



## تولیدات دامی

دوره ۲۰ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۷

صفحه‌های ۵۹۹-۵۸۹

### برآورد معادله رگرسیون پیش‌بینی انرژی قابل سوخت‌وساز کنجاله سویا در جیره غذایی جوجه‌های گوشتی

سید محمدرضا ایجادى<sup>۱</sup>، حسین مروج<sup>۲\*</sup>، محمود شیوازاد<sup>۳</sup>، محمدحسین محمدی قاسم آبادی<sup>۳</sup>

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم دامی، دانشکده پروری و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.
۲. استاد، گروه علوم دامی، دانشکده پروری و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.
۳. دانشجوی دکتری، دانشکده پروری و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۰۷/۲۱

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۰۴/۰۵

#### چکیده

این تحقیق به منظور تعیین معادلات رگرسیونی براساس آنالیز شیمیایی برای پیش‌بینی انرژی قابل سوخت‌وساز ظاهری تصحیح شده برای ازت (AMEn) نه نمونه کنجاله سویای موجود در بازار ایران انجام شد. انرژی قابل سوخت‌وساز کنجاله‌های سویا به روش جایگزینی در دوره آغازین (هفت تا ۱۰ روزگی)، رشد (۲۱ تا ۲۴ روزگی) و پایانی (۳۱ تا ۳۴ روزگی) در جوجه‌های گوشتی و با استفاده از نشانگر خاکستر نامحلول در اسید اندازه‌گیری شد. نتایج این تحقیق نشان داد که تفاوت معنی‌دار بین داده‌های آنالیز شیمیایی و AMEn اندازه‌گیری شده به روش بیولوژیکی نمونه‌های کنجاله‌های سویا موجود در بازار ایران وجود دارد ( $P < 0.05$ ). میانگین AMEn اندازه‌گیری شده نمونه‌های کنجاله سویا در سن آغازین، رشد و پایانی برابر ۱۴۶۳، ۱۸۷۱ و ۲۰۲۵ کیلوکالری در کیلوگرم ماده خشک بود. همچنین، بین میانگین AMEn برآورد شده با معادله انجمن ملی تحقیقات آمریکا و میانگین AMEn اندازه‌گیری شده به روش بیولوژیکی به ترتیب برای دوره آغازین، رشد، پایانی و کل دوره برابر با ۳۴/۲، ۱۵/۸، ۸/۹ و ۱۹/۷ درصد اختلاف مشاهده شد. در نهایت، با توجه به دو شاخص ضریب تبیین و آماره انحراف استاندارد پیش‌بینی در دوره آغازین استفاده از معادله رگرسیونی  $AMEn = 47.873 \times NFE$ ، در دوره رشد معادله  $AMEn = 60.203 \times NFE$ ، در دوره پایانی معادله  $AMEn = 65.612 \times NFE$  و در کل دوره پرورش معادله  $AMEn = 57.923 \times NFE$  پیشنهاد می‌شود. در نتیجه به نظر می‌رسد با استفاده از این معادلات می‌توان تأمین دقیق‌تری از AMEn کنجاله سویا و در نتیجه عملکرد تولیدی بهتری از پرند انتظار داشت.

**کلیدواژه‌ها:** آنالیز شیمیایی، انرژی قابل سوخت‌وساز، جوجه گوشتی، کنجاله سویا، معادلات رگرسیونی.

## مقدمه

کنجاله سویا به عنوان منبع اصلی پروتئین جیره بعد از ذرت بالاترین درصد استفاده را در جیره غذایی طیور دارد [۱۳]. به طور کلی، هزینه جیره در طیور سهم بزرگی از هزینه تولید را به خود اختصاص می‌دهد که انرژی بخش عمده از این هزینه است. از سوی دیگر، کاهش هزینه جیره نیازمند داشتن برآورد دقیقی از ارزش مواد مغذی مواد خوراکی است. بنابراین، کاهش هزینه جیره نیازمند آگاهی دقیق از مقدار AMEn کنجاله سویا است. روش‌های مختلفی مانند آزمایش‌های بیولوژیکی، جدول‌های استاندارد غذایی از قبیل جدول احتیاجات غذایی طیور انجمن ملی تحقیقات آمریکا و معادلات پیش‌بینی AMEn برای آگاهی از مقدار AMEn کنجاله سویا مورد استفاده در جیره غذایی طیور وجود دارد که دقیق‌ترین روش از بین روش‌های مذکور، اجرای آزمایش‌های بیولوژیکی با استفاده از پرنده است، اما به دلیل تخصصی بودن و هزینه‌بر بودن عملاً استفاده از آن برای این منظور مقرون به صرفه و عملیاتی نیست [۱۸]. متخصصین تغذیه به طور معمول برای درج AMEn مواد خوراکی در زمان جیره‌نویسی از اعداد ثابت درج شده جدول‌های استاندارد غذایی و همچنین به دلیل پیروی احتیاجات AMEn جیره پیشنهاد شده در راهنمای سویه‌های پرورشی از معادلات پیش‌بینی AMEn نسخه سوم جدول استاندارد غذایی اروپا استفاده می‌کنند که عمده این معادلات در جدول احتیاجات غذایی طیور انجمن ملی تحقیقات آمریکا نیز درج شده و این معادلات AMEn برای پرنده بالغ سویه سبک و متغیرهای ثابت آن براساس آنالیز تقریبی (درصد پروتئین خام، درصد چربی خام و درصد عصاره عاری از ازت) و ضرایب قابلیت هضم ثابت ارائه شده است [۱۶]. مطالعات گذشته نشان داده است که AMEn مواد خوراکی و خوراک کامل

