پژوهش‌های کاربردی در گیاه‌پزشکی ۱۰ (۱): ۱۷-۲۷ (۱۴۰۰)

DOI: 10.22034/ARPP.2021.12464

ارزیابی واکنش سه هیبرید ذرت به تغذیه ساقه‌خوار اروپایی ذرت *Ostrinia nubilalis* در تاریخ کاشت‌های مختلف در منطقه مغان

دریافت: ۹۸/۹/۲۴ بازنگری: ۹۹/۲/۱۵ پذیرش: ۹۹/۹/۲۳

لاله ابراهیمی[۱]✉، محمدرضا شیری[۲]، علی بدلی[۳]

[۱]بخش تحقیقات کنترل بیولوژیک موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران. [۲]مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران. [۳]بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل، مغان، ایران. ✉ebrahimi.laleh@gmail.com

چکیده

این بررسی به منظور مطالعه تاثیر سمپاشی و تاریخ کاشت بر شدت آلودگی و خسارت ساقه‌خوار اروپایی ذرت روی سه هیبرید ذرت انجام گرفت. بدین منظور دو آزمایش جدا (سمپاشی و عدم سمپاشی بر علیه ساقه خوار اروپایی ذرت) در قالب آزمایش فاکتوریل با دو عامل تاریخ کاشت (شامل پنجم اردیبهشت، ۲۰ اردیبهشت و چهارم خرداد ماه) و رقم (شامل هیبریدهای SC705، SC704 و SC706) بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار به مدت دو سال در منطقه مغان اجرا شد. نتایج نشان داد عملکرد دانه هیبریدهای مورد مطالعه در شرایط سمپاشی شده با ۱۳/۲۸ تن در هکتار به طور معنی‌داری بیش از شرایط سمپاشی نشده با ۱۱/۴۵ تن در هکتار بود. این نشان می‌دهد که عدم انجام سمپاشی علیه این آفت موجب کاهش عملکرد دانه به میزان ۱۸۳۰ کیلوگرم در هکتار (۱۳/۸۰ درصد) گردید. نتایج همچنین نشان داد در هر دو شرایط سمپاشی شده و سمپاشی نشده، تاریخ کاشت چهارم خرداد به ترتیب با ۱۴/۵۷ و ۱۲/۹۸ تن در هکتار بالاترین عملکرد دانه را دارا بود. در شرایط سمپاشی نشده هیبرید SC706 با ۱۲/۱۹ تن در هکتار بطور معنی‌داری عملکرد دانه بالاتری نسبت به دو هیبرید SC704 و SC705 به ترتیب با ۱۱/۳۸ و ۱۰/۷۸ تن در هکتار داشت. هیبرید SC706 بر اساس میانگین دو ساله پایین‌ترین تعداد سوراخ در ساقه، طول دالان در بوته، درصد بوته های آلوده به آفت و درصد ساقه شکسته شده در اثر خسارت آفت را نیز داشت. بنابراین، هیبرید SC706، هیبریدی پر محصول و نسبتا متحمل به ساقه‌خوار ذرت می‌باشد.

کلمات کلیدی: روش خسارت، تحمل، عملکرد دانه، عدم سمپاشی، شکستگی بوته

Evaluation of the response of three maize hybrids against European corn borer *Ostrinia nubilalis* in different sowing dates in the Moghan region

Received: 15 Dec 2019 Revised: 4 May 2020 Accepted: 13 Dec 2020

Laleh Ebrahimi[1]✉, Mohammad Reza Shiri[2], Ali Badali[3]

[1]Department of BioControl Research, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran. [2]Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research Education and Extension, Organization (AREEO), Karaj, Iran. [3]Department of Horticultural Crops Research, Ardabil Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Moghan, Iran. ✉ ebrahimi.laleh@gmail.com

Abstract

This research was carried out to evaluate the effect of insecticide applications and sowing date on the severity of infestation and damage of European corn borrer (ECB) on three maize hybrids. Two separate experiments (with and without insecticide application against ECB) were conducted as a factorial experiment with two factors including sowing date at three levels (25th April, 10th May and 25th May) and hybrids at three levels (SC704, SC705- and SC706) based on randomized complete block design with four replications. The experiments were conducted for two years in Moghan region, Iran. The results showed that the yield of the studied hybrids under insecticide application conditions (13.28 t/ha) was significantly higher than that under no insecticide application conditions (11.45 t/ha). This shows that no insecticide application against this pest reduced grain yield by 1830 kg/ha (13.80%). The results also showed that 25th May sowing date had the highest grain yield with 14.57 and 12.98 t/ha in both insecticide application and no insecticide application conditions, respectively. In no insecticide application conditions, SC706 hybrid with 12.19 t/ha showed significantly higher grain yield than SC704 and SC705 hybrids with 11.38 and 10.78 t/ha, respectively. Based on the two-year average, the SC706 hybrid also had the lowest number of holes per stem, tunnel length per plant, percentage of plant infestation and percentage of stalk breakage due to the pest damage. Therefore, the SC706 hybrid is a productive hybrid that is relatively tolerant against ECB.

Keywords: Damage, Insecticide application, Grain yield, Stalk breakage,Tolerance

How to cite:

Ebrahimi E, Shiri MR, Badali A, 2021. Evaluation of the response of three maize hybrids against European corn borer, *Ostrinia nubilalis* in different Sowing dates in the Moghan region. *Journal of Applied Research in Plant Protection* 10 (1): 17–27.

مقدمه

گیاه ذرت با نام علمی *Zea mays* L. (Gramineae) با توجه به موارد مصرف زیاد، کیفیت و ارزش غذایی بالا و قدرت سازگاری با شرایط آب و هوایی مختلف (به‌خصوص با تولید هیبریدهای جدید) از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد. در حال حاضر ذرت دانه‌ای در بیش از ۱۹۷ میلیون هکتار از اراضی جهان کشت می‌شود که در ایران سطح زیر کشت ذرت دانه‌ای بیش از ۱۷۴ هزار هکتار است (FAO 2019). در ایران بالاترین سطح زیر کشت زراعت ذرت دانه‌ای به ترتیب در استان‌های خوزستان، کرمانشاه، فارس و جنوب کرمان بوده و منطقه مغان از این حیث در رتبه نهم قرار دارد، اما بیش از ۹۰ درصد بذر ذرت کشور در مغان تولید می‌شود و این منطقه، قطب اصلی تولید بذر ذرت کشور است (Oskouei *et al.* 2018).

یکی از موانع موجود افزایش تولید این محصول، وجود آفات و بیماری‌های گیاهی است که در این میان، ساقه‌خوار اروپائی ذرت *Ostrinia nubilalis* (Hübner) از مهم‌ترین آفات این گیاه در دنیا و ایران است و منجر به خسارت اقتصادی شدید به این محصول می‌گردد (Blandino *et al.* 2015; Scarpino *et al.* 2015; Franeta *et al.* 2018). ساقه‌خوار اروپائی ذرت علاوه بر خسارت مستقیم، باعث افزایش پوسیدگی بلال ناشی از قارچ فوزاریوم می‌گردد و عامل اصلی شیوع این قارچ روی بلال‌ها می‌باشد. خطرات زیستی شدید فومونیسین (Fumonisin) تولید شده توسط قارچ عامل پوسیدگی فوزاریومی برای انسان و دام-ها، اهمیت خسارت *O. nubilalis* را چند برابر می‌کند (Galić *et al.* 2019; Javanbakht-Avval *et al.* 2018; Mazzoni *et al.* 2011). محل تغذیه این آفت مسیر مناسبی برای ورود عوامل بیماری‌زا به خصوص قارچ فوزاریوم به گیاه محسوب می-شود و آلودگی به فومونیسین در گیاهانی که مورد تغذیه ساقه-خوار اروپایی ذرت قرار گرفته‌اند تا ۴۰ برابر بیشتر از بوته‌های سالم گزارش شده است (Blandino *et al.* 2015).

