به زراعی 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 دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۰۳/۰۶ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۰۵/۲۷

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 موردمطالعه 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، ٤/٣٦ 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 ansd 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.

* نویسنده مسئول
Email: m.seilsepoor@areeo.ac.ir

۱. مقدمه

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 Khorshidi *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 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 مشخص‌نمودن 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 زیادبودن 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 ٤ تا ٥/٥ درصد ذکر شده است (Malakouti & Gheibi, 1999). با توجه به این‌که تاکنون پژوهش 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

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 موردمطالعه، در فصل گل‌دهی کلزا، نمونه‌برداری از خاک مزارع مورد مطالعه انجام و نمونه‌های خاک با روش‌های رایج مؤسسه تحقیقات خاک و آب (Aliehyaie & 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 آون به‌مدت ٤٨ ساعت در حرارت ٥٤ 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 کف‌بُر و برای تعیین عملکرد و اجزای عملکرد (تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین و وزن هزاردانه)، عملکرد 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 نظرگرفته شد. به‌منظور تعیین درصد روغن کلزا، نمونه ۲۵۰ گرمی از دانه‌های برداشت‌شده انتخاب و به‌روش اسپکتروفتومتری (طیف‌سنجی) و با استفاده از دستگاه NIR مدل Ultrospec ٤٠٠٠، 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).

$$Y = aX^2 + bX + c$$ رابطه ۱)

در این رابطه، Y، متغیر وابسته، x، متغیر مستقل، a، 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 ٤) و در واقع مقداری از متغیر مستقل بود که حداکثر مقدار Y یا متغیر وابسته را تولید می‌کرد.

$$Y' = 2aX + b$$ رابطه (۲)

$$2aX + b = 0$$ رابطه (۳)

رابطه (٤) $x_{max} = \frac{-b}{2a}$ از رابطه (٥) محاسبه گردید.

(٥) $\text{عملکرد نسبی} = \frac{\text{عملکرد مزرعه مورد نظر}}{\text{بیش‌ترین عملکرد مشاهده‌شده}} \times ۱۰۰$

به‌منظور تعیین حد بحرانی غلظت نیتروژن در برگ کلزا، عملکرد نسبی (RY)[1] دانه در کلیه مزارع با استفاده

