تحقیقات آفات گیاهی
جلد ۳/شماره ۴/سال ۱۳۹۲

ارزیابی اثر کوددهی نیتروژن در گیاه کلزا بر توانایی‌های زیستی و نرخ تغییر جمعیت شته خردل *Lipaphis erysimi* (Hem.: Aphididae)

مجتبی حسینی[1*]، رضا قربانی[2]، مهدی نصیری محلاتی[3] و فرنوش فلاح‌پور[4]

۱- استادیار گروه گیاه‌پزشکی دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد ۲، ۳ و ۴ به ترتیب استاد، استاد و دانشجوی دکتری، گروه زراعت دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

(تاریخ دریافت: ۹۲/۷/۱۴ تاریخ پذیرش: ۹۲/۳/۲۵)

چکیده

تغییر کیفیت گیاه میزبان در نتیجه مصرف کود نیتروژن می‌تواند بر توانایی‌های زیستی و انبوهی جمعیت حشرات گیاه‌خوار موثر باشد. این تحقیق به منظور بررسی اثر چهار سطح کود نیتروژن شامل صفر، ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در گیاه کلزا (*Brassica napus* L.) بر توانایی‌های زیستی و نرخ تغییر جمعیت شته خردل (*Lipaphis erysimi* Kalt.) در شرایط گلخانه‌ای انجام شد. نتایج نشان داد که مقدار نیتروژن و نسبت کربن به نیتروژن گیاه به طور معنی‌داری تحت تأثیر کوددهی قرار داشتند. بیشترین درصد نیتروژن برگ (۰/۰۹± ۳/۰۵) و کمترین مقدار نسبت کربن به نیتروژن (۰/۷۰±۱۶/۰۰) در گیاهان تیمار شده با بالاترین سطح کوددهی مشاهده شد. افزایش کوددهی به طور معنی‌داری باعث بهبود توانایی‌های زیستی شته خردل شد. کوتاه‌ترین دوره پورگی (۰/۰۸± ۵/۷۶ روز) و بیشترین پوره تولید شده به ازای هر فرد بالغ (۵/۰۳ ± ۹۵/۳۸) در تیمار ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار مشاهده شد. برازش خط رگرسیون رابطه مثبت و معنی‌داری را میان نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m) شته و تیمار نیتروژن نشان داد. با افزایش نیتروژن مصرفی از صفر تا ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار، نرخ ذاتی افزایش جمعیت ۲۰/۶۴ درصد افزایش یافت. به علاوه انبوهی جمعیت شته خردل به طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمار نیتروژن و زمان نمونه-برداری قرار گرفت و بیشترین جمعیت (۲۴۹±۲۰۱۴) در نمونه‌برداری سوم و در بالاترین سطح کوددهی مشاهده شد. در تمام تاریخ‌های نمونه-برداری، بیشترین نرخ تغییر جمعیت در بالاترین سطح کود نیتروژن محاسبه شد و با افزایش زمان نمونه‌برداری، نرخ تغییر جمعیت کاهش یافت.

واژه‌های کلیدی: انبوهی جمعیت شته، تغذیه گیاه، جدول زیست- باروری، نسبت کربن- نیتروژن.

*نویسنده مسئول: m.hosseini@um.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

در سال‌های اخیر رشد جمعیت و بهبود سطح تغذیه، نیاز به تولید دانه‌های روغنی را در جهان افزایش داده است. در ایران نیز نظر به مصرف سرانه بالای روغن‌های گیاهی و وابستگی شدید به روغن‌های وارداتی لزوم برنامه ریزی منسجم و دراز مدت با هدف نیل به خود کفایی در تولید روغن‌های گیاهی اجتناب ناپذیر است. لذا کشت کلزا به عنوان یکی از مهم‌ترین گیاهان روغنی به طور فزاینده‌ای در کشور در حال افزایش است (Kamkar *et al.*, 2011). به منظور دستیابی به محصولی با کیفیت مطلوب و عملکرد مناسب در زراعت کلزا استفاده از مقادیر بهینه عناصر غذایی، به ویژه کودهای نیتروژنه ضروری است (Grant *et al.*, 2011). با وجود این، تحقیقات متعدد در گیاهان زراعی مختلف نشان داده است که عدم مصرف بهینه کودهای نیتروژنه علاوه بر تبعات زیست محیطی (Erisman *et al.*, 2008) می‌تواند با تأثیر بر کیفیت گیاه، بر روابط اکولوژیک میان سطوح غذایی مختلف از جمله خسارت حشرات گیاهخوار و کارایی دشمنان طبیعی آن‌ها مؤثر باشد (Garratt *et al.*, 2010). در زنجیره غذایی با افزایش سطح غذایی مقدار نیتروژن مورد نیاز جاندار افزایش می‌یابد، به عنوان مثال، میانگین مقدار نیتروژن در حشرات گیاه‌خوار ۹ درصد و در گیاهان ۱/۵ تا ۳ درصد می‌باشد (Fagan *et al.*, 2002). به طور کلی تغذیه گیاهخوار از گیاهان فقیر از لحاظ ذخیره نیتروژن، محدودیت‌هایی برای رشد ونمو، تولید مثل و بقای آن‌ها به وجود می‌آورد (Zehnder and Hunter, 2008). در این میان حشرات مکنده گیاه‌خوار که از شیره آوند آبکش تغذیه می‌کنند نسبت به سایر حشرات آفت به تغییرات نیتروژن گیاه حساس‌تر هستند (Mattson, 1980)، به طور نمونه مطالعه مروری Butler *et al.* (2012) نشان داد که بیش از ۸۰ درصد آفات مکنده نسبت به کوددهی نیتروژن پاسخ مثبت نشان دادند. بنابراین، به‌طور معمول توانایی‌های زیستی و سرعت رشد جمعیت حشرات گیاه‌خوار مکنده نظیر شته‌ها با افزایش مقدار نیتروژن در گیاه افزایش می‌یابد (Aslam *et al.*, 2004) و فراوانی بیشتر آن‌ها باعث خسارت شدیدتر به گیاه میزبان و کاهش هر چه بیشتر عملکرد گیاه می‌شود (Hosseini *et al.*, 2010).

از میان آفات مختلف کلزا در ایران، شته خردل (*Lipaphis erysimi* Kalt.) به عنوان یکی از فراوان‌ترین و خسارت‌زاترین آفات این گیاه زراعی شناخته می‌شود (Khajezade *et al.*, 2010). خسارت مستقیم با تغذیه شته خردل از شیره آوند آبکش و کاهش عملکرد گیاه اتفاق می‌افتد. در تراکم بالای آفت، گیاهان آلوده به گل نمی‌روند و گاه خسارت تا انهدام کامل بوته پیش می‌رود. به علاوه این آفت با انتقال ویروس‌های گیاهی می‌تواند باعث کاهش بیشتر عملکرد کلزا شود (Bedford and Henry, 1998). شناخت اثرات میزبان گیاهی بر ویژگی‌های زیستی آفات گیاهخوار می‌تواند در پیشگویی خطر طغیان و مدیریت پایدار آفات کشاورزی مؤثر باشد. از مناسب‌ترین روش‌ها برای مطالعه اثرات گیاه میزبان بر شایستگی حشرات گیاهخوار بررسی ویژگی‌های جدول زیستی و محاسبه نرخ ذاتی افزایش جمعیت آفت می‌باشد (Bethke *et al.*, 1998). ، با توجه به اهمیت کشت کلزا در ایران و کوددهی مقادیر مختلف نیتروژن بدون توجه به اثرات آن بر کیفیت و انبوهی آفات این گیاه زراعی، این تحقیق با هدف برآورد اثر مقادیر مختلف کود نیتروژن بر توانایی‌های زیستی و تغییرات جمعیت شته خردل صورت پذیرفت.

مواد و روش‌ها

پرورش گیاه و شته خردل

به منظور بررسی اثر مقادیر مختلف کوددهی نیتروژن بر کیفیت گیاه کلزا، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۰ تکرار و ۴ تیمار کودی صفر، ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد اجرا شد. بدین منظور تعداد ۱۰ عدد بذر کلزا (رقم هایولا ۴۰۱) در فروردین ماه ۱۳۹۲ در گلدان‌های ۴ لیتری کاشته شدند. یک هفته پس از کاشت، گلدان‌ها به تعداد دو گیاه در هر گلدان تنک شدند. به منظور اعمال تیمار نیتروژن از نمک نیترات آمونیوم[1] استفاده شد. کوددهی

[1] NH_4NO_3, Scharlau Chemie S.A., Made in Spain.

Archive of SID

www.SID.ir

در دو نوبت صورت گرفت به طوری که اولین نوبت کوددهی پس از تنک کردن گیاهان و نوبت دوم به فاصله ده روز پس از آن اعمال شد. تا پایان آزمایش آبیاری گیاهان به میزان مورد نیاز انجام گرفت و به منظور جلوگیری از آبشویی نیتروژن در تمام گلدان‌ها از زیر گلدانی استفاده شد. در طول آزمایش گلدان‌ها در شرایط کنترل شده دمایی (۴± ۲۵ درجه سلسیوس) و رطوبتی (۱۰ ± ۶۰ درصد) و دوره نوری ۸ ساعت روشنایی قرار گرفتند.

به منظور تهیه کلنی شته خردل از گیاهان کلزای موجود در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد نمونه‌برداری انجام شد. سپس از نمونه‌ها اسلاید میکروسکوپی تهیه شد و با استفاده از کلیدشناسایی رضوانی (Rezwani, 2010) مورد تأیید قرار گرفتند. به منظور ایجاد شته‌هایی با شرایط سنی یکسان، کلنی اولیه در شرایط کنترل شده دمایی (۲± ۲۵ درجه سلسیوس) و رطوبتی (۱۰ ± ۶۰ درصد) و دوره نوری ۸ ساعت روشنایی در اتاقک رشد روی گیاهان کلم زینتی (*Brassica oleraceae* L.) مستقر شدند و پیش از شروع آزمایش هم سن سازی شته‌ها صورت گرفت.

بررسی توانایی های زیستی شته خردل

ده روز پس از اعمال آخرین نوبت کوددهی به منظور بررسی کیفیت گیاه کلزا از ۳۰ برگ جوان توسعه یافته هر تیمار نمونه برگی تهیه شد، نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سلسیوس در آون قرار گرفتند و پس از خشک شدن آسیاب شدند. به منظور اندازه‌گیری کربن آلی از روش احتراق در کوره الکتریکی (Richards, 1954) و برای اندازه‌گیری نیتروژن از روش کجلدال (Rund, 1984) استفاده شد. هم زمان به منظور بررسی توانایی‌های زیستی شته خردل در تغذیه از گیاهان کلزای تیمار شده با سطوح مختلف کود نیتروژن، تعداد ۴۰-۳۵ شته بالغ بی‌بال به صورت انفرادی محصور در قفس گیره‌ای[1] در سطح زیرین برگ‌های جوان توسعه یافته هر تیمار کودی قرار گرفت. ۲۴ ساعت بعد از استقرار شته‌ها، افراد ماده و تمام پوره‌های هر ماده به استثنای یک پوره از قفس‌ها حذف شدند. پوره‌ها هر ۱۲ ساعت یک‌بار مورد بازبینی قرار گرفتند و تاریخ‌های پوست‌اندازی آنها ثبت شد. پس از بالغ شدن شته‌ها، پوره‌های حاصل از هر شته ماده شمارش شدند و برای جلوگیری از ازدحام و رقابت درون گونه‌ای از قفس خارج شدند. توانایی‌های زیستی شته خردل در تیمارهای مختلف با اندازه‌گیری دوره رشد و نمو (تعداد روز بین تولد تا آخرین پوست اندازی)، طول عمر شته بالغ (از زمان آخرین پوست اندازی تا زمان مرگ)، باروری (تعداد پوره تولید شده توسط هر فرد بالغ) و محاسبه نرخ ذاتی افزایش جمعیت شته (r_m) برآورد شد. نرخ ذاتی افزایش با استفاده از معادله اولر-لوتکا[2] محاسبه شد (معادله۱):

$$\sum L_x m_{x^*} e^{-r_m x^*} - 1 \qquad \text{معادله (۱)}$$

در این معادله، $L_x = \frac{l_x + l_{x+1}}{2}$ و l_x احتمال زنده مانی تا سن x ، m_{x^*} میانگین باروری در سن x^*، r_m نرخ ذاتی افزایش جمعیت و x^* سن مرکزی[3] است که از فرمول $x^* = \frac{x_n + x_{n+1}}{2}$ محاسبه شد. به علاوه سایر متغیرهای جدول زیست باروری شامل نرخ خالص تولید مثل ($R_0 = \sum L_x m_{x^*}$)، میانگین طول یک نسل ($T = \frac{\ln R_0}{r_m}$) و نرخ متناهی افزایش جمعیت ($\lambda = e^{r_m}$) با استفاده از معادله‌های مربوطه تعیین شدند.

با توجه به اینکه معادله‌های ذکر شده برای محاسبه پارامترهای جدول زیستی در هر تیمار تنها یک کمیت عددی واحد و فاقد تکرار در اختیار قرار می‌دهد و امکان مقایسه آماری آن‌ها به این صورت وجود ندارد، با استفاده از روش‌های بازنمونه‌گیری داده‌ها می‌توان پارامترها را تکرار دار نمود. روش جک نایف (Meyer *et al.*, 1986) از جمله روش‌هایی است که می‌تواند به این منظور استفاده شود. لذا در این تحقیق محاسبات مربوط به روش جک نایف، با استفاده از نرم‌افزار PersianRm (Naveh *et al.*, 2004) و بر اساس معادله‌های ارائه شده توسط Meyer *et al.* (1986) انجام شد.

بررسی تغییرات جمعیت شته خردل

[1] Clip cage

[2] Euler-Lutka

[3] Pivotal age

Archive of SID

www.SID.ir

گیاهان کلزا مشابه آزمون اول در شرایط گلخانه‌ای پرورش داده شدند و در چهار سطح تیمار کود نیتروژن قرار گرفتند. به منظور بررسی تغییرات جمعیت شته خردل در تغذیه از گیاهان تیمارشده با سطوح مختلف کود نیتروژن از میکروکاسم استفاده شد. میکروکاسم با استفاده از استوانه پلاستیکی شفاف (ارتفاع ۱۰۰cm× قطر ۵۰cm) که انتها و طرفین آن به وسیله توری ارگانزا پوشیده شده بود، ایجاد شد. در هر میکروکاسم یک گلدان کلزا قرار داده شد و به ازای هر یک از سطوح تیمار کود نیتروژن پنج میکروکاسم که بیانگر پنج تکرار بودند در نظر گرفته شد. ده روز پس از آخرین مرحله کوددهی گیاهان، ۱۲ شته خردل شامل چهار ماده و هشت پوره سن سوم و چهارم در بالاترین نقطه از هر گیاه رهاسازی شدند. شته‌های داخل هر میکروکاسم در سه بازه زمانی هشت، ۱۶ و ۲۴ روز پس از استقرار اولیه شمارش شدند. پس از مرحله سوم شمارش به دلیل افزایش جمعیت شته‌های بالدار، آزمایش پایان یافت و جهت محاسبه نرخ رشد جمعیت از معادله ارائه شده توسط Chau *et al.* (2005) استفاده شد (معادله ۲).

$$r = \frac{\ln(N_t / N_0)}{T} \qquad \text{معادله (۲)}$$

در این معادله N_0: اندازه جمعیت در شروع آزمایش، N_t: اندازه جمعیت در زمان t و T: فاصله زمانی می‌باشد.

تجزیه و تحلیل آماری

پیش از انجام تجزیه و تحلیل آماری، مفروضات تجزیه واریانس شامل نرمال بودن و همگنی داده‌ها بررسی شدند. به منظور مقایسه داده‌های مربوط به نرخ بقای شته‌های نابالغ از آزمون ناپارامتری Kruskal–Wallis استفاده شد. سایر داده‌های مربوط به جدول زیست- باروری با تجزیه واریانس یک طرفه one-way Anova مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و در صورت معنی‌دار بودن نتایج از آزمون LSD ($P \leq$ ۰/۰۵) در نرم‌افزار SAS 9.1 استفاده شد. به منظور تعیین رابطه نرخ ذاتی افزایش شته و مقادیر کوددهی نیتروژن از تجزیه رگرسیون خطی استفاده شد. به علاوه تجزیه و تجلیل داده‌های مربوط به انبوهی جمعیت و نرخ تغییر جمعیت جهت تعیین اثر تیمار نیتروژن در زمان‌های مختلف نمونه‌برداری با استفاده از رویه one-way Repeated Measure Anova انجام شد..

نتایج و بحث

اثر کود نیتروژن بر کیفیت تغذیه‌ای گیاه کلزا

نتایج حاصل از تجزیه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در گلدان‌های آزمایشی در جدول ۱ ذکر شده- است (جدول ۱). در رابطه با درصد کربن برگ‌های کلزا، گرچه افزایش کوددهی نیتروژن باعث کاهش سطح کربن شد ولی این اثر معنی‌دار نبود ($F_{3,12} = 0.93, P = 0.45$). در حالی‌که افزایش کوددهی اثر معنی‌داری در میزان نیتروژن برگ گیاهان داشت ($F_{3,12} = 25.26, P< 0.01$) و با افزایش سطح کود، نیتروژن برگ افزایش یافت به طوری که بیشترین مقدار در بالاترین سطح کوددهی (۲۲۵ کیلوگرمنیتروژن در هکتار) مشاهده شد (جدول۲).

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک آزمایش

Table 1. Physical and chemical properties of experimental soil

article size distribution (%)			Texture grade	OC[a] (%)	pH	EC[b]	%SP[c]	%T.N.V[d]	%N	P (mg.kg^{-1})	K (mg.kg^{-1})	%S
Sand	Silt	Clay										
65.5	28.5	6	Sandy loam	0.56	7.34	0.63	25.72	11.34	0.04	36.9	367.5	0.08

[a] OC: Organic carbon; [b] EC: Soil electrical conductivity (ds m^{-1}); [c] SP: Saturation percentage; [d] T.N.V: Total neutralizing valu

Archive of SID

www.SID.ir

اثر تیمار کود بر نسبت کربن به نیتروژن برگ نیز معنی‌دار بود ($F_{3,12}$= 44.5, P < 0.01) و کوددهی کاهش معنی-داری در این نسبت ایجاد کرد (جدول۲). محققین دیگر نیز بهبود ذخیره نیتروژن گیاه در نتیجه مصرف کود نیتروژن را در گیاه کلزا (Svečnjak and Rengel, 2006; Sarfraz *et al.*, 2009) گزارش کردند. به علاوه نتایج مطالعه لا و همکاران (La *et al.*, 2009) حاکی از کاهش نسبت کربن به نیتروژن گیاه *Brassica alboglabra* L. در نتیجه افزایش مصرف کود نیتروژن بود.

