دانش گیاهپزشکی ایران
دورهٔ ۴۵، شمارهٔ ۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۳ (ص ۳۵۵-۳۴۷)

تأثیر تغذیهٔ سن گندم (*Eurygaster integriceps* Put.; Het.: Scutelleridae) زمستان‌گذران بر جذب مواد غذایی گندم

احسان قائم‌مقامی[1*]، مرتضی موحدی فاضل[2] و علیرضا واعظی[3]
۱، ۲ و ۳. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، استادیار گروه گیاهپزشکی و استادیار گروه خاک‌شناسی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۸/۱۵ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۶/۲۵)

چکیده

در این پژوهش، تأثیر تغذیهٔ سن گندم بر میزان جذب سه عنصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در گندم رقم فلات در محیط کشت بدون خاک بررسی شد. تراکم‌های صفر (شاهد)، یک، دو و سه عدد سن از نسل زمستان‌گذران در مراحل پنجه‌زنی و ساقه‌دهی به مدت ده روز روی هر بوته گندم قرار داده شد. آزمایش‌ها در گلخانه‌ای با شرایط دمایی ۳±۲۶ درجهٔ سلسیوس، رطوبت نسبی بیش از ۴۵ درصد و در نور طبیعی انجام گرفت. نتایج تجزیهٔ عناصر گیاهان تیمارشده با سن‌های زمستان‌گذران نشان داد که میزان جذب نیتروژن گیاهان تحت تأثیر مراحل فنولوژیکی گیاه ($p<۰/۰۰۱$)، اثر متقابل جنسیت و تراکم سن‌ها ($p<۰/۰۰۱$) و اثر متقابل مرحلهٔ فنولوژیکی گیاه و جنسیت سن‌ها ($p<۰/۰۵$) است. بیشترین میزان تأثیر در جهت کاهش میزان جذب در مرحلهٔ ساقه‌دهی و تراکم دو عدد سن‌های نر مشاهده شد. مرحلهٔ فنولوژیکی، تراکم حشرات کامل و جنسیت سن‌ها روی مصرف فسفر تأثیر معناداری داشت ($p<۰/۰۵$). بیشترین تأثیر کاهش در تراکم ۲ عدد سن ماده در مرحلهٔ ساقه‌دهی مشاهده شد. مصرف پتاسیم تحت تأثیر هیچ‌کدام از اثرات متقابل قرار نگرفت. با توجه به تغییرات قابل توجه نیتروژن، به نظر می‌رسد پارامتر بهتری برای ارزیابی تأثیرات تغذیهٔ سن گندم بر مصرف مواد غذایی باشد.

واژه‌های کلیدی: سن گندم، عناصر غذایی، گندم.

مقدمه

سن‌های گندم مهم‌ترین آفات گندم محسوب می‌شوند و مهم‌ترین گونهٔ آنها *Eurygaster integriceps* Put. (Hem.: Scutelleridae) است. سابقهٔ تاریخی، خسارت اقتصادی و حضور گستردهٔ این آفت در سطح کشور، آن را به عنوان آفت کلیدی و استراتژیک کشتزارهای گندم مطرح می‌کند (Javahery, 1996; Rassipour *et al.*, 1996; Radjabi, 2001; Rezabeigi, 2004; Abdollahi 2005; Tafaghodinia & Majdabadi, 2006; Hossaini *et al.*, 2009; Iranipour *et al.*, 2010). خسارتی که این حشره به گیاه وارد می‌کند به‌صورت کاهش محصول، کاهش جوانه‌زنی بذرها و کاهش میزان گلوتن دانه است (Canhilal *et al.*, 2005; Critchley, 1998). مواد غذایی برای رشد و نمو گیاهان و حشرات ضروری‌اند و از اجزای مهم رابطهٔ گیاه- گیاه‌خوار محسوب می‌شوند. چگونگی اثر مواد غذایی بر پاسخ گیاه نسبت به آفات، چه به‌صورت بازدارنده و چه به‌صورت افزاینده، برای هر رابطهٔ گیاه- گیاه‌خوار منحصربه‌فرد است.

اصولاً فعالیت حشرات روی گیاهان میزبان پاسخ‌های پیچیدهٔ فیزیولوژیک آنها را به همراه دارد (Nabity *et al.*, 2009) که البته نوع سیستم تغذیه‌ای حشره (برای مثال جونده، یا زننده-مکنده) می‌تواند باعث بروز

* تلفن: ۰۹۱۷۱۰۳۴۷۸۸
E-mail: Ghaemmaghami.e@gmail.com

Archive of SID
www.SID.ir

پاسخ‌های متفاوتی شود (Welter, 1989; Peterson & Highly, 2001). تغذیهٔ حشرات به‌طور مشخص باعث کاهش فتوسنتز می‌شود، بدون توجه به این نکته که محل تغذیهٔ آنها از آوندهای آبکش یا چوبی (Haile *et al.*, 1999; Macedo *et al.*, 2003 a, b; Heng-Moss *et al.*, 2006)، ساقه (Macedo *et al.*, 2005, 2007)، یا مایعات درون‌سلولی باشد (Haile & Highley, 2003). به‌علاوه، حشرات شیرابه‌خوار ممکن است روی نقل و انتقال آب و ساکارز و فعالیت روزنه‌ها مؤثر باشند و از این طریق به‌طور غیرمستقیم روی کاهش فتوسنتز تأثیر بگذارند (Nabity *et al.*, 2009; Velicova *et al.*, 2010). همچنین ایجاد اختلال در سیستم آوندی گیاه نه‌تنها روی فشار شیرابهٔ گیاهی در برگ‌ها تأثیرگذار است، که روی نقل و انتقال عناصر غذایی نیز تأثیراتی را خواهد داشت (Sack & Holbrook, 2006). علاوه بر خسارات ذکرشده، تغذیهٔ حشرات روی تنفس ریشه‌ای، مصرف مواد غذایی و کاهش رشد ریشه‌ای خصوصاً در گیاهان سریع‌الرشد تأثیرگذار بوده (Richards, 1993) و نیز نقل و انتقال آسیمیلات‌ها از برگ‌ها به سمت ریشه‌ها را متوقف می‌کند (Qiu *et al.*, 2004).

به دلیل اهمیت زیاد خسارت سن گندم و نبود اطلاعات دربارهٔ پاسخ غیرمستقیم گیاه به این آفت، در این پژوهش تلاش شده است میزان جذب مواد غذایی ریشه‌ای گندم تحت تأثیر تغذیهٔ سن گندم در محیط کشت بدون خاک (هیدروپونیک) بررسی شود و پاسخ گیاه میزبان به تغذیهٔ این آفت از طریق اندازه‌گیری میزان جذب NPK روشن گردد. دستاورد این پژوهش علاوه بر درک بهتر تأثیر تغذیهٔ این آفت و واکنش‌های گیاه در برابر این حمله، می‌تواند زمینه‌ساز بسیاری از مطالعات و پژوهش‌ها، از جمله بازبینی سطح زیان اقتصادی این آفت، بررسی سریع مقاومت ارقام مختلف گندم در برابر سن گندم و نیز همهٔ تحقیقاتی باشد که در آن به محاسبهٔ میزان تغذیه این آفت نیاز است.

مواد و روش‌ها

برای اجرای این پژوهش بذرهای گندم رقم فلات در خزانه‌های حاوی خاک معمولی کاشته شد و پس از سبز شدن گیاه، بوته‌هایی که به لحاظ ظاهری شرایط مشابهی داشتند، انتخاب شد. ریشهٔ آنها با آب مقطر شسته شد و پس از توزین به گلدان‌های آزمایشی حاوی پرلیت (با قطر حدود ۵ سانتی‌متر) منتقل شدند. گلدان‌ها در ظروف پلاستیکی حاوی حدود ۵۰۰ میلی‌لیتر محلول هوگلند (Hoagland & Arnon, 1950) قرار داده شدند؛ به نحوی که محلول غذایی از پایین به سمت پرلیت نفوذ کرده تا ضمن وجود هوای کافی برای تنفس ریشهٔ گیاه، نیاز غذایی و رطوبتی گیاه را تأمین کند. گلدان‌ها در گلخانهٔ با شرایط دمایی ۳±۲۶ درجهٔ سلسیوس، رطوبت نسبی بیش از ۴۵ درصد و شرایط نور طبیعی (فروردین‌ماه و اردیبهشت‌ماه) قرار گرفتند.

سن‌های نسل زمستان‌گذران پس از ریزش در مزارع در فروردین‌ماه و اردیبهشت‌ماه ۱۳۸۹ از مزارع گندم زنجان جمع‌آوری شد. حشرات کامل پس از جمع‌آوری، بر حسب جنسیت در ظروف مجزا در ابعاد ۲۰ در ۳۰ سانتی‌متر نگهداری شدند. رطوبت مورد نیاز سن‌ها از طریق پنبه‌های مرطوب و منابع غذایی به‌صورت گندم‌های خشک تأمین گردید.

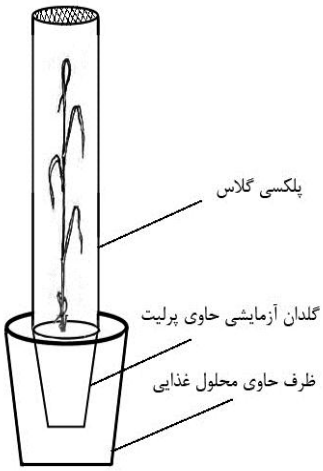
پس از رسیدن گیاهان به مراحل پنجه‌زنی و ساقه‌دهی (Zadoks *et al.*, 1974)، حشرات بالغ نر و مادهٔ سن گندم به‌صورت جداگانه با تراکم‌های یک، دو و سه عدد به ازای هر بوته روی گیاهان منتقل شدند. گیاهان بدون آلوده‌سازی با سن به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. اطراف بوته‌ها به‌وسیلهٔ حفاظ‌هایی از جنس پلکسی‌گلاس که مسقف به توری بودند، پوشانده شد. شایان ذکر است که برای ایجاد یکنواختی بیشتر، حشراتی با وزن تقریباً مشابه انتخاب و وزن هر گلدان به‌طور مجزا ثبت گردید. پس از گذشت ده روز از انتقال حشرات کامل سن گندم به گلدان‌های آزمایشی، حجم محلول باقی‌مانده با آب مقطر به مقدار اولیه (۵۰۰ میلی‌لیتر) رسانده شد. سپس از آنها سه نمونه، هر کدام به حجم ۴۰ سی‌سی، درون لوله‌های فالکون تهیه و در یخچال با دمای پنج درجهٔ سانتی‌گراد نگهداری شدند تا در زمان مناسب تجزیهٔ شیمیایی شوند. تفاوت غلظت عناصر غذایی (NPK) نمونه‌ها در این ده روز ملاک مقایسه و ارزیابی بود. هر یک از آزمایش‌ها در پنج تکرار انجام گرفت، اما به دلیل بروز تلفات در بعضی از تکرارها، تنها داده‌های مربوط به سه تکرار مقایسه شد.

Archive of SID

www.SID.ir

اندازه‌گیری عناصر غذایی موجود در محلول هیدروپونیک

مقدار نیتروژن موجود در محلول غذایی با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتری (Jassco-V530 UV Spectrophotometery) و به روش Wu *et al.* (2003) به عمل آمد (شکل ۱). محلول قلیایی پتاسیم پرسولفات از حل کردن ۴۰ گرم پرسولفات پتاسیم ($K_2S_2O_8$) و ۱۵ گرم سدیم هیدروکسید (NaOH) در یک لیتر آب مقطر به‌دست آمد. محلول استاندارد نیز از حل کردن ۰/۷۲۱۸ گرم نیترات پتاسیم (KNO_3) در یک لیتر آب دیونیزه آماده شد. برای رسم منحنی استاندارد، مقادیر صفر، یک، سه، پنج، هفت و نه میلی‌لیتر از محلول استاندارد درون یک بالن ژوژه ۱۰۰ میلی‌لیتری که دارای در شیشه‌ای وکیوم‌دار بود، با آب مقطر به حجم ۱۰ میلی‌لیتر رسانده شد و سپس ۵ میلی‌لیتر محلول آلکالین پتاسیم پرسولفات به هر یک اضافه گردید. پس از آن درهای این ظروف بسته شدند و درون اتوکلاو به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۱۲۰ درجهٔ سلسیوس قرار گرفتند. پس از بیرون آوردن این ظروف و سرد شدن آنها، یک میلی‌لیتر اسید کلریدریک رقیق (یک قسمت HCl در نه قسمت آب) به هر یک از ظروف اضافه گردید و حجم محلول با آب مقطر به ۲۵ میلی‌لیتر رسانده شد. میزان جذب این محلول‌ها با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتری (WPA-S2000 UV/Vis Spectrophotometery) در طول موج‌های ۲۲۰ و ۲۷۵ نانومتر قرائت و میزان جذب معادل ($A = a220 - 2\times a275$) محاسبه شد.



