

کاهش میزان آفلاتوکسین محموله‌های پسته با روش جداسازی دانه‌ها بر اساس شکل ظاهری

مهدخت ارجمندکرمانی^{۱*} و حمید علیپور^۲

- ۱- مربی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران
- ۲- استادیار پژوهشگاه پسته، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رفسنجان، ایران

چکیده

پسته یکی از محصولات مهم کشاورزی ایران است. پسته ایران به دلیل طعم و مزه خاص، در مقایسه با پسته‌های تولیدی سایر کشورها از مرغوبیت ویژه‌ای برخوردار است. آلودگی پسته به قارچ *آسپرژیلوس فلاووس* و تولید سم آفلاتوکسین، از مسائل اساسی در زمینه تولید و صادرات پسته به شمار می‌آید که می‌تواند کشور را از رقابت در بازار جهانی باز دارد. برای حفظ بازارهای خارجی و صادرات پسته باید به حفظ معیارهای قابل قبول بازارهای جهانی در زمینه سلامت محصول توجه شود. یکی از راه‌های کاهش آفلاتوکسین در محموله‌های پسته، تفکیک پسته‌های مشکوک به آلودگی از محموله است. دانه‌های پسته مشکوک به آلودگی اغلب دارای لکه‌هایی روی پوست استخوانی هستند که سطح بیشتر لکه بیانگر آلودگی بیشتر پسته‌ها است. رنگ این لکه‌ها از زرد تیره تا قهوه‌ای متغیر است. با جداسازی پسته‌های لکه‌دار، به ترتیب ۸۹/۵۲، ۹۶/۴۳ و ۹۵/۱ درصد از آلودگی به آفلاتوکسین در ارقام پسته فندق، احمدآقایی و کله‌قوچی محموله کاسته می‌شود. این مقاله، توضیحاتی را در خصوص دانه‌های پسته مشکوک به آلودگی به آفلاتوکسین در محموله‌های پسته ارائه داده است که جداسازی این پسته‌ها می‌تواند میزان آفلاتوکسین در محموله‌های پسته را به مقدار قابل توجهی کاهش دهد.

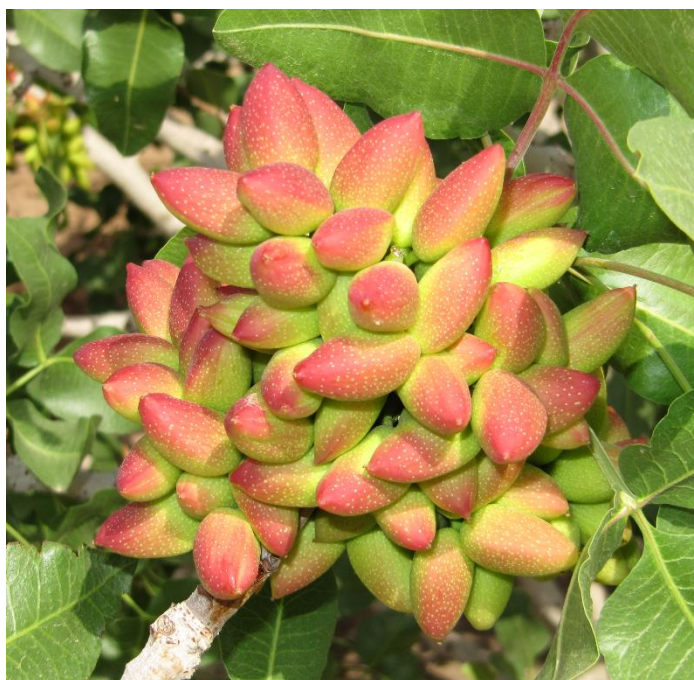
واژگان کلیدی: آفلاتوکسین، پسته، جداسازی، شکل ظاهری، لکه‌دار، محموله

* نگارنده مسئول: mahdokht_arjomand@yahoo.com




بیان مسئله

پسته یکی از مهم‌ترین محصولات باغی کشور است که اهمیت زیادی در صادرات و اقتصاد کشور دارد. در حال حاضر بیش از ۳۰۰ هزار هکتار باغ پسته با تولید سالیانه حدود ۲۴۰ هزار تن پسته خشک در ایران وجود دارد.



شکل ۱- پسته در مرحله قبل و بعد از برداشت



کاهش میزان آفاتوکسین محموله‌های پسته با روش... / مهدخت ارجمندکرمانی و حمید علیپور

همواره علی‌رغم رعایت بسیاری از اصول باغبانی، آلوده‌شدن درصدی از محصول پسته به سم آفاتوکسین، اجتناب‌ناپذیر است. تعداد قابل توجهی از محموله‌های پسته قادر به دریافت گواهی صدور به کشورهای اروپایی نیستند (فانی و همکاران، ۱۳۹۲). کشورهای اروپایی، پسته را با قیمت بیشتری خریداری می‌کنند، ولی در واردات پسته سخت‌گیرانه عمل کرده و حد مجاز آفاتوکسین کمتری را تعیین کرده‌اند. بنابراین، صادرکنندگان پسته در صورت عدم دریافت گواهی، مجبور به صدور پسته با قیمت‌های کمتر به کشورهای با حد مجاز آفاتوکسین بیشتر هستند که زیان اقتصادی قابل توجهی را به صنعت پسته کشور وارد می‌سازد (عبدالهی عزت‌آبادی، ۱۳۸۹؛ محمدی و بهرامی نسب، ۱۳۹۷). از هر کانتینر محموله صادراتی پسته، حجم نمونه‌ای که برای آزمایش آفاتوکسین و صدور گواهی برداشته می‌شود، ۲۰ کیلوگرم است. پس از تقسیم این نمونه به دو قسمت ۱۰ کیلوگرمی و آزمایش جداگانه آن‌ها، بایستی هر دو جواب کمتر از حد مجاز کشور مقصد باشد تا مجوز صدور به آنجا صادر شود. میزان حد مجاز آفاتوکسین کل (G_1 ، G_2 ، B_1 ، B_2) که بخش عمده آن آفاتوکسین B_1 است، در کشورهای غیر آسیایی (عمدتاً کشورهای اروپایی)، ۱۰ نانوگرم بر گرم است. صادرات به این کشورها صرفه اقتصادی بالایی دارد و صادرکننده تمایل دارد که با کاهش میزان آفاتوکسین محموله صادراتی، مجوز صادرات به این کشورها را بگیرد. وجود تعداد اندکی دانه پسته با آلودگی زیاد در نمونه مورد آزمایش، سبب می‌شود که نتیجه آزمایش آفاتوکسین از حد مجاز تجاوز کرده و نهایتاً منجر به برگشت محموله و زیان اقتصادی هنگفتی شود. از این‌رو، شناسایی پسته‌های آلوده از نظر ظاهری و سپس جداسازی آن‌ها می‌تواند نقش عمده‌ای در کاهش آفاتوکسین محموله‌ها داشته باشد. در یک پژوهش، دانه‌های پسته محموله‌های صادراتی را از نظر شکل ظاهری در دسته‌هایی قرار داده و میزان آفاتوکسین B_1 آن‌ها را اندازه‌گیری کردند (جدول ۱). در ارقام پسته مورد بررسی (فندق، احمدآقایی، کله‌قوچی)، سهم پسته‌های بدون لکه، کمتر از ۱۰ درصد آفاتوکسین اولیه در هر نمونه بود. بیشترین مقدار آفاتوکسین مربوط به پسته‌های لکه‌دار زرد و قهوه‌ای گزارش شد (میردامادیها و ارجمندکرمانی، ۱۳۸۴). پسته‌های لکه‌دار خاکستری و سیاه به مراتب آفاتوکسین کمتری داشتند.

جدول ۱- درصد سهم آفلاتوکسین B1 در دسته‌های مختلف ارقام پسته (فندقی، احمدآقایی، کله‌قوچی)

دسته رقم	لکه‌دار		بدون لکه		
	لکه‌دار قهوه‌ای	لکه‌دار خاکستری	درشت	متوسط	خیلی ریز
فندقی	۸۲/۵۴	۶/۹۷	۴/۴۷	۲/۰۱	۱/۶۲
احمدآقایی	۵۹/۳۹	۳۷/۰۳	۲/۴۷	۰/۲۳۶	۰/۲۳۹
کله‌قوچی	۸۹/۳۶	۵/۷۳	۴/۵۰	۰/۱۴	۰

معرفی دستورالعمل

معمولاً دانه‌های پسته موجود در محموله از نظر شکل ظاهری، ناهمگن هستند. بنابراین، محموله‌های پسته شامل درصدی از دسته‌های مختلف پسته بوده که بسته به کیفیت ظاهری محموله‌ها، درصد هر یک از دسته‌ها متفاوت است. در بسیاری موارد، میزان آفلاتوکسین پسته با شکل ظاهری آن ارتباط دارد. بنابراین، جداسازی پسته‌های مشکوک به آلودگی نقش اساسی در افزایش کیفیت محموله و کاهش آفلاتوکسین آن دارد. دسته‌های مختلف پسته که در محموله‌های پسته وجود دارند، به شرح زیر هستند:

پسته‌های لکه‌دار زرد و قهوه‌ای: در دانه‌هایی که روی پوست نرم رویی آن‌ها قبل از برداشت، شکاف‌هایی ایجاد شود (ترک خوردگی پوست سبز پسته در باغ)، احتمال آلودگی قارچی زیادی وجود دارد. مغز این دانه‌ها در باغ به سم آفلاتوکسین آلوده می‌شود. از نظر ظاهری، این دانه‌ها اغلب دارای لکه‌هایی روی پوست استخوانی هستند. رنگ این لکه‌ها از زرد تیره تا قهوه‌ای متغیر است (شکل ۲). هرچه سطح لکه بیشتر باشد، نشان‌دهنده این است که دانه پس از ترک خوردگی و پاره شدن پوست، مدت زمان بیشتری روی درخت بوده و احتمال آلودگی آن بیشتر است. طولانی شدن زمان فرآوری و انباشته شدن پسته‌ها قبل از فرآوری می‌تواند سبب افزایش لکه و آفلاتوکسین پسته شود. بنابراین، جدا کردن این دانه‌ها از محموله به منظور کاهش آفلاتوکسین محموله لازم است.

کاهش میزان آفلاتوکسین محموله‌های پسته با روش... / مهدخت ارجمند کرمانی و حمید علیپور



شکل ۲- پسته‌های لکه‌دار زرد و قهوه‌ای

پسته‌های لکه‌دار خاکستری و سیاه: تعدادی از دانه‌های پسته که پوست آن‌ها در باغ شکاف نخورده‌اند، ممکن است دارای لکه‌های خاکستری و سیاه در روی پوست استخوانی باشند (شکل ۳). این لکه‌ها می‌تواند به دلیل برداشت دیرهنگام محصول و یا گرما و فشار ناشی از انباشتگی پسته تازه قبل از پوست‌گیری و خشک کردن باشد. به دلیل شرایط مناسب (گرما و رطوبت) برای آلوده‌شدن دانه‌های سالم از زمان برداشت تا قبل از خشک‌کردن، احتمال آلوده شدن این دانه‌ها نیز وجود دارد.

برداشت به‌موقع و جلوگیری از انباشتگی پسته‌ها در زمان برداشت و فرآوری، در کاهش تعداد پسته‌های لکه‌دار زرد و قهوه‌ای و پسته‌های خاکستری و سیاه نقش اساسی دارد. همچنین، از انجام هرگونه محلول‌پاشی و سمپاشی به مدت ۱۵ روز قبل از برداشت پسته خودداری شود.



شکل ۳- پسته‌های لکه‌دار خاکستری و سیاه



پسته‌های آسیب‌دیده: تعدادی از پسته‌ها در باغ به وسیله پرندگان یا در مراحل مختلف فرآوری دچار آسیب‌دیدگی می‌شوند (شکل ۴). این پسته‌ها مشکوک به آلودگی هستند و از نظر ظاهری هم کیفیت پائینی دارند.



شکل ۴- پسته‌های آسیب‌دیده

پسته‌های خیلی ریز و بدشکل (نخودو): تعدادی از پسته‌های خیلی ریز و بدشکل نیز ممکن است در محموله‌های پسته وجود داشته باشند. این پسته‌ها در اصطلاح عامیانه "نخودو" گفته می‌شوند (شکل ۵). پسته‌های خیلی ریز و بدشکل، کیفیت ظاهری محموله پسته را کاهش می‌دهند و باید سعی در جداسازی آنها نمود.



شکل ۵- پسته‌های خیلی ریز و بدشکل (نخودو)

کاهش میزان آفاتوکسین محموله‌های پسته با روش... / مهدخت ارجمندکرمانی و حمید علیپور

پسته‌های متوسط و درشت: دو دسته دیگری از پسته که در محموله وجود دارد، پسته‌های متوسط و درشت هستند (شکل ۶). پسته‌های درشت، قسمت عمده محموله پسته را شامل می‌شوند.



شکل ۶- پسته‌های درشت و متوسط

پسته‌های دهان‌بسته: گاهی تعداد اندکی پسته دهان‌بسته در محموله پسته یافت می‌شود. این پسته‌ها هرچند سبب کاهش کیفیت محموله پسته می‌شوند، ولی به دلیل عدم تماس مغز پسته با محیط، در افزایش میزان آفاتوکسین در محموله پسته نقشی ندارند. گاهی ممکن است در آزمایش‌های پسته دهان‌بسته، مقدار بسیار اندک آفاتوکسین گزارش شود. مقدار ناچیز آفاتوکسین در پسته‌های دهان‌بسته به دلیل مجاورت پوست استخوانی آن‌ها با پسته‌های آلوده است.

پسته‌های فندق، بیشترین سطح زیر کشت و صادرات پسته را به خود اختصاص داده‌اند. حساسیت پسته‌های فندق نسبت به آلودگی به آفاتوکسین از پسته‌های احمدآقایی و کله‌قوچی کمتر است. با این حال، در تمام گروه‌های پسته، بهترین شاخص ظاهری که می‌تواند برای کاهش آلودگی کاربرد داشته باشد، وجود لکه‌های زرد و قهوه‌ای در روی پوست استخوانی است. دانه‌های لکه‌دار پسته علاوه بر آلودگی به آفاتوکسین، حامل قارچ نیز هستند. قارچ‌ها در صورت وجود شرایط مناسب، رشد کرده و سبب آلودگی کل محموله پسته می‌شوند. بنابراین، لازم است جداسازی دانه‌های لکه‌دار در هنگام فرآوری قبل از خشک کردن با استفاده از اختلاف وزن اغلب



دانه‌های لکه‌دار و بدون لکه در حوضچه‌های آب انجام شود. با این‌که در زمان فرآوری و خشک‌کردن پسته مقدار زیادی از دانه‌های ناسالم و لکه‌دار جدا می‌شوند، هنوز نزدیک به ده درصد پسته با کیفیت پایین در هنگام غربال‌گری پسته وجود دارد. جداسازی این دانه‌ها به‌طور عمده با دست و توسط کارگران صورت می‌گیرد که علاوه بر صرف وقت زیاد، باعث افزایش هزینه‌ها نیز می‌شود. البته مقدار و کیفیت جداسازی بستگی به شرایط کاری کارگران و کیفیت سالن جداسازی دارد. استفاده از دستگاه‌های الکترونیکی در انجام عمل غربال‌گری موجب بالا رفتن سرعت جداسازی و کاهش هزینه‌ها خواهد شد. این دستگاه‌ها دانه‌های پسته را بر اساس رنگ، اسکن و جداسازی می‌کنند. پسته‌ها از یک مسیر خاص دارای دو دوربین با قابلیت تشخیص میکرورنج عبور می‌کنند، به‌طوری‌که در هنگام فرو ریختن پسته‌ها از دو طرف قابل مشاهده خواهند بود. دستگاه الکترونیکی را می‌توان از شرکت‌های مکانیزاسیون کشاورزی که در زمینه فرآوری پسته، به خصوص در شهرهای رفسنجان و کرمان فعالیت دارند، خریداری کرد. به‌طور خلاصه برای کاهش آفاتوکسین در محموله پسته بایستی نکات زیر را مورد توجه قرار داد:

- ۱- دانه‌های لکه‌دار پسته تا حد امکان در هنگام فرآوری قبل از خشک کردن جدا شوند. زیرا در آن زمان، اختلاف وزنی پسته‌های لکه‌دار و بدون لکه بیشتر است و جداسازی بهتر انجام می‌شود.
- ۲- اغلب دانه‌های پسته آلوده، حامل قارچ نیز هستند. انبار کردن هم‌زمان دانه‌های آلوده با پسته‌های سالم می‌تواند عاملی برای رشد قارچ‌ها در شرایط مناسب و گسترش آلودگی باشد. بنابراین، بهتر است که دانه‌های آلوده هر چه زودتر جداسازی شوند.
- ۳- آموزش کارگران برای جداسازی هر چه بیشتر و بهتر دانه‌های پسته آلوده ضروری است. آموزش کارگران در کاهش بار آلودگی محموله‌های پسته می‌تواند مؤثر باشد.
- ۴- استقرار سیستم‌های جداسازی هوشمند دانه‌های لکه‌دار باید در اولویت مورد نیاز در شرکت‌های صادراتی پسته قرار گیرد.



کاهش میزان آفاتوکسین محموله‌های پسته با روش... / مهدخت ارجمندکرمانی و حمید علیپور



شکل ۷- نمونه‌ای از یک دستگاه جداسازی هوشمند پسته

توصیه ترویجی (جمع‌بندی)

میزان آفاتوکسین بالا در محموله‌های پسته صادراتی سبب از دست دادن بازارهای جهانی پسته به‌ویژه بازارهای اروپایی می‌شود. با جدا کردن پسته‌های لکه‌دار می‌توان به ترتیب ۸۹/۵۲، ۹۶/۴۳ و ۹۵/۱ درصد از آلودگی به آفاتوکسین در ارقام پسته فندق، احمدآقایی و کله‌قوچی را کاهش داد. چنان‌چه پسته‌های آسیب‌دیده و خیلی ریز نیز جدا شوند، کاهش میزان آفاتوکسین در محموله پسته بیشتر خواهد بود. همه گروه‌های پسته ذکر شده، علاوه بر افزایش میزان آفاتوکسین محموله پسته، کیفیت ظاهری آن را نیز دچار نقصان می‌کنند. بنابراین، لازم است تا حد امکان برای از دست ندادن بازار جهانی و صرفه اقتصادی در صادرات این محصول حداکثر تلاش در جهت جداسازی پسته‌های این گروه‌ها انجام شود. دستورالعمل ذکر شده علاوه بر صادرکنندگان، برای تولیدکنندگان و بهره‌برداران پسته نیز می‌تواند قابل استفاده باشد. در این راستا لازم است از طریق برگزاری کارگاه‌ها و دوره‌های آموزشی، اهمیت و تأثیر جداسازی دانه‌های پسته مشکوک به آلودگی به صادرکنندگان، تولیدکنندگان و بهره‌برداران منتقل و از نظر اقتصادی نیز توجیه شوند. پیشنهاد می‌شود که حتی‌الامکان در شرکت‌های صادراتی از دستگاه‌های الکترونیکی هوشمند برای انجام عمل جداسازی استفاده شود.



فهرست منابع

- ۱- عبدالهی عزت‌آبادی، محمد. ۱۳۸۹. بررسی نقش آفلاتوکسین در بی‌ثباتی بازار پسته و محاسبه تمایل به پرداخت جهت کاهش آلودگی. *تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران*، ۲- ۴۱ (۲)، ص ۱۵۹-۱۶۹.
- ۲- فانی، سیدرضا، امان‌الله جوانشاه و محمد مرادی. ۱۳۹۲. بررسی شیوع آفلاتوکسین در نمونه‌های پسته فرآوری شده شهرستان رفسنجان طی سال‌های ۹۰ تا ۹۱ و ارتباط آن با زمان برداشت. *طلوع بهداشت*، ۱۲(۴)، ص ۱۷۵-۱۸۹.
- ۳- محمدی، حسین و مهسا بهرامی‌نسب. ۱۳۹۷. ارزیابی عوامل مؤثر بر عرضه و تقاضای صادرات پسته ایران (رهیافت خود توضیح‌برداری VAR). *اقتصاد کشاورزی*، ۷(۴)، ص ۲۳-۴۲.
- ۴- میردامادی‌ها، فاطمه و مهدخت ارجمند کرمانی. ۱۳۸۴. بررسی نقش جداسازی (سورتینگ) بر روی کاهش آلودگی به آفلاتوکسین محموله‌های پسته. رفسنجان: پژوهشکده تحقیقات پسته کشور، گزارش نهایی، شماره ثبت ۸۵/۱۱.