

## تعیین تراکم و ضرایب قابلیت هضم حقیقی اسیدهای آمینه پودر گوشت و استخوان در خروس‌های بالغ لگهورن سکوم‌برداری شده

حسین جانمحمدی<sup>۱\*</sup>، حسن نصیری‌مقدم<sup>۲</sup>، ابوالقاسم گلپان<sup>۳</sup>، جواد پوررضا<sup>۴</sup> و محسن دانش مسگران<sup>۵</sup>

۱. دانشیار گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

۲، ۳ و ۵. استادان، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۴. استاد، گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۵/۳۰ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۱۱/۱۲)

### چکیده

تراکم اسیدهای آمینه ۶ نمونه پودر گوشت و استخوان به روش کروماتوگرافی تبادل یونی و قابلیت هضم حقیقی اسیدهای آمینه به روش تغذیه دقیق سیبالد تعیین شد. متیونین با ۰/۳۵ و لوسین با ۲/۲۹ درصد کمترین و بیشترین مقدار اسیدهای آمینه را در بین نمونه‌های پودر گوشت و استخوان نشان دادند. میانگین مقادیر هریک از اسیدهای آمینه، مجموع اسیدهای آمینه ضروری و غیرضروری و کل اسیدهای آمینه از مقادیر مشابه در جدول‌های NRC (1994) کمتر بود. نتایج نشان داد که به جز متیونین و پرولین، ضرایب قابلیت هضم حقیقی هر یک از اسیدهای آمینه، کل اسیدهای آمینه ضروری، غیرضروری، اسیدهای آمینه گوگرددار و کل اسیدهای آمینه تفاوت معناداری بین نمونه‌های پودر گوشت و استخوان نشان ندادند. میانگین ضریب قابلیت هضم حقیقی اسید آمینه سیستئین و آرژنین معادل ۷۳/۷ و ۸۹/۴ درصد بود که به ترتیب کمترین و بیشترین مقدار را در بین اسیدهای آمینه پودر گوشت و استخوان نشان داد. گرچه ضرایب قابلیت هضم اسیدهای آمینه پودر گوشت و استخوان در سطح بالایی قرار داشت، اما به دلیل کم بودن تراکم اسیدهای آمینه، از سطح اسیدهای آمینه قابل هضم کمتری برخوردار بود.

**واژه‌های کلیدی:** پودر گوشت و استخوان، روش تغذیه دقیق خروس‌های سکوم‌برداری شده، قابلیت هضم حقیقی اسیدهای آمینه.

### مقدمه

آمینو بر مبنای اسید آمینه کل<sup>۱</sup> گرچه اطلاعات باارزشی از مقادیر کمی اسیدهای آمینه ارائه می‌دهد، ولی به دلیل تأثیر عوامل مختلف حیوانی، غذایی و محیطی بر مقادیر قابل استفاده اسیدهای آمینه موجود در غذا، عملاً تأمین احتیاجات اسیدهای آمینه با دقت لازم صورت نمی‌پذیرد (Angkanaporn et al., 1996). ضعف بیان ارزش اسیدهای آمینه بر اساس اسید آمینه کل در تعدادی از مطالعات نشان داده شده است و استفاده از

به طور کلی هدف از تغذیه پروتئین در طیور، تأمین اسیدهای آمینه در سطح بافتی به منظور رفع احتیاجات نگهداری و رشد است. بازده استفاده از اسیدهای آمینه منابع غذایی به دو عامل شناخت احتیاجات کمی و کیفی اسیدهای آمینه برای نگهداری و رشد و تعیین تراکم اسیدهای آمینه در منابع غذایی و قابلیت استفاده آنها وابسته است. بیان ارزش غذاها از نظر اسیدهای

هضم اسیدهای آمینه در سطح ایلئوم (کشتن جوجه‌های گوشتی، جمع‌آوری و تجزیه محتویات ایلئوم و استفاده از خروس‌های بالغ دارای کانولا در انتهای روده کوچک) و نیز استفاده از خروس‌های فاقد روده کور پیشنهاد شده است. تعیین قابلیت هضم ایلئومی اسیدهای آمینه، گرچه می‌تواند داده‌های ارزشمندی را برای استفاده در جیره‌نویسی جوجه‌های گوشتی ارائه کند، ولی استفاده از آن در کشورهای در حال توسعه به دلیل هزینه زیاد با مشکلات اساسی روبه‌رو است. Parsons (1985b) و Parsons (1986) در دو پژوهش جداگانه با دو منبع پروتئین شامل پسمانده خشک تقطیر غلات حاوی پساب<sup>۲</sup> و پودر گوشت و استخوان، جنبه‌های پایه‌ای لزوم استفاده از خروس‌های فاقد روده کور در تعیین قابلیت هضم اسیدهای آمینه به روش تغذیه دقیق<sup>۳</sup> Sibbald (1979) را مشخص کرد و بیان داشت که خروس‌های بالغ سکوم‌برداری شده، مدل حیوانی خوبی برای تعیین قابلیت هضم اسیدهای آمینه است. ترکیب و قابلیت هضم اسیدهای آمینه پودر گوشت و استخوان تولید داخل تاکنون به طور جامع و در قالب یک برنامه نمونه‌برداری بررسی نشده است. هدف از این پژوهش تعیین تراکم اسیدهای آمینه و قابلیت هضم حقیقی اسیدهای آمینه شش نمونه پودر گوشت و استخوان با استفاده از خروس‌های بالغ لگهورن فاقد روده کور بود.

## مواد و روش‌ها

### حیوانات آزمایشی

برای تعیین قابلیت هضم اسیدهای آمینه از خروس‌های بالغ لگهورن سفید استفاده شد. خروس‌ها در قفس‌های انفرادی نگهداری شدند. دما در دامنه ۲۲-۱۸ درجه سانتی‌گراد بود و از دوره نوری ۸ ساعت تاریکی و ۱۶ ساعت روشنایی استفاده شد. در بین آزمایش‌ها، خروس‌ها با یک جیره تجاری حاوی ۲۹۰۰ کیلوکالری انرژی قابل سوخت‌وساز در کیلوگرم و ۱۶ درصد پروتئین خام تغذیه شدند. ۴۲ قطعه خروس انتخاب و طی ۶ روز روده‌های کور آن‌ها مطابق روش Parsons (1985b) برداشته شد. با توجه به اینکه سن خروس‌ها و وزن آن‌ها اندکی بیشتر بود، از ۰/۵ میلی‌لیتر کتامین برای اعمال بیهوشی استفاده شد. در

معیار اسید آمینه قابل هضم یا قابل استفاده در جیره‌های غذایی حاوی کنجاله سویا، کنجاله منداب، پنبه‌دانه، پودر گوشت و استخوان و پودر مرغان حذفی موجب بهبود افزایش وزن بدن، عضله سینه و ترکیبات لاشه در جوجه‌های گوشتی گردیده است (Fernands *et al.*, 1995; Pertilia *et al.*, 2002; Rostagno *et al.*, 1995; Wang & Parson, 1998; Michel & Parsons, 1999). روش کلاسیک تعیین اسیدهای آمینه قابل استفاده منابع غذایی، مبتنی بر تکنیک ارزیابی رشد جوجه<sup>۱</sup> است. اطلاعات حاصل از این روش بسیار بارز است، ولی به هر حال در یک آزمایش، قابلیت استفاده تنها یک اسید آمینه قابل مطالعه است؛ بنابراین این روش برای تولید حجم زیاد اطلاعاتی که برای غذاها و اسیدهای آمینه مختلف مورد نیاز است، مناسب نیست (Applegate *et al.*, 2004). آزمایش‌های قابلیت هضم، روش‌های جایگزین برای تخمین قابلیت استفاده اسیدهای آمینه هستند و با روش ارزیابی رشد جوجه از این نظر تفاوت دارند که این روش‌ها تنها قادر به اندازه‌گیری هضم و جذب اسیدهای آمینه هستند. تعیین قابلیت هضم اسیدهای آمینه در طیور به روش جمع‌آوری فضولات (جوجه‌های گوشتی و خروس‌های بالغ) با دو مشکل اصلی روبه‌رو است؛ مشکل اول آن است که در طیور فضولات حاوی اسیدهای آمینه با منشاء ادراری و مدفوعی است. به هر حال Yamazaki (1983) نشان داده است که سهم اسیدهای آمینه ادراری در کل اسیدهای آمینه موجود در فضولات اندک بوده و در محاسبه ارقام قابلیت هضم تأثیری ندارد. همچنین اسیدهای آمینه ادراری مستقل از ماهیت غذای مصرفی است و بنابراین این اشکال نمی‌تواند اهمیت زیادی داشته باشد. اشکال دوم به تأثیرات احتمالی میکروارگانیسم‌های انتهای دستگاه گوارش بر پروفیل اسیدهای آمینه فضولات مربوط است. برخی مطالعات درباره طیور عاری از میکروارگانیسم، نشان داده است که میکروارگانیسم‌های انتهای دستگاه گوارش تأثیرات معناداری بر قابلیت هضم پروتئین و اسیدهای آمینه دارند (Soares *et al.*, 1971) و بر عکس، نتایج سایر پژوهش‌ها حاکی از آن است که این تأثیرات جزئی و قابل اغماض است (Salter *et al.*, 1974). برای حذف تأثیرات میکروارگانیسم‌های انتهای دستگاه گوارش، تعیین قابلیت

2. Distillers' dried grain with solubles  
3. Percision-fed cecectomized rooster assay

1. Chick Growth Assay

هیدرولیز اسیدی فضولات اسید اوریک تجزیه و تولید گلایسین می‌کند، استفاده نشد (Soares *et al.*, 1971).

### محاسبات و تجزیه آماری

برای محاسبه قابلیت هضم حقیقی اسیدهای آمینه از فرمول ۱ استفاده شد (Parsons, 1985a):

$$TAAD = ((AAc - AAe + AAee) / AAc) \times 100 \quad (1)$$

TAAD قابلیت هضم حقیقی اسید آمینه (درصد)، AAc اسید آمینه مصرفی (گرم)، AAe اسید آمینه خارج شده از فضولات (گرم) و AAee اسید آمینه آندوژنوس در فضولات خروس‌های گرسنه (گرم) است. داده‌های حاصل از ضرایب قابلیت هضم حقیقی اسیدهای آمینه با استفاده از رویه GLM نرم‌افزار SAS (نسخه ۹)، در قالب طرح کاملاً تصادفی تجزیه و تحلیل آماری شدند. مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن انجام گرفت. برای به‌دست آوردن پارامترهای آماری توصیفی نیز از رویه Univariate استفاده شد.

### نتایج و بحث

در جدول ۱ تراکم اسیدهای آمینه ضروری، غیرضروری، اسیدهای آمینه گوگرددار، مجموع اسیدهای آمینه و ازت اسید آمینه‌ای در هریک از نمونه‌های پودر گوشت و استخوان و نیز میانگین، انحراف استاندارد و درصد ضریب تغییرات آن‌ها ارائه شده است. در بین اسیدهای آمینه ضروری، اسید آمینه لوسین و متیونین به ترتیب بیشترین (۲/۲۹ درصد) و کمترین (۰/۳۵ درصد) میانگین را نشان دادند. ضریب تغییرات اسیدهای آمینه ضروری و مجموع اسیدهای آمینه گوگرددار بین ۴/۴۲ تا ۱۳/۸۳ درصد بود که به ترتیب متعلق به اسیدهای آمینه بازی آرژنین و هیستیدین بود. به طور کلی ضریب تغییرات اسیدهای آمینه ضروری در پودر گوشت و استخوان مورد مطالعه، کمتر بود (Kim *et al.*, 2011). نیز کمترین تراکم اسیدهای آمینه را در دو نمونه پودر گوشت و استخوان برای متیونین (۰/۶ و ۰/۴۲ درصد) و بیشترین را برای اسید آمینه لوسین و آرژنین (به ترتیب ۲/۸۳ و ۲/۶ درصد) گزارش کردند که هماهنگ با

حدود ۲ ماه پس از جراحی که خروس‌ها سلامتی خود را کسب کردند و دارای مصرف غذای طبیعی بودند، از آن‌ها در آزمایش استفاده شد. میانگین وزن خروس‌ها در شروع آزمایش ۱۸۰۳±۳۱/۰۶ گرم بود.

### نمونه‌های پودر گوشت و استخوان

شش نمونه مرکب پودر گوشت و استخوان تازه که از فراوری ضایعات کشتارگاهی گاو، گوسفند، بز و شتر حاصل شده بود، تهیه و تا انجام تجزیه شیمیایی و ارزیابی بیولوژیکی در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد در سردخانه نگهداری شد.

### روش تعیین قابلیت هضم اسیدهای آمینه

خروس‌ها به مدت ۲۴ ساعت جهت تخلیه محتویات دستگاه گوارش، گرسنه نگه داشته شدند. ۲۵ گرم از هر یک از شش نمونه پودر گوشت و استخوان با استفاده از روش پیشنهادی Sibbald (1989) به چهار قطعه خروس خورنده شد و یک گروه چهارتایی از خروس‌ها نیز برای تعیین دفع اسیدهای آمینه آندوژنوس انتخاب شدند. در ۴۸ ساعت پس از شروع آزمایش فضولات روزانه جمع‌آوری و در ظروف پلاستیکی درب‌دار ریخته شد و تا انجام تجزیه‌های شیمیایی در فریزر و در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید. هنگام جمع‌آوری فضولات، سینی‌ها در رابطه با وقوع استفرغ بررسی شد.

### تجزیه شیمیایی

ماده خشک مطابق روش AOAC (1990) و پروتئین خام به روش کلدال توسط دستگاه Foss مدل ۲۳۰۰ در نمونه‌های پودر گوشت و استخوان و فضولات تعیین شد. تعیین اسیدهای آمینه به روش کروماتوگرافی تبادل یونی توسط دستگاه تعیین‌کننده اسید آمینه و پس از هیدرولیز نمونه‌ها تحت شرایط خلأ در اسید کلریدریک ۶ نرمال با دمای ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد در آزمایشگاه تغذیه دام دانشگاه مانیتوبای کانادا انجام گرفت. اسیدهای آمینه متیونین و سیستئین، جداگانه و پس از اکسیداسیون نمونه‌ها با اسید پرفرمیک فنلی تجزیه شدند. داده‌های مربوط به اسید آمینه گلایسین در محاسبات قابلیت هضم، به دلیل اینکه به هنگام

نشده است و ثانیاً مقادیر نیتروژن آمونیاکی<sup>۱</sup>، معادل ۴/۸ درصد از کل نیتروژن، در پودر گوشت و استخوان یافت شد (Just et al., 1982; Karakas et al., 2001). همچنین بین کل ازت اسید آمینه‌ای و پروتئین خام تفاوت قابل ملاحظه‌ای مشاهده کردند، ولی برعکس، Ravindran et al. (1999) به تفاوت جزئی بین آن دو دست یافتند. Parsons et al. (1997) تراکم ۹ اسید آمینه ضروری آرژنین، سیستئین، هیستیدین، ایزولوسین، لوسین، لیزین، متیونین، فنیل آلانین، ترئونین و والین را در ۱۴ نمونه از پودر گوشت و استخوان‌های تولیدشده در آمریکا و کانادا اندازه‌گیری کرده‌اند. به جز اسید آمینه سیستئین، سطح هریک از اسیدهای آمینه ضروری و غیرضروری در پودر گوشت و استخوان به طور قابل ملاحظه‌ای از میانگین سطح هر یک از اسیدهای آمینه در ۱۹ نمونه پودر گوشت و استخوان تولیدشده در کارخانجات فراوری پودر گوشت و استخوان کشور نیوزلند که توسط Ravindran et al. (1999) گزارش شده است، پایین‌تر است. میانگین ازت اسید آمینه‌ای و اسیدهای آمینه گوگردار در این گزارش به ترتیب معادل ۷/۷ و ۱/۲ درصد بود که از ارقام مشابه در پودر گوشت و استخوان مورد مطالعه به ترتیب در حدود ۴۵/۸ و ۳۸/۳ درصد بیشتر بود. به هر حال ضریب تغییرات هریک از اسیدهای آمینه در پودر گوشت و استخوان مورد مطالعه در مقایسه با ضریب تغییرات اسیدهای آمینه در گزارش Ravindran et al. (1999) کمتر بود. به همین ترتیب تراکم اسیدهای آمینه ضروری و غیرضروری پودر گوشت و استخوان در این پژوهش از مقادیر گزارش شده (Johnson et al., 1986) به طور چشمگیری کم‌تر بود. به نظر می‌رسد علت اصلی فقر اسیدهای آمینه ضروری و غیرضروری در پودر گوشت و استخوان مورد بررسی در مقایسه با گزارش‌هایی که در بالا به آن‌ها اشاره شد، از فقر سطح پروتئین آن تبعیت می‌کند. سطح پروتئین در پودر گوشت و استخوان تحت مطالعه به‌طور نسبتاً قابل ملاحظه‌ای کم است (برابر ۳۸ درصد، جدول ۱).

داده‌های حاضر است. بررسی سطوح هر یک از اسیدهای آمینه ضروری در پودر گوشت و استخوان مطالعه حاضر و مقایسه آن با سطوح اسیدهای آمینه گزارش شده در جدول‌های NRC (1994) نشان می‌دهد که سطوح همه اسیدهای آمینه ضروری در پودر گوشت و استخوان تولید داخل، به‌طور قابل ملاحظه‌ای کمتر است (جدول ۱). میانگین مجموع اسیدهای آمینه ضروری در پودر گوشت و استخوان برابر ۱۱/۸۶ درصد است که از مجموع اسیدهای آمینه ضروری در جدول‌های NRC (1994) در حدود ۳۵/۲ درصد کمتر می‌باشد. میانگین مقادیر اسیدهای آمینه غیرضروری پودر گوشت و استخوان بین ۰/۴ تا ۳/۹۳ درصد متغیر بود. میانگین اسیدهای آمینه سیستئین و گلايسین به ترتیب کمترین و بیشترین مقدار را در پودر گوشت و استخوان نشان دادند. اسید آمینه سیستئین در دو نمونه پودر گوشت و استخوان مطالعه‌شده، کمترین مقدار را در بین اسیدهای آمینه غیرضروری به خود اختصاص داده بود (Kim et al., 2011). همانند اسیدهای آمینه ضروری، سطوح هر یک از اسیدهای آمینه غیرضروری در مقایسه با ارقام مشابه در گزارش NRC (1994) به طور قابل ملاحظه‌ای پایین‌تر است. دو اسید آمینه سیستئین و تیروزین که می‌توانند موجب کاهش نیاز به مصرف اسیدهای آمینه ضروری متیونین و فنیل آلانین در جیره‌های غذایی طیور شوند، در حدود ۴۲ و ۲۷/۵ درصد از مقادیر مشابه در جدول‌های NRC (1994) کمتر است که می‌تواند فقر بیشتر اسیدهای آمینه متیونین و فنیل آلانین را در پودر گوشت و استخوان به دنبال داشته باشد. از ۲۹/۱۷ درصد کل اسیدهای آمینه موجود در پودر گوشت و استخوان تنها ۴۰/۶ درصد آن متعلق به اسیدهای آمینه ضروری بوده و نشان می‌دهد که پودر گوشت و استخوان به لحاظ اسیدهای آمینه غیرضروری در مقایسه با اسیدهای آمینه ضروری غنی‌تر است. میانگین ازت اسید آمینه‌ای در شش نمونه پودر گوشت و استخوان برابر ۴/۳۵ درصد بود که در حدود ۶۸/۴ درصد میانگین کل ازت موجود در آن را تشکیل می‌داد. عدم تطابق مقادیر ازت اسید آمینه‌ای و کل ازت احتمالاً می‌تواند به دو علت باشد: اولاً هیدروکسی پرولین که مقادیر زیادی از آن در بافت‌های کلاژن در استخوان یافت می‌شود، اندازه‌گیری

جدول ۱. درصد تراکم اسیدهای آمینه، ازت اسید آمینه‌ای و اسیدهای آمینه گوگردار در نمونه‌های پودر گوشت و استخوان (ارقام برحسب وزن تر)

پودر گوشت و استخوان	۱	۲	۳	۴	۵	۶	میانگین	SD	CV	NRC
ماده خشک	۹۴/۳	۹۳/۴	۹۴/۲	۹۴	۹۵/۱	۹۲	۹۳/۸	۱/۰۵	۱/۱۲	۹۳/۴
پروتئین خام	۳۹/۷	۳۷/۲	۴۰	۳۷/۲	۳۵/۹	۳۷/۶	۳۸/۱	۱/۸۴	۴/۸۲	۵۱/۶
<u>اسیدهای آمینه ضروری</u>										
آرژنین	۱/۸۵	۱/۸۲	۱/۹۹	۱/۷۹	۱/۸۰	۱/۹۴	۱/۸۷	۰/۰۸	۴/۴۲	۳/۲۸
لیزین	۱/۸۱	۱/۶۲	۱/۹۳	۱/۵۴	۱/۵۶	۱/۶۲	۱/۶۸	۰/۱۶	۹/۲۵	۲/۶۱
هیستیدین	۰/۸۱	۰/۶۶	۰/۸۴	۰/۶۴	۰/۶۰	۰/۶۸	۰/۷۰	۰/۱۰	۱۳/۸۳	۰/۹۶
ایزولوسین	۰/۸۲	۰/۹۶	۱/۰۳	۰/۸۱	۰/۹۷	۰/۹۵	۰/۹۲	۰/۰۹	۹/۵۵	۱/۵۴
لوسین	۲/۳۷	۲/۰۴	۲/۶۲	۱/۹۲	۲/۳۲	۲/۴۸	۲/۲۹	۰/۲۶	۱۱/۴۷	۳/۲۸
والین	۱/۶۶	۱/۵۲	۱/۸۲	۱/۳۵	۱/۴۲	۱/۵۵	۱/۵۵	۰/۱۷	۱۰/۷۵	۲/۳۶
متیونین	۰/۳۶	۰/۳۳	۰/۴۰	۰/۳۳	۰/۳۰	۰/۳۷	۰/۳۵	۰/۰۴	۱۰/۱۳	۰/۶۹
فنیل آلانین	۱/۳۲	۱/۱۹	۱/۴۳	۱/۰۸	۱/۴۲	۱/۳۹	۱/۳۰	۰/۱۴	۱۰/۹۶	۱/۸۱
تروئونین	۱/۲۸	۱/۱۳	۱/۳۹	۱/۰۹	۱/۰۴	۱/۲۲	۱/۱۹	۰/۱۳	۱۰/۹۹	۱/۷۴
<u>مجموع اسیدهای آمینه ضروری</u>										
	۱۲/۲۹	۱۱/۲۷	۱۳/۴۴	۱۰/۵۴	۱۱/۴۳	۱۲/۱۹	۱۱/۸۶	۱/۰۱	۸/۴۷	۱۸/۲۷
<u>اسیدهای آمینه گوگردار</u>										
متیونین+سیستئین	۰/۷۷	۰/۷۵	۰/۸۰	۰/۷۵	۰/۶۵	۰/۷۷	۰/۷۴	۰/۰۵	۶/۸۱	۱/۸۳
<u>اسیدهای آمینه غیر ضروری</u>										
آلانین	۱/۶۰	۱/۴۵	۱/۷۵	۱/۵۲	۱/۴۵	۱/۵۸	۱/۵۶	۰/۱۱	۷/۲۸	-
سرین	۱/۴۰	۱/۳۱	۱/۵۰	۱/۳۱	۱/۲۲	۱/۴۳	۱/۳۶	۰/۱۰	۷/۳۳	۲/۲
گلايسين	۳/۹۴	۳/۷۳	۴/۱۷	۳/۸۹	۳/۷۸	۴/۱۱	۳/۹۳	۰/۱۸	۴/۴۵	۶/۶۵
پرولین	۲/۳۴	۲/۲۰	۲/۴۵	۲/۲۹	۲/۲۵	۳/۲۰	۲/۴۵	۰/۳۸	۱۵/۳۱	-
اسید آسپارتیک	۳/۰۴	۲/۷۲	۳/۲۳	۲/۷۶	۲/۶۱	۲/۷۶	۲/۸۵	۰/۲۳	۸/۱۷	-
آسید گلوتامیک	۳/۹۵	۳/۸۸	۴/۲۲	۳/۷۵	۳/۴۷	۳/۹۷	۳/۸۷	۰/۲۵	۶/۴۱	-
تایروزین	۰/۷۸	۰/۷۲	۰/۹۹	۰/۶۷	۱/۰۶	۱/۰۲	۰/۸۷	۰/۱۷	۱۹/۲۸	۱/۲
سیستئین	۰/۴۰	۰/۴۲	۰/۴۱	۰/۴۲	۰/۳۵	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۰۳	۶/۳۴	۰/۶۹
مجموع اسیدهای آمینه	۲۹/۷۴	۲۷/۷۰	۳۲/۱۵	۲۷/۱۶	۲۷/۶۲	۳۰/۶۷	۲۹/۱۷	۲/۰۰	۶/۸۸	-
ازت اسید آمینه‌ای	۴/۲۵	۳/۹۷	۴/۵۸	۳/۹۱	۳/۹۳	۴/۳۵	۴/۱۷	۰/۲۷	۶/۵۸	-

