Review article

Methods of Prevention and Control of German and Brown-banded Cockroaches in Human Habitats: A Systematic Review

Mehdi Khoobdel[1]
Hossein Dehghan[2*]
Seyed Hassan Nikookar[3*]
Mohammad Moradi[4]

1- Professor, Health and Nutrition Research Center, Lifestyle Research Institute, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran
2- Assistant Professor, Health and Nutrition Research Center, Lifestyle Research Institute, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran
3- Assistant Professor, Department of Medical Entomology and Vector Control, Health Sciences Research Center, Addiction Research Institute, School of Public Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran
4- MSc in Medical Entomology and Vector Control, Department of Medical Entomology and Vector Control, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

***Corresponding author:** Hossein Dehghan, Assistant Professor, Health and Nutrition Research Center, Lifestyle Research Institute, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran
Email: h.dehghan31@yahoo.com

***Corresponding author:** Seyed Hassan Nikookar, Assistant Professor,Department of Medical Entomology and Vector Control, Health Sciences Research Center, Addiction Research Institute, School of Public Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran
Email: nikookar_84@yahoo.com

Received: 22 June 2021
Accepted: 15 September 2021

ABSTRACT

Introduction and Objectives: Cockroaches cause food spoilage, mechanical transmission of pathogens, psychological anxiety, and allergic respiratory reactions in humans due to their high adaptation and rapid reproduction. This study aimed to introduce principled and efficient methods for the proper management of cockroach control in human dowelling and present the efficiency of these methods.

Materials and Methods: A detailed search was carried out on PubMed, Web of Science, Google Scholar, ScienceDirect, Scopus, Medline, and Scientific Information Database databases. The search process was performed using the following keywords: "German cockroach management", "Brown-banded cockroach management", "Integrated pest management", "Urban pest control", "Attractive toxic bait", and "Cockroach resistance". Afterward, duplicate and non-efficient articles were removed and, finally, 66 articles published within 1977-2021 were selected to describe the objectives of this study.

Results: Based on the results of published articles in recent years, the best approach to cockroach control is the implementation of programs based on an integrated cockroach control strategy. In this strategy, raising the awareness level of personnel and service forces through training aids and holding training courses has a significant impact on the prevention of cockroach infestation. Among the control methods, the use of formulations with the least toxicity has shown significant efficiency in the control of cockroaches. The use of poisonous sorbent bait, especially in the form of gel, could reduce the cockroach population to zero in less than a week. One of the advantages of this formulation is the targeted use of insecticides, reduction of resistance to insecticides, and minimization of environmental pollution and hazards caused by insecticide residues, which has been considered in the integrated control strategy.

Conclusions: Integrated cockroach control-based programs in the form of an "integrated management tactics pyramid" can provide the best performance in controlling cockroach infestation in human habitats.

Keywords: Control, German cockroach, Pest management, Prevention, Toxic bait

▶ **Citation:** Khoobdel M, Dehghan H, Nikookar SH, Moradi M. Methods of Prevention and Control of German and Brown-banded Cockroaches in Human Habitats: A Systematic Review. Journal of Health Research in Community. Autumn 2021;7(3): 89-114.

مقاله مروری

روش‌های پیشگیری و کنترل سوسری‌های آلمانی و نوار قهوه‌ای در اماکن انسانی: مرور سیستماتیک

مهدی خوبدل[1]
حسین دهقان[2*]
سید حسن نیکوکار[3*]
محمد مرادی[4]

۱. استاد، مرکز تحقیقات بهداشت و تغذیه، پژوهشکده سبک زندگی، دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله (عج)، تهران، ایران
۲. استادیار، مرکز تحقیقات بهداشت و تغذیه، پژوهشکده سبک زندگی، دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله (عج)، تهران، ایران
۳. استادیار، گروه حشره‌شناسی پزشکی و مبارزه با ناقلین، مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، پژوهشکده اعتیاد، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی مازندران، ساری، ایران
۴. کارشناس ارشد حشره‌شناسی پزشکی و کنترل ناقلین، گروه حشره‌شناسی پزشکی و مبارزه با ناقلین، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

* نویسنده مسئول: حسین دهقان، مرکز تحقیقات بهداشت و تغذیه، پژوهشکده سبک زندگی، دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله (عج)، تهران، ایران
Email: h.dehghan31@yahoo.com

* نویسنده مسئول: سید حسن نیکوکار، گروه حشره‌شناسی پزشکی و مبارزه با ناقلین، مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، پژوهشکده اعتیاد، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی مازندران، ساری، ایران
Email: nikookar_84@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۴/۰۱
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۶/۱۵

چکیده

مقدمه و هدف: سوسری‌ها به علت سازگاری زیاد و تولیدمثل سریع باعث فساد مواد غذایی، انتقال مکانیکی پاتوژن‌ها، اضطراب روانی و واکنش‌های آلرژیک تنفسی در انسان می‌شوند. هدف از نگارش این مقاله، معرفی روش‌های اصولی و کارآمد برای مدیریت صحیح کنترل سوسری‌ها در اماکن انسانی و ارائه میزان کارایی این روش‌هاست.

روش کار: برای نگارش این مقاله، ابتدا با استفاده از کلیدواژه‌های کنترل سوسری آلمانی، کنترل سوسری نوار قهوه‌ای، مدیریت تلفیقی سوسری‌ها، کنترل آفات شهری، طعمه جاذب مسموم و مقاومت سوسری‌ها، مقالات مربوطه از پایگاه‌های Google Scholar، ScienceDirect، Scopus، Pub Med، Web of Science، Medline و SID استخراج و بررسی اولیه شدند. درنهایت با حذف مقالات تکراری و غیرکاربردی، ۶۶ مقاله منتشرشده بین سال‌های ۱۹۷۷ تا ۲۰۲۱ انتخاب و از آن‌ها در تشریح اهداف این مطالعه استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج منتشرشده از مقالات در سال‌های اخیر، بهترین رویکرد را در کنترل سوسری‌ها، اجرای برنامه‌های مبتنی بر استراتژی کنترل تلفیقی سوسری‌ها بیان کرده‌اند. در این استراتژی، ارتقای سطح آگاهی کارکنان و نیروهای خدماتی با استفاده از تجهیزات کمک‌آموزشی و برگزاری دوره‌های آموزشی تأثیر قابل توجهی در پیشگیری از آلودگی به سوسری‌ها دارد. در بین روش‌های کنترل، استفاده از فرمولاسیون‌هایی با کمترین سمیت، کارایی قابل توجهی را در کنترل سوسری‌ها از خود نشان داده است. در این میان، کاربرد طعمه جاذب مسموم به‌ویژه به‌صورت ژل توانست در کمتر از یک هفته جمعیت سوسری‌ها را به صفر برساند. از مزایای این فرمولاسیون، استفاده هدفمند از حشره‌کش‌ها، کاهش مقاومت به حشره‌کش‌ها و به حداقل رسیدن آلودگی محیط و مخاطرات ناشی از بقایای حشره‌کش‌هاست که در استراتژی کنترل تلفیقی مورد توجه قرار گرفته است.

نتیجه‌گیری: برنامه‌های مبتنی بر کنترل تلفیقی سوسری‌ها در قالب «هرم تاکتیک‌های مدیریت تلفیقی» بهترین کارایی را در کنترل آلودگی به سوسری‌ها در اماکن انسانی ارائه می‌دهد.

کلمات کلیدی: پیشگیری، سوسری آلمانی، کنترل، طعمه مسموم، مدیریت آفات

◀ **استناد:** خوبدل، مهدی؛ دهقان، حسین؛ نیکوکار، سید حسن؛ مرادی، محمد. روش‌های پیشگیری و کنترل سوسری‌های آلمانی و نوار قهوه‌ای در اماکن انسانی: مرور سیستماتیک. مجله تحقیقات سلامت در جامعه، پاییز ۱۴۰۰، ۷(۳): ۱۱۴-۸۹

مقدمه

سوسری‌ها (Cockroaches) با بیش از ۴۶۰۰ گونه تقریباً در سرتاسر دنیا پراکندگی دارند [۱]. طبق آخرین چک‌لیست ارائه‌شده،

۲۶ گونه سوسری در ایران شناسایی شده است که در میان آن‌ها سوسری آلمانی Blattella germanica به‌عنوان یکی از رایج‌ترین آفات خانگی در اماکن انسانی به‌ویژه در آشپزخانه‌ها و با وفور کمتر در حمام و سرویس‌های بهداشتی یافت می‌شوند. علاوه‌براین، گزارش‌هایی مبنی بر آلودگی به سوسری نوار قهوه‌ای Supella lon-gipalpa با فراوانی کمتر در اماکن مختلف انسانی در ایران ارائه شده است [۳-۲]. در این میان، عدم آگاهی افراد و فقر بهداشتی، عدم نگهداری مناسب از منازل و رستوران‌ها، ضعف در اقدامات کنترلی آفت و جابه‌جایی سوسری‌ها در بین آپارتمان‌های چندواحده ازجمله علل سببی درصد زیاد آلودگی به سوسری‌ها ازجمله سوسری آلمانی در ایران است [۶-۴]. در این میان، سالن‌های پخت و توزیع مواد غذایی، سلف‌سرویس‌ها، آبدارخانه‌ها، سوئیت‌ها و انبارهای مواد غذایی به دلیل ورود مکرر مواد غذایی به‌صورت عمده، به‌ویژه همراه با کارتن‌های آلوده و در مواردی ورود تجهیزات دست دوم، همواره در معرض تهدید آلودگی به سوسری آلمانی و نوار قهوه‌ای هستند. توانایی سازگاری زیاد سوسری آلمانی و نوار قهوه‌ای با محیط‌های جدید، قدرت تکثیر سریع و تولیدمثل زیاد این سوسری‌ها در کنار وجود مواد غذایی و پناهگاه‌های متعدد و در دسترس برای سوسری‌ها، منجر به آلودگی سریع محیط‌های جدید به این آفات می‌شود [۱، ۹-۷].

سوسری‌ها عامل فساد مواد غذایی، انتقال مکانیکی پاتوژن‌ها، ایجاد اضطراب روانی در افراد و توهم ترس از حشرات و ایجاد واکنش‌های آلرژیک تنفسی به‌ویژه از طریق پخش ذرات ایجادشده از مدفوع سوسری‌ها در هوا و ورود آن به سیستم تنفسی انسان هستند [۱۳-۱۰]. تحقیقات جدید از شناسایی تک‌یاخته هم‌زیست Loph-omonas blattarum در معده خلفی و مدفوع سوسری‌ها حکایت دارد. هم‌زمان با نظافت کابینت‌ها و یا جابه‌جایی وسایل، اجزای کوچک از مواد دفعی در هوا پخش می‌شود و پس از ورود به سیستم تنفسی، تک‌یاخته مذکور فرصت کافی برای استقرار و آلوده‌کردن ریه‌ها و ایجاد عوارضی مانند تب، سرفه و تنگی نفس را دارد [۱۴].

به‌طورکلی هزینه تحمیل‌شده از اقدامات کنترلی در آلودگی به سوسری‌ها همواره بار قابل توجهی را در طول زمان برای مردم و سیستم‌های بهداشتی و درمانی ایجاد می‌کند. محصولاتی که برای کنترل سوسری آلمانی در بازار موجود است، بیشتر از گروه اسپری‌ها، گردها، طعمه‌ها و تله‌های چسبان هستند. ماده مؤثره فرمولاسیون‌های از نوع اسپری بیشتر از دسته پایروتروئیدهای مصنوعی هستند [۱۸،۱۵-۱۰]. با این حال، عوامل مختلفی ازجمله ناآگاهی از اثرات زیست‌محیطی و خطرات تهدیدکننده سلامت انسان، بی‌اطلاعی از ترکیبات و روش‌های اصولی و کم‌خطر در کنترل این آفت، سابقه و قدمت، قیمت کم و تبلیغات گسترده در استفاده از حشره‌کش‌های گروه اسپری، مصرف‌کننده را به استفاده از این ترکیبات ترغیب می‌کند. استفاده غیراصولی، مکرر و روزانه از حشره‌کش‌ها و سم‌پاشی اماکن نه‌تنها مخاطراتی را برای انسان ایجاد می‌کند، بلکه موجب مقاومت، آلوده‌شدن محیط و هدررفت هزینه‌ها می‌شود [۱۷-۱۶].

بر این اساس، علاقه‌مندی محققان و متخصصان کنترل آفات بهداشتی به فناوری‌هایی با کمترین سمیت و برنامه‌هایی منطبق با استراتژی کنترل تلفیقی آفات (Integrated Pest Management: IPM) سوق داده شده است [۱۵]. علاوه‌براین، بحث آموزش ساکنان به‌ویژه شناخت سوسری‌ها، روش‌های پیشگیری از آلودگی، بهسازی محیط و کنترل اصولی آلودگی به‌عنوان گامی مهم در جدیدترین مقالات چاپ‌شده با هدف کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی، کاهش مخاطرات ناشی از روش‌های کنترل سوسری‌ها، کاهش مصرف حشره‌کش‌ها، افزایش بازدهی و کارایی بلن مدت و جلوگیری از مقاومت به حشره‌کش‌ها در یک دهه اخیر ارائه شده است. هدف اصلی محققان در این مقالات، کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی، کاهش مخاطرات ناشی از روش‌های کنترل سوسری‌ها، کاهش مصرف حشره‌کش‌ها، افزایش بازدهی و کارایی بلندمدت و جلوگیری از مقاومت به حشره‌کش‌هاست [۲۱-۱۶].

در این مقاله با توجه به وجود مطالعاتی پراکنده از روش‌های

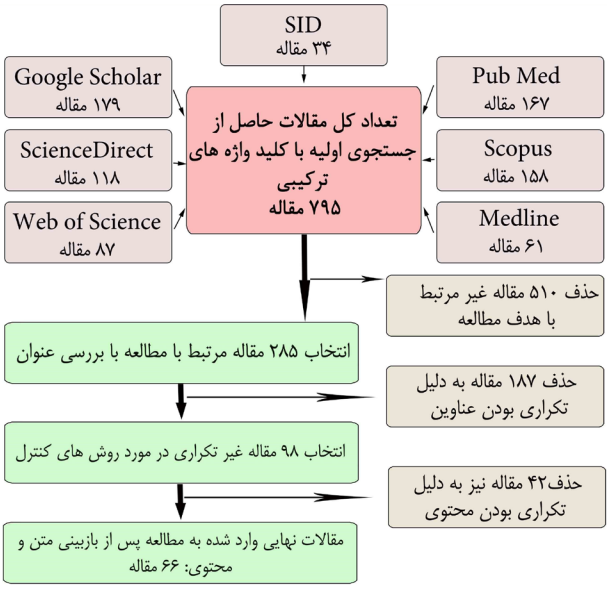
پیشگیری و کنترل آلودگی به سوسری آلمانی و نوار قهوه‌ای در اماکن انسانی و توجه ناکافی به بحث آموزش در استراتژی کنترل تلفیقی آفات و استفاده گسترده از روش‌های سنتی و منسوخ مانند سم‌پاشی ابقایی در کنترل این آفت توسط متصدیان کنترل آفات شهری در ایران، بر آن شدیم طی یک مطالعه مروری، روش‌های اصولی، کم‌خطر، با سمیت کم و منطبق بر استراتژی کنترل تلفیقی آفات به‌منظور مدیریت صحیح و کنترل آلودگی به سوسری آلمانی و نوار قهوه‌ای در اماکن انسانی را به صورت خلاصه و کاربردی و مبتنی بر یافته‌های علمی ارائه دهیم.

روش کار

معیار جست‌وجو و ورود مقالات در این مطالعه، استفاده از واژگان کلیدی انگلیسی شامل brown banded cockroach، German cockroach، insecticide resistant، pest control، Integrated Pest Management (IPM)، least toxic strategy و attractive toxic bait در پایگاه‌های Google Scholar، Sci-enceDirect، Ovid، Pub Med، Web of Science و Medline به‌منظور دستیابی به مقالات انگلیسی و استفاده از واژگان کلیدی فارسی شامل کنترل سوسری آلمانی، کنترل سوسری نوار قهوه‌ای، مدیریت تلفیقی سوسری‌ها و کنترل آفات شهری در پایگاه اطلاعات علمی SID به‌منظور دستیابی به مقالات فارسی بود.

در فرایند بررسی مقالات، کلیدواژه‌ها به‌صورت ترکیبی و منفرد جست‌وجو شدند. با توجه به اینکه موضوع کنترل سوسری‌ها از دیرباز مورد توجه محققان بوده است، در بررسی اولیه در پایگاه‌های مذکور ۷۹۵ مقاله به‌دست آمد. در ادامه با حذف مقالات غیرمرتبط با هدف این مطالعه، ۲۸۵ مقاله گزینش شد که محدوده سال انتشار این مقالات از سال ۱۹۷۷ تا ۲۰۲۱ بود. در این راستا ۸۹ مقاله در زمینه کاربرد طعمه‌ها علیه سوسری‌ها، ۴۳ مقاله در رابطه با استراتژی‌های کنترل تلفیقی آفات در کنترل سوسری‌ها، ۹۴ مقاله در زمینه سایر روش‌های کنترل سوسری آلمانی و نوار قهوه‌ای، ۴۹ مقاله در زمینه مقاومت سوسری‌ها به حشره‌کش‌ها و روش‌های مدیریت آن و ۱۰ مقاله در رابطه با مقاومت سوسری‌ها به طعمه‌ها با نگاه اجمالی بر اساس عنوان مقاله بررسی اولیه شد. در ادامه غربالگری، ۱۸۷ مقاله به دلیل تکراری بودن عناوین حذف شدند. درنهایت ۹۸ مقاله در رابطه با روش‌های کنترل سوسری‌ها با استفاده از کلیدواژه‌های ذکرشده انتخاب شدند که با اهداف ما در نگارش این مقاله مرتبط بودند.

در مرحله بعد، با مطالعه چکیده مقالات و جزئیات آن‌ها، ۴۲ مقاله به دلیل تکراری‌بودن محتوا، عدم اشاره کاربردی به روش‌های کنترل و کیفیت پایین اطلاعات ارائه‌شده، مجدداً فیلتر و حذف شدند. درنهایت ۶۶ مقاله با توجه به محتوای کاربردی آن‌ها در ارئه روش‌های کنترل سوسری‌ها انتخاب شدند (شکل ۱). مقالات انتخابی در سال‌های ۱۹۷۷ تا ۲۰۲۱ منتشر شده بودند که با توجه به اهمیت این موضوع در سال‌های اخیر، بیش از ۶۶ درصد از مقالات مربوط به دو دهه اخیر بودند. در عین حال، ۲۷ درصد از مقالات نهایی در بازه زمانی سال‌های ۱۹۹۲ تا ۲۰۰۱ چاپ شده بودند. در نگارش این مقاله با تأکید بر نتایج مقالاتی که در دو دهه اخیر چاپ



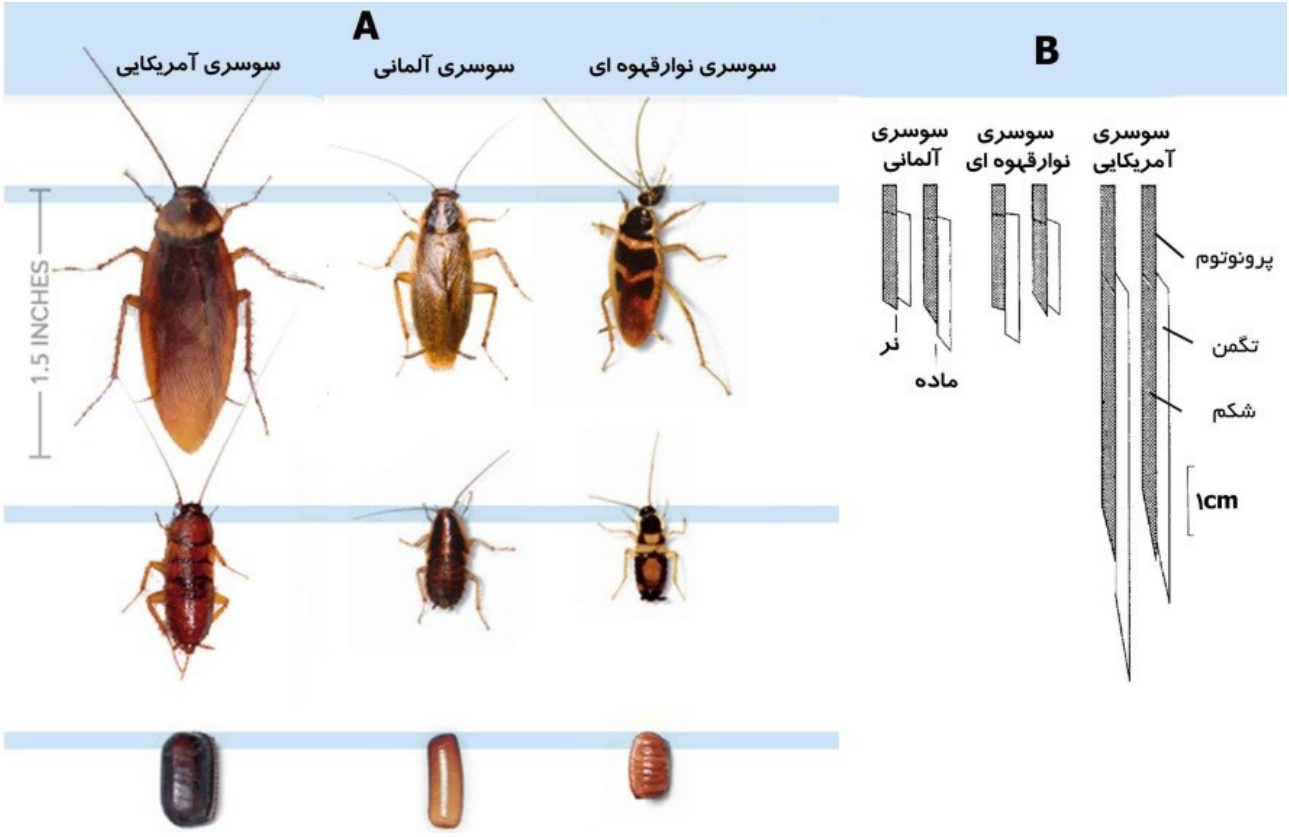
شکل ۱: فلوچارت روند جست‌وجو، حذف و انتخاب مقالات

شده بودند، از نتایج آن‌ها در تشریح اهداف این مقاله استفاده شد که شامل ارائه روش‌های اصولی و کاربردی پیشگیری و کنترل آلودگی به سوسری آلمانی و سوسری نوار قهوه‌ای در اماکن انسانی است.

یافته‌ها

۱. زیست‌شناسی سوسری‌ها و روش‌های ورود آن‌ها به اماکن انسانی

شناسایی گونه سوسری در انتخاب روش کنترل متناسب اهمیت زیادی دارد. در ایران عمدتاً سه گونه شامل سوسری آلمانی، سوسری آمریکایی و سوسری نوار قهوه‌ای به‌عنوان آفت در اماکن انسانی مشاهده می‌شود. بر این اساس اطلاعات کامل و خلاصه از ویژگی‌های ریخت‌شناسی، زیست‌شناسی و فیزیولوژیک این سوسری‌ها در جدول ۱ و شکل ۲ ارائه شده است. سوسری آلمانی با بیشترین شیوع آلودگی در آشپزخانه‌ها، محل پخت و توزیع غذا، سلف‌سرویس‌ها، سرویس‌های بهداشتی و حمام مشاهده می‌شود. از نظر اندازه، محیط زندگی و قدرت سریع تکثیر و بعضی از نیازهای فیزیولوژیک، سوسری نوار قهوه‌ای شباهت‌های زیادی با سوسری آلمانی دارد. میزان آلودگی اماکن به سوسری نوار قهوه‌ای و شیوع آن اخیراً در ایران مورد توجه قرار گرفته است [۳،۶،۲۱]. این گونه در مقایسه با سوسری آلمانی نیاز کمتری به آب دارد و لذا محدوده پراکندگی آن از آشپزخانه‌ها به سمت پذیرایی و حتی اتاق‌های خواب، داخل مبلمان چوبی، کمدها و کشوهای چوبی، قفسه‌های کتاب و میزها نیز گسترش دارد. این گونه سوسری مبل نیز نام گرفته‌اند؛ زیرا کپسول خود را به لبه‌ها و درزهای زیر مبل



شکل ۲: تفاوت‌های ریخت‌شناسی و اندازه مراحل مختلف زندگی سوسری آلمانی، سوسری آمریکایی و سوسری نوار قهوه‌ای A: بالغ ماده، نمف و کیسه تخم(اتکا)؛ B: مقایسه طول بدن گونه‌های مختلف سوسری به تفکیک جنسیت (اقتباس از منبع ۲۲)

جدول ۱: ویژگی‌های زیست‌شناسی، ریخت‌شناسی، فیزیولوژیک و محل زندگی سوسری آلمانی، نوار قهوه‌ای و آمریکایی [۸،۲۲،۲۳]

مشخصات		گونه‌های اهلی	گونه نیمه‌اهلی	
اطلاعات عمومی	نام علمی	Blattella germanica (L.)	Supella longipalpa (Fab.)	Periplaneta americana (L.)
	نام عمومی	سوسری آلمانی	سوسری نوار قهوه‌ای	سوسری آمریکایی
	خانواده	Ectobiidae	Ectobiidae	Blattidae
تخم	تعداد تخم/کپسول	۳۰-۴۰	۱۸	۱۲-۱۶
	تعداد کپسول/ماده	۴-۸	۱۰-۲۰	۹-۱۰
	دوره انکوباسیون (روز)	۲۰-۲۵	۳۵-۸۰	۳۵-۴۵
	اندازه کپسول (میلی‌متر)	۶-۹	۵	۸
	محل قراردادن کپسول	کپسول را تا قبل از تفریخ در انتهای بدن نگه می‌دارد.	کپسول را به سطوح داخلی کابینت‌های فلزی و چوبی و مبل و میز چوبی می‌چسباند.	کپسول را در منحول‌ها و پناهگاه‌هایی با رطوبت زیاد رها می‌کند.
نمف	شکل کپسول	شبیه لوبیا	شبیه دانه ماش	شبیه هسته تمرهندی
	رنگ کپسول	قهوه‌ای روشن	قهوه‌ای روشن	قهوه‌ای تیره
	تکامل جنین	داخلی	خارجی	خارجی
	تعداد مراحل نمف	۵-۷	۶-۸	۱۰-۱۳
	رنگ	قهوه‌ای تیره	قهوه‌ای روشن	قهوه‌ای
	طول دوره	۴۹-۸۴	۱۵۰-۱۸۰	۵۴۷-۷۳۰
بالغ نر	شکل ظاهری	لاغر و کشیده با دو باند تیره روی پرونتال	قهوه‌ای با دو باند مشخص زرد روی مزونوتومو بند اول شکم	کشیده و تپل،کشیده‌تر از جنس ماده
	رنگ	قهوه‌ای	قهوه‌ای متمایل به زرد	قرمز متمایل به قهوه‌ای
	اندازه (میلی‌متر)	۱۳-۱۶	۱۳-۱۴/۵	۳۴-۵۳
بالغ ماده	شکل ظاهری	تپل‌تر از جنس نر با دو باند تیره روی پرونتال	بیضی‌شکل، بال‌ها کوتاه، بدون نوار طولی روی پرونوتال، دو باند تیره افقی روی بال	کشیده، تپل، کمی کوتاه‌تر از جنس نر
	رنگ	قهوه‌ای	قهوه‌ای تیره با لکه زرد	قرمز متمایل به قهوه‌ای
	اندازه (میلی‌متر)	۱۳-۱۶	۱۳-۱۴/۵	۳۴-۵۳
توانایی‌ها		بدون توانایی پرواز، دارای سازگاری زیاد با محیط، توانایی تولیدمثل زیاد	جنس بالغ نر توانایی پرواز دارد. تحمل گرسنگی و تشنگی زیاد	بالغ هر دو جنس توانایی پرواز دارد.
محل زندگی ترجیحی		داخل آشپزخانه، نزدیک منابع غذایی مثل داخل کابینت، اجاق گاز و یخچال	کل فضای اماکن داخلی شامل آشپزخانه، اتاق خواب و نشیمن، داخل قفسه، کابینت و مبل	اماکن مرطوب داخلی و خارجی شامل فاضلاب، منهول، شوفاژخانه، سرویس بهداشتی و داخل درز و شکاف مکان‌های مذکور)
دمای ترجیحی		۲۵-۳۰ درجه سانتی‌گراد	۲۵-۳۳ درجه سانتی‌گراد	۲۱/۱-۲۹/۴ درجه سانتی‌گراد

می‌چسباند. سوسری نوار قهوه‌ای شیفته غذاهای نشاسته‌ای است. این ویژگی عامل موفقیت آن‌ها به‌عنوان مهاجم اصلی ساختمان‌ها در اماکنی به غیر از آشپزخانه‌هاست [۴]. اگرچه سوسری آلمانی نیز در آلودگی‌های زیاد در تمام قسمت‌ها پراکنده می‌شوند، در آلودگی‌های کم بیشتر به آشپزخانه‌ها و اماکنی محدود هستند که دسترسی راحت‌تری به آب و مواد غذایی دارند.

سوسری‌ها شب فعال هستند و به‌صورت گروهی زندگی می‌کنند و در طول روز در شکاف‌ها و درزهای تاریک و مرطوب مخفی می‌شوند. سوسری‌ها به زندگی روی سطوح متخلخل مثل سطوح چوبی، مقوایی و کاغذی علاقمند هستند؛ زیرا این سطوح بوی آن‌ها را که به نحوی جذب‌کننده دیگر سوسری‌ها به این نواحی هستند، به خود جذب می‌کند [۷،۱۰،۲۲]. دگردیسی در سوسری‌ها ناقص است و سه مرحله تخم، مراحل نمفی و بلوغ دارد. رمز موفقیت سوسری‌های آلمانی به‌عنوان آفات خانگی ناشی از سازگاری آن‌ها با اماکن انسانی و عواملی همچون وجود تعداد زیاد تخم‌ها در هر کپسول، مخفی‌شدن سوسری ماده هنگام حمل کپسول تخم، نگه‌داشتن کپسول تخم تا آخرین مراحل تفریخ در انتهای بدن ماده، تعداد زیاد کپسول تخم تولیدشده، رشد سریع جمعیت و قدرت تکثیر زیاد این گونه است. چرخه زندگی سوسری نوار قهوه‌ای تا حدی شبیه سوسری آلمانی است. این سوسری در مکان‌هایی یافت می‌شود که سوسری آلمانی زندگی می‌کند، ولی برخلاف سوسری آلمانی، به نواحی آشپزخانه محدود نیست و در سرتاسر منازل مسکونی سرگردان است [۲۲،۲۳].

سوسری‌ها همانند مگس‌های خانگی اهلیت زیادی با زندگی بشر پیدا کرده‌اند. اطلاع از روش‌های ورود سوسری‌ها به محیط زندگی انسان کمک شایانی به پیشگیری از مواجهه با این آفت می‌کند [۱۶]. یکی از مهم‌ترین و شایع‌ترین روش‌های ورود سوسری‌ها از طریق کارتن‌های حاوی میوه و مواد غذایی است. در مواردی در اثر آلوده‌شدن انبارهای نگهداری میوه‌ها و سایر مواد غذایی به این آفت، آلودگی به داخل کارتن‌ها نفوذ می‌کند و با ورود این محصولات به مغازه‌ها، منازل، آشپزخانه‌های رستوران‌ها، هتل‌ها و حتی کارگاه‌های تولید و بسته‌بندی مواد غذایی، آلودگی ایجاد می‌کنند. از روش‌های دیگر آلودگی اماکن انسانی، خرید وسایل دست دوم به‌ویژه مبل‌ها، میزها، کابینت‌ها و حتی وسایل آشپزخانه مثل چرخ‌گوشت، دستگاه آبمیوه‌گیری و سایر وسایل مثل گوشی تلفن منزل است. ورود وسایل آلوده به سمساری‌ها ممکن است سایر وسایل را نیز آلوده کند. سوسری آلمانی برخلاف سوسری آمریکایی معمولاً داخل فاضلاب‌ها نفوذ نمی‌کند و امکان جابه‌جایی آن‌ها در سیستم و لوله‌های فاضلاب وجود ندارد. در ساختمان‌های با آلودگی زیاد امکان جابه‌جایی مستقیم سوسری از یک واحد به واحد کناری وجود دارد [۱۳،۲۴،۲۵]. یکی دیگر از راه‌ها، جابه‌جایی سوسری‌ها به سایر بخش‌ها همراه با وسایل بسته‌بندی‌شده و چرخ‌های مخصوص حمل غذاست. این روش بیشتر در آشپزخانه‌های بیمارستان‌ها و کارگاه‌های تهیه موادغذایی اتفاق می‌افتد [مشاهدات فیلد].

۲. بهسازی محیط و رعایت اصول بهداشتی در پیشگیری از آلودگی به سوسری‌ها

گام نخست در اجرای اقدامات کنترلی علیه سوسری‌ها، تشخیص آلودگی در اماکن مختلف و مکان‌یابی سوسری‌هاست. این کار با جست‌وجو و استفاده از تله چسبان انجام می‌شود. بررسی گوشه‌ها و زیر کابینت‌ها و وسایل با استفاده از چراغ‌قوه و آینه کوچک انجام می‌شود. وجود نشانه‌هایی از سوسری‌ها مثل لاشه، پوسته، کپسول تخم و مدفوع آن‌ها که شبیه دانه‌های فلفل، کوچک و سیاه‌رنگ است، در یافتن مکان‌های آلوده و محل تجمع سوسری‌ها مفید است. همچنین می‌توان با ورود به یک مکان در زمان تاریکی و روشن کردن سریع لامپ‌ها یا حتی با چراغ‌قوه مکان جابه‌جایی و اختفای آن‌ها را پیدا کرد (جدول۲) [۱۶،۱۸].

بهسازی محیط و ممانعت از دسترسی سوسری به پناهگاه، غذا و آب اهمیت زیادی در کنترل این آفت دارد. معمولاً آشپزخانه‌ها به دلیل وجود منابع آب و رطوبت و مواد غذایی فراوان و در دسترس،

محیط بسیار مناسبی برای استقرار و زادوولد سوسری‌ها هستند. بر این اساس تمیز نگه‌داشتن آشپزخانه و جلوگیری از ریختن خرده‌های نان، بقایای مواد غذایی و چربی و جلوگیری از ریخت‌وپاش در محیط آشپزخانه‌ها و عدم تجمع و انبارکردن نان خشک در آشپزخانه‌ها در کاهش آلودگی به سوسری‌ها کمک می‌کند. نگهداری مواد غذایی در ظروف دربسته و محکم دسترسی سوسری‌ها به مواد غذایی را محدود می‌کند. زباله‌ها برای سوسری‌ها جذاب هستند؛ لذا نگهداری زباله در ظروف دربسته و محکم و تخلیه روزانه آن در دسترسی سوسری‌ها به منابع غذایی محدودیت ایجاد می‌کند. با توجه به فعال بودن شبانه سوسری‌ها ضرورت دارد ظروف کثیف و حاوی بقایای مواد غذایی شسته شود و در طول شب در سینک ظرفشویی چیزی باقی نماند [۲۵].

از طرفی دیگر، حذف منابع آب سوسری‌ها محدودیت‌هایی را در بقای این آفت و کنترل آن ایجاد می‌کند. در این راستا تعمیر شیرآلاتی که چکه می‌کنند و لوله‌هایی که نشتی دارند و آب‌بندی کردن و پرکردن منافذ اطراف سینک و لوله‌هایی که به دیوار متصل هستند یا محل ورودی لوله‌های فاضلاب ظرفشویی و لباسشویی به فاضلاب اصلی، در رسیدن به این هدف کاربردی است (جدول۲) [۱۶،۱۹،۲۵]. در عین حال، حذف مکان‌های اختفای سوسری‌ها نیز در پیشگیری از آلودگی کاربردی است. در این ارتباط آگاهی از ویژگی رفتاری Thigmotaxis (تمایل سوسری‌ها به تماس سطح پشتی و شکمی بدنشان با محیط پناهگاه خود) اهمیت

جدول ۲: خلاصه‌ای از روش‌های بی‌خطر و ساده در پیشگیری و کنترل سوسری‌های آلمانی و نوار قهوه‌ای در اماکن انسانی

نوع روش	جزئیات	عملکرد	معایب	مزایا	منابع
بهسازی محیط و رعایت اصول بهداشتی	تشخیص آلودگی و مکان‌یابی سوسری‌ها ممانعت از دسترسی سوسری به پناهگاه، غذا و آب شامل: الف- جلوگیری از ریختن خرده‌نان، بقایای مواد غذایی و نان خشک ب- جلوگیری از ریخت‌وپاش در محیط آشپزخانه ج- نگهداری مواد غذایی در ظروف دربسته د- شست‌وشوی سریع ظروف هـ- حذف منابع آب سوسری‌ها و- درزبندی درز و شکاف در محیط آشپزخانه و سوراخ‌های اطراف لوله‌های آب و گاز با مواد سیلیکونی ممانعت از ورود دستگاه‌ها یا وسایل آلوده	با ایجاد محدودیت در احتیاجات ضروری برای زیست سوسری‌ها در پیشگیری از آلودگی اماکن تأثیرگذار است.	۱. این روش‌ها در مواردی مورد پذیرش ساکنان یا نیروهای خدماتی نیست. ۲. اجرای آن‌ها در مواردی امکان‌پذیر نیست. ۳.در صورت اجرا نیز در موارد محدودی آلودگی وارد اماکن و مستقر می‌شود.	اجرای این توصیه‌ها به‌طور قابل توجهی از آلودگی اماکن انسانی می‌کاهد.	۱۳، ۱۶، ۱۹، ۲۴-۲۶
کنترل فیزیکی سوسری‌ها	استفاده از جاروبرقی، تله‌گذاری، استفاده از گرما و سرما، گازهای غیرسمی و دستگاه‌های الکتریکی	این روش‌ها گاهی با حذف فیزیکی آفت، عملکرد خوبی در کاهش سریع جمعیت آفت دارد و ایمنی زیادی نیز دارد.	۱. تمام سوسری‌ها به دام نمی‌افتند و در اغلب مواقع نیاز است از روش‌های کنترلی تکمیلی استفاده شود. ۲- گاهی تخصصی هستند و باید توسط متخصصان رسمی کنترل آفات انجام شود. ۳- کارایی دستگاه‌های الکتریکی در این مورد هنوز ثابت نشده است.	۱. کاهش سریع آفت ۲. ایمنی زیاد	۱۱، ۱۸، ۲۷-۳۰

دارد. با توجه به این ویژگی رفتاری، سوسری‌ها علاقه دارند در درز و شکاف‌های کابینت‌ها و شیارهای کارتن‌ها و وسایل چوبی پنهان شوند. آگاهی از این ویژگی در روش‌های بهسازی محیط و انتخاب محل صحیح استفاده از طعمه‌ها کمک‌کننده است [۲۶].

سوسری‌ها عادت دارند در فضاهای تنگ به‌صورت دسته جمعی زندگی کنند. به‌هم‌ریختگی و ریخت‌وپاش فضای مناسب بیشتری را برای سوسری‌ها ایجاد می‌کند. توصیه می‌شود کارتن‌های کاغذی، جعبه‌ها و سبدهای چوبی و مقوایی، روزنامه و مجله نزدیک مکان‌های آلوده یا درون کابینت‌ها نگهداری نشود. در صورت وجود درز و شکاف در کابینت‌های آشپزخانه باید آن را با مواد سیلیکونی درزبندی کرد. تمام سوراخ‌هایی که راهی به داخل خانه دارند، باید بسته شوند. درز و شکاف‌هایی که در دیوارها وجود دارند، باید تعمیر شوند. درز بین درب‌ها و پنجره‌ها نیز باید با درزگیر محدود شوند. سوراخ‌های اطراف لوله‌های آب و گاز، چه سمت داخل و چه سمت بیرون آن باید مسدود شود. لیبل‌های روی ظروف و وسایل در صورتی که محکم به آن نچسبیده باشند، محیط مناسبی برای پناه‌گرفتن نمف‌های کوچک سوسری است. علاوه‌براین، پشت تابلوها و برچسب‌های کاغذی نصب‌شده روی دیوار پناهگاهی برای سوسری‌هاست. لذا اطراف آن‌ها باید با چسب کاملاً مسدود شود. همچنین جابه‌جایی یخچال و اجاق گاز و نظافت پشت و زیر آن‌ها محدودیت‌هایی را برای بقای سوسری‌ها ایجاد می‌کند. با این حال، موارد ذکرشده گاهی قابل اجرا نیست یا ساکنان آن‌ها را نمی‌پذیرند [۱۶،۱۹،۲۵].

۳. کنترل سوسری‌ها

۳-۱. کنترل فیزیکی

در سال‌های اخیر توجه زیادی به استفاده از روش‌های ایمن برای کنترل سوسری‌ها شده است. از این روش‌ها با عنوان کنترل سوسری‌ها با روش‌های غیرشیمیایی نیز یاد می‌شود. این روش‌ها شامل استفاده از جاروبرقی، تله‌گذاری، استفاده از گرما و سرما و گازهای غیرسمی است. انجام این روش‌ها گاهی تخصصی است و باید متخصصان رسمی کنترل آفات انجام دهند. در این مقاله خلاصه‌ای از روش‌های معرفی‌شده در کنترل فیزیکی سوسری‌ها در جدول ۲ ارائه شده است [۱۸، ۲۷-۱۱].

با استفاده از مکش با جاروبرقی خیلی سریع می‌توان جمعیت سوسری‌ها را کاهش داد. با استفاده از جاروبرقی می‌توان سوسری‌هایی را از بین برد که در زیر وسایل و کابینت‌ها پنهان شده‌اند. علاوه‌براین، از این روش برای جمع‌آوری سوسری‌های مرده، پوسته‌ها، کپسول تخم و مدفوع آن‌ها نیز می‌توان استفاده کرد [۱۱]. باید در نظر داشت که در پایان کار باید کیسه جاروبرقی را در کیسه پلاستیکی دربسته قرار داد و دور انداخت.

تله‌های چسبی و قوطی‌شکل نیز در صورت استفاده مداوم جمعیت سوسری‌ها را تا حد زیادی کاهش می‌دهند، اما با این روش تمام سوسری‌ها به دام نمی‌افتند و در اغلب مواقع نیاز است سایر روش‌های کنترلی تکمیلی نیز همراه با روش مذکور به کار روند. تله‌های چسبی یک راه‌حل آسان برای تعیین وجود آلودگی، تعیین گونه سوسری، تخمین میزان آلودگی و به‌عنوان اندیکاتور برای پایش ماهانه و فصلی اماکن و بررسی روند کاهش جمعیت سوسری‌ها بعد از روش‌های کنترل شیمیایی است [۲۷]. ساختار سنی سوسری‌ها در تله‌های چسبی شبیه ساختار جمعیت سوسری‌ها در فیلد است، درحالی‌که تله‌های قوطی‌شکل بیشتر نمف‌های بزرگ و بالغان را صید می‌کند. در آپارتمان‌ها بهترین مکان برای قراردادن تله‌ها اطراف یخچال، اجاق گاز، سینک آشپزخانه و توالت است [۲۷]. قراردادن طعمه روی تله‌ها کارایی آن را تا ۳۴ برابر افزایش می‌دهد [۱۸]. محل تله‌ها باید علامت‌گذاری و تاریخ نصب تله روی آن یادداشت شود. تله‌ها باید به‌صورت هفتگی پایش و اطلاعاتی درباره زمان، موقعیت نصب تله، نوع و تعداد سوسری‌های به‌دام‌افتاده در آن ثبت شود [۲۸].

یکی از روش‌های پیشگیری یا کنترل آفات، استفاده از دستگاه‌های الکتریکی است که با تنوع زیادی در بازار دارند. این

محصولات ادعا می‌کنند از طریق صدای با فرکانس بالا، امواج الکترومگنتیک یا یون‌های منفی سبب دورشدن حشرات یا سایر آفات می‌شوند. بررسی تأثیر دورکنندگی دستگاهای اولتراسونیک با فرکانسی بین ۳ تا ۱۱ کیلوهرتز علیه پشه‌ها نشان داد هیچ تفاوت معنی‌داری در دو گروه تست و شاهد در دورکردن پشه‌ها وجود ندارد [۲۹]. عنایتی و همکاران (۲۰۰۷) در مطالعه‌ای مروری با بررسی مقالات مرتبط با تأثیر دورکنندگی دستگاه‌های الکترونیک بیان داشتند هیچ گزارشی مبنی بر کارایی این دستگاه‌ها در دورکردن پشه‌ها وجود ندارد [۳۰]. در این میان تاکنون هیچ داده علمی مبنی بر تأثیرگذاری دستگاه‌های الکترونیک علیه سوسری‌ها ارائه نشده است [۲۹،۳۰]. به‌طورکلی محدودیت‌های روش‌های کنترل فیزیکی شامل موارد زیر است: ۱. در مواردی این روش‌ها تخصصی است و باید توسط متخصصان رسمی کنترل آفات انجام گیرد؛ ۲. در اغلب موارد تمام سوسری‌ها به دام نمی‌افتند یا از بین نمی‌روند و این سبب می‌شود بازگشت آلودگی به حالت اولیه در کوتاه‌مدت ایجاد شود؛ لذا استفاده از روش‌های کنترلی تکمیلی ضرورت می‌یابد [۱۱،۲۷،۲۸].

۳-۲. کنترل با تکیه بر مواد غیر ارگانیک

مواد غیر ارگانیک جزء قدیمی‌ترین ترکیباتی است که برای کنترل سوسری‌ها استفاده می‌شود. یکی از رایج‌ترین این ترکیبات که برای کنترل سوسری‌ها استفاده شده است، اسید بوریک (H_3BO_3) و سایر بورات‌هاست. از مزیت‌های ترکیبات غیر ارگانیک اثر ابقایی طولانی‌مدت آن‌ها، سمیت کم، هزینه کم و عدم گزارش مقاومت به آن‌هاست. نحوه اثر این ترکیبات به‌صورت گوارشی است که متابولیسم حشره را تحت تأثیر قرار می‌دهد. این ترکیبات موجب ایجاد رفتار نامنظم، رعشه و فلج‌شدن سوسری می‌شود [۳۱]. استفاده از گرد اسید بوریک با حداقل غلظت ۰/۶۱ میلی‌گرم در هر سانتی‌متر مربع هیچ اثر دورکنندگی برای سوسریها ایجاد نمی‌کند. در شرایط آزمایشگاه استفاده از گرد اسید بوریک در غلظت ۱/۵ میلی‌گرم در هر سانتی‌متر مربع، سبب مرگ بیش از ۹۶ درصد از سوسری‌ها شد. در شرایط فیلد استفاده از ۴۵۴ گرم گرد اسید بوریک در هر آپارتمان منجر به مرگ ۹۹/۷ و ۱۰۰ درصد سوسری‌ها به ترتیب بعد از ۱ تا ۳ ماه شد [۱۹].

این گردها به‌صورت لایه‌ای نازک در زیر کابینت‌ها و وسایل و تجهیزات و فضاهای خالی اطراف کابینت‌ها استفاده می‌شود. این گردها را نباید تنفس کرد. این ترکیب قابلیت استفاده هم‌زمان با گرد سیلیس را نیز دارد. ترکیبات سیلسیس به پوشش واکسی بدن سوسری‌ها را آسیب می‌زند و باعث خشک‌شدن و مرگ حشره می‌شود. وجود رطوبت زیاد در محیط سمیت این ترکیب را کاهش نمی‌دهد؛ لذا بعد از جذب رطوبت هوا یا خیس‌شدن با آب همچنان مؤثر باقی می‌ماند. اسید بوریک به‌صورت طعمه‌های خشک و ژل نیز در بازار وجود دارد. با توجه به ویژگی دورکنندگی این ترکیبات برای سوسری آلمانی، تأثیرگذاری قابل توجهی از این ترکیبات در فیلد گزارش نشده است [۳۴-۳۲]. طعمه‌های حاوی اسیدبوریک در مقایسه با طعمه‌های حاوی حشره‌کش‌هایی مثل فیپرونیل، ایندوکساکارب، دینوتفوران و استامی پراید، پذیرش و اثرگذاری کمتری دارند.

در مطالعه‌ای، طعمه حاوی ۵ درصد اسید ارتوبوریک (Les Co Granular Bait) باعث مرگ ۷۲ درصد از سوسری‌های آلمانی استرین آزمایشگاهی شد، درحالی‌که در استرین فیلد تنها ۵ تا ۱۳ درصد ایجاد کرد [۱۸،۱۹]. مراحل نمفی ابتدایی در سوسری‌ها بیشترین حساسیت را نسبت به اسید بوریک دارند؛ به‌طوری‌که در روز سوم مرگ‌ومیر ایجاد می‌شود، درحالی‌که نمف‌های مرحله ۶ تا ۷ حساسیت کمتری دارند و میانگین زمان مرگ‌ومیر، روز دهم است. همچنین بین سوسری‌های نر و ماده از نظر حساسیت به اسید بوریک تفاوت معنی‌داری وجود ندارد [۳۵]. این نکته زمانی اهمیت پیدا می‌کند که در جمعیت سوسری‌ها در شرایط فیلد ترکیبی از تمام مراحل زندگی سوسری‌هاست. به‌طورکلی اسید بوریک ترکیب شیمیایی با عملکرد آهسته است. درحالی‌که طعمه‌های حاوی سموم

شیمیایی عصبی منجر به مرگ ۱۰۰ درصدی آفت بعد از ۱ تا ۲ روز می‌شوند، مرگ‌ومیر ناشی از مواجهه با گرد اسید بوریک ۹ روز بعد ایجاد می‌شود. زمانی که سرعت کنترل آفت مورد تأکید است، عملکرد آهسته اسید بوریک یکی از عوامل محدودکننده این گروه از ترکیبات است. علاوه‌براین، این ترکیبات روی سطوح خاص مثل لولا و فریم درب و پنجره‌ها و بعضی از سطوح صیقلی و فلزی قابل استفاده نیست؛ لذا در آلودگی‌های زیاد، استفاده از ابزارهای بیشتر برای کنترل این آفت ضروری است (جدول۳) [۱۹،۳۶].

۳-۳. کنترل با استفاده از دورکننده‌ها

با توجه به نگرانی‌های ایجادشده از حشره‌کش‌های سنتی در کنترل سوسری‌ها، استفاده از دورکننده‌ها در زمینه کنترل این آفت ضمن سازگاری با محیط‌زیست، بسیار کارآمد و مقرون‌به‌صرفه است. با توجه به توضیحات ارائه‌شده، هیچ داده علمی مبنی بر کارایی امواج در رسیدن به این هدف گزارش نشده است. در این راستا ترکیبات گیاهی همچون پونه و رزماری توانایی خود را در کنترل سوسری‌ها با روش‌های مختلف از قبیل تدخینی، سمیت ناشی از تماس با این ترکیبات و ویژگی دورکنندگی به اثبات رسانده‌اند. عصاره و اسانس گیاهان ضمن ایمنی زیاد و ویژگی ابقایی و آلودگی کم در محیط و بحث مقاومت آفت به آن نیز تا حد زیادی منتفی می‌شود. برخی محققان استفاده از ترکیبات گیاهی را به‌عنوان جایگزین سموم شیمیایی برای پیشگیری و کنترل سوسریها پیشنهاد داده‌اند [۳۷،۳۸].

جدیدترین یافته‌ها ویژگی قابل توجه حشره‌کشی و دورکنندگی برگ گیاه پاپایا را علیه سوسری آلمانی گزارش کرده‌اند؛ به‌طوری‌که مقدار ۶ تا ۹ میلی‌گرم در هر سانتی‌متر مربع از عصاره الکلی آن ۹۰ درصد کشندگی و مقدار ۰/۳۹ میلی‌گرم در هر سانتی‌متر مربع از آن تا ۹۴ درصد دورکنندگی داشت [۳۹]. با این حال، بیشتر این ترکیبات اثرگذاری بسیار کوتاهی دارند و اثرات دفع‌کننده آن‌ها روی سوسری‌ها بسیار محدود است. این ویژگی حدود ۱۰ ساعت در شرایط آزمایشگاهی ذکر شده است و بعد از آن به‌شدت افت می‌کند [۴۰]. لذا یکی از ضرورت‌های کارایی این ترکیبات، افزایش زمان تأثیرگذاری این ترکیبات با روش‌های مختلفی همچون فرمولاسیون این ترکیبات با عوامل پایدارکننده سیکلودکسترین یا استفاده از میکروکپسولهای ایجادشده از صمغ عربی-ژلاتینی است [۳۷،۳۸].

۳-۴. کنترل با استفاده از آفت‌کش‌های زیستی

آفت‌کش‌های زیستی گروه مشخصی از آفت‌کش‌ها هستند که از حیوانات، گیاهان، باکتری‌ها و مواد معدنی مشخصی مشتق می‌شوند. بیشترین ترکیبات متعلق به این گروه در کنترل سوسری‌ها روی اسانس‌ها و عصاره‌های گیاهی قارچ‌های پاتوژن متمرکز بوده است. در این راستا عصاره‌های گیاهی و اسانس‌ها بیشتر اثر دورکنندگی دارند. لذا این ترکیبات نقش محافظت‌کنندگی از اماکن و تجهیزات حساس در برابر آلودگی به سوسری‌ها را دارند [۳۷،۳۸]. قارچ Metarhizium anisopliae در مطالعه‌ای به مرگ ۹۰ درصد از سوسری‌های آلمانی به روش تماسی منجر شد [۴۱]. در مطالعه دیگری گزارش شد که مرگ‌ومیر ناشی از قارچ مذکور به‌صورت پودر و تماسی بسیار بیشتر از کاربرد آن به‌صورت طعمه بوده است [۴۲]. نتایج حاصل از بررسی اثر کشندگی قارچ M. anisopliae استرین IRAN 437C بر سوسری نوار قهوه‌ای نشان داد این قارچ باعث مرگ ۱۰۰ درصدی سوسری‌های بالغ در شرایط آزمایشگاه در روز هفتم بعد از مواجهه شد؛ درحالی‌که با بلع طعمه‌های حاوی این قارچ، اثر کشندگی قابل توجهی حتی دو هفته بعد از مواجهه گزارش نشد [۴۳]. در عین حال، اسپری کنودیای این قارچ که با روغن آفتابگردان فرموله شده بود، منجر به کاهش ۷۶/۱ درصد از جمعیت سوسری‌های نوار قهوه‌ای در روز سوم بعد از آغشته‌سازی منازل شد [۴۳]. در مطالعه مشابهی به روش موضعی این قارچ ۵۰ تا ۵۷ درصد مرگ‌ومیر را در سوسری آلمانی ایجاد کرد. به‌طورکلی این قارچ نیازمند حداقل سه هفته زمان برای کاهش ۹۰ درصدی جمعیت سوسری‌هاست [۴۴].

جدیدترین یافته‌ها نشان می‌دهد ترکیب حشره‌کش هیدرامتیل

جدول ۳: جزئیاتی از عملکرد، مزایا و معایب روش‌های کاربردی در کنترل سوسری‌های آلمانی و نوار قهوه‌ای در اماکن انسانی

نوع روش	جزئیات	عملکرد	معایب	مزایا	منابع
مواد غیر ارگانیک	اسید بوریک (H_3BO_3) ترکیبات سیلسیس	به‌صورت گوارشی و تأثیر روی متابولیسم حشره منجر به ایجاد رفتار نامنظم، رعشه و فلج‌شدن سوسری می‌شود.	۱. در مقایسه با روش‌های دیگر (استفاده از حشره‌کش) عملکرد آهسته‌ای دارد. ۲. عدم قابلیت استفاده روی سطوح صیقلی و فلزی ۳. پذیرش و اثرگذاری کمتر در مقایسه با طعمه‌های حاوی حشره‌کش	۱.دارای اثر ابقایی طولانی‌مدت ۲. سمیت کم ۳. هزینه کم ۴.عدم گزارش مقاومت به آن‌ها	۱۸، ۱۹، ۳۱-۳۸
دورکننده‌ها	ترکیبات گیاهی همچون پونه و رزماری همراه با عوامل پایدارکننده سیکلودکسترین و یا میکروکپسول‌ها	با روش‌های تدخینی و تماسی سبب دورشدن یا حتی مرگ آفت می‌شود.	اثرگذاری کوتاه‌مدت	۱.ایمنی زیاد ۲.آلودگی کم در محیط و سازگار با آن ۳. عدم مشاهده مقاومت ۴. مقرون‌به‌صرفه	۳۷، ۳۸
آفت‌کش‌های زیستی	قارچ Metarhizium anisopliae	به‌صورت پودر و تماسی سبب مرگ آفت می‌شود.	کندبودن روند ایجاد مرگ‌ومیر کامل آفت	۱.آلودگی کم در محیط و سازگار با آن ۲. عدم ایجاد مسمومیت برای انسان ۳. سازگار با استفاده هم‌زمان آن با طعمه‌ها	۴۱-۴۶
روش‌های شیمیایی (حشره‌کش‌ها) سم‌پاشی انتقایی یا فضایی	استفاده از فرمولاسیون‌های WP و EC به‌صورت اسپری و آئروسل	به‌صورت تماسی و در مواردی تدخینی و تنفسی بر سلول‌های عصبی سوسری تأثیر می‌گذارد و باعث مرگ آفت می‌شود.	۱. آلودگی محیط ۲. شکست عملیات کنترل به دلیل ایجاد مقاومت و عدم پوشش کامل محیط آلوده ۳. ایجاد بوی نامطبوع و متعاقباً پذیرش کم آن توسط ساکنان ۴. پراکنده‌شدن سوسری‌ها (زمانی که پوشش سم‌پاشی کامل نباشد.)	ازبین‌رفتن سریع آفت	۱۶، ۱۹، ۲۱، ۵۲-۷۵
روش طعمه‌گذاری	استفاده از طعمه جاذب مسموم	طعمه‌ها حاوی ماده مؤثره، ماده جلب‌کننده و ترکیبات مغذی هستند. با خوردن طعمه، ماده مؤثره به سیستم گوارشی حشره وارد می‌شود و پدیده مسمومیت و مرگ آفت رخ می‌دهد.	۱. در مواردی پدیده اجتناب از مصرف طعمه، تأثیرگذاری آن را کاهش داده است. ۲. در مواردی طعمه‌ها به دلیل نوع ماده مؤثره یا مواد همراه تأثیرگذاری قابل توجهی در حذف آفت نداشته‌اند.	۱. استفاده هدفمند از حشره‌کش و آلودگی کمتر محیط‌زیست ۲.کاهش مخاطرات اقدامات مربوط به کنترل آفت ۳.سهولت در استفاده و صرفه‌جویی در وقت و هزینه ۴.نداشتن بوی مشمئزکننده ۵.عدم نیاز به تخلیه کابینت‌ها و جابه‌جایی وسایل ۶. آلودگی بسیار کم وسایل، ظروف و کابینت‌ها به حشره‌کش ۸. به حداقل رسیدن بروز مقاومت ۹.پذیرش زیاد توسط ساکنان	۱۶، ۱۹، ۳۴، ۵۱-۵۵، ۵۸، ۶۲، ۶۳-۷۰
مدیریت تلفیقی کنترل سوسری‌ها	۱- آموزش و آشنایی شهروندان و کارکنان با روش‌های ورود سوسری‌ها به اماکن انسانی و جلوگیری از آن ۲- بهسازی و اصلاحات و پایش وضعیت بهداشتی اماکن انسانی ۳- کنترل فیزیکی و پایش ورود و استقرار سوسری‌ها ۴- اقدامات کنترلی در اماکن آلوده با روش‌های بی‌خطر یا کم‌خطر	با ادغام ابزارهای بیولوژیک، فرهنگی، فیزیکی و شیمیایی با هدف به حداقل رساندن مخاطرات محیطی و بهداشتی و صرفه‌جویی اقتصادی، پیشگیری، کنترل و حذف سوسری‌ها به‌صورت پایدار ایجاد خواهد شد.	۱. هزینه اولیه زیاد ۲. اجرای آن گاهی به دقت، برنامه‌ریزی و اجرا توسط افراد متخصص نیاز دارد. ۳. درگیرشدن چندین قسمت در اجرای آن	۱. ارتقای بهداشت عمومی ۲. مقرون‌به‌صرفه ۳. برنامه‌ای واحد، انعطاف‌پذیر و دوستدار محیط‌زیست ۴. قرارگیری روش‌های شیمیایی در اولویت‌های آخر و تأکید بر فرمولاسیون‌هایی با سمیت کم	۱۶-۲۰، ۲۶، ۷۲، ۹۱

نون با قارچ M. anisopliae اثر سینرژیستی در ایجاد مرگ‌ومیر علیه سوسری آلمانی دارد. محققان بیان داشتند مکانیسم اصلی این هم‌افزایی، هیدرامتیلون است، به‌طوری‌که این حشره‌کش بقای M. anisopliae را در محیط معده افزایش می‌دهد و با تغییر میکروبیوم معده، عفونت‌زایی قارچ را علیه سوسری آلمانی افزایش می‌دهد. این ویژگی پایه و اساس توسعه طعمه‌های جدید در کنترل B. germanica است [۴۵]. با این وجود، آنچه به‌عنوان اشکال جدی در استفاده از این قارچ برای کنترل سوسری آلمانی مطرح است، بحث کندبودن روند ایجاد مرگ‌ومیر در این آفت است. با این حال ویژگی سینرژیستی این ترکیب در استفاده هم‌زمان با طعمه حاوی ماده مؤثره هیدرامتیلون، ایمیداکلوپراید و همچنین اسید بوریک، کنترل سوسری آلمانی را تسریع می‌کند (جدول۳) [۴۱، ۴۷-۴۵]. علاوه‌براین، در رویکردهای جدید استفاده از ولباشیا (Wolbachia) یا روش پاراترنسژنزیز نیز در این بخش اهمیت دارد [۴۸].

۳-۵. کنترل با کاربرد فرمون‌ها

ترکیبات موجود در مدفوع سوسری‌ها حاوی فرمون‌های تجمعی هستند که برای سوسری آلمانی جذاب است [۴۹]. در مطالعه‌ای نشان داده شد عصاره خالص مدفوع سوسری آلمانی و مخلوطی از شش اسید کربوکسیلک برای سوسری آلمانی در آزمایشگاه بسیار جذاب است [۵۰]. عصاره مدفوع سوسری مصرف غذا، کارایی طعمه مسموم و تله‌های صیدکننده سوسری‌ها را افزایش می‌دهد [۵۱]. با این وجود، تحقیقات تکمیلی به‌منظور سنتز و بررسی تأثیرگذاری این ترکیبات در فرمولاسیون طعمه‌ها نیاز است که باید مورد توجه قرار گیرد.

۳-۶. کنترل با روش‌های شیمیایی

بهترین و کاربردی‌ترین رویکرد در ازبین‌بردن سوسری‌ها، استفاده از روش‌هایی با سمیت کم است. در این مقاله نیز ابتدا روش‌های غیرسمی در کنترل سوسری‌ها معرفی شد و به ترتیب روش‌هایی با سمیت بیشتر شرح داده خواهد شد. رویکرد صحیح در کنترل سوسری‌ها، در اولویت قرارگرفتن استفاده از روش‌های کم‌خطر و کاربردی و درنهایت روش‌هایی با سمیت بیشتر است. در کنترل سوسری‌ها با روش‌هایی با سمیت کم ضروری است که ابتدا اطلاعات مختصری درباره سوسری‌ها، محیط زندگی آن‌ها، رفتار و نحوه زندگی، تولیدمثل و بقای آن‌ها و روش‌های ورود و آلودگی در منازل، رستوران‌ها و مکان‌های توزیع و پخت غذا داشته باشیم. در مرحله بعد آشنایی با انواع حشره‌کش‌ها و فرمولاسیون‌ها ما را در انتخاب یک یا چند روش توأم در کنترل آلودگی به این آفت راهنمایی می‌کند. در جدول ۳ جزئیاتی از مزایا و معایب روش‌های شیمیایی در کنترل سوسری‌ها آمده است.

بیشتر مردم زمانی که سوسری را در محل زندگی خود مشاهده می‌کنند، بلافاصله به سراغ استفاده از حشره‌کش‌هایی با فرمولاسیون WP و EC به‌صورت اسپری یا فرمولاسیون آئروسل می‌روند [۱۶،۱۹]. ذهنیت استفاده از این روش به این نکته برمی‌گردد که تنها روش مؤثر برای کنترل این آفت در گذشته کنترل شیمیایی بود. بسیاری از تحقیقات نشان داده است روش سم‌پاشی ابقایی علاوه‌براینکه کنترل طولانی‌مدت را ایجاد نخواهد کرد، در بسیاری از موارد منجر به پنهان‌شدن سوسری‌ها در درز و شکاف‌های عمیق‌تر دیوار و وسایل یا پراکنده‌شدن سوسری‌ها و مشاهده آن‌ها در نقاطی می‌شود که قبلاً دیده نمی‌شدند و در هر صورت کنترل آن‌ها را با مشکل مواجه می‌کند. از طرف دیگر، عوارض و آلودگی محیطی ایجادشده به دلیل استفاده از حشره‌کش‌های گروه فسفره، کاربامات و پایروتروئید و همچنین شکست عملیات کنترل به دلیل ایجاد مقاومت در سوسری یکی از مهم‌ترین دلایل منسوخ‌شدن کاربرد این حشره‌کش‌ها و فرمولاسیون‌ها در کنترل سوسری آلمانی و نوار قهوه‌ای است [۱۶،۲۱]. علاوه‌براین، کشف و تولید حشره‌کش‌ها و فرمولاسیون‌های جدید، عملیات کنترل این آفت را ایمن‌تر و با سهولت بیشتری امکان‌پذیر کرده است. ازجمله این حشره‌کش که با فرمولاسیون طعمه به بازار معرفی شده‌اند می‌توان به فیپرونیل، هیدرامتیل‌نون، ایندوکساکارب، ایمیداکلوپراید، دینوتفوران، آبامکتین، آورمکتین، فلوفنوکسرون و اسید بوریک اشاره کرد. جدول ۴ فهرستی

از حشره‌کش‌های رایج را ارائه می‌دهد که با فرمولاسیون طعمه برای کنترل سوسری آلمانی و نوار قهوه‌ای استفاده می‌شود [۶۲-۵۲].

۳-۷. کنترل با استفاده از طعمه جاذب مسموم

در میان روش‌های کاربردی در کنترل سوسری‌ها، حدود دو دهه است که استفاده انحصاری از طعمه‌ها برای کنترل آلودگی به سوسری آلمانی و نوار قهوه‌ای به‌عنوان روش اصلی مورد توجه است. استفاده از طعمه‌های جاذب مسموم اثربخشی فوق‌العاده‌ای در کنترل سوسری و برطرف‌کردن مشکلات مربوط به روش‌های سنتی سم‌پاشی ابقایی داشته است [۱۶،۱۹،۶۲]. طعمه جاذب مسموم شامل ماده مؤثره (حشره‌کش)، ماده جلب‌کننده و ترکیبات مغذی است که حشره را به خوردن طعمه تحریک می‌کند [۳۲]. بر این اساس استفاده از طعمه‌ها به‌طور معجزه‌آسایی سوسری‌ها را از بین می‌برد. استفاده از طعمه‌ها علیه سوسری‌ها مزیت‌های زیادی دارد که ازجمله آن‌ها استفاده هدفمند از حشره‌کش، کاهش مصرف حشره‌کش و به دنبال آن آلودگی کمتر محیط‌زیست، کاهش مخاطرات اقدامات مربوط به کنترل آفت، سهولت در استفاده، صرفه‌جویی در وقت و هزینه، کنترل تضمینی آفت، نداشتن بوی مشمئزکننده، عدم نیاز به تخلیه کابینت‌ها، جابه‌جایی وسایل و دردسرهای ناشی از آن و عدم آلودگی وسایل، ظروف و کابینت‌ها به حشره‌کش است (جدول ۳) [۱۶،۶۲،۶۳].

مشاهدات در فیلدهای مختلف از کاهش بیش از ۹۰ درصدی جمعیت سوسری‌ها در یک هفته اول بعد از طعمه‌گذاری حکایت دارد. طعمه‌هایی با جذابیت زیاد سوسری‌ها را از پناهگاه‌های خود بیرون می‌کشد که در مواردی دسترسی به آن‌ها وجود ندارد و سوسری‌ها را تحریک می‌کند از طعمه تغذیه کنند. این ویژگی به‌خاطر بوی مطبوع ترکیبات جذابی است که در طعمه‌ها به‌عنوان ماده جذاب همراه برای جذب سوسری‌ها استفاده می‌شود. از طرفی دیگر، وجود ترکیبات غذایی با بافت نرم و مغذی در طعمه‌ها علاوه بر تحریک سوسری‌ها به تغذیه از طعمه، باعث ترجیح آن‌ها در یک محیط با ترکیبات و بقایای مواد غذایی مختلف به تغذیه از طعمه می‌شود. به‌طورکلی سه عامل اساسی در تولید طعمه جاذب مسموم برای کنترل سوسری‌ها لحاظ می‌شود که عبارت است از: ۱-عدم دورکنندگی ماده مؤثره و کشندگی زیاد آن برای آفت و حداقل مخاطره برای انسان، ۲- جذابیت طعمه که مسبب اصلی در جذب سوسری‌ها به طرف طعمه خواهد بود، ۳- با توجه به گوارشی‌بودن نحوه اثر ماده مؤثره به‌کاررفته در طعمه، پذیرش ترکیب کلی طعمه و بافت آن توسط حشره به‌عنوان ماده غذایی است [۵۵،۵۳،۵، ۶۸-۶۴].

کاربرد حشره‌کش‌ها در طعمه مسموم در جذابیت طعمه برای سوسری‌ها تأثیر می‌گذارد. نتایج حاصل از مقایسه میزان جذابیت چندین طعمه مسموم نشان داد ژل فیپرونیل بیشترین جذابیت را نسبت به ژل هیدرامتیل نون و آبامکتین برای سوسری‌های آلمانی دارد. از طرفی دیگر، بوریک اسید به‌ندرت توسط سوسری‌های آلمانی انتخاب می‌شد و تغذیه از آن در کمترین میزان گزارش شد. استفاده از این حشره‌کش به علت ویژگی دورکنندگی، کارایی طعمه را بسیار کاهش می‌دهد [۳۴]. در مطالعه‌ای با مقایسه غلظت‌های مختلف حشره‌کش فیپرونیل بیان شد که با افزایش غلظت از ۰/۰۱ به ۰/۰۸ درصد در طعمه تولیدشده در شرایط آزمایشگاه، دورکنندگی به‌طور معناداری افزایش می‌یابد [۶۸]. سوسری‌ها با یک بار تغذیه از طعمه جاذب، دُز کشنده حشره‌کش را دریافت می‌کنند. این ویژگی سبب می‌شود طعمه‌ها کمترین میزان بروز مقاومت انتخابی را نسبت به حشره‌کش‌هایی داشته باشند که به روش سم‌پاشی ابقایی استفاده می‌شوند [۵۲]. ویژگی دوم طعمه‌ها، بیرون‌کشیدن سوسری‌ها از پناهگاهشان است. بر این اساس در مدت‌زمان کوتاه تمام سوسری‌ها به طرف طعمه جذب می‌شوند و از آن تغذیه می‌کنند، درحالی‌که در سم‌پاشی ابقایی به روش اسپری در بیشتر موارد امکان دسترسی اسپری آفت‌کش به داخل پناهگاه‌های سوسری‌ها فراهم نیست.

تاکنون انواع مختلف فرمولاسیون‌های طعمه توسط شرکت‌های معتبر در دنیا تولید شده‌اند که کارایی آن‌ها در کنترل سوسری آلمانی در مقالات متعددی ثابت شده است. مهم‌ترین این فرمولاسیون‌ها در

جدول ۴: حشره‌کش‌های فرموله‌شده به‌صورت طعمه علیه سوسری‌ها به همراه شکل فرمولاسیون، غلظت ماده مؤثره، نام تجاری، نحوه اثر، LD_{50} و سمیت ماده مؤثره

حشره‌کش	گروه شیمیایی	نوع فرمولاسیون	شکل فرمولاسیون	غلظت کاربردی (درصد)	نام تجاری	نحوه اثر	سمیت از راه گوارشی LD_{50}	درجه سمیت ماده مؤثره	منبع
کلرپریفوس	ارگانوفسفره	طعمه	BS*	۰/۵۳	Raid Max Roach	عصبی-سیناپتیک	۹۵-۲۷۰	MH*	۵
پروپوکسور	کاربامات	طعمه	گرانول	۲/۰	Baygon Bait	عصبی-سیناپتیک	۸۳-۱۵۰	MH	۵۳، ۵۷
فلوفنوکسرون	تنظیم‌کننده رشد	طعمه	ژل	۰/۰۰۱	-	بازدارنده رشد	۳۰۰۰	SH*	۵۹
هیدرامتیل نون	آمیدینوهیدرازون	طعمه	ژل، BS، پلت، گرانول	۱-۲/۱۵	MaxForce Roach, Siege, Infiniti, MaxForce Professional Roach Killer, MaxForce Professional Insect Control, Combat Roach Killing, Amdro	توقف تنفس سلولی	۱۱۰۰-۱۳۰۰	SH	۵، ۱۸، ۵۱
فیپرونیل	فیپرول	طعمه	ژل، BS	۰/۰۱-۰/۰۵	Goliath, MaxForce FC, Combat Platinum, Combat Quick Kill,	بلوکه‌کردن کانال‌های کلر گابا	۹۷	MH	۱۸، ۵۲، ۵۷، ۵۸، ۶۲
ایمیداکلوپراید	نئونیکوتینوئید	طعمه	ژل	۲/۱۵	Bayer Advanced Dual Action Roach Killer, Pre-Empt Professional Cockroach	گیرنده‌های نیکوتینیک استیل کولین	۴۵۰	MH	۵۲، ۵۶
ایندوکساکارب	نئونیکوتینوئید	طعمه	ژل، BS	۰/۶	Advion, Hot Shot MaxAttrax Ultra Brand Nest Destroyer	انسداد کانال‌های سدیم	۲۶۸-۱۷۳۰	MH	۱۶، ۵۴، ۶۰، ۶۱
دینوتفوران	نئونیکوتینوئید	طعمه	ژل	۰/۵	Hot Shot Ultra Clear Roach Gel Bait, Advance Cockroach Gel Bait, Alpine	گیرنده‌های نیکوتینیک استیل کولین	۲۴۵۰	SH	۱۶
آورمکتین	آورمکتین	طعمه	ژل	۰/۰۵	-	تحریک گیرنده‌های گلوتامات	۱۰	HH*	۵، ۱۶، ۵۳، ۵۵، ۵۸
آبامکتین		طعمه	پودر، ژل، BS	۰/۰۵	Avert, Raid Max, Enforcer Roach Max, Roach Ender				
اسید بوریک	بورات	طعمه	خمیر، ژل	۵۲ و ۳۳/۳	Work Roach, Magnetic Roach, Pic Roach Killer	مختل‌کننده متابولیک	۲۶۶۰	SH	۵، ۲۱، ۳۱، ۵۳
اسید اورتوبوریک	بورات	طعمه	گرانول	۵	LesCo, Niban-FG,				

* BS: Bait station; SH: Slightly hazard; MH: Moderately hazard; HH: Highly Hazard

جدول ۴ آمده است [۵۴-۵۱، ۶۸]. با وجود مزایای ذکرشده از روش طعمه گذاری، گاهی محدودیت‌هایی، کارایی این روش را تحت تأثیر قرار می‌دهد، به‌طوری‌که در مواردی بحث مقاومت رفتاری یا اجتناب از مصرف طعمه توسط آفت، تأثیرگذاری آن را کاهش می دهد. همچنین در مواردی طعمه‌ها به دلیل نوع ماده مؤثره یا مواد همراه تأثیرگذاری قابل توجهی در حذف آفت ندارند [۵۳، ۵۸]. در عین حال، با توجه به شرایط سیاسی خاص ایران و ایجاد تحریم‌های ناعادلانه، دسترسی به طعمه‌های استاندارد با محدودیت‌های زیادی مواجه است و در صورت دسترسی به این محصولات نیز به علت قیمت زیاد، استفاده از آن مقرون‌به‌صرفه نیست. از طرف دیگر، وجود نمونه‌های تقلبی در بازار داخل، مصرف کنندگان را دچار سردرگمی کرده است. بر این اساس ضرورت تولید محصولی با کیفیت خوب و قابل رقابت با نمونه استاندارد تولیدشده در خارج با تکیه بر دانش بومی کشور به‌شدت احساس می‌شود [۶۸].

۳-۷-۱. روش‌های صحیح طعمه‌گذاری

طعمه‌های حاوی حشره‌کش در ظروف پلاستیکی کوچک یا ایستگاه‌های طعمه‌گذاری (Bait station) یا در قالب طعمه‌های ژله‌ای، خمیری، پودری، گرانول و پلت در بازار عرضه می‌شوند. ظروف طعمه‌گذاری‌شده می‌توانند به دیوارها و سطوح عمودی بچسبند، اما هنگامی که طعمه‌های آن مصرف شد، به‌عنوان پناهگاهی برای سوسری‌ها هستند. طعمه‌های ژله‌ای به تمام سطوح و درز و شکاف‌ها می‌چسبند و کارایی خوبی دارند، درحالی‌که ظروف طعمه‌گذاری‌شده این قابلیت را ندارند. نوع دیگری از فرمولاسیون‌های طعمه در ایران، طعمه جاذب از نوع پودری است. بافت سست و قابل پذیرش و بوی مطبوع و کشندگی زیاد این فرمولاسیون، آن را به ترکیبی مؤثر تبدیل کرده است. با این حال در محیط‌های آلوده که هر روز شست‌وشو می‌شوند، استفاده از این نوع طعمه محدودیت‌هایی دارد [۶۲،۶۸]. نوع دیگری از طعمه موجود در بازار ایران، فرمولاسیون از نوع خمیر است که با نام‌های تجاری مختلف در بازار توزیع می‌شود. در صورتی که طعمه‌های استفاده‌شده خورده یا خشک شوند، نیاز به جایگزینی دارند؛ بنابرین ضروری است که محیط‌های طعمه‌گذاری‌شده از نظر تغییرات جمعیت آفت و کیفیت طعمه استفاده‌شده با استفاده از تله‌های چسبی پایش شوند [۱۶،۱۸،۱۹].

سوسری‌ها از طعمه به‌عنوان منبع غذایی استفاده می‌کنند؛ بنابراین در زمان طعمه‌گذاری برای رسیدن به نتایج سریع‌تر باید محیط از نظر وجود منابع غذایی در دسترس برای سوسری‌ها پاک‌سازی شود. نکته مهم این است که استفاده از حشره‌کش‌ها یا محلول‌های ضدعفونی در مکان‌هایی که طعمه‌گذاری شده است ممکن است سوسری‌ها را از طعمه دور کند و اثرگذاری طعمه را کاهش دهد. بیشترین مقدار طعمه باید در مکان‌هایی قرار داده شود که تله‌های چسبان سوسری‌های بیشتری را به دام انداخته‌اند یا جایی که پوسته‌ها، کپسول تخم یا فضولات سوسری‌ها ریخته شده است [۶۲]. مکان‌های طعمه‌گذاری در محیط‌های آلوده به سوسری آلمانی و نوار قهوه‌ای بیشتر نزدیک درز و شکاف دیوار، گوشه‌های کابینت، زیر و پشت و اطراف یخچال، زیر اجاق گاز، ماشین لباس‌شویی و سایر وسایل آشپزخانه، اطراف ریل دراورهای چوبی، اطراف میز و وسایل چوبی، چهارچوب درب، دورتادور دماغه درب‌های چوبی، داخل چهارچوب‌های آلومینیومی مخصوص نگهداری ظروف و داخل داکت کابل برق است [۱۶،۱۸،۱۹].

۳-۷-۲. کارایی طعمه‌ها در کنترل سوسری آلمانی و نوار قهوه‌ای

طعمه‌های مختلف با توجه به نوع ماده مؤثره، فرمولاسیون و مواد جاذب همراه کارایی متنوعی را از خود در شرایط فیلد نشان می‌دهند. در مطالعه‌ای مرگ‌ومیر ناشی از مواجهه سوسری نوار قهوه‌ای در شرایط آزمایشگاه با پنج طعمه با فرمولاسیون ژل با ماده مؤثره هیدرامتیل نون (۱/۸ درصد)، هیدرامتیل نون (۲ درصد)، ایمیداکلوپراید (۲/۱۵ درصد)، فیپرونیل (۰۳۰ درصد) و فیپرونیل (۰/۰۵ درصد) به ترتیب ۶۷/۵، ۸۲/۵، ۳۷/۵، ۴۷/۵ و ۷۲/۵ درصد گزارش شد. بر این اساس

مؤثرترین طعمه‌ها علیه سوسری نوار قهوه‌ای هیدرامتیل نون ۲ درصد و فیپرونیل ۰/۰۵ درصد گزارش شد [۴]. مطالعات مشابهی در شرایط فیلد به‌منظور بررسی تأثیرگذاری طعمه‌هایی با برندهای مختلف انجام شده است. استفاده از طعمه ژل حاوی هیدرامتیلنون ۲ درصد با نام تجاری Infiniti ® ساخت تایلند در دو کافه‌تریای آلوده به سوسری آلمانی در کشور تایلند باعث کاهش بیش از ۹۵ درصد از جمعیت سوسری‌ها در عرض کمتر از یک هفته شد [۵۱].

در مطالعه دیگری ژل حاوی ۲/۱۵ درصد ایمیداکلوپراید (Bayer, Shawnee Mission, KS) به‌منظور کنترل سوسری آلمانی در آشپزخانه آزمایش و گزارش شد که تعداد سوسری‌های به‌دام‌افتاده در تله چسبان در هفته اول ۵۰ درصد کاهش پیدا کرد و در هفته چهارم بعد از طعمه‌گذاری ۸۰ درصد جمعیت آن‌ها کاهش یافت [۵۶]. استفاده از ژل فیپرونیل و ایمیداکلوپراید (fipronil gel (0.05% Goliath and imidacloprid gel bait 2.15%, Bayer به‌منظور کنترل سوسری آلمانی در شرایط فیلد در سه مکان آلوده در تهران نشان داد جمعیت آفت در عرض کمتر از ۹ هفته به صفر می‌رسد [۵۲]. در مطالعه‌ای میزان کشندگی ژل حاوی نوافلومرون با اثر بازدارندگی سنتز کیتین روی نمف سوسری آلمانی سوش آزمایشگاهی و فیلد، بیشتر از ۹۰ درصد به ترتیب در روز یازدهم و نوزدهم بعد از مواجهه بیان شد [۶۹]. طعمه جاذب استفاده‌شده در خانه‌های آلوده به سوسری آلمانی در یزد نشان داد جمعیت این سوسری در هفته اول ۷۶ درصد کاهش می‌یابد و در عرض کمتر از یک ماه به صفر می‌رسد [۶۲].

نتایج حاصل از بررسی قدرت جذب‌کنندگی چهار ژل فیپرونیل (۰/۰۵ درصد، Goliath)، هیدرامتیلنون (۲/۱۵ درصد)، آبامکتین B1 (۰/۰۵ درصد) و ژل بوریک اسید (۳۳/۳ درصد) روی سوسری آلمانی نشان داد قدرت جذب‌کنندگی ژل فیپرونیل از سایر ژل‌ها بیشتر است و ژل هیدرامتیلنون، آبامکتین و بوریک اسید به ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار داشتند [۷۰]. از بین حشره‌کش‌ها، فیپرونیل می‌تواند هر سوسری را در مقدار نانوگرم از بین ببرد و در صورتی که سوسری‌ها مقدار جزئی از طعمه را تغذیه کنند، می‌میرند. آن‌ها بیان داشتند که مواد همراه دارای ماده مؤثره هیدرامتیل نون به‌سرعت خشک می‌شوند، درحالی‌که ژل فیپرونیل رطوبت خود را برای مدت طولانی نگه می‌دارد و این ویژگی علت تفاوت در جذب‌کنندگی این دو ژل است [۷۰].

از نظر ویژگی دورکنندگی تحقیقاتی به‌صورت محدود و پراکنده روی طعمه جاذب حاوی حشره‌کش‌های مختلف انجام شده است. مقایسه سوسری نوار قهوه‌ای و آلمانی به‌دام‌افتاده در تله‌های حاوی طعمه‌هایی با فرمولاسیون‌های ژل، پودر و خمیر و ماده مؤثره آبامکتین، اسیدبوریک، کلرپریفوس و هیدرامتیل نون نشان داد طعمه پودر با نام تجاری Avert و ماده مؤثره آبامکتین، طعمه ژل با نام تجاری Maxforce و ماده مؤثره هیدرامتیل نون و طعمه ژل با نام تجاری Siege و ماده مؤثره هیدرامتیل نون به ترتیب بیشترین جذابیت را برای سوسری‌ها دارند [۵]. در مطالعه‌ای دیگر طعمه حاوی ۰/۰۱ درصد فیپرونیل جذابیت معناداری نسبت به رژیم غذایی سوسری‌ها در شرایط آزمایشگاه داشت [۶۸]. قدرت جذب‌کنندگی طعمه‌ها را باید به ترکیبات جذاب به‌کاررفته در آن، نوع ماده مؤثره و همچنین شکل فرمولاسیون آن نسبت داد. از طرف دیگر، گذشت زمان جذابیت طعمه‌ها را به‌شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد. جذابیت طعمه‌ها بعد از یک هفته به‌شدت افت می‌کند و این ویژگی در صورتی که سوسریها در هفته اول بعد از طعمه‌گذاری از بین نروند، کارایی طعمه‌ها را کاهش می‌دهد [۵].

نکته قابل توجه دیگر، نحوه اثرگذاری طعمه‌ها در شرایط فیلد است. بر این اساس اگرچه در شرایط فیلد بیشتر سوسری‌ها با مصرف طعمه از بین می‌روند، بعضی از آن‌ها فعالانه به دنبال طعمه نمی‌روند و آن را مصرف نمی‌کنند. بر اساس بررسی‌های انجام‌شده، مرگ‌ومیر سوسری‌ها علاوه بر مصرف طعمه، از راه‌های دیگری مثل تماس پالپ‌ها و شاخک‌ها با ماده مؤثره، تماس طعمه با پاهای حشره (Trampling)، مصرف مدفوع آلوده (Coprophagy)، تغذیه از سوسری‌های مرده یا در حال مرگ (Canibalism) یا مصرف

استفراغ سوسری‌ها (Emetophagy) ممکن است اتفاق بیفتد [۷۱].

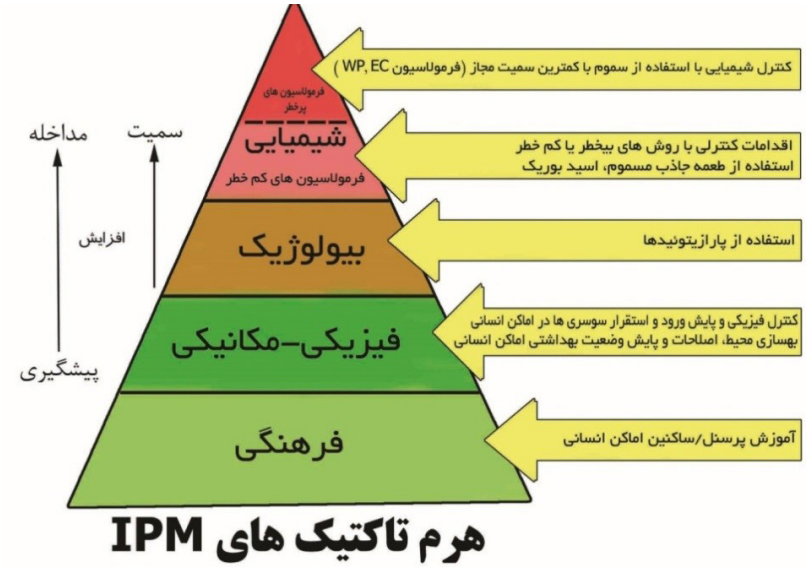
۳-۸. مدیریت تلفیقی کنترل سوسری‌ها

مدیریت تلفیقی آفات به‌عنوان رویکرد مهمی در کنترل آفات بهداشتی سال‌هاست که مورد توجه قرار گرفته است؛ رویکردی که در راستای سیستم‌های دوستدار محیط‌زیست برای مهار آفت با هدف کنترل طولانی‌مدت آن‌ها و رسیدن به نتایجی مطلوب در کنترل آفات تا حد زیادی کاربردی است [۱۶]. در مدیریت تلفیقی آفات شهری با ادغام ابزارهای بیولوژیک، فرهنگی، فیزیکی و شیمیایی، روش‌هایی به کار گرفته می‌شوند که خطرات محیطی و بهداشتی در آن به حداقل رسیده و از نظر اقتصادی مقرون‌به‌صرفه باشد. به عبارت دیگر، مدیریت تلفیقی آفات روشی منطقی و مقرون‌به‌صرفه و برنامه‌ای واحد، انعطاف‌پذیر و دوستدار محیط‌زیست است که جمعیت آفت را در حد قابل قبول نگه می‌دارد و تعادل هزینه‌ها، منافع عمومی، ارتقای بهداشت عمومی و حفظ محیط‌زیست را در خود لحاظ می‌کند. در مدیریت تلفیقی آفات استفاده از چندین روش به‌صورت هم‌زمان مورد توجه قرار می‌گیرد که ازجمله آن‌ها آموزش و آشنایی شهروندان و کارکنان با روش‌های ورود سوسری‌ها به اماکن انسانی و جلوگیری از آن، بهسازی، اصلاحات و پایش وضعیت بهداشتی اماکن انسانی، کنترل فیزیکی و پایش ورود و استقرار سوسری‌ها در اماکن انسانی و اقدامات کنترلی در اماکن آلوده با روش‌های بی‌خطر یا کم‌خطر است (شکل ۳). بر این اساس سه روش اول لازم و ملزوم یکدیگر هستند؛ چراکه اطلاع از این موارد و رعایت آن‌ها، ورود سوسری‌ها را به درون ساختمان‌ها به حداقل می‌رساند و تهاجم آن‌ها را کاهش می‌دهد. استراتژی کنترل تلفیقی آفات برنامه‌های متنوعی را برای پیشگیری و کنترل سوسری آلمانی و نوار قهوه‌ای در اماکن مختلف پیشنهاد می‌دهد که به‌طورکلی شامل چهار دسته می‌شود [۱۸،۱۹،۲۶].

۱- پایش دوره‌ای

۲- آموزش کارکنان و ساکنان مناطق مسکونی، اداری، نظامی و رستوران‌ها و سایر اماکن در معرض آلودگی با سوسری‌ها

۳- روش‌های غیرشیمیایی (نظافت، کاهش ریخت‌وپاش و به‌هم‌ریختگی، کاهش پناهگاه‌ها و راه‌های ورودی سوسری‌ها،



شکل ۳: هرم تاکتیک‌های مدیریت تلفیقی کنترل سوسری‌ها شامل آموزش بهداشت و روش‌های مبتنی بر فرهنگ‌سازی در جامعه، روش‌های مبتنی بر کنترل فیزیکی و مکانیکی سوسری‌ها، روش‌های بیولوژیک و روش‌های شیمیایی کم‌خطر و درنهایت پرخطر

استفاده از جاروبرقی و تله‌گذاری)

۴- استفاده از روش‌های شیمیایی انتخاب‌شده (استفاده از اسید بوریک و طعمه جاذب مسموم)

در این راستا توصیه می‌شود مصاحبه با ساکنان و کارکنان سازمان‌های مختلف خصوصی و دولتی، بازرسی و استفاده از تله‌های پایش‌کننده در بررسی‌های دوره‌ای به‌منظور اطلاع از میزان آگاهی و شرایط محیطی انجام شود. آموزش افراد در زمینه افزایش اطلاعات زیست‌شناسی و راه‌های ورود و پیشگیری از آلودگی به سوسری‌ها انجام شود. روش‌های غیرشیمیایی انجام شود که برای پیشگیری از آلودگی و حتی در کنترل آلودگی‌های کم کاربردی است. در آلودگی‌های زیاد استفاده از روش‌های شیمیایی کم‌خطر مثل استفاده از طعمه جاذب نیاز است که با درنظرگرفتن روش‌های طعمه‌گذاری باید انجام شد و درنهایت پایش جمعیت آفت تا حذف کامل آن توصیه می‌شود [۱۸،۱۹،۷۲].

میزان تأثیر و کارایی برنامه‌های مبتنی بر استراتژی کنترل تلفیقی آفات در پژوهش‌های مختلف ارزیابی شده است. در مطالعه‌ای تأثیر برنامه در شهر نیویورک ارزیابی شد و بر اساس آن آموزش افراد خانه‌دار، تعمیرات، پلمپ و پرکردن درز و شکاف و سوراخ‌ها و تهیه ایستگاه‌های طعمه‌گذاری با ژل در دستور کار قرار گرفت. نتایج نشان داد در خانه‌هایی که مداخله در آن صورت گرفته بود، تعداد سوسری‌ها از ۸۱ به ۳۹ درصد کاهش یافت، درحالی‌که در گروه کنترل هیچ کاهشی مشاهده نشد [۷۳]. در مطالعه‌ای دیگر هزینه و کارایی روش کنترل تلفیقی آفات با سم‌پاشی با حشره‌کش در خانوارهای کم‌درآمد مقایسه شد و نتایج نشان داد هزینه‌های تمام‌شده کنترل تلفیقی آفات سه برابر روش سم‌پاشی بوده است، اما روش کنترل تلفیقی آفات منجر به کاهش ۸۴ درصدی آفت بعد از چهار ماه شد، درحالی‌که در روش سم‌پاشی جعیت آفت در این مدت ثابت بود و در تابستان افزایش یافت [۷۴].

در مطالعه مشابهی روش کنترل تلفیقی آفات با طعمه‌گذاری مقایسه شد و در آن روش کنترل تلفیقی آفات و طعمه‌گذاری به ترتیب باعث کاهش ۱۰۰ و ۹۵ درصدی سوسری‌های به‌دام‌افتاده در تله شد. این در حالی بود که توجه به روش کنترل تلفیقی آفات باعث ارتقای معناداری در شرایط بهداشتی آپارتمان‌ها شد [۱۸]. در مطالعه‌ای برنامه کنترل تلفیقی آفات با استفاده از ژل هیدرامتیل نون با برنامه سم‌پاشی با حشره‌کش سایپرمترین گزارش شد که برنامه کنترل تلفیقی آفات در مقایسه با روش سم‌پاشی با سایپرمترین به‌طور معناداری باعث کاهش آلودگی به سوسری‌ها در طول یازده هفته می‌شود [۷۵]. از طرفی دیگر، اجرای برنامه‌های کنترل تلفیقی آفات در کنترل سوسری‌ها در جوامع کم‌درآمد تا ۹۰ درصد از بقایای حشره‌کش‌ها را در آشپزخانه‌ها کاهش می‌دهد [۱۶،۲۰]. استراتژی کنترل تلفیقی آفات با توجه به کاربرد هدفمند طعمه‌ها که برای حداکثر تأثیرگذاری با شمارش و پایش تله‌ها هدایت می‌شود، از پایان زودهنگام طعمه‌گذاری یا طعمه‌گذاری بی‌جا و غیرضروری در اماکن آلوده جلوگیری می‌کند [۱۶].

در مورد کنترل آفات شهری ازجمله سوسری‌ها کمک‌گرفتن از شرکت‌های حرفه‌ای کنترل آفات می‌تواند راهگشا باشد. اصولاً کسانی که رشته تخصصی‌شان حشره‌شناسی پزشکی (بیولوژی و کنترل ناقلان بیماری‌ها) است، با توجه به شناخت آن‌ها از زیست‌شناسی حشرات و جوندگان موذی، آشنایی با انواع آفت‌کش‌ها و فرمولاسیون آن‌ها و روش‌های اختصاصی و کنترل تلفیقی آفات در کنترل هر آفت می‌توانند کمک زیادی به اجرایی‌شدن استراتژی‌های کنترل تلفیقی آفات در کنترل آفات مهمی همچون سوسری‌ها داشته باشند. در ایران معمولاً مواقعی که آلودگی به سوسری‌ها در اماکن بیشتر از حد تحمل می‌شود، افراد با شرکت‌های کنترل آفات شهری تماس می‌گیرند. در این صورت شرکت‌ها ضمن آموزش افراد در بهسازی محیط، از حشره‌کش‌های کم‌خطر مانند طعمه‌ها برای کنترل آفت استفاده می‌کنند [۱۵].

۴. مقاومت و مدیریت مقاومت به حشره‌کش‌ها

بحث مقاومت سوسری‌ها به حشره‌کش‌ها یکی از مهم‌ترین

موضوعاتی است که استفاده از روش‌های شیمیایی را با چالش مواجه می‌کند. در این میان بیشترین میزان مقاومت به طیف گسترده‌ای از آفت‌کش‌ها از سوسری آلمانی گزارش شده است [۸۸-۷۶]. تاکنون گزارش‌های متعددی از مقاومت سوسری‌ها به انواع حشره‌کش‌ها در ایران منتشر شده است که در جدول ۵ مشهود است [۲۱]. در این راستا در مطالعه‌ای مروری، نسبت مقاومت (Resistance Ratio: RR) سوسری آلمانی و نوار قهوه‌ای به حشره‌کش‌ها در ایران بررسی شد. نسبت مقاومت در واقع میزان مقاومت سوش‌های صیدشده در فیلد در مقایسه با سوش حساس تعریف می‌شود و بر اساس تعریف کوکران (۱۹۸۹) این نسبت در سه سطح ۱ تا ۲ (مقاومت بسیار اندک)، ۲ تا ۱۰ (افزایش در سطوح مقاومت) و بیشتر از ۱۰ (مقاومت زیاد) بررسی می‌شود [۲۱]. عمده مقاومت‌ها در سوسری‌ها از طریق آنزیم‌های مختلف ازجمله استرازها، مونوکسیدازها و گلوتاتیون اس-ترانسفرازها ایجاد می‌شود [۸۸،۸۳،۷۸،۷۶،۲۱]. با اینکه ترکیباتی مثل پیپیرونیل بوتوکساید (PBO) اثر سینرژیستی در سمیت حشره‌کش‌ها دارند [۸۸،۷۷]، بحث مقاومت به حشره‌کش‌ها به‌ویژه در سوسری آلمانی در دهه‌های اخیر به‌شدت و به‌صورت غیر قابل کنترل گسترش یافته است [۸۶-۷۹].

تست‌های انجام‌شده روی سویه‌های حساس سوسری آلمانی صیدشده از فیلد نشان داد مقادیر LT50 در این سویه‌ها به‌طور قابل توجهی متفاوت است و این موضوع نشان‌دهنده قدرت تحمل بعضی از سویه‌های حساس به حشره‌کش‌های گروه پیرتروئید است [۲۱،۷۶]. ازاین‌رو محققان پیشنهاد داده‌اند روش‌های کنترل مقاومت به حشره‌کش‌ها، استراتژی‌ها و اقدامات مدیریت مقاومت باید توسط متصدیان عملیات کنترل سوسری‌ها به‌صورت جدی پیگیری شود [۸۵،۷۶]. استفاده چرخشی از سموم و پایش میزان مقاومت در جمعیت آفت در روند مقاومت وقفه ایجاد می‌کند [۸۹]. از مهم‌ترین دلایل این مقاومت‌ها، سازگاری، قدرت تکثیر سریع و زیاد، پناهگاه‌های غیر قابل دسترس و سم‌پاشی مکرر و غیراصولی علیه این آفت است. یکی از استراتژی‌های مدیریت مقاومت، کاربرد مقطعی حشره‌کش‌های مختلف از گروه‌های مختلف شیمیایی است که هدف آن ایجاد تأخیر در بروز مقاومت و دستیابی به هدف نهایی، یعنی حذف کامل آفت از محیط آلوده است [۲۱]. با وجود مطالعات پراکنده در راستای شناسایی مقاومت سوسری‌ها به حشره‌کش‌ها، اطلاعات محدودی از زیست‌شناسی و پایش سطح حساسیت و مقاومت سوسری نوار قهوه‌ای به حشره‌کش‌ها در ایران در دسترس است. بر این اساس نیاز به برنامه‌ای ملی برای پایش حساسیت این آفات خانگی به حشره‌کش‌های رایج به‌شدت احساس می‌شود.

نکته حائز اهمیت، بحث تفاوت در مقاومت مراحل مختلف زندگی و جنسی سوسری‌ها به حشره‌کش‌هاست. در میان بالغان، نرها و ماده‌های باردار نسبت به ماده‌های غیرباردار حساسیت بیشتری نسبت به سموم دارند، درحالی‌که ماده‌های باردار هنگام حمل کیسه تخم گوشه‌گیر می‌شوند و کمتر غذا می‌خورند و احتمالاً گرسنگی عامل مهمی در حساسیت آن‌ها نسبت به سموم است. به‌طور معمول بعد از عملیات سم‌پاشی تعدادی از بالغان بعد از تماس با حشره‌کش نمی‌میرند و این حشرات زنده دُز کم کشندگی را تحمل می‌کنند که بر بقا و باروری آن‌ها تأثیر می‌گذارد. همین موضوع در مقاومت سوسری‌ها به سموم نقش دارد [۹۰،۱۷].

سوش‌های مختلف از جمعیت‌های سوسری‌ها واکنش‌های متفاوتی را نسبت به طعمه‌ها دارند. از یک طرف میزان مصرف طعمه که به‌عنوان شاخصی برای پذیرش، جذابیت و دورکنندگی طعمه‌ها مطرح است، در استرین‌های مختلف سوسری‌ها و بسته به نوع و مواد به‌کاررفته در طعمه‌ها متفاوت است و از طرف دیگر، مقاومت رفتاری نسبت به طعمه‌ها منجر به کاهش کارایی طعمه‌ها شده است. در این راستا طعمه‌های حاوی اسید بوریک و طعمه حاوی پروپوکسور برای سوسری آلمانی دورکنندگی دارند [۵۳]. در مطالعه‌ای مقاومت رفتاری قابل توجهی از سوسری آلمانی به طعمه Stapleton's Magnetic Roach با ۳۳ درصد ماده مؤثره اسید بوریک گزارش شد. در آن مطالعه میزان مقاومت استرین‌های

جدول ۵: وضعیت مقاومت سوسری‌های آلمانی و نوار قهوه‌ای به حشره‌کش‌ها در ایران [۲۱]

گونه	گروه حشره‌کش	نام حشره‌کش	روش تست	*RR	مکان
سوسری نوار قهوه‌ای	کاربامات	بندیوکارب	*TP	۱/۰۰-۱/۶۲	تهران
	پایروتروئید	پرمترین	TP	۱/۰۰-۱/۰۷	تهران
		دلتامترین	TP	۱/۰۰-۱/۰۴	تهران
		لامبداسای هالوترین	TP	۱/۰۰-۱/۱۷	تهران
		سیفلوترین	TP	۱/۰۰-۱/۳۳	تهران
سوسری آلمانی	کاربامات	بندیوکارب	*SC	۱/۰۸-۲/۰۸	کاشان
			*TA	۲/۹۳-۴/۹۱	کرمانشاه
		کاربااریل	SC	۲/۱۱-۷/۹۷	تبریز
			SC	۱/۶۷-۲/۰۰	تبریز
		پروپوکسور	SC	۱/۱۱-۱/۱۲	کرمان
			TA	۱/۰۷-۱/۹۶	تهران
	پایروتروئید	سایپرمترین	SC	۰/۵۹-۱/۵۴	تهران
			SC	۲/۹-۲۰/۲۷	تهران
			SC	۲/۱۵-۲/۲۷	ساری
			TA	۱۱/۴۵-۱۷/۸۱	کرمانشاه
			TA	۳/۲۳-۶/۱۸	همدان
		پرمترین	SC	۲/۲۴-۳/۰۰	تهران
			SC	۱/۲۵-۶/۵۰	تهران
			SC	۴/۲۰-۶/۴۵	تهران
			TA	۳/۱۵-۳/۳۶	همدان
			TA	۱۱/۶۱-۱۷/۶۴	کرمانشاه
			SC	۳/۶۰-۲۶/۱۰	تهران
			SC	۲/۲۰-۲/۲۳	ساری
		دلتامترین	TA	۴/۸۴-۷/۱۲	تهران
			SC	۲/۰۰-۲/۱۹	ساری
		بتاسیفلوترین	SC	۱/۳۳-۱/۴۸	تهران
		لامبداسای هالوترین	SC	۱/۰۹-۲/۵۰	تهران
			SC	۱/۴۲-۱/۸۶	کرمان
		سیفلوترین	SC	۱/۱۲-۳/۴۲	تهران
		سومیترین	SC	۱/۲۲-۱/۷۹	کاشان
			SC	۲/۴۰-۱۱/۴۲	تهران
			SC	۱/۴۸-۳/۷۷	کاشان
			SC	۳/۰۹-۷/۷۵	تهران

RR: **نسبت مقاومت** (Resistance ratio)؛ TP: **کاغذ تست آغشته به حشره‌کش** (Test papers)؛ TA: **تست حشره‌کش به‌صورت موضعی** (Topical application)؛ SC: **تماس با سطح آغشته به حشره‌کش** (Surface contact)

مختلف سوسری آلمانی به طعمه Roach Ender حاوی ۰/۰۵ درصد ماده مؤثره آبامکتین بررسی و مقاومت کمی از یکی از این استرین‌ها گزارش شد [۵۳].

همچنین مواجهه سوسری آلمانی با طعمه Avert (۰/۰۵ درصد آبامکتین) و Maxforce (۰/۰۱ درصد فیپرونیل) منجر به مقاومت رفتاری زیادی در این گونه می‌شود [۵۸]. رفتار اجتناب از طعمه یا ترکیبات غذایی‌ای ایجاد می‌شود که در طعمه وجود دارد. طعمه‌های ژل حاوی ترکیباتی مثل آگار، فروکتوز، گلوکز، مالتوز و ساکاروز هستند که می‌توانند رفتار تحریک‌کنندگی و اجتناب از مصرف طعمه را در سوسری‌ها ایجاد کنند [۵۸]. محققان دریافته‌اند ترکیبات هضم‌کننده بزاق سوسری‌ها، آن‌ها را در برابر خوردن طعمه‌های حاوی حشره‌کش محافظت می‌کند و باعث تکامل سریع مقاومت رفتاری و فیزیولوژیک در سوسریها می‌شود [۸۷]. با تغییر در مواد همراه به‌کاررفته در طعمه Maxforce، رفتار اجتنابی سوسری‌ها کاهش و متعاقباً کارایی طعمه افزایش می‌یابد [۵۸].

بحث و نتیجه‌گیری

در مدیریت تلفیقی آفات به‌عنوان رویکردی مهم در کنترل آفات بهداشتی، استفاده از روش طعمه‌گذاری سازگاری زیادی با اهداف این رویکرد دارد و به‌عنوان یکی از ابزارهای اساسی در کنترل سوسری‌ها مطرح است. در حال حاضر این رویکرد قابل پذیرش و جهانی شده است. در واقع طعمه‌گذاری آفت با رویکرد حذف و سرکوب آفت (سوسری‌ها) به‌عنوان رویکردی سبز مطرح شده که روشی موازی با خدمات سازگار با محیط‌زیست است [۱۸،۷۲]. با وجود مزایای روش کنترل تلفیقی آفات، محدودیت‌هایی در این روش وجود دارد که شامل عدم پذیرش داوطلبانه روش کنترل تلفیقی آفات، هزینه اولیه زیاد، درگیرشدن چندین قسمت در آموزش، هماهنگی و ثبت پایش‌هاست. بر این اساس مدیران معمولاً پیمانکاران کنترل‌کننده آفت را مجبور می‌کنند ارزان‌ترین مزایده را بپذیرند. شرکت‌های کنترل‌کننده آفات نیز اغلب برای رسیدن به قرارداد، قیمت‌های پایینی پیشنهاد می‌دهند و متعاقب آن عملیات کاهش آلودگی و کنترل طولانی‌مدت آفت به‌طور مؤثری اتفاق نمی‌افتد [۱۸،۹۱].

با توجه به افزایش شیوع آلودگی به سوسری آلمانی و ظهور و افزایش موارد آلودگی به سوسری نوار قهوه‌ای در ایران و از طرفی، مقاومت سوسری‌ها ازجمله سوسری آلمانی به حشره‌کش‌ها به دلیل استفاده غیراصولی و مکرر از حشره‌کش‌ها، ضرورت ارائه و معرفی برنامه‌ای جامع و کارآمد در قالب استراتژی کنترل تلفیقی آفات به‌شدت احساس می‌شود. پروتکل کنترل این آفت در تمام اماکن آلوده تا حد زیادی مشابه است. افزایش آگاهی ساکنان و کارکنان اماکن در معرض آلودگی و از طرف دیگر شرکت‌های خصوصی درگیر در کنترل این آفت کمک زیادی در حل این معضل می‌کند. همچنین رعایت اصول بهداشتی، تله‌گذاری، استفاده از جاروبرقی و گردپاشی به‌عنوان ابزارهای مؤثر در کاهش و حذف سوسری آلمانی با حداقل آلودگی محیطی معرفی شده‌اند. استفاده از طعمه‌هایی با جذابیت زیاد، کشندگی سریع و سمیت کم به‌عنوان ابزاری کارآمد، کاربرد ویژه‌ای در حذف آلودگی به این آفت داشته است. در این راستا ترکیبی از چندین روش و استفاده از چند نوع فرمولاسیون طعمه برای کنترل آلودگی به سوسری‌ها باید مدنظر قرار گیرد. با اجرای استراتژی کنترل تلفیقی آفات در کنترل سوسری‌ها، کاهش قابل توجهی در استفاده از حشره‌کش‌ها و بقایای آن‌ها در محیط و همچنین ارتقای اثرگذاری طولانی‌مدت و کاهش سطح آلرژنهای ناشی از سوسری‌ها ایجاد خواهد شد.

قدردانی

این مقاله با حمایت و کمک مالی دانشگاه علوم پزشکی بقیه‌الله (عج) (کد: ۹۵-۰۹-۰۰۱۰۲۰) انجام با کد اخلاق IR.BMSU.REC.1399.580 تصویب شد.

References

1. Beccaloni GW. Cockroach species file online. Version 5.0/5.0. World Wide Web Electronic Publication. Available at: http://Cockroach.SpeciesFile.org; 2014.
2. Hashemi-Aghdam SS, Oshaghi MA. A checklist of Iranian cockroaches (Blattodea) with description of Polyphaga sp as a new species in Iran. J Arthropod Borne Dis 2015; 9(2): 161.
3. Nasirian H. New aspects about Supella longipalpa (Blattaria: Blattellidae). Asian Pac J Trop Biomed 2016; 6(12): 1065-75.
4. Savoldelli SA, Suss L, Lee CY, Robinson WH. Laboratory evaluation of insecticide gel baits for control of Supella longipalpa (Dictyoptera: Blattellidae). In Proceeding Fifth International Conference Urban Pests, Malaysia; 2005. P. 155-8.
5. Nalyanya G, Liang D, Kopanic RJ Jr, Schal C. Attractiveness of insecticide baits for cockroach control (Dictyoptera: Blattellidae): laboratory and field studies. J Econ Entomol 2001; 94(3): 686-93.
6. Mosayebian H, Basseri HR, Baniardalani M, Rassi Y, Ladonni H. Effect of different diets on lifetime of brown-banded cockroaches, Supella longipalpa (Blattodea: Blattellidae). J Arthropod Borne Dis 2017; 11(2): 302-8.
7. Benson EP, Huber I. Oviposition behavior and site preference of the brownbanded cockroach Supella longipalpa (Dictyoptera: Blattellidae). J Entomol Sci 1989; 24(1): 84-91.
8. Nasirian H. An overview of German cockroach, Blattella germanica, studies conducted in Iran. Pak J Biol Sci 2010; 13(22): 1077-84.
9. Nasirian H. Contamination of cockroaches (Insecta: Blattaria) by medically important bacteriae: a systematic review and meta-analysis. J Med Entomol 2019; 56(6): 1534-54.
10. Nasirian H. Infestation of cockroaches (Insecta: Blattaria) in the human dwelling environments: a systematic review and meta-analysis. Acta Trop 2017; 167: 86-98.
11. Haghi FM, Nikookar H, Hajati H, Harati MR, Shafaroudi MM, Yazdani-Charati J, et al. Evaluation of bacterial infection and antibiotic susceptibility of the bacteria isolated from cockroaches in educational hospitals of Mazandaran University of medical sciences. Bull Env Pharmacol Life Sci 2014; 3: 25-8.
12. Gore JC, Schal C. Cockroach allergen biology and mitigation in the indoor environment. Annu Rev Entomol 2007; 52: 439-63.
13. Haghi SM, Aghili S, Gholami S, Salmanian B, Nikokar S, Khangolzadeh M, et al. Isolation of medically important fungi from cockroaches trapped at hospitals of Sari, Iran. Bull Env Pharmacol Life Sci 2014; 3(5): 29-36.
14. Motevalli-Haghi SF, Shemshadian A, Nakhaei M, Faridnia R, Dehghan O, Shafaroudi MM, et al. First report of Lophomonas spp. in German cockroaches (Blattella germanica) trapped in hospitals, northern Iran. J Parasit Dis 2021; 2: 1-7.
15. Nikookar SH, Jafari A, Fazeli-Dinan M, Dehghan O, Yazdani Cherati J, Enayati A. Comparing different control methods of bedbugs (Cimex lectularius) in prisons in Mazandaran province, 2018. J Mazandaran Univ Med Sci 2021; 31(198): 87-98.
16. Wang C, Eiden A, Cooper R, Zha C, Wang D, Reilly E. Changes in indoor insecticide residue levels after adopting an integrated pest management program to control german cockroach infestations in an apartment building. Insects 2019; 10(9): 304.
17. Gondhalekar AD. 2018 highlights of urban entomology. J Med Entomol 2019; 56(5): 1188-93.
18. Wang C, Bennett GW. Comparative study of integrated pest management and baiting for German cockroach management in public housing. J Econ Entomol 2006; 99(3): 879-85.
19. Wang C, Bennett GW. Cost and effectiveness of community-wide integrated pest management for German cockroach, cockroach allergen, and insecticide use reduction in low-income housing. J Econ Entomol 2009; 102: 1614-23.
20. Zha C, Wang C, Buckley B, Yang I, Wang D, Eiden AL, et al. Pest prevalence and evaluation of community-wide integrated pest management for reducing cockroach infestations and indoor insecticide residues. J Econ Entomol 2018; 11: 795-802.
21. Rahimian AA, Hanafi-Bojd AA, Vatandoost H, Zaim M. A review on the insecticide resistance of three species of cockroaches (Blattodea: Blattidae) in Iran. J Econ Entomol 2019; 112(1): 1-10.
22. Mullen GR, Durden LA. Medical and veterinary entomology. 3rd ed. London: Academic Press; 2018. P. 792.
23. Tsai TJ, Chi H. Temperature-dependent demography of Supella longipalpa (Blattodea: Blattellidae). J Med Entomol 2007; 44: 772-8.
24. Lee CY, Lee LC. Influence of sanitary conditions

on the field performance of chlorpyrifos-based baits against American cockroaches, Periplaneta americana (L.) (Dictyoptera: Blattidae). J Vector Ecol 2000; 25: 218-21.
25. Shahraki G, Noor HM, Rafinejad J, Shahar MK, Bin Ibrahim Y. Biorational control programme for the German cockroach (Blattaria: Blattellidae) in selected urban communities. Trop Biomed 2010; 27(2): 226-35.
26. Williams GM, Linker HM, Waldvogel MG, Leidy RB, Schal C. Comparison of conventional and integrated pest management programs in public schools. J Econ Entomol 2005; 98(4): 1275-83.
27. Moore WS, Granovsky TA. Laboratory comparisons of sticky traps to detect and control five species of cockroaches (Orthoptera: Blattidae and Blatellidae). J Econ Entomol 1983; 76: 845-9.
28. Reierson DA, Rust MK. Trapping, flushing, counting German roaches [Blatella germanica]. Pest Contr 1977; 45(10): 42-4.
29. Lell B, Kremsner PG. A blinded, controlled trial of an ultrasound device as mosquito repellent. Wien Klin Wochenschr 2000; 112(10): 448-50.
30. Enayati A, Hemingway J, Garner P. Electronic mosquito repellents for preventing mosquito bites and malaria infection. Cochrane Database Syst Rev 2007; 2: CD005434.
31. Habes D, Kilani-Morakchi S, Aribi N, Farine JP, Soltani N. Toxicity of boric acid to Blattella germanica (Dictyoptera: Blattellidae) and analysis of residues in several organs. Med Rijksuniv Gent Fak Landbouwkd Toegep Biol Wet 2001; 66(2a): 525-34.
32. Appel AG. Laboratory and field performance of consumer bait products for German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae) control. J Econ Entomol 1990; 83(1): 153-9.
33. Appel AG. Performance of gel and paste bait products for German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae) control: laboratory and field studies J Econ Entomol 1992; 85(4): 1176-83.
34. Strong CA, Koehler KG, Patterson RS. Oral toxicity and repellency of borates to German cockroaches (Dictyoptera: Blattellidae). J Econ Entomol 1993; 86: 1458-63.
35. Jiang M, Dong FY, Pan XY, Zhang YN, Zhang F. Boric acid was orally toxic to different instars of Blattella germanica (L.) (Blattodea: Blattellidae) and caused dysbiosis of the, gut microbiota. Pestic Biochem Physiol 2021; 172: 104756.
36. Durier V, Rivault C. Learning and foraging efficiency in German cockroaches, Blattella germanica (L.) (Insecta: Dictyoptera). Anim Cogn 2000; 3(3): 139-45.
37. Zimmermann G. The entomopathogenic fungus Metarhizium anisopliae and its potential as a biocontrol agent. Pestic Sci 1993; 37(4): 375-9.
38. Sharififard M, Safdari F, Siahpoush A, Kassiri H. Evaluation of some plant essential oils against the brown-banded cockroach, Supella longipalpa (Blattaria: Ectobiidae): a mechanical vector of human pathogens. J Arthropod Borne Dis 2016; 10(4): 528-37.
39. Rahayu R, Darmis A, Jannatan R. Potency of papaya leaf (Carica papaya L.) as toxicant and repellent against German cockroach (Blattella germanica L.). Pak J Biol Sci 2020; 23(2): 126-31.
40. Huang K, Zhang D, Ren JJ, Dong R, Wu H. Screening of the repellent activity of 12 essential oils against adult german cockroach (Dictyoptera: Blattellidae): preparation of a sustained release repellent agent of binary oil-γ-CD and its repellency in a small container. J Econ Entomol 2020; 113(5): 2171-8.
41. Kaakeh W, Reid BL, Bohnert TJ, Bennett GW. Toxicity of imidacloprid in the German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae) and the synergism between imidacloprid and Metarhizium anisopliae (Imperfect fungi: Hyphomycetes). J Econ Entomol 1997; 90(2): 473-82.
42. Lopes RB, Alves SB. Differential susceptibility of adults and nymphs of Blattella germanica (L.) (Blattodea: Blattellidae) to infection by metarhizium anisopliae and assessment of delivery strategies. Neotrop Entomol 2011; 40(3): 368-74.
43. Sharififard M, Mossadegh MS, Vazirianzadeh B, Latifi SM. Biocontrol of the brown-banded cockroach, Supella longipalpa F. (Blattaria: Blattellidae), with entomopathogenic fungus, Metharhizium anisopliae. J Arthropod Borne Dis 2016; 10(3): 335-46.
44. Pachamuthu P, Kamble ST. In vivo study on combined toxicity of Metarhizium anisopliae (Deuteromycotina: Hyphomycetes) strain ESC-1 with sublethal doses of chlorpyrifos, propetamphos, and cyfluthrin against German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae). J Econ Entomol 2000; 93: 60-70.
45. Chao Y, Wang M, Dai W, Dong F, Wang X, Zhang F. Synergism between hydramethylnon and Metarhizium anisopliae and their influence on the gut microbiome of Blattella germanica (L.). Insects 2020; 11(8): 538.
46. Pachamuthu P, Kamble ST, Yuen GY. Virulence of Metarhizium anisopliae (Deuteromycotina: Hyphomycetes) strain ESC-1 to the German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae) and its compatibility with insecticides. J Econ Entomol 1999; 92(2): 340-6.
47. Zurek L, Watson DW, Schal C. Synergism between Metarhizium anisopliae (Deuteromycotina: Hypho-

mycetes) and boric acid against the German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae). Bio Control 2002; 23(3): 296-302.
48. Pan X, Wang X, Zhang F. New insights into cockroach control: using functional diversity of Blattella germanica symbionts. Insects 2020; 11(10): 696.
49. Rust MK, Appel AG. Intra and interspecific aggregation in some nymphal blattellid cockroaches (Dictyoptera: Blattellidae). Ann Entomol Soc Am 1985; 78(1): 107-10.
50. Scherkenbeck J, Nentwig G, Justus K, Lenz J, Gondol D, Wendler G, et al. Aggregation agents in german cockroach Blattella germanica: examination of efficacy. J Chem Ecol 1999; 25(5): 1105-19.
51. Sitthicharoenchai D, Chatchavan C, Lee CY. Field evaluation of a hydramethylnon gel bait against German cockroaches (Dictyoptera: Blattellidae) in Bangkok, Thailand. Med Emtomol Zool 2006; 57(4): 361-4.
52. Nasirian H. Rapid elimination of German cockroach, Blatella germanica, by fipronil and imidacloprid gel baits. Iran J Arthropod Borne Dis 2008; 2(1): 37-43.
53. Negus TF, Ross MH. The response of German cockroaches to toxic baits: strain differences and the effects of selection pressure. Entomol Exper Appl 1997; 82(3): 247-53.
54. Buczkowski G, Scherer CW, Bennett GW. Horizontal transfer of bait in the German cockroach: indoxacarb causes secondary and tertiary mortality. J Econ Entomol 2008; 101(3): 894-90.
55. Appel AG, Benson EP. Performance of abamectin bait formulations against German cockroaches (Dictyoptera: Blattellidae). J Econ Entomol 1995; 88(4): 924-31.
56. Appel AG, Tanley MJ. Laboratory and field performance of an imidacloprid gel bait against German cockroaches (Dictyoptera: Blattellidae). J Econ Entomol 2000; 93: 112-8.
57. Tilak R, Tilak VW, Yadav JD, Gupta KK. Efficacy of fipronil and propoxur in the control of German cockroaches (Dictyoptera: Blatellidae). J Commun Dis 2002; 34(1): 65-9.
58. Wang C, Scharf ME, Bennett GW. Behavioral and physiological resistance of the German cockroach to gel baits (Blattodea: Blattellidae). J Econ Entomol 2004; 97(6): 2067-72.
59. Reid BL, Appel AG, Demark JJ, Bennet GW. Oral toxicity, formulation effects, and field performance of flufenoxuron against the German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae). J Econ Entomol 1992; 85(4): 1194-200.
60. Appel AG. Laboratory and field performance of an indoxacarb bait against German cockroaches (Dictyoptera: Blattellidae). J Econ Entomol 2003; 96(3): 863-70.
61. Anikwe JC, Adetoro FA, Anogwih JA, Makanjuola WA, Kemabonta KA, Akinwande KL. Laboratory and field evaluation of an indoxacarb gel bait against two cockroach species (Dictyoptera: Blattellidae, Blattidae) in Lagos, Nigeria. J Econ Entomol 2014; 107(4): 1639-42.
62. Boné E, Roca Acevedo G, Sterkel M, Ons S, González-Audino P, Sfara V. Characterization of the pyrethroid resistance mechanisms in a Blattella germanica (Dictyoptera: Blattellidae) strain from Buenos Aires (Argentina). Bull Entomol Res 2021; 7: 1-8.
63. Enayati AA, Motevalli Haghi F. Biochemistry of pyrethroid resistance in German cockroach (Dictyoptera, Blatellidae) from hospitals of Sari, Iran. Iran Biomed J 2007; 11: 251-8.
64. Salehzadeh A. The study of Blattaria and their susceptibility to Ficam and Lindane in Hamadan. Avicenna J Clin Med 1995; 2(2): 15-8.
65. Salehi A, Vatandoost H, Hazratian T, Sanei-Dehkordi A, Hooshyar H, Arbabi M, et al. Detection of bendiocarb and carbaryl resistance mechanisms among German cockroach Blattella germanica (Blattaria:Blattellidae) collected from Tabriz Hospitals, East Azerbaijan Province, Iran in 2013. J Arthropod Borne Dis 2016; 10(3): 403-12.
66. Musavi B, Vatandoost H, Rafinejad J. Evaluation of the resistance level of a number of German cockroach strains to deltamethrin, propoxur, and pirimiphos-methyl insecticides in Tehran, 2000. Modarres J Med Sci 2004; 7: 97-106.
67. Motevalli Haghi F, Gholami S, Sedaghat MM. Evaluation of the susceptibility of cockroaches in some hospitals in Sari to insecticides. J Mazandaran Univ Med Sci 1997; 7: 1-6.
68. Mohebbi Nodez S, Rafatpanah A, Khosravani M, Hakak FS, Paksa A. Susceptibility status of German cockroaches, Blattella germanica (L.) to carbamate and pyrethroid insecticides within surface contact method in Shiraz city, Iran. J Entomol Zool Sci 2018; 6: 1043-6.
69. Moemenbellah-Fard MD, Fakoorziba MR, Azizi K, Mohebbi-Nodezh M. Carbamate insecticides resistance monitoring of adult male German cockroaches, Blattella germanica (L.), in Southern Iran. J Health Sci Surveill Syst 2013; 1(1): 41-7.
70. Limoee M, Enayati AA, Khassi K, Salimi M, Ladonni H. Insecticide resistance and synergism of three field-collected strains of the German cockroach Blattella germanica (L.) (Dictyoptera: Blattellidae) from

hospitals in Kermanshah, Iran. Trop Biomed 2011; 28(1): 111-18.
71. Limoee M, Shayeghi M, Heidari J, Nassirian H, Ladonni H. Susceptibility status of populations of German cockroach collected from some hospitals of Tehran to Bandiocarb, Carbaryl, Malathion and Chlorpyrifos using surface contact method (2007-2008). Behbood J 2009; 13(4): 337-43.
72. Limoee M, Ladonni H, Enayati A, Vatandoost H, Aboulhasani M. Detection of pyrethroid resistance and cross-resistance to DDT in seven field-collected strains of the German cockroach, Blattella germanica (L.) (Dictyoptera: Blattellidae). J Biol Sci 2006; 6(2): 382-7.
73. Ladonni H. Susceptibility of different field strains of Blattella germanica to four pyrethroids (Orthoptera: Blattellidae). Iran J Public Health 1997; 26(3-4): 35-40.
74. Wada-Katsumata A, Schal C. Salivary digestion extends the range of sugar-aversions in the German cockroach. Insects 2021; 12(3): 263.
75. Ladonni H, Sadaeghiani S. Permethrin toxicity and synergistic effect of piperonyl butoxide in the first nymphal stage of Blattella germanica (Orthoptera: Blattellidae). Iran J Publ Health 1998; 27(3-4): 53-60.
76. Hou W, Xin J, Lu H. Resistance development characteristics of reared German cockroach (Blattodea: Blattellidae) to chlorpyrifos. Sci Rep 2021; 11(1): 1-6.
77. Fardisi M, Gondhalekar AD, Scharf ME. Development of diagnostic insecticide concentrations and assessment of insecticide susceptibility in German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae) field strains collected from public housing. J Econ Entomol 2017; 110(3): 1210-7.
78. Nalyanya G, Liang D, Kopanic RJ, Schal C. Attractiveness of insecticide baits for cockroach control (Dictyoptera: Blattellidae):laboratory and field studies. J Econ Entomol 2001b; 94(3): 686-93.
79. Karimifar N, Gries R, Khaskin G, Gries G. General food semiochemicals attract omnivorous German cockroaches, Blattella germanica. J Agric Food Chem 2011; 59(4): 1330-7.
80. Silverman J, Selbach H. Feeding behavior and survival of glucose-averse Blattella germanica (Orthoptera: Blattoidea: Blattellidae) provided glucose as a sole food source. J Insect Behav 1998; 11(1): 93-102.
81. Lauprasert P, Sitthicharoenchai D, Thirakhupt K, Pradatsudarasar AO. Food preference and feeding behavior of the German cockroach, Blattella germanica (Linnaeus). J Sci Res Chula Univ 2006; 31: 121-6.
82. Bayer BE, Pereira RM, Koehler PG. Differential consumption of baits by pest blattid and blattellid cockroaches and resulting direct and secondary effects. Entomol Exper Appl 2012; 145(3): 250-9.
83. Khoobdel M, Dehghan H, Dayer MS, Asadi A, Sobati H, et al. Evaluation of a newly modified eight-chamber-olfactometer for attracting German cockroaches Blattella germanica (Dictyoptera: Blattellidae). Int J Trop Insect Sci 2020; 41(2): 979-89.
84. Wang C, Bennett GW. Efficacy of noviflumuron gel bait for control of the German cockroach, Blattella germanica (Dictyoptera: Blattellidae)-laboratory studies. Pest Manag Sci 2006; 62(5): 434-9.
85. Durier V, Rivault C. Comparisons of toxic baits for controlling the cockroach, Blattella germanica: attractiveness and feeding stimulation. Med Vet Entomol 2000; 14(4): 410-8.
86. Durier V, Rivault C. Secondary transmission of toxic baits in German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae). J Econ Entomol 2000; 93(2): 434-40.
87. Gondhalekar AD, Appel AG, Thomas GM, Romero A. A review of alternative management tactics employed for the control of various cockroach species (Order: Blattodea) in the USA. Insects 2021; 12(6): 550.
88. Brenner BL, Markowitz S, Rivera M, Romero H, Weeks M, Sanchez E, et al. Integrated pest management in an urban community: a successful partnership for prevention. Environ Health Perspect 2003; 111(13): 1649-53.
89. Miller D, Meek F. Cost and efficacy comparison of integrated pest management strategies with monthly spray insecticide applications for German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae) control in public housing. J Econ Entomol 2004; 97(2): 559-69.
90. Shahraki GH, Hafidzi MN, Khadri MS, Rafinejad J, Ibrahim YB. Cost-effectiveness of integrated pest management compared with insecticidal spraying against the German cockroach in apartment buildings. Neotrop Entomol 2011; 40: 607-12.
91. Miller DM, Smith EP. Quantifying the efficacy of an assessment-based pest management (APM) program for German cockroach (L.) (Blattodea: Blattellidae) control in low-income public housing units. J Econ Entomol 2020; 113(1): 375-384.