نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۷، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۴، ص. ۱۶۱-۱۵۳

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 7, No. 2, Summer 2015, p. 153-161

مطالعه تاثیر سطوح مختلف دانه خردل فرآوری شده با سولفات آهن بر عملکرد و برخی فرآسنجه‌های خونی در بلدرچین ژاپنی

سجاد محب‌علی[۱] - محمد سالار معینی[۲*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۴/۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۲/۱۴

چکیده

این مطالعه به منظور بررسی ارزش تغذیه‌ای دانه خردل سیاه فرآوری شده با یک درصد سولفات آهن در سطوح صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد بر پارامترهای عملکرد رشد، برخی فراسنجه‌های خونی، کیفیت گوشت و هزینه خوراک به ازای هر کیلو گرم وزن زنده در بلدرچین‌های ژاپنی انجام شد. به این منظور از ۲۴۰ قطعه جوجه بلدرچین ژاپنی یک روزه در قالب طرح کاملا تصادفی با ۴ تیمار و ۴ تکرار، از سن ۳۵-۷ روزگی استفاده شد. پروتئین خام، عصاره اتری، خاکستر، رطوبت و الیاف خام در ماده خشک دانه خردل به ترتیب، ۲۸/۶، ۴۰/۳، ۵، ۷ و ۱۴/۸ درصد و ارزش انرژی قابل سوخت و ساز ظاهری تصحیح شده برای نیتروژن آن بر اساس ماده خشک ۴۶۳۰ کیلوکالری بر کیلوگرم بود. مصرف سطوح مختلف دانه خردل فرآوری شده، اثر معنی‌داری بر مصرف خوراک، افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل نداشت. وزن نسبی قلب، کبد، دستگاه گوارش و وزن قطعات لاشه به طور معنی‌داری تحت تاثیر تغذیه سطوح مختلف خردل فرآوری قرار نگرفت، اما وزن نسبی پانکراس افزایش نشان داد. تیمارهای غذایی تاثیر معنی‌داری بر میزان مالون‌دی‌آلدهاید، پی‌اچ و سایر پارامترهای کیفیت گوشت (افت خونابه، افت در نتیجه پخت و ظرفیت نگهداری آب) نداشتند. از نظر اقتصادی هزینه خوراک برای تولید یک کیلو وزن زنده با استفاده از دانه خردل فرآوری شده در سطح ۱۰ درصد کمترین هزینه را داشت. لذا استفاده از دانه خردل فراوری شده تا سطح ۱۰ درصد، اقتصادی‌تر به نظر می‌رسد.

واژه‌های کلیدی: بلدرچین ژاپنی، پارامترهای خونی، دانه خردل فراوری شده، عملکرد رشد.

مقدمه

یکی از عمده‌ترین مشکلات در صنعت دام و طیور کشور کمبود خوراک دام است. قسمت اعظم پروتئین‌های گیاهی از کنجاله دانه‌های روغنی تشکیل می‌شود که در کشور با کمبود آنها مواجه هستیم. برای جبران این کمبود سالیانه مقداری زیادی مواد خوراکی از خارج کشور وارد می‌شود. استفاده از دانه‌های روغنی به قرن‌ها پیش باز می‌گردد که بشر با بهره‌گیری از آن‌ها گوشه‌ای از نیازهای دارویی، غذایی و گرمایی خود را تأمین می‌نمود. پس از گسترش صنایع روغن‌کشی استفاده از دانه‌ها به منظور روغن‌گیری و استفاده از پروتئین آن‌ها در غذای انسان و حیوان مطرح گردید (۲۱). خردل از خانواده چلیپیان (*Crucifera*) و جنس کلمیان (*Brassica*) است. انواع مختلفی از گیاه خردل (دانه سفید و یا قهوه‌ای) به طور گسترده کشت می‌شوند، و به عنوان ادویه، دارو و منبع روغن خوراکی از زمان باستان تا به حال مورد استفاده قرار گرفته‌اند. دانه خردل دارای محتوای انرژی بالا (۲۸ - ۳۲ درصد روغن) و محتوای پروتئین نسبتا بالا (۲۸-۳۶ درصد) می‌باشد. ترکیب اسید آمینه در پروتئین خردل متعادل است و از لحاظ اسیدهای آمینه ضروری غنی است. گیاه خردل، به ویژه دانه‌های آن حاوی یکسری ترکیبات ضد تغذیه‌ای، به ویژه گلوکوزینولات است. این ترکیب مسئول، عطر و طعم تند در خردل و محصولات آن می‌باشد. ترکیب اصلی گلوکوزینولات در خردل سفید سینالبین[۳]، سنیگرین[۴] و گلوکوبراسین[۵] می‌باشد (۲۳).

یکی دیگر از ترکیبات اصلی موجود در روغن این دانه اسید اروسیک می‌باشد. حضور اسید اروسیک در دانه خردل باعث کاهش کیفیت محصول می‌شود. درصد اسید اروسیک نسبت به مجموع اسیدهای چرب موجود در روغن خردل در انواع مختلف آن متفاوت

۱و۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد و دانشیار گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان.
(* نویسنده مسئول: Email: salarmoini@uk.ac.ir)

۳- Sinalbin
۴- Singirin
۵- Glucobrassicin

است. طی مطالعه‌ای، این گیاه بر اساس میزان اسید اروسیک به سه گروه با اسید اروسیک ۱۲ تا ۲۲ درصد، با اسید اروسیک ۹ تا ۱۴ درصد و با اسید اروسیک کمتر از ۱ درصد تقسیم بندی شدند (۲۲). اسید اروسیک یک ترکیب کاردیوتوکسیک معروف بوده که قادر به تخریب چربی و فیبروزه کردن سلول‌های ماهیچه‌ای قلب می‌باشد. در جوجه‌ها، اثرات منفی اسید اروسیک جیره بر مصرف خوراک، رشد و قابلیت هضم ظاهری کل چربی‌ها و تک تک اسیدهای چرب منعکس شده است (۱۲ و ۱۸). عوامل موثر بر ارزش غذایی منداب و خردل نه تنها اسید اروسیک، گلوکوزینولات‌ها و مشتقات آنها (آلیل ایزوتیوسیانات، سنیگرین ، گلوکوبراسین و اگزازولیدن۲-تیون) بلکه سیناپین، تانن و فیتات‌ها نیز می‌باشند.

روش‌های مختلفی برای فرآوری یا حذف و کاهش این ترکیبات ضد تغذیه‌ای و یا حداقل رساندن اثرات زیان‌آور گلوکوزینولات مرتبط با سلامت و تولید حیوانات وجود دارد. بسیاری از این روش‌ها شامل هیدرولیز یا تجزیه گلوکوزینولات قبل از تغذیه می‌باشند. که می‌توان از فرآوری شیمیایی و یا مکمل سازی برای کاهش سمیت گلوکوزینولات‌ها در جیره غذایی حیوانات استفاده کرد(۲۸). یکی از این ترکیبات شیمیایی استفاده از سولفات آهن (FeS04-7H2O) است که با افزودن آن به جیره حاوی کنجاله خردل در جیره جوجه گوشتی در حال رشد باعث کاهش اگزازولیدن-تیون (۸۸ درصد) و ایزوتیوسیانات (۷۴ درصد) در جیره، و بهبود قابل توجهی در وزن بدن و بازده استفاده ازخوراک شده‌اند (۸ و ۱۸).

محل رویش خردل در ایران در نواحی گرگان، بندر گز، گیلان، آستارا، آذربایجان، ملایر، لرستان، ایلام، لار، بندرعباس تا قشم، جهرم، خراسان و قزوین می‌باشد (۲۹). این محصول در برخی نقاط ایران با قیمت مناسب در دسترس می‌باشد ولی استفاده از سطوح بالای آن، در صورت عدم فراوری، به علت حضور مواد ضدتغذیه ای میسر نیست، لذا در این آزمایش تاثیر استفاده از سطوح مختلف دانه خردل فراوری شده با سولفات آهن بر عملکرد، برخی فراسنجه‌های خونی، کیفیت گوشت و هزینه خوراک به ازای هر کیلوگرم وزن زنده در بلدرچین‌های ژاپنی مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش با ۲۴۰ قطعه جوجه بلدرچین ژاپنی هفت روزه (مخلوط ۲ جنس) در ۱۶ واحد آزمایشی (پن در ابعاد ۱× ۱/۲) انجام شد. به هر واحد آزمایشی تعداد ۱۵ قطعه جوجه با میانگین وزنی تقریبا مشابه اختصاص داده شد. جوجه‌ها در هفته اول پرورش با یک جیره پایه (بدون دانه خردل) تغذیه شدند (جدول ۱) و سپس به نحوی به پن‌های آزمایشی منتقل شدند که میانگین وزن جوجه‌ها در هر پن با یکدیگر مشابه باشد. دما در روز اول پرورش ۳۶ درجه سانتی‌گراد بود که توسط یک عدد بخاری سقفی گرماتاب تامین می‌شد و سپس هر هفته ۲/۵ درجه کاسته شد تا به حدود ۲۳/۵ درجه سانتی‌گراد رسید. دوره روشنایی نیز ۲۴ ساعت در روز بود. مدت زمان انجام آزمایش ۴ هفته بود که در سنین ۷ تا۳۵ روزگی انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل سطوح مختلف صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد دانه خردل فرآوری شده با یک درصد سولفات آهن بود.

برای انجام این پژوهش ابتدا نمونه دانه خردل سیاه بیابانی(*Sinapis arvensis*) از شهرستان داراب تهیه گردید و ترکیب شیمیایی آن شامل پروتئین خام، چربی خام، رطوبت، عصاره عاری از نیتروژن و خاکستر تعیین شد(۲)، سپس انرژی قابل سوخت و ساز دانه خردل با معادله ارایه شده توسط جنسن (۱۷)، تعیین شد:

$$AME_n\,(Kcal/Kg) = (12.62 \times CP\%) + (38.05 \times EE\%) + (3.811 \times NFE)$$

AME_n = انرژی قابل سوخت و ساز; NFE = عصاره عاری از نیتروژن; EE = چربی خام; CP = پروتئین خام

جیره‌ها بر اساس توصیه انجمن ملی تحقیقات آمریکا (۲۰) تهیه شدند (جدول ۱) و از نظر پروتئین و انرژی یکسان بودند.

