گیاه و زیست فناوری ایران
Iranian Journal of Plant & Biotechnology (IJPB)

مقاله پژوهشی

مطالعه اثر کودهای شیمیایی بر خصوصیات زراعی و میزان آلودگی مزارع کلزا به شته مومی کلم (*Brevicoryne brassicae* L.) در استان لرستان

مهدی ساکی (نویسنده مسئول)[1*]، جهانشیر شاکرمی[2]، امیر محسنی‌امین[3]، محسن لک[4] و مرجان ساکی[5]

۱*- دانشجوی کارشناسی‌ارشد، گروه گیاه پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران، Mehdii.saki@yahoo.com

۲- استاد، گروه گیاه پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران، shakarami.j@yahoo.com

۳- استادیار، گروه گیاه پزشکی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی لرستان، خرم آباد، ایران،mohisiniamin@yahoo.com

٤- کارشناسی‌ارشد، سازمان جهاد کشاورزی استان لرستان، لرستان، ایران، lakmohsen@gmail.com

۵- دکتری، گروه گیاه پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران، marjasaki@gmail.com

تاریخ دریافت: شهریور ۱٤۰۲ تاریخ پذیرش: بهمن ۱٤۰۲

Studying the effect of chemical fertilizers on crop characteristics and the rate of contamination of rapeseed fields with cabbage wax aphid (*Brevicoryne brassicae* L.) in Lorestan province

Mehdi Saki (Corresponding author)[1*], Jahanshir Shakrami[2], Amir Mohseni Amin[3], Mohsen Lek[4] and Marjan Saki[5]

1*- M.Sc student, Department of Plant Medicine, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khorramabad, Iran, Mehdii.saki@yahoo.com

2- Professor, Department of Plant Medicine, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khorramabad, Iran, shakarami.j@yahoo.com

3- Assistant Professor, Department of Plant Medicine, Lorestan Agriculture and Natural Resources Research Center, Khorramabad, Iran, mohisiniamin@yahoo.com

4- M.Sc, Lorestan Province Agricultural Jihad Organization, Lorestan, Iran, lakmohsen@gmail.com

5- Ph.D, Department of Plant Medicine, Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran, marjasaki@gmail.com

Received: September 2023 Accepted: February 2024

Abstract

This study was carried out in order to investigate the effect of chemical fertilizers application on the amount of rapeseed infestation by wax aphid and the agricultural characteristics of rapeseed. Experiment was conducted as a three-factor factorial based on a randomized complete block design in three replications. The experimental factors include the application of nitrogen fertilizer at three levels (175, 250 and 325 kg.ha^{-1}) from the source of urea fertilizer, phosphorus fertilizer at three levels (70, 100 and 130 kg.ha^{-1}) from the source of triple superphosphate fertilizer and sulfur fertilizer in There were two levels (25 and 50 kg.ha^{-1}). The results showed that increasing the application rate of nitrogen fertilizer led to a decrease in the pollution index, the percentage of infected plants and the length of the infected stem, as a result of which the grain yield and biological performance increased. The results showed that the use of higher amounts of chemical fertilizers led to an increase in the components of rape seed yield, so that the highest number of seeds per pod in the treatment of application of 100 kg.ha^{-1} phosphorus along with 25 kg.ha^{-1} sulfur and the highest 1000 seed weight was obtained in the application treatment of 130 kg.ha^{-1} of phosphorus along with 50 kg.ha^{-1} of sulfur. The increase in the amount of grain yield components led to an increase in grain yield and biological yield, so that the highest amount of grain yield and biological yield was 3804 and 12836 kg.ha^{-1}, respectively, in the treatment of application of 325 kg.ha^{-1} of nitrogen fertilizer. Based on the results of this study, it was found that the application of 325 kg.ha^{-1} nitrogen fertilizer reduced the rate of contamination of canola with wax aphid and increased the grain yield, which can be recommended for the farmers of the region in the cultivation of canola.

Keywords: Aphid, Chemical fertilizer, Infection index, Rapeseed

Iranian Journal of Plant & Biotechnology
Winter 2024, Vol 19, No 1, Pp 36-46

چکیده

این مطالعه به منظور بررسی اثر کاربرد کودهای شیمیایی بر میزان آلودگی کلزا به شته مومی و خصوصیات زراعی کلزا اجرا گردید. آزمایش به صورت فاکتوریل سه عامله بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. عامل‌های آزمایش شامل کاربرد کود نیتروژن در سه سطح (۱۷۵، ۲۵۰ و ۳۲۵ کیلوگرم در هکتار) از منبع کود اوره، کود فسفر در سه سطح (۷۰، ۱۰۰ و ۱۳۰ کیلوگرم در هکتار) از منبع کود سوپرفسفات تریپل و کود گوگرد در دو سطح (۲۵ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار) بود. نتایج حاصل نشان داد افزایش میزان کاربرد کود نیتروژن منجر به کاهش شاخص آلودگی، درصد بوته آلوده و طول ساقه آلوده که در نتیجه آن عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک افزایش یافت. همچنین نتایج نشان داد که کاربرد مقادیر بالاتر کودهای شیمیایی منجر به افزایش اجزای عملکرد دانه کلزا شد، به طوری که بالاترین تعداد دانه در غلاف در تیمار کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم فسفر به همراه ۲۵ کیلوگرم در هکتار گوگرد و بالاترین میزان وزن هزار دانه در تیمار کاربرد ۱۳۰ کیلوگرم در هکتار فسفر به همراه ۵۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد به‌دست آمد. افزایش میزان اجزای عملکرد دانه منجر به افزایش عملکرد دانه و بیولوژیک شد، به‌طوری که بالاترین میزان عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک به‌ترتیب به میزان ۳۸۰٤ و ۱۲۸۳٦ کیلوگرم در هکتار در تیمار کاربرد ۳۲۵ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن حاصل شد. براساس نتایج حاصل از این مطالعه مشخص شد که کاربرد ۳۲۵ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن میزان آلودگی کلزا به شته مومی را کاهش داده و عملکرد دانه را افزایش داد که می‌توان این مقدار از کود را برای کشاورزان منطقه در زراعت کلزا توصیه نمود.

