

## تاریخچه و اهمیت کنترل کیفیت مواد غذایی

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

- ۱- اهمیت و سیر تکاملی کنترل کیفیت را در جهان توضیح دهد.
- ۲- اهمیت و سیر تکاملی کنترل کیفیت را در صنایع غذایی بیان کند.
- ۳- تاریخچه و اهمیت کنترل کیفیت آماری را توضیح دهد.

### ۱-۱- تاریخچه کنترل کیفیت<sup>۱</sup> در جهان

در انقلاب صنعتی، مدیران کارخانجات بزرگ نمی توانستند شخصاً بر تمام وقایع نظارت داشته باشند. بنابراین ناچار بودند به طریق دیگری مشکل کیفیت کالا را حل نمایند. این امر به منظور حفظ منافع اقتصادی و ایمنی مصرف کننده و نیز افزایش میزان تولید و به وجود آمدن رقابت، مورد توجه جدی قرار گرفت و به این منظور به کارگیری روشهای بازرسی برای جلوگیری از عرضه محصولات نامرغوب یا معیوب به بازار به سرعت گسترش یافت، حتی بسیاری از واحدهای تولیدی، به منظور اطمینان خاطر مصرف کنندگان و گاه به عنوان ابزاری تبلیغاتی اعلام می کردند که در تولید خود از روشهای بازرسی صد در صد بهره گیری می کنند. بنابراین، اولین مرحله کنترل کیفیت پدیدار شد که هدف از آن، فقط جداسازی محصولات معیوب از سالم بود و به منظور کاهش تعداد محصولات معیوب، ابداع روشهای علمی جدیدتر ضرورت یافت.

در سال ۱۹۲۴ دکتر والتر شوهارت<sup>۲</sup> آمریکایی اولین نمودارهای آماری را به منظور کنترل فرایند تولید ابداع و معرفی نمود. بنابراین، وی را پایه گذار کنترل کیفیت آماری<sup>۳</sup> می شناسند، ولی استفاده از علم آمار در صنعت از این زمان آغاز نشد، علت این امر، اعتقاد نداشتن مدیران تولید به روشهای آماری و همچنین کمبود متخصص علم آمار در مراکز تولیدی بود.

۱- Quality Control

۲- Walter A. Shewhart

۳- Statistical Quality Control

در سال ۱۹۳۷، در طی جنگ جهانی دوم خرید میلیون‌ها تن مواد غذایی، مهمات، پوشاک، دارو و... توسط ارتش آمریکا بدون آن که روش علمی برای کنترل و بازرسی آنها وجود داشته باشد، سران ارتش آمریکا را وادار نمود که به سراغ کنترل کیفیت آماری بروند. این اقدام ارتش آمریکا، از یک طرف منجر به پیروزی آنان در جنگ جهانی دوم و از طرف دیگر، سبب پایه‌گذاری علم کنترل کیفیت (آماری) در دنیا گردید. در کنترل کیفیت آماری که امروزه به طور گسترده‌ای در صنایع پیشرفته دنیا به کار می‌رود، سعی بر این است که ضایعات تولید تا حد امکان کاهش یابد. چنانچه مدیری بخواهد کنترل کیفیت را اجرا کند باید آمار بگیرد. به عنوان مثال، تعیین نماید که آیا ضایعات کارخانه یا کارگاه، نسبت به دیروز افزایش یافته است یا کاهش؟ آیا pH محلول امروز با pH روز قبل یکی است؟ آیا ضایعات این کامیون مواد خام نسبت به کامیون قبلی فرق دارد یا نه؟ سپس لازم است این آمارها را به صورت نمودار درآورد و بعد از تجزیه و تحلیل نمودارها، ریشه نقایص را بیابد. به این ترتیب می‌توان با استفاده از کنترل کیفی آماری، کنترل مؤثری بر تولید داشت.

در سال ۱۹۶۰، اولین حلقه‌های کنترل کیفیت<sup>۱</sup> برای بهبود روشهای کنترل کیفیت در ژاپن تشکیل شد. این حلقه‌ها، عبارت است از تقسیم مجموعه عوامل مؤثر بر کیفیت به حلقه‌های مختلف و تقسیم حلقه‌های بزرگ به حلقه‌های کوچک؛ هدف اصلی از تشکیل این حلقه‌ها آن بود که شرایط مناسب برای بهبود کیفیت محصول تولیدی فراهم آید.

کار حلقه‌های کنترل کیفیت از همان آغاز با موفقیت چشمگیری رو به رو شد و به همین دلیل، واحدهای تولیدی در بسیاری از کشورها، این حلقه‌ها را در صنعت خود تشکیل دادند. در سالهای اخیر در اکثر واحدهای تولیدی، سیستمهای مختلف کنترل کیفیت تضمین کننده سلامت، بهداشت، ایمنی، رفاه و... افراد جامعه موجود است.

## ۲-۱- اهمیت و سیر تکاملی کنترل کیفیت در صنایع غذایی

پس از انقلاب صنعتی، توسعه روشهای انجماد، کنسروسازی، استفاده از آسیابهای غلتکی، تولید انبوه نان و...، برای تغذیه شهرهایی که بی‌رویه به وجود می‌آمدند همراه با پیشرفتهای شایانی که در علوم شیمی و میکروب‌شناسی وجود داشت، عوامل پیشرفت عمده صنایع غذایی بودند. اما کیفیت محصولات تولید شده از سوی این واحدها، متکی به مهارت مجری بود که در بهترین شرایط، محصولی عالی و در شرایط بد غذای فاسد ارائه می‌دادند. در صنعت کنسروسازی، بزودی معلوم شد

که به دلایلی نامشخص، برخی قوطی‌هایی که ظاهراً به درستی فرآوری شده‌اند در زمان نگهداری فاسد می‌شوند. در سال ۱۸۴۰ شرکت‌های دانکن، هال و کمبل<sup>۱</sup> روشی را برای آزمایش قوطی‌های کنسرو ابداع نمودند. در این روش، قوطیها به مدت یک ماه در دمای ۳۲-۴۳ درجه سانتیگراد قرار می‌گرفتند. چنانچه محتویات آنها فاسد بود تولید گاز کرده، موجب بادکردگی قوطی شده و مشخص می‌شد که محتوای قوطی فاسد شده است ولی اگر پس از این مدت، تغییر شکلی مشاهده نمی‌شد آن را سالم دانسته، محصول را به بازار عرضه می‌کردند، و به این ترتیب اولین آزمایش کنترل کیفیت جای خود را در صنعت کنسرو باز نمود. تا سال ۱۸۶۰ که آزمایشهای لویی پاستور، فرایند کنسرو و واکنشهای درون آن را مشخص نمود، دانشمندان در این زمینه اطلاعات مختصری داشتند.

در اواخر قرن نوزدهم، انجماد مکانیکی به صحنه آمد و کشتیهای حمل مواد غذایی مجهز به سیستم‌های سرمازا شدند. روشهای آسیاب سنگی، جای خود را به سیستم‌های موتوری آسیاب غلتکی داده و بسیاری پیشرفتهای دیگر در این دوران حاصل آمده بود. جنگ جهانی اول با خود مسایل خاص مواد غذایی را به دنبال داشت و کاملاً طبیعی بود که در سالهای پس از جنگ، مطالعات بسیاری در این زمینه صورت گیرد.

