

آفلاتوکسین پسته: راههای جداسازی پسته های آلوده در مرحله فرآوری

علی تاج آبادی پور، عضو هیئت علمی موسسه تحقیقات پسته کشور

آفلاتوکسینها سمومی هستند که توسط گروهی از قارچهای آسپرژیلوس بر روی بسیاری از محصولات کشاورزی تولید می شوند. با وجود وفور بسیار کمتر قارچهای تولید کننده آفلاتوکسین نسبت به قارچهای دیگر، بدلیل مضر بودن آفلاتوکسینها برای سلامتی انسان، هر روزه محدودیتهای بیشتری برای مقادیر مجاز آنها در مواد غذایی در نظر گرفته می شود بطوریکه در سالهای اخیر این مقادیر تا حدودی پایین در نظر گرفته شده است که دستیابی به آن بدون استفاده از تکنولوژی و رعایت بسیاری از موارد امکان پذیر نیست.

محصول پسته که اصلی ترین محصول صادراتی کشاورزی ایران است نیز بشدت تحت تاثیر این موضوع قرار گرفته و صادرات آن بارها با تهدید جدی روبرو شده است. آنچه مسلم است علیرغم رعایت بسیاری از اصول باغبانی، آلوده شدن درصدی از دانه های پسته به سم آفلاتوکسین در باغ اجتناب ناپذیر است و بایستی با استفاده از روشهای مؤثر پس از برداشت در صد پسته های آلوده را کاهش داد.

نتایج تحقیقاتی که در سالهای ۱۹۸۶، ۱۹۹۵ و ۱۹۹۹ توسط دوستر و سامر در خصوص بررسی و شناسایی دانه های مشکوک به آلودگی انجام گرفته نشان می دهد در دانه هایی که پوست نرم رویی آنها قبل از برداشت شکافهایی ایجاد می شود احتمال آلودگی قارچی وجود دارد و مغز این دانه ها در باغ به سم آفلاتوکسین آلوده می شوند. از طرف دیگر این دانه ها اغلب دارای لکه هایی روی پوست استخوانی می باشند که هرچه سطح لکه بیشتر باشد نشان دهنده این است که دانه پس از پاره شدن پوست مدت زمان بیشتری در روی درخت بوده و احتمال آلودگی آن بیشتر است. رنگ این لکه ها از زرد تیره تا قهوه ای متغیر است. معمولاً لکه های خاکستری و تیره رنگی در روی پوست استخوانی تعدادی از دانه های پسته که پوست آنها در باغ شکاف نخورده است نیز وجود دارد که بعضی از دلایل آن می تواند برداشت دیر هنگام محصول و یا گرما و فشار ناشی از انباشتگی محصول پس از برداشت و قبل از پوست گیری و خشک کردن آن باشد و نشان دهنده تاخیر در برداشت و خشک کردن محصول است. بدلیل شرایط مناسبی که برای آلوده شدن دانه های سالم از زمان برداشت تا قبل از خشک کردن آنها وجود دارد احتمال آلوده بودن آنها نیز وجود دارد. بنابراین جداسازی این دانه ها از محموله های صادراتی می تواند در کاهش آلودگی نقش داشته باشد.

چون در هنگام برداشت محصول درختان پسته همواره تعدادی دانه زودخندان؛ ترک خورده؛ نارس؛ آسیب دیده؛ دهن بسته وجود دارد که درصد آن از رقمی به رقم دیگر؛ از باغی به باغ دیگر؛ از درختی به درخت دیگر و حتی از خوشه ای به خوشه دیگر فرق می کند (تاج آبادی پور، ۱۳۷۷)؛ در

سالهای اخیر تلاشهای زیادی برای ساخت و به کارگیری دستگاههای مکانیزه پوست گیری؛ فراوری و خشک کردن پسته به عمل آمده؛ تا در زمان خشک کردن پسته تعداد زیادی از این دانه ها از پسته های سالم و درشت جدا شوند.

جدا سازی دانه های آلوده به آفلاتوکسین بر اساس خصوصیات آنها از همان سالهای اولیه ای که وجود این سموم در دانه های پسته به اثبات رسید مورد توجه محققان قرار گرفته است.

در سالهای ۱۹۸۰ و ۱۹۸۱ فرسایی و همکارانش دستگاهی ابداع کردند که قادر بود تا دانه هایی که تحت تاثیر اشعه ماورای بنفش دارای فلورسانس هستند را جداسازد. این کار در ادامه مطالعاتی بود که در سال ۱۹۶۹ توسط مارش و همکارانش انجام شده بود و مشخص می کرد که آسپرژیلوس فلاووس علاوه بر آفلاتوکسین ماده ای به نام کوچیک اسید ترشح می کند که این اسید پس از واکنش با بافتهای گیاهی اگر در معرض تابش اشعه ماورای بنفش قرار گیرد دارای خاصیت فلورسانس است.

با وجود این هنوز ارتباط مستقیمی بین مقدار آفلاتوکسین و وجود فلورسانس در پسته به اثبات نرسیده به طوریکه در سال ۱۹۹۲ استینر و همکارانش با آزمایش تک تک دانه های پسته از نظر فلورسانس و مقدار آفلاتوکسین اعلام کردند که دانه های بدون فلورسانس با مقادیر بالای آفلاتوکسین و دانه های با فلورسانس و مقادیر کم آفلاتوکسین وجود دارند.

تحقیقات متعددی که در سالهای ۱۹۹۵ و ۱۹۹۹ توسط دوستر و همکارانش انجام شده نشان می دهد زود خندانی و برداشت دیر هنگام محصول دو عامل مهم آلوده شدن پسته ها به سم آفلاتوکسین در باغ است. شکافی که در روی پوست نرم رویی دانه های زود خندان ایجاد می شود راه ورودی برای داخل شدن اسپور قارچهای هوا زاد و حشرات و جانوران کوچک دیگر است که ممکن است حامل اسپور قارچها باشند و قارچهای آسپرژیلوس نیز از این طریق مغز پسته ها را به آفلاتوکسین آلوده می کنند. به گزارش این محققان احتمال اینکه یک دانه زود خندان به آفلاتوکسین آلوده باشد ۵۰ برابر دانه های سالم است.

در تحقیقی که توسط سامر و همکاران در سال ۱۹۸۶ به عمل آمد عنوان شد که از هر ۵۰۰ دانه زود خندان حتما یکی از آنها آلوده است هر چند که این تعداد ممکن است بیشتر هم باشد و با در نظر گرفتن اینکه تعداد پسته های زود خندان ممکن است ۲ محصول یک باغ را تشکیل دهد به شرطی که هنوز دانه های پسته در اثر رسیدن ترک نخورده باشند؛ در هر ۲۵۰۰۰ دانه موجود در آن باغ یک دانه آلوده وجود دارد. در مطالعه ای که دوستر و همکاران در سال ۱۹۹۱ در خصوص آلودگی دانه های زود خندان انجام دادند به این نتیجه رسیدند که کاهش رطوبت پوست نرم رویی نشان دهنده گذشت زمان زیاد از ایجاد ترک خوردگی و بیشتر بودن احتمال آلودگی است بطوریکه در دانه های زود خندان با پوست خشک و چروکیده نسبت به دانه های با پوست تازه این احتمال ۳ برابر بیشتر است. علاوه بر آن مقدار سم موجود در دانه های با پوست خشک و چروکیده به مراتب بیشتر است. به گزارش این محققان زمان

تشکیل اولین پسته های زود خندان اوایل مرداد ماه است که هنوز تا زمان برداشت محصول بیش از یک ماه فاصله وجود دارد هرچند که تشکیل آنها تا نزدیک زمان برداشت هم ادامه دارد. علاوه بر اینکه خصوصیات دانه های زود خندانی که در زمانهای مختلف تشکیل شده باشند با هم متفاوت است و هر چه زمان بیشتری از تشکیل آن گذشته باشد وزن دانه کمتر و مقدار لکه های روی پوست استخوانی آن بیشتر است. تاج آبادی پور و همکاران (۱۳۸۲) آلودگی به گونه های آسپرژیلوس در پسته های زود خندانی که در اواخر تیر و مرداد تشکیل می شوند را نسبت به پسته های زود خندانی که در اواخر مرداد و اوایل شهریور تشکیل می شوند بالاتر گزارش کردند. آنها همچنین عنوان کردند، بیشترین مقدار آفلاتوکسین مربوط به پسته های زود خندان با پوست خشک بوده و اختلاف معنی داری با پسته های زود خندان با پوست نرم دارد. آفلاتوکسین در مغز بیشترین مقدار را دارا بود و در پوست سبز وجود نداشت.

آلوده شدن دانه های زود خندان در اثر قرار گرفتن مغز آنها به مدت بیش از دو هفته در معرض قارچهای موجود در فضای باغ است بطوریکه به گزارش سامر در سال ۱۹۸۶ اگر کمتر از ۱۵ روز از ترک خوردگی دانه گذشته باشد آلودگی به اسپور قارچ و آفلاتوکسین وجود ندارد. این موضوع در مورد دانه های ترک خورده ای که در اواخر فصل برداشت می شوند نیز صادق است یعنی در آن هنگام نیز از هر ۵۰۰ دانه ترک خورده ای که بیش از دو هفته از ترک خوردن آن گذشته باشد؛ حتما یکی به آفلاتوکسین آلوده شده است. مسلم است هر چقدر درصد ترک خوردگی زیادتر باشد تعداد دانه های آلوده بیشتر می شود برای مثال اگر ۱۰ درصد ترک خوردگی داشته باشیم از هر ۵۰۰۰ دانه ای که برداشت می شود حتما یکی از آنها آلوده است. رایس در سال ۱۹۸۰ گزارش نمود که آفت کرم نافه پرتقال می تواند اسپور قارچها را به پسته منتقل کند بنابراین وجود این آفت و یا آفاتی نظیر آن در باغهای پسته احتمال آلوده شدن دانه ها را به مراتب زیادتر می کند.

در سالهای اخیر شناسایی و جداسازی دانه های زود خندان در هنگام فرآوری و خشک کردن پسته مورد توجه بسیاری از محققان قرار گرفته است. چون در دانه های زود خندان لایه جداکننده بین پوست استخوانی و پوست نرم رویی کاملا تشکیل نشده است در سال ۱۹۹۴ پیرسون و همکاران مشاهده کردند که از این خصوصیت می توان برای جدا سازی پسته های زود خندان از پسته های سالم استفاده کرد و احتمال اینکه بتوان با دستکاری دستگاههایی که برای پوست گیری به کار می روند از پوست شدن آنها جلوگیری کرد را مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که می توان شرایط پوست گیری را طوری فراهم کرد که ۹۸٪ پسته های زود خندان پوست نشده باقی بمانند در حالیکه ۹۵٪ پسته های سالم پوست گیری شوند. پسته هایی که در این مرحله پوست نشوند به راحتی در مراحل دیگر قابل جداسازی هستند. جدا سازی پسته های سبک در تانکهای شناوری هم از راههای کاهش آفلاتوکسینها می باشد بطوریکه می توان بسیار از پسته های لکه دار که حاوی مقادیر زیادی آفلاتوکسین هستند را به این

روش جدا کرد. با این وجود تمام پسته های لکه دار سبک نیستند و در تانکهای شناوری ته نشین شده و همراه پسته های سالم به مراحل بعدی منتقل و خشک می شوند. نتایج حاصل از اندازه گیری آفلاتوکسین در پسته های خیلی ریز با وزن کمتر از ۰/۵ گرم نشان می دهد که رابطه مشخصی بین اندازه پسته و میزان آلودگی آنها به آفلاتوکسین وجود ندارد. امروزه دستگاههای جداسازی مشاهده ای یا دید ماشینهایی که در خارج از ایران به کار گرفته می شوند در سرعت بخشیدن به عملیات جداسازی پسته های لکه دار نقش بسزایی دارند.

