

اثرات حشره کش های بوپروفزین، پیری پروکسی فن و فنپروپاترین

روی پارامترهای تولید مثلی

Trialeurodes vaporariorum* Westwood (Hom.: Aleyrodidae)
Effects of buprofezin, pyriproxyfen and fenpropathrin on reproductive parameters of *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (Hom.: Aleyrodidae)

- احمد حیدری^۱، سعید محرمی پور^۲، علی اصغر پورمیرزا^۳، علی اصغر طالبی^۴
۱. دانشجوی دکتری دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده کشاورزی، گروه حشره شناسی
۲. استادیار دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده کشاورزی، گروه حشره شناسی
۳. دانشیار دانشگاه ارومیه، دانشکده کشاورزی، گروه گیاهپزشکی
(تاریخ دریافت: مرداد ۸۲ تاریخ پذیرش: بهمن ۸۲)

چکیده

اثرات سم های بوپروفزین و پیری پروکسی فن (تنظیم کننده رشد) در کنار یک سم پیرتروئیدی به نام فنپروپاترین با استفاده از روش سم شناسی دموگرافیک روی سفید بالک گلخانه مورد بررسی قرار گرفت.

آزمایش ها در شرایط دمایی 1 ± 26 درجه سانتی گراد، رطوبت نسبی 5 ± 60 درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی انجام شد. قفس های برگ های لوبیای تیمار شده با سم نصب شد. سپس یک حشره ماده به همراه حشره نر درون آن رها سازی

* این مقاله براساس نتایج پایان نامه دوره دکتری نگارنده اول ارائه گردیده است.

شد و تا آخر عمر پارامترهای طول عمر حشرات کامل، میزان تخم ریزی روزانه و درصد تفریخ تخم مورد ارزیابی قرار گرفت.

سم فنپروپاترین بطور معنی داری میانگین طول عمر حشرات کامل (۵/۳ روز) را نسبت به شاهد (۹/۷ روز) کاهش داد، در حالی که سم های بوپروفزین (۸/۱ روز) و پیری پروکسی فن (۹/۴ روز) اختلاف معنی داری با شاهد نداشتند. تعداد تخم های گذاشته شده به ازای هر فرد در سم فنپروپاترین (۲۴/۸ عدد) به طور معنی داری کمتر از شاهد (۵۳/۴) بود، اما دو سم دیگر اختلاف معنی داری با شاهد نداشتند. درصد تفریخ تخم در تیمارهای بوپروفزین (۳۸ درصد) و پیری پروکسی فن (۲۴ درصد) به طور معنی داری نسبت به شاهد (۹۶ درصد) کاهش نشان داد، در حالی که سم فنپروپاترین روی درصد تفریخ تخم (۹۵ درصد) تاثیری نداشت. بنابر این سم های بوپروفزین و پیری پروکسی فن با تاثیر روی درصد تفریخ، توانستند پارامترهایی نظیر میانگین تخم های بارور در روز و نرخ ناخالص زادآوری و نرخ تفریخ ناخالص را نسبت به شاهد به مقدار زیادی کاهش دهند.

بر این اساس می توان نتیجه گیری نمود که گرچه سم فنپروپاترین روی حشرات کامل موثر است اما با توجه به تاثیر قاطعی که سم های بوپروفزین و پیری پروکسی فن روی پارامتر های اصلی تولید مثل می گذارند، می توانند نرخ رشد جمعیت در نسل بعد را به طور قابل توجهی کاهش داده و در IPM مورد استفاده قرار گیرند.

واژه های کلیدی : سفید بالک گلخانه، پارامترهای تولید مثلی، بوپروفزین، پیری پروکسی فن، فنپروپاترین

مقدمه

سفید بالک ها با تغذیه از شیر گیاهی و ترشح عسلک و به دنبال آن رشد قارچ های مولد دوده بر روی گیاه باعث پائین آمدن ارزش کمی و کیفی گیاهان میزبان می شوند. این حشرات به عنوان ناقل تعدادی از ویروس های گیاهی از عوامل محدود کننده تولید در محصولات کشاورزی به حساب می آیند (Gerling, 1990). مقاومت این گروه از حشرات به اکثر سم های تا کنون به اثبات رسیده است (Roush and Tabashnik, 1990) و تحقیقات فشرده ای برای ارزیابی

حشره کش‌ها با حداقل تاثیر سوء روی انسان و دشمنان طبیعی و نحوه عمل جدید در برابر سفید بالک‌ها در حال انجام است (Ishaaya and Horowitz, 1995).

در میان این گروه از حشرات سفید بالک گلخانه *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) با دامنه میزبانی وسیع از آفات مهم در اکثر نقاط جهان و از جمله در ایران می باشد. این حشره علاوه بر محصولات گلخانه ای در خارج از گلخانه نیز بر روی محصولات مثل لوبیا، خیار، تنباکو، سیب زمینی و گوجه فرنگی فعال می باشد (Drost and Qiu, 2000).

تدوین سیستم IPM برای آفات از جمله سفید بالک گلخانه نیازمند کوشش های همه جانبه است که در این میان انتخاب سم های مناسب نقش بسیار مهمی در موفقیت برنامه IPM دارد.

