اثر پرتو فرابنفش و تنگستن بر میزان آفلاتوکسین B_1 در آرد برنج

محسن بازگیر[a]، حسین محمدی‌منش[a*]، سید رضا فانی[b]

[a] استادیار گروه شیمی فیزیک، دانشکده شیمی، مجتمع علوم، دانشگاه یزد، یزد، ایران
[b] استادیار بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۲/۱۲ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۷/۱۳

چکیده

مقدمه: آفلاتوکسین‌ها متابولیت‌های ثانویه‌ای هستند که توسط برخی گونه‌های قارچ آسپرژیلوس در محصولات کشاورزی تولید شده و به دلیل اثرات جهش‌زایی و سرطان‌زایی در مصرف‌کنندگان از نظر بهداشتی، پزشکی و اقتصادی اهمیت زیادی دارند. هدف از این تحقیق مقایسه پرتوهای فرابنفش و تنگستن در کاهش آفلاتوکسین B_1 در محیط آرد برنج می‌باشد.

مواد و روش‌ها: آرد برنج آلوده شده با دو غلظت ۵۰ و ۱۰۰ ng/g از آفلاتوکسین B_1 تولید شده توسط قارچ *Aspergillus flavus* در آزمایشگاه، در ۵ زمان ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و۵۰ دقیقه و ۲ فاصله ۷ و ۱۴ سانتیمتر از منبع نور فرابنفش با طول موج ۳۶۶ نانومتر و تنگستن ۱۰۰ وات مورد پرتودهی قرار گرفت. سنجش آفلاتوکسین با استفاده از روش الایزای رقابتی و در دو تکرار انجام شد. میزان آفلاتوکسین با نمونه‌های شاهد با استفاده از نرم افزار تجزیه آماری SAS نسخه ۹,۱ توسط آزمون دانکن مورد مقایسه قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج نشان داد حداکثر (۶۷ و ۶۸٪) و حداقل (۱۴ و ۱۸٪) کاهش آفلاتوکسین B_1 بعد از ۵۰ و ۱۰ دقیقه پرتودهی در فاصله ۷ و ۱۴ سانتیمتری به ترتیب توسط نور فرابنفش و تنگستن اتفاق می‌افتد. غلظت اولیه آفلاتوکسین B_1 در نمونه‌های مورد بررسی تأثیری در میزان کاهش آفلاتوکسین بعد از پرتودهی نداشت اما کاهش فاصله تا منبع نور و افزایش زمان در معرض نور قرارگرفتن، موجب کاهش بیشتر آفلاتوکسین گردید ($P\leq 0.01$).

نتیجه‌گیری: هرچه فاصله بین آرد برنج آلوده به آفلاتوکسین B_1 به منبع نور فرابنفش و تنگستن کمتر باشد کاهش آفلاتوکسین در اثر پرتودهی بیشتر رخ می‌دهد. در ضمن هرچه مدت زمان در معرض پرتو قرار گرفتن بیشتر باشد کاهش آفلاتوکسین هم بیشتر می‌شود. استفاده از این پرتوها در کاهش آلودگی مواد غذایی به آفلاتوکسین می‌تواند مورد توجه قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: *آفلاتوکسین، آرد برنج، پرتو فرابنفش، تنگستن*

* نویسنده مسئول مکاتبات email: mohammadimanesh@yazd.ac.ir

مقدمه

آفلاتوکسین‌ها، گروهی از ترکیبات بسیار سمی، جهش‌زا و سرطان‌زا هستند که عمدتاً توسط قارچ‌های *Aspergillus flavus* و *Aspergillus parasiticus* تولید می‌شوند. این قارچ‌ها در سراسر جهان در هوا و خاک یافت شده و می‌توانند بافت‌های زنده یا مرده گیاهان و جانوران را آلوده کنند (Amaike and Keller, 2011). تولید این زهرابه‌ها تحت شرایط خاص محیطی از نظر رطوبت، دما، اکسیژن و نیز نوع بستر غذایی قرار دارد. رشد *A. flavus* و تولید آفلاتوکسین در شرایط انبار روی بسترهای غذایی مختلف از جمله غلات مانند برنج تحت تأثیر ترکیب گازی محیط، فعالیت آبی، اسیدیته، برهمکنش‌های میکروبی و طول مدت انبارداری است. به عنوان مثال انبارداری در فعالیت آبی ۰/۹۴، دمای ۲۵ درجه سلسیوس و ۱۰ درصد اکسیژن (نسبت تعادلی ۶۰:۴۰ دی اکسید کربن: نیتروژن) موجب تولید بیش‌ترین مقدار آفلاتوکسین در ۲۱ روز می‌گردد. این موضوع نشان می‌دهد که قارچ می‌تواند در اتمسفر غنی‌شده با دی‌اکسید کربن، در حضور گاز اکسیژن رشد کرده و تولید آفلاتوکسین نماید. تحمل و یا مقاومت گونه‌های مختلف توکسین‌زای قارچ آسپرژیلوس به سطوح پایین اکسیژن (۰/۱۴٪) و مقدارهای بیشتر از ۱۵ درصد دی اکسید کربن، به دما و فعالیت آبی بستگی دارد (مرادی و همکاران، ۱۳۹۴). آفلاتوکسین B_1، در بین اعضای خانواده آفلاتوکسین از همه خطرناک‌تر است و توسط آژانس بین‌المللی تحقیقات سرطان[1] در گروه ۱ سرطان‌زایی قرار گرفته است (IARC, 1994). آفلاتوکسین‌ها در بسیاری از کشورها و در محصولات کشاورزی متعددی از جمله غلات (ذرت، برنج)، دانه‌های روغنی (پنبه‌دانه، کنجد) و انواع میوه‌های آجیلی (پسته، بادام زمینی، فندق) شیوع دارد (Sashidhar, 1993). وقوع مکرر این توکسین‌ها در محصولات کشاورزی اثری منفی در بهداشت، ایمنی غذایی و اقتصاد جامعه دارد. جلوگیری از آلودگی مواد غذایی با قارچ‌های توکسین‌زا به عنوان منطقی‌ترین و به صرفه‌ترین رویکرد برای پرهیز از این ماده سمی، تحت شرایط رایج انبارداری مواد غذایی امکان‌پذیر نیست؛ بنابراین حذف یا غیرفعال کردن این سموم در مواد غذایی که معمولاً به آن آلوده می‌شوند یک نگرانی جدی است (Milićević *et al.*, 2010). راهبردهای مختلف، فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک برای سم‌زدایی آفلاتوکسین وجود دارد که بسته به امکانات و شرایط می‌توان از آنها بهره برد. به دلیل ویژگی حساسیت به نور آفلاتوکسین‌ها، پرتودهی با اشعه فرابنفش به عنوان یک روش فیزیکی مؤثر برای از بین بردن آنها به کارگرفته شده است (Milićević *et al.*, 2010). اخیراً دگرگونی فتوشیمیایی پیشرفته، با داشتن برتری‌هایی مانند کارایی بالا و آلودگی ثانویه پایین، به‌عنوان یک روش قوی جهت تجزیه و تبدیل برخی ترکیبات حساس به نور به مواد غیرمضر مطرح شده است (Nieto *et al.*, 2009).

برای سنجش انواع آفلاتوکسین روش‌های مختلف آنالیز دستگاهی از جمله کروماتوگرافی مایع با عملکرد بالا[2] (Fani *et al.*, 2014)، کروماتوگرافی لایه نازک با کارایی بالا[3] (فانی و همکاران، ۱۳۹۲) و الایزا[4] وجود دارد (درگاهی و همکاران، ۱۳۹۳). در سال‌های اخیر، آزمون‌هایی بر پایه روش الایزا برای تشخیص آفلاتوکسین ارائه شده‌اند. روش الایزا نسبت به سایر روش‌ها دارای مزایای بالقوه‌ای هستند که از آن جمله می‌توان به سادگی، حساسیت، هزینه کم و استفاده از مواد شیمیایی ایمن‌تر اشاره نمود. مطالعات گسترده روی آفلاتوکسین‌ها در مواد غذایی، روش الایزا را در مقایسه با روش‌های بسیار دقیق اما گران قیمت مانند روش های ذکر شده و کروماتوگرافی مایع- طیف‌سنجی جرمی[5] معتبر ساخته است (Chun *et al.*, 2007). هدف از این تحقیق بررسی کارایی طول موج ۳۶۶ نانومتر اشعه فرابنفش و نور تنگستن در کاهش میزان آفلاتوکسین B_1 با دو غلظت اولیه مختلف در محیط آرد برنج در دو فاصله مختلف از منبع نوری و مقایسه تأثیر هرکدام از آن‌ها بود.

مواد و روش‌ها

- تولید و استخراج آفلاتوکسین B_1

برای تولید آفلاتوکسین B_1 مورد نیاز برای انجام این

[1] International Agency for Research on Cancer
[2] High-Performance Liquid Chromatography
[3] High-Performance Thin-Layer Chromatography
[4] Enzyme-linked Immunosorbent Assay
[5] Liquid Chromatography–Mass Spectrometry

پژوهش از جدایه قارچ *A. flavus* (ITEM 16499) استفاده شد(Fani *et al.*, 2014). در مرحله اول برای احیا و خالص‌سازی قارچ، جدایه مورد نظر روی محیط سیب زمینی – دکستروز – آگار[1] کشت و در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد و شرایط تاریکی به مدت پنج روز قرار داده شد. در مرحله دوم هاگ‌های تولیدی قارچ بعد از جمع آوری و انتقال به آب مقطر سترون، با استفاده از لام (Neubauer, HBG, Germany) شمارش گردید و به نمونه ۱۰ گرمی آرد برنج (محصول شرکت شاهسوند، مشهد)، میزان ۲×۱۰^{۵} عدد هاگ اضافه گردید. بعد از رساندن رطوبت آرد به ۲۵٪ با آب مقطر سترون و سپری شدن ۱۰ روز در دمای $۳۰^{\circ}C$ و شرایط تاریکی با استفاده از دستگاه انکوباتور (Ehret, Emmendingen, Germany) آفلاتوکسین B_1 مورد نیاز تولید شد.

