

## تأثیر تابش گرانیات بر کاهش آفاتوکسین در ذرت

شراره بابامحمدی، محمدرضا رضایی، ندا زارعی

گروه مهندسی هسته‌ای - دانشکده علوم و فناوری های نوین - دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته

mr.rezaie@kgut.ac.ir

### مواد و روش ها

مواد و روشها

نمونه برداری گرانیات و ذرت

برای بررسی کاهش AFB1 در ذرت، گروه های نمونه و شاهد بر روی بستر گرانیاتی قرار گرفتند. نمونه ذرت مورد استفاده در این آزمایش، خوراک دام ذرت بود. گرانیات رادیواکتیو از کوه گبری در استان کرمان در ایران استخراج شده است. برای آلوده کردن نمونه های ذرت به آفاتوکسین، نمونه ها با آب پاشیده و به مدت 4 روز در کیسه دربسته قرار داده شدند. گروه های نمونه و شاهد پس از پروتدهی با گرانیات به آزمایشگاه فرستاده شدند. سطح آفاتوکسین ذرت با روش کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC) در آزمایشگاه های پسته رفسنجان اندازه گیری شد.

مراحل آزمایشی

برای بررسی کاهش آفاتوکسین در بسته های ذرت پس از تابش گرانیات، گروه های نمونه و شاهد به مدت 5 روز روی بستر گرانیاتی با فعالیت 1Bq/g قرار گرفتند. وزن نمونه های ذرت معادل 500 گرم بود. نمونه شاهد برای اندازه گیری مقدار اولیه آفاتوکسین به آزمایشگاه فرستاده شد و نمونه دیگری به مدت 5 روز در معرض اشعه گاما از 4 کیلوگرم گرانیات قرار گرفت و کاهش آفاتوکسین به روش HPLC اندازه گیری شد.

### یافته ها

۱- نتیجه عملی

ذرت آلوده به آفاتوکسین به سه دسته تقسیم شد. ابتدا یک نمونه برای تعیین آفاتوکسین اولیه به آزمایشگاه فرستاده شد. نتایج نشان داد که میزان اولیه آفاتوکسین در ذرت 7.8 ppb بود. سپس دو بسته باقیمانده یکی در بستر گرانیات و دیگری دور از گرانیات به مدت 5 روز در شرایط محیطی مشابه با نمونه قرار داده شده بر روی گرانیات نگهداری شدند. نتایج نشان می دهد که مقدار آفاتوکسین در نمونه دور از گرانیات و نمونه قرار داده شده روی 4 کیلوگرم گرانیات رادیواکتیو پس از پنج روز به 3.5ppb کاهش می یابد. میزان تغییر آفاتوکسین B1 و B2 (Δa) به ازای هر کیلوگرم ذرت (m1=1kg) ناشی از یک کیلوگرم گرانیات (m2=1kg) برای یک روز (t=1 day) به عنوان ضریب کاهش آفاتوکسین ناشی از گرانیات به ترتیب  $\lambda = (\Delta a.m1)/(m2.t) = 0.13$  و  $\lambda = 0.013$  ppb/day به دست می آید.

۲- نتایج شبیه سازی

نتایج دزیمتری با استفاده از کد MCNP نشان می دهد که دوز دریافتی از گرانیات به مدت پنج روز 4 میلی گری است. بنابراین ضریب کاهش آفاتوکسین در دوز گاما گرانیات (D=1mGy) به صورت  $\beta = \Delta a / D = 0.988$  ppb/mGy است. فرمول کاهش آفاتوکسین به دلیل دوز دریافتی از گرانیات برابر با  $\Delta a = 0.988D$

