



## به‌زراعی کشاورزی

دوره ۲۲ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۳۹۹

صفحه‌های ۱۹۲-۱۸۱

### تعیین غلظت بحرانی نیتروژن برگ کلزا و مطالعه همبستگی عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص کلروفیل با محتوای نیتروژن برگ

محسن سیل‌سپور\*

استادیار، بخش تحقیقات کشت گلخانه‌ای، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ورامین، ایران.

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۰۵/۲۷

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۰۳/۰۶

#### چکیده

به‌منظور تعیین حد بحرانی غلظت نیتروژن برگ کلزا و مطالعه همبستگی عملکرد و اجزای عملکرد این گیاه با غلظت نیتروژن برگ، طی پژوهشی در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ در مزارع کلزای پاییزه دشت ورامین، تعداد ۳۵ مزرعه که از نظر مدیریتی یکسان بودند و در سری غالب خاک منطقه (سری ورامین) واقع شده بودند، انتخاب و نمونه برگ از این مزارع تهیه شد. در فصل برداشت نیز از تمامی مزارع مورد مطالعه در سه کادر یک متر مربعی، نمونه تصادفی برداشت و میانگین عملکرد دانه تعیین گردید. سپس با استفاده از روش گرافیکی کیت و نلسون، غلظت بحرانی نیتروژن برگ کلزا برای عملکرد نسبی دانه ۹۰ درصد، ۳/۲ درصد در وزن خشک برگ تعیین گردید. روابط همبستگی معنی‌داری بین محتوای نیتروژن برگ کلزا به‌عنوان متغیر مستقل (X) با سایر صفات از جمله عملکرد دانه و اجزای عملکرد به‌عنوان متغیرهای وابسته (Y) در سطح ۳۵ مزرعه مطالعه شده وجود داشت. نتایج مطالعات نشان داد که عملکرد دانه کلزا تحت تأثیر محتوای نیتروژن برگ است. محتوای نیتروژن برگ کلزا با عملکرد دانه، همبستگی معنی‌دار داشت که معادله رگرسیون این همبستگی از تابع درجه دوم با ضریب تبیین ۰/۹۷ پیروی می‌کرد. براساس نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش، غلظتی از نیتروژن برگ که باعث تولید حداکثر عملکرد دانه شد، ۴/۳۶ درصد تعیین شد. بر این اساس، در مزارعی که غلظت نیتروژن برگ کلزا کم‌تر از این مقدار باشد، مصرف کودهای حاوی نیتروژن می‌تواند موجب افزایش عملکرد دانه گردد.

**کلیدواژه‌ها:** تعداد خورجین، درصد روغن، متغیر مستقل، متغیر وابسته، وزن هزاردانه.

### Determining Critical Nitrogen Concentration of Canola Leaf and Studying the Correlation between Yield, Yield Components, and Chlorophyll Index with Leaf Nitrogen Concentration

Mohsen Seilsepour\*

Assistant Professor, Greenhouse Cultivation Research Department, Tehran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Varamin, Iran

Received: May 27, 2019

Accepted: August 18, 2019

#### Abstract

In order to determine the critical nitrogen concentration of canola leaf and study the correlation of yield and yield components of this plant with leaf nitrogen concentration, thirty five farms, managed in the same way as Varamin plain and located in the dominant soil of the region (i.e., Varamin Type), have been selected during 2017-2018. Leaf samples are picked up from these farms at flowering stage, then to be prepared for the analysis. In the harvest season, all 35 fields are harvested and the mean grain yield is determined. Kate and Nelson's graphical method has determined the critical nitrogen concentration in dry leaves as 3% for 90% relative yield. There has been a significant correlation between the content of canola leaf nitrogen as independent variable (X) with other traits, including grain yield and yield components as dependent ones (Y) at the 35 studied farms. Results of the studies show that canola seed yield has been affected by leaf nitrogen content, which in canola leaves are significantly correlated with grain yield. This correlation is followed by a quadratic function with a coefficient of explanation of 0.97. Also according to the results, the concentration of leaf nitrogen, causing the maximum grain yield, have been 4.36%. Accordingly, nitrogen fertilizer application could increase grain yield in the fields with an amount less than this.

**Keywords:** Dependent variable, independent variable, seed oil percentage, silique number, 1000 seed weight.

## ۱. مقدمه

مصرف زیاد نیتروژن درصد روغن دانه را کاهش می‌دهد، اما افزایش عملکرد دانه که از طریق افزایش تعداد خورجین در واحد سطح و تعداد دانه در خورجین حاصل می‌گردد، موجب افزایش میزان روغن در واحد سطح و در نتیجه باعث افزایش کل عملکرد روغن خواهد شد (Nouriani, 2015).

جهت نیل به حداکثر عملکرد، وضعیت تغذیه گیاه از نظر نیتروژن حائز اهمیت است (Marshner, 2012). در این راستا، یکی از روش‌های مشخص نمودن تغذیه بهینه گیاه، تجزیه شیمیایی برگ است. غلظت هر عنصر غذایی در برگ گیاه نشان‌دهنده وضعیت تغذیه‌ای گیاه می‌باشد (Malakouti et al., 2008). با دانستن غلظت بحرانی یک عنصر غذایی و مقایسه آن با غلظت آن عنصر غذایی در برگ می‌توان زیادهبودن یا کمبود آن عنصر غذایی در گیاه را برآورد نمود (Malakouti et al., 2008). پژوهش‌گران معتقدند حد بحرانی غلظت یک عنصر در برگ، غلظتی از عنصر است که در این غلظت، گیاه تنها ۱۰ درصد عملکرد نسبی خود را از دست داده است (Anonymous, 2000). پژوهش‌گران زیادی از سالیان قبل به ایجاد ارتباط منطقی بین غلظت عناصر غذایی در برگ و عملکرد گیاه پرداخته‌اند (Dow & Roberts, 1982). در ایران تاکنون پژوهشی درخصوص تعیین حد بحرانی غلظت نیتروژن در برگ کلزا انجام نشده است و به‌طور معمول از مراجع خارجی استفاده شده است. در این خصوص حد کفایت غلظت نیتروژن در برگ کلزا ۴ تا ۵/۵ درصد ذکر شده است (Malakouti & Gheibi, 1999). با توجه به این‌که تاکنون پژوهش‌های جامعی در خصوص تعیین حد بحرانی غلظت نیتروژن در برگ کلزا در کشور انجام نشده است و لزوم در اختیار داشتن این داده برای مدیریت تغذیه کلزا، این پژوهش با هدف تعیین غلظت بحرانی نیتروژن در برگ کلزا در شرایط خاک‌های آهکی منطقه ورامین که نماینده بسیاری از خاک‌های مناطق خشک کشور است، و