- آماده‌سازی نمونه‌ها و پرتودهی

در این پژوهش، برای بررسی اثر پرتو فرابنفش و تنگستن در کاهش آفلاتوکسینB_1 موجود در آرد برنج، پارامترهایی از قبیل طول موج منابع پرتو، دما، رطوبت، ضخامت آرد برنج ثابت گرفته شد و تنها اثر افزایش زمان پرتودهی، غلظت اولیه آفلاتوکسینB_1 و فاصله سطح آرد برنج از منبع پرتو فرابنفش، در کاهش آفلاتوکسینB_1 موجود در آرد برنج مورد بررسی قرار گرفت. نمونه‌های ده گرمی آرد برنج سفید بدون سبوس (محصول شرکت شاهسوند، مشهد) با رطوبت ۵/۸۱ درصد در ظروف پتری ریخته شد، محلول ۵۰۰ و ۱۰۰۰ng/ml از آفلاتوکسین تهیه و به هر کدام از ده ظرف پتری، یک میلی‌لیتر از هر غلظت اضافه گردید. در این حالت غلظت نهایی آفلاتوکسین در ده گرم آرد برنج ۵۰ و ۱۰۰ ng/g خواهد بود. بلافاصله بعد از اضافه کردن محلول آفلاتوکسین، نمونه‌ها در معرض تابش قرار گرفتند و پس از طی مدت زمان تعیین شده، استخراج آفلاتوکسین انجام گرفت. دو فاصله ۷ و ۱۴ سانتی‌متر از منبع نور و پنج زمان ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و۵۰ دقیقه برای هر آزمایش در نظر گرفته شد (Wang *et al.*, 2016). لامپ فرابنفش با طول موج ۳۶۶ نانومتر (CAMAG UV Cabinet 4, Muttenz, Switzeland) و لامپ رشته‌ای تنگستن ۱۰۰ وات به عنوان منابع پرتو استفاده شد. پتری حاوی آرد برنج مایه‌زنی شده با آفلاتوکسین بر روی پایه‌های با ارتفاع مشخص تا منبع نور قرار داده شد. پرتودهی در محیط آزمایشگاه و دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد انجام شد. نمونه‌ها بلافاصله بعد از اتمام پرتودهی و تا زمان شروع استخراج آفلاتوکسین به یخچال با دمای ۸ درجه سانتی‌گراد منتقل گردید.

- استخراج آفلاتوکسین بعد از پرتودهی و سنجش به روش طیف سنجی الایزا

بعد از پرتودهی، نمونه‌ها به ارلن‌های به حجم ۲۵۰ میلی‌لیتر منتقل، مقدار ۵۰ میلی‌لیتر متانول ۷۰ درصد (مجللی، تهران، ایران) به آن اضافه و به مدت یک ساعت در همزن با سرعت۲۰۰ دور در دقیقه قرار گرفت، سپس نمونه‌ها از کاغذ صافی شماره ۴ (Whatman, Sigma-Aldrich, Germany) عبور داده شدند و محلول شفافی که حاوی آفلاتوکسین و متانول بود، بدست آمد. از هر نمونه رقت ۰/۰۱ برای استفاده در آزمایش الایزا تهیه گردید و مراحل بعدی برای تعیین مقدار آفلاتوکسین در هر نمونه طبق دستورالعمل کیت الایزا انجام شد. حد تشخیص تقریبی[2]، نرخ بازیابی[3] و واکنش متقابل[4] آفلاتوکسین B_1 با کیت الایزا مورد استفاده ۱/۷۵ ng/g، ۸۵ درصد و ۱۰۰ درصد بود (Ridascreen, R- Biopharm, Darmstadt, Germany). چگالی نوری هر نمونه برای سنجش کمی آفلاتوکسین بعد از استخراج و انجام واکنش در پلیت، با استفاده از دستگاه الایزاخوان Microplate Reader (BP800, Biohit, Cheshire, England) در طول موج ۴۵۰ نانومتر انجام شد. در نهایت با رسم منحنی استاندارد غلظت آفلاتوکسین موجود در هر نمونه مشخص گردید. آزمون برای هر نمونه با دوبار تکرار انجام شد.

- تجزیه و تحلیل آماری

رسم نمودارها و برازش داده‌ها با نرم‌افزار سیگماپلات نسخه ۱۴ انجام شد. مقایسه غلظت سم در نمونه‌های تیمار و شاهد در دوزها، زمان‌ها و فاصله‌های مختلف با استفاده از نرم‌افزار تجزیه آماری SAS نسخه ۹,۱ در سطح معنی‌داری ($P\leq0.01$) توسط آزمون Duncan مورد مقایسه قرار گرفت (درگاهی و همکاران، ۱۳۹۳).

[1] Potato Dextrose Agar [2] Detection Limit [3] Recovery Rate [4] Cross Reactivity

یافته‌ها

- رسم منحنی استاندارد و تعیین میزان آفلاتوکسین نمونه‌ها

با سنجش چگالی نوری چهار استاندارد آفلاتوکسین کیت الایزا با غلظت‌های ۰/۰۵، ۰/۴۵، ۱/۳۵ و ۴/۰۵ ng/g، لگاریتم‌گیری از غلظت و رسم منحنی، معادله خط برای سنجش نمونه‌های مجهول به دست آمد (شکل ۱). چون منحنی استاندارد به صورت نیمه لگاریتمی رسم شد بنابراین با قرار دادن چگالی نوری نمونه به‌جای x، غلظت آفلاتوکسین نمونه بر حسب ng/g از رابطه exp(-2.0892x +2.0484) بدست آمد. میزان آفلاتوکسین تولیدی در عصاره استخراجی مرحله اول ۴۴۵۱۶ ng/g محاسبه گردید. این عصاره در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری و رقت‌های ۵۰ و ۱۰۰ ng/g مورد نیاز برای مراحل بعدی آزمایش از این عصاره تهیه گردید.

- پرتودهی فرابنفش

مقایسه میزان کاهش آفلاتوکسین B_1 آرد برنج با غلظت اولیه ۵۰ ng/g در فاصله ۷ و ۱۴ سانتی‌متری از منبع پرتو فرابنفش در زمان‌های مختلف نشان داد با افزایش مدت زمان در معرض نور قرار گرفتن از ۱۰ تا ۵۰ دقیقه میزان کاهش در فاصله ۷ سانتی‌متری بین ۶۸-۲۶٪ و در فاصله ۱۴ سانتی‌متری بین ۵۶-۱۹٪ متغیر بود ($P\leq0.01$) (شکل ۲- A).

مقایسه میزان کاهش آفلاتوکسین B_1 آرد برنج با غلظت اولیه ۱۰۰ ng/g در فاصله ۷ و ۱۴ سانتی‌متری از منبع پرتو فرابنفش در زمان‌های مختلف نشان داد با افزایش مدت زمان در معرض نور قرار گرفتن از ۱۰ تا ۵۰ دقیقه میزان کاهش در فاصله ۷ سانتی‌متری بین ۶۶-۲۴٪ و در فاصله ۱۴ سانتی‌متری بین ۵۶-۱۸٪ متغیر بود ($P\leq0.01$). (شکل ۲- B).

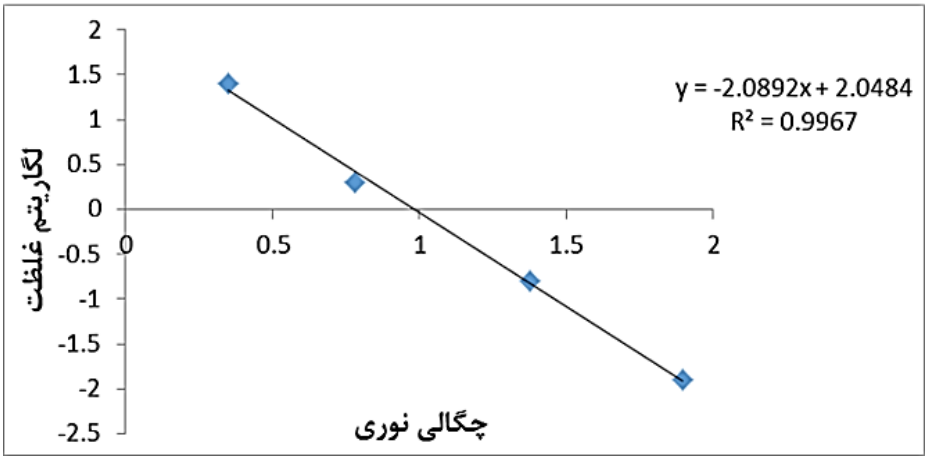
مقایسه داده‌های به دست آمده نشان داد میزان کاهش آفلاتوکسین B_1 در غلظت‌های مختلف و در فاصله ثابت از منبع نور فرابنفش اختلاف معنی‌داری ندارند ($P\leq0.01$) (شکل ۲- C و D).