اثر کود نیتروژن بر توانایی های زیستی شته خردل

دوره رشد پورگی شته خردل به طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمار نیتروژن قرار گرفت ($F_{3,103}$ = 3.12, P = 0.02) و با افزایش سطح کود نیتروژن، دوره پورگی کاهش یافت به طوری که کوتاه‌ترین دوره پورگی (۵/۷۶ ± SEM روز) در شته‌های تغذیه شده از تیمار ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار ثبت شد (جدول۳). ضرغامی و همکاران (Zarghami *et al.*, 2010) نیز نتایج مشابهی را در رابطه با کاهش دوره رشد پورگی شته مومی کلم (*Brevicoryne brassicae* L.) در تغذیه از گیاهان کلزای با تیمار کود نیتروژن بیان کردند. گرچه اثر کوددهی بر میزان بقای پوره‌ها در تیمارهای مختلف معنی‌دار نبود (Friedman ANOVA, χ^2 =0.78, P=0.32) ولی بیشترین بقای پوره‌ها در شته‌های تغذیه شده از سطوح ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (با ۱۰۰٪ بقا) مشاهده شد و میزان بقا در سطوح صفر و ۷۵ به ترتیب ۹۴ و ۹۶ درصد به دست آمد. به علاوه افزایش سطح کود نیتروژن طول عمر شته بالغ را افزایش داد ولی این اثر معنی‌داری نبود ($F_{3,103}$ = 1.2, P = 0.31) (جدول۳). بر خلاف نتایج به دست آمده در این مطالعه، باروس و همکاران (Barros *et al.*, 2007) در مطالعه اثر کوددهی نیتروژن در گیاه پنبه بر توانایی‌های زیستی شته جالیز (*Aphis gossypii* Glover.) نشان دادند که افزایش کوددهی طول عمر شته بالغ را به طور معنی‌داری افزایش داد ولی تأثیر معنی‌داری در دوره رشد پورگی نداشت.

نسبت زنده‌مانی (l_x) شته‌های تغذیه شده از سطوح مختلف کود نیتروژن در شکل۱ نشان داده شده‌است. در تیمار صفر (بدون کوددهی) در مقایسه با سایر سطوح کوددهی، این نسبت با شیب زیادی کاهش یافت در حالی که در تیمار ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، l_x روند به نسبت ثابتی داشت و در ۲۰ روز نخست آزمایش تنها ۴ درصد مرگ و میر در این تیمار اتفاق افتاد (شکل۱).

کوددهی نیتروژن افزایش معنی‌داری در باروری شته خردل ایجاد کرد ($F_{3,103}$ = 8.75, P < 0.01) و بیشترین پوره تولید شده به ازای هر فرد بالغ در سطح ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار مشاهده شد که نسبت به سطح صفر ۵۲/۸ درصد افزایش نشان داد (جدول۳). به علاوه افزایش کود نیتروژن منجر به افزایش زادآوری ویژه سنی (m_x) شته خردل شد و بیشترین مقدار آن (۱۰/۳۱)، ۱۰ روز پس از استقرار شته‌ها در بالاترین سطح کوددهی محاسبه شد (شکل ۲). افزایش باروری سایر گونه‌های شته نظیر شته جالیز (Hosseini *et al.*, 2010; Barros *et al.*, 2007) و شته مومی کلم (Zarghami *et al.*, 2010) نیز در نتیجه افزایش کوددهی نیتروژن گزارش شده‌است. در مطالعه گش (Gash, 2012)، باروری شته گندم (*Metopolophium dirhodum* Walker) با افزایش مصرف نیتروژن تا سطح ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار افزایش نشان داد و در سطوح ۲۵۰-۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار گرچه تعداد پوره تولید شده به ازای هر فرد بالغ بیشتر از پوره تولید شده در تیمار عدم کوددهی بود ولی نسبت به سایر سطوح کودی به طور معنی-داری کاهش یافت.

شاخص‌های جدول زیست باروری شته خردل نیز شامل نرخ خالص تولید مثل ($F_{3,103}$ = 6.25, P < 0.01)، نرخ متناهی افزایش جمعیت ($F_{3,103}$ = 12.79, P < 0.01) و میانگین طول یک نسل ($F_{3,103}$ = 18.21, P < 0.01) به طور معنی‌داری تحت تأثیر کوددهی قرار گرفتند (جدول۳). به علاوه بیشترین مقدار نرخ ذاتی افزایش (r_m) شته خردل روی گیاهان کلزا با بالاترین سطح کود نیتروژن محاسبه شد (جدول ۳؛ $F_{3,103}$ = 12.74, P < 0.01). ترسیم خط رگرسیون رابطه مثبت و معنی‌داری میان مقدار محاسبه شده r_m و افزایش مصرف کود نیتروژن نشان داد (Y = 0.344+ 0.424 X, R^2_{adj} = 0.26, P < 0.01) به طوری که در

Archive of SID

www.SID.ir

تیمار ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار مقدار r_m نسبت به سطح صفر ۲۰/۶۴ درصد افزایش یافت (شکل۳). ضرغامی و همکاران (Zarghami *et al.*, 2010) نیز در مطالعه اثر کوددهی نیتروژن بر نرخ ذاتی افزایش جمعیت شته مومی کلم نشان دادند که کوددهی اثر مثبت و معنی‌داری بر r_m شته داشت.

اثر کود نیتروژن بر جمعیت شته خردل

اثر متقابل معنی‌داری میان تیمار نیتروژن و زمان (تاریخ-های نمونه‌برداری) روی انبوهی شته خردل وجود داشت (Repeated measures one-way ANOVA: $F_{6,48}$ =15.39, P < 0.01). بیشترین جمعیت شته (۲۰۱۴±۲۴۹) در سومین تاریخ نمونه‌برداری و در سطح ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار مشاهده شد (شکل ۴). تجزیه رگرسیون نشان داد که اندازه جمعیت شته خردل در تمام تاریخ‌های نمونه‌برداری با افزایش کوددهی نیتروژن به طور معنی‌داری افزایش یافت (نمونه‌برداری اول: $Y= 77.04+ 0.28\ X$, $P < 0.01$, $R^2= 0.52$؛ نمونه‌برداری دوم: $Y= 168.44 + 2.01\ X$, $P < 0.01$, $R^2= 0.60$؛ نمونه‌برداری سوم: $Y= 255.92 + 6.83X$, $P = 0.05$, $R^2= 0.71$). اثر مثبت کوددهی نیتروژن در انبوهی جمعیت شته سبز جالیز در مطالعات Men *et al.* (2004) و Hosseini *et al.* (2010) نشان داده شده‌است. در حالی که گی و همکاران (Ge *et al.*, 2003) در بررسی جمعیت شته سبز جالیز در تغذیه از گیاهان پنبه و اسلام و همکاران (Aslam *et al.*, 2004) در بررسی جمعیت شته خردل در تغذیه از گیاهان کلزا در تیمار کود نیتروژن در شرایط مزرعه‌ای، اثر معنی-داری در افزایش جمعیت شته با افزایش کوددهی نیتروژن نیافتند.

نرخ تغییر جمعیت شته خردل (r) به طور معنی‌داری تحت تأثیر کوددهی نیتروژن قرار گرفت ($F_{2,48}$ = 41.6, P < 0.01) و بیشترین نرخ تغییر جمعیت برای تمام تاریخ‌های نمونه‌برداری در تیمار ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار محاسبه شد (شکل ۵). اثر متقابل تیمار نیتروژن و زمان (تاریخ‌های نمونه‌برداری) روی نرخ تغییر جمعیت شته خردل معنی‌داری نبود (Repeated measures one-way ANOVA: $F_{6,48}$=0.86, P = 0.53). با افزایش زمان نمونه‌برداری، نرخ تغییر جمعیت کاهش یافت و کمترین مقدار در نمونه‌برداری سوم (۲۴ روز پس از استقرار شته‌ها) محاسبه شد (شکل ۵).

در این تحقیق افزایش مصرف کود نیتروژن افزایش معنی‌داری در مقدار نیتروژن برگ ایجاد کرد و باعث کاهش نسبت کربن به نیتروژن گیاه شد. تغییر در کیفیت گیاه میزبان با تغییر در مقادیر متابولیت‌های اولیه گیاهی (شامل اسیدهای آمینه و پروتئین‌ها) از جمله مهم‌ترین عواملی است که می-تواند بر روابط متقابل میان گیاه و آفات گیاه‌خوار موثر باشد (Chen *et al.*, 2010). تغذیه گیاه‌خوار از گیاهی با کیفیت مطلوب می‌تواند بر بقا (Daugherty, 2011)، تولید مثل و رجحان غذایی گیاه‌خوار (Soufbaf *et al.*, 2012) اثر گذار باشد. نتایج این تحقیق نشان داد که اثر مثبت کود نیتروژن بر کاهش دوره رشد پورگی و افزایش تعداد پوره تولید شده به ازای هر فرد بالغ منجر به افزایش نرخ ذاتی رشد (r_m) شته خردل شد. به علاوه میانگین انبوهی شته خردل به طور معنی‌داری تحت تأثیر کود نیتروژن قرار گرفت. در مجموع نتایج این پژوهش نشان داد که توانایی‌های زیستی، فراوانی و نرخ تغییر جمعیت شته خردل به شکل مثبت و معنی‌داری تحت تأثیر کوددهی نیتروژن قرار گرفتند. علاوه بر اثر مستقیم نیتروژن به عنوان یکی از عناصر اصلی موجود در ترکیبات متابولیت اولیه گیاهان به نظر می‌رسد تغییر در مقدار نیتروژن گیاه با اثر بر تولید متابولیت‌های ثانویه گیاهی بر پایه کربن و محتوای آب موجود در گیاه می‌تواند بر توانایی‌های زیستی حشرات مکنده اثر گذار باشد. با توجه به نظریه توازن نسبت کربن به نیتروژن در گیاهان، افزایش کوددهی می‌تواند منجر به کاهش متابولیت‌های ثانویه کربن-دار نظیر ترکیبات فنولی، تانن‌ها و ترپن‌ها در گیاهان شود (Muzika and Pregitzer, 1992) که در دفاع گیاه در برابر حشرات گیاه‌خوار نقش دارند (Nomura and Itioka, 2002). به علاوه افزایش محتوای آب گیاه در نتیجه افزایش مصرف کود نیتروژن (Hosseini *et al.*, 2010) منجر به بهبود جریان پروتئین محلول در شیره آوند آبکش می‌شود (Mattson, 1980) که می‌تواند دسترسی حشرات مکنده

Archive of SID

www.SID.ir

گیاهخوار را به نیتروژن موجود در گیاه افزایش دهد. در این تحقیق تنها مقادیر کربن و نیتروژن موجود در گیاه اندازه-گیری شد در حالی که بررسی کامل ویژگی‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاهان تیمار شده می‌تواند درک بهتری از روابط متقابل حشرات آفت و گیاهان میزبان آن‌ها در اختیار قرار دهد. از آن جا که هر گونه تغییر در برهمکنش‌های گیاه زراعی و آفات گیاه‌خوار می‌تواند از نظر تولید، اقتصاد و پایداری محصولات زراعی حائز اهمیت باشد، نتایج این تحقیق و مطالعاتی از این دست می‌توانند در جهت مدیریت مصرف کودهای شیمیایی و مدیریت پایدار آفات مورد استفاده قرار گیرند.

سپاسگزاری

بودجه این طرح از محل اعتبار پژوهه شماره ۲۰۶۲۳/۳ مورخ ۱۳۹۱/۱۰/۲۷، معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه فردوسی مشهد و اعتبار بنیاد ملی نخبگان به شماره ۵/۳۵۲۱ تأمین شده‌است که بدین وسیله سپاسگزاری می‌شود.

جدول ۲- درصد کربن و نیتروژن و نسبت کربن به نیتروژن برگ کلزا (میانگین ± خطای استاندارد) در سطوح مختلف کود نیتروژن (کیلوگرم نیتروژن در هکتار)

Table 2. Total nitrogen and carbon content, and carbon: nitrogen ratio of canola leaves (mean± SEM) in relation to different nitrogen fertilization levels (kg/ha^{-1})

Nitrogen treatment (kg N/ha^{-1})	C-content (%)	N-content (%)	C/N
0	51.65±2.19$^{n.s}$	1.60±0.07 c*	32.38±0.19 a
75	51.36±1.02	2.51±0.19 b	20.97±1.99 b
150	49.53±1.41	2.73±0.09 ab	18.23±0.49 bc
225	48.57±1.24	3.05±0.09 a	16.00±0.70 c

*Means within a column followed by different letters indicate that they were significantly different (ANOVA followed by Fisher exact LSD test, P< 0.05)

جدول ۳- شاخص‌های جدول زیستی (میانگین± خطای استاندارد) شته خردل (*Lipaphis erysimi*) روی گیاه کلزا در تیمارهای مختلف کود نیتروژن

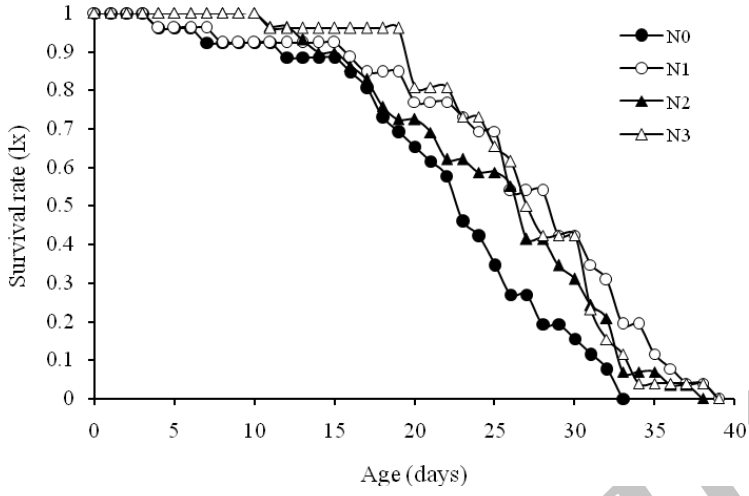
Table 3. Life-table parameters (mean±SEM) of the mustard aphid, *Lipaphis erysimi*, on canola under different nitrogen fertilization levels

Parameters	Nitrogen treatment (kg. ha^{-1})			
	0	75	150	225
developmental time (d)	6.65±0.18 a*	6.52±0.26 ab	6.50±0.29 ab	5.76 ±0.08 b
Adult Longevity (d)	16.54 ±1.40^{ns}	18.93 ±1.42	19.38 ±1.29	20.38 ±1.73
Fecundity	62.42±5.85 c	75.19±5.17 bc	84.86±5.86 ab	95.38±5.03 a
R_o	72.32±5.89 ab	59.75±5.26 b	82.47±5.93 a	92.70±5.03 a
r_m	0.344±0.007 c	0.369±0.010 bc	0.390±0.008 ab	0.415±0.006 a
λ	1.410±0.010 c	1.446±0.015 bc	1.477±0.011 ab	1.514±0.010 a
Tc	12.459±0.151a	11.100±0.172b	11.326±0.173 b	10.926±0.133 b

* Means within a row followed by different letters indicate that they were significantly different (P< 0.05).
Note: r_m, intrinsic rate of increase (day^{-1}); R_0, net reproductive rate (♀♀/♀/generation); λ, finite rate of increase (♀♀/♀/day); T_c, mean generation time (days)

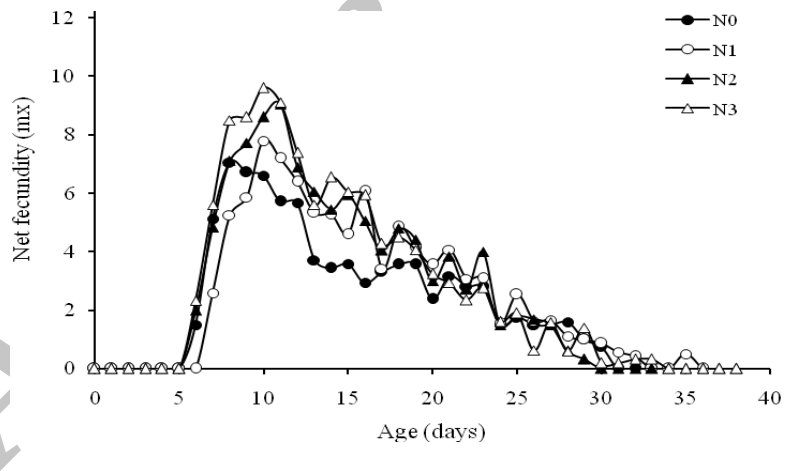
Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- نسبت زنده‌مانی (l_x) شته خردل (*Lipaphis erysimi*) در تغذیه از گیاهان کلزای تیمار شده با سطوح مختلف نیتروژن، N_0: صفر، N_1: ۷۵، N_2: ۱۵۰ و N3: ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار

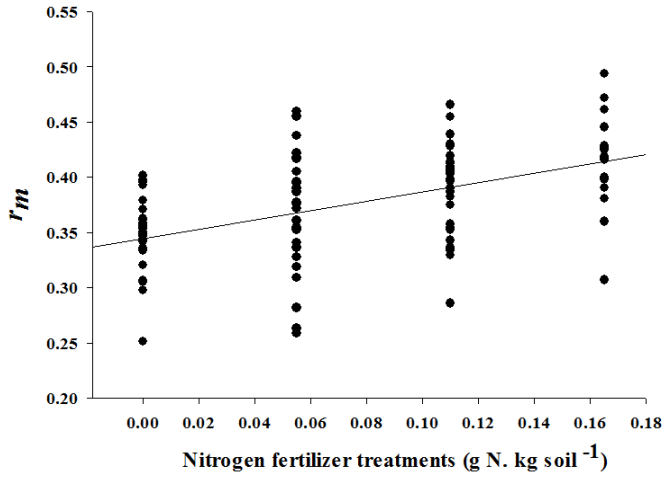
Figure 1. Survival rate of mustard aphid (*Lipaphis erysimi*) on canola plants treated with different nitrogen levels, N_0: 0, N_1: 75, N_2: 150 and N_3: 225 kg. ha^{-1}



شکل ۲- باروری خالص (m_x) شته خردل (*Lipaphis erysimi*) در تغذیه از گیاهان کلزای تیمار شده با سطوح مختلف نیتروژن، N_0: صفر، N_1: ۷۵، N_2: ۱۵۰ و N_3: ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار

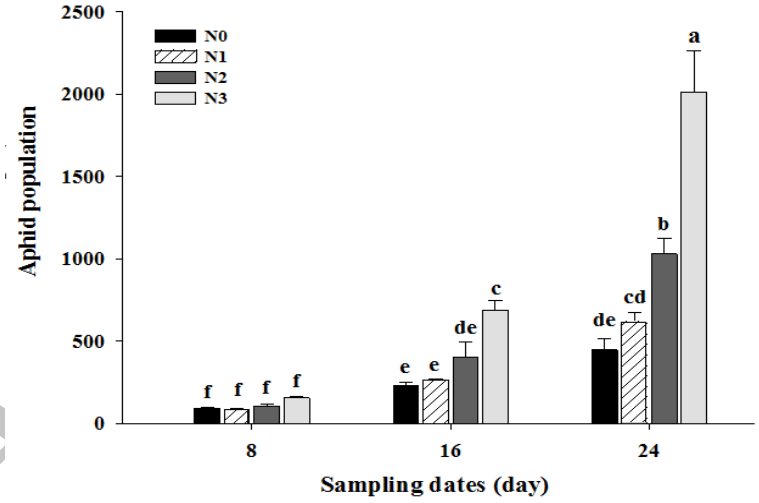
Figure. 2. Age specific net fecundity rates (m_x) of mustard aphid (*Lipaphis erysimi*) on canola plants treated with different nitrogen levels, N_0: 0, N_1: 75, N_2: 150 and N_3: 225 kg. ha^{-1}

www.SID.ir



شکل ۳- رابطه بین نرخ ذاتی افزایش شته خردل (*Lipaphis erysimi*) و کوددهی نیتروژن. سطوح نیتروژن شامل صفر (صفر)، ۰/۰۵۵ (۷۵)، ۰/۱۱ (۱۵۰) و ۰/۱۶۵ (۲۲۵) گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک (کیلوگرم نیتروژن در هکتار)، $Y = 0.344 + 0.424\ X$, Adjusted $R^2 = 0.26$, $P < 0.01$

