

استفاده از روش *in situ* برای مقایسه ضرایب تبدیل پروتیین خام به پروتیین قابل‌متابولیسم در پودر ضایعات کشتارگاهی، دانه سویای تفت داده شده و پودر ماهی

مهدی کاظمی بن‌چناری^۱، محمد زهره‌وند^۲، علیرضا علیزاده^۳ و سلمان افشار^{۴*}

تاریخ دریافت: ۹۴/۱/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۲/۷

^۱ استادیار گروه علوم دامی دانشگاه اراک

^۲ دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم دامی دانشگاه آزاد واحد ساوه

^۳ استادیار پژوهشگاه رویان پژوهشکده زیست‌شناسی و علوم پزشکی تولید مثل جهاددانشگاهی مرکز تحقیقات پزشکی تولید مثل

^۴ کارشناس گروه علوم دامی موسسه آموزش عالی علمی کاربردی و مهارتی جهاد کشاورزی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

*مسئول مکاتبه: Email: salmanafshar2007@gmail.com

چکیده

زمینه مطالعاتی: برای بررسی تعیین ضریب تبدیل پروتیین خام به پروتیین قابل‌متابولیسم در ارزشیابی پروتیین از روش‌های متفاوتی استفاده می‌شود. **هدف:** این تحقیق به منظور مقایسه ضریب تبدیل پروتیین خام به پروتیین قابل‌متابولیسم در پودر ضایعات کشتارگاهی طیور، دانه سویای تفت داده شده و پودر ماهی با استفاده از روش کیسه‌های نایلونی و محاسبات مربوط به آن انجام گرفت. **روش کار:** سه راس گوسفند نر نژاد قزل‌دارای فیستولای شکمبه‌ای در قالب طرح مربع لاتین چرخشی استفاده شد و بخش‌بندی پروتیین نمونه‌های پودر ضایعات کشتارگاهی براساس سیستم کرنل نیز بیان شد. **نتایج:** بخش پروتیین قابل‌تجزیه (a+b) در پودر ضایعات کشتارگاهی، دانه سویای تفت داده شده و پودر ماهی به ترتیب ۷۶/۶، ۹۸/۲ و ۷۹/۲ درصد بود ($P < 0.05$). پروتیین قابل‌متابولیسم محاسبه شده به ترتیب ۲۵/۵۹، ۲۳/۹۷ و ۴۸/۵۳ درصد و ضریب تبدیل پروتیین خام به پروتیین قابل‌متابولیسم به ترتیب ۰/۴۵، ۰/۶۳ و ۰/۷۰ برای پودر ضایعات کشتارگاهی طیور، دانه سویای تفت داده شده و پودر ماهی بود. همچنین علی‌رغم اینکه پروتیین خام پودر ضایعات کشتارگاهی حدود ۱۸ درصد بیشتر از پروتیین خام دانه سویای تفت داده شده بود، اما میزان ضریب تبدیل آن به پروتیین قابل‌متابولیسم کمتر از ۰/۵ بود که نشان از بازدهی کم استفاده از پروتیین در این خوراک دارد. **نتیجه‌گیری نهایی:** نتایج این آزمایش نشان داد؛ کاهش میزان نیتروژن نامحلول در شوینده اسیدی پودر ضایعات کشتارگاهی با استفاده از روش‌های فرآوری، ممکن است وضعیت پروتیین قابل‌متابولیسم آن را بهبود بخشد و در نتیجه دسترسی به پروتیین توسط دام و قابلیت متابولیسم آن را افزایش دهد.

واژگان کلیدی: تجزیه‌پذیری پروتیین، پروتیین قابل‌متابولیسم، پودر ضایعات کشتارگاهی طیور

مقدمه

پروتئین یکی از مهم‌ترین ترکیبات مغذی جیره دام و از عواملی است که سبب افزایش قیمت تمام شده جیره می‌شود. استفاده از محصولات فرعی با قیمت کمتر به جای خوراک‌های متداول در تغذیه دام و طیور برای کاهش هزینه تولید، روشی است که از طریق محققین متعدد مورد مطالعه قرار گرفته است (بندگان و همکاران ۲۰۱۰، جکسون و همکاران ۲۰۰۶، کیم و پترسون ۲۰۰۳، کلمسرود و همکاران ۱۹۹۸ و کناوس و همکاران ۱۹۹۸). در این میان پودر ضایعات کشتارگاهی از فراوان‌ترین منابع پودر ضایعات حیوانی می‌باشد. پودر ضایعات کشتارگاهی طیور از فرآیند ضایعات کشتارگاهی طیور پس از مراحل پختن تحت فشار، آبگیری، خشک کردن و آسیاب کردن به دست می‌آید که ممکن است با توجه به نوع ضایعات تهیه شده شامل پر، پوست، گوشت، استخوان و حتی دستگاه گوارش آنها به ویژه روده‌ها نیز باشد (کناوس و همکاران ۱۹۹۸). امکان استفاده از پودر ضایعات کشتارگاهی به عنوان یکی از منابع خوراکی توسط محققین مورد بررسی قرار گرفته است. به‌طور کلی پروتئین مورد نیاز دام به دو بخش پروتئین قابل تجزیه در شکمبه و غیر قابل تجزیه در شکمبه دسته‌بندی می‌شود که هر دو مورد می‌توانند در تامین بخشی از پروتئین قابل‌متابولیسم در روده باریک مورد مصرف قرارگیرند (رینالد ۲۰۰۴). پروتئین قابل تجزیه در شکمبه می‌تواند مورد استفاده میکروب‌ها قرار گرفته و پروتئین میکروبی سنتز شود که با ورود به روده باریک مورد استفاده حیوان قرار می‌گیرد. پروتئین غیر قابل تجزیه نیز با عبور از تجزیه شکمبه‌ای می‌تواند وارد روده شود و بعد از هضم به مصرف حیوان برسد (رافلز و ستر ۱۹۷۵).

