نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۵، شماره ۱، بهار ۱۳۹۰، ص. ۶۵-۵۸

Journal of Plant Protection
Vol. 25, No. 1, Spring 2011, P. 58-65

بررسی جنبه‌هایی از زیست‌شناسی کرم ساقه‌خوار برنج، *Chilo suppressalis* Walker (Lepidoptera: Pyralidae) در مزارع برنج مازندران

حسن قهاری[۱] - مهرداد طبری[۲*]

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۰/۱
تاریخ پذیرش: ۹۰/۱/۱۷

چکیده

بر اساس مطالعات انجام شده در فصول زراعی ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷، بعضی از جنبه‌های زیستی کرم ساقه‌خوار برنج (*Chilo suppressalis* Walker) شامل تعداد سنین لاروی و طول دوره‌ی رشد و نمو مراحل مختلف زیستی در دو نسل در منطقه‌ی مازندران بررسی شد. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تعداد سنین لاروی کرم ساقه‌خوار برنج در نسل‌های اول و دوم متفاوت می‌باشد، به طوری که این حشره در نسل اول دارای ۶ و در نسل دوم دارای ۵ سن لاروی است. نتایج حاصل از اندازه‌گیری عرض کپسول سر نشان داد که دامنه‌ی اندازه‌ی عرض کپسول سر در سنین مختلف لاروی فاقد هم‌پوشانی می‌باشند و اختلاف معنی‌داری بین سنین مختلف قابل تمایز می‌باشد. میانگین طول دوره‌ی رشد و نمو هر یک از مراحل لاروی *C. suppressalis* در نسل اول طولانی‌تر از نسل دوم می‌باشد. همچنین میانگین طول دوره‌ی رشدی مجموع مراحل زیستی نابالغ از تخم تا شفیره در نسل اول ۱/۲۵ برابر بیشتر از نسل دوم می‌باشد. به این ترتیب لاروهای نسل اول کرم ساقه‌خوار برنج یک بار بیشتر از لاروهای نسل دوم پوست‌اندازی نموده و نیز به زمان بیشتری جهت تکمیل دوره‌ی رشدی نیاز دارند.

واژه‌های کلیدی: زیست‌شناسی، سن لاروی، نسل، کرم ساقه‌خوار برنج، مازندران

مقدمه

برنج یکی از محصولات غذایی بسیار مهم می‌باشد که سهم اساسی در رژیم غذایی بشر دارد. آفات متعددی در مزرعه به بوته‌های برنج خسارت وارد می‌آورند که یکی از آفات مهم آن، ساقه‌خوارها (Stem borers) می‌باشند. ساقه‌خوارها به حشراتی اطلاق می‌شود که لارو آنها ساقه‌ی انواع گرامینه‌ها (Poaceae) را سوراخ کرده و از محتویات داخل ساقه تغذیه می‌کنند که نتیجه‌ی خسارت آنها به گیاهان میزبان، کاهش کمی و کیفی محصول می‌باشد (۲۳). ساقه‌خوارهای برنج شامل ۲۱ گونه‌ی شناخته شده می‌باشد که ۱۸ گونه از آنها به خانواده‌ی Pyralidae و سه گونه‌ی دیگر به خانواده‌ی Noctuidae و جنس *Sesamia* تعلق دارند (۱۹). در میان انواع ساقه‌خوارهای برنج، کرم ساقه‌خوار برنج (*Chilo suppressalis* Walker) جزو یکی از مهمترین آفات برنج در بیشتر مناطق دنیا به ویژه مناطق پالئارکتیک[۳] و اورینتال[۴] می‌باشد (۷ و ۱۵). اولین گزارش این آفت در ایران، شهریور ۱۳۵۱ و از مناطق رامسر و آمل بود (۱)، اما آفت مزبور امروزه در مناطق شمالی کشور و نیز در مناطق برنج‌کاری استان اصفهان گسترش دارد (۶). تحقیقات انجام شده در رابطه با کرم ساقه‌خوار برنج در دنیا قابل ملاحظه می‌باشد به طوری که تا سال ۱۹۹۰ بیش از ۳۷۰۰ مقاله در رابطه با جنبه‌های مختلف زیستی این آفت به چاپ رسیده است (۱۴). اگرچه طی سال‌های بعد نیز پژوهش‌های متعددی در مورد این آفت انجام شده است، اما مشکل آفت مزبور در هیچ یک از مناطق آلوده‌ی دنیا و از جمله ایران منتفی نشده است و این امر لزوم استمرار در انجام تحقیقات بنیادی و کاربردی در مورد این آفت را به اثبات می‌رساند.

استان مازندران با دارا بودن هزاران هکتار اراضی مستعد جهت کشت برنج و تأمین بیش از ۵۵ درصد از برنج مصرفی کشور، نقش نخست در اقتصاد برنج کشور ایفاء می‌کند (۲). از طرفی با توجه به

۱- استادیار حشره‌شناسی، گروه کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر ری، تهران
۲- مربی پژوهش حشره‌شناسی، معاونت مؤسسه‌ی تحقیقات برنج کشور، مازندران، آمل
(*- نویسنده مسئول: Email: ma_tabari@yahoo.com)

