

کلمات کلیدی

هجوم زیستی، گونه مهاجم، آلاینده، آلودگی زیستی، محیط‌زیست

مقدمه

صدای نگرانی و دغدغه فعالان محیط‌زیست اغلب در مورد مسائلی چون باران اسیدی، افزایش CO₂ در هواکره، آلودگی آب، فرسایش خاک و کاهش تنوع‌زیستی است. اخیراً، بسیاری به این مهم پی برده‌اند که تهدید جدی و هم‌وزن دیگری به نام آلودگی زیست‌شناختی را نیز باید مدنظر قرار دهند. آلاینده به انرژی یا ماده‌ای اطلاق می‌شود که به محیط معرفی و سبب بروز اثرات منفی بر منبعی مفید می‌شود. آلاینده می‌تواند اثرات آسیب‌شناختی به‌واسطه تغییر در ساختار فیزیکی، شیمیایی یا زیستی موجودات بگذارد، در رشد گونه‌های گیاهی و جانوری تغییر حاصل کند و یا سبب اختلال بر امکانات، آسایش، سلامت و ارزش‌های مالی با اثرات بلندمدت یا کوتاه‌مدت شود. به عبارت دیگر، به هر آنچه که به‌واسطه عوامل طبیعی یا فعالیت‌های انسانی وارد محیط شود و باعث ایجاد اثرات منفی، اختلال، مزاحمت و یا آسیب به اکوسیستم یا زیست‌مندان شود، آلاینده می‌گویند. آلودگی و زوال محیط‌زیست می‌تواند به‌وسیله مواد شیمیایی، عوامل فیزیکی یا گسترش ناخوشایند اشکال زیستی باشد. در این مقاله به پنج موضوع زیر اشاره شده‌است:

۱. آلودگی زیستی چیست؟
۲. اشکال زیستی خطرناک
۳. انواع سموم ارگانیک
۴. گونه‌های مهاجم
۵. بهداشت و همه‌گیرشناسی

آلودگی زیست‌شناختی و مروری بر آلاینده‌های زیستی

بهزاد زاده‌وش

دانشکده شیلات و محیط‌زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

چکیده

آلودگی زیستی یکی از مهم‌ترین طبقات در مقوله آلودگی‌ها است؛ اما با توجه به اینکه که یک موضوع بین‌رشته‌ای بوده، دانشجویان و محققان رشته محیط‌زیست در ایران کمتر به آن می‌پردازند. در این مقاله به تشریح و مرور آلودگی‌های زیست‌شناختی پرداخته می‌شود، موضوعی که پلی میان رشته‌های پزشکی، میکروبیولوژی و محیط‌زیست است.

ساختاری یا به عبارت بهتر غالبیت یافتن گونه مهاجم یا حذف گونه‌های بومی، پاندمی (همه‌گیری) بیماری‌ها همچون کووید-۱۹ که سبب حذف افراد یک جامعه در مقیاس کلان می‌شوند؛ و در نهایت در سطح یک زیستگاه (بوم‌سامانه) با تغییر در شرایط فیزیکی-شیمیایی محیط و جایگزینی در جریان مواد و چرخه‌های انرژی.

اشکال آلاینده‌های زیستی خطرناک

اشکال آلاینده‌های زیستی خطرناک شامل عوامل مسری و عفونی، زیست‌مندان یا سازواره‌هایی که تولیدات متابولیکی یا فساد تجزیه آن‌ها برای انسان یا سایر زیست‌مندان آسیب‌زا است (مانند سیانوتاکسین، دینوتاکسین و امثالهم)، انگل‌ها (پروتوزوئرها، آمیب‌ها، نماتدها و کرم‌ها)، ریزاندامگان (Microorganism) که وجود آن‌ها در طبیعت برای حیات مفید است اما برخی از آن‌ها باعث بروز آسیب‌های جدی می‌شوند که این شاخه شش تیپ عمده را شامل می‌شود که باکتری‌ها، آرکی‌باکتری‌ها یا باستانیان (Archaea)، قارچ‌ها، تک‌یاختگان (Protozoa)، جلبک‌ها و ویروس‌ها هستند (شکل ۱).

معرفی آلودگی زیستی

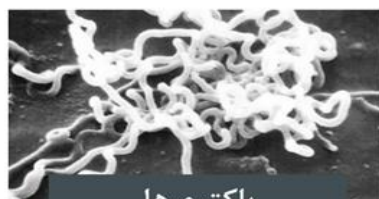
آلودگی زیست‌شناختی، به موادی که در محیط‌زیست وجود دارند، از جانداران نشأت می‌گیرند و سلامت ما و سایر زیست‌مندان را تحت تأثیر قرار می‌دهند، اطلاق می‌شود. این مواد شامل تاکسین‌ها، گرده گیاهان، انگل‌ها، گونه‌های مهاجم، حشرات یا اجزای پیکره آن‌ها، قارچ‌ها و کپک‌های به‌خصوص، بسیاری از باکتری‌ها، ویروس‌ها، مو و پوسته ورقه‌شده، بزاق و اوره حیوانی هستند (Eriksson و Wilhelmsson, ۲۰۱۳). گرچه باید توجه داشت که تمامی مواد اشاره شده لزوماً برای هر کسی که با آن‌ها برخورد داشته باشد، آسیب‌زا نیست.

آلودگی زیستی در چند سطح بر موجودات زنده اثرگذار است؛ نخست، در سطح فردیت یعنی زمانی که یک فرد زنده تحت تأثیر قرار می‌گیرد مثلاً آلودگی داخلی یا مسمومیت به‌وسیله انگل‌ها، پاتوژن‌ها و تاکسین‌ها. دوم، در مقیاس جمعیت به‌وسیله تغییر در خزانه ژنی، دورگه‌زایی توسط گونه‌های بیگانه مهاجم با گونه‌های بومی و یا همه‌گیری یک بیماری مانند فلج اطفال یا شیگلا در کمپ پناهجویان. سوم، یک جامعه یا بیوسنوز، به‌وسیله تغییرات



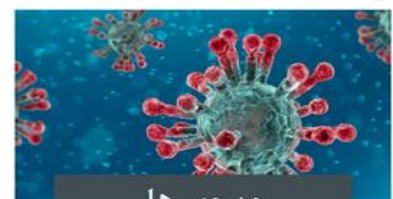
هیره گردوغبار

Dust mite



باکتری‌ها

Syphilis



ویروس‌ها

COVID-19



گرده‌ها

Birch



انگل‌ها

Human pinworm



قارچ‌ها

Mold

شکل ۱: اشکال زیستی آسیب‌زا

اشاره کرد. ژیاوریدیا شایع‌ترین فرم بیماری آب‌برد در ایالات متحده است. در صورتی که هرگونه باکتری coliform (گرم منفی میله‌ای) در نمونه آب حضور داشته باشد، اصولاً حضور پاتوژن‌های عفونی مفروض خواهد بود. آلودگی زیستی نسبت به سایر اشکال آلودگی آب مشکلات بیشتر و جدی‌تری بر سلامت انسان دارد. باکتری‌ها، ویروس‌ها، پروتوزوآها و کرم‌های انگلی با ورود به سامانه‌های آبی از طریق فاضلاب، رواناب و پساب‌ها منجر به

ریزاندامگان در تولید اکسیژن، تجزیه مواد ارگانیک، تأمین مواد مغذی برای گیاهان و پایداری سلامت بشر مفید و کارآمد هستند؛ اما برخی از آن‌ها می‌توانند خصلت بیماری‌زایی (Pathogenic) داشته باشند و به همین خاطر موجب بروز بیماری در گیاهان، انسان‌ها و سایر زیستمندان شوند (جدول ۱). برای مثال، ویروس‌ها اغلب سبب عفونت (آلوده نمودن پروکاریوت‌ها و یوکاریوت‌ها) و در نتیجه بیماری می‌شوند.

جدول ۱. برخی از عوامل عفونی باکتریایی، ویروسی، قارچی و انگلی (برگرفته از Schurz و همکاران، ۲۰۱۹)

Infection	Organism	Disease
Bacterial	<i>Treponema pallidum</i>	Syphilis
	<i>Borrelia burgdorferi</i>	Lyme disease
	<i>Vibrio vulnificus</i>	Infection
	<i>Staphylococcus aureus</i>	Infection
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Infection
	<i>Escherichia coli</i>	Bacteraemias
Fungal	<i>Cryptococcus neoformans</i>	Fungal meningitis
	<i>Candida albicans</i>	Onychomycosis
	<i>Paracoccidioidal brasiliensis</i>	Infect mucosal membranes
Parasitic	<i>Schistosoma</i>	Schistosomiasis
	<i>Leishmania</i>	Leishmaniasis
	<i>Taenia</i>	Tapeworm
Viral	Influenza A	Influenza
	Hepatitis C	Hepatitis

بیماری می‌شوند. اشرشیا (*Escherichia coli*) و آمیب *Entamoeba histolytica* مهم‌ترین اشکال عفونی در پساب‌های مناطق گرمسیری هستند و از راه آشامیدن یا خوردن مواد غذایی نپخته و آلوده همچون میوه‌ها و سبزیجات که با آب آلوده شسته شده‌اند به انسان انتقال می‌یابند. در مجموع پساب انسانی، حیوانی، فراوری غذا، مراکز پزشکی و کشتارگاه‌ها عامل ورود چنین آلاینده‌هایی به محیط آبی هستند. از عوامل بیماری‌زا درون محیط‌های آبی می‌توان به این موارد اشاره نمود:

آب آلوده، ویروس‌ها و باکتری‌ها

تخلیه مواد آلی به آب‌های جاری سبب افزایش فعالیت میکروبی می‌شود که می‌تواند منجر به کاهش غلظت اکسیژن آب شود. از مهم‌ترین بیماری‌های آب‌زاد می‌توان به حصیه، وبا، اسهال خونی آمیبی، هپاتیت، تب حلزون، سَریشیا (*Serratia*) و پولیو (فلج‌اطفال)

ذکر شده واگیردار است و می‌تواند باعث همه‌گیری شود و با ترشح اندوتاکسین قادر است شوک عصبی در بدن میزبان ایجاد کند.

انگل‌های جانوری چندسلولی (Multicellular Animal Parasites)

گروهی از یوکاریوت‌ها شامل کرم‌های پهن و حلقوی که در مجموع با عنوان (Helminths) ارجاع داده می‌شوند جزو این دسته قرار می‌گیرند. آنچنان که شپش‌ها (Lice)، کک‌ها (Flea)، کنه‌ها (Tick)، هیره‌ها (Mites) و ساس تخت‌خواب (Bed bugs) و سایر انگل‌ها نیز وجود دارند که گاهی ناقل بیماری‌اند. گرچه که این جانوران جزو ریزاندامگان محسوب نمی‌شوند اما در مرحله‌ای از چرخه زندگی در فرم میکروسکوپی زندگی می‌کنند. از آنجایی که این گروه اهمیت بالینی و پزشکی دارند، در کنار سایر گروه‌های میکروبی مورد بحث قرار می‌گیرند.

آلاینده‌های زیستی درون خانه

آلاینده‌های زیستی درون خانه می‌توانند از طریق هوا (هواویزها) جابه‌جا شده و اغلب نامرئی‌اند. شامل:

- پوسته و اجزای حیوانی (Animal Dander) مثل مو، پر یا پوست حیوانات خانگی
- هیره‌های گردوغبار و سوسری‌ها یا اجزای باقی‌مانده از لاشه آن‌ها
- عوامل عفونی و بعضاً واگیردار مثل کپک‌ها، باکتری‌ها و ویروس‌ها
- گرده گیاهان

باکتریایی (سل، وبا، شیگلا و حبسه)، ویروسی (هپاتیت و فلج اطفال)، پروتوزوا (توکسوپلاسموز و تب حلزون) و انگلی (ژیاردیا، اسهال آمیبی و آسکاریس)؛ که علاوه بر این موارد، قارچ‌هایی نظیر جنس *Candida* و *Aspergillus* هم در محیط‌های آبی (بلع) و هم خاک (استنشاق) یافت می‌شوند (هدایتی و همکاران، ۱۳۸۸؛ Hageskal و همکاران، ۲۰۰۹؛ Lamps و همکاران، ۲۰۱۴). تخلیه مواد آلی به آب‌های سطحی فعالیت میکروبی را تشدید و باعث ایجاد چرخه‌ای از انواع میکروب‌ها درون آب شده که نه تنها سبب آلودگی زیستی آب بلکه باعث کاهش غلظت اکسیژن محلول و افت کیفیت آب نیز می‌شود. ویروس‌هایی چون هپاتیت آ منجر به بیماری کبدی می‌شوند. مردم از راه دست‌آلوده حین غذا خوردن، نوشیدن، سیگار کشیدن یا پاک کردن صورت با دست‌ها و دستکش‌های آلوده در معرض چنین آلاینده‌هایی قرار می‌گیرند. همچنین، تماس پوستی، سرفه، خاراندن، زخم‌های باز یا سرنگ‌های آلوده می‌توانند باعث ورود ویروس به بدن شوند. به‌علاوه، برخی از ریززیست‌مندان خاص می‌توانند از راه چشم، بینی، دهان و تنفس از راه گردوغبار و هواویزها وارد بدن شوند.

از جمله پاتوژن‌های واگیردار درون محیط آبی می‌توان به اشرشیا اشاره نمود که باکتری گرم‌منفی میله‌ای است و به‌واسطه مدفوع و از راه بلع آب و یا خاک آلوده به انسان منتقل شده و قادر است تا ۶۰ سال تقسیم انجام دهد، خونریزی، مننژیت و عفونت مجاری ادراری از جمله بیماری‌های ناشی از این باکتری است. در جریان المپیک ۲۰۲۴ پاریس برای ورزش سه‌گانه رود سن که حدود ۹۰ سال شنا در آن به‌واسطه آلودگی آب به اشرشیا ناشی از فاضلاب شهر پاریس ممنوع بود با صرف هزینه یک میلیارد و سیصد میلیون دلاری، پاکسازی و مخازن زیرزمینی عظیمی برای فاضلاب شهری پاریس ساخته شد. ژیا‌ردیا انگلی است که باعث بیماری ژیا‌ردیاسیز می‌شود؛ روی سطوح، درون خاک، غذا و آب آلوده با مدفوع انسانی یا حیوانی یافت می‌شود و به‌دلیل زره خارجی خود توانایی بقای بالایی دارد. سالمونلا نیز همچون موارد

تغذیه می‌کنند. یکی از مشکلات عمده ناشی از آلودگی‌های زیستی، آسم و حساسیت‌هایی چون خارش پوست و حلق، آبریزش بینی، قرمز شدن چشم‌ها، سرفه و عطسه است. بسیاری از آلودگی‌های زیستی هوا‌بُرد (Airborne) بوده و هم‌زمان با تنفس وارد بدن ما می‌شوند، هوایی که برای بقا به آن نیازمندیم. این ذرات کوچک از قارچ‌ها (کپک‌های زنده و مرده)،

فعالیت‌هایی چون سرمایش، گرمایش، دستگاه‌های رطوبت‌ساز، آشپزی، تمیزکاری، تغییر دکوراسیون، سطوح خیس، کف کش‌ها، فرش و موکت و حتی اثاثیه منزل سبب رهاسازی و پخش این آلاینده‌ها در منزل می‌شود (شکل ۲). التزام به رعایت بهداشت، گردش منظم هوای تازه و نظافت منظم تاحد زیادی از گسترش آن‌ها جلوگیری می‌کند.

بله، شما باید کفش‌های خود را پیش از ورود به محیط منزل از پا دریاورید زیرا:

بقایای آفت‌کش
باکتری‌های مدفوع
اوره و ادرار
علف‌گش‌ها
سموم
ویروس‌ها



بقایای آسفالت جاده‌ها
مواد شیمیایی چمن
مواد و مشتقات نفتی
اشرشیا E. coli
فلزات سنگین
کپک، هاگ و اسپور

شکل ۲: کفش‌ها از مهم‌ترین منابع آلاینده درون خانه محسوب می‌شوند.

هیره‌های گردوغبار، یا سوسری‌ها می‌توانند واکنش‌های شیمیایی در بدن ما ایجاد کنند که ماهیچه‌های اطراف نای و نایژه‌هایی که هوا را به درون شش‌های ما می‌آورند دچار انقباض و متعاقباً کوچک‌شدگی قطر نای و نایژه‌ها و در نتیجه ایجاد آسم کند (Sullivan و همکاران، ۲۰۰۵). خشک نگه داشتن دیوارها و سقف به جهت ممانعت از رشد قارچ‌ها (کپک‌ها)، تهویه هوا به‌ویژه در فصل تابستان، جلوگیری از نگهداری و حساسیت‌زایی حیواناتی چون سگ، گربه و پرندگان از جمله عوامل پیشگیری‌کننده هستند. استفاده پوشش‌های مخصوص ضد هیره برای تشک‌ها و

غبار زیستی و به‌ویژه در سکونتگاه‌های انسانی شامل گرده گیاهان، قارچ‌ها (به‌ویژه کپک)، پودر شدن پوست مرده، شوره سر یا بدن، هیره‌های گردوغبار در تراکم بالا و در اثر بی‌توجهی به بهداشت و نظافت مکرر و دوره‌ای، مو و پوست حیوانات خانگی و در نهایت مواد خوراکی کوچک ریخته‌شده در محیط هستند. هیره‌های گردوغبار (Dust mites) که جزو عنکبوتیان و نه حشرات محسوب می‌شوند از جمله جانوران میکروسکوپی و بیماری‌زایی هستند که در خلل و فرج موکت و فرش، تشک و بعضاً رو مبلی‌ها زندگی و از سلول‌های پوستی مرده و قارچ‌ها

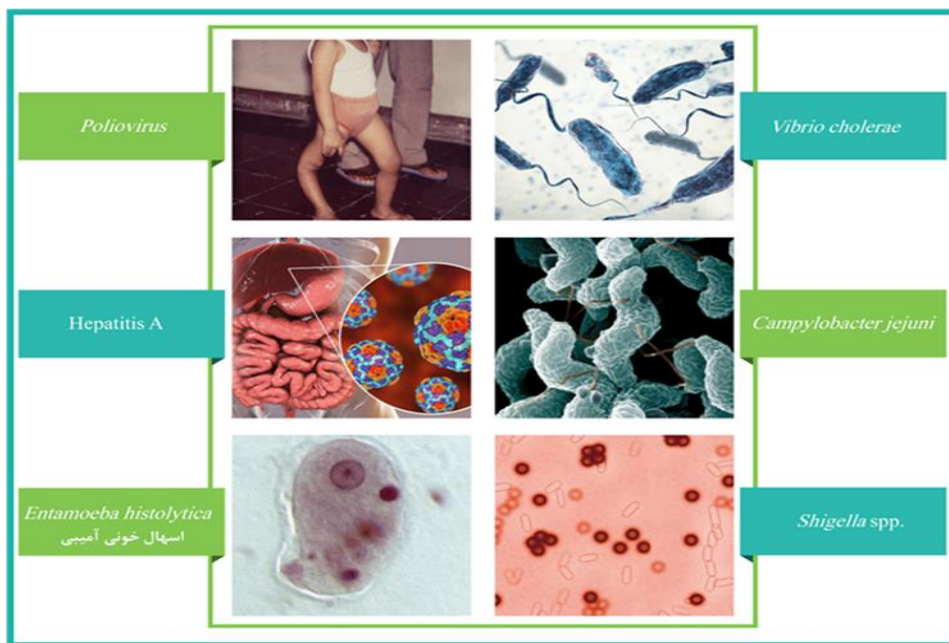
کزاز (Tetanus)، بوتولیسم (Botulism)، سیاه‌زخم (Anthrax) و سایر بیماری‌های ناشی از باکتری‌ها، ویروس‌ها، پروتوزوئرها و قارچ‌ها، همگی می‌توانند از بستر خاک نشأت بگیرند.

حضور و نقش بسیاری از پاتوژن‌ها در خاک امری شناخته شده و غیرقابل کتمان است اما براساس مطالعات اخیر، نقش خاک در انتقال به‌خصوص بیماری‌های گوارشی مورد توجه قرار گرفته است. برخی از این موارد شامل سالمونلا، وبا (*Vibrio cholerae*)، شیگلا (اسهال خونی باسیلی)، کمپیلوباکتریوز (*Campylobacter jejuni*)، یرسینیا (*Yersinia*) و اشرشیا از نمونه‌های بارز و شناسایی شده در محیط خاک هستند. از جمله ویروس‌های گوارشی که بسیار خطرناک‌اند می‌توان به هپاتیت A و E، آدنوویروس‌های گوارشی (enteric adenoviruses)، پولیوویروس‌های نوع ۱ و ۲ (poliovirus)، زنجیره‌ای از اکوویروس‌ها (echoviruses) و کاگزا-سکی‌ویروس (*coxsackievirus*) و همچنین ویروس‌های همراه با پساب انسانی اشاره کرد (شکل ۳). در میان شناخته‌شده‌ترین پروتوزوئرها فاضلاب می‌توان به اسهال خونی آمیبی و ژiardیا اشاره نمود (Toranzos و Santamaría، ۲۰۰۳).

بالشت‌ها و درنهایت حذف و شستشوی دوره‌ای موکت و فرش که محلی برای اسپورهای قارچی و کپک‌ها که در حالت زنده و مرده می‌توانند ایجاد حساسیت کنند از دیگر راهکارهای پیشگیرانه محسوب می‌شوند.

آلودگی زیستی خاک

توجهات زیادی به آلودگی هوا و آب ناشی از آلاینده‌های زیستی وجود دارد؛ اما جنبه کمتر دیده‌شده آلودگی زیستی، بستر حیات یعنی خاک است. انسان همواره به‌شکل مستقیم یا غیرمستقیم از طریق غذا، آب و هوا در تماس با خاک است و بنابراین خاک می‌تواند به عنوان حامل و منبعی مهم برای عوامل بیماری‌زا محسوب شود. آب آلوده، خاک را آلوده می‌کند که مثال مشهور آن سبزیجات آلوده تهران است که با پساب در جنوب این شهر آبیاری می‌شوند. در علم پزشکی نیز، بیشتر توجهات معطوف به عفونت‌های ناشی از مسمومیت غذایی یا موارد مرتبط با آب آلوده است. با این حال، گستره وسیعی از عفونت‌های مرتبط با خاک وجود دارند که باید مورد توجه قرار گیرند، به‌ویژه در موارد عفونت‌های ناشی از زخم و جراحت، تنفسی و گوارشی.



شکل ۳: برخی عوامل میکروبی و آلاینده بیماری‌زا درون خاک

زیست‌مندان یا مواد حاصله از آن‌ها آلوده می‌شود. این مهم شامل مواد زیست‌شناختی تولیدشده به‌وسیله انسان‌ها، جوندگان، حشرات و ریززیست‌مندان است. مسمومیت غذایی که با عنوان بیماری غذازاد (Foodborne illness) نیز شناخته می‌شود، به‌واسطه بلع غذای آلوده بروز می‌یابد و سالانه در دنیا تعداد قابل توجهی از انسان‌ها را به‌کام مرگ سوق می‌دهد. این موضوع می‌تواند ناشی از باکتری‌ها و سموم آگزوتاکسین ناشی از آن‌ها (*Staphylococcus aureus*، *Bacillus cereus* و *Clostridium perfringens*)، ویروس‌ها و انگل‌ها باشد (Liu, 2018).

نه‌تنها عوامل عفونی و دارای اهمیت پزشکی در خاک برای سلامت انسان پراهمیت است، بلکه از منظر آسیب‌های اقتصادی-اجتماعی نیز مورد توجه قرار دارند. سالانه بسیاری از محصولات زراعی، سبزیجات و گیاهان زینتی به‌وسیله انواع گوناگونی از پاتوژن‌ها از بین می‌روند. کنترل بیماری‌های خاک‌زاد در اغلب موارد، دشوار است. عوامل قارچی، باکتریایی، ویروسی، نماتدها، اومیسیت‌ها، پلاسمودیوفورید (فیتومیکیسیا، phytomyxa) همگی می‌توانند باعث بیماری‌های خاک‌زاد شوند. از مهم‌ترین این عوامل در جدول (۲) آورده شده‌اند (Shafique و همکاران، ۲۰۱۶).

جدول ۲. برخی از مهم‌ترین عوامل آلاینده زیستی درون خاک که سبب خسران اقتصادی می‌شوند.

پاتوژن‌های باکتریایی	قارچ‌ها	اومیسیت‌ها	پاتوژن‌های پلاسمودیوفورید	پاتوژن‌های قارچی
<i>Ralstonia</i>	<i>Melanized hyphae</i>	<i>Phytophthora</i>	<i>Plasmodiophora</i>	<i>Fusarium</i>
<i>Pectobacterium</i>	<i>Chlamydospores</i>	<i>Pythium</i>	<i>Spongospora</i>	<i>Rhizoctonia</i>
<i>Streptomyces</i>	<i>Oospores</i>			<i>Verticillium</i>
	<i>Sclerotia</i>			<i>Sclerotinia</i>

سموم ارگانیک خطرناک

وجود سموم زیستی در مواد غذایی با بلع، استشمام و لمس (به‌ویژه زخم باز) آن‌ها به هر نحوی سبب مسمومیت شدید و در دُز معین منجر به مرگ می‌شود. باکتری *Clostridium botulinum*، گرم مثبت است که متابولیسم ناشی از آن تولید سم عصب‌گرا می‌کند، عاملی برای وحشت‌افکنی زیستی بوده و قابل انتقال از طریق چشم، مخاط و مجاری تنفسی است. باکتری سیاه‌زخم (*Bacillus anthracis*) که سبب تب خون‌ریزی‌دهنده و مرگ می‌شود، مکانیسم این باکتری به گونه‌ای است که با لمس،

یکی از این مثال‌ها مربوط به *Phytophthora austrocedri* بوده که پاتوژن اومیسیتی است که سبب خشکیدگی ناگهانی گونه‌های خانواده سروها می‌شود. این پاتوژن به‌ویژه برای گونه پیرو یا آربس (*Juniperus communis*) که در استان گلستان یافت می‌شود و یا سرو زربین (*Cupressus sempervirens*) مهلک است.

مسمومیت غذایی ناشی از آلودگی زیستی

آلودگی زیستی در غذا زمانی رخ می‌دهد که غذا توسط

گونه‌های بیگانه می‌توانند به‌طور مستقیم از راه گزیدگی، نیش‌زدن، مسموم‌کردن، حساسیت‌زایی یا درد و ناراحتی و یا به‌شکل غیرمستقیم و به‌عنوان ناقل یا خزانه‌ای از عوامل بیماری‌زا و پاتوژن‌ها بر سلامت انسان اثرگذار باشند. عروس دریایی واژگون (*Cassiopea andromeda*) گونه دارای اهمیت پزشکی و بیگانه‌ای است که به تازگی در خلیج نایبند استان بوشهر مشاهده شده‌است و در سال ۲۰۱۴ یک شکوفایی مقطعی از آن گزارش شد که در هر متر مربع از سطح، ۴-۵ فرد به‌ثبت رسید (نبی‌پور و همکاران، ۲۰۱۵). همین‌گونه، پس از گذشت ۸ سال از نخستین مشاهده آن، در سال ۲۰۱۸ در جزایر مالت طغیان جمعیتی پیدا کرد، به نحوی که در هر متر مربع از سطح، تراکمی معادل ۲۰ عدد از این کیسه‌تن گزارش شد (Deidun و همکاران، ۲۰۱۸).

به‌طور مشابه، حبوبات و گیاهان توسط آفات و بیماری‌ها مورد حمله قرار می‌گیرند که به‌طور جدی بر تولید مواد غذایی و در دسترس بودن مواد غذایی تأثیر می‌گذارد. برای مثال، زنگ گندم (Ug99) در آسیای مرکزی و شمال هند گسترش یافته است. یکی از گسترده‌ترین و خسارت‌آفرین‌ترین آفات مهاجر، ملخ‌ها در آفریقا، آسیا و اروپا هستند. همچنین امنیت غذایی به‌طور فزاینده‌ای به مسئله‌ای جدی برای جهانی‌شدن تجارت تبدیل شده است.

با تغییرات آب‌وهوایی، انتظار می‌رود که انگل‌ها، ویروس‌ها و باکتری‌های خاص و یا ناقلین آن‌ها به زیست‌بوم‌های جدید (برای مثال طغیان بیماری لامپی اسکین (LSD) در جمعیت گاو ایران از غرب و شمال‌غرب کشور (سمیعی‌یوسفی و همکاران، ۲۰۱۷) گسترش یافته و به سرعت تکثیر شوند. به‌طور خلاصه، انفجار جمعیتی، ما را به یک‌دیگر و به محیط نزدیک نموده و بیشتر در معرض خطرات و تهدیدات قرار می‌دهد؛ خطراتی که بر سلامت و معیشت انسان‌ها تأثیر می‌گذارد. به‌عبارت ساده، عوامل و پارامترهای مختلف، به هم پیوند خورده‌اند.

منتقل شده و به‌عنوان عاملی برای وحشت‌افکنی زیستی (بیوتروریسم) مورد استفاده قرار می‌گیرد. گیاه کرچک (*Ricinus communis*) که دانه آن حاوی سم رایسین است، تأثیر آن با تهوع و اسهال شدید و نهایتاً مرگ دیده می‌شود. سیانید ارگانیک نیز یکی دیگر از سموم خطرناک است که توسط برخی قارچ‌ها، باکتری‌ها، جلبک‌ها و بعضی گیاهان تولید می‌شود (مانند سیانوتاکسین جلبک‌های سبز-آبی). سم قارچ‌ها یا میکوتاکسین‌ها که به واسطه مصرف خوراکی برخی از گونه‌های قارچی بروز می‌یابند، به سرعت جذب دستگاه گوارش و سبب مسمومیت کبدی و اختلال در نفرون‌ها می‌شوند. در اثر نکرور کبد، فرد مسموم تلف می‌شود.

آلودگی زیستی ناشی از گونه‌های مهاجم

در تعریفی دیگر، آلودگی زیست‌شناختی را معادل با هجوم گونه‌ای قلمداد می‌کنند که به حرکت زیست‌مندان زنده، چه به شکل تصادفی یا عمدی از جایی که در آن محیط‌ها تکامل یافته‌اند به نقاط دیگری که دشمنان طبیعی در آنجا وجود ندارد و متعاقباً انفجار جمعیتی آن‌ها، اتفاق می‌افتد. این زیست‌مندان که با عنوان گونه‌های بیگانه مهاجم شناخته می‌شوند، محصولات زراعی، جنگل‌ها و حتی وجود ما را تهدید می‌کنند. اصولاً همچون آلاینده‌های شیمیایی، آلاینده‌های زیستی هم ماحصل فعالیت‌های انسانی هستند؛ اما برخلاف آلاینده‌های شیمیایی، آلاینده‌های زیستی نمی‌توانند به واسطه قوانین و مقررات کم یا منع شوند. اغلب آلاینده‌های زیستی به محض ورود، رشد، تکثیر، سازش و گسترش می‌یابند مگر اینکه به‌طور مستقیم، با سرعت عمل فوری و عموماً صرف هزینه‌های بسیار جلوی آن‌ها گرفته شود (Britton، ۲۰۰۴). مثال‌های فراوانی پیرامون آسیب‌های مستقیم و غیرمستقیم اقتصادی ناشی از علف‌های هرز مهاجم، بیماری‌ها، نماتدها، حشرات و موارد این‌چنین وجود دارد.

کیور معمولی و بیماری ویروسی سپتی‌سمی خونریزی‌دهنده (Viral Hemorrhagic Septicemia) در قزل‌آلای پرورشی وجود دارد.

بحث و نتیجه‌گیری

آلودگی زیست‌شناختی یک تهدید جهانی نوظهور است که نیازمند توجه محیط‌زیستی‌ها، گیاه‌پزشکان، باغداران، حشره‌شناسان، جنگل‌شناسان، همه‌گیرشناسان و متخصصان عفونی است. هرکسی که در رشته‌های منابع طبیعی و علوم زیستی (زیست‌شناسان، ویروس‌شناسان، همه‌گیرشناسان و پزشکان بیماری‌های عفونی) مطالعه، پژوهش و فعالیت دارد، باید آگاهی لازم از این شاخه از دانش را داشته باشد (Britton, 2004).

در جهان به هم پیوسته‌ای که در حال حاضر ما در آن زندگی می‌کنیم، بیش از این معقول نیست که درباره سلامت به طور جزئی و مجزا صحبت شود. سلامت انسان‌ها، حیوانات و زیست‌بوم‌ها به واسطه افزایش جمعیت انسانی ارتباط بسیار تنگاتنگی باهم دارند که این موضوع با عنوان "سلامت واحد (One Health)" شناخته می‌شود. در این مقاله به طور بسیار خلاصه و کلی راجع به آلودگی زیستی، اشکال و ابعاد آن بحث شد؛ گرچه به مسائل دیگری از قبیل وحشت‌افکنی زیستی و یا جنبه‌های تخصصی پزشکی و میکروبیولوژی پرداخته نشد اما کلیت موضوع مورد بحث قرار گرفت. هم‌اکنون استان‌هایی از کشور درگیر پشه‌های جنس *Aedes* هستند، این گزاره در مقوله آلودگی زیستی می‌گنجد زیرا این پشه‌ها هم گونه بیگانه مهاجم‌اند و هم ناقلی برای بیماری‌های خطرناکی همچون چکونگونیا، تب زرد، ویروس زیکا و تب دنگی هستند و کمی پیش‌تر هم درگیر ویروس کرونا بودیم؛ بنابراین، درک و تسلط به آلاینده‌ها و آلودگی‌های زیست‌شناختی برای دانشجویان رشته علوم و مهندسی محیط‌زیست امری اجتناب‌ناپذیر است که می‌توانند با

بهداشت و همه‌گیرشناسی (ظهور بیماری‌های مسری و هجوم زیستی)

جهانی‌شدن در کنار اثرات تغییر اقلیم منجر به گسترش پاتوژن‌های خطرناک و یا سرعت‌گرفتن در انشقاق و تکامل انواع مختلفی از ویروس‌ها و باکتری‌ها شده‌است. در دهه ۱۹۸۰ بحران ویروس اچ‌آی‌وی (ایدز) با انتقال این ویروس از هوموئیدها (کپی بزرگ) به انسان شروع شد، در سال‌های ۲۰۰۴ تا ۲۰۰۷ شیوع آنفولانزای مرغی به دلیل سرایت ویروس آن از پرندگان به انسان بود و در سال ۲۰۰۹ این خوک‌ها بودند که باعث شیوع آنفولانزای خوکی شدند. در طول تاریخ همواره بیماری‌هایی از حیوانات به انسان سرایت کرده و در حقیقت عامل بیشتر بیماری‌های عفونی جدید، حیوانات وحشی هستند. ولی تغییرات محیط‌زیست موجب تسریع این روند شده و افزایش جمعیت شهرنشین و سفرهای بین‌المللی سبب شده که این بیماری‌ها پس از بروز با سرعت بیشتری پخش شوند.

در دهه‌های گذشته، جهان در معرض تهدیدات و خطرات نوپایی قرار گرفته‌است. برخی از این تهدیدات در حیوانات و گیاهان، برخی در انسان‌ها و سایر آن‌ها در زیست‌بوم‌ها باید پیگیری شود. برای مثال، در حیوانات می‌توان موارد بسیار جنون گاوی (BSE) در بریتانیا، سارس در چین و کانادا و ویروس ابولا در خوک‌ها در جنوب‌شرقی آسیا را یادآور شد. همچنین به تازگی، طغیان‌های نشانگان باروری و تنفسی خوک‌سانان در چین و ویتنام، آبله میمونی در آمریکا، ویروس نیپا (Nipah virus) در مالزی و بنگلادش و آنفولانزای فوق‌حاد پرندگان (H5N1) در سه قاره، به دنبال گسترش پاندمی آنفولانزای خوکی (H1N1) در سال ۲۰۰۹ در سراسر جهان را شاهد بوده‌ایم. در ماهی‌ها، نرم‌تنان و سخت‌پوستان آبی نیز بیماری‌هایی چون لکه سفید در میگو، ویروس تب‌خال ماهی رنگارنگ کوی (Koi herpes virus) در

- Sullivan, P., Agardy, F.J. and Clark, J.J., 2005. The environmental science of drinking water. Elsevier.
- EPA, 2020; www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/biological-pollutants-impact-indoor-air-quality
- Jeffery, S. and Van der Putten, W.H., 2011. Soil borne human diseases. Luxembourg: publications office of the European Union, p.37199.
- Baumgardner, D.J., 2012. Soil-related bacterial and fungal infections. The Journal of the American Board of Family Medicine, 25(5), pp.734-744.
- Brodie, E.D., 2009. Toxins and venoms. Current Biology, 19(20), pp.R931-R935.
- Sixtus Hynie, 2005. Toxins and Poisons Mechanisms of Action, Lecture for medical students. Medical Faculty Charles University in Prague. 22pp.
- Santamaría, J. and Toranzos, G.A., 2003. Enteric pathogens and soil: a short review. International microbiology, 6(1), pp.5-9.
- Shafique, H.A., 2017. Management of soil-borne diseases of organic vegetables (Doctoral dissertation, University of Karachi, Karachi).
- Baumgardner, D.J., 2012. Soil-related bacterial and fungal infections. The Journal of the American Board of Family Medicine, 25(5), pp.734-744.
- Schurz, H., Salie, M., Tromp, G., Hoal, E.G., Kinnear, C.J. and Möller, M., 2019. The X chromosome and sex-specific effects in infectious disease susceptibility. Human genomics, 13(1), p.2.
- Nriagu, J.O., 2019. Encyclopedia of environmental health. Elsevier.
- Lamps, L.W., Lai, K.K. and Milner Jr, D.A., 2014. Fungal Infections of the Gastrointestinal Tract in the Immunocompromised Host-An Update. Advances in anatomic pathology, 21(4), p.217.

بینش خاص خود، مطالعات، پژوهش‌ها و فعالیت‌های ارزشمندی را انجام دهند که متخصصان سایر رشته‌ها از انجام آن غافل یا در آن، فاقد توانمندی و صلاحیت هستند.

منابع

- محمد تقی هدایتی، صادق خداویسی. ۱۳۸۸. مروری بر آسپرژیلوزیس تهاجمی در بیماران بستری شده در بخش مراقبت‌های ویژه با تاکید بر روش‌های تشخیصی. دانشگاه علوم پزشکی مازندران. ۹۹-۷۴.
- Nasirian, H., 2016. New aspects about *Supella longipalpa* (Blattaria: Blattellidae). Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine, 6(12), pp.1065-1075.
- Shahi, M., Davoodian, P., Ansari, M., Ghazi, F. and Akbarzadeh, K., 2017. Synanthropic ants as vectors of pathogens in hospitals of Iran. Journal of Kerman University of Medical Sciences, 24(6), pp.498-504.
- Parizad, S., Dizadji, A., Koochi Habibi, M., Winter, S., Kalantari, S., Movi, S., García-Arenal, F. and Ayllón, M.A., 2018. Description and genetic variation of a distinct species of Potyvirus infecting saffron (*Crocus sativus* L.) plants in major production regions in Iran. Annals of Applied Biology, 173(3), pp.233-242.
- Shahi, M., Davoodian, P., Ansari, M., Ghazi, F. and Akbarzadeh, K., 2017. Synanthropic ants as vectors of pathogens in hospitals of Iran. Journal of Kerman University of Medical Sciences, 24(6), pp.498-504.
- Dumontet, S., Scopa, A., Kerje, S. and Krovacek, K., 2001. The importance of pathogenic organisms in sewage and sewage sludge. Journal of the Air & Waste Management Association, 51(6), pp.848-860.
- National Research Council, 1996. Use of reclaimed water and sludge in food crop production. National Academies Press.