پودر ضایعات کشتارگاهی به عنوان منبع پروتئینی می‌باشد که دارای اسیدهای آمینه خطی است که سبب استحکام بیشتر پروتئین شده و اغلب به عنوان یک منبع پروتئین عبوری در تغذیه دام در نظر گرفته می‌شود

(کامالاک و همکاران ۲۰۰۵). مطالعات نشان داده‌اند که پودر ضایعات کشتارگاهی طیور می‌تواند به جای کنجاله‌سویا در جیره جوجه‌های گوشتی مورد استفاده قرار گیرد (حسن‌زاده و همکاران ۲۰۱۴ و کلانتر و فهیمی ۲۰۰۹) و در تغذیه گوسفند نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد (لالو و گارسیا ۱۹۹۴). استفاده از این منابع پروتئینی در تغذیه دام مستلزم شناخت کافی از ماهیت آنها است. لذا آگاهی از میزان پروتئین قابل‌متابولیسم آن علاوه بر مقدار پروتئین خام و مقایسه آن با خوراک‌های مرسوم، سبب می‌شود که به نحو موثری در تهیه جیره های عملی مورد استفاده قرار گیرد. میزان عبور پروتئین پودر ضایعات کشتارگاهی به روده باریک و میزان قابلیت هضم آن در روده باریک توسط بوهنرت و همکاران (۱۹۹۸) مورد بررسی قرار گرفت. این تحقیق نشان داد که در اثر جایگزینی میزان ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد از کنجاله سویا توسط پودر ضایعات کشتارگاهی در جیره گوساله‌های نر، میزان عبور نیتروژن به روده باریک افزایش می‌یابد ولی میزان نیتروژن باکتریایی ورودی به روده باریک در اثر استفاده از پودر ضایعات کشتارگاهی کاهش می‌یابد. میزان عبور نیتروژن پودر ضایعات کشتارگاهی و کنجاله سویا به ترتیب ۴۰/۶ و ۱۳/۷ درصد بود. با افزایش سطوح مصرفی پودر ضایعات کشتارگاهی میزان نیتروژن آمونیاکی نیز کاهش یافت.

در پژوهش حاضر پروتئین قابل‌متابولیسم و ضریب تبدیل پروتئین خام به پروتئین قابل‌متابولیسم برآورد شده به روش کیسه‌های نایلونی و معادلات ارایه شده توسط انجمن تحقیقات غذا و کشاورزی انگلیس (۱۹۹۲) در پودر ضایعات کشتارگاهی طیور، دانه سویای تفت داده شده و پودر ماهی (به عنوان دو منبع پروتئینی متداول در جیره دام) مورد مقایسه و ارزیابی قرار گرفت. همچنین برای شناخت بهتر بخش‌های متفاوت پروتئین در پودر ضایعات کشتارگاهی طیور قسمت‌بندی پروتئین بر اساس روش کرنل نیز مطالعه شد.

مواد و روشها

در این آزمایش از سه راس گوسفند نر اخته قزل (۲±۳۵/۶ کیلوگرم) که دارای فیستولای شکمبه‌ای بودند در قالب طرح مربع لاتین چرخشی^۱ استفاده شد. مدت هر دوره ۱۴ روز بود که ۱۱ روز به‌عنوان دوره عادت پذیری و سه روز آخر برای انجام آزمایشات تجزیه‌پذیری در نظر گرفته شد (نوزیر و میچالت ۲۰۰۰).

خوراک دهی در دو وعده ۰۸:۰۰ و ۱۴:۰۰ در سطح تغذیه آزاد انجام شد. جیره حاوی یونجه خشک (۵۰ درصد)، جو (۳۵ درصد) و مخلوطی از سه خوراک آزمایشی مورد استفاده به نسبت هر کدام ۵ درصد و در مجموع ۱۵ درصد از کل جیره مورد استفاده قرار گرفت. میزان انرژی جیره پایه ۲۱۰۰ کیلوکالری در کیلوگرم و درصد پروتیین جیره نیز ۱۳/۸ تنظیم گردید. آب به طور آزاد در اختیار دامها قرار داشت. نمونه‌های مواد خوراکی مورد آزمایش در دمای اتاق خشک شده و توسط آسیاب آزمایشگاهی مدل A ۱۱ (ساخت IKA آلمان) به اندازه ۲ میلی‌متر آسیاب شدند. از هر نمونه ماده خوراکی مقدار ۳/۵ گرم برحسب ماده خشک برداشته و به داخل کیسه‌های نایلونی با وزن مشخص (در ابعاد ۶ در ۱۵ سانتیمتر و با قطر منافذ ۴۰ تا ۵۰ میکرومتر) ریخته شد. از هر نمونه سه تکرار به مدت زمان انکوباسیون ۴، ۸، ۱۶، ۲۴، ۳۶ و ۴۸ ساعت به‌طور همزمان در شکمبه قرار گرفتند و در زمان‌های ذکرشده از شکمبه خارج شدند. بعد از انکوباسیون کیسه‌ها بوسیله ماشین شوینده به مدت ۳۵ دقیقه با آب سرد شستشو داده شدند تا آب خارج شده کاملاً شفاف باشد. نمونه ساعت صفر نیز بدون قراردادن در شکمبه به‌همین ترتیب شستشو شد. پروتیین موجود در باقیمانده کیسه‌ها پس از انکوباسیون بر اساس روش AOAC

(۲۰۰۰) و توسط کلدال (دستگاه کجکتک مدل ۱۰۳۰، اتوآنالایزر، شرکت فوس؛ سوئیس) اندازه گیری شد. فراسنجه‌های a ، b و c با استفاده از معادلات غیر خطی ارسکوف و مکدونالد (۱۹۷۹) به صورت $P = a + b(1 - e^{-ct})$ و با استفاده از نرم افزار (Neway, ۱۹۹۲) محاسبه گردید. در این معادله P میزان ناپدید شدن در زمان t ، a معادل بخش سریع تجزیه پذیر، b معادل بخش کند تجزیه پذیر، $a+b$ پروتیین قابل تجزیه در شکمبه و c نرخ تجزیه‌پذیری بخش b و t زمان انکوباسیون در شکمبه بود. با استفاده از ضرایب تجزیه‌پذیری پروتیین خام (a ، b و c) به دست آمده از روش کیسه‌های نایلونی و همچنین میزان نیتروژن نامحلول در شوینده اسیدی (ADIN) حاصل از مواد خوراکی، فراسنجه‌های مربوط به برآورد پروتیین قابل‌متابولیسم و فراسنجه‌های مربوط به آن با استفاده از روابط زیر تخمین زده شد (پلنگی و همکاران ۱۳۸۸ و ۱۹۹۲ AFRC).

$$۱- QDP = a \times CP$$

$$۲- SDP = (bc/c+k) \times CP$$

$$۳- ERDP = 0.8 (QDP) + (SDP)$$

$$۴- UDP = CP - (QDP + SDP)$$

$$۵- DUP = 0.9 (UDP - (6.25 \times (ADIN)))$$

$$۶- MP = 0.6375 \times (ERDP) + DUP$$

در این معادلات:

QDP = پروتیین با تجزیه‌پذیری سریع در شکمبه

SDP = پروتیین با تجزیه‌پذیری کند در شکمبه

ERDP = پروتیین قابل تجزیه موثر در شکمبه

UDP = پروتیین غیر قابل تجزیه در شکمبه

DUP = پروتیین غیر قابل تجزیه قابل هضم

MP = پروتیین قابل‌متابولیسم

k = نرخ عبور مواد هضمی

بعد از تعیین پروتیین قابل‌متابولیسم مربوط به خوراکها، با تقسیم نسبت پروتیین قابل‌متابولیسم به کل پروتیین خام آن خوراک ضریب تبدیل پروتیین خام به

¹. Changeover Latin square Design

وابسته، μ میانگین کل، T_i اثر تیمار i (خوراک‌های متفاوت و فراسنجه‌های مختلف پروتئین قابل متابولیسم) و ε_i اثر اشتباه می‌باشد.

نتایج و بحث

ترکیبات شیمیایی خوراک‌ها و قسمت بندی پروتئین پودر ضایعات کشتارگاهی بر اساس CNCPS

ترکیبات شیمیایی مربوط به خوراک‌های آزمایشی در جدول ۱ ارائه شده است. میزان درصد عصاره اتری، نیتروژن نامحلول در شوینده اسیدی پودر ضایعات کشتارگاهی به ترتیب $23/8 \pm 2/5$ و $2/7 \pm 0/3$ ، ماده آلی دانه سویا تفت داده شده $94/5 \pm 8/4$ و پروتئین خام پودر ماهی $68/88 \pm 7/5$ که بیشترین مقادیر را در بین خوراک‌های آزمایشی دارا بودند. میزان پروتئین برای پودر ضایعات کشتارگاهی متنوع است؛ زیرا شرایط تولید آن وابسته به نحوه پرورش و تغذیه طیور، شرایط تولید، نحوه نگهداری ضایعات و عوامل متعدد دیگر است (جکسون و همکاران ۲۰۰۶ و کناوس و همکاران ۱۹۹۸). بررسی آنالیز شیمیایی مربوط به پودر ضایعات کشتارگاهی توسط محققین دیگر نشان می‌دهد که محتوای پروتئین و چربی این ماده خوراکی به ترتیب برابر ۵۵ و ۱۴ درصد است (کلمسرود و همکاران ۱۹۹۸). در تحقیق جدید دیگری انرژی قابل متابولیسم این خوراک را ۴۵۸۵ کیلوکالری در کیلوگرم بیان نموده اند که از انرژی قابل متابولیسم کنجاله سویا نیز بیشتر است (رجس و استین ۲۰۱۳).

داده‌های مربوط به قسمت بندی پروتئین در نمونه‌های پودر ضایعات کشتارگاهی در جدول ۲ ارائه شده است. میانگین و انحراف استاندارد بخش‌های A ، B_1 ، B_2 ، B_3 و C در نمونه سوم با بیشترین میزان پروتئین (۶۲۸ گرم در کیلوگرم ماده خشک) به ترتیب $6/18 \pm 0/63$ ، $3/40 \pm 0/42$ و $8/0 \pm 12/92$ ، $68/6 \pm 30/83$ ، $13/1 \pm 98/45$ درصد و در نمونه اول با کمترین میزان پروتئین (۵۰۷

پروتئین قابل متابولیسم به دست آمد. در بخش دیگری از این آزمایش برای تعیین بخش‌های متفاوت قسمت‌های پروتئین بر اساس روش کرنل (CNCPS) از روش‌های توصیه شده لیسیترا و همکاران (۱۹۹۶) استفاده شد. در این آزمایش سه نمونه متفاوت از ضایعات کشتارگاهی که از هر نمونه سه زیر نمونه و از هر زیر نمونه سه تکرار برای آزمایش در نظر گرفته شد. بخش B_1 جزیی با تجزیه پذیری سریع است و به همراه بخش A در بافر بورات- فسفات محلول می‌باشد. بخش B_2 ترکیبات نیتروژن دار محلول در شوینده خنثی است که بخشی از آن عبور کرده و بخشی نیز در شکمبه تجزیه می‌شود که این پدیده بستگی به نرخ عبور از شکمبه دارد. بخش B_3 نیز ترکیبات نامحلول در شوینده خنثی و محلول در شوینده اسیدی می‌باشد که تجزیه پذیری کمی در شکمبه دارد. در نهایت بخش C که در شوینده اسیدی نیز نامحلول می‌باشد و بخشی است که به طور کامل از شکمبه عبور می‌کند (لیسیترا و همکاران ۱۹۹۶). بر همین اساس با استفاده از بافرهای بورات-فسفات، شوینده خنثی و شوینده اسیدی بخش‌های متفاوت پروتئین بر اساس سیستم کرنل اندازه گیری شد.

فراسنجه‌های تجزیه پذیری خوراک‌های آزمایشی با استفاده از مدل آماری زیر مورد تجزیه آماری قرار گرفت؛

$$Y_{ijk} = \mu + P_i + S_j + T_k + \varepsilon_{ijk}$$

Y_{ijk} مقدار هر مشاهده، μ میانگین کل، P اثر دوره i ، S_j اثر گوسفند j ، T_k اثر خوراک آزمایشی k و ε اثر اشتباه آزمایشی است. تجزیه آماری با استفاده از نرم افزار SAS و رویه GLM انجام شد. مقایسه بین فراسنجه‌های به دست آمده از معادلات (AFRC ۱۹۹۲) و پروتئین قابل متابولیسم تعیین شده بر اساس روش کیسه‌های نایلونی و همچنین قسمت بندی مربوط به پروتئین به روش سیستم کرنل نیز توسط نرم افزار SAS و رویه مدل خطی عمومی (GLM) و با استفاده از مدل زیر صورت گرفت؛ $Y_i = \mu + T_i + \varepsilon_i$ در این مدل Y_i متغیر

نرخ تجزیه پذیری در شکمبه می باشد. در هر سه نمونه بخش B₂ بیشترین مقدار را داشته است که بیش از ۶۰ درصد کل پروتئین را به خود اختصاص داده است. بالا بودن نسبی بخش غیر قابل تجزیه در پودر ضایعات کشتارگاهی سبب شد؛ این خوراک به عنوان منبع پروتئینی مطرح شود که میزان تجزیه پذیری آن در شکمبه کم بوده و توانایی عبور به روده باریک را خواهد داشت (کامالاک و همکاران ۲۰۰۵). به نظر می رسد پروتئین این خوراک قابلیت عبور بالایی از شکمبه را داشته و در صورت بالا بودن قابلیت هضم پروتئین آن در روده، می تواند منبع خوب پروتئین در تغذیه دام باشد (کامالاک و همکاران ۲۰۰۵ و کلمسرود و همکاران ۱۹۹۸).

گرم در کیلوگرم ماده خشک) به ترتیب ۴/۹۲±۰/۵۱، ۳/۳۳±۰/۳۶ و ۸/۰±۵۱/۸۷، ۶۷/۷±۷۲/۲۸، ۱۵/۱±۴۹/۷۲ درصد بود. در مورد قسمت بندی پروتئین بر اساس CNCPS نتایج آزمایش حاضر نشان داد که بخش های A و B₂ تفاوت معنی داری را در بین نمونه های پودر ضایعات کشتارگاهی ندارند، اما بخش B₁ در بین تیمارها دارای اختلاف معنی داری بود. (P=۰/۰۰۳). همچنین از لحاظ آماری اختلاف معنی داری بین تیمارها در بخش های B₃ (P=۰/۰۴)، و C (P=۰/۰۰۲)، نیز وجود داشت. بخش A که نرخ تجزیه پذیری سریع در شکمبه داشته و در حقیقت بخش نیتروژن غیرپروتئینی محسوب می شود، در بین سه گروه تفاوت نداشت (جدول ۲). در حقیقت تفاوت اساسی در میزان بخش تجزیه شونده و

جدول ۱- ترکیبات شیمیایی مربوط به خوراک های استفاده شده برای آزمایش کیسه های نایلونی (درصد ماده خشک)

Table1- Chemical composition of feeds used for In Situ experiment (DM %)

مواد خوراکی Feed	ترکیبات شیمیایی (%) Chemical composition (%)			
	ماده آلی Organic Matter	پروتئین خام Crude Protein	عصاره اتری Ether Extract	نیتروژن نامحلول در شوبنده اسیدی Acid Detergent Insoluble Nitrogen
پودر ضایعات کشتارگاهی طیور Poultry by-product meal	93.1 ^{ab}	56.10 ^b	23.8 ^a	2.7 ^a
دانه سویای تفت داده شده Roasted soybean	94.5 ^a	38.05 ^c	15.8 ^b	0.3 ^b
پودر ماهی Fish meal	84.1 ^b	68.88 ^a	9.6 ^c	0.01 ^c
خطای استاندارد میانگین ها Standard Error Means	3.18	5.27	0.002	0.002

میانگین های هر ستون با حروف غیر مشترک دارای اختلاف معنی دار می باشند (P<۰/۰۵).

Mean with same column with different letters differ significantly (P<0.05).

جدول ۲- قسمت های پروتئین بر اساس CNCPS در نمونه های متفاوت پودر ضایعات کشتارگاهی طیور
Table2- Fractions of protein based on CNCPS in different samples of Poultry by-product meal

نمونه های آزمایشی Experimental samples	پروتئین (گرم/کیلوگرم ماده خشک) Protein(gr/KG DM)	فراسنجه ها Parameters				
		قسمت بندی پروتئین (درصد از پروتئین)				
		بخش A Fraction A	بخش B ₁ Fraction B ₁	بخش B ₂ Fraction B ₂	بخش B ₃ Fraction B ₃	بخش C Fraction C
نمونه ۱ Sample 1	507	4.92	15.49 ^b	67.72	8.51 ^a	3.33 ^{ab}
نمونه ۲ Sample 2	555	4.21	22.11 ^a	64.82	7.14 ^b	1.70 ^b
نمونه ۳ Sample 3	628	6.18	13.98 ^c	68.30	8.12 ^{ab}	3.40 ^a
خطای استاندارد میانگین‌ها Standard Error Means	1.08	0.13	0.24	2.38	0.26	0.09
P-Value	0.001	0.12	0.003	0.07	0.04	0.002

میانگین های هر ستون با حروف غیر مشترک دارای اختلاف معنی دار می باشند ($P < 0.05$).

Mean with same column with different letters differ significantly ($P < 0.05$).

پروتئین پودر ضایعات کشتارگاهی طیور علی‌رغم اینکه بخش سریع تجزیه شونده نسبتاً بالایی داشت، اما در کل روند تجزیه‌پذیری کندی را دارا بود. محققین نشان داده‌اند مقادیر نسبتاً بالایی از اسیدهای آمینه سیستمین، متیونین، اسیدگلوتامیک و پرولین در این محصول وجود دارد (کلمسرود و همکاران ۱۹۹۸).

