

The Impact of Climate Change on Parasitic Diseases

Mohammad Barati^{1*}, Jalil Rajabi¹, Maryam Azizi²

¹ *Infectious Diseases Research Center, AJA University of Medical Sciences, Tehran, Iran.*

² *Department of Disaster & Emergency Health, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran.*

Abstract

Introduction: Climate changes are one of the factors associated with human activities for the destruction of the ecosystem. This factor leads to global warming, changing rainfall patterns, increasing the amount and severity of climate factors such as storms, and rising sea levels. Parasites are also an integral part of this ecosystem; therefore, the present study considered the effect of climate change on these diseases.

Methods and Materials: This review article has been performed by searching “climate change”, “climate variability”, “Global warming”, “parasitic disease”, “food and water- borne diseases”, “vector-borne diseases” and “Soil-borne diseases” keywords in international databases and scientific sources from 1996 to 2016.

Results: Parasitic protozoans are more affected by climate changes compared to stem cells such as worms. These climatic conditions change the temporal and spatial patterns of the disease particularly the protozoan diseases. Worms diseases such as fascioliasis and schistosomiasis, as well as the range of Trematoids are affected by climate changes due to the presence of the host snail in the life span of these parasites. Moreover, protozoan diseases including malaria and leishmaniasis are sensitive to climate changes because of the presence of multiple carriers and reservoirs in their transmission cycles.

Discussion and Conclusion: Many parasitic diseases have high potential for vulnerability against new weather conditions due to the free life cycle and numerous animal hosts directly exposed to these climatic conditions. For these diseases, climate changes can shift the boundaries for ecosystem components and provide the conditions for the transmission and prolongation of parasites.

Keywords: Parasitic diseases, Climate change, Ecosystem, Disease transmission

*(Corresponding author) Mohammad Barati, Infectious Diseases Research Center, AJA University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
E-mail: mbaratim@gmail.com

بررسی تأثیر تغییرات اقلیمی بر روی بیماری‌های انگلی

محمد براتی^{۱*}، جلیل رجبی^۱، مریم عزیزی^۲

^۱ مرکز تحقیقات بیماری‌های عفونی، دانشگاه علوم پزشکی آجا، تهران، ایران

^۲ گروه سلامت در بلایا و فوریت‌ها، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی، یزد، ایران

چکیده

مقدمه: تغییرات اقلیمی به عنوان یکی از عوامل مرتبط با فعالیت‌های انسان در جهت تخریب اکوسیستم می‌باشد که منجر به گرم شدن جهان، تغییر الگوی بارش‌ها، افزایش میزان و شدت فاکتورهای آب و هوایی همچون طوفان، بالا آمدن سطح دریا می‌شود. با توجه به اینکه انگل‌ها نیز از اجزای جدایی ناپذیر این اکوسیستم می‌باشند بنابراین در این مطالعه تأثیر تغییرات اقلیمی بر روی بیماری‌های انگلی مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها: این مطالعه از نوع مروری می‌باشد که از طریق جستجو در پایگاه‌ها، بانک‌های اطلاعاتی و منابع معتبر علمی بین‌المللی و با استفاده از کلیدواژه‌های «تغییر اقلیم»، «تنوع اقلیم»، «گرم شدن زمین»، «بیماری انگلی»، «بیماری‌های منتقله از طریق ناقلین»، «بیماری‌های منتقله از آب و غذا» «بیماری‌های منتقله از خاک» در فاصله سالهای ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۵ بدست آمده است. **نتایج:** تک یاخته‌های انگلی در مقایسه با پر یاخته‌ها همچون کرم‌ها، بیشتر تحت تأثیر تغییرات اقلیم قرار دارند و این شرایط اقلیمی، الگوی زمانی و مکانی بیماری به ویژه بیماری‌های تک یاخته‌ای را تغییر می‌دهد. در بین بیماری‌های کرمی، فاسیولیازیس، سیستوزومیازیس و همچنین طیف بیماری‌های ترماتودی به جهت وجود حلزون میزبان واسط در چرخه زندگی این انگل‌ها، متأثر از تغییر اقلیم می‌باشند و در میان بیماری‌های تک یاخته‌ای طیف وسیعی از بیماری‌ها از جمله مالاریا، لیشمانیوز و... به جهت وجود ناقلین و مخازن متعدد در سیکل انتقال خود، در برابر تغییر اقلیم حساس می‌باشند.

بحث و نتیجه‌گیری: بسیاری از بیماری‌های انگلی، دارای پتانسیل بالایی جهت آسیب پذیری در برابر شرایط آب و هوایی جدید می‌باشند که این امر به دلیل وجود چرخه زندگی آزاد و میزبانان متعدد جانوری می‌باشد که مستقیماً در معرض این شرایط آب و هوایی قرار دارند. برای این بیماری‌ها، تغییر اقلیم می‌تواند مرزها را برای اجزای اکوسیستم تغییر دهد و شرایط را به سمت انتقال و دوام بیشتر انگل‌ها پیش برد.

کلمات کلیدی: بیماری‌های انگلی، تغییرات اقلیمی، اکوسیستم، انتقال بیماری

مقدمه

در حال حاضر شروع به تغییر سیستم‌های میزبان-انگل در سراسر جهان نموده است. ب- برخلاف پیش بینی‌های اولیه، تغییرات آب و هوایی دارای پیشرفت بسیار سریع تری می‌باشند، بنابراین نیاز به اقدامات سریع جهت مقابله با آن می‌باشد. ۳- مقاومت دارویی به میزان قابل توجهی تأثیر داروهای ضد انگلی را کاهش داده و در

استفاده از آب و هوا جهت پیش بینی شیوع بیماری‌های انگلی و منتقله از ناقلین سابقه طولانی در پارازیتولوژی دارد. اخیراً درک بهتر این مسئله که چگونه اقلیم، دینامیک انتقال را تغییر می‌دهد به سه دلیل زیر مجدداً مطرح شده است: الف- تغییرات آب و هوایی

مواد و روش‌ها

در این پژوهش مروری، مقالات از طریق جستجو در پایگاه‌ها، بانک‌های اطلاعاتی و منابع معتبر علمی بین‌المللی شامل پایمد (PubMed)، اسکوپوس (Scopus) و با استفاده از کلید واژه‌های «تغییر اقلیم»، «تنوع اقلیم»، «گرم شدن زمین»، «بیماری انگلی»، «بیماری‌های منتقله از ناقلین»، «بیماری‌های منتقله از آب و غذا» و «بیماری‌های منتقله از خاک» در فاصله ساله‌ای ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۵ بدست آمده است. برای استراتژی جستجو تا حد امکان از اصطلاحات سر عنوان موضوعی پزشکی (MeSH) و صرفاً مقالاتی که به زبان انگلیسی چاپ شده بودند، استفاده گردید.

نتایج و بحث

تعریف تغییرات اقلیمی

تغییر اقلیم در واقع به تغییرات قابل توجه در فاکتورهای آب و هوایی از جمله دما، بارش و یا باد اطلاق می‌شود که طی مدت زمان طولانی و حتی چندین سال به طول می‌انجامد.

همچنین تغییر اقلیم به تغییرات طولانی مدت در فاکتورهای آب و هوایی از نظر آماری (از جمله میانگین آن) گفته می‌شود. به عنوان مثال، تغییر در شرایط طبیعی مانند مقادیر متوسط مورد انتظار برای درجه حرارت و بارندگی، در مکان و زمان مشخصی از سال (از یک دهه به بعد) مواردی از تغییر اقلیم می‌باشد (۱۰). در حال حاضر اقلیم جهانی در حال تغییر است به طوری که اواخر قرن بیستم و ابتدای قرن بیست و یکم، به عنوان گرم‌ترین دوره در تمام رکورد‌های جهانی دما ثبت شده است که از اواسط قرن نوزدهم آغاز شده بود. گزارش‌های مبنی بر ذوب یخچال‌ها و تغییر توزیع گونه‌ها، نیز شواهدی از تغییرات اقلیم می‌باشند (۱۱).

اولین بار «سوانت آرنینوس»، ایده گرم شدن جهانی را در سال ۱۸۹۶ مطرح کرد و به همین دلیل نیز جایزه نوبل شیمی را دریافت نمود و به جهت اهمیت تغییرات اقلیم، پس از آن جلسات و نشست‌های متعددی برگزار گردید.

پیش بینی می‌شود که سوزاندن زغال سنگ و روغن باعث افزایش غلظت دی اکسید کربن در جو زمین و در نتیجه منجر به شرایط آب و هوایی گرم‌تر می‌شود. در سال ۱۹۸۷، پروتکل مونترال آغاز شد و در سال ۱۹۸۹ به اجرا درآمد. این پروتکل یک معاهده بین‌المللی

نتیجه نیاز به کارایی بیشتری در نحوه و زمان استفاده از آن‌ها در برابر انگل‌ها می‌باشد (۱).

شناخت تأثیر تغییرات اقلیمی بر شیوع بیماری‌ها به طور کلی نیاز به درک این موضوع دارد که چگونه تغییرات اقلیم باعث تغییر مکانیسم‌های مختلفی می‌شود که نهایتاً در چرخه انتقال انگل‌ها تأثیر می‌گذارند. به طور کلی، تغییرات اقلیم به چهار روش مختلف می‌تواند بر انتقال بیماری تأثیر بگذارد: ۱- از طریق تأثیر مستقیم بر نرخ رشد، مرگ و میر و تکثیر انگل‌های آزاد زی و انگل‌هایی که دارای میزبان واسط خون سرد می‌باشند. ۲- با تأثیر بر رشد، مرگ و میر و تولید مثل ناقلین و میزبان‌های واسط ۳- با القاء و ایجاد تغییرات رفتاری در میزبان‌ها، ناقلین و یا انگل‌ها که منجر به تغییر الگوی تماس و ارتباط بین آن‌ها و در نتیجه تغییر میزان انتقال می‌گردد. ۴- از طریق تغییر حساسیت میزبان، به عنوان مثال، تغییرات در فیزیولوژی، استرس و یا ایمنی میزبان (۱، ۲).

در حال حاضر اکثر دانشمندان اقلیم شناسی متقاعد شده‌اند که تغییرات اقلیمی رخ می‌دهد و فعالیت‌های انسانی به ویژه سوزاندن سوخت‌های فسیلی و تخریب جنگل‌های استوایی در ایجاد آن نقش دارند (۳). مسلماً یکی از نگرانی‌های مهم تغییرات اقلیم، عدم توانایی در انجام تغییرات لازم سیاستی در بالاترین سطوح سیاسی است (۱). الگوی جغرافیایی تغییرات اقلیمی به طور قابل توجهی به این سردرگمی کمک می‌کنند. به عنوان مثال تغییرات اقلیمی در مناطق قطبی که در آن تعداد بسیار کمی از مردم زندگی می‌کنند، بیشتر مشهود است و کمترین میزان این تغییرات در مناطق گرمسیری اتفاق می‌افتد که میلیاردها نفر با عوامل بیماری‌زایی متعدد با هم زندگی می‌کنند (۴). علاوه بر این مناطق گرمسیری و معتدل نیز مناطقی هستند که تغییرات کاربری زمین و توسعه اقتصادی سریع‌تر انجام می‌شود (۵).

این فعالیت‌ها و سایر تغییرات، مانند مقاومت دارویی، امکان شناسایی اثر تغییرات اقلیم در پویایی ارتباط بین انگل و میزبان را فراهم می‌کند (به عنوان مثال، بحث در مورد مالاریا در کنیا) (۶). در مقابل، در مناطق قطبی، تغییرات اقلیم به سرعت در حال انجام است و مشکلات کمتری در زمینه تغییر کاربری زمین وجود دارد (۷). در حال حاضر بهترین تأثیر تغییرات اقلیمی بر روی مجموعه بزرگی از انگل‌ها و میزبانان قطبی دیده می‌شود (۱، ۸، ۹).

معنی کاهش و یا توقف کارکرد ماشین آلات می‌شود و در نتیجه کاهش تولید صنعتی منجر به کاهش تولید ناخالص داخلی برخی از کشورها می‌شود، از این رو هنوز برخی از کشورهای صنعتی بزرگ در کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای تردید دارند (۱۰).

شواهد تغییرات اقلیم

دیگر هیچ تردیدی وجود ندارد که اقلیم زمین در حال تغییر است و هر روز شواهد جدیدی از آن مشاهده می‌گردد از قبیل تندبادهای مکرر و شدید در کارائیب، سیلاب در آفریقا و فیلیپین، فرو رفتن تدریجی جزایر در اقیانوس آرام، موج گرما در اروپا و ذوب شدن یخچال‌های طبیعی از جمله این شواهد می‌باشند. شواهد بیشتری برای درک بهتر تغییرات آب و هوایی وجود دارند که شامل، افزایش میانگین جهانی دمای هوا و اقیانوس‌ها، گسترش ذوب شدن برف و افزایش میانگین جهانی سطح دریا می‌باشند، به عنوان مثال دمای متوسط سطح زمین به صورت یک روند خطی به میزان 0.18 ± 0.074 در طی ساله‌ای ۱۹۰۶-۱۸۵۸ افزایش یافته است (۱۰).

مروری بر تغییرات اقلیم و اثراتش بر روی انگل‌ها

تغییرات اقلیم شرایط زیستی و غیر زیستی را تغییر خواهد داد و موانع زیست محیطی را از بین می‌برد و در نتیجه نقشه‌های توزیع فعلی انگل‌ها و میزبانان آن‌ها نیاز به ترسیم دوباره خواهند داشت (۱۲). تغییرات اقلیمی و گرمای جهانی به طور ویژه‌ای اهمیت دارند و تأثیرات آن بر انگل‌شناسی به طور واضح مشخص شده است. به نظر می‌رسد که روزهایی که در آن یک منطقه بر اساس درجه حرارت و مکان ممکن است عاری از برخی از بیماری‌های عفونی باشد، به پایان رسیده است. البته در برخی از کشورها به عنوان مثال کشور آمریکا در مورد بعضی بیماری‌ها مانند الفانتیازیس جای نگران نیست زیرا بیماری‌هایی خاص مناطق استوایی در مناطقی با آب و هوای معتدل ظاهر نمی‌گردد.

با این حال، برخی از دانشمندان معتقدند که گرم شدن کره زمین، جهان را به یک زیستگاه بهتر برای انگل‌ها تبدیل می‌کند. به عنوان مثال بیماری مالاریا در ارتفاعات شیوع کمتری دارد، اما تا همین اواخر مناطق کوهستانی از آب و هوای خیلی سرد برخوردار بودند در نتیجه این مناطق محیط مناسبی برای رشد پشه‌ها نبود و به همین

است که هدف آن حفاظت از لایه اوزون با حذف تولید موادی که مسئول تخریب اوزون است.

علل تغییرات اقلیمی

عوامل مختلفی می‌توانند منجر به تغییرات اقلیم شوند که به طور کلی می‌توان به دو دسته زیر طبقه بندی نمود: ۱- عوامل طبیعی، مانند تغییر شدت گرمای خورشید، تغییرات آهسته در مدار زمین به دور خورشید، فرآیند طبیعی در سیستم آب و هوایی (مانند تغییر در گردش آبی اقیانوس‌ها). ۲- فعالیت‌های انسانی، از دو طریق منجر به تغییرات اقلیم می‌شوند که شامل الف- تأثیر بر ترکیبات جوی، از طریق سوختن سوخت‌های فسیلی ب- تأثیر بر سطح زمین، که از طریق جنگل زدایی، جنگل زایی، شهرنشینی و بیابان زایی ایجاد می‌شود. برخی معتقدند که تغییرات اقلیم یک امر طبیعی بوده و بخشی از تنوع و تکامل طبیعی زمین به حساب می‌آید که مربوط به فعل و انفعالات بین جو، اقیانوس و زمین و همچنین تغییرات در مقدار تابش خورشید به زمین می‌باشد. تاریخچه زمین‌شناسی نشان دهنده شواهد زیادی مبنی بر تغییرات اقلیمی در مقیاس بزرگ در گذشته زمین است (۱۰).

در بین تمام عواملی که منجر به افزایش گرم شدن کره زمین می‌شوند، انتشار گازهای گلخانه‌ای مهم‌ترین عامل می‌باشد زیرا مشخص شده که میزان دی اکسید کربن (CO_2) در جو، به سرعت با گذشت زمان افزایش می‌یابد و این امر به دلیل افزایش استفاده از سوخت‌های فسیلی می‌باشد، گرچه در این زمینه جنگل زدایی نیز تا حدودی نقش دارد. علاوه بر این افزایش شهرنشینی، صنعتی شدن و توسعه، نیز دارای اهمیت می‌باشند. بسیاری از ماشین‌ها با سوخت‌های فسیلی کار می‌کنند و اثر ناشی از آن، انتشار مقدار زیاد دی اکسید کربن به جو زمین می‌باشد که این به نوبه خود باعث افزایش درجه حرارت اطراف می‌شود. بنابراین، تا زمانی که منابع انرژی پاک‌تر، یعنی انرژی بدون دی اکسید کربن، کشف و استفاده نگردد، کاهش گرم شدن کره زمین بعید به نظر می‌رسد، زیرا سوختن سوخت‌های فسیلی یک مکانیزم بازخورد مثبت است. به طوری که سوخت فسیلی از یک طرف انرژی بیشتری را برای حرکت ماشین‌ها فراهم می‌کند اما همزمان ماشین‌ها دی اکسید کربن را در اتمسفر آزاد می‌کنند. از سوی دیگر، کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی به

فراهم کردن زمینه رشد بیشتر آن‌ها می‌گردد. البته کاهش بارندگی نیز با همه‌گیری آنسفالیت سنت لوئیس (SLE) مرتبط می‌باشد زیرا پشه کولکس پاپینس (*Culex pipiens*) در سیستم‌های زهکشی شهری شروع به رشد می‌کند (۱۷). از طرفی مشاهده گردیده که بارندگی‌های سنگین نیز همه‌گیری این بیماری را در فلوریدا تسریع کرده است زیرا وقوع باران‌های سنگین برای انجام فعالیت‌های تغذیه‌ای از خون میزبان توسط کولکس نیگریپالپوس (*Culex nigripalpus*) مساعد است (۱۸). در واقع انتقال و توزیع بسیاری از بیماری‌هایی منتقله توسط پشه‌ها از قبیل تب دانگ و تب زرد، همچنین منتقله توسط پشه‌های مانند لیسمانیوزها و یا منتقله از طریق کنه‌ها از جمله بیماری لایم و آنسفالیت کنه‌ای، احتمالاً به دلیل تغییرات اقلیم تغییر خواهند کرد. به نظر می‌رسد که اقلیم‌های گرم به دلیل بالا رفتن درجه حرارت باعث افزایش خروج سرکرها شده و در نتیجه خطر فاسیولوز را افزایش می‌دهد (۱۹، ۲۰).

کریپتوسپوریديوم پاروم عامل بیماری مهم منتقله از آب در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه می‌باشد. عفونت با این انگل منجر به ایجاد اسهال به‌ویژه در افراد با نقص سیستم ایمنی می‌گردد (۲۱، ۲۲). کریپتوسپوریديوز در آب و هوای گرم و مرطوب شایع می‌باشد. در کشورهای هند، بنگلادش و گواتمالا، پیک شیوع در فصل بارانی مشاهده شده است (۲۳-۲۵).

گرم شدن کره زمین می‌تواند گسترش و شیوع عفونت‌های انگلی را افزایش دهد. با این حال، گرمایش جهانی فقط به معنای افزایش انگل‌ها و عوارض آن‌ها نیست. هال و همکاران (۲۶) استدلال کردند که افزایش دما می‌تواند تناسب انگل‌ها را تسریع کند، فضاهای به‌کارگیری را برای انگل‌ها در فصل زمستان کاهش دهد و میزبان را تضعیف کند. محققان همچنین خاطر نشان کردند که دمای گرم‌تر ممکن است باعث گسترش دامنه ناقلین انگل‌ها گردیده و آن‌ها را قادر به معرفی بیماری‌ها به زیستگاه‌های جدید نماید.

در یک بررسی استیسی و همکاران (۲۷) نشان دادند که شدت ابتلا به انگل‌ها با افزایش درجه حرارت یا تغییر نمی‌کند، ممکن است کاهش یابد و یا ممکن است به طور نامشخصی به افزایش درجه حرارت پاسخ دهد. در این راستا آن‌ها تعیین کردند که میزان زنده ماندن با افزایش درجه حرارت تا زمانی که بهینه و مطلوب باشد، افزایش می‌یابد و هنگامی که درجه حرارت به بیش از این

دلیل این بیماری در این مناطق دیده نمی‌شد. اما متأسفانه گرم شدن اقلیم باعث انتقال هوای گرم‌تر به مناطق مرتفع گردید و در نتیجه کوه‌ها به محیط مساعدی برای رشد پشه‌ها تبدیل شدند که اخیراً این امر منجر به حضور بیماری مالاریا در پرندگان کوهی گردیده است (۱۰).

تغییرات در اقلیم آغازگر اثرات جالب و قابل توجهی بر چگونگی تأثیر بیماری‌های عفونی بر حیات وحش می‌کند. به عنوان مثال، در مناطق معتدل، زمستانه‌ای سرد یک روش طبیعی برای از بین بردن بسیاری از بیماری‌های حشرات و کنه‌ها می‌باشد. در حالی که، زمستان گرم‌تر منجر به زنده ماندن بیشتر این ناقلین شده و این امر در کنار استرس گرمایی روی حیوانات، توانایی آن‌ها برای مقابله با بیماری‌ها را کاهش می‌دهد. اثرات گرم شدن کره زمین، که در حال حاضر بیشتر آشکار گردیده، مدت‌ها قبل پیش بینی شده بود، اما شواهد کافی برای اثبات و حمایت از آن نبود. در مثال دیگری، در آفریقا بیماری‌های دام منتقله از طریق حشرات اخیراً به مناطق جدیدی دورتر از استوا گسترش یافته‌اند. الگوی تغییرات فراوانی و توزیع عوامل بیماریزا، از جمله انگل‌های متازوا و پروتوزا، بیماری‌های عفونی نوپدید در انسان، دام و حیات وحش، از مهمترین تأثیرات تغییرات اقلیمی هستند (۱۳-۱۶).

بیماری‌های منتقله از ناقلین توسط بندپایان از جمله کنه‌ها و گونه‌های مختلف پشه‌ها منتقل می‌شوند و شیوع آن‌ها با بارندگی، رطوبت بالا و دمای بالا افزایش می‌یابد. مالاریا که یک بیماری ناقل برد می‌باشد و توسط گونه‌های پلاسمودیوم ایجاد می‌شود، به علت تغییرات آب و هوایی، به سرعت گسترش می‌یابد. در کشورهای در حال توسعه احتمالاً افراد، بیشتر تحت تأثیر اثرات تغییرات اقلیم بر گسترش مالاریا قرار دارند. بسیاری از این کشورها در موقعیت‌های جغرافیایی ایده آلی برای شیوع مالاریا قرار گرفته‌اند و از زیرساخت‌های بهداشتی ضعیفی برای مقابله با شیوع این بیماری برخوردارند. بنابراین بهبود شبکه‌های بهداشتی در کشورهای در حال توسعه دارای اهمیت بسزایی می‌باشد و کاهش اثرات گرم شدن کره زمین جهت جلوگیری از اثرات مخرب ناشی از افزایش انتقال مالاریا ضروری به نظر می‌رسد.

همچنین تغییرات اقلیمی می‌تواند موجب افزایش بارندگی گردد که به نوبه خود موجب انتقال بیماری‌های منتقله از ناقلین، از طریق

نتیجه، چهار بار اعتصابات در میشها بیشتر است (۳۲).

تأثیر اقلیم و گرم شدن کره زمین بر روی انگل‌ها و بیماری‌های انگلی

اثرات ناشی از گرم شدن جهان شامل بروز برخی از بیماری‌های انگلی نوپدید و بازپدید می‌باشد (۳۴)، به عنوان مثال اخیراً در آفریقا بیماری‌های دام منتقله از طریق حشرات ناقل به مناطق جدیدی دورتر از استوا گسترش یافته‌اند. تغییر الگوی فراوانی و توزیع پاتوژن‌ها، از جمله انگل‌های متازوآ و پروتوزوآ، و ظهور بیماری‌های عفونی در انسان، دام و حیات وحش، از جمله مهمترین تأثیرات تغییرات اقلیم می‌باشند. تأثیر گرم شدن جهانی بر روی بیماری‌های عفونی / مسری می‌تواند در تغییر محیط زیست ناقلین (معمولاً بندپایان) خلاصه شود و این عمدتاً مربوط به عفونت‌هایی است که در حال حاضر در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری شیوع دارند، افزایش فاکتورهای خطر مرتبط با انسان، از جمله کاهش کیفیت و دسترسی به آب آشامیدنی، امکانات بهداشتی و طبخ، گسترش آبیاری و افزایش بیماری‌های منتقله از خاک، هوا و سایر بیماری‌ها، به طور مستقیم به پیامدهای اجتماعی و اقتصادی تغییر رفتار انسان مرتبط می‌باشد (۱۰).

انگل‌های منتقله از طریق ناقلین

بندپایان ناقل، از جمله جانوران خون سرد (اکوترمیک) می‌باشند و به همین دلیل در مقابل فاکتورهای اقلیمی حساس هستند. آب و هوا بر میزان بقا و تولید مثل ناقلین تأثیر می‌گذارد، که این به نوبه خود بر روی مناسب بودن زیستگاه، توزیع و فراوانی، شدت و الگوی زمانی فعالیت ناقلین (بخصوص میزان گزش) در طول سال و میزان رشد، بقا و تولید مثل پاتوژن‌ها در ناقلین تأثیر می‌گذارد. با این حال، به جز اقلیم عوامل متعدد دیگری نیز بر توزیع ناقلین تأثیر می‌گذارد، از جمله می‌توان به تخریب زیستگاهها، تغییر کاربری زمینها، استفاده از سموم و آفت کش‌ها و تراکم میزبان اشاره نمود (۳۵، ۳۶).

بررسی‌ها نشان می‌دهد که فشارهای ناشی از تغییرات اقلیم احتمالاً باعث انفجار جمعیتی شده و منجر به گسترش آفات، ظهور گونه‌های جدید، از بین رفتن تنوع زیستی و افزایش بیماری‌های انسانی و

حد مطلوب برسد، میزان زنده ماندن به تدریج با افزایش درجه حرارت برای برخی از رده‌ها و گونه‌ها کاهش می‌یابد، اما در برخی از سیستم‌های انگل-میزبان، دمای بهینه‌ی انگل در دماهای سردتر از حد مطلوب میزبان آن اتفاق می‌افتد که در چنین مواردی، میزبان می‌تواند از دمای گرم‌تر و از طریق تغییر رفتار طبیعی محیط حرارتی خود برای از بین بردن انگل‌ها استفاده کند. دمای گرم‌تر نیز می‌تواند منجر به تغییرات در درجه حرارت مطلوب شود. مسیر تکاملی سیستم‌های انگل-میزبان در یک جهان گرم‌تر ممکن است به ساختار همبستگی ژنتیکی و ارتباط بین ژنوتیپ میزبان، ژنوتیپ انگل و محیط زیست بستگی داشته باشد. در نتیجه، پاسخ طولانی مدت فیزیولوژی سیستم‌های انگل-میزبان به گرم شدن جهان امکان پیش بینی را دشوار می‌کند.

جانوران شکارچی می‌توانند همه‌گیری را، از طریق حذف انتخابی میزبانان بیمار و یا با حفظ تراکم میزبان در زیر سطح مورد نیاز برای باقی ماندن انگل‌ها، مهار کنند (۲۸-۳۰). بر اساس مطالعه هال و همکاران (۳۱) گرم شدن زمین لزوماً به معنی افزایش شیوع بیماری در تمام سیستم‌ها نیست. به طوری که مشخص شده، به همان اندازه که میزان رشد بسیاری از انگل‌های مهم دامپزشکی با افزایش درجه حرارت افزایش می‌یابد، میزان مرگ و میر آن‌ها نیز افزایش می‌یابد و دوباره تأکید می‌شود که دما نیز به طور غیرمستقیم از طریق عمل جانوران شکارچی، پارازیتوئیدها، پاتوژن‌ها و رقبا، تأثیر می‌گذارد و رشد و فراوانی آن‌ها نیز به طور بالقوه حساس به درجه حرارت بوده، بنابراین اثر خالص تغییرات آب و هوایی پیچیده بوده به آسانی قابل پیش بینی نمی‌باشد (۳۲).

تعدادی از مکانیسم‌های زیست شناختی (از جمله افزایش مرگ و میر انگلی و افزایش ایمنی اکتسابی) در کنار تغییرات در نحوه رشد (از جمله تولید مثل، مسکن، تغذیه، انتخاب گونه و نژاد، الگوهای تغذیه و سایر مداخلات) ممکن است باعث کاهش، نرخ رشد انگل گردد، که از افزایش چشمگیر در سطوح کلی بیماری جلوگیری می‌کند (۳۲). وال و السل (۳۳) مشاهده کردند که افزایش دما در اوایل تابستان باعث افزایش احتمالی بروز ناگهانی در میشها می‌شود، اما تأثیر مستقیم نسبتاً کمتری بر الگو بروز ناگهانی بره‌ها داشت که نشان می‌دهد «با افزایش ۳ درجه سانتیگراد در میانگین دما، بروز تجمعی ناگهانی در بره‌ها تقریباً دو برابر می‌شود، اما در

از انگل‌های مهم دامپزشکی با درجه حرارت افزایش می‌یابد، میزان مرگ و میر آن‌ها نیز افزایش می‌یابد. همچنین دما به طور غیرمستقیم از طریق عمل جانوران شکارچی، پارازیتوئیدها، پاتوژن‌ها و رقبا بر روی مرگ و میر تأثیر می‌گذارد که رشد و فراوانی آن‌ها نیز به طور بالقوه حساس به دما می‌باشد و به همین ترتیب تعیین اثر خالص تغییرات اقلیم پیچیده بوده و به آسانی قابل پیش بینی نمی‌باشد.

تغییرات جهانی اقلیم در واقع موجب تغییر محیط زیست عوامل عفونی و بروز بیماری در انسان، حیوانات خانگی و حیات وحش می‌شود. مطالعات تأثیر گرم شدن اقلیم بر میزان رشد و دسترسی به یک نماتد انگلی مهم به نام آمینگماک استرونژیلوس (*Umingmakstrongylus pallikuukensis*) در یک بز کوهی (*Muskoxen*) در قطب شمال کانادا که منطقه‌ای است به طور ویژه در معرض تغییرات آب و هوایی قرار گرفته، نشان می‌دهد که گرما در قطب شمال ممکن است به طور اساسی، چرخه انتقال این انگل را تغییر دهد و فشار عفونت بر بز کوهی، افزایش یابد که انتظار می‌رود این روند ادامه یابد (۴۰، ۴۱). تغییرات اقلیمی به علت فعالیت‌های انسانی، هر دو سیستم فیزیکی و بیولوژیکی را در سطح جهانی تغییر می‌دهد. این در الگوهای تغییر پذیری توزیع و فراوانی پاتوژن‌ها، از جمله انگل‌های متازوآ و پروتوزوایی دیده می‌شود و بروز بیماری‌های عفونی در انسان، دام و حیات وحش، از مهمترین تأثیرات تغییرات اقلیمی می‌باشند (۱۶). پیامدهای چشمگیر تغییرات اقلیم در منطقه قطب شمال معمول است و تغییرات قابل توجه در ارتباط بین انگل-میزبان، هیچ جای تعجبی ندارد (۴۰، ۴۱) گونه‌های قطب شمال، از جمله گوساله‌ها و پاتوژن‌های آن‌ها و ناقلین بی مهره، تحت محدودیت‌های شدید فصلی و محیطی تکامل یافته‌اند (۱۲) و الگوی زندگی این گونه‌ها می‌تواند به طور چشمگیری با نوسانات جزئی آب و هوایی تغییر کنند (۴۲) بنابراین، قطب شمال به عنوان یک نگهبان عمل می‌کند، که در آن مطالعات برای شناسایی، درک و پیش بینی ارتباط بین سیستم‌های میزبان-انگل با عرض جغرافیایی بالا نسبت به تغییر دما می‌تواند بینش وسیعی را در برابر پیامدهای زیست محیطی گرم شدن زمین ارائه دهند.

تغییرات اقلیم توزیع و فنولوژی انواع رده‌ها را به طور جهت داری تغییر داده است و می‌تواند تأثیر قابل توجهی بر الگوهای فصلی رشد و انتقال بسیاری از پاتوژن‌ها در قطب شمال و سراسر

حیوانی می‌گردد. گرم شدن زمین می‌تواند منجر به تغییر محیط زیست ناقل، تشدید عوامل خطر مرتبط با انسان و افزایش بیماری‌های منتقله از خاک، هوا و سایر بیماری‌ها گردد که به طور مستقیم به پیامدهای اجتماعی و اقتصادی تغییر رفتار انسان مرتبط می‌باشد. گرم شدن جهان می‌تواند منجر به گسترش بیماری‌های عفونی مانند بیماری وبا، مالاریا، شیستوزومیازیس و تب زرد شود (۳۷). پشه آنوفل که ناقل مالاریا می‌باشد، بیشتر در مناطقی با دمای متوسط ۱۶ درجه سانتیگراد محدود هستند، اما با گرم شدن کره زمین، دامنه این پشه‌ها می‌تواند به طور چشمگیری به سمت شمال گسترش یابد (۳۸). همچنین دمای گرم‌تر، چرخه زندگی حشرات ناقل بیماری را تسریع کرده و آن‌ها را به سمت تغذیه بیشتر سوق می‌دهد و در نتیجه در شرایط آب و هوایی گرم‌تر به طور معنی‌داری افراد زیادی آلوده می‌شود (۳۷). مطالعه‌ای نشان داد که با افزایش دما به میزان یک درجه سانتیگراد، عفونت مالاریا به میزان ۳۳۷ درصد افزایش یافت. بنابراین به طور کلی تغییر اقلیم باعث ایجاد شرایطی می‌شود که می‌تواند منجر به شیوع بیماری‌های عفونی گردد (۳۹).

مثالهای دیگر، اپیدمی طاعون پنومونیک در سال ۱۹۹۴ در هند می‌باشد که حداقل تا حدی ناشی از شرایط گرم و خشکی بود که امکان رشد کک‌های ناقل بیماری را فراهم می‌کرد. همچنین مالاریا و تب دانگ دو بیماری منتقله از پشه هستند که به احتمال زیاد به دلیل افزایش دمای جهانی به طور چشمگیری افزایش می‌یابند. مالاریا با علائم لرز، تب، درد و کم خونی ظاهر می‌شود و روزانه حدود ۳۰۰۰ نفر به دلیل ابتلا به این بیماری از بین می‌روند که اغلب کودکان می‌باشند. برخی از مدل‌ها پیش بینی می‌کنند که تا پایان قرن ۲۱، تداوم گرم شدن زمین، منطقه‌ای انتقال بالقوه مالاریا را از یک منطقه شامل ۴۵ درصد جمعیت جهان به مناطقی که انگل عامل بیماری مقاوم به داروهای استاندارد می‌باشند، گسترش خواهند داد. در این مدل‌ها، مالاریا در شمال و جنوب مناطق گرمسیری مجدداً ظاهر می‌شود. ایالات متحده به مدت طولانی زیستگاه پشه آنوفل بوده و مالاریا در دهه‌های گذشته در آنجا گردش داشته است (۱۰). مورگان و وال (۳۲) بیان کردند که پیش بینی تغییرات اقلیم جهانی نشان می‌دهد که اثرات فراوانی در پویایی جمعیت و توزیع انگل‌های دام رخ می‌دهد و موجب نگرانی از افزایش بروز بیماری و کاهش تولید خواهد شد. با این حال، به همان اندازه که میزان رشد بسیاری

جهان داشته باشد. بررسی گذشته نگر بر روی گونه پالیکوکنسیس *U. pallikuukensis* نشان می‌دهد که در نتیجه گرم شدن اقلیم، رشد مرحله سوم لاروی (L۳) از یک چرخه ۲ ساله غالباً به یک چرخه ۱ ساله منتقل شده است. این تغییر غیر خطی ممکن است اهمیت اکولوژیکی زیادی داشته باشد. در دوره ۲ ساله، مرگ و میر زمستانی حلزونها و رشد لارو منجر به تولید تعداد کمی لارو L۳ در سال دوم و فشار کم عفونت بر بز کوهی گردید (۴۰).

اختلالات اکولوژیکی مرتبط با تغییرات اقلیم ممکن است سایر پارامترهای زیستی موثر بر اپیدمیولوژی این انگل (*U. pallikuukensis*) را تغییر دهد. به عنوان مثال، در دسترس بودن، بقا و ایمنی میزبان واسط و حفظ مراحل لاروی آزاد زی، از جمله عوامل مهم تعیین پایداری انگل می‌باشند. میزبان واسط این انگل (*D. laeve*)، از نظر فنوتیپی دارای انعطاف پذیری بالاست و در زیستگاههای متنوع در طیف وسیعی از شرایط آب و هوایی باقی می‌ماند (۴۳) و احتمالاً در شرایط اقلیمی متغیر، به ویژه در شمال، با شرایط گرم و مرطوب رشد خواهد کرد.

مراحل لاروی در گاستروپودار در مقابل محیطهای خارجی محافظت می‌شوند زیرا با انتخاب زیستگاههای کوچک توسط این میزبانان واسط، میزان زنده ماندن و رشد لاروها نسبت به انگل‌های دارای چرخه زندگی مستقیم، احتمالاً کمتر تحت تأثیر تغییرات اقلیم و یا تصادفی می‌باشند (۴۴) برعکس، لارو L۱ آزاد زی و خروج L۳ ممکن است تحت تأثیر دمای شدید، خشکی، اشعه ماوراء بنفش، تکرار چرخه یخ و ذوب و تمام پیامدهای احتمالی تغییرات اقلیمی در عرض‌های جغرافیایی بالا قرار گیرد. همچنین پیش بینی می‌شود اختلالات زیستگاهی ناشی از شرایط اقلیمی نیز بر کیفیت و کمیت زیستگاه، تغذیه، رفتار، عملکرد سیستم ایمنی و الگوی توزیع جغرافیایی و فراوانی میزبانان قطعی تأثیر گذار باشد (۴۵). بنابراین پیامد نهایی یعنی سلامت و دوام بزهای کوهی وابسته به ارتباطات بین این عوامل متعدد مرتبط با آب و هوا است.

تغییر شرایط زیستی و غیر زیستی توسط تغییرات اقلیمی، موانع زیست محیطی را از بین می‌برد و نقشه‌های توزیع فعلی انگل‌ها و میزبانان آنها نیاز به ترسیم مجدد دارد. مدل انگل پالیکوکنسیس (*U. pallikuukensis*) یک مدل ساده برای شناسایی و اندازه‌گیری اثرات اقلیم در مراحل حیاتی زندگی این انگل نماتود می‌باشد که به

بررسی ارتباط بین میزبان و انگل در برابر تغییرات اقلیم می‌پردازد. چنین مدل‌هایی که بر اساس داده‌های آزمایشگاهی و تجربی هستند، به عنوان چارچوب پیش بینی قوی جهت ردیابی تغییرات فصلی، سالانه و بلندمدت عفونت‌های انگلی از مقیاسهای محلی تا جهانی عمل میکنند و مبنای ایجاد مدل‌های کمی و تطبیقی پیچیده‌تر برای اپیدمیولوژی پاتوژنها در اقلیم متغیر را فراهم می‌کند (۱۰).

ناقلین بسیاری از بیماری‌ها (همراه با پاتوژن‌هایی که انتقال می‌دهند) حساس به دما هستند، به عنوان مثال دوره کمون بیرونی چهار گونه انسانی پلاسمودیوم به طور معکوس با دمای محیط تغییر می‌کند. بیماری‌های منتقله از ناقلین، در اقلیم سرد، غیر معمول و یا نادر هستند. بروز این گونه بیماری‌ها به فاکتورهایی از قبیل: الف- فراوانی ناقل و میزبانان واسط و مخزن ب- شیوع انگل‌های بیماریزا (و سایر پاتوژن‌ها) که به طور مناسب با این ناقلین، میزبان انسانی و یا حیوانی و شرایط محیطی محلی مانند دما و رطوبت سازگار شده‌اند ج- انعطاف پذیری و رفتار جمعیت انسانی که در تعادل پویا با انگل‌های ناقل برد و پاتوژن‌ها می‌باشد، مرتبط می‌باشند (۱۰).

به طور کلی ناقلین بیماری‌ها نیاز به یک اکوسیستم پیچیده برای بقا و تولید مثل دارند. افزایش دما و بارندگی، زیستگاه‌های مساعدی را برای ناقلین مالاریا گسترش می‌دهد. از سوی دیگر، افزایش دما، همراه با کاهش بارندگی، زیستگاه‌های جدیدی را برای گونه فلبوتوموس ناقل لیشمانیوز ایجاد می‌کند. کاهش رطوبت محیط باعث انتقال فیلاریازیس لنفای می‌شود. انتقال فصلی از طریق تأثیر بر روی تولید مثل و طول عمر ناقل ممکن است چندین سال طول بکشد، و یا بالعکس. علاوه بر این، تغییرات در ظرفیت ناقل ممکن است رخ دهد، به عنوان مثال میزان رشد انگل یا پاتوژن درون ناقل، وابسته به دما است. مناطق مرتفع و عرض‌های شمالی، از قبیل مناطق کوهستانی اتیوپی، اندونزی و کنیا در حال حاضر عاری از مالاریا می‌باشند، اما ممکن است برای ناقلین خاصی شرایط مساعد باشد (۱۰).

اقلیم به ویژه درجه حرارت محیط به طور مستقیم بر رشد پشه، چرخه گنوتروفی، طول عمر و مدت زمان رشد خارجی گونه‌های پلاسمودیوم تأثیر می‌گذارد. همچنین اقلیم بر روی سایر عوامل محیطی مانند مکان‌های رشد و تولید مثل تأثیر می‌گذارد. در مناطق اندمیک مالاریا، ایمنی اکتسابی میزبان به طور نسبی در فصول بدون

و دسترسی به آب کاهش خواهد یافت. انگل‌های ژیا‌ردیا و انتامبا، ارگانسیم‌هایی هستند که به طور مستقیم توسط آب آلوده و یا مواد غذایی که توسط آب، آلوده می‌شوند، انتقال می‌یابند. عدم دسترسی به آب کافی نیز (به علت شستشوی ناکافی دستها و بهداشت فردی) شرایط انتقال را مساعد می‌کند. شیوع آسکاریس، تریکوسفال و اکسیور نیز احتمالاً افزایش می‌یابد (۱۰).

گرم شدن کره زمین بر زیستگاههای زمین و و عملکرد اکوسیستم‌ها تاثیرگذار می‌باشد. شواهد اخیر نشان می‌دهد که تغییرات اقلیم می‌تواند توزیع جغرافیایی بیماری‌های انگلی را با یک سری پیامدهای احتمالی جدی بر روی میزان تغییر دهد. شرایط گرم‌تر می‌تواند انتقال انگل‌ها را افزایش داده و فراوانی محلی آن‌ها را افزایش دهد. تاثیر دما در خروج سرکرها، در بین گونه‌های مختلف ترما تودها بسیار متغیر می‌باشد، از کاهش جزئی تا ۲۰۰ برابر افزایش در پاسخ به دمای ۱۰ درجه سانتیگراد متغیر می‌باشد که تقریباً ۸ برابر افزایش می‌یابد. این نتایج نشان می‌دهد که این افزایش جزئی در دمای هوا و آب که توسط بسیاری از مدل‌های اقلیمی پیش بینی شده نه تنها بر توزیع جغرافیایی برخی از بیماری‌ها تاثیر خواهد گذاشت، بلکه ممکن است باعث گسترش تکثیر مراحل عفونت در بسیاری از اکوسیستم‌ها گردد (۱۸).

اقلیم بر چندین فرآیند اکولوژیکی، از خصوصیات عملکردی ارگانسیم‌ها تا پویایی جمعیت و توزیع گونه‌ها تاثیر می‌گذارد. اخیراً این مسئله به وضوح توسط یک سری از مطالعات نشان داده شده که تغییرات در خواص اکوسیستم با تغییرات اقلیمی در مقیاس بزرگ مرتبط می‌باشد (۴۷، ۴۸) و میزان و شدت پارازیتسم را می‌توان با شرایط اقلیمی تغییر داد (۴۹). گزارش‌های اخیر رابطه علیتی بین تغییرات اقلیمی و بیماری‌های انگلی نوپدید را نشان می‌دهد، به نحوی که شیوع بیماری به طور ناگهانی به صورت محلی و همچنین مقیاس جغرافیایی افزایش می‌یابد (۱۰، ۵۰).

در ترما تودها (flukes) درجه حرارت تاثیر خیلی واضح و مستقیمی بر روی یک گام بسیار مهم چرخه انتقال می‌گذارد. همه ترما تودها از حلزون به عنوان اولین میزبان واسط استفاده می‌کنند. در داخل بدن این میزبان، تکثیر غیر جنسی انجام شده و تعداد نسبتاً زیادی از مراحل عفونی به نام سرکر (cercariae) تولید می‌شود. معمولاً این سرکرهای شناور، میزبان حلزون را ترک کرده و به میزبان دیگری

انتقال کاهش یافته که این امر باعث افزایش قابل توجه موارد بیماری در طول مابقی سال می‌گردد. طولانی یا کوتاه شدن فصل تولید مثل ناقل (از طریق تغییرات اقلیمی) بر شیوع مالاریا تاثیر خواهد گذاشت (۱۰).

افزایش میانگین دمای محیط در آفریقای مرکزی به ۲ درجه سانتیگراد موجب می‌شود که مگس تسه تسه که عفونت تریپانوزومی بروسی را به انسان منتقل کند، در حالی که در مگس تسه تسه بومی مناطق کمربند میانی جنوب آفریقا این عفونت ظاهر نشد. این مگس در کمربند جنگلی که بارندگی بیشتر باشد، تولید مثل بهتری دارد. تغییرات آب و هوایی به طور قابل توجهی بر رشد انگل درون ناقل تاثیر می‌گذارد. این وقایع می‌تواند برای جمعیت انسانی خطرناک باشد و حتی در مناطق آلوده ممکن است در تریپانوزومیازیس حیوانات خانگی بسیار جدی‌تر باشد. مثالهای دیگری از انگل‌های منتقله از ناقلین شامل فیلیاریس و لیشمانیوز می‌باشند (۴۶).

گرم شدن کره زمین مناطق دارای پشه ناقل فلیاریوز لنفاوی را گسترش می‌دهد، در عین حال، احتمالاً عوامل اقتصادی، اجتماعی به عنوان عوامل تعیین کننده بیماری دارای اهمیت بیشتری در سراسر جهان می‌باشند. مگس سیاه سیمولیوم (Simulium sp) ناقل خاص انکوسرکیازیس در حال حاضر در مناطقی خاصی که از نظر اقلیمی مناسب باشند، بروز نمی‌کند (۴۶)، بنابراین، اگرچه تغییرات جزئی در این بیماری ممکن است ناشی از تغییرات اقلیمی باشد، اما بعید به نظر می‌رسد.

انگل‌های غیر وابسته به ناقل

نماتدهای منتقله از خاک مانند کرمهای قلابدار استرانژیلائیوس نمونه‌هایی از انگل‌هایی هستند که برای انتقال نیازی به ناقل ندارند. زنده ماندن تخم‌ها و لاروها در خاک مرطوب وابسته به دما است. بنابراین اینها و دیگر کرمهای منتقله از خاک، احتمالاً افزایش می‌یابد. همچنین در کنار کاهش استانداردهای بهداشتی و بهداشت عمومی ناشی از «گرم شدن کره زمین»، وضعیت به سرعت بدتر خواهد شد. تعداد زیادی از بیماری‌های غیر وابسته به ناقلین به طور مستقیم یا غیرمستقیم مرتبط با کیفیت و کمیت تامین آب می‌باشند. در کشورهای در حال توسعه، گرم شدن کره زمین به ناچار به مناطقی که از بهداشت ضعیفی برخوردار می‌باشند گسترش خواهد یافت

افزایش در دامنه دما و تغییرات در میزان بارندگی‌ها، هر دو جنبه تغییرات اقلیمی دارند که می‌تواند بر میزان بیماری‌های منتقله از ناقلین مانند مالاریا تأثیر بگذارد. فصول انتقال طولانی موجب ادغام بیماری‌های منتقله از ناقلین در دراز مدت می‌شود و در نتیجه منجر به افزایش میزان عفونت می‌گردد. همچنین بدیهی است که به مرور زمان این مناطق انتقال توسعه پیدا کرده و در نتیجه ناقلینی با قابلیت حرکت به مکان‌های مرتفع‌تر پدیدار می‌گردند. در دهه‌های گذشته، آمار و ارقام مالاریا افزایش یافته است و این تا حدودی به تغییرات اقلیمی مرتبط است (۵۶). همچنین تخمین زده می‌شود که با افزایش یک درجه، در دمای سطح جهان، تعداد مرگ و میر ناشی از مالاریا به ۴۷۵، ۶۴ افزایش یافته و بار مالی بیماری در جهان به ۲/۳۷۵ میلیون دلار برسد که بیشترین قربانیان از کشورهای چین، آسیای مرکزی، شرق آفریقا و مناطق جنوبی آمریکای جنوبی خواهد بود (۳۹).

نتیجه‌گیری

به طور خلاصه، اقدامات عملی مبارزه با تغییرات اقلیم شامل موارد زیر می‌باشد: ۱- کار با جوامع جهت کاهش آسیب در برابر بلایای طبیعی که به واسطه تغییرات اقلیمی بدتر یا بیشتر شده‌اند و به آن‌ها کمک می‌کند تا با چالش‌های طولانی مدت تغییر شرایط اقلیمی، سازگار شوند. ۲- همکاری موثر با سایر سازمان برای به اشتراک گذاشتن دانش و تجربه جهت اجرای برنامه‌های کار با جوامع فقیر ۳- همکاری با نهادهای ملی و بین‌المللی در سراسر جهان جهت ایجاد و تقویت سیاست‌هایی که باعث کاهش انتشار گازها شده و از نظر منابع مالی تشویق نموده و همچنین بر سازگاری با تغییرات اقلیم متمرکز می‌باشد. ۴- همکاری با مدارس و معلمان برای تشویق آرایه دروس موثر و هیجان‌انگیز تغییر اقلیم به منظور مشارکت که جوانان در مسائل مربوط به تغییرات اقلیمی و در نتیجه تربیت نسلی از شهروندان که تأثیر اعمال خود را بر محیط زیست و مردم سراسر جهان درک می‌کنند. ۵- راه‌اندازی و حمایت از کمپین‌هایی که جهت بالا بردن آگاهی تأثیر تغییرات اقلیمی در جوامع آسیب پذیر فعالیت می‌کنند و امکان انجام اقدامات ملموس برای حمایت از تغییرات شدید و فوری در سطح محلی، ملی و بین‌المللی را فراهم می‌سازد.

نفوذ می‌کند که این میزان دومی ممکن است میزان نهایی مهره دار باشد که در آن کرم‌ها بالغ می‌شوند مانند شیستوزوماها و یا ممکن است دارای میزان واسطه دوم بوده که در آن سرکرها انگیخته شده و توسط میزان قطعی یا نهایی خورده می‌شود. تولید سرکر در حلزون مهمترین عامل در انتقال موفق آن است. این فرآیند نیز به میزان زیادی وابسته به درجه حرارت است و مشخص شده که در محدوده دمایی که در آن میزان و انگل می‌توانند زندگی کنند، افزایش دما تقریباً همیشه همراه با افزایش خروج سرکر می‌باشد (۱۹، ۵۱، ۵۲).

دمای بالاتر هم موجب ظهور سرکرها در حلزون‌ها و هم منجر به تسریع تولید سرکرها در آن‌ها می‌شود (۵۳)، بنابراین نتیجه خالص افزایش دما، تولید تعداد زیادی از مرحله سرکری عفونی در زیستگاه‌های آبی خواهد بود. لذا تأثیر گرم شدن اقلیم بسیار شدید است زیرا پارازیتسم ترماتود نه تنها یک مشکل عمده دامپزشکی و بهداشتی در سراسر جهان است، بلکه ترماتودها نقش مهمی در ساختار جوامع حیوانی بازی می‌کند (۵۴).

به طور کلی، درجه حرارت روزانه و فصلی، به طور متوسط، با کمی تغییر، در عرض‌های جغرافیایی پایین نسبت به عرض‌های بالا افزایش می‌یابد. در عرض جغرافیایی بالا، اغلب درجه حرارت کاهش می‌یابد تا امکان تولید سرکر فراهم شود (۱۰).

ویکی و برابر اثرات قابل توجه افزایش دمای محیط بر روی میزان رشد انگل در ماهیهای میزان را گزارش کردند. تغییرات رفتاری ثبت شده در ماهی‌های آلوده نشان می‌دهد که انگل‌ها رفتار میزان را به نحوی دستکاری می‌کنند تا آن‌ها را در معرض درجه حرارت گرم‌تر قرار دهند و در واقع یک مکانیزم بازخورد مثبت برای تشدید اثرات گرم شدن زمین ایجاد می‌شود (۵۵).

نتایج نشان می‌دهد که افزایش درجه حرارت محیط می‌تواند منجر به تغییر در تعادل و ارتباط موجود بین میزان و انگل‌ها شود، به طوری که انگل‌ها به سرعت چرخه زندگی خود را تکمیل کرده و در نتیجه منجر به افزایش سطح کلی انگل در جمعیت حیوانی می‌گردد. کرم‌های انگلی که ماهیان را آلوده می‌کنند اثر منفی بر روی تولید مثل آن‌ها دارند و در دمای بالاتر چهار برابر سریع‌تر رشد می‌کنند. این واقعیت نشان‌دهنده شواهدی است که گرم شدن کره زمین بر ارتباط بین انگل‌ها و میزان آن‌ها تأثیر می‌گذارد (۵۵).

(برای جلوگیری از بیماری پس از قرار گرفتن در معرض محیط و یا ناقل) ۸- درمان دارویی جهت درمان بیماری پس از عفونت یا آلودگی ۹- کمک به توسعه اقتصادی در مناطق اندمیک مانند ارائه وامهای کوچک برای سرمایه گذاری در کشاورزی کارآمد و پربارتر. ۱۰- تغییرات اقلیم باید توسط رسانه‌ها به عنوان یک نگرانی مهم مورد توجه قرار گیرد، به این معنی که آگاهی عمومی باید با استفاده از رسانه‌ها صورت گیرد. همچنین لازم است اقدامات زیر را انجام دهیم: آموزش بهداشت در مقیاس بین‌المللی، تأمین انرژی پاک و کارآمد، کاهش دی اکسید کربن و سایر گازهای گلخانه‌ای، حفظ تنوع گونه‌ها، حفظ جنگل‌های بارانی، ممانعت از مواد غیر قابل تجزیه، تنظیم قوانین سخت بر آلاینده‌های سمی و عملیات گسترده کشاورزی پایدار.

تغییرات ناشی از گرمایش جهانی در حال انجام است و دانشمندان انتظار اثرات مازاد بر روی جوامع انسانی و محیط و طبیعت در سراسر جهان دارند. متأسفانه هنوز هم گرما به دلیل انتشار مداوم گازها در حال افزایش است. گرم شدن زمین تنها با اجرای اقداماتی که منجر به کاهش شدید در انتشار گازهای گلخانه‌ای گردد، آهسته یا متوقف خواهد شد. برخی از سیاست‌های کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای معرفی شده‌اند، اما همچنان انتشار گازهای گلخانه‌ای رو به افزایش است. تغییرات در اپیدمیولوژی بیماری‌های انگلی و حشره‌شناسی، تازمانی که گرم شدن زمین کاهش نیافته می‌بایست به عنوان یک واقعیت مورد قبول باشد.

کنترل مالاریا ضروری است زیرا بیش از یک میلیون مرگ و میر در سراسر جهان به علت این بیماری رخ می‌دهد. سازمان بهداشت جهانی اقدام به اجرای برنامه‌ی بازگشت مالاریا را نموده است که پیشگیری و درمان موثر مالاریا را در مناطق آسیب پذیر دنبال می‌کند. به این ترتیب، دسترسی به مراقبت‌های بهداشتی و پاسخ به مالاریا در کشورهایی با سیستم‌های بهداشتی ضعیف می‌تواند بهبود یابد. همچنین، از طریق آموزش و آگاهی از اثرات تغییرات اقلیم، افراد و جوامع می‌توانند برای کاهش تهدید گرم شدن کره زمین، جلوگیری از احتمال تبدیل مالاریا به یک مشکل بزرگتر در دنیای مدرن، همکاری کنند (۲۴).

برخی از اقدامات کنترل بیماری‌ها (۳۲) که از قبل تعیین شده شامل:

- ۱- تخلیه تالاب‌ها برای کاهش جمعیت حشرات و سایر ناقلین
- ۲- استفاده از حشره کش‌ها و یا دور کننده حشرات در سطوح استراتژیک مانند لباس، پوست، ساختمان‌ها، زیستگاه‌های حشرات و پشه بند. ۳- استفاده از پشه بند بر روی تخت (که به عنوان پشه بند خواب شناخته می‌شود) برای کاهش انتقال شبانه، زیرا انواع خاصی از پشه‌های گرمسیری عمدتاً در شب تغذیه می‌کنند ۴- استفاده از چاه‌های آب و یا تصفیه آب، فیلترهای آب یا تصفیه آب با قرص‌های آب برای تولید آب آشامیدنی بدون انگل. ۵- توسعه و استفاده از واکسن‌ها جهت ارتقا ایمنی ۶- پیشگیری از پیش آگهی دارویی جهت پیشگیری از بیماری، قبل از قرار گرفتن در معرض محیط و یا ناقل. ۷- پیشگیری از پیش آگهی پس از قرار گرفتن در معرض

References

- 1- Dobson A, Molnar PK, Kutz S. Climate change and Arctic parasites. *Trends in parasitology*. 2015;31(5):181-8.
- 2- Gallana M, Ryser-Degiorgis MP, Wahli T, Segner H. Climate change and infectious diseases of wildlife: Altered interactions between pathogens, vectors and hosts. *Curr Zool*. 2013;59(3):427-37.
- 3- Shukla J, Nobre C, Sellers P. Amazon deforestation and climate change. *Science*. 1990;247(4948):1322-5.
- 4- Bonds MH, Dobson AP, Keenan DC. Disease ecology, biodiversity, and the latitudinal gradient in income. *PLoS biology*. 2012;10(12):e1001456.
- 5- Jetz W, Wilcove DS, Dobson AP. Projected impacts of climate and land-use change on the global diversity of birds. *PLoS biology*. 2007;5(6):e157.
- 6- Pascual M, Ahumada JA, Chaves LF, Rodo X, Bouma M. Malaria resurgence in the East African highlands: temperature trends revisited. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2006;103(15):5829-34.
- 7- Kutz SJ, Hoberg EP, Molnar PK, Dobson A, Verocai GG. A walk on the tundra: Host-parasite interactions in an extreme environment. *International journal for parasitology Parasites and wildlife*. 2014;3(2):198-208.
- 8- Kutz SJ, Dobson AP, Hoberg EP. Where are the parasites? *Science*. 2009;326(5957):1187-8.
- 9- Kutz SJ, Jenkins EJ, Veitch AM, Ducrocq J, Polley L, Elkin B, et al. The Arctic as a model for anticipating, preventing, and mitigating climate change impacts on host-parasite interactions. *Veterinary parasitology*. 2009;163(3):217-28.
- 10- Atehmengo N, Idika IK, Shehu A, Ibrahim R. Climate

- Change/Global Warming and Its Impacts on Parasitology/ Entomology. The Open Parasitology Journal. 2014;5(1).
- 11- Sutherst RW. Global change and human vulnerability to vector-borne diseases. *Clin Microbiol Rev.* 2004;17(1):136-73.
 - 12- Hoberg EP. Coevolution and biogeography among Nematodirinae (Nematoda: Trichostrongylina) Lagomorpha and Artiodactyla (Mammalia): exploring determinants of history and structure for the northern fauna across the holarctic. *The Journal of parasitology.* 2005;91(2):358-69.
 - 13- Daszak P, Cunningham AA, Hyatt AD. Emerging infectious diseases of wildlife--threats to biodiversity and human health. *Science.* 2000;287(5452):443-9.
 - 14- Kovats RS, Campbell-Lendrum DH, McMichael AJ, Woodward A, Cox JS. Early effects of climate change: do they include changes in vector-borne disease? *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* 2001;356(1411):1057-68.
 - 15- Parmesan C, Yohe G. A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature.* 2003;421(6918):37-42.
 - 16- Root TL, Price JT, Hall KR, Schneider SH, Rosenzweig C, Pounds JA. Fingerprints of global warming on wild animals and plants. *Nature.* 2003;421(6918):57-60.
 - 17- Day JF, Curtis GA. Influence of rainfall on *Culex nigripalpus* (Diptera: Culicidae) blood-feeding behavior in Indian River County, Florida. *Annals of the Entomological Society of America.* 1989;82(1):32-7.
 - 18- Mouritsen KN. The *Hydrobia ulvae*-*Maritrema subdolum* association: influence of temperature, salinity, light, water-pressure and secondary host exudates on cercarial emergence and longevity. *Journal of helminthology.* 2002;76(4):341-7.
 - 19- Poulin R. Global warming and temperature-mediated increases in cercarial emergence in trematode parasites. *Parasitology.* 2006;132(1):143-51.
 - 20- Rose JB. Environmental ecology of *Cryptosporidium* and public health implications. *Annu Rev Public Health.* 1997;18:135-61.
 - 21- Clark DP. New insights into human cryptosporidiosis. *Clin Microbiol Rev.* 1999;12(4):554-63.
 - 22- Guerrant RL. Cryptosporidiosis: an emerging, highly infectious threat. *Emerg Infect Dis.* 1997;3(1):51-7.
 - 23- Shahid NS, Rahman AS, Sanyal SC. *Cryptosporidium* as a pathogen for diarrhoea in Bangladesh. *Trop Geogr Med.* 1987;39(3):265-70.
 - 24- Nath G, Choudhury A, Shukla BN, Singh TB, Reddy DC. Significance of *Cryptosporidium* in acute diarrhoea in North-Eastern India. *J Med Microbiol.* 1999;48(6):523-6.
 - 25- Bern C, Hernandez B, Lopez MB, Arrowood MJ, De Merida AM, Klein RE. The contrasting epidemiology of *Cyclospora* and *Cryptosporidium* among outpatients in Guatemala. *Am J Trop Med Hyg.* 2000;63(5-6):231-5.
 - 26- Hall SR, Tessier AJ, Duffy MA, Huebner M, Caceres CE. Warmer does not have to mean sicker: temperature and predators can jointly drive timing of epidemics. *Ecology.* 2006;87(7):1684-95.
 - 27- Stacey DA, Thomas MB, Blanford S, Pell JK, Pugh C, Fellowes MD. Genotype and temperature influence pea aphid resistance to a fungal entomopathogen. *Physiological Entomology.* 2003;28(2):75-81.
 - 28- Ostfeld RS, Holt RD. Are predators good for your health? evaluating evidence for top-down regulation of zoonotic disease reservoirs. *Frontiers in Ecology and the Environment.* 2004;2(1):13-20.
 - 29- Packer C, Holt RD, Hudson PJ, Lafferty KD, Dobson AP. Keeping the herds healthy and alert: implications of predator control for infectious disease. *Ecology Letters.* 2003;6(9):797-802.
 - 30- Hudson PJ, Dobson AP, Newborn D. Do parasites make prey vulnerable to predation? Red grouse and parasites. *Journal of animal ecology.* 1992:681-92.
 - 31- Hall SR, Duffy MA, Caceres CE. Selective predation and productivity jointly drive complex behavior in host-parasite systems. *The American naturalist.* 2005;165(1):70-81.
 - 32- Morgan ER, Wall R. Climate change and parasitic disease: farmer mitigation? *Trends in parasitology.* 2009;25(7):308-13.
 - 33- Wall R, Ellse LS. Climate change and livestock parasites: integrated management of sheep blowfly strike in a warmer environment. *Global Change Biology.* 2011;17(5):1770-7.
 - 34- Zell R. Global climate change and the emergence/re-emergence of infectious diseases. *Int J Med Microbiol.* 2004;293 Suppl 37:16-26.
 - 35- Semenza JC, Menne B. Climate change and infectious diseases in Europe. *The Lancet Infectious diseases.* 2009;9(6):365-75.
 - 36- Rogers DJ, Randolph SE. Climate change and vector-borne diseases. *Advances in parasitology.* 2006;62:345-81.
 - 37- Stone R. If the mercury soars, so may health hazards. *Science.* 1995;267(5200):957-9.
 - 38- Martin PH, Lefebvre MG. Malaria and Climate - Sensitivity of Malaria Potential Transmission to Climate. *Ambio.* 1995;24(4):200-7.
 - 39- Bosello F, Roson R, Tol RSJ. Economy-wide estimates of the implications of climate change: Human health. *Ecol Econ.* 2006;58(3):579-91.
 - 40- Kutz S, Garde E, Veitch A, Nagy J, Ghandi F, Polley L. Muskox lungworm (*Umingmakstrongylus pallikuukensis*) does not establish in experimentally exposed thinhorn sheep (*Ovis dalli*). *Journal of Wildlife Diseases.* 2004;40(2):197-204.
 - 41- Kutz SJ, Hoberg EP, Nishi J, Polley L. Development of the muskox lungworm, *Umingmakstrongylus pallikuukensis* (Protostrongylidae), in gastropods in the Arctic. *Canadian*

- Journal of Zoology. 2002;80(11):1977-85.
- 42- Graham RW, Lundelius EL, Graham MA, Schroeder EK, Toomey RS, Anderson E, et al. Spatial response of mammals to late quaternary environmental fluctuations. *Science*. 1996;272(5268):1601-6.
- 43- Saunders LM, Tompkins DM, Hudson PJ. Stochasticity accelerates nematode egg development. *The Journal of parasitology*. 2002;88(6):1271-2.
- 44- Forrester DJ, Senger CM. Effect of temperature and humidity on the survival of first stage *Protostrongylus stilesi* larvae. *Experimental parasitology*. 1963;13:83-9.
- 45- Shostak AW, Samuel WM. Moisture and Temperature Effects on Survival and Infectivity of 1st-Stage Larvae of *Parelaphostrongylus-Odocoilei* and *Parelaphostrongylus-Tenuis* (Nematoda, Metastrongyloidea). *Journal of Parasitology*. 1984;70(2):261-9.
- 46- Mccally M, Cassel CK. Medical Responsibility and Global Environmental-Change. *Ann Intern Med*. 1990;113(6):467-73.
- 47- Maclean IM, Wilson RJ. Recent ecological responses to climate change support predictions of high extinction risk. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2011;108(30):12337-42.
- 48- Walther GR, Post E, Convey P, Menzel A, Parmesan C, Beebee TJ, et al. Ecological responses to recent climate change. *Nature*. 2002;416(6879):389-95.
- 49- Mouritsen KN, Poulin R. Parasitism, climate oscillations and the structure of natural communities. *Oikos*. 2002;97(3):462-8.
- 50- Zell R. Global climate change and the emergence/re-emergence of infectious diseases. *International Journal of Medical Microbiology*. 2004;293:16-26.
- 51- Umadevi K, Madhavi R. Effects of light and temperature on the emergence of *Haplorchis pumilio cercariae* from the snail host, *Thiara tuberculata*. *Acta Parasitol*. 1997;42(1):12-7.
- 52- Shostak AW, Esch GW. Photocycle-Dependent Emergence by *Cercariae* of *Halipegus-Occidualis* from *Helisoma-Anceps*, with Special Reference to Cercarial Emergence Patterns as Adaptations for Transmission. *Journal of Parasitology*. 1990;76(6):790-5.
- 53- Ataev GL. Temperature Influence on the Development and Biology of *Rediae* and *Cercariae* of *Philophthalmus-Rhionica* (Trematoda). *Parazitologiya+*. 1991;25(4):349-59.
- 54- Mouritsen KN, Poulin R. Parasitism, community structure and biodiversity in intertidal ecosystems. *Parasitology*. 2002;124:S101-S17.
- 55- Macnab V, Barber I. Some (worms) like it hot: fish parasites grow faster in warmer water, and alter host thermal preferences. *Global Change Biology*. 2012;18(5):1540-8.
- 56- Tanser FC, Sharp B, le Sueur D. Potential effect of climate change on malaria transmission in Africa. *Lancet*. 2003;362(9398):1792-8.