3- Palaearctic
4- Oriental

اینکه کرم ساقه‌خوار برنج جزو مهمترین آفات برنج در شمال ایران محسوب می‌شود و کنترل آن در افزایش عملکرد محصول اهمیت به‌سزایی دارد (۴)، لذا در پژوهش حاضر زیست‌شناسی این آفت در منطقه‌ی آمل مورد بررسی قرار گرفت تا با شناخت دقیق زیست‌شناسی آن، گام‌هایی در راستای کنترل آن برداشته شود. زیرا شناخت دقیق یک آفت از جنبه‌های مختلف به خصوص بیولوژیک و اکولوژیک اولین مرحله در کنترل موفقیت‌آمیز آن محسوب می‌شود (۳۰ و ۲۳). از طرف دیگر در سال‌های اخیر هیچ پژوهشی در رابطه با زیست‌شناسی کرم ساقه‌خوار برنج در منطقه‌ی مازندران انجام نشده است و تنها تحقیق انجام شده در این رابطه، پژوهش رضوانی و شاه‌حسینی (۳) می‌باشد. با توجه به توضیحات فوق، هدف از تحقیق حاضر مطالعه‌ی زیست‌شناسی کرم ساقه‌خوار برنج به عنوان آفت کلیدی در شمال ایران می‌باشد تا با داشتن آگاهی کامل‌تر از جنبه‌های مختلف زیستی آن (به ویژه تعداد نسل و طول دوره‌ی رشدی مراحل مختلف زیستی)، نسبت به کنترل کارآمد آن اقدام گردد.

مواد و روش‌ها

ویژگی‌های مرفولوژیک و بیولوژیک نسل‌های اول و دوم *C. suppressalis* در استان مازندران و طی فصول زراعی ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷ مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور ۱۴ کرت هر یک به ابعاد تقریبی ۱/۵ متر مربع آماده شدند. به منظور جلوگیری از ورود پروانه‌ها و نیز دشمنان طبیعی به داخل تیمارهای آزمایشی، کرت‌ها به وسیله‌ی قفس‌های مکعبی (۱/۵ متر مکعب) پوشیده با پارچه‌ی توری ۵۰ مش محصور شدند. داخل هر کرت ۲۰ بوته‌ی برنج رقم فجر در اواخر اردیبهشت نشاکاری شدند. پانزده روز پس از نشاکاری، روی ساقه‌ی اولیه‌ی هر یک از نشاها، ده عدد لارو نئونات *C. suppressalis* بر اساس روش رامونداو رویگس (۲۶) قرار داده شدند. به منظور به دست آوردن لاروهای نئونات، پروانه‌های نسل اول کرم ساقه‌خوار برنج در اوایل اردیبهشت با استفاده از تله‌ی نوری از طبیعت جمع‌آوری و با انتقال آنها به داخل لوله‌های آزمایش و روی برگ‌های تازه‌ی برنج امکان تخمریزی آنها فراهم شد. دستجات تخم تازه و سفید رنگ (حدود ۲۰۰ دسته تخم) به قطعاتی بریده شده و پس از قرار گرفتن داخل پتری‌های حاوی کاغذ صافی مرطوب، به داخل انکوباتور (۲±۲۲ درجه سانتی‌گراد، ۵±۷۵ درصد رطوبت نسبی و ۱۶ ساعت روشنایی در شبانه‌روز) منتقل شدند. با بازدیدهای مرتب روزانه (۱۲ ظهر) ضمن تعیین طول دوره‌ی جنینی *C. suppressalis* در شش تکرار، لاروهای نئونات مورد نیاز برای انجام این آزمایش به دست آمدند. سه روز پس از رهاسازی اولین لاروهای نئونات، اولین نمونه‌برداری آغاز و نمونه‌برداری‌های بعدی نیز به فواصل زمانی سه روز انجام شد. برای این منظور در هر نمونه‌برداری یک بوته از هر کرت انتخاب و پس از انتقال به آزمایشگاه، ساقه‌ها با استفاده از اسکالپل به طور طولی باز شده و لاروهای موجود در داخل آن‌ها خارج شدند و عرض کپسول سر لاروها با استفاده از استرئومیکروسکوپ دارای عدسی چشمی مدرج اندازه‌گیری شد. با توجه به اینکه بر اساس نظریه‌ی گینز و کمبل (۹) و Peterson & Haeussler (1928)، افزایش نواحی اسکلروتیزه شده‌ی بدن حشرات به ویژه کپسول سر فقط هنگام پوست‌اندازی اتفاق می‌افتد و تمام افراد یک جمعیت که در یک زمان مشخص تعویض جلد می‌کنند، به یک سن لاروی موسوم هستند، بنابراین با اندازه‌گیری عرض کپسول سر لاروها به فواصل زمانی سه روز، تعداد سنین لاروی *C. suppressalis* در نسل اول تعیین شد. در این رابطه به نظریه‌ی Caltagirone *et al.* (1983) استناد شد که مطابق این نظریه هر یک از سنین لاروی دارای دامنه‌ی مشخص و ثابتی از عرض کپسول سر می‌باشند که با اندازه‌گیری عرض کپسول سر می‌توان تعداد سنین لاروی بیشتر حشرات به ویژه بالپولکداران را تعیین کرد.

تعیین تعداد سن لاروی نسل دوم *C. Suppressalis*

به منظور تعیین تعداد سنین لاروی کرم ساقه‌خوار برنج در نسل دوم، پروانه‌های نسل دوم در اواسط تیر ماه از داخل قفس‌های آزمایشی جمع‌آوری و با انتقال آنها به شرایط آزمایشگاه (داخل لوله‌های آزمایش و روی برگ‌های تازه‌ی برنج) امکان تخمریزی آنها فراهم شد. با قرار دادن دستجات تخم (حدود ۱۴۶ دسته تخم) در شرایط مناسب (۲±۲۲ درجه سانتی‌گراد، ۵±۷۵ درصد رطوبت نسبی و ۱۶ ساعت روشنایی در شبانه‌روز)، ضمن به دست آوردن لاروهای نئونات مورد نیاز برای انجام این آزمایش طول دوره‌ی رشد و نمو جنینی تخم‌های نسل دوم نیز مشابه نسل اول تعیین شد. سایر مراحل اجرایی این آزمایش به منظور تعیین تعداد سنین لاروی نسل دوم *C. suppressalis* مشابه روش انجام شده برای نسل اول صورت گرفت.

