پیش‌گفتار

از آغاز قرن بیستم که میل به شهرنشینی در همه‌جا، به‌ویژه در میان ساکنانِ کشورهای صنعتی، پدید آمد و در نتیجه پیدایش شهرهای بزرگ را موجب شد، دیگر تهیه و تولید مواد غذایی و فرآورده‌های آن‌ها با روش‌های پیشین، امکان‌پذیر نیست، زیرا از یک طرف، به علت طولانی‌شدن فاصله‌ی بین تولید و مصرف، امکان آلودگی، فساد و ضایعات مواد غذایی افزایش یافته است و از طرف دیگر، مردم شهرها حاضر نیستند وقت و انرژی خود را که می‌تواند برای مقاصد سازنده‌تری به‌کار رود، به تدارک مواد اوّلیه و تهیه‌ی غذا صرف نمایند. بنابراین ترجیح می‌دهند از غذاهای آماده استفاده کنند، غذاهایی که تولید آن‌ها تنها از راه دسترسی به سیستم پیشرفته‌ی صنایع غذایی امکان‌پذیر است.

در عین حال، صنعتی‌شدن روش‌های تولید که افزایش فرآورده‌های غذایی را به‌دنبال دارد، تغییرات زیادی در وضع تغذیه و بهداشت عمومی مردم به‌وجود آورده است که پیش از آن کم‌تر با آن‌ها روبه‌رو بودند. در جوامع سنتی، بیش‌ترین تولید مواد غذایی برای مصرف در محل، آن هم بیش‌تر در فصل برداشت محصول، صورت می‌گیرد نه برای ذخیره‌سازی و صادرات. در این وضعیت، آلوده‌شدن مواد غذایی به میکروارگانیسم‌ها و فساد و مسمومیّت و عفونت‌های غذایی، اندک است و از حالت‌های تک‌گیر یا خانوادگی، تجاوز نمی‌کند. با این همه، مرکزیت یافتنِ تولید فرآورده‌های غذایی که با پیشرفت صنایع غذایی حاصل گردیده، موجب شد که موضوع فساد مواد غذایی تا حدّ زیادی منتفی شود امّا چنان‌چه مسائل بهداشتی و نکات فنّی رعایت نشود و به‌ویژه اگر مواد افزودنی بی‌رویه به‌کار روند، سلامت عده‌ی زیادی از مردم یک شهر، کشور و حتی عده‌ای از مردم کشورهای واردکننده‌ی مواد غذایی آلوده، به‌خطر خواهد افتاد*.

---

* از طرفی در سال‌های اخیر انواع دست‌کاری ژنتیک به منظور پاره‌ای اصلاحات مانند افزایش بازدهی تولید و تغییر ترکیبات، مرسوم شده که ممکن است برای سلامت مصرف کننده مخاطره‌آمیز باشد.

در تاریخچه‌ی صنایع غذایی کشورهای صنعتی، گزارش‌های زیادی وجود دارد که از مرگ‌ومیر و مسمومیت‌های هزاران نفر و ورشکستگی یا انهدام شرکت‌های متعدد، حکایت می‌کند، که در آن‌ها به نوعی آلودگی‌های شیمیایی، بیولوژیکی و فیزیکی خط تولید دخالت داشته‌اند.

بنابراین، برای پیش‌گیری از بروز چنین وضعیت‌هایی، لازم است عوامل مؤثّر در شیوع چنین مسائلی شناخته شود و راه‌های مبارزه با آن‌ها، پیش‌بینی گردد. خوش‌بختانه، در سال‌های اخیر به این موضوع توجّه زیادی شده و سیستم‌هایی به‌وجود آمده که در آن‌ها به استاندارد کردن شرایط محیط کار و بهداشتی و ایمن‌کردن آن، به حدّی که امکان تولید فرآورده‌ی ناسالم به صفر نزدیک گردد، بیش‌ترین توجه شده است.

از طرف دیگر، صنعتی‌شدن روش‌های تبدیل و تولید مواد غذایی، مخاطراتی را برای سلامت محیط زیست در بردارد و این واحدها در صورت رعایت‌نکردنِ موازین صحیح، محیط زیست را از راه خاک، آب، هوا، فاضلاب‌ها و زباله‌ها آلوده می‌نمایند.

هم‌چنین دیگر عواملی مانند سروصدای زیاد، نور نامناسب، ذرات معلق در هوای محیط کار، آلودگی هوای سالن‌های تولید به مواد شیمیایی و گازهای سمی، لغزندگی سطوح، ماشین‌های خطرآفرین بدون حفاظ، محیط کار ناامنی برای کارکنان به وجود می‌آورد.

در فصل اول و دوم این کتاب عوامل و راه‌های آلودگی شیمیایی و بیولوژیکی مورد بحث قرار گرفته و در فصل‌های بعدی تأکید اصلی بر مطالبی است که در به‌وجود آوردن محیط سالم و مطمئن برای سلامت کارکنان و محیط زیست از یک طرف و تولید فرآورده‌های سالم برای مصرف‌کننده از طرف دیگر است.

بدیهی است این مجموعه که برای هدفی ویژه تألیف شده، از دید عمومی خالی از عیب نیست و امید است استادان، پژوهشگران و صاحب‌نظران، ناشر و مؤلف را از پیشنهادها و نظرات خود بهره‌مند نمایند.

هدف کلی

اصول ایمنی و بهداشت محیط کار در کارخانجات مواد غذایی

فصل اوّل

عوامل مؤثّر در آلودگی مواد غذایی

هدف‌های رفتاری: در پایان این فصل، فراگیرنده باید بتواند :

۱ــ چگونگی راه‌یافتن میکرب‌ها به محیط کار و موادّ غذایی را توضیح دهد ؛

۲ــ محل وجود میکرب‌ها در طبیعت را نام ببرد ؛

۳ــ فلور طبیعی اندام‌های بدن انسان، دست، دهان، بینی و دستگاه گوارش را توضیح دهد ؛

۴ــ نحوه‌ی آلودگی ثانویه‌ی اندام‌های بدن انسان را بشناسد ؛

۵ــ نحوه‌ی آلوده شدن محیط زیست از سوی انسان و حیوانات را شرح دهد ؛

۶ــ چگونگی آلوده شدن مواد غذایی به وسیله‌ی دستگاه‌ها و تجهیزات به‌کار رفته را توضیح دهد ؛

۷ــ نحوه‌ی آلوده شدن محیط کار و مواد غذایی به‌وسیله‌ی حیوانات را شرح دهد.

۱ــ عوامل مؤثّر در آلودگی‌های میکربی مواد غذایی

مواد غذایی از راه‌های مختلفی ممکن است آلوده شوند که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان انسان، حیوانات اهلی و وحشی، حشرات و جوندگان و محیط زیست (شامل، آب، خاک و هوا) را نام برد. میکروارگانیسم‌هایی که از راه آب و خاک موجب آلودگی مواد غذایی می‌شوند بیش‌تر منشأ انسانی دارند ؛ گاه نیز مواد دفعی حیوانات موجب آلودگی می‌گردد، بنابراین می‌توان گفت که انسان و حیوان، از منابع اصلی آلودگی مواد غذایی هستند.

۱ــ۱ انسان

انسان در حالت ابتلا به بیماری یا گذراندن دوره‌ی نقاهت بیماری، حامل میکرب بیماری‌زای

مربوط است و در صورت تماس با مواد غذایی، موجب آلودگی آن‌ها می‌شود. اما در بسیاری موارد، افراد در حالت سلامت کامل نیز ممکن است ناقل میکرب بیماری‌زا[1] باشند. در این صورت ناقل بیماری، یا فردی است که میکرب بیماری‌زا در اندام‌های بدنش وجود دارد، اما علایم بیماری در وی آشکار نیست. بدین معنا که فرد یا از بیماری شفا یافته است و دوره‌ی نقاهت خود را سپری می‌کند، که گاه طولانی نیز هست، و یا هرگز به بیماری دچار نشده است اما به دلایلی در عین ناقل میکرب بودن در برابر آن مصون است و به بیماری مبتلا نشده است.

منبع اصلی میکرب در بدن افراد ناقل، ممکن است یکی از قسمت‌های زیر باشد :

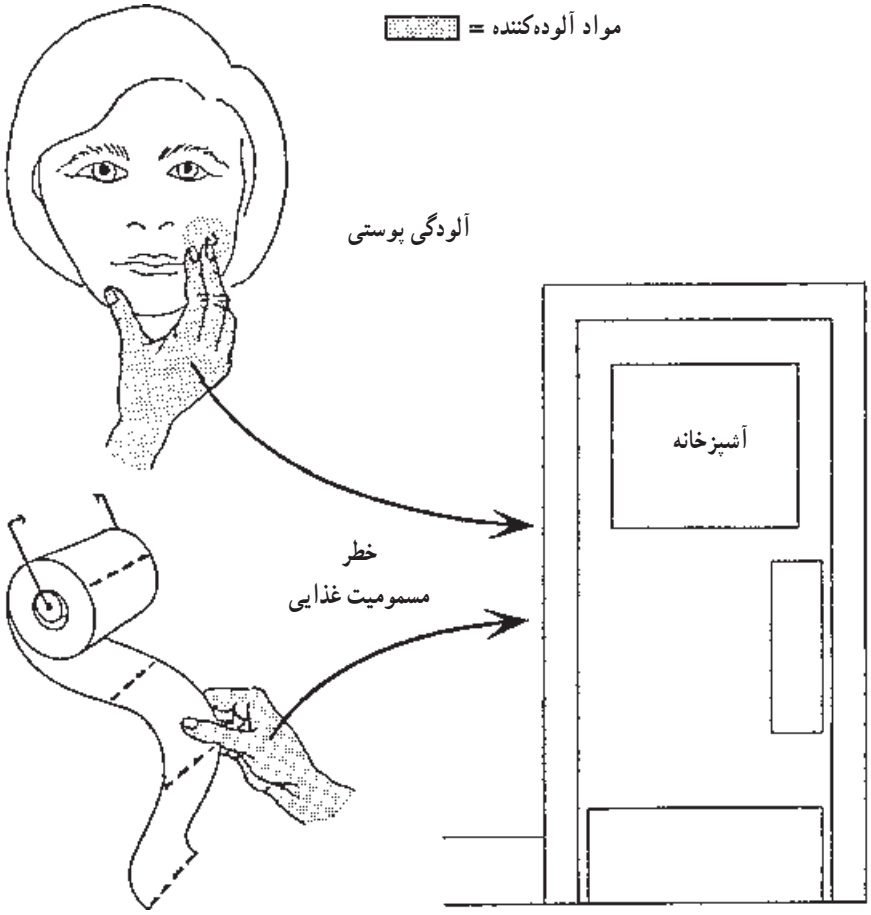
الف ــ پوست: پوست اندامی است که هرگز بدون میکرب نیست، زیرا حتی بر روی پوست بسیار تمیز هم، همواره تعدادی از گونه‌های میکربی که مجموعه‌ی طبیعی[2] آن‌را تشکیل می‌دهند، زیست می‌کنند. اما زمانی که پوست تمیز نباشد تعداد گونه‌های میکربی و میزان آلودگی آن، بسیار گوناگون و متنوع است.

باکتری‌ها و قارچ‌ها شامل کپک‌ها و مخمرها و انگل‌ها، از راه‌های مختلف به پوست منتقل می‌شوند، زیرا انسان دست خود را برای کارهای گوناگونی به کار می‌برد، که از طریق هر یک از آن‌ها، تعدادی میکرب به‌دست می‌چسبد که ممکن است در همان جا تکثیر یابند. تکثیر میکرب‌ها، بر روی پوست‌های مرطوب و عرق‌کننده بیش‌تر است. اما در کسانی که دارای پوست خشک باشند عمل تکثیر انجام نمی‌گیرد مگر به تعداد محدود، آن هم در نزدیک غدّه‌های عرق.

گذشته از میکرب‌هایی که روی دست وجود دارند و منشأ خارجی دارند، مجموعه‌ی میکربی طبیعی پوست دست را گونه‌های مختلفی تشکیل می‌دهند. از جمله گونه‌های استافیلوکوک[3] مانند استافیلوکوک اپی‌درمیدیس[4] که از گونه‌های بی‌آزار است و استافیلوکوک طلایی[5] که ازگونه‌های بسیار خطرناک است و چنان‌چه از راه پوست کارکنان وارد موادّ غذایی شود، سم خطرناک و کشنده‌ای سنتز می‌کند و موجب مسمومیت منجر به مرگ می‌شود. سم این باکتری در برابر دمای تا حدود ۱۱۰°C، برای مدت حدود یک تا دو ساعت، مقاوم است.

بررسی‌ها نشان می‌دهد که حدود ۵۰ تا ۶۰ درصد از کارکنان کارخانه‌ها و سایر مردم، ناقل گونه‌ای از استافیلوکوک به‌وسیله‌ی دست‌های خود هستند، که عامل بیماری‌هایی مانند جوش‌ها و کورک‌های پوستی[6]، آکنه، ورم‌های پوستی و نظایر این‌هایند. در کارگران کارخانه‌ها و کارگاه‌های موادّ غذایی، نوعی عفونت استافیلوکوکی به‌صورت جوش‌های متعدد به نام «کاربونکل[7]» یا «دمل

۱ــ Pathogen
۲ــ Natural Flora
۳ــ Staphylococcus
۴ــ S. Epidermidis
۵ــ Staphylococcus aureus
۶ــ Pimple
۷ــ Carbuncle



شکل ۱ــ۱ میکرب‌های موجود در اندام‌های کارکنان ممکن است موجب آلودگی مواد غذایی و یا محیط کار شود.

چرکی» در نقاط عمیق پوست و نوعی عفونت چرکی به‌نام «فورونکلوزیس[۱]» یا «سالک» برروی محل بریدگی‌های پوست ایجاد می‌شود که به‌علت کار مداوم کارکنان، خیلی دیر التیام می‌یابد، به همین دلیل نوعی کانون دایم آلودگی است. نوعی عفونت ناخن به نام «پارونشیا[۲]» هم در بین کارگران کارخانه‌ها شایع است. عامل تمام این عفونت‌ها گونه‌های استافیلوکوک‌اند. بدیهی است چنان‌چه افراد مبتلا به این نوع عفونت، به نوعی با مواد غذایی سر و کار داشته باشند موجب آلودگی می‌شوند. این امر، به‌ویژه زمانی که این افراد در تماس مستقیم با مواد غذایی مساعد برای رشد این باکتری باشند دارای کمال اهمیت است. زیرا در چنین مواردی، مقادیر بسیار زیادی از مواد آلوده شده، بین توده‌های

۱ــ Furunculosis ۲ــ Paronchia

جمعیّت توزیع می‌گردد و سلامت مردم را به خطر می‌اندازد.

برای اثبات آلودگی دست کارکنان واحدهای تولیدی به سادگی می‌توان یک پنبه استریل دسته‌دار را در سرم فیزیولوژی یا محیط‌های رقیق‌کننده استریل خیس کرده و روی موضع موردنظر مالیده و پس از رقیق‌کردن، روی محیط کشت مناسب کشت داد.