- پرتودهی تنگستن

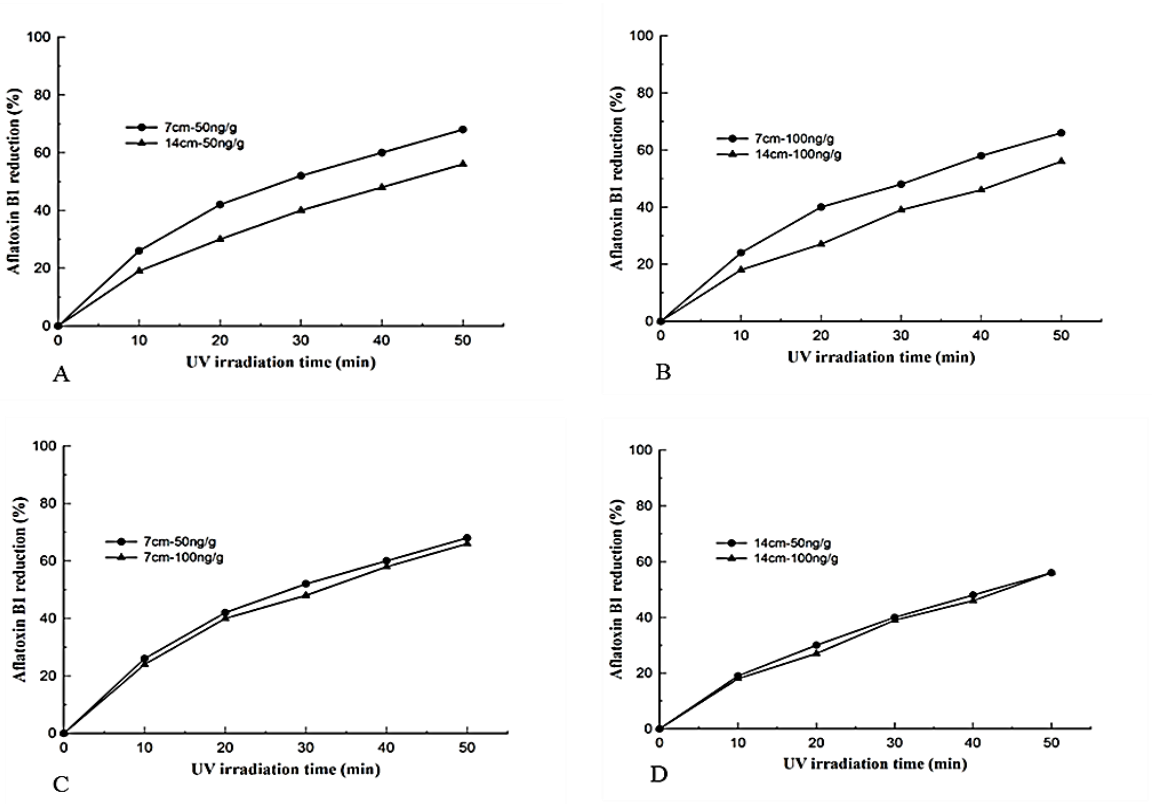
مقایسه میزان کاهش آفلاتوکسین B_1 آرد برنج با غلظت اولیه ۵۰ ng/g در فاصله ۷ و ۱۴ سانتیمتری از منبع نور تنگستن در زمان‌های مختلف نشان داد با افزایش مدت زمان در معرض نور قرار گرفتن از ۱۰ تا ۵۰ دقیقه میزان کاهش در فاصله ۷ سانتی‌متری بین ۶۸-۲۷/۱۹٪ و در فاصله ۱۴ سانتی‌متری بین ۵۵/۵۲-۱۶/۴۸٪ متغیر بود (شکل ۳- A).

مقایسه میزان کاهش آفلاتوکسین B_1 آرد برنج با غلظت اولیه ۱۰۰ ng/g در فاصله ۷ و ۱۴ سانتیمتری از منبع نور تنگستن در زمان‌های مختلف نشان داد با افزایش مدت زمان در معرض نور قرار گرفتن از ۱۰ تا ۵۰ دقیقه میزان کاهش در فاصله ۷ سانتیمتری بین ۶۹-۲۶٪ و در فاصله ۱۴ سانتیمتری بین ۵۴-۱۴٪ متغیر بود ($P\leq0.01$) (شکل ۳-B).

