



# دهمین کنفرانس ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم (ماشین‌های کشاورزی) و مکانیزاسیون ایران

مشهد مقدس  
۹ الی ۱۰ شهریور ماه ۱۳۹۵  
دانشگاه فردوسی مشهد

نویسندگان محترم: **فازده‌علینی، محمد حسین عباس‌پور، محمود رضا گلزاریان، برسانا طاهری**

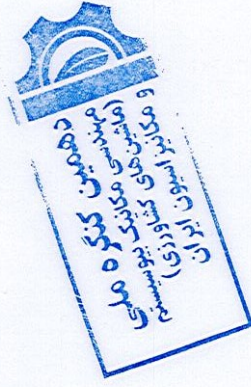
مقاله شما با عنوان

>> **تأثیر فلیم بومی بسته‌بندی حاوی نانوقره بر رشد آفلاتوکسین بسته (رقم اکبری)**<<

در دهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم (ماشین‌های کشاورزی) و مکانیزاسیون ایران به صورت شفاهی پذیرفته و موجب غنای علمی هرچه بیشتر این کنگره گردید. بدین وسیله از فعالیت و تلاش علمی شما تقدیر و تشکر نموده و موفقیت روزافزوتان را در تمامی عرصه‌ها از درگاه خداوند متعال خواستاریم.

دکتر محمدعلی زاده  
دیرنگره

دکتر محمود رضا گلزاریان  
دیرعلی لنگره



## تاثیر فیلم های بسته بندی حاوی نانو نقره بر رشد آفاتوکسین پسته (رقم اکبری)

فائزه عابدینی<sup>۱</sup>، محمدحسین عباسپورفرد<sup>۲\*</sup>، محمودرضا گلزاریان<sup>۳</sup>، پریسا طاهری<sup>۴</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه فردوسی مشهد

۲- عضو هیئت علمی گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه فردوسی مشهد

۳- عضو هیئت علمی گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه فردوسی مشهد

۴- عضو هیئت علمی، گروه گیاهپزشکی، دانشگاه فردوسی مشهد

\* ایمیل نویسنده مسئول: abaspour@um.ac.ir

### چکیده

پسته یکی از دانه‌های خوراکی می‌باشد و ایران یکی از بزرگترین تولیدکننده‌های آن است. آلودگی پسته به آفاتوکسین یکی از بزرگترین مشکلات تولیدکننده‌ها می‌باشد. آفاتوکسین‌ها متابولیت‌های ثانویه سمی قارچی هستند که توسط برخی از گونه‌های قارچ اسپریژیلوس فلاووس بر روی مواد غذایی انسان و دام تولید می‌شوند. بدلیل خواص جهش زا و سرطان زایی، مقابله با تولید آفاتوکسین و یا حذف آن‌ها از مواد غذایی، توجه محققین را به خود جلب کرده است. تحقیقات گسترده‌ای در سال‌های اخیر نشان می‌دهد که نانو ذرات نقره اثرات ضد میکروبی مناسبی در برابر طیف گسترده‌ای از قارچ‌ها و ویروس‌ها داشته است. در این تحقیق برای تولید نانو کامپوزیت‌های نقره با درصد وزنی ۱، ۳ و ۵، از نانو ذرات نقره و آب دیونیزه و گلیسرول استفاده شده است و پس از ساخت فیلم، آزمون‌های میکروسکوپ الکترونی عبوری و میکروسکوپ الکترونی روبشی انجام شد. تصاویر حاصل از این آزمون‌ها نشان دهنده پخش یکنواخت نانوذرات نقره بر سطح فیلم می‌باشد. همچنین پس از کشت قارچ اسپریژیلوس فلاووس و آلوده نمودن پسته به این قارچ و بسته بندی آن، پس از گذشت ۷، ۱۴ و ۲۱ روز مورد آزمایش قرار گرفت. نتایج حاکی از آن است که میزان سم آفاتوکسین در بسته بندی حاوی ۱ درصد وزنی نانونقره به ۶/۹۴ ppb، ۳ درصد وزنی به ۳/۷۶ ppb و در بسته بندی حاوی ۵ درصد وزنی نانو نقره به ۲/۹۴ ppb کاهش پیدا کرده است.

**واژه‌های کلیدی:** اسپریژیلوس فلاووس، آفاتوکسین، پسته، نانو ذرات نقره

### مقدمه

پسته دانه خوراکی درخت پسته<sup>۱</sup> می‌باشد که در مناطق مختلف جهان توسط کشورهای گوناگون تولید شده و در این بین ایران یکی از بزرگترین تولیدکننده‌های پسته می‌باشد (ژنگ، ۲۰۱۱؛ لیو همکاران، ۲۰۱۱؛ مندس و

<sup>1</sup> Pistachio Vera L.

همکاران، ۲۰۱۲). پسته نیمه گرمسیری از خانواده آناکاردیاسه و جنس پتاسیا است که در سال ۱۷۳۷ میلادی توسط لینه نامگذاری شد. درخت پسته مقاوم به کم آبی و خشکی بوده و علاوه بر این پس از خرما، مقاوم‌ترین درخت در برابر شوری می باشد (ابریشمی، ۱۳۷۳). ایران در بین کشورهای تولیدکننده ی پسته، به عنوان بزرگترین و مهمترین کشور تولید کننده و صادر کننده به شمار می رود.

یکی از مشکلات موجود در حوزه ی محصولات کشاورزی، آلودگی آن ها با مایکوتوکسین ها و به ویژه آفلاتوکسین است که امروزه تولید کننده ها با آن مواجه هستند (دینی و همکاران، ۲۰۱۳). آفلاتوکسین متابولیت های ثانویه پلی کتاید است که توسط برخی از گونه های قارچ اسپرژیلوس پارازیتیکوس و اسپرژیلوس فلاووس تولید می شود (چراغی و همکاران، ۲۰۰۷). گزارش شده است که پسته در میان محصولات مختلف با بالاترین خطر آلودگی به آفلاتوکسین مواجه است (پیتت، ۱۹۹۸).

روش های مختلفی نظیر شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی با هدف کاهش سم آفلاتوکسین مورد استفاده قرار گرفته اند. از معایب روش های ذکر شده می توان به گران بودن تجهیزات، تاثیرگذاری کم، کاهش کیفیت محصول و ایجاد اثرات نامطلوبی بر سلامتی انسان اشاره کرد (رهایبی و همکاران، ۲۰۱۰). تحقیقات گسترده در سال های اخیر نشان می دهند که نانو ذرات نقره اثرات ضد میکروبی مناسبی در برابر طیف گسترده ای از باکتری ها، قارچ ها، جلبک ها و ویروس ها دارند (مندس و همکاران، ۲۰۱۲). بنابراین این امکان وجود دارد تا با اضافه نمودن مواد ضد میکروبی نظیر نقره در بسته بندی مواد غذایی ضمن اطمینان از بی خطر بودن برای سلامتی انسان، باعث بهبود ماندگاری و حفظ کیفیت مواد غذایی با ایجاد تاخیر و به حداقل رساندن رشد میکروارگانیسم ها شد (برودی و همکاران، ۲۰۰۸).

ذرات نقره با سازوکارهایی نظیر دخالت در فعالیت حیاتی سلول از طریق اتصال دی سولفیدی در سطح پروتئین های غشا و سایر آنزیم ها، پایان دادن به همانند سازی DNA و غیرفعال سازی استرس اکسیداتیو و تولید گونه های هوازی می تواند اثر کشندگی و ضد میکروبی داشته باشد (دانکن، ۲۰۱۱).

بنابراین در این تحقیق به بررسی تاثیر نانو ذرات نقره در بسته بندی پسته به منظور کنترل سم آفلاتوکسین پرداخته شده است. مشکلی که همواره تهدید جدی در امر صادرات این محصول حیاتی به کشورهای دیگر بوده است.

## مواد و روش‌ها

### مواد

جهت انجام این پژوهش، نانو ذرات نقره از شرکت نانو ماد تحت نظر ستاد نانو، پلی وینیل الکل از شرکت آلدریج آلمان، گلیسرول از شرکت مرک آلمان و آب یون زدایی شده برای ساخت نانو کامپوزیت مورد استفاده قرار گرفت، همچنین پسته رقم اکبری (رقم متداول و تجاری در کشور) از جهاد کشاورزی مشهد، اسپور قارچ آسپرژلوس فلاووس از گروه گیاهپزشکی دانشگاه فردوسی مشهد، محیط کشت PDA از شرکت آروین بهروش دانشگاه فردوسی مشهد تهیه گردید.

### ساخت نانو کامپوزیت نقره

برای تهیه محلول پلی وینیل الکل، گلیسرول با درصد وزنی  $1/33$  به آب یون زدایی شده اضافه گشته و با همزن مغناطیسی مخلوط شدند، سپس پلی وینیل الکل با درصد وزنی ۵ به محلول اولیه اضافه شد. برای حل شدن کامل پلی وینیل الکل، مواد به مدت ۳ ساعت در محدوده دمایی بین ۵۰ تا ۶۰ درجه سلسیوس مخلوط شدند. پودر نانو ذرات نقره در سه سطح ۱، ۳ و ۵ درصد وزنی به محلول پلی وینیل الکل اضافه شدند. برای حصول محلول همگن، فرایند اختلاط به وسیله ی همزن مغناطیسی به مدت یک شبانه روز ادامه یافت. به منظور تشکیل لایه ی کامپوزیتی حاوی نقره، مقدار مشخصی از محلول نهایی در داخل پتری دیش ریخته شد. سپس پتری دیش در داخل آون با دمای ۷۰ درجه سلسیوس و به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفت تا محلول ریخته گری شده به طور کامل خشک شود. سپس لایه ی کامپوزیتی شکل گرفته شده به راحتی از سطح پتری دیش جدا شد (Ahangar et al., 2014).

### ریخت شناسی<sup>۱</sup> نانو فیلم

برای ریخت شناسی سطحی نمونه ها از میکروسکوپ الکترونی روبشی<sup>۲</sup> مدل (LEO 1450VP) در آزمایشگاه مرکزی دانشگاه فردوسی استفاده شد. نمونه ها ابتدا به مدت کوتاهی در نیتروژن مایع فرو برده شدند. پس از چند ثانیه نمونه ها ترد شده به طوری که با یک اشاره و کمترین تنش ممکنه از مقطع عرضی برش خوردند. سپس نمونه های برش خورده بر روی پایه های استوانه ای قرار گرفته و پوشش دهی طلا روی آن ها انجام گرفت و برای عکسبرداری آماده شدند (عابدینی و همکاران، ۲۰۱۴).

<sup>1</sup> Morphology

<sup>2</sup> Scanning Electron Microscope

برای مشخص کردن ابعاد نانو ذرات و تعیین چگونگی توزیع اندازه ذره ها، از آزمون میکروسکوپ الکترونی عبوری<sup>۱</sup> مدل (Leo 912AB) در آزمایشگاه مرکزی دانشگاه فردوسی مشهد استفاده شد. در این روش نمونه به صورت یک قرص به قطر ۳ میلی متر و ضخامت تقریبی ۵ میکرومتر درآورده می شود. باید برش های نمونه تهیه شده تا حدی نازک شود که به الکترون ها اجازه عبور بدهد (Nematollahi et al., 2016).

### کشت قارچ اسپرژیلوس فلاووس

قارچ اسپرژیلوس فلاووس در محیط PDA کشت و به مدت ۷ روز در دمای ۳۰ درجه سلسیوس درون انکوباتور قرار داده شد (مختاری و همکاران، ۱۳۹۱). برای آلوده نمودن نمونه های پسته به قارچ اسپرژیلوس فلاووس، ابتدا با کمک دستگاه هماسیتومتر از هر یک از جدایه های بیمارگر سوسپانسیون اسپور با غلظت  $10^6$  لیسپور میلی لیتر تهیه شد. در این آزمون برای هر جدایه سه گروه پسته به علاوه ی یک تیمار شاهد در نظر گرفته شد. پس از شست و شوی پسته ها با آب، برای ضد عفونی پسته ها در هیپوکلرید سدیم ۲٪ غوطه ور شد. سپس دو بار با آب استریل شست و شو داده شده و نهاتاً به مدت ۵ ثانیه در الکل اتیلیک ۹۰ درصد غوطه ور شدند. در آخرین مرحله مقدار ۲۰ میکرو لیتر از سوسپانسیون اسپور با غلظت گفته شده ی قارچی تزریق شد (خالدی و همکاران، ۱۳۹۲).

برای اندازه گیری سم آفلاتوکسین در فواصل زمانی دو تا سه هفته (مرتضوی و همکاران، ۱۳۹۳) در نمونه های بسته بندی شده در فیلم حاوی ذرات نانو نقره و نمونه شاهد با استفاده از روش استاندارد ملی ایران به شماره ۶۸۷۲ تحت عنوان (اندازه گیری آفلاتوکسین گروه G و B به طریق کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا و خالص سازی با ستون ایمونو افینیتی) اندازه گیری شد.

نمونه های پسته آلوده و شاهد درون فیلم های پلیمری حاوی ذرات نانو نقره بسته بندی شده و به مدت سه هفته در بازه های مختلف درون انکوباتور قرار گرفت تا قارچ اسپرژیلوس فلاووس تولید سم آفلاتوکسین کند.

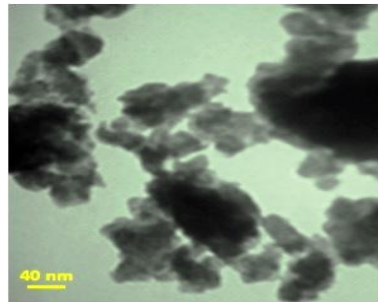
### مقایسه آماری

برای مقایسه فاکتورهایی از قبیل درصد وزنی نانونقره، مدت زمان، غلظت آلودگی و بررسی معنی داری اختلافات در سطوح مختلف نانو نقره با استفاده از نرم افزار Design expert.10 از آزمون طرح کاملاً تصادفی و مقایسه میانگین ها (آزمون دانکن) استفاده شد. سطح معنی داری در مورد تمامی فاکتورها  $P < 0.05$  در نظر گرفته شد.

<sup>1</sup> Transmission electron microscopy

### آزمایشات ساختاری نانو فیلم پلیمری

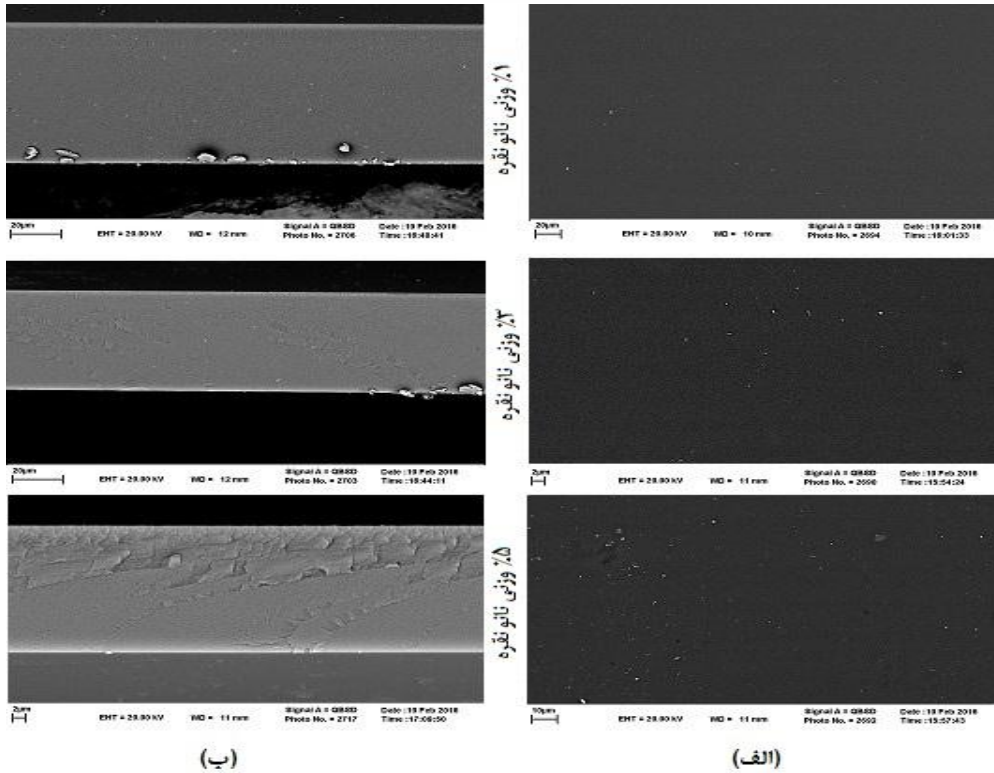
شکل ۱ نشان دهنده تصاویر TEM نانوذرات نقره است. نتایج تصویر شکل ۱ حاکی از ساختاری بی شکل<sup>۱</sup> با اندازه ذرات تقریبی ۱۰ nm است.



شکل ۱ - تصویر میکروسکوپ عبوری TEM نانو نقره

در شکل ۲ تصاویر SEM فیلم پلی وینیل الکل خالص و نانو کامپوزیت پلیمری حاوی نانو ذرات نقره با غلظت های ۱، ۳ و ۵ درصد وزنی مشاهده می شود. نتایج نشان می دهد که ذرات نانونقره به طور تقریباً یکنواخت در ماتریس پلیمری پراکنده شده اند. با افزایش درصد وزنی نانوذرات در ماتریس پلیمری تشکیل ساختاری غار شکل کاملاً مشهود است. ساختارهای غار شکل تایید کننده پخش مناسب ذرات در ماتریس پلیمری بوده و منتج شده از عوامل مختلفی نظیر برهمکنش های واندروالسی، الکترواستاتیکی و یا پیوندهای کووالانسی می باشند. شایان ذکر است که شدت ساختارهای غار شکل با افزایش درصد وزنی ذرات در قسمت بالایی غشا افزایش می یابد. این پدیده می تواند به دلیل حرکت ذرات در محلول ریخته گری شده و در حین شکل گیری غشا (فرایند تبخیر حلال) اتفاق بیافتد. محلول ریخته گری شده دارای دمای تقریبی ۵۰ درجه سلسیوس بوده است و پس از ریخته گری بر روی سطح سردتر (شیشه)، لایه های زیرین از افت دمای بیشتری برخوردار بوده که افزایش گرانیوی را به همراه دارد. لذا تحرک ذرات از لایه های فوقانی به لایه های میانی و در نهایت لایه های بالایی فیلم ریخته گری اتفاق می افتد. با افزایش غلظت ذرات نقره در لایه های بالایی شدت ساختار غار شکل افزایش می یابد که تصویر SEM مربوط به غشای حاوی ۵ درصد وزنی از ذرات نقره این پدیده را به وضوح به تصویر می کشد.

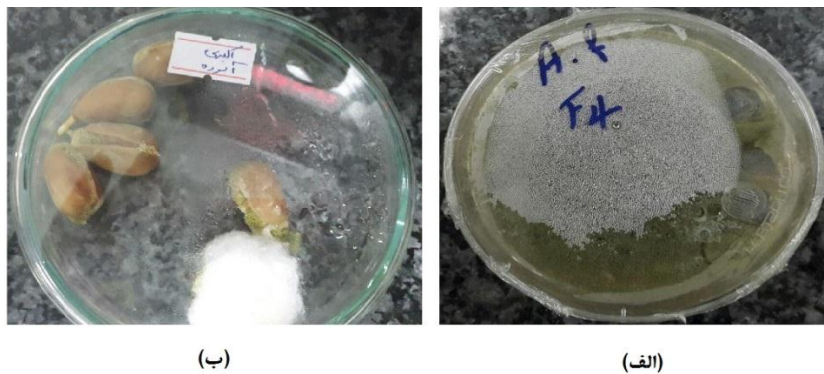
<sup>1</sup> Amorphous



شکل ۲- تصویر میکروسکوپ الکترون روبشی (SEM - الف) تصاویر سطوح نانو کامپوزیت نقره به ترتیب از بالا به پایین ۱، ۳ و ۵ درصد وزنی (ب) تصاویر مقاطع نانو کامپوزیت نقره به ترتیب از بالا به پایین ۱، ۳ و ۵ درصد وزنی

### آلوده نمودن پسته ها به قارچ اسپرژیلوس فلاووس

پس از کشت اسپور قارچ اسپرژیلوس در محیط PDA طبق شکل ۳ (الف) پس از ۷ روز در دمای ۳۰ درجه سلسیوس، قارچ اسپرژیلوس فلاووس تشکیل شد. همانطور که در (ب) مشاهده می شود پسته های آلوده شده به قارچ اسپرژیلوس تغییر رنگ داده و قارچ اسپرژیلوس در پسته رشد کرده است.



شکل ۳- الف) کشت اسپور قارچ اسپرژیلوس فلاووس - ب) پسته های آلوده شده به قارچ اسپرژیلوس فلاووس

### رشد و اندازه گیری سم آفاتوکسین

پس از بسته بندی و آلوده نمودن، نمونه ها در ۳ بازه زمانی ۷، ۱۴ و ۲۱ مورد بررسی قرار گرفت و با استفاده از دستگاه HPLC مدل ۹۱۰۰ از شرکت یانگ لین کره، از روش استاندارد ملی ایران به شماره ۶۸۷۲ سم آفاتوکسین اندازه گیری شد. طبق نمودار ۵ نتایج حاکی از آن است که با افزایش میزان درصد وزنی ذرات نانو نقره سم آفاتوکسین در ۳ بازه زمانی کاهش پیدا کرده است، طبق نتایج اوتهمن و همکاران در سال ۲۰۱۴ می باشد.

جدول ۱ - جدول تجزیه واریانس برای هر یک از عوامل موثر در کاهش آفاتوکسین به همراه اثرات متقابل آن

مجموع مربعات	درجه آزادی	متوسط مربعات	مقدار F	مقدار P	مدل
۳۹/۰۱	۶	۶/۵۰	۲۳/۱۸	۰/۰۰۰۱	Significant
۶/۵۳	۱	۶/۵۳	۲۳/۳۰	۰/۰۰۱۳	غلظت (A)
۲۸/۸۸	۱	۲۸/۸۸	۱۰۲/۹۸	<۰/۰۰۰۱	زمان (B)
۰/۰۱۴	۱	۰/۰۱۴	۰/۰۴۹	۰/۸۳۱۱	غلظت آلودگی (C)
۳/۵۰	۱	۳/۵۰	۱۲/۴۷	۰/۰۰۷۷	AB
۲/۰۲۵E-۰۰۳	۱	۲/۰۲۵E-۰۰۳	۷/۲۲۱E-۰۰۳	۰/۹۳۴۴	AC
۰/۰۸۴	۱	۰/۰۸۴	۰/۳۰	۰/۵۹۸۹	BC
۲/۲۴	۸	۰/۲۸			Residual
۲/۲۴	۶	۰/۳۷			Lack of Fit
۰/۰۰۰	۲	۰/۰۰۰			Pure Error
۴۱/۲۵	۱۴				Cor Total

مجذور R به دست آمده برای تاثیر درصد وزنی نانو نقره ۰/۹۴۵۶ می باشد و به معنی این می باشد که حدود ۹۹٪ از تنوع داده ها توسط این مدل توضیح داده می شود. مدل همبستگی شامل کلیه عوامل موثر بر آفاتوکسین اعم از عوامل اصلی، اثرات دوگانه و مربعات، به صورت زیر بوده که بر حسب مقادیر کد شده عوامل نشان داده شده است:

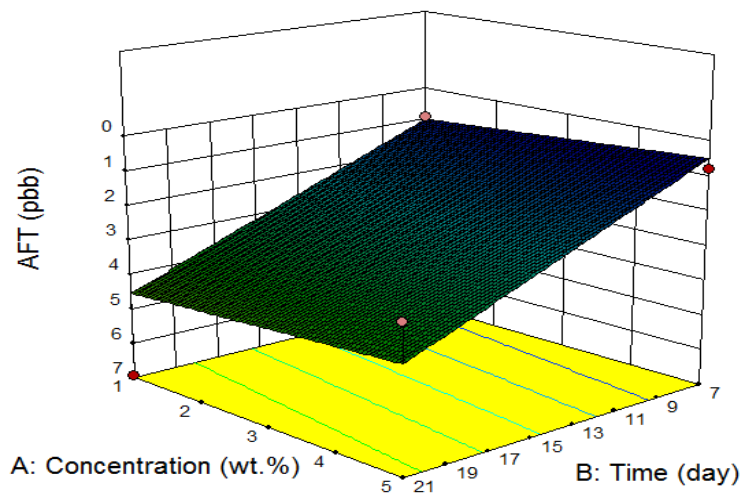


$$\text{میزان سم آفلاتوکسین} = 3.00 - 0.90 * A + 1.90 * B - 0.041 * C - 0.93 * AB - 0.023 * AC + 0.15 * BC \quad (1)$$

A = درصد وزنی نانو نقره، B = بازه زمانی، C = غلظت آلودگی

جدول ۱ مقایسه‌ای بین مقادیر آزمایشگاهی و داده‌های به دست آمده از مدل آماری برای میزان سم آفلاتوکسین نشان می‌دهد. همان‌طور که جدول ۱ نشان می‌دهد مدل به دست آمده از کارایی مناسبی در تخمین داده‌های آفلاتوکسین برخوردار است. طبق نتایج جدول واریانس، عوامل A، B به همراه اثر متقابل AB از تأثیر معنی‌داری بر مقدار سم آفلاتوکسین برخوردار هستند که در مدل ارائه شده نیز وجود دارند. طبق نتایج به دست آمده با افزایش میزان غلظت نانوذرات نقره میزان سم آفلاتوکسین کاهش یافته است. نانو ذرات نقره با دخالت در فعالیت حیاتی سلول باعث ایجاد پدیده هیپرتروفی شده و با افزایش غلظت نانو ذرات نقره، فعالیت آن‌ها بیشتر شده در نتیجه منجر به آسیب دیدن اسپور قارچ و در نهایت کاهش اسپور قارچ و تولید سم آفلاتوکسین بر حسب بخش در میلیارد (ppb) می‌شود (اوتهمن و همکاران، ۲۰۱۴). شکل ۵ تاثیر فاکتور غلظت بر کاهش سم آفلاتوکسین را نشان می‌دهد.

سنجش آفلاتوکسین در نمونه‌های کنترل شده نشان داد که بیشترین میزان تولید سم در هفته سوم (از روز ۱۴ تا ۲۱) پس از کشت می‌باشد و پس از آن واکنش‌های تنظیمی موجب ثبات تولید سم می‌گردد (طبق شکل ۵). از طرف دیگر ثبات تولید سم در قارچ، احتمالاً مربوط به کاهش میزان ترکیبات موثر در بیوسنتز سم در محیط نیست زیرا اولاً مقادیر ترکیبات محیط کشت در حد اشباع است و ثانياً میزان رشد قارچ دستخوش کاهش در دوره‌های زمانی انتهایی نمی‌گردد. میزان تولید آفلاتوکسین به هنگام مجاور شدن با نانو ذرات نقره در غلظت‌های ۳ و ۵ درصد وزنی به شدت کاهش می‌یابد. عدم معنی دار بودن غلظت آلودگی در این تحقیق می‌تواند به این علت باشد که رشد و جمعیت قارچ تاثیر چندانی در تولید توکسین ندارد و هدف اصلی از این تحقیق تولید سم آفلاتوکسین بوده است.



شکل ۵ - نمودار تاثیر میزان درصد وزنی نانو نقره در کاهش آفاتوکسین

### نتیجه گیری کلی

در این تحقیق پس از ساخت فیلم های نانو نقره و آلوده کردن پسته به قارچ آسپرژیلوس فلاووس، نتایج به دست آمده حاکی از آن است که ذرات نانو نقره میزان قارچ آسپرژیلوس فلاووس و سم آفاتوکسین را کاهش داده است. همچنین با افزایش غلظت ذرات نانو، فعالیت ضد میکروبی نانو نقره بیشتر شده و مقدار بیشتری از این سم را مهار کرده است. بنابراین می توان از این روش برای بسته بندی پسته به منظور افزایش زمان ماندگاری و کاهش سم آفاتوکسین پیشنهاد داد.

### منابع

- ابریشمی، م. ۱۳۷۳. پسته ایران شناخت تاریخی. مرکز نشر دانشگاهی تهران، تهران.
- محمدی مقدم، م، افشاری، ح، محمدی گل تپه، حکم آبادی، ح. و راد، س. ۱۳۹۰. بررسی میزان تاثیر پوسته مغز پسته (Testa) در کاهش رشد *Aspergillus flavus* آفاتوکسین زا و تولید آفاتوکسین B1 در مغز ارقام مختلف پسته. نشریه علوم باغبانی، ۲۵ (۱): ۷۳ تا ۸۱.
- رهای، س، رضوی، ه. و امام جمعه، ز. ۱۳۸۹. بررسی توانایی گونه مخمر ساکارو مایسس سرویزیه جهت کاهش آفاتوکسین موجود در پسته. فصلنامه علوم و صنایع غذایی، ۷ (۱).
- مختاری، ع، ر، خسروی، ع، ر، صالحی، ت. ۱۳۹۱. بررسی اثر ضد قارچی و تغییرات مورفولوژیکی اسانس زیره سبز بر روی جداره های قارچ فوزاریوم ورتیسیلیونیدس جداسازی شده در ایران. پاتوبیولوژی مقایسه‌ای، علمی - پژوهشی، ۹ (۲)، ۷۱۴-۷۰۵.



خالدی، ن.، امینیان، ح. ۱۳۹۲. بررسی روش‌های اتمسفر تعدیل یافته، کنترل بیولوژیک و اثرات ضدقارچی عصاره گیاهی چریش بر میزان رشد و توکسین زایی قارچ. دانشگاه تهران.

مرتضوی، س. م.، طباطبائی یزدی، ف.، فراجی، ح.، غفوریان، م.، فراجی، ح. ۱۳۹۲. بررسی میزان آفلاتوکسین پسته و تاثیر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی. مجله نوآوری در علوم و فناوری غذایی، ۶(۱).

Abedini, R., M. Omidkhah, and F. Dorosti. 2014. Hydrogen separation and purification with poly (4-methyl-1-pentyne)/MIL 53 mixed matrix membrane based on reverse selectivity, *International Journal of Hydrogen Energy*, 39: 7897–7909.

Ahangar, E. G., M. H. Abbaspour-Fard, N. Shahtahmassebi, M. Khojastehpout, and P. Maddahi. 2014. Preparation and characterization of PVA/ZnO nanocomposite. *Food Processing and Preservation*.

Al-Othaman, M. R., A. R. M. A. E.-. Aziz, M. A. Mahmoud, S. A. Eifan, M. S. El-Shikh and M. Majrashi. 2014. Application of silver nanoparticles as antifungal and antiaflatoxin B1 produced by aspergillus flavus. *Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures*, 9(1): 151-157.

Brody, A. L., B. Bugusu, J. H. Han, C. K. Sand, and T. H. Mchugh. 2008. Innovative food packaging solutions. *Food Science*, 73(8): 107–116.

Cheraghali, A. M., H. Yazdanpanah, G. Abouhossain, M. Hassibi, and S. Ali-Abadi, 2007.

Incidence of aflatoxins in Iran pistachio nuts. *Food and Chemical Toxicology*, 45:812-816.

Dini, A., P. Khazaeli, A. Roohbakhsh, A. Madadlou, M. Poureandri, L. Setoodeh, A. Askarian, N. Doraki, H. Farrokhi, H. Moradi, and H. Khodadadi. 2013. Aflatoxin contamination level in Iran's pistachio nut during years 2009 e 2011. *Food Control*, 30: 540-544.

Duncan, T. V . 2011. Applications of nanotechnology in food packaging and food safety:

Barrier materials, antimicrobials and sensors. *Journal of Colloid and Interface Science*, 1-24.

Li, W.R., Xie, X.B., Shi, Q. S., Duan, S. S., Ouyang, Y. S. and Chen, Y. B. 2011. Antibacterial effect of silver nanoparticles on *Staphylococcus Aureus*. *An International Journal on the Role of Metal Ions in Biology, Biochemistry and Medicine*, 24(1): 135-141.

Mendes, E., R. Piletti, T. Barichello, C. M. Oliveira, C. T. Knies, E. and Angioletto. 2012. The influence of particle size and AgNO<sub>3</sub> concentration in the ionic exchange process on the fungicidal action of antimicrobial glass. *Materials Science and Engineering* 32(6): 1518–1523.

Nematollahi, M. H., A. H. Saedi Dehaghani, R. Abedini. (2016). CO<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub> separation with poly (4-methyl-1-pentyne) (TPX) based mixed matrix membrane filled with Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nano-particles, *Korean Journal of Chemical Engineering*, 33: 657–665.

Pittet 1998. Natural occurrence of mycotoxins in foods and feeds e an updated review. *Revue de Medecine Veterinaire*, 149: 479-492.

Zheng, Z. 2011. World production and trade of pistachios: The role of the U.S. and factors affecting the export demand of U.S. pistachios. *University of Kentucky Master's Theses*: 12