امروزه انتخاب حشره کش های مناسب جهت کنترل آفات با در نظر گرفتن اثرات کشندگی و زیر کشندگی انجام می گیرد. به عبارتی بهترین روش برای ارزیابی اثرات حشره کش ها روی حشرات تجزیه و تحلیل جداول زیستی یا سم شناسی دموگرافیک است. سم شناسی دموگرافیک یک تکنیک اکوتاکسیکولوژیک است که پارامترهای جداول زیستی را در سم شناسی وارد می کند. (Walthal and Stark, 1996)

این مهم موقعی کارایی خود را بیشتر نشان می دهد که هدف ارزیابی ترکیبات طبیعی آفتکش شامل تنظیم کننده های رشد و بازدارنده ستر کیتین باشد. این ترکیبات با نحوه عمل خاص خود باعث می شوند که ارزیابی آنها بر اساس روش های متداول مشکل باشد. این ترکیبات بصورت آرام عمل کرده و می توانند بر روی حشره مورد نظر در چند مرحله رشد موثر باشند. این ترکیبات نه تنها باعث مرگ و میر شده بلکه باعث بروز اثرات زیر کشنده روی آفت و دشمن طبیعی مثل توقف رشد و اختلال در فعالیت طبیعی می شوند، گاهی اثرات غیر مستقیم این ترکیبات بیشتر از اثرات مستقیم آنها است. بنابراین دوره ارزیابی بایستی طولانی باشد تا اجازه بررسی اثرات مستقیم و غیر مستقیم وجود داشته باشد. (Croft, 1990) بررسی منابع نشان داد که عموماً اثرات زیر کشندگی سم های مختلف بر روی سفید بالک گلخانه در مدت زمان مشخص و محدود مورد ارزیابی قرار گرفته (Ishaaya and Horowitz, 1992; Ishaaya et al., 1988) و کمتر از روش سم شناسی دموگرافیک که بر اساس تجزیه و تحلیل جداول زیستی است اقدام شده است.

لذا سعی شد با استفاده از این روش پارامترهای مختلف تولید مثلی که تحت تاثیر سم قرار گرفته اند محاسبه شود.

ارزیابی اثرات زیر کشندگی سم های بوپروفزین و پیری پروکسی فن (IGRs) به دلیل آن که اثرات سوء آنها روی دشمنان طبیعی آفت از جمله *Encarsia formosa* ناچیز می باشد (Hayashi, 1996)، مورد ارزیابی قرار گرفت تا در صورت کنترل مطلوب آفت در برنامه های IPM مورد استفاده قرار گیرند.

در عین حال که لازم است قدرت تاثیر سم با یک شاهد بدون سم مقایسه شود، در این تحقیق تصمیم گرفته شد اثرات زیر کشندگی سم های تنظیم کننده رشد در کنار یک سم بسیار موثر به نام فنپروپاترین بر روی حشرات زنده مانده از تیمار با آن سم (که امروزه در اکثر مناطق کشور جهت کنترل این آفت مورد استفاده قرار می گیرد) بررسی شود بنابراین سم فنپروپاترین در این آزمایشات وارد شد.

روش بررسی

سفید بالک گلخانه از گلخانه های موجود در موسسه بررسی آفات و بیماریهای گیاهی تهران جمع آوری گردید. برگهای حامل مراحل نا بالغ حشره پس از حذف تمامی مراحل به جز شفیره (که مورد شناسائی قرار گرفت) به قفس پرورش منتقل شد. حشرات کامل پس از چند روز ظاهر و روی بوته های لوبیا (*Phaseolus vulgaris*) رقم کانتاندر مستقر شدند، و بدین ترتیب کلنی مناسبی از حشرات برای آزمایش آماده شد. این کلنی ها در شرایط دمایی 1 ± 26 درجه سانتی گراد، رطوبت نسبی 5 ± 60 درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی نگهداری شدند.

در این آزمایشات حشره کش های بوپروفزین^۱ (Applaud 40% SC)، پیری پروکسی فن^۲ (Admiral 10% EC) و فنپروپاترین^۳ (Danitol 10% EC) مورد ارزیابی قرار گرفتند.

^۱. Buprofezin (Chitin Synthesis Inhibitors)

^۲. Pyriproxyfen (Juvenile Hormone Mimic)

^۳. Fenpropathrin (Pyrethroid)

در آزمایشات مقدماتی برای ارزیابی اثرات کوتاه مدت کشندگی سم های بوپروفزین و پیری پروکسی فن روی حشرات کامل از روش Leaf dip استفاده شد. حشرات کامل در این روش به مدت ۴۸ ساعت در معرض باقی مانده غلظت های مختلف سم قرار گرفتند. میزان مرگ و میر نشان داد که حتی غلظت های بالاتر از غلظت توصیه شده سم های مذکور نیز بر روی حشرات کامل اثر کشندگی ندارد، لذا از غلظت های توصیه شده بوپروفزین (800 mg(a.i.)/l) و پیری پروکسی فن (50 mg(a.i.)/l) برای بررسی اثرات آنها استفاده شد. اما در مورد سم فنپروپاترین از غلظت LC_{30} معادل 250 mg(a.i.)/l برای بررسی استفاده شد (Croft, 1990). لازم به ذکر است که اثرات دراز مدت این سم های با روش سم شناسی دموگرافی که در این تحقیق از آن استفاده شده بهتر قابل ارزیابی است.

آزمایش ها روی برگ های لوبیا صورت گرفت. برای این منظور ابتدا بذرهای لوبیا به تعداد ۵ عدد در گلدانهای پلاستیکی (قطر دهانه ۱۵ سانتی متر) حاوی خاک استریل شده کشت شد. و قبل از سبز شدن بذور برای جلوگیری از هر نوع آلودگی روی گلدانها بوسیله ظروف پلاستیکی شفاف با در توری محصور شد.

