



Available online: <http://ijhe.tums.ac.ir>

مقاله پژوهشی

مدیریت تلفیقی سوسری آمریکایی (*Periplaneta americana* (L.) در شبکه و تاسیسات جمع‌آوری فاضلاب در شهر بوشهر

ناصر فرار^{۱*}، سید رضا گلستانه^۱، سپیده رسولیان^۲

۱- مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان بوشهر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بوشهر، ایران

۲- بخش آنژیوگرافی، بیمارستان مرکز قلب، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات درمانی استان بوشهر، بوشهر، ایران

اطلاعات مقاله:

چکیده

زمینه و هدف: یکی از مناطق مهم و مناسب تکثیر سوسری آمریکایی *Periplaneta americana* (L.)، شبکه فاضلاب و شهری است. با توجه به هزینه‌های زیاد سم‌پاشی و آلودگی‌های زیست‌محیطی، این تحقیق با هدف بررسی میزان کارایی روش مدیریت تلفیقی سوسری آمریکایی در شهر بوشهر انجام شد.

روش بررسی: در این بررسی ابتدا تعدادی از حشره‌کش‌های رایج در آزمایشگاه با دوزهای متفاوت جهت بررسی میزان اثربخشی روی سوسری‌ها آزمایش شد و سپس سه تیمار شامل ترکیب حشره‌کش‌های سایپرترین و دلتامترین با بوریک اسید، خاک دیاتومه و ژل سیلیکا جامد مورد ارزیابی قرار گرفت. در این راستا شبکه فاضلاب و بوشهر به ده منطقه تقسیم شد و سپس تعداد ده منهول به صورت تصادفی از هر منطقه انتخاب گردید. برای تعمیم نتایج به کل شبکه از روش نمونه‌برداری تصادفی - خوشه‌ای استفاده شد و جهت محاسبه درجه تاثیر حشره‌کش از روش Henderson-Tilton استفاده شد. **یافته‌ها:** نتایج نشان داد که مناطق نمونه‌برداری ۱۰۰ درصد آلوده به سوسری آمریکایی است. حشره‌کش‌های مورد آزمایش در آزمایشگاه توانستند تا ۹۲ درصد سوسری‌ها را پس از ۲۴ h از بین ببرند، اما استفاده از آنها به تنهایی در منهول‌ها با گذشت زمان، باعث کاهش درصد تلفات شد. نتایج آزمون‌های آماری نشان داد که بیشترین کارایی مربوط به استفاده از ترکیبات ساخته شده بود به طوری که تا ۱۲ ماه پس از استفاده آنها، میزان مرگ و میر بیش از ۹۰ درصد بود. **نتیجه‌گیری:** نتایج نشان داد که ترکیب ۵۰ g شامل ۵ درصد ژل سیلیکا، ۳۵ درصد بوریک اسید، ۶۰ درصد خاک دیاتومه به همراه محلول‌پاشی با حشره‌کش دلتامترین در هر منهول می‌تواند جمعیت سوسری‌ها را تا پس از گذشت ۱۲ ماه مهار نماید.

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۵/۱۷
تاریخ ویرایش: ۹۷/۰۸/۰۹
تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۸/۱۴
تاریخ انتشار: ۹۷/۰۹/۲۸

واژگان کلیدی: مدیریت تلفیقی، سوسری آمریکایی، خاک دیاتومه، بوریک اسید، ژل سیلیکا

پست الکترونیکی نویسنده مسئول:

farrar29@gmail.com

مقدمه

بیش از ۴۵۰۰ گونه از سوسری‌ها تاکنون شناسایی شده‌اند که تعداد ۴۰ گونه از آنها با بشر در ارتباط هستند (۱) و فقط چهار گونه به‌خوبی شناخته شده‌اند (۲). اگرچه سوسری‌ها بیشتر در مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری با جمعیت زیاد وجود دارند، سوسری‌ها در سراسر جهان با طیف گسترده‌ای از محیط‌های سرد قطب شمال گرفته تا مناطق گرم و معتدل انتشار دارند (۱). سوسری‌های *Blatta germanica* (L.)، *Periplaneta americana* (L.)، *Periplaneta orientalis* (L.) و *Supella longipalpa* (F.) در ایران بیشتر مورد توجه هستند (۳).

سوسری آمریکایی (*Periplaneta americana* (L.)) (Dictyoptera: Blattidae) به همراه بعضی حشرات دیگر در شبکه فاضلاب و زندگی می‌کنند و تکثیر می‌شوند. این در حالی است که آنها به ساختمان‌های مسکونی به‌ویژه در مناطق تحت پوشش شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب انتشار می‌یابند. سوسری‌ها از نظر اکولوژی در چرخه نیتروژن در طبیعت نقش بسیار مهمی ایفا می‌کنند و وجود آنها در طبیعت بسیار ضروری هست (۴)؛ اما جمعیت بالای آن در منازل و محیط شهری به‌عنوان یک آفت بهداشتی محسوب می‌شود. وجود سوسری در منازل، هتل‌ها و دیگر محل‌ها نیز از لحاظ بهداشتی نامطلوب است. سوسری‌ها از مواد کثیف، غذاهای فاسد، مواد غذایی انباری و انواع مواد غذایی مصرفی منزل تغذیه می‌کنند. آنها با آلوده کردن مواد غذایی ممکن است باعث انتقال بیماری‌های باکتریایی شوند (۵). سوسری‌ها حامل عوامل بیماری‌زای متعددی از جمله ژیا‌ردیا، اشرشیاکولی، استافیلوکوک، سالمونلا، تریکوموناس و غیره هستند (۵). گونه‌های بیماری‌زای متعددی از گروه‌های مختلف شامل باکتری‌ها، ویروس‌ها، قارچ‌ها، پروتوزوئرها و کرم‌های انگلی از سوسری آمریکایی جداسازی و شناسایی شده‌اند (۶). Akbari و همکاران (۲۰۱۵) دریافتند که ۱۱ گونه باکتری در بدن سوسری آمریکایی زندگی می‌کنند (۷). به دلیل اهمیت سوسری‌ها در جهان، کارهای زیادی در سطح

بین‌الملل انجام شده و روزبه‌روز پروژه‌های جدید اجرا می‌شود. مقاومت بالا به حشره‌کش‌ها، زندگی در همه جا، رژیم غذایی متنوع و تولیدمثل بالا از یک طرف و انتقال بیماری‌های باکتریایی از طرف دیگر باعث شده که تحقیقات گسترده در رابطه با مهار آن صورت پذیرد و در این راستا نیز روش‌های مبارزه شیمیایی متعددی جهت کنترل سوسری‌های آمریکایی در مجاری فاضلاب پیشنهاد شده است.

سه روش مهم در کنترل سوسری‌ها، استفاده از مواد شیمیایی و حشره‌کش‌ها، روش‌های کنترل غیر شیمیایی و استفاده از پارازیتوئید کپسول تخم این حشره است. متداول‌ترین روش، استفاده از حشره‌کش‌ها و مواد شیمیایی به شکل محلول پاشی، پودر و تابل، مه پاشی و طعمه مسموم است. استفاده از حشره‌کش‌های شیمیایی برای کنترل سوسری‌ها به روش مه پاشی و محلول پاشی در شبکه‌های فاضلاب و محبوب‌ترین روش است (۳). روش کنترل غیر شیمیایی شامل استفاده از دستگاه تولید صدا (دستگاه اولتراسونیک) با ایجاد طول موج کوتاه و فرکانس فوق العاده بالا است که به دلیل عدم کارایی مؤثر متداول نیست. روش کنترل بیولوژیکی نیز بیشتر تحقیقاتی است.

ترکیب حشره‌کش، نحوه اثر و فرمولاسیون آن باعث اثرات متفاوتی در کنترل این آفت بهداشتی شده است. ترکیبات مورد استفاده باید دارای ویژگی‌هایی از قبیل تاثیر طولانی مدت، کم‌خطر بودن برای پستانداران و حشرات مفید، آلودگی کم محیط زیست و هزینه کم داشته باشند. بیشترین حشره‌کش‌های مورد استفاده در کنترل و مهار سوسری‌ها در سه دسته پاپیرتروئیدها، کاربامات‌ها و حشره‌کش‌های فسفره آلی تقسیم‌بندی می‌شوند. تکرار چندساله و استفاده وسیع حشره‌کش‌ها در مهار سوسری‌ها سبب بروز مقاومت در آنها شده به‌طوری‌که بعد از مگس‌های خانگی دومین رتبه را در مقاومت به حشره‌کش‌ها به خود اختصاص داده است (۸). تحقیقات برای دستیابی به حشره‌کش‌های جدید، برنامه استفاده از حشره‌کش‌های کاربردی به‌صورت گردشی و روش‌های جدید مهار سوسری‌ها به دلیل اهمیت پزشکی و اقتصادی این

جذب مولکول‌های موم کوتیکول رویی حشره را دارند. لذا هنگام تماس با کوتیکول حشرات لایه مومی کوتیکول را جذب کرده، به مقدار کمی باعث ایجاد خراش بر روی سطح کوتیکول می‌گردد و سبب از دست رفتن آب بدن و مرگ حشره می‌شود (۱۵). خاک‌های دیاتومه پایدار بوده و برخلاف ارگانوفسفات‌ها، در اثر گرما تجزیه نشده و در محیط مؤثر باقی می‌مانند (۱۲). بوریسک اسید و ژل سیلیکا به‌عنوان آفت‌کش‌های فیزیکی شناخته شده‌اند که از راه‌های فیزیکی باعث اختلال در اعمال حیاتی حشره می‌شود. این مواد باعث بستن منافذ تنفسی، خراش و جذب موم پوست حشره و در آخر از دست رفتن آب بدن می‌شوند (۱۱).

با توجه به اینکه مدت چندان از بهره‌برداری شبکه فاضلاب رو شهری بوشهر نمی‌گذرد و با در نظر گرفتن افزایش سریع جمعیت سوسری آمریکایی با توجه به شرایط اقلیمی گرم و مرطوب این شهر، تعیین بهترین حشره‌کش و دوز مصرفی برای مهار یا به تاخیر انداختن مقاومت سوسری‌ها بسیار ضروری است. از این جهت در این تحقیق اثرات حشره‌کش‌های مختلف و ترکیبات آنها با مواد معدنی شامل خاک دیاتومه، بوریسک اسید و ژل سیلیکا مورد مطالعه قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه، نمونه‌برداری، فراوانی و پراکنش سوسری‌ها: این پژوهش در شهر بوشهر که دارای شبکه فاضلاب رو گسترده است، انجام شد. شهر بوشهر در $28^{\circ} 55'$ عرض شمالی و $50^{\circ} 55'$ طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ واقع شده است.

شبکه فاضلاب رو بوشهر شامل لوله‌ها و تونل‌های افقی شیب‌دار هستند که به هم ملحق شده و به خارج از شهر هدایت می‌شود و در آخر در ایستگاه تصفیه فاضلاب نزدیک عالی‌شهر تصفیه می‌گردد. در فواصل مشخص بین ۵۰ m تا ۱۲۰ m از لوله‌ها و تونل‌های افقی، لوله‌های عمودی یا منهول وجود دارد که به لوله‌های افقی متصل می‌شود که با درپوش فلزی بزرگ روی آن پوشیده می‌شود. ارتفاع این منهول‌ها تا ۱/۵ m متفاوت

آفت در محیط‌های شهری و به‌منظور جلوگیری یا به تاخیر انداختن مقاومت گروه‌های مختلف حشره‌کش ادامه دارد. Cochran (۱۹۸۶) گزارشی از مقاومت به حشره‌کش‌های پیرتروئیدی را ارائه می‌دهد (۸). همچنین Schal و همکار (۱۹۹۰) توسعه مقاومت به حشره‌کش‌های پیرتروئیدی را در نژادهای آزمایشگاهی گزارش کردند (۹). Nasirian و همکاران (۲۰۰۶) روی ۱۱ سوش وحشی سوسری در شهر تهران تحقیق کردند و نشان دادند تمامی سوش‌ها نسبت به حشره‌کش پرمترین مقاوم شدند. آنها دریافتند که حشره‌کش فیپرونیل و به‌ویژه فرمولاسیون طعمه آن، می‌تواند جایگزین مناسبی به‌منظور مهار با این آفت بهداشتی در ایران باشد (۱۰). در ضمن سایر مواد شیمیایی متعلق به گروه‌های دیگر نیز برای مهار سوسری‌ها به کار می‌روند که عبارت از آورمکتین (Avermectin)، فیپرونیل (Fipronil)، هیدرامتیلنون (Hydramethylnon)، بوریسک اسید (Boric Acid) و تنظیم‌کننده‌های رشد (IGRs) هستند (۱۱).

از بقایای فسیلی جلبک‌های تک‌سلولی خاک دیاتومه (Diatomaceous Earth) به‌وجود می‌آید. فرم پهن دانه‌های خاک‌های دیاتومه سطح فعال بیشتری داشته لذا توانایی حشره‌کشی بالایی دارند (۱۲). مقدار بلوره سیلیکای موجود در خاک دیاتومه نقش مؤثری در قدرت حشره‌کشی آنها ایفا می‌کند (۱۳). به‌طور کلی خاک‌های دیاتومه‌ای که از دیاتومه‌های آب‌های دریاها به وجود آمده‌اند ۲ تا ۷ درصد بلوره سیلیکای دارند که حدود ۰/۱ درصد وزنی از آنها برای کنترل آفات کافی است و خاک‌های دیاتومه‌ای که از دیاتومه‌های آب‌های شیرین (برکه، دریاچه، مرداب) ایجاد شده‌اند محتوی کمتر از یک درصد بلوره سیلیکای هستند (۱۴). فرمولاسیون‌های دریایی خاک دیاتومه به دلیل داشتن مقدار بلوره سیلیکای زیاد قدرت حشره‌کشی بالاتری دارند (۱۴). مقدار اکسید سیلیسیم موجود در خاک دیاتومه نیز در عملکرد آن مؤثر است. فرمولاسیون‌هایی که مقدار اکسید سیلیسیم آنها بیشتر از ۸۰ درصد باشد توانایی حشره‌کشی بالاتری دارند. ذرات خاک دیاتومه حاوی حفرات ریزی هستند که توانایی

بود. قطر لوله‌ها حدود $1/15$ m و درب چدنی منهول با تعداد ۳ روزنه تهویه روی آن با قطر حدود ۶۰ cm بود. جنس دیواره‌ها سیمانی است. جمع‌آوری نمونه‌ها در تمام اجزاء شبکه جمع‌آوری فاضلاب شامل انشعابات منازل، لوله‌های فرعی، لوله‌های نیمه‌اصلی، لوله‌های اصلی و خطوط انتقال فاضلاب در سال‌های ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۳ انجام شد.

جهت بازدید و بررسی از منهول‌های شبکه فاضلاب و بوشهر ابتدا نقشه شبکه فاضلاب و شهری بوشهر تهیه شد و سپس به‌طور تصادفی از ۱۰ منطقه مختلف شهری تعداد ۱۰ منهول انتخاب شد. بررسی ابتدایی چاه‌های عمودی یا منهول‌ها با برداشتن درپوش‌های چدنی آنها انجام گرفت. به دلیل نور گریز بودن سوسری‌ها و فرار آنها، جمع‌آوری و شمارش نمونه‌ها در بعد از ظهر (عصر) انجام شد. محاسبه تعداد سوسری با شمارش مستقیم و یا تقسیم سطح به واحدهای کوچک‌تر و شمارش یکی از آنها انجام شد و با شمارش تعداد سوسری‌ها، میزان فراوانی و پراکنش منطقه‌ای آن تخمین زده شد. در هر منهول به‌طور جداگانه تعداد سوسری‌ها قبل و بعد از تیمار نیز شمارش شدند. نمونه‌برداری هفته‌ای یکبار در طول آزمایش‌ها جهت تعیین فراوانی جمعیت و نیز مرگ‌ومیر پس از استفاده از ترکیبات سمی و حشره‌کش‌ها انجام شد. تعدادی از سوسری‌ها و نیز کپسول تخم آنها از درون منهول‌های شبکه فاضلاب و شهری را به روش دستی جمع‌آوری شد و در آزمایشگاه پرورش داده شد و گروه هم سن (کوهورت) جهت انجام آزمایش‌های زیست‌سنجی تشکیل شد. برای این منظور سوسری‌ها و کپسول تخم‌های جمع‌آوری شده درون ظروف مخصوص با غذا و آب به‌علاوه خاک اره قرار داده شد. برای کاهش خطاهای احتمالی و کنترل عوامل محیطی از جمله دما و رطوبت کلیه آزمایش‌ها در شرایط استاندارد 27 ± 2 °C و رطوبت 65 ± 5 درصد و دوره نوری ۱۶L-۸D انجام شد.

روش تعیین پتانسیل حشره‌کش‌های مختلف روی سوسری‌ها در آزمایشگاه (آزمایش‌های زیست‌سنجی یا Bioassay): آزمون حساسیت به روش استعمال موضعی در ظروف پتری تعیین شد. برای این منظور ابتدا کلونی

سوسری‌های هم سن (کوهورت آزمایش) در دمای پایین قرار داده یا به‌طور ملایم با گاز CO_2 بی‌هوش شدند. تعداد ۱۰ سوسری به پشت، بر روی سطح یک عدد ظرف پتری به‌صورت دایره‌وار گذاشته و 1 mL از حشره‌کش‌های موردنظر پس از حل شدن در حلال مناسب آب با دوزهای مشخص روی اولین بند شکم در سطح شکمی سوسری با میکروپیت یا سمپلر مدرج گذاشته شد. با توجه به اطلاع از اثر سریع حشره‌کش، میزان مرگ آنی (ناک‌دان) در سوسری‌ها در زمان‌های ۱، ۱۵، ۳۰ و ۴۵ min و ۲۴ h تعیین شد. برای کاهش اثر عوامل مختلف یک شاهد نیز در نظر گرفته شد که با آب تیمار شد. برای آزمون هر حشره‌کش به‌تنهایی سه دوز مورد آزمایش قرار گرفت. از حشره‌کش‌های k -othrine 2.5% EC (ساخت شرکت بایر، دارای درصد خلوص تکنیکال ۹۵ درصد، میزان ماده مؤثره ۲۵ درصد، حاوی 25 g/L ماده مؤثره) و سایپرمترین $EC40\%$ (از شرکت سم آوران ایلینا، دارای درصد خلوص تکنیکال ۹۵ درصد، حاوی 40 g/kg ماده مؤثره) در سه دوز ۲۰، ۴۰ و 80 $\mu\text{L}/\text{m}^2$ ، از حشره‌کش پرمترین $EC25\%$ (از شرکت تولید فرآورده‌های شیمیایی ایران، دارای درصد خلوص تکنیکال ۹۵ درصد، میزان ماده مؤثره ۲۵ درصد) در سه دوز ۱۰، ۲۰ و 40 $\mu\text{L}/\text{m}^2$ و از حشره‌کش دلتامترین $EC2.5\%$ (شرکت افرا شیمی کومش، دارای درصد خلوص تکنیکال ۹۵ درصد، حاوی 25 g/kg ماده مؤثره، میزان ماده مؤثره $2/5$ درصد) در سه دوز ۵، ۱۰ و 20 $\mu\text{L}/\text{m}^2$ استفاده شد. آزمایش‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ حشره‌کش مختلف در سه دوز و هر دوز با ۴ تکرار انجام شد. نتایج به‌دست آمده با نرم‌افزار SPSS مورد تجزیه آماری قرار گرفته و میانگین‌ها با روش LSD مقایسه شدند. در صورت لزوم تبدیل داده‌ها، از Aresine استفاده شد. **آزمایش‌های میدانی، بررسی تاثیر ترکیبات سمی و معدنی:** پس از مشخص کردن بهترین حشره‌کش و دوز مربوطه در آزمایشگاه، ترکیبات مختلف حشره‌کش مناسب با مواد معدنی جهت آزمایش‌های میدانی ساخته و مورد آزمایش قرار گرفت. در آزمایش‌های میدانی اثر حشره‌کش دلتامترین و بوریک اسید به‌تنهایی و سه ترکیب مختلف (ترکیب شماره

که در این معادله n جمعیت حشره، C_0 شاهد و T تیمار است. برای اصلاح، درصد مرگ‌ومیر از داده‌های به‌دست آمده از طریق معادله ۲ (۱۷) محاسبه شد. داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزار (2002) POLO-PC و SPSS, 16.0 و با استفاده از آزمون LSD تجزیه شد. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار SigmaPlot 2015 و Excel 2013 استفاده شد.

(۲)

$$\text{Corrected\%} = \left(1 - \frac{n \text{ in } T \text{ after treatment}}{n \text{ in } C_0 \text{ after treatment}}\right) \times 100$$

که در این معادله n جمعیت حشره، C_0 شاهد و T تیمار است.

یافته‌ها

پراکنش سوسری‌ها در مناطق مورد مطالعه: نتایج این تحقیق در رابطه با آلودگی سوسری‌ها نشان داد که اختلاف معنی‌داری از نظر فراوانی در قسمت‌های مختلف شهر بوشهر وجود ندارد. سطح آلودگی به‌طور معمول در تمام مناطق مشاهده شد. هرچند آلودگی در بعضی مناطق مثل عاشوری، مدرس، شکری، سنگی و بیشتر مناطق قدیمی شهر در بازدید میدانی بیشتر بود اما از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با بقیه مناطق نشان نداد (جدول ۱). شدت آلودگی در ماه‌های مختلف متفاوت بود اما از مهرماه تا اواسط دی ماه آلودگی بسیار زیاد تخمین زده شد. در تابستان ماه‌های تیر و مرداد آلودگی کمتر مشاهده شد (نمودار ۱).

بررسی‌های انجام شده نشان داد که ۹۵/۹ درصد از حشرات شکار شده در منهول‌ها، سوسری آمریکایی (*P. americana*) و سه درصد مربوط به سوسری شرقی (*B. orientalis*) بود که این دو گونه سوسری به‌ندرت در کنار هم دیده می‌شوند.

یک شامل حشره‌کش دلتامترین، بوریک اسید و دیاتومه کلاس B، ترکیب شماره دو شامل حشره‌کش سایپرمتترین، بوریک اسید و دیاتومه کلاس B، ترکیب شماره سه شامل ترکیب یک به همراه ژل سیلیکا جامد) و تیمار شاهد بدون استفاده از حشره‌کش و ترکیبات ساخته شده روی سوسری‌ها و به‌طور مستقیم در منهول‌های شبکه فاضلاب‌رو شهری بوشهر بررسی شد. تمام ترکیب‌های مورد استفاده به میزان ۵۰ g و شامل ۳۵ درصد بوریک اسید، ۶۵ درصد خاک دیاتومه کلاس B (در ترکیب یک و دو) و ۶۰ درصد خاک دیاتومه کلاس B و میزان ۵ درصد ژل سیلیکا (ترکیب سه) بود. این ترکیب‌ها به همراه سم‌پاشی با یکی از حشره‌کش‌های ذکر شده به میزان یک یا دو میلی‌لیتر به ازای هر مترمربع به کار گرفته شد و نتایج مورد تحلیل آماری قرار گرفت.

طراحی آزمایش میدانی و تجزیه و تحلیل داده‌ها:

آزمایش‌ها در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۱۰ تکرار در شرایط طبیعی در سطح شهر انجام شد. در این آزمایش سوسری‌های مرده را در زمان‌های مختلف هفتگی، ماهیانه، شش ماه و دوازده ماه خارج کرده و ثبت شد. برای انجام این تحقیق از روش تجربی و فن مشاهده‌ای استفاده شد و جهت تعمیم نتایج به کل شبکه از روش نمونه‌برداری تصادفی - خوشه‌ای (Random- Cluster) استفاده گردید. در این روش ابتدا شهر بوشهر براساس شبکه فاضلاب‌رو آن به ده منطقه (خوشه) تقسیم شد و در هر منطقه تعداد ده منهول به‌صورت تصادفی جهت وفورگیری انتخاب گردید. برای محاسبه درجه تاثیر حشره‌کش با استفاده از روش Henderson-Tilton استفاده شد (۱۶). با توجه به تعداد جمعیت قبل از عملیات محلول‌پاشی و بعد از محلول‌پاشی، محاسبه درجه تاثیر حشره‌کش با روش Henderson-Tilton (معادله ۱) محاسبه شد (۱۶).

(۱)

$$\text{Corrected\%} = \left(1 - \frac{n \text{ in } C_0 \text{ before treatment} \times n \text{ in } T \text{ after treatment}}{n \text{ in } C_0 \text{ after treatment} \times n \text{ in } T \text{ before treatment}}\right) \times 100$$

چاه‌های عمودی یا منهول‌های انتخابی شبکه فاضلابرو شهری بوشهر نشان داد که تمامی منهول‌ها با درصد متفاوت (کمترین میزان با ۱/۵ درصد در مردادماه و بیشترین میزان با ۱۸/۱ درصد در مهرماه)، آلوده به سوسری آمریکایی هستند. پس از کاربرد ترکیبات مختلف شیمیایی نتایج تاثیر آنها در زمان‌های هفتگی، ماهیانه و یک سال پس از زمان کاربرد ترکیبات بررسی شد. بلافاصله پس از کاربرد حشره‌کش‌ها و ترکیبات تهیه شده، حشرات مرده زیادی در داخل و اطراف چاهک‌ها و منهول‌ها مشاهده شد. جدول ۳ نتایج این شمارش‌ها را با کاربرد ترکیبات مختلف ساخته شده نشان می‌دهد.

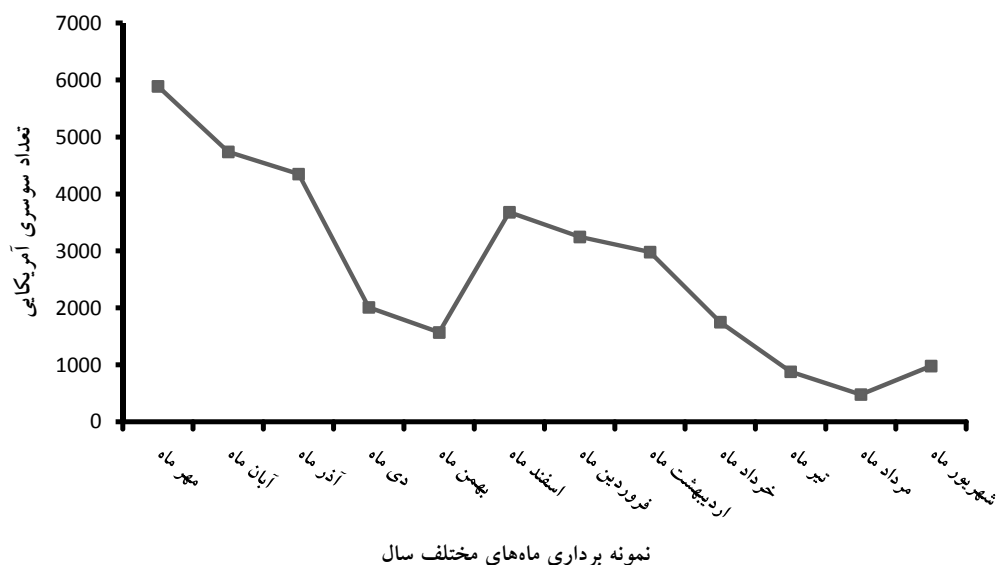
کمتر از ۱ درصد هم سوسری آلمانی (*B. germanica*) در دو منهول در یک منطقه مشاهده شد. حشرات دیگر نیز نظیر جیرجیرک، مورچه‌ها و برخی از گونه‌های قاب‌بالان به تعداد کم جمع‌آوری شد.

نتایج آزمایش‌های زیست‌سنجی: نتایج آزمایش‌های زیست‌سنجی در جدول ۲ نشان داده شده است. در بین حشره‌کش‌های مورد آزمایش حشره‌کش k-othrine و دلتامترین بیشترین مرگ و میر را داشت. استفاده از حشره‌کش پرمترین و سایپرمتین اختلاف معنی‌داری نشان نداد ($p < 0.05$).

نتایج میدانی کنترل سوسری‌ها: بررسی‌های مقدماتی از

جدول ۱- شدت آلودگی سوسری آمریکایی در ماه‌های مختلف سال ۹۳-۱۳۹۲ در شبکه فاضلابرو شهری بوشهر

| تاریخ نمونه برداری | تعداد سوسری | درصد | دامنه کم | دامنه زیاد | میانگین در هر منهول |
|--------------------|-------------|------|----------|------------|---------------------|
| مهر | ۵۸۹۰ | ۱۸/۱ | ۳۲ | ۱۰۸۰ | ۴۸۰ |
| آبان | ۴۷۴۰ | ۱۴/۶ | ۱۰ | ۹۷۵ | ۳۲۵ |
| آذر | ۴۳۵۰ | ۱۳/۴ | ۴ | ۸۷۵ | ۲۹۹ |
| دی | ۲۰۰۸ | ۶/۲ | ۲ | ۴۰۵ | ۱۸۸ |
| بهمن | ۱۵۷۰ | ۴/۸ | ۲ | ۳۰۵ | ۱۲۸ |
| اسفند | ۳۶۸۰ | ۱۱/۳ | ۸ | ۸۹۳ | ۳۰۷ |
| فروردین | ۳۲۴۷ | ۱۰/۰ | ۶ | ۹۹۴ | ۲۸۳ |
| اردیبهشت | ۲۹۸۰ | ۹/۲ | ۴ | ۴۸۷ | ۲۳۹ |
| خرداد | ۱۷۵۰ | ۵/۴ | ۲ | ۴۰۶ | ۱۵۵ |
| تیر | ۸۷۹ | ۲/۷ | ۰ | ۳۶۵ | ۶۳ |
| مرداد | ۴۷۹ | ۱/۵ | ۱ | ۱۲۷ | ۳۴ |
| شهریور | ۹۸۰ | ۳/۰ | ۲ | ۲۰۴ | ۶۷ |
| مجموع | ۳۲۵۵۳ | ۱۰۰ | ۰ | ۱۰۸۰ | ۲۱۴ |



نمودار ۱- تعداد سوسری آمریکایی جمع‌آوری شده در منهول‌های شبکه فاضلاب و شهری بوشهر در ماه‌های مختلف سال ۱۳۹۲-۹۳

جدول ۲- درصد مرگ و میر ناشی از تماس موضعی سوسری آمریکایی جمع‌آوری شده از شبکه فاضلاب و شهری بوشهر با حشره‌کش‌های مختلف در آزمایش‌های زیست‌سنجی در آزمایشگاه در سال ۱۳۹۲-۹۳

| نام حشره‌کش | دوز | زمان | | | | |
|-------------|-----------------------------|------|--------|--------|--------|-------|
| | | ۲۴ h | ۴۵ min | ۳۰ min | ۱۵ min | ۱ min |
| سایپر مترین | ۸۰ $\mu\text{L}/\text{m}^2$ | ۱۰۰ | ۹۰/۵ | ۵۴/۵ | ۲۵/۶ | ۸/۶ |
| | ۴۰ $\mu\text{L}/\text{m}^2$ | ۹۷/۵ | ۸۸/۷ | ۴۷/۸ | ۱۹/۲ | ۷/۴ |
| | ۲۰ $\mu\text{L}/\text{m}^2$ | ۹۶/۷ | ۸۵/۴ | ۲۰/۶ | ۸/۷ | ۲/۱ |
| پر مترین | ۴۰ $\mu\text{L}/\text{m}^2$ | ۹۵/۳ | ۹۲/۷ | ۶۴/۷ | ۲۲/۶ | ۵/۴ |
| | ۲۰ $\mu\text{L}/\text{m}^2$ | ۹۴/۸ | ۸۴/۸ | ۵۴/۵ | ۱۸/۷ | ۳/۱ |
| | ۱۰ $\mu\text{L}/\text{m}^2$ | ۹۲/۴ | ۸۰/۸ | ۳۴/۵ | ۱۵/۱ | ۳/۳ |
| دل‌تامترین | ۲۰ $\mu\text{L}/\text{m}^2$ | - | ۱۰۰ | ۹۲/۶ | ۶۷/۴ | ۲۲/۵ |
| | ۱۰ $\mu\text{L}/\text{m}^2$ | ۱۰۰ | ۹۵/۳ | ۸۴/۶ | ۵۵/۱ | ۱۵/۳ |
| | ۵ $\mu\text{L}/\text{m}^2$ | ۹۶/۴ | ۹۰/۳ | ۷۰/۸ | ۴۵/۸ | ۸/۵ |
| k-othrine | ۸۰ $\mu\text{L}/\text{m}^2$ | - | - | ۱۰۰ | ۸۴/۳ | ۷۱/۴ |
| | ۴۰ $\mu\text{L}/\text{m}^2$ | - | ۱۰۰ | ۸۹/۹ | ۶۵/۷ | ۵۷/۶ |
| | ۲۰ $\mu\text{L}/\text{m}^2$ | ۹۶/۷ | ۸۷/۶ | ۷۱/۴ | ۳۶/۵ | ۲۳/۳ |

جدول ۳- تأثیر ترکیبات مختلف استفاده شده در عملیات میدانی روی سوسری آمریکایی موجود در شبکه فاضلابرو شهری بوشهر در سال ۹۳-۱۳۹۲

| درصد کاهش در ماه | | | | | تعداد سوسری قبل از کاربرد حشره کش | فرمولاسیون | ترکیب حشره کشی |
|------------------|------|------|------|------|---|---------------------|-----------------|
| ۱۲ | ۹ | ۶ | ۳ | ۱ | | | |
| ۹۱/۴ | ۱۰۰ | ۹۸ | ۹۷/۵ | ۱۰۰ | ۶۱۰۵ | ۵۰g گرد | ترکیب ۱* |
| ۹۶/۷ | ۹۰/۶ | ۸۵/۴ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۱۴۶۵ | ۵۰g گرد | ترکیب ۲** |
| ۹۸/۳ | ۹۷/۶ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۹۵۴۸ | ۵۰g گرد | ترکیب ۳** |
| ۰ | ۰ | ۳/۶ | ۵۰/۸ | ۹۴/۹ | ۷۰۴۵ | ۱ mL/m ² | دلناترین |
| ۱۸/۷ | ۲۱/۵ | ۴۲/۳ | ۸۱/۲ | ۹۱/۸ | ۶۶۵۹ | ۵۰g گرد | بوریک اسید تنها |
| ۰/۱ | ۰/۲ | ۰/۰ | ۰/۰۱ | ۰/۰ | ۸۵۲۸ | - | شاهد |

* ترکیب ۱: شامل ۳۵ درصد بوریک اسید، ۶۵ درصد خاک دیاتومه کلاس B، و سم پاشی ۱ mL/m² دلناترین

** ترکیب ۲: شامل ۳۵ درصد بوریک اسید، ۶۵ درصد خاک دیاتومه کلاس B، و سم پاشی ۲ mL/m² سایپرمترین

*** ترکیب ۳: شامل ۵ درصد ژل سیلیکا، ۳۵ درصد بوریک اسید، ۶۰ درصد خاک دیاتومه کلاس B، و سم پاشی ۱ mL/m² دلناترین

و حرکت‌های بی‌هدف می‌شود. خاک دیاتومه با خراش دادن کوتیکول حشره باعث تبخیر آب بدن شده و حشرات در معرض بوریک اسید سریع از بین می‌روند. استفاده از بوریک اسید و خاک دیاتومه باعث افزایش مدت تاثیر حشره کش در منهول گردید. نتایج نشان داد که استفاده از این ترکیب در پاییز نسبت به تابستان مؤثرتر بود.

بحث

در راستای سیاست پژوهشی شرکت آب و فاضلاب شهر بوشهر، مطالعه آزمایشگاهی و میدانی به منظور مهار و کنترل سوسری‌ها از طریق روش‌های موثر، مناسب، عملی و سازگار با محیط زیست به عنوان یکی از معضلات مهم بهداشتی، از سال ۱۳۹۲ به مدت یک سال انجام پذیرفت. سوسری آمریکایی به همراه بعضی حشرات و جوندگان دیگر از جمله موش در شبکه فاضلابرو شهری بوشهر مشاهده گردید. سوسری‌ها به راحتی در شبکه فاضلابرو زادوولد و تکثیر می‌کنند، به طوری که نزدیک به صد درصد منهول‌ها در مناطق شهری بوشهر که مورد مطالعه قرار گرفت با فراوانی متفاوت، آلوده به این حشره بودند. فراوانی

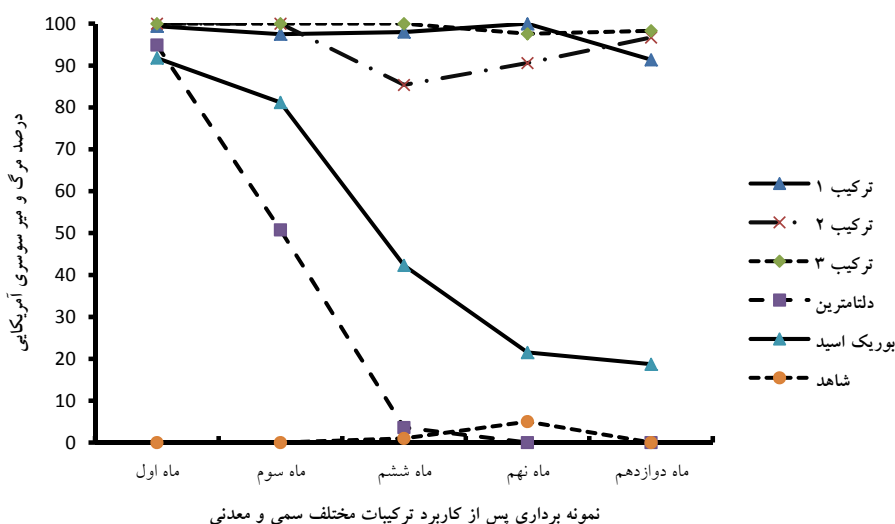
استفاده از ترکیب حشره کش‌ها و مواد معدنی غیر سمی مختلف برای کنترل سوسری‌ها نتایج بسیار مطلوبی داد. جدول ۴ و نمودار ۲ نتایج آزمون آماری تاثیر ترکیبات مختلف استفاده شده در عملیات میدانی در برابر سوسری آمریکایی موجود در شبکه فاضلابرو شهری بوشهر نشان می‌دهد.

بیشتر سوسری‌ها بعد از هر بار محلول پاشی تا فاصله ۷ روزه از بین رفته بودند و فقط تعداد کمی در برخی تیمارها زنده دیده شد. محلول پاشی با دلناترین تا ۹۵ درصد مرگومیر در فاصله یک ماهه به وجود آورد اما به مرور کاهش پیدا کرد به طوری که پس از گذشت شش ماه کمتر از ۵ درصد مرگومیر مشاهده شد.

ترکیب بوریک اسید، خاک دیاتومه، دلناترین و ژل سیلیکا جامد جمعیت سوسری‌ها را در زمان یک سال پس از کاربرد کنترل کرد. این ترکیب بدون ژل سیلیکا جامد نیز کنترل خوبی داشت و باعث کاهش هزینه شد. برخی تیمارها فقط تا یک ماه اثر داشتند و پس از آن افزایش رشد جمعیت سوسری‌ها به تدریج مشاهده شد. حشره کش‌ها به تنهایی تا یک ماه به طور معنی دار باعث کاهش جمعیت و زاد و ولد سوسری‌ها شد. پایرتروئیدها معمولاً خاصیت دورکنندگی هم دارد و باعث اضطراب و هیجان

جدول ۴- نتایج آزمون‌های آماری تاثیر ترکیبات مختلف استفاده شده در عملیات میدانی در برابر سوسری آمریکایی موجود در شبکه فاضلاب و شهری بوشهر در ماه‌های مختلف سال ۹۳-۱۳۹۲

| تیمار | P | | | تعداد سوسری قبل از کاربرد حشره‌کش |
|------------|--------|-------|-------|-----------------------------------|
| | ماه ۱۲ | ماه ۶ | ماه ۱ | |
| ترکیب ۱ | ۰/۰۵ | ۰/۰۲ | ۰/۰۰۰ | ۶۱۰۵ |
| ترکیب ۲ | ۰/۰۴ | ۰/۰۱ | ۰/۰۰۰ | ۱۱۴۶۵ |
| ترکیب ۳ | ۰/۰۲ | ۰/۰۱ | ۰/۰۰۰ | ۹۵۴۸ |
| دلنامترین | ۰/۳۵ | ۰/۴۳ | ۰/۰۲ | ۷۰۴۵ |
| بوریک اسید | ۰/۱۶ | ۰/۵۸ | ۰/۰۳ | ۶۶۵۹ |
| شاهد | ۰/۱۸ | ۰/۴۲ | ۰/۶۱ | ۸۵۲۸ |



نمودار ۲- درصد مرگ و میر سوسری‌ها پس از استفاده از حشره‌کش‌ها و ترکیبات مختلف در شبکه فاضلاب و شهری بوشهر در سال ۹۳-۱۳۹۲

حرارت شهر بوشهر، منجر به کاهش جمعیت سوسری‌ها در شبکه فاضلاب و شهری بوشهر می‌شود. جمعیت سوسری‌ها در اسفند و اواخر شهریور در داخل منهل‌ها به سرعت افزایش می‌یابد.

همان‌طور که در نمودار ۱ مشاهده می‌شود بیشترین جمعیت سوسری‌ها در مهرماه و اسفندماه اتفاق افتاده است. بیشترین و کمترین میانگین جمعیت در مهرماه با تعداد ۴۸۰ و مردادماه ۳۴ عدد مشاهده شد که نشان‌دهنده تاثیر مستقیم عوامل اقلیمی به خصوص دما بر نوسانات جمعیت است.

این سوسری از کمتر از ۱۰ عدد تا نزدیک به ۳۰۰۰ عدد در یک منهل دیده شد. شرایط آب و هوایی شهر بوشهر از عوامل مهمی است که در دوران رشد مراحل مختلف جنینی، نمفی و بالغ مؤثر است. باز شدن کیسه‌های تخم و خروج نمف‌های جوان معمولاً با شروع بهار و مناسب شدن درجه حرارت آغاز و سرتاسر سال ادامه دارد. فواصل تخم تا بلوغ در اسفند و فروردین به علت شرایط مناسب از نظر رطوبت و درجه حرارت، کوتاه است و بین ۶ تا ۸ نسل سوسری در طول سال تولید می‌شوند. تغییرات جوی در آذرماه و دی ماه و کاهش درجه

درصد مرگومیر ناشی از تماس سوسری‌ها با حشره‌کش‌های مختلف در آزمایش‌های زیست‌سنجی در آزمایشگاه نشان داد که کاربرد حشره‌کش‌های پایرتروئیدی برای کنترل سوسری‌ها در آزمایشگاه مؤثر است؛ اما کاربرد این حشره‌کش‌های به‌تنهایی در شرایط محیطی در زمان کوتاه مؤثر است و برای طولانی مدت نیاز به محلول‌پاشی‌های مکرر است. کاربرد حشره‌کش‌های پایرتروئیدی به‌صورت ابقایی به مقدار 2 g/m^2 تا بیش از ۹۰ درصد جمعیت سوسری‌ها را در شبکه فاضلاب‌رو تا حداکثر سه ماه کنترل کرد. اثربخشی و پایداری این حشره‌کش‌ها در کنترل سوسری‌ها در شبکه‌های فاضلاب‌رو شهری به عواملی از قبیل دما، مقدار مواد آلی، جمعیت آشکار و نهفته سوسری‌ها در تونل‌ها، حضور جمعیت مقاوم به حشره‌کش‌ها، نوع حشره‌کش و فرمولاسیون می‌تواند بستگی داشته باشد.

Dehghani و همکاران (۲۰۱۴) حساسیت زیست‌محیطی سوسری‌های شبکه فاضلاب‌رو شهری بندرعباس نسبت به حشره‌کش‌های پایرتروئید و کاربامات ارزیابی کردند. آنها در این تحقیق دریافتند که حشره‌کش دلتامترین با دوز $3/125 \text{ mL/m}^2$ بهترین تاثیر را در مرگومیر سوسری‌ها داشته است. آنها همچنین نتیجه گرفتند که اقلیم گرم و مرطوب شهر بندرعباس، شرایط بهتری برای رشد و نمو سوسری‌ها داشته است (۱۸). Fahiminia و همکاران در سال ۲۰۱۰ روش‌های بهینه مبارزه با سوسری‌های شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب شهر قم را بررسی کردند (۱۹). آنها نشان دادند که صد درصد منطقه مورد مطالعه آلوده به سوسری آمریکایی است. کاربرد حشره‌کش‌های دورسبان، سیمپراتور، سولفاک و دلتامترین به‌صورت ابقایی به مقدار 2 g/m^2 در این تحقیق توانست صد درصد جمعیت سوسری‌ها را کنترل کند. آنها متذکر شدند که حشره‌کش‌های آیکون، فیکام، سایپرمترین و دیازینون دارای نتایج کمتر از ۱۰۰ درصد داشته‌اند. این تحقیق همچنین نشان داد که جمعیت سوسری‌ها پنج ماه بعد از مصرف حشره‌کش دورسبان در حد نزدیک به صفر باقی ماند و روش مه‌پاشی منهول‌ها با سیمپراتور توانست ۱۰۰ درصد سوسری‌ها را کنترل کند اما دارای ماندگاری نبود (۱۹). آنها در این تحقیق به این

نتیجه رسیدند که کاربرد حشره‌کش دورسبان EC به مقدار 2 g/m^2 در شروع فصل گرما مؤثرترین نتیجه در پی خواهد داشت (۱۹). تفاوت استفاده از مخلوط ترکیبات معدنی و غیر سمی و حشره‌کش ساخته شده در این تحقیق با سایر تحقیقات، ماندگاری طولانی مدت تاثیر خاصیت حشره‌کشی روی سوسری‌ها در شبکه فاضلاب‌رو است.

Nasirian و همکاران (۲۰۰۶) با بررسی سمیت فیپرونیل روی سوش حساس و سوش‌های مقاوم به پرمترین سوسری آلمانی به این نتیجه رسیدند که حشره‌کش فیپرونیل و به‌ویژه فرمولاسیون طعمه آن، می‌تواند جایگزین مناسبی به‌منظور مبارزه با این آفت بهداشتی در ایران باشد (۱۰). Zahraei-Ramazani و همکاران (۲۰۱۸) با استفاده از محلول‌پاشی با چهار حشره‌کش شامل کلروپیریفوس امولسیون ۵ درصد، دیازینون با امولسیون ۵ درصد، دیازینون با امولسیون ۰/۰۵ درصد و سایپرمترین ۵ درصد به‌صورت مه‌پاشی موفق به کنترل ۹۰ درصد سوسری‌ها در شبکه فاضلاب‌رو شهری اصفهان در طول پنج ماه شدند (۳). ویژگی تحقیق حاضر با سایر تحقیقات در این است که استفاده از تلفیق کنترل شیمیایی و کنترل فیزیکی منجر به کاهش هزینه، کاهش محلول‌پاشی، سازگاری بهتر با محیط، ماندگاری و پایداری بیشتر شده است.

استفاده از ترکیب حشره‌کش و مواد معدنی خاص بسیار مؤثر بود. همان‌طور که در نمودار ۲ مشاهده می‌شود درصد مرگومیر سوسری‌ها پس از استفاده از حشره‌کش‌ها و ترکیبات مختلف حشره‌کشی در شبکه فاضلاب‌رو شهری بوشهر توانست خاصیت ماندگاری بسیار زیاد یک‌ساله ایجاد نماید. ترکیب ساخته شده سه (شامل حشره‌کش دلتامترین، بوریک اسید، خاک دیاتومه و ژل سیلیکا جامد) بهترین کنترل در تمام فصول داشت اما تفاوت بین سه ترکیب ساخته‌شده اختلاف معنی‌داری نشان نداد و همگی توانستند سوسری‌ها را کنترل نمایند. این در حالی بود که استفاده از حشره‌کش‌ها به‌عنوان روش کنترل شیمیایی به تنهایی و استفاده از بوریک اسید به‌عنوان روش کنترل فیزیکی به تنهایی نتوانستند خاصیت ماندگاری برای کنترل سوسری‌ها داشته باشند.

دلتامترین در هر منهول باعث کاهش سوسری‌ها به‌طور پایدار در مدت یک سال شد. استفاده از این ترکیب به‌صورت یک‌بار در سال در زمان معین و مشخص باعث کنترل سوسری‌ها شده و این نه‌تنها موجب صرفه‌جویی اقتصادی در هزینه‌ها می‌شود بلکه به محیط‌زیست هم حداقل خسارت وارد می‌شود. ترکیب دیاتومه، بوریک اسید و حشره‌کش دلتامترین بدون استفاده از ژل سیلیکا با توجه به هزینه کمتر پیشنهاد می‌گردد و این ترکیب نیز به‌طور معنی‌دار در طولانی‌مدت توانست سوسری‌ها را کنترل نماید. استفاده از طعمه مسموم با حشره‌کش ایمیداکلوپراید با جایگزینی طعمه مسموم تازه برای مکان‌های محدود پیشنهاد می‌شود.

عوامل محدودکننده این تحقیق، شستشوی منهول‌ها بود که باعث شسته شدن خاک دیاتومه و بوریک اسید شد. برای رفع این مشکل می‌بایست هماهنگی‌های لازم اداری بین واحدهای مختلف وجود داشته باشد به طوری که عملیات مدیریت تلفیقی کنترل سوسری‌ها بلافاصله پس از شستشوی منهول‌ها انجام گیرد.

نتیجه‌گیری

استفاده از مدیریت تلفیق دو یا چند روش کنترل سوسری آمریکایی در شبکه‌های فاضلاب‌رو شهری می‌تواند یک راهبرد مناسب باشد. مزیت این راهبرد عدم ایجاد مقاومت، تاثیر طولانی مدت، کم‌خطر برای سلامت انسان و محیط‌زیست است. استفاده از ترکیب ۵۰g شامل ۳۵ درصد بوریک اسید، ۶۰ درصد خاک دیاتومه و ۵ درصد ژل سیلیکا به‌صورت اختیاری و حشره‌کش پایرتروئیدی مانند دلتامترین به میزان ۱mL/m² در هر منهول می‌تواند سوسری‌ها را به مدت یک سال در شبکه فاضلاب‌رو شهری کنترل نماید.

ملاحظات اخلاقی

نویسندگان کلیه نکات اخلاقی شامل عدم سرقت ادبی، انتشار دو گانه، تحریف داده‌ها و داده‌سازی را در این مقاله رعایت کرده‌اند.

در استفاده از طعمه مسموم هیدرامتیلنون (hydramethylnon) و محلول‌پاشی با حشره‌کش به دلیل تکثیر زیاد سوسری‌ها مؤثر نبوده است اما کاربرد بندیکارب، بوریک اسید و پودر مخلوط شده ژل سیلیکا و حشره‌کش پایرتروئیدی کنترل بسیار خوبی برای حداقل یک ماه داشت (۲۰). استفاده از ترکیب بالا و سم‌پاشی با حشره‌کش‌های کلروپیریفوس و دیازینون باعث کاهش بیش از ۹۴ درصد برای یک دوره ۹ ماهه شد (۲۰) که مشابه با نتایج پژوهش حاضر بود و کارایی و تاثیر بالای استفاده توأم از مواد معدنی و حشره‌کش بر جمعیت سوسری آمریکایی را نشان می‌دهد.

با توجه به توقف کنترل سوسری‌ها با استفاده از کلروپیریفوس و دیازینون در بسیاری از مناطق جهان، Rust و همکاران (۲۰۰۵) از حشره‌کش‌های با حداقل سمیت برای پستانداران و حداقل تاثیر مخرب روی محیط‌زیست، استفاده کردند. آنها از طعمه‌های مسموم نئونوتیونیل که هم جمعیت سوسری‌ها را به‌سرعت کاهش می‌داد و نیز به‌طور نسبی مقرون به‌صرفه بود، بهره بردند. همچنین آنها با استفاده از طعمه‌های مسموم ۰/۰۵ درصد طعمه ژل (MaxForce FC Roach Killer) از حشره‌کش فیپرونیل و ۲/۱۵ درصد طعمه ژل (IMAGEL, Pre-Empt) با حشره‌کش ایمیداکلوپراید، بین ۹۶ تا ۹۹ درصد سوسری‌ها را برای مدت بیش از شش ماه مهار کردند (۲۰).

در این مطالعه کاربرد و ترکیب مواد معدنی شامل خاک دیاتومه، بوریک اسید و ژل سیلیکا به همراه محلول‌پاشی با یک حشره‌کش تماسی پایرتروئیدی باعث شد نه تنها مرگومیر سوسری‌ها افزایش یابد بلکه تا یک سال آنها را در شبکه فاضلاب‌رو شهری کنترل کرد؛ بنابراین بهترین روش کنترل سوسری‌ها مدیریت تلفیقی با استفاده از روش کنترل شیمیایی و روش کنترل فیزیکی است. براساس این شیوه مدیریت مناسب‌ترین ترکیب جهت کنترل سوسری آمریکایی در شبکه فاضلاب‌رو شهری بوشهر شامل مخلوطی از حشره‌کش‌های شیمیایی پایرتروئیدی و ترکیبات معدنی بود. استفاده از ترکیب ۵۰ شامل ۵ درصد ژل سیلیکا، ۳۵ درصد بوریک اسید، ۶۰ درصد خاک دیاتومه به همراه محلول‌پاشی با حشره‌کش

است که به تصویب شورای تحقیقات استان بوشهر در سال ۱۳۹۲ رسیده است. لذا از شرکت آب و فاضلاب منطقه‌ای استان بوشهر به دلیل تامین اعتبار و حمایت از این پروژه تقدیر و تشکر می‌شود. از آقای محمد عرب زاده به دلیل همکاری مستمر در طول اجرای تحقیق تشکر و قدردانی می‌شود.

References

1. Bell WJ, Roth LM, Nalepa CA. Cockroaches: Ecology, Behavior, and Natural History. Baltimore, Maryland: JHU Press; 2007.
2. Hashemi-Aghdam SS, Oshaghi MA. A checklist of Iranian cockroaches (Blattodea) with description of *Polyphaga* sp. as a new species in Iran. *Journal of Arthropod-Borne Diseases*. 2015;9(2):161-75.
3. Zahraei-Ramazani AR, Saghafipour A, Vatandoost H. Control of American cockroach (*Periplaneta americana*) in municipal sewage disposal system, Central Iran. *Journal of Arthropod-Borne Diseases*. 2018;12(1):172-79.
4. López-Sánchez MJ, Neef A, Peretó J, Patiño-Navarrete R, Pignatelli M, Latorre A, et al. Evolutionary convergence and nitrogen metabolism in *Blattabacterium* strain Bge, primary endosymbiont of the cockroach *Blattella germanica*. *PLoS Genetics*. 2009;5(11):e1000721.
5. Arif S, Taj MK, Kamran K, Iqbal A, Taj I, Mohammad G, et al. Household cockroaches of Quetta city as reservoir for infectious pathogenic bacteria. *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences*. 2017;6:35-42.
6. Majumdar S, Amir M, Gupta R, Yasmeen S. Histopathological effect of deltamethrin on the midgut of American cockroach, *Periplaneta americana* (Linn.) (Dictyoptera: Blattidae). *Journal of Entomology and Zoology Studies*. 2016;4:13-16.
7. Akbari S, Oshaghi MA, Hashemi-Aghdam SS, Hajikhani S, Oshaghi G, Shirazi MH. Aerobic bacterial community of American cockroach *Periplaneta americana*, a step toward finding suitable paratransgenesis candidates. *Journal of Arthropod-Borne Diseases*. 2015;9(1):35-48.
8. Cochran DG. Biological parameters of reproduc-

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل بخشی از طرح تحقیقاتی با عنوان "بررسی روش‌های مبارزه با آفات به‌ویژه سوسری‌ها در شبکه فاضلاب شهر بوشهر" با اعتبار کامل شرکت آب و فاضلاب منطقه‌ای استان بوشهر طی موافقت‌نامه شماره ۱۲۰۴۳/۹۲ با مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان بوشهر

- tion in *Parcoblatta* cockroaches (Dictyoptera: Blattellidae). *Annals of the Entomological Society of America*. 1986;79(6):861-64.
9. Schal C, Hamilton R. Integrated suppression of synanthropic cockroaches. *Annual Review of Entomology*. 1990;35(1):521-51.
10. Nasirian H, Ladoni H, Davari B, Shayeghi M, Yaghobi Ershadi MR, Vatandoost H. Effect of fipronil on permethrin sensitive and permethrin resistant strains of *blattella germanica*. *Scientific Journal of Kurdistan University of Medical Sciences*. 2006;11(1):33-41 (in Persian).
11. Sarwar M. Inorganic insecticides used in landscape settings and insect pests. *Chemistry Research Journal*. 2016;1(1):50-57.
12. Athanassiou CG, Kavallieratos NG, Chiriloaie A, Vassilakos N, Fatu V, Drosu S, et al. Insecticidal efficacy of natural diatomaceous earth deposits from Greece and Romania against four stored grain beetles: the effect of temperature and relative humidity. *Bulletin of Insectology*. 2016;69(1):25-34.
13. Fields P, Korunic Z. The effect of grain moisture content and temperature on the efficacy of diatomaceous earths from different geographical locations against stored-product beetles. *Journal of Stored Products Research*. 2000;36(1):1-13.
14. Golob P. Current status and future perspectives for inert dusts for control of stored product insects. *Journal of Stored Products Research*. 1997;33(1):69-79.
15. Athanassiou CG, Kavallieratos NG, Vayias BJ, Tomanović Ž, Petrović A, Rozman V, et al. Laboratory evaluation of diatomaceous earth deposits mined from several locations in central and southeastern Europe as potential protectants against coleopteran grain pests. *Crop Protection*. 2011;30(3):329-39.

16. Henderson CF, Tilton EW. Tests with acaricides against the brown wheat mite. *Journal of economic entomology*. 1955;48(2):157-61.
17. Abbott WS. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*. 1925;18(2):265-67.
18. Dehghani M, SadeghiGoghari H, Azizi K. Assessment of environmental sensitivity of cockroaches in Bandar Abbas sewage system to poison pyrethroids and carbamates insecticides. *Bimonthly Journal of Hormozgan University of Medical Sciences*. 2014;18(1):35-42 (in Persian).
19. Fahiminia M, Paksa A, Zarei A, Shams M, Bakhtiari H, Norouzi M. Survey of optimal methods for the control of cockroaches in sewers of Qom City. *Iranian Journal of Health and Environment*. 2010;3(1):19-26 (in Persian).
20. Rust MK, Reiersen DA, Hansgen KH. Control of American cockroaches (Dictyoptera: Blattidae) in sewers. *Journal of Medical Entomology*. 1991;28(2):210-13.



Available online: <http://ijhe.tums.ac.ir>

Original Article



Integrated management of american cockroach, *Periplaneta americana* (L.) in sewer system of Bushehr city, southern Iran

N Farrar^{1,*}, SR Golestaneh¹, S Rasoulia²

1- Research Department of Forest, Rangeland and Watershed, Bushehr Agricultural and Natural Resources Research and Education Center (AREEO), Bushehr, Iran

2- Department of Angiography, Heart Center Hospital, University of Medical Sciences, Bushehr, Iran

ARTICLE INFORMATION:

Received: 8 August 2018

Revised: 31 October 2018

Accepted: 5 November 2018

Published: 19 December 2018

Keywords: Integrated management, *Periplaneta americana*, Diatomaceous earth, Boric acid, Silica gel

***Corresponding Author:**

Farrar29@gmail.com

ABSTRACT

Background and Objective: The sewer system is one of the important and suitable areas for the growth and reproduction of American Cockroach *Periplaneta americana* (L.) in Bushehr. This project was implemented for considering the high cost of spraying and environmental pollution.

Materials and Methods: In this study some commonly insecticides were tested in different doses to evaluate the effectiveness on cockroaches in sewer system. Three treatments including the combination of the insecticide with class B diatomaceous earth, solid silica gel and boric acid were evaluated in manholes of sewer system. In this regard, the Bushehr city was divided into ten clusters based on its sewer system and then, ten manholes were selected randomly from each area to survey and conduct field experiments. A random-cluster sampling method was used to generalize the results of the whole system. The mortality rate was corrected on control mortality with the Henderson-Tilton formula.

Results: Experimental insecticides spraying controlled up to 100 percent of cockroaches in the laboratory. However, using insecticide alone reduced the mortality rate in manholes over time. The results of statistical tests showed that the most effective method in destroying cockroach was the usage of the compounds of insecticide, mineral and non-chemical substances which caused mortality rate more than 90% up to 12 months.

Conclusion: As little as 50 g/manhole of a dust consisting of 5% silica gel, 35% boric acid, 60% diatomaceous earth with a commercial insecticide such as Deltamethrin sprayer provided more than 98% control for 12 months.

Please cite this article as: Farrar N, Golestaneh SR, Rasoulia S. Integrated management of american cockroach, *Periplaneta americana* (L.) in sewer system of Bushehr city, southern Iran. Iranian Journal of Health and Environment. 2018;11(3):337-50.