ب ــ دهان، حلق، بینی، چشم و گوش: در این قسمت‌های بدن به دلیل بالابودن رطوبت و دما و به ویژه در مورد دهان، باقی‌مانده‌های مواد غذایی، امکان رشد و نمو و تکثیر میکروارگانیسم‌ها بیش‌تر است. از میان میکرب‌هایی که در این قسمت‌ها رشد می‌کنند می‌توان استافیلوکوک اورئوس را نام برد. این باکتری، به‌ویژه از این نظر که از راه تنفس و سرفه و عطسه‌ی افراد در تماس با مواد غذایی انتقال می‌یابد و در دهان بسیاری از افراد سالم ممکن است وجود داشته باشد، دارای اهمیّت ویژه‌ای‌ست. زیرا گونه‌های این باکتری، عامل اصلی سینوزیت و سرماخوردگی‌ها هستند و افراد مبتلا به این بیماری، پس از شفا یافتن تا مدت‌ها ناقل میکرب‌اند. بنابراین، افرادی‌که به عفونت‌های دستگاه تنفس، چشم و گوش مبتلا هستند و در کارخانه‌های مواد غذایی یا مراکز تغذیه گروهی کار می‌کنند، باید تحت مراقبت ویژه باشند. اینان نباید قبل از شفایافتن از بیماری و گذراندن دوره‌ی نقاهت، در اموری که مستلزم تماس نزدیک با مواد غذایی بسته‌بندی نشده است، فعالیت نمایند.

پ ــ دستگاه گوارش: در دستگاه گوارش انسان و حیوانات اهلی و وحشی که به‌نحوی با موادّ غذایی سر و کار دارند، همواره گونه‌هایی از میکرب‌ها زندگی می‌کنند، اما مجموعه‌ی میکربی دستگاه گوارش افراد سالم، در حالت طبیعی یکسان نیست و هر یک از قسمت‌های دستگاه گوارش، مجموعه‌ی میکربی ویژه‌ی خود را دارد.

معده و قسمت‌های اول **دوازدهه** (اثنی‌عشر)، در حالت طبیعی بدون میکرب است، زیرا محیط آن برای رشد و نمو باکتری‌ها مناسب نیست، اما قسمتِ پس از آن شامل ناحیه‌ی ژژونوم[1] و ایلئوم[2] کم‌کم برای زیست میکرب‌ها مساعد می‌شود و به همین دلیل، در این قسمت، میکرب‌های مختلفی وجود دارند. هرچه از قسمت اول روده‌ی کوچک به سمت آخر آن پیش برویم بر تعداد و نوع میکرب‌ها افزوده می‌شود.

مهم‌ترین میکرب‌های این قسمت، شامل کلیفرم‌ها[3]، به‌ویژه گونه‌های استرپتوکوک فکال[4] سالمونلا[5]، اشریشیاکلی[6]، آئروباکتر آئروژن[7] و گاهی استافیلوکوک است. گاه ممکن است گونه‌هایی از انگل‌های گوارشی هم در این قسمت حضور داشته باشند. هم‌چنین ممکن است باکتری کلستریدیوم

۱ــ Jejunom
۲ــ Ileum
۳ــ Coliforms
۴ــ Fecal Streptococci
۵ــ Salmonella
۶ــ Escherichia coli
۷ــ Aerobacter aerogene

پرفرنژان[1] که گونه‌ای باکتری بی‌هوازی اختیاری است، نیز، در دستگاه گوارش یعنی قسمت‌های آخر روده موجود باشد.

در سازمان‌هایی که به نوعی با مواد غذایی سر و کار دارند، آزمایش کارکنان از نظر آلوده‌نبودنِ دستگاه گوارش آنان به‌گونه‌های بیماری‌زا و خطرناک، ضروری است. زیرا وجود یک فرد ناقل در کارخانه، کافی است تا سلامت اجتماع بزرگی را به خطر بیندازد.

افرادی که به دیسانتری میکربی و شیگلّوز مبتلا هستند[2] برای مدت کوتاهی ناقل عامل بیماری هستند، اما ناقل دایمی نمی‌شوند. در صورتی که در مورد سالمونلا، اشریشیاکلی و دیسانتری آمیبی، فرد برای همیشه ناقل می‌شود.

افراد مبتلا به هپاتیت ویروسی[3] هم برای حدود ۵ سال ناقل می‌شوند، بنابراین برای کنترل مواد غذایی و جلوگیری از فساد، مسمومیت و عفونت‌های غددی لازم است :

الف) افراد بیمار و ناقل و افرادی که دوره‌ی نقاهت بیماری را می‌گذرانند پیش از کسبِ اطمینان از سلامت کامل، در سرویس‌های غذایی و مراکز تغذیه‌ی گروهی، مشغول کار نباشند.

ب) به کارکنان، آموزش بهداشتی لازم ارائه شود و انگیزه‌های رفتاری در آنان ایجاد گردد.

ج) سیستم‌های دقیق نظارت و کنترل برقرار شود.

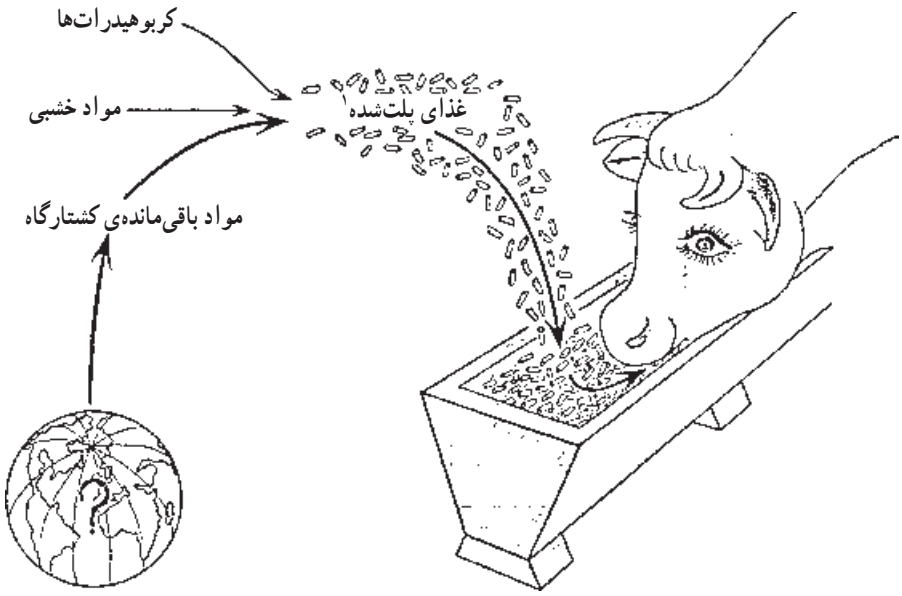
۲ــ۱ حیوانات

الف ــ حیوانات اهلی و دام‌ها: استافیلوکوک طلایی یکی از مهم‌ترین گونه‌های میکربی است که روی اندام‌های حیوانات (مانند دهان، بینی، حلق و پوست) رشد می‌کند، خوشبختانه بیش‌تر گونه‌های میکربی این اندام‌های دام‌ها، کوآگولاز منفی[4] هستند. بنابراین، قدرت بیماری‌زایی آن‌ها ضعیف است. گونه‌های استرپتوکوک فکال، کلستریدیوم پرفرنژان و کلیفرم‌ها نیز در دستگاه گوارش حیوانات اهلی و وحشی وجود دارند. گونه‌های سالمونلا هم‌گاه ممکن است در برخی از اندام‌های حیوانات اهلی مانند اسب، گاو، گوسفند و بز وجود داشته باشد.

بنابراین تماس این حیوانات با موادّغذایی، ممکن است موجب انتقال میکرب‌های بسیاری شود. این موضوع به‌ویژه از این نظر که گله‌های حیوانات اهلی به‌صورت دسته‌جمعی به‌سر می‌برند و ممکن است موجب آلودگی یکدیگر شوند، از نظر نوع و میزان انتشار آلودگی، اهمیّت زیادی دارد. بدیهی است، برخی از آلودگی‌های دامی هم ممکن است از راه تماس مستقیم، با دام‌ها یا مصرف

۱ــ Clostridium perfringene ۲ــ Bacillary Dysentry ۳ــ Hepatitis Virus

۴ــ کوآگولاز منفی، گونه‌هایی از استافیلوکوک طلایی هستند که قدرت بیماری‌زایی و مسمومیت‌زایی ندارند.



شکل ۲ــ۱ استفاده از غذای آلوده برای تغذیه‌ی دام‌ها می‌تواند عامل آلودگی غذای انسان شود.

فرآورده‌های دامی، مانند گوشت، شیر، پنیر اتفاق افتد که بیماری جنون گاوی از این نمونه است.

هم‌چنین، حرکت دام‌ها در محیط زیست به‌ویژه در حوالی کارخانه‌ها و کارگاه‌های مواد غذایی، موجب آلودگی می‌شود. در چنین مواردی، دام‌ها و حیوانات اهلی خاک و آب و هوا را آلوده می‌کنند و میکرب‌های موجود در اندام‌های دام‌ها، از این راه‌ها به مواد غذایی منتقل می‌شوند.

ب ــ پرندگان: گونه‌های استافیلوکوک طلایی و سالمونلا، در اندام‌های پرندگان وجود دارد و به نظر می‌رسد که این موجودات حساسیت زیادی نسبت به میکرب سالمونلا دارند. یکی از عوامل مرگ‌ومیر جوجه‌ها، ابتلای آن‌ها به عوارض ناشی از گونه‌های مختلف سالمونلاست. برای نمونه، سالمونلا پولُرم[2] در تمام اندام‌های پرندگان وجود دارد و رشد و نمو می‌کند. هرچند تعداد کم این باکتری عارضه‌ای ایجاد نمی‌کند، اما در بین مردم کسانی هستند که نسبت به باکتری حساس‌ترند و دچار عارضه می‌شوند. زیرا گونه‌های دیگری از سالمونلا ؛ از جمله سالمونلا تایفی میوریوم[3]، برای انسان بیماری‌زا هستند و ناقل آن بوقلمون است که می‌تواند به‌سادگی موجب انتشار آلودگی در میان سایر پرندگان نیز شود.

در بیش‌تر موارد، تخم پرندگانی که به نوعی بیماری سالمونلز[4] دچارند، به میکرب بیماری آلوده

۱ــ Pelette
۲ــ Sal. Pullorum
۳ــ Sal.typhimurium
۴ــ Salmonellosis

است و استفاده از تخم پرندگان مبتلا به بیماری، عامل عفونت و مسمومیت می‌شود.

پ ــ جوندگان: جوندگان مانند موش خانگی و صحرایی، در فاصله‌ی بین تولید تا مصرف و بیش‌تر در انبارهای نگهداری موادّ غذایی، موجب آلودگی می‌شوند. دست و پا، دستگاه گوارش و سایر اندام‌های جوندگان، به‌ویژه به علت حضور و تردّد این موجودات در زباله‌ها و فاضلاب‌ها، همیشه دارای آلودگی شدیدی به میکرب‌های محیط زیست است. به‌علاوه، جوندگان منبع اصلی سالمونلا ــ نیوپرت[1]، سالمونلا آنتریدیس[2] و سالمونلا تایفی میوریوم هستند. در پاره‌ای موارد، جوندگان غذای پرندگان را آلوده می‌کنند و پرندگان موجب آلودگی انسان و محیط کار می‌شوند. بنابراین باید مواد غذایی و محیط کار را از دسترس آن‌ها دور نگه داشت.

ت ــ حشرات: گونه‌های مختلف حشرات محیطی، خانگی و انباری، به اشکال گوناگون موجب آلودگی مواد غذایی می‌شوند. مگس خانگی[3] دارای قدرت تکثیر زیادی است و معمولاً تخم‌های خود را بر روی فضولات حیوانی، زباله‌ها و فاضلاب‌ها می‌گذارد و از این محل‌ها تغذیه می‌کند و هنگام پرواز و نشستن بر روی محل‌های یادشده، اندام‌هایش به‌شدت آلوده می‌شوند. سپس از راه دستگاه گوارش، پاها، بال و سایر اندام‌های خود، مواد غذایی و سطوح محیط کار را آلوده می‌نمایند. در بیش‌تر موارد، برای نرم‌کردن مواد غذایی، مقداری از بزاق دهان خود را بر روی مواد غذایی می‌ریزد و از این راه موجب آلودگی میکربی و شیمیایی می‌شود.

سوسک حمام[4]، دارای انواع گوناگونی است که همه‌ی آن‌ها در محیط کار صنایع غذایی به‌ویژه محل‌هایی که در آن‌جا باقی‌مانده‌های مواد نشاسته‌ای ، پنیر، پوست، کاغذ و مواد مشابه وجود داشته باشد، حضور دارند. سرعت حرکت و جابه‌جایی این حشره، بسیار زیاد است و به همین دلیل، ابعاد آلودگی حاصل از حضور آن هم خیلی زیاد است. محتویات دستگاه گوارش این حشره، به‌صورت مایع است که آن‌را بر روی سطوح کار و مواد غذایی ریخته، آن‌ها را آلوده می‌کند. سوسک حمام، ناقل میکروارگانیسم‌های گوناگونی است که از نظر فساد، مسمومیت و عفونت‌های غذایی مهم هستند.

کنترل آلودگی به‌وسیله‌ی حشرات و جوندگان: برای کنترل حشرات و جوندگان مختلف، راه‌های متفاوتی وجود دارد.

بهترین راه جلوگیری از تکثیر مگس، از بین‌بردن محل‌های تخم‌گذاری‌است. برای این منظور، باید کلیه‌ی مواد غذایی، زباله‌ها و فاضلاب‌ها و محل‌های مشابه، از دسترس مگس دور نگه داشته شود. زباله‌ها و فاضلاب‌ها باید به‌سرعت دفع شوند، باقی‌مانده‌های مواد غذایی جمع‌آوری گردد و روی مواد غذایی به‌خوبی پوشانده شود. راه دیگر، جلوگیری از نفوذ مگس به داخل ساختمان است. برای

۱ــ Sal. newport
۲ــ Sal. enteridis
۳ــ Musca clomestica
۴ــ Cockroaches

این منظور لازم است تمام درها و پنجره‌ها به تور سیمی مناسب مجهز شود. راه دیگر عبارت است از کشتن حشره با استفاده از روش‌های شیمیایی و یا آویزان کردن طناب آغشته به سم پاراتیون در محل مناسب، تا حشرات به هنگام استراحت بر روی آن بنشینند و بدنشان به سم آغشته شود و بمیرند.

سم‌پاشی سطوح، با سم مالاتیون درمواقعی که مواد غذایی در محل نباشد ؛ دود دادن با موادی مانند گوگرد ؛ استفاده از برمورمتیل باز هم در زمانی که مواد غذایی در محل نباشد ؛ و بالأخره استفاده از تله‌ی الکتریکی که مجهز به لامپ اشعه‌ی بنفش رشته و سیم‌های برق با ولتاژ قوی است، از دیگر روش‌های کنترل آلودگی مگس است.

در مورد موش و جوندگان، بهترین راه مبارزه عبارت است از سدکردن راه‌های نفوذ موش در تمام ساختمان ؛ خارج‌ساختن آب و مواد غذایی از دسترس موش ؛ جمع‌آوری باقی‌مانده‌های غذایی ؛ برقراری نظم کارگاهی و سرکشی مرتب به تمام قسمت‌ها و سرانجام، مبارزه‌ی شیمیایی. برای مبارزه‌ی شیمیایی با موش، سمومی مانند کلرات[۱]، فسفر روی[۲] و سموم ضد انعقاد[۳] مناسب است که در همین کتاب به تفصیل درباره‌ی آن‌ها بحث خواهیم کرد.

۳ــ۱ محیط زیست

محیط زیست شامل خاک، آب و هوا و عوامل مرتبط با آن‌هاست.

خاک: منبع اصلی تعداد بسیار زیادی از گونه‌های مختلف میکربی خاک است. میکرب‌های موجود در خاک به‌وسیله‌ی گرد و خاک و از طریق باد به مواد غذایی، آب، هوا، گیاهان و محیط کار در کارخانه‌های مواد غذایی، منتقل می‌شوند. از طرفی، خاک، خود نیز ممکن است به‌وسیله‌ی انسان، حیوان و یا آب آلوده شود. به‌ویژه در بسیاری از موارد فاضلاب‌ها که حاوی بیش‌ترین میکرب‌های بیماری‌زا و عامل فساداند، عامل آلودگی مواد اولیه‌ی گیاهی و حیوانی هستند.

آب: میکرب‌های موجود در آب، بیش‌تر از گونه‌های میکروارگانیسم‌های موجود در خاک، فاضلاب و هوا می‌باشند. آب‌های سطحی، حاوی مقداری مواد آلی هستند و محیط آن‌ها کم و بیش برای رشد میکرب‌ها مناسب است. در حالی که آب خالص برای زندگی میکرب‌ها نامساعد است و پس از مدت کوتاهی مقاومت، تعداد میکرب‌ها در آن کم می‌شود.

بدیهی است اسپرها در آب خالص، مقاومت بیش‌تری دارند. در مواردی که فاضلاب‌ها و زباله‌ها به آب‌های سطحی ریخته می‌شوند میکرب‌هایی مانند استرپتوکوک فکال، کلیفرم‌ها، سالمونلا، و کلستریدیا در آب وجود دارند و استفاده از چنین آبی، برای هر یک از مصارف کارخانه می‌تواند

۱ــ Klerate ۲ــ Zinc Phosphide ۳ــ Anticoagulants

مشکلات بهداشتی زیادی را به‌وجود آورد و همه‌گیری‌های بیماری‌هایی مانند حصبه، وبا، اسهال خونی، بیش‌تر از طریق آب آلوده اتفاق می‌افتد.

آب، همچنین عامل انتقال میکروارگانیسم‌های عامل فساد و مسمومیت‌های غذایی به فرآورده‌های غذایی و محیط کار است.

هوا: در حالت طبیعی، هوا دارای بار میکربی و به‌ویژه، مجموعه‌ی میکربی طبیعی ویژه‌ای نیست، بلکه بیش‌تر عامل انتقال عوامل آلوده‌کننده است. ذرات معلق در هوا با قطرات آب موجود در آن، محیط مناسبی برای جذب و انتقال میکرب‌هاست. بدیهی است، تعداد و گونه‌های میکروارگانیسم‌های موجود در هوا، بسیار متنوع است و به عوامل گوناگونی مانند میزان رطوبت، دمای محیط، باد و شرایط خاک و میزان آلودگی آن بستگی دارد. منبع دیگر آلودگی هوا، دستگاه تنفس انسان و حیوانات است که در موارد بسته‌بودن محیط و حضور فرد بیمار، تشدید می‌شود. برای جداکردن و حذف میکرب‌های موجود در هوا، روش‌های گوناگون زیر وجود دارد :

ــ پالودن یا تصفیه‌ی هوا به‌وسیله‌ی صافی‌های مناسب

ــ اشعه‌ی فرابنفش با طول موج حدود ۲۵۰۰ تا ۲۸۰۰ میکرن

ــ مواد شیمیایی دودزا

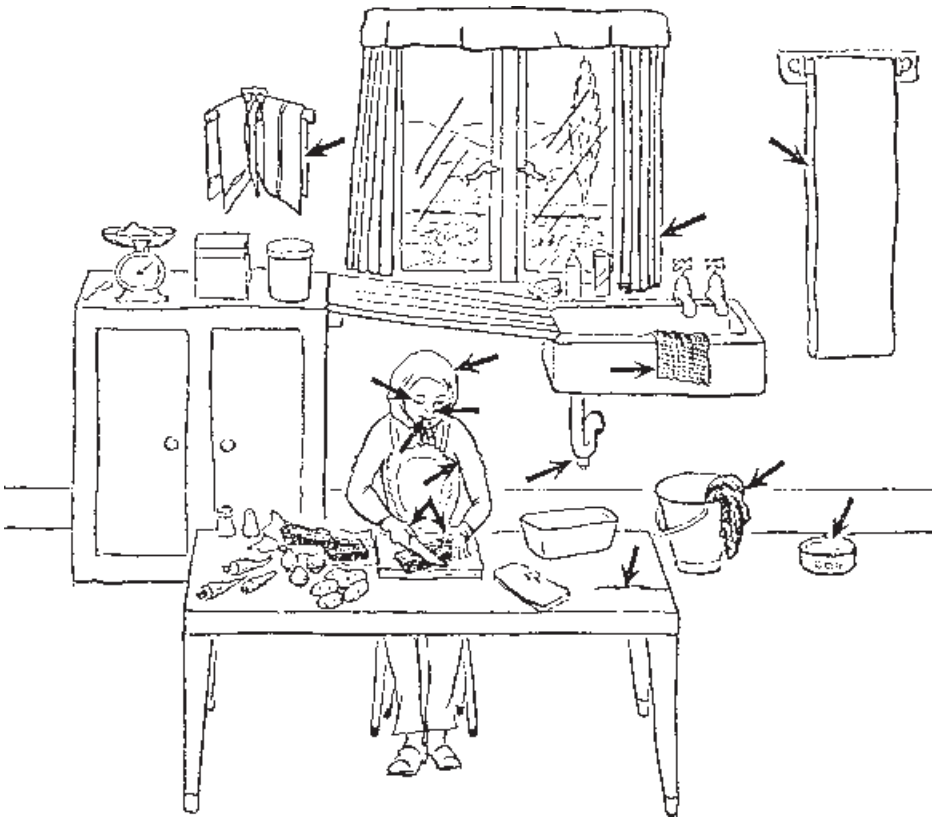
پساب‌ها: پساب‌های خانگی، کارگاه‌ها و کارخانه‌های مواد غذایی، یکی از منابع مهم آلودگی خاک و سایر عوامل محیط زیست‌اند، مجموعه میکربی پساب‌ها، عبارت است از میکرب‌های هوازی، هوازی اختیاری، بی‌هوازی اختیاری و حتی بی‌هوازی اجباری که از خاک و دستگاه گوارش انسان و دام‌ها منشأ می‌گیرد. میکروارگانیسم‌هایی مانند گونه‌های استرپتوکوک فکال، کلستریدیوم پرفرنژان، شیگلا سالمونلا، میکروکوک، پسودوموناس[1]، لاکتوباسیلوس[2] و در پاره‌ای موارد حتی ویروس‌ها، مخمرها، کپک‌ها و به‌ویژه کپک فاضلاب[3]، همگی ممکن است در پساب حضور داشته باشند. بنابراین، پساب‌ها ممکن است حاوی بیش‌ترین میکرب‌های بیماری‌زا برای انسان باشند و سلامت مردم و محیط کار را به خطر اندازند. بنابراین، کنترل آلودگی و سالم‌سازی آن‌ها، بسیار ضروری است. این موضوع در فصل‌های بعد مورد بحث قرار خواهد گرفت.

راه‌های فرعی آلودگی مواد غذایی: علاوه‌بر مواردی که مورد بحث قرار گرفت مواد غذایی ممکن است از راه‌های دیگری هم آلوده شوند که مهم‌ترین آن‌ها عبارت‌اند از :

ــ نوع ساختمان و مصالح ساختمانی که در قابلیت نظافت آن تأثیر زیادی دارد. برای نمونه، تمیزکردن و ضدعفونی‌کردن کاشی، در مقایسه با آجر به مراتب آسان‌تر است و برعکس مصالح ساختمانی

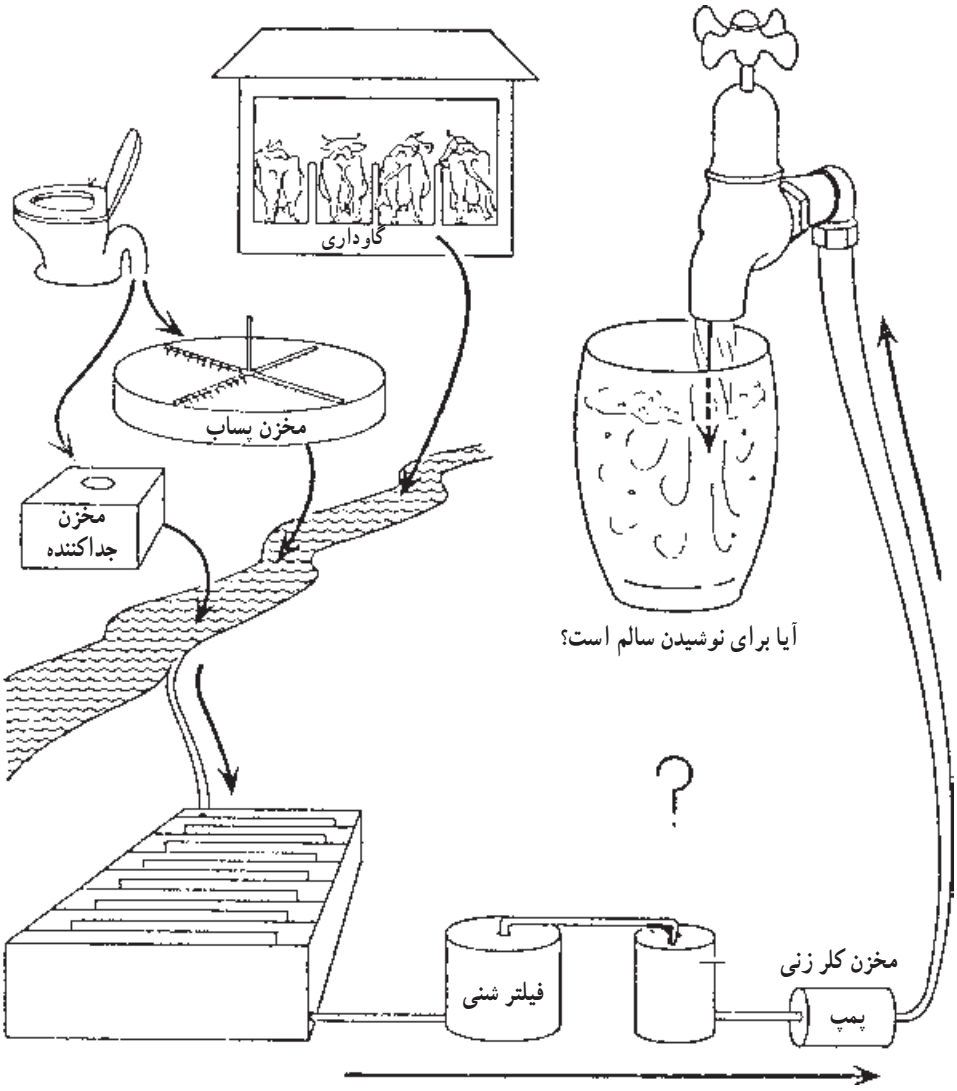
۱ــ Pseudomonadaceas ۲ــ Lactobacillaceae ۳ــ Sewage fungi

که دارای سطحی ناصاف هستند محل مناسبی برای لانه‌گزینی عوامل آلوده کننده‌اند. به‌علاوه، طرّاحی بناهای مراکز مربوط به مواد غذایی، باید به‌گونه‌ای باشد که ضدعفونی‌کردن آن به‌آسانی امکان‌پذیر باشد. میکروارگانیسم‌ها بیش‌تر در نقاط کور دستگاه‌ها و بخش‌های واحد تجمع نموده، رشد و نمو می‌کنند و تکثیر می‌شوند و یک کانون دایم آلودگی را به‌وجود می‌آورند، و بالأخره مصالحی مانند چوب و آهن زنگ‌زده در دستگاه، درب، پنجره و قفسه‌ها ممکن است منبع آلودگی باشند.



شکل ۳ــ۱ میکرب‌ها همه جا وجود دارند و به‌سادگی در همه جا پخش می‌شوند.

- با توجه به شکل بالا مواردی که ممکن است موجب آلودگی شوند و چگونگی نوع آلودگی آن‌ها را حدس بزنید. سپس جای‌گزین مناسب برای هر مورد را معرفی نمایید.
- بخشی از یک مرکز مربوط به تهیه و توزیع مواد غذایی را انتخاب کنید و طرح مشابهی برای موارد غیر بهداشتی آن رسم نمایید.



شکل ۴ــ۱ میکرب‌ها همه جا وجود دارند و عوامل آلوده‌کننده‌ی مواد غذایی، تأثیر متقابلی روی یکدیگر دارند.

- با توجه به شکل بالا میکروارگانیسم‌های شاخصی را که در هر مسیر منتقل می‌شود مشخص کنید.
- به نظر شما برای جلوگیری از آلودگی‌های معرفی شده چه راهی وجود دارد؟

ــ دستگاه‌ها و لوازم، حتی اگر از بهترین نوع باشند، ممکن است نقاط کور و دست‌نیافتنی‌ای داشته باشند که میکرب‌ها در آن جای‌گزین شوند. از طرفی بعضی از کارکنان ممکن است نسبت به

وسایل کوچک مانند کارد، آب‌گردان و مانند این‌ها، علاقه نشان دهند و آن‌ها را برای کاربری شخصی خود مخفی نمایند. در چنین شرایطی این وسایل ممکن است در چرخه‌ی تمیزکردن و ضدعفونی‌شدن قرار نگیرند و آلودگی آن‌ها به هنگام کاربردهای بعدی مشکل‌آفرین گردد.

ــ مواد بسته‌بندی نیز ممکن است به نوعی دارای آلودگی باشند و آلودگی‌های محیط و اندام‌های کارکنان را در بر داشته باشند و به هنگام ورود مواد غذایی به آن‌ها، موجب آلودگی شوند. بنابراین لازم است قبل از کاربرد، از سلامت آن‌ها اطمینان حاصل شود.

۴ــ۱ آلوده‌کننده‌های شیمیایی

آلوده‌کننده‌های شیمیایی موادی هستند که ممکن است از راه‌های گوناگون وارد مواد غذایی شوند. مهم‌ترین این مواد عبارت از :

۱ــ۴ــ۱ مواد افزودنی: مواد افزودنی موادی هستند که به عناوین مختلف و به طور عمدی برای مقاصد گوناگون به غذاها و مواد مغذی اضافه می‌شوند. تعداد و انواع این مواد بسیار زیاد است و زمانی تعداد آن‌ها حدود ۴۰۰۰ نوع تخمین زده می‌شد. اما کم‌کم تعدادی از آن‌ها از رده‌ی مصرف خارج شده‌اند، زیرا ثابت شده که برخی از این مواد می‌توانند در مصرف‌کننده اختلالاتی ایجاد کنند. مواد افزودنی شامل چند دسته مهم به شرح زیرند :

الف ــ مواد افزودنی عمدی: موادی هستند که با هدف‌های مختلف و به طور عمدی به مواد غذایی اضافه می‌شوند. مواد زیادی در این دسته قرار می‌گیرند و برای بهبود ویژگی‌های موردنظر مصرف‌کننده یا تولیدکننده به موادغذایی افزوده می‌شوند. این مواد عبارت‌اند از رنگ‌های مصنوعی، شیرین‌کننده‌های مصنوعی، اسانس‌ها، مواد معطر، ادویه‌ها و چاشنی‌ها، موادسفیدکننده، آنتی‌اکسیدان‌ها، موادنگه‌دارنده، مواد بافت‌دهنده، مواد پایدارکننده، سیستم‌های کلوییدی، امولسیفایرها و حتی مواد مغذّی. متأسفانه برخی از این مواد به طور نسبی سمی و برخی از آن‌ها جمع شونده هستند، یعنی کم‌کم بر مقدارشان در بدن افزوده می‌شود تا برای ایجاد مسمومیت به حد لازم برسد. هنگام کاربرد مواد افزودنی عمدی، اطمینان از مجاز بودن آن‌ها برای فرآورده‌ی موردنظر، دُز مجاز مصرفی، توزین دقیق، اختلاط یکنواخت آن‌ها با مواد غذایی و بالأخره اطمینان از این‌که افزودن آن ضروری است، دارای اهمیت است. نکته‌ی قابل توجه این‌که برخی از این مواد دارای اثرات خفیف بوده و اختلالات و عوارض ناشی از آن‌ها به حدی نیست که مصرف‌کننده به زودی متوجه آن‌ها شود، بلکه این مواد به تدریج اثرات سویی در بدن از خود به جای می‌گذارند و بهتر است از مصرف مقدار زیاد آن‌ها در یک زمان و نوبت‌های مصرف آن‌ها برای مدت دراز خودداری شود.

ب ــ مواد افزودنی غیرعمدی: حشره‌کش‌ها، علف هرزکش‌ها، قارچ‌کش‌ها، جونده‌کش‌ها و مانند این‌ها، در کشاورزی موارد مصرف گوناگونی دارند و بسیاری از موادغذایی مصرفی روزانه‌ی ما ممکن است به مقداری از این سموم آلوده باشند. این سموم ممکن است در بافت‌های گیاهی ذخیره شوند بدون این‌که آسیب آشکاری به آن‌ها برسانند که موجب تشخیص آن‌ها گردد و چنان‌چه مصرف‌کننده از این قبیل مواد استفاده نماید امکان مسمومیت تدریجی و گاه مسمومیت‌های منجر به مرگ وجود دارد، به علاوه، سموم دفع آفات نباتی ممکن است به شکل‌های مختلف وارد غذای دام شود. وجود این سموم در غذای دام موجب آلودگی گوشت، شیر و تخم‌مرغ می‌شود. مصرف این مواد توسط انسان می‌تواند موجب عوارض مزمن بشود.

گاهی برای نگهداری مواد غذایی از آفت‌کش‌های انباری استفاده می‌شود که هر چند اغلب دارای وزن ملکولی کم و فرارّ هستند و نیمه عمر کوتاهی دارند اما مصرف بی‌رویه‌ی آن‌ها ممکن است سلامت مصرف کننده را به خطر بیندازد.

دسته‌ی دیگر از مواد افزودنی غیرعمدی آنتی‌بیوتیک‌ها و هورمون‌ها هستند که به ویژه در دامداری‌های غیربهداشتی کاربرد زیاد دارند. آنتی‌بیوتیک‌ها نیز مانند سموم دفع آفات وارد شیر حیوان می‌شوند و مصرف چنین شیری می‌تواند موجب بیماری در مصرف‌کننده شود.

۲ــ۴ــ۱ آلودگی شیمیایی: مواد غذایی طی عملیات مختلف در کارخانه‌های مربوطه ؛ در کارخانه‌های روغن نباتی برای استخراج روغن از دانه‌های روغنی از حلّال‌های روغن استفاده می‌شود. پس از استخراج، حلّال را از روغن جدا می‌کنند. چنان چه جدا کردن حلّال به طور کامل انجام نگیرد مقداری از آن در روغن باقی‌می‌ماند. مصرف این نوع روغن عوارضی را در بردارد. هم‌چنین برای سفت‌کردن روغن‌های نباتی مایع، به دلایل مختلف آن‌ها را هیدروژنه می‌کنند، بدین معنی که پیوندهای دوگانه‌ی روغن را با هیدروژن **اشباع** کنند و این کار به کمک یون نیکل انجام می‌گیرد. سپس لازم است نیکل از روغن جدا شود اما این کار همیشه به طور کامل انجام نمی‌گیرد و مقداری یون نیکل در روغن باقی‌می‌ماند که مصرف آن به مقدار زیاد در دراز مدت اختلالاتی به‌وجود می‌آورد. به علاوه، چنان‌چه روغن بیش از حد لازم هیدروژنه شود سفت می‌گردد و قابلیت هضم و جذب آن کم می‌شود. در اثر هیدروژنه کردن نادرست، ممکن است تعادل اسیدهای چرب سیس و ترانس به هم بخورد و موجب تشدید بیماری‌های قلبی شود. دمای بالای روغن برای سرخ‌کردن مواد غذایی موجب پلیمریزه شدن و پیدایش آکرولئین می‌شود که مضر است.

۳ــ۴ــ۱ دود دادن موادغذایی: برای نگهداری برخی از مواد غذایی مانند گوشت و فراورده‌های آن، به‌ویژه ماهی، و گاهی برای خشک‌کردن و بهبود رنگ و طعم برنج از دود دادن استفاده می‌شود.

لیکن باید توجه داشت که دود یک نوع سیستم کلوئیدی است که حاوی بیش از ۲۰۰ نوع ماده‌ی شیمیایی مختلف است که برخی از آن‌ها، به‌ویژه در صورتی که از چوب‌های نرم و نامناسب دارای لیگنین زیاد حاصل شده باشد، برای سلامتی انسان مضر و برخی دیگر حتی ممکن است سرطان‌زا باشند.

در این مورد متغیرهای زیادی مانند نوع چوب، روش دود دادن و مانند این‌ها در نوع و میزان عوارض و اختلالات تأثیر زیادی دارد، لذا هنگام کاربرد مواد اولیه‌ی دود داده شده باید آن‌ها را مورد توجه قرار داد.

۴ــ۴ــ۱ پرتودهی موادغذایی: در صنایع غذایی گاهی از اشعه‌ی حاصل از منابع مختلف مانند کبالت ۶۰ و سزیوم ۱۳۷ برای سالم‌سازی موادغذایی، از جمله پاستوریزاسیون، استریلیزاسیون و انگل‌کشی و حشره‌کشی و نیز جلوگیری از جوانه‌زدن موادی مانند سیب‌زمینی و پیاز و هم‌چنین بهبود کیفیت موادی مانند گوشت (تردکردن آن) استفاده می‌شود که اثرات مثبت و منفی زیادی بر روی مواد غذایی دارد. اشعه در درجه‌ی اول موجب یونیزه‌شدن آب در مواد غذایی مرطوب می‌شود و این عمل موجب پیدایش آب اکسیژنه و رادیکال‌ها، اتم‌ها و مولکول‌های گوناگون می‌گردد که دارای میل ترکیبی زیادی هستند و می‌کوشند بدین وسیله الکترون‌های ناقص خود را تکمیل نمایند و به حالت با ثبات درآیند.

اشعه‌ی یونیزه

$$H_2O \longrightarrow H^{\cdot} + OH^{\cdot}$$

$$OH^{\cdot} + OH^{\cdot} \longrightarrow H_2O_2 \quad \text{آب اکسیژنه}$$

$$H^{\cdot} + H^{\cdot} \longrightarrow H_2 \quad \text{هیدروژن گازی}$$

$$H^{\cdot} + OH^{\cdot} \longrightarrow HO^{\cdot}{}_2 \quad \text{رادیکال پراکسید}$$

$$HO^{\cdot}{}_2 + HO^{\cdot}{}_2 \longrightarrow H_2O_2 + O_2$$

نتیجه‌ی این واکنش‌ها تغییر ساختمان مولکولی و به ویژه سیستم‌های بیولوژیکی است. البته برای کم‌کردن اثرات منفی پرتودهی می‌توان این عمل را در حضور مواد احیاکننده مانند ویتامین C، در خلأ و یا در حالت انجماد مواد غذایی انجام داد.

۵ــ۴ــ۱ آلودگی مواد غذایی به فلزات سنگین و پلاستیک‌ها: چنان‌چه برای انتقال مایعات از لوله‌هایی که حاوی مقادیر کم و زیاد یون سرب باشند، هم‌چنین ظروفی مسی که با قلع سفید شده باشد و نیز قوطی‌هایی که سطح لحیم‌کاری آن‌ها با مواد غذایی تماس داشته باشد استفاده شود، باعث می‌شود که یون سرب وارد مواد غذایی و از آن‌جا وارد بدن انسان شود. سرب ماده‌ای جمع شونده است که قسمت زیادی از آن در بدن انباشته می‌شود و زمانی که مقدار آن در بدن به حد معینی برسد عوارض مسمومیت ظاهر می‌شود. ظروف و بسته‌های پلاستیکی به دلیل مهاجرت یونی دارای ایمنی کامل نیستند.

خودآزمایی

۱ــ میکرب‌ها از چه راه‌هایی می‌توانند وارد محیط کار و مواد غذایی شوند؟
۲ــ چرا انسان و حیوانات، از منابع اصلی آلودگی مواد غذایی محسوب می‌شوند؟
۳ــ منابع اصلی میکرب‌ها در بدن افراد ناقل را نام ببرید.
۴ــ گونه‌های مختلف میکرب‌های طبیعی پوست دست را نام ببرید.
۵ــ چرا امکان رشد و نمو و تکثیر میکروارگانیسم‌ها در دهان و بینی و چشم و گوش انسان بیش‌تر است؟
۶ــ مهم‌ترین میکرب‌های قسمت اول روده‌ی انسان را نام ببرید.
۷ــ چرا حیوانات اهلی از نظر انتشار آلودگی موجب نگرانی می‌شوند؟
۸ــ آیا میکرب‌هایی را می‌شناسید که از پرندگان به انسان سرایت کنند؟
۹ــ جوندگان چگونه می‌توانند موجب آلودگی شدید میکربی محیط زیست شوند؟
۱۰ــ حشرات از چه راه‌هایی می‌توانند محیط کار را آلوده کنند؟
۱۱ــ چند روش برای کنترل حشرات و جوندگان می‌شناسید؟
۱۲ــ چه بیماری‌هایی را می‌شناسید که از طریق آب آلوده، منتقل می‌شوند؟
۱۳ــ هوا چگونه می‌تواند ایجاد آلودگی نماید؟
۱۴ــ چه روش‌هایی را برای حذف میکرب‌های موجود در هوا می‌شناسید؟
۱۵ــ آلودگی‌های شیمیایی مواد غذایی را نام ببرید.
۱۶ــ آلودگی‌های شیمیایی روغن نباتی ناشی از فرآیندهای مختلف را توضیح دهید.

فصل دوم

میکروارگانیسم‌های معرّف و شاخص آلودگی

هدف‌های رفتاری: در پایان این فصل، فراگیرنده باید بتواند :

۱ــ ابعاد وسیع آلودگی میکربی مواد غذایی را توضیح دهد ؛

۲ــ هدف استفاده از میکرب‌های معرّف فساد برای محدودکردن کار ارزیابی میکربی را شرح دهد ؛

۳ــ با وجود هر یک از میکرب‌های ویژه، چگونگی وضعیّت مواد غذایی را تشریح کند ؛

۴ــ مهم‌ترین میکرب‌های معرف آلودگی و فساد را نام ببرد ؛

۵ــ چگونگی تصمیم‌گیری در موارد آلودگی مواد غذایی میکرب‌های معرف را تشریح کند.

۲ــ میکروارگانیسم‌های معرف و شاخص آلودگی[۱]

برای ارزیابی وضع بهداشت و کنترل کیفیت مواد اولیه و فرآورده‌های غذایی لازم است آزمون‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی ویژه‌ای انجام گیرد، تا نسبت به سلامت مصرف آن‌ها اطمینان حاصل آید.

در آزمون‌های میکربی، جداسازی و شناسایی میکرب‌های بیماری‌زا و عامل فساد از مواد غذایی، تجهیزات و محیط کار بسیار مشکل و وقت‌گیر است، زیرا انواع آن‌ها بسیار زیاد است و هم‌زمان، میکروارگانیسم‌های غیربیماری‌زا[۲] و گاه مفید هم حضور دارند، و چنان‌چه بخواهیم تمام میکرب‌های موجود را جداسازی و شناسایی نماییم از نظر زمان و مسائل اقتصادی، مقرون به‌صرفه

۱ــ Indicator organisms ۲ــ Saprophite

نیست. بنابراین، بیش‌تر میکرب‌شناسان مواد غذایی عقیده دارند که جداسازی و شناسایی تعداد محدودی از میکرب‌ها، بسته به نوع ماده‌ی غذایی و شرایط محیط کار، کافی است، و همین میکرب‌های محدود می‌توانند معرف وضع بهداشتی ماده‌ی غذایی و سلامت محیط کار باشند. این میکرب‌ها را در اصطلاح «شاخص» یا «شناساگر» می‌گویند. بدیهی است برای هر مورد لازم است از میکرب ویژه‌ی آن استفاده کرد که در زیر به آن‌ها اشاره خواهد شد. اما برای این که یک باکتری بتواند به‌عنوان شناساگر به‌کار رود، باید دارای ویژگی‌های زیر باشد :

ــ در تمام مواد غذایی مورد ارزیابی، قادر به رشد و نمو و تکثیر باشد ؛
ــ امکان همراهی آن با میکرب‌های بیماری‌زا وجود داشته باشد ؛
ــ رشد و نمو آن در مواد غذایی رابطه‌ی معکوس با کیفیت داشته باشد ؛
ــ به‌سادگی قابل جداسازی، شمارش و شناسایی باشد ؛
ــ در زمان کوتاه و تا حد ممکن ظرف مدت یک روز قابل شناسایی باشد ؛
ــ احتیاجات غذایی آن با میکرب‌های بیماری‌زا یکسان باشد ؛
ــ رشد و نمو آن تحت تأثیر سایر میکروارگانیسم‌های موجود قرار نگیرد ؛
ــ سرعت مرگ و میر آن در شرایط گوناگون با میکرب‌های بیماری‌زا برابر باشد ؛

با توجه به موارد یاد شده، مهم‌ترین میکروارگانیسم‌های معرف و شناساگر عبارت‌اند از :

۱ــ۲ باکتری‌های هوازی مزوفیل

بیش‌تر مواد غذایی، به جز آن‌هایی که از تخمیر حاصل می‌شوند، چنان‌چه دارای تعداد زیادی میکرب‌های هوازی مزوفیل باشند مصرف ناشدنی تلقی می‌شوند. حتی اگر میکرب‌های موجود، بیماری‌زا نبوده و ویژگی‌های کیفی فرآورده (مانند رنگ، طعم، مزه و بافت) تغییر نکرده باشد، زیرا وجود تعداد زیاد باکتری معرف این است که یا مواد خام به‌شدت آلوده بوده‌اند، یا در طی فرآیند، آلوده شده‌اند، یا زمان و دمای نگهداری آن‌ها، پس از فرآیند و انبارداری صحیح نبوده است.

در هر صورت، وجود تعداد زیاد این باکتری مبین آن است که باکتری‌های بیماری‌زا هم ممکن است حضور داشته باشند. به‌علاوه، برخی از گونه‌های استرپتوکوک فکال، پسودوموناس، پروتئوس، در حالت عادی بیماری‌زا نیستند، اما اگر تعداد آن‌ها از حد معینی بیش‌تر شود بیماری‌زا می‌شوند. بالأخره، وجود تعداد زیاد باکتری نشان‌دهنده‌ی این است که امکان فساد و تجزیه‌ی اجزای غذایی و تغییر طعم، مزه، بو و بافت مواد غذایی وجود دارد. زیرا چنان‌چه تعداد باکتری به بیش از 10^6 عدد برسد مقدار آنزیم‌های ترشح‌شده از آن‌ها به حد ایجاد فساد خواهد رسید. استفاده از باکتری‌های

هوازی مزوفیل در حکم شناساگر، محدودیت‌های زیر را دارد :

ــ در مواد غذایی تخمیری مانند ماست، پنیر و سوسیس‌های تخمیری، وجود تعداد زیاد هوازی مزوفیل برای بهبود طعم و بوی مطلوب لازم است.

ــ در مواد غذایی که فرآیند دمایی بالایی را تحمل می‌کنند، مانند کنسروها و کمپوت‌ها، شمارش میکربی بسیار پایین است. درحالی که آلودگی اولیه ممکن است زیاد بوده باشد و متابولیت‌های مضرّ آن‌ها در مواد غذایی حضور داشته باشند.

ــ گاهی حضور باکتری‌های هوازی مزوفیل، مانع رشد میکرب‌های بیماری‌زاست و اگر تعداد آن‌ها کم باشد بیماری‌زاها در محیط غلبه می‌کنند. بنابراین در چنین مواردی، شمارش بالای هوازی مزوفیل‌ها مطلوب است.

ــ در مواد غذایی خشک یا منجمد شده نیز، شمارش میکربی پایین است، اما دلیل، وضع مطلوب بهداشتی نیست. زیرا در این شرایط بسیاری از میکرب‌ها از بین می‌روند اما سموم و سایر متابولیت‌های زیان‌آور ممکن است وجود داشته باشند و موجب مسمومیت و تغییرات نامطلوب در طعم، مزه و بافت شوند.

ــ شمارش میکرب‌های هوازی مزوفیل، از نظر معیار زمان قابلیت نگهداری مواد غذایی ارزش بالایی ندارد. زیرا نگهداری در سردخانه و انبارها گاه موجب کاهش بار میکربی می‌شود. در چنین مواردی استفاده از میکرب‌های سرمادوست در حکمِ «معرّف» مناسب‌تر است.

۲ــ۲ باکتری‌های بی‌هوازی اختیاری مزوفیل

وجود این باکتری‌ها مانند کلستریدیوم پرفرنژان[۱] معرف این است که امکان حضور باکتری‌های بی‌هوازی اجباری مانند کلستریدیوم بوتولینوم[۲] حتمی است. کلستریدیوم پرفرنژان بومی دستگاه گوارش است و بیش‌تر از راه خاک و آب آلوده وارد مواد غذایی می‌شود. بنابراین، وجود آن معرف راه آلودگی نیز هست.

جداسازی و شمارش کلستریدیوم بوتولینوم، به‌مراتب مشکل‌تر و خطرناک‌تر است و به‌علاوه، امکان حضور کلستریدیوم پرفرنژان در مواد غذایی بیش‌تر است زیرا کلستریدیوم بوتولینوم حتی در حضور مقادیر بسیار کم اکسیژن هم نمی‌تواند رشد کند. درصورتی‌که در بیش‌تر موارد، در قسمت‌های مختلف مواد غذایی، حتی قسمت‌های عمقی، مقدار کمی اکسیژن ممکن است وجود داشته باشد.

۱ــ Clostridium perfringens ۲ــ Clostridium botulinum

۳ــ۲ باکتری‌های دستگاه گوارش[۱]

وجود این باکتری‌ها مانند اشریشیاکلی و سایر کلیفرم‌ها در مواد غذایی، شاخص تماس مستقیم یا غیرمستقیم و جدید با مدفوع است. محل اصلی زندگی اشریشیاکلی در داخل دستگاه گوارش انسان و سایر حیوانات خون‌گرم است. وجود این باکتری در مواد غذایی نشان‌دهنده‌ی آن است که باکتری‌های دیگری مانند سالمونلا، شیگلا، ویبریو و آمیب‌ها، انگل‌ها و ویروس‌ها هم ممکن است وجود داشته باشند.

بدیهی است شناسایی تمام این باکتری‌ها کار مشکلی است. بنابراین، یا از اشریشیاکلی در حکمِ معرف استفاده می‌شود و یا آزمون وجود کلیفرم‌ها که شامل این باکتری و گونه‌های آنتروباکتریاسه[۲] است انجام می‌گیرد. هرچند وجود کلیفرم‌ها، معرف آلودگی با مدفوع است، با این همه، ممکن است آلودگی به‌طور غیرمستقیم از راه آب، فاضلاب، حیوانات، اندام‌های بدن انسان و دستگاه‌ها اتفاق افتاده باشد.

وجود این باکتری‌ها در مواد غذایی فرآیند شده نشان‌دهنده‌ی کافی‌نبودن فرآیند دمایی است و نشان می‌دهد که سایر میکرب‌های بیماری زای دستگاه گوارش ممکن است حضور داشته باشند. در کنسروها وجود این باکتری‌ها نشان‌دهنده‌ی آن است که آبِ ویژه‌ی سردکردن فرآورده آلوده بوده و باکتری به کمک خلأ موجود در کنسرو، از راه منافذ موبین احتمالی موجود در بدنه و درزها، وارد شده است.

۴ــ۲ شمارش گونه‌های آنتروباکتریاسه

برای سهولت کار ارزیابی، برخی از میکروبی و بیولوژیست‌ها عقیده دارند که بهتر است از محیط‌های کشت مناسب برای رشد گونه‌های آنتروباکتریاسه استفاده شود و بعد کلنی‌های مشخصی از روی این محیط کشت انتخاب گردد و برای شناسایی به‌کار رود. مزایای این روش عبارت‌اند از :

ــ چنان‌چه میکرب‌های بیماری‌زای دیگری غیر از اشریشیا مانند سالمونلا وجود داشته باشد از روی ویژگی‌های کلنی‌ها و آزمون‌های تأییدی، می‌توان به‌وجود آن‌ها پی برد.

ــ برخی از کلیفرم‌های لاکتوز منفی مانند سالمونلا و شیگلا هرچند ممکن است معرف آلودگی با مدفوع نباشند، اما وجود آن‌ها از نظر بهداشت مواد غذایی نامطلوب است.

ــ در پاره‌ای از فرآیندها، مانند استفاده از اشعه‌ی یونیزه، ممکن است گونه‌های سالمونلا که مقاوم‌تر از اشریشیا و گونه‌های آنتروباکتر هستند زنده بمانند. بنابراین، وجود آن‌ها دلالت بر وجود قبلی اشریشیا نیز دارد.

۱ــ Enteric Indicator ۲ــ Entrobacteriaceae

۵ــ۲ آنتروکوک‌ها[۱]

در ارزیابی وضع بهداشتِ مواد غذایی و محیط، از این باکتری‌ها در حکمِ معرف آلودگی با مدفوع انسان و حیوانات استفاده می‌شود. گونه‌های مختلف استرپتوکوک گاوی[۲] در دستگاه گوارش گاو و استرپتوکوک فکالیس[۳] در دستگاه گوارش انسان رشد می‌کند.

استفاده از این باکتری‌ها به‌عنوان معرف تا حدی محدود است، زیرا در بیش‌تر موارد، ارتباط مستقیمی بین آن‌ها و کلیفرم‌ها نمی‌توان یافت. بدین معنی که استرپتوکوک فیسیوم[۴] در دستگاه گوارش حیوانات اهلی غالب است و استرپتوکوک فکالیس در دستگاه گوارش انسان بیش‌تر است. اما باید توجه داشت که گاهی گونه‌های استرپتوکوک فکالیس، استرپتوکوک بولیس و استرپتوکوک فیسیوم هر سه در روده‌ی انسان و گاو یافت می‌شود. در هر حال، وجود تعداد زیاد آنتروکوک در مواد غذایی، حدّاقل نشان‌دهنده‌ی این است که فرآورده در شرایط بهداشتی مناسبی تولید نشده است.

آنتروکوک‌ها، در برابر انجماد، خشک‌کردن، دمای بالا، مواد پاک‌کننده و حتی مواد ضدعفونی‌کننده مقاوم‌تر از سایر باکتری‌ها هستند. بنابراین، از وجود آن‌ها می‌توان به‌عنوان معرف شرایط بهداشت کارخانه یا سرویس‌های بهداشتی استفاده نمود.

۶ــ۲ استرپتوکوک سالیواریوس[۵]

منشأ این باکتری، بیش‌تر دهان انسان است و در اثر سرفه، عطسه، صحبت‌کردن و کاربرد ابزارهایی مانند قاشق موجب آلودگی می‌شود. این باکتری در برابر خشک‌کردن مقاومت کمی دارد و مدتی زنده می‌ماند. در مواردی که کارکنان، آب دهان خود را روی زمین می‌اندازند، این باکتری در محیط پخش می‌شود. بنابراین، آزمون مواد غذایی و سطوح دستگاه‌ها و لوازم از نظر آلودگی به این باکتری می‌تواند نشان‌دهنده‌ی رفتار بهداشتی یا غیربهداشتی کارکنان باشد.

۷ــ۲ استافیلوکوک[۶]

حضور استافیلوکوک طلایی در مواد غذایی، بیش‌تر معرف آلودگی این مواد با پوست، دهان و بینی کارگران است و در مواردی که دستگاه‌ها و لوازم به‌خوبی تمیز نشوند، این باکتری ممکن است در نقاطی جای‌گزین شده، یک کانون دایم آلودگی به‌وجود آورد. بنابراین، وجود باکتری روی سطح دستگاه‌ها، معرف تمیزنشدن آن است.

۱ــ Entrococci
۲ــ Streptococcus bovis
۳ــ Strep Faecalis
۴ــ Streptococcus Faecium
۵ــ Streptococcus Salivarious
۶ــ Staphylococci

البته حضور این باکتری در مواد غذایی فرآیند شده، معرف مناسبی از کافی یا مناسب نبودن فرآیند آن‌هاست.

۸ــ۲ گونه‌های کلستریدیوم بوتولینوم

منشأ این باکتری خاک است و از طریق خاک، مواد اولیه‌ی کشاورزی و ادویه‌ی آلوده به خاک که دانه‌ی آن‌ها به اندازه‌ی کافی تمیز نشده است موجب آلودگی می‌شود. در غذاهای کنسرو شده، که دارای اسیدیته‌ی کمی هستند، وجود کلسترید یا نشان‌دهنده‌ی پایین بودن دما یا زمان فرآیند است. هم‌چنین در مواردی که باید pH ماده‌ی غذایی کم‌تر از ۴/۶ باشد حضور این باکتری نشان‌دهنده‌ی این است که pH، بالاتر از حد تعیین شده بوده است و این امر، به‌ویژه در مواردی که عوامل زمان و دمای سالم‌سازی کافی باشد، دارای اهمیت است.

۹ــ۲ کپک ماشین‌آلات[1]

حضور این کپک، به‌ویژه در محیط کار، نشان‌دهنده‌ی شرایط نامناسب بهداشتی است. این کپک در شرایطی که رطوبت محیط کافی باشد، در دمای ۲۰°C تا ۳۰°C و pH حدود ۲ تا ۸/۵ به‌سرعت رشد می‌کند و چنان‌چه وارد محیط کار شود رهایی از چنگ آن کار بسیار مشکلی است. بر روی محیط‌های اسیدی و شیرین، نشاسته، شکر، سبزی‌ها و میوه‌ها رشد می‌کند. اما دیده شده است که در مواردی روی غبارهای دارای مواد آلی که روی سطح دستگاه‌ها نشسته و با بخار آب موجود در هوای سالن تولید مرطوب شده هم رشد کرده، لکه‌هایی از خود بر جا می‌گذارد، در مواردی که دستگاه‌ها به‌طور مرتب تمیز نشوند روی نقاله‌ها، جداره‌ی داخلی و بیرونی ماشین‌آلات، داخل کندوها و سیلوها، دیوار گرمخانه‌ها، پایه، کف، دیوار و سقف ساختمان رشد می‌کند و چنان‌چه مدتی بگذرد با چشم غیرمسلح دیده می‌شود. در چنین حالتی، اسپرهای این کپک به‌سادگی وارد مواد غذایی و فضا شده، همه جا پخش می‌گردد و اگر متوقف نشود موجب بروز بوی بد و نامطبوع[2] در محل می‌گردد. البته حضور این کپک برای سلامت مصرف‌کننده خطرناک نیست اما نشانگر شرایط بد بهداشتی محل و لزوم تجدید نظر در برنامه‌ی شست‌وشو و نظافتِ آن است.

۱۰ــ۲ متابولیت‌های میکربی معرف

در پاره‌ای از موارد، به جای میکروارگانیسم‌های شاخص می‌توان از متابولیت‌های آن‌ها

۱ــ Geotrichum Candidum ۲ــ Fetid

استفاده نمود. برای نمونه وجود ترکیبات شیمیایی زیر در فرآورده‌های مربوط نشان‌دهنده‌ی آلودگی شدید میکربی‌ست و مصرف آن‌ها ممکن است سلامت مردم را به خطر بیندازد.

۱ــ کاداورین، در گوشت بسته‌بندی شده

۲ــ دی‌استیل، در آب‌میوه‌ی کنسانتره‌ی منجمد

۳ــ هیستامین، در کنسرو تن ماهی

۴ــ اسید لاکتیک، در سبزی کنسرو شده

۵ــ تری‌متیل آمین، در ماهی تازه‌ی فرآیند نشده

۶ــ TVN[1] و TVB[2]، در غذاهای دریایی

۱ــ Total Volatile Nitrogen ۲ــ Total Volatile Base

مواد ازته و سایر ترکیبات فرارند و در اثر رشد میکرب‌ها و تجزیه‌ی ترکیبات پروتئینی در مواد غذایی در حال فساد، حاصل می‌شوند.

خودآزمایی

۱ــ چه میکرب‌هایی را «شاخص» یا «شناساگر» می‌گویند؟
۲ــ میکرب‌های شناساگر چه ویژگی‌هایی دارند؟
۳ــ وجود تعداد زیاد باکتری در مواد غذایی نشانه‌ی چیست؟
۴ــ وجود باکتری کلستریدیوم پرفرنژان در یک محیط، چه هشداری را گوشزد می‌کند؟
۵ــ باکتری‌های دستگاه گوارش چگونه می‌توانند کنسروها را آلوده کنند؟
۶ــ مزایای شمارش گونه‌های آنتروباکتریاسه از روی کلنی‌ها را توضیح دهید.
۷ــ چرا می‌توان از وجود آنتروکوک‌ها به‌عنوان معرف شرایط بهداشتی کارخانه استفاده کرد؟
۸ــ استرپتوکوک سالیواریوس چگونه از دهان انسان در محیط منتشر می‌شود؟
۹ــ وجود گونه‌ی کلستریدیا در کنسرو معرف چیست؟

فصل سوم

سترون‌سازی در صنایع غذایی

هدف‌های رفتاری: در پایان این فصل، فراگیرنده باید بتواند :

۱ــ مفاهیم سَتَرْوَن‌سازی و سالم‌سازی را توضیح دهد ؛

۲ــ روش‌های سترون‌سازی برای موارد گوناگون را شرح دهد ؛

۳ــ مواد شیمیایی سترون‌کننده را نام ببرد ؛

۴ــ شیوه‌های ارزیابی عملکرد روش‌های سترون‌سازی را تشریح کند ؛

۵ــ اثرات متقابل روش‌های سترون‌سازی بر روی یکدیگر را توضیح دهد.

۳ــ سترون‌سازی در صنایع غذایی

سترون‌سازی (یا استریلیزاسیون) محیط کار، تجهیزات، فرآورده‌ها و اندام‌های کارکنان، اساس کار در صنایع غذایی است و ابعاد بسیار وسیعی دارد و موارد گوناگونی را در برمی‌گیرد. به همین دلیل، نمی‌توان روشی یکسان برای همه‌ی موارد استفاده نمود. سترون‌سازی در طول تاریخ و از زمان‌های بسیار قدیم و حتی پیش از شناخت رابطه‌ی میکرب‌ها با بیماری‌ها متداول بوده است و مردم، از روی تجربه، معتقد بودند که برخی از بیماری‌ها ممکن است از راه آب، هوا، ظروف و انسان‌های بیمار، سرایت نماید.

بنابراین، برای جلوگیری از اشاعه‌ی آن‌ها، روش‌های سنتی ویژه‌ای به‌کار می‌بردند. بدیهی است روش‌هایی که بشر اولیه برای جلوگیری از شیوع بیماری‌ها به‌کار می‌برد جنبه‌ی تجربی داشته است، اما اصول بسیاری از روش‌های سنتی هنوز هم در بسیاری از موارد کاربرد دارد، به‌طوری که فرآیندهایی مانند نمک‌زدن، دود دادن، خشک‌کردن، استفاده از الکل و روغن‌های معطر برای سالم‌سازی و نگهداری مواد غذایی، هنوز هم کم و بیش متداول است.

رومی‌ها و یونانی‌ها از دود گوگرد، چوب‌های معطر و دانه‌هایی مانند اسفند برای جلوگیری از

سرایت سرماخوردگی استفاده می‌کردند. ایرانی‌های قدیم آب آلوده را عامل شیوع بیماری‌های همه‌گیر می‌دانستند. هرودوت مورخ یونانی در این مورد می‌نویسد، شاه بزرگ ایران هنگام مسافرت و جنگ‌های مختلف همواره مقداری از آب رودخانه‌ی شوش را همراه می‌برد و برای این که بیمار نشود تنها از این آب استفاده می‌نمود، آن‌هم پس از جوشاندن و نگهداری در ظروف نقره‌ای.

گذشته از روش‌های تجربی که برخی از آن‌ها هنوز هم معمول است، روش‌های علمی کم کم جانشین بعضی از روش‌های سنتی گردید. برای نمونه، استفاده از گرما برای ضدعفونی و سترون‌سازی، از حدود ۱۸۵۰ آغاز گردید.

مطالعه‌ی آزاد

۱ــ۳ واژه‌شناسی

در سترون‌سازی، گاه از واژه‌های گوناگون استفاده می‌شود که در اصل برای بیان هدف ویژه‌ای به‌کار رفته‌اند، اما به مرور و در زبان‌های دیگر، یا جایگزین یکدیگر شده‌اند و یا برای بیان مفهوم دیگری استعمال شده‌اند. بنابراین پیش از ورود به اصل موضوع، لازم است مفاهیم واژه‌های پرکاربرد، مشخص گردد.

ــ **Contamination**: به معنی آلودگی و به‌عبارت دیگر، حضور عوامل مخاطره‌آمیز برای سلامت اعم از فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی است که حضور آن‌ها غیر قابل تحمل است.

ــ **Infection**: ورود و رشد و نمو و تکثیر عوامل بیماری‌زا به بدن انسان که گاه ممکن است موجب بیماری شود.

ــ **Sterilization** : عبارت است از جداکردن یا از بین‌بردن کلیه‌ی میکروارگانیسم‌ها به اشکال مختلف، رویشی، اسپر با منشأ گیاهی یا حیوانی به‌وسیله‌ی عوامل فیزیکی، شیمیایی یا هر دوی این عوامل، یا جلوگیری از رشد و نمو و تکثیر آن‌ها.

ــ **Disinfection**: به‌معنی نابود کردن عوامل بیماری‌زا یا غیرفعال کردن آن‌ها برای انسان است.

ــ **Disinfestation**: به‌معنی حشره‌زدایی، انگل‌زدایی و جلوگیری از هجوم عوامل مخاطره‌آمیز است.

ـــ **Sanitization:** به‌معنی بهداشتی‌کردن و بهسازی‌نمودن و یا به‌عبارت دیگر، اعمال روش‌های درست برای پایین‌آوردن احتمال آلودگی است. در این روش، میکروارگانیسم‌ها در عمل نابود می‌شوند اما امکان زنده‌ماندن تعداد اندکی از آن‌ها وجود دارد.

ـــ **Sanitizing Solution (agent):** مواد بهسازنده یا موادی که لزوماً سترون نمی‌کنند اما بار آلودگی را به مقدار زیادی کاهش می‌دهند.

ـــ **Cleaning:** پاک و تمیزکردن، با موادی که بتوانند محل اتصال میکرب‌ها یا باقی‌مانده‌های غذایی را سست کنند و موجب جداشدن آن‌ها از سطوح شوند.

ـــ **Antiseptic:** از یک واژه‌ی یونانی به‌معنی جلوگیری از فساد و گندیدگی گرفته شده است، اما امروزه آن‌را گاهی به جای واژه‌ی Disinfection به‌کار می‌برند. از این واژه گاهی برای بیان مفهوم پیش‌گیری از تکثیر میکرب‌ها هم استفاده می‌شود.

ـــ **Bactericide:** به‌معنی کشتن و نابودکردن باکتری‌هاست. در این روش، فرم‌های رویشی از بین می‌روند اما امکان زنده‌ماندن اسپرها وجود دارد، که ممکن است در شرایط مساعد جوانه زده، به شکل رویشی درآمده، تکثیر شوند.

ـــ **Bacteriostatic:** به معنی جلوگیری‌کننده از رشد و نمو و تکثیر باکتری‌هاست. عمل این دسته، برگشت‌پذیر است و با جداکردن آن‌ها در محیط، رشد و نمو باکتری‌ها دوباره آغاز می‌شود.

ـــ **Germicide:** به‌معنی کشتن کلیه‌ی اشکال رویشی میکروارگانیسم‌هاست و بیش‌تر با نام مواد شیمیایی همراه است.

به‌طورکلّی می‌توان گفت که پسوند Cide به‌معنی کشتن و پسوند Stat به‌معنی جلوگیری از رشد و نمو میکروارگانیسم‌هاست.

ـــ **زندگی و مرگ:** در مورد میکروارگانیسم‌ها مفهوم حیات و مرگ با سایر موجودات متفاوت است، زیرا بسیاری از میکروارگانیسم‌ها دارای اعمال حیاتی مشخصی نیستند، برای نمونه نداشتن حرکت به منزله‌ی نداشتن حیات نیست. بنابراین، به‌طورکلّی چنان‌چه میکربی تکثیر نماید زنده است و چنان‌چه قادر به تکثیر نباشد اما دارای سایر نشانه‌های حیات باشد مرده تلقی می‌شود.

۲ــ۳ روش‌های سترون‌سازی

در صنایع غذایی برای سترون‌سازی از روش‌های گوناگون استفاده می‌شود. مهم‌ترین این روش‌ها عبارت‌اند از روش‌های فیزیکی و روش‌های شیمیایی.

۱ــ ۲ــ۳ روش‌های فیزیکی سترون‌سازی

الف ــ سترون‌سازی به‌وسیله‌ی گرما: گرما، یکی از بهترین روش‌های سالم‌سازی و از بین‌بردن میکروارگانیسم‌هاست، زیرا تولید گرما آسان و عمل آن سریع است و کاربرد آن در بسیاری از موارد، غیر از اشیای چوبی و پلاستیکی، عملی است. به همین دلیل، در تمام روش‌های سترون‌سازی بهتر است ابتدا کار را با گرما آغاز نمود. اما مقاومت میکروارگانیسم‌های گوناگون در برابر دما متفاوت است. قارچ‌ها و بسیاری از ویروس‌ها در دمای حدود ۵۰°C تا ۷۰°C از بین می‌روند. گرچه تعدادی از گونه‌های آن‌ها مقاوم‌تر هستند و برای نمونه می‌توان بایسوکلامیس نیوآ[۱] و فولوا[۲] هم‌چنین آسپرژیلوس[۳] و پنی‌سیلیوم[۴] را نام برد که دمای حدود ۹۰°C تا ۹۵°C را تحمل می‌کند.

پاره‌ای از باکتری‌ها، مقاومت بیش‌تری دارند و اسپر آن‌ها دمای بالاتر از ۱۰۰ و بلکه حدود ۱۲۱°C را هم تا حدودی تحمل می‌نمایند. چگونگی تأثیر گرما در از بین‌بردن میکروارگانیسم‌ها عبارت است از هیدراتاسیون، انعقاد پروتئین‌ها و عقیم‌نمودن آنزیم‌ها. اما گاهی گرما موجب ذوب‌شدن غشای سلولی می‌شود و این امر، موجب بروز اختلال در کار تغذیه‌ی سلول می‌گردد. میزان دمای لازم برای عقیم‌شدن آنزیم‌های سلول باکتری‌ها، که اعمال حیاتی آن‌ها را به عهده دارند تا حدّ زیادی به محیطی بستگی دارد که در آن قرار گرفته‌اند.

اگر محیط خشک یا دارای مواد خنثی مانند گلیسرول و گلوکز باشد این عمل دیرتر اتفاق می‌افتد. برای نمونه، چنان‌چه در محیطی ۵۰٪ رطوبت باشد آلبومین در ۵۵°C منعقد می‌شود و چنان‌چه محیط خشک باشد این عمل در ۱۶۰°C اتفاق می‌افتد. این امر را می‌توان مربوط به مقاومت ساختمان پروتئین‌های سلول در دمای خشک دانست. مرگ میکرب‌ها در دمای خشک، بیش‌تر به علت اکسیداسیون است در حالی که مرگ و میر میکرب‌ها در دمای مرطوب، بیش‌تر، به انعقاد برخی از ترکیبات ساختمان سلولی آن‌ها مربوط است.

باکتری‌هایی که اسپرساز نیستند بیش‌تر ظرف مدت یک‌ساعت در دمای مرطوب حدود ۶۰°C از بین می‌روند و اگر دما به ۷۰°C برسد ظرف ۵ دقیقه و در دمای ۸۰°C طی مدت چند ثانیه، نابود می‌شوند.

۱ــ Byssochlamis Nivea
۲ــ Byssochlamis Fulva
۳ــ Aspergillus SPP
۴ــ Penicillium SPP

عوامل مؤثّر در مقاومت باکتری‌ها در برابر دما:

اول ــ میزان آلودگی: هرچه میزان آلودگی بیش‌تر باشد انرژی بیش‌تری برای از بین‌بردن باکتری‌ها نیاز است، و چنان‌چه آلودگی از یک گونه باشد انرژی کم‌تری لازم است.

دوم ــ سن: در مورد شکل رویشی باکتری‌ها، هرچه سن آن‌ها زیادتر باشد میزان مقاومتشان در برابر دما بیش‌تر است. اما این امر در مورد اسپرها صادق نیست و به ویژه در مورد اسپرکلستریدیوم بوتولینوم ثابت شده است که اسپرهای تازه تشکیل شده، مقاومت بیش‌تری دارند.

سوم ــ محیط زندگی: مقاومت دمایی باکتری‌ها بسته به نوع محیطی که در آن رشد کرده‌اند و یا محیطی که در آن دما داده می‌شوند متفاوت است، مواد مغذی مانند کلسیم، آهن، منگنز، فسفر، چربی‌ها، پروتئین‌ها و سایر مواد آلی موجود در محیط، بر میزان مقاومت میکرب‌ها در برابر دما مؤثّر است. اسپرها دارای حدود ۴٪ کلسیم هستند درحالی که اشکال رویشی باکتری‌ها تنها حدود ۰/۵٪ کلسیم دارند.

چربی‌ها نیز در مقاومت دمایی میکرب‌ها مؤثّرند و به تجربه ثابت شده است که افزودن اسیدهای چرب به محیطی که میکرب‌ها در آن دما داده می‌شوند موجب بالارفتن مقاومت دمایی باکتری‌ها می‌شود و این مقاومت، رابطه مستقیمی با طول زنجیر اسید چرب دارد. هم‌چنین قندها، شربت‌ها، نشاسته، آلبومین، ژلاتین، گلیسرول همگی موجب حفاظت اسپرها و باکتری‌ها در برابر دما می‌شوند.

چهارم ــ pH: pH محیط نقش مهمی در مقاومت دمایی میکرب‌ها دارد. بدیهی است محیط‌های اسیدی و قلیایی شدید هر دو در نابودکردن میکرب‌ها مؤثّرند و اسپرها در pH بین ۶ تا ۸، دارای حداکثر مقاومت دمایی هستند، در حالی که مخمرها و کپک‌ها محیط‌های اسیدی را بیش‌تر دوست دارند. (جدول ۱ــ۳)

جدول ۱ــ۳ــ زمان مرگ دمایی اسپرها در درجات گوناگون pH

pH	زمان	pH	زمان
۲/۱	۱۰	۵/۰۵	۹۰
۳/۲	۵	۵/۴	۱۲۰
۳/۲۴	۵۶	۷	۱۵۰
۴/۱	۶۰	۷/۴	۹۰

پنجم ــ دما: در مورد اسپرها، گذشته از عوامل یادشده، می‌توان عامل «زمانِ خفتگی» آن‌ها را نیز نام برد که در پاره‌ای از موارد ممکن است سال‌ها به طول انجامد. علت این موضوع به‌خوبی

شناخته شده نیست، لیکن برخی از دانشمندان معتقدند که با قرارگرفتن باکتری در معرض دمای بالا، ضایعاتی در سیستم تولیدمثل و جوانه‌زدن و خارج‌شدن از حالت خفته به‌وجود می‌آید، که زمان زیادی برای ترمیم آن‌ها لازم است و جوانه‌زدن کامل اسپر هم گاه ۲ تا ۳ هفته به طول می‌انجامد.

در مورد ایجاد فساد در مواد غذایی هم لااقل ۱۰ روز وقت لازم است تا اسپرهایی که مدت‌ها به حالت خفته بوده‌اند از این حالت خارج شوند و فعالیت نمایند. گفتنی است که برای خارج‌شدن اسپر از حالت خفته، نوعی شوک گرمایی نیز لازم است، که اگر تأمین نشود، خروج اسپر از حالت خفته در عمل امکان‌پذیر نیست.

برای موفقیت در سترون‌سازی به‌وسیله‌ی دما، توجه به نکات زیر ضروری است.

ــ کنترل عامل‌های دما و زمان برای نابودکردن حتمی باکتری‌ها ضروری است.

ــ سالم‌سازی با پاشیدن آب داغ یا جاری‌ساختن آب داغ در لوله‌ها ممکن است با نوعی خطا همراه باشد، زیرا در چنین شرایطی کنترل دما و ثابت نگه‌داشتن آن مشکل است.

ــ سالم‌سازی به‌وسیله‌ی بخار در بیش‌تر موارد گران‌تر از روش‌های شیمیایی است، اما ازنظر سلامت کارکنان و مصرف‌کنندگان مواد غذایی بی‌خطر است.

ب ــ سترون‌سازی به‌وسیله‌ی بخار: در هوای آزاد و زمانی که فشار بخار آب در ظرفی که دارای آب در حال دما دادن است برابر فشار هوای اطراف آن شود، آب به‌جوش می‌آید و تا زمانی که به‌طور کامل تبخیر نشود دمای آن از $100^{\circ}C$ تجاوز نمی‌کند. حال، چنان‌چه فشار بخار آب را بالا ببریم دما هم بالا می‌رود و بدیهی است هر چه فشار بخار بالاتر رود دما هم افزایش می‌یابد. این امر اساس کار سترون‌سازی به‌وسیله‌ی بخار در دمای بالاست.

برای بالابردن فشار بخار آب در میکروبیولوژی عملی، از دستگاهی به نام اتوکلاو[1] استفاده می‌شود و ابزاری با همان شیوه‌ی کار اما به مقیاس بزرگ‌تر در صنعت مورد استفاده قرار می‌گیرد که ری‌تُرت[2] نام دارد و از ظرف استوانه‌ای‌شکل با مقاومت زیاد در برابر فشار ساخته شده و مجهز به شیرهای تغذیه و تخلیه‌ی بخار و آب و هم‌چنین، دماسنج و فشارسنج است.

به هنگام کار با این دستگاه، لازم است هوای داخل آن به خوبی خارج شود، زیرا ممکن است هوا در لابه‌لای مواد و لوازمی که باید سترون شوند باقی بماند و از نفوذ بخار آب و انتقال دمای آن و رسیدن دما به حد لازم برای سترون‌شدن جلوگیری نماید. در مواردی که هوای دستگاه به‌خوبی خارج نشود، هوای باقی‌مانده در دستگاه، در پائین آن قرار می‌گیرد و موجب می‌شود که دمای این قسمت کم‌تر از بقیه‌ی قسمت‌ها باشد (جدول ۲ــ۳).

۱ــ Autoclave ۲ــ Retort

زمان لازم برای سترون‌نمودن با بخار، به عوامل گوناگون مانند اندازه و حجم دستگاه، نوع مواد سترون‌شونده و اختلاف دمای مواد با دمای سترون‌سازی بستگی دارد. برای آن که تمام قسمت‌های مواد سترون شونده به دمای مورد نظر برسد (بیش‌تر از ۱۲۱°C) به زمانی حدود ۲/۴ دقیقه برای سترون‌سازی نیاز است که این مدت زمان، باید به زمان لازم برای رسیدن تمام قسمت‌های مواد و وسایل به دمای مورد نظر برای سترون‌سازی‌ها[1] (۱۲۱°C) اضافه شود.

در این زمان، ممکن است تعداد اسپر به صفر مطلق نرسیده باشد و تعداد ناچیزی باقی‌مانده باشند که وجود آن‌ها خطری برای سلامت کاربرد مواد و لوازم ندارد، زیرا اسپرهایی که مدتی در دمای بالا قرار گرفته‌اند، برخی از توانایی‌های خود را از دست داده و تضعیف شده‌اند. بنابراین رشد و نمو و تکثیرشدن آن‌ها به مراتب مشکل‌تر است. از طرفی، همان‌طورکه گفته شد، برای‌خارج‌شدن اسپر ازحالت خفته،نوعی شوک دمایی‌نیاز است که کم‌تر ممکن است پیش‌آید.

جدول ۲ــ۳ــ تغییر دمای بخار آب در حضور مقادیر مختلف هوا

فشار بخار PSI	دمای بخار خالص °C	دمای بخار مخلوط با ۵۰٪ هوا	دمای بخار بدون تخلیه‌ی هوا
۵	۱۰۹	۹۴	۷۲
۱۰	۱۱۵	۱۰۵	۹۰
۱۵	۱۲۱	۱۱۲	۱۰۰

معرف‌های سترون‌سازی و کنترل آن: نظر به اهمیّت زیادی که سترون‌سازی در صنایع غذایی دارد، لازم است از انجام آن اطمینان حاصل شود. برای این منظور اتوکلاوها و ری‌تُرت‌ها مجهز به فشارسنج و دماسنج می‌شوند، تا صحت کار آن‌ها تعیین گردد. در عمل چنان‌چه اعداد این دو با همدیگر مطابقت نداشته باشد باید هرچه سریع‌تر نسبت به تنظیم کار آن‌ها اقدام شود.

امروزه، علاوه‌بر دماسنج و فشارسنج، در ری‌ترت‌ها نوعی کنترل شیمیایی انجام می‌گیرد. برای این منظور، از مواد شیمیایی که در دمای حدود ۱۲۰°C تغییر حالت می‌دهند استفاده می‌شود. برای نمونه می‌توان از انیدریدسوکسینیک[2] با نقطه‌ی ذوب ۱۲۰°C و گوگرد با نقطه‌ی ذوب ۱۱۰°C و استانیلید[3] با نقطه‌ی ذوب ۱۱۶°C استفاده نمود. با قرار دادن یک ظرف حاوی مقدار کمی از این مواد در دستگاه و بین موادی که باید سترون شوند و مشاهده‌ی آن‌ها پس از تمام‌شدن فرآیند سترون‌سازی می‌توان به صحت عمل پی برد. چنان‌چه مواد یاد شده تغییر حالت داده باشند معلوم می‌شود دمای

۱ــ Come up time ۲ــ Succinic anhydride ۳ــ Acetanilide

دستگاه به حدود ذکر شده رسیده است.

هم‌چنین برای این منظور می‌توان از کپسول‌های حاوی مواد رنگی مایع که در اثر رسیدن به دمای معین، تغییر رنگ می‌دهند استفاده نمود. نمونه‌ی این کپسول‌ها[1] در نوع نمره‌ی یک برای دمای ۱۱۵°C به مدت ۱۵ دقیقه، نمره‌ی دو برای دمای ۱۲۱°C به‌مدت ۱۵ دقیقه و نمره‌ی سه برای دمای ۱۶۰°C به‌مدت یک ساعت در بازار موجود است.

از آمپول‌های حاوی گونه‌ای باسیل مقاوم نسبت به دما و محیط کشت هم استفاده می‌شود. این آمپول‌ها را همراه مواد سترون‌شونده، در ری‌ترت یا اتوکلاو قرار می‌دهند و پس از انجام کار، آن‌ها را گرمخانه‌گذاری می‌نمایند. در صورت رشد باکتری در کپسول معلوم می‌شود که سترون‌سازی به‌خوبی انجام نگرفته است. وسیله‌ی دیگری که برای این کار، کاربرد دارد نوار یا چسب استریل است. روی این نوارها، خطوط موازی دارای نوعی ماده‌ی شیمیایی وجود دارد که اگر دمای عمل به ۱۲۱°C برسد به رنگ تیره درمی‌آید.

هنگام سترون‌سازی، توجه به موارد زیر هم ضروری است :

ــ دستگاه‌ها، لوازم و مواد مورد نظر برای سترون‌سازی باید کاملاً تمیز باشند.

ــ وسایل سنجش دما و زمان و فشار باید به طور مرتب کنترل شوند.

ــ وسایل و مواد باید به‌گونه‌ای در ری‌ترت قرار گیرند که بخار و دما به تمام قسمت‌ها برسد.

ــ لازم است از خروجِ کاملِ هوای دستگاه اطمینان حاصل شود.

ــ دمای بخار نباید از حدّ معمول کم‌تر باشد زیرا در این صورت، بخار خنک‌شده و دما کاهش می‌یابد.

ــ در هر حال باید توجه داشت که ممکن است نوعی باکتری مقاوم‌تر، در محیط وجود داشته باشد و حتی در شرایط انجام صحیح عمل زنده بماند.

پ ــ سترون‌سازی با دمای خشک: سترون‌سازی با دمای خشک به‌روش‌های مختلف انجام می‌گیرد، از جمله شعله‌ی مستقیم از منابع گوناگون و با دمای بسیار بالا، استفاده از هوای داغ و گرمخانه. کاربردِ این روش محدود است و بیش‌تر برای سالم‌سازی روغن‌ها، وسایل شیشه‌ای و فلزی استفاده می‌شود و برای مواد غذایی، وسایل پلاستیکی، چوبی، کاغذی و پارچه‌ای مناسب نیست. زیرا در دمای بالا و خشک، تغییرات نامطلوبی در ساختمان آن‌ها ایجاد می‌شود. از طرفی، زمان و دما در این روش بسیار بالاتر است و برای کسب موفقیت در انجام عمل، به دمای حدود ۱۶۰°C به بالا و بیش‌تر از یک ساعت زمان نیاز است.

۱ــ Brown's tube

ت ــ تیندالیزاسیون[1]: نوعی فرآیند حرارتی برای سالم‌سازی و سترون‌کردن است که در دو مرحله یا بیش‌تر انجام می‌گیرد. به این ترتیب که ابتدا، مواد سترون‌شونده را تا حدود پاستوریزاسیون دما داده، سرد می‌کنند. در این مرحله شکل رویشی میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا نابود می‌شوند و ممکن است تعدادی از باکتری‌ها هم به شکل اسپر درآیند. سپس دوباره محیط را دما می‌دهند، در این مرحله، اسپرهای احتمالی موجود به صورت رویشی درآمده، از بین می‌روند و به این ترتیب، سالم‌سازی در حد سترون‌نمودن با دمای خیلی پایین انجام می‌گیرد.

ث ــ سترون‌سازی با فشار هیدرواستاتیک[2]: در این روش، مواد و وسایل سترون‌شونده، در داخل نوعی بسته و یا به‌طور مستقیم در آب قرار داده می‌شود و مجموعه، تحت فشار بالا قرار می‌گیرد. به نحوی که هم‌زمان امکان انتقال فشار به همه‌ی قسمت‌های آن‌ها وجود داشته باشد. فشار هیدرواستاتیک در حد بالاتر از PSI ۴۰۰۰ شکل رویشی باکتری را از بین می‌برد. چنان‌چه لازم باشد فرم اسپرها هم از بین برود به فشار بیش‌تر و حدود PSI۱۲۰۰۰ نیاز است. از این روش زمانی استفاده می‌شود که مواد و وسایل در برابر دما حساس باشند و نوعی تغییر سوء در آن‌ها اتفاق افتد.

ج ــ سترون‌سازی با استفاده از صافی[3] **مناسب**: از این روش، برای سالم‌سازی مواد مایع و هوا استفاده می‌شود. فیلترها (صافی) دارای قطر منافذ گوناگون هستند و بنابراین، برای حذف هرگونه از میکرب‌ها باید از صافی مناسب آن استفاده نمود. به این ترتیب، میکرب‌ها از محیط جدا می‌شوند و بدون استفاده از دمای بالا و فشار هیدرواستاتیک که هر دو مخرب هستند سالم‌سازی انجام می‌گیرد.

۲ــ۲ــ۳ــ روش‌های شیمیایی سترون‌سازی: از زمان‌های بسیار دور، استفاده از مواد شیمیایی برای سترون‌نمودن مواد گوناگون رایج بوده و برای این منظور، از ترکیبات شیمیایی مختلفی استفاده می‌شده است که مهم‌ترین آن‌ها عبارت بوده‌اند از دود گوگرد، نمک، فلزات سنگین، الکل‌ها، فنل‌ها، کلر و ترکیبات هالوژنه، آلدیدها، مشتقات آمونیوم چهارظرفیتی، فومیگان‌ها، آنتی‌بیوتیک‌ها و مانند این‌ها.

برای این‌که بتوان از یک ماده‌ی شیمیایی به‌عنوان ماده‌ی ضدعفونی‌کننده استفاده کرد لازم است دارای ویژگی‌های زیر باشد :

ــ دسترسی آسان به آن‌ها

ــ فعالیت ضد میکربی علیه گروه وسیعی از میکروارگانیسم‌های گرم مثبت و منفی، مخمرها و کپک‌ها و با غلظت کم

۱ــ Tyndalization ۲ــ Hydrostatic Pressure ۳ــ Filtration

ــ سرعت عمل بالا
ــ قابلیت انحلال در آب یا حلال مناسب دیگر و دارا بودن قابلیت نفوذ سریع و زیاد
ــ پایداری نسبی طی زمان نگهداری پس از تولید و پیش از مصرف و هم‌چنین، پایداری در حضور سایر ترکیبات شیمیایی و در دمای محیط
ــ غیرسمی‌بودن برای انسان و حیوانات اهلی و نداشتن اثر حساسیت‌زا
ــ نداشتن اثر خورندگی بر روی سطوح دستگاه‌ها
ــ داشتن قدرت پاک‌کنندگی همزمان با اثر کشندگی بر روی میکرب‌ها
ــ دارا بودن اثر کاهش فشار سطحی و مرطوب‌کنندگی
ــ عدم ایجاد رنگ بر روی سطوح مورد
ــ سهولت مصرف
ــ قابل اندازه‌گیری با روش‌های ساده
ــ مقرون‌به‌صرفه ازنظر اقتصادی
ــ فاقد هر گونه اثر سوء بر روی اندام‌های کارکنان

با توجه به مسائل یادشده، در سال‌های اخیر، برخی از مواد شیمیایی سترون‌کننده به میزان بیش‌تری مورداستفاده قرار گرفته‌اند که مهم‌ترین آن‌ها عبارت‌اند از :

الف ــ هالوژن‌ها: هالوژن‌ها و ترکیبات آن‌ها، شامل کلر، برم، ید، فلوئور و ترکیبات آن‌ها، به‌ویژه ترکیبات کلروید، از گذشته‌های دور برای سترون‌سازی موارد گوناگون کاربرد داشته‌اند، که در زیر به پاره‌ای از مهم‌ترین آن‌ها اشاره خواهد شد.

ب ــ ید و ترکیبات آن: ید و ترکیبات آن، یکی از قدیم‌ترین عوامل میکرب‌کش شناخته شده از سوی بشر است. ید به‌صورت خالص، به مقدار کمی درآب محلول است، اما حلالیت آن در الکل خوب است. از بین ترکیبات ید، یدوفور[1] که نوعی هیپوکلریت و مخلوطی از ید و مواد سورف‌اکتان[2] به‌صورت کمپلکس ید دوظرفیتی و حلال است ؛ مهم‌تر و متداول‌تر است ؛ در ساختمان شیمیایی یدوفور قسمتی از ید به کمپلکس وصل شده و اثر میکرب‌کشی ندارد، اما قسمت دیگر آن فعال است و قدرت میکرب‌کشی دارد. اضافه کردن مواد سورف اکتان به یدوفور و سایر مواد سترون‌کننده، موجب تقویت اثر آن‌ها می‌شود. پایداری آن‌ها در برابر دما کم است، هم‌چنین در برابر نور ناپایدار هستند. صابون‌های حاوی یدوفور، دارای نوعی ماده‌ی مرطوب‌کننده هستند.

یدوفور در برابر میکرب‌های گرم مثبت و گرم منفی به‌خوبی مؤثّر است، اما بر روی اسپرها اثر

۱ــ Iodophor ۲ــ Surfactant

چندانی ندارد. یدوفور دارای بوی اندکی است اما موجب تغییر رنگ پوست نمی‌شود و به‌علاوه، تا مدّتی اثر خود را بر روی پوست حفظ می‌کند. درحدّ وسیعی از تغییرات pH و به‌ویژه در pH پایین، مؤثّر است و بنابراین برای سترون نمودن پوست مناسب است. این ماده در بازار با نام بتادین عرضه شده است.

پ ــ *کلر و ترکیبات آن:* ترکیبات کلر در صنعت کاربردهای گوناگون دارد، بیش‌ترین کاربرد آن در صنایع غذایی برای سالم‌سازی آب است. از این ماده برای بی‌رنگ کردن موادی مانند آرد هم استفاده می‌شود.

زمانی که برای سالم‌سازی و سترون‌سازی آب، کلر به آن اضافه می‌شود مقداری از آن جذب ناخالصی‌های آب مانند آهن، منگنز، نیترات‌ها، سولفیت‌ها و به‌ویژه مواد آلی ازته می‌شود. بدیهی است کلر جذب شده به ناخالصی‌های آب اثر میکرب‌کشی چندانی ندارد.

مقدار کلر باقی‌مانده در آب پس از عمل کلرینه کردن را «کلر باقی‌مانده‌ی آزاد»[1] می‌نامند که می‌توان مقدار آن را با تیتراسیون با نشاسته و ید و یا به‌وسیله‌ی کیت‌های ویژه و یا آزمون ارتوتولیدین[2] تعیین نمود.

ــ عوامل مؤثّر در میکرب‌کشی کلر

ــ نوع و میزان ناخالصی‌های موجود در آب، مانند ذرات معلق، مواد آلی، ترکیبات گوگردی، مواد معدنی، میکروارگانیسم‌ها که جذب کلر متفاوتی دارند.

ــ نوع و میزان کلر و ترکیبات کلر مورد استفاده

ــ pH محیط کلر و عوامل مؤثّر در آن شامل مقدار HOCl و یون هیپوکلریت میکرب‌کشی کلر را تحت تأثیر قرار می‌دهند و اثر میکرب‌کشی کلر در pH اسیدی بالاتر است. برای نمونه در شرایط یکسان از نظر نوع ترکیب کلر و غلظت برای نابود کردن میکرب‌ها در pH های ۶ ،۷، ۸، ۹، ۹/۳۵ و ۱۰ به ترتیب زمان‌های ۲/۵، ۳/۶، ۵ ، ۱۹/۵، ۳۵/۵ و ۱۲۱ دقیقه لازم است.

ــ دمای عمل نیز در حلّال شدن کلر و ترکیبات آن تأثیر دارد.

ــ زمان تماس کلر با میکروارگانیسم‌های موجود

مطالعه‌ی آزاد

نحوه‌ی میکرب‌کشی کلر

برای بیان چگونگی اثر کلر در نابود کردن میکرب‌ها تئوری‌های گوناگون بیان

۱ــ Total residual chlorine ۲ــ Orthotolidin

شده است، از جمله ؛

- گاز کلر با آب ترکیب شده، موجب ایجاد OCl^- و اسید هیپوکلرو می‌شود و در ضمن اکسیژن فعال، به صورت اتمی آزاد می‌گردد که با ترکیبات غیراشباع پروتوپلاسم سلول‌ها ترکیب و موجب اکسیداسیون و مرگ آن‌ها می‌شود.
- در اثر کلرینه کردن آب، پروتوپلاسم سلول‌ها هم کلرینه می‌شود و پاره‌ای از واکنش‌های حیاتی سلول مختل می‌شود.
- پروتئین‌های سلول از جمله پروتئین‌های غشای سلولی دراثر کلرینه کردن منعقد می‌شود و قابلیت نفوذ غشای سلولی و تغذیه سلول مختل می‌گردد.
- در اثر کلرینه کردن، اسید هیپوکلرووفرم تجزیه و یون آن موجب ایجاد OCl^- می‌شود که هر دو برای سلول‌ها سمی بوده و موجب مرگ میکرب‌ها می‌شوند.

ت ــ الکل‌ها: الکل اتیلیک در غلظت حدود ۵۰ تا ۷۰٪ فرم‌های رویشی باکتری‌ها را از بین می‌برد، اما بر روی اسپرها بی‌اثر است. از این ماده برای سترون‌سازی پوست و سطح دستگاه‌ها و تجهیزات می‌توان استفاده نمود. سایر الکل‌ها برای این منظور چندان مناسب نیستند. برای نمونه الکل متیلیک یا متانول، قدرت میکرب‌کشی کمی دارد و به‌علاوه، سمی است. پروپانول، بوتانول و آمیل‌الکل گرچه اثر میکرب‌کشی دارند اما به‌خوبی در آب محلول نیستند و به نحو احسن نمی‌توان از آن‌ها برای سترون‌سازی استفاده نمود.

ث ــ آلدییدفرمیک: این ماده را می‌توان به صورت محلول آبی ۳۷ تا ۴۰٪ و به‌نام فرمالین[1] مورد استفاده قرار داد. فرمالین اثر میکرب‌کشی شدیدی دارد.

از بخار آلدیید فرمیک می‌توان برای سالم‌سازی فضا و سالن تولید و انبارهای بسته، استفاده نمود. مشروط بر این که، موادّغذایی در محل نباشد. هم‌چنین از آنجا که بخار آن موجب تحریک پوست و مخاط تنفس و چشم می‌شود، در کاربرد آن باید احتیاط کرد.

ح ــ سترون‌سازی هوا با فورمالکس: این ماده که از آلدییدفرمیک تهیه می‌شود، به صورت پودر همراه با مایع لازم برای انجام واکنش به بازار عرضه می‌شود و لازم است آن را با دستورالعمل سازنده یا یک قسمت پودر با دو قسمت مایع مخلوط کرد و در محلی که از پیش، منافذ آن مسدود شده قرار داد، تا دود حاصل از آن در همه‌جا پیچیده و میکرب‌ها را نابود کند. گازحاصل و باقی‌مانده آن سمی است و باید از استنشاق هوای آلوده به آن خودداری شود. پس از اتمام کار سطوح با آب تمیز

۱ــ Formalin

جدول ۳ــ۳ــ غلظت‌های پیش‌نهادی برای کاربردهای گوناگون مواد ضدعفونی‌کننده

کاربرد	کلر آزاد	ید آزاد	کواتز
آب شست‌وشو	۲ــ۱۰	ــ	ــ
غوطه‌ور کردن دست	ــ	۸ــ۱۲	۱۵۰
تمیز کردن سطوح صاف	۵۰ــ۱۰۰	۱۰ــ۳۵	ــ
دست‌شویی‌ها			
دستگاه‌ها و تجهیزات	۳۰۰	۱۲ــ۲۰	۲۰۰
سطوح زبر (میز ــ دیوار)	۱۰۰۰ــ۵۰۰۰	۱۲۵ــ۲۰۰	۵۰۰ــ۸۰۰

شده و آماده بهره‌برداری می‌گردد.

ج ــ پرسیدین[1]: پرسیدین یا پراکسی استیک اسید، از ترکیب سرکه با آب اکسیژنه به دست می‌آید. ماده‌ای است بی‌رنگ، در غلظت‌های بالا دارای بوی تند سرکه است و pH آن ۱ تا ۱/۵ و در دقّت‌های مورد مصرف ۵ تا ۵/۵ است. این ماده در دمای پایین و تا حدود $60^{\circ}C$ مؤثر است. اثر آن در pH تا حدود ۸ و حضور مواد آلی و قلیایی کم نمی‌شود، باقی‌مانده‌ی سمی ندارد و در عمل تبدیل به اکسیژن، گاز کربنیک و آب می‌شود. محلول‌های رقیق تهیه شده برای مصرف در حضور هوا تا حدود چهار ساعت کم و بیش فعّال باقی می‌ماند. با وجود این توصیه می‌شود همواره به صورت تازه تهیه و مصرف شود. این ماده بر روی قلع، سرب، برنج و مس اثر خورندگی دارد.

پرسیدین در غلظت‌های ۱٪، ۵٪ و ۱۵٪ به بازار عرضه می‌شود. هنگام مصرف لازم است آن را با آب خالص به نسبت‌های لازم، بسته به مورد آلودگی و سترونی مورد نیاز، رقیق کرد و به کار برد. برای نمونه پرسیدین ۱۵٪ را باید در نوبت اول به نسبت $\frac{1}{400}$ و در نوبت‌های بعد به نسبت $\frac{1}{1000}$ رقیق کرد. زمان تماس لازم ۳ــ۵ دقیقه است. پرسیدین را باید دور از نور و دما نگهداری کرد و هنگام مصرف نکات ایمنی از جمله استفاده از دستکش، ماسک و پی‌ست را رعایت نمود.

$$CH_3COOH + H_2O_2 \leftrightarrow CH_3COOOH + H_2O$$

$$CH_3COOOH \longrightarrow CH_3COOH + \frac{1}{2}O^2$$

$$CH_3COOH + 2O^2 \longrightarrow 2CO^2 + 2H_2O$$

۱ــ Percidine

چ ــ *ترکیبات آمونیوم چهارتایی*[1]: این مواد جزء سترون‌کننده‌های کاتیونی هستند و مهم‌ترین ترکیب آن‌ها بنز الکونیوم کلراید است. در برابر میکرب‌های گرم مثبت و منفی مؤثر است، تا مدتی اثر آن روی پوست حفظ می‌شود. به صورت پودر و خمیری شکل، در بازار عرضه می‌شود و از آن می‌توان برای سترون‌سازی پوست، سطوح فلزی و غیرفلزی و تجهیزات استفاده نمود. ماده‌ای است بی‌رنگ و بدون ایجاد حساسیت. pH مناسب برای فعالیت آن ۶ است، اثر خورندگی بر روی سطوح ندارد، اثر آن به‌وسیله‌ی مواد آلی، صابون، دترژان‌های آنیونی با غلظت بالا و حدود ۲۰۰ پی‌پی‌ام و عوامل سختی آب و یون‌های کلسیم، آهن، منیزیوم کم می‌شود. در تجارت به نام‌های Hytox Sheild به بازار عرضه می‌شود. این ماده برروی اسپرها و ویروس‌ها اثر چندانی ندارد.

خ ــ *فنل و ترکیبات آن:* فنل‌ها از گروه سترون‌کننده‌های آنیونی هستند. اثرشان در pH قلیایی و حضور مواد آلی کاهش می‌یابد. از این مواد برای سترون‌سازی پوست، سطوح دستگاه‌ها و ابزارها هم‌چنین سطوح دیوار و کف و سقف استفاده می‌شود.

در تجارت با نام ساولون و دتول و ایزول به بازار عرضه می‌شوند.

ــ *نحوه‌ی اثر موادّ ضدعفونی کننده‌ی شیمیایی،* بسته به نوع ماده سترون‌کننده متفاوت است. هیپوکلریت‌ها، کلرآمین‌ها و سایر هالوژن‌ها بر روی پروتئین‌های سلول اثر می‌کنند. به این دلیل، این دسته از مواد سترون‌کننده نسبت به مواد آلی خیلی حساس‌اند و حضور مقدار کم مواد آلی در محیط، اثر آن‌ها را تضعیف می‌کند.

ارزیابی قدرت میکرب‌کشی مواد شیمیایی سترون‌کننده

در کارخانه‌ها و مراکز مربوط به موادغذایی که از موادشیمیایی سترون‌کننده برای سالم سازی موادّ اولیه، دستگاه‌ها، تجهیزات، اندام‌های کارکنان و محیط کار استفاده می‌کنند، حصول اطمینان از کارآیی این مواد در محیط عمل و شرایط گوناگون، یکی از رموز موفقیت در امر کنترل بهداشت موادغذایی است. موارد زیر لزوم ارزیابی را توجیه می‌نماید.

- تغییرات شیمیایی مواد سترون‌کننده، به‌ویژه هنگام تولید و طی زمان‌های نگهداری بعدی
- تغییرات در شرایط کاربری
- نوع حلاّل و رقّت آن
- مقاومت احتمالی میکرب‌ها در برابر مواد شیمیایی سترون‌کننده
- کاهش اثر میکرب‌کشی مواد شیمیایی سترون‌کننده در برابر موادآلی و معدنی
- احتمال موتاسیون[2] و جهش در میکرب‌ها در اثر عوامل مختلف

۱ــ Quarternary ammonium compounds (QATS) ۲ــ Mutation

خودآزمایی

۱ــ سترون‌سازی را تعریف کنید.

۲ــ چرا گرما یکی از بهترین روش‌ها برای از بین بردن میکروارگانیسم محسوب می‌شود؟

۳ــ گرما از چه راه‌هایی می‌تواند میکروارگانیسم‌ها را از بین ببرد؟

۴ــ عوامل مؤثّر در مقاومت باکتری‌ها در برابر دما را نام ببرید.

۵ــ برای موفقیت در سترون‌سازی به وسیله‌ی دما، رعایت چه نکاتی ضروری است؟

۶ــ چرا موقع کار با دستگاه ری‌ترت، باید هوای داخل آن را به‌خوبی خارج نمود؟

۷ــ تیندالیزاسیون چه روشی است و چگونه انجام می‌گیرد؟

۸ــ مواد شیمیایی که به عنوان ضدعفونی‌کننده مصرف می‌شوند، چه ویژگی‌هایی باید داشته باشند؟

۹ــ مهم‌ترین و متداول‌ترین ترکیب ید برای میکرب‌کشی چه نام دارد؟ ترکیبات و مزایای آن را نام ببرید.

۱۰ــ از عوامل مؤثر در میکرب‌کشی کلر چهار مورد را توضیح دهید.

۱۱ــ چگونه می‌توان فرمالین تهیه نمود؟

۱۲ــ مواردی را که موجب توجیه ارزیابی قدرت میکرب‌کشی مواد شیمیایی می‌شوند، توضیح دهید.