



## تعیین ترکیب شیمیایی و انرژی قابل سوخت و ساز دانه جو پرتوتابی شده با استفاده از جوجه‌های گوشتی و خروس‌های بالغ

لطف اله برنایی<sup>1</sup>، سمیه سالاری<sup>2\*</sup>، نعیم عرفانی مجد<sup>3</sup>

تاریخ دریافت: 1397/02/16

تاریخ پذیرش: 1397/07/29

### چکیده

این آزمایش به منظور تعیین ترکیبات شیمیایی و انرژی قابل سوخت و ساز دانه جو پرتوتابی شده با بیم الکترون در دزهای (صفر، 10، 20، 30 و 40 کیلوگری) در جوجه‌های گوشتی و خروس‌های بالغ در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. پس از تعیین ترکیبات شیمیایی، انرژی قابل سوخت و ساز ظاهری تصحیح شده برای نیتروژن ( $AME_n$ ) به روش جایگزینی و نشانگر اکسید کروم تعیین شد. نمونه جو بدون پرتو و پرتوتابی شده در دزهای مختلف در سطوح 7، 14 و 21 درصد جایگزین جیره پایه (بر اساس ذرت و سویا) گردید. تعیین انرژی قابل سوخت و ساز حقیقی تصحیح شده برای نیتروژن ( $TME_n$ ) جو پرتوتابی شده با استفاده از 24 خروس بالغ نژاد ردآیلندرد به روش تغذیه اجباری سیبالد انجام شد. نتایج نشان داد فیبر نامحلول در شوبنده خنثی با افزایش دز پرتو بطور معنی‌داری کاهش یافت.  $AME_n$  دانه جو در جوجه‌های گوشتی به ترتیب 2593/8، 2628/3، 2663/1، 2730/7 و 2795 کیلوکالری در کیلوگرم برای دانه جو بدون پرتو و دزهای 10، 20، 30 و 40 کیلوگری بدست آمد. این نتیجه نشان داد که با افزایش دز پرتو،  $AME_n$  افزایش یافت. در خروس‌های بالغ هم  $TME_n$  با افزایش دز پرتو (به جز 10 کیلوگری) افزایش عددی نشان داد. در مجموع می‌توان بیان نمود که پرتو بیم الکترون می‌تواند انرژی قابل سوخت و ساز دانه جو را افزایش دهد و احتمالاً سبب بهبود ارزش تغذیه‌ای آن گردد.

**کلمات کلیدی:** انرژی قابل سوخت و ساز، پرتوتابی، ترکیب شیمیایی، دانه جو.

### مقدمه

غیرنشاسته‌ای (به ویژه بتاگلوکان) است که مصرف آن را در طیور محدود می‌کند (15 و 20). بتاگلوکان سبب افزایش گرانروی در دستگاه گوارش می‌شود. گرانروی بوسیله فیبرهای محلول در آب مثل بتاگلوکان، آرابینوزایلان و پکتین بوجود می‌آید و باعث می‌شود که توده مواد غذایی در دستگاه گوارش حالت چسبندگی پیدا کنند که این حالت مانع از تماس آنزیم‌های گوارشی با مواد هضمی شده و کاهش قابلیت هضم را در پی دارد (10 و 18). در زمینه کاهش مواد ضدتغذیه‌ای موجود در منابع خوراکی روش‌های متفاوتی وجود دارد. یکی از این روش‌ها پرتوتابی است. در مطالعات مختلف حوزه تغذیه طیور از پرتوتابی برای افزایش کیفیت پروتئین، بهبود قابلیت هضم مواد مغذی، حذف عوامل ضد تغذیه‌ای و همچنین کاهش یا حذف آلودگی خوراک استفاده شده است (35). پرتوتابی دارای مزایایی از جمله عدم تغییر طعم و رنگ خوراک و همچنین کاهش کیفیت مواد مغذی نسبت به سایر روش‌هاست (19). در پژوهشی پرتو گاما و بیم الکترون (10 تا 40 کیلوگری) سبب کاهش گوسپیپول و فیبرخام کنجاله پنبه‌دانه گردید (26). همچنین دزهای 10 تا 30 کیلوگری این

جیره معمول در تغذیه طیور بر پایه ذرت - سویا است. اما بخش زیادی از ذرت وارداتی است و جهت‌گیری مصرف ذرت در سال‌های اخیر به سمت صنایع جانبی از جمله تولید اتانول، باعث گران شدن قیمت آن شده است. از طرف دیگر امکان توسعه بیشتر کشت داخلی ذرت به دلیل نیاز آبی بالاتر آن نسبت به گندم و جو وجود ندارد و این مشکلات به خصوص در آینده نزدیک سبب استفاده بیشتر از گندم و جو در جیره پرندگان خواهد شد (17 و 23). ماده ضد تغذیه‌ای اصلی در دانه جو پلی‌ساکاریدهای

- 1- دانشجوی دکتری گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاتانی، ایران
  - 2- دانشیار گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاتانی، ایران
  - 3- استاد دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
- \* - نویسنده مسئول: (Email: s.salari@asnruk.ac.ir)  
DOI:10.22067/ijasr.v11i4.72541

دزهای 10، 20، 30 و 40 کیلوگرمی در پژوهشکده کاربرد پرتوهای انرژی اتمی (یزد) انجام شد. جهت پرتوتابی بیم الکترون از دستگاه رودوترون که دارای شتاب دهنده TT200 می باشد با شدت 10 مگا ولت استفاده گردید. پس از اعلام نتایج حاصل از دزیمتری ترکیب شیمیایی نمونه‌ها به روش AOAC (1)، نشاسته به روش انترون (6) و میزان بتاگلوکان با استفاده از کیت آنزیمی شرکت مگازیم کشور ایرلند (Megazyme International Irland Ltd) به روش مک کلیری (21) اندازه‌گیری شد.

### تعیین انرژی قابل سوخت و ساز ظاهری تصحیح شده برای نیتروژن جو پرتوتابی شده با استفاده از جوجه‌های گوشتی

برای تعیین انرژی قابل سوخت و ساز ظاهری تصحیح شده برای نیتروژن جو پرتوتابی شده، تعداد 320 قطعه جوجه گوشتی یک روزه سویه تجاری راس (Ross 308) به صورت یکجا پرورش داده شده و از یک جیره استاندارد بر اساس جداول احتیاجات جوجه‌های گوشتی (NRC، 1994) (پروتئین خام 21/21 درصد و انرژی قابل سوخت و ساز 2950 کیلوکالری در کیلوگرم) به مدت 2 هفته تغذیه شدند (25). آب و غذا در این مدت به صورت اختیاری در دسترس جوجه‌ها قرار گرفت. در روز دهم، جوجه‌ها توزین شدند و بصورت تصادفی در 64 واحد آزمایشی (16 تیمار در 4 تکرار) قرار گرفتند. در روز پانزدهم، پرندگان به مدت 4 ساعت گرسنه نگهداشته شده و سپس جیره‌های آزمایشی را از روز 15 تا 21 مصرف نمودند (24). برای تعیین  $AME_n$  از یک جیره پایه استفاده شد و نمونه مورد بررسی (جو بدون پرتو و نیز پرتوتابی شده در دزهای 10، 20، 30 و 40 کیلوگرمی) در سطوح 7، 14 و 21 درصد جایگزین جیره پایه (جدول 1) شدند که به همراه جیره پایه و در مجموع 16 تیمار حاصل و در واقع برای هر دز پرتوتابی و بدون پرتو 4 جیره آزمایشی بدست آمد. این جیره‌ها حاوی 0/3 درصد اکسید کروم به عنوان مارکر غیر قابل هضم بود که در یک آزمایش تعادلی برای تعیین  $AME_n$  استفاده گردید (13). در طول 3 روز آخر، نمونه‌های فضولات از هر واحد آزمایشی جمع‌آوری شد. سپس نمونه‌های فضولات و جیره‌های آسیاب شده مورد تجزیه شیمیایی قرار گرفت. ماده خشک و پروتئین مطابق روش AOAC (1)، اکسید کروم توسط دستگاه جذب اتمی (Analytic jena، مدل Contra 300) و انرژی خام بوسیله دستگاه بمب کالریمتر (Parr، ۱۲۶۱) تعیین شد. سپس انرژی قابل سوخت و ساز جیره‌های آزمایشی و دانه جو محاسبه شد. با کمک رگرسیون خطی بین  $AME_n$  جیره‌های آزمایشی در هر دز با سطوح افزایش دانه جو (7، 14 و 21 درصد)،  $AME_n$  دانه جو در 100 درصد جایگزینی محاسبه شد (27).

پرتوها سبب کاهش گوسپیول و فیبرخام در کنجاله تخم پنبه شد و بیم الکترون نسبت به پرتو گاما اثر بیشتری بر کاهش گوسپیول نشان داد (2). بیان شده است که پرتو بیم الکترون در دزهای 10 تا 30 کیلوگرمی باعث تغییر در ترکیبات شیمیایی دانه سورگوم نگردید، اما سبب کاهش تانن و فیتات در این دانه شد. همچنین کاهش این مواد ضد تغذیه‌ای سبب بهبود قابلیت هضم در خروس‌های بالغ گردید (31).

استفاده از اشعه گاما در دانه گندم، تریتیکاله، دانه جو پوست کنده، دانه جو بدون پوشینه، یولاف پوست کنده و یولاف بدون پوشینه در جوجه‌های گوشتی سبب افزایش وزن گردید. دانه جو و یولاف که دارای سطح بالایی از بتاگلوکان بودند به خوبی تحت تأثیر قرار گرفتند (4).

از طرف دیگر اندازه‌گیری انرژی قابل سوخت و ساز منابع خوراکی تحت تأثیر پرتوتابی امری لازم و ضروری است. انرژی قابل سوخت و ساز دارای انواع متفاوتی می‌باشد که روش‌های ویژه‌ای برای تعیین هر یک وجود دارد. انرژی قابل سوخت و ساز نشان دهنده انرژی مصرفی در فرآیندهای متابولیسمی پرنده می‌باشد. اندازه‌گیری این انرژی بر پایه روش تعادلی استوار است که در آن میزان انرژی مصرفی در طی یک دوره زمانی و انرژی دفع شده از طریق فضولات در طی همان مدت اندازه‌گیری می‌شود (12). اندازه‌گیری  $AME_n$  یک خوراک با جایگزینی آن در جیره پایه توسط هیل و اندرسون (13) و سیبالد و اسلینجر (33) توضیح داده شده است. ماده مورد آزمایش ممکن است در یک یا چند سطح در جیره پایه جایگزین شود. یک روش رگرسیون خطی برای محاسبه مقدار  $AME_n$  ماده آزمایشی که در چند سطح جایگزین شده باشد توسط پاتر و همکاران (27) پیشنهاد شده است. روش تغذیه اجباری سیبالد (34) سریع‌ترین و ارزان‌ترین روش تعیین انرژی قابل سوخت و ساز حقیقی (TME) و انرژی قابل سوخت و ساز حقیقی تصحیح شده برای نیتروژن ( $TME_n$ ) ماده خوراکی است.  $TME_n$  تعیین شده با این روش نسبت به  $AME_n$  تغییرات کمتری دارد (37).

با توجه به گزارشات ذکر شده در خصوص اثر پرتوتابی احتمال می‌رود، پرتوتابی سبب بهبود ارزش غذایی دانه جو گردد و از آنجایی که گزارشی در خصوص اثر پرتو بیم الکترون بر انرژی قابل سوخت و ساز دانه جو در دسترس نیست لذا این مطالعه با هدف بررسی اثر این پرتو بر انرژی قابل سوخت و ساز دانه جو انجام شد.

### مواد و روش‌ها

دانه جو (رقم فجر) به مقدار مورد نیاز خریداری و در کیسه‌های پلی‌اتیلنی به ابعاد 65×35 سانتی‌متر مربع (در هر کیسه 2 کیلوگرم و تعداد 3 کیسه برای هر دز) بسته‌بندی گردید. پرتوتابی بیم الکترون در

استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت 0/01 گرم توزین و با استفاده از قیف مخصوص مطابق روش پیشنهادی سیبالد (34) به صورت تغذیه اجباری به 4 قطعه خروس به ازای هر نمونه خوراندند. تعداد 4 قطعه خروس نیز به عنوان شاهد در نظر گرفته شدند و به آنها هیچ غذایی داده نشد. بلافاصله پس از انجام عمل تغذیه اجباری، سینی مخصوص جمع‌آوری فضولات در زیر هر قفس قرار داده شد. ضمن بررسی سینی‌ها از نظر وقوع استفراغ در طول 48 ساعت پس از تغذیه اجباری، فضولات به طور روزانه جمع‌آوری و سپس با اندازه‌گیری میزان انرژی خام و پروتئین خوراک مصرفی و فضولات دفعی و ابقای نیتروژن میزان  $AME_n$ ،  $AME_n$ ،  $TME$  و  $TME_n$  نمونه‌ها تعیین شد.

### آنالیز آماری

داده‌های حاصل از آنالیز دانه جو و تعیین انرژی قابل سوخت و ساز ظاهری تصحیح شده برای نیتروژن و انرژی قابل سوخت و ساز حقیقی تصحیح شده برای نیتروژن جو پرتوتابی شده و بدون پرتو در قالب طرح کاملاً تصادفی آنالیز شد. در آزمایش تعیین  $AME_n$  از رویه رگرسیون ساده نرم افزار آماری SAS (29) برای تجزیه و بدست آوردن معادلات رگرسیون استفاده شد. همه داده‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی با استفاده از رویه GLM نرم افزار آماری SAS (29) آنالیز شد. برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (7) در سطح معنی‌داری 5 درصد استفاده شد.

