

## بررسی اثر سطوح مختلف نیتروژن و تراکم کشت بر رقابت کلزا (*Brassica napus* L.) و علف‌هرز ارشته خطایی (*Lepyrodictis holosteoides* Fenzl.)

حسین وحیدپور<sup>۱</sup>، فائزه زعفریان<sup>۲\*</sup>، ایران دخت منصوری<sup>۳</sup>، شهرام نظری<sup>۴</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران. ۲ و ۳- دانشیار، گروه زراعت،  
دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران. ۴- دانش‌آموخته دکتری اکولوژی گیاهان زراعی،  
دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی همدان، ایران.

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۴/۶ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۰/۲۹)

### چکیده

به منظور بررسی اثر تراکم‌های مختلف علف‌هرز ارشته خطایی (*Lepyrodictis holosteoides* Fenzl.) بر میزان آفت عملکرد دانه و همچنین خصوصیات کیفی و کارایی زراعی نیتروژن کلزا، آزمایشی به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ در کرج اجرا شد. فاکتورها شامل مقدار نیتروژن از منبع کودی اوره در چهار سطح صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار، تراکم کلزا در دو سطح ۷۰ و ۹۰ بوته در متر مربع و تراکم علف‌هرز ارشته خطایی در چهار سطح صفر، پنج، ۱۰ و ۱۵ بوته در متر مربع بود. نتایج بدست آمده نشان داد که حداکثر آفت عملکرد در تراکم ۷۰ بوته در متر مربع با مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن و ۹۰ بوته کلزا در متر مربع با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن، به ترتیب ۵۴/۲۶ و ۴۵/۷۸ درصد بود. نتایج نشان که بالاترین درصد و عملکرد روغن، به ترتیب با ۴۰/۷۷ درصد با ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار در تراکم ۹۰ بوته کلزا در متر مربع و با مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و بدون حضور علف‌هرز ارشته خطایی بدست آمد. بالاترین کارایی زراعی نیتروژن، با ۱۹/۸۹ کیلوگرم در کیلوگرم در تراکم ۹۰ بوته کلزا و بدون حضور علف‌هرز مشاهده شد. بیشترین بهره‌وری ناخالص نیتروژن، با ۲۴/۳۶ کیلوگرم در کیلوگرم، در تراکم ۹۰ بوته در متر مربع کلزا و با کاربرد ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار مشاهده شد. نتایج اثر متقابل نیتروژن و تراکم علف‌هرز ارشته خطایی نشان داد که بالاترین بهره‌وری ناخالص نیتروژن، با ۲۳/۸۷ کیلوگرم در کیلوگرم، در تیمار ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و عدم حضور علف‌هرز ارشته خطایی مشاهده شد.

**واژه‌های کلیدی:** درصد روغن، عملکرد دانه، کارایی زراعی نیتروژن، کلزا.

## Effect of different levels of nitrogen and planting density on rapeseed (*Brassica napus* L.) and lepyrodictis (*Lepyrodictis holosteoides* Fenzl.) competition

Hossein Vahidpour<sup>1</sup>, Faezeh Zaefarian<sup>2\*</sup>, Irandokht Mansouri<sup>3</sup>, Shahram Nazari<sup>4</sup>

1. MS student, Faculty of Crop Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran, 2, 3. Associate Professor, and Assistant Professor, Faculty of Crop Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran, 4. Graduated PhD Student of Crop Ecology, Faculty of Agriculture, Bu Ali Sina Hamedan, Iran.

(Received: June 27, 2018 - Accepted: January 19, 2019)

### ABSTRACT

To investigate the effect of different lepyrodictis (*Lepyrodictis holosteoides* Fenzl.) densities on grain yield reduction, as well as qualitative and nitrogen agronomic efficiency of rapeseed (*Brassica napus* L.), a factorial experiment was conducted in a randomized complete block design with three replications in Karaj, 2016-2017. Factors included nitrogen content from urea fertilizer source at four levels (0, 50, 100 and 150 kg N/ha), rapeseed densities (70 and 90 plants/m<sup>2</sup>) and weed density at four levels (0, 5, 10 and 15 plants/m<sup>2</sup>). The results showed that maximum yield loss at 70 and 90 plant densities of rapeseed/m<sup>2</sup> was 26.54 and 78.45%, respectively, with 150 and 100 kg nitrogen. The highest percentage of oil and oil yield were 77.40% and 1504 kg/ha, respectively that were obtained by 90 plants/m<sup>2</sup> of rapeseed and 150 kgN/ha and no weed. The highest N-agronomic efficiency (89.19 kg/kg) was obtained by 90 rapeseed plants/m<sup>2</sup> and without weed presence. The highest N-partial factor productivity was 36.24 kg/kg that was observed in 90 plants/m<sup>2</sup> rapeseed and 50 kgN/ha. The results of nitrogen interaction and lepyrodictis density indicated that the highest N-partial factor productivity (87.23 kg/kg) was observed in the treatment of 50 kg N/ha and absence of weed.

**Keywords:** Grain yield, nitrogen agronomic efficiency, oil percentage, rapeseed.

\* Corresponding author E-mail: fa\_zaefarian@yahoo.com

## مقدمه

بدست می‌آید، ۱۵۰-۷۰ بوته در متر مربع برای ارقام پاییزه و ۸۰-۶۰ بوته در متر مربع برای ارقام بهاره گزارش شده است (Rathke *et al.*, 2006). یکی دیگر از مهم‌ترین جنبه‌های تولید عملکرد بالا در کلزا، انتخاب میزان و زمان صحیح مصرف کود نیتروژن می‌باشد (Holmes, 1980). نیتروژن، نقش مهمی در بهبود افزایش عملکرد کلزا بازی می‌کند (Li *et al.*, 2015). در کشورهای که سطح زیر کشت کلزا بالا می‌باشد، کود نیتروژن می‌تواند عملکرد کلزا را از ۱/۱ تا ۲/۴ تن در هکتار افزایش دهد (Rathke *et al.*, 2005; Xu *et al.*, 2011). کلزا در شرایط اقلیمی کرج، در تناوب با ذرت کشت می‌شود که به محدودیت عناصر غذایی قابل استفاده برای افزایش عملکرد این گیاه دانه روغنی منجر می‌شود. برای حفظ عملکرد بالای کلزا تحت چنین سیستم‌های زراعی، کشاورزان معمولاً از مقادیر بالای کود نیتروژن استفاده می‌کنند (Xu *et al.*, 2011). فزونی نیتروژن در خاک، موجب تصعید، آبشویی و رواناب سطحی می‌شود (Zhu & Chen, 2002) که کاهش کارایی کود نیتروژن و نگرانی‌های زیست‌محیطی را به همراه دارد. بنابراین یکی از روش‌های اصلی در مدیریت تغذیه در تولید گیاه کلزا، کاربرد بهینه کود نیتروژن است. مقدار بهینه و نحوه مصرف کود نیتروژن برای کلزایی که در شرایط رقابت با علف‌هرز است، به نوع علف‌هرز، مدیریت و شرایط محیطی بستگی دارد (Lemerle *et al.*, 2017). پدیده رقابت می‌تواند جذب نیتروژن، کارایی مصرف و نحوه تخصیص آن را در گیاهان تحت تأثیر قرار دهد (Gastal & Lemaire, 2002). افزایش نیتروژن در خاک می‌تواند علاوه بر افزایش عملکرد گیاه زراعی، باعث افزایش قدرت رقابت علف‌هرز و از طرف دیگر، افزایش تولید بذرها و ایجاد آلودگی بیشتر شود. شایان ذکر است که در برخی موارد نیز افزایش مصرف نیتروژن، باعث افزایش قدرت رقابت گیاه زراعی در برابر علف‌های هرز می‌شود (Yaghoubi *et al.*, 2011). با توجه به ازدیاد علف‌هرز

