

"مقاله پژوهشی"

**اثر سطوح کلسیم و فسفر با و بدون آنزیم فیتاز  
 بر عملکرد، آنزیم‌های کبدی و فراسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی سویه آرین**

مهدی کسرابی<sup>۱</sup> و علیرضا حسابی نامقی<sup>۲</sup>

۱- فارغ‌التحصیل دکتری بیوشیمی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران، (نویسنده مسوول: mk.jahad@yahoo.com)

۲- بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان آموزش، تحقیقات و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۲/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۳/۲۶

صفحه: ۳۲ تا ۳۸

چکیده

این آزمایش به منظور بررسی سطوح مختلف کلسیم و فسفر (با و بدون آنزیم فیتاز) بر عملکرد، آنزیم‌های کبدی و فراسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی سویه آرین انجام شد. به این منظور تعداد ۲۸۸ جوجه گوشتی یک روزه سویه آرین در قالب طرح کاملاً تصادفی به ۶ تیمار، ۴ تکرار و ۱۲ قطعه جوجه در هر تکرار تقسیم شدند. تیمارهای مورد آزمایش شامل: گروه شاهد (توصیه سویه تجاری، ۱ درصد کلسیم و ۰/۵ درصد فسفر)، ۱۵ و ۳۰ درصد کاهش (با و بدون آنزیم فیتاز) و ۱۵ درصد افزایش در سطوح کلسیم و فسفر بود. نتایج نشان داد که جیره ۱۵ درصد کلسیم و فسفر کمتر از شاهد بیشترین مصرف خوراک، اضافه وزن و بهترین ضریب تبدیل را در کل دوره (۱-۴۲ روزگی) به خود اختصاص داد که دارای اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها بود ( $p < 0/05$ ). تیمارهای آزمایشی تاثیر معنی‌داری بر غلظت آنزیم‌های کبدی AST، ALP و LDH داشتند و تفاوت معنی‌داری مشاهده شد ( $p < 0/05$ )، اما در غلظت آنزیم کبدی ALT تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مختلف مشاهده نشد ( $p > 0/05$ ). تیمارهای آزمایشی به طور معنی‌داری سبب تغییر غلظت فراسنجه‌ها خونی شامل فسفر، سدیم و پتاسیم شدند ( $p < 0/05$ )، اما تاثیر معنی‌داری بر غلظت کلسیم خون جوجه‌های گوشتی نداشت ( $p > 0/05$ ). غلظت منیزیم در ۲۱ روزگی به طور معنی‌داری تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت ( $p < 0/05$ )، اما در سن ۴۲ روزگی اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی مشاهده نشد ( $p > 0/05$ ). به طور کلی می‌توان نتیجه‌گیری نمود که با استفاده از سطوح ۱۵ درصد کلسیم و فسفر کمتر از جیره شاهد (احتیاجات توصیه شده سویه) منجر به بیشترین خوراک مصرفی، افزایش وزن و بهترین ضریب تبدیل شده است.

واژه‌های کلیدی: آنزیم فیتاز، آنزیم‌های کبدی و جوجه گوشتی

مقدمه

نتایج مختلف در خصوص تاثیر استفاده از سطوح مختلف کلسیم و فسفر در جیره جوجه‌های گوشتی است. شیخ‌لار و همکاران (۲۱) بیان داشتند که سطوح مختلف کلسیم و فسفر جیره تاثیر معنی‌داری بر مصرف خوراک و افزایش وزن جوجه‌های گوشتی نداشت. اما پیتر (۱۶) گزارش نمود که درصد کلسیم و فسفر جیره در مرحله پایانی رشد بر ضریب تبدیل موثر است. به طوری که بهترین ضریب تبدیل در سطوح کلسیم بیش از ۷۰ درصد میزان توصیه شده به همراه حدود ۰/۲۷ درصد فسفر غیر فیتاتی می‌باشد. همچنین افزایش کلسیم جیره به میزان بیشتر از ۸۵ درصد به همراه ۰/۳۷ درصد فسفر غیر فیتاتی بین سن ۴۵-۱۰ روزگی باعث افزایش جذب بهتر فسفر شد (۱۶). افزایش نسبت کلسیم به فسفر جیره باعث افزایش ظرفیت نگهداری خاکستر استخوان ران و تعادل کلسیم شد. مصرف فیتاز، کاهش دفع فسفر فیتاتی را در جوجه‌های گوشتی به دنبال داشت. در آزمایشی استفاده از فیتازهای با منشاء متفاوت سبب بهبود در عملکرد، معدنی شدن استخوان، افزایش جذب کلسیم، فسفر کل، فسفر فیتاتی و بهبود مصرف ازت شد. در حالی که دفع فسفر را کاهش داد (۱۰،۶).

آنزیم ALP کبدی به عنوان متالو آنزیم نقش مهمی را در معدنی شدن استخوان بازی می‌کند. در حالی که با کاهش سطوح فسفر جیره، سطح ALP سرم خون افزایش می‌یابد. گزارش شده است که خوک‌ها و جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با فیتاز، سطوح ALP سرم کمتری را نشان دادند (۱۱). غلظت‌های فسفر سرم خون از سطوح فسفر جیره تاثیر می‌پذیرند و به صورت افزایش خطی به سطوح فسفر جیره

بخشی از فسفر موجود در مواد خوراکی با منشاء گیاهی به‌ویژه دانه غلات به‌صورت متصل به اسید فیتیک<sup>۱</sup> است، که به اصطلاح فسفر فیتاتی نامیده می‌شود. فسفر فیتاتی در دانه غلات و بقولات به ترتیب ۵۰ تا ۷۵ درصد کل فسفر موجود در دانه را به خود اختصاص می‌دهد. فیتات با تشکیل کمپلکس نامحلول با مواد معدنی همانند نیکل، کبالت، منگنز، آهن و روی سبب اختلال در جذب و موجب کمبود آنها و افزایش دفع آنها می‌شود (۱۵،۸). از طرف دیگر پایین بودن قابلیت دسترسی فسفر موجود در منابع گیاهی علاوه بر افزایش استفاده از منابع فسفر غیر آلی باعث ورود فسفر اضافی به آب‌های سطحی شده و موجب افزایش آلودگی آب می‌شود (۴). مطالعات انجام گرفته بیانگر این است که میزان دفع فسفر در مدفوع خوک و طیور بیشتر از فسفر موجود در مدفوع سایر دام‌ها می‌باشد، که این خود موجب افزایش حساسیت در ارتباط با آلودگی‌های زیست محیطی دفع فضولات خوک و طیور شده است (۷). یکی از روش‌های موثر در جهت بهبود قابلیت هضم فیتات در جیره حیوانات، توسعه صنعت تولید آنزیم و مکمل کردن جیره‌ها با منابع فیتاز میکروبی یا قارچی می‌باشد. افزودن مکمل فیتاز به جیره سبب افزایش قابلیت هضم، جذب و ابقاء کلسیم در جوجه‌های گوشتی می‌شود (۷،۲۲). همچنین سبب افزایش قابلیت دسترسی فسفر به میزان ۴۲ تا ۹۵ درصد می‌گردد (۳،۲). مطالعات نشان می‌دهد، وقتی که فیتاز بر ملکول فیتات اثر می‌کند باعث افزایش حلالیت و کاهش اثرات ضد تغذیه‌ای آن بر اسیدهای آمینه و مواد معدنی می‌شود (۱۵،۵). بررسی‌ها نشان‌دهنده

