

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

# فناوری‌های نوین صنایع غذایی

تالیف:

دکتر سید علی مرتضوی و همکاران

فناوری‌های نوین صنایع غذایی / علی مرتضوی ... [و دیگران] - - مشهد:  
واژگان خرد، ۱۳۸۵.

۳۲۰ ص.: مصور.

ISBN: 964-8931-29-1

۲۴۰۰۰ ریال

فهرست‌نویسی براساس اطلاعات فیبا.

۱. مواد غذایی - - صنعت و تجارت - - نوآوری. الف. مرتضوی، علی، ۱۳۱۶ -

۳۳۸/۴۷۶۶۴

TP ۳۷۰/۵/۹

م ۸۴-۴۲۲۴۴

کتابخانه ملی ایران



مشهد. خیابان فلسطین، فلسطین ۲۶، پلاک ۲۶، تلفن: ۷۶۱۶۶۲۳  
http://www.nakhaie.com E-mail: irangraphics@yahoo.com

## فناوری‌های نوین صنایع غذایی

تألیف: دکتر سید علی مرتضوی و همکاران

وزیری، ۳۴۴ ص، چاپ اول، ۱۰۰۰ نسخه، بهار ۱۳۸۵

ناشر: انتشارات واژگان خرد

امور فنی و چاپ: مؤسسه چاپ دانشگاه فردوسی

شابک: ۱-۲۹-۸۹۳۱-۹۶۴ (ISBN: 964-8931-29-1)

قیمت: ۲۴۰۰۰ ریال

حق چاپ محفوظ

## فهرست مطالب

۱۳	اسامی مؤلفان
۱۵	پیشگفتار
۱۷	فصل اول - میکروبیولوژی پیشگو در ارزیابی خطر کمی
۱۷	مقدمه
۱۷	۱- مدل‌های کلی میکروبیولوژی پیشگو
۱۸	۱-۱- مدل‌های مهم سنتی
۱۹	۲- فرایند مدلینگ
۱۹	۳- کاربرد مدلینگ میکروبی
۲۰	۴- توسعه مدل‌های میکروبیولوژی پیشگو
۲۱	۵- مدل اولیه برای برهمکنش میکروبی
۲۴	۶- پیشگویی اثرات $T_{min}$ بر سرعت رشد ماکزیمم (mm) توسط مدل ریشه دوم و پارامتر مطلق
۲۶	۷- مدل زمان تأخیر
۲۷	۸- نارسایی ارزیابی‌های خطر در مدلینگ رایج
۲۷	۹- درس‌هایی که از تحلیل خطر می‌آموزیم
۲۹	۱۰- مراحل ارزیابی ریسک
۳۰	۱۱- ارزیابی خطرات کمی و کاربرد آن در HACCP
۳۰	۱۱-۱- ابلاغ خطر
۳۰	۱۱-۲- مدیریت خطر
۳۱	۱۲- مروری سریع بر ارزیابی خطر
۳۱	۱۲-۱- ارزیابی خطر، شناسایی خطر
۳۲	۱۲-۲- ارزیابی خطر، در معرض تحلیل شدن

۳۳	۱۳- پیشگویی بر مبنای توزیع پویسان
۳۴	۱۴- مدل خطر فرایند
۳۶	۱۵- اصطلاحات مدلینگ میکروبیولوژی
۳۷	نتیجه گیری
۳۸	منابع

فصل دوم - مدلینگ و نرم افزارهای پیشگو در میکروبیولوژی مواد غذایی با تأکید بر نرم افزار

۳۹	پیشگویی فساد غذاهای دریایی (SSP)
۳۹	مقدمه
۴۰	۱- مفهوم و تاریخچه
۴۰	۲- اهمیت و کاربردهای پیشگویی میکروبیولوژیکی
۴۳	۳- طبقه بندی مدل ها
۴۴	۳-۱- مدل های سینتیکی و مدل های احتمال
۴۶	۳-۲- مدل های تجربی و مکانیستیک
۴۷	۳-۳- مدل های اولیه، ثانویه و سطح سوم
۴۸	۴- توصیف مدل های اصلی
۴۸	۴-۱- مدلینگ منحنی های رشد و تعیین پارامترهای سینتیکی رشد (مدل های اولیه)
۵۱	۴-۲- مدلینگ اثرات شرایط داخلی و خارجی بر رشد میکروبی در یک ماتریس غذایی (مدل های ثانویه)
۵۶	۵- مراحل انجام مدلینگ
۵۶	۵-۱- توسعه مدل
۵۷	۵-۲- جمع آوری داده ها
۵۷	۵-۳- تأیید مدل
۵۸	۶- نرم افزارهای پیشگویی میکروبیولوژیکی
۵۸	۶-۱- Chefcad software
۵۹	۶-۲- Decision Support System (DSS)
۵۹	۶-۳- Food MicroModel

۵۹	..... Food Spoilage Predictor (FSP) -۴-۶
۵۹	..... Forecast bureau service -۵-۶
۶۰	..... MIRINZ-software -۶-۶
۶۰	..... Pathogen Modelling Programme -۷-۶
۶۰	..... Quantitative Risk Assessment (QRA) models -۸-۶
۶۰	..... Pseudomonas Predictive Software -۹-۶
۶۲	..... نرم افزار پیشگویی فساد غذاهای دریایی (SSP)
۶۲	..... ۱-۷- مقدمه
۶۴	..... ۲-۷- مدل های سرعت نسبی فساد (RRS)
۶۵	..... ۱-۲-۷- غذاهای دریایی حاصل از آبهای معتدل
۶۶	..... ۲-۲-۷- غذاهای دریایی حاصل از آبهای گرم
۶۷	..... ۳-۷- مدل های فساد میکروبی (MS)
۶۹	..... ۱-۳-۷- فتوباکتریوم فسفوریوم
۷۰	..... ۲-۳-۷- شیوانلا پیوتریفاسینس
۷۱	..... ۸- فهرست اصطلاحات
۷۳	..... منابع
۷۵	..... فصل سوم - میکروارگانیسم های هایپر ترموفیلیک و ترمواسیدوفیلیک
۷۵	..... ۱- معرفی میکروارگانیسم های هایپر ترموفیلیک و بررسی خصوصیات آنها
۷۸	..... ۱-۱- هایپر ترموفیلیک ها
۸۱	..... ۲-۱- ترموپلاسماها
۸۲	..... ۲- کشت و پرورش میکروارگانیسم ها
	..... ۳- مصارف صنعتی و بیوتکنولوژیکی میکروارگانیسم های هایپر ترموفیل و ترموفیل
۹۰	..... اسیدوفیلوس
۹۷	..... نتیجه گیری
۹۸	..... منابع

۱۰۱	فصل چهارم - تثبیت و میکروانکپسولاسیون سلولی
۱۰۱	مقدمه
۱۰۲	۱- تثبیت بر روی سطوح مختلف
۱۰۲	۲- تثبیت در زمینه متخلخل
۱۰۳	۳- تثبیت به طریقه تجمع سلولی یا انعقاد
۱۰۳	۴- استتار سلولی در وراء غشاء نیمه تراوا
۱۰۳	ویژگیهای مواد حامل
۱۰۴	اثر تثبیت بر سلولها
۱۰۴	۱- اثر بر رشد و فیزیولوژی
۱۰۴	۲- اثر بر فعالیت متابولیک
۱۰۵	۳- اثر بر تحمل تنش
۱۰۵	۴- اثر بر ترکیبات معطر
۱۰۵	مزایای تثبیت
۱۰۶	۱- جایگزینی فلور میکروبی مناسب در دستگاه گوارش
۱۰۷	۲- استفاده از تثبیت در تغییر برخی ترکیبات غذایی
۱۰۷	آلژینات و شرایط تثبیت
۱۰۸	روشهای تثبیت
۱۰۸	۱- Bead Entrapment
۱۰۹	۲- انکپسولاسیون Encapsulation
۱۱۰	۱-۲- روش یک مرحله‌ای
۱۱۰	۲-۲- روش دو مرحله‌ای
۱۱۰	کاربردهای آنزیمی
۱۱۱	۱- تأثیر بر کیفیت رنگ محصول
۱۱۲	۲- تأثیر در کیفیت بافت
۱۱۲	۳- تغییرات عطر و طعم
۱۱۲	تثبیت آنزیمی
۱۱۳	روشهای تثبیت

کاربردها	۱۱۴
۱- تولید فروکتوز	۱۱۴
۲- حذف رافینوز در صنایع قند	۱۱۴
۳- استفاده در شوینده‌ها	۱۱۴
۴- تسریع فرایند رسیدن پنیر	۱۱۵
۵- ترانس استریفیکاسیون گلیسریدها	۱۱۵
۶- روشهای درمانی Enzyme Replacement Therapy	۱۱۶
ناتولپوزومها	۱۱۶
روشهای تهیه	۱۱۸
۱- سونیکاسیون همراه اکستروژن	۱۱۸
۲- روش تزریق اتانول	۱۱۸
۳- تبخیر حلال	۱۱۹
روشهای رهاسازی آنزیم	۱۱۹
۱- استفاده از مایکروویو	۱۱۹
۲- استفاده از سیستم آنزیمی	۱۱۹
۳- استفاده از ایمونوگلوبین در ساختار غشاء	۱۲۰
منابع	۱۲۲
فصل پنجم - غیرفعال سازی میکروبیهای غذایی با استفاده از فرایند فشار هیدرواستاتیک بالا	۱۲۵
مقدمه	۱۲۵
۱- مکانیزمهای احتمالی تأثیر فشار	۱۲۷
۲- تأثیر HPP بر باکتری‌ها	۱۲۹
۱-۲- فرم رویشی باکتری‌ها	۱۲۹
۲-۲- فرم اسپوری باکتری‌ها	۱۳۱
۳- تأثیر HPP بر قارچ‌ها	۱۳۵
۴- تأثیر بر ویروسها و پارازیت‌ها	۱۳۹
۵- فرایندهای ترکیبی	۱۴۰

۱۴۵	۶- نمونه‌هایی از کاربرد عملی در غیرفعال کردن میکروارگانیسم‌ها در مواد غذایی
۱۴۷	نتیجه‌گیری
۱۴۹	منابع
<b>فصل ششم - اثر استفاده از فشار بالا بر فراوری لبنیات</b>	
۱۵۱	مقدمه
۱۵۲	۱- اثر فشار بالا بر ترکیبات شیر
۱۵۲	۱-۱- آب
۱۵۲	۱-۲- تعادل مواد معدنی در شیر
۱۵۳	۱-۳- اثر فشار بالا بر پروتئین‌ها
۱۵۴	۱-۳-۱- پروتئین‌های آب‌پنیر
۱۵۶	۱-۳-۲- میسل‌های کازئین
۱۵۹	۱-۴- چربی شیر
۱۶۰	۱-۵- آنزیم‌های شیر
۱۶۱	۲- اثر فشار بالا بر برخی خصوصیات شیر
۱۶۱	۱-۲- خصوصیات ظاهری و pH شیر
۱۶۲	۲-۲- خصوصیات منعقدکنندگی آنزیم رنین در شیر
۱۶۵	۲-۳- خصوصیات تولید پنیر
۱۷۱	۲-۴- خصوصیات تولید ماست از شیر
۱۷۳	۳- اثر فشار بالا در غیرفعال کردن میکروارگانیسم‌ها
۱۷۵	۴- اثر فشار بالا بر کازئینات سدیم
۱۷۸	منابع
<b>فصل هفتم - اصول بنیادی نگهداری مواد غذایی با استفاده از فناوری ترکیبی</b>	
۱۸۵	مقدمه
۱۸۶	۱- موانع در مواد غذایی
۱۸۸	۲- فناوری ترکیبی



۱۸۸	۳- جوانب اساسی
۱۸۹	۳-۱- هموستاسیس
۱۹۱	۳-۲- تخلیه متابولیکی
۱۹۲	۳-۳- واکنش‌های تنشی
۱۹۳	۴- نگهداری چندمنظوره
۱۹۴	۵- عوامل کیفی
۱۹۵	۶- کیفیت کلی
۱۹۶	۷- فناوری ترکیبی و مواد غذایی با کمترین فراوری
۱۹۸	۸- برخی پژوهش‌های انجام شده در زمینه کاربرد فناوری ترکیبی در فراوری مواد غذایی
۲۰۴	نتیجه‌گیری
۲۰۵	منابع
۲۰۷	فصل هشتم - سینتیک غیرفعال شدن میکروارگانیسم‌های در فرایندهای غیرحرارتی
۲۰۷	۱- فناوری استفاده از فشار بالا
۲۰۷	۱-۱- تعریف
۲۱۰	۱-۲- اثر pH، فعالیت آبی و درجه حرارت بر فشار هیدرواستاتیک بالا
۲۱۱	۱-۳- سینتیک غیرفعال شدن میکروارگانیسم‌ها تحت اثر فشار هیدرواستاتیک بالا
۲۱۴	۲- فناوری میدان پالس‌های الکتریکی با ولتاژ بالا
۲۱۴	۱-۲- تعریف و کاربرد فناوری
	۲-۲- سینتیک غیرفعال شدن میکروارگانیسم‌ها تحت تأثیر میدان پالس‌های الکتریکی
۲۱۵	ولتاژ بالا
۲۱۸	۲-۳- غیرفعال شدن میکروارگانیسم‌ها تحت تأثیر PEF
۲۱۹	۲-۴- فاکتورهای بحرانی مؤثر بر غیرفعال شدن میکروبیها در اثر PEF
۲۲۵	۳- فناوری اولتراسوند
۲۲۶	۱-۳- سینتیک غیرفعال شدن میکروارگانیسم‌ها تحت اثر اولتراسوند
۲۲۸	۲-۳- اثر بر پاتوژن‌های مرتبط با سلامتی جامعه
۲۲۸	۳-۳- فاکتورهای بحرانی فرایند هنگامی که اولتراسوند با دیگر فرایندها توأم می‌گردد

۲۳۱	۴-۳- مکانیزم غیرفعال نمودن باکتریها توسط اولتراسوند
۲۳۲	۵-۳- استفاده از اولتراسوند جهت افزایش بهره‌وری از میکروارگانیزم‌ها
۲۳۴	۶- حساسیت سلولها و بیوکاتالیزورها به کاویتاسیون
۲۳۵	۷- فناوری تشعشع پالس‌های X-Ray
۲۳۶	۷-۱- اثر بر پاتوژن‌های مرتبط با سلامت عمومی
۲۳۷	۷-۲- مکانیزم غیرفعال شدن میکروارگانیزم‌ها تحت اثر X-Ray
۲۳۹	منابع
۲۵۳	فصل نهم - اصلاح نشاسته با فناوری فشار بالا
۲۵۳	مقدمه
۲۵۴	۱- اصلاح نشاسته
۲۵۵	۱-۱- اصلاح شیمیایی
۲۵۷	۱-۲- اصلاح آنزیمی
۲۵۸	۲- فناوری فشار بالا
۲۵۸	۲-۱- تاریخچه
۲۶۰	۲-۲- اهمیت فراوری با فشار بالا
۲۶۱	۲-۳- اصلاح نشاسته با فناوری فشار بالا
۲۶۱	۲-۳-۱- ژلاتینی شدن
۲۶۵	۲-۳-۲- رتروگراداسیون
۲۶۶	۲-۳-۳- ساختمان بلوری
۲۷۱	۲-۳-۴- قدرت تورم
۲۷۱	۲-۳-۵- ویسکوزیته
۲۷۲	۲-۳-۶- آنزیم
۲۷۶	۲-۳-۷- هدایت الکتریکی
۲۷۷	۲-۳-۸- ویژگی‌های حرارتی
۲۷۸	۲-۴- کاربردهای عملی
۲۷۸	۲-۴-۱- کاهش ویسکوزیته

۲۷۸	۲-۴-۲- کاهش دمای ژلاتینیزاسیون
۲۷۸	۳-۴-۲- بافت کرمی
۲۷۹	۴-۴-۲- کاهش ظرفیت نگهداری آب
۲۷۹	۵-۴-۲- تولید نشاسته مقاوم
۲۸۰	۶-۴-۲- افزایش قابلیت هضم
۲۸۱	منابع
۲۸۳	فصل دهم - مدیریت کنترل میکروبی در سیستم HACCP
۲۸۳	مقدمه
۲۸۵	۱- ایمنی میکروبی مواد غذایی در تجارت جهانی
۲۸۷	۲- مدیریت خطرات مواد غذایی در تجارت جهانی
۲۸۷	۳- تجزیه و تحلیل خطر در نقطه کنترل بحرانی (HACCP)
۲۹۶	۴- خطرات میکروبی و کنترل آنها
۲۹۶	۱-۴- منابع خطرات میکروبی
۲۹۷	۲-۴- کنترل خطرات میکروبی با استفاده از حرارت
۳۰۰	۳-۴- کنترل خطرات میکروبی بدون استفاده از حرارت
۳۰۰	۵- یکپارچه سازی HACCP با مدیریت کیفیت جامع به منظور تضمین غیر فعال سازی میکروبی
۳۰۴	۶- تصمیم‌گیری در مورد استانداردهای کارایی فرایند
۳۰۴	۷- تضمین ایمنی یک فرایند
۳۰۵	۸- مدیریت خطر و HACCP
۳۰۹	منابع
۳۱۱	فصل یازدهم - مدل سازی غیرفعال کردن اسیدی میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا در مواد غذایی
۳۱۱	مقدمه
۳۱۲	۱- مشخصات بقای میکروبی در محیط اسیدی

- ۳۱۷ ..... ۱-۱- اسیدهای آلی
- ۳۱۷ ..... ۱-۱-۱- اسید سیتریک [HOOC - CH<sub>2</sub> - COH (COOH) - CH<sub>2</sub> - COOH]
- ۳۱۸ ..... ۲-۱-۱- اسید مالیک [HOOC - CHOH - CH<sub>2</sub> - COOH]
- ۳۱۸ ..... ۳-۱-۱- اسید تارتاریک [HOOC - CHOH - CHOH - COOH]
- ۳۱۸ ..... ۴-۱-۱- اسید لاکتیک [CH<sub>3</sub> - CHOH - COOH]
- ۳۱۹ ..... ۱-۴-۱-۱- اثر روی pH داخلی سلول
- ۳۱۹ ..... ۲-۴-۱-۱- اثر روی فعالیت آبی
- ۳۱۹ ..... ۵-۱-۱- اسید سوربیک [CH<sub>3</sub> - CH = CH - CH = CH - COOH]
- ۳۲۰ ..... ۶-۱-۱- اسید استیک [CH<sub>3</sub> - COOH]
- ۳۲۰ ..... ۲- مکانیسم‌های مقابله با کتری گرم مثبت در برابر شرایط اسیدی
- ۳۲۱ ..... ۱-۲- پمپ پروتون
- ۳۲۲ ..... ۲-۲- حفاظت یا تعمیر ماکرومولکولها
- ۳۲۲ ..... ۳-۲- تغییرات دیواره سلولی
- ۳۲۲ ..... ۴-۲- تولید مواد قلیایی
- ۳۲۲ ..... ۵-۲- القاء مسیر تنظیمی به همراه نسخه برداری
- ۳۲۳ ..... ۶-۲- اصلاح متابولیسم
- ۳۲۳ ..... ۷-۲- نقش دانسیته سلولی و بیوفیلم
- ۳۲۳ ..... ۳- گسترش مدل‌های غیرفعال سازی
- ۳۲۶ ..... ۱-۳- استفاده از مدل‌های پیش‌بینی
- ۳۲۹ ..... ۴- اثرات تغییرپذیری زیستی و پاسخ تنش‌های فیزیولوژیکی روی مقاومت اسیدی
- ۳۳۲ ..... ۵- بیان نتایج و چشم‌انداز آینده
- ۳۳۳ ..... منابع

## اسامی مؤلفان

**سید علی مرتضوی**

استاد گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

**رضا اسماعیل زاده کناری**

دانشجوی دکتری مهندسی علوم و صنایع غذایی و عضو هیأت علمی دانشگاه مازندران

**سید هاشم حسینی پرور**

دانشجوی دکتری مهندسی علوم و صنایع غذایی و عضو هیأت علمی دانشگاه مازندران

**رضارضایی مکوم**

عضو هیأت علمی گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه تبریز

**زهرا شیخ الاسلامی**

عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان

**محسن قدس روحانی**

عضو هیأت علمی مرکز آموزش عالی شهید هاشمی نژاد - مشهد

**آرش کوچکی**

دانشجوی دکتری مهندسی علوم و صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد

**اشرف گوهری اردبیلی**

دانشجوی دکتری مهندسی علوم و صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد

**عبدالمجید مسکوی**

عضو هیأت علمی پارک علم و فناوری خراسان

**بهزاد ناصحی**

عضو هیأت علمی گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین

**مهدی وریدی**

دانشجوی دکتری علوم و صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد

**مسعود یاورمنش**

عضو و دانشجوی دکتری گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد

## پیشگفتار

سالها از گسترش رشته علوم و صنایع غذایی در دانشگاههای کشور می‌گذرد، این رشته در شاخه‌های مختلف میکروبیولوژی، تکنولوژی، مهندسی و کنترل کیفیت، پیشرفتهای چشمگیری داشته و در مقاطع کارشناسی تا دکتری، جایگاه خود را در میان سایر گرایش‌ها تثبیت نموده است. در سالهای اخیر تألیفات و ترجمه‌های بسیاری در زمینه‌های مختلف این رشته نگارش یافته‌اند که تلاش پدیدآورندگان آنها شایسته تقدیر می‌باشد. در یک نگاه اجمالی چنین به نظر می‌رسد که اغلب قریب به اتفاق آنها، از دیدگاه کلاسیک به این رشته نگریسته‌اند و جای خالی تألیفی که مباحث غیرکلاسیک و نوین را مورد توجه قرار دهد و بتواند نیاز دانشجویان تحصیلات تکمیلی را پاسخ گوید به خوبی به چشم می‌خورد. کتاب حاضر تلاشی برای پاسخگویی به این نیاز است.

مؤلفان این اثر از میان همکاران هیأت علمی و دانشجویان دکتری انتخاب شده‌اند که خلاصه مباحث مطرح شده در طول یک ترم تحصیلی در زمینه فرایندهای نوین صنایع غذایی را در چارچوب یازده فصل به حضور خوانندگان عزیز ارائه نموده‌اند.

کتاب پیش رو دارای دو بُعد علمی و کاربردی است. در بُعد علمی آشنایی دانشجویان مقطع کارشناسی با پیشرفتهای جدید در زمینه علوم و صنایع غذایی مدنظر بوده است به همین دلیل حداکثر سعی به عمل آمده است تا مطالب به زبانی ساده و قابل فهم بیان گردند. از جنبه کاربردی نیز تلاش شده است با استفاده از مجلات ISI، جدیدترین ایده‌های مطرح در این رشته برای دانشجویان کارشناسی ارشد و دکتری مورد بحث قرار گیرد.

گرچه تعداد زیاد مؤلفان بالقوه می‌توانست موجب تکرار مطالب یا حذف برخی از آنها و یا ناهماهنگی فصول با یکدیگر شود ولی حداکثر سعی به عمل آمده است تا از وقوع آن جلوگیری شود هر چند با توجه به نوآوری به کار رفته در تألیف کتاب و با توجه به وسعت دیدگاه مؤلفان وقوع برخی کاستیها اجتناب‌ناپذیر می‌نماید. ضمن این که پدیدآورندگان اثر هرگونه پیشنهادی را که موجب بهبود و ارتقاء مباحث مطرح شده شود را با کمال میل و صمیمانه پذیرا هستند.

فروردین ۱۳۸۵

سید علی مرتضوی