

تأثیر نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر مدیریت شته *Brevicoryne brassicae* در مزارع کلزا

عبدالامیر محیسنی^۱ و مختار داشادی^۲

۱- استادیار پژوهش، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی لرستان، پردیس بروجرد، سازمان تحقیقات،

آموزش و ترویج کشاورزی، بروجرد، ایران؛ ۲- استادیار پژوهش، معاونت موسسه تحقیقات کشاورزی

دیم کشور، معاونت سرارود، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، سرارود، ایران

(تاریخ دریافت: خرداد ۱۳۹۵؛ تاریخ پذیرش: شهریور ۱۳۹۵)

چکیده

شته کلم *Brevicoryne brassicae* L. مهمترین آفت کلزا در ایران می‌باشد. به منظور بررسی تأثیر سه عنصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر جمعیت این شته در مزرعه کلزا، طی سال‌های ۸۲-۱۳۸۱ کلزا لاین SLM₀₄₆ تحت دو آزمایش مزرعه‌ای مشابه سمپاشی شده (شاهد) و سمپاشی نشده (آلوده) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با آرایش فاکتوریل با سه عامل نیتروژن با چهار سطح ($N_1=0$, $N_2=190$, $N_3=270$, $N_4=350$ kg/ha)، فسفر با دو سطح ($P_1=0$, $P_2=150$ kg/ha) و پتاسیم با دو سطح ($K_1=0$, $K_2=100$ kg/ha) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بروجرد اجرا گردید. نتایج نشان داد که در اوایل مرحله ساقه‌دهی (اوایل فروردین) پس از اینکه بخش دوم کود نیتروژنه به صورت سرک به گیاه داده شد، تراکم آفت در سطح غذایی N_4 به شکل معنی‌داری کاهش یافت. اما بعد از مرحله گلدهی (اوایل اردیبهشت)، هنگامیکه بخش سوم کود نیتروژنه به تیمارها داده شد، تراکم آفت در سطح غذایی فوق افزایش یافت. نتایج بررسی‌ها نشان داد که نیتروژن به تنهایی و اثرات متقابل آن با فسفر و پتاسیم به شکل معنی‌داری خسارت آفت را در مزارع کلزا کاهش می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: کلزا، شته مومی کلم، عناصر غذایی ماکرو، مدیریت تلفیقی.

Effect of Nitrogen, Phosphorus and Potassium Fertilization on the Management of *Brevicoryne brassicae* in Rapeseed Fields

A. A. MOHISENI¹ and M. DASHADI²

1- Assistant Professor, Lorestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Borujerd Campus, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Borujerd, Iran; 2- Assistant Professor, Dryland Agricultural Research Institute, Sararood Branch, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Sararood, Iran

Abstract

The cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (L.) is the most important pest of canola (*Brassica napus* L.) in Iran. Two same field trials (control and infested) were conducted to study the effect of macroelements (NPK) fertilizer on cabbage aphid population on rapeseed SLM₀₄₆ at Borujerd agricultural research station during 2002-2003. The RCBD with factorial arrangement was used with three factors, N ($N_1=0$, $N_2=190$, $N_3=270$, $N_4=350$ Kg/ha), P ($P_1=0$, $P_2=150$ Kg/ha) and K ($K_1=0$, $K_2=100$ Kg/ha). Result showed that, at the beginning of stem stage (in late March), when the urea was applied at the second time, aphid infestation at fertilizer level N_4 significantly decreased. But after the blooming stage (in late April), when the urea was applied at the third time, aphid infestation in N_4 was increased. According to this research, nitrogen (N) alone and its interaction with phosphorus (P) and potassium (K), significantly decreased the damage of *B. brassicae* in the canola fields.

Key words: Rapeseed, *Brevicoryne brassicae*, NPK, IPM.

مقدمه

شته مومی کلم (*Brevicoryne brassicae* (L.)) مهم‌ترین آفت کلزا در مناطق سرد و معتدل سرد ایران می‌باشد و دارای انتشار جهانی است. در بسیاری از مناطق، خسارت آفت به حدی است که در صورت عدم سمپاشی به موقع، عملاً محصولی برداشت نمی‌گردد. هر گونه عملیات کشاورزی که باعث عدم تعادل تغذیه گیاه گردد، مقاومت گیاه را به آفت کاهش می‌دهد. علی‌رغم اینکه بین تغذیه خاک و خسارت آفات رابطه زیادی وجود دارد، اما متأسفانه روند توسعه مدیریت تلفیقی آفات (IPM)^۱ و مدیریت تلفیقی تغذیه خاک (ISFM)^۲ به صورت کاملاً مجزا پیش می‌رود (Magdoff and van Es, 2000).

وجود مواد غذایی قابل دسترس برای گیاه، نه تنها میزان خسارت گیاه‌خوار به گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد، بلکه باعث توانایی گیاه در ترمیم و جبران خسارت خواهد شد، هرچند این دو عامل رابطه بسیار نزدیکی با هم دارند (Meyer, 2000). بسیاری از محققین عقیده دارند که افزایش میزان نیتروژن باعث افزایش جمعیت شته‌ها و کنه‌ها می‌گردد (Luna, 1988). افزایش میزان زادآوری و نرخ رشد در شته سبز هلو *Myzus persicae* (Sulzer) با مقدار نیتروژن محلول در بافت‌ها نسبت مستقیم دارد (Van Emden, 1966). با افزایش میزان نیتروژن، جمعیت شته *M. persicae* روی کلم بروکسل^۳ افزایش می‌یابد اما افزایش جمعیت شته *B. brassicae* به کندی صورت گرفته و بستگی به میزان پتاسیم موجود در گیاه داشت. همچنین تأثیر نیتروژن بر میزان تخمگذاری و نرخ رشد حشره (*Artogeia rapae* (L.)) روی کلزا، کلم پیچ^۴ و کلم معمولی مثبت گزارش شده است (Letourneau, 1988). تحقیقات دو ساله نشان می‌دهد که با بالا رفتن نرخ مصرف نیتروژن، جمعیت تریپس *Frankliniella occidentalis*

(Pergande) روی گوجه‌فرنگی به شکل معنی‌داری افزایش می‌یابد. جمعیت این تریپس با وضعیت گل روی گیاه همبستگی معنی‌داری داشته و این همبستگی با افزایش میزان نیتروژن بیش‌تر می‌شود، به طوری‌که در گیاهانی که نیتروژن بیش‌تری دریافت می‌کنند، غلظت نیتروژن در گل‌ها افزایش یافته و نتیجه آن افزایش جمعیت تریپس روی این گیاهان خواهد بود (Brodbeck et al., 2001). نتایج بررسی تأثیر نیتروژن و فسفر بر جمعیت شته *B. brassicae* روی سه ژنوتیپ کلزا نشان داد که بیش‌ترین جمعیت شته در زمان مصرف نیتروژن به تنهایی در ژنوتیپ ۲-۱۵۹-RM و کمترین جمعیت در ژنوتیپ Pak-cheen بدون تغذیه و ژنوتیپ ۲-۱۵۹-RM با تغذیه نیتروژن و فسفر دیده شد (Khattak et al., 1996).

در یک تحقیق، تأثیر پنج سطح نیتروژن بر تراکم جمعیت شته *Lipaphis erysimi* Kalt. روی پنج رقم کلزا در داخل گلدان مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که تأثیر رقم بر جمعیت شته معنی‌دار اما تأثیر سطوح مختلف نیتروژن بر جمعیت شته معنی‌دار نبود (Aslam et al., 2004). در تغذیه گیاهان با کودهای شیمیایی نسبت به تغذیه به روش ارگانیک، جمعیت شته *B. brassicae* و کک *Phyllotreta cruciferae* (Goeze) روی کلم بروکلی (*Brassica oleracea* L.) به شدت بالا بود (Altieri et al., 1998).