جدول ۱. مشخصات مزارع مورد مطالعه

شماره مزرعه	شهرستان	روستا	تاریخ کاشت (روز مهرماه)	رقم	هدایت الکتریکی عصاره اشباع ($dS.m^{-1}$)	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	۱٤	نبتون	۱/۲	۷/٤	۲۰	۱/۱	۵۵	۱٤	۳۱
۳	ورامین	باجک	۱۲	نبتون	۱/٤	۷/۲	۲۲	۱/۲	۵٤	۱۷	۲۹
٤	ورامین	یوسف آباد	۱٦	نبتون	۱/۲	۷/۳	۱۸	۱/۱	٤٦	۱۸	۳٦
۵	ورامین	یوسف آباد	۱۸	نبتون	۱/۳	۷/٤	۱۹	۱/۱	۵٤	۱٤	۳۲
٦	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	۱٤	نبتون	۱/۱	۷/۲	۱۹	۰/۸۵	۵۵	۱۳	۳۲
۱۰	ورامین	نشاطیه	۱٦	نبتون	۱	۷/٦	۲۲	۰/۸	٦۰	۱٤	۲٦
۱۱	ورامین	احمد آباد	۱۵	نبتون	۱/۱	۷/۲	۲۱	۰/۷۵	٤۵	۲۰	۳۵
۱۲	ورامین	نشاطیه	۱۲	نبتون	۱/۱	۷/۲	۲٤	۰/۷٤	۵۵	۱٤	۳۱
۱۳	قرچک	پو.ئینک	۱۸	نبتون	۱/۵	۷/٤	۲٦	۰/۷۳	٤۸	۱۷	۳۵
۱٤	قرچک	پو.ئینک	۱۹	نبتون	۱/۱	۷/۵	۱۹	۰/۷	٦۰	۱۵	۲۵
۱۵	قرچک	پو.ئینک	۲۱	نبتون	۱/۳	۷/۱	۱۹	۰/٦۸	۵۸	۱٤	۲۸
۱٦	قرچک	پو.ئینک	۱٤	نبتون	۱	۷/٦	۲۳	۰/٦۷	۵۲	۱٦	۳۲
۱۷	ورامین	چرمشهر	۱۵	نبتون	۱/۰	۷/۲	۲٤	۰/٦٦	۵۲	۱۷	۳۱
۱۸	ورامین	چرمشهر	۲۵	نبتون	۱/۲	۷/۱	۱۵	۰/٦۵	۵۳	۱۸	۲۹
۱۹	ورامین	چرمشهر	۲۲	نبتون	۱	۷/٦	۱۹	۰/٦	۵۲	۱٦	۳۲
۲۰	ورامین	فخرآباد	۸	نبتون	۱/۱	۷/۲	۱۸	۰/۵۹	۵٦	۱۵	۲۹
۲۱	ورامین	فخرآباد	۹	نبتون	۱	۷/۱	۱۹	۰/۵۸	۵۸	۱٤	۲۸
۲۲	ورامین	قلعه خواجه	۱٤	نبتون	۱/۲	۷/۲	۲۰	۰/۵۷	٦۰	۱۳	۲۷
۲۳	ورامین	قلعه خواجه	۱۸	نبتون	۱/۲	۷/۳	۱٤	۰/۵٦	۵۲	۱٦	۳۲
۲٤	ورامین	مبارکیه	۲۵	نبتون	۱/۲	۷/۲	۱۵	۰/۵۵	۵۳	۱۸	۲۹
۲۵	ورامین	مبارکیه	۲۷	نبتون	۱/٤	۷/۵	۱٦	۰/۵۲	۵٤	۱٤	۳۲
۲٦	ورامین	چهارباغ	۲٦	نبتون	۱/۱	۷/۱	۲۱	۰/۵	۵٤	۱۵	۳۱
۲۷	ورامین	چهارباغ	۲۵	نبتون	۱/۲	۷/۳	۲٤	۰/۵	۵٤	۱۵	۳۱
۲۸	ورامین	چهارباغ	۱٤	نبتون	۱/۱	۷/٦	۲۱	۰/٤۵	٤۹	۱٤	۳۷
۲۹	ورامین	حاجی‌آباد	۱۵	نبتون	۱/٤	۷/۵	۱۹	۰/٤٦	۵٤	۱۵	۳۱
۳۰	ورامین	علی‌آباد محیط	۱۸	نبتون	۱/۱	۷/۵	۱٦	۰/٤٤	۵۰	۱۸	۳۲
۳۱	ورامین	علی‌آباد محیط	۲۵	نبتون	۱/۱	۷/٤	۱۸	۰/٤	۵۵	۱٤	۳۱
۳۲	ورامین	چرمشهر	۲۲	نبتون	۱/۱	۷/۳	۱۷	۰/۳۸	۵۵	۱٦	۲۹
۳۳	ورامین	چرمشهر	۲۳	نبتون	۱	۷/۲	۲۱	۰/۳٦	٦۰	۱٤	۲٦
۳٤	ورامین	قشلاق	۲۵	نبتون	۱/۲	۷/٤	۱۵	۰/۳۲	۵۹	۱۳	۲۸
۳۵	ورامین	محمدیه	۱۹	نبتون	۱/۸	۷/۳	۱٤	۰/۳	۵٦	۱۲	۳۲
میانگین	–	–		–	۱/۲	۷/۳	۱۹/٤	۰/۷	۵۳	۱۵	۳۰
بیشینه	–	–		–	۱/۸	۷/٦	۲٦/۰	۱/۲	٦۰	۲۲	۳۷
کمینه	–	–		–	۱/۰	۷/۱	۱٤/۰	۰/۳	٤۵	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 نیتروزن 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، ٤/٣٦ درصد به‌دست آمد (جدول ۲).