وقتی بوته ها در مرحله دو برگی بودند به مدت ۵ ثانیه در محلولهای سمی غوطه ور شدند. محلولهای حشره کش بوسیله رقیق کردن فرمولاسیون تجاری آنها در آب مقطر تهیه شد. پس از گذشت ۳۰ دقیقه از غوطه ور کردن برگهای لوبیا در محلولهای سمی و خشک شدن آنها، حشرات ماده ای که ۲۴ ساعت اول عمر خود را در محیط عاری از سم گذرانده بودند (دوران قبل از تخم ریزی و جفت گیری) در تیمارهای پیری پروکسی فن، بوپروفزین به مدت ۴۸ ساعت و فنپروپاترین ۲۴ ساعت (در مورد سم فنپروپاترین این زمان باعث می شد تا در غلظت فوق الذکر درصدی از حشرات زنده بمانند تا بتوان اثرات سم را بر روی تولید مثل آنها بررسی کرد) در معرض باقی مانده سم های روی برگ قرار گرفتند و هر روز حشرات ماده و قفس برگی به برگ جدید منتقل شدند، بطوریکه این کار تا آخر عمر حشرات ماده ادامه یافت. در این آزمایشات حشرات مورد نظر کل دوران قبل از بلوغ را در شرایط غیر تیمار سپری کرده بودند (Kerns and Stewart, 2000).

برای بدست آوردن حشرات نر و ماده تازه ظاهر شده، برگهای دارای شفیله از بوته ها جدا و روی لایه نازکی از آگار در ظروف مخصوص قرار داده شدند، و روزانه حشرات کامل خارج شده در آزمایش های دموگرافی مورد استفاده قرار گرفت.

تکرار های تلف شده در اثر عوامل تصادفی و غیر طبیعی از آزمایشات حذف گردید و نهایتا در شاهد، بوپروفزین، پیری پروکسی فن و فنپروپاترین به ترتیب ۲۴، ۲۵، ۲۴ و ۱۹ حشره ماده از نظر بقا و میزان تولید مثل مورد ارزیابی قرار گرفت.

تجزیه و تحلیل آماری

برای ساخت جدول زندگی ویژه سن حشرات کامل از روش Carey (1993) استفاده شد. پارامترهای تولید مثل با تشکیل جدا ول سنی تولید مثل به روش Carey (1984) محاسبه گردید. برای آزمون برابری نسبت یک به یک بین نتاج نر و ماده تولید شده در تیمار های مختلف از آزمون غیر پارامتری کای اسکویر (X^2) استفاده شد.

برای مقایسه نسبت جنسی نتاج حاصله در تیمارهای مختلف از آنالیز واریانس یک طرفه استفاده شد. داده ها قبل از تجزیه آماری به $\text{Log}_{10}(x+1)$ تبدیل شدند و در صورت وجود اختلاف معنی دار به وسیله آزمون دانکن گروه بندی شدند.

برای مقایسه درصد تغریخ تخم ها و درصد ظهور حشرات کامل قبل از تجزیه و تحلیل آماری، داده ها به آرک سینوس ریشه دوم آن تبدیل و در صورت وجود اختلاف معنی دار از طریق آزمون دانکن گروه بندی شدند.

برای مقایسه اثرات سم های بر روی پارامترهای تولیدمثل با استفاده از نرم افزار SPSS از تجزیه کلاستر سلسله مراتبی به روش Ward استفاده شد. قبل از تجزیه کلاستر تمام داده ها بر اساس Zscores استاندارد شده و تیمارها بر اساس مجذور فاصله اقلیدسی مقایسه شدند.

نتیجه و بحث

برای تعیین غلظت زیر کشنده سم های مورد آزمایش غلظت های مختلف از نظر میزان کشندگی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که بوپروفزین و پیری پروکسی فن بر روی

حشرات کامل اثر کشندگی ندارند. لذا در این آزمایشات از غلظت توصیه شده بوپروفزین (۸۰۰mg(a.i./l) و پیری پروکسی فن (۵۰ mg (a.i./l) و غلظت LC₃₀ معادل ۲۵۰mg(a.i./l) فنپروپاترین استفاده شد.

مقایسه آماری میانگین طول عمر حشرات کامل نشان داد که بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی دار وجود دارد (P<0.05, F=8.89) (جدول ۱). میانگین طول عمر حشرات کامل در شاهد، بوپروفزین، پیری پروکسی فن و فنپروپاترین به ترتیب ۹/۷، ۸/۱، ۹/۴ و ۵/۳ روز تعیین شد. همانطور که مشخص است سم فنپروپاترین طول عمر حشرات کامل را بطور معنی داری نسبت به شاهد کاهش داده است. میانگین طول عمر حشرات کامل در تیمار بوپروفزین هر چند اختلاف معنی داری با پیری پروکسی فن و شاهد نداشت ولی نشان دهنده کاهش در میزان طول عمر می باشد.