در مطالعه دیگر، شته *M. persicae* به افزایش گوگرد، کاهش فسفر، افزایش منیزیم و کاهش پتاسیم واکنش مثبت نشان داد (Jonson, 2003). در گلخانه‌های پرورش گل داوودی، مصرف ۳۷۵ ppm نیتروژن باعث افزایش معنی‌دار جمعیت شته روی برگ‌های گیاه شده است اما جمعیت شته روی برگ‌های جوان به میزان ۳۳ درصد بیش از برگ‌های پیرتر بود (Davies et al., 2004). با توجه به اهمیت کشت کلزا در تأمین بخشی از نیاز روغن کشور، یافتن راه‌های مختلف غیرشیمیایی برای کنترل شته مومی کلم روی این محصول ضروری می‌باشد. بنابراین باید عوامل مختلف مؤثر روی رشد

۱-integrated pest management (IPM)

۲- integrated soil fertility management (ISFM)

۳- Brussels sprouts

۴- Kale

منطقه، امکان شمارش جمعیت شته در مزرعه وجود نداشته و در هر نوبت نمونه‌گیری باید مرستم انتهایی ساقه اصلی قطع و به آزمایشگاه منتقل می‌گردید، از این رو به منظور تفکیک تیمارها طول ساقه آلوده (L_{inf}) اندازه‌گیری شد. به همین منظور در هر کرت ۱۲ بوته به صورت تصادفی انتخاب و با استفاده از یک خط‌کش، طول قسمت آلوده ساقه از بالا به پائین اندازه‌گیری و میانگین ساقه آلوده در ۱۲ بوته از هر کرت محاسبه شد.

درصد بوته‌های آلوده و شاخص آلودگی: شاخص

آلودگی بر اساس مطالعات (Zandi Sohani و Monfared (2001) و *et al.* (2004) محاسبه شد. بوته‌های آلوده طبق قرارداد به بوته‌هایی اطلاق می‌گردد که حداقل طول ساقه آلوده در آن‌ها یک سانتی‌متر باشد. به منظور تعیین درصد بوته‌های آلوده (D)، در هر مرحله نمونه‌برداری، تعداد کل بوته‌ها (N) و تعداد بوته‌های آلوده (n_{inf}) در هر کرت شمارش و درصد بوته‌های آلوده ($D = n_{inf}/N \times 100$) و شاخص آلودگی ($I = D \times L_{inf}$) محاسبه شدند.

نمونه‌برداری از شاخص‌های زراعی کلزا: در این تحقیق

نظیر هر تیمار در آزمایش آلوده، یک تیمار در آزمایش شاهد وجود داشت، بنابراین شاخص‌های زراعی زیر جهت تفکیک تیمارها مورد استفاده قرار گرفت:

ارتفاع بوته و درصد کاهش طول ساقه اصلی در اثر

خسارت شته: ارتفاع ساقه اصلی (ارتفاع بوته) در زمان رسیدگی محصول در دو آزمایش با حضور آفت (S_{inf}) و بدون حضور آفت (S_{cntr}) در ۱۲ بوته تصادفی اندازه‌گیری و میانگین آن در هر کرت محاسبه گردید. سپس درصد کاهش طول ساقه اصلی (L_{decr}) در اثر خسارت آفت با استفاده از رابطه $L_{decr} = (S_{cntr} - S_{inf}) / S_{cntr} \times 100$ محاسبه شد.

تعداد غلاف در ساقه اصلی و تعداد دانه در غلاف:

پس از رسیدگی کامل دانه، ضمن مراجعه به دو آزمایش شاهد و آلوده، از هر کرت ۱۰ بوته تصادفی انتخاب و تعداد غلاف در ساقه اصلی تعیین و یادداشت شد. همچنین تعداد ۵۰

جمعیت آفت شناسایی و مورد بررسی قرار گیرند. در این تحقیق نقش عناصر غذایی ماکرو شامل نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر میزان رشد جمعیت شته *B. brassicae* در شرایط مزرعه و همچنین برخی از مشخصه‌های زراعی محصول کلزا بررسی شده است تا مناسب‌ترین تیمار کودی جهت کنترل تلفیقی آفت شناسایی و ارائه گردد.

روش بررسی

این تحقیق طی دو سال زراعی ۸۱-۱۳۸۰ و ۸۲-۱۳۸۱ در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با آرایش فاکتوریل و در دو آزمایش مشابه و مجزا (بدون حضور آفت=سمپاشی شده با سم پرمیکارپ و با حضور آفت=سمپاشی نشده)، در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بروجرد اجرا شد. سطوح کودی براساس سه عامل نیتروژن با چهار سطح $N_1 =$ صفر، $N_2 = 190$ ، $N_3 = 270$ و $N_4 = 350$ ، فسفر با دو سطح $P_1 =$ صفر و $P_2 = 150$ و پتاسیم با دو سطح $K_1 =$ صفر و $K_2 = 100$ کیلوگرم در هکتار منظور شدند. برای هر کرت هشت خط چهار متری از ژنوتیپ SLM₀₄₆ در اواخر شهریور کشت شد. نیتروژن، فسفر و پتاسیم به ترتیب به شکل اوره، سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم مورد استفاده قرار گرفتند. در سال اول نصف نیتروژن و کل فسفر و پتاسیم در زمان کاشت و نصف دیگر نیتروژن در اوایل مرحله ساقه‌دهی به صورت سرک به گیاه داده شد. اما در سال دوم، یک سوم نیتروژن در زمان کاشت و دو بخش دیگر آن به ترتیب در اوایل ساقه‌دهی و شروع گلدهی به کرت‌ها داده شد.

نمونه‌برداری از نیمه دوم فروردین آغاز و در سال اول به فاصله هفتگی و در سال دوم به فاصله ۱۰ روزه انجام گرفت. در هر نوبت از هر کرت تعداد ۱۲ بوته به صورت تصادفی انتخاب و مشخصه‌های زیر تعیین و یادداشت شد:

طول ساقه آلوده (L_{inf}): با توجه به اینکه شته مومی در قسمت انتهایی ساقه‌ها (گل آذین‌ها)، خصوصاً گل آذین مرکزی تجمع می‌یابد. به دلیل انبوهی بسیار بالای جمعیت شته در این

نیتروژن اختلاف آماری داشت (جدول ۵).

در سال دوم، برخلاف سال اول، کود سرک دوم (بخش سوم کود نیتروژنه) نیز به گیاهان داده شد. اما بر خلاف انتظار، این بار تراکم جمعیت شته در سطوح کودی N_3 و N_4 افزایش یافت (جدول ۵).

در سال اول، اختلاف تراکم جمعیت شته در نمونه برداری اول (۲۱ فروردین=۹ آوریل) و نمونه برداری آخر (۱۱ اردیبهشت=۳۰ آوریل) معنی دار نبود اما نتایج نمونه برداری های ۲۸ فروردین (۱۶ آوریل) و ۴ اردیبهشت (۲۳ آوریل) نشان داد که بین دو سطح فسفر اختلاف آماری وجود دارد (جدول ۲).

عامل پتاسیم نیز در سال اول در سه تاریخ نمونه برداری ۲۱ و ۲۸ فروردین (۹ و ۱۶ آوریل) و ۱۱ اردیبهشت (۳۰ آوریل) و در سال دوم در یک تاریخ ۹ اردیبهشت (۲۸ آوریل) طول ساقه آلوده را به شکل معنی داری کاهش داد (جدول ۴ و ۵).

در آزمایش آلوده (با حضور آفت)، بر خلاف سطوح اصلی فسفر و پتاسیم، حداکثر میانگین ارتفاع بوته و همچنین کمترین درصد کاهش طول بوته در اثر خسارت آفت مربوط به سطح کودی N_4 بود که با سایر سطوح N اختلاف معنی دار نشان داد. اما در آزمایش شاهد بین سطوح تغذیه ای N اختلاف آماری مشاهده نشد (جدول ۷).

در دو آزمایش آلوده و شاهد، تأثیر نیتروژن بر تعداد غلاف در ساقه اصلی معنی دار نبود. اما فسفر در آزمایش شاهد تأثیر معنی داری بر تشکیل غلاف داشت (جدول ۳) به طوری که در آزمایش شاهد تعداد غلاف در ساقه اصلی در سطح غذایی P_2 به شکل معنی داری کمتر از سطح غذایی P_1 بود. اما علی رغم اینکه افزایش فسفر موجب کاهش تعداد غلاف شده است، درصد کاهش غلاف توسط آفت در سطح غذایی P_2 به شکل معنی داری کمتر از P_1 بود (جدول ۷).

بررسی تأثیر پتاسیم بر تعداد غلاف در ساقه اصلی نیز نشان داد که در آزمایش آلوده، تعداد غلاف در سطح غذایی

غلاف تصادفی از ساقه مرکزی بوته ها انتخاب و در آزمایشگاه میانگین تعداد دانه در هر غلاف محاسبه شد.

تجزیه و تحلیل آماری داده ها: پس از آماده سازی داده ها به کمک نرم افزار Excel 2010، در صورت نیاز تبدیلات لازم روی داده ها (ریشه دوم برای واحدهای درصد و لگاریتم برای اعداد شمارشی) صورت گرفته و جداول تجزیه واریانس با استفاده از رویه ANOVA و به کمک نرم افزار SAS نسخه ۹/۱ و مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون توکی^۱ انجام گرفت.

نتیجه و بحث

بررسی اثرات اصلی NPK: در سال اول تحقیق از چهار مرحله نمونه برداری در دو تاریخ ۲۱ و ۲۸ اردیبهشت (۹ و ۱۶ آوریل) بین سطوح غذایی N اختلاف معنی دار آماری دیده شد اما نتایج نمونه برداری های ۴ و ۱۱ اردیبهشت (۲۳ و ۳۰ آوریل) معنی دار نبود (جدول ۱). همان گونه که در جدول ۴ نشان داده شده است، طول ساقه آلوده و شاخص آلودگی در سطح کودی N_4 کمتر از سایر سطوح نیتروژن بود و از نظر آماری در گروه جداگانه ای قرار گرفت.

در سال اول چون در آغاز گلدهی، بخش سوم نیتروژن (کود سرک دوم) به تیمارها داده نشد، بنابراین روند کاهش جمعیت آفت در سطح کودی N_4 در نمونه گیری های چهارم و یازدهم اردیبهشت علی رغم این که از نظر آماری معنی دار نبود، اما روند کاهشی آن مشخص بود (جدول ۴).

اما در سال دوم نتایج نمونه گیری های ۳۰ فروردین (۱۸ آوریل)، ۹ اردیبهشت (۲۸ آوریل) و ۲۱ اردیبهشت (۱۰ می) نشان داد که بین سطوح مختلف نیتروژن از نظر تراکم جمعیت شته مومی کلم (طول ساقه آلوده یا شاخص آلودگی) اختلاف معنی دار وجود دارد (جدول ۲). نتایج سال دوم نیز مشابه سال اول بود به طوری که در تاریخ اول نمونه برداری (۳۰ فروردین)، در سطح غذایی N_4 کمترین میزان آلودگی به شته مومی کلم را نشان داد که از نظر آماری با سطوح کمتر

گیاهخواران را کاهش داده است. نتایج تحقیق حاضر با گزارش‌های فوق کاملاً منطبق می‌باشد. باید توجه داشت که حساس‌ترین مرحله رشدی کلزا به شته مومی کلم در اوایل ساقه‌دهی گیاه می‌باشد. این زمان در شرایط آب و هوایی بروجرد، مصادف با زمان طغیان شته بوده که معمولاً در نیمه دوم فروردین اتفاق می‌افتد. در این زمان منطقه مرستم انتهایی ساقه‌های مرکزی کلزا توسط جمعیت انبوهی از شته پوشیده شده و رشد این بوته‌ها کند و در بسیاری از موارد متوقف می‌گردد. اما بوته‌هایی که به ارتفاع قابل توجهی رسیده‌اند، مرحله حساس به آفت را پشت سر گذاشته و نسبت به سایر بوته‌ها خسارت کمتری می‌بینند. با توجه به اینکه نیتروژن در سه نوبت (زمان کاشت در هفته اول مهر، زمان شروع ساقه‌دهی در اواخر اسفند تا اوایل فروردین و زمان شروع گلدهی در اواخر فروردین تا اوایل اردیبهشت) به گیاه داده می‌شود. بنابراین در زمان کود سرک اول (شروع ساقه‌دهی کلزا)، تیمارهای با سطوح غذایی N_4 بیش‌ترین مقدار نیتروژن را دریافت نموده و جذب نیتروژن در این سطوح بیش‌تر از سطوح غذایی N_1 ، N_2 و N_3 است. در نتیجه گیاهان با سطح نیتروژن N_4 ، در غیاب جمعیت انبوه شته (قبل از طغیانی شدن آفت) تا نیمه دوم فروردین به ارتفاع مناسبی رسیده و نسبت به آفت مقاوم می‌شوند. گیاهان اخیر در مقایسه با گیاهانی که سطح نیتروژن پایین‌تری دریافت نموده‌اند، کمتر مورد تهاجم این آفت قرار می‌گیرند. این مقاومت نتیجه تأثیر غیر مستقیم نیتروژن بر گیاه و فرار آن از آفت می‌باشد. به عبارت دیگر نیتروژن باعث تسریع در رشد کلزا و قوی شدن و عبور آن از مرحله حساس (اوایل ساقه‌دهی) می‌شود. وقتی کود سرک دوم (نیتروژن) در آغاز مرحله گلدهی به کلزا داده می‌شود، نتیجه آن با نتیجه کود سرک اول کاملاً متفاوت است. زیرا در این مرحله، تیمارهایی که سطح کودی N_4 را دریافت می‌کنند، نسبت به آفت حساس‌تر می‌شوند.

نتایج بررسی غلظت نیتروژن در ۴۰۰ گونه گیاهی نشان

K_2 به شکل معنی‌داری بیش از K_1 بود. اما این صفت در آزمایش شاهد معنی دار نشد. همچنین درصد کاهش غلاف در اثر خسارت آفت در K_2 به شکل معنی‌داری کمتر از K_1 بود (جدول ۷). در آزمایش شاهد تعداد دانه در غلاف، در هیچ یک از سطوح نیتروژن اختلاف معنی‌داری نشان نداد. اما در آزمایش آلوده، بیش‌ترین تعداد دانه در غلاف مربوط به سطح کودی N_4 بود (جدول ۷).

همچنین حداقل کاهش تعداد دانه در غلاف مربوط به فسفر در سطح غذایی P_2 بود که با P_1 اختلاف معنی‌دار داشت. در حضور آفت، پتاسیم نیز در سطح K_2 در مقایسه با K_1 تعداد دانه در غلاف را به شکل معنی‌دار افزایش داد (جدول ۷). در این تحقیق به دلیل ریزش دانه، علی‌رغم بررسی عملکرد محصول، داده‌های آن مورد استفاده قرار نگرفت.

نتایج بررسی اثر متقابل NPK نشان داد که در نمونه‌برداری‌های ۲۱ و ۲۸ فروردین و ۴ اردیبهشت (به ترتیب ۹، ۱۶ و ۲۳ آوریل) سال اول و ۳۰ فروردین (۱۸ آوریل) سال دوم حداقل طول ساقه آلوده و شاخص آلودگی مربوط به تیمار $N_4P_2K_2$ بود که با بسیاری از تیمارها اختلاف معنی‌دار داشت (جدول ۶ و ۸).

تأثیر متقابل نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر طول بوته نشان داد که بیش‌ترین ارتفاع بوته و بیش‌ترین تعداد غلاف در ساقه اصلی مربوط به تیمار کودی $N_4P_2K_2$ بود که به شکل معنی‌داری با برخی از تیمارها اختلاف معنی‌دار داشت (جدول ۹). آزمون t بین تیمارهای شاهد و آلوده نشان داد که در بسیاری از تیمارها مخصوصاً تیمار $N_4P_2K_2$ اختلاف معنی‌دار مشاهده نمی‌شود و با توجه به اینکه بیش‌ترین تعداد غلاف نیز مربوط به تیمار فوق می‌باشد، بنابراین تیمار اخیر نقش بسیار مهمی در کاهش خسارت آفت و افزایش محصول دارد.

تحقیقات ۵۰ ساله که توسط Scriber (1984) مرور گردیده است، نشان می‌دهد که در ۱۳۵ مطالعه، افزایش میزان نیتروژن، باعث افزایش خسارت آفات به گیاهان میزبان شده و بر عکس در کمتر از ۵۰ مطالعه، افزایش نیتروژن خسارت

افزایش یافت. اما علی‌رغم افزایش جمعیت آفت در این تیمارها، چون گیاه مرحله حساس خود را سپری نموده است، خسارت وارده توسط آفت اقتصادی نبوده و قابل چشم‌پوشی است. در راستای نتایج کاربردی این تحقیق، بیش‌ترین نیاز کلزا به کود ازته را در زمان کاشت و خروج از ریز (اوایل ساقه‌دهی) می‌دانند و مصرف کود ازته را در مرحله گلدهی در جهت افزایش محصول موثر نمی‌دانند (Esmacili et al., 2002). در نتایج این تحقیق عنوان گردید که در آزمایش آلوده، برخلاف آزمایش شاهد، ارتفاع بوته بین بالاترین سطح نیتروژن N4 و سطوح پایین‌تر کود نیتروژن معنی‌دار بود. بررسی‌ها نشان داد که علت بروز این اختلاف، افزایش شدت خسارت شته در سطوح کودی N1، N2 و N3 و توقف رشد گیاه در این سطوح کودی است و ارتباطی با افزایش مقدار کود ازته در سطح کودی N4 ندارد. به عبارت دیگر، همانگونه که عنوان گردید افزایش مقدار کود ازته در تیمارهای دریافت کننده سطح کودی N4 باعث عبور مرحله حساس گیاه از آفت و در نتیجه مقاوم شدن آن در زمان هجوم آفت خواهد شد.

داد که متوسط این غلظت در گیاهان حدود ۲/۱۴ درصد است که این مقدار برای رشد و تولید مثل معمول حشرات کافی نمی‌باشد. کمبود مقدار نیتروژن در گیاه، باعث افزایش دوره تغذیه و گوارش و کاهش میزان نشو و نما و تولیدمثل حشره خواهد شد. در صورتی که افزایش میزان نیتروژن باعث نرم و پر آب شدن بافت‌های گیاهی و در نتیجه حساس شدن گیاه نسبت به حمله حشرات می‌شود (Khattak et al., 1998). (Letourneau 1988) گزارش می‌کند که از میان ۱۰۰ مطالعه، نتایج حاصل از دو سوم آن‌ها نشان دهنده افزایش میزان رشد، بقا، نرخ تولید مثل، تراکم جمعیت آفات و خسارت گیاه در اثر افزایش مصرف نیتروژن می‌باشد و نتایج یک سوم مطالعات باقیمانده نیز حکایت از کاهش خسارت آفات در اثر افزایش مصرف نیتروژن دارد. در سال اول این تحقیق، به دلیل عدم مصرف کود سرک در آغاز گلدهی، روند کاهش جمعیت شته تا پایان نمونه‌برداری‌ها ادامه یافت. اما در سال دوم به دلیل مصرف بخش سوم کود نیتروژن، جمعیت شته در تیمارهایی که سطوح کودی N₃ و N₄ را دریافت نموده‌اند

جدول ۱- خلاصه تجزیه واریانس تأثیر عناصر غذایی ماکرو (NPK) بر تراکم جمعیت شته *Brevicoryne brassicae* در مزارع کلزا رقم SLM₀₄₆ در سال ۱۳۸۱

Table 1. Summary of analysis of variance for the effect of macroelements (NPK) on the population density of *Brevicoryne brassicae* in rapeseed field in 2002

Source of Variation	df	9 Apr. 2002		16 Apr. 2002		23 Apr. 2002		30 Apr. 2002	
		Length of infested stem	Index	Length of infested stem	Index	Length of infested stem	Index	Length of infested stem	Index
BLOCK	3	0.01 ^{ns}	0.078 ^{ns}	0.09 ^{**}	0.14 ^{ns}	0.021 ^{ns}	0.051 ^{ns}	0.022 ^{ns}	0.16 ^{ns}
N	3	0.25 ^{**}	1.03 ^{**}	0.21 ^{**}	0.38 [*]	0.006 ^{ns}	0.065 ^{ns}	0.071 ^{ns}	0.39 ^{**}
P	1	0.046 ^{ns}	0.052 ^{ns}	0.21 ^{**}	0.74 ^{**}	0.13 ^{**}	0.80 ^{**}	0.00 ^{ns}	0.01 ^{ns}
K	1	0.15 ^{**}	0.18 ^{ns}	0.08 ^{**}	0.15 ^{ns}	0.027 ^{ns}	0.093 ^{ns}	0.075 ^{**}	0.15 [*]
N*P	3	0.036 ^{ns}	0.371 ^{ns}	0.153 ^{**}	0.035 ^{ns}	0.218 ^{**}	0.63 ^{**}	0.171 ^{**}	0.14 ^{ns}
N*K	3	0.107 ^{ns}	0.81 [*]	0.07 [*]	0.40 [*]	0.01 ^{ns}	0.108 ^{ns}	0.01 ^{ns}	0.12 ^{ns}
P*K	1	0.361 ^{**}	0.182 ^{ns}	0.055 ^{**}	0.09 ^{ns}	0.02 ^{ns}	0.065 ^{ns}	0.005 ^{ns}	0.04 ^{ns}
N*P*K	3	0.303 ^{**}	2.05 ^{**}	0.25 ^{**}	0.62 ^{**}	0.05 ^{ns}	0.019 ^{ns}	0.042 ^{ns}	0.06 ^{ns}
Error	45	0.55	2.01	0.23	1.21	0.38	1.17	0.31	0.95
CV		14.25	11.58	7.16	7.11	10.29	6.88	8.84	6.21

** and *: Significant at 1% and 5% probability level, respectively. ns: Not significant

جدول ۲- خلاصه جدول تجزیه واریانس تأثیر عناصر غذایی ماکرو (NPK) بر جمعیت شته *Brevicoryne brassicae* در مزارع کلزا رقم SLM₀₄₆ در سال ۱۳۸۲

Table 2. Summary of analysis of variance for the effect of macroelements (NPK) on the population density of *Brevicoryne brassicae* in rapeseed fields in 2003

Source of Variation	df	18 Apr. 2003		28 Apr. 2003		10 May 2003	
		Length of infested stem	Index	Length of infested stem	Index	Length of infested stem	Index
BLOCK	3	0.24 [*]	0.22 ^{ns}	0.16 ^{**}	0.16 ^{ns}	0.72 [*]	0.75 [*]
N	3	0.84 ^{**}	1.80 ^{**}	0.25 ^{ns}	0.41 ^{**}	0.33 ^{ns}	0.72 [*]
P	1	0.04 ^{ns}	0.002 ^{ns}	0.05 [*]	0.07 ^{ns}	0.07 ^{ns}	0.35 ^{ns}
K	1	0.01 ^{ns}	0.04 ^{ns}	0.07 [*]	0.033 ^{ns}	0.17 ^{ns}	0.05 ^{ns}
N*P	3	0.73 ^{**}	0.92 ^{**}	0.27 ^{ns}	0.05 ^{ns}	0.49 [*]	0.74 [*]
N*K	3	0.02 ^{ns}	0.06 ^{ns}	0.034 ^{ns}	0.08 ^{ns}	0.20 ^{ns}	0.32 ^{ns}
P*K	1	0.21 ^{**}	0.08 ^{ns}	0.001 ^{ns}	0.03 ^{ns}	0.36 [*]	0.27 [*]
N*P*K	3	0.08 ^{ns}	0.10 ^{ns}	0.08 ^{ns}	0.14 ^{ns}	0.31 ^{ns}	0.24 ^{ns}
Error	45	0.66	0.91	0.46	0.76	1.51	1.64
CV		14.94	5.87	12.39	5.28	23.88	8.62