۱. Standard Deviation / ۲. Coefficient Variance / ۳. National Research Council

سیستئین برابر ۵۸/۷ و ۵۱/۴ تا ۶۲/۱ درصد بود که در مقایسه با سایر اسیدهای آمینه کمترین ضریب قابلیت هضم را نشان داد. Parsons (1985b) ضریب قابلیت هضم حقیقی این اسید آمینه را به ترتیب برابر ۵۹ و ۵۸ درصد و همین‌طور Kim et al. (2011) ضریب قابلیت هضم حقیقی سیستئین را برابر ۳۲/۹ و ۴۱/۲ درصد در دو نمونه پودر گوشت و استخوان گزارش کرده‌اند. Johnson et al. (1998) در پودر گوشت و استخوان با سطح خاکستر ۲۴ و ۲۶ درصد کمترین ضریب قابلیت هضم را برای اسید آمینه سیستئین به دست آوردند (۶۴ و ۶۸/۱ درصد). نشان داده شده است که این اسید آمینه

ضرایب قابلیت هضم حقیقی هر یک از اسیدهای آمینه به جز متیونین و پرولین، اسیدهای آمینه ضروری، غیر ضروری، کل اسیدهای آمینه و نیز اسیدهای آمینه گوگردار تفاوت معناداری در بین نمونه‌های پودر گوشت و استخوان نشان نداد. ارقام قابلیت هضم حقیقی اسیدهای آمینه ضروری به دست آمده برای شش نمونه پودر گوشت و استخوان مطالعه حاضر از دامنه ضرایب قابلیت حقیقی (۵۲/۲) درصد برای لایزین تا ۷۹/۴ درصد برای متیونین) در دو نمونه پودر گوشت و استخوان که توسط Kim et al. (2011) گزارش شده است، بیشتر بود. میانگین و دامنه ضریب قابلیت هضم اسید آمینه

به جز اسید آمینه سیستمین ضرایب قابلیت هضم اسیدهای آمینه در پودر گوشت و استخوان مورد مطالعه، بالا بود و بین ۷۹/۴ (در آلانین) تا ۸۹/۴ درصد (در آرژنین) قرار داشت. هم‌اکنون چندین گزارش علمی از قابلیت هضم اسیدهای آمینه پودر گوشت و استخوان وجود دارد (Kim *et al.*, 2011; Karakas *et al.*, 2001; Parsons, 1985a; Shirly & Parsons, 2001; Ravindran *et al.*, 1999). با این حال مقایسه داده‌های به‌دست‌آمده با این گزارش‌ها دشوار است، زیرا از اصطلاحات و حیوانات متفاوت، پرندگان بالغ یا جوان و حتی موش بدین منظور استفاده شده است.