ساقه‌خوار اروپایی ذرت به عنوان مهم‌ترین آفت ذرت در منطقه‌ی مغان، همه ساله خسارت زیادی وارد می‌کند و به‌طور متوسط سالانه پنج نوبت سمپاشی توسط کشاورزان برای کنترل این آفت صورت می‌گیرد. این آفت در منطقه مغان دارای سه نسل کامل می‌باشد که نسل اول آفت عمدتا به گندم و نسل‌های دوم و سوم به ذرت خسارت می‌زنند (Sharifi Ziveh *et al.* 2018). یکی از روش‌های کنترل این آفت استفاده از ژنوتیپ‌های مقاوم و متحمل به آفات است (Lewis 2009; Franeta *et al.* 2018). ژنوتیپ‌های مختلف ذرت از نظر جذب افراد بالغ ساقه‌خوار اروپایی ذرت (برای تخم‌ریزی) و استحکام و سختی برگ‌ها و ساقه‌ها برای نفوذ و تغذیه این آفت متفاوت می‌باشند و ژنوتیپ‌های مقاوم، از نظر مقاومت آنتی‌بیوز با ژنوتیپ‌های حساس متفاوت هستند (Franeta *et al.* 2018). کشت ژنوتیپ‌های مقاوم باعث کاهش بسیاری از هزینه‌های تحمیلی به کشاورزان مانند هزینه‌های مصرف بیش از حد سموم،آلودگی محیط زیست و مسائل مربوط به باقیمانده‌ی سموم دربافت گیاهان زراعی با مصرف خوراکی می‌شود (De Bon *et al.* 2014). علاوه براین، تغییر تاریخ کاشت نیز یکی از روش‌های کنترل زراعی آفات محسوب می‌گردد که می‌تواند در کاهش میزان خسارت آفات موثر باشد و تاثیر تاریخ کاشت روی خسارت *O. nubilalis* در بررسی‌های مختلف به اثبات رسیده است (Lauer *et al.* 1999; Blandino *et al.* 2008; Soltani Orang *et al.* 2014).

برای کنترل ساقه‌خوار ذرت، حشره‌کش‌هایی مانند اسپینوساد (SC ۲۴٪)، پیریدالیل (EC ۵۰٪)، ایندوکساکارب (EC۱۵٪) و تیودیکارب (DF ۸۰٪) به کار برده شده‌اند (Azarmi *et al.* 2015).

علاوه بر این، تاریخ کاشت یکی از مهم‌ترین مولفه‌های عملی مدیریت تلفیقی برای تنظیم زمان وقوع مراحل فنولوژی گیاه می‌باشد. با تغییر در تاریخ کاشت ذرت، امکان تغییر سرعت رشد محصول و همزمانی آن را با آفت ها به ویژه *O. nubilalis* مسیر می‌گردد که این می تواند موجب تغییر خسارت بالقوه آفت و عملکرد دانه ذرت گردد (Cirilo & Andrade 1994; Bonelli *et al.* 2016). علاوه بر این، تغییر تاریخ کاشت ممکن است واکنش ژنوتیپ‌های مختلف در برابر حمله آفات را نیز تغییر دهد (Franeta *et al.* 2019).

این تحقیق به‌منظور مشخص نمودن سودمندی مدیریت زراعی (تاریخ کاشت و ارقام مقاوم) در جهت کاهش میزان استفاده از سموم حشره‌کش در کنترل ساقه‌خوار اروپایی ذرت انجام گرفت. بنابراین، سه هیبرید مختلف ذرت از نظر مقاوم یا متحمل بودن در برابر *O. nubilalis* در شرایط سمپاشی شده و سمپاشی نشده در تاریخ کاشت‌های مختلف مقایسه شدند.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در دو آزمایش جدا (یک آزمایش با انجام سمپاشی بر علیه *O. nubilalis* و آزمایش دیگر عدم انجام

سمپاشی بر علیه این آفت) در قالب آزمایش فاکتوریل با دو عامل تاریخ کاشت در سه سطح (پنجم اردیبهشت، ۲۰ اردیبهشت و چهارم خرداد ماه) و رقم در سه سطح (هیبریدهای SC705، SC704 و SC706) بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار به مدت دو سال زراعی متوالی ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل (مغان) انجام گرفت. این منطقه در شمالی‌ترین نقطه استان اردبیل بین ۳۹ درجه و ۴۱ دقیقه عرض شمالی و ۴۷ درجه و ۳۲ دقیقه طول شرقی و ارتفاع ۴۵ تا ۵۰ متر از سطح دریای آزاد واقع شده است. دشت مغان به علت شرایط توپوگرافی خاص، آب و هوای مغایر با سایر مناطق آذربایجان و حتی نواحی جنوبی آن دارد. بر اساس آمار آب و هوایی ایستگاه هواشناسی سینوپتیک پارس‌آباد، این منطقه بر اساس سیستم آمبرژه جزء اقلیم نیمه‌بیابانی خفیف بوده و دارای زمستان‌های ملایم و تابستان‌های گرم می‌باشد (Shiri *et al.* 2015; Shiri 2018).

هر آزمایش شامل ۹ ترکیب تیماری (سه تاریخ کاشت × سه هیبرید) بود. هر کرت آزمایشی شامل چهار ردیف پنج متری با فاصله بین ردیف‌های کشت ۷۵ سانتی‌متر و فاصله بین بوته‌ها در روی ردیف ۱۸ سانتی‌متربود.

در شرایط آزمایش سمپاشی‌نشده هیچگونه آفت‌کش در مزرعه استفاده نشد تا آلودگی طبیعی آفت درمزرعه به وجود آید. در آزمایش شرایط سمپاشی‌شده قطعه‌ی آزمایشی با سموم توصیه شده کارشناسان گیاه پزشکی با دز توصیه شده هر آفت کش سمپاشی شد. سایر عملیات داشت مطابق روش‌های رایج در منطقه انجام گرفت. در آزمایش سمپاشی‌شده از ایندوکساکارب (SC۱۵٪) به میزان ۲۵۰ میلی‌لیتر در هکتار، و پس از ۱۰ روز، هگزافلوموران (EC ۱۰٪) به علاوه آبامکتین (EC۱/۸٪) هر کدام به میزان ۵۰۰ میلی‌لیتر در هکتار علیه نسل اول آفت روی ذرت؛ ایندوکساکارب (SC۱۵٪) به میزان ۲۵۰ میلی‌لیتر در هکتار به علاوه آبامکتین (EC ۱/۸٪) به میزان ۵۰۰ میلی‌لیتر در هکتار، و پس از هفت روز، هگزافلوموران (EC۱۰٪) به میزان ۵۰۰ میلی‌لیتر در هکتار علیه نسل دوم آفت روی ذرت، استفاده شد.

