

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



**دانشگاه آزاد اسلامی**  
**واحد تهران مرکز**

**موضوع:**

**میکروبیولوژی مواد غذایی**

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۶	پیش گفتار
۷	<b>فصل اول- مقدمه ای بر میکروبیولوژی مواد غذایی</b>
۷	فساد و نگهداری مواد غذایی
۱۰	بهداشت و بیماریهای حاصل از مواد غذایی
۱۱	تخمیر و تولید مواد غذایی
۱۱	تاریخچه میکروبیولوژی مواد غذایی
۱۷	<b>فصل دوم- گروه های مهم باکتری ها در باکتری شناسی مواد غذایی</b>
۱۸	باکتری های تولید کننده اسیدلاکتیک
۱۸	باکتری های تولید کننده اسید بوتیریک
۱۸	باکتری های تولید کننده اسید پروپیونیک
۱۸	باکتری های پروتئولیتیک
۱۹	باکتری های لیپولیتیک
۱۹	باکتری های تجزیه کننده قندها(ساکارولیتیک):
۲۰	باکتری های تجزیه کننده پکتین
۲۰	باکتری های گرمادوست یا ترموفیل ها
۲۰	باکتری های سرماگرا
۲۱	باکتری های هالوفیل یا نمک دوست
۲۱	باکتری های قنددوست یا اسموفیلیک
۲۱	باکتری های رنگدانه دار
۲۱	باکتری های تولید کننده لزجی
۲۲	باکتری های تولید کننده گاز
۲۲	کلی فرم ها و گروه باکتری های کلی فرم مدفوعی
۲۳	جنس های مهم باکتری ها در باکتری شناسی مواد غذایی
۳۳	گروه های مهم کپک های مواد غذایی
۳۶	مروری بر عمومی ترین جنسهای مخمرهای غذایی

۴۰	<b>فصل سوم- عوامل مؤثر بر فعالیت باکتریها در مواد غذایی</b>
۴۰	عوامل داخلی
۴۰	pH میزان
۴۵	رطوبت
۴۶	پتانسیل اکسیداسیون - احیاء
۴۹	میزان ترکیبات مغذی
۵۰	ترکیبات ضد میکروبی
۵۰	ساختمان بیولوژیکی
۵۱	عوامل خارجی
۵۱	درجه حرارت
۵۳	رطوبت نسبی محیط
۵۴	حضور و غلظت گازها در محیط
۵۵	<b>فصل چهارم- فساد مواد غذایی</b>
۵۶	عوامل فساد مواد غذایی
۵۷	طبقه بندی مواد غذایی بر اساس سهولت در فساد
۵۷	عوامل مؤثر بر نوع و تعداد میکروارگانیسم ها در مواد غذایی
۵۹	رشد جمعی میکروارگانیسم ها
۶۰	اثر شرایط محیطی
۶۰	حالت فیزیکی و ساختمان غذاها
۶۱	خواص شیمیایی مواد غذایی
۶۲	دما
۶۳	تغییرات شیمیایی ایجاد شده به وسیله میکروارگانیسم ها
۶۳	تغییر در ترکیبات آلی نیتروژنی
۶۴	تغییرات در ترکیبات آلی غیر نیتروژنی
۶۴	کربوهیدرات ها
۶۷	<b>فصل پنجم- روشهای فیزیکی نگهداری مواد غذایی</b>
۶۷	روشهای حرارتی

۶۷	سرما
۶۹	تولید و بکارگیری سرما
۷۰	نگهداری در سرمای بالای صفر
۷۱	نگهداری در سرمای زیر صفر (انجماد)
۷۲	گرما
۷۳	تکنولوژی تهیه کنسرو
۷۳	پاستوریزاسیون
۷۳	تغییرات حاصله در کنسروها
۷۱	خشک کردن مواد غذایی
۸۰	تکنولوژی خشک کردن
۸۳	<b>فصل ششم - پرتودهی مواد غذایی</b>
۸۴	تاریخچه پرتودهی به منظور افزایش نگهداری مواد غذایی
۸۴	روند پرتودهی
۸۶	اهمیت پرتودهی گوشت و مرغ در کنترل بیماری ها
۸۸	سودمندی پرتودهی
۹۰	تخریب ویتامین ها
۹۰	تشکیل اکسیدهای لیپیدی
۹۱	محصولات رادیولیتیک در مواد غذایی
۹۱	مواد بسته بندی
۹۲	سودمندی پرتودهی در کنترل عفونت حاصل از انگل های مواد غذایی
۹۴	<b>فصل هفتم- نگهداری با استفاده از افزودنی ها</b>
۹۵	ویژگی های نگهدارنده های ضد میکروبی
۹۶	مواد نگهدارنده افزودنی
۹۸	اسیدهای آلی و نمک های آنها
۱۰۱	اکسید اتیلن و اکسید پروپیلن
۱۰۱	شکر و نمک
۱۰۲	الکل ها

۱۰۲	فرمالدئید
۱۰۲	دود زغال
۱۰۳	ادویه جات
۱۰۴	هالوژن ها
۱۰۴	اسید فسفریک
۱۰۴	پراکسید هیدروژن
۱۰۴	گازها
۱۰۵	اسید سورییک
۱۰۵	آنتی بیوتیک ها
۱۰۶	<b>فصل هشتم – کاربرد باکتریوسین ها در مواد غذایی</b>
۱۰۷	اهمیت کاربردی باکتریوسین ها
۱۰۸	آینده باکتریوسین ها
۱۰۹	باکتریهای اسید لاکتیک
۱۱۰	توان ضد میکروبی باکتریهای لاکتیک
۱۱۱	باکتریوسین های باکتریهای لاکتیک
۱۱۱	غربالگری جهت سویه های تولید کننده باکتریوسین
۱۱۱	اثر باکتریوسین ها
۱۱۲	مکانیسم عمل
۱۱۲	مهندسی ژنتیک نیسین
۱۱۳	<b>فصل نهم- عفونت ها و مسمویت های غذایی</b>
۱۱۳	عفونتهای غذایی
۱۱۳	سالمونلاها
۱۱۸	اشرشیاکلی آنتروپاتوژن (EEC)
۱۱۹	سایر باکتریهای روده ای و میکروبهای فرصت طلب
۱۲۰	شگیلا
۱۲۱	یرسینیا
۱۲۲	کمپیلوباکتر ججونی

۱۲۴	ویبروپاراهمولیتیکوس
۱۲۴	لیستریا منوسیتوژنز
۱۲۶	مسمومیت های غذایی میکروبی
۱۲۶	استافیلوکوکوس اورئوس
۱۳۱	کلستریدیوم بوتولینوم
۱۳۳	کلستریدیوم پرفرانژنس
۱۳۴	باسیلوس سرئوس
۱۳۸	استرپتوکوک ها
۱۴۰	<b>فصل دهم – قارچهای مولد سم و مایکوتوکسین ها در مواد غذایی</b>
۱۴۲	مایکوتوکسین ها و قارچ های خوراکی
۱۴۳	مایکوتوکسین های آسپرژیلوس
۱۴۳	اکراتوکسین ها
۱۴۸	استریگماتوسیسیترین
۱۴۹	اسید سیکلوپیاژونیک
۱۴۹	مایکوتوکسین های پنی سیلیوم
۱۵۰	پاچولین
۱۵۰	سیتربینین
۱۵۱	سیترونویریدین
۱۵۱	پنی تروم A
۱۵۲	مایکوتوکسین های فوزاریوم
۱۵۲	T-2 توکسین
۱۵۳	DON و سایر تریکوتیسین ها
۱۵۴	زئارالینون
۱۵۶	مایکوتوکسین های سایر قارچها
۱۵۸	<b>منابع</b>

## پیشگفتار

میکروبیولوژی مواد غذایی را می توان به حق یکی از قدیمی ترین شاخه های میکروبیولوژی قلمداد نمود. در این شاخه از میکروبیولوژی مباحث گوناگونی از ارتباط میکروارگانیسم ها و مواد غذایی از قبیل چگونگی تولید و فرآوری برخی از مواد غذایی توسط میکروارگانیسم ها، نحوه فساد مواد غذایی و همچنین میکروارگانیسم های عامل مسمومیت و عفونت های غذایی مورد مطالعه قرار میگیرند. با توجه به ای مطلب که که طی سالیان اخیر در جوامع پیشرفته معیارهای بسیار دقیق و سختگیرانه در ارتباط با کیفیت مواد غذایی از جمله در زمینه بهبود کیفیت میکروبی و کاهش سطوح نگهدارنده، باقیمانده مواد شیمیایی و سموم قارچی وضع و اجرا شده است، شناخت و آگاهی از نقش میکروارگانیسم ها در مواد غذایی اهمیت بیش از پیش یافته است. امروزه دانشمندان بیشتر تحقیقات خود را متمرکز به روش های جدید و سریع شناسایی میکروارگانیسم ها در مواد غذایی نموده اند و همچنین در پژوهش ها و تنظیم قوانین جدید غذایی توجه خاصی به جایگزین نمودن نگهدارنده ها با منشا بیولوژیک و طبیعی در مواد غذایی گوناگون و استفاده کمتر از مواد افزودنی شیمیایی که برخی از آنها دارای اثرات نامطلوب بر سلامتی انسان می باشند، صورت می پذیرد.

جزوه حاضر بر اساس سر فصل میکروبیولوژی مواد غذایی و جهت پاسخگویی به نیاز دانشجویان رشته صنایع غذایی و سایر رشته هایی که نیازمند گذراندن این واحد درسی هستند از منابع گوناگون ترجمه، گردآوری و تدوین گشته است. در فصول اولیه این جزوه ضمن بیان مقدمه و تاریخچه میکروبیولوژی مواد غذایی، به معرفی مهمترین جنس های باکتری ها، کپک ها و مخمرهای مواد غذایی پرداخته شده است. در ادامه شرایط بیرونی و درونی مواد غذایی جهت رشد میکروارگانیسم ها و همچنین مکانیسم ها و نحوه فساد میکروبی مواد غذایی بیان شد است. فصول بعدی به شیوه های نگهداری مواد غذایی از جمله روش های گوناگون فیزیکی و شیمیایی اختصاص داشته و در نهایت انواع میکروارگانیسم های عامل عفونت و مسمومیت های غذایی مورد بررسی قرار گرفته اند.

**دکتر محمدرضا عابدینی**  
drabedini@gmail.com



## فصل اول

### مقدمه ای بر میکروبیولوژی مواد غذایی

غذایی که ما می خوریم به جز در موارد نادری که استریل است، حاوی میکروبهایی است که ترکیب آنها بستگی به این دارد که چه ارگانیسم هایی به مواد غذایی دسترسی پیدا می کنند و اینها چگونه می توانند در طول زمان رشد نموده، زنده مانده و با مواد غذایی واکنش انجام دهند. منشاء میکروارگانیسم های موجود در مواد غذایی فلور طبیعی میکروبی مواد خام و ارگانیسم هایی است که در طی دوره های برداشت یا ذبح، فرآیند، نگهداری و توزیع وارد ماده غذایی می شوند.

میکروبیولوژی مواد غذایی یک علم کاربردی است و وظیفه اصلی میکروبیولوژیست مواد غذایی کمک به تضمین مصرف سالم و اطمینان بخش مواد غذایی توسط مصرف کننده است. دستیابی به این هدف نیازمند ایجاد و کاربرد سیستماتیک علوم مربوط به اکولوژی میکروبی مواد غذایی و تاثیر فرآیند بر مشکلات عملی تولید مواد غذایی است که دارای کیفیت نگهداری مناسبی بوده و از نظر مصرف سالم می باشد. توازن در تنوع انواع مختلف ارگانیسم ها بستگی به خصوصیات ماده غذایی، شرایط محیط نگهداری، خصوصیات خودارگانیسم ها و اثر فرآیند دارد. در بیشتر حالات این فلور میکروبی هیچگونه تاثیر آشکاری بر مواد غذایی ندارد و اینها بدون هیچگونه ایراد و نتیجه نامطلوبی مصرف می شوند. به طور معمول میکروارگانیسم ها حضور خود در مواد غذایی را به یکی از روش های زیر آشکار می سازند:

- (۱) آنها می توانند موجب فساد مواد غذایی شوند.
- (۲) ایجاد بیماریهای ناشی از مصرف مواد غذایی آلوده را باعث شوند.
- (۳) ویژگی های مواد غذایی را به نحو مطلوبی تغییر دهند (تخمیرهای مواد غذایی).

### فساد و نگهداری مواد غذایی

یکی از مسائل و مشکلات اقتصادی و بهداشتی در صنایع غذایی و عرضه مواد غذایی به بازار است. در رابطه با فساد مواد غذایی نقش دانش میکروب شناسی به طرق مختلف حائز اهمیت است. مواد غذایی زود فاسد شنی شامل انواع گوشت، ماهی، تخم مرغ، شیر و اغلب میوه ها و سبزی ها هستند. مواد غذایی دیر فاسد شنی شامل سیب زمینی، مغز برخی از دانه ها و میوه ها هستند. مواد غذایی فاسد نشدنی یا با ثبات شامل آرد، برنج، حبوبات خشک هستند.

اگر یک متابولیت میکروبی در ایجاد فساد نقش داشته باشد، به عنوان مثال ایجاد بوی نامطلوب نماید، این ترکیب دارای یک آستانه مشخص قابل تشخیص است و میزان این ترکیب در بیشترین زمان نگهداری محصول قابل قبول، بسیار پایین تر از این آستانه می باشد. به هر حال به محض رسیدن میزان این ترکیب به حد آستانه، غلظت آن به سرعت افزایش می یابد و از اینرو زمان نسبتاً کوتاهی بعد از آن مقادیر این ترکیب بسیار بالا تر از حد آستانه خواهد بود و محصول به میزان زیادی فاسد خواهد شد. تعداد کل میکروب‌ها معمولاً یک شاخص ضعیف از پتانسیل فساد است. بسیاری از ارگانسیم های شمارش شده ممکن است در غذا رشد نکنند و بسیاری از آنها که رشد می کنند عامل فساد نیستند. ارزش روش های شمارش میکروبی هنگامی می توانند بهبود یابد که این روش‌ها مخصوص **ارگانسیم های خاص عامل فساد (Specific Spoilage Organism =SSO)** فساد باشند.

از زمان های دور نگهداری دانه های مقاوم و غلات جهت آذوقه زمستانی احتمالاً جنبه مشترکی بین انسان و برخی از پستانداران دیگر بوده است، اما با ظهور علم کشاورزی صنعتی، نگهداری صحیح تولیدات اضافی اهمیت بیشتری پیدا کرد؛ تا الگوی کشت فصلی بتواند با کارآیی بیشتری مورد استفاده قرار گیرد. تکنیک های نگهداری مواد غذایی بر اساس اصول میکروبیولوژی (اگر چه هنوز ناشناخته بود) به صورت تجربی تکامل پیدا کرد تا از فرآیندهای طبیعی فساد جلوگیری یا حداقل فساد را به تاخیر اندازد. مواد غذایی عمده در اغلب قسمتهای دنیا عبارتند از: برنج، گندم، سورگوم، ارزن، ذرت، جو، جو دوسر، که در صورت خشک شدن مناسب به مدت یک یا دو فصل قابل نگهداری خواهند بود. به نظر می رسد که احتمالاً بیشتر روش های قدیمی نگهداری مواد غذایی بستگی به کاهش (آب فعال) از طریق خشک کردن طبیعی توسط نور خورشید، شور کردن، نگهداری در محلول های قندی غلیظ و یا دودی کردن بر روی آتش دارد.

با شروع انقلاب صنعتی در انگلستان در اواخر قرن هجدهم، تحرک جدیدی در تکامل تکنیک های نگهداری مواد غذایی بوجود آمد. این مسئله موجب افزایش شدید جمعیت در مناطق صنعتی جدید شد که این جمعیت بایستی به طریقی تغذیه می شد. به طوری که عده ای تصور می کردند مسئله تغذیه این افراد هرگز به صورت رضایت بخش حل نخواهد شد. چنین نظراتی اغلب بر اساس کارهای نویسنده انگلیسی توماس مالتوس استوار بود که او در مقاله خود با عنوان (مقاله ای در مورد جمعیت) عنوان کرد که نتیجه مسلم رشد لگاریتمی جمعیت و رشد عددی در بازدهی کشاورزی سبب رشد بیش از حد جمعیت و گرسنگی شدید خواهد بود. خوشبختانه این نظریه در کشورهای صنعتی ظهور نکرد و ثابت شد که این مسئله مربوط به قرن نوزدهم نیست زیرا این قرن شامل تکامل صنایع اصلی نگهداری مواد غذایی بر اساس کاربرد سرما، کنسرو سازی انجماد و اولین واردات مواد غذایی در سطح انبوه از مناطق دور دست بود. در سال های اخیر با انجام برنامه ریزی های دقیق، تولید جهانی غلات با افزایش جمعیت دنیا همگام گردیده است و کارشناسان سازمان غذا و کشاورزی سازمان بهداشت جهانی عنوان می نمایند