به منظور فراوری، ابتدا دانه خردل آسیاب شد و با ۱۰ درصد آب مقطر خیس گردید و سپس به مقدار یک درصد وزن خشک دانه خردل سولفات آهن(FeS04-7H2O) اضافه گردید و در میکسر به طور کامل مخلوط شد و سپس مخلوط حاصل در سینی‌های مخصوصی به ضخامت ۰/۵ سانتی متر ریخته شد و در اتوکلاو به مدت ۲۵ دقیقه در ۹۵ درجه سانتی‌گراد تحت تاثیر بخار بدون اعمال فشار قرار داده شد. سرانجام دانه فرآوری شده به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد در آون خشک گردید (۸) و در جیره‌های آزمایشی مورد استفاده قرار گرفت. در پایان هر هفته جوجه‌ها توزین شده و مصرف خوراک و ضریب تبدیل محاسبه گردید و در پایان دوره یک جوجه نر از هر تکرار انتخاب و پس از خون گیری از رگ گردنی، ذبح شده و صفات مربوط به لاشه (از قبیل وزن نسبی قلب، بیضه، سنگدان، سکوم، وزن لاشه، ران و سینه) اندازه گیری گردید. جهت اندازه گیری فراسنجه‌های خونی شامل گلوکز، نیتروژن اوره‌ای خون، تری گلیسرید، کلسترول، HDL وLDL از دستگاه آنالیزور بیوشیمی تمام اتوماتیک *Selectra/Flexor XL* به روش آنزیماتیک و با کیت‌های زیست شیمی استفاده شد. همچنین پارامترهای کیفیت گوشت ناحیه سینه شامل: اسیدیته (۱۶)، افت در نتیجه پخت و پز[1] (۴)، ظرفیت نگهداری آب[2] و افت خونابه[3] (۷) و اسید تیوباربیتوریک[4]

۱- Cooking loss
۲- Water holding capacity
۳- Dripping loss
۴- Thiobarbituric acid

پس از ۳۰ روز انجماد در ۱۸- درجه سانتی گراد (۲۷) نیز اندازه گیری شد.

جدول ۱- اجزاء و ترکیب شیمیایی جیره‌های مورد استفاده در تغذیه بلدرچین‌های ژاپنی

Table 1- Ingredient and composition of the diets for Japanese quails

مورد (٪) Ingredients (%)	سطح دانه خردل Mustard seed levels			
	0	5	10	15
ذرت Corn	53.2	50.95	48.7	46.5
سبوس گندم Wheat bran	0.5	1.33	2.14	2.85
کنجاله سویا (۴۴) Soybean meal (44)	40	36.8	33.6	30.5
دانه خردل Mustard seeds	0	5	10	15
روغن گیاهی Vegetable oil	2.55	1.7	0.85	0
کربنات کلسیم Calcium carbonate	1.32	1.3	1.3	1.28
دی کلسیم فسفات Dicalcium phosphate	0.8	0.8	0.8	0.78
نمک salt	0.35	0.35	0.35	0.35
دی ال متیونین DL- methionine	0.16	0.16	0.16	0.15
ال لیزین هایدروکلراید L- lysine HCl	0.12	0.11	0.1	0.09
مکمل ویتامینی[۱] Vitamin premix[1]	0.25	0.25	0.25	0.25
مکمل مواد معدنی[۲] Mineral premix[2]	0.25	0.25	0.25	0.25
سنگریزه Grit	0.5	1	1.5	2
ترکیب شیمیایی Chemical composition				
انرژی قابل سوخت و ساز (کیلوکالری در کیلوگرم) AME_n (kcal/kg)	2905	2903	2900	2900
پروتئین خام (درصد) Crude protein (%)	22.00	21.99	21.97	21.98
لیزین (درصد) Lysine (%)	1.37	1.304	1.302	1.302
متیونین (درصد) Methionine (%)	0.502	0.504	0.506	0.499
متیونین + سیستین (درصد) Methionine+ Cysteine (%)	0.863	0.877	0.890	0.894
کلسیم (درصد) Calcium (%)	0.807	0.804	0.809	0.802
فسفر فراهم (درصد) Available Phosphorus (%)	0.302	0.304	0.305	0.302
سدیم (درصد) Sodium (%)	0.151	0.152	0.152	0.152

[1] Each kg of vitamin premix provided the following: vitamin A 4400000 IU, vitamin D 72000 IU, vitamin E 14400 mg, vitamin K 2000 mg, cobalamine 460 mg, thiamin 612 mg, riboflavin 3000 mg, pantothenic acid 4896 mg, niacin 12160 mg, pyridoxine 612 mg, biotin 2000 mg and choline chloride 260 gr.

[2] Each kg of mineral premix provided the following: Mn 64.5 gr, Zn 33.8 gr, Fe 100 gr, Cu 8 gr, I 640 mg, Co 190 mg and Se 8 gr.

هزینه خوراک مصرف شده برای تولید یک کیلو وزن زنده نیز مورد بررسی قرار گرفت تا وضعیت تیمارهای غذایی از نظر اقتصادی نیز روشن گردد.

این آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی، در ۴ تیمار و ۴ تکرار انجام شد و سپس داده‌های آزمایش با استفاده از نرم افزار آماری SAS تجزیه آماری گردید (۲۶) و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون توکی در سطح آماری ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

ترکیب شیمیایی دانه خردل در مقایسه با دانه سویا، در جدول ۲ آورده شده است. مقدار پروتئین خام این دانه ۲۸/۶۳ درصد بود. همچنین انرژی قابل متابولیسم آن ۴۱۶۷ کیلوکالری بر کیلوگرم بود که با استفاده از معادله ارایه شده توسط جنسن (۱۷) محاسبه گردید. انرژی بالای این ماده خوراکی به خاطر محتوی چربی بالای آن می‌باشد. ترکیب دانه خردل مورد آزمایش با ترکیب ارایه شده در USDA از نظر پروتئین خام، فیبر خام و چربی خام بسیار نزدیک بود. همچنین ترکیب این دانه نسبت به دانه سویا دارای پروتئین کمتر و انرژی و الیاف خام بیشتر بود. دانه خردل از نظر اسیدهای آمینه گوگرددار نسبتا غنی می باشد. البته عواملی نظیر گونه، شرایط اقلیمی، نحوه کشت بر ترکیب شیمیایی دانه خردل موثر هستند. در مورد میزان انرژی قابل متابولیسم آن گزارشی در دسترس نیست.

عملکرد رشد

تاثیر سطوح مختلف دانه خردل فرآوری شده با سولفات آهن بر عملکرد رشد (مصرف خوراک، افزایش وزن و ضریب تبدیل غذایی) بلدرچین‌های گوشتی در جدول ۳ نشان داده شده است. در همه بازه‌های زمانی در عملکرد رشد پرندگانی که از سطوح مختلف دانه خردل فرآوری شده تغذیه کرده بودند، نسبت به گروه شاهد، تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.

در آزمایش که اخیرا انجام شده است، استفاده از دانه خردل فراوری نشده در سطوح بالاتر از ۱۰ درصد سبب کاهش عملکرد رشد گردید (۱۹). بر طبق آزمایش تانگتاویوپات و همکاران (۲۶) نیز با مصرف کنجاله خردل در سطوح بالاتر از ۱۰ درصد، افزایش وزن، مصرف خوراک و بازده خوراک کاهش یافت. بهاتاچارجی و همکاران (۵) گزارش کردند کنجاله خردل می‌تواند فقط تا ۳۰ درصد در جیره غذایی بلدرچین ژاپنی در سن ۸-۲ هفتگی جایگزین کنجاله بادام زمینی شود، بدون این که تاثیر منفی بر عملکرد داشته باشد. بر اساس گزارش بگوم و همکاران(۳) نیز این جایگزینی در سطح بالاتر از ۳۰ درصد سبب کاهش اضافه وزن در جوجه های گوشتی می‌گردد.

جدول ۲- مقایسه ترکیب شیمیایی دانه خردل با دانه سویا (براساس رطوبت موجود)

Table 2- Comparison of the chemical composition of the mustard seed with soybean (as-fed basis)

ترکیب شیمیایی Chemical composition	دانه خردل[1] Mustard seed[1]	دانه خردل[2] Mustard seed[2]	دانه سویا[3] Soybean[3]
انرژی قابل سوخت و ساز (کیلوکالری در کیلوگرم) AME_n (kcal/kg)	4167	-	3300
پروتئین خام (درصد) Crude protein (%)	28.63	26.08	37.00
الیاف خام (درصد) Crude fiber	14.88	12.20	5.50
چربی خام (درصد) Ether extract (%)	40.33	36.24	18.00
کلسیم (درصد) Calcium (%)	-	0.27	0.25
فسفر قابل استفاده(درصد) Available Phosphorus (%)	-	0.20	-
متیونین(درصد) Methionine (%)	-	0.48	0.25
سیستین(درصد) Cysteine (%)	-	0.68	0.54
لیزین(درصد) Lysine (%)	-	1.84	2.25

[1]Calculated or determined in the laboratory; [2] USDA (2005); [3]NRC (1994)

بر طبق آزمایش گوهل (۱۳) استفاده از کنجاله خردل در سطوح بالاتر از ۹ درصد قابل توصیه نمی‌باشد. چوا-ایساراکول و همکاران (۶) در آزمایش بر روی مرغهای تخمگذار گزارش کردند که با افزایش مصرف کنجاله خردل (صفر تا ۳۰ درصد) تولید تخم مرغ، مصرف خوراک، اضافه وزن و وزن تخم مرغ به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. به عقیده آنها حداکثر امکان استفاده از کنجاله خردل در مرغ تخمگذار تا سطح ۱۰ درصد می‌باشد.

علت کاهش مصرف خوراک و بدنبال آن کاهش اضافه وزن در ارتباط با میزان مواد بازدارنده مانند اسید اروسیک، گلوکوزینولات‌ها و ترکیبات فنولیک که عوامل تلخ کننده دانه می‌باشند و سبب عدم خوشخوراکی دانه و در نتیجه کاهش مصرف خوراک می‌گردند، می باشند. کاهش عملکرد می‌تواند به خاطر تضاد بین دو اسید آمینه لیزین و آرژنین و همچنین عدم تعادل کاتیون-آنیون و سطوح بالای گوگرد و فسفر در این مواد خوراکی نیز باشد (۱۴). به نظر می‌رسد مشکلات مصرف گلوکوزینولاتها در مرغ تخمگذار و بوقلمون حتی بیشتر از جوجه گوشتی باشد، زیرا دوره پرورش جوجه گوشتی کوتاه است. به هر حال با افزایش مصرف گلوکوزینولاتها مصرف خوراک و رشد به صورت خطی کاهش یافته و تلفات افزایش می‌یابد (۲۸).

بر اساس تحقیقات انجام شده، در صورت فراوری دانه و یا کنجاله خردل، سطوح بالاتری از آنرا می توان در جیره منظور کرد. داس و علی(۹) طی آزمایشی گزارش کردند کنجاله خردل سم‌زدایی شده می‌تواند تا ۱۵ درصد جایگزین کنجاله کنجد شود و در سطح بالاتر از آن سبب کاهش مصرف خوراک می‌گردد. داقیر و نوازیش (۸) گزارش کردند که با افزودن سولفات آهن به جیره حاوی کنجاله خردل در جیره جوجه گوشتی می‌توان بهبود قابل توجهی در وزن بدن و بازده استفاده از خوراک ایجاد کرد. آنها موفق به سم زدایی از آلیل ایزوتیوسیانات با افزودن مکمل‌های شیمیایی، به خصوص با *FeS04-7H2O* شدند که با افزودن آن به جیره حاوی کنجاله خردل در جیره جوجه گوشتی در حال رشد باعث کاهش اگزازولیدن-تیون (۸۸ درصد) و ایزوتیوسیانات (۷۴ درصد) در جیره شدند. تریپاتی و میشرا (۲۸) روش مختلفی برای فرآوری کنجاله کلزا را مورد مطالعه قرار دادند که تنها فرآوری با سولفات مس موثر بود و باعث غیر فعال شدن ایزوتیوسیانات و اگزازولیدن-تیون در کنجاله گردید.

جدول ۳- تاثیر سطوح مختلف دانه خردل فرآوری شده با سولفات آهن بر عملکرد بلدرچین ژاپنی

Table 3- Effect of different levels of mustard seeds treated with ferrous sulfate on growth performance of Japanese quail

بازه زمانی Experimental period	جیره های آزمایشی (سطح دانه خردل) Experimental diets (Mustard seed levels)				SEM	*P-value*
	شاهد Control	5%	10%	15%		
مصرف خوراک (گرم/پرنده/روز) Feed intake (gr/bird/day)						
7-14	11.65	11.35	11.72	11.40	0.209	0.548
14-21	20.66	20.42	21.81	21.26	0.334	0.051
21-28	23.70	24.19	24.82	25.17	0.383	0.078
28-35	27.32	26.98	27.94	28.00	0.399	0.261
7-35	20.83	20.74	21.57	21.46	0.210	0.052
افزایش وزن (گرم/پرنده/روز) Weight gain (gr/bird/day						
7-14	6.25	6.02	6.41	6.23	0.299	0.617
14-21	6.48	6.60	6.78	6.58	0.168	0.648
21-28	6.64	7.33	7.05	7.00	0.292	0.448
28-35	6.64	5.90	7.03	6.70	0.272	0.067
7-35	6.58	6.46	6.82	6.63	0.100	0.141
ضریب تبدیل غذایی Feed conversion ratio						
7-14	1.80	1.90	1.83	1.84	0.070	0.812
14-21	3.20	3.10	3.22	3.24	0.051	0.247
21-28	3.62	3.30	3.53	3.59	0.147	0.439
28-35	4.14	4.59	4.00	4.21	0.216	0.294
7-35	3.17	3.21	3.16	3.24	0.042	0.590

فرآوری کنجاله کلزا با سولفات مس در کاهش کل گلوکوزینولات موثر بود و باعث بهبود رشد، عملکرد تیروئید و فعالیت آلکالین فسفاتاز در جوجه‌های گوشتی گردید. لذا به نظر می رسد در صورت فراوری خردل می توان سطوح بالاتری از آنرا در جیره استفاده کرد.

فراسنجه‌های خونی

تاثیر مصرف سطوح مختلف دانه خردل فرآوری شده بر برخی فراسنجه‌های خونی در جدول ۴ نشان داده شده است. استفاده از سطوح مختلف دانه خردل فرآوری شده تاثیر معنی‌داری بر نیتروژن اوره‌ای خون، تری‌گلیسرید، کلسترول، *HDL* و *LDL* خون نسبت به گروه شاهد نداشت. اما مقدار گلوکز خون در پرندگانی که با جیره حاوی ۱۵ درصد دانه خردل فرآوری شده تغذیه می‌شدند به طور معنی‌داری از پرندگانی که با ۵ درصد دانه خردل فرآوری شده تغذیه شده بودند، کمتر بود (P<۰/۰۱). در آزمایش دیگری که با استفاده از دانه خردل فراوری نشده انجام شده است، افزایش دانه خردل تا سطح ۱۵ درصد سبب افزایش LDL خون شد و بر سایر فراسنجه‌های خونی اثر معنی‌داری نداشت، هر چند سطح گلوکز خون نیز از نظر عددی کاهش نشان داد (۱۹). در آزمایش بهاتاچارجی و همکاران (۵) با جایگزینی کنجاله خردل فراوری نشده با کنجاله بادام زمینی تا سطح ۱۰۰ درصد در جیره بلدرچین ژاپنی، میزان پروتئین سرم کاهش و میزان کلسترول افزایش یافت. در آزمایش شهیر و همکاران (۲۵) با مصرف سطوح مختلف دانه کلزای فراوری نشده تاثیر معنی‌داری بر سطح تری‌گلیسرید خون جوجه‌های گوشتی مشاهده نشد. لذا به نظر نمی رسد استفاده از دانه خردل فراوری شده تاثیر نامطلوبی بر این فراسنجه‌های خونی داشته باشد.

اجزای لاشه

وزن نسبی اندام‌های مختلف و قطعات مختلف لاشه در جدول ۵ نشان داده شده است. وزن نسبی قلب، کبد، پانکراس، بیضه، سنگدان، سکوم، روده باریک، و وزن قطعات لاشه به طور معنی‌داری تحت تاثیر تغذیه سطوح مختلف خردل فرآوری شده قرار نگرفت. اگرچه وزن پانکراس با مصرف دانه خردل فرآوری شده در جیره به طور معنی‌داری افزایش نشان داد. دانه خردل حاوی مقدار قابل توجهی ترکیبات فنلی نظیر سیناپیک و سیناپین می‌باشد (۱۰ و ۱۱). تانن‌ها قابلیت ترکیب شدن با پروتئین را دارند، که سبب بازدارندگی عمل آنزیم‌ها و در نتیجه موجب فعال شدن بی‌رویه پانکراس و در نهایت بزرگ شدن غیر طبیعی آن می‌گردد.

در آزمایش دیگری وزن پانکراس و کبد با افزایش سطح مصرف دانه خردل (فراوری نشده) به طور خطی افزایش نشان داد (۱۹). حاجی شافی (۱۵) نیز افزایش وزن کبد در مرغهای تخمگذار را در نتیجه افزایش سطح مصرف دانه کلزا گزارش کرده است.

جدول ٤- تاثیر سطوح مختلف دانه خردل فرآوری شده بر فراسنجه های خونی در بلدرچین ژاپنی در سن ۳۵ روزگی (برحسب میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)

Table 4- Effect of different levels of the treated mustard seed on blood metabolites in Japanese quail at 35 days of age (mg/dl)

فراسنجه‌های پلاسما Plasma metabolites	جیره های آزمایشی (سطح دانه خردل) Experimental diets (Mustard seed levels)				SEM	*P-value*
	شاهد Control	5%	10%	15%		
گلوکز Glucose	359.2^{ab}	374.7^{a}	365.5^{ab}	344.7^{b}	5.80	0.009
نیتروژن اوره ای خون BUN[1]	5.50	5.00	5.25	4.00	0.57	0.314
تری گلیسرید Triglycerides	61.75	79.75	67.00	59.75	4.80	0.051
کلسترول Cholesterol	170.7	193.0	230.2	192.0	16.20	0.126
لیپو پروتئین با دانسیته بالا HDL	125.5	129.0	136.7	133.5	6.82	0.674
لیپو پروتئین با دانسیته پایین LDL	32.90	48.05	80.10	46.55	14.41	0.179

میانگین‌های هر ردیف با حروف غیرمشابه دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (P<0.05).

Means within same row with different superscripts differ significantly (P<0.05).

تانگتاویوپات و همکاران(۲۶) با مصرف کنجاله خردل تا سطح ۳۰ درصد جیره، تاثیر معنی‌داری را بر کیفیت لاشه و وزن کبد، پانکراس مشاهده نکردند. چوا-ایسراکول و همکاران (۶) نیز با انجام آزمایش مشابهی در مرغهای تخمگذار گزارش کردند که استفاده از کنجاله خردل تا سطح ۱۰ درصد تاثیر نامطلوبی بر وزن اجزای لاشه و اندام‌ها ندارد. در آزمایش که توسط شهیر و همکاران (۲۵) انجام شد، مصرف دانه کلزا تا ۲۵ درصد جیره جوجه گوشتی، سبب افزایش وزن نسبی کبد شد اما تاثیری بر وزن دستگاه گوارش و وزن سینه و ران مشاهده نشد. افزایش وزن کبد می‌تواند به دلیل حضور گلوکوزینولات‌ها یا نیتریل موجود در دانه باشد. گلوکوزینولاتها بر کار کبد و کلیه تاثیر سوئی دارند(۲۸). در حالیکه در این آزمایش به علت فراوری دانه خردل، تاثیر نامطلوبی بر وزن نسبی کبد و سایر اندامها و همینطور قطعات لاشه مشاهده نشد.

کیفیت گوشت

اسیدیته، افت خونابه، افت در نتیجه پخت و ظرفیت نگهداری آب تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت (جدول ۶). لذا به نظر می‌رسد استفاده از سطوح مختلف دانه خردل فرآوری شده تاثیر نامطلوبی بر این صفات نداشته است. بر طبق برخی گزارش‌ها (۱ و ۱۰) خردل دارای مقدار قابل توجهی ترکیبات فنلی آنتی اکسیدان نیز می‌باشد، اما در گزارش حاضر تاثیر قابل توجهی بر میزان TBA گوشت مشاهده نشد.

جدول ۵- تاثیر سطوح مختلف دانه خردل فرآوری شده بر وزن نسبی برخی اندامها و اجزای لاشه بلدرچین ها در سن ۳۵ روزگی (درصد وزن زنده)

Table 5- Effect of different levels of the treated mustard seed with ferrous sulfate on the relative weight of different organs and carcass traits at 35 days of age (% of live body weight)

اجزای لاشه Carcass Ingredient	جیره های آزمایشی (سطح دانه خردل) Experimental diets (Mustard seed levels)				SEM	*P-value*
	شاهد Control	5%	10%	15%		
قلب Heart	0.890	0.835	0.927	0.903	0.069	0.816
کبد Liver	1.863	1.997	2.017	1.948	0.062	0.351
پانکراس Pancreas	0.199^{b}	0.325^{a}	0.267^{ab}	0.261^{ab}	0.028	0.049
بیضه Testes	1.453	1.417	1.475	1.598	0.163	0.871
سنگدان Gizzard	1.829	1.775	1.906	1.776	0.176	0.945
سکوم ها Ceca	0.375	0.511	0.429	0.561	0.068	0.271
روده باریک Small intestine	3.08	3.567	3.736	2.847	0.225	0.055
روده بزرگ Large intestine	0.240	0.279	0.337	0.317	0.036	0.10
لاشه Carcass	62.14	61.20	64.50	62.59	1.308	0.376
ران ها Thighs	14.80	14.71	18.34	15.05	1.117	0.113
سینه Breast	23.58	25.84	25.00	24.71	0.773	0.275

میانگین‌های هر ردیف با حروف غیرمشابه دارای اختلاف معنی دار می‌باشند ($P<0.05$).

Means within same row with different superscripts differ significantly ($P<0.05$).

جدول ٦- تاثیر سطوح مختلف دانه خردل فرآوری شده بر کیفیت گوشت و هزینه خوراک برای تولید یک کیلوگرم وزن زنده در بلدرچین‌های ژاپنی در سن ۳۵ روزگی

Table 6- Effect of different levels of mustard seed on meat quality and feed cost/ kg live body weight in Japanese quails aged 35 days

مورد Item	جیره های آزمایشی (سطح دانه خردل) Experimental diets (Mustard seed levels)				SEM	*P-value*
	شاهد Control	5%	10%	15%		
اسیدیته pH	6.275	6.445	6.460	6.305	0.094	0.420
اندیس تیوباربیتوریک اسید[1] TBAV[1]	0.102	0.107	0.099	0.145	0.017	0.267
افت پختن (٪) Cooking loss (%)	33.25	27.00	23.75	27.50	2.320	0.078
ظرفیت نگهداری آب (٪) WHC[2] (%)	65.25	69.25	68.50	67.25	2.368	0.660
افت خونابه (٪) Dipping loss (%)	21.75	23.50	23.75	21.50	3.887	0.781
هزینه خوراک/ کیلو وزن زنده (ریال) Feed costs/ kg body weight (Rial)	38850[a]	38480[ab]	36400[b]	38900[a]	50.40	0.012

میانگین‌های هر ردیف با حروف غیرمشابه دارای اختلاف معنی دار می‌باشند ($P<0.05$).

Means within same row with different superscripts differ significantly ($P<0.05$).

[1]Thiobarbituric acid value (mg malondialdehyde/ kg)

[2] Water holding capacity

نتایج بدست آمده از برآورد اقتصادی جیره (جدول ۶) نشان داد که کمترین هزینه خوراک برای تولید یک کیلوگرم وزن زنده مربوط به جوجه‌های تغذیه شده با جیره حاوی ۱۰ درصد دانه خردل فرآوری‌شده بود ($P<0.05$) و بیشترین آن مربوط به تیمار غذایی حاوی ۱۵ درصد دانه فراوری شده بود که البته با گروه شاهد و سطح ۵ درصد دانه اختلاف معنی داری نداشت.

نتیجه‌گیری

بطور کلی از نتایج بدست آمده چنین استنباط می‌شود که استفاده از دانه خردل فراوری شده تا سطح ۱۵ درصد تاثیر نامطلوبی بر عملکرد رشد نداشته است، ولی از نظر اقتصادی (هزینه خوراک برای تولید یک کیلو وزن زنده) استفاده از این ماده خوراکی در سطح ۱۰ درصد اقتصادی‌تر بوده است. البته باید توجه داشت که دوره پرورش بلدرچین گوشتی کوتاه است و تغذیه طولانی مدت آن باید با احتیاط صورت گیرد.

منابع

1- Amarowicz, R., U. Wanasundara, and F. Shahidi. 1996. Antioxidant activity of ethanolic extract of mustard seed. Food Nahrung, 40:261-263.

2- AOAC. 2000. Official Methods of Analysis. AOAC, Washington DC, USA.

3- Begum, I., T. Rahman, and M. Bhattachaya.1997. Pathological and histoenzymic studies on the toxic effect of mustard cake (Brassica juncea) in broiler chicken. Indian Journal of Animal Sciences, 67(11): 946-948.

4- Bertram, H. C., H. J. Andersen., A. H. Karlsson., P. Horn., J. Hedegaard, and S. L. Engelsen. 2003. Prediction of technological quality (cooking loss and Napole Yield) of pork based on fresh meat characteristics. Meat Science, 65: 707-712.

5- Bhattacharjee, S. N., M. R. Dalapati., M. K. Bhowmick, and G. Samanta. 1997. Goitrogenic effect of deoiled mustard-cake (*Brassica juncea*) in Japanese quail. Indian Journal of Animal Sciences, 67(9): 811-813.

6- Cheva-Isarakul, B., S. Tangtaweewipat, and P. Sangsrijun. 2001. The effect of mustard meal in laying hen diets. Asian-Australian Journal of Animal Science, 14 (11): 1605-1609.

7- Christensen, L. B. 2003. Drip loss sampling in porcine meat. Meat Scienc, 63:469-477.

8- Daghir, N. J., and A. M. Nawazish. 1976. Mustard seed meal as a protein source for chickens. Poultry Science, 55:

1699-1703.

9- Das, H., and M. A. Ali. 1993. Replacement of sesame oil cake in the diet of laying hens. Indian Journal of Animal Production and Management, 9(4): 169-173.
10- Das, R., C. Bhattacherjee, and S. Ghosh. 2009. Preparation of mustard protein isolate and recovery of phenolic compounds by ultrafiltration. Industrial and Engineering Chemistry Research, 48: 4939-4947.
11- Engels, C., and A. Schieber. 2012. Sinapic acid derivatives in defatted Oriental mustard seed meal extracts using UHPLC and identification of compounds with antibacterial activity. European Food Research and Technology, 234: 535-542.
12- Fahey, J. W., A. T. Zalcmann, and P. Talalay. 2001. The chemical diversity and distribution of glucosinolates and isothiocyanates among plants. Food Chemistry, 56(1): 5–51.
13- Gohl, B. 1981. Tropical Feeds. FAO, Rome, Italy.
14- Haghighian- Roodsary, M., M. Roostayee, M. Safdarian, and A. Abolghasemi. 2013. Study the effect of two levels of rapeseed meal using phytase and Safizym GP 800 enzymes on the performance of broiler chicks. Journal of Animal Production, 14(1): 59-68. (In Persian)
15- Aji-Shafi, A. 2008. Effect of different levels of canola seed on laying hens performance. MSc dissertation. Zanjan University. Zanjan, Iran. (In Persian)
16- Jang, A., X. D. Liu., M. H. Shin., B. D. Lee, and C. Jo. 2008. Antioxidative potential of raw breast meat from broiler chicks fed a dietary medicinal herb extract mix. Poultry Science, 87: 2382-2389.
17- Janssen, W. M. M. A. 1989. European table of energy values for poultry feedstuffs. 3rd ed. Spelderholt center for poultry research and information services, Beekbergen, the Netherlands.
18- Leeon, S., and J. D. Summers. 2001. Scott's Nutrition of the Chickens. 4th edition. University Books. Canada.
19- Moheb-Ali, S. 2014. The study of different levels of mustard seed on performance and some blood parameters of Japanese quail. MSc dissertation. Shahid Bahonar University of Keraman. Kerman, Iran. (In Persian)
20- NRC. 1994. Nutrient Requirements of Poultry. 9th Rev. ed., National Acad. Press, Washington. USA.
21- Radmehar, V., A. Teymouri., M. Rezaei, and S. Karimzadeh. 2008. Interactions between dietary particle size and enzyme supplementation in diets contained canola meal in broiler chickens. MSc dissertation. Sari University of Agricultural Science and Natural Resources. Sari, Iran. (In Persian)
22- Rashed- Mohasel, M. H., H. Najafi, M. Baghestani, and A. Zand. 2010. Weed Biology and Control. Iranian Research Institute of Plant Protection. Tehran, Iran. (In Persian)
23- Saleemi, Z. O., P. K. Janitha., P. D. Wanasundra, and F. Shahidi. 1993. Effect of low-pungency ground mustard seed on oxidative stability, cooking yield, and color characteristics of comminuted pork. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 41: 641–643.
24- SAS Institute. 1998. SAS/STAT® User's Guide: Statistics, Version 6.12. SAS Institute Inc, Cary, NC.
25- Shahir, M. H., V. Andalibi, M. Shivazad, A. Heydarinia, and A. Afsarian. 2013. Effect of different levels of full fat canola seed (with or without enzyme addition) on performance, carcass traits and blood parameters in broilers. Iranian Journal of Animal Science, 43 (3): 337- 345. (In Persian)
26- Tangtaweewipat, S., B. Cheva-Isarakul, and P. Sangsrijun. 2004. The use of mustard meal as a protein source in broiler diets Songklanakarin. Journal of Science and Technology, 26(1): 23-30.
27- Tarladgis, B. G., B. M. Watts, and M. T. Younathan Dugan. 1960. Adistillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. Journal of American Oil Chemist Society, 37: 44-48.
28- Tripathi, M. K., and A. S. Mishra. 2007. Glucosinolates in animal nutrition: a review. Animal Feed Science and Technology, 132: 1-27.
29- Zargary, A. 2012. Medicinal Plants. Vol. 2, 7th ed. Tehran University Press. Tehran, Iran. (In Persian)