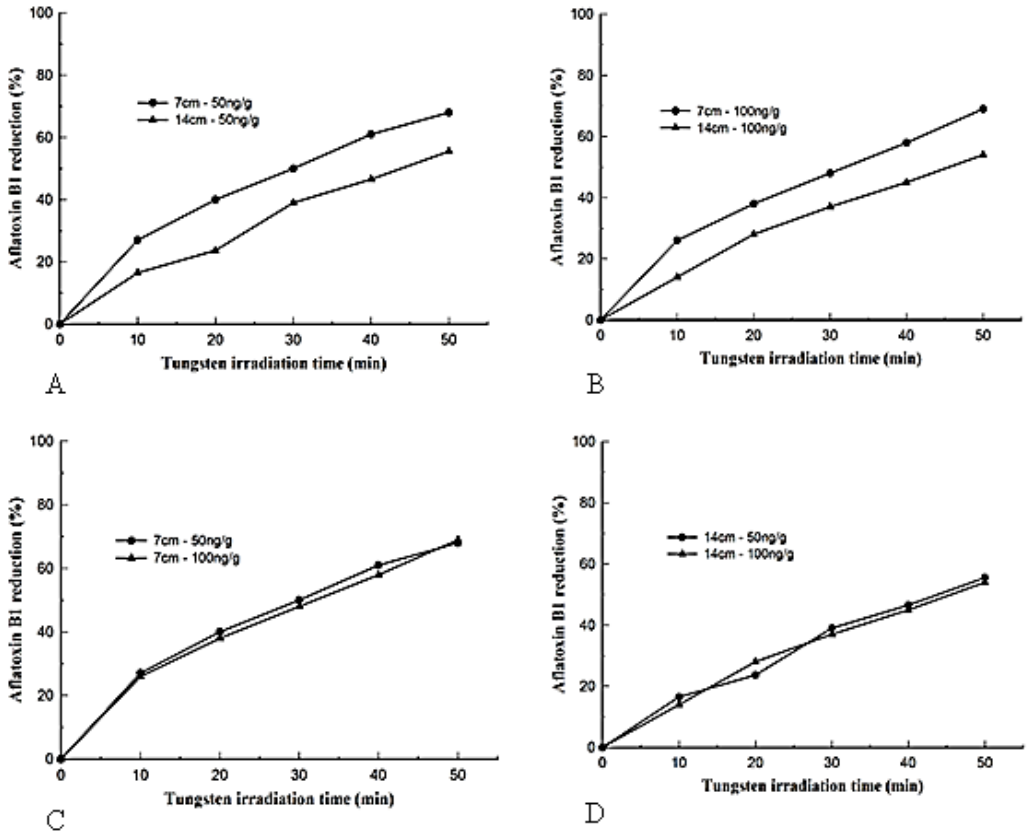
مقایسه داده‌های به دست آمده نشان داد میزان کاهش آفلاتوکسین B_1 در غلظت‌های مختلف و در فاصله ثابت از منبع نور تنگستن اختلاف معنی‌داری ندارند ($P\leq0.01$) (شکل ۳- C و D).



شکل ۱- منحنی استاندارد برای سنجش آفلاتوکسین B1 در آرد برنج



شکل ۲- میزان کاهش آفلاتوکسین آرد برنج با غلظت‌های اولیه ۵۰ و ۱۰۰ ng/g در فواصل مختلف تا منبع نور فرابنفش



شکل ۳- میزان کاهش آفلاتوکسین آرد برنج با غلظت‌های اولیه ۵۰ و ۱۰۰ ng/g در فواصل مختلف تا منبع نور تنگستن

بحث

هدف از این تحقیق بررسی کارایی طول موج ۳۶۶ نانومتر اشعه فرابنفش و نور تنگستن در کاهش میزان آفلاتوکسین B_1 با دو غلظت اولیه مختلف در محیط آرد برنج در دو فاصله مختلف از منبع نوری و مقایسه تأثیر هرکدام از آن‌ها بود. نتایج نشان داد پرتوهای مورد بررسی نسبت به تیمارهای شاهد (بدون پرتودهی و نگهداری شده در شرایط تاریکی) موجب کاهش معنی‌دار در میزان آفلاتوکسین اولیه می‌شوند. کارایی هر دو نوع پرتو در میزان کاهش آفلاتوکسین مشابه یکدیگر و حداکثر ۶۹-۶۶ درصد بود. نتایج نشان داد که هر چقدر فاصله بین منبع پرتو و نمونه آرد برنج آلوده کمتر باشد یا به عبارتی شدت پرتو بیشتر باشد درصد کاهش بیشتری از آفلاتوکسین حاصل می‌شود، اما غلظت اولیه آفلاتوکسین تاثیر چشم‌گیری در توانایی پرتو فرابنفش و تنگستن روی کاهش آفلاتوکسین نشان نداد. مشابه این نتیجه در محیط آبی نیز گرفته شده است به صورتی که با افزایش شدت پرتو فرابنفش درصد کاهش بیشتری از آفلاتوکسینB_1 بدست آمد اما غلظت اولیه آفلاتوکسین تاثیر چندان مهمی روی درصد کاهش آفلاتوکسینB_1 نشان نداد (Liu *et al.*, 2010). نتایج حاصل از پرتودهی آرد برنج آلوده به آفلاتوکسین با غلظت ۵۰ و ۱۰۰ng/g با پرتو تنگستن مشابه نتایج Nkama و همکاران (۱۹۸۷) است، به‌طوری که با افزایش شدت پرتو تنگستن و افزایش دما، درصد کاهش آفلاتوکسین بیشتر می‌شود. همچنین در این پژوهش با افزایش زمان پرتودهی درصد کاهش آفلاتوکسین افزایش می‌یابد، به طوری که بعد از گذشت ۵۰ دقیقه پرتودهی به وسیله پرتو فرابنفش درصد کاهش آفلاتوکسین بیشتر از ۶۰ درصد می‌شود. Liu و همکاران (۲۰۱۰) نیز در محیط آبی با افزایش زمان پرتودهی به وسیله پرتو فرابنفش درصد کاهش بیشتری از آفلاتوکسین B_1 را بدست آوردند به طوری که بعد از گذشت ۱۰۰ دقیقه پرتودهی آفلاتوکسین B_1 را حدود ۱۰۰ درصد کاهش دادند. با افزایش زمان پرتودهی به وسیله نور تنگستن درصد کاهش آفلاتوکسین افزایش می‌یابد به طوری که بعد از ۵۰ دقیقه پرتودهی درصد کاهش آفلاتوکسین بیش از ۶۰ درصد حاصل شد همان‌طور که Nkama و همکاران (۱۹۸۷) نیز با افزایش زمان پرتودهی به وسیله پرتو تنگستن درصد کاهش بیشتری از آفلاتوکسین B_1 را گزارش دادند.