جدول ۱، اثرات زیر کشنده حشره کش های بوپروفزین، پیری پروکسی فن و فنپروپاترین روی

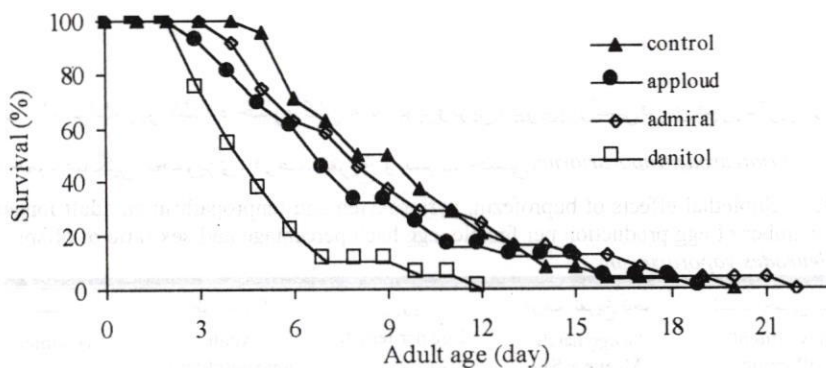
طول عمر، میانگین تخم ریزی، درصد تفریح و نسبت جنسی *Trialeurodes vaporariorum*

Table 1: Sublethal effects of buprofezin, pyriproxyfen and fenpropathrin on adult longevity, total number of egg production per female, egg hatch percentage and sex ratio of offspring of *Trialeurodes vaporariorum*

نسبت جنسی نواح Sex ratio of offspring F/(F+M)	درصد تفریح تخم % egg hatch Meane ± SE	باروری Egg per female Mean ± SE	طول عمر* Adult longevity(day) Mean ± SE	تیمار Treatment
0.55±0.02 a	96.33±0.41 a	53.42±5.1 a	9.67±0.78 a	شاهد Control
0.40±0.04 bc	38.03±1.4 b	46.76±5.18 a	8.12±0.85 a	بوپروفزین Buprofezin
0.38±0.04 c	24.64±3.49 c	55.08±5.62 a	9.38±0.99 a	پیری پروکسی فن Pyriproxyfen
0.48±0.02 ab	95.54±1.5 a	24.84±3.3 b	5.26±0.56 b	فنپروپاترین Fenpropathrin

*میانگین داخل ستون ها با حروف مشابه اختلاف معنی دار ندارد (Duncan , P>0.05)

برای توصیف مرگ و میر در تیمارها و شاهد، جدول زندگی ویژه سن حشرات کامل تشکیل شد که در آن مرگ و میر حشرات از زمان خروج حشرات کامل تا عمر آخرین فرد بصورت روزانه ثبت شد. منحنی بقا حشرات کامل (شکل ۱) در تیمارها نشان دهنده اختلاف آنها با شاهد است. در تمام موارد نرخ بقا با افزایش سن کاهش یافت. احتمال ۵۰ درصد بقا در شاهد، بوپروفزین، پیری پروکسی فن و فنپروپاترین به ترتیب ۸، ۶/۵، ۷/۵ و ۴ روز بود.



شکل ۱: اثر غلظت زیر کشنده حشره کش ها روی بقا حشرات کامل سفید بالک گلخانه
 Fig. 1, Sublethal effects of insecticides on survival of the adult whitflies.

امید زندگی در زمان ظهور حشرات کامل در شاهد، بوپروفزین، پیری پروکسی فن و فنپروپاترین بترتیب ۹/۱۷، ۷/۶۲، ۸/۸۷ و ۴/۷۷ روز بود (جدول ۲).

جدول ۲، پارامترهای تولید مثل مثل *Trialeurodes vaporariorum* در شاهد و حشره کش های

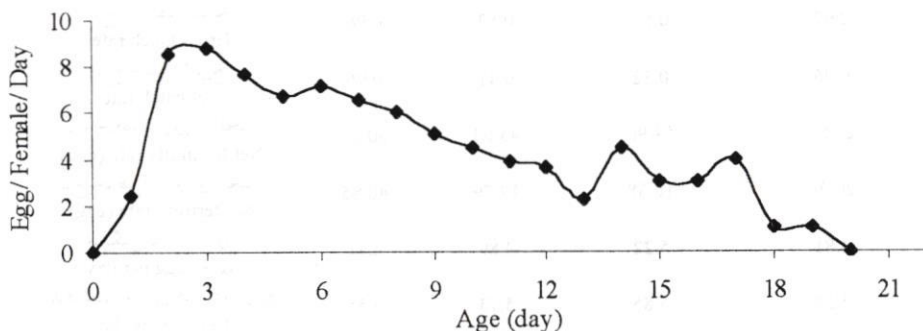
بوپروفزین، پیری پروکسی فن و فنپروپاترین

Table 2: Reproduction parameters of *Trialeurodes vaporariorum* exposed to buprofezin, pyriproxyfen and fenpropathrin in adult stage

تیمار Treatment				پارامترها Parameters
فنپروپاترین Fenpropathrin	پیری پروکسی فن Pyriproxyfen	بوپروفزین Buprofezin	شاهد Control	
52.89	109.66	88.07	89.56	نرخ ناخالص باروری ^(۱) (تخم) Gross fecundity rate (egg)
51.07	61.78	46.09	86.18	نرخ ناخالص زادآوری ^(۲) (تخم) Gross fertility rate (egg)
0.97	0.56	0.52	0.96	نرخ ناخالص تفریح Gross hatch rate
0.96	0.32	0.41	0.96	نرخ خالص تفریح Net hatch rate
21.55	51.96	43.63	50.83	نرخ خالص باروری (تخم) Net fecundity rate (egg)
20.76	16.38	17.79	48.85	نرخ خالص زادآوری (تخم) Net fertility rate (egg)
4.81	5.22	4.89	4.71	میانگین تخم در روز Mean egg per day
4.52	5.85	5.73	5.55	تعداد تخم به ازای هر ماده در روز Egg/female/day
4.64	2.94	2.56	4.54	میانگین تخم های بارور در روز Mean fertile egg per day
4.36	1.85	2.33	5.33	تخم های بارور به ازای هر ماده در روز Fertile egg/female/day
4.77	8.87	7.62	9.17	امید زندگی در زمان ظهور حشرات کامل Expectation of life at emergence
6.13	10.24	8.23	7.96	میانگین سن باروری ناخالص Mean age gross fecundity
6.14	13.46	9.81	7.98	میانگین سن زادآوری ناخالص Mean age gross fertility