به منظور مشخص نمودن تاثیر تاریخ کاشت و میزان مقاومت هیبریدها و همچنین برآورد میزان خسارت *O. nubilalis* صفات عملکرد دانه، درصد شکستگی ساقه، تعیین تعداد و طول دالان‌های عمودی و تعداد لارو در ساقه در شرایط بهینه اندازه‌گیری شدند. برای تعیین عملکرد دانه، بلال‌های دو خط وسط بعد از حذف بوته‌های حاشیه‌ای هر خط برداشت و با ترازوی حساس با دقت ۰/۰۱ گرم توزین گردید، سپس عملکرد بلال با درصد چوب بلال و رطوبت دانه ۱۴ درصد تصحیح شد و میزان عملکرد دانه در هکتار (تن در هکتار) مشخص گردید. درصد شکستگی بوته‌ها با شمارش تعداد بوته‌های سالم و شکسته در دو ردیف وسط هر کرت برآورد گردید درصد آلودگی بوته‌ها نیز با شمارش تعداد بوته‌های سالم و خسارت‌دیده از آفت در دو ردیف وسط هر کرت برآورد شد. برای تعیین طول و تعداد دالان‌های عمودی ایجاد شده در ساقه ذرت به وسیله آفت، ۱۰ بوته از هر کرت انتخاب و پس از کف‌بری بوته‌های ذرت با چاقو، یک برش طولی در ساقه ذرت ایجاد گردید و ضمن شمارش تعداد دالان‌ها، اندازه‌ی طول دالان‌های عمودی نیز اندازه‌گیری و ثبت شدند. علاوه‌براین، تعداد لاروهای موجود در درون ساقه ۱۰ بوته در هر کرت نیز به دقت شمارش گردید. همچنین به منظور شمارش تعداد سوراخ‌های موجود در ساقه، برگ‌های ۱۰ بوته ذرت در هر کرت کنده شد و تعداد سوراخ‌های ایجاد شده به وسیله لارو *O. nubilalis* در هر ساقه ذرت شمارش گردید. قبل از انجام تجزیه واریانس، فرضیات مورد نیاز برای تجزیه واریانس (نرمال بودن مشاهدات و توزیع اشتباه های آزمایشی، یکنواختی واریانس های درون تیماری و عدم وجود اثر متقابل بین تیمار و بلوک) بررسی گردید وبرهمین اساس برای دو صفت درصد بوته های آلوده به لارو و درصد شکستگی بوته در اثر تغذیه آفت تبدیل داده به صورت $\sqrt{x+0.5}$ انجام گرفت و پس از اطمینان از برآورد شدن فرضیات مورد نظر، اقدام به تجزیه واریانس مشاهدات آزمایش گردید. تجزیه واریانس مرکب ها با استفاده از Proc GLM نـرم افـزار SAS (۲۰۱۲) انجام گردید. آزمون F با استفاده از امید ریاضی میانگین مربعات با فرض تصادفی بودن سال و ثابت بودن تاریخ کاشت و ارقام انجام شد. میانگین‌های صفات مورد مطالعه با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج و بحث

تاثیر تاریخ کاشت بر عملکرد دانه هیبریدهای مورد مطالعه

نتایج تجزیه واریانس مرکب دو ساله در شرایط آزمایش سمپاشی شده و سمپاشی نشده برای صفت عملکرد دانه نشان

داد بین هیبریدها در شرایط آزمایش سمپاشی نشده برای تاریخ کاشت و اثر متقابل این دو در هر دو شرایط سمپاشی شده و سمپاشی نشده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (جدول ۱). با توجه به این که ارقام اصلاح شده جدید دارای عملکرد دانه نسبتا مشابه بوده و این ارقام در شرایط سمپاشی شده به دلیل پایین بودن شدت تنش آفت، امکان بروز حداکثر پتانسیل عملکرد دانه ی خود را داشتند، لذا اختلاف معنی‌داری بین هیبریدها از نظر عملکرد دانه در این شرایط مشاهده نگردید. در شرایط سمپاشی‌نشده به دلیل وجود تنش آفت، هیبریدها با توجه خصوصیات مرفولوژیک و فیزیولوژیک متفاوت واکنش‌های متفاوتی نشان دادند به طوری که این واکنش متفاوت منجر به اختلاف از نظر عملکرد دانه بین هیبریدها گردید. محققین دیگر از جمله Malvar *et al.* (2007)، Sharifi Ziveh *et al.* (2009) و Tavakkoli *et al.* (2013) نیز اختلاف معنی داری بین ژنوتیپ های ذرت از نظر مقاومت به خسارت *O. nubilalis* را گزارش کردند.

بر اساس تجزیه مرکب دو شرایط در دو سال اختلاف بین دو شرایط سمپاشی و سمپاشی نشده در سطح احتمال یک درصد (MS = 12.15, df = 1 , MSe = 1.15, dfe = 96) معنی دار بود (جدول ارایه نشده است). بر اساس میانگین دو ساله، میانگین عملکرد دانه هیبریدهای مورد مطالعه در شرایط سمپاشی شده و سمپاشی نشده به ترتیب برابر با ۱۳/۲۸ و۱۱/۴۵ تن در هکتار بود که این نشان می‌دهد *O. nubilalis* به میزان ۱۳/۸۰ درصد عملکرد دانه ذرت را کاهش داده است. به عبارت دیگر، انجام سم‌پاشی با کاهش جمعیت *O. nubilalis* باعث افزایش عملکرد دانه شده است. در آزمایش سمپاشی شده هر چند هیبریدهای SC704 و SC706 با عملکرد دانه ۱۳/۴۱ تن در هکتار عملکرد دانه نسبتا بالا ولی غیرمعنی‌دار نسبت به هیبرید SC705 با ۱۳/۰۳ تن در هکتار تولید نمودند، اما در آزمایش سمپاشی نشده هیبرید SC706 با عملکرد دانه ۱۲/۱۹ تن در هکتار، به طور معنی‌داری عملکرد دانه بالاتری نسبت به دو هیبرید SC704 و SC705 به ترتیب با ۱۱/۳۸ و ۱۰/۷۸ تن در هکتار داشت. میزان کاهش عملکرد دانه در هیبریدهای مورد مطالعه متفاوت بود، به‌طوری که در سال اول، سال دوم و میانگین دو سال، هیبرید SC706 به ترتیب با ۶/۹۲، ۱۱/۳۰ و ۹/۱۰ درصد حداقل کاهش عملکرد دانه و هیبرید SC705 به ترتیب با ۱۵/۳۴، ۱۹/۵۰ و ۱۷/۶۷ درصد حداکثر کاهش عملکرد دانه در اثر خسارت *O. nubilalis* متحمل شدند (جدول ۲). می‌توان نتیجه‌گیری نمود که هیبرید SC706 دارای خصوصیتی است که آن را قادر ساخته است بتواند تنش خسارت آفت را بهتر تحمل کند. Shiri *et al.* (2020) نیز نتیجه گرفتند علیرغم اینکه عدم سمپاشی بر علیه *O. nubilalis* موجب کاهش عملکرد می گردد، اما آنها با محاسبات اقتصادی نشان دادند استفاده از ارقام مقاوم یا متحمل ذرت در شرایط سمپاشی نشده باعث افزایش درآمد کشاورزان در واحد سطح در مقایسه با شرایط سمپاشی می گردد.

جدول ۱. تجزیه واریانس مرکب دو ساله (میانگین مربعات) عملکرد دانه در شرایط سمپاشی شده و سمپاشی نشده در منطقه مغان.

Table 1. Two-year combined analysis of variance (mean squres) of grain yield for insecticide application and no insecticide application conditions in The moghan region.

Source of variation	Df	No insecticide application	Insecticide application
Year	1	64.98**	50.93**
Year (Block)	6	0.54	0.70
Sowing Date (D)	2	97.14**	65.75**
Hybrid (H)	2	12.09**	1.14 n.s
H× D	4	7.48**	3.67**
D×Y	2	2.16 n.s	7.73**
H×Y	2	2.51 n.s	5.26**
H×D×Y	4	2.02 n.s	3.65**
Error	48	1.33	0.87
%CV		10.05	7.03

n.s, * and **represents non-significant and significant at 5 and 1% probablity level, respectively.

بر اساس میانگین دو ساله در شرایط سمپاشی شده و نشده تاریخ کاشت چهارم خرداد به ترتیب با عملکرد دانه ۱۴/۵۷ و ۱۲/۹۸ تن در هکتار بالاترین عملکرد دانه و تاریخ کاشت ۲۰ اردیبهشت و تاریخ کاشت پنجم اردیبهشت ماه به ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. بنابراین با مدیریت زمان کاشت امکان کاهش خسارت ساقه‌خوار وجود دارد که این نتیجه با نتایج محققین دیگر مطابقت دارد (Lauer *et al.* 1999; Blandino *et al.* 2008). براساس نتایج حاصل، تاریخ کاشت-های دیرهنگام ذرت با فرار از هجوم نسل دوم ساقه‌خوار عملکرد دانه بالاتری را تولید می‌نماید. البته این موضوع کاملا وابسته به شرایط اقلیمی منطقه می‌باشد. برای مثال، Blandino *et al.* (2008) دو تاریخ کاشت اوایل فروردین ماه و اوایل اردیبهشت ماه را از نظر خسارت *O. nubilalis* روی ذرت در شرایط اقلیمی ایتالیا بررسی نمودند و نتیجه گرفتند در تاریخ کشت اول نسبت به تاریخ کاشت دوم نسل اول این آفت خسارت کمتری ایجاد نمود. اما در شرایط مغان با توجه به این که این آفت برخلاف شرایط اروپا که دارای دو نسل می‌باشد، سه نسل کامل ایجاد می‌کند و نسل اول روی گندم فعال بوده، بنابراین، عملا خسارت نسل دوم و سوم روی ذرت معنی‌دار است و در منطقه مغان علیرغم سمپاشی‌های مکرر، این آفت به خوبی کنترل نمی‌شود (Tavakkoli Sharifi Ziveh *et al.* 2009; *et al.* 2013). با توجه به معنی‌دار شدن اثرمتقابل تاریخ کاشت در هیبرید بایستی بهترین ترکیب تیماری انتخاب شود. اما بادر نظر گرفتن این نکته که از نظر اجرایی امکان کاشت ذرت در یک منطقه وسیع دقیقا در یک تاریخ کاشت مشخص امکان-پذیر نیست و در هر صورت تاریخ کاشت‌ها کمی - تغییر پیدا می‌کند و همچنین غیر معنی‌دار بودن اختلاف عملکرد دانه هیبریدها در تاریخ کاشت سوم، کاشت هر سه هیبرید در این تاریخ کاشت منجر به عملکرد دانه قابل قبولی خواهد شد (جدول ۲)، با این حال، با توجه تغییرات کم عملکرد دانه در بین تاریخ کاشت ها و سال‌ها در هیبریدهای SC706 و SC704 کاشت یکی از این دو هیبرید توصیه می‌گردد.

تاثیر تاریخ کاشت بر میزان خسارت ساقه خوار ذرت روی هیبریدهای مورد مطالعه

نتایج تجزیه واریانس مرکب دو ساله نشان داد که در شرایط سمپاشی شده اثر تاریخ کاشت بر روی همه صفات به جز درصد آلودگی معنی‌دار بود (جدول ۳). در این شرایط اثر هیبرید برای دو صفت طول دالان در بوته وتعداد سوراخ در ساقه معنی‌دار ولی برای صفات درصد آلودگی بوته و درصد شکستگی بوته غیر معنی‌دار بود. اثر متقابل هیبرید در تاریخ کاشت نیز فقط در دو صفت درصد آلودگی بوته و درصد شکستگی بوته معنی‌دار گردید. در شرایط سمپاشی نشده اثر تاریخ کاشت روی همه صفات معنی‌دار بود.

همچنین در این شرایط اثر هیبرید روی دو صفت درصد آلودگی بوته و درصد شکستگی بوته معنی‌دار و اثر متقابل هیبرید در تاریخ کاشت نیز فقط برای دو صفت طول دالان در بوته و درصد شکستگی بوته معنی‌دار بود (جدول ۳). این نتایج نشان می‌دهد تاریخ کاشت نقش زیادی در میزان آلودگی به این آفت دارد.

در شرایط آزمایش سمپاشی نشده، تاریخ کاشت چهارم خرداد با ۳/۲۰ سوراخ در هر بوته کمترین و تاریخ کاشت پنجم اردیبهشت با ۶/۷۰ سوراخ در هر بوته بالاترین تعداد را داشتند و تاریخ کاشت ۱۵ اردیبهشت با ۵/۱۰ سوراخ در هر بوته در بین این دو تاریخ کاشت قرار گرفت (جدول ۴). از لحاظ طول دالان ایجاد شده در اثر تغذیه آفت نیز در تاریخ کاشت پنجم خرداد حداقل طول دالان (۸/۳۰ سانتی‌متر) و تاریخ کاشت پنجم اردیبهشت حداکثر این تعداد (۱۲/۸۱ سانتی‌متر) مشاهده گردید. این نتایج نشان می‌دهد که با تاخیر در کاشت امکان فرار از خسارت آفت وجود دارد.

مشاهده در شرایط آزمایش سمپاشی نشده، تاریخ کاشت چهارم خرداد با ۳/۲۰ سوراخ در هر بوته کمترین و تاریخ کاشت پنجم اردیبهشت با ۶/۷۰ سوراخ در هر بوته بالاترین تعداد را داشتند و تاریخ کاشت ۱۵ اردیبهشت با ۵/۱۰ سوراخ در هر بوته در بین این دو تاریخ کاشت قرار گرفت (جدول ۴). از لحاظ طول دالان ایجاد شده در اثر تغذیه آفت نیز درتاریخ کاشت پنجم خرداد حداقل طول دالان (۸/۳۰ سانتی‌متر) و تاریخ کاشت پنجم اردیبهشت حداکثر این تعداد (۱۲/۸۱ سانتی‌متر) مشاهده گردید. این نتایج نشان می‌دهد که با تاخیر در کاشت امکان فرار از خسارت آفت وجود دارد.

علیرغم اختلاف غیر معنی دار هیبریدها از نظر تعداد سوراخ در هر بوته، هیبرید SC706 با ۴/۲۶ سوراخ در هر بوته حداقل این صفت را داشت و از نظر طول دالان نیز هیبریدهای SC706 و SC705 به ترتیب با ۱۰/۸۷ و ۱۰/۹۰ سانتی‌متر پایین‌ترین میزان این صفت را نشان دادند. در این بررسی هیبرید SC706 در هر دو شرایط سمپاشی شده (جدول ۴) و سمپاشی نشده (جدول ۵) به ترتیب با ۱/۰۳ و ۴/۲۶ سوراخ در هر بوته حداقل

جدول ۲. مقایسه میانگین عملکرد دانه هیبریدهای مورد مطالعه (تن در هکتار)، تاریخ کاشت و ترکیب‌های مختلف تیماری در شرایط سمپاشی شده و سمپاشی نشده طی دو سال مورد آزمایش (۱۳۹۵ و ۱۳۹۶).