در حین فراوری و تولید پودر گوشت و استخوان دچار آسیب می‌شود و با تشکیل پیوندهای دی‌سولفیدی سرعت عبور آن از دستگاه گوارش افزایش و قابلیت هضم آن کاهش پیدا می‌کند. از نتایج می‌توان استنباط کرد که با توجه به ضریب قابلیت هضم پایین اسید آمینه سیستمین که به کاهش ضریب قابلیت هضم حقیقی اسیدهای آمینه گوگردار در مقایسه با سایر اسیدهای آمینه در پودر گوشت و استخوان منجر می‌شود (جدول ۲) و نیاز زیاد طیور به این اسید آمینه، تنظیم دقیق سطح اسیدهای آمینه گوگردار در جیره‌های غذایی حاوی پودر گوشت و استخوان ضروری است. به‌طور کلی

جدول ۲. مقادیر درصد قابلیت هضم حقیقی اسیدهای آمینه نمونه‌های پودر گوشت و استخوان در خروس‌های بالغ لگه‌ورن فاقد روده کور (بر حسب وزن تر)

خطای استاندارد	پودر گوشت و استخوان						اسیدهای آمینه
	۶	۵	۴	۳	۲	۱	
	<u>اسیدهای آمینه ضروری</u>						
۰/۸۱	۹۲/۳ <sup>a</sup>	۸۵/۹ <sup>a</sup>	۹۰/۳ <sup>a</sup>	۸۹/۶ <sup>a</sup>	۸۸/۷ <sup>a</sup>	۹۰/۵ <sup>a</sup>	آرژنین
۱/۲۸	۸۶/۳ <sup>a</sup>	۸۴/۶ <sup>a</sup>	۸۶/۶ <sup>a</sup>	۸۸/۱ <sup>a</sup>	۸۷/۲ <sup>a</sup>	۸۶/۶ <sup>a</sup>	لیزین
۱/۸۱	۸۴/۷ <sup>a</sup>	۸۲/۵ <sup>a</sup>	۸۶/۳ <sup>a</sup>	۸۲/۸ <sup>a</sup>	۷۸/۴ <sup>a</sup>	۸۶/۲ <sup>a</sup>	هیستیدین
۱/۴۱	۸۶/۹ <sup>a</sup>	۸۸/۰ <sup>a</sup>	۸۲/۸ <sup>a</sup>	۸۵/۹ <sup>a</sup>	۸۳/۷ <sup>a</sup>	۸۱/۳ <sup>a</sup>	ایزولوسین
۰/۸۲	۹۰/۸ <sup>a</sup>	۸۹/۳ <sup>a</sup>	۸۷/۴ <sup>a</sup>	۸۸/۳ <sup>a</sup>	۸۶/۲ <sup>a</sup>	۸۹/۶ <sup>a</sup>	لوسین
۱/۰۷	۸۴/۳ <sup>a</sup>	۸۳/۹ <sup>a</sup>	۸۲/۰ <sup>a</sup>	۸۶/۶ <sup>a</sup>	۸۱/۸ <sup>a</sup>	۸۳/۸ <sup>a</sup>	والین
۱/۷۸	۸۶/۰ <sup>a</sup>	۸۱/۶ <sup>ab</sup>	۸۵/۵ <sup>a</sup>	۸۲/۴ <sup>a</sup>	۸۰/۳ <sup>ab</sup>	۶۸/۱ <sup>b</sup>	متیونین
۰/۸۳	۸۹/۷ <sup>a</sup>	۸۸/۸ <sup>a</sup>	۸۷/۳ <sup>a</sup>	۸۸/۵ <sup>a</sup>	۸۶/۰ <sup>a</sup>	۹۰/۳ <sup>a</sup>	فنیل آلانین
۱/۲۸	۸۲/۷ <sup>a</sup>	۸۳/۳ <sup>a</sup>	۸۷/۳ <sup>a</sup>	۸۷/۴ <sup>a</sup>	۸۱/۹ <sup>a</sup>	۸۷/۰ <sup>a</sup>	ترئونین
۰/۹۰	۸۷/۹ <sup>a</sup>	۸۶/۳ <sup>a</sup>	۸۶/۶ <sup>a</sup>	۸۷/۴ <sup>a</sup>	۸۴/۸ <sup>a</sup>	۸۶/۹ <sup>a</sup>	مجموع اسیدهای آمینه ضروری
	<u>اسیدهای آمینه غیرضروری</u>						
۲/۱۱	۶۶/۵ <sup>a</sup>	۷۷/۳ <sup>a</sup>	۷۶/۵ <sup>a</sup>	۷۳/۹ <sup>a</sup>	۶۸/۲ <sup>a</sup>	۷۶/۵ <sup>a</sup>	سیستئین
۰/۹۱	۹۰/۵ <sup>a</sup>	۹۲/۲ <sup>a</sup>	۸۷/۴ <sup>a</sup>	۸۸/۱ <sup>a</sup>	۸۵/۸ <sup>a</sup>	۸۹/۴ <sup>a</sup>	تیروزین
۱/۴۸	۸۳/۳ <sup>a</sup>	۷۸/۱ <sup>a</sup>	۸۱/۵ <sup>a</sup>	۸۳/۹ <sup>a</sup>	۷۳/۱ <sup>a</sup>	۷۸/۳ <sup>a</sup>	آلانین
۱/۴۴	۸۵/۵ <sup>a</sup>	۸۲/۴ <sup>a</sup>	۸۷/۰ <sup>a</sup>	۸۶/۳ <sup>a</sup>	۸۱/۷ <sup>a</sup>	۸۶/۰ <sup>a</sup>	سربین
۱/۳۶	۹۰/۸ <sup>a</sup>	۷۸/۰ <sup>b</sup>	۸۴/۷ <sup>ab</sup>	۸۵/۴ <sup>ab</sup>	۸۰/۷ <sup>ab</sup>	۸۵/۰ <sup>ab</sup>	پرولین
۱/۳۵	۸۳/۱ <sup>a</sup>	۷۷/۱ <sup>a</sup>	۸۳/۵ <sup>a</sup>	۸۲/۹ <sup>a</sup>	۷۸/۶ <sup>a</sup>	۸۳/۰ <sup>a</sup>	آسپارتیک
۱/۱۳	۸۶/۵ <sup>a</sup>	۸۱/۸ <sup>a</sup>	۸۶/۰ <sup>a</sup>	۸۷/۰ <sup>a</sup>	۸۳/۲ <sup>a</sup>	۸۵/۹ <sup>a</sup>	گلوتامیک
۱/۲۱	۸۶/۵ <sup>a</sup>	۸۰/۵ <sup>a</sup>	۸۴/۵ <sup>a</sup>	۸۵/۱ <sup>a</sup>	۸۰/۱ <sup>a</sup>	۸۴/۱ <sup>a</sup>	مجموع اسیدهای آمینه غیرضروری
۱/۰۵	۸۷/۳ <sup>a</sup>	۸۳/۳ <sup>a</sup>	۸۵/۵ <sup>a</sup>	۸۶/۲ <sup>a</sup>	۸۲/۴ <sup>a</sup>	۸۵/۴ <sup>a</sup>	کل اسیدهای آمینه
۱/۶۸	۷۶/۶ <sup>a</sup>	۷۹/۹ <sup>a</sup>	۸۱/۰ <sup>a</sup>	۷۸/۶ <sup>a</sup>	۷۴/۰ <sup>a</sup>	۷۳/۱ <sup>a</sup>	مجموع اسیدهای آمینه گوگردار