۱. تعداد تخم های گذاشته شده
۲. تعداد تخم های تفریح شده

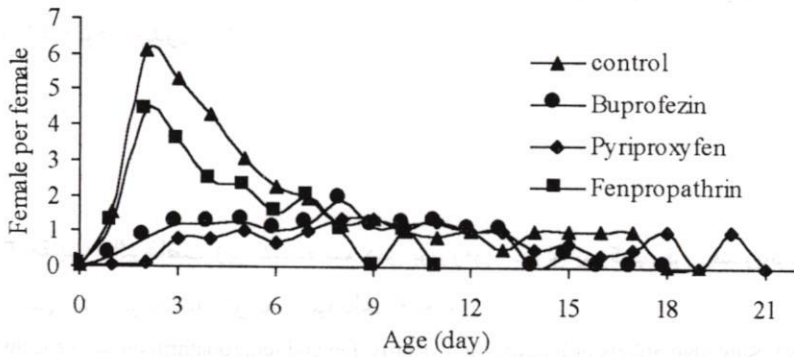
نرخ تخم گذاری روزانه در شاهد (شکل ۲) نشان داد که میانگین تخم گذاری در چند روز اول بتدریج افزایش یافت تا به حداکثر خود رسید سپس با گذشت زمان همراه با نوساناتی بتدریج کاهش یافت. (طول دوره قبل از تخم ریزی حشرات کامل ۱/۳ روز بوده و غالباً در طول روز اول زندگی اقدام به جفت گیری می نمایند. (Gerling, 1990).



شکل ۲: باروری ویژه سن در *Trialeurodes vaporariorum* روی لوبیا

Fig. 2: Age specific fecundity of adult female *Trialeurodes vaporariorum* on bean

مقایسه تخم گذاری روزانه (شکل ۲) با روند تولید نتاج ماده (شکل ۳) نشان داد که در روزهای اول زندگی درصد بالایی از نتاج تولید شده حشرات ماده بوده و با گذشت زمان این نسبت به نفع نتاج نر تغییر پیدا می کند.



شکل ۳: مقایسه تاثیر غلظت زیر کشنده سم های بر روی تعداد نتاج ماده تولید شده به ازای

هر فرد در روز در *Trialeurodes vaporariorum*

Fig. 3: Comparison of the sublethal insecticide treatment on age specific production of female offspring of *Trialeurodes vaporariorum*

میانگین تخم های گذاشته شده به ازای هر فرد در سم فنپروپاترین (۲۴/۸۶ تخم)

حدود ۵۰ درصد نسبت به شاهد (۵۳/۴) کاهش نشان داد (جدول ۱).

مقایسه درصد تفریح تخم ها در بین تیمارهای مختلف نیز نشان دهنده اختلاف آنها با شاهد است ($P < 0.05$, $F = 288.8$)، بطوری که میزان درصد تفریح تخم در شاهد و فنپروپاترین به ترتیب ۹۶/۳ و ۹۵/۵ و در سم های بوپروفزین و پیری پروکسی فن به ترتیب ۳۸ و ۲۴/۶ درصد بود (جدول ۱). آزمون X^2 برای اثبات تساوی تعداد نتاج نر و ماده تولید شده نشان داد (جدول ۳) که این نسبت تساوی در شاهد (۱ : ۱/۱۸) برقرار نیست بطوریکه به ازای هر نتاج نر تعداد ۱/۱۸ نتاج ماده تولید شده در حالی که این نسبت در تیمارهای بوپروفزین، پیری پروکسی فن و

فنپروپاترین به ترتیب ۰/۷۷، ۱، ۰/۵۸ و ۱ : ۱ بود. به عبارتی نسبت جنسی نتاج تولید شده در سم های بوپروفزین و پیری پروکسی فن به نفع نتاج نر تغییر پیدا کرده است. نسبت جنسی (ماده به کل) حاصله در تیمارهای مختلف دارای اختلاف معنی دار بود (P<0.01, F=6.84) بطوری که این نسبت در شاهد ۰/۵۵ و در سایر تیمارها به ترتیب ۰/۴۰، ۰/۳۸ و ۰/۴۸ بود (جدول ۱).

جدول ۳، مقایسه تاثیر غلظت زیر کشنده سم های بوپروفزین، پیری پروکسی فن و فنپروپاترین بر نسبت جنسی نتاج تولید شده توسط سفیدبالک گلخانه

Table 3: Sublethal effects of buprofezin, pyriproxyfen and fenpropathrin on sex progeny production of *Trialeurodes vaporariorum*

X^2	نسبت جنسی (ماده : نر) Sex ratio (M : F)	تعداد نتاج نر No. of male progeny	تعداد نتاج ماده No. of female progeny	تیمار Treatment
7.322**	1 : 1.18	520	611	شاهد Control
6.610**	1 : 0.77	222	171	بوپروفزین Buprofezin
23.313**	1 : 0.58	250	146	پیری پروکسی فن Pyriproxyfen
0.002 ^{ns}	1 : 1	212	211	فنپروپاترین Fenpropathrin

۱- آزمون X^2 برای اثبات برقراری نسبت تساوی نتاج نر و ماده تولید شده

** : عدم برابری نسبت تساوی نتاج نر و ماده (۱ : ۱) در سطح $p < 0.01$

ns : برابری نسبت تساوی نتاج نر و ماده (۱ : ۱)

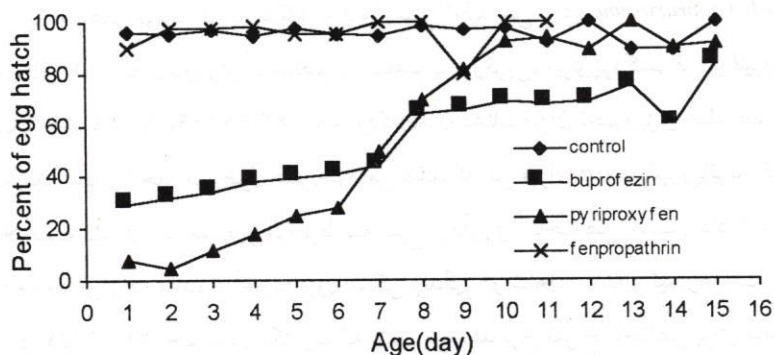
تولید مثل

پارامترهای تولید مثل با تشکیل جداول سنی تولید مثل برای *T. vaporariorum* محاسبه گردید (جدول ۲). میزان باروری^۱ ناخالص در شاهد، بوپروفزین، پیری پروکسی فن و فنپروپاترین به ترتیب ۸۹/۶، ۸۸، ۱۰۹/۶ و ۵۲/۹ تخم بود که نشان دهنده میزان تخم ریزی حشرات ماده در صورت زنده بودن تا حد اکثر طول عمر خود می باشد که این میزان در سم فنپروپاترین کاهش قابل ملاحظه نشان داد. مقادیر مربوط به نرخ زادآوری^۲ ناخالص نشان داد که انتظار می رود ماده های زنده مانده تا آخرین روز ممکن زندگی در شاهد و سایر تیمارها به ترتیب ۸۶/۲، ۴۶، ۶۱/۸ و ۵۱ تخم بارور بگذارند که نشان می دهد نرخ تفریح ناخالص برای تیمارهای فوق به ترتیب ۰/۹۶، ۰/۵۲، ۰/۵۶ و ۰/۹۷ می باشد.

چنانچه به نرخ ناخالص باروری نسبت زنده مانی حشرات کامل و نسبت تفریح اضافه شود این توانایی کاهش می یابد که نشان دهنده نرخ خالص زادآوری است. میزان نرخ خالص زادآوری در شاهد و تیمارهای مذکور به ترتیب ۴۸/۸، ۱۷/۷۹، ۱۶/۳۸ و ۲۰/۸ تخم بود. که این مقادیر نسبت به نرخ ناخالص باروری کاهش یافته است که از این کاهش به ترتیب ۳/۷۷، ۴۷/۷، ۴۳/۷ و ۳/۴۴ درصد مربوط به عدم تفریح (infertility) و به ترتیب ۴۳/۲۴، ۵۰/۴۶، ۵۲/۶۱ و ۵۹/۳ درصد مربوط به مرگ و میر حشرات کامل است. روند روزانه درصد تفریح تخم نشان داد (شکل ۴) در شاهد و فنپروپاترین درصد تفریح تخم روزانه بین ۹۰-۱۰۰ درصد است در حالی که سم های بوپروفزین و پیری پروکسی فن درصد تفریح تخم را بطور قابل ملاحظه کاهش داده اند. مقایسه آماری درصد تفریح تخم نشان دهنده اختلاف معنی دار در بین تیمارها است ($P < 0.05$, $F = 71.38$)، میانگین درصد تفریح تخم در شاهد و تیمارهای بوپروفزین، پیری پروکسی فن و فنپروپاترین به ترتیب ۹۶، ۳۸، ۲۴/۶ و ۹۵/۵ درصد بود (جدول ۱).

^۱. Fecundity

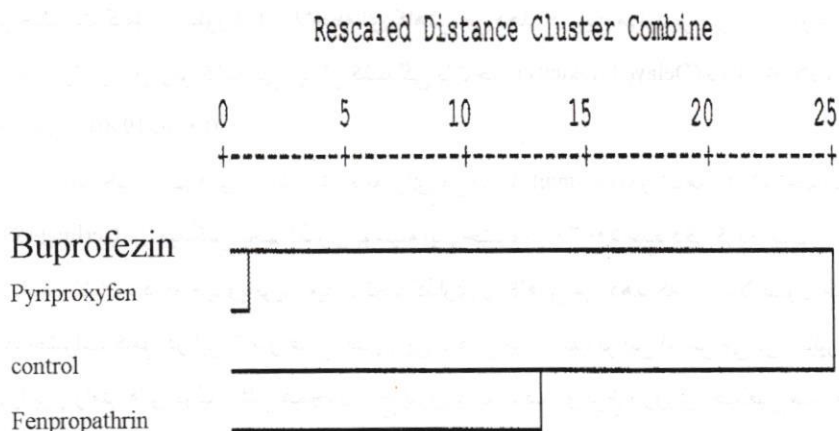
^۲. Fertility



شکل ۴: مقایسه میانگین درصد تفریخ تخم روزانه در *Trialeurodes vaporariorum*

Fig. 4: Comparison of the sublethal insecticide treatment on daily mean egg hatch in *Trialeurodes vaporariorum*

تعداد تخم به ازای هر ماده در روز در شاهد (۵/۵۵ تخم) و در تیمار های فوق الذکر تفاوت چندانی نشان نداد در حالی که تعداد تخم های بارور به ازای هر ماده در روز در شاهد، بوپرو فزین، پیری پروکسی فن و فنپروپاترین به ترتیب ۵/۳۳، ۲/۳۳، ۱/۸۵ و ۴/۳۶ تخم بارور بود که نشان دهنده تأثیر شدید سم بوپرو فزین و خصوصاً پیری پروکسی فن روی تفریخ تخم ها است (جدول ۲). برای گروه بندی سم های مورد آزمایش از نظر تأثیر بر روی پارامتر های تولید مثل از تجزیه کلاستر سلسله مراتبی به روش وارد استفاده شد. دندروگرام گروه بندی تیمار ها بر اساس مجذور فاصله اقلیدوسی نشان داد (شکل ۵) که سم های بوپرو فزین و پیری پروکسی فن از نظر تأثیر بر روی پارامتر های تولید مثل در یک گروه شبیه به هم از نظر فاصله اقلیدوسی قرار می گیرند. سم فنپروپاترین با شاهد در یک گروه قرار گرفته اند که نشان دهنده تأثیر ناچیز غلظت زیر کشنده فنپروپاترین بر روی پارامتر های تولید مثل است. لازم بذکر است که سم فنپروپاترین بیشترین تأثیر را از طریق کاهش طول عمر حشرات کامل (جدول ۱) و اثرات کشندگی می گذارد.



شکل ۵- تجزیه کلاستر سم های مورد آزمایش از نظر تاثیر روی پارامترهای تولید مثل *Trialeurodes vaporariorum*

Fig. 5: Cluster analysis of treated insecticides on reproduction parameters of *Trialeurodes vaporariorum*

امروزه ثابت شده است که روش کنترل بیولوژیک به تنهائی قادر به کنترل مطلوب سفید بالک ها نبوده و کاربرد سم های در موارد زیادی ضروری به نظر می رسد. (Hayashi, 1996). لذا انتخاب سم های مناسب می تواند نقش اساسی در تدوین موفقیت آمیز سیستم IPM برای این حشره داشته باشد.

آزمایشات نشان داد سم های بوپروفزین و پیری پروکسی فن روی حشرات کامل اثر کشندگی ندارند. نتایج فوق با کارهای (Ishaaya and Horowitz (1992) و (Ishaaya et al. (1994) مطابقت دارد. در مقابل اثر کشندگی سم فنپروپاترین روی حشرات کامل قابل توجه می باشد (LC₃₀=250 mg(a.i./l).

میانگین طول عمر حشرات کامل در شاهد ۹/۶ روز بدست آمد در حالیکه Hoddle (2003) میانگین طول عمر حشرات کامل را ۸/۳ روز ذکر کرده است. شاید علت این اختلاف به خاطر نوع گیاه میزبان (گوجه فرنگی) باشد که ایشان در آزمایشات خود مورد استفاده قرار داده

است. مقایسه طول عمر حشرات کامل در تیمارهای مختلف نشان داد که سم فنپروپاترین طول عمر حشرات کامل را بطور قابل ملاحظه ای کاهش می دهد. در این موارد بر سر نام گذاری اثر که آیا آن را باید اثر زیر کشندگی یا اثر کشندگی با تاخیر (Delayed toxicity) نامید اختلاف نظر وجود دارد. (Croft, 1990)

میانگین تخم های گذاشته شده به ازای هر فرد (Fecundity) در شاهد ۵۳/۴ تخم بود. Gerling (1990) نیز میانگین تخم گذاری بوسیله این حشره را ۶۰-۵۰ عدد ذکر کرده است. آزمایشات نشان داد که فنپروپاترین میزان تخم گذاری را کاهش می دهد که احتمالاً طول عمر کوتاه حشرات کامل در این تیمار عامل اصلی این کاهش می باشد، بر این اساس می توان تاثیر این سم را بر پارامترهای تولید مثلی همچون نرخ باروری ناخالص و نرخ باروری خالص مشاهده نمود که این پارامترها نسبت به شاهد کاهش قابل ملاحظه نشان می دهد.

میزان تخم ریزی حشرات کامل در سم بوپروفزین نیز کاهش جزئی نشان داد، این نتیجه با نتایج آزمایشات Yasui et al. (1987) مطابقت دارد، ولی در آزمایشات Ishaaya et al. (1988) که روی *Bemisia tabaci* با غلظت ۵۰۰ mg(a.i./l) انجام گرفته کاهش تخم ریزی برای این سم ذکر نشده است، ایشان در آزمایشات خود حشرات کامل را بدون در نظر گرفتن سن از بین کلنی انتخاب و تنها در مدت ۴۸ ساعت میزان تخم ریزی را برآورد نموده است.

مقایسه میانگین درصد تفریح تخم در تیمارهای مختلف نشان دهنده تاثیر فوق العاده سم های بوپروفزین و پیری پروکسی فن بر میزان تفریح تخم می باشد، بطوریکه درصد تفریح تخم در ۴۸ ساعت اول در سم پیری پروکسی فن زیر ۱۰ درصد بود و این اثر بازدارندگی تا ۸ روز بعد از انتقال حشرات کامل به محیط غیر سمی نیز با مقادیر کمتر مشاهده شد (شکل ۴).

Ishaaya and Horowitz (1992) اثر عقیم سازی پیری پروکسی فن را روی *B. tabaci* تا ۶ روز بعد از انتقال حشرات تیمار شده به محیط غیر سمی مشاهده نمودند. میانگین درصد تفریح تخم در ۸ روز اول زندگی حشرات کامل که به مدت ۴۸ ساعت در معرض سم پیری پروکسی فن بودند ۷۰ درصد نسبت به شاهد کاهش نشان می دهد (جدول ۱). (Ishaaya et al. (1994) در آزمایشات خود درصد تفریح تخم این حشره را وقتی به مدت ۲۴ ساعت در معرض سم پیری پروکسی فن بودند ۵۵ درصد گزارش نمودند.

نتایج فوق نشان دهنده انتقال سم از طریق تخمدان ها (Transovarial) می باشد. و با این نظریه کلی که سم های تنظیم کننده رشد باعث اختلال در رشد و نمو جنین (Embryogenesis) می شوند همخوانی دارد. این اثر مخصوصا زمانی که این ترکیبات در مرحله قبل از Blastokinesis، مرحله قبل از تمایز لارو سن اول بکار برده شوند بیشتر می شود (Ishaaya et al. 1994). مقایسه درصد تفریح تخم نشان می دهد هر چند اثر عقیم سازی حشره در سم بوپروفزین (۳۸ درصد) کمتر از پیری پروکسی فن (۲۴ درصد) می باشد ولی این تاثیر در سم بوپروفزین تا ۱۴ روز بعد از تیمار حشرات ادامه یافت که تا حدودی بیشتر از سم پیری پروکسی فن می باشد (شکل ۴).

Ishaaya et al. (1988) در آزمایشاتی که با غلظت $500 \text{ mg(a.i.)}/l$ سم بوپروفزین بر روی عسلک پنبه *Bemisia tabaci* انجام دادند مشاهده کردند که میزان درصد ظهور حشرات کامل در ۴۸ ساعت اول صفر بوده، ایشان درصد تفریح را در این مرحله محاسبه نکردند ولی در آزمایشات خود نشان دادند که در غلظت $125 \text{ mg(a.i.)}/l$ درصد تفریح معادل ۱۳ درصد می باشد. ایشان همچنین نتیجه گیری نمودند که طول مدت در معرض قرار دهی حشرات کامل به سم بوپروفزین بر میزان درصد تفریح تخم ها موثر بوده بطوریکه در کمتر از ۵ ساعت تفاوت چندانی با شاهد نداشته ولی در زمانهای بالاتر از ۲۴ ساعت درصد تفریح تخم به طور قابل ملاحظه کاهش می یابد. مکانیزم عمل بوپروفزین بصورت تاثیر بر روی بیوسنتز پروستاگلندین ها (Prostaglandin) در حشرات ماده می باشد. در حقیقت این ترکیب مانع سنتز پروستاگلندین، که در قدرت تخم ریزی و باروری حشرات ماده نقش اساسی دارد می شود (Ishaaya et al. 1988). نظر به اینکه تاثیر عمده سم های بوپروفزین و پیری پروکسی فن بر روی تفریح تخم می باشد لذا پارامترهایی بیشتر تحت تاثیر قرار می گیرند که به نحوی عامل زادآوری (Fertility) در آن لحاظ شده است. این پارامترها شامل میانگین تخم های بارور در روز، نرخ ناخالص زادآوری و نرخ تفریح می باشد که نسبت به شاهد کاهش قابل ملاحظه ای نشان می دهد.

مقایسه نسبت جنسی در تیمارهای مختلف نشان می دهد سم های بوپروفزین و پیری پروکسی فن به شدت بر روی نسبت جنسی تاثیر گذاشته و آن را به نفع نتاج نر تغییر می

دهند. نظر به اینکه عمده تولید مثل سفید بالک گلخانه در چند روز اول زندگی حشره صورت گرفته و در شرایط طبیعی در روزهای اولیه عمر حشره بیشتر نتاج ماده تولید می شود (شکل ۲ و ۳) و از طرف دیگر تاثیر اصلی سم های ذکر شده در ۸ روز اول بعد از تیمار است لذا با از بین رفتن تخم ها در این مرحله که بیشتر نتاج ماده هستند نسبت جنسی به نفع نتاج نر تغییر پیدا می کند.

در مجموع می توان نتیجه گیری نمود با توجه به تاثیرات مهم سم های بوپروفزین و پیری پروکسی فن روی پارامترهای اصلی تولید مثل که از عوامل مهم تعیین کننده نرخ رشد جمعیت در نسل بعد هستند و کنترل خوبی که بر روی مراحل نابالغ در مورد این سم های گزارش شده (Ishaaya et al. 1978; Ishaaya et al. 1994) این سم ها می توانند در کنترل موثر آفت نقش اساسی ایفا نمایند. از طرف دیگر سم فنپروپاترین نیز با توجه به اثرات کشندگی که بر روی تمامی مراحل زندگی حشره و کاهش تخم ریزی دارد می تواند به عنوان عامل مکمل سم های IGRs مخصوصا در مواقعی که صرفا کنترل شیمیایی آفت مد نظر است بکار گرفته شود.

نشانی نگارندگان: احمد حیدری، موسسه تحقیقات آفات و بیماریهای گیاهی، سعید محرمی پور، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده کشاورزی، گروه حشره شناسی تهران، صندوق پستی ۳۳۶-۱۴۱۱۵، تلفن: ۳-۴۱۹۶۵۲۲، فاکس: ۴۱۹۶۵۲۴