

مطالعه پارامترهای جدول زندگی باروری جمعیت های مقاوم و حساس به آبامکتین کنه *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) دولکه ای

نرگس معماری زاده^۱ و محمد قدمیاری^{۲*}

۱- دانشجوی دکتری حشره شناسی، گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان

* نویسنده مسؤول: استادیار حشره شناسی، گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان (ghadamyari@guilan.ac.ir)

تاریخ پذیرش: ۹۰/۸/۱۱

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۱/۱۲

چکیده

اختلال در کارایی تولید مثل افراد مقاوم به آفت کش در محیط عاری از آن، نتیجه هزینه های سازگاری مرتبط با مقاومت به آفت کش است و در بیشتر موارد دلیل آن تخصیص منابع از یک فرآیند فیزیولوژیکی پایه به حفاظت در برابر آفت کش ها می باشد، به طوری که مقداری از انرژی لازم برای تولید مثل صرف بقا می شود. در این مطالعه پارامترهای جدول زندگی باروری جمعیت های مقاوم و حساس به آبامکتین کنه دولکه ای *Tetranychus urticae* Koch تحت شرایط آزمایشگاهی 24 ± 2 درجه سانتی گراد، رطوبت نسبی 70 ± 10 درصد و دوره روشنایی: تاریکی ۸:۱۶ مورد مطالعه قرار گرفت. در همه ی آزمایش ها، پارامترهای قابلیت تولید مثلی برای هر کدام از جمعیت ها روی برگ های لوبیا چشم بلبلی (*Vigna unguiculata* (L.)) بررسی و خطای استاندارد پارامترهای جدول زندگی به روش جک نایف بر آورد شد. نتایج نشان داد که نرخ ذاتی افزایش جمعیت (R_m)، نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ) و نرخ خالص تولید مثل (R_0) جمعیت حساس به طور معنی داری بیشتر از جمعیت مقاوم بود. تفاوت معنی داری در میانگین طول یک نسل (T) بین جمعیت های مقاوم و حساس دیده نشد، اما زمان مضاعف شدن (DT) جمعیت مقاوم بیش تر از جمعیت حساس بود. نتایج تحقیق حاضر بیانگر این نکته می باشد که احتمالاً سازگاری جمعیت مقاوم کمتر از جمعیت حساس است.

کلید واژه ها: پارامترهای جدول باروری، هزینه سازگاری، مقاومت به آبامکتین، *Tetranychus urticae*

مقدمه

مقاومت، در مورد حشرات آفت گزارش شده و این هزینه ها اغلب به عنوان یک فرضیه در مدل های تکامل مقاومت به حشره کش ها بارها مطرح شده است. اما این قبیل هزینه ها در مورد همه حشرات مقاوم صادق نمی باشد (۱۱، ۱۷). بیان مکانیسم های مقاومت در موجود زنده نیاز به انرژی زیادی داشته و منجر به افزایش نرخ متابولیسمی در افراد مقاوم می شود، همچنین افراد مقاوم برای حفظ مکانیسم های مقاومت نیز نیاز به انرژی بالایی دارند. در مواردی که میزان متابولیسم در افراد مقاوم افزایش می یابد، ممکن است تخصیص مجدد

این احتمال وجود دارد که هزینه ی سازگاری مرتبط با مقاومت به آفت کش ها نتیجه عدم تعادل انرژی و سوق دادن انرژی بدست آمده از فرایندهای فیزیولوژیکی پایه به حفاظت موجود در برابر آفت-کش ها باشد. بنابراین انرژی تخصیص داده شده برای رشد و تولید مثل ممکن است کاهش یابد (۱۵، ۲۰). اگرچه مقاومت به آفت کش ها باعث می شود که افراد مقاوم تحت شرایط مواجهه با آفت کش زنده بمانند، اما مقاومت ممکن است در غیاب آفت کش برای موجود زنده مضراتی نیز به همراه داشته باشد (۲۹، ۳۴). هزینه های سازگاری مرتبط با

مقاوم کنه دولکه‌ای به بی‌فنازیت با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند.

مقاومت شدید به ترکیب آبامکتین (بیش از ۳۰۰۰ برابر) در استرین مقاوم کنه دولکه‌ای *Tetuanychus urticae* Koch مورد بررسی در تحقیق حاضر به اثبات رسیده است (۲۵) و مشخص شده است که آنزیم‌های استراز^۳، گلوکاتیون‌اس- ترنسفرز^۴ و مونواکسیژنازهای سیتوکروم P₄₅₀^۵ مکانیسم‌های درگیر در مقاومت جمعیت مقاوم به آبامکتین است. بعلاوه نتایج تعیین دقیق مقادیر چربی، کربوهیدرات، پروتئین و انرژی مصرفی در جمعیت‌های مقاوم و حساس نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین میزان ماکرومولکول‌ها (کربوهیدرات، پروتئین و لیپید) در جمعیت مقاوم و حساس *T. urticae* وجود ندارد، اما میزان انرژی مصرفی در جمعیت مقاوم بیش‌تر از جمعیت حساس است. انرژی مصرفی بیشتر در جمعیت مقاوم، فرضیه‌ی کاهش نرخ تولید مثل افراد جمعیت مقاوم در ازای تخصیص انرژی به مکانیسم‌های مقاومت را تأیید می‌کند (۲۶). لذا در این مطالعه به منظور بررسی این‌که آیا مقاومت برای کنه دولکه‌ای هزینه متابولیکی به همراه دارد، پارامترهای جدول زندگی باروری دو جمعیت حساس و مقاوم در شرایط آزمایشگاهی مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری جمعیت‌های کنه دولکه‌ای

جمعیت مقاوم مورد استفاده در این تحقیق از روی گل رز *Rosa hybrid* در گلخانه‌ای واقع در شهر اصفهان، که با مشکل جدی در کنترل مواجه شده بود، جمع‌آوری شد. جمعیت حساس نیز از روی علف‌های هرز *Convolvulus* sp.