تعیین طول دوره‌ی رشد و نمو لاروی *C. suppressalis*

تعیین طول دوره‌ی رشد و نمو لاروی کرم ساقه‌خوار برنج در شناخت دقیق زیست‌شناسی این آفت و اتخاذ روش‌های مناسب و کارآمد جهت کنترل آن بسیار مهم است، به طوری که بنا بر عقیده‌ی ابرت (۱)، لازم است تا با نصب تله‌های نوری طول دوره‌ی رشد و نمو لاروی کرم ساقه‌خوار برنج مورد بررسی دقیق قرار گیرد. با توجه به اینکه تاکنون پرورش آزمایشگاهی *C. suppressalis* میسر نشده است (Taneja & Nwanze, 1990)، لذا بررسی طول دوره‌ی رشد و نمو جنینی در شرایط طبیعی انجام شد. برای این منظور، پس

از بررسی ساقه‌های آلوده به لاروهای ساقه‌خوار در مزرعه، هر روز تعداد سه بوته‌ی برنج از ریشه درآورده شده و با انتقال به آزمایشگاه و خارج کردن لاروهای موجود در داخل ساقه‌ها، عرض کپسول سر لاروها ثبت گردید. به این ترتیب با در اختیار داشتن اندازه‌ی عرض کپسول سر مربوط به هر سن لاروی که طی آزمایش قبل به دست آمد، زمان ظهور هر سن لاروی یا به عبارت دیگر طول دوره‌ی رشدی هر یک از سنین لاروی *C. suppressalis* برای نسل‌های اول و دوم تعیین شد. در رابطه با طول دوره‌ی شفیرگی، علاوه بر بررسی‌های روزانه، با در اختیار داشتن زمان‌های ظهور شفیره و ظهور پروانه‌ها در طبیعت (بر اساس آمار مربوط به تله‌های نوری مستقر در مزارع)، طول دوره‌ی شفیرگی تعیین گردید. در این پژوهش در مطالعات مربوط به اندازه‌ی عرض کپسول سر و تفکیک سنین مختلف لاروی، قانون دایار[1] مورد استفاده قرار گرفت. بر اساس قانون دایار که اساساً در رابطه با لارو بالپولکداران صدق می‌نماید، اندازه‌ی کپسول سر لاروها در هر سن لاروی ثابت است و رشد سر در سنین مختلف به نسبت ۱/۷-۱/۳ برابر افزایش می‌یابد و این افزایش برای هر گونه‌ای ثابت می‌باشد. بر این اساس اگر چنانچه مختصات اندازه کپسول سر در سنین مختلف لاروی را به صورت لگاریتم تعیین نمائیم، عرض کپسول سر با سنین لاروی یک رابطه‌ی مستقیم دارد. به این ترتیب با اندازه‌گیری عرض کپسول سر دو سن لاروی متوالی و نیز سن آخر لاروی، نسبت افزایش اندازه‌ی سن لاروی تعیین می‌شود.

نتایج و بحث

تعداد سنین لاروی *C. suppressalis*. نتایج حاصل از تجزیه واریانس تغییرات عرض کپسول سر در سنین مختلف لاروی کرم ساقه‌خوار برنج نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین نسل، تعداد سنین لاروی و نیز اثر متقابل «نسل × سنین لاروی» در سطح احتمال ۰/۰۱ وجود دارد. بر اساس نتایج این پژوهش تعداد سنین لاروی این حشره در هر یک از نسل‌های اول و دوم متفاوت می‌باشد، به طوری که در نسل اول دارای ۶ و در نسل دوم دارای ۵ سن لاروی است (جدول ۱).

اگرچه بر اساس منابع مختلف داخلی (۳ و ۵)، کرم ساقه‌خوار برنج دارای شش سن لاروی می‌باشد اما نتایج بررسی حاضر با گزارش رامواندا و رویگس (۲۶) در رابطه با نژاد اسپانیایی *C. suppressalis* که برای نسل اول ۶ و برای نسل دوم ۵ سن لاروی تعیین کردند مطابقت کامل دارد. همچنین نتایج تحقیقات لوما (۲۱) مبنی بر اینکه تعداد سنین لاروی در نسل‌های مختلف کرم ساقه‌خوار برنج در مناطق مختلف دنیا ممکن است متفاوت باشد، نتایج پژوهش حاضر را تأیید می‌کند.

جدول ۱- میانگین اندازه‌ی عرض کپسول سر، نسبت رشدی و رنگ کپسول سر در سنین مختلف لاروی کرم ساقه‌خوار برنج در نسل‌های اول و دوم

سن لاروی	اندازه‌ی عرض کپسول سر خطای معیار ± میانگین (میلی‌متر)	نسبت رشدی سنین مختلف لاروی	رنگ کپسول سر
	نسل اول		
سن اول	۰/۲۴±۰/۰۱	۱/۵	سیاه
سن دوم	۰/۳۶±۰/۰۳	۲/۸۳	قهوه‌ای
سن سوم	۱/۰۲±۰/۰۷	۱/۳۶	قهوه‌ای
سن چهارم	۱/۳۹±۰/۰۸	۰/۹	قهوه‌ای
سن پنجم	۱/۵۲±۰/۰۵	۱/۱۲	قهوه‌ای
سن ششم	۱/۷۱±۰/۰۵	–	قهوه‌ای
	نسل دوم		
سن اول	۰/۲۴±۰/۰۱	۱/۵۸	سیاه
سن دوم	۰/۳۸±۰/۰۵	۲/۲۹	قهوه‌ای
سن سوم	۰/۸۷±۰/۰۶	۱/۲۵	قهوه‌ای
سن چهارم	۱/۰۹±۰/۰۷	۱/۳۷	قهوه‌ای
سن پنجم	۱/۴۹±۰/۰۸	–	قهوه‌ای

1- Dyar's rule

همچنین کویاما (۱۸) بر اساس اندازه‌گیری‌های عرض کپسول سر، شش سن لاروی برای هر دو نسل *C. suppressalis* جمع‌آوری شده از مناطق شمالی ژاپن تشخیص داد. اگرچه اغلب منابع علمی تعداد سنین لاروی *C. suppressalis* را معمولاً ۵ یا ۶ سن گزارش کردند، اما بر اساس گزارش لوما (۲۱) این آفت در برخی مناطق دنیا می‌تواند حتی ۷ تا ۹ سن لاروی نیز داشته باشد.

