

## اثرات پرتوتابی الکترون بر کیفیت نشاسته و قابلیت هضم دانه گندم

پروین شورنگ\* (۱) - علی اصغر صادقی (۲) - حامد زرگران اصفهانی (۱) - بهنام قربانی کوکنده (۳)

<sup>۱</sup> سازمان انرژی اتمی، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، پژوهشکده تحقیقات کشاورزی پزشکی و صنعتی

<sup>۲</sup> دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، <sup>۳</sup> دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

### چکیده:

به منظور مطالعه اثر پرتوتابی الکترون بر ترکیبات، کریستالینیتی نشاسته و قابلیت هضم دانه گندم، نمونه‌های گندم با دزهای صفر (شاهد)، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵ و ۳۰ کیلوگری پرتوتابی شدند. کریستالینیتی نشاسته با استفاده از روش پراش پرتو ایکس و قابلیت هضم با استفاده از خروس های بالغ مورد مطالعه قرار گرفت. پرتوتابی اثری بر ترکیبات شیمیایی نداشت، ولیکن سبب کاهش کریستالینیتی نشاسته شد. با افزایش دز پرتوتابی، قابلیت هضم دانه گندم بیشتر شد. نتایج نشان داد که دزهای بیشتر از ۲۰ کیلوگری پرتو الکترون سبب بهبود کیفیت نشاسته و افزایش قابلیت هضم دانه گندم می شود.

**کلید واژه:** پرتو الکترون، کریستالینیتی نشاسته، قابلیت هضم، دانه گندم

### مقدمه:

دانه گندم دارای پلی ساکاریدهای غیرنشاسته ای با اثرات ضدتغذیه ای است. این ترکیبات علاوه بر غیرقابل هضم بودن سبب محبوس شدن سایر مواد قابل هضم نیز شده و از هضم شدن آنها ممانعت می کنند. پلی ساکاریدهای غیر نشاسته ای به همراه برخی گلیکوپروتئین ها قادرند ویسکوزیته محتویات دستگاه گوارش محتویات دستگاه گوارش را زیاد و با ذخیره آب در دستگاه گوارش سبب ایجاد توده های خمیری و چسبنده در دستگاه گوارش می شوند. تشکیل این توده ها سبب کاهش جذب مواد غذایی و در مواردی بروز اسهال می شود.

در مطالعه‌ای [۱] پرتوتابی دانه گندم سیاه با دز ۵ کیلوگری سبب افزایش ارزش خالص پروتئین در طیور شد. بنابراین گزارش یکی از ترکیبات ضدتغذیه ای گندم به نام زایلان، با ایجاد چسبندگی در محتویات دستگاه گوارش نرخ عبور مواد هضمی و همچنین نرخ جذب مواد مغذی را در دستگاه گوارش جوجه‌ها کاهش می‌دهد. قابلیت هضم پروتئین و بعضی از اسیدهای آمینه در قسمت‌های انتهایی ایلئوم در موقع افزایش محتویات پنتوزان جیره کاهش می‌یابد. تاکنون در زمینه اثرات پرتوتابی الکترون بر کیفیت نشاسته دانه گندم گزارشی منتشر نشده است. هدف از انجام پژوهش حاضر مطالعه اثر پرتوتابی الکترون بر کریستالینیتی نشاسته گندم و قابلیت هضم آن می باشد.

### روش کار:



## 19 th Iranian's Nuclear Conference

**پرتوتابی نمونه‌ها** - پرتوتابی نمونه‌های گندم در مرکز پرتو فرآیند یزد انجام شد. شتاب دهنده الکترونی که در این آزمایش مورد استفاده قرار گرفت، رودوترون مدل TT ۲۲۰ بود. نمونه‌های گندم با پرتو الکترونی ۱۰ مگا الکترون ولت و جریان باریکه الکترونی ۶ میلی آمپر با دزهای ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵ و ۳۰ کیلوگری پرتوتابی شدند. به منظور دقت در دز داده شده به نمونه‌ها، اندازه‌گیری دز با استفاده از کالری متر پلی استایرن که یک دزیمتر مرجع می‌باشد، صورت گرفت.

**تعیین ترکیبات شیمیایی:** ترکیبات شیمیایی نمونه‌های مورد مطالعه شامل ماده خشک، خاکستر، پروتئین خام، چربی خام و ترکیبات دیواره سلولی پس از آسیاب کردن با آسیاب دارای الک با قطر منافذ ۱ میلی متر طبق روش AOAC [۲] در ۳ تکرار تعیین شد.

**تعیین کریستالینیتی نشاسته** - به ازای هر تیمار، ۲۰۰ گرم نمونه آسیاب شد. مقداری از آن را از الک ۲۷۰ مش عبور داده و حدود ۱۰ گرم نمونه جدا گردید. سپس سه گرم نمونه آرد شده به صورت قرص در آورده شد. بدین منظور نمونه آردی در قالب پلاستیکی به قطر ۳ سانتی متر در دستگاه پرس فشرده شد و سپس نمونه‌های قرصی شکل در داخل دستگاه پراش زیمنس (Simens) مدل D۸ Advance قرار داده شد. نمونه‌های مورد استفاده در این مطالعه با ولتاژ ۴۰ کیلو ولت و شدت جریان ۳۰ میلی آمپر در مقابل اشعه ایکس با طول موج ۱/۵ آنگستروم قرار گرفته و زاویه ۲θ برای این نمونه‌ها بین ۴ تا ۸۰ درجه بود.

**تعیین قابلیت هضم** - آزمایشات قابلیت هضم با استفاده از ۱۰ قطعه خروس‌های بالغ نژاد ردایلندرد انجام شد. تعداد تکرار (خروس) برای هر تیمار ۳ و مقدار ماده خوراکی استفاده شده برای هر خروس ۲۰۰ گرم بود. در شروع آزمایش، برای اندازه‌گیری مقدار فضولات متابولیکی و اندوژنوس، خروس‌ها به مدت ۲۴ ساعت در شرایط محروم از غذا نگهداری شدند. سپس مراحل اصلی آزمایش انجام شد. در هر مرحله پس از ۴ روز عادت دهی و ۲۴ ساعت گرسنگی، فقط یک ماده خوراکی طی ۳ روز (۷۲ ساعت) به صورت آزاد در اختیار پرنده قرار گرفت و در این ۳ روز و ۲۴ ساعت گرسنگی بعد از آن، فضولات به صورت انفرادی جمع آوری و مقدار ماده خشک، انرژی خام، پروتئین خام و پروتئین حقیقی [۴] آنها در آزمایشگاه تعیین شد.

**تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها** - آنالیز واریانس داده‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. مدل آماری مورد استفاده در این پژوهش به صورت  $Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$  بود. در این مدل  $Y_{ij}$  مقدار هر مشاهده،  $\mu$  میانگین صفت مورد مطالعه،  $T_i$  اثر پرتوتابی و  $e_{ij}$  خطای آزمایشی است. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها در این مطالعه با استفاده از نسخه ۹/۱ بسته نرم افزاری SAS، Proc GLM صورت گرفت. پس از تجزیه واریانس، میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شدند.

**نتایج و بحث:**



## 19 th Iranian's Nuclear Conference

اثرات پرتوتابی الکترون بر ترکیبات شیمیایی دانه گندم در جدول ۱ گزارش شده است. عمل آوری با پرتو الکترون اثر معنی داری بر ترکیبات شیمیایی مواد خوراکی نداشت ( $P > 0.05$ ). نتایج مطالعه حاضر با گزارش های سایر محققان [۵ و ۶] مطابقت داشت. این محققین نیز گزارش کردند که پرتوتابی در دزهای کمتر از ۵۰ کیلوگری تغییری در ترکیب شیمیایی مواد خوراکی ایجاد نمی کند. پرتوهای یونساز بدون ایجاد حرارت و با تشکیل اتصالات عرضی در مواد پرتوتابی شده سبب ایجاد تغییراتی در ویژگی و خواص مواد مورد پرتوتابی شده و تأثیری بر مقدار ترکیبات ندارد [۷].

