دانشکده کشاورزی
گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی
پایان نامه کارشناسی ارشد

بررسی ویژگی های انواع فیلم های نانویی و تاثیرآنها بر بیاتی و ماندگاری نان حجیم

نگارنده

میثم ستاری نجف‌آبادی

استاد راهنما

دکتر سعید مینایی

استاد مشاور

دکتر محمد حسین عزیزی

تیر ۸۸

تقدیم به:

پدر بزرگوارم

که همواره حامی و مشوق من در راه تحصیل بود

مادر عزیزم

که با لبخندش شور زندگی را در من بر انگیخت

و خانواده مهربانم که مشوق من در این راه بودند.

تشکر و قدردانی

خالق سبحان را سپاس بی حصر که مرا در انجام این تحقیق یاری فرمود. اکنون که در پایان دوره کارشناسی ارشد هستم بر خود می‌دانم که مراتب قدردانی خود را از تمام اساتید خود در دانشگاه تربیت مدرس، اعلام نمایم. از استاد راهنمای محترم و بزرگوارم، جناب آقای دکتر سعید مینایی، اساتید مشاور آقایان دکتر محمد حسین عزیزی و دکتر حامد افشاری، جناب آقای دکتر محمد هادی خوش تقاضا مدیر گروه محترم و دیگر اساتید، جناب آقای دکتر تیمور توکلی هشتجین و جناب آقای دکتر برات قبادیان کمال تشکر را دارم. از شرکت نان آوران در تهیه نان حجیم قالبی و شرکت نانو نصب پارس که در تهیه فیلم‌های نانویی، یاری رسان بودند کمال تشکر و امتنان دارم. همچنین بر خود لازم می‌دانم از دوستانی که در انجام این تحقیق مرا یاری نمودند، سپاسگزاری کنم.

چکیده

در این پژوهش، ویژگی‌های مکانیکی هفت نوع فیلم نانویی با درصدهای مختلف نقره و رس- نقره، شامل مدول الاستیسیته، مقاومت کششی، چغرمگی، درصد کشیدگی تا پاره شدن، مقاومت در برابر رشد پارگی، رنگ فیلم‌ها و نفوذپذیری نسبت به اکسیژن و بخار آب، بررسی شده و با فیلم شاهد (فاقد ذرات نانو) مقایسه شد. همچنین اثر هفت نوع فیلم نانویی ساخته شده بر ویژگی‌های ارگانولپتیک و خواص مکانیکی نان حجیم قالبی بسته‌بندی شده در این بسته‌ها در دماهای ۵، ۲۰ و ۳۵ درجه سلسیوس طی ۲۱ روز نگهداری به همراه شمارش میکروبی در روز چهاردهم مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاکی از آن بود که با بکاربردن ذرات نانویی در فیلم پلی‌اتیلن با دانسیته پایین(LDPE)، مدول‌الاستیسیته، مقاومت کششی و مقاومت در برابر رشدپارگی، ۱/۴ تا ۲/۵ برابر افزایش یافتند درحالی که درصدکشیدگی تا پاره شدن و چغرمگی، با بکاربردن ذرات نانویی، ۱/۱ تا ۴ برابر کاهش یافتند. اثر نوع فیلم نانویی بر مدول الاستیسیته، مقاومت کششی و مقاومت در برابر رشد پارگی در سطح ۰/۹۹ و درصد میزان کشیدگی تا پاره شدن و چغرمگی فیلم، در سطح ۰/۹۵ معنادار بوده است. با بررسی پارامترهای مربوط به رنگ و بدست آوردن اختلاف کلی رنگ فیلم‌ها(ΔE)، مشخص شد کمترین اختلاف کلی رنگ مربوط به فیلم شاهد است. در مورد نفوذپذیری فیلم نانویی نانو نقره-ی ۲ درصد (S2)، با کمترین میزان نفوذپذیری نسبت به بخار آب و اکسیژن، بهترین فیلم نانویی از نظر نفوذپذیری ارزیابی شد. میزان کاهش نفوذپذیری بخار آب، اکسیژن به دو روش غیرمستقیم و مستقیم در نمونه‌ها، به ترتیب حداقل ۳/۱ تا ۴/۹، ۱/۷ تا ۴/۹ و ۱/۷۵ تا ۳/۸ برابر بهبود نسبت به شاهد را نشان داد. همچنین اثر نوع فیلم بر میزان نفوذپذیری به بخار آب و اکسیژن به دو روش غیر مستقیم و مستقیم به ترتیب در سطوح ۰/۹۵، ۰/۹۹۹ و ۰/۹۹ معنادار بود. تحلیل نتایج حاکی از آن بود که اثرات عوامل متقابل دوگانه مربوط به نوع فیلم، دما و مدت نگهداری بر میزان بیاتی نان، معنادار بوده است. کمترین میزان بیاتی در روز چهاردهم، مربوط به فیلم نانویی ترکیبی ۳ درصد (۵۰۰ ppm نقره - ۴۵۰ ppm رس) و بیشترین میزان بیاتی مربوط به فیلم شاهد(فاقد ذرات نانو) می‌باشد. همچنین نتایج شمارش میکروبی حاکی از کاهش شمارش کلی میکروب‌ها و کپک‌ها در فیلم‌های نانویی بود. نتایج نشان داد که بکار بردن فیلم‌های نانویی، میزان بیات شدن نان را ۴۰ تا ۶۰ درصد نسبت به فیلم معمولی کاهش می‌دهد.