کلزا (*Brassica napus* L.) یکی از منابع مهم تولید روغن خوراکی می‌باشد که در حال حاضر، تقاضا برای تولید آن در سرتاسر دنیا در حال افزایش می‌باشد (Kim *et al.*, 2013). کلزا به دلیل ویژگی‌های زراعی خاص، در میان دانه‌های روغنی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است و پس از سویا (*Glycine max* L.)، دومین گیاه روغنی یک‌ساله در جهان است که به خاطر روغن خوراکی آن کشت می‌شود (Akbari *et al.*, 2010). یکی از عوامل مهم مدیریت زراعی جهت دستیابی به عملکرد بالا در کلزا، کنترل علف‌های هرز می‌باشد. عدم کارایی علف‌کش‌های اختصاصی برای کنترل علف‌های هرز در این محصول، سبب خسارت هنگفت محصول کلزا شده است (Weiner *et al.*, 2001). به همین خاطر ارقام تجاری کلزا مقاوم به علف‌کش‌های گلایفوسیت<sup>۱</sup>، تریازین<sup>۲</sup>، امیدازولینون<sup>۳</sup> و گلو فوسینت<sup>۴</sup> مورد استقبال کشاورزان قرار گرفته است (Lemerle *et al.*, 2017). علف‌هرز ارشته خطایی (*Lepyrodictis holosteoides* Fenzl.) از خانواده گل میخک (Caryophyllaceae)، به عنوان یکی از علف‌های هرز مهاجم در چند سال اخیر در مزارع گندم و کلزای استان‌های تهران، البرز، کرمان، آذربایجان شرقی، همدان، یزد و خراسان رضوی شایع شده است و در حال پیشرفت به سایر نقاط می‌باشد و در حال حاضر، بیشترین شدت آلودگی به این علف‌هرز، در مناطق شهریار و کرج گزارش شده است (Minbashi, 2011). استفاده از تراکم‌های بالاتر گیاهان، به عنوان یک ابزار مفید در مدیریت علف‌های هرز به اثبات رسیده است (Lemerle *et al.*, 2001). معمولاً افزایش تراکم گیاهان زراعی، از طریق رقابت بر سر فضا و منابع، سبب کاهش جمعیت علف‌های هرز می‌شود (Carlson & Hill, 1985). تعیین تراکم مطلوب در واحد سطح، یکی از موارد مهم برای دست‌یافتن به عملکرد بهینه در کلزا می‌باشد (Momoh & Zhou, 2001). تراکم مطلوب کلزا که طی آن، بیشترین کارایی در بکارگیری از منابع

<sup>۳</sup> Imidazolinones<sup>۴</sup> Glufosinate<sup>۱</sup> Glyphosate<sup>۲</sup> Triazines

ارشته خطایی در مزارع کشور و از طرفی ناشناخته بودن آن در اقلیم‌های مختلف، کسب اطلاعات درباره این علف‌هرز می‌تواند در پیش‌بینی پتانسیل ورود آن به مناطق جدید و نیز توسعه اقدامات پیشگیرانه موثر باشد. از این رو، این پژوهش با هدف بررسی توانایی تراکم‌های مختلف کلزا در پاسخ به علف‌هرز ارشته خطایی، تحت تاثیر مقادیر مختلف نیتروژن انجام شد.

### مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ در مزرعه پژوهشی مرکز آموزش عالی امام خمینی کرج، با مختصات عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۶ دقیقه غربی و با ارتفاع ۱۳۲۰ متر از سطح دریا انجام شد. بافت خاک مزرعه انجام آزمایش، رسی-سیلتی بود. آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی، با سه تکرار اجرا شد. تیمارها شامل مقدار نیتروژن از منبع کود اوره (۴۶ درصد نیتروژن) در چهار سطح صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار، تراکم کلزا در دو سطح ۷۰ و ۹۰ بوته در متر مربع و تراکم علف‌هرز ارشته خطایی در چهار سطح صفر، پنج، ۱۰ و ۱۵ بوته در متر مربع بودند.

در شهریور ۱۳۹۴، کود فسفره از منبع سوپرفسفات تریپل و کود پتاس از منبع سولفات پتاسیم، به ترتیب به میزان ۷۵ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار و با توجه به توصیه کودی حاصل از آزمایش خاک، به وسیله دیسک‌زنی با خاک مخلوط شد. تیمار کود نیتروژن در سه مرحله (۱/۳ هنگام کاشت، ۱/۳ شروع ساقه‌دهی و ۱/۳ شروع گلدهی) مصرف شد. کاشت کلزا با دست و به صورت خشکه‌کاری، در عمق دو سانتی‌متری و در ۱۵ مهر ماه انجام شد. بذرهای کلزا (رقم سوپراستار) از بخش دانه‌های روغنی موسسه تحقیقات نهال و بذر تهیه شد. همچنین بذرهای علف‌هرز ارشته خطایی از بخش علف‌های هرز موسسه تحقیقات گیاهپزشکی تهیه شد. آزمایش اولیه نشان‌دهنده خواب بالای بذر ارشته خطایی بود؛ بنابراین جهت شکستن خواب، بذر با اسید سولفوریک ۹۸ درصد به مدت دو دقیقه تیمار شدند (Bakhshandeh *et al.*, 2011). هر کرت شامل