بر اساس گزارش پویتوت و کارول (۲۴) و لیو (۲۰) دمای محیط از عوامل بسیار مهم می‌باشد که روی تعداد سنین لاروی یک حشره تأثیر می‌گذارد. نتایج بررسی‌های لوما (۲۱) نشان داد که لاروهای *C. suppressalis* پرورش یافته در دماهای ۲۱ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد آزمایشگاه به ترتیب بین ۵ تا ۹ بار پوست‌اندازی می‌کنند. با توجه به اینکه بر اساس جدول ۱، میانگین دمای محیط در نسل اول ۱۸/۹ درجه سانتی‌گراد اما در نسل دوم ۲۵/۸۶ درجه‌ی سانتی‌گراد می‌باشد بنابراین وجود اختلاف دما در حدود ۶/۹۶ درجه‌ی سانتی‌گراد می‌تواند دلیلی بر بیشتر بودن تعداد سنین لاروی در نسل اول باشد. جهت توضیح در رابطه با وجود تفاوت در تعداد سنین لاروی در نسل‌های مختلف *C. suppressalis*، داده‌های مربوط به دمای منطقه از ایستگاه هواشناسی واقع در مجاورت مؤسسه‌ی تحقیقات برنج آمل دریافت گردید و با نتایج این پژوهش تطبیق داده شد. بر این اساس، دما در نسل اول آفت، ۲/۱±۱۸/۹ (حداقل: ۱۴/۷۳؛ حداکثر: ۲۳) و در نسل دوم ۰/۶۱±۲۵/۸۶ (حداقل: ۱۹/۳۳؛ حداکثر: ۳۲/۴) درجه سانتی‌گراد به دست آمد.

همبستگی بین پوست‌اندازی بیشتر و کمبود کیفی مواد غذایی در بالپولکداران به اثبات رسیده است (۹، ۲۱ و ۲۴). به طوری که هیرانو (۱۲) نشان داد که گیاهان در مرحله‌ی رشد و نمو (پیش از بلوغ) از لحاظ کیفی منابع غذایی ارزشمندتری در مقایسه با گیاهان بالغ محسوب می‌شوند، زیرا نسبت کربوهیدرات به پروتئین در آنها کمتر از گیاهان بالغ می‌باشد. در بررسی حاضر، لاروهای نسل اول روی گیاهانی رشد و نمو یافتند که در مراحل رشدی و شرایط کیفی مطلوب بودند اما لاروهای نسل دوم روی گیاهان بالغ مراحل رشد و نمو خود را تکمیل کردند. بنابراین نتایج این پژوهش بیانگر این نکته می‌باشد که دمای محیط عامل مؤثرتری در مقایسه با کیفیت مواد غذایی می‌باشد و آن را تحت شعاع قرار می‌دهد. همچنین کاتسوما (۱۳) و پویتوت و بویس (۲۵) به اهمیت تغییر جلدهای اضافی در روند رشد و نمو لاروی *C. suppressalis* اشاره کرده‌اند. به طوری که در تحقیقات ایشان علیرغم ۵ تا ۶ تغییر جلد در نسل اول، لاروهای نسل دوم ۷، ۸ و حتی ۹ بار تغییر جلد داشتند.

مقایسه میانگین اندازه‌ی عرض کپسول سر لاروها در نسل‌های مختلف و نیز در سنین مختلف لاروی کرم ساقه‌خوار برنج نشان می‌دهد که اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ بین میانگین عرض کپسول سر در نسل‌های اول و دوم و نیز بین سنین مختلف لاروی *C. suppressalis* وجود دارد. در این رابطه میانگین عرض کپسول سر لاروی در نسل اول ۱/۰۴ و در نسل دوم ۰/۸۱۴ میلی‌متر به دست آمد. همچنین میانگین اندازه‌ی عرض کپسول سر در سنین مختلف لاروی کرم ساقه‌خوار برنج به ترتیب ۰/۲۴، ۰/۳۷، ۰/۹۴، ۱/۲۴ و ۱/۶۰ میلی‌متر به ترتیب برای سنین اول تا پنجم لاروی دو نسل مزبور تعیین گردید. نتایج حاصل از اندازه‌گیری عرض کپسول سر نشان داد که دامنه‌ی اندازه‌ی عرض کپسول سر در سنین مختلف لاروی علیرغم وسیع بودن فاقد هم‌پوشانی می‌باشند و اختلاف معنی‌داری بین سنین مختلف قابل تمایز می‌باشد. در این رابطه نتایج این بررسی با نتایج رامواندا و رویگس (۲۶) در رابطه با نژاد اسپانیایی *C. suppressalis* مطابقت ندارد. محققین مزبور دلیل هم‌پوشانی را به الگوی رشد و نمو چند شکلی (Polymorphic development pattern) نسبت دادند. لازم به توضیح است که علیرغم عدم وجود هم‌پوشانی در اندازه‌ی عرض کپسول سر در پژوهش حاضر، این پدیده امری متداول می‌باشد به طوری که در تحقیقات گینز و کمبل (۹)، کیشی (۱۷)، اشمیت و همکاران (۲۸) و گارسیا دل پینو و دی هارو (۱۰) در رابطه با سایر بالپولکداران گزارش شده است. بر اساس گزارش رضوانی و شاه‌حسینی (۳)، کرم ساقه‌خوار برنج در شمال ایران دارای ۶ سن لاروی است اما کیریتانی و اوو (۱۶) در پرورش‌های آزمایشگاهی ۵ تا ۹ سن لاروی برای نمونه‌های جمع‌آوری شده از ژاپن نیز مشاهده کرده است. همچنین بر طبق گزارش محققین فوق، نسل اول در طبیعت دارای ۶ سن لاروی اما تعداد سنین لاروی در نسل دوم به ۸ سن لاروی نیز می‌رسد.

مقایسه میانگین اثر متقابل «نسل × سنین مختلف لاروی» روی عرض کپسول سر لاروهای کرم ساقه‌خوار برنج نشان می‌دهد که به غیر از سنین اول و دوم در سایر سنین اختلاف معنی‌داری بین اندازه‌ی عرض کپسول سر در سطح احتمال ۱٪ مشاهده می‌شود (جدول ۲)؛ به طوری که بیشترین عرض کپسول سر همچنان که انتظار می‌رود مربوط به لارو سن ششم در نسل اول می‌باشد و لاروهای سن پنجم نسل‌های دوم و اول به ترتیب در مراحل بعدی قرار دارند. با توجه به اینکه نسل اول آفت دارای ۶ سن لاروی اما نسل دوم دارای ۵ سن لاروی می‌باشد به همین دلیل اندازه‌ی عرض کپسول سر در سنین چهارم و پنجم نسل دوم بزرگ‌تر از نسل اول می‌باشد و نتایج این مطالعه با بررسی‌های انجام شده توسط رامواندا و رویگس (۲۶) در اسپانیا مطابقت دارد. همچنین نتایج اندازه‌گیری‌های انجام شده در این پژوهش با قانون دایار تطبیق داده شد و صحت نتایج به دست آمده به اثبات رسیده است.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل «نسل × سنین مختلف لاروی» روی عرض کپسول سر در سنین مختلف لاروی کرم ساقه‌خوار برنج در نسل‌های اول و دوم

نسل × سنین مختلف لاروی	تعداد مشاهدات	میانگین‌ها*
۱ × ۱	۸	۰/۲۴±۰/۰۰۷i
۲ × ۱	۸	۰/۳۶±۰/۰۲۰h
۳ × ۱	۸	۰/۵۲±۰/۰۴۰g
۴ × ۱	۸	۰/۷۱±۰/۰۴۱e
۵ × ۱	۸	۰/۹۸±۰/۰۵۸c
۶ × ۱	۸	۱/۳۹±۰/۰۸a
۱ × ۲	۸	۰/۲۴±۰/۰۰۸i
۲ × ۲	۸	۰/۳۸±۰/۰۳۲h
۳ × ۲	۸	۰/۵۹±۰/۰۲۶f
۴ × ۲	۸	۰/۸۷±۰/۰۳۶d
۵ × ۲	۸	۱/۲۹±۰/۰۳۹b

* میانگین‌های دارای حروف غیرمشابه دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ می‌باشند ($P< 0.01$).

میانگین طول دوره‌ی رشد و نمو لاروی *C. suppressalis*

تجزیه واریانس مراحل مختلف رشدی کرم ساقه‌خوار برنج در نسل‌های مختلف نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف در سطح احتمال ۱٪ وجود دارد. همچنین مقایسه میانگین دوره رشدی در نسل‌های اول و دوم در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد. بررسی‌ها نشان داد که میانگین طول دوره‌ی رشد و نمو هر یک از مراحل لاروی *C. suppressalis* در نسل اول (۷/۷۴۲±۰/۵۰۵ روز) طولانی‌تر از نسل دوم (۷/۲۴۲±۰/۷۷۱ روز) می‌باشد.

همچنین بر اساس نتایج این تحقیق، میانگین طول دوره‌ی رشدی مجموع مراحل زیستی نابالغ از تخم تا شفیره در نسل اول ۱/۲۵ برابر بیشتر از نسل دوم می‌باشد (جدول ۳). با توجه به اینکه اختلاف دمای محیط بین نسل‌های اول و دوم آفت حدود ۷ درجه سانتی‌گراد می‌باشد، به نظر می‌رسد که عامل محیطی نقش بسیار مهمی در این رابطه داشته باشد. با توجه به گزارش گومز کلمنت (۱۱) مبنی بر اینکه دمای مطلوب برای رشد و نمو *C. suppressalis* در حدود ۲۶ درجه سانتی‌گراد می‌باشد، بنابراین لاروهای نسل دوم در شرایط دمایی بسیار مطلوب (۲۵/۸۶ درجه سانتی‌گراد) دوره‌ی رشدی خود را به اتمام رساندند، در حالی که لاروهای نسل اول در دمای پائین‌تری (۱۸/۹ درجه سانتی‌گراد) قرار داشتند که به همین دلیل به زمان بیشتری جهت تکامل نیاز داشتند. همچنین محققین دیگری نیز مانند توری (۳۰)، لوما (۲۱) و رامواندا و رویگس (۲۶) گزارش کردند که میانگین طول دوره‌ی رشد و نمو مراحل مختلف زیستی *C. suppressalis* در دماهای پائین‌تر به طور معنی‌داری بیشتر می‌باشد. با توجه به اینکه شرایط گیاه میزبان در نسل اول آفت به مراتب مطلوب‌تر از نسل دوم است، بنابراین دمای محیط یک عامل کلیدی مؤثر بر میانگین طول دوره‌ی رشد و نمو *C. suppressalis* محسوب می‌شود. به این ترتیب رشد و نمو لاروی *C. suppressalis* در منطقه‌ی آمل (و احتمالاً سایر مناطق استان مازندران) بر اساس نسل متفاوت می‌باشد؛ به طوری که لاروهای نسل اول یک بار بیشتر از لاروهای نسل دوم پوست‌اندازی کرده و نیز به زمان بیشتری جهت تکمیل دوره نیاز دارند (جدول ۳).

