



دانشگاه فردوسی مشهد

دانشکده کشاورزی

گروه علوم و صنایع غذایی

رساله دکتری

**تولید بسته‌بندی فعال ضد میکروبی بر پایه سیستم سوئیچ بیولوژیک و**

**بررسی کارایی آن در برابر میکروارگانیسم‌های منتخب**

**فرشته حسینی**

بهمن ۱۳۹۳



دانشگاه فردوسی مشهد

دانشکده کشاورزی

رساله دکتری

**تولید بسته‌بندی فعال ضد میکروبی بر پایه سیستم سوئیچ بیولوژیک و**

**بررسی کارایی آن در برابر میکروارگانیسم‌های منتخب**

**فرشته حسینی**

**استادان راهنما**

**جناب آقای دکتر محمدباقر حبیبی نجفی**

**جناب آقای دکتر عبدالرسول ارومیه‌ای**

**استادان مشاور**

**جناب آقای دکتر مهدی نصیری**

**جناب آقای دکتر مسعود یاورمنش**

**بهمن ۱۳۹۳**

## تعهد نامه

**عنوان رساله:** تولید بسته بندی فعال ضد میکروبی بر پایه سیستم سوئیچ بیولوژیک و بررسی کارایی آن در

برابر میکروارگانیزم های منتخب

اینجانب فرشته حسینی دانشجوی دوره دکتری رشته میکروبیولوژی مواد غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد تحت راهنمایی جناب آقای دکتر محمد باقر حبیبی نجفی و جناب آقای دکتر عبدالرسول ارومیه ای متعهد می شوم:

- نتایج ارائه شده در این پایان نامه حاصل مطالعات علمی و عملی اینجانب بوده، مسئولیت صحت و اصالت مطالب مندرج را به طور کامل بر عهده می گیرم.
- در خصوص استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد نظر استناد شده است.
- مطالب مندرج در این پایان نامه را اینجانب یا فرد دیگری به منظور اخذ هیچ نوع مدرک یا امتیازی تاکنون به هیچ مرجعی تسلیم نکرده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر به دانشگاه فردوسی مشهد تعلق دارد. مقالات مستخرج از پایان نامه، ذیل نام دانشگاه فردوسی مشهد (Ferdowsi University of Mashhad) به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تاثیر گذار بوده اند در مقالات مستخرج از رساله رعایت خواهد شد.
- در خصوص استفاده از موجودات زنده یا بافتهای آنها برای انجام پایان نامه، کلیه ضوابط و اصول اخلاقی مربوطه رعایت شده است.

تاریخ: بهمن ۱۳۹۳

فرشته حسینی

### مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، برنامه های رایانه ای، نرم افزارها و تجهیزات ساخته شده) به دانشگاه فردوسی مشهد تعلق دارد و بدون اخذ اجازه کتبی از دانشگاه قابل واگذاری به شخص ثالث نیست.
- استفاده از اطلاعات و نتایج این پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نیست.

## چکیده:

سیستم سوئیچ بیولوژیک از جمله نوآوری‌های ایجاد شده در زمینه بسته‌بندی‌های فعال با هدف افزایش مدت نگهداری مواد غذایی و همزمان حفظ کیفیت ممتاز و مطلوب فراورده غذایی است. در این پژوهش امکان استفاده از رنگدانه‌های طبیعی کورکومین، بیکسین و نوربیکسین به عنوان نگهدارنده‌های ایمن و طبیعی در تولید بسته بندی فعال ضد میکروبی مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور ابتدا کورکومین از ریزوم زردچوبه و بیکسین از دانه آناتو استخراج شد و نوربیکسین از صابونی کردن بیکسین به دست آمد. پس از انجام آزمون‌های شناسایی، اثر ضد میکروبی کورکومین، بیکسین و نوربیکسین در برابر میکروارگانیسم‌های *استافیلوکوکوس اورئوس*، *اشرشیاکولی* و *لیستریا اینوکوا* به روش تعیین قطر هاله بازدارنده و اندازه‌گیری میزان MIC و MBC بررسی شده و وجود اثرات سینرژیستی احتمالی بین آن‌ها، به روش تعیین FICI و ترسیم ایزوبولوگرام مورد ارزیابی قرار گرفت. به منظور حفاظت ماده نگهدارنده در برابر اکسیداسیون، نور و فعل و انفعالات ناپهنگام با دیگر عناصر، از تکنیک سوئیچ بیولوژیک برای تولید بسته‌بندی استفاده شد. برای تولید فیلم پایه، فیلم‌های تک‌جزئی از نشاسته‌های مختلف اصلاح شده، فیلم‌های دوجزئی از ترکیب نشاسته با ژئین، کندر و PVA و در نهایت فیلم‌های سه‌جزئی نشاسته/ژئین/PVA ساخته شدند. پس از مقایسه کلیه ویژگی‌های فیزیکی، مکانیکی، اپتیکی و آزمون حساسیت آنزیمی، فرمولاسیون بهینه کامپوزیت تعیین شد. در ادامه، بیکسین در کامپوزیت پلیمرها پوشش داده شده و کارایی ضد میکروبی فیلم‌های تولید شده و حساسیت آن در برابر سویه‌های مورد آزمون مورد ارزیابی قرار گرفت. در نهایت کامپوزیت مورد نظر با فیلم بسته‌بندی صنعتی از جنس پلی‌اتیلن با دانسیته پایین، مخلوط و بسته‌بندی نهایی تولید شد. آزمون‌های تکمیلی شامل طیف‌سنجی مادون قرمز (FTIR)، آنالیز رفتار حرارتی (TGA)، بررسی پراش پرتو ایکس (XRD) و بررسی ریزساختار با استفاده از SEM، بر روی فیلم کامپوزیت بهینه و فیلم‌های نهایی انجام شد. در مجموع مطابق نتایج به دست آمده در میان سه ترکیب طبیعی مورد آزمون، بیکسین در برابر میکروارگانیسم‌های منتخب، تاثیر بازدارندگی بیشتری نسبت به دو ماده دیگر داشت. بیکسین و کورکومین بر روی دو باکتری *اشرشیاکولی* و *لیستریا اینوکوا* اثرات بازدارندگی یکدیگر را تضعیف نموده و حالت آنتاگونیستی نشان دادند ( $FICI > 4$ )، اما حضور هم‌زمان آن‌ها در محیط کشت، اثرات هم‌افزایی بازدارندگی بر باکتری *استافیلوکوکوس اورئوس* داشت ( $FICI \leq 0.5$ ). در میان فیلم‌های مختلف نشاسته، فیلم نشاسته معمولی به دلیل پایداری بالاتر در آب و محلول‌های اسیدی و قلیایی و نیز ویژگی‌های مکانیکی قوی‌تر عملکرد بهتری داشت. افزودن PVA به نشاسته، سبب بهبود ویژگی‌های مکانیکی و افزودن ژئین به آن، سبب کاهش حلالیت در آب فیلم‌های حاصل می‌شود. فرمولاسیون بهینه کامپوزیت سه جزئی به صورت ۸۵٪ نشاسته، ۱۰٪ ژئین و ۵٪ PVA با میزان مطلوبیت معادل ۹۸٪ تعیین شد. فرمولاسیون بیوسوئیچ طراحی شده، کارایی مناسبی در خصوص انتشار ماده ضد میکروب داشت و فیلم‌های تهیه شده با غلظت ۲۰۰ ppm بیکسین، هاله بازدارنده موثر در برابر هر سه میکروارگانیسم تشکیل دادند. فیلم نهایی فرموله شده با LDPE در برابر *استافیلوکوکوس اورئوس* موثر عمل کرده و اثرات ضد میکروبی نشان داد.

**کلمات کلیدی:** کورکومین، بیکسین، ژئین، PVA، ایزوبولوگرام، FTIR، پراش پرتو ایکس