به‌عبارت دیگر، عملکرد دانه کلزا تنها تا غلظت ٤/٣٦ 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 جایی‌که به‌عنوان یک گیاه گیرنده برای کاهش آب‌شویی نیترات 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 رشدونمو 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	$Y = -416.7X^2 + 3638.7X - 1986.6$	$Y' = 2(-416.7)X + 3638.7$	٤/٣٦
۲	محتوای نیتروژن برگ	تعداد خورجین در بوته	$Y = -15.27X^2 + 136.25X - 71.6$	$Y' = 2(-15.27)X + 136.25$	٤/٥٤
۳	محتوای نیتروژن برگ	تعداد دانه در خورجین	$Y = -1.56X^2 + 14.984X - 11.09$	$Y' = 2(-1.56)X + 14.98$	٤/٨٠
٤	محتوای نیتروژن برگ	وزن هزاردانه	$Y = -0.22X^2 + 2.024X - 11.09$	$Y' = 2(-0.22)X + 2.0$	٤/٥٤
٥	محتوای نیتروژن برگ	محتوای روغن دانه	$Y = -2.63X^2 + 19.36X - 5.96$	$Y' = 2(-2.63)X + 19.3$	٣/٦٦
٦	محتوای نیتروژن برگ	شاخص کلروفیل	$Y = -2.97X^2 + 27.186X - 7.25$	$Y' = 2(-2.97)X + 27.18$	٤/٥٧

سایر پژوهش‌ها انجام‌شده 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 به‌دست آمد (رابطه ٦).

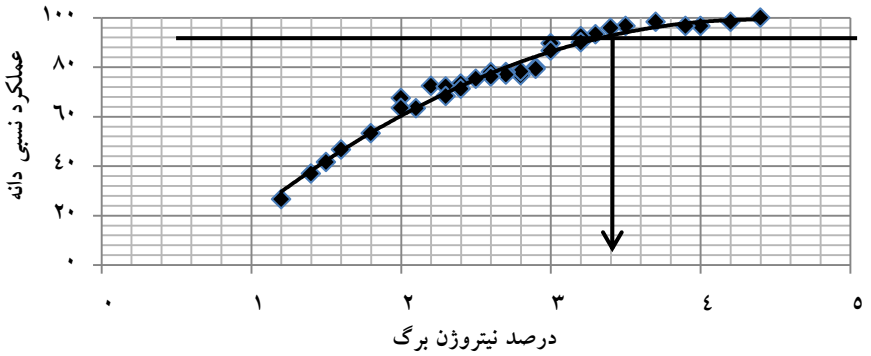
رابطه (٦) $$Y = -6.94X^2 + 60.64X - 33.11$$

با حل معادله فوق به‌ازای عملکرد نسبی معادل ۹۰ درصد (Y=۹۰)، غلظت بحرانی نیتروژن برگ، ۳/۲ درصد به‌دست آمد. نتیجه به‌دست‌آمده با نتایج سایر پژوهش‌گران هم‌خوانی داشت. پژوهش‌گران در جنوب ایالات متحده آمریکا، حد بحرانی نیتروژن در برگ کلزا را ۳/٦ درصد ذکر کرده‌اند (Anonymous, 2000).

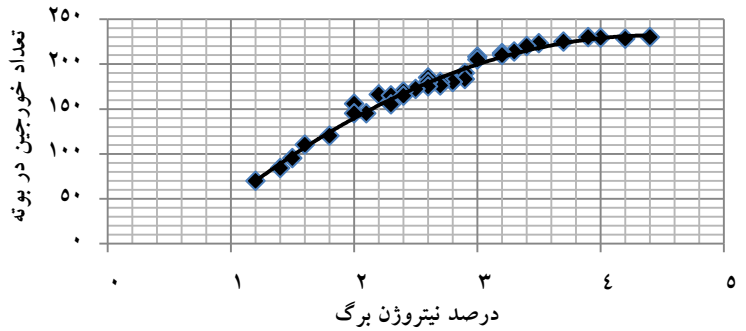
غلظت بحرانی نیتروژن برگ کلزا با روش گرافیکی نیز تعیین گردید (شکل ۱). برای محاسبات گرافیکی تعیین غلظت بحرانی نیتروژن برگ کلزا، از نقطه ۹۰ درصد عملکرد نسبی دانه، خطی افقی رسم شد تا خط برازش را قطع نماید. سپس از محل تقاطع، خطی عمودی رسم شد تا محور افقی را قطع نماید (Malakouti *et al.*, 2008). محل تقاطع 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 به‌شدت 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).