کلمات کلیدی: خواص مکانیکی، فیلم‌های نانویی، بیاتی نان

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه و هدف

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۲- اهداف تحقیق ۳

فصل دوم: پیشینه پژوهش

۲-۱- مقدمه ۵

۲-۲- فرآیند بیاتی در محصولات نانوایی ۵

۲-۳- اهمیت اقتصادی بیاتی ۶

۲-۴- روش‌های اندازه‌گیری بیاتی نان ۶

۲-۴-۱- روش‌های رئولوژیکی (تعیین میزان تراکم پذیری) ۶

۲-۴-۲- روش های ارگانولپتیکی ۷

۲-۴-۳- ضایعات نان ۷

۲-۵- مقدمه ای بر نانو تکنولوژی فناوری نوین ۹

۲-۵-۱- تعریف نانو تکنولوژی ۹

۲-۵-۲- تاریخچه نانو در جهان ۱۰

۲-۵-۳- اصول پایه نانو تکنولوژی ۱۰

۲-۵-۴- اساس ارتباط نانو تکنولوژی و علم و تکنولوژی غذا ۱۱

۲-۵-۵- بسته بندی نانو ۱۲

۲-۶- انواع بسته‌بندی‌ها ۱۹

۲-۷- روش های بسته بندی ۱۹

۲-۸- معرفی و تاریخچه نانوکامپوزیت‌ها ۲۳

۲-۹- انواع نانوکامپوزیت‌ها ۲۵

۲-۹-۱- نانوکامپوزیت‌های پلیمری ۲۵

۲-۹-۲- روش‌های تولید نانوکامپوزیت‌های پلیمری ۲۵

۲-۹-۳- مؤثرترین و مناسب‌ترین روش تهیه نانوکامپوزیت‌ها ۲۶

۲-۹-۴- خواص و ویژگی‌های نانوکامپوزیت‌های پلیمری ۲۷

۲-۱۰- پلیمرهای مورد استفاده در صنایع بسته بندی ۲۸

۲-۱۰-۱- تاریخچه تولید پلی اتیلن ۲۹

۲-۱۰-۲- استفاده از انواع کاتالیزورها در سنتز پلی‌اتیلن ۲۹

۲-۱۰-۳- انواع پلی اتیلن ۲۹

۲-۱۰-۴- کاربرد های پلی‌اتیلن ۳۰

۲-۱۱- تعیین میزان عبورپذیری نانوکامپوزیت‌های پلیمری ۳۱

۲-۱۱-۱- نظریه عبورپذیری گاز ۳۱
۲-۱۱-۲- روش های اندازه گیری میزان نفوذ پذیری ۳۱
۲-۱۲- پیشینه تحقیق ۳۴

فصل سوم: مواد و روش‌ها

۳-۱- مقدمه ۳۹
۳-۲- مواد ۳۹
۳-۲-۱- نانوکامپوزیت‌ها ۳۹
۳-۲-۲- نانو سیلور ۳۹
۳-۲-۳- نانو رس ۳۹
۳-۳- تهیه فیلم ۴۰
۳-۴- تعیین ضخامت فیلم های نانویی ۴۰
۳-۵- تعیین ویژگی‌های مکانیکی فیلم های نانویی ۴۰
۳-۵-۱- دستگاه آزمون مواد ۴۱
۳-۵-۲- نحوه انجام آزمایشات کشش فیلم‌ها ۴۲
۳-۵-۳- مقاومت در برابر رشد پارگی ۴۲
۳-۵-۴- آزمون رنگ فیلم‌ها ۴۳
۳-۶- تعیین نفوذ پذیری فیلم های نانویی ۴۴
۳-۶-۱- تعیین میزان نفوذ بخار آب ۴۴
۳-۶-۲- تعیین نفوذپذیری اکسیژن به روش غیر مستقیم (تعیین عدد پروکسید) ۴۵
۳-۶-۳- تعیین نفوذپذیری اکسیژن بر اساس اختلاف فشار (روش مستقیم) ۴۶
۳-۷- تعیین ویژگی‌های ارگانولپتیک و میکروبی نان بسته‌بندی شده ۴۷
۳-۷-۱- آزمون بیاتی نان ۴۸
۳-۷-۲- آزمون میکروبی ۴۹
۳-۷-۳- تهیه رقت های اعشاری ۴۹
۳-۸- نحوه ارزیابی خواص مکانیکی نان ۵۰
۳-۸-۱- میزان رطوبت نان ۵۰
۳-۸-۲- دستگاه آزمون مواد ۵۰
۳-۸-۳- آماده‌سازی نمونه ۵۱
۳-۸-۴- آزمون فشار ۵۱
۳-۸-۵- آزمون برش ۵۱

فصل چهارم: نتایج و بحث

۴-۱- مقدمه ۵۳
۴-۲- بررسی ویژگی‌های مکانیکی فیلم‌ها ۵۳
۴-۲-۲- مدول الاستیسیته ۵۳
۴-۲-۳- مقاومت کششی ۵۴
۴-۲-۴- درصد میزان کشیدگی تا پاره شدن ۵۶
۴-۲-۵- چغرمگی ۵۷
۴-۲-۵- مقاومت در برابر رشد پارگی ۵۸
۴-۲-۶- انواع فیلم‌ها و آزمون رنگ آنها ۵۹
۴-۳- نفوذپذیری فیلم‌ها ۶۲
۴-۳-۱- نفوذ پذیری بخار آب در انواع فیلم‌های نانویی ۶۲
۴-۳-۲- بررسی نفوذ پذیری اکسیژن در فیلم‌ها ۶۳
۴-۳-۲-۱- نفوذپذیری اکسیژن به روش غیر مستقیم (تعیین عدد پروکسید) ۶۴
۴-۳-۲-۲- تعیین نفوذپذیری اکسیژن به روش مستقیم (بر اساس اختلاف فشار) ۶۵
۴-۴- خواص ارگانولپتیک و آزمون میکروبی نان ۶۶
۴-۴-۱- تعیین بیاتی نان به روش آزمون چشیدن ۶۷
۴-۴-۱-۱- تاثیر نوع فیلم بر خواص کیفی و امتیاز بیاتی نان در سه دما ۶۷
۴-۴-۱-۲- تاثیر دما بر ویژگی‌های کیفی و بیاتی نان در انواع فیلم ۶۹
۴-۴-۲- تاثیر دما و نوع فیلم بر ویژگی‌های میکروبی نان بسته‌بندی شده ۷۰
۴-۴-۲-۱- شمارش کلی و شمارش کپک‌ها ۷۰
۴-۴-۲-۲- تاثیر انواع فیلم‌های نانویی بر شمارش کلی میکروب‌ها و کپک‌ها در سه دما ۷۱
۴-۴-۲-۳- تاثیر دما بر شمارش کلی میکروب‌ها و کپک ها ۷۳
۴-۵- نتایج مربوط به خواص مکانیکی نان تحت تاثیر نگهداری به وسیله فیلم های نانویی ۷۴
۴-۵-۱- اندازه‌گیری رطوبت در مراحل مختلف آزمون‌های مکانیکی ۷۴
۴-۵-۲- بررسی نتایج مربوط به آزمون فشار نان ۷۶
۴-۵-۲-۱- تاثیر مدت نگهداری، دما و نوع فیلم‌های نانویی بر نیروی مصرفی نان ۷۷
۴-۵-۲-۱- الف- اثر نوع فیلم بر نیروی مصرفی در سه دما ۷۸
۴-۵-۲-۱- ب- اثر دما بر نیروی مصرفی در انواع فیلم ۷۹
۴-۵-۲-۲- تاثیر مدت نگهداری، دما و نوع فیلم بر تنش فشاری نان ۷۹
۴-۵-۲-۲- الف- تاثیر نوع فیلم بر تنش فشاری در سه دما ۸۰
۴-۵-۲-۲- ب- اثر دما بر تنش فشاری در انواع فیلم ۸۱
۴-۵-۳- بررسی نتایج مربوط به تست برش نان ۸۲

۴-۵-۳-۱- تاثیر مدت نگهداری، دما و نوع فیلم بر نیروی برش نان ۸۳
۴-۵-۳-۱- الف- تاثیر نوع فیلم بر نیروی برش در سه دما ۸۳
۴-۵-۳-۱- ب- تاثیر دما بر نیروی برش در انواع فیلم ۸۴
۴-۵-۳-۲- تاثیر مدت نگهداری، دما و نوع فیلم بر تنش برشی نان ۸۵
۴-۵-۳-۲- الف- تاثیر نوع فیلم بر میزان تنش برشی در فیلم های نانویی ۸۶
۴-۵-۳-۲- ب- تاثیر دما بر تنش برشی در انواع فیلم ۸۷

فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات
نتیجه گیری ۹۰

پیشنهادات ۹۳
منابع ۹۵

فهرست جداول

جدول (۲-۱). مقایسه اندازه ها از ماکرو تا مولکول ۱۱
جدول(۲-۲) مثال‌هایی از بسته‌بندی‌های منعطف و صلب از مواد مختلف ۱۹
جدول(۳-۱)، روش نامگذاری فیلم‌های بکار رفته در پژوهش ۴۱
جدول(۳-۲). فرم ارزیابی نان ۴۸
جدول(۴-۱). تجزیه واریانس داده‌های مدول الاستیسیته فیلم‌ها ۵۳
جدول(۴-۲). تجزیه واریانس داده‌های مقاومت کششی ۵۵
جدول(۴-۳). تجزیه واریانس داده‌های درصد کشیدگی فیلم تا پاره شدن ۵۶
جدول(۴-۴). تجزیه واریانس داده‌های چغرمگی ۵۷
جدول(۴-۵). تجزیه واریانس داده‌های مقاومت در برابر رشد پارگی ۵۸
جدول(۴-۶). تجزیه واریانس داده‌های L^* ۵۹
جدول(۴-۷). تجزیه واریانس داده‌های a^* ۶۰
جدول(۴-۸). تجزیه واریانس داده‌های b^* ۶۰
جدول(۴-۹). تجزیه واریانس داده‌های ΔE ۶۰
جدول(۴-۱۰). رابطه انواع فیلم‌های نانویی با ویژگی‌های رنگی آنها ۶۱
جدول(۴-۱۱). نتایج مربوط به میزان نفوذ بخار آب از فیلم‌ها ۶۲
جدول(۴-۱۲). تجزیه واریانس داده‌های مربوط به میزان نفوذ بخار آب در انواع فیلم ها ۶۳
جدول(۴-۱۳). تجزیه واریانس داده‌های مربوط به میزان نفوذ اکسیژن در فیلم ها ۶۴
جدول(۴-۱۴). تجزیه واریانس داده‌های مربوط به نفوذ اکسیژن در فیلم ها ۶۵
جدول (۴-۱۵). تجزیه واریانس داده‌های میزان بیاتی نان ۶۷
جدول(۴-۱۶): تجزیه واریانس داده‌های شمارش کلی ۷۱
جدول(۴-۱۷): تجزیه واریانس داده‌های شمارش میکروبی کپک‌ها ۷۱
جدول(۴-۱۸)، درصد رطوبت نان بسته‌بندی شده در روزهای بارگذاری ۷۵
جدول (۴-۱۹). تجزیه واریانس داده‌های رطوبت نان بسته بندی شده ۷۶
جدول (۴-۲۰). تجزیه واریانس داده‌های نیروی بارگذاری ۷۷
جدول (۴-۲۱). تجزیه واریانس داده‌های تنش فشاری نان بسته بندی شده ۸۰
جدول (۴-۲۲). تجزیه واریانس داده‌های نیروی برش نان ۸۳
جدول (۴-۲۳). تجزیه واریانس داده‌های تنش برشی نان ۸۶

فهرست اشکال

شکل (۲-۱). انواع آرایش یافتگی در نانو کامپوزیت‌ها	۲۴
شکل (۳-۱). نمایی از چگونگی کاهش عبورپذیری در نانوکامپوزیت‌ها	۳۹
شکل (۳-۲)، نمایی از دستگاه آزمون مواد	۴۲
شکل(۳-۳). دستگاه آزمایش مقاومت در برابر رشد پارگی در فیلم	۴۳
شکل (۳-۴)، دستگاه هانتر لب برای تعیین رنگ فیلم‌ها	۴۴
شکل(۳-۵). دسیکاتور نگهداری و اندازه گیری میزان نفوذ بخار آب	۴۵
شکل (۳-۶). ابزار مورد استفاده برای انجام آزمون نفوذپذیری بخار آب در فیلم‌ها	۴۵
شکل های (۳-۷ و ۳-۸). ظرف های مخصوص اندازه گیری عدد پروکسید روغن خام	۴۶
شکل (۳-۹). دستگاه آزمون عبورپذیری اکسیژن در فیلم‌های پلیمری	۴۷
شکل (۳-۱۰). دستگاه آزمون مواد	۵۰
شکل (۴-۱). رابطه انواع فیلم های نانویی با مدول الاستیسیته	۵۴
شکل (۴-۲). رابطه نوع فیلم و مقاومت کششی	۵۵
شکل (۴-۳). رابطه نوع فیلم با درصد میزان کشیدگی تا پاره شدن	۵۶
شکل (۴-۴). رابطه نوع فیلم با چغرمگی	۵۷
شکل (۴-۵). رابطه انواع فیلم های نانویی و مقاومت در برابر رشد پارگی	۵۸
شکل (۴-۶). بررسی نفوذ پذیری بخار آب در انواع فیلم‌های نانویی	۶۳
شکل(۴-۷). اثر نوع فیلم بر نفوذ پذیری اکسیژن به روش غیر مستقیم	۶۵
شکل(۴-۸). مقایسه ضرایب نفوذ پذیری اکسیژن در فیلم‌های نانویی به روش اختلاف فشار	۶۶
شکل(۴-۹): تاثیر نوع فیلم بر امتیاز بیاتی نان طی نگهداری در دمای$\mathbf{C}^{\circ}$ ۵	۶۸
شکل (۴-۱۰): تاثیر نوع فیلم بر امتیاز بیاتی نان طی نگهداری در دمای $\mathbf{C}^{\circ}$۲۰	۶۸
شکل (۴-۱۱): تاثیر نوع فیلم بر امتیاز بیاتی نان طی نگهداری در دمای $\mathbf{C}^{\circ}$۳۵	۶۸
شکل (۴-۱۲)، تاثیر دما بر میزان بیاتی نان در انواع فیلم‌ها	۷۰
شکل (۴-۱۳): تاثیر نوع فیلم بر تعداد کلی میکروب‌ها و کپک‌ها در دمای $\mathbf{C}^{\circ}$ ۵	۷۲
شکل (۴-۱۴): تاثیر نوع فیلم بر تعداد کلی میکروب‌ها و کپک‌ها در دمای $\mathbf{C}^{\circ}$ ۲۰	۷۲
شکل (۴-۱۵): تاثیر نوع فیلم بر تعداد کلی میکروب‌ها و کپک‌ها در دمای $\mathbf{C}^{\circ}$ ۳۵	۷۲
شکل (۴-۱۶): تاثیر دما بر تعداد کلی میکروب‌ها و کپک ها در انواع فیلم‌ها	۷۳
شکل(۴-۳۱). نمودار نیرو- جابجایی آزمون فشار نان	۷۷
شکل (۴-۱۸). تاثیر نوع فیلم بر نیروی مصرفی (سفتی نان) در سه دما	۷۸
شکل(۴-۱۹).تاثیر دما بر نیروی مصرفی (سفتی نان) درانواع فیلم	۷۹
شکل (۴-۲۰). تاثیر نوع فیلم بر تنش فشاری در سه دما	۸۱
شکل(۴-۲۱). تاثیر دما بر تنش فشاری نان در انواع فیلم	۸۲
شکل(۴-۲۲). نمودار نیرو-جابجایی آزمون برش نان	۸۲

شکل (۴-۲۳). تاثیر نوع فیلم بر نیروی برشی در سه دما ۸۴
شکل(۴-۲۴). تاثیر دما بر نیروی برشی در انواع فیلم ۸۵
شکل (۴-۲۵). تاثیر نوع فیلم بر تنش برشی در سه دما ۸۷
شکل(۴-۲۶). تاثیر دما بر تنش برشی در انواع فیلم ۸۷

فهرست علایم

W	نمونه فیلم شاهد
S 0.5	نمونه فیلم نانویی با ۰/۵ درصد نقره
S 1	نمونه فیلم نانویی با ۱ درصد نقره
S 1.5	نمونه فیلم نانویی با ۱/۵ درصد نقره
S 2	نمونه فیلم نانویی با ۲ درصد نقره
SC 1	نمونه فیلم نانویی ترکیبی با ۱ درصد نقره و ۱ درصد رس
SC 2	نمونه فیلم نانویی ترکیبی با ۱ درصد نقره و ۲ درصد رس
SC 3	نمونه فیلم نانویی ترکیبی با ۱ درصد نقره و ۳ درصد رس
L^*	شاخص تعیین کننده میزان شفافیت فیلم‌ها
a^*،	شاخص تعیین کننده میزان سبزی-قرمزی فیلم‌ها
b^*	شاخص تعیین کننده میزان زردی- آبی فیلم‌ها
ΔE	اختلاف کلی رنگ فیلم‌ها
Δt	زمان بر حسب ثانیه
A	سطح در معرض هوا بر حسب m^2
Δm	افت وزنی مربوط به فنجان بر حسب gr
x	ضخامت فیلم بر حسب m
Δp	اختلاف فشار بر حسب کیلوپاسکال
V_0	حجم محلول سدیم تیوسولفات مصرفی در آزمایش شاهد بر حسب میلی لیتر
V1	حجم محلول سدیم تیوسولفات مصرفی در آزمایش نمونه بر حسب میلی لیتر
m	وزن نمونه بر حسب گرم
N	نرمالیته محلول سدیم تیوسولفات مصرفی

فصل اول

مقدمه و هدف

۱-۱- مقدمه

اصولاً فیلم یا پوشش به عنوان لایه‌ای یکپارچه و نازک بر روی مواد غذایی قرار داده می‌شود. پوشش همان فیلمی است که برای ماده غذایی بکار برده شده است. ساختار اصلی آن‌ها بر پایه پلیمرهای طبیعی با خواص ویژه می‌باشد. عملکرد آن‌ها، ایجاد یک سد در مقابل انتقال مواد (آب، گاز، چربی‌ها)، حفظ و انتقال اجزاء مواد غذایی و افزودنی‌ها (رنگ‌ها، طعم دهنده‌ها و نظایرآن)، جلوگیری از رشد ریزسازواره‌ها در سطح مواد غذایی و نیز حفاظت مکانیکی آن‌ها می‌باشد. خواص کاربردی فیلم‌ها به میزان زیادی متأثر از عامل‌هایی مانند فرمولاسیون، تکنولوژی تهیه فیلم، ویژگی‌های حلال و افزودنی‌ها است. فیلم به عنوان حامل، برای مواد فعال نظیر آنتی‌اکسیدان‌ها، مواد ضد میکروبی، رنگ‌ها و طعم‌دهنده‌ها در بسته‌بندی مواد غذایی کاربرد گسترده‌ای دارند. در سالهای اخیر به دلایل متعدد کشور ما با انبوهی از ضایعات نان مواجه است. گاهی تا ۳۰٪ نان، تبدیل به ضایعات می‌شود. بر اساس گزارش‌های خبری، شهروندان ایرانی سالانه ۳۰۰ میلیون دلار، نان هدر می‌دهند (زارعی و شکرفروش، ۱۳۸۵). تامین نان مورد نیاز جمعیت هفتاد میلیون نفری کشور، حجم وسیعی از فعالیت بخشهای کشاورزی، صنعت، حمل و نقل، ذخیره سازی و توزیع را در بر می‌گیرد که بر مبنای حداقل قیمت‌های بین المللی، معادل شش میلیارد دلار ارزش دارد. مطالعات بررسی الگوی مصرف مواد غذایی در استانهای مختلف کشور نشان می دهد که عمده ترین گروه غذایی در تامین انرژی و پروتئین دریافتی روزانه، نان می باشد که ۴۰ درصد انرژی دریافتی روزانه را تامین می کند، در خانواده‌های کم درآمد و پر جمعیت که قدرت خرید کم است و در نتیجه تنوع و مقدار مواد غذایی مصرفی کافی نیست، نان قوت اصلی را تشکیل می دهد (عزیزی، ۱۳۸۱الف). از سوی دیگر، موضوع بسته بندی مواد غذایی و ارتباط آن با ضایعات مطرح است. سالانه ۳۰ درصد از محصولات کشاورزی تولید شده در کشور به ضایعات تبدیل می‌شود که ۷ تا ۸ درصد آن به علت بسته‌بندی نامناسب است (تاج الدین، ۱۳۸۲).

به منظور حفظ کیفیت، کاهش ضایعات و افزایش بهره‌وری، زمینه‌های علمی مختلفی در خدمت تولید و نگهداری مواد غذایی قرار گرفته‌اند، از جمله نانوتکنولوژی. یکی از مهمترین زمینه-های تاثیرگذاری نانو فناوری در زندگی انسان، علوم غذایی است که به دلیل نیاز روزمره و دائمی انسان به غذا هرگونه تغییر و تحولی در آن نقش بسزایی در تغییر کیفیت زندگی انسان خواهد داشت (آردین، ۱۳۸۵).

معرفی ساده ترین تکنولوژی تولید بسته‌بندی‌های نانویی با تکنولوژی‌های داخل کشور، اثرات این بسته بندی ها و کیفیت نگهداری محصولات و اقتصادی بودن استفاده از این بسته‌ها در کشور از جمله مسائل مورد توجه پژوهشگران است. طبق برآوردها، بکارگیری بسته‌بندی‌های نانو و کاهش ضایعات محصولات کشاورزی، سالانه ۱۶۴ تا ۱۸۷ میلیون دلار صرفه‌جویی اقتصادی را در کشور به همراه خواهد داشت. طبق اذعان متخصصان فناوری نانو، با استفاده از این فناوری قادر خواهیم بود ضایعات محصولات کشاورزی را تا ۲۰ درصد کاهش دهیم که این عدد مربوط به کشورهایی است که استانداردهای نگهداری بالاتری نسبت به ما دارند. به عنوان نمونه، بکارگیری پلیمرهای آغشته

شده به نانو ذرات خاک رس در صنعت بسته بندی، موجب طولانی تر شدن زمـان رسـیدن هـوا بـه محصولات کشاورزی شده و فساد آن را به تاخیر می اندازد (جهانشاهی، ۱۳۸۳).

با افزودن ذرات ریز(nano particle)، تولید کنندگان می توانند بسته‌ها و بطری‌های مقـاوم بـه نور و گرما تولید کنند که از دیدگاه فیزیکی، مقاومت گرمایی و نفوذ گازها مناسب تر عمـل کننـد و در نتیجه طول عمر محصولات را افزایش داده، طعـم و رنـگ غـذا را حفـظ نماینـد. در دراز مـدت، فناوری نانو، ساختار صنعت بسته بندی را تغییر خواهد داد. انتظار می رود بـازار محصـولات غـذایی نانو از ۲/۶ میلیون دلار به ۷ میلیون دلار در سال ۲۰۱۰ برسد (Morris, 2005).

مبحث بکارگیری پوشش‌های نانویی برای بسته بندی مواد غذایی در کشور مـا جدیـد اسـت و گزارشی در زمینه اثرات بسته بندی‌های نانویی بر نگهداری و ماندگاری نان حجـیم قـالبی مشـاهده نشده است که در این پژوهش بدان پرداخته شده است. با بررسی نتایج حاصل از ایـن تحقیـق مـی توان گامی در جهت جلوگیری از ضایعات نان که در کشور ما از مقدار بسیار بالایی برخـوردار اسـت، برداشت. همچنین یکی از بزرگترین معضلات، صنعت حمل و نقل کـه مسـئله کمبـود زمـان بـرای حمل و نقل به نقاط دور دست می‌باشد، با افزایش ماندگاری محصول، کاهش می یابد.

۱-۲- اهداف تحقیق عبارتند از:

۱- بررسی ویژگی‌های فیلم‌های نانویی مختلف و مقایسه آن با نمونه‌های مشابه نایلونی.

۲- بررسی تاثیر فیلم‌های نانویی و دمای نگهداری بر ویژگی‌های نان‌های حجـیم قـالبی بسـته بندی شده (طعم، شکل ظاهری و خواص مکانیکی نان).

در این پژوهش، متغیرهای مهم و تأثیر گذار بر خواص نانوکامپوزیت‌ها مورد بررسی قرار گرفتـه و مطالعه‌ای روی نقره، رس، ویژگی‌ها و تأثیرات آن‌ها بر خواص مکـانیکی فـیلم‌هـای نـانویی نقـره و فیلم‌های نانویی ترکیبی نقره - رس صورت گرفته است. در قسمت دوم به بررسی اثر هفت نوع فیلم نانویی بر خواص مکانیکی، ماندگاری و ضایعات نـان حجـیم قـالبی در دماهـای ۵، ۲۰ و ۳۵ درجـه سلسیوس، طی ۲۱ روز نگهداری، پرداخته شده است.

فصل دوم

پیشینه پژوهش

2-1- مقدمه

موضوع بحث انگیز روند افزایشی ضایعات مواد غذایی، یکی از چالشهای جدی اکثر کشورها به ویژه، کشورهای در حال توسعه است، سیاستمداران و اندیشمندان مجامع علمی در جهان سوم درصدد برآمده اند برای کاهش ضایعات محصولات کشاورزی در مراحل کاشت، داشت و برداشت و مراحل توزیع و مصرف چاره اندیشی کنند (رجب زاده، 1380).

یکی از سیاستهای جدی دولتها در امر امنیت غذایی، کاهش ضایعات غذایی است و از طرف دیگر سازمان FAO راههایی را برای جلوگیری از ضایعات مواد غذایی به مسئولان کشاورزی و تأمین کنندگان مواد غذایی دولتهای عضو، ارائه داده است (شادان، 1382). اگر چه هنوز فناوری نانو در این علوم در آغاز راه قرار دارد، ولی در همین چند سال اخیر امید های زیادی را در میان دانشمندان برای دستیابی به مواد با قابلیت های ویژه و ساخت محصولات با عمر و کیفیت بالا ایجاد کرده است (Mararu *et al.*, 2005).

مطالعات بررسی الگوی مصرف مواد غذایی در استانهای مختلف کشور نشان می دهد که عمده ترین گروه غذایی در تامین انرژی و پروتئین دریافتی روزانه نان می باشد که 40 درصد انرژی دریافتی روزانه را تامین می کند، در خانواده های کم درآمد و پر جمعیت که قدرت خرید کم است و در نتیجه تنوع و مقدار مواد غذایی مصرفی کافی نیست، نان قوت اصلی می باشد. بنابراین باید با بکارگیری روشهای نوین، تکنولوژی تولید و مصرف نان را تغییر داده و از صورت فعلی خارج و روند کاملتری را جایگزین نمود (عزیزی، 1381الف).

بر اساس آمارهای موجود در ایران، تقریبا نیمی از محصولات کشاورزی بدون اینکه به مصرف برسد، در مراحل مختلف از بین می روند و صنایع تبدیلی موجود در ایران به آن حد از رشد نرسیده که بتواند از تمامی اجزای یک محصول کشاورزی بهره مناسب و کامل را ببرد (شاکر اردکانی،1386).

2-2- فرآیند بیاتی در محصولات نانوایی

کیفیت و ماندگاری محصولات صنایع پخت به طور معمول توسط تغیرات فیزیکوشیمیایی[1] که بیاتی نامیده می‌شود، کاهش می‌یابد. بیاتی فرایندی است که سبب کاهش قابلیت پذیرش محصولات صنایع پخت توسط مصرف کنندگان می‌شود و شامل تغییراتی در مغز نان می‌باشد که این تغییرات پیش از تغییرات ناشی از فعالیت ارگانیسم های عامل فساد است. عموماً بیاتی به صورت چرمی شدن پوسته نان، سفت شدن مغز نان، کاهش رطوبت و طعم و کاهش تازگی در محصول مشخص می شود. کاهش نرمی در نان با گذشت زمان، محسوس‌ترین حالت بیاتی می‌باشد و اغلب برای کنترل فرایند بیاتی هم توسط مصرف کنندگان و هم توسط محققان مورد بررسی واقع می‌شود (کیمیاگر، 1374).

[1]- ترکیبی از تغیرات فیزیکی (ریشه دوانی کپک‌ها) و شیمیایی (کریستالیزه شدن نشاسته)

آب جذب شده در طول فرایند پخت، سبب ایجاد بافت مرطوب در نان تازه می‌شود و آزاد شدن آن در طول دوره نگهداری نان سبب سفتی و شکنندگی بافت نان مانده است. آب دارای نقش محوری در کنترل سفتی نشاسته و گلوتن بوده و نحوه توزیع آن در میان فازهای پروتئین و نشاسته در تمام مراحل توسعه خمیر، فراوری نان و نگهداری آن مهم می‌باشد. ارتباط معکوس بین محتوی رطوبت و سرعت بیاتی در نان وجود دارد (Gray and BeMiller, 2003).

2-3- اهمیت اقتصادی بیاتی

در دنیا ضرر سایانه بدلیل ضایعات نان بالغ بر 1/2میلیارد دلار می‌باشد. آمار جدید از محصولات یکساله نان در آمریکا نشان می‌دهد که تقریباً 20 میلیارد پوند نان در طول سال تولید می شود که 3% از این میزان نان بیات می‌شود (Cauvain, 2003). درکشور ما ضایعات نان در اثر بیات شدن در سطح خانواده‌ها بسیار زیاد است به نحوی که میزان آن تا حدود 20 تا 25 درصد برآورد می‌شود (پایان،1380).

2-4- روش‌های اندازه‌گیری بیاتی نان

برای اندازه گیری درجه و سرعت بیاتی نان، راه‌های متعددی از قبیل شیمیایی (تغییر کل مواد جامد محلول، تغییر نشاسته محلول، تغییر قدرت تورم و تغییر میزان رطوبت)، روش های مکانیکی- رئولوژیک (تغییر استحکام و سفتی نان، استفاده از دستگاه آزمون مواد، استفاده از تراکم سنج نانوایی، تغییر مشخصات فارینوگرام، تغییر مشخصات آمیلوگرام)، روش های آنزیمی، روش های الکتریکی، روشهای حرارتی (DSC و DTA) و روش های حسی و ارگانولپتیکی مورد استفاده قرار گرفته است. اما این نکته شایان ذکر است که در تمامی روشها، اندازه گیری بیاتی به طور غیر مستقیم انجام پذیرفته است و در چنین شرایطی می‌توان انتظار داشت که در مرتبط ساختن نتایج آزمایشگاهی با پذیرش یا رد آن به وسیله مصرف کننده، مشکلاتی بروز نماید (مهرایی، 1382).

2-4-1- روش‌های رئولوژیکی (تعیین میزان تراکم پذیری)

وقتی که نان بیات می‌شود، بافت مغز نان از حالت اسفنجی و نسبتاً نرم به حالت سفت و خرد شونده، تغییر می‌یابد. از این رو، روش‌های متعددی جهت تعیین قابلیت تراکم‌پذیری و تعیین درجه بیاتی نان بکار می‌روند. اغلب این روش‌ها، نیروی لازم جهت متراکم نمودن نمونه از یک فاصله مشخص را اندازه گیری می‌کنند. روش AACC (1995)، تغییرات سفتی مغز نان را با یک تراکم سنج، اندازه گیری می‌کند. روش مذکور، ماشین آزمون مواد را برای تعیین درجه سفتی در مغز نان سفید، مورد استفاده قرار می‌دهد. محققان ثابت کردند که این روش مؤثرترین روش برای تعیین تغییرات در سفتی نان بدلیل فرایند بیاتی می‌باشد. استفاده از ماشین آزمون مواد در مقایسه با تراکم سنج نانوایی برتری دارند، بدلیل آن که سرعت در آن‌ها خطی است بنابراین نسبت زمان- فشار می‌تواند مستقیماً به منحنی فشار- تراکم تبدیل شود. محققان سطح اطمینان 0/98 را بین

اندازه‌گیری سفتی نان با روش تراکم‌پذیری و ارزیابی حسی درجه بیاتی در آن، تخمین زده‌اند (Gray and Bemiller, 2003).

دستگاه آزمون مواد از سال 1966 به طور گسترده برای بررسی رتروگراداسیون نشاسته مورد استفاده قرار گرفت. در آن آزمایش یک نمونه نان با ابعاد مشخص به وسیله کارد که با سرعت ثابت حرکت می‌کرد برش داده شد و نیروی لازم برای برش بر حسب واحد نیوتن ثبت شد (AbdKarim *et al*, 2000).

با دنبال کردن افزایش سختی مغز نان در طول مدت نگهداری با استفاده از دستگاه آزمون مواد، اطلاعات زیادی در مورد بیاتی نان به دست آمد. یک رابطه قوی منفی بین قابلیت پذیرش نان به وسیله مصرف کننده و سفتی نان ثبت شده است (Axford, 1968).

2-4-2- روش های ارگانولپتیکی

بیشترین تغییرات قابل توجه در نان درطول دوره بیاتی، کاهش عطر و طعم می باشد. کاهش در قابلیت پذیرش نان بعد از چند روز نگهداری در ارتباط با کاهش آلدهیدها و افزایش کتون‌ها است. تغییرات در بافت نان که در طول پدیده بیاتی رخ می دهد توسط روش‌های تراکم پذیری (فشار عمودی) و همچنین توسط ارزیابی حسی، قابل اندازه‌گیری می‌باشد. روش AACC (1995) شامل ارزیابی داوران از تعدادی عوامل اصلی مؤثر در بیاتی نان می‌باشد (Gray and Bemiller, 2003).

2-4-3- ضایعات نان

با توجه به اینکه غالبا نان غذای اصلی اقشار کم درآمد جامعه می‌باشد، به منظور تامین امنیت غذایی، مبالغ هنگفتی از سرمایه ملی کشور به عنوان یارانه نان مصرفی در بودجه دولت لحاظ می‌شود، به عنوان مثال در سال 1382 در حدود 1700 میلیارد ریال به عنوان یارانه اختصاص یافته است. از این رو تلاش جهت کاهش ضایعات نان و اتلاف آن، از جمله برنامه ها و اقدامات استراتژیک و ملی محسوب می شود (مجتهد،1382).

کشور ما طی سالهای گذشته در زمینه بسیاری از مواد و محصولات به مرز خود کفایی رسیده است، ولی عواملی چون افزایش جمعیت در کنار افزایش عدم کاهش ضایعات، راه را برای رسیدن به نقطه استقلال طولانی تر کرده است.

ضایعات از چند جنبه بر اقتصاد ضربه وارد می کند:

1- میزان تولید را کاهش می دهد.

2- نیاز به واردات را افزایش می دهد.

3- نهاده های لازم برای تولید را که به سختی فراهم می شوند، هدر می دهد (توده روستا، 1382)