

مقاله پژوهشی

ارزیابی ارقام رایج و لاین‌های امیدبخش گندم و یک رقم جو نسبت به خسارت زنبور ساقه خوار غلات

حسن براری[✉]، شعبانعلی مافی پاشاکولایی

به‌ترتیب دانشیار و استادیار بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، ساری، ایران
(تاریخ دریافت: شهریور ۱۳۹۸؛ تاریخ پذیرش: اردیبهشت ۱۳۹۹)

چکیده

زنبور ساقه خوار غلات *Cephus pygmaeus*، یکی از آفات مهم گندم می‌باشد. لارو این آفت با تغذیه در داخل ساقه گندم موجب خسارت می‌گردد. این پروژه با هدف ارزیابی دو رقم رایج گندم (مروارید و گنبد)، چهار لاین امیدبخش گندم (N91-9، N91-10، N91-14 و N91-17) و یک رقم جو (صحرا) نسبت به خسارت زنبور ساقه خوار غلات، در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با ۷ تیمار و ۳ تکرار در منطقه فریم شهرستان ساری در طی سال‌های زراعی ۹۴-۱۳۹۳ و ۹۵-۱۳۹۴ به اجرا درآمد. پس از رسیدن محصول، تعداد بوته‌های موجود در یک مترمربع از هر کرت برداشت، تعداد ساقه‌های آفت زده شمارش و درصد آلودگی ساقه‌ها محاسبه گردید. به‌علاوه قطر حداکثر ۲۰ ساقه سالم و ۲۰ ساقه آفت زده، وزن صد دانه بوته‌های سالم و آفت زده و وزن دانه استحصالی یک مترمربع از هر کرت اندازه‌گیری شد. داده‌ها با نرم افزار MSTAT-C آنالیز و میانگین صفات مورد بررسی با استفاده از آزمون توکی مقایسه شدند. نتایج نشان داد که از نظر میزان آلودگی به زنبور ساقه خوار غلات، بین ارقام و لاین‌های مختلف گندم اختلاف معنی‌دار وجود نداشت ولی رقم جو صحرا به‌صورت معنی‌داری نسبت به تیمارهای گندم آلودگی کمتری داشت.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی خسارت، زنبور ساقه خوار، گندم، *Cephus pygmaeus*

Damage evaluation of cereal stem sawfly, *Cephus pygmaeus*, on common cultivars and promising lines of wheat and a cultivar of barley

H. BARARI[✉], S. MAFI PASHAKOLAEI

Associate Professor and at Assistant Professors Plant Protection Department of Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Centre, Sari, Iran

Abstract

Cereal stem sawfly, *Cephus pygmaeus* (Hym: Cephidae), is an important wheat pest. The pest larvae feed inside wheat stems and cause damage. This project was carried out in a completely randomized block design with 7 treatment and 3 replications (21 plots, 3 m×4 m) in Farim region, Sari, Iran, during 2015-2016. Evaluation of damage caused by the pest on two common wheat cultivars (Morvarid and Gonbad), four promising wheat lines (N91-9, N91-10, N91-14 and N91-17) and one barley cultivar (Sahra) were investigated. On harvesting time, all plants located in 1 m² of each plot were sampled including their roots. The numbers of infested stems were counted and percentage of infestation measured. Diameter of 20 intact and 20 infested stems, 100 kernel weights of healthy and infested plants and the grain weight of 1 m² of each plot were measured. Data were analyzed by MSTAT-C software and the means were compared using Tukey test. Regarding the percentage of infestation, there was no significant different between the common cultivars and the promising lines of wheat. However, the barley cultivar (Sahra) had significantly less infestation compare to wheat treatments.

Keywords: *Cephus pygmaeus*, stem sawfly, wheat

مقدمه

آب و هوای خشک در دوره زمستان‌گذرانی آفت، درجه حرارت پایین در مرحله خروج حشره کامل از شفیره در فصل بهار، موجب کاهش ۵۸-۸۱ درصدی جمعیت آفت می‌گردد (Banita et al., 1992). لارو این زنبور با فعالیت تغذیه‌ای خود در داخل ساقه در دو مرحله موجب خسارت می‌گردد (Ozberk et al., 2005). در مرحله اول، تغذیه لارو از دستجات آوندی داخل ساقه، موجب کاهش یا قطع جریان شیره گیاهی و لاغر و سبک شدن دانه‌ها گشته و حتی خوشه‌ها زودتر از موعد مقرر خشک شده (شکل ۲-ا) و دانه‌ها پوک می‌شوند. در مرحله دوم، لارو پس از اتمام تغذیه در طوقه‌ی ساقه استقرار یافته و قسمتی از داخل ساقه را به‌صورت دایره‌وار جویده و موجب کاهش استقامت گیاه شده و ساقه‌های آفت زده به محض وزش باد از محل طوقه شکسته شده (شکل ۲-ب) و در هنگام برداشت محصول در مزرعه باقی می‌مانند (Ghadiri 1993, 1997). علایم خسارت این آفت در برخی مزارع گندم استان مازندران در زمان برداشت مشهود است (شکل ۲). دواچی (۱۹۵۴) میزان خسارت این آفت را در سال‌های طغیانی در منطقه ورامین ۲۵ درصد برآورد نمود. قدیری (۱۹۹۳) حداکثر آلودگی گندم در منطقه کرج را روی رقم امید به میزان ۱۵ درصد اعلام نمود. صحراگرد (۱۹۷۹) یکی از راه‌های کاهش جمعیت این آفت را کشت ارقام گندم زودرس یا بهاره پیشنهاد کرد. استفاده از ارقام مقاومی که کم‌تر مورد حمله این آفت قرار می‌گیرند، یکی از راه‌های موثر جهت کاهش خسارت زنبور ساقه خوار غلات در مزارع گندم و جو می‌باشد (Ghadiri 1994). قدیری (۱۹۹۴) میزان خسارت این آفت روی شش لاین در دست اصلاح و پیشرفته گندم را مورد ارزیابی قرار داد. براساس نتایج نامبرده لاین ۶۴۱۹ با میانگین آلودگی ۶/۵۷۶ درصد کم‌ترین و لاین ۶۶۰۹ با میانگین آلودگی ۱۵/۷۵۶ درصد بیش‌ترین آلودگی را به زنبور ساقه خوار نشان دادند. در کشورهای دیگر نیز خسارت این گونه و گونه‌ای دیگر به نام *Cephus cinctus* روی واریته‌های مختلف گندم مورد ارزیابی

