

درس‌های جهانی برای کنترل آندس در ایران در عصر تغییر اقلیم: یک خلاصه سیاستی

سید آریا نژادقادی¹، رسول ابراهیمی¹، محمد خلیلی²، علی اکبر حقدوست³، عباس آقایی افشار⁴، حمید شریفی¹

1. مرکز تحقیقات مراقبت اچ‌آی‌وی و بیماری‌های آمیزشی، مرکز همکار سازمان جهانی بهداشت در مراقبت اچ‌آی‌وی، پژوهشکده

آینده پژوهی در سلامت، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران

2. گروه پاتوبیولوژی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

3. مرکز تحقیقات مدلسازی در سلامت، پژوهشکده آینده پژوهی در سلامت، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران

4. مرکز تحقیقات بیماری‌های عفونی و گرمسیری، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران

نویسنده مسئول: دکتر حمید شریفی

آدرس: مرکز تحقیقات مراقبت اچ‌آی‌وی و بیماری‌های آمیزشی، مرکز همکار سازمان جهانی بهداشت در مراقبت اچ‌آی‌وی، پژوهشکده

آینده پژوهی در سلامت، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران

ایمیل: sharifihami@gmail.com

چکیده

پشه‌های آئدس از مهم‌ترین ناقلین بیماری‌های ویروسی مانند تب دنگی، زیکا، تب زرد و چیکونگونیا هستند و بار قابل توجهی بر سلامت جهانی دارند. تغییرات اقلیمی، شهرنشینی و افزایش جابه‌جایی جمعیت موجب گسترش جغرافیایی این ناقلین شده است. با توجه به نبود درمان اختصاصی مؤثر و محدودیت واکسن‌ها، کنترل ناقلین همچنان اصلی‌ترین راهبرد پیشگیری محسوب می‌شود. این مطالعه به‌صورت مرور سیاستی شواهد بین‌المللی و دستورالعمل‌های ملی کنترل آئدس در کشورهای مختلف انجام شد. داده‌ها از مطالعات منتشرشده در منابع علمی معتبر استخراج و در قالب راهبردهای کنترل، نظام‌های مراقبت و مداخلات نوین تحلیل شدند. یافته‌ها نشان داد که اغلب کشورها از رویکرد مدیریت تلفیقی ناقلین استفاده می‌کنند که شامل پایش لاروی و بالغ، کنترل محیطی، آموزش جامعه و مداخلات شیمیایی و زیستی است. استفاده از فناوری‌های نوین مانند مدل‌سازی پیش‌بینی در برخی کشورها منجر به کاهش قابل توجه موارد بیماری شده است. با این حال، وابستگی بیش از حد به پایش لاروی، ضعف در پایش پشه بالغ و نبود یکپارچگی داده‌ها از چالش‌های مهم است. کنترل پایدار بیماری‌های منتقله از طریق پشه آئدس نیازمند رویکردی داده‌محور، چندبخشی و مبتنی بر مشارکت جامعه است و تقویت نظام مراقبت و همکاری بین‌بخشی برای پیشگیری از طغیان‌های آینده ضروری است.

واژه‌های کلیدی: پشه آئدس؛ تب دنگی؛ بیماری‌های منتقله از ناقل؛ نظام مراقبت و هشدار سریع؛ مشارکت اجتماعی

Global Lessons for Aedes Control in Iran in the Era of Climate Change: A Policy Brief

**Seyed Aria Nejadghaderi¹, Rasoul Ebrahimi¹, Mohammad Khalili², AliAkbar Haghdoost³,
Abbas Aghaei-Afshar⁴, Hamid Sharifi¹**

1. HIV/STI Surveillance Research Center, and WHO Collaborating Center for HIV Surveillance, Institute for Futures Studies in Health, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran
2. Department of Pathobiology, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran
3. Modeling in Health Research Center, Institute for Futures Studies in Health, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran
4. Research Center of Tropical and Infectious Diseases, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran.

Corresponding author: Hamid Sharifi, HIV/STI Surveillance Research Center, and WHO Collaborating Center for HIV Surveillance, Institute for Futures Studies in Health, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran

Email: sharifihami@gmail.com

Abstract

Aedes mosquitoes are among the most important vectors of viral diseases such as dengue, Zika, yellow fever, and chikungunya, imposing a substantial global health burden. Climate change, urbanization, and increased population mobility have contributed to the geographic expansion of these vectors. Given the absence of effective specific treatments and the limitations of available vaccines, vector control remains the primary prevention strategy. This study was conducted as a policy review of international evidence and national guidelines for *Aedes* control across different countries. Data were extracted from published studies in reputable scientific sources and analyzed within the framework of control strategies, surveillance systems, and innovative interventions. The findings showed that most countries adopt an integrated vector management approach, including larval and adult surveillance, environmental control, community education, and chemical and biological interventions. The use of novel technologies such as predictive modeling in some countries has led to a significant reduction in disease incidence. However, excessive reliance on larval surveillance, weaknesses in adult mosquito monitoring, and a lack of data integration remain important challenges. Sustainable control of *Aedes*-borne diseases requires a data-driven, multisectoral, and community-engaged approach, and strengthening surveillance systems and intersectoral collaboration is essential for preventing future outbreaks.

Keywords: *Aedes* mosquito; dengue fever; vector-borne diseases; surveillance and early warning system; community engagement.

Introduction

Mosquitoes of the genus *Aedes* are among the most important vectors of arthropod-borne viral diseases and play a major role in the transmission of illnesses such as dengue fever, Zika, yellow

fever, and chikungunya. These diseases affect millions of people worldwide each year and impose a substantial burden on health systems in terms of mortality, disability, and economic costs. The complex nature of *Aedes*-borne diseases necessitates that control and prevention strategies be comprehensive, multidimensional, and evidence-based in order to effectively prevent disease spread(1). The biological and behavioral characteristics of these mosquitoes—including their strong preference for feeding on humans, oviposition in small artificial containers, daytime activity, and highly efficient host-seeking ability—have enabled them to adapt successfully to urban environments. At the same time, the growing trend of urbanization, climate change, rising temperatures, and altered rainfall patterns has created more favorable conditions for the survival and proliferation of these vectors (2). The ability of these mosquitoes to transmit viruses depends on a capability known as “vector competence,” which refers to the mosquito’s ability to acquire, replicate, and transmit viruses to humans and is influenced by interactions between the virus and the mosquito's immune system.

Among *Aedes*-borne diseases, dengue fever is considered one of the most significant emerging public health threats. The disease is mainly prevalent in tropical and subtropical regions; however, in recent years, the risk of its spread to other parts of the world has also increased. Over the past four decades, dengue fever has had a considerable impact on global health and national economies and is now regarded as one of the fastest-spreading viral diseases worldwide(3). The dramatic increase in dengue incidence since the 1980s—particularly in Asia, South America, and the Caribbean—has largely been attributed to the simultaneous circulation of four distinct viral serotypes and the geographical expansion of mosquito vectors (4).

Currently, effective and specific therapeutic options for dengue fever remain limited, and existing vaccines are associated with certain constraints. Dengvaxia is the only vaccine approved in some

countries; however, the World Health Organization does not recommend its use in individuals without a prior history of dengue infection(5). Consequently, mosquito population control remains the most important and effective strategy for disease prevention. In this regard, the World Health Organization has developed a framework to assist countries in reviewing and strengthening their national vector control policies and programs(6).

Despite the increasing global burden of *Aedes*-borne diseases, important gaps remain in the evidence on the effectiveness of different control interventions across diverse geographical, economic, and social settings. Although numerous studies have examined localized vector control measures, comparative reviews that comprehensively analyze the experiences of different countries remain limited. Therefore, evaluating *Aedes* control policies and guidelines can help identify strengths, challenges, and potential pathways to improve national control programs.

Methods

This policy brief was developed based on a review of international evidence on the management and control of *Aedes* mosquitoes and the diseases they transmit. The reviewed studies examined strategies, guidelines, and successful experiences from various countries in vector control, dengue prevention, surveillance systems, community participation, and innovative interventions. Data were extracted from indexed scientific sources and included experiences from different countries.

Results

Effective control of *Aedes* mosquitoes and the diseases transmitted by them, particularly dengue, requires an integrated, multisectoral, and country-specific approach. In most countries, “Integrated Vector Management (IVM)” has been adopted as the primary policy framework. Alongside environmental management measures, countries have employed larval and adult mosquito

surveillance, community participation, public education, targeted chemical control, and, in some cases, innovative interventions such as *Wolbachia*, smart traps, and data-driven predictive models. However, significant gaps still remain, including excessive reliance on larval surveillance, weaknesses in adult mosquito monitoring, lack of coordination between entomological and clinical data, and the absence of sustainable intersectoral collaboration. In countries with more centralized, data-driven, and participatory systems, interventions have shown greater effectiveness. Therefore, the most successful models are those that simultaneously rely on accurate surveillance, rapid response, community engagement, and technological innovation.

Policy Recommendations

The first recommendation is the development and implementation of a comprehensive national program for the prevention and control of *Aedes*-borne diseases. This program should go beyond reactive and short-term measures and instead be designed as a medium- and long-term operational framework that clearly defines the responsibilities of each sector. The Ministry of Health should assume the leading role; however, the success of the program can only be ensured through the effective participation of municipalities, environmental protection agencies, ports and customs authorities, the Ministry of Energy, the education sector, the media, and local institutions. Experiences from successful countries demonstrate that *Aedes* control is not merely a health issue, but also an urban, environmental, social, and even commercial challenge.

The second priority is strengthening surveillance and early warning systems. In many countries, failure to conduct regular vector surveillance has resulted in delayed and costly interventions. Therefore, Iran should establish an integrated entomological and epidemiological surveillance system capable of consolidating data on mosquito density, climatic conditions, suspected and confirmed disease cases, and geographical risk patterns within a unified platform. Within this

framework, larval surveillance should continue but is not sufficient on its own. Adult mosquito surveillance—particularly in high-risk areas, ports, airports, transit centers, and southern cities—should be incorporated as a standard component of the national program. The use of effective traps, risk maps, and data-driven predictive models can facilitate the early identification of high-risk hotspots and support rapid decision-making.

The third recommendation is reducing dependence on chemical control and moving toward Integrated Vector Management (IVM). Insecticide spraying and larvicides may still be used during outbreaks or in targeted situations; however, reliance solely on these methods is not sustainable in the long term and increases the risk of insecticide resistance. Consequently, priority should be given to eliminating breeding sites, improving stagnant water management, upgrading sewage and drainage infrastructure, environmental sanitation, and controlling larval habitats. Chemical interventions should only be implemented based on defined thresholds, field evidence, and continuous resistance monitoring. This issue is particularly important in urban and densely populated areas.

The fourth recommendation is investing in community participation and public education. Nearly all successful experiences indicate that no control program can remain sustainable without public cooperation. Awareness campaigns should move beyond broad and temporary messaging and instead focus on specific and actionable behaviors, such as regularly emptying stagnant water, covering water storage containers, removing unused containers from yards and rooftops, properly managing discarded tires, and promptly reporting suspected cases. To maximize effectiveness, educational interventions should be tailored to different target groups. For example, residents of high-risk neighborhoods, school communities, municipal workers, warehouse owners, and transit facility operators require distinct and practical messages. In addition, the capacities of local

leaders, religious authorities, local councils, non-governmental organizations, and volunteer health groups should be utilized to strengthen community ownership of the program.

The fifth recommendation is strengthening intersectoral collaboration based on the “One Health” approach. Sustainable *Aedes* control can only be achieved when human health, urban management, environmental sanitation, climate change, population mobility, and even veterinary and ecological considerations are addressed simultaneously. Permanent national and provincial task forces with clearly defined mandates should therefore be established to coordinate prevention, surveillance, outbreak response, and performance evaluation activities. These task forces should remain active continuously rather than only during crises and should regularly report to high-level decision-making authorities. At the operational level, coordination with municipalities for waste management, with ports and customs authorities for monitoring high-risk imported goods such as used tires, and with healthcare facilities for the rapid reporting of suspected and confirmed cases is essential.

The sixth recommendation is the gradual adoption of effective and low-risk innovations. Experiences from countries such as Singapore, Indonesia, Australia, and several regions in Latin America indicate that technologies such as *Wolbachia*, sterile insects, auto-dissemination traps, and smart surveillance systems can contribute significantly to reducing vector populations and interrupting transmission chains. However, these technologies should be introduced progressively and accompanied by careful assessments of cost-effectiveness, operational feasibility, social acceptance, and environmental considerations. For Iran, conducting limited pilot projects in high-risk areas could represent an appropriate first step, provided that technical, legal, and communication capacities are simultaneously strengthened.

The seventh recommendation is improving the preparedness of the health system for diagnosis and clinical response. Although prevention remains the cornerstone of dengue control, delays in diagnosis and appropriate treatment can increase mortality. Therefore, physicians, nurses, and emergency personnel should receive enhanced training on warning signs, management of suspected cases, differential diagnosis of dengue from other febrile illnesses, and timely referral procedures. In high-risk areas, preparedness protocols, rapid referral pathways, and reserves of essential equipment for outbreak response should be established. At the same time, coordination between healthcare facilities and vector surveillance systems should be strengthened so that clinical reports can rapidly trigger field interventions.

The eighth recommendation is the development of data infrastructure and applied research. Control programs become more effective when they rely on up-to-date local evidence. Accordingly, a national database should be established to record human cases, entomological indicators, climatic data, and intervention outcomes. Such a database could support both operational decision-making and applied research. Support for field studies, risk modeling, insecticide resistance monitoring, and evaluations of innovative interventions should be prioritized by research centers and universities.

Finally, experiences from different countries demonstrate that successful *Aedes* control can only be achieved when prevention, surveillance, community participation, technological innovation, and multisectoral governance advance simultaneously. For Iran, the opportunity to prevent the widespread and permanent establishment of this vector still exists; however, this window of opportunity is limited and requires immediate, coordinated, and evidence-based action.

Conclusion

Diseases transmitted by *Aedes* mosquitoes, particularly dengue fever, have become major public health threats globally and regionally due to their rapid geographical expansion, climate change, increasing travel, and urbanization. A review of experiences from different countries demonstrates that the most successful control programs have been based on Integrated Vector Management (IVM), continuous surveillance, active community participation, intersectoral collaboration, and the use of innovative technologies and interventions. At the same time, excessive reliance on chemical methods, weaknesses in early warning systems, and the lack of effective coordination among sectors remain among the most significant challenges.

For Iran, given the risk of introduction and establishment of vector mosquitoes in certain regions of the country, adopting a preventive, data-driven, and “One Health”-based approach is essential. Strengthening surveillance systems, expanding public education, improving environmental management, and investing in technical and research capacities can play a critical role in preventing future outbreaks and reducing the burden of *Aedes*-borne diseases.

Acknowledgments

This policy brief was derived from a research project No. 403000324 approved by Kerman University of Medical Sciences. The authors would like to express their gratitude to the Center for Communicable Disease Management of the Ministry of Health and Medical Education for its financial support of this project.

Conflict of interest: The authors declare that they have no conflicts of interest.

Ethics approval: Not applicable.

Availability of data and materials: Not applicable.

Authors' Contribution

Conceptualization: AliAkbar Haghdoost, Abbas Aghaei-Afshar, Hamid Sharifi
Investigation: Seyed Aria Nejadghaderi, Rasoul Ebrahimi, Mohammad Khalili
Supervision: Hamid Sharifi

Validation: AliAkbar Haghdoost, Abbas Aghaei-Afshar, Hamid Sharifi
Writing–original draft: Seyed Aria Nejadghaderi, Rasoul Ebrahimi, Mohammad Khalili
Writing–review & editing: All Authors

پشه‌های جنس *آئدس* از مهم‌ترین ناقلین بیماری‌های ویروسی منتقله توسط بندپایان به شمار می‌روند و در انتقال بیماری‌هایی نظیر تب دنگی، زیکا، تب زرد و چیکونگونیا نقش اساسی دارند. این بیماری‌ها سالانه میلیون‌ها نفر را در سراسر جهان تحت تأثیر قرار داده و بار قابل‌توجهی از نظر مرگ‌ومیر، ناتوانی و هزینه‌های اقتصادی بر نظام‌های سلامت تحمیل می‌کنند. ماهیت پیچیده بیماری‌های منتقله توسط پشه‌های *آئدس* ایجاب می‌کند که راهبردهای کنترل و پیشگیری به‌صورت جامع، چندبعدی و مبتنی بر شواهد طراحی شوند تا بتوانند به‌طور مؤثر از گسترش بیماری جلوگیری کنند (۱). ویژگی‌های زیستی و رفتاری این پشه‌ها، از جمله تمایل زیاد به تغذیه از انسان، تخم‌گذاری در ظروف کوچک مصنوعی، فعالیت در ساعات روز و توانایی بالای جست‌وجوی میزبان، موجب شده است که این ناقلین سازگاری بالایی با محیط‌های شهری پیدا کنند. در عین حال، روند روبه‌رشد شهرنشینی، تغییرات اقلیمی، افزایش دما و تغییر الگوهای بارندگی نیز شرایط مطلوب‌تری برای بقا و تکثیر این پشه‌ها فراهم کرده است (۲). توان انتقال ویروس در این ناقلین به قابلیت موسوم به «صلاحیت ناقلی» وابسته است که به توانایی پشه در پذیرش، تکثیر و انتقال ویروس به انسان اشاره دارد و تحت تأثیر تعامل میان ویروس و سیستم ایمنی پشه قرار می‌گیرد.

در میان بیماری‌های منتقله توسط *آئدس*، تب دنگی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین تهدیدهای نوظهور سلامت عمومی مطرح است. این بیماری عمدتاً در مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری شایع است، اما در سال‌های اخیر خطر گسترش آن به سایر مناطق جهان نیز افزایش یافته است. طی چهار دهه گذشته، تب دنگی تأثیر قابل‌توجهی بر سلامت جهانی و اقتصاد کشورها داشته و امروزه یکی از سریع‌ترین بیماری‌های ویروسی در حال گسترش محسوب می‌شود (۳). افزایش چشمگیر بروز تب دنگی از دهه ۱۹۸۰ به بعد، به‌ویژه در آسیا، آمریکای جنوبی و حوزه کارائیب، عمدتاً به دلیل گردش هم‌زمان چهار سروتیپ مختلف ویروس و گسترش جغرافیایی ناقلین بوده است (۴).

در حال حاضر، گزینه‌های درمانی اختصاصی و مؤثر برای تب دنگی محدود است و واکسن‌های موجود نیز با محدودیت‌هایی همراه هستند. واکسن ██████████ تنها واکسن تأییدشده در برخی کشورها محسوب می‌شود، اما سازمان جهانی بهداشت استفاده از آن را در افراد فاقد سابقه ابتلا به دنگی توصیه نمی‌کند (۵). در نتیجه، کنترل جمعیت پشه‌ها همچنان مهم‌ترین و مؤثرترین راهبرد پیشگیری از بیماری به شمار می‌رود. در همین راستا، سازمان جهانی بهداشت برنامه‌ای را تدوین کرده است تا کشورها بتوانند بر اساس آن سیاست‌ها و برنامه‌های ملی خود را برای کنترل ناقلین بازبینی و تقویت کنند (۶).

با وجود رشد فزاینده بیماری‌های منتقله توسط آئدس در سطح جهان، همچنان شکاف‌هایی در شواهد مربوط به اثربخشی مداخلات مختلف کنترلی در بسترهای گوناگون جغرافیایی، اقتصادی و اجتماعی وجود دارد. هرچند مطالعات متعددی به بررسی اقدامات موضعی کنترل ناقل پرداخته‌اند، مرورهای تطبیقی که بتوانند تجربه کشورهای مختلف را به صورت یکپارچه تحلیل کنند، محدود هستند. بر همین اساس، بررسی سیاست‌ها و دستورالعمل‌های کنترل آئدس می‌تواند در شناسایی نقاط قوت، چالش‌ها و مسیرهای بهبود برنامه‌های ملی نقش مهمی ایفا کند.

روش اجرا

این یادداشت سیاستی بر اساس مرور شواهد بین‌المللی درباره مدیریت و کنترل پشه‌های آئدس و بیماری‌های منتقله توسط آن‌ها تدوین شده است. در این مطالعات، راهبردها، دستورالعمل‌ها و تجربیات موفق کشورهای مختلف در زمینه کنترل ناقل، پیشگیری از تب دنگی، نظام‌های مراقبت، مشارکت اجتماعی و مداخلات نوین مورد بررسی قرار گرفته‌اند. داده‌ها از منابع علمی نمایه‌شده استخراج شده و شامل تجارب کشورهای مختلف است.

نتایج

کنترل مؤثر پشه‌های آئدس و بیماری‌های منتقله توسط آن‌ها، به‌ویژه دنگی، نیازمند رویکردی تلفیقی، چندبخشی و سازگار با شرایط هر کشور است. در اغلب کشورها، «مدیریت تلفیقی ناقلین» به‌عنوان چارچوب اصلی سیاست‌گذاری به‌کار رفته و در کنار اقدامات محیطی، از پایش لاروی و بالغ، مشارکت اجتماعی، آموزش عمومی، کنترل شیمیایی هدفمند و در برخی موارد مداخلات نوآورانه مانند *Wolbachia*، تله‌های هوشمند و مدل‌های پیش‌بینی مبتنی بر داده استفاده شده است. با این حال، شکاف‌های مهمی همچنان وجود دارد؛ از جمله اتکای بیش از حد به پایش لاروی، ضعف در پایش پشه بالغ، ناهماهنگی بین داده‌های حشره‌شناسی و داده‌های بالینی و نبود هماهنگی پایدار بین‌بخشی. در کشورهایی که نظام‌های مرکزی‌تر، داده‌محورتر و مشارکت‌محورتر داشته‌اند، اثربخشی مداخلات بیشتر بوده است؛ بنابراین، موفق‌ترین الگوها آن‌هایی هستند که هم‌زمان بر نظارت دقیق، اقدام سریع، مشارکت جامعه و نوآوری فناورانه تکیه کرده‌اند.

راهکارهای سیاستی

نخستین توصیه، تدوین و اجرای یک برنامه ملی جامع برای پیشگیری و کنترل بیماری‌های منتقله توسط پشه‌های آئدس است. این برنامه باید فراتر از اقدامات واکنشی و مقطعی باشد و به‌صورت یک سند عملیاتی میان‌مدت و بلندمدت طراحی شود که نقش هر دستگاه را به‌روشنی مشخص کند. وزارت بهداشت باید نقش راهبر را بر عهده داشته باشد، اما موفقیت برنامه تنها در صورتی تضمین می‌شود که شهرداری‌ها، سازمان حفاظت محیط‌زیست، سازمان بنادر و گمرک، وزارت نیرو، آموزش و پرورش، رسانه‌ها و نهادهای محلی نیز در آن مشارکت مؤثر داشته باشند. تجربه کشورهای موفق نشان می‌دهد که کنترل آئدس صرفاً یک مسئله بهداشتی نیست، بلکه یک موضوع شهری، محیط‌زیستی، اجتماعی و حتی تجاری است.

دومین اولویت، تقویت نظام مراقبت و هشدار سریع است. در بسیاری از کشورها، غفلت از پایش منظم ناقلین باعث شده که مداخله‌ها دیر هنگام و پرهزینه باشند. بنابراین لازم است در ایران یک نظام یکپارچه پایش حشره‌شناسی و اپیدمیولوژیک ایجاد شود که داده‌های

مربوط به تراکم پشه، شرایط اقلیمی، موارد مشکوک و قطعی بیماری، و الگوهای جغرافیایی خطر را در یک بستر واحد جمع کند. در این چارچوب، پایش لاروی همچنان باید ادامه یابد، اما کافی نیست. پایش پشه بالغ، به‌ویژه در مناطق پرخطر، بنادر، فرودگاه‌ها، مراکز ترانزیتی و شهرهای جنوبی، باید به‌عنوان یک مؤلفه استاندارد وارد برنامه ملی شود. استفاده از تله‌های مؤثر، نقشه‌های خطر و مدل‌های پیش‌بینی مبتنی بر داده می‌تواند به شناسایی زودهنگام کانون‌های پرخطر و تصمیم‌گیری سریع کمک کند.

سومین توصیه، کاهش وابستگی به کنترل شیمیایی و حرکت به سمت مدیریت تلفیقی ناقلین است. سم‌پاشی و لاروکش‌ها همچنان می‌توانند در شرایط طغیان یا به‌صورت هدفمند مورد استفاده قرار گیرند، اما اتکای صرف به این روش‌ها در بلندمدت کارآمد نیست و خطر مقاومت حشره‌ای را افزایش می‌دهد. در نتیجه، اولویت باید با حذف کانون‌های تولیدمثل، بهبود مدیریت آب‌های راکد، اصلاح زیرساخت‌های فاضلاب و زهکشی، پاکسازی محیط و کنترل زیست‌گاه‌های لاروی باشد. اقدامات شیمیایی باید فقط بر اساس آستانه‌های مشخص، شواهد میدانی و همراه با پایش مقاومت حشره‌ای انجام شود. این موضوع به‌ویژه در مناطق شهری و مناطق با تراکم بالای جمعیت اهمیت بیشتری دارد.

چهارمین محور، سرمایه‌گذاری در مشارکت اجتماعی و آموزش عمومی است. تقریباً همه تجارب موفق نشان می‌دهند که بدون همکاری مردم، هیچ برنامه کنترلی پایدار نمی‌ماند. برنامه‌های اطلاع‌رسانی باید به‌جای پیام‌های کلی و مقطعی، بر رفتارهای مشخص و قابل‌اجرا تمرکز کنند؛ مانند تخلیه منظم آب‌های راکد، پوشاندن مخازن آب، حذف ظروف بلااستفاده در حیاط و پشت‌بام، مراقبت از لاستیک‌های فرسوده و گزارش سریع موارد مشکوک. برای اثربخشی بیشتر، این آموزش‌ها باید متناسب با گروه‌های مختلف طراحی شوند؛ برای مثال، برای ساکنان محله‌های پرخطر، مدارس، کارگران شهری، صاحبان انبارها و مراکز ترانزیتی پیام‌های متفاوت و کاربردی لازم است. همچنین باید از ظرفیت رهبران محلی، روحانیون، شوراهای محلی، سازمان‌های مردم‌نهاد و گروه‌های داوطلب سلامت استفاده شود تا حس مالکیت اجتماعی نسبت به برنامه تقویت شود.

پنجمین توصیه، تقویت همکاری بین بخشی بر پایه رویکرد «سلامت واحد» است. کنترل آندس زمانی پایدار خواهد بود که سلامت انسان، مدیریت شهری، بهداشت محیط، تغییرات اقلیمی، جابه جایی جمعیت و حتی مسائل دامپزشکی و اکولوژیک به صورت هم زمان دیده شوند. لازم است کارگروه دائمی ملی و استانی با اختیارات مشخص تشکیل شود تا وظایف هر بخش را در پیشگیری، پایش، پاسخ به طغیان و ارزیابی عملکرد روشن کند. این کارگروه باید نه فقط در زمان بحران، بلکه به طور مستمر فعال باشد و گزارش های دوره ای به سطح عالی تصمیم گیری ارائه دهد. در سطح عملی، هماهنگی با شهرداری ها برای مدیریت پسماند، با بنادر و گمرک برای کنترل نقاط ورود کالاهای پرخطر مانند لاستیک های مستعمل، و با مراکز درمانی برای ثبت سریع موارد مشکوک و قطعی، ضروری است.

ششمین توصیه، به کارگیری تدریجی نوآوری های مؤثر و کم خطر است. تجربه کشورهایی مانند سنگاپور، اندونزی، استرالیا و برخی مناطق آمریکای لاتین نشان می دهد که فناوری هایی مانند *Wolbachia*، حشرات نازا، تله های خود-انتشاردهنده و سامانه های هوشمند پایش می توانند در کاهش جمعیت ناقل و شکستن زنجیره انتقال مؤثر باشند. البته این فناوری ها باید مرحله به مرحله، با ارزیابی دقیق هزینه-فایده، امکان پذیری عملیاتی، پذیرش اجتماعی و ملاحظات زیست محیطی وارد نظام کنترل شوند. برای ایران، اجرای پایلوت های محدود در مناطق پرخطر می تواند گام نخست مناسبی باشد، به شرط آن که هم زمان ظرفیت فنی، حقوقی و ارتباطی لازم نیز تقویت شود.

هفتمین توصیه، توجه به آمادگی نظام سلامت برای تشخیص و پاسخ بالینی است. اگرچه پیشگیری ستون اصلی کنترل دنگی است، اما تأخیر در تشخیص و درمان مناسب می تواند مرگ و میر را افزایش دهد. بنابراین، باید آموزش پزشکان، پرستاران و کارکنان اورژانس درباره علائم هشدار، مدیریت موارد مشکوک، افتراق دنگی از بیماری های تبار دیگر و نحوه ارجاع به موقع تقویت شود. در مناطق در معرض خطر، لازم است پروتکل های آماده باش، مسیرهای ارجاع سریع و ذخیره تجهیزات پایه برای مواجهه با طغیان ها پیش بینی

شود. هم‌زمان، ارتباط میان مراکز درمانی و نظام مراقبت ناقل باید تقویت شود تا گزارش‌های بالینی بتوانند به‌سرعت به اقدامات میدانی منجر شوند.

هشتمین توصیه، توسعه زیرساخت داده و پژوهش کاربردی است. برنامه‌های کنترلی زمانی مؤثرتر می‌شوند که بر داده‌های بومی و به‌روز متکی باشند. بنابراین، لازم است یک پایگاه داده ملی برای ثبت موارد انسانی، شاخص‌های حشره‌شناسی، داده‌های اقلیمی و نتایج مداخلات ایجاد شود. این پایگاه می‌تواند هم برای تصمیم‌گیری عملیاتی و هم برای پژوهش‌های کاربردی مورد استفاده قرار گیرد. حمایت از مطالعات میدانی، مدل‌سازی خطر، ارزیابی مقاومت حشره‌ای، و بررسی کارایی مداخلات نوین باید در دستور کار مراکز تحقیقاتی و دانشگاه‌ها قرار گیرد.

در نهایت، تجربه کشورهای مختلف نشان می‌دهد که موفقیت در کنترل آندس زمانی حاصل می‌شود که پیشگیری، مراقبت، مشارکت اجتماعی، فناوری و حکمرانی چندبخشی هم‌زمان پیش بروند. برای ایران، فرصت پیشگیری از استقرار گسترده و پایدار این ناقل هنوز وجود دارد، اما این فرصت محدود است و نیازمند اقدام فوری، هماهنگ و مبتنی بر شواهد است.

نتیجه‌گیری

بیماری‌های منتقله توسط پشه‌های آندس، به‌ویژه تب دنگی، به دلیل گسترش سریع جغرافیایی، تغییرات اقلیمی، افزایش سفرها و شهرنشینی، به یکی از تهدیدهای مهم سلامت عمومی در جهان و منطقه تبدیل شده‌اند. مرور تجارب کشورهای مختلف نشان می‌دهد که موفق‌ترین برنامه‌های کنترل، بر رویکرد مدیریت تلفیقی ناقلین، پایش مستمر، مشارکت فعال جامعه، همکاری بین‌بخشی و استفاده از فناوری‌ها و مداخلات نوین استوار بوده‌اند. در عین حال، وابستگی بیش از حد به روش‌های شیمیایی، ضعف در نظام‌های هشدار سریع و نبود هماهنگی مؤثر میان بخش‌ها از مهم‌ترین چالش‌های موجود محسوب می‌شود. برای ایران، با توجه به خطر ورود و استقرار پشه‌های ناقل در برخی مناطق کشور، اتخاذ رویکردی پیشگیرانه، داده‌محور و مبتنی بر اصول «سلامت واحد» ضروری است.

تقویت نظام مراقبت، توسعه آموزش عمومی، بهبود مدیریت محیطی، و سرمایه‌گذاری در ظرفیت‌های فنی و پژوهشی می‌تواند نقش مهمی در جلوگیری از بروز طغیان‌های آینده و کاهش بار بیماری‌های منتقله توسط آئدس ایفا کند.

تشکر و قدردانی

این خلاصه سیاستی از طرح تحقیقاتی شماره ۴۰۳۰۰۰۳۲۴ مصوب دانشگاه علوم پزشکی کرمان استخراج گردیده است. از مرکز مدیریت بیماری‌های واگیر، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی که حمایت مالی این پروژه را انجام دادند، تشکر می‌کنیم.

- .1 Rahul A, Reegan AD, Shriram AN, Fouque F, Rahi M. Innovative sterile male release strategies for Aedes mosquito control: progress and challenges in integrating evidence of mosquito population suppression with epidemiological impact. *Infect Dis Poverty*.91:(1)13;2024 .
- .2 Kolimenakis A, Heinz S, Wilson ML, Winkler V, Yakob L, Michaelakis A, et al. The role of urbanisation in the spread of Aedes mosquitoes and the diseases they transmit-A systematic review. *PLoS Negl Trop Dis*. 2021;15(9):e0009631.
- .3 Messina JP, Brady OJ, Golding N, Kraemer MUG, Wint GRW, Ray SE, et al. The current and future global distribution and population at risk of dengue. *Nature Microbiology*. 2019;4(9):1508-15.
- .4 Amarasinghe A, Kuritsky JN, Letson GW, Margolis HS. Dengue Virus Infection in Africa. *Emerging Infectious Disease journal*. 2011;17(8):1349.
- .5 Idris F, Ting DHR, Alonso S. An update on dengue vaccine development, challenges, and future perspectives. *Expert Opin Drug Discov*. 2021;16(1):47-58.
- .6 World Health O. Global vector control response 2017–2030. Geneva: World Health Organization; 2017.