

بررسی میزان تاثیر پوسته مغز پسته (Testa) در کاهش رشد قارچ *Aspergillus flavus* آفلاتوکسین زا و تولید آفلاتوکسین B₁ در مغز ارقام مختلف پسته

مهدی محمدی مقدم^{*۱} - حسین افشاری^۲ - ابراهیم محمدی گل تپه^۳ - حسین حکم آبادی^۴ - سینا راد^۵

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۱/۶

تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۲/۳

چکیده

به منظور ارزیابی تاثیر پوسته مغز پسته (Testa) در کاهش میزان رشد قارچ *A. flavus* آفلاتوکسین زا و تولید آفلاتوکسین B₁، ده رقم پسته در زمان برداشت پسته از مناطق مختلف کشور جمع آوری گردید. قسمتی از پوسته مغز پسته به همراه یک میلیمتر از لپه ها یا مغز پسته تراشیده شد. مقدار ۲۰ گرم مغز پسته سالم و ۲۰ گرم مغز پسته زخمی، پس از ضدعفونی سطحی درون تشتکهای جداگانه قرار داده شد (طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار). یک میلی لیتر از سوسپانسیون اسپور قارچ *Aspergillus flavus* آفلاتوکسین زا (به غلظت ۱۰^۶ × ۲ اسپور در میلی لیتر) به هر یک از تشتکها اضافه و تشتکها درون ظروف پلاستیکی حاوی آب مقطر سترون (برای تامین رطوبت در حد اشباع) در انکوباتور در دمای ۲۶ درجه سانتی گراد نگهداری گردید. ۵، ۲/۵، ۸ و روز بعد از مایه زنی، میزان درصد رشد و کلونیزاسیون قارچ در روی مغز پسته سالم و زخمی ارقام مختلف اندازه گیری شد. آفلاتوکسین تولید شده در پوسته های آلوده نیز به روش BF استخراج و با استفاده از روش کروماتوگرافی لایه نازک (TLC) و دانسیتومتر، میزان کمی آفلاتوکسین B₁ نمونه ها محاسبه گردید. در پایان اختلاف میانگین درصد کلونیزاسیون قارچ *A. flavus* بر روی پوسته های سالم و زخمی ارقام مختلف توسط آزمون t-student مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج بررسیهای آماری نشان دهنده معنی دار بودن اختلاف میانگین درصد کلونیزاسیون و اسپورزایی قارچ بر روی مغز پسته های سالم در مقایسه با پوسته های زخمی ارقام مختلف، در سطح ۱ درصد می باشد. بررسیها نشان دادند که اختلاف میزان تولید آفلاتوکسین B₁ در پوسته های سالم و زخمی نیز در سطح ۵ درصد معنی دار است. به عبارت دیگر در پوسته های سالم، پوسته می تواند به عنوان سد فیزیکی و شیمیایی مقاوم در برابر نفوذ قارچ به داخل مغز پسته عمل کرده و باعث کاهش رشد و اسپورزایی قارچ و تولید آفلاتوکسین B₁ در مقایسه با پوسته های زخمی گردد.

واژه های کلیدی: پسته، رقم، اسپرژیلوس فلاووس، آفلاتوکسین، پوسته مغز

مقدمه

ارزش اقتصادی حاصل از صادرات پسته به ۶۶ کشور جهان، در حدود یک میلیارد دلار در سال می باشد که دومین منبع درآمد ارزی بعد از نفت محسوب می شود (۲)، که این خود گواهی بر اهمیت فوق العاده این محصول است که نیاز مبرم به بهینه سازی بیشتر محصول در سطح تجارت جهانی دارد. بدون شک معضل اصلی و مهم کشور در عرصه صادرات پسته، مسأله آلودگی پسته به قارچ *A. flavus* و آفلاتوکسین می باشد. آلودگی پسته به آفلاتوکسین می تواند این منبع درآمد ارزی را تهدید نموده و ما را از رقابت در بازار جهانی باز دارد. به طوری که در ۳۷ سال گذشته، در چند مورد پسته صادراتی ایران به علت وجود آفلاتوکسین بالاتر از حد ماکزیمم از مقاصد کشورهای اروپایی برگشت داده شد (۱۰ و ۱۲) و به قیمت بسیار پائینی در کشورهای آسیایی که

کشور ما با داشتن حدود ۴۴۰ هزار هکتار سطح زیر کشت باغهای پسته در حال حاضر حدود ۵۷ درصد تولید جهانی و متجاوز از ۶۰ درصد صادرات جهانی این محصول مهم و اقتصادی را بخود اختصاص می دهد. و به عنوان بزرگترین و مهمترین کشور تولید کننده و صادر کننده پسته در جهان، در بین کشورهای تولید کننده پسته به شمار می رود (۵).

۱ و ۵- مربیان ایستگاه تحقیقات پسته دامغان

*- نویسنده مسئول: (Email: mm.moghadam52@yahoo.com)

۲- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد دامغان

۳- دانشیار دانشگاه تربیت مدرس

۴- استادیار مؤسسه تحقیقات پسته کشور، رفسنجان

استانداردی وجود ندارد، به فروش رفته است (۱۲).

آفلاتوکسین‌ها گروه بزرگی از میکوتوکسین‌ها هستند که جزء متابولیت‌های ثانویه قارچی بوده و به‌وسیله گونه‌هایی از جنس اسپیرژیلوس شامل *A. parasiticus*، *A. nomius* و *A. flavus* تولید می‌شوند آفلاتوکسین‌ها به دلیل سابقه نسبتاً طولانی، استفاده در تحقیقات تجربی و فراوانی قابل ملاحظه آنها در طبیعت به عنوان سردسته و مشهورترین میکوتوکسین‌های شناخته شده، معرفی می‌گردند. تاکنون ۱۸ آفلاتوکسین شناسایی و گزارش شده‌اند که از میان آنها آفلاتوکسین‌های B_1 ، B_2 ، G_1 ، G_2 دارای اهمیت بیشتری هستند (۳). از میان این چهار گروه عمده نیز، آفلاتوکسین B_1 دارای بیشترین سمیت در انسان و حیوانات می‌باشد. امروزه آلودگی محصولات کشاورزی به آفلاتوکسین‌ها یکی از مهمترین مشکلات بهداشت جامعه جهانی بوده و کشورهای مختلف با توجه به خطرات جدی میکوتوکسین‌ها، مقررات و قوانین ویژه‌ای برای تولید، مصرف و واردات مواد غذایی تنظیم نموده‌اند و اکثر کشورها حساسیت ویژه‌ای نسبت به آلودگی مواد غذایی به قارچ‌های جنس *Aspergillus* و آفلاتوکسین حاصل از آن دارند (۱).

از زمان کشف آفلاتوکسین، در دهه ۱۹۶۰، قارچ *A. flavus* به‌عنوان متداول‌ترین قارچ آلوده‌کننده مواد غذایی در منابع علمی همواره ذکر گردیده‌است، که نشانگر اهمیت اقتصادی این قارچ می‌باشد. این قارچ انتشار جهانی داشته و به‌عنوان میکوفلور دائمی هوا و خاک مطرح بوده و در ارتباط با حیوانات و گیاهان زنده و مرده یافت می‌شود. این قارچ تمایل ویژه‌ای برای آلودگی دانه‌های آجیلی و روغنی و غلات از خود نشان می‌دهد. بادام زمینی، ذرت، گندم، برنج، پسته، و بادام از عمده‌ترین محصولاتی هستند که به‌وسیله این قارچ مورد تهاجم واقع می‌شوند.

بنابراین با توجه به اهمیت موضوع، جنبه‌های مختلف موضوع آلودگی پسته به قارچ *A. flavus* و آفلاتوکسین باید به طور جدی مورد مطالعه و بررسی قرار گیرد. با توجه به اینکه پوسته مغز پسته (Testa) در مراحل مختلف فراوری پسته (به‌خصوص در دستگاه جدا کننده پسته خندان از دهان بست) آسیب می‌بیند بنابراین میزان تاثیر آسیب دیدگی پوسته مغز پسته در جلوگیری از رشد قارچ‌های مولد آفلاتوکسین امری ضروری می‌نماید. بدین منظور در این مطالعه، تاثیر پوسته مغز پسته (Testa) در کاهش میزان رشد قارچ *A. flavus* تولید آفلاتوکسین B_1 در ارقام مختلف کشور مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

جمع آوری ارقام مختلف پسته

به منظور ارزیابی تاثیر پوسته مغز پسته (Testa) در کاهش میزان

رشد قارچ *A. flavus* و تولید آفلاتوکسین B_1 ، ده رقم از ارقام مهم پسته، از مناطق پسته خیز کشور انتخاب و جمع آوری گردید. بدین منظور از منطقه رفسنجان ارقام اکبری، کله قوچی، اوحدی و احمدآقایی، از منطقه دامغان ارقام شاه پسند، عباسعلی، خنجری و FAS-13-73 و از منطقه قزوین نیز ارقام کال خندان و کله بزی جمع آوری گردید. برای جلوگیری از زخمی شدن و آسیب دیدن پوسته روی مغز پسته (Testa) و همچنین به حداقل رساندن امکان آلودگی پسته‌ها به قارچ *A. flavus* و آفلاتوکسین، نمونه‌برداری در سال ۱۳۸۶ در زمان برداشت پسته (با توجه به زمان رسیدگی هر رقم) از روی درخت انجام شد. بعد از برداشت پسته، پسته‌های آفت زده و آنهایی که احتمال آلودگی وجود داشت حذف گردید. سپس پوشینه پسته به‌صورت دستی از پوست شاخی آن جدا گردید تا هیچ آسیبی به پوسته مغز پسته وارد نگردد. پس از آن پسته‌ها در آفتاب خشک گردید و برای انجام آزمایشات لازم در شرایط آزمایشگاهی (In vitro) مورد استفاده قرار گرفت. برای انجام این تحقیق از یک جدایه آفلاتوکسین‌زای *A. flavus* جدا شده از پسته‌های آلوده، استفاده گردید. این جدایه قادر بود هر دو نوع آفلاتوکسین B_1 و B_2 را به‌مقدار زیاد تولید کند.

بررسی میزان تاثیر پوسته مغز پسته (Testa) در کاهش میزان

رشد قارچ *A. flavus* آفلاتوکسین‌زا و تولید آفلاتوکسین

B_1 در مغز ارقام مختلف پسته

با توجه به اینکه پوسته مغز پسته می‌تواند به عنوان سد مقاوم در برابر نفوذ قارچ به داخل مغز پسته عمل کرده و بالطبع باعث کاهش میزان آفلاتوکسین ناشی از رشد و فعالیت قارچ گردد، به منظور بررسی تاثیر این پوسته در کاهش رشد قارچ، قسمتی از پوسته مغز پسته به همراه یک میلی‌متر از لپه‌ها یا مغز پسته تراشیده شد تا راه نفوذ قارچ به داخل مغز پسته‌های زخمی شده تسهیل گردد. مقدار ۲۰ گرم مغز پسته سالم و ۲۰ گرم مغز پسته زخمی از هر رقم، در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار با استفاده از هیپوکلریت سدیم ۰/۵ درصد ضدعفونی سطحی شده و جهت جذب رطوبت اولیه حدود ۱۰ دقیقه داخل آب مقطر استریل خیسانده شد، سپس مغز پسته ارقام مختلف به‌طور جداگانه داخل تشتک پتری استریل قرار گرفته و یک میلی‌لیتر از سوسپانسیون قارچ (به غلظت 2×10^6 اسپور در میلی‌لیتر) به پسته‌های داخل تشتک‌های پتری مایه زنی گردید. پتری‌ها درون ظروف پلاستیکی که در کف آن برای تامین رطوبت در حد اشباع، آب مقطر استریل ریخته شده بود، قرار داده شد و در دمای ۲۶ درجه سانتیگراد نگهداری گردید. ۵، ۲/۵ و ۸ روز بعد از مایه زنی، میانگین درصد رشد و کلونیزاسیون قارچ بر روی مغز پسته سالم و زخمی ارقام مختلف (بر اساس سطح کلونیزه شده مغز پسته) محاسبه گردید. بعد از

مغز پسته) محاسبه گردید. نتایج این تحقیق نشان دهنده آنست که در ۲/۵ روز بعد از مایه زنی، روی هیچکدام از ارقام پسته با پوسته سالم رشد قابل ملاحظه ای از قارچ مشاهده نشد ولی در پسته های با پوسته زخمی، در این مدت قارچ شروع به کلونیزه نمودن سطح پسته های زخمی کرده است (شکل ۱). نتایج بررسیهای آماری نشان دهنده تفاوت معنی داری در میزان کلونیزاسیون قارچ روی مغز پسته ارقام مختلف (در سطح ۵ درصد) می باشد (جدول ۱). در شکل های ۲ و ۳ میزان رشد قارچ در پسته های سالم و زخمی ارقام مختلف ۲/۵ روز بعد از مایه زنی نشان داده شده است. میزان کلونیزاسیون قارچ در پسته های با پوسته سالم و زخمی در روزهای پنجم و هشتم نیز ثبت و با یکدیگر مقایسه گردید. همانطوریکه در جدول ۲ مشاهده می شود میزان کلونیزاسیون قارچ روی مغز پسته زخمی، ۵ روز بعد از مایه زنی به مراتب بیشتر از رشد آن در روی پسته های سالم است. ۸ روز بعد از مایه زنی، تمامی ارقام پسته با پوسته زخمی سطحشان به طور کامل توسط قارچ کلونیزه شده بود در حالیکه در پسته های سالم هیچکدام سطحشان به طور کامل کلونیزه نشده بود (شکل ۴ و ۵).

نتایج مطالعه میزان اسپورزایی قارچ روی مغز پسته سالم و زخمی ارقام مختلف (هشت روز بعد از مایه زنی)

پس از رشد قارچ میزان اسپور تولید شده روی مغز پسته سالم و زخمی ارقام مختلف، مطابق روش ذکر شده در بخش مواد و روش ها محاسبه و با یکدیگر مقایسه گردید که نتایج آن در جدول ۳ نشان داده شده است. همانطوریکه مشاهده می شود، با تراشیدن پوسته مغز پسته و تسهیل در نفوذ قارچ به داخل مغز پسته، همزمان با افزایش میزان رشد قارچ (کلونیزاسیون)، میزان اسپور تولید شده در روی پسته های زخمی در مقایسه با پسته های سالم، افزایش یافته است.

محاسبه درصد کلونیزاسیون قارچ *A. flavus* روی مغز پسته ارقام مختلف، اختلاف میانگین درصد کلونیزاسیون قارچ *A. flavus* بر روی پسته های سالم و زخمی ارقام مختلف توسط نرم افزار آماری SPSS و آزمون t-student مورد مقایسه قرار گرفت. همچنین به منظور محاسبه میزان اسپورزایی قارچ در روز هشتم، پسته های کلونیزه شده هر پتری با ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر استریل مخلوط و داخل ارلن ریخته شد و به مدت ۲۴ ساعت روی شیکر قرار داده شد تا اسپورها به طور کامل از سطح پسته ها شسته شوند، سپس اسپور موجود در ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر توسط لام توما شمارش گردید و میزان اسپور تولید شده در اثر رشد قارچ در ۲۰ گرم مغز پسته هر پتری محاسبه گردید.

استخراج و اندازه گیری میزان آفلاتوکسین B₁ تولید شده در پسته های آلوده

هشت روز بعد از مایه زنی و بعد از محاسبه درصد کلونیزاسیون قارچ روی مغز پسته های آلوده، پسته ها در داخل آون خشک گردید تا از رشد بیشتر قارچ و تولید آفلاتوکسین بیشتر ممانعت به عمل آید. سپس آفلاتوکسین موجود در نمونه های پسته به روش BF استخراج و میزان کمی آفلاتوکسین B₁ تولید شده، توسط روش کروماتوگرافی لایه نازک (TLC) و دستگاه دانسیتومتر محاسبه گردید. مقایسه میانگین تولید آفلاتوکسین B₁ در مغز ارقام مختلف توسط نرم افزار آماری SPSS و آزمون چند دامنه ای دانکن صورت گرفت.

نتایج

همانطوریکه در قسمت مواد و روشها توضیح داده شد، ۲/۵، ۵ و ۸ روز بعد از مایه زنی، میانگین درصد رشد و کلونیزاسیون قارچ روی مغز پسته سالم و زخمی ارقام مختلف (بر اساس سطح کلونیزه شده

جدول ۱ - مقایسه میانگین درصد کلونیزاسیون *A. flavus* روی مغز پسته زخمی ارقام مختلف (۲/۵ روز بعد از مایه زنی)

رقم پسته	میانگین درصد کلونیزاسیون قارچ در مغز پسته	گروه بندی آماری (α = ۵٪)
احمد آقایی	۴۱/۳۸	A
شاه پسند	۲۹/۸۰	B
اوحدی	۲۶/۵۹	C
فخری	۲۳/۵۸	D
عباسعلی	۲۲/۵۹	D
FAS-13-73	۱۹/۸۳	E
کله قوچی	۱۹/۳۳	E
کله بزلی	۱۸/۵۰	EF
اکبری	۱۷/۵۶	FG
کال خندان	۱۶/۳۹	G

حروف مشابه بعد از میانگین ها در هر ستون نمایانگر عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ بین آنها ست (روش آزمون چند دامنه ای دانکن)

جدول ۲- مقایسه میانگین درصد کلونیزاسیون قارچ *A. flavus* در روی پوسته‌های سالم و زخمی ارقام مختلف (۵ روز بعد از مایه زنی)

رقم پوسته	میانگین درصد کلونیزاسیون در پوسته‌های سالم	میانگین درصد کلونیزاسیون در پوسته‌های زخمی
۱- احمدآقایی	A ۵۵/۲۱	B ۸۴/۷۳
۲- اوحدی	B ۴۱/۸۳	D ۷۵/۸۶
۳- کال خندان	BC ۳۱/۴۴	F ۵۷/۲۶
۴- فخری	CD ۲۶/۴۵	C ۷۸/۳۹
۵- FAS-13-73	CD ۲۶/۳۱	F ۵۶/۶۰
۶- کله بز	CD ۲۴/۴۹	G ۵۳/۵۶
۷- شاه پسند	CD ۲۴/۱۳	A ۸۷/۴۵
۸- کله قوچی	D ۲۰/۳۸	G ۵۲/۶۹
۹- عباسعلی	D ۱۹/۷۲	E ۶۹/۷۵
۱۰- اکبری	D ۱۸/۹	H ۴۹/۱۵
	۲۸/۸۸ b	۶۶/۵۴ A



شکل ۱ - مقایسه میزان رشد قارچ *A. flavus* روی مغز پوسته سالم (سمت راست) و زخمی (سمت چپ) رقم اکبری (۲/۵ روز بعد از مایه زنی)



شکل ۲ - مقایسه میزان رشد قارچ *A. flavus* روی مغز پوسته سالم (سمت راست) و زخمی (سمت چپ) رقم شاه پسند (۲/۵ روز بعد از مایه زنی)



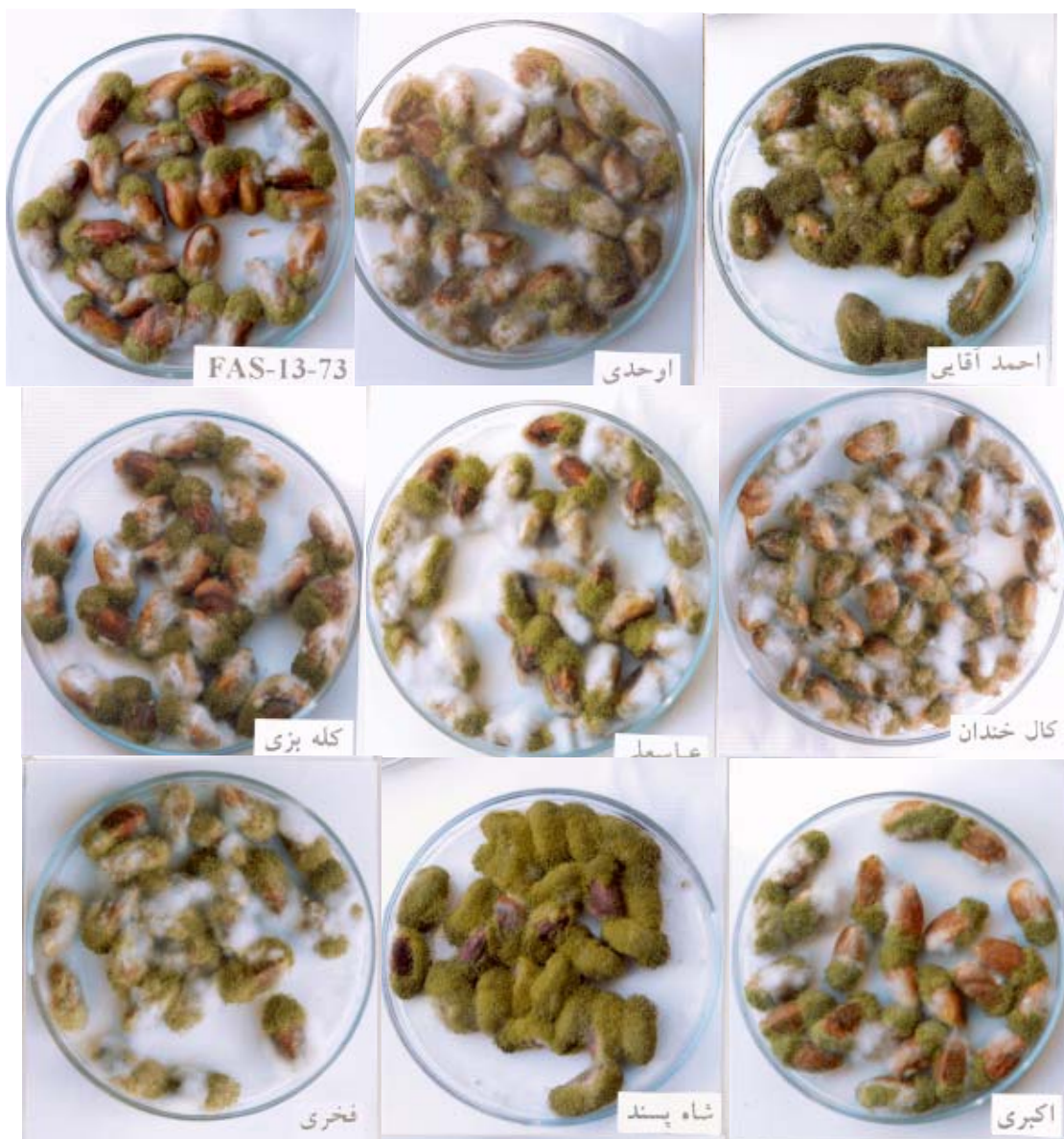
شکل ۳ - مقایسه میزان رشد قارچ *A. flavus* روی مغز پسته زخمی ارقام مختلف (۲/۵ روز بعد از مایه زنی)

جدول ۳- میزان اسپورزایی قارچ *A. flavus* روی مغز پسته سالم و زخمی ارقام مختلف پسته

رقم پسته	میزان اسپورزایی قارچ (اسپور در میلی لیتر) در پسته سالم	میزان اسپورزایی قارچ (اسپور در میلی لیتر) در پسته زخمی
کله فوجی	$3/73 \times 10^7$	$7/11 \times 10^7$
اوحدی	$1/01 \times 10^8$	$1/36 \times 10^8$
اکبری	$2/17 \times 10^7$	$7/19 \times 10^7$
احمد آقایی	$1/04 \times 10^8$	$1/49 \times 10^8$
شاه پستد	$1/13 \times 10^8$	$1/57 \times 10^8$
عباسعلی	$9/74 \times 10^7$	$1/03 \times 10^8$
فخری	$4/38 \times 10^7$	$8/91 \times 10^7$
کله بزی	$2/38 \times 10^7$	$5/33 \times 10^7$
کال خندان	$2/85 \times 10^7$	$5/56 \times 10^7$
FAS-13-73	$6/78 \times 10^7$	$9/59 \times 10^7$

پسته تسهیل می گردد و در پسته های زخمی قارچ قادر است رشد بیشتری داشته و بیشتر مغز پسته ها را کلونیزه نماید. بنابراین میتوان از پوسته مغز پسته (Testa)، به عنوان سدی مقاوم در برابر نفوذ قارچ به داخل مغز پسته نام برد که حداقل باعث به تاخیر انداختن زمان نفوذ قارچ به داخل مغز پسته شده و بالطبع مانع رشد زیاد قارچ در روی مغز پسته می گردد.

نتایج بررسی اختلاف میزان رشد قارچ *A. flavus* روی مغز سالم و زخمی ارقام مختلف پسته (۵ روز بعد از مایه زنی) نتایج بررسیهای آماری نشان دهنده معنی دار بودن اختلاف میزان کلونیزاسیون قارچ روی مغز پسته سالم و زخمی ارقام مختلف در سطح ۱ درصد می باشد (جدول ۴). به عبارت دیگر در پسته هایی که پوسته مغز (Testa) آنها تراشیده شده است، نفوذ قارچ به درون مغز



شکل ۴ - نمایشی از رشد و کلونیزاسیون قارچ *A. flavus* روی مغز زخمی ارقام مختلف پسته (۵ روز بعد از مایه زنی)



شکل ۵ - نمایی از رشد و کلونیزاسیون کامل قارچ *A. flavus* روی مغز زخمی ارقام مختلف پسته (۸ روز بعد از مایه زنی)

جدول ۴ - آزمون t-student به منظور مقایسه اختلاف میزان درصد کلونیزاسیون قارچ *A. flavus* روی پوسته‌های سالم و زخمی ارقام مختلف

درجه آزادی	τ محاسبه شده	انحراف معیار	واریانس میانگین‌ها	میانگین کلونیزاسیون پسته سالم	میانگین کلونیزاسیون پسته زخمی
۱۸	-۶/۴۹**	۵/۸۰	۳۳/۶۸	۲۸/۸۹	۶۶/۵۴

** معنی دار در سطح $\alpha=1\%$

سطح ۵ درصد معنی دار می‌باشد (جدول ۵). به عبارت دیگر در پوسته های با پوسته سالم، پوسته مغز (Testa) به عنوان سدی مقاوم در برابر نفوذ قارچ به داخل مغز پسته عمل می نماید.

نتایج بررسی اختلاف میزان تولید آفلاتوکسین B₁ در مغز پسته های سالم و زخمی ارقام مختلف (هشت روز بعد از مایه زنی) نتایج بررسیهای آماری مؤید آنست که اختلاف میزان تولید آفلاتوکسین B₁ در مغز پسته های سالم و زخمی ارقام مختلف در

جدول ۵- آزمون t-student به منظور مقایسه میزان تولید آفلاتوکسین B₁ در پسته‌های سالم و زخمی ارقام مختلف (۸ روز بعد از مایه زنی)

درجه آزادی	t محاسبه شده	انحراف معیار	واریانس میانگین‌ها	میانگین کلینیزاسیون پسته سالم	میانگین کلینیزاسیون پسته زخمی
۱۸	*-۲/۷۴۳	۱۱۱۰۸۹	۱۲۳۴۰۸۹/۲۱	۲۷۲۶۱/۷	۳۰۳۰۸/۶

* معنی دار در سطح $\alpha=5\%$ جدول ۶- مقایسه میزان تولید آفلاتوکسین B₁ در پسته‌های سالم و زخمی ارقام مختلف (۸ روز بعد از مایه زنی)

رقم پسته	میزان تولید آفلاتوکسین در پسته‌های سالم $\mu\text{g}/\text{kg}$	میزان تولید آفلاتوکسین در پسته‌های زخمی $\mu\text{g}/\text{kg}$
شاه پسند	۳۱۱۷۱	۳۲۳۰۰
عباسعلی	۳۰۷۵۴	۳۲۳۰۷
اوحدی	۲۹۸۲۳	۳۲۸۱۰
احمد آقایی	۲۹۴۲۹	۳۰۱۷۱
اکبری	۲۶۸۸۰	۲۹۹۴۰
کله بز	۲۶۴۱۰	۲۷۴۳۹
کله قوچی	۲۶۲۱۸	۳۰۴۳۳
FAS-13-73	۲۵۳۹۳	۲۹۰۱۲
فخری	۲۴۸۱۱	۳۰۷۶۲
کال خندان	۲۱۷۲۸	۲۷۹۱۲
	۲۷۲۶۱/۷ b	۳۰۳۰۸/۶ A

بیشتر مطالعات در این زمینه بر روی ذرت (۱۳)، پنبه (Amalarj and Meshram, 1981) و بادام زمینی (Mehan, 1989) و بادام (۸) صورت گرفته است.

نتایج تحقیقات قاواندی و همکاران (۷) نشان دهنده تفاوت میزان مقاومت ارقام مختلف بادام زمینی نسبت به رشد قارچ آسپرژیلوس فلاووس آفلاتوکسین زا است آنان همچنین با مطالعه میزان تولید آفلاتوکسین B₁ در ارقام مختلف، مشاهده نمودند که میزان تولید آفلاتوکسین در ارقام مختلف بادام زمینی بسیار متفاوت از یکدیگر است. در حالیکه مقاوم ترین رقم $3900 \mu\text{g}/\text{kg}$ آفلاتوکسین تولید می‌نمود میزان تولید آفلاتوکسین در حساس ترین رقم به نسبی و ارتباط معنی داری بین میزان رشد قارچ و تولید آفلاتوکسین وجود دارد.

بورداسپل و همکاران (۶) نیز آلودگی به آفلاتوکسین‌های B₁، B₂، G₁ و G₂ را در ۴۲۴ نمونه بادام زمینی پوست گرفته و پوست دار و پسته بررسی کردند و نشان دادند که بادام زمینی‌های پوست گرفته بیشترین میزان آلودگی را نشان می‌دهند و از پوست بادام زمینی به عنوان سدی مقاوم در برابر نفوذ قارچ نام بردند.

والین و همکاران (۱۳) با زخمی کردن پری‌کارپ (Pericarp) دانه ذرت، تاثیر این لایه را در جلوگیری از نفوذ رشد قارچ *A. flavus*

با به تاخیر انداختن فاز رشدی و کاهش رشد قارچ روی مغز پسته با پوسته سالم در مقایسه با پسته زخمی شده و با توجه به ارتباط و همبستگی نسبی میان رشد قارچ و میزان آفلاتوکسین B₁ تولیدی، وجود پوسته (Testa) باعث کاهش تولید آفلاتوکسین B₁ در پسته سالم در مقایسه با پسته‌های زخمی شده می‌گردد (جدول ۶).

بحث

با توجه به اینکه فرآیند آلودگی به قارچ *A. flavus* و آفلاتوکسین از پیچیدگی بسیار زیادی برخوردار است، به گونه ای که در بسیاری از موارد نابود سازی یا حتی کنترل آلودگی به توکسین، اتخاذ چندین رویکرد و روش مختلف را طلب می‌نماید (۴). لذا انجام فعالیتهای تحقیقاتی در خصوص شناسایی ارقام مقاوم محصولات مختلف به قارچ *A. flavus* و آفلاتوکسین و همچنین مطالعه در زمینه تاثیرات فیزیکیوشیمیایی پوسته مغز پسته در جلوگیری از رشد قارچ و تولید توکسین، میتواند مبنای مناسبی را جهت کنترل آلودگی آفلاتوکسین فراهم نماید.

به این منظور در اکثر نقاط جهان تحقیقات گسترده و وسیعی در جهت شناسایی ارقام مقاوم محصولات زراعی و باغی، به قارچ آسپرژیلوس فلاووس و آفلاتوکسین و بررسی مکانیسمهای مقاومت آنها در حال انجام است که نتایج موفقیت آمیزی نیز از آنها گزارش شده است (۸).

آفلاتوکسین می‌گردد. آسیب دیدگی غلاف‌ها نیز به در دسترس بودن مواد غذایی لازم برای رشد سریع *A. flavus* کمک می‌کند (۴). تحقیقات ردیگر و همکاران (۱۱) نشان دهنده آن است که پوسته دارای کوتیکول‌های سالم نسبت به کلونی سازی *A. flavus* مقاوم است. در هر حال لازم به ذکر است که آسیب دیدگی لایه کوتیکول منجر به کلونی سازی سریع *A. flavus* در پوست سبز میوه می‌شود (۹).

ماهونی و ردیگر (۹) به رغم کلونی سازی سریع *A. flavus* در پوست‌های سبز میوه نتوانستند هیچ تجمع آفلاتوکسینی را در آنها ردیابی کنند. در دانه‌های پسته سالم دارای پوشش بذر نیز کلونی سازی و تولید آفلاتوکسین کم بود. ممکن است لایه کوتیکول تا حدی در مقاومت بذر در برابر کلونیزه شدن نقش داشته باشد.

در طی مراحل انجام این تحقیق نیز به ارزیابی تأثیر پوسته مغز پسته در جلوگیری از رشد قارچ آسپرژیلوس فلاووس و تولید آفلاتوکسین B₁ در ارقام مختلف پرداخته شد. نتایج حاصله از انجام آزمایش‌ها نشان داد که پوسته مغز پسته می‌تواند به عنوان سدی مقاوم در برابر نفوذ قارچ به داخل مغز پسته عمل کرده و حداقل باعث تأخیر در شروع رشد قارچ و بالطبع کاهش تولید آفلاتوکسین در مغز پسته گردد. که این نتایج با نتایج به دست آمده از مطالعات گرادزیل و ونگ (۸) در مورد تأثیر پوشش مغز بادام همخوانی دارد.

به داخل دانه ذرت مورد بررسی قرار دادند و مشاهده کرد که میزان تولید آفلاتوکسین در دانه‌های زخمی به مراتب بیشتر از دانه‌های سالم ذرت می‌باشد و به این ترتیب از لایه آلرون و پریکارپ ذرت به عنوان سدی مهم در برابر نفوذ قارچ *A. flavus* به داخل دانه ذرت نام برد (۱۱).

گرادزیل و وانگ (۸) میزان حساسیت ارقام بادام کالیفرنایی آمریکا را نسبت به رشد قارچ آسپرژیلوس فلاووس آفلاتوکسین زا بررسی کردند و دریافتند که میزان حساسیت ارقام مختلف نسبت به این قارچ بسیار متفاوت است. آنان همچنین با زخمی کردن پوشش مغز بادام، تأثیر این پوشش را در کاهش میزان نفوذ قارچ به درون مغز بادام مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصل از تحقیقات نشان داد که پوشش مغز بادام می‌تواند به عنوان سد مقاومی در برابر نفوذ قارچ به داخل مغز بادام عمل نماید. گرادزیل و وانگ (۸) دریافتند که پوشش مغز تمام وارپته‌های بررسی شده بادام، مقاومت زیادی در برابر کلونی سازی *A. flavus* داشتند. همچنین به نظر می‌رسید که در برخی ارقام زراعی همچون Ne Plus، Ruby و Carrion مقاومت لپه‌ای وجود داشت.

تحقیقات نشان می‌دهد که آسیب دیدگی پوسته روی دانه بر امکان هجوم سریع و مستقیم *A. flavus* به دانه‌های بادام زمینی می‌افزاید که این امر نیز به نوبه خود موجب افزایش احتمال تشکیل

منابع

- ۱- امین شهیدی م. ۱۳۷۵. مطالعه آسپرژیلوس‌های آفلاتوکسین‌زا در پسته‌های آلوده بومی ایران و بررسی توان آفلاتوکسین‌زایی آن‌ها. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشکده علوم، دانشگاه تهران.
- ۲- شرافتی ع. ۱۳۸۷. پسته کاری کاربردی. چاپ اول، تهران، انتشارات سروا. ۱۲۰ صفحه.
- ۳- علامه ع. و رزاقی م. ۱۳۸۰. مایکوتوکسین‌ها. چاپ اول، تهران، انتشارات دانشگاه امام حسین. ۶۷۸ صفحه.
- ۴- علوی ا. ۱۳۸۳. مایکوتوکسین‌ها در کشاورزی و امنیت غذایی. چاپ اول، تهران، انتشارات نشر علوم کشاورزی کاربرد. ۸۷۱ صفحه.
- ۵- محمدی مقدم م. ۱۳۸۶. مطالعه وضعیت آلودگی پسته در ترمینال‌های فرآوری استان سمنان و ارزیابی مقاومت ارقام پسته به قارچ آسپرژیلوس فلاووس و آفلاتوکسین B₁. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. مؤسسه تحقیقات پسته کشور. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی.
- 6- Burdaspal P.A., and Govostidi A. 1986. Data on aflatoxin contamination in peanut and other nuts. *Alimentari* 192,51-53.
- 7- Ghewande M.P., Nagaraj G., Desai S., and Narayan P. 1993. Screening of groundnut bold seeded genotypes for resistance to *Aspergillus flavus* seed colonization and less aflatoxin production. *Seed Science and Technology* 21, 45-51.
- 8- Gradziel T.M., and Wang D. 1994. Susceptibility of california almond cultivars to aflatoxigenic *Aspergillus flavus*. *Hort Science* 29, 33-35.
- 9- Mahoney M.E., and Rodrigues S.B. 1996. Aflatoxin variability in pistachios. *Appl Environ Microbiol* 62:1197.
- 10- RASFF (Rapid Alert Safe Food and Feed) windows. 2010. Gateway to the European Union http://europa.eu.int/comm/food/food/rapidalert/archive_en.htm.
- 11- Rodrigues S.B., Mahoney M.E., Irwing D.W., and King A.D. Jr. 1996. Aflatoxin production in pistachios. Aflatoxin Elimination Workshop. U. S. Department of Agriculture, Fresno, CA.
- 12- Van Plaggenhoef M., Batterink M., and Trienekens J.H. 2002. International trade and food safety: Overview of legislation and standards. www.globalfoodnetwork.org.
- 13- Wallin G.R. 1986. Production of aflatoxin in wounded and whole maize kernels by *Aspergillus flavus*. *Plant Diseases* 10, 429-430.