1- Phytic acid

شاهد همراه با آنزیم فیتاز (E) (۱۰۰۰ واحد در یک کیلوگرم جیره)، تیمار پنجم: مقدار کلسیم و فسفر ۳۰ درصد کمتر از جیره شاهد، تیمار ششم: مقدار کلسیم و فسفر ۳۰ درصد کمتر از جیره شاهد همراه با آنزیم فیتاز (۱۰۰۰ واحد در کیلوگرم جیره). جیره‌های مصرفی بر اساس توصیه‌های سویه آرین تنظیم شدند (۹) و ترکیب این جیره‌ها در جدول یک نشان داده شده است. مصرف خوراک و افزایش وزن جوجه‌های گوشتی در دوره‌ها ۰-۱۰ روزگی، ۱۱-۲۸ روزگی و ۲۹-۴۲ روزگی اندازه‌گیری شد.

جهت اندازه‌گیری آنزیم‌های کبدی و فراسنجه‌های خونی، در سن ۲۱ و ۴۲ روزگی دوره آزمایش از هر تکرار دو قطعه جوجه به‌صورت تصادفی انتخاب شدند. پس از خونگیری از ورید بال، نمونه‌های خون به آزمایشگاه منتقل و برای جدا شدن سرم از لخته به‌مدت ۲ تا ۴ ساعت در دمای اتاق نگهداری شدند. پس از گذشت این زمان برای اطمینان از عدم باقی‌ماندن لخته خون به‌مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند. سپس نمونه‌های سرم جداسازی شده به میکروتیوب منتقل شدند و تا زمان اندازه‌گیری فراسنجه‌های خونی مورد نظر در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند (۲۲). برای اندازه‌گیری آنزیم‌های کبدی و فراسنجه‌های خونی از کیت‌های تجاری پارس آزمون و دستگاه اتوآنالیزر ( Selectra XL, Vital Scientific, ) (Netherlands) استفاده شد.

کلیه داده‌های جمع‌آوری شده در واحد مرغداری و آزمایشگاه (شامل عملکرد، فراسنجه‌های خونی و آنزیم‌های کبدی) وارد برنامه اکسل شدند. داده‌های درصدی قبل از آنالیز با استفاده از آرک سینوس ریشه دوم نرمال شدند (۱)، و با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (ویرایش ۹/۱) و رویه خطی (GLM) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند (۲۰). جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمون مقایسه‌ای چند دامنه‌ای دانکن و در سطح معنی‌دار ۵ درصد استفاده شد.

وابستگی دارند (۱۶). درحالی‌که ترکیبات فیتاز جیره به‌طور معنی‌داری غلظت‌های فسفر سرم خون را در طول آزمایش افزایش داد. ولی سطوح کلسیم سرم تنها در سه هفته اول آزمایش تاثیر پذیرفت. در آزمایشی نشان داده شد که سطوح فسفر جیره و فعالیت ALP سرم معکوس هم بودند. به‌طوریکه کاهش فعالیت ALP سرم در گروه دریافت‌کننده فیتاز افزایش سطوح فسفر جیره را نشان داد (۲۳). نورمحمدی و همکاران (۱۴) گزارش نمودند، که افزایش آنزیم فیتاز به جیره طيور سبب کاهش غلظت آنزیم آلکالین فسفاتاز کبدی می‌شود. همچنین با افزایش آنزیم فیتاز در جیره طيور کاهش در میزان آنزیم لاکتات دهیدروژناز سرم خون مشاهده شد. با توجه به اینکه تاکنون مطالعات کمتری بر تاثیر سطوح مختلف کلسیم و فسفر بر آنزیم‌های کبدی و فراسنجه‌های خونی در جوجه‌های گوشتی سویه آرین صورت گرفته‌است، لذا هدف از این تحقیق بررسی تاثیر سطوح مختلف کلسیم و فسفر (با یا بدون آنزیم فیتاز) بر عملکرد و آنزیم‌های کبدی ALT, AST, (ترانس آمینازها)، LDH (احیاء‌کننده پیرووات به لاکتات)، ALP (آلکالین فسفاتاز آنزیم هیدرولازی که فسفات آلی را به معدنی تبدیل می‌کند) و فراسنجه‌های خونی (فسفر، کلسیم، منیزیم، پتاسیم و سدیم) در جوجه‌های گوشتی سویه آرین بوده است.

### مواد و روش‌ها

این پژوهش با استفاده از ۲۸۸ جوجه یک روزه آرین در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۶ تیمار، ۴ تکرار و ۱۲ قطعه جوجه در هر تکرار در مرغداری مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی و با همکاری آزمایشگاه بخش بیوشیمی بیمارستان قائم (عج) مشهد انجام شد. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از: تیمار یک: میزان کلسیم و فسفر جیره بر اساس توصیه سویه آرین (جیره شاهد)، تیمار دوم: میزان کلسیم و فسفر ۱۵ درصد بیشتر از جیره شاهد، تیمار سوم: مقدار کلسیم و فسفر ۱۵ درصد کمتر از جیره شاهد، تیمار چهارم: مقدار کلسیم و فسفر ۱۵ درصد کمتر از جیره

