نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۶، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۱، ص. ۳۶۱-۳۵۵

Journal of Plant Protection
Vol. 26, No. 4, Winter 2013, P. 355-361

ارزیابی مقاومت نسبی یازده هیبرید ذرت به کرم ساقه خوار ذرت *Ostrinia nubilalis* Hb. (Lepidoptera: Pyralidae) در منطقه‌ی مغان

حجت توکلی[۱]– قدیر نوری قنبلانی[۲*]– جبرائیل رزمجو[۳]– مسعود تقی زاده[۴]– پرویز شریفی زیوه[۵] –
مریم صداقتی[۶]– لیلا متقی نیا[۷]

تاریخ دریافت:۱۳۸۹/۳/۳۱
تاریخ پذیرش:۱۳۹۱/۵/۱۷

چکیده

کرم ساقه خوار ذرت، *Ostrinia nubilalis* Hb.، حشره‌ای چندین‌خوار است که به عنوان مهم‌ترین آفت گیاه ذرت در دنیا محسوب می‌شود. در این تحقیق مقاومت نسبی یازده هیبرید ذرت به کرم ساقه خوار ذرت در مزرعه‌ی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مغان برآورد شد. آزمایش‌ها به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام گرفت. در این مطالعه از صفات طول دالان عمودی، تعداد دالان عمودی و تعداد لارو درون ساقه، تعداد سوراخ در ساقه، درصد شکستگی ساقه و عملکرد برای مقایسه هیبریدهای مورد مطالعه استفاده شد. نتایج حاصله نشان داد که بین هیبریدها اختلاف معنی‌داری از نظر طول و تعداد دالان عمودی، تعداد لارو درون ساقه و تعداد سوراخ در ساقه وجود ندارد. اما بین هیبریدها از نظر درصد شکستگی ساقه و عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری به دست آمد. به طوری که هیبریدهای BC666، SC700 و SC704 با بیشترین درصد شکستگی ساقه و کمترین عملکرد به عنوان حساس‌ترین و هیبریدهای EXP1 و ZP684 با داشتن کمترین درصد شکستگی ساقه و بیشترین عملکرد به عنوان مقاوم‌ترین هیبریدها مشخص شدند. هم چنین، بین هیبریدها از نظر عملکرد دانه و درصد ساقه‌های شکسته همبستگی منفی و معنی‌داری به دست آمد. نتایج به دست آمده از این تحقیق در کاهش خسارت آفت در گیاه ذرت می تواند مورد استفاده قرار گیرد.

واژه های کلیدی: ذرت، مقاومت، *Ostrinia nubilalis*، هیبرید

مقدمه

در حال حاضر ذرت با توجه به موارد مصرف زیاد، کیفیت و ارزش غذایی بالا و قدرت سازگاری با آب و هوای مختلف (به خصوص با تولید هیبریدهای جدید) در اکثر نقاط جهان کشت می‌شود (۸). گسترش سازگاری ذرت امکان کشت آن را در بسیاری از مناطق فراهم آورده است؛ اما عوامل محدود کننده‌ی مختلفی در مناطق متفاوت وجود دارد که این عوامل سالیانه بیش از ۳۰ درصد از محصول جهانی ذرت را از بین می‌برند (۷). از جمله‌ی این عوامل محدود کننده کرم ساقه خوار ذرت، (Lepidoptera: Pyralidae) *Ostrinia nubilalis* Hb.، می‌باشد. این آفت، حشره‌ی چندین-خواری است که حدود ۲۰۰ میزبان گیاهی در دنیا دارد. کرم ساقه خوار ذرت در ایران در درجه اول، آفت کلیدی ذرت محسوب شده ولی به گیاهانی مثل کنف، پنبه، برنج و نیشکر نیز حمله می‌کند (۳). لارو سن یک آفت پس از تغذیه از برگ‌ها، ساقه را سوراخ کرده و در آن نفوذ می‌کند. سپس لاروها به داخل ساقه نفوذ کرده و با تغذیه از ساقه، کانال‌هایی را داخل آن ایجاد می‌کنند. این کانال‌ها استقامت ساقه‌ها را در نگهداری وزن بوته‌ها و مقاومت در برابر وزش باد کاهش داده و سبب شکننده شدن بوته‌ها می‌شوند. لاروهای این آفت علاوه بر ساقه به بلال نیز حمله می‌کنند. برگ، ساقه و دانه‌های بلال گاهی توسط ۱۰ تا ۲۰ عدد لارو مورد حمله قرار می‌گیرند. میزان خسارت این آفت در نقاط مختلف متفاوت بوده و از ۱۰ تا ۵۰ درصد گزارش شده است (۳ و ۱۸). کرم ساقه خوار ذرت به عنوان مهم‌ترین آفت ذرت در منطقه‌ی مغان، همه ساله خسارت زیادی به محصول آن وارد می‌کند. بیشترین آلودگی گیاهان ذرت به کرم ساقه خوار ذرت در سال ۱۳۸۲