تجزیه‌پذیری پروتئین خوراکی‌ها در شکمبه بخش سریع تجزیه شونده پروتئین خام در شکمبه (a) پودر ضایعات کشتارگاهی (۲۸/۲±۲/۸۴) بیشتر از دانه سویای تفت داده شده (۲۵/۲±۱/۶۲) و پودرماهی (۲۶/۲±۱/۸۱) بود ($P = 0.012$) (جدول ۳). بخش پروتئین قابل تجزیه (a+b) پودر ضایعات کشتارگاهی به مراتب کمتر از دانه سویای تفت داده شده و پودرماهی بود ($P = 0.003$). همچنین نرخ تجزیه‌پذیری پروتئین خام مربوط به پودر ضایعات کشتارگاهی طیور نسبت به پروتئین خام دو خوراک دیگر کمتر بود. بررسی فراسنجه های تجزیه‌پذیری نشان داد؛ پودر ضایعات کشتارگاهی طیور میزان تجزیه‌پذیری پروتئین کمتری در مقایسه با دو خوراک دیگر داشته است. به عبارتی دیگر،

جدول ۳- ضرایب تجزیه پذیری پروتئین خام و فراسنجه های تخمین زده شده با نتایج آزمایش کیسه های نایلونی
 Table 3. Crude protein degradability parameters and estimated parameters for measuring metabolisable protein using In Situ experiment results

مواد خوراکی Feed	ضرایب تجزیه پذیری Coefficients of Degradability			بخش های پروتئین (درصد از پروتئین خام) Fractions of protein (percentage of protein)						
	a ¹	b ²	c ³	QDP ⁴	SDP ⁵	ERDP ⁶	UDP ⁷	DUP ⁸	MP ⁹	MP/CP ¹⁰
پودر ضایعات کشتارگاهی Poultry by-product meal	28.2 ^a	48.6 ^c	0.02 ^b	15.70 ^b	13.63 ^c	26.19 ^b	26.79 ^a	8.89 ^b	25.59 ^b	0.45 ^c
دانه سویای تفت داده شده Roasted soybean	25.1 ^b	73.2 ^a	0.04 ^a	9.51 ^c	18.56 ^b	26.17 ^b	9.96 ^b	7.28 ^b	23.97 ^b	0.63 ^b
پودر ماهی Fish meal	26.1 ^{ab}	53.2 ^b	0.04 ^a	17.90 ^a	24.42 ^a	38.75 ^a	26.54 ^a	23.88 ^a	48.53 ^a	0.70 ^a
خطای استاندارد میانگین ها Standard Error Means	0.92	1.28	0.003	0.43	0.29	0.38	1.12	1.09	1.96	0.01

۱- بخش سریع تجزیه شونده پروتئین در روش کیسه های نایلونی، ۲- بخش کند تجزیه شونده پروتئین در روش کیسه های نایلونی، ۳- نرخ تجزیه پذیری پروتئین، ۴- بخش سریع تجزیه شونده پروتئین در شکمبه، ۵- بخش کند تجزیه شونده پروتئین در شکمبه، ۶- پروتئین تجزیه شده موثر در شکمبه، ۷- بخش تجزیه نشده پروتئین در شکمبه، ۸- بخش قابل هضم پروتئین تجزیه نشده در شکمبه، ۹- پروتئین قابل متابولیسم، ۱۰- ضریب تبدیل پروتئین خام به پروتئین قابل متابولیسم.

میانگین های هر ستون با حروف غیر مشترک دارای اختلاف معنی دار می باشند ($P < 0.05$).

1:Quickly Degradable Protein In-Situ, 2:Slowly Degradable Protein In-Situ, 3:Rate of protein degradation, 4: Quickly Degradable Protein, 5: Slowly Degradable Protein, 6: Effective Rumen Degradable Protein, 7:Undegradable Dietary Protein, 8:Digestible Undegradable Protein, 9: Metabolize Protein, 10: Metabolize Protein/Crude Protein.

Mean with same column with different letters differ significantly ($P < 0.05$)

ماده آلی، الیاف و پروتئین در شکمبه داشته باشد (دوندرا و لویس ۱۹۷۴). فرضیه های متعددی در این میان مورد بحث قرار گرفته اند که فرضیه پوشاندگی^۱ یکی از آن موارد می باشد که از یک طرف سبب کاهش دسترسی میکروپها به پروتئین خوراک برای تجزیه می شود و از طرف دیگر باعث کاهش آزاد سازی پروتئین خوراک به دلیل پوشیده شدن توسط چربی خواهد شد (دوندرا و لویس ۱۹۷۴ و جنکینز ۱۹۹۳). همچنین ممکن است به دلیل تاثیر منفی ترکیبات مضر حاصل از چربی های غیراشباع در شکمبه بر روی میکروپهای تجزیه کننده پروتئین باشد که کارایی این میکروپها را کاهش داده و

وجود این اسیدهای آمینه می تواند اتصالات محکمی را در ساختمان پروتئین ایجاد نموده و سبب کند شدن روند تجزیه پذیری پروتئین در شکمبه گردد (کیم و پترسون ۲۰۰۳). علاوه بر اسیدهای آمینه خاصی که سبب استحکام در ساختمان پروتئین این خوراک می شوند، میزان چربی بالا در نمونه های پودر ضایعات کشتارگاهی نیز می تواند از عوامل دخیل در کند بودن تجزی پذیری این خوراک در شکمبه باشد (دوندرا و لویس ۱۹۷۴). میانگین درصد چربی تعیین شده مربوط به پودر ضایعات کشتارگاهی طیور در این آزمایش ۲۳/۸ درصد بود. به طور کلی نسبت بالای چربی در خوراک ها می تواند تاثیر منفی بر میزان تجزیه پذیری

¹ Coating theory

بود که مطالعات پیشین نشان داده‌اند؛ حرارت دیدن ماده خوراکی سبب کاهش نرخ تجزیه‌پذیری آن در شکمبه می‌شود (آدریچ و همکاران ۱۹۹۲ و لیرچ و همکاران ۱۹۸۳). از طرفی به جز خشک کردن و پختن پودر ضایعات کشتارگاهی که بیشتر به منظور زدودن میکروب آن صورت گرفته است فرآیندی بر روی پودر ضایعات کشتارگاهی طیور صورت نگرفته بود و فراسنجه‌های به دست آمده ممکن است بعد از انواع فرآیندهای متفاوت، تغییر نمایند. میزان پروتیین قابل‌متابولیسم در پودرهای بیشتر از سایرین بود که می‌توان آن را به عواملی نظیر میزان پروتیین بالاتر، موثرتر بودن پروتیین تجزیه شده آن نسبت به پروتیین خام در شکمبه و میزان عبوری بودن بالای آن نسبت داد. در محاسبه پروتیین قابل‌متابولیسم به روش کیسه‌های نایلونی علاوه بر متغیرهایی مانند میزان پروتیین سریع تجزیه شونده و پروتیین کند تجزیه شونده، میزان موثر بودن تجزیه پروتیین در شکمبه و میزان پروتیین قابل هضم عبوری از شکمبه در روده نیز تاثیر خواهند داشت (AFRC ۱۹۹۲).