دانه‌های روغنی پس از غلات، دومین ذخایر غذایی جهان را تشکیل می‌دهند. این محصولات به‌عنوان منبع چربی‌های اشباع‌نشده قادرند بخش بزرگی از روغن مصرفی انسان را تأمین و در سلامتی انسان نقش مؤثری ایفا نمایند (Jahanbin et al., 2003). در میان گیاهان روغنی، کلزا (Brassica napus L.) گیاهی است که روغن آن هم از نظر کمیت و هم از نظر کیفیت و شاخص‌های تغذیه‌ای در سطح مناسبی قرار دارد (Diepenbrok, 2000). کلزا به‌واسطه درصد بالای روغن یکی از محصولاتی است که توسعه کشت آن در چند سال اخیر، موردتوجه ویژه وزارت جهاد کشاورزی بوده است (Aliyary & Shekari, 2004). نیتروژن نقش مؤثری در افزایش عملکرد کلزا دارد، به گونه‌ای که افزایش مصرف نیتروژن باعث افزایش تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین می‌شود و به افزایش عملکرد دانه در واحد سطح منجر می‌گردد (Fathi et al., 2009; Goldoust et al., 2013). نیتروژن هم‌چنین اثر مثبتی بر صفات تعداد شاخه، تعداد خورجین، وزن هزاردانه و عملکرد دانه کلزا دارد و عملکرد دانه کلزا را از طریق افزایش تعداد خورجین و وزن هزاردانه افزایش می‌دهد (Moraditalavat et al., 2007a). هم‌چنین، گیاه کلزا نیتروژن را جهت تولید خورجین و دانه‌های بیش‌تر مصرف نموده و افزایش این دو جزء از عملکرد، موجب افزایش عملکرد می‌شود (Zangani et al., 2006; Esmaeilipoor et al., 2010).

نتایج پژوهش‌ها مؤید این موضوع است که نیتروژن تأثیر به‌سزایی بر میزان روغن کلزا دارد (Mahmoudi et al., 2005). نتایج تحقیقات پژوهش‌گران مؤید این مطلب است که به‌کارگیری نیتروژن بیش‌تر، باعث کاهش درصد روغن دانه کلزا (Ahmad et al., 2007) و افزایش درصد پروتئین دانه می‌گردد (Moraditalavat et al., 2007a). اگرچه

زیستی، درصد روغن دانه و شاخص برداشت، مورد استفاده قرار گرفتند. کلروفیل برگ نیز با استفاده از دستگاه SPAD502 در زمان گل‌دهی اندازه‌گیری شد. برای این منظور، از هر مزرعه آزمایشی، تعداد سه بوته انتخاب و شاخص کلروفیل برگ با استفاده از دستگاه مذکور در جدیدترین برگ تکامل‌یافته برای هر بوته در چهار مرتبه قرائت شد و میانگین اعداد به‌دست‌آمده به‌عنوان شاخص کلروفیل در نظر گرفته شد. به‌منظور تعیین درصد روغن کلزا، نمونه ۲۵۰ گرمی از دانه‌های برداشت‌شده انتخاب و به‌روش اسپکتروفتومتری (طیف‌سنجی) و با استفاده از دستگاه NIR مدل ۴۰۰۰ Ultrospec، ساخت شرکت پرتن سوئد، درصد روغن اندازه‌گیری شد (Laaniste et al., 2004).

به‌منظور مطالعه روابط ریاضی همبستگی‌ها، اقدام به رسم نمودار پراکنش نقاط و برازش معادله خط معادله رگرسیون گردید. شکل عمومی معادله درجه دو به شکل زیر می‌باشد (رابطه ۱).

$$Y = aX^2 + bX + c \quad \text{رابطه (۱)}$$

در این رابطه،  $Y$ ، متغیر وابسته،  $x$ ، متغیر مستقل،  $a$  و  $b$  و  $c$  ضرایب معادله می‌باشند.

برای دانستن این که به‌ازای چه غلظتی از نیتروژن برگ کلزا ( $X$ )، حداکثر مقدار عملکرد ( $Y$ )، تعداد خورجین در بوته ( $Y$ )، تعداد دانه در خورجین ( $Y$ )، وزن هزاردانه ( $Y$ )، محتوای روغن دانه ( $Y$ ) و شاخص کلروفیل ( $Y$ ) تولید می‌گردد، از معادله درجه دو رابطه (۱) مشتق ( $Y'$ ) گرفته شد (رابطه ۲) و با قراردادن مشتق رابطه (۱) مساوی صفر (رابطه ۳) و حل معادله جدید، مقداری از متغیر مستقل  $X$  ( $x_{max}$ ) به‌دست آمد که مساوی  $-b/2a$  بود (رابطه ۴) و در واقع مقداری از متغیر مستقل بود که حداکثر مقدار  $Y$  یا متغیر وابسته را تولید می‌کرد.

$$Y' = 2aX + b \quad \text{رابطه (۲)}$$

$$2aX + b = 0 \quad \text{رابطه (۳)}$$

مطالعه روابط همبستگی عملکرد و اجزای عملکرد کلزا با غلظت نیتروژن برگ، اجرا شد.

## ۲. مواد و روش‌ها

به‌منظور تعیین غلظت بحرانی نیتروژن برگ کلزا و مطالعه همبستگی عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص کلروفیل برگ کلزا با محتوای نیتروژن برگ و تعیین معادلات ریاضی همبستگی و تعیین ضرایب تبیین آن، این پژوهش در ۳۵ مزرعه کلزای زمستانه واقع در دشت ورامین که در سری غالب خاک منطقه (سری ورامین) با ارتفاع میانگین ۱۰۰۰ متر از سطح دریا قرار داشتند و از نظر مدیریت زراعی مثل تاریخ کشت، رقم، آبیاری و سایر عملیات زراعی مشابه هم بودند، در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ انجام شد. به این منظور، در تمامی مزارع مورد مطالعه، در فصل گل‌دهی کلزا، نمونه‌برداری از خاک مزارع مورد مطالعه انجام و نمونه‌های خاک با روش‌های رایج مؤسسه تحقیقات خاک و آب (Aliehyae & Behbahani Zadeh, 1993) آنالیز گردید جدول (۱). هم‌زمان با نمونه‌برداری خاک، از جدیدترین برگ تکامل‌یافته بوته‌های کلزا نیز نمونه‌برداری شد. سپس برگ‌ها به آزمایشگاه منتقل و برای تجزیه شیمیایی آماده شدند. برای این منظور، برگ‌ها پس از شست‌وشو با آب مقطر، در آن به مدت ۴۸ ساعت در حرارت ۵۴ درجه سانتی‌گراد خشک شدند، سپس نمونه‌ها آسیاب شدند و غلظت نیتروژن کل با استفاده از روش تیتراسیون بعد از تقطیر اندازه‌گیری شد (Emami, 1996). سپس در فصل برداشت، زمانی که قسمت انتهایی بوته‌ها زرد و خورجین‌ها خشک شده و به رنگ زرد کاهی درآمده و رطوبت دانه‌ها در این هنگام حدود ۲۰ درصد بود، در هر مزرعه، سه کادر یک مترمربعی به‌صورت تصادفی انداخته شد، بوته‌ها کف‌بر و برای تعیین عملکرد و اجزای عملکرد (تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین و وزن هزاردانه)، عملکرد

از رابطه (۵) محاسبه گردید.

$$x_{\max} = \frac{-b}{2a} \quad \text{رابطه (۴)}$$

$$(۵) \quad \times 100 = \frac{\text{عملکرد مزرعه مورد نظر}}{\text{بیشترین عملکرد مشاهده شده}} = \text{عملکرد نسبی}$$

به منظور تعیین حد بحرانی غلظت نیتروژن در برگ کلزا، عملکرد نسبی (RY) دانه در کلیه مزارع با استفاده

جدول ۱. مشخصات مزارع مورد مطالعه

شماره مزرعه	شهرستان	روستا	تاریخ کاشت (روز مه‌ماه)	رقم	هدایت الکتریکی عصاره اشباع (dS.m <sup>-1</sup> )	واکنش	درصد آهک	درصد کربن آلی	درصد سیلت	درصد رس	درصد شن
۱	ورامین	باجک	۲۱	نبتون	۱/۲	۷/۳	۱۹	۱/۲	۵۳	۱۵	۳۲
۲	ورامین	یوسف آباد	۱۴	نبتون	۱/۲	۷/۴	۲۰	۱/۱	۵۵	۱۴	۳۱
۳	ورامین	باجک	۱۲	نبتون	۱/۴	۷/۲	۲۲	۱/۲	۵۴	۱۷	۲۹
۴	ورامین	یوسف آباد	۱۶	نبتون	۱/۲	۷/۳	۱۸	۱/۱	۴۶	۱۸	۳۶
۵	ورامین	یوسف آباد	۱۸	نبتون	۱/۳	۷/۴	۱۹	۱/۱	۵۴	۱۴	۳۲
۶	ورامین	احمد آباد	۱۵	نبتون	۱/۱	۷/۵	۲۳	۱/۱	۵۰	۱۵	۳۵
۷	ورامین	اقبالیه	۲۱	نبتون	۱/۲	۷/۱	۲۱	۱	۵۰	۲۲	۲۸
۸	ورامین	اقبالیه	۲۱	نبتون	۱	۷/۳	۱۸	۰/۹	۵۰	۱۸	۳۲
۹	ورامین	احمد آباد	۱۴	نبتون	۱/۱	۷/۲	۱۹	۰/۸۵	۵۵	۱۳	۳۲
۱۰	ورامین	نشاطیه	۱۶	نبتون	۱	۷/۶	۲۲	۰/۸	۶۰	۱۴	۲۶
۱۱	ورامین	احمد آباد	۱۵	نبتون	۱/۱	۷/۲	۲۱	۰/۷۵	۴۵	۲۰	۳۵
۱۲	ورامین	نشاطیه	۱۲	نبتون	۱/۱	۷/۲	۲۴	۰/۷۴	۵۵	۱۴	۳۱
۱۳	قرچک	پو.ئینک	۱۸	نبتون	۱/۵	۷/۴	۲۶	۰/۷۳	۴۸	۱۷	۳۵
۱۴	قرچک	پو.ئینک	۱۹	نبتون	۱/۱	۷/۵	۱۹	۰/۷	۶۰	۱۵	۲۵
۱۵	قرچک	پو.ئینک	۲۱	نبتون	۱/۳	۷/۱	۱۹	۰/۶۸	۵۸	۱۴	۲۸
۱۶	قرچک	پو.ئینک	۱۴	نبتون	۱	۷/۶	۲۳	۰/۶۷	۵۲	۱۶	۳۲
۱۷	ورامین	چرمشهر	۱۵	نبتون	۱/۰	۷/۲	۲۴	۰/۶۶	۵۲	۱۷	۳۱
۱۸	ورامین	چرمشهر	۲۵	نبتون	۱/۲	۷/۱	۱۵	۰/۶۵	۵۳	۱۸	۲۹
۱۹	ورامین	چرمشهر	۲۲	نبتون	۱	۷/۶	۱۹	۰/۶	۵۲	۱۶	۳۲
۲۰	ورامین	فخرآباد	۸	نبتون	۱/۱	۷/۲	۱۸	۰/۵۹	۵۶	۱۵	۲۹
۲۱	ورامین	فخرآباد	۹	نبتون	۱	۷/۱	۱۹	۰/۵۸	۵۸	۱۴	۲۸
۲۲	ورامین	قلعه خواجه	۱۴	نبتون	۱/۲	۷/۲	۲۰	۰/۵۷	۶۰	۱۳	۲۷
۲۳	ورامین	قلعه خواجه	۱۸	نبتون	۱/۲	۷/۳	۱۴	۰/۵۶	۵۲	۱۶	۳۲
۲۴	ورامین	مبارکیه	۲۵	نبتون	۱/۲	۷/۲	۱۵	۰/۵۵	۵۳	۱۸	۲۹
۲۵	ورامین	مبارکیه	۲۷	نبتون	۱/۴	۷/۵	۱۶	۰/۵۲	۵۴	۱۴	۳۲
۲۶	ورامین	چهارباغ	۲۶	نبتون	۱/۱	۷/۱	۲۱	۰/۵	۵۴	۱۵	۳۱
۲۷	ورامین	چهارباغ	۲۵	نبتون	۱/۲	۷/۳	۲۴	۰/۵	۵۴	۱۵	۳۱
۲۸	ورامین	چهارباغ	۱۴	نبتون	۱/۱	۷/۶	۲۱	۰/۴۵	۴۹	۱۴	۳۷
۲۹	ورامین	حاجی آباد	۱۵	نبتون	۱/۴	۷/۵	۱۹	۰/۴۶	۵۴	۱۵	۳۱
۳۰	ورامین	علی آباد محیط	۱۸	نبتون	۱/۱	۷/۵	۱۶	۰/۴۴	۵۰	۱۸	۳۲
۳۱	ورامین	علی آباد محیط	۲۵	نبتون	۱/۱	۷/۴	۱۸	۰/۴	۵۵	۱۴	۳۱
۳۲	ورامین	چرمشهر	۲۲	نبتون	۱/۱	۷/۳	۱۷	۰/۳۸	۵۵	۱۶	۲۹
۳۳	ورامین	چرمشهر	۲۳	نبتون	۱	۷/۲	۲۱	۰/۳۶	۶۰	۱۴	۲۶
۳۴	ورامین	قشلاق	۲۵	نبتون	۱/۲	۷/۴	۱۵	۰/۳۲	۵۹	۱۳	۲۸
۳۵	ورامین	محمدیه	۱۹	نبتون	۱/۸	۷/۳	۱۴	۰/۳	۵۶	۱۲	۳۲
میانگین	-	-	-	-	۱/۲	۷/۳	۱۹/۴	۰/۷	۵۳	۱۵	۳۰
بیشینه	-	-	-	-	۱/۸	۷/۶	۲۶/۰	۱/۲	۶۰	۲۲	۳۷
کمینه	-	-	-	-	۱/۰	۷/۱	۱۴/۰	۰/۳	۴۵	۱۲	۲۵
انحراف معیار	-	-	-	-	۰/۲	۰/۲	۳/۰	۰/۳	۳/۸	۲/۱	۲/۸

1. Relative Yield

### ۳. نتایج و بحث

نتایج نشان داد که همبستگی معنی‌داری بین محتوای نیتروژن برگ کلزا به‌عنوان متغیر مستقل (X) با سایر صفات از جمله عملکرد دانه و اجزای عملکرد به‌عنوان متغیرهای وابسته (Y) در سطح ۳۵ مزرعه مطالعه‌شده وجود دارد. روابط ریاضی همبستگی بین محتوای نیتروژن برگ کلزا با عملکرد و اجزای عملکرد و حداکثر مقدار محتوای نیتروژن برگ برای تولید عملکرد دانه، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، وزن هزاردانه، محتوای روغن دانه و شاخص کلروفیل در جدول (۲) آورده شده است.