۱، ۲، ۳، ۶ و ۷– به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، استاد، دانشیار، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و دانشجوی دکتری گروه گیاهپزشکی، دانشکده‌ی کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل
(*– نویسنده مسئول: (Email: gadirnouri@yahoo.com
۴ و ۵ – کارشناسان مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مغان، اردبیل

به میزان ۹۶درصد در مزرعه‌ی تکثیر لاین مرکز تحقیقات کشاورزی مغان مشاهده شده است که باعث کاهش عملکرد ۵۰ درصدی محصول شده است. این آفت در منطقه‌ی مغان سه نسل کامل دارد که نسل اول آفت عمدتاً به گندم و نسل‌های دوم و سوم به ذرت خسارت می‌زنند (۱). بررسی انجام شده در خصوص تغذیه‌ی کرم ساقه خوار ذرت در منطقه‌ی مغان نشان داده است که تغذیه از برگ مربوط به نسل دوم و تغذیه از رگبرگ غلاف، یقه برگ، بلال و ایجاد دالان مربوط به نسل دوم و سوم این آفت می‌باشد (۱ و ۲۴).

با توجه به خسارت زیادی که همه ساله به وسیله حشرات به محصولات کشاورزی در سطح جهانی وارد می‌شود، تهیه ارقام مقاوم علیرغم زمان طولانی و هزینه‌ی اولیه نسبتا زیاد، روشی تقریباً مطمئن و در دراز مدت به صرفه می‌باشد (۱۷). مکانیسم آنتی‌بیوز و تحمل از مهم‌ترین مکانیسم‌های مقاومت گیاهان به حشرات به شمار می‌روند. آنتی‌بیوز نوع ویژه‌ای از مقاومت گیاهان به حشرات می‌باشد که در آن گیاه مقاوم روی بیولوژی حشره تاثیر منفی می‌گذارد. در ایجاد آنتی-بیوز، مکانیسم‌های شیمیایی و مرفولوژیکی گیاهی هر دو مؤثر هستند. تحمل نیز یک پدیده ذاتی و ژنتیکی است که گیاه را قادر می سازد علیرغم حضور و خسارت حشره آفت همچنان به رشد طبیعی خود ادامه داده و پس از انهدام و یا حذف بافت‌های آسیب دیده بتواند با رشد مجدد خود خسارت وارد شده را ترمیم نماید (۹، ۲۲ و ۲۳).

تحقیقات مختلفی در تعیین مقاومت ژنوتیپ‌های مختلف ذرت نسبت به کرم ساقه خوار ذرت انجام شده است. هاریش (۱۶) با مقایسه‌ی وزن لاروهای کرم ساقه خوار ذرت به مقایسه‌ی مقاومت هیبریدها پرداخت و بر این اساس هیبرید MP704 را در مقایسه با سایر هیبریدهای مورد آزمایش، مقاوم تشخیص داده و نوع مکانیسم آن را آنتی‌بیوز گزارش نمود، زیرا این ژنوتیپ بیشترین تاثیر را در کاهش نشوونمای فیزیولوژیکی آفت داشت. در آزمایش دیگر طول دالان ایجاد شده به وسیله لاروهای کرم ساقه خوار ذرت به عنوان معیاری برای ارزیابی مقاومت مورد استفاده قرار گرفت (۱۲ و ۱۹). آرچر و همکاران (۱۱) با مقایسه وزن لاروهای کرم ساقه خوار ذرت در آخر فصل و اندازه‌گیری طول دالان در ساقه و بلال ذرت ۲۸ هیبرید مورد آزمایش را از نظر مقاومت آنتی‌بیوزی غربال نمودند و در نهایت هیبریدهای MON810 و BT11 را به عنوان هیبریدهای مقاوم گزارش کردند که در برابر تغذیه آفت بیشترین مقاومت را از خود نشان داده بودند. مالوار و همکاران (۲۱) صفت عملکرد لاین‌ها و هیبریدهای مختلف را، به عنوان شاخص تحمل ذرت نسبت به مجموع ساقه خوارها عنوان کرده و با استفاده از آن لاین‌های مقاوم و حساس را از هم تشخیص دادند. در آمریکای جنوبی رقم Amargo در مقابل کرم ساقه خوار ذرت مقاومت نشان داد به طوری که از ۱۵۰ تخمی که روی این رقم گذاشته شده بود تنها یک لارو به مرحله بلوغ رسید (۱۵). در آزمایشی هیبریدهای ذرت در طی دو سال در شرایط مزرعه ای کشت شد و با معیار قرار دادن عملکرد، تحمل ذرت نسبت به کرم ساقه خوار ذرت مورد ارزیابی قرار گرفت که در نهایت ارقام با عملکرد بالا به عنوان ارقام مقاوم نسبت به این آفت گزارش شد (۱۳).