شکل ۱. گلدان آزمایشی طراحی‌شده برای اندازه‌گیری میزان مصرف عناصر غذایی

میزان فسفر موجود در محلول‌ها با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتری (WPA-S2000 UV/Vis Spectrophotometery) و به روش Olsen *et al.* (1954) انجام گرفت. برای اجرای این روش ابتدا ۱۰ میلی‌لیتر از محلولِ نمونه برداشته و در بالن ۲۵ میلی‌لیتری ریخته شد و به آرامی پنج میلی‌لیتر آمونیوم مولیبدات به آن اضافه شد. پس از تشکیل گاز دی‌اکسیدکربن، ظرف به‌آرامی هم زده شد تا محتویات آن مخلوط شوند. حجم محلول به حدود ۲۲ میلی‌لیتر رسانده شد و یک میلی‌لیتر محلول کلرید قلع رقیق به آن اضافه و بلافاصله حجم آن به ۲۵ میلی‌لیتر رسانده شد. پس از گذشت ۱۰ دقیقه، میزان عبور نور به‌وسیلهٔ دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۶۶۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. سپس با استفاده از منحنی استاندارد، غلظت‌های مورد نظر به‌دست آمد. برای تهیهٔ محلول‌های استاندارد مقادیر صفر، یک، سه، پنج، هفت و نه میلی‌لیتر از محلول ۲/۵ پی‌پی‌ام دی‌هیدروژن پتاسیم فسفات به‌طور جداگانه در بالن‌های ۲۵ میلی‌لیتری ریخته شد و سپس ۱۰ میلی‌لیتر از محلول بی‌کربنات‌سدیم ۰/۵ مولار به هر یک از بالن‌ها اضافه گردید. با اضافه کردن پنج میلی‌لیتر آمونیوم مولیبدات و یک میلی‌لیتر کلرید قلع در آنها و پس از مشاهدهٔ رنگ آبی، میزان جذب در هر یک از بالن‌ها اندازه شد.

اندازه‌گیری مقدار پتاسیم محلول‌ها با استفاده از دستگاه شعله‌سنجی نوری و به روش Blume (1985) انجام گرفت. در این روش از منحنی استاندارد برای تعیین غلظت پتاسیم در محلول استفاده شد. منحنی استاندارد نیز از ترسیم میزان انتشار نور محلول‌های استاندارد صفر، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ میلی‌گرم در لیتر پتاسیم در مقابل غلظت‌های آنها در یک دستگاه مختصات به‌دست آمد. محلول‌های استاندارد نیز به‌وسیلهٔ پیپت کردن مقادیر صفر، ۰/۵، ۱، ۱/۵، ۲ و ۲/۵ میلی‌لیتر از محلول ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر پتاسیم به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر به‌وسیلهٔ استات آمونیوم و سپس هم زدن آنها به‌دست آمد.

داده‌های حاصل از طریق آزمون فاکتوریل با سه فاکتور شامل مرحلهٔ فنولوژیکی گیاه در دو سطح مرحلهٔ پنجه‌زنی (ZI=2) و مرحلهٔ ساقه‌دهی (ZI=3)، جنسیت سن‌ها در دو سطح نر و ماده و همچنین تراکم سن‌ها در

Archive of SID

www.SID.ir

چهار سطح صفر (شاهد)، یک، دو و سه عدد به ازای هر بوته، در قالب شانزده تیمار و سه تکرار و در قالب طرح کاملاً تصادفی تجزیه و تحلیل شد. برای تجزیهٔ آماری داده‌ها از نرم‌افزار Statistix 8 استفاده شد. مقایسهٔ میانگین داده‌ها نیز با استفاده از آزمون توکی انجام گرفت و نمودارها با نرم‌افزار Sigmaplot 11 ترسیم شد.

نتایج

نتایج آزمایش‌های تجزیهٔ شیمیایی نیتروژن دربارهٔ میزان جذب نیتروژن در حضور تراکم و جنسیت‌های مختلف سن در گندم رقم فلات بیانگر تأثیر معنادار مرحلهٔ فنولوژیکی گیاه (P<۰/۰۰۰۱) و نیز برخی از اثرات متقابل، از جمله مرحلهٔ فنولوژیکی در تراکم (P<۰/۰۵)، مرحلهٔ فنولوژیکی در جنسیت (P<۰/۰۵) و جنسیت سن‌ها در تراکم (P<۰/۰۱) بود (جدول ۱).

بیشترین میزان جذب نیتروژن توسط گیاه در حضور حشرات کامل سن گندم در مرحلهٔ ساقه‌دهی با میانگین ۱۷۹/۷۱±۰/۹۱ پی‌پی‌ام و کمترین میزان جذب در مرحلهٔ پنجه‌زنی با میانگین ۱۷۱/۱۰±۰/۸۷ پی‌پی‌ام بود (جدول ۲). تأثیر کمی فاکتورهای دیگر بر افزایش یا کاهش میزان جذب نیتروژن در جدول ۲ و شکل ۲ ارائه شده است.

نتایج تجزیه و تحلیل میزان جذب فسفر توسط گیاه نشان داد که فقط مرحلهٔ فنولوژیکی گیاه (P<۰/۰۵) و نیز اثر متقابل سه‌گانهٔ مرحلهٔ فنولوژیکی گیاه، جنسیت و تراکم سن‌ها (P<۰/۰۵) تأثیر معناداری بر جذب فسفر داشتند (جدول ۱). گندم فلات در مرحلهٔ پنجه‌زنی و در حضور سن گندم با میانگین ۲۶/۴۷۰±۰/۴۲ پی‌پی‌ام بیشترین و مرحلهٔ ساقه‌دهی با میانگین ۲۴/۹۴۳±۰/۴۲ پی‌پی‌ام کمترین میزان جذب فسفر را طی مدت ۱۰ روز نشان دادند (جدول ۲).