### بحث و نتیجه گیری

در این تحقیق سعی شده است کاهش آفاتوکسین در ذرت که یکی از غذاهای وارداتی برای خوراک انسان و دام است، مورد بررسی قرار گیرد. شواهد نشان می دهد که ذرت وارداتی به کشور آلوده به آفاتوکسین است. کاهش آفاتوکسین با استفاده از گرانیات رادیواکتیو بررسی شده است. نتایج نشان می دهد که ضریب کاهش آفاتوکسین ناشی از یک کیلوگرم گرانیات به ازای هر کیلوگرم ذرت 0045/0 ppb/day است. همچنین با استفاده از کد MCNP، مقدار دوز حاصل از تابش گرانیات ذرت محاسبه شده است. ضریب کاهش آفاتوکسین در ذرت ناشی از 1mGy دز دریافتی از گرانیات برابر با 2233/0 ppb/mGy است، بنابراین گرانیات رادیواکتیو می تواند سطح آفاتوکسین ذرت را کاهش دهد.

### مراجع

- [1] N. M. Miliță, G. Mihaescu, and C. Chifriuc, "Aflatoxins—health risk factors," Bacteriologia, virusologia, parazitologia, epidemiologia (Bucharest, Romania): 1990), vol. 55, no. 1, pp. 19-24, 2010.
- [2] L. Righetti et al., "Unveiling the spatial distribution of aflatoxin B1 and plant defense metabolites in maize using AP-SMALDI mass spectrometry imaging," The Plant Journal, vol. 106, no. 1, pp. 185-199, 2021.
- [3] Z. Mohammadi Shad et al., "New infrared heat treatment approaches to dry and combat fungal contamination of shelled corn," Journal of Food Safety, vol. 41, no. 2, p. e12886, 2021.
- [4] B. Smith, "The toxicity of bracken fern (genus Pteridium) to animals and its relevance to man," in Handbook of plant and fungal toxicants: CRC Press, 2020, pp. 63-76.
- [5] C. T. ODISHA'S, "Journal Homepage: www. journalijar. com."
- [6] P. Villers, "Aflatoxins and safe storage," Frontiers in microbiology, vol. 5, p. 158, 2014.
- [7] M. A. Klich, "Aspergillus flavus: the major producer of aflatoxin," Molecular plant pathology, vol. 8, no. 6, pp. 713-722, 2007.
- [8] P. Karlovsky et al., "Impact of food processing and detoxification treatments on mycotoxin contamination," Mycotoxin research, vol. 32, no. 4, pp. 179-205, 2016.
- [9] S. Scharnschmidt and C. Faehl-Hassek, "The fate of mycotoxins during the primary food processing of maize," Food control, vol. 121, p. 107651, 2021.
- [10] U. Samarajeewa, A. Sen, M. Cohen, and C. Wei, "Detoxification of aflatoxins in foods and feeds by physical and chemical methods," Journal of food protection, vol. 53, no. 6, pp. 489-501, 1990.
- [11] R. Nelson, "Sorting technologies to rehabilitate toxic maize," Outlooks on Pest Management, vol. 27, no. 6, pp. 247-251, 2016.
- [12] N. H. Aziz, M. Ferial, A. A. Shahin, and S. M. Roushy, "Control of Fusarium moulds and fumonisin B1 in seeds by gamma-irradiation," Food control, vol. 18, no. 11, pp. 1337-1342, 2007.
- [13] J. Jabłonska and D. Mańkowska, "The influence of UV, X and microwave radiation on the aflatoxin B1 concentration in nuts," Biotechnology and Food Science, vol. 78, no. 2, pp. 111-119, 2014.
- [14] H. Shahbazi, P. Shavrang, and A. Sadeghi, "Effects of gamma and electron-beam irradiation on aflatoxin B1 content of corn grain," Animal Sciences Journal, 2010.
- [15] N. Aziz, A. Shahin, S. Mahrous, and F. El-Far, "Control of fusarium moulds and fumonisin B1 in grains by gamma irradiation\* Key words: Irradiated grains, Mycotoxins, Fusarium moulds, Fumonisin," Isotope and Radiation Research, vol. 38, no. 3, pp. 731-740, 2007.
- [16] I. Ghanem, M. Orfi, and M. Shamma, "Effect of gamma radiation on the inactivation of aflatoxin B1 in food and feed crops," Brazilian Journal of Microbiology, vol. 39, pp. 787-791, 2008.
- [17] F. O. Ugbede, "Distribution of 40K, 238U and 232Th and associated radiological risks in River sand sediments across Enugu East, Nigeria," Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management, vol. 14, p. 100317, 2020.
- [18] O. M. Olerinde, M. O. Akpochofor, R. I. Obed, and R. D. Jubril, "Dosimetric Testing of Two Incident Electron Parameters for Photon Beam Monte Carlo Model of an Elekta Precise Linac."
- [19] S. Ghiasian, G. Shephard, and H. Yazdanpanah, "Natural occurrence of aflatoxins from maize in Iran," Mycopathologia, vol. 172, no. 2, pp. 153-160, 2011.
- [20] R. K. Darsanaki, M. H. Kolavani, M. M. D. Chakosari, S. E. Shalkeh, and A. Tajehmiri, "Biological control of aflatoxin B1 by probiotic bacteria," Trends in Life Science, vol. 3, no. 1, pp. 2319-4731, 2014.
- [21] K. E. Sapsford et al., "Indirect competitive immunoassay for detection of aflatoxin B1 in corn and nut products using the array biosensor," Biosensors and bioelectronics, vol. 21, no. 12, pp. 2298-2305, 2006.