در سالهای ۱۹۲۰ تا ۱۹۳۰ اکثر کارخانجات بزرگ صنایع غذایی در کشورهای پیشرفته جهان آزمایشگاههایی برای حل مسایل فرآوری مواد غذایی تشکیل داده و معیارهایی برای کنترل کیفیت مواد غذایی را بنا نهاده بودند. در این آزمایشگاهها، بازرسی مواد اولیه، علاوه بر محصول نهایی، به عنوان یک قدم مفید مورد تأیید همگان قرار گرفت و روشهای ساده‌ای برای کنترل کیفیت این مواد به وجود آمد. بنابراین، راه کنترل کیفیت در صنایع غذایی باز شد.

تجربه‌های دوران مختلف نشان داده است که نیاز به داشتن روشهای کنترل کیفیت در صنایع غذایی، برای برطرف نمودن نابسامانیهای تغذیه‌ای و بهداشتی مواد غذایی، بسیار ضروری است.

## ارزشیابی فصل اوّل

- ۱- سیر پدیدار شدن اوّلین مرحله کنترل کیفیت را توضیح دهید.
- ۲- پایه گذار کنترل کیفیت آماری چه کسی است؟
- ۳- کنترل کیفیت آماری را بیان کنید.
- ۴- حلقه های کنترل کیفیت را توضیح دهید.
- ۵- هدف اصلی از تشکیل حلقه های کنترل کیفیت چیست؟
- ۶- اوّلین آزمایشهای کنترل کیفیت به چه صورت جای خود را در صنعت کنسروسازی باز نمود؟
- ۷- چگونگی وارد شدن کنترل کیفیت را در صنایع غذایی شرح دهید.

### عوامل مؤثر بر کیفیت مواد غذایی

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

- ۱- تاریخچه و سیر تکاملی کنترل کیفیت را تعریف کند.
- ۲- کیفیت و کنترل کیفیت را تعریف کند.
- ۳- عوامل شیمیایی مؤثر بر کیفیت مواد غذایی را نام ببرد.
- ۴- عوامل بیولوژیکی مؤثر بر کیفیت مواد غذایی را نام ببرد.
- ۵- عوامل فیزیکی و رئولوژیکی مؤثر بر کیفیت مواد غذایی را نام ببرد.
- ۶- عوامل حسّی مؤثر بر کیفیت را تعریف و کاربرد آنها را بیان کند.

#### ۲-۱- مفاهیم اساسی کنترل کیفیت

تعریف کیفیت: کیفیت، مفاهیم گوناگونی دارد. کیفیت یک محصول غذایی از نظر مصرف کننده معادل است با بو، مزه، بافت و وضعیت ظاهری آن محصول؛ اما کارشناسان مواد غذایی، علاوه بر عوامل یاد شده به ویژگی‌های بهداشتی و شیمیایی و تغذیه‌ای و برابری آنها با استانداردهای مربوطه نیز توجه دارند.

بنابه تعریف سازمان بین‌المللی استاندارد، کیفیت عبارت است از مجموعه ویژگیهای یک فراورده که در برآورده ساختن نیازهای از پیش تعیین شده مؤثر است.

#### ۲-۲- عوامل مؤثر بر کیفیت مواد غذایی

این عوامل عبارت‌اند از:

##### ۱- عوامل شیمیایی

الف- ترکیبات مغذی، ب- سموم طبیعی، پ- مواد افزودنی، ج- سموم زیست محیطی،

ح- عوامل شیمیایی ناشی از فرآیند

## ۲- عوامل بیولوژیکی

الف- آنزیمهای طبیعی، ب- میکرو ارگانیسرها، ج- انگلها.

## ۳- عوامل فیزیکی و رئولوژیکی

در برگیرنده، ویسکوزیته<sup>۱</sup>، قوام<sup>۲</sup>، بافت، رنگ و مانند اینهاست.

## ۴- عوامل حسی

مواردی که با حواس چشایی، بویایی، بینایی، شنوایی و لامسه ارتباط دارد.

## ۱-۲-۲- عوامل شیمیایی: شامل ترکیبات شیمیایی متفاوتی هستند. این ترکیبات یا به

صورت طبیعی در بافتهای مختلف گیاه و جانور یافت می شوند و یا اینکه در هنگام تولید به مواد غذایی افزوده می گردند. از آنجا که هر یک از این مواد شیمیایی، به گونه ای بر سلامت مصرف کننده و ویژگی های حسی محصول تأثیرگذار است، در زمان انتخاب مواد اولیه به منظور فرایند تولید و همچنین پس از تولید، باید بود و نبود این ترکیبات مورد بررسی قرار گیرد تا سلامت مصرف کننده، به خطر نیفتد.

## - ترکیبات مغذی: موادی هستند که برای رفع نیازمندیهای بدن انسان مورد استفاده قرار

می گیرند و مهمترین آنها شامل پروتئینها، چربیها، ویتامینها و مواد معدنی می باشند. در ارتباط با این مواد مقدار و تعادل بین این ترکیبات اهمیت زیادی دارد. اگر این مواد کمتر یا بیشتر از نیاز بدن مصرف شوند سلامت فرد به خطر می افتد.

## - سموم طبیعی: برخی از گیاهان، علاوه بر تأمین ترکیبات مختلف مورد نیاز انسان مانند

قندها، چربیها، پروتئینها و ویتامینها، مقادیری مواد سمی با خواص مختلف تولید می کنند که مصرف این سموم، باعث بروز اختلال در سیستم بدن انسان و حتی مرگ می گردد. مهمترین این ترکیبات عبارتند از:

## الف- موادی که مانع اثر آنزیمهای گوارشی می شوند<sup>۳</sup>: دسته ای از ترکیبات شیمیایی

در گیاهان یافت می شوند که مانع تأثیر آنزیمهای پروتئاز<sup>۴</sup> بر روی پروتئینها در دستگاه گوارشی می گردند. این ترکیبات، اغلب در حبوبات و سبزیها یافت می شوند و مصرف آنها ناراحتیهایی همچون دل درد و نفخ ایجاد می کند. اکثر این ترکیبات، در اثر پخت کافی از بین می روند.

## ب- سیانورژنها: برخی از مواد غذایی مانند مغزها و حبوبات و دانه های روغنی دارای سیانور

۱- Viscosity

۲- consistency

۳- Enzyme Inhibitors

۴- Protease

هستند که مصرف آنها باعث مسمومیت و مرگ می‌شود. از این ترکیبات می‌توان به آمیگدالین در بادام تلخ و لینامارین در حبوبات و تخم کتان، اشاره نمود.

**ج - عامل بیماری فاویسم:** بیماری فاویسم<sup>۱</sup> به علت وجود دسته‌ای از ترکیبات آلکالوئیدی در باقلا ایجاد می‌گردد. افرادی که نسبت به این ترکیبات حساس هستند در اثر مصرف باقلا علائمی مانند کم‌خونی، ضعف و وجود هموگلوبین در ادرار را از خود بروز می‌دهند. این بیماری ممکن است حتی در اثر عبور از کنار مزرعه باقلا و یا با دست زدن به این محصول، ایجاد گردد.