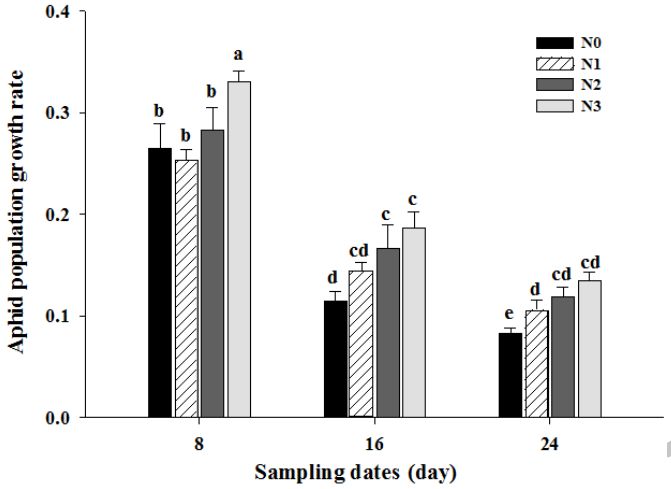
Figure 3. Relationship between r_m of mustard aphid (*Lipaphis erysimi*) and nitrogen treatment. N levels are 0 (0), 0.055 (75), 0.11 (150) and 0.165 (225) g N. kg soil^{-1} (kg. ha^{-1}), $Y = 0.344 + 0.424\ X$, Adjusted $R^2 = 0.26$, $P < 0.01$



شکل ۴- جمعیت (میانگین+ خطای استاندارد) شته خردل (*Lipaphis erysimi*) در تغذیه از گیاهان کوددهی شده با صفر، ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در فواصل نمونه‌برداری ۸-۰، ۱۶-۸ و ۲۴-۱۶ روز پس از استقرار شته. حروف متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی‌دار میانگین‌ها با توجه به تیمار نیتروژن و تاریخ‌های نمونه‌برداری است ($P \leq 0.05$, LSD after one-way repeated measure ANOVA)

Figure. 4. Population of mustard aphid (*Lipaphis erysimi*) (mean+SEM) on plants fertilized with 0, 75, 150 and 225 kg N.ha^{-1} at each sampling interval: 0–8, 8–16 and 16–24 d after aphid inoculation. Different letters indicate significant differences between fertilization levels across sampling dates ($P \leq 0.05$, LSD after one-way repeated measure ANOVA)

www.SID.ir



شکل ۵- نرخ تغییر جمعیت (میانگین+ خطای استاندارد) شته خردل (*Lipaphis erysimi*) در تغذیه از گیاهان کوددهی شده با صفر، ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در فواصل نمونه‌برداری ۸-۰، ۱۶-۸ و ۲۴-۱۶ روز پس از استقرار شته. حروف متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی‌دار میانگین‌ها با توجه به تیمار نیتروژن و تاریخ‌های نمونه‌برداری است ($P \leq 0.05$, LSD after one-way repeated measure ANOVA)

Figure 5. Population growth rate (*r*) of mustard aphid (*Lipaphis erysimi*) (mean+SEM) on plants fertilized with 0, 75, 150 and 225 kg $N.ha^{-1}$ at each sampling interval: 0–8, 8–16 and 16–24 d after aphid inoculation. Different letters indicate significant differences between fertilization levels across sampling dates ($P \leq 0.05$, LSD after one-way repeated measure ANOVA)

Archive of SID

References

Aslam, M., Razaq, M. and Maalik, A. 2004. Effect of nitrogen fertilizer application on population of mustard aphid (*Lipaphis erysimi* Kalt.) on different canola varieties. **Pakistan Journal of Entomology**, 26(1): 115-119.

Barros, R., Degrande, P. E., Fernandes, M. G. and Nogueira, R. F. 2007. Effects of nitrogen fertilization in cotton crop on Aphis gossypii Glover (Hemiptera: Aphididae) biology. **Neotropical Entomology** 36(5):752-8.

Bedford, J. W. and Henry, A. 1998. Yield losses in important cultivars of canola and effect of Aphid infestation under favorable environmental condition. **Indian Journal of Entomology** 52:541-546.

Bethke, J. A., Redak, R. A. and Schuch, U. K. 1998. Melon aphid performance on chrysanthemum as mediated by cultivar, and differential levels of fertilization and irrigation. **Entomologia Experimentalis et Applicata** 18: 41-47.

Butler, J., Garratt, M. P. D. and Leather, S. R. 2012. Fertilisers and insect herbivores: a meta analysis. **Annals of Applied Biology**161: 223-233.

Chau, A., Heinz, K. M. and Davies. F. T. J. 2005. Influences of fertilization on *Aphis gossypii* and insecticide usage. **Journal of Applied Entomology** 129: 89-97.

Chen Y., Olson D. M. and Ruberson J. R. 2010. Effects of nitrogen fertilization on tritrophic interactions. **Arthropod-Plant Interactions** 4: 81–94.

Daugherty, M. P. 2011. Host plant quality, spatial heterogeneity, and the stability of mite predator–prey dynamics. **Experimental and Applied Acarology** 53: 311–322.

Erisman J. W., Sutton M. A., Galloway J., Klimont Z. and Winiwarter W. 2008. How a century of ammonia synthesis changed theworld. **Nature Geoscience** 1: 636–639.

www.SID.ir

Fagan, W. F., Siemann, E., Mitter, C., Denno, R. F., Huberty, A. F., Woods, H. A. and Elser, J. J. 2002. Nitrogen in insects: implications for trophic complexity and species diversification. **The American Naturalist** 160: 784-802.

Garratt, M. P. D., Leather, S. R. and Wright D. J. 2010. Tritrophic effects of organic and conventional fertilisers on a cereal-aphid-parasitoid system. **Entomologia Experimentalis et Applicata** 134: 211–219.

Ge F., Liu, X., Li, H., Men, X. and Su, J. 2003. Effect of nitrogen fertilizer on pest population and cotton production. **Chinese journal of applied ecology** 14(10):1735-8.

Grant, C. A., Derksen, D. A., McLaren, D. L. and Irvine, R. B. 2011. Nitrogen fertilizer and urease inhibitor effects on canola seed quality in a one-pass seeding and fertilizing system. **Field Crops Research** 121: 201–208.

Gash, A. F. J. 2012. Wheat Nitrogen Fertilisation Effects on the Performance of the Cereal Aphid *Metopolophium dirhodum*. **Agronomy** 2: 1-13.

Hosseini, M., Ashouri, A., Enkegaard, A., Goldansaz, S. H., Nassiri Mahallati, M. and Hosseininaveh. V. 2010. Performance and population growth rate of cotton aphid, and associated yield losses in cucumber, under different nitrogen fertilization regimes. **International Journal of Pest Management** 56(2): 127-135.

Kamkar, B., Daneshmand, A. R., Ghooshchi, F., Shiranirad, A.H. and Safahani Langeroudi, A.R. 2011. The effects of irrigation regimes and nitrogen rates on some agronomic traits of canola under a semiarid environment. **Agricultural Water Management** 98 (6): 1005-1012.

Khajezade, Y., Malkeshi, S. H. and Keyhaniyan, A. A. 2010. Canola aphid population changes, mustard aphid species biology and its natural enemies efficiency. **Iranian Journal of Plant Protection Science** 41(1): 165-178.

La, G., Fang, P., Teng, Y., Li, Y. and Lin, X. 2009. Effect of CO_2 enrichment on the glucosinolate contents under different nitrogen levels in bolting stem of Chinese kale (*Brassica alboglabra* L.). **Journal of Zhejiang University Science** 10(6):454-464.

Mattson, W. J. J. 1980. Herbivory in relation to plant nitrogen content. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics** 11: 119–161.

Men, X., Ge, F., Yin, X. and Liu, D. 2004. Effect of nitrogen fertilization and square loss on cotton aphid population, cotton leafhopper population and cotton yield. **Chinese journal of applied Ecology** 15(8):1440-2.

Meyer, J. S., Ingersoll, C. G., McDonald, L. L. and Boyce, M. S. 1986. Estimating uncertainty in population growth techniques. **Ecology** 67: 1156-1166.

Muzika, R. M. and Pregitzer, K. S. 1992. Effect of nitrogen fertilization on leaf phenolic production of grand fir seedlings. **Trees** 6: 241-244.

Nomura, M. and Itioka, T. 2002. Effects of synthesized tannin on the growth and survival of a generalist herbivorous insect, the common cutworm, *Spodoptera litura* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae). **Applied Entomology and Zoology** 37: 285–289.

Naveh, V. H., Allahyari, H. and Saei, M. 2004. A computer program for estimating of fertility life table parameters using Jackknife and Bootstrap techniques. In: Proceedings of *the 19th International Plant Protection Congress,* 11-16 May, Beijing, China, p. 299.

Rezwani, A. 2010. Aphids (Hemiptera: Aphidoidea) of herbaceous plants in Iran. Publications of Entomological Society of Iran (In Farsi).

Richards, L. A. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Handbook No. 60. USDA.

Rund, R. C. 1984. Fertilizers, p. 8-37. In: S. Williams (ed.). Official methods of analysis of the association of Official Analytic Chemists. 14th ed. AAOAC, Arlington, Va.

Sarfraz, R. M., Dosdall, L. M. and Keddiel, A. B. 2009. Bottom-up effects of host plant nutritional quality on *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) and top-down effects of herbivore attack on plant compensatory ability. **European Journal of Entomology** 106: 583–594.

Soufbaf, M., Fathipour, Y., Zalucki, M.P. and Hui, C. 2012. Importance of primary metabolites in canola in mediating interactions between a specialist leaf-feeding insect and its specialist solitary endoparasitoid. **Arthropod-Plant Interactions** 6:241–250.

Svečnjak, Z. and Rengel, Z. 2006. Canola cultivars differ in nitrogen utilization efficiency at vegetative stage. **Field Crops Research** 97: 221–226.

Archive of SID

www.SID.ir

Zarghami, S., Allahyari, H., Bagheri, M. R. and Saboori, A. 2010. Effect of nitrogen fertilization on life table parameters and population growth of *Brevicoryne brassicae*. **Bulletin of Insectology** 63 (1): 39-43.

Zehnder, C. and Hunter, M. 2008. Effects of nitrogen deposition on the interaction between an aphid and its host plant. **Ecological Entomology** 33: 24-30.

Archive of SID

www.SID.ir

Plant Pests Research
Vol. 3, No. 4, 2014

Evaluation the effect of nitrogen fertilization of canola on performance and population growth rate of mustard aphid, *Lipaphis erysimi* (Hem.: Aphididae)

M. Hosseini[1*], R. Ghorbani[2], M. Nassiri Mahallati[3] and F. Fallahpour[4]

1- Assistant Professor, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad; 2, 3, 4 Professor, Professor and Ph.D. student, respectively. Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad.

(Received: June 15, 2013- Accepted: October 6, 2013)

Abstract

Variation in host plant quality in response to nitrogen fertilization could influence on performance and population of insect herbivores. Current greenhouse study was conducted to determine the effect of four nitrogen fertilization levels including 0, 75, 150 and 225 kg. ha^{-1} in canola (*Brassica napus* L.) on performance and population growth rate of mustard aphid (*Lipaphis erysimi* Kalt.). The results showed that increasing nitrogen levels had significantly affected the nitrogen content and carbon/nitrogen of canola plants. The maximum percent of leaf-N (3.05±0.09) and minimum ratio of C/N (16.00±0.70) were observed in plants fertilized with the highest nitrogen level. Increasing nitrogen fertilization significantly enhanced aphid performance. The shortest nymphal developmental period (5.76±0.08 days) and the maximum fecundity (95.38±5.03) were observed at the level of 225 kg $N.ha^{-1}$. Regression analysis showed a positive significant relationship between the intrinsic rate of increase (r_m) and nitrogen treatment. The aphids' r_m increased 20.64 % with increasing nitrogen levels from 0 to 225 kg. ha^{-1}. Moreover, the population of mustard aphid significantly was affected by nitrogen treatment and sampling date. The maximum population was observed in 3rd sampling date and in the highest nitrogen fertilization. In all sampling dates, the maximum population growth rate was calculated in the highest nitrogen level. The population growth rate showed a decreasing trend with increasing sampling date.

Keywords: Aphid population density, Carbon-nitrogen ratio, Fertility life table, Plant nutrition.

*Corresponding author: m.hosseini@um.ac.ir

Archive of SID

www.SID.ir