مقایسه میانگین مراحل مختلف رشدی مشترک در هر دو نسل اول و دوم (تخم، سنین لاروی اول تا پنجم و شفیره) در جدول ۳ آمده است. بر اساس نتایج مندرج در جدول ۳، با افزایش سن لاروی طول دوره‌ی رشد و نمو نیز افزایش می‌یابد، به طوری که طولانی‌ترین طول دوره‌ی رشدی به لارو سن پنجم و شفیره و کوتاه‌ترین دوره به لارو سن اول مربوط می‌شود. همچنین طول دوره‌ی شفیرگی در این پژوهش در نسل‌های اول و دوم به ترتیب ۱/۲۴±۹/۲ و ۱/۹۳±۹/۱ روز به دست آمد اما بر اساس تحقیقات ابرت (۱)، طول دوره‌ی شفیرگی در دمای ۱۷/۶ درجه سانتی‌گراد ۱۰ روز و در دمای ۱۵/۴ درجه سانتی‌گراد ۲۰ روز به طول می‌انجامد. بر اساس تحقیقات انجام شده توسط ماگبانا (۲۲)، طول دوره‌ی رشد و نمو لاروی و طول دوره‌ی شفیرگی برای جنس‌های نر و ماده‌ی *C. suppressalis* و نیز برای شش ژنوتیپ (جمعیت) مختلف آن به طور معنی‌داری با یکدیگر تفاوت داشتند. اما در رابطه با وزن شفیرگی که شاخص مهمی در تعیین میزان باروری پروانه‌های ماده‌ی حاصل می‌باشد، اگرچه اختلاف معنی‌داری بین جنس‌ها مشاهده شد و این امر کاملاً طبیعی می‌باشد، اما بین ژنوتیپ‌های مختلف تفاوت معنی‌داری وجود نداشت.

جدول ۳- مقایسه میانگین طول دوره‌ی رشد و نمو مراحل مختلف زیستی (تخم، سنین مختلف لاروی و شفیره) کرم ساقه‌خوار برنج در نسل‌های اول و دوم

مرحله‌ی زیستی	تعداد مشاهدات	میانگین طول دوره‌ی رشد و نمو (روز)		میانگین‌ها*
		نسل اول	نسل دوم	
تخم	۲۰	۷±۱/۲۶	۶/۵±۱/۳۲	۶/۷۵۰±۰/۴۵۲c
لارو سن اول	۲۰	۵/۵±۱/۶۸	۵/۳±۱/۴۱	۵/۴۰۰±۰/۶۴۰d
لارو سن دوم	۲۰	۷±۱/۰۹	۶/۱±۱/۸۳	۶/۵۵۰±۰/۷۰۰c
لارو سن سوم	۲۰	۷/۷±۲/۱	۷/۲±۱/۵۵	۷/۴۵۰±۰/۸۱۰b
لارو سن چهارم	۲۰	۷/۵±۱/۸	۷/۶±۱/۷۶	۸/۰۰۰±۰/۵۱۰b
لارو سن پنجم	۲۰	۹/۴±۱/۶۸	۸/۹±۲/۱۶	۹/۱۵۰±۰/۷۸۰a
لارو سن ششم	۲۰	۱۱/۲±۱/۳۷	–	–
شفیره	۲۰	۹/۲±۱/۲۴	۹/۱±۱/۹۳	۹/۱۵۰±۰/۸۰۱a
مجموع	–	۶۳/۳	۵۰/۷	–

میانگین‌های دارای حروف غیرمشابه دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ می‌باشند ($P< 0.01$).

همچنین تفاوت معنی‌داری بین ژنوتیپ‌های مختلف از لحاظ طول دوره‌ی شفیرگی وجود نداشت. همچنین وزن لاروهای تغذیه کرده از واریته‌های مختلف برنج و نیز وزن لاروهای جمع‌آوری شده از مناطق جغرافیایی مختلف (ژنوتیپ‌های مختلف) دارای اختلاف معنی‌داری با یکدیگر بودند (۲۲).

مقایسه میانگین اثر متقابل «نسل × مراحل مختلف رشدی» (شامل تخم، سنین مختلف لاروی و شفیره) کرم ساقه‌خوار برنج در جدول ۴ نشان داده شده است. بر اساس جدول ۴، سن پنجم لاروی و مرحله‌ی شفیرگی در هر دو نسل بیشترین دوره‌ی رشد و نمو را به خود اختصاص داده‌اند و اختلاف آنها با سایر تیمارها در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار است. با در نظر گرفتن نتایج مربوط به مقایسه میانگین مراحل مختلف رشدی آفت در دو نسل (جدول ۳)، نتایج به دست آمده در جدول ۴ مورد انتظار بوده است. البته سن چهارم لاروی در نسل اول نیز دارای طول دوره‌ی رشد و نمو طولانی می‌باشد و فاقد اختلاف معنی‌دار با سن پنجم و شفیره است (جدول ۴).

جدول ٤- مقایسه اثر متقابل «نسل × مراحل مختلف رشدی بر میانگین طول دوره‌ی مراحل مختلف رشدی (شامل تخم، سنین مختلف لاروی و شفیره) کرم ساقه‌خوار برنج

نسل × مراحل مختلف رشدی	تعداد مشاهدات	میانگین‌ها*
۱ × سن اول لاروی	۱۰	۵/۵۰۰±۰/۸۴۹fg
۱ × سن دوم لاروی	۱۰	۷/۰۰۰±۰/۸۱۶cde
۱ × سن سوم لاروی	۱۰	۷/۷۰۰±۰/۸۲۳bc
۱ × سن چهارم لاروی	۱۰	۸/۴۰۰±۰/۹۶۶ab
۱ × سن پنجم لاروی	۱۰	۹/۴۰۰±۱/۰۷۴a
۱ × شفیره	۱۰	۹/۲۰۰±۰/۷۸۸a
۱ × تخم	۱۰	۷/۰۰۰±۱/۰۵۴cde
۲ × سن اول لاروی	۱۰	۵/۲۰۰±۰/۴۸۳g
۲ × سن دوم لاروی	۱۰	۶/۱۰۰±۰/۷۳۷efg
۲ × سن سوم لاروی	۱۰	۷/۲۰۰±۰/۷۸۸cd
۲ × سن چهارم لاروی	۱۰	۷/۶۰۰±۰/۵۱۶bc
۲ × سن پنجم لاروی	۱۰	۸/۹۰۰±۰/۷۳۷a
۲ × شفیره	۱۰	۹/۱۰۰±۰/۸۷۵a
۲ × تخم	۱۰	۶/۵۰۰±۰/۷۰۷def

میانگین‌های دارای حروف غیرمشابه دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ می‌باشند ($P< 0.01$).

همچنان که نتایج این پژوهش نشان می‌دهد طول دوره‌ی رشد و نمو مراحل زیستی نابالغ *C. suppressalis* در نسل اول بیشتر از نسل دوم می‌باشد که به دلیل پائین‌تر بودن دمای محیط در طی دوره‌ی تکاملی نسل اول و نیز وجود یک سن اضافی (سن ششم لاروی) در نسل اول می‌باشد. طول دوره‌ی رشد و نمو لاروی کرم ساقه‌خوار برنج در مناطق مختلف دنیا بسیار متفاوت می‌باشد، به عنوان مثال در ژاپن طول این دوره ۶۰ تا ۷۰ روز به طول می‌انجامد و در کشورهایی مانند تایوان ۴ تا ۶ نسل ایجاد می‌کند (۱۸). از میان دو عامل محیطی مورد مطالعه (دما و شرایط فیزیولوژیک گیاه برنج)، به نظر می‌رسد که دما عامل مؤثرتری در رابطه با وجود اختلاف بین دو نسل باشد. اگرچه بر اساس تحقیقات هیرانو (۱۲) شرایط فیزیولوژیک گیاه برنج در شرایط آزمایشگاه عامل مؤثری روی نسبت رشد و نمو می‌باشد، اما با توجه به اینکه در شرایط آزمایشگاه بر خلاف شرایط مزرعه دمای محیط ثابت می‌باشد، لذا در بررسی حاضر شرایط فیزیولوژیک گیاه تحت تأثیر شرایط دمایی قرار گرفته است. نتایج پژوهش حاضر در رابطه با طول دوره‌ی رشدی *C. suppressalis* می‌تواند روش پیش‌آگاهی جهت یافتن زمان مناسب برای کاربرد ترکیبات آفت‌کش علیه کرم ساقه‌خوار برنج و یا به کارگیری عوامل کنترل بیولوژیک (به خصوص زنبورهای تریکوگراما[2]) در قالب مدیریت تلفیقی آفات[3] (۲۷) را در منطقه‌ی مازندران و یا سایر شالیزارهای کشور اصلاح نماید.

سپاسگزاری

نگارندگان از همکاری‌های آقایان دکتر فرامرز علی‌نیا (مؤسسه‌ی تحقیقات گیاه‌پزشکی) و دکتر حمید ساکنین (دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائمشهر) قدردانی می‌نمایند. هزینه‌ی انجام پژوهش از اعتبارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر ری و مؤسسه‌ی تحقیقات برنج مازندران تأمین و پرداخت گردیده است که به این وسیله تشکر می‌شود.

منابع

۱- ابرت گ. ۱۳۵۱. کرم ساقه‌خوار برنج *Chilo suppressalis* Walker آفت جدیدی در فون آفات مضر زراعی ایران. ترجمه عباس کیانزاد. نشریه آفات و بیماری‌های گیاهی، شماره ۳۵، صفحات ۱ تا ۱۳.

۲- بی‌نام ۱۳۸۴. آمارنامه کشاورزی. گزارش سالیانه. انتشارات سازمان جهاد کشاورزی مازندران.

۳- رضوانی ن. و شاه حسینی ج. ۱۳۵۵. بررسی اکولوژی آفت ساقه‌خوار برنج در مازندران شرقی، نشریه مؤسسه بررسی آفات و بیماری‌های گیاهی، شماره ۴۳، صفحات ۱ تا ۳۸.

۴- صائب ح. و گرامی ع. ۱۳۷۹. بررسی الگوی توزیع فضایی مراحل نابالغ کرم ساقه‌خوار برنج *Chilo suppressalis* Walker در مزرعه. خلاصه مقالات چهاردهمین کنگره‌ی گیاهپزشکی ایران، صفحه‌ی ۱۹.

۵- علومی صادقی ح.، خرازی پاکدل ع. و جعفری، م. ۱۳۵۹. بررسی‌های اکولوژیک و تأثیر میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا روی کرم ساقه‌خوار برنج در شمال ایران. دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، کرج، ۱۰۵ صفحه.

۶- مقدس ح. و صیاد نصیری م. ۱۳۷۴. گزارش آفت ساقه‌خوار برنج (*Chilo suppressalis* Walker) از مزارع برنج‌کاری استان اصفهان و بررسی بیولوژی و پراکنش آن در منطقه آلوده. خلاصه مقالات دوازدهمین کنگره‌ی گیاهپزشکی ایران، صفحه‌ی ۷۸.