### نتایج و بحث

#### ترکیب شیمیایی

نتایج حاصل از تجزیه شیمیایی جو بدون پرتو و پرتوتابی شده در دزهای 10 تا 40 کیلوگری در جدول 2 نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که پرتوتابی بیم الکترتون بر درصد ماده خشک، پروتئین خام، چربی خام، خاکستر، نشاسته، بتاگلوکان و ADF دانه جو تأثیر نداشت. NDF نمونه‌های جو با افزایش دز پرتو (10 تا 30 کیلوگری) بطور معنی‌داری ( $P < 0/05$ ) کاهش یافت اما بین دز 30 و 40 کیلوگری این کاهش معنی‌دار نبود.

در پژوهشی گزارش شده است که اثر بیم الکترتون در دزهای 10 تا 30 کیلوگری بر میزان ماده خشک، پروتئین خام، چربی خام، خاکستر خام، نشاسته و بتاگلوکان دانه جو معنی‌دار نبود (32). همچنین در گزارش دیگری، پرتو بیم الکترتون در دزهای 10 تا 30 کیلوگری تأثیر معنی‌داری بر ترکیب شیمیایی دانه سورگوم نداشت (31). این گزارشات با نتیجه این آزمایش همخوانی دارد.

#### محاسبات و فرمول‌های مورد استفاده (24، 30):

- (1)  $AME_{Diet} = GE_{Diet} - (GE_{Excreta} * Marker_{Diet} / Marker_{Excreta})$
- (2)  $AME_n = AME_{Diet} - 8.22 * NR$
- (3)  $NR = N_{Diet} - (N_{Excreta} * Marker_{Diet} / Marker_{Excreta})$
- (4)  $AMEn_{(kcal/kg)} = (AMEnT - AMEnB * a) / b$

$AME_{Diet}$ : انرژی قابل سوخت و ساز ظاهری جیره (کیلوکالری در کیلوگرم)

$GE_{Diet}$ : انرژی خام جیره (کیلوکالری در کیلوگرم)

$GE_{Excreta}$ : انرژی خام فضولات (کیلوکالری در کیلوگرم)

$Marker_{Diet}$ : غلظت نشانگر در جیره

$Marker_{Excreta}$ : غلظت نشانگر در فضولات

$AME_n$ : انرژی قابل سوخت و ساز ظاهری تصحیح شده برای نیتروژن (کیلوکالری در کیلوگرم)

NR: نیتروژن ابقاء شده  $N_{Diet}$ : درصد نیتروژن در خوراک

$N_{Excreta}$ : درصد نیتروژن در فضولات

T: جیره آزمایشی B: جیره پایه a: درصد جیره پایه در جیره آزمایشی b: درصد جایگزینی ماده آزمایشی

بدین ترتیب پس از تعیین مقادیر  $AME_n$  جیره پایه و جیره‌های

آزمایشی و با استفاده از فرمول 4  $AME_n$  ماده آزمایشی (دانه جو) تعیین گردید.

#### تعیین انرژی قابل سوخت و ساز حقیقی تصحیح شده

##### برای نیتروژن جو پرتوتابی شده

در این آزمایش انرژی قابل سوخت و ساز حقیقی تصحیح شده برای نیتروژن نمونه‌های مورد بررسی (دانه جو بدون پرتو و دانه جو پرتوتابی شده در دزهای 10، 20، 30 و 40 کیلوگری) با روش تغذیه اجباری سیبالد (34) و با استفاده از 24 خروس بالغ نژاد ردآیلندرد تعیین شد. از این تعداد 4 خروس برای محاسبه میزان دفع انرژی از منشاء داخلی در تمام طول آزمایش گرسنه نگه‌داشته شدند. سن خروس‌ها در شروع آزمایش 43 هفته و میانگین وزن  $2795 \pm 92$  گرم بود. خروس‌ها به صورت تصادفی در داخل قفس‌های انفرادی به ابعاد (طول 0/4، عرض 0/4 و ارتفاع 0/5 متر) قرار داده شدند. طول مدت روشنایی برای پرندگان 12 ساعت (6 تا 18) و دمای سالن 24 درجه سانتی‌گراد بود. به منظور کاهش تنش ناشی از گرسنگی به پرند، یک دوره 10 روزه سازگاری اعمال گردید که در این مدت از روزی 2 تا 10 ساعت به خروس‌ها گرسنگی داده شد و از یک جیره تجاری برای تامین احتیاجات پایه و نگهداری آنها استفاده شد. پس از اعمال 24 ساعت گرسنگی، مقدار 30 گرم از هر یک از نمونه‌های آزمایشی با

**جدول 1-** مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره پایه و جیره‌های دارای سطوح افزایشی دانه جو  
**Table1-** Feed ingredients and chemical compositions of basal diet and diets with increasing levels of barley

اقلام خوراکی (%) Ingredients (%)	جیره‌های آزمایشی (درصد جایگزینی دانه جو در جیره پایه) Experimental diets (% replacement barley grain in basal diet)			
	0	7	14	21
ذرت Corn	61.16	56.87	52.00	47.37
کنجاله سویا (44% پروتئین خام) Soybean meal (44% CP)	34.33	31.62	29.49	27.12
جو Barley	0.00	7.00	14.00	21.00
سنگ آهک Limestone	1.40	1.40	1.40	1.40
دی کلسیم فسفات Dicalcium phosphate	1.68	1.68	1.68	1.68
نمک طعام Common salt	0.45	0.45	0.45	0.45
مکمل ویتامینی <sup>1</sup> Viatmin premix <sup>1</sup>	0.25	0.25	0.25	0.25
مکمل معدنی <sup>2</sup> Mineral premix <sup>2</sup>	0.25	0.25	0.25	0.25
اکسید کروم Chromic oxide	0.30	0.30	0.30	0.30
دی ال - متیونین DL- Methionine	0.18	0.18	0.18	0.18
ترکیبات محاسبه شده Calculated composition				
انرژی قابل سوخت و ساز (کیلوکالری در کیلوگرم) AME (kcal/kg)	2814	2795	2769	2746
پروتئین خام (%) Crude protein (%)	20.30	19.59	19.07	18.47
متیونین (%) Methionine (%)	0.50	0.49	0.48	0.47
متیونین + سیستین (%) Methionine + cystine (%)	0.87	0.85	0.82	0.80
لیزین (%) Lysine (%)	1.08	1.03	0.98	0.94
ترونین (%) Threonine (%)	0.77	0.73	0.71	0.68
فسفر قابل دسترس (%) Available phosphorus (%)	0.45	0.45	0.46	0.46
کلسیم (%) Calcium (%)	1.00	1.00	1.00	1.00
سدیم (%) Sodium (%)	0.19	0.19	0.19	0.19

<sup>1</sup> مکمل ویتامینه به ازای هر کیلوگرم از جیره مواد مغذی زیر را تأمین نمود: ویتامین A، 9000 واحد بین‌المللی؛ ویتامین D<sub>3</sub>، 3000 واحد بین‌المللی؛ ویتامین E، 48 میلی‌گرم؛ ویتامین K<sub>3</sub>، 3 میلی‌گرم؛ ویتامین B<sub>1</sub>، 1/8 میلی‌گرم؛ ویتامین B<sub>2</sub>، 6 میلی‌گرم؛ ویتامین پیریدوکسین، 3 میلی‌گرم؛ ویتامین B<sub>12</sub>، 0/012 میلی‌گرم؛ نیاسین، 42 میلی‌گرم؛ فولیک اسید، 1/2 میلی‌گرم؛ بیوتین، 0/24 میلی‌گرم؛ اسید پانتوتیک 12 میلی‌گرم.

<sup>2</sup> مکمل مواد معدنی به ازای هر کیلوگرم از جیره مواد مغذی زیر را تأمین نمود: منگنز، 120 میلی‌گرم؛ روی، 100 میلی‌گرم؛ آهن، 80 میلی‌گرم؛ مس، 20 میلی‌گرم؛ ید، 2 میلی‌گرم؛ سلنیوم، 0/3 میلی‌گرم؛ کبالت، 0/5 میلی‌گرم.

<sup>1</sup> Vitamin premix supplied per kilogram of diet: vitamin A (retinyl acetate), 9,000 IU; vitamin D<sub>3</sub>, 3,000 IU; vitamin E (DL- $\alpha$ -tocopheryl acetate), 48mg; vitamin K, 3 mg; thiamin, 1.8 mg; riboflavin, 6 mg; pyridoxine, 3 mg; vitamin B<sub>12</sub>, 0.012 mg; niacin, 42 mg; folic acid, 1.2 mg; biotin, 0.24 mg; pantothenic acid, 12 mg.

<sup>2</sup> Mineral premix supplied per kilogram of diet: manganese, 120 mg; zinc 100 mg; iron, 80 mg; copper, 20 mg; iodine, 2 mg; selenium, 0.3 mg; cobalt, 0.5 mg.

گزارش ابراهیمی و همکاران (8) نشان می‌دهد که پرتو گاما در دزهای 15، 30 و 45 کیلوگری بر درصد ماده خشک، پروتئین خام، چربی خام، خاکسترخام، ADF و NDF دانه کلزا بی‌تأثیر بود که این گزارش به جزء NDF همسو با نتیجه این آزمایش است.

**جدول 2- ترکیب شیمیایی دانه جو پرتو تابی شده و بدون پرتو (درصد از ماده خشک)<sup>1</sup>**  
**Table 2- Chemical composition of raw and electron beam irradiated barley grain (% of dry matter)<sup>1</sup>**

تیمار Treatments	ماده خشک Dry matter	پروتئین خام Crude protein	چربی خام Ether extract	خاکستر Ash	نشاسته Starch	بتاگلوکان β-glucan	الیاف نامحلول در شوینده خنثی(NDF <sup>2</sup> )	الیاف نامحلول در شوینده اسیدی(ADF <sup>3</sup> )
جو بدون پرتو raw barley	94.45	12.37	3.50	3.75	55.27	3.93	19.25 <sup>a</sup>	6.71
10 کیلوگری 10 kGy	94.71	12.33	3.44	3.49	54.77	3.85	18.10 <sup>b</sup>	6.99
20 کیلوگری 20 kGy	94.72	12.23	3.47	3.71	56.44	3.92	16.17 <sup>c</sup>	6.61
30 کیلوگری 30 kGy	94.85	11.95	3.43	3.69	55.02	3.96	15.28 <sup>d</sup>	6.65
40 کیلوگری 40 kGy	94.83	11.83	3.50	3.49	56.00	3.68	15.04 <sup>d</sup>	6.45
SEM	0.07	0.14	0.04	0.04	0.46	0.04	0.42	0.06
P- value	0.421	0.823	0.977	0.156	0.817	0.242	0.0001	0.731

<sup>1</sup> میانگین‌های هرستون با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی داری می‌باشند (P<0.05).

<sup>1</sup>Means within same column with different superscripts differ significantly (P<0.05).

<sup>2</sup>Neutral detergent fiber

<sup>3</sup>Acid detergent fiber

نتایج این جدول نشان می‌دهد که با افزایش سطح جایگزینی دانه جو بدون پرتو و پرتوتابی شده در دزهای 10، 20، 30 و 40 کیلوگری، AME<sub>n</sub> این جیره‌ها کاهش عددی نشان داد (P>0/05). معادلات رگرسیون حاصل از AME<sub>n</sub> جیره‌های آزمایشی در هر دز با سطوح افزایشی دانه جو در جدول 4 آمده است. AME<sub>n</sub> دانه جو با جایگزینی 100 درصد دانه جو در این معادلات محاسبه شد. این معادلات نشان داد که با افزایش دز پرتو AME<sub>n</sub> دانه جو افزایش یافت. AME<sub>n</sub> دانه جو بدون پرتو و دزهای 10، 20، 30 و 40 کیلوگری به ترتیب 2593/8، 2628/3، 2663/1، 2730/7 و 2795 کیلوکالری در کیلوگرم برآورد گردید.

هوشمندی و همکاران (14) گزارش نمودند که پلت نمودن جیره‌های جوجه‌های گوشتی حاوی سه رقم جو (فجر، ریحانه و یوسف) سبب کاهش AME<sub>n</sub>، AME و انرژی خالص گردید و افزودن آنزیم مقدار این شاخص‌ها و همچنین قابلیت هضم پروتئین و چربی را افزایش داد. جونپر و همکاران (16)، گارسیا و همکاران (10) و فونتی و همکاران (9) گزارش نمودند که با استفاده از مکمل آنزیمی گلایکوسیداز (بتاگلوکاناز و زایلاناز) می‌توان AME<sub>n</sub> دانه جو را در جوجه‌های گوشتی افزایش داد. افزایش AME و AME<sub>n</sub> در جو جوانه‌زده نسبت به جو معمولی نیز گزارش شده است (28).

بحرینی و همکاران (2) نشان دادند که درصد ماده آلی، پروتئین خام و چربی خام کنجاله تخم پنبه تحت تأثیر پرتو گاما و بیم الکترون در دزهای 10، 20 و 30 کیلوگری قرار نگرفت. اما پرتو گاما در همه این دزها سبب کاهش فیبرخام گردید. هرچند که پرتو بیم الکترون تأثیری بر فیبر خام نشان نداد. گزارش نایفی و همکاران (26) نشان می‌دهد که اثر پرتو گاما و بیم الکترون در دزهای 10، 20، 30 و 40 کیلوگری بر کنجاله پنبه دانه سبب کاهش فیبرخام گردید و در دزهای 30 و 40 کیلوگری این دو پرتو این کاهش معنی‌دار بود.

با توجه به اینکه در این آزمایش ADF تحت تأثیر پرتو قرار نگرفت اما NDF کاهش معنی‌دار نشان داد می‌توان اینگونه بیان نمود که شاید دلیل کاهش معنی‌دار NDF تحت تأثیر پرتو، مربوط به تجزیه شدن بخش همی سلولز موجود در آن باشد. نتایج تحقیقات مختلف نشان می‌دهد که بسته به نوع پرتو، دز استفاده شده، نوع خوراک و ترکیب شیمیایی مورد اندازه‌گیری نتایج حاصله می‌تواند تغییر نماید.

#### انرژی قابل سوخت و ساز ظاهری تصحیح شده برای نیتروژن جو پرتوتابی شده

جدول 3 مقادیر انرژی قابل سوخت و ساز ظاهری تصحیح شده برای نیتروژن جیره‌های مختلف آزمایشی و دانه جو را نشان می‌دهد.

جدول 3- انرژی قابل سوخت و ساز ظاهری تصحیح شده برای نیروزن (AME<sub>n</sub>) حیوانات آزمایشی و دانه جو با سطح افزایشی دانه جو در تغذیه شده و بدون پروتئین  
 Table 3- Apparent metabolizable energy (AME<sub>n</sub>) of experimental diets and barley grain with increasing levels of barley grain, raw and irradiated

تعداد Treatments	بدون پروتئین Raw		۱۰ کیلوگرمی 10 kgGy		۲۰ کیلوگرمی 20 kgGy		۳۰ کیلوگرمی 30 kgGy		۴۰ کیلوگرمی 40 kgGy	
	AME <sub>n</sub> (Kcal/kg) خمیر آزمایشی AME <sub>n</sub> (Kcal/kg) Experimental diet	AME <sub>n</sub> (Kcal/kg) دانه جو AME <sub>n</sub> (Kcal/kg) barley grain	AME <sub>n</sub> (Kcal/kg) خمیر آزمایشی AME <sub>n</sub> (Kcal/kg) Experimental diet	AME <sub>n</sub> (Kcal/kg) دانه جو AME <sub>n</sub> (Kcal/kg) barley grain	AME <sub>n</sub> (Kcal/kg) خمیر آزمایشی AME <sub>n</sub> (Kcal/kg) Experimental diet	AME <sub>n</sub> (Kcal/kg) دانه جو AME <sub>n</sub> (Kcal/kg) barley grain	AME <sub>n</sub> (Kcal/kg) خمیر آزمایشی AME <sub>n</sub> (Kcal/kg) Experimental diet	AME <sub>n</sub> (Kcal/kg) دانه جو AME <sub>n</sub> (Kcal/kg) barley grain	AME <sub>n</sub> (Kcal/kg) خمیر آزمایشی AME <sub>n</sub> (Kcal/kg) Experimental diet	AME <sub>n</sub> (Kcal/kg) دانه جو AME <sub>n</sub> (Kcal/kg) barley grain
0	2906.20	-	2906.20	-	2906.20	-	2906.20	-	2906.20	-
7	2889.24	2663.91	2891.01	2689.19	2898.12	2790.77	2903.03	2860.91	2903.06	2861.34
14	2880.06	2719.49	2883.00	2740.48	2886.12	2762.76	2896.19	2834.70	2898.26	2849.48
21	2835.25	2568.34	2843.04	2605.44	2832.16	2648.86	2866.20	2715.72	2881.16	2786.96
SEM	11.17	-	10.34	-	10.11	-	9.27	-	6.56	-
P-Value	0.126	-	0.159	-	0.257	-	0.441	-	0.583	-

SEM=Standard Error of Mean

جدول 4- معادلات رگرسیون خطی حاصل از AME<sub>n</sub> جیره‌های آزمایشی با سطوح افزایشی دانه جو پرتوتابی شده و بدون پرتوTable 4- Linear regression equations of AME<sub>n</sub> of experimental diets with increasing levels of raw and irradiated barley grain

تیمار Treatments	معادله رگرسیون خطی Linear regression equation	R <sup>2</sup>	تخمین AME <sub>n</sub> (Kcal/kg) دانه جو با 100 درصد جایگزینی دانه جو Calculated AME <sub>n</sub> of barley grain (Kcal/kg) with 100% replacement barley grain
جو بدون پرتو raw barley	Y= 2911-0.3172x	0.89	2593.8
10 کیلوگری 10 kGy	Y=2910.4-0.2821x	0.89	2628.3
20 کیلوگری 20 kGy	Y=2911.8-0.2487x	0.89	2663.1
30 کیلوگری 30 kGy	Y=2911.9-0.1812x	0.80	2730.7
40 کیلوگری 40 kGy	Y= 2909.2-0.1142x	0.85	2795.0

X=سطح دانه جو در جیره آزمایشی (گرم در کیلوگرم)  
Y=AME<sub>n</sub> (kcal/kg) جیره آزمایشی در دزهای  
مختلف

الکترون را انتظار داشت، چون احتمالاً پرتو دهی در این آزمایش اثرات مشابهی داشته است و سبب کاهش مواد ضد تغذیه‌ای و افزایش قابلیت هضم مواد مغذی شده است.

#### انرژی قابل سوخت و ساز حقیقی تصحیح شده برای نیتروژن جو پرتوتابی شده

مقادیر انرژی قابل سوخت و ساز (AME<sub>n</sub>، TME<sub>n</sub> و TME) دانه جو بدون پرتو و پرتوتابی شده با دزهای مختلف در جدول 5 نشان داده شده است. این نتایج نشان می‌دهد که تمام شاخصه‌های انرژی مورد ارزیابی از 20 تا 40 کیلوگری روند افزایشی داشت و شاخص اصلی یعنی TME<sub>n</sub> مشابه سایر شاخص‌ها تمایل به معنی‌داری نشان داد (P=0/082).

TME<sub>n</sub> دانه جو بدون پرتو بدست آمده در این آزمایش کمتر از (۱۹۹۴) NRC (2651/7) در مقایسه با 2900 کیلوکالری در کیلوگرم) است (25) که احتمالاً علت آن به نوع خروس استفاده شده بستگی دارد. تعیین TME<sub>n</sub> در NRC به کمک خروس‌های بالغ لگه‌ورن انجام شده در حالی که در این آزمایش از خروس‌های بالغ ردآیلندرد استفاده شد. تعیین TME<sub>n</sub> پنج رقم جو کشت شده در ایران توسط قیصری و همکاران (12) با این نتیجه همخوانی دارد و میانگین TME<sub>n</sub> این پنج رقم 2380 کیلوکالری در کیلوگرم بود که از NRC کمتر است و این کاهش به خروس‌های گوشتی استفاده شده در آزمایش نسبت داده شد.