جدول ۱- مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی

Table 1. Ingredients and chemical composition of experimental diets												
۲۹-۴۲ روزگی			۱۱-۲۸ روزگی			۰-۱۰ روزگی			مواد خوراکی (کیلو در تن)			
٪۱۵ بیشتر	شاهد	٪۱۵ کمتر	٪۳۰ کمتر	شاهد	٪۱۵ بیشتر	٪۳۰ کمتر	٪۱۵ بیشتر	شاهد	٪۱۵ کمتر	٪۳۰ کمتر		
۶۴۹/۷	۶۶۱	۶۷۲/۸	۶۸۴/۶	۶۰۰	۶۰۹/۴	۶۲۱/۷	۶۳۴	۵۴۹/۶	۵۶۲/۵	۵۷۵/۳	۵۸۸/۶	ذرت
۲۸۶	۲۸۳/۷	۲۸۱/۵	۲۷۹	۳۳۱/۷	۳۳۰	۳۲۸	۳۲۵/۴	۳۷۵	۳۷۲/۵	۳۷۰	۳۶۷	کیناله سویا
۱۱	۹/۹	۸/۷	۷/۵	۱۲/۴	۱۱/۲	۹/۷	۸/۴	۱۱/۹	۱۰/۶	۹/۳	۸	کربنات کلسیم
۱۷/۶	۱۴	۹/۸	۵/۹	۲۰	۱۷/۶	۱۳/۳	۹/۳	۲۴	۱۹/۶	۱۵/۳	۱۱	روغن
۲۴/۶	۲۰/۳	۱۶/۱	۱۱/۹	۲۴/۲	۲۰/۱	۱۵/۶	۱۱/۲	۲۷/۴	۲۲/۷	۱۸	۱۳/۳	دی کلسیم فسفات
۳/۲	۳/۲	۳/۲	۳/۲	۳/۳	۳/۳	۳/۳	۳/۳	۳/۴	۳/۴	۳/۴	۳/۴	نمک
۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	مکمل (ویتامینی و معدنی) <sup>۱</sup>
۱/۶	۱/۶	۱/۶	۱/۶	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۱	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	دی-آل-متیونین
۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۲/۳	۲/۳	۲/۳	۲/۳	۲/۳	۲/۳	۲/۳	۲/۳	آل-لیزین
۲۹۳۰	۲۹۳۰	۲۹۳۰	۲۹۵۰	۲۹۳۰	۲۹۳۰	۲۹۳۰	۲۹۳۰	۲۹۰۰	۲۹۰۰	۲۹۰۰	۲۹۰۰	انرژی (کیلوکالری بر کیلوگرم جیره)
۱/۸۸	۱/۸۸	۱/۸۸	۱/۸۸	۲/۰۵	۲/۰۵	۲/۰۵	۲/۰۵	۲۲	۲۲	۲۲	۲۲	پروتئین (%)
۱/۰۹	۰/۹	۰/۷۶۵	۰/۶۳	۱/۰۹	۰/۹۵	۰/۸	۰/۶۶۵	۰/۷	۰/۷	۰/۷	۰/۷	کلسیم (%)
۰/۵۱۷	۰/۴۵	۰/۳۸۲	۰/۳۱۵	۰/۵۱۷	۰/۴۵	۰/۳۸۸	۰/۳۱۱	۰/۵۷۵	۰/۵	۰/۴۲۵	۰/۳۵	فسفر (%)
۱/۰۲	۱/۰۲	۱/۰۲	۱/۰۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳	لیزین (%)
۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸۸	۰/۸۸	۰/۸۸	۰/۸۸	متیونین+سیستین (%)
۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۵۲	۰/۵۲	۰/۵۲	۰/۵۲	متیونین (%)
۰/۸۴	۰/۸۴	۰/۸۴	۰/۸۴	۰/۸۴	۰/۸۴	۰/۸۴	۰/۸۴	۰/۸۸	۰/۸۸	۰/۸۸	۰/۸۴	ترئونین (%)
۰/۲۷	۰/۲۷	۰/۲۷	۰/۲۷	۰/۲۷	۰/۲۷	۰/۲۷	۰/۲۷	۰/۲۷	۰/۲۷	۰/۲۷	۰/۲۷	تریپتوفان (%)

## نتایج و بحث

میانگین مصرف خوراک جوجه‌های تغذیه شده با سطوح مختلف کلسیم و فسفر مربوط به دوره‌های مختلف پرورش در جدول شماره ۲ آمده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، در تمام دوره‌های مورد مطالعه، خوراک مصرفی تحت‌تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت ( $p < 0/05$ ). در سن ۱۰-۱۱ روزگی اختلاف معنی‌داری بین تیمارها وجود داشت، و تیمار شاهد و ۱۵- همراه با آنزیم (۱۵E-) به ترتیب کمترین و بیشترین میانگین مصرف خوراک را به خود اختصاص دادند، اما اختلاف معنی‌داری بین سایر تیمارها با تیمار شاهد مشاهده نشد. در سن ۲۸-۱۱ روزگی اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی مشاهده گردید ( $p < 0/05$ )، و تیمارهای ۳۰- و ۱۵+ کمترین و بیشترین خوراک مصرفی رو به خود اختصاص دادند که اختلاف آنها با تیمار شاهد نیز معنی‌دار بود. در سن ۴۲-۲۹ روزگی تیمارهای ۱۵- و ۱۵+ به ترتیب کمترین و بیشترین خوراک مصرفی را داشتند که اختلاف آنها با تیمار شاهد و سایر تیمارها معنی‌دار بود ( $p < 0/05$ ). در کل دوره (۴۲-۱) خوراک تیمارهای ۱۵- و ۱۵+ به ترتیب بیشترین و کمترین خوراک مصرفی را داشتند که اختلاف آنها با تیمار شاهد و سایر تیمارهای معنی‌دار بود ( $p < 0/05$ ).

برخی مطالعات نشان داده اند که سطوح مختلف کلسیم و فسفر جیره تأثیر معنی‌داری بر مصرف خوراک جوجه‌های گوشتی نداشته است (۲۱)، اما محققان دیگر بیان داشتند که افزایش کلسیم جیره به میزان بیشتر از ۸۵ درصد به همراه ۳۷/۰ درصد فسفر غیرفیتاتی بین سن ۴۵-۱۰ روزگی باعث افزایش جذب بهتر فسفر شد (۱۶). همان‌طور که نتایج این پژوهش نشان داد، بیشترین مصرف خوراک در کل دوره در تیمار ۱۵- مشاهده گردید. که این تیمار بالاترین وزن زنده را نیز نشان داد. از آنجایی که مصرف خوراک در جوجه‌های گوشتی یکی از عواملی است که خصوصیات مرتبط با عملکرد را در اکثر موارد بهبود می‌بخشد، بنابراین احتمالاً نیاز به کلسیم و فسفر در جوجه‌های آرین کمتر از سایر سویه‌های تجاری و کمتر از مقدار پیشنهادی برای این سویه می‌باشد.

