مجله ایمنی زیستی
دوره ۷، شماره ۲، زمستان ۱۳۹۳

تغییرات اقلیمی و ایمنی غذایی

معصومه محمودی میمند[1*]، منصوره مظاهری[2]
[1]عضو هیات علمی پژوهشگاه استاندارد، پژوهشکده غذایی و کشاورزی، گروه پژوهشی مواد غذایی، کرج، ایران
[2]کارشناس مسئول پژوهشی پژوهشگاه استاندارد، پژوهشکده غذایی و کشاورزی، گروه پژوهشی مواد غذایی، کرج، ایران

mah_maymand@standard.ac.ir

چکیده

تعیین تاثیرات بالقوه تغییرات قابل پیش‌بینی اقلیم، بر ایمنی غذا و کنترل آن‌ها در تمام مراحل زنجیره غذایی، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. هدف، افزایش آگاهی در این زمینه و تسهیل همکاری‌های بین‌المللی برای فهم شرایط تغییر ایمنی غذا و ارائه راهکارهایی برای آن می‌باشد. عوامل بیماری‌زای ناشی از غذا، شامل بیماری‌های مشترک بین انسان و حیوان، آلودگی مایکوتوکسین و سموم بیولوژی در فرآورده‌های شیلات و آلودگی‌های محیط زیستی در این زمینه با اهمیت می‌باشند. در این مقاله همچنین به نیاز به توجه کافی به ایمنی غذا در هنگام عمل‌آوری، اهمیت بیشتری داده شده است تا بتوان شرایط اضطراری ناشی از حوادث اقلیمی شدید را به طور موثری مدیریت کرد. عدم قطعیت زیادی در خصوص مفاهیم احتمالی ایمنی غذا در تغییرات اقلیمی وجود دارد. این مقاله، برخی تاثیرات قابل انتظاری را که توسط یافته‌های علمی تایید می‌شوند، مورد بررسی قرار می‌دهد.

کلمات کلیدی: تغییرات اقلیمی، آلاینده‌های غذایی، ایمنی، فعالیت‌های انسانی، تولید غذا

مقدمه

سازمان ملل در سال ۱۹۸٦، امنیت غذایی را به صورت دسترسی همه مردم به غذای کافی در تمام اوقات، برای داشتن یک جسم سالم تعریف نمود. طبق این تعریف، موجود بودن غذا، دسترسی به غذا و پایداری در دریافت غذا، سه عامل امنیت غذایی است. امنیت غذایی و ایمنی غذا، از واژه‌های مهم و کاربردی است که امروزه در اسناد توسعه‌ای به آن پرداخته شده است و از سوی مسئولان به کار گرفته می‌شود. موانعی مانند محدودیت زمین‌های کشاورزی، کمبود آب، قیمت بالای انرژی، افت سرمایه گذاری در زمینه تحقیقات کشاورزی و افزایش ضایعات غذایی بر امنیت غذایی تاثیر گذار است.

نتایج گزارش سازمان ملل متحد نشان می‌دهد که خطرات ناشی از تغییرات آب و هوایی، جهان را به سوی ناامنی و بی‌ثباتی می‌برد و زندگی میلیون‌ها نفر

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1393.7.2.3.3]

در سراسر جهان را تهدید می‌کند. تاثیر تغییرات اقلیمی بر ذوب شدن یخچال‌ها و لایه‌های خاک یخ‌زده در قطب شمال و همچنین ایجاد موج‌های بزرگ گرما، باران‌های سیل‌آسا و طوفان‌های شدید، بیانگر این مطلب است که جهان باید منتظر عواقب ناگواری باشد. بدون هیچ تردیدی فعالیت‌های انسانی، عامل اصلی تغییرات آب و هوایی در جهان می باشد. بالا آمدن سطح آب دریاها، باعث زیر آب رفتن بخش زیادی از زمین‌ها می‌شود و آب اقیانوس‌ها نیز اسیدی‌تر خواهد شد. همچنین آبزیان و ماهیان مختلف نیز در معرض انقراض قرار می‌گیرند و کاهش شمار آن‌ها، فشار دیگری بر منابع غذایی مردمان جهان خواهد بود.

در این مقاله، نگاهی به مسئله ایمنی مواد غذایی در اثر پیامدهای تغییرات اقلیمی خواهیم داشت. مسائل مربوط به ایمنی مواد غذایی عبارتند از: عوامل بیماری قابل انتقال از غذا با توجه به بیماری‌های مشترک انسان و دام، آلودگی به مایکوتوکسین‌ها، بیوتوکسین‌ها در محصولات شیلات و آلاینده‌های زیست محیطی با اهمیت در زنجیره غذایی. این مقاله، بیانگر نیاز به توجه کافی به ایمنی مواد غذایی و حصول اطمینان از آمادگی برای مدیریت موثر موارد اضطراری ناشی از حوادث اقلیمی می‌باشد.

ایمنی مواد غذایی و مدیریت آن

اطمینان از ایمنی مواد غذایی، کاری پیچیده است. خطرات ایمنی مواد غذایی، می‌تواند در هر مرحله از مواد غذایی به وجود آید. قوانین و مقررات مواد غذایی و در مجموع سیستم کنترل مواد غذایی، به منظور حصول اطمینان از ارائه مواد غذایی بی‌خطر به مصرف کنندگان است. اصول اصلی استراتژی بهبود بهره‌وری و کنترل مواد غذایی عبارتند از:

– شناسایی منابع خطرزا

– به کارگیری مناسب‌ترین سیستم‌های تولید مواد غذایی برای جلوگیری و یا به حداقل رساندن خطرات ایمنی مواد غذایی.

– ایجاد شرایط ایمنی مواد غذایی توسط دولت با قانون‌گذاری و اجرای آن

از آن‌جا که تغییرات اقلیم، تاثیر مستقیم و غیر مستقیم بر امنیت مواد غذایی و ایجاد خطرات در مراحل مختلف زنجیره غذایی دارد، لذا خطرات ایمنی مواد غذایی مرتبط با تغییرات اقلیمی، باید شناسایی شده و مورد ارزیابی قرار گیرند. این امر، مستلزم توجه بیشتر به جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل اطلاعات مربوط به تشخیص زود هنگام مشکلات ایمنی مواد غذایی و توسعه راهنمایی‌های مدیریت خطر می‌باشد. بررسی تاثیر تغییرات پیش‌بینی شده در آب و هوا و الگوهای آب و هوایی، در ایمنی مواد غذایی و مدیریت آن در حصول اطمینان از آمادگی برای چالش‌های جدید برای ایمنی مواد غذایی موثر است.

تغییر اقلیم و پیش بینی‌ها

چهارمین گزارش ارزیابی گردهمایی بین دولتی در زمینه تغییر اقلیم (IPCC) Intergovernmental Panel on Climate Change، بسیاری از عدم اطمینان‌ها را در زمینه تغییرات اقلیمی برطرف کرد. در حال حاضر دلایل گرم شدن سیستم آب و هوایی، روشن و بدون ابهام است و طبق گزارش IPCC، افزایش درجه حرارت جهانی زمین از نیمه قرن بیستم تاکنون، به طور قطع به علت فعالیت‌های بشر از قبیل استفاده از سوخت‌های فسیلی و تغییرات کاربری زمین‌ها است. پیش‌بینی‌ها نشان می‌دهد که به علت پروژه‌های قرن

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1393.7.2.3.3]

بیست و یک، میانگین افزایش درجه حرارت جهانی از ۱/۸ درجه سانتیگراد به ٤ درجه خواهد رسید. تغییر اقلیم، فقط به افزایش میانگین درجه حرارت جهانی محدود نمی‌شود، سایر اثرات تغییر اقلیم شامل: سیستم‌های طوفانی قوی‌تر، افزایش تعداد بارش‌های سنگین و دوره‌های خشکسالی طولانی مدت می‌باشد.

تاثیر فعالیت‌های انسانی بر تغییرات اقلیم

سوزاندن سوخت‌های فسیلی و سایر فعالیت‌های انسانی که منجر به تولید گازهای گلخانه‌ای می‌شود، آب و هوای جهان را تحت تاثیر قرار داده است. تغییر الگوی بارندگی و افزایش دمای زمین بر روی دسترسی به مواد غذایی، بسیار تاثیر گذار می‌باشد و این مساله، می‌تواند باعث افزایش مرگ و میر ناشی از سوء تغذیه و بیماری‌ها شود. تغییر اقلیم، نه تنها حاکی از افزایش دمای متوسط جهانی است، بلکه اثرات دیگر تغییرات اقلیمی شامل گرایش به سیستم‌های طوفان قوی‌تر، افزایش تعداد بارش‌های سنگین، دوره‌های خشکسالی طولانی مدت و انقباض ورقه‌های یخ گرینلند است که منجر به افزایش سطح آب دریاها خواهد شد. این تغییرات، پیامدهایی برای تولید مواد غذایی، امنیت غذایی و ایمنی مواد غذایی به همراه خواهد داشت. خطرات ناشی از تغییرات اقلیمی جهانی، یکی از نتایج رفتار انسان‌ها است. با وجودی که قسمت عمده فعالیت‌هایی که منجر به تغییرات اقلیمی می‌شوند، از کشورهای توسعه یافته نشات می‌گیرند، کشورهای درحال توسعه باید شاهد لطمات ناشی از این تغییرات، بر سلامت عمومی جوامع خود باشند (۲).

تغییر اقلیم و تاثیر آن بر بخش کشاورزی

تولید محصولات کشاورزی، به تغییرات اقلیمی، بسیار حساس است. تغییرات اقلیم به کاهش بازده تولید محصولات و خسارت منجر می‌شود. اگر چه، اثرات آن در نقاط مختلف جهان متفاوت است. تغییرات اقلیم بر روی جمعیت میکروبی محیط زیست (خاک، آب و هوا) تاثیر می‌گذارد و جمعیت آفات را تغییر می‌دهد. ازاین‌رو یک عامل کمک کننده به بروز و شدت بیماری‌ها، با تاثیر بر رشد و تکثیر قارچ‌ها، باکتری‌ها، ویروس‌ها و حشرات به شمار می‌رود. کمبود مواد مغذی، آلاینده‌های هوا و افزایش دما و رطوبت نیز بر روی سلامت گیاه و بهره‌وری تاثیر می‌گذارد و بنابراین، تاثیر آن در تولید محصولات کشاورزی و امنیت غذایی مشهود است. نگرانی بیشتر از تاثیر تغییرات اقلیم، در شیوع آلودگی‌های زیست محیطی و باقی‌مانده‌های شیمیایی در زنجیره‌ی مواد غذایی است.

تغییر اقلیم و تولیدات دامی

تغییر اقلیم اثرات مستقیم و غیر مستقیم بر تولیدات دامی دارد. استرس حرارتی می‌تواند اثر مستقیم و مضر بر سلامت، رشد و تولید مثل جانوران داشته باشد. تغییرات در محیط زیست تغذیه‌ای، به‌عنوان مثال در دسترس بودن خوراک دام و مقدار و کیفیت مراتع دام و محصولات زراعی علوفه، می‌تواند اثر غیر مستقیم داشته باشد. تغییرات اقلیم، ممکن است انتقال بیماری‌ها و عفونت‌ها را تحت تاثیر قرار داده و به روش‌های مختلفی، بر بیماری‌ها و عفونت‌هایی که به‌طور طبیعی بین جانوران مهره‌دار و انسان منتقل می‌شوند، تاثیر بگذارد. همچنین ممکن است باعث افزایش سیکل انتقال بسیاری از حاملین، دامنه و شیوع حاملین و ذخایر حیوانی شود. در برخی نواحی ممکن است باعث پیدایش بیماری‌های جدید شود. تغییر در

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1393.7.2.3.3]

عملیات تغذیه، تغییر اکولوژیکی محیط پرورش حیوانات و آبیاری افزایش یافته (که تمام آن‌ها عواقب تغییر اقلیم هستند)، می‌توانند باعث تشدید این اثرات شوند.

تغییرات اقلیم و تاثیر آن در شیلات

ممکن است با افزایش درجه حرارت، تولید جهانی شیلات ثابت بماند. اما به علت مهاجرت ماهی‌ها از یک ناحیه به ناحیه دیگر برای یافتن شرایط مناسب، توزیع منطقه‌ای و فاصله‌ای آن‌ها دستخوش تغییر شود. سایر تغییرات اقلیمی موثر بر فرآورده‌های شیلات عبارتند از: بادهای سطحی (که باعث تغییر میزان مواد مغذی در منطقه نوری (photic zone) و تقویت جریان‌های اقیانوسی می‌شود)، مقادیر بالای CO_2 (که اسیدیته اقیانوس را تغییر می‌دهد) و تغییر میزان نزولات (تاثیر بر سطح آب دریا). تغییرات اقلیمی بر باروری (حاصل‌خیزی) سیستم‌های آبی تاثیر گذاشته، آسیب‌پذیری ماهی‌ها به بیماری‌ها را افزایش داده و عواید کشاورزان را کم می‌کند. حوادث آب و هوایی شدید می‌تواند باعث فرار حیوانات مزرعه‌ای و نیز کاهش تنوع ژنتیکی گونه‌های وحشی موثر بر تنوع زیستی شود. تغییرات آب و هوایی می‌تواند بر بهره‌وری تاثیر گذارد. تغییر اقلیم با تاثیر بر سیستم‌های آبزی‌پروری و افزایش آسیب‌پذیری ماهی‌های پرورشی و کاهش آن‌ها، باعث کاهش تنوع ژنتیکی و تنوع زیستی می‌شود و به علت مهاجرت ماهی‌ها از یک ناحیه به ناحیه دیگر برای یافتن شرایط مناسب، توزیع منطقه‌ای و فاصله‌ای آن‌ها، دستخوش تغییر می‌شود. از دیدگاه میکروبیولوژیکی، اقلیم بر تغییر تشدید انباشت آب (بارگذاری مواد مغذی) و رشد فیتوپلانکتون‌ها موثر است. افزایش جلبک‌های مضر، به ویژه از گونه‌های سمی و تجمع این سموم در نرم‌تنان و مصرف این محصولات، از پیامدهای جدی برای انسان است. علاوه بر این، تغییرات اقلیم (به ویژه افزایش درجه حرارت) باعث تسهیل متیلاسیون جیوه و جذب آن توسط ماهی‌ها می‌شود.

حمل و نقل، فرآوری، تجارت غذا

تغییر اقلیم، نه تنها بر تولید اولیه، بلکه بر تولید غذا و تجارت هم تاثیر می‌گذارد. خطرات پیش آمده در تولید اولیه، می‌تواند بر طراحی سیستم‌های مدیریت ایمنی غذا تاثیر بگذارد، چرا که این سیستم‌ها باید به نحو موثری، خطرات را کنترل کرده و از ایمن بودن محصول نهایی اطمینان حاصل کنند. به علاوه، افزایش میانگین درجه حرارت، باعث افزایش خطرات بهداشتی مرتبط با انبارداری و توزیع محصولات می‌شود. بنابراین صنعت غذا باید همواره گوش به زنگ نیاز به اصلاح برنامه‌های بهداشتی باشد. به‌طور قطع، ممیزی‌های داخلی و خارجی دوره‌ای برای بررسی صحت برنامه‌های بهداشتی، بخشی از "عملیات خوب" (good practice) می‌باشند. دولت‌ها، اغلب برای کمک به صنعت در پیاده‌سازی برنامه‌های بهداشتی مناسب، دستورالعمل‌هایی را تهیه می‌کنند که باید اطمینان حاصل کرد که این دستورالعم ها تمام خطرات احتمالی را مدنظر قرار می‌دهند. کاهش دسترسی به آب و کاهش کیفیت آب مورد استفاده در مراحل حمل و نقل و فرآوری غذا نیز، چالش جدید دیگری در مدیریت بهداشت است. به نظر می‌رسد مدیریت خطر و راهکارهای مقابله با آن، چالش بزرگتری برای کشورهای در حال توسعه می‌باشد.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1393.7.2.3.3]

یافته‌های تایید کننده تاثیر تغییر اقلیم جهانی بر ایمنی غذا

اقلیم (climate)، دامنه بیماری‌های مسری را تحت تاثیر قرار می‌دهد، در حالی که آب و هوا (weather)، که تحت تاثیر اقلیم قرار دارد، بر زمان و شدت شیوع بیماری اثر می‌گذارد (۷). بنابراین دو علامت اولیه ظهور تغییر اقلیم به‌ویژه گرم شدن جهانی زمین عبارتند از: افزایش دامنه جغرافیایی و فصلی شدن بیماری‌ها و همچنین پیدایش وقایع ناشی از حوادث شدید آب و هوایی (۷). یافته‌های تایید کننده این دو علامت به طور خلاصه عبارتند از:

اثرات درجه حرارت و فصلی شدن، بر بیماری‌های ناشی از غذا

فصلی بودن برخی بیماری‌های مسری، کاملا به اثبات رسیده و مستند است. اما ارتباط آن با اثرات بالقوه گرمای بلندمدت، به‌طور محدود مورد بررسی قرار گرفته است. مطمئنا تاثیر تغییرات فصلی در شیوع بیماری، متاثر از حساسیت و رفتارهای جمعیت‌ها است هرچند که اثرات محیطی هم در این خصوص حائز اهمیت می‌باشند. چنین فاکتورهای محیطی بر فراوانی عوامل بیماری‌زا، بقا و/یا شدت آن‌ها اثر می‌گذارد.

جمع‌بندی مطالب، نشان می‌دهد که هم درجه حرارت و هم رطوبت، در انتقال بیماری‌های ناشی از غذا، نقش دارند که این نقش، مستقل از نقش سایر فاکتورها از جمله حساسیت و رفتار جمعیت‌ها می‌باشد. احتمالا برخی از اولین تغییرات قابل ردیابی تغییر اقلیم جهانی بر ایمنی غذا، در پیک‌های تابستانی طولانی مدت‌تر بیماری‌های ناشی از غذا و/ یا افزایش دامنه جغرافیایی آن‌ها قابل مشاهده خواهد بود.

اثر متقابل فاکتورهای اکولوژیکی

شاید بیماری وبا، بهترین مدل برای فهم اثرات بالقوه تغییرات اقلیمی بر انتقال بیماری‌های ناشی از غذا باشد. Vibrio cholera عامل مولد این بیماری است که باعث مرگ و میر زیاد، به ویژه در کشورهای در حال توسعه می‌شود. وبا در برخی مناطق به طور بومی (endemic) وجود دارد که پس از چند دوره سکون و خاموشی، امواجی از پیک‌های اپیدمی آن مشاهده می‌شود. پیک‌های بیماری، فصلی بوده و همراه با درجه حرارت بالای آب می‌باشند. سه فاکتور عمده بومی بودن وبا، (شامل آبیوتیک، فیتوپلانکتون و زئوپلانکتون) توسط Colwell و Huq (۱۰) در مدل hierarchical انتقال وبا شرح داده شده است.

انسان هم یکی از قسمت‌های مهم معادله است. از آن‌جا که وبا به طور وضوح، یک بیماری ناشی از آب می‌باشد، انتقال آن از طریق استفاده از آب آلوده برای تهیه غذا، آبیاری و یا مصرف نرم‌تنان انجام می‌شود.

به‌علاوه، فاضلاب هم عامل خطرناک دیگری برای انتقال بیماری، به ویژه در مناطقی که مدیریت آب و فاضلاب در حد مطلوب و استاندارد نیست، می‌باشد. حوادث آب و هوایی شدید (از قبیل سیل، خشکسالی، طوفان، ...)، می‌توانند بر انتقال بیماری تاثیر بگذارند. به عنوان مثال، دوره‌های بارش‌های بسیار زیاد و دوره‌های خشکسالی، هم بر دردسترس بودن و کیفیت آب تاثیر می‌گذارد و هم با انتقال بیماری‌های ناشی از آب و غذا مرتبط می‌باشند. به علاوه، حوادث آب و هوایی، باعث حرکت اجباری پناهندگان به اقامتگاه‌های دیگر می‌شود. این حوادث متوالی در شرایط استرس شدید، سوء تغذیه و دسترسی محدود به مراقبت‌های پزشکی، باعث افزایش حساسیت به

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1393.7.2.3.3]

بیماری و افزایش شدت آن می‌شود.

سایر اثرات بالقوه تغییر اقلیم جهانی بر ایمنی غذا

شاید با تعمق بیشتر، چند اثر بالقوه دیگر تغییر اقلیم جهانی بر ایمنی غذا مدنظر قرار گیرد که عبارتند از الف) اثر بر تکامل میکروبی و پاسخ به استرس؛ ب) ظهور عوامل بیماری‌زا؛ ج) تغییر در دسترسی به آب و کیفیت آن؛ د) سایر ملاحظات

تکامل میکروبی و پاسخ به استرس

با گذشت زمان، بسیاری از عوامل باکتریایی به مکانیسم‌هایی دست یافته‌اند که امکان بقا و یا حتی رشد در شرایط نامساعد و پراسترس را برای آن‌ها فراهم می‌کند. بسیاری از این شرایط، در نتیجه دستکاری پارامترهای داخلی و خارجی است. پاسخ به استرس در بسیاری از میکروارگانیسم‌ها، به‌صورت ژنتیکی انجام می‌شود (کدگذاری می‌شود). تماس اولیه با دوز زیرکشنده (sub-lethal)، عامل استرس‌زا سبب شرطی شدن سلول باکتری شده و باعث می‌شود باکتری حتی در شرایط سخت‌تری هم که توسط عامل استرس‌زا ایجاد می‌شود، دوام بیاورد. این امر در مورد *E.coli* 0157: H7 به اثبات رسیده است. به عنوان مثال پس از تماس اولیه با pH=5، ارگانیسم قادر است شوک اسیدی با pH=2 را نیز تحمل کند. هم چنین زمانی که میکروارگانیسم‌ها توان تحمل بالاتری را پس از یک تماس اولیه با استرس زیرکشنده به دست می‌آورند، به طور متناوب نسبت به سایر انواع استرس هم مقاومت بیشتری پیدا می‌کنند. پدیده‌ای که تحت عنوان حمایت متقاطع (cross-protection) نامیده می‌شود (۱۳). این پدیده با تغییر اقلیم جهانی مرتبط بوده و طی آن تغییرات فاکتورهای داخلی – که ناشی از تغییر اقلیم می‌باشد– ممکن باعث القا پاسخ به استرس شده و باکتری را مقاوم‌تر کند.

در حال حاضر، انتقال ژن بین گونه‌های باکتریایی وابسته و یا حتی غیروابسته، اتفاق شایعی است. در شرایطی که گونه‌های چندگانه، در اجتماعات متنوع و بزرگ دیده می‌شوند (از جمله محیط، غذاهای خام، احشا)، انتقال ژن‌ها از طریق انتقال ژن افقی یا آلودگی به باکتریوفاژ، تسهیل می‌شود. انتقال ژن، همچنین یکی از عوامل مهم در پیدایش مقاومت آنتی‌بیوتیکی است. اطلاعات ما در زمینه‌ی پیامدهای حوادث انتقال ژن، بسیار کم است. اما احتمالا این پیامدها، متاثر از محیط می‌باشند. درواقع در مورد *v.cholerae*، این امر به اثبات رسیده است. به عنوان مثال، گونه‌های غیرسمی این ارگانیسم قادرند ژن‌های سمی کلرا را از طریق انتقال به واسطه باکتریوفاژ که به طور طبیعی در محیط رخ می‌دهد، دریافت کنند. به‌طور تخصصی، به نظر می‌رسد که هم عفونت فاژی و هم القا پروفاژی، به پیامدهای محیطی حساس هستند (درجه حرارت، نور خورشید، pH) (۱۰). این بدین‌معنی است که ممکن است تغییرات محیطی، تاثیر مهمی بر تکامل عوامل بیماری‌زا داشته باشند.

پیدایش عوامل بیماری‌زا

تغییر اقلیم، همچنین می‌تواند بر پیدایش و یا دوباره پیدایش عوامل بیماری‌های مسری تاثیر بگذارد. عوامل بیماری‌زای ناشی از غذا که به عنوان عوامل مسری شناخته می‌شوند، به همراه غذا منتقل می‌شوند که این عوامل، الف) در یک جمعیت، نوظهور هستند، ب) تصور می‌شد که قابل کنترل هستند، ولی هم اکنون دوباره احیا شده‌اند، ج) موجود بوده‌اند، اما شیوع و دامنه جغرافیایی آن‌ها، به‌سرعت در حال افزایش است. اگر نگوییم هیچ‌وقت، اما بسیار به‌ندرت، عوامل

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1393.7.2.3.3]

بیماری‌زای غذایی، بدون دلیل ظهور پیدا می‌کنند. چند اصل عمومی برای ظهور عامل بیماری‌زا وجود دارد که با تغییر در بخش‌های زیر همراه است: الف) اکولوژی و کشاورزی، ب) تکنولوژی و صنعت، ج) جهانی شدن، د) آمار و رفتار بشر، ه) بررسی اپیدمیولوژیکی، و) سازگاری میکروبی (١٤). لازم به‌ذکر است که ظهور عوامل بیماری‌زا، معمولا درنتیجه ترکیب دو یا چند عامل اختصاصی است. علاوه بر این، ظهور عوامل، الزاما قابل پیش‌بینی نیست. به‌عنوان مثال، تغییرات القا شده اقلیمی در مهاجرت جمعیت‌های حیوانی، ممکن است باعث تسهیل پراکندگی عامل بیماری‌زایی شود که قبلا شیوع و یا عواقب کمتری داشته است.

در دسترس بودن آب و کیفیت آن

دوره‌های بارش یا خشکسالی زیاد، هم بر دسترسی آب و هم کیفیت میکروبیولوژیکی آن تاثیر می‌گذارد. به‌علاوه چنان‌چه طبق پیش‌بینیها، سطح آب دریا افزایش پیدا کند، تقاضا برای منابع آب موجود افزایش یافته و بر دسترسی آب تاثیر می‌گذارد (٤). یکی از تهدیدهای سلامتی محیط، کاهش منابع جهانی آب تازه در اثر افزایش میزان استخراج و آلودگی آب می‌باشد. این امر، باعث کاهش کمیت و کیفیت آب، به ویژه در نواحی کم آبی چون مدیترانه و شمال آفریقا شده است (٢). نیازی به گفتن نیست که دسترسی محدود آب سالم، اثرات منفی بر عملیات بهداشتی زنجیره غذایی دارد.

بیماری‌های مشترک (بین انسان و حیوان) و سایر بیماری‌های حیوانی

بیماری‌های مشترک بین انسان و حیوان، به روش‌های مختلفی از حیوانات به انسان‌ها منتقل می‌شوند. برخی بیماری‌ها از طریق تماس مستقیم با حیوانات آلوده، یا فرآورده‌های حیوانی و فضولات، به انسان منتقل می‌شوند. سایر بیماری‌ها، از طریق ناقلین و برخی از طریق مصرف آب یا غذای آلوده منتقل می‌شوند. افزایش میزان بیماری‌های مشترک یا سایر بیماری‌های حیوانات، ممکن است باعث افزایش مصرف داروهای دامی شود که خود، منجر به افزایش و احتمالا میزان غیرقابل قبول این داروها در فرآورده‌های غذایی می‌شود (٨). بدین‌علت، با وجودی که بیماری‌های مشترک منتقل شده به انسان، از طریق مصرف غذا یا آب آلوده، دارای بیشترین اهمیت هستند، سایر بیماری‌های حیوانی نیز مدنظر قرار می‌گیرند.

اثر تغییر اقلیم بر بیماری‌های مشترک

تغییر اقلیم، یکی از چند فاکتور"تغییرات جهانی" است که در ظهور و شیوع بیماری در حیوانات اهلی و انتقال عوامل بیماری‌زا، از حیوان به انسان موثر است. فاکتورهای اقلیمی که به‌طور اخص بر بیماری‌های مشترک تاثیر می‌گذارند، عبارتند از:

- افزایش حساسیت حیوانات به بیماری
- افزایش دامنه و فراوانی ناقلین/حاملین حیوانی
- افزایش چرخه‌ی انتقال ناقلین

افزایش حساسیت حیوانات به بیماری

اقلیم ممکن است تاثیر مستقیم یا غیرمستقیم بر حساسیت حیوانات به بیماری داشته باشد. به عنوان مثال، قرار گرفتن در معرض سرمای شدید، خشکسالی‌ها، رطوبت یا گرمای شدید، ممکن است احشام را در معرض سندرم‌های باکتریایی پیچیده، از قبیل ورم پستان قرار دهد. شیر گاوهای مبتلا به ورم پستان شدید، به‌طور معمول وارد زنجیره غذایی نمی‌شود، چنانچه بیماری به راحتی تشخیص داده شده

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1393.7.2.3.3]

و شیر آن توسط تولید کننده دور ریخته شود. اما در صورتی که شیر گاوهای مبتلا به بیماری که علائم بالینی قابل مشاهده ندارند، به‌طور تصادفی با شیرهای سالم مخلوط شود، وارد زنجیره غذایی شده و می‌تواند برای انسان خطرناک باشد. اگرچه احتمالا تمام عوامل بیماری‌زای انسانی، در طی پاستوریزاسیون از بین می‌روند، اما زمانی که شیر به صورت خام مصرف شود و یا پاستوریزاسیون به طور کامل انجام نشود، این نگرانی همچنان وجود دارد (۹).

با توجه به این‌که محیط زندگی حیوانات آبزی، توسط آب احاطه شده است که اکوسیستمی حساس و شکننده می‌باشد، آبزیان نیز به تغییرات اقلیم حساس می‌باشند. ماهی‌ها، از جمله نرم‌تنان صدف‌دار، مستقیما به نوسانات اقلیمی و همچنین تغییرات محیط بیولوژیکی (شکارچیان، تداخلات گونه‌ها، بیماری‌ها) واکنش نشان می‌دهند. فرآیندهای متابولیکی وابسته آن‌ها، تحت تاثیر درجه حرارت، شوری و میزان اکسیژن قرار می‌گیرند. برخی شرایط محیطی خاص، باعث شیوع بیشتر بیماری‌ها می‌شوند (آب‌های گرم، باعث افزایش شیوع بیماری می‌شود، در حالی‌که درجه حرارت‌های سرد، باعث محدود شدن آن‌ها می‌شود). به‌عنوان مثال، در ۱۵ سال گذشته در آمریکا شیفت معنی‌داری از موارد پراکنده *V. paparahaemolyitic* به سمت موارد شیوع وابسته به فعالیت وجود داشته است. یکی از موارد قابل توجه، شیوع بیماری بین سال‌های ۱۹۹۷ و ۲۰۰٤ ناشی از مصرف صدف‌های شکارشده از آب‌های شمالی (شمال غربی اقیانوس آرام و آلاسکا) بود (۵). به نظر میرسد شیوع بیماری در آلاسکا، با افزایش معنی‌دار میانگین درجه حرارت آب، نسبت به دهه‌های قبل در ارتباط باشد (۱۱).

به‌طور مشابهی، نقش درجه حرارت بالای آب در ظهور *V. vulnificus* هم مشاهده شده است (۱۲).

در بخش آبزی‌پروری، مشکلات مورد انتظار ناشی از گرم شدن هوا، افزایش حساسیت ارگانیسم‌های بیماری‌زا است. این امر زمانی برای گونه‌های آبی بیشتر مصداق پیدا می‌کند که مثلا برخی ماهی‌ها فاقد توانایی مقابله با گونه‌های جدید بیماری‌ها می‌شوند و یا زمانی که محیط، تا حد زیادی برای کنترل بیماری‌ها، به مواد شیمیایی وابسته باشد. هم چنین ممکن است در برخی مناطق، برخی گونه‌ها کاملا نزدیک بالاترین درجه حرارت آستانه تحمل خود باشند.

افزایش دامنه یا فراوانی ناقلین/ منابع حیوانی

به علت حساسیت ناقلین به فاکتورهای اقلیمی، تغییرات اکولوژیکی از جمله تغییر میزان بارش و درجه حرارت به‌طور معنی‌داری دامنه، فصل و شیوع بسیاری از بیماری‌های مشترک را تغییر می‌دهد (۳). مثال‌هایی از حساسیت ناقلین به تغییرات اقلیمی عبارتند از:

– افزایش درجه حرارت شبانه، نه تنها باعث افزایش فعالیت پروازی ناقلین می‌شود، بلکه باعث افزایش قدرت رقابت برای حمایت از تکثیر و انتقال عوامل بیماری‌زای ویروسی می‌شود (۱).

– بارش‌های شدید، به دنبال چرخه‌های خشکسالی، محیط مناسبی را برای تکثیر پشه‌های ناقل و به دنبال آن، شیوع بیماری‌های ناشی از آن‌ها به وجود می‌آورد (۱).

– تغییر میزان بارش‌ها، می‌تواند بر دامنه و توزیع ناقلین آرتروپود تاثیر بگذارد. هم چنین شواهدی دال بر افزایش دامنه کنه‌ها با کاهش میزان بارش‌ها وجود

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1393.7.2.3.3]

دارد (١٤). بالعکس افزایش بارش‌ها، باعث فراوان شدن حلزون‌های میزبان انگل‌های حیوانات می‌شود. عوامل بیماری‌زای ناشی از ناقلین، که به سرعت به تغییرات اقلیمی پاسخ می‌دهند، توسط ناقلینی که با سرعت بالایی تکثیر می‌شوند و یا تحرک زیادی دارند، به سرعت منتقل می‌شوند. Rift Valley، Bluetongue و بیماری‌های ناشی از کنه‌ها، مثال‌هایی از بیماری‌هایی هستند که تحت تاثیر تغییر اقلیم و تنوع می‌باشند (٦).

تغییر اقلیم و تاثیر آن بر کپک‌ها و آلودگی مایکوتوکسین

فاکتورهای موثر در زمینه تماس انسان با مایکوتوکسین‌ها، سیستم پیچیده‌ای را تشکیل می‌دهند که از تماس قارچ با گیاه شروع می‌شود. عملکرد هر یک از این دو عامل (قارچ و گیاه) تحت تاثیر شرایط عامل دیگر در همان زمان قرار می‌گیرد. چرا که هر دوی آن‌ها به شرایط آب و هوا و خاک، واکنش نشان می‌دهند. تغییر اقلیم بر تمام عناصر سیستم اثر می‌گذارد. به دلیل این پیچیدگی، برای نشان دادن چگونگی تاثیر تغییر اقلیم بر سموم قارچی و آلودگی مایکوتوکسین، تنها شاخص‌های کیفی را می‌توان مد نظر قرار داد.

مایکوتوکسین‌ها توسط تعداد زیادی قارچ تولید می‌شوند که هر یک دارای نیازهای اکولوژیکی ویژه خود می‌باشد. اگر چه تاثیر تغییر اقلیم بر کلونی شدن قارچ‌ها، تاکنون به‌طور کامل و به‌طور اختصاصی مشخص نشده است، اما تاثیر درجه حرارت، رطوبت و نزولات جوی بر کپک‌های مولد سم و واکنش آن‌ها با گیاهان میزبان مشخص شده است. به‌طور کلی می‌دانیم که قارچ‌ها در طیفی از درجه حرارت عملکرد بهتری دارند. در نتیجه افزایش درجه حرارت میانگین، منجر به تغییر شرایط رقابت برای برخی قارچ‌های خاص می‌شود. تابستان‌های گرم و خشک متوالی در ایتالیا، از سال ٢٠٠٣، باعث شیوع *آسپرژیلوس فلاووس*–خشکی دوست‌ترین گونه *آسپرژیلوس*– و در نتیجه شیوع جدی و غیرمنتظره آلودگی آفلاتوکسین شده است که حتی در مناطق جنوبی اروپا نیز معمول نبوده است. هم چنین به دلایل مشابه، در ایالات متحده آمریکا نیز شیوع جدی آسپرژیلوس گزارش شده است.

سایر ملاحظات

تاثیرات بالقوه دیگری در زمینه تاثیرات تغییر اقلیم جهانی بر ایمنی غذا وجود دارد. به عنوان مثال تغییر اقلیم می‌تواند باعث حرکت نواحی تولید محصول شود که نتیجه آن، قرار گرفتن در معرض اکوسیستم‌های بسیار متفاوت از جمله میکروب‌ها، آفات (حشرات) و حیوانات وحشی (جوندگان، خزندگان و دوزیستان) می‌باشد. به هم آمیختن یا ازدحام حیوانات تغذیه‌ای، در پاسخ به بلایای طبیعی یا تغییرات اقلیمی، ممکن است باعث افزایش انتقال عوامل بیماری‌زا بین حیوانات و در نتیجه افزایش بار این عوامل در مواد دفعی و افزایش میزان آلودگی متقاطع شود. با توجه به این‌که احتمالات، تقریبا بی‌انتها هستند، تعیین تقدم خطر در بین آن‌ها بسیار مشکل است. تعداد کمی از ویژگی‌های عوامل بیماری‌زا ممکن است باعث حساسیت بیشتر آن‌ها در برابر اثرات تغییر اقلیم جهانی شود. به عنوان مثال، عوامل بیماری‌زایی که در دوزهای بسیار کم باعث ایجاد بیماری می‌شوند (ویروس‌های روده‌ای، پروتوزوای انگلی، *shigella*، گونه‌های Enterohemorrhagic *E. coli*) و/ یا مقاومت محیطی

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1393.7.2.3.3]

قابل‌توجهی دارند (ویروس‌های روده‌ای و پروتوزوای انگلی) باید به ویژه پس از حوادث آب و هوایی زیان‌بار، بیشتر مورد توجه قرار گیرند. عوامل بیماری‌زایی مانند *E.coli* Enterohemorrhagic و *سالمونلا* که پاسخ مقاومتی آن‌ها در برابر استرس (درجه حرارت، pH) به اثبات رسیده است، شانس رقابت بهتری در حوادث تغییر اقلیمی دارند.

در نهایت مساله تغییرات اقلیم، یک مساله مهم و بین‌المللی است که سازمان‌های بین‌المللی، نقش مهمی در حل مسائل مربوط به آن دارند. اطلاع رسانی در مورد ایمنی غذایی و مونیتورینگ بیماری‌ها و نقش شبکه‌های بین‌المللی در تسهیل این امر، بسیار مهم می‌باشد. همکاری‌های منطقه‌ای و بین‌المللی در مناطق خاص، منجر به دستیابی به منابع بهتری خواهد شد و در این رابطه انجمن‌های بین‌المللی، باید راهنماهایی برای هدایت مدیریت خطر تهیه نمایند و در اختیار کشورها قرار دهند. مسائل ایمنی غذایی مرتبط با آب و هوا، برای کشورهای در حال توسعه اهمیت ویژه‌ای دارد و نیاز است که با انجام تحقیقات، مسائل مرتبط با آن بهتر درک شده و راه‌حل رویارویی با مساله تغییرات آب و هوا نیز جستجو شود. در کشورهای در حال توسعه، لازم است که بهره‌وری بهتری از منابع موجود داشته باشند و برای بهره‌وری بیشتر، بین سرویس‌های دولتی، دانشگاه‌ها، بخش خصوصی و انجمن‌ها، همکاری‌های لازم وجود داشته باشد. توجه به افزایش ظرفیت‌ها و مکانیسم‌های مدیریت خطر ایمنی مواد غذایی و استفاده از تکنولوژی‌های نو نیز در این زمینه حائز توجه است. در این زمینه FAO/WHO ارزیابی‌هایی را بر روی ایمنی مواد غذایی تغییر ژنتیک یافته انجام داده است و همچنین کاربردهای بیوتکنولوژی را در بخش کشاورزی و مواد غذایی بررسی می‌کند. واضح است که کشورهای مختلف، ظرفیت‌های گوناگونی را برای توسعه کاربردهای علمی و تکنولوژی خود دارند. اما مهم این است که تمام کشورها به روز بوده و بهترین استفاده را از موقعیت‌ها نموده و بر روی تحقیقات، به منظور حل مشکل تغییرات اقلیمی سرمایه گذاری نمایند.

فهرست منابع References

1-Baylis N, Githeko AK (2006). The effects of climate change on infectious diseases of animals. T7.3. Foresight. Infectious Diseases: preparing for the future. Office and Science and Innovation (www.foresight.gov.uk).

2-Campbell-Lendrum D, Corvalan C, Neira M (2007). Global climate change: implications for international public health policy. Bull. WHO 85:235-237.

3-CDC (2008). Congressional Testimony. Select Committee on Energy Independence and Global Warming United States House of Representatives Climate Change and Public Health. Statement of Howard Frumkin, MD, DrPH.

4-Charron DF, Thomas MK, Waltner-Toews d, Aramini JJ, Edge T, Kent RA, Maarouf AR, Wilson J (2004). Vulnerability of waterborne diseases to climate change in Canada: a review. J. Tox. Environ. Health. 67:1667-1677.

5-Drake SL, DePaola A, Jaykus L. (2007). An Overview of Vibrio vulnificus and Vibrio

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1393.7.2.3.3]

parahaemolyticus, Comp. Rev. Food Sci. 6:120-144.

6-Easterling WE, Aggarwal PK, Batima P, Brander KM, Erda L, Howden SM, Kirilenko A,Morton J, Soussana JF, Schmidhuber J, Tubiello FM (2007). "Food, Fibre, and Forest Products."

7-Epstein PR (2001). Climate change and emerging infectious diseases. Microbes Infect. 3:747-754.

8-FAO (2008b). Expert Meeting on Climate-Related Transboundary Pests and Diseases Including Relevant Aquatic Species, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 25-27 February 2008, Options for Decision Makers.
http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/foodclimate/presentations/diseases/Options EM3.pdf.

9-Hameed KGA, Sender G, Korwin-Kossakowska A (2006). Public health hazard due to *mastitis* in dairy cows. *Animal Science Papers and Reports.* 25, 2, 73-85.

10-Lipp EK, Hau A, Colwell RR (2002). Effects of global climate on infectious disease: the cholera model. Clin. Microbiol. Rev. 15:757-770.

11-McLaughlin JC, DePaola A, Bopp CA, Martinek KA, Napolilli NP, Allison CG, Murray SL, Thompson EC, Dird MM, Middaugh JP (2005). Outbreak of *Vibrio parahaemolyticus* gastroenteritis associated with Alaskan oysters. New Eng J Med 353:1463-1470.

12-Paz S, Bisharat N, Paz E, Kidar O, Cohen D (2007). Climate change and the emergence of *Vibrio vulnificus* disease in Israel. Environ. Res. 103:390-396.

13-Rodriguez-Romo L, Yousef, A (2005). Cross-protective effects of bacterial stress. *In* M.Griffiths (ed.), Understanding Pathogen Behaviour. Woodhead Publishing, Cambridge, U.K.

14-Tauxe RV (2002). Emerging foodborne pathogens. *Int. J. Food Microbiol.* 78, 31-41.

15-Trape JF, Godeluck B, Diatta G, Rogier C, Legros F, Albergei J, Pepin Y, Duplantier JM (1996). The spread of tick-borne borreliosis in West Africa and its relationship to sub-Saharan drought. *Am. J. Trop. Med. Hyg*. 54(3), 289-293.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1393.7.2.3.3]

Climate change and food safety

Masoumeh Mahmoudi Meymand [1]*, Mansoureh Mazaheri [2]
[1]faculty member of Iranian National Standards Organization, Research Institute of Food and Agriculture, Food Research Group, Karaj, Iran
[2]Research Officer of Iran National Standards Organization, Research Institute of Food and Agriculture, Food Research Group, Karaj, Iran

mah_maymand@standard.ac.ir

Abstract
Identifying potential impacts of anticipated changes in climate on food safety and their control at all stages of the food chain is a very important issue. The purpose is to raise awareness of the issue and to facilitate international cooperation in better understanding the changing food safety situation and in developing and implementing strategies to address them. Agents of food-borne disease include: zoonotic diseases, mycotoxin contamination, biotoxins in fishery products and environmental contaminants are important. The paper also highlights the need for adequate attention to food safety in ensuring preparedness for effective management of emergency situations arising from extreme weather events. There is much uncertainty about possible food safety implications of climate change. This paper discusses some expected effects that are supported by data; it also considers other issues that are largely speculative.
Keywords: climate changes, food contaminants, safety, human activities, food production

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1393.7.2.3.3]