زنبور ساقه خوار غلات (Hymenoptera: Cephidae) *Cephus pygmaeus* (Linnaeus 1767) از آفات مهم گندم است که اولین بار در ایران در سال ۱۳۳۳ هجری شمسی توسط دواچی گزارش گردید (Davachi, 1954). دواچی (۱۹۵۴)، قدیری (۱۹۹۴) و زندی و زارعی (۲۰۱۷) زیست‌شناسی این آفت را مورد بررسی قرار دادند. حشرات کامل زنبور ساقه‌خوار غلات در اواسط فصل بهار ظاهر می‌شوند (Tanskii & Dormidontova, 1987). این زنبورها دارای پرواز ضعیف بوده و ظهور آنها تدریجی می‌باشد. در شرایط کرج، حشرات کامل از اواخر فروردین و گاهی تا اواسط خرداد ماه در مزارع مشاهده می‌شوند (Ghadiri 1994). در کردستان، زمان ظهور حشرات کامل نیمه اردیبهشت ماه می‌باشد (Khanizad et al. 2013). حشرات کامل از گرده‌ی گل‌های علف‌های هرز اطراف مزارع تغذیه کرده (شکل ۱) و حشرات ماده پس از جفت‌گیری، تخم‌های خود را به‌طور انفرادی با فرو کردن تخم‌ریز خود در داخل ساقه قرار می‌دهند. لارو پس از خروج از تخم، از بافت داخل ساقه تغذیه کرده و به‌تدریج به‌سمت پایین حرکت نموده و پس از حدود چهار هفته، خود را به محل طوقه گیاه در داخل ساقه قرار می‌دهند. لاروها پس از استقرار در محل طوقه، قسمتی از جدار طوقه را به‌صورت دایره‌وار جویده و نازک می‌کنند. سپس مواد جدا شده را با ترشحات بزاقی خود مخلوط نموده و برای لانه خود درپوش می‌سازند (شکل ۲-ج). لاروها در همان محل طوقه پيله نازکی به دور خود تنیده و تمام فصل‌های تابستان، پاییز و زمستان را به‌صورت دیابوز می‌گذرانند (شکل ۲-د). در شرایط کرج، اوایل فروردین لاروها تبدیل به شفیره می‌شوند و پس از سه هفته، حشرات کامل هم‌زمان با ساقه رفتن گندم خارج می‌شوند (Ghadiri 1994). در استان مازندران، در زمینه زیست‌شناسی این آفت اطلاعاتی موجود نیست، لیکن نگارنده فعالیت پروازی حشرات کامل را در طی اردیبهشت ماه در منطقه فریم شهرستان ساری مشاهده نموده است (شکل ۱).

روش بررسی

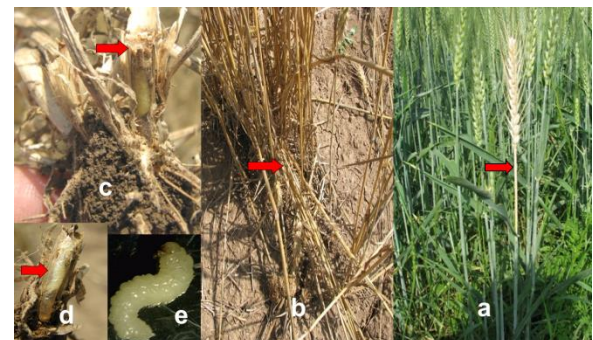
این پروژه در قالب بلوک های کامل تصادفی با ۷ تیمار و ۳ تکرار در منطقه فریم شهرستان ساری در سال‌های زراعی ۱۳۹۳-۹۴ و ۹۴-۹۵ به اجرا درآمد. تیمارها عبارت بودند: ۲ رقم رایج گندم (مروارید و گنبد)؛ ۴ لاین امیدبخش گندم (N-۹۱-۱۷، N-۹۱-۹، N-۹۱-۱۰، N-۹۱-۱۴) و همچنین یک رقم جو (صحرا). اندازه کرت‌ها ۳ متر در ۴ متر، نحوه کشت خطی، فاصله بین خطوط کشت ۳۰ سانتی‌متر و فاصله بین کرت‌ها ۱۰۰ سانتی‌متر بود. پس از رسیدن محصول، تعداد بوته‌های موجود در طول ۱ متر از ۴ ردیف میانی هر کرت (جمعاً ۴ متر طولی از هر کرت) با ریشه برداشت شده، در کیسه‌های جداگانه و با درج مشخصات به آزمایشگاه منتقل شدند. در آزمایشگاه، به منظور تعیین میزان آلودگی تیمارهای مختلف، تعداد ساقه‌های آفت‌زده (دارای علائم خسارت و وجود لارو آفت در قسمت طوقه) شمارش و درصد آلودگی ساقه‌ها محاسبه گردید. به علاوه قطر حداکثر ۲۰ ساقه سالم و ۲۰ ساقه آفت زده از هر کرت نیز اندازه‌گیری شد. به منظور تعیین میزان کاهش محصول دانه در ارقام و لاین‌های مورد آزمایش در اثر آلودگی به زنبور ساقه خوار غلات، در هر کرت ۱۰۰ دانه‌ی بدست آمده از ساقه‌های سالم و ۱۰۰ دانه‌ی بدست آمده از ساقه‌های آفت‌زده وزن شده و وزن صدانه بوته‌های سالم و آلوده تعیین گردید. همچنین وزن دانه استحصالی مربوط به کل بوته‌های برداشت شده از هر کرت (۱ متر طولی از ۴ ردیف میانی هر کرت) اندازه‌گیری شد (Ghadiri, 1997). برای توزین دانه از ترازوی دیجیتال کرن (KERN) ساخت آلمان با دقت یک صدم استفاده گردید. از آنجائی که داده‌های صفت‌های مورد بررسی (یعنی تعداد ساقه‌های آفت زده و سالم، قطر ساقه‌های آفت زده و سالم، وزن صدانه و وزن بذر در یک متر مربع) اثر ضرب‌پذیری داشتند، جهت نرمال سازی داده‌ها از $\sqrt{x+0.5}$ استفاده شد. لیکن در رابطه با صفت درصد ساقه‌های آفت زده، چون

قرار گرفته است (Chernov 1976, Holmes & Peterson 1964, Weiss & Morrill, Mcneal & Berg 1979, Morrill et al. 1992, Sherman et al. 2010, Beres et al. 2009). تناوب زراعی و استفاده از ارقام مقاوم به ترتیب موجب کاهش ۱۴ و ۱۰ درصدی جمعیت لارو زنبور ساقه خوار غلات گشته و از کاهش عملکرد جلوگیری می‌کند (Banita et al., 1992). همچنین مقدار سفتی و پر بودن داخل ساقه، میزان مقاومت گندم به زنبور ساقه‌خوار را تعیین می‌کند (Morrill et al., 1992, Holmes & Peterson 1964, Mcneal & Berg 1979). این تحقیق با هدف ارزیابی چند رقم رایج و لاین‌های امیدبخش گندم و یک رقم جو (صحرا) نسبت به خسارت زنبور ساقه خوار غلات اجرا شد.



شکل ۱- زنبور ساقه‌خوار غلات بر روی گل علف‌های هرز حاشیه مزرعه گندم (فریم نیمه اردیبهشت ۱۳۹۴).

Fig. 1. *Cephus pygmaeus* on weed flowers on the border of wheat field (Farim-early May 2015).



شکل ۲- علائم خسارت (a & b) و محل استقرار لارو زمستانگذران زنبور ساقه خوار غلات در قسمت طوقه (c و d) و لارو (e).

Fig. 2. Cereal stem sawfly damage symptoms (a & b), location of overwintering larva inside wheat crown (c & d) and larva (e).

تجزیه و تحلیل داده‌های سال دوم نشان داد که تیمارهای مختلف در رابطه با تعداد ساقه‌های آفت‌زده، قطر ساقه سالم و آفت‌زده و درصد ساقه‌های آفت‌زده اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول ۴). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تعداد ساقه آفت‌زده در لاین‌ها و ارقام گندم فاقد اختلاف معنی‌دار بود ولی تیمار جو، با کم‌ترین تعداد ساقه آفت‌زده، با تیمارهای دیگر اختلاف معنی‌دار داشته و در گروه جداگانه‌ای قرار گرفت. رقم جو کم‌ترین قطر ساقه آفت‌زده را داشت ولی با لاین گندم N91-14 اختلاف معنی‌داری نداشت و در بین ارقام و لاین‌های دیگر گندم اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. قطر ساقه سالم در تیمارهای گندم فاقد اختلاف معنی‌دار بود و تیمار جو با کم‌ترین قطر ساقه سالم فقط با لاین گندم N91-14 اختلاف معنی‌دار نداشت. تیمار جو، با داشتن کم‌ترین وزن بذر در یک مترمربع، با تیمارهای گندم اختلاف معنی‌داری داشت. در بین تیمارهای گندم، لاین N91-9 با کم‌ترین وزن بذر در یک مترمربع فاقد اختلاف معنی‌دار با تیمار جو بود. درصد ساقه آفت‌زده در لاین‌ها و ارقام گندم فاقد اختلاف معنی‌دار بوده و هر ۶ تیمار در گروه a قرار گرفتند ولی تیمار جو به‌طور قابل ملاحظه‌ای آلودگی کم‌تری داشته و در گروه جداگانه b قرار گرفت (جدول ۵).

از اهداف اصلی اجرای این تحقیق تعیین درصد خسارت زنبور ساقه‌خوار غلات روی دو رقم رایج و ۴ لاین امیدبخش گندم بود. نتایج این پروژه نشان داد که دو صفت اصلی مورد بررسی در این تحقیق (یعنی تعداد ساقه آفت‌زده و درصد ساقه آفت‌زده در تیمارهای مختلف گندم) فاقد اختلاف معنی‌دار بودند. در کنار تیمارهای گندم، یک رقم جو (صحرا) هم مورد ارزیابی قرار گرفت که میزان آلودگی جو به زنبور ساقه‌خوار غلات نسبت به ارقام و لاین‌های گندم به‌طور قابل ملاحظه و معنی‌داری کم‌تر بود.

در سال اول تراکم آفت در منطقه خیلی پایین بود و حداکثر میانگین درصد آفت‌زدگی تیمارهای گندم به زنبور ساقه‌خوار غلات در لاین 17 - N91 به میزان ۱/۹۵ بود. در این سال میانگین آلودگی روی جو ۰/۱۹ درصد بود.

درصد داده‌ها کم‌تر از ۲۰ بود، از $\sqrt{x+0.5}$ Arcsinus برای یکنواخت کردن داده‌ها استفاده شد. در پایان داده‌ها به کمک نرم افزار MSTAT-C تجزیه و مقایسه میانگین متغیرهای مورد بررسی با استفاده از آزمون توکی صورت گرفت.

نتیجه و بحث

تجزیه مرکب میانگین صفات مورد مطالعه در ارقام و لاین‌های مختلف گندم و یک رقم جو در طی دو سال نمونه برداری در جدول ۱ نشان داده شده است. در این تجزیه مرکب، بجز وزن بذر در یک متر مربع که کلاً معنی‌دار نبود، اثر سال در بقیه صفات مورد مطالعه معنی‌دار بود. بنابر این داده‌های هر سال به‌صورت جداگانه تجزیه واریانس شد و میانگین‌ها مقایسه گردیدند.

الف. سال اول

درصد ساقه‌های آلوده به لارو زنبور ساقه خوار غلات در ارقام و لاین‌های مختلف گندم بین ۰/۹ تا ۳ و در رقم جو صحرا کم‌تر از ۰/۲۵ بود که نشان‌دهنده میزان پایین خسارت زنبور روی تیمارهای مورد آزمایش به‌ویژه روی جو بود (شکل ۳). تجزیه داده‌های سال اول نشان داد که تیمارهای مختلف در رابطه با تعداد و درصد ساقه‌های آفت‌زده، قطر ساقه سالم و آفت‌زده و وزن صددانه ساقه‌های سالم و آفت‌زده اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تعداد ساقه آفت‌زده، قطر ساقه آفت‌زده، وزن صددانه ساقه‌های آفت‌زده و سالم و درصد ساقه آفت‌زده در ارقام و لاین‌های مختلف گندم فاقد اختلاف معنی‌دار بوده و همگی در یک گروه قرار گرفتند ولی با تیمار جو اختلاف معنی‌دار داشتند. تیمار جو دارای کم‌ترین درصد ساقه آفت‌زده بود (جدول ۳).

الف. سال دوم

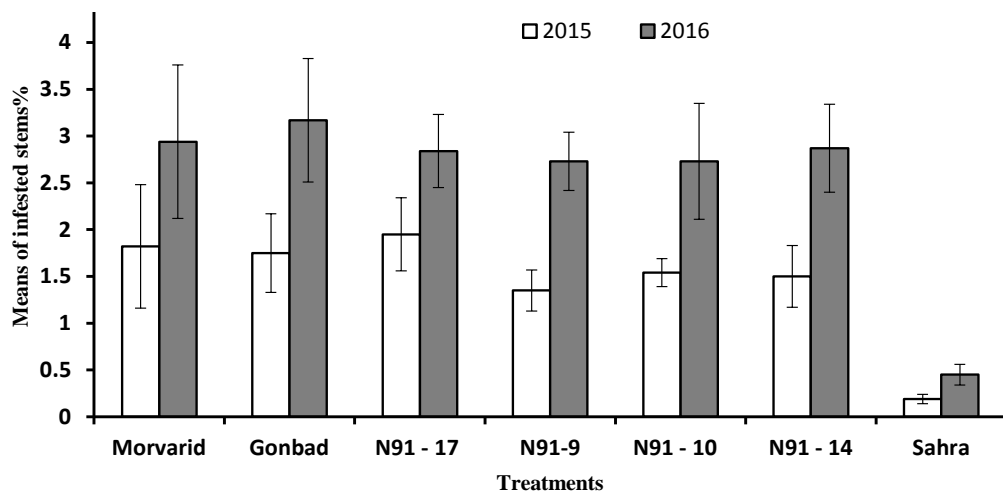
در سال دوم اجرای این پروژه، درصد ساقه‌های آلوده به لارو زنبور ساقه‌خوار غلات در ارقام و لاین‌های مختلف گندم بین ۲ تا ۴/۵۷ و در رقم جو کم‌تر از ۰/۵۹ بود (شکل ۳).

در سال دوم میزان آفت‌زدگی نسبت به سال قبل قدری افزایش یافت و حداکثر میانگین درصد آفت‌زدگی در گندم رقم گنبد به میزان ۳/۱۷ بود. در این سال میانگین آلودگی روی جو هم قدری افزایش یافت و به نیم درصد رسید. در تحقیقی در استان کردستان، حداکثر آلودگی ارقام گندم دیم ارسالی از ایکاردا به زنبور ساقه خوار حدود ۱/۴۳ درصد گزارش گردیده است (Khanizad 2002).

نتایج آنالیز داده‌های هر دو سال نشان داد که از نظر میزان آلودگی به زنبور ساقه خوار غلات، اختلاف بین ارقام و لاین‌های مختلف گندم معنی‌دار نبود ولی رقم جو به صورت معنی‌داری نسبت به تیمارهای گندم آلودگی کم‌تری داشت. گرچه از نظر درصد ساقه‌های آفت‌زده، اختلاف بین تیمارهای گندم معنی‌دار نبود ولی گندم رقم گنبد با ۳/۱۷ درصد دارای بیش‌ترین و لاین‌های N91-10 و N91-9 با ۲/۳۳ درصد کم‌ترین میزان آلودگی به لارو آفت داشتند. خانیزاد و همکاران (۲۰۱۳)، مقاومت ۱۶ رقم و لاین امیدبخش گندم دیم را نسبت به این آفت در کردستان مورد بررسی قرار دادند که بیشترین و کمترین میزان آلودگی به ترتیب برای رقم شاهی

در سال دوم میزان آفت‌زدگی نسبت به سال قبل قدری افزایش یافت و حداکثر میانگین درصد آفت‌زدگی در گندم رقم گنبد به میزان ۳/۱۷ بود. در این سال میانگین آلودگی روی جو هم قدری افزایش یافت و به نیم درصد رسید. در تحقیقی در استان کردستان، حداکثر آلودگی ارقام گندم دیم ارسالی از ایکاردا به زنبور ساقه خوار حدود ۱/۴۳ درصد گزارش گردیده است (Khanizad 2002).

نتایج آنالیز داده‌های هر دو سال نشان داد که از نظر میزان آلودگی به زنبور ساقه خوار غلات، اختلاف بین ارقام و لاین‌های مختلف گندم معنی‌دار نبود ولی رقم جو به صورت معنی‌داری نسبت به تیمارهای گندم آلودگی کم‌تری داشت. گرچه از نظر درصد ساقه‌های آفت‌زده، اختلاف بین تیمارهای گندم معنی‌دار نبود ولی گندم رقم گنبد با ۳/۱۷ درصد دارای بیش‌ترین و لاین‌های N91-10 و N91-9 با ۲/۳۳ درصد کم‌ترین میزان آلودگی به لارو آفت داشتند. خانیزاد و همکاران (۲۰۱۳)، مقاومت ۱۶ رقم و لاین امیدبخش گندم دیم را نسبت به این آفت در کردستان مورد بررسی قرار دادند که بیشترین و کمترین میزان آلودگی به ترتیب برای رقم شاهی



شکل ۳- میانگین \pm SE درصد ساقه‌های آفت‌زده در تیمارهای مختلف در سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵.

Fig. 3. Means (\pm SE) of infested stems (%) in different treatments in 2015 and 2016.

دارای ساقه توخالی وجود دارد. پر بودن ساقه در میان گره‌ها مانع تونل زنی لاروها به سمت پایین و طوقه گندم در زمان رسیدن گیاه و رشد لاروها می‌گردد (Morrill et al., 1992). در ارقام مقاوم، میان گره‌های ساقه‌ها توپر و سفت بوده ولی در ارقام حساس داخل ساقه‌ها خالی است. مرگ و میر لارو زنبور به‌طور معنی‌داری در قسمت‌های سخت ساقه ارقام مقاوم رخ می‌دهد و در قسمت‌های توخالی ساقه ارقام مقاوم میزان بقا لاروهای آفت همانند ارقام حساس می‌باشد (Holmes & Peterson 1964). علاوه بر میزان سختی ساقه گندم، تراکم بوته در واحد سطح نیز میزان آلودگی به زنبور ساقه‌خوار را تحت تأثیر قرار می‌دهد. به‌نظر می‌رسد هرچه تراکم بوته‌ها بیشتر و فاصله بین ردیف‌ها کمتر باشد، خسارت زنبور ساقه‌خوار کم‌تر خواهد شد (Beres et al., 2009). البته در بررسی خانیزاد و همکاران (۲۰۱۳)، شاخص‌هایی از قبیل تعداد ساقه در بوته، تعداد گره در ساقه، سختی یا تردی، خالی یا توپر بودن و صاف یا زیر بودن ساقه‌های ۱۶ رقم و لاین گندم در ممانعت از حمله زنبور ساقه خوار معنی‌دار نبود (Khanizad et al. 2013).

با توجه به میزان کم‌تر آلودگی جو به لارو زنبور در مقایسه با ارقام و لاین‌های گندم، به‌نظر می‌رسد در مدیریت کنترل این آفت، علاوه بر شخم پس از برداشت محصول و رعایت تناوب زراعی با گیاهان غیرمیزبان، کشت جو رقم صحرا به‌جای گندم در مناطق آلوده استان مازندران قابل توصیه باشد.

سپاسگزاری

این مقاله بخشی از نتایج پروژه‌ی تحقیقاتی به شماره‌ی ۹۳۱۴۸-۱۶-۶۰-۴ سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی می‌باشد. از حمایت‌های مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، موسسه‌ی تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور و سازمان جهاد کشاورزی استان مازندران قدردانی می‌گردد.

ارقام گندم امید، روشن، قدس، آزادی و جو رقم والفجر به‌ترتیب ۱۵/۱۲، ۱۱/۳۴، ۱۰/۸۶، ۹/۲۴ و ۸/۳۲ بود یعنی گرچه جو رقم والفجر فقط نسبت به گندم رقم آزادی درصد آلودگی بیش‌تری داشت ولی کم‌ترین کاهش وزن دانه را نسبت به کل ارقام گندم مورد آزمایش داشت. شاید یکی از دلایل بروز میزان کم‌تر کاهش وزن دانه در تیمار جو (نسبت به تیمارهای گندم) به‌خاطر زودرسی جو نسبت به گندم باشد. در رابطه با قطر ساقه آفت زده، رقم جو دارای قطر ساقه کم‌تری نسبت به تیمارهای گندم بود. این آفت ساقه‌های با قطر بیشتر را برای تغذیه ترجیح می‌دهد (Khanizad et al. 2013). براساس نتایج سال دوم، قطر ساقه‌های آفت‌زده‌ی ارقام و لاین‌های گندم بیش‌تر از قطر ساقه‌های سالم همان تیمارها بود ولی این اختلاف معنی‌دار نبود ($t=2.1503$, $df=5$, $p>0.4206$). علیرغم این‌که قطر ساقه‌ی آفت زده لاین N91-14 با رقم گنبد و لاین N91-17 اختلاف معنی‌داری داشت، ولی وزن صد دانه‌ی آفت زده و درصد ساقه‌های آفت زده‌ی ارقام و لاین گندم فاقد اختلاف معنی‌داری بودند. البته از آنجائی‌که زنبور ماده در داخل ساقه گندم و جو تخم‌ریزی می‌کند، مقدار سفتی و پر بودن داخل ساقه به ویژه در میان گره‌ها اهمیتی بیش‌تر از قطر ساقه خواهد داشت (Weiss & Morrill 1992, 1979). در این تحقیق، به‌صورت صحرائی، لاروهایی که به‌طور کامل رشد کرده و با موفقیت به ناحیه‌ی طوقه برای زمستان‌گذرانی رسیده بودند مورد ارزیابی و شمارش قرار گرفتند. بنا براین این احتمال وجود دارد که در هنگام تخم‌ریزی و انتخاب میزبان توسط زنبور ماده، بین تیمارهای گندم اختلاف وجود داشته ولی برخی لاروهای جوان نتوانستند مراحل رشد و نمو را طی کرده و به‌منطقه طوقه برسند. اثبات چنین موردی به بررسی‌های دقیق گلخانه‌ای و آزمایشگاهی نیاز دارد. در این پروژه سفتی و پر بودن ساقه گندم مورد بررسی قرار نگرفت ولی موریل و همکاران (۱۹۹۲)، معتقدند که به‌طور معنی‌داری تعداد کم‌تری لارو در لاین‌های گندم دارای ساقه سفت نسبت به لاین‌های

جدول ۱- تجزیه مرکب میانگین صفات مورد مطالعه در ارقام و لاین های مختلف گندم و یک رقم جو در طی دو سال اجرای پروژه.

Table 1. Combined analysis of means of studied characteristics in wheat cultivars & lines and a barley cultivar during 2015-2016.

| Source of variation | percentage of infested stem | | grain weight of 1 m ² (g) | | 100 kernel weights of healthy plants (g) | | 100 kernel weights of infested plants (g) | | Diameter of intact stem (mm) | | Diameter of infested stem (mm) | | No. intact stems | | No. infested stems | | d.f. |
|---------------------|-----------------------------|-------|--------------------------------------|-------|--|-------|---|-------|------------------------------|-------|--------------------------------|------|--------------------|--------|----------------------|-------|------|
| | F | MS | F | MS | F | MS | F | MS | F | MS | F | MS | F | MS | F | MS | |
| Year | 0.69 ^{ns} | 0.173 | 0.073 ^{ns} | 0.09 | 107.14 ^{**} | 0.1 | 626.6 ^{**} | 0.9 | 324.65 ^{**} | 0.65 | 2.17 ^{ns} | 0.02 | 15.96* | 113.41 | 332.14 ^{**} | 18.46 | 1 |
| Error A | | 0.25 | | 1.24 | | 0.001 | | 0.001 | | 0.002 | | 0.01 | | 7.10 | | 0.056 | 4 |
| Treatment | 5.55 ^{**} | 0.21 | 1.61 ^{ns} | 6.23 | 7.13 ^{**} | 0.014 | 55.46 ^{**} | 0.24 | 11.03 ^{**} | 0.03 | 72.28 ^{**} | 0.68 | 1.29 ^{ns} | 3.66 | 6.46 ^{**} | 3.36 | 6 |
| Treatment × Year | 8.75 ^{**} | 0.33 | 1.08 ^{ns} | 4.19 | 2.90* | 0.006 | 87.43 ^{**} | 0.038 | 1.8 ^{ns} | 0.004 | 44.08 ^{**} | 0.41 | 1.15 ^{ns} | 3.27 | 0.14 ^{ns} | 0.07 | 6 |
| Error B | | 0.038 | | 3.87 | | 0.002 | | 0.004 | | 0.002 | | 0.01 | | 2.843 | | 0.52 | 24 |
| C.V | | 11.40 | | 10.67 | | 2.13 | | 3.50 | | 2.42 | | 5.09 | | 8.26 | | 25.11 | |

Significant differences at 0.05 level : * Significant differences at 0.01 level : ** Ns: No significant differences

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در سال اول.

Table 2. Analysis of means of studied characteristics in the first year.

| Source of variation | percentage of infested stem | | 100 kernel weights of healthy plants (g) | | 100 kernel weights of infested plants (g) | | Diameter of intact stem (mm) | | Diameter of infested stem (mm) | | No. intact stems | | No. infested stems | | d.f. |
|---------------------|-----------------------------|-------|--|-------|---|-------|------------------------------|-------|--------------------------------|-------|---------------------|-------|--------------------|-------|------|
| | F | MS | F | MS | F | MS | F | MS | F | MS | F | MS | F | MS | |
| Replication | 204.8 ^{**} | 0.493 | 1.31 ^{ns} | 0.002 | 0.36 ^{ns} | 0.001 | 0.005 ^{ns} | 0.00 | 0.89 ^{ns} | 0.015 | 0.158 ^{ns} | 0.542 | 0.03 ^{ns} | 0.01 | 2 |
| Treatment | 9.84 ^{**} | 0.024 | 6.83 ^{**} | 0.009 | 166.67 ^{**} | 0.607 | 6.28 ^{**} | 0.020 | 65.39 ^{**} | 1.064 | 0.936 ^{ns} | 3.21 | 3.97* | 1.35 | 6 |
| Error | | 0.002 | | 0.001 | | 0.004 | | 0.003 | | 0.016 | | 3.43 | | 0.34 | 12 |
| C.V. | | 2.98 | | 1.76 | | 3.49 | | 2.66 | | 6.8 | | 9.86 | | 26.39 | |

^{ns}: No significant differences ** : Significant differences at 0.01 level * : Significant differences at 0.05 level

جدول ۳- مقایسه میانگین \pm SE صفات مورد مطالعه در تیمارهای مختلف بر اساس آزمون توکی در سال اول.

Table 3. Means (\pm) comparison of studied characteristics in different treatments based on Tukey Test in the first year.

| Treatment | percentage of infested stem | 100 kernel weights of healthy plants (g) | 100 kernel weights of infested plants (g) | Diameter of intact stem (mm) | Diameter of infested stem (mm) | No. intact stems | No. infested stems |
|-----------|-----------------------------|--|---|------------------------------|--------------------------------|------------------|--------------------|
| Morvarid | 1.82±0.66a | 3.5±0.1b | 3.3±0.2a | 4.2±0.1ab | 3.9±0a | 350.3±63.8a | 7±3.21a* |
| Gonbad | 1.75±0.42a | 3.4±0.1b | 3.1±0.2a | 4.1±0.1ab | 3.9±0.1a | 309.0±13.0a | 5.3±1.2a |
| N91-17 | 1.95±0.39a | 3.47±0.1b | 2.97±0.1a | 4.5±0.2a | 4.3±0.2a | 315.7±38.3a | 6.3±1.9a |
| N91-9 | 1.35±0.22a | 3.5±0.04b | 2.94±0.2a | 4.5±0.1a | 4±0.03a | 349.7±15.2a | 4.7±0.67a |
| N91-10 | 1.54±0.15a | 3.5±0.08b | 3±0.1a | 4.1±0.1ab | 3.9±0.2a | 371.0±22.9a | 5.7±0.33a |
| N91-14 | 1.5±0.33a | 3.35±0.02b | 3.1±0.1a | 3.6±0.2b | 3.6±0.03a | 369.3±31.3a | 5.7±1.67a |
| Sahra | 0.19±0.05b | 4.02±0.12a | 3.53±0.15b | 3.68±0.08b | 3.43±0.03b | 425±33.56a | 1±0.58b |

* اعداد هر ستون که حداقل یک حرف مشترک دارند، فاقد تفاوت معنی دار می‌باشند ($\alpha=0.05$)، از آزمون توکی برای تفکیک میانگین ها استفاده شده است.

*In each column, means with same letter do not differ at $\alpha=0.05$, The Tukey Test was used to separate the means.

جدول ۴- تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در سال دوم.

Table 4. Analysis of means of studied characteristics in the second year.

| Source of variation | percentage of infested stem | | 100 kernel weights of healthy plants (g) | | 100 kernel weights of infested plants (g) | | Diameter of intact stem (mm) | | Diameter of infested stem (mm) | | No. intact stems | | No. infested stems | | df |
|---------------------|-----------------------------|-------|--|-------|---|-------|------------------------------|-------|--------------------------------|-------|--------------------|--------|---------------------|------|----|
| | F | MS | F | MS | F | MS | F | MS | F | MS | F | MS | F | MS | |
| Replication | 0.061 ^{ns} | 0.005 | 0.116 ^{ns} | 0.00 | 0.31 ^{ns} | 0.002 | 2.58 ^{ns} | 0.004 | 1.97 ^{ns} | 0.005 | 6.05 ^{ns} | 13.668 | 0.143 ^{ns} | 0.10 | 2 |
| Treatment | 0.067** | 0.521 | 4.146 ^{ns} | 0.011 | 1.93 ^{ns} | 0.01 | 6.69** | 0.01 | 9.32** | 0.022 | 1.65 ^{ns} | 3.720 | 2.97* | 2.08 | 6 |
| Error | | 0.074 | | 0.003 | | 0.005 | | 0.002 | | 0.002 | | 2.258 | | 0.70 | 12 |
| C.V. | 15.29 | | 2.42 | | 3.48 | | 2.08 | | 2.55 | | 6.81 | | 23.67 | | |

^{ns}: No significant differences

** : Significant differences at 0.01 level

* : Significant differences at 0.05 level

جدول ۵- مقایسه میانگین \pm صفات مورد مطالعه در تیمارهای مختلف گندم بر اساس آزمون چند دامنه‌ای توکی در سال دوم.Table 3. Means (\pm) comparison of studied characteristics in different treatments based on Tukey Test in the second year.

| Treatment | percentage of infested stem | 100 kernel weights of healthy plants (g) | 100 kernel weights of infested plants (g) | Diameter of intact stem (mm) | Diameter of infested stem (mm) | No. intact stems | No. infested stems |
|-----------|-----------------------------|--|---|------------------------------|--------------------------------|-------------------|--------------------|
| Morvarid | 2.94 \pm 0.82a | 3.7 \pm 0.1ab | 3.5 \pm 0.05b | 3.2 \pm 0.03a | 3.3 \pm 0.1ab | 505.7 \pm 36.4a | 15.3 \pm 4.37a |
| Gonbad | 3.17 \pm 0.66a | 4.17 \pm 0.16ab | 3.4 \pm 0.2b | 3.2 \pm 0.15a | 3.5 \pm 0.2a | 456.7 \pm 63.6a | 14.7 \pm 2.96a |
| N91-17 | 2.84 \pm 0.39a | 3.87 \pm 0.02ab | 3.4 \pm 0.2b | 3.2 \pm 0.06a | 3.5 \pm 0.1a | 549.7 \pm 46.4a | 16 \pm 2.52a |
| N91-9 | 2.73 \pm 0.31a | 3.6 \pm 0.1b | 3.5 \pm 0.07b | 3.2 \pm 0.2a | 3.3 \pm 0.2ab | 399.7 \pm 14.4a | 11 \pm 4.04a |
| N91-10 | 2.73 \pm 0.62a | 3.9 \pm 0.08ab | 3.7 \pm 0.14ab | 3.1 \pm 0.03a | 3.3 \pm 0.1ab | 499.0 \pm 82.6a | 15.7 \pm 3.53a |
| N91-14 | 2.87 \pm 0.47a | 4.07 \pm 0.16ab | 3.6 \pm 0.22ab | 3 \pm 0.06ab | 2.9 \pm 0.3bc | 518.7 \pm 45.8a | 15.7 \pm 3.84a |
| Sahra | 0.45 \pm 0.11b | 4.31 \pm 0.09a | 4.08 \pm 0.1a | 2.63 \pm 0.03b | 2.6 \pm 0.1c | 501 \pm 35.28a | 2.67 \pm 0.88b |

* اعداد هر ستون که حداقل یک حرف مشترک دارند، فاقد تفاوت معنی دار می‌باشند ($\alpha=0.05$)، از آزمون توکی برای تفکیک میانگین‌ها استفاده شده است.*In each column, means with same letter do not differ at $\alpha=0.05$, The Tukey Test was used to separate the means.

References

- BANITA, E., POPOV, C., LUCA, E., COJOCARU, D., PAUNESCU, G., Vilau, G.F. 1992. Elements of integrated control of wheat stem sawflies (*Cephus pygmaeus* Latr. and *Trachelus tabidus* L.). Probleme de Protectia Plantelor, 20(3): 169-185.
- BERES, B.L., CARCAMO, H.A. and BREMER, E. 2009. Evaluation of alternative planting strategies to reduce wheat stem sawfly (Hymenoptera: Cephidae) damage to spring wheat in the northern great plains. Journal of Economic Entomology, 102(6):2137-2145.
- CHERNOV, V.E. 1976. Ways of reducing the harmfulness of grain sawflies. Zashchita Rastenii, No. 10:11.
- DAVACHI, A. 1954. Insect Pests of Iran, Orthoptera and other Cereal Insect Pests. Tehran University Publication, Number 211, 252 pp. (in Persian).
- GHADIRI, V. 1993. Determination of infestation rate and damage caused by cereal stem sawfly in different lines of wheat and barley at Karaj region. Journal of Entomological Society of Iran. 12-13: 26-33. (in Persian with English summary).
- GHADIRI, V. 1994. Investigation on biological characteristics of cereal stem sawfly. Journal of Entomological Society of Iran. 14: 23-27. (in Persian with English summary).

- GHADIRI, V. 1997. Comparison of infestation difference and damage caused by cereal stem sawfly on 6 wheat lines. *Applied Entomology and Phytopathology*. 1-2: 41-47. (in Persian with English summary).
- HOLMES, N.D. and PETERSON, L.K. 1964. Resistance to the wheat stem sawfly, *Cephus cinctus* Nort. *The Canadian Entomologist*, 96:120-120.
- KHANIZAD, A. 2002. Investigation on the infestation rate of dry wheat cultivars (from ICARDA) to *Cephus pygmaeus* (Hym.: Cephidae). Final Report of Kordestan Plant Protection Department, 81.519, 11pp. (in Persian).
- KHANIZAD, A., VISANI, V. and AHMADI, H. 2013. Resistance of some wheat cultivars and advanced lines to *Cephus pygmaeus* (Hym.: Cephidae). *Journal of Plant Protection*, 27(3): 301-307. (in Persian with English summary).
- MCNEAL, F.H. and BERG M.A. 1979. Stem solidness and its relationship to grain yield in 17 spring wheat crosses. *Euphytica*, 28(1):89-91.
- MORRILL, W.L., GABOR, J.W., HOCKETT, E.A., KUSHNAK, G.D. 1992. Wheat stem sawfly (Hymenoptera: Cephidae) resistance in winter wheat. *Journal of Economic Entomology*, 85(5): 2008-2011.
- RAJABI, GH. and BEHROZIN, M. 2003. Pests and Diseases of Wheat fields in Iran. Nahr-e Amozesh-e Keshavarzi Press. 186 PP. (in Persian).
- SAHRAGARD, A. 1979. Investigation on the Biology of cereal stem sawfly. MSc Thesis. Tehran University. 67 PP. (in Persian).
- SHERMAN, J.D., WEAVER, D.K., HOFLAND, M.L., SING, S.E., BUTELER, M., LANNING, S.P., NARUOKA, Y., CRUTCHER, F., BLAKE, N.K., MARTIN, J.M., LAMB, P.F. CARLSON, G.R. and TALBERT, L.E. 2010. Identification of novel QTL for sawfly resistance in wheat. *Crop Science*. Vol. 50: 73-86.
- TANSKII, V.I. and DORMIDONTOVA, G.N. 1987. Biological features of the harmfulness of the wheat stem borer *Cephus pygmaeus* L. (Hymenoptera, Cephidae). *Entomologicheskoe Obozrenie* 66(4): 715-726.
- WEISS, M.J. and MORRILL, W.L. 1992. Wheat stem sawfly (Hymenoptera: Cephidae) revisited. *American Entomologist*. Winter: 241-245.
- ZANDI SOHANI, N. and ZAREI SARCHOOGHA, R. 2017. Population dynamics of *Cephus pygmaeus* (Hym.: Cephidae) in wheat fields in SarPol-e Zahab region, Kermanshah Province. 1st International and 5th National Conference on Organic vs. Conventional Agriculture, August 16-17. University of Mohaghegh Ardabili, 1-5. (in Persian with English summary).