اندازه‌گیری شده با پرنده بالغ نسبت به جوجه گوشتی جوان (پرنده نابالغ) متفاوت است به طوری که در بیشتر موارد مقدار AMEn گزارش شده در جوجه گوشتی کمتر از پرنده بالغ است [۸ و ۱۱]. در حال حاضر برای هر گونه از طیور سیستم AMEn متفاوتی با همان گونه تعریف شده است [۲۵]. بنابراین، لازم است با توجه به تنوع در آنالیز شیمیایی و نیز میزان مواد ضدتغذیه‌ای موجود در مواد خوراکی به خصوص در مورد کنجاله سویا و تأثیر مستقیم این موارد بر AMEn پرنده تحقیقات بسیاری انجام گیرد تا با شناخت هرچه بیشتر آنها درصد احتمال خطا به دلیل متوازن نبودن سطح AMEn جیره و در نهایت قیمت جیره کاهش و عملکرد افزایش یابد [۱۳، ۱۴ و ۲۱]. در مطالعه‌ای میانگین AMEn اندازه‌گیری شده هشت نمونه کنجاله سویا با استفاده از جوجه گوشتی در دوره رشد (۱۹ تا ۲۲ روزگی) ۲۷۳۴ کیلوکالری در کیلوگرم هواخشک گزارش شد [۲۰]. پژوهش‌گران میانگین AMEn اندازه‌گیری شده نمونه‌های کنجاله سویا در آمریکا، آرژانتین، برزیل و هند را با استفاده از جوجه گوشتی در دوره رشد (سن ۲۱ تا ۲۸ روزگی) به ترتیب ۲۳۷۵، ۲۲۲۷، ۲۳۱۷ و ۲۰۰۰ کیلوکالری در کیلوگرم هواخشک گزارش کردند [۲۱]. به دلیل وجود تنوع در آنالیز شیمیایی کنجاله سویا نقاط مختلف دنیا پژوهش‌گران توصیه کردند که باید نام کشور صادرکننده کنجاله سویا و دانه سویا در جدول‌های استاندارد غذایی گزارش شود [۱۵]. در مطالعات گذشته میانگین AMEn اندازه‌گیری شده هشت نمونه کنجاله سویا روغن‌کشی شده در ایران با استفاده از خروس بالغ برابر ۲۴۶۵ کیلوکالری در کیلوگرم ماده خشک و مقدار میانگین AMEn اندازه‌گیری نه نمونه کنجاله سویا روغن‌کشی شده برای جوجه‌های گوشتی در سن ۲۱ و ۴۲ روزگی به ترتیب ۲۷۳۴ و ۲۴۱۰ کیلوکالری در کیلوگرم ماده خشک گزارش و دو معادله رگرسیونی

## تولیدات دامی

شد [۳]. به‌طور خلاصه، جوجه‌ها برای عادت‌دهی مدت ۴۸ ساعت با جیره آزمایشی (حاوی ۷۰ درصد جیره مرجع و ۳۰ درصد نمونه کنجاله سویا) تغذیه شدند و نمونه فضولات آنها طی ۲۴ ساعت بعدی جمع‌آوری شد [۳]. نمونه فضولات جمع‌آوری شده در ظروف درب‌دار در فریزر با دمای (۲۰-) درجه سانتی‌گراد تا زمان انجام آنالیز شیمیایی نگهداری شد. نمونه‌ها به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۴۲ درجه سانتی‌گراد توسط آون خشک و سپس به دسیکاتور منتقل شدند. نمونه‌ها پس از آسیاب و عبور از الک ۰/۵ میلی‌متر مورد آنالیز شیمیایی قرار گرفتند. مقدار خاکستر نامحلول در اسید به روش کوکا-سینوا و همکاران (۲۰۱۱) اندازه‌گیری شد [۱۲]. انرژی خام نمونه‌ها توسط بمب کالریمتر (IKA-KLORIMETER C400)، درصد نیتروژن با استفاده از دستگاه (AUTOKEJELTEC) به روش کجلدال، چربی خام به روش سوکسله و با حلال اتر و خاکستر نمونه‌ها توسط کوره الکتریکی در دمای (۵۵۰) درجه سانتی‌گراد) براساس روش‌های استاندارد انجمن رسمی متخصصین آنالیز شیمیایی اندازه‌گیری شدند [۶]. سنجش درصد فیبر شوینده خنثی (NDF)، فیبر شوینده اسیدی (ADF) و فیبرخام (CF) توسط دستگاه آنکوم و با محلول‌های اسیدی و قلیایی مجزا برای هر کدام از صفات اشاره‌شده انجام شد. در انتها، عصاره عاری از ازت (NFE) نیز براساس رابطه ۱ برآورد شد. مقدار انرژی قابل سوخت‌وساز (AME) برحسب کیلوکالری در کیلوگرم و انرژی قابل سوخت‌وساز تصحیح‌شده برای ازت (AMEn) جیره‌ها برحسب کیلوکالری در کیلوگرم با استفاده از رابطه‌های ۲ و ۳ محاسبه شد [۳].

رابطه ۱)  $NFE =$

$+ \text{درصد الیاف خام} + \text{درصد رطوبت} - 100$

$\text{درصد خاکستر} + \text{درصد چربی خام} + \text{درصد پروتئین خام}$

برای پیش‌بینی AMEn براساس انرژی خام، پروتئین خام، چربی خام و فیبر خام در این دو سن ارائه شده است [۲۰۱]. پژوهش‌گران بیان کردند که به‌دلیل وجود تفاوت بین نمونه کنجاله سویا جمع‌آوری‌شده در سال‌های مختلف لازم است به‌طور متناوب جهت ارزیابی بهتر ارزش غذایی کنجاله سویا و نیز با توجه بهبود سرعت رشد سویه‌های امروزی جوجه گوشتی مطالعه جدیدی انجام شود [۱۴]. از این‌رو، هدف این مطالعه تعیین AMEn نه نمونه کنجاله سویا موجود در بازار ایران و مقایسه آن مقدار برآوردشده با معادله انجمن ملی تحقیقات آمریکا و ارائه معادله پیش‌بینی AMEn براساس آنالیز شیمیایی آنها بود.

## مواد و روش‌ها

تعداد نه نمونه از کنجاله‌های سویا تولید داخل و وارداتی (گلستان، خراسان، اکسدانه، کلهر، مدلل، خاوردشت، جاهد، نابدانه و آرژانتین) تهیه شد و جهت انجام آزمایش بیولوژیکی و شیمیایی به دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران انتقال یافت. این آزمایش با ۲۰۰ قطعه جوجه گوشتی نر سویه راس ۳۰۸ در قفس متابولیکی با ۱۰ تیمار آزمایشی (نه نمونه کنجاله سویا و یک تیمار جهت تعیین بیولوژیکی AMEn جیره مرجع) در چهار تکرار (حاوی پنج پرند در هر قفس) برای تعیین AMEn در سه دوره پرورش آغازین (هفت تا ۱۰ روزگی)، رشد (۲۱ تا ۲۴ روزگی) و پایانی (۳۱ تا ۳۴ روزگی) در گروه علوم دامی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران در تاریخ ۱۳۹۶/۱/۱۵ تا ۱۳۹۶/۲/۲۷ انجام شد. جیره‌های مرجع ارائه شده در جدول ۱، براساس کتابچه راهنمای پرورش جوجه گوشتی سویه راس ۳۰۸ تنظیم شد [۷]. AMEn نمونه‌های کنجاله سویا به‌صورت سطح جایگزینی و با افزودن یک درصد نشانگر سلیت به جیره متوازن شده برای سنجش خاکستر نامحلول در اسید تعیین

## تولیدات دامی

گرم فضولات (درصد).  
 مقدار انرژی قابل سوخت‌وساز تصحیح‌شده برای ازت  
 کنجاله سویا (AMEn کنجاله سویا) مورد نظر پس از  
 تعیین انرژی قابل سوخت‌وساز تصحیح‌شده برای ازت  
 جیره‌ها و با کسر انرژی قابل سوخت‌وساز تصحیح‌شده  
 برای ازت جیره‌های آزمایشی حاوی ۳۰ درصد کنجاله  
 سویا از انرژی قابل سوخت‌وساز تصحیح‌شده برای ازت  
 جیره مرجع، با استفاده از رابطه ۴ محاسبه شد [۳].  
 AMEn=AMEn کنجاله سویا  
 [سطح جایگزینی / (AMEn جیره آزمایشی - AMEn جیره  
 مرجع)] - AMEn جیره مرجع

$$\text{AME (Kcal/Kg)} = \text{رابطه ۲} \\ \text{GE Diet} - [\text{GE Excreta} \times (\text{AIA Diet} / \text{AIA Excreta})]$$

$$\text{AMEn (Kcal/Kg)} = \text{رابطه ۳} \\ \text{AME} - 8.73 \times [\text{N Diet} - (\text{AIA Diet} / \text{AIA Excreta}) \\ \times \text{N Excreta}]$$

که در این رابطه‌ها: GE Diet، انرژی خام هر گرم  
 خوراک؛ GE Excreta، انرژی خام هر گرم فضولات؛  
 AIA Diet، غلظت خاکستر نامحلول در اسید در خوراک  
 (درصد)؛ AIA Excreta، غلظت خاکستر نامحلول در  
 اسید در فضولات (درصد)؛ N Diet، غلظت ازت در هر  
 گرم خوراک (درصد)؛ N Excreta، غلظت ازت در هر

جدول ۱. ترکیب جیره مرجع در هر دوره پرورش (برحسب درصد هواخشک)

مواد خوراکی	دوره پرورش		
	آغازین (۷ تا ۱۰ روزگی)	رشد (۲۱ تا ۲۴ روزگی)	پایانی (۳۱ تا ۳۴ روزگی)
ذرت	۵۹/۱۵	۶۲/۹۰	۶۸/۰۸
کنجاله سویا (۴۴ درصد پروتئین)	۳۶/۲۰	۳۳/۲۲	۲۸/۳۷
دی‌کلسیم فسفات	۱/۷۱	۱/۴۶	۱/۳۰
کربنات کلسیم	۱/۳۶	۱/۱۵	۱/۱۱
مکمل ویتامینی و معدنی <sup>۱</sup>	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰
نمک طعام	۰/۳۹	۰/۳۹	۰/۳۹
دی-ال متیونین	۰/۳۴	۰/۲۵	۰/۱۹
ال-لیزین هیدروکلرید	۰/۲۷	۰/۱۳	۰/۰۸
ال-ترئونین	۰/۰۸	-	-
ترکیب شیمیایی			
انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری در کیلوگرم)	۲۸۲۳	۲۸۷۷	۲۹۳۷
پروتئین خام (درصد)	۲۱/۳۸	۲۰/۲۷	۱۸/۴۵
کلسیم (درصد)	۱/۰۴	۰/۸۹	۰/۸۳
فسفر فراهم (درصد)	۰/۴۱	۰/۳۷	۰/۳۳
لیزین کل (درصد)	۱/۲۱	۱/۰۴	۰/۹۰
متیونین + سیستئین کل (درصد)	۰/۹۲	۰/۹۵	۰/۹۱
ترئونین کل (درصد)	۰/۷۶	۰/۶۵	۰/۵۹

۱. مقدار ویتامین‌ها در هر کیلوگرم جیره: ویتامین A، ۹۰۰۰ واحد بین‌المللی؛ کوله کلسیفرول، ۲۰۰۰ واحد بین‌المللی؛ ویتامین E، ۱۸ واحد بین‌المللی؛ ویتامین B<sub>12</sub>، ۰/۰۱۵ میلی‌گرم؛ فولاسین، ۱ میلی‌گرم؛ نیاسین، ۳۰ میلی‌گرم؛ اسید پانتوتنیک، ۲۵ میلی‌گرم؛ پیریدوکسین، ۲/۹ میلی‌گرم؛ ریوفلاوین، ۶/۶ میلی‌گرم؛ تیامین، ۱/۸ میلی‌گرم؛ کولین، ۵۰۰ میلی‌گرم و آنتی‌اکسیدان، ۱ میلی‌گرم؛ مس (سولفات مس)، ۱۰ میلی‌گرم؛ ید (یدات کلسیم)، ۰/۹۹ میلی‌گرم؛ آهن (سولفات آهن)، ۵۰ میلی‌گرم؛ منگنز (اکسید منگنز)، ۹۹ میلی‌گرم؛ سلنیوم (سدیم سلنیت)، ۰/۲ میلی‌گرم و روی (اکسید روی) ۸۴ میلی‌گرم.

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS (نسخه ۲۱) و رویه رگرسیون چندمتغیره برای تعیین معادلات رگرسیونی AMEn به‌روش اینتر (Enter)، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند [۲۳]. در این رویه AMEn به‌عنوان متغیر وابسته و تمامی اجزای آنالیز تقریبی (مانند: انرژی خام، پروتئین خام، چربی خام، فیبر خام، عصاره عاری از ازت، فیبر شوینده اسیدی و شوینده خشتی) به‌عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شدند. آنالیز تقریبی نمونه‌های کنجاله‌های سویا در جدول ۲ به‌روش کاملاً تصادفی توسط نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۱) مورد تجزیه واریانس قرار گرفت و اختلاف بین میانگین نمونه‌های کنجاله سویا با آزمون چند دامنه‌ای دانکن بررسی شد [۲۲]. درصد اختلاف نسبت به‌روش بیولوژیکی براساس تقسیم حاصل تفاضل میانگین مقدار AMEn برآوردشده از مقدار AMEn بیولوژیکی برحسب درصد محاسبه شد. جهت انتخاب بهترین مدل، از آماره انحراف استاندارد خطای پیش‌بینی (رابطه ۵) استفاده شد. این آماره با استفاده از معادله زیر محاسبه گردید [۲۶].

$$SEP = \sqrt{\frac{\sum (Y - Y')^2}{N}} \quad \text{رابطه ۵}$$

در این رابطه: SEP، خطای استاندارد پیش‌بینی؛ Y، میانگین انرژی قابل سوخت‌وساز به‌دست‌آمده به‌روش بیولوژیکی هر نمونه کنجاله سویا؛ Y'، انرژی پیش‌بینی‌شده با استفاده از مدل برای هر نمونه کنجاله سویا؛ N، تعداد نمونه کنجاله سویا است.

## نتایج و بحث

میانگین ترکیبات شیمیایی نمونه کنجاله سویای مورد آزمایش در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج این آزمایش بیانگر تفاوت معنی‌دار بین نه نمونه کنجاله سویا بود. تفاوت معنی‌دار بین میانگین درصد ماده خشک نمونه‌های

گلستان، آرژانتین، اکسدانه، مدلل با نمونه‌های خراسان، کلهر، خاوردشت مشاهده شد. به لحاظ عددی بالاترین درصد ماده خشک مربوط به نمونه گلستان و کمترین درصد ماده خشک مربوط به نمونه کلهر بود. نتایج بیانگر تفاوت آماری معنی‌دار بین میانگین انرژی خام نمونه نابدانه، مدلل، آرژانتین و گلستان با نمونه خراسان بود ( $P < 0/05$ ). به‌عبارت دیگر به لحاظ عددی نمونه نابدانه (۴۵۶۸/۰۱) حداکثر انرژی خام و نمونه خراسان (۴۲۶۱/۸۲) حداقل انرژی خام بر حسب کیلوکالری بر کیلوگرم را داشتند. به لحاظ عددی حداکثر و حداقل درصد پروتئین خام به‌ترتیب مربوط به نمونه خاوردشت (۴۶۲۷) و نمونه اکسدانه (۴۲/۶۴) بود که به‌لحاظ آماری نیز تفاوت معنی‌دار بین این دو نمونه مشاهده شد ( $P < 0/05$ ). تفاوت آماری معنی‌داری بین نمونه کلهر با سایر نمونه‌ها در درصد چربی خام مشاهده شد ( $P < 0/05$ ). به‌لحاظ آماری حداکثر درصد چربی خام مربوط به نمونه کلهر (۲/۲۳) و حداقل درصد چربی خام مربوط به نمونه خراسان (۰/۹۷) بود. بین نمونه‌های گلستان، آرژانتین، خراسان، کلهر، خاوردشت و نابدانه تفاوت آماری معنی‌دار در درصد خاکستر وجود نداشت. به‌لحاظ عددی بیشترین درصد خاکستر مربوط به نمونه اکسدانه (۶/۴۷) و کمترین مربوط به نمونه خراسان (۵/۸۰) بود. تفاوت آماری معنی‌دار بین نمونه مدلل با سایر نمونه‌ها در درصد فیبرخام مشاهده شد ( $P < 0/05$ ). به‌طورکلی، نمونه مدلل بیشترین درصد فیبرخام، فیبر شوینده خشتی و اسیدی را در بین نمونه‌ها به لحاظ عددی داشت. نتایج درصد عصاره عاری از ازت نشان داد که بالاترین درصد مربوط به نمونه اکسدانه (۳۵/۱۰) و کمترین درصد مربوط به نمونه مدلل (۳۱/۲۵) به لحاظ عددی می‌باشد. داده‌های این مطالعه در مورد درصد چربی خام بیانگر تفاوت عددی بین نمونه‌های کنجاله‌های سویا با مقدار جدول احتیاجات غذایی طیور انجمن ملی تحقیقات آمریکا (۰/۵۶) درصد برحسب ماده خشک) است

به‌طورکلی، نمونه گلستان به‌لحاظ عددی در دوره رشد و دوره پایانی حداکثر مقدار AMEn (۱۹۶۷/۱۰ و ۲۱۱۲/۲۴ کیلوکالری در کیلوگرم) و نمونه خراسان حداقل AMEn (۱۷۴۰/۸۵ و ۱۸۹۹/۲۱ کیلوکالری بر کیلوگرم) را داشت. در مطالعه‌ای با جوجه‌گوشتی (در سن ۲۰ تا ۲۹ روزگی) مقدار AMEn اندازه‌گیری‌شده به‌روش ۳۰ درصد جایگزینی کنجاله سویا در دو آزمایش به‌ترتیب ۲۰۷۳ و ۲۲۱۴ کیلوکالری در کیلوگرم گزارش شد [۱۹]. همچنین در مطالعه‌ای دیگر مقدار AMEn اندازه‌گیری‌شده کنجاله سویا به‌روش ۳۰ درصد جایگزینی در دوره آغازین (۹ تا ۱۲ روزگی) و در دوره رشد (۳۰ تا ۳۳ روزگی) جوجه‌گوشتی به‌ترتیب ۲۱۸۶ و ۲۱۷۰ کیلوکالری در کیلوگرم ماده خشک گزارش شد [۱۷]. با توجه به یافته‌های این مطالعه‌ها به‌نظر می‌رسد که اختلاف بین AMEn نه نمونه کنجاله سویا نه تنها به‌دلیل آنالیز شیمیایی متفاوت آنها است، بلکه ممکن است به‌دلیل روش فرآوری متفاوت بین آنها باشد [۱ و ۲]. در یک مطالعه مقدار AMEn دو نوع کنجاله سویا روغن‌کشی شده به‌روش حلال و مکانیکی اندازه‌گیری‌شده به‌روش تغذیه دقیق در جوجه‌گوشتی سویه لوهمن به‌ترتیب ۲۴۷۴ و ۲۲۱۴ کیلوکالری بر کیلوگرم گزارش شد [۲۴]. نتایج این پژوهش نشان داد که میانگین AMEn کنجاله‌های سویا در این مطالعه با اعداد AMEn اندازه‌گیری‌شده با جوجه‌گوشتی در جدول‌های استاندارد غذایی هلند برای کنجاله سویا روغن‌کشی‌شده با حلال کاملاً مطابقت داشت که این اعداد در سال ۲۰۱۱ و ۲۰۱۸ به‌ترتیب برابر با ۲۰۳۹ و ۲۰۱۳ کیلوکالری در کیلوگرم هواخشک و براساس برآورد با آنالیز تقریبی ارائه‌شده توسط معادله رگرسیونی AMEn جوجه‌گوشتی و ضرایب قابلیت هضم در جوجه‌گوشتی در این جدول به‌ترتیب سال برابر با ۲۰۰۵ و ۱۹۸۶ کیلوکالری در کیلوگرم ماده خشک بود [۹ و ۱۰].

که احتمالاً این اختلاف به‌دلیل تفاوت در روش استخراج روغن می‌باشد. نتایج این مطالعه منطبق با نتیجه سایر مطالعات مبنی بر وجود تنوع زیاد در ترکیبات شیمیایی بین ارقام مختلف کنجاله سویا بود [۱، ۲، ۱۶ و ۲۱]. به‌طورکلی، این تغییرات را می‌توان به تفاوت در وارسته دانه سویا، عوامل مرتبط با محیط (محیط کشت و شرایط آب‌وهوایی)، عوامل ضدتغذیه‌ای (میزان بازدارنده تریپسین)، شرایط ذخیره‌سازی دانه سویا و روغن‌کشی کنجاله سویا، عوامل مرتبط با پرند (سن، جنس، وضعیت سلامتی) مرتبط دانست [۱۳ و ۲۱].

مقایسه میانگین انرژی قابل سوخت‌وساز کنجاله سویا در دوره آغازین، رشد و پایانی در جدول ۳ ارائه شده است. نتایج این مطالعه بیانگر روند افزایشی انرژی قابل سوخت‌وساز کنجاله‌های سویا متناسب با سن پرند بود. این افزایش در دوره رشد نسبت به دوره آغازین ۲۱/۸ درصد، در دوره پایانی نسبت به دوره رشد ۷/۵ درصد و در دوره پایانی نسبت به دوره آغازین ۲۷/۷ درصد بود. مطالعات قبلی نشان داده است که با افزایش سن پرند، دستگاه گوارش پرند تکامل پیدا می‌کند و کارایی آن افزایش می‌یابد، که این امر باعث افزایش جذب مواد غذایی و دریافت انرژی بیشتر از خوراک مصرفی می‌شود [۱۷]. در دوره آغازین تفاوت آماری معنی‌دار بین AMEn کنجاله سویا نمونه گلستان با خاوردشت مشاهده نشد اما با سایر نمونه‌ها تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده شد. با این حال، به‌لحاظ عددی حداکثر و حداقل مقدار AMEn کنجاله سویا به‌ترتیب مربوط به نمونه گلستان با ۱۵۷۲/۸ کیلوکالری بر کیلوگرم و نمونه مدلل با ۱۳۳۹/۹۷ کیلوکالری بر کیلوگرم در دوره آغازین بود. تفاوت آماری معنی‌دار در مقدار AMEn کنجاله سویا در دوره رشد بین نمونه‌های گلستان، آرژانتین، کلهر، خاوردشت، جاهد و نابادانه با یکدیگر مشاهده نشد. در مقدار AMEn کنجاله سویا در دوره پایانی تفاوت آماری معنی‌دار بین نمونه‌های گلستان، کلهر، خاوردشت، جاهد و نابادانه با یکدیگر مشاهده نشد.

## تولیات دامی

برآورد معادله رگرسیون پیش‌بینی انرژی قابل سوخت‌وساز کنجاله سویا در جیره غذایی جوجه‌های گوشتی

جدول ۲. میانگین ترکیبات شیمیایی<sup>۱</sup> نمونه‌های کنجاله سویا (برحسب ماده خشک)

نمونه	ماده خشک (درصد)	انرژی خام (کیلوکالری در کیلوگرم)	پروتئین خام (درصد)	چربی خام (درصد)	خاکستر (درصد)	فیبر خام (درصد)	فیبر شوینده خنثی (درصد)	فیبر شوینده اسیدی (درصد)	عصاره عاری از ازت (درصد)
گلستان	۹۱/۶۷ <sup>a</sup>	۴۴۱۲/۸۷ <sup>abcd</sup>	۴۵/۵۶ <sup>a</sup>	۱/۴۷ <sup>b</sup>	۶/۰۷ <sup>bc</sup>	۴/۸ <sup>d</sup>	۱۲/۴۷ <sup>de</sup>	۱۲/۲۳ <sup>bc</sup>	۳۳/۷۸ <sup>bc</sup>
آرژانتین	۹۱/۶۳ <sup>a</sup>	۴۴۸۱/۹۵ <sup>ab</sup>	۴۳/۶۷ <sup>b</sup>	۱/۲۷ <sup>b</sup>	۷/۱ <sup>bc</sup>	۶/۰۳ <sup>c</sup>	۱۴/۵۳ <sup>bcd</sup>	۱۳/۴۳ <sup>abc</sup>	۳۴/۵۷ <sup>ab</sup>
خراسان	۹۰/۹۷ <sup>cd</sup>	۴۲۶۱/۸۲ <sup>d</sup>	۴۴/۳۰ <sup>b</sup>	۰/۹۷ <sup>b</sup>	۵/۸ <sup>c</sup>	۵/۱۳ <sup>d</sup>	۱۲/۸۷ <sup>cd</sup>	۱۲/۰۷ <sup>bc</sup>	۳۴/۷۷ <sup>ab</sup>
اکسدانه	۹۱/۴۰ <sup>ab</sup>	۴۳۱۵/۹۵ <sup>cd</sup>	۴۲/۶۴ <sup>c</sup>	۱/۲۳ <sup>b</sup>	۶/۴۷ <sup>a</sup>	۵/۹۷ <sup>c</sup>	۱۷/۰۳ <sup>ab</sup>	۱۲/۷۰ <sup>bc</sup>	۳۵/۱۰ <sup>a</sup>
کلهر	۹۰/۷۷ <sup>d</sup>	۴۳۳۵/۴۸ <sup>bcd</sup>	۴۳/۹۳ <sup>b</sup>	۲/۲۳ <sup>a</sup>	۵/۹۷ <sup>c</sup>	۵/۹۷ <sup>c</sup>	۱۵/۹۷ <sup>b</sup>	۱۳/۷۵ <sup>ab</sup>	۳۲/۶۷ <sup>de</sup>
مدلل	۹۱/۴۷ <sup>ab</sup>	۴۴۵۵/۹۳ <sup>abc</sup>	۴۴/۴۲ <sup>b</sup>	۱/۳۳ <sup>b</sup>	۶/۳۳ <sup>ab</sup>	۸/۱۳ <sup>a</sup>	۱۸/۹۳ <sup>a</sup>	۱۶/۲۳ <sup>a</sup>	۳۱/۲۵ <sup>f</sup>
خاوردشت	۹۱/۰۷ <sup>cd</sup>	۴۳۸۱/۶۶ <sup>bcd</sup>	۴۶/۲۷ <sup>a</sup>	۱/۱۳ <sup>b</sup>	۶/۱ <sup>bc</sup>	۵/۸ <sup>c</sup>	۱۳/۰۷ <sup>cd</sup>	۱۲/۶۳ <sup>bc</sup>	۳۱/۷۶ <sup>ef</sup>
جاهد	۹۱/۲ <sup>bc</sup>	۴۳۴۶/۹۳ <sup>bcd</sup>	۴۴/۲۲ <sup>b</sup>	۱/۰۳ <sup>b</sup>	۶/۳۷ <sup>ab</sup>	۵/۶۷ <sup>c</sup>	۱۵/۱ <sup>bc</sup>	۱۳/۸۷ <sup>ab</sup>	۳۳/۹۲ <sup>bc</sup>
نابدانه	۹۱/۲۷ <sup>bc</sup>	۴۵۶۸/۰۱ <sup>a</sup>	۴۵/۵۵ <sup>a</sup>	۱/۴۳ <sup>b</sup>	۵/۸۷ <sup>c</sup>	۵/۰۳ <sup>d</sup>	۱۱/۰۰ <sup>f</sup>	۱۱/۴۷ <sup>f</sup>	۳۳/۳۹ <sup>cd</sup>
میانگین	۹۱/۲۷	۴۳۹۴/۵۱	۴۴/۵۱	۱/۳۴	۶/۴۸	۵/۸۴	۱۴/۴۴	۱۳/۰۴	۳۳/۴۶
انحراف استاندارد میانگین	۰/۰۶	۳۳/۴۶	۰/۳۵	۰/۱۲	۰/۶۳	۰/۰۹	۰/۵۲	۰/۶۳	۰/۲۱
سطح معنی‌داری	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
ضریب تغییرات	۰/۳۱	۲/۰۱	۲/۳۶	۲۶/۱۸	۵/۹۱	۱۵/۳۷	۱۷/۵۲	۱۱/۴۳	۳/۹۷

a-f: تفاوت میانگین‌ها در هر ستون با حروف متفاوت، معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

۱. مقادیر ارائه شده براساس میانگین سه تکرار می‌باشد.

جدول ۳. مقایسه میانگین AMEn نمونه‌های کنجاله سویا<sup>۱</sup> (کیلوکالری در کیلوگرم ماده خشک) در سه دوره پرورش

نمونه	آغازین (هفت تا ۱۰ روزگی)	رشد (۲۱ تا ۳۱)	پایانی (۳۴ روزگی)
گلستان	۱۵۷۲/۸ <sup>a</sup>	۱۹۶۷/۱۰ <sup>a</sup>	۲۱۱۲/۲۴ <sup>a</sup>
آرژانتین	۱۴۵۷/۳۶ <sup>bcd</sup>	۱۸۷۲/۸۰ <sup>abc</sup>	۲۰۰۳/۵۸ <sup>bc</sup>
خراسان	۱۴۰۷/۲۸ <sup>cd</sup>	۱۷۴۰/۸۵ <sup>d</sup>	۱۸۹۹/۲۱ <sup>d</sup>
اکسدانه	۱۴۸۴/۰۵ <sup>bc</sup>	۱۷۸۱/۵۸ <sup>cd</sup>	۲۰۱۵/۴۲ <sup>bc</sup>
کلهر	۱۴۷۹/۳۴ <sup>bcd</sup>	۱۸۸۷/۶۲ <sup>ab</sup>	۲۰۳۴/۴۷ <sup>abc</sup>
مدلل	۱۳۹۹/۹۷ <sup>d</sup>	۱۸۳۳/۹۹ <sup>bcd</sup>	۱۹۶۹/۶۱ <sup>cd</sup>
خاوردشت	۱۵۴۳/۳ <sup>ab</sup>	۱۹۳۶/۴۷ <sup>ab</sup>	۲۰۶۹/۱۷ <sup>ab</sup>
جاهد	۱۴۱۸/۴۵ <sup>cd</sup>	۱۹۰۱/۵۲ <sup>ab</sup>	۲۰۳۶/۲۹ <sup>abc</sup>
نابدانه	۱۴۰۶/۵۷ <sup>cd</sup>	۱۹۲۵/۲۳ <sup>abc</sup>	۲۰۸۹/۹۵ <sup>ab</sup>
میانگین	۱۴۶۳/۲	۱۸۷۱/۹	۲۰۲۵/۵
انحراف استاندارد میانگین	۲۹	۳۸۷	۳۱/۴
سطح معنی‌داری	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
ضریب تغییرات	۶/۱۵	۵/۹۴	۴/۷۴

a-d: تفاوت میانگین‌ها در هر ستون با حروف متفاوت، معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

۱. مقادیر AMEn ارائه شده براساس میانگین چهار تکرار می‌باشد.

## تولیدات دامی

دوره ۲۰ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۷

به‌عنوان مناسب‌ترین معادله پیش‌بینی AMEn کنجاله سویا ارائه شدند. در مطالعه‌ای برای نه نمونه کنجاله سویا روغن‌کشی‌شده در ایران در سن ۲۱ و ۴۲ روزگی دو معادله رگرسیونی برای پیش‌بینی AMEn براساس متغیرهای مستقل انرژی خام، پروتئین خام، چربی خام و فیبر خام ارائه شد [۲]. با این حال، علت انتخاب عصاره عاری از ازت به‌عنوان متغیر مستقل در این مطالعه ممکن است در نظر گرفته شدن پنج شاخص از آنالیز تقریبی از جمله ماده خشک، فیبر خام، پروتئین خام، خاکستر و عصاره اتری در عصاره عاری از ازت باشد.

معادله رگرسیونی ارائه‌شده توسط انجمن ملی تحقیقات آمریکا برای کنجاله سویای روغن‌گیری‌شده به‌روش حلال براساس رابطه ۶ می‌باشد [۱۶].

$$AMEn = \text{رابطه ۶} \\ 37/5 \times CP + 67/39 \times EE + 14/9 \times NFE$$

همچنین در این مطالعه میانگین AMEn کنجاله‌های سویا ارائه‌شده با اعداد AMEn کنجاله‌های سویا اندازه‌گیری‌شده در جوجه گوشتی با سن کمتر از ۲۰ روز در جدول استاندارد غذایی اسپانیا مطابقت کامل داشت که این اعداد به‌ترتیب ۱۸۳۰ و ۱۹۴۰ کیلوکالری در کیلوگرم هواخشک در سال‌های ۱۹۹۹ و ۲۰۱۰ گزارش شده بود [۴ و ۵]. با این حال، در مطالعات قبلی مقدار AMEn اندازه‌گیری‌شده نمونه‌های کنجاله سویا موجود در ایران به لحاظ عددی بیشتر از مقدار AMEn اندازه‌گیری‌شده در این مطالعه بود [۲].

جزئیات معادلات رگرسیونی جهت پیش‌بینی AMEn کنجاله سویا در سه دوره پرورش (آغازین، رشد، پایانی) و کل دوره براساس ماده خشک در جدول ۴ ارائه شده است. با توجه به بیشترین ضریب تبیین و کمترین SEP، معادلات برای پایه عصاره عاری از ازت انتخاب و

جدول ۴. معادلات رگرسیونی برآورد AMEn (کیلوکالری در کیلوگرم براساس ماده خشک) در هر دوره پرورش

دوره پرورش	معادلات رگرسیونی انرژی قابل سوخت‌وساز	ضریب تبیین	سطح معنی‌داری مدل رگرسیونی	سطح معنی‌داری متغیرهای مستقل	انحراف استاندارد خطای پیش‌بینی
آغازین	$AMEn = 47/873 \times NFE$	۰/۹۹۱	۰/۰۰۱	$NFE = 0/001$	۱۳۸/۱۹
هفت تا ۱۰ (روزگی)	$AMEn = 1022/784 + (204/887 \times EE)$	۰/۳۷۸	۰/۰۱	$EE = 0/01, Constant = 0/001$	۱۷۹/۹۵
	$AMEn = (23/441 \times CP) + (204/381 \times EE)$	۰/۵۴۳	۰/۰۰۱	$CP = 0/001, EE = 0/01$	۱۶۷/۲۸
	$AMEn = 1303/99 + (207/807 \times EE) - (45/423 \times CF)$	۰/۴۷۹	۰/۰۰۱	$EE = 0/001, CF = 0/041 \text{ and } Constant = 0/001$	۲۱۳/۵۴
رشد	$AMEn = 60/203 \times NFE$	۰/۹۹۳	۰/۰۰۱	$NFE = 0/001$	۱۳۶/۶۲
۲۱ تا ۲۴ (روزگی)	$AMEn = (33/177 \times CP) + (125/065 \times EE)$	۰/۷۰۶	۰/۰۰۱	$CP = 0/001, EE = 0/022$	۱۸۷/۲۳
	$AMEn = -2355/497 + (85/841 \times CP) + (132/6 \times EE)$	۰/۶۲۴	۰/۰۰۱	$CP = 0/001, EE = 0/005 \text{ and } Constant = 0/03$	۱۹۴/۸۴
پایانی	$AMEn = 65/612 \times NFE$	۰/۹۹۵	۰/۰۰۱	$NFE = 0/001$	۱۲۹/۱۰
۳۱ تا ۳۴ (روزگی)	$AMEn = (37/564 \times CP) + (128/804 \times EE)$	۰/۴۷۹	۰/۰۰۱	$EE = 0/011, CP = 0/001$	۲۵۷/۸۵
کل دوره	$AMEn = 57/923 \times NFE$	۰/۹۷۷	۰/۰۰۱	$NFE = 0/001$	۵۱۰/۸۷
پرورش	$AMEn = (116/113 \times ADF) + (294/665 \times EE)$	۰/۵۲۳	۰/۰۰۱	$ADF = 0/001, EE = 0/005$	۵۹۴/۲۳



## برآورد معادله رگرسیون پیش‌بینی انرژی قابل سوخت‌وساز کنجاله سویا در جیره غذایی جوجه‌های گوشتی

رابطه ۶ و مقدار بیولوژیکی ارائه‌شده وجود تفاوت بین ضریب قابلیت هضم مواد مغذی و در نهایت بروز تفاوت در AMEn بین پرنده بالغ و نابالغ است. بنابراین، به‌نظر می‌رسد که به‌دلیل درصد اختلاف کمتر، برآورد انرژی قابل سوخت‌وساز با معادله پژوهش حاضر نسبت به رابطه ۶ از دقت قابل قبولی برخوردار باشد.

براساس نتایج به‌دست‌آمده در این تحقیق معادله  $(AMEn = 47.873 \times NFE)$  در دوره آغازین، معادله  $(AMEn = 60.203 \times NFE)$  برای دوره رشد، در دوره پایانی معادله  $(AMEn = 65.612 \times NFE)$  و نیز معادله  $(AMEn = 57.923 \times NFE)$  در کل دوره پرورش برای برآورد AMEn کنجاله‌های سویای موجود در بازار ایران توصیه می‌شود و به‌نظر می‌رسد با استفاده از این معادلات می‌توان تأمین دقیق‌تری از AMEn کنجاله سویا و در نتیجه عملکرد تولیدی بهتری از پرنده انتظار داشت.

مقایسه بین AMEn اندازه‌گیری‌شده به‌روش بیولوژیکی و برآوردشده کنجاله سویا با سایر معادلات در جدول ۵ نمایش داده شده است. AMEn اندازه‌گیری‌شده با روش بیولوژیکی کنجاله سویا در دوره آغازین، رشد و کل دوره پرورش به‌لحاظ عددی با برآورد حاصل از رابطه ۶ متفاوت بود. با توجه به اعداد ارائه‌شده بین مقدار برآوردشده با معادله پژوهش حاضر و مقدار اندازه‌گیری‌شده به‌روش بیولوژیکی به‌ترتیب در دوره آغازین ۸/۶، در دوره رشد ۷/۰ درصد، در دوره پایانی ۷/۷ درصد و در کل دوره پرورش ۷/۸ درصد اختلاف مشاهده شد. همچنین، بین مقدار AMEn اندازه‌گیری‌شده و مقادیر برآوردشده با رابطه ۶، در دوره آغازین، رشد، پایانی و کل دوره به‌ترتیب حدود ۳۴/۲، ۱۵/۸، ۸/۹ و ۱۹/۷ درصد اختلاف مشاهده شد. واضح است که دلیل عمده این تفاوت چشم‌گیر بین AMEn برآورد شده با

جدول ۵. میانگین و درصد اختلاف نسبت به روش بیولوژیکی با سایر معادلات پیش‌بینی AMEn (کیلوکالری در کیلوگرم ماده خشک)

دوره پرورش	آغازین (هفت تا ۱۰ روزگی)		رشد (۲۱ تا ۲۴ روزگی)		پایانی (۳۱ تا ۳۴ روزگی)		کل دوره پرورش
	میانگین AMEn (%)	اختلاف (%)	میانگین AMEn (%)	اختلاف (%)	میانگین AMEn (%)	اختلاف (%)	
روش بیولوژیکی	۱۴۶۳/۲	۰	۱۸۷۱/۹	۰	۲۰۲۵/۵	۰	۱۷۸۶/۸
معادله پژوهش حاضر	۱۶۰۲/۰	۸/۶	۲۰۱۴/۶	۷/۰	۲۱۹۵/۶	۷/۷	۱۹۳۸/۳
معادله NRC (۱۹۹۴)	۲۲۲۵/۳	۳۴/۲	۲۲۲۵/۳	۱۵/۸	۲۲۲۵/۳	۸/۹	۲۲۲۵/۳۲

## منابع

روش بیولوژی فضولات و ایلئوم در جوجه‌های گوشتی. مجله علوم کشاورزی. ۳۱ (۲): ۱۲۱-۱۳۲.  
 ۳. زبده م، مروج ح و شیوازاد م (۱۳۹۷) تعیین معادلات برآورد انرژی قابل سوخت‌وساز گندم براساس دو روش نمونه‌برداری از فضولات و محتویات ایلئومی در دو سن مختلف در جوجه‌های گوشتی. تولیدات دامی. ۲۰ (۱): ۱۹۱-۲۰۲.

۱. یعقوب‌فر ا، نوری امام زاده ع (۱۳۸۷) تعیین انرژی قابل متابولیسم کنجاله‌های سویا، کلزا و آفتابگردان با استفاده از خروس بالغ. پژوهش کشاورزی: آب، خاک و گیاه در کشاورزی. ۸ (۴): ۳۳-۴۵.  
 ۲. یعقوب‌فر ا، غلامی م و رضایی م (۱۳۸۷) تعیین انرژی قابل متابولیسم کنجاله‌های سویا، کلزا و آفتابگردان با دو

## تولیدات دامی

دوره ۲۰ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۷

4. Animal FEDNA (1999) Normas FEDNA para la formulación de piensos compuestos. Fundación Española Desarrollo Nutrición Animal, Madrid, Spain.
5. Animal FEDNA (2010) Normas FEDNA para la formulación de piensos compuestos. Fundación Española Desarrollo Nutrición Animal, Madrid, Spain.
6. AOAC (2005) Official methods of analysis, 18th Edition. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA. USA.
7. Aviagen (2014) Ross 308 Broiler Nutrition Specification. Huntsville, AL [online]. Available at: [http://eu.aviagen.com/assets/Tech\\_Center/Ross\\_Broiler](http://eu.aviagen.com/assets/Tech_Center/Ross_Broiler)
8. Bourdillon A, Carré B, Conan L, Francesch M, Fuentes M and Huyghebaert G (1990) European reference method of in vivo determination of metabolisable energy in poultry: Reproducibility, effect of age, comparison with predicted values. British Poultry Science. 31(3): 567-576.
9. CVB Feed Table (2011) Chemical composition and nutritional values of feedstuffs [online]. Available at: [www.cvbdiervoeding.nl](http://www.cvbdiervoeding.nl)
10. CVB Feed Table (2018) Chemical composition and nutritional values of feedstuffs [online]. Available at: [www.cvbdiervoeding.nl](http://www.cvbdiervoeding.nl)
11. Cozannet P, Lessire M, Gady C and Metayer J P (2010) Energy value of wheat dried distiller's grains and solubles in roosters, broilers, layers, and turkeys. Poultry Science. 89(10): 2230-2241.
12. De Coca-Sinova A, Mateos G G, González-Alvarado J M, Centeno C, Lázaro R and Jiménez-Moreno E (2011) Comparative study of two analytical procedures for the determination of acid insoluble ash for evaluation of nutrient retention in broilers. Spanish Journal of Agricultural Research. 9(3): 761-768.
13. Erdaw M M, Bhuiyan M M and Iji P A (2016) Enhancing the nutritional value of soybeans for poultry through supplementation with new-generation feed enzymes. World's Poultry Science Journal. 72(2): 307-322.
14. Garcia Rebollar P, Rodríguez M, Cámara L, Lazaro Garcia RP and Gonzalez Mateos G (2013) Influence of origin of the beans on protein quality and nutritive value of commercial soybean meals. 19<sup>th</sup> European Symposium on Poultry Nutrition. Postdam, Germany.
15. García-Rebollar P, Cámara L, Lázaro R P, Dapoza C, Pérez-Maldonado R, and Mateos G G (2016) Influence of the origin of the beans on the chemical composition and nutritive value of commercial soybean meals. Animal Feed Science and Technology. 221(part B): 245-261.
16. Janssen W M M A (1989) European table of energy values for poultry feedstuffs, 3<sup>th</sup> edition. Spelderholt Center for Poultry Research and Information Services, Beekbergen, Netherlands.
17. Lopez G and Leeson S (2008) Assessment of the nitrogen correction factor in evaluating metabolizable energy of corn and soybean meal in diets for broilers. Poultry Science. 87(2): 298-306.
18. Mateos G G, Camara L, Fondevila G and Lazaro R P (2018) Critical review of the procedures used for estimation of the energy content of diets and ingredients in poultry. The Journal of Applied Poultry Research. (0):1-20. <https://doi.org/10.3382/japr/pfy025>
19. Perryman K R and Dozier W A (2012) Apparent metabolizable energy and apparent ileal amino acid digestibility of low and ultra-low oligosaccharide soybean meals fed to broiler chickens. Poultry Science. 91(10): 2556-2563.
20. Peper K M (2015) Effects of origin on the nutritional value of soybean meal. University of Illinois at Urbana-Champaign, Urbana, Ph.D. Dissertation.
21. Ravindran V, Abdollahi M R and Bootwalla S M (2014) Nutrient analysis, metabolizable energy, and digestible amino acids of soybean meals of different origins for broilers. Poultry Science. 93(10): 2567-2577.
22. SAS Statistical Software (2004) SAS® Qualification Tools User's Guide. Version 9.1.2. SAS Institute Inc., Cary, NC.
23. SPSS Version 21 (2012) IBM SPSS statistical software. SPSS Inc., Chicago, IL. USA.
24. Saki AA, Abbasinezhad M, Ghazi SH, Tabatabai MM, Ahmadi A and Zaboli KH (2012) Intestinal characteristics, alkaline phosphatase and broilers performance in response to extracted and mechanical soybean meal replaced by fish meal. Journal of Agriculture Science and Technology. 14(1): 105-114.
25. Van der Klis JD and Fledderus J (2007) Evaluation of raw materials for poultry: what's up?. Proceeding of the 16<sup>th</sup> European Symposium on Poultry Nutrition. Strasbourg, France.
26. Yegani M, Swift M L, Zijlstra R T, Korver D R (2013) Prediction of energetic value of wheat and triticale in broiler chicks: A chick bioassay and an in vitro digestibility technique. Animal Feed Science and Technology. 183(1-2): 40-50.



## Animal Production

(College of Abouraihan – University of Tehran)

Vol. 20 ■ No. 4 ■ Winter 2019

### Estimation of soybean meal metabolizable energy using the regression prediction equation in boilers diet

Seyed Mohammad Reza Ijadi<sup>1</sup>, Hossein Moravej<sup>1\*</sup>, Mahmoud Shivazad<sup>2</sup>,  
Mohammad Hossein Mohammadi Ghasem Abadi<sup>3</sup>

1. Former M.Sc. student, Department of Animal Science, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.
2. Professor, Department of Animal Science, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.
3. Ph.D. student, Department of Animal Science, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

Received: June 26, 2018

Accepted: October 13, 2018

#### Abstract

This study was conducted to determine the regression equations based on chemical analyses for predicting apparent metabolizable energy corrected for nitrogen retention (AMEn) with nine soybean oil samples available in Iran's market. Soybean meal AMEn was measured by replacement method with broilers in starter (seven to d 10), grower (21 to d 24) and finisher (31 to d 34) periods through acid insoluble ash marker. The results of current study demonstrated that there are significant difference between chemical analyses data and also biologically determined AMEn of soybean samples available in Iran's market. The mean of soybean meal AMEn measured in the starter, grower and finisher periods were 1463, 1871 and 2025 kcal/Kg based on dry matter, respectively. Moreover, the difference between estimated value using NRC equation and biologically determined AMEn, in the starter, grower, finisher and whole periods was 34.2, 15.8, 8.9 and 19.7 percent, respectively. Finally, these equations based on coefficient of determination and standard error of prediction criteria are suggested for the starter:  $AMEn=47.873 \times NFE$ , grower:  $AMEn=60.203 \times NFE$ , finisher:  $AMEn=65.612 \times NFE$  and the whole of periods:  $AMEn=57.923 \times NFE$ . As a result, it seems that the equations of current study with accurate AMEn estimation of soybean meals will cause optimum broiler performance.

**Keywords:** Apparent metabolisable energy, broiler, chemical analysis, regression equations, soybean meal.