Table 2. Mean comparison of grain yield of the hybrids, the sowing dates and the treatment combination in insecticide application and no insecticide application conditions in two years (2016 and 2017).

	No insecticide application			Insecticide application			Grain yield reduction (%)		
	First year	Second year	Means	First year	Second year	Means	First year	Second year	Means
Hybrids									
SC704 (H1)	12.57 a	10.20 b	11.38 b	14.64 a	12.20 b	13.41 a	14.14	16.39	15.14
SC705 (H2)	11.87 a	9.70 b	10.78 b	14.02 ab	12.05 b	13.03 a	15.34	19.50	17.27
SC706 (H3)	12.78 a	11.62 a	12.19 a	13.73 b	13.10 a	13.41 a	6.92	11.30	9.10
Means	12.41	10.51	11.45	14.13	12.45	13.28	12.20	15.61	13.80
Sowing dates									
25th April (D1)	10.45 b	7.90 b	9.18 c	12.92 b	9.92 b	11.42 c	19.61	20.36	19.12
10th May (D2)	13.10 a	11.32 a	12.21 b	14.42 a	13.33 a	13.87 b	11.97	15.08	9.15
25th May (D3)	13.66 a	12.30 a	12.98 a	15.05 a	14.09 a	14.57 a	10.91	12.70	9.24
Treatment combinations									
D1H1	10.54 dc	6.51 c	8.52 d	14.03 bc	9.28 d	11.65 c	24.88	29.85	26.87
D1H2	9.02d	6.63 c	7.82d	11.62 d	9.16 d	10.39 d	22.38	27.62	24.74
D1H3	11.80 bc	10.57 b	11.19c	13.11 c	11.34 c	12.22 c	9.99	6.79	8.43
D2H1	13.21 ab	11.77 ab	12.49ab	14.85 ab	13.57 ab	14.21 ab	11.04	13.26	12.10
D2H2	12.60 ab	10.78 b	11.69bc	14.19 bc	13.46 b	13.82 b	11.21	19.91	15.41
D2H3	13.50 a	11.41 ab	12.45ab	14.22 bc	12.97 b	13.6 b	5.06	12.03	8.46
D3H1	13.97 a	12.32 ab	13.15a	15.03 ab	13.74 ab	14.39 ab	7.05	10.33	8.62
D3H2	13.99 a	11.70 ab	12.84ab	16.27 a	13.54 ab	14.9 a	14.01	13.59	13.83
D3H3	13.04 ab	12.87 a	12.96ab	13.87 bc	14.99 a	14.43 ab	5.98	14.14	10.19

Means followed by similar letters in each column are not significant at 5% probability level according to DMRT.

تعداد سوراخ در ساقه را داشت که می‌تواند نشان‌دهنده متحمل بودن این هیبرید به آفت ساقه خوار ذرت باشد. به طور کلی کمترین میزان این دو صفت در هیبرید SC706 در تاریخ کاشت پنجم خرداد به ترتیب با ۰/۶۰ و ۱/۳۱ سوراخ در هر بوته مشاهده شد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که طول دالان عمودی ایجاد شده در آزمایش سم‌پاشی شده (۳/۶۹ سانتی‌متر) کمتر از آزمایش سم‌پاشی نشده (۱۱/۳۸ سانتی‌متر) بود و این موضوع بیانگر این است که سم‌پاشی باعث کاهش تغذیه آفت در درون ساقه شده است، ولی نتوانسته است آفت را به طورکامل کنترل کند. Butron *et al.* (1999) با استفاده از طول دالان عمودی، هیبریدهای مقاوم ذرت را معرفی کردند و نتیجه گیری نمودند که طول دالان عمودی بهترین شاخص برای ارزیابی مقاومت ساقه ذرت در برابر تغذیه لارو ساقه‌خوار ذرت می‌باشد.

جدول ۳. تجزیه واریانس مرکب (میانکین مربعات) صفات مرتبط با خسارت *Ostrinia nubilalis* روی ذرت در شرایط سمپاشی شده و سمپاشی نشده در دو سال (۱۳۹۵ و ۱۳۹۶).

Table 3. Two-year combined analysis of variance (mean squres) of the traits related to damage of *Ostrinia nubilalis* on maize for insecticide application and no insecticide application conditions at two years (2016 and 2017).

Source of Variance	Df	No insecticide application				Insecticide application			
		Number of holes per stem	Length of tunnel per plant	Percentage † of plant infestation	Plant fracture percentage	Number of holes per stem	Length of tunnel per plant	Percentage of plant infestation	Stalk breakage percentage
Year	1	483.60**	2462.27**	36.22**	48.33**	46.3**	1456.2**	15.29 n.s	1.79**
Year (Block)	6	14.71	135.81	2.841	2.18	12.2	157.2	0.819	10.24
Sowing Date (D)	2	71.19**	170.55**	9.41*	24.94**	16.2*	1777.2*	4.54 n.s	10.32**
Hybrid(H)	2	10.80n.s	17.46 n.s	12.19*	6.53*	18.8**	143.06*	0.917 n.s	10.05n.s
H× D	4	10.29n.s	60.90**	3.85 n.s	5.97**	4.6n.s	97.6n.s	2.062 n.s	8.41**
D×Y	2	47.88**	144.65**	7.13 n.s	4.11 n.s	13.2*	170.7*	0.037 n.s	9.97 n.s
H×Y	2	0.38n.s	47.89*	0.68 n.s	5.51*	13.9*	108.4n.s	0.332 n.s	6.54 n.s
H×D×Y	4	7.54n.s	22.79 n.s	2.02 n.s	3.99*	3.6n.s	۱۱۸/۱*	0.133 n.s	7.57 n.s
Error	48	4.87	11.12	2.86	1.53	3.46	42.6	1.767	3.861
%CV		43.9	29.31	21.24	42.10	94.1	99.06	40.24	38.98

n.s, * and **are non-significant and significant at %5 and %1 probablity level, respectively.

†: تجزیه واریانس در مورد دو صفت درصد بوته‌های آلوده به لارو و درصد شکستگی بوته بر روی داده های تبدیل شده با $\sqrt{x+0.5}$ انجام گرفته است.

اکثر کارهای اصلاح مقاومت ذرت در برابر ساقه‌خوار ذرت با همین شاخص صورت گرفته است. Andrea & Lee (2005) با استفاده از طول دالان عمودی هیبریدهای حساس و مقاوم را از هم تفکیک نمودند. Harish (1997) نیز جهت تفکیک هیبریدهای حساس و مقاوم از دو صفت تعداد سوراخ‌های لاروی در ساقه و طول دالان عمودی استفاده کرد. علاوه بر این، Sharifi Ziveh *et al.* (2009) و Tavakoli *et al.*(2013) در بررسی تعدادی از هیبرید های ذرت داخلی نیز مشاهده کردند از نظر این صفت تنوع کافی در میان هیبریدها وجود دارد و با این دو صفت می توان به هیبریدهای نسبتا مقاوم به این آفت را گزینش کرد. با توجه به اینکه بوته‌های ذرت در اثر تغذیه لاروهای *O. nubilalis* از داخل ساقه نسبت به وزش باد و سایر عوامل شکننده می‌شوند، لذا بین میزان خسارت لارو و درصد شکستگی ساقه ها همبستگی مثبت وجود دارد (Bernardi *et al.* 1996). با توجه به این که هیبرید یا هیبریدهایی که علی‌رغم وارد شدن خسارت دچار شکستگی نشوند، می‌توانند عملکرد بیشتری را تولید کنند، لذا پایین بودن درصد ساقه‌های شکسته شده به عنوان معیاری از تحمل مورد توجه قرار گرفت. در شرایط سمپاشی نشده، تاریخ کاشت چهارم خرداد با۵۶/۶۷ درصد آلودگی بوته کمترین و تاریخ کاشت پنجم اردیبهشت با ۷۴/۱۴ درصد آلودگی بوته بالاترین میزان داشتند. تاریخ کاشت ۱۵ اردیبهشت با ۶۹/۱۷ درصد آلودگی بوته در بین دو تاریخ کاشت قرار گرفت. درصد شکستگی بوته در تاریخ کاشت پنجم خرداد حداقل (۵/۶۲ درصد) و تاریخ کاشت پنجم اردیبهشت حداکثر (۲۲/۸۵ درصد) این مقدار را

داشت (جدول ۴). این نشان می‌دهد با تاخیر در کاشت، امکان فرار از حمله آفت وجود دارد. هیبرید SC706 حداقل درصد شکستگی بوته و آلودگی بوته به ترتیب با ۵/۵ درصد و ۵۵/۸ درصد داشت. در این بررسی هیبرید SC706 در هر دو شرایط سم‌پاشی شده و سم‌پاشی نشده کمترین درصد شکستگی بوته را داشت (جدول ۴ و ۵) که این نتیجه مجددا متحمل بودن این هیبرید به خسارت ناشی از *O. nubilalis* را نشان داد. به طور کلی در ترکیب تیماری تاریخ کاشت با هیبرید نیز کمترین میزان این دو صفت در هیبرید SC706 در تاریخ کاشت پنجم خرداد به ترتیب با ۳۵ و ۳/۸۰ درصد برای درصد آلودگی بوته و درصد ساقه‌های شکسته شده مشاهده شد (جدول ۴).

جدول ۴. مقایسه میانگین صفات مرتبط با خسارت *Ostrinia nubilalis* روی گیاه ذرت در شرایط سمپاشی نشده طی دو سال مورد آزمایش (۱۳۹۵ و ۱۳۹۶).

Table 4. Mean comparison the traits related to the damage of *Ostrinia nubilalis* on maize plant in no insecticide application conditions in two years (2016 and 2017).

	Number of holes per stem			Length of tunnel per plant (cm)			Percentage of plant infestation			Stalk breakage percentage		
	1st year	2nd year	Mean	1st year	2nd year	Mean	1st year	2nd year	Mean	1st year	2nd year	Mean
Hybrids												
SC704 (H1)	2.80^{a}	8.25^{a}	5.52^{a}	6.52^{a}	18.20 ^{a}	12.36 ^{a}	58.4^{a}	90.0 ^{a}	74.16 ^{a}	28.4^{a}	4.76 ^{a}	16.6^{a}
SC705 (H2)	2.80^{a}	7.75^{a}	5.27^{a}	6.42^{a}	15.31 ^{a}	10.90^{b}	60 ^{a}	80^{ab}	70.00 ^{a}	18.4^{a}	6.70 ^{a}	12.6^{a}
SC706 (H3)	1.68^{b}	6.83^{a}	4.26^{a}	3.63^{b}	18.17 ^{a}	10.87^{b}	45^{a}	66.67^{b}	55.83^{b}	7.74^{b}	4.12 ^{a}	5.93^{b}
Mean	2.43	7.61	5.02	5.52	17.23	11.38	54.48	78.89	66.66	18.23	5.19	11.71
Sowing Dates												
25th April (D1)	2.48 ^{ab}	10.92 ^{a}	6.70 ^{a}	7.60 ^{a}	18.0 ^{b}	12.81^{a}	55.0 ^{a}	93.33 ^{a}	74.17 ^{a}	36.7^{a}	8.98 ^{a}	22.8^{a}
10th May (D2)	3.20^{a}	7.00^{b}	5.10^{b}	4.46^{b}	21.58^{a}	13.02^{a}	55.0 ^{a}	83.33 ^{a}	69.2^{ab}	9.46^{b}	3.87^{b}	6.67^{b}
25th May (D3)	1.60^{b}	4.92^{b}	3.20 ^{c}	4.51^{b}	12.08^{c}	8.30^{b}	53.3^{a}	60.0^{b}	56.67^{b}	8.50^{b}	2.75^{b}	5.62^{b}
Treatment combinations												
D1H1	2.60 ^{ab}	9.50 ^{ab}	6.05^{ab}	7.43^{b}	17.6^{bcd}	12.5^{abc}	50^{a}	100 ^{a}	75.0^{a}	69.6^{a}	9.72 ^{ab}	39.6^{a}
D1H2	3.00 a	13.50 ^{a}	8.25^{a}	10.75^{a}	19.43 ^{bc}	15.09^{a}	60^{a}	100.0 ^{a}	80.0^{a}	32.9^{b}	11.48^{a}	22.2^{a}
D1H3	1.85 ^{ab}	9.75 ^{ab}	5.80 ^{b}	4.65^{bcd}	17.0 $^{b-e}$	10.83^{bcd}	55.0 ^{a}	80.0 ^{a}	67.50^{a}	7.63 ^{c}	5.73 ^{ab}	6.68^{b}
D2H1	3.80 a	8.25 ^{bc}	6.03 ^{ab}	5.40^{bcd}	23.00 ^{ab}	14.2^{ab}	55.0 ^{a}	90.0 ^{a}	72.50 ^{a}	8.49 ^{c}	3.16 ^{ab}	5.82^{b}
D2H2	3.35^{a}	5.50^{bcd}	4.43^{bcd}	4.43^{bcd}	14.75^{cde}	9.59 ^{cde}	65.0 ^{a}	75.0 ^{a}	70.0 ^{a}	8.38 ^{c}	5.34 ^{ab}	6.86^{b}
D2H3	2.45 ^{ab}	7.25^{bcd}	4.85 ^{bc}	3.55^{acd}	27.00 ^{a}	15.28^{a}	45.0 ^{a}	85.0 ^{a}	65.0 ^{a}	11.5^{bc}	3.11^{ab}	7.32^{b}
D3H1	2.00 ^{ab}	7.00^{bcd}	4.50^{bcd}	6.75 ^{bc}	14.0^{cde}	10.38 ^{cd}	70.0 ^{a}	80.0 ^{a}	75.0 ^{a}	7.32 ^{c}	1.40^{b}	4.36^{b}
D3H2	2.05 ^{ab}	4.25 ^{cd}	3.15 ^{cd}	4.10^{bcd}	11.75 ^{de}	7.93 ^{de}	55.0 ^{a}	65.0 ^{b}	60.0 ^{a}	14.1^{bc}	3.30 ^{ab}	8.71^{b}
D3H3	0.75 ^{b}	3.50 ^{d}	2.13 ^{d}	2.70 ^{d}	10.50 ^{e}	6.60 ^{e}	35.0 ^{a}	35.0 ^{b}	35.0 ^{b}	4.06 c	3.54 ^{ab}	3.80^{b}

جدول ۵. مقایسه میانگین صفات مرتبط با خسارت *Ostrinia nubilalis* روی گیاه ذرت در شرایط سمپاشی شده طی دو سال مورد آزمایش (۱۳۹۵ و ۱۳۹۶).

Table 2. Mean comparison the traits related to the damage of *Ostrinia nubilalis* on maize plant in insecticide application conditions in two years (2016 and 2017).