کلمات کلیدی: شاخص آلودگی، شته، کلزا، کود شیمیایی

فصلنامه گیاه و زیست فناوری ایران
سال ۱٤۰۳، دوره ۱۹، شماره ۱، صص ٤٦-۳٦

مقدمه و کلیات

کلزا (*Brassica napus* L.) یکی از مهمترین محصولات روغنی است که از نظر تولید روغن در دنیا دارای رتبه سوم و از نظر پروتئین رتبه پنجم را دارد (Jian *et al*., 2019). در گیاه کلزا علاوه بر تولید روغن، برگ‌ها و ساقه‌های این گیاه به دلیل دارا بودن فیبر کم و پروتئین زیاد، علوفه‌ای با کیفیت خوب تولید کرده و می‌تواند در غذای دام استفاده شود (معرفی و همکاران، ۱۳۹۹). آفات مختلفی از مرحله گیاهچه‌ای تا رسیدن به مرحله رشد زایشی گیاه کلزا را مورد حمله قرار داده، که شته مومی کلم *Brevicoryne brassicae* L. (Hemiptera: Aphididae) گونه غالب و آفت کلیدی مزارع کلزا در بسیاری از مناطق ایران می‌باشد، که در مناطق سرد و معتدل باعث ایجاد خسارت‌های زیادی می‌شود (Fidelis *et al*., 2019). از علائم خسارت این شته روی گیاه کلزا می‌توان به کلروزه شدن و پیچ خوردگی برگ‌ها و ایجاد اختلال در رشد و انتقال ویروس‌های بیماری‌زای گیاهی اشاره نمود (Sattari Nasab *et al*., 2019). حساس‌ترین مرحله رشدی کلزا به این آفت اوایل ساقه‌دهی گیاه بوده که مریستم انتهایی ساقه مرکزی کلزا توسط جمعیت انبوهی از شته پوشیده شده و رشد این بوته‌ها کند و در بسیاری از موارد متوقف می‌گردد (محیسنی و داشادی، ۱۳۹۵). آفت شته مومی در ایران در مناطق گرم و خشک حالت طغیانی دارد زیرا شرایط برای رشد و نمو آفت مطلوب و مناسب می‌باشد (وفایی و یدایی، ۱۳۹۷). خسارت شته مومی در ارقام زراعی بهاره نسبت به ارقام پاییزه بیشتر است چرا که با فرارسیدن هوای سرد و با کاهش میزان متابولیسم در گیاه میزبان، میزان زاد و ولد شته نیز کاهش می‌یابد (Afshari *et al*., 2016). تغذیه گیاهی از مهمترین فاکتورهای اثرگذار بر پویایی جمعیت آفات می‌باشد، زیرا کیفیت میزبان گیاهی را متأثر می‌نماید. نیتروژن گیاه یکی از عوامل تأثیرگذار کیفیت گیاه میزبان بوده که بر رشد و نمو و تولید مثل حشرات گیاهخوار نیز اثر دارد و همچنین بر روی میزان عملکرد و اجزای عملکرد گیاه میزبان نیز اثر دارد (ضرغامی و همکاران، ۱۳۸۸). کاربرد کود نیتروژن روی نمود و طول بدن شته ها اثر داشته و در نهایت منجر به کاهش طول قسمتهای آلوده بوته شد (Nevo and Coll, 2019). کاربرد فسفر در کنار نیتروژن دارای نقش سینرژیستی در مقاومت نسبت به شته مومی کلزا می‌باشد (محیسنی و داشادی، ۱۳۹۵). کود گوگرد بر جذب عناصر ماکرو و میکرو و همچنین بر میزان جمعیت آفات و میزان خسارت آنها به گیاهان زراعی اثر دارد (Janson, 2023). اجزای عملکرد گیاه زراعی کلزا نیز تحت تأثیر مثبت تغذیه گیاهی می‌باشد (حسن زاده قورت تپه و جوادی، ۱۳۹٤). در این شرایط این افزایش عملکرد دانه به علت تخصیص بیشتر مواد فتوسنتزی به قسمت‌های زایشی گیاه می‌باشد (Rabiee *et al*., 2012). همچنین عنوان شده است که افزایش کاربرد نیتروژن به جهت افزایش دوام سطح سبز فتوسنتزی پس از گلدهی و طول دوره پرشدن دانه شده که به دنبال آن موجب افزایش عملکرد دانه نیز می‌گردد (Kazemeini *et al*., 2010). کلزا علاوه بر نیتروژن به عنوان عنوان یک گیاه روغنی وابستگی زیادی به عنصر فسفر دارد زیرا بر کیفیت و کمیت این گیاه اثر دارد و غیر از تاثیر در مراحل

توسعه‌ی ریشه و شاخه‌زایی در مراحل زایـشی و پر شدن دانه نیز بسیار موثر است. (مدنی و همکاران، ۱۳۹۸). گوگرد نیز یکی از عناصری است که اثر مستقیمی روی کیفیت، رشد و عملکرد دانه کلزا دارد (مجیدیان و همکاران، ۱۳۹٤). نیتروژن و گوگرد عملکرد را به وسیله تاثیر گذاشتن روی پارامترهای رشد افزایش داده و در نتیجه قدرت رشد و نمو کلزا را از طریق افزایش در تعداد و وزن خورجین و دانه بالا می برد (Jackson, 2020). علاوه بر اثرات روی و بر روی خصوصیات فیزیولوژیکی و متابولیکی گیاه، به نظر می رسد گوگرد از طریق تاثیر بر افزایش تعداد خورجین و وزن هزار دانه باعث افزایش عملکرد شده است (مجیدیان و همکاران، ۱۳۹٤). با توجه به اهمیت عناصر ماکرو و میکرو در افزایش عملکرد کلزا و پویایی جمعیت آفات این گیاه، هدف از اجرای این مطالعه بررسی اثر کاربرد کودهای شیمیایی نیتروژن، فسفر و گوگرد بر میزان جمعیت و خسارت‌زایی شته مومی کلم و برخی از خصوصیات زراعی کلزا می‌باشد.

فرآیند پژوهش

به منظور بررسی اثر کاربرد کودهای نیتروژن، فسفر و گوگرد بر خصوصیات زراعی کلزا رقم اوکاپی و تراکم شته مومی آزمایشی در سال زراعی ۱٤۰۰-۱٤۰۱ در شهرستان دورود واقع در روستای زرگران علیا اجرا شد. آزمایش به صورت فاکتوریل سه عامله بر پایه طرح بلوکهای کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. عامل‌های آزمایش شامل کاربرد کود نیتروژن در سه سطح (۱۷۵، ۲۵۰ و ۳۲۵ کیلوگرم در هکتار) از منبع کود اوره، کود فسفر در سه سطح (۷۰، ۱۰۰ و ۱۳۰ کیلوگرم در هکتار) از منبع کود سوپرفسفات تریپل و کود گوگرد در دو سطح (۲۵ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار) بود. هر کرت شامل ٦ خط ۱۰ متری بود و کاشت بذرها در اواخر شهریور انجام شد. پس از اعمال تیمارهای آزمایش صفات مورد نظر اندازه‌گیرذی شدند. به منظور تعیین درصد بوته‌های آلوده، در هر مرحله نمونه‌برداری تعداد کل بوته‌ها و تعداد بوته‌های آلوده به اندازه یک سانتی‌متر در هر کرت شمارش شده و درصد بوته‌های آلوده و شاخص آلودگی محاسبه شد (Zandi Sohani *et al*., 2004). برای محاسبه شاخص آلودگی، درصد بوته‌های آلوده در طول ساقه آلوده ضرب شد. تعداد ۱۰ ساقه آلوده به صورت تصادفی انتخاب و حدود ۳ تا ۵ سانتیمتر از قسمت ساقه آلوده قطع و در داخل لوله آزمایش قرار گرفته و در آزمایشگاه تعداد شته های مستقر روی ۲ سانتیمتر از هر شاخه شمارش و یادداشت شد و در پایان تعداد شته در طول یک سانتیمتر محاسبه شد. همچنین در هر نوبت نمونه برداری، در مریستم انتهایی ساقه اصلی، طول قسمت آلوده ساقه از بالا به پایین اندازه‌گیری شد (محیسنی و داشادی، ۱۳۹۵). از میانگین ۱۲ بوته نیز صفاتی از قبیل تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه محاسبه شد. در نهایت مساحت یک متر مربع از هر کرت برداشت گردید و پس از خشک کردن در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت ابتدا کل ملده خشک اندام هوایی وزن و به عنوان عملکرد بیولوژیک ثبت و پس از جدا کردن دانه‌ها از محتوای هر کرت عملکرد دانه اندازه‌گیری و به سطح هر هکتار تعمیم داده شد. برای اندازه‌گیری شاخص برداشت عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیک تقسیم و حاصل آن در عدد ۱۰۰ ضرب شد. در پایان آزمایش،

داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS تجزیه و تحلیل شده و مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از روش LSD انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد اثر تیمار کود نیتروژن بر صفات شاخص آلودگی، درصد بوته آلوده، طول ساقه آلوده عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک معنی‌دار بود. همچنین اثر متقابل کود نیتروژن×کود گوگرد بر عملکرد بوته معنی‌دار گردید. اثر متقابل فسفر×گوگرد نیز بر صفات تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه معنی‌دار شد، ولی بر سایر صفات اثر معنی‌داری نداشت (جدول ۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر کاربرد عناصر غذایی بر آلودگی بوته کلزا توسط شته و برخی خصوصیات زراعی کلزا

Table 1- Variance analysis of the effect of the application of nutrients on rape plant contamination by aphids and some agricultural characteristics of *Brassica napus* L.

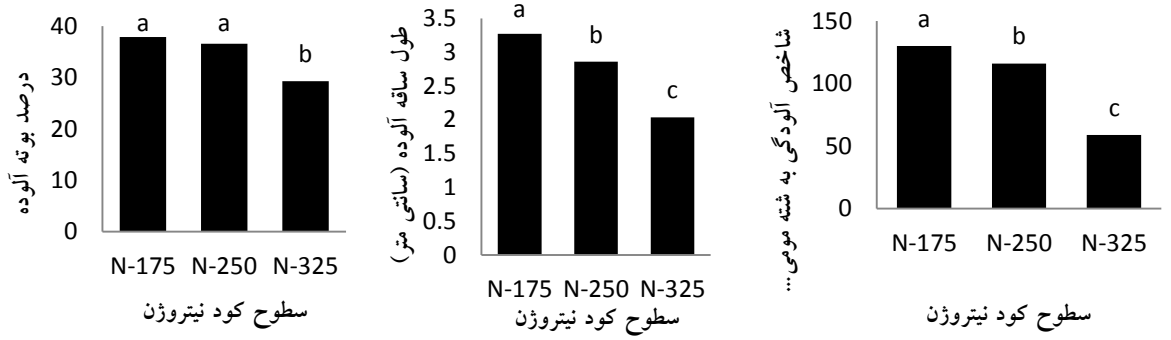
منابع تغییرات	درجه آزادی	شاخص آلودگی	درصد بوته آلوده	طول ساقه آلوده	تعداد دانه در غلاف	وزن هزار دانه	عملکرد بوته	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
تکرار	۲	۲/۸	۹۳٤	۵/۸۳	۳/۳۹	۱/٤۱	٤۹/٤۸	۱۵۹٦۸۰۳	۱۲۱۹۹۲۹۷	٤/٦۸
کود نیتروژن	۲	۲/۵*	۳۹۰*	۷/۱۱*	۱/۹۱	۰/۳۹	۱/۷۱	۳۳۷۳۳۵۵**	۳٤۳۰۵۰۸۳**	۳/۰٤
کود فسفر	۲	۰/۲۳	۸/۰۸	۰/٤۵	۲/۲۳	۰/۰۰٤	۰/٤٦	۱۰٤۸۵٦۱	۱۳۱۵۵۲٦۱	۰/۱۹
کود گوگرد	۱	۰/۱٦	۷۰	۰/۰۲	۰/۵۲	۰/۲۳	۰/۱۵	۵۲۰۹۷۰	۱۱٤۳۸۳٦۳	۵/٤۷
نیتروژن×فسفر	٤	۰/٦۱	۱۹۳	۰/۷۲	۳/۷۹	۰/۳۸	۰/۷۸	۱۷۱۷۱٤	۲۳۹۹٤۲۷	۱/٦۸
نیتروژن×گوگرد	۲	۰/۳۷	۲۹	۰/۸	۰/۵۸	۰/۰٤	۸/۰۷*	۳۵۳۷۹۳	۵۳٤٦۳٦۹	۰/۸٤
فسفر×گوگرد	۲	۰/۳۲	۷/٤	۰/۵۹	۱۱/۰۵*	۰/٦۵*	۰/۵۳	٦۸۸۵۰	۵۱۱۹۰۳	۰/٦۹
نیتروژن×فسفر×گوگرد	٤	۰/٤۲	۵٦/۱	۱/٦۵	٤/۲۲	۰/۰۸	۳/۰٤	۷٤٦۷۲۳	۸۷۹۷۱۳٤	۰/۳۸
خطا	۳٤	۰/۵٤	۹۷	۱/۳۸	۲/۲٦	۰/۱۷	۱/۹۳	۵۹۲۰۹۰	۵۵٤۳٦۸۱	٤/۸
ضریب تغییرات (درصد)		۷/۲	۲۸/۵	٤/۳	٦/٤۳	۱۰/۱۰	۲٦/۸	۲۳/۰۹	۲۰/٦۸	۷/۵