در جدول شماره ۲ اثر سطوح مختلف کلسیم و فسفر بر افزایش وزن در دوره‌های مختلف پرورش آورده شده است. افزایش وزن جوجه‌های گوشتی مورد مطالعه تحت‌تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت و اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده شد ( $p < 0/05$ ). در سن ۱۰-۰ روزگی اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای ۳۰- و ۱۵- مشاهده شد، که کمترین مقدار افزایش وزن مربوط به تیمار شاهد و بیشترین آن مربوط به تیمار ۳۰+E- بود. در سن ۲۸-۱۱ روزگی اختلاف معنی‌داری بین گروه شاهد با ۱۵- و ۱۵E- (تیمار ۱۵- به همراه آنزیم) وجود دارد و بدین ترتیب بیشترین و کمترین افزایش وزن در تیمار ۱۵E- و شاهد مشاهده گردید. در سن ۴۲-۲۹ روزگی بین تیمارهای ۱۵- و ۱۵E- به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار افزایش وزن داشتند که اختلاف آنها با تیمار شاهد معنی‌دار بود ( $p < 0/05$ ). افزایش وزن در کل دوره تحت‌تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت و اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی مشاهده

شد ( $p < 0/05$ ). در کل دوره تیمار ۱۵- بیشترین افزایش وزن و تیمار ۱۵+ کمترین افزایش وزن را داشت ( $p < 0/05$ )، و این اختلاف با تیمار شاهد و سایر تیمارها نیز معنی‌دار بود. بر خلاف نتایج این پژوهش محققین نشان دادند که افزایش ۹۴/۰-۹۰/۰ درصد کلسیم و ۴۴/۰-۴۲/۰ درصد فسفر غیرفیتاتی در مرحله اولیه باعث افزایش وزن شد و همچنین افزایش ۹۰/۰-۷۵/۰ درصد کلسیم و ۴۴/۰-۴۱/۰ درصد فسفر غیرفیتاتی در مرحله رشد باعث افزایش وزن گردید (۲۲، ۱۳). از طرفی مطالعه دیگر نشان داد که سطوح مختلف کلسیم و فسفر جیره تأثیر معنی‌داری بر اضافه وزن جوجه‌های گوشتی نداشته است (۲۱). این اختلاف نتایج می‌تواند به دلیل تفاوت در سویه‌های مورد استفاده و احتیاجات پایه آنها بوده باشد. محققین بیان داشتند که کاهش فسفر جیره با افزایش حداقل ۱۰۰۰ واحد بر کیلوگرم آنزیم فیتاز سبب جبران افزایش وزن جوجه‌های گوشتی می‌شود. ولی مقدار کمتر از ۵۰۰ واحد بر کیلوگرم فیتاز اثر کمبود فسفر را جبران نخواهد کرد (۱۲، ۱۹). اما همان‌گونه که مشاهده شد در این آزمایش افزودن آنزیم نه تنها سبب جبران این کاهش وزن نشد بلکه خود سبب گردید که تیمارهای مصرف‌کننده جیره‌های حاوی آنزیم افزایش وزن کمتری نسبت به تیمار شاهد و سایر تیمارها داشته باشند که این نشان می‌دهد میزان احتیاجات بیان‌شده برای جوجه گوشتی آرین بیشتر از نیاز واقعی این سویه است. ضریب تبدیل خوراک جوجه‌های گوشتی مورد مطالعه در جدول ۲ آمده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود در کل دوره‌ها ضریب تبدیل خوراک تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت ( $p < 0/05$ ). در سن ۱۰-۱۱ روزگی بهترین ضریب تبدیل در تیمار ۳۰E- مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد و سایر تیمارها دارد، اما بین تیمار شاهد و سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. ضریب تبدیل خوراک در سن ۲۸-۱۱ نیز تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت و تیمار ۱۵E- بهترین و تیمار ۳۰- بدترین ضریب تبدیل را داشتند ( $p < 0/05$ ). در سن ۴۲-۲۹ روزگی تیمار ۱۵- بهترین ضریب تبدیل و تیمارهای ۱۵+ و ۱۵E- بدترین ضریب تبدیل خوراک را به خود اختصاص دادند که اختلاف آنها با تیمار شاهد و سایر تیمارها معنی‌دار بود ( $p < 0/05$ ).

در کل دوره (سن ۴۲-۰ روزگی) اختلاف معنی‌داری بین گروه‌های ۱۵- و ۳۰E- با سایر تیمارهای آزمایشی مشاهده می‌شود ( $p < 0/05$ ). بهترین ضریب تبدیل را تیمار ۱۵- و ۳۰E- در این دوره به خود اختصاص دادند. افزودن آنزیم به تیمارهای ۱۵- و ۳۰- تأثیری در بهبود ضریب تبدیل خوراک این تیمارها نداشت هر چند محققین بیان داشتند که افزودن آنزیم فیتاز به جیره می‌تواند به دلایل تأثیر آنزیم بر آزاد شدن مواد مغذی متصل شده (به خصوص فسفر) به اسید فیتیک، افزایش قابلیت هضم مواد مغذی و تجزیه بخشی از دیواره سلولی مواد خوراکی توسط این آنزیم، کاهش زمان انتقال مواد خوراکی در دستگاه گوارش، افزایش خوراک مصرفی، هیدرولیز و بهره‌وری ثانویه فیتات در ارتباط با مواد مغذی مانند پروتئین، نشاسته، کربوهیدرات و مواد معدنی و تأثیر مثبت آنزیم بر کاهش ویسکوزیته شیره گوارشی سبب بهبود ضریب

به همراه حدود ۰/۲۷ درصد فسفر غیر فیتاتی می باشد. همچنین در طی آزمایشات گذشته با ۴ تیمار (شاهد و ۱۰، ۲۰، ۳۰ درصد کلسیم و فسفر کمتر از جیره شاهد) تا سن ۴۴ روزگی جوجه های گوشتی سویه راس در ضریب تبدیل غذایی تفاوت معنی داری مشاهده گردید (۱۸). اختلاف نتایج به دست آمده در این آزمایش با آزمایشات ذکر شده می تواند بدلیل تفاوت در سویه و میزان احتیاجات پایه بیان شده برای این سویه باشد که این آزمایش نشان می دهد احتیاجات سویه ارین ۱۵ درصد کمتر از میزان بیان شده این سویه می باشد.

تبدیل خوراک شود (۱۳). مشاهده ضریب تبدیل غذایی بهتر نشان دهنده این مهم است که خوراک با راندمان بیشتری نسبت به تیمارهای دیگر مورد استفاده قرار گرفته است. بر خلاف نتایج به دست آمده، پیتر و همکاران (۱۶) گزارش نمودند که افزایش ۰/۹۴-۰/۹۰ درصد کلسیم و ۰/۴۴-۰/۴۲ درصد فسفر غیر فیتاتی در مرحله اولیه رشد باعث کاهش ضریب تبدیل گردید و سطوح کلسیم و فسفر جیره در مرحله پایانی رشد بر ضریب تبدیل تاثیر گذار است، به طوری که بهترین ضریب تبدیل در سطوح کلسیم بیش از ۷۰ درصد

جدول ۲- اثر سطوح کلسیم و فسفر (با و بدون آنزیم فیتاز) بر مصرف خوراک، اضافه وزن و ضریب تبدیل غذایی جوجه های گوشتی  
Table 2. Effect of Ca and P levels (with and without Phytase enzyme) on consumed diet, weight gain and FCR of broiler chickens

۱-۴۲		۲۹-۴۲		۱۱-۲۸		۱-۱۰			
ضریب تبدیل	افزایش وزن (گرم)	ضریب تبدیل	افزایش وزن (گرم)	ضریب تبدیل	افزایش وزن (گرم)	ضریب تبدیل	افزایش وزن (گرم)	مصرف خوراک (گرم)	اضافه وزن (گرم)
۱/۸۸ <sup>a</sup>	۲۱۵۶ <sup>b</sup>	۲/۰۹ <sup>c</sup>	۱۱۱۶ <sup>b</sup>	۱/۶۶ <sup>ab</sup>	۸۰۹ <sup>c</sup>	۱/۴۰ <sup>a</sup>	۱۸۵ <sup>b</sup>	۲۵۹ <sup>b</sup>	شاهد
۱/۸۷ <sup>a</sup>	۲۰۵۹ <sup>d</sup>	۲/۲۰ <sup>a</sup>	۱۰۰۶ <sup>d</sup>	۱/۵۸ <sup>cb</sup>	۸۱۹ <sup>bc</sup>	۱/۴۰ <sup>a</sup>	۱۸۷ <sup>ab</sup>	۲۶۹ <sup>ab</sup>	۱۵٪ بیشتر (+۱۵)
۱/۸۲ <sup>b</sup>	۲۲۴۴ <sup>a</sup>	۲/۰۵ <sup>d</sup>	۱۱۶۴ <sup>a</sup>	۱/۶۲ <sup>b</sup>	۸۴۰ <sup>b</sup>	۱/۳۶ <sup>a</sup>	۱۹۷ <sup>ab</sup>	۲۶۹ <sup>ab</sup>	۱۵٪ کمتر (-۱۵)
۱/۸۶ <sup>a</sup>	۲۱۰۳ <sup>c</sup>	۲/۲۰ <sup>a</sup>	۹۹۷ <sup>d</sup>	۱/۵۷ <sup>c</sup>	۸۶۳ <sup>a</sup>	۱/۴۴ <sup>a</sup>	۱۹۶ <sup>ab</sup>	۲۸۳ <sup>a</sup>	۱۵٪ کمتر + آنزیم
۱/۸۸ <sup>a</sup>	۲۰۶۹ <sup>d</sup>	۲/۱۴ <sup>b</sup>	۱۰۰۸ <sup>d</sup>	۱/۶۸ <sup>a</sup>	۸۲۰ <sup>bc</sup>	۱/۳۷ <sup>a</sup>	۱۹۴ <sup>ab</sup>	۲۶۷ <sup>ab</sup>	۳۰٪ کمتر (-۳۰)
۱/۸۳ <sup>b</sup>	۲۱۷۰ <sup>b</sup>	۲/۰۹ <sup>c</sup>	۱۰۶۸ <sup>c</sup>	۱/۶۱ <sup>b</sup>	۸۵۰ <sup>ab</sup>	۱/۲۶ <sup>b</sup>	۲۰۵ <sup>a</sup>	۲۶۰ <sup>b</sup>	۳۰٪ کمتر + آنزیم
۰/۰۱۱	۱۲/۵۴	۰/۰۱۳۱	۶/۰۶	۰/۰۱۷۱	۱۳/۷۵	۰/۰۲۴۰	۵/۶۰	۶/۷۱	میانگین خطای استاندارد
۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۴۲	۰/۰۴۷	P-Value

در هر ستون اعدادی که دارای حروف مشابه نیستند، باهم اختلاف معنی دار دارند ( $p < 0.05$ ).

مشاهده شد ( $p < 0.05$ ) و تیمارهای شاهد و ۱۵- به ترتیب بیشترین غلظت و کمترین غلظت این آنزیم را به خود اختصاص دادند. هر چند اختلاف تیمار شاهد با سایر تیمارها معنی دار بود. اما تیمار ۱۵- اختلاف معنی داری با سایر تیمارها نشان نداد. در سن ۴۲ روزگی آنزیم لاکتات دهیدروژناز اختلاف معنی داری بین تیمارهای مختلف نشان داد ( $p < 0.05$ )، و کمترین مقدار آن در تیمار ۱۵+ و بیشترین آن در تیمار ۱۵- مشاهده شد. مطالعات گذشته نشان می دهد که افزایش ۱۰۰۰-۵۰۰ واحد بر کیلوگرم آنزیم فیتاز اثر افزایش ناچیزی بر غلظت آنزیم آسپارات آمینوترانسفراز سرم خون جوجه های گوشتی دارد (۱۴). این نتایج نشان می دهد که چه غلظت مواد معدنی جیره غذایی جوجه های گوشتی کمتر باشد و میزان آنزیم فیتاز در آن جیره از ۵۰۰ واحد بر کیلوگرم تجاوز کند، آنزیم آسپارات آمینوترانسفراز سرم خون افزایش ناچیزی می یابد. همچنین این مطالعات نشان داد که افزایش ۱۰۰۰-۵۰۰ واحد بر کیلوگرم آنزیم فیتاز در جیره طیور باعث کاهش آنزیم آلانین آمینوترانسفراز شد. بنابراین می توان نتیجه گرفت که آنزیم فیتاز اثر کاهشی بر این آنزیم دارد، در حالی که با توجه به یافته های اخیر مقدار مواد معدنی تاثیری بر مقدار این آنزیم کبدی نداشت. نتایج مشابهی در مورد آنزیم آلکالین فسفاتاز توسط نورمحمدی و همکاران (۱۴) به دست آمد، که افزایش آنزیم فیتاز در جیره طیور اثر کاهشی بر این آنزیم داشت. نتایج اخیر نشان داد که افزایش مواد معدنی جیره، کاهش آنزیم آلکالین فسفاتاز سرم خون را در طیور ایجاد می کند. همچنین با افزایش آنزیم فیتاز در جیره طیور، کاهش در میزان آنزیم لاکتات دهیدروژناز سرم

