

## اثر مولتی آنزیم بر صفات عملکردی و قابلیت هضم اجزای مختلف جیره در شترمرغ‌های اهلی آفریقایی (*Struthio camelus var. domesticus*) ۱۴ ماهه

ایمان حاج خدادادی<sup>۱\*</sup>، حسینعلی قاسمی<sup>۲</sup>، مهدی خدائی مطلق<sup>۳</sup>، امیرحسین خلت آبادی فراهانی<sup>۴</sup> ومحمدحسین مرادی<sup>۵</sup>

۱، ۲، ۳، ۴ و ۵. استادیاران گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه اراک

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۶/۱۶ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۴/۵/۲۸)

### چکیده

در این تحقیق عملکرد، قابلیت هضم اجزای مختلف خوراک در جیره‌های با و بدون آنزیم در شترمرغ‌های اهلی آفریقایی در ۱۴ ماهگی مطالعه شده است. سه تیمار آزمایشی عبارت‌اند از جیره پایه، جیره پایه همراه با ۰/۳۵۰ گرم در کیلوگرم آنزیم و جیره پایه همراه با ۰/۷۰۰ گرم در کیلوگرم آنزیم. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۶ تکرار (۶ پرنده) برای هر تیمار و در کل با تعداد ۱۸ قطعه شترمرغ ماده انجام گرفت. در این تحقیق اثر آنزیم بر افزایش وزن روزانه و نهایی شترمرغ‌ها معنادار بود ( $P > 0/05$ ). تیمار جیره پایه همراه با ۰/۷۰۰ گرم در کیلوگرم آنزیم دارای بهینه‌ترین ضریب تبدیل خوراک بود که تفاوت معناداری با تیمار شاهد داشت. تفاوت معناداری ( $P < 0/05$ ) در میانگین خوراک مصرفی بین تیمار جیره پایه با تیمارهای حاوی سطوح مختلف آنزیم وجود داشت. همچنین اثر آنزیم بر قابلیت هضم انرژی خام، چربی خام، ماده خشک، ماده آلی و پروتئین خام جیره در شترمرغ‌های ۱۴ ماهه معنادار بود ( $P < 0/05$ ). در این تحقیق اثر استفاده از آنزیم بر قابلیت هضم فیبرخام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی جیره معنادار بود ( $P < 0/05$ ). سطح ۰/۷۰۰ گرم در کیلوگرم از آنزیم به بهبود صفات عملکردی، مصرف خوراک، ضریب تبدیل خوراک و افزایش ضرایب قابلیت هضم مواد مغذی جیره در شترمرغ‌های ۱۴ ماهه منجر شد.

**واژه‌های کلیدی:** شترمرغ، عملکرد، قابلیت هضم، مولتی آنزیم.

### مقدمه

شترمرغ را در سال ۱۷۵۸ لینه با نام علمی *Struthiocamelus* با پایه نام لاتین و یونانی *Strutho camelus* نام‌گذاری کرد. شترمرغ در زیراسته استروتیونی‌فرم‌ها، خانواده استروتیونیده جنس استروتیو و گونه استروتیو کاملوس قرار می‌گیرد (Deeming, 1999). مشخصه اصلی آن‌ها عدم قدرت پرواز به علت دژ نرسانس یا فقدان کامل تاج سینه

است که ویژگی اخیر علت اطلاق *Ratites* به آن‌ها شده است. بزرگ‌ترین گونه شترمرغ، شترمرغ آفریقایی است که انواع گونه‌های آن با اسامی گردن آبی، گردن قرمز و گردن سیاه معروف است. از این گونه‌ها عمدتاً به منظور تولید پر، پوست و گوشت استفاده می‌شود (Miao et al., 2003; Cooper et al., 2008). در ایران از سال ۱۳۷۷ شترمرغ به طور رسمی وارد کشور شد. آنزیم‌ها در اواخر قرن ۱۹ کشف شد و از اوایل

۱۹۰۰ در صنعت و فرایندهای غذایی استفاده می‌شود. آنزیم‌های گوارشی نقشی کلیدی در فرایند هضم بازی می‌کنند. اما برای تجزیه ترکیبات موجود در خوراک، آنزیم‌های خاصی نیاز است که در سطوح پایین در دستگاه گوارش وجود دارد. بنابراین، به منظور تجزیه بهتر و بیشتر این ترکیبات آنزیم‌های خارجی به جیره اضافه می‌شود (Clarkson *et al.*, 2001). در آزمایشی، آثار مکمل آنزیمی زایلاناز و بتاگلوکاناز در جیره‌های بر پایه جو در دوره رشد جوجه‌های گوشتی بررسی و ملاحظه شد که افزودن آنزیم اضافه‌وزن، خوراک مصرفی و بازده غذایی را افزایش داد. قابلیت هضم مواد مغذی جیره نیز افزایش یافت (Mathlouthi *et al.*, 2002). اگرچه شترمرغ نسبت به سایر پرندگان پرنده‌ای با توانایی بالا در مصرف علوفه معرفی شده است (Brand, 2005)، همواره بررسی میزان توانایی این پرنده در هضم بسیاری از مواد مغذی و زیربخش‌های الیافی جیره سؤال بسیاری از محققان بوده است. از این رو با توجه اینکه مطالعه مستقیمی درباره بررسی اثر مولتی‌آنزیم بر عملکرد شترمرغ‌های اهلی در ایران یافت نشد، تحقیق حاضر به منظور بررسی تأثیر مولتی‌آنزیم کمین بر عملکرد، قابلیت هضم مواد مغذی و زیربخش‌های الیافی مختلف در جیره شترمرغ‌های ۱۴ ماهه طرح‌ریزی شد.

## مواد و روش‌ها

### مدیریت پرنده و جیره‌های آزمایشی

این مطالعه در ایستگاه دامپروری دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه اراک انجام شد. برای انجام این آزمایش از ۱۸ قطعه شترمرغ نژاد گردن‌سیاه آفریقایی ۱۴ ماهه (با وزن متوسط  $78 \pm 3/2$  کیلوگرم) در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۶ تکرار (۶ پرنده) استفاده شد. پرنده‌ها به صورت تصادفی به واحدهای آزمایشی اختصاص یافت. شترمرغ‌های هر تکرار به صورت مجزا در مناطقی محصور شده و با فضای کافی برای حرکت آن‌ها نگهداری شدند. آب به صورت آزاد در دسترس شترمرغ‌ها بود. چهارده روز جهت سازگاری پرنده با شرایط جدید آزمایشی در نظر گرفته شد. طول دوره آزمایش ۵۲ روز بود که طی ۴۵ روز صفات مربوط به

عملکرد اندازه‌گیری شد و ۷ روز پایانی دوره به نمونه‌گیری از فضولات پرنده اختصاص یافت. جیره پایه رشد مربوط به شترمرغ‌ها بر اساس توصیه‌های Scheideler & Sell (1997) تنظیم شد. سه تیمار استفاده‌شده در این آزمایش عبارت بود از جیره پایه (تیمار ۱، کنترل)، جیره پایه همراه با آنزیم به مقدار  $0/350$  گرم در کیلوگرم (تیمار ۲) و جیره پایه همراه با آنزیم به مقدار  $0/700$  گرم در کیلوگرم (تیمار ۳). مولتی‌آنزیم‌های تجاری به طور خاص، ترکیبی از چندین نوع آنزیم است که بر انواع مختلفی از اجزای تشکیل‌دهنده مواد غذایی مؤثرند. مولتی‌آنزیم استفاده‌شده در این آزمایش شامل زیرواحدهای کمپلکس سلولاز ( $2000$  واحد در هر گرم،  $3,2,1,4$  EC: بتاگلوکاناز ( $3000$  واحد در هر گرم،  $3,2,1,6$  EC: لیپاز ( $2000$  واحد در هر گرم،  $3,1,1,3$  EC: آلفا-آمیلاز ( $1000$  واحد در هر گرم،  $3,2,1,1$  EC: پروتاز ( $2000$  واحد در هر گرم،  $3,4,24,28$  EC: زایلاناز ( $20000$  واحد در هر گرم،  $3,2,1,8$  EC) و فیتاز ( $1000$  واحد در هر گرم،  $3,1,3,2,6$  EC) بود. جیره‌ها به صورت آزاد در اختیار پرنده‌ها قرار داشت و دفعات خوراک‌دهی روزانه در صبح و عصر به صورت جیره کاملاً مخلوط انجام گرفت. وزن اولیه پرنده‌ها و وزن نهایی آن‌ها در پایان دوره پس از ۴ ساعت گرسنگی با کمک ترازو با دقت ۱ گرم ثبت و پارامترهای افزایش وزن روزانه و افزایش وزن کل دوره از داده‌های فوق محاسبه شد. نیم ساعت قبل از مصرف خوراک صبح، پس‌مانده خوراک روز قبل جمع و توزین می‌شد و خوراک جدید در اختیار پرنده قرار می‌گرفت. با کمک مصرف خوراک و تعیین ماده خشک آن، ماده خشک مصرفی شترمرغ‌ها تعیین شد (Van Soest *et al.*, 1991). همچنین، با کمک داده‌های مصرف خوراک و افزایش وزن، ضریب تبدیل خوراک در دوره آزمایش تعیین و در نهایت برای تجزیه آماری استفاده شد. اجزای مواد خوراکی ۳ جیره آزمایشی نیز به ترتیب در جدول ۱ نشان داده شده است. از خوراک مصرفی نمونه‌هایی جهت تجزیه تقریبی تهیه شد. ترکیب شیمیایی جیره پایه مورد استفاده در جدول ۲ آمده است.

جدول ۱. اجزای مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی

جیره‌های آزمایشی			
اجزای مواد خوراکی (گرم/کیلوگرم جیره)	جیره ۱	جیره ۲	جیره ۳
یونجه	۳۰۰	۳۰۰	۳۰۰
ذرت	۲۴۰/۱۰	۲۴۰/۱۰	۲۴۰/۱۰
کنجاله سویا (۴۴cp)	۲۰۱/۰۰	۲۰۱/۰۰	۲۰۱/۰۰
جو	۲۰۵/۰۰	۲۰۵/۰۰	۲۰۵/۰۰
روغن سویا	۱۴/۰۰	۱۴/۰۰	۱۴/۰۰
دی کلسیم فسفات	۲۵/۹۰	۲۵/۹۰	۲۵/۹۰
سنگ آهک	۳/۱۵	۳/۱۵	۳/۱۵
نمک طعام	۳/۵۰	۳/۵۰	۳/۵۰
دی ال - متیونین	۱/۷۵	۱/۷۵	۱/۷۵
مکمل ویتامینی <sup>۱</sup>	۲/۴۵	۲/۴۵	۲/۴۵
مکمل معدنی <sup>۲</sup>	۲/۴۵	۲/۴۵	۲/۴۵
ماسه‌بادی	۰/۷۰۰	۰/۳۵۰	--
آنزیم <sup>۳</sup>	--	۰/۳۵۰	۰/۷۰۰
انرژی سوخت‌وسازی محاسبه‌شده (Kcal/kg)	۲۳۹۵	۲۳۹۵	۲۳۹۵

- جیره ۱ بدون آنزیم و جیره ۲ و ۳ با آنزیم.

- هر کیلوگرم مکمل معدنی شامل کولین کلراید ۱۰۰ گرم، منگنز ۳۹/۶۸ گرم، روی ۳۳/۸۸ گرم، آهن ۲۰ گرم، مس ۴ گرم، ید ۳۹۷ گرم، و سلنیوم ۸۰ میلی‌گرم.

- هر کیلوگرم مکمل ویتامینه شامل ویتامین A ۳۶۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی، E ۷/۲ گرم، D<sub>3</sub> ۸۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی، K<sub>3</sub> ۰/۸ گرم، B<sub>1</sub> ۰/۷۱ گرم، B<sub>2</sub> ۲/۶۴ گرم، B<sub>3</sub> ۱/۸۸ گرم، کلسیم D- پنتوتنات ۳/۹۲ گرم، B<sub>6</sub> ۱/۱۷۶ گرم، B<sub>9</sub> ۰/۴ گرم، B<sub>12</sub> ۶ میلی‌گرم و H<sub>2</sub> ۴۰ میلی‌گرم. مولتی آنزیم

جدول ۲. ترکیب شیمیایی جیره پایه دوره رشد

جیره پایه	
ترکیب شیمیایی (گرم/کیلوگرم ماده خشک جیره)	
CP	۱۶۸
EE	۱۰۳
CF	۲۰۴/۳
NDF	۱۸۹/۱
ADF	۱۸۲/۴
Ash	۹۱/۱
AIA	۶۴/۶
NFE <sup>1</sup>	۴۳۳/۷
NFC <sup>2</sup>	۴۴۸/۱

۱. DM ماده خشک، CP پروتئین خام، EE چربی خام، CF الیاف خام، NDF الیاف نامحلول در شوینده خنثی، ADF الیاف نامحلول در شوینده اسیدی، Ash خاکستر و AIA خاکستر نامحلول در اسید

۲. محاسبه NFE یا عصاره فاقد ازت:

$NFE = 100 - \%CP - \%ASH - \%EE - \%CF$

۳. محاسبه NFC یا کربوهیدرات غیر فیبری:

$NFC = 100 - \%CP - \%ASH - \%EE - \%NDF$

تجزیه شیمیایی خوراک و فضولات

در هفت روز متوالی در ابتدای صبح و پس از ۸ ساعت از تخصیص خوراک از هر واحد آزمایشی نمونه‌های فضولات تهیه و سپس در ظروف ۱۵۰ میلی‌لیتری جمع‌آوری و به آزمایشگاه گروه منتقل شد. در آزمایشگاه نمونه‌های هر روز با یکدیگر مخلوط و نمونه واحدی تهیه شد. نمونه‌های خوراک و فضولات در آزمایشگاه پس از خشک‌شدن، با آسیاب با سرند ۱ میلی‌متری آسیاب شد. با استفاده از آنالیز تجزیه تقریبی در نمونه‌های خوراک، رطوبت، پروتئین خام، چربی خام، خاکستر، خاکستر نامحلول در اسید (AIA) بر اساس روش AOAC (2000) اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری فیبرخام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی بر اساس روش Van Soest *et al.* (1991) انجام پذیرفت. سپس، با کمک داده‌های حاصل از آنالیز تجزیه تقریبی، مقدار ماده خشک، ماده آلی، عصاره عاری از ازت، کربوهیدرات‌های غیر فیبری محاسبه شد. ماده آلی موجود در جیره‌های آزمایشی از تفاوت مقدار خاکستر از کل مواد حاصل شد. با کمک داده‌های حاصل از مصرف خوراک و ماده خشک خوراک، مقدار ماده خشک مصرفی محاسبه و در آنالیز بررسی شد. مقدار فضولات دفعی نیز از نسبت مقدار نشانگر، خاکستر نامحلول در اسید (AIA) در فضولات به نشانگر در خوراک ضربدر مصرف خوراک حاصل شد (Kececi *et al.*, 1998).

تعیین قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی

به منظور بررسی قابلیت هضم مواد مغذی موجود در جیره تیمارهای مختلف آزمایشی، با کمک معادله زیر و بر اساس نتیجه آنالیز مواد مغذی و نشانگر خاکستر نامحلول در اسید در خوراک و فضولات پرنده، قابلیت هضم مواد مغذی مختلف تعیین شد (Sell *et al.*, 2009). از آنجا که در برآوردها از روش نشانگر داخلی استفاده شده است، قابلیت هضم ماده مغذی یا جزء مورد نظر در خوراک از معادله زیر محاسبه شد (Sales & Janssens, 2003).

$$\left( \frac{\text{درصد ماده مغذی در فضولات}}{\text{درصد ماده مغذی در خوراک}} \times \frac{\text{درصد AIA در خوراک}}{\text{درصد AIA در فضولات}} - 100 \right) \times 100 = \text{قابلیت هضم مواد مغذی } (\%)$$

## آنالیز آماری

آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. مدل آماری مورد استفاده در این آزمایش به صورت زیر بود:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

$Y$  = صفات تولیدی

$\mu$  = میانگین

$T_i$  = اثر تیمار

$e_{ij}$  = آثار باقیمانده

آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و در رویه مدل‌های خطی عمومی (GLM) صورت گرفت (SAS, 1990). در مورد صفاتی که به صورت درصد بودند آنالیز نرمال بودن پراکندگی داده‌ها با نرم‌افزار SAS انجام شد و در صورت عدم نرمالیت قبل از آنالیز تبدیل  $\text{ARC}\sqrt{\sin}$  صورت گرفت. مقایسه میانگین‌ها، با کمک آزمون مقایسه میانگین‌های دانکن (DMRT) صورت پذیرفت. سطح تفاوت معناداری بین میانگین‌های تیمارها، ۵ درصد در نظر گرفته شد.

## نتایج و بحث

## صفات عملکردی

نتایج مربوط به اثر مولتی‌آنزیم بر صفات عملکردی در جدول ۳ نشان داده شده است. وزن اولیه پرنده‌ها در ابتدای آزمایش تفاوت معناداری با یکدیگر نداشت ( $P > 0.05$ ). در این تحقیق اثر استفاده از آنزیم بر افزایش وزن روزانه (ADG) شترمرغ‌ها معنادار بود ( $P < 0.05$ ). بدین ترتیب، مولتی‌آنزیم باعث بهبودی معناداری در افزایش وزن روزانه شد و میزان افزایش وزن را از ۲۲۲/۰۷ گرم در روز در تیمار کنترل به مقدار ۲۶۷/۲۷ گرم در روز در سطح ۱ و مقدار ۲۸۲/۲۴ گرم در روز در سطح ۲ آنزیم افزایش داد که بین تیمار کنترل و سطوح حاوی آنزیم تفاوت معناداری بود، اگرچه بین سطح ۱ و سطح ۲ آنزیم تفاوت معناداری در افزایش وزن روزانه وجود نداشت ( $P > 0.05$ ). اثر آنزیم بر افزایش وزن کل دوره شترمرغ‌ها معنادار بود. به عبارت دیگر، تفاوت معناداری ( $P < 0.05$ ) در افزایش وزن کل دوره پرنده‌ها در تیمار جیره همراه با سطوح مختلف آنزیم و کنترل وجود داشت. شترمرغ‌ها در تیمار بدون آنزیم

(۹۹۹۳/۱۶ گرم/پرنده) در مقایسه با سطح اول آنزیم (۱۲۰۲۷/۴۳ گرم/ پرنده) و سطح دوم آنزیم (۱۲۷۴۵/۸۵ گرم/ پرنده) افزایش وزن در کل دوره بالاتری داشت. متناسب با افزایش وزن در کل دوره، وزن نهایی شترمرغ‌ها در تیمارهای مختلف آزمایشی تفاوت معناداری با یکدیگر داشت ( $P < 0.05$ ). وزن پایانی شترمرغ‌ها در تیمار حاوی سطح ۲ آنزیم (۹۱/۱۱ کیلوگرم) تفاوت معناداری با تیمار کنترل (۸۶/۴۰ کیلوگرم) داشت ( $P < 0.05$ ), در حالی که بین سطح ۱ آنزیم (۹۰/۷۲ کیلوگرم) با تیمار کنترل و سطح ۲ تفاوت معناداری وجود نداشت ( $P > 0.05$ ). ضریب تبدیل خوراک بین تیمارهای مختلف آزمایشی بررسی شد. تیمار حاوی سطح ۲ آنزیم دارای بهینه‌ترین ضریب تبدیل خوراک بود که تفاوت معناداری با تیمار شاهد داشت، اگرچه با سطح ۱ آنزیم تفاوت معناداری نداشت ( $P > 0.05$ ). در کل با توجه به صفات عملکردی مختلف، به نظر می‌رسد استفاده از ۰/۷۰۰ گرم در کیلوگرم، مولتی‌آنزیم موجب افزایش در عملکرد رشدی و بهبود ضریب تبدیل خوراک در شترمرغ‌های ۱۴ ماهه شد. اگرچه مطالعات متعددی در مورد بررسی اثر مولتی‌آنزیم‌ها بر عملکرد جوجه‌های گوشتی وجود دارد، مطالعه مستقیمی درباره بررسی اثر مولتی‌آنزیم بر شترمرغ‌های در حال رشد یافت نشد. نتایج تحقیق حاضر با یافته‌های Han & Min (1991) مطابقت داشت. این محققان نشان دادند که افزودن ۵۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم آنزیم کمین در جوجه‌های گوشتی به طور معناداری افزایش وزن و بازده خوراک در پایان دوره را نسبت به تیمار شاهد بهبود داد. همچنین، Piao *et al.* (1999) نشان دادند که استفاده از ۰/۰۵ درصد آنزیم کمین در جوجه‌های گوشتی منجر به بهبود معنادار افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک شد. نتایج محققان مختلف و ضریب تبدیل خوراک (Noh *et al.*, 1994; Kwon *et al.*, 1995) با یافته‌های این تحقیق در شترمرغ در حال رشد همخوانی داشت.

## خوراک و ماده خشک مصرفی

خوراک مصرفی شترمرغ‌ها به صورت میانگین مصرف در روز طی هفته‌های آزمایش در جدول ۴ آمده است.

تفاوت معناداری ( $P > 0.05$ ) وجود نداشت. این نتایج به وضوح نشان می‌دهد که با افزودن آنزیم به جیره دوران رشد شترمرغ‌ها، مصرف خوراک افزایش معناداری یافته است. این موضوع ممکن است به علت هضم بیشتر الیاف جیره و تجزیه پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای باشد که خود باعث کاهش زمان عبور خوراک می‌شود. در نهایت، ماندگاری خوراک را در قسمت‌های مختلف دستگاه گوارش کاهش می‌دهد که این امر تحریک مصرف خوراک را برای پرنده به همراه دارد.

در بررسی مصرف خوراک شترمرغ‌ها در طول آزمایش، نشان داده شد که اثر آنزیم بر مصرف خوراک معنادار بود. به عبارت دیگر، تفاوت معناداری ( $P < 0.05$ ) در میانگین خوراک مصرفی پرنده در جیره همراه با سطوح مختلف آنزیم و جیره بدون آنزیم وجود داشت. شترمرغ‌ها در تیمار بدون آنزیم (۲۴۴۳/۱۴ گرم/پرنده در روز) در مقایسه با سطح اول آنزیم (۲۸۷۲/۳۸ گرم/پرنده در روز) و سطح دو آنزیم (۳۰۰۴/۶۸ گرم/پرنده در روز) مصرف خوراک پایین‌تری داشتند، اگرچه بین دو سطح استفاده‌شده مولتی آنزیم در مصرف خوراک

جدول ۳. تأثیر تیمارهای آزمایشی مختلف<sup>۱</sup> بر فراسنجه‌های عملکردی در شترمرغ‌های آفریقایی گردن‌سیاه

تیمارهای آزمایشی	وزن اولیه (کیلوگرم)	افزایش وزن روزانه (گرم/پرنده در روز)	افزایش وزن کل دوره (گرم/پرنده)	وزن پایانی (کیلوگرم)	ضریب تبدیل خوراک (گرم/گرم)
تیمار ۱	۷۸/۰۱	۲۲۲/۰۷ <sup>b</sup>	۹۹۹۳/۱۶ <sup>b</sup>	۸۶/۴۰ <sup>b</sup>	۱۱/۰۰ <sup>a</sup>
تیمار ۲	۷۸/۶۹	۲۶۷/۰۲۷ <sup>a</sup>	۱۲۰۲۷/۴۳ <sup>a</sup>	۹۰/۷۲ <sup>ab</sup>	۱۰/۷۴ <sup>ab</sup>
تیمار ۳	۷۸/۳۶	۲۸۳/۲۴ <sup>a</sup>	۱۲۷۴۵/۸۵ <sup>a</sup>	۹۱/۱۱ <sup>a</sup>	۱۰/۵۹ <sup>b</sup>
SEM	۱/۴۵	۹۰/۱۷	۳۴۷/۱۰	۱/۴۶	۰/۲۱۶
P-VALUE	۰/۲۸۸	۰/۰۰۹	۰/۰۰۱	۰/۰۴۳	۰/۰۴۰

- تیمار ۱ شامل جیره بدون آنزیم و تیمار ۲ شامل جیره همراه با ۳۵۰ گرم در کیلوگرم آنزیم و تیمار ۳ شامل جیره همراه با ۷۰۰ گرم در کیلوگرم آنزیم - حروف انگلیسی متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنادار میانگین‌ها در سطح ۰/۰۵ است

تفاوت معناداری ( $P > 0.05$ ) وجود نداشت. بدین ترتیب، مولتی آنزیم منجر به افزایش مصرف ماده خشک از ۲۳۲۶/۰۸ گرم/پرنده در روز در تیمار ۱ یا کنترل به ۲۸۱۲/۸۲ گرم/پرنده در روز در تیمار ۳ شده است. همچنین، فضولات دفعی و مقدار ماده خشک دفعی روزانه شترمرغ‌ها و تغییرات آن بین تیمارها بررسی شد (جدول ۳). آنزیم تأثیر معناداری بر مقدار فضولات و ماده خشک دفعی شترمرغ‌های ۱۴ ماهه در این تحقیق نداشت ( $P > 0.05$ ). این یافته‌ها با نتایج Piao et al. (1999) همخوانی نداشت. آن‌ها بیان کردند که در جوجه‌های گوشتی، تیمار حاوی آنزیم، ماده خشک کمتری در فضولات دفع می‌کند. عدم همخوانی بین نتایج دو تحقیق، به علت تفاوت در نوع پرنده و جیره مورد استفاده در دو تحقیق است، زیرا جیره شترمرغ حاوی فیبر بالاتری نسبت به جوجه‌های گوشتی است که همین امر به افزایش مقدار فضولات دفعی در این پرنده منجر می‌شود.

تحقیقات مختلف در انواع پرندگان نشان داده است که ترکیبات پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای با افزایش ویسکوزیته مواد هضمی باعث افزایش زمان ماندگاری خوراک و به عبارت دیگر کاهش سرعت عبور خواهد شد. از آنجا که آنزیم کمین، حاوی آنزیم‌های تجزیه‌کننده سلولز (سلولاز) و بتاگلوکان‌ها (بتا گلوکاناز) است، در جیره‌های حاوی این آنزیم اثر این مواد در ماندگاری خوراک کاهش یافته و مقدار خوراک مصرفی به تبع آن افزایش داشته است، اگرچه مطالعات نشان داده است که یکی از دلایل افزایش در خوراک مصرفی در نتیجه استفاده از سطح آنزیم در جیره اتفاق افتاده است (Brand et al., 2005; Brand, 2005; Brand, 2006; Brand, 2008). روند تغییرات در ماده خشک مصرفی به موازات تغییر مصرف خوراک بود. اثر افزودن آنزیم به جیره در مصرف ماده خشک مصرفی معنادار بود ( $P < 0.05$ )، اگرچه بین دو سطح استفاده‌شده مولتی آنزیم در ماده خشک مصرفی

جدول ۴. تأثیر تیمارهای آزمایشی مختلف<sup>۱</sup> بر فراسنجه‌های خوراک و فضولات دفعی شترمرغ‌های آفریقایی گردن‌سیاه

تیمارهای آزمایشی	مصرف خوراک (گرم/پرنده در روز)	مصرف ماده خشک (گرم/پرنده در روز)	فضولات دفعی (گرم/پرنده در روز)	ماده خشک فضولات دفعی (گرم/پرنده در روز)
تیمار ۱	۲۴۴۳/۱۴ <sup>b</sup>	۲۳۲۶/۰۸ <sup>b</sup>	۶۱۷/۳۰	۱۷/۱۰
تیمار ۲	۲۸۷۲/۳۸ <sup>a</sup>	۲۶۸۳/۵۸ <sup>a</sup>	۷۸۲/۱۰	۱۹/۰۳
تیمار ۳	۳۰۰۴/۶۸ <sup>a</sup>	۲۸۱۲/۸۳ <sup>a</sup>	۸۴۹/۷۱	۲۰/۴۶
SEM	۹۸/۴۸	۹۰/۱۷	۱۵۷/۳۱	۱۲/۱۸
P-VALUE	۰/۰۰۵۹	۰/۰۰۰۹	۰/۶۲۶	۰/۲۱۹

- تیمار ۱ شامل جیره بدون آنزیم و تیمار ۲ شامل جیره همراه با ۳۵۰ گرم در کیلوگرم آنزیم و تیمار ۳ شامل جیره همراه با ۷۰۰ گرم در کیلوگرم آنزیم - حروف انگلیسی متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنادار میانگین‌ها در سطح ۰/۰۵ است.

### قابلیت هضم مواد مغذی جیره

#### قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی و عصاره عاری از ازت

همان‌طور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود، تأثیر آنزیم در جیره‌های آزمایشی بر قابلیت هضم ماده خشک معنادار بود ( $P < 0.05$ ). بین تیمار شاهد و دو سطح آنزیم مصرفی تفاوت معناداری ( $P < 0.05$ ) وجود داشت، به طوری که با مصرف آنزیم در جیره مقدار قابلیت هضم ماده خشک از ۸۰/۴۹ درصد در جیره‌های بدون آنزیم به مقدار ۸۳/۶۹ درصد در سطح ۱ و مقدار ۸۵/۲۳ درصد در سطح ۲ آنزیم افزایش یافت. اگرچه بین دو سطح استفاده‌شده مولتی آنزیم تفاوت معناداری ( $P > 0.05$ ) وجود نداشت. افزایش آنزیم به علت افزایش آنزیم‌های خارجی به جیره و کمک بیشتر به تجزیه مواد ضد مغذی موجود در جو، به هضم مواد مغذی منجر شد که در نهایت به افزایش مقدار قابلیت هضم ماده خشک در جیره انجامید. Swart (1993) نشان داد که قابلیت هضم ماده خشک جیره شترمرغ‌های با وزن ۴۲ تا ۵۰ کیلوگرم ۷۱/۷

درصد است، اما در این تحقیق مقدار ۸۰/۴۹ درصد برای تیمار شاهد به دست آمد که تفاوت حاضر، به علت سن بالاتر پرنده‌ها و وجود ماده خوراکی جو در جیره شاهد در تحقیق حاضر است که افزایش سن منجر به بهبود کلی توانایی پرنده برای هضم خواهد شد. با این حال، در جیره‌های بدون آنزیم، وجود دانه جو به علت ترکیبات ضد مغذی باعث کاهش قابلیت هضم شد. مقدار قابلیت هضم ماده آلی در جیره شترمرغ‌ها محاسبه و بین تیمارها مقایسه شد (جدول ۵). تأثیر آنزیم در جیره‌های آزمایشی بر قابلیت هضم ماده آلی معنادار بود ( $P < 0.05$ ), به طوری که با مصرف آنزیم در جیره مقدار قابلیت هضم ماده آلی از ۸۰/۰۶ درصد در جیره‌های بدون آنزیم به مقدار ۸۳/۱۸ درصد در سطح ۱ و مقدار ۸۴/۴۸ درصد در سطح ۲ آنزیم افزایش یافت. این موضوع ممکن است به دلیل افزایش در دسترسی به بسیاری از مواد آلی برای هضم و جذب در اثر آنزیم مصرفی در جیره باشد (Steenfeldt et al., 1998).

جدول ۵. تأثیر تیمارهای آزمایشی مختلف<sup>۱</sup> روی قابلیت هضم مواد مغذی در جیره شترمرغ‌های آفریقایی گردن‌سیاه

ضرایب قابلیت هضم مختلف			
تیمارهای آزمایشی	ماده خشک (%)	ماده آلی (%)	عصاره عاری از ازت (%)
تیمار ۱	۸۰/۴۹ <sup>b</sup>	۸۰/۰۶ <sup>b</sup>	۷۱/۵۸ <sup>b</sup>
تیمار ۲	۸۳/۶۹ <sup>a</sup>	۸۳/۱۸ <sup>a</sup>	۸۱/۷۳ <sup>a</sup>
تیمار ۳	۸۵/۲۳ <sup>a</sup>	۸۴/۴۸ <sup>a</sup>	۸۲/۴۸ <sup>a</sup>
SEM	۲/۶۶	۴/۱۷	۳/۳۴
P-VALUE	۰/۰۴۶	۰/۰۴۹	۰/۰۱۵

- تیمار ۱ شامل جیره بدون آنزیم و تیمار ۲ شامل جیره همراه با ۳۵۰ گرم در کیلوگرم آنزیم و تیمار ۳ شامل جیره همراه با ۷۰۰ گرم در کیلوگرم آنزیم

- حروف انگلیسی متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنادار میانگین‌ها در سطح ۰/۰۵ است.

مولتی‌آنزیم باعث شد که در جیره خاصی دسترسی انرژی‌زا از آن جیره افزایش یابد. در واقع، پرنده از مقدار ثابت خوراک انرژی بیشتری کسب می‌کند. اگرچه از سال ۱۹۲۰ محققان آثار مفید آنزیم‌ها را بر مواد غذایی طیور به ویژه غذاهای حاوی دانه‌های غلات با ترکیب بالایی از فیبر مشاهده کردند ( Peterson & Aman, 1989; Ritz *et al.*, 1995; Kocher *et al.*, 2002) و اثر آنزیم را بر انرژی خوراک در جوجه‌های گوشتی و بوقلمون بررسی کردند ( Wursch *et al.*, 1986; Theander *et al.*, 1989; Steinfeldt *et al.*, 1986; Theander *et al.*, 1989; Steinfeldt, 2001). با این حال، مطالعه مستقیمی در مورد بررسی اثر مولتی‌آنزیم بر انرژی‌زایی جیره در شترمرغ‌ها یافت نشد.

قابلیت هضم پروتئین خام جیره حاوی جو، بین تیمار شاهد و تیمارهای حاوی آنزیم تفاوت معناداری داشت ( $P < 0.05$ ). اگرچه بین دو سطح استفاده‌شده مولتی‌آنزیم تفاوت معناداری ( $P > 0.05$ ) وجود نداشت. بدین ترتیب، استفاده از مولتی‌آنزیم منجر به افزایش قابلیت هضم پروتئین خام جیره از سطح ۷۷/۲۱ درصد در جیره بدون آنزیم، به ۸۶/۰۸ درصد در سطح ۱ و مقدار ۹۱/۱۱ درصد در سطح ۲ آنزیم شد. از این رو، به نظر یکی از دلایل بالاتر بودن قابلیت هضم پروتئین در تیمار بدون آنزیم شترمرغ‌های ۱۴ ماهه نسبت به طیور گوشتی دیگر پایین‌تر بودن سطح پروتئین در جیره شترمرغ‌ها نسبت به سایر طیور است. در تیمارهای حاوی آنزیم این تأثیر به علت وجود پروتئاز در آنزیم استفاده شد که به افزایش هضم پروتئین‌های خوراک یا شکستن ترکیبات ضد مغذی موجود در کنجاله سویا و در نهایت دسترسی بیشتر انجامید (Simbaya *et al.*, 1996). همچنین، از آنجا که ترکیبات بتاگلوکانی به حبس بسیاری از مواد مغذی از جمله پروتئین‌های مختلف و عدم دسترسی آنزیم‌های داخلی به سوبسترای مربوط جهت تجزیه منجر می‌شود ( Kocher *et al.*, 2000; Kocher *et al.*, 2001)، وجود آنزیم‌های خارجی در جیره به دلیل خاصیت تجزیه‌کنندگی ترکیبات ضد مغذی مثل بتاگلوکان‌های موجود در جو ممکن است باعث افزایش قابلیت هضم پروتئین شود (Miao *et al.*, 2003).

همان‌طور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود، اثر آنزیم در جیره‌های آزمایشی، بر قابلیت هضم عصاره عاری از ازت معنادار بود ( $P > 0.05$ ) و با مصرف آنزیم در جیره، مقدار قابلیت هضم عصاره عاری از ازت از ۷۱/۵۱ درصد در جیره‌های بدون آنزیم به مقدار ۸۱/۷۲ درصد در سطح ۱ و مقدار ۸۲/۴۸ درصد در سطح ۲ آنزیم افزایش یافت، اگرچه بین دو سطح استفاده‌شده مولتی‌آنزیم در مصرف خوراک تفاوت معناداری ( $P > 0.05$ ) وجود نداشت. از آنجا که عصاره عاری از ازت شامل زیرمجموعه‌های مختلف مواد مغذی شامل قندهای ساده و الیگوساکاریدها، نشاسته و پکتین و همی سلولز است، افزایش در مقدار هضم ممکن است در نتیجه اثر آنزیم‌های همی سلولز و زایلاناز موجود در آنزیم بر ماده مغذی مذکور یا تسهیل در هضم به علت کاهش اثر احتباسی ترکیبات ضد مغذی در دانه جو یا کنجاله سویا بر مواد مغذی جیره بوده باشد (Meng *et al.*, 2005).

#### قابلیت هضم انرژی، پروتئین و چربی خام

همان‌طور که در جدول ۶ مشاهده می‌شود، اثر آنزیم در جیره‌های آزمایشی، بر ضریب قابلیت هضم انرژی معنادار بود ( $P < 0.05$ ) و با مصرف آنزیم در جیره، مقدار قابلیت هضم انرژی از ۶۳/۳۲ درصد در جیره‌های بدون آنزیم به مقدار ۷۳/۵۶ درصد در سطح ۱ و مقدار ۷۸/۱۳ درصد در سطح ۲ آنزیم افزایش یافت. اگرچه بین دو سطح استفاده‌شده مولتی‌آنزیم در مصرف خوراک تفاوت معناداری ( $P > 0.05$ ) وجود نداشت، بین سطح بدون آنزیم و آنزیم‌دار تفاوت معنادار بود. از آنجا که منشأ انرژی جیره مواد مغذی مختلفی شامل زیرمجموعه‌های مختلف مواد مغذی از جمله چربی خام، پروتئین خام، قندهای ساده، نشاسته و پکتین و همی سلولز است، از این رو افزایش در مقدار هضم هر کدام ممکن است در نتیجه اثر آنزیم‌های مختلف موجود در مولتی‌آنزیم بر ماده مغذی مذکور یا تسهیل در هضم به علت کاهش اثر احتباسی ترکیبات ضد مغذی در دانه جو یا کنجاله سویا بوده باشد که در نهایت به افزایش قابلیت هضم انرژی در جیره‌های حاوی آنزیم مذکور منجر شد. به عبارت دیگر،

سطوح بالاتر چربی خوراک ممکن است درصد قابلیت هضم از این مقدار کمتر باشد.

#### قابلیت هضم فیبر خام

اثر استفاده از آنزیم بر قابلیت هضم فیبر خام در جیره‌های حاوی جو معنادار بود ( $P < 0.05$ ) (جدول ۶). بدین ترتیب که آنزیم باعث افزایش قابلیت هضم فیبر خام از ۶۲/۹۶ درصد در تیمار بدون آنزیم به مقدار ۶۳/۵۶ درصد در سطح ۱ و مقدار ۷۲/۷۹ درصد در سطح ۲ آنزیم شده است. اگرچه تنها سطح ۲ آنزیم تفاوت معناداری نسبت به سایر تیمارها نشان داد، با افزودن آنزیم در سطح ۱ نیز قابلیت هضم افزایش عددی نشان داد. این امر نشان می‌دهد که برای تغییر قابلیت هضم زیرواحدهای الیافی جیره مقادیر بیشتری از مولتی آنزیم مورد نیاز است. اگرچه طیور به علت ساختار دستگاه گوارش توانایی کمتری نسبت به نشخوارکنندگان در هضم الیاف خام جیره دارند، مطالعات متعدد نشان داده است که این توانایی در شترمرغ‌ها به علت ساختار و توانایی ویژه آنها بیشتر خواهد بود. Swart (1998) بیان کرد که شترمرغ می‌تواند تا ۷۶ درصد نیاز انرژی خود را از فیبر جیره تأمین کند. همچنین، محققان نشان دادند که شترمرغ‌ها در نتیجه وجود باکتری‌های سلولیتیک در انتهای روده با بازدهی بالایی فیبر گیاهی را تجزیه می‌کنند. نتایج تحقیق حاضر همسو با سایر تحقیقات (Gilliers, 1998; Brand, 2005; Slovinski *et al.*, ) (2011) توانایی شترمرغ‌ها در هضم زیربخش‌های الیاف جیره را تأیید می‌کند.

همچنین، اثر آنزیم بر قابلیت هضم چربی خام جیره حاوی جو در شترمرغ‌های ۱۴ ماهه معنادار بود ( $P < 0.05$ ). افزایش معناداری بین قابلیت هضم چربی خام تیمار بدون آنزیم ۷۲/۲۶ درصد و تیمار حاوی آنزیم ۸۳/۷۹ درصد در سطح ۱ و مقدار ۸۴/۳۹ درصد در سطح ۲ آنزیم وجود داشت. مطالعات متعدد نشان داده است که افزایش قابلیت هضم چربی خام مربوط به افزایش ظرفیت هضم یا جذب چربی‌هاست. در این مورد از آنجا که در آنزیم مورد استفاده در این تحقیق حداقل ۲۰۰۰ واحد در هر گرم، آنزیم لیپاز وجود دارد، از این رو افزایش در قابلیت هضم چربی خام در تیمارهای آزمایشی حاوی آنزیم به همین دلیل است. Angel (1993) نشان داد که شترمرغ‌ها کیسه صفا جهت ذخیره صفا ندارند، اما هضم چربی در آنها با اختلال مواجه نمی‌شود. به عبارت دیگر، توانایی شترمرغ‌ها در هضم چربی کمتر از گونه‌های دارای کیسه صفا نیست. همچنین، بیان کرد که قابلیت هضم چربی از ۴۴/۱ درصد در سه هفتهگی به مقدار ۸۵/۷ درصد در ده هفتهگی رسید. اعداد گزارش شده Angel (1993) برای قابلیت هضم چربی در ده هفتهگی با یافته‌های این تحقیق منطبق بود. در تحقیق مذکور مقدار چربی مورد استفاده در جیره ۳/۷ درصد و در تحقیق حاضر ۱/۴ درصد بود، اما نتایج یکسانی حاصل شد. البته به نظر می‌رسد که این قابلیت هضم چربی بالا در نتیجه متعادل بودن درصد چربی در خوراک آنها بوده است، زیرا به طور منطقی به موازات افزایش مقدار ماده مغذی در خوراک قابلیت هضم آن به طور خطی افزایش نمی‌یابد، از این رو در

جدول ۶. تأثیر تیمارهای آزمایشی<sup>۱</sup> روی قابلیت هضم مواد مغذی جیره در شترمرغ‌های آفریقایی گردن‌سیاه

ضریب قابلیت هضم اجزای مختلف				
تیمارهای آزمایشی	انرژی خام	پروتئین خام	چربی خام	فیبر خام
	%	%	%	%
تیمار ۱	۶۴/۳۲ <sup>b</sup>	۷۷/۲۱ <sup>b</sup>	۷۲/۲۶ <sup>b</sup>	۶۲/۹۶ <sup>b</sup>
تیمار ۲	۶۷/۵۶ <sup>a</sup>	۸۶/۰۶ <sup>ab</sup>	۸۳/۷۹ <sup>a</sup>	۶۳/۵۶ <sup>b</sup>
تیمار ۳	۷۸/۱۳ <sup>a</sup>	۹۱/۱۱ <sup>a</sup>	۸۴/۳۹ <sup>a</sup>	۷۲/۷۹ <sup>a</sup>
SEM	۲/۲۵	۲/۶۲	۴/۵۲	۳/۲۹
P-VALUE	۰/۰۰۳۱	۰/۰۱۶	۰/۰۴۷	۰/۰۰۱۵

- تیمار ۱ شامل جیره بدون آنزیم و تیمار ۲ شامل جیره همراه با ۳۵۰ گرم در کیلوگرم آنزیم و تیمار ۳ شامل جیره همراه با ۷۰۰ گرم در کیلوگرم آنزیم - حروف انگلیسی متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنادار میانگین‌ها در سطح ۰/۰۵ است.



## قابلیت هضم کربوهیدرات‌های غیرفیبری

همان‌طور که در جدول ۷ مشاهده می‌شود، در این تحقیق اثر تیمار آزمایشی (استفاده از آنزیم) بر قابلیت هضم کربوهیدرات‌های غیرفیبری (NFC) جیره معنادار بود ( $P < 0.05$ ). بدین ترتیب، مولتی‌آنزیم باعث افزایش معناداری در قابلیت هضم کربوهیدرات‌های غیرفیبری از ۶۵/۱۱ درصد به مقدار ۷۳/۸۰ درصد در سطح ۱ و مقدار ۸۱/۸۱ درصد در سطح ۲ آنزیم شده است. کربوهیدرات‌های غیرفیبری شامل زیرگروه‌های متفاوتی شامل نشاسته، قندها، گالاکتان و پکتین است و از آنجا که آنزیم مورد استفاده در جیره شامل ۲۰۰۰۰ واحد زایلاناز، ۲۰۰۰ واحد آلفا-آمیلاز و ۳۰۰۰ واحد بتاگلوکاناز در هر گرم است، به نظر طبیعی است که با وجود این آنزیم‌های خارجی قابلیت هضم کربوهیدرات‌های غیرفیبری افزایش یابد. همچنین، اثر دیگر آنزیم این است که در نتیجهٔ افزایش هضم الیاف نامحلول در شویندهٔ خنثی، کربوهیدرات‌های غیرفیبری بیشتر در اختیار آنزیم‌های هضمی قرار گرفته است، از این رو قابلیت هضم افزایش نشان داده است. بر همین اساس *Rotter et al.* (1990) بیان کردند که آنزیم‌های خارجی به‌طور گسترده برای افزایش عملکرد به جیرهٔ طیور اضافه می‌شود و این آنزیم‌ها بیشتر از نظر در دسترس قرار گرفتن بیشتر مواد مغذی برای پرندۀ تأثیر مثبت خود را خواهد گذاشت که در این تحقیق نیز افزایش قابلیت هضم مشاهده شد.

## قابلیت هضم الیاف نامحلول در شویندهٔ خنثی و

## شویندهٔ اسیدی

در این تحقیق مقدار قابلیت هضم الیاف نامحلول در شویندهٔ خنثی (NDF) به عنوان معرفی از دیوارهٔ سلولی در جیرهٔ شترمرغ‌ها بررسی و آنالیز شد. در این تحقیق نشان داده شد که شترمرغ‌های ۱۴ ماهه توانایی بالایی جهت هضم الیاف نامحلول در شویندهٔ خنثی داشته‌اند. اثر استفاده از مولتی‌آنزیم بر قابلیت هضم الیاف نامحلول در شویندهٔ خنثی (NDF) جیرهٔ معناداری بود ( $P < 0.05$ ). بدین ترتیب، آنزیم باعث افزایش قابلیت هضم الیاف نامحلول در شویندهٔ خنثی (NDF) از ۴۱/۵۸ درصد در جیره‌های بدون آنزیم به مقدار ۵۲/۵۰ درصد در سطح ۱ و مقدار ۶۳/۴۶ درصد در سطح ۲ آنزیم شده است. این یافته‌ها با گزارش‌های Cooper (2008) مطابقت دارد. او بیان کرد که مقدار قابلیت هضم الیاف نامحلول در شویندهٔ خنثی (NDF) در شترمرغ‌های ده هفته‌ای بیش از ۵۰ درصد بود که این میزان با افزایش سن تا سی هفتگی (هشت ماهگی) به مقدار ۶۱/۶ درصد خواهد رسید. الیاف نامحلول در شویندهٔ خنثی شامل زیرگروه‌های ساختاری است که سلولز و همی‌سلولز را شامل می‌شود و از آنجا که آنزیم مورد استفاده در جیره شامل ۵۰۰۰ واحد سلولاز در هر گرم است، به نظر طبیعی است که با وجود این آنزیم‌های خارجی در جیره قابلیت هضم الیاف نامحلول در شویندهٔ خنثی (NDF) افزایش یابد.

جدول ۷. تأثیر تیمارهای آزمایشی مختلف<sup>۱</sup> روی قابلیت هضم مواد مغذی در جیرهٔ شترمرغ‌های آفریقایی گردن‌سیاه

تیمارهای آزمایشی	ضریب قابلیت هضم اجزای مختلف خوراک		
	الیاف نامحلول در شویندهٔ خنثی	الیاف نامحلول در شویندهٔ اسیدی	کربوهیدرات‌های غیرساختاری
	%	%	%
تیمار ۱	۴۱/۵۸ <sup>b</sup>	۳۱/۲۶ <sup>b</sup>	۶۵/۱۱ <sup>b</sup>
تیمار ۲	۵۲/۵۰ <sup>ab</sup>	۴۰/۴۹ <sup>ab</sup>	۷۳/۸۰ <sup>ab</sup>
تیمار ۳	۶۳/۴۶ <sup>a</sup>	۴۷/۴۸ <sup>a</sup>	۸۱/۸۱ <sup>a</sup>
SEM	۳/۳۷	۴/۲۸	۴/۶۰
P-VALUE	۰/۰۰۶	۰/۰۰۹۱	۰/۰۲۹

– تیمار ۱ شامل جیرهٔ بدون آنزیم و تیمار ۲ شامل جیرهٔ همراه با ۳۵۰ گرم در کیلوگرم آنزیم و تیمار ۳ شامل جیرهٔ همراه با ۷۰۰ گرم در کیلوگرم آنزیم  
– حروف انگلیسی متفاوت در هر ستون نشان‌دهندهٔ تفاوت معنادار میانگین‌ها در سطح ۰/۰۵ است.

اسیدی جیره معنادار بود ( $P < 0.05$ ). بدین ترتیب، استفاده از آنزیم به افزایش قابلیت هضم الیاف نامحلول

همان‌طور که در جدول ۷ مشاهده می‌شود، اثر تیمار بر قابلیت هضم الیاف نامحلول در شویندهٔ

به نظر به سیستم جدیدی جهت جیره‌نویسی در شترمرغ‌ها نیاز داریم تا بر توانایی برداشت از جیره در انرژی جیره تأثیر بگذارد، زیرا انرژی موجود در غلات بر اساس توانایی مرغ‌های بالغ در برداشت انرژی تعیین شده است. از بین دو سطح مولتی‌آنزیم استفاده شده در این تحقیق شامل ۳۵۰ و ۷۰۰ گرم در کیلوگرم جیره، بر اساس نتایج به نظر می‌رسد سطح ۲ (۷۰۰ گرم در کیلوگرم جیره) در مورد بسیاری از فراسنجه‌ها به خصوص افزایش وزن پرنده، ضریب تبدیل خوراک و دسترسی به انرژی جیره نتایج بهتری به دنبال دارد.

### سپاسگزاری

از مسئولان محترم دانشگاه اراک به‌ویژه معاونت پژوهشی دانشگاه به دلیل فراهم آوردن تسهیلات لازم و تأمین بودجه قدردانی می‌شود. این مقاله از طرح شماره ۹۳/۲۸۰۹ مصوب ۹۳/۴/۷ شورای پژوهشی دانشگاه اراک تهیه شده است. از مسئولان و کارکنان مزرعه آموزشی و تحقیقاتی گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه اراک تشکر و قدردانی می‌گردد.

در شوینده اسیدی (ADF) جیره از مقدار ۳۱/۲۶ درصد به ۴۰/۴۹ درصد در سطح ۱ و مقدار ۴۷/۴۸ درصد در سطح ۲ آنزیم منجر شد؛ اگرچه بین دو سطح استفاده شده مولتی‌آنزیم تفاوت معناداری ( $P > 0.05$ ) وجود نداشت. چنین افزایشی در قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF) روندی مشابه با همین اثر در الیاف نامحلول در شوینده خنثی داشت.

### نتیجه‌گیری کلی

مولتی‌آنزیم به بهبود صفات عملکردی، ضریب تبدیل خوراک و افزایش ضرایب قابلیت هضم ظاهری مثل ماده خشک، انرژی خوراک، پروتئین خام، چربی خام و فیبرخام در جیره‌های حاوی جو منجر شد. شترمرغ‌های آزمایشی ۱۴ ماهه توانایی بالایی در هضم الیاف جیره داشتند. همچنین، استفاده از مولتی‌آنزیم قابلیت هضم اجزای مرتبط با الیاف جیره مثل فیبرخام و الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF)، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF) را افزایش داد که

## REFERENCES

1. Angel, C.R. (1993). Age changes in the digestibility of nutrients in ostriches and nutrient profiles of the hen and chick. In: Proceedings of the Association of Avian Veterinarians, January 1993, Atlanta, GA, USA. *Association of Avian Veterinarians*, Atlanta, pp. 275-281.
2. Association of Official Analytical Chemists. (2000). *Official Methods of Analysis*. 13th ed. AOAC, Washington, DC. Atlanta.
3. Brand, T.S. (2005). Ostrich nutrition technical brochure. *Elsenburg Animal Production Institute*, South Africa, pp 12.
4. Brand, T.S. (2008). Ostrich nutrition: a scientific approach. *Sunday Print*, University of Stellenbosch,
5. Brand, T.S., Aucamp, B.B. & Kruger, A.C.M. (2006). The effect of pelleting on the diet utilization by ostriches. In: Proceedings of the 41th Congress of the South African Society Animal Science, Bloemfontein, South Africa, p 164.
6. Brand, Z., Brand, T.S. & Brown, C.R. (2005). The effect of dietary energy and protein levels on body condition and production of breeding male ostriches. *South African Journal of Animal Science*, 32, 231-239.
7. Clarson, K., Jones, B., Bott, R., Bower, B., Chotani, G. & Becker, T. (2001). Enzymes: screening, expression, design and production, in: BEDFORD, M.R. (Ed.) *Enzymes in farm animal nutrition*, pp. 315-352. (CABI, Wiltshire)
8. Cooper, R.G. & Benson, F.V. (2008). Soybean meal, an important component of ostrich diets. *Feed Mixture*, 8, 25-26.
9. Deeming, D.C. (1999). *The Ostrich: Biology, Production and Health*; CABI Publishing, Walingford Oxon (UK) and New York (USA). PP. 13-83.
10. Gilliers, S.C. (1998). Feedstuff evaluation, metabolizable energy and amino acid requirements for maintenance and growth in ostriches. In: Proceedings of 2nd International Ratite Conference, 21-23 September 1998. Outshoorn Press, Onderstepoort, pp. 12-23.
11. Han, I. K. & Min, T. S. (1991). The effects of dietary supplementation with Kemzyme in broilers. *Korian Journal of Animal Nutrition and Feeding*, 15(1), 9-16.

12. Kececi, O., Oguz, H., Kurtoglu, V. & Demet, O. (1998). Effects of polyvinylpyrrolidone, synthetic zeolite and bentonite on serum biochemical and haematological characters of broiler chickens during aflatoxicosis. *British Poultry Science*, 39, 452-458.
13. Kocher, A., Choct, M., Morrisroe, L. & Broz, J. (2001). Effects of enzyme supplementation on the replacement value of canola meal for soybean meal in broiler diets. *Australian Journal Agricultural Research*, 52, 447-452.
14. Kocher, A., Choct, M., Porter, M. D. & Broz, J. (2000). The effects of enzyme addition to broiler diets containing high concentration of canola or sunflower meal. *Poultry Science*, 79, 1767-1774.
15. Kocher, A., Choct, M., Porter, M. D. & Broz, J. (2002). Effects of feed enzymes on nutritive value of soybean meal fed to broilers. *British Poultry Science*, 43, 54-63.
16. Mathlouthi, N., Lallès, J.P., Lepercq, P., Juste, C. & Larbier, M. (2002). Xylanase and  $\beta$ -glucanase supplementation improve conjugated bile acid fraction in intestinal contents and increase villus size of small intestine wall in broiler chickens fed a rye-based diet. *Journal of Animal Science*, 80(11), 2773-2779.
17. Miao, Z.H., Glatz, P.C. & Ru, Y.J. (2003). The nutrition requirements and foraging behaviour of ostriches. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 16, 773-788.
18. Meng, X., Slominski, B. A., Nyachoti, C. M., Campbell, L. D. & Guenter, W. (2005). Degradation of cell wall polysaccharides by combinations of carbohydrase enzymes and their effect on nutrient utilization and broiler chicken performance. *Poultry Science*, 84, 37-47.
19. Noh, S. H., Lee, C. H., Choi, Y. J. & Han, In. K. (1994). Effect of antibiotics, enzyme, yeast, probiotics and B-agonist on the growth performance and nutrient availability in broilers. *Korean Journal Animal Science*, 36(6), 630.
20. NRC. (1994). *Nutrient requirements of poultry*, 9th rev. Edn, (Washington, DC, National Academy Press).
21. Petterson, D. & Aman, P. (1989). Enzyme supplementation of a poultry diet containing rye and wheat. *British Journal Nutrition*, 62, 139-149.
22. Piao, X. S., Han, In K., Kim, J. H., Cho, W. T., Kim, Y. H. & Chao Liang. (1998). Effects of kemzyme, phytase and yeast supplementation on the growth performance and pollution reduction of broiler chicks. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 12(1), 36-41.
23. Ritz, C. W., Hulet, R. M., Self, B. B. & Denbow, D. M. (1995). Growth and intestinal morphology of male turkeys as influenced by dietary supplementation of amylase and xylanase. *Poultry Science*, 74, 1329-1334.
24. Rotter, B. A., Frriesen, O. D., Guenter, W. & Mmarquardt, R. R. (1990). Influence of enzyme supplementation on the bioavailable energy of barely. *Poultry Science*, 69, 1174-1181.
25. Sales, J. & Janssens, G.P.J. (2003). The use of markers to determine energy metabolizability and nutrient digestibility in avian species. *World's Poultry Science Journal*, 59, 314-327.
26. Selle, P. H., Ravindran, V. & Partridge, G. G. (2009). Beneficial effects of xylanase and/or phytase inclusions on ileal amino acid digestibility, energy utilisation, mineral retention and growth performance in wheatbased broiler diets. *Animal Feed Science and Technology*, 153, 303-313.
27. Scheideler, S.E. & Sell, J. L. (1997). *Nutrition Guidelines for Ostriches and Emus*; Cooperative Extension Service, Iowa state University of Science and Technology, Ames, Iowa.
28. Simbaya, J., Slominski, B. A., Guenter, W., Morgan, A. & Campbell, L. D. (1996). The effects of protease and carbohydrase supplementation on the nutritive value of canola meal for poultry: In vitro and in vivo studies. *Animal Feed Science and Technology*, 61, 219-234.
29. slovinski, J.M., Johnson, J.H. & Weiner, S.T. (2011). Husbandry and Medical Management of Ostriches, Emus and Rheas. *Wildlife and Exotic Animal Teleconsultants*, College Station, Texas.
30. Statistical Analysis System Institute. (2006). *SAS User's guide: Statistics*. SAS Institute, Cary, NC.
31. Steinfeldt, S. (2001). The dietary effect of different wheat cultivars for broiler chickens. *British Poultry Science*, 42, 595-609.
32. Steinfeldt, S., Hammershoj, M., Mullertz, A. & Jensen, J. F. (1998). Enzyme supplementation of wheat-based diets for broilers. 2. Effect on apparent metabolisable energy content and nutrient digestibility. *Animal Feed Science and Technology*, 75, 45-64.
33. Swart, D. (1993). *Studies on the hatching, growth and energy metabolism in the ostrich chick (Struthio camelus)*. PhD thesis, University of Stellenbosch, Stellenbosch.
34. Theander, O., Westerlund, E., Aman, P. & Graham, H. (1989). Plant cell walls and monogastric diets. *Animal Feed Science and Technology*, 23, 205-225.

35. Van Soest, J. P., Robertson, J. B. & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74, 3583-3597.
36. Wursch, P., Del Vedovo, S. & Koellreutter, B. (1986). Cell structure and starch nature as key determinations of the digestion rate of starch. *American Journal Clinical Nutrition*, 43, 25-29.
37. Zanella, I., Sakomura, N. K., Silversides, F. G., Figueirido, A. & Pack, M. (1999). Effect of enzyme supplementation of broiler diets based on corn and soybeans. *Poultry Science*, 78, 561-568.

## The Effect of Multi Enzyme on Performance and Nutrients Digestibility in African Ostrich (*Struthio camelus var. domesticus*) at 14-months Age

Iman Haj Khodadi<sup>1\*</sup>, Hosseinali Ghasemi<sup>2</sup>, Mehdi Khodae Motlagh<sup>3</sup>, Amir Hossein Khalat Abadi Farahani<sup>4</sup> and Mohammad Hossein Moradi<sup>5</sup>

1, 2, 3, 4, 5. Assistant Professors, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Arak, Iran

(Received: Sep. 7, 2014 - Accepted: Aug. 19, 2015)

### ABSTRACT

The effects of a multi enzyme were evaluated on performance and nutrient digestibility in African domesticated ostrich at 14 months ages. There were three treatments as; common diet (1), common diet plus multi enzyme ( $0.350 \text{ gkg}^{-1}$ ) (2) and common diet plus multi enzyme ( $0.700 \text{ gkg}^{-1}$ ) (3). 18 ostrich were used in this experiment (6 birds per treatment). There was significant effect of enzyme supplementation on feed intake, dry matter intake parameters ( $P>0.05$ ). Digestibility of Gross energy (GE), dry matter (DM), organic matter (OM), neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) ( $P>0.05$ ) was significantly affected by enzyme supplementation. Treatment one showed the lowest organic matter digestibility than treatments 2 and 3. Enzyme in barley contained diet significantly increased the digestibility of Crude protein (CP) and crude fat (EE) compared with treatment one. Different enzyme level also significantly increased the digestibility of NDF and ADF compared with treatment one. Generally, the use of multi enzyme especially at level of  $0.700 \text{ gkg}^{-1}$  affected to improve performance traits and feed intake parameters, nutrient digestibility, especially crude protein, NDF, ADF and NFC in growing ostrich chicks.

**Keywords:** digestibility, kemin, ostrich, performance.