** and *: Significant at 1% and 5% probability level, respectively. ns: Not significant

جدول ۳- خلاصه جدول تجزیه واریانس تأثیر عناصر غذایی ماکرو (NPK) بر خصوصیات زراعی

کلزا رقم SLM₀₄₆ با حضور و عدم حضور شته *Brevicoryne brassicae* در سال ۱۳۸۲

Table 3. Summary of analysis of variance for the effect of macroelements (NPK) on the agronomic characteristics of rapeseed cv. SLM₀₄₆ in the presence and the absence of *Brevicoryne brassicae* in 2003

Source of Variation	Df	Main stem height			Pod number per main stem		
		Pest presence	Pest absence	% decrease	Pest presence	Pest absence	% decrease
BLOCK	3	0.01 ^{ns}	0.02 [*]	0.12 ^{ns}	0.012 ^{ns}	0.04 ^{ns}	0.44 ^{ns}
N	3	0.12 ^{**}	0.005 ^{ns}	5.10 [*]	0.03 ^{ns}	0.04 ^{ns}	7.98 ^{ns}
P	1	0.00 ^{ns}	0.00 ^{ns}	2.04 ^{ns}	0.052 ^{ns}	0.07 ^{**}	34.23 ^{**}
K	1	0.01 ^{ns}	0.004 ^{ns}	0.092 ^{ns}	0.31 ^{**}	0.002 ^{ns}	44.94 ^{**}
N*P	3	0.006 ^{ns}	0.003 ^{ns}	10.48 ^{**}	0.13 ^{ns}	0.02 ^{ns}	16.98 [*]
N*K	3	0.06 ^{**}	0.002 ^{ns}	12.48 ^{**}	0.26 [*]	0.034 ^{ns}	21.86 ^{**}
P*K	1	0.005 ^{ns}	0.006 ^{ns}	0.22 ^{ns}	0.026 ^{ns}	0.00 ^{ns}	2.79 ^{ns}
N*P*K	3	0.006 ^{ns}	0.008 ^{ns}	3.24 ^{ns}	0.17 ^{ns}	0.00 ^{ns}	61.70 ^{**}
Error	45	0.09	0.06	18.53	0.61	0.24	35.37
CV		2.71	1.98	13.75	11.75	5.52	18.66

** and *: Significant at 1% and 5% probability level, respectively. ns: Not significant

ادامه جدول ۳- خلاصه جدول تجزیه واریانس تأثیر عناصر غذایی ماکرو (NPK) بر خصوصیات زراعی

کلزا رقم SLM₀₄₆ با حضور و عدم حضور شته *Brevicoryne brassicae* در سال ۱۳۸۲

Table 3. Continued. Summary of analysis of variance for the effect of macroelements (NPK) on the agronomic characteristics of rapeseed cv. SLM₀₄₆ in the presence and the absence of *Brevicoryne brassicae* in 2003

Source of Variation	df	Seed number per pod			Seed oil content		
		Pest presence	Pest absence	% decrease of seeds	Pest presence	Pest absence	% oil decrease
BLOCK	3	0.05 [*]	0.09 ^{**}	3.02 ^{ns}	0.01 ^{ns}	0.08 ^{**}	0.03 ^{**}
N	3	0.20 ^{**}	0.022 ^{ns}	60.87 ^{**}	0.02 [*]	0.003 ^{ns}	0.006 ^{ns}
P	1	0.11 ^{**}	0.00 ^{ns}	18.72 ^{**}	0.004 ^{ns}	0.004 ^{ns}	0.003 ^{ns}
K	1	0.00 ^{ns}	0.039 [*]	0.19 ^{ns}	0.003 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.00 ^{ns}
N*P	3	0.09 ^{**}	0.01 ^{ns}	6.99 ^{ns}	0.02 [*]	0.01 ^{ns}	0.01 ^{ns}
N*K	3	0.021 ^{ns}	0.01 ^{ns}	3.59 ^{ns}	0.03 ^{**}	0.01 ^{ns}	0.00 ^{ns}
P*K	1	0.02 ^{ns}	0.01 ^{ns}	12.47 [*]	0.01 [*]	0.00 ^{ns}	0.004 ^{ns}
N*P*K	3	0.02 ^{ns}	0.001 ^{ns}	12.80 ^{ns}	0.04 ^{**}	0.01 ^{ns}	0.06 ^{**}
Error	45	0.151	0.26	51.80	0.052	0.076	0.034
CV		6.02	6.17	23.78	22.09	15.63	27.71

** and *: Significant at 1% and 5% probability level, respectively. ns: Not significant

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات اصلی NPK بر تراکم جمعیت شته *Brevicoryne brassicae* در مزارع کلزا رقم SLM₀₄₆ در سال ۱۳۸۱Table 4. Mean comparison of main effects of NPK on the population density of *Brevicoryne brassicae* in rapeseed fields cv. SLM₀₄₆ in 2002

	9 Apr. 2002		16 Apr. 2002		23 Apr. 2002		30 Apr. 2002	
	Length of infested stem cm	Infection index	Length of infested stem cm	Infection index	Length of infested stem cm	Infection index	Length of infested stem cm	Infection index
N ₁	0.79 ^b	2.46 ^a	1.15 ^a	2.29 ^a	0.95 ^a	2.71 ^a	1.01 ^a	2.76 ^{ab}
N ₂	0.94 ^a	2.43 ^a	1.18 ^a	2.84 ^{ab}	0.97 ^a	2.68 ^a	1.11 ^a	2.86 ^a
N ₃	0.82 ^b	2.10 ^b	1.13 ^a	2.86 ^{ab}	0.97 ^a	2.65 ^a	1.05 ^a	2.70 ^{ab}
N ₄	0.84 ^b	2.24 ^{ab}	1.02 ^b	2.65 ^b	0.94 ^a	2.60 ^a	1.02 ^a	2.64 ^b
P ₁	0.89 ^a	2.24 ^a	1.18 ^a	2.95 ^a	1.00 ^a	2.77 ^a	1.04 ^a	2.73 ^a
P ₂	0.81 ^a	2.29 ^a	1.06 ^b	2.70 ^b	0.91 ^b	2.55 ^b	1.05 ^a	2.73 ^a
K ₁	0.80 ^b	2.23 ^a	1.15 ^a	2.87 ^a	0.98 ^a	2.70 ^a	1.01 ^b	2.67 ^b
K ₂	0.90 ^a	2.39 ^a	1.09 ^b	2.78 ^a	0.94 ^a	2.62 ^a	1.09 ^a	2.79 ^a

Means with common letters are not significantly different based on Tukey test ($\alpha=0.05$).جدول ۵- مقایسه میانگین اثرات اصلی NPK بر تراکم جمعیت شته *Brevicoryne brassicae* در مزارع کلزا رقم SLM₀₄₆ در سال ۱۳۸۲Table 5. Mean comparison of main effects of NPK on the population density of *Brevicoryne brassicae* in rapeseed fields cv. SLM₀₄₆ in 2003

Main effects	18 Apr. 2003		28 Apr. 2003		10 May 2003	
	Length of infested stem cm	Infection index	Length of infested stem cm	Infection index	Length of infested stem cm	Infection index
N ₁	1.13 ^a	3.10 ^a	0.84 ^a	2.69 ^{bc}	0.85 ^a	2.67 ^b
N ₂	0.99 ^{ab}	2.97 ^{ab}	0.81 ^a	2.67 ^c	0.94 ^a	2.90 ^{ab}
N ₃	0.90 ^{bc}	2.81 ^b	0.96 ^b	2.83 ^{ab}	1.01 ^a	3.02 ^a
N ₄	0.79 ^c	2.61 ^c	0.95 ^b	2.88 ^a	1.11 ^a	3.11 ^a
P ₁	0.92 ^a	2.87 ^a	0.86 ^b	2.72 ^b	0.97 ^a	2.92 ^a
P ₂	0.98 ^a	2.87 ^a	0.92 ^a	2.80 ^a	0.98 ^a	2.92 ^a
K ₁	0.96 ^a	2.90 ^a	0.92 ^a	2.78 ^a	1.06 ^a	2.96 ^a
K ₂	0.94 ^a	2.85 ^a	0.86 ^b	2.74 ^a	0.88 ^b	2.88 ^a

Means with common letters are not significantly different based on Tukey test ($\alpha=0.05$).جدول ۶- مقایسه میانگین اثرات متقابل NPK بر تراکم جمعیت شته *Brevicoryne brassicae* در مزارع کلزا رقم SLM₀₄₆ در سال ۱۳۸۱Table 6. Mean comparison of interaction effects of NPK on the population density of *Brevicoryne brassicae* in rapeseed fields cv. SLM₀₄₆ in 2002

Treatment	9 Apr. 2002		16 Apr. 2002		23 Apr. 2002		30 Apr. 2002	
	Length of infested stem cm	Infection index	Length of infested stem cm	Infection index	Length of infested stem cm	Infection index	Length of infested stem cm	Infection index
N ₁ P ₁ K ₁	0.75 ^{bc}	2.85 ^a	1.20 ^{abc}	2.93 ^a	0.90 ^{ab}	2.78 ^{ab}	0.85 ^b	2.57 ^a
N ₁ P ₁ K ₂	0.90 ^{abc}	2.55 ^{ab}	1.28 ^a	3.15 ^a	0.98 ^{ab}	2.73 ^{ab}	1.03 ^{ab}	2.78 ^a
N ₁ P ₂ K ₁	0.80 ^{abc}	2.33 ^{ab}	1.10 ^{abc}	2.83 ^a	1.05 ^{ab}	2.75 ^{ab}	1.13 ^a	2.83 ^a
N ₁ P ₂ K ₂	0.68 ^c	2.20 ^{ab}	1.00 ^c	2.70 ^a	0.88 ^{ab}	2.57 ^{ab}	1.10 ^{ab}	2.87 ^a
N ₂ P ₁ K ₁	0.85 ^{abc}	2.40 ^{ab}	1.23 ^{ab}	3.07 ^a	1.07 ^a	2.87 ^a	1.08 ^{ab}	2.97 ^a
N ₂ P ₁ K ₂	1.025 ^{ab}	2.47 ^{ab}	1.08 ^{abc}	2.78 ^a	1.03 ^{ab}	2.93 ^a	1.13 ^a	2.87 ^a
N ₂ P ₂ K ₁	0.825 ^{abc}	1.97 ^b	1.23 ^{ab}	2.70 ^{ab}	0.87 ^{ab}	2.43 ^{ab}	1.10 ^{ab}	2.80 ^a
N ₂ P ₂ K ₂	1.10 ^a	2.90 ^a	1.20 ^{abc}	2.87 ^a	0.83 ^{ab}	2.47 ^{ab}	1.13 ^a	2.80 ^a
N ₃ P ₁ K ₁	0.67 ^c	1.87 ^b	1.27 ^a	3.00 ^a	0.97 ^{ab}	2.70 ^{ab}	1.03 ^{ab}	2.57 ^a
N ₃ P ₁ K ₂	1.025 ^{ab}	2.33 ^{ab}	1.18 ^{abc}	3.03 ^a	0.95 ^{ab}	2.58 ^{ab}	1.10 ^{ab}	2.80 ^a
N ₃ P ₂ K ₁	0.80 ^{abc}	2.17 ^{ab}	1.025 ^{bc}	2.78 ^a	1.05 ^{ab}	2.80 ^a	0.97 ^{ab}	2.68 ^a
N ₃ P ₂ K ₂	0.73 ^{bc}	2.00 ^b	1.07 ^{abc}	2.70 ^a	0.93 ^{ab}	2.53 ^{ab}	1.08 ^{ab}	2.78 ^a
N ₄ P ₁ K ₁	0.67 ^c	1.83 ^b	1.03 ^{bc}	2.85 ^a	1.07 ^{ab}	2.83 ^a	1.05 ^{ab}	2.47 ^a
N ₄ P ₁ K ₂	1.05 ^{ab}	2.50 ^{ab}	1.18 ^{abc}	2.80 ^a	1.05 ^{ab}	2.87 ^a	1.13 ^a	2.83 ^a
N ₄ P ₂ K ₁	0.925 ^{abc}	2.67 ^{ab}	1.17 ^{abc}	2.93 ^a	0.825 ^b	2.48 ^{ab}	0.90 ^{ab}	2.55 ^a
N ₄ P ₂ K ₂	0.60 ^c	1.97 ^b	0.63 ^d	2.07 ^b	0.83 ^{ab}	2.27 ^b	1.03 ^{ab}	2.70 ^a

Means with common letters are not significantly different based on Tukey test ($\alpha=0.05$).

جدول ۷- مقایسه میانگین اثرات اصلی NPK بر مشخصه‌های زراعی کلزا رقم SLM₀₄₆ با حضور و عدم حضور شته *Brevicoryne brassicae* در سال ۱۳۸۲

Table 7. Mean comparison of main effects of NPK on the agronomic characteristics of Rapeseed cv. SLM₀₄₆ in the presence and the absence of *Brevicoryne brassicae* in 2003

Treatment	Main stem height			Pod number per main stem		
	Pest presence	Pest absence	%Decrease of height	Pest presence	Pest absence	%Decrease of pod
N ₁	1.87 ^b	2.05 ^a	5.57 ^{ab}	1.25 ^a	1.48 ^a	6.51 ^a
N ₂	1.89 ^b	2.06 ^a	5.77 ^a	1.19 ^a	1.45 ^a	5.52 ^a
N ₃	1.89 ^b	2.07 ^a	5.61 ^{ab}	1.29 ^a	1.52 ^a	6.24 ^a
N ₄	1.99 ^a	2.08 ^a	4.91 ^b	1.23 ^a	1.50 ^a	5.89 ^a
P ₁	1.91 ^a	2.06 ^a	5.31 ^a	1.20 ^a	1.52 ^a	6.91 ^a
P ₂	1.91 ^a	2.06 ^a	5.67 ^a	1.28 ^a	1.45 ^b	5.18 ^b
K ₁	1.90 ^a	2.06 ^a	5.53 ^a	1.16 ^b	1.49 ^a	7.06 ^a
K ₂	1.92 ^a	2.07 ^a	5.42 ^a	1.34 ^a	1.48 ^a	4.94 ^b

Means with common letters are not significantly different based on Tukey test ($\alpha=0.05$).

جدول ۸- مقایسه میانگین اثرات متقابل NPK بر تراکم جمعیت شته *Brevicoryne brassicae* در مزارع کلزا رقم SLM₀₄₆ سال ۱۳۸۲

Table 8. Mean comparison of interaction effects of NPK on the population density of *Brevicoryne brassicae* in rapeseed fields cv. SLM₀₄₆ in 2003

Treatment	18 Apr. 2003		28 Apr. 2003		10 May 2003	
	Length of infested stem cm	Infection index	Length of infested stem cm	Infection index	Length of infested stem cm	Infection index
N ₁ P ₁ K ₁	1.07 ^{abcd}	3.11 ^{abc}	0.90 ^{abc}	2.77 ^{ab}	0.89 ^{ab}	2.54 ^a
N ₁ P ₁ K ₂	1.09 ^{abcd}	3.02 ^{abcd}	0.73 ^{bc}	2.57 ^{ab}	0.70 ^{ab}	2.55 ^a
N ₁ P ₂ K ₁	1.28 ^a	3.25 ^a	0.88 ^{abc}	2.70 ^{ab}	0.79 ^{ab}	2.63 ^a
N ₁ P ₂ K ₂	1.11 ^{abcd}	3.05 ^{abcd}	0.87 ^{abc}	2.75 ^{ab}	1.03 ^{ab}	2.97 ^a
N ₂ P ₁ K ₁	0.71 ^{de}	2.81 ^{abcdef}	0.81 ^{abc}	2.67 ^{ab}	1.33 ^a	3.30 ^a
N ₂ P ₁ K ₂	0.79 ^{cde}	2.68 ^{bcdef}	0.64 ^c	2.47 ^b	0.77 ^{ab}	2.87 ^a
N ₂ P ₂ K ₁	1.26 ^{ab}	3.23 ^a	0.91 ^{abc}	2.79 ^{ab}	0.73 ^{ab}	2.60 ^a
N ₂ P ₂ K ₂	1.16 ^{abc}	3.17 ^{ab}	0.85 ^{abc}	2.70 ^{ab}	0.92 ^{ab}	2.84 ^a
N ₃ P ₁ K ₁	0.93 ^{abcd}	2.84 ^{abcdef}	1.06 ^a	2.95 ^a	1.23 ^{ab}	3.20 ^a
N ₃ P ₁ K ₂	1.00 ^{abcd}	2.94 ^{abcde}	0.88 ^{abc}	2.74 ^{ab}	0.54 ^b	2.56 ^a
N ₃ P ₂ K ₁	0.88 ^{abcde}	2.79 ^{abcdef}	1.00 ^{ab}	2.76 ^{ab}	1.12 ^{ab}	3.07 ^a
N ₃ P ₂ K ₂	0.78 ^{cde}	2.66 ^{cdef}	0.93 ^{abc}	2.88 ^{ab}	1.17 ^{ab}	3.13 ^a
N ₄ P ₁ K ₁	0.73 ^{de}	2.60 ^{def}	0.84 ^{abc}	2.70 ^{ab}	1.27 ^a	3.24 ^a
N ₄ P ₁ K ₂	0.96 ^{abcd}	2.89 ^{abcde}	1.00 ^{ab}	2.95 ^a	1.07 ^{ab}	3.01 ^a
N ₄ P ₂ K ₁	0.84 ^{bcde}	2.49 ^{ef}	1.03 ^{ab}	2.95 ^a	1.17 ^{ab}	3.13 ^a
N ₄ P ₂ K ₂	0.54 ^e	2.35 ^f	0.92 ^{abc}	2.91 ^{ab}	0.91 ^{ab}	3.03 ^a

Means with common letters are not significantly different based on Tukey test ($\alpha=0.05$).

ارتفاع گیاه در همه تیمارهای دریافت کننده نیتروژن (N₁, N₂, N₃ و N₄) افزایش یافته است. اما در آزمایش آلوده، تاخیر در رشد سطوح غذایی N₁, N₂, N₃ (در مقایسه با N₄) و همزمانی آن با هجوم گسترده شته در نیمه دوم فروردین، موجب بروز اختلاف معنی‌دار بین سه سطح N₁, N₂, N₃ و سطح کودی N₄ شده و سطح کودی N₄ به خاطر دریافت نیتروژن بیشتر، از مرحله حساس به شته (اوایل مرحله ساقه‌دهی) عبور می‌کند.

این در حالی است که در سطوح کودی N₁, N₂ و N₃ به دلیل رشد کمتر گیاهان، تجمع شته در مرستم انتهایی کلزا به شدت افزایش یافته و رشد گیاه در این تیمارها بسیار کند و حتی متوقف می‌شود. مقایسه سطوح کودی نیتروژن در آزمایش شاهد (بدون حضور آفت) و آلوده (با حضور آفت) تایید کننده موضوع فوق می‌باشد. به طوری که در آزمایش شاهد، چهار سطح غذایی N از نظر صفت ارتفاع گیاه در یک گروه آماری قرار گرفتند زیرا به خاطر عدم حضور آفت،

جدول ۹- مقایسه میانگین اثرات متقابل NPK بر مشخصه‌های زراعی کلزا رقم SLM₀₄₆ با حضور و عدم حضور شته *Brevicoryne brassicae* در سال ۱۳۸۲

Table 9. Mean comparison of interaction effects of NPK on the population density of *Brevicoryne brassicae* in rapeseed cv. SLM₀₄₆ in 2003

Treatment	Height of main stem			Number of pods per main stem		
	Pest presence	Pest absence	%Decrease of main stem height	Pest presence	Pest absence	%Decrease of main stem height
N ₁ P ₁ K ₁	1.87 ^{bc}	2.06 ^a	6.27 ^a	1.18 ^{ab}	1.54 ^a	7.70 ^{abc}
N ₁ P ₁ K ₂	1.86 ^{bc}	2.03 ^a	5.44 ^{ab}	1.38 ^{ab}	1.52 ^a	8.15 ^a
N ₁ P ₂ K ₁	1.88 ^{bc}	2.02 ^a	5.62 ^{ab}	1.15 ^{ab}	1.47 ^a	7.26 ^{abcd}
N ₁ P ₂ K ₂	1.88 ^{ab}	2.1 ^a	4.75 ^{ab}	1.31 ^{ab}	1.38 ^a	3.88 ^{def}
N ₂ P ₁ K ₁	1.94 ^{ab}	2.06 ^a	4.88 ^{ab}	1.05 ^b	1.50 ^a	7.99 ^{ab}
N ₂ P ₁ K ₂	1.94 ^{ab}	2.07 ^a	5.10 ^{ab}	1.37 ^{ab}	1.45 ^a	3.13 ^{ef}
N ₂ P ₂ K ₁	1.78 ^c	2.03 ^a	6.60 ^a	1.14 ^{ab}	1.44 ^a	4.46 ^{cde}
N ₂ P ₂ K ₂	1.87 ^{bc}	2.07 ^a	6.78 ^a	1.21 ^{ab}	1.40 ^a	6.48 ^{abcd}
N ₃ P ₁ K ₁	1.86 ^{bc}	2.11 ^a	6.77 ^a	1.31 ^{ab}	1.58 ^a	6.86 ^{abcd}
N ₃ P ₁ K ₂	1.90 ^{abc}	2.06 ^a	4.61 ^{ab}	1.06 ^b	1.56 ^a	6.93 ^{abcd}
N ₃ P ₂ K ₁	1.89 ^{bc}	2.05 ^a	5.63 ^{ab}	1.29 ^{ab}	1.48 ^a	6.41 ^{abcd}
N ₃ P ₂ K ₂	1.94 ^{ab}	2.07 ^a	5.42 ^{ab}	1.44 ^{ab}	1.46 ^a	4.54 ^{bcd}
N ₄ P ₁ K ₁	1.98 ^{ab}	2.05 ^a	3.59 ^b	1.04 ^b	1.50 ^a	8.44 ^a
N ₄ P ₁ K ₂	1.93 ^{ab}	2.08 ^a	5.50 ^{ab}	1.26 ^{ab}	1.53 ^a	6.73 ^{abcd}
N ₄ P ₂ K ₁	2.00 ^{ab}	2.09 ^a	4.79 ^{ab}	1.09 ^b	1.43 ^a	7.67 ^{abc}
N ₄ P ₂ K ₂	2.05 ^a	2.09 ^a	5.86 ^a	1.58 ^a	1.54 ^a	0.72 ^f

Means with common letters are not significantly different based on Tukey test ($\alpha=0.05$).

Khattak *et al.* (1996) نیز حکایت از کاهش جمعیت شته *B. brassicae* در اثر کاربرد توام نیتروژن و فسفر دارد. پتاسیم نقش بسیار اساسی در تعادل عمومی فسفر و نیتروژن در داخل گیاه دارد. کاهش پتاسیم در گیاه باعث افزایش میزان رشد و نمو و تولید مثل حشرات آفت شده و چنانچه مقدار پتاسیم در حد نیاز گیاه و یا بیش از آن باشد، تأثیر بازدارنده‌ای بر رشد و تولید مثل حشرات خواهد داشت. همچنین افزایش میزان سیلیکا در بافت گیاه که باعث سخت شدن اپیدرم و دیواره سلولی گیاه می‌شود، نتیجه افزایش کاربرد پتاسیم است که گیاه را برای حشرات آفت به خصوص شته‌ها ناخوشایند می‌کند (Khattak *et al.*, 1998). نتایج این تحقیق نشان داد که کمترین کاهش غلاف بر اثر خسارت شته *B. brassicae* مربوط به سطح کودی بیشینه پتاسیم یعنی K₂ بود. بنابراین پتاسیم مقاومت گیاه را نسبت به شته مومی افزایش داده است. مقایسه تعداد غلاف در تیمار N₄P₂K₂ در دو آزمایش آلوده و شاهد معنی‌دار نبود. این موضوع نشان می‌دهد که اثر متقابل این سه عنصر، تأثیر بازدارنده‌ای بر خسارت شته در مزارع کلزا دارد. بر اساس گزارش Letourneau (1988) با افزایش میزان نیتروژن در کلم بروکسل، افزایش جمعیت شته *B. brassicae* به کندی صورت می‌گیرد و

کمبود فسفر در کلزا در رشد بخش‌های ریشه و هوایی اهمیت دارد به طوری که با کمبودهای متوسط، علی‌رغم طبیعی بودن وضعیت ظاهری، گیاهان کوچک می‌باشند. اما با کمبودهای شدید، سیستم ریشه گسترش کمی داشته و ساقه‌ها نازک و تعداد شاخه‌ها کم و برگ‌ها نازک و کوچک خواهند بود (Bidwell, 1979). کلزا در مراحل اولیه رشد به فسفر نیاز دارد. فسفر در توسعه سیستم ریشه و شاخ و برگ گیاه بسیار مهم است زیرا گیاهی که دارای سیستم ریشه و شاخ و برگ توسعه یافته باشد مقدار نیتروژن خاک را به خوبی جذب و فوراً مورد استفاده قرار می‌دهد (Malekooti *et al.*, 2000). فسفر معمولاً یک عنصر غذایی محدود در خاک می‌باشد و اغلب در بخش‌های جوان گیاه شامل گل‌ها و بذرها تجمع می‌یابد. این ماده در عمل غذاسازی گیاه نقش بسیار مهمی داشته و در بسیاری از اعمال نقل و انتقال انرژی در گیاه شرکت دارد. بسیاری از گزارش‌ها، نقش فسفر را بر فعالیت حشرات روی محصولات مختلف بازدارنده می‌دانند (Khattak *et al.*, 1996). بر همین اساس نتایج نمونه‌برداری‌ها در اواخر فروردین نشان داد که حداقل شاخص آلودگی مربوط به تیمار N₄P₂K₂ بود. به عبارت دیگر مصرف فسفر در کنار نیتروژن، اثر تشدیدکنندگی بر مقاومت گیاه در مقابل حمله آفت دارد. مطالعات

۳۵۰ کیلوگرم در هکتار) از نظر مدیریت آفت و شاخص‌های زراعی کلزا قابل توصیه است.

سپاسگزاری

از آقای مهندس محمدحسن کوشکی مدیریت وقت ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی بروجرد به خاطر فراهم نمودن امکانات اجرای این تحقیق و از زحمات دلسوزانه آقایان بهروز کمانکش و مهدی یاراحمدی به خاطر همکاری در اجرای این پروژه تشکر می‌گردد.

References

- ALTIERI, M. A., L. L. SCHMIDT and R. MONTALBA, 1998. Assessing the effects of agroecological soil management practices on broccoli insect pest populations. *Biodynamics*, 218, 23-26.
- ANONYMOUS, 2008. Crop production program of Lorestan province in 86-87 Farm, Agriculture Organization of Lorestan. Deputy Technical Executive-Office of Agronomy [in Persian with English summary].
- ASLAM, M., M. RAZAQ and A. MAALIK, 2004. Effect of nitrogen fertilizer application on population of Mustard aphid (*Lipaphis erysimi* Kalt.) on different Canola varieties. *Pakistan Entomologist*, 26(1): 115-119.
- BIDWELL, R. G. S. 1979. *Plant physiology*. 2nd ed. Macmillan publishing co. Inc New york, NY. 726 pp.
- BRODBECK, B., J. STAVISKY, J. FUNDERBURK, P. ANDERSEN and S. OLSON, 2001. Flower nitrogen status and populations of *Frankliniella occidentalis* feeding on *Lycopersicon esculentum*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 99, 165-172.
- DAVIES. F. T. J. R., H., CHUNAJIU, A., CHAU, K. M. HEINZ and A. D. CARTMILL, 2004. Fertility Affects Susceptibility of *Chrysanthemum* to Cotton Aphids: Influence on Plant Growth, Photosynthesis, Ethylene Evolution, and Herbivore Abundance. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 129 (3):344-353.
- ESMAEILI, M., A. GOLCHIN and M. KHIAMI, 2002. Determination the amount and time of nitrogen consumption in the two types of weather conditions of Zanjan. Proceeding of the 7th Iranian Agronomy and Plant breeding Congress. (In Persian with English summary).
- JANSON, J. 2003. 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.
- KHATTAK, S. U., A. U. KHAN, S. M., SHAH, A. ZEB and M. M. IQBAL, 1996. Effect of nitrogen and phosphorus fertilization on aphid infestation and crop yield of three rapeseed cultivars. *Pakistan Journal of Zoology*, 28. 335-338.
- KHATTAK, S. U., A. U. KHAN., S. M. SHAH., A. ZEB and M. M. IQBAL, 1998. Effect of NPK fertilizers on aphid infestation and crop yield in rapeseed. *The Nucleus*, 35(3-4): 201-203.
- LETOURNEAU, D. K. 1988. Soil management for pest control: a critical appraisal of the concepts. In: Proceedings of the Sixth International Science Conference of IFOAM on Global Perspectives on Agroecology and Sustainable Agricultural Systems, Santa Cruz, CA, 581-587.
- LUNA, J. M. 1988. Influence of soil fertility practices on agricultural pests. In: Proceedings of the Sixth

- International Science Conference of IFOAM on Global Perspectives on Agroecology and Sustainable Agricultural Systems, Santa Cruz, CA, 589–600.
- MAGDOFF, F. and H. VAN ES, 2000. Building Soils for Better Crops. SARE, Washington, DC. Mattson Jr., W. J., 1980. Herbivory in relation to plant nitrogen content. Annual Review of Ecology and Systematics, 11, 119–161.
- MALEKOOTI, M. J., Z. KHADEMI and P. MOHAJER MILANI, 2000. Optimal fertilizer recommendations for canola in Iran. Journal of Soil Science. 12(12):1-6. (In Persian with English summary).
- MEYER, G. A. 2000. Interactive effects of soil fertility and herbivory on *Brassica nigra*. Oikos 22, 433–441.
- MOHISENI, A. A., M. DASHADI, M. SHAHVERDI and M. H. KOOSHKI, 2005. Effect of macro elements (NPK) on the control of Two Spotted Spider Mite and some agronomic characteristics of red bean cultivar Derakhshan in Boroujerd. Journal of Plant Protection. 25(2): 107-115. (In Persian with English summary).
- MONFARED, A. 2001. Investigation on Resistance to Cabbage aphid (*Brevicoryne brassicae* L.) in canola varieties in Tehran. MS thesis, Tarbiat Modarres University, 102 pp. (In Persian with English summary).
- SCRIBER, J. M. 1984. Nitrogen nutrition of plants and insect invasion. In: Hauck, R.D. (Ed.), Nitrogen in Crop Production. American Society of Agronomy, Madison, WI.
- VAN EMDEN, H. F. 1966. Studies on the relations of insect and host plant. III. A comparison of the reproduction of *Brevicoryne brassicae* and *Myzus persicae*: (Hemiptera:Aphididae) on brussels sprout plants supplied with different rates of nitrogen and potassium Entomologia Experimentalis et Applicata, 9, 444-460.
- ZANDI SOHANI, N., E. SOLEIMANNEJADIAN 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, Shahid Chamran University. 27(1): 120-127. (in Persian with English summary).