



دانشگاه ساری
پیم نور

اصول نگهداری مواد غذایی

(رشته مهندسی صنایع غذایی)

دکتر حسن حسن زاده آذر

عضو هیأت علمی دانشگاه علوم پزشکی زنجان

امروزه کتاب‌خوانی و علم‌آموزی، نه تنها یک وظیفه‌ی ملی، که یک واجب دینی است.

مقام معظم رهبری

در عصر حاضر یکی از شاخصه‌های ارزیابی رشد، توسعه و پیشرفت فرهنگی هر کشوری میزان تولید کتاب، مطالعه و کتاب‌خوانی مردم آن مرز و بوم است. ایران اسلامی نیز از دیرباز تاکنون با داشتن تمدنی چندهزارساله و مراکز متعدد علمی، فرهنگی، کتابخانه‌های معتبر، علما و دانشمندان بزرگ با آثار ارزشمند تاریخی، سرآمد دولت‌ها و ملت‌های دیگر بوده و در عرصه‌ی فرهنگ و تمدن جهانی به‌سان خورشیدی تابناک همچنان می‌درخشد و با فرزندان نیک‌نهاد خویش هنرنمایی می‌کند. چه کسی است که در دنیا با دانشمندان فرزانه و نام‌آور ایرانی همچون ابوعلی سینا، ابوریحان بیرونی، فارابی، خوارزمی و ... همچنین شاعران برجسته‌ای نظیر فردوسی، سعدی، مولوی، حافظ و ... آشنا نباشد و در مقابل عظمت آنها سر تعظیم فرود نیاورد. تمامی این افتخارات ارزشمند، برگرفته از میزان عشق و علاقه فراوان ملت ما به فراگیری علم و دانش از طریق خواندن و مطالعه منابع و کتاب‌های گوناگون است. به شکرانه‌ی الهی، تاریخ و گذشته ما، همیشه درخشان و پر بار است. ولی اکنون در این زمینه در چه جایگاهی قرار داریم؟ آمار و ارقام ارائه‌شده از سوی مجامع و سازمان‌های فرهنگی در مورد سرانه‌ی مطالعه‌ی هر ایرانی، برایمان چندان امیدوارکننده نمی‌باشد و رهبر معظم انقلاب اسلامی نیز از این وضعیت بارها اظهار گله و ناخشنودی نموده‌اند.

کتاب، دروازه‌ای به سوی گستره‌ی دانش و معرفت است و کتاب خوب، یکی از بهترین ابزارهای کمال بشری است. همه‌ی دستاوردهای بشر در سراسر عمر جهان، تا آنجا که قابل کتابت بوده است، در میان دست‌نوشته‌هایی است که انسان‌ها پدید آورده و می‌آورند. در این مجموعه‌ی بی‌نظیر، تعالیم الهی، درس‌های پیامبران به بشر، و همچنین علوم مختلفی است که سعادت بشر بدون آگاهی از آنها امکان‌پذیر نیست. کسی که با دنیای زیبا و زندگی‌بخش کتاب ارتباط ندارد بی‌شک از مهم‌ترین دستاورد انسانی و نیز از بیشترین معارف الهی و بشری محروم است. با این دیدگاه، به‌روشنی می‌توان ارزش و مفهوم رمزی عمیق در این حقیقت تاریخی را دریافت که اولین خطاب خداوند متعال به پیامبر گرامی اسلام (ص) این است که «بخوان!» و در اولین

سوره‌ای که بر آن فرستاده‌ی عظیم‌الشان خداوند، فرود آمده، نام «قلم» به تجلیل یاد شده‌است: «اقْرَأْ وَ رَبُّكَ الْأَكْرَمُ. الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ» در اهمیت عنصر کتاب برای تکامل جامعه‌ی انسانی، همین بس که تمامی ادیان آسمانی و رجال بزرگ تاریخ بشری، از طریق کتاب جاودانه مانده‌اند.

دانشگاه پیام‌نور با گستره‌ی جغرافیایی ایران‌شمول خود با هدف آموزش برای همه، همه‌جا و همه‌وقت، به‌عنوان دانشگاهی کتاب‌محور در نظام آموزش عالی کشورمان، افتخار دارد جایگاه اندیشه‌سازی و خردورزی بخش عظیمی از جوانان جویای علم این مرز و بوم باشد. تلاش فراوانی در ایام طولانی فعالیت این دانشگاه انجام پذیرفته تا با بهره‌گیری از تجربه‌های گرانقدر استادان و صاحب‌نظران برجسته کشورمان، کتاب‌ها و منابع آموزشی درسی شاخص و خودآموز تولید شود. در آینده هم، این مهم با هدف ارتقای سطح علمی، روزآمدی و توجه بیشتر به نیازهای مخاطبان دانشگاه پیام‌نور با جدیت ادامه خواهد داشت. به‌طور قطع استفاده از نظرات استادان، صاحب‌نظران و دانشجویان محترم، ما را در انجام این وظیفه‌ی مهم و خطیر یاری‌رسان خواهد بود. پیشاپیش از تمامی عزیزانی که با نقد، تصحیح و پیشنهادهای خود ما را در انجام این وظیفه‌ی خطیر یاری می‌رسانند، سپاسگزاری می‌نماییم. لازم است از تمامی اندیشمندانی که تاکنون دانشگاه پیام‌نور را منزلگاه اندیشه‌سازی خود دانسته و ما را در تولید کتاب و محتوای آموزشی درسی یاری نموده‌اند، صمیمانه قدردانی گردد. موفقیت و بهروزی تمامی دانشجویان و دانش‌پژوهان عزیز آرزوی همیشگی ما است.

دانشگاه پیام‌نور

فهرست مطالب

پیشگفتار.....	سیزده
فصل اول. کلیات.....	۱
هدف کلی.....	۱
هدف‌های یادگیری.....	۱
مقدمه.....	۱
خلاصه فصل اول.....	۱۳
خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل اول.....	۱۴
منابع.....	۱۵
فصل دوم. انواع فساد در مواد غذایی.....	۱۷
هدف کلی.....	۱۷
هدف‌های یادگیری.....	۱۷
مقدمه.....	۱۷
۱-۲ تعریف فساد در مواد غذایی.....	۱۸
۲-۲ انواع فساد در مواد غذایی.....	۲۱
۱-۲-۲ فساد فیزیکی.....	۲۱
۲-۲-۲ فساد شیمیایی.....	۲۱
۱-۲-۲-۲ تندشدن.....	۲۲
۳-۲-۲ فساد میکروبی.....	۲۳
۱-۳-۲-۲ میکروارگانیسم‌های فسادزا در مواد غذایی.....	۲۴
۲-۳-۲-۲ فاکتورهای مؤثر در ماندگاری و فساد میکروبی مواد غذایی.....	۲۴

۲۶	۳-۲ فساد در فراورده‌های لبنی.....
۲۸	۴-۲ فساد در فراورده‌های آردی و غلات.....
۲۹	۵-۲ فساد در سبزیجات.....
۳۰	۶-۲ فساد در گوشت تازه.....
۳۱	۷-۲ فساد در گوشت‌های پروسس (فراوری‌شده).....
۳۲	۸-۲ فساد در ماهی.....
۳۳	۹-۲ فساد در میوه‌ها و آب‌میوه‌ها.....
۳۴	۱۰-۲ کنترل میکروارگانیسم‌های ایجادکننده فساد در مواد غذایی.....
۳۵	خلاصه فصل دوم.....
۳۵	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل دوم.....
۳۶	منابع.....

۴۱	فصل سوم. روش‌های مختلف نگهداری مواد غذایی.....
۴۱	هدف کلی.....
۴۱	هدف‌های یادگیری.....
۴۱	مقدمه.....
۴۳	۱-۳ بخش اول: استفاده از ترکیبات ضد میکروبی.....
۴۳	۱-۱-۳ مواد ضد میکروبی طبیعی.....
۴۴	۱-۱-۱-۳ مواد ضد میکروبی با منشأ حیوانی.....
۴۵	۱-۱-۲-۳ مواد ضد میکروبی با منشأ گیاهی.....
۴۶	۱-۱-۳-۳ مواد ضد میکروبی با منشأ میکروبی.....
۴۷	۱-۲-۳ آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی.....
۴۹	۱-۳-۳ آنزیم‌های ضد میکروبی.....
۴۹	۲-۳ بخش دوم: فناوری‌های قدیمی نگهداری مواد غذایی.....
۵۰	۱-۲-۳ نمک‌سود کردن.....
۵۰	۱-۲-۲-۳ هدف و اساس کار در نمک‌سود کردن.....
۵۱	۲-۲-۲-۳ روش‌های نمک‌سود کردن.....
۵۳	۳-۲-۲-۳ رسیدن محصولات نمک‌سود شده.....
۵۴	۴-۲-۲-۳ تغییرات ناخوشایند در محصولات نمک‌سود شده.....
۵۷	۲-۲-۳ خشک کردن.....
۵۸	۱-۲-۲-۳ اساس کار در روش خشک کردن.....
۵۸	۲-۲-۲-۳ روش‌های خشک کردن.....
۷۰	۳-۲-۲-۳ تغییرات کیفیتی صورت گرفته در مواد غذایی خشک شده.....
۷۲	۳-۳ بخش سوم: فناوری‌های نوین نگهداری مواد غذایی.....
۷۲	۱-۳-۳ فناوری ریزپوشانی.....
۷۴	۲-۳-۳ مواد مورد استفاده برای ریزپوشانی (انکپسوله کردن).....

۷۵	۳-۳-۳ روش های ریزپوشانی.....
۷۶	خلاصه فصل سوم.....
۷۷	خودآزمایی چهارگزینه ای فصل سوم.....
۷۸	منابع.....
۸۱	فصل چهارم. کاربرد سرما در نگهداری مواد غذایی.....
۸۱	هدف کلی.....
۸۱	هدف های یادگیری.....
۸۱	مقدمه.....
۸۲	۱-۴ پیش سرد کردن.....
۸۴	۱-۱-۴ روش های مختلف پیش سرد کردن.....
۸۶	۲-۴ سرد کردن.....
۹۱	۳-۴ انجماد.....
۹۳	۱-۳-۴ تأثیر انجماد بر ویژگی های میکروبی مواد غذایی.....
۹۵	۲-۳-۴ تأثیر انجماد بر کیفیت فیزیکی مواد غذایی.....
۹۶	۳-۳-۴ تأثیر انجماد بر کیفیت شیمیایی مواد غذایی.....
۹۸	۴-۴ روش های انجماد.....
۱۰۰	۱-۴-۴ سیستم های تماس مستقیم.....
۱۰۰	۱-۱-۴-۴ Still air سیستم انجماد.....
۱۰۰	۲-۱-۴-۴ Airblast سیستم انجماد.....
۱۰۱	۳-۱-۴-۴ انجماد با استفاده از مواد سرمازا.....
۱۰۲	۲-۴-۴ سیستم های تماس غیرمستقیم.....
۱۰۲	خلاصه فصل چهارم.....
۱۰۴	خودآزمایی چهارگزینه ای فصل چهارم.....
۱۰۵	منابع.....
۱۰۷	فصل پنجم. کاربرد حرارت در نگهداری مواد غذایی.....
۱۰۷	هدف کلی.....
۱۰۷	هدف های یادگیری.....
۱۰۷	مقدمه.....
۱۰۸	۱-۵ بلانچینگ (آنزیم ببری یا آنزیم زدایی).....
۱۱۱	۲-۵ پاستوریزاسیون.....
۱۱۲	۱-۲-۵ انواع پاستوریزاسیون.....
۱۱۳	۲-۲-۵ آزمون های صحت پاستوریزاسیون.....
۱۱۴	۳-۲-۵ کیفیت مواد غذایی پاستوریزه شده.....
۱۱۵	۳-۵ استریلیزاسیون.....

۱۱۸.....	۵-۳-۱ روش‌های استریلیزاسیون حرارتی در مواد غذایی.....
۱۱۹.....	خلاصه فصل پنجم.....
۱۲۰.....	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل پنجم.....
۱۲۱.....	منابع.....
۱۲۳.....	فصل ششم. نگاه‌دارنده‌های شیمیایی در مواد غذایی.....
۱۲۳.....	هدف کلی.....
۱۲۳.....	هدف‌های یادگیری.....
۱۲۳.....	مقدمه.....
۱۲۶.....	۶-۱ اسید بنزوئیک و پارابن‌ها.....
۱۲۷.....	۶-۲ اسید سوربیک.....
۱۲۸.....	۶-۳ اسید پروپیونیک و پروپیونات‌ها.....
۱۲۹.....	۶-۴ اسید استیک.....
۱۲۹.....	۶-۵ سایر اسیدهای کاربردی در مواد غذایی.....
۱۳۰.....	۶-۶ دی‌اکسید گوگرد و سولفیت‌ها.....
۱۳۱.....	۶-۷ نیتريت‌ها و نترات‌ها.....
۱۳۳.....	۶-۸ اکسید اتیلن و اکسید پروپیلن.....
۱۳۴.....	۶-۹ مهارکننده‌های فلزها (شلاته‌کننده‌ها).....
۱۳۵.....	۶-۱۰ ترکیبات شیمیایی متفرقه.....
۱۳۶.....	خلاصه فصل ششم.....
۱۳۸.....	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل ششم.....
۱۳۸.....	منابع.....
۱۴۱.....	فصل هفتم. پرتودهی در مواد غذایی.....
۱۴۱.....	هدف کلی.....
۱۴۱.....	هدف‌های یادگیری.....
۱۴۱.....	مقدمه.....
۱۴۲.....	۷-۱ انواع و منابع تابش اشعه مورد استفاده در مواد غذایی.....
۱۴۵.....	۷-۲ تأثیرات پرتودهی بر ماده غذایی.....
۱۴۶.....	۷-۳ کاربرد پرتودهی در مواد غذایی.....
۱۴۷.....	۷-۳-۱ ضد عفونی کردن.....
۱۴۷.....	۷-۳-۱ افزایش ماندگاری ماده غذایی.....
۱۴۷.....	۷-۳-۲ رفع آلودگی میکروبی.....
۱۴۷.....	۷-۳-۳ بهبود کیفیت ماده غذایی.....
۱۴۸.....	۷-۴ انواع فرایندهای تابش‌دهی.....
۱۴۸.....	۷-۴-۱ راداپرتیزاسیون.....

۱۴۸	۷-۴-۲ رادیسیداسیون.....
۱۴۹	۷-۴-۳ رادوریزاسیون.....
۱۵۰	۷-۵ تأثیر پرتودهی بر میکروارگانسیم‌ها و اجزاء موادغذایی.....
۱۵۰	۷-۵-۱ تأثیر روی میکروارگانسیم‌ها.....
۱۵۲	۷-۵-۲ تأثیر بر اجزاء تشکیل‌دهندهٔ مادهٔ غذایی.....
۱۵۲	۷-۵-۲-۱ تأثیر پرتودهی بر پروتئین‌های مادهٔ غذایی.....
۱۵۳	۷-۵-۲-۲ تأثیر پرتودهی بر کربوهیدرات‌های مادهٔ غذایی.....
۱۵۳	۷-۵-۲-۳ تأثیر پرتودهی بر لیپیدهای مادهٔ غذایی.....
۱۵۴	۷-۵-۲-۴ تأثیر پرتودهی بر ویتامین‌های مادهٔ غذایی.....
۱۵۴	۷-۵-۲-۵ تأثیر پرتودهی بر آنزیم‌های مادهٔ غذایی.....
۱۵۴	۷-۶ مزایای پرتودهی موادغذایی.....
۱۵۵	خلاصهٔ فصل هفتم.....
۱۵۷	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل هفتم.....
۱۵۸	منابع.....
۱۵۹	فصل هشتم. دوددادن موادغذایی.....
۱۵۹	هدف کلی.....
۱۵۹	هدف‌های یادگیری.....
۱۵۹	مقدمه.....
۱۶۰	۸-۱ دود و ترکیبات تشکیل‌دهندهٔ آن.....
۱۶۴	۸-۲ روش‌های مختلف دوددادن.....
۱۶۷	۸-۲-۱ دوددادن سرد.....
۱۶۸	۸-۲-۲ دوددادن گرم.....
۱۶۹	۸-۳ اثر دوددهی بر موادغذایی.....
۱۷۰	خلاصهٔ فصل هشتم.....
۱۷۱	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل هشتم.....
۱۷۲	منابع.....
۱۷۳	فصل نهم. تخمیر در موادغذایی.....
۱۷۳	هدف کلی.....
۱۷۳	هدف‌های یادگیری.....
۱۷۳	مقدمه.....
۱۷۴	۹-۱ تعریف تخمیر.....
۱۷۵	۹-۲ محاسن و معایب تخمیر در موادغذایی.....
۱۷۸	۹-۳ اثرات تخمیر در موادغذایی.....
۱۷۹	۹-۴ شرایط تخمیر.....

۱۷۹	۱-۴-۹ توانایی کنترل تولید اسید.....
۱۸۰	۲-۴-۹ توانایی کنترل تولید الکل.....
۱۸۱	۳-۴-۹ استفاده از باکتری‌های آغازگر یا استارتر (مایه میکروبی).....
۱۸۲	۴-۴-۹ نقش کنترلی درجه حرارت.....
۱۸۲	۵-۴-۹ اکسیژن.....
۱۸۳	۶-۴-۹ نمک.....
۱۸۴	۵-۹ میکروارگانسیم‌های مورد استفاده در تخمیر مواد غذایی.....
۱۸۶	۶-۹ انواع تخمیر در مواد غذایی.....
۱۸۶	۱-۶-۹ تخمیر لاکتیکی.....
۱۸۷	۲-۶-۹ تخمیر الکلی.....
۱۸۷	۳-۶-۹ تخمیر الکلی - اسیدی.....
۱۸۷	خلاصه فصل نهم.....
۱۸۸	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل نهم.....
۱۸۹	منابع.....
۱۹۱	فصل دهم. بسته‌بندی مواد غذایی.....
۱۹۱	هدف کلی.....
۱۹۱	هدف‌های یادگیری.....
۱۹۱	مقدمه.....
۱۹۲	۱-۱۰ تعریف و هدف‌های بسته‌بندی.....
۱۹۳	۱-۱-۱۰ محدودکردن ماده غذایی.....
۱۹۳	۱-۱-۱-۱۰ کیفیت تغذیه‌ای.....
۱۹۴	۱-۱-۱-۱۰ ویژگی‌های بسته‌بندی.....
۱۹۴	۱-۱-۱-۱۰ بسته‌بندی فعال.....
۱۹۶	۱-۱-۱-۱۰ بسته‌بندی هوشمند.....
۱۹۷	۱-۱-۱۰ قابلیت عرضه و تسهیلات بسته‌بندی.....
۱۹۸	۱-۱-۱۰ محافظت از ماده غذایی.....
۱۹۹	۱-۱۰ شرایط بسته‌بندی ایدئال.....
۱۹۹	۱-۱۰ مواد مورد استفاده در بسته‌بندی مواد غذایی.....
۲۰۰	۱-۳-۱۰ شیشه.....
۲۰۰	۱-۳-۱۰ فلزها (استیل و آلومینیوم).....
۲۰۲	۱-۳-۳ کاغذ و مقوا (کارتن).....
۲۰۳	۱-۳-۴ پلاستیک.....
۲۰۷	۱-۳-۵ روکش‌ها یا ورق‌های چندلایه.....
۲۰۸	۱-۳-۶ بیوپلیمرها.....
۲۰۹	۱-۴ کاربرد فناوری نانو در بسته‌بندی مواد غذایی.....

۲۱۲	۱۰-۵ انواع نانوپلیمر.....
۲۱۴	خلاصه فصل دهم.....
۲۱۵	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل دهم.....
۲۱۶	منابع.....
۲۱۹	فصل یازدهم. روش‌های نوین نگهداری مواد غذایی.....
۲۱۹	هدف کلی.....
۲۱۹	هدف‌های یادگیری.....
۲۲۰	مقدمه.....
۲۲۰	۱۱-۱ فشار هیدروستاتیک بالا.....
۲۲۱	۱۱-۱-۱ نحوه عملکرد یک محفظه فشار بالا.....
۲۲۲	۱۱-۱-۲ تأثیرات فشار بالا بر مواد غذایی.....
۲۲۳	۱۱-۱-۲-۱ تغییرات میکروبی.....
۲۲۴	۱۱-۱-۲-۲ تغییرات بیوشیمیایی و آنزیمی.....
۲۲۷	۱۱-۱-۳ مزایا و معایب فشار بالا در ماده غذایی.....
۲۲۷	۱۱-۲ میدان پالس الکتریکی.....
۲۲۹	۱۱-۲-۱ اساس فرایند میدان پالس الکتریکی با ولتاژ بالا.....
۲۳۱	۱۱-۲-۲ مزایای فرایند میدان نوسان الکتریکی با ولتاژ بالا.....
۲۳۱	۱۱-۲-۳ کاربردهای فرایند میدان نوسان الکتریکی با ولتاژ بالا در مواد غذایی.....
۲۳۳	۱۱-۳ امواج فراصوت در نگهداری مواد غذایی.....
۲۳۳	۱۱-۳-۱ سیستم تولید امواج فراصوت (اولتراساوند).....
۲۳۴	۱۱-۳-۲ طبقه‌بندی فرایند فراصوت (اولتراساوند).....
۲۳۴	۱۱-۳-۳ مکانیسم اثر نگهداری امواج فراصوت.....
۲۳۷	۱۱-۴ اشعه ماوراءبنفش در نگهداری مواد غذایی.....
۲۳۸	۱۱-۴-۱ مکانیسم عملکرد UV در مواد غذایی.....
۲۳۸	۱۱-۴-۲ عوامل مؤثر بر کارایی اشعه ماوراءبنفش.....
۲۳۹	۱۱-۴-۳ کاربرد اشعه ماوراءبنفش در صنایع غذایی.....
۲۳۹	۱۱-۵ فناوری پالس نوری.....
۲۴۰	۱۱-۵-۱ مکانیسم عملکرد در فناوری پالس نوری.....
۲۴۲	۱۱-۶ حرارت‌دادن اهمی.....
۲۴۴	۱۱-۶-۱ کاربرد حرارت‌دهی اهمی در مواد غذایی.....
۲۴۴	۱۱-۷ میدان مغناطیسی نوسانی.....
۲۴۵	۱۱-۸ فرایند اتمسفر تغییر یافته در نگهداری مواد غذایی.....
۲۴۶	۱۱-۸-۱ انواع بسته‌بندی با اتمسفر تغییر یافته.....
۲۴۷	۱۱-۸-۱-۱ اتمسفر تغییر یافته کنترل شده (CAP).....
۲۴۷	۱۱-۸-۱-۲ بسته‌بندی در اتمسفر تغییر یافته (MAP).....

۲۴۸.....	۳-۱-۸-۱۱ بسته‌بندی در اتمسفر خلأ (VP).....
۲۴۸.....	۴-۱-۸-۱۱ بسته‌بندی در اتمسفر تغییر یافته فعال (AP).....
۲۴۹.....	۲-۸-۱۱ مکانیسم ضد میکروبی اتمسفر تغییر یافته.....
۲۵۰.....	۳-۸-۱۱ مزایا و معایب اتمسفر تغییر یافته.....
۲۵۱.....	۹-۱۱ فرایند فیلتراسیون غشایی در نگهداری مواد غذایی.....
۲۵۲.....	۱-۹-۱۱ اصول کلی در فیلتراسیون غشایی.....
۲۵۳.....	۲-۹-۱۱ میکرو فیلتراسیون.....
۲۵۴.....	۳-۹-۱۱ اولترافیلتراسیون.....
۲۵۵.....	۴-۹-۱۱ نانوفیلتراسیون.....
۲۵۵.....	۵-۹-۱۱ اسمز معکوس.....
۲۵۶.....	۱۰-۱۱ فرایند میکروویو در نگهداری مواد غذایی.....
۲۵۷.....	۱-۱۰-۱۱ مکانیسم گرم‌شدن مواد غذایی با فرایند میکروویو.....
۲۵۸.....	۲-۱۰-۱۱ تولید امواج میکروویو و کاربردهای آن در صنعت مواد غذایی.....
۲۵۸.....	۳-۱۰-۱۱ محدودیت‌های کاربرد حرارت‌دادن با میکروویو.....
۲۵۹.....	۱۱-۱۱ فرایندهای ترکیبی در نگهداری مواد غذایی.....
۲۶۲.....	۱-۱۱-۱۱ انواع مانع.....
۲۶۳.....	۲-۱۱-۱۱ کاربرد فرایندهای ترکیبی در مواد غذایی.....
۲۶۴.....	خلاصه فصل یازدهم.....
۲۶۶.....	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل یازدهم.....
۲۶۷.....	منابع.....
۲۷۱.....	پاسخنامه خودآزمایی‌های چهارگزینه‌ای.....

پیشگفتار

نیاز به مواد غذایی، اشرف مخلوقات را از ابتدای خلقت، به نگهداری مواد غذایی وادار کرده است. از دیرباز روش ها و فناوری های زیادی برای حفظ کیفیت مواد غذایی، مورد استفاده قرار گرفته اند. از آنجاکه احتمال تغییرات خوشایند یا ناخوشایند ارزش های حسی و تغذیه ای مواد غذایی در طول مراحل تولید، حمل و نقل، فراوری، انبارش و توزیع ماده غذایی وجود دارد، بنابراین آشنایی با سازوکار اثر هریک از روش های نگهداری، برای متخصصان و متصدیان علوم غذایی ضروری به نظر می رسد. با توجه به اینکه اساتید، پژوهشگران، مدیران محترم تولید و دانشجویان صنایع غذایی، بهداشت مواد غذایی، میکروبیولوژی مواد غذایی، دامپزشکی و سازمان های متولی بهداشت در امر علوم تغذیه و بهداشت عمومی و همه کسانی که به نحوی در امر بهداشت، ایمنی، کنترل و بازرسی مواد غذایی نقش دارند نیازمند منبعی هستند که اطلاعات لازم را در اختیار آنها قرار دهد، در این زمینه منابع متعددی به زبان انگلیسی در دسترس گروه های هدف قرار دارد. با وجود این، منابع فارسی بسیار محدودند. به همین دلیل در این راستا کتاب حاضر، براساس سرفصل های مصوب شورای عالی فرهنگی ماده درسی اصول نگهداری مواد غذایی، در یازده فصل تنظیم شده است. فصل اول، مقدمه و کلیاتی درباره اهمیت و دلیل نگهداری مواد غذایی مورد بحث قرار می گیرد. در فصل دوم، انواع فساد در مواد غذایی و فساد در گروه های مختلف غذایی بررسی می شود. در فصل سوم، انواع روش های نگهداری مواد غذایی در سه بخش استفاده از مواد ضد میکروبی در نگهداری مواد غذایی، روش های قدیمی و جدید مورد استفاده و تفصیلی از روش قدیمی

نمک سود کردن بحث و بررسی خواهد شد. در فصل چهارم، کاربرد سرما و فصل پنجم کاربرد گرما در نگهداری مواد غذایی مورد بحث قرار می‌گیرد. فصل ششم، انواع مواد شیمیایی را که در قالب افزودنی و با هدف نگهداری مواد غذایی، مورد استفاده قرار می‌گیرند، معرفی می‌شود. فصل هفتم، کاربرد پرتو دهی و فصل هشتم دود دادن را در نگهداری مواد غذایی مورد بحث قرار می‌دهد. فصل نهم، فرایند تخمیر را به عنوان یک روش بیولوژیک حفظ کیفیت و افزایش ماندگاری مواد غذایی بحث و بررسی می‌کند و در فصل دهم، اصول بسته بندی مواد غذایی تشریح خواهد شد. در نهایت در فصل آخر کتاب، فناوری های نوین پر کاربرد در صنعت غذا و مورد استفاده برای نگهداری مواد غذایی، به تفصیل مورد بحث قرار می‌گیرد. در پایان هر فصل، خلاصه ای از کل مباحث ارائه شده و چند سؤال نمونه چهار گزینه ای به منظور خودارزیابی خواننده مطلب، آورده شده است.

با وجود اینکه در تهیه و تدوین این کتاب، کوشش زیادی شده است تا با مطالعه جدیدترین کتب علمی چاپ شده مرجع خارجی و داخلی، به روزترین مطالب ارائه شود، بدون شک این مجموعه، بدون عیب و ایراد نیست؛ بنابراین امید آن است که همکاران، ما را در رفع نواقص کتاب حاضر، کمک و راهنمایی کنند.

در پایان، بر خود لازم می‌دانم از همسر و دخترانم که با سعه صدر و منش والای خویش، شرایط مطالعه و نگارش را برایم فراهم آورده اند سپاسگزاری کنم و مراتب تقدیر و تشکر خود را از مدیریت و کارشناسان محترم سامانه تدوین کتب آموزشی دانشگاه پیام نور که فرصت تدوین و گردآوری را برای اینجانب فراهم کرده اند، ابراز دارم.

حسن حسن زاده آذر

هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی زنجان

فصل اول

کلیات

هدف کلی

هدف از این فصل، بیان کلیاتی درباره نگهداری مواد غذایی است.

هدف‌های یادگیری

- در پایان این فصل، با توجه به هدف‌های مورد نظر، از دانشجویان انتظار می‌رود:
۱. با مفاهیم امنیت مواد غذایی و هدف‌های علوم و صنایع غذایی آشنا شوند.
 ۲. تعریف و دلایل نگهداری مواد غذایی و ارتباط آن با ایجاد امنیت مواد غذایی را درک کنند.
 ۳. عوامل مهم تأثیرگذار بر رشد میکروارگانیسم‌ها را تشریح کنند.
 ۴. با روش‌های کنترل آنزیم‌ها و رشد میکروارگانیسم‌ها آشنا شوند.
 ۵. با اصول مهمی که نگهداری مواد غذایی، براساس آن پایه‌گذاری شده است و روش‌های نگهداری مواد غذایی آشنا شوند.

مقدمه

غذا از عوامل مؤثر در حیات هر موجود زنده بوده است، به‌طوری‌که ادامه زندگی بدون دسترسی به غذای مناسب، امکان‌پذیر نیست. غذای دریافتی، حاوی مواد تغذیه‌ای ضروری مانند کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها، پروتئین‌ها، ویتامین‌ها و مواد معدنی است که با جذب سلولی این ترکیبات، احتیاجات تغذیه‌ای از جمله تولید انرژی برای فعالیت‌های حیاتی مانند تولید، حفظ حیات و رشد و نمو سلول بدن تضمین می‌شود (Sivasankar, 2002).

غذا به عنوان مهم ترین نیاز موجودات زنده، دو منشأ گیاهی و جانوری دارد (McElhatton and Marshall, 2007) که بایستی به صورت کاملاً سالم و فاقد آلودگی های زیان بخش، تهیه و همچنین مواد مغذی آن در مراحل مختلف تهیه، طبخ و نگهداری، تا حد امکان حفظ شده باشد (Safiur rahman, 2007). فراوانی آن افزون بر تأمین انرژی و نیازهای غذایی بدن، عامل احساس آرامش افراد و ملت ها در شرایط بحران است. در طول تاریخ نیز غذا نقش مهمی در پیدایش و حذف تمدن ها داشته است. توانایی تأمین غذا، مظهر قدرت تلقی شده است و طرفین درگیر در جنگ ها، جلوگیری از دسترسی به غذا را راهی برای شکست همدیگر دانسته اند و می دانند. نیاز جهانی به غذا، با تعداد و میزان رشد جمعیت رابطه مستقیم دارد و الگوی غذایی و میزان تقاضا برای غذاهای خام، نیم فراوری شده و تمام فراوری شده و میزان مصرف غذا، همیشه در حال تغییر است. متأسفانه دسترسی به غذا در نواحی مختلف جهان، یکسان نیست و در بعضی مناطق، امکان دسترسی به غذای کافی وجود ندارد. بایستی توجه داشت که کیفیت غذا، سالم و خوش ظاهر بودن آن، نسبت به کمیت غذا اهمیت بیشتری دارد؛ به طوری که فراهم شدن احتیاجات تغذیه ای، ارجح تر از مقدار آن است (Sivasankar, 2002).

یکی از چالش های جهانی برای فراهم کردن نیاز مصرف کنندگان غذا، بحث امنیت در مواد غذایی با در نظر گرفتن کیفیت تغذیه ای و بهداشت مواد غذایی است. در تهیه مواد غذایی خوردنی و آشامیدنی، رعایت تمام جنبه های سخت گیرانه در فراهم سازی نیازهای تغذیه ای، سلامتی انسان، عدم آلودگی میکروبی و فیزیکوشیمیایی، کیفیت حسی^۱، خوش ظاهر بودن و مطابقت با قوانین تولید مواد غذایی و بهداشت محیطی الزامی است تا بتوان امنیت و رضایت مصرف کننده را فراهم کرد (Sivasankar, 2002).

دسترسی به غذای خوب، سالم و امن، حق مصرف کننده است. بیماری های منتقل شده از غذا و آسیب های ناشی از آن، بسیار ناخوشایند و حتی کشنده اند. شیوع بیماری های انتقال یافته از غذا^۲ آسیب به تجارت مواد غذایی و صنعت گردشگری، کاهش قدرت یادگیری، بیکاری فرد مبتلا، افزایش هزینه و تأثیر بر اعتماد مصرف کننده را به دنبال دارند. تجارت بین المللی مواد غذایی و سفرهای خارجی، از نظر اقتصادی سودمند هستند، ولی به راحتی می توانند عامل گسترش بیماری ها در جهان باشند. در دو

1. Organoleptic Quality

2. Food Borne Diseases

دهه اخیر نیز عادات غذایی بسیاری از کشورها، دستخوش تغییر شده است و فنون جدید تولید، آماده سازی و توزیع مواد غذایی، بر این تغییر، تأثیرگذار بوده اند. از این رو کنترل بهداشتی مؤثر، برای پیشگیری از تأثیر عوارض بد بر سلامتی افراد و تبعات اقتصادی حاصل از بیماری های ناشی از غذا و فساد در مواد غذایی ضروری است. تمام افراد دخیل در زنجیره تولید مواد غذایی، از کشاورز و پرورش دهنده گرفته تا کارخانه داران، حمل کنندگان و مصرف کنندگان مواد غذایی، در تولید غذای سالم و مطمئن برای مصرف نقش دارند (Kilcast and Subramaniam, 2000).

امنیت مواد غذایی^۱ شامل همه اقدامات علمی در حمل و نقل، آماده سازی و نگهداری مواد غذایی است که روش های مناسب جلوگیری از ایجاد بیماری های منتقل شده از غذا را توصیف می کند. به عبارت دیگر یکی از راه های ایجاد امنیت در مواد غذایی، دقت در مقوله نگهداری آنها و رعایت همه شرایط لازم برای جلوگیری از بیماری و فساد در انواع مواد غذایی است (Olaimat and Holley, 2012).

در عصر جدید، افزایش جمعیت و نیاز روزافزون به مواد غذایی و گسترش ارتباطات اجتماعی جوامع بشری از قاره های مختلف، به توسعه علوم و صنایع غذایی منجر شده است. توسعه مزبور بایستی تأمین کننده احتیاجات غذایی و امنیت غذایی مصرف کنندگان نیز باشد (Sivasankar, 2002). بر همین اساس علوم و صنایع غذایی، هدف های خاصی را دنبال می کنند:

الف) تولید انبوه مواد غذایی مغذی، خوش طعم و اشتها آور، به طوری که توجیه اقتصادی داشته باشد

ب) بهبود بخشیدن به ارزش غذایی و کیفیت ماده غذایی (از نظر رنگ، طعم و بافت) و همچنین به حداقل رساندن کاهش عناصر تغذیه ای ضروری در حین فراوری و نگهداری مواد غذایی

ج) اطمینان از ماندگاری درازمدت محصول، حتی در شرایطی که دمای نگهداری ماده غذایی بالا رفته باشد

د) فروش مواد غذایی فراوری شده با تراکم کالری بالا در اوزان کم و قابلیت دسترسی آسان

ه) پیشگیری از تقلب، آلودگی شیمیایی یا میکروبی و مسمومیت غذایی

و) فراهم کردن مواد غذایی مطابق با رژیم‌های غذایی مختلف مانند ورزشکاران، فضانوردان و بیماران و کودکان

ز) بهبود فراوری مکانیکی مواد غذایی به منظور کاهش تعداد کارگران

ح) تهیه و تولید فراورده‌های غذایی جدید

هدف‌های بیان‌شده در علوم و صنایع غذایی، با گسترش ارتباط بین دو شاخه فراوری^۱ و نگهداری^۲ مواد غذایی امکان‌پذیر است. مطالعه روی موضوعاتی مانند مشکلات غذایی مردم نواحی مختلف، ترکیب انواع مواد غذایی، عوامل ایجادکننده مسمومیت، فساد و بیماری‌های منتقل‌شده از غذا، انبارش و دراصل، نگهداری انواع مواد غذایی برای جلوگیری از کاهش ارزش غذایی، از مباحث اصلی علوم غذایی^۳ هستند (Sivasankar, 2002).

معنی لغوی نگهداری^۴، سالم نگه‌داشتن، ثابت ماندن کیفیت و جلوگیری از فساد و تخمیر در ماده غذایی است؛ اما اصطلاح نگهداری مواد غذایی، در تعریف عبارت است از: فرایندی که با آن از فساد مواد غذایی، پیشگیری می‌کند و طول عمر آن‌ها را افزایش می‌دهند؛ به‌طوری‌که رنگ، طعم و مواد مغذی یا به عبارت دیگر ویژگی‌های مطلوب حسی، فیزیکوشیمیایی و میکروبی در مواد غذایی، حفظ شود و تغییر نکند (McElhatton and Marshall, 2007).

نگهداری و حفظ مواد غذایی از دیرباز از چالش‌های مهم انسان بوده است. غذا یا اینکه به سرعت مصرف یا در نواحی سرد با استفاده از سرما و یخ‌زدن، در نواحی بیابانی با استفاده از خشک کردن و در نواحی نزدیک به دریا با استفاده از نمک‌سود کردن حفظ و نگهداری می‌شده است. تاریخ نگهداری مواد غذایی، از ابتدای خلقت بشر همگام با تلاش برای کسب غذا و تغذیه، با وی همراه و از مشکلات بزرگ بوده است، زیرا بشر به منظور حفظ مواد غذایی برای سایر فصول، همواره با موجودات مزاحمی که خود را شریک غذای او می‌دانستند مواجه بوده است. حیوانات و حشرات و سرانجام میکروارگانیسم‌ها از جمله باکتری‌ها، قارچ‌ها (کپک‌ها و مخمرها) همیشه در کمین خوردن، از بین بردن یا آلوده کردن غذای انسان‌ها هستند. تعداد بسیاری از این موجودات

1. Food Processing
2. Food Preservation
3. Food Science
4. Preserve

هنوز هم مغلوب بشر نشده‌اند و از این رو به‌نظر می‌رسد که جدال انسان با آن‌ها همیشگی است. از همان ابتدای خلقت، بشر در جست‌وجوی روش‌هایی برای تهیه غذای سالم و امن قابل مصرف و با طول عمر زیاد بوده‌است. اولین گزارش‌ها از نگهداری مواد غذایی، به مصر باستان برمی‌گردد. مصریان باستان، دانه‌های غلات را خشک و آن‌ها را در محیط بسته، سیلو می‌کردند. غلات ذخیره‌شده، برای مبارزه با خشکسالی‌ها تا سال‌ها قابل نگهداری بوده‌است. ابداع روش‌های دود دادن و خشک کردن مواد غذایی، در بسیاری از نقاط دنیا به ۶۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح برمی‌گردد. بسیاری از روش‌های نگهداری مواد غذایی که با آن‌ها آشنایی داریم مانند خشک کردن، دود دادن و نمک‌سود کردن، براساس کاهش میزان آب قابل دسترس، ابداع شده‌اند. انجماد مواد غذایی، اسیدی کردن با استفاده از تخمیر و ترش کردن آن‌ها مانع رشد میکروارگانیسم‌ها در مواد غذایی می‌شود. نمک‌سود کردن در زندگی رومی‌ها اهمیت بسیاری داشته‌است؛ به‌طوری‌که حتی سربازان رومی، نمک را به‌عنوان دستمزد دریافت می‌کرده‌اند. قشون‌کشی سربازان در زمان قدیم و اهمیت فراهم کردن مواد غذایی آن‌ها نیز در ابداع روش‌های نگهداری مواد غذایی نقش داشته‌است (Heldman, 2011). بزرگ‌ترین تحول در حفظ و نگهداری مواد غذایی، از سال ۱۸۱۰ صورت گرفت؛ وقتی که شیرینی‌پز فرانسوی نیکولاس آپرت^۱، بدون اطلاع از ماهیت باکتری‌ها کشف کرد که قابلیت نگهداری غذای حرارت‌دیده و بسته‌بندی‌شده در یک بطری شیشه‌ای، ماه‌ها افزایش می‌یابد. کشف آپرت، اساس کار کنسروسازی بود. حدود ۵۰ سال پس از آن، کشف لویی پاستور نشان‌داد میکروارگانیسم‌ها دلیل اصلی فساد در مواد غذایی‌اند (Dinstel, 2013).

دلایل عمده‌ای برای نگهداری مواد غذایی وجود دارد. مهم‌ترین دلایل عبارت‌اند از:

۱. **حفظ مواد غذایی و مازاد مصرف.** تولید انبوه بعضی از مواد غذایی در مواردی که مازاد از مصرف باشد، نیاز به نگهداری و حفظ فراورده تولیدی دارد تا در موارد نیاز، مورد مصرف قرار گیرند.

۲. **قابلیت دسترس و ایجاد تنوع فراورده‌ها در یک نوع ماده غذایی.** وجود تنوع برای مصرف‌کننده و اشکال مختلف از یک نوع ماده غذایی، امکان استفاده از یک نوع میوه

یا ماده غذایی را در فصلی که قابل دسترس نیست، امکان پذیر می کند. برای مثال یک نوع میوه می تواند در انواع مختلف مربا، ترشی و ... در زمان ها و اشکال مختلف مورد استفاده قرار گیرد.

۳. دسترسی به ماده غذایی در آن نواحی که امکان تولید آن را ندارند. نگهداری مواد غذایی این امکان را فراهم می سازد که در نواحی مختلف مانند نواحی کویری یا کوهستانی که امکان تولید مواد غذایی به میزان کافی وجود ندارد، مواد غذایی نگهداری شده مغذی، به اندازه کافی در دسترس باشد.

۴. تسهیل در انبارش و حمل و نقل یک نوع ماده غذایی یا فراورده های آن. نگهداری ماده غذایی، اغلب با کاهش در حجم آن همراه است و همین کاهش در حجم فراورده یا ماده غذایی، ذخیره و حمل و نقل ماده غذایی را تسهیل می کند.

۵. افزایش طول عمر مواد غذایی. به ویژه در آن دسته مواد غذایی که به صورت صحیح و سالم، ذخیره و انبار شده اند.

۶. حفظ ارزش تغذیه ای مواد غذایی.

۷. بهره برداری اقتصادی با افزایش طول عمر یک ماده غذایی (Safiur rahman, 2007).

نگهداری، فراوری و ذخیره مواد غذایی برای دسترسی مداوم به آن در همه فصول سال، حیاتی است. یکی از جنبه های مهم که صنعت کشاورزی را از سایر صنایع، متمایز می کند، طبیعت فصلی بودن آن است؛ بنابراین غلبه بر تولید فصلی فراورده های کشاورزی، تولید مواد غذایی که بر ارزش غذایی آن ها افزوده شده است، تولید انواع رژیم غذایی، تنوع طلبی افراد در مصرف مواد غذایی متنوع با مزه، عطر و بو، ارزش غذایی بالا و سایر ویژگی ها، از دلایل اصلی فراوری و نگهداری مواد غذایی هستند (Safiur rahman, 2007).

امکان دسترسی به غذای هرچه سالم تر به هر دو صورت خام و فراوری شده، از هدف های بسیار مهم دانشمندان علوم غذایی است. به کارگیری روش های مناسب فراوری، نگهداری و ذخیره مواد غذایی، از شیوع بیماری های منتقل شده به واسطه آن پیشگیری می کند و احتمال وقوع این دسته از بیماری ها را که از مصرف غذاهای آلوده ایجاد می شوند، کاهش می دهد. نگهداری مواد غذایی، اعمال یا روش هایی هستند که اساس آن ها حفظ کیفیت ماده غذایی است. تعدادی از روش های نوین نگهداری مواد غذایی نیز بر اساس رضایت مندی مصرف کنندگان مواد غذایی از نظر سلامتی، ارزش

غذایی و جنبه‌های حسی و همچنین به‌صرفه‌بودن از نظر اقتصادی ابداع شده‌اند. محافظت و نگهداری مؤثر ماده‌غذایی، از ارکان ایجاد امنیت در موادغذایی است. امنیت غذایی، به‌جز پاکیزگی در ماده‌غذایی، همه اقدامات لازم زیر را نیز دربرمی‌گیرد (Schmidt and Rodrick, 2003):

- محافظت غذا از خطرات آلوده‌کننده (مانند باکتری‌های مضر، سموم و اجسام خارجی)

- جلوگیری از افزایش تعداد باکتری‌های موجود در موادغذایی عامل مسمومیت غذایی

- تخریب هرگونه میکروارگانیسم زیان‌آور با استفاده از پختن و فراوری موادغذایی
میکروارگانیسم‌ها در موادغذایی، از عوامل اصلی ایجاد بیماری‌های منتقل شده و فساد در موادغذایی‌اند که بیشتر شامل باکتری‌ها، قارچ‌ها (کپک‌ها و مخمرها)، ویروس‌ها و انگل‌ها می‌شوند. از اصول نگهداری و محافظت موادغذایی، جلوگیری از ورود آن‌ها به ماده‌غذایی و نامناسب کردن شرایط رشد و تخریب آن‌ها در ماده‌غذایی است. میکروارگانیسم‌ها در هوا، آب، گردوخاک و فاضلاب وجود دارند و پراکندگی آن‌ها به اندازه‌ای وسیع است که حضور آن‌ها در داخل و روی موادغذایی، اجتناب‌ناپذیر خواهد بود. نابودی میکروب‌ها، انبارکردن غذا در شرایطی که آلودگی بیشتر امکان‌پذیر نباشد و ایجاد محیطی که برای تکثیر میکروبی، نامناسب است به‌جلوگیری از رشد میکروبی منجر می‌شود. روش مؤثر در نگهداری موادغذایی، متوقف کردن رشد میکروب‌هاست، به‌شرطی که به‌ارزش غذایی آن صدمه‌نزند. ممانعت از رشد میکروب‌ها با محدودسازی عوامل مؤثر در رشد آن‌ها امکان‌پذیر است (Olaimat and Holley, 2012). عوامل زیادی در رشد میکروارگانیسم‌ها دخیل‌اند که درکل، به‌دو دسته عوامل داخلی و خارجی در موادغذایی، دسته‌بندی می‌شوند. عوامل مزبور، در جدول ۱-۱ نشان داده شده‌اند.

نگهداری موادغذایی، براساس سه اصل عمده پایه‌گذاری می‌شود (Frazier and Westhoff, 2013)

۱. کنترل میکروارگانیسم‌ها و مهار تجزیه‌های میکروبی
 ۲. کنترل آنزیم‌ها و مهار تجزیه‌های خودبه‌خودی
 ۳. کنترل حشرات، جونندگان، پرندگان و سایر عوامل فیزیکی
- چهار عامل بسیار مهم تأثیرگذار بر رشد میکروب‌ها در موادغذایی عبارت‌اند از: