تعیین ترکیبات شیمیایی و انرژی قابل سوخت و ساز ضایعات کارخانجات ماکارونی و لپه پاک‌کنی در سطوح مختلف

عین اله عبدی قزلجه [۱*]

(تاریخ دریافت: ۸۴/۹/۲۲ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۶/۵/۱۶)

چکیده

بر اساس آمار رسمی سازمان صنایع و معادن در استان آذربایجان شرقی سالیانه مقدار ۱۰۰۰ تن ضایعات در کارخانجات تهیه ماکارونی و مقدار۷۵۰۰ تن ضایعات در کارخانجات لپه پاک‌کنی تولید می‌شود. برای تعیین ترکیبات شیمیایی و انرژی قابل سوخت و ساز این ضایعات، ابتدا از ۱۰٪ کارخانجات بر اساس روش نمونه‌گیری تصادفی طبقه‌بندی شده، نمونه برداری به‌عمل آمد. سپس مقادیر ماده خشک، پروتئین خام، الیاف خام، چربی خام، دیواره سلولی، دیواره سلولی بدون همی سلولز و انرژی خام آنها طبق روش‌های AOAC (۱۹۹۰) اندازه‌گیری شد. مقدار پروتئین خام، الیاف خام، چربی خام، دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی سلولز ضایعات ماکارونی به ترتیب، ۱۲/۷، ۰/۲، ۲/۴، ۱/۷و۰/۱درصد و در ضایعات لپه پاک‌کنی به ترتیب،۳۰/۲، ۸/ ۱۷، ۸/۷، ۳۲/۳ و ۲۲/۴ درصد بود. ضایعات ماکارونی به نسبت ۰، ۱۵، ۳۰، ۴۵، ۶۰، ۷۵، ۹۰ و ۱۰۰ درصد و ضایعات لپه پاک‌کنی به نسبت ۱۵ و ۴۵ درصد، با جیره پایه مخلوط شدند، جهت تعیین میزان انواع انرژی قابل سوخت و ساز (TME_n , TME , AME_n , AME) ضایعات، ۳۰ گرم از جیره مخلوط شده به روش تغذیه اجباری به چهار قطعه خروس بالغ لگهورن خورانده شد. میزان AME_n ضایعات ماکارونی در سطوح مختلف به ترتیب، ۲۹۱۵، ۳۵۳۵، ۳۹۳۷، ۳۶۴۳، ۳۷۲۸، ۳۶۷۱، ۳۶۸۷ و ۳۷۱۷ کیلوکالری در کیلوگرم و میزان AME_n ضایعات لپه پاک کنی در سطوح مختلف به ترتیب ۲۶۷۷ و ۲۲۷۹ کیلوکالری در کیلوگرم بود. بیشترین انرژی قابل سوخت و ساز برای ضایعات ماکارونی در سطح ۳۰ درصد و برای ضایعات لپه پاک‌کنی در سطح ۱۵ درصد نسبت به جیره پایه به‌دست آمد.

واژه‌های کلیدی: انرژی قابل سوخت و ساز، ضایعات ماکارونی، ضایعات لپه پاک‌کنی

مقدمه

بر اساس آمار رسمی سازمان صنایع و معادن در استان آذربایجان شرقی در سال ۱۳۸۰، سالیانه مقدار ۱۰۰۰ تن ضایعات در کارخانجات تهیه ماکارونی و مقدار۷۵۰۰ تن ضایعات در کارخانجات لپه پاک‌کنی تولید می‌شود (۳).

برای این‌که از یک ماده خوراکی در تغذیه طیور استفاده گردد باید انرژی قابل سوخت و ساز (Metabolizable energy) و ترکیبات مواد مغذی آن مشخص گردد. میزان انرژی قابل استفاده مواد خوراکی به دلایل زیر از اهمیت بسیار زیادی در تغذیه طیور برخوردار است، اولاً: انرژی قابل استفاده، بیشترین هزینه جهت تولید گوشت سفید و تخم مرغ را به خود اختصاص می‌دهد.

۱. کارشناس ارشد مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی، تبریز

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: e_abdi2005@yahoo.com

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.43.29.2]

ثانیاً: مصرف خوراک، جز چند استثناء رابطه معکوسی با تراکم انرژی قابل استفاده آن دارد و ثالثاً: انرژی قابل استفاده برای طیور یک نیاز ضروری و مهم جهت بقای آنهاست (۱۵). بنابراین اهمیت تعیین دقیق انرژی مواد خوراکی در تنظیم جیره‌های طیور به‌خوبی روشن می‌گردد. متاسفانه همه انرژی شیمیایی یک خوراک برای مرغ قابل دسترس نیست و باید برای تعیین میزان انرژی قابل سوخت و ساز یک ماده خوراکی آزمایش‌های بیولوژیکی انجام شود (۱۲).

در کشور ما تاکنون پژوهش جامع و کاملی در مورد ضایعات کارخانجات ماکارونی صورت نگرفته است، هر چند مطالعات اندکی در مورد ضایعات ماکارونی یک کارخانه در چند استان صورت گرفته (۲، ۴ و ۵) و در یک مورد میزان اسیدهای آمینه ضایعات ماکارونی و قابلیت هضم ایلئومی آنها در جوجه‌های گوشتی نیز اندازه‌گیری شده است(۲۱). هدف از اجرای این آزمایش، تعیین انرژی قابل سوخت و ساز و ترکیبات شیمیایی ضایعات ماکارونی و ضایعات لپه پاک‌کنی، جهت استفاده در تغذیه طیور و هم‌چنین تعیین انرژی قابل سوخت و ساز ضایعات ماکارونی و ضایعات لپه پاک‌کنی در سطوح مختلف و با استفاده از معادلات رگرسیون بود.

مواد و روش‌ها

برای انجام این آزمایش، ابتدا از سازمان صنایع و معادن استان آذربایجان شرقی لیست کارخانجات تهیه ماکارونی موجود در استان تهیه گردید که در این لیست‌ها ظرفیت تولید این کارخانجات نیز گزارش شده بود. به ۱۰ درصد این کارخانجات مراجعه گردید و بر اساس روش نمونه برداری تصادفی طبقه‌بندی شده نمونه برداری انجام پذیرفت. نمونه‌های جمع‌آوری شده به طور جداگانه آسیاب و مخلوط گردیدند. از نمونه‌های جمع آوری شده در نهایت یک نمونه نهایی به‌دست آمد. این تحقیق در آزمایشگاه متابولیکی طیور، واقع در مزرعه آموزشی پرورش طیور واقع در روستای آرپادره سی مجتمع آموزش جهاد کشاورزی استان آذربایجان شرقی انجام گرفت. سالن آزمایش مجهز به دستگاه تهویه مناسب بود و از برنامه ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی استفاده گردید و میزان روشنایی نیز به وسیله دیمر قابل تنظیم بود. برای انجام این تحقیق ۴۸ قطعه خروس لگهورن سفید بالغ، با تاج ساده از سویه های‌لاین (Hy - line)، از شرکت پرورش مرغ مادر تخم گذار «مرغک» خریداری شد و به محل اجرای آزمایش انتقال داده شد و در مرحله اصلی آزمایش از ۲۸ قطعه از خروس‌ها که وزن تقریباً یکسان و برابر با ۰/۱ $\pm$ ۲ کیلوگرم داشتند استفاده گردید. برای تغذیه ضایعات و سطوح مختلف آنها این آزمایش در دو مرحله انجام گرفت.

برای عادت پذیری خروس‌ها به شرایط محیطی جدید معمولاً ۱۴ روز کافی است (۱۶). ولی به دلیل این‌که خروس‌ها مدت زیادی در بستر زندگی کرده بودند برای عادت‌پذیری بهتر آنها با محیط این زمان بیشتر و حدود یک ماه در نظر گرفته شد. در طول مدت عادت پذیری و قبل از انجام مرحله اصلی آزمایش، همه خروس‌ها مطابق توصیه NRC برای مرغان تخم‌گذار، با جیره‌ای حاوی ۱۵ درصد پروتئین خام به صورت آزاد تغذیه شدند (۶ و ۱۴). لازم به ذکر است که آب نیز در تمام مدت آزمایش به صورت آزاد در اختیار آنها قرار گرفت. فرمول و ترکیبات جیره پایه در جدول ۱ ارائه شده است.

بعد از مرحله عادت دهی، ۲۸ قطعه خروس مورد آزمایش به ۷ گروه چهارتایی تقسیم شدند و برای نداشتن تفاوت وزنی معنی‌دار بین گروه‌ها از آزمون هارتلی (Hartley's test) با فرض یکسان بودن واریانس گروه‌ها استفاده شد (۹). ضایعات ماکارونی در ۷ نسبت (۱۵، ۳۰، ۴۵، ۶۰، ۷۵، ۹۰، و ۱۰۰ درصد) و ضایعات لپه پاک‌کنی در دو نسبت (۱۵ و ۴۵ درصد) با جیره پایه مخلوط شده و سپس تغذیه شدند. قبل از شروع تغذیه مقدار خوراک مصرفی با ترازوی دیجیتالی با حساسیت ۰/۰۱ گرم توزین و در داخل ظروف پلاستیکی درب دار ریخته شد و مواد خوراکی مورد آزمایش قبل از مخلوط شدن با جیره پایه آسیاب شده و سپس در نسبت‌های ذکر شده، با خوراک پایه کاملا مخلوط گردیده و در نهایت مجموع جیره پایه و ماده خوراکی

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.43.29.2]

جدول۱. فرمول و ترکیبات جیره پایه

ماده خوراکی	درصد
ذرت	۷۱/۵۶
کنجاله سویا	۲۲/۸۳
پودر استخوان	۴/۷۶
مکمل ویتامینی	۰/۳
مکمل معدنی	۰/۳
نمک	۰/۲
متیونین	۰/۰۴
انرژی و مواد مغذی موجود در جیره پایه	
انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری بر کیلوگرم)	۲۹۰۸
پروتئین خام(٪)	۱۵
چربی خام(٪)	۲/۹
الیاف خام(٪)	۳/۲
کلسیم(٪)	۱/۵
فسفر قابل استفاده(٪)	۰/۷۲۸
آرژی نین(٪)	۱/۱۰۶
متیونین(٪)	۰/۳۳
متیونین+ سیستئین(٪)	۰/۶
لیزین(٪)	۰/۲۶۵

مورد آزمایش ۳۰ گرم بود.

