مجله علوم دامی ایران
دوره ۴۴، شماره ۱، ۱۳۹۲ (۳۳-۲۳)

اثر ۱- آلفا هیدروکسی کوله‌کلسیفرول بر روی عملکرد جوجه‌های گوشتی

ایمان چاکسری[۱]، مجتبی زاغری[۲]*و سعید خلجی[۳]
۱، دانشجوی کارشناسی ارشد، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
۲، دانشیار پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
۳، دانشجوی دکتری گروه علوم دامی دانشگاه تهران
(تاریخ دریافت: ۹۱/۱/۲۹ - تاریخ تصویب: ۹۱/۱۲/۱۲)

چکیده

آزمایشی برای بررسی اثر افزودن متابولیت ۱- آلفا هیدروکسی کوله‌کلسیفرول با و بدون کوله‌کلسیفرول و فیتاز میکروبی در جیره‌های با سطوح مختلف کلسیم و فسفر بر عملکرد جوجه‌های گوشتی انجام شد. برای انجام این آزمایش تعداد ۵۷۶ قطعه جوجه یک روزه نر (راس ۳۰۸) با میانگین وزن ۱±۴۰ گرم انتخاب شدند. آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی به صورت فاکتوریل (۳×۲×۲×۳) با ۴ تکرار و ۴ جوجه در هر تکرار انجام شد. فاکتورها شامل ۳ سطح از متابولیت $1\alpha\text{-OH-D}_3$ (۰، ۵ و۱۰ µg/kg)، ۲ سطح آنزیم فیتاز (۰ و۵۰۰ FTU/kg)، ۲ سطح کوله‌کلسیفرول (۰ و ۵۰۰۰ ICU/kg)، و۳ سطح کلسیم و فسفر (۱۰۰، ۷۵ و۵۰ درصد مقدار توصیه شده در راهنمای پرورش جوجه گوشتی سویه راس ۳۰۸) بود. افزودن ۱۰ میکروگرم $1\alpha\text{-OH-D}_3$ باعث کاهش خوراک مصرفی و همچنین کاهش وزن بدن در سنین ۷، ۳۵ و ۴۲ روزگی گردید (P<۰/۰۵ و P<۰/۰۱). افزودن ۵۰۰ واحد آنزیم فیