



### بهداشت در صنایع غذایی

هدفهای رفتاری: در پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود که بتواند:

- ۱- راههای آلودگی مواد غذایی را توضیح دهد.
- ۲- میکروارگانیسمهای معرف آلودگی را بیان نماید.
- ۳- شرایط رشد و نمو میکروارگانیسم را شرح دهد.
- ۴- چگونگی ضد عفونی و استریلیزاسیون را توضیح دهد.

### ۵- بهداشت در صنایع غذایی

#### پیشگفتار

بهداشت مواد غذایی دارای ابعاد بسیار گسترده‌ای است، که یکی از آنها در ارتباط با صنایع غذایی و موضوع این مجموعه است، زیرا با گرایش مردم به شهرنشینی و پیدایش شهرهای بزرگ امکان تدارک و توزیع مواد غذایی با روشهای سنتی وجود ندارد و از یک طرف با طولانی شدن فاصله بین تولیدکننده و مصرف‌کننده امکان آلودگی، فساد و ضایعات مواد غذایی زیاد است و از طرف دیگر در جوامع شهری مردم ترجیح می‌دهند مواد غذایی و غذاهای مورد نیاز خود را به صورت آماده و نیمه‌آماده از طریق صنعت تهیه نمایند و این امر تنها از طریق سیستمهای پیشرفته صنایع غذایی ممکن می‌گردد.

اما صنعتی شدن روشهای تولید و توزیع مواد غذایی تغییرات زیادی در وضع تغذیه و بهداشت عمومی به وجود می‌آورد و به‌ویژه چنانچه کار در شرایط درست انجام نگردد سلامت انبوهی از مردم به خطر می‌افتد، محصول یک روز کارخانه‌های بزرگ صنایع غذایی ممکن است چندین میلیون بسته باشد که هر یک به مصرف یک خانواده برسد و همزمان تعداد زیادی از مردم یک شهر، یک منطقه یا

مناطق گوناگون دچار مسمومیت یا عفونت غذایی شوند. در تاریخچه صنایع غذایی کشورهای پیشرفته صنعتی گزارشهای زیادی از این گونه عوارض وجود دارد که حاکی از مرگ و میر و مسمومیت هزاران فرد، ورشکستگی و انهدام کمپانیهای زیادی است.

از طرف دیگر صنعتی شدن روشهای تبدیل و تولید مواد غذایی مخاطراتی را برای محیط زیست دربردارد، فاضلاب و زباله این واحدها که دارای مقادیر زیادی مواد آلی است که تغییرات نامطلوبی در محیط ایجاد می کند و توازن گونه های گیاهی و حیوانی را برهم می زند.

## الف - راههای آلودگی مواد غذایی

مواد غذایی در چرخه تولید، تبدیل، توزیع و مصرف ممکن است از راههای گوناگون آلوده شوند که از مهمترین آنها می توان، انسان، حیوان و محیط زیست شامل آب، خاک و هوا را نام برد.

۱- انسان: بدیهی است انسان در حالت بیماری و نقاهت، حامل میکروبهای بیماریزا می باشد که در صورت تماس با مواد غذایی موجب آلودگی آنها می شود، اما باید در نظر داشت که بسیاری از افراد حتی در حالت سلامتی کامل ممکن است ناقل میکروبهای بیماریزا باشند. ناقل بیمار به کسی گفته می شود که میکروب بیماریزا در بدنش وجود دارد اما علائم بیماری در او آشکار نیست.

منبع اصلی میکروب در بدن افراد ناقل ممکن است در یکی از نقاط زیر باشد:

۱-۱- پوست: پوست اندامی است که هرگز نمی تواند بدون میکروب باشد حتی روی دستهای بسیار تمیز هم همواره تعدادی میکروب وجود دارد اما زمانی که پوست تمیز نباشد تعداد میکروبهای آن بسیار زیاد و متنوع است، باکتریها، قارچها، کپکها، مخمرها، انگلها همه و همه ممکن است روی پوست زندگی کنند. از طرفی انسان دست را برای مقاصد مختلفی به کار می برد و از این راه آلودگی اندامهای مختلف بدن، آلودگیهای دست سایرین، آلودگیهای دستگاهها، ابزارها، محیط و مانند اینها به راحتی به دست و به ویژه به دستهای مرطوب و دستهایی که عرق می کند، منتقل می شوند و چنانچه دست آلوده، با مواد غذایی تماس پیدا کند موجب انتقال این میکروبه به مواد غذایی می شود.

گذشته از میکروبهایی که روی دست وجود دارند و منشأ خارجی دارند، دست انسان دارای یک فلور میکروبی ویژه می باشد که در افراد مختلف تاحدی متفاوت است، ولی به طور کلی فلور میکروبی پوست دست را گونه های استافیلوکوک و استرپتوکوک تشکیل می دهند.

۱-۲- دهان، بینی، حلق، چشم و گوش: در این اندامها به علت رطوبت بیشتر و دمای بالاتر و باقیمانده های مواد غذایی امکان رشد و نمو میکروبهها بیشتر است. میکروبهای دهان، حلق و بینی از

طریق صحبت کردن، سرفه، عطسه و هوای تنفسی وارد هوا و از آنجا وارد مواد غذایی می‌شود. در افرادی که مبتلا به عفونتهای تنفسی هستند آلودگی شدیدتر است.

۳-۱- دستگاه گوارش: فلور میکروبی روده در افراد سالم متفاوت است و این تفاوت بیشتر مربوط به عوامل داخلی است، معده و قسمتهای اول روده در حالت طبیعی بدون میکروب است زیرا محیط این قسمتها برای رشد میکروبها مناسب نیست. اما محیط قسمتهای بعدی روده کوچک و به‌ویژه روده بزرگ کم‌کم برای رشد میکروبها مناسب می‌شود و هرچه به سمت آخر دستگاه گوارش پیش رود آلودگی بیشتر می‌شود. گونه‌های کلیفرم مانند سالمونلا، اشریشیاکلی، استرپتوکوک، گاهی استفیلوکوک و میکروبهای بی‌هوازی اختیاری مانند کلستریدیوم پرفرنزان و انگل‌ها در دستگاه گوارش حضور دارند که از طریق آلوده کردن دست و محیط زیست (آب، خاک و هوا) و مزارع (در مواردی که از کود انسانی برای تقویت خاک استفاده می‌شود) موجب آلودگی مواد غذایی می‌شوند. برای کنترل آلودگی مواد غذایی توسط انسان رعایت نکات زیر ضروری است:

- افراد بیمار، ناقل، ناقه در کارگاهها و کارخانه‌های مواد غذایی مشغول به کار نباشند.

- به کارکنان آموزشهای لازم در مورد مسایل بهداشتی داده شود.

- قبل از اشتغال به کار کارکنان از سلامت آنان اطمینان حاصل شود.

برای این منظور لازم است معاینه‌ها و آزمونهای لازم توسط سازمانهای دارای صلاحیت انجام

گیرد و برای کارکنان کارت بهداشتی صادر شود.

۲- حیوانات: اندامهای گونه‌های مختلف دامها و حیوانات اهلی ممکن است

به میکروارگانیسمهایی مانند استفیلوکوک، استرپتوکوک، کلستریدیا و کلیفرمها آلوده باشد. همچنین در بدن برخی از حیوانات اهلی مانند: گاو، گوسفند، اسب و گونه‌های سالمونلا وجود دارد. بنابراین حیوانات ممکن است ناقل میکروبهای زیادی باشند بویژه اینکه اندامهای خارجی آنها مانند دست و پا و پوست هم می‌تواند به میکروبهای موجود در محیط آلوده شود. از طرفی در گله‌های حیوانات آلودگی از دامی به دام دیگر منتقل می‌شود و بنابراین همواره امکان آلودگی مواد غذایی مصرفی روزانه ما مانند گوشت، شیر و پنیر به میکروبهای گوناگون وجود دارد.

گونه‌های مختلف پرندگان ناقل سالمونلا و استفیلوکوک هستند.

چونندگان مانند موش خانگی و صحرایی هم می‌توانند طی مراحل مختلف تولید، نگهداری و توزیع مواد غذایی را به گونه‌های مختلف میکروبهای محیط زیست خود و میکروبهایی که در حالت طبیعی در بدن آنها وجود دارد آلوده نمایند.

حشرات محیطی و خانگی، مانند مگس خانگی عامل مهم آلودگی و انتقال بیماریهای خطرناکی

مانند: حصبه، وبا، اسهال و بیماریهای انگلی هستند و چون دارای زاد و ولد زیادی می‌باشند ابعاد خسارت‌های ناشی از آنها زیاده‌تر است. حشرات بیشتر در نقاط آلوده مانند محل تجمع زباله‌ها و فاضلابها زندگی می‌کنند و بنابراین به میکروبیهای این محلها آلوده هستند. محل آلودگی دستگاه گوارش، پا، بال و سطح بدن آنها است.

**۳- محیط زیست:** مجموعه آب، خاک و هوا را محیط زیست می‌نامند، انسان، حیوانات و محیط زیست اثر متقابلی در آلودگی دارند.

**۳-۱- آب:** آبهای سطحی و حتی تاحدودی آبهای عمقی به‌وسیله خاک، هوا و فاضلاب آلوده می‌شوند و خود عامل مهم آلودگی مواد غذایی و محیط کار در کارخانه‌ها هستند و میکروبیهای مانند کلیفرمها، استافیلوکوک، آنتروکوک، سالمونلا و کلاستریدیا بیشتر از راه محیط زیست به مواد غذایی منتقل می‌شوند. به‌همین جهت کنترل آبهای مورد استفاده در کارخانه‌ها اهمیت زیادی دارد.

**۳-۲- خاک:** خاک منبع اصلی تمام میکروارگانیسمهای شناخته شده است، میکروبیهای موجود در خاک به‌وسیله جریان هوا منتقل می‌شوند، و پاره‌ای از میکروبیهای موجود در خاک پس از انتقال به محیطهای جدید تغییر ماهیت داده و نحوه زیست خود را تغییر داده‌اند، شاید در خاک هنوز هم میکروبیهای ناشناخته‌ای وجود داشته باشند.

از طرفی خاک به‌وسیله فاضلاب، آب، جریان هوا، گیاهان، حیوانات و انسان آلوده می‌شود و به‌همین جهت آلودگی آن یکسان نیست.

**۳-۳- هوا:** هوا فلور میکروبی ویژه‌ای ندارد اما به‌وسیله میکروبیهای موجود در خاک آلوده می‌شود. این کار به‌ویژه هنگام جریانهای شدید هوا بیشتر است، میکروبیهای موجود در فاضلابها و آبهای سطحی، حیوانات و انسان هم اول وارد خاک می‌شود و از آنجا به‌وسیله باد وارد هوا می‌گردند و سرانجام از آنجا به مواد غذایی و محیط کار در کارخانه‌های صنایع غذایی راه می‌یابند.

برای کنترل آلودگی مواد غذایی و محیط کار توسط هوا بهترین راه جلوگیری از آلودگی خاک از راههای مختلف مانند: انسان، حیوانات، آب و فاضلاب است.

**۴- سایر عوامل آلودگی مواد غذایی:** در چرخه تولید، مواد غذایی از راههای دیگری هم ممکن است آلوده شوند که مهمترین آنها عبارتند از:

**۴-۱- وضعیت ساختمان محل تولید از نظر نوع مصالح ساختمانی به‌کار رفته،** که در این مورد باید توجه داشت که مصالح ساختمانی مانند سنگ و کاشی که دارای سطح صاف هستند به مراتب بهتر از سیمان، آجر و چوب تمیز و ضدعفونی می‌شوند و امکان لانه‌گزینی میکروبیها و حشرات در آنها بسیار کم است. همچنین محل برخورد دیوارها، کف و سقف با دیوارها نباید دارای

زاویه‌های تند باشد تا امکان تمیز کردن آن‌جا بهتر باشد.

۲-۴- چیدمان ماشین Layout و قرار گرفتن دستگاهها در سالن تولید، و این که این عمل به‌گونه‌ای انجام شود که امکان تمیز کردن تمام قسمت‌های ماشین زمین و دیوارهای در ارتباط با آن وجود داشته باشد و حشرات و جوندگان نتوانند در قسمت‌های کور آن جایگزین شوند.

۳-۴- جنس دستگاهها و لوازم نیز در آلودگی مواد غذایی مؤثر است. آهن زنگ می‌زند و فرسوده می‌شود، مواد پلاستیکی دارای یونهای مهاجر هستند که از سطح آنها جدا شده، وارد مواد غذایی گشته و مصرف آنها سلامت مردم را به‌خطر می‌اندازد. در عمل برای سطوح در تماس با مواد غذایی بهترین ماده استیل ضدزنگ نوع ۱۱۶ است.

## ب- میکروارگانیسمهای معرف آلودگی

برای ارزیابی وضعیت بهداشتی، جداسازی و شناسایی میکروارگانیسمهای آلوده‌کننده مواد غذایی، محیط کار و نیروی انسانی در کارخانه‌های مواد غذایی آزمونهای میکروبی زیادی باید صورت گیرد. این آزمونها وقت‌گیر و پرهزینه هستند و در عمل انجام همه آنها میسر نیست. به همین جهت برخی از میکروب‌شناسان مواد غذایی عقیده دارند که جداسازی و شناسایی پاره‌ای از میکروبهای بیمارزا برای این منظور کافی است و می‌تواند وضعیت کلی آلودگی را نشان دهد. این میکروبها را شناساگر یا Indicator نامند که از نظر ارزیابی وضع بهداشتی، میکروبی و کیفی مواد غذایی دارای اهمیت زیادی هستند. بدیهی است برای موارد گوناگون، از میکروبهای ویژه آنها استفاده می‌شود. اما به‌طور کلی میکروبهای شناساگر آلودگی عبارتند از، باکتریهای هوازی مزوفیل، اشریشیاکلی به‌عنوان معرف آلودگی مستقیم و غیرمستقیم به‌وسیله میکروبهای دستگاه گوارش، آنتروباکتریاسه، آنتروکوکها، استرپتوکوکها، استافیلوکوکها، کلستریدباها و کپک ماشین‌آلات به نام ژئوتریکوم کاندیدم.

## پ- شرایط رشد و نمو و تکثیر میکروارگانیسمها

به‌طوری که در فصل اول گفته شد، اگر مواد غذایی به میکروارگانیسمها آلوده شوند، چنانچه شرایط مساعد باشد به شدت تکثیر نموده و با ستر سم موجب مسمومیت مصرف‌کننده و با ستر آنزیم موجب فساد مواد غذایی می‌شوند. بنابراین لازم است اطلاعات کافی از عوامل مؤثر بر رشد و نمو و تکثیر میکروارگانیسمها در اختیار باشد تا با محدود نمودن آنها از تکثیرشان جلوگیری شود.

عوامل مؤثر در نوع و میزان آلودگی مواد غذایی را به‌دو دسته عوامل داخلی یا به عبارت دیگر عواملی که در ماده غذایی وجود دارند و عوامل خارجی مانند عوامل محیطی تقسیم می‌کنند.

## ۱- عوامل داخلی

۱-۱- pH مواد غذایی: بیشتر میکروارگانیسمها در pH حدود ۶/۶ تا ۷/۵ رشد می‌کنند و تنها تعداد کمی از آنها در درجات پایین‌تر از هم قادر به فعالیت هستند، بیشتر میکروبهای بیماریزا که از لحاظ بهداشت عمومی دارای اهمیت هستند در برابر تغییرات pH محیط بسیار حساس هستند، به همین دلیل مواد غذایی مانند میوه‌ها، نوشابه‌های غیرالکلی، سرکه و شربت‌ها که pH پایینی دارند در عمل دارای آلودگی به باکتریها نیستند و چنانچه نوعی فساد در آنها رخ دهد مربوط به مخمرها و قارچها است. برعکس غذاهای حیوانی مانند گوشت ماهی و فرآورده‌های شیر، pH بالاتر از ۵/۵ دارند که برای رشد بسیاری از باکتریها مناسب است. از طرفی باید توجه داشت که در نتیجه رشد و نمو پاره‌ای از باکتریها در مواد غذایی pH به سمت اسیدی پیش می‌رود و برخی از مواد غذایی به‌ویژه مواد پروتئینی دارای سیستمهای بافری هستند و در برابر تغییرات pH از خود مقاومت نشان می‌دهند. بنابراین از روی pH مواد غذایی می‌توان آلودگی احتمالی آنها را پیش‌بینی نموده و با تغییر آن آلودگی را مهار کرد.

۱-۲- مقدار آب موجود در مواد غذایی: بیشتر میکروبهها برای رشد و نمو خود نیاز به مقدار زیادی آب دارند و در مواد غذایی خشک یا خشک شده قادر به رشد و نمو و تکثیر نیستند، مقدار آب موردنیاز برای رشد میکروبهها را به‌صورت aw یا Activity water نشان می‌دهند، که از رابطه  $aw = \frac{P}{P_0}$  به دست می‌آید که در آن:

$$P = \text{فشار بخار آب موجود در غذا}$$

$$P_0 = \text{فشار بخار آب خالص}$$

بیشتر مواد غذایی گیاهی تازه دارای aw حدود ۰/۹۹ هستند و بیشتر باکتریهای مؤثر در فساد مواد غذایی در درجات aw کمتر از ۰/۹۶ قادر به رشد و نمو نیستند، کپکها در aw حدود ۰/۸۰ رشد می‌کنند، استافیلوکوک طلایی در aw حدود ۰/۸۶ رشد می‌کند اما اشریشیاکلی و کلسترییدیوم بوتولینوم در aw کمتر از ۰/۹۵ قادر به رشد نیستند، مخمرهای اسموفیل در aw حدود ۰/۶۵ هم قادر به رشد هستند.

۱-۳- قدرت اکسیداسیون و احیای محیط، EH و O/R: قدرت اکسیداسیون و احیای یک محیط را می‌توان در گرفتن یا از دست دادن الکترون آن دانست، هنگامی که ماده‌ای الکترون از دست می‌دهد اکسیده می‌شود و برعکس زمانی که الکترون می‌گیرد احیا می‌شود. میکروارگانیسمها در برابر قدرت و ظرفیت اکسیداسیون و احیا محیط زندگی خودشان عکس‌العمل نشان می‌دهند، میکروبهای

هوای احتیاج به محیطی دارند که دارای EH مثبت باشد یعنی اکسیده شود، درحالی که میکروبهای بی‌هوای نیاز به محیطی دارند که EH منفی داشته باشد و احیا شود. مواد غذایی دارای گروه‌های سولفیدریل SH- و ویتامین C و قندهای احیاکننده در قدرت اکسیداسیون و احیا دخالت دارند.

۴-۱- مواد مغذی موجود در محیط: برای این که میکروبه‌ها بتوانند به رشد و نمو و تکثیر خودشان ادامه دهند لازم است آب، منبع انرژی، منبع ازت، ویتامینها و موادمعدنی لازم در اختیارشان باشد. کپکها از نظر تغذیه، نیاز به حداقل مواد مغذی دارند و بنابراین در شرایط نامساعد هم به زندگی خود ادامه می‌دهند و پس از آنها به ترتیب مخمرها، باکتریهای گرم منفی و باکتریهای گرم مثبت قرار دارند و در عمل باکتریهای گرم مثبت تنها در صورتی قادر به رشد و نمو هستند که مقدار کافی از تمام مواد مغذی لازم برای رشد در اختیارشان باشد، درحالی که کپکها روی مواد غذایی بسیار ساده هم می‌توانند رشد کنند و قادرند برخی از مواد مغذی مورد نیاز خود را سنتز نمایند.

۵-۱- وجود مواد ضد میکروب در محیط: پاره‌ای از مواد غذایی به‌طور طبیعی محتوی مقداری مواد ضد میکروب هستند که موجب حفظ آنها در برابر فساد به وسیله میکروبه‌ها می‌گردد. برای نمونه شیر تازه دارای مقداری لاکتین Lactenin و ماده‌ای به نام ماده ضد کلیرم Anticoliform است که تا مدت کوتاهی مانع تکثیر میکروبه‌های موجود در آن می‌شود. در تخم مرغ ماده‌ای به نام لیزوزیم Lysozyme، در روغن‌ها و چربیها، تانن و روغنهای اصلی به‌عنوان ماده ضد میکروب عمل می‌کنند. در برخی از مواد غذایی هم مقداری اسیدبنزویک وجود دارد که ضد میکروب است: در غذاهای تخمیری مقداری ناسین Nisine وجود دارد که به‌ویژه مانع رشد کلستریدیها می‌شود.

## ت - ساختمان بیولوژیکی

ساختمان طبیعی و بیولوژیکی پاره‌ای از مواد غذایی به نحوی است که می‌تواند مانع نفوذ میکروبه‌ها به داخل آنها شود، برای نمونه پوسته خارجی میوه‌ها، سبزیها و تخم مرغ دارای چنین اثری است.

## ث - اثر سینرژیسم و آنتاگونیسم

چنانچه در مواد غذایی بیش از یک گونه میکروبی وجود داشته باشد، نحوه سازش آنها در میزان آلودگی، فساد و مسمومیت مصرف‌کننده تأثیر دارد. برخی از میکروبه‌ها ضد یکدیگر عمل می‌کنند و هریک مانع از رشد دیگری می‌شوند، برخی دیگر با حضور خود در محیط برگونه یا گونه‌های دیگر غلبه می‌کنند و سرانجام پاره‌ای از گونه‌ها هم هستند که با سایر گونه‌ها همکاری می‌کنند

تا مواد غذایی را تجزیه کرده و مورد استفاده قرار دهند. برای نمونه وقتی مخمرها در محیط رشد کنند مقداری اسید و الکل می‌سازند که مانع رشد سایر باکتریها می‌شود یا میکروبهای هوازی اختیاری اکسیژن را از محیط خارج می‌کنند و مانع رشد میکروبهای هوازی می‌شوند.

**۲- عوامل خارجی مؤثر بر رشد و تکثیر باکتریها:** منظور از عوامل خارجی، عواملی هستند که از خارج مواد غذایی بر آنها اعمال شده و بر روی میزان رشد و نمو و تکثیر میکروارگانیسمها اثر دارند. برای نمونه می‌توان عواملی مانند دمای محیط، نور و رطوبت نسبی هوا را نام برد. بنابراین با کنترل این عوامل می‌توان رشد و نمو و تکثیر میکروارگانیسمها را کنترل نموده و قابلیت نگهداری مواد غذایی را بالا برده و سلامت مصرف آنها را تضمین نمود.

### ج - ضد عفونی و استریلیزاسیون در صنایع غذایی

با شناخت راه‌های آلودگی و شرایط رشد و نمو و تکثیر باکتریها، کار مهار کردن آنها آسان می‌شود. در عمل برای این منظور چند راه وجود دارد.

جلوگیری از ورود میکروبها به مواد غذایی که در عمل کار بسیار مشکلی است.

جلوگیری از تکثیر میکروبها پس از ورودشان به مواد غذایی که برای این منظور باید یک یا چند عامل مؤثر بر رشد و تکثیر میکروبها از محیط رشد آنها خارج شود.

نابود کردن میکروارگانیسمهای موجود در محیط کار یا مواد غذایی مورد نظر برای سالم‌سازی که موضوع مورد بحث حاضر است.

ضد عفونی و استریلیزاسیون از گذشته‌های بسیار دور و حتی پیش از کشف باکتریها مرسوم بوده است و مردم معتقد بودند که بعضی از بیماریها از راه آب، هوا، ظروف آلوده و شخص بیمار منتقل می‌شود و برای جلوگیری از آنها روشهای ویژه‌ای به کار می‌بردند. بدیهی است روشهایی که تا آن زمان به کار گرفته می‌شد، بدون شناخت آگاهانه از عوامل بیماریزا بوده، اما اصول آنها هنوز هم در بسیاری از موارد مورد عمل قرار می‌گیرد.

برای نمونه فرآیندهایی مانند دود دادن، نمک‌زدن، خشک کردن و استفاده از سرکه و موارد مشابه را می‌توان نام برد. این روشهای سنتی در سده گذشته دگرگون گشت و روشهای نوینی جایگزین آنها شد که مهمترین آنها عبارتند از:

**۱- استریلیزاسیون به وسیله دما:** دما یکی از بهترین روشها برای از بین بردن میکروبها است، زیرا رسیدن به دمای بالا برای از بین بردن میکروارگانیسمها کار بسیار ساده‌ای است و کاربرد آن برای بسیاری از موارد غیر از اشیای چوبی و پلاستیکی و مواد حساس به دما امکان‌پذیر است،



بیشتر میکروارگانیسمها در دمای ۵۰ تا ۷۰ درجه سانتیگراد از بین می‌روند و تعداد کمی ممکن است، دمای کمی بالاتر را تحمل کنند و پاره‌ای از باکتریها با قرار گرفتن در دمای بالا تبدیل به هاگ یا اسپر می‌شوند که مقاومت آن در برابر دما زیاد است و اسپر کلسترییدیوم بوتولینوم پس از رسیدن به دمای ۱۲۱°C تا ۲/۴ دقیقه مقاومت می‌کند، نحوه اثر دما در استریلیزاسیون به این ترتیب است که دما موجب عقیم شدن آنزیمها و به‌طور کلی سبب دنا توره شدن مواد پروتئینی سلول میکروبوها می‌شود.

عوامل مؤثر در مقاومت دمایی میکروبوها و اسپرها عبارتند از:

۱-۱- میزان آلودگی: هرچه تعداد میکروب بیشتر باشد، زمان و دمای بیشتری برای از بین بردن آنها لازم است و چنانچه آلودگی مربوط به یک گونه میکروبی باشد مقاومت دمایی آن کمتر است و برعکس.

۱-۲- سن سلولهای میکروبی: در مورد شکل فعال سلول، هرچه سن زیادتر باشد، میزان مقاومت دمایی آن بیشتر است اما در مورد اسپرها برعکس اسپر تازه تشکیل شده مقاومت بیشتری دارد.

۱-۳- محیط زندگی: مقاومت دمایی میکروبوها تا حدی به ترکیب محیطی که در آن حضور دارند یا در آن رشد کرده‌اند بستگی دارد. مواد مغذی مانند پروتئینها، چربیها، کربوهیدراتها، آهن، کلسیم، منگنز، فسفر و مواد آلی میزان مقاومت میکروبوها را در برابر دما بالا می‌برند و در محیطهای فاقد ارزش غذایی یا کم‌ارزش مقاومت دمایی میکروبوها کمتر می‌شود.

۱-۴- pH محیط که در قسمت پیش گفته شد.

۱-۵- دما: در محدوده معینی، دما اثر تشدیدکننده رشد میکروارگانیسمها را دارد و در دوطرف آن اثر میکروب‌کشی دارد، به‌ویژه در دمای بالاتر از ۱۰۰°C. اما از دما به چند شکل برای سالم‌سازی استفاده می‌شود.

الف - استریل کردن به وسیله دمای مرطوب یا بخار که در دمای پاینتری، انجام می‌گیرد. بیشتر در دمای ۱۲۱-۱۱۵°C و زمان انجام عمل تابع وضعیت مواد غذایی چگونگی انتقال دما به محتوی بسته و اندازه بسته می‌باشد.

ب - استریل کردن به وسیله دمای خشک که در دمای بالاتر و حدود ۱۶۰ درجه سانتیگراد به مدت یک تا دو ساعت انجام می‌شود.

پ - استریل کردن با روش تناوبی دما دادن و سرد کردن یا تیندالیزاسیون Tyndalization در این روش با استفاده از دمای کمتر از ۱۰۰°C می‌توان به حد استریلیزاسیون که برای انجام آن دمای بالاتر و حدود ۱۲۱°C لازم است، رسید. نحوه عمل به این ترتیب است که اول ماده مورد نظر را

تأحد پاستوریزه کردن دما می دهند بعد آن را بلافاصله سرد کرده و دوباره دما می دهند به این ترتیب میکروبها و اسپر آنها در دمای حدود  $85^{\circ}\text{C}$  از بین می روند.

۲- استفاده از مواد شیمیایی: از گذشته های بسیار دور از مواد شیمیایی برای سالم سازی و مبارزه با بیماریها و آلودگی ها استفاده شده و می شود. اما ترکیبات شیمیایی مورد استفاده برای این منظور همواره در حال تغییر است. زمانی از دود گوگرد و نمک استفاده می شد و زمانی از الکلها، فنلها، هالوژنها، نمکهای فلزات سنگین و زمانی هم از آنتی بیوتیکها و فومیگانها.

### ح - بهداشت کارکنان

کارکنان واحدهای تولیدی مواد غذایی به دلیل داشتن تماس مستقیم و غیرمستقیم با مواد غذایی یکی از عوامل مهم آلودگی به حساب می آیند و به همین جهت رعایت اصول بهداشت فردی و محیط کار توسط آنان یکی از رموز مهم موفقیت در صنایع غذایی و پیشگیری از بروز مسمومیت های غذایی است. در ارتباط با بهداشت کارکنان نکات مهم عبارتند از:

- ۱- معاینه پزشکی قبل از اشتغال و معاینه های پزشکی ادواری حین اشتغال.
- ۲- جلوگیری از کار کارکنانی که بیمارند و دوره نقاهت خود را می گذرانند یا زخمهای عمیق دارند که مسئولین را از سلامت کارکنان مطمئن می سازند.
- ۳- آموزش بهداشت به کارکنان، این کار باید به طوری انجام شود که در کارکنان انگیزه های رفتاری به وجود آید.

- ۴- استفاده از کلاه، روبوش، کفش، چکمه مخصوص و تمیز که بهتر است هر روز تمیز شوند.
- ۵- دوش گرفتن با آب گرم و صابون به ویژه قبل از شروع کار روزانه.
- ۶- خودداری از خوردن، آشامیدن و به ویژه سیگار کشیدن در حین انجام کار.
- ۷- شستشوی دستها با صابون دارای مواد ضد عفونی کننده به ویژه هر دو ساعت یکبار.
- ۸- تمیزنگه داشتن محیط کار.

لازم به یادآوری است که برای تمیز کردن و ضد عفونی کردن پوست، صابون به تنهایی کافی نیست، چون این ماده اثر کشندگی بر روی میکروبها ندارد بلکه با کم کردن فشار سطحی موجب زدوده شدن آنها از پوست می شود، بنابراین باید از مواد ضد عفونی کننده ویژه استفاده نمود. مواد ضد عفونی کننده برای شستشوی دست و سایر نقاط پوست که باید به صابون مایع اضافه شده و در دسترس کارکنان قرار گیرند، عبارتند از:

- ۱- یدوفور Iodophors که ترکیب شیمیایی کمپلکس ید دو ظرفیتی و حلال هستند، یدوفورها

در برابر میکروبهای گرم مثبت و منفی به خوبی مؤثر است و در محیط کمی اسیدی فعالیت بیشتری دارند. یدوفورها بیشتر همراه نوعی ماده مرطوب کننده به کار می‌روند تا از اثرات منفی آنها کاسته شود، یدوفورها تا مدتی اثر میکروب‌کشی خود را بر روی پوست حفظ می‌کنند و از این نظر مطلوب هستند.

۲- کوآرتناری آمونیوم کمپاند Quarternary ammonium compounds که به طور خلاصه Quats نامیده می‌شوند. این مواد ترکیبات آمینه‌ای هستند که دارای اثر میکروب‌کشی قوی هستند و در برابر میکروبهای گرم مثبت و گرم منفی مؤثرند. اثر این ترکیبات به وسیله صابون، مواد آلی و آب سخت کم می‌شود.

۳- ترکیبات کلردار مانند هیپوکلریت سدیم و هیپوکلریت کلسیم که به صورت محلول به صابون مایع اضافه می‌شوند، در عمل کلر آزاد می‌کنند و یون کلر اثر میکروب‌کشی دارد. لازم به یادآوری است که مواد ضدعفونی کننده پوست باید به گونه‌ای انتخاب شوند که حتی کاربرد مرتب آنها چندبار در روز نه تنها اثر سویی بر روی پوست نداشته باشد، بلکه موجب نرمی و لطافت پوست هم بشوند و کارکنان تشویق به کاربرد آنها شوند.

## تمیز کردن دستگاهها و لوازم

در کارگاهها و کارخانه‌های مواد غذایی هر روز صدها وسیله و دستگاه بزرگ و کوچک مورد استفاده قرار گرفته و کثیف می‌شوند که باید بلافاصله نسبت به تمیز کردن آنها اقدام شود. زیرا باقیمانده‌های مواد غذایی روی سطح دستگاهها محیط مساعدی برای رشد میکروبها فراهم می‌سازد و موجب تشدید آلودگی، ایجاد بوی نامطلوب و پیدایش لکه‌های تیره‌رنگ روی سطح می‌شوند. اگر شستشو و تمیز کردن بلافاصله پس از بهره‌برداری از دستگاهها و لوازم انجام گیرد به مراتب مناسبتر است. زیرا انجام کار آسانتر است و آلودگی محدود می‌شود. تمیز کردن درست شامل مراحل زیر است:

۱- جدا کردن باقیمانده‌های مواد غذایی و مواد خارجی از سطح موردنظر،

۲- تمیز کردن اولیه با آب گرم حدود  $5^{\circ}\text{C}$  و محتوی مواد پاک‌کننده،

۳- آبکشی با آب گرم حدود  $6^{\circ}\text{C}$  ،

۴- ضدعفونی کردن با مواد شیمیایی یا بخار آب،

۵- آبکشی نهایی با آب گرم یا سرد بسته به مورد،

۶- خشک کردن در مجاورت هوا یا با کمک هوای داغ.

تمیز کردن دستگاهها به دو صورت انجام می‌گیرد.

۱- شستشوی جداگانه اجزاء دستگاهها و لوازم؛

۲- شستشو و تمیز کردن دستگاهها، تجهیزات بزرگ، لوله‌ها و اتصالات، بدون باز و بسته

کردن آنها Cleaning in Place یا (CIP)

در هر مورد چون باقیمانده‌های مواد غذایی اغلب به سختی به سطح دستگاهها چسبیده، جدا کردن آنها کار مشکلی است و لازم است برای سهولت انجام کار از مواد پاک‌کننده استفاده شود. این مواد دترژان Detergent نامیده می‌شوند، دترژانها مواد مایعی هستند که موجب زدوده شدن باقیمانده‌ها از سطح دستگاهها و لوازم می‌شوند.

سردسته این مواد در صنایع غذایی محلول سود NaOH است، این ماده موجب پراکندگی و متلاشی شدن باقیمانده‌های مواد غذایی می‌شود. بیشتر برای تمیز کردن ظروف فلزی مانند استیل ضدزنگ و شیشه‌ای از این ماده استفاده می‌شود، غلظت محلول تابع دما، زمان و میزان آلودگی است و از حدود ۴ تا ۱۰٪ است. این ماده دارای اثر میکروب‌کشی هم هست. در روش CIP محلول سود وارد لوله شده یا روی سطوح دستگاههای بزرگ پاشیده می‌شود تا باقیمانده‌ها را متلاشی و جدا نماید.

گروه دیگری از ترکیبات شیمیایی که برای تمیز کردن دستگاهها به‌عنوان دترژان اسیدی به کار می‌روند، اسیدهای معدنی مانند اسید کلریدریک، اسید سولفوریک، اسید نیتریک و اسید فسفریک هستند که به‌صورت محلول رقیق در گذشته کاربرد داشتند و از آنها برای جدا کردن مواد معدنی و رسوبات تشکیل شده روی سطوح دستگاهها به‌ویژه در کارخانه‌های شیر استفاده می‌شد، به دلیل اثر خوردندگی اسیدهای معدنی، کاربردشان به تدریج محدود شده و امروزه بیشتر از اسیدهای آلی مانند اسید سیتریک، اسید تارتاریک، اسید گلوکونیک و اسید لاکتیک برای این منظور استفاده می‌شود.

بالاخره گروه سوم از ترکیبات شیمیایی که به‌عنوان ماده پاک‌کننده یا دترژان در صنایع غذایی استفاده می‌شوند مواد سورف‌اکتان Surfactant هستند. این ترکیبات دارای بارهای مثبت و منفی بوده، در عمل فشار سطحی را کم کرده و با ایجاد کف و لغزندگی روی سطوح موجب جدا شدن باقیمانده‌ها می‌شوند.

آبی که برای آبکشی نهایی استفاده می‌شود باید بدون سختی زیاد باشد، در غیر این صورت عوامل سختی روی سطح دستگاهها و ظروف باقیمانده و پس از تبخیر آب به‌صورت لکه‌های سفید ظاهر می‌شوند که منظره نامطلوبی داشته و از طرفی در مرحله بعدی کار، این عوامل وارد محصول می‌شوند و تعادل فرمول را برهم می‌زنند.

## جمع آوری، دفع زباله و فاضلاب کارخانه‌ها

در کارخانه‌های مواد غذایی، مواد خام پس از انجام فرآیندهای گوناگون تبدیل به فرآورده نهایی می‌شوند و در هریک از مراحل فرآیند مقداری مواد دفعی مایع و جامد به وجود می‌آید که بسته به نوع فعالیت کارخانه‌ها متفاوت است، اما به طور کلی مواد دفعی کارخانه‌های مواد غذایی از مقادیری ناخالصیهایی پروتئینی چربی، کربوهیدرات، دور ریزهای خط تولید، آب آلوده، انواع گل و لای و مواد پاک‌کننده که اغلب ناپایدار هستند تشکیل می‌شود. در گذشته صاحبان کارخانه‌های مواد غذایی و مراکز مشابه، زباله و فاضلاب خود را در اطراف محل پراکنده می‌کردند و به این ترتیب موجبات آلودگی محیط زیست را فراهم می‌ساختند، اما امروزه با گسترش صنایع و افزایش تعداد کارخانه‌ها، این کار عملی نیست. به ویژه که مراکز دولتی مسئول، قوانین و مقررات سختی برای جمع‌آوری و دفع مواد زاید کارخانه‌ها وضع نموده‌اند زیرا چنانچه مواد دفعی بدون برنامه در جای نامناسب پراکنده شوند عوارض نامطلوبی در بردارند. که مهمترین آنها عبارتند از:

- ۱- در اثر تجزیه شیمیایی و میکروبی مواد دفعی بوی تعفن در فضا پخش می‌شود.
  - ۲- محل مساعدی برای تجمع و تکثیر حشرات و جوندگان به وجود می‌آید و در نتیجه یک کانون دائمی آلودگی تشکیل می‌شود.
  - ۳- انتشار عوامل آلوده‌کننده از این گونه مراکز موجب همه‌گیری بیماری‌های واگیر می‌شود.
  - ۴- مواد دفعی که مقدار زیادی از آنها کم و بیش دارای ارزش اقتصادی هستند تبدیل به مواد مضر می‌گردند.
  - ۵- چنانچه فاضلاب وارد آبهای زیرزمینی یا آبهای سطحی شود به علت دارا بودن BOD بالا موجودات زنده و گیاهان منطقه را با خطر جدی مواجه می‌سازد.
- بنابراین مسأله ایجاد، دفع و تبدیل زباله و فاضلابها به مواد مفید و قابل استفاده یا بدون ضرر، یکی از مهمترین مسایل کارخانه‌ها است که روزه روز اهمیت بیشتری پیدا می‌کند.
- مواد دفعی کارخانه‌های مواد غذایی شامل مواد دفعی جامد، مایع و مخلوط مایع و جامد است که برای سالم‌سازی آنها اولین گام عمل تفکیک است که به وسیله آن مواد جامد و مایع جدا می‌شوند و هر کدام جداگانه سالم‌سازی و مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۱- فاضلاب: پس از تفکیک مواد دفعی، فاضلاب در مخازنی جمع‌آوری شده و مدتی به حال خود می‌ماند تا چربیها روی سطح و مواد معلق ته‌نشین شوند، در انتهای این مرحله اگر فاضلاب محتوی ترکیبات شیمیایی سمی نباشد، می‌توان از آن برای آبیاری مزارع استفاده نمود که به این ترتیب خاک مزرعه تقویت می‌شود. چنانچه مواد آلی فاضلاب زیاد باشد لازم است برای مدتی آن را با

ارتفاع کم و حدود ۱ تا ۲ متر در آب نماهای مرداب مانند در معرض هوا قرار داد تا اثر ترکیبات آلی اکسیده شوند و از ایجاد بوی نامطلوب در محل جلوگیری شود. در مواردی که امکان این گونه استفاده از فاضلاب وجود نداشته باشد، می توان آن را مورد فرآیندهای تصفیه فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی قرار داده و به طور کامل سالم سازی و مورد بهره برداری قرار داد. در کشورهایی که با کمبود آب مواجه هستند فاضلاب را به نحوی سالم سازی می نمایند که بتوان از آن مانند آب سالم و بهداشتی در خط تولید مواد غذایی استفاده نمود.

**۲- پس مانده های جامد:** بسیاری از باقیمانده های جامد کارخانه های مواد غذایی ممکن است دارای ارزش اقتصادی باشند. برای نمونه باقیمانده های جامد کارخانه های کنسرو سازی و چغندر قند بیشتر شامل پوست و زواید میوه ها و سبزیها هستند که می توان از آنها برای تهیه خوراک دام و طیور یا تولید مخمر استفاده نمود و یا به کمک عمل تخمیر آنها را تبدیل به سرکه، الکل و سایر فرآورده های تخمیری نمود.

مواد دفعی جامد که به شکل بالا قابل استفاده نباشند را می توان به یکی از اشکال زیر سالم سازی و دفع نمود.

**الف -** دفن کردن در گودالهای خارج از شهر و دره های دورافتاده و پوشاندن روی آنها که به این ترتیب مواد دفعی به تدریج تثبیت می شوند.

**ب -** سوزاندن: باقیمانده هایی که از نظر شیمیایی و بیولوژیکی مضر هستند و وجود آنها در محیط زیست مخاطره آمیز است را می توان با دمای بالا و حدود  $65^{\circ}\text{C}$  تا  $90^{\circ}\text{C}$  در کوره های ویژه سوزانده و از انرژی آن برای مصارف گوناگون استفاده نمود.

**پ -** تهیه کود: مواد دفعی جامد را می توان در شرایط ویژه ای به شکل باثبات درآورده و از آنها برای تقویت خاک کشاورزی استفاده نمود. برای این منظور، ابتدا توده مواد دفعی در دستگاه ویژه تا حدود  $35^{\circ}\text{C}$  گرم می شود تا میکروبهای هوازی بتوانند به راحتی در آن رشد و نمو و تکثیر نمایند، این میکروبهای باقیمانده های مواد آلی را تجزیه می نمایند و محیط را برای فعالیت مخمرها آماده می سازند به دنبال این مرحله عمل تخمیر بر روی باقیمانده های مواد غذایی انجام می شود و موجب بالا رفتن دما تا حد پاستوریزه شدن توده و سنتز مقداری آنتی بیوتیک می گردد. به این ترتیب میکروبهای بیماریزا خود به خود از بین می روند و مواد آلی ناپایدار که عامل ایجاد بوی تعفن هستند تجزیه می شوند و به راحتی می توان از آنها برای غنی کردن خاک کشاورزی استفاده نمود.

## خودآزمایی

- ۱- منبع اصلی میکروب در بدن افراد ناقل را بیان کنید.
- ۲- راههای کنترل آلودگی مواد غذایی توسط انسان را توضیح دهید.
- ۳- میکروبهای شناساگر آلودگی را نام ببرید.
- ۴- عوامل داخلی شرایط رشد و نمو میکروارگانیسم را بیان کنید.
- ۵- عوامل مؤثر در مقاومت دمایی میکروبها و اسپر را شرح دهید.
- ۶- نکات مهم در ارتباط با بهداشت کارکنان را ذکر کنید.
- ۷- مراحل تمیزکردن دستگاه و لوازم کارخانجات را بیان کنید.
- ۸- عوارض نامطلوب ناشی از عدم جمع‌آوری و دفع زباله و فاضلاب را شرح دهید.

## منابع و مأخذ

- ۱- زندی، پروین، ۱۳۶۸، علوم غذایی از دیدگاه شیمیایی، انتشارات مرکز نشر دانشگاهی.
- ۲- ملکی، مرتضی و دخانی، شهرام، ۱۳۷۰، صنایع غذایی، دانشگاه شیراز.
- ۳- صادق‌زاده عراقی، عذرا و ایمان‌دل، کرامت‌الله، ۱۳۷۴، عوامل فساد و شرایط نگهداری مواد غذایی در سردخانه، انتشارات دانشگاه تهران
- ۴- پایان، رسول، ۱۳۷۷، کنسروسازی ویرایش دوم، انتشارات آبیژ.
- ۵- فرخنده، عباس، ۱۳۵۶. اصول بهداشت و صنایع شیر، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۶- کریم، گیتی، ۱۳۷۴، شیر و فرآورده‌های آن، انتشارات جهاد دانشگاهی تهران
- ۷- فلاحی، مسعود، مترجم ۱۳۷۰، علم مواد غذایی، انتشارات بارثاوا.
- ۸- رکنی، نوردهر، ۱۳۷۴، علوم و صنایع گوشت، انتشارات دانشگاه تهران.