#### ۱.۳. همبستگی محتوای نیتروژن برگ کلزا و عملکرد دانه

نتایج مطالعات نشان داد که عملکرد دانه کلزا تحت تأثیر محتوای نیتروژن برگ است. محتوای نیتروژن برگ کلزا با عملکرد دانه، همبستگی معنی‌دار داشت. این همبستگی از تابع درجه دوم با ضریب تبیین ۰/۹۷ پیروی می‌کرد (جدول ۲). در این رابطه Y متغیر وابسته عملکرد دانه و X متغیر مستقل محتوای نیتروژن برگ می‌باشد.

به‌منظور تعیین غلظتی از نیتروژن برگ (نقطه ماکزیمم تابع درجه دو) که باعث حداکثر افزایش عملکرد دانه می‌شود، از تابع فوق مشتق گرفته شد و با قراردادن مشتق معادله درجه دو، مساوی صفر و حل معادله فوق، غلظت

نیتروژن برگ کلزا که باعث تولید حداکثر عملکرد می‌شود، ۴/۳۶ درصد به‌دست آمد (جدول ۲). به‌عبارت دیگر، عملکرد دانه کلزا تنها تا غلظت ۴/۳۶ درصد نیتروژن برگ افزایش می‌یابد و از آن به بعد، افزایش محتوای نیتروژن برگ، تأثیری بر افزایش عملکرد دانه ندارد. نتایج پژوهش‌ها نشان داده است که کلزا نیاز بالایی به نیتروژن دارد و ظرفیت و توانایی بالایی نیز در جذب نیتروژن از خاک دارد، تا جایی که به‌عنوان یک گیاه گیرنده برای کاهش آب‌شویی نترات از نظام‌های زراعی به‌کار می‌رود (Rossate et al., 2001).

نتایج پژوهش‌های ثابت کرده است که نیتروژن عملکرد کلزا را از طریق برخی پارامترهای رشد مانند تعداد شاخه و تعداد خورجین در هر گیاه و هم‌چنین تولید بوته‌های قوی‌تر دارای ساقه‌های قطورتر و بلندتر و شاخص سطح برگ بیشتر و بادوام‌تر افزایش می‌دهد (Moraditelavat et al., 2007a). نیتروژن عملکرد دانه کلزا را به‌وسیله تأثیر گذاشتن روی پارامترهای رشد افزایش داده و در نتیجه قدرت رشد و نمو کلزا را از طریق افزایش در تعداد خورجین و وزن هزاردانه بالا می‌برد (Keyhanian et al., 2012). افزایش عملکرد دانه در اثر افزایش کاربرد نیتروژن به‌دلیل کاهش میزان حذف فیزیولوژیکی گل‌ها و افزایش سطح سبز گیاهی و افزایش تعداد خورجین و وزن هزاردانه می‌باشد (Goldasht Khorshidi et al., 2013; Ozturk, 2010).

جدول ۲. روابط همبستگی محتوای نیتروژن برگ کلزا با عملکرد دانه و اجزای عملکرد

ردیف	متغیر مستقل (X)	متغیر وابسته (Y)	معادله خط برازش	مشتق اول معادله خط برازش	مقدار متغیر مستقل (X) (محتوای نیتروژن برگ) برای تولید حداکثر متغیر وابسته (Y)
۱	محتوای نیتروژن برگ	عملکرد دانه	$Y = -416.7X^2 + 3638.7X - 1986.6$	$Y' = 2(-416.7)X + 3638.7$	۴/۳۶
۲	محتوای نیتروژن برگ	تعداد خورجین در بوته	$Y = -15.27X^2 + 136.25X - 71.6$	$Y' = 2(-15.27)X + 136.25$	۴/۵۴
۳	محتوای نیتروژن برگ	تعداد دانه در خورجین	$Y = -1.56X^2 + 14.984X - 11.09$	$Y' = 2(-1.56)X + 14.98$	۴/۸۰
۴	محتوای نیتروژن برگ	وزن هزاردانه	$Y = -0.22X^2 + 2.024X - 11.09$	$Y' = 2(-0.22)X + 2.0$	۴/۵۴
۵	محتوای نیتروژن برگ	محتوای روغن دانه	$Y = -2.63X^2 + 19.36X - 5.96$	$Y' = 2(-2.63)X + 19.3$	۳/۶۶
۶	محتوای نیتروژن برگ	شاخص کلروفیل	$Y = -2.97X^2 + 27.186X - 7.25$	$Y' = 2(-2.97)X + 27.18$	۴/۵۷

هم‌خوانی داشت. پژوهش‌گران در جنوب ایالات متحده آمریکا، حد بحرانی نیتروژن در برگ کلزا را ۳/۶ درصد ذکر کرده‌اند (Anonymous, 2000).

غلظت بحرانی نیتروژن برگ کلزا با روش گرافیکی نیز تعیین گردید (شکل ۱). برای محاسبات گرافیکی تعیین غلظت بحرانی نیتروژن برگ کلزا، از نقطه ۹۰ درصد عملکرد نسبی دانه، خطی افقی رسم شد تا خط برازش را قطع نماید. سپس از محل تقاطع، خطی عمودی رسم شد تا محور افقی را قطع نماید (Malakouti et al., 2008). محل تقاطع این خط با محور افقی، حد بحرانی غلظت نیتروژن برگ است که باعث تولید ۹۰ درصد عملکرد نسبی دانه می‌گردد. در این پژوهش، حد بحرانی نیتروژن برگ در کلزا ۳/۲ درصد برآورد گردید.

### ۳.۳. همبستگی محتوای نیتروژن برگ کلزا و تعداد خورجین در بوته

نتایج مطالعات نشان داد که صفت تعداد خورجین در بوته کلزا به شدت تحت تأثیر محتوای نیتروژن برگ قرار دارد و همبستگی مثبت و معنی‌دار بین این دو صفت وجود داشت. این همبستگی نیز از تابع درجه دوم با ضریب تبیین ۰/۹۷ پیروی می‌کرد (جدول ۲). در این رابطه Y متغیر وابسته تعداد خورجین در بوته و X متغیر مستقل محتوای نیتروژن برگ می‌باشد (شکل ۲).

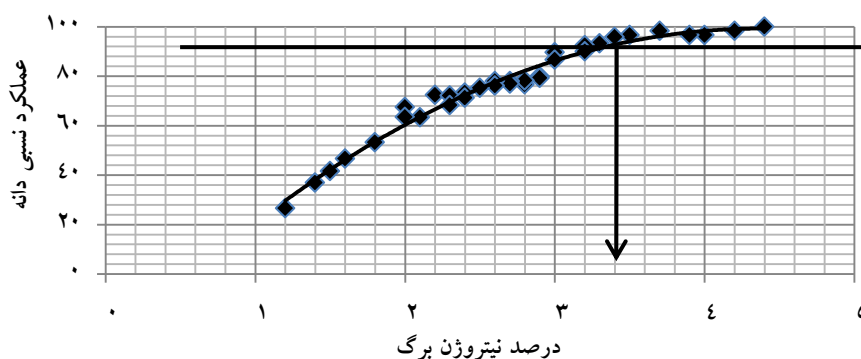
سایر پژوهش‌ها انجام شده نیز مؤید ارتباط مستقیم نیتروژن و عملکرد دانه کلزا می‌باشد (Esmaelipoor et al., 2010). نتیجه یک پژوهش دیگر نیز نشان داد که بین مصرف نیتروژن و عملکرد کلزا همبستگی مثبت معنی‌دار وجود دارد که معادله رگرسیونی آن از معادله درجه دو پیروی می‌کرد (Nouriani, 2015).

### ۲.۳. حد بحرانی غلظت نیتروژن در برگ کلزا

پژوهش‌گران معتقدند حد بحرانی غلظت یک عنصر در برگ، غلظتی از عنصر است که در این غلظت، گیاه تنها ۱۰ درصد عملکرد خود را از دست داده است (Anonymous, 2000). پژوهش‌گران زیادی از سالیان قبل به ایجاد ارتباط منطقی بین غلظت عناصر غذایی در برگ و عملکرد گیاه پرداخته‌اند (Dow & Roberts, 1982). برای تعیین حد بحرانی غلظت نیتروژن در برگ کلزا، نقاط متناظر درصد نیتروژن برگ (X) با عملکرد نسبی (Y) هر مزرعه روی محور مختصات رسم گردید (شکل ۱) و معادله خط برازش به دست آمد (رابطه ۶).

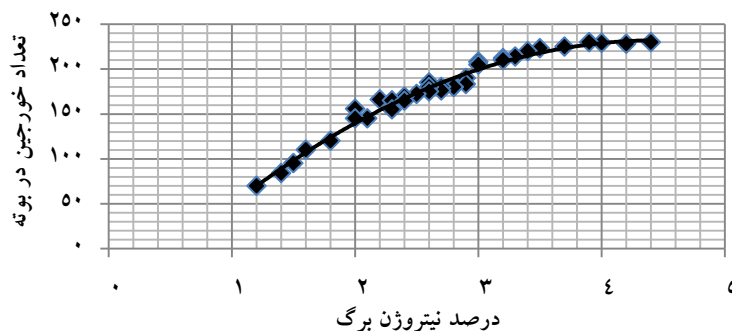
$$Y = -6.94X^2 + 60.64X - 33.11 \quad \text{رابطه (۶)}$$

با حل معادله فوق به‌ازای عملکرد نسبی معادل ۹۰ درصد (Y=۹۰)، غلظت بحرانی نیتروژن برگ، ۳/۲ درصد به دست آمد. نتیجه به دست آمده با نتایج سایر پژوهش‌گران



شکل ۱. تعیین غلظت بحرانی نیتروژن در برگ کلزا

تعیین غلظت بحرانی نیتروژن برگ کلزا و مطالعه همبستگی عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص کلروفیل با محتوای نیتروژن برگ



شکل ۲. همبستگی محتوای نیتروژن برگ کلزا و تعداد خورجین در بوته

رابطه  $Y$  متغیر وابسته تعداد دانه در خورجین و  $X$  متغیر مستقل محتوای نیتروژن برگ می باشد (شکل ۳).

نتایج نشان داد حداکثر غلظت نیتروژن برگ کلزا که باعث افزایش تعداد دانه در خورجین می شود،  $4/8$  درصد می باشد (جدول ۲). به عبارت دیگر، تعداد دانه در خورجین کلزا تنها تا غلظت  $4/8$  درصد نیتروژن برگ افزایش می یابد و از آن به بعد، افزایش محتوای نیتروژن برگ، تأثیری بر افزایش تعداد دانه در خورجین ندارد. افزایش تعداد دانه در خورجین همراه با افزایش سطح نیتروژن را می توان به تأثیر مثبت آن در لقاح و تشکیل دانه به دلیل رشد و تغذیه بهینه نسبت داد. نتایج دیگر پژوهش های انجام شده نیز نشان می دهد که با افزایش نیتروژن بر تعداد دانه های موجود در خورجین افزوده می شود، به عبارت دیگر، گیاه کلزا نیتروژن را جهت تولید خورجین و دانه های بیش تر مصرف نموده و افزایش این دو جزء از عملکرد، موجب افزایش عملکرد می شود (Zangani et al., 2006).

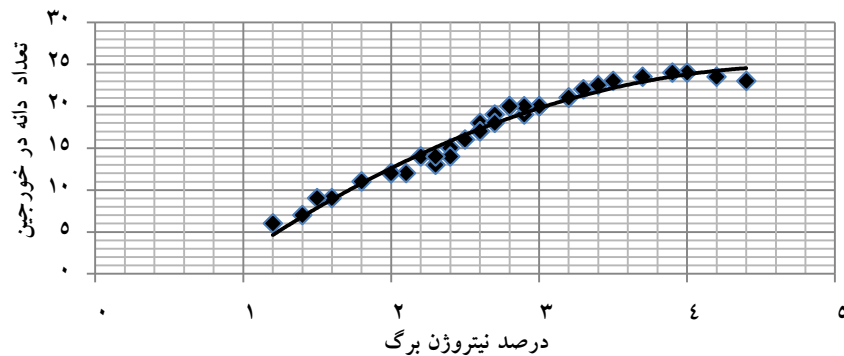
### ۵.۳. همبستگی محتوای نیتروژن برگ کلزا و وزن هزاردانه

داده های به دست آمده از آزمایش مؤید این مطلب بود که وزن هزاردانه کلزا تأثیر محتوای نیتروژن برگ قرار دارد و همبستگی مثبت و معنی دار بین این دو صفت وجود داشت.

غلظت نیتروژن برگ کلزا که باعث حداکثر تعداد خورجین در بوته می شود،  $4/54$  درصد به دست آمد (جدول ۲). به عبارت دیگر، تعداد خورجین در بوته کلزا تنها تا غلظت  $4/54$  درصد نیتروژن برگ افزایش می یابد و از آن به بعد، افزایش محتوای نیتروژن برگ، تأثیری بر افزایش تعداد خورجین در بوته ندارد. نتایج پژوهش های دیگر نیز حاکی از آن است که بیش ترین تأثیر نیتروژن بر عملکرد از طریق افزایش تعداد خورجین در واحد سطح بوده است (Mahmoudi et al., 2005; Moraditalavat et al., 2007a). از جمله دلایل افزایش این صفت افزایش سطوح فتوسنتزی و کاهش میزان ریزش گل ها می باشد (Karamanos et al., 2006). نتایج پژوهش ها مؤید این مطلب است که تعداد خورجین در بوته همبستگی بالایی با میزان عملکرد و محتوای نیتروژن برگ دارد (Kazemeini et al., 2010; Ngezimana & Agenbag, 2013).

### ۴.۳. همبستگی محتوای نیتروژن برگ کلزا و تعداد دانه در خورجین

داده های به دست آمده از آزمایش مؤید این مطلب بود که تعداد دانه در خورجین کلزا تحت تأثیر محتوای نیتروژن برگ قرار دارد و همبستگی مثبت و معنی دار بین این دو صفت وجود داشت. این همبستگی نیز از تابع درجه دوم با ضریب تبیین  $0/95$  پیروی می کرد (جدول ۲). در این



شکل ۳. همبستگی محتوای نیتروژن برگ کلزا و تعداد دانه در خورجین

نیتروژن برگ با یکدیگر همبستگی معنی‌دار آماری با ضریب تبیین ۰/۹۰ دارند. این همبستگی از تابع درجه دوم پیروی می‌کند (جدول ۲). در این رابطه  $Y$  متغیر وابسته محتوای روغن دانه و  $X$  متغیر مستقل محتوای نیتروژن برگ می‌باشد (شکل ۵). براساس محاسبات صورت‌گرفته، غلظت نیتروژن برگ کلزا که باعث حداکثر درصد روغن دانه کلزا می‌شود، ۳/۶ درصد به‌دست آمد (جدول ۲). این مطلب مؤید آن است که محتوای روغن دانه کلزا تنها تا غلظت ۳/۶ درصد نیتروژن برگ افزایش می‌یابد و از آن به بعد، افزایش محتوای نیتروژن برگ، باعث کاهش محتوای روغن دانه کلزا می‌شود.

طی یک پژوهش، واکنش عملکرد روغن نسبت به میزان کود نیتروژن مصرفی از یک تابع درجه ۲ تبعیت می‌نمود، به‌طوری‌که این تابع حدود ۹۹ درصد از تغییرات عملکرد روغن در هر دو رقم کلزای هایولا ۳۰۸ و ۴۰۱ توجیه می‌نمود (Nouriani, 2015). پژوهش‌گران بر این عقیده‌اند که نیتروژن تأثیر مهمی در تولید روغن در کلزا دارد (Nouriani, 2015; Moraditalavat et al., 2007b). نتایج پژوهش‌ها نشان می‌دهد که مصرف نیتروژن تا حدی باعث افزایش درصد روغن دانه می‌گردد و از آن پس، موجب کاهش درصد روغن دانه می‌گردد (Taylor et al., 2010).

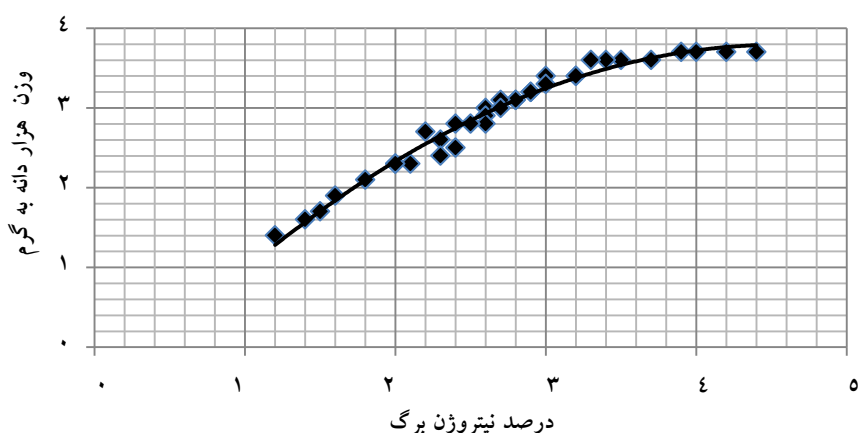
این همبستگی نیز از تابع درجه دوم با ضریب تبیین ۰/۹۵ پیروی می‌کند (جدول ۲). در این رابطه  $Y$  متغیر وابسته وزن هزاردانه کلزا و  $X$  متغیر مستقل محتوای نیتروژن برگ می‌باشد (شکل ۴). غلظت نیتروژن برگ کلزا که باعث حداکثر وزن هزاردانه کلزا می‌شود، ۴/۵۴ درصد به‌دست آمد. به‌عبارت دیگر، وزن هزاردانه کلزا تنها تا غلظت ۴/۵۴ درصد نیتروژن برگ افزایش می‌یابد و از آن به بعد، افزایش محتوای نیتروژن برگ، تأثیری بر افزایش وزن هزاردانه کلزا ندارد و موجب کاهش وزن هزاردانه می‌گردد (جدول ۲). پژوهش‌گران کاهش وزن هزاردانه را در اثر افزایش مصرف نیتروژن گزارش دادند و دلیل آن را به این صورت بیان نمودند که با توجه به این که تعداد خورجین در واحد سطح و تعداد دانه در خورجین با افزایش سطح نیتروژن افزایش یافته است، در نتیجه به‌علت وجود تعداد دانه‌های بیش‌تر، سهم مواد فتوسنتزی و اسیمیلات‌ها برای هر دانه کم‌تر شده و در نتیجه با افزایش سطوح نیتروژن وزن هزاردانه کاهش می‌یابد (Nouriani, 2015).

### ۶.۳. همبستگی محتوای نیتروژن برگ کلزا و محتوای روغن دانه

نتایج نشان داد که درصد روغن دانه کلزا و محتوای



تعیین غلظت بحرانی نیتروژن برگ کلزا و مطالعه همبستگی عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص کلروفیل با محتوای نیتروژن برگ



شکل ۴. همبستگی محتوای نیتروژن برگ کلزا و وزن هزاردانه

پتانسیل تولید روغن کاهش خواهد یافت. این عامل به طور مشخص در کلزا باعث کاهش میزان درصد روغن دانه می‌گردد (Nouriani, 2015).

بر اساس این نتایج اگرچه مصرف زیاد نیتروژن درصد روغن دانه را کاهش می‌دهد، لکن افزایش عملکرد دانه که از طریق افزایش تعداد خورجین در واحد سطح و تعداد دانه در خورجین بود، موجب افزایش میزان روغن در واحد سطح و در نتیجه باعث افزایش کل عملکرد روغن خواهد گردید که این یافته با نتایج به دست آمده توسط سایر پژوهش‌گران نیز هم‌خوانی داشت (Taylor et al., 2010; Nouriani, 2010).

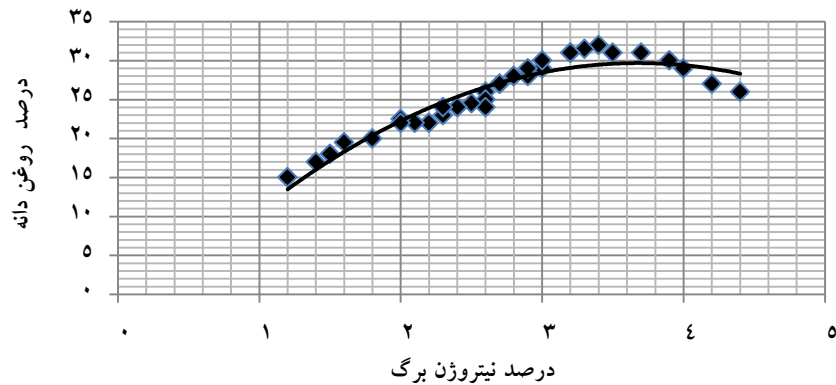
### ۷.۳. همبستگی محتوای نیتروژن برگ کلزا و شاخص کلروفیل برگ

شاخص کلروفیل برگ کلزا تحت تأثیر محتوای نیتروژن برگ بود و بین این دو صفت، همبستگی با ضریب تبیین ۰/۹۰ وجود داشت. این همبستگی از تابع درجه دوم پیروی می‌کرد (جدول ۲). در این رابطه  $Y$  متغیر وابسته شاخص کلروفیل برگ و  $X$  متغیر مستقل محتوای نیتروژن برگ می‌باشد (شکل ۶).

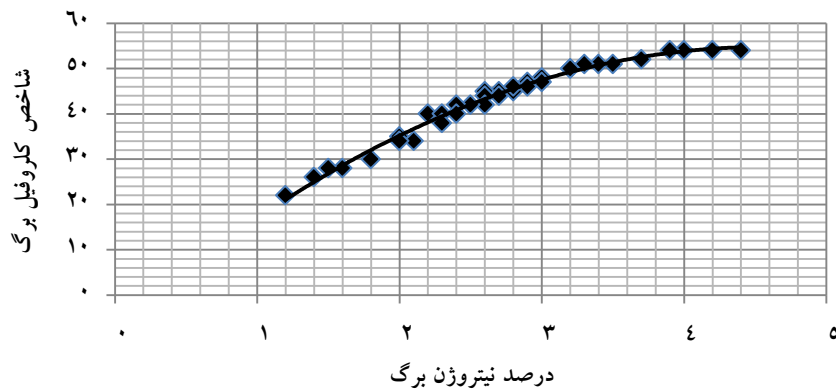
Amanulla et al. (2002) نیز دریافتند که به‌کارگیری

نیتروژن بیش‌تر، باعث کاهش درصد روغن دانه کلزا گردید. هم‌چنین Moraditalavat et al. (2007b) بیان نمودند که با افزایش نیتروژن در کلزا، درصد روغن کاهش می‌یابد.

افزایش مصرف نیتروژن، میزان پروتئین و پروتوپلاسم را می‌افزاید، بنابراین فعالیت فتوسنتزی بیش‌تر و تأثیر همه جانبه آن افزایش رشد گیاه را موجب می‌شود که در قالب آن تعداد گل و احتمالاً خورجین بیش‌تری تشکیل خواهد شد، با کاربرد بیش‌تر نیتروژن نسبت بیش‌تری از مواد فتوسنتزی به تشکیل پروتئین اختصاص یافته و پتانسیل تولید هیدرات‌های کربن کاهش می‌یابد و این عامل سبب کاهش میزان روغن در کلزا می‌گردد (Elewa et al., 2014). از آنجایی‌که افزایش میزان پروتئین دانه رابطه مستقیم با افزایش مصرف نیتروژن دارد، به‌نظر می‌رسد که با افزایش مقدار نیتروژن، تشکیل پیش‌زمینه‌های پروتئینی نیتروژن‌دار، بیش‌تر شده و بنابراین تشکیل پروتئین در تهیه مواد فتوسنتزی بیش‌تر گشته و مواد در دسترس برای سنتز اسیدهای چرب کاهش می‌یابد، در نتیجه مواد فتوسنتزی بیش‌تری به تشکیل پروتئین اختصاص یافته و



شکل ۵. همبستگی محتوای نیتروژن برگ کلزا و محتوای روغن دانه



شکل ۶. همبستگی محتوای نیتروژن برگ کلزا و شاخص کلروفیل برگ

پژوهش با یافته‌های سایر پژوهش‌گران هماهنگ بود (Yosetabar et al., 2012).

#### ۴. نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که عملکرد، اجزای عملکرد و درصد روغن کلزا تحت تأثیر غلظت نیتروژن برگ می‌باشند و تغییرات این اجزا با غلظت نیتروژن برگ از معادلات رگرسیونی درجه دو پیروی می‌کند. براساس نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش، غلظتی از نیتروژن برگ که باعث تولید حداکثر عملکرد دانه شد، ۴/۳۶ درصد تعیین شد. در صورتی که غلظتی از نیتروژن برگ که حداکثر درصد روغن دانه را تولید می‌کند، ۳/۶ درصد تعیین گردید. بر این اساس، در مزارعی که غلظت نیتروژن برگ

به‌منظور تعیین غلظت نیتروژنی در برگ (نقطه ماکزیمم) که باعث حداکثر شاخص کلروفیل برگ کلزا می‌شود، از رابطه رگرسیونی مشتق (Y') گرفته شد و با حل معادله جدید ( $Y'=0$ )، حداکثر غلظت نیتروژن برگ کلزا که باعث افزایش شاخص کلروفیل برگ کلزا می‌شود، ۴/۵۳ درصد به‌دست آمد (جدول ۲). به‌عبارت دیگر، شاخص کلروفیل برگ کلزا تنها تا غلظت ۴/۵۳ درصد نیتروژن برگ افزایش یافت و از آن به بعد، افزایش محتوای نیتروژن برگ، تأثیری در افزایش شاخص کلروفیل برگ نداشت. از آنجایی که نیتروژن از جمله عناصر ضروری تشکیل‌دهنده کلروفیل محسوب می‌گردد، افزایش آن به افزایش میزان کلروفیل منجر شد. نتایج این

- under different nitrogen fertilizer levels in newly reclaimed sandy soil. *Middle-East Journal of Scientific Research*, 21(5), 746-755. DOI: 10.5829/idosi.mejsr.2014.21.05.21577
- Emami, A.S. (1996). Plant analysis methods. *Soil and Water Research Institute*, Technical publication No. 982. Tehran. (in Persian)
- Esmailipoor, N., Naderi, A. & Lak, S. H. (2010). Evaluate the yield of rapeseed oil under different levels of nitrogen fertilizer and plant density. In: *Proceeding of the National Conference on Water, Soil, Plant and Agricultural Mechanization*, Islamic Azad University Dezful Branch, Dezful, Iran, pp. 351-352. (in Persian)
- Fathi, G.H., Banisaiedi, A., Siadat S. A. & Ebrahimipoor, F. (2009). The effect of different levels of nitrogen and plant density on yield of canola varieties PF 7045 in Khuzestan weather conditions. *Journal of Agriculture Sciences*, 27(1), 38-43. (in Persian)
- Jahanbin, A.S., Narouee, M.R., Moddarese Najafabadi, S. & Fanai, H. R. (2004). Effect of planting density on yield and yield components of canola cultivars. 8<sup>th</sup> Iranian Conference on agronomy and plant breeding. Gilan, Rasht. (in Persian)
- Karamanos, R.E., Goh, T.B. & Poisson, D.P. (2006). Nitrogen, Phosphorus and Sulfur fertility of hybrid Canola. *Journal of Plant Nutrition*, 28(7), 1145-1161. <https://doi.org/10.1081/PLN-200063138>
- Kazemeini, S.A., Hamzehzarghani, H. & Edalat, M. (2010). The impact of nitrogen and organic matter on winter canola seed yield & yield components. *Australian Journal of Crop Science*, 4(5), 335-342.
- Khorshidi, M. G., Moradpoor, S., Ranji, A., Karimi, B. & Khorie, M. M. A. (2014). Effect of different levels of nitrogen fertilizer and plant density on yield and yield components of canola. *Scientific Journal of Crop Science*, 3(10), 109-114. DOI: 10.14196/sjcs.v3i10.1719
- Laaniste, P., Joudu, J. & Eremeev, V. (2004). Oil content of spring oilseed rape seeds according to fertilization. *Agronomy Research*, 2(1), 83-86.
- Mahmoudi, M., Behniyar, M., Soorzadeh, H. & Farhadi, G. (2005). Effect of nitrogen on yield and some quality characteristics of rapeseed cultivars in east mazandaran. In: *Proceeding of 9th Soil Science Congress of Iran*, Tehran, Iran, pp. 223-225. (in Persian)
- Malakouti, M.J. & Gheibi, N.A. (1999). *Determination of the critical level of nutrients effective in soil, Plant and fruit in order to increase the quantitative and qualitative yield of the country's strategic products*. Second print, with revision, publication of agricultural organization of research, education and extension. Karaj, Iran. (in Persian)
- کلزا کم‌تر از این مقادیر باشد، مصرف کودهای حاوی نیتروژن می‌تواند موجب افزایش عملکرد دانه و روغن گردد. بنابراین می‌توان از غلظت نیتروژن برگ هنگام گل‌دهی به‌عنوان یک شاخص مطمئن برای ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای نیتروژن گیاه و برآورد عملکرد دانه و درصد روغن آن بهره‌گیری نمود.

## ۵. سپاسگزاری

این پژوهش براساس پروژه تحقیقاتی تغذیه تلفیقی کلزا در برخی از مزارع مناطق گرم و سرد کشور (پایلووت تغذیه کلزا) به شماره ۹۶۱۴۵۵-۰۵۷-۱۰-۱۰-۰۴ اجرا شد که بدین وسیله از سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی ([www.areeo.ir](http://www.areeo.ir)) و مؤسسه تحقیقات خاک و آب ([www.swri.ir](http://www.swri.ir))، تشکر و قدردانی می‌گردد.

## ۶. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

## ۷. منابع

- Aliehyaie, M. & Behbahani Zadeh, A.A. (1993). Description of methods for chemical analysis of soil.. *Soil and Water Research Institute*, Technical publication No. 893. Tehran. (in Persian)
- Aliyary, H. & Shekari, F. (2004). Oil Seeds (Agriculture and Physiology). Tabriz Amidi Press, Tabriz. Iran. (in Persian)
- Anonymous. (2000). Reference sufficiency ranges for plant analysis in the southern region of the United States, Southern Cooperative Series Bulletin #394, North Carolina Department of Agriculture and Consumer Services Agronomic Division. URL: [www.ncagr.gov/agronomi/saaesd/scsb394.pdf](http://www.ncagr.gov/agronomi/saaesd/scsb394.pdf)
- Diepenbrok, W. (2000). Yield analysis of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Field Crops Research*, 67(1), 35-49. DOI: 10.1016/S0378-4290(00)00082-4
- Dow, A. I. & Roberts, S. (1982). Critical Nutrient Ranges for Crop Diagnosis. *Agronomy Journal*, 74(2), 401-403. doi:10.2134/agronj1982.00021962007400020033x
- Elewa, T.A., Mekki, B.B., Bakry, B.A. & El-Kramany, M.F. (2014). Evaluation of some introduced canola (*Brassica napus* L.) varieties

- Malakouti, M. J., Keshavarz, P. & Karimian, N. J. (2008). *Comprehensive method for diagnosis and optimal fertilizer recommendation for agriculture*. Tarbiat Modares University Press, Tehran. Iran. (in Persian)
- Moraditalavat, M. R., Siadat, S. A., Naderan, J. & Fathi, G.A. (2007a). Response to different nitrogen levels on growth and yield of rapeseed in Ahwaz. In: *Proceeding of the 10th Soil Science Congress of Iran*, Karaj, Iran, pp.466-467. (in Persian)
- Moraditalavat, M. R., Siadat, S. A., Nadian, H. & Fathi, G.H. (2007b). Response of canola grain and oil yield, oil and protein contents to different levels of nitrogen and boron fertilizers in Ahwaz region. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 9(3), 213-224. (in Persian)
- Ngezimana, W. & Agenbag, G.A. (2013). Effects of nitrogen (N) and sulfur (S) on canola (*Brassica napus* L.) vegetative and reproductive growth under controlled conditions. *African Journal of Agricultural Research*, 8(39), 4887-4894.
- Nouriani, H. (2015). Effect of different nitrogen levels on yield, yield components and some qualitative characteristics of two canola (*Brassica napus* L.) cultivars. *Journal of Production and Processing of Agricultural and Horticultural Products*, 5(16), 232-240. (in Persian)
- Ozturk, O. (2010). Effects of source and rate of nitrogen fertilizer on yield, yield components and quality of winter rapeseed (*Brassica napus* L.). *Chilean Journal of Agricultural Research*, 70(1), 132-141.
- Rossate, L., Laine, P. & Qurry, A. (2001). Nitrogen storage and remobilization in *Brassica napus* L. during in growth cycle: nitrogen fluxes within the plant and changes in soluble protein patterns. *Journal of Plant Cell Environmental*, 52(361), 1655-1663. <https://doi.org/10.1093/jexbot/52.361.1655>
- Taylor, A. J., Smith, C. J. & Wilson, I. B. (2010). Effect of irrigation and nitrogen fertilizer on yield, oil content, nitrogen accumulation and water use of canola (*Brassica napus* L.). *Fertilizer Research*, 29(3), 249-260. <https://doi.org/10.1007/BF01052393>
- Zangani, A., Kashani, A., Fathi, G.H. & Meskarbashi, M. (2006). Effect of different nitrogen levels on yield and yield components of two cultivars of rapeseed quantity and quality in Ahwaz. *Journal of Iranian Agriculture Sciences*, 25(1), 39-45. (in Persian)