**د - آلرژی زوها<sup>۲</sup>:** دسته‌ای ترکیبات شیمیایی در برخی مواد غذایی مانند تخم مرغ، ماهی و گوجه فرنگی، موز و گوشت، ادویه‌جات و سبزیها و غلات وجود دارند که در بعضی افراد ایجاد ناراحتیهایی از جمله آسم، کهیر و اختلالات گوارشی می‌نمایند. از این ترکیبات می‌توان به ترکیبات سولفیدی اشاره نمود.

**ه - گواتروژنها<sup>۳</sup>:** برخی ترکیبات شیمیایی در مواد غذایی، باعث ایجاد و تشدید بیماری گواتر در انسان می‌گردند که از جمله این مواد غذایی می‌توان به کلم و شلغم خام اشاره نمود. بیماری گواتر یا غمباد، در اثر کمبود ید در انسان ایجاد می‌شود و در گردن در ناحیه غده تیروئید، برآمدگی ایجاد می‌گردد. بنابراین، دانه کلم و شلغم و شیر حیواناتی که در مزارع کلم و شلغم چریده‌اند ممکن است در ایجاد این بیماری مؤثر باشد.

**و - گوسیپول<sup>۴</sup>:** این ترکیب شیمیایی سمی، درون پنبه دانه وجود دارد که در طی عملیات روغن‌کشی از پنبه دانه، ۱۰٪ آن وارد روغن می‌شود و ۹۰٪ آن وارد کنجاله می‌گردد. این کنجاله، اگر مورد مصرف دام قرار گیرد باعث مسمومیت و مرگ دام می‌شود. همچنین اگر این سم وارد شیر و گوشت و تخم مرغ شود مصرف آن عوارضی از قبیل کم‌خونی، اسهال، لاغری و بی‌اشتهایی را برای انسان، به دنبال دارد.

**- مواد افزودنی<sup>۵</sup>:** مواد افزودنی، عبارت‌اند از بعضی ترکیبات شیمیایی که به‌طور طبیعی و یا سنتزی تهیه می‌شوند و به منظور خاصی در جریان عملیات تولید فراورده‌های غذایی، مورد استفاده قرار می‌گیرند. در حال حاضر، حدود سه هزار نوع مواد افزودنی مختلف وجود دارد که اغلب به صورت خالص و بعضی نیز، به طریق سنتتیک تهیه شده و هر یک از آنها نقش ویژه‌ای دارند.

۱- Favism

۲- Allergens

۳- Goitrogens

۴- Gossypol

۵- Addetives

مواد افزودنی به گروه‌های زیر طبقه‌بندی می‌شوند.

- ۱- تغییردهنده رنگ، ۲- غلظت دهنده‌ها، ۳- نگهدارنده، ۴- غنی‌کننده، ۵- طعم‌دهنده‌ها، ۶- شیرین‌کننده‌ها، ۷- آنتی‌اکسیدانها، ۸- مواد تشکیل دهنده کمپلکس، ۹- فعال‌کننده‌های سطح مواد غذایی، ۱۰- آزیماها و موارد دیگر.

## طبقه‌بندی مواد افزودنی

الف - مواد افزودنی غیرعمدی (ناخواسته)

ب - مواد افزودنی عمدی

**الف - مواد افزودنی غیرعمدی (ناخواسته):** برخی از مواد شیمیایی، مانند باقیمانده سموم دفع آفات نباتی، حشره‌کش‌ها، آنتی‌بیوتیکها و غیره، ممکن است در مواد اولیه وجود داشته باشند که وجود آنها یا مقادیری از آنها، در مواد غذایی نامطلوب است. برای نمونه، اگر آنتی‌بیوتیک در شیر وجود داشته باشد عوارض نامطلوبی برای مصرف‌کننده مانند حساسیت و مشکلات زیادی را در صنعت به وجود می‌آورد.

بعضی از مواد شیمیایی ممکن است در طی عملیات خاصی به مواد غذایی اضافه شوند که اگر مقدار آنها از حد مجاز بیشتر شود ایجاد مسمومیت و ناراحتیهای متفاوت می‌کنند مانند باقی‌ماندن نیکل در روغنهای نباتی جامد و یا نمکهای فلزاتی مثل کادمیم، سرب، روی، قلع و مس که ممکن است از سطح زنگ زده وسایل فلزی و ماشین‌آلاتی که با مواد غذایی در تماس هستند وارد شده، مواد غذایی را آلوده سازند و همچنین، مواد زیان‌آور و سرطان‌زای موجود در مواد بسته‌بندی اگر بیش از حد مجاز وارد مواد غذایی شوند، سلامتی را در انسان به خطر می‌اندازد.

**ب - مواد افزودنی عمدی:** برای اینکه یک ماده غذایی بتواند نقش خود را در بدن به خوبی ایفا کند علاوه بر داشتن مواد مغذی ضروری، باید تازه و سالم هم باشد؛ چرا که مواد غذایی مانده و ناسالم نمی‌توانند باعث شادابی و سلامت مصرف‌کننده گردند. مواد غذایی مورد نیاز بدن انسان، شامل پروتئینها، چربیها، کربوهیدراتها و ویتامینها و املاح هستند که به منظور برآورده کردن نیازهای بدن انسان برای رشد و نمو و...، ضروری هستند و مصرف بیش از حد یا کمتر از حد این مواد، می‌تواند برای انسان مشکلاتی را به بار آورد.

ارزش غذایی یک محصول کشاورزی، به نوع آن محصول، شرایط کاشت و داشت و برداشت، درجه رسیدگی و نیز فاصله زمان برداشت تا فرایند آن، بستگی دارد و ممکن است بسیار متغیر باشد. در



کنترل مواد اولیه، می‌باید خصوصیات تغذیه‌ای محصول نهایی، مورد توجه واقع شود و مواد اولیه از همین نظر مورد ارزیابی قرار گیرند. چگونگی فرایندی که به روی ماده غذایی انجام می‌شود می‌تواند مواد مغذی محصول نهایی را تغییر دهد. بنابراین، باید کنترلی دقیق بر روی فرایند تولید انجام شود تا ترکیبات محصول نهایی مطابق با استاندارد باشد. به‌عنوان مثال، ویتامینهای محلول در چربی و همچنین ویتامینهای B<sub>۶</sub> و اسید پانتوتینیک، بیوتین و اسید نیکوتینیک در مقابل گرما تا حدودی مقاوم هستند و معمولاً هنگام حرارت دادن شیر تخریب نمی‌شوند، در حالی که، ویتامینهای محلول در آب مانند B<sub>۱</sub> و B<sub>۶</sub> مقاومت کمتری در برابر گرما از خود نشان می‌دهند.

### فواید و زیانهای مواد افزودنی

تولید هزاران نوع فراورده غذایی، استفاده از مواد افزودنی در صنایع غذایی را به مقدار زیادی گسترش داده است. استفاده از مواد افزودنی باعث می‌شود تا از فساد میکروبی انواع فراورده‌های غذایی که سالانه بالغ بر ۲۰٪ از تولیدات غذایی دنیا را تشکیل می‌دهد جلوگیری به‌عمل آید. همچنین استفاده از مواد افزودنی، موجب بهبود کیفیت، رنگ، طعم و مزه غذا گشته، نیز، تهیه، پخش و نگهداری مواد غذایی را مقرون به صرفه می‌نماید. بنابراین، با همه امتیازاتی که برای مواد افزودنی می‌توان تصور کرد، مصرف انواع مختلف مواد شیمیایی و دارویی از نظر کمی و کیفی و نیز عکس‌العملهای ناشی از ایجاد واکنش با سایر مواد غذایی موجود و همچنین مصرف زیاد آنها، موجب بیماری‌های گوناگونی در انسان شود.

### شرایط لازم برای استفاده از مواد افزودنی در صنایع غذایی

شرایط لازم برای مجاز شناخته شدن مواد افزودنی، عبارت‌اند از:

- ۱- موجب افزایش کیفیت و ارزش غذایی فراورده گردد.
- ۲- به عنوان نگهدارنده بتواند مانع فساد و ضایعات مواد غذایی شود.
- ۳- باعث بهبود حالت ظاهری مواد غذایی گردیده، پوششی برای مخفی کردن عیب نباشد.
- ۴- در جهت تهیه فراورده‌های رژیمی، مورد نیاز اقشاری از جامعه باشد.
- ۵- باعث سهولت در امر ساخت، بسته‌بندی، انبار کردن و حمل و نقل گردد.
- ۶- مقدار ماده افزودنی و درجه خلوص آن، در حد مجاز و استاندارد اعلام شده باشد.
- ۷- زیان‌آور و مسموم کننده نباشد.

## ترکیبات شیمیایی ناشی از فرآیندهای تولید

به منظور سالم‌سازی مواد غذایی، همچنین جلوگیری از جوانه زدن سیب‌زمینی و پیاز و ترد کردن گوشت قرمز، در بعضی از صنایع غذایی از اشعه یونیزه حاصل از کبالت  $^{60}\text{Co}$  و سزیم  $^{137}\text{Cs}$  استفاده می‌گردد که هم اثرات مثبت و هم اثرات منفی بر روی مواد غذایی باقی می‌گذارد. در طی اشعه دادن، بایونیزه شدن آب مواد غذایی و تولید آب اکسیژنه، آنزیمها عقیم می‌گردند و میکروارگانیسمها نابود می‌شوند، اما در عوض، ترکیبات ناخواسته‌ای ایجاد می‌شود و تغییرات نامطلوبی در پروتئینها و کربوهیدراتها و چربیها و رنگدانه‌ها و مواد معطر به وجود می‌آید.

**۲-۲-۲- عوامل بیولوژیکی مؤثر بر کیفیت مواد غذایی:** عوامل بیولوژیکی که به گونه‌ای بر کیفیت مواد غذایی تأثیر می‌گذارند شامل میکروارگانیسمها، آنزیمهای طبیعی و انگلها هستند که در این بخش به آنها اشاره خواهد شد.

**– میکروارگانیسمها و سموم میکروبی:** میکروارگانیسمها در اثر رشد و نمو در مواد غذایی با تولید سم موجب مسمومیت مصرف‌کننده و با تکثیر در بافتهای بدن انسان موجب بیماریهای عفونی می‌شوند.

**الف – باکتریهای عامل مسمومیت غذایی<sup>۱</sup>:** این باکتریها با تولید سم در مواد غذایی، باعث بروز مسمومیت در مصرف‌کننده می‌شوند. نمونه‌های مهم آن، باکتری کلوستریدیوم بوتولینوم و باکتری استافیلوکوکوس اورئوس است.

**ب – باکتریهای عامل عفونت مواد غذایی<sup>۲</sup>:** این باکتریها، باعث ایجاد بیماریهای عفونی در مصرف‌کننده می‌شوند مانند اغلب باکتریهای گرم منفی که حتی وجود تعداد کم باکتری می‌تواند موجب بروز بیماریهای عفونی شود.

بسیاری از باکتریها، در هر دو گروه جای می‌گیرند؛ یعنی هم در ماده غذایی تولید سم نموده، هم اینکه پیکره آنها سمی است.

هر ماده غذایی، به نحوی می‌تواند بهترین شرایط از نظر مواد مغذی، اکسیژن و pH را برای بعضی از میکروارگانیسمها فراهم کند، بنابراین در طول مدت تولید در کارخانه، همچنین در نگهداری مواد اولیه و محصول نهایی و عرضه آن، باید نهایت دقت را اعمال کرد تا میکروارگانیسمها باعث آلودگی، مسمومیت، بیماری، فساد و در نتیجه، موجب کاهش کیفیت محصول و بالاخره، ناکارآمدی آن نگردند.

## جدول ۱-۲- برخی عوامل مسمومیت و عفونت غذایی

نام بیماری	عامل بیماری	نوع ماده غذایی آلوده	نحوه وارد شدن به ماده غذایی	روشهای جلوگیری
مسمومیت استافیلوکوکی	استافیلوکوک اورئوس	قرمه گوشت، فراورده‌های لبنی ماهی، مواد غذایی که به مدت طولانی گرم نگه داشته شوند.	از طریق افراد، دست، دهان، بینی افراد ناقل یا مواد غذایی آلوده	نگهداری مواد غذایی در یخچال، جلوگیری از تماس دست با مواد غذایی
عفونت سالمونلایی	گونه‌های زیادی از سالمونلا باعث بیماریهای روده‌ای می‌شوند.	گوشت طیور، گاو، گوشتهای چرخی، فراورده‌های تخم مرغ، بلغورها، سوپ	از طریق افراد آلوده، گوشت و شیر پاستوریزه نشده، تخم مرغ مایع	آموزش افرادی که مواد غذایی حمل می‌کنند. حرارت کافی و نگهداری مواد غذایی در یخچال جلوگیری از ورود مگس و جوندگان به مواد غذایی
بوتولیسم	کلستریدیوم بوتولینوم	مواد غذایی کم اسید	خاک و مواد غذایی دارای منشأ گیاهی و یا آب دریاها که در اثر شسته شدن خاک کف رودخانه‌ها و ورود آن به دریاها آلوده می‌شوند.	پختن مواد غذایی، تحت فشار بالاتر از اتمسفر، مواد غذایی که pH بیشتر از ۴/۶ دارند را پس از خارج کردن از قوطی به مدت ۲۰ دقیقه حرارت می‌دهند.
مسمومیت کلی فرمی	اشیرشیاکلی	گوشت خام، شیر خام، آبهای آلوده	استفاده از آبهای آلوده از راه تماس و کاربرد وسایل شخصی دیگران	رعایت بهداشت عمومی و شخصی

**سموم باکتریایی:** این سموم موادی هستند که سوخت و ساز طبیعی سلولهای میزبان را با اثرات مضر تغییر می‌دهند و این مواد، علائم اصلی بیماری را ایجاد می‌کنند. برحسب چگونگی عملکرد و ماهیت، توکسینها یا سموم میکروبی به دو دسته آندوتوکسین و اگزوتوکسین تقسیم می‌شوند.

**اندوتوکسین:** لیپوپلی ساکارید غشای خارجی باکتریهای گرم منفی است که فقط با متلاشی شدن باکتری آزاد می‌شود و در برابر گرما، پایدار است.

**اگزوتوکسین:** عبارت است از سموم خارجی سلولی که به وسیله سلولهای زنده میکروب ترشح می‌شود.

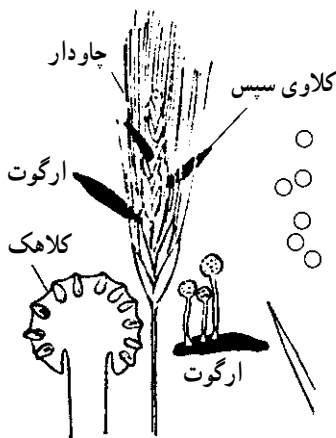
اغلب باکتریهای گرم مثبت، مسمومیت غذایی و باکتریهای گرم منفی، عفونت غذایی ایجاد می‌نمایند.

جدول ۲-۲- ویژگی های اگزوتوکسینها و اندوتوکسینها

اندوتوکسینها	اگزوتوکسینها
<p>- بخشی از دیواره سلولی باکتریهای گرم منفی (غشای خارجی) که در اثر انهدام آنها آزاد می شود.</p> <p>- کمپلکسهای لیپوپلی ساکاریدی ست و بخش لیپید A احتمالاً مسئول سمیت آن می باشد.</p> <p>- در مقابل حرارت تا حدود ۱۱۰ درجه، مقاوم هستند.</p> <p>- قابل تبدیل به توکسوئید نیستند.</p> <p>- قدرت سمی ضعیفی دارند.</p> <p>- اغلب باعث ایجاد تب در میزبان می گردند.</p>	<p>- به وسیله سلولهای زنده ترشح می شود و در محیطهای دارای آب زیاد (A.W) در غلظت زیاد یافت می گردد.</p> <p>- پلی پتیدهای با وزن مولکولی ۱۰/۰۰۰ تا ۹۰۰/۰۰۰ هستند.</p> <p>- نسبتاً ناپایدارند و سمیت آنها اغلب با حرارت بالای ۶۰ درجه از بین می رود.</p> <p>- با اسید و حرارت می توان آنها را به صورت پادتنهای فاقد اثر سمی یا توکسوئید تبدیل نمود.</p> <p>- به شدت سمی هستند و در مقادیر میکروگرم یا کمتر، باعث مرگ حیوانات آزمایشگاهی می شوند.</p> <p>- در میزبان تولید تب نمی کنند.</p>

ب- قارچها و سموم آنها: استفاده بشر از قارچها (کپک و مخمر) برای تهیه آنتی بیوتیکها،

تولید مواد غذایی و تهیه بعضی از مواد غذایی تخمیری، از سالها قبل معمول بوده است ولی بعضی از قارچها نیز مواد سمی به نام مایکوتوکسین تولید می کنند که می تواند بسیار خطرناک باشد مانند



شکل ۱-۲- محل سختینه بر روی گیاه

قارچ کلاوی سپس پورپورا<sup>۱</sup> که تولید مایکوتوکسین کرده، باعث بیماری ارگوت می شود. این قارچ، بیشتر به گندم، جو و یولاف حمله کرده و به روی خوشه این گیاهان زایده های قهوه ای رنگ مخروطی شکل ایجاد می کند. این زایده ها به علت داشتن سم ارگوتامین در انسان و حیوان عامل ارگوتیسم هستند که سبب مرگ آنها می شوند (حاوی سم ارگوتامین). علائم ارگوتیسم در انسان، عبارت اند از: تورم، التهاب، از دست دادن حس، اختلالات هوشی و لرزش.

۱- Claviceps purpurea

مایکوتوکسینها، متابولیت‌های حاصل از کپکها هستند که در برخی مواد غذایی رشد کرده، باعث مسمومیت‌های حاد و مزمن در حیوان و انسان می‌گردند. از معروفترین آنها می‌توان «آفلاتوکسین» را نام برد.

در مواد غذایی، سه گونه مهم کپک شامل: اسپرژیلوس، فوزاریوم و پنی‌سیلیوم؛ به خوبی رشد کرده و سلامت مصرف‌کننده را به خطر می‌اندازد.

جدول ۳-۲- فرآورده‌های غذایی و مایکوتوکسینهای احتمالی موجود در آنها

نوع مایکوتوکسین	جنس یا گونه‌های کپک با پتانسیل مایکوتوکسین‌زایی	محصولات غذایی
آفلاتوکسین، اوکراتوکسین، اسید پنی‌سیلیک، زیرالئون	اسپرژیلوس فلاووس، اوکراسه اوس	گندم، آرد، نان، ذرت
پاتولین	پنی‌سیلیوم اکسپانسونم	سیب و فرآورده‌های سیب
آفلاتوکسین و اوکراسه توکسین	اسپرژیلوس فلاووس، اسپرژیلوس اوکراسه اوس	فلفل سیاه و فلفل قرمز، ماکارونی
اسید پنی‌سیلیک، توکسینهای پنی‌سیلیوم، توکسین T <sub>۲</sub>	گونه‌های اسپرژیلوس و فوزاریوم	غذاهای سوپرمارکتی کپک‌زده

— آنزیمهای میکروبی و آنزیمهای طبیعی موجود در مواد غذایی: بسیاری از میکروارگانیسمها، دارای آنزیمهای مختلف‌اند که هر یک روی قسمتی از مواد غذایی اثر کرده، آنرا تجزیه می‌نمایند. به‌عنوان مثال، آنزیم پکتین استراز یا پکتیناز روی پکتین اثر کرده، آنرا تجزیه می‌نماید. پکتین، عامل اصلی حفظ بافت و حالت فیزیکی میوه‌ها و سبزیهاست. بر اثر فعالیت این آنزیم، حالت طبیعی میوه‌ها و سبزیها از بین می‌رود. آنزیم لپاز، روی چربی اثر کرده، آنرا اکسیده می‌نماید. آنزیم پروتاز، روی پروتئین اثر می‌کند. به همین ترتیب باید آنزیمها هر یک روی سوبسترای مخصوص خود اثر کرده، علاوه بر تجزیه آنها ترکیبات جدیدی سنتز می‌کنند که روی ویژگیهای مطلوب از جمله رنگ، بو، طعم، مزه و بافت اثر می‌گذارند. بر اثر فعالیت این آنزیمها، حالت طبیعی میوه‌ها و سبزیها از بین می‌رود.

یکی از انواع فساد که در مواد غذایی مختلف ایجاد اشکال می‌کند و عامل آن آنزیمهای میکروبی ست فساد نرم باکتریایی است. این نوع فساد، اغلب ناشی از فعالیت باکتریهای سودوموناس<sup>۱</sup> و اروینیا می‌باشد.

باکتریهای مربوط، به وسیله آنزیم پکتیناز، پکتین گیاه را شکسته، در نتیجه، باعث نرم شدن بافت آن می‌گردند و بوی بد و ظاهری مرطوب به گیاه می‌بخشند. باکتریهایی که دارای پکتیناز هستند قسمتهای خارجی گیاه را خراب کرده، باکتریهای بدون پکتیناز وارد بافتهای گیاهی می‌شوند و به تخمیر کربوهیدراتهای ساده می‌پردازند. بر اثر تولید مواد فرآر مثل  $NH_3$  و اسیدهای فرار، بوی نامطلوب تولید می‌شود.

همان‌طور که آنزیمهای میکروبی باعث تغییراتی همچون نرمی، بوی بد، ترش شدن و بالاخره فساد در مواد غذایی می‌شوند، آنزیمهای طبیعی نیز باعث تغییراتی مشابه در مواد غذایی می‌گردند. نام آنزیم از مخمر، گرفته شده و آنزیم به معنی «در مخمر» است.

آنزیمها در مقابل درجه حرارت و pH بسیار حساس‌اند. فعالیتهای آنزیمی در دمای جوش از بین می‌رود اما اغلب درجه حرارتهای کمتر نیز آنزیمها را غیرفعال می‌کند. آنزیمها، چه طبیعی و چه میکروبی، بر اساس واکنش که کاتالیز می‌نمایند به پنج دسته تقسیم می‌شوند:

هیدرولازها، اکسیدازها، ایزومرازها، ترانسفرازها و سنتتازها.

**۲-۲-۳** — عوامل فیزیکی و رئولوژیکی مؤثر بر کیفیت مواد غذایی: از عوامل فیزیکی مؤثر بر کیفیت مواد غذایی، می‌توان: رنگ، بافت، رفتارهای حرکتی<sup>۲</sup> مانند ویسکوزیته و قوام را نام برد. این عوامل، خود نیز تحت تأثیر عوامل محیطی مانند فشار، افزایش و کاهش دما و عوامل مکانیکی قرار می‌گیرند.

— رنگ: رنگ، عاملی ست که در تعیین کیفیت مواد غذایی مؤثر است. به‌عنوان مثال، رسیده بودن یا نارس بودن میوه‌جات را نشان می‌دهد؛ تازگی یا کهنگی مواد غذایی را مشخص می‌کند؛ با رنگ می‌توان خاتمه عمل سرخ کردن را تشخیص داد. اگر پودر گوجه‌فرنگی در طی انبارداری سفید شود نشان‌دهنده میزان زیاد اکسیژن در بسته می‌باشد.

رنگ مواد غذایی در مراحل مختلف تولید از بین می‌رود، بنابراین، در این موارد اضافه کردن رنگهای مجاز به‌صورت افزودنی انجام می‌شود. رنگهایی که به‌عنوان افزودنی مجاز مصرف می‌شوند عبارت‌اند از: رنگهای طبیعی، رنگهای سنتزی و رنگهای معدنی.

**الف – رنگهای طبیعی:** این رنگها، اغلب رنگدانه‌های گیاهی هستند و برای مصرف کننده، ایجاد خطر نمی‌کنند مانند زردچوبه، فلفل قرمز، زعفران، ربوفلاوین، کاروتنها و کلروفیل.

**ب – رنگهای سنتزی:** این رنگها، ترکیبات شیمیایی مختلفی هستند که در صنایع غلات، قنادی، سوسیس و کالباس مورد استفاده قرار می‌گیرند و اغلب، در آب محلول و در حلالهای آلی، غیرمحلول می‌باشند. رنگهای سنتزی مجاز شامل: فلوروسین (قرمز)، آزو (زرد – نارنجی)، تری‌فنیل‌متان (سبز، آبی، بنفش) و اندیگو (آبی) هستند که به صورت مایع، پودر و خمیر در بازار عرضه می‌شوند. این رنگها، دارای ثبات و قدرت رنگ‌کنندگی بیشتری نسبت به رنگهای طبیعی هستند. رنگهای سنتزی در اثر ازدیاد درجه حرارت، وجود مواد شیمیایی دیگر، میکروارگانیسمها، تماس با فلزات و pH محیط، کم‌رنگ و بی‌رنگ می‌گردند.

**ج – رنگهای معدنی:** رنگهای معدنی به ندرت در صنایع غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرند و شامل اکسید آهن، دی‌اکسید تیتان و گلوکونات فرو هستند.

رنگ در آزمایشگاههای مواد غذایی با روشهای مختلفی اندازه‌گیری می‌گردد. در صورتی که ماده غذایی، یک مایع شفاف مانند سرکه، آب انگور و یا عصاره میوه باشد با کالریتر و اسپکتروفتومتر می‌توان میزان رنگ آن را اندازه‌گیری نمود. در این دستگاهها، مواد آزمایش شونده را در لوله‌ای شفاف ریخته، سپس در محفظه‌ای قرار می‌دهند. در این محفظه، نور با طول موج مشخصی از لوله عبور کرده، برحسب این که چه مقدار جذب ماده غذایی می‌شود شدت رنگ ماده مورد نظر تعیین می‌گردد. دستگاههای رنگ سنجی دیگر عبارت‌اند از: رنگ سنج صفحه‌ای «مکیت – مانسل» و رنگ سنج «هانتربل».

## عوامل رئولوژیکی مؤثر بر کیفیت مواد غذایی

تغییر شکل یک ماده در اثر نیروهای اعمال شده را رئولوژی می‌گویند. مواد جامد مانند مواد مایع می‌توانند از نیروهای زیادی تأثیرپذیر باشند. مواد غذایی طی فرآوری، به ویژه در طی عملیات کاهش اندازه و فرآیندهای فشاری در برابر نیروهای مختلف قرار می‌گیرند. بیشترین اهمیت رئولوژی در ارتباط با خواص مکانیکی مواد غذایی و ارتباط این خواص، با بافت مواد غذایی می‌باشد.

**مفهوم بافت:** بدیهی است که بافت عامل مهمی در کیفیت مواد غذایی است. در طی جویدن، نیروهایی که به مواد غذایی وارد می‌شوند پیچیده هستند. جویدن باعث خرد شدن مواد غذایی شده و

آنها را قابل هضم تر می کند. همزمان با جویدن، اطلاعاتی از گیرنده های حسی مختلف موجود در دهان به بخش های ویژه مغز فرستاده می شود و در آنجا با اطلاعات ذخیره شده در حافظه مقایسه می شود، اگر این اطلاعات آنچه را که ما از آن غذای معین انتظار داریم تأیید نکند، کیفیت مورد نظر ما بدست نخواهد آمد. برای مثال انتظار داریم بستنی در دهان شنی و به صورت کریستال یخ حس نشود، چیپس ترد و شکننده باشد و یا کره در هنگام مصرف قابلیت مالیده و پخش شدن خوبی بر روی نان داشته باشد.

بافت ماده غذایی به خواص فیزیکی و شیمیایی آن مربوط می شود که می تواند توسط دیدن، لمس کردن، احساس دهانی، حس شنوایی درک گردد. بنابراین مصرف کننده از ویژگیهای بافتی حاصل از ویژگیهای فیزیکوشیمیایی مواد غذایی مانند اندازه کلی و شکل، اندازه ذرات، میزان چربی، ساختار و خواص مکانیکی آگاه می گردد.

تلاش های زیادی برای تعریف مفاهیم بافت انجام گرفته است. یک تعریف عمومی پذیرفته شده می گوید که بافت، ویژگیهای حاصل از ترکیب خواص فیزیکی و شیمیایی را توصیف می کند که به اندازه زیادی توسط حواس لامسه، بینایی و شنوایی درک می شود.

گاهی اوقات تمایز بین ماده غذایی جامد و مایع ضروری است. احساس دهانی حاصل از مواد مایع و نیمه مایع توسط قوام<sup>۱</sup> و ویسکوزیته<sup>۲</sup> توصیف می شوند، درحالیکه برای مواد جامد از اصطلاح بافت استفاده می کنیم. گفته شده که تقسیم بندی بین مواد جامد و مایع در اثر نیروی جاذبه انجام شود یعنی اگر یک ماده در اثر نیروی وزن خود جریان یابد مایع بوده و اگر جریان نیابد جامد است.

**ویسکوزیته:** در بسیاری از مراحل فرآوری مواد غذایی دانستن ویسکوزیته ماده ای که فرآوری می شود ضروری است چون با دانستن آن می توان مناسب ترین دستگاه و شرایط فرآوری را انتخاب کرد. ممکن است در طی فرآوری ویسکوزیته به مقدار قابل ملاحظه ای تغییر کند. این موضوع به ویژه در فرآیندهایی مانند گرمادهی، سرمادهی، هموژنیزه کردن، تغلیظ و همچنین در بسیاری از تخمیرهای صنعتی توسط قارچها مشاهده می شود. بنابراین در طراحی و انجام این فرآیندها، باید تغییرات ویسکوزیته در نظر گرفته شود.

از دیدگاه کنترل کیفی، اندازه گیری ویسکوزیته مواد غذایی بویژه آنهایی که انتظار داریم دارای قوام ویژه ای باشند اهمیت زیادی دارد. برای مثال می توان از خامه، ماست، رب گوجه فرنگی نام برد. اگر فرض کنیم که یک سیال از لایه های موازی بر روی یکدیگر تشکیل شده باشد، ویسکوزیته را بصورت ساده به عنوان اصطکاک داخلی بین لایه ها یعنی مقاومت آن در برابر جریان تعریف می کنیم.



وقتی لیوانی را که حاوی یک سیال است برمی گردانیم، سیال در معرض نیروی جاذبه قرار می گیرد، برخی از سیالات به آسانی جریان می یابند و از لیوان خارج می شوند، ولی برخی به سختی خارج می شوند، و برخی خارج نمی شوند.

عملیات فراوری را در نظر بگیرید که در آن شیر و یا آب میوه از مخزن توسط پمپ منتقل می شود و از طریق پاستوریزاتور به بخش بسته بندی منتقل می گردد. نقش پمپ تأمین انرژی برای غلبه بر مقاومت داخلی موجود در داخل سیال و مقاومت اصطکاکی بین سیال و دیواره های لوله است. در نتیجه ویسکوزیته در انتخاب نوع پمپ، مبدل گرمایی و دستگاه بسته بندی مؤثر است.

باید توجه داشت که ویسکوزیته در مایعات در نتیجه مقاومت لایه های سیال برای حرکت و جریان یافتن می باشد اما در گازها در نتیجه برخورد مولکولها به یکدیگر می باشد. بنابراین ویسکوزیته مایعات با افزایش دما، کاهش یافته و با کاهش دما، افزایش می یابد ولی در گازها دما افزایش می یابد برخورد بین مولکولها بیشتر شده و ویسکوزیته افزایش می یابد و همینطور کاهش دما نیز باعث کاهش تعداد برخوردهای مولکولی و کاهش ویسکوزیته گازها می شود. به طور متوسط با افزایش یک درجه سانتی گراد، ویسکوزیته به میزان ۰.۲٪ در مایعات کاهش و در گازها افزایش می یابد.

حل کردن مواد مختلف در مایعات باعث افزایش ویسکوزیته مایعات می گردد، برای مثال حل کردن انواع صمغ<sup>۱</sup>، شکر، نمک و... در آب باعث افزایش ویسکوزیته می گردد.

ویسکوزیته دارای واحدهای مختلفی می باشد که مهمترین آنها پاسکال - ثانیه (Pa.s) و سانتی پواز

(C.P) می باشد. در جدول زیر

مقادیر ویسکوزیته تعدادی از ترکیبات در دمای C ۲۰ آورده شده است.

جدول ۴-۲

ویسکوزیته (پاسکال - ثانیه)	ترکیب
$1/48 \cdot 10^{-5}$	دی اکسید کربن
$1/002 \cdot 10^{-3}$	آب
$84 \cdot 10^{-3}$	روغن زیتون
$986 \cdot 10^{-3}$	روغن کرچک
$2 \cdot 10^{-3}$	محلول ساکاروز ۲۰ درصد
$6/2 \cdot 10^{-3}$	محلول ساکاروز ۴۰ درصد
$58/9 \cdot 10^{-3}$	محلول ساکاروز ۶۰ درصد
$6000 \cdot 10^{-3}$	عسل
$2 \cdot 10^{-3}$	شیر

<sup>۱</sup> Gum

گازها پایین‌ترین مقادیر ویسکوزیته را دارند. مایعات ساده مانند آب، محلولهای رقیق و حلالهای آلی به‌عنوان مایعات با ویسکوزیته پایین در نظر گرفته می‌شوند. وقتی غلظت مواد جامد افزایش می‌یابد، ویسکوزیته افزایش می‌یابد. بنابراین در طی برخی از فرآیندها مانند تبخیر و تغلیظ، ویسکوزیته افزایش می‌یابد.

**ارزیابی بافت توسط روشهای حسی:** مهمترین چیزی که باید به خاطر سپرده شود این است که بافت بیشتر یک ویژگی فیزیولوژیکی یا حسی است تا خاصیت فیزیکی. بنابراین اگر بخواهیم به طور دقیق صحبت کنیم باید گفت که بافت را بیشتر توسط روشهای حسی و با استفاده از ارزیابیهای حسی آموزش دیده می‌توان اندازه‌گیری کرد.

اما روشهای حسی وقت‌گیر هستند و قابلیت اطمینان از نتایج بستگی بسیار به طراحی درست و اجرای ماهرانه آزمایشها و استعداد و همکاری ارزیابیهای حسی دارد. یکی از روشهایی که حدود ۲۰ سال است که گسترش یافته و در حال حاضر به طور وسیعی مورد استفاده قرار می‌گیرد نمایه بافتی حسی<sup>۱</sup> می‌باشد.

در نمایه بافتی برای تکمیل لیست اصطلاحات بافتی از ارزیابیهای آموزش دیده استفاده می‌شود. این اصطلاحات برای توصیف ویژگیهای مواد غذایی به کار می‌روند. ویژگیهای بافتی به مراحل مختلف فرآیند خوردن یعنی گاززدن، جویدن و اثرات باقی مانده بر روی دهان بستگی دارد. باید توجه داشت که ویژگیهای بافتی را به دسته‌های، مکانیکی، هندسی و دیگر خواص غذا تقسیم‌بندی می‌کنند.

برای مثال در نمایه بافتی حسی خوردن سیب مراحل زیر وجود دارد:

- ۱- درک از بافت سیب در اولین گاززدن<sup>۲</sup>: در این مرحله ابتدا ویژگیهای مکانیکی مانند سفتی، قابلیت شکسته‌شدن و ویسکوزیته و در ادامه آن، ویژگیهای هندسی و دیگر خواص سیب درک می‌گردد.
- ۲- درک در طی جویدن<sup>۳</sup>: در این مرحله ابتدا ویژگیهای مکانیکی مانند میزان صمغی و آدامسی بودن و چسبندگی و سپس ویژگیهای هندسی و دیگر خواص سیب درک می‌گردد.
- ۳- درک در طی حرکت سیب در دهان و بلعیدن: در این مرحله ویژگیهایی مانند سرعت شکسته‌شدن، میزان رطوبت و ... درک می‌گردد.

**ارزیابی بافت توسط روشهای دستگاهی:** بافت شکل ظاهری حاصل از ترکیب خواص

۱- Sensory texture Profiling

۲- Initial

۳- masticatory

فیزیکی و شیمیایی یک ماده است. این خواص شامل اندازه، شکل، تعداد، ماهیت و آرایش اجزای ساختاری تشکیل دهنده می‌باشد. این خواص بازتاب کننده ساختار یک ماده هستند و شناخت ساختار یک ماده اغلب منجر به درک خواص فیزیکی و در نهایت ویژگیهای بافتی آن می‌شود. این مفاهیم، اساس بیشتر روشهای دستگاهی برای ارزیابی بافت می‌باشد. چنین دستگاههایی ممکن است یک خاصیت فیزیکی را اندازه‌گیری کنند اما اغلب ترکیبی از خاصیت‌های فیزیکی ماده مورد آزمایش تعیین می‌شود. بنابراین، این روشها، برای اندازه‌گیری غیرمستقیم بافت به کار می‌روند و نتایج آنها زمانی قابل قبول خواهد بود که از نظر آماری با نتایج ارزیابی‌های حسی مطابقت داشته باشد.

اغلب این دستگاهها از روشهای تقلیدی یا شبیه‌سازی برای ارزیابی بافت مواد غذایی استفاده می‌کنند. عقیده بر این است که بافت بیشتر از روی احساس حاصل از تماس ماده غذایی با بخشهای مختلف دهان ارزیابی می‌شود. به همین لحاظ در ارزیابی دستگاهی بافت مواد غذایی سعی می‌شود مراحل مختلف فرآیندهایی که در هنگام خوردن بر روی ماده غذایی اعمال می‌شود توسط دستگاه پیش‌بینی و شبیه‌سازی شود.

برای مثال در یکی از شناخته‌شده‌ترین این دستگاهها که تجزیه و تحلیل کننده بافت<sup>۱</sup> نام دارد، حرکات فک و دهان در هنگام خوردن شبیه‌سازی می‌شود.

برای ارزیابی دستگاهی بافت مواد غذایی باید با توجه به نوع ماده غذایی و ویژگیهای آن، نوع آزمایش و دستگاه لازم برای آزمایش را انتخاب کنیم. برای نمونه، در مورد ماکارونی آزمونهایی مقاومت به خمیدگی، کشش، شکنندگی، در مورد گوشت، آزمونهایی مقاومت به کشش و پاره‌شدن، سوراخ شده در اثر فشار و ... و در مورد مایعات ارزیابی ویسکوزیته توصیه می‌شود.

همانطور که بیان شد، یکی از ویژگیهای رئولوژیکی مهم مواد غذایی ویسکوزیته می‌باشد. دستگاهی که ویسکوزیته مواد را اندازه‌گیری می‌کند ویسکومتر<sup>۲</sup> نامیده می‌شود. در اینجا ۳ نوع مهم ویسکومتر توضیح داده می‌شود.

**الف - ویسکومتر لوله موئین:** این ویسکومترها بصورت لوله‌ای U شکل هستند. این ویسکومتر دارای انواع مختلفی می‌باشد مانند ویسکومتر استوالد<sup>۳</sup>، با جریان معکوس، با سطح معلق و ... که مهمترین آنها ویسکومتر استوالد می‌باشد. در این ویسکومترها زمان لازم برای حرکت سیال از یک قسمت به قسمت دیگر لوله موئین اندازه‌گیری می‌شود و این زمان در یک ضریب که ثابت

۱- texture Analyser

۲- Viscometer

۳- Ostwald

دستگاه نامیده می‌شود ضرب می‌شود تا ویسکوزیته سیال تعیین شود.

این ویسکومتر ارزان بوده و از نظر صحت یکی از مناسب‌ترین ویسکومترها برای تعیین ویسکوزیته سیالات با ویسکوزیته پایین مانند حلالهای آلی و محلولهای رقیق مانند شیر می‌باشد.

**ب - ویسکومتر بوستویج:** این ویسکومتر یک دستگاه ساده می‌باشد که شامل یک سطح شیب‌دار می‌باشد. این دستگاه دارای یک دریچه است که در ابتدای کار آنرا بسته و نمونه مورد نظر را در آن ریخته و سپس دریچه را باز کرده و زمان خروج ماده مورد نظر را اندازه گرفته و در ثابت دستگاه که عدد ثابتی است ضرب می‌کنند تا ویسکوزیته ماده مورد نظر بدست آید. این ویسکومتر یکی از قدیمی‌ترین و ارزان‌ترین ویسکومترها می‌باشد و برای اندازه‌گیری ویسکوزیته مواد غذایی غلیظ مانند رب گوجه‌فرنگی مناسب می‌باشد.

**ج - ویسکومتر چرخشی:** این نوع ویسکومتر دارای انواع مختلفی می‌باشد مانند ویسکومتر استوانه‌ای هم‌مرکز، صفحه و مخروط و تک‌دوک می‌باشد که مهم‌ترین آنها ویسکومتر استوانه‌ای هم‌مرکز یا بروکفیلد می‌باشد. در همه این ویسکومترها یک قسمت ثابت برای نگهداری ماده مورد آزمایش و یک قسمت متحرک وجود دارد که در واقع دستگاه، میزان مقاومت ماده مورد نظر را برای چرخش بخش متحرک دستگاه به‌عنوان ضریبی از ویسکوزیته ثبت می‌کند. ویسکومتر چرخشی برای محدوده گسترده‌ای از مواد غذایی با ویسکوزیته‌های کم تا خیلی زیاد کاربرد دارد. این ویسکومترها گران هستند اما دامنه کاربرد آنها گسترده بوده و نتایج حاصل از آنها قابل اطمینان است.

**۲-۲-۴ - عوامل حسّی مؤثر بر کیفیت مواد غذایی:** هنگامی که فردی یک محصول

خوراکی را انتخاب می‌کند از تمام حواس پنجگانه بینایی، لامسه، بویایی، چشایی و شنوایی خود کمک می‌گیرد. انتظار دارد که گوشت رنگ قرمز جذابی داشته باشد و رنگ تیره را نشانه کهنگی آن می‌داند، حتی اگر دام مسن باشد یا این که گوشت دام بر اثر اضطراب، چنین رنگی را به خود گرفته باشد. در مقابل، رنگ گوشت پخته هر چه قهوه‌ای‌تر باشد از نظر مصرف‌کننده، بهتر و مطلوب‌تر است. همچنین مصرف‌کننده انتظار دارد که گوشت دارای طعم و بوی مطلوب باشد. طعم نامطلوب گوشت مربوط به اکسیداسیون چربی است که باعث تند شدن چربی می‌شود، یا اینکه میکروارگانیسمهای هوازی و بی‌هوازی ایجاد طعم نامطلوب و بوی گندیدگی نموده‌اند. اما اگر برخی مواد معطر به‌واسطه میکروبها ایجاد گردد طعم و بوی مطلوب در گوشت ایجاد می‌شود. همچنین تردی گوشت به هنگام برش یا به هنگام مصرف نوع پخته آن، می‌تواند حواس شنوایی و لامسه را تحت تأثیر قرار دهد.