شش خط کشت به طول شش متر و فاصله خطوط ۳۰ سانتی‌متر بود. ابتدا بذر کلزا با تراکم بیشتری کشت شد و در مرحله دو تا چهار برگی و بر اساس تراکم مورد نیاز، عملیات تنک‌سازی انجام گرفت. همزمان با کاشت کلزا، بذرهای ارشته خطایی مخلوط شده با ماسه نرم، به صورت زیگزاگ در طرفین خطوط کشت کلزا و با توجه به تراکم‌های مورد نظر پاشیده شد. برای اطمینان از سبز شدن بذرهای علف‌هرز، تعدادی بذر علف‌هرز ارشته خطایی در لیوان‌های پلاستیکی که محتوی خاک سبک بود، به‌طور جداگانه کشت شدند تا گیاهچه‌های سبز شده در تیمارهایی که تراکم علف‌هرز درست اعمال نشدند (خوب سبز نکردند) جایگزین شوند. نمونه‌برداری از علف‌هرز ارشته خطایی جهت تعیین وزن خشک، یک هفته قبل از برداشت کلزا انجام گرفت. به استثناء علف‌هرز ارشته خطایی، سایر علف‌های هرز به صورت مستمر با دست وجین شدند. سپس نمونه‌های مربوط به هر کرت در داخل پاکت‌هایی قرار داده شد و به مدت ۷۲ ساعت در آونی با دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد در نگهداری شدند و پس از آن، وزن خشک نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. برای ارزیابی مدل افت عملکرد دانه و بیولوژیک کلزا، از تراکم علف‌هرز ارشته خطایی در هر کرت آزمایشی مورد استفاده شد. تعیین رابطه بین تراکم علف‌هرز و عملکرد دانه و بیولوژیک، با مدل دو پارامتری هذلولی مستطیلی کازنس (رابطه ۱) انجام شد (Cousens, 1985):

$$YI = Id / (1 + Id/A) \quad \text{رابطه (۱)}$$

در این معادله:  $YI$ ، درصد افت عملکرد دانه و بیولوژیک؛  $d$ ، تراکم علف‌هرز (گیاه در متر مربع) و  $I$  و  $A$ ، پارامترهای مدل می‌باشند که به ترتیب عبارتند از شیب منحنی (درصد افت عملکرد کلزا به ازای هر واحد تراکم علف‌هرز، هنگامی که این تراکم به سمت صفر میل می‌کند) و مجانب منحنی (درصد افت عملکرد کلزا، زمانی که تراکم علف‌هرز به سمت بی‌نهایت میل می‌کند یا به عبارت دیگر حداکثر کاهش عملکرد کلزا ناشی از تداخل علف‌هرز) می‌باشند.

برای تعیین کارایی زراعی نیتروژن و بهره‌وری ناخالص نیتروژن، به ترتیب از روابط (۲) و (۳) استفاده شد (Goodroad & Jellum, 1988; Kim *et al.*, 2013).

استفاده شد. در صورت معنی دار بودن اثر متقابل، برش‌دهی انجام شد و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSmeans صورت گرفت. جهت رسم شکل‌ها از نرم‌افزار Sigmaplot 12.1 استفاده شد.

### نتایج و بحث

مقادیر بالای ضرایب تبیین ( $R^2$ ) در جدول (۱) نشان داد که مدل دوپارامتری غیرخطی کازنس، اثر منفی برهمکنش ارشته خطایی بر عملکرد دانه کلزا را در سطوح نیتروژن، به‌خوبی توصیف کرده است. میزان خسارت ناشی از ورود اولین بوته علف‌هرز ارشته خطایی در سطوح صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن، به‌ترتیب ۸/۳۴، ۷/۰۵، ۸/۶۲ و ۹/۰۳ درصد برای تراکم ۷۰ بوته در متر مربع کلزا و همچنین ۲/۲۲، ۳/۶۵، ۴/۰۵ و ۵/۵۲ درصد برای تراکم ۹۰ بوته در متر مربع کلزا به‌دست آمد (جدول ۱).

$$\text{رابطه (۲): } \frac{(GY_{+N} - GY_{-N})}{FN}$$

= کارایی زراعی نیتروژن (Kg/Kg)  
رابطه (۳):

$$\text{بهره‌وری ناخالص نیتروژن (Kg/Kg)} = \frac{GY_{+N}}{FN}$$

در این روابط،  $GY_{+N}$  و  $GY_{-N}$  به‌ترتیب عملکرد محصول با کاربرد و عدم کاربرد نیتروژن و  $FN$ ، میزان نیتروژن مصرفی می‌باشد. برای تعیین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی در واحد سطح نیز مساحت دو متر مربع از ردیف‌های کلزا، با در نظر گرفتن اثر حاشیه‌ها، به صورت کف‌بر برداشت شد. درصد روغن به وسیله دستگاه Seed Analyzer مدل Zx-50 اندازه‌گیری شد. همچنین با توجه به درصد روغن و عملکرد دانه اندازه‌گیری شده، عملکرد روغن در واحد سطح نیز محاسبه شد. تجزیه واریانس صفات، به وسیله نرم‌افزار آماری SAS انجام شد و از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد برای مقایسه میانگین اثرات اصلی

جدول ۱- پارامترهای تخمینی مدل کاهش عملکرد - تراکم کازنس.

Table 1. Estimated parameters of Cousens yield-density reduction model

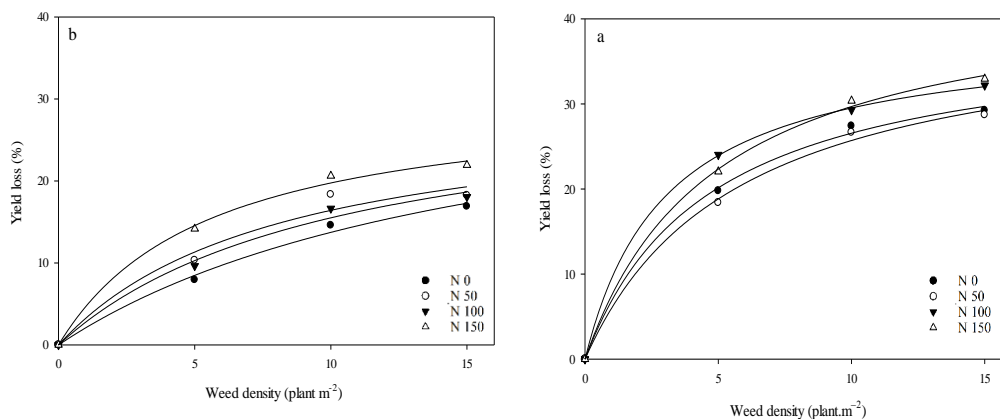
Lepyroclis density (Plant/m)	N (kg/ha)	Model parameters		
70	0	8.34 (1.02)	38.98 (3.29)	0.99
	50	7.05 (0.93)	39.43 (3.05)	0.99
	100	8.62 (0.51)	40.56 (0.52)	0.99
	150	9.03 (1.02)	54.26 (1.92)	0.99
90	0	2.22 (0.37)	35.97 (8.37)	0.98
	50	3.65 (1.37)	36.77 (8.54)	0.96
	100	4.05 (0.66)	38.49 (6.42)	0.98
	150	5.52 (0.87)	54.78 (2.71)	0.99