***و** به ترتیب بیانگر معنی‌داری در سطح پنج و یک درصد می‌باشند**

*** and ** indicate significance at the level of five and one percent, respectively**

نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد با افزایش میزان کاربرد کود نیتروژن درصد بوته آلوده، طول ساقه آلودگی و شاخص آلودگی با افزایش میزان کاربرد کود نیتروژنه کاهش یافت به طوری که کمترین درصد بوته آلوده (۲۹/۲۹ درصد)، طول ساقه آلوده (۲/۰۳٦ سانتی‌متر) و شاخص آلودگی (۵۹) در سطح N-325 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه حاصل شد (شکل ۱). بر اساس این نتایج مشخص شد که میزان درصد بوته آلوده، طول ساقه آلودگی و شاخص آلودگی با افزایش میزان کاربرد کود نیتروژن تا ۳۲۵ کیلوگرم در هکتار به ترتیب به میزان ۳۳، ۳۷ و ۵۵ درصد کاهش داد. در برخی دیگر از مطالعات کوددهی و تغذیه مناسب گیاهی با عناصری مانند نیتروژن منجر به کاهش درصد بوته‌های گیاه برخی آفات شده است (Hogendorp *et al*., 2016) که نتایج آنها با یافته‌های حاصل از این مطالعه مطابقت داشت. افزایش کاربرد کود نیتروژنه با اثر بر سنتز پروتئین‌های درونی گیاه استحکام گیاه را افزایش داده و در نتیجه مقاومت بوته

به آلودگی به شته مومی در کلزا را افزایش داده است و به دنبال آن درصد بوته آلوده، طول ساقه آلودگی و شاخص آلودگی نیز کاهش یافته است. در واقع افزایش کاربرد کود نیتروژنه، منجر به افزایش و تسریع در رشد بوته شده و گیاه به سرعت از مراحل حساس به آفت و مرحله طغیان آفت عبور نموده و سبب شده که درصد بوته آلوده، طول ساقه آلودگی و شاخص آلودگی کاهش یابد (محیسنی و داشادی، ۱۳۹۵). در مطالعه حاضر بالاترین درصد بوته آلوده (۳۷/۹ درصد)، طول ساقه آلوده (۳/۲۷ سانتی‌متر) و شاخص آلودگی (۱۳۰) با کاربرد ۱۷۵ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن حاصل گردید که با تیمار ۳۲۵ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن دارای اختلاف آماری معنی‌دار بودند. حساسترین مرحله رشدی شته مومی کلم اوایل مرحله ساقه روی بوده و این زمان در منطقه لرستان مصادف با زمان طغیان شته مومی می‌باشد (محیسنی و داشادی، ۱۳۹۵). در این زمان مریستم انتهایی ساقه‌های مرکزی کلزا توسط جمعیت انبوهی از شته مومی پوشیده شده که منجر به کاهش و در بسیاری از موارد متوقف شدن رشد گیاه می‌گردد. از طرفی بوته‌هایی از کلزا که به ارتفاع قابل توجهی رسیده باشند، مرحله حساس به آفت را پشت سر گذاشته و دیواره‌های سلولی گیاه خشبی تر شده و نسبت به سایر بوته‌ها متحمل خسارت کمتری می‌گردند، از این رو افزایش کاربرد نیتروژن تا ۳۲۵ کیلوگرم در هکتار منجر به افزایش رشد گیاه شده و در نتیجه شاخص آلودگی، طول ساقه آلوده و درصد بوته‌های آلوده کاهش می‌یابد. البته در شرایط کاربرد مقادیر کمتر از کود نیتروژن تجمع شته در مریستم انتهایی ساقه کلزا به شدت افزایش یافته و رشد گیاه تحت این شرایط نیز کم بوده که در نتیجه آن شاخص آلودگی، طول ساقه آلوده و درصد بوته‌های آلوده افزایش یافته است. وجود مواد غذایی قابل دسترس برای گیاه نه تنها میزان خسارت آفت به گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد، بلکه باعث توانایی گیاه در ترمیم و جبران خسارت خواهد شد (Meyer, 2020).

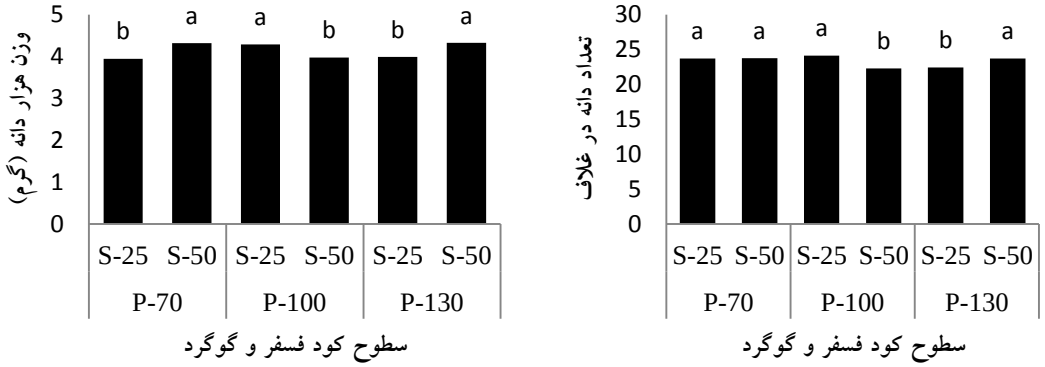


شکل ۱- اثر سطوح مختلف کود نیتروژن بر درصد بوته آلوده، طول ساقه آلوده و شاخص آلودگی کلزا (ستون‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند فاقد اختلاف آماری معنی‌دار براساس آزمون مقایسه میانگین می‌باشند)

Fig 1- The effect of different levels of nitrogen fertilizer on the percentage of infected plants, the length of infected stems and the rape index of *Brassica napus* L.
(Columns that have at least one letter in common do not have statistically significant differences based on the mean comparison test)

تعداد دانه درغلاف تحت تأثیر متقابل کود فسفر و گوگرد قرار داشت و بالاترین میزان این صفت در تیمار کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم فسفر به همراه ۲۵ کیلوگرم در هکتار گوگرد به میزان ۲٤/۱٦ دانه در غلاف حاصل شد و کمترین تعداد دانه در غلاف به تعداد ۲۲/۲۹ دانه در غلاف در تیمار کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم فسفر به همراه ۵۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد حاصل گردید. همچنین بالاترین میزان وزن هزار دانه در کلزا به میزان ٤/۳۳ گرم در تیمار کاربرد ۱۳۰ کیلوگرم در هکتار فسفر به همراه ۵۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد به دست آمد (شکل ۲). بایستی در نظر داشت که تعداد دانــه در خورجین به همراه وزن هزار دانه از مهمترین اجزای عملکرد دانــه کلزا می باشندکه پتانسیل تولیدی گیاه را تشکیل می‌دهند (Madani *et al*., 2015)، و در این بررسی مورد توجه قرار گرفتند. خورجین‌ها از یک طرف در برگیرنده تعداد دانه‌ها و از طرف دیگر تأمین کننده مواد فتوسنتزی مورد نیاز دانه ها و تعیین کننده وزن آنها هستند (صفی خانی و همکاران، ۱۳۹٤). در نتیجه افزایش تعداد دانه در خورجین مستلزم افزایش طول خورجین و در نتیجه سطح فتوسنتزی بیشتری بوده که به دنبال آن وزن هزار دانه را نیز افزایش می‌دهد. در این مطالعه نیز مشخص شد که در شرایط کاربرد ۷۰ و ۱۳۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر کاربرد ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود گوگرد دارای اثر مثبت بود ولی در شرایط کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر، کاربرد ۲۵ کیلوگرم در هکتار کود گوگرد سبب شد بالاترین تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه حاصل گردد. در مطالعه مدنی و همکاران (۱۳۹۸) نیز مشخص شد که کاربرد برخی از کودهای شیمیایی مانند فسفر روی تعداد خورجین در بوته اثر داشت که با یافته‌های حاصل از این مطالعه مطابقت داشت. در شرایط کاربرد فسفر و گوگرد، علاوه بر جذب سایر عناصر غذایی، شرایط تغذیه‌ای گیاه بهبود یافته و در نتیجه تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه نیز افزایش می‌یابد. همچنین اگر مراحل نمو خورجین در شرایط مناسب محیطی واقع شوند در این حالت تعداد گلچه بیشتری تبدیل به غلاف و دانه در غلاف خواهند شد و هرچه این مراحل طولانیتر باشد گیاه از دما و تشعشع قابل دسترس به مدت بیشتری بهره می‌برد و فرآورده‌های بیشتری تولید می‌شود. در این صورت گیاه قادر به نگهداری تعداد بیشتری گلچه بوده و از این طریق بر تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف و در نهایت عملکرد دانه به طور مثبت تاثیر می‌گذارد (صفی خانی و همکاران، ۱۳۹٤). به هر حال در این مطالعه کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر سبب شده که تعداد دانه بیشتری در غلاف شکل بگیرد. فسفر در ماده سازی نیز نقش بسزایی داشته و در بسیاری از اعمال نقل و انتقال انرژی در گیاه نقش دارد. محیسنی و داشادی (۱۳۹۵) بیان داشتند که کاربرد کود فسفره در کنار کود نیتروژنه روی فعالیت و مقاومت گیاه در برابر آفت شته مومی اثر تشدیدکنندگی داشته و کاربرد همزمان آنها با هم آلودگی بوته کلزا به شته مومی را کاهش داده که در نهایت با افزایش اجزای عملکرد دانه همراه خواهد بود. به نظر میرسد که در صورت فراهم بودن عوامل محیطی مساعد چون دما، شرایط تغذیه‌ای از جمله کاربرد کودهای فسفر و گوگرد، به دلیل تغذیه مطلوب گیاه و ایجاد پوشش گیاهی مناسب و توسعه سطح سبز

گیاه، قابلیت انجام فتوسنتز و ذخیره مواد فتوسنتزی در دانه افزایش یافته و دانه سنگین‌تری تولید می‌شود (Ahmad *et al*., 2015). چاکرالحسینی (۱۳۸۷) روی گیاه کلزا مشخص نمود که کاربرد ۹۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره منجر به افزایش تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه در گیاه کلزا شده است که با یافته‌های حاصل از این مطالعه مطابقت داشت. کلزا در مراحل اولیه رشد خود به فسفر زیادی نیاز داشته که این فسفر منجر به توسعه شاخ و برگ و همچنین ریشه گیاه شده که این توسعه ریشه منجر به افزایش جذب نیتروژن و سایر عناصر از خاک شده که در نهایت انتقال آنها به دانه و افزایش تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه را در پی دارد (Malakuti *et al*., 2000).

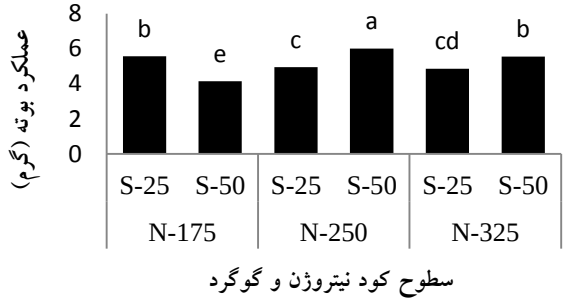


شکل ۲- کاربرد توام سطوح مختلف کود فسفر و گوگرد بر تعداد دانه در غلاف کلزا(ستون‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند فاقد اختلاف آماری معنی‌دار براساس آزمون مقایسه میانگین می‌باشند)

Fig 2- Combined application of different levels of phosphorus and sulfur fertilizers on the number of seeds in *Brassica napus* L. pods (columns that have at least one letter in common do not have statistically significant differences based on the mean comparison test)

براساس نتایج حاصل از این مطالعه مشخص شد که عملکرد بوته از صفاتی بود که کاربرد توأم کود نیتروژن و گوگرد روی آن اثر معنی‌دار داشت به طوری که بالاترین میزان عملکرد بوته به مقدار ٦/٠١ گرم در بوته در تیمار کاربرد ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه به همراه ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود گوگرد به دست آمد. همچنین کمترین مقدار عملکرد بوته به میزان ٤/١٥ گرم در بوته در تیمار کاربرد ۱۷۵ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه به همراه ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود گوگرد حاصل گردید (شکل ۳). بر طبق این نتایج مشخص شد که بهترین تیمار برای افزایش عملکرد بوته کلزا کاربرد همزمان ۲۵۰ کیلوگرم کود نیتروژنه و ۵۰ کیلوگرم کود گوگرد بود. اثر سینرژیستی کاربرد هم‌زمان این دو کود بدین دلیل است که نیتروژن منجر به افزایش رشد اندام‌های رویشی بوته شده و گوگرد نیز با فراهمی دسترسی به سایر عناصر رشد بوته و در نتیجه عمکرد نهایی بوته را افزایش داده است. مصرف بیشتر کود نیتروژنه در کلزا باعث افزایش رشد رویشی و ارتفاع گیاه شده و از این طریق باعث افزایش تعداد شاخه‌های فرعی در بوته‌ها میشود. افزایش سطح سبز فتوسنتز کننده در نتیجه مصرف نیتروژن موجب بیشتر شدن تولید و انتقال مواد فتوسنتزی و هورمونهای

تحریک کننده رشد به مریستم‌های انتهایی و جانبی میشود و در نتیجه مجموعه این عوامل باعث افزایش تحریک مریستم انتهایی و مریستم جانبی و افزایش تولید شاخه‌های جانبی درسطوح بالاتر نیتروژن می‌گردد (Fathi *et al.*, 2022)، که در نتیجه آن عملکرد بوته افزایش می یابد. افزایش میزان نیتروژن میتواند ارتفاع گیاه را زیاد کند اما باید دقت شود که استفاده بیش از حد از این کود ممکن است زمان رشد رویشی گیاه را افزایش دهد و در نتیجه رشد زایشی را به تأخیر بیندازد. لذا استفاده به موقع و به مقدار مناسب از این کود بسیار ضروری می‌باشد. برخی دیگر از محققین نیز در این زمینه به نتایج مشابهی دست یافتند (Nasiri, 2022) که تأیید کننده نتایج حاصل از این مطالعه بود.

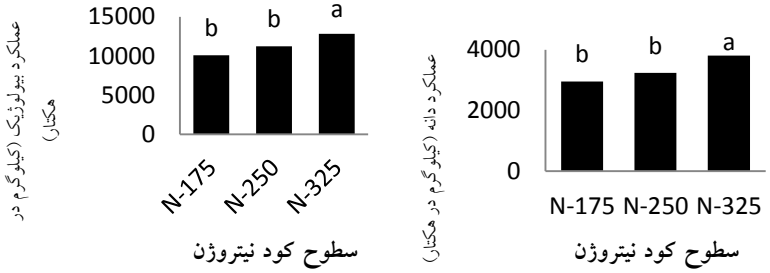


شکل ۳- کاربرد توام سطوح مختلف کود نیتروژن و گوگرد بر عملکرد بوته کلزا (ستون‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند فاقد اختلاف آماری معنی‌دار براساس آزمون مقایسه میانگین می‌باشند)

Fig 3- Combined application of different levels of nitrogen and sulfur fertilizers on *Brassica napus* L. yield (columns that have at least one letter in common do not have statistically significant differences based on mean comparison test)

براساس این نتایج مشخص شد که افزای میزان کاربرد کود نیتروژن منجر به افزایش میزان عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک شد. افزایش عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک به گونه‌ای بود که با کاربرد ۳۲۵ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن بالاترین میزان آنها به ترتیب به مقادیر ۳۸۰٤ و ۱۲۸۳٦ کیلوگرم در هکتار حاصل گردید (شکل ٤). اجزای عملکرد دانه تشکیل دهنده عملکرد نهایی دانه بوده و اثر مثبت کاربرد کود نیتروژن با افزایش اجزای دخیل در عملکرد دانه مانند تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه منجر به افزایش عملکرد نهایی دانه شده است. از طرفی افزایش رشد رویشی اندامهای مختلف بوته در اثر کاربرد کود نیتروژن با افزایش نهایی عملکرد بیولوژیک همراه بوده است. در این زمینه جعفرنژادی و راهنما (۱۳۹۰) نیز به اثر مثبت کاربرد کود نیتروژن بر افزایش اجزای عملکرد دانه و در نتیجه افزایش عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک نیز اشاره نمودند، که تأیید کننده نتایج حاصل از این مطالعه بود. افزایش عملکـرد دانه در اثر افزایش مقدار کود نیتـروژن ممکـن اسـت بـه علـت تخصیص بیشتر مواد فتوسنتزی به قسمتهای زایشی باشد (Rabiee *et al.*, 2012). البته بایستی در نظر داشت که افزایش کاربرد نیتروژن به جهت افزایش دوام سطح سبز فتوسنتزی پس از گلدهی و طول دوره پرشدن دانه شده که به دنبال آن موجب افزایش عملکرد دانه نیز می‌گردد (Kazemeini *et al.*, 2010). در سطوح بالای نیتروژن به دلیل افزایش مواد غذایی

قابل حصول و بهبود توانایی گیاه در استفاده از شرایط محیطی جهت انجام فتوسنتز، سبب افزایش وزن هزار دانه و برخی اجزای رویشی گیاه گردیده است که در نتیجه آن میزان عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک نیز افزایش یافته است (صفی خانی و همکاران، ١٣٩٤). کود نیتروژن باعث افزایش رشد رویشی و زایشی شده و در نتیجه باعث بقای تعداد گلهای بارور شده از طریق افزایش مواد فتوسنتزی در گیاه گردیده است که این امر باعث عملکرد دانه بیشتر در مقادیر بالاتر نیتروژن میباشد؛ در واقع میتوان علت افزایش عملکرد دانه و بیولوژیک در اثر مصرف مقادیر بیشتر نیتروژن را به افزایش ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، تعداد خورجین در بوته و وزن هزار دانه آن نسبت داد (Soleyman zadeh *et al*., 2007). چاکر الحسینی (١٣٨٧) در مطالعه خود روی گیاه کلزا عنوان داشت که افزایش میزان کاربرد کود نیتروژن منجر به افزایش میزان عملکرد دانه شده که این نتایج با نتایج حاصل از این مطالعه در یک راستا قرار داشتند. در مطالعه حسن زاده قورت تپه و جوادی (١٣٩٤) افزایش میزان عملکرد دانه و بیولوژیک در گیاه کلزا با کاربرد کود نیتروژن گزارش گردید. در این مطالعه مشاهده شد که با کاربرد ٣٢٥ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن میزان عملکرد بیولوژیک گیاه حدود ٢٢ درصد نسبت به تیمار کاربرد ١٧٥ کیلوگرم در هکتار افزایش نشان داد. در مرحله ساقه دهی افزایش میزان کاربرد کود نیتروژن با فراهمی مواد مورد نیاز رشد رویشی گیاه منجر به افزایش رشد رویشی و در نتیجه افزایش ارتفاع بوته شده و مقاومت گیاه در برابر خسارت شته مومی نیز افزایش یافته که در نتیجه آن رشد عمومی گیاه کلزا بیشتر شده (محیسینی و داشادی، ١٣٩٥). افزایش رشد عمومی گیاه در اثر کاربرد نیتروژن به دلیل فراهمی مواد پیش ساز پروتئینها در گیاه بوده که با افزایش فرآیندها و فعالیتهای گیاه همرا بوده و منجر به افزایش رشد گیاه و در نتیجه افزایش عملکرد دانه و بیولوژیک گیاه شده است.



شکل ٤- اثر سطوح مختلف کود نیتروژن بر عملکرد دانه کلزا (ستون‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند فاقد اختلاف آماری معنی‌دار براساس آزمون مقایسه میانگین می‌باشند)

Fig 4- The effect of different levels of nitrogen fertilizer on *Brassica napus* L. seed yield (columns that have at least one letter in common do not have statistically significant differences based on mean comparison test)

نتیجه‌گیری کلی

براساس نتایج این مطالعه مشخص شد که کاربرد برخی کودهای شیمیایی می‌تواند با اثر بر کاهش آلودگی گیاه کلزا به شته مومی شرایط را برای افزایش میزان عملکرد گیاه فراهم نماید. بر طبق نتایج حاصل از این مطالعه مشخص شد که افزایش میزان کاربرد کود نیتروژن صفات شاخص آلودگی، درصد بوته آلوده و طول ساقه آلوده را کاهش داد که در نتیجه آن عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک افزایش یافتند. نتایج نشان داد کاربرد ۳۲۵ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن آلودگی بوته کلزا به شته مومی را کاهش داده که در نتیجه آن میزان عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک افزایش یافته و بالاترین مقدار آنها در این سطح از کاربرد کود نیتروژن به ترتیب ۳۸۰٤ و ۱۲۸۳٦ کیلوگرم در هکتار بود و می‌توان کاربرد این مقدار کود به عنوان یافته ترویجی در نظر گرفته شود.

منابع

۱) جعفرنژادی، ع. و ع، راهنما. ۱۳۹۰. بررسی اثر تأخیر در کاشت بر عملکرد کلزا و کارآیی کاربرد نیتروژن. پژوهشهای خاک، ۲۵(۳): ۲۳۳-۲۲۵.

۲) چاکرالحسینی، م ر. ۱۳۸۷. بررسی اثرات نیتروژن و فسفر بر خصوصیات کمی و کیفی کلزا در شرایط دیم نیمه گرمسیری. پژوهش های خاک، ۲۲(۲): ۱٥٤-۱٤۷.

۳) حسن‌زاده قورت تپه، ع. و ح، جوادی. ۱۳۹٤. بررسی اثرات کاربرد کود نیتروژن و تلقیح با کودهای بیولوژیک (آزوسپریلوم و ازتوباکتر) بر عملکرد، اجزای عملکرد و روغن کلزای بهاره در آذربایجان غربی. تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی، ٥(۱۸): ٤۹-۳۹.

٤) صفی‌خانی، س.، بیابانی، ع.، فرجی، ا.، راحمی‌کاریزکی، ع. و ع، قلی‌زاده. ۱۳۹٤. پاسخ برخی خصوصیات زراعی ارقام کلزا به کود نیتروژن و تاریخ کاشت. اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، ۳(۳٥): ٤٤٦-٤۲۹.

٥) ضرغامی، س.، الهیاری، ح.، صبوری، ع.، میرمحمدی، ش. و آ، علاسوند زراسوند. ۱۳۸۸. اثر کود نیتروژن بر دوره نمو و نرخ ذاتی افزایش جمعیت شته مومی کلم. گیاهپزشکی، ۲۳(۱): ۳۲-۲۳.

٦) مجیدیان، م.، شجاع، ط. و م، ربیعی. ۱۳۹٤. تاثیر عناصر گوگرد، بر، روی و برهمکنش آنها بر عملکرد کمی و کیفی دانه کلزا به عنوان کشت دوم در شالیزار. تولیدات گیاهی (مجله علمی کشاورزی)، ۳۸(۲): ٥۰-۳۷.

۷) محیسینی، ع. و م، داشادی. ۱۳۹٥. تأثیر نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر مدیریت شته *Brevicoryne brassicae* در مزارع کلزا. آفات و بیماری‌های گیاهی، ۸٤(۱): ۱۸٦-۱۷٥.

۸) مدنی، ح.، نادری بروجردی، غ. و ع، پازکی. ۱۳۹۸. اثر کاربرد باکتریایی محلول کننده‌ی فسفر و کود شیمیایی فسفات آمونیوم در زراعت کلزای پاییزه. مجله علمی ـ پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی و علفهای هرز، ٤(۱٦): ۱۰۸-۹٥.

۹) معرفی، م.، صدیق، ث.، و ع، همراهی. ۱۳۹۹. تأثیر غلظت مصرف کائولین و مراحل فنولوژیکی گیاه بر عملکرد، اجزای عملکرد و جمعیت شته کلزا

L *Brevicoryne brassicae* به همراه دشمنان طبیعی آن. بوم‌شناسی کشاورزی، ۱۲(٤): ۷٤۰–۷۲۳.

۱۰) وفایی، ف. و ح، یدایی. ۱۳۹۷. دستورالعمل اجرایی کنترل شته مومی کلزا. سازمان حفظ نباتات. معاونت کنترل آفات. دفتر پیش آگاهی. دستورالعمل شماره: ۹۷۱۲٦. ٦ صفحه.

11) Ahmad, A., Khan, I., Anjum, N.A., Abrol, Y.P. and M, Iqbal. 2015. Role of sulphate transporter systems in sulphur efficiency of mustard genotypes. *Plant Science*, 169: 842–846.
12) Fidelis, E.G., Farias, E.S., Lopes, M.C., Sousa, F.F., Zanuncio, J.C. and M.C, Picanco. 2019. Contributions of climate, plant phenology and natural enemy to the seasonal variation of aphids on cabbage. *Journal of Applied Entomology*, 143: 365-370.
13) Hogendorp, B.K., Cloyd, R.A. and J.M, Swiader. 2016. Effect of nitrogen fertilization on reproduction and development of citrus mealy bug, *Planococcus citri* Risso (Homoptera: Pseudococcidae), feeding on two colors of coleus, *Solenostemon scutellarioides* L. Codd. *Environmental Entomology*, 35: 201-211.
14) Jackson, G.D. 2020. Effects of nitrogen and sulfur on canola yield and nutrient uptake. *Agronomy Journal*, 92: 644-648.
15) Janson, J. 2023. The Influence of Plant Fertilisation Regime on Plant-Aphid-Parasitoid Interactions. Doctoral thesis Swedish University of Agricultural Sciences Uppsala Acta Universitatis Agriculturae Sueciae. 29 pp.
16) Jian, H., Zhang, A., Ma, J., Wang, T., Yang, B., Shuang, L.S. and L, Liu. 2019. Joint QTL mapping and transcriptome sequencing analysis reveal candidate flowering time genes in Brassica napus L. BMC Genom. 20, 21
17) Kazemeini, S.A., Edalat, M., Shekoofa, A. and R, Hamidi. 2010. Effects of nitrogen and plant density on rapeseed (*Brassica napus* L.) yield and yield components in southern Iranian. *Journal of Applied Science*, 10(14): 1461-1465.
18) Madani H., Nurmohamadi, G., Majid, I., Shirani Rad A.H. and M.R, Naderi. 2015. Comparing winter rapeseed cultivars (*Brassica napus* L.) according to yield and yield components in cold regions of Iran. *Iranian J. Agric. Sci*, 7(1): 55-70.
19) Malakuti, M.J., Khademi, Z. and P, Mohajer Milani. 2000. Optimal fertilizer recommendations for canola in Iran. *Journal of Soil Science*. 12(12):1-6.
20) Meyer, G.A. 2020. Interactive effects of soil fertility and herbivory on *Brassica nigra*. *Oikos*, 22: 433–441.
21) Nevo, E. and M, Coll. 2019. Effect of nitrogen fertilization on *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae): variation in size, color, and reproduction. *Journal of Economic Entomology*, 94: 27-32
22) Rabiee, M., Kavoosi, M. and P, Tousi Kehal. 2012. Effect of nitrogen fertilizer levels and their application time on yield and some agronomic traits of rapeseed (cv. Hyola 401) in winter cultivation in Guilan. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Water and Soil*, 15(58): 199-212.
23) Sattari Nasab, R., Pahlavan Yali, M. and M, Bozorg-Amirkalaee. 2019. Effects of humic acid and plant growthpromoting rhizobacteria (PGPR) on induced resistance of canola to *Brevicoryne brassicae* L. *Bulletin of entomological research*, 109: 479-489.
24) Soleyman zadeh, H., Latifi, N.and A, Soltani. 2007. Relationship between phenological and physiological traits with grain yield in various cultivars of canola under rained condition. *Agriculture and Natural Resource Journal*, 14(50): 28-37.
25) Zandi sohani, N., Soleimannejadian, E. and A.A, Mohiseni. 2004. Investigation on Resistance in Five Varieties of Rapeseed (*Brassica napus* L.) to cabbage aphid (*Brevicoryne brassicae* L.). *The Scientific Journal of Agriculture*, 27(1): 120-127.