

## تأثیر افزودن آنزیم به جیره غذایی بر پایه نرت-کنجاله سویا بر مقادیر انرژی قابل متابولیسم و ابقاء ظاهری نیتروژن در جوجه‌های گوشتی

امید کلوندی<sup>۱</sup>، حسین جانمحمدی<sup>۲\*</sup> و مجید قشلاق علیایی<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۹۲/۴/۷ تاریخ پذیرش: ۹۳/۷/۱۴

<sup>۱</sup> دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم دامی دانشگاه تبریز

<sup>۲</sup> به ترتیب دانشیار و استادیار گروه علوم دامی دانشگاه تبریز

\*مسئول مکاتبه: Email: mehrzad.hossein@gmail.com

### چکیده

**زمینه مطالعه:** افزودن آنزیم اگزوزنوس موجب بهبود انرژی قابل متابولیسم جیره غذایی جوجه‌های گوشتی می‌گردد. **هدف:** این آزمایش به منظور بررسی اثرات افزودن آنزیم بر قابلیت متابولیسم ماده خشک و پروتئین خام، ابقاء ظاهری نیتروژن و بهبود انرژی قابل متابولیسم ظاهری ( $AME_n$ ) جیره غذایی جوجه‌های گوشتی انجام شد. **روش کار:** در این آزمایش از ۲۰۰ قطعه جوجه گوشتی نر یک روزه در قالب طرح کاملاً تصادفی به روش فاکتوریل  $۳ \times ۲ \times ۴$  با چهار سطح انرژی قابل متابولیسم (۲۷۵۰، ۲۸۵۰، ۲۹۵۰ و ۳۰۵۰ کیلوکالری در کیلوگرم) و افزودن دو سطح آنزیم اگزوزنوس ناتوزایم-پی (۰ و ۴۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) در جیره غذایی و در سه دوره آغازین، رشد و پایانی انجام شد. **نتایج:** قابلیت متابولیسم ظاهری ماده خشک با افزایش سطوح انرژی جیره افزایش ( $P < ۰/۰۰۰۱$ ) و افزودن آنزیم قابلیت متابولیسم ظاهری ماده خشک را به میزان ۱/۸ درصد افزایش داد ( $P < ۰/۰۰۰۲$ ). ابقاء ظاهری نیتروژن با افزایش سطح انرژی قابل متابولیسم جیره‌های غذایی، افزایش یافت ( $P < ۰/۰۰۱$ ). افزودن آنزیم به جیره‌های غذایی باعث افزایش ابقاء ظاهری نیتروژن به میزان ۲/۶۳ درصد شد ( $P < ۰/۰۰۰۱$ ). مقادیر  $AME_n$  به طور معنی‌داری تحت تأثیر سطح انرژی قابل متابولیسم ( $P < ۰/۰۰۰۱$ ) و آنزیم قرار گرفت ( $P < ۰/۰۰۲۷$ ). افزودن آنزیم میانگین مقدار  $AME_n$  را ۵۲ کیلوکالری در کیلوگرم افزایش داد. اثرات دوره رشد بر ابقاء ظاهری نیتروژن ( $P < ۰/۰۰۰۱$ ) و قابلیت متابولیسم ظاهری ماده خشک ( $P < ۰/۰۰۰۷$ ) معنی‌دار بود و بیشترین مقدار آن‌ها به ترتیب در دوره رشد و آغازین حاصل شد. اثرات متقابل دو و سه طرفه سطوح آنزیم، انرژی قابل متابولیسم و دوره رشد بر صفات مورد مطالعه معنی‌دار نبود. **نتیجه‌گیری نهایی:** افزودن آنزیم به جیره‌های غذایی بر پایه نرت-کنجاله سویا باعث بهبود قابلیت متابولیسم ظاهری ماده خشک، ابقاء ظاهری نیتروژن و  $AME_n$  می‌شود.

**واژگان کلیدی:** انرژی قابل متابولیسم، آنزیم، جوجه گوشتی

## مقدمه

در حال حاضر در ایران به طور وسیعی از آنزیم‌های برون‌زادی در تغذیه طیور استفاده می‌شود. استفاده از آنزیم‌ها در جیره‌های غذایی بر پایه جو و گندم در سراسر دنیا امری معمول است. با این وجود، استفاده از آنزیم در جیره‌های غذایی حاوی غلاتی با ویسکوزیته پایین مثل ذرت و سورگوم نیز توصیه می‌شود (ویات و همکاران ۱۹۹۹، مگ ۲۰۰۵). بطور کلی مواد مغذی موجود در ذرت و کنجاله سویا دارای قابلیت هضم بالایی می‌باشند. کنجاله سویا حاوی بعضی از عوامل ضد مغذی مانند فیتات، مهار کننده‌های پروتئازی، پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای<sup>۱</sup> (NSPs) و لکتین‌ها است (آکامویک ۲۰۰۱، NRC ۱۹۹۴) که باعث کاهش مصرف خوراک، قابلیت استفاده از خوراک و سرعت رشد می‌شوند (احمد و همکاران ۲۰۰۴). برخی از این اثرات مضر کنجاله سویا را می‌توان با افزودن آنزیم‌های برون‌زادی از بین برد (ویات و همکاران ۱۹۹۹، زنلا و همکاران ۱۹۹۹، ناهر ۲۰۰۲، کوچر و همکاران ۲۰۰۳، یوچانگ ۲۰۰۳، میشل و پارسونس ۲۰۰۳). مارسمن و همکاران (۱۹۹۷) و زنلا و همکاران (۱۹۹۹) نشان دادند که کربوهیدرازهای تجاری افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره بر پایه ذرت-کنجاله سویا را عمدتاً به دلیل افزایش قابلیت هضم ایلئومی پروتئین خام و NSP بهبود می‌بخشند. سن نیز عامل دیگری است که روی اثر آنزیم بر پاسخ رشد جوجه‌ها تأثیر دارد (پیترسون و همکاران ۱۹۹۱، بتال و پارسونس ۲۰۰۲). همچنین تحقیقات روی آنزیم‌های درون‌زادی پرندگان نشان می‌دهند که در پرندگان جوان، نوع و مقدار آنزیم‌های ضروری برای استفاده از جیره‌های غذایی با مقادیر بالای کربوهیدرات و پروتئین گیاهی در سنین پایین

محدود کننده می‌باشد (کروگدال و سل ۱۹۸۹، نوی و اسکلان ۱۹۹۴، اسکلان ۲۰۰۲). سطح انرژی قابل متابولیسم جیره غذایی یکی از عوامل کلیدی برای رشد سریع جوجه‌های گوشتی است. افزودن آنزیم‌ها به جیره‌های غذایی جهت بهبود قابلیت استفاده از انرژی خوراک به طور قابل ملاحظه‌ای مورد توجه متخصصین تغذیه و کارخانه‌های تولید خوراک دام می‌باشد. زو و همکاران (۲۰۰۹) نشان دادند که افزودن آنزیم به جیره‌های غذایی جوجه‌های گوشتی با سطوح مختلف انرژی قابل متابولیسم ظاهری (۲۷۶۰، ۲۸۲۰، ۲۸۸۰، ۲۹۴۰ و ۳۰۰۰ کیلوکالری در کیلوگرم) در مراحل آغازین، رشد و پایانی باعث بهبود سطح انرژی جیره‌های غذایی به ترتیب به میزان ۱۶ تا ۱۴۸، ۳۵ تا ۱۳۳ و ۲۸ تا ۱۰۲ کیلوکالری در کیلوگرم می‌شود. کاچر و همکاران (۲۰۰۳) نشان دادند که استفاده از مخلوط آنزیم‌های پکتیناز، پروتئاز و آمیلاز، انرژی قابل متابولیسم ظاهری تصحیح شده برای تعادل صفر ازت آجیره‌های غذایی بر پایه ذرت و سویا را افزایش می‌دهد. حسن‌زاده و همکاران (۱۳۸۹) نشان دادند که استفاده از مولتی آنزیم کمین<sup>۴</sup> در جیره‌های غذایی بر پایه گندم باعث بهبود  $AME_n$  و اریته‌های گندم به میزان ۳۱۰ تا ۴۹۹ کیلوکالری در کیلوگرم در جوجه‌های گوشتی شد. نورمحمدی و همکاران (۱۳۸۹) گزارش کردند که استفاده از ۱۰۰۰ واحد فعال آنزیم فیتاز میکروبی،  $AME_n$  را به میزان ۷۱ کیلوکالری در کیلوگرم در دوره پایانی در جوجه‌های گوشتی افزایش داد. میزان بهبود در قابلیت استفاده از انرژی به نوع و مقدار آنزیم بستگی داشته و همبستگی خوبی با وجود سوبسترای ویژه هر آنزیم در جیره غذایی دارد (زو و همکاران ۲۰۰۹). جیره‌های غذایی بر اساس قابلیت دسترسی مواد مغذی خوراک‌ها تنظیم می‌شوند و خوراک‌ها به نحوی ترکیب می‌شوند که احتیاجات

<sup>۳</sup>Nitrogen-Corrected Apparent Metabolizable Energy ( $AME_n$ )<sup>۴</sup>Kemin<sup>۱</sup>Non-Starch Polysaccharides<sup>۲</sup>Corn-soybean meal-based diets

ضایعات کشتارگاهی طیور گزارش شده توسط جانمحمدی و همکاران (۲۰۰۹) استفاده شد.

### جوجه‌ها و جمع‌آوری نمونه

۲۰۰ قطعه جوجه گوشتی سویه راس ۳۰۸ خریداری شد و در سن یک روزگی با استفاده از تعیین جنسیت به روش پر<sup>۵</sup>، ۶۴ قطعه جوجه خروس انتخاب و با جیره‌های تنظیم شده در دوره‌های آغازین، رشد و پایانی تا سن ۸، ۱۸ و ۳۸ روزگی تغذیه شدند. در سن پنج روزگی جوجه‌ها به طور انفرادی وزن کشی شده (با میانگین وزن،  $103/41 \pm 8/54$  گرم و به قفس‌های متابولیکی انفرادی منتقل شدند. قفس‌های متابولیسمی دارای  $0/4$  متر عرض،  $0/75$  متر طول و  $0/6$  متر ارتفاع بودند و در داخل سالن که دمای آن از طریق سیستم تهویه مرکزی تنظیم می‌شد قرار داشتند. هر قفس متابولیکی مجهز به یک دانخوری انفرادی و یک آبخوری سیفونی بود. در طی آزمایش جوجه‌ها به طور آزاد به آب و غذا دسترسی داشتند. در هر دوره آزمایش بعد از دو روز عادت‌پذیری پرندگان با جیره‌های آزمایشی، ۱۶ ساعت گرسنگی جهت تخلیه دستگاه گوارش از خوراک و آنزیم‌های داخلی اعمال شد. سپس جیره‌های آزمایشی به مدت ۴۸ ساعت تغذیه شدند (زو و همکاران ۲۰۰۹). در طی دوره جمع‌آوری فضولات سینی‌های مخصوص در زیر هر یک از قفس‌ها قرار داده شد و کل فضولات دفع شده جمع‌آوری گردید. جمع‌آوری فضولات به مدت ۱۶ ساعت پس از تغذیه ادامه یافت. در موقع جمع‌آوری پرها و پوسته‌های خشک ریخته شده به دقت از فضولات جدا شد. فضولات به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد در داخل آون قرار داده شد تا کاملاً خشک شوند. نمونه‌های خشک شده فضولات به مدت ۲۴ ساعت جهت تبادل رطوبتی در هوای آزمایشگاه قرار داده شده و پس از توزین تا موقع آنالیز در کیسه‌های در بسته نگهداری شدند.

جوجه‌ها را بر اساس حداقل قیمت تأمین کنند. جیره‌های غذایی با تراکم انرژی قابل متابولیسم بالا اغلب از قیمت بالاتری نیز برخوردار هستند (لسون و سامرز ۲۰۰۱). نظر به افزایش انرژی قابل استفاده جیره‌های غذایی حاوی آنزیم‌های سنتتیک، می‌توان با کاهش سطح انرژی جیره غذایی هزینه افزودن آنزیم را جبران کرد. هرچند که این امر نیاز به تحقیقات بیشتری دارد.

تاکنون بیشتر تحقیقات بهبود انرژی جیره‌های غذایی بر پایه جو، گندم، یولاف و چاودار را با افزودن آنزیم‌های تجزیه‌کننده پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای بررسی کرده‌اند. جیره‌های غذایی بر پایه ذرت و کنجاله سویا با سطوح مختلف انرژی و در سنین مختلف پرندگان کمتر مورد توجه بوده است. بنابراین، هدف این آزمایش بررسی میزان بهبود انرژی قابل متابولیسم و قابلیت ابقاء ظاهری نیتروژن در جیره‌های غذایی بر پایه ذرت و کنجاله سویا با سطوح مختلف انرژی قابل متابولیسم در جوجه‌های گوشتی است.

### مواد و روش‌ها

#### جیره‌های غذایی و آنزیم

جیره‌های آزمایشی با چهار سطح انرژی قابل متابولیسم شامل ۲۷۵۰، ۲۸۵۰، ۲۹۵۰ و ۳۰۵۰ کیلوکالری در کیلوگرم در سه دوره آغازین، رشد و پایانی با دو سطح آنزیم بر اساس توصیه شرکت سازنده (۰ و ۴۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) مطابق احتیاجات غذایی توصیه شده توسط راهنمای پرورشی جوجه‌های گوشتی سویه راس ۳۰۸ تنظیم شدند (جداول ۱، ۲ و ۳). آنزیم استفاده شده در این آزمایش، مولتی آنزیم تجاری ناتوزایم-پی بود که به ترتیب مقادیر ۲۲۵۰، ۴۵۰۰، ۴۵۰، ۶۳، ۲۲۵ و ۸۱۰ واحد در کیلوگرم جیره غذایی سلولاز، زایلاناز، بتاگلوکاناز، پکتیناز، فیتاز و آلفا آمیلاز را تأمین می‌کرد. در تنظیم جیره‌های غذایی، از مقادیر ترکیبات شیمیایی و  $AME_n$  پودر

<sup>5</sup>Feather sexing

## آنالیز شیمیایی

ماده خشک فضولات و جیره‌های غذایی مطابق روش پیشنهادی AOAC (۲۰۰۵)، پروتئین خام با دستگاه

کلدال و انرژی خام بوسیله بمب کالری متر لب سکو اندازه گیری شدند.  
انرژی قابل متابولیسمی ظاهری با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید:

$$AME_{\text{diet}} = [(FI \times GE_{\text{diet}}) - (Excreta \times GE_{\text{excreta}}) - (NR \times K)] / FI$$

$$NR = [(FI \times N_{\text{diet}}) - (Excreta \times N_{\text{excreta}})]$$

$$K = 8.22 \text{ kcal/g } N_{\text{retained}}$$

قابلیت ابقاء ظاهری نیتروژن با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید:

$$\text{ابقاء ظاهری نیتروژن} = [(FI \times N_{\text{diet}}) - (Excreta \times N_{\text{excreta}})] / (FI \times N_{\text{diet}})$$

تجزیه و تحلیل آماری: داده‌های آزمایش در قالب مدل زیر با استفاده از رویه GLM نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱) تجزیه و تحلیل گردید. میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن مورد مقایسه قرار گرفتند.

FI: خوراک مصرفی (بر حسب گرم)  
Excreta: فضولات (بر حسب گرم)  
GE<sub>diet</sub>: انرژی خام خوراک (کیلوکالری بر گرم)  
GE<sub>excreta</sub>: انرژی خام فضولات (کیلوکالری بر گرم)  
NR: ابقاء نیتروژن (بر حسب گرم)  
N<sub>diet</sub>: نیتروژن جیره غذایی (بر حسب درصد)

$$y_{ijkl} = \mu + A_i + B_j + P_k + (AB)_{ij} + (AP)_{ik} + (BP)_{jk} + (ABP)_{ijk} + e_{ijkl}$$

که:  $y_{ijkl}$ : مقدار هر مشاهده

$\mu$ : میانگین

$A_i$ : اثر ا امین سطح انرژی

$B_j$ : اثر ا امین سطح آنزیم

$P_k$ : اثر k امین دوره رشد

$AB_{ij}$ : اثر متقابل سطح انرژی و آنزیم

$AP_{ik}$ : اثر متقابل سطح انرژی و دوره

$BP_{jk}$ : اثر متقابل آنزیم و دوره

$ABP_{ijk}$ : اثرات متقابل سطح انرژی و آنزیم و دوره

$e_{ijkl}$ : اثرات باقی مانده

جدول ۱- ترکیب جیره‌های غذایی دوره آغازین

| جیره‌های آزمایشی     |       |       |       |       |       |       |       | اجزای جیره غذایی (%)                 |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------------------------|
| ۸                    | ۷     | ۶     | ۵     | ۴     | ۳     | ۲     | ۱     |                                      |
| +                    | -     | +     | -     | +     | -     | +     | -     | آنزیم                                |
| ۴۸/۷۲                | ۴۸/۷۲ | ۵۲/۹۶ | ۵۲/۹۶ | ۵۳/۲۹ | ۵۳/۲۹ | ۵۴/۶۹ | ۵۴/۶۹ | ذرت                                  |
| ۳۶/۸۶                | ۳۶/۸۶ | ۳۶    | ۳۶    | ۳۳/۷۵ | ۳۳/۷۵ | ۳۵    | ۳۵    | کنجاله سویا                          |
| -                    | -     | -     | -     | ۴/۳   | ۴/۳   | ۴/۵۱  | ۴/۵۱  | سبوس گندم                            |
| ۷                    | ۷     | ۵/۵   | ۵/۵   | ۵/۲۹  | ۵/۲۹  | ۲/۳۱  | ۲/۳۱  | پودر ضایعات کشتارگاه طیور            |
| ۳/۹۷                 | ۳/۹۷  | ۱/۹۶  | ۱/۹۶  | -     | -     | -     | -     | روغن آفتابگردان                      |
| ۱/۰۶                 | ۱/۰۶  | ۱/۰۸  | ۱/۰۸  | ۱/۰۴  | ۱/۰۴  | ۱     | ۱     | پودر صدف                             |
| ۱/۳۲                 | ۱/۳۲  | ۱/۳۷  | ۱/۳۷  | ۱/۲۹  | ۱/۲۹  | ۱/۴   | ۱/۴   | دی کلسیم فسفات                       |
| ۰/۴                  | ۰/۴   | ۰/۴   | ۰/۴   | ۰/۴   | ۰/۴   | ۰/۴   | ۰/۴   | نمک                                  |
| ۰/۰۲                 | ۰/۰۲  | ۰/۰۳  | ۰/۰۳  | ۰/۰۴  | ۰/۰۴  | ۰/۰۲  | ۰/۰۲  | لیزین کلراید                         |
| ۰/۱۵                 | ۰/۱۵  | ۰/۲۱  | ۰/۲۱  | ۰/۱   | ۰/۱   | ۰/۰۷  | ۰/۰۷  | DL-متیونین                           |
| ۰/۲۵                 | ۰/۲۵  | ۰/۲۵  | ۰/۲۵  | ۰/۲۵  | ۰/۲۵  | ۰/۲۵  | ۰/۲۵  | مکمل ویتامین <sup>۱</sup>            |
| ۰/۲۵                 | ۰/۲۵  | ۰/۲۵  | ۰/۲۵  | ۰/۲۵  | ۰/۲۵  | ۰/۲۵  | ۰/۲۵  | مکمل مواد معدنی <sup>۲</sup>         |
| ۴۵۰                  | -     | ۴۵۰   | -     | ۴۵۰   | -     | ۴۵۰   | -     | آنزیم (میلی‌گرم در کیلوگرم جیره)     |
| ۱۰۰                  | ۱۰۰   | ۱۰۰   | ۱۰۰   | ۱۰۰   | ۱۰۰   | ۱۰۰   | ۱۰۰   | جمع                                  |
| مواد مغذی محاسبه شده |       |       |       |       |       |       |       |                                      |
| ۳۰۵۰                 | ۳۰۵۰  | ۲۹۵۰  | ۲۹۵۰  | ۲۸۵۰  | ۲۸۵۰  | ۲۷۵۰  | ۲۷۵۰  | انرژی قابل متابولیسم ظاهری (kcal/kg) |
| ۲۳/۸۱                | ۲۳/۸۱ | ۲۳/۰۳ | ۲۳/۰۳ | ۲۲/۲۵ | ۲۲/۲۵ | ۲۱/۴۷ | ۲۱/۴۷ | پروتئین خام (%)                      |
| ۱/۶                  | ۱/۶   | ۱/۵۴  | ۱/۵۴  | ۱/۴۹  | ۱/۴۹  | ۱/۴۴  | ۱/۴۴  | آرژنین (%)                           |
| ۱/۳۵                 | ۱/۳۵  | ۱/۳   | ۱/۳   | ۱/۲۵  | ۱/۲۵  | ۱/۲   | ۱/۲   | لیزین (%)                            |
| ۰/۵۳                 | ۰/۵۳  | ۰/۵۰  | ۰/۵۰  | ۰/۴۶  | ۰/۴۶  | ۰/۴۲  | ۰/۴۲  | متیونین (%)                          |
| ۰/۸                  | ۰/۸   | ۰/۷۸  | ۰/۷۸  | ۰/۷۵  | ۰/۷۵  | ۰/۷۲  | ۰/۷۲  | متیونین + سیستین (%)                 |
| ۱/۰۱۳                | ۱/۰۱۳ | ۰/۹۸  | ۰/۹۸  | ۰/۹۴  | ۰/۹۴  | ۰/۹   | ۰/۹   | کلسیم (%)                            |
| ۵۰/۶۵                | ۵۰/۶۵ | ۰/۴۹  | ۰/۴۹  | ۰/۴۵  | ۰/۴۵  | ۰/۴۰  | ۰/۴۰  | فسفر قابل دسترس (%)                  |
| ۰/۱۷                 | ۰/۱۷  | ۰/۱۷  | ۰/۱۷  | ۰/۱۷  | ۰/۱۷  | ۰/۱۷  | ۰/۱۷  | سدیم (%)                             |

<sup>۱</sup> هر کیلوگرم مکمل ویتامینه دارای: ۱۱۰۲۵ واحد بین المللی ویتامین A، ۳۵۲۸ واحد بین المللی ویتامین D<sub>3</sub>، ۳۳۱ واحد بین المللی ویتامین E، ۰/۷۲ میلی‌گرم تیامین، ۲/۳ میلی‌گرم ویتامین ریبولوین، ۴ میلی‌گرم اسید نیکوتینیک، ۱/۲ میلی‌گرم پیریدوکسین، ۰/۶ میلی‌گرم سیانوکوبالامین، ۶، ۱/۶ میلی‌گرم منادیون، ۰/۵ میلی‌گرم اسید فولیک، ۴۰۰ میلی‌گرم کولین کلراید بود. <sup>۲</sup> هر کیلوگرم مکمل مواد معدنی شامل ۶۴ میلی‌گرم اکسید منگنز، ۱۰۰ میلی‌گرم اکسید روی، ۴۴ میلی‌گرم آهن، ۱۶ میلی‌گرم سولفات مس و ۰/۶۴ میلی‌گرم یدات کلسیم بود.

## جدول ۲- ترکیب جیره‌های غذایی دوره رشد

| اجزای جیره غذایی (%) |        |       |       |       |       |       |       |
|----------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| جیره‌های آزمایشی     |        |       |       |       |       |       |       |
| ۸                    | ۷      | ۶     | ۵     | ۴     | ۳     | ۲     | ۱     |
| +                    | -      | +     | -     | +     | -     | +     | -     |
| ۶۱/۰۶                | ۶۱/۰۶  | ۵۹/۷۳ | ۵۹/۷۳ | ۶۲/۳۶ | ۶۲/۳۶ | ۶۰/۳۵ | ۶۰/۳۵ |
| ۲۸/۹                 | ۲۸/۹   | ۲۵/۶۲ | ۲۵/۶۲ | ۲۵/۴  | ۲۵/۴  | ۲۹/۰۹ | ۲۹/۰۹ |
| -                    | -      | ۵     | ۵     | ۵     | ۵     | ۶     | ۶     |
| ۴                    | ۴      | ۴     | ۴     | ۳     | ۳     | -     | -     |
| ۲/۴۶                 | ۲/۴۶   | ۱/۸۴  | ۱/۸۴  | ۰/۴۵  | ۰/۴۵  | -     | -     |
| ۱/۰۶                 | ۱/۰۶   | ۱/۰۷  | ۱/۰۷  | ۱/۲۱  | ۱/۲۱  | ۱/۴   | ۱/۴   |
| ۱/۶۳                 | ۱/۶۳   | ۱/۶۳  | ۱/۶۳  | ۱/۶۳  | ۱/۶۳  | ۲/۲۲  | ۲/۲۲  |
| ۰/۴                  | ۰/۴    | ۰/۴   | ۰/۴   | ۰/۴   | ۰/۴   | ۰/۴   | ۰/۴   |
| ۰/۰۰۰۵               | ۰/۰۰۰۵ | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| ۰/۰۰۰۷               | ۰/۰۰۰۷ | ۰/۲۱  | ۰/۲۱  | ۰/۰۵  | ۰/۰۵  | ۰/۰۴  | ۰/۰۴  |
| ۰/۲۵                 | ۰/۲۵   | ۰/۲۵  | ۰/۲۵  | ۰/۲۵  | ۰/۲۵  | ۰/۲۵  | ۰/۲۵  |
| ۰/۲۵                 | ۰/۲۵   | ۰/۲۵  | ۰/۲۵  | ۰/۲۵  | ۰/۲۵  | ۰/۲۵  | ۰/۲۵  |
| ۴۵۰                  | -      | ۴۵۰   | -     | ۴۵۰   | -     | ۴۵۰   | -     |
| ۱۰۰                  | ۱۰۰    | ۱۰۰   | ۱۰۰   | ۱۰۰   | ۱۰۰   | ۱۰۰   | ۱۰۰   |
| مواد مغذی محاسبه شده |        |       |       |       |       |       |       |
| ۳۰۵۰                 | ۳۰۵۰   | ۲۹۵۰  | ۲۹۵۰  | ۲۸۵۰  | ۲۸۵۰  | ۲۷۵۰  | ۲۷۵۰  |
| ۲۰/۳۳                | ۲۰/۳۳  | ۱۹/۶۶ | ۱۹/۶۶ | ۱۹    | ۱۹    | ۱۸/۳۳ | ۱۸/۳۳ |
| ۱/۲۹                 | ۱/۲۹   | ۱/۲۴  | ۱/۲۴  | ۱/۲   | ۱/۲   | ۱/۲   | ۱/۲   |
| ۱/۱                  | ۱/۱    | ۱     | ۱     | ۰/۹۶۸ | ۰/۹۶۸ | ۰/۹۶  | ۰/۹۶  |
| ۰/۴                  | ۰/۴    | ۰/۴   | ۰/۴   | ۰/۳۶  | ۰/۳۶  | ۰/۳۴  | ۰/۳۴  |
| ۰/۶۹                 | ۰/۶۹   | ۰/۶۷  | ۰/۶۷  | ۰/۶۵  | ۰/۶۵  | ۰/۶۳  | ۰/۶۳  |
| ۰/۹                  | ۰/۹    | ۰/۹   | ۰/۹   | ۱     | ۱     | ۱     | ۱/۱۱  |
| ۰/۴۵                 | ۰/۴۵   | ۰/۴۵  | ۰/۴۵  | ۰/۴۵  | ۰/۴۵  | ۰/۴۵  | ۰/۴۵  |
| ۰/۱۷                 | ۰/۱۷   | ۰/۱۷  | ۰/۱۷  | ۰/۱۷  | ۰/۱۷  | ۰/۱۷  | ۰/۱۷  |

<sup>۱</sup> هر کیلوگرم مکمل ویتامینه دارای: ۱۱۰۲۵ واحد بین المللی ویتامین A، ۳۵۲۸ واحد بین المللی ویتامین D<sub>3</sub>، ۳۳۱ واحد بین المللی ویتامین E، ۰/۷۲ میلی‌گرم تیامین، ۳/۳ میلی‌گرم ویتامین ریوفلاوین، ۴ میلی‌گرم اسید نیکوتینیک، ۱/۲ میلی‌گرم پیریدوکسین، ۰/۶ میلی‌گرم سیانوکوبالامین، ۶، ۱/۶ میلی‌گرم منادیون، ۰/۵ میلی‌گرم اسید فولیک، ۴۰۰ میلی‌گرم کولین کلراید بود. <sup>۲</sup> هر کیلوگرم مکمل مواد معدنی شامل ۶۴ میلی‌گرم اکسید منگنز، ۱۰۰ میلی‌گرم اکسید روی، ۴۴ میلی‌گرم آهن، ۱۶ میلی‌گرم سولفات مس و ۰/۶۴ میلی‌گرم یدات کلسیم بود.

جدول ۳- ترکیب جیره‌های غذایی دوره پایانی

| اجزای جیره غذایی (%) |       |       |       |       |       |       |       |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| جیره‌های آزمایشی     |       |       |       |       |       |       |       |
| ۸                    | ۷     | ۶     | ۵     | ۴     | ۳     | ۲     | ۱     |
| +                    | -     | +     | -     | +     | -     | +     | -     |
| ۶۷/۸۴                | ۶۷/۸۴ | ۶۷/۳۹ | ۶۷/۳۹ | ۶۶/۵۵ | ۶۶/۵۵ | ۶۳/۱۸ | ۶۳/۱۸ |
| ۲۳/۷                 | ۲۳/۷  | ۲۱/۰۷ | ۲۱/۰۷ | ۲۴/۹۵ | ۲۴/۹۵ | ۲۱/۶۸ | ۲۱/۶۸ |
| -                    | -     | ۴     | ۴     | ۴/۹۵  | ۴/۹۵  | ۱۱/۵  | ۱۱/۵  |
| ۴                    | ۴     | ۴     | ۴     | -     | -     | -     | -     |
| ۱/۱۹                 | ۱/۱۹  | ۰/۴۶  | ۰/۴۶  | -     | -     | -     | -     |
| ۰/۹۹                 | ۰/۹۹  | ۰/۹۶  | ۰/۹۶  | ۱/۱   | ۱/۱   | ۱/۱۲  | ۱/۱۲  |
| ۱/۳۷                 | ۱/۳۷  | ۱/۱۹  | ۱/۱۹  | ۱/۵۴  | ۱/۵۴  | ۱/۵۶  | ۱/۵۶  |
| ۰/۴                  | ۰/۴   | ۰/۴   | ۰/۴   | ۰/۴   | ۰/۴   | ۰/۴   | ۰/۴   |
| ۰/۰۲                 | ۰/۰۲  | ۰/۰۱  | ۰/۰۱  | -     | -     | ۰/۰۱  | ۰/۰۱  |
| ۰/۰۹                 | ۰/۰۹  | ۰/۰۲  | ۰/۰۲  | ۰/۰۱  | ۰/۰۱  | ۰/۰۵  | ۰/۰۵  |
| ۰/۲۵                 | ۰/۲۵  | ۰/۲۵  | ۰/۲۵  | ۰/۲۵  | ۰/۲۵  | ۰/۲۵  | ۰/۲۵  |
| ۰/۲۵                 | ۰/۲۵  | ۰/۲۵  | ۰/۲۵  | ۰/۲۵  | ۰/۲۵  | ۰/۲۵  | ۰/۲۵  |
| ۴۵۰                  | -     | ۴۵۰   | -     | ۴۵۰   | -     | ۴۵۰   | -     |
| ۱۰۰                  | ۱۰۰   | ۱۰۰   | ۱۰۰   | ۱۰۰   | ۱۰۰   | ۱۰۰   | ۱۰۰   |
| مواد مغذی محاسبه شده |       |       |       |       |       |       |       |
| ۳۰۵۰                 | ۳۰۵۰  | ۲۹۵۰  | ۲۹۵۰  | ۲۸۵۰  | ۲۸۵۰  | ۲۷۵۰  | ۲۷۵۰  |
| ۱۸/۱                 | ۱۸/۱  | ۱۷/۵۱ | ۱۷/۵۱ | ۱۶/۹۲ | ۱۶/۹۲ | ۱۶/۳۲ | ۱۶/۳۲ |
| ۱/۱۶                 | ۱/۱۶  | ۱/۱۱  | ۱/۱۱  | ۱/۰۸  | ۱/۰۸  | ۱/۰۳  | ۱/۰۳  |
| ۰/۹۵                 | ۰/۹۵  | ۰/۹   | ۰/۹   | ۰/۸۷  | ۰/۸۷  | ۰/۸۲  | ۰/۸۲  |
| ۰/۳۵                 | ۰/۳۵  | ۰/۳۲  | ۰/۳۲  | ۰/۳   | ۰/۳   | ۰/۲۸  | ۰/۲۸  |
| ۰/۶۴                 | ۰/۶۴  | ۰/۶۲  | ۰/۶۲  | ۰/۶   | ۰/۶   | ۰/۵۷  | ۰/۵۷  |
| ۰/۸۵                 | ۰/۸۵  | ۰/۸۲  | ۰/۸۲  | ۰/۸۲  | ۰/۸۲  | ۰/۸   | ۰/۸   |
| ۰/۴۲                 | ۰/۴۲  | ۰/۴۱  | ۰/۴۱  | ۰/۴۰  | ۰/۴۰  | ۰/۴   | ۰/۴   |
| ۰/۱۷                 | ۰/۱۷  | ۰/۱۷  | ۰/۱۷  | ۰/۱۷  | ۰/۱۷  | ۰/۱۷  | ۰/۱۷  |

<sup>۱</sup> هر کیلوگرم مکمل ویتامینه دارای: ۱۱۰۲۵ واحد بین المللی ویتامین A، ۳۵۲۸ واحد بین المللی ویتامین D<sub>3</sub>، ۳۳۱ واحد بین المللی ویتامین E، ۰/۷۲ میلی‌گرم تیامین، ۳/۳ میلی‌گرم ویتامین ریبولوین، ۴ میلی‌گرم اسید نیکوتینیک، ۱/۲ میلی‌گرم پیریدوکسین، ۰/۶ میلی‌گرم سیانوکوبالامین، ۶، ۱/۶ میلی‌گرم منادیون، ۰/۵ میلی‌گرم اسید فولیک، ۴۰۰ میلی‌گرم کولین کلراید بود. <sup>۲</sup> هر کیلوگرم مکمل مواد معدنی شامل ۶۴ میلی‌گرم اکسید منگنز، ۱۰۰ میلی‌گرم اکسید روی، ۴۴ میلی‌گرم آهن، ۱۶ میلی‌گرم سولفات مس و ۰/۶۴ میلی‌گرم یدات کلسیم بود.