این بررسی به منظور شناسایی و معرفی هیبریدهای ذرت مقاوم نسبت به کرم ساقه‌خوار ذرت انجام شد تا با استفاده از آن بتوان در قالب سیستم مدیریت تلفیقی آفات نسبت به کنترل این آفت کلیدی ذرت در منطقه‌ی مغان اقدام نمود.

مواد و روش‌ها

دراین تحقیق یازده هیبرید ذرت متداول به کشت شامل: Simon، SC704، K3640/3×MO17، SC700، BC666، EXP1، ZP684، OSSK602، VRE26×K18، 20NS×K19، VRE27×K18 که بذر آن‌ها از موسسه‌ی تحقیقات اصلاح و تهیه‌ی نهال و بذر کرج تهیه شده بود، مورد استفاده قرار گرفت.

برای اجرای این طرح زمینی به مساحت ۵۰۰۰ متر مربع در مرکز تحقیقات کشاورزی مغان انتخاب شد. عملیات تهیه زمین شامل کودپاشی، دیسک‌زنی، لولرکشی و فاروکشی در نیمه‌ی دوم اردیبهشت ۱۳۸۷ مطابق عرف محل انجام گرفت. میزان کود مصرفی طبق عرف منطقه، ۱۰۰ کیلوگرم کود فسفات آمونیوم به صورت پایه در زمان تهیه‌ی زمین و ۲۵۰ کیلوگرم کود اوره به صورت سرک در پنج نوبت در طول فصل رشد گیاه بود. در هر بار مقدار ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره در نظر گرفته شد. این تحقیق در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. هر واحد آزمایشی (کرت) از چهار ردیف کاشت هر یک به طول ۵/۴ متر تشکیل شده بود. فاصله‌ی بین ردیف‌های کاشت ۷۵ سانتی‌متر و فاصله‌ی بوته‌های ذرت از یکدیگر روی ردیف کاشت ۱۸ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. بدین ترتیب تعداد ۳۰ بوته در هر ردیف مستقر گردید.

از صفات مورد مطالعه جهت ارزیابی مقاومت، تعداد دالان عمودی بود. که برای شمارش تعداد دالان‌های عمودی ایجاد شده در ساقه ذرت به وسیله آفت، ده 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. همچنین، در این آزمایش تعداد لاروهای موجود در درون ساقه (ده بوته در هر پلات) به دقت شمارش گردید. علاوه بر این، به منظور شمارش تعداد سوراخ‌های موجود در ساقه برگ‌های ده بوته ذرت در هر کرت کنده شده، و تعداد سوراخ‌های ایجاد شده به وسیله لارو کرم ساقه‌خوار ذرت در هر ساقه ذرت به دقت شمارش شد. جهت ارزیابی درصد شکستگی ساقه چند روز قبل از برداشت ذرت، تعداد بوته‌های شکسته و سالم در ردیف وسط هر

کرت شمارش و درصد شکستگی ساقه محاسبه شد. برای تعیین عملکرد، ۱۰ عدد بلال به طور تصادفی از وسط هر کرت آزمایشی انتخاب و دانه‌های آن با دست جدا گردید و با استفاده از ترازوی حساس با حساسیت یک صدم گرم توزین شد و سپس عملکرد بر حسب تن در هکتار محاسبه گردید.

قبل از تجزیه‌ی داده‌ها، نرمال بودن آن‌ها بررسی شد و در صورت نیاز، با تبدیل مناسب داده به صورت نرمال درآمد. پس از تجزیه‌ی واریانس، میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند. تجزیه‌ی داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS انجام شد.

نتایج

تجزیه‌ی واریانس داده‌های مربوط به تعداد دالان‌های عمودی نشان داد که بین هیبریدهای مورد آزمایش از نظر تعداد دالان‌های عمودی اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (F = ۰/۷۳ ؛df = ۲۰،۲)، اما میانگین تعداد دالان‌های عمودی در هیبرید ZP684 کمتر از هیبریدهای دیگر بود (جدول ۱).

همچنین، بین هیبریدها از لحاظ تعداد لارو درون ساقه اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (F= ۰/۶ ؛df = ۲۰،۲). با این حال، میانگین تعداد لارو مشاهده شده در هیبرید ZP684 کمتر و در هیبرید VRE26×K18 بیشتر از دیگر هیبریدها بود (جدول ۱). بعلاوه، بین هیبریدها از لحاظ تعداد سوراخ‌های لاروی ایجاد شده بر روی ساقه ذرت اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (df = ۲۰،۲؛ F = ۰/۷۰). با این حال هیبرید ZP684 دارای کمترین و هیبرید 20NS×K19 دارای بیشترین تعداد سوراخ‌های لاروی روی ساقه بودند (جدول ۱). تعداد سوراخ‌های لاروی در ساقه با تعداد لارو (P < ۰/۰۱ ؛r = ۰/۵۸) و تعداد دالان (P < ۰/۰۱ ؛r = ۰/۹۴) همبستگی مثبت و معنی‌داری نشان دادند. به عبارت دیگر هرچه تعداد سوراخ‌های لاروی در ساقه بیشتر بود تعداد لارو و تعداد دالان‌های لاروی نیز بیشتر مشاهده گردید. همچنین، تعداد سوراخ‌های لاروی در ساقه با درصد ساقه‌های شکسته شده همبستگی مثبت و معنی‌داری نشان داد (P < ۰/۰۵ ؛r = ۰/۳۴).

تجزیه‌ی واریانس طول دالان عمودی ایجاد شده در ساقه نشان داد که بین هیبریدهای مورد آزمایش از لحاظ طول دالان عمودی ازلحاظ آماری تفاوت معنی‌داری وجود ندارد(F = ۰/۹۶ ؛df = ۲۰،۲). هیبرید ZP684 دارای کمترین طول دالان عمودی وهیبرید SC700 دارای بیشترین طول دالان عمودی بودند (جدول ۱). بین طول دالان عمودی با درصد برگ آلوده (P < ۰/۰۵ ؛r = ۰/۲۹) و درصد ساقه‌های شکسته شده (P < ۰/۰۵ ؛r = ۰/۳۰) همبستگی مثبت و معنی داری به دست آمد.

تجزیه‌ی واریانس درصد شکستگی ساقه نشان داد که بین هیبریدها از نظر درصد شکستگی ساقه‌های هیبریدهای مختلف ذرت اختلاف معنی‌داری وجود دارد (F = ۲/۲۴ ؛df = ۲۰،۲). مقایسه‌ی میانگین این داده‌ها نشان داد که هیبرید SC704 بیشترین و هیبریدهای EXP1 و ZP684 کمترین درصد شکستگی ساقه را داشتند (جدول ۲).

جدول ۱- مقایسه‌ی میانگین‌ها (±SE) برای طول دالان عمودی، تعداد سوراخ های لاروی در ساقه، تعداد لارو و تعداد دالان ایجاد شده توسط کرم ساقه‌خوار ذرت روی یازده هیبرید ذرت

تیمار (هیبریدها)	تعداد سوراخ‌های لاروی در ساقه	طول دالان عمودی	تعداد لارو در ساقه	تعداد دالان در ساقه
K3640/3×MO17	۳/۴۶ ± ۰/۸۶ a	۷/۴۲ ± ۱/۰۳ a	۱/۰۶ ± ۰/۴۶ a	۳/۰۶ ± ۰/ ۵۸ a
SIMON	۳/۵۳ ± ۰/۵۲ a	۷/۱۳ ± ۰/۶۲ a	۱/۲۶ ± ۰/۱۷ a	۳/۶۰ ± ۰/۵۲ a
SC704	۳/۴۰ ± ۰/۶۱ a	۶/۲۰ ± ۱/۴۷ a	۱/۲۰ ± ۰/۳۰ a	۳/۴۶ ± ۰/۶۷ a
SC700	۲/۸۰ ± ۰/۲۰ a	۹/۲۷ ± ۲/۶۷ a	۰/۸۰ ± ۰/۰۰ a	۲/۶۶ ± ۰/۰۰ a
EXP1	۳/۲۰ ± ۱/۱۰ a	۶/۵۴ ± ۰/۵۸ a	۰/۸۰ ± ۰/۳۰ a	۳/۰۰ ± ۰/۸۰ a
BC666	۴/۰۰ ± ۰/۳۰ a	۶/۲۲ ± ۱/۵۳ a	۱/۰۰ ± ۰/۱۱ a	۳/۹۳ ± ۰/۳۳ a
ZP684	۲/۲۰ ± ۰/ ۸۰ a	۴/۵۲ ± ۱/۸۳ a	۰/۵۳ ± ۰/۱۷ a	۲/۲۶ ± ۰/۷۸ a
OSSK602	۳/۶۰ ± ۰/ ۸۳ a	۵/۱۵ ± ۰/۸۰ a	۰/۸۶ ± ۰/۲۶ a	۳/۴۶ ± ۰/۵۹ a
VRE26×K18	۳/۸۰ ± ۰/۶۱ a	۸/۵۸ ± ۲/۵۶ a	۱/۴۶ ± ۰/۷۶ a	۴/۰۶ ± ۰/۸۱ a
VRE27×K18	۴/۰۰ ± ۱/۰۵ a	۵/۹۰ ± ۰/۳۸ a	۱/۰۶ ± ۰/۴۶ a	۳/۸۶ ± ۰/۸۱ a
20NS×K19	۴/۲۶ ± ۰/۷۴ a	۵/۴۵ ± ۲/۰۳ a	۱/۲۶ ± ۰/۰۶ a	۳/۵۳ ± ۰/۸۹ a

*- اعداد با حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

همچنین، بین درصد شکستگی ساقه و طول دالان عمودی همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت (P < ۰/۰۵؛ r = ۰/۳۰).