### چکیده

در این تحقیق با تأثیر تابش گاما گرانیات رادیواکتیو، کاهش آفاتوکسین B1 در ذرت در دو مرحله مورد بررسی قرار گرفت. در مرحله اول کاهش آفاتوکسین در بسته های ذرت توسط بستر گرانیاتی مورد آزمایش قرار گرفت. در این مرحله سطح آفاتوکسین بسته های ذرت 500 گرمی پس از 5 روز به میزان 4 کیلوگرم بستر گرانیات تا 50 درصد کاهش یافت. آفاتوکسین های شناسایی شده در این تحقیق از نوع B1 و B2 بودند که سطح AFB2 بسیار کمتر از B1 بود. بر اساس نتایج، آفاتوکسین های B1 و B2 در یک کیلوگرم ذرت پس از 1 روز کاهش یافت. ( ضریب کاهش آفاتوکسین)  $ARC = 0.13$  به ترتیب  $ARC = 0.13$  و  $MCNPX = 0.13$  محاسبه شد. مرحله دوم با کد MCNPX انجام شد. نتیجه  $MCNPX = 0.13$  ppb/day نشان داد پس از 5 روز دوز گاما برابر 4 میلی گری است که کمتر از حد مجاز میباشد. بنابراین سطح چربی و پروتئین بعد از 5 روز تغییر نمیکند چون سطح دز کمتر از  $2kGy$  است.