از ۲۸ قطعه خروس، یک گروه چهارتایی به عنوان شاهد تا آخر آزمایش گرسنه ماندند و یک گروه چهارتایی جیره پایه را دریافت کردند و هر جیره نیز به ۴ قطعه از خروس‌ها خورانده شد. به‌دنبال دوره عادت پذیری، در هر آزمایش ۲۴ ساعت گرسنگی برای خروس‌ها در نظر گرفته شد. هدف از این اقدام تخلیه کامل دستگاه گوارش از خوراک قبلی بود. سپس تغذیه اجباری انجام شد و فضولات خروس‌ها به مدت ۴۸ ساعت جمع‌آوری گردید. بنابراین زمان اختصاص داده شده برای هر آزمایش ۷۲ ساعت بود در دوره استراحت بین دو آزمایش نیز خروس‌ها با جیره پایه تغذیه شدند (۱۴).

پس از تغذیه اجباری، خروس‌ها به قفس‌های شماره‌گذاری شده دوران آزمایش منتقل شدند و سینی‌های جمع آوری مدفوع که با زرورق‌های آلومینیومی پوشانده شده بود، در زیر هر قفس به طور جداگانه قرار گرفت. برای اطمینان از جمع آوری مدفوع و جلوگیری از آلودگی با مواد خارجی از روش پیشهادی سیبالد، استفاده از کیسه‌های جمع آوری کننده مدفوع با تغییرات مختصری در وسایل کار استفاده شد (۲۰).

نمونه‌های شماره‌گذاری شده جهت جلوگیری از فعالیت تخمیری باکتری‌ها و سهولت تخلیه فضولات از کیسه‌های نایلونی به فریزر انتقال داده شدند، سپس نمونه‌ها از فریزر خارج و پس از تخلیه از کیسه‌ها به ظروف آلومینیومی منتقل شده و وزن ظرف و ظرف با فضولات اندازه‌گیری شدند. برای تعیین درصد ماده خشک، نیتروژن و انرژی خام، فضولات ابتدا از حالت انجماد

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.43.29.2]

خارج و به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای $60^{\circ}C$ قرار داده شدند تا رطوبت فضولات که هنگام جمع‌آوری مرطوب بودند گرفته شود بدین ترتیب درصد ماده خشک فضولات نیز به‌دست آمد (۱۶) سپس فضولات به وسیله آسیاب آزمایشگاهی با غربال یک میلی‌متر آسیاب شدند و نمونه‌ها به داخل قوطی‌های کوچک پلاستیکی استریل که بدین منظور خریداری شده بودند ریخته شدند وشماره خروس روی قوطی مربوطه ثبت شد از این نمونه‌ها برای انجام آزمایش‌ها استفاده گردید.

تجزیه تقریبی مواد خوراکی و فضولات طبق روش‌های AOAC انجام شد. برای تعیین انرژی خام، از دستگاه بمب کالری متری آدیاباتیک پار(Adiabatic Parr) و برای تعیین نیتروژن آنها از دستگاه میکروکجلدال فوس مدل ۲۳۰۰، واقع در آزمایشگاه تغذیه دام گروه علوم دامی دانشگاه تبریز استفاده شد. ماده خشک نمونه با استفاده از آون (در دمای $105^{\circ}C$ به مدت ۲۴ ساعت) به‌دست آمد. خاکستر خام نمونه با استفاده از کوره الکتریکی با درجه حرارت $550^{\circ}C$ در مدت ۵ ساعت تعیین شد. از دستگاه فایبرتک مدل ۱۰۱۰ برای اندازه‌گیری الیاف خام، دیواره سلولی و دیواره سلولی بدون همی سلولز، از دستگاه بمب کالری متر آدیاباتیک برای اندازه‌گیری انرژی خام و از روش سوکسله برای اندازه‌گیری چربی خام استفاده گردید.

عصاره عاری از نیتروژن نیز با کم کردن مجموع پروتئین خام، چربی خام، خاکستر و الیاف خام از مقدار ماده خشک به‌دست آمد (۸).

انواع انرژی قابل سوخت و ساز جیره‌های مخلوط (جیره پایه به اضافه ضایعات کارخانجات مواد غذایی) با استفاده از فرمول‌های ارائه شده به وسیله سیبالد محاسبه گردید.

$$AME = \frac{GE_f - GE_e}{Fi} \qquad [۱]$$

$$AME_n = AME - \frac{۸/۷۳ \times NR}{Fi} \qquad [۲]$$

$$NR = N_i - N_e \qquad [۳]$$

$$TME = AME + \frac{EEL}{Fi} \qquad [۴]$$

$$TME_n = AME_n + \frac{EEL + ۸/۷۳ \times NR}{Fi} \qquad [۵]$$

AME= انرژی قابل سوخت و ساز ظاهری (کیلوکالری در گرم)

AME_n= انرژی قابل سوخت و ساز ظاهری تصحیح شده برای ازت (کیلوکالری در گرم)

TME= انرژی سوخت و ساز حقیقی (کیلوکالری)

TME_n= انرژی سوخت و ساز حقیقی تصحیح شده برای ازت (کیلوکالری در گرم)

GE_f = کل انرژی مصرفی (کیلوکالری)

GE_e = کل انرژی دفعی (کیلوکالری)

F_i= مقدار خوراک مصرفی (گرم)

N_f= ازت مصرفی (گرم)

N_e= ازت دفعی (گرم)

EEL= انرژی دفعی داخلی (کل انرژی دفعی پرندگان گرسنه) بر حسب کیلوکالری

NR= ازت ابقا شده

برای محاسبه انرژی سوخت و ساز ضایعات مورد آزمایش در جیره مخلوط (جیره پایه و ضایعات) نیز از فرمول زیر استفاده شد.

$$ED = P \times EF + (1-P)EB \qquad [۶]$$

ED= انرژی سوخت و ساز جیره مخلوط (جیره پایه + ضایعات)

EF= انرژی سوخت و ساز ضایعات

EB= انرژی سوخت و ساز جیره پایه

P= نسبت اضافه نمودن ضایعات به جیره

1-P= نسبت جیره پایه در جیره مخلوط

نتایج و بحث

غلظت مواد مغذی اندازه‌گیری شده در ضایعات ماکارونی در جدول۲ گزارش شده است. ضایعات ماکارونی در مقایسه با دانه گندم طبق جدول NRC (۱۹۹۴) ماده خشک و پروتئین خام بیشتری هم‌چنین خاکستر خام و الیاف خام کمتری داشت.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.43.29.2]

طی آزمایشی احمدی (۲)، مقدار پروتئین خام ضایعات ماکارونی را ۱۱/۳ درصد و انرژی خام آن را ۴۲۲۵ کیلوکالری در کیلوگرم گزارش کرد، که در مقایسه با مقدار پروتئین خام و انرژی خام ضایعات ماکارونی مورد آزمایش در این پژوهش مقداری کمتر می‌باشد ولی این اختلاف بسیار ناچیز می‌باشد. با توجه به این‌که ایشان ضایعات یک کارخانه را مورد آزمایش قرارداده بودند ولی در این پژوهش از ۱۰ درصد کل کارخانجات نمونه‌برداری شده است، لذا این اختلافات کاملاً طبیعی به نظر می‌رسد. نتایج این آزمایش از نظر پروتئین خام ضایعات ماکارونی با نتایج یک بررسی دیگر هم‌خوانی زیادی دارد(۲۱). نتایج یک پژوهش دیگر نیز از لحاظ انرژی خام نتایج به‌دست آمده در این تحقیق را تأیید می‌نماید و نتایج نشان می‌دهند که ضایعات ماکارونی یک منبع خوب انرژی است (۱۸).

انواع انرژی قابل متابولیسم جیره‌های حاوی سطوح مختلف ضایعات ماکارونی در جدول ۳ ارائه شده است. همان‌طور که در جدول ۳ مشخص است، بین انواع انرژی جیره‌های حاوی مقادیر مختلف ضایعات ماکارونی اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($P < ۰/۰۵$). با افزایش نسبت ضایعات ماکارونی به جیره پایه، انواع انرژی قابل متابولیسم جیره به‌صورت خطی افزایش یافت. بیشترین انرژی مربوط به جیره حاوی ۱۰۰ درصد ضایعات ماکارونی بود و کمترین انرژی مربوط به جیره حاوی صفر درصد ضایعات ماکارونی یا همان جیره پایه بود. به‌دلیل این‌که انرژی ضایعات ماکارونی بیشتر می‌باشد، لذا با افزایش نسبت ضایعات ماکارونی به جیره پایه، انواع انرژی قابل سوخت و ساز جیره افزایش یافت. در پژوهش سان جان (۱۱) نیز با افزایش نسبت روغن آفتابگردان به خوراک پایه انواع انرژی قابل متابولیسم به‌طور کاملاً خطی افزایش یافت. انواع انرژی قابل متابولیسم ضایعات ماکارونی که در سطوح مختلف نسبت به جیره پایه اندازه‌گیری شده‌اند، در جدول ۴ ارائه شده است.

با توجه به جدول ۴ مشاهده می‌گردد که انواع انرژی قابل متابولیسم ضایعات ماکارونی در سطوح مختلف تفاوت معنی‌داری دارند ($P < ۰/۰۵$). بیشترین انرژی زمانی به‌دست آمده است که ضایعات ماکارونی در سطح ۳۰ درصد نسبت به جیره پایه اندازه‌گیری شد، هر چند که تفاوت معنی‌داری بین سطوح ۷۵، ۹۰ و ۱۰۰ درصد مشاهده نگردید. کمترین انرژی در سطح ۴۵ درصد مشاهده گردید، این امر می‌تواند ناشی از اثر متقابل بین ضایعات ماکارونی و خوراک پایه باشد. به نظر می‌رسد این تأثیرات ناشی از تغییر ویسکوزیته مواد خوراکی در دستگاه گوارش و تغییر سرعت عبور و مدت زمان ماندگاری خوراک در دستگاه گوارش باشد.

در خوراک پایه و در تمامی ضایعات، مقدار انرژی قابل متابولیسم ظاهری تصحیح شده برای نیتروژن بیشتر از انرژی قابل متابولیسم ظاهری و مقدار انرژی قابل متابولیسم حقیقی تصحیح شده برای نیتروژن کمتر از انرژی قابل متابولیسم حقیقی بود.

اگر تعادل نیتروژن منفی باشد AME کوچک‌تر از AMEn و TME بزرگ‌تر از TMEn خواهد بود اگر تعادل ازت مثبت باشد، عکس این حالت بروز می‌کند(۱۷و ۱۹). در روش سیبالد معمولاً تعادل نیتروژن منفی می‌باشد که با نتایج به‌دست آمده در این آزمایش مطابقت دارد.

طی آزمایشی، حجتی(۴) مقدار TME ضایعات ماکارونی را ۳۶۶۷ کیلوکالری در کیلوگرم برآورد نموده که نسبت به TME پژوهش حاضر پایین‌تر می‌باشد. سیبالد TMEدانه گندم را ۳۸۰۰ کیلوکالری در کیلوگرم به‌دست آورده است. با توجه به این‌که ماکارونی از قسمت مغز دانه گندم به‌دست آمده و در تهیه آن سبوس که دارای انرژی پایین‌تری می‌باشد، خارج شده (۱۰)، لذا طبیعی است که ماکارونی نسبت به خود دانه گندم دارای TME بالاتر باشد.

در تحقیق دیگری که در آن اثرات ضایعات ماکارونی در تغذیه بوقلمون‌های بالغ و بدون سکوم مطالعه شده بود، TME ضایعات ماکارونی ۴۳۰۰ کیلوکالری در کیلوگرم به‌دست آمده (۱۸)، که از مقدار TME به‌دست آمده در تحقیق حاضر بیشتر می‌باشد. این مسأله احتمالاً می‌تواند به دلیل اختلاف در گونه

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.43.29.2]

جدول ۲. ترکیب مواد مغذی ضایعات غذایی مورد آزمایش

ضایعات	ماده خشک (٪)	خاکستر خام (٪)	پروتئین خام (٪)	چربی خام (٪)	الیاف خام (٪)	عصاره عاری از نیتروژن(NFE) (٪)	دیواره سلولی (NDF) (٪)	دیواره سلولی بدون همی سلولز (ADF) (٪)	انرژی خام (کیلوکالری در کیلوگرم)
ماکارونی	۹۱/۵	۱/۲	۱۲/۷	۲/۴	۰/۲	۸۰/۵	۱/۷	۰/۱	۴۴۸۷
لپه پاک‌کنی	۹۲/۳	۷/۳	۳۰/۲	۸/۷	۱۷/۸	۳۲	۳۲/۳	۲۲/۴	۴۶۲۹

1- Nitrogen Free Extract 2- Neutral Detrgent Fiber 3- Acid Detergent Fiber

جدول ۳. مقایسه میانگین انواع انرژی قابل متابولیسم جیره‌های حاوی مقادیرمتفاوت ضایعات ماکارونی وجیره پایه (کیلوکالری بر کیلوگرم)

نسبت ضایعات ماکارونی به جیره پایه	AME	ME_n	TME	TME_n
۰:۱۰۰	۲۸۵۴ ^{h} ± ۳۰[۱]	۲۹۱۵ ^{h} ± ۱۱	۳۱۸۰ ^{h} ± ۳۰	۳۰۲۰ ^{g} ± ۱۱
۱۵:۸۵	۲۹۹۷ ^{g} ± ۶	۳۰۹۱ ^{g} ± ۳۰	۳۲۲۲ ^{g} ± ۶	۳۱۹۵ ^{f} ± ۳۰
۳۰:۷۰	۳۲۱۱ ^{f} ± ۱۰	۳۲۵۱ ^{f} ± ۳۵	۳۵۳۷ ^{f} ± ۱۰	۳۳۸۱ ^{f} ± ۳۵
۴۵:۵۵	۳۲۸۵ ^{e} ± ۱۳	۳۴۰۷ ^{e} ± ۳۱	۳۶۱۰ ^{e} ± ۱۳	۳۵۱۱ ^{e} ± ۳۱
۶۰:۴۰	۳۴۵۰ ^{d} ± ۵	۳۴۹۰ ^{d} ± ۲۵	۳۷۷۵ ^{d} ± ۵	۳۵۹۴ ^{d} ± ۲۵
۷۵:۲۵	۳۵۱۴ ^{c} ± ۱۱	۳۵۹۲ ^{c} ± ۳۲	۳۸۳۹ ^{c} ± ۱۱	۳۶۹۶ ^{c} ± ۳۲
۹۰:۱۰	۳۵۷۶ ^{b} ± ۳۵	۳۶۳۴ ^{b} ± ۳۷	۳۹۰۱ ^{b} ± ۳۵	۳۷۳۸ ^{b} ± ۳۷
۱۰۰:۰	۳۶۱۷ ^{a} ± ۲۴	۳۷۱۷ ^{a} ± ۱۹	۳۹۴۲ ^{a} ± ۲۴	۳۸۲۱ ^{a} ± ۱۹
SEM	۹/۸	۱۴/۴	۹/۸	۱۴/۴

در هر ستون، ارقامی که دارای حروف متفاوتی هستند، اختلاف معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵).

۱. AME= انرژی قابل سوخت و ساز ظاهری، AMEn= انرژی قابل سوخت و ساز ظاهری با تصحیح نیتروژن

TME= انرژی قابل سوخت و ساز حقیقی TMEn= انرژی قابل سوخت و ساز حقیقی با تصحیح نیتروژن

۲. میانگین ± خطای معیار

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.43.29.2]

جدول۴. مقایسه میانگین انواع انرژی قابل متابولیسم ضایعات ماکارونی در سطوح مختلف (کیلوکالری در هر کیلوگرم)

نسبت ضایعات ماکارونی به خوراک پایه (درصد)	AME	AME_n	TME	TME_n
۰	۲۸۵۴ f ± ۳۰[۱]	۲۹۱۵ f ± ۱۱	۳۱۸۰ f ± ۳۰	۳۰۲۰ f ± ۱۱
۱۵	۳۴۴۱ e ± ۴۰	۳۵۳۵ e ± ۴۴	۳۷۶۶ e ± ۴۰	۳۶۴۰ e ± ۴۴
۳۰	۳۸۹۸ a ± ۳۲	۳۹۳۷ a ± ۵۵	۴۲۲۳ a ± ۳۲	۴۰۴۲ a ± ۵۵
۴۵	۳۵۲۱ d ± ۲۸	۳۶۴۳ d ± ۲۰	۳۸۴۶ d ± ۲۸	۳۷۴۷ d ± ۲۰
۶۰	۳۶۸۸ b ± ۹	۳۷۲۸ b ± ۲۸	۴۰۱۴ b ± ۹	۳۸۳۳ b ± ۲۸
۷۵	۳۵۹۱ c ± ۳۷	۳۶۷۱ c d ± ۵۲	۳۹۱۷ c ± ۳۷	۳۷۷۶ c d ± ۵۲
۹۰	۳۶۲۹ c ± ۳۹	۳۶۸۷ b c d ± ۳۷	۳۹۵۵ c ± ۳۹	۳۷۹۲ b c d ± ۳۷
۱۰۰	۳۶۱۷ c ± ۲۴	۳۷۱۷ b c ± ۱۹	۳۹۴۲ c ± ۲۴	۳۸۲۱ b c ± ۱۹
SEM	۱۵/۶	۱۸/۴	۱۵/۶	۱۸/۴

۱. میانگین ± خطای معیار

در هر ستون، اعدادی که حروف مشابه ندارند دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشند($P < ۰/۰۵$).

پرنده مورد آزمایش باشد اگر چه سیبالد با آزمایش روی خرده‌های گندم بین خروس‌های بالغ و بوقلمون تفاوت معنی‌داری نیافته است، به نظر می‌رسد دلیل تفاوت بین TME ضایعات ماکارونی در تحقیق حاضر و بوقلمون می‌تواند ناشی از مواد خام مورد استفاده در تهیه ماکارونی از قبیل نوع آرد گندم یا وجود افزودنی‌ها در ماکارونی مورد استفاده در مطالعه مذکور باشد. علاوه بر آن نحوه فرایند ماکارونی و فن آوری به کار رفته در آن نیز می‌تواند در این تفاوت دخیل باشد.

احمدی AME و AME_n ضایعات ماکارونی را به ترتیب ۳۴۸۷ و ۳۵۰۳ کیلوکالری در کیلوگرم گزارش کرده که از نتایج به‌دست آمده در این تحقیق اندکی کمتر می‌باشد. با توجه به این‌که انرژی خام ضایعات ماکارونی در آزمایش وی کمتر بود لذا می‌توان انتظار داشت که انرژی قابل متابولیسم آن نیز کمتر باشد. ویلیامز و همکاران نیز دلیل بیشتر بودن TME ماکارونی را از ذرت به بیشتر بودن انرژی خام ضایعات ماکارونی نسبت داده‌اند.

با توجه به جدول NRC (۱۹۹۴) روشن می‌گردد که انواع انرژی قابل متابولیسم ضایعات ماکارونی بیشتر از انرژی قابل متابولیسم گندم می‌باشد که این امر ناشی از فرایند حرارتی است که در فرایند تهیه ماکارونی اعمال می‌گردد. فرآوری حرارتی دانه‌های غلات می‌تواند نشاسته را ژلاتینه کند و حلالیت پلی ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای را که اثرات ضد تغذیه‌ای در جوجه‌ها دارند را افزایش دهد(۲۱). در این پژوهش نیز انرژی قابل متابولیسم ظاهری ضایعات ماکارونی و رشته سوپ به ترتیب در مقایسه با گندم حدود ۲۰ و ۱۵ درصد بیشتر بود.

در جدول ۵، روابط بین سطوح مختلف ضایعات ماکارونی در جیره پایه (X) با میزان انواع انرژی قابل متابولیسم مخلوط جیره پایه و ضایعات ماکارونی (Y) ارائه شده است.

انواع انرژی قابل سوخت و ساز جیره‌های حاوی مقادیر

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.43.29.2]

جدول ۵. روابط بین سطوح مختلف ضایعات ماکارونی در جیره پایه (X) با میزان انواع انرژی قابل سوخت و ساز مخلوط جیره پایه و ضایعات ماکارونی (Y)

انواع انرژی قابل سوخت و ساز	معادلات محاسبه انرژی قابل سوخت و ساز ضایعات ماکارونی	ضریب تبیین (R^2)	انرژی قابل سوخت و ساز ضایعات ماکارونی (کیلوکالری درکیلوگرم) (X=**100**)
AME	Y=۲۹۱۷+۷/۶۳X	۰/۹۶	۳۶۸۰
AME_n	Y=۲۹۸۶+۷/۷۲X	۰/۹۶	۳۷۵۸
TME	Y=۳۲۰۹+۸/۰۴X	۰/۹۴	۴۰۱۳
TME_n	Y=۳۰۹۷+۷/۶۵X	۰/۹۶	۳۸۶۲

X= مقدار ضایعات ماکارونی در جیره پایه برحسب درصد

Y= میزان انرژی قابل سوخت و ساز مخلوط جیره پایه و ضایعات ماکارونی برحسب کیلوکالری در کیلوگرم

جدول ۶. مقایسه میانگین انواع انرژی قابل سوخت و ساز جیره‌های حاوی مقادیر متفاوت ضایعات لپه پاک‌کنی و جیره پایه در سطوح مختلف (کیلوکالری بر کیلوگرم)

نسبت ضایعات لپه پاک‌کنی به جیره پایه	AME	AME_n	TME	TME_n
۰:۱۰۰	۲۸۵۴ ^{a} ± ۳۰[1]	۲۹۱۵ ^{a} ± ۱۱	۳۱۸۰ ^{a} ± ۳۰	۳۰۲۰ ^{a} ± ۱۱
۱۵:۸۵	۲۸۷۰ ^{a} ± ۵	۲۹۴۷ ^{a} ± ۵۶	۳۱۹۶ ^{a} ± ۵	۳۰۵۱ ^{a} ± ۵۶
۴۵:۵۵	۲۶۰۶ ^{b} ± ۴۱	۲۸۳۰ ^{b} ± ۶۵	۲۹۳۲ ^{b} ± ۴۱	۲۹۳۵ ^{b} ± ۶۵
SEM	۱۴/۸	۲۵	۱۴/۸	۲۵

[1]- میانگین ± خطای معیار

در هر ستون، ارقامی که دارای حروف متفاوتی هستند، اختلاف معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵).

متفاوت ضایعات لپه پاک‌کنی و جیره پایه در سطوح مختلف در جدول ۶ نشان داده شده است.

با افزایش نسبت ضایعات لپه پاک‌کنی، انواع انرژی قابل متابولیسم جیره کاهش یافت، زیرا انرژی ضایعات لپه پاک‌کنی نسبت به جیره پایه کم بود، لذا با افزایش نسبت آن انواع انرژی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. هم‌چنین لپه دارای مواد ضد تغذیه‌ای است که می‌تواند قابلیت هضم را تحت تأثیر قرار دهد. از این مواد می‌توان به ممانعت کننده‌های تغذیه‌ای پروتئاز و آمیلاز که با آنزیم‌های گوارشی تقابل دارند هم‌چنین به موادی که به صورت غیر مستقیم در هضم و جذب دخالت دارند از قبیل لکتین، تانن، آلفا گالاکتوسید و پلی ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای محلول اشاره کرد (۱).

در یک پژوهش (۷) مقدار AME , AME_n , TME , TME_n نخود به ترتیب ۲۸۹۰، ۲۹۱۸، ۳۳۲۹ و ۳۲۰۳ گزارش شده است، که در مقایسه با انواع انرژی ضایعات لپه پاک‌کنی که به ترتیب ۲۶۰۰، ۲۶۷۸، ۲۹۲۶ و ۲۷۸۱ بود و انواع انرژی بوجاری

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.43.29.2]

جدول ۷. مقایسه میانگین انواع انرژی قابل سوخت و ساز ضایعات لپه پاک‌کنی در سطوح مختلف (کیلوکالری بر کیلوگرم)

مقدار ضایعات لپه پاک‌کنی (درصد)	AME	AME_n	TME	TME_n
۱۵	۲۶۰۰ ^{a} ± ۳۱[1]	۲۶۷۷ ^{a} ± ۳۹	۲۹۲۵ ^{a} ± ۳۱	۲۷۸۱ ^{a} ± ۳۹
۴۵	۲۰۵۵ ^{b} ± ۹۳	۲۲۷۹ ^{b} ± ۳۱	۲۳۸۰ ^{b} ± ۹۳	۲۳۷۰ ^{b} ± ۳۱

۱. میانگین ± خطای معیار

در هر ستون، ارقامی که دارای حروف متفاوتی هستند، اختلاف معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵).

لپه که به ترتیب ۲۲۹۳، ۲۴۶۹، ۲۶۱۸ و ۲۵۷۳ بود بیشتر می‌باشد. پژوهش اسکبرانت از لحاظ بیشتر بودن AMEn از AME و بیشتر بودن TME از TMEn نتایج پژوهش حاضر را تأیید می‌نماید(۷).