جدول ۱: ترکیبات شیمیایی دانه گندم (اعداد به درصد ماده خشک)

ترکیبات دیواره سلولی	چربی	پروتئین	خاکستر	ماده خشک	
۴/۱	۵/۳	۱۱/۱	۱/۷	۹۲/۱	دانه گندم
۴/۰	۴/۹	۱۰/۵	۱/۶	۹۱/۲	دانه گندم ۱۰ کیلوگری
۳/۹	۵/۵	۱۰/۴	۱/۵	۹۱/۴	دانه گندم ۱۵ کیلوگری
۳/۷	۴/۷	۱۰/۶	۱/۶	۹۱/۷	دانه گندم ۲۰ کیلوگری
۳/۵	۴/۸	۱۱/۳	۱/۷	۹۱/۱	دانه گندم ۲۵ کیلوگری
۳/۵	۵/۲	۱۰/۷	۱/۶	۹۱/۷	دانه گندم ۳۰ کیلوگری
۱/۰۳	۱/۱۴	۱/۲۷	۰/۹۱	۱/۵۴	اشتباه معیار

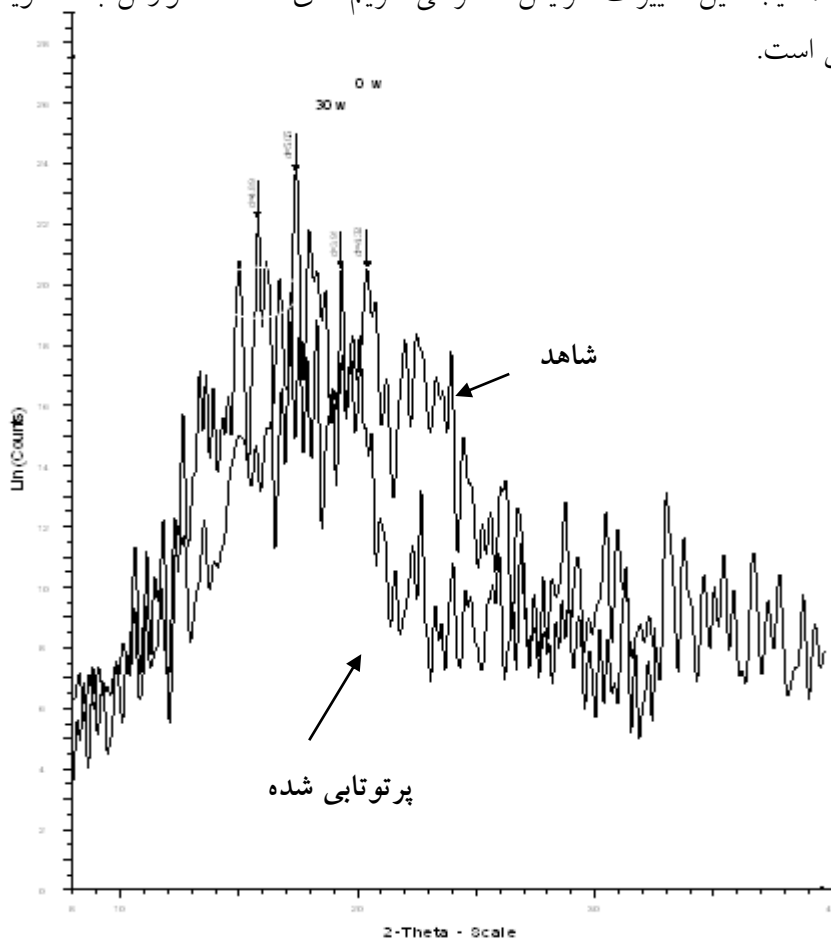
عدم درج حروف در هر ستون نشانه غیرمعنی داری ( $P > 0.05$ ) تفاوت میانگین ها می باشد.

نمودار دیفراکتوگرام نشاسته دانه گندم شاهد و پرتوتابی شده در شکل ۱ نشان داده شده است. پیک دیفراکشن نشاسته گندم شاهد ۲۳/۴ و ۲۰/۲ بود. الگوی دیفراکشن نمونه ها نشان داد که پرتوتابی سبب کاهش کریستالینیتی نشاسته گندم شد. کریستالینیتی نشاسته گندم شاهد و پرتوتابی شده با دزهای ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵ و ۳۰ کیلوگری به ترتیب ۲۶/۸، ۲۵/۷، ۲۵/۱، ۲۳/۶، ۱۹/۸ و ۱۹/۵ درصد بود. کاهش کریستالینیتی در دزهای بالا بیشتر از دزهای پایین بود که با گزارش بائو [۸] و سسلا [۹] مطابقت دارد. کاهش در کریستالینیتی نشاسته می تواند به دلیل شکستن اتصالات بین آمیلاز و آمیلوپکتین و داخل زنجیره آمیلوپکتین و شکافته شدن پیوندهای گلیکوزیل که سبب دپلمریزه شدن زنجیره می شود باشد [۱۰].

اثرات پرتوتابی الکترون بر قابلیت هضم دانه گندم در جدول ۲ گزارش شده است. پرتوتابی الکترون در دزهای بیش از ۱۵ کیلوگری اثر معنی داری بر قابلیت هضم مواد مغذی دانه گندم داشت ( $P < 0.05$ ). و با افزایش دز پرتوها قابلیت هضم فراسنجه های مختلف به صورت خطی افزایش یافت. افزایش قابلیت هضم می تواند به دلیل اثر پرتوها بر واسرشتی پروتئین ها، تغییر ساختار پلی ساکاریدهای نشاسته ای و غیرنشاسته-

19 th Iranian's Nuclear Conference

ای باشد. نتیجه این تغییرات افزایش دسترسی آنزیم های دستگاه گوارش به محتویات درون سلولی مواد خوراکی است.



شکل ۱: دیفراکتوگرام پرتو ایکس دانه گندم قبل و بعد از پرتوتابی (۳۰ کیلوگری)

جدول ۲: قابلیت هضم دانه گندم عمل آوری نشده و عمل آوری شده با پرتو الکترون (درصد)

انرژی خام	پروتئین حقیقی	پروتئین خام	ماده آلی	ماده خشک	
۶۳/۱ <sup>f</sup>	۸۳/۹ <sup>c</sup>	۴۹/۰ <sup>e</sup>	۷۹/۵ <sup>e</sup>	۷۶/۵ <sup>d</sup>	دانه گندم
۶۴/۵ <sup>ef</sup>	۸۳/۷ <sup>c</sup>	۵۰/۶ <sup>de</sup>	۸۱/۵ <sup>dc</sup>	۷۶/۷ <sup>d</sup>	دانه گندم ۱۰ کیلوگری
۶۷/۳ <sup>cd</sup>	۸۴/۶ <sup>b</sup>	۵۲/۲ <sup>cde</sup>	۸۴/۲ <sup>cd</sup>	۷۷/۷ <sup>cd</sup>	دانه گندم ۱۵ کیلوگری
۶۸/۲ <sup>bcd</sup>	۸۴/۹ <sup>b</sup>	۵۳/۳ <sup>bcd</sup>	۸۵/۱ <sup>bc</sup>	۷۹/۳ <sup>ab</sup>	دانه گندم ۲۰ کیلوگری
۷۱/۸ <sup>ab</sup>	۸۵/۰ <sup>b</sup>	۵۶/۰ <sup>abc</sup>	۸۵/۳ <sup>bc</sup>	۸۰/۵ <sup>a</sup>	دانه گندم ۲۵ کیلوگری
۷۲/۴ <sup>a</sup>	۸۵/۰ <sup>a</sup>	۵۶/۲ <sup>ab</sup>	۹۰/۱ <sup>a</sup>	۸۰/۹ <sup>a</sup>	دانه گندم ۳۰ کیلوگری
۳/۱۸	۱/۱۵	۳/۲۴	۳/۱۱	۱/۰۷	اشتباه معیار

درج حروف غیرمشابه در هر ستون بیانگر اختلاف معنی دار ( $P < 0.05$ ) است.

افزایش پرتوتابی از ۱۵ تا ۳۰ سبب افزایش قابلیت هضم پروتئین شد. این تغییرات ناشی از اثرات پرتو الکترون بر ساختار پروتئین است. پرتوهای یون‌ساز سبب واشرستی ساختار پروتئینی‌ها از طریق افزایش میزان آبگریزی آن‌ها است [۱۱]. پرتوهای یون‌ساز با کاهش آنتالپی واشرستی پروتئین و ایجاد تغییرات فیزیکوشیمیایی، محلولیت در دسترس بودن پروتئین‌ها را کاهش داده و سبب گسستگی ساختار منظم مولکول‌های پروتئین می‌شوند [۱۲]. بنابر گزارش‌ها [۱۳-۱۵] دزهای بیش از ۱۶ کیلوگری پرتو گاما سبب واشرستی پروتئین‌های مواد خوراکی می‌شود. با واشرشت شدن پروتئین، اسیدهای آمینه آب‌گریز بویژه اسیدهای آمینه آروماتیک از درون مولکول به سطح آن منتقل و آب‌گریزی سطحی افزایش می‌یابد. جایگاه فعال آنزیم‌های پپسین و تریپسین بر روی پیوندهای پپتیدی مجاور این نوع اسیدهای آمینه عمل کرده سبب هضم پروتئین می‌شوند [۱۶].

### نتیجه‌گیری کلی:

با توجه به اهمیت دانه غلات در تغذیه طیور به‌عنوان یکی از منابع عمده تأمین احتیاجات انرژی، استفاده از روش‌های عمل‌آوری با تکنولوژی‌های نوین در جهت افزایش کیفیت نشاسته و قابلیت هضم آنها بسیار ضروری است. نتایج این پژوهش اثرات مثبت پرتوتابی الکترون را روی کیفیت نشاسته دانه گندم نشان داد. طبق نتایج، دزهای بیشتر از ۲۰ کیلوگری پرتو الکترون می‌تواند برای افزایش قابلیت هضم و بهبود کیفیت نشاسته استفاده شود. با توسعه روش‌های صنعتی مبتنی بر استفاده از پرتو الکترون به‌عنوان یک روش عمل‌آوری مطمئن در صنعت خوراک طیور می‌توان از مواد خوراکی پرتوتابی شده به‌طور وسیع‌تر در تغذیه طیور استفاده نمود.

### مراجع:

- ۱) Moran, E.T. Jr, Lall, S.P. and J.D. Summers. "The feeding value of rye for the growing chick". *Poultry Science* ۴۸, ۹۳۹-۹۴۹. ۱۹۹۸.
- ۲) AOAC. Association of Official Analytical Chemists, Official Methods of Analysis, ۱۷th ed. Arlington, VA. ۲۰۰۰.
- ۳) Van Soest, P.J., J.B. Robertson, B.A. Lewis. "Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition". *J. Dairy Sci.* ۷۴: ۳۵۸۳-۳۵۹۷. ۱۹۹۱.
- ۴) Bradford, M. M. "A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding". *Anal. Biochem.* ۷۲:۲۴۸. ۱۹۷۶.
- ۵) Abu-Tarboush, H.M. "Irradiation inactivation of some antinutritional factors in plant seeds". *J. Agric. Food Chem.* ۴۶, ۲۶۹۸-۲۷۰۲. ۱۹۹۸.