مطالعه تخریب نوری آفلاتوکسین B_1 در محلول آبی، تحت اثر پرتو فرابنفش با شدت‌های تابش مختلف و غلظت‌های اولیه متفاوت آفلاتوکسین و نیز سینتیک تخریب نوری آفلاتوکسین B_1 در تمامی غلظت‌ها و شدت‌ها نشان داده است که کاهش معنی‌داری بین غلظت‌های اولیه ۰/۲، ۲ و ۵ ng/g مشاهده نمی‌شود اما شدت‌های مختلف پرتو اثر معنی‌داری در کاهش آفلاتوکسین دارد (Liu *et al.*, 2010). استفاده از لامپ زنون خطی (در محدوده طول موج ۱۰۰ تا ۱۱۰۰ nm که شامل مناطق فرابنفش، مرئی و مادون قرمز است) برای بررسی اثر نور پالسی در کاهش آفلاتوکسین B_1 و B_2 موجود در شلتوک و سبوس برنج استفاده گردید و نتایج نشان داد در فاصله ۹ سانتیمتر به مدت ۸۰ ثانیه، ۷۵ درصد کاهش در آفلاتوکسین B_1 و ۳۹ درصد کاهش در آفلاتوکسین B_2 اتفاق می‌افتد. همچنین سبوس برنج تحت تابش به مدت ۱۵ ثانیه، ۹۰/۳ درصد کاهش در آفلاتوکسین B_1 و ۸۶/۷ درصد کاهش در آفلاتوکسین B_2 را نشان داد (Wang *et al.*, 2016). مطالعات متعدد اخیر نشان داده است طول موج پرتو فرابنفش، شدت تابش، زمان پرتودهی، مقدار رطوبت مواد غذایی، انواع آفلاتوکسین، pH و ضخامت مواد غذایی تحت پرتو فرابنفش به طور قابل توجهی بر توانایی سم‌زدایی فرابنفش تاثیر می‌گذارند (Diao *et al.*, 2015). در سال ۱۹۸۶ Nkama و همکاران به بررسی اثر شدت نور مرئی در کاهش آفلاتوکسین B_1 موجود در آرد برنج پرداختند. آنها از لامپ تنگستن جیوه به‌عنوان منبع نور مرئی استفاده کردند. شدت نور مورد بررسی، ۴۳، ۵۴، ۶۴، ۱۰۲، ۱۱۲ میکروواوت بر سانتیمتر مربع در دمای متوسط به ترتیب ۳۶، ۴۰، ۴۲، ۴۹ و ۶۰ درجه سانتی‌گراد بود. آنها نتیجه گرفتند که افزایش شدت نور و افزایش زمان پرتودهی به‌عنوان یک اثر غالب در کاهش سم عمل می‌کند و غلظت اولیه آفلاتوکسین B_1 تاثیری در توانایی نور مرئی در کاهش آفلاتوکسین B_1 ندارد. غلظت اولیه آفلاتوکسین B_1 ۳۳۰ میکروگرم سم بر کیلوگرم بود که مشابه نتایج مشاهده شده با آلودگی اولیه ۸۳۳ میکروگرم سم بر کیلوگرم در برنج بود.

آفلاتوکسین B_1 دارای یک طیف جذبی با حداکثر طول

موج‌های ۲۲۲، ۲۶۵ و ۳۶۲ است. پرتودهی در این طول موج‌ها، مولکول آفلاتوکسین را برانگیخته و حساسیت آن را به تجزیه افزایش می‌دهد. بالابودن حساسیت به پرتودهی فرابنفش در pHهای زیر ۳ یا بالای ۱۰، ساختار آفلاتوکسین در قسمت انتهای حلقه فوران تحت تأثیر قرار گرفته و ارتباط نقطه فعال حذف می‌شود. برخی معتقدند پرتوهای فرابنفش باعث تولید دو ترکیب با سمیت کمتر می‌گردد. لذا کاهش سمیت مربوط به بازشدن حلقه لاکتونی نیست، بلکه به از دست دادن یکی از پیوندهای مضاعف در حلقه فوران و یا از دست دادن حلقه فورانی است (Samarajeewa *et al.*, 1990).