شکل ۱. تعیین غلظت بحرانی نیتروژن در برگ کلزا



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

غلظت نیتروژن برگ کلزا که باعث حداکثر تعداد خورجین در بوته می‌شود، ٤/٥٤ درصد به‌دست آمد (جدول ۲). به‌عبارت دیگر، تعداد خورجین در بوته کلزا تنها تا غلظت ٤/٥٤ درصد نیتروژن برگ افزایش می‌یابد و از آن به بعد، افزایش محتوای نیتروژن برگ، تأثیری بر افزایش تعداد خورجین در بوته ندارد. نتایج پژوهش‌های دیگر نیز حاکی از آن است که بیش‌ترین 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 گل‌ها می‌باشد (Karamanos *et al*., 2006). نتایج پژوهش‌ها 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).

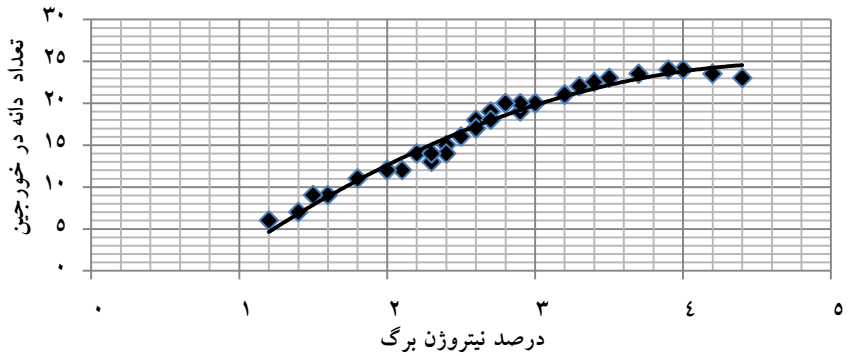
٤.۳. همبستگی محتوای نیتروژن برگ کلزا و تعداد دانه در خورجین

داده‌های به‌دست‌آمده از آزمایش مؤید این مطلب بود که تعداد دانه در خورجین کلزا 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 ۰/۹۵ پیروی می‌کرد (جدول ۲). در این رابطه Y متغیر وابسته تعداد دانه در خورجین و X متغیر مستقل محتوای نیتروژن برگ می‌باشد (شکل ۳).

نتایج نشان داد حداکثر غلظت نیتروژن برگ کلزا که باعث افزایش تعداد دانه در خورجین می‌شود، ٤/٨ درصد می‌باشد (جدول ۲). به‌عبارت دیگر، تعداد دانه در خورجین کلزا تنها تا غلظت ٤/٨ درصد نیتروژن برگ افزایش می‌یابد 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 می‌توان به تأثیر مثبت آن در لقاح و تشکیل دانه به‌دلیل رشد و تغذیه بهینه نسبت داد. نتایج دیگر پژوهش‌های انجام‌شده نیز نشان می‌دهد که با افزایش نیتروژن بر تعداد دانه‌های موجود در خورجین افزوده می‌ششود، به‌عبارت دیگر، 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).

٥.۳. همبستگی محتوای نیتروژن برگ کلزا و وزن هزاردانه

داده‌های به‌دست‌آمده از آزمایش مؤید این مطلب بود که وزن هزاردانه کلزا تأثیر محتوای نیتروژن برگ قرار دارد و همبستگی مثبت و معنی‌دار بین این دو صفت وجود داشت.



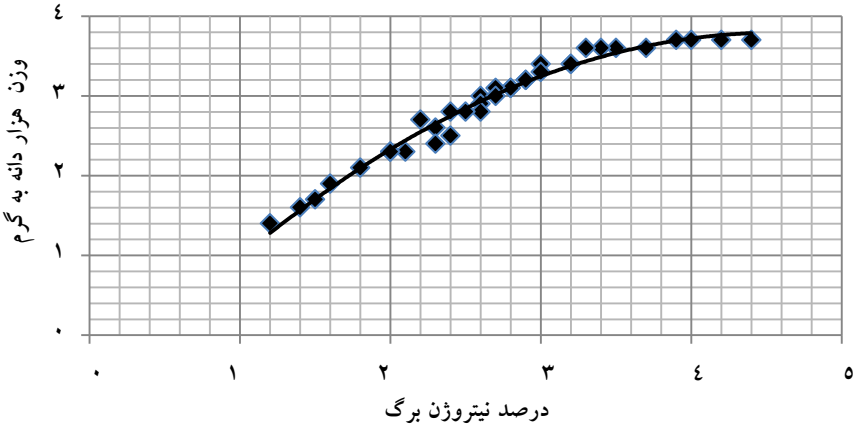
شکل ۳. همبستگی محتوای نیتروژن برگ کلزا و تعداد دانه در خورجین

این همبستگی نیز از تابع درجه دوم با ضریب تبیین ۰/۹۵ پیروی می‌کرد (جدول ۲). در این رابطه Y متغیر وابسته وزن هزاردانه کلزا و X متغیر مستقل محتوای نیتروژن برگ می‌باشد (شکل ٤). غلظت نیتروژن برگ کلزا که باعث حداکثر وزن هزاردانه کلزا می‌شود، ٤/٥٤ درصد به‌دست آمد. به‌عبارت دیگر، وزن هزاردانه کلزا تنها تا غلظت ٤/٥٤ 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).

٦.۳. همبستگی محتوای نیتروژن برگ کلزا و محتوای روغن دانه

نتایج نشان داد که درصد روغن دانه کلزا و محتوای نیتروژن برگ با یکدیگر همبستگی معنی‌دار آماری با ضریب تبیین ۰/۹۰ دارند. این همبستگی از تابع درجه دوم پیروی می‌کرد (جدول ۲). در این رابطه Y متغیر وابسته محتوای روغن دانه و X متغیر مستقل محتوای نیتروژن برگ می‌باشد (شکل ٥). براساس محاسبات صورت‌گرفته، غلظت نیتروژن برگ کلزا که باعث حداکثر درصد روغن دانه کلزا می‌شود، ۳/٦ درصد به‌دست آمد (جدول ۲). این مطلب مؤید آن است که محتوای روغن دانه کلزا تنها تا غلظت ۳/٦ 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 ٤۰۱ 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).



شکل ٤. همبستگی محتوای نیتروژن برگ کلزا و وزن هزاردانه

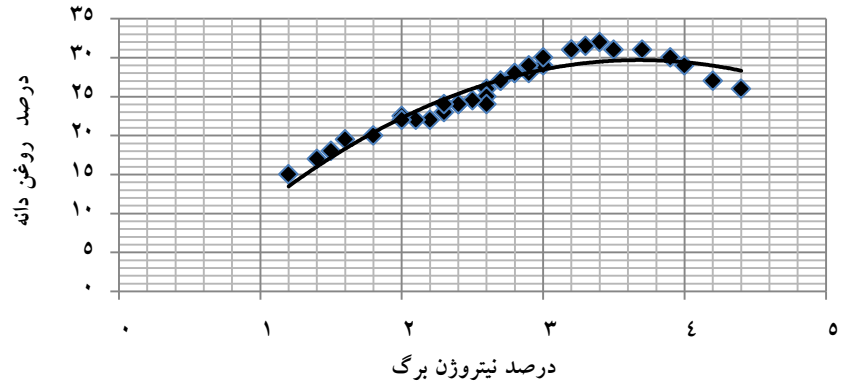
Amanulla *et al.* (2002) نیز دریافتند که به‌کارگیری نیتروژن بیش‌تر، باعث کاهش درصد روغن دانه کلزا گردید. هم‌چنین Moraditalavat *et al.* (2007b) بیان نمودند که با افزایش نیتروژن در کلزا، درصد روغن کاهش می‌یابد.