در مورد پودرهای فراسنجه‌های ERDP و DUP بیشتر از مقادیر به‌دست آمده برای پودر ضایعات کشتارگاهی و دانه سویای تفت داده شده بود. تنها در مورد بخش پروتیین غیرقابل تجزیه مقدار به‌دست آمده برای پودر ضایعات کشتارگاهی بیشتر از دو خوراک دیگر و به‌ویژه دانه سویای تفت داده شده بود. پودر ضایعات کشتارگاهی علی‌رغم پروتیین زیاد به دلیل داشتن بخش ADIN بالا دارای میزان DUP پایین‌تری بود و لذا پروتیین قابل‌متابولیسم کمتری برای آن برآورد شد. پروتیین قابل‌متابولیسم پودر ضایعات کشتارگاهی ۲۵/۶ درصد بود و باتوجه به اینکه میزان ADIN مربوط به پودر ضایعات کشتارگاهی حدود ۲/۷ درصد بود؛ سبب کاهش بخش DUP شد. به‌منظور تاکید بر نقش نیتروژن نامحلول در شوینده اسیدی بر کاهش قابلیت متابولیسم ماده خوراکی این نکته قابل توجه است که اگر بخش

در نهایت میزان تجزیه‌پذیری را کاهش دهد (دونرا و لویس ۱۹۷۴). نتایج این آزمایش نشان داد که بخش دارای پتانسیل تجزیه‌پذیری در پودر ضایعات کشتارگاهی نسبت به هر دو خوراک آزمایشی دیگر کمتر بود که بیان‌کننده مقاومت پروتیین این خوراک برای تجزیه‌پذیری می‌باشد. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که تفت دادن سبب کاهش میزان تجزیه‌پذیری در شکمبه می‌گردد (آدریچ و همکاران ۱۹۹۲) که در این پژوهش نیز دانه سویای تفت داده شده مورد استفاده قرار گرفته بود. همچنین پودرهای از آن دسته مواد خوراکی می‌باشد که به عنوان منبع مناسب پروتیین عبوری در دام شناخته شده است (رینال ۲۰۰۴). مقایسه نتایج مربوط به تجزیه‌پذیری این سه خوراک در شکمبه نشان می‌دهد که پودر ضایعات کشتارگاهی در مقایسه با دانه سویای تفت داده شده و پودرهای می‌تواند به عنوان پروتیین با تجزیه‌پذیری کمتر در شکمبه مطرح باشد.

پروتیین قابل‌متابولیسم و ضریب تبدیل پروتیین خام به پروتیین قابل متابولیسم

جدول ۳ داده‌های مربوط به برآورد پروتیین قابل‌متابولیسم و برآورد ضریب تبدیل پروتیین خام به پروتیین قابل‌متابولیسم را نشان می‌دهد. مقادیر پروتیین سریع تجزیه شونده، پروتیین کند تجزیه‌شونده، پروتیین تجزیه‌شده موثر، پروتیین قابل‌هضم تجزیه نشده، پروتیین قابل‌متابولیسم و ضریب تبدیل پروتیین خام به پروتیین قابل‌متابولیسم پودرهای به‌ترتیب $۱۷/۹۰/۱۱ \pm ۹۳$ ، $۲۴/۲ \pm ۴۲/۵۸$ ، $۳۸/۴ \pm ۷۵/۱۱$ و $۲۳/۲ \pm ۸۸/۵۲$ و $۴۸/۵۳ \pm ۴/۹۶$ درصد بود که این بخش‌ها از دو خوراک آزمایشی دیگر بیشتر بود. علاوه بر ماهیت خوراک که می‌تواند بر نرخ تجزیه‌پذیری تاثیر داشته باشد، فرآوری می‌تواند بخش سریع تجزیه شونده در شکمبه را کاهش دهد (آدریچ و همکاران ۱۹۹۲). در پژوهش حاضر دانه سویا علاوه بر داشتن چربی نسبتاً بالا (۱۵/۸ درصد) که می‌تواند بر بخش تند تجزیه شونده تاثیر منفی داشته باشد (جنکیز ۱۹۹۳)؛ حرارت نیز دیده

قابل‌متابولیسم و ارزشمند می‌باشد. به نظر می‌رسد؛ انواع فرآیند کردن که سبب بهبود وضعیت ADIN در خوراک پودر ضایعات کشتارگاهی می‌گردد و پروتیین خام این محصول را بیشتر در دسترس حیوان قرار می‌دهد، می‌تواند پروتیین قابل‌متابولیسم این محصول را افزایش داده و ارزش پروتیین خام آن را بهبود بخشد.

نتیجه گیری کلی

نتایج نشان داد با توجه به اینکه پروتیین خام پودر ضایعات کشتارگاهی بالا بود، اما محتوی بالای ADIN سبب کاهش در پروتیین قابل‌متابولیسم این خوراک شد که نشان دهنده بازدهی پایین‌تر پروتیین خام این خوراک به پروتیین قابل‌متابولیسم می‌باشد. با توجه به بالا بودن محتوی پروتیین خام در پودر ضایعات کشتارگاهی می‌توان با انجام فرآوری بر روی آن به منظور کاهش بخش ADIN و بهبود قابلیت دسترسی پروتیین، میزان پروتیین قابل‌متابولیسم این خوراک بهبود یافته و ارزش پروتیینی و ضریب تبدیل پروتیین خام به پروتیین قابل‌متابولیسم آن افزایش یابد.

در این ماده خوراکی همانند دو ماده خوراکی دیگر ناچیز بود (نزدیک صفر) میزان پروتیین قابل‌متابولیسم آن حدود ۴۱ درصد می‌بود که با این مقدار ADIN به ۲۵/۶ درصد کاهش یافت. بخش ADIN سبب کاهش میزان قابلیت هضم پروتیین در روده نیز شد، به‌طوریکه از حدود ۲۶/۷ درصد پروتیین پودر ضایعات کشتارگاهی که به روده انتقال یافت، تنها حدود ۸/۸ درصد از آن قابل هضم بود که ADIN سبب کاهش آن شده بود.