افزایش AME<sub>n</sub> در این گزارشات به کاهش پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای، کاهش ویسکوزیته دستگاه گوارش و افزایش قابلیت هضم مواد مغذی نسبت داده شد. افزایش AME<sub>n</sub> در این گزارشات با نتیجه این آزمایش در خصوص افزایش میزان AME<sub>n</sub> دانه جو با افزایش دز پرتوتابی بیم‌الکترون همخوانی دارد.

بیان شده است که پرتو گاما و بیم‌الکترون (10 تا 40 کیلوگری) سبب کاهش خطی گوسپیول و فیبرخام کنجاله پنبه‌دانه گردید (26). همچنین دزهای 10 تا 30 کیلوگری این پرتوها سبب کاهش گوسپیول و فیبرخام در کنجاله تخم پنبه شد. کاهش این مواد ضد تغذیه‌ای قابلیت هضم پروتئین را در خروس‌های بالغ لگه‌ورن افزایش داد و بالاترین آن در دز 30 کیلوگری گاما بدست آمد (2). تانگ و همکاران (36) علت کاهش فیبرخام در اثر پرتو گاما را اکسیداسیون سلولز و تبدیل سلولز و لیگنین به دیواره سلولی محلول عنوان کردند. با توجه به کاهش فیبرخام در اثر پرتو دهی در این گزارشات و کاهش NDF در آزمایش حاضر می‌توان نتیجه گرفت که شاید پرتو بیم‌الکترون سبب سست شدن دیواره سلولی شده که این امر منجر به در دسترس قرار گرفتن مواد مغذی بیشتر و افزایش AME<sub>n</sub> در جوجه‌های گوشتی با افزایش دز پرتو بیم‌الکترون شده است.

در پژوهشی، استفاده از کنجاله کانولا پرتوتابی شده با اشعه گاما (15 تا 45 کیلوگری) در مرغ‌های مادر گوشتی سبب افزایش قابلیت هضم ظاهری آمینواسیدها با افزایش دز پرتو گردید. سطح گلوکوزینولات در دز 45 کیلوگری 58 درصد کاهش یافت (5). همچنین افزایش دز اشعه گاما از 10 تا 30 کیلوگری میزان گلوکوزینولات را در کنجاله کانولا کاهش داد (11). با توجه به نتیجه این گزارشات می‌توان افزایش در AME<sub>n</sub> با افزایش دز پرتو بیم

**جدول 5-** انرژی قابل سوخت و ساز جو پرتوتایی شده و بدون پرتو در خروس‌های بالغ  
**Table 5-** The metabolizable energy of raw and irradiated barley grain in cockerels

انرژی قابل سوخت و ساز (کیلوکالری در کیلوگرم)  
 Metabolizable energy (kcal/kg)

تیمار Treatments	AME	AME <sub>n</sub>	TME	TME <sub>n</sub>
جو بدون پرتو raw barley	2425.7	2426.0	2663.7	2651.7
10 کیلوگری 10 kGy	2403.0	2403.2	2641.0	2628.9
20 کیلوگری 20 kGy	2480.6	2480.9	2718.6	2706.6
30 کیلوگری 30 kGy	2653.0	2653.4	2891.0	2879.2
40 کیلوگری 40 kGy	2730.1	2730.2	2968.1	2956.0
SEM	46.81	46.80	46.81	46.80
P- value	0.084	0.082	0.083	0.082

SEM=Standard Error of Mean

جایگاه فعال آنزیم پپسین و تریپسین هستند، که این شرایط سبب افزایش قابلیت هضم پروتئین می‌شود (22). پرتو می‌تواند سبب دپلمیره شدن مولکول بتاگلوکان و کاهش وزن مولکولی آن شده که این سبب افزایش حلالیت آن و کاهش ویسکوزیته می‌گردد (38). همچنین کاهش تانن و فیتات در سورگوم و بهبود در قابلیت هضم ماده خشک، پروتئین خام و انرژی خام در خروس‌های بالغ با کمک پرتوی بیم الکترون (10 تا 30 کیلوگری) توسط شورنگ و همکاران (31) گزارش گردید.

بررسی این گزارشات نشان دهنده افزایش در قابلیت هضم مواد مغذی، کاهش مواد ضد تغذیه‌ای و تغییرات مولکولی حاصله از اثر پرتو بر مواد غذایی می‌باشد. شاید بتوان دلیل افزایش انرژی قابل سوخت و ساز در پژوهش حاضر با افزایش دز پرتو بیم الکترون را به موارد ذکر شده نسبت داد.

### نتیجه‌گیری کلی

نتیجه این آزمایش نشان داد که پرتو بیم الکترون سبب افزایش انرژی قابل سوخت و ساز در جوجه‌های گوشتی و خروس‌های بالغ گردید. لذا این روش عمل‌آوری احتمالاً باعث افزایش فرآهمی انرژی قابل سوخت و ساز دانه جو گردد.

### تشکر و قدردانی

از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان به‌خاطر حمایت‌های مالی پروژه تشکر و قدردانی می‌گردد.

بر اساس گزارش ویلامید و همکاران (37) سطح 50 درصد هشت رقم جو مورد آزمایش همراه با آنزیم سبب بهبود در AME<sub>n</sub> جیره‌های آزمایشی و ارقام جو در جوجه‌های گوشتی نسبت به جیره‌های بدون آنزیم گردید. ارقامی که ویسکوزیته بالاتری داشتند بیشتر تحت تاثیر قرار گرفتند. TME<sub>n</sub> به کمک خروس‌های بالغ تعیین شد و بزرگتر از AME<sub>n</sub> بود و افزودن آنزیم باعث افزایش AME<sub>n</sub> و نزدیک شدن به TME<sub>n</sub> شد، که نشان می‌دهد شرایط هضمی در خروس با جوجه متفاوت است. اثر افزایش دز پرتو در این آزمایش سبب افزایش AME<sub>n</sub> گردید و به TME<sub>n</sub> نزدیک شد که با این گزارش همخوانی دارد.

در پژوهشی استفاده از آنزیم بتاگلوکاناز در دانه جو سبب افزایش AME<sub>n</sub> و کاهش ویسکوزیته شیره هضمی در جوجه‌های گوشتی گردید. TME<sub>n</sub> بوسیله خروس‌های بالغ تعیین شد و آنزیم اثری بر آن نداشت (9). اما نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که پرتو حتی در خروس‌های بالغ هم سبب افزایش TME<sub>n</sub> می‌گردد.

بر اساس گزارش بهشتی مقدم و همکاران (3) اثر پرتو بیم الکترون در دز 20 کیلوگری بر دانه کتان سبب افزایش قابلیت هضم ایلئومی ماده خشک، ماده آلی و چربی خام در 21 روزگی جوجه‌های گوشتی گردید. پرتو بیم الکترون در این آزمایش سبب کاهش فیبر خام و کل گلیکوزیدهای سیانوژنیک دانه کتان گردید که می‌تواند علت افزایش قابلیت هضم باشد.

پرتو سبب تخریب پروتئین و در سطح قرار دادن اسیدهای آمینه آب‌گریز (به‌ویژه آروماتیک) شده که گروه‌های مناسبی برای



## منابع

- 1- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15<sup>th</sup> ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- 2- Bahraini, Z., S. Salari., M. Sari., J. Fayazi, and M. Behgar. 2017. Effect of radiation on chemical composition and protein quality of cottonseed meal. *Animal Science Journal*, 88: 1425-1435.
- 3- Beheshti Moghadam, M. H., M. Rezaei., M. Behgar, and H. Kermanshahi. 2017. Effects of irradiated flaxseed on performance, carcass characteristics, blood parameters, and nutrient digestibility in broiler chickens. *Poultry Science Journal*, 5: 153-163.
- 4- Campbell, G. L., H. L. Classen, and G. M. Balance. 1986. Gamma irradiation treatment of cereal grains for chick diets. *Journal of Nutrition*, 116: 560-569.
- 5- Chamani, M., M. Molaei., F. Foroudy., H. Janmohammadi, and G. Raisali. 2009. The effect of autoclave processing and gamma irradiation on apparent ileal digestibility in broiler breeders of amino acids from canola meal. *African Journal of Agricultural Research*, 4: 592-598.
- 6- Clegg, K. M. 1956. The application of the anthrone reagent to the estimation of starch in cereals. *Journal of food the Science and Agriculture*, 7: 40-44.
- 7- Duncan, D. B. 1955. Multiple range and multiple F test. *Biometrics*, 11: 1-42.
- 8- Ebrahimi, S. R., A. Nikkhab., A. A. Sadeghi, and G. Raisali. 2009. Chemical composition, secondary compounds, ruminal degradation and in vitro crude protein digestibility of gamma irradiated canola seed. *Animal Feed Science and Technology*, 151: 184-193.
- 9- Fuente, J. M., P. Perez de ayala., A. Flores, and M. J. Villamide. 1998. Effect of storage time and dietary enzyme on the metabolizable energy and digesta viscosity of barley-based diets for poultry. *Poultry Science*, 77: 90-97.
- 10- Garcia, M., R. Lazaro., M. A. Latorre., M. I. Gracia, and G. G. Mateos. 2008. Influence of enzyme supplementation and heat processing of barley on digestive Traits and productive performance of broilers. *Poultry Science*, 87: 940-948.
- 11- Gharaghani, H., M. Zaghari., G. Shahhosseini, and H. Moravej. 2008. Effect of gamma irradiation on antinutritional factors and nutritional value of canola meal for broiler chickens. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*, 21(10): 1479-1485.
- 12- Gheisari, A. A., A. H. Pourabadeh., J. Pourreza., M. Mahlougi, and R. Bahadoran. 2007. Determination of chemical composition and evaluation of apparent and true metabolizable energy of different barley cultivars in broiler chicks. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 41: 405-415. (In Persian).
- 13- Hill, F. W, and D. N. Anderson. 1958. Comparison of metabolizable energy and productive energy determinations with growing chicks. *Journal of Nutrition*, 64: 587-603.
- 14- Hooshmandi, A. M., M. Bojarpour., A. Yaghobfar., S. Salari, and H. Rokni. 2017. Effect of physical form, barley variety and enzyme addition on nutrient ileal digestibility and apparent metabolizable energy of broiler diets. *Journal of Animal Production*, 19: 159-174. (In Persian).
- 15- Jacob, J. P, and A. J. Pescatore. 2012. Using barley in poultry diets—A review. *Journal Applied Poultry Research*, 21: 915-940.
- 16- Juanpere, J., A. M. Perez-Vendrell., E. Angulo, and J. Brufau. 2005. Assessment of potential interactions between phytas and glycosidase enzyme supplementation on nutrient digestibility in broilers. *Poultry Science*, 84: 571-580.
- 17- Kalantar, M., A. Yaghobfar, and F. khajali. 2014. Effect of non-starch polysaccharides of barley supplemented with enzyme on growth performance, gut microbial population and intestinal morphology of broiler chickens. *Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi)*, 106: 121-132. (In Persian).
- 18- Knudsen, K. E. B. 2014. Fiber and nonstarch polysaccharide content and variation in common crops used in broiler diets. *Poultry Science*, 93: 2380-2393.
- 19- Lewis, S. J., A. Velasquez., S. L. Cuppett, and S. R. Mckee. 2002. Effect of electron beam irradiation on poultry meat safety and quality. *Poultry Science*, 81: 896-903.
- 20- Masey Oneill, H. V., J. A. Smith, and M. R. Bedford. 2014. Multicarbhydrase enzymes for non-ruminants. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*, 27(2): 290-301.
- 21- Mcclary, B. V, and R. Codd. 1991. Measurement of (1→3), (1→4)-β-D-glucan in barley and oats: a streamlined enzymic procedure. *Journal Science Food Agric*, 55: 303-312.
- 22- Murray, R. K., D. K. Granner., P. A. Mayes, and V.W. Rodwell. 2003. Harper's Biochemistry. 26th edn. McGraw-Hill, New York, NY, USA.
- 23- Nahas, J, and M. R. Lefrancois. 2001. Effects of feeding locally grown whole barley with or without enzyme addition and whole wheat on broiler performance and carcass traits. *Poultry Science*, 80: 195-202.
- 24- Nassiri Moghaddam, H., S. Salari., J. Arshami., A. Golian, and M. Maleki. 2012. Evaluation of the nutritional

- value of sunflower meal and its effect on performance, digestive enzyme activity, organ weight, and histological alterations of the intestinal villi of broiler chickens. *Journal of Applied Poultry Research*, 21: 293–304.
- 25- National Research Council, NRC. 1994. Nutrient requirements of poultry. 9<sup>th</sup> ed. National Academy Press. Washington, DC.
- 26- Nayefi, M., S. Salari., M. Sari, and M. Behgar. 2014. Treatment by gamma or electron radiation decreases cell wall and gossypol content of cottonseed meal. *Radiation Physics and Chemistry*, 99: 23–25.
- 27- Potter, L. M., L. D. Matterson., A. W. Arnold., W. J. Pudalkiewicz, and E. P. Singen. 1960. Studies in evaluating content of feeds for the chick. 1. The evaluation of the metabolizable energy and productive energy of alpha cellulose. *Poultry Science*, 39: 1166-1178.
- 28- Rasteh, M. R, and B. Dastar. 2015. Determination of chemical composition and metabolisable energy of germinated barley in broiler chickens. *Research on Animal Production*, 11: 1-7. (In Persian).
- 29- SAS Institute. 2001. SAS User's Guide. Version 9.1.4th ed. SAS Inst. Inc., Cary, NC.
- 30- Scott, T. A, and J. W. Hall. 1998. Using acid insoluble ash marker rations (Diet: Digesta) to predict digestibility of wheat and barley metabolizable energy and nitrogen in broiler chicks. *Poultry Science*, 77: 674-679.
- 31- Shawrang, P., A. A. Sadeghi., M. Behgar., H. Zarehahi, and G. Shahhoseini. 2011. Study of chemical compositions, anti-nutritional contents and digestibility of electron beam irradiated sorghum grains. *Food Chemistry*, 125: 376–379.
- 32- Shawrang, P., A. A. Sadeghi, and B. Ghorbani. 2013. The effect of electron beam irradiation on  $\beta$ -glucan content, X-ray diffraction of starch, protein subunit patterns, and in vivo digestibility of barley grain in cockerels. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 37: 443-448.
- 33- Sibbald, I. R, and S. J. Slinger. 1963. A biological assay of ME in poultry feed ingredients together with findings which demonstrate some of the problems associated with the evaluation of fats. *Poultry Science*, 42: 313 – 325.
- 34- Sibbald, I. R. 1986. The TME system of feeding evaluation. Research branch contribution 43-86. Animal research center. Agriculture Canada. Ottawa, Ontario, Canada.
- 35- Sumira, J., T. Parween., T. O. Siddiqi, and X. Mahmooduzzafar. 2012. Effect of gamma radiation on morphological, biochemical, and physiological aspect of plant and product. *Environmental Reviews*, 20(1): 17-39.
- 36- Tang, J., I. Fernandez Garcia., S. Vijayakumar., H. Martinez., I. Illa Bochaca., D. Nguyen., J. Mao, and S. Costes. 2012. Systems modeling of stem/progenitor self-renewal romotion following ionizing radiation. The 58th Annual Meeting of the Radiation Research Society. San Juan, Puerto Rico.
- 37- Villamide, M. J., J. M. Fuente., P. Perez de ayala, and A. Flores. 1997. Energy evaluation of eight barley cultivars for poultry: effect of dietary enzyme addition. *Poultry Science*, 76: 834–840.
- 38- Wasikiewicz, J. M., F. Yoshii., N. Nagasawa., R. A. Wach, and H. Mitomo. 2005. Degradation of chitosan and sodium alginate by gamma radiation, sonochemical and ultraviolet methods. *Radiation Physics and Chemistry*, 73: 287–295.



## Determination of Chemical Composition and Metabolisable Energy Irradiated Barley Grain in Broiler Chickens and Cockerels

Lotfolah Bornaei<sup>1</sup>, Somayyeh Salari<sup>2\*</sup>, Naeim Erfanimajd<sup>3</sup>

Received: 06-05-2018

Accepted: 21-10-2018

**Introduction:** Cereals are the major part of a poultry diet and primary sources of feed energy. Because of the worldwide high cost of corn, the use of barley and wheat grain in broiler diets has become more appealing. However, the use of barley in poultry diets because of its high content of non-starch polysaccharides (NSP) is limited. NSP increased intestinal viscosity, reduced litter quality and poor productive performance. Most of the adverse effects of barley in poultry feed have been attributed to the content of  $\beta$ -glucans. The NSP fraction of the cereal protects lipids, starch, and protein, thereby compromising the access of digestive enzymes to dietary components. Therefore, the processing of barley grain to remove anti-nutritional factors and improve its nutrient bioavailability before including it in the diets of one-stomach animals is beneficial. However, information concerning the effect of electron beam radiation on nutritional and anti-nutritional components of barley grain are scarce. Therefore, this study was carried out to evaluate the effects of electron beam radiation on the chemical composition and metabolizable energy of barley grain.

**Materials and Methods:** The barley samples (cultivar Fajr) were packed in nylon bags and exposed to electron beam irradiation (Rhodotron TT200 accelerator, IBA Co., Belgium) at the Yazd Radiation Processing Center (AEOL, Yazd Center, Iran) at doses of 10, 20, 30, and 40 kGy at room temperature. Chemical composition of the raw and electron beam irradiated barley grain was determined. In order to estimate  $AME_n$  Chicks were fed a standard broiler diet for a 15-d pre-experimental period and, after four h of feed deprivation, were randomly distributed into experimental groups (16 treatments, 4 replicates and 5 birds in each) in such a way that all groups had a similar average weight. All diets were given in mash form with birds having free access to water and feed throughout the experiment. The basal diet used during the experimental period was based on corn and soybean meal as major ingredients. The raw and electron beam irradiated barley grain (as test ingredient) was included in the basal diet at levels of 7, 14, and 21% to form test diets. The 16 experimental diets, evaluated in a balance trial to determine the  $AME_n$  content which contained 0.3% chromium oxide as an indigestible marker. The precision-fed cockerel assay of Sibbald was used for determining the  $TME_n$  of the raw and electron beam irradiated barley grain. The birds were housed in individual metabolism cages, following a period of 24 h without feed, 30 g of the different ground barley samples were fed by intubation to 20 (4 per treatment) adult cockerels (Rhode island reds). At the same time, another 4 cockerels were deprived of feed to estimate the endogenous energy losses. Total excreta over the following 48-h period were dried and ground for subsequent analyses. Roosters were assigned to treatments at random.

**Results and Discussion:** The results showed that percentage of dry matter, crude protein, ether extract, ash,  $\beta$ -glucan, ADF, and starch of barley grain were not affected by radiation. However, electron beam irradiation in all doses significantly decreased ( $P < 0.05$ ) the NDF of samples compared to raw barley grain. The  $AME_n$  of barley was calculated by extrapolation of the linear regression equation to a 100% of barley inclusion. These equations indicated that with increasing dose of irradiation,  $AME_n$  of barley increased. The  $AME_n$  value of raw and irradiated barley at doses of 10, 20, 30 and 40 kGy were 2593.80, 2628.30, 2663.10, 2730.70 and 2795 kcal/kg, respectively. The electron beam irradiation numerically increased ( $P > 0.05$ )  $AME$ ,  $AME_n$ ,  $TME$  and  $TME_n$  of barley grain in cockerels at doses above 20 kGy. Previous studies using gamma or electron irradiation show a reduction in anti-nutrient content of canola meal,

1-Ph. D student of Animal Nutrition, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran

2-Associate Professor, Department of Animal Science, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran

3- Professor, Veterinary Faculty, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

(\*-Corresponding Author Email: s.salari@asnruk.ac.ir)

DOI:10.22067/ijasr.v11i4.72541

barley, and cottonseed meal and an improvement in their utilization increase in broilers. Gamma and electron radiation can denature proteins, decrease starch crystallinity and increase digestibility of barley and canola meal. Therefore, increased AME<sub>n</sub> and TME<sub>n</sub> of barley grain were expected in this experiment.

**Conclusion:** The present study showed that electron beam irradiation reduced NDF and increased AME<sub>n</sub> and TME<sub>n</sub> of barley grain. It seems that radiation is an effective processing method for improving the nutritive value of barley, but more experiment is needed to evaluate radiation.

**Keywords:** Barley grain, Chemical composition, Electron beam, Metabolizable energy.