## نتایج

### قابلیت متابولیسم ظاهری ماده خشک

میانگین مقادیر قابلیت متابولیسم ظاهری ماده خشک جیره‌های غذایی در جدول ۴ نشان داده شده است. اثرات اصلی سطح انرژی قابل متابولیسم ( $P < ۰/۰۰۰۱$ ) جیره غذایی، افزودن آنزیم ( $P < ۰/۰۰۰۲$ ) و دوره رشد بر قابلیت متابولیسم ظاهری ماده خشک جیره‌های غذایی معنی‌دار بود ( $P < ۰/۰۰۰۷$ ). قابلیت متابولیسم ظاهری ماده خشک جیره‌های غذایی با افزایش سطح

انرژی قابل متابولیسم افزایش یافت. قابلیت متابولیسم ظاهری ماده خشک برای کلیه جیره‌های غذایی با افزودن آنزیم به میزان ۱/۸ درصد افزایش نشان داد. قابلیت متابولیسم ظاهری ماده خشک در دوره آغازین در مقایسه با سایر دوره‌های رشد بیشتر بود. اثرات متقابل بین سطح انرژی قابل متابولیسم، افزودن آنزیم و دوره رشد بر قابلیت متابولیسم ظاهری ماده خشک جیره‌های غذایی معنی‌دار نبود. بنابراین جدول اثرات متقابل برای مشاهده تغییرات مقادیر قابل متابولیسم

ظاهری ماده خشک در هر یک از دوره‌ها و سطوح انرژی و آنزیم در جدول ۵ نشان داده شده است.

جدول ۴- اثرات آنزیم، سطح انرژی قابل متابولیسم و دوره رشد و اثر متقابل آن‌ها بر انرژی قابل متابولیسم ظاهری، ابقاء ظاهری نیتروژن و قابلیت متابولیسم ظاهری ماده خشک جیره غذایی جوجه‌های گوشتی

| اثرات اصلی           | AMEn کیلوکالری در کیلوگرم | ابقاء ظاهری نیتروژن (%) | قابلیت متابولیسم ظاهری ماده خشک (%) |
|----------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------------------|
| اثر آنزیم            |                           |                         |                                     |
| صفر                  | ۲۹۲۸ <sup>b*</sup>        | ۵۹/۸۴ <sup>b</sup>      | ۷۳/۱۵ <sup>b</sup>                  |
| ۴۵۰                  | ۲۹۸۰ <sup>a</sup>         | ۶۲/۴۷ <sup>a</sup>      | ۷۴/۹۰ <sup>a</sup>                  |
| P-Value              | ۰/۰۰۲۷                    | < ۰/۰۰۰۱                | ۰/۰۰۰۲                              |
| اثر سطح انرژی        |                           |                         |                                     |
| ۲۷۵۰                 | ۲۸۱۷ <sup>d</sup>         | ۵۹/۸۴ <sup>b</sup>      | ۷۱/۹۷ <sup>c</sup>                  |
| ۲۸۵۰                 | ۲۹۱۳ <sup>c</sup>         | ۶۰/۰۳ <sup>b</sup>      | ۷۳/۴۵ <sup>b</sup>                  |
| ۲۹۵۰                 | ۲۹۹۲ <sup>b</sup>         | ۶۲/۱۷ <sup>a</sup>      | ۷۴/۰۹ <sup>b</sup>                  |
| ۳۰۵۰                 | ۳۰۹۵ <sup>a</sup>         | ۶۳/۱۱ <sup>a</sup>      | ۷۶/۸۰ <sup>a</sup>                  |
| P-Value              | < ۰/۰۰۰۱                  | ۰/۰۰۱۰                  | < ۰/۰۰۰۱                            |
| اثر دوره رشد         |                           |                         |                                     |
| آغازین               | ۲۹۶۱ <sup>a</sup>         | ۶۲/۳۶ <sup>b</sup>      | ۷۵/۴۵ <sup>a</sup>                  |
| رشد                  | ۲۹۷۱ <sup>a</sup>         | ۶۳/۸۴ <sup>a</sup>      | ۷۳/۴۳ <sup>b</sup>                  |
| پایانی               | ۲۹۳۱ <sup>a</sup>         | ۵۷/۰۰ <sup>c</sup>      | ۷۳/۳۹ <sup>b</sup>                  |
| P-Value              | ۰/۱۳۵۰                    | < ۰/۰۰۰۱                | ۰/۰۰۰۷                              |
| P-Value اثرات متقابل |                           |                         |                                     |
| آنزیم × دوره         | ۰/۱۸۱۷                    | ۰/۸۳۶۷                  | ۰/۵۱۵۱                              |
| آنزیم × انرژی        | ۰/۱۴۹۳                    | ۰/۴۵۷۶                  | ۰/۰۸۳۱                              |
| دوره × انرژی         | ۰/۵۶۵۰                    | ۰/۳۳۴۹                  | ۰/۲۷۹۱                              |
| آنزیم × دوره × انرژی | ۰/۷۶۱۹                    | ۰/۹۷۶۳                  | ۰/۹۲۷۶                              |

<sup>a-d\*</sup> میانگین‌های با حروف متفاوت در هر ستون دارای تفاوت معنی‌داری هستند.

جدول ۵- اثرات افزودن آنزیم، سطح انرژی قابل متابولیسم جیره غذایی و دوره رشد بر قابلیت متابولیسم ظاهری ماده خشک (انحراف معیار ± میانگین) در جیره غذایی جوجه‌های گوشتی

| گروه | جیره غذایی   | ۱۰-۱۲ روزگی (آغازین) | ۲۰-۲۲ روزگی (رشد) | ۴۰-۴۲ روزگی (پایانی) |
|------|--------------|----------------------|-------------------|----------------------|
| ۱    | ۲۷۵۰         | ۷۲/۲۳ ± ۱/۴۳         | ۷۰/۶۹ ± ۲/۵۶      | ۶۸/۳۸ ± ۲/۳۹         |
| ۲    | آنزیم + ۲۷۵۰ | ۷۶/۲۱ ± ۱/۴۶         | ۷۳/۴۸ ± ۳/۵۷      | ۷۲/۴۶ ± ۲/۶۲         |
| ۳    | ۲۸۵۰         | ۷۲/۹۸ ± ۳/۰۹         | ۷۱/۷۳ ± ۱/۸۹      | ۷۳/۲۵ ± ۲/۲۲         |
| ۴    | آنزیم + ۲۸۵۰ | ۷۶/۲۸ ± ۴/۴۷         | ۷۳/۳۹ ± ۲/۴۷      | ۷۳/۳۳ ± ۱/۵۹         |
| ۵    | ۲۹۵۰         | ۷۳/۶۱ ± ۲/۶۷         | ۷۳/۵۸ ± ۲/۹۱      | ۷۴/۱۶ ± ۲/۷۰         |
| ۶    | آنزیم + ۲۹۵۰ | ۷۵/۱۴ ± ۴/۵۳         | ۷۳/۸۵ ± ۲/۹۶      | ۷۴/۵۰ ± ۱/۷۵         |
| ۷    | ۳۰۵۰         | ۷۸/۰۴ ± ۳/۱۷         | ۷۵/۲۹ ± ۱/۹۳      | ۷۵/۸۳ ± ۳/۸۴         |
| ۸    | آنزیم + ۳۰۵۰ | ۷۹/۰۶ ± ۲/۶۳         | ۷۶/۵۳ ± ۴/۴۳      | ۷۶/۲۱ ± ۲/۳۳         |



## میزان ابقاء ظاهری نیتروژن

میانگین مقادیر ابقاء ظاهری نیتروژن جیره‌های غذایی در دوره‌های مختلف در جدول ۴ نشان داده شده است. اثرات اصلی سطح انرژی قابل متابولیسم ( $P < 0/001$ )، افزودن آنزیم ( $P < 0/0001$ ) و دوره رشد بر ابقاء ظاهری نیتروژن جیره‌های غذایی معنی‌دار بود ( $P < 0/0001$ ). ابقاء ظاهری نیتروژن با افزایش سطح انرژی قابل متابولیسم جیره‌های غذایی افزایش یافت. افزودن آنزیم به جیره‌های غذایی باعث افزایش ابقاء ظاهری نیتروژن به میزان ۲/۱۳ درصد شد. بالاترین مقدار ابقاء ظاهری نیتروژن در دوره رشد حاصل شد. اثرات متقابل بین سطح انرژی قابل متابولیسم،

افزودن آنزیم و دوره رشد بر ابقاء ظاهری نیتروژن جیره‌های غذایی معنی‌دار نبود. بنابراین جدول اثرات متقابل برای مشاهده تغییرات ابقاء ظاهری نیتروژن در هر یک از دوره‌ها و سطوح انرژی و آنزیم در جدول ۶ نشان داده شده است. ابقاء ظاهری نیتروژن با افزودن آنزیم به جیره‌های غذایی از لحاظ عددی به میزان ۰/۵۸ تا ۷/۵۶ درصد در دوره آغازین، ۲/۲ تا ۵/۸۵ درصد در دوره رشد و ۲/۹۸ تا ۴/۷۷ درصد در دوره پایانی بهبود یافت. بیشترین میزان اثر افزودن آنزیم بر بهبود قابلیت ابقاء ظاهری نیتروژن در جیره غذایی با  $AME_n$  برابر ۲۷۵۰ کیلوکالری در کیلوگرم، بدست آمد.