ضریب تبدیل پروتیین خام به پروتیین قابل‌متابولیسم در مورد پودرهای بیشترین مقدار بود. با توجه به اینکه محتوای پروتیین خام در پودر ضایعات کشتارگاهی طیور بالا بود، انتظار می‌رفت که ضریب تبدیل به پروتیین قابل‌متابولیسم بالایی نیز داشته باشد، ولی نتایج نشان داد که این ضریب ۰/۴۵ است و بازدهی پروتیین خام کمتر از ۵۰ درصد می‌باشد. این مطلب بیان می‌نماید که صرفاً بالا بودن محتوای پروتیین یک خوراک در تغذیه دام نمی‌تواند نشان‌دهنده کیفیت و قیمت آن خوراک باشد و باید میزان قابلیت متابولیسم پروتیین آن برآورد گردد و مشخص شود که چه نسبتی از پروتیین خام خوراک مورد نظر از نظر تغذیه‌ای برای حیوان

منابع مورد استفاده

- Agricultural and Food Research Council, 1992. CAB International, Walling Ford. Oxon, UK.
- Aldrich CG, Merchen NR, Nelson DR and Barmore JA, 1995. The effects of roasting temperature applied to whole soybeans on site of digestion by steers: II. Protein and amino acid digestion. *Animal Science* 73: 2131-2140.
- Association of Official Analytical Chemists, 2000. Official Methods of Analysis. 13th ed. AOAC, Washington, DC.
- Bandegan A, Kiarie E, Payne RL, Crow GH, Guenter W and Nyachoti CM, 2010. Standardized ileal amino acid digestibility in dry- extruded soybean meal, extruded canola seed-pea, feather meal, and poultry by-product meal for broiler chickens. *Poultry Science* 89: 2626-2633.
- Bohnert DW, Larson BT, Bauer ML, Branco AF, McLeod KR, Harmon DL and Mitchell GE Jr, 1998. Nutritional evaluation of poultry by-product meal as a protein source for ruminants: effects on performance and nutrient flow and disappearance in steers. *Journal of Animal Science* 76: 2474-84.
- Danesh-Mesgaran M and Stern MD, 2005. Ruminant and post-ruminant protein disappearance of various feeds originating from Iranian plant varieties determined by the *in situ* mobile bag technique and alternative methods. *Animal Feed Science and Technology* 118: 31-46.

- Devendra C and Lewis D, 1974. The interaction between dietary lipids and fiber in the sheep. *Animal Production* 19: 67.
- Jackson DJ, Rude BJ, Karanja KK and Whitley NC, 2006. Utilization of poultry litter pellets in meat goat diets. *Small Ruminant Research* 66: 278-281.
- Jenkins TC, 1993. Lipid metabolism in rumen. *Journal of Dairy Science* 76: 3851-3863.
- Hasanzadeh seyedi A, Janmohamady H, Hosseinkhani A and Jasouri M, 2014. Nutritive value of poultry by product meal in broiler chickens nutrition. *Journal of Animal Science Researches* 24: 11-22.
- Kalantar M and Fahimi A, 2009. Effect of using poultry by-product meal in broiler feeding. *Journal of Pajouhesh & Sazandegi*. 67: 28-34.
- Kamalak A, Canbolat O, Gurbuz Y and Ozay O, 2005. In situ ruminal dry matter and crude protein degradability of plant- and animal- derived protein sources in Southern Turkey. *Small Ruminant Research* 58: 135-141.
- Kim WK and Patterson PH, 2003. In situ evaluation of hen mortality meal as a protein supplement for dairy cows. *Journal of Dairy Science* 86: 3337-3342
- Klemesrud MJ, Klopfenstein TJ and Lewis AJ, 1998. Complementary responses between feather meal and poultry by-product meal with or without ruminally protected methionine and lysine in growing calves. *Journal of Animal Science* 76: 1970-1975.
- Knaus WF, Beermann DH, Robinson TF, Fox DG and Finnerty KD, 1998. Effects of a dietary mixture of meat and bone meal, feather meal, blood meal, and fishmeal on nitrogen utilization in finishing Holstein steers. *Journal of Animal Science* 76: 1481-1487.
- Lallo CHO and Garcia GW, 1994. Poultry by-product meal as a substitute for soybean meal in the diets of growing hair sheep lambs fed whole chopped sugarcane. *Small Ruminant Research* 14: 107-114.
- Licitra C, Hernandez TN, and Van Soest PJ, 1996. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Anim. Feed Science Technol* 57: 347-358.
- Lierch SC, Berger LL, Plegge SD and Fahey Jr GC, 1983. Digestibility and Rumen Escape of Soybean Meal, Blood Meal, Meat and Bone Meal and Dehydrated Alfalfa Nitrogen. *Journal of Animal Science* 57: 1037-1047.
- Magia HA, Schingoethe DJ and Henson JE, 1996. Ruminal degradation, amino acid composition, and intestinal digestibility of the residual components of five protein supplements. *Journal of Dairy Science* 79:1647-1653.
- Noziere P and Michalet-Doreau B, 2000. In sacco methods. In: J. P. F. D'Mello (Editor), *Farm animal metabolism and nutrition*. CAB International, Wallingford, pp .233-254.
- Ørskov ER and McDonald I, 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *Agriculture Research* 92: 499-503.
- Palangi V, Taghizadeh A and Nobakht A, 2009. Determination of metabolizable protein of fishmeal and cottonseed meal by In Situ method. *Journal of Animal Science*. 2:41-46.
- Patterson PH, Acar N and Coleman WC, 1994. Feeding value of poultry by-products extruded with cassava, barley, and wheat middlings for broiler chicks: the effect of ensiling poultry byproducts as a preservation method prior to extrusion. *Poultry Science* 73: 1107-1115.
- Reynal SM, 2004. Nitrogen utilization by dairy cows. Ph.D. Dissertation. University of Wisconsin, Madison.
- Rocha A, Carpena M, Triplett B, Forrest DW and Randel RD, 1995. Effect of ruminally undegradable protein from fish meal on growth and reproduction of prepuberal Brahman bulls. *Journal of Animal Science* 73: 947-953.
- Rojas OJ, Stein HH, 2013. Concentration of digestible and metabolizable energy and digestibility of amino acids in chicken meal, poultry byproduct meal, hydrolyzed porcine intestines, and spent hen-soybean meal mixture, and conventional soybean meal fed to weanling pigs. *Journal of Animal Science* 91: 3220-3230.
- Roffler RE and Satter LD, 1975. Relationship between ruminal ammonia and nonprotein nitrogen utilization by ruminants. II. Application of published evidence to the development of a theoretical model for predicting nonprotein nitrogen utilization. *Journal of Dairy Science* 58:1889-1898.
- SAS Institute, 1999-2000. *SAS/STAT User's Guide (Release 8.1)*. SAS Inst, Inc, Cary, NC.

In situ method to compare conversion coefficients of crude protein to metabolisable protein in poultry by-product meal, roasted soybean and fishmeal

M Kazemi-Bonchenari¹, M Zohrevand², A Alizadeh³ and S Afshar^{4*}

Received: April 14, 2015 Accepted: February 25, 2017

¹Assistant Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Arak University, Arak, Iran

²MSc Graduated Student, Department of Animal Sciences, Saveh Branch, Islamic Azad University, Saveh, Iran

³Assistant Professor, Department of Embryology, Reproductive Biomedicine Research Center, Royan Institute for Reproductive Biomedicine, ACECR, Tehran, Iran

⁴Expert, Institute of Technical & Vocational Higher Education & Skill Training of Agriculture Jihad, Agricultural Research, Education & Extension Organization, Tehran, Iran

*Corresponding Author; Email: salmanafshar2007@gmail.com

Introduction: The amount of nitrogen obtainable from the slaughterhouse wastes was 22.36 kg per 1,000 head which could be an excellent biological source of nitrogen (protein) in animal nutrition. The poultry by-product meal (PBM) is one of the most important rendering by-product with a high protein content for use to feed ruminants. It has been reported previously that including PBM as protein substitute for soybean meal (SBM) could decrease feed costs in growing hair lambs. However, a better understanding of the chemical composition and protein degradation patterns of PBM would be very useful in improving the accuracy of formulation of animal diet. Among the chemical analysis clearing the protein quality, the evaluation of metabolisable protein of feedstuffs could help in more precise ration formulation especially in protein-rich by-products. Soybean as well as fish meal are two commonly used protein sources in ruminant nutrition. Evaluation and comparison of MP for different protein sources in ruminant nutrition bring this opportunity for replacement the feedstuffs instead of each other. There are different methods to identify the coefficient of crude protein convert in to metabolisable protein. Each method have robustness and weakness as well. This study was carried out to estimate and compare the crude protein to metabolisable protein (MP) conversion coefficients of poultry by-product meal, roasted soybean (RSB) and fish meal (FM) by in situ method.

Materials and methods: The experiment was conducted on three male rumen cannulated Ghezel sheep which allocated in Latin Square change over design. The sheep were fed two times daily on 0800 and 1400 h. The basal diet was consisted of 50, 35 and 15% of alfalfa hay, barley and a composition of three experimental feedstuffs (PBM, SB, and FM), respectively. The in situ experiment was done with incubation times on 4, 8, 16, 24, 36 and 48 h. The crude protein for all incubation times were measured. The slow degradable and fast degradable fractions of protein contents were estimated based on in situ experiment. The fractionating of protein based on Cornell net carbohydrate and protein system (CNCPS) was carried out as well. Phosphate buffer soluble nitrogen was measured using phosphate buffer. Neutral detergent insoluble nitrogen and acid detergent insoluble nitrogen (ADIN) were determined as nitrogen content of residual after neutral and acid detergent procedures, respectively. B2 fraction calculated by difference and results were presented as percentage of CP. The degradation profiles were calculated by the nonlinear model described by Ørskov and McDonald (1979). The effective degradability (ED) in the rumen was calculated, $ED = a + [(b \times c) / (c + k)]$, using NEWAY software; where "a" is the water-soluble fraction, "b" the potentially degradable fraction, "c" degradation rate of parameter "b", and "k" the passage rate of the digesta out of the rumen. Then metabolisable protein estimation as well as

rumen degradable and undegradable contents of the protein in different experimental feedstuffs were calculated based on in situ data.

Results and discussion: The chemical analysis of the experimental feedstuffs results show that the greatest protein content was for fish meal. The protein content of PBM was obtained 561 g/kg. The protein content of PBM was similar as previous reports. The ether extract of the PBM was however the greatest value among treatments. Because most of the ether extract refusal was included in PBM, so this fraction was greater than that of those observed for FM and RSB. The CNCPS fractionation of different PBM sources clear that except than that of “A” fraction all the fractions were differed among samples. This shows the huge difference for different sub-samples of this by-product. This suggests to do the chemical analysis for PBM before using as feedstuff in animal nutrition. Regarding the degradability trial results suggest that the parameter (a+b) was 76.6, 98.2 and 79.2% for PBM, RSB and FM, respectively ($P < 0.05$). The slow degradation fraction of the protein was the greatest for fish meal as well as the greatest value for effective rumen degradable protein. However the greatest value for undegradable protein was obtained for PBM. This clear that this feedstuff has potential to have valuable by-pass protein. However the lower digestibility of by-passed protein from PBM suggest that this feedstuff protein needs to be processed to have more biological value. The estimated MP contents were 25.59, 23.97 and 48.53%, and CP to MP conversion coefficients were 0.45, 0.63 and 0.70 for PBM, RSB and FM, respectively. The results clarified that despite high CP content of PBM, CP to MP conversion coefficient was less than 0.5 indicating the low protein efficiency for this product. Different processing may be used to improve the protein quality of PBM. The present study clear that in addition to high quantity of protein in PBM, higher quality of its protein may use it as a by-product which is rich in protein in ruminant nutrition. More work is need to evaluating the replacement of processed PBM instead of commonly used protein sources in animal nutrition.

Conclusion: The results of this study indicated that, lowering the content of ADIN from poultry by-products through the different forms of processing may improve protein efficiency and consequently cause improvement in CP to MP conversion coefficient. Improving the protein quality of PBM may make it a suitable replacement feeding instead of commonly used protein sources in ruminant nutrition.

Key words: Metabolisable protein, Poultry by-product meal, Protein degradability