



## تأثیر آنزیم روایبو بر عملکرد رشد، برخی متابولیت‌های خون و قابلیت جذب عناصر معدنی در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با سطوح مختلف سبوس گندم

سمیه دیمه<sup>۱</sup>، نظر افصلی<sup>۲</sup> و مسلم باشتنی<sup>۳</sup>

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، دانشگاه بیرجند، (نویسنده مسوول: s\_daymeh@yahoo.com)

۲- استاد و دانشیار، دانشگاه بیرجند

تاریخ دریافت: ۹۱/۴/۲۴ تاریخ پذیرش: ۹۳/۳/۳

### چکیده

در این آزمایش تأثیر آنزیم روایبو بر بهبود اثرات ضد تغذیه‌ای سبوس گندم (فیبر بالا، پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای و فیتات) در تغذیه جوجه‌های گوشتی مورد بررسی قرار گرفت. تعداد ۳۲۰ قطعه جوجه یک روزه‌ی گوشتی نر سویه‌ی تجاری راس ۳۰۸ به ۸ تیمار و ۴ تکرار تقسیم شدند. تیمارها شامل چهار سطح سبوس گندم (صفر، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد) و دو سطح آنزیم روایبو (صفر و ۰/۰۵ درصد) بود. طول مدت انجام آزمایش ۴۲ روز بود و به سه دوره آغازین، رشد و پایانی تقسیم شد. داده‌های به‌دست آمده به‌صورت آزمایش فاکتوریل ۲×۴ در قالب یک طرح کاملاً تصادفی مقایسه شدند. محاسبه‌ی مقدار مصرف خوراک، افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک به صورت هفتگی انجام شد. در سن ۴۲ روزگی از هر واحد آزمایشی دو جوجه کشتار شد و نمونه‌های میلی‌لیتری خون تهیه گردید. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که سبوس گندم اثر معنی‌داری بر میانگین افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک کل دوره داشته، به‌طوری که با افزایش سطح سبوس جیره میانگین افزایش وزن کاهش یافت و افزودن آنزیم به جیره‌ها موجب بهبود معنی‌دار افزایش وزن و ضریب تبدیل غذایی شد. سبوس موجب کاهش گلوکز و افزایش عنصر روی در سرم خون شد ولی روی سایر ترکیبات سرمی اثر معنی‌داری نداشت. روایبو به‌طور معنی‌داری تری‌گلیسرید و کلسترول سرم خون را افزایش داد. همچنین جوجه‌های تغذیه شده با جیره‌های حاوی آنزیم به‌طور معنی‌داری کلسیم و فسفر سرمی بالاتری را نشان دادند. نتایج تحقیق نشان داد که مکمل سازی سبوس گندم با آنزیم روایبو می‌تواند موجب کاهش اثرات ضد مغذی سبوس و امکان استفاده از آن به عنوان بخشی از خوراک جوجه گوشتی شود.

واژه‌های کلیدی: جوجه گوشتی، روایبو، سبوس گندم، عملکرد، متابولیت‌های خون

### مقدمه

نمایند. سبوس گندم یکی از این مواد بوده و از این نظر غنی است (۸). بررسی‌های صورت گرفته درباره اثرات مضر سبوس گندم روی بالانس مواد معدنی در جیره نشان می‌دهد که اثر ممانعت‌کنندگی سبوس گندم روی جذب مواد معدنی به دو عامل مقدار فیتات و فیبر موجود در سبوس بستگی دارد (۳). همچنین گزارش شده که بیشتر از ۵۰ درصد کلسیم به‌وسیله‌ی سبوس باند شده و عامل اصلی در این مورد را اسید فیتیک قید کرده‌اند (۳) یکی از اثرات مهم سبوس بر مواد معدنی، تأثیری است که بر جذب آهن می‌گذارد. تحقیقات نشان می‌دهد قسمت اعظم آهن (بیش از ۶۰ درصد) با بخش فیبر غیرمحلول پیوند برقرار می‌کند و بنابراین جذب آن کاهش پیدا می‌کند (۳۱). استفاده از مکمل‌های آنزیمی در جیره موجب افزایش قابلیت هضم، کاهش قیمت جیره، بهبود شرایط بستر و راندمان خوراک و همچنین کاهش اتلاف مواد آلی می‌شود (۳۷). با دقت در انتخاب آنزیم می‌توان به خوبی عملکرد را در طیور بهبود بخشید و گمان می‌رود که افزایش استفاده از آنزیم در غذا، فقط به دلیل منافع اقتصادی نبوده، بلکه ویژگی‌های زیست محیطی و بهبود ذرات غذا توسط آنزیم‌ها نیز مدنظر است (۲۲). از این رو در این پژوهش سعی شد با مکمل‌سازی جیره‌ها از راه آنزیم روایبو که حاوی آنزیم‌های زایلاناز، بتاگلوکاناز، سلولاز و پکتیناز برای شکستن پلی‌ساکاریدهای دیواره‌ی سلولی است به توان قابلیت استفاده از سبوس گندم را در جیره‌ی جوجه‌های گوشتی بهبود بخشید.

ماده اصلی تشکیل‌دهنده فیبر سبوس گندم، همی سلولز است که آن را در بین سایر منابع غذایی با فیبر بالا جدا می‌نماید. زیرا ساختمان شیمیایی همی سلولز از یک کمپلکس هتروگزیلان مرکب تشکیل شده که بخش عمده آن آرابینوز و گزیلوز است (۷). آرابینوزگزیلان‌ها جزء پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای به شمار می‌آیند. این ترکیبات پلیمرهای کربوهیدرات‌ها هستند و دارای ترکیبات و ساختارهای متفاوتی از نشاسته بوده و با عبور پیوندهای شیمیایی از بین آن‌ها ساختارهایی را به وجود می‌آورند که طیور پراحتی قادر به هضم آنها نیستند. یک قسمت از این ترکیبات قابل حل در آب بوده و تشکیل لایه ژلاتینی را می‌دهد و سبب ایجاد شرایط ویسکوز در روده شده و به دنبال آن عملکرد بخش گوارشی را کاهش می‌دهد. افزودن پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای به میزان ۴ درصد به جیره جوجه‌های گوشتی، به کاهش ۱۰ درصدی قابلیت هضم نشاسته، پکتین و لیپیدها منجر می‌شود (۳۵). حدود دو سوم کل فسفر در منابع گیاهی به شکل فیتات موجود است. این ترکیب حاوی فسفر شکل اصلی ذخیره‌ای فسفر در دانه‌های گیاهی است و تنها توسط آنزیم فیتاز قابل شکسته شدن می‌باشد که در دستگاه گوارش خوک و طیور یافت نمی‌شود (۱). بعضی از گیاهان تولید فیتاز می‌نمایند چرا که قادرند به مقدار کم اسید فیتیک را به اینوزیتول و فسفات غیرآلی هیدرولیز کرده و در نتیجه کاتیون‌هایی مثل کلسیم را آزاد

## مواد و روش‌ها

عملیات اجرایی این پژوهش در تابستان ۸۹ در سالن مرغداری تحقیقاتی دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه بیرجند واقع در کیلومتر ۵ جاده‌ی بیرجند-کرمان انجام شد. اعمال تیمارهای آزمایش در سن یک‌روزگی آغاز شد. تمامی جوجه‌ها به‌صورت انفرادی وزن‌کشی شدند و جوجه‌های با میانگین وزن تقریباً مساوی به‌طور تصادفی در بین قفس‌ها توزیع شدند، به طوری که در هر قفس ۱۰ قطعه جوجه قرار گرفت. در این آزمایش از ۳۲۰ قطعه جوجه‌ی یک‌روزه‌ی گوشتی نر سویه‌ی تجاری راس ۳۰۸ در ۸ تیمار و ۴ تکرار ۱۰ قطعه‌ای با میانگین وزنی یکسان استفاده شد. تیمارها شامل چهار سطح سبوس‌گندم (صفر، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد) و دو سطح آنزیم روابیو (صفر و ۰/۰۵ درصد) با چهار تکرار بود. آنزیم مورد استفاده روابیو حاوی ۲۲۰۰ واحد بر گرم زیالاناز، بتاکلوکاناز ۲۰۰ واحد بر گرم، سلولاز ۱۰۰ واحد بر گرم و پکتیناز ۱۰۰ واحد بر گرم بود. طرح آزمایشی مورد استفاده کاملاً تصادفی به‌صورت فاکتوریل بود. دوره پرورشی به سه دوره آغازین (۱۴-۰ روزگی)، رشد (۲۸-۱۵ روزگی) و پایانی (۴۲-۲۹ روزگی) تقسیم شد. جیره‌های مورد استفاده (بر اساس کاتالوگ مربوطه راس ۳۰۸) از لحاظ تراکم مواد مغذی یکسان بودند (جداول ۱ و ۲). انرژی دوره آغازین، رشد و پایانی به ترتیب ۲۹۵۰، ۳۰۰۰ و ۳۱۰۰ کیلوکالری بودند و درصد پروتئین آن نیز ۲۲، ۲۰ و ۱۸ بود. افزایش وزن، مقدار مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی به‌صورت هفتگی ثبت شدند. در سن ۴۲ روزگی پس از ۱۰ ساعت گرسنگی از هر تکرار دو جوجه به‌روش قطع گردنی کشتار شد و نمونه‌های میلی‌لیتری خون در لوله‌های آزمایش درب دار تهیه گردید و سپس با دستگاه سانتریفیوژ با دور ۳۰۰۰ و در مدت ۱۵ دقیقه جداسازی سرم از پلاسما انجام و در میکروتیوپ‌های درب دار جمع‌آوری شد. نمونه‌های جمع‌آوری شده بلافاصله به آزمایشگاه جهت اندازه‌گیری فاکتورهای خونی مورد نظر منتقل شد. فاکتورهای مختلف شامل گلوکز، تری‌گلیسرید، کلسترول، HDL، کلسیم، فسفر، آهن، مس، منیزیم و روی در نمونه‌های سرم و با استفاده از کیت‌های آزمایشگاهی اندازه‌گیری شدند. نتایج بدست آمده در این آزمایش با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS و با رویه GLM

آنالیز شدند. مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون توکی انجام شد.

## نتایج و بحث مصرف خوراک

نتایج مربوط به میزان مصرف خوراک در هفته‌های مختلف آزمایش در جدول (۳) آمده است. اثر سبوس در هفته دوم و اثر آنزیم در هفته اول و دوم معنی‌دار گردید و اثر متقابلی بین آن‌ها در هفته‌های پرورشی مشاهده نگردید ( $P < 0/05$ ). در تمام هفته‌های پرورش جیره‌های حاوی آنزیم مصرف خوراک بالاتری را نشان دادند، هرچند که این اختلاف تنها در دو هفته اول معنی‌دار گشت و با نتایج گزارش شده توسط سنکویلو و همکاران مطابقت دارد (۳۳). در طیور تولید آنزیم‌های هضمی در اوایل رشد بسیار کم است و در طی چند روز اول مقدار این آنزیم‌ها برای هضم مواد غذایی ناکافی است، بنابراین افزودن آنزیم به جیره این حیوانات بسیار مفید به نظر می‌رسد (۱۸). گویترز و همکاران با بررسی اثر آنزیم بر جیره‌های غذایی حاوی گندم در جوجه‌های گوشتی مشاهده کردند که آنزیم تنها در دوره رشد مصرف خوراک را تحت تأثیر قرار داده و موجب افزایش آن گردید (۱۱). پنتوزان‌های گندم دارای فعالیت ضدتغذیه‌ای در جوجه‌های گوشتی هستند و در واقع این اثرات ضد تغذیه‌ای که با کاهش عملکرد و افزایش رطوبت مدفوع نمایان می‌شوند، با ویسکوزیته بالای این پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای ارتباط دارند (۳۶). در نتیجه حل شدن این پلی‌ساکاریدها، ویسکوزیته مواد هضمی افزایش می‌یابد و متعاقب آن تضعیف هضم و جذب مواد مغذی و کاهش خوراک مصرفی اتفاق می‌افتد. کند شدن حرکت مواد هضمی در دستگاه گوارش موجب افزایش جمعیت میکروبی در روده کوچک می‌شود که اثر منفی بر عملکرد حیوان می‌گذارد. از طرف دیگر افزایش ویسکوزیته موجب کاهش سطح برخی از آنزیم‌های لوزالمعده از جمله آمیلاز در مجرای روده کوچک می‌شود (۴). در این پژوهش استفاده از آنزیم خوراکی باعث بهبود قابلیت دسترسی به پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای شده و اثرات منفی این باقی‌مانده‌های غیرقابل هضم را روی ویسکوزیته روده کاهش و مصرف خوراک را بهبود بخشید.

جدول ۱- ترکیب اجزای جیره‌های بدون آنزیم آغازین، رشد و پایانی

Table 1. Composition of diets without enzyme; starter, grower and finisher

| اجزای جیره                                  | جیره‌ها              |       |       |                   |       |       |       |                     |       |       |       |       |
|---|----------------------|-------|-------|-------------------|-------|-------|-------|---------------------|-------|-------|-------|-------|
|   | پایانی (۲۹-۴۲ روزگی) |       |       | رشد (۱۵-۲۸ روزگی) |       |       |       | آغازین (۱-۱۴ روزگی) |       |       |       |       |
|   | ۲۰                   | ۱۵    | ۱۰    | ۲۰                | ۱۵    | ۱۰    | ۲۰    | ۱۵                  | ۱۰    | ۲۰    | ۱۵    | ۱۰    |
| سبوس  | ۴۸/۳۶                | ۵۴/۷۹ | ۶۱/۶  | ۷۲/۴۸             | ۴۴/۷۸ | ۵۱/۲۲ | ۵۸/۱  | ۶۹/۲۳               | ۳۸/۰۴ | ۴۶/۱۴ | ۵۱/۶۵ | ۶۲/۱۴ |
| ذرت   | ۱۹/۰۴                | ۲۰/۳۹ | ۲۰/۸۶ | ۲۲/۷۴             | ۱۸/۷۰ | ۱۹/۰۴ | ۱۹/۴۷ | ۲۴                  | ۲۷/۶۸ | ۲۵/۶۹ | ۲۸/۴۵ | ۲۸/۷۵ |
| کنجاله سویا                                 | ۲                    | ۱/۴   | ۱/۴   | ۱                 | ۵     | ۵     | ۵     | ۳/۸                 | ۳/۵   | ۵     | ۳/۵   | ۳/۵   |
| پودر ماهی                                   | ۷/۵                  | ۵/۸   | ۳/۵   | -                 | ۷/۹   | ۶/۱   | ۳/۵   | -                   | ۷/۷   | ۵     | ۳/۲   | -     |
| روغن  | ۱/۴۶                 | ۱/۶   | ۱/۵   | ۱/۴۶              | ۱/۵۴  | ۱/۴۸  | ۱/۴۲  | ۱/۳۸                | ۱/۵۳  | ۱/۴۲  | ۱/۴۰  | ۱/۲۸  |
| صدف   | ۱/۲۲                 | -/۷۳  | -/۸۴  | ۱/۲۳              | -/۳۳  | ۴۳/۰  | -/۵۵  | -/۸۹                | -/۸۸  | -/۸۵  | ۱/۱   | ۱/۳۸  |
| دی کلسیم فسفات                              | ۰/۱                  | -/۱   | -/۱   | -/۱               | -/۲۵  | -/۲۵  | -/۲۵  | -/۲۵                | -/۲۵  | -/۲۵  | -/۲۵  | -/۲۵  |
| مکمل مینراله و ویتامینه <sup>۱</sup>        | -                    | -     | -     | -/۷۹              | -/۲۵  | -/۲۵  | -/۲۵  | -/۲۵                | -/۲۵  | -/۲۵  | -/۲۵  | -/۲۵  |
| نمک   | ۰/۲                  | ۰/۲   | ۰/۲   | ۰/۲               | ۰/۲   | ۰/۲   | ۰/۲   | ۰/۲                 | ۰/۲   | ۰/۲   | ۰/۲   | ۰/۲   |
| دی-ال-متیونین                               | -/۱۲                 | -     | -     | -                 | ۱/۰۵  | ۱/۰۳  | ۱/۲۶  | -                   | -     | -     | -     | -/۵۴  |
| ال-لیزین                                    | -                    | -     | -     | -                 | -     | -     | -     | -                   | -     | -     | -     | -     |
| سنگریزه                                     | -                    | -     | -     | -                 | -     | -     | -     | -                   | -     | -     | -     | ۱/۷۱  |
| ترکیب شیمیایی                               | پایانی               |       |       | رشد               |       |       |       | آغازین              |       |       |       |       |
| انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری در کیلوگرم) | ۳۲۰۰                 | ۳۲۰۰  | ۳۲۰۰  | ۳۲۰۰              | ۳۱۵۰  | ۳۱۵۰  | ۳۱۵۰  | ۳۱۵۰                | ۲۹۵۰  | ۲۹۵۰  | ۲۹۵۰  | ۲۹۵۰  |
| پروتئین (درصد)                              | ۱۸                   | ۱۸    | ۱۸    | ۱۸                | ۲۰    | ۲۰    | ۲۰    | ۲۰                  | ۲۲    | ۲۲    | ۲۲    | ۲۲    |
| کلسیم (درصد)                                | ۰/۹۰                 | ۰/۹۰  | ۰/۹۰  | ۰/۹۰              | ۰/۹۲  | ۰/۹۲  | ۰/۹۲  | ۰/۹۲                | ۱/۰۰  | ۱/۰۰  | ۱/۰۰  | ۱/۰۰  |
| فسفر قابل دسترس (درصد)                      | ۰/۳۸                 | ۰/۳۸  | ۰/۳۸  | ۰/۳۸              | ۰/۴۰  | ۰/۴۰  | ۰/۴۰  | ۰/۴۰                | ۰/۵۰  | ۰/۵۰  | ۰/۵۰  | ۰/۵۰  |
| سدیم (درصد)                                 | ۰/۱۹                 | ۰/۱۸  | ۰/۱۹  | ۰/۱۸              | ۰/۱۶  | ۰/۱۷  | ۰/۱۵  | ۰/۱۸                | ۰/۱۶  | ۰/۱۶  | ۰/۱۵  | ۰/۱۴  |
| آرژنین (درصد)                               | ۱/۰۹                 | ۱/۰۲  | ۱/۱۰  | ۰/۹               | ۱/۰۹  | ۱/۰۷  | ۱/۰۵  | ۱/۰۵                | ۱/۴۹  | ۱/۴۷  | ۱/۵۱  | ۱/۴۹  |
| لیزین (درصد)                                | ۰/۹                  | ۰/۹   | ۰/۸   | ۰/۹               | ۱/۳۳  | ۱/۰۳  | ۱/۰۵  | ۱/۱                 | ۱/۴۹  | ۱/۳۹  | ۱/۳۴  | ۱/۴۹  |
| متیونین + سیستین (درصد)                     | ۰/۶۹                 | ۰/۶۸  | ۰/۶۴  | ۰/۶۴              | ۰/۶۹  | ۰/۶۸  | ۰/۶۴  | ۰/۷۳                | ۰/۹۱  | ۰/۸۸  | ۰/۸۹  | ۰/۹۲  |
| ترونین (درصد)                               | ۰/۵۸                 | ۰/۵۳  | ۰/۴۹  | ۰/۵۵              | ۰/۶۸  | ۰/۶۴  | ۰/۷۳  | ۰/۶۰                | ۰/۸۸  | ۰/۸۵  | ۰/۸۷  | ۰/۸۹  |
| تریپتوفان (درصد)                            | ۰/۱۴                 | ۰/۱۵  | ۰/۱۴  | ۰/۱۴              | ۰/۱۸  | ۰/۱۷  | ۰/۱۹  | ۰/۱۷                | ۰/۲۷  | ۰/۲۹  | ۰/۲۷  | ۰/۲۷  |

۱- هر کیلوگرم مکمل معدنی حاوی ۶۴/۵ گرم منگنز، ۳۳/۸ گرم روی، ۸ گرم مس، ۶۴۰ میلی‌گرم ید، ۱۹۰ میلی‌گرم کبالت و ۸۰ گرم سلنیوم. هر کیلوگرم مکمل ویتامینی حاوی ۴۴۰۰۰۰ واحد ویتامین A، ۷۲۰۰ واحد ویتامین D، ۱۴۴۰۰ میلی‌گرم ویتامین E، ۲۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین K، ۶۴۰ میلی‌گرم کوپالامین، ۶۱۲ میلی‌گرم ویتامین C، ۳۰۰۰ میلی‌گرم ریبولوین، ۴۸۹۶ میلی‌گرم ویتامین پانتوتنیک، ۱۲۱۶۰ میلی‌گرم نیاسین و ۶۱۲ میلی‌گرم پیریدوکسین.

جدول ۲- ترکیب اجزای جیره‌های حاوی آنزیم آغازین، رشد و پایانی

Table 2. Composition of diets with enzyme; starter, grower and finisher

| اجزای جیره                                  | جیره‌ها              |       |       |                   |       |       |       |                     |       |       |       |       |
|---|----------------------|-------|-------|-------------------|-------|-------|-------|---------------------|-------|-------|-------|-------|
|   | پایانی (۲۹-۴۲ روزگی) |       |       | رشد (۱۵-۲۸ روزگی) |       |       |       | آغازین (۱-۱۴ روزگی) |       |       |       |       |
|   | ۲۰                   | ۱۵    | ۱۰    | ۲۰                | ۱۵    | ۱۰    | ۲۰    | ۱۵                  | ۱۰    | ۲۰    | ۱۵    | ۱۰    |
| سبوس  | ۴۸/۳۳                | ۵۴/۷۶ | ۶۱/۶  | ۷۲/۴۳             | ۴۴/۷۸ | ۵۱/۲۰ | ۵۸/۰۹ | ۶۹/۲۳               | ۳۷/۸۲ | ۴۶/۱۷ | ۵۱/۵۲ | ۶۲/۱۴ |
| ذرت   | ۲۰/۱۳                | ۲۰/۲۰ | ۲۰/۶۳ | ۲۲/۷۴             | ۱۸/۶۵ | ۱۸/۹۶ | ۱۹/۴۳ | ۳۹/۰۵               | ۲۷/۷۰ | ۲۵/۵۳ | ۲۸/۴۸ | ۲۸/۷۵ |
| کنجاله سویا                                 | -/۰۵                 | -/۰۵  | -/۰۵  | -/۰۵              | -/۰۵  | -/۰۵  | -/۰۵  | -/۰۵                | -/۰۵  | -/۰۵  | -/۰۵  | -/۰۵  |
| آنزیم <sup>۱</sup>                          | ۱/۶                  | ۱/۶   | ۱/۶   | ۱                 | ۵     | ۵     | ۵     | ۳/۸                 | ۳/۵   | ۵     | ۳/۵   | ۳/۵   |
| پودر ماهی                                   | ۷/۵                  | ۵/۸   | ۳/۵   | -                 | ۷/۹   | ۶/۱   | ۳/۵   | -                   | ۷/۸   | ۵     | ۳/۲   | -     |
| روغن  | ۱/۵۳                 | ۱/۶   | ۱/۵   | ۱/۴۶              | ۱/۵۴  | ۱/۴۸  | ۱/۴۲  | ۱/۳۸                | ۱/۵۵  | ۱/۴   | ۱/۴۳  | ۱/۲۸  |
| صدف   | ۱/۰۳                 | -/۶۹  | -/۸۲  | ۱/۲۳              | -/۳۳  | ۴۳/۰  | -/۵۵  | -/۸۹                | -/۸۸  | -/۸۶  | ۱/۱۲  | ۱/۳۸  |
| دی کلسیم فسفات                              | ۰/۱                  | -/۱   | -/۱   | -/۱               | -/۲۵  | -/۲۵  | -/۲۵  | -/۲۵                | -/۲۵  | -/۲۵  | -/۲۵  | -/۲۵  |
| مکمل مینراله و ویتامینه <sup>۲</sup>        | -                    | -     | -     | -/۷۹              | -/۲۵  | -/۲۵  | -/۲۵  | -/۲۵                | -/۲۵  | -/۲۵  | -/۲۵  | -/۲۵  |
| نمک   | ۰/۲                  | ۰/۲   | ۰/۲   | ۰/۲               | ۰/۲   | ۰/۲   | ۰/۲   | ۰/۲                 | ۰/۲   | ۰/۲   | ۰/۲   | ۰/۲   |
| دی-ال-متیونین                               | -                    | -     | -     | -                 | ۱/۰۵  | ۱/۰۳  | ۱/۲۶  | -                   | -     | -     | -     | -     |
| ال-لیزین                                    | -                    | -     | -     | -                 | -     | -     | -     | -                   | -     | -     | -     | -     |
| سنگریزه                                     | -                    | -     | -     | -                 | -     | -     | -     | -                   | -     | -     | -     | ۱/۶۶  |
| ترکیب شیمیایی                               | پایانی               |       |       | رشد               |       |       |       | آغازین              |       |       |       |       |
| انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری در کیلوگرم) | ۳۲۰۰                 | ۳۲۰۰  | ۳۲۰۰  | ۳۲۰۰              | ۳۱۵۰  | ۳۱۵۰  | ۳۱۵۰  | ۳۱۵۰                | ۲۹۵۰  | ۲۹۵۰  | ۲۹۵۰  | ۲۹۵۰  |
| پروتئین (درصد)                              | ۱۸                   | ۱۸    | ۱۸    | ۱۸                | ۲۰    | ۲۰    | ۲۰    | ۲۰                  | ۲۲    | ۲۲    | ۲۲    | ۲۲    |
| کلسیم (درصد)                                | ۰/۹۰                 | ۰/۹۰  | ۰/۹۰  | ۰/۹۰              | ۰/۹۲  | ۰/۹۲  | ۰/۹۲  | ۰/۹۲                | ۱/۰۰  | ۱/۰۰  | ۱/۰۰  | ۱/۰۰  |
| فسفر قابل دسترس (درصد)                      | ۰/۳۸                 | ۰/۳۸  | ۰/۳۸  | ۰/۳۸              | ۰/۴۰  | ۰/۴۰  | ۰/۴۰  | ۰/۴۰                | ۰/۵۰  | ۰/۵۰  | ۰/۵۰  | ۰/۵۰  |
| سدیم (درصد)                                 | ۰/۱۸                 | ۰/۱۷  | ۰/۱۹  | ۰/۱۸              | ۰/۱۶  | ۰/۱۷  | ۰/۱۵  | ۰/۱۸                | ۰/۱۶  | ۰/۱۶  | ۰/۱۵  | ۰/۱۴  |
| آرژنین (درصد)                               | ۱/۰۴                 | ۱/۰۴  | ۱/۱۰  | ۰/۹               | ۱/۰۹  | ۱/۰۷  | ۱/۰۵  | ۱/۰۵                | ۱/۴۷  | ۱/۵۱  | ۱/۴۹  | ۱/۴۹  |
| لیزین (درصد)                                | ۰/۹                  | ۰/۹   | ۰/۸   | ۰/۹               | ۱/۲۳  | ۱/۱۵  | ۱/۰۵  | ۱/۱                 | ۱/۴۴  | ۱/۳۴  | ۱/۴۹  | ۱/۴۹  |
| متیونین + سیستین (درصد)                     | ۰/۶۹                 | ۰/۶۸  | ۰/۶۴  | ۰/۶۴              | ۰/۶۹  | ۰/۶۸  | ۰/۶۴  | ۰/۷۳                | ۰/۸۷  | ۰/۸۹  | ۰/۹۲  | ۰/۹۱  |
| ترونین (درصد)                               | ۰/۵۸                 | ۰/۵۳  | ۰/۴۹  | ۰/۵۵              | ۰/۶۸  | ۰/۶۴  | ۰/۷۸  | ۰/۶۰                | ۰/۸۴  | ۰/۸۶  | ۰/۸۹  | ۰/۸۸  |
| تریپتوفان (درصد)                            | ۰/۱۴                 | ۰/۱۵  | ۰/۱۴  | ۰/۱۴              | ۰/۱۸  | ۰/۱۷  | ۰/۱۹  | ۰/۱۷                | ۰/۲۹  | ۰/۲۹  | ۰/۲۷  | ۰/۲۷  |

۱- مولتی آنزیم روایی حاوی ۳۲۰۰ واحد بر گرم زایلاناز، بتاگلوکاناز ۳۰۰ واحد بر گرم، سلولاز ۱۰۰ واحد بر گرم و پکتیناز ۱۰۰ واحد بر گرم  
 ۲- هر کیلوگرم مکمل معدنی حاوی ۶۴/۵ گرم منگنز، ۳۳/۸ گرم روی، ۸ گرم مس، ۶۴۰ میلی‌گرم ید، ۱۹۰ میلی‌گرم کبالت و ۸۰ گرم سلنیوم. هر کیلوگرم مکمل ویتامینی حاوی ۴۴۰۰۰۰ واحد ویتامین A، ۷۲۰۰ واحد ویتامین D، ۱۴۴۰۰ میلی‌گرم ویتامین E، ۲۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین K، ۶۴۰ میلی‌گرم کوپالامین، ۶۱۲ میلی‌گرم ویتامین C، ۳۰۰۰ میلی‌گرم ریبولوین، ۴۸۹۶ میلی‌گرم ویتامین پانتوتنیک، ۱۲۱۶۰ میلی‌گرم نیاسین و ۶۱۲ میلی‌گرم پیریدوکسین

جدول ۳- میانگین مصرف خوراک جوجه‌ها در هفته‌های مختلف و کل مدت آزمایش (جوجه/ گرم)  
Table 3. Average Feed intake of chicks during the different weeks and entire experimental period (chicken / g)

| اثر آنزیم               |          |           |            |          |                      |                     |
|-------------------------|----------|-----------|------------|----------|----------------------|---------------------|
| کل دوره                 | هفته ششم | هفته پنجم | هفته چهارم | هفته سوم | هفته دوم             | هفته اول            |
| ۳۸۷۵/۸۱                 | ۱۲۷۸/۹۴  | ۱۰۰۶/۷۲   | ۷۰۶/۹۴     | ۵۱۸/۱۹   | ۲۴۵/۵۹ <sup>ab</sup> | ۱۱۰/۴۴ <sup>b</sup> |
| ۳۹۵۸/۵۲                 | ۱۲۲۵/۲۲  | ۱۰۲۸/۱۹   | ۷۱۰/۰۹     | ۵۲۵/۲۸   | ۲۵۳/۸۴ <sup>a</sup>  | ۱۱۵/۸۱ <sup>a</sup> |
| ۱۲/۹۷۰                  | ۲۰/۲۳۶   | ۷/۹۰۹     | ۴/۳۹۴      | ۲/۷۳۵    | ۲/۰۷۲                | ۱/۴۶۴               |
| اثر سبوس                |          |           |            |          |                      |                     |
| ۳۹۲۵/۱۸                 | ۱۲۹۵/۹۴  | ۱۰۲۲/۵۰   | ۷۱۸/۴۴     | ۵۲۵/۳۸   | ۲۵۲/۰۰ <sup>a</sup>  | ۱۱۰/۹۴              |
| ۳۹۷۱/۹۳                 | ۱۲۲۹/۶۹  | ۱۰۲۹/۳۱   | ۷۱۶/۰۰     | ۵۲۸/۴۴   | ۲۵۳/۸۱ <sup>a</sup>  | ۱۱۴/۶۹              |
| ۳۸۶۶/۳۱                 | ۱۲۷۷/۷۵  | ۱۰۰۲/۰۶   | ۷۰۰/۲۸     | ۵۱۸/۷۵   | ۲۵۲/۰۰ <sup>a</sup>  | ۱۱۵/۳۸              |
| ۳۹۰۵/۲۵                 | ۱۲۲۲/۹۴  | ۱۰۱۵/۹۴   | ۶۹۹/۲۵     | ۵۱۴/۵۶   | ۲۴۱/۰۶ <sup>b</sup>  | ۱۱۱/۵۰              |
| ۱۸/۳۵۰                  | ۲۸/۷۴۶   | ۱۱/۱۸۵    | ۶/۲۱۴      | ۳/۸۶۸    | ۲/۹۳۱                | ۲/۰۷۱               |
| اثر متقابل آنزیم × سبوس |          |           |            |          |                      |                     |
| ۳۸۶۴/۷۵                 | ۱۲۵۷/۷۵  | ۱۰۱۱/۲۸   | ۷۱۶/۳۸     | ۵۲۱/۷۵   | ۲۴۹/۵۰               | ۱۰۸/۰۰              |
| ۳۹۵۹/۲۵                 | ۱۳۳۱/۱۳  | ۱۰۲۷/۱۳   | ۷۱۷/۲۵     | ۵۲۴/۱۳   | ۲۴۹/۱۳               | ۱۱۰/۵۰              |
| ۳۷۸۶/۸۷                 | ۱۲۳۶/۱۳  | ۹۸۲/۱۳    | ۶۹۱/۷۵     | ۵۱۶/۳۸   | ۲۴۶/۸۸               | ۱۱۳/۶۳              |
| ۳۸۹۲/۳۷                 | ۱۲۳۶/۷۵  | ۱۰۰۶/۲۵   | ۷۰۲/۳۸     | ۵۱۰/۵۰   | ۱۲۲/۶۵               | ۱۰۹/۶۳              |
| ۳۹۸۵/۶۲                 | ۱۳۳۴/۱۳  | ۱۰۳۳/۶۳   | ۷۲۰/۵۰     | ۵۲۹/۰۰   | ۲۵۴/۵۰               | ۱۱۳/۸۸              |
| ۳۹۸۴/۶۲                 | ۱۳۳۸/۲۵  | ۱۰۳۱/۵۰   | ۷۱۴/۷۵     | ۵۳۲/۷۵   | ۲۵۸/۵۰               | ۱۱۸/۸۸              |
| ۳۹۴۵/۷۵                 | ۱۳۱۹/۳۸  | ۱۰۲۲/۰۰   | ۷۰۹/۰۰     | ۵۲۱/۱۳   | ۲۵۷/۱۳               | ۱۱۷/۱۳              |
| ۳۹۱۸/۱۲                 | ۱۳۱۹/۱۳  | ۱۰۲۵/۶۳   | ۶۹۶/۱۳     | ۵۱۸/۶۳   | ۲۴۵/۲۵               | ۱۱۳/۳۸              |
| ۲۳/۹۳۰                  | ۱۴/۱۳۸   | ۵/۶۹۹     | ۳/۲۶۶      | ۲/۰۷۰    | ۱/۷۵۱                | ۱/۱۰۲               |
| سطوح معنی‌داری          |          |           |            |          |                      |                     |
| ۰/۱۴۰۰                  | ۰/۲۰۷۰   | ۰/۰۶۶۹    | ۰/۶۱۶۲     | ۰/۰۷۲۵   | ۰/۰۰۹۶               | ۰/۰۱۵۹              |
| ۰/۵۹۰۰                  | ۰/۵۵۸۸   | ۰/۳۷۶۵    | ۰/۰۷۲۰     | ۰/۰۷۵۵   | ۰/۰۱۹۹               | ۰/۳۴۵۷              |
| ۰/۷۶۰۰                  | ۰/۵۴۲۴   | ۰/۷۳۷۸    | ۰/۵۶۶۷     | ۰/۹۸۵۱   | ۰/۹۳۶۳               | ۰/۸۳۵۷              |

\*: حروف نامشابه در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها است (P<۰/۰۵).

جدول ۴- میانگین افزایش وزن جوجه‌ها در هفته‌های مختلف و کل مدت آزمایش (جوجه/ گرم)  
Table 4. Average weight gain of chicks during the different weeks and entire experimental period (chicken/g)

| اثر آنزیم               |                     |                     |                     |                     |                     |                    |
|-------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| کل دوره                 | هفته ششم            | هفته پنجم           | هفته چهارم          | هفته سوم            | هفته دوم            | هفته اول           |
| ۱۹۵۳/۰۷ <sup>b</sup>    | ۷۰۲/۰۰ <sup>b</sup> | ۴۴۸/۹۳ <sup>b</sup> | ۳۶۵/۳۴              | ۲۲۱/۶۷ <sup>b</sup> | ۱۴۰/۷۳ <sup>b</sup> | ۷۴/۳۹ <sup>b</sup> |
| ۲۰۶۷/۸۳ <sup>a</sup>    | ۷۳۷/۳۵ <sup>a</sup> | ۴۷۹/۷۶ <sup>a</sup> | ۳۸۱/۷۱              | ۲۴۰/۹۹ <sup>a</sup> | ۱۴۹/۶۶ <sup>a</sup> | ۷۸/۷۹ <sup>a</sup> |
| ۶/۳۲۰                   | ۹/۰۵۰               | ۷/۷۷۸               | ۶/۳۸۵               | ۵/۵۵۰               | ۲/۸۹۶               | ۱/۳۷۸              |
| اثر سبوس                |                     |                     |                     |                     |                     |                    |
| ۲۱۴۳/۷۸ <sup>a</sup>    | ۷۶۶/۴۱ <sup>a</sup> | ۵۳۴/۴۱ <sup>a</sup> | ۳۸۵/۶۳ <sup>a</sup> | ۲۳۲/۹۹              | ۱۴۷/۸۳ <sup>a</sup> | ۷۶/۵۱ <sup>a</sup> |
| ۲۰۲۴/۵۵ <sup>b</sup>    | ۷۲۲/۰۳ <sup>b</sup> | ۴۴۶/۶۳ <sup>b</sup> | ۳۸۷/۴۹ <sup>a</sup> | ۲۳۷/۵۹              | ۱۵۰/۷۴ <sup>a</sup> | ۸۰/۱۰ <sup>a</sup> |
| ۱۹۹۲/۵۳ <sup>b</sup>    | ۶۹۷/۳۳ <sup>b</sup> | ۴۵۱/۱۳ <sup>b</sup> | ۳۸۷/۰۸ <sup>a</sup> | ۲۲۹/۵۴              | ۱۵۴/۳۵ <sup>a</sup> | ۸۰/۱۱ <sup>a</sup> |
| ۱۸۷۳/۹۵ <sup>c</sup>    | ۶۹۲/۹۴ <sup>b</sup> | ۴۲۵/۳۴ <sup>b</sup> | ۳۳۳/۸۹ <sup>b</sup> | ۲۲۵/۲۰              | ۱۲۷/۰۶ <sup>b</sup> | ۶۹/۶۴ <sup>b</sup> |
| ۸/۹۴۰                   | ۱۲/۷۹۹              | ۱۰/۹۹۹              | ۹/۰۳۱               | ۷/۸۴۹               | ۴/۰۹۶               | ۱/۹۴۹              |
| اثر متقابل آنزیم × سبوس |                     |                     |                     |                     |                     |                    |
| ۲۰۹۷/۹۹                 | ۷۶۱/۲۸              | ۵۲۸/۲۶              | ۳۷۸/۸۳              | ۲۱۳/۸۸              | ۱۴۲/۰۴              | ۷۳/۷۲              |
| ۱۹۶۷/۳۲                 | ۷۰۸/۴۲              | ۴۳۱/۱۲              | ۳۷۹/۷۸              | ۲۲۸/۷۱              | ۱۴۲/۸۴              | ۷۶/۴۶              |
| ۱۹۱۲/۶۶                 | ۶۸۶/۹۱              | ۴۱۸/۶۳              | ۳۸۱/۷۰              | ۲۳۷/۶۸              | ۱۵۵/۴۱              | ۷۷/۸۷              |
| ۱۸۴۴/۲۸                 | ۶۵۱/۳۹              | ۴۱۷/۷۳              | ۳۲۱/۰۶              | ۲۱۶/۴۳              | ۱۲۲/۶۵              | ۶۹/۵۲              |
| ۲۱۸۹/۵۸                 | ۷۷۱/۵۴              | ۵۴۰/۵۵              | ۳۹۲/۴۵              | ۲۵۲/۱۰              | ۱۵۳/۶۵              | ۹۹/۳۱              |
| ۲۰۸۱/۷۷                 | ۷۳۵/۶۲              | ۴۶۲/۱۱              | ۳۹۵/۲۰              | ۲۴۶/۴۸              | ۱۵۸/۶۴              | ۸۳/۷۳              |
| ۲۰۸۶/۳۹                 | ۷۴۳/۲۷              | ۴۸۳/۶۳              | ۳۹۲/۴۶              | ۲۳۱/۴۱              | ۱۵۳/۲۸              | ۸۲/۳۶              |
| ۱۹۱۳/۶۲                 | ۶۹۸/۹۶              | ۴۳۲/۷۴              | ۳۴۶/۷۲              | ۲۳۳/۹۸              | ۱۳۱/۴۸              | ۶۹/۷۶              |
| ۲۵/۰۶                   | ۸/۸۴۱               | ۹/۵۱۲               | ۵/۹۲۵               | ۴/۱۰۰               | ۲/۷۹۶               | ۱/۲۳۹              |
| سطوح معنی‌داری          |                     |                     |                     |                     |                     |                    |
| ۰/۰۰۰۲                  | ۰/۰۱۰۹              | ۰/۰۰۹۹              | ۰/۰۸۲۵              | ۰/۰۲۱۴              | ۰/۰۴۸۲              | ۰/۰۳۳۵             |
| ۰/۰۰۰۳                  | ۰/۰۰۱۶              | ۰/۰۰۰۱              | ۰/۰۰۰۵              | ۰/۷۲۱۳              | ۰/۰۰۰۴              | ۰/۰۰۲۴             |
| ۰/۷۷۸۸                  | ۰/۱۰۷۸              | ۰/۳۲۶۴              | ۰/۹۴۲۰              | ۰/۴۹۶۰              | ۰/۴۶۷۸              | ۰/۶۲۶۱             |

جدول ۵- ضریب تبدیل خوراک جوجه‌ها در هفته‌های مختلف و کل مدت آزمایش (جوجه / گرم)

Table 5. FCR of chicks during the different weeks and entire experimental period (chicken / g)

| اثر آنزیم               |                   |                   |                   |          |                   |                   |
|-------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------|-------------------|-------------------|
| کل دوره                 | هفته ششم          | هفته پنجم         | هفته چهارم        | هفته سوم | هفته دوم          | هفته اول          |
| ۱/۹۹ <sup>a</sup>       | ۱۳۷۸/۹۴           | ۲/۲۷              | ۱/۹۵              | ۲/۳۵     | ۱/۷۶              | ۱/۴۹              |
| ۱/۹۳ <sup>b</sup>       | ۱۳۲۵/۲۲           | ۲/۱۶              | ۱/۸۷              | ۲/۲۰     | ۱/۷۱              | ۱/۴۷              |
| ۰/۰۲۱                   | ۰/۰۲۹             | ۰/۰۳۹             | ۰/۰۳۲             | ۰/۰۵۰    | ۰/۰۲۲             | ۰/۰۲۸             |
| اثر سبوس                |                   |                   |                   |          |                   |                   |
| ۱/۸۳ <sup>c</sup>       | ۱/۶۹ <sup>b</sup> | ۱/۹۲ <sup>b</sup> | ۱/۸۷ <sup>b</sup> | ۲/۲۷     | ۱/۷۱ <sup>b</sup> | ۱/۴۶ <sup>b</sup> |
| ۱/۹۶ <sup>bc</sup>      | ۱/۸۵ <sup>a</sup> | ۲/۳۱ <sup>a</sup> | ۱/۸۵ <sup>d</sup> | ۲/۲۴     | ۱/۶۹ <sup>d</sup> | ۱/۴۴ <sup>d</sup> |
| ۱/۹۳ <sup>bc</sup>      | ۱/۸۴ <sup>a</sup> | ۲/۲۴ <sup>a</sup> | ۱/۸۱ <sup>b</sup> | ۲/۲۶     | ۱/۶۴ <sup>d</sup> | ۱/۴۴ <sup>d</sup> |
| ۲/۰۸ <sup>a</sup>       | ۱/۹۱ <sup>a</sup> | ۲/۴۱ <sup>a</sup> | ۲/۱۱ <sup>a</sup> | ۲/۳۳     | ۱/۹۰ <sup>a</sup> | ۱/۶۱ <sup>a</sup> |
| ۰/۰۳۰                   | ۰/۰۴۲             | ۰/۰۵۶             | ۰/۰۴۵             | ۰/۰۷۱    | ۰/۰۲۵             | ۰/۰۳۹             |
| اثر متقابل آنزیم × سبوس |                   |                   |                   |          |                   |                   |
| ۱/۸۴                    | ۱/۶۵              | ۱/۹۲              | ۱/۹۱              | ۲/۴۵     | ۱/۷۷              | ۱/۴۹              |
| ۲/۰۱                    | ۱/۸۸              | ۲/۳۹              | ۱/۹۰              | ۲/۳۱     | ۱/۷۶              | ۱/۴۵              |
| ۱/۹۷                    | ۱/۸۹              | ۲/۳۵              | ۱/۸۱              | ۲/۲۷     | ۱/۵۹              | ۱/۴۶              |
| ۲/۱۲                    | ۱/۹۳              | ۲/۴۴              | ۲/۲۱              | ۲/۳۷     | ۱/۹۴              | ۱/۵۸              |
| ۱/۸۲                    | ۱/۷۳              | ۱/۹۱              | ۱/۸۴              | ۲/۱۰     | ۱/۶۶              | ۱/۴۴              |
| ۱/۹۱                    | ۱/۸۰              | ۲/۲۴              | ۱/۸۱              | ۲/۱۶     | ۱/۶۳              | ۱/۴۲              |
| ۱/۸۹                    | ۱/۷۸              | ۲/۱۳              | ۱/۸۱              | ۲/۲۶     | ۱/۶۹              | ۱/۴۳              |
| ۲/۰۵                    | ۱/۸۹              | ۲/۳۸              | ۲/۰۱              | ۲/۲۹     | ۱/۸۷              | ۱/۶۳              |
| ۰/۰۲۳                   | ۰/۰۲۴             | ۰/۰۴۳             | ۰/۰۳۱             | ۰/۰۳۶    | ۰/۰۲۸             | ۰/۰۲۱             |
| سطوح معنی داری          |                   |                   |                   |          |                   |                   |
| ۰/۰۲۶۷                  | ۰/۳۹۷۹            | ۰/۰۶۳۷            | ۰/۰۶۵۳            | ۰/۰۵۳۱   | ۰/۳۵۷۱            | ۰/۶۴۴۵            |
| ۰/۰۰۰۲                  | ۰/۰۰۸۶            | ۰/۰۰۰۱            | ۰/۰۰۰۴            | ۰/۸۲۶۰   | ۰/۰۰۲۷            | ۰/۰۱۸۶            |
| ۰/۹۱۷۷                  | ۰/۴۱۹۶            | ۰/۵۶۷۹            | ۰/۵۳۹۸            | ۰/۴۰۲۷   | ۰/۳۰۸۹            | ۰/۸۴۹۷            |

\*: حروف نامشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها است (P<۰/۰۵).

### افزایش وزن

تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که سبوس و آنزیم موجب ایجاد اختلاف معنی‌دار بر میانگین افزایش وزن هفتگی در بین تیمارها می‌شوند. اثر سبوس در تمام هفته‌ها به استثنای هفته سوم و اثر آنزیم رویابو نیز در تمام هفته‌های پرورش به استثنای هفته چهارم معنی‌دار گشت (P<۰/۰۵). نتایج حاصل از تأثیر تیمارهای آزمایشی و سطوح اصلی آنزیم و سبوس بر افزایش وزن در جدول ۴ نشان داده شده است. جیره‌های حاوی سبوس بالا میانگین افزایش وزن کمتری در هفته‌های پرورشی داشتند اما افزودن آنزیم این کاهش را جبران کرد به طوری که افزودن آنزیم میانگین افزایش وزن را بالا برد و جیره‌های آنزیم دار بالاترین میانگین وزنی را به خود اختصاص دادند (P<۰/۰۵). ایکاجامی و همکاران بیان کردند که جوجه‌های گوشتی در طول هفته‌های اول دارای ظرفیت پایین‌تری در تولید آنزیم‌های لوزالمعدة می‌باشند (۱۳). بنابراین بالاتر بودن میانگین افزایش وزن در جیره حاوی ۱۰ درصد سبوس به همراه آنزیم را در هفته اول و دوم پرورش را می‌توان به میزان فیبر کمتر و استفاده از آنزیم نسبت داد که با نتایج سلوندران و همکاران که بیان کردند بیشترین پاسخ در پرندگان به آنزیم در سنین صفر الی ۳ هفتگی رخ می‌دهد- هم‌خوانی دارد (۳۲). پایین بودن میانگین افزایش وزن جیره‌های حاوی سبوس بیشتر می‌تواند به دلیل فیبر بالای این جیره‌ها و بالا رفتن گران روی محتویات روده باشد. زمان عبور کمتر مواد گوارشی مانع توقف مهمی در جمعیت‌های باکتریایی می‌شود. مواد گوارشی چسبنده، محیط پایدار و مساعدی برای رشد باکتری‌ها فراهم

کرده و تراوش روده‌ای امکان استقرار باکتری‌ها را در قسمت فوقانی روده کوچک پدید می‌آورد. جمعیت‌های باکتریایی روده با از بین بردن پرزهای میکروسکوپی روده موجب ضخیم شدن و آسیب دیدن روده می‌شوند و از جذب مواد مغذی می‌کاهند (۳۶).

### ضریب تبدیل خوراک

جدول ۵ ضرایب تبدیل خوراک را در هفته‌های مختلف نشان می‌دهد. نتایج نشان داد استفاده از سبوس و آنزیم در جیره‌ها موجب اختلاف معنی‌دار در ضریب تبدیل غذایی می‌شود (P<۰/۰۵). به طوری که اثر سبوس در تمام هفته‌ها به استثنای هفته سوم و اثر آنزیم در پایان دوره معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). افزودن آنزیم به جیره موجب کاهش اثرات ضدتغذیه‌ای سبوس گندم و افزایش قابلیت استفاده از آن و بهبود معنی‌دار ضریب تبدیل خوراک گردید.

کیان و همکاران (۲۸) گزارش کردند که دو صفت افزایش وزن و مصرف خوراک تحت تأثیر آنزیم اضافه شده به جیره می‌باشند و طبیعی است که ضریب تبدیل که تحت تأثیر این دو صفت می‌باشد، به وسیله‌ی این دو عامل افزایش یا کاهش می‌یابد و در صورتی که نحوه‌ی افزایش یا کاهش این صفات دربارهِ ی یکدیگر باشند، ضریب تبدیل غذایی تغییری نخواهد داشت. انیسون (۲) بیان کرد که ضریب تبدیل غذایی به وسیله‌ی آنزیم به طور معنی‌داری بهبود می‌یابد که این بهبودی به دلیل افزایش هضم و جذب نشاسته، پروتئین و چربی با افزودن آنزیم به جیره می‌باشد. افزودن آنزیم به جیره موجب کاهش اثرات ضد تغذیه‌ای سبوس و افزایش قابلیت استفاده از آن و بهبود معنی‌دار ضریب تبدیل خوراک گردید.

### غلظت گلوکز خون

نتایج مربوط به غلظت گلوکز سرم خون، در جدول ۶ نشان داده شده است. نتایج این تحقیق نشان داد که بین تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود دارد ( $P < 0/05$ ). به‌گونه‌ای که جیره ۱۵ درصد سبوس و حاوی آنزیم دارای پایین‌ترین و جیره حاوی تنها آنزیم بالاترین غلظت گلوکز در پلاسما خون می‌باشند. استفاده از سبوس در جیره موجب کاهش معنی‌دار گلوکز خون می‌گردد ( $P < 0/05$ ). در حالی که اثر آنزیم معنی‌دار نشد. دلایل متفاوتی باعث تغییرات در فراسنجه‌های خونی پرندگان می‌شوند اما بیشترین اثرات مربوط به NSP محلول است که به مقدار بیشتری در سبوس گندم موجود است. کاهش گلوکز خون در نتیجه کاهش تولید گلوکز یا کاهش مصرف آن است و پایین آمدن تولید گلوکز در نتیجه کم شدن مصرف خوراک و یا کاهش گلوکونئوژنز یا هر دو می‌باشد (۲۵). تنظیم میزان قند خون بر عهده دو هورمون انسولین و گلوکاکون می‌باشد که این دو هورمون جزو ترشحات اندوکروینی لوزالمعده بوده که به خون ریخته می‌شوند. بررسی‌ها نشان داده است که عامل تحریک و ترشح گلوکاکون افزایش‌دهنده قند خون هورمون کوله سیستونین می‌باشد (۲۶). هورمون کوله سیستونین از دیواره روده باریک ترشح شده که با ورود کیموس معدی به روده، تحریک و ترشح می‌شود. همان‌طور که اشاره شد احتمالاً حضور پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای سبوس گندم موجب افزایش ویسکوزیته مواد گوارشی شده و سرعت عبور مواد مغذی را کاهش می‌دهد و این موضوع را می‌توان این‌گونه توجیه کرد که کاهش سرعت عبور مواد غذایی و تأخیر در عبور این مواد فرصت خوبی برای تأثیر آنزیم‌های گوارشی فراهم کرده و مواد هضمی وقت بیشتری را در تماس با آنزیم‌های گوارشی، ناقلین و کوفاکتورها در نواحی جذبی صرف می‌کنند و این عامل موجب می‌شود تا نشاسته موجود در مواد گوارشی به‌خصوص سبوس به اجزای سازنده خود یعنی گلوکز تجزیه شده و با افزایش فرصت جذب، افزایش گلوکز خون را به دنبال داشته باشد (۲۷). مصرف فیبر موجب کاهش قند خون، افزایش حساسیت به انسولین و کاهش غلظت آن در خون می‌گردد (۲۱). مطالعات بسیاری درباره‌ی استفاده از سبوس گندم در جیره‌های غذایی انسان‌ها صورت گرفته است که تعداد زیادی از آن‌ها نشان دادند که مصرف سبوس گندم موجب کاهش قند خون ناشتا می‌شود و نتیجه گرفتند که این کاهش در گلوکز خون وابسته به دوز مصرفی سبوس است (۲۰، ۱۲). جینکینز (۱۷) نیز نتیجه گرفت هرچه سبوس گیری از غلات کمتر باشد تأثیر بیشتری روی کاهش سرعت جذب گلوکز دارد که باعث افزایش تدریجی گلوکز خون پس از صرف غذا و مانع هیپر گلیسمی طولانی مدت می‌گردد. همچنین در صورتی که سبوس گیری از غلات به میزان بیشتری باشد باعث بهبود تحمل گلوکز و مانع از هیپر گلیسمی می‌شود.

### غلظت تری‌گلیسرید خون

میزان تری‌گلیسرید خون جوجه‌ها در جدول ۶ نشان داده شده است. تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که بین تیمارها

اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. تیمار حاوی ۱۵ درصد سبوس و آنزیم بالاترین و تیمار حاوی ۱۰ درصد سبوس بدون آنزیم کمترین میزان تری‌گلیسرید را به خود اختصاص دادند. اثر سبوس بر تری‌گلیسرید بدون معنی در حالی که اثر آنزیم معنی‌دار گشت ( $P < 0/05$ ). جیره‌های حاوی آنزیم تری‌گلیسرید بالاتری را نشان دادند.

### غلظت کلسترول خون

آنالیز داده‌ها حاکی از این است که بین کلسترول سرم خون جوجه‌های تغذیه شده با جیره‌های متفاوت اختلاف وجود معنی‌دار ندارد. جیره ۲۰ درصد سبوس حاوی آنزیم و همچنین جیره ۱۰ درصد سبوس بدون آنزیم به ترتیب دارای بالاترین و پایین‌ترین میزان کلسترول خون بودند. اثر سطوح اصلی آنزیم معنی‌دار بود ( $P < 0/05$ ). جیره‌های حاوی آنزیم میزان غلظت کلسترول بیشتری را نشان دادند. اثر اصلی سبوس و اثرات متقابل معنی‌دار نبود.

### غلظت HDL خون

بررسی داده‌ها و آنالیز آماری آن‌ها اختلاف معنی‌دار در HDL خون جوجه‌های تغذیه شده با جیره‌های مختلف را نشان نداد. تیمار ۲۰ درصد سبوس بدون آنزیم بالاترین و تیمار شاهد و تیمار ۱۰ درصد سبوس بدون آنزیم به‌طور مشترک کم‌ترین میزان HDL را به خود اختصاص دادند. همچنین سبوس و آنزیم اثر معنی‌داری بر HDL سرم خون نداشتند. با این حال تیمارهای حاوی آنزیم میزان بالاتری از HDL را نشان دادند. مقدار کلسترول در سرم یا پلاسما تحت تأثیر وراثت و تغذیه قرار داشته و عواملی نظیر سن و شرایط محیطی نیز ممکن است در این زمینه موثر باشند. فیبرهای جیره کارایی متفاوتی در کاهش جذب کلسترول دارند. افزایش سطح سلولز در جیره غذایی سبب کاهش در هضم چربی شده که احتمالاً از طریق ایجاد کمپلکس فیبر با نمک‌های صفراوی است که بدین ترتیب چرخه باز جذب کلسترول را مختل کرده و سبب کاهش کلسترول خون می‌شود. میزان جذب کلسترول و در نتیجه سطح کلسترول پلاسما را می‌توان با پلی‌ساکاریدهای مختلف کاهش داد ولی در کل خصوصیات کاهش‌دهندگی کلسترول بین فیبرها یکسان است. به نظر می‌رسد که اتصال املاح صفراوی با این گونه ترکیبات نقش مهمی در تأثیر آن‌ها در زمینه اثر ضد افزایش کلسترول خون ایفا می‌کند (۲۶). بورل و همکاران (۵) تأثیر سبوس گندم را بر چربی و کلسترول مطالعه کردند. آن‌ها نشان دادند که لیپولیز گلیسریدها در روده به شدت از راه سبوس گندم کاهش می‌یابد و هم‌زمان از برداشت مخاطی چربی‌ها و کلسترول نیز کاسته می‌شود. در مطالعه جکسون و همکاران (۱۶) - که روی تعدادی موش صحرایی تغذیه شده با سبوس گندم و سبوس جو انجام گرفت - مشخص گردید که مقادیر HDL در گروهی که با سبوس گندم تغذیه می‌شوند، بیشتر از گروه دیگر افزایش یافته بود. همچنین آن‌ها نشان دادند که هم فیبرهای محلول و هم فیبرهای نامحلول باعث کاهش معنی‌داری در کلسترول کل سرم می‌شوند. سبوس گندم تأثیر مستقیم روی ترشح مدفوعی اسیدهای صفراوی دارد. همچنین تخمیر باکتریایی

است. هرچند این اختلاف‌ها به جز در مورد عنصر روی معنی‌دار نبوده است.

فیبرهای قابل تخمیر امکان دارد قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی را کاهش داده و نیتروژن دفعی را افزایش دهند. ثابت شده است که ویسکوزیته روده به واسطه فیبرهای محلول بوده و به فرآیند هضم صدمه می‌زند، بدین ترتیب مواد هضم نشده به بخش‌های انتهایی دستگاه گوارش رسیده و سوبسترا برای میکروفلور روده را تشکیل می‌دهد. همچنین قابل استنباط است که تغذیه فیبرهای محلول می‌تواند به شدت هضم را تحت تأثیر قرار دهد. هضم و جذب مواد مغذی در داخل روده به وسیله شرایط فیزیکی- شیمیایی تحت تأثیر قرار می‌گیرد. برخی از عوامل دخیل نظیر ویسکوزیته، pH و اسمولالیته مواد هضمی در پرنده مهم هستند (۱۴).

فیبرهای محلول اثر منفی بر زیست فراهمی عناصر کم مصرف دارند. برخی از اجزای فیبر، مانند پکتین‌ها دارای تراکم بار الکتریکی بالایی بوده و به صورت یونی نسبت به کاتیون‌های جیره مانند منگنز، آهن، روی و مس واکنش نشان می‌دهند و معمولاً قابلیت دسترسی آنها را کم می‌کنند. پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای دارای ساختمان سه بعدی بوده که منجر به کمپلکس شدن با یون‌ها و تشکیل پل‌های یونی می‌شوند. منابع جیره‌ای که از لحاظ پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای غنی هستند، احتمالاً از طریق گروه کربوکسیل اسید یورونیک می‌توانند با کاتیون‌های دو ظرفیتی مانند کلسیم، مس، آهن و روی باند شوند و متعاقباً این جیره‌ها نیاز به افزودن اضافی این عناصر خواهند داشت (۶). گزارشات متعددی مبنی بر وجود یک عامل ممانعت‌کننده در سبوس گندم بر جذب مواد معدنی ارائه شده است (۱۵،۹).

فیبر در کولن، اسیدهای چرب کوتاه زنجیر تولید می‌کند که یکی از این اسیدها اسید پروپیونیک است و باعث کاهش سنتز کلسترول کبدی می‌شود (۳۰،۲۱،۱۰). افزایش HDL گروه‌های حاوی مکمل آنزیمی احتمالاً به این دلیل است که آنزیم‌های مورد استفاده در این آزمایش علاوه بر افزایش قابلیت هضم سبب کاهش ویسکوزیته مواد هضمی در دستگاه گوارش و جذب بهتر آن‌ها از جمله اسیدهای چرب نیز شده‌اند. در نتیجه مقدار HDL گروه‌های حاوی مکمل آنزیمی نسبت به گروه شاهد افزایش پیدا کرد.

#### مواد معدنی خون

آنالیز داده‌ها نشان داد که جیره‌های آزمایشی اختلاف معنی‌داری در مواد معدنی اندازه‌گیری شده نداشتند. اثر سبوس بر عنصر روی و اثر آنزیم بر کلسیم و فسفر سرم خون معنی‌دار گشت ( $P < 0.05$ ). به طوری که استفاده از سبوس در جیره موجب افزایش غلظت روی در سرم خون گردید و جیره‌های حاوی آنزیم، کلسیم و فسفر سرمی بیشتری داشتند ( $P < 0.05$ ). دانه‌های غلاتی مثل گندم، برنج و جو حاوی مقادیر متفاوتی از ترکیبات اسید فیتیک در بخش‌های آلورون (۹۰ درصد کل اسید فیتیک گندم) و پریکارپ هستند (۸). اصولاً فیتات‌ها در بخش‌های خارجی دانه جای گرفته‌اند و بنابراین مقدارشان در سبوس بالاست (۳). اسید فیتیک نه تنها فسفر بلکه تعدادی از سایر مواد معدنی، اسیدهای آمینه، پروتئین‌ها و حتی نشاسته را محبوس می‌سازد (۱). به طوری که در جدول ۷ مشاهده می‌کنیم با افزایش درصد سبوس در جیره کاهش اندکی در غلظت‌های سرمی مینرال‌ها ایجاد می‌شود که افزودن آنزیم به جیره‌ها موجب بهبود آن شده

جدول ۶- میانگین غلظت گلوکز و لیپیدهای سرم خون (میلی‌گرم/دسی لیتر)

Table 6. Average serum concentrations of glucose and lipids (mg/dL)

| اثر آنزیم               |                     |                    |                      |                      |
|-------------------------|---------------------|--------------------|----------------------|----------------------|
| HDL                     | کلسترول             | تری گلیسرید        | گلوکز                |                      |
| ۹۰/۷۵                   | ۱۳۸/۶۸ <sup>b</sup> | ۴۷/۰۳ <sup>b</sup> | ۲۷۲/۰۹               | صفر                  |
| ۹۱/۶۵                   | ۱۵۸/۱۵ <sup>a</sup> | ۶۷/۷۸ <sup>a</sup> | ۲۷۲/۶۸               | ۰/۰۵ درصد            |
| ۲/۱۲۹                   | ۳/۱۵۹               | ۴/۵۱۰              | ۱/۲۷۳                | اشتباه معیار میانگین |
| اثر سیوس                |                     |                    |                      |                      |
| ۹۰/۵۰                   | ۱۵۱/۵۰              | ۶۰/۱۸              | ۲۸۸/۸۱ <sup>a</sup>  | صفر                  |
| ۸۹/۶۲                   | ۱۴۲/۸۱              | ۵۲/۷۵              | ۲۷۳/۲۵ <sup>b</sup>  | ۱۰ درصد              |
| ۸۸/۴۳                   | ۱۴۹/۰۶              | ۶۳/۱۲              | ۲۶۲/۲۵ <sup>c</sup>  | ۱۵ درصد              |
| ۹۶/۲۵                   | ۱۵۰/۳۱              | ۵۳/۵۶              | ۲۶۵/۲۵ <sup>c</sup>  | ۲۰ درصد              |
| ۳/۰۱۱                   | ۴/۴۶۸               | ۶/۳۷۹              | ۱/۸۰۰                | اشتباه معیار میانگین |
| اثر متقابل آنزیم × سیوس |                     |                    |                      |                      |
| ۸۶/۳۷                   | ۱۴۲/۳۷              | ۵۳/۲۵              | ۲۸۷/۳۸ <sup>a</sup>  | پایه بدون سیوس       |
| ۸۶/۳۷                   | ۱۳۱/۰۰              | ۴۲/۷۵              | ۲۷۰/۲۵ <sup>bc</sup> | ۱۰ درصد سیوس         |
| ۸۷/۷۵                   | ۱۴۶/۰۰              | ۴۹/۳۷              | ۲۶۷/۰۰ <sup>c</sup>  | ۱۵ درصد سیوس         |
| ۱۰۲/۵۰                  | ۱۳۵/۳۷              | ۴۲/۷۵              | ۲۶۳/۷۵ <sup>cd</sup> | ۲۰ درصد سیوس         |
| ۹۴/۶۳                   | ۱۶۰/۶۲              | ۶۷/۱۲              | ۲۹۰/۲۵ <sup>a</sup>  | بدون سیوس+آنزیم      |
| ۹۲/۸۸                   | ۱۵۴/۶۲              | ۶۲/۷۵              | ۲۷۶/۲۵ <sup>b</sup>  | ۱۰ درصد سیوس+آنزیم   |
| ۸۹/۱۳                   | ۱۵۲/۱۲              | ۷۶/۸۷              | ۲۵۷/۵ <sup>d</sup>   | ۱۵ درصد سیوس+آنزیم   |
| ۹۰/۰۰                   | ۱۶۵/۲۵              | ۶۴/۳۷              | ۲۶۶/۷۵ <sup>c</sup>  | ۲۰ درصد سیوس+آنزیم   |
| ۱/۶۰                    | ۲/۸۱                | ۳/۴۸               | ۲/۰۸                 | اشتباه معیار میانگین |
| سطح معنی‌داری           |                     |                    |                      |                      |
| ۰/۷۶۶۱                  | ۰/۰۰۰۲              | ۰/۰۰۳۴             | ۰/۷۴۴۴               | آنزیم                |
| ۰/۲۸۸۹                  | ۰/۵۳۳۱              | ۰/۶۰۲۹             | ۰/۰۰۰۱               | سیوس                 |
| ۰/۰۸۹۴                  | ۰/۳۰۶۰              | ۰/۹۰۳۰             | ۰/۰۲۶۷               | آنزیم × سیوس         |

حروف نامشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها است (P<۰/۰۵).

جدول ۷- میانگین غلظت مواد معدنی سرم خون (میلی‌گرم/دسی لیتر)

Table 7. Average serum concentrations of minerals (mg/dL)

| اثر آنزیم               |        |        |        |                   |                    |                      |
|-------------------------|--------|--------|--------|-------------------|--------------------|----------------------|
| روی                     | مس     | منیزیم | آهن    | فسفر              | کلسیم              |                      |
| ۲۵۳/۲۵                  | ۶۳/۱۲  | ۲/۶۴   | ۱۰۹/۷۸ | ۵/۹۰ <sup>b</sup> | ۹/۲۳ <sup>b</sup>  | صفر                  |
| ۲۳۷/۶۵                  | ۵۵/۵۹  | ۲/۷۷   | ۱۱۵/۶۲ | ۷/۱۳ <sup>a</sup> | ۱۰/۴۳ <sup>a</sup> | ۰/۰۵ درصد            |
| ۶/۷۴۴                   | ۴/۵۹۴  | ۰/۰۵۰  | ۲/۱۶۴  | ۰/۲۸۷             | ۰/۳۴۰              | اشتباه معیار میانگین |
| اثر سیوس                |        |        |        |                   |                    |                      |
| ۲۰۹/۰۰ <sup>b</sup>     | ۴۹/۶۲  | ۲/۶۸   | ۱۰۹/۹۳ | ۶/۹۶              | ۹/۷۸               | صفر                  |
| ۲۵۶/۱۳ <sup>a</sup>     | ۵۶/۵۰  | ۲/۸۲   | ۱۱۴/۱۸ | ۶/۱۸              | ۹/۷۲               | ۱۰ درصد              |
| ۲۵۹/۹۳ <sup>a</sup>     | ۶۳/۰۰  | ۲/۶۶   | ۱۱۴/۶۸ | ۶/۲۷              | ۹/۸۶               | ۱۵ درصد              |
| ۲۷۶/۷۵ <sup>a</sup>     | ۶۸/۳۱  | ۲/۶۶   | ۱۱۲/۰۰ | ۶/۶۱              | ۹/۹۲               | ۲۰ درصد              |
| ۹/۵۳۸                   | ۶/۶۹۴  | ۰/۰۷۱  | ۳/۰۶۰  | ۰/۴۰۵             | ۰/۴۸۰              | اشتباه معیار میانگین |
| اثر متقابل آنزیم × سیوس |        |        |        |                   |                    |                      |
| ۲۰۵/۱۲                  | ۴۹/۵۰  | ۲/۵۸   | ۱۱۰/۲۵ | ۶/۰۱              | ۸/۸۶               | پایه بدون سیوس       |
| ۲۵۰/۸۷                  | ۵۵/۲۵  | ۲/۸۲   | ۱۰۸/۸۷ | ۵/۳۰              | ۸/۸۶               | ۱۰ درصد سیوس         |
| ۲۷۳/۵۰                  | ۷۰/۷۵  | ۲/۵۷   | ۱۱۵/۳۷ | ۵/۸۶              | ۹/۲۶               | ۱۵ درصد سیوس         |
| ۲۸۳/۵۰                  | ۷۷/۰۰  | ۲/۵۷   | ۱۰۴/۶۲ | ۶/۴۲              | ۹/۹۱               | ۲۰ درصد سیوس         |
| ۲۱۲/۸۷                  | ۴۹/۷۵  | ۲/۷۷   | ۱۰۹/۶۲ | ۷/۹۲              | ۱۰/۷۱              | بدون سیوس+آنزیم      |
| ۲۶۱/۳۷                  | ۵۷/۷۵  | ۲/۸۲   | ۱۱۹/۵۰ | ۷/۰۷              | ۱۰/۵۸              | ۱۰ درصد سیوس+آنزیم   |
| ۲۴۶/۳۷                  | ۵۵/۲۵  | ۲/۷۵   | ۱۱۴/۰۰ | ۶/۶۸              | ۱۰/۴۷              | ۱۵ درصد سیوس+آنزیم   |
| ۲۷۰/۰۰                  | ۵۹/۶۲  | ۲/۷۶   | ۱۱۹/۳۷ | ۶/۸۰              | ۹/۹۳               | ۲۰ درصد سیوس+آنزیم   |
| ۶/۳۴۰                   | ۳/۲۹۵  | ۰/۰۴۰  | ۱/۶۱۰  | ۰/۲۲۰             | ۰/۲۴۰              | اشتباه معیار میانگین |
| سطح معنی‌داری           |        |        |        |                   |                    |                      |
| ۰/۵۶۳۱                  | ۰/۲۵۷۸ | ۰/۰۶۵۱ | ۰/۰۶۸۳ | ۰/۰۰۶۱            | ۰/۰۱۹۶             | آنزیم                |
| ۰/۰۰۰۳                  | ۰/۲۲۷۳ | ۰/۳۳۵۸ | ۰/۶۸۰۳ | ۰/۵۲۲۵            | ۰/۹۹۱۵             | سیوس                 |
| ۰/۶۴۴۳                  | ۰/۵۹۹۸ | ۰/۷۴۲۴ | ۰/۱۸۴۷ | ۰/۴۸۶۱            | ۰/۵۳۳۶             | آنزیم × سیوس         |

حروف نامشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها است (P<۰/۰۵).

مصرف سیوس گندم در انسان‌ها مشاهده کردند. درحالی‌که سیوس بر جذب کلسیم و فسفر غیرفیتاته تأثیری نداشت. همچنین آن‌ها گزارش کردند که سیوس موجب کاهش جذب روی می‌شود که علت آن ممکن است تشکیل کمپلکس فیتات- روی باشد. موریس و الیس (۳۲) گزارش کردند که ۶۰ درصد آهن سیوس گندم به صورت ترکیب مونوفریک است. نتایج تحقیقات روی موش‌ها (۲۳)، سگ‌ها (۱۹) و انسان‌ها (۳۴) نشان دادند. که آهن از فیتات مونوفریک می‌تواند جذب شود. ادل و همکاران (۲۴) گزارش کردند که لایه آلورن گندم کلسیم کافی برای اتصال به فیتات را ندارد. تأثیر جذب روی در انسان‌هایی که ۲/۵ گرم اسید فیتیک به جیره روزانه آن‌ها اضافه شده بود توسط رین هولودو همکاران (۲۹) بررسی شد. آن‌ها نشان داد که اسید فیتیک قابلیت دسترسی و جذب رودهای عنصر روی را کاهش می‌دهد.

به طوری که این عامل به وجود فیبر یا فیتات موجود در سیوس که قابلیت تشکیل کمپلکس با فلزات را دارند نسبت داده شده است. ساختمان شیمیایی مولکول اسید فیتیک که از پتانسیل بالای برای تشکیل کمپلکس با کاتیون‌های چند ظرفیتی برخوردار می‌باشد. کمپلکس تشکیل شده با  $Zn^{2+}$  دارای بالاترین میزان پایداری است. تعادل روی از طریق جذب و دفع آن از روده حفظ می‌شود و جذب به وسیله عمل انتشار و توسط یک حامل انجام می‌گیرد. این عمل تحت کنترل هموستاتیک می‌باشد و میزان روی موجود در رژیم غذایی و حضور مواد دخالت‌کننده در جذب آن موثر است. پس از روی به ترتیب نزولی کمپلکس‌های تشکیل شده با کاتیون‌های  $Cu^{2+}, Ni^{2+}, Co^{2+}, Mn^{2+}, Ca^{2+}, Fe^{2+}$  دارای پایداری بالا می‌باشند. ساندرگ و همکاران (۳۱) کاهش معنی‌داری در جذب روی، منیزیم و فسفر فیتاته بعد از

### منابع

1. Afsharmazandaran, N. and A. Rajab. 2000. Application of enzymes in poultry nutrition, Publications of Nourbakhsh, 192 pp (In Persian).
2. Annison, G. 1992. Commercial enzyme supplementation of wheat-based diets raises ileal glycanase activities and improve apparent metabolisable energy, starch and pentosan digestibility in broiler chicks. *Animal. Feed Science and Technology*, 38: 105-121.
3. Bartnik, M. and T. Jakubczyk. 1989. Chemical composition and the nutritive value of wheat bran. Bourne GH (ed): *Nutritional value of cereal products, Beans and starches*. World reviewsnatural. Diet. Basel, Karger, 60: 92-131.
4. Bedford, M.R., J.F. Patience, H.L. Classen and J. Inbarr. 1992. The effect of dietary enzyme supplementation of rye and barley-based diets on digestion and subsequent performance in weanling pigs. *Animal Science*, 72: 97-105.
5. Borel, P., D. Lairon, M. Senft, M. Chautan and H. Lafont. 1989. Wheat bran and wheat germ: effect on digestion and intestinal absorption of dietary lipids in the rat. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 49: 192-202.
6. Brenes, A., M. Smith, W. Guenter and R.R. Marquardt. 1993. Effects of enzyme supplementation on the performance and digestive tract size of broiler chickens fed wheat and barley-based diets. *Poultry Science*, 72: 1731-1739.
7. Brillouet, J.M., J.P. Joseleau, J.P. Utile and D. lelievre. 1982. Isolation purification and characterization of a complex heteroxylyan from industrial wheat bran. *Agriculture food chemical*, 30: 488-495.
8. Clarence, B., D. Ammerman and J.L. Austin. 1995. Bioavailability of nutrients for Animals Amino acids, Minerals and vitamins. Edited by New York: Academic Press, 12 pp.
9. Davies, N.T. and S.E. Olpin. 1979. Studies on the phytate: zinc molar contents in diets as a determinant of Zn availability to young rats *British Journal of Nutrition*, 41: 591.
10. Frans, M.J. 2000. Nutritional care in diabetes mekkutys in: Mahan LK, Escott-stupm S, editors. *Food, Nutritional and diet therapy*, 10<sup>th</sup> ed, New York, raven press, 681-713.
11. Gutierrez del Alamo, A., M.W.A. Verstegen, A. Den Hartog, P. Perez de Ayala and M.J. Villamide. 2008. Effect of wheat cultivar and enzyme addition to broiler chicken diets on nutrient digestibility, performance, and apparent metabolizable energy content. *Poultry Science*, 87: 759-767.
12. Hollenbeck, C.B., A.M. Coulston and G.M. Reaven. 1986. To what extent does increased dietary fiber improve glucose and lipid metabolism in patients with noninsulin-dependent diabetes mellitus (NIDDM). *The American Journal of Clinical Nutrition*, 43: 16-24.
13. Ikegami, S., F. Tsuchihashi, H. Harada, W. Tsuchihashi, E. Nishide and S. Innami. 1990. Effect of viscous indigestible polysaccharides on pancreatic-biliary secretion and digestive organs in rats. *Journal of Nutrition*, 120: 353-360.
14. Isaksson, G., I. Lundquist and I. Ihse. 1989. Effect of dietary fiber on pancreatic enzyme activity in vitro. The importance of viscosity, PH, ionic strength, absorption and time of incubation. *Gastroenterology*, 82: 918-924.

15. Ismail-Beigi, f., B. Faraji and J.G. Reinhold. 1977. Binding of zinc and iron to wheat breed. Wheat bran. And their components. The American Journal of Clinical Nutrition, 30: 17-21.
16. Jackson, K.A., D.A. Suter and D.L. Topping. 1994. Oat brane, barley ower plasma cholesterol relative toeheat bran but differs in their effects on liver cholesterol in rats fed diets with and without cholesterol. Journal of Nutrition, 124: 1678-84.
17. Jenkis, D.J., M. Axelsen, C.W. Kendall, L.S. Augustin, V. Vulsa and U. Smith. 2000. Dietary fiber, lent carbohydrates and the insulin-resistant diseases. British Journal of Nutrition, 83: 57-63.
18. Kamyab, A. and M. Houshmand. 2004. The effect of multi-enzyme in wheat and barley based diets on broiler performance. Australian Poultry Science Symposium, 16: 80-83.
19. Lipschitz, D.A., K.M. Simpson, J.D. Cook and E.R. Morris. 1979. Absorption of monoferric phytate by dogs. Journal of Nutrition, 109: 1154-1160.
20. Manhire, A., C.L. Henry, M. Hartog and K.W. Heaton. 1981. Unrefined carbohydrate and dietary fiber in treatment of diabetes mellitus. Journal of Human Nutrition and Dietetics, 35: 99-101.
21. Meyer, K.A., L.H. Kushi, D.R. Lacobs, J. Salivan, A. Sallers and A.R. Folsom. 2000. Carbohydrates dietary fiber and incident type2 diabetes in older women. The American Journal of Clinical Nutrition, 71: 921-930.
22. Moharry, A. 2006. Comparison of performance and digestibility characteristics of broiler fed diets containing treated hulled barley or hullless barley. Animal Science, 51: 122-131.
23. Moorris, E.R. and R. Ellise. 1976. Isolation of monoferric phytate from wheat bran and its biological value as an iron source to the rat. Journal of Nutrition, 106: 753-760.
24. Odell, B.I., C.E. Burpo and J.E. Savage. 1972. Evaluation of zinc availability in foodstuffs of plant and animal origin. Journal of Nutrition, 102: 653-660.
25. Ozek, K., O. Yazgan and Y. Bahtiyarca. 2003. Effects of dietary protein and energy concentrations on performance and carcass characteristics of chukar partridge (*Alectoris Chukar*) raised in captivity. Poultry Science, 44: 419-426.
26. Panahideghan, M.R., S. Negadfriduni, R. Zenderuhkermani, M. Modirsanei, M. Moafimahmudabadi, S.M. Mirsalimi and F. Niknafas. 1995. Physiology of birds (translation). Department of Agriculture, Economic, education and research, pp: 689 (In Persian).
27. Poorreza, G., GH. Sadeghi and M. Mehri. 2006. Feeding birds (translation). Second edition. Publications of Arkan Danesh. Esfahan, 672 pp (In Persian).
28. Qian, H., E.T. Kornegay and D.M. Denbow. 1997. Utilization of phytate phosphorus and calcium as influenced by microbial phytase, cholecalciferol and the calcium: total phosphorus ratio in broiler diets. Poultry Science, 76: 37-46.
29. Reinhold, J.G. 1972. Phytate concentrations of leavened and un leavened Iranian breeds. Ecology of Food and Nutrition, 1: 187-192.
30. Salmeron, J., J.E. Manson, M.J. Stampfer, G.A. Colditz and A.L. Wing. 1997. Dietary fibre glycemic load, and risk of non-insulin-dependent diabetesmellitus in women Journal of the American Medical Association, 277: 472-477.
31. Sandberg, A., C. Hasselblad and K. Hasselbled. 1982. The effect of wheat bran on the absorption of minerals in the small intestine British Journal of Nutrition, 48: 185-191.
32. Selvendran, R.R., B.J. Stevens and M.S. Dupont. 1987. Dietary fiber. Chemistry, analysis and properties. Advanced Food Research, 31: 117-209.
33. Senkoylu, N., H. Akyurek and H.E. Samali. 2004. Implications of b-glucanase and pentosanase enzymes in low-energy low-protein barley and wheat based broiler diets. Animal science, 49: 108-114.
34. Simpson, K.M., E.R. Morris and J.D. Cook. 1981. The inhibitory effect of bran on iron absorption in man. The American Journal of Clinical Nutrition, 34: 1469-1478.
35. Smits, C.H.M. 1996. Viscosity of dietary fibre in relation to lipid digestibility in broiler chicken. Phd Thesis, Agriculture. University Wageningen, the Netherlands, 140 pp.
36. Wang, Z.R., S.Y. Qiao, W.Q. Lu and D.F. Li. 2005. Effect of enzyme supplementation on performance, nutrient digestibility gastrointestinal morphology and volatile fatty acid profiles in the hindgut of broilers fed wheat-based diets. Poultry Science, 84: 875-881.
37. Yousefpour, M. 2001. Investigation on the effect of multienzyme supplementation in wheat and barley-based diets on broiler performance. This is submitting for the degree of Master of Science department of animal science, Islamic Azad University. Karaj, 272 pp (In Persian).

## Effect of Revabio in Diets Containing Wheat Bran on Growth Performance, Some Blood Metabolites and Absorbing of Mineral Elements in Broilers Chickens

Somayeh Daymeh<sup>1</sup>, Nazar Afzali<sup>2</sup> and Moslem Bashtani<sup>2</sup>

1- Graduated M.Sc., University of Birjand  
(Corresponding author: s\_daymeh@yahoo.com)

2- Associate Professor, University of Birjand

Received: July 14, 2012

Accepted: May 24, 2014

### Abstract

In this research, influence of Revabio enzyme on improving anti-nutritional of wheat bran (high in fiber, non-starch polysaccharides and phytate) were investigated. The total number of 320 commercial male broiler chicks (Ross 308) in a factorial experiment 4×2 with four replications were used. Treatment consists of four levels of wheat bran (0, 10, 15 and 20 percent) and two levels of enzyme (0 and 0.05 percent), respectively. The experiment was carried on 42 days and divided into 3 period of starter, grower and finisher. Feed intake, body weight gain and feed conversion ratio (FCR) were determined for each week of experiment. In day 42, 2 birds from each unit were slaughtered and blood sampling was taken. The results showed that including wheat bran in the diets had no significant effect on weight gain and feed conversion ratio in total period. With increasing wheat bran levels, the average of weight gain was decreased. Adding enzyme to diets significantly improved weight gain and feed conversion ratio. The use of wheat bran in the diet reduced blood glucose and increased zinc concentration significantly ( $P<0.05$ ) but did not significant effect on other serum parameters. Revabio increased serum concentrations of triglyceride, cholesterol and significantly ( $P<0.05$ ). Also Chicks fed with enzyme had higher serum concentrations of calcium, phosphorus concentration. Results of this experiment showed that, addition of enzyme on diets can improve anti nutritional of wheat bran and use wheat bran as part of diets in broiler diets.

**Keywords:** Blood metabolites, Broiler, Performance, Revabio, Wheat bran