7- Bleszynsky S. 1970. A revision of the world species of *Chilo* Zincken (Lepidoptera: Pyralidae). Bull. Br. Mus. (Natural History) Entomology, 25: 101-95.

8- Caltagirone L.E., Getz W. and Meals D.W. 1983. Head capsule width as an index of age in larvae of navel orangeworm, *Amyelois transitella* (Lepidoptera: Pyralidae). Environmental of Entomology, 12: 219-221.

9- Gaines J.C. and Campbell F.L. 1935. Dyar's rule as related to the number of instars of the corn ear worm, *Heliothis obsolete* (Fab.), collected in the field. Annals Entomological Society of America, 28: 445-461.

10- Garcia del Pino F. and de Haro A. 1987. Determinacion y caracterizacion de los estadios larvarios de *Zeuzera pyrina* (Lepidoptera: Cossidae) en un cultivo de laboratorio. Bol. Assoc. Esp. Entomology, 11: 329-340.

11- Gomez Clemente F. 1948. A biological study of *Chilo suppressalis* Walk. In the rice field in Valencia.

1- Forecasting
2- *Trichogramma* spp.
3- Integrated Pest Management (IPM)

Bol. Pathol. Veg. Entomol. Agric., 16: 1-22.
12- Hirano C. 1964. Studies on the nutritional relationships between larvae of *Chilo suppressalis* (Walker) and the rice plant, with special reference to role of nitrogen in nutrition of larvae. Bull. Natl. Inst. Agric. Science (Japan) Ser. C. No. 17: 103-180.
13- Katsumata K. 1934. Results of breeding experiments with *Chilo simplex* Butl. especially on the duration of the larval instars and the thermal constant. Journal of Plant Protection, 21: 35-48, 187-198.
14- Khan Z.R., Litsinger J.A., Barrion A.T., Villanueva F.F.D., Fernandez N.J. and Taylo L.D. 1991. World bibliography of rice stem borers, 1794 - 1990. IRRI, 415 pp.
15- Kim Y.H., Chang, Y.D. and Son, B.G. 1988. Annual occurrence of striped rice borer, *Chilo suppressalis* (Walker) in Korea. Research Rep. RDA (C.P.), 30: 32-37.
16- Kiritani K. and Iwao S. 1967. The biology and life cycle of *Chilo suppressalis* (Walker) and *Tryporyza* (*Schoenobius*) *incertulas* (Walker) in temperate climate areas. Pp. 45-101, in: The major insect pests of the rice plant. Proceedings of a symposium at the International Rice Research Institute, September 1964. The Johns Hopkins Press, Baltimore, Maryland, USA., 729 pp.
17- Kishi I. 1971. Reconsideration of the method to measure the larval instars by use of the frequency distribution of head-capsule width or lengths. Canadian Entomologists, 103: 1011-1015.
18- Koyama J. 1977. Preliminary studies on the life table of the rice stem borer, *Chilo suppressalis* (Walker) (Lepidoptera: Pyralidae). Appl. Entomology and Zoology, 12: 213-224.
19- Landry B. and Gupta V.K. 1995. A phylogenetic analysis of the major linages of the Crambinae and of the genera of the Crambini of North America (Lepidoptera: Pyralidae). Gainsville: Associated Publishers (Memoirs Entomology International 1), 245 pp.
20- Liu T.S., Wang W.J. and Wang Y.S. 1991. Factors responsible for the occurrence of rice stem borer in Taichung area. Chinese Journal of Entomology, 11: 300-308.
21- Loma T.F. 1974. Etude de l'influence de quelques facteurs du milieu sur le development de la pyrale du riz *Chilo suppressalis* (Walker) (Lep.: Pyralidae: Crambinae). These Doctorat, Montpellier, 120 pp.
22- Magbanua J.M., Demayo C.G. and Angeles A.T. 1995. Biology of a local population of the striped stem borer, *Chilo suppressalis* (Walker) (Lepidoptera: Pyralidae) and evaluation of its responses to different rice types and *Bacillus thuringiensis* formulations. Philippine Entomology, 9(5): 479-522.
23- Pathak M.D. and Khan Z.R. 1994. Stem borers, pp. 5-17. *In*: Insect pests of rice. IRRI 1994, 89 pp.
24- Poitout S. and Cayrol R. 1969. Action de differents facteurs sur le nombre de stades larvaires chez la noctuelle de la tomate *Helicoverpa armigera* Hbn. Annals Society Entomol. France, 5: 407-427.
25- Poitout S. and Bues R. 1978. The life cycle of the rice stem borer (*Chilo suppressalis* Walker) in the Rohne Delta (Camargue), use of the sex trap. Ann. Zoology and Ecology Anim., 10: 245-265.
26- Ramoneda J. and Roig J. 1993. Characteristics of the larval development of the rice stem borer, *Chilo suppressalis* Walker (Lepidoptera: crambidae) in the Ebro Delta (Northeastern Spain). Appl. Entomology and Zoology, 28(3): 267-273.
27- Reissig W.H., Heinrichs E.A., Litsinger J.A., Moody K., Fiedler L., Mew T.W. and Barrion A.T. 1986. Illustrated guide to integrated pest management in rice in tropical Asia. IRRI, Los Banos, Philippines, 411 p.
28- Schmidt F.H., Campbell R.K. and Trotter Jr., S.J. 1977. Errors in determining instar numbers through head capsules measurements of a lepidopteran. A laboratory study and critique. Annals Entomological Society of America, 70: 750-756.
29- Taneja S.L. and Nwanze K.F. 1990. Mass rearing of *Chilo* spp. on artificial diets and its use in resistance screening. Insect Science Appl., 11(4/5): 605-616.
30- Torii T. 1971. The ecological studies of rice stem borers in Japan: a review. Mushi, 45: 1-49.