## 19 th Iranian's Nuclear Conference

- ۶) Bhat, R., K. R. Sridhar and K. T. Yokotani. "Effect of ionising radiation on antinutritional features of velvet seed bean (*Mucuna pruriens*)". Food Chem. ۱۰۳:۸۶۰-۸۶۶. ۲۰۰۷.
- ۷) Siddhuraju, P., H.P.S. Makkar, and K., Becker. "The effect of ionising radiation on antinutritional factors and the nutritional value of plant materials with reference to human and animal food". Food Chem. ۷۸: ۱۸۷-۲۰۵. ۲۰۰۲.
- ۸) Bao, J.S., Ao, Z.H., Jane, J.L. "Characterization of physical properties of flour and starch obtained from gamma-irradiated white rice". Starch/Starke. ۵۷, ۴۸۰-۴۸۷. ۲۰۰۵.
- ۹) Ciesla, K., Eliasson, A. "Influence of gamma radiation on potato starch gelatinization studied by differential scanning calorimetry". Radiat. Phys. Chem. ۶۴, ۱۳۷-۱۴۸. ۲۰۰۲.
- ۱۰) Bertolini, A.C., Mestres, C., Raffi, J., Buleon, A., Lerner, D., Colona, P. "Photodegradation of Cassava and Corn Starches". J. Agric. Food Chem. ۴۹, ۶۷۵-۶۸۲. ۲۰۰۱.
- ۱۱) Woods, R. J., and A. K. Pichaev. Applied radiation chemistry. John Wiley and Sons, New York, USA. ۱۹۹۴.
- ۱۲) Ciesla, K., S. Salmieri, M. Lacroix, C. Le Tien. "Gamma irradiation influence on physical properties of milk proteins". Radiation Physics and Chemistry ۷۱: ۹۳-۹۷. ۲۰۰۴.
- ۱۳) Le Maire, M., Thauvette, L., De Foresta, B., Viel, A., Beauregard, G., and Potier, M. "Effects of ionizing radiations on proteins". Biochemistry Journal, ۲۶۷, ۴۳۱-۴۳۹. ۱۹۹۰.
- ۱۴) Moon, S., and K. B. Song. "Effect of g-irradiation on the molecular properties of ovalbumin and ovomucoid and protection by ascorbic acid". Food Chemistry ۷۴: ۴۷۹-۴۸۳. ۲۰۰۱.
- ۱۵) Lee, M., Lee, S., and K. B. Song. "Effect of g-irradiation on the physicochemical properties of soy protein isolate films". Radiation Physics and Chemistry ۷۲: ۳۵-۴۰. ۲۰۰۵.
- ۱۶) Murray, R.K., Granner, D.K., Mayes P.A., and V.W., Rodwell. Harper's Biochemistry. ۲۶th ed., McGraw-Hill, New York, NY, USA. ۲۰۰۳.

### The effects of electron beam irradiation on starch quality and digestibility of wheat grain

#### Abstract

This study was conducted to assess the effect of electron beam irradiation at doses of ۰, ۱۰, ۱۵, ۲۰, ۲۵ and ۳۰ kGy on chemical composition, starch crystallinity and digestibility of wheat straw. Starch crystallinity was measured using X ray diffraction technique and digestibility was determined using in vivo method with cockerels. Irradiation had no significant effect on chemical composition, but decreased crystallinity of wheat starch digestibility of wheat grain increased as irradiation doses increased. Based upon these results, electron beam irradiation at doses higher than ۲۰ kGy resulted in improved of starch quality and enhance of digestibility of wheat grain.

Keywords: electron beam; starch crystallinity; digestibility; wheat grain