جدول شماره ۳ اثر سطوح مختلف کلسیم و فسفر بر آنزیم های کبدی در سنین ۲۱ و ۴۲ روزگی را نشان می دهد. در سن ۲۱ روزگی تاثیر تیمارهای آزمایشی بر غلظت آنزیم آسپارات آمینوترانسفراز (AST) به گونه ای بود که بیشترین مقدار آن در تیمار ۳۰E- مشاهده شد که اختلاف معنی داری با تیمار شاهد نداشت اما اختلاف آن با سایر تیمارها معنی دار بود ( $p < 0.05$ )، و کمترین غلظت آن در تیمار ۱۵E- مشاهده شد که اختلاف معنی داری با تیمار شاهد نیز داشت ( $p < 0.05$ ). در سن ۲۱ روزگی غلظت آنزیم آلانین آمینوترانسفراز تحت تاثیر جیره های آزمایشی قرار نگرفت و اختلاف معنی داری بین تیمارهای مختلف مشاهده نشد ( $p > 0.05$ ). در سن ۲۱ روزگی غلظت آنزیم آلکالین فسفاتاز تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت و اختلاف معنی داری بین تیمارهای شاهد و ۱۵+ وجود داشت ( $p < 0.05$ )، اما تیمار شاهد با سایر تیمارها اختلاف معنی داری نداشت. غلظت آنزیم لاکتات دهیدروژناز تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت و اختلاف معنی داری بین تیمارهای مختلف مشاهده گردید ( $p < 0.05$ ). به ترتیب بیشترین و کمترین غلظت این آنزیم را تیمارهای ۱۵- و ۳۰- به خود اختصاص دادند. در سن ۴۲ روزگی آنزیم آسپارات آمینوترانسفراز اختلاف معنی داری بین تیمارهای مختلف نشان داد ( $p < 0.05$ ) و بیشترین مقدار در تیمار ۳۰E- و کمترین آن در تیمار ۱۵+ مشاهده شد. اختلاف معنی داری در غلظت آنزیم آلانین آمینوترانسفراز بین تیمارهای مختلف در سن ۴۲ روزگی مشاهده نشد ( $p > 0.05$ ). در سن ۴۲ روزگی اختلاف معنی داری بین تیمارهای مختلف در آنزیم آلکالین فسفاتاز

اثر سطوح کلسیم و فسفر با و بدون آنزیم فیتاز بر عملکرد، آنزیم‌های کبدی و فراسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی سویه آرین ..... ۳۶

فیتاز مقدار کمتری از آنزیم‌های کبدی را نشان می‌دهند، بیانگر این است، که احتمالاً این آنزیم‌ها در حضور آنزیم فیتاز کاهش می‌یابند، که خود نشان‌دهنده اثرات مثبت آنزیم فیتاز است.

خون مشاهده شد (۱۴). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که افزایش آنزیم فیتاز اثر کاهشی بر این آنزیم دارد، از آزمایش اخیر نیز نتایج مشابهی به‌دست آمد. این نتایج نشان داد که افزایش مواد معدنی باعث کاهش این آنزیم در سرم خون می‌شود. توجه به این موضوع که گروه‌های دریافت‌کننده آنزیم

جدول ۳- اثر سطوح کلسیم و فسفر (با و بدون آنزیم فیتاز) بر آنزیم‌های کبدی (۲۱ و ۴۲ روزگی)  
Table 3. Effect of Ca and P levels (with and without Phytase enzyme) on liver enzymes (21, 42 d)

واحد بر لیتر								سطوح کلسیم و فسفر (درصد از جیره)
LDH <sup>a</sup> (u/l)	ALP <sup>b</sup> (u/l)		ALT <sup>c</sup> (u/l)		AST <sup>d</sup> (u/l)			
۴۲ روزگی	۲۱ روزگی	۴۲ روزگی	۲۱ روزگی	۴۲ روزگی	۲۱ روزگی	۴۲ روزگی	۲۱ روزگی	
۲۵۵۲ <sup>a</sup>	۵۸۸ <sup>c</sup>	۸۱۳۷ <sup>a</sup>	۱۳۳۷۵ <sup>a</sup>	۱۲۰۰	۱۷/۲۵	۳۰۳ <sup>ab</sup>	۳۳۷ <sup>a</sup>	شاهد*
۱۳۴۶ <sup>b</sup>	۵۹۹ <sup>c</sup>	۵۰۲۵ <sup>b</sup>	۹۱۹۵ <sup>b</sup>	۱۳/۷۵	۱۷/۲۵	۲۴۴ <sup>c</sup>	۲۹۸ <sup>b</sup>	۱۵٪ بیشتر
۲۵۸۵ <sup>a</sup>	۹۶۸ <sup>a</sup>	۴۷۰۴ <sup>b</sup>	۱۱۴۸۶ <sup>a</sup>	۱۳/۳۷	۱۹/۲۵	۳۲۵ <sup>a</sup>	۳۰۱ <sup>b</sup>	۱۵٪ کمتر
۱۴۶۶ <sup>b</sup>	۷۶۳ <sup>b</sup>	۵۹۳۷ <sup>a</sup>	۱۱۷۳۳ <sup>a</sup>	۱۲/۳۷	۱۶۰۰	۲۹۳ <sup>b</sup>	۲۷۸ <sup>b</sup>	۱۵٪ کمتر+آنزیم
۳۴۶۵ <sup>a</sup>	۵۷۷ <sup>c</sup>	۵۸۶۳ <sup>b</sup>	۱۲۷۲۶ <sup>a</sup>	۱۳/۶۵	۱۶۰۰	۲۸۲ <sup>b</sup>	۲۹۵ <sup>b</sup>	۳۰٪ کمتر
۱۴۴۳ <sup>b</sup>	۷۵۴ <sup>b</sup>	۵۷۳۵ <sup>b</sup>	۱۲۶۱۳ <sup>a</sup>	۱۲/۳۵	۱۸/۷۵	۳۳۳ <sup>a</sup>	۳۵۱ <sup>a</sup>	۳۰٪ کمتر+آنزیم
۱۴۸	۲۷/۶۸	۴۴۳	۷۱۴/۷	۵۰/۶۱	۱/۱۱	۱۰/۳۶	۷/۵۲	میانگین خطای استاندارد
۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۵۸	۰/۶۷	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	P-Value

در هر ستون اعدادی که دارای حروف مشابه نیستند، باهم اختلاف معنی‌دار دارند ( $p < 0.05$ ). \* سطوح کلسیم و فسفر در تیمار شاهد ۱ و ۵ درصد تا ۲۱ روزگی و بعد از آن ۹ و ۰/۴۵ بود. ۱- آنزیم اسپارات آمینو ترانسفراز ۲- آنزیم آلانین آمینوترانسفراز ۳- آنزیم آلکالین فسفاتاز ۴- آنزیم لاکتات دهیدروژناز

غلظت سدیم خون رو به‌خود اختصاص دادند. تیمارهای آزمایشی تاثیر معنی‌داری بر غلظت پتاسیم داشتند و اختلاف معنی‌داری در روز ۲۱ و ۴۲ آزمایش مشاهده گردید ( $p < 0.05$ ). در سن ۲۱ روزگی به ترتیب بیشترین و کمترین غلظت پتاسیم خون را تیمار ۳۰E- و ۱۵E- به‌خود اختصاص دادند. در سن ۴۲ روزگی بیشترین غلظت پتاسیم به تیمار ۳۰E- و کمترین غلظت پتاسیم به تیمار ۱۵- مربوط بود. در طی آزمایشات گذشته با ۴ تیمار (شاهد و ۱۰، ۲۰، ۳۰ درصد کمتر کلسیم و فسفر از جیره شاهد) تا سن ۴۴ روزگی جوجه‌های گوشتی راس در استفاده از جیره‌های کاهشی تفاوتی در غلظت کلسیم و فسفر سرم خون دیده نشد (۱۷). نورمحمدی و همکاران (۱۴) نشان دادند که افزایش فیتاز به جیره طیور اثر کاهشی بر کلسیم سرم خون، اثر افزایشی بر فسفر سرم خون و همچنین اثر کاهشی ضعیفی بر منیزیم سرم خون دارد. که این متفاوت با نتایج به‌دست آمده در این آزمایش می‌باشد.