پژوهشی، با بررسی اثر نیتروژن بر عملکرد گندم در تراکم‌های مختلف یولاف وحشی (*Avena ludoviciana*) گزارش شد که در تیمار کودی بهینه، میزان خسارت ناشی از تراکم‌های مختلف علف‌هرز کاهش یافت و کمترین شیب افت عملکرد دانه گندم، در سطح ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، بدست آمد (Khan et al., 2007). Delaney & Van Acker (2005) نیز گزارش کردند که با افزایش نیتروژن از صفر به ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار، شیب اولیه نمودار کاهش عملکرد گندم در تداخل با یولاف وحشی، از ۱۰ به هشت درصد کاهش یافت. همچنین، حداکثر افت تخمینی در تیمار ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، ۲۳ درصد برآورد شد؛ درحالی‌که برای سطوح صفر و ۱۰۰

به‌طور کلی، نتایج بدست آمده نشان داد که با افزایش تراکم علف‌هرز ارشته خطایی، عملکرد دانه کلزا کاهش یافت که این کاهش در تراکم ۷۰ بوته کلزا در متر مربع مشهودتر بود (شکل ۱). حداکثر افت عملکرد، در تراکم‌های ۷۰ و ۹۰ بوته کلزا در متر مربع نیز به‌ترتیب ۵۴/۲۶ و ۴۵/۷۸ درصد بود که با مصرف ۱۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن به‌دست آمد (جدول ۲). کاهش غیرخطی عملکرد در اثر رقابت، در گیاهان مختلف مانند گندم (*Triticum aestivum*) (Eslami et al., 2006)، پنبه (*Gossypium herbaceum*) (Askew & Wilcut, 2002)، بادام زمینی (*Arachis hypogaea*) (Clewis et al., 2001) و ذرت (*Zea mays* L.) (Massinga et al., 2001) نیز گزارش شده است. در

وارد کردن خسارت بسیار بالا بر عملکرد دانه کلزا را داشته است (جدول ۱).

کیلوگرم نیتروژن در هکتار، به ترتیب ۵۷ و ۴۷ درصد بود. حداکثر کاهش تخمینی (پارامتر A) بدست آمده نشان داد که علف‌هرز ارشته خطایی در بالاترین تراکم‌های ممکنه خود در همه سطوح کود نیتروژن، توانایی



شکل ۱- اثر تراکم کلزا (۹۰ (a) و ۷۰ (b) بوته در متر مربع) بر عملکرد دانه کلزا در سطوح مختلف کود نیتروژن. Figure 1. Effect of rapeseed density (90 (a) and 70 (b) plant/ m<sup>2</sup>) on rapeseed yield in different levels of nitrogen fertilizer.

ارشته خطایی بر درصد و عملکرد روغن کلزا معنی‌دار بود (جدول ۲).

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل سه‌گانه تراکم کلزا × سطوح نیتروژن × تراکم علف‌هرز

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر تراکم کلزا، سطوح نیتروژن و تراکم علف‌هرز ارشته خطایی بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزا Table 2- Variance analysis of the effect of rapeseed densities, nitrogen levels and Lepyrodiclis densities on the yield and yield components of rapeseed

S.O.V	df	Oil percentage	Oil yield	N-agronomic efficiency	N- partial factor productivity
replication	2	0.09	6461.13	7.81	4.51
Rapeseed density (RD)	1	28.18 **	2167206 **	451.68 **	1618.23 **
Nitrogen level (N)	3	72.49 **	2579130.94	609.71 **	4668.9 **
Lepyrodiclis density (LD)	3	10.48 **	301313.86 **	49.26 **	198.64 **
RD × N	3	0.91 **	84549.17 **	14 **	92.63**
RD × LD	3	1.48 **	25501.53 **	4.98 *	18.96 **
LD × N	9	0.57 **	11370.32 **	1.52 n.s	12.52**
RD × N × LD	9	0.49 **	1472.21*	0.11 n.s	1.06 n.s
Error	62	0.03	616.299	1.35	0.62
CV (%)	-	14.4	12.69	17.27	12.47

\* و \*\* به ترتیب نشان دهنده معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد می‌باشد.

\* and \*\* represent significant at 5% and 1% of probability levels respectively

برش‌دهی اثر متقابل سطوح نیتروژن و تراکم علف‌هرز نشان داد که بالاترین درصد روغن (۴۰/۱۴ درصد)، در تراکم ۹۰ بوته کلزا در متر مربع با و با مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و عدم حضور علف‌هرز ارشته خطایی بدست آمد (جدول ۳). همچنین نتایج مقایسه میانگین نشان داد که کمترین درصد روغن (۳۶/۰۷ و

۳۵/۸۷ درصد)، در تراکم ۹۰ بوته در متر مربع کلزا، به ترتیب در تراکم‌های ۱۰ و ۱۵ بوته در متر مربع ارشته خطایی و در تیمار شاهد کود نیتروژن به‌دست آمد (جدول ۳). نتایج برش‌دهی اثر متقابل سطوح نیتروژن و تراکم علف‌هرز نشان که بالاترین درصد روغن، با ۴۰/۶۴ و ۴۰/۳۳ درصد بود که در تراکم ۷۰ بوته کلزا

در متر مربع و با کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در تیمار شاهد و پنج بوته در متر مربع علف‌هرز به دست آمد که از نظر آماری، اختلاف معنی‌داری با مصرف ۱۰۰

جدول ۳- برش‌دهی اثر متقابل نیتروژن و تراکم علف‌هرز ارشته خطایی بر درصد روغن در تراکم‌های ۷۰ و ۹۰ بوته در متر مربع کلزا

Table 3. Slicing the interaction effects between nitrogen levels and Lepyrodiclis density on oil percentage at 0 and 90 plant/m<sup>2</sup> density