	Number of holes per stem			-Length of tunnel per plant (cm)			Percentage of plant infestation			Stalk breakage percentage		
	1st year	2nd year	Mean	1st year	2nd year	Mean	1st year	2nd year	Mean	1st year	2nd year	Mean
Hybrids												
SC704 (H1)	1.33^{a}	4.25^{a}	2.79^{a}	2.38^{a}	16.08^{a}	9.23^{a}	26.6^{a}	40.00^{a}	33.33^{a}	5.63^{a}	1.51^{ab}	3.80^{a}
SC705 (H2)	1.11^{a}	3.08 ^{ab}	2.10 ^{ab}	2.06 ^{a}	9.92^{a}	5.99 ^{ab}	33.3^{a}	35.00 ^{a}	34.17^{ab}	5.12^{a}	2.83^{a}	4.30^{a}
SC706 (H3)	1.06^{a}	1.00^{b}	1.03^{b}	1.73^{a}	7.17^{a}	4.45^{b}	26.6^{a}	20.00 ^{a}	23.33 ^{a}	3.69 ^{a}	0.64^{b}	2.20^{a}
Mean	1.17	2.78	1.97	2.06	11.06	6.56	28.89	31.67	30.28	4.81	1.66	3.43
Sowing Dates												
25th April (D1)	0.77 ^{b}	4.08^{a}	2.42^{a}	3.20 ^{a}	11.83^{ab}	7.52^{a}	36.67^{a}	35.0 ^{ab}	35.83 ^{a}	7.21 ^{a}	3.37 ^{a}	5.29 ^{a}
10th May (D2)	2.03 ^{a}	2.92^{ab}	2.47^{a}	1.42 ^{b}	15.92^{a}	8.67^{a}	21.6^{a}	41.67 ^{a}	31.67 ^{a}	4.82^{ab}	1.45 ^{ab}	3.13^{ab}
25th May (D3)	0.71 ^{b}	1.33^{b}	1.02^{b}	1.56 ^{b}	5.42 ^{b}	3.49 ^{b}	28.3^{a}	18.33^{b}	23.33 ^{b}	2.42 ^{b}	0.15 ^{b}	1.28^{b}
Treatment combinations												
D1H1	0.76^{b}	5.75^{a}	3.26^{a}	4.08^{a}	12.0^{a-d}	8.04 ^{abc}	25.0 ^{ab}	35.0 ^{ab}	30.0 ^{abc}	8.11 ^{ab}	3.05 ^{b}	5.58 ^{b}
D1H2	1.00^{ab}	5.75^{a}	3.38^{a}	2.80 ^{ab}	19.75 ^{ab}	11.28 ^{ab}	45.0^{a}	60.0 ^{a}	52.50 ^{a}	9.87 ^{a}	7.08 ^{a}	8.48 ^{a}
D1H3	0.55^{b}	0.75^{c}	0.65^{b}	2.73 ^{ab}	3.75 ^{cd}	3.24 ^{c}	40.0^{ab}	10.0 ^{b}	25.00 ^{bc}	3.63 ^{ab}	0.00 ^{b}	1.82 ^{bc}
D2H1	2.15^{a}	5.0 ^{ab}	3.58^{a}	1.33 ^{bc}	24.0 ^{a}	12.66 a	20.0^{ab}	60.0 ^{a}	40.0 ^{ab}	5.61 ^{ab}	1.47 ^{b}	3.54 ^{b}
D2H2	1.75 ^{ab}	2.25^{abc}	2.00 ^{ab}	1.83 ^{bc}	7.25 ^{bcd}	4.54 ^{bc}	25.0^{ab}	25.0 ^{ab}	25.00 ^{bc}	3.68 ^{ab}	1.42 ^{b}	2.55 ^{bc}
D2H3	2.20 ^{a}	1.50 ^{bc}	1.85 ^{ab}	1.1 ^{c}	16.5 ^{abc}	8.80 ^{abc}	20.0^{ab}	40.0 ^{ab}	30.0 ^{abc}	5.17 ^{ab}	1.47 ^{b}	3.32^{bc}
D3H1	1.1o ^{ab}	2.0 ^{abc}	1.55 ^{ab}	1.75 ^{bc}	12.2 $^{a-d}$	7.00 ^{abc}	35.0^{ab}	25.0 ^{ab}	30.0 ^{abc}	3.17 ^{ab}	0.00 ^{b}	1.59^{bc}
D3H2	0.60 ^{b}	1.25 ^{bc}	0.93^{b}	1.58 ^{bc}	2.75^{cd}	2.16 ^{c}	30.0^{ab}	20.0 ^{ab}	25.00 ^{bc}	1.82 ^{b}	0.00 ^{b}	0.91 ^{c}
D3H3	0.45 ^{b}	0.75 ^{c}	0.60 ^{b}	1.38^{bc}	1.25 ^{d}	1.31 ^{c}	20.0 ^{b}	10.0 ^{b}	15.0 ^{c}	2.27 ^{b}	0.45 ^{b}	1.36 ^{bc}

میانگین دو شرایط نشان داد که درصد شکستگی بوته و درصد آلودگی بوته درآزمایش سم‌پاشی شده (به ترتیب ۳/۴۳ و ۳۰/۲۸ درصد) کمتر از آزمایش سم‌پاشی نشده (به ترتیب ۱۱/۷۱ و ۶۶/۶۶ درصد) بود (جدول ۴ و ۵). اگر کنترل این آفت در زمان مناسب و قبل از ورود لارو به ساقه صورت نگیرد و لاروها به داخل ساقه نفوذ نمایند، انجام مبارزه‌های بعدی بی تاثیر خواهد بود و ساقه‌های آلوده با وزش باد شکسته شده و روی زمین خواهند افتاد. در طی تحقیقی که Kakar *et al.* (2003) هیبریدهای ذرت را از نظر درصد شکستگی ساقه ناشی از تغذیه لارو ساقه خوار با هم مقایسه کردند، نتیجه حاکی از این بود که هیبریدهای مقاوم درصد شکستگی ساقه کمتری را دارند. در صورت شکستن ساقه از قسمت پایین بلال، خسارت شدیدتر خواهد بود، چرا که کمباین برداشت قادر به برداشتن بلال از روی زمین نیست و جمع‌آوری با دست نیز مقرون به صرفه نمی‌باشد. محققین دیگر در ایران از جمله Sharifi Ziveh *et al.* (2009) و Tavakkoli *et al.* (2013) نیز از صفات درصد شکستگی بوته در اثر خسارت آفت و تعداد بوته های آلوده به آفت برای گزینش هیبریدهای ذرت مقاوم به این آفت استفاده نمودند نشان می‌دهد ساقه خوار ذرت به میزان ۱۳/۸۰ درصد عملکرد دانه ذرت را کاهش داده است. مقایسه میانگین دو ساله نشان داد که در آزمایش سم‌پاشی شده بین هیبریدها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ولی در آزمایش سمپاشی نشده، هیبرید SC706 با ۱۲/۱۹ تن در هکتار بطور معنی‌داری عملکرد بالاتر نسبت به دو هیبرید SC704 و SC705 به ترتیب با ۱۱/۳۸ و ۱۰/۷۸ تن در هکتار داشت. از نظر تاریخ کشت نیز در هر دو آزمایش در هر دو سال بهترین تاریخ کشت مربوط به تاریخ کشت چهارم خرداد بود. هیبرید SC706 بر اساس میانگین دو ساله پایین‌ترین تعداد سوراخ در ساقه، طول دالان در بوته، درصد بوته‌های آلوده به لارو و تعداد ساقه‌ی شکسته شده در اثر خسارت آفت را نیز داشت. بنابراین هیبرید SC706 هیبریدی پر محصول و متحمل به ساقه‌خوار ذرت می‌باشد.