جدول شماره ۴ اثر سطوح مختلف کلسیم و فسفر بر فراسنجه‌های سرم خون در سن ۲۱ و ۴۲ روزگی جوجه‌های گوشتی آمده است. تیمارهای آزمایشی تاثیر معنی‌داری بر غلظت کلسیم خون جوجه‌های گوشتی مورد مطالعه نداشت و اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد ( $p > 0.05$ ). در مورد فسفر اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای ۱۵E- و شاهد وجود داشت به این‌گونه که کمترین میزان فسفر در تیمار ۱۵E- و بیشترین آن در تیمار شاهد مشاهده شد. غلظت منیزیم در سن ۲۱ روزگی اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف نشان داد ( $p < 0.05$ ) و بیشترین مقدار آن در تیمار ۱۵E- و کمترین آن در تیمار ۱۵+ مشاهده گردید. اما غلظت منیزیم در سن ۴۲ روزگی تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت و اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف مشاهده نشد ( $p > 0.05$ ). غلظت سدیم در سن ۲۱ و ۴۲ روزگی تحت تاثیر تیمارهای آمایشی قرار گرفت و اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی مشاهده گردید ( $p < 0.05$ ). در سن ۲۱ روزگی گروه شاهد و در سن ۴۲ روزگی تیمار ۱۵E- بیشترین

جدول ۴- اثر سطوح کلسیم و فسفر (با و بدون آنزیم فیتاز) بر املاح معدنی سرم خون (۲۱ و ۴۲ روزگی)  
Table 4. Effect of Ca and P levels (with and without Phytase enzyme) on minerals of blood serum

سطوح کلسیم و فسفر (درصد از جیره)									
K (mg/dl)		Na (mg/dl)		Mg (mg/dl)		P (mg/dl)		Ca (mg/dl)	
۴۲	۲۱	۴۲	۲۱	۴۲	۲۱	۴۲	۲۱	۴۲	۲۱
۵/۳۶ <sup>ab</sup>	۵/۶۰ <sup>b</sup>	۱۴۷ <sup>bc</sup>	۱۵۴ <sup>a</sup>	۲/۹۰	۲/۱۲ <sup>b</sup>	۷/۶۶ <sup>ab</sup>	۶/۷۳ <sup>a</sup>	۱۰/۳۰	۹/۸۳
۵/۰۳ <sup>bc</sup>	۴/۶۵ <sup>cd</sup>	۱۴۷ <sup>bc</sup>	۱۴۰ <sup>c</sup>	۲/۶۶	۱/۸۳ <sup>cd</sup>	۷/۲۳ <sup>b</sup>	۵/۹۰ <sup>b</sup>	۱۰/۴۴	۸/۸۰
۴/۵۲ <sup>c</sup>	۵/۰۰ <sup>bc</sup>	۱۵۰ <sup>ab</sup>	۱۴۸ <sup>ab</sup>	۲/۸۶	۲/۱۰ <sup>b</sup>	۸/۳۳ <sup>a</sup>	۵/۸۰ <sup>b</sup>	۱۰/۱۶	۱۰/۰۸
۴/۹۴ <sup>bc</sup>	۴/۱۰ <sup>d</sup>	۱۵۲ <sup>a</sup>	۱۴۲ <sup>bc</sup>	۲/۹۰	۲/۴۰ <sup>a</sup>	۷/۹۳ <sup>ab</sup>	۵/۶۰ <sup>b</sup>	۱۰/۲۶	۱۰/۳۸
۵/۲۶ <sup>b</sup>	۴/۴۵ <sup>cd</sup>	۱۴۸ <sup>abc</sup>	۱۵۱ <sup>a</sup>	۲/۸۳	۲/۱۲ <sup>b</sup>	۷/۷۶ <sup>ab</sup>	۵/۸۲ <sup>b</sup>	۹/۹۵	۳۳/۷۰
۵/۹۴ <sup>a</sup>	۷/۰۳ <sup>a</sup>	۱۴۵ <sup>c</sup>	۱۴۰ <sup>c</sup>	۲/۶۷	۲/۲۳ <sup>b</sup>	۷/۵۵ <sup>ab</sup>	۶/۰۷ <sup>ab</sup>	۱۰/۱۰	۱۱/۲۵
۰/۲۰	۰/۲۶۷۹	۱/۲۵	۲/۲۹۹۶	۰/۰۸	۰/۰۴۸۴	۰/۲۷	۲۲/۰	۰/۱۸	۹/۷۱
۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۳۱	۰/۰۲۵	۰/۸۲	۰/۰۰۱	۰/۰۴۲	۰/۰۳۴	۰/۸۳	۰/۷۲

در هر ستون اعدادی که دارای حروف مشابه نیستند، باهم اختلاف معنی‌دار دارند ( $p < 0.05$ ). \* سطوح کلسیم و فسفر در تیمار شاهد ۱ و ۵ درصد تا ۲۱ روزگی و بعد از آن ۹ و ۰/۴۵ بود.

شاهد بهترین عملکرد و ضریب تبدیل را به خود اختصاص داد. این گروه دارای بیشترین مقدار غلظت آنزیم لاکتات

در کل نتایج این آزمایش نشان داد که گروه مصرف‌کننده جیره‌های مصرفی با ۱۵ درصد کلسیم و فسفر کمتر از جیره

میزان کلسیم خون اثری نداشتند و بیشترین سطح فسفر خون در گروه ۱۵ درصد کاهش در سطوح کلسیم و فسفر جیره که بیشترین وزن زنده را داشت مشاهده شد، پس شاید سطح مطلوب فسفر در اضافه وزن موثر باشد.