انرژی به برخی از فرآیندهای فیزیولوژیکی پایه مقدور نباشد که این امر منجر به هزینه سازگاری می‌شود (۲۰).

مطالعات روی استرین‌های مقاوم و حساس سرخرطومی ذرت *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Col.: Curculionidae) به پاپیروتروئید نشان داد که برخی از این استرین‌ها دارای هزینه سازگاری مرتبط با مقاومت بوده و برخی استرین‌های مقاوم هزینه سازگاری ندارند. استرین مقاوم فاقد هزینه سازگاری خسارت بیش‌تر به محصول وارد نموده و نرخ تنفس، حجم بدن و ذخیره انرژی سلولی بیش‌تری نسبت به استرین-های حساس و استرین مقاوم (با هزینه سازگاری) دارد. بررسی‌های بعدی نشان داد که فعالیت آنزیم‌های پروتئاز و آمیلاز در استرین مقاوم به پاپیروتروئید فاقد هزینه سازگاری بالا می‌باشد. این یافته‌ها در نهایت منتج به این فرضیه شد که فعالیت زیاد آمیلاز و پروتئاز ممکن است کاهش هزینه سازگاری را در استرین‌های مقاوم توجیه نماید. به طور مقدماتی، هزینه‌های سازگاری از مطالعات دموگرافی انجام شده روی جمعیت‌های انفرادی در محیط‌های عاری از حشره‌کش تشخیص داده می‌شود (۱۷، ۲۴). تعداد زیادی از مطالعات آزمایشگاهی، کاهش باروری را در جمعیت‌های مقاوم به حشره‌کش در مقایسه با جمعیت حساس گزارش کرده‌اند و برخی مطالعات نیز خلاف این نتایج را نشان داده‌اند. قدمیاری و همکاران^۱ (۱۹) گزارش کردند که میزان نرخ ذاتی افزایش جمعیت استرین حساس شته سبز هلو *Myzus Persicae* Sulz. بیش‌تر از استرین مقاوم به اکسی-دی‌متون‌متیل می‌باشد. اما ون لیوون و همکاران^۲ (۳۵) نشان دادند که میزان استرین حساس و

3- Esterase

4- Glutathione s transferase

5- Cytochrome p450 monooxygenase

1 - Ghadamyari *et al.*

2- Van Leeuwen *et al.*

ساعت، کنه‌های بالغ از روی برگ‌ها برداشته می‌شدند و تنها تخم‌ها باقی می‌ماندند.

برآورد پارامترهای جدول زندگی باروری

برای این منظور ۲۵ پتری دیش (به روشی که برای هم‌سن‌سازی گفته شد) آماده و داخل آن‌ها پر از پنبه شد و در سینی‌های حاوی آب قرار گرفت. ۲۵ دیسک برگ‌ها به قطر ۳/۵ سانتی‌متر از برگ‌های گیاه لوبیا، تهیه و هر کدام روی یک پتری قرار گرفت و اطراف آن‌ها با نوار باریکی از پنبه پوشانده شد. تخم‌های هم‌سن روی به تعداد یک عدد هر دیسک برگ‌ها قرار گرفت و روزانه وضعیت آن‌ها تا زمان بلوغ بررسی و یادداشت شد و نسبت جنسی دو جمعیت نیز محاسبه شد. پس از بالغ شدن کنه‌های تفریخ شده، ۱۵ جفت نر و ماده از این کنه‌ها روی ۱۵ پتری جدید قرار گرفت و روزانه تعداد تخم‌های آن‌ها شمرده شد. تا زمان تلف شدن تمام ماده‌ها آزمایش ادامه یافت. آزمایش در شرایط ذکر شده برای هم‌سن‌سازی انجام شد. پس از وارد کردن داده‌های به دست آمده از میزان تخم‌ریزی روزانه افراد هر جمعیت، از زمان ظهور تا پایان عمر در نرم افزار اکسل، پارامترهایی نظیر نرخ خالص تولید مثل (R_0) (تعداد نتاج ماده تولید شده توسط هر ماده در هر نسل)، نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m) (نرخ واقعی افزایش یک جمعیت با توزیع سنی پایدار)، میانگین طول هر نسل (T) (دوره ای که از تولد والدین تا تولد نتاج طول می‌کشد)، مدت زمان لازم برای دو برابر شدن جمعیت (DT)، نرخ افزایش متناهی (λ) (نسبت تعداد افراد بعد از یک واحد زمانی بر تعداد اولیه جمعیت)، برای جمعیت‌های حساس و مقاوم با استفاده از نرم افزار r_m نوه و همکاران^۱ (۲۸) به صورت زیر محاسبه شد:

$$\sum e^{-rx} l_x m_x = 1$$

1- Naveh et al.

(Convolvulaceae) از مناطق بکر دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه گیلان که هیچ گونه سابقه‌ی سم‌پاشی نداشتند، جمع‌آوری شد.

شناسائی جمعیت‌های کنه تارتن دو لکه‌ای

به منظور شناسایی گونه‌ی هر دو جمعیت، از تعدادی افراد نر این دو جمعیت اسلاید میکروسکوپی تهیه شد. ابتدا تعدادی از کنه‌های نر از هر دو جمعیت را در داخل لاکتوفنول به مدت ۲۴-۲۸ ساعت قرار گرفت و پس از شفاف شدن نمونه‌ها، کنه‌ی شفاف شده به پهلو روی قطره‌ای هویر واقع بر لام تثبیت شد. بعد از آماده شدن لام‌ها به وسیله‌ی لوله‌ی ترسیم، تصویر آلت تناسلی نر رسم و از طریق مقایسه‌ی آن با کلید تاکسونومی معتبر (۳۸)، گونه‌ی کنه‌ها مشخص شد. به منظور تأیید نتیجه، علاوه بر تأیید اساتید متخصص، شناسایی مولکولی نمونه‌ها نیز با استفاده از تعیین توالی سیتوکروم اکسیداز I صورت گرفت (معماری زاده، داده‌های چاپ نشده).

پرورش کنه تارتن دو لکه‌ای

کنه‌ها در طول تحقیق روی گیاه میزبان، لوبیا چشم بلبلی (*Vigna unguiculata* (L.) (Fabaceae)، پرورش یافتند.

هم‌سن کردن کنه دو لکه‌ای

به منظور هم‌سن‌سازی کنه دو لکه‌ای سطح رویی برگ لوبیا چشم بلبلی روی پنبه در داخل پتری دیشی که در ته آن سوراخی با قطر حدود ۱ سانتی‌متر تعبیه شده بود قرار می‌گرفت و پتری دیش‌ها در داخل سینی آب قرار می‌گرفتند و سپس اطراف برگ نوار باریکی از پنبه برای جلوگیری از فرار کنه‌ها قرار می‌گرفت، بدین ترتیب بستر لازم برای هم‌سن‌سازی فراهم می‌شد. در این مرحله تعداد ۱۰-۱۵ عدد کنه‌ی بالغ ماده روی بستر در انکوباتور با دمای 24 ± 2 درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی 70 ± 10 درصد و دوره‌ی روشنایی ۱۶:۸ (تاریکی : روشنایی) قرار داده می‌شدند بعد از ۲۴

نرخ رشد جمعیت است. هرچه مقدار r_m بیشتر باشد افزایش جمعیت سریعتر و دوره رشد و نمو کوتاهتر خواهد بود.

نرخ خالص تولید مثل (R_0): میانگین نرخ خالص تولید مثل در کنه های ظاهر شده جمعیت حساس $6/68 \pm 38/33$ و برای جمعیت مقاوم $2/99 \pm 17/95$ بدست آمد. تجزیه واریانس نشان داد که بین نرخ خالص تولید مثل در دو جمعیت در سطح ۵ درصد اختلاف معنی داری وجود دارد ($df=28, P=0/0095$). مقدار R_0 بستگی به تعداد تخم تولید شده و نرخ بقای کنه بستگی دارد. بنابراین داده ها نشان دهنده بالاتر بودن میزان بقا و تخم‌ریزی در جمعیت حساس نسبت به جمعیت مقاوم است.

طول یک نسل (T): میانگین طول یک نسل در مورد جمعیت حساس $0/3461 \pm 16/5351$ و برای جمعیت مقاوم $0/362 \pm 16/4901$ بود و نتایج تجزیه واریانس نیز نشان داد که بین طول یک نسل در دو جمعیت در سطح ۵ درصد اختلاف معنی داری وجود ندارد.

زمان مضاعف شدن یک جمعیت (DT): میانگین DT در جمعیت حساس $0/05 \pm 3/12$ و در مورد جمعیت مقاوم $0/16 \pm 3/92$ بدست آمد. با توجه به وجود اختلاف معنی دار در زمان مضاعف شدن دو جمعیت مقاوم و حساس، ($P=0/0003, df=28$) و این که DT زمان مورد نیاز برای دو برابر شدن یک جمعیت مشخص است، جمعیت مقاوم در طول زمان نسبت به جمعیت مقاوم کاهش می یابد.

نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ): میانگین نرخ متناهی افزایش جمعیت حساس $1/24 \pm 0/009$ و برای جمعیت مقاوم $1/19 \pm 0/008$ بدست آمد. جدول تجزیه واریانس نشان داد که بین نرخ متناهی افزایش دو جمعیت حساس و مقاوم در سطح ۵ درصد اختلاف معنی دار وجود دارد ($P=0/0002, df=28$). از λ به همراه r_m برای آنالیز جمعیت و

$$L_x = (l_x + l_{x+1})/2$$

$$R_0 = \sum l_x m_x$$

$$\lambda = e^{r_m} = N_{t+1}/N_t$$

$$T = (\ln R_0) / r_m$$

$$DT = \ln(2) / r_m$$

مقدار دقیق نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m) با حل معادله ی اول (Euler) بدست آمد. اما برای محاسبه سایر پارامترهای ذکر شده، در اختیار داشتن m_x و l_x ، که از پارامترهای ویژه باروری هستند، ضروری است. x طول عمر حشرات کامل، m_x میانگین نسبت بقا حشرات کامل در سن x ، m_x میانگین تعداد نتاج ماده توسط هر ماده در هر روز و l_x میانگین نسبت نتاج ماده زنده در سن x است (۶، ۷، ۸).