درصد بود که هماهنگی خوبی با نتایج جدول ۳ نشان داد. همچنین این هماهنگی با میانگین ضرایب قابلیت هضم کل اسیدهای آمینه ضروری، غیرضروری و کل

میانگین ضرایب قابلیت هضم سه اسید آمینه ضروری لیزین، متیونین و ترئونین در پودر گوشت و استخوان تحت مطالعه به ترتیب ۸۶/۵، ۸۰/۴ و ۸۵/۰

پودر مرغان تخم‌گذار وزده (میانگین سه نمونه) و پودر ضایعات طیور (میانگین دو نمونه) که به ترتیب معادل ۷۳/۴ و ۷۰/۷ درصد گزارش شده است (Johnson *et al.*, 1998) و ۱۱/۵ و ۱۴/۲ درصد بیشتر بود.

اسیدهای آمینه که به ترتیب در این پژوهش معادل ۸۴/۹ و ۸۳/۳ و ۸۶/۶ درصد به دست آمده بود، حاصل شد. قابلیت هضم حقیقی اسیدهای آمینه پودر گوشت و استخوان در مقایسه با منابع پروتئینی حیوانی شامل

جدول ۳. درصد ضرایب قابلیت هضم حقیقی اسیدهای آمینه پودر گوشت و استخوان در خروس‌های بالغ لگهورن فاقد روده کور با استفاده از روش تغذیه دقیق سیبالد (بر حسب وزن تر)

اسید آمینه	مطالعه حاضر	منابع مورد استفاده*			
		۱	۲	۳	۴
لیزین	۸۸/۸	۸۵/۳	۸۵/۰	۸۵/۷	۸۰/۹
متیونین	۸۰/۶	-	۸۱/۶	۸۴/۲	۸۵/۱
تره‌ئونین	۸۴/۹	۸۴/۲	۸۰/۷	۸۴/۷	۸۰/۱
مجموع اسیدهای آمینه غیر ضروری	-	-	۸۳/۴	۸۶/۴	-
کل اسیدهای آمینه	۸۳/۵	-	۷۷/۴	۸۱/۳	-

\* ۱. Bellaver *et al.* (1998)، ۲. Parson & Shirly (2001) (پودر گوشت و استخوان با ۲۶ درصد خاکستر خام).

۳. Johnson *et al.* (1998) (پودر گوشت و استخوان با دمای کم)، ۴. Parsons *et al.* (1997).

### نتیجه‌گیری کلی

صورتی که به هنگام فراوری، سطح چربی خام آن کاهش یابد و از آلوده شدن آن به محتویات دستگاه گوارش یا از افزودن مواد اولیه دارای مقادیر زیاد بافت‌های پیوندی که در تجزیه شیمیایی به صورت فیبر ظاهر می‌شوند، جلوگیری گردد، فراورده‌ای تولید خواهد شد که سطح پروتئین خام بالایی دارد و در نتیجه اسید آمینه قابل هضم بیشتری در واحد وزن تولید خواهد کرد.

از نتایج چنین استنباط می‌شود که پودر گوشت و استخوان مطالعه شده دارای تراکم کمی از پروتئین خام، مجموع اسیدهای آمینه ضروری، اسیدهای آمینه گوگرددار و مجموع اسیدهای آمینه است. ضرایب قابلیت هضم حقیقی اسیدهای آمینه ضروری و غیر ضروری در پودر گوشت و استخوان مورد بررسی از سطح بالایی برخوردار بوده و در