واژگان کلیدی: ذرت، گرانیات، آفاتوکسین، MCNP، دوز، HPLC

### مقدمه

آفاتوکسین ها گروهی از متابولیت های ثانویه هستند که از گونه های قارچی *Aspergillus Parasiticus* و *A. Flavus* مشتق می شوند [1]. این قارچ ها اندام های زنده و مرده گیاهان و حیوانات را آلوده می کنند اگر توسط انسان و دام مصرف شوند، تهدیدی جدی برای سلامتی به شمار می روند. سالانه بیش از 25 درصد از محصولات غذایی جهان به دلیل وجود این ماده سمی در شبکه غذایی از بین می رود که منجر به بار اقتصادی قابل توجهی می شود [2, 3]. کاهش آلودگی و جلوگیری از انتشار قارچ در ذرت با استفاده از روش های زراعی مناسب در طی فرایندهای خشک کردن و ذخیره سازی انجام می شود [4]. فقدان تجهیزات خشک کن کافی و جو مرطوب می تواند منجر به افزایش سطح آفاتوکسین در بادام زمینی برداشت شده، آجیل درختی و سایر مواد غذایی شود [5]. ذرت علاوه بر داشتن چربی های سالم، پروتئین ها، کربوهیدرات ها و مواد معدنی و غیره، فواید سلامتی متعددی نیز دارد [6]. با توجه به ارزش غذایی ذرت، کاهش آفاتوکسین ذرت کمتر از حد مجاز بین المللی برای حفظ تجارت جهانی و سلامت مصرف کننده ضروری است [7, 8]. تا به امروز، مطالعات متعدد سم زدایی محصولات غذایی آلوده از جمله ذرت را انجام داده اند [9, 10]. غیرفعال سازی قارچ ها و کاهش آفاتوکسین را می توان به روش های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی طبقه بندی کرد [11, 12]. روش های فیزیکی شامل غیرفعال سازی با حرارت، اشعه ماوراء بنفش UV و درمان با اشعه گاما است. از آنجایی که آفاتوکسین ها به اشعه ماوراء بنفش و اشعه گاما حساس هستند، این فرضیه وجود دارد که استفاده از روش های فیزیکی ممکن است به طور مفیدی باعث کاهش آفاتوکسین از مواد غذایی و محصولات کشاورزی شود [13]. اشعه ماوراء بنفش می تواند آفاتوکسین (AFBI) B1 را تخریب کند. با این حال، محدودیت هایی در حذف آفاتوکسین ها در مواد غذایی از طریق اشعه ماوراء بنفش به دلیل نفوذ و دامنه کم آن وجود دارد [14]. به طور متناوب، چندین مطالعه اخیر کاهش آفاتوکسین را از طریق درمان با اشعه گاما نشان دادند [15]. این مطالعه نشان داد که دوز تابش گاما 10 کیلوگری برای کاهش 100 درصدی سطح آفاتوکسین در مواد غذایی، محصولات کشاورزی مختلف مناسب است [16]. با توجه به این موضوع، RGR به دلیل وجود مقادیر قابل اندازه گیری  $^{232}U$ ،  $^{238}Th$ ،  $^{40}K$  و سایر عناصر، منبع تابش آلفا، بتا و گاما در نظر گرفته می شود. طبق سری واپاشی  $^{238}U$ ،  $^{232}Th$  و ایزوتوپ  $^{40}K$  در RGR، تنها 40 k عمده ذرات بتا و  $^{238}U$  و  $^{232}Th$  پرتوهای آلفا و گاما ساطع می کنند [17]. این مطالعه با هدف بررسی اثرات تابش گامای سطح پایین از RGR بر کاهش AFB1 از ذرت در طول دوره ذخیره سازی انجام شده است. برای مطالعه شبیه سازی از کد Particle (MCNPX) Monte Carlo N- به خوبی تعریف شده استفاده شد [18]. بر اساس مقایسه بین داده های تجربی و شبیه سازی شده، دوز بهینه اشعه گاما برای کاهش AFB1 تعیین شد و یک فرمول ریاضی نیز در این مطالعه ایجاد شد. انواع عمده آفاتوکسین ها عبارتند از آفاتوکسین B1 (AFB1)، AFB2، AFG1 و AFG2 که توسط اسپرژیلوس فلاووس و به ویژه اسپرژیلوس پارازیتیکوس تولید می شود [19]. آفاتوکسین ها باعث ایجاد سرطان کبد میشوند [20]. سطح AFB1 یک قانون در بسیاری از کشورها است و توسط اتحادیه اروپا تنظیم می شود که به میزان 2 نانوگرم در گرم در غذاها است [21]. روش کاهش آفاتوکسین در ذرت با تابش گامای گرانیات و دوز گاما در محاسبه ذرت در زیر مورد بحث قرار خواهد گرفت.