمودار کاهش عملکرد دانه کلزا تا سطح ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کاهش یافت (شکل ۲)، این نتایج مبین اثر مثبت نیتروژن بر افزایش توان رقابتی کلزا در مقابل تراکم‌های پایین علف‌هرز است. اما در سطح بالاتر از تیمار کودی مطلوب، خسارت‌زایی تراکم‌های اولیه خردل وحشی نسبت به سطح کودی بهینه، ۱/۱ برابر افزایش یافت. هرچند در بالاترین تراکم به کاربرده شده اختلافی از نظر میزان کاهش عملکرد دانه کلزا بین تیمارهای کودی وجود نداشت و حداکثر پارامتر تخمینی مدل نیز روند خاصی را نشان نمی‌داد (شکل ۲)، اما نتایج بررسی سایر سطوح تراکم علف‌هرز مبین افت کمتر عملکرد دانه کلزا در تیمار کودی ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار است، به‌طوری که در تراکم ۱۶ بوته علف‌هرز تنها کاهشی ۱۶ درصدی به دست آمد به عبارتی تا این تراکم به ازای هر بوته علف‌هرز تنها ۱ درصد افت عملکرد وجود داشت درحالی که تیمارهای کودی ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در تراکم ۱۶ بوته خردل وحشی در متر مربع به ترتیب کاهشی ۱۹، ۲۰ و ۱۸ درصدی در عملکرد دانه نشان دادند. کتکارت و سوانتون (۱۷) نیز در مطالعات خود پی بردند که افزایش مصرف نیتروژن افت عملکرد ذرت در اثر تداخل با علف‌هرز دم روباهی را کاهش داد.

خان و همکاران (۲۹) در بررسی‌های خود بر روی اثر سطوح کود نیتروژن در افزایش توان رقابتی گندم در تراکم‌های مختلف یولاف وحشی دریافتند که در سطح کودی بهینه میزان خسارت‌های ناشی از تراکم‌های علف‌هرز به کاربرده شده، کاهش یافت و کمترین شیب افت عملکرد دانه گندم در سطح کودی بهینه ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. دلانی و ون آکر (۲۱) در بررسی اثر تراکم‌های یولاف وحشی بر عملکرد گندم با مدل دو پارامتری کوزنس، دریافتند که عملکرد دانه گندم با افزایش منبع نیتروژن از صفر به ۹۰ کیلوگرم در هکتار در شرایط تداخل با یولاف وحشی بهبود پیدا کرد و با افزایش نیتروژن از صفر به ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار شیب اولیه نمودار کاهش عملکرد از ۱۰ به ۸ درصد کاهش یافت. همچنین، حداکثر افت تخمینی حاصل از مدل در تیمار ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار ۲۳ درصد بود. در حالی که، در تیمارهای صفر و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ترتیب ۵۷ و ۴۱ درصد بود.

درصد کاهش عملکرد در حضور علف‌هرز نسبت به شرایط عاری از علف‌هرز، تحمل محصول به علف‌هرز نامیده می‌شود و هر چه درصد کاهش از نظر مقدار عددی کوچک‌تر باشد تحمل محصول بیشتر است (۱۵)، بنابراین براساس نتایج حاصل تحمل کلزا به علف-هرز خردل وحشی در سطح ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار نسبت به سایر سطوح بیشتر بود.

تعداد خورجین در بوته کلزا

نتایج جدول ۱ نشان داد که اثر سطوح نیتروژن و تراکم خردل وحشی بر تعداد خورجین در بوته کلزا معنی‌دار بود. همچنین اثرات متقابل نیتروژن و تراکم علف‌هرز بر این صفت معنی‌دار شد (جدول ۱). افزایش تراکم خردل وحشی به‌طور معنی‌داری تعداد خورجین در بوته کلزا را کاهش داد (جدول ۳)، به‌طوری که کمترین تعداد خورجین در بوته در بالاترین تراکم علف‌هرز حاصل شد که نسبت به شرایط عدم تداخل ۴۰/۹ درصد کاهش داشت (جدول ۳). کاهش تعداد خورجین در بوته احتمالاً به علت محدودیت منابع در شرایط رقابت می‌باشد. بلک شاو و همکاران (۱۳) در بررسی اثر رقابت ترب وحشی بر اجزای عملکرد کلزا گزارش کردند که تداخل علف‌هرز سبب کاهش تعداد خورجین در بوته کلزا شد. اثرات منفی رقابت علف‌هرز بر صفت تعداد خورجین توسط هولمن و همکاران (۲۷) و آگویو و ماسیوناس (۱۰) نیز گزارش شده است. کاربرد بیشتر کود نیتروژن سبب افزایش معنی‌دار تعداد خورجین در بوته کلزا شد. بیشترین تعداد خورجین، در سطح ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد (جدول ۲). در شرایط عدم تداخل خردل وحشی، تعداد خورجین در بوته کلزا در سطوح ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار نسبت به کمترین سطح کود نیتروژن، به ترتیب ۲۰/۳، ۴۹/۸ و ۷۴/۹ درصد افزایش پیدا کرد.

تحقیقات چیما و همکاران (۱۹) نشان داد که مصرف بیشتر نیتروژن تعداد خورجین در هر بوته کلزا را افزایش داد. نتایج مطالعات دیگر نیز حاکی از اثرات مثبت کاربرد بیشتر نیتروژن بر افزایش تعداد خورجین در بوته کلزا بود (۱ و ۳۴).

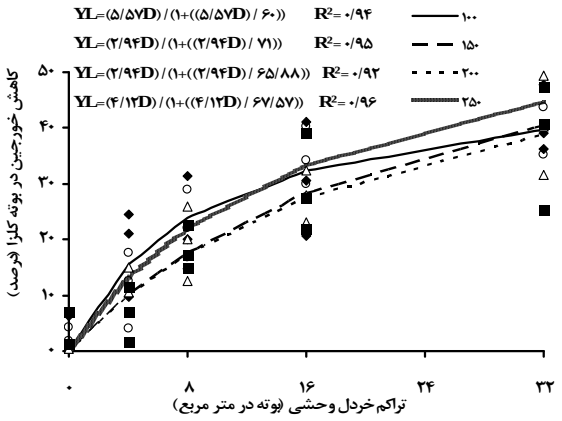
مدل دوپارامتره کوزنس (۲۰) به افت تعداد خورجین در بوته کلزا برازش داده شد (شکل ۳). پارامترهای برآورد شده نشان داد که با افزایش مصرف نیتروژن، افت تعداد خورجین در بوته کلزا به ازای ورود اولین بوته علف‌هرز (شیب اولیه نمودار) تا سطح ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار کاهش یافت و این پارامتر در سطح ۱۵۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار تفاوتی نداشت اما در تیمار ۴ بوته خردل وحشی در واحد سطح، کاهش این صفت به ترتیب ۸/۱ و ۶/۸ درصد در سطوح یاد شده بود.

با افزایش بیشتر کود نیتروژن شیب اولیه نمودار مجدداً افزایش یافت (شکل ۳). به نظر می‌رسد که در سطح ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به علت رقابت بر سر منابع محدود و در سطح ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به علت افزایش توان رقابتی علف‌هرز و به تبع آن بهره‌برداری بیشتر از منبع نیتروژن نسبت به گیاه زراعی، خسارت‌زایی در سطوح پایین تراکم علف‌هرز در تیمارهای کودی ذکر شده افزایش یافته است. با وجود اینکه روند خاصی در حداکثر افت تخمینی تعداد خورجین در بوته کلزا در بین سطوح مصرف نیتروژن مشاهده نشد (شکل ۳)، اما درصد کاهش این صفت در بالاترین سطح تراکم به کاربرده شده علف‌هرز نسبت به شرایط عدم تداخل، در سطوح ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ترتیب ۴۱، ۴۰/۴، ۳۷/۸ و ۴۴ بود که نشان‌دهنده کمترین میزان افت تعداد خورجین در بوته کلزا در سطح ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار است.

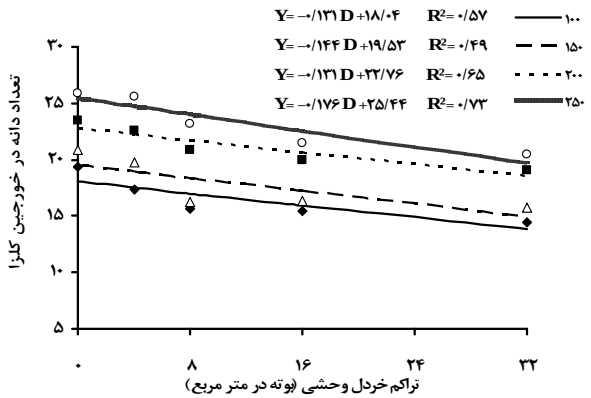
تعداد دانه در خورجین کلزا

اثرات ساده و متقابل کود نیتروژن و تراکم خردل وحشی بر تعداد دانه در خورجین کلزا معنی‌دار شد (جدول ۱). صرفنظر از تراکم علف‌هرز، تعداد دانه در خورجین کلزا با مصرف بیشتر کود نیتروژن افزایش یافت. به‌طوری که، در تیمارهای ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ نسبت به ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ترتیب ۳/۲، ۲۵/۷ و ۴۳/۸ درصد افزایش مشاهده شد. امام و همکاران (۱) نیز در بررسی‌های خود دریافتند که تعداد دانه در خورجین کلزا با کاربرد بیشتر کود نیتروژن افزایش یافت. به‌طور کلی میانگین تعداد دانه در خورجین کلزا با افزایش تراکم علف‌هرز خردل وحشی کاهش نشان داد، به‌طوری که، در سطوح ۴، ۸، ۱۶ و ۳۲ بوته خردل وحشی در متر مربع نسبت به شرایط عدم تداخل، این صفت به ترتیب ۸/۲، ۱۴/۷، ۲۱/۳ و ۲۴/۳ درصد کاهش پیدا کرد. کاهش تعداد دانه در خورجین کلزا در اثر رقابت علف‌هرز توسط سایر محققین نیز گزارش شده است (۱۳ و ۲۷). صفاهانی و همکاران (۷) بیان داشتند که در شرایط رقابت، سایه‌اندازی خردل وحشی سبب کاهش کارایی فتوسنتزی و درنتیجه کاهش تولید و اختصاص مواد غذایی به اندام‌های زایشی کلزا و تعداد دانه در خورجین شد.

عرض از مبداء حاصل از رگرسیون‌های خطی برازش داده شده (تعداد دانه در خورجین کلزا در شرایط عدم تداخل) نیز حاکی از افزایش این جزء از عملکرد با کاربرد بیشتر کود نیتروژن بود (شکل ۴). به ازای ورود هر بوته علف‌هرز، در سطوح ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ترتیب ۰/۱۳، ۰/۱۴، ۰/۱۳ و ۰/۱۸ واحد کاهش در صفت تعداد دانه در خورجین وجود داشت (شکل ۴). همچنین کمترین تعداد دانه در خورجین در تراکم ۳۲ بوته خردل وحشی در متر مربع با ۱۹/۹ درصد مربوط به تیمار ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود.



شکل۳- رابطه بین تراکم خردل وحشی و کاهش تعداد خورجین در بوته کلزا در سطوح مختلف نیتروژن



شکل٤- رابطه بین تراکم خردل وحشی و تعداد دانه در خورجین کلزا در سطوح مختلف نیتروژن

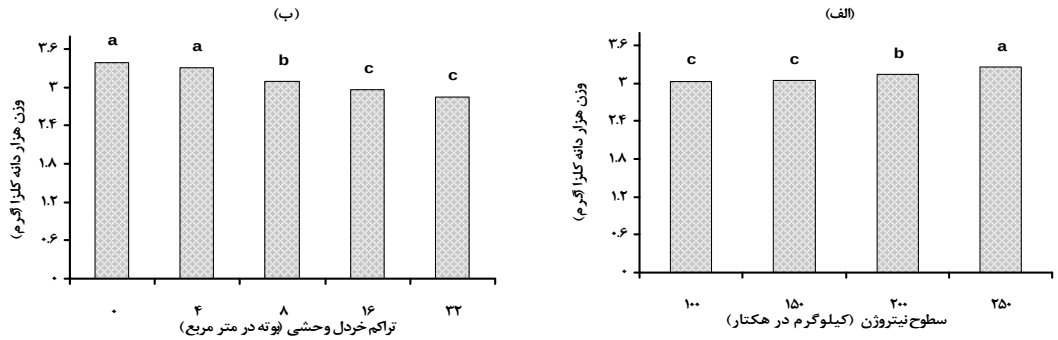
وزن هزار دانه کلزا

اثرات ساده نیتروژن و تراکم خردل وحشی بر وزن هزار دانه کلزا معنی‌دار شد، اما اثرات متقابل آن‌ها براین جزء از عملکرد معنی‌دار نبود (جدول ۱). با مصرف بیشتر از ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار وزن هزار دانه کلزا افزایش معنی‌داری یافت. به‌طوری که، بیشترین مقدار این صفت در تیمار ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد که از نظر آماری فقط با سطوح ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تفاوت معنی‌داری داشت (شکل ۵، الف). بررسی‌های مالی و گیل (۳۱) نیز نشان داد که کاربرد بیشتر کود نیتروژن سبب افزایش وزن هزار دانه کلزا شد. افزایش تراکم خردل وحشی سبب کاهش معنی‌دار وزن هزار دانه کلزا شد. در سایر بررسی‌ها، کاهش وزن هزار دانه گیاه زراعی در اثر رقابت با خردل وحشی گزارش شده است (۱۲ و ۳۲). بین تیمارهای کشت خالص کلزا و تراکم ۴ بوته خردل وحشی در متر مربع اختلاف معنی‌داری از نظر این صفت وجود نداشت (شکل ۵، ب). در تراکم‌های ۱۶ و ۳۲ بوته علف‌هرز میزان کاهش این صفت به ترتیب ۱۲/۷ و ۱۶ درصد بود و بین دو تیمار یاد شده تفاوت معنی‌داری وجود نداشت.

دانه‌های گیاه زراعی به عنوان مخازن مواد فتوسنتزی گیاه به شمار می‌روند، هرگاه تحت شرایط تنش‌های محیطی از جمله تداخل با علف‌هرز قرار گیرد به دلیل کاهش جذب منابع غذایی و توسعه کمتر دستگاه فتوسنتزی گیاه منابع تامین ذخایر بذری کاهش یافته درنتیجه سبب کاهش اندازه بذر و به تبع آن وزن هزار دانه می‌گردد.

شاخص برداشت

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که صفت شاخص برداشت کلزا به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر سطوح کاربرد نیتروژن و تراکم‌های مختلف علف‌هرز قرار گرفت، اما اثرات متقابل آن‌ها معنی‌دار نبود (جدول ۱). افزایش مصرف نیتروژن سبب اختصاص بیشتر مواد فتوسنتزی به بخش زایشی کلزا شد به‌طوری که عملکرد دانه آن نسبت به عملکرد بیولوژیک تا سطح کودی بهینه (۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) افزایش بیشتری داشت و سبب افزایش معنی‌دار شاخص برداشت شد و با مصرف بیش از حد بهینه نیتروژن افزایش معنی‌داری در شاخص برداشت کلزا مشاهده نشد (شکل ۶).



شکل ۵- اثر سطوح نیتروژن (الف) و تراکم خردل وحشی (ب) بر وزن هزار دانه کلزا

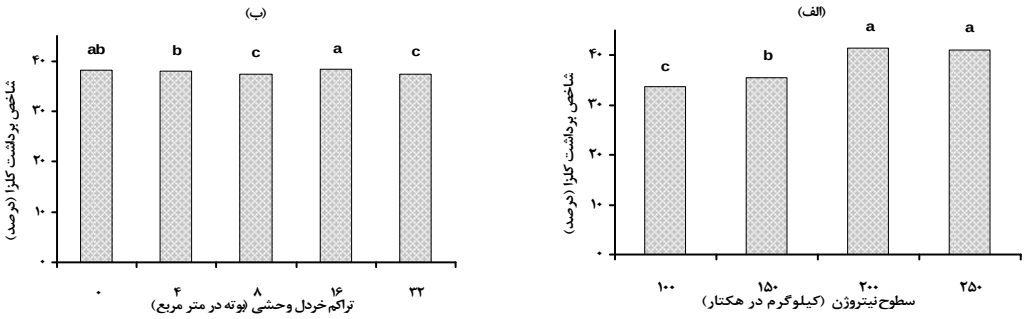
(ستون‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشابه هستند براساس آزمون دانکن در سطح ۵٪، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند).

مهاجری و غدیری (۹) نیز در بررسی اثر خردل وحشی و میزان کود نیتروژن در گندم مشاهده کردند که شاخص برداشت گندم با تغییر سطح نیتروژن از ۰ تا ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار افزایش یافت اما با کاربرد بیشتر نیتروژن افزایش این صفت معنی‌دار نبود. روند تغییرات شاخص برداشت کلزا با افزایش تراکم خردل وحشی نشان داد که تا تراکم ۸ بوته علف‌هرز در متر مربع، به‌طور معنی‌داری از مقدار این شاخص کاسته شد (شکل ۶، ب)، از این نتایج چنین برمی‌آید که تا تراکم یاد شده میزان کاهش عملکرد اقتصادی نسبت به عملکرد بیولوژیک شدت بیشتری داشته و این یافته‌ها مبین حساسیت بیشتر اندام‌های زایشی و اجزای عملکرد به شرایط رقابتی است. در تراکم ۱۶ بوته شاخص برداشت مجدداً افزایش پیدا کرد به‌طوری که با مقدار به دست آمده در شرایط عدم تداخل تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۶، ب)، احتمالاً در این تراکم علیرغم کاهش عملکرد دانه در اثر تداخل خردل وحشی، رقابت بر سر منابع، سایه‌اندازی و در نتیجه کاهش فضای کانوپی گیاه زراعی منجر به کاهش شدیدتر اندام‌های زایشی کلزا و در نتیجه افزایش شاخص برداشت شده است. آسکیو و ویلکات (۱۱) نیز دریافتند که حضور کرچک سبب کاهش شاخص برداشت گیاه پنبه شد. ون آکر و همکاران (۳۹) در مطالعات خود اظهار داشتند که تداخل علف‌هرز به علت سایه‌اندازی و افزایش ارتفاع ناشی از رقابت و به تبع آن رشد رویشی بیشتر، مواد فتوسنتزی به اندام‌های رویشی منتقل شده و سهم اندام‌های زایشی کاهش پیدا کرد و درنتیجه افزایش رشد رویشی سبب افزایش بیشتر عملکرد بیولوژیک نسبت به عملکرد اقتصادی و نهایتاً کاهش شاخص برداشت شد.

صفات مورفوفیزیولوژیک و کیفی کلزا

ارتفاع بوته کلزا: تجزیه واریانس ارتفاع بوته کلزا نشان داد که اثرات ساده کود نیتروژن و تراکم خردل وحشی بر این صفت معنی‌دار بود (جدول ۴).

چنانچه از شکل ۷، الف برمی‌آید با کاربرد بیشتر نیتروژن تا سطح ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار ارتفاع کلزا به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، اما مصرف بیشتر نیتروژن تاثیر معنی‌داری بر این صفت نداشت. اوزر (۳۴) نیز در بررسی تاثیر نیتروژن بر کلزا گزارش کرد که کاربرد بیشتر کود نیتروژن، افزایش ارتفاع کلزا را به دنبال داشت.



شکل ٦- اثر سطوح نیتروژن (الف) و تراکم خردل وحشی (ب) بر شاخص برداشت کلزا

(ستون‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشابه هستند براساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند).

جدول ٤- تجزیه واریانس تاثیر سطوح مختلف کود نیتروژن و تراکم‌های خردل وحشی بر صفات مورفولوژیک کلزا.

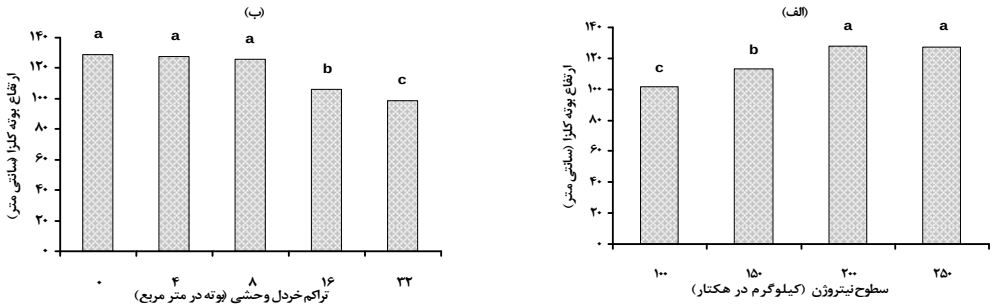
منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		ارتفاع بوته	طول خورجین	تعداد شاخه فرعی در بوته	درصد روغن دانه	عملکرد روغن	درصد پروتئین دانه
تکرار	۲	۸۵/۰۲^{ns}	۰/۳۰ ^{ns}	۰/۷۰^{ns}	۳۹/۹۳^{ns}	۴۴۱/۸۹^{ns}	۱۶/۸۴^{ns}
کود نیتروژن (A)	۳	۲۳۵۳/۶۴**	۱۶/۱۶**	۲۴/۲۷**	۶۱/۵۴**	۷۳۶۴/۹۴**	۲۶/۸۳*
خطای a	۶	۱۲۳/۲۳	۰/۰۷	۰/۳۲	۱۲/۱۷	۱۶۱/۵۳	۱۰/۳۷
تراکم خردل وحشی (B)	۴	۲۳۹۲/۹۱**	۱۳/۱۵**	۳۱/۲۸**	۲۹/۴۴**	۵۸۰۶/۳۲**	۰/۸۳^{ns}
نیتروژن ×تراکم خردل وحشی	۱۲	۲۱/۳۰^{ns}	۰/۹۳**	۰/۳۹^{ns}	۲/۱۰^{ns}	۷۵/۷۴^{ns}	۰/۵۲^{ns}
خطای b	۳۲	۷۶/۴۱	۰/۰۸	۰/۳۳	۶/۵۱	۹۹/۳۶	۹/۰۷

ns، *و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

رقابت خردل وحشی تا تراکم ۸ بوته در متر مربع تاثیر معنی‌داری بر ارتفاع کلزا نداشت، اما در تراکم‌های ۱۶ و ۳۲ بوته علف‌هرز، ارتفاع کلزا با ۱۷/۸ و ۲۳/۶ درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت (شکل ۷، ب). نتایج نشان می‌دهد که احتمالاً رقابت خردل وحشی در تراکم‌های بالا علاوه بر ایجاد مشکل در جذب عناصر غذایی سبب محدودیت فضای رشد گیاه زراعی شده به صورتی که بوته‌های کلزا از رشد طولی بازمانده‌اند. خان و همکاران (۲۹) نیز دریافتند که در کلیه سطوح کاربرد کود نیتروژن ارتفاع گندم با افزایش تراکم علف‌هرز یولاف وحشی کاهش یافت.

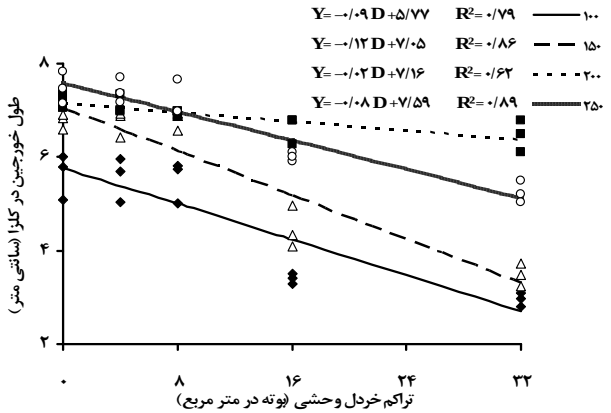
طول خورجین: سطوح کود نیتروژن و تراکم‌های مختلف علف‌هرز، طول خورجین کلزا را به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر قرار دادند، همچنین اثرات متقابل آن‌ها بر این صفت در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). کود نیتروژن تا سطح ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سبب افزایش معنی‌دار طول خورجین شد. حداکثر طول خورجین در سطح ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن به دست آمد که با سطح نیتروژن ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار از لحاظ آماری تفاوتی نداشت. فاگریا و بالیگار (۲۴) در بررسی‌های خود بیان داشتند که طول خوشه تحت تاثیر معنی‌دار نیتروژن بود. طول خورجین تا تراکم ۱۶ بوته خردل وحشی در متر مربع کاهش معنی‌داری نداشت، اما با افزایش تراکم علف‌هرز طول خورجین به‌طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد (نتایج نشان داده نشده). آگویو و ماسیوناس (۱۰) گزارش کردند که طول خورجین‌های لوبیا در تداخل با تاج خروس، ۱۰ درصد کمتر از کشت خالص بود. بیشترین مقدار طول خورجین در شرایط عدم آلودگی علف‌هرز و سطح ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد. عرض از مبداء خط رگرسیونی نیز موید این مطلب است (شکل ۸).

با افزایش تراکم علف‌هرز، اختلاف بین تیمارهای کودی از نظر صفت طول خورجین بیشتر شد به‌طوری که در تراکم‌های ۱۶ و ۳۲ بوته خردل وحشی در متر مربع تیمار ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با کمترین میزان افت به ترتیب کاهشی ۸/۴ و ۱۰/۵ درصدی نشان داد (شکل ۸).



شکل ۷- اثر سطوح نیتروژن (الف) و تراکم خردل وحشی (ب) بر ارتفاع نهایی کلزا

(ستون‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشابه هستند براساس آزمون دانکن در سطح ۵٪، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند).



شکل ۸- اثر سطوح نیتروژن و تراکم خردل وحشی بر طول خورجین کلزا

اما در تیمارهای ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، تراکم ۱۶ بوته خردل وحشی در متر مربع به ترتیب سبب ۳۹/۴ ، ۳۴/۳ و ۱۹/۷ درصد کاهش شد و با افزایش تراکم علف‌هرز تا ۳۲ بوته در واحد سطح، میزان افت طول خورجین در سطوح کودی مزبور به ترتیب به ۴۷/۳، ۴۸/۶ و ۲۹/۹ درصد رسید. نتایج نشان می‌دهد که هرچند کاهش طول خورجین کلزا در اثر تداخل خردل وحشی درسطح ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن درهکتار نسبت به سطوح ۱۰۰ و ۱۵۰ کمتر بود، اما همان طور که شیب منفی رگرسیون‌های خطی برازش داده شده نیز نشان می‌دهد مصرف بیش از حد مطلوب کود نیتروژن (۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) تاثیرات منفی تداخل خردل وحشی را افزایش داده است.

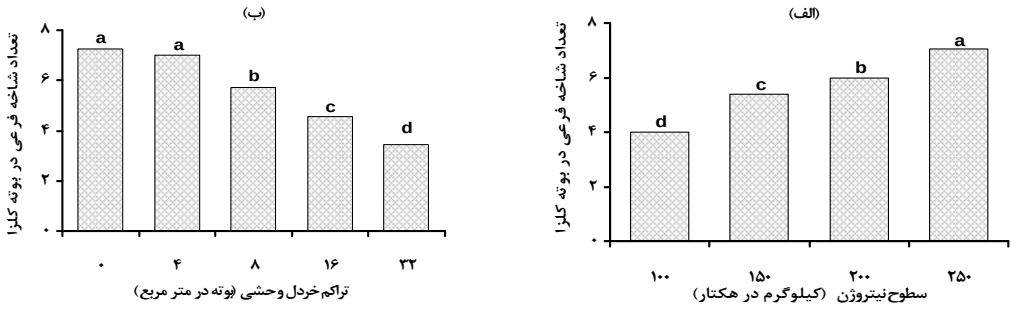
تعداد شاخه فرعی در بوته کلزا: اثرات سطوح نیتروژن بر تعداد شاخه فرعی بوته کلزا معنی‌دار بود (جدول ۴). میانگین تعداد شاخه فرعی بوته کلزا در تیمار کودی ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، ۴ بود (شکل ۹، الف). با مصرف بیشتر نیتروژن، این صفت افزایش یافت و بین کلیه تیمارهای کودی از این نظر اختلاف معنی‌داری وجود داشت و در تیمار کودی ۲۵۰ کیلوگرم با ۷۶/۴ درصد افزایش نسبت به ۱۰۰ کیلوگرم بیشترین مقدار بود (شکل ۹، الف). تحقیقات اوزر (۳۴) نیز نشان داد که مصرف بیشتر نیتروژن سبب افزایش تعداد شاخه فرعی کلزا شد. توماس (۳۷) بیان داشت که شاخه‌دهی و تولید خورجین می‌تواند توسط کاهش کربوهیدرات، موادمغذی، نور و رطوبت قابل دسترس محدود شود.

اثر تیمارهای تداخلی علف‌هرز خردل وحشی بر صفت تعداد شاخه فرعی در بوته کلزا نیز معنی‌دار شد. به‌طوری که، با افزایش تراکم علف‌هرز، کاهشی معنی‌دار در صفت مزبور مشاهده شد (شکل ۹، ب). کمترین مقدار این صفت، در بالاترین تراکم علف‌هرز و با ۵۲/۵ درصد افت نسبت به شرایط عدم حضور خردل وحشی به دست آمد. کاهش تعداد شاخه فرعی کلزا در اثر رقابت علف‌هرز توسط هولمن و همکاران (۲۷) و بلک شاو و همکاران (۱۳) نیز گزارش شده است

درصد روغن دانه: سطوح نیتروژن و تراکم علف‌هرز درصد روغن دانه را به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر قرار دادند (جدول ۴). کود نیتروژن در سطح ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار درصد روغن دانه را نسبت به سایر سطوح کودی، به‌طور معنی‌داری کاهش داد (شکل ۱۰، الف). کاهش غلظت روغن دانه به علت کاربرد بیشتر نیتروژن توسط چیما (۱۹) گزارش شده است. با افزایش نیتروژن، تولید بالقوه مواد هیدروکربنه کاهش یافته و نسبت بیشتری از مواد فتوسنتزی به تشکیل پروتئین اختصاص یافته و باعث کاهش میزان روغن دانه می‌گردد (۳۵). تداخل خردل وحشی تا تراکم ۱۶ بوته در متر مربع سبب کاهش معنی‌داری در صفت درصد روغن دانه نشد (شکل ۱۰، ب). هرچند بالاترین تراکم علف‌هرز با تراکم ۱۶ بوته تفاوت معنی‌داری از نظر درصد روغن دانه نداشت اما نسبت به سایر سطوح تراکم کاهش معنی‌داری نشان داد (شکل ۱۰، ب).

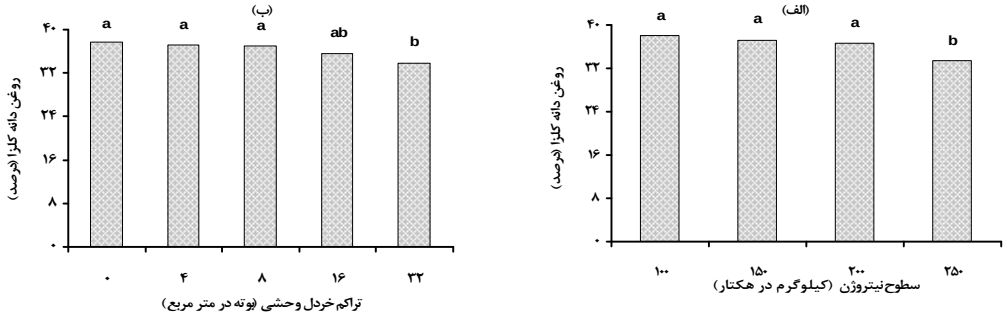
عملکرد روغن

سطوح مختلف کود نیتروژن و تراکم خردل وحشی بر عملکرد روغن کلزا در سطح ۱ درصد اثر معنی‌داری داشت (جدول ۴). عملکرد روغن با افزایش نیتروژن تا سطح ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار تفاوت معنی‌داری نشان نداد، اما در سطح ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، عملکرد روغن در واحد سطح به‌طور معنی‌داری افزایش یافت و به بالاترین مقدار خود رسید و با مصرف بیشتر از سطح مطلوب کود نیتروژن، کاهش غیرمعنی‌داری در این صفت مشاهده شد (شکل ۱۱، الف). افزایش عملکرد روغن بیشتر به علت افزایش عملکرد دانه در واحد سطح بوده است. افزایش تراکم علف‌هرز سبب کاهش معنی‌دار عملکرد روغن شد و کمترین عملکرد روغن در تراکم ۳۲ بوته خردل وحشی در متر مربع حاصل شد که نسبت به شرایط عدم تداخل ۳۷/۵ درصد افت نشان داد (شکل ۱۱، ب). بین سطوح تراکم ۴ و ۸ بوته خردل وحشی در واحد سطح نیز از نظر عملکرد روغن در واحد سطح، تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.



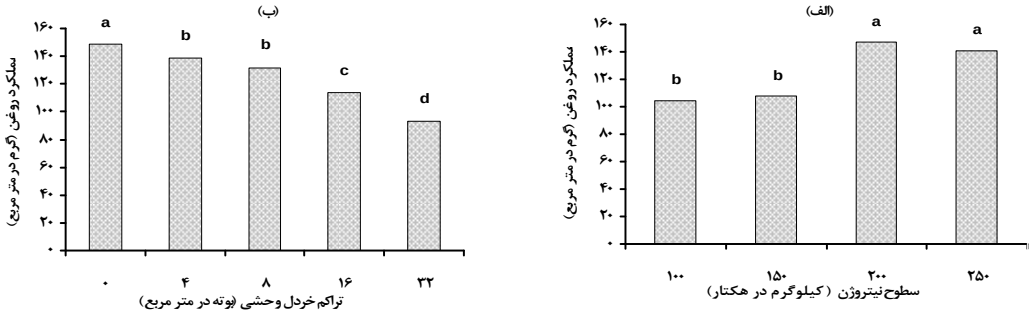
شکل ۹- اثر سطوح نیتروژن (الف) و تراکم خردل وحشی (ب) بر تعداد شاخه فرعی کلزا

(ستون‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشابه هستند براساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند).



شکل ۱۰- اثر سطوح نیتروژن (الف) و تراکم خردل وحشی (ب) بر درصد روغن دانه کلزا

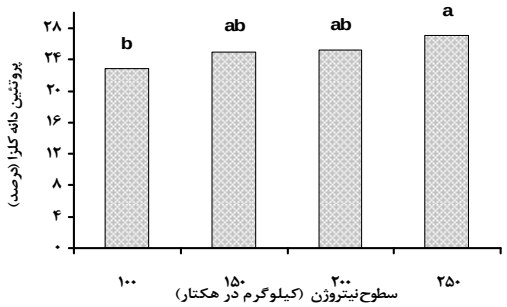
(ستون‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشابه هستند براساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند).



شکل ۱۱- اثر سطوح نیتروژن (الف) و تراکم خردل وحشی (ب) بر عملکرد روغن کلزا

(ستون‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشابه هستند براساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند).

درصد پروتئین دانه کلزا: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که سطوح مختلف نیتروژن از نظر درصد پروتئین دانه تفاوت معنی‌داری داشتند، اما اختلاف معنی‌داری بین سطوح مختلف تراکم علف‌هرز و همچنین اثرات متقابل سطوح نیتروژن و تراکم خردل وحشی از لحاظ درصد پروتئین دانه مشاهده نشد (جدول ۴). درصد پروتئین دانه در سطح نیتروژن ۲۵۰ نسبت به ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به طور معنی‌داری ۱۸/۵ درصد افزایش نشان داد (شکل ۱۲). در سایر سطوح نیتروژن تفاوت معنی‌داری از نظر درصد پروتئین دانه مشاهده نشد (شکل ۱۲). نتایج مطالعات اوزر (۳۴) نیز حاکی از افزایش معنی‌دار نیتروژن و پروتئین دانه کلزا با مصرف بیشتر نیتروژن بود.



شکل ۱۲- اثر سطوح نیتروژن بر درصد پروتئین دانه کلزا

(ستون‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشابه هستند براساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند).

نتیجه گیری کلی

به‌طور کلی افزایش کاربرد نیتروژن در شرایط عدم تداخل، موجب تاثیر مثبت بر عملکرد، اجزای عملکرد، شاخص برداشت، ارتفاع بوته، طول غلاف، تعداد شاخه فرعی و عملکرد روغن کلزا شد. اما، حضور علف‌هرز خردل وحشی موجب نقصان صفات مورد بررسی در این آزمایش گردید و بالا رفتن تراکم علف‌هرز، شدت خسارت وارده را نیز افزایش داد. همچنین کاربرد سطوح مختلف کود نیتروژن سبب تغییر قدرت رقابتی دو گونه در شرایط تداخل گردید. و تنها در سطح بهینه ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، توان رقابتی کلزا با خردل وحشی در اکثر صفات مورد بررسی افزایش یافت. از نتایج تحقیق حاضر چنین بر می‌آید که تعیین سطح بهینه کود نیتروژن برای گیاه زراعی کلزا در شرایط رقابت و آلودگی مزرعه به علف‌هرز خردل وحشی می‌تواند علاوه بر تضمین تولید مطلوب، افزایش رقابت‌پذیری کلزا را در مقابل گونه مهاجم در پی داشته باشد که این راهکار نیل به کشاورزی پایدار و کاهش آلودگی‌های زیستی ناشی از کاربرد بی رویه کودهای شیمیایی را نیز موجب خواهد شد.

منابع

۱- امام، ی.، آ. شکوفا، و ر. محقق. ۱۳۸۸. تأثیر کند کننده‌های رشد و کود نیتروژن‌دار بر عملکرد دانه و روغن دو رقم کلزا. همایش ملی گیاهان دانه روغنی.

۲- باقرانی، ن، و ح. غدیری. ۱۳۷۴. اثر خراش‌دهی شیمیایی و مکانیکی، اسید جیبرلیک و دما بر جوانه‌زنی خردل وحشی. (چکیده). دوازدهمین کنگره حفاظت گیاهی، کرج.

۳- باغستانی میبدی، م.ع.، ح. نجفی، و ا. زند. ۱۳۸۳. بیولوژی و مدیریت علف هرز خردل وحشی . موسسه تحقیقات آفات و بیماری‌های گیاهی.

۴- رضایی، ع.م، و ا. سلطانی. مقدمه ای بر تحلیل رگرسیون کاربردی. ۱۳۷۷. انتشارت دانشگاه صنعتی اصفهان.

۵- زواره، م، و ی. امام. ۱۳۷۹. راهنمای شناسایی مراحل زندگی در کلزا . مجله علوم زراعی ایران، ۲: ۱۴-۱.

۶- سلطانی، ا. ۱۳۸۵. تجدید نظر در کاربرد روش‌های آماری در تحقیقات کشاورزی. انتشارات جها دانشگاهی مشهد.

۷- صفاهانی لنگرودی، ع.ر.، ب. کامکار، ا. زند، ن. باقرانی، و م. باقری. ۱۳۸۶. واکنش عملکرد و اجزای عملکرد دانه ارقام مختلف کلزا (*Brassica napus* L.)در شرایط رقابت با علف‌هرز خردل وحشی (*Sinapis arvensis* L.) در گرگان. مجله علوم زراعی ایران، ۹(۴): ۳۵۶-۳۷۰.

۸- صفاهانی لنگرودی، ع.ر.، ب. کامکار، ا. زند، و م. ع. باغستانی. ۱۳۸۷. ارزیابی توانایی تحمل رقابت ارقام مختلف کلزا (*Brassica napus*) در برابر علف‌هرز خردل وحشی (*Sinapis arvensis*) با استفاده از مدل‌های تجربی در استان گلستان. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی (ویژه نامه زراعت و اصلاح نباتات)، ۱۵(۵): ۱۰۱-۱۱۱.

۹- مهاجری، ف، و ح. غدیری. ۱۳۸۲. رقابت تراکم‌های مختلف خردل وحشی با گندم زمستانه(*Brassica kaber*) در مقادیر مختلف کود نیتروژن (*Triticum aestivum*). مجله علوم کشاورزی ایران، ۳۴(۳): ۵۲۷- ۵۳۷.

10- Aguyoh, J. N., and J. B. Masiunas. 2003. Interference of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*) with snap beans. Weed Sci. 51:202-207.

11- Askew, Sh. D., and J.W. Wilcut. 2001. Tropic croton interference in cotton. Weed Sci. 49:184-189.

12- Black Shaw, R. E., Anderson, G. W., and J. Dekker. 1987. Interference of wild mustard (*Sinapis arvensis* L.) and French mercury (*Chenopudium album* L.) in spring rapeseed (*Brassica napus* L.). Weed Res. 27: 31-34.

13- Black Shaw, R. E., Lemerle, D., Mailer, R., and K.R. Young. 2002. Influence of wild radish on yield and quality of canola. Weed Sci. 50:344-349.

14- Black Shaw, R. E., Brandt, R. N., H.Janzen, H., Entz, T., Grant, C. A., and D. A. Derksen. 2003. Differential response of weed species to added nitrogen. Weed Sci.51:532-539.

15- Callaway, M.B. 1992. A Compendium of crop varietal tolerance to weeds. Am. J. Alter. Agric. 7: 169-180.

16- Carlson, H. L., and J. E. Hill. 1985. Wild oat (*Avena fatua*) competition with spring wheat: Effects of nitrogen fertilization. Weed Sci. 34: 29-33.

17- Cathcart, R. J., and C. J. Swanton. 2003. Nitrogen management will influence threshold values of green foxtail (*Setaria viridis*) in corn. Weed Sci. 51: 975-986.

18- Cathcart, R. J., and C. J. Swanton. 2004. Nitrogen and green foxtail (*Setaria viridis*) competition effects on corn growth and development. Weed Sci. 52: 1039-1049.

19- Cheema, M. A., Malik, M. A., Shah, S. H., and S. M. A. Basra. 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.

20- Cousens, R. 1985. A simple model relating yield loss to weed density. Ann. Appl. Biology. 107:239-252.
21- Delaney, M. R., and R. C. Van Acker. 2005. Effect of nitrogen fertilizer and landscape position on wild oat (*Avena fatua*) interference in spring wheat. Weed Sci. 53: 869-876.
22- Dhima, K. V., and I. G. Eleftherohorinos. 2005. Wild mustard (*Sinapis arvensis* L.) competition with three winter cereals as affected by nitrogen supply .J. Agron. and Crop Sci. 191 (4):241-248.
23- Di Tomaso, J. M. 1995. Approaches for irmproving crop competitiveness through the manipulation of fertilization strategies. Weed Sci. 43:49 1-497.
24- Fageria, N. K., and V. C. Baligar. 2001. Low land rice response to nitrogen fertilization. Soil. Sci. Plant. Annl. 32: 1405-1429.
25- Harker, K. N., Clayton, G. W., O'Donovan, J. T., and R. E. Black Shaw. 2001. canola variety and seeding rate effects on weed management and yield. Weed Sci. Soc. Am. 41: 25.
26- Hocking, P. J., and M. Stapper. 2001. Effects of sowing time and nitrogen fertilizer on canola and wheat, and nitrogen fertilizer on Indian mustard. II. Nitrogen concentrations, N accumulation, and N fertilizer use efficiency. Aust. J. Agri. Res. 52: 635-644.
27- Holman, J. D., Bussan, A. J., Maxwell, B. D, Miller, P. R., and J.A. Mickelson. 2004. Spring Wheat, Canola, and Sunflower Response to Persian Darnel (*Lolium persicum*) Interference. Weed Technol. 18:509-520.
28- Jackson, G.D. 2000. Effects of nitrogen and sulfur on canola yield and nutrient uptake. Agron. J. 92: 644-649.
29- Khan, I., Gul, H., Muhammad Khan, I., and M. Gul. 2007. Effect of Wild Oat (*Avena fatua* L.) Population and Nitrogen Levels on Some Agronomic Traits of Spring Wheat (*Triticum aestivum* L.). Turk. J. Agri. 31: 91-101.
30- Koutsoyiannis, A. 1973. Theory of econometrics: an introductory exposition of econometric methods. London: MacMillan. pp. 68–95.
31- Malhi, S. S., and K. S. Gill. 2004. Placement, rate and source of N, seed row opener and seedling depth effect of canola production. Can. J. Plant Sci. 84: 719-729.
32- Mennan, H. 2003. Economic thresholds of *Sinapis arvensis* (wild mustard) in winter Wheat fields. Pak. J. Agron. 2:34-39.
33- Okafor, L. I., and SK.DE Datta. 1976. Competition between upland rice and purple nutsedge for nitrogen, moisture and light. Weed Sci. 24: 43-46.
34- Ozer, H. 2003. Sowing date and nitrogen rate effects on growth, yield and yield components of two summer rapeseed cultivars. Eur. J. Agron. 19: 453- 463.
35- Noorullah Khan, A. J., Ahmad Khan, I., and N. Khan. 2002. Response of canola to nitrogen and sulphur nutrition. Asian. J. Plant Sci. 1 (5): 516- 518.
36- [SAS] Statistical Analysis Systems. 1988. SAS/STAT User's Guide. Version6.03. Cary, NC: Statistical Analysis Systems Institute. 1028 p.
37- Thomas, P. 1984. Soil fertility and growth stages. In Canola Growers Manual.Winnipeg, MB, Canada: Canola Council of Canada.
38- Tollenaar, M., Dibo, A. A., Aguilera, A., Weise, S. F., and C. J. Swanton. 1994. Effect of crop density on weed interference in maize. Agron. J. 86:591-595.
39- Van Acker, S. F. 1992. The critical period of weed control in soybean (*Glycine max* L.) and influence of weed interference on soybean growth. M.Sc. Thesis Univ. Guelph. pp. 104.
40- Van Acker, R. C., and R. Oree. 1999. Wild oat (*Avena fatua* L.) and wild mustard (*Brassica kaber*) Wheller interference in canola (*Brassica napus*). Weed Sci. Soc. Am. pp.119.