جدول ۱. نتایج تجزیهٔ واریانس میزان جذب عناصر غذایی در گندم رقم فلات تیمارشده با سن‌های گندم زمستان‌گذران

	عناصر غذایی								
فاکتور	نیتروژن			فسفر			پتاسیم		
	df	F	P	Df	F	P	Df	F	P
مرحلهٔ فنولوژیکی گیاه	۱	۴۵/۰۲	۰/۰۰۰۰	۱	۶/۳۵	۰/۰۱۶۹	۱	۲۹/۸۹	۰/۰۰۰
جنسیت سن	۱	۰/۴۱	۰/۵۲۶۹	۱	۲/۹۴	۰/۰۹۶۳	۱	۰/۰۰	۰/۹۹۷
تراکم سن	۳	۱/۷۲	۰/۱۸۳۹	۳	۰/۵۴	۰/۶۶۰۷	۳	۰/۴۴	۰/۷۲۴
مرحلهٔ فنولوژیکی گیاه * جنسیت سن	۱	۶/۴۹	۰/۰۱۶۲	۱	۲/۵۴	۰/۱۲۰۹	۱	۰/۱۰	۰/۷۵۷
مرحلهٔ فنولوژیکی گیاه * تراکم سن	۳	۳/۳۲	۰/۰۳۳۱	۳	۱/۵۴	۰/۲۲۴۰	۳	۱/۰۳	۰/۳۹۴
جنسیت سن* تراکم سن	۳	۷/۴۳	۰/۰۰۰۷	۳	۰/۲۸	۰/۸۳۹۱	۳	۰/۴۹	۰/۶۹۴
مرحلهٔ فنولوژیکی گیاه * جنسیت سن* تراکم سن	۳	۱/۴۵	۰/۲۴۸۱	۳	۴/۰۵	۰/۰۱۵۰	۳	۱/۵۶	۰/۲۱۸
میزان خطا	۳۰			۳۲			۳۲		
جمع کل	۴۵			۴۷			۴۷		

جدول ۲. نتایج تأثیر فاکتورهای مختلف بر میانگین جذب عناصر غذایی در گندم‌های رقم فلات تیمارشده با سن‌های گندم نسل زمستان‌گذران بر حسب پی‌پی‌ام

فاکتور		نیتروژن	فسفر	پتاسیم
مرحلهٔ فنولوژیکی میزبان	پنجه‌زنی	۱۷۱/۱۰±۰/۸۷^{B}	۲۶/۴۷۰±۰/۴۲^{A}	۴۷/۰۶۴±۱/۷۳^{A}
	ساقه‌دهی	۱۷۹/۷۱±۰/۹۱^{A}	۲۴/۹۴۳±۰/۴۲^{B}	۳۳/۶۲۴±۱/۷۳^{B}
جنسیت	ماده	۱۷۴/۹۹±۰/۹۱	۲۵/۱۸۷±۰/۴۲	۴۰/۳۴۸±۱/۷۳
	نر	۱۷۵/۸۱±۰/۸۷	۲۶/۲۲۶±۰/۴۲	۴۰/۳۴۰±۱/۷۳
تراکم	۰	۱۷۷/۶۲±۱/۲۹	۲۶/۱۴۴±۰/۶۰	۴۱/۸۸۷±۲/۴۵
	۱	۱۷۵/۴۱±۱/۲۴	۲۵/۹۶۳±۰/۶۰	۳۸/۳۹۷±۲/۴۵
	۲	۱۷۳/۵۳±۱/۲۴	۲۵/۱۴۴±۰/۶۰	۳۹/۶۱۰±۲/۴۵
	۳	۱۷۵/۰۵±۱/۲۹	۲۵/۵۷۴±۰/۶۰	۴۱/۴۸۳±۲/۴۵

* حروف متفاوت در سطوح هر فاکتور، بیانگر تفاوت معنادار در سطح پنج درصد است. سطوح فاقد حروف، معنادار نیستند.

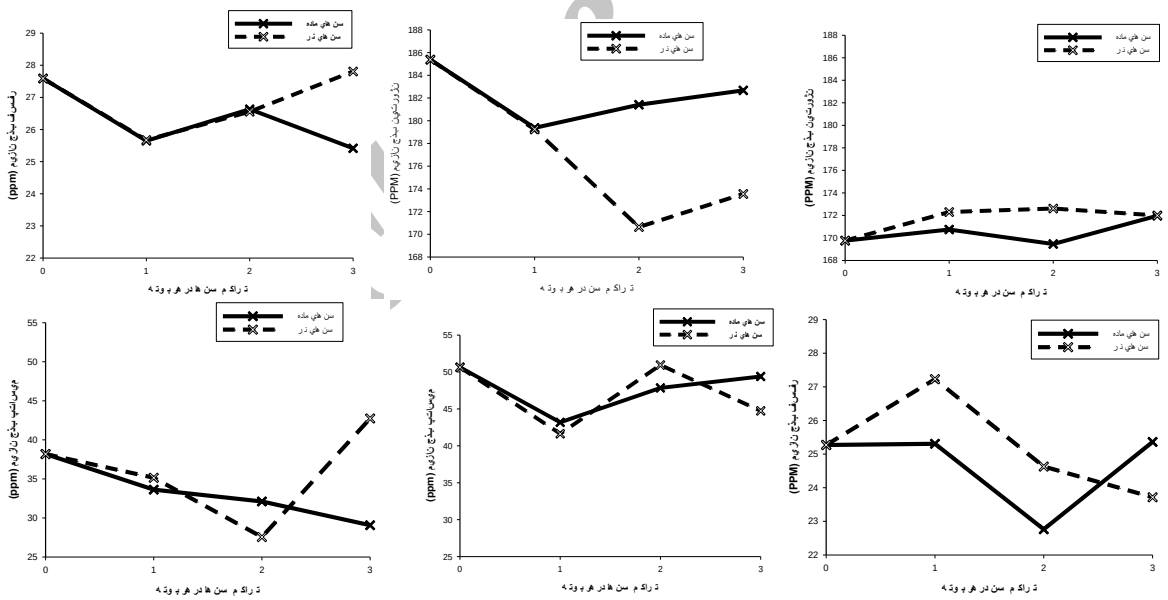
Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳. نتایج اثرهای متقابل دوگانه بر میانگین جذب نیتروژن (بر حسب ppm) در گندم‌های رقم فلات تیمارشده با سن‌های گندم نسل زمستان‌گذران

