



وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور

نشریه فنی

افلاتوکسین بادام زمینی
(راهکارهای پیشگیری و کاهش آلودگی)

نگارنده:

محمود هوشیارفرد

۵۵۸۸۱

۱۳۹۸

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور

افلاتوکسین بادام زمینی
(راهکارهای پیشگیری و کاهش آلودگی)

نگارنده:

محمود هوشیار فرد

مخاطبان نشریه فنی: کشاورزان پیشرو، مروجین و کارشناسان ارشد مراکز
آموزشی، پژوهشی و اجرایی وابسته به وزارت جهاد کشاورزی

موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور، نشریه فنی

افلاتوکسین بادام زمینی (راهکارهای پیشگیری و کاهش آلودگی)

نگارنده: محمود هوشیار فرد

ناشر: موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور

سال نشر: ۱۳۹۸

شماره و تاریخ ثبت نشریه: ۵۵۸۸۱ مورخ ۹۸/۴/۲۴

نشانی مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی: تهران، بزرگراه شهید چمران، خیابان

یمن، پلاک ۱ - سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

فهرست مندرجات

۱	پیش گفتار.....
۲	مقدمه.....
۵	جمعیت گونه های آسپرژیلوس بادام زمینی در گیلان.....
۷	راه های کاهش آلودگی افلاتوکسین بادام زمینی.....
۷	الف) اقدامات قبل از برداشت.....
۱۵	ب) اقدامات بعد از برداشت.....
۳۲	منابع مورد استفاده.....

پیش‌گفتار

بادام زمینی بوته علفی یکساله با نام علمی *Arachis hypogaea* L. از خانواده پروانه آسایان می‌باشد. بادام زمینی در ۱۲۰ کشور دنیا در سطح ۲۶/۴ میلیون هکتار و تولید ۳۷/۱ میلیون تن کشت می‌شود. اقلیم های گرم آسیا، آفریقا (نیجریه ۲۷۵۵۶۴۹ تن)، استرالیا، امریکای شمالی و جنوبی، هند (۷۱۵۶۴۴۸ تن) و چین (۱۳۳۳۶۸۶۰ تن) بیش از نیمی از تولید بادام زمینی دنیا را به خود اختصاص داده اند. بادام زمینی چهارمین منبع مهم روغن خوراکی و سومین منبع مهم پروتئین گیاهی در جهان بشمار می‌رود.

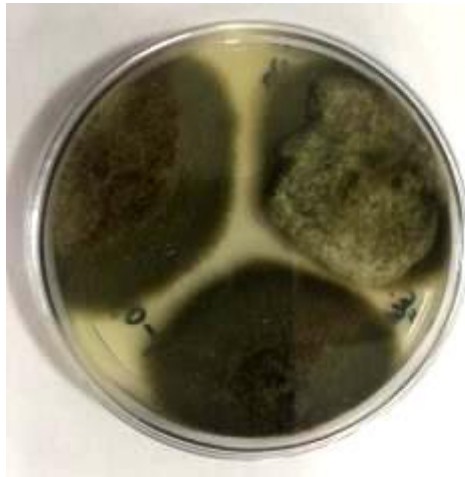
زهرابه های قارچی از زمان های دور با مصرف مواد غذایی همراه بودند، ولی اصطلاح زهرابه قارچی در اوایل سال ۱۹۶۰ میلادی در انگلستان به هنگام مرگ دسته جمعی ۱۰۰۰۰۰ بوقلمون ناشی از نوعی بیماری کبدی توأم با مرگ سایر پرندگان مزرعه عنوان شد. دانشمندان ابتدا این بیماری عجیب را بنام بیماری ایکس (ناشناخته) بوقلمون نامیدند. بالاخره، دانسته شد که خوراک پرندگان از آرد بادام زمینی آلوده به متابولیت های ثانویه قارچ *Aspergillus flavus* تهیه و مورد تغذیه قرار گرفته بود. این متابولیت های ثانویه خانواده ای از ترکیبات سمی بنام افلاتوکسین ها را بوجود آوردند. اکنون،

صدها ترکیب بعنوان زهرابه های قارچی شناخته شده اند که فقط تعداد کمی از آنها از نظر تهدید سلامت انسان و دام مورد توجه واقع شده اند.

مقدمه

افلاتوکسین ها نوعاً ترکیباتی سمی، سرطان زا و جهش زا در انسان و دام هستند که توسط قارچ های کپک و عمدتاً توسط قارچ *A. flavus* در بادام زمینی تولید می شوند (شکل ۱). آلودگی افلاتوکسین یکی از جدی ترین مشکلات سلامت غذایی در سراسر جهان بشمار می رود. آلودگی محصولات به افلاتوکسین در کشورهای در حال توسعه علاوه بر خسارت اقتصادی دارای اثرات ناهنجاری بر سلامت انسان است. آلودگی افلاتوکسین در قاره افریقا که عمدتاً بادام زمینی کشت و مصرف می شود، مشکلات عمده ای را در سلامت جامعه از قبیل سرطان کبد، مهار سامانه ایمنی بدن، کاهش رشد نمو، سرطان و مرگ بوجود آورده است. آلودگی محصولات کشاورزی به افلاتوکسین ها غالباً در مقادیر نانوگرم می باشد. اگرچه این مقدار در آلودگی های شدید به ده ها تا صدها نانوگرم/گرم برسد. افلاتوکسین ها می توانند بعلت تغذیه دام از خوراک آلوده از طریق گوشت یا سایر محصولات دامی مانند تخم مرغ، شیر و پنیر وارد زنجیره غذایی انسان شوند. مصرف

بادام زمینی آلوده به افلاتوکسین باعث بیماری های خطرناکی مانند سرطان کبد و کلیه و تشکیل جنین ناقص در انسان و دام می گردد. آلودگی بادام زمینی موجود در بازار به افلاتوکسین بین صفر تا ۱۰۰ درصد متغیر است. بیش از ۲۰ نوع افلاتوکسین وجود دارد و لیکن، چهار نوع اصلی آن شامل G1، B2، B1 و G2 می باشند.



شکل ۱- رشد قارچ *Aspergillus flavus* در شرایط آزمایشگاه

احتمال آلودگی آفلاتوکسین در هر مرحله از زنجیره تولید بادام زمینی وجود دارد. شرایط محصول در زمان برداشت، روش برداشت، جابجایی محصول، نگهداری و روش فرآوری از عوامل موثر در آلودگی افلاتوکسین بادام زمینی هستند. میزان

آلودگی و غلظت های بالای افلاتوکسین در مرحله قبل از کاشت و پس از برداشت بادام زمینی در کشور، دانسته شده است. همچنین، در بررسی آلودگی بادام زمینی بعد از برداشت به افلاتوکسین ها در انبارهای فرآوری بادام زمینی در استان گیلان معلوم شد که بیش از ۵۰ درصد نمونه ها آلوده به افلاتوکسین های B₁ و B₂ بودند. بررسی نمونه های بادام زمینی گیلان نشان داد که، بطور متوسط ۳۶/۹ درصد از نمونه های بادام زمینی آلوده به قارچ *A. flavus* بودند (شکل ۲). ولی میزان افلاتوکسین در محدوده قابل قبولی از مصرف قرار داشت. حد مجاز افلاتوکسین B₁ و B₂ و افلاتوکسین کل در بیشترکشورها و ایران به ترتیب برابر پنج و پانزده قسمت در بلیون است (۵ ppb و ۱۵ ppb). گزارشاتی در باره مقادیر بین ۲۰ تا ۱۵۰۰ قسمت در بلیون افلاتوکسین (۱۵۰۰-۲۰ ppb) در بادام زمینی، وجود دارد. این میزان افلاتوکسین در بادام زمینی بیانگر آلودگی شدید و خطرناک این محصول است.



شکل ۲- آلودگی دانه بادام زمینی به قارچ آسپرژیلوس

جمعیت گونه های آسپرژیلوس بادام زمینی

قارچ های *A. parasiticus* (۵۸/۶ درصد) و *A. flavus* دو گونه غالب مزارع بادام زمینی گیلان هستند. اگر چه قارچ *A. parasiticus* گونه غالب در خاک مزارع بادام زمینی گیلان می باشد ولیکن، میانگین فراوانی گونه *A. flavus* جداسازی شده از دانه بادام زمینی در آستانه اشرفیه (۶۱/۴ درصد) بیشتر از *A. parasiticus* (۳۸/۴ درصد) می باشد. البته جداسازی قارچ *A. flavus* از دانه بادام زمینی ضرورتاً، شاخص آلودگی افلاتوکسین دانه نیست. زیرا دانسته شد که، برخی جدایه های قارچ

A. flavus بادام زمینی قادر به تولید افلاتوکسین نبوده و یا مقادیر اندک افلاتوکسین تولید می کنند. بطوری که، طی دوره تشکیل میوه بین ۶۰ تا ۷۳ درصد جدایه های *A. flavus* بادام زمینی، قادر به تولید افلاتوکسین بودند. نکته قابل توجه این که، اگرچه کشت و کار بادام زمینی در آستانه اشرفیه قدمت زیادی دارد و لیکن، جمعیت آسپرژیلوس های متعلق به section Flavi در خاک مزارع بادام زمینی گیلان پایین (۱۸۸-۱۳۹) واحد تشکیل دهنده کلونی در هر گرم خاک) است. این مسئله بیان می دارد که، تاثیر آلودگی خاک بر شدت آلودگی بادام زمینی اندک است. همچنین، نمونه برداری از نواحی کشت بادام زمینی گیلان نشان داد که، جمعیت آسپرژیلوس ها در فرا ریشه بادام زمینی در مزارع بادام زمینی روستاهای کشل آزاد محله و استخر بیجار، کمترین تعداد را دارد. عموماً، علل پایین بودن میزان آلودگی دانه بادام زمینی ناشی از گونه های مولد افلاتوکسین در شهرستان آستانه اشرفیه: عدم وجود تنش خشکی در پایان فصل رویشی محصول، پایین بودن خسارت آفات خاکزی و کاهش دمای خاک بدلیل وقوع بارندگی های کافی بود. زیرا، بالا بودن دمای خاک و کم آبی در مرحله گلدهی و دانه بندی پيله (podfilling) علل اصلی آلودگی افلاتوکسین دانه بشمار می روند. همچنین، خسارت پيله توسط آفات، بیماری ها و

بارندگی بعد از یک دوره خشکی (کم آبی) و یا بعد از برداشت، شرایط را برای آلودگی قارچی دانه فراهم می سازد. بعبارت دیگر، آلودگی بادام زمینی تحت شرایط اقلیمی استان گیلان عمدتاً مربوط به چگونگی اقدامات مراحل برداشت، پس از برداشت و انبارداری می باشد. قارچ های انباری مانند آسپرژیلوس و پنی سیلیوم برای فعالیت به رطوبت نسبی حداقل ۶۵ درصد نیاز دارند که برابر رطوبت دانه ۱۳ درصد است. این قارچها در دماهای بین ۴۰-۱۰ درجه سانتی گراد رشد می کنند.

راه های کاهش آلودگی افلاتوکسین بادام زمینی

آلودگی افلاتوکسین بادام زمینی تنها به انبار محدود نمی شود بلکه، امکان آلودگی افلاتوکسین در همه مراحل کاشت، داشت و برداشت، خشک کردن، انبار و حمل و نقل محصول بادام زمینی وجود دارد. در راستای اتخاذ تمهیدات لازم در جهت پیشگیری از رشد قارچ های کپک و کاهش افلاتوکسین، که نوعاً مصرف آجیلی دارد، موارد زیر توصیه می شوند:

الف) اقدامات قبل از برداشت:

با توجه به این که تکثیر قارچ *A. flavus* که در انبار باعث آلودگی پيله (یا دانه) بادام زمینی می شود غالباً نتیجه الودگی

آنها در مزرعه می باشد. لذا کاهش خطر آلودگی به افلاتوکسین قبل از برداشت روش موثر و اقتصادی در کنترل افلاتوکسین بادام زمینی است.

۱- جمع آوری بوته های باقیمانده در زمین: بقایای بادام زمینی در زمین هایی که سال قبل زیر کشت بادام زمینی بودند، دارای مقدار زیادی قارچ های آسپرژیلوس است که می تواند باعث آلودگی محصول سال آینده شود (معمولاً نباید بیش از سه سال متوالی در یک مزرعه، بادام زمینی کشت کرد).

۲- انتخاب بذر سالم: بذرهای بادام زمینی باید اندازه یکسان، خلوص بیش از ۹۶ درصد و جوانه زنی بالای ۹۵ درصد داشته باشند. بذرهای دارای قوه نامیه پایین و بذر های آلوده به قارچ *A. flavus* ناشی از انبارداری نامناسب باعث افزایش بیماری پوسیدگی بذر داخل خاک و بدسبزی مزرعه می شود (شکل ۳).



شکل ۳- بذره‌های شکسته، چروکیده و کپک زده بادام زمینی که برای کاشت مناسب نیستند

۳-انتخاب زمین مناسب: بهترین زمین برای کاشت بادام زمینی، زمین های شنی و لوم-شنی با زهکش مناسب است. خاک هایی که میزان رس خاک سطحی آن بیش از ۲۰ درصد باشد، مناسب نیستند. آلودگی افلاتوکسین در خاک های شنی بیشتر از خاکهای لومی است. زیرا، خاک های لومی رطوبت بیشتری را حفظ کرده و باعث کاهش تنش رطوبت در محصول و جلوگیری از آلودگی قارچ *A. flavus* می شوند.

۴-آماده سازی مناسب زمین: بهتر است که آماده سازی زمین (شخم اولیه) از ۲-۳ ماه قبل از کاشت آغاز گردد. خاک باید حداقل تا عمق ۱۵ سانتی متری خوب شخم زده شود. البته، نباید با دیسک (دو دیسک عمود بر هم کافی است) یا روتیواتور زدن های پشت سرهم خاک را مثل پودر نرم و دانه ریز کرد. زیرا، خاک در چنین شرایطی بر اثر بارندگی سنگین دچار فرسایش آبی و شستشو می شود. شخم و دیسک های متوالی بدلیل این که، خاک مزرعه را نرم و کلوخه ها را خرد

کند میزان کوبیده شدن و سفت شدن خاک مزرعه را زیاد می کند. این حالت باعث خواهد شد تا به هنگام برداشت دستی محصول، کندن بوته ها از خاک دشوار گردد. باید توجه داشت که، باقی ماندن کلوخه های کوچک در زمین پس از دیسک زدن یا استفاده از روتیواتور، مشکلی را بوجود نخواهد آورد (شکل ۴).



شکل ۴- آماده سازی زمین کاشت

بادام زمینی ممکن است در زمین هموار و یا بصورت جوی و پشته بر روی پشته هایی با پهنای مناسب بصورت یک یا دو ردیفه کشت شود. در صورتی که زمین مسطح بوده و یا مشکل زهکش داشته باشد، بایستی بادام زمینی روی پشته هایی با ارتفاع ۲۰-۱۵ سانتی متری کاشته شود.

۵- کاشت رقم متحمل: در ارقام بادام زمینی حساس به تنش آبی آلودگی به قارچ *A. flavus* و افلاتوکسین بالاتر از ارقام

متحمل است. رقم ICGV 91114 و لاین های اصلاحی ICGV 07219، ICGV 07262 و ICGV 07268 متحمل به خشکی هستند.

۶-عدم تاخیر در زمان کاشت: دمای خاک، رطوبت خاک، نوع رقم، شرایط خاک و روش زراعت (دیم یا آبی) در تعیین زمان کاشت مهم است. تاخیر در کاشت و مصادف شدن دوره بلوغ و رسیدن پيله ها با وقوع خشکی یا کم آبی در آخر فصل باعث افزایش آلودگی به افلاتوکسین (تا پنج برابر) نسبت به کاشت بموقع می شود.

۷- تراکم مناسب بوته: فاصله بین دو ردیف کاشت در ارقام ایستاده (bunch types)، ۳۰-۴۰ سانتیمتر و در ارقام رونده (spreading types) ۴۰-۶۰ سانتیمتر توصیه می شود. همچنین، فاصله بین بوته ها روی ردیف برای ارقام ایستاده و رونده به ترتیب ۱۵ و ۲۰ سانتی متر، مناسب تر است.

۸- پرهیز از تک کشتی: سیستم های زراعی روی آلودگی افلاتوکسین تاثیر دارند. کاشت بادام زمینی بعد از دوره آیش یا در تناوب با برخی محصولات باعث کاهش میزان آلودگی افلاتوکسین محصول می شود. بررسی ها نشان داد که، میزان آلودگی افلاتوکسین بادام زمینی در روش تک کشتی دو برابر کشت مخلوط است. ضمناً، کاشت بادام زمینی در زمین های با

سابقه کاشت ذرت و لگوم های دیگر باعث افزایش آلودگی افلاتوکسین می گردد. کشت مخلوط بادام زمینی با هیبرید بین گونه سیر و پیاز (*Allium sativum* L.× *Allium cepa*) باعث کاهش جمعیت *A. flavus* در خاک و در نتیجه کاهش آلودگی افلاتوکسین محصول می شود (سه ردیف بادام زمینی: یک ردیف هیبرید بین گونه ای سیر و پیاز).

۹-کنترل علف هرز: علفهای هرز به علت افزایش میزان رطوبت زیر بوته ها می توانند شرایط مساعدی را برای رشد و فعالیت عوامل بیماریزا به خصوص قارچها به وجود آورند (شکل ۵). همچنین، علفهای هرز پناهگاهی مناسب برای آفات پیله خوار بشمار می روند.



شکل ۵-مزرعه بادام زمینی عاری از علفهای هرز

۱۰- مصرف کود دامی: افزودن کود دامی پوسیده به خاک علاوه بر افزایش ماده آلی خاک باعث افزایش فعالیت

میکروارگانسیم های مفید خاک و کاهش جمعیت *A. flavus* و آلودگی افلاتوکسین می شود. به طوری که، مصرف ۲/۵-۵ تن کود دامی در هکتار ۳-۴ هفته قبل از کاشت، باعث کاهش بیش از ۴۰ درصد آلودگی افلاتوکسین می شود.

۱۱- آبیاری مناسب: بادام زمینی به آب فراوان نیاز دارد. بادام زمینی در شرایط کشت دیم و در ماه های گرم و کم باران (خصوصاً طی ۳۰-۵۰ روز قبل از برداشت) یا زمان گرده افشانی تا دو هفته قبل از رسیدگی دانه به کمبود رطوبت حساس است. بایستی مزرعه بطور صحیح و یکنواخت آبیاری گردد. آبیاری سبک و تدریجی در مراحل رشد بذر و تشکیل پپله توصیه می شود. این مسئله می تواند علاوه بر افزایش درآمد بادام زمینی کاران، آلودگی بادام زمینی به افلاتوکسین را نیز کاهش دهد. تنش رطوبتی بوته ها قبل از زمان برداشت محصول باعث افزایش خطر آلودگی افلاتوکسین می شود. لذا، آبیاری خطر آلودگی بادام زمینی به افلاتوکسین را قبل از برداشت کاهش خواهد داد. با این وجود، اگر بوته های بادام زمینی درست قبل از رسیدن محصول دچار تنش آبی شوند، قارچ *A. flavus* به پپله ها حمله می کند. آلودگی پپله ها و دانه بادام زمینی به قارچ *A. flavus* خصوصاً در شرایط خشکی خاک، اتفاق می افتد. دمای بالا و تنش خشکی باعث بروز

آلودگی های بالا در مزرعه بادام زمینی می شود. آلودگی افلاتوکسین دانه ها (محصول) این بوته ها بعد از برداشت بدلیل رشد قارچ در سطح دانه و حتی آلودگی قسمت های داخلی دانه، بیشتر می گردد.

۱۲- مصرف گچ کشاورزی: باید کلسیم خاک در منطقه تشکیل پيله و زمان دانه بندی پيله (پر شدن پيله) کافی باشد. خاک های دارای کمبود کلسیم بدلیل ایجاد شرایط مطلوب برای رشد قارچ *A. flavus*، خطر آلودگی افلاتوکسین بادام زمینی را افزایش می دهند. لذا، افزودن گچ بمیزان ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار در زمان اوج گلدهی به کاهش آلودگی افلاتوکسین بادام زمینی کمک می نماید.

۱۳- استفاده از خاکپوش (مالچ): در کشاورزی حفاظتی (conservation agriculture) سطح خاک مزرعه بادام زمینی در روی ردیف ها یا بین ردیف ها با ورقه های پلاستیکی شفاف به ضخامت هفت میکرومتر (۰/۰۰۷ میلی متر) و بقایای گیاهی گندم یا ذرت (کاه و کلش و بقایای ساقه) پوشانده شد می شود. استفاده از خاکپوش کاه و کلش پس از چهل روز از کاشت، در کاهش آلودگی افلاتوکسین موثر است.

۱۴- تقویت میکروبی خاک: استفاده از ترکیب بیولوژیک تریکودرمین-ب (مقدار یک کیلوگرم/هکتار) و کود دامی

پوسیده (۵۰ کیلوگرم/هکتار) بصورت مخلوط با خاک در زمان کاشت به کاهش جمعیت *A. flavus* و آلودگی افلاتوکسین، کمک می کند.

۱۵- خارج کردن بوته های پژمرده شده قبل از برداشت محصول از مزرعه

۱۶- کنترل آفات خاکزی: کنترل آفات خاکزی پيله خوار و بذر خوار بادام زمینی با استفاده از حشره کشتهای شیمیایی باعث کاهش خسارت پيله و دانه و کاهش خطر آلودگی افلاتوکسین می شود (شکل ۶).



شکل ۶- کرم های پيله خوار بادام زمینی (گونه *Holotrichia* sp.)

ب) اقدامات بعد از برداشت:

ارقام بادام زمینی که دارای اسید اوئیک (نوعی اسید چرب) بالاتری هستند، به آلودگی افلاتوکسین حساس ترند. از طرف

دیگر، میزان آلودگی دانه بادام زمینی به قارچهای مولد افلاتوکسین مانند گونه *A. flavus* تحت تأثیر رطوبت دانه بوده که خود آن متأثر از رطوبت پيله ها بعد از برداشت و نیز رطوبت نسبی انبار در زمان نگهداری است. لذا، تسريع در خشک کردن پيله ها یکی از راهکارهای مناسب در کاهش میزان آلودگی افلاتوکسین بادام زمینی است. (شکل ۷). خشک کردن صحیح و بموقع پيله های بادام زمینی چالش بزرگ در تولید سالم این محصول خصوصاً در مناطق شمال کشور است. لذا، توجه به زمان برداشت محصول و خشک کردن بلافاصله بعد از برداشت اهمیت دارد.



شکل ۷- پيله های نارس و رسیده بادام زمینی

۱- خشک کردن مناسب بوته ها: خارج کردن بوته ها از خاک و وارونه قراردادن آنها در کنار یکدیگر بمدت ۲-۳ روز،

پیشنهاد می شود. در این روش بوته ها سریعتر خشک می شوند (شکل ۸). بایستی رطوبت پيله هایی که زیر آفتاب خشک می شوند در این مدت به ۱۲-۱۰ درصد، برسد.

۲- پيله کنی بلافاصله بعد از خشک کردن بوته ها: در استان گیلان و بسیاری از مناطق بادامکاری کشور کارگران بلافاصله بعد از خارج کردن بوته های بادام زمینی از خاک، پيله ها را در مزرعه از بوته ها جدا می کنند (شکل های ۹ و ۱۰).



شکل ۸- دو روش آفتابدهی (خشک کردن) بوته ها پس از برداشت: بوته ها را سر و ته کنار هم می چینند (راست)، بوته ها را با فاصله از هم و رو به پایین کنار هم می چینند (چپ)



شکل ۹- کندن بوته های بادام زمینی توسط کارگران



شکل ۱۰- پیله کنی به روش سنتی توسط کارگر

پیله کنی با دست، به ۲۰-۳۰ کارگر (کارگر/ روز) برای محصول یک مزرعه ۲/۵ هکتاری نیاز دارد.

۳- خشک کردن پیله ها بمدت ۴-۳ روز در زیر آفتاب:
در این شرایط بایستی رطوبت دانه در پیله های خوب خشک شده به کمتر از ۱۰ درصد برسد (۱۱).



شکل ۱۱- شکل ظاهری پیله کاملاً رسیده و خشک بادام زمینی

برای تشخیص ساده (تجربی) رطوبت ایمن دانه داخل پيله می توان از نشانه هایی مانند صدای جفجغه به هنگام تکان دادن پيله ها و سهولت جدا شدن پوست از دانه به هنگام فشردن دانه بين دو انگشت، استفاده کرد. البته، خشک کردن بادام زمینی در زیر آفتاب، باعث کاهش قدرت جوانه زنی بذرها می شود. باید توجه داشت که، رها کردن بوته ها در مزرعه برای خشک شدن پيله ها تا رطوبت ۱۳ درصد و احتمال بارندگی و خیس شدن مجدد بوته ها، خطر آلودگی افلاتوکسین را افزایش می دهد.

۴- پرهیز از خشک کردن پيله ها روی زمین: بهتر است پيله های روی ورقه های ضدآب پلی استر (tarpaulin sheets) که روی زمین پهن شده، خشک گردد (شکل ۱۲).



شکل ۱۲- خشک کردن پيله ها در زیر آفتاب روی پارچه پلی استری ضد آب

۵- جدا کردن پيله های رسیده از خاک و بقایای گیاهی:

پاک کردن خاک از روی پيله ها قبل از خشک کردن آنها، حذف پيله های (یا دانه ها) نارس از پيله های رسیده (سورت کردن)، جلوگیری از قرار گرفتن پيله ها در سطح زمین و تماس طولانی با خاک بعد از برداشت، خطر آلودگی به افلاتوکسین را کاهش می دهد (شکل ۱۳).



شکل ۱۳-سورت کردن بادام زمینی توسط کارگران

۶- خشک کردن سریع پيله ها: دانه رسیده بادام زمینی

حدود ۲۵ درصد رطوبت دارد (شکل ۱۴). لذا، بایستی پس از برداشت سریعاً خشک تا رطوبت آنها به هفت درصد برسد. در این رابطه، خشک کردن در هوای آزاد توصیه نمی شود (شکل ۱۵). لذا، بهتر است که از دستگاه خشک کن برای تسریع در خشک کردن پيله تر، استفاده کرد.



شکل ۱۶- پیله های بادام زمینی با رطوبت بالا بعد از برداشت



شکل ۱۵- خشک کردن نامناسب بعد از برداشت بدلیل شرایط بارانی و ابری هوا باعث کپک زدگی پیله و آلودگی دانه بادام زمینی می شود

برای تعیین رطوبت مناسب بذر برای انبارداری ابتدا، یک قاشق چایخوری نمک خشک و مقداری بادام زمینی با پوست داخل یک بطری پلاستیکی خشک و تمیز ریخته و درب بطری بسته می شود. سپس، بطری بمدت سی دقیقه در زیر آفتاب گذاشته می شود. اگر رطوبت در جداره داخلی بطری مشاهده گردد، رطوبت دانه ها مناسب برای نگهداری در انبار نبوده و باید

بیشتر خشک شوند. توجه داشته باشید که، رطوبت پيله ها در زمان انبارداری بایستی بین ۷-۸ درصد باشد.

۷- نگهداری بادام زمینی بذری داخل پوست: بهتر است

بذرهای مورد نیاز کاشت سال آینده، داخل پيله ها نگهداری شوند. پوست گیری قبل از انتقال توده های بذری به انبار، قدرت زنده مانی بذر را کاهش می دهد. بعلاوه، دانه های خارج شده از پوست، برای موشها جذابیت بیشتری داشته و به آسانی توسط حشرات و قارچها، آلوده می شوند. قبل از انبارداری باید پيله های (یا دانه ها) صدمه دیده و شکسته، تغییر رنگ داده، پوسیده، نارس و جوانه زده یا سایر بقایای گیاهی و خاک از داخل توده برداشت شده، حذف گردد (شکل ۱۶). زیرا، بیشترین مقدار افلاتوکسین در پيله ها و دانه های ریز، لک دار، چروکیده و آفت زده بادام زمینی است.



شکل ۱۶- دانه های چروکیده بادام زمینی

۸- استفاده از کیسه مناسب: بادام زمینی غالباً در انبار به شکل پیله نگهداری می شود و این امکان برای خرده زارعین وجود ندارد که، شرایط استاندارد و بسیار کیفی را در انبار فراهم سازند. نگهداری بادام زمینی (با پیله یا بدون پیله) درون کیسه های پلاستیکی و در انبارهایی با رطوبت بیش از ۷۰ درصد، توصیه نمی شود. نوع کیسه در حفظ کیفیت محصول انباری مهم است. پیله ها باید در کیسه های گونی با لایه پلاستیکی در اتاق های دارای تهویه مناسب و پاکسازی شده از جوندگان نگهداری شوند. کیسه های سه لایه مخصوص بنام hermetic triple layer و گونی های چتائی برای نگهداری بادام زمینی مناسب هستند (شکل ۱۷).



شکل ۱۷- نگهداری بادام زمینی در کیسه کنفی (راست) و کیسه سه لایه مخصوص (چپ)

می توان بادام زمینی را در گلدان های سفالی و کیسه های پلی پروپیلن با جداره متخلخل داخلی کاغذی نیز نگهداری کرد. در برخی کشورهای آسیایی، پیله های خوب خشک شده در گلدان هایی سفالی به ظرفیت ۲۵-۲۰ کیلوگرمی که با برگهای خشک موز پوشانده شده، نگهداری می شود. قسمت بالای ظروف با لایه نازک (یک سانتیمتر) دانه برنج پر می شود و سپس با گل مسدود می شود. این نوع نگهداری در برابر آفات بدون این که قوه نامیه بذور کاهش یابد، موثر است. نگهداری بذور بادام زمینی به همراه برگهای خشک چریش (حدود ۵۰۰ گرم برای هر ۱۰ کیلوگرم بذر) در هر ظرف درب دار، می تواند علیه برخی آفات موثر باشد. پیله های بذری باید قبل از کیسه گیری، با استفاده از قارچ کش تیرام چهار درهزار (۴ گرم/کیلوگرم پیله)، ضدعفونی شوند.

۹- پرهیز از کیسه های دو بار مصرف برای نگهداری بادام زمینی: کشاورزان نباید محصول خود را داخل کیسه هایی که قبلاً با برنج، لوبیا و سایر محصولات پر شده بودند، نگهداری نمایند. این کیسه های دوبار مصرف، احتمال آلودگی افلاتوکسین را در بادام زمینی افزایش می دهد (شکل ۱۸).



شکل ۱۸- کپک زدگی بادام زمینی بدلیل نگهداری داخل کیسه نایلونی و انبارداری نامناسب

۱۰- ضدعفونی انبار بذر: ضدعفونی انبار قبل و بعد از انبار کردن بادام زمینی با استفاده از فسفید آلومینیوم Blanket 56% (فسفین) به میزان ۳-۵ گرم/مترمکعب فضای بسته، توصیه می‌شود.

۱۱- استفاده از انبار مناسب: رطوبت مناسب انبار برای حفظ کیفیت بادام زمینی و جلوگیری از رشد کپک‌ها حدود ۶۵-۵۵ درصد است. بادام زمینی باید در انبارهای تمیز، خشک و دارای تهویه در فاصله حداقل ۵۰ سانتی متر از دیوارها و کف انبار که ورود گرد و غبار، حشرات، پرندگان و جوندگان امکان پذیر نباشد، نگهداری شوند. در انبارداری طولانی مدت بادام زمینی،

بایستی بین گونی ها فاصله باشد و آفات انباری کنترل شوند. خسارت آفات به پيله و دانه بادام زمینی باعث ازدیاد رشد قارچ های انباری می گردد (شکل ۲۰).



شکل ۲۰- خسارت آفات انباری سوسک *Caryedon serratus* و *Trogoderma granarium* به دانه های بادام زمینی

۱۲- انتخاب مکان مناسب انبار: نگهداری توده بذری بادام زمینی بیش از شش ماه در شرایط رطوبت و دمای بالای انبار، باعث کاهش جوانه زنی بذرها می شود. لذا، بهتر است بادام زمینی بذری در جاهای خنک تر، نگهداری شود. زیرا، میزان میانگین کاهش جوانه زنی بذر بادام زمینی طی یک هفته نگهداری در نواحی خنک تر و گرمتر به ترتیب برابر ۱۵/۰ و ۲٪ است.

۱۳- انبارداری مناسب: کیسه‌های بادام‌زمینی نباید روی کف سیمانی انبار قرار گیرند و یا با دیوار انبار تماس داشته باشند. کیسه‌ها باید روی پالت‌های چوبی چیده شوند (حداکثر ۱۰-۸ کیسه روی هم چیده شود). (شکل ۹). اگر پیله‌ها بخوبی خشک نشوند و رطوبت دانه به کمتر از ۱۲ درصد نرسد، گرما و رطوبت تولید شده در داخل کیسه‌های رویهم چیده شده، آلودگی به افلاتوکسین را افزایش می‌دهد. هر رقم بادام‌زمینی باید به‌طور جداگانه در انبار نگهداری شود. زیرا، زمان کاشت و برداشت و اندازه پیله، رنگ و مزه دانه در ارقام گوناگون متفاوت است.



شکل ۲۱- نگهداری بلند مدت کیسه‌ها در انبار

۱۴- کنترل شیمیایی آفات انباری: کنترل آفات انباری پیله‌های بذری از طریق پاشیدن ماده حشره‌کش ارگانوفسفره

پیریموفوس-متیل (Actellic %50 EC)، متیل پراتیون 2 DP
یک درصد و فن والریت 1% @ 0.4 DP بر روی پیله‌های
بذری قبل از کیسه‌گیری توصیه می‌گردد (شکل ۲۲).



شکل ۲۲-سمپاشی حشره کش‌های متیل پراتیون یا فن والریت (یک درصد)
روی پیله‌های بذری در انبار

حشره کش اکتیلیک تماسی-گوارشی و تدخینی است و
متابولیسمی در گیاه و انسان ندارد. البته سمپاشی بیرون کیسه
های بذری با استفاده از حشره کش‌های شیمیایی دلتامترین
SC 2.5 یا مالاتیون EC 50 در غلظت نیم در هزار باعث
حفاظت کوتاه مدت توده انباری داخل کیسه در برابر آفات
انباری می‌شود (زیرا نهایتاً حشرات داخل کیسه‌ها می‌شوند).

۱۵- کنترل آفات انباری با مصرف حشره کش میکروبی:

کنترل آفات انباری با استفاده از حشره کش میکروبی اسپینوزاد (نام تجاری تریسر 24% SC، Tracer®) با غلظت ۰/۱-۰/۳ در هزار (۰/۱-۰/۳ میلی لیتر/یک لیتر آب) یا در محیط باز به میزان یک گرم ماده مؤثره در مترمربع (۱۵-۱۰ روز قبل از آوردن محصول به انبار) موثر است. برای اینکه حشره کش به صورت یکنواخت روی پيله (یا دانه‌های) با دام‌زمینی پخش شود از روغن سیتوت که دارای امولسیفایر، پخش کننده و مرطوب کننده استفاده می‌گردد.

۱۶- کنترل آفات انباری با مصرف ترکیبات گیاهی: روغن

اسانس‌ها دارای سمیت پایین برای جانوران خونگرم و سمیت بالا برای آفات حشره‌ای انباری هستند. ترکیبات طبیعی تجاری روغن‌های گیاهی از قبیل روغن چریش (غلظت ۵ درصد، حجم/وزن)، روغن اکالیپتوس (غلظت ۱۰ درصد، حجم/وزن)، روغن کرچک (۱۰ درصد) و روغن باقلای هندی (درختی از خانواده لگومینوز)، سیرینول (امولسیون سیر) با غلظت ۱۰ درصد و عصاره‌های خرزهره *Nerium oleander*، اسطوخودس *Lavandula officinalis* و آنغوزه *Ferula assafoetida* و زنجبیل دارای اثرات دورکنندگی و ضد

تغذیه ای آفات و نیز قارچ کشی مؤثری علیه *A. flavus* هستند.

۱۷- استفاده از اسیدهای آلی با وزن مولکولی کم:

اسیدهای آلی مانند پروپیونیک اسید، فرمیک اسید و نمکهای آنها تاثیر زیادی در کاهش آلودگی قارچ *A. flavus* دارند.

۱۸- کاهش آلودگی افلاتوکسین با مصرف ترکیبات

گیاهی: استفاده از روغن اسانس دارچین یا میخک صد پر (*Syzygium aromaticum*) حاوی آلدهاید سینامیک و ماده فنیل پروپانوییدی بنام ائوژنول (eugenol)، در کاهش میزان آلودگی افلاتوکسین بادام زمینی مؤثر بوده است. کنترل آلودگی افلاتوکسین با استفاده از ماده ضد قارچی Methyleugenol (۱٪): (4-allyl 1,2 dimethoxybenzene) بازدارنده رشد قارچ *A. flavus* و تولید افلاتوکسین های B1 و B2 روی دانه و پيله، امکان پذیر است.

توجه: Methyl eugenol یک مایع روغنی زرد یا بی رنگ قابل حل در آب، اتر و کلروفرم است که در ژله ها و نوشابه های غیرالکلی، آدامس، آبنبات، بستنی و ... به عنوان طعم دهنده در مقادیر ۰/۳-۰/۰۲ درصد استفاده می شود.

۱۹- افزودن ۲۰ گرم پوست پرتقال (یا لیمو لایم) یا ۵ گرم برگ چریش به ازای ۱۰۰ گرم دانه بادام زمینی (شکل ۲۳)،

مخلوط کردن برگ های خشک شده گیاه شاه پسند، پودر دانه چریش یا پودر فلفل سیاه (۰/۲۵ درصد) با پيله ها به کاهش خسارت آفات انباری کمک می نماید.



شکل ۲۳-مخلوط کردن برگ چریش داخل کیسه بذر

۲۰- استفاده از خاکستر پوسته برنج (rice husk ash) که حاصل سوزاندن شلتوک برنج در دمای ۶۰۰-۷۰۰ درجه سانتیگراد به مدت دو ساعت است (این ماده حاوی دی اکسید سیلیسیم غیر بلوری است) باعث کاهش آلودگی آفات انباری شده است.

۲۱- استفاده از گردهای خنثی (inert dusts): پودر کائولین به میزان ۰.۸٪ (وزن/وزن) و خاک دیاتومه به میزان

۰/۵ درصد به صورت مخلوط با دانه (یا پیله) تا مدت چهارماه توده انباری را در برابر آفات حفظ می‌کند.

۲۴- کنترل میکروبی آفات با استفاده از باکتری B.t.: باکتری B.t. یک باکتری گرم مثبت، اسپورزا و خاکزی می‌باشد. باکتری تأثیر قابل توجهی بر روی لارو و حشره کامل آفت دارد. مخلوط کردن پودر B.t (مخلوط با شن ریز، نسبت ۱:۲۵) با پیله های بذری در کاهش خسارت آفات انباری مؤثر بوده است.

۲۲- درجه حرارت تجزیه افلاتوکسین B₁ برابر با ۲۶۹ و افلاتوکسین G₁ برابر ۲۴۶ درجه سانتی گراد است. درجه حرارت برشته کردن بادام زمینی در کارگاه های سنتی، بسیار پایین تر از این میزان بوده و تأثیری بر کاهش میزان آلودگی بادام زمینی ندارد.

۲۳- هنگام برشته کردن، دانه های بادام زمینی که پوست و گوشت تیره تر دارند از بقیه جدا شوند. دانه های شکسته بعد از برشته کردن نبایستی درون کیسه های پلاستیکی نگهداری شوند، زیرا یقیناً در طول زمان آلوده به افلاتوکسین خواهند شد.

فهرست منابع

- ۱- خمیری، م.، ی. مقصودلو، ک. لاوا، ف. ولی یار، س. حسنی. ۱۳۸۷. بررسی آلودگی نمونه های بادام زمینی جمع آوری شده از استان های شمالی ایران به کپک *A. flavus* و افلاتوکسین آن. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۵(۱): ۷۷-۸۵.
- ۲- میرحسینی مقدم، س.ع.، و ج. طیبی. ۱۳۸۲. بررسی امکان آلودگی بادام زمینی به افلاتوکسین های G1، B2، B1 و G2 بعد از برداشت. خلاصه مقالات چهاردهمین کنگره ملی صنایع غذایی کشور-تهران، ص. ۱۰۰.
- ۳- پورعبداله، ش.، و ج. ارشاد. ۱۳۷۴. بررسی میکوفلور بذر بادام زمینی. پایان نامه کارشناسی ارشدغ دانشگاه تربیت مدرس، ۷۹ ص.
- ۴- داورزنی، س. ۱۳۹۲. کاربرد سیستم تجزیه و تحلیل خطر و نقاط کنترل بحرانی در فرآوری بادام زمینی. خلاصه مقالات بیستمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی، دانشگاه صنعتی شریف، تهران.
- ۵- هوشیارفرد، م.، روحانی، ح.، فلاحتی رستگار، م.، مهدیخانی مقدم، ع. و س. ملک زاده-شفاوردی. ۱۳۹۱. تفاوت جدایه های *Aspergillus section Flavi* از نظر تولید افلاتوکسین و اسکلرت در مناطق عمده کشت بادام زمینی در ایران. بیستمین کنگره گیاهپزشکی ایران. دانشگاه شیراز.
- 6-Aguoru C.U., Kombur D.S. and Olasan J.O. 2015. Comparative efficacy of different species of pepper (*Capsicum* spp.) in the control of stored groundnut (*Arachis hypogea* L.) damage by pest of groundnut

amongst the TIV speaking people of the north central Nigeria. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.* 4(3): 1018-1023.

7-Al-Iraqi R.A. and Al-Naqib S.Q. 2006. Inert Dusts to Control Adults of Some Stored Product Insects in Stored Wheat. *Raf. Jour. Sci.* 17(10): 26-33.

8-Amoako-Attah I., Awuah R.T. and Jolly C.M. 2011. Efficacy of clove (*Syzygium aromaticum* (L.) Merr and Perry) powder as a protectant of groundnut kernels in storage. *African J. Food Agric. Nutr. Develop.* 11(6):5413-5430.

9-Ansari, A. A. and Shrivastava A.K. 1991. The effect of eucalyptus oil on growth and aflatoxin production by *Aspergillus flavus*, *Lett. Appl. Microbiol.* 13: 75-77.

10-Arunyanark A., Jogloy S. and Wongkaew S. 2009. Association between aflatoxin contamination and drought tolerance traits in peanut. *Field Crops Res.* 114(1): 14–22.

11-Arzandeh S. and Jinap S. 2011. Effect of initial aflatoxin concentration, heating time and roasting temperature on aflatoxin reduction in contaminated peanuts and process optimization using response surface modelling. *Int. J. Food Sci. Technol.* 46(3): 485-491.

12-Babaso P.N. and Sharanagouda H. 2017. Rice Husk and Its Applications: Review. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci* 6(10): 1144-1156.

13-Bakherad Z. and Feizy J. 2018. Preliminary Survey of Aflatoxins in Mashhad's Roasted Red Skin Peanut Kernels during February to May 2016. *JCHR* 7(2): 112-118.

14-Bakkali F., Averbeck S., Averbeck D. and Idaomar M. 2008. Biological effects of essential oils. A review. Food and Chem. 46: 466-475.

15-Brožková I., Šmahová P., Vytřasová J., Motřková P., Pejchalová M., Šilha D. 2015. Influence of chosen microbes and some chemical substances on the production of aflatoxins. Potravinarstvo (Scientific Journal for Food Industry) 9(1): 9-17.

16-Bulaong S.S. 2002. Fungal population, aflatoxin and free fatty acid contents of peanuts packed in different bag types. BIOTROPIA-The Southeast Asian J. Tropical Biol. (19): 1-25.

17-dos Santos F., Medina P.F., Lourenção A.L., Dias Parisi J.J., de Godoy I. J. 2016. Damage caused by fungi and insects to stored peanut seeds before processing . Bragantia, Campinas, 75(2):184-192. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4499.182>.

18-European Commission (EC). Commission Regulation, 165/2010 of February 26th setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs as regards aflatoxins. Official J. Europ. Union. 2010:L50/8. Available at:https://www.fsai.ie/uploadedFiles/Reg165_2010.pdf.

19-Fields P. and Korunic Z. 2002. Post-harvest insect control with inert dusts. Encyclopedia of Pest Management. pp.56-653.

20-Fonseca H., Gallo C.R., Calori-Domingues M.A., Gloria E.M., Approbato P.J., Fonseca E.L. and Zambello I.V. 1994. Post-harvest control of aflatoxin production in in-shell moist peanuts with sodium ortho-phenylphenate: III. Storage tests. Scientia Agricola 51(2): 369-373.

- 21-Food and Agriculture Organization (FAO). Worldwide regulations for mycotoxins in food and feed in 2003. FAO food and nutrition paper 81. 2004; Available at: <http://www.fao.org/docrep/007/y5499e/y5499e00.htm>
- 22-Fu X., Xing S., Xiong H., Min H., Zhu X. and He J. 2018. Effects of packaging materials on storage quality of peanut kernels. PLoS ONE 13(3): e0190377.
- 23-Gonçalez E., Nogueira J.H.C., Fonseca H., Felício J.D., Pino F.A. and Corrêa B. 2008. Mycobiota and mycotoxins in Brazilian peanut kernels from sowing to harvest. Int. J. Food Microbiol. 123:184-190.
- 24-Gowda N., Malathi V. and Suganthi R. 2004. Effect of some chemical and herbal compounds on growth of *Aspergillus parasiticus* and aflatoxin production. Anim. Feed Sci. Techn. 116: 281-297.
- 25-Guchi E. 2015. Aflatoxin contamination in groundnut (*Arachis hypogaea* L.) caused by *Aspergillus* species in Ethiopia. J. Appl. Environ. Microbiol. 3(1): 11-19.
- 26-Guo B., Yu J., Holbrook C.C., Cleveland T.E., Nierman W.C. and Scully B.T. 2009. Strategies in Prevention of Preharvest Aflatoxin Contamination in Peanuts: Aflatoxin Biosynthesis, Genetics and Genomics. Peanut Science 36:11-20.
- 27-Hassan R., El-Kadi S. and sand M. 2015. Effect of some organic acids on some fungal growth and their toxins production. Int. J. Adv. Biol. 2(1):1-11.
- 28-Hell K., Cardwell K.F., Setamoub M., Poehling H.M. 2000. The influence of storage practices on aflatoxin contamination in maize in four agroecological zones of Benin, west Africa. J. Stored Products Res. 36 :365-382.

- 29-Houshiyarfard M., Rouhani H., Falahati-Rastegar M., Mahdikhani-Moghaddam E. and Malekzadeh Shafaroudi S. 2012. Studies on *Aspergillus* Section Flavi from Peanut in Iran. J. Nuts 3(3):13-20.
- 30-Hell K. and Mutegi C. 2011. Aflatoxin control and prevention strategies in key crops of Sub-Saharan Africa. Afr. J. Microbiol. Res. 5(5):459-466.
- 31-Kaaya, A.N., Eigel, W. and Harris, C. 2006. Peanut Aflatoxin Levels on Farms and in Markets of Uganda. Peanut Science 33:68-75.
- 32-Kachapulula P.W., Akello J., Bandyopadhyay R. and Cotty P.J. 2017. Aflatoxin contamination of groundnut and maize in Zambia: observed and potential concentrations. J. Appl. Microbiol. 122(6): 1471–1482.
- 33-Kambiranda D.M., Vasanthaiah H.K.N., Ramesh K., Ananga A., Basha S.M. and Naik K. 2011. Impact of Drought Stress on Peanut (*Arachis hypogaea* L.) Productivity and Food Safety, In: Plants and Environment, Vasanthaiah, H.K.N. and D.M. Kambiranda (Eds.). INTECH Publisher, USA., ISBN: 978-953-307-779-6.
- 34-Kedia A., Prakash B., Mishra P.K. and Dubey N.K. 2014. Antifungal and anti aflatoxigenic properties of *Cuminum cyminum* (L.) seed essential oil and its efficacy as a preservative in stored commodities. Int. J. Food Microbiol.168: 1-7.
- 35-Kimatu J. N., McConchie R., Xie, X. and Nguluu S. N. 2012. The significant role of post-harvest management in farm management, aflatoxin mitigation and food security in Sub-Saharan Africa. Greener J. Agric. Sci. 2(6): 279- 288.

36-Kumar G.S. and Popat M.N. 2007. Knowledge and adoption of aflatoxin management practices in groundnut farming in Junagadh, Gujarat, India. SAT J., 3(1): 1-2.

37-Liang D., Xing F., Selvaraj J.N., Liu X., Wang L., Hua H., Zhou L., Zhao Y., Wang Y., and Liu Y. 2015. Inhibitory Effect of Cinnamaldehyde, Citral, and Eugenol on Aflatoxin Biosynthetic Gene Expression and Aflatoxin B1 Biosynthesis in *Aspergillus flavus*. 80(12):2917-24.

38-Magnussen A., Parsi M.A. 2013. Aflatoxins, hepatocellular carcinoma and public health. World J. Gastroenterol. 19(10):1508.

39-Mehraban A., Abkhoo J. and Dahmardeh E. 2018. Effect of Extracts of *Capparis spinosa*, *Withania somnifera* and *Peganum harmala* on *Aspergillus flavus* Growth and Expression of Major Genes in Aflatoxin Biosynthetic Pathway. Zahedan J. Res. Med. Sci. 20(5):1-5.

40-Mobeen A.K. 2011. Aflatoxins B1 and B2 contamination of peanut and peanut products and subsequent microwave detoxification. J. Pharmacy Nutr. Sci. 1(1): 1-3.

41-Mohanamba, T., Habibi S.M., Sastry P.R., Rajeswari K.R. and Rao M.R. 2002. *Aspergillus flavus* contamination of feeds and its potential to produce aflatoxin, Indian Veterinary J. 97:76-77.

42-Molona M. and Giannozzi L. 2002. Modelling of aflatoxin production by *Aspergillus parasiticus* in a solid medium at different temperatures, pH and propionic acid concentrations. Food Res. Int. 35(6):585-594.

- 43-Mupunga I., Lebelo S.L., Mngqawa P., Rheeder J.P. and Katerere D.R. 2014. Natural occurrence of aflatoxins in peanuts and peanut butter from Bulawayo, Zimbabwe. *J. Food Prot.* 77(10):1814-8.
- 44-Mutegi C., Wagacha M., Christie M.E., Kimani J. and Karanja L.W. 2013. Effect of storage conditions on quality and aflatoxin contamination of peanuts (*Arachis hypogaea* L.). *Int. J. AgriSci.* 3(10): 746-758.
- 45-Nakai V.K., Lilianade Oliveira L.R., Gonçalez E., Fonseca H., Moisés E., Ortega M. and Corrêa B. 2008. Distribution of fungi and aflatoxins in a stored peanut variety. 106(1): 285-290.
- 46-Nur H.A. 2004. Management of aflatoxin contamination in groundnut through biological control, host plant resistance and botanicals. Ph.D Thesis. College of Agricultur, Acharya N.G. Ranga Agricultural Univ. Ralendranagar, Hyderabad. 255 p.
- 47-Ogunsanwo B.M., Faboya O.O.P., Idowu O.R., Lawal O.S., and Bankole S.A. 2004. Effect of roasting on the aflatoxin contents of Nigerian peanut seeds. *Afr. J. Biotech.*3: 451–455.
- 48-Okello D.K, Kaaya A.N., Bisikwa J., Were M. and Oloka H.K. 2010. Management of Aflatoxins in Groundnuts: A manual for Farmers, Processors and Traders in Uganda. National Agricultural Research Organization. Entebbe, Uganda. ISBN: 978-9970-401-00.
- 49-Ostadrhimi A., Ashrafnejad F., Kazemi A., Sargheini N., Mahdavi R., Farshchian M. and Mahluji S. 2014. Aflatoxin in raw and salt-roasted nuts (Pistachios, Peanuts

and Walnuts) sold in markets of Tabriz, Iran. Jundishapur J. Microbiol. 7(1): 1-5.

50-Paramawati R., Widodo P. and Budiharti U. 2006. The role of postharvest machineries and packaging in minimizing aflatoxin contamination in peanut. Indonesian J. Agric. Sci. 7(1): 15-19.

51-Rajendran. S. and Sriraniina. V.2008 .Plant products as fumigants for stored-product insect control. J. Stored Products Res. 44: 126-135.

52-Reddy K.R.N., Reddy C.S. and Muralidharan K. 2009. Potential of botanicals and biocontrol agents on growth and aflatoxin production by *Aspergillus flavus* infecting rice grains. Food control 20(2): 173-178.

53-Tinleu L.S.N., Madou C., Djakissam W., Goudoum A., Ndjouenkeu R. 2016. Post-harvest storage systems and insect pests occurring on Bambara groundnuts (*Vigna subterranea* (L.)Verdc) in the Sudano-Guinean savannah of Cameroon. J. Entomol. Zool.Studies 4(2): 167-173.

54-Waliyar, F., Kumar, P.L., Ntare, B.R., Diarra, B., Kodio, O. 2008. Pre- and Postharvest Management of Aflatoxin Contamination in Peanuts. In Leslie J. F. et al. (eds.). Mycotoxins: Detection Methods, Management, Public Health and Agricultural Trade. CABI. Wallingford.

55-Waliyar F. 2014. Post-harvest management of aflatoxin contamination in groundnut. <https://www.wageningenacademic.com/doi/pdf/10.3920/WMJ2014.1766>

56-Waliyar F., Umeh V.C., Traore A., Osiru M., Ntare B.R., Diarra, B. and Sudini H. 2015. Prevalence and distribution of aflatoxin contamination in groundnut

(*Arachis hypogaea* L.) in Mali, West Africa. Crop Prot. 70: 1-7.

57-Yunis M.I. 2014. Effect of Orange Peel (*Citrus sinensis*) (L) extracts and powder on confused flour beetle *Tribolium confusum* (Coleoptera: Teneberionidae). Iraqi J. Sci. 55: 1164-1169.

58-Zorzete P., Reis T.A., Felício J.D., Baquião A.C., Makimoto P. and Corrêa B. 2011. Fungi, mycotoxins and phytoalexin in peanut varieties, during plant growth in the field. Food Chem. 129 :957-964.



**Ministry of Jihad-e-Agriculture
Agricultural Research, Education & Extension Organization
Iranian Research Institute of Plant Protection**

**Groundnut Aflatoxins
(Strategies for Prevention and Reduction of
Infections)**

**By:
Mahmoud Houshyarfard**

Iranian Research Institute of Plant Protection

55881

2019