

Investigating the Impact of Environmental Factors and Climate Change on the Prevalence of Dengue Fever: A Narrative Review

Samaneh Dehghan¹,
Fateme Mortezaadeh²,
Mohammad Roshani-Sefidkoochi³

¹ Assistant Professor, Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

² MSc in Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

³ MSc Student in Environmental Health Engineering, Student Research Committee, Faculty of Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

(Received May 31, 2023 ; Accepted September 2, 2023)

Abstract

Background and purpose: Considering the effects of dengue fever on the health of people in the society and the role of climatic and environmental factors on the spread of this disease, this review study has investigated the climatic and environmental factors affecting the prevalence of dengue fever.

Materials and methods: In this review, the academic papers, in English and Persian languages, published until the beginning of August 2022 were investigated. These articles were searched in scientific databases of Scopus, ScienceDirect, PubMed, Web of Science and Google Scholar, using keywords such as "dengue fever", "dengue vector", "vector mosquito", "Aedes mosquito", "environmental factors", and "weather factors". Endnote X8 software was also used to organize, and study titles and abstracts of the articles.

Results: Considering the impacts of environmental changes on mosquito population and its subsequent effect on the occurrence of dengue fever, the present study showed that changes in climatic factors including air temperature, rainfall, and humidity affect the frequency of dengue disease vectors. Land use and land cover change can affect mosquito population and dengue transmission by changing local ecology. Household waste and its accumulation around residential houses can also hold a significant amount of water as environmental pollutants and can be considered as a habitat for mosquito larvae such as *Aedes* species.

Conclusion: The analysis of climatic and environmental factors has shown that environmental factors and weather changes can affect the occurrence of dengue fever.

Keywords: dengue fever, *Aedes aegypti*, environmental factors, climatic factors, *Aedes albopictus*

J Mazandaran Univ Med Sci 2023; 33 (226): 217-239 (Persian).

Corresponding Author: Mohammad Roshani-Sefidkoochi - Faculty of Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran. (E-mail: Mohammadroshani323@yahoo.com)

تأثیر عوامل محیطی و تغییرات آب و هوایی بر شیوع بیماری تب دانگ: یک مطالعه مروری روایتی

سمانه دهقان^۱

فاطمه مرتضی زاده^۲

محمد روشنی سفیدکوهی^۳

چکیده

سابقه و هدف: با توجه به اثرات بیماری تب دانگ بر سلامت افراد جامعه و نقش فاکتورهای آب و هوایی و محیطی بر شیوع این بیماری و هم‌چنین نبود اطلاعات کافی در این زمینه، این مطالعه مروری، اطلاعاتی در خصوص فاکتورهای موثر آب و هوایی و محیطی بر شیوع بیماری تب دانگ ارائه داده است.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه مروری، مقالات چاپ شده تا ابتدای آگوست سال ۲۰۲۲ میلادی به زبان انگلیسی و فارسی مورد بررسی قرار گرفتند. این مقالات با جستجو در پایگاه‌های اطلاعاتی Scopus، Science Direct، PubMed، Web of Science و Google Scholar و با استفاده از کلیدواژه‌های فارسی نظیر «تب دانگ»، «ناقل دانگ»، «پشه ناقل»، «پشه آندس»، «عوامل محیطی» و «عوامل آب و هوایی» و کلیدواژه‌های انگلیسی «dengue fever»، «dengue vector»، «vector mosquito»، «Aedes mosquito»، «Environmental factors» و «Climatic factors» به دست آمدند. هم‌چنین از نرم‌افزار مدیریت منابع Endnote X8 جهت سازماندهی، مطالعه عناوین و چکیده‌ها استفاده شد.

یافته‌ها: با توجه به اثرات تغییرات محیطی بر جمعیت پشه و تأثیر متعاقب آن بر بروز تب دانگ، مطالعه حاضر نشان داد که تغییرات در عوامل اقلیمی از جمله دمای هوا، بارندگی و رطوبت بر فراوانی ناقلین بیماری دانگ تأثیر می‌گذارد. تغییر کاربری و پوشش زمین می‌تواند با تغییر اکولوژی محلی بر جمعیت پشه‌ها و انتقال بیماری دانگ تأثیر بگذارد. پسماندهای خانگی و تجمع آن‌ها در اطراف منازل مسکونی نیز به عنوان آلاینده‌های زیست محیطی نیز می‌توانند مقدار قابل توجهی آب را در خود نگه‌دارند و به‌عنوان زیستگاه لارو پشه‌هایی مانند گونه‌های آندس محسوب شوند.

استنتاج: تجزیه و تحلیل عوامل اقلیمی و محیطی نشان داده است که عوامل محیطی و تغییرات آب و هوایی می‌توانند در بروز بیماری تب دانگ موثر باشند.

واژه‌های کلیدی: تب دانگ، آندس ایجیتی، عوامل محیطی، عوامل اقلیمی، آندس آلبوپیکتوس

مقدمه

ویروس‌ها از توالی‌های کوتاه اسید نوکلئیک، DNA یا پیچیده در یک پوسته پروتئینی ساخته شده‌اند و از اطلاعات ژنتیکی خود با محصور کردن اسید نوکلئیک و ویروسی در داخل یک پوسته پروتئینی (capsid) در

مؤلف مسئول: محمد روشنی - ساری: کیلومتر ۱۷ جاده خزرآباد، مجتمع دانشگاه علوم پزشکی پیامبر اعظم دانشکده بهداشت E-mail: Mohammadroshani323@yahoo.com

۱. استادیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران

۲. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران

۳. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۳/۱۰ تاریخ ارجاع جهت اصلاحات: ۱۴۰۲/۴/۳ تاریخ تصویب: ۱۴۰۲/۶/۱۱

مسکن) می‌باشد (۷، ۱۰). در حال حاضر هیچ واکسن تجاری برای ویروس دانگ وجود ندارد اما به تازگی یک واکسن تایید شده Dengavaxia در برخی کشورها می‌باشد. با این حال چندین واکسن در حال توسعه وجود دارد که در آزمایش‌های بالینی امیدوارکننده هستند (۱۱). یک نمونه از واکسن‌ها، واکسن TAK-003 می‌باشد که توسط شرکت داروسازی Taekeda ساخته شده است. این واکسن یک واکسن ضعیف شده است که از شکل ضعیف شده ویروس برای تحریک پاسخ ایمنی استفاده می‌کند. هم‌چنین در کارآزمایی‌های بالینی، TAK-003 در برابر هر چهار سروتیپ ویروس دانگ، با نرخ اثر بخشی حدود ۸۰ درصد، اثر بخشی نشان داده است (۱۲). طبق گزارش سازمان جهانی بهداشت (WHO)، موارد گزارش شده دانگی به WHO از کم‌تر از ۰/۵ میلیون در سال ۲۰۰۰ به بیش از ۳/۳۴ میلیون در سال ۲۰۱۶ افزایش یافته است و این بیماری بیش از ۱۰۰ کشور در سراسر جهان را تحت تاثیر قرار داده است و سالانه ۵۰ تا ۱۰۰ میلیون نفر را مبتلا می‌کند که تخمین زده می‌شود ۵۰۰ هزار مورد سالانه بیماری تب دانگ نیاز به بستری در بیمارستان دارند و تقریباً ۲/۵ درصد از موارد بستری منجر به مرگ می‌شود (۱۳). در حال حاضر، با بیش از ۵۰ میلیون نفر آلوده و ۲۰ هزار مرگ و میر ناشی از بیماری تب دانگ سالانه، بیش از ۵۵ درصد از جمعیت جهان در مناطق در معرض خطر انتقال این بیماری زندگی می‌کنند (۱۴). تب دانگ به‌طور عمده به دلیل تغییرات آب و هوایی به شکل گسترده‌تری در جهان گسترش یافته است و وجود آب و هوای گرمسیری در کشورهای آسیایی مانند مالزی، تایلند، اندونزی و سنگاپور شرایط مناسبی را برای رشد پشه آئدس به وجود آورده است. از زمان ظهور مجدد تب دانگ در استان گوانگ‌دانگ در سال ۱۹۷۸ میلادی، تا زمان شیوع گسترده آن در سال ۲۰۱۴ میلادی، این بیماری در سطح نسبتاً پایین اپیدمی در سرزمین چین باقی مانده بود و گسترش جغرافیایی آن در سال‌های اخیر مشاهده شده

فرآیندی به نام بسته‌بندی ژنوم محافظت می‌کنند. از ویروس‌ها، جنس فلاوی ویروس‌ها (flaviviruses) از خانواده فلاویویریده (Flaviviridae)، شامل تقریباً ۷۳ ویروس است که دارای بخش‌های مشترک متعدد، در ابعاد، ساختار و پیوندهای اسیدنوکلئیکی هستند و بیش‌تر از طریق نیش بندپایان، به‌ویژه پشه‌ها یا ناقل‌های کنه منتقل می‌شوند، و از این رو به‌طور کلی آربوویروس (acronym for Arthropod-Borne Viruses) نامیده می‌شوند (۴-۱). ویروس تب دانگ که در خانواده فلاوی ویریده قرار دارد، بیش‌تر از طریق پشه و ساس منتقل می‌شوند و یکی از آربوویروس‌های کمیاب است که به‌طور کامل با انسان سازگار شده و برای انتقال نیازی به منبع حیوانی ندارد. هم‌چنین، این آربوویروس از طریق آئدس‌های ناقل، در درجه اول توسط پشه آئدس ایجپتی (*Aedes aegypti*) و سپس توسط پشه آئدس آلبویکتوس (*Aedes albopictus*) انتقال می‌یابد (۸-۵). بنابراین ویروس می‌تواند از طریق نیش پشه ماده آئدس از فردی به فرد دیگر منتقل شود، از این رو وقتی پشه انسانی را نیش بزند، می‌تواند به انسان‌های دیگر نیز منتقل شود. از این رو انسان به مخزن اصلی ویروس تبدیل می‌شود و پس از یک دوره کمون ۴ تا ۱۰ روزه، علائمی مانند تب، درد مفاصل و کمر، سردرد شدید و حالت تهوع به مدت ۲ تا ۷ روز ادامه خواهد داشت (۹). تب دانگ (Dengue Fever) یک عفونت ویروسی سیستمیک است و به‌عنوان شایع‌ترین بیماری‌های منتقله از طریق پشه در سراسر جهان شناخته می‌شود که به‌دلیل افزایش گسترده جغرافیایی، تعداد موارد مبتلا و شدت بیماری از یک بیماری پراکنده به یک مشکل عمده بهداشت عمومی با اثرات اجتماعی و اقتصادی قابل توجهی تبدیل شده است و به شدت تحت تأثیر مواردی از قبیل عوامل هواشناسی (مانند دمای هوا، بارندگی، رطوبت نسبی)، عوامل اقتصادی-اجتماعی و عوامل محیطی (مانند مدیریت ضعیف آب و پسماند، تراکم بالای جمعیت، شهرنشینی سریع، سطح آب رودخانه‌ها، دسترسی به جاده‌های آسفالتی و شرایط

کشور در سال ۲۰۱۷ میلادی با بیش از ۱۷۵ هزار مورد و نزدیک به ۴۰۰ تلفات شدیدترین شیوع این بیماری را تجربه کرد. یک سروتیپ جدید (DENV5) نیز در مالزی در سال ۲۰۰۷ میلادی تایید شد (۲۲،۵). پیدایش مجدد اپیدمی تب دانگ می‌تواند ناشی از تغییرات جمعیتی (شامل رشد جمعیت و جابه‌جایی جمعیت)، تغییرات اجتماعی (نقش انسان‌ها در انتقال این بیماری و آگیردار) و کمبود خدمات بهداشت عمومی (عدم کنترل مؤثر ناقل، بدتر شدن زیرساخت‌های بهداشت عمومی برای کنترل بیماری‌های منتقله از طریق ناقلین، نظارت ناکافی بر بیماری‌ها و برنامه‌های پیشگیری) باشد (۲۳). در این زمینه مطالعات فراوانی صورت گرفته است. نتایج مطالعه Kesetyaningsih و همکاران (۲۰۱۸ میلادی) به منظور تعیین عوامل محیطی مؤثر بر بروز تب دانگ در ناحیه اسلمان (Sleman) اندونزی نشان داد که رطوبت و بارندگی بر شیوع این بیماری تأثیر می‌گذارد، اما دما تأثیری بر آن ندارد (۲۴).

Pham و همکاران (۲۰۱۱ میلادی) با بررسی عوامل زیست‌محیطی مرتبط با تب دانگ در ویتنام بیان نمودند که تغییرات آب و هوای جهانی احتمالاً بار عفونت تب دانگ را در ویتنام افزایش می‌دهد (۲۵). Choi و همکاران (۲۰۱۶ میلادی) در مطالعه اثرات عوامل آب و هوایی بر بروز تب دانگ و پیامدهای مداخلات در کامبوج بیان نمودند که ارتباط بین بروز تب دانگ و عوامل آب و هوایی نیز بر حسب محل متفاوت است (۲۱). Carneiro و همکاران (۲۰۱۷ میلادی) در مطالعه‌ی عوامل محیطی تأثیرگذار بر بیماری تب دانگ، بیان نمودند که رابطه آماری معنی‌داری بین رطوبت و PM_{10} (ذراتی که دارای قطر کم‌تر از ۱۰ میکرومتر هستند) با موارد تب دانگ وجود داشت، یعنی هرچه رطوبت بیش‌تر باشد، تعداد موارد این بیماری بیش‌تر است و از طرفی مقادیر کم‌تر PM_{10} با تعداد بیش‌تری از موارد دانگ هم‌زمان است (۲۶). با توجه به نقش و اهمیت بیماری تب دانگ بر سلامت افراد جامعه و تأثیر فاکتورهای آب‌وهوایی و محیطی بر

است. در حال حاضر، اپیدمی دانگ در حدود ۲۷ استان در سرزمین اصلی چین گزارش شده است (۱۶،۱۵). به جهت تنوع و گستردگی بیماری‌های که از طریق ناقلین به وجود می‌آیند و نیز افرادی که در مناطق آندمیک زندگی می‌کنند یا کسانی که با احتمال ابتلا به دانگ به چنین مناطقی سفر می‌کنند، کشور ایران، نیز از این قاعده مستثنی نیست و جزء مناطقی با احتمال پتانسیل بالا برای آلوده شدن محسوب می‌شود (۱۷). به‌عنوان نمونه ابراهیمی و همکاران (۱۳۹۵ شمسی) در مطالعه‌ای توانستند یک مورد جدید تب دانگ در سبزواری ایران معرفی نمایند (۱۸). همچنین چینی کار و همکاران (۱۳۹۲ شمسی) در مطالعه‌ای با هدف بررسی مقدماتی آلودگی ویروس دانگ در ایران، وجود موارد مثبت در مسافرانی که از پاکستان وارد سیستان و بلوچستان می‌شدند، نشان دادند (۱۹). در ایران نیز پشه آندس آل‌بویکتوس به‌عنوان یکی از مهم‌ترین ناقلین ویروس تب دانگ، در استان سیستان و بلوچستان یافت شده است، ولی اصلی‌ترین ناقل این ویروس، پشه آندس ایجیتی می‌باشد که به تازگی در استان هرمزگان دیده شده است که وجود لاستیک‌های مستعمل و بلااستفاده در سطح شهر، آب‌های راکد، قایق‌های فرسوده، نی‌های بامبوی وارداتی، کالاها و اجناس وارد شده از کشورهای آلوده از طریق کشتی و هواپیما از جمله انتقال و ورود این پشه به استان مرزی هرمزگان می‌باشد (۲۰، ۱۷). بیش‌تر موارد تب دانگ در کودکان رخ می‌دهد و این بیماری به شدت خانواده‌ها، جوامع، سیستم‌های مراقبت‌های بهداشتی را تحت تأثیر قرار داده است. در پنج دهه گذشته، بروز تب دانگ در سطح جهانی ۳۰ برابر شده و احتمالاً تشدید آن نیز ادامه خواهد داشت (۲۱). در سریلانکا، اولین مورد بیماری تب دانگ در سال ۱۹۶۲ میلادی تایید شد، در حالی که اولین شیوع سراسری بیماری در سال ۱۹۶۵ میلادی ثبت شد. ویروس تب دانگ دارای چهار سروتیپ (DENV ۱-۴) است. هر چهار سروتیپ ویروس تب دانگ بیش از ۳۵ سال است که در سریلانکا وجود دارند. این

به صورت یک به یک از نظر تاثیر عوامل محیطی و فاکتورهای آب و هوایی موثر بر شیوع تب دانگ بررسی و گزارش شد.

یافته‌ها

۱- فاکتورهای محیطی موثر بر شیوع تب دانگ ۱-۱- آب‌های راکد

از جمله عوامل موثر بر فراوانی پشه‌های آندس، عوامل محیطی می‌باشد که نقش مهمی در کنترل محلی بیماری تب دانگ دارند (۲۷). وجود آب راکد در حوضچه‌ها و گودال‌ها و مناطقی که ممکن است آب باران در آن جمع‌آوری شده باشد، مانند لاستیک‌های فرسوده، نقش اصلی را در گسترش بیماری‌های ناشی از پشه‌ها ایفا می‌کنند، زیرا این مکان‌ها محیطی مناسب برای تخم‌گذاری پشه فراهم می‌کنند (۲۸). پشه‌های ناقل و بروس تب دانگ در آب راکد، در داخل و اطراف خانه‌ها و مکان‌هایی که زباله‌های جامد ریخته می‌شوند، زندگی و رشد می‌کنند (۲۹) که در آب‌های راکد و مخازن آب در مناطق شهری-به‌ویژه پس از بارندگی متناوب در مناطق گرمسیری- تولیدمثل می‌کنند (۳۰، ۳۱). در بخش‌هایی از استرالیا، حضور فزاینده ظروف بزرگ ذخیره آب، یعنی مخازن آب باران خانگی می‌تواند زیستگاه‌های آبی دائمی را برای پشه‌های ناقل تب دانگ در طول سال فراهم کنند (۳۲). پشه‌های آندس تمایل به تخم‌گذاری در هر ظرف حاوی آب دارند که در زمان تخم‌گذاری رطوبت کافی را دارا باشند (۳۳). پشه آندس به خصوص پشه آندس آلبوپیکتوس بیش‌تر در مناطق حومه‌ای و روستایی وجود دارد و در ظروف و مخازن بتنی، گلدان‌ها، لاستیک‌ها، ساقه‌های گیاهان، پوست حیوانات، سوراخ درختان و کنده‌های بامبو تولید مثل می‌کند (۳۴، ۳۵). وجود این پشه‌ها در چنین زیستگاه‌هایی نیز در مالزی (۳۶)، سنگاپور (۳۷)، تایلند (۳۸)، برزیل (۳۹) و کلمبیا (۴۰) گزارش شده است. در جزیره سوماترا در طول فصول خشک و بدون آب لوله‌کشی، مردم مجبور می‌شوند آب را در

شیوع این بیماری و هم‌چنین نبود اطلاعات کافی در این زمینه، این مطالعه مروری، می‌تواند به درک تاثیر عوامل محیطی و اطلاع‌رسانی سیاست‌ها و مداخلات بهداشت عمومی با هدف کنترل بیماری کمک کند و هم‌چنین می‌تواند راهبردهای پیشگیری و کنترل موثر را با درک تاثیر عوامل محیطی بر شیوع تب دانگ، توسعه بخشد. از این رو این مطالعه با بررسی و مقایسه مطالعات انجام شده اطلاعاتی در خصوص فاکتورهای موثر آب و هوایی و محیطی بر شیوع بیماری تب دانگ ارائه داده است.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه مروری که در سال ۱۴۰۲ به نگارش درآمد، مقالات چاپ شده تا ابتدای آگوست سال ۲۰۲۲ میلادی به زبان انگلیسی و فارسی در ارتباط با عوامل موثر بر شیوع تب دانگ مورد بررسی قرار گرفتند. ملاک ورود به مطالعه مروری، مقالات چاپ شده بود و طرح‌های تحقیقاتی در حال انجام از آنجایی که ممکن است دارای داده‌های ناقص باشند، وارد نشدند. این مقالات جستجو در پایگاه‌های اطلاعاتی ScienceDirect، Scopus، PubMed، Web of Science و Google Scholar با استفاده از کلیدواژه‌های فارسی نظیر «تب دانگ»، «ناقل دانگ»، «پشه ناقل»، «پشه آندس»، «عوامل محیطی» و «عوامل آب‌وهوایی» و کلیدواژه‌های انگلیسی «dengue fever»، «dengue vector»، «vector mosquito»، «Aedes mosquito»، «Environmental factors» و «Climatic factors» به دست آمدند. بعد از انجام جستجو در پایگاه داده‌های منتخب، مقالات به‌دست آمده در نرم‌افزار EndNote ذخیره شد، سپس مقالات تکراری توسط دستور Remove repeat papers حذف شد. بعد از حذف مقالات مشابه، براساس عنوان و چکیده مقالات که در نرم‌افزار EndNote قابل مشاهده است، مقالاتی که پتانسیل مشاهده متن کامل را داشتند، علامت‌گذاری شدند. در نهایت لیستی از مقالاتی که باید متن کامل آن‌ها خوانده شود، تهیه شد. کلیه مقالات انتخاب شده

توری در بستر و استفاده از مواد دفع کننده پشه) باشد (۴۷) که برای حذف منابع بالقوه آب راکد می‌توان به بهبود زیرساخت‌ها، آب‌بندی شکاف‌ها، پرکردن زمین و برداشتن ناودان‌های پشت بام اشاره نمود (۴۸). جدول شماره ۱، خلاصه شواهد ارائه شده در ارتباط با نقش آب‌های راکد در بروز بیماری تب دانگ را نشان می‌دهد.

۱-۲- پوشش گیاهی

پوشش گیاهی نقش مهمی در کنترل نوسانات دما ایفا می‌کند و گسترش مناطق شهری بدون پوشش گیاهی به طور قابل توجهی سبب افزایش دما با افزایش رشد جمعیت می‌شود (۴۹). از این رو پوشش گیاهی از جمله پارامترهای مهم و تاثیر گذار در کنترل ناقلین بیماری تب دانگ می‌باشد (۵۰)، زیرا پوشش گیاهی می‌تواند محل استراحت، تغذیه و یا تولید مثل پشه‌ها باشد (۵۱).

به طور کلی از بین رفتن پوشش گیاهی بومی در هر منطقه مشکلات متعددی را برای جمعیت آن منطقه می‌تواند ایجاد کند که می‌توان به افزایش تعداد موارد آلودگی‌های ویروسی از سوی ناقلین اشاره نمود (۵۲). از این رو پوشش گیاهی برای پشه‌های آندس بسیار مهم است. بنابراین، محوطه سازی ممکن است بر فراوانی پشه‌ها تأثیر بگذارد، زیرا پشه‌های آندس پوشش گیاهی انبوه و متراکم را ترجیح می‌دهند (۵۳). همچنین پوشش گیاهی

ظروف ذخیره کنند، به ویژه در مناطقی که کمبود آب دارند، که به نوبه خود محل تولید مثل پشه‌های آندس را فراهم می‌کند (۴۱، ۴۲). این حقیقت در ارتباط با آب‌های راکد نیز صدق می‌کند، در حالی که بارندگی زیاد از طریق شستشوی مکان‌های تولید مثل، سبب از بین رفتن این مکان‌ها می‌شود (۴۳). مطالعات فراوانی تاثیر آب‌های راکد را به عنوان فاکتوری محیطی در بروز بیماری تب دانگ بررسی نموده‌اند. به عنوان مثال مطالعه Sarin و همکاران (۱۹۹۸ میلادی) در هند، ارتباط بین اپیدمی تب دانگ با دمای مطلوب رشد و تکثیر پشه‌های آندس (کم‌تر از ۲۰ درجه سانتی‌گراد) و وجود آب راکد برای پرورش پشه آندس ایجیتی را نشان داد (۴۴)، اما در مقابل مطالعه Rahman و همکاران (۲۰۱۰ میلادی) در بنگلادش نشان داد که وجود هر گونه آب راکد در اطراف خانه عامل مهمی برای افزایش خطر انتقال دانگ نیست (۴۵). هم‌چنین در مطالعه Mwanyika و همکاران (۲۰۲۱ میلادی) در تانزانیا وجود آب راکد در اطراف خانه‌ها، درصد بالاتری از آزمایش‌های سرمی مثبت را که برای تشخیص ویروس تب دانگ استفاده می‌شد، نشان داد (۴۶). پیشگیری از گزش و نیش پشه و عفونت ویروس دانگ باید در درجه اول با هدف کنترل پشه (یعنی کاهش آب‌های راکد که در آن پشه می‌تواند پرورش یابد و استفاده از لاروکش‌ها) و حفاظت شخصی در برابر نیش پشه (لباسی که پاها و بازوها را می‌پوشاند، استفاده از

جدول شماره ۱: خلاصه مطالعات انجام شده در زمینه نقش آب‌های راکد در بروز بیماری تب دانگ

نویسنده/سال/منبع	کشور	هدف از مطالعه	نتیجه گیری از مطالعه
Sarin / ۱۹۹۸ (۴۴)	هند	بررسی عفونت ویروس تب دانگ در کودکان هندی	یکی از عوامل محیطی مؤثر در اپیدمی تب دانگ وجود آب راکد بود که در پرورش پشه آندس ایجیتی نقش داشت.
Degife / ۲۰۱۹ (۵۴)	اتیوپی	بررسی عوامل مرتبط با شیوع تب دانگ در شهر	آب راکد به عنوان یک عامل خطر مهم می‌باشد و افرادی که در نزدیکی منابع آبی راکد زندگی می‌کنند ۳/۶ برابر بیشتر از دیگران در معرض خطر عفونت قرار دارند
Muhammad / ۲۰۱۶ (۵۵)	پاکستان	بررسی شیوع سرمی و وضعیت اپیدمیولوژیک عفونت ویروس تب دانگ در مناطق دورافتاده پاکستان	مخازن آب راکد، عوامل خطر اصلی برای عفونت ویروسی دانگ در این مناطق هستند
Talle و Baba / (۲۰۱۱) (۵۶)	نیجریه	بررسی تاثیر آب و هوا بر عفونت‌های ویروس تب دانگ در نیجریه	سیستم زهکشی ضعیف و دفع ناکافی زباله در اکثر شهرهای نیجریه منجر به وجود آب‌های راکد در ظروف نظری زباله و لاشیک‌های خودرو می‌شود.
Heukelbach / ۲۰۱۱ (۵۷)	برزیل	بررسی عوامل خطر مرتبط با شیوع تب دانگ در شمال شرقی برزیل	اپیدمی تب دانگ در برزیل در مجاورت به راه‌های آبی کنترل نشده و آب راکد در مخازن، ناودان‌ها و قوطی‌ها همراه بود.
Kholedi / ۲۰۱۲ (۵۸)	عربستان	بررسی عوامل مرتبط با گزش تب دانگ در استان جدّه در عربستان	وجود آب راکد در حفره‌های زهکشی از عوامل مهم در بروز تب دانگ در جدّه بود.
Dhimal / ۲۰۱۴ (۵۹)	نپال	بررسی وضعیت دانش، نگرش و عملکرد در مورد تب دانگ در میان جمعیت سالم	آب راکد منبع اصلی پرورش پشه های آندس در نظر گرفته شده است.
Mwanyika / ۲۰۲۱ (۴۶)	تانزانیا	بررسی شیوع سرمی و عوامل خطر مرتبط با دانگ در تانزانیا	وجود آب راکد در اطراف خانه‌ها نشان‌دهنده درصد بالاتری از آزمایش‌های سرمی مثبت بود که برای تشخیص ویروس تب دانگ استفاده می‌شد.
Kamel / ۲۰۱۷ (۵۸)	ملازی	بررسی وضعیت دانش، نگرش و عملکرد در مورد تب دانگ در میان جامعه	آب راکد منبع اصلی پرورش پشه‌های آندس در نظر گرفته شده است.

به عنوان منطقه‌ای برای استراحت در طول روز در اطراف خانه‌های مسکونی عمل می‌کند (۳۵). مطالعات فراوانی بروز دانگ و پوشش گیاهی را در داخل و بین شهرها بررسی کرده‌اند. این مطالعات، ترکیبی از ارتباط مثبت، منفی و غیرخطی را نشان دادند. به عنوان مثال، مطالعه Huang و همکاران (۲۰۱۸ میلادی) یک همبستگی مثبت بین وجود پارک‌ها و فضای سبز شهری با شیوع تب دانگ را نشان داد (۶۰).

هم‌چنین Meza-Ballesta و همکاران (۲۰۱۴ میلادی) بیان نمودند افزایش وقوع موارد تب دانگ نیز مستقیماً با تراکم پوشش گیاهی در ارتباط است (۶۱). هم‌چنین در مطالعه Pereira da Silva و همکاران (۲۰۲۲ میلادی) در برزیل، ارتباط بین میزان کاهش پوشش گیاهی بومی و افزایش موارد بیماری تب دانگ بین سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۹ میلادی اندازه‌گیری شد. آنان بیان نمودند چندین ایالت روند قابل توجهی از کاهش پوشش گیاهی را برای سری‌های زمانی ارزیابی شده داشتند. بررسی‌ها نشان داد کاهش پوشش گیاهی نزدیک مراکز شهری سبب بهبود شرایط محیطی برای ناقلین پشه شده است (۶۲).

۱-۳- جنگل‌زدایی

از دیگر عوامل تعیین‌کننده بیماری تب دانگ، جنگل‌زدایی یعنی تبدیل جنگل به کاربری دیگر است. جنگل‌زدایی انتقال برخی بیماری‌های عفونی را از طریق تأثیر بر اکولوژی ناقل تسهیل می‌کند (۵۲). فرآیند جنگل‌زدایی تغییرات بالقوه‌ای در تنوع زیستی (از جمله انقراض شکارچیان طبیعی پشه) و محیط‌های مساعد برای ناقل نیز ایجاد می‌نماید (۶۳). هر تغییر محیطی و اکولوژیکی که به دلیل پدیده‌های طبیعی یا انسانی بر تعادل اکولوژیکی محلی تأثیر بگذارد، ممکن است بر افزایش انتقال ناقلین پشه‌ها تأثیر داشته باشد (۶۴). از طرفی جنگل‌زدایی با هدف ادغام زمین‌های بیش‌تر برای تولید مواد غذایی، در ترکیب با گرمایش جهانی، اغلب شرایط را برای ظهور بیماری‌های منتقله از طریق ناقلین

تب دانگ فراهم می‌کند (۶۵). هنگامی که پوشش جنگلی از بین می‌رود، رواناب به سرعت به نهرها می‌ریزد، سطح آب رودخانه‌ها را بالا می‌برد و روستاها، شهرها و مزارع کشاورزی پایین دست را به ویژه در فصول بارندگی در معرض سیل قرار می‌دهد. در طول فصول خشک نیز، مناطق پایین دست جنگل‌زدایی می‌توانند مستعد خشکسالی‌های چند ماهه باشند. محرک‌های اصلی جنگل‌زدایی، گسترش کشاورزی، رشد شهری، توسعه زیرساخت‌ها و استخراج معادن می‌باشند (۶۶). در جنگل آمازون در کشور برزیل، بیش‌تر تغییرات و تخریب‌های پوشش زمین در مناطق جنوبی و شرقی رخ می‌دهد که به آن قوس جنگل‌زدایی (arc of deforestation) می‌گویند (۶۷). اثرات جنگل‌زدایی ممکن است برای بیماری‌های مختلف، از جمله تب دانگ، بسته به اکولوژی بیماری و چرخه‌های انتقال آن متفاوت باشد (۶۸).

Tripathi و Nakhapakorn (۲۰۰۵ میلادی) بیان نمودند که مناطق مسکونی و کشاورزی در مقایسه با مناطق جنگلی تایلند در معرض خطر بالایی برای شیوع تب دانگ قرار دارند (۶۹). هم‌چنین در ریو دو ژانیرو، پشه آندس در مناطق روستایی، حومه‌ای و جنگلی فراوان‌تر است، که نشان می‌دهد افزایش شهرنشینی بر فراوانی و توزیع این پشه تأثیر می‌گذارد (۷۰). از طرفی از بین رفتن پوشش جنگلی منجر به افزایش دمای محلی می‌شود، دوره رشد ویروس تب دانگ را در ناقل کوتاه می‌کند و در نتیجه انتقال تب دانگ را افزایش می‌دهد (۷۰، ۷۱). هم‌چنین از بین رفتن جنگل‌ها بر انتقال تب دانگ از طریق افزایش تراکم جمعیت و شهرنشینی که به دنبال جنگل‌زدایی رخ می‌دهد، تأثیر گذار است (۷۲). جنگل‌زدایی هم‌چنین با برهم زدن تعادل اکولوژیکی و کاهش تنوع زیستی باعث تکثیر ناقل‌ها می‌شود (۷۳، ۷۴). جدول شماره ۲، خلاصه مطالعات صورت گرفته در زمینه نقش پوشش گیاهی و جنگل‌زدایی در بروز بیماری تب دانگ را نشان می‌دهد.

جدول شماره ۲: خلاصه مطالعات انجام شده در زمینه نقش پوشش گیاهی و جنگل‌زدایی در بروز بیماری تب دانگ

نویسنده/سال/منبع	کشور	هدف از مطالعه	نتیجه‌گیری از مطالعه
Sarin/۱۹۹۸/ (۴۴)	برزیل	بررسی عوامل بالقوه ظهور تب دانگ در آمازون برزیل با تمرکز بر جنگل‌زدایی	تغییرات عوامل محیطی مانند جنگل‌زدایی ظهور این بیماری را تسهیل می‌کند.
Degife/۲۰۱۹/ (۵۴)	هند	ارزیابی تأثیر تغییر آب و هوا و جنگل‌زدایی بر بیماری‌های منتقله از طریق ناقلین و مشاهده ارتباط آنها با ایدمیولوژی تب دانگ و مالاریا	افزایش بارندگی، رطوبت و جنگل‌زدایی می‌تواند عامل مهمی برای شیوع دو بیماری مالاریا و تب دانگ باشد.
Muhammad/۲۰۱۶/ (۵۵)	برزیل	بررسی ارتباط بین ویژگی‌های گرما و بروز تب دانگ در ساتوپانولو در برزیل طی یک دوره دو ساله (۲۰۱۰-۲۰۱۱)	در مناطقی با پوشش گیاهی اندک، دمای هوا نسبت به مناطقی با پوشش گیاهی متراکم‌تر، بالاتر بوده و نرخ بروز تب دانگ نیز بالاتر بود.
Talle و Baba/ (۲۰۱۱)/ (۵۶)	برزیل	بررسی ارتباط بین بروز تب دانگ و پوشش گیاهی در برزیل، در طول همه‌گیری تب دانگ در سال ۲۰۱۰	نتایج مطالعه، پتانسیل مدیریت پوشش گیاهی در کاهش بروز تب دانگ، به ویژه در مناطق آسیب پذیر اجتماعی و اقتصادی را نشان می‌دهد.
Heukelbach/۲۰۰۱/ (۵۷)	کاستاریکا	بررسی ساختار شهری و اکولوژیکی و بروز تب دانگ در شهر پونتارناس در کاستاریکا	مناطق کم پوشش گیاهی نرخ بروز تب دانگ را افزایش می‌دهد.
Kholedi/۲۰۱۲/ (۵۸)	آمریکا	بررسی اثرات تغییرات محیطی بر بیماری‌های انگلی تو ظهور	جنگل‌زدایی و تغییر کاربری اراضی، اکوسیستم طبیعی را مختل نموده و خطر انتقال بیماری تب دانگ را در جمعیت انسانی افزایش دهد.
Dhimal/۲۰۱۴/ (۵۹)	آمریکا	بررسی تأثیر تغییرات محیطی انسانی بر بیماری‌های منتقله از طریق ناقلین	جنگل‌زدایی می‌تواند سبب تغییر کل اکوسیستم یک منطقه شود. این امر به نوبه خود می‌تواند بر انتقال بیماری‌های منتقله از طریق ناقلین مانند تب دانگ از طریق تغییر پوشش گیاهی تأثیر بگذارد.
Mwanyika/۲۰۲۱/ (۶۶)	اندونزی	توصیف بیماری تب دانگ در جزایر سوماترا و کالیانتان و ارتباط آن با پوشش جنگلی	نتایج نشان داد خطر ابتلا به تب دانگ با افزایش ۱ درصدی پوشش جنگلی، ۹ درصد کاهش یافت.
Kamel/۲۰۱۷/ (۵۸)	کاستاریکا	بررسی ارتباط بین بروز بیماری تب دانگ و سایر عوامل محیطی مانند جنگل‌زدایی و پوشش جنگلی در کاستاریکا	تغییرات عوامل محیطی چون جنگل‌زدایی می‌تواند توزیع بیماری تب دانگ را افزایش دهد.

۱-۴- تجمع پسماندهای جامد در اطراف منازل مسکونی

زباله‌های خانگی و تجمع آن‌ها در اطراف منازل مسکونی به عنوان آلاینده‌های زیست محیطی محسوب می‌شوند که با اکوسیستم طبیعی تداخل دارند و بر پایداری آن تأثیر می‌گذارند. علاوه بر این بسیاری از زباله‌ها می‌توانند مقدار قابل توجهی آب را در خود نگه دارند و به عنوان زیستگاه لارو پشه‌هایی مانند گونه‌های آندس محسوب شوند (۷۵). از نگرانی‌های مهم مرتبط با زباله‌های جامد و مایع، بیماری‌های منتقله از طریق پشه مانند پشه‌های ناقل بیماری تب دانگ است که مربوط به زباله‌های جامدی است که به درستی دفع نمی‌شوند و به محلی برای رشد پشه‌ها تبدیل می‌شوند (۷۶). از این رو در برخی مناطق، زباله‌های خانگی در محیط‌های بیرونی به عنوان مکان‌های پرورش پشه شناخته می‌شوند، زیرا به‌طور منظم جمع‌آوری و دفع نمی‌شوند (۷۷).

هم‌چنین جمعیت‌هایی که در شرایط اجتماعی-اقتصادی نامناسب قرار دارند، اغلب به زیرساخت‌های اولیه (مانند بهداشت، دفع زباله‌های جامد) دسترسی ندارند، که منجر به افزایش بار بیماری از جمله عفونت‌های ناشی از ناقلین می‌شود و به گسترش بیماری‌های منتقله از طریق ناقلین کمک می‌کند (۷۸). هم‌چنین زباله‌های ریخته شده مانند اشیاء کوچک و یا مواد غذایی، توسط حیواناتی مانند سگ و گربه پراکنده شده و وقتی در مکان‌های باز و بدون پوشش ریخته

شوند، می‌توانند به محلی برای پرورش ناقلین بیماری تبدیل شوند (۷۹، ۸۰). مطالعات فراوانی تأثیر تجمع پسماندها را در بروز بیماری تب دانگ بررسی کرده است. به‌عنوان مثال مطالعه Dutta و همکاران (۱۹۹۹) آلودگی مواد زائد جامد را عامل اصلی افزایش تراکم جمعیت پشه‌های ناقل و بیروس تب دانگ در محیط‌های شهری و صنعتی ذکر کرده و نتایج نشان داد حضور این پسماندها باعث ایجاد مزاحمت و هم‌چنین تشدید انتقال بیماری تب دانگ شده است (۸۱). هم‌چنین مطالعه Vanlerberghe و همکاران (۲۰۰۹) نشان داد که زباله‌های جامد مانند ظروف پلاستیکی دور ریخته شده و لاستیک‌های فرسوده و آلوده به لارو، عامل خطر برای عفونت دانگ هستند (۸۲). مطالعه Dutta و همکاران (۱۹۹۸) نیز نشان داد که زباله‌های پلاستیکی در مناطق شهری باتوجه به سهم نسبی آن‌ها در فراوانی و پراکندگی این پشه‌های ناقل، مکان مناسبی برای رشد و تکثیر آن‌ها هستند (۸۳).

در مطالعه Heukelbach و همکاران (۲۰۰۱) در برزیل که به منظور شناسایی عوامل خطر مرتبط با شیوع بیماری تب دانگ انجام گرفت، زباله‌های تجمع یافته، به دلیل عدم جمع‌آوری، به‌عنوان مکانی برای تکثیر پشه آندس ایچیتی در نظر گرفته شد (۵۷). بر طبق نتایج مطالعه Chan و همکاران (۲۰۲۰)، تجمع زباله‌های جامد و دفع نادرست زباله‌ها، خطر شیوع بیماری‌های منتقله از

ناقلین را افزایش می‌دهد (۸۴). طبق مطالعه Banerjee و همکاران (۲۰۱۳) با در نظر گرفتن نوع و مقدار زباله‌های جامد تولید شده، احتمال بیش‌تری وجود دارد که مواد زائد پلاستیکی، شیشه‌ای و لاستیکی یافت‌شده در زباله‌های خانگی، در دسترس بودن زیستگاه‌های احتمالی لاروها و کاربرد آن‌ها به‌عنوان مکان‌های تخم‌گذاری توسط پشه آندس را افزایش دهد (۸۵).

مطالعه‌ای Alam و همکاران (۲۰۱۳ میلادی) در هند نیز نشان داد که فضولات و سایر زباله‌های مایع و جامد، یک خطر جدی برای سلامتی محسوب می‌شوند و منجر به گسترش بیماری‌های عفونی می‌شوند. هم‌چنین بیان نمودند مدیریت نادرست و تجمع پسماندها در اطراف منازل به محلی برای پرورش ناقلین بیماری‌زا و انتشار بیماری‌های عفونی تبدیل می‌شود (۸۶). بنابراین فقدان مدیریت کافی پسماند جامد و در نتیجه تجمع زباله در خانه و اطراف منازل مسکونی در کنار سایر چالش‌ها، زیستگاه‌هایی را برای پرورش پشه‌ها فراهم می‌کند و به انتشار بیماری‌های عفونی کمک می‌نماید (۸۷). از این رو انجام اقدامات کنترلی جهت مبارزه با ناقلین نیازمند مشارکت فعال جامعه، ترویج برنامه‌های آموزش بهداشت و مدیریت زیست‌محیطی که شامل بهبود منابع و ذخیره‌سازی آب، مدیریت مواد زائد جامد و اصلاح زیستگاه‌های لارو است، می‌باشد (۸۸).

۲- فاکتورهای آب و هوایی موثر بر شیوع تب دانگ

پیش‌بینی دقیق شیوع بیماری‌های منتقله از طریق ناقلین، مانند تب دانگ، نیازمند یک رویکرد جامع است که تعاملات پیچیده بین آب و هوا، اکولوژی، رفتار انسانی و اقدامات کنترل بیماری را در نظر می‌گیرد. از این رو، تغییرات در پارامترهای محیطی مانند دمای هوا، بارندگی و رطوبت به‌عنوان فاکتورهای آب و هوایی تأثیرگذار بر فراوانی ناقلین بیماری تب دانگ شناخته می‌شوند (۶۹). مطالعات در تایوان (۹۱-۸۹)، سنگاپور (۹۲)، ویتنام (۹۳)، تایلند (۹۴)، چین (۹۵، ۹۶)، مالزی (۹۷)،

پورتوریکو (۹۸)، کامبوج (۹۹) و عربستان سعودی (۱۰۰) ارتباط معنی‌داری بین بروز تب دانگ و دما، بارش و تابش آفتاب نشان دادند. با توجه به این که مطالعه‌ای در این زمینه در ایران صورت نگرفت، از این رو جدول شماره ۳، فاکتورهای آب و هوایی مورد مطالعه مرتبط با شیوع بیماری تب دانگ در کشورهای مختلف به غیر از ایران، را نشان می‌دهد که در ادامه به تأثیر تک تک این فاکتورها به‌طور جداگانه پرداخته شده است.

۲-۱- دما

بیش‌تر بیماری‌های منتقله از طریق پشه در مناطق نیمه گرمسیری و گرمسیری شایع هستند، زیرا دمای کم در عرض‌های جغرافیایی بالاتر، لاروها و تخم‌های پشه‌ها را از بین می‌برد (۱۰۱). اما با توجه به افزایش دما در سراسر جهان در سال‌های اخیر، ناقلین پشه ممکن است بتوانند در فصل زمستان در مناطقی که قبلاً امکان یا توانایی زنده ماندن نداشتند، زنده بمانند و تکثیر شوند (۱۰۲). با افزایش دما، تغذیه پشه آندس ایجپتی افزایش یافته و دوره رشد کوتاه‌تری را در تمام مراحل چرخه زندگی خود خواهد داشت که منجر به افزایش رشد جمعیت آن‌ها می‌شود (۱۰۳، ۱۰۴). فاکتور دما می‌تواند تأثیر فراوانی در آلوده شدن میزبان به ویروس داشته باشد و هم‌چنین سبب افزایش طول عمر ویروس و پشه نیز شود (۹۲) که در نتیجه آن، درصد پشه‌های عفونی را در کل جمعیت در یک زمان معین افزایش می‌دهد (۱۰۵). دمای بالاتر هم‌چنین می‌تواند دفعات تولید مثل پشه و تماس پشه با انسان را افزایش دهد (۹۵). دمای بالاتر از ۱۶ درجه سانتی‌گراد در مناطق گرمسیری برای تکمیل چرخه زندگی پشه‌ها لازم است (۱۰۶).

هم‌چنین اگر دما تقریباً ۳ درجه سانتی‌گراد افزایش یابد، میانگین نرخ شیوع این بیماری در طول همه گیری‌ها می‌تواند دو برابر شود (۱۰۷). علاوه بر این، ممکن است اندازه لارو پشه را کاهش دهد و در نتیجه با افزایش متابولیسم پشه‌های بالغ، نیاز به وعده‌های غذایی

جدول شماره ۳: فاکتورهای آب و هوایی موثر بر شیوع تب دانگ

فاکتورهای آب و هوایی	کشور مورد مطالعه	نویسنده / سال / منبع
پدیده ال نینو (El Niño)	تایلند	Cazelles و همکاران / ۲۰۰۵ / (۱۰۸)
تغییرات ماهانه دما، رطوبت نسبی	تایوان	Wu و همکاران / ۲۰۰۷ / (۱۰۲)
دما و بارندگی	اندونزی	Arcari و همکاران / ۲۰۰۷ / (۱۰۹)
بارندگی	فیلیپین	Su و همکاران / ۲۰۰۸ / (۱۱۰)
دما، بارندگی، دمای سطح دریا	مکزیک	Brunkard و همکاران / ۲۰۰۸ / (۱۱۱)
میانگین دما، بارندگی	سنگاپور	Hii و همکاران / ۲۰۰۹ / (۱۱۲)
حداقل دما، حداقل رطوبت، سرعت باد	چین	Lu و همکاران / ۲۰۰۹ / (۱۱۳)
پدیده ال نینو	تایلند	Tipayamongkhogul و همکاران / ۲۰۰۹ / (۱۱۴)
حداقل دما، بارندگی، رطوبت نسبی	تایوان	Chen و همکاران / ۲۰۱۰ / (۱۱۵)
حداقل و حداکثر دما	سنگاپور	Pinto و همکاران / ۲۰۱۱ / (۱۱۶)
رطوبت نسبی، میانگین دما، حداقل دما	گوادلوپ	Gharbi و همکاران / ۲۰۱۱ / (۱۱۷)
میانگین دما	پرو	Chowell و همکاران / ۲۰۱۱ / (۱۱۸)
دما، رطوبت نسبی، بارندگی	استرالیا	Descloux و همکاران / ۲۰۱۲ / (۱۱۹)
دما، بارندگی و رطوبت	اندونزی	Tosepu و همکاران / ۲۰۱۸ / (۱۲۰)
دما، بارندگی و رطوبت نسبی	تایوان	Chang و همکاران / ۲۰۱۸ / (۱۲۱)
بارندگی و دمای هوا	برزیل	José و همکاران / ۲۰۱۹ / (۱۲۲)
بارندگی و دمای متوسط	برزیل	Stolerman و همکاران / ۲۰۱۹ / (۱۲۳)
بارندگی	کلمبیا	Moreno-Madrinán و همکاران / ۲۰۲۰ / (۱۲۴)
حداقل دما، حداکثر دما و بارندگی	استرالیا	Akter و همکاران / ۲۰۲۰ / (۱۲۵)
دما	تایوان	Tran و همکاران / ۲۰۲۰ / (۱۲۶)
حداقل دما، حداکثر دما و میانگین بارندگی	پاکستان	Shabbir و همکاران / ۲۰۲۰ / (۱۲۷)
دما، بارندگی و رطوبت نسبی	بنگلادش	Islam و همکاران / ۲۰۲۱ / (۱۲۸)
دما، رطوبت، بارندگی و سرعت باد	اندونزی	Susilawaty و همکاران / ۲۰۲۱ / (۱۲۹)
میانگین بارندگی، رطوبت، سرعت باد و دما	سريلانكا	Edussuriya و همکاران / ۲۰۲۱ / (۱۳۰)
بارندگی و رطوبت	تایلند	Polwiang / ۲۰۲۱ / (۱۳۱)
دما و بارندگی	سنگاپور، مالزی، سريلانكا، تایلند	Wang و همکاران / ۲۰۲۲ / (۱۳۲)
دما، سرعت باد و بارندگی	مالزی	Singh و همکاران / ۲۰۲۲ / (۱۳۳)
دما، رطوبت نسبی و بارندگی	مالزی	Hamidun و همکاران / ۲۰۲۲ / (۱۳۳)
دما، بارندگی و رطوبت	اندونزی	Pinontoan و همکاران / ۲۰۲۲ / (۱۳۴)
دما، رطوبت نسبی، بارش، سرعت باد، تبخیر، پوشش ابری و فشار سطح دریا	تایلند	Abdulsalam و همکاران / ۲۰۲۲ / (۱۳۵)

و سبب کاهش موارد ابتلا به بیماری تب دانگ تا ۰/۳ و ۰/۵ میلیون نفر در هر سال به ترتیب تا سال ۲۰۵۰ و ۲۱۰۰ میلادی خواهد شد (۱۳۸). سالانه بیش از ۵۰ میلیون نفر که در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری شهری زندگی می کنند، به تب دانگ مبتلا می شوند (۱۳۹). اما از طرفی دمای بسیار بالاتر ممکن است زمان بقای پشه را کاهش دهد، که می تواند تأثیر مثبت بر فراوانی پشه را خنثی کند (۱۰۵).

Zheng و همکاران (۲۰۰۱) در مطالعه روند فصلی و شرایط تکثیر پشه آندس ایجیتی در شهر فوژو در چین، بیان نمودند که تراکم پشه ها با بالا رفتن دما افزایش می یابد. اما هنگامی که دما بالاتر از ۳۲ درجه سانتی گراد باشد، تراکم پشه ها به طور قابل توجهی کاهش می یابد (۱۴۰). هم چنین افزایش دما مرتبط با پدیده ال نینو، می تواند سبب انتقال تب دانگ شود. در این راستا Ebi و Nealon (۲۰۱۶) بیان کردند الگوهای

و هم چنین نیاز به تخم گذاری بیش تر شود (۱۴۸). دمای مناسب برای رشد و نمو پشه آندس ایجیتی بین ۲۵ تا ۲۹ درجه سانتی گراد (۷۷ تا ۸۴ درجه فارنهایت) است، که در این دما، بقای پشه، سرعت گزش و زمان تکامل بهینه می شود که منجر به رشد سریع تر جمعیت و افزایش فراوانی می شود. از این رو لارو پشه آندس ایجیتی می تواند تا زمانی که دمای آب به ۳۴ درجه سانتی گراد برسد زنده بماند و پس از آن با افزایش دما احتمال مرگ آنان افزایش می یابد (۱۳۷). در سال های اخیر، آژانس ملی محیط زیست سنگاپور از افزایش دمای محیط به عنوان شاخصی برای افزایش موارد بروز تب دانگ استفاده کرده است و در دوره هایی با میانگین دمای محیط بالای ۲۷/۸ درجه سانتی گراد، واحد ملی کنترل ناقلین، عملیات نظارت و کنترل بر زیستگاه های پرورش پشه را افزایش داده است (۹۲). هم چنین اجرای موارد مصوب در توافق نامه آب و هوای پاریس مبنی بر کاهش گرمایش جهانی،

اگرچه تخم پشه‌ها در طول دوره‌های زمانی طولانی در برابر خشک شدن می‌توانند مقاوم شوند (۱۴۷). به‌طوری که Nagao و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند که دو عامل حداقل دمای روزانه و افزایش بارندگی نسبت به ماه قبل، با افزایش فراوانی لارو پشه آئدس ایجیتی مرتبط بودند (۱۴۸).

هم‌چنین Choi و همکاران (۲۰۱۶) در مطالعه اثرات آب و هوایی بر بروز تب دانگ بیان نمودند که بارندگی منجر به افزایش مکان‌های تولید مثل ناقل پشه می‌شود که به افزایش بروز تب دانگ کمک می‌کند (۹۹). اما Wegbreit (۱۹۹۷) با بررسی داده‌های هفتگی بیماری تب دانگ در کشور ترینیداد و توباگو نشان داد که بارش شدید باران احتمالاً می‌تواند با کاهش میزان بقای پشه آئدس ایجیتی، انتقال تب دانگ را کاهش دهد (۱۴۹). Pilz و همکاران (۲۰۲۰) در مطالعه مکانی-زمانی گسترش تب دانگ در پاکستان طی سال‌های ۲۰۱۷-۲۰۱۶ بیان نمودند، تب دانگ در فصل بارندگی، به ویژه در فصل باران‌های موسمی افزایش می‌یابد (۱۲۷). هم‌چنین Phanitchat و همکاران (۲۰۱۹) گزارش دادند که شیوع تب دانگ با فصول بارانی و حداکثر دما در شهر خونکاین تایلند هم‌زمان است (۱۵۰). از طرفی بارندگی شدید ممکن است حشرات کوچک یا تخم حشرات را از بین ببرد و با کاهش جمعیت حشرات همراه باشد (۱۵۱).

هم‌چنین بارندگی شدید می‌تواند به طور غیرمستقیم جمعیت حشرات را از طرق مختلف چون تأثیر بر شکارچیان و پاتوزن‌ها و همچنین از طریق از بین بردن گیاه میزبان تحت تأثیر قرار دهد (۱۵۲).

۲-۳- رطوبت نسبی

رطوبت نسبی یکی دیگر از عوامل کلیدی است که بر چرخه زندگی پشه‌ها در مراحل مختلف و در نتیجه بر شیوع تب دانگ تأثیر می‌گذارد. به‌طور معمول، رطوبت، میزان بقای پشه و میزان گزش روزانه را افزایش

همه‌گیری تب دانگ با دوره‌هایی از درجه حرارت بالا در سال‌های ۱۹۹۷ تا ۱۹۹۸ میلادی، با قوی‌ترین پدیده ال نینو در قرن مصادف بود (۱۴۱). نور خورشید با سایر عوامل اکولوژیکی مانند دما و رطوبت مرتبط است و در نتیجه ممکن است بر بروز تب دانگ تأثیر بگذارد (۹۳).

Vu و همکاران (۲۰۱۴) با بررسی داده‌های ماهانه طول مدت تابش آفتاب در ویتنام بیان نمودند که بین موارد تب دانگ و ساعات آفتابی ارتباط منفی معنی‌داری وجود دارد (۱۴۲).

۲-۲- بارندگی

آب‌های راکد باقی مانده از بارش‌های سنگین منجر به افزایش فراوانی پشه‌ها شده و عدم ارائه مراقبت‌های بهداشتی کافی همراه با افزایش تراکم پشه‌ها سبب افزایش قرارگیری در معرض ابتلا به عفونت تب دانگ می‌شود (۱۴۳). بارندگی منابع فراوانی برای پرورش پشه آئدس ایجیتی در فضای باز ایجاد می‌کند و ظروف ذخیره آب نیز می‌توانند به عنوان زیستگاه‌های تکثیر عمل کنند (۱۰۳). به‌عنوان مثال آب و هوای هند به شدت تحت تأثیر بادهای موسمی جنوب غربی است که بارندگی‌هایی را از ماه ژوئن تا سپتامبر به همراه دارد و افزایش بارندگی با افزایش تولید مثل پشه‌های آئدس در برخی از مناطق هند همراه بوده است (۱۴۴). بروز عفونت تب دانگ به بارندگی نیز بستگی دارد زیرا بر پرورش پشه‌ها تأثیر می‌گذارد، تا تخم‌گذاری کرده و تا مرحله بلوغ رشد نمایند (۱۴۵). هم‌چنین فراوانی و تولید مثل پشه‌های آئدس ایجیتی و آئدس آلبویکتوس در مناطق گرمسیری تا نیمه گرمسیری در طول سال با بارندگی ارتباط مستقیم دارد (۱۴۶). با ادامه افزایش دما و تغییر الگوهای بارش، گسترش جغرافیایی ناقل‌های پشه آئدس ایجیتی افزایش می‌یابد (۱۴۷). به‌طور کلی بارش و دما به یکدیگر وابسته هستند، زیرا افزایش دما نرخ تبخیر را تسریع می‌کند و آب راکد را به‌عنوان یک منبع زیستگاه بالقوه برای پشه‌های نابالغ محدود می‌کند،

می‌دهد (۱۵۳). هم‌چنین آب و هوای گرم همراه با رطوبت بالا در فصل بارندگی، رشد و بقای پشه‌ها را تسهیل می‌کند (۱۱۲، ۱۵۶-۱۵۴). موارد تب دانگ بیشتر در ماه‌های پرباران گزارش می‌شود، زمانی که رطوبت نسبی بیش‌تر باشد و رطوبت بیش‌تر در فصول بارندگی رشد و بقای پشه‌ها را تسهیل کند و منجر به افزایش تعداد پشه‌های آلوده برای انتشار موفقیت آمیز ویروس شود (۱۵۴).

نتایج مطالعه Barbazan و همکاران (۲۰۱۰) نشان داد، افزایش طول عمر پشه می‌تواند انتقال بیماری را تا ۵ برابر افزایش دهد (۱۵۵). یکی از مکانیسم‌های ارتباط بین رطوبت بالا و بروز بیماری تب دانگ این است که افرادی که در آپارتمان زندگی می‌کنند ممکن است در روزهای بارانی و مرطوب برای دریافت هوای تازه، در بیرون از خانه قدم بزنند و این فرصتی را برای نیش زدن پشه‌ها فراهم می‌کند (۱۵۷). هم‌چنین نتایج رگرسون لجستیک در مطالعه Xu و همکاران (۲۰۲۰) نشان داد که رطوبت نسبی بالا با وقوع دومین اوج فصلی تب دانگ در فیلیپین مرتبط است که این رطوبت بالا عموماً ناشی از بارندگی فراوان است و دمای بالا را نیز به دنبال دارد (۱۵۸). پشه‌های آندس ایجیتی به حداقل رطوبت ۶۰ درصد جهت بقا و ادامه زندگی نیاز دارند ۱۵۹ با این حال، رطوبت بالای ۷۹ درصد ممکن است جمعیت پشه‌ها را به دلیل تعاملات پیچیده بین عوامل آب و هوایی کاهش دهد (۱۶۰) و از آنجایی که فشار بخار یا رطوبت نسبی تحت تأثیر ترکیبی بارندگی و دما قرار می‌گیرد، بر طول عمر پشه و در نتیجه پتانسیل انتقال ویروس تب دانگ تأثیر می‌گذارد (۱۶۱).

Polwiang (۲۰۲۰) در مطالعه الگوهای فصلی سری زمانی تب دانگ و متغیرهای آب و هوایی در تایلند بیان نمود، میانگین رطوبت در بانکوک ۷۲/۹ درصد در طول دوره مطالعه بود که شرایط مساعدی را برای شیوع تب دانگ فراهم می‌کرد (۱۳۱).

Karim و همکاران (۲۰۱۲) در مطالعه عوامل اقلیمی موثر بر موارد تب دانگ در شهر داکا در

بنگلادش بیان نمودند، در طول سال‌ها، میانگین رطوبت نسبی در طول دوره شیوع تب دانگ، روند افزایشی نشان داد (۱۶۲).

نتایج مطالعه Dickerson (۲۰۰۷) در مطالعه اثرات رطوبت بر روی تخم‌های پشه آندس اجیتی، بیان گر افزایش درصد تخم‌گذاری پشه‌ها با افزایش رطوبت نسبی هوا بوده است (۱۶۳).

Ebi و Nealon (۲۰۱۶) نیز بیان نمودند ۸۰ درصد موارد شدید این بیماری در سال‌های ۲۰۰۱-۱۹۸۳ میلادی، زمانی رخ داد که دما بین ۲۷-۲۹/۵ درجه سانتی‌گراد و میانگین رطوبت بیش از ۷۵ درصد بوده است. با توجه به این که دماهای بالاتر می‌تواند رطوبت بیشتری را به همراه داشته باشند، درک این فعل و انفعالات برای پیش‌بینی این که چگونه آب و هوای متغیر می‌تواند شیوع بیماری تب دانگ را تغییر دهد، مهم است (۱۶۱). بنابراین، دما، بارندگی و رطوبت نسبی پارامترهای بسیار مهم آب و هوایی هستند که انتظار می‌رود انتقال و شیوع تب دانگ، عمدتاً از طریق تأثیر آنها بر پشه ناقل آندس ایجیتی باشد (۱۶۴).

به طور کلی بیماری تب دانگ نوعی بیماری عفونی است که توسط ویروس تب دانگ ایجاد می‌شود و از طریق پشه آندس منتقل می‌شود. انتقال تب دانگ توسط پشه‌ها تحت تأثیر عوامل متعددی از جمله فراوانی و توزیع جمعیت پشه‌ها، رفتار و اولویت‌های تغذیه‌ای پشه‌ها و شرایط محیطی است که بر پرورش و بقای ناقلین تأثیر می‌گذارد. نتایج این مطالعه مروری با بررسی عوامل آب و هوایی و محیطی بر شیوع تب دانگ و مقایسه مطالعات انجام شده نشان داد که پشه‌های آندس معمولاً در محل تجمع آب راکد مثل کولر، ظروف زیر گلدان، لاستیک‌های فرسوده و ... تخم‌گذاری می‌کنند و بنابراین باید در منابع و محل‌های نگهداری آب به طور دائم بسته باشد. ظروف نگهداری آب هفته‌ای یک بار از آب خالی شده و شستشو گردند، هم‌چنین جمع‌آوری لاستیک‌های فرسوده که زیستگاه خوبی

روایتی می‌توان به این موضوع اشاره کرد که مطالب پیوسته و جامعی از تاثیر عوامل محیطی و تغییرات آب و هوایی بر شیوع تب دانگ در مناطق مختلف ارائه شده است. از نقاط ضعف چنین مطالعات مروری روایتی این است که، به جای آن، می‌توان مقالات علمی-پژوهشی با حجم نمونه بزرگ کار کرد که بتواند تنوع و پیچیدگی عوامل محیطی و آب و هوایی موثر بر شیوع تب دانگ را نشان دهد. همچنین می‌توان دوره مطالعه را طولانی در نظر گرفت، زیرا تب دانگ دارای طغیان‌های دوره‌ای است که می‌تواند سال‌ها به طول بیانجامد، بنابراین یک دوره طولانی مطالعه می‌تواند محققان را قادر سازد تا الگوها و روندهای داده‌ها را در طول زمان شناسایی کنند. استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) نیز می‌تواند برای تجسم و تجزیه تحلیل داده‌های محیطی و اقلیمی در یک زمینه فضایی استفاده شود که می‌تواند به شناسایی مناطق با خطر بالا برای تب دانگ و اطلاع‌رسانی استراتژی‌های هدفمند کمک کند.

سپاسگزاری

مطالعه حاضر در کمیته اخلاق معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی مازندران با کد IR.MAZUMS..REC.1402.038 به تصویب رسیده است. نویسندگان مقاله مراتب سپاس خود را از کمیته تحقیقات دانشجویی معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی مازندران جهت حمایت از این طرح اعلام می‌دارند.

References

1. Burdmann EA. Flaviviruses and kidney diseases. *Adv Chronic Kidney Dis* 2019; 26(3): 198-206.
2. Douglas T, Young M. Viruses: making friends with old foes. *Science* 2006; 312(5775): 873-875.
3. Koonin EV, Senkevich TG, Dolja VV. The ancient Virus World and evolution of cells. *Biol Direct* 2006; 1(1): 1-29.
4. Speir JA, Johnson JE. Nucleic acid packaging in viruses. *Curr Opin Struct Biol* 2012; 22(1): 65-71.
5. Abdelrazec A, Bélair J, Shan C, Zhu H. Modeling the spread and control of dengue

برای پشه آئدس هست ضروری می‌باشد. تجمع پسماندها در داخل و اطراف منازل مسکونی شرایط مناسبی را برای رشد لاروها و پشه‌ها و همچنین ذخیره‌سازی آب باران را فراهم می‌کند. علاوه بر این، نتایج این مطالعه نشان داده است که از بین رفتن پوشش گیاهی بومی نیز مشکلات متعددی را برای جامعه ایجاد می‌کند که می‌توان به افزایش موارد بیماری تب دانگ اشاره نمود، زیرا جنگل‌زدایی مستقیماً بر روابط اکولوژیکی در این محیط‌ها تأثیر می‌گذارد و باعث کاهش تعداد شکارچیان پشه به دلیل کمبود زیستگاه و همچنین بهبود شرایط محیطی برای رشد ناقلین می‌شود. از طرفی تجزیه و تحلیل عوامل اقلیمی در رابطه با بروز تب دانگ در این مطالعه نشان داد که عواملی چون بارندگی، دما و رطوبت بر بیماری تب دانگ موثر می‌باشد. هم‌چنین ارتباط بین بروز این بیماری و عوامل آب و هوایی نیز برحسب محل متفاوت است و بهتر است اقدامات کنترلی مرتبط با بیماری مذکور در مقیاس محلی یا منطقه‌ای صورت پذیرد. تلاش برای کنترل انتقال تب دانگ اغلب بر کاهش جمعیت پشه‌ها از طریق اقداماتی مانند سمپاشی محیطی، استفاده از پشه بند و مواد دافع متمرکز است. با این‌که واکسن‌ها و داروهای ضد ویروسی نیز برای پیشگیری و درمان تب دانگ در حال توسعه هستند، اما کنترل جمعیت پشه‌ها عاملی حیاتی در کاهش بار این بیماری است. با توجه به این‌که تاکنون مطالعه‌ای در این زمینه در ایران صورت نگرفته است، از نقاط قوت این مطالعه مروری

- with limited public health resources. *Math Biosci* 2016; 271: 136-145.
6. Gould E, Solomon T. Pathogenic flaviviruses. *Lancet* 2008; 371(9611): 500-509.
 7. Nguyen-Tien T, Do DC, Le XL, Dinh TH, Lindeborg M, Nguyen-Viet H, et al. Risk factors of dengue fever in an urban area in Vietnam: a case-control study. *BMC Public Health* 2021; 21(1): 664.
 8. Taylor MW. *Viruses and man: A history of interactions*: New York City: Springer; 2014.
 9. Casas I, Delmelle E, Delmelle EC. Potential versus revealed access to care during a dengue fever outbreak. *J Transp Health* 2017; 4: 18-29.
 10. Yue Y, Sun J, Liu X, Ren D, Liu Q, Xiao X, et al. Spatial analysis of dengue fever and exploration of its environmental and socio-economic risk factors using ordinary least squares: A case study in five districts of Guangzhou City, China, 2014.
 11. Tully D, Griffiths CL. Dengvaxia: The world's first vaccine for prevention of secondary dengue. *Ther Adv Vaccines Immunother* 2021; 9: 25151355211015839.
 12. López-Medina E, Biswal S, Saez-Llorens X, Borja-Tabora C, Bravo L, Sirivichayakul C, et al. Efficacy of a dengue vaccine candidate (TAK-003) in healthy children and adolescents 2 years after vaccination. *Int J Infect Dis* 2022; 225(9): 1521-1532.
 13. WHO. Strengthening implementation of the global strategy for Dengue fever and Dengue haemorrhagic fever prevention and control. Report of the Informal Consultation. Geneva: WHO; 1999.
 14. Faruk M, Jannat S, Rahman MS. Impact of environmental factors on the spread of dengue fever in Sri Lanka. *Int J Environ Sci Technol (Tehran)* 2022; 19(11): 10637-1048 (Persian).
 15. Adnan R, Ramli M, Othman H, Asha'ri Z, Ismail SS, Samsudin S. The Impact of Sociological and Environmental Factors for Dengue Infection in Kuala Lumpur, Malaysia. *Acta Trop* 2021; 216: 105834.
 16. Nurdin N, Siregar YI, Mubarak M, Wijayantono W. Environmental Factors linked to the Presence of *Aedes aegypti* Larvae and the Prevalence of Dengue Hemorrhagic Fever. *Open Access Maced J Med Sci* 2022; 10(E): 475-480.
 17. Khoobdel M, Dehghan O, Bakhshi H, Moradi M. Control and management of vector-borne diseases in disaster conditions. *Journal of Military Medicine* 2020; 22(8): 778-798 (Persian).
 18. Ebrahimi M, Abadi A, Bashizadeh-Fakhar H, Fahimi E. Dengue Fever in Iran: A Case Report. *Zahedan J Res Med Sci* 2016; 18(12): e9953 (Persian).
 19. Chinikar S, Ghiasi SM, Shah-Hosseini N, Mostafavi E, Moradi M, Khakifirouz S, et al. Preliminary study of dengue virus infection in Iran. *Travel Med Infect Dis* 2013; 11(3): 166-169.
 20. Dorzaban H, Soltani A, Alipour H, Hatami J, Jaberhashemi SA, Shahriari-Namadi M, et al. Mosquito surveillance and the first record of morphological and molecular-based identification of invasive species *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Diptera: Culicidae), southern Iran. *Exp Parasitol* 2022; 236-237: 108235.
 21. Choi Y, Tang CS, McIver L, Hashizume M, Chan V, Abeyasinghe RR, et al. Effects of weather factors on dengue fever incidence and implications for interventions in Cambodia. *BMC Public Health* 2016; 1616: 241.
 22. Faruk M, Jannat S, Rahman MS. Impact of environmental factors on the spread of dengue fever in Sri Lanka. *Int J Environ Sci Technol (Tehran)* 2022; 19(11): 10637-10648.

23. Mala S, Jat MK. Implications of meteorological and physiographical parameters on dengue fever occurrences in Delhi. *Sci Total Environ* 2019; 650: 2267-2283.
24. Kesetyaningsih TW, Andarini S, Sudarto S, Pramoedyo H. Determination of environmental factors affecting dengue incidence in Sleman District, Yogyakarta, Indonesia. *Afr J Infect Dis* 2018; 12(1Suppl): 13-25.
25. Pham HV, Doan H, Phan TT, Tran Minh NN. Ecological factors associated with dengue fever in a Central Highlands province, Vietnam *BMC Infect Dis* 2011; 11: 172.
26. Carneiro MAF, Alves BdC, Gehrke FdS, Domingues JN, Sá N, Paixão S, et al. Environmental factors can influence dengue reported cases. *Rev Assoc Med Bras* (1992) 2017; 63(11): 957-961.
27. Zellweger RM, Cano J, Mangeas M, Taglioni F, Mercier A, Despinoy M, et al. Socioeconomic and environmental determinants of dengue transmission in an urban setting: An ecological study in Nouméa, New Caledonia. *PLoS Negl Trop Dis* 2017; 11(4): e0005471.
28. Dieng H, Ahmad AH, Mahyoub JA, Turkistani AM, Mesed H, Koshike S, et al. Household survey of container-breeding mosquitoes and climatic factors influencing the prevalence of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in Makkah City, Saudi Arabia. *Asian Pac J Trop Biomed* 2012; 2(11): 849-857.
29. Sulehri MA, Hussain R, Gill NI. Dengue fever its diagnosis, treatment, prevention and control. *Annals of Punjab Medical College (APMC)* 2012; 6(1): 22-27.
30. Chow V, Chan Y, Yong R, Lee K, Lim L, Chung Y, et al. Monitoring of dengue viruses in field-caught *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* mosquitoes by a type-specific polymerase chain reaction and cycle sequencing. *Am J Trop Med Hyg* 1998; 58(5): 578-586.
31. Wilder-Smith A, Ooi E-E, Vasudevan SG, Gubler DJ. Update on dengue: epidemiology, virus evolution, antiviral drugs, and vaccine development. *Curr Infect Dis Rep* 2010; 12(3): 157-164.
32. Russell RC, Currie BJ, Lindsay MD, Mackenzie JS, Ritchie SA, Whelan PI. Dengue and climate change in Australia: predictions for the future should incorporate knowledge from the past. *Med J Aust* 2009; 190(5): 265-268.
33. Arunachalam N, Mariappan T, Reddy C, Panicker K, Dhanda V. Studies on the occurrence of *Aedes aegypti*, the vector of dengue in Cochin City, Kerala. *Trends Life Sci* 1994; 9: 43-45.
34. Dom NC, Ahmad AH, Ishak AR, Ismail R. Assessing the risk of dengue fever based on the epidemiological, environmental and entomological variables. *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 2013; 105: 183-194.
35. Paupy C, Delatte H, Bagny L, Corbel V, Fontenille D. *Aedes albopictus*, an arbovirus vector: from the darkness to the light. *Microbes Infect* 2009; 11(14-15): 1177-1185.
36. Cheong W. A note on the preferred *A. aegypti* breeding habitats in urban areas in Malaysia. *Med J Malaya* 1966; 20(4): 329-331.
37. Chan KL, Ho BC, Chan YC. *Aedes aegypti* (L.) and *Aedes albopictus* (Skuse) in Singapore City. 2. Larval habitats. *Bull World Health Organ* 1971; 44(5): 629-633.
38. Southwood TR, Murdie G, Yasuno M, Tonn RJ, Reader PM. Studies on the life budget of *Aedes aegypti* in Wat Samphaya, Bangkok, Thailand. *Bull World Health Organ* 1972; 46(2): 211-226.
39. Pamplona Lde G, Lima JW, Cunha JC, Santana EW. Evaluation of the impact on

- Aedes aegypti* infestation in cement tanks of the municipal district of Canindé, Ceará, Brazil after using the *Betta splendens* fish as an alternative biological control. *Rev Soc Bras Med Trop* 2004; 37(5): 400-404.
40. Romero-Vivas CM, Arango-Padilla P, Falconar AK. Pupal-productivity surveys to identify the key container habitats of *Aedes aegypti* (L.) in Barranquilla, the principal seaport of Colombia. *Ann Trop Med Parasitol* 2006; 100(Suppl 1): S87-s95.
 41. García-Betancourt T, Higuera-Mendieta DR, González-Uribe C, Cortés S, Quintero J. Understanding water storage practices of urban residents of an endemic dengue area in Colombia: Perceptions, rationale and socio-demographic characteristics. *PloS One* 2015; 10(6): e0129054.
 42. Quintero J, Brochero H, Manrique-Saide P, Barrera-Pérez M, Basso C, Romero S, et al. Ecological, biological and social dimensions of dengue vector breeding in five urban settings of Latin America: a multi-country study. *BMC Infect Dis* 2014; 14(1): 1-13.
 43. Oo T, Storch V, Madon M, Becker N. Factors influencing the seasonal abundance of *Aedes (Stegomyia) aegypti* and the control strategy of dengue and dengue haemorrhagic fever in Thanlyin Township, Yangon City, Myanmar. *Trop Biomed* 2011; 28(2): 302-311.
 44. Sarin Y, Singh S, Singh T. Dengue viral infection. *Indian pediatr* 1998; 35(2): 129-138.
 45. Rahman MS, Mehejabin F, Rashid R. A community based case-control study to determine the risk factors of dengue fever in Bangladesh. *medRxiv* 2021.
 46. Mwanyika GO, Sindato C, Rugarabamu S, Rumisha SF, Karimuribo ED, Misinzo G, et al. Seroprevalence and associated risk factors of chikungunya, dengue, and Zika in eight districts in Tanzania. *Int J Infect Dis* 2021; 111: 271-280.
 47. Guarner J, Hale GL, editors. Four human diseases with significant public health impact caused by mosquito-borne flaviviruses: West Nile, Zika, dengue and yellow fever. *Semin Diagn Pathol* 2019; 36(3): 170-176.
 48. Koh BK, Ng LC, Kita Y, Tang CS, Ang LW, Wong KY, et al. The 2005 dengue epidemic in Singapore: epidemiology, prevention and control. *Ann Acad Med Singap* 2008; 37(7): 538-545.
 49. Araujo RV, Albertini MR, Costa-da-Silva AL, Suesdek L, Franceschi NCS, Bastos NM, et al. São Paulo urban heat islands have a higher incidence of dengue than other urban areas. *Braz J Infect Dis* 2015; 19(2): 146-155.
 50. Sames WJ, Kim HC, Chong ST, Harrison BA, Lee W-J, Rueda LM, et al. *Anopheles lindesayi japonicus* Yamada (Diptera: Culicidae) in Korea: comprehensive review, new collection records, and description of larval habitats. *J Vector Ecol* 2008; 33(1): 99-106.
 51. Machault V, Vignolles C, Gadiaga L, Gaye A, Sokhna C, Trape J-F, et al. Spatial heterogeneity and temporal evolution of malaria transmission risk in Dakar, Senegal, according to remotely sensed environmental data. *Malaria Journal* 2010; 9(1): 252.
 52. Burkett-Cadena ND, Vittor AY. Deforestation and vector-borne disease: forest conversion favors important mosquito vectors of human pathogens. *Basic Appl Ecol* 2018; 26: 101-110.
 53. Samson DM, Qualls WA, Roque D, Naranjo DP, Alimi T, Arheart KL, et al. Resting and energy reserves of *Aedes albopictus* collected in common landscaping vegetation in St. Augustine, Florida. *J Am Mosq Control Assoc* 2013; 29(3): 231-236.

54. Degife LH, Worku Y, Belay D, Bekele A, Hailemariam Z. Factors associated with dengue fever outbreak in Dire Dawa administration city, October, 2015, Ethiopia-case control study. *BMC Public Health* 2019; 19(1): 650.
55. Muhammad I, Khan J, Iqbal H, Rahman H, Muhammad A. Seroprevalence and epidemiological status of dengue viral infection in remote areas of Pakistan. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease* 2016; 6(10): 776-777.
56. Baba M, Talle M. The effect of climate on dengue virus infections in Nigeria. *New York Sci J* 2011; 4(1): 28-33.
57. Heukelbach J, De Oliveira FAS, Kerr-Pontes LRS, Feldmeier H. Risk factors associated with an outbreak of dengue fever in a favela in Fortaleza, north-east Brazil. *Trop Med Int Health* 2001; 6(8): 635-642.
58. Kholedi A, Balubaid O, Milaat W, Kabbash I, Ibrahim A. Factors associated with the spread of dengue fever in Jeddah Governorate, Saudi Arabia. *EMHJ-Eastern Mediterr Health J* 2012; 18(1): 15-23.
59. Dhimal M, Aryal KK, Dhimal ML, Gautam I, Singh SP, Bhusal CL, et al. Knowledge, attitude and practice regarding dengue fever among the healthy population of highland and lowland communities in central Nepal. *Plos One* 2014; 9(7): e102028.
60. Huang C-C, Tam TYT, Chern Y-R, Lung S-CC, Chen N-T, Wu C-D. Spatial clustering of dengue fever incidence and its association with surrounding greenness. *Int J Environ Res Public Health* 2018; 15(9): 1869.
61. Meza-Ballesta A, Gónima L. The influence of climate and vegetation cover on the occurrence of dengue cases (2001-2010). *Rev Salud Publica (Bogota)* 2014; 16(2): 293-306.
62. Pereira da Silva AA, Franquelino AR, Teodoro PE, Montanari R, Faria GA, Ribeiro da Silva CH, et al. The fewer, the better fare: Can the loss of vegetation in the Cerrado drive the increase in dengue fever cases infection? *PloS One* 2022; 17(1): e0262473.
63. Bauch SC, Birkenbach AM, Pattanayak SK, Sills EO. Public health impacts of ecosystem change in the Brazilian Amazon. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2015; 112(24): 7414-7419.
64. Vittor AY, Gilman RH, Tielsch J, Glass G, Shields T, Lozano WS, et al. The effect of deforestation on the human-biting rate of *Anopheles darlingi*, the primary vector of falciparum malaria in the Peruvian Amazon. *Am J Trop Med Hyg* 2006; 74(1): 3-11.
65. Torres JR, Castro J. The health and economic impact of dengue in Latin America. *Cad Saude Publica* 2007; 23: S23-S31.
66. State of the World's Forests. Forests of agricultural: Land-use challenges and opportunities. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2016.
67. Ometto JP, Aguiar APD, Martinelli LA. Amazon deforestation in Brazil: effects, drivers and challenges. *Carbon Manag* 2011; 2(5): 575-585.
68. Wilcox BA, Ellis B. Forests and emerging infectious diseases of humans. *Unasylva* 2006; 57(2): 11-18.
69. Nakhapakorn K, Tripathi NK. An information value based analysis of physical and climatic factors affecting dengue fever and dengue haemorrhagic fever incidence. *Int J Health Geogr* 2005; 4(1): 1-13.
70. Linthicum KJ, Anyamba A, Chretien J-P, Small J, Tucker CJ, Britch SC. The role of global climate patterns in the spatial and temporal distribution of vector-borne disease. *Vector Biology, Ecology and Control*. 2010. p: 3-13.

71. Tjaden NB, Thomas SM, Fischer D, Beierkuhnlein C. Extrinsic Incubation Period of Dengue: Knowledge, Backlog, and Applications of Temperature Dependence. *PLoS Negl Trop Dis* 2013; 7(6): e2207.
72. Ali S, Gugliemini O, Harber S, Harrison A, Houle L, Ivory J, et al. Environmental and Social Change Drive the Explosive Emergence of Zika Virus in the Americas. *PLoS Negl Trop Dis* 2017; 11(2): e0005135.
73. Garg T. Ecosystems and human health: The local benefits of forest cover in Indonesia. *J Environ Econ Manage* 2019; 98: 102271.
74. McMichael AJ, Campbell-Lendrum DH, Corvalán CF, Ebi KL, Githeko A, Scheraga JD, et al. Climate change and human health: risks and responses. Geneva:World Health Organization; 2003.
75. Banerjee S, Aditya G, Saha GK. Household disposables as breeding habitats of dengue vectors: linking wastes and public health. *Waste Manag* 2013; 33(1): 233-239.
76. Lal PN, Takau L. Economic costs of waste in Tonga. Apia, Samoa: SPREP; 2006.
77. Dickin SK, Schuster-Wallace CJ, Elliott SJ. Mosquitoes & vulnerable spaces: Mapping local knowledge of sites for dengue control in Seremban and Putrajaya Malaysia. *Appl Geogr* 2014; 46: 71-79.
78. Cruvinel VRN, Zolnikov TR, Obara MT, de Oliveira VTL, Vianna EN, do Santos FSG, et al. Vector-borne diseases in waste pickers in Brasilia, Brazil. *Waste Manag* 2020; 105: 223-232.
79. Bernardo EC. Solid-waste management practices of households in Manila, Philippines. *Ann N Y Acad Sci* 2008; 1140(1): 420-424.
80. Fagnani E, Guimarães JR. Waste management plan for higher education institutions in developing countries: The Continuous Improvement Cycle model. *J Clean Prod* 2017; 147: 108-118.
81. Dutta P, Khan S, Khan A, Sharma C, Mahanta J. Entomological observations on dengue vector mosquitoes following a suspected outbreak of dengue in certain parts of Nagaland with a note on their susceptibility to insecticides. *J Environ Biol* 2004; 25(2): 209-212.
82. Vanlerberghe V, Toledo M, Rodriguez M, Gomez D, Baly A, Benitez J, et al. Community involvement in dengue vector control: cluster randomised trial. *MEDICC Rev* 2010; 12(1): 41-47.
83. Dutta P, Khan S, Sharma C, Doloi P, Hazarika N, Mahanta J. Distribution of potential dengue vectors in major townships along the national highways and trunk roads of northeast India. *Southeast Asian J Trop Med Public Health* 1998; 29(1): 173-176.
84. Chan EYY, Sham TST, Shahzada TS, Dubois C, Huang Z, Liu S, et al. Narrative review on health-edrm primary prevention measures for vector-borne diseases. *Int J Environ Res Public Health* 2020; 17(16): 5981.
85. Banerjee S, Aditya G, Saha GK. Pupal productivity of dengue vectors in Kolkata, India: implications for vector management. *Indian J Med Res* 2013; 137(3): 549-559.
86. Alam P, Ahmade K. Impact of solid waste on health and the environment. *International Journal of Sustainable Development and Green Economics (IJSDEG)*. 2013; 2(1): 165-168.
87. Veidis EM, LaBeaud AD, Phillips AA, Barry M. Tackling the Ubiquity of Plastic Waste for Human and Planetary Health. *Am J Trop Med Hyg* 2022; 106(1): 12-14.
88. 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.
89. Tseng Y, Chang F, Chao D, Lian I. Re-model the relation of vector indices, meteorological factors and dengue fever. *J Trop Dis* 2016; 4(2): 1-8.
90. Chen S-C, Hsieh M-H. Modeling the transmission dynamics of dengue fever: implications of temperature effects. *Science of The Total Environment* 2012; 431: 385-391.
91. Chang K, Lee NY, Ko WC, Tsai JJ, Lin WR, Chen TC, et al. Identification of factors for physicians to facilitate early differential diagnosis of scrub typhus, murine typhus, and Q fever from dengue fever in Taiwan. *J Microbiol Immunol Infect* 2017; 50(1): 104-111.
92. Hii YL, Zhu H, Ng N, Ng LC, Rocklöv J. Forecast of dengue incidence using temperature and rainfall. *PLoS Negl Trop Dis* 2012; 6(11): e1908.
93. Vu HH, Okumura J, Hashizume M, Tran DN, Yamamoto T. Regional differences in the growing incidence of dengue fever in Vietnam explained by weather variability. *Trop Med Health* 2014; 42(1): 25-33.
94. Thammapalo S, Chongsuwiatwong V, McNeil D, Geater A. The climatic factors influencing the occurrence of dengue hemorrhagic fever in Thailand. *Southeast Asian J Trop Med Public Health* 2005; 36(1): 191-196.
95. Tong MX, Hansen A, Hanson-Easey S, Xiang J, Cameron S, Liu Q, et al. Perceptions of capacity for infectious disease control and prevention to meet the challenges of dengue fever in the face of climate change: a survey among CDC staff in Guangdong Province, China. *Environ Res* 2016; 148: 295-302.
96. Jin X, Lee M, Shu J. Dengue fever in China: an emerging problem demands attention. *Emerg Microbes Infect* 2015; 4(1): 1-3.
97. Cheong YL, Burkart K, Leitão PJ, Lakes T. Assessing weather effects on dengue disease in Malaysia. *Int J Environ Res Public Health* 2013; 10(12): 6319-6334.
98. Méndez-Lázaro P, Muller-Karger FE, Otis D, McCarthy MJ, Peña-Orellana M. Assessing climate variability effects on dengue incidence in San Juan, Puerto Rico. *Int J Environ Res Public Health* 2014; 11(9): 9409-9428.
99. Choi Y, Tang CS, McIver L, Hashizume M, Chan V, Abeyasinghe RR, et al. Effects of weather factors on dengue fever incidence and implications for interventions in Cambodia. *BMC Public Health* 2016; 16(1): 241.
100. Alshehri MSA, Saeed M. Dengue fever outbreak and its relationship with climatic factors. *World Appl Sci J* 2013; 22(4): 506-515.
101. Gubler DJ. Epidemic dengue/dengue hemorrhagic fever as a public health, social and economic problem in the 21st century. *Trends Microbiol* 2002; 10(2): 100-103.
102. Wu P-C, Guo H-R, Lung S-C, Lin C-Y, Su H-J. Weather as an effective predictor for occurrence of dengue fever in Taiwan. *Acta Trop* 2007; 103(1): 50-57.
103. Bhatt S, Gething PW, Brady OJ, Messina JP, Farlow AW, Moyes CL, et al. The global distribution and burden of dengue. *Nature* 2013; 496(7446): 504-507.
104. Pham HV, Doan HTM, Phan TTT, Tran Minh NN. Ecological factors associated with dengue fever in a central highlands Province, Vietnam. *BMC Infect Dis* 2011; 11(1): 172.
105. Watts DM, Burke DS, Harrison BA, Whitmire RE, Nisalak A. Effect of temperature on the vector efficiency of *Aedes aegypti* for dengue

- 2 virus. *Am J Trop Med Hyg* 1987; 36(1): 143-152.
106. Thangaratham P, Tyagi B. Indian perspective on the need for new case definitions of severe dengue. *Lancet Infectious Diseases* 2007; 2(7): 81-82.
107. Teurlai M, Menkès CE, Cavarero V, Degallier N, Descloux E, Grangeon J-P, et al. Socio-economic and climate factors associated with dengue fever spatial heterogeneity: a worked example in New Caledonia. *PLoS Neglected Tropical Diseases* 2015; 9(12): e0004211.
108. Cazelles B, Chavez M, McMichael AJ, Hales S. Nonstationary influence of El Nino on the synchronous dengue epidemics in Thailand. *PLoS Med* 2005; 2(4): e106.
109. Arcari P, Tapper N, Pfueller S. Regional variability in relationships between climate and dengue/DHF in Indonesia. *Singap J Trop Geogr* 2007; 28(3): 251-272.
110. Su GLS. Correlation of climatic factors and dengue incidence in Metro Manila, Philippines. *Ambio* 2008; 37(4): 292-294.
111. Brunkard JM, Cifuentes E, Rothenberg SJ. Assessing the roles of temperature, precipitation, and ENSO in dengue re-emergence on the Texas-Mexico border region. *Salud Pública Méx* 2008; 50(3): 227-234.
112. Hii YL, Rocklöv J, Ng N, Tang CS, Pang FY, Sauerborn R. Climate variability and increase in intensity and magnitude of dengue incidence in Singapore. *Glob Health Action* 2009; 2(1): 2036.
113. Lu L, Lin H, Tian L, Yang W, Sun J, Liu Q. Time series analysis of dengue fever and weather in Guangzhou, China. *BMC Public Health* 2009; 9: 395.
114. Tipayamongkhogul M, Fang C-T, Klinchan S, Liu C-M, King C-C. Effects of the El Niño-Southern Oscillation on dengue epidemics in Thailand, 1996-2005. *BMC Public Health* 2009; 9(1): 1-15.
115. Chen S-C, Liao C-M, Chio C-P, Chou H-H, You S-H, Cheng Y-H. Lagged temperature effect with mosquito transmission potential explains dengue variability in southern Taiwan: insights from a statistical analysis. *Sci Total Environ* 2010; 408(19): 4069-4075.
116. Pinto E, Coelho M, Oliver L, Massad E. The influence of climate variables on dengue in Singapore. *Int J Environ Health Res* 2011; 21(6): 415-426.
117. Gharbi M, Quenel P, Gustave J, Cassadou S, Ruche GL, Girdary L, et al. Time series analysis of dengue incidence in Guadeloupe, French West Indies: forecasting models using climate variables as predictors. *BMC Infect Dis* 2011; 11: 166.
118. Chowell G, Cazelles B, Broutin H, Munayco CV. The influence of geographic and climate factors on the timing of dengue epidemics in Perú, 1994-2008. *BMC Infect Dis* 2011; 11(1): 1-15.
119. Descloux E, Mangeas M, Menkes CE, Lengaigne M, Leroy A, Tehei T, et al. Climate-based models for understanding and forecasting dengue epidemics. *PLoS Negl Trop Dis* 2012; 6(2): e1470.
120. Tosepu R, Tantrakarnapa K, Nakhapakorn K, Worakhunpiset S. Climate variability and dengue hemorrhagic fever in Southeast Sulawesi Province, Indonesia. *Environ Sci Pollut Res Int* 2018; 25(15): 14944-14952.
121. Chang C-J, Chen CS, Tien C-J, Lu M-R. Epidemiological, clinical and climatic characteristics of dengue fever in Kaohsiung City, Taiwan with implication for prevention and control. *PLoS One* 2018; 13(1): e0190637.
122. Oliveira-Júnior JFd, Gois G, Silva EBd, Teodoro PE, Johann JA, Junior CAS. Non-

- parametric tests and multivariate analysis applied to reported dengue cases in Brazil. *Environ Monit Assess* 2019; 191(7): 473.
123. Stolerman LM, Maia PD, Kutz JN. Forecasting dengue fever in Brazil: An assessment of climate conditions. *PloS One* 2019; 14(8): e0220106.
124. Ye J, Moreno-Madriñán MJ. Comparing different spatio-temporal modeling methods in dengue fever data analysis in Colombia during 2012–2015. *Spat Spatiotemporal Epidemiol* 2020; 34: 100360.
125. Akter R, Hu W, Gatton M, Bambrick H, Naish S, Tong S. Different responses of dengue to weather variability across climate zones in Queensland, Australia. *Environ Res* 2020; 184: 109222.
126. Tran B-L, Tseng W-C, Chen C-C, Liao S-Y. Estimating the threshold effects of climate on dengue: a case study of Taiwan. *Int J Environ Res Public Health* 2020; 17(4): 1392.
127. Shabbir W, Pilz J, Naeem A. A spatial-temporal study for the spread of dengue depending on climate factors in Pakistan (2006–2017). *BMC Public Health* 2020; 20(1): 995.
128. Islam S, Haque CE, Hossain S, Hanesiak J. Climate Variability, Dengue Vector Abundance and Dengue Fever Cases in Dhaka, Bangladesh: A Time-Series Study. *Atmosphere* 2021; 12(7): 905.
129. Susilawaty A, Ekasari R, Widiastuty L, Wijaya DR, Arranury Z, Basri S. Climate factors and dengue fever occurrence in Makassar during period of 2011–2017. *Gac Sanit* 2021; 35: S408-S412.
130. Edussuriya C, Deegalla S, Gawarammana I. An accurate mathematical model predicting number of dengue cases in tropics. *PLoS Neglected Tropical Diseases* 2021; 15(11): e0009756.
131. Polwiang S. The time series seasonal patterns of dengue fever and associated weather variables in Bangkok (2003-2017). *BMC Infect Dis* 2020; 20(1): 208.
132. Wang Y, Wei Y, Li K, Jiang X, Li C, Yue Q, et al. Impact of extreme weather on dengue fever infection in four Asian countries: a modelling analysis. *Environ Int* 2022; 107518.
133. Hamidun S, Che Dom N, Salleh SA, Abdullah S, Precha N, Dapari R. An investigation of the spatial distribution of dengue cases in Johor Bahru, Johor, Malaysia. *Geocarto International* 2022; 37(2): 1-11.
134. Pinontoan OR, Sumampouw OJ, Ticoalu J, Nelwan JE, Musa EC, Sekeeon J. The variability of temperature, rainfall, humidity and prevalence of dengue fever in Manado City. *Bali Med J* 2022; 11(1): 81-86.
135. Abdulsalam FI, Yimthiang S, La-Up A, Ditthakit P, Cheewinsiriwat P, Jawjit W. Association between climate variables and dengue incidence in Nakhon Si Thammarat Province, Thailand. *Geospat Health* 2021; 16(2).
136. Promprou S, Jaroensutasinee M, Jaroensutasinee K. Climatic Factors Affecting Dengue Haemorrhagic Fever Incidence in Southern Thailand. *Walailak Journal of Science and Technology* 2005; 2(1): 59-70.
137. Alkhalidy I. Modelling the association of dengue fever cases with temperature and relative humidity in Jeddah, Saudi Arabia— A generalised linear model with break-point analysis. *Acta tropica* 2017; 168: 9-15.
138. Friedrich M. Global temperature affects dengue. *JAMA* 2018; 320(3): 227.
139. Kyle JL, Harris E. Global spread and persistence of dengue. *Annu Rev Microbiol* 2008; 62(1): 71-92.

140. Zheng N, Wang Z, Zhang X, Zheng G, Chen H, Li W, et al. Study on seasonal trend, propagating condition and the the influencing factors of *Aedes albopictus* in Fuzhou, China. *Strait J Prev Med* 2001; 7: 6-9.
141. Ebi KL, Nealon J. Dengue in a changing climate. *Environ Res* 2016;151:115-123.
142. Wongkoon S, Jaroensutasinee M, Jaroensutasinee K. Distribution, seasonal variation & dengue transmission prediction in Sisaket, Thailand. *Indian J Med Res* 2013; 138(3): 347-353.
143. Monaghan AJ, Morin CW, Steinhoff DF, Wilhelmi O, Hayden M, Quattrochi DA, et al. On the seasonal occurrence and abundance of the Zika virus vector mosquito *Aedes aegypti* in the contiguous United States. *PLoS Curr* 2016; 8.
144. Dhiman RC, Pahwa S, Dash AP, editors. Climate change and malaria in India: Interplay between temperature and mosquitoes. *Regional Health Forum* 2008; 12(1): 27-31.
145. Chanprasopchai P, Pongsumpun P, Tang IM. Effect of rainfall for the dynamical transmission model of the dengue disease in Thailand. *Comput Math Methods Med* 2017; 2017: 2541862.
146. Li C, Lu Y, Liu J, Wu X. Climate change and dengue fever transmission in China: Evidences and challenges. *Sci Total Environ* 2018; 622: 493-501.
147. Morin CW, Comrie AC, Ernst K. Climate and dengue transmission: evidence and implications. *Environ Health Perspect* 2013; 121(11-12): 1264-1272.
148. Nagao Y, Thavara U, Chitnumsup P, Tawatsin A, Chansang C, Campbell-Lendrum D. Climatic and social risk factors for *Aedes* infestation in rural Thailand. *Trop Med Int Health* 2003; 8(7): 650-659.
149. Wegbreit J. The possible effects of temperature and precipitation on dengue morbidity in Trinidad and Tobago: a retrospective longitudinal study. *Population-Environment Dynamics: Issues and Policy* (University of Michigan, School of Natural Resources and Environment). 1997.
150. Phanitchat T, Zhao B, Haque U, Pientong C, Ekalaksananan T, Aromseree S, et al. Spatial and temporal patterns of dengue incidence in northeastern Thailand 2006–2016. *BMC Infect Dis* 2019; 19(1): 1-12.
151. Moran V, Hoffmann J, Basson N. The effects of simulated rainfall on cochineal insects (Homoptera:Dactylopiidae): colony composition and survival on cactus cladodes. *Environ Entomol* 1987; 12(1): 51-60.
152. Annecke DP, Moran VC. Critical reviews of biological pest control in South Africa. 2. The prickly pear, *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller. *Journal of the Entomological Society of southern Africa* 1978; 41(2): 161-188.
153. Azil AH, Long SA, Ritchie SA, Williams CR. The development of predictive tools for pre-emptive dengue vector control: a study of *Aedes aegypti* abundance and meteorological variables in North Queensland, Australia. *Trop Med Int Health* 2010; 15(10): 1190-1197.
154. Focks DA, Daniels E, Haile DG, Keesling JE. A simulation model of the epidemiology of urban dengue fever: literature analysis, model development, preliminary validation, and samples of simulation results. *Am J Trop Med Hyg* 1995; 53(5): 489-506.
155. Barbazan P, Guiserix M, Boonyuan W, Tuntaprasart W, Pontier D, Gonzalez JP. Modelling the effect of temperature on transmission of dengue. *Med Vet Entomol* 2010; 24(1): 66-73.

156. Campbell KM, Haldeman K, Lehnig C, Munayco CV, Halsey ES, Laguna-Torres VA, et al. Weather regulates location, timing, and intensity of dengue virus transmission between humans and mosquitoes. *PLoS Negl Trop Dis* 2015; 9(7): e0003957.
157. Xu H-Y, Fu X, Lee LKH, Ma S, Goh KT, Wong J, et al. Statistical modeling reveals the effect of absolute humidity on dengue in Singapore. *PLoS Negl Trop Dis* 2014; 8(5): e2805.
158. Xu Z, Bambrick H, Yakob L, Devine G, Frentiu FD, Salazar FV, et al. High relative humidity might trigger the occurrence of the second seasonal peak of dengue in the Philippines. *Sci Total Environ* 2020; 708: 134849.
159. Ridha MR, Indriyati L, Tomia A, Juhairiyah J. Pengaruh Iklim Terhadap Kejadian Demam Berdarah Dengue di Kota Ternate. *Spirakel* 2019; 11(2): 53-62.
160. da Cruz Ferreira DA, Degener CM, de Almeida Marques-Toledo C, Bendati MM, Fetzer LO, Teixeira CP, et al. Meteorological variables and mosquito monitoring are good predictors for infestation trends of *Aedes aegypti*, the vector of dengue, chikungunya and Zika. *Parasites Vectors* 2017; 10(1): 1-11.
161. Hales S, De Wet N, Maindonald J, Woodward A. Potential effect of population and climate changes on global distribution of dengue fever: an empirical model. *Lancet* 2002; 360 (9336): 830-834.
162. Karim MN, Munshi SU, Anwar N, Alam MS. Climatic factors influencing dengue cases in Dhaka city: a model for dengue prediction. *Indian J Med Res* 2012; 136(1): 32-39.
163. Dickerson CZ. The effects of temperature and humidity on the eggs of *Aedes aegypti* (L.) and *Aedes albopictus* (Skuse) in Texas. Texas: A&M University; 2007.
164. Van Kleef E, Bambrick H, Hales S. The geographic distribution of dengue fever and the potential influence of global climate change. *TropIKA net* 2010; 2010: 1-22.