



## بررسی مقایسه‌ای اثرات فیتاز با منابع مختلف بر عملکرد رشد، خصوصیات استخوان درشت‌نی، فراسنجه‌های خونی و خصوصیات لاشه جوجه خروس‌های گوشتی

شقایق رسولی<sup>۱</sup>، حمیدرضا علی‌اکبرپور<sup>۲</sup>، سیدمحمد حسینی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> دانش آموخته دانشکده دامپزشکی، واحد بابل، دانشگاه آزاد اسلامی، بابل، ایران

<sup>۲</sup> گروه بهداشت و تغذیه دام و طیور، دانشکده دامپزشکی، واحد بابل، دانشگاه آزاد اسلامی، بابل، ایران

<sup>۳</sup> گروه علوم پایه، دانشکده دامپزشکی، واحد بابل، دانشگاه آزاد اسلامی، بابل، ایران

تاریخ دریافت: ۷ مهر ماه ۱۴۰۰، تاریخ پذیرش: ۲۸ آذر ماه ۱۴۰۰

doi: 10.22059/jvr.2022.326829.3174



20.1001.1.20082525.1400.76.4.5.9

### چکیده

**زمینه مطالعه:** تاکنون فیتازهای متفاوتی از منابع مختلف، شناسایی و برای استفاده در تغذیه طیور معرفی شده است.

**هدف:** بررسی اثرات دو نوع آنزیم ۶-فیتاز متفاوت از لحاظ منشأ تولید، روی صفات عملکردی، شاخص‌های بیومتریک، شیمیایی و میزان استحکام استخوان درشت‌نی و همچنین برخی فراسنجه‌های خونی و ترکیب لاشه جوجه‌های گوشتی انجام پذیرفت.

**روش کار:** ۲۱۶ قطعه جوجه خروس سویه راس، در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تیمار غذایی و ۶ تکرار و ۱۲ جوجه در هر تکرار، به مدت ۴۲ روز مورد بررسی قرار گرفتند. تیمارهای غذایی شامل ۱- جیره بدون آنزیم فیتاز (شاهد)، ۲- جیره حاوی ۵۰۰ واحد فعال فیتاز حاصل از قارچ *آسپرژیلوس نایجر* (فیتاز قارچی) در هر کیلوگرم ۳- جیره حاوی ۵۰۰ واحد فعال فیتاز حاصل از *آسپرژیلوس اوریزا* تغییر ژنوتیپ یافته با استفاده از ژن‌های باکتری *سیتروباکتری‌راکی* (فیتاز ژنوتیپ نو ترکیب) در هر کیلوگرم، بود.

**نتایج:** فسفر خون جوجه‌هایی که فیتاز حاصل از ژنوتیپ نو ترکیب دریافت کردند بیشتر از پرندگان شاهد بود ( $P < 0.05$ ). فسفر استخوان این گروه نسبت به فسفر استخوان جوجه‌های دریافت کننده فیتاز قارچی، بیشتر بود ( $P < 0.05$ ). میزان مقاومت استخوان تحت تأثیر نیروی شکست در جوجه‌های مصرف کننده فیتاز حاصل از ژنوتیپ نو ترکیب اگر چه تفاوت معنی‌داری با میزان مقاومت استخوان جوجه‌های دریافت کننده فیتاز قارچی نداشت ولی از میزان مقاومت استخوان پرندگان شاهد بیشتر بود ( $P < 0.05$ ). اثر تیمارها بر صفات عملکردی، طول، قطر، خاکستر، کلسیم و وزن خشک استخوان، همچنین غلظت HDL، تری‌گلیسرید، کلسترول، کلسیم و آنزیم آلکالین فسفاتاز، گلوکز، پروتئین تام خون و ترکیب لاشه معنی‌دار نبود.

**نتیجه‌گیری نهایی:** افزودن ۵۰۰ واحد فعال فیتاز حاصل از ژنوتیپ نو ترکیب به هر کیلوگرم جیره در مقایسه با فیتاز حاصل از قارچ *آسپرژیلوس نایجر*، بدون تغییر عملکرد رشد سبب افزایش میزان فسفر خون، استخوان درشت‌نی و همچنین مقاومت استخوان درشت‌نی جوجه خروس‌های گوشتی شد.

**کلمات کلیدی:** فیتاز، استخوان، عملکرد، جوجه گوشتی، لاشه

کپی‌رایت © تحقیقات دامپزشکی: دسترسی آزاد، کپی‌برداری، توزیع و نشر برای استفاده کامل با ذکر منبع آزاد است.

**نویسنده مسئول:** حمیدرضا علی‌اکبرپور، گروه بهداشت و تغذیه دام و طیور، دانشکده دامپزشکی، واحد بابل، دانشگاه آزاد اسلامی، بابل، ایران

پست الکترونیکی: hraliakbarpour@gmail.com

### مقدمه

حدود ۷۰ درصد فسفر موجود در آن‌ها در اتصال با اسید فسفریک و به صورت ترکیبی به نام فیتات (Phytate) یا اسید فایتیک (Phytic acid) است که غیر قابل هضم و جذب می‌باشد (۱۵،۳۰) و می‌تواند به شکل ترکیب با پروتئین، اسید آمینه، کربوهیدرات و

فسفر از عناصر پر مصرف برای طیور محسوب می‌شود که علاوه بر نقش آن در رشد و توسعه بافت استخوانی، نقش مهمی در متابولیسم انرژی، سیستم عصبی و تولید تخم مرغ دارد. بخش اعظم جیره‌های غذایی طیور را منابع گیاهی شامل می‌شوند که

منابع فیتاز، میزان کارایی آن‌ها در کانال گوارش حیوان یکسان نیست. فیتاز گیاهی و میکروبی برای این که بتوانند حداکثر فعالیت خود را داشته باشند به ترتیب نیاز دارند تا در محیطی با pH حدود ۵ و ۲/۵-۵ قرار داشته باشند (۳۵). از این رو فیتازهای تولید شده بر اساس الگوی ژنوتیپی میکروبی، با شرایط کانال گوارش پرنده بهتر سازگار هستند. فیتازهای میکروبی به دو شکل ۳- فیتاز و ۶- فیتاز موجود هستند که به ترتیب پیوندهای کربن ۳ و ۶ فیتات را هیدرولیز می‌نمایند. به عنوان مثال /شیریشیاکولای قادر به سنتز ۶- فیتاز و /اسپرژیلوس فیکوم قادر به سنتز ۳ فیتاز می‌باشند (۵). بررسی‌های به عمل آمده نشان می‌دهد کارایی استفاده از فیتاز بستگی به عوامل مختلفی دارد که منبع تولید فیتاز یکی از آن‌ها است (۲۵، ۲۴، ۲۱، ۳). اگر چه تاکنون بررسی‌های زیادی در خصوص تأثیرات مصرف فیتاز روی عملکرد رشد و شاخص‌های بیولوژیک پرنده به عمل آمده است ولی به دلیل این که امروزه فیتازهای متفاوتی از نظر منشأ تولید و در دسترس می‌باشند، محققین معتقدند در خصوص کارایی فیتازهای متفاوت از نظر منشأ تولید نیاز به بررسی‌های بیشتر می‌باشد (۵). از این رو هدف از مطالعه حاضر مقایسه اثر استفاده از دو نوع فیتاز متفاوت از نظر منشأ تولید، بر عملکرد و برخی شاخص‌های بیولوژیک (فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون، شاخص‌های بیومتریک، شیمیایی و میزان استحکام استخوان و ترکیب لاشه) جوجه‌های گوشتی بود.

### مواد و روش کار

مطالعه حاضر با ۲۱۶ قطعه جوجه خروس یک‌روزه نژاد گوشتی راس، ۳ تیمار غذایی، ۶ تکرار برای هر تیمار و ۱۲ جوجه گوشتی در هر تکرار، طی مدت ۴۲ روز انجام شد. کلیه برنامه‌های مدیریت براساس راهنمای پرورش جوجه‌های گوشتی نژاد راس (۲۴) در مزرعه آزمایشی شرکت بنیان دانش انجام گرفت. تیمارهای غذایی شامل: ۱- جیره بدون آنزیم فیتاز (گروه شاهد)، ۲- جیره حاوی فیتاز قارچ /اسپرژیلوس نایجر (فیتاز قارچی) و ۳- جیره حاوی فیتاز قارچ /اسپرژیلوس اوریزا تغییر ژنوتیپ یافته با استفاده از ژن‌های باکتری سیتروباکتربراک (فیتاز ژنوتیپ نوترکیب)، بود. جیره غذایی بر پایه ذرت و کنجاله سویا برای همه گروه‌ها از نظر اجزا و ترکیب شیمیایی مشابه بود و تفاوت میان گروه‌ها فقط در استفاده از نوع آنزیم فیتازی بود که به صورت سرک به جیره اضافه شده بودند. جیره غذایی در سه مرحله تغذیه‌ای شامل، آغازین (از ۱ تا ۱۰ روزگی)، رشد (از ۱۱ تا ۲۴ روزگی) و پایانی (از ۲۵ تا ۴۲ روزگی)، در اختیار جوجه‌ها قرار گرفت.

یا مواد معدنی مانند کلسیم، منیزیم و روی، وجود داشته باشد و آن‌ها را نیز برای پرنده غیرقابل دسترس نماید (۵، ۳۷). برای فیتات اثرات ضد تغذیه‌ای نیز مطرح است زیرا روی دینامیک فرایند هضم و جذب دستگاه گوارش تأثیر بازدارنده دارد (۱۳). تجمع زیاد اسید فایتیک در کانال گوارش باعث افزایش ترشح غیرطبیعی موسین می‌شود و مانعی برای تبدیل پپسینوژن معده به شکل فعال خود می‌باشد، این ترکیب به واسطه تمایل به ایجاد کمپلکس‌های معدنی سبب افزایش pH کانال گوارش می‌شود (۳۶) به این ترتیب بخش زیادی از فسفر و برخی مواد مغذی متصل با آن دست نخورده از کانال گوارش حیوان دفع می‌شوند. این رفتار فیتات علاوه بر کاهش ارزش اقتصادی جیره غذایی، موجب آلودگی محیط زیست نیز می‌شود (۵).

اسید فایتیک بیش از یک درصد جیره غذایی طیور را تشکیل می‌دهد (۳۶) که با توجه به مشکلات مطرح شده، نیاز به استفاده از راه‌حلی برای کاهش اثرات منفی آن می‌باشد. فیتاز آنزیمی است که قادر به هیدرولیز فیتات می‌باشد. یک واحد فعال فیتاز (FTU) معادل مقدار آنزیمی است که در هر دقیقه موجب آزاد سازی ۱ میکرومول فسفر از سوبسترای سدیم فیتات در یک محلول ۵ میکرومول بر لیتر با دمای ۳۷ درجه سلسیوس و اسیدیته ۵/۵ می‌شود (۲۴). اهمیت آنزیم فیتاز در تغذیه طیور اولین بار در سال ۱۹۶۷ مطرح شد (۵). بررسی‌های به عمل آمده نشان می‌دهد که اگرچه در کنار فیتازی که توسط برخی از میکروارگانیسم‌های روده سنتز می‌شود، سلول‌های انتروسیست ژوژنوم نیز قادر به تولید این آنزیم هستند ولی پرندگان نمی‌توانند فیتات را به طور کامل هیدرولیز نمایند (۱۶). تاکنون محققین توانسته‌اند در منابع متفاوت گیاهی و میکروبی مانند قارچ‌ها و باکتری‌ها، آنزیم‌های فیتاز را شناسایی نمایند. اگرچه محققین روی اثرات مفید آنزیم فیتاز در جیره‌های با کمبود فسفر تأکید دارند ولی نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که استفاده از فیتاز به شکل سرک (over the top) در جیره‌هایی که بر اساس استانداردهای تغذیه‌ای و بدون هیچ‌گونه تغییری در مواد مغذی تنظیم شده است نیز می‌تواند با کاهش دادن اثرات زیان‌بار ضدتغذیه‌ای فیتات، موجب بهبود شرایط اکولوژیک روده، هضم مواد خوراکی و در نهایت افزایش قابلیت استفاده از مواد مغذی جیره شود (۲۰، ۲)، زیرا فیتات قادر است به برخی مواد مغذی مهم و آنزیم‌ها در کانال گوارش متصل شده و به ترتیب مانع جذب و کاهش کارایی آن‌ها شود (۱۳، ۱۰). ولی باید توجه داشت که به واسطه تفاوت خصوصیات فیزیوشیمیایی میان

پس از کشتار، پرکنی، تخلیه دستگاه گوارش، وزن اجزای مختلف لاشه (ران، سینه، بال و پشت) توسط ترازوی دیجیتال ( $0.1 \pm$  گرم) اندازه‌گیری و درصد اجزا لاشه محاسبه شد. استخوان درشت‌نی پای چپ دو لاشه از هر تکرار (۱۲ استخوان از هر تیمار) جدا شد و پس از برداشت عضلات و بافت‌های قابل استحصال، قطر دیافیز و همچنین طول استخوان با استفاده از کولیس ( $0.1 \pm$ ) اندازه‌گیری شد و بلافاصله درون کیسه‌های پلاستیکی قرار داده و تا زمان اندازه‌گیری خاکستر در دمای ۲۰۰- درجه سلسیوس نگهداری شدند (۲۵). برای اندازه‌گیری خاکستر استخوان، نمونه‌ها ابتدا با استفاده از دی‌اتیل‌تر و دستگاه سوکسله چربی‌زدایی شدند و در ادامه درون آون با دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس به مدت ۲۴ ساعت خشک شدند. وزن ماده خشک بدون چربی استخوان با ترازو دیجیتال ( $0.1 \pm$ ) اندازه‌گیری شد و در نهایت درون کوره الکتریکی با دمای ۶۰۰ درجه سلسیوس به مدت ۶ ساعت قرار گرفت (۱۸، ۲۵). برای اندازه‌گیری کلسیم و فسفر خاکستر حاصل از استخوان، به ترتیب از روش تیتراسیون و رنگ‌سنجی با معرف مولیبدات‌وانادات در طول موج ۴۲۰ نانومتر استفاده شد (۴). برای اندازه‌گیری میزان مقاومت استخوان از دستگاه مخصوص کشش و فشار (STM\_250، شرکت طراحی مهندسی سنتام، ایران) در آزمایشگاه پژوهشکده متالوژی رازی تهران، استفاده شد. استخوان پس از قرارگیری در درون دستگاه، ابتدا در یک موقعیت ثابت قرار گرفت و سپس با وارد آوردن فشار بر نقطه میانی آن با سرعت ۵ میلی‌متر در دقیقه، قدرت مقاومت بر اساس واحد نیوتون توسط دستگاه ثبت گردید (۳۱). نقطه پیک در نمودارهای ۱، ۲ و ۳ نشان دهنده نیروی لازم برای شکست کامل استخوان می‌باشند.

**مدل آماری طرح:** داده‌های حاصل از مطالعه حاضر با استفاده از رویه GLM نرم افزار آماری SAS (SAS Institute Inc., 2003) برای مدل ذیل تجزیه شدند. برای مقایسه میانگین‌ها نیز از آزمون دانکن در سطح ۰/۰۵ استفاده شد.

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

در این مدل  $Y_{ijk}$ ،  $\mu$ ،  $T_i$  و  $e_{ij}$  به ترتیب مقدار هر مشاهده، میانگین کل جمعیت، اثر فیتاز و خطای آزمایش می‌باشد. قبل از تجزیه داده‌ها، نرمال بودن توزیع آن‌ها با استفاده رویه Univariate آزمون شد.

نوع آنزیم ۶- فیتاز، حاصل از قارچ *آسپرژیلوس نایجر* با نام تجاری ناتافوس (شرکت BASF آلمان) و فیتاز حاصل از قارچ *آسپرژیلوس اوریزا* تغییر ژنوتیپ یافته با استفاده از ژن‌های *سیتروپاکتربیراکی* با نام تجاری *Ronozym Hiphos (GT)* (شرکت Royal DSM هلند) مورد مقایسه قرار گرفتند. بر اساس داده‌های شرکت‌های سازنده، هر گرم محصول فیتاز حاصل از *آسپرژیلوس نایجر* و *آسپرژیلوس اوریزا* تغییر ژنوتیپ یافته، به ترتیب حاوی ۱۰۰۰ و ۱۰۰۰۰ واحد فعال آنزیمی بود که برحسب مقادیر توصیه شده کمپانی‌های مربوطه، فیتاز حاصل از *آسپرژیلوس نایجر* و *آسپرژیلوس اوریزا* تغییر ژنوتیپ یافته به ترتیب در مقادیر ۵۰ و ۵ گرم به هر ۱۰۰ کیلوگرم جیره آزمایشی اضافه شدند. از این‌رو میزان هر یک از آنزیم‌ها بر اساس واحد فعال آنزیمی در هر کیلوگرم خوراک با هم مشابه (۵۰۰ واحد فعال در هر کیلوگرم جیره) بود. در ابتدای ورود جوجه‌ها به داخل سالن پرورش، انفرادی وزن‌کشی شدند و جوجه‌های با وزن مشابه به صورت تصادفی در درون پن‌ها به مساحت ۱ متر مربع قرار گرفتند. در مطالعه حاضر از برنامه نوردی دائمی و از رول کاغذی به عنوان بستر در درون پن‌ها استفاده شد.

در هنگام تغییر مرحله تغذیه‌ای طی سنین ۱۱، ۲۴ و ۴۲ روزگی (پایان آزمایش) نیز جوجه‌ها به صورت انفرادی وزن‌کشی شدند. رکوردهای مربوط به مصرف خوراک بر اساس هر پن به صورت روزانه در طول دوره آزمایش ثبت گردید. ضریب تبدیل خوراک به صورت میانگین هر قطعه پرند در طول دوره‌های رکوردگیری محاسبه شد (۲). در انتهای مطالعه (سن ۴۲ روزگی) تعداد ۲ قطعه پرند از هر واحد آزمایشی (۱۲ پرند از هر گروه آزمایشی) به طور تصادفی انتخاب و بعد از وزن‌کشی و خون‌گیری از ورید بال، به روش بریدن گردن از ناحیه بین مهره اول و دوم کشتار شدند. خون جمع‌آوری شده از ورید بال به مدت ۶۰ دقیقه در بن‌ماری با دمای ۳۹ درجه سلسیوس قرار داده و سپس بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شد. در آزمایشگاه با استفاده از سانتریفیوژ (۳۰۰۰ دور در دقیقه) طی مدت ۱۵ دقیقه از نمونه‌های خونی، سرم تهیه شد. سرم‌ها تا زمان انجام آزمایش‌های مربوطه در دمای ۲۴- درجه سلسیوس قرار گرفتند (۷). غلظت گلوکز، کلسترول، تری‌گلیسرید، پروتئین تام، لیپوپروتئین با چگالی بالا، کلسیم، فسفر و آلکالین فسفاتاز سرم با استفاده از دستگاه اتوآنالایزر (Ra-xt، شرکت تکنیکون-آمریکا) و کیت‌های اختصاصی شرکت پارس آزمون در آزمایشگاه دانشگاه آزاد اسلامی واحد بابل و بنیان دانش قائمشهر اندازه‌گیری شد (۱۶).

جدول ۱. ترکیب و آنالیز شیمیایی جیره آزمایشی.

مقادیر (درصد)			اجزاء جیره
پایانی (۲۵ تا ۴۲ روزگی)	رشد (۱۱ تا ۲۴ روزگی)	آغازین (۰ تا ۱۰ روزگی)	
۶۲/۲۰	۵۷/۳۳	۵۳/۸۸	ذرت
۳۱/۸۲	۳۶/۹۸	۴۰/۷۸	سویا
۲/۴۱	۱/۸۴	۱/۱	روغن
۰/۷۵	۰/۸۱	۰/۸۷	کربنات کلسیم
۱/۴۷	۱/۶۴	۱/۸۷	دی‌کلسیم فسفات
۰/۳۸	۰/۳۸	۰/۳۸	نمک طعام
۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	مکمل ویتامینه <sup>۱</sup>
۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	مکمل معدنی <sup>۲</sup>
۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۲۲	ال - HCL - لیزین
۰/۲۸	۰/۳۱	۰/۳۵	دی - ال - متیونین
۰/۰۳	۰/۰۵	۰/۳۸	ال - ترئونین
آنالیز شیمیایی محاسبه شده جیره			
۳۰۰۰	۲۹۰۰	۲۸۰۰	انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری در کیلوگرم)
۱۸/۲۸	۲۰/۱۱	۲۱/۴۷	پروتئین خام (درصد)
۱/۱۱	۱/۲	۱/۳۷	لیزین (درصد)
۰/۵۵	۰/۶۱	۰/۶۶	متیونین (درصد)
۰/۸۶	۰/۹۳	۰/۰۱	متیونین+سیستین (درصد)
۰/۷۳	۰/۸۲	۰/۹۰	ترئونین (درصد)
۰/۷۵	۰/۸۱	۰/۹۰	کلسیم (درصد)
۰/۳۱	۰/۳۵	۰/۴۰	فسفر (درصد)
۱۹۰	۲۱۰	۲۲۲	DEB (میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم)

<sup>۱</sup> مکمل ویتامینی در هر کیلوگرم خوراک شامل: A، ۹۰۰۰ واحد بین‌المللی، B<sub>1</sub>، ۱/۸ میلی‌گرم، B<sub>2</sub>، ۰/۱۵ میلی‌گرم، بیوتین ۰/۱ میلی‌گرم، D<sub>3</sub>، ۲۰۰۰ واحد بین‌المللی، E، ۱۸ واحد بین‌المللی، K<sub>3</sub>، ۲ میلی‌گرم، کولین کلراید ۵۰ میلی‌گرم. <sup>۲</sup> مکمل معدنی در هر کیلوگرم خوراک شامل: اکسید منگنز ۱۰۰ میلی‌گرم، سولفات آهن ۵۰ میلی‌گرم، اکسیدروی ۱۰۰ میلی‌گرم، سولفات مس ۱۰ میلی‌گرم، یدات کلسیم ۱ میلی‌گرم، سدیم سلنیت ۰/۲ میلی‌گرم.

## نتایج

### شاخص‌های بیومتریک، شیمیایی و میزان استحکام

**استخوان:** براساس نتایج ارائه شده در **جدول ۵**، تفاوتی بین تیمارها از نظر طول و قطر استخوان، درصد خاکستر، کلسیم و وزن خشک استخوان مشاهده نشد ولی میزان فسفر استخوان در جوجه‌های مصرف کننده فیتاز ژنوتیپ نوترکیب (گروه ۳) به طور معنی‌داری نسبت به جوجه‌های دریافت کننده فیتاز قارچی (گروه ۲) بیشتر بود ( $P < 0.05$ ). میزان مقاومت استخوان تحت تأثیر نیروی شکست در جوجه‌های مصرف کننده فیتاز ژنوتیپ نوترکیب (گروه ۳) اگر چه تفاوت معنی‌داری با جوجه‌های دریافت کننده فیتاز قارچی نداشت ولی نسبت به گروه کنترل به طور معنی‌داری بیشتر بود ( $P < 0.05$ ).

**ترکیب لاشه:** در مطالعه حاضر اثر تیمارها بر بازده لاشه و وزن نسبی سینه، ران، بال و پشت معنی‌دار نبود (**جدول ۵**).

### صفات عملکردی: جدول ۲ رکوردهای صفات عملکردی

ثبت شده در سنین ۱۱، ۲۴ و ۴۲ روزگی را نشان می‌دهد. تفاوتی در وزن بدن، مصرف خوراک و ضریب تبدیل خوراک و رشد در گروه‌های مختلف آزمایشی در دوره‌های مختلف پرورش مشاهده نشد.

### فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون: بر اساس نتایج ارائه شده

در **جدول ۳** مقدار فسفر خون در جوجه‌های مصرف کننده فیتاز ژنوتیپ نوترکیب (گروه ۳) به طور معنی‌داری نسبت به گروه کنترل بیشتر بود ( $P < 0.05$ ) ولی تفاوتی بین تیمارها از نظر غلظت HDL، تری‌گلیسرید، کلسترول، کلسیم و آنزیم آلکالین فسفاتاز، گلوکز، پروتئین تام خون مشاهده نشد.

جدول ۲. تأثیر فیتاز با منابع مختلف بر عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی در سنین متفاوت (SD ± میانگین).

P Value	گروه آزمایش*			سن (روز)	صفات عملکردی
	۳	۲	۱		
۰/۱۸۲۶	۱۸۷ ± ۷	۱۸۵ ± ۱۳	۱۸۳ ± ۸	۱۰-۱	مصرف خوراک (گرم)
۰/۱۸۰۹	۱۰۶۴ ± ۹۱	۱۰۴۸ ± ۶۵	۱۰۳۴ ± ۷۷	۲۴-۱۱	
۰/۰۵۲	۲۲۷۴ ± ۲۴۳	۱۹۹۷ ± ۱۷۲	۱۹۶۵ ± ۲۳۴	۴۲-۲۵	
۰/۰۷۶	۳۵۲۴ ± ۳۱۲	۳۲۲۹ ± ۲۰۵	۳۱۸۱ ± ۲۴۸	۴۲-۱	رشد (گرم)
۰/۴۹۷	۱۶۱ ± ۷	۱۶۲ ± ۱۶	۱۵۴ ± ۱۴	۱۰-۱	
۰/۹۸۱	۶۸۱ ± ۵۸	۶۷۵ ± ۴۴	۶۷۹ ± ۶۳	۲۴-۱۱	
۰/۵۷۲	۱۰۱۰ ± ۱۳۳	۹۴۵ ± ۱۴۰	۹۲۲ ± ۱۶۶	۴۲-۲۵	ضریب تبدیل خوراک
۰/۵۶۴	۱۸۵۳ ± ۱۵۵	۱۷۸۱ ± ۱۸۸	۱۷۵۵ ± ۱۳۶	۴۲-۱	
۰/۴۲۷	۱/۱۶ ± ۰/۰۲	۱/۱۵ ± ۰/۰۶	۱/۲۰ ± ۰/۱۰	۱۰-۱	
۰/۳۷۴	۱/۵۶ ± ۰/۰۵	۱/۵۵ ± ۰/۰۴	۱/۵۲ ± ۰/۰۵	۲۴-۱۱	
۰/۸۱۷	۲/۲۷ ± ۰/۲۶	۲/۱۴ ± ۰/۲۷	۲/۱۹ ± ۰/۴۸	۴۲-۲۵	
۰/۶۳۸	۱/۹۰ ± ۰/۱۲	۱/۸۲ ± ۰/۱۴	۱/۸۲ ± ۰/۲۲	۴۲-۱	

\* ۱- جیره شاهد بدون استفاده از فیتاز (کنترل)، ۲- جیره شاهد همراه با فیتاز قارچی، ۳- جیره شاهد با فیتاز ژنوتیپ نوترکیب.

جدول ۳. تأثیر فیتاز با منابع مختلف بر فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون جوجه‌های گوشتی در ۴۲ روزگی (SD ± میانگین).<sup>۱</sup>

P value	گروه‌های آزمایشی*			شاخص‌های بیوشیمیایی خون
	۳	۲	۱	
۰/۵۰۹	۱۹۰/۹ ± ۱۶/۴	۱۹۵/۸ ± ۱۴/۷	۱۹۷/۸ ± ۱۲/۶	گلوکز (میلی گرم در دسی لیتر)
۰/۹۷۳	۱۲۷/۰ ± ۱۶/۳	۱۲۵/۹ ± ۲۲/۱	۱۲۶/۴ ± ۱۴/۸	کلسترول (میلی گرم در دسی لیتر)
۰/۵۰۴	۹۸/۳۳ ± ۱۰/۳	۱۰۳/۰ ± ۱۰/۹	۱۰۲/۸ ± ۱۱/۷	تری گلیسرید (میلی گرم در دسی لیتر)
۰/۷۶۳	۷۴/۳ ± ۶/۷	۷۶/۱ ± ۶/۴	۷۵/۸ ± ۵/۳	HDL (میلی گرم در دسی لیتر)
۰/۱۴۲	۴/۲ ± ۰/۷	۴/۱ ± ۰/۶	۴/۵ ± ۰/۵	پروتئین تام (میلی گرم در دسی لیتر)
۰/۵۰۴	۲۰۰۶ ± ۱۷۴	۱۹۱۶ ± ۱۹۹	۱۹۵۵ ± ۱۶۱	آلکالین فسفاتاز (واحد در لیتر)
۰/۰۷۱	۸/۸ ± ۰/۹	۸/۱ ± ۰/۷	۸/۸ ± ۰/۷	کلسیم (میلی گرم در دسی لیتر)
۰/۰۳۰	۵/۱ ± ۰/۵ <sup>a</sup>	۴/۷ ± ۰/۹ <sup>ab</sup>	۴/۳ ± ۰/۵ <sup>b</sup>	فسفر (میلی گرم در دسی لیتر)

<sup>۱</sup> نتایج ارائه شده برای هر تیمار، میانگین ۱۲ تکرار می‌باشد. در هر ردیف میانگین‌های دارای حروف متفاوت از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری دارند ( $P < 0.05$ ). \* ۱- جیره شاهد بدون استفاده از فیتاز (کنترل)، ۲- جیره شاهد همراه با فیتاز قارچی، ۳- جیره شاهد با فیتاز ژنوتیپ نوترکیب.

جدول ۴. تأثیر فیتاز با منابع مختلف بر شاخص‌های بیومتریک، شیمیایی و میزان استحکام استخوان درشتنی جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی (SD ± میانگین).<sup>۱</sup>

P value	گروه‌های آزمایشی*			شاخص‌های استخوان درشتنی
	۳	۲	۱	
۰/۴۹۶	۵۶/۲۵ ± ۳/۵۶	۵۵/۷۰ ± ۳/۵۷	۵۴/۶۵ ± ۲/۵۸	طول دیافیز (میلی متر)
۰/۰۹۹	۷/۸۲ ± ۰/۱۵	۷/۷۸ ± ۰/۱۲	۷/۷۸ ± ۰/۱۴	قطر دیافیز (میلی متر)
۰/۸۵۸	۹۰/۲۷ ± ۲/۹۵	۹۰/۴۸ ± ۲/۵۲	۸۹/۸۸ ± ۱/۸۸	طول استخوان (میلی متر)
۰/۰۴۹	۴۱۳/۵۸ ± ۱۰۴/۵۹ <sup>a</sup>	۳۷۲/۸۸ ± ۶۵/۷۸ <sup>ab</sup>	۳۲۴/۹۶ ± ۶۴/۳۵ <sup>b</sup>	نیرو مقاومت استخوان (نیوتون)
۰/۵۹۴	۵/۴۵ ± ۰/۶۷	۵/۵۷ ± ۰/۵۳	۵/۳۴ ± ۰/۴۱	وزن خشک استخوان (گرم)
۰/۷۰۱	۴۰/۳۷ ± ۲/۹۸	۴۱/۲۴ ± ۳/۱۵	۴۰/۶۳ ± ۱/۱۴	خاکستر (درصد)
۰/۰۷۲	۳۰/۷۴ ± ۰/۷۴	۳۱/۲۸ ± ۰/۸۴	۳۱/۴۷ ± ۰/۶۰	کلسیم (درصد)
۰/۰۲۸	۲۱/۳۵ ± ۱/۶۲ <sup>a</sup>	۲۰/۰۷ ± ۰/۸۳ <sup>b</sup>	۲۰/۴۳ ± ۰/۶۴ <sup>ab</sup>	فسفر (درصد)

<sup>۱</sup> نتایج ارائه شده برای هر تیمار، میانگین ۱۲ تکرار می‌باشد. در هر ردیف میانگین‌های دارای حروف متفاوت از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری دارند ( $P < 0.05$ ). \* ۱- جیره شاهد بدون استفاده از فیتاز (کنترل)، ۲- جیره شاهد همراه با فیتاز قارچی، ۳- جیره شاهد با فیتاز ژنوتیپ نوترکیب.

جدول ۵. تأثیر فیتاز با منابع مختلف بر بازده لاشه و وزن نسبی (درصدی از وزن لاشه) اجزاء لاشه جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی (SD ± میانگین)¹.

P Value	گروه آزمایش			مشخصات لاشه
	۳	۲	۱	
۰/۷۶۳	۶۵/۶ ± ۲/۴	۶۵/۹ ± ۱/۸	۶۶/۲ ± ۱/۸	بازده لاشه (درصد)
۰/۱۶۸	۳۸/۷ ± ۲/۳۱	۳۷/۵ ± ۱/۲۹	۳۷/۲ ± ۲/۲	سینه (درصد)
۰/۱۹۹	۲۹/۰۴ ± ۱/۴	۳۰/۰۰ ± ۱/۱	۲۹/۹ ± ۱/۶	ران (درصد)
۰/۶۵۷	۳۲/۳ ± ۱/۷۵	۳۲/۶ ± ۱/۳۱	۳۲/۹ ± ۱/۷	بال و پشت (درصد)

¹ نتایج ارائه شده برای هر تیمار، میانگین ۱۲ تکرار می‌باشد. \* ۱- جیره شاهد بدون استفاده از فیتاز (کنترل)، ۲- جیره شاهد همراه با فیتاز قارچی، ۳- جیره شاهد با فیتاز ژنوتیپ نوترکیب.