Nitrogen (kg/ha)	Lepyrodiclis density (Plant/m)	Rapeseed density (Plant/m)	
		70	90
0	0	36.91 f	36.8 h
	5	35.95 f	36.54 h
	10	35.81 f	36.07 i
	15	35.95 f	35.87 i
50	0	38.38 b	39.27 e
	5	37.75 cd	39.97 ef
	10	37.68 c	38.77 f
	15	36.92 d	38.27 g
100	0	40.14 a	40.74 b
	5	39.78 a	40.27 c
	10	38.03 b	40.5 c
	15	37.69 c	39.8 d
150	0	40.64 a	41.14 a
	5	40.33 a	40.77 b
	10	38.47 b	40.34 c
	15	37.41 c	39.93 cd

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه از نظر آماری در سطح پنج درصد و بر اساس آزمون LSD، فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

Means with the same letters in the same columns are not significantly different at 5 % of probability level, based on LSD test.

(2004) Hopkins & Hunter و (2001) Cheema *et al.*

بیان کردند که در درجه اول، درصد روغن دانه گیاهان زراعی، تحت کنترل عوامل ژنتیکی می‌باشد و در صورتی که گیاه در معرض تنش‌های شدید محیطی نباشد، درصد روغن دانه در هر رقم ثابت باقی می‌ماند، اما (2004) Hendrix *et al.* اظهار داشتند که رقابت علف‌های هرز با گیاهان دانه روغنی می‌تواند درصد روغن دانه را به دلیل کاهش توانایی گیاه برای سنتز اسیدهای چرب (ناشی از کاهش توان فتوسنتزی گیاه) کاهش دهد.

به‌طور کلی نتایج حاکی از آن است که با کاهش مصرف نیتروژن از ۱۵۰ به صفر کیلوگرم در هکتار، عملکرد روغن به طور معنی‌داری در هر دو تراکم ۹۰ و ۷۰ بوته کلزا کاهش یافت. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بالاترین عملکرد روغن در تراکم‌های ۹۰ و ۷۰ بوته کلزا، به ترتیب با ۱۵۰۴ و ۱۲۲۶ کیلوگرم در هکتار، در

همچنین تراکم‌های صفر، پنج، ۱۰ و ۱۵ بوته در متر مربع ارشته خطایی در عدم کاربرد کود نیتروژن، به ترتیب ۳۶/۹۱، ۳۵/۸۱، ۳۵/۹۵ و ۳۵/۹۵ درصد روغن تولید کردند که کم‌ترین درصد روغن در تراکم ۷۰ بوته در متر مربع کلزا بود و همگی از نظر آماری در یک گروه قرار گرفتند (جدول ۳). (2005) Paprimoghdam *et al.* گزارش کردند که افزایش سطوح نیتروژن، موجب افزایش درصد روغن کنگد خواهد شد. (2009) Rahnema & Jafarinezhad با بررسی و تعیین مناسب‌ترین سطح کود نیتروژن در شرایط اقلیمی اهواز اظهار داشتند که با افزایش مصرف کود نیتروژن از صفر به ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، درصد روغن دانه افزایش یافت. با افزایش تراکم علف‌هرز ارشته خطایی، به‌طور معنی‌داری درصد روغن کلزا کاهش می‌یابد (جدول ۳). اگرچه سایر محققین مانند

شرایط عدم حضور علف‌هرز ارشته خطایی مشاهده شد. کم‌ترین عملکرد روغن، ۳۱۴/۶۷ کیلوگرم در هکتار بود که در تراکم ۷۰ بوته کلزا و در شرایط عدم کاربرد نیتروژن به دست آمد. همچنین کم‌ترین عملکرد روغن در تراکم ۹۰ بوته کلزا با ۵۸۴/۳۳، ۵۲۰، ۴۸۹ و ۵۵۱/۶۷ کیلوگرم در هکتار، در تیمارهای بدون مصرف نیتروژن به دست آمد که از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بین آن‌ها مشاهده نشد (جدول ۴).

جدول ۴- برش‌دهی اثر متقابل نیتروژن و تراکم علف‌هرز ارشته خطایی بر عملکرد روغن در تراکم‌های ۷۰ و ۹۰ بوته کلزا  
Table 4. Slicing the interaction effects between nitrogen levels and *Lepyrodictis* density on oil yield at 70 and 90

Nitrogen (kg/ha)	Lepyrodictis density (Plant/m)	plant/ m	
		Rapeseed density (Plant/m)	
		70	90
0	0	476 j	584.33 i
	5	420.33 k	520 jh
	10	381 k	489 jh
	15	314.67 l	551.67 ij
50	0	916 f	1140.33 f
	5	800 g	1071 g
	10	727.670 h	1019 g
	15	600 i	957.67 h
100	0	1136.33 b	1445.67 b
	5	996.33 d	1356 c
	10	872 f	1293 d
	15	723.33 h	1221.67 e
150	0	1226 a	1504 a
	5	1081 c	1415.33 b
	10	937.67 ef	1344 cd
	15	753 gh	1256.67 de

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه از نظر آماری در سطح پنج درصد و بر اساس آزمون LSD، فاقد اختلاف معنی‌دار هستند. Means with the same letters in the same columns are not significantly different at 5 % of probability level, based on LSD test.

مقایسه با شرایط عدم حضور علف‌هرز شد (Hamzei *et al.*, 2007). به دلیل ارتباط مستقیم بین عملکرد دانه و درصد روغن با عملکرد روغن کلزا، مجموعه عواملی که در شرایط رقابت علف‌های هرز منجر به کاهش عملکرد دانه می‌شوند، ممکن است در کاهش عملکرد روغن این گیاه نیز نقش مستقیمی داشته باشند.