تجزیه و تحلیل داده‌ها

با استفاده از روش جک نایف خطای استاندارد و فاصله اطمینان برای پارامترهای مزبور بدست آمد. مقایسه میانگین ها بر اساس آزمون t-استیودنت^۱ با استفاده از نرم افزار SAS انجام شد.

نتایج و بحث

پارامترهای جدول زندگی باروری

نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m): میانگین نرخ ذاتی افزایش جمعیت کنه های جمعیت حساس $0/074 \pm 0/22$ و برای جمعیت مقاوم $0/072 \pm 0/176$ بود (جدول ۱). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین نرخ ذاتی افزایش جمعیت در دو جمعیت حساس و مقاوم در سطح ۵ درصد اختلاف معنی دار وجود دارد ($df=28, P=0/0002$). نرخ ذاتی افزایش جمعیت یا r_m یک مبنای آماری مناسب برای شرح

مقدار m_x (تعداد نتاج ماده تولید شده در واحد زمانی توسط یک ماده با سن X) در جمعیت مقاوم روز ۱۴ و برای جمعیت حساس روز ۱۵ عمر کنه ها به دست آمد.

تعداد زیادی از مطالعات آزمایشگاهی، کاهش باروری و زمان رشد و نمو را در بندپایان مقاوم به حشره کش در مقایسه با جمعیت حساس گزارش کرده اند (۳۱). نتایج این بررسی نیز نشان می دهد که مقاومت برای کنه دولکه ای احتمالاً هزینه متابولیکی دارد و باعث کاهش باروری می گردد.

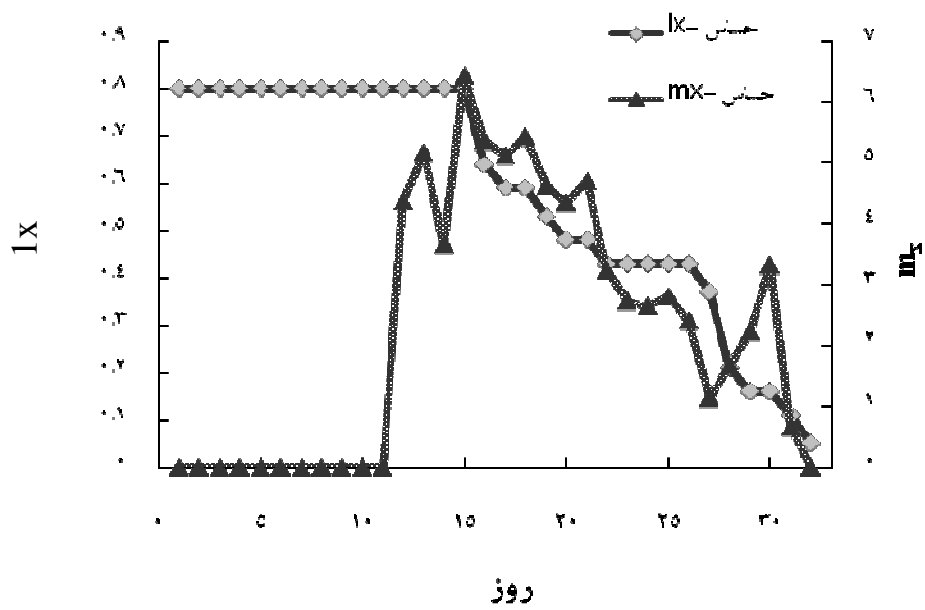
مقایسه جمعیت ها استفاده می شود. با توجه به این که λ به صورت نسبت تعداد افراد بعد از یک واحد زمانی بر تعداد اولیه جمعیت تعریف می شود، اختلاف در I_m و λ جمعیت ها منجر به تفاوت در تعداد افراد در طی زمان خواهد شد (۲۱).

روند تغییرات بقا (I_x) و زادآوری (m_x): روند تغییرات بقا (I_x) و زادآوری (m_x) در شکل ۱ و ۲ آمده است. نسبت سرانه مدت زنده ماندن کنه های ظاهر شده از هر جمعیت در فاصله سنی X تا $X+1$ (I_x) با افزایش سن کنه کاهش یافت. بیشترین

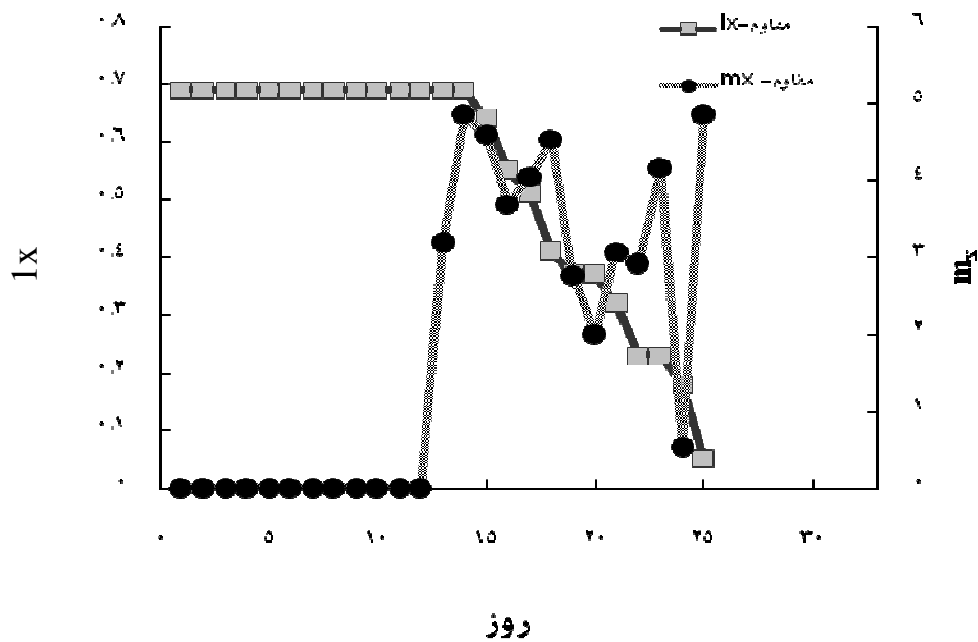
جدول ۱- برآورد پارامترهای جدول زندگی باروری جمعیت حساس و مقاوم کنه دو لکه ای *T. urticae* به حشره کش آبامکتین

پارامتر	جمعیت	میانگین	خطای استاندارد	فاصله اطمینان ۹۵٪
I_m	مقاوم	۰/۱۷۶	۰/۰۰۷	(۰/۱۶ - ۰/۱۹)
	حساس	۰/۲۲	۰/۰۰۷	(۰/۲۰ - ۰/۲۳)
λ	مقاوم	۱/۱۹	۰/۰۰۸	(۱/۱۷ - ۱/۲۱)
	حساس	۱/۲۴	۰/۰۰۹	(۱/۲۲ - ۱/۲۶)
T	مقاوم	۱۶/۴۹	۰/۳۶	(۱۵/۷۱ - ۱۷/۲۶)
	حساس	۱۶/۵۳	۰/۳۴	(۱۵/۷۹ - ۱۷/۲۷)
DT	مقاوم	۳/۹۲	۰/۱۶	(۳/۵۸ - ۴/۲۷)
	حساس	۳/۱۲	۰/۰۵	(۲/۸۹ - ۳/۳۵)
R_0	مقاوم	۱۷/۹۵	۲/۹۹	(۱۱/۵۳ - ۲۴/۳۸)
	حساس	۳۸/۳۳	۶/۶۸	(۱/۲۲ - ۱/۲۶)

معماری زاده و قدمیاری: مطالعه پارامتر های جدول زندگی باروری ...



شکل ۱- روند تغییرات بقا (l_x) و زادآوری (m_x) در کنه‌های دولکه‌ای *T. urticae* حساس به آبامکتین



شکل ۲- روند تغییرات بقا (l_x) و زادآوری (m_x) در کنه‌های دولکه‌ای *T. urticae* مقاوم به آبامکتین

به دیگر استرین‌ها (حساس و R_2) دوره تولید مثل طولانی‌تری دارد. همچنین r_m استرین مقاوم R_1 کمتر از استرین حساس اما اختلاف معنی‌داری با استرین مقاوم R_2 ندارد. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که میزان r_m و λ در جمعیت مقاوم به آبامکتین کنه دولکه ای کم تر از جمعیت حساس می‌باشد.

رابطه بین حساسیت به حشره‌کش‌ها و باروری در شته سبز هلو مورد بررسی قرار گرفته و ثابت شده است که میانگین تولید نتاج روزانه با LC_{50} اس-فن والریت^{۱۰} رابطه منفی ولی با LC_{50} متومیل^{۱۱} رابطه مثبت دارد. بنابراین رابطه بین مقاومت به حشره‌کش‌ها و هزینه سازگاری مبهم است (۲۲). پیش از این، کاهش در پارامترهای جدول زندگی در شته سبز هلو و پشه‌ی *Culex quinquefasciatus* Say مرتبط با مقاومت مبتنی بر استراز به اثبات رسیده است (۵). فاستر و همکاران^{۱۲} (۱۶) نشان دادند که جهش‌های نقطه‌ای در جایگاه تأثیر (اعطا کننده مقاومت Kdr به پایرتروئیدها و DDT) در شته سبز هلو و مگس خانگی و ازدیاد ژن عامل مقاومت متابولیکی (کربوکسیل استراز^{۱۳}) به ترکیبات فسفره آلی و کاربامات‌ها در شته سبز هلو می‌تواند اثرات مضر چندگانه^{۱۴} روی سازگاری داشته باشد. قدمیاری و همکاران^{۱۵} (۱۹) نشان دادند که در شته سبز هلوی مقاوم به ترکیبات فسفره و پریمیکارب میزان r_m کمتر از جمعیت حساس می‌باشد و احتمالاً کاهش باروری در جمعیت مقاوم ممکن است به دلیل تولید بیشتر آنزیمهای استراز و غیر حساس شدن مکان هدف باشد. نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد که