## بحث

کمتر از حد توصیه شده بود، سبب بهبود ضریب تبدیل خوراک شد.

برخی محققین نشان دادند استفاده از فیتاز، افزایش غلظت فسفر خون و احتمال ترسیب فسفر در بافت استخوان را ممکن می‌سازد (۱۰). در مطالعه حاضر نیز افزودن فیتاز ژنوتیپ نوترکیب باعث افزایش معنی‌دار میزان فسفر خون نسبت به گروه شاهد شد، هر چند که با استفاده از فیتاز قارچی تغییر معنی‌داری در میزان فسفر خون ایجاد نشد و همچنین گزارش‌هایی نیز موجود است که طی استفاده از فیتاز، تغییری در میزان فسفر خون مشاهده نشد (۲۶،۳۲). بر اساس مطالعات انجام شده استفاده از فیتاز در جیره‌های متعادل از نظر مواد مغذی، بر حسب میزان کارایی آن، اگر چه باعث افزایش آزاد سازی فسفر اسید فاینتیک در روده و افزایش قابلیت دسترسی فسفر می‌شود، ولی در صورتی که میزان فسفر خون بیش از نیاز برای ترسیب به همراه کلسیم در استخوان باشد، زمینه‌های دفع بیشتر فسفر از طریق ادرار فراهم می‌آید (۲۶). از این رو توصیه می‌شود برای رسیدن به نتیجه کامل‌تر، در مطالعات بعدی میزان فسفر دفعی پرنده نیز اندازه‌گیری شود. همچنین بر اساس یافته‌های محققین اگر میزان کلسیم مصرفی در جیره‌های بر پایه ذرت و سویا برای تأمین نیازهای پرنده کافی باشد استفاده از فیتاز در جیره بر میزان کلسیم خون تأثیری ندارد (۹). در این مطالعه نیز میزان کلسیم خون تحت تأثیر مصرف فیتاز قرار نگرفت. برخی محققین نیز گزارش نمودند که کلسیم خون تحت تأثیر فیتاز جیره قرار نگرفت (۳۳).

آلکالین فسفاتاز اگرچه یکی از آنزیم‌هایی است که برای سنجش آسیب کبد مورد اندازه‌گیری قرار می‌گیرد ولی از جمله فسفاتازهای آندوژن بوده که در روده کوچک موجب آزادسازی فسفر از اینوزیتول‌منوفسفات و تولید اینوزیتول می‌شود (۳۶). Daramola در سال ۲۰۱۷ طی مطالعه‌ای گزارش نمود که افزایش

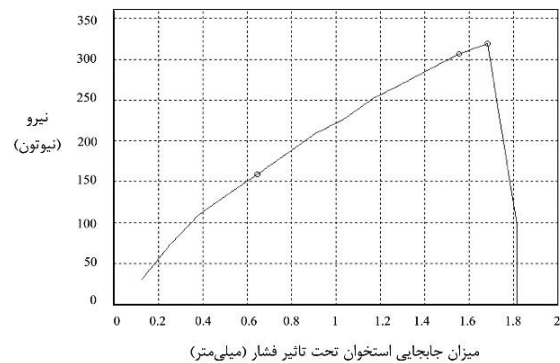
بر اساس نظر برخی محققین آنزیم فیتاز طی هیدرولیز پیوند میان فسفر و اسید فاینتیک، باعث افزایش قابلیت دسترسی فسفر و برخی مواد مغذی از جمله آمینواسیدها در لوله گوارش می‌شود و از این رو ممکن است سبب بهبود عملکرد رشد جوجه‌ها نیز شود (۱۰،۱۴،۲۷) ولی با این حال بر اساس نظر برخی دیگر از محققین میزان مصرف فیتاز در جیره یکی از عوامل مهمی است که برای بهبود عملکرد جوجه‌های گوشتی قابل توجه است (۲۱). در مطالعه حاضر با افزودن فیتازهای مورد آزمون، به مقدار ۵۰۰ واحد فعال در هر کیلوگرم جیره، تأثیری روی شاخص‌های عملکردی مشاهده نشد. بر اساس اظهارات برخی از محققین اگر فیتاز به مقدار بیش از ۱۵۰۰ واحد فعال در هر کیلوگرم جیره‌های متعادل استفاده شود، آن وقت می‌توان شاهد بهبود عملکرد پرنده بود (۲۱) که این مقدار معادل بیش از ۳ برابر مقدار آنزیم فعال استفاده شده به ازاء هر کیلوگرم خوراک در این مطالعه می‌باشد. کفایت فسفر جیره مطابق نیاز پرنده، شاید مانعی برای عدم بروز توانایی منابع فیتاز برای بهبود صفات مهمی چون عملکرد باشد. گزارش‌هایی وجود دارد که نشان می‌دهد طی استفاده از جیره‌هایی که مواد مغذی آن‌ها، مانند فسفر، در حد استاندارد نیاز پرنده بود، فیتاز تغییری در عملکرد حیوان ایجاد ننمود (۱۹،۲۶). در مطالعه حاضر نیز به هنگام تهیه جیره‌های غذایی، نیاز همه مواد مغذی از جمله فسفر، بر حسب توصیه استاندارد محاسبه گردید. لذا مقدار مواد مغذی جیره از عواملی می‌باشد که می‌تواند عملکرد حیوان را با استفاده از فیتاز متأثر نماید. در این رابطه Babatunde و همکاران در سال ۲۰۲۰ طی بررسی با سه نوع فیتاز متفاوت گزارش نمودند در صورتی که میزان کلسیم و فسفر جیره‌های غذایی کمتر از حد نیاز پرنده باشد استفاده از فیتاز موجب افزایش وزن بدن جوجه‌های گوشتی می‌شود. در مطالعه Boney و Moritz در سال ۲۰۱۷ نیز مشاهده شد که افزودن فیتاز به جیره‌هایی که میزان کلسیم و فسفر آن‌ها



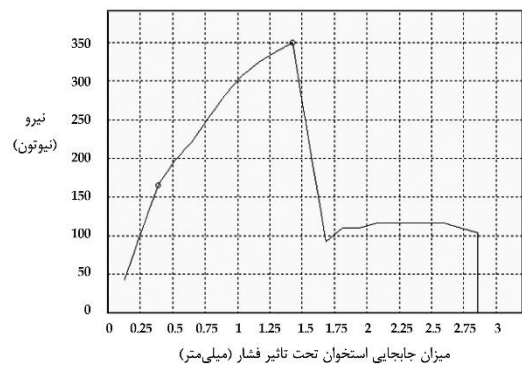
قابلیت دسترسی فسفر طی استفاده از فیتاز ممکن است نیاز پرنده به استفاده از فسفاتازهای آندوژن را کاهش دهد لذا با استفاده از فیتاز میزان آلکالین فسفاتاز خون کاهش می‌یابد. اما مطالعاتی نیز در دسترس است که نشان می‌دهد افزودن فیتاز به جیره تأثیر معنی‌داری در غلظت آنزیم آلکالین فسفاتاز خون ندارد (۱۰) در این مطالعه نیز مقدار آلکالین فسفاتاز خود تحت تأثیر مصرف فیتازهای مورد بررسی قرار نگرفت.

متغیرهای بیوشیمیایی خون در واقع شاخص‌های ناپایداری هستند که تغییرات آن‌ها می‌تواند متأثر از عوامل داخلی و خارجی مانند تغذیه حیوان باشد (۱۰). برخی از محققین نتیجه گرفتند مصرف فیتاز باعث افزایش پروتئین تام، گلوکز و HDL خون می‌شود (۱۰، ۱۲). ولی در این مطالعه، غلظت پروتئین تام، HDL، تری‌گلیسرید، کلسترول و گلوکز خون تحت تأثیر مصرف فیتاز قرار نگرفت. این نتایج مشابه با گزارش‌های برخی محققین می‌باشد (۶، ۲۶). بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که تفاوت در نتایج حاصل از مطالعه شاخص‌های بیوشیمیایی خون متأثر از مصرف فیتاز در آزمایش‌های گوناگون، می‌تواند ناشی از تفاوت منبع آنزیم فیتاز، مقدار آنزیم مصرفی، چگونگی افزودن آنزیم به جیره و روش‌های اندازه‌گیری شاخص‌های بیوشیمیایی خون باشد (۱۰، ۲۶).

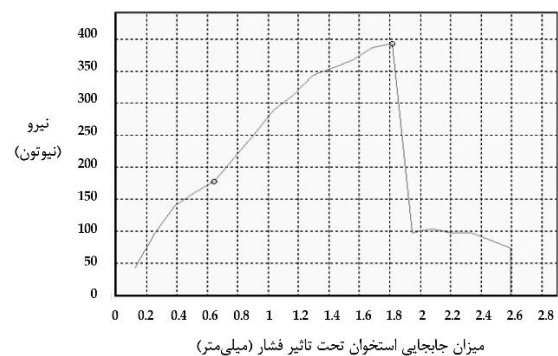
بیش از ۳۰ درصد فسفر جیره (۳۴) و ۸۰ درصد فسفر بدن (۲۲) در استخوان‌ها ذخیره می‌شود. بر اساس نتایج مطالعه حاضر میزان فسفر استخوان در گروه مصرف کننده فیتاز ژنوتیپ نوترکیب (گروه ۳)، به طور معنی‌داری بیشتر از گروه فیتاز قارچی (گروه ۲) بود. پیش‌تر نیز محققین نشان دادند قدرت آزادسازی فسفر از مولکول اسید فایبیک به منظور استفاده در بدن، می‌تواند متأثر از نوع آنزیم فیتاز متغیر باشد و فیتازهای حاصل از ژنوتیپ باکتریایی در pH متفاوت قسمت‌های مختلف کانال گوارش، از چینه‌دان تا بخش‌های پایین‌تر، در این رابطه از فعالیت خوبی برخوردار هستند (۵). میزان فسفر استخوان در فرآیند معدنی شدن و مقاومت استخوان در برابر نیروی شکست تأثیر مهمی دارد (۳۶). از این رو میزان استحکام استخوان شاخص مهمی است که می‌تواند معرف میزان آزادسازی فسفر تحت تأثیر آنزیم فیتاز و استفاده از آن توسط پرنده باشد (۵). نتایج مطالعات محققین نشان داد که با کاهش فسفر غیر آلی جیره غذایی، در برخی شرایط و حتی بدون تغییر عملکرد پرنده، میزان خاکستر و استحکام استخوان کاهش می‌یابد (۱۱، ۲۵، ۲۶). برخی از محققین گزارش نمودند، با استفاده



نمودار ۱. میزان مقاومت استخوان درشت‌نی گروه کنترل (شکست کامل استخوان تحت نیروی ۳۱۸ نیوتون بر میلی‌متر).



نمودار ۲. میزان مقاومت استخوان درشت‌نی گروه مصرف کننده فیتاز بر پایه قارچی (شکست کامل استخوان تحت نیرو ۳۴۹ نیوتون بر میلی‌متر).



نمودار ۳. میزان مقاومت استخوان درشت‌نی گروه مصرف کننده فیتاز ژنوتیپ نوترکیب (شکست کامل استخوان تحت نیرو ۳۹۲ نیوتون بر میلی‌متر).

شاخص‌های لاشه ایجاد نشد (۱۰،۲۸). در مطالعه حاضر نیز با استفاده از فیتازهای با منشأ متفاوت، تغییری در میزان شاخص‌های اندازه‌گیری شده لاشه مشاهده نشد. با ملاحظه به نتایج حاصل از بررسی‌های مختلف باید توجه داشت که از لحاظ فیزیکی و شیمیایی ارتباطات پیچیده‌ای میان فیتاز، فیتات، مواد معدنی و دیگر مواد مغذی در کانال گوارش وجود دارد (۲۴) و نتایج متفاوت حاصل از مصرف فیتاز در مطالعات محققین مختلف را می‌توان در دو بخش عوامل تغذیه‌ای مانند مقدار، نوع و منشأ فیتاز مصرفی، ترکیب جیره، مقدار کلسیم، فسفر و ویتامین D3 جیره غذایی و عوامل بیولوژیک مانند مقدار فیتاز طبیعی بدن، وضعیت سلامتی و نژاد جوجه‌های گوشتی مورد ارزیابی قرار داد (۲۵، ۲۱، ۱۹، ۱۷، ۵، ۳).

به طور کلی براساس نتایج مطالعه حاضر افزودن ۵۰۰ واحد فعال فیتاز حاصل از *آسپرژیلوس اوریزا* تغییر ژنوتیپ یافته با ژن‌های باکتری *سیتروباکتری راکی*، به هر کیلوگرم جیره جوجه خروس‌های گوشتی در مقایسه با فیتاز حاصل از *قارچ آسپرژیلوس نایجر*، می‌تواند سبب افزایش میزان فسفر خون و فسفر استخوان درشت‌نی و همچنین مقاومت استخوان شود ولی تفاوتی بین این دو آنزیم از نظر تأثیرگذاری بر عملکرد جوجه‌های گوشتی وجود ندارد.

### سپاسگزاری

بدین وسیله از آقای دکتر رامشگر مدیریت آزمایشگاه‌های دانشگاه آزاد اسلامی واحد بابل و همکاران مربوطه به جهت همکاری در اجرای مطالعه حاضر تقدیر و تشکر به عمل می‌آید.

### تعارض منافع

بین نویسندگان تعارض در منافع گزارش نشده است.

از آنزیم فیتاز و افزایش دسترسی فسفر مقاومت استخوان افزایش می‌یابد (۸،۲۱). در این مطالعه نیز میزان مقاومت استخوان تحت تأثیر نیروی شکست در گروه مصرف کننده فیتاز ژنوتیپ نو ترکیب (گروه ۳)، که از فسفر بیشتری در خون نیز برخوردار بود، نسبت به گروه کنترل بیشتر بود. افزایش فسفر خون می‌تواند زمینه‌ساز افزایش مقاومت استخوان باشد (۱۱).

برخی محققین، عنوان نمودند که افزودن فیتاز به جیره باعث افزایش درصد خاکستر، کلسیم و شاخص‌هایی مانند طول و قطر استخوان درشت‌نی می‌شود (۱۳،۲۳). اما در این مطالعه فیتازهای با منشأ متفاوت، تأثیری روی قطر دیافیز، طول استخوان، درصد خاکستر، درصد کلسیم و وزن خشک استخوان نداشت. نتایج این مطالعه مشابه با برخی از محققین می‌باشد (۲۳،۳۵) بر اساس نظر پژوهشگران نوع استخوان مورد آزمون و نژاد جوجه‌های گوشتی نقش مهمی روی نتایج حاصل از فیتاز بر شاخص‌های مورفولوژیک و شیمیایی استخوان دارد (۱۷،۲۵،۲۹). ساختمان استخوان در نژادهای مختلف جوجه‌های گوشتی متفاوت از هم بوده (۸،۱۰) و نشان داده شده است که استفاده از استخوان ران نسبت به دیگر استخوان‌های بدن برای مطالعه در سن ۴۲ روزگی مناسب‌تر از استخوان درشت‌نی است زیرا در این سن هنوز استخوان لگن در مقایسه با دیگر استخوان‌ها در حال مینراله شدن می‌باشد (۲۹).