انواع انرژی قابل سوخت و ساز ضایعات لپه پاک‌کنی(جدول۷) در مقایسه با انرژی نخود NRC (۱۹۹۴) بیشتر می‌باشد، که این امر می‌تواند ناشی از بیشتر بودن چربی خام ضایعات لپه پاک‌کنی در مقایسه با نخود باشد. به‌طوری‌که میزان چربی خام در ضایعات لپه پاک‌کنی ۸/۷ درصد می‌باشد در حالی‌که میزان چربی خام در نخود ۱/۳ درصد گزارش شده است. به‌دلیل این‌که بخش قابل توجهی از ضایعات لپه پاک‌کنی را جوانه تشکیل می‌دهد و میزان چربی خام و پروتئین خام جوانه بیشتر می‌باشد. لذا بیشتر بودن انرژی قابل متابولیسم ضایعات لپه پاک‌کنی از نخود کاملاً قابل انتظار خواهد بود.

منابع مورد استفاده

۱. آگاه، م. ج.، ج. پوررضا، ع. ح. سمیع، و ح. ر. رحمانی.۱۳۸۳.تعیین ارزش غذایی و استفاده از نخود خام، پخته و خیسانده شده در تغذیه جوجه‌های گوشتی. اولین کنگره علوم دامی و آبزیان کشور، دانشگاه تهران.

۲. احمدی، ب. ۱۳۸۰. استفاده از ضایعات ماکارونی در تغذیه جوجه‌های گوشتی. پایان نامه کارشناسی ارشد علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.

۳. بی نام ،۱۳۸۰. لیست واحدهای تولیدی فعال استان آذربایجان شرقی. اداره صنعتی و بهره‌وری سازمان صنایع و معادن، تبریز.

۴. حجتی، د. ۱۳۷۴. بررسی اثر کاربرد سطوح مختلف ضایعات کارخانجات ماکارونی در تغذیه جوجه‌های گوشتی. پایان نامه کارشناسی ارشد علوم دامی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.

۵. قیصری، ع.، س. س. تدین‌فر و ع. عباسیان. ۱۳۷۸. مجموعه مقالات دومین سمینار پژوهشی تغذیه دام و طیور کشور. مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور، کرج.

۶. گلیان، ا. و م. س. معینی. ۱۳۷۵. *احتیاجات غذایی طیور* (ترجمه). واحد آموزشی و پژوهشی معاونت کشاورزی سازمان اقتصادی کوثر، تهران.

7. Askabrant, S. U. S. 1988. Metabolisable energy content of rapeseed meal, soybean meal and white- flowered peas determined with laying hens and adult cockerels. Br. Poult. Sci. 29: 445-455.
8. Farran, M. T., G. W. Barbour, M. G. Uwayjan and V. M. Ashkarian. 2001. Metabolizable energy values and amino acid availability of vetch (*Vicia sativa*) and ervil (*Vicia ervilia*) seeds soaked in water and acetic acid. Poult. Sci. 80: 931-936.
9. Ott. L. 1988. An Introduction to Statistical Methods and Data Analysis. 3rd ed., PWS- Kent Pub. Co., Boston.
10. Potter, N. N. and J. H. Hotchkiss. 1995. Food Science. Fifth ed., Chapman & Hall, USA.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.43.29.2]

11. San Juan, L. D. and M. J. Villamide, 2001. Nutritional evaluation of sunflower products poultry affected by the oil extraction process. Poult. Sci. 80:431-437.
12. Scott, A., F.G. Silversides, H.L. Classen, M.L. Swift, M.R. Bedford and J.W. Hall. 1998. A broiler chick bioassay for measuring the feeding value of wheat and barley in complete diets. Poult. Sci. 77: 449- 455.
13. Sibbald, I. R. 1976b. The true metabolizable energy values of several feedingstuffs measured with roosters, laying hens, turkey and broiler hens. Poult. Sci. 55: 1459-1463.
14. Sibbald, I. R. 1984. The TME system of feed evalution. Animal research center contribution 83.1. Research branch, Agriculture Canada, Ottawa.
15. Sibbald, I. R. 1986. The TME system of feed evaluation. Research Branch Contribution 86-43. Animal Research Center, Agriculture. Canada.
16. Sibbald, I. R. 1989. Metabolizable energy evaluationof poultry diets. PP. 12-26. *In*: D. J. A. Cole and W. Haresinn (Eds.), Recent Developments in Poultry Nutrition. Butterworth, London.
17. Sibbald, I. R. and M. S. Wolynets. 1985. Relationships between estimates of bioavailable energy made with adult cockerels and chicks: effect of feed intake and nitrogen retention. Poult. Sci. 64: 127-138.
18. Williams, J. E., R. L. Belyea, F. H. Hsieh and J. D. Firman. 1997. Responses of growing turkeys to the dietary inclusion of inedible pasta and unextruded and extruded biosolids from milk processing. Anim. Feed Sci. and Technol. 70: 123-136.
19. Wiseman, J. and M. Lessire. 1987. Interaction between fats of differing chemical contents. Br. Poult. Sci. 28: 663-672.
20. Yagobfar, A. and F. Boldaji. 2002. Influence of level of feed input and procedure on metabolisable energy and endogenouse energy loss (EEL) with adult cockerels. Br. Poult. Sci. 43: 639-647.
21. Zaghari, M. 2006. Ileal amino- acid digestibility of wheat, autoclaved wheat and spaghetti by-products for broiler chicks. Anim. Sci. J. 77: 422-426.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.43.29.2]