

## اثر آنزیم‌های پکتیناز، سلولاز و همی سلولاز بر عملکرد و قابلیت هضم جیره‌ی غذایی در جوجه‌های گوشتی

• سیروس عیدی وندی (نویسنده مسئول)

گروه علوم دامی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بهبهان، بهبهان، ایران

• علی مهدوی

استادیار دانشکده دامپزشکی، دانشگاه سمنان

• فاطمه عالمی

استادیار دانشکده دامپزشکی، دانشگاه سمنان

• سید عبدالله حسینی

استادیار موسسه تحقیقات علوم دامی کشور

• علی مصطفی تهرانی

استادیار موسسه تحقیقات علوم دامی کشور

• وحید قاسملو

کارشناس موسسه تحقیقات علوم دامی کشور

تاریخ دریافت: خرداد ماه ۱۳۸۹ تاریخ پذیرش: خرداد ماه ۱۳۹۰

تلفن تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۶۶۵۲۸۲۹۳

Email: sirouseldivandi@yahoo.com

### چکیده

هدف از اجرای این پژوهش بررسی تأثیر آنزیم‌های پکتیناز، سلولاز و همی سلولاز بر عملکرد و قابلیت هضم خوراک جوجه‌های گوشتی بود و بدین منظور آزمایشی با استفاده از ۱۵۰ قطعه جوجه گوشتی نر و ماده‌ی سویه‌ی آرین که از سن ۱ تا ۱۵ روزگی با جیره‌ی استاندارد بر مبنای جداول NRC (۱۹۹۴) مطابق با احتیاجات دوره‌ی آغازین تغذیه می‌شدند، انجام شد. آنزیم‌ها از سن ۱۵ تا ۳۵ روزگی به مدت ۳ هفته در جیره‌های غذایی استفاده گردید. (چون مصرف خوراک در هفته‌ی آخر بالاست، لذا استفاده از آنزیم توجیه اقتصادی ندارد). تیمارهای آزمایشی شامل: تیمار (۱) شاهد (جیره‌ی پایه)، (۲) جیره‌ی پایه به همراه پکتیناز، (۳) جیره‌ی پایه به همراه سلولاز، (۴) جیره‌ی پایه به همراه پکتیناز + سلولاز، (۵) جیره‌ی پایه به همراه پکتیناز + همی سلولاز و (۶) جیره‌ی پایه به همراه پکتیناز + سلولاز + همی سلولاز بود. مقادیر آنزیم‌های سلولاز، همی سلولاز و پکتیناز به ترتیب: ۰/۳۳، ۲ و ۲ واحد/گرم غذا بود. این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۶ تیمار و ۵ تکرار (۵ جوجه در هر تکرار) انجام شد. نتایج نشان داد که تیمارهای آزمایشی که خوراک حاوی مخلوطی از سه آنزیم پکتیناز، سلولاز و همی سلولاز دریافت کردند، بیشترین افزایش وزن روزانه، بهترین ضریب تبدیل غذایی، نشان دادند ( $P > 0.05$ ). تیمارهای آزمایشی تأثیر معنی داری بر افزایش وزن روزانه‌ی جوجه‌ها و ضریب تبدیل خوراک در کل دوره‌ی آزمایش (و نیز دوره آغازین و رشد) نداشتند. در تیمار آزمایشی محتوی مخلوطی از هر سه آنزیم، در هفته‌های اول، دوم، سوم و کل دوره‌ی آزمایش به ترتیب ضریب تبدیل ۶/۵۶، ۱۳/۰۸، ۱۰/۱۰ و ۹/۰۴ درصد نسبت به گروه شاهد بهبود یافت. اثر تیمارهای مختلف بر روی قابلیت هضم مواد آلی، پروتئین و انرژی در ۳۵ روزگی معنی دار می‌باشد ( $P < 0.05$ ). بیشترین قابلیت هضم مربوط به تیماری است که جیره‌ی غذایی حاوی مخلوطی از هر سه آنزیم را مصرف کرده بودند. این گروه آزمایشی باعث ۶/۵۴ درصد افزایش در قابلیت هضم ماده‌ی آلی و ۷/۱۸ درصد در قابلیت هضم انرژی نسبت به گروه شاهد گردید ( $P < 0.05$ ). بیشترین اثر تیمارهای آزمایشی بر روی قابلیت هضم پروتئین خام مربوط به گروهی است که در جیره‌ی غذایی خود هر سه آنزیم را دریافت کرده بودند ( $P < 0.05$ ). نتیجه‌گیری کلی اینکه، استفاده از مخلوط آنزیم‌های پکتیناز، سلولاز و همی سلولاز در جیره‌های متداول ذرت-کنجاله‌ی سویای جوجه‌های گوشتی، قابلیت هضم و پتانسیل استفاده از مواد مغذی و در نتیجه عملکرد آنها را افزایش می‌دهد.

کلمات کلیدی: پکتیناز، سلولاز، جوجه گوشتی، عملکرد، قابلیت هضم

Veterinary Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 92 pp: 13-22

### Effect of pectinase, cellulase and hemicellulase on performance and digestibility of diets in broilers

By: *Sirous Edivandi, (Corresponding Author; Tel: +989166528293) Iran, Behbahan Branch, Islamic Azad University, Animal Science Department, Ali Mahdavi, Faculty of Veterinary Medicine, Semnan University, Fatemeh Alemi, Faculty of Veterinary Medicine, Semnan University, Seyed Abdullah Hosseini, Animal Science Researches Institute of Iran. Ali Mostafa Tehrani, Animal Science Researches Institute of Iran, Vahid Ghasemloo, Animal Science Researches Institute of Iran.*

This trial was conducted to investigate the effects of pectinase, cellulase and hemicellulase supplementation on performance and nutrient digestibility in broiler chickens fed on corn-soybean meal based diets. The experimental diets consisted of 1. corn-soybean meal based control diet 2. Control diet supplemented with pectinase, 3. Control diet supplemented with cellulase, 4. Control diet supplemented with pectinase + cellulase, 5. Control diet supplemented with pectinase + hemicellulase and 6. Control diet supplemented with pectinase + cellulase + hemicellulase. All chicks were reared under conventional commercial broiler starter diet until 15 d of age. The diets were fed to 150 broiler chicks between 15 and 35 d of age. Chicks were given experimental diets containing 0.33, 2 and 2 U/g of diet cellulase, hemicellulase and pectinase respectively. There were not any significant differences between the experimental groups in body weight gain and feed conversion ratio but the treatment that consist of 3 enzymes showed greater body weight gain and better feed conversion ratio than the other treatments. This treatment improved FCR in first, second, third week and total period of experiment 6.56, 13.08, 10.10 and 9.04 % to control group respectively. The effect of an exogenous enzyme containing pectinase+cellulase+hemicellulase on digestibility of a corn/soy-based diet was the highest. This experimental group increased organic matter and energy digestibility respectively 6.54 and 7.18 % than control group. Also supplementation of three enzymes together eventuated the highest digestibility of protein ( $P < 0.05$ ). It can be concluded that combinational of these enzymes is effective in improving digestibility. It is concluded that supplementation with these enzyme preparations, which can improve uniformity and decrease mortality in broiler chickens fed on maize-based diets. This improvement is achieved through enzyme effects on digestion and potential of utilization.

**Key words: Pectinase, Cellulase, Broiler, Performance, Digestibility**

می‌باشد. کارآیی هضم در طیور به طور عمده بستگی به میکروارگانیسم‌هایی دارد که به طور طبیعی در دستگاه گوارش آنها یافت می‌شوند (Saki, 2005 و Cowieson و Ravindran, 2008). Inbarr (2000) گزارش کرد که استفاده از چند ماده‌ی جایگزین آنتی‌بیوتیک شامل اسیدهای آلی، پری‌بیوتیک (محصولات اولیگوساکاریدی)، پروبیوتیک و آنزیم‌های خوراکی نه تنها به نگهداری وضعیت سلامتی طیور در مزارع سوئد کمک نمود، بلکه سرعت رشد و ضریب تبدیل غذایی را نیز به طور قابل توجهی بهبود داد. استفاده از گندم و جو در جیره‌ی جوجه‌های گوشتی باعث مدفوع چسبنده و خیسی بستر می‌شوند که این پدیده ممکن است استفاده از آنها را در جیره‌ی جوجه‌های گوشتی محدود کند. مواد گوارشی هضم نشده تبدیل به مدفوع بسیار چسبناکی می‌شوند که منجر به بروز مشکلات ناشی از مواد دفعی مرطوب و آبدار می‌گردد. مهمترین عمل آنزیم‌ها در دستگاه گوارش طیور شکستن دیواره‌ی سلولی بعضی از اقلام غذایی جیره می‌باشد و به این وسیله، مخلوطی یکنواخت از مواد مغذی را به وجود می‌آورند، در نتیجه قابلیت هضم مواد غذایی به خصوص کربوهیدرات‌ها را افزایش می‌دهند (Saki, 2005). مشکلاتی که مواد گوارشی چسبناک در روده ایجاد می‌نمایند، عبارتند از: کاهش توانایی روده در مخلوط کردن مواد محتوی آن، ممانعت از رسیدن آنزیم‌ها به سلول‌ها جهت کمک به انجام عمل تجزیه، کاهش تماس مواد مغذی با دیواره‌ی روده، کاهش

### مقدمه

تهیه‌ی غذای طیور یکی از مهمترین بخش‌های هزینه‌ی ای را به خود اختصاص می‌دهد. کنجاله‌ی سویا و ذرت در جیره‌های غذایی بخش زیادی از پروتئین و انرژی مورد نیاز جوجه‌های گوشتی را تأمین می‌کنند. اگر چه قابلیت هضم ذرت و کنجاله‌ی سویا بالا می‌باشد، لیکن هنوز ممکن است امکان بهبود قابلیت هضم انرژی و پروتئین محتوی آنها وجود داشته باشد چرا که بخش عمده‌ای از دیواره‌ی سلولی ذرت و سویا از پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای تشکیل شده است (Chesson, 2001). در طیور انرژی قابل متابولیسم کنجاله‌ی سویا به طور قابل توجهی بدلیل وجود پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای پایین می‌باشد (Pierson و همکاران، 1980). به علاوه تقریباً 10 درصد پروتئین کنجاله‌ی سویا درون ماده‌ی خشک قرار گرفته است که درون ماتریکس دیواره‌ی سلولی جای دارد (Chesson, 2001). چنانچه پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای بوسیله‌ی کربوهیدرازها شکسته شوند، این منابع از پروتئین و انرژی می‌توانند برای طیور قابل دسترس باشند (Mendels, 1985). در واقع با افزایش کربوهیدرازها به جیره‌ی حاوی کنجاله‌ی سویا و ذرت قابلیت هضم انرژی و پروتئین خام افزایش می‌یابد (Oloffs, 1999 و Saki, 2005). بنابراین، قابل دسترس کردن این بخش از انرژی و پروتئین برای طیور از نظر اقتصادی بسیار مهم

۲۳ ساعت روشنایی و ۱ ساعت تاریکی در شب اعمال شد. قبل از انجام واکسیناسیون‌های آشامیدنی، ۱/۵ تا ۲ ساعت به گله تشنگی داده می‌شد تا جوجه‌ها واکسن را سریع و به طور کامل مصرف نمایند. دمای سالن قبل و بعد از واکسیناسیون ۲-۱ درجه‌ی سانتی‌گراد اضافه شد. بعد از هر برنامه‌ی واکسیناسیون، ۸ ساعت آب خالص در اختیار جوجه‌ها قرار گرفت و سپس ۲۴ ساعت از محلول ویتامین‌های E، A، D<sub>۳</sub> به میزان ۱ در هزار (صد سی سی در صد لیتر آب) استفاده شد. تیمارهای آزمایشی شامل: تیمار (۱) شاهد (جیره‌ی پایه)، (۲) جیره‌ی پایه به همراه آنزیم پکتیناز، (۳) جیره‌ی پایه به همراه سلولاز، (۴) جیره‌ی پایه به همراه پکتیناز + سلولاز، (۵) جیره‌ی پایه به همراه پکتیناز + همی سلولاز و (۶) جیره‌ی پایه به همراه پکتیناز + سلولاز + همی سلولاز بود. این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی شامل ۶ تیمار و ۵ تکرار (۵ جوجه در هر تکرار) انجام شد. مقادیر آنزیم‌های سلولاز، همی سلولاز و پکتیناز به ترتیب: ۲، ۰/۳۳ و ۲ واحد در گرم غذا بود. استفاده از خوراک و آب در طول دوره‌ی آزمایش آزاد بوده و آزمایش‌ها شامل جیره‌های حاوی آنزیم از سن ۱۵ تا ۳۵ روزگی به مدت ۳ هفته انجام شدند. داده‌های بدست آمده با استفاده از نرم افزار آماری SAS تجزیه و تحلیل شدند. به منظور مقایسه‌ی میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد (SAS، ۲۰۰۶). صفات مورد ارزیابی شامل وزن زنده (هفتگی)، خوراک مصرفی (هفتگی) و محاسبه‌ی ضریب تبدیل غذایی بود. در پایان هر هفته جوجه‌های هر واحد آزمایشی بعد از ۳ ساعت قطع خوراک به صورت گروهی توزین و میانگین وزن زنده از تقسیم وزن کل جوجه‌های موجود در هر واحد آزمایشی بر تعداد جوجه‌های زنده آن واحد آزمایشی و میانگین افزایش وزن روزانه با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه شد. میانگین خوراک مصرفی روزانه هر واحد آزمایشی از تفاضل خوراک توزیع شده و باقیمانده در پایان هر هفته و تقسیم بر تعداد روز مرغ و ضریب تبدیل غذایی نیز از تقسیم افزایش وزن روزانه بر خوراک مصرفی روزانه محاسبه شد.

تعداد روز مرغ = مجموع روزهایی که جوجه‌های تلف شده در این مرحله زنده بوده اند + (تعداد جوجه‌های زنده در آخر آن مرحله × تعداد روزهای آن مرحله) افزایش وزن هر واحد آزمایشی = وزن کل در ابتدای آن مرحله - (وزن تلفات + وزن کل پایان هر مرحله)

افزایش وزن روزانه هر جوجه = تعداد روز مرغ / افزایش وزن هر واحد آزمایشی در پایان آزمایش، از هر تکرار یک پرندگی کشتر گردیده و پس از جدا نمودن پرها، پاها و امعا و احشاء، لاشه‌ها توزین گردیدند (مروارید و همکاران، ۱۳۵۵). جهت تعیین قابلیت هضم مواد مغذی و انرژی قابل متابولیسم از یک نشانگر غیر قابل هضم (اکسید کرم) استفاده شد که میزان آن ۰/۳ درصد در جیره‌ی پایه بود. غلظت اکسید کرم در خوراک و فضولات با روش Dansky و Hill (۱۹۵۲) تعیین شد.