جدول ۶- اثرات افزودن آنزیم، سطح انرژی قابل متابولیسم جیره غذایی و دوره رشد بر ابقاء ظاهری نیتروژن (میانگین  $\pm$  انحراف معیار) در جوجه‌های گوشتی

| گروه | جیره غذایی | ابقاء ظاهری نیتروژن (%) |                   |                  |                   |
|------|------------|-------------------------|-------------------|------------------|-------------------|
|      |            | ۱۰-۱۲ روزگی             | بهبود (کیلوکالری) | ۲۰-۲۲ روزگی      | بهبود (کیلوکالری) |
| ۱    | ۲۷۵۰       | ۵۸/۶۶ $\pm$ ۲/۱۰        | ۶۰/۱۳ $\pm$ ۴/۰۹  | ۴۰-۴۲ روزگی      | بهبود (کیلوکالری) |
| ۲    | آنزیم +    | ۶۳/۱۰ $\pm$ ۲/۸۷        | ۷/۵۶              | ۵۶/۸۹ $\pm$ ۴/۱۳ | ۴/۶۷              |
| ۳    | ۲۸۵۰       | ۵۸/۹۰ $\pm$ ۳/۵۷        | ۶۳/۰۶ $\pm$ ۴/۱۶  | ۵۵/۰۰ $\pm$ ۳/۵۸ |                   |
| ۴    | آنزیم +    | ۶۱/۱۲ $\pm$ ۳/۲۵        | ۳/۷۶              | ۵۶/۶۴ $\pm$ ۳/۳۵ | ۲/۹۸              |
| ۵    | ۲۹۵۰       | ۶۳/۷۷ $\pm$ ۵/۵۵        | ۶۳/۲۲ $\pm$ ۳/۲۶  | ۵۵/۷۲ $\pm$ ۴/۵۷ |                   |
| ۶    | آنزیم +    | ۶۴/۱۴ $\pm$ ۳/۱۲        | ۰/۵۸              | ۵۸/۸۴ $\pm$ ۳/۰۱ | ۵/۵۹              |
| ۷    | ۳۰۵۰       | ۶۴/۰۹ $\pm$ ۳/۸۱        | ۶۴/۱۷ $\pm$ ۲/۴۴  | ۵۶/۹۷ $\pm$ ۴/۹۳ |                   |
| ۸    | آنزیم +    | ۶۵/۷۱ $\pm$ ۲/۷۵        | ۲/۵۲              | ۵۹/۶۹ $\pm$ ۵/۸۸ | ۴/۷۷              |

## انرژی قابل متابولیسم ظاهری

میانگین مقادیر انرژی قابل متابولیسم ظاهری جیره‌های غذایی در جدول ۴ نشان داده شده است. اثرات اصلی سطح انرژی قابل متابولیسم جیره غذایی ( $P < 0/0027$ ) و افزودن آنزیم بر مقادیر  $AME_n$  تعیین شده جیره‌های غذایی معنی‌دار بود ( $P < 0/0001$ ). اثر دوره رشد بر  $AME_n$  تعیین شده جیره‌های غذایی معنی‌دار نبود. افزودن آنزیم مقدار  $AME_n$  را ۵۲ کیلوکالری در کیلوگرم افزایش داد. همان‌گونه که انتظار می‌رفت با افزایش سطح انرژی قابل متابولیسم مقادیر  $AME_n$

تعیین شده جیره‌های غذایی افزایش یافت. اثرات متقابل بین سطح انرژی قابل متابولیسم، افزودن آنزیم و دوره رشد بر  $AME_n$  جیره‌های غذایی معنی‌دار نبود. بدین ترتیب جدول اثرات متقابل برای مشاهده تغییرات مقادیر انرژی قابل متابولیسم ظاهری در هر یک از دوره‌ها و سطوح انرژی و آنزیم در جدول ۷ نشان داده شده است. همانطوری که ذکر شد اثرات متقابل آنزیم و دوره رشد بر  $AME_n$  جیره‌های غذایی معنی‌دار نبود با این حال افزودن آنزیم به جیره‌های غذایی مقادیر  $AME_n$  را از لحاظ عددی ۶۷ تا ۱۲۳، ۱۷ تا ۸۰ و ۱۵ تا ۱۰۳

کیلوکالری در کیلوگرم به ترتیب در دوره‌های آغازین، رشد و پایانی رشد جوجه‌ها افزایش داد. بیشترین مقدار بهبود با افزودن آنزیم در جیره غذایی با ۲۸۵۰ کیلوکالری در کیلوگرم انرژی متابولیسمی در دوره جدول ۷- اثرات افزودن آنزیم، سطح انرژی قابل متابولیسم جیره غذایی و دوره رشد بر  $AME_n$  (میانگین  $\pm$  انحراف معیار) در جوجه‌های گوشتی

| گروه | جیره غذایی   | انرژی قابل متابولیسمی ظاهری (Kcal/Kg) |                |                   |       |
|------|--------------|---------------------------------------|----------------|-------------------|-------|
|      |              | ۱۰-۱۲ روزگی (آغازین)                  | بهبود          | ۲۰-۲۲ روزگی (رشد) | بهبود |
| ۱    | ۲۷۵۰         | ۲۷۸۰ $\pm$ ۹۹                         | ۲۷۷۸ $\pm$ ۸۷  | ۲۷۴۲ $\pm$ ۸۷     | بهبود |
| ۲    | آنزیم + ۲۷۵۰ | ۲۸۹۹ $\pm$ ۶۱                         | ۲۸۵۸ $\pm$ ۱۰۱ | ۲۸۴۵ $\pm$ ۱۰۰    | بهبود |
| ۳    | ۲۸۵۰         | ۲۸۶۲ $\pm$ ۷۹                         | ۲۸۸۱ $\pm$ ۱۱۳ | ۲۸۸۴ $\pm$ ۱۱۶    | بهبود |
| ۴    | آنزیم + ۲۸۵۰ | ۲۹۸۵ $\pm$ ۹۶                         | ۲۹۵۶ $\pm$ ۱۲۱ | ۲۹۰۸ $\pm$ ۹۰     | بهبود |
| ۵    | ۲۹۵۰         | ۲۹۶۸ $\pm$ ۹۶                         | ۲۹۷۴ $\pm$ ۱۰۸ | ۲۹۷۳ $\pm$ ۱۰۷    | بهبود |
| ۶    | آنزیم + ۲۹۵۰ | ۳۰۳۵ $\pm$ ۱۰۰                        | ۳۰۰۸ $\pm$ ۱۰۱ | ۲۹۹۵ $\pm$ ۹۴     | بهبود |
| ۷    | ۳۰۵۰         | ۳۰۴۳ $\pm$ ۱۰۷                        | ۳۰۸۶ $\pm$ ۱۲۵ | ۳۰۴۱ $\pm$ ۱۱۵    | بهبود |
| ۸    | آنزیم + ۳۰۵۰ | ۳۱۱۷ $\pm$ ۹۶                         | ۳۱۰۳ $\pm$ ۱۱۱ | ۳۰۵۶ $\pm$ ۱۱۷    | بهبود |

## بحث

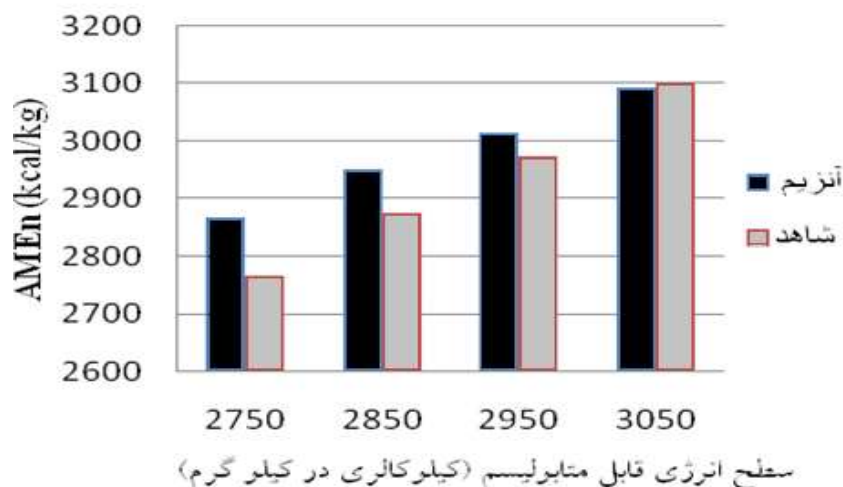
قابل متابولیسم می‌شود. کاچر و همکاران (۲۰۰۳) مشاهده کردند که افزودن آنزیم به جیره‌های غذایی بر پایه ذرت - کنجاله سویا با سطوح پایین انرژی قابل متابولیسم، باعث بهبود انرژی قابل متابولیسم می‌شود که در پژوهش حاضر نیز حداقل از نظر عددی بهبود بالاتر مقادیر انرژی قابل متابولیسم در اثر افزودن آنزیم، در جیره حاوی ۲۷۵۰ کیلوکالری در کیلوگرم در مقابل سایر جیره‌های غذایی با سطوح انرژی بالاتر مشاهده شد. رابی و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که با کاهش سطح انرژی قابل متابولیسم جیره غذایی از ۳۱۰۰ به ۲۷۰۰ کیلوکالری در کیلوگرم قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام و عصاره اتری کاهش می‌یابد که با افزودن آنزیم بیشترین مقدار بهبود در قابلیت هضم در جیره غذایی با ۲۷۰۰ کیلوکالری در کیلوگرم انرژی قابل متابولیسم حاصل می‌شود. نتایج مطالعه حاضر در هماهنگی با نتایج سایر پژوهشگران (داگلاس و همکاران ۲۰۰۰، کاچر و همکاران ۲۰۰۳ و ژو و همکاران ۲۰۰۹) نشان داد که افزودن آنزیم باعث بهبود انرژی قابل متابولیسم جیره‌های غذایی می‌شود.

به طور کلی جیره‌های غذایی طیور در ایران اساساً بر پایه ذرت و کنجاله سویا تنظیم می‌شوند. هدف متخصصین تغذیه طیور کاهش هزینه‌های جیره غذایی و در عین حال بهبود عملکرد طیور می‌باشد. افزودن آنزیم به جیره‌های غذایی بر پایه ذرت-کنجاله سویا موجب افزایش هزینه هر کیلوگرم غذای مصرفی خواهد شد. از طرفی اختیار سطوح بالای انرژی قابل متابولیسم در جیره‌های غذایی در راستای بالا بردن راندمان و بهبود ضریب تبدیل غذایی پیشنهاد می‌شود (لسون و سامرز ۲۰۰۱). به هر حال سطوح انرژی بالا و افزودن آنزیم هر دو افزایش قیمت هر کیلوگرم غذای طیور را به دنبال خواهند داشت. تحقیقات چندی روی اثرات افزودن آنزیم به جیره‌های غذایی بر پایه ذرت و کنجاله سویا صورت گرفته است (پک و همکاران ۱۹۹۶، زنلا و همکاران ۱۹۹۹، داگلاس و همکاران ۲۰۰۰، کاچر و همکاران ۲۰۰۳ و زو و همکاران ۲۰۰۹). نتایج این پژوهش‌ها نشان می‌دهد که افزودن آنزیم به جیره‌های غذایی بر پایه ذرت - کنجاله سویا باعث بهبود انرژی

ظاهری نیتروژن در سنین پایین‌تر بالاتر بود. توانایی جوجه‌ها در هفته اول برای جذب مواد مغذی محدود است اما معمولاً در اواسط هفته دوم به حداکثر<sup>۸</sup> مقدار خود می‌رسد (مهاگنا و نیر ۱۹۹۶). در نتیجه با افزایش سن و تکامل دستگاه گوارش جوجه‌ها سهم آنزیم‌های سنتتیک در بهبود قابلیت متابولیسم ظاهری ماده خشک و ابقاء ظاهری نیتروژن کاهش می‌یابد (اسکات ۱۹۹۶). از بررسی نتایج بدست آمده در این پژوهش این طور به نظر می‌رسد که افزودن آنزیم موجب بهبود  $AME_n$  قابلیت متابولیسم ظاهری ماده خشک و ابقاء ظاهری نیتروژن در جیره‌های غذایی بر پایه ذرت- کنجاله سویا می‌شود. البته لازم است با انجام آزمایش‌های عملکردی، تأثیر افزودن آنزیم در جیره‌های غذایی بر پایه ذرت- کنجاله سویای حاوی سطوح پایین انرژی قابل متابولیسم بیشتر مورد بررسی قرار گیرد.

بهبود در مقدار  $AME_n$  از لحاظ عددی در جیره‌های غذایی با انرژی کمتر، بیشتر از بهبود در جیره‌های غذایی با انرژی زیاد است (شکل ۱).  
زو و همکاران (۲۰۰۹) مشاهده کردند که اثر سن بر  $AME_n$  جیره‌های غذایی بر پایه ذرت- کنجاله سویا معنی‌دار نبود، در حالی که بتال و پارسونز (۲۰۰۱) و آلوکسی و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که ME و قابلیت هضم اسیدهای آمینه با بالا رفتن سن افزایش می‌یابد. همچنین بتال و پارسونز (۲۰۰۱) بیان داشتند که آنالیز رگرسیون خط شکسته<sup>۶</sup> در سن ۱۴ روزگی برای ME و در سن ۱۰ روزگی برای قابلیت هضم اسیدهای آمینه به حداکثر می‌رسد. نتایج پژوهش حاضر در هماهنگی با نتایج زو و همکاران (۲۰۰۹) نشان داد که سن (دوره آزمایش) روی  $AME_n$  اثر معنی‌داری ندارد. این نتایج نشان می‌دهند که طیور ممکن است در سن پایین‌تری به بلوغ در ظرفیت هضمی خود برسند. در این پژوهش هماهنگ با نتایج زو و همکاران (۲۰۰۹) اثر متقابل آنزیم و دوره رشد بر قابلیت متابولیسم ظاهری ماده خشک معنی‌دار نبود ولی افزودن آنزیم به جیره‌های غذایی در هر سه دوره رشد باعث افزایش عددی قابلیت متابولیسم ظاهری ماده خشک و همچنین ابقاء ظاهری نیتروژن شد. کازمارک و همکاران (۲۰۰۹) مشاهده کردند که قابلیت هضم ماده آلی (۷۲/۵ در مقابل ۷۴/۵) و ابقاء نیتروژن (۶۲/۲ در مقابل ۶۶/۶) جیره‌های غذایی بر پایه ذرت با افزودن آنزیم افزایش یافت. در آزمایش حاضر نیز ابقاء ظاهری نیتروژن در اثر افزودن آنزیم به میزان ۲/۶۳ درصد افزایش یافت. زنلا و همکاران (۱۹۹۹) مشاهده کردند که افزودن آوازیم<sup>۷</sup> ۱۵۰۰ به جیره غذایی بر پایه ذرت و کنجاله سویا قابلیت هضم کل پروتئین را به میزان ۲/۹ درصد بهبود داد ولی این بهبود برای همه اسیدهای آمینه یکسان نبود. میزان بهبود در قابلیت متابولیسم ظاهری ماده خشک و ابقاء

<sup>۶</sup>Broken-Line regression<sup>۷</sup>Avizyme<sup>۸</sup>Peak



شکل ۱- اثر افزودن آنزیم بر AMEn در جیره غذایی جوجه‌های گوشتی با سطوح مختلف انرژی قابل متابولیسم ظاهری

#### منابع مورد استفاده

- حسن‌زاده آ، جانمحمدی ح، حسین‌خانی ع و شکوری م، ۱۳۸۹. تعیین و مقایسه ترکیبات شیمیایی و انرژی قابل سوخت و ساز ظاهری پنج رقم زراعی گندم در شرایط با و بدون آنزیم با روش جیره کامل در جوجه‌های گوشتی جوان. چهارمین کنگره علوم دامی ایران، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران (کرج) - شهرپور.
- نورمحمدی ر، حسینی س م، و فرهنگ فر ه ۱۳۸۹. اثر اسید سیتریک و فیتاز میکروبی بر عملکرد رشد و خصوصیات لاشه جوجه های گوشتی. چهارمین کنگره علوم دامی ایران، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران (کرج) - شهرپور
- Acamovic T, 2001. Commercial application of enzyme technology for poultry production. *World's J Poul Sci* 27: 225-237.
- Ahmed F, Rahman MS, Ahmed MY, 2004. Performance of broiler on phytase supplemented soybean meal based diet. *Int J Poul Sci* 3 (4): 266-271
- AOAC International, 2005. Official Methods of Analysis. 18th ed. AOAC International, Gaithersburg, MD.
- Batal AB and Parsons CM, 2002. Effect of age on nutrient digestibility in chicks fed different diets. *Poult Sci* 81: 400 – 407
- Douglas MW and Parsons CM, 2000. Effect of various soybean meal source and Avizyme on chick growth performance and ileal digestibility energy. *J Appl Poul Res* 9: 74-80.
- Janmohammadi H, Taghizadeh A, Moghadam GA, Pirani N, Ostan S, Gheshlog M and Sahraei M, 2009. Nutritive value of poultry by product meal from Iran in broiler feeding. *Brit Soci of Anim Sci*, Annual meeting.
- Kaczmarek S, Bochenek M, Józefiak D and Rutkowski A, 2009. Effect of enzyme supplementation of diets based on maize or hominy feed on performance and nutrient digestibility in broilers. *J Anim and Feed Sci* 18: 113–123.
- Kocher A, Choct M, Hughes RJ & Broz J, 2000. Effect of food enzymes on utilisation of lupin carbohydrates by broilers. *Br Poul Sci* 41: (1)75-82.
- Kocher A, Choct M, Ross G, Broz J and Chung TK, 2003. Effect of enzyme combinations on apparent metabolizable energy of corn-soybean meal-based diets in broilers. *J Appl Poul Res* 12: 275-283.
- Krogdahl A and Sell JL, 1989. Influence of age on lipase, amylase and protease activities in pancreatic tissue and intestinal contents of young turkeys. *J Poul Sci* 68: 1561 – 1568.
- Lesson S and Summers J, 2001. *Scott's Nutrition of The Chicken*. 4th University Books P.O. Box 1326. Guelph, Ontario Canada N1H 6N8 .

- Mahagna M and Nir I, 1996. Comparative development of digestive organs, intestinal disaccharides and some blood metabolites in broilers and layer-type chicks after hatching. *Br Poult Sci* 37: 359-371.
- Marsman GJ, Gruppen H, van der Poel AF, Kwakkel RR, Verstegen MW and Voragen AG, 1997. The effect of thermal processing and enzyme treatments of soybean meal on growth performance, ileal nutrient digestibilities, and chyme characteristics in broiler chicks. *Poult Sci* 76:864-872.
- McCracken KJ and Quintin G, 2000. Metabolisable energy content of diets and broiler performance as affected by wheat specific weight and enzyme supplementation. *Br Poult Sci* 41: 332-342.
- Meng X and Solominski B A, 2005. Nutritive values of corn, soybean meal, canolameal, and peas for broiler chickens as affected by a multicarbohydrase preparation of cell wall degrading enzymes. *Poult Sci* 84:1242-1251.
- Michele WD and Parsons CM. Effect of Various Soybean Meal Sources and Avizyme on chick Growth performance and Ileal Digestible Energy. *J Appl Poult Res* 9:74-80
- Naher B, 2002. Utilization of parboiled rice polish based diet with supplementation of carbohydrase and phytase in growing ducklings. M.S. Thesis, Department of Poultry Science, Bangladesh Agricultural University, Mymensingh.
- Noy Y and Sklan D, 1995. Digestion and absorption in the young chicks. *J Poult Sci* 73: 366 – 373.
- NRC, 1994. Nutrient Requirements of Poultry. 9 th rev. ed. National Academy Press, Washington, DC.
- Olukosi OA, Cowieson AJ and Adeola O, 2007. Age-related influence of a cocktail of xylanase, amylase and protease or phytase individually or in combination in broilers. *Poult Sci* 86: 77-86.
- Pack M, Creswell D and Graham H, 1996. Applying enzymes to sorghum and maize based broiler diets. Pages 252-258 in Proc. of 10th Australian Poultry and Feed Convention, Melbourne, Australia.
- Petterson D, Graham H and Aman P, 1991. The nutritive value for broiler chickens of pelleting and enzyme supplementation of a diet containing barley, wheat and rye. *J. Anim. Feed Sci Tech* 33: 1-14.
- Rabie MH, Ismail FSA and Sherif SK, 2010. Effect of dietary energy level with probiotic and enzyme addition on performance, nutrient digestibility and carcass traits of broilers. *Egypt Poult Sci* 30 (1): 179-201.
- SAS Institus SAS/ STAT Gude for personal computers, version 9.1 (Cary, NC, USA), 2003.
- Scott TA, 1996. Assessment of energy levels in feedstuffs for poultry. *J Anim Feed Sci Tech* 62: 15-19.
- Sklan D, 2002. Development of the digestive tract of poultry. *World's Poult Sci* 57 (4). 415 – 428.
- Troche C, Sun X, McElroy A P, Remus J and Novak CL, 2007. Supplementation of Avizyme 1502 to Corn-Soybean Meal-Wheat Diets Fed to turkey tom poults: The First Fifty-Six Days of Age. *Poult Sci* 86:496-502.
- Wyatt C L, Bedford M R and Waldron LA, 1999. Role of Enzymes in Reducing Variability in Nutritive Value of Maize Using the Ileal Digestibility Method. *Proceedings of Australian Poultry Science Symposium* 108-111.
- Yu B and Chung K, 2004. Effect of Multiple- Enzyme Mixtures on Growth Performance of Broilers Fed Corn- Soybean Meal Diets. *J Appl Poult Res* 13:178-182.
- Zanella, Sakomura NK, Silversides FG, Figueirido A and Pack M, 1999. Effect of enzyme supplementation of broiler diets based on corn and soybeans. *Poult Sci* 78: 561-568.
- Zhou Y, Jiang Z, Lv D and Wang T, 2009. Improved energy-utilizing efficiency by enzyme preparation supplement in broiler diets with different metabolizable energy levels. *Poult Sci* 88: 316-322.

## Effect of enzyme supplementation on metabolizable energy and apparent nitrogen retention in broiler diets based on corn- soybean meal

O Kalvandi<sup>1</sup>, H Janmohammadi<sup>2</sup> and M Geshlagh Olyayee<sup>2</sup>

Received: June 28, 2013

Accepted: September 26, 2014

<sup>1</sup>MSc Graduated Student, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

<sup>2</sup>Associate Professor and Assistant Professor, respectively, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran,

\*Corresponding author: mehrzad.hossein@gmail.com

### Abstract

**BACKGROUND:** Supplementation of exogenous enzyme can improve metabolizable energy of broiler chicken diets. **OBJECTIVES:** This study was conducted to evaluate the effects of supplementation of exogenous enzyme on apparent DM and CP metabolizability, apparent N retention and improvement of AMEn of broiler chicken diets. **METHODS:** A total of 200, one day old male broiler chicks were randomly assigned in completely randomized design, as 4×2×3 factorial arrangement (4×3×2) with 4 ME levels (2750, 2850, 2950 and 3050 kcal/kg) supplemented with 2 levels (0 and 450 mg/kg of diet) of an exogenous enzyme, Natuzyme –P, in diets of broilers on apparent DM metabolizability, apparent N retention and AMEn improvement over the starter, grower and finisher phases of growth. **RESULTS:** The apparent DM metabolizability of diets was increased by increasing AMEn levels ( $P<0.0001$ ) and enzyme addition increased DM metabolizability by as much as 1.8 percent ( $P<0.0002$ ). The apparent N retention was increased significantly with increasing ME levels ( $P<0.001$ ). Enzyme supplementation improved apparent N retention of diets as much as 2.63 percent ( $P<0.0001$ ). The values of AMEn were improved by the main effects of ME levels and enzyme addition ( $P<0.0001$ ,  $P<0.0027$ ). Enzyme supplementation increased mean value of AMEn as much as 52 kcal/kg. Apparent N retention ( $P<0.0001$ ) and apparent DM metabolizability ( $P<0.0007$ ) was affected significantly by the main effect of phase growth and the highest values of apparent N retention and apparent DM metabolizability was found in grower and starter phases of growth, respectively. Two and three-way interaction effects of enzyme supplementation, ME levels and growth phase was not significant on AMEn improvement, apparent DM metabolizability and apparent N retention. **CONCLUSION:** Enzyme supplementation in corn-soybean meal based diet improved apparent DM metabolizability, apparent N retention and AMEn values.

**Key words:** AMEn, Enzyme, ME levels, Broilers