تجزیه‌ی واریانس عملکرد محصول نشان داد که بین هیبریدها از لحاظ عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد وجود داشت (df = ۲۰،۲؛ F = ۳/۵۵). مقایسه‌ی میانگین عملکرد هیبریدها نشان داد که هیبریدهای EXP1 و ZP684 دارای بیشترین عملکرد و هیبریدهای BC666، SC700 و SC704 دارای کمترین عملکرد می‌باشند (جدول ۲). بین عملکرد با درصد ساقه‌های شکسته (P < ۰/۰۵؛ r = −۰/۳۱) و طول دالان عمودی (P < ۰/۰۵؛ r = − ۰/۳۳) همبستگی منفی و معنی‌داری به دست آمد. به طوری که هر چه درصد ساقه‌های شکسته شده و طول دالان عمودی بیشتر بود، عملکرد کاهش می‌یافت.

بحث

بررسی‌ها نشان داد که می‌توان هیبریدهای مقاوم و حساس را بر اساس صفات تعداد سوراخ‌های لاروی در ساقه، تعداد لارو، تعداد دالان و طول دالان عمودی از یکدیگر تفکیک نمود. بر همین اساس نتایج مطالعه‌ی حاضر بیانگر آن است که هیبریدهای ZP684 و EXP1 و به خصوص هیبرید ZP684 در مقایسه با سایر هیبریدها از مقاومت نسبتاً خوبی در برابر کرم ساقه خوار ذرت برخوردار می‌باشند. به طوری که، اگرچه اختلاف معنی‌داری بین هیبریدهای مورد بررسی در اندازه‌گیری شاخص‌های ذکر شده به دست نیامد ولی هیبریدهای ZP684 و EXP1 کمترین سوراخ لاروی در ساقه، کمترین تعداد لارو در ساقه، کمترین تعداد دالان و کوتاه‌ترین طول دالان عمودی را داشتند. طول دالان عمودی می‌تواند بهترین شاخص برای گزینش مقاومت ساقه‌ی ذرت در برابر تغذیه‌ی کرم ساقه خوار ذرت باشد. چنان که، آندرا و لی (۱۰) با اندازه‌گیری طول دالان عمودی هیبریدهای حساس و مقاوم را از هم تفکیک نمودند. هم چنین، کمتر بودن تعداد سوراخ‌های لاروی در ساقه بیانگر این است که تعداد لارو کمتری در داخل ساقه وجود دارد. سرداری و همکاران (۴) که مقاومت ۱۰ هیبرید ذرت را نسبت به کرم ساقه خوار در منطقه‌ی مغان بررسی کردند تفاوت معنی‌داری از نظر تعداد لارو در ساقه و تعداد سوراخ‌های لاروی در ساقه بین هیبریدها مشاهده نکردند که یافته‌های تحقیق آنها با نتایج حاضر مطابقت دارد. بوترون و همکاران (۱۴) نیز در مطالعات خود از وجود همبستگی مثبت و معنی‌داری بین تعداد سوراخ‌های لاروی در ساقه با طول دالان‌های لاروی در ساقه خوار *Sesamia nonagrioides Lef.* گزارش دادند. شریفی زیوه (۵) از دو شاخص طول دالان عمودی و تعداد سوراخ‌های لاروی در ساقه برای تعیین و ارزیابی هیبرید مقاوم و حساس جهت ارزیابی مقاومت آنتی‌بیوز استفاده کرده است. با توجه به این که حداقل مقدار شاخص‌های ذکر شده در هیبریدهای ZP684 و EXP1 به دست آمد. بنابراین، این هیبریدها می‌توانند درجاتی از مقاومت آنتی بیوزی را نسبت به کرم ساقه خوار ذرت داشته باشند.

جدول ۲- مقایسه‌ی میانگین‌ها (±SE) برای درصد ساقه‌های شکسته و عملکرد در یازده هیبرید ذرت

تیمار (هیبریدها)	درصد ساقه‌های شکسته	عملکرد t/ha
K3640/3×MO17	۲۱/۸۱ ± ۸/۱۵ abc	۱۲/۷۴ ± ۱/ ۱۵ bcd
SIMON	۲۶/۰۶ ± ۳/۳۷ abc	۱۳/۲۸ ± ۰/۹۸ bcd
SC704	۳۷/۵۷ ± ۲/۷۷ a	۱۲/۰۹ ± ۰/۵۴ cd
SC700	۲۶/۰۵ ± ۴/۵۷ abc	۱۲/۱۹ ± ۰/۶۰ cd
EXP1	۱۷/۵۷ ± ۱/۶۰ bc	۱۴/۷۶ ± ۱/۱۹ ab
BC666	۳۰/۳۰ ± ۴/۲۹ ab	۱۱/۳۵ ± ۱/۰۶ d
ZP684	۱۵/۷۵ ± ۶/۹۸ bc	۱۶/۱۴ ± ۰/۳۹ a
OSSK602	۱۹/۳۹ ± ۳/۷۸ abc	۱۳/۳۸ ± ۰/۲۱ bcd
VRE26×K18	۳۲/۱۱ ± ۱/ ۸۲ ab	۱۴/۱۷ ± ۰/۹۳ abc
VRE27×K18	۲۱/۸۱ ± ۳/۷۸ abc	۱۲/۵۹ ± ۰/۹۰ bcd
20NS×K19	۲۸/۴۸ ± ۵/۸۴ abc	۱۴/۲۲ ± ۰/۹۰ abc