### REFERENCES

- Association of official analytical chemists. (1990). Official methods of analysis, 15<sup>th</sup> ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC. 69-70.
- Applegate, T., Thompson, K. & Dudley-Cash, W.A. (2004). Amino acid digestibilities needed for poultry rations. *Feedstuffs*, 76, 30, 1-15.
- Angkanaporn, K., Ravindran, V. & Bryden, W. L. (1996). Additivity of apparent and true ileal amino acid digestibilities in soybean meal, sunflower meal and meat and bone meal for broilers. *Poultry Science*, 75, 1098-1103.
- Dastar, B., Golian, A. & Campbell, L. (2000). Effect of cecum microorganisms on endogenous amino acid excretion values and determination digestibility feedstuff amino acids with caecotomized cockerels. (In farsi). *Agricultural Sciences and Technology Journal*, 15(2), 31-40.
- Fernands, S.R., Zhang, Y. & Parsons, C.M. (1995). Dietary formulation with cottonseed meal on a total amino acid versus a digestible amino acid basis. *Poultry Science*, 74, 1168-1179.
- Golian, A., Muc, H. & Campbell, L.D. (2004). True amino acid digestibility rooster bioassay methodology: Type of endogenous correction and ingredient protein level. Department of animal Science, University of Manitoba, Winnipeg, Manitoba R3T 2N2 Canada.
- Johnson, M.L., Parsons, C.M., Fahey, C.G., Merchenand, J.N.R. & Aldrich, C.G. (1998). Effect of species raw material source, ash content and processing temperature on amino acid digestibility of animal by product meal by cecectomized roosters and cannulated dogs. *Journal of Animal Science*, 76, 1112-1122.
- Johnson, D.C., Low, C.K. & James, K.A.S. (1986). Comparison of amino acid digestibility using ileal digesta from growing chickens and cannulated adult cockerels. *British Poultry Science*, 27, 679-685.
- Just, A., Fernandez, J.A. & Jorgensen, H. (1982). The value of meat and bone meal for pigs. Beret. Statens Husdyrbuagsfors. 525: 52. In: Karakas, P., H. A. J. Versteegh, Y. V. D. Honing, J. Kogut, and A. W. Jongbloed, 2001. Nutritive value of the meat and bone meal from cattle or pig in broiler diets. *Poultry Science*, 80, 1180-1189.

10. Kim, E.J., Utterback, P.L., Applegate, T.J. & Parsons, C.M. (2011). Comparison of amino acid digestibility of feedstuffs determined with the precision-fed cecectomized rooster assay and the standardized ileal amino acid digestibility assay. *Poultry Science*, 90, 2511-2519
11. Karakas, P., Versreegh, H.A.J., Honing, Y.V.D., Kogut, J. & Jongbloed, A.W. (2001). Nutritive value of the meat and bone meal from cattle or pig in broiler diets. *Poultry Science*, 80, 1180-1189.
12. Michel, W.D. & Parsons, C.M. (1999). Dietary formulation with rendered spent hen meal on a total amino acid versus a digestible amino acid basis. *Poultry Science*, 78, 556-560.
13. National Research Council. (1994). Nutrient requirements of poultry. 9<sup>th</sup> Rev Ed. National Academy Press Washington Dc.27-34
14. Parsons, C.M., Castanon, F. & Han, Y. (1997). Protein and amino acid quality of meat and bone meal. *Poultry Science*, 76, 361-368.
15. Parsons, C.M. (1985a). Amino acid availability in feedstuffs for poultry and swine. In: Baker, D.H., Parsons, C.M. (Eds.). *Recent advances in amino acid nutrition*. Tokyo: Ajinomoto Co, P, 35-47.
16. Parsons, C.M. (1985b). Influence of caeectomy on digestibility of amino acids by roosters fed distillers dried grains with solubles. *Journal of Agriculture Science Cambridge*, 104, 469-472.
17. Parsons, C.M. (1986). Determination of digestible and available amino acids in meat mael using conventional and caeectomaized cockerels or chick growth assays. *British Poultry Science*, 56, 227-240.
18. Perttilia, S., Valaja, J., Partanen, K., Jalava, T. & Venalainen, E. (2002). Apparent ileal digestibility of amino acids in protein feedstuffs and diet formulation based on total versus digestible lysine for poultry. *Animal Feed Science Technology*, 98, 203-218.
19. Ravindran, V., Hew, LI., Ravindran, G. & Bryden, W.L. (1999). A comparison of ileal digesta and excreta analysis for determination of amino acid digestibility in food ingredients for poultry. *British Poultry Science*, 40, 266-274.
20. Rostagno, H.S., Pupa, J. M. R. & Pack, M. (1995). Diet formulation for broilers based on total versus digestible amino acids. *Journal of Applied Poultry Research*, 4, 239-299.
21. Salter, D.N. & Fulford, R.J. (1974). The influence of gut microflora on the digestion of dietary and endogenous protein: Studies of the amino acid composition of the excreta of germ free and conventional chicks. *British Journal of Nutrition*, 32, 625-637.
22. Sirivan, P., Bryden, W.L., Mollah, Y. & Annison, E.F. (1993). Measurement endogenous and amino acid losses in poultry. *British Poultry Science*, 34, 939-949.
23. Shirley, R.B. & Parsons, C.M. (2001). Effect of ash content on protein quality of meat and bone meal. *Poultry Science*, 80, 626-632.
24. Sibbald, IR. (1989). Metabolizable energy evaluation of poultry diets. In: D.J.A. Cole and W. Haresign, *Recent development in poultry nutrition*. Butter worths, London, U.K, 12-26.
25. Sibbald, IR. (1986). The TME system of feeding evaluation. Research branch contribution 85-19. Animal research center, Agriculture Canada.
26. Sibbald, IR. (1979). A bioassay for available amino acid and true metabolizable energy in feedstuffs. *Poultry Science*, 58, 668-675.
27. Sirivan, P., Bryden, W.L. & Annison, E.F. (1994). Use of guanidinated dietary protein to measure losses of endogenous amino acid in poultry. *British Journal of Nutrition*, 71, 515-529.
28. Soares, J.H., Miller, D., Fitz, N. & Sanders, M. (1971). Some factors affecting the biological availability of amino acid in fish protein. *Poultry Science*, 50, 1134-1143.
29. Zaghari, M., Shivazad, M. & Nickhah, A. (2007). Formulation of diets containing cotton seed meal based on amino acids digestibility and total amino acid on broiler performance. *Iranian Journal of Agriculture science*, 37(4), 313-322. (In Farsi)
30. Yamazaki, M. (1983). A comparison of two method in determining of amino acid availability of feed ingredients. In: D Mello, J.P.F. (1994). *Amino acid in farm animal nutrition*. Cab international. Wallingford, UK.185-205.
31. Wang, X. & Parson, C.M. (1998). Dietary formulation with meat and of bone meal on a total versus a digestible or bioavailable amino acid basis. *Poultry Science*, 77, 1010-1015.