در یک استرین فلسطین اشغالی کنه دو لکه ای مقاوم به ترکیبات فسفره (neve Ur III)، در غیاب استفاده از کنه کش‌ها میزان مقاومت به این ترکیبات کاهش یافت که این امر دلیلی بر وجود هزینه‌ی سازگاری مقاومت می‌باشد، از آنجایی‌که مکانیسم مقاومتی غیر از مقاومت مکان هدف در این مورد خاص دخیل است، بنابراین این هزینه مرتبط با آنزیم استیل کولین استراز^۱ (AChE) تغییر یافته نیست (۳۵). اما واس و ماتسومورا^۲ (۳۶) نشان دادند که سطوح مقاومت مشابهی در استرین مقاوم کنه دولکه ای با گزینش و بدون آن، وجود دارد. همچنین نتایج آزمایش‌های دوره‌ای استرین مقاوم لورکوزن^۳ و دو استرین مقاوم زلاند نو^۴ کنه دولکه ای، با مقاومت شدید به اکسی دی متون-متیل^۵، نشان داد، در شرایط عدم فشار انتخابی، هیچ کاهش معنی‌داری در مقاومت ایجاد نمی‌شود، بنابراین نتایج این محققان بر خلاف نتایج بدست آمده در تحقیق حاضر وجود هزینه سازگاری در جمعیت مقاوم را تأیید نمی‌کند (۴). بنکس و نیدهام^۶ (۵) گزارش کردند که میزان r_m دو جمعیت حساس و مقاوم شته سبز هلو اختلاف معنی‌داری ندارد. همچنین اگرز-اسکیومچر^۷ (۱۳) گزارش کرد که r_m دو استرین حساس و مقاوم مشابه است اما میزان زادآوری در استرین مقاوم شته سبز هلو بیش-تر از حساس می‌باشد. استون و همکاران^۸ (۳۳)، جدول زندگی باروری دو استرین حساس و مقاوم نسبت به ترکیب دی سولفوتون^۹ شته معمولی گندم (*Schizaphis graminum* Rondani) را مطالعه و گزارش کردند که استرین مقاوم R_1 نسبت

- 1- Acetylcholinesterase
- 2- Voss & Matsumura
- 3- Leverkusen
- 4- New Zealand
- 5- Oxydemeton-Methyl
- 6- Banks & Needham
- 7- Eggers-Schumacher
- 8- Stone *et al.*
- 9- Disufoton

10- Esfenvalarate

11- Methomyl

12- Foster *et al.*

13- Carboxylesterase

14- Deleterious pleiotropic

15- Ghadamyarii *et al.*

سمی کننده اغلب منجر به ناسازگاری‌های جدی می‌شود (۳۲). علت این هزینه‌های سازگاری هنوز نامشخص است ولی احتمالاً مرتبط با وزن بدن حشره نیست، چون مقاومت مبتنی بر استراز و استیل کولین استراز غیر حساس هیچ رابطه‌ای با این متغیر ندارد (۱۵).

همچنین گزارش شده است که برخی از کلنی‌های افراد مقاوم به سختی بین گونه‌های میزبان مختلف در آزمایشگاه حرکت می‌کنند (۱۳). کاهش توانایی شته‌های سبز هلوی دارای مقاومت مبتنی بر استراز با فعالیت بالا برای شناسایی و پاسخ به محرک‌های مرتبط با خطرات زیست محیطی بالقوه نیز گزارش شده است. به طوری که شته‌های دارای سطوح بالایی از مقاومت مبتنی بر استراز (R2) و (R3) در مقایسه با حساس به فرمون هشدار دهنده کمتر پاسخ می‌دهند. به طور خلاصه اثرات چندگانه توصیف شده در بالا باید تأثیر زیادی بر گزینش و دینامیک ژن‌های مقاومت به حشره‌کش‌ها داشته باشد. چنین اثراتی در غیاب فشار گزینشی حشره-کش‌ها و تحت شرایط پر از تنش محیط آشکار خواهد شد. این تأثیرات ناشی از ژن‌های کد کننده مقاومت به حشره‌کش‌هاست. در مگس سرکه، تغییرات کیفی و کمی در ژن ساختمانی کانال سدیم نوع پارا با تغییرات رفتاری مرتبط شناخته شده است (۲۳).

چندین دلیل احتمالی برای تفاوت در رابطه‌ی بین مقاومت و هزینه‌ی سازگاری وجود دارد. اول این که هزینه‌های مقاومت تنها تحت یکسری شرایط محیطی خاص که در تنظیم آزمایشی وجود ندارد، ظاهر می‌شوند (۱۱). دوم این که اثرات چندگانه^۵ آنتاگونیستی^۶ مربوط ممکن است از لحاظ لحاظ آماری قابل تشخیص نباشد (۱۸). نتایج تحقیق حاضر نشان داد که مقاومت هزینه‌ی

درگیر بودن آنزیم‌های متابولیکی (استراز، گلوکاتینون اس ترنسفرز و سیستم MFO^۱) در مقاومت به آدامکتین (۲۵ و ۲۶) احتمالاً باعث می‌شود تا انرژی بیشتری برای تولید آنزیم‌های سم زدا تخصیص داده شده و میزان باروری کاهش یابد.

گزارش‌ها نشان می‌دهد که مقاومت به حشره-کش‌ها در برخی موارد هزینه سازگاری دارد (۱، ۹، ۱۰، ۱۹، ۲۷، ۳۷). اما تعدادی از محققان هیچ گونه هزینه سازگاری برای مقاومت به حشره‌کش‌ها را گزارش نکرده‌اند (۳، ۱۲، ۱۴) در حالی که تعدادی از مطالعات نشان داده است که استرین‌های مقاوم در مقایسه با حساس در غیاب حشره‌کش‌ها هزینه سازگاری کمتری دارند (۲). آرناد و همکاران^۲ (۲) گزارش کردند که مقاومت به حشره‌کش موفقیت تولید مثلی نرها را در شپشه آرد *Tribolium castaneum* Herbst افزایش می‌دهد. آن‌ها نتیجه‌گیری کردند که عدم وجود هزینه سازگاری ممکن است ناشی از گزینش ژن‌های تغییر دهنده^۳ (که سازگاری افراد مقاوم را افزایش می‌دهد) یا ژن‌های مقاومت بی ضرر باشد. اندازه‌گیری زمان رشد و نمو لارو و زنده ماندن مشخص نمود که مقاومت به *Bacillus thuringiensis* Berliner در شب پره هندی *Plodia interpunctella* Hubner و سوسک کلرادو *Leptinotarsa decemlineata* Say مرتبط با هزینه سازگاری است (۱ و ۳۰). در نتیجه در این حشرات، کاهش فشار گزینشی از طریق پناهگاه^۴ و تناوب حشره‌کش‌ها، فراوانی آلل‌های مقاوم در جمعیت را کاهش خواهد داد (۱).