براساس نتایج مطالعات به عمل آمده، استفاده از فیتاز به واسطه بهبود قابلیت هضم پروتئین و جذب آمینواسیدهای ضروری، خصوصاً لیزین، ممکن است سبب افزایش استحصال گوشت و لاشه جوجه‌های گوشتی شود. طی مطالعه Marchal و همکاران در سال ۲۰۲۰ با استفاده از فیتاز میزان گوشت سینه افزایش یافت. ولی در مطالعات برخی از محققین با استفاده از فیتاز تغییری در

## References

1. Abdollahi, M.R., Duangnumswang, Y., Kwakkel, R.P., Steinfeldt, S., Bootwalla, S.M., Ravindran, V. (2016). Investigation of the interaction between separate calcium feeding and phytase supplementation on growth performance, calcium intake, nutrient digestibility and energy utilisation in broiler starters. *Anim Feed Sci Technol*, 219, 48-58. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.05.017> PMID: 29786478
2. Al-Harathi, M.A., Attia, Y.A., El-Shafey, A.S., Elgandy, M.F. (2020). Impact of phytase on improving the utilisation of pelleted broiler diets containing olive by-products. *Ital J Anim Sci*, 19(1), 310-318. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2020.1740896>
3. Alamian, M.A., Khadem A.A., Sharifi S.D. (2012). Effect of natafous and safizyme in rice bran based rations of broilers. *J Anim Pro*, 14, 1-10. (In Persian)
4. Azartosht, S., Karimi, A., Sadeghi, G. (2017). Effects of dietary anion-cation balance during starter period on performance, small intestine morphology, serum electrolyte level, and tibial mineralization in broiler chicks. *Iran J Anim Sci*, 48, 19-28. (In Persian) <https://doi.org/10.22059/ijas.2017.216280.653470>
5. Babatunde, O.O., Jendza, J.A., Ader, P., Xue, P., Adedokun, S.A., Adeola, O. (2020). Response of broiler chickens in the starter and finisher phases to 3 sources of microbial phytase. *Poult Sci*, 99, 3997-4008. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.05.008> PMID: 32731987



6. Brodacki, A., Batkowska, J., Drabik, K. (2019). The impact of phytase feed supplementation on serum parameters, carcass characteristics and tissue mineral composition in female turkeys. *Europ Poult Sci*, 8, 31-9.
7. Boney, J.W., Moritz, J.S. (2017). Phytase dose effects in practically formulated diets that vary in ingredient composition on feed manufacturing and broiler performance. *J Appl Poult Res*, 26, 273-285. <http://dx.doi.org/10.3382/japr/pfw071>
8. Burton, E.J., Scholey, D.V., Belton, D.J., Bedford, M.R., Perry, C.C. (2020). Efficacy and stability of a novel silica supplement for improving bone development in broilers. *Br Poult Sci*, 61(6), 719-724. <https://doi.org/10.1080/00071668.2020.1799328> PMID: [32706262](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32706262/)
9. Chaves, N.R.B., Nascimento, K.M.R.S., Kiefer, C., Rosa M.S., Feitas, H.B., Paiva, L.L., Silva, T.R., Silva, L.A.R., Aleal, M.V. Souza A.I., Zanoelo F.F. (2020). Phytase and xylanase in diets with nutritional adjustments and their effects on serum biochemistry, morphometry and intestinal health of broilers. *An Acad Bras Cienc*, 92 (Suppl.1) <https://doi.org/10.1590/0001-3765202020190278> PMID: [32638858](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32638858/)
10. Ciurescu, G., Vasilachi, A., Grosu, H. (2020). Efficacy of microbial phytase on growth performance, carcass traits, bone mineralization, and blood biochemistry parameters in broiler turkeys fed raw chickpea (*Cicer arietinum L.*, cv. Burnas) diets. *J Appl Poult Res*, 29, 171-184. <https://doi.org/10.1016/j.japr.2019.10.004>
11. David, L.S., Abdollahi, M.R., Bedford, M.R., Ravindran, V. (2021). True ileal calcium digestibility in soybean meal and canola meal, and true ileal phosphorous digestibility in maize-soybean meal and maizecanola meal diets, without and with microbial phytase, for broiler growers and finishers. *Bri poul Sci*, 62, 293-303. <https://doi.org/10.1080/00071668.2020.1849559> PMID: [33196290](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33196290/)
12. Daramola, O.T. (2017). Haematological parameters, serum metabolites and enzyme activities of broiler chicken fed with or without phytase. *Asia J Adv in Agri Res*, 2(4), 1-7.
13. Dersjant-Li, Y., Belloa, A., Esteve-Garcia, E. Creus, C.R., Marchal, L. (2021). A novel consensus bacterial 6-phytase variant totally replaced supplemental inorganic phosphate from one day of age in both male and female broilers. *Bri poul Sci*, 63, 166-171. <https://doi.org/10.1080/00071668.2021.1929841> PMID: [33988059](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33988059/)
14. Ghaly, K.A., Osman, A.M.A., Abd EL-Latif, S.A., Mohammed, Kh.A., Abd El-Latif, M.A. (2017). Effect of phytase and enzymes mixture supplementation on some physiological responses of broiler chicks. *Egypt Poult Sci*, 37 (2), 379-390.
15. Gautier, A.E., Walk, C.L., Dilger, R.N. (2018). Effects of a high level of phytase on broiler performance, bone ash, phosphorus utilization, and phytate dephosphorylation to inositol. *Poult Sci*, 97(1), 211-218. <https://doi.org/10.3382/ps/pex291> PMID: [29077957](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29077957/)
16. Gonzalez-Uarquin, F., Molano, E., Heinrich, F., Sommerfeld, V., Rodehutschord, M., Hube K. (2020). Research note: Jejunal phosphatases and systemic myo-inositol in broiler chickens fed without or with supplemented phytase. *Poult Sci*, 99, 5972-5976. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.08.045> PMID: [33142514](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33142514/)
17. Kasraei, M., Sariri, R., Hesabi-Namaghi, A.R., Nasiri, M.R., Asodeh, A. (2019). Effect of recombinant fungal and bacterial phytase enzymes along with commercial sample on performance and bone and serum calcium and phosphorus concentrations in broiler chicks. *Anim Prod Res*, 8, 79-90. (In Persian) <https://doi.org/10.22124/ar.2019.12430.1381>
18. Khorshidi, F., Karimi –Torshizi, M.A., Ahmadi, H., Arak, H., Mojgani, N. (2020). The efficiency of probiotic and toxin binders (Organic and Inorganic) in amelioration of aflatoxin impact on performance, serum biochemistry and tibia characteristics in broiler chickens. *J Vet Res*, 75(3), 431-441. (In Persian) <https://doi.org/10.22059/JVR.2019.273836.2888>
19. Lee, S.A., Dunne, J., Febery, E., Wilcock, P., Mottram, T., Bedford, M.R. (2018). Superdosing phytase reduces real-time gastric pH in broilers and weaned piglets. *Br Poult Sci*, 59(3), 330-339. <https://doi.org/10.1080/00071668.2018.1440379> PMID: [29432032](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29432032/)
20. Lima, G. S., Lima, M.R., Gomes, G.A., Cavalcante, D.T., Guerra, R.R., da Silva, J. H.V., Costa, F.G.P. (2021). Superdosing of bacterial phytase (EC 3.1. 3.26) in broiler diets with reduced levels of digestible amino acids. *Livest Sci*, 253, 104714. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2021.104714>
21. Liu, Y.F., Zhang, Y.K.Y., Zhang, Y., Bai, S.P., Ding, X.M., Wang, J.P., Peng, H.W., Xuan, Y., Su, Z.W., Zeng, Q.F. (2020). Effects of graded levels of phytase supplementation on growth performance, serum biochemistry, tibia mineralization, and nutrient utilization in Pekin ducks. *Poult Sci*, 99, 4845-4852. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.06.047> PMID: [32988521](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32988521/)
22. Malayeri, F., Modirsanei, M., Mohsen Farkhoy, M., Rezaeiyan, M., Hashemzadeh, M., Jila Honarзад, J. (2020). Evaluation of calcium and phosphorus digestibility in di-calcium phosphate samples produced in Iran in male broilers with ileal and total gastro-intestinal tract methods. *J Vet Res*, 75(3), 452-462. (In Persian) <https://doi.org/10.22059/JVR.2019.259902.2808>
23. Manobhavan, M., Elangovan, A.V., Sridhar, M., Shet, D., Ajith, S., Pal, D.T., Gowda, N. K.S. (2016). Effect of super dosing of phytase on growth performance, ileal digestibility and bone characteristics in broilers fed corn-soya-based diets. *J Anim Physiol Anim Nutr*, 100(1), 93-100. <https://doi.org/10.1111/jpn.12341> PMID: [25916327](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25916327/)
24. Marchal, L., Bello, A., Sobotik, E.B., Archer, G., Dersjant-Li, Y. (2021). A novel consensus bacterial 6-phytase variant completely replaced inorganic phosphate in broiler diets, maintaining growth performance and bone quality: data from two independent trials. *Poult Sci*, 100, 100962. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.12.059> PMID: [33652522](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33652522/)
25. Mohammed, A.A., Zaki, R.S., Negm, E.A., Mahmoud, M.A., Chen, H.W. (2021). Effects of dietary supplementation of a probiotic (*Bacillus subtilis*) on bone mass and meat quality of broiler chickens. *Poult Sci*, 100, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.11.073> PMID: [33518351](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33518351/)
26. Momeneh, T., Karimi, A., Sadeghi, G., Vaziry, A., Bedford, M.K. (2018). Evaluation of dietary Calcium level and source of phytase on growth performance, serum metabolites and ileum mineral contents in broiler chicks adequate phosphorus diet from one to 28 days of age. *Poult Sci*, 97, 1283-1289. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pex432> PMID: [29365161](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29365161/)
27. Moss, A.F., Chrystal, P.V., Dersjant-Li, Y., Liu, S.Y., Selle, P.H. (2019). The ranked importance of dietary factors influencing the performance of broiler chickens offered phytase-supplemented diets by the Plackett-Burman screening design. *Br Poult Sci*, 60(4), 439-448. <https://doi.org/10.1080/00071668.2019.1605154> PMID: [30966791](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30966791/)