*- اعداد با حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

انـدازه‌گیـری درصـد شکـستگی سـاقه و عملکـرد نیـز از دیگـر شاخص‌های استفاده شده در این تحقیق برای تفکیک ارقام می‌باشـد. چنان که، نتایج به دست آمده نـشان داد کـه هیبریـدهای ZP684 و EXP1 کمترین درصد شکستگی و بیشترین عملکرد را در مقایسه بـا سایر هیبریدهای مورد بررسی در این مطالعه داشتند. کاکار و همکاران (۲۰) هیبریـدهای ذرت را از نظـر درصـد شکـستگی سـاقه ناشـی از تغذیه‌ی لارو ساقه خوار برنج که به ذرت نیز خسارت می‌زند نسبت به هم مقایسه نمودنـد. نتـایج بـه دسـت آمـده آن‌هـا نـشان داد کـه در هیبریدهای مقاوم درصد شکستگی ساقه کمتر می‌باشـد و زمـانی کـه ساقه‌ها از قسمت پایین بلال شکسته شوند کمباین قادر بـه برداشـتن بلال از روی زمین نخواهد بود و جمع آوری با دست نیـز مقـرون بـه صرفه نمی‌باشد و در نتیجه خسارت آفت به محصول شـدیدتر خواهـد شد. سرداری و همکاران (۴) اعلام نمودند که هیبرید Sweet corn SC500 دارای بیشترین درصد شکستگی و هیبریـدهای BC418 و BC678 فاقد شکستگی ساقه می‌باشند و در بررسی ایشان مـشخص شد که از نظر عملکرد هم هیبرید SC700 دارای بیشترین عملکرد و هیبرید Popcorn SC500 دارای کمترین عملکرد است. بررسـی و ارزیابی مقاومت در منطقه‌ی مغان روی ۹ ژنوتیپ دیگـر ذرت نـسبت به کرم ساقه خوار ذرت نشان داد که هیبریدهای K74/1×MO17 و K3047/2×MO17 با کمترین درصـد شکـستگی سـاقه، کمتـرین طول دالان ساقه و کمترین تعداد سـوراخ مربـوط بـه آفـت مقاومـت بیشتر و هیبریدهـای 20NS×K19 و K74/1×K19 بـا بیـشترین درصد شکستگی ساقه، بیشترین طول دالان ساقه و بیـشترین تعـداد سـوراخ مربـوط بـه آفـت مقاومـت کمتـری را در مقایـسه بـا سـایر هیبریدهای مورد بررسی در مقابل حمله‌ی آفت نشان دادند (۶). نتـایج این تحقیق هم حاکی از آن است که تعداد سوراخ‌های لاروی با درصد ساقه‌های شکسته شده همبستگی مثبت و معنی‌داری دارد. به طـوری که هر چه تعداد سوراخ‌هـای لاروی بیـشتر باشـد درصـد سـاقه‌هـای شکسته شده افزایش می‌یابد. علت این امر می‌تواند بـه دلیـل کـاهش استحکام ساقه‌ها در اثر تغذیه‌ی لاروها باشد که با کوچک‌تـرین وزش باد شکسته خواهند شد.