نتیجه‌گیری

هرچه فاصله بین آرد برنج آلوده به آفلاتوکسین B_1 به منبع نور فرابنفش و تنگستن کمتر باشد کاهش آفلاتوکسین در اثر پرتودهی بیشتر رخ می‌دهد. در ضمن هرچه مدت زمان در معرض پرتو قرار گرفتن بیشتر باشد کاهش آفلاتوکسین هم بیشتر می‌شود. همچنین در این پژوهش مشخص شد که غلظت اولیه آفلاتوکسین تأثیر معنی‌داری در میزان کاهش آفلاتوکسین توسط پرتو فرابنفش و نور تنگستن در زمان‌های مختلف در معرض پرتو بودن و فواصل مختلف از منبع نور ندارد.

سپاسگزاری

از مدیریت محترم مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی یزد و بخش گیاه‌پزشکی این مرکز به خاطر همکاری صمیمانه و در اختیار گذاشتن تجهیزات مورد نیاز قدردانی می‌گردد.

منابع

درگاهی، ر.، مرادی، م.، فانی، س. ر. و معصومی، ح. (۱۳۹۳).ارزیابی میزان آفلاتوکسین B_1 در بخش‌های مختلف میوه پسته و تأثیر مراحل فرآوری بر مقدار آن. مجله بهداشت مواد غذایی، سال چهارم، شماره ۳ ، صفحات ۳۱-۲۱.

فانی، س. ر.، مرادی، م.، تاج‌آبادی‌پور، ع.، درگاهی، ر. و میرابوالفتحی، م. (۱۳۹۲). نقش زودخندانی در آلودگی میوه پسته به گونه‌های آسپرژیلوسو آفلاتوکسین در استان کرمان. مجله علوم غذایی و تغذیه، سال یازدهم، شماره ۳، صفحات ۱۰۵-۹۷.

مرادی، م. حکم‌آبادی، ح و فانی، س. ر. (۱۳۹۴). بررسی عوامل مؤثر بر رشد قارچی و تولید آفلاتوکسین در انبارهای پسته استان کرمان. مجله علوم غذایی و تغذیه، سال دوازدهم، شماره ۲، صفحات ۹۲-۸۳.

Amaike, S. & Keller N. P. (2011). *Aspergillus Flavus*. Annual Review Phytopathology, 49, 107-133.

Chun, H. S., Kim, H. J., Ok, H. E., Hwang, J. B. & Chung, D. H. (2007). Determination of aflatoxin levels in nuts and their products consumed in South Korea. Food Chemistry, 102(1), 385-391.

Diao, E., Li, X., Zhang, Z., Ma, W., Ji, N. & Dong, H. (2015). Ultraviolet irradiation detoxification of aflatoxins. Trends in Food Science & Technology, 42(1), 64-69.

Fani, S. R., Moradi, M., Probst, C., Zamanizadeh, H. R., Mirabolfathy, M., Haidukowski, M. & Logrieco, A. F. (2014). A critical evaluation of cultural methods for the identification atoxigenic*Aspergillus flavus* isolates for aflatoxin mitigation in pistachio orchards of Iran. European Journal of Plant Pathology, 140(4), 631-642.

International Agency for Research on Cancer. (1994). IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans (Vol. 59). International Agency for Research on Cancer.

Liu, R., Jin, Q., Tao, G., Shan, L., Huang, J., Liu, Y., Wang, X., Mao, W. & Wang, S. (2010). Photodegradation kinetics and byproducts identification of the Aflatoxin B1 in aqueous medium by ultra-performance liquid chromatography–quadrupole time-of-flight mass spectrometry. Journal of Mass Spectrometry, 45(5), 553-559.

Nieto, L. M., Hodaifa, G. & Casanova, M. S. (2009). Elimination of pesticide residues from virgin olive oil by ultraviolet light: preliminary results. Journal of Hazardous Materials, 168(1), 555-559.

Nkama, I., Nobbs, J. H. & Muller, H. G. (1987). Destruction of aflatoxin B1 in rice exposed to light. Journal of Cereal Science, 5(2), 167-173.

Milićević, D. R., Škrinjar, M. & Baltić, T. (2010). Real and perceived risks for mycotoxin

contamination in foods and feeds: challenges for food safety control. Toxins, 2(4), 572-592.

Samarajeewa, U., Sen, A. C., Cohen, M. D. & Wei, C. I. (1990). Detoxification of aflatoxins in foods and feeds by physical and chemical methods. Journal of Food Protection, 53(6), 489-501.

Sashidhar, R. B. (1993). Fate of aflatoxin B1 during the industrial production of edible defatted peanut protein flour from raw peanuts. Food Chemistry, 48(4), 349-352.

Wang, B., Mahoney, N. E., Pan, Z., Khir, R., Wu, B., Ma, H. & Zhao, L. (2016). Effectiveness of pulsed light treatment for degradation and detoxification of aflatoxin B1 and B2 in rough rice and rice bran. Food Control, 59, 461-467.