28. Poernama, F., Wibowo, T.A., Liu, Y.G. (2021). The effect of feeding phytase alone or in combination with nonstarch polysaccharides-degrading enzymes on broiler performance, bone mineralization, and carcass traits. *J Appl Poult Res*, 30, 100134. <https://doi.org/10.1016/j.japr.2020.100134>
29. Scholey, D.V., Burton, E.J. (2017). The effect of bone choice on quantification of mineralization in broiler chickens up to 6 weeks of age. *J Appl Poult Res*, 26, 485-490. <http://dx.doi.org/10.3382/japr/pfx020>
30. Sens, R.F., Bassi, L.S., Almeida, L.M., Rosso, D.F., Teixeira, L.V., Maiorka, A. (2021). Effect of different doses of phytase and protein content of soybean meal on growth performance, nutrient digestibility, and bone characteristics of broilers. *Poult Sci*, 100, 100917. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.12.015> PMID: 33518330
31. Shaw, A.L., Blake, P.J., Moran, E.T. (2010). Effects of flesh attachment in bone breaking and phosphorus concentration on performance of broilers hatched from young and old flocks *Poult Sci*, 89(2), 295- 302. <https://doi.org/10.3382/ps.2009-00402> PMID: 20075282
32. Sommerfeld, V., K'unzel, S., Schollenberger, M., Kuhn, I., Rodehutsord, M. (2018). Influence of phytase or myo-inositol supplements on performance and phytate degradation products in the crop, ileum, and blood of broiler chickens. *Poult Sci*, 97, 920-929. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pex390> PMID: 29300969
33. Sousa, J.P.L.D., Albino, L.F.T., Vaz, R.G.M.V., Rodrigues, K.F., Silva, G.F.D.A., Renno, L. N., Barros, V.R.S.M., Kaneko, I.N. (2015). The effect of dietary phytase on broiler performance and digestive and blood biochemistry characteristics. *Poult Sci*, 17, 69-76. <https://doi.org/10.1590/1516-635x170169-76>
34. Wang, J., Patterson, R., Kim, W.K. (2021). Effects of phytase and multcarbohydrase on growth performance, bone mineralization, and nutrient digestibility in broilers fed a nutritionally reduced diet. *J Appl Poult Res*, 30, 100146. <https://doi.org/10.1016/j.japr.2021.100146>
35. Weremko, D., Fandrejowski, H., Raj, S., Skiba, G. (2001). Enzymatic efficiency of plant and microbial phytase in cereal-rapeseed diets for growing pigs. *J Anim Feed Sci*, 10, 649-660. <https://doi.org/10.22358/jafs/68017/2001>
36. Zanu, H.K., Kheravii, S.K., Morgan, N. K., Bedford, M.R., Swick, R.A. (2020). Interactive effect of dietary calcium and phytase on broilers challenged with subclinical necrotic enteritis: part 2. Gut permeability, phytate ester concentrations, jejunal gene expression, and intestinal morphology. *Poult Sci*, 99, 4914-4928. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.06.030> PMID: 32988528
37. Zarei M.A., Mohammadi R. (2019). Screening for wheat phytase, inhibitory or activating effect, among methanol extract of some kurdistan province native plants. *J Vet Res*, 74(4), 554-62. (In Persian) <https://10.22059/jvr.2018.250154.2750>



## Comparative Study of the Effects of Different Sources of Phytase on Growth Performance, Blood Parameters, Along with Bone and Carcass Characteristics of Male Broilers

Shaghayegh Rasoli<sup>1</sup>, **Hamid-Reza Aliakbarpour**<sup>2</sup>, Seyed-Mohammad Hosseini<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Graduated from the Faculty of Veterinary Medicine, Babol Branch, Islamic Azad University, Babol, Iran

<sup>2</sup> Department of Animal and Poultry Health and Nutrition, Faculty of Veterinary Medicine, Babol Branch, Islamic Azad University, Babol, Iran

<sup>3</sup> Department of Basic Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Babol Branch, Islamic Azad University, Babol, Iran

doi: [10.22059/jvr.2022.326829.3174](https://doi.org/10.22059/jvr.2022.326829.3174)

Received: 29 September 2021, Accepted: 19 December 2021

### Abstract

**BACKGROUND:** There are different kinds of phytase from different sources used in poultry nutrition.

**OBJECTIVES:** The present study aimed to evaluate the effects of addition of 2 sources of 6- phytase to the diet of male broilers in terms of growth performance, Tibia biometric, breaking straight, mineralization, blood biochemical parameters, and carcass yield.

**METHODS:** Herein, we recruited 216 1-d-old male Ross broilers and divided them to three experimental groups and six replications for 42 D. The treatment (T) diets included: T1 (without phytase (control)), T2 (supplemented with 500 FTU/kg diet of *Aspergillus niger* phytase (fungi phytase)), T3 (supplemented with 500 FTU/kg diet of phytase produced by a genetically modified strain of *Aspergillus oryzae* by donor *Citrobacter braakii* gene (genetically modified phytase)).

**RESULTS:** Serum P in the birds supplemented by genetically modified phytase was higher compared with that in the control birds ( $P < 0.05$ ). Additionally, Tibia P in this group was higher than that of birds supplemented by fungi phytase ( $P < 0.05$ ). However, Tibia breaking straight in birds supplemented by genetically modified phytase did not differ significantly with those fed with a diet with fungi phytase. Meanwhile, Tibia breaking straight in birds supplemented by genetically modified phytase was higher than control ( $P < 0.05$ ). Growth performance, Tibia length, diameter, ash, Ca, dry weight, average serum HDL, Triglycerid, Cholesterol, Ca, Alkaline phosphatase, Glucose, Total Protein, and Carcass yield were not significantly different among any of the treatments.

**CONCLUSIONS:** Supplementation of male broilers diet with genetically modified phytase (500 FTU/kg), without any differences in terms of performance, could increase P of serum, P of Tibia and breaking straight of Tibia compared to supplementation diet with *Aspergillus niger* phytase.

**Keywords:** Phytase, Bone, Performance, Broilers, Carcass

Copyright © 2020. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution- 4.0 International License which permits Share, copy and redistribution of the material in any medium or format or adapt, remix, transform, and build upon the material for any purpose, even commercially.

Corresponding author's email: [hraliakbarpour@gmail.com](mailto:hraliakbarpour@gmail.com) Tel/Fax: 0113-2362823/0114-2033620

### How to cite this article:

Rasoli, S., Aliakbarpour, H., Hosseini, S. (2022). Comparative Study of the Effects of Different Sources of Phytase on Growth Performance, Blood Parameters, Along with Bone and Carcass Characteristics of Male Broilers. J Vet Res, 76(4), 421-431. <https://doi.org/10.22059/jvr.2022.326829.3174>

### Figure Legends and Table Captions

**Table 1.** Composition and calculated analysis of the experimental diets.

**Table 2.** Effects of different sources of phytase on growth performance of the studied broilers at different ages (mean±SD).

**Table 3.** Effects of different sources of phytase on biochemical blood parameters of the broilers at the age of 42 days (mean±SD).

**Table 4.** Effects of different sources of phytase on strength and chemical and biometric characteristics of Tibia in the broilers at the age of 42 days (mean±SD).

**Table 5.** Effects of different sources of phytase on Carcass characteristics of the broilers at the age of 42 days (mean±SD).

**Graph 1.** Tibia strength in the control broilers (energy to fracture is 318 N/mm).

**Graph 2.** Tibia strength in the broilers supplemented with fungi phytase (energy to fracture is 349 N/mm).

**Graph 3.** Tibia strength in the broilers supplemented with genetically modified phytase (energy to fracture is 392 N/mm).