ضریب هضمی ماده‌ی مغذی = (درصد ماده‌ی مغذی در خوراک / درصد ماده‌ی مغذی در فضولات) × درصد مارکر در فضولات / درصد مارکر در خوراک (۱۰۰ - ۱۰۰ ×)

$$X_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

$X_{ij}$  مقدار هر مشاهده

$\mu$  میانگین جامعه

$T_i$  اثر تیمار آزمایشی

$E_{ij}$  اثر خطای آزمایشی

جذب مواد مغذی به داخل خون، خروج خوراک هضم نشده و آب جذب شده از بدن به شکل فضولات بسیار چسبناک و آبدار، طولانی شدن زمان عبور مواد گوارشی در نتیجه کاهش دریافت و مصرف خوراک، رشد ضعیف‌تر و افزایش ضریب تبدیل غذایی. طبق آزمایشات افزودن آنزیم به جیره‌ی غذایی باعث: حذف فاکتورهای ضد تغذیه‌ای، تکمیل کمبود آنزیم‌های طبیعی بدن پرند، افزایش قابلیت هضم اقلام خوراکی موجود (افزایش قابلیت هضم پلی ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای<sup>۱</sup> که برای طیور غیر قابل هضم هستند)، پایین آوردن هزینه‌ی خوراک، بهبود در کیفیت بستر، بهبود ضریب تبدیل غذایی، کمک به سلامت محیط زیست از طریق کاهش مواد آلی دفع شده، بهبود استفاده از مواد مغذی، حفظ عملکرد جیره‌هایی که کیفیت پایینی دارند، کاهش هزینه‌های فرمولاسیون، وسعت بخشیدن به دامنه‌ی استفاده از اقلام خوراکی (مواد خام)، غلبه بر عوامل ضد تغذیه‌ای مواد خام، کاهش دفع مواد مغذی و آب (Saki و همکاران، ۲۰۰۵، زکریا و همکاران، ۲۰۰۸، Sorbara و همکاران، ۲۰۰۹ و زکریا و همکاران، ۲۰۱۰). انواع متفاوتی از اثرات متقابل بین مکمل‌های مختلف آنزیمی می‌تواند رخ دهد. به عنوان مثال برای هضم و جذب کربوهیدرات‌ها، نیاز به استفاده از آنزیم‌ها با فعالیت‌های مختلفی است که قادر باشند روی سوبستراهای متفاوت قندی اجزا جیره عمل نمایند (وکوویزن و رابیدران، ۲۰۰۸ و زکریا و همکاران، ۲۰۱۰). در بسیاری از آزمایشات نشان داده شده است که استفاده همزمان از آنزیم‌های تجاری اثرات مثبتی بر رشد جوجه‌های تغذیه شده با جیره‌ی حاوی ذرت-کنجاله‌ی سویا دارد (Zanella و همکاران، ۱۹۹۹، Olukosi و همکاران، ۲۰۰۷ و Jiang و همکاران، ۲۰۰۸). استفاده از چند آنزیم معمولاً باعث بهبود عملکرد پرندگی بدلیل تخریب در دیواره‌ی سلولی پیچیده ماتریس توسط مولتی کربوهیدرازها می‌شود. که این باعث افزایش قابلیت هضم از طریق قرار گرفتن مواد مغذی درون دیواره‌ی سلولزی در معرض آنزیم‌های گوارشی می‌گردد (Badford، ۲۰۰۰). از آنجا که بخش اعظم هزینه پرورش جوجه گوشتی مربوط به تغذیه می‌باشد، به علاوه به علت افزایش قیمت اقلام خوراکی در سال‌های اخیر، استفاده از آنزیم‌های اگزوزنوس برای افزایش پتانسیل بهره‌وری از مواد مغذی جیره‌های پر پایه‌ی ذرت رشد چشمگیری داشته است. هدف از انجام این آزمایش بررسی عملکرد در پاسخ به استفاده‌ی مجزا و توأم آنزیم‌های پکتیناز، سلولاز و همی سلولاز و همچنین تأثیر آنها بر قابلیت هضم جیره‌های آزمایشی در بالا بردن عملکرد و قابلیت هضم مواد مغذی و در نتیجه اقتصادی کردن پرورش جوجه‌های گوشتی می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

این آزمایش در سالن پرورش جوجه‌های گوشتی مؤسسه‌ی تحقیقات علوم دامی کشور واقع در کرج اجراء گردید. ۱۵۰ قطعه جوجه گوشتی نر و ماده‌ی سویه‌ی آرین با جیره‌ی استاندارد بر مبنای جداول NRC (۱۹۹۴) تغذیه شدند. حرارت سالن در هفته‌ی اول پرورش حدود ۳۲ درجه‌ی سانتی‌گراد بود که به تدریج هر سه روز یک درجه کاهش داده شد تا در نهایت در طول دوره‌ی آزمایشی دمای محل پرورش جوجه‌ها ۲۴ درجه‌ی سانتی‌گراد و رطوبت نسبی بین ۷۰-۵۰ درصد حفظ شد. در ۲۴ ساعت اول ورود جوجه‌ها، نور دائم و از روز دوم به بعد در طول شبانه‌روز،

جدول ۱- ترکیب جیره‌های مورد استفاده در طول دوره‌ی آزمایش

روز ۱۵-۲۵ (کیلوگرم/گرم)	روز ۱-۱۴ (کیلوگرم/گرم)	اقلام خوراکی (کیلوگرم)
۵۱۲/۴	۴۸۶/۶	ذرت
۲۴۰/۰۰	۲۶۰/۰۰	کنجاله‌ی سویا
۱۵۱/۰۰	۱۵۰/۰۰	گندم
۱۸/۸۰	۳۰/۰۰	پودر ماهی
۴۰/۰۰	۳۶/۰۰	روغن ذرت
۱۱/۳۰	۱۱/۵۰	پوسته‌ی صدف
۱۵/۲۰	۱۵/۳۰	دی کلسیم فسفات
۱/۸۰	۱/۸۰	دی ال- متیونین
۲/۵۰	۲/۵۰	مکمل ویتامینه <sup>۱</sup>
۲/۵۰	۲/۵۰	مکمل معدنی <sup>۲</sup>
۳/۰۰	۳/۰۰	نمک طعام
۰/۶۰	۰/۶۰	جوش شیرین
۰/۰۹	-	ال- لیزین هیدروکلراید
۱۰۰	۱۰۰	جمع
		ترکیبات
۳۰۰۰	۲۹۵۰	انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری بر کیلوگرم)
۱۷	۱۸/۲۴	پروتئین خام (درصد)
۰/۹۹	۱/۰۶	لیزین (درصد)
۰/۷۷	۰/۸۱	متیونین (درصد)
۰/۹۰	۰/۹۶	کلسیم (درصد)
۰/۴۵	۰/۴۸	فسفر در دسترس (درصد)
۰/۱۶	۰/۱۶	سدیم (درصد)
۱/۱۱	۱/۲	متیونین + سیستین (درصد)
۰/۳۰	۰/۳۲	تریپتوفان (درصد)

به ازای هر کیلوگرم جیره مقادیر زیر تأمین گردید:

- ۱-۱- ویتامین A ۱۰۰۰ واحد بین‌المللی، ویتامین D<sub>۳</sub> ۱۵۰۰ واحد بین‌المللی، ویتامین E ۱۵ واحد بین‌المللی، ویتامین B<sub>۱۲</sub> ۰/۰۰۸ میلی‌گرم، تیامین ۰/۵ میلی‌گرم، ریبوفلاوین ۴ میلی‌گرم، اسید پانتوتنیک ۸ میلی‌گرم، نیاسین ۲۵ میلی‌گرم، پیریدوکسین ۱ میلی‌گرم، اسید فولیک ۰/۲ میلی‌گرم، بیوتین ۰/۱ میلی‌گرم.  
 ۱-۲- منگنز ۱۱۰ میلی‌گرم، آهن ۳۵ میلی‌گرم، روی ۱۰۰ میلی‌گرم، مس ۹ میلی‌گرم، ید ۱/۳ میلی‌گرم، کبالت ۰/۹ میلی‌گرم و سلنیوم ۰/۱۵ میلی‌گرم.

## نتایج و بحث

خوراک مصرفی: استفاده از انواع آنزیم‌ها در جیره‌های غذایی تیمارهای آزمایشی در هفته‌های اول و سوم آزمایش تأثیری بر روی خوراک مصرفی نداشتند (جدول ۲). در هفته‌ی دوم آزمایش، گروهی که در جیره‌ی غذایی خود دو آنزیم پکتیناز و سلولاز را دریافت کرده بودند، کمترین مقدار خوراک مصرفی را داشتند ( $P < 0.05$ ).

افزایش وزن روزانه: تیمارهای آزمایشی تأثیر معنی داری بر افزایش وزن روزانه در دوره‌ی آزمایش نداشتند (جدول ۲). لیکن از لحاظ عددی آن دسته از گروه‌های آزمایشی که خوراک حاوی مخلوطی از هر سه آنزیم پکتیناز، سلولاز و همی سلولاز را دریافت کردند، بیشترین افزایش وزن روزانه را نشان دادند ( $P > 0.05$ ).

ضریب تبدیل غذایی: تیمارهای آزمایشی تأثیر آماری معنی داری بر ضریب تبدیل خوراک در دوره‌ی آزمایش نداشتند. با این حال، گروه آزمایشی که جیره‌ی غذایی حاوی مخلوطی از هر سه آنزیم را دریافت کرده بودند، از لحاظ عددی بهترین ضریب تبدیل غذایی را داشتند و گروه شاهد بیشترین میزان ضریب تبدیل غذایی را داشت ( $P > 0.05$ ). استفاده از مخلوط سه آنزیم در هفته‌های اول، دوم، سوم و کل دوره به ترتیب ضریب تبدیل را ۶/۵۶، ۱۳/۰۸، ۱۰/۱۰ و ۹/۰۴ درصد نسبت به گروه شاهد بهبود بخشید (جدول ۲).

کاهش مقدار خوراک مصرفی در گروه‌های آزمایشی دریافت کننده آنزیم، احتمالاً به این علت است که جوجه‌ها تمام احتیاجات غذایی خود را با خوردن مقدار کمتر خوراک تأمین می‌کنند به همین دلیل است که ضریب تبدیل غذایی در تیمارهای حاوی آنزیم بهتر از گروه شاهد می‌باشد. افزایش وزن بدن می‌تواند به دلیل افزایش خوراک مصرفی باشد (Alam و همکاران، ۲۰۰۳). همانطور که در جدول ۲ نشان داده شده است تیمار آزمایشی حاوی مخلوطی از هر سه آنزیم، بیشترین میزان وزن ۳۵ روزگی را دارد ( $P > 0.05$ ).

پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای محلول در آب احتمالاً باعث افزایش فعالیت میکروبی در دستگاه گوارش پرند می‌شوند. اثر متقابل بین جیره‌ی غذایی و میکروفلورا در لومن روده در فرآیند هضم و جذب مواد غذایی دخالت دارند (Choct و همکاران، ۲۰۰۴ و ماتلوتی و همکاران، ۲۰۰۲). از آنزیم‌ها عمدتاً به منظور افزایش سرعت رشد و بهبود ضریب تبدیل غذایی در طیور استفاده می‌شود که یکی از اعمال آنزیم‌ها کمک به از بین بردن اثرات ضد تغذیه‌ای NSP می‌باشد (Choct و همکاران، ۲۰۰۴). احتمالاً بهبود قابلیت هضم مواد غذایی با استفاده از آنزیم‌ها در جیره‌ی غذایی به دلیل کاهش ابقاء مواد مغذی در دستگاه گوارش پرند باشد که ممکن است فرصت کمتری را برای رشد باکتری‌های پاتوژن فراهم می‌کند. افزایش وزن کلی بدن می‌تواند ناشی از رشد دستگاه گوارش باشد (Mcdonald و همکاران، ۲۰۰۱).

Choct و همکاران (۲۰۰۴) بیان کردند که از آنزیم‌ها برای افزایش سرعت رشد و بهبود ضریب تبدیل غذایی استفاده می‌شود که یکی از اعمال آنزیم‌ها کمک به از بین بردن اثرات ضد تغذیه‌ای NSP می‌باشد. علاوه بر افزایش استفاده از مواد مغذی، آنزیم‌ها مزایای دیگری هم دارند که شامل کاهش کلی در مقدار ماده‌ی آلی دفعی به دلیل بهتر شدن جذب مواد غذایی، کاهش رطوبت مدفوع به دلیل کاهش ویسکوزیته،

بهبود در سلامتی حیوانات به دلیل جلوگیری از بیماری‌های همراه با تکثیر میکروفلورا روده و ... می‌باشند. به خوبی روشن شده است که افزایش ویسکوزیته سرعت هضم و جذب مواد مغذی را در روده به وسیله‌ی تغییر فعالیت دستگاه گوارش کاهش می‌دهد. مکمل آنزیمی ظرفیت جذبی موکوس روده را از طریق افزایش اندازه‌ی ویلی بهبود داده و آنزیم، دکنژوگه شدن نمک‌های صفاوی را از بین می‌برد که این عمل احتمالاً به دلیل کاهش باکتری‌هایی است که نمک‌های صفاوی کنژوگه شده را هیدرولیز می‌کنند. اثر مثبت آنزیم‌های افزوده شده به جیره در رابطه با تغییر در فعالیت میکروفلورا روده می‌باشد. تغییر در فعالیت میکروفلورا بیشتر از اثر مستقیم آنزیم‌ها بر روی قابلیت هضم خوراک می‌باشد (ماتلوتی و همکاران، ۲۰۰۲). دلایلی وجود دارند که نشان می‌دهند آنزیم‌ها میل ترکیبی با NSP نامحلول دارند که می‌توان علت بهبود عملکرد در جوجه‌های گوشتی را استنتاج کرد. نشان داده شده است که شکستن ماتریکس دیواره‌ی سلولی به خصوص ترکیبات نامحلول، ممکن است دسترسی آنزیم‌های هضمی را به سوبسترا در زمان انتقال مواد غذایی در روده تسهیل نماید (Alam و همکاران، ۲۰۰۳). Tahir و همکاران (۲۰۰۵) در آزمایشی روی جوجه‌های کاب با افزودن آنزیم‌های سلولاز و همی سلولاز به جیره پایه ذرت - کنجاله‌ی سویا نشان دادند که این آنزیم‌ها اثرات همکوشی<sup>۱</sup> (تقویت کنندگی) روی عملکرد دارند.

درصد لاشه: تیمارهای آزمایشی تأثیر معنی داری بر روی درصد لاشه در نمونه گیری روز ۳۵ نداشتند (جدول ۳). با این وجود، گروه آزمایشی شاهد دارای کمترین درصد لاشه بودند.

وزن کبد: تیمارهای آزمایشی بر روی درصد وزن کبد در نمونه گیری روز ۳۵ تأثیر معنی داری نداشتند (جدول ۳). با این حال جیره‌ی غذایی شاهد، بیشترین افزایش را بر روی درصد وزن کبد داشت ( $P > 0.05$ ).

Mcdonald و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند که کل روده‌ی بزرگ و روده‌ی کوچک در پاسخ به مواد غیر قابل هضم تخمیر شده افزایش وزن نشان دادند. بخش اصلی افزایش وزن مرتبط به افزایش مقدار مواد هضمی داخل روده می‌باشد. افزایش مقدار آب روده و آب مصرفی در طیوری که پلی‌ساکاریدهای ویسکوزیته شده را مصرف کرده‌اند، چشمگیر می‌باشد که می‌تواند عامل افزایش وزن دستگاه گوارش باشد. حضور پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای در لومن روده‌ی کوچک می‌تواند باعث افزایش تشریح آنزیم‌های داخلی همچون آنزیم‌های پانکراتیک و موکوس شده و جذب آب را کاهش دهد (Mcdonald، ۲۰۰۱) که همه‌ی این موارد باعث افزایش آب موجود در مواد هضمی می‌شود. با افزودن ترکیبات غیر قابل تخمیر سنتز شده با ویسکوزیته‌ی بالا، ضخامت لایه‌ی ماهیچه‌ای زیر اپیتلیوم افزایش می‌یابد. در بین این آنزیم‌ها، همی سلولاز شامل فعالیت رامنوگالاکتروناز بوده، در نتیجه، اتصالات بین گالاترونیک اسید و رامنوز می‌تواند توسط همی سلولاز از بین رود (Tahir و همکاران، ۲۰۰۸).

قابلیت هضم ماده‌ی آلی: اثر معنی دار تیمارهای مختلف بر روی قابلیت هضم ماده‌ی آلی در ۳۵ روزگی در جدول ۴ نشان داده شده است. بیشترین قابلیت هضم ماده‌ی آلی مربوط به تیمار آزمایشی است که جیره‌ی غذایی حاوی مخلوطی از هر سه آنزیم را مصرف کرده بودند. این گروه آزمایشی ۶/۵۴ درصد افزایش در قابلیت هضم ماده‌ی آلی

۱- رشد بیش از حد باکتری‌ها در دستگاه گوارش باشد که نیتروژن اندوژنوس را به وسیله‌ی ترکیب شدن اسیدهای آمینه در پروتئین‌های باکتریایی دفع کرده و بنابراین، قابلیت هضم ظاهری انرژی را کاهش می‌دهند.

۲- افزایش ویسکوزیته‌ی مواد هضمی ممکن است سرعت پخش آنزیم‌های هضمی همچون پروتئاز را کاهش دهد.

۳- مورفولوژی روده به شدت تحت تأثیر محیط ویسکوز آن قرار داشته و بنابراین، به جذب مواد مغذی همچون اسیدهای آمینه در روده آسیب می‌رساند (ماتلوتی و همکاران، ۲۰۰۲). بهبود در قابلیت هضم مواد مغذی توسط این آنزیم‌ها با افزایش تجزیه‌ی پکتین همراه می‌باشد. با تجزیه‌ی پکتین، مواد مغذی محصور شده در درون سلول‌ها ممکن است آزاد شوند.

بهبود در عملکرد در جیره‌هایی که با آنزیم مکمل شده‌اند ممکن است مربوط به بهبود در هضم و جذب نیتروژن، ماده‌ی خشک، چربی و ترکیبات عاری از نیتروژن باشد (Friesen و همکاران، ۱۹۹۱). در مطالعات اولیه، Steen fieldt و همکاران (۱۹۹۸) و Saleh و همکاران (۲۰۰۵) پیشنهاد کردند که کاهش ویسکوزیته‌ی مواد هضمی که به وسیله‌ی آنزیم ایجاد می‌شود ممکن است محیط مناسبی را برای هضم پروتئین خام و کربوهیدرات فراهم کند و گزارش کردند که بهبود در ابقاء نیتروژن وقتی ایجاد می‌شود که جیره‌ی غذایی با آنزیم سلولولیتیک مکمل شده باشد.

Uni و همکاران (۱۹۹۹) و Noy و Skalen (۱۹۹۵) گزارش کردند که مکمل‌های آنزیمی اثر قابل توجهی در بهبود هضم ماده‌ی خشک جیره دارند. مقادیر قابل توجهی از مواد مغذی محصور شده ممکن است در دسترس فرآیند هضم قرار نگیرند و در سکوم‌ها توسط میکروفلورای روده تخمیر شوند و با آزاد سازی اسیدهای چرب فرار، بازدهی انرژی کاهش می‌یابد. انرژی قابل متابولیسم کنجاله‌ی سویا برای طیور نسبتاً کم می‌باشد (۲۴۴۱ کیلوگرم/کیلوکالری، NRC، ۱۹۹۴)، که عمدتاً بدلیل ضعف قابلیت هضم اجزای سلولولی (غیر قابل هضم) می‌باشد (Pierson و همکاران، ۱۹۸۰).

Tabook و همکاران (۲۰۰۶) گزارش نمودند که قابلیت هضم پروتئین خام، به وسیله‌ی تغذیه‌ی جیره‌ی غذایی که محتوی محصولات فرعی طیور (نظیر پودر پر) می‌باشد، کاهش می‌یابد در حالی که قابلیت هضم چربی به وسیله‌ی محصولات فرعی طیور افزایش یافت. ابقای ماده‌ی خشک، قابلیت هضم فیبر خام و ابقای ماده‌ی آلی تحت تأثیر محصولات فرعی طیور قرار نگرفت. با ابقای ماده‌ی خشک و ماده‌ی آلی، قابلیت هضم پروتئین خام، چربی خام و فیبر خام تحت تأثیر آنزیم-پروبیوتیک قرار نگرفت (Tabook و همکاران، ۲۰۰۶). Friesen و همکاران (۱۹۹۱) گزارش کردند که مکمل کردن آنزیم اثر معنی‌داری بر روی AMEn و قابلیت هضم ظاهری پروتئین در جیره‌هایی که بر پایه‌ی یولاف می‌باشند، دارد. این تغییرات همراه با بهبودهای رخ داده در عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی مثل وزن رشد، خوراک مصرفی و نسبت خوراک به وزن بود.

احتمالاً بهبود در قابلیت هضم مواد غذایی با استفاده از آنزیم‌ها به دلیل تجزیه‌ی پکتین در دیواره‌ی سلولی، که باعث آزاد سازی مواد مغذی

نسبت به گروه شاهد نشان دادند ( $P < 0.05$ ). وقتی مقدار ماده‌ی آلی موجود در مدفوع پرنده کم و یا قابلیت هضم آن در پرنده بالا باشد، نشان دهنده‌ی بالا بودن قابلیت هضم دیگر مواد مغذی موجود در جیره است (Alamovic, ۲۰۰۱, Saki و همکاران، ۲۰۰۵ و Sorbara و همکاران، ۲۰۰۹) حضور آنزیم استفاده از مواد مغذی را در جیره‌ی جوجه‌های گوشتی بهبود می‌بخشد که این میزان بهبود در اوایل دوره‌ی رشد، زمان آغاز رشد بافت‌ها، محسوس تر است. پایین بودن قابلیت هضم مواد مغذی می‌تواند به این دلیل باشد که NSP‌ها با افزایش دکانژوگه شدن چربی‌ها و ممانعت از اثر آنزیم‌های ترش‌چی از لوزالمعده بر روی سوبسترای خود مانع از امولسیفیه شدن چربی‌ها و هضم آنها و سایر مواد مغذی می‌شوند. قابلیت هضم انرژی: همان طور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود اثر تیمارهای آزمایشی بر روی قابلیت هضم انرژی در ۳۵ روزگی معنی‌دار می‌باشد ( $P < 0.05$ ). بیشترین قابلیت هضم انرژی مربوط به تیمارهایی است که در جیره‌ی غذایی خود مخلوطی از هر سه آنزیم را همزمان دریافت کرده بودند. قابلیت هضم انرژی در این گروه آزمایشی ۷/۱۸ درصد نسبت به شاهد بیشتر بود. کمترین قابلیت هضم انرژی مربوط به گروه‌های آزمایشی شاهد و تیمار حاوی سلولاز است ( $P < 0.05$ ). حضور آنزیم باعث شکسته شدن NSP‌های موجود در جیره شده و مواد غذایی را در دسترس پرنده قرار می‌دهد. Choct و همکاران (۲۰۰۲) بیان کردند که اثر مثبت اولیه‌ی آنزیم‌ها، دپلمریزه کردن NSP‌های محلول به پلیمرهای کوچک‌تر است و پلیمرهای کوچک‌تر قادر به ایجاد محلول ویسکوز نیستند. مکمل‌های آنزیمی دو فعالیتر را برای عملکرد انجام می‌دهند که شامل آزاد کردن مواد مغذی موجود در دانه به وسیله‌ی شکستن دیواره‌ی سلولی آندوسپرم دانه و کاهش ویسکوزیته‌ی مواد هضمی می‌باشد. Yamazak و همکاران (۲۰۰۷) بیان کردند از روش‌هایی که آنزیم‌ها بر روی هضم و جذب چربی مؤثر هستند اثر بر روی نمک‌های صفاوی می‌باشد. مکمل آنزیمی دکانژوگه شدن نمک‌های صفاوی را از بین می‌برد که این عمل احتمالاً به دلیل کاهش باکتری‌هایی است که نمک‌های صفاوی کنژوگه شده را هیدرولیز می‌کنند. ممکن است تا اندازه‌ی بر روی هضم و جذب پروتئین مؤثر باشند. در واقع NSP‌ها با افزایش دکانژوگه شدن چربی‌ها و ممانعت از اثر آنزیم‌های ترش‌چی از لوزالمعده بر روی سوبسترای خود مانع از امولسیفیه شدن چربی‌ها و هضم آنها و سایر مواد مغذی می‌شوند. بنابراین افزودن آنزیم به جیره‌ی غذایی باعث افزایش قابلیت هضم و جذب پروتئین می‌شود.

قابلیت هضم پروتئین: اثر تیمارهای آزمایشی بر روی قابلیت هضم پروتئین در ۳۵ روزگی معنی‌دار می‌باشد جدول ۴ و همانطور که در جدول مشاهده می‌شود بیشترین اثر تیمارهای آزمایشی بر روی قابلیت هضم پروتئین خام مربوط به گروهی است که در جیره‌ی غذایی خود هر سه آنزیم را دریافت کرده بودند و کمترین قابلیت هضم مربوط به گروه شاهد می‌باشد ( $P < 0.05$ ). در این آزمایش جیره‌ی غذایی حاوی مخلوط سه آنزیم، جیره‌ی غذایی حاوی آنزیم پکتیناز و جیره‌ی غذایی حاوی آنزیم سلولاز تقریباً ۹/۷۲ درصد و جیره‌ی غذایی حاوی آنزیم‌های پکتیناز + سلولاز و پکتیناز + همی سلولاز تقریباً باعث ۷/۱۱ درصد افزایش در قابلیت هضم پروتئین نسبت به گروه شاهد شدند. علت پایین بودن قابلیت هضم پروتئین می‌تواند به دلیل:

جدول ۲- اثر افزودن آنزیم ها بر مصرف خوراک و عملکرد جوجه های گوشتی (۳۵-۱۵ روزگی)

سلولاز	پکتیناز + همی سلولاز	پکتیناز + سلولاز	پکتیناز + سلولاز + همی سلولاز	پکتیناز	شاهد	جیره های آزمایشی
۳۶۲/۶۷±۵/۹۶	۳۶۲/۶۷±۵/۹۶	۳۶۰/۰±۰/۰	۳۶۰/۰±۴/۷۱	۳۵۸/۶۷±۵/۵۸	۳۵۷/۳۳±۵/۹۶	وزن اولیه* (گرم)
۶۷۰/۶۷±۳۷/۸۹	۶۷۳/۳۳±۳۱/۲۷	۶۹۰/۶۷±۲۸/۵۲	۶۹۰/۶۷±۵۳/۴۶	۶۶۱/۳۳±۴۲/۵۳	۶۷۲/۰±۵۳/۶۲	وزن بدن ۲۲ روزگی (گرم)
۳۴۹/۳۳±۳۸/۱۸	۳۷۶/۶۷±۱۴/۹۱	۳۸۹/۳۳±۶۳/۰۰	۳۸۰/۰±۲۵/۹۲	۳۷۱/۳۳±۵۹/۰۵	۳۷۳/۳۳±۷۴/۶۸	مصرف خوراک در هفته اول آزمایش (گرم)
۳۰۸/۰±۳۹/۲۷	۳۱۰/۶۷±۳۰/۴۰	۳۳۰/۶۷±۲۸/۵۲	۳۳۰/۶۷±۵۲/۶۲	۳۰۲/۶۷±۴۳/۸۷	۳۱۴/۶۷±۵۸/۳۹	افزایش وزن در هفته اول آزمایش (گرم)
۱/۱۴±۰/۱۰	۱/۲۲±۰/۱۴	۱/۱۷±۰/۱۱	۱/۱۷±۰/۱۷	۱/۲۲±۰/۰۵	۱/۱۸±۰/۵۷	ضریب تبدیل غذایی در هفته اول آزمایش
۱۰۲۴/۰±۴۴/۳۷	۱۰۳۸/۶۷±۶۷/۲۳	۱۰۳۶/۰±۵۸/۲۳	۱۰۸۹/۳۳±۵۱/۵۵	۱۰۳۷/۳۳±۶۵/۲۵	۱۰۳۴/۶۷±۶۹/۶۷	وزن بدن ۲۹ روزگی (گرم)
۷۴۱/۳۳±۵۰/۱۲۰ bc	۷۷۴/۶۷±۴۶/۵۲ abc	۷۳۶/۰±۵۰/۴۶ c	۷۹۷/۳۳±۳۷/ab۸۹	۷۷۲/۰±۳۶/۶۴ abc	۸۲۰/۰±۲۸/۶۷ a	مصرف خوراک در هفته دوم آزمایش (گرم)
۳۵۳/۳۳±۴۱/۳۷	۳۶۵/۳۳±۵۶/۸۴	۳۴۵/۳۳±۶۶/۹۰	۳۹۸/۶۷±۸۳/۷۲	۳۷۶/۰±۲۹/۲۹	۳۶۲/۶۷±۷۹/۸۰	افزایش وزن در هفته دوم آزمایش (گرم)
۲/۱۲±۰/۲۷	۲/۱۵±۰/۳۰	۲/۱۷±۰/۲۴	۲/۰۶±۰/۳۸	۲/۰۶±۰/۲۲	۲/۳۷±۰/۶۷	ضریب تبدیل غذایی در هفته دوم آزمایش
۱۳۸۰/۰±۱۰/۴۲۴	۱۴۳۳/۳۳±۶۷/۸۲	۱۴۳۲/۰±۱۱۲/۰۹	۱۵۰۲/۶۷±۷۲/۱۲	۱۲۹۴/۶۷±۱۲۳/۰۵	۱۴۰۴/۰±۱۳۳/۳۸	وزن بدن ۳۵ روزگی (گرم)
۷۵۶/۰±۳۰/۴۰	۸۱۷/۳۳±۳۶/۰۹	۷۹۶/۰±۸۶/۶۱	۷۷۰/۶۷±۳۵/۱۵	۷۷۶/۰±۸۴/۴۱	۷۴۲/۶۷±۸۰/۷۷	مصرف خوراک در هفته سوم آزمایش (گرم)
۳۵۶/۰±۶۸/۷۳	۳۹۴/۶۷±۵۲/۳۷	۳۹۶/۰±۷۲/۸۲	۴۱۳/۳۳±۳۵/۲۸	۳۵۷/۳۳±۹۳/۶۴	۳۶۹/۳۳±۷۳/۷۳	افزایش وزن در هفته سوم آزمایش (گرم)
۲/۱۹±۰/۴۴	۲/۰۹±۰/۲۴	۲/۰۸±۰/۵۰	۱/۸۷±۰/۱۷	۲/۲۹±۰/۶۴	۲/۰۸±۰/۴۸	ضریب تبدیل غذایی در هفته سوم آزمایش
۱۸۴۶/۶۷±۹۶/۷۲ b	۱۹۶۸/۶۷±۴۶/۴۰ a	۱۹۲۱/۳۳±۷۸/۸۰ ab	۱۹۴۸/۰±۵۵/۹۱ ab	۱۹۱۹/۳۳±۹۹/۰۷ ab	۱۹۳۶/۰±۱۰/۱۹۴ ab	مصرف خوراک کل
۱۰۱۷/۳۳±۱۰/۳۰۲	۱۰۷۰/۶۷±۷۲/۲۰	۱۰۲۷/۰±۱۱۲/۰۹	۱۱۴۲/۶۷±۷۶/۸۰	۱۰۳۶/۰±۱۲۴/۲۴	۱۰۴۶/۶۷±۱۳۱/۸۲	افزایش وزن کل
۱/۸۳±۰/۱۷	۱/۸۴±۰/۱۳	۱/۸۱±۰/۱۸	۱/۷۱±۰/۰۸	۱/۸۷±۰/۲۵	۱/۸۸±۰/۳۰	ضریب تبدیل غذایی کل

\*وزن در ۱۵ روزگی که شروع آزمایش است

حروف غیر مشابه در هر ردیف بیانگر تفاوت معنی دار ( $P < 0.05$ ) است.

جدول ۳- اثر افزودن آنزیم ها بر خصوصیات لاشه های گوشتی (۳۵-۱۵ روزگی)

سلولاز	پکتیناز + همی سلولاز	پکتیناز + سلولاز	پکتیناز + سلولاز + همی سلولاز	پکتیناز	شاهد	لاشه
۵۸/۱۰±۲/۲۸	۵۷/۴۲±۳/۶۱	۵۸/۷۳±۱/۶۹	۵۷/۹۳±۱/۵۹	۵۹/۳۲±۱/۵۳	۵۷/۷۲±۱/۳۸	لاشه
۱۸/۶۷±۰/۹۶	۱۸/۳۴±۰/۸۵	۱۹/۴۵±۱/۲۶	۱۸/۸۸±۰/۵۶	۱۸/۷۸±۱/۰۳	۱۸/۶۷±۱/۱۱	ران
۱۹/۴۵±۰/۶۵ ab	۱۸/۱۲±۱/۳۹ b	۱۸/۹۰±۱/۴۰ ab	۱۸/۹۱±۱/۰۱ ab	۱۹/۷۳±۱/۱۳ a	۱۸/۳۱±۰/۷۲ ab	سینه
۲۰/۰±۱/۰۷ ab	۱۹/۴۰±۰/۶۳ b	۲۰/۹۳±۴/۹۱ a	۱۹/۹۳±۱/۳۰ ab	۲۰/۲۷±۰/۶۸ ab	۲۱/۳۳±۰/۶۹ a	پشت
۰/۳۵±۰/۱۴ b	۰/۹۰±۰/۵۷ a	۰/۴۱±۰/۱۰ b	۰/۳۸±۰/۱۷ b	۰/۵۵±۰/۲۴ ab	۰/۴۶±۰/۳۲ b	چربی حفره ی بطنی
۲/۳۰±۰/۳۶	۲/۳۷±۰/۲۳	۲/۵۰±۰/۰۸	۲/۳۷±۰/۲۴	۲/۲۴±۰/۳۴	۲/۵۱±۰/۲۶	کبد
۰/۴۷±۰/۰۴ b	۰/۶۰±۰/۱۲ a	۰/۴۷±۰/۰۳ b	۰/۵۱±۰/۰۴ ab	۰/۵۰±۰/۰۶ b	۰/۵۵±۰/۰۶ ab	قلب

حروف غیر مشابه در هر ردیف بیانگر تفاوت معنی دار ( $P < 0.05$ ) است.

جدول ۴- اثر افزودن آنزیم ها بر قابلیت هضم ایلنومی پروتئین خام (CP)، ماده ی آلی (OM) و محتوی انرژی قابل متابولیسم ظاهری (AME) در جوجه های گوشتی تغذیه شده با جیره ی بر پایه ی ذرت-کنجاله ی سویا در سن (۳۵-۱۵ روزگی)

سلولاز	پکتیناز + همی سلولاز	پکتیناز + سلولاز	پکتیناز + سلولاز + همی سلولاز	پکتیناز	شاهد	فراسنجه ها
۷۹/۴۵±۰/۵۱ <sup>a</sup>	۷۷/۵۳±۰/۴۵ <sup>b</sup>	۷۷/۵۶±۰/۳۲ <sup>b</sup>	۷۹/۸۰±۰/۵۱ <sup>a</sup>	۷۹/۳۴±۰/۶۰ <sup>a</sup>	۷۲/۰۴±۰/۲۷ <sup>c</sup>	قابلیت هضم CP (درصد)
۷۱/۲۲±۰/۳۸ <sup>d</sup>	۷۲/۱۰±۰/۴۷ <sup>c</sup>	۷۳/۳۴±۰/۲۷ <sup>b</sup>	۷۴/۵۹±۰/۴۰ <sup>a</sup>	۷۱/۱۴±۰/۳۳ <sup>d</sup>	۶۹/۷۱±۰/۳۰ <sup>e</sup>	قابلیت هضم OM (درصد)
۳۰۳۶/۳۰±۲۴/۸۰ <sup>d</sup>	۳۱۳۳/۴۰±۲۱/۸۹ <sup>c</sup>	۳۱۹۷/۹۰±۳۲/۲۹ <sup>b</sup>	۳۲۹۵/۶۰±۱۷/۳۴ <sup>a</sup>	۳۰۶۰/۶۰±۶/۵۴ <sup>d</sup>	۳۰۵۸/۸۰±۱۷/۱۶ <sup>d</sup>	AME (کیلوگرم/کیلوکالری)

حروف غیر مشابه در هر ردیف بیانگر تفاوت معنی دار ( $P < 0.05$ ) است.

که قابل دسترس کردن این بخش از انرژی و پروتئین برای طیور از نظر اقتصادی بسیار مهم می باشد. چنانچه هزینه ی خوراک برای تولید یک کیلوگرم وزن زنده برای شاهد، گروه دریافت کننده ی آنزیم پکتیناز، سلولاز، پکتیناز + سلولاز، پکتیناز + همی سلولاز + سلولاز + همی سلولاز به ترتیب ۹۵۳، ۹۴۱، ۹۵۶ و ۹۰۶ تومان شد.

### پاورقی ها

- 1- Non Starch polysaccharides (NSP)
- 2- Synergetic
- 3- Additive

### منابع مورد استفاده

- ۱- مروارید، ع.، زهری، م. و م. کیایی. (۱۳۵۵) بررسی درصد کاهش وزن در طی کشتار و تعیین درصد درجات مختلف گوشت طیور. دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران، ۳۲: ۴۵-۵۳.
- 2- Alam, M. J., Howiider, M. A. R., Pramanik, M. A. H., and Haque, M. A. (2003) Effect of exogenous enzyme in diet on broiler performance. *International Journal of Poultry Science*. 2: 168 – 173.
- 3- Acamovic, T. (2001) Commercial application of enzyme technology for poultry production. *World's Poultry Science*. 57: 225-242.
- 4- Bedford, M. R. (2000) Exogenous enzymes in monogastric nutrition—Their current value and future benefits. *Animal Feed Science And Technology*. 86:11–13.
- 5- Chesson A. (2001) Non-starch polysaccharide degrading enzymes in poultry diets: influence of ingredients on the selection of activities. *World's Poultry Science Journal*. 57: 251-263.
- 6- Choct, M. (2004) *Enzymes for the feed industry: Past, present*

محصور شده در درون سلولی می شود، و نیز کاهش زمان ماندگاری در دستگاه گوارش بوده که شاید فرصت کمتری را برای رشد باکتری های پاتوژن فراهم می کنند (Parsaile و همکاران، ۲۰۰۷).

استفاده از چند آنزیم معمولاً باعث بهبود عملکرد پرنده بدلیل تخریب در دیواره ی سلولی پیچیده ماتریس توسط مولتی کربوهیدرازها می شود. که این باعث افزایش قابلیت هضم از طریق قرار گرفتن مواد مغذی درون دیواره ی سلولزی در معرض آنزیم های گوارشی می گردد (Badford, ۲۰۰۰). با آماده سازی آنزیم های مورد استفاده در این مطالعه، هضم پروتئین افزایش یافته بود و در نتیجه میزان پروتئین جیره می تواند با موفقیت کاهش یابد.

به علت سیر صعودی نرخ اقلام خوراکی در سال های اخیر، استفاده از آنزیم های اگزوزنوس برای افزایش پتانسیل بهره وری از مواد مغذی جیره های بر پایه ی ذرت رشد چشمگیری داشته است. در چنین شرایط اقتصادی، تغذیه دانان به کارگیری بیش از یک آنزیم در جیره ها را پیشنهاد می نمایند با این ادعا که ممکن است اثرات مستقل هر آنزیم در حضور آنزیم های دیگر افزایش یابد (اثرات افزایشی) (Cowieson و Ravindran, ۲۰۰۸).

### نتیجه گیری کلی

آنزیم های مورد استفاده در مطالعه ی حاضر ممکن است در تخریب دیواره ی سلولی پلی ساکاریدهای غیر نشاسته ای کنجاله ی سویا و ذرت هماهنگ و مؤثر عمل کرده باشند بر اساس بهبود قابلیت هضم پروتئین خام و ماده ی خشک در جیره، کاهش سطح پروتئین خام محتوی آن منطقی بنظر می رسد. این آنزیم های خوراکی هم باعث کاهش هزینه های خوراک و هم باعث کاهش دفع ازت می گردند. همانطور که گفته شد بخش عمده ای از دیواره ی سلولی ذرت و کنجاله ی سویا از پلی ساکاریدهای غیر نشاسته ای تشکیل شده است چنانچه پلی ساکاریدهای غیر نشاسته ای بوسیله ی آنزیم ها شکسته شوند، این منابع از پروتئین و انرژی می توانند برای طیور قابل دسترس باشند. در واقع با افزودن آنزیم به جیره ی حاوی کنجاله ی سویا و ذرت قابلیت هضم انرژی و پروتئین خام افزایش می یابد



- 19- Parsaile, S., Shariatmadari, F., Zamiri, M. J., and Khajeh. K. (2007) Influence of wheat based diets supplemented with xylanase, bile acid and antibiotics on performance, digestive tract measurements and gut morphology of broilers compared with a maize-based diet. *British Poultry Science*. 48: 594-600.
- 20- Pierson, E. M., Potter, L. M., and Brown., R.D. (1980) Amino acid digestibility of dehulled soybean meal by adult turkeys. *Poultry Science*. 59: 355-360.
- 21- Saki, A.A., Mazugi, M.T, and Kamyab, A. (2005) Effect of mannanase on broiler performance, ileal and In-vitro protein digestibility, uric acid and litter moisture in broiler feeding. *International Journal of Poultry science*. 4: 21-26.
- 22- Saleh, F., Tahir, M., Ohtsuka, A., and Hayashi, K. (2005) A mixture of pure cellulase, Hemicellulase and pectinase improved broiler performance. *British Poultry Science*. 46: 602-606.
- 23- SAS Institute Inc. SAS User's guide : Statistics. SAS Institue, Cary, (2006).
- 24- Sorbara, J.O.B., A.E. Murakami, E.S. Nakage, F. Piracés, A. Potença, and Holanda Guerra R.L. (2009) Enzymatic Programs for Broilers. *Brailan Archives of Biology and Technology*. 52: 233-240. 2009.
- 25- Steinfeldt, S., Mullertz, A., and Jensen, JF. (1998) Enzymes supplementation of wheat-based diets for broilers. 1. Effect on growth performance and intestinal viscosity. *Animal Feed Science and Technology*. 75: 27-43.
- 26- Tabook, N. M., Kadim, I.T. Mahgoub, O., and Al-Marzooqi, W. (2006) The effect of date fibre supplemented with an exogenous enzyme on the performance and meat quality of broiler chickens. *British Poultry Science*. 47: 73-82.
- 27- Tahir, M., F. Saleh, A. Ohtsuka, Hayashi, K. (2005) Synergistic effect of cellulase and hemicellulase on nutrient utilization and performance in broilers fed a corn-soybean meal diet. *Animal Science Journal*. 76: 559-565.
- 28- Tahir, M., F. Saleh, A. Ohtsuka, and Hayashi, K. (2008) An Effective Combination of Carbohydrases That Enables Reduction of Dietary Protein in Broilers: Importance of Hemicellulase. *Poultry Science*. 87:713-718.
- 29- Uni, Z., Y. Noy, and Sklan, D. (1999) Posthatch development of small intestinal function in the poultry. *Poultry Science*. 78: 215-222.
- 30- Vukic Vranjes, M., and Wenk, C. (1995) Influence of dietary enzyme complex on the performance of broilers fed on diets with and without antibiotic supplementation. *British Poultry Science*. 36: 265-275.
- 31- Yamazaki, M., Murakami, H., Nakashima, K., Otsuka, M., Takada, R., and Abe, H. (2007) Effect of cellulase supplementation and future. XXII World's Poultry Congress. pp 440. Istanbul, Turkey.
- 7- Choct, M., Kocher, A., Waters, D. L. E., Pettersson, D., and Ross, G. (2004) A comparison of three xylanases on the nutritive value of 2 wheats for broiler chickens. *British Journal of nutrition*. 92: 53 – 61.
- 8- Cowieson, A.J. and Ravindran, V. (2008) Effect of exogenous enzymes in maize-based diets varying in nutrient density for young broilers: Growth performance and digestibility of energy, minerals and amino acids. *British Poultry Science*. 49: 37-44.
- 9- Dansky, L. M., and Hill, F.W. (1952) Application of the chromic oxide indicator method to balance studies with growing chickens. *Journal of Nutrition*. 47: 449.
- 10- Friesen, O. D., Guenter, W., Rotter. B.A., Marquardt, R. R. (1991) The effect of enzyme Supplementation on the nutritive value of rye grain (*Secale cereale*) for the young broiler chick. *Poultry Science*.70: 2501-2508.
- 11- Inbarr, J. (2000) *Swedish poultry production without in-feed antibiotics* –A testing ground or a model for the future? Australian Poultry Science Symposium. 12: 1-9.
- 12- Jiang, Z., Y. Zhou, F. Lu, Z. Han and Wang, T. (2008) Effects of different levels of supplementary alpha- amylase on digestive enzyme activities and pancreatic amylase mRNA expression of young broilers. *Asian-Australian Journal of Animal Science*. 21: 97-102.
- 13- Mandels M. (1985) *Application of cellulases*. *Biochemical Society Transactions*. 13: 414-415.
- 14- Mcdonald, D.E., Pethick, D.W., Mullan, B.P., and hampson, D. J. (2001) Increasing viscosity of the intestinal content alters small intestinal structure and intestinal growth and stimulates proliferation of enterotoxigenic Escheichis Coli in newly – weaned pigs. *British Journal of Nutrition*. 86: 487 - 498.
- 15- Noy, Y., and Sklan, D. (1995) Digestion and absorption in the young chick. *Poultry Science*. 74: 366-373.
- 16- NRC. (1994) *Nutrient requirements of poultry*. 9th rev. ed. Natl. Acad. Press, Washington. DC.
- 17- Oloffs, K., Samli, E., and Jeroch, H. (1999) *Effect of supplementation of non-starch-polysaccharide (NSP) hydrolyzing enzymes and wheat variety on pre cecal and faecal digestibility as well as metabolizable energy of lying hens*. Proceedings 12th European Symposium on Poultry Nutrition. WPSA Dutch Branch, Veldhoven, The Netherlands. pp. 256.
- 18- Olukosi, O.A., A.J. Cowieson and Adeola, O. (2007) Agerelated influence of a cocktail of xylanase, amylase, protease or phytase individually or in combination in broilers. *Poultry Science*. 86: 77-86.