بر اساس تلاش‌های صورت گرفته برای بررسی روابط بین سازگاری و ساز و کارهای مقاومت به حشره‌کش‌ها، نشان داده شده است که ساز و کارهای مبتنی بر تولید بیش از اندازه آنزیم‌های غیر

1- Mixed Function Oxidase

2- Arnaud *et al.*

3- Modifier gene

4- Refugia

5- Pleiotropy

6- Antagonistic

سپاسگزاری

این تحقیق با استفاده از امکانات پژوهشی دانشگاه گیلان انجام شده است. بدین وسیله از معاونت پژوهشی دانشگاه گیلان سپاسگزاری می شود. همچنین از جناب آقای دکتر حسین الهیاری جهت کمک در تجزیه و تحلیل داده ها قدردانی می شود.

سازگاری دارد و این که جمعیت مقاوم ممکن است نسبت به جمعیت حساس کم تر سازگار باشد. پارامترهای جدول زندگی نشان داد که افراد حامل ژن های مقاومت نسبت به افراد حساس در حضور فشار گزینشی حشره کش کم تر سازگارند و بین آن ها در نرخ تولید مثل خالص تفاوت معنی داری وجود دارد.

منابع

1. Alyokhin, A.V., and Ferro, D.N. 1999. Relative fitness of Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) resistant and susceptible to the *Bacillus thuringiensis* Cry3A toxin. *Journal of Economic Entomology*, 92(3): 510-515.
2. Arnaud, L., Brostaux, Y., Assie, L.K. Gaspar, C., and Haubruge, E. 2002. Increased fecundity of malathion-specific resistant beetles in absence of insecticide pressure. *Heredity*, 89: 425-429.
3. Baker, J.E., Pperezmendosa, J., Beem, R.W., and Throne, J.E. 1998. Fitness of a malathion resistant strain of parasitoid *Anisoptera calandreae* (Hymenoptera: Pteromalidae). *Journal of Economic Entomology*, 91: 50-55.
4. Ballantyne, G.H., and Harrison, R.A. 1967. Genetic and biochemical comparisons of organophosphate resistance between strains of spider mites (*Tetranychus* species: Acari). *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 10: 231-239.
5. Banks, C.J., and Needham, P.H. 1970. Comparison of the biology of *Myzus persicae* Sulz. resistant and susceptible to dimethoate. *Annals of Applied Biology*, 66(3): 465-468.
6. Birch, L. 1948. The intrinsic rate of natural increase in an insect population. *Journal of Animal Ecology*, 17: 15-26.
7. Boivin, T., Bouvier, J.C., Beslay, D., and Sauphanor, B. 2003. Phenological segregation of insecticide resistance alleles in the codling moth *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae): a case study of ecological divergences associated with adaptive changes in populations. *Genetical Research*, 81: 169-177.
8. Carey, J. 1993. Applied demography for biologist with special emphasis on insects. Oxford University Press. New York, 206 p.
9. Carriere, Y., Denald, J.P., Roff, D.A., and Vincent, C. 1994. Life-history costs associated with evolution of insecticide resistance. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B.*, 258: 35-40.

10. Carriere, Y., Roff, D.A., and Denald, J.P. 1995. The joint evolution of diapause and insecticide resistance – a test of optimality model. *Ecology*, 76: 1497-1505.
11. Coustau, C., Chevillion, C., and French-Constant, R. 2000. Resistance to xenobiotics and parasites: can we count the cost? *Trends in Ecology and Evolution*, 15 (9): 378-383.
12. Davey, R.B., George, J.E., and Miller, R.J. 2006. Comparison of the reproductive biology between acaricide-resistant and acaricide-susceptible *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae). *Veterinary Parasitology*, 139: 211-220.
13. Eggers-Schumacher, H.A. 1983. A comparison of the reproductive performance of insecticide-resistant and susceptible clones of *Myzus persicae*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 34: 301-307.
14. Follett, P.A., Gould, F., and Kennedy, G.G. 1993. Comparative fitness of three strains of Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) in the field-spatial and temporal variation in insecticide selection. *Journal of Economic Entomology*, 86: 1324-1333.
15. Foster, S.P., Denholm, I., and Devonshire, A.L. 2000. The ups and downs of insecticide resistance in peach-potato aphids (*Myzus persicae*) in the UK. *Crop Protection*, 19: 873-879.
16. Foster, P.S., Kift, N.B., Baverstock, J., Sime, S., Reynolds, K., Jones, J.E., Thompson, R., and Tatchell, G.M. 2003. Association of MACE-based insecticide resistance in *Myzus persicae* with reproductive rate, response to alarm pheromone and vulnerability to attack by *Aphidius colemani*. *Pest Management Science*, 59: 1169-1178.
17. Fragoso, D.B., Guedes, R.N.C., and Peternelli, L.A. 2005. Developmental rates and population growth of insecticide-resistant and susceptible populations of *Sitophilus zeamais*. *Journal of Stored Products Research*, 41: 271-281.
18. Fry, J.D. 1993. The general vigor problem: can antagonistic pleiotropy be detected when genetic covariances are positive? *Evolution*, 47: 327-333.
19. Ghadamyari, M., Talebi, K., Mizuno, H., and Kono, Y. 2008. Oxydemeton-Methyl resistance, mechanisms, and associated fitness cost green peach aphids (Hemiptera: Aphididae). *Journal of Economic Entomology*, 101(4): 1432-1438.
20. Guedes, R.N.C., Oliveira, E.E., Guedes, N.M.P., Ribeiro, B., and Serraõ, J.E. 2006. Cost and mitigation of insecticide resistance in maize weevil, *Sitophilus zeamais*. *Physiological Entomology*, 31: 30-38.
21. Hoddle, M.S. 2006. Phenology, life tables and reproductive biology of *Tetraleurodes perseae* (Hymenoptera: Aleyrodidae) on California Avocados. *Annals of Entomologist Society of America*, 99: 553-559.

22. Hollingworth, R.M., and Ahammadsahib, K.I. 1995. Inhibitors of respiratory complex I: mechanisms, pesticidal actions and toxicology. *Reviews in Pesticide Toxicology*, 3: 277-302.
23. Kernan, M.J., Kuroda, M.I., Kreber, R., Baker, B.S., and Ganetzky, B. 1991. Naps, a mutation affecting sodium channel activity in *Drosophila*, is an allele of *Mie*. A regulator of X-chromosome transcription. *Cell Press*, 66: 949-959.
24. Lopes, K.V.G., Silva, L.B., Reis, A.P., Oliveira, M.G.A., and Guedes, R.N.C. 2010. Modified α -amylase activity among insecticide-resistant and -susceptible strains of the maize weevil, *Sitophilus zeamais*. *Journal of Insect Physiology*, 56: 1050-1057.
25. Memarizadeh, N., Ghadamyaria, M., Sajedi, R.H., and Jalali Sendi, J. 2011a. Characterization of esterases from abamectin-resistant and susceptible strains of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *International Journal of Acarology*, 37(4): 271-281.
26. Memarizadeh, N., Ghadamyaria, M., and Sajedi, R.H. 2011b. Biochemical mechanisms of resistance to abamectin in Iranian populations of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Experimental and Applied Acarology*, (submitted).
27. Minkoff, C., and Wilson, T.G. 1992. The competitive ability and fitness components of the methoprene tolerant (met) *Drosophila* mutant resistant to juvenile-hormone analog insecticides. *Genetics*, 131: 91-97.
28. Naveh, V.H., Allahyari, H., and Saei, M. 2004. A computer program for estimating of fertility life table parameters using jackknife and bootstrap techniques. *Proceedings of the 15th International Plant Protection Congress*, Beijing, China, May pp: 11-16.
29. Oliveira, E.E., Guedes, R.N.C., To'ola, M.R., and De Marco Jr., P. 2007. Competition between insecticide-susceptible and -resistant populations of the maize weevil, *Sitophilus zeamais*. *Chemosphere*, 67: 17-24.
30. Oppert, B., Hammel, R., Throne, J.E., and K.J. Kramer. 2000. Fitness costs of resistance to *Bacillus thuringiensis* in the Indian meal moth, *Plodia interpunctella*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 96 (3): 281-287.
31. Roush, R.T., and Daly, J.C. 1990. The role of population genetics in resistance research and management. In Roush, R.T., and Tabashnik, B. (eds). *Pesticide resistance in arthropods*. Chapman and Hall, New York, pp: 97-153.
32. Roush, R.T., and McKenzie, J.A. 1987. Ecological genetics of insecticide and acaricide resistance. *Annual Review of Entomology*, 32: 361-380.
33. Stone, B.S., Shufran, R.A., and Wild, G.W. 2000. Life history study of multiple clones of insecticide resistant and susceptible greenbug *Schizaphis graminum* (Homoptera: Aphididae). *Journal of Economic Entomology*, 93(3): 971-974.

34. Sousa, A.H., Faroni, L.R.D'A., Pimentel, M.A.G., and Guedes, R.N.C. 2009. Developmental and population growth rates of phosphine-resistant and -susceptible populations of stored-product insect pests. *Journal of Stored Products Research*, 45: 241-246.
35. van Leeuwen, T., Vontas, J., Tsagkarakou, A., and Tirry, L. 2009. Mechanisms of acaricide resistance in the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae*. In Ishaaya, I., and Horowitz, A. R. (eds.), *Biorational control of arthropod pests*, Springer Science and Business Media, pp: 347-393.
36. Voss, G., and Matsumura, F. 1964. Resistance to organophosphorus compounds in the two-spotted spider mite: two different mechanisms of resistance. *Nature*, 202: 319-320.
37. Yamamoto, A., Yoneda, H., Hatano, R., and Asada, M. 1995. Influence of hexythiazox resistance on life-history parameters in the citrus red mite, *Panonychus citri* (McGregor). *Journal of Pesticide Science*, 20: 521-527.
38. Zhang, Z.Q. 1963. *Mites of greenhouses: Identification, biology and control*. CABI Publishing. Cambridge, 244 p.