References

Andrea JC, Lee M, 2005. Genetic relationships between resistance to stalk-tunnling by the European corn borer and cell-wall compontents in maize population B73 × B52. *Theoretical and Applied Genetics* 111 s(1): 1–7.

Azarmi Y, Lotfalizadeh H, Taghizadeh M, 2015. To evaluate the efficacy of different insecticides on reduction of European corn borer, *Ostrinia nubilalis* Hubner., damage in Moghan region. *Journal of Pesticide in Plant Protection Sciences* 2:19–30 (in Persian with English abstract).

Bernardi R, Gabriella T, Ronchi S, Palmieri S, 1996. Isolation and some molecular properties of a trypsin-link enzyme from larvae of European corn borer *Ostrinia nubilalis* Hubner (Lep: Pyralidae). *Insect Biochemistry and Insect Molecular Biology* 26: 883–889.

Blandino M, Reyneri A, Vanara F, Pascale M, Haidukowski M *et al.*, 2008. Effect of sowing date and insecticide application against European corn borer (Lepidoptera: Crambidae) on fumonisin contamination in maize kernels. *Crop Protection* 27 (11): 1432–1436.

Blandino M, Scarpino V, Vanara F, Sulyok M, Krska R *et al.*, 2015. Role of the European corn borer (*Ostrinia nubilalis*) on contamination of maize with 13 Fusarium mycotoxins. *Food Additives & Contaminants: Part A* 32 (4): 533–543.

Bonelli LE, Monzon JP, Cerrudo A, Rizzalli RH, Andrade FH, 2016. Maize grain yield components and source-sink relationship as affected by the delay in sowing date. *Field Crop Research* 198: 215–225.

Butron A, Malvar RA, Cartea ME, Ordas A, Velasco P, 1999. Resistance of maize in breds to pink stem borer. *Crop Science* 39 (1): 102–107.

Cirilo AG, Andrade FH, 1994. Sowing date and maize productivity: I. Crop growth and dry matter partitioning. *Crop Science* 34: 1039–043.

De Bon H, Huat J, Parrot L, Sinzogan A, Martin T *et al.*, 2014. Pesticide risks from fruit and vegetable pest management by small farmers in sub-Saharan Africa. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 34 (4):723-–36.

FAO. 2019. http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC.[Accessed on 2 December 2019].

Franeta F, Mikić S, Milovac Ž, Mitrović B, Inđić D, *et al.*, 2019. Maize defence mechanisms against the European corn borer, *Ostrinia nubilalis* Hübner (Lepidoptera: Crambidae). *International Journal of Pest Management* 65(1): 23–32.

Franeta F, Mirčić D, Todorović D, Milovac Ž, Granica N *et al.*, 2018. Effects of different insecticides on the antioxidative defense system of the European Corn Borer (*Ostrinia nubilalis* Hübner) (Lepidoptera: Crambidae) larvae. *Archives of Biological Sciences* 70 (4): 765-773.

Galić V, Šimić D, Franić M, Brkić A, Jambrović A *et al.*, 2019. Analysis of Fusarium ear rot and fumonisin contamination in testcrosses of a maize biparental population. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 19 (1): 40–46.

Harish K, 1997. Antibiosis as a resistance mechanism to Chilo partellus (Swinhoe) (Lipidoptera: pyralidae) in selection maize genotypes. *Crop Protection* 16 (4): 331–336.

Javanbakht-Avval N, Moradzadeh-Esakandari M, Afzali H, Okhovvat SM, 2018. Detection of mycotoxins producing of *Fusarium* species using morphological and molecular characteristicsin corn. *Journal of Applied Research in Plant Protection* 7 (1): 1–16.

Kakar AS, Kakar KM, Tariq Khan M, Shawani MI, Tareen AB, 2003. Studies on varietal screening of maize against maize stem borer Chilo partellus (Swinhoe). *Journal of Biological Sciences* 3 (2): 233–236.

Lauer JG, Carter PR, Wood TM, Diezel G, Wiersma DW *et al.*, 1999. Corn hybrid response to planting date in the northern corn belt. *Agronomy Journal* 91: 834–839.

Lewis LC, Bruck DJ, Sumerford DV, Gunnarson, RD, 2009. Technique to assess effectiveness of control tactics against *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Crambidae) in Whorl-Stage Corn. *Journal of Economic Entomology* 102 (2): 624–628.

Malvar RA, Butron A, Alvarez A, Padilla G, Cartea M *et al.*, 2007. Yield performance of the European Union Maize Landrace Core Collection under multiple corn borer infestations. *Crop Protection* 26 (5): 775–781.

Mazzoni E, Scandolara A, Giorni P, Pietri A, Battilani P, 2011. Field control of fusarium ear rot, *Ostrinia nubilalis* (Hubner), and fumonisin in maize kernels. *Pest Management Science* 67: 458–465.

Oskouei B, Hamidi A, Sheidaei S, Sadeghi H, Divsalar M *et al.*, 2018. Evaluation of vigour, protein, starch content variations and seed health of hybrid maize (Zea mays L.) under effect of various planting dates and different harvest moisture contents in Moghan area. Iranian *Journal of Seed Science and Research* 5 (1):109–122 (in Persian with English abstract).

SAS. 2012. SAS Version 9.4. Cary NC.: SAS Institute.

Scarpino V, Reyneri A, Vanara F, Scopel C, Causin R, Blandino M, 2015. Relationship between European Corn Borer injury, *Fusarium proliferatum* and *F. subglutinans* infection and moniliformin contamination in maize. *Field Crops Research* 183: 69–78.

Sharifi Ziveh P, Taghizadeh M, Nouri Ghanbalani G, Aharizad S, Shiri M, 2009. Study of quantitative characteristics related to resistance to European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) in maize hybrids. *Seed and Plant Improvment Journal* 25(2): 263–273 (in Persian with English abstract).

Shiri M, Choukan R, Aliyev RT, 2015. Drought stress effects on gene action and combining ability of maize inbred lines. *Seed and Plant Improvment Journal* 31(3): 421–440 (in Persian with English abstract).

Shiri M, Ebrahimi L, Badali A, 2020. Evaluation of yield and some resistance-related traits of three maize hybrids against European corn borer *Ostrinia nubilalis* (Hubner). *Cereal Research Communications* https://doi.org/10.1007/s42976-020-00121–1.

Shiri M. 2018. The performance of temperate maize testers for screening of tropical and subtropical germplasm. *Journal of Crop Breeding* 9 (23): 85–94 (in Persian with English abstract).

Soltani Orang F, RanjbarAghdam H, Abbasipour H, Askarianzadeh A, 2014. Estimation of lower temperature threshold and thermal requirements for development of Sesamia cretica (Lep., Noctuidae) using "degree-days" and "Ikemoto and Takai" linear models. *Journal of Applied Research in Plant Protection* 3 (2): 45–55.

Tavakkoli H, Nouri Ganbalani G, Razmjou J, Taghizadeh M, Sharifi Ziveh P, 2013. Evaluation of relative resistance of eleven maize hybrids against *Ostrinia nubilalis* Hbn. (Lepidoptera: Pyralidae) in Moghan region. *Journal of Plant Protection* 26 (4): 335–361 (in Persian with English abstract).

This is an open access article under the CC BY NC license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/)