



### عوامل مؤثر بر فساد مواد غذایی

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

- ۱- تعریف غذا، سمیت و فساد را بیان نماید.
- ۲- مهمترین عوامل مؤثر بر فساد مواد غذایی را شرح دهد.
- ۳- روشهای جلوگیری از فساد مواد غذایی توسط میکروارگانیسم را توضیح

دهد.

- ۴- اثر فعالیت آنزیمهای طبیعی مواد غذایی در تجزیه و فساد آن را شرح دهد.
- ۵- تأثیر آفات انباری و حشرات در تخریب مواد غذایی را شرح دهد.
- ۶- تأثیر عوامل متابولیکی را بر فساد مواد غذایی بیان نماید.
- ۷- عوامل فرعی یا کمکی مؤثر بر فساد مواد غذایی را بیان نماید.

### ۳- عوامل مؤثر بر فساد مواد غذایی

مقدمه: مواد غذایی گوناگون در فاصله تولید یا برداشت از مزرعه، باغ یا دامداریها تا رسیدن به محل مصرف، اعم از کارگاهها و کارخانه‌های مواد غذایی یا مصرف‌کننده نهایی، چنانچه در شرایط صحیح نگهداری نشوند به مرور زمان به وسیله عوامل گوناگون دچار نوعی تغییر نامطلوب و در نهایت فساد می‌شوند که بسته به نوع ماده غذایی، شرایط نگهداری و نوع آلودگی، سرعت و شدت آن متفاوت است.

مواد غذایی که دارای ارزش تغذیه‌ای بیشتری هستند و مقدار رطوبت و چربی آنها هم زیادتر است، ظرف چند ساعت یا چند روز و موادی که ترکیب غذایی آنها کامل نیست یا مقدار رطوبت آنها اندک است، ظرف چند روز یا چند ماه دچار فساد می‌شوند.

فرآورده‌های دامی بیشتر به وسیلهٔ باکتریها و موادی مانند غلات و حبوبات بیشتر به واسطهٔ آفات انباری و میوه‌ها و سبزیها غالباً به وسیلهٔ آئزیمهای طبیعی فاسد می‌شوند. فساد بیشتر زمانی اتفاق می‌افتد که مواد غذایی برای مدتی در شرایط نادرست نگهداری شوند.

بدیهی است تولید مواد غذایی، حتی تا حدودی بعضی از فرآورده‌های دامی مانند گوشت و ماهی، فصلی است و مناسبترین زمان برداشت آنها در محدودهٔ معینی از روزهای سال است. با این همه، این مواد باید برای روزهای دیگر سال به طور یکنواخت مورد استفاده قرار گیرند به نحوی که امنیت غذایی جامعه و خانواده تأمین و حفظ شود و در تمام روزهای سال غذای سالم و بهداشتی و به میزان کافی در دسترس مردم باشد. این امر مستلزم دسترسی به روشهای صحیح نگهداری برای هر مورد و شناخت چگونگی فساد آنهاست، زیرا نگهداری مواد غذایی، در حقیقت، خالی کردن آنها از دسترس بیشتر عوامل مؤثر بر فساد است.

## واژه‌ها و تعاریف

پیش از ورود به این بحث، لازم است تعریف درستی از فساد، آلودگی و سمیت غذاها داشته باشیم، چون در بیشتر موارد این واژه‌ها به جای هم به کار می‌روند.

**الف — فساد:** فساد، عبارت است از ایجاد هر نوع تغییر در وضعیت طبیعی مواد غذایی اعم از اینکه قابل مصرف باشد یا خیر. گاهی ممکن است ماده‌ای به دلیل رسیدگی بیش از حد و لهیدگی، از حالت طبیعی خارج شود و امکان بسته‌بندی، حمل و نقل، نگهداری و توزیع آن وجود نداشته باشد. در چنین حالتی، ماده غذایی از حالت قابل استفاده خارج می‌شود. در حالی که در حد اعلای تکامل چه بسا دارای طعم، مزه، رنگ و بوی بهتری است و یا مواد غذایی حشره‌زده در اصل فاسد هستند. در حالی که پس از حشره‌زدایی قابل مصرف می‌باشند.

**ب — آلودگی:** آلودگی، عبارت است از وجود هر عامل یا ماده‌ای در مواد غذایی که وجود آن مطلوب نیست چه این عوامل یا مواد ماهیت شیمیایی داشته باشند و یا ماهیت بیولوژیکی. در چنین حالتی وجود این مواد یا عوامل، دلیل بر فساد نیست چون ممکن است عوامل و مواد ناخواسته اگرچه وجود دارند ولی هنوز فرصت فاسد کردن مواد غذایی را پیدا نکرده باشند.

**پ — سمیت مواد غذایی:** سمیت مواد غذایی به مواردی گفته می‌شود که در ماده غذایی مقداری سم شیمیایی یا میکروبی وجود داشته باشد. در بسیاری از موارد، وجود این مواد محسوس نیست. به عبارت ساده‌تر مواد غذایی در ظاهر کاملاً سالم و طبیعی به نظر می‌رسند در حالی که مصرف آنها موجب مسمومیت مصرف‌کننده می‌گردد.

به طوری که گفته شد مواد غذایی کم و بیش فسادپذیر هستند اما عوامل مؤثر بر فساد آنها گوناگون است. همه ما سیب گندیده، پیاز و سیب زمینی سبز شده، روغن و کره تند شده، گوشت بدبو شده، آرد آفت زده، نخود، لوبیا و عدس شیشه زده و غذاهای فاسد دیگری از این دست را دیده و تأسف خورده ایم که چرا این مواد که روزی می توانستند به مصرف تغذیه مردم برسند و سلامتی و نشاط برایشان بیاورند به صورت توده ای از زباله درآمده اند که در صورت باقیماندن در محیط زیست ممکن است باعث تعفن، آلودگی و انتشار بیماری گردند. شاید عده زیادی از ما از خود پرسیده باشیم که علت فساد مواد غذایی چیست و چطور می توان از بروز آن جلوگیری نمود. اهمیت این امر زمانی آشکار می شود که بدانیم که در کشور ما به طور متوسط یک سوم از مواد غذایی که با زحمت فراوان تهیه می شوند دستخوش آلودگی و فساد می گردند و این مقدار، کم و بیش برابر مقدار غذایی است که با صرف هزینه های زیاد ارزی و صرف وقت فراوان سازمانهای مسؤول وارد کشور می شود، در حالی که با رعایت اصول صحیح نگهداری و تحمل هزینه های کمتری می توانیم مواد غذایی را از شر عوامل مؤثر بر فساد حفظ نماییم.

### مهمترین عوامل مؤثر بر فساد مواد غذایی

۱- میکروارگانیسمها: میکروارگانیسمها (شامل باکتریها، کپکها و مخمرها) موجودات بسیار ریزی هستند که با چشم و حتی با ذره بینهای ضعیف هم قابل رؤیت نیستند اما در همه جا وجود دارند، در آب، خاک، هوا، اندامهای بدن انسان مانند دست، دهان، بینی و دستگاه گوارش؛ بنابراین همیشه امکان آلودگی مواد غذایی از طریق یکی از منابع مذکور به سادگی وجود دارد. گفتنی است که وجود اندک میکروب به ویژه میکروبهای غیربیماریزا در مواد غذایی برای انسان مسأله ای نمی آفریند چون روزانه میلیونها میکروب از راه آب، هوا و مواد غذایی وارد بدن ما می شوند بدون اینکه عارضه ای بوجود آورند. مسأله مهم این است که میکروبهای موجود در مواد غذایی بتوانند رشد، نمو و تکثیر نمایند و بیشتر مواد غذایی و غذاهای آماده مصرف به ویژه آن دسته که مقدار زیادی آب دارند مانند شیر، گوشت، مرغ، ماهی، انواع خورش و مانند اینها، محیط مناسبی برای رشد میکروبها هستند، حال اگر دمای محیط هم مناسب باشد رشد و نمو میکروبها حتمی است و نتیجه رشد و تکثیر میکروبها در مواد غذایی عبارت است از:

– عفونتهای غذایی که در بخش بهداشت مواد غذایی این مجموعه، درباره آنها صحبت خواهد

شد.

– مسمومیتهای غذایی که بحث مربوط به آن، در بخش بهداشت مواد غذایی گنجانده شده

است.

— فساد مواد غذایی که در اینجا به طور خلاصه مورد بحث قرار می‌گیرد.

ممکن است این پرسش پیش آید که میکروبها با اندازه‌های میکرونی یا هزارم میلیمتری چگونه می‌توانند سلامت ما را به خطر بیندازند و موجب بیماریهای عفونی، مسمومیت غذایی و فساد مواد غذایی شوند. در پاسخ به این سؤال باید توجه داشت که میکروبها اگر وارد مواد غذایی شوند و شرایط رشد آنها از نظر دما، رطوبت، pH مواد مغذی مناسب باشد به طور متوسط در هر ۲۰ تا ۲۵ دقیقه و حتی کمتر از یک بار تولید مثل می‌کنند و با تصاعد هندسی تعداد آنها زیاد می‌شود و با این حساب از یک میکروب، در ظرف مدت حدود ۷ ساعت، دو میلیون و در ۱۲ ساعت حدود هفتصد میلیون سلول میکروبی حاصل می‌شود و این حالت در شرایطی اتفاق می‌افتد که در ابتدا، تنها یک میکروب در مواد غذایی وارد شده باشد در حالی که در آغاز آلودگی، تعداد میکروبها بسیار بیشتر از این رقم است. بنابراین ظرف مدت کوتاهی تعداد میکروبها در مواد غذایی به حد غیرقابل شمارش می‌رسد و این تعداد بسیار زیاد سلول میکروبی می‌توانند به مقدار کافی سم برای مسمومیت مصرف کننده و به مقدار کافی آنتی‌های گوناگون برای فساد، سنتز نمایند. البته همیشه رابطه تصاعد هندسی برقرار نیست و عوامل گوناگونی موجب می‌شوند که تکثیر سلولها به این حد نباشد اما همیشه خطر جدی است.

اما فساد ناشی از آلودگی میکروبی، به سنتز آنتی‌های مختلف به وسیله میکروبها مربوط است. میکروبها آنتی‌های مختلف را سنتز می‌کنند تا مواد غذایی را تجزیه کرده، از آنها برای تغذیه خود استفاده نمایند. اما گاهی مقدار این آنتیم از این حد تجاوز کرده، فساد ماده غذایی، با سرعت زیادی انجام می‌گیرد.

آنتی‌هایی که به وسیله باکتریها، کپکها و مخمرها سنتز می‌شوند عبارت‌اند از: آنتی‌های مؤثر بر کربوهیدراتها، پروتئینها، چربیها و آنتی‌های مؤثر بر بافت مواد غذایی. تعداد این آنتی‌ها زیاد و واکنشهایی که در مواد غذایی انجام می‌دهند بسیار بالاست که بحث درباره تک‌تک آنها از حوصله این کتاب خارج است اما به طور کلی می‌توان گفت نتیجه این واکنشها، عبارت است از پیدایش مواد بدبو، بدرنگ، بدمزه، در مواد غذایی که موجب می‌شود مصرف کننده رغبتی به مصرف آن نداشته باشد. آنتی‌هایی مانند پکتاز، پکتیناز و پکتین استراز که از دسته کربوهیدرازها هستند روی بافت مواد غذایی مانند سبزیها و میوه‌ها اثر می‌کنند و آنرا متلاشی می‌نمایند و به این ترتیب حالت فیزیکی و طبیعی این مواد دگرگون می‌شود و مصرف کننده از مصرف آنها خودداری می‌نماید و در نتیجه این مواد دور ریخته می‌شوند اگرچه، گاهی ممکن است این مواد قابل مصرف باشند. گفتنی است که از میان مواد غذایی فاسد آنهایی که ارزش غذایی بالاتری دارند دچار فساد شدیدتری می‌شوند و مصرف

آنها عوارض خطرناکتری به دنبال دارد. برای مثال، مصرف گوشت، ماهی، تخم مرغ، شیر و غذاهایی که در ترکیب آنها از این مواد استفاده شده باشد در قیاس با میوه‌ها و سبزیجات فاسد، خطرناکتر است.

## روشهای جلوگیری از فساد مواد غذایی به واسطه میکروارگانیسمها

**الف - جلوگیری از آلودگی مواد غذایی:** جلوگیری از آلودگی مواد غذایی، در عمل غیرممکن است زیرا به طوری که گفته شد میکروبها در همه جا وجود دارند و از راههای گوناگون از جمله هوا وارد مواد غذایی می‌شوند و خود هوا ممکن است بر اثر حضور میکروبهای دستگاه تنفس انسان و حیوانات آلوده شده باشد یا از طریق باد و طوفان با میکروارگانیسمهای محیط زیست (خاک، زباله‌ها، فاضلابها و ...) آلوده شده باشد.

**ب - از بین بردن میکروبهای مواد غذایی:** این کار مقدور است اما جلوگیری از آلودگی بعدی بسیار مشکل است. برای این منظور، باید مواد سالم سازی شده را در بسته‌های نفوذناپذیر حفظ کرد که این کار برای بسیاری از مواد غذایی غیرممکن است و هزینه زیاد در پی دارد و در عمل نمی‌توان از این راه استفاده کرد مگر در شرایط ویژه.

**پ - جلوگیری از رشد و نمو و فعالیت میکروبها در مواد غذایی:** برای این منظور باید شرایطی فراهم نمود که میکروارگانیسمها در صورت حضور در مواد غذایی نتوانند رشد و نمو و تکثیر نمایند. باید توجه داشت که عامل اصلی فساد حضور دارد و بنابراین باید عوامل کمکی را که موجبات رشد و تکثیر میکروارگانیسمها را فراهم می‌سازند از دسترس آنها دور ساخت. این شیوه، در عمل بهترین راه است و ما را به سمت راههای دیگر نگهداری مواد غذایی هدایت می‌کند. مهمترین عوامل کمکی برای رشد و تکثیر میکروارگانیسمها در این مورد عبارتند از آب، pH و دما. کم کردن آب موجود در مواد غذایی در موارد ممکن با خشک کردن، تغلیظ، استفاده از مواد جامد محلول مانند نمک و شکر موجب بروز وقفه در رشد و نابود شدن میکروارگانیسمها می‌شود.

استفاده از اسیدهای آلی خوراکی مانند سرکه، اسیدسیتریک با کم کردن pH هم مانع رشد باکتریها می‌گردد.

بالاخره استفاده از دمای پایین (چه دمای زیر صفر مانند دمای حدود ۲۵ - تا ۱۸ - و چه دمای بالای صفر حدود ۴ + تا ۱۰ +) نقش مؤثری در نگهداری مواد غذایی دارد. برای زمانهای کوتاه نگهداری بسته‌به مواد از سردخانه‌های بالای صفر و برای زمانهای طولانی و بسیار طولانی، از دماهای زیر صفر با درجات کم و کمتر می‌توان استفاده نمود.

۲- آنزیمهای طبیعی مواد غذایی: بسیاری از مواد غذایی به ویژه سبزیها، میوهها، شیر، تخم مرغ، ماهی، گوشت، غلات و حبوبات در حالت طبیعی دارای آنزیمهای گوناگونی هستند که اگر با روش صحیح مهار نشوند موجب فساد می گردند. ماهیت عمل این آنزیمها مانند آنزیمهای میکروبی است که در بالا گفته شد و نتیجه عمل آنها تغییر در رنگ، بو، مزه و بافت مواد غذایی است که منجر به خارج شدن آنها از حالت قابل استفاده برای انسان می شود.

ممکن است این پرسش پیش آید که اگر مواد غذایی به طور طبیعی حاوی آنزیمهای مختلف هستند چرا تا زمانی که به گیاه متصل اند و یا پس از برداشت، بافت آنها آسیب ندیده است سالم می مانند؟ پاسخ این است که در حالت طبیعی این آنزیمها در لابه لای سلولها و بافتهای مواد غذایی محصورند و نمی توانند آزادانه وارد واکنشهای خود شوند. اما اگر هر عاملی موجب آسیب بافتی شود و سلولها و بافتها متلاشی گردند آنزیمها آزاد می شوند و می توانند وارد فضاهای بین ملکولی و بافتها شده، روی ترکیبات غذایی اثر نمایند. همزمان با این مرحله، امکان مداخله اکسیژن هوا در این حالت وجود دارد و سبب تشدید این واکنشها می شود. پدیده دیگری که می تواند موجب تشدید فساد پس از آزاد شدن آنزیمها شود، خاصیت یا اثر تشدید کنندگی آنزیمها بر یکدیگر است. این پدیده را «اثر سینرژیسم» می نامند که در آن ممکن است آنزیمها اثر یکدیگر را چند برابر افزایش دهند و اگر آنزیمی به تنهایی قادر به فساد نباشد به کمک آنزیمهای دیگر این کار را انجام می دهد. آسیبهای بافتی موجب می شود تا آنزیمهایی که هر یک به صورت خالص و مجزا در بخشی از بافت وجود دارند، آزاد شده با یکدیگر مخلوط شوند و اثر نمایند.

بدیهی است برای اینکه آنزیمها بتوانند وارد واکنشهای منجر به فساد شوند اولین شرط، مخلوط شدن آنها با اجزای مواد غذایی مانند پروتئینها، چربیها و کربوهیدراتهاست و برای این کار حضور آب ضروری است. به همین سبب، موادی که مقدار بیشتری آب دارند سریع تر فاسد می شوند و برعکس آن دسته از مواد غذایی که دارای مقدار آب کمی هستند مانند دانه غلات و حبوبات، در شرایط عادی برای ماهها و بلکه سالها قابل نگهداری هستند.

از طرف دیگر، واکنشهای آنزیمی تا حد زیادی تحت تأثیر دما هستند و در دمای پایین قادر به فعالیت نیستند اما دمای بالا هم موجب نابود شدن و عقیم ماندن آنها می شود.

## راههای پیشگیری از واکنشهای آنزیمی

بنابراین در اینجا نیز برای متوقف کردن واکنشهای آنزیمهای طبیعی می توان از یکی از راههای زیر استفاده نمود.

۱- حذف آب اضافی مواد غذایی با هر یک از روشهای ممکن و مناسب؛

۲- کاهش دما تا حدی که اثر آنزیم متوقف شود؛

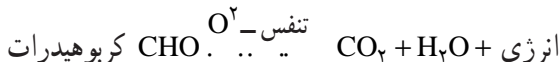
۳- افزایش دما تا حدی که آنزیمها عقیم شوند؛

۴- بالاخره جلوگیری از آسیبهای بافتی به مواد غذایی.

مورد آخر آنقدر مهم است که در برخی از کشورهای پیشرفته صنعتی، برای جابه‌جایی موادی مانند سیب، پرتقال، خربزه و مانند اینها از طرح و قالبهایی مانند شانه‌های تخم‌مرغ استفاده می‌شود تا این میوه‌ها به هنگام جابه‌جایی در جاده‌ها و هنگام بارگیری و تخلیه آسیب نبینند و دچار فساد نشوند.

۳- واکنشهای حیاتی یا متابولیکی: میوه‌ها، سبزیها، دانه‌های گندم، جو، برنج، عدس، نخود، لوبیا و مانند اینها، مواد جامد و بدون فعالیتی نیستند، بلکه در تمام مدت پس از برداشت تا مصرف به فعالیتهای حیاتی خود ادامه می‌دهند و از جمله اینکه تنفس می‌کنند و گاهی مراحل تکاملی آنها ادامه می‌یابد؛ مثلاً میوه‌هایی نظیر مرکبات، موز و گوجه‌فرنگی، ممکن است دارای پوست سبز باشند و با گذشت زمان و پس از برداشت از مزرعه تا مصرف، رنگ پوست آنها زرد، نارنجی و قرمز می‌شود و به اصطلاح می‌رسند.

واکنشهای متابولیکی این مواد اگر مهار نشود تا آنجا پیش می‌رود که منجر به فساد یا به عبارت ساده‌تر، تغییر حالت فیزیکی و شیمیایی آنها می‌شوند. در اثر تنفس، کربوهیدراتهای موجود در این مواد تجزیه شده و مقداری گاز کربنیک، آب و دما حاصل می‌شود، گاز کربنیک و دما وارد هوا می‌شود و آب جذب دانه می‌گردد.



به تدریج با بالا رفتن مقدار رطوبت و دما، واکنش تنفس تشدید می‌شود و یا فساد، افزایش می‌یابد و در نتیجه این عمل، از وزن محصول کاسته شده، میوه‌ها پلاسیده و دانه‌ها پوک می‌شوند. عمل رسیدن میوه‌ها و سبزیها که نوعی واکنش متابولیکی است در اثر فعالیت آنزیمهای طبیعی موجود انجام می‌شود و تا حدی موجب تکامل و بهبود کیفیت رنگ، طعم، بو، مزه و بافت می‌گردد و افزون بر آن موجب فساد می‌شود. برای نمونه میوه زردآلو تا زمانی که سبز است به حد تکامل نرسیده است و دارای بافت سفتی است که موجب سهولت جابه‌جایی آن می‌شود، به تدریج که عمل متابولیکی رسیدن آن (Ripening) ادامه می‌یابد، کم‌کم رنگ میوه زرد و بافت آن نرم می‌شود. در آخرین مرحله تکامل، رنگ میوه زرد است؛ بافت آن نرم و لطیف است و طعم و مزه‌اش در حد بسیار مطلوبی است اما پس از این مرحله، فرصت نگهداری میوه بسیار کوتاه است؛ لطافت بافت، موجب آسیب‌پذیری تشدید آن می‌شود. در اثر آسیب بافتی، آنزیمهای موجود آزاد می‌شوند و واکنشهای مربوط به خود را

انجام می‌دهند. اکسیژن هوا از محل آسیب‌دیده وارد بافت شده موجب تشدید فساد می‌شود. میکروارگانسمها و به‌ویژه اسپرکپک که به دلیل سبکی وزن در هوا معلق هستند از محل آسیب‌دیده وارد بافت شده شروع به رشد و نمو و تکثیر نموده، موجب گندیدگی و فساد می‌گردند. واکنشهای متابولیکی بیشتر تحت‌تأثیر آنزیمها قرار دارند و بنابراین روشهایی که مانع فعالیت آنزیمها می‌شوند به‌طور غیرمستقیم در مهار این واکنشها هم مؤثر هستند.

**۴- آفات انباری و حشرات:** آفات انباری و حشرات، بزرگترین رقیب انسان در غذای او به‌شمار می‌روند و به احتمال قوی، در آینده یکی از بزرگترین مشکلات زندگی او را تشکیل می‌دهند. حتی برخی از متخصصان این رشته پیش‌بینی می‌کنند که سرانجام بشر روزی مغلوب آنها خواهد شد چون تاکنون در برابر سختترین روشهای مبارزه هم مقاومت کرده‌اند؛ دارای صدها گونه شناخته شده هستند که به تمام مواد غذایی حمله کرده، آنها را نابود می‌کنند. میزان خساراتی که به واسطه حشرات، به مواد غذایی وارد می‌شود در گزارشهای گوناگون ۲۰ تا ۵۰ درصد ذکر شده است، اعداد و ارقام مربوط به کشورهای گرمسیر و معتدل بیشتر است، حتی کشورهای پیشرفته صنعتی هم از آسیبهای این موجودات در امان نیستند. تنها در کشور امریکا سالانه حدود ۲۰ میلیون تن غلات، در اثر حمله آفات انباری ضایع می‌شود. گونه‌های مختلف آفات انباری در تمام دنیا پراکنده هستند و با گسترش تجارت بین‌المللی روزبه‌روز دامنه آلودگی و فساد مواد غذایی به واسطه این آفات، گسترده‌تر می‌شود. حشرات، به شیوه‌های مختلف مواد غذایی را آلوده یا فاسد می‌کنند: پاره‌ای از آنها، آلودگی را از مزرعه شروع می‌کنند؛ روی گل یا در مراحل تکامل روی دانه‌ها یا داخل آنها تخم‌گذاری می‌کنند. پاره‌ای دیگر صددرصد انباری هستند و محدوده فعالیتشان از چهاردیواری انبار یا فرآورده‌ای که در آن قرار گرفته‌اند تجاوز نمی‌کند. برخی دیگر یک دوره از زندگی خود را در انبار و دوره دیگر را در خارج از آن سپری می‌کنند.

زیانهایی که به واسطه حشرات به مواد غذایی وارد می‌شود به اشکال مختلف صورت می‌گیرد: برخی از آفات، بخش عمده‌ای از محصول را برای تغذیه خود مورداستفاده قرار می‌دهند و این امر به‌ویژه با توجه به اینکه بعضی از گونه‌ها هر بار ۲۰۰ تا ۱۰۰۰ تخم می‌گذارند و هر سال چندین بار تخم‌گذاری می‌کنند دارای اهمیت زیادی است.

برخی دیگر با آلوده کردن مواد غذایی و فعالیت در آن، تغییرات نامطلوبی در رنگ، بو و مزه ایجاد می‌کنند. دسته دیگر، عوامل آلودگی را به محصول منتقل می‌نمایند.

برای حد آلودگی، اعداد و ارقام گوناگونی ارائه شده است. در کشورهای غنی که از نظر غذا محدودیتی ندارند حد مجاز بسیار پایین است و برعکس در کشورهای فقیر از این نظر محدودیت



جدی وجود ندارد و مواد حشره زده به مصرف تغذیه مردم می‌رسند.  
برای حشره‌زدایی و جلوگیری از ضایعات مواد غذایی از این طریق، راههای بیولوژیکی، فیزیکی و شیمیایی پیشنهاد شده است.

در روش بیولوژیکی از دشمنان حشرات برای مبارزه علیه آنها استفاده می‌شود. این روش در عمل و در سطح وسیع موفقیت زیادی نداشته است و نیاز به پژوهشهای پرمایه، برای یافتن دشمن مؤثر علیه حشرات و بی‌ضرر برای انسان و موجودات زنده، مفید می‌باشد.

در روشهای فیزیکی از دمای بالاتر از  $60^{\circ}\text{C}$  و کمتر از  $0^{\circ}\text{C}$  برای نابود کردن حشرات و دمای کمتر از  $12^{\circ}\text{C}$  برای متوقف کردن رشد آنها استفاده می‌شود. این روشها نیز همیشه مقصور نیست و در پاره‌ای نقاط، هزینه زیادی دربر دارد و امکانات زیادی نیازمند است. همچنین از گذشته‌های دور، مخلوط کردن غلات و حبوبات با خاکهای معمولی برای جلوگیری از فساد، متداول بوده و هست زیرا حشرات بر روی دانه‌های آغشته به خاک تخم‌گذاری نکرده، از آن برای تغذیه خود کمتر استفاده می‌کنند. در پاره‌ای از کشورها مخلوط کردن مواد غذایی با نمک کاربرد دارد.

ناکارآمد بودن روشهای بالا، موجب شده که در حال حاضر بیشتر از روشهای شیمیایی استفاده می‌شود. در این روش، از ترکیبات سمی با وزن ملکولی کم مانند برمومتیل که به صورت مایع است و فوستوکسین که به صورت قرص یا حب، به بازار عرضه می‌شود استفاده می‌گردد. این مواد را اصطلاحاً «فومیگان» یا «دودزا» (Fumigan) می‌نامند. چون در عمل به صورت توده‌ای گازی شکل درآمده، در توده‌های مواد غذایی نفوذ می‌کنند و حشرات را از طریق تنفس بوی آلوده به سم نابود می‌نمایند. ترکیبات دیگری مانند اکسیداتیلن و اکسید پروپیلن و گوگرد در این دسته قرار می‌گیرند. پاره‌ای از ترکیبات شیمیایی سمی به صورت مایع بر روی مواد غذایی یا محلهای آلوده پاشیده می‌شود و موادی هم هستند که به صورت بودر برای مبارزه به کار می‌روند، این مواد از طریق تماس جلدی اثر می‌کنند.

کاربرد سموم برای مبارزه با حشرات کاری است فنی و به اطلاعات وسیعی درباره نحوه زندگی آفات و نحوه عمل سموم نیاز دارد. بنابراین باید آگاهانه انجام گیرد و کار مبارزه باید در جای مناسب از جمله مزارع، وسایط حمل و نقل، انبارهای نگهداری و محیطهای زیست حشرات صورت پذیرد.

۵- **جوندگان:** جونده‌ها، از جمله مخرب‌ترین عوامل ضایعات و فساد مواد غذایی هستند. هر موش روزانه معادل ده درصد وزن خود غذا می‌خورد و به‌طور متوسط هر سال حدود  $12/5$  کیلوگرم غذا مصرف می‌کند و مقادیر بسیار زیادتری از مواد غذایی را به فضولات خود، میکروبها، انگلها و سایر عوامل آلوده‌کننده محیط زیست آلوده می‌کند. هر موش در سال  $25000$  فضله به وزن تقریبی

۰/۹ تا ۱/۸ کیلوگرم وارد محیط و مواد غذایی می‌کند و مقدار زیادی از مواد غذایی را با ادرار خود آلوده می‌سازد. وجود موی موش در مواد غذایی قابل تحمل نیست و در کشورهای اسلامی ردپای موش روی مواد غذایی موجب نجس قلمداد شدن و دور ریختن آنها می‌شود. بنابراین مبارزه با موش در واحدهایی که با مواد غذایی سروکار دارند ضروری است. برای این منظور راههای زیادی وجود دارد.

## عوامل فرعی یا کمکی مؤثر بر فساد مواد غذایی

پاره‌ای از عوامل مؤثر بر فساد، به‌طور مستقیم در انجام این امر دخالت ندارند بلکه نقش خود را به‌طور غیرمستقیم ایفا می‌نمایند. مهمترین این عوامل عبارت‌اند از:

**الف — آب:** وجود مقدار زیاد آب در مواد غذایی، شرایط را برای تکثیر میکروارگانیسم مساعد می‌کند. میکروارگانیسم، در نبود آب و یا کمبود آن (کمتر از حدّ معین) قادر به رشد و نمو و تکثیر نیستند، حضور آب همچنین برای فعالیت آنزیمها ضروری است و در محیطهایی که آب کافی وجود ندارد آنزیمها نمی‌توانند با مواد غذایی مخلوط شده و روی ترکیبات آنها اثر نمایند.

**ب — اکسیژن:** اکسیژن نیز برای رشد میکروارگانیسمهای هوازی و هوازی اختیاری و فعالیت پاره‌ای از آنزیمها به‌ویژه آنزیم اکسیداز لازم است و در غیاب اکسیژن واکنشهای اکسیداتیو و آنزیمی مختل می‌شود.

**پ — نور:** نور، رشد و نمو و تکثیر میکروارگانیسمها و شدت واکنشهای آنزیمی و شیمیایی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بنابراین با تنظیم آن می‌توان مانع فساد گردید.

**ت — عوامل مکانیکی:** با درهم شکستن نظم سلولی و بافتی، راه نفوذ میکروارگانیسمها به داخل بافت را فراهم می‌کنند و آنزیمهای طبیعی محصور شده بین سلولها و بافتها را آزاد می‌نمایند و بنابراین به‌نوعی در فساد دخالت دارند.

**ث — دما:** در حدّ معینی موجب تشدید فعالیتهای میکروبی، واکنشهای آنزیمی و شیمیایی می‌شود و بالاتر از آن موجب انهدام سلولها، بافتهای مواد غذایی و میکروارگانیسمها از یک طرف و انهدام و مساعد کردن شرایط برای آلودگی ثانویه و فساد سریعتر در مرحله بعد می‌شود. در شرایط غیرعادی چنانچه دما خواسته یا ناخواسته از حدّ معینی پایین‌تر رود و موجب انجماد شود نیز از یک طرف موجب منهدم شدن میکروارگانیسمها یا وقفه در رشد آنها می‌شود اما چنانچه انجماد در شرایط صحیح صورت نگیرد، کریستالهای درشت یخ در بافت، تشکیل شده، به آن آسیب می‌رساند. در چنین شرایطی پس از خارج کردن مواد غذایی از حالت انجماد، بافت آسیب دیده به‌شدت در معرض فساد قرار می‌گیرد.

## خودآزمایی

- ۱- تعریف فساد و آلودگی را بیان نمایید.
- ۲- مهمترین عوامل مؤثر بر فساد را نام ببرید.
- ۳- نتیجه رشد و تکثیر میکروبها در مواد غذایی را شرح دهید.
- ۴- روشهای جلوگیری از فساد مواد غذایی توسط میکروارگانیسمها را توضیح دهید.
- ۵- راههای پیشگیری از واکنشهای آنزیمی را بیان نمایید.
- ۶- زیانهای که به واسطه حشرات به مواد غذایی وارد می شود، شرح دهید.
- ۷- راههای جلوگیری از فعالیت حشرات را نام ببرید.
- ۸- مهمترین عوامل فرعی مؤثر بر فساد مواد غذایی را ذکر کنید.