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد اثر متقابل تراکم کلزا × سطوح نیتروژن و تراکم کلزا × تراکم علف‌هرز ارشته خطایی بر کارایی زراعی نیتروژن معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج برش‌دهی اثر متقابل تراکم کلزا × سطوح نیتروژن نشان دهنده این موضوع است که در تراکم ۹۰ بوته در متر مربع کلزا نسبت به تراکم ۷۰ بوته کلزا در کلیه سطوح نیتروژن، همواره کارایی زراعی نیتروژن بالاتر بود. بیشترین کارایی زراعی نیتروژن

در پژوهشی محققین گزارش کردند که افزایش مصرف نیتروژن تا حد مطلوب (۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار)، سبب افزایش عملکرد روغن کلزا می‌شود (Hamzei *et al.*, 2015)؛ این امر، نشان‌دهنده پتانسیل بالای کلزا در استفاده بهینه از نیتروژن می‌باشد. به نظر می‌رسد که افزایش تراکم بوته، به دلیل ایجاد امکان استفاده از عوامل محیطی و زراعی، منجر به بهبود پتانسیل تولید روغن شده است. همچنین نتایج بدست آمده در پژوهشی دیگر نشان داد که کاهش معنی‌دار عملکرد روغن سیاهدانه (*Nigella sativa* L.)، در نتیجه رقابت با علف‌های هرز در طول فصل رشد این گیاه بوده است (Hussain *et al.*, 2009). علاوه براین، نتایج پژوهشی حاکی از آن بود که حضور و رقابت علف‌های هرز در طول فصل رشد کلزا، باعث کاهش معنی‌دار عملکرد روغن در این گیاه، به میزان ۶۲/۲۷ درصد در

موضوع است که با افزایش میزان نیتروژن، کارایی زراعی نیتروژن کاهش می‌یابد (Greef, 1994). در این راستا محققین، علت کاهش زراعی مصرف نیتروژن در اثر افزایش مصرف کود نیتروژن را با افزایش سرعت از دست رفتن عنصر مذکور از طریق آبخوبی و تصعید و یا عدم جذب مؤثر آن توسط گیاه، مرتبط دانستند (Doyle & Holford, 1993).

(۲۴/۳۶ کیلوگرم در کیلوگرم) در تراکم ۹۰ بوته در متر مربع و با مصرف ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار مشاهده شد. همچنین کمترین کارایی زراعی نیتروژن (۹/۵۳ کیلوگرم در کیلوگرم)، در تراکم ۷۰ بوته در متر مربع کلزا و در تیمار کودی ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار مشاهده شد (جدول ۵). به‌طور کلی نتایج به‌دست آمده سایر محققین همانند نتایج این پژوهش بیانگر این

جدول ۵- برش‌دهی اثر متقابل نیتروژن و تراکم کلزا بر کارایی زراعی نیتروژن (کیلوگرم در کیلوگرم)

Table 5. Slicing the interaction effects between nitrogen levels and rapeseed density on nitrogen agronomic efficiency (Kg/Kg)

Nitrogen (kg/ha)	Rapeseed density (Plant/m)	
	70	90
50	18.1 a	24.36 a
100	12.79 b	18.25 b
150	9.53 c	12.83 c

متقابل تراکم کلزا و تراکم ارشته خطایی بر کارایی زراعی نیتروژن نشان داد که بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار این صفت، به ترتیب ۱۵/۹۸ (بدون حضور علف هرز) و ۱۰/۸۳ کیلوگرم در کیلوگرم بود که در تراکم ۷۰ بوته در متر مربع کلزا و در تراکم ۱۵ بوته در متر مربع ارشته خطایی مشاهده شد (جدول ۶). Bauman (2001) نیز گزارش کرد که رقابت شدید بین گونه‌ای، منجر به کاهش کارایی زراعی مصرف نیتروژن در گیاهان زراعی می‌شود.

نتایج برش‌دهی اثر متقابل تراکم کلزا × تراکم علف‌هرز ارشته خطایی نشان داد که در هر دو تراکم کلزا، با افزایش تراکم علف‌هرز ارشته خطایی در واحد، مقدار کارایی زراعی نیتروژن همواره روند نزولی داشت که این کاهش، در تراکم ۷۰ بوته در متر مربع کلزا نسبت به تراکم ۹۰ بوته با از شیب بیشتری برخوردار بود (جدول ۶). نتایج حاکی از آن است که بالاترین کارایی زراعی نیتروژن، ۱۹/۸۹ کیلوگرم در کیلوگرم بود که در تراکم ۹۰ بوته در متر مربع کلزا و شرایط بدون حضور علف‌هرز مشاهده شد (جدول ۶). همچنین نتایج برش‌دهی اثر

جدول ۶- برش‌دهی اثر متقابل تراکم کلزا و علف هرز بر کارایی زراعی نیتروژن (کیلوگرم در کیلوگرم)

Table 6. Slicing the interaction effects between rapeseed and Lepyroclis densities on nitrogen agronomic efficiency (Kg/Kg)

Lepyroclis density (Plant/m)	Rapeseed density (Plant/m)	
	70	90
0	15.98 a	19.89 a
5	14.72 b	18.79 b
10	12.93 c	18.02 bc
15	10.83 d	17.22 bc

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه از نظر آماری در سطح پنج درصد و بر اساس آزمون LSD، فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

Means with the same letters in the same columns are not significantly different at 5 % of probability level, based on LSD test.

هکتار در تراکم‌های ۷۰ و ۹۰ بوته کلزا در متر مربع، بهره‌وری ناخالص نیتروژن همواره روند کاهشی نشان داد. بیشترین (۵۳/۸۸ کیلوگرم در کیلوگرم) و کمترین (۱۶/۹۳ کیلوگرم در کیلوگرم) بهره‌وری ناخالص نیتروژن به‌ترتیب در تراکم ۹۰ بوته در متر مربع کلزا با

اثرات متقابل دوگانه تراکم کلزا × نیتروژن، تراکم کلزا × تراکم علف‌هرز ارشته خطایی و نیتروژن × تراکم علف‌هرز ارشته خطایی بر بهره‌وری ناخالص نیتروژن در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). با افزایش سطح کودی نیتروژن از ۵۰ به ۱۵۰ کیلوگرم در



کاربرد ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و تیمار ۷۰ بوته  
کلزا در متر مربع با کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار

جدول ۷- برش‌دهی اثر متقابل نیتروژن و تراکم کلزا بر بهره‌وری ناخالص نیتروژن (کیلوگرم در کیلوگرم)

Table 7. Slicing the interaction effects between nitrogen levels and rapeseed density on N- partial factor productivity (Kg/Kg)

Nitrogen (kg/ha)	Rapeseed density (Plant/m)	
	70	90
50	40.31 a	53.88 a
100	23.89 b	33.01 b
150	16.93 c	22.68 c

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه از نظر آماری در سطح پنج درصد و بر اساس آزمون LSD، فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.  
Means with the same letters in the same columns are not significantly different at 5 % of probability level, based on LSD test.

نتایج برش‌دهی اثر متقابل تراکم کلزا و علف‌هرز ارشته  
خطایی نشان داد که بالاترین بهره‌وری ناخالص نیتروژن  
۳۹/۳۱ و ۳۲/۰۴ کیلوگرم در کیلوگرم بود که به ترتیب  
در تراکم‌های ۹۰ و ۷۰ بوته کلزا با و شرایط بدون  
حضور علف‌هرز ارشته خطایی مشاهده شد (جدول ۸).

جدول ۸- برش‌دهی اثر متقابل تراکم کلزا و ارشته بر بهره‌وری ناخالص نیتروژن (کیلوگرم در کیلوگرم)

Table 8. Slicing the interaction effects between rapeseed and Lepyrodiclis densities on N- partial factor productivity (Kg/Kg)

Lepyrodiclis density (Plant/m)	Rapeseed density (Plant/m)	
	70	90
0	32.04 a	39.31 a
5	29.46 b	37.25 b
10	25.93 c	35.65 c
15	21.73 d	33.88 d

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه از نظر آماری در سطح پنج درصد و بر اساس آزمون LSD، فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.  
Means with the same letters in the same columns are not significantly different at 5 % of probability level, based on LSD test.

کمترین بهره‌وری ناخالص نیتروژن (۲۱/۷۳) کیلوگرم در  
کیلوگرم، در تیمار ۷۰ بوته کلزا در متر مربع و حضور  
۱۵ بوته در متر مربع علف‌هرز ارشته خطایی مشاهده  
شد (جدول ۸). به‌طور کلی، نتایج برش‌دهی اثر متقابل  
نیتروژن و تراکم علف‌هرز ارشته خطایی نشان داد که  
در هر سه سطح ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در  
هکتار، با افزایش تراکم علف‌هرز ارشته خطایی از صفر

جدول ۹- برش‌دهی اثر متقابل نیتروژن و تراکم کلزا و ارشته بر بهره‌وری ناخالص نیتروژن (کیلوگرم در کیلوگرم)

Table 9. Slicing the interaction effect among nitrogen levels, rapeseed and Lepyrodiclis densities on N- partial factor productivity (Kg/Kg)

Lepyrodiclis density (Plant/m)	Nitrogen (kg/ha)		
	50	100	150
0	52.89 a	31.89 a	22.24 a
5	48.64 b	29.41 b	20.51 b
10	45.59 c	27.56 c	19.23 c
15	41.24 d	24.94 d	17.23 d

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه از نظر آماری در سطح پنج درصد و بر اساس آزمون LSD، فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.  
Means with the same letters in the same columns are not significantly different at 5 % of probability level, based on LSD test.

### نتیجه گیری

نتایج بدست آمده از این آزمایش نشان داد که بیشترین آفت عملکرد دانه، در تراکم‌های ۷۰ و ۹۰ بوته کلزا در متر مربع و با مصرف ۱۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن مشاهده شد. بالاترین عملکرد روغن با ۱۵۰۴ کیلوگرم در هکتار، در تراکم ۹۰ بوته کلزا در متر مربع و با کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و عدم حضور علف‌هرز ارشته خطایی به دست آمد. همچنین بیشترین کارایی زراعی نیتروژن با ۲۴/۳۶ کیلوگرم در کیلوگرم، در تراکم ۹۰ بوته در متر مربع و با مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار مشاهده شد. به‌طور کلی، کاربرد همزمان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن با تراکم ۹۰ بوته در متر مربع کلزا، هم از لحاظ اکولوژیکی قابل توصیه است و هم از نظر کارایی در سطح بالایی می‌باشد.

در همین راستا، Dua *et al.* (2007) با بررسی ده ساله سطوح مختلف کود نیتروژن در چند رقم سیب‌زمینی اظهار داشتند که بالاترین بهره‌وری ناخالص نیتروژن در سطوح پایین کود نیتروژن به دست آمد. Amanullah *et al.* (2015) با بررسی سطوح مختلف کود نیتروژن روی گیاه ذرت بیان داشتند که رابطه معکوسی بین مصرف کود نیتروژن و بهره‌وری ناخالص کود نیتروژن وجود دارد و با افزایش مصرف کود نیتروژن، بهره‌وری ناخالص کود نیتروژن کاهش می‌یابد. Habbib *et al.* (2017) با بررسی دو سطح ۱۶۱ و ۲۱۵ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار در گندم اظهار داشتند که بالاترین بهره‌وری ناخالص کود نیتروژن، با مصرف ۱۶۱ کیلوگرم کود در هکتار حاصل شد. طبق تحقیقات Cassman *et al.* (1996) بالاترین بهره‌وری ناخالص نیتروژن برنج در سطوح پایین کود نیتروژن به دست آمد.

### REFERENCES

1. Akbari, G. A., Irannezhad, H., Hoseinzadeh, K., Zand, E., Hejazi, A. & Bayat, A. A. (2010). Effect of wild mustard (*Sinapisarvensis* L.) interference on yield and growth index of canola (*Brassica napus* L.). *Iranian Journal of Field Crop Science*, 41(2), 329-343. (In Farsi).
2. Amanulla, A. (2015). Rate and timing of nitrogen application influence partial factor productivity and agronomic NUE of maize (*Zea mays* L) planted at low and high densities on calcareous soil in northwest Pakistan. *Journal of Plant Nutrition*. 18, 683-690.
3. Askew, S. D. & Wilcut, J. W. (2001). Tropic croton interference in cotton. *Weed Science*, 49, 184-189.
4. Bauman, D. T. (2001). *Competitive suppression of weeds in a leek-celery intercropping system*. Ph.D. Thesis. Wageningen Agricultural University. The Netherlands.
5. Bakhshandeh, A., Ghadirian, R., Galeshi, S. & Soltani, A. (2011). Modelling the effects water stress and temperature on seed germination of soybean (*Glycine max* L.) and velvetleaf (*Abutilon theophrasti* med.). *Plant Production Research*, 18(1), 29-48. (In Farsi).
6. Clewis, S. B., Askew, S. D. & Wilcut, J. W. (2001). Common ragweed interference in peanut. *Weed Science*, 49, 68-772.
7. Carlson, H. L. & Hill, J. E. (1985). Wild oat (*Avena fatua*) competition with spring wheat: plant density effects. *Weed Science*, 33, 176-181.
8. Cassman, K. G., Gines, G. C., Dizon, M. A., Samaon, M. I. & Alcantra, M. (1996). Nitrogen-use efficiency in tropical lowland rice systems: contributions from indigenous and applied nitrogen. *Field Crops Research*, 47, 1-12.
9. Cheema, M. A., Malik, M. A., Shah, S. H. & 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*). *Journal of Agronomy and Crop Science*, 186, 311-316.

10. Cousens, R. (1985). A simple model relating yield loss to weed density. *Annals of Applied Biology*, 107, 239-252.
11. Doyle, A. D. & Holford I. C. R. (1993). The uptake of nitrogen by wheat, its agronomic efficiency and their relationship to soil and nitrogen fertilizer. *Australian Journal of Agricultural Research*, 44, 1245-1258.
12. Delaney, M. R. & Van Acker, R. C. (2005). Effect of nitrogen fertilizer and landscape position on wild oat (*Avena fatua*) interference in spring wheat. *Weed Science*, 53, 869-876.
13. Dua, V. K., Govindkrishnan, P. M., Lal, S. S. & Khurana, S. M. P. (2007). Partial factor productivity on nitrogen in potato. *Better Crops*, 91, 25-27.
14. Eslami, S. V., Gill, G. S., Bellotti, B. & McDonald, G. (2006). Wild radish (*Raphanus raphanistrum*) interference in wheat. *Weed Science*, 54, 749-756.
15. Goodroad L. L. & Jellum M. D. (1988). Effect of N fertilizer rate and soil pH on N efficiency in corn. *Plant and Soil*, 106, 85-89.
16. Gastal F. & Lemaire G. (2002). N uptake and distribution in crops: an agronomical and ecophysiological perspective. *Journal of Experimental Botany*, 53, 789-799.
17. Greef, J. M. (1994). Productivity of maize in relation to morphological physiological characteristics under varying amounts of nitrogen supply. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 173, 317-326.
18. Habbib, H., Hirel, B., Verzeaux, J., Roger, D., Lacoux, J., Lea, P., Dubois, F. & Tetu, T. (2017). Investigating the combined effect of tillage, nitrogen fertilization and cover crops on nitrogen use efficiency in winter wheat. *Agronomy*, 66, 1-15.
19. Hamzei, J., MohammadyNasab, A. D., Khoie, F. R., Javanshir, A. & Moghaddam, M. (2007). Critical period of weed control in three winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) cultivars. *Turkish Journal of Agricultural and Forestry*, 31, 83-90.
20. Hendrix, B. J., Young, B. G. Y. & Chong, S. (2004). Weed management in strip tillage corn. *Agronomy Journal*, 96, 229-235.
21. Holmes, M. J. R. (1980). *Nutrition of the Oilseed Rape Crop*. Applied Science Publishers: London, UK.
22. Hopkins, W. G. & Hunter, A. N. (2004). Introduction to plant physiology. 3<sup>rd</sup> ed. John Wiley & Sons Pub. New York. 560 pp.
23. Hussain, A., Nadeem, A., Ashraf, I. & Awan, M. (2009). Effect of weed competition periods on the growth and yield of black seed (*Nigella sativa* L.). *Pakistan Journal of Weed Science Research*, 15(1), 71-81.
24. Kim, I. S., Binfield, J., Patton, M., Zhang, L. & Moss, J. (2013). Impact of increasing liquid biofuel usage on EU and UK agriculture. *Food Policy*, 38, 59-69.
25. Khan, I., Gul H., Muhammad Khan, I. & Gul, M. (2007). Effect of wild Oat (*Avena fatua* L.) population and nitrogen levels on some agronomic traits of spring wheat (*Triticum aestivum* L.). *Turkish Journal Agriculture and Foresry*, 31, 91-101.
26. Lemerle, D., Gill, G. S., Murphy, C. E., Walker, S. R., Cousens, R. D., Mokhtari, S., Peltzer, S. J., Coleman, R. & Luckett, D. J. (2001). Genetic improvement and agronomy for enhanced wheat competitiveness with weeds. *Crop Pesticide Science*, 52, 527-548.

27. Lemerle, D., Lockett, D. J., Wu, H. & Widderick, M. (2017). Agronomic interventions for weed management in canola (*Brassica napus* L.) - A review. *Crop Protection*, 95: 69-73.
28. Li, H., Cong, R., Ren, T., Li, X., Ma, C., Zheng, L., Zhang, Z. & Lu, J. (2015). Yield response to N fertilizer and optimum N rate of winter oilseed rape under different soil indigenous N supplies. *Field Crops Research*, 181, 52-59.
29. Massinga, R. A., Currie, R. S., Horak, M. J. & Boyer, J. (2001). Interference of *Palmer amaranth* in corn. *Weed Science*, 49, 202-208.
30. Minbashi-Moenei, M. (2011). Preparation of weed species distribution of Iran wheat fields with GIS. Research Report, *Iranian Research Institute of Plant Protection*. 300Pp. (In Farsi).
31. Momoh, E. J. J. & Zhou, W. (2001). Growth and yield responses to plant density and stage of transplanting in winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Journal of Agronomy and Crop Science*, 186 (4), 253-259.
32. Papari Moghadam Fard, A. & Bahrani, M. J. (2005). Effect of nitrogen fertilizer rates and plant density on some agronomic characteristics, seed yield, oil and protein percentage in two sesame cultivars. *Iranian Journal of Agricultural Science*, 36, 129-135. (In Farsi).
33. Rahnema, A. A. & JafariNejad, A. R. (2009). Determination of optimum nitrogen levels in different planting dates of canola in Khouzestan. *Journal of Plant Production*, 32(1), 53-63. (In Farsi).
34. Rathke, G. W., Christen, O. & Diepenbrock, W. (2005). Effects of nitrogen source and rate on productivity and quality of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) grown in different crop rotations. *Field Crops Research*, 94(2), 103-113.
35. Rathke, G. W., Behrens, T. & Diepenbrock, W. (2006). Integrated nitrogen management strategies to improve seed yield, oil content and nitrogen efficiency of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): a review. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 117, 80-108.
36. Weiner, J., Griepentrog H. W. & Kristensen L. (2001). Suppression of weeds by spring wheat (*Triticum aestivum*) increases with crop density and spatial uniformity. *Journal of Applied Ecology*, 38, 784-790.
37. Xu, H. L., Lu, J. W., Li, X. K., Wang, Y. & Su, W. (2011). Fertilization of rape fields in Jiangsu Province. *Soils*, 43, 746-750. (in Chinese with English abstract).
38. Yaghoubi, S., Aghaalikhani, M., Ghelavand, A. & Zand, E. (2011). Investigation of herbicide-nitrogen interaction on wheat yield and yield components in competition with *Lepyroclis holosteoides* Fenzl. *Weed Science*, 7(1), 13-31. (In Farsi).
39. Zhu, Z. L. & Chen, D. L. (2002). Nitrogen fertilizer use in China-contributions to food production, impacts on the environment and best management strategies. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 63, 117-127.