دهیدروژناز بودند. این موضوع که گروه‌های دریافت کننده آنزیم فیتاز دارای غلظت کمتری از آنزیم‌های کبدی می‌باشند، بیانگر این است که احتمالاً این آنزیم‌ها در حضور آنزیم فیتاز کاهش می‌یابند. با توجه به اینکه اعمال تیمارها بر

#### منابع

- Ebrahimi, R., T. Mohammad Abadi, M. Sari, S. Sallari, M.J. Zamiri and M.T. BeygiNasiri. 2016. Effect of Pb- induced oxidative stress on performance, antioxidant status and behavioral responses in broiler chicken. *Journal of Veterinary Research*, 71(4): 453-461.
- Edgar, O., O. Rondón and P. Ferket. 2012. The effects of dietary calcium and phosphorus levels on performance, mineral retention, bone characteristics, leg abnormalities, and walking ability of heritage broilers. Master of Science Thesis. NC State University.
- Jayaprakash, G., M. Sathiyabarathi, M. Arokiarobert, T. Tamilmani, T. Chandrasekar and R. DhineshKumar. 2016. Effect of phytase enzyme on performance of broilers nutrition. *Indian Farmer*, 3(5): 330-334.
- Kathirvelan, C., S.R. Janani, J. Ramesh and M.R. Purushothaman. 2015. Significance of usage of phytase in poultry nutrition. *International Journal of Science, Environment and Technology*, 4(4): 1214-1217.
- Khan, S.A., H.R. Chaudhry, Y.S. Butt, T. Jameel and F. Ahmad. 2013. The effect of phytase enzyme on the performance of broiler flock. *Poultry Science Journal*, 1(2): 117-125.
- Kheiri, F. and H.R. Rahmani. 2008. The effect of reducing calcium and phosphorous on broiler performance. *International Journal of Poultry Science*, 5(1): 22-25.
- Kornegay, E.T. and H. Qian. 1996. Replacement of inorganic phosphorus by microbial phytase for young pigs fed on a maize-soybean-meal diet. *British Journal of Nutrition*, 75: 563-578.
- Kornegay, E.T., D.M. Denbow, Z. Yi and V. Ravindran. 1996. Response of broilers to graded levels of microbial phytase added to maize-soybean meal-based diets containing three levels of non-phytate phosphorus. *British Journal of Nutrition*, 75: 839-852.
- Lottelaheyani, H., A. Hoseini, A. HesabiNamghi, A. GhesariKhorasgani and A. Yaghobfar. 2019. Determination nutrient requirements of Arian (386) broiler chicks in different rearing periods. Research project. Iranian Institute of Animal Sciences Research.
- Luciana, D.P.N., B.R. Paulo, M. Camila, M.P.B. Verônica, D.O. DavidHenrique, M.S. Mariana, D.V.T. Levy and M.D.S. Luziane. 2016. Efficiency of microbial phytases in diets formulated with different calcium: phosphorus ratios supplied to broilers from 35 to 42 days of age. *Journal of applied animal research*, 44(1): 446-453.
- Mitchell, R.D. and H.M. Edwards. 1996. Effect of phytase 1,-5 dihydroxycholecalciferol on phytate utilization and quantitative requirement for calcium and phosphorus in young broiler chickens. *Poult. Science*, 75: 95-110.
- Mondal, M.K., S. Panda and P. Biswas. 2007. Effect of microbial phytase in soybean meal based broiler diets containing low phosphorous. *International Journal of Poultry Science*, 6(3): 201-206.
- Mousavi, A., M. Rezaei, F. Niknafs and B. Shohreh. 2010. Effects of microbial phytase on performance, carcass characteristics and phosphorus and calcium content of Tibian broiler chicks. *Research on Animal Production*, 1(1): 16-28 (In Persian).
- Nourmohammadi, R., S.M. Hosseini and H. Farhangfar. 2013. Effect of citric acid and microbial phytase on serum enzyme activities and plasma minerals retention in broiler chicks. *African Journal of Biotechnology*, 10(62): 13640-13650.
- Onyango, E.M., M.R. Bedford and O. Adeola. 2005. Efficacy of an evolved *Escherichia coli* phytase in diets of broiler chicks. *Poultry Science*, 84: 248-255.
- Peter, K. 2013. McMaster University, Hamilton, Canada .*Clinical Biochemistry Journal*: <http://www.elsevier.com/locate/clinbiochem>.
- Ravindran, V., S. Cabahug, G. Ravindran, P.H. Selle and W.L. Bryden. 2000. Response of broiler chickens to microbial phytase supplementation as influenced by dietary phytic acid and non-phytate phosphorus levels. II. Effects on apparent metabolisable energy, nutrient digestibility and nutrient retention. *British Poultry Science*, 41: 193-200.
- Ravindran, V., W.L. Bryden and E.T. Kornegay. 1995. Phytates: occurrence, bioavailability and implications in poultry nutrition. *Poultry Avian Biology*, 6: 125-143.
- Safamehr, A., A. Nobakht and Y. Mehmannaavaz. 2017. Evaluation of composition, in vitro solubility rate and calcium and phosphorous digestibility of different calcium sources and their effects on performance and bone traits in broiler chickens. *Research on Animal Production*, 8(15): 1-10 (In Persian).
- SAS Institute. 2003. SAS User's Guide: Statistics. Version 8 ed. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Sheikhlari, A., A.B. Kasim, L.T. Chwen and M.H. Bejo. 2009. *International Journal of Poultry Science*, 8(7): 692-695.
- Tamim, N.M., R. Angel and M. Christman. 2004. Influence of dietary calcium and phytase on phytate phosphorus hydrolysis in broiler chickens. *Poultry Science*, 83: 1358-1367.
- Tanay, B.A., M. Selcuk and K. Onur. 2015. The Effects of microbial phytase on serum calcium and phosphorus levels and alkaline phosphatase activities in broilers fed diets containing different levels of phosphorus. *Acta Scientiae Veterinariae*, 43: 1327-1334.

**Effect of Calcium and Phosphorus Levels  
(With and Without Phytase Enzymes)  
on Liver Enzymes and Blood Parameters in Arian Broiler Chickens**

**Mahdi Kasraei<sup>1</sup> and Alireza Hesabi Namaghi<sup>2</sup>**

1- Former Ph.D. Student of Biochemistry, University of Guilan, Rasht, Iran  
(Corresponding author: mk.jahad@yahoo.com)

2- Department of Animal Science Research, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center,  
Khorasan Razavi Province, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Mashhad, Iran

Received: March 1, 2020      Accepted: June 15, 2020

**Abstract**

An experiment was done for studying different levels of Ca & P (with and without Phytase enzyme) on liver enzymes and blood parameters in Arian broiler chickens. Two hundred eighty eight broiler chicken were used in a completely randomized design with 6 treatments and 4 replicates with 12 chickens in each floor pen. Broiler chickens were fed with different levels of Ca and P (with or without Phytase enzyme). Treatments included: control group (0.1Ca, 0.5P %) and other treatments were 15% and 30% Ca and P lower than control diet (with and without Phytase enzyme), 15% Ca & P more than control diet. The results showed that in diet with 15% Ca and P lower than control group had maximum feed intake, body weight gain and minimum feed conversion ratio in total period. The liver of AST, ALP and LDH enzymes concentration were affected by different treatments. But ALT was not affected by treatments. Treatment significantly affected of blood parameter including P, N and K, but not effected on the Ca concentration in 21 and 42 days. In general, it can be concluded that the diet with 15% Ca and P lower than control group resulted highest feed consumption, body weight gain and best feed conversion ratio.

**Keywords:** Broiler Chickens, Liver Enzymes, Phytase Enzyme