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). ازآنجایی‌که 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 اختصاص‌یافته و پتانسیل تولید روغن کاهش خواهد یافت. این عامل به‌طور مشخص در کلزا باعث کاهش میزان درصد روغن دانه می‌گردد (Nouriani, 2015).

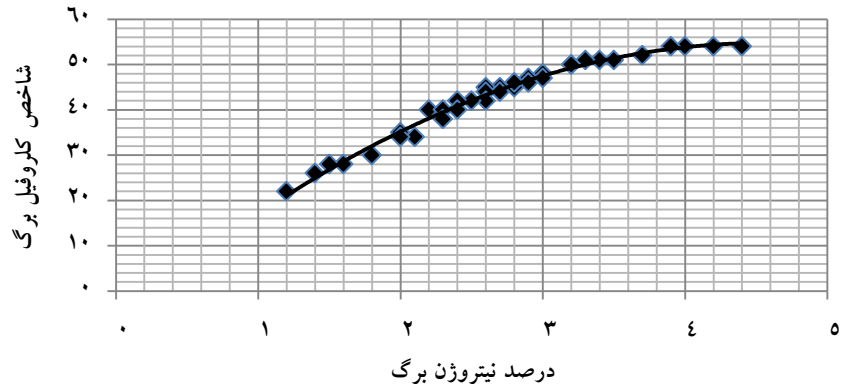
براساس این نتایج اگرچه مصرف زیاد نیتروژن درصد روغن دانه را کاهش می‌دهد، لکن افزایش عملکرد دانه که از طریق افزایش تعداد خورجین در واحد سطح و تعداد دانه در خورجین بود، موجب افزایش میزان روغن در واحد سطح و در نتیجه باعث افزایش کل عملکرد روغن خواهد گردید که این یافته با نتایج به‌دست‌آمده توسط سایر پژوهش‌گران 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 ٦).



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



شکل ٦. همبستگی محتوای نیتروژن برگ کلزا و شاخص کلروفیل 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'=۰)، حداکثر غلظت نیتروژن برگ کلزا که باعث افزایش شاخص کلروفیل برگ کلزا می‌شود، ٤/۵۳ درصد به‌دست آمد (جدول ۲). به‌عبارت دیگر، شاخص کلروفیل برگ کلزا تنها تا غلظت ٤/۵۳ درصد نیتروژن برگ افزایش یافت و از آن به بعد، افزایش محتوای نیتروژن برگ، تأثیری در افزایش شاخص کلروفیل برگ نداشت. ازآنجایی‌که نیتروژن از جمله عناصر ضروری تشکیل‌دهنده کلروفیل محسوب می‌گردد، افزایش آن به افزایش میزان کلروفیل منجر شد. نتایج این پژوهش با یافته‌های سایر پژوهش‌گران هماهنگ بود (Yosetabar *et al*., 2012).

٤. 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، ٤/۳٦ درصد تعیین شد. درصورتی‌که غلظتی از نیتروژن برگ که حداکثر درصد روغن دانه را تولید می‌کند، ۳/٦ درصد تعیین گردید. بر این اساس، در مزارعی که غلظت نیتروژن برگ

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 (پایلوت تغذیه کلزا) به شماره ۹۶۱٤٥٥-۰٥۷-۱۰-۱۰-۰٤ اجرا شد که بدین وسیله از سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (www.areeo.ir) و مؤسسه تحقیقات خاک و آب (www.swri.ir)، تشکر و قدردانی می‌گردد.

٦. 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

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 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)

Esmaeilipoor, 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. & Ebrahimpoor, 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. 8th 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 extention. Karaj, Iran. (in Persian)

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, GH. (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 Science*s, *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 Reserarch*, *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)