REVIEW ARTICLE

An Overview of Different Control Methods of Invasive Aedes Aegypti and Aedes Albopictus

Mahmoud Fazeli-Dinan[1,2]
Seyed Hassan Nikookar[3,2]
Mostafa Azarnoosh[4]
Ali Jafari[4,5]
Erfan Daneshpour[4]
Ahmadali Enayati[6]
Morteza Zaim[7]

[1] Associate Professor, Department of Medical Entomology and Vector Control, Health Sciences Research Center, Addiction Institute, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran
[2] Faculty of Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran
[3] Assistant Professor, Health Sciences Research Center, Addiction Institute, Department of Medical Entomology and Vector Control, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran
[4] MSc Student in Medical Entomology, Student Research Committee, Faculty of Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran
[5] Health Expert of Administration of Mazandaran Province Prisons, Sari, Iran
[6] Professor, Department of Medical Entomology and Vector Control, Health Sciences Research Center, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran
[7] Professor, Department of Medical Entomology and Vector Control, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

(Received November 5, 2023; Accepted March 6, 2024)

Abstract

Background and purpose: *Aedes* mosquitoes, especially *Aedes aegypti* and *A. albopictus*, due to their special biological and ecological characteristics, have high adaptability and establishment power in different weather conditions, including Iran, and for this reason, they are called invasive mosquitoes. These mosquitoes, which are known as a serious problem for human health, are very important in terms of transmission of very important arboviral diseases such as dengue fever, chikungunya, Zika virus, and yellow fever. Considering the importance of these diseases on the health system and human health, as well as numerous reports of the spread of arboviral diseases through *Aedes* mosquitoes in different countries, various programs have been proposed to control *Aedes* mosquitoes. As a result, introducing suitable methods to control *Aedes* mosquitoes can play a significant role in reducing the transmission of these diseases and maintaining human health. Therefore, in this review, we evaluate the use of each of the *Aedes* mosquito control methods.

Materials and methods: This article is a narrative review of the introduction and effectiveness of different methods of controlling Aedes mosquitoes. Collecting information about control methods of A. aegypti and A. albopictus has been compiled without time and language restrictions from international scientific databases including Pub Med, Web of Science, Google Scholar, (ScienceDirect, Scopus, Elsevier, Lilacs) and Internal databases including, Scientific Information Database(SID), Iranian Medical Library(MedLib), Magiran, Civilica. The information collected based on the performance of each of the mentioned methods was extracted, categorized, analyzed, and used in compiling this article. Finally, out of a total of 10202 extracted articles, 123 articles were used in this research considering the inclusion and exclusion criteria.

Results: In general, the goals related to the use of different methods of controlling *Aedes* mosquitoes are different depending on the country, epidemiological conditions, resources, and local priorities. But overall, disease prevention, reduction of mosquito population, stopping of disease transmission, prevention of mosquito establishment, disease spread, reduction of nuisances and finally identification of new invasive species are prioritized. The most appropriate methods of controlling *Aedes* are divided into five categories: 1. Environmental methods that include reducing the habitats and growth resources of mosquitoes 2. Chemical methods that are based on the use of various insecticides chemicals and insect growth regulators 3. Mechanical methods that include the use of various traps 4. Biological methods that include the use of natural enemies 5. Genetic methods include genetic engineering and mosquito sterilization techniques. It should be noted that each of these methods can play a significant role in the establishment of *Aedes* mosquitoes and the spread of arboviral diseases, and as a result, reducing the number of cases of infection and death in the health system.

Conclusion: Considering the introduction of different control methods for A. aegypti and A. albopictus and the priority of each of the control methods presented; it is important to mention that the method of controlling *Aedes* depends a lot on the environmental conditions of the region, the stage of mosquito establishment, the population phase of mosquitoes and diseases caused by it. Therefore implementation of *Aedes* mosquito control programs through integrated vector management strategy is recommended, which requires the effective collaboration and coordination of national and local authorities and the general public for cost-effective control and lasting effects.

Keywords: *Aedes aegypti, Aedes albopictus*, Dengue fever, Chikungunya, Zika, Vector control

J Mazandaran Univ Med Sci 2024; 34 (232): 260-286 (Persian).

Corresponding Author: Ahmadali Enayati - Faculty of Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran. (E-mail: ahmadali_enayati@yahoo.com)

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-24]

مـــروری

مجلـــه دانـشـــگاه عـــلـــوم پـــزشـــکـــی مـــازنـــدران
دوره سی و چهارم شماره ۲۳۲ اردیبهشت سال ۱۴۰۳ (۲۸۶-۲۶۰)

مروری بر روش‌های مختلف مبارزه با پشه‌های مهاجم آئدس اجیپتی و آئدس آلبوپیکتوس

محمود فاضلی دینان[۱و۲]
سید حسن نیکوکار[۳و۲]
مصطفی آذرنوش[۴]
علی جعفری[۴و۵]
عرفان دانش پور[۴]
احمدعلی عنایتی[۶]
مرتضی زعیم[۷]

چکیده

سابقه و هدف: پشه‌های آئدس به ویژه گونه‌های آئدس اجیپتی و آئدس آلبوپیکتوس، به دلیل ویژگی‌های خاص بیولوژیکی و اکولوژیکی دارای سازگاری و قدرت استقرار بالا در شرایط آب و هوایی مختلف از جمله ایران بوده و به همین دلیل از آن‌ها به‌عنوان پشه‌های مهاجم نام برده می‌شود. این پشه‌ها که به‌عنوان یک مشکل جدی برای سلامت انسان شناخته شده‌اند، از نظر انتقال بیماری‌های آربوویروسی بسیار مهم از قبیل تب دانگ، چیکونگونیا، ویروس زیکا و تب زرد اهمیت بسیار زیادی دارند. باتوجه به اهمیت این بیماری‌ها بر نظام بهداشتی و سلامت انسان، و هم‌چنین گزارشات متعددی مبنی بر شیوع بیماری‌های آربوویروسی ازطریق پشه‌های آئدس در کشورهای مختلف، برنامه‌های مختلفی برای کنترل پشه‌های آئدس پیشنهاد شده است. در نتیجه معرفی روش‌های مناسب برای کنترل پشه‌های آئدس می‌تواند در کاهش انتقال این بیماری‌ها و حفظ سلامت انسان نقش قابل توجه‌ای را ایفا نماید. بنابراین، این مطالعه مروری با هدف ارزیابی کاربرد هر یک از روش‌های کنترل پشه‌های آئدس، انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها: این مقاله یک مطالعه مروری روایتی در خصوص معرفی و کارآیی روش‌های مختلف کنترل پشه‌های آئدس است. جمع‌آوری اطلاعات در مورد روش‌های کنترل آئدس اجیپتی و آئدس آلبوپیکتوس از پایگاه‌های داده‌های علمی بین‌المللی (Pub Med، Wb of Science، Google Scholar، Elsevier (Sciencedirect, Scopus)، Lilacs) و داخلی (پایگاه اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی (SID)، کتابخانه پزشکی ایرانی (medlib)، بانک اطلاعات نشریات کشور (magiran)، مرجع دانش (civilica)، بدون محدودیت زمانی- زبانی گردآوری گردیده است. اطلاعات گردآوری شده براساس عملکرد هر یک از روش‌های ذکر شده استخراج، دسته‌بندی، تحلیل و در تدوین این مقاله مورد استفاده قرار گرفت. در نهایت از مجموع ۱۰۲۰۲ مقاله استخراجی و با در نظر گرفتن معیارهای خروج و ورود تعداد ۱۲۳ مقاله در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفت.

یافته‌ها: به طور کلی اهداف مربوط به استفاده از روش‌های مختلف کنترل پشه‌های آئدس بسته به کشور مورد نظر، شرایط اپیدمیولوژیک، منابع و اولویت‌های محلی متفاوت است، اما در یک قالب کلی، به ترتیب پیشگیری از بیماری، کاهش جمعیت پشه ها و قطع انتقال بیماری، جلوگیری از استقرار پشه‌ها و شیوع بیماری، کاهش مزاحمت‌ها و در نهایت شناسایی گونه/گونه‌های مهاجم جدید در اولویت قرار دارند. مناسب‌ترین روش‌های کنترل آئدس‌ها به پنج دسته تقسیم می‌شوند. دسته‌ها شامل، روش‌های محیطی که در برگیرنده کاهش زیستگاه‌ها و منابع رشدی پشه‌ها است، روش‌های شیمیایی که مبتنی بر استفاده از انواع حشره‌کش‌های شیمیایی و تنظیم کننده‌های رشد حشرات است، روش‌های مکانیکی که شامل استفاده از انواع تله‌ها است، روش‌های بیولوژیک که شامل استفاده از انواع دشمنان طبیعی است و روش‌های ژنتیکی که در برگیرنده مهندسی ژنتیک و تکنیک‌های عقیم‌سازی پشه‌ها است، می‌باشد. لازم به ذکر است که هر کدام از این روش‌ها می‌تواند نقش قابل توجه‌ای در استقرار پشه‌های آئدس و گسترش بیماری‌های آربوویروسی و در نتیجه کاهش موارد ابتلا و مرگ انسان در نظام سلامت و بهداشتی داشته باشد.

استنتاج: باتوجه به معرفی روش‌های مختلف کنترل پشه‌های آئدس اجیپتی و آئدس آلبوپیکتوس و اولویت هر کدام از روش‌های کنترلی ارائه شده، ذکر این نکته ضروری است که روش کنترل آئدس‌ها بستگی زیادی به شرایط محیطی منطقه، مرحله استقرار پشه‌ها و نیز فاز جمعیتی پشه‌ها و بیماری‌های ناشی از آن دارد. بنابراین پیاده‌سازی و ارزیابی برنامه‌های کنترل پشه‌های آئدس از طریق روش‌های مختلف به ویژه مدیریت تلفیقی ناقلین امکان‌پذیر است که مستلزم دخالت و هماهنگی مقامات محلی، ملی و عموم جامعه در جهت رسیدن به اثرات کنترلی مقرون به صرفه و ماندگار است.

واژه های کلیدی: آئدس اجیپتی، آئدی آلبوپیکتوس، تب دانگ، چیکونگونیا، زیکا، کنترل ناقلین

مولف مسئول: احمدعلی عنایتی- ساری: کیلومتر ۱۷جاده‌ی خزرآباد، مجتمع دانشگاهی پیامبر اعظم، دانشکده‌ی بهداشت E-mailahmadali_enayati@yahoo.com
۱. دانشیار، گروه حشره شناسی پزشکی و مبارزه با ناقلین، مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، موسسه اعتیاد، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
۲. دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
۳.استادیار، مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، موسسه اعتیاد، گروه حشره شناسی پزشکی و مبارزه با ناقلین، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
۴. دانشجوی کارشناسی ارشد حشره شناسی پزشکی، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
۵. کارشناس بهداشت مدیریت زندان‌های استان مازندران، ساری، ایران
۶. استاد، گروه حشره‌شناسی پزشکی و مبارزه با ناقلان، مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
۷. استاد، گروه حشره شناسی پزشکی و مبارزه با ناقلین، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، ایران
تاریخ دریافت : ۱۴۰۲/۸/۱۴ تاریخ ارجاع جهت اصلاحات : ۱۴۰۲/۹/۲۰ تاریخ تصویب : ۱۴۰۲/۱۲/۱۶

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-24]

مقدمه

روند رو به رشد تجارت و مسافرت‌های بین المللی همراه با تغییرات زیست محیطی همواره می‌تواند منجر به ظهور، جابه جایی و استقرار گونه‌های خطرناکی از پشه‌های مهاجم (Invasive Mosquito Species: IMS) مانند جنس Aedes (Diptera:Culicidae) در گستره‌های مختلف جغرافیایی شود(۳-۱). در میان گونه‌های مختلف این جنس، دو گونه پشه *Aedes aegypti* (Linnaeus) (Yellow fever mosquito) و *Aedes albopictus* (Skuse) (Asian tiger mosquito) که ناقل عفونت‌های مهم ویروسی از جمله تب زرد، تب دانگ، چیکونگونیا و ویروس زیکا هستند، سالیانه موجب ابتلا و مرگ بسیاری از انسان‌ها به‌ویژه در کشورهای اندمیک می‌شوند(۴). امروزه پشه‌های آئدس اجیپتی که ازقاره آفریقا و آئدس آلبوپیکتوس که از جنگل‌های جنوب شرق آسیا منشأ گرفتند، هر پنج قاره در دنیا را مورد تهاجم خود قرار داده‌اند. این پشه‌ها تا حدودی دارای ویژگی‌های اکولوژیکی و بیولوژیکی مشابهی مانند انعطاف‌پذیری بالا برای انطباق با محیط‌های مختلف، خونخواری از انسان و تخم‌گذاری درظروف آب ساخته‌شده توسط انسان هستند(۵). با این تفاوت‌که گونه آلبوپیکتوس ترجیحاً در لانه‌های لاروی که توسط پوشش‌های گیاهی احاطه شده‌اند تخم‌گذاری می‌کند، در حالی که گونه اجیپتی ظروف ساخته شده توسط انسان را که در نقاطی با تراکم بالای ساختمان (شهرها) قرار دارند برای تخم‌گذاری ترجیح می‌دهد(۵). هم‌چنین هر دوگونه، میزبان‌های انسانی خود را در طول روز مورد گزش قرار می‌دهند که این امر خطر گزیده شدن انسان توسط پشه را افزایش می‌دهد، زیرا انجام اقدامات حفاظت شخصی در طول روز دشوارتر از شب است(۶). لازم به ذکر است که یکی از خصوصیت بیولوژیک مهم آئدس اجیپتی این است که برای یک وعده کامل خون، از افراد متعدد و در مدت زمان کوتاه تغذیه می‌کند که این رفتار در کنار این نکته که خونخواری آئدس اجیپتی عمدتا از انسان (بر خلاف آلبوپیکتوس) است درمجموع توانایی آن‌ها را در گسترش بیماری نسبت به آئدس آلبوپیکتوس به مراتب افزایش می‌دهد و می‌تواند موجب اپیدمی‌های انفجاری گردد(۷). به‌طورکلی در هر دوگونه‌ی این پشه‌ها تخم‌ها به‌صورت جداگانه و انفرادی توسط حشره ماده در بالای سطح آب (داغاب) روی بسترهای مرطوب (عمدتاً کانتینرهای طبیعی یا مصنوعی) قرار می‌گیرند. اما نکته مهم این است که این تخم‌ها می‌توانند برای ماه‌ها در برابر شرایط خشکی زنده بمانند و هنگامی که با آب تماس پیدا کنند تفریخ می‌شوند(۸). بنابراین یکی از دلایل موفقیت این پشه‌ها در جابه‌جایی‌های قاره‌ای، مقاومت بالای تخم‌هایشان نسبت به خشکی است که آن‌ها را قادر به زنده ماندن به مدت زمان طولانی و انتقال به سایر مناطق جغرافیایی می‌کند(۹،۱). تخم‌گذاری پشه‌های آئدس در بسترهای مصنوعی یا دست‌ساز انسان در سه دسته خانگی (گلدان‌ها و ظرف‌های نگاهداری آب)، نیمه خانگی (مخازن یا تانکرهای دور انداخته شده، لاستیک‌های مستعمل، وسایل اسقاطی) و بسترهای طبیعی (گیاهان لاکی بامبو، آناناس(Bromeliads)، برگ‌های افتاده، پوسته حلزون و نارگیل) طبقه‌بندی شده‌اند(۹،۵،۲). اگر چه که انتخاب این اماکن برای تخم‌گذاری بسته به منطقه می‌تواند متفاوت باشد، اما معمولا ظروف نیمه خانگی مانند مخازن دور انداخته و لاستیک‌های مستعمل جزو شایع‌ترین اماکن تخم‌گذاری هستند که درگسترش جهانی این پشه‌های مهاجم نقش قابل توجهی دارند. به‌عنوان مثال گسترش سریع آئدس‌آلبوپیکتوس درسراسر جهان به احتمال زیاد به دلیل تجارت بین المللی تایرهای مستعمل اتفاق افتاده است(۱۰). علاوه بر مقاومت بالای تخم آئدس به شرایط خشکی و جابه‌جایی‌های جهانی آن، استقرار این پشه در مناطق جدید نیز بسیار حائز اهمیت و تامل برانگیز است. از این بابت که این گونه‌ها به معنی واقعی مهاجم بوده و اکوسیستم‌های مختلفی را در دنیا به‌دلیل انعطاف‌پذیری بالای اکولوژیکشان تصرف می‌کنند و در نتیجه ازنظر بیماری‌هایی‌که منتقل می‌کنند بسیار مورد توجه

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-24]

سازمان‌های بهداشتی ملی و بین‌المللی قرار گرفته‌اند(۵). برای مثال ورود و استقرار پشه آئدس آلبوپیکتوس در بندر جنووای ایتالیا و سپس انتشار و استقرار آن در بسیاری از کشورهای اروپایی، به خصوص حاشیه دریای مدیترانه موجب شده است علاوه بر ایتالیا، سایر کشورهای اروپایی نیز در برابر بیماری‌های منتقله توسط این پشه‌ها آسیب‌پذیر شوند(۲). هم‌چنین گسترش آلودگی کشورهای شمالی به پشه‌های آئدس به‌ویژه آلبوپیکتوس، به دلیل داشتن تخم زمستان گذران، نشان داد که این پشه‌ها از نظر بیونومیکی علاوه بر مناطق حاره با مناطق معتدل و سرد شمالی مانند روسیه، گرجستان و ترکیه نیز سازگارند که موجب نگرانی‌های شدید بهداشتی در این کشورها شده است(۱۲،۱۱). این نگرانی از این جهت است که در کنار گسترش روزافزون و استقرار آئدس‌های مهاجم در دنیا، بیماری‌های منتقله به‌وسیله آن‌ها نیز متاسفانه همواره در حال فزونی است. برای مثال در سطح جهانی، تعداد موارد تب دانگ از تقریباً ۲۴ میلیون مورد در سال ۱۹۹۰ به ۳۹۰ میلیون در سال ۲۰۲۱ رسیده است. هم‌چنین تخمین زده می‌شود که امروزه نزدیک به ۳/۵ میلیارد نفر در جهان در معرض خطر ابتلا به این بیماری قرار دارند. علاوه بر این، تعداد مرگ ناشی از تب دانگ نیز از تقریباً ۱۷ هزار مورد در سال ۱۹۹۰ به بیش از ۴۰ هزار مورد در سال ۲۰۱۷ افزایش یافته است(۱۴،۱۳). هم‌چنین بر اساس گزارش سازمان جهانی بهداشت طی سالیان اخیر قاره‌های آسیا و آمریکا مناطقی هستند که بیش‌تر تحت تأثیر بیماری چیکونگونیا قرار گرفته‌اند. پاکستان با شیوع مداومی روبرو بود که طی آن ۸۳۸۷ مورد را گزارش کرد، در حالی که هند با ۶۲۰۰۰ مورد مبتلا آمار بالایی را نشان داد. در قاره آمریکا و کارائیب ۱۸۵۰۰۰ مورد گزارش شد که بیش‌ترین موارد در برزیل (بیش از ۹۰ درصد) بوده است(۱۵). براساس گزارش‌های سازمان بهداشت جهانی، بیماری تب زرد به‌ویژه در کشورهای سه قاره آفریقا، آمریکای جنوبی و آمریکای مرکزی بسیار مطرح بوده و با برآورد سالانه ۸۴۰۰۰ تا ۱۷۰۰۰۰ مورد جدی ابتلا و در حدود ۲۹۰۰۰ تا ۶۰۰۰۰ مورد مرگ هم‌چنان از اهمیت زیادی برخوردار است(۱۶). در مورد ویروس زیکا که با نقایص مادرزادی مرتبط است و براساس گزارشات سازمان جهای بهداشت شیوع و شواهد انتقال این بیماری در سراسر قاره آمریکا، آفریقا و دیگر مناطق جهان وجد دارد به‌طوری‌که تا به امروز، در مجموع ۸۶ کشور شواهدی را از عفونت ویروس زیکا منتقل شده توسط پشه گزارش کرده‌اند(۱۷). برای مثال برآوردها حاکی از آن است که تنها در برزیل و آمریکا در طی سال‌های ۲۰۱۵-۲۰۱۶ بیش از ۴/۵ میلیون نفر به این ویروس مبتلا شدند(۱۸). در نتیجه در کنار گسترش و استقرار این پشه‌های مهاجم، افزایش ابتلا و موارد مرگ بیماری‌های مختلف ناشی از استقرار این پشه‌ها برای سازمان‌های بهداشتی بسیار حائز اهمیت است. نکته قابل تامل دیگر درخصوص آئدس‌های مهاجم به‌ویژه در مناطق اندمیک این است که امکان اوج‌گیری دوباره جمعیت پشه حتی پس از کنترل نیز وجود دارد که در نتیجه می‌تواند منجر به ظهور مجدد بیماری‌های منتقله شود. این بازگشت دوباره به ویژه ممکن است به دلیل اشغال و تکثیر در لانه‌های لاروی بسیار مخفی و جمعیت زیر رادار باشد که باید مورد توجه ویژه مراقبین سلامت قرار گیرد. برای مثال ظهور دوباره بیماری چیگونگونیا در کنیا در سال ۲۰۰۴ صدمات زیادی را به ساختار بهداشتی و درمانی این کشور وارد ساخت(۱۹). اهمیت مسائل پیش گفت در ایران نیز که در همسایگی نزدیک با بسیاری از کشورهای منطقه مدیترانه شرقی (Eastern Mediterranean Region: EMR) قرار دارد نیز بسیار قابل تامل است؛ چراکه گزارشاتی مبنی بر شیوع بیماری‌هایی نظیر تب دانگ، چیکونگونیا و تب زرد در برخی از کشورهای این منطقه توسط گونه‌های مهاجم آئدس اجیپتی و آئدس آلبوپیکتوس، علاوه بر این که سبب می‌شود ایران در منطقه گسترش انتشار آئدس اجیپتی و آئدس آلبوپیکتوس قرار بگیرد، همواره زنگ خطر ورود این بیماری‌ها را نیز به دلیل تجارت یا

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-24]

مسافرت‌های مداوم بین‌المللی از این کشورها به ایران میسر می‌سازد(۲۰). هم‌چنین لازم به ذکر است که اگرچه هنوز عفونت پشه‌های آئدس در کشورهای این منطقه به ویروس زیکا گزارش نشده است، اما با توجه به گسترش مبادلات بین‌المللی، همواره احتمال آلوده شدن گونه‌های آئدس در منطقه مدیترانه شرقی به ویروس زیکا نیز وجود دارد که در این صورت تهدید جدی برای ایران از جهت ورود بیماری زیکا به کشور است(۲۰). بنابراین باتوجه به مسائل پیش گفت و نظر به اهمیت روزافزون گسترش و استقرار آئدس‌های ناقل و موارد رو به تزاید بیماری‌هایی که منتقل می‌کنند؛ چاره‌اندیشی در مورد راه‌های کنترل آن‌ها دارای اهمیت زیادی است. در همین خصوص، سازمان جهانی بهداشت برنامه پاسخ جهانی به کنترل ناقلین (GVCR) را تدوین و منتشر کرد که در آن همه کشورهای عضو متعهد به ارتقاء نظام مراقبت و کنترل بیماری‌های ناقل زاد شدند(۲۲،۲۱). دفتر منطقه‌ای سازمان جهانی بهداشت در مدیترانه شرقی (EMR) نیز برنامه عملیاتی نیل به اهداف پیش‌بینی شده در برنامه GVCR را تدوین و به اجرا گذاشته است(۲۴،۲۳). در این راستا، کشورهای عضو به افزایش ظرفیت و امکانات برای نظارت، پایش مداوم، هشدار سریع و اقدامات موثر برای جلوگیری از گسترش بیماری‌های ناقل زاد و تهدیدات مرزی، تشویق شده‌اند(۲۶،۲۵،۶). هم‌چنین، سازمان جهانی بهداشت (World Health Organization: WHO) نیز دستورالعمل مدیریت تلفیقی ناقلین (Integrated Vector Management: IVM) را با تکیه بر اطلاعات در مورد اثر بخشی روش‌های مختلف کنترل روی آئدس‌های مهاجم منتشر کرده است به طوری که این اطلاعات منجر به کنترل موثر پشه‌های مهاجم در منطقه شده و در نهایت از شیوع بیماری جلوگیری شود(۲۸،۲۷،۶). بر این اساس روش‌های کنترل پشه‌های آئدس را عمدتا به چهار گروه اصلی تقسیم می‌کنند که شامل روش‌های محیطی، شیمیایی، مکانیکی و بیولوژیکی است. قابل ذکر است که علاوه بر روش‌های گفته شده، امروزه کنترل ژنتیکی نیز مورد توجه قرار گرفته است.

بنابراین در این مطالعه سعی شده است که روش‌هایی که منجر به کاهش جمعیت پشه‌های آئدس اجیپتی و آئدس آلبوپیکتوس می‌شوند مورد بررسی قرار گیرند، چرا که اجرای این روش‌های کنترلی تاثیر قابل توجهی بر کاهش گزش پشه‌ها و انتقال بیماری‌های مختلف دارند(۳۱-۲۹). در این راستا تلاش شده است که اطلاعات مورد نیاز برای اجرای برنامه‌های کنترل ناقلین آئدس اجیپتی و آئدس آلبوپیکتوس جمع‌آوری، جمع‌بندی و تحلیل شود. این اطلاعات عمدتا شامل بررسی اسناد ملی یا بین‌المللی، پروتکول‌ها، راهنماها و توصیه‌های مربوط به روش‌های کنترل پشه‌های مهاجم، و هم‌چنین مقالات منتشر شده در این خصوص است؛ که این امر با تمرکز بر اقدامات کاربردی و راه کارهای عملی جهت کنترل پشه‌های آئدس اجیپتی و آئدس آلبوپیکتوس و با هدف شناسایی شکاف‌های اطلاعاتی در مورد این اقدامات کنترلی انجام می‌شود تا در نهایت به این پرسش پاسخ داده شود که چه اقدامات کنترلی علیه آئدس اجیپتی و آئدس آلبوپیکتوس در حال حاضر توصیه می‌شود.

مواد و روش ها

استراتژی جستجو در پژوهش حاضر که از نوع مطالعه‌ی مروری روایتی (Narrative Review) است، شامل ترکیب مفاهیم موجود در خصوص گسترش و استقرار پشه‌ها در مناطق مختلف جغرافیایی، برنامه‌ها یا روش‌های مختلف کنترل دو گونه پشه آئدس اجیپتی و آئدس آلبوپیکتوس و بیماری‌های آربوویروسی منتقله به وسیله‌ی این دو گونه است. طراحی معیارهای ورود عمدتا بر اساس این‌که، مستندات باید به طور خاص شامل پشه‌های آئدس اجیپتی و آئدس آلبوپیکتوس باشد، هر نوع مدیریت محیطی، شیمیایی، مکانیکی، بیولوژیکی و ژنتیکی که جمعیت پشه‌ها را کنترل کند، وجود بیماری‌های تب دانگ، تب زرد، چیکونگونیا و ویروس

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-24]

زیکا در عنوان یا چکیده در تمام مستندات، مقالات یا باید در مجلات معتبر منتشر شده باشند یا توسط مقامات ملی یا فراملی، یا سایر سازمان‌های رسمی تولید یا استفاده شوند، استفاده ازمقالات مروری سیستماتیک در خصوص روش‌های کنترل یا مقاومت پشه‌ها نسبت به این روش‌ها و پروتوکل‌های معتبری که روش‌های کنترلی استفاده شده در سطح بین‌المللی، ملی یا محلی را معرفی و توصیف می‌کند، بوده است. معیارهای خروج نیز شامل، کنترل آفات غیر ازپشه‌های آئدس اجیپتی و آلبوپیکتوس، مستنداتی که صرفاً متمرکز بر مراقبت بوده و به عنوان بخشی از یک برنامه کنترلی نیستند و مطالعاتی که صرفا جنبه‌ی آزمایشگاهی دارند، بود. بر این اساس داده‌های مورد نیاز پژوهش به‌صورت هدفمند و ازطریق جستجو در پایگاه‌های علمی بین المللی شامل، PubMed، Google Scholar، Elsevier (ScienceDirect, Scopus)، Lilacs و پایگاه‌های علمی داخلی شامل، سامانه دانش گستر برکت (Barakatkns)، پایگاه اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی (SID)، بانک اطلاعات نشریات کشور (Magiran)، مرجع دانش(Civilica)، با استفاده ازکلمات کلیدی شامل پشه‌های آئدس، مبارزه محیطی، شیمیایی، مکانیکی، بیولوژیکی و ژنتیکی به‌صورت جستجوی انفرادی و جستجوی پیشرفته‌ی ترکیبی و بدون محدودیت زمانی و زبانی، گردآوری گردیده است. اطلاعات گردآوری شده براساس عملکرد هر یک از روش‌های ذکر شده استخراج، دسته‌بندی، تحلیل و در تدوین این مقاله مورد استفاده قرار گرفت. در نهایت از مجموع ۱۰۲۰۲ مقاله استخراجی و با در نظر گرفتن معیارهای خروج و ورود تعداد ۱۲۳ مقاله در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفت.

یافته‌ها

به‌طور کلی اهداف مربوط به استفاده از روش‌های مختلف کنترل پشه های مهاجم بسته به کشور مورد نظر، شرایط اپیدمیولوژیک، منابع و اولویت‌های محلی متفاوت است، اما در یک قالب کلی، پیشگیری از بیماری متداول‌ترین هدف است. به‌دنبال آن کاهش جمعیت پشه‌ها و قطع انتقال بیماری، جلوگیری از استقرار پشه‌ها و شیوع بیماری، کاهش مزاحمت‌ها و در نهایت شناسایی گونه/گونه‌های مهاجم جدید در اولویت قرار دارند(۶). برای نیل به این اهداف و براساس مرور منابع اطلاعاتی، روش‌های مبارزه با پشه‌های آئدس به پنج دسته کلی شامل روش‌های محیطی، شیمیایی، فیزیکی، بیولوژیک و ژنتیکی تقسیم می‌شود.

۱- روش های محیطی

این روش‌ها که نوعی مبارزه فیزیکی نیز به شمار می‌رود به عنوان خط اول و متداول‌ترین روش کنترل پشه‌های آئدس اجیپتی و آئدس آلبوپیکتوس محسوب می‌شود که عمدتاً بر مبنای جلوگیری از تشکیل و یا تخریب محل‌های زاد و ولد این‌گونه از پشه‌ها و یا جلوگیری از تخمگذاری آن‌ها (مانند استفاده از توری یا درب روی ظروف نگهداری آب) استوار است(۶). از آن‌جایی این پشه‌ها تمایل به تکثیر در ظروف کوچک حاوی آب و غالباً ساخته دست بشر را دارند، بنابراین اطلاع دقیق از وجود و کاهش این گونه لانه‌های لاروی می‌تواند نقش قابل توجهی در کنترل بیماری‌ها و کاهش هزینه درمانی ناشی از آن داشته باشد(۶). امروزه توسعه نامناسب شهرنشینی و حاشیه‌نشینی و نیز روند مصرف‌گرایی در زندگی روستایی که منجر به استفاده از انواع ظروف یک بار مصرف و دور ریز آن‌ها در کنار سایر وسایل اسقاطی می‌شود، می‌تواند منابع رشد لاروی متعدد، متنوع و مناسب برای پشه‌های آئدس در اطراف محل زندگی انسان به وجود آورد، که نتیجه آن بالا رفتن احتمال تماس انسان با پشه‌های آئدس در محیط است و به‌دنبال آن خطر بروز و طغیان بیماری‌هایی نظیر تب دانگ، چیکونگونیا و زیکا را موجب می‌شود(۳۲). روش‌های محیطی عمدتا شامل، بهسازی محیط، تخلیه و تمیز کردن انواع ظروف کوچک حاوی آب، پوشش‌دار کردن دهانه ظروف آب، وارونه قرار دادن ظروفی که می‌توانند در خود آب

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-24]

نگهدارند، قرار دادن لاستیک‌ها در محیط داخلی و یا زیر سقف، مدیریت مناسب مواد زاید، پایش و پر نمودن حفره‌های تنه‌ی درختان، ترمیم و نظافت مداوم کانال‌ها و حاشیه رودخانه‌ها برای جلوگیری از راکد ماندن آب، بازدید خانه به خانه و ایجاد کمپین در خصوص افزایش آگاهی عمومی در مورد تغییرات موقت در زیستگاه‌های ناقل و کاهش منابع لاروی توسط عموم جامعه است که ازطریق ارسال تیم‌های فنی آموزش دیده کشوری جهت آموزش و ارائه مشاوره‌های فنی میسر می‌گردد(۳۳،۶). لازم به ذکر است که افزایش آگاهی عمومی در اجرای برنامه‌های محیطی اگر با مشارکت فعال جامعه همراه باشد موفقیت‌آمیز خواهد بود، زیرا بسیاری از این اماکن در املاک خصوصی افراد قرار دارند، بنابراین اقدامات تک تک شهروندان برای حذف یا کاهش محل‌های زاد و ولد پشه‌ها در این املاک همواره بخش مهمی از مبارزه جامع با پشه‌های مهاجم به شمار می‌رود(۶). اهمیت این موضوع آنقدر زیاد است که در واقع، سازمان جهانی بهداشت نتیجه می‌گیرد که مدیریت تلفیقی ناقلین تنها از طریق مشارکت جامعه میسر می‌گردد(۶). این دستورالعمل که بر ایده "بسیج اجتماعی" تأکید می‌کند معمولا جامعه را در کنار استفاده از اقدامات محافظت شخصی، به سمت اقدامات پیشگیرانه و کنترلی نیز سوق می‌دهد(۳۴). در این خصوص افزایش آگاهی در بین عموم مردم در کنار مدیریت محیطی نیز بسیار اهمیت دارد به طوری که عموم جامعه بتوانند مقامات دولتی را از وجود پشه‌های مهاجم با استفاده از "علم شهروند" یا Citizen Science به‌عنوان ناقلین بیماری آگاه کنند بسیار ضروری است چرا که سازمان جهانی بهداشت برآورد می‌کند که تأثیر افزایش آگاهی و بهبود مشارکت جامعه در اثربخشی اقدامات کنترلی، حتی می‌تواند بسیار فراتر از نتایجی باشد که در مطالعات مقدماتی اندازه‌گیری شده است(۲۸).

در بادی امر شاید به اشتباه تصور شود که استفاده از روش‌های محیطی مبتنی بر مشارکت آحاد جامعه آسان و ارزان است، در حالی که بر عکس نیاز به امکانات نرم‌افزاری و سخت افزاری و نیز حمایت‌های مادی و معنوی زیادی دارد، چرا که مشارکت جامعه نیاز به تعهد طولانی مدت و فعالیت‌های مداوم به منظور ایجاد و حفظ ظرفیت کنترل پشه‌های مهاجم دارد، که این موضوع می‌تواند در طی یک اپیدمی به‌طور موثری فعال‌تر هم شود(۳۶،۳۵). بنابراین معمولا کشورهای توسعه یافته تر به علت وجود منابع و آموزش‌های کافی و نیز همراهی مردم در این زمینه موفق‌تر بوده‌اند. راهکارهای محیطی که شامل مدیریت‌های کلان در جهت بهسازی محیط برای جلوگیری و یا به حداقل رساندن تکثیر ناقل و تماس آن با انسان است عمدتا شامل، تغییرات فیزیکی طولانی اثر برای جلوگیری از ایجاد زیستگاه‌های لاروی (به‌عنوان مثال توسعه آب لوله‌کشی و حذف ظروف ذخیره آب، تدوین و اجرای قوانین ساختمانی و شهرسازی ناظر بر عدم ایجاد زیستگاه‌های لاروی)، تغییرات موقت در زیستگاه‌های لاروی (تخلیه و تمیز کردن مرتب ظروف محتوی آب، درب یا پوشش‌دار کردن ظروف ذخیره آب، مدیریت زباله و ضایعات جامد، نظافت مداوی آب گذرهای شهری به منظور جلوگیری از راکد شدن آب، ساماندهی لاستیک‌های مستعمل) و بهسازی اماکن جهت کاهش تماس ناقل با انسان (مثلا نصب توری روی درب و پنجره‌ها) است(۳۶،۳۳). علاوه بر مراقبت‌های محیطی، بهسازی ساختمان‌های مسکونی وعمومی نظیر بیمارستان‌ها، هتل‌ها، اداره‌ها و مدارس در جهت کاهش تماس پشه‌های آئدس با انسان نیز می‌تواند نقش بسیار زیادی در کاهش تماس و گزش انسان توسط گونه‌های آئدس به‌ویژه گونه اجیپتی و به‌دنبال آن بروز و انتقال بیماری‌هایی نظیر تب دانگ، زیکا و چیکونگونیا داشته باشد، چرا که امروزه بیش از ۵۰ درصد جمعیت کره زمین شهرنشین بوده و تخمین زده می‌شود که تا سال ۲۰۵۰ این رقم به بیش از ۷۰ درصد برسد؛ جمعیتی بالا که همواره در معرض گزش پشه‌های مهاجم و انتقال بیماری قرار دارند(۳۷،۳۳،۳۲). لازم به ذکر است که در بهسازی ساختمان‌های مسکونی و عمومی مقررات نظام مهندسی

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-24]

نیز نقش قابل توجهی دارد چرا که براساس آن می‌تواند افراد و مسئولین را موظف کند که در زمان ساختن شهر و روستا، کلیه ابنیه و زیرساخت‌های شهری و روستایی (نظیر ساختمان‌ها، آب‌راه‌ها، راه‌های فاضلاب سطحی و زیرسطحی، پیاده‌روها، دفع پسماند، مدیریت تایرهای مستعمل و سایر زیستگاه های بالقوه لاروی نظیر مخازن آب شرب و غیره) طوری طراحی شوند که تا حد امکان ایجاد لانه لاروی پشه‌ها در آن‌ها میسر نباشد. هم‌چنین وضع قوانین و مقرراتی که به موجب آن نیروهای بهداشتی بتوانند از اماکن مختلف بازدید و نسبت به اقدامات بهداشتی اقدام و یا اعمال قانون کنند نیز بسیار مهم است(۶،۳۵،۳۸). در این خصوص تقویت ظرفیت مراکز پیشگیری و کنترل بیماری (Centers for Disease Control and Prevention:CDC) در کشورهای مختلف جهت انتقال اطلاعات آموزشی و پیشگیرانه به شهروندان به منظور مقابله با خطر رو به رشد و استقرار پشه‌های آئدس و به‌دنبال آن اپیدمی شدن بیماری‌های منتقله توسط این گونه‌ها نیز می‌تواند بسیار موثر باشد. این مراکز شامل شبکه‌ای از متخصصان پزشکی و بهداشت عمومی‌اند که براساس دستورالعمل‌های مربوطه، مراقبت بر گونه‌های مهاجم را بر عهده دارند(۱،۳۹). برای مثال در ایتالیا پس از شیوع و طغیان بیماری چیکونگونیا در سال ۲۰۰۷، انجام چنین مراقبتی به صورت گسترده نتایج مثبتی در کاهش تماس پشه‌های آئدس با انسان و در نتیجه کاهش بار بیماری به دنبال داشت(۴۰). برخی از روش‌های محیطی جهت کنترل گونه‌های آئدس اجیپتی و آئدس آلبوپیکتوس در جدول شماره ۱، معرفی شده است.

۲- روش‌های شیمیایی

کنترل شیمیایی استفاده از حشره‌کش‌های شیمیایی مناسبی است که به‌عنوان بخشی از مدیریت تلفیقی ناقلین بیماری در جهت سلامت عمومی اتخاذ می‌شود(۹). امروزه حشره‌کش‌های ارگانوفسفره، پیرتروئید و تا حدودی کاربامات(جدول شماره ۲) جهت کنترل گونه‌های آئدس آلبوپیکتوس و آئدس اجیپتی در مراحل مختلف لاروی یا بالغ مورد استفاده قرار می‌گیرند(۶،۴). به‌طور کلی چهار روش برای استفاده از این حشره‌کش‌های شیمیایی وجود دارد که شامل، کاربرد لاروکش‌ها به‌صورت کنترل کانونی، سم پاشی ابقایی، روش تیمار محیطی و پاشش فضایی می‌باشد. کاربرد لاروکش‌ها به‌صورت کنترل کانونی (Focal control) در ظروف حاوی یا ذخیره آب، حتی آب آشامیدنی خانگی، با استفاده از حشره‌کش‌هایی که ضمن داشتن سمیت بسیار کم برای انسان و سایر جاندارن (مانند ابیت)، نباید طعم، بو یا رنگ آب را به‌طور معنی‌داری تغییر دهد.

جدول شماره ۱: نمونه‌هایی از روش های محیطی جهت کاهش جمعیت و کنترل گونه‌های مهاجم آئدس

گونه	کنترل محیطی
آئدس آلبوپیکتوس	جمع آوری، حذف یا تغییر هر گونه ظروف حاوی آب و گذاشتن در پوش های محافظ یا توری روی مخازن بدون حفاظ آب (۴۱)
	حذف ظروف کوچک و متوسط که برای تخم گذاری پشه مناسب اند (۴۲)
	پایش و مدیریت حفره های ته درختان (۴۳)
	پایش سینک های ظرف شویی، ظروف زیرگلدان در خانه ها در مناطق شهری و روستایی (۴۴،۲)
	پایش انواع سطل های موجود در باغ ها و سبزیکاری ها (۱)
	پایش ناودان های منازل مسکونی (۴۵)
	پایش مخازن جمع آوری آب های سطحی و آب باران (۴۲)
	پایش روشویی ها، مخزن های آب شرب و تایرهای مستعمل (۴۶)
آئدس اجیپتی	مدیریت و کاهش انواع ظروف حاوی آب قرار گرفته در اطراف منازل (۳۲)
	پوشاندن مخازن و بشکه های حاوی آب با استفاده از روکش های نایلونی و توری (۴۷)
	پایش مداوم ظروف حاوی آب (۳۲)
	جمع آوری ظروف پلاستیکی کوچک در اطراف خانه‌ها و بهبود مدیریت پسماندهای جامد به‌خصوص درشهرها(۳۲)
	پوشاندن یا جمع آوری انواع گلدان ها، قوطی های کنسرو و تایرهای مستعمل (۳۷)
	بهسازی ساختمان ها و پوشاندن منافذ ورودی پشه ها مانند درب ها و پنجره ها (۳۲)

برای مثال برای تیمار آب آشامیدنی، می‌توان تمفوس و متوپرن را در دوزهای حداکثر یک میلی‌گرم ماده فعال در هر لیتر(۱ppm) استفاده کرد. پیری‌پیروکسیفن را نیز می‌توان در دوزهای حداکثر ۰/۰۱ میلی‌گرم ماده فعال در هر لیتر(۰/۰۱ppm) استفاده‌کرد. سم‌پاشی ابقایی (Residual spraying) توسط انواع پمپ‌های پشتی در سطوحی که پشه‌های بالغ به‌طور مکرر روی آن‌ها فرود می‌آیند، مانند دیوارها و سقف‌ها، ظروف دور ریخته

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-24]

جدول شماره ۲: مروری اجمالی بر کنترل شیمیایی پشه‌های آئدس آلبوپیکتوس و آئدس اجیپتی(۴۹،۴۸،۳۸)

لاروکش‌ها			بالغ‌کش‌ها							
ارگانوفسفره	تنظیم‌کننده‌های رشد		ارگانوفسفره	پیرتروئیدها					کاربامات ها	
تمفوس	پیریمیفوس‌متیل	نووالورون	دیفلوبنزرون	پایریپروکسی‌فن	متوپرن	پیریمیفوس‌متیل	مالاتیون	فنیتروتیون	اتوفنپروکس	رزمترین	سیفنوترین	سیفلوترین	تترامترین	دلتامترین	پرمترین	آلفاسیرمترین	بندیوکارب	پروپوکسور

توضیحات:

-اگرچه لاروکش‌ها به‌طور گسترده‌ای برای کنترل پشه های مهاجم در زیستگاه های لاروی استفاده می‌شوند اما همواره باید به عنوان یک روش مکمل در کنار مدیریت محیطی در نظر گرفته شود و "جز در موارد اضطرار" باید به ظروفی محدود شود که قادر به حذف یا مدیریت در روش‌های محیطی نیستند. هم‌چنین اگر روش‌های مدیریت محیطی یا سایر روش‌های غیرشیمیایی به راحتی قابل استفاده نباشند یا بسیار پرهزینه باشند نیز توصیه می‌شود.

-فرمولاسیون‌های مایع معمولاً با سمپاش‌های دستی فشرده ساز (sprayers Hand-operated compression) در زیستگاه‌های لاروی بزرگ استفاده می شوند. فرمولاسیون پودرهای وتابل با سمپاش های کوله ای (Knapsack sprayers) توصیه می شود. برای تیمار گلدان های خانگی و موارد مشابه می توان از سرنگ یا پیپت استفاده کرد. گرانول و سایر فرمولاسیون‌های جامد نیز مستقیماً با دست (محافظت شده) یا با معیاری استاندارد و مناسب (به عنوان مثال یک قاشق دسر یا یک قاشق چای خوری) در زیستگاه های لارو ی اعمال می شود.

-چرخه ی درمان بسته به گونه ی پشه، فصل انتقال، الگوهای بارندگی، مدت اثر لاروکش و انواع زیستگاه لاروی، سالانه دو یا سه مرتبه و با نظارت مناسب بر اثربخشی، به ویژه در مناطقی که فصل انتقال اصلی کوتاه است، کافی است. در صورتی که شرایط آب و هوایی در اثربخشی لاروکش ها موثر باشد، تیمار مجدد زیستگاه های لاروی قابل توصیه است.

-اگرچه نتایج موفقیت‌آمیز در کاهش جمعیت پشه ها با کاربرد لاروکش ها ویژه در تایرهای مستعمل در فرانسه و هلند مشاهده شده است اما در برخی موارد در کاربرد لاروکش ها در مکان های طبیعی غیرقابل دسترس مانند سوراخ تنه درختان و محل اتصال دمبرگ به تنه که از زیستگاه های رایج آئدس آلوپیکتوس هستند؛ محدودیت هایی مشاهده می شود. به این موارد می توان مشکل دسترسی به زیستگاه های لاروی آئدس اجیپتی در اماکن داخلی مانند ظروف ذخیره سازی آب، گلدان ها و زیرگلدانی ها را نیز اضافه کرد.

توضیحات:

-تنظیم کننده های رشد (متوپرن، دی فلوبنزرون و پیری پروکسی فن، (novaluron) با تداخل در رشد لاروی مانع رسیدن پشه به مرحله بلوغ شده و بنابراین پشه ها نمی توانند تولید مثل کنند، برخی از IGR ها نیز مانع تخم ریزی می شوند.

-لارو کش های شیمیایی که معمولاً در اروپا استفاده می شوند، دی فلوبنزرون و پایری پروکسی فن (تنظیم کننده های رشد) هستند.

-گزارش ها در ایتالیا حاکی از تاثیر بیش تر دیفلوبنزرون نسبت به پیریپروکسیفن برای کنترل آئدس آلوپیکتوس است. در این خصوص کاربرد دی فلوبنزورون ۲ درصد، به مقدار ۱ گرم در صد لیتر در مخازن آب و زهکش های خیابانی حاوی آب راکد قابل توصیه است. معمولا استفاده از سم پاش کوله ای با تنظیم خروجی ۲۵ میلی لیتر در هر سه ثانیه برای زهکش ها یا حوضچه‌های آبی جاده ای توصیه می شود.

-در ایتالیا کاربرد فرمولاسیون هایی از دیفلوبنزرون ضمن اینکه ۳الی ۴ هفته پس از کاربرد تاثیر ۱۰۰ درصدی روی آئدس آلوپیکتوس داشت، اثر طولانی مدتی را نیز برجای گذاشت. به این معنی که محل های زاد و ولد پشه های تحت تیمار با لارو کش به تیمار مکرر نیاز ندارند.

-کاهش میزان شیوع تب دانگ در کلمبیا در نتیجه ی استفاده ی ماهانه از پیری‌پروکسیفن در جوب های خیابان به منظور کاهش جمعیت لاروهای آئدس اجیپتی.

-بهره بردن از انتشار خودکار (Autodissemination) لاروکش هایی نظیر پیری پروکسی فن توسط پشه های بالغ ماده آئدس آلوپیکتوس از محل های زاد و ولد پشه های تیمار شده با لاروکش به سایت های غیر تیمار شده در زمان تخم ریزی.

-استفاده از لاروکش ها در روش های تلفیقی مانند ترکیبی از پیری پروکسیفن و قارچ بیمارگر *Beauveria bassiana* و یا رهاسازی نرهای عقیم آلوده همراه با پیری پروکسیفن به منظور آلوده شدن ماده ها در طول مرحله ی جفتگیری قابل توصیه است.

توضیحات:

-استفاده از بالغ کش‌ها، با تأثیر حشره کش بر تراکم ، طول عمر و سایر پارامترهای زندگی پشه به صورت ابقایی روی سطوح و یا پاشش فضایی استفاده می‌شود. البته دراین خصوص مواردی مانند ایمنی، به موقع بودن، برآورد هزینه، شرایط هواشناسی، رفتار ناقل، در دسترس بودن تجهیزات و مهارت خدمه درنظر گرفته می‌شود.

-در میان حشره‌کش‌ها کاربرد پیرتروئیدها به عنوان بالغ کش بسیار رایج است که معمولاً نیز کاربرد زمینی دارند و پاشش فضایی (مه پاشی) بیش‌تر در شرایط اضطرار و پرخطر مانند اپیدمی‌هایی نظیر دانگ و تب زرد ضرورت دارد چراکه هدف از مهاشی، نابودی سریع جمعیت بالغین پشه‌ها است. هم‌چنین اگر منطقه هدف بیش از ۱۰۰۰ هکتار باشد و یا در عرض ۱۰ روز نتواند توسط تجهیزات زمینی پوشش داده شود، می‌توان از هواپیماها نیز استفاده شود.

-هنگامی که کاهش سریع تراکم ناقل (بالغین) مدنظر است، مانند موارد اضطراری، سمپاشی فضایی باید به طور ایده آل هر ۲-۳ روز و به مدت ۱۰ روز انجام شود. برنامه های بعدی باید یک یا دو بار در هفته برای حفظ سرکوب جمعیت بالغین انجام شود.

-پاشش فضایی بالغ کش ها معمولاً به صورت آئروسل سرد (cold aerosol) یا مه گرم (thermal fogs) انجام می شود. در پاشش فضایی به صورت مه گرم حشره کش به میزان ۱۰-۵۰ لیتر در هکتار استفاده می شود و در حالت آئروسل سرد حشره کش به صورت حجم فوق العاده کم (ULV) بدون رقیق شدن یا کمی رقیق شده و با اندازه قطرات کنترل شده (۱۵-۲۵ میکرو متر) به میزان ۰/۵-۲ لیتر در هکتار مصرف می شود. همچنین در روش مه گرم نیز فقط از حشره کش های دارای نقاط حرارتی بالا (high flash-points) استفاده می شود.

-فرمولاسیون حشره کش ها در پاشش فضایی معمولاً مبتی بر روغن طراحی شده است، زیرا روغن از تبخیر قطرات کوچک جلوگیری می کند. اگر چه در مواردی مانند مه گرم از گاروئیل نیز به عنوان حامل حشره کش استفاده شده است؛ اما به دلیل بوی شدید و رسوبات روغنی که ایجاد می کند، ممکن است جامعه استفاده از آن را رد کند.

-برای سرکوب بالغین در مناطق گسترده که گزارش موارد بیماری هایی نظیر دانگ یا تراکم بالای ناقلین وجود دارد و باید به سرعت درمان شوند و همچنین در مواردی که دسترسی و استفاده از تجهیزات زمینی دشوار است کاربرد سم پاشی فضایی با استفاده از هواپیما با ارتفاع پروازی پایین (low-flying aircraft) مانند هواپیمای دو موتوره بسیار توصیه می شود؛ چرا که در طول کاربردهای زمینی به ندرت می توان به پوشش کلی منطقه دست یافت.

-در پاشش فضایی حساسیت/مقاومت پشه به حشره کش، اندازه قطره، میزان کاربرد و نفوذ حشره کش به داخل اماکن از نکات قابل تامل برای اثربخشی این روش است. همچنین در زمان کاربرد این روش با حفظ و رعایت نکات ایمنی و نیز درنظر داشتن زمان پاشش، می بایست از عدم حضور انسان یا حیوان در منطقه و مسدود بودن منافذ ساختمانی مطمئن بود. همچنین انجام پاشش فضایی در زمان بارندگی شدید یا سرعت باد بیش از سه متر بر ثانیه قابل توصیه نیست.

توضیحات:

-در پاشش های فضایی درنظر گرفتن مسافت سم پاشی شده بسیار اهمیت دارد. برای مثال به منظور کنترل بالغین آئدس آلوپیکتوس سم پاشی فضایی توسط سمپاش های قابل حمل یا سوار بر وسیله نقلیه، طی سه دوره متوالی، تا شعاع ۱۰۰ متری محل سکونت موارد مشکوک یا تأیید شده به صورت قطره های کم تر از ۵۰ µm روی گیاهان تا ارتفاع ۴ متر در مکان های عمومی و خصوصی قابل توصیه است. و یا در موارد تب دانگ پاشش فضایی تا مسافت ۴۰۰ متر از خانه هایی که موارد دانگ در آن ها گزارش شده است معمولاً انجام می شود.

-برای کسب حداکثری نتیجه در کنترل آئدس آلوپیکتوس و اجیپتی بهتر این است که سم‌پاشی های فضایی در هنگام وارونگی دما (temperature inversions)، یعنی زمانی که هوای سردتر نزدیک تر به زمین است انجام شوند که این زمان معمولا صبح زود یا هنگام عصر، مصادف با اوج فعالیت پرواز آئدس آلوپیکتوس و اجیپتی، اتفاق می افتد. برای مثال کاربرد پرمترین و پیرتروم در رم، ایتالیا، به صورت پاشش فضایی با حجم کم (ULV) ۶۰-۹۰ دقیقه قبل از غروب آفتاب تاثیر زیادی در کاهش فراوانی آئدس آلوپیکتوس به میزان ۸۰-۸۷ درصد داشت.

-کاربرد همزمان پیرتروئیدهایی مانند سایپرمترین (۱۰ درصد) و تترامترین (۲ درصد) با سینرژیست هایی مانند پای پروپیل بوتوکساید (۱۵ درصد) نتایج مناسبی داشته است.

-در ایتالیا مقایسه دو روش مه پاش (mist sprayer) و سم پاش زنبه ای (برانکاردی) (stretcher power sprayer) در پاشش فضایی پیرتروئیدها حاکی از برتری سم پاش زنبه ای است.

-سمپاشی آلفا سیپرمترین روی پوشش های گیاهی در پارک ها برای کنترل آئدس ها بسیار قابل توصیه است. برای مثال کاربرد آلفاسیرمین ۱۰ درصد به مقدار ۵۰ سی سی در ۱۰۰ لیتر به صورت ماهیانه از ژوئیه تا اکتبر روی پوشش گیاهی در باغ های عمومی موجب کاهش قابل توجه تعداد تخم های آئدس آلوپیکتوس در مناطق تحت درمان در مقایسه با مناطق سمپاشی نشده شد.

-در اسپانیا، دلتامترین (ULV) میزان مرگ و اثر باقیمانده بیش تری را نسبت به آلفاسیرمترین روی گونه های آئدس ایجاد کرد.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-24]

شده، پوشش گیاهی، پرده‌ها و در پوش‌های ظروف ذخیره آب قابل توصیه است. لازم به ذکر است که در سمپاشی ابقایی پشه‌های آئدس، برخلاف پشه‌های آنوفل که پوشش کامل کلیه سطوح داخلی اماکن با هدف کاهش طول عمر و جمعیت آنوفل ناقل صورت می‌گیرد، سمپاشی روی سطوح محل استراحت آن‌ها و اطراف محل تخم گذاری آن‌ها در داخل یا خارج اماکن مانند زیر مبلمان، تخت، داخل کمد و محل انباشت لاستیک‌های مستعمل انجام می‌پذیرد(۳۳). شواهدی وجود دارد که سمپاشی ابقایی داخل اماکن (Indoor residual spraying :IRS) به‌ویژه برای کنترل آئدس اجیپتی به‌دلیل نوع رفتار استراحت پشه در اماکن داخلی بسیار موثر است. با این حال و در چنین مواردی، همواره می‌بایست نگرانی‌هایی را که در مورد مواجهه مداوم ساکنان با حشره‌کش‌ها وجود دارد را نیز مد نظر قرار داد(۵۰). روش تیمار محیطی (Perifocal treatment) که عبارت است از پاشش بالغ‌کش‌ها با استفاده از تجهیزات دستی یا موتوردار پیرامون زیستگاه‌های لاروی که پشه‌های بالغی که تازه از زیستگاه لاروی خارج شده‌اند را از بین می‌برد. از این روش هم‌چنین می‌توان برای تیمار انبوهی از لاستیک‌ها یا ظروف مواد غذایی و آشامیدنی دور ریخته‌شده استفاده کرد و پاشش فضایی(Space spraying) حشره‌کش‌ها که عمدتا در زمان اضطرار و شیوع بیماری‌هایی نظیر تب دانگ در برابر پشه‌های بالغ در حال پرواز توسط پمپ‌های کوله‌ای، وسایل نقلیه یا هواپیماهای تجهیز شده و به صورت مه گرم (Thermal fog) و مه سرد یا ULV (Ultra Low Volume) به‌کار می‌رود(۳۸،۶،۵۰،۵۱).

نکته‌ای بسیار مهم و پایانی که در خصوص کاربرد ترکیبات شیمیای وجود دارد این است که در زمان استفاده از حشره‌کش‌های شیمیایی برای کنترل پشه‌ها می‌بایست به صورت مداوم پایش مقاومت پشه‌ها به حشره‌کش‌ها مدنظر قرار گیرد، چرا که مقاومت پشه‌ها از جمله آئدس‌ها نسبت به این ترکیبات تقریباً در هر کلاس از حشره‌کش‌های شیمیایی گزارش شده است(۵۳،۵۲). اهمیت این موضوع از این جهت است که پدیده مقاومت به حشره‌کش‌ها موجب بی اثر شدن برنامه های کنترل شیمیایی می‌شود. در این خصوص استفاده از آزمون‌های زیست سنجی روی لارو و بالغ پشه‌ها مطابق پروتکل‌های سازمان جهانی بهداشت جهت پایش مقاومت منجر به بهبود کیفیت مدیریت در برنامه‌های کنترل ناقلین می‌شود(۵۰).

۳ - روش های مکانیکی

یکی از مهم‌ترین روش‌های مکانیکی در پایش و کنترل پشه‌های آئدس استفاده از تله‌ها است که به عنوان ابزاری کارآمد و امیدوارکننده در برنامه‌های شکار انبوه (Mass trapping) جهت کنترل جمعیت پشه ها نیز پیشنهاد می‌شود. شکار انبوه درواقع روشی مناسب برای کاهش جمعیت با جلب تعداد زیادی از پشه‌ها به سمت تله‌ای است که حاوی یک منبع جذب‌کننده مانند ماده غذایی یا فرومون و در برخی موارد رنگی خاص است(۵۴). از آن‌جایی‌که استفاده از برخی حشره‌کش‌ها در تله‌ها خللی در جلب پشه‌ها ایجاد نمی‌کند، می‌توان کاربرد همزمان تله‌ها با حشره‌کش‌ها را به‌عنوان یک روش پیشنهادی در کاهش جمعیت گونه‌های آئدس در داخل و خارج از اماکن مسکونی معرفی کرد(۵۵). اگرچه که اثبات کاربرد تله‌ها در کاهش یا قطع انتقال بیماری نیاز به مطالعات گسترده دربسترهای مختلف میدانی و نیمه میدانی دارد، اما امیدواری در این خصوص وجود دارد(۵۶). استفاده از تله‌ها برای جلب هر دو جنس نر و ماده پشه‌ها پیشنهاد شده است اما تله‌هایی‌که پشه‌های جنس نر آئدس را شکار می‌کنند عمدتا ازنظر اقتصادی و فنی بسیار پرهزینه هستند بنابراین عمده تله‌ها براساس جلب جنس ماده طراحی شده است(۵۷). به جای این مقاله، از مقالات مربوط به تله‌های دارای لور شیمیایی استفاده شود. تله‌هایی که برای جلب پشه‌های ماده آئدس طراحی شده‌اند عمدتا بر مبنای باردار بودن پشه ماده و یا ماده‌هایی که به‌دنبال میزبان هستند طراحی

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-24]

شده‌اند. برای پشه‌های آئدس ماده باردار، تله‌های مختلفی شامل تله تخم (Oviposition Traps:OT) و یا تله آئدس ماده باردار (Gravid *Aedes* Trap:GAT) استفاده می‌شود. تله‌های تخم که بسیار ارزان قیمت بوده و کار با آن نیز بسیار آسان است، به مدت بیش از ۵۰ سال است که به صورت گسترده در سطح جهانی استفاده می‌شوند(۵۸). این تله‌ها براساس گرایش پشه‌های آئدس به تخم‌گذاری در ظروف کوچک سیاه رنگ طراحی شده‌اند و به‌عنوان یک ابزار مناسب بیش‌تر در جهت پایش ومراقبت‌های حشره‌شناسی جهت تشخیص حضور پشه‌ها و نیز ارزیابی نوسانات جمعیت پشه استفاده می‌شود(۳). درچنین مواردی اضافه‌کردن یک حشره‌کش مانند پرمترین یا دلتامترین به تله‌های تخم نیز می‌تواند نتایج مثبتی را در کاهش جمعیت پشه‌ها به‌ویژه گونه آئدس اجیپتی داشته باشد(۵۹،۵۴). اما باید به این نکته نیز اشاره کرد که تله‌های تخم بیش‌تر قابلیت مشخص کردن حضور یا عدم حضور پشه‌های آئدس در منطقه را دارند و به دلیل رفتار تخم‌ریزی حشره ماده در لانه‌های مختلف لاروی غیر از تله تخم(Skip Oviposition) در اندازه‌گیری دقیق فراوانی جمعیت پشه‌ها دچار اشکال می‌شوند(۵۸).

استفاده از تله‌های آئدس ماده باردار(GAT) روش دیگری است که اتکا به نشانه‌های بصری و بویایی در جهت جلب و اغوای پشه‌های ماده دارد(۵۸). اثربخشی تله‌های ماده باردار بر کاهش فراوانی جمعیت گونه‌های آئدس به ویژه زمانی که به صورت تلفیقی همراه با سایر روش‌های کنترل، مانند استفاده ازحشره‌کش‌ها، برای مبارزه با پشه‌ها به کار می رود به خوبی مطالعه و اثبات شده است(۵۸). به عنوان مثال در سنگاپور با استفاده از تله‌های ماده بارور و به‌دنبال آن کاهش جمعیت پشه‌های آئدس اجیپتی انتقال بیماری تب دانگ نیز به روند کاهشی پیدا کرد. علاوه براین گاهی تله‌های باردار به صورت تله چسبنده/باردار(Sticky/Gravid traps) نیز برای کنترل جمعیت آئدس استفاده می‌شود(۶۲-۶۰).

برای ماده‌هایی که به دنبال میزبان هستند، تله‌هایی مختلفی مانند FPT (Fay-Prince trap)، EVS (trap vector surveillance Encephalitis) و BG-Sentinel trap طراحی شده است که موثرترین آن‌ها BG-Sentinel(BGS) است که در جلب پشه‌ها در مراحل مختلف فیزیولوژیکی حشره ماده شامل مراحل پاروس، نولی پاروس، خونخورده و باردار کارآیی مناسبی دارد(۵۸). تله‌های BGS مجهز به یک باتری الکترونیکی قوی برای چرخش پروانه‌ای (فن) است که منبع بویایی مانند لور یا CO_2 را در محیط آزاد و گونه‌های آئدس را به صورت موثر جمع‌آوری می‌کند. برای مثال در شمال ایتالیا با استفاده از تله‌های مذکور نرخ گزش پشه آئدس آلبوپیکتوس به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافت(۶۲،۶۱،۵۵). اما آن‌چه‌که باید مدنظر قرار داد محدودیت‌های تله‌های BGS است که به دلیل نیاز مداوم به منابع لور بسیار پرهزینه بوده و به‌ویژه در کشورهای درحال توسعه که منابع مالی محدودی دارند استقبال چندانی از آن نمی‌شود، ضمن این‌که محدودیت‌های فضایی و مکانی در نصب آن نیز از دیگر مشکلات این نوع تله‌ها است(۵۸). با توجه به آن‌چه که گفته شد استفاده از تله‌هایی مانند تله‌های تخم به دلیل ارزان بودن، جابه‌جایی آسان، موثر بودن و قابلیت کاربرد تلفیقی با سایر روش‌های کنترل آئدس، در شکار انبوه و کاهش جمعیت پشه‌های آئدس نقش قابل توجهی در برنامه‌های کنترل آئدس‌ها دارند و در نهایت به خوبی موجب کاهش گزش آئدس وکنترل بیماری‌های ناشی از آن در جامعه می‌شوند(۵۵).

۴- روش مبارزه بیولوژیک

این روش بر مبنای شناسایی دشمنان طبیعی و معرفی آن‌ها به اکوسیستم طبیعی پایه‌ریزی شده است. کنترل پشه‌ها به‌ویژه در مرحله لاروی با استفاده از دشمنان طبیعی به عنوان یک راهکار امیدوارکننده شناخته شده است چرا که می‌تواند اثرات منفی زیست محیطی مرتبط با آفت‌کش‌های شیمیایی را به خوبی کاهش دهد(۶۳).

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-24]

دشمنان طبیعی عمدتا شامل طیف وسیعی از موجودات زنده از سلسله‌های مختلف جانوری مانند شکارگرها و عوامل بیمارگر را شامل می شوند. در کنار این عوامل بیولوژیک، ترکیبات بیورشنال(Biorational) نیز به عنوان آفت‌کش‌های زیستی(Biopesticides) مطرح هستند که به علت داشتن سمیت بسیار کم برای موجودات زنده و محیط زیست حائز اهمیت‌اند. این ترکیبات عمدتا شامل فرآورده‌های تولیدی بر پایه میکروارگانیسم‌ها و ترکیبات گیاهی هستند که ضمن سمیت بالا برای آئدس‌ها سمیت کمی برای موجودات غیرهدف و محیط زیست دارند(۶۴).

۴-۱- عوامل شکارگر

از نظر تاریخی، کنترل بیولوژیک موفق‌آمیز پشه‌ها ارتباط زیادی به معرفی و حفظ شکارگرهای پشه‌ها دارد(۶۵). شکارگرها گروه‌های مختلف جانوری مانند ماهی‌های لاروخوار(Larvivorous fsh)، سنجاقک‌ها، پاروپایان و حتی پشه‌های *Toxorhynchites* را شامل می‌شود که در میان آن‌ها ماهی‌های لاروخورا و پاروپایان نقش موثرتری را در کنترل آئدس‌ها به عهده دارند(۶۷،۶۶،۶۳). گونه‌های مختلفی از ماهی لاروخوار از جمله *Lepisosteus tropicus*، *Astyanax fasciatus*، *Ictalurus meridionalis*، *Ictalurus meridionalis*، *Poecilia reticulata*، *Aplocheilus blockii*، *Gambusia affinis*، *Betta splendens*، وجود دارند که به‌عنوان شکارگرهای مهم لارو پشه‌های آئدس مورد شناسایی و مورد بررسی قرار گرفته‌اند(۷۰-۶۸). برای مثال حضور ماهی‌های *P. reticulata*، *Rasbora daniconius*، *O. niloticus*، *Oriochromis mossambicus*، *Aplocheilus dayi* و *Puntius bimaculatus* در لانه‌های لاروی آئدس اجیپتی نتایج مناسبی را در جهت کاهش بیماری تب دانگ در سریلانکا داشته است(۷۱). هم‌چنین حضور دو گونه ماهی لارو خوار *Betta splendens* و *P.reticulata* به‌عنوان شکارگرهای اصلی آئدس اجیپتی نقش مناسبی را در کنترل جمعیت این پشه در مناطق شمال شرقی برزیل داشته است(۷۰). با این حال استفاده ار ماهی‌های لاروخوار به‌عنوان یک ابزار کارآمد در کنترل پشه‌های آئدس اجیپتی و آئدس آلبوپیکتوس نیازمند مطالعات میدانی بیش تری است. همچنین پرورش و رهاسازی انبوه این عوامل بیولوژیک در بسترهای طبیعی اکوسیتم همواره باید با احتیاط کاملی انجام گیرد تا از هزگونه آسیب ناخواسته به محیط زیست جلوگیری شود(۶۷).

پاروپایان جانوران سخت‌پوست کوچکی هستند که در دریاها و آب‌های شیرین یافت می‌شوند. گروهی از افراد راسته سیکلوپویدها(Cyclopoida) از زیر رده کوپه پودها(Copepoda)(پاروپایان) از موثرترین شکارگرهای مرحله لاروی پشه‌ها، به ویژه آئدس‌ها هستند که حتی می‌توانند تا بیش از ۴۰ لارو آئدس را در یک روز شکار کنند. از مزایای دیگر سیکلوپویدها می‌توان به تولید انبوه، آسان و نسبتا ارزان آن اشاره کرد. استفاده از این جانوران به‌عنوان شکارگر مرحله‌ی لاروی پشه‌های آئدس نتایج مثبتی را به همراه داشته است. برای مثال مطالعات صورت گرفته در شهر نیواورلئان نشان داد که جمعیت آئدس آلبوپیکتوس سه سال پس از رهاسازی گونه *Macrocyclops albidus* در لاستیک‌های مستعمل، کاملا حذف شده‌اند(۷۲،۶۳). در ویتنام استفاده از جنس *Mesocyclops* موجب کاهش شدید جمعیت پشه‌های آئدس اجیپتی در بسیاری از مناطق روستایی شد(۷۳). در فلوریدا نیز ۲-۳ ماه پس از رهاسازی شکارگر *M. longisset* به محیط زندگی پشه‌ها، جمعیت آئدس آلبوپیکتوس به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافت(۷۴). لازم به ذکر است که علاوه بر ویژگی شکارگری مناسب، حضور پاروپایان در زیستگاه های لاروی می‌تواند باعث جلب پشه‌های ماده برای تخم‌گذاری نیز شود. بر همین اساس می‌توان کانال های بزرگ و دائمی پر از آب را برای ایجاد تله‌های تخم با استفاده از پاروپایان مورد استفاده قرار داد(۷۴). به‌طور کلی استفاده از شکارگرها به‌ویژه در قالب برنامه‌های کنترل تلفیقی

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-24]

آئدس علاوه بر حفظ سلامت محیط زیست به‌طور خاص می‌تواند اثرات روی موجودات غیر هدف از جمله انسان را کاهش دهد(۶۳).

۴-۲- عوامل بیمارگر

به‌طور طبیعی عفونت‌های ناشی از میکروارگانیسم‌های بیمارگر می‌تواند در مراحل مختلف چرخه عمر پشه‌ها اتفاق افتاده و منجر به نتایج مختلف فیزیولوژیکی شوند. توسعه بیمارگرهای حشرات به‌عنوان یک راه کار کنترلی مناسب، عمدتا متمرکز بر سرکوب جمعیت ناقلین از طریق مکانیسم‌های لارو کشی است. بر اساس مطالعات انجام شده، میکروارگانیسم‌های متعددی از جمله قارچ‌ها، باکتری‌ها و نماتدها موفقیت‌های اولیه در کنترل پشه‌ها، به خصوص در مرحله لاروی نشان می‌دهند که به اختصار به آن پرداخته می‌شود(۶۵).

۴-۳- قارچ‌ها

تاریخچه استفاده از قارچ‌های بیمارگر برای استفاده در برنامه‌های کنترل بیولوژیک پشه‌ها را می‌توان در دهه ۱۹۶۰ جستجو کرد. هنگامی که برای اولین بار نشان داده شد که قارچ بیمارگر *Coelomomyces* باعث ایجاد مرگ در لاروهای ناقل مالاریا *Anopheles gambiae* می‌شود(۷۵). قارچ‌های بیمارگر از این نظر در کنترل پشه‌های آئدس اهمیت دارند که برخلاف عمده روش‌های مختلف طبیعی (که عمدتا بر پایه کنترل لارو پشه‌ها بنا شده‌اند)، پشه های بالغ را به‌طور موثرتری نسبت به لاروها مورد حمله و آلودگی قرار می‌دهند(۷۶). با استفاده از این روش، پشه ها هنگام استراحت در سطوحی که اسپورهای قارچی در آن پاشش شده است، به آسانی به قارچ‌های بیمارگر آلوده شده و این آلودگی از طریق کوتیکول به همولنف پشه نفوذ و سپس گسترش پیدا می‌کند و در نهایت موجب مرگ پشه می‌شود(۷۶). در میان قارچ‌های بیمارگر حشرات گونه‌های *Beauveria bassiana* و *Metarhizium anisopliae* نقش قابل توجهی در کنترل جمعیت پشه‌های آئدس نظیر آئدس اجیپتی و آئدس آلبوپیکتوس ازطریق لاروکشی، بالغ کشی، کاهش طول عمر، کاهش میزان باروری و خونخواری در شرایط آزمایشگاهی و نیمه آزمایشگاهی دارند(۷۷،۷۶). اهمیت استفاده از ترکیبات قارچی از آن جهت است که آژانس حفاظت از محیط زیست آمریکا (Environmental Protection Agency:EPA) عنوان کرده است که این ترکیبات هیچ گونه عارضه و خطر احتمالی روی انسان و سایر گونه‌های غیر هدف ندارند(۷۸). همچنین استفاده تلفیقی از قارچ‌های بیمارگر و ترکیبات شیمیایی چشم انداز قابل قبولی را در اجرای برنامه های کنترل پشه ها نشان می دهد. برای مثال نرخ زنده مانی پشه های آئدس در زمان ترکیب قارچ *M. anisopliae* با حشره‌کش ایمیداکلوپراید(Imidacloprid) نسبت به استفاده‌ی انفرادی از این ترکیبات کاهش معنی‌داری نشان می‌دهد؛ همچنین استفاده از ترکیب قارچ بیمارگر و روغن نه تنها در ایجاد آلودگی تخم پشه‌های آئدس اجیپتی نسبت به استفاده انفرادی از قارچ موثرتر است بلکه مقدار دز(Dose) مورد استفاده ترکیبات قارچی برای کنترل را نیز کاهش می‌دهد(۷۹). این موضوع می تواند چشم انداز امیدوارکننده‌ای برای ارائه راهکارهای کنترلی و حتی اقتصادی در جهت کاهش جمعیت پشه‌های جنس آئدس باشد. لازم به ذکر است که دورنمای استفاده از قارچ‌های بیمارگر، تنها به عنوان یک راهکار کنترلی برای جمعیت پشه‌ها خلاصه نمی‌شود، چرا که قارچ های بیمارگر با تغییر در فیزیولوژی پشه‌های آئدس موجب کاهش شدید خونخواری و در نهایت کاهش انتقال بیماری نیز می‌شود(۶۵). برای مثال، آلوده شدن پشه آئدس اجیپتی به قارچ *B. bassiana* علاوه بر کم‌کردن میزان بقاء حشره، موجب کاهش خونخواری و به دنبال آن باروری پشه مذکور شده است(۷۷).

۴-۴- باکتری‌ها

تاریخچه کنترل ناقلین توسط عوامل بیمارگر با پی بردن به سمیت باکتری (Bti) *Bacillus thuringiensis*

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-24]

روی لاروهـای دوبـالان آغـاز شـده اسـت(۸۰). ایـن لاروکـــش میکروبـــی یکـــی از پرکـــاربردترین باکتری‌های مورد استفاده در کنترل جمعیت پشه‌های آئـــدس اســـت(۸۱). در کنـــار بـــاکتری Bti، بـاکتری (*Ls*) *Lysinibacillus sphaericus* (نـام سـابق: *Bacillus sphaericus*) نیـز وجـود دارد کـه اگـر چـه بیش‌تر روی آنوفل‌ها و کولکس‌ها تاثیر گذار است، امـا این جدایه را مـی‌تـوان بـا بـاکتری *Bti* ترکیـب و مـورد کاربرد قرار داد، بطوری که هر دو گونه این بـاکتری‌هـا چه به صورت انفرادی و چه به صورت ترکیـب شـده بـا یکـدیگر، بـا فرمولاسـیون تجـاری در بـازار موجـود هستند(۸۱،۶۵). فعالیت لاروکشی این باکتری‌ها بـه علـت فعـــال شـــدن ســـمومی (Toxins) ماننـــد Cry4A، Cry11A Cry4B و Cyt1A اسـت کـه پـس از بلعیـدن اسپور بـاکتری در دسـتگاه گـوارش لارو فعـال شـده و غشـاء سـلولی را منهـدم مـی‌کننـد(۸۲،۶۵). بـاکتری *B. thuringiensis* معمولا دارای فعالیت کوتاه مدت بـه ویژه در آب‌های آلـوده یـا آب‌هـای غنـی از مـواد آلـی است درحالی که باکتری *L. sphaericus* دارای فعالیت طولانی مدت‌تری است(۸۳). در اروپا، آسیا و آمریکـای جنوبی استفاده از باکتری *B. thuringiensis* برای کنترل لارو پشه‌هایی نظیر آئدس اجیپتی نتایج مثبتـی بـه عنـوان یک روش کنترل مناسب بـرای نـاقلین دانـگ بـه دنبـال داشته است به طوری که این باکتری در ظروف هدف و در طی ۲۴ سـاعت تمـام فـرم‌هـای نابـالغ پشـه را از بـین می‌برد(۸۴،۸۲). در سنگاپور نیز کاربرد این باکتری به‌طور قابـل تـوجهی جمعیـت آئـدس آلبوپیکتـوس را کـاهش داد(۸۵). لازم به ذکر است علی‌رغم کاربرد موثر ایـن دو باکتری روی گونه‌های آئدس نیاز به مطالعات بیش‌تر به خصوص در مورد استفاده از روش‌های مختلف کاربردی جهت ماندگاری بیش‌تر این عامـل بیولوژیـک ضـروری به‌نظر می‌رسد(۸۲). در این خصوص فرموله کردن عوامل باکتریایی داخل میکروکپسـول‌هـای خـاص و یـا اضـافه کردن مواد همراه مانند ساکارز، لاکتوز، آلژینات سدیم، فیبر نارگیل و سیلیکات آلومینیـوم در فرمولاسـیون‌هـای تجاری از باکتری Bt_i نظیر پودر وتابل نقش قابل توجهی در مانـدگاری و دوام محصـولات تجـاری در محـیط دارد(۸۸-۸۶). هـم‌چنـین لازم بـه ذکـر اسـت کـه اگرچـه چشـم‌انـداز اسـتفاده از بـاکتری‌هـای *Bti* و *Ls* بـه‌عنـوان عوامل کنترل‌کننده آئدس‌ها، هم به دلیل سازگار بودن با محیط زیست و هم به‌دلیل عدم استفاده از حشره‌کـش‌هـای شیمیایی بسیار مثبت در نظر گرفته می‌شود، اما مهم‌تـرین چالش برای کاربرد این عوامل، بروز مقاومت در پشه‌هـا نسبت به توکسین‌های ایجـاد شـده توسـط بـاکتری‌هـای بیمارگر است که برای اولین بار در پشه‌های *Culex* نسبت به سـموم تولیـد شـده توسـط بـاکتری *Ls* مشـاهده شـده است(۹۱-۸۹). بنابراین اگرچه باکتری‌ها به‌عنوان مـوثرترین لاروکش‌های طبیعـی بـرای کنتـرل گونـه‌هـای مختلـف آئدس به‌شمار می‌روند، اما استفاده از آن‌ها به‌عنوان تنهـا روش کنترل ممکن اسـت بـرای تضـمین کنتـرل پایـدار تراکم جمعیت پشه‌های آئدس کافی نباشد به همین دلیل توصیه می‌شود که بـه منظـور کنتـرل مـوثرتر آئـدس‌هـا کاربرد عوامل باکتریایی با سایر اقـدامات کنترلـی تلفیـق شود(۸۰). در روش دیگر سعی می‌شـود کـه بـا بازسـازی (Reconstitution) اندوتوکسـین‌هـای عوامـل باکتریـایی نظیر Bt_i قدرت زهرآگینی و فعالیت ضد زیستی آن‌ها را علیه آئدس‌هایی نظیر آئدس اجیپتی افزایش داد تا از این عامل به‌عنوان یک لاروکـش بیولوژیـک مـوثر اسـتفاده بهینه نمود(۹۲).

۴-۵- اسپینوزاد(Spinosad)

یکـــی از مهـــم‌تـــرین ترکیبـــات بیورشـــنال، اســـپینوزاد اســـت کـــه در اثـــر تخمیـــر بـــاکتری خـــاکزی *Saccharopolyspora spinosa* از گـــروه اکتینومایست‌ها (Actinomycete) به‌دست مـی‌آیـد. ایـن محصول تقریبا روی تمام گونه‌های پشه از جمله آئـدس‌هـا نتایج مثبتی نشان داده است و بـه‌عنـوان لاروکشـی مـوثر حتـی قابلیـت کـاربرد در آب آشـامیدنی انسـان را نیـز

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-24]

دارد(۹۴،۹۳). از جمله مزایای اسپینوزاد این است که با تاثیر روی گیرنده‌های پس سیناپسی نیکوتینیک استیل کولین و GABA احتمال مقاومت تقاطعی (Cross-Resistance) این حشره کش را در مواجهه با جمعیت های آئدس آلبوپیکتوس و آئدس اجیپتی که مقاوم به سایر حشره‌کش‌ها هستند به حداقل ممکن می‌رساند(۹۶،۹۵). اثربخشی اسپینوزاد در آزمایش‌های میدانی مورد بررسی قرار گرفته است و نتایج قابل قبولی را نمایان کرده است. برای مثال در مکزیک کاربرد اسپینوزاد در لاستیک های مستعمل موجب کنترل موثر جمعیت آئدس اجیپتی و آئدس آلبوپیکتوس پس از گذشت ۶-۸ هفته گردید(۶۴). هم‌چنین کاربرد این لاروکش در جزیره مارتینیک(Martinique)، با اثرات ماندگاری تا ۱۶ هفته، کنترل موثری را روی جمعیت آئدس اجیپتی مقاوم به حشره‌کش تمفوس(Temephos) و تنظیم‌کننده‌های رشد حشرات (IGRs) نشان داد(۹۷). در مجموع باید اشاره کرد که مطالعات انجام شده در خصوص عملکرد اسپینوزاد چشم انداز روشنی را برای کنترل آئدس‌ها به ویژه لاروهای آئدس اجیپتی و آئدس آلبوپیکتوس دربرنامه‌های کنترل ناقلین به ویژه در جایگزین کردن با حشره‌کش‌های ارگانوفسفره چه به‌صورت انفرادی و چه ترکیب شده با حشره‌کش تمفوس در برنامه‌های کنترل تلفیقی ناقلین(IVM) به‌دنبال دارد(۹۸،۶۴).

۴-۶- باکتری ولباخیا(Wolbachia)

باکتری درون سلوی(Intracellular) و اجباری ولباخیا با نام علمی *Wolbachia pipientis* به‌عنوان یک باکتری درون همزیست(Endosymbiotic) در طیف وسیعی از بی‌مهره‌گان از جمله پشه‌های آئدس آلبوپیکتوس و کولکس پیپینس وجود دارد(۹۹). گزارش وجود این باکتری در پشه‌ها برای اولین بار از روی گونه کولکس پیپینس و در سال ۱۹۲۴ میلادی منتشر شد(۱۰۰). این باکتری که بافت‌های تولید مثلی را آلوده می‌کند و از طریق تخم به نسل بعدی منتقل می‌شود؛ می‌تواند موجب کاهش تکثیر طیف وسیعی از عوامل بیماری‌زا مانند ویروس‌ها، قارچ‌ها، نماتدها، باکتری‌ها و پروتوزوآها در درون بدن پشه‌ها شود(۱۰۱). به‌طورکلی راهکارهای تولیدمثلی مرتبط با عفونت ولباخیا شامل بکرزایی (Parthenogenesis)، به همریختگی نسبت جنسی (Sex-ratio distortions) و ناسازگاری سیتوپلاسمی (Cytoplasmic incompatibility) است. هم‌چنین این باکتری به‌طور موثر توانایی ویروس‌هایی نظیر ویروس دانگ (Dengue virus) را برای آلوده کردن میزبان‌های متعدد از طریق مسدود کردن تکثیر ویروس در بدن پشه، کاهش می‌دهد(۱۰۱). به‌عنوان مثال مطالعات نشان داده است که عفونت پشه‌های ماده آئدس اجیپتی به باکتری ولباخیا ظرفیت انتقال ویروس‌های دانگ، چیکوگونیا، تب زرد و زیکا را در این گونه محدود می‌کند(۱۰۳،۱۰۲). در هر حال امروزه یکی از منطقی‌ترین دلایل استفاده از باکتری ولباخیا به‌عنوان یک ابزار مناسب در برنامه‌های کنترل بیولوژیک ناقلین، بر پایه ناسازگاری سیتوپلاسمی استوار است(۶۵). ناسازگاری سیتوپلاسمی که معمولا به صورت یک طرفه(Unidirectional) یا دو طرفه(Bidirectional) است در نتیجه عفونت در اندام‌های تولید مثلی پشه بوجود می‌آید و درنهایت تلاقی بین افراد نر و ماده پشه منجر به باروری نمی‌شود. در ناسازگاری سیتوپلاسمی به صورت یک طرفه، تلاقی باید میان نرهای آلوده به باکتری و ماده‌های غیر آلوده اتفاق بیافتد که نتیجه مرگ جنین است اما در ناسازگاری سیتوپلاسمی دو طرفه، تلاقی بین افراد نر و ماده آلوده به گونه های مختلف ولباخیا اتفاق می افتد که نتیجه باز هم عدم باروری است(۱۰۴). لازم به ذکر است که در مبارزه با پشه‌ها ازطریق ناسازگاری سیتوپلاسمی معمولا دو راهکار در قالب جایگزینی جمعیت(Population replacement) یا سرکوب جمعیت(Population suppression) توسط ولباخیا اتخاذ می‌شود. در روش جایگزینی جمعیت که براساس ناسازگازی سیتوپلاسمی یک طرفه استوار است، ماده‌هایی که با ولباخیا آلوده شده‌اند و طول عمر آن‌ها

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-24]

کاهش یافته است در محیط هدف به جهت استقرار رهاسازی می‌شوند. هدف در این روش کاهش انتقال عوامل بیماری زا است که به‌دلیل کوتاه شدن طول عمر پشه بالغ و جلوگیری از تکثیر عوامل بیماری زا در داخل بدن پشه اتفاق می‌افتد. در روش سرکوب یا کاهش جمعیت(Population reduction) که براساس ناسازگازی سیتوپلاسمی دو طرفه یا یک طرفه استوار است، تعداد زیادی از نرهای آلوده به طور مکرر وارد جمعیت می‌شوند و عقیم شدن ناشی از جفت گیری بین نرهای رهاسازی شده و ماده‌های بومی موجب کاهش باروری و در نتیجه کاهش جمعیت ناقل می‌شود(۱۰۴،۹۹). اگرچه یافته‌های کنونی روی باکتری ولباخیا، در چهارچوب مطالعات آزمایشگاهی یا نیمه آزمایشگاهی استوار است اما نتایج مربوط به استفاده از این باکتری به‌عنوان یک روش مناسب به منظور کاهش جمعیت ناقلین، کاهش تکثیر ویروس و در نهایت کاهش انتقال ویروس از طریق ناسازگاری سیتوپلاسمی، تغییرات فنوتیپیکی و کاهش طول عمر پشه بسیار دلگرم کننده است(۱۰۳،۱۰۱،۶۵،۵۳).

۴-۷- حشره‌کش‌های گیاهی (Botanicals)

عصاره‌های گیاهی(Essential oils (EOs)) که به عنوان یکی دیگر از ترکیبات بیورشنال معرفی شده‌اند، مشتقاتی از ترکیبات پیچیده‌ای حاوی مونوترپن‌ها (Monoterpenes)، فنل‌ها(Phenols) و سزکویی‌ترپن‌ها (Sesquiterpenes) هستند که علاوه بر خاصیت دورکنندگی مناسب برای پشه‌ها، پتانسیل لاروکشی بالایی را نیز روی مراحل نابالغ پشه‌ها نشان می‌دهند به طوری که تاکنون فعالیت لاروکشی ۳۶۱ عصاره تولید شده از ۲۶۹ گونه گیاهی روی آئدس اجیپتی مورد تایید قرار گرفته است(۱۰۵). یکی از این ترکیبات، روغن گیاهی نیم است که از گیاه چریش با نام علمی *Azadirachta indica* استخراج می‌شود که خواص لاروکشی مناسبی روی آئدس آلبوپیکتوس و *Ae. j. japonicus* دارد(۱۰۷،۱۰۶). تولید این گونه روغن‌های طبیعی ضمن ارزان‌تر بودن نسبت به سایر ترکیبات سنتزی به دلیل این‌که از منابع تجدیدپذیر به دست می‌آیند بسیار قابل قبول است(۱۰۵). لازم به ذکر است که سمیت روغن‌های طبیعی روی لارو پشه‌ها بسته به نوع گیاه، سن گیاه، قسمت‌های گیاهی مورد استفاده، نوع فرمولاسیون و شرایط محیطی رشد گیاه، می‌تواند منجر به نتایج متفاوت در آزمایشات زیست سنجی لارو شود. بنابراین و در این خصوص کنترل کیفی محصولات گیاهی بسیار حائز اهمیت و قابل توصیه است(۱۰۵).

۵- *کنترل ژنتیکی*

ازآنجایی که در حال حاضر هیچ واکسن یا درمان ضد ویروس برای کاهش بیماری‌های منتقله به وسیله پشه‌های آئدس به ویژه بیماری دانگ وجود ندارد، بنابراین موثرترین روش برای کنترل این بیماری‌ها مبارزه با ناقلین آن یعنی پشه‌های آئدس است. متاسفانه علی‌رغم استفاده از روش‌های رایج ذکرشده برای کنترل آئدس‌ها، به خصوص آئدس اجیپتی، همواره سلامت انسان در معرض خطر بیماری‌هایی نظیر دانگ قرار دارد که این امر ابداع و توسعه‌ی روش‌های جدید کنترل تلفیقی جهت کاهش موثر جمعیت پشه‌های آئدس را ضروری می‌سازد. یکی از این روش‌ها استفاده از تکنیک‌های ژنتیکی(Genetics-based Vector Control: GVC) در برنامه‌های کنترل ناقلین هم در جهت کاهش جمعیت (Population Reduction) و هم جایگزینی جمعیت (Population Replacement) آئدس‌ها است(۱۰۸). در سال‌های اخیر کمپانی اکسیتک(Oxitec) واریانت OX513A آئدس اجیپتی را به روش مهندسی ژنتیکی توسعه داده است که موجب القای مرگ در لاروهای منتج از جفتگیری پشه‌های نر دستکاری ژنتیک شده و ماده‌های وحشی می‌شود. رهاسازی این پشه‌های نر دستکاری ژنتیک شده در عملیات میدانی در کشورهای آمریکا، برزیل، پاناما، هند و غیره موفقیت‌آمیز بوده است(۱۱۰،۱۰۹). هم‌چنین تحقیق و توسعه روش‌های

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-24]

تولید و انتشار و جایگزینی پشه‌های دستکاری ژنتیکی شده مقاوم در مقابل عوامل بیماریزا (refractory) یکی از استراتژی‌های مهم کنترل ژنتیکی پشه‌ها است که امیدواری زیادی به آن وجود دارد(۱۱۲،۱۱۱). اما برای تحقق پتانسیل کامل این روش‌ها ضروری است که تحقیق، ارزیابی و در صورت لزوم توسعه این تکنیک‌ها را به جایی رسانده که بتوان آن‌ها را در سایت‌های میدانی در یک یا چند کشور اندمیک به بیماری (Disease-endemic Countries:DEC) استفاده و مستقر کرد(۱۰۸).

۵-۱- تکنیک عقیم سازی حشرات (Sterile Insect Technique : SIT)

اگرچه تکنیک‌های متعددی در برنامه‌های کنترل ژنتیکی پشه‌ها ارئه شده است اما یکی از رایج‌ترین روش‌های معرفی شده، تکنیک نر عقیم‌سازی است، چرا که در حال حاضر و برخلاف سایر روش‌های کنترل ژنتیکی، نه تنها فناوری لازم برای اجرای برنامه‌های SIT جهت کنترل گونه‌های مختلفی از پشه‌ها به خوبی توسعه یافته است بلکه درآستانه ارزیابی میدانی نیز قرار دارند(۱۱۳). در این روش ابتدا حشرات نر را در معرض اشعه گاما (γ-irradiation) یا ترکیبات شیمیایی عقیم‌کننده (Sterilising chemicals) قرار داده و موجب بروز جهش‌های کشنده غالب (Dominant lethal mutations) در افراد نر می‌شوند؛ سپس رهاسازی و انتشار حجم بسیار زیادی از نرهای عقیم در محیط انجام می‌شود. نتایج نیز معمولا به صورت مرگ افراد ماده در نتیجه ایجاد ناسازگاری سیتوپلاسمی، بارور نشدن تخم‌ها و حتی تغییر نسبت جنسی به سمت افراد نر بروز پیدا می‌کند و در نهایت جمعیت ناقلین بسیار کاهش می‌یابد(۱۱۳). برای مثال در تابستان ۲۰۰۴، رهاسازی نرهای عقیم آئدس آلبوپیکتوس در شهر ریمینی(Rimini) در شمال ایتالیا موجب کاهش تعداد تخم و نیز درصد تفریخ تخم پشه شد و درنتیجه چشم انداز قابل قبولی را در استفاده از تکنیک نر عقیمی ایجاد کرد(۱۱۴). گاهی به منظور عقیم سازی کامل پشه‌ها از تلفیق تابیدن اشعه و باکتری ولباخیا نیز استفاده می‌شود. در همین خصوص رهاسازی ۱۰۰ الی ۲۰۰ نر عقیم آئدس اجیپتی به ازای هر خانوار در شرق تایلند طی یک دوره شش ماهه موجب کاهش قابل توجه جمعیت پشه در منطقه مورد مطالعاتی شد(۱۱۵). در هر حال، علی‌رغم کارآیی و چشم انداز مناسب در استفاده از روش نرعقیمی برای کنترل جمعیت آئدس‌ها، نکته مهم، انجام آزمایش‌های میدانی بیش‌تر و گسترده‌تر برای تأیید اثر بخشی این تکنیک است تا مشخص شود که آیا استفاده از این روش تأثیر قابل توجهی روی کاهش انتقال بیماری توسط پشه‌های آئدس دارد یا خیر، تاثیر قابل توجهی ندارد(۱۱۵).

۶ -ارزیابی روش‌های کنترل در محدوده‌های بزرگ میدانی

۶-۱- انتخاب محل مبارزه

دستورالعمل‌های مختلفی برای انتخاب محل مبارزه درجهت اجرای برنامه‌های کنترل پشه‌های آئدس چه در مراحل لاروی و چه بالغ ارائه شده است. در این خصوص توصیه می شود که قبل از اجرای برنامه‌های کنترل، مکان مبارزه براساس جمعیت ناقلین (از لحاظ ایزوله بودن، تراکم، حضور گونه‌های رقیب) و ویژگی‌های اکولوژیک منطقه (آب و هوا، پوشش گیاهی) انتخاب شود(۱۱۶). برای مثال آئدس اجیپتی و آئدس آلبوپیکتوس چون از طیف گسترده‌ای از زیستگاه‌های لاروی استفاده می‌نمایند، بنابراین این احتمال وجود دارد که مبارزه با لارو در تمام زیستگاه‌ها امکان‌پذیر و یا مقرون به صرفه نباشد. درنتیجه، عملیات‌کنترل می‌تواند عمدتاً زیستگاه‌هایی را که بیش‌ترین تولید پشه‌های بالغ را دارند و از نظر اپیدمیولوژیک نیز حایز اهمیت بیش‌تری هستند را مورد هدف قرار دهد(۳۶). البته ذکر این نکته ضروری است که چون این زیستگاه‌ها بیش‌تر دست‌ساز انسان است، بنابراین مشارکت مردمی یک عامل کلیدی در موفقیت

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-24]

راه کارهای کنترل ناقل و پیشگیری از طغیان بیماری است(۳۶). هم‌چنین می‌بایست بالغین آئدس را علاوه بر اماکن انسانی در محیط‌های اطراف آن نیز که امکان تماس انسان و پشه ناقل وجود دارد (نظیر مدارس، بیمارستان‌ها) همواره مورد پایش و هدف قرار داد چرا که این پشه‌ها به‌طور معمول زیاد از محل زیست خود دور نمی‌شوند و در فاصله ۴۰۰ تا ۵۰۰ متری اطراف اماکن انسانی باقی می‌مانند(۳۶). هم‌چنین توصیه می‌شود که در چنین مواردی و در صورت امکان گونه اصلی از جمعیت ناقل مورد هدف قرارگیرد چراکه در این صورت کنترل همه گونه‌ها موجب افزایش شدید حجم کاری در زمان پایش خواهد شد. هم‌چنین محل‌های انتخاب شده باید از لحاظ اکولوژیکی ثبات لازم را داشته باشند تا تغییرات محیطی تاثیر ناخواسته بر نتایج نگذارد(۱۱۶). در مناطق شهری یا حومه نیز، شرایط اجتماعی-اقتصادی موجود باید مورد توجه قرار گیرد. برای مثال در نیوجرسی، فقر و سطح تحصیلات پایین به طور قابل توجهی با فراوانی بالای آئدس آلبوپیکتوس ارتباط دارد(۱۱۷). علاوه بر این ملاحظات عملیاتی مانند امکانات موجود، وسعت محل، دسترسی کامل به محل، جنبه‌های اجتماعی، اخلاقی و قانونی نیز می‌بایست در برنامه‌های کنترل یکپارچه پشه‌های مهاجم، در دستور کار قرار گیرد(۱۱۶).

۶-۲- برنامه‌های مراقبت پشه های آئدس

پایش مداوم جمعیت پشه‌های آئدس به منظور مقایسه سطح آلودگی و ارزیابی اثربخشی برنامه های کنترلی بین مناطق مختلف بسیار مهم است. شاخص‌های متعددی در کشورهای در حال توسعه برای ارزیابی و پایش جمعیت پشه‌های آئدس، مانند، شاخص خانه (House index (HI)) (درصد خانه‌هایی با حداقل یک مکان تخم‌گذاری فعال، آلوده به لارو یا شفیره)، شاخص ظرف(Container index (CI)) (درصد ظروف آب حاوی لارو یا شفیره پشه)، شاخص Breteau (تعداد ظروف آلوده به لارو یا شفیره در هر ۱۰۰ خانه مورد بازرسی) و شاخص تله تخم(Ovitrap index) (متوسط تله‌های حاوی تخم)، مورد استفاده قرار می‌گیرد(۱۱۸). معمولاً برای پایش جمعیت پشه‌های آئدس، استفاده از تله‌های تخم به دلیل صرفه اقتصادی و کارآمد بودن به ویژه در محدوده های گسترده بسیار رایج است. اگرچه این روش نسبتا وقت گیر (جمع‌آوری تخم، پرورش تخم تا بالغ جهت شناسایی گونه) است اما با استفاده از تله‌های چسبنده این مشکل تا حدود زیادی رفع می‌شود چرا که تله‌های چسبنده موجب شکار ماده‌ها در زمان استراحت و تخم گذاری شده و در نتیجه این امکان فراهم می‌شود تا شناسایی مستقیم بالغین آئدس جهت برآورد جمعیت به آسانی میسر باشد(۱۱۹).

۶-۳- اجرای برنامه‌های کنترل تلفیقی پشه های آئدس

در گام اول، پیاده‌سازی و اجرای برنامه‌های کنترل تلفیقی پشه‌های آئدس می‌بایست با توجه به گونه‌ی هدف، ویژگی‌های رفتاری و اکولوژیک گونه مورد نظر و نگرانی‌های بهداشتی ناشی از آن (اذیت و آزار پشه یا انتقال بیماری) انجام گیرد(۱۲۰). در مرحله بعد استفاده از حشره‌کش‌های مناسب در کنار حذف حداکثری زیستگاه‌های لاروی پشه ها به ویژه در مناطق و کانون‌های آلودگی توصیه می‌شود. این روش تلفیقی مبارزه در اروپا برای محدود کردن انتقال چرخه بیماری چیکونگونیا و دانگ توسط آئدس آلبوپیکتوس توصیه و به خوبی اجرا شده است(۱۲۲،۱۲۱). از سوی دیگر، هنگامی که هدف اصلی در یک برنامه تلفیقی رسیدن به کاهش میان مدت یا طولانی مدت جمعیت پشه‌ها به منظور کاهش نرخ گزش و خطر شیوع آربویروس‌ها باشد، انتخاب زمان و روش مناسب بسیار حائز اهمیت است. به عنوان مثال، روش‌هایی نظیر اسپری کردن حشره‌کش‌ها برای کاهش سریع پشه‌ها در تراکم بالا موثر است در حالی که استفاده از تکنیک نر عقیمی معمولا در کنترل جمعیت‌ها در تراکم پایین‌تر قابل توصیه است(۱۲۳،۱۱۶). به طور کلی موفقیت برنامه‌های

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-24]

کنترل تلفیقی پشه‌های آئدس متکی بر همکاری میان کلیه ذینفعان، تصمیم‌گیران سیاسی، مقامات دولتی، محققین و عموم مردم است(۱۲۰).

اگرچه در میان روش‌های مختلف کنترل آئدس اجیپتی و آئدس آلبوپیکتوس روش‌های محیطی اولین و مهم‌ترین روش مدیریتی به شمار می‌رود؛ اما ذکر این نکته ضروری است که روش کنترل آئدس‌ها بستگی زیادی به شرایط محیطی منطقه، مرحله استقرار پشه‌ها و نیز فاز جمعیتی پشه‌ها و بیماری‌های ناشی از آن دارد. در هر حال توصیه می‌شود که پس از کاربرد روش‌های محیطی و در صورت عدم حصول نتایج رضایت بخش در خصوص کنترل آئدس‌ها، سایر روش‌های کنترلی استفاده شود چرا که کمبود هزینه‌های مالی و عدم مشارکت عموم جامعه، ممکن است اجرای روش‌های محیطی را با چالش جدی مواجه کند. در خصوص پیاده‌سازی و ارزیابی برنامه‌های کنترل پشه های آئدس از طریق روش‌های مختلف، به ویژه کنترل تلفیقی، انجام مطالعات آزمایشگاهی، نیمه صحرایی و میدانی دارای اهمیت فراوان است. این کار به عنوان یک قاعده کلی، مستلزم دخالت و هماهنگی مقامات محلی، شرکای خصوصی و عموم جامعه است. بنابراین سطح بالای همکاری‌های عمومی از ابتدای برنامه‌های کنترل آئدس ضروری است و تنها با حمایت مداوم مقامات محلی و عموم مردم می‌تواند یک اثر طولانی مدت به‌دست آورد.

سپاسگزاری

از معاونت محترم تحقیقات و فن‌آوری دانشگاه علوم پزشکی مازندران برای حمایت مالی از این تحقیق در قالب طرح تحقیقاتی شماره ۳۲۱۰ تشکر می‌شود.

References

1. Medlock JM, Hansford KM, Schaffner F, Versteirt V, Hendrickx G, Zeller H, etal. A review of the invasive mosquitoes in Europe: ecology, public health risks, and control options. Vector Borne Zoonotic Dis 2012; 12(6): 435-447.
2. Schaffner F, Medlock J, Van Bortel. Public health significance of invasive mosquitoes in Europe. Clin Microbiol Infect 2013; 19(8): 685-692.
3. Dowling Z, Armbruster P, LaDeau SL, DeCotiis M, Mottley J, Leisnham PT. Linking mosquito infestation to resident socioeconomic status, knowledge, and source reduction practices in suburban Washington, DC. Ecohealth 2013; 10(1): 36-47.
4. Weeratunga P, Rodrigo C, Fernando SD, Rajapakse S. Control methods for Aedes albopictus and Aedes aegypti. Cochrane Database of Syst Rev 2017; 2017(8): CD012759.
5. Tedjou AN, Kamgang B, Yougang AP, Wilson-Bahun TA, Njiokou F, Wondji CS. Patterns of Ecological Adaptation of Aedes aegypti and Aedes albopictus and Stegomyia Indices Highlight the Potential Risk of Arbovirus Transmission in Yaoundé, the Capital City of Cameroon. Pathogens 2020; 9(6): 491.
6. European Centre for Disease Prevention and Control(ECDC). Vector control with a focus on Aedes aegypti and Aedes albopictus mosquitoes: literature review and analysis of information. Stockholm: ECDC, 2017. Available from: https://ecdc.europa.eu/sites/portal/files/documents/Vector-control-Aedes-aegypti-Aedes-albopictus.pdf.
7. DGS. Instruction no DGS/RI1/2015/125 du 16 avril 2015 mettant à jour le guide relatif aux modalités de mise en oeuvre du plan anti-dissémination du Chikungunya et de la

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-24]

Dengue en métropole [Directive no DGS/ RI1 /2015/125 of 16 April 2015 updating the guide on the implementation of the anti-spreading plan for Chikungunya and Dengue fever in metropolitan France]. Paris: 2015.

8. Sivanathan MM. The ecology and biology of Aedes aegypti(L.) and Aedes albopictus (Skuse) (Diptera: Culicidae) and the resistance status of Aedes albopictus (field strain) against organophosphates in Penang, Malaysia 2006.
9. de Oliveira SR, Caleffe RRT, Conte H. Chemical control of Aedes aegypti: a review on effects on the environment and human health. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental 2017; 21(3): 240-247.
10. Reiter P. Aedes albopictus and the world trade in used tires, 1988-1995: the shape of things to come? Journal of the American Mosquito Control Association 1998; 14(1): 83-94.
11. Caminade C, Medlock JM, Ducheyne E, McIntyre KM, Leach S, Baylis M, et al. Suitability of European climate for the Asian tiger mosquito Aedes albopictus: recent trends and future scenarios. Journal of the Royal Society Interface 2012; 9(75): 2708-2717.
12. Ganushkina LA, Patraman IV, Rezza G, Migliorini L,Litvinov SK,Sergiev VP.Detection of Aedes aegypti, Aedes albopictus, and Aedes koreicus in the Area of Sochi, Russia. Vector-borne and Zoonotic Diseases 2016; 16(1): 58-60.
13. Zeng Z, Zhan J, Chen L, Chen H, Cheng S. Global, regional, and national dengue burden from 1990 to 2017: A systematic analysis based on the global burden of disease study 2017. EClinical Medicine 2021; 32: 100712.
14. Dengue and severe dengue-WHO: World Health Organization; 2021.
15. Organization WH. Chikungunya 2020 [Available from: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/chikungunya.
16. Bacha HA, Johanson GH. Yellow fever. Revista da Associação Médica Brasileira 2017; 63(4): 291-292
17. WHO. Zika virus disease [Available from: https://www.who.int/health-topics/zika-virus-disease#tab=tab_1.
18. Nelson C, Mrozowich T, Gemmill DL, Park SM, Patel TR. Human DDX3X Unwinds Japanese Encephalitis and Zika Viral 5′ Terminal Regions. Int J Mol Sci 2021; 22(1): 413.
19. Staples JE, Breiman RF, Powers AM. Chikungunya fever: an epidemiological review of a re-emerging infectious disease. Clinical infectious Diseases 2009; 49(6): 942-948.
20. Obtel M, Malik MR, Nguyen TMN, Buliva E, Elkhobby A, Salim SA, et al. Enhancing surveillance for early detection of Zika virus infection: strategies for the countries of Eastern Mediterranean Region. East Mediterr Health J 2019; 25(1): 58-65.
21. Koenraadt CJ, Spitzen J, Takken W. Innovative strategies for vector control: progress in the global vector control response: Wageningen Academic Publishers; 2021.
22. Organization WH. Global vector control response: progress in planning and implementation. 2020.
23. Guidelines for vector control needs assessment. Cairo EWROftEM.
24. Organization WH, UNICEF. Framework for a national vector control needs assessment. World Health Organization; 2017.
25. Organization WH. Regional plan of action 2019-2023 for implementation of the global vector control response 2017-2030. World

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-24]

Health Organization. Regional Office for the Eastern Mediterranean; 2019.
26. Organization WH, UNICEF. Global vector control response 2017-2030. 2017.
27. Organization WH. Handbook for integrated vector management:World Health Organization; 2012.
28. van den Berg H, Velayudhan R, Ejov M. Regional framework for surveillance and control of invasive mosquito vectors and re-emerging vector-borne diseases 2014-2020: World Health Organization, Regional Office for Europe; 2013.
29. de Gentile L. Protection personnelle antivectorielle: IRD éditions; 2012.
30. Debboun M, Strickman D. Insect repellents and associated personal protection for a reduction in human disease. Med Vet Entomol 2013; 27(1): 1-9.
31. Banks S, Murray N, WILDER- SMITH A, Logan JG. Insecticide- treated clothes for the control of vector- borne diseases: a review on effectiveness and safety. Med Vet Entomol 2014; 28(Suppl 1): 14-25.
32. Lindsay SW, Wilson A, Golding N, Scott TW, Takken W. Improving the built environment in urban areas to control Aedes aegypti-borne diseases. Bull World Health Organ 2017; 95(8): 607-608.
33. Zaim M, Enayati AA, Sedaghat MM, Gouya MM. Guide to prevention and control of Aedes aegypti and Aedes albopictus in Iran (In Farsi). Mazandaran University of Medical Sciences 2020.
34. DGS. Guide relatif aux modalités de mise en oeuvre du plan anti-dissémination du Chikungunya et de la Dengue en métropole [Guide to the implementation of the anti-spread of chikungunya and Dengue plan in metropolitan France]. Paris: 2013. Available from: http://socialsante.gouv.fr/IMG/pdf/Guide_annexe_a_l_instruction_DGS_RI_2013.pdf.
35. CNEV. La mobilisation sociale contre Aedes albopictus: cléments pour la définition d'une stratégie [Social mobilization against Aedes albopictus: elements for defining a strategy]. Montpellier: 2016.
36. Zaim M, Enayati A, Sedaghat M. A practical guide to controlling vectors of dengue, chikungunya and zika diseases: Ministry of Health and Medical Education, Deputy Minister of Health, Center for Infectious Diseases Management; 2019. (In Persian).
37. Sarwar M. Stopping breeding of dengue virus spreader Aedes mosquitoes (Diptera: Culicidae) with environmental modifications. International Journal of Bioinformatics and Biomedical Engineering 2015; 1(2): 169-174.
38. Organization WH, Research SPf, Diseases TiT, Diseases WHODoCoNT, Epidemic WHO, Alert P. Dengue: guidelines for diagnosis, treatment, prevention and control: World Health Organization; 2009.
39. Deblauwe I, Sohier C, Schaffner F, Rakotoarivony LM, Coosemans M. Implementation of surveillance of invasive mosquitoes in Belgium according to the ECDC guidelines. Parasites & Vectors 2014; 7(1): 201.
40. Tomasello D, Schlagenhauf P. Chikungunya and dengue autochthonous cases in Europe, 2007–2012. Travel Med Infect Dis 2013; 11(5): 274-284.
41. Fonseca DM, Unlu I, Crepeau T, Farajollahi A, Healy SP, Bartlett- Healy K, et al. Area-wide management of Aedes albopictus. Part 2: Gauging the efficacy of traditional integrated pest control measures against urban container mosquitoes. Pest Manag Sci 2013; 69(12): 1351-1361.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-24]

42. Carrieri M, Angelini P, Venturelli C, Maccagnani B, Bellini R. Aedes albopictus (Diptera: Culicidae) population size survey in the 2007 Chikungunya outbreak area in Italy. I. Characterization of breeding sites and evaluation of sampling methodologies. J Med Entomol 2011; 48(6): 1214-1225.
43. Mangudo C, Aparicio JP, Gleiser RM. Tree holes as larval habitats for Aedes aegypti in urban, suburban and forest habitats in a dengue affected area. Bull Entomol Res 2015; 105(6): 679-684.
44. Schaffner F, Bellini R, Petrić D, Scholte E-J, Zeller H, Rakotoarivony LM. Development of guidelines for the surveillance of invasive mosquitoes in Europe. Parasites & Vectors 2013; 6(1): 209.
45. Unlu I, Faraji A, Indelicato N, Fonseca DM. The hidden world of Asian tiger mosquitoes: immature Aedes albopictus (Skuse) dominate in rainwater corrugated extension spouts. Transactions of The Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene 2014; 108(11): 699-705.
46. Boyer S, Foray C, Dehecq J-S. Spatial and temporal heterogeneities of Aedes albopictus density in La Reunion Island: rise and weakness of entomological indices. PLoS One 2014; 9(3):e 91170.
47. Maciel-de-Freitas R, Lourenço-de-Oliveira R. Does targeting key-containers effectively reduce Aedes aegypti population density? Trop Med Int Health 2011; 16(8): 965-973.
48. Ocampo CB, Mina NJ, Carabalí M, Alexander N, Osorio L. Reduction in dengue cases observed during mass control of Aedes (Stegomyia) in street catch basins in an endemic urban area in Colombia. Acta Trop 2014; 132: 15-22.
49. Baldacchino F, Caputo B, Chandre F, Drago A, della Torre A, Montarsi F, et al. Control methods against invasive Aedes mosquitoes in Europe: a review. Pest Manag Sci 2015; 71(11): 1471-1485.
50. Surveillance and control of Aedes aegypti and Aedes albopictus in the United States. Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta, GA. 2016: 16.
51. Organization WH. Vector surveillance and control. WHO Dengue haemorrhagic fever: diagnosis, treatment, prevention and control 2nd ed Geneva: WHO. 1997: 48.
52. Vontas J, Kioulos E, Pavlidi N, Morou E, Della Torre A, Ranson H. Insecticide resistance in the major dengue vectors Aedes albopictus and Aedes aegypti. Pesticide Biochemistry and Physiology 2012; 104(2): 126-131.
53. Pethuan S, Jirakanjanakit N, Saengtharatip S, Chareonviriyaphap T, Kaewpa D, Rongnoparut P. Biochemical studies of insecticide resistance in Aedes (Stegomyia) aegypti and Aedes (Stegomyia) albopictus (Diptera: Culicidae) in Thailand. Trop Biomed 2007; 24(1): 7-15.
54. Mackay AJ, Amador M, Barrera R. An improved autocidal gravid ovitrap for the control and surveillance of Aedes aegypti. Parasites & Vectors 2013; 6(1): 225.
55. Degener C, Eiras A, Azara T, Roque R, Rösner S, Codeço C, et al. Evaluation of the effectiveness of mass trapping with BG-sentinel traps for dengue vector control: a cluster randomized controlled trial in Manaus, Brazil. J Med Entomol 2014; 51(2): 408-420.
56. Organization WH. Efficacy-testing of traps for control of Aedes spp. mosquito vectors. World Health Organization; 2018.
57. Rohde BB, Staunton KM, Zeak NC, Beebe N, Snoad N, Bondarenco A, et al. Waterproof, low-cost, long-battery-life sound trap for surveillance of male Aedes aegypti for rear-

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-24]

and-release mosquito control programmes. Parasites & Vectors 2019; 12(1): 417.

58. Eiras AE, Buhagiar TS, Ritchie SA. Development of the Gravid Aedes Trap for the capture of adult female container–exploiting mosquitoes (Diptera: Culicidae). J Med Entomol 2014; 51(1): 200-209.
59. Zeichner BC, Debboun M. The lethal ovitrap: a response to the resurgence of dengue and chikungunya. US Army Med Dep J 2011.
60. de Santos EMM, de Melo-Santos MAV, de Oliveira CMF, Correia JC, de Albuquerque CMR. Evaluation of a sticky trap (AedesTraP), made from disposable plastic bottles, as a monitoring tool for Aedes aegypti populations. Parasites & Vectors 2012; 5(1): 195.
61. Ázara TMFd, Degener CM, Roque RA, Ohly JJ, Geier M, Eiras ÁE. The impact of CO2 on collection of Aedes aegypti (Linnaeus) and Culex quinquefasciatus Say by BG-Sentinel (R) traps in Manaus, Brazil. Mem Inst Oswaldo Cruz 2013; 108(2): 229-232.
62. Englbrecht C, Gordon S, Venturelli C, Rose A, Geier M. Evaluation of BG-Sentinel trap as a management tool to reduce Aedes albopictus nuisance in an urban environment in Italy. J Am Mosq Control Assoc 2015; 31(1): 16-25.
63. Couret J, Notarangelo M, Veera S, LeClaire-Conway N, Ginsberg HS, LeBrun RL. Biological control of Aedes mosquito larvae with carnivorous aquatic plant, Utricularia macrorhiza. Parasites & Vectors 2020; 13: 1-11.
64. Marina CF, Bond JG, Casas M, Muñoz J, Orozco A, Valle J, et al. Spinosad as an effective larvicide for control of Aedes albopictus and Aedes aegypti, vectors of dengue in southern Mexico. Pest Manag Sci 2011; 67(1): 114-121.
65. Huang Y-JS, Higgs S, Vanlandingham DL. Biological control strategies for mosquito vectors of arboviruses. Insects 2017;8(1):21.
66. Trpis M. Interaction between the predator Toxorhynchites brevipalpis and its prey Aedes aegypti. Bull World Health Organ 1973; 49(4): 359-365.
67. Jafari A, Enayati A, Jafari F, Haghi FM, Hosseini-Vasoukolaei N, Sadeghnezhad R, et al. A narrative review of the control of mosquitoes by Larvivorous fish in Iran and the world. Iran J Health Sci 2019; 7(2): 49-60.
68. Singaravelu G, Mahalingam S, Bharathi KJ. Predatory efficiency of larvivorous fish, Gambusia affinis on the mosquito larvae of Aedes aegypti and Anopheles stephensi. Current Science 1997; 72(7): 512-514.
69. Martinez-Ibarra J, Guillén YG, Arredondo-Jimenez J, Rodriguez-Lopez M. Indigenous fish species for the control of Aedes aegypti in water storage tanks in Southern Mexico. BioControl 2002; 47(4): 481-486.
70. de Góes Cavalcanti LP, de Paula Júnior FJ, Pontes RJS, Heukelbach J, de Oliveira Lima JW. Survival of larvivorous fish used for biological control of Aedes aegypti larvae in domestic containers with different chlorine concentrations. J Med Entomol 2009; 46(4): 841-844.
71. Ranathunge T, Kusumawathie P, Abeyewickreme W, Udayanga L, Fernando T, Hapugoda M. Biocontrol potential of six locally available fish species as predators of Aedes aegypti in Sri Lanka. Biological Control 2021; 160: 104638.
72. Marten GG. Elimination of Aedes albopictus from tire piles by introducing Macrocyclops albidus (Copepoda, Cyclopidae). J Am Mosq Control Assoc 1990; 6(4): 689-693.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-24]

73. Ment D, Churchill AC, Gindin G, Belausov E, Glazer I, Rehner SA, et al. Resistant ticks inhibit Metarhizium infection prior to haemocoel invasion by reducing fungal viability on the cuticle surface. Environ Microbiol 2012; 14(6): 1570-1583.
74. Marten GG, Reid JW. Cyclopoid copepods. J Am Mosq Control Assoc 2007; 23(2 Suppl): 65-92
75. Muspratt J. Destruction of the larvae of Anopheles gambiae Giles by a Coelomomyces fungus. Bull World Health Organ 1963; 29(1): 81-86.
76. Scholte E-J, Takken W, Knols BG. Infection of adult Aedes aegypti and Ae. albopictus mosquitoes with the entomopathogenic fungus Metarhizium anisopliae. Acta Trop 2007; 102(3): 151-158.
77. Darbro JM, Johnson PH, Thomas MB, Ritchie SA, Kay BH, Ryan PA. Effects of Beauveria bassiana on survival, blood-feeding success, and fecundity of Aedes aegypti in laboratory and semi-field conditions. Am J Trop Med Hyg 2012; 86(4): 656-664.
78. Baldacchino F, Bruno M, Visentin P, Blondel K, Arnoldi D, Hauffe H, et al. Predation efficiency of copepods against the new invasive mosquito species Aedes koreicus (Diptera: Culicidae) in Italy. The European Zoological Journal 2017; 84(1): 43-48.
79. Sousa N, Lobo L, Rodrigues J, Luz C. New insights on the effectiveness of M etarhizium anisopliae formulation and application against A edes aegypti eggs. Lett Appl Microbiol 2013; 57(3): 193-199.
80. de Melo-Santos MAV, de Araújo AP, Rios EMM, Regis L. Long lasting persistence of Bacillus thuringiensis serovar. israelensis larvicidal activity in Aedes aegypti (Diptera: Culicidae) breeding places is associated to bacteria recycling. Biological Control 2009; 49(2): 186-191.
81. Guidi V, Lehner A, Lüthy P, Tonolla M. Dynamics of Bacillus thuringiensis var. israelensis and Lysinibacillus sphaericus spores in urban catch basins after simultaneous application against mosquito larvae. PloS One 2013; 8(2): e55658.
82. Boyce R, Lenhart A, Kroeger A, Velayudhan R, Roberts B, Horstick O. Bacillus thuringiensis israelensis (B ti) for the control of dengue vectors: systematic literature review. Trop Med Int Health 2013; 18(5): 564-577.
83. Mulla MS, Thavara U, Tawatsin A, Chomposri J, Su T. Emergence of resistance and resistance management in field populations of tropical Culex quinquefasciatus to the microbial control agent Bacillus sphaericus. J Am Mosq Control Assoc 2003; 19(1): 39-46.
84. Lagadic L, Roucaute M, Caquet T. Bti sprays do not adversely affect non-target aquatic invertebrates in F rench A tlantic coastal wetlands. Journal of Applied Ecology 2014; 51(1): 102-113.
85. Lam PH, Boon CS, Yng NY, Benjamin S. Aedes albopictus control with spray application of Bacillus thuringiensis israelensis, strain AM 65-52. Southeast Asian J Trop Med Public Health 2010; 41(5): 1071-1081.
86. Ashjaei Z, Talaei-Hassanloui R, Khorramnejad A, Talebi Jahromi K. Optimizing suspensibility, stability and virulence of commercial products of Bacillus thuringiensis. Iranian Journal of Plant Protection Science 2021; 52(1): 81-89.
87. de Oliveira JL, Fraceto LF, Bravo A, Polanczyk RA. Encapsulation Strategies for Bacillus thuringiensis: From Now to the Future. J Agric Food Chem 2021; 69(16): 4564-4577.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-24]

88. Tamez-Guerra P, McGuire MR, Behle RW, Shasha BS, Galn Wong LJ. Assessment of microencapsulated formulations for improved residual activity of Bacillus thuringiensis. J Econ Entomol 2000; 93(2): 219-225.
89. Rodcharoen J, Mulla M. Cross-resistance to Bacillus sphaericus strains in Culex quinquefasciatus. J Am Mosq Control Assoc 1996; 12(2 Pt 1): 247-250.
90. Poopathi S, Mani T, Rao D, Baskaran G, Kabilan L. Cross-resistance to Bacillus sphaericus strains in Culex quinquefasciatus resistant to B. sphaericus 1593M. Southeast Asian J Trop Med Public Health 1999; 30(3): 477-481.
91. Nielsen-Leroux C, Pasquier F, Charles J-F, SinÈGre G, Gaven B, Pasteur N. Resistance to Bacillus sphaericus involves different mechanisms in Culex pipiens (Diptera: Culicidae) larvae. J Med Entomol 1997; 34(3): 321-327.
92. Fernández-Chapa D, Luna-Olvera HA, Ramirez-Villalobos J, Rojas-Verde G, Arévalo-Niño K, Galán-Wong LJ. Viability and reconstitution of delta-endotoxins from Bacillus thuringiensis var. israelensis extracts after forty years of storage against Aedes aegypti (Diptera: Culicidae). Egyptian Journal of Biological Pest Control 2021; 31(1): 1-7.
93. Hertlein MB, Mavrotas C, Jousseaume C, Lysandrou M, Thompson GD, Jany W, etal. A review of spinosad as a natural product for larval mosquito control. J Am Mosq Control Assoc 2010; 26(1): 67-87.
94. Organization WH. Spinosad DT in drinking-water: use for vector control in drinking-water sources and containers. Geneva: World Health Organization. 2010.
95. Liu H, Cupp EW, Guo A, Liu N. Insecticide resistance in Alabama and Florida mosquito strains of Aedes albopictus. J Med Entomol 2004; 41(5): 946-952.
96. Darriet F, Duchon S, Hougard JM. Spinosad: a new larvicide against insecticide-resistant mosquito larvae. J Am Mosq Control Assoc 2005; 21(4): 495-496.
97. Marcombe S, Darriet F, Agnew P, Etienne M, Yp-Tcha M-M, Yébakima A, et al. Field efficacy of new larvicide products for control of multi-resistant Aedes aegypti populations in Martinique (French West Indies). Am J Trop Med Hyg 2011; 84(1): 118-126.
98. Bond J, Marina C, Williams T. The naturally derived insecticide spinosad is highly toxic to Aedes and Anopheles mosquito larvae. Med Vet Entomol 2004; 18(1): 50-56.
99. McGraw EA, O'neill SL. Beyond insecticides: new thinking on an ancient problem. Nat Rev Microbiol 2013; 11(3): 181-193.
100. Hertig M, Wolbach SB. Studies on rickettsia-like micro-organisms in insects. J Med Res 1924; 44(3): 329-374.7.
101. Murray JV, Jansen CC, De Barro P. Risk associated with the release of Wolbachia-infected Aedes aegypti mosquitoes into the environment in an effort to control dengue. Front Public Health 2016; 4: 43.
102. Iturbe-Ormaetxe I, Walker T, O'Neill SL. Wolbachia and the biological control of mosquito- borne disease. EMBO Rep 2011; 12(6): 508-518.
103. Yen P-S, Failloux A-B. A Review: Wolbachia-Based Population Replacement for Mosquito Control Shares Common Points with Genetically Modified Control Approaches. Pathogens 2020; 9(5): 404.
104. Bourtzis K, Dobson SL, Xi Z, Rasgon JL, Calvitti M, Moreira LA, et al. Harnessing mosquito–Wolbachia symbiosis for vector

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-24]

and disease control. Acta Trop 2014; 132: S150-S163.

105. Dias CN, Moraes DFC. Essential oils and their compounds as Aedes aegypti L. (Diptera: Culicidae) larvicides. Parasitol Res 2014; 113(2): 565-592.
106. Maheswaran R, Ignacimuthu S. A novel herbal formulation against dengue vector mosquitoes Aedes aegypti and Aedes albopictus. Parasitol Res 2012; 110(5): 1801-1813.
107. Mikami A, Yamashita N. The inhibitory effects of a neem formulation on emergence of Ochlerotatus japonicus and Culex pipiens pallens. Medical Entomology and Zoology 2004; 55(3): 239-242.
108. Olson KE, Alphey L, Carlson JO, James AA. Genetic approaches in Aedes aegypti for control of dengue: an overview. Frontis 2005: 77-87.
109. Oxitec. Draft Environmental Assessment for Investigational Use of Aedes aegypti OX513A. Oxitec Ltd., 71 Innovation Drive, Milton Park, Oxfordshire, OX14 4RQ UK. https://www.fda.gov/files/animal%20&%20veterinary/published/Oxitec-Mosquito---Draft-Environmental-Assessment.pdf. 2016:1-140.
110. Pérez DR. Draft Environmental Assessment and Preliminary Finding of No Significant Im-pact Concerning Investigational Use of Oxitec OX513A Mosquitoes. 2016.
111. Alto BW, Civana A, Wiggins K, Eastmond B, Shin D. Effect of Oral Infection of Mayaro Virus on Fitness Correlates and Expression of Immune Related Genes in Aedes aegypti. Viruses 2020; 12(7): 719.
112. Serrato I, Caicedo P, Orobio Y, Lowenberger C, Ocampo C. Vector competence and innate immune responses to dengue virus infection in selected laboratory and field- collected Stegomyia aegypti (=Aedes aegypti). Med Vet Entomol 2017; 31(3): 312-319.
113. Alphey L, Benedict M, Bellini R, Clark GG, Dame DA, Service MW, et al. Sterile-insect methods for control of mosquito-borne diseases: an analysis. Vector Borne Zoonotic Dis 2010; 10(3): 295-311.
114. Bellini R, Calvitti M, Medici A, Carrieri M, Celli G, Maini S. Use of the sterile insect technique against Aedes albopictus in Italy: first results of a pilot trial. Area-wide control of insect pests: Springer; 2007: 505-515.
115. Kittayapong P, Ninphanomchai S, Limohpasmanee W, Chansang C, Chansang U, Mongkalangoon P. Combined sterile insect technique and incompatible insect technique: The first proof-of-concept to suppress Aedes aegypti vector populations in semi-rural settings in Thailand. PLoS Negl Trop Dis 2019; 13(10): e0007771.
116. Iyaloo DP, Elahee KB, Bheecarry A, Lees RS. Guidelines to site selection for population surveillance and mosquito control trials: A case study from Mauritius. Acta Trop 2014; 132: S140-S149.
117. Unlu I, Farajollahi A, Healy SP, Crepeau T, Bartlett-Healy K, Williges E, et al. Area-wide management of Aedes albopictus: choice of study sites based on geospatial characteristics, socioeconomic factors and mosquito populations. Pest Manag Sci 2011; 67(8): 965-974.
118. Petrić D, Bellini R, Scholte E-J, Rakotoarivony LM, Schaffner F. Monitoring population and environmental parameters of invasive mosquito species in Europe. Parasites & Vectors 2014; 7(1): 187.
119. Facchinelli L, Koenraadt CJ, Fanello C, Kijchalao U, Valerio L, Jones JW, et al. Evaluation of a sticky trap for collecting Aedes (Stegomyia) adults in a dengue-

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-24]

endemic area in Thailand. Am J Trop Med Hyg 2008; 78(6): 904-909.

120. Becker N, Petric D, Zgomba M, Boase C, Madon M, Dahl C, et al. Mosquitoes and their control: Springer Science & Business Media; 2010.
121. La Ruche G, Souarès Y, Armengaud A, Peloux-Petiot F, Delaunay P, Desprès P, et al. First two autochthonous dengue virus infections in metropolitan France, September 2010. Euro Surveill 2010; 15(39): 19676.
122. Poletti P, Messeri G, Ajelli M, Vallorani R, Rizzo C, Merler S. Transmission potential of chikungunya virus and control measures: the case of Italy. PloS One 2011; 6(5): e18860.
123. Caputo B, Ienco A, Manica M, Petrarca V, Rosà R, Della Torre A. New adhesive traps to monitor urban mosquitoes with a case study to assess the efficacy of insecticide control strategies in temperate areas. Parasites & Vectors 2015; 8(1): 134.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-24]