تاج آبادی پور و همکاران (۱۳۸۲) وزن، طول، عرض و قطر پسته خشک در پسته های زودخندان با پوست نرم صاف را نسبت به پسته های زودخندان با پوست نیمه خشک و خشک بیشتر گزارش کردند. Schatzki و همکاران (۱۹۹۷) گزارش کردند با کاهش اندازه و وزن پسته ها، مقدار آفلاتوکسین نیز افزایش یافته ولی این افزایش مقدار آفلاتوکسین در خصوص پسته های خیلی ریز صادق نبوده و پسته های خیلی ریز دارای مقادیر جزئی آفلاتوکسین بودند. Michailides و همکاران (۱۹۹۰) گزارش نمودند زمانیکه پوست سبز میوه پسته ترک می خورد و مغز آن در مجاورت هوا قرار می گیرد می تواند بوسیله میکروارگانیسم هایی که در فضای باغها وجود دارند آلوده گردد. تاج آبادی پور و همکاران (۱۳۸۳) با بررسی پسته های لکه دار در مرحله فراوری نتیجه گرفتند که هرچه میزان لکه بر روی پوست استخوانی افزایش یابد، میزان آفلاتوکسین نیز افزایش خواهد یافت.

منابع مورد استفاده:

- ۱- تاج آبادی پور، ع. ۱۳۷۷. عارضه زودخندانی و درصد آن در ارقام مختلف پسته. نشریه شماره ۷۷/ ۴۵۰ موسسه تحقیقات پسته، ۱۵.
- ۲- تاج آبادی پور، ع. و م. فولادی. ۱۳۸۳. شناسایی و تعیین پسته های آلوده به آفلاتوکسین در مرحله فراوری. گزارش نهایی موسسه تحقیقات پسته کشور. رفسنجان. ۱۶.
- ۳- تاج آبادی پور، ع.، م. مرادی قهدریجانی و ب. پناهی. ۱۳۸۲. ارتباط بین تاریخ تشکیل پسته های زودخندان و تغییر در خصوصیات ظاهری و آلودگی آنها به آفلاتوکسین در سه رقم تجاری پسته ایران (اوحدی، کله قوچی و احمدآقایی). گزارش نهایی موسسه تحقیقات پسته کشور. رفسنجان. ۲۱.

- 4- Doster, W. A. and T. J. Michailides. 1995. The relationship between date of hull splitting and decay of pistachio nuts by *Aspergillus* species. Plant Disease. 79: 766-769.
- 5- Doster, M. A. and T. J. Michailides. 1999. Relationship between shell discoloration of pistachio nuts and incidence of fungal decay and insect infestation. Plant Disease. 83: 259-264
- 6- Farsaie, A., W. F. McClure , and R. j. Monroe. 1981. Design and development of an electro-optical sorter for removing BGY fluorescent pistachio nuts. Transactions of the ASAE, 24: 1372-1375.
- 7- Michailides, T. J. and D. P. Morgan, 1990. Mycoflora of pistachio fruits throughout the season and manipulation trials. Pages 112-117 in: California pistachio Industry, Annual Report crop year 1989-1990. California pistachio commission, Fersno.
- 8- Schatzki, T.F. and J. pan. 1997. Distribution of aflatoxin in pistachios. 4. Distribution in small pistachios. J.Agre. Food. Chem. 45. 205-207.
- 9- Sommer, N.F.,T.R.Buchanan and R. J. Fortge. 1986. Relation of earl splittingand tattering of pistachio nuts to aflatoxin in the orchard. Phytopathology 76(7): 692- 694
- 10- Pearson, T. C., D. C. Slaughter and H. E.Studer. 1994. Physical properties of pistachio nuts. Transactions of the ASAE 37: 913-918