بررسی‌ها نشان داد که درصد شکـستگی سـاقه بـا عملکـرد دانـه همبستگی منفی و معنی‌داری دارد. این بدین معنی است کـه هـر چـه درصد شکستگی ساقه پایین‌تر باشد، عملکرد افزایش می‌یابد. انـدازه-گیری میزان عملکرد نسبت به شاخص‌های دیگر ارزیـابی مقاومـت از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است به طوری که ایـن شـاخص بـه عنـوان معیار ارزشمندی در تعیین میزان تحمل گیـاه نـسبت بـه گیـاه‌خوارهـا مورد استفاده قرار می‌گیرد. مالوار و همکاران (۲۱) با استفاده از صـفت عملکرد هیبریدهای حساس و مقاوم را نسبت به خسارت تمامی سـاقه خوارها شناسـایی کردنـد. شـریفی زیـوه و همکـاران (۶) هیبریـدهای K74/1×MO17 و K3047/2×MO17 را به دلیل داشتن عملکرد بالا به عنوان هیبرید مقاوم معرفی کردند. بنابراین، با در نظـر گـرفتن ایـن نکتـه کـه علیـرغم خـسارت آفـت در هیبریـدهای ZP684 و EXP1، این هیبریدها بیشترین عملکرد را در مقایسه بـا سـایر ارقـام مورد بررسی داشتند می‌توان میزانی از متحمل بودن به آفت را در این هیبریدها نتیجه‌گیری کرد. جمسی (۲) میزان مقاومت ۱۲ رقم ذرت به کرم ساقه خوار *S. nonagrioides* را در خوزستان مورد بررسی قرار داد و نتیجه گرفت که رقم KSC707 بیشترین تحمل را نـسبت بـه کرم ساقه خوار دارد و ارقـام KCS703 و KSC721 در گـروه دوم، ارقام KSC717/3 و KSC711 در گروه سوم و سایر ارقام از سطح تحمل کمتری برخوردار هستند. بررسی‌های انجام شـده در منطقـه‌ی ورامین توسط قاجاریه (۷) نشان داده است که کرم ذرت، *Sesamia cretica* Led.، آفـت اصـلی گیـاه ذرت در آن منطقـه مـی‌باشـد و حداکثر خسارت این آفت در نسل سوم اتفاق می‌افتد به طوری کـه در بعضی مزارع تا حدود ۹۰ درصد آلودگی نیز مشاهده شـده اسـت. ایـن محقق جهت تعیـین ارقـام مقـاوم ذرت جهـت کنتـرل ایـن آفـت در منطقه‌ی ورامین، اقدام به کاشت ۹ رقم ذرت کرد. نتایج این آزمـایش نشان داد که کمترین خسارت کرم ذرت به ترتیـب در ارقـام Sc.31، Sc.301، Sc.46 A، Sc.37t و Sc.704 مشاهده شد.

نتایج مطالعه‌ی حاضر نشان داد کـه از بـین یـازده هیبریـد مـورد بررسی، دو هیبرید EXP1 و ZP684 تمـام صـفاتی را کـه بیـانگر مقاومت گیاه به حشره می‌باشند، را دارا بودند و میزانی از دو مکانیـسم مقاومت گیاه به حشرات (آنتی بیوز و تحمل) را نشان دادند. هم چنین، بررسی‌های بیشتر ما در زمینه‌ی تعیین مکانیسم‌هـای مقاومـت نـشان داد که این دو هیبرید به دلیل کمتر بودن میزان تخمریزی کرم سـاقه خوار ذرت روی آن‌ها (داده‌های منتشر نشده‌ی ما) درجاتی از مقاومـت آنتی‌زنوزی را نیز دارا می‌باشـند. بنـابراین، ایـن هیبریـدها مـی‌تواننـد مقاومت نسبی لازم را نسبت به کـرم سـاقه خـوار ذرت داشـته باشـد. جامپاتونگ و باری (۱۹) در یک بررسی تعداد ۱۸۹ هیبریـد ذرت را در برابر خسارت لارو نسل دوم کرم سـاقه خـوار ذرت ارزیـابی کردنـد و گزارش نمودند که هیبرید B52 مقاوم‌ترین هیبریـد بـه ایـن آفـت در مقایسه با سایر هیبریدها می‌باشد.

استفاده از ارقام مقاوم می‌تواند نقش مهمـی در مـدیریت تلفیقـی *O. nubilalis* در مزارع ذرت داشته باشد. امـا در مطالعـه‌ی حاضـر میزان مقاومت گزارش شده‌ی هیبریدهای EXP1 و ZP684 نمـی-تواند برای کنتـرل کامـل ایـن آفـت کلیـدی ذرت کـافی باشـد. لـذا تحقیقات بیشتری مورد نیاز است تا امکان تلفیق ایـن هیبریـدها را بـا حشره‌کش‌ها و دشمنان طبیعی مورد بررسی قرار دهد تا امکان کنترل بهتر خسارت *O. nubilalis* در مزارع ذرت فراهم آید.

سپاسگزاری

بدین وسیله از موسسه‌ی تحقیقات اصلاح و تهیه‌ی نهال و بذر کشور (کرج) به خاطر تامین بذور هیبریدهای ذرت و نیز مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مغان به جهت همکاری در اجرای تحقیق تقدیر و تشکر می‌شود.

منابع

۱- تقی زاده م.، شریفی زیوه پ. و بصیری غ.ح. ۱۳۸۳. مطالعه‌ی بیولوژی ساقه خوار اروپایی ذرت *Ostrinia nubilalis* Hb. در شمال و شمال غرب کشور. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مغان (استان اردبیل).

۲- جمسی غ.ر. ۱۳۸۵. واکنش ۱۲ رقم ذرت به کرم ساقه خوار *Sesamia nonagriodes* (Lepidoptera: Noctuidae) در خوزستان. هفدهمین کنگره گیاهپزشکی ایران، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج.

۳- خانجانی م. ۱۳۸۳. آفات گیاهان زراعی ایران. انتشارات دانشگاه بوعلی سینا. همدان.

۴- سرداری قوجه بیگلو ب.، نوری قنبلانی ق.، رزمجو ج.، تقی زاده م. و شریفی زیوه پ. ۱۳۸۷. ارزیابی مقاومت ده هیبرید ذرت در برابر کرم ساقه خوار ذرت *Ostrinia nubilalis* Hb. هجدهمین کنگره گیاهپزشکی ایران، دانشگاه همدان، همدان.

۵- شریفی زیوه پ. ۱۳۸۵. ارزیابی مقاومت ژنوتیپ های ذرت به ساقه خوار اروپایی ذرت. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد واحد اردبیل.

۶- شریفی زیوه پ.، تقی زاده م.، نوری قنبلانی ق.، اهری زاد س. و شیری م.ر. ۱۳۸۸. بررسی صفات کمی مرتبط با مقاومت به کرم ساقه خوار اروپایی ذرت (*Ostrinia nubilalis* Hbn) در هیبریدهای ذرت. مجله به نژادی نهال و بذر ۱-۲۵: ۲۷۳-۲۶۳.

۷- قاجاریه ح. ۱۳۷۰. بررسی مقاومت ارقام مختلف ذرت به کرم ساقه خوار ذرت *Ostrinia nubilalis* Hb. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.

۸- میر هادی م.ج. ۱۳۸۰. ذرت. وزارت جهاد کشاورزی سازمان تحقیقات، آموزشی و ترویج کشاورزی.

۹- نوری قنبلانی ق.، حسینی م. و یغمایی ف. ۱۳۷۴. مقاومت گیاهان به حشرات (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. مشهد.

10- Andrea J.C., and Lee M. 2005. Genetic relationships between resistance to stalk-tunneling by the European corn borer and cell-wall components in maize population B73 × B52. Theoretical and Applied Genetics, 111: 1-7.

11- Archer T.L., Cral S., Schuster G., Cronholm G., Bynum J., and Morrison W.P. 2001. Ear and shank damage by corn borer and corn earworms to four events of *Bacillus thuriengiensis* transgenic maize. Crop Protection, 20: 139-144.

12- Archer T.L., Schuster G., Patrick C., Cronholm G., Jr Bynum E.D., and Morrison W.P. 2000. Whorl and stalk damage by European and Southwestern corn borer to four events of *Bacillus* transgenic maize. Crop Protection, 19: 181-190.

13- Bohn M., Kreps R.C., Kelin D., and Melchinger A.E. 1990. Yield caused by the European corn borer (Lepidoptera: Pyralida) in early maturing European corn borer maize hybrids. Ecological Entomology, 92: 723-731.

14- Butrron A., Malvar R.A., Cartea M.E., Ordas A., and Velasco P. 1999. Resistance of Maize inbreds to pink stem borer. Crop Science, 39: 102-107.

15- Castanera G., and Torres C. 2008. Wound-induced changes in DIMBOA (2, 4 dihydroxy-7-methoxy-2H-1, 4 benzoxazin-3(4H)-one) concentration in maize plants caused by *Sesamia nonagrioides* (Lepidoptera: Noctuidae) Wound induced changes in DIMBOA. Annals of Applied Biology, 113: 447-454.

16- Harish K. 1997. Antibiosis as a resistance mechanism to *chilo partellus* (Swinhoe) (Lepidoptera: Pyralidae) in selection maize genotypes. Crop Protection, 16: 331-336.

17- Heinrichs E.A., Medrano F.G., and Rapusas H.R. 1985. Genetic evaluation for insect resistance in rice. The International Rice Research Institute. Los Banos, Laguna, Philippines.

18- Hill D.S. 1987. Agricultural insect pests of temperate regions and their control. Cambridge University Press. Cambridge, New York.

19- Jampatong C., and Barry. D. 2002. Quantitative trail loci for first and second generation European corn borer resistance derived from the maize inbred MO47. Crop Science, 42: 584-593.

20- Kakar A.S., Kakar K.M., Tariq Khan M., Shawani M.I., and Tareen A.B. 2003. Studies on varietal screening of maize against maize stem borer *Chilo partellus* (Swinhoe). Journal of Biological Sciences, 3:

233-236.
21- Malvar R.A., Butron A., Alvarez A., Padilla G., Cartea M., Revilla P., and Ordas A. 2007. Yield performance of the European Union Maize Landrace Core collection under multiple corn borer infestations. Crop Protection, 26: 775-781.
22- Panda N., and Khush G.S. 1995. Host resistance to insects. CAB International, Wallingford, UK.
23- Smith C.M., Khan Z.R., and Pathak M.D. 1994. Techniques for evaluating insect resistance in crop plants. CRC Press, New York.
24- Velasco P., Revilla P., Butron A., Ordas B., Ordas A., and Malvar R.A. 2002. Ear damage of sweet corn borer inbred and their hybrids under multiple corn borer infestation. Crop Science, 42: 724-729.