		مرحلهٔ فنولوژیکی گیاه	
		مرحلهٔ پنجه‌زنی	مرحلهٔ ساقه‌دهی
جنسیت	سن‌های ماده	۱۶۹/۰۶±۱/۲۴^{B}	۱۸۰/۹۳±۱/۳۶^{A}
	سن‌های نر	۱۷۳/۱۴±۱/۲۴^{B}	۱۷۸/۴۸±۱/۲۴^{A}
		مرحلهٔ فنولوژیکی گیاه	
تراکم	صفر (شاهد)	مرحلهٔ پنجه‌زنی	مرحلهٔ ساقه‌دهی
		۱۶۹/۸۶±۱/۷۵^{C}	۱۸۵/۳۸±۱/۹۲^{A}
	۱	۱۷۱/۵۲±۱/۷۵^{BC}	۱۷۹/۳۰±۱/۷۵^{AB}
	۲	۱۷۱/۰۳±۱/۷۵^{C}	۱۷۶/۰۲±۱/۷۵^{BC}
	۳	۱۷۱/۹۸±۱/۷۵^{BC}	۱۷۸/۱۱±۱/۹۲^{ABC}
		جنسیت	
تراکم	صفر (شاهد)	سن‌های ماده	سن‌های نر
		۱۷۷/۶۲±۱/۲۹^{A}	۱۷۷/۶۲±۱/۲۹^{A}
	۱	۱۷۵/۰۶±۱/۷۵^{AB}	۱۷۵/۷۷±۱/۷۵^{AB}
	۲	۱۷۵/۴۳±۱/۷۵^{AB}	۱۷۱/۶۲±۱/۷۵^{B}
	۳	۱۷۷/۳۲±۱/۹۲^{A}	۱۷۲/۷۷±۱/۷۵^{B}

* حروف متفاوت در سطوح هر فاکتور، بیانگر تفاوت معنادار در سطح پنج درصد است.



شکل ۲. میانگین جذب عناصر غذایی گندم رقم فلات در تراکم‌های مختلف سن‌های گندم نسل زمستان‌گذران در مرحلهٔ پنجه‌زنی (سمت راست) و ساقه‌دهی (سمت چپ)

همچنین تأثیر کمی فاکتورهای دیگر بر افزایش یا کاهش میزان جذب فسفر در جدول ۲ و شکل ۲ ارائه شده است.

نتایج تجزیهٔ آماری میزان پتاسیم جذب‌شده توسط گندم نشان داد که در آزمایش مربوط به نسل زمستان‌گذران تنها عامل تأثیرگذار بر میزان جذب پتاسیم مرحلهٔ فنولوژیکی گیاه بوده است ($p<۰/۰۰۱$) (جدول ۱). به نحوی که مرحلهٔ پنجه‌زنی با میانگین

www.SID.ir

۴۷/۰۶۴±۱/۷۳ پی‌پی‌ام و مرحلهٔ ساقه‌دهی با میانگین ۳۳/۶۲۴±۱/۷۳ پی‌پی‌ام به‌ترتیب بیشترین و کمترین میزان جذب پتاسیم توسط گیاه را به خود اختصاص دادند (جدول ۲).

بحث

تغذیهٔ حشرات کامل سن گندم روی میزان جذب مواد غذایی تأثیرگذار بوده است و تحت تأثیر مراحل رشد و نمو میزبان، تراکم حشرات کامل و نیز جنسیت آنها است. نتایج بیانگر جذب بیشتر نیتروژن توسط گندم رقم فلات در مرحلهٔ ساقه‌دهی است. به‌طور کلی میزان جذب نسبی نیتروژن در مرحلهٔ ساقه‌دهی بیشتر از مرحلهٔ پنجه‌زنی است (Jones *et al.*, 2011) ولی شیب خط جذب که بیانگر نرخ جذب است، در شرایط معمولی در مرحلهٔ پنجه‌زنی بیشتر از مرحلهٔ ساقه‌دهی است (Page *et al.*, 1978; Heyland & Werner, 1999; Jones *et al.*, 2011). میزان جذب نیتروژن علاوه بر وابستگی به مرحلهٔ فنولوژیکی گیاه ($P<۰/۰۰۰۱$) به اثر متقابل مرحلهٔ فنولوژیکی گیاه و جنسیت سن‌های نسل زمستان‌گذران ($P<۰/۰۵$) نیز وابسته است ولی تفاوتی بین حشرات ماده و نر از این لحاظ وجود ندارد. اثر متقابل مرحلهٔ فنولوژیکی گیاه و جنسیت سن بیانگر آن است که اثر مرحلهٔ فنولوژیکی به حدی زیاد است که اثر متقابل مرحلهٔ فنولوژیکی گیاه و جنسیت سن را نیز تحت تأثیر قرار داده است. اثر متقابل مرحلهٔ فنولوژیکی گیاه و تراکم سن‌های نسل زمستان‌گذران بر میانگین جذب نیتروژن گندم بیانگر وابستگی توأم میزان جذب نیتروژن به تراکم حشرات و نیز مرحلهٔ فنولوژیکی میزبان خصوصاً مرحلهٔ ساقه‌دهی است (جدول ۳)؛ به‌طوری که کمترین میزان جذب در تراکم دو عدد سن گندم مشاهده می‌شود. علت افزایش مصرف نیتروژن در تراکم سه عدد می‌تواند بیانگر شروع یا بیان پروسه‌های مقاومتی (تحمل) در این گیاه باشد. به عبارت دیگر، القای مقاومت در رقم فلات و در مرحلهٔ رشدی اشاره شده و نیز مرحلهٔ زیستی سن گندم از تراکم دو به بعد مشاهده می‌شود. همچنین اثرات متقابل جنسیت و تراکم سن‌ها بر میانگین جذب نیتروژن گندم رقم فلات بیانگر آن است که تراکم‌ها و دو جنس متفاوت تأثیرات متفاوتی را بر میزان جذب نیتروژن داشتند (جدول ۳)؛ به‌طوری که در تراکم یک عدد سن تفاوت معناداری نشان داده نمی‌شود. ولیکن تراکم‌های دو و سه عدد اثرات معناداری را بر کاهش یا بهبود جذب نیتروژن نسبت به شاهد نشان می‌دهند. به گونه‌ای که بحث بروز تحمل و جبران جذب نیتروژن در ماده‌ها در تراکم سه عدد مشاهده می‌شود ولیکن بین تراکم‌های دو و سه در جنس نر تفاوتی مشاهده نمی‌شود. ولی در مجموع، در تراکم دو به بعد اثرات کاهشی جنس نر ملموس‌تر است. به عبارت دیگر، شروع پروسهٔ جبران گیاه در گیاهان تحت تغذیهٔ ماده‌ها زودتر بروز کرده است و القای مقاومت سریع‌تر انجام گرفته است و این می‌تواند بیانگر تأثیر بیشتر ماده‌ها در این امر باشد. بدیهی است که حشرات ماده برای اخذ ترکیبات پروتئینی و نیز اسیدهای آمینهٔ آزاد جهت تولید نتاج، اثرات تحریکی بیشتری را روی میزبان گیاهی داشته باشند (Wheeler, 1996; Telang *et al.*, 2001; Koc & Gulel, 2008). نتایج Koc & Gulel (2008) نشان داد که میزان پروتئین بدن شب‌پرهٔ مومخوار (*Galleria mellonella* Linnaeus) در حشرات ماده بیشتر از حشرات نر است. اگرچه به نظر می‌رسد تأثیر کیفیت بزاق حشرات نر و مادهٔ سن گندم نیز در این امر بی‌تأثیر نباشد. میزان جذب نیتروژن در گیاهانی که با سن‌های ماده تیمار شده‌اند با گیاهانی که با سن‌های نر تیمار شده‌اند، تفاوت زیادی دارد. این تفاوت هم در مرحلهٔ پنجه‌زنی و هم در مرحلهٔ ساقه‌دهی دیده می‌شود. گیاهانی که با تراکم‌های مختلف سن گندم تیمار شده‌اند، ممکن است نسبت به گیاهان شاهد میزان جذب بیشتر یا کمتری را نشان دهند. این امر ممکن است به دلایل مختلف به وقوع بپیوندد. وقتی گیاه گندم از سوی سن گندم مورد حمله قرار می‌گیرد، نوع خسارتی که به آن وارد می‌شود متفاوت است. یکی از انواع خساراتی که این حشره به گندم وارد می‌کند خشک شدن جوانهٔ مرکزی است (Critchley, 1998). در این صورت ممکن است گیاه پنجه‌های جدید ایجاد کند و به همین خاطر به مواد معدنی بیشتری نیاز داشته باشد. در نتیجه گیاه برای تأمین نیاز غذایی خود، عناصر معدنی بیشتری از طریق ریشه جذب می‌کند. مهم‌ترین عنصر مورد نیاز برای ساخت اندام‌های گوناگون

Archive of SID

www.SID.ir

نیتروژن است (Barker & Bryson, 2007). البته در مواردی ممکن است که خسارت سن گندم موجب خشکیدگی جوانهٔ انتهایی نشود. در این صورت گیاه ممکن است به رشد طبیعی خود ادامه دهد.

مسئلهٔ دیگری که باید به آن توجه شود این است که گیاه برای جبران خسارتی که از جانب حشره وارد شده، ممکن است نیتروژن بیشتری جذب کند، یا در اثر تزریق بزاق حشره، فرصت بازجذب مواد از ریشه را پیدا نکند. وقتی حشره از گیاه تغذیه می‌کند، این احتمال وجود دارد که در اثر از بین رفتن سلول‌هایی که در مسیر استایلت حشره قرار دارند، یا در اثر موادی که در بزاق حشره وجود دارد و به درون گیاه تزریق می‌شود، گیاه تحریک شده و درصدد جبران خسارت برآید یا در برابر حشره مقاومت کند. میزان این مقاومت (جبران) یا حساسیت ممکن است در تراکم‌های مختلف یا جنسیت متفاوت حشره تفاوت داشته باشد. سن، جنسیت و تراکم حشره متغیرهای مهمی‌اند که باید قبل از ارزیابی مقاومت ژنوتیپ گیاهان تعیین شوند (Smith, 2005).

در مطالعات محققان دیگر نیز تفاوت جنسیت بندپایان تحت آزمایش بر نتایج حاصل از ارزیابی مقاومت گیاهان تأثیرگذار بوده است (Smith, 2005; Schalk & Stoner, 1976; Wheeler, 1996; Telang *et al.*, 2001). در بندپایان گیاه‌خوار جنس ماده اغلب نسبت به نر مواد غذایی بیشتری مصرف می‌کند. این مسئله به دلیل نیازهای پروتئینی بالای ماده‌ها برای تولید تخم است (Smith, 2005; Koc & Gulel, 2008). علاوه بر تغذیهٔ متفاوت، فعالیت جفت‌گیری نیز می‌تواند بر تغذیهٔ ماده‌ها مؤثر باشد (Wheeler, 1996; Telang *et al.*, 2001). حشرات مادهٔ سوسک کلرادو (*Leptinotarsa decemlineata* Say)، نسبت به نرها به‌طور معناداری شاخ و برگ بیشتری از گیاهان حساس و مقاوم مصرف می‌کنند (Schalk & Stoner, 1976). همچنین ماده‌های *Lissorhoptrus oryzophilus* Kuschel که از کولتیوارهای برنج با سطوح مختلف مقاومت به این حشره تغذیه کرده بودند، شاخ و برگ بیشتری نسبت به نرها مصرف کردند (Smith, 2005). دربارهٔ ارزیابی تغذیهٔ سوسک مکزیکی لوبیا (*Epilachna varivestis* Mulsant) روی سویا نیز نتایج مشابهی حاصل شد (Smith, 2005).

تأثیر تراکم حشره بر عکس‌العمل گیاه میزبان بسیار مهم است. میزان مقاومت القاشده به گیاه میزبان در تراکم‌های مختلف حشرات گیاه‌خوار می‌تواند متفاوت باشد (Underwood, 1999, 2000; Agrawal, 2004; Anderson *et al.*, 2009).

در تحقیقات انجام گرفته روی زنجرک *Spissistilusb festinus* Say مشخص شد که فعالیت آنزیمی گیاهان شاهد با گیاهان آلوده به یک یا دو عدد زنجرک متفاوت بود. این تأثیر به‌ویژه دربارهٔ آنزیم آسکوربیت اکسیداز با نتایج این بررسی هم‌خوانی دارد (Felton *et al.*, 1994).

نتایج میزان جذب فسفر در گندم‌های رقم فلات نشان داد که مرحلهٔ فنولوژیکی و اثرات متقابل هر سه فاکتور در سطح پنج درصد بر جذب فسفر گیاه نیز تأثیرگذار است. مابقی فاکتورها تأثیر معناداری بر جذب فسفر نداشتند. در نتیجه، تأثیر فاکتورهای تحت آزمایش بر جذب فسفر نسبت به نیتروژن کمتر بود. در جدول ۲ مشاهده می‌شود که میزان جذب فسفر گندم‌های رقم فلات تیمارشده با سن‌های گندم نر و ماده تفاوت چندانی با هم ندارند. این بدین معنا است که احتمالاً تغذیهٔ کوتاه‌مدت حشرات تأثیری بر جذب فسفر گیاه ندارد.

پیش از این ذکر شد که نیاز غذایی سن‌های گندم نر و ماده از نظر میزان نیتروژن با هم متفاوت است؛ ولی در اینجا مشاهده شد که از نظر میزان فسفر تفاوت زیادی ندارد. این به دلیل نیاز بالای حشرات ماده به ترکیبات نیتروژنی از جمله پروتئین‌ها و اسیدهای آمینهٔ آزاد برای تولید تخم و به‌ویژه تولید ویتلوژنین است (Telang *et al.*, 2001; Wheeler, 1996).

نتایج آنالیز آماری میزان جذب پتاسیم گندم رقم فلات نشان داد که فاکتورهای تحت آزمایش بر میزان جذب پتاسیم گیاه نیز تأثیر زیادی نداشتند. جدول ۱ نشان می‌دهد که تنها عامل تأثیرگذار بر میزان جذب پتاسیم گندم‌های رقم فلات تیمارشده با سن‌های نسل زمستان‌گذران، مرحلهٔ فنولوژیکی گیاه است ($P<0/001$). جدول ۲ بیانگر این است که میزان جذب پتاسیم گندم‌های رقم فلات در مرحلهٔ پنجه‌زنی بیشتر از مرحلهٔ ساقه‌دهی است. این موضوع با نتایج Jones *et al.* (2011) که جذب پتاسیم در مرحلهٔ پنجه‌زنی را با شیب بیشتری نشان داده است، هم‌خوانی دارد که این نتیجه

Archive of SID

www.SID.ir

بیانگر نرخ بیشتر جذب پتاسیم در این مرحله است.

در شکل ۲ تفاوت‌های جزئی بین میزان جذب پتاسیم گندم‌های رقم فلات تیمارشده با جنس‌های مختلف و تراکم‌های مختلف سن‌های گندم نسل زمستان‌گذران، به‌ویژه در مرحلهٔ ساقه‌دهی گیاه مشاهده می‌شود که البته این تفاوت‌ها از نظر آماری معنادار نیستند.

REFERENCES

1. Abdollahi, G. (2005). Analytical approach on sunn pest management in Iran. Publication of Agricultural Instruction. Karaj.
2. Agrawal, A. A. (2004). Plant defense and density dependence in the population growth of herbivores. *The American Naturalist*, 164, 113-120.
3. Anderson, K. E., Inouye, B. D. & Underwood, N. (2009). Modeling herbivore competition mediated by inducible changes in plant quality. *Oikos*, 118(11), 1633-1646.
4. Blume, H. P. (1985). Chemical and microbiological properties. In A. L. Page, R. H. Miller & D. R. Keeney (Eds.), *Methods of soil analysis* (pp. 363-364). Madison, Wisconsin, USA: American Society of Agronomy. Barker, A. and Bryson, G. 2007. Nitrogen. pp: 21-50. In: Barker, A. and pilbeam, D., (eds.), Handbook of Plant Nutrition. CRC Press.
5. Canhilal, R., Kutuk, H., Kanat, A. D., Islamoglu, M., El-Haramein, F. & El-Bouhssini, M. (2005). Economic threshold for the sunn pest, *Eurygaster integriceps* Put. (Hemiptera: Scutelleridae), on wheat in southeastern Turkey. *Journal of Agricultural Urban Entomology, 22*, 191-201.
6. Critchley, B. (1998). Literature review of sunn pest *Eurygaster integriceps* Put. (Hemiptera, Scutelleridae). *Crop protection*, 17(4), 271-287.
7. Felton, G. W., Summers, C. B. & Mueller, A. J. (1994). Oxidative responses in soybean foliage to herbivory by bean leaf beetle and three-cornered alfalfa hopper. *Journal of Chemical Ecology, 20*(3), 639-650.
8. Heyland, K.U. & A. Werner. (1999). Wheat. In W. Wichmann (Ed.), *World Fertilizer Use Manual*. Paris: IFA.
9. Haile, F. J. & Higley, L. G. (2003). Changes in soybean gas-exchange after moisture stress and spider mite injury. *Environmental Entomology*, 32, 433-440.
10. Haile, F. J., Higley, L. G., Ni, X. & Quisenberry, S. S. (1999). Physiological and growth tolerance in wheat to russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae) injury. *Environmental Entomology, 28*, 787-794.
11. Heng-Moss, T., Macedo, T., Franzen, L., Baxendale, F., Higley, L. & Sarath, G. (2006). Physiological responses of resistant and susceptible buffalograsses to *Blissus occiduus* (Hemiptera: Blissidae) feeding. *Journal of Economic Entomology*, 99, 222–228.
12. Hoagland, D. & Arnon, D. (1950). The water-culture method for growing plants without soil. *California Agricultural Experiment Station Circular*, 374, 1-32.
13. Hossaini, S. F., Haghparast, R., Barami, N. & Haghi, Y. (2009). Study of genetic variation of resistance to sunn pest using SPT index. *Asian Journal of Plant Science*, 8(5), 380-384.
14. Iranipour, S., KharraziPakdel, A. & Radjabi, G. (2010). Life history parameters of the sunn pest, *Eurygaster integriceps*, held at four constant temperatures. *Journal of Insect Science, 10*, 1-9.
15. Javahery, M. (1996). Sunn pest of wheat and barly in the Islamic Republic of Iran: Chemical and cultural methods of control. In R. H. Miller & J. G. Morse (Eds.), *Sunn pests and their control in the Near East* (Vol. 138, pp. 61-74): Food and Agriculture Organization of the United Nation.
16. Jones, C., Olson-Rutz, K. & Dinkins, C. (2011). Nutrient uptake timing by crops. *MSU Extension, EB0191*, 8 p.
17. Koc, Y. & Gulel, A. (2008). Age and sex related variations in protein and carbohydrate levels of *Galleria mellonella* (L.) (Lepidoptera: Pyralidae) in constant lightness and darkness. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 11, 733-739.
18. Macedo, T. B., Bastos, C. S., Higley, L. G., Ostlie, K. R. & Madhavan, S. (2003a). Photosynthetics responses of soybean to soybean aphid (Homoptera: Aphididae) injury. *Journal of Economic Entomology*, 96, 188-193.
19. Macedo, T. B., Higley, L. G., Ni, X. & Quisenberry, S. S. (2003b). Light activation of russian wheat aphid-elicited physiological responses in susceptible wheat. *Journal of Economic Entomology*, 96, 194–201.
20. Macedo, T. B., Peterson, R., Weaver, D. K. & Morrill, W. L. (2005). Wheat stem sawfly, *Cephus cintus* Norton, impact on wheat primary metabolism: an ecophysiological approach. *Environmental Entomology*, 34, 719-726.
21. Macedo, T. B., Weaver, D. K. & Peterson, R. (2007). Photosynthesis in wheat at the grain filling stage is altered by the wheat stem sawfly (Hymenoptera: Cephidae) injury and reduced water availability. *Journal of Entomological Science*, 42, 228-238.

Archive of SID

www.SID.ir

22. Nabity, P. D., Zavalata, J. A. & DeLucia, E. H. (2009). Indirect suppression of photosynthesis on individual leaves by arthropod herbivory. *Annals of Botany*, 103, 655-663.
23. Olsen, S., Cole, C., Watanabe, F. & Dean, L. (1954). Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate.
24. Peterson, R. & Higley, L. H. (2001). Biotic stress and yield loss. In R. Peterson & L. H. Higley (Eds.), *Illuminating the Black Box: The Relationship between Injury and Yield*: Boca Raton, FL.
25. Page, M., Smalley, J. & Talibudeen, O. (1978). The growth and nutrient uptake of winter wheat. *Plant and Soil*, 49(1), 149-160.
26. Qiu, H., Wu, J., Yang, G., Dong, B. & Li, D. (2004). Changes in the uptake function of the rice root to nitrogen, phosphorus and potassium under brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (Stal) (Homoptera: Delphacidae) and pesticide stresses, and effect of pesticides on rice-grain filling in field. *Crop Protection*, 23, 1041-1048.
27. Radjabi, Gh. (2001). Ecology of wheat's and barley's harmful bugs in Iran. Agricultural Institute of Research, Instruction and Promotion. Tehran.
28. Rassipour, A., Radjabi, G. & Esmaili, M. (1996). Sunn pest of wheat and barly in The Islamic Republic of Iran. In R. H. Miller & J. G. Morse. (Eds.), *Sunn pests and their control in the Near East* (Vol. 138, pp. 85-90): Food and Agriculture Organization of the United Nation.
29. Rezabeigi, M. (2004). Comparison of resistance to sunn pest (*Eurygaster integriceps* Puton) in some bread and durum wheat lines. Paper presented at the Second International Conference on Sunn Pest.
30. Richards, J. H. (1993). Physiology of plants recovering from defoliation. Proceedings of *the XVII international grassland congress*, Palmerston North, NewZealand.
31. Sack, L. & Holbrook, N. M. (2006). Leaf hydraulics. *Annual Review of Plant Biology*, 57, 361-381.
32. Schalk, J. M. & Stoner, A. K. (1976). A bioassay differentiates resistance to the colorado potato beetle on tomatoes. *Journal of American Society of Horticultural Science*, 101, 74-76.
33. Smith, C. M. (2005). Plant resistance to arthropods molecular and conventional approaches. The Netherlands: Springer.
34. Tafaghodinia, B. & Majdabadi, M. (2006). *Temprature based model to forecasting attack time of the sunn pest Eurygaster integriceps* Put. *in wheat fields of Iran*. Paper presented at the WSEAS International Conference on Mathematical Biology and Ecology.
35. Telang, A., Booton, V., Chapman, R. F. & Wheeler, D. E. (2001). How female caterpillars accumulate their nutrient reserves. *Journal of Insect Physiology*, 47(9), 1055-1064.
36. Underwood, N. (1999). The Influence of plant and herbivore characteristics on the interaction between induced resistance and herbivore population dynamics. *The American Naturalist*, 153, 282-294.
37. Underwood, N. (2010). Density dependence in insect performance within individual plants: induced resistance to *Spodoptera exigua* in tomato. *Oikos*, 119, 1993-1999.
38. Velikova, V., Salerno, G., Frati, F., Peri, E., Conti, E., Colazza, S. *et al*. (2010). Influence of feeding and oviposition by phytophagous pentatomids on photosynthesis of herbaceous plants. *Journal of Chemical Ecology*, 36, 629-641.
39. Welter, S. C. (1989). Arthropod impact on plant gas exchange. In E. A. Bernays (Ed.), *Insect–Plant Interactions*. Boca Raton FL.
40. Wheeler, D. (1996). The Role of Nourishment in Oogenesis. *Annual Review of Entomology*, 41(1), 407-431.
41. Wu, J., Qiu, H., Yang, G., Dong, B. & Gu, H. (2003). Nutrient uptake of rice roots in responce to infection of *Ninlaperlata lgens* (Stal) (Homoptera: Delphacidae). *Journal of Economic Entomology*, 96(6), 1798-1804.
42. Zadoks, J., Chang, t. & Konzak, C. (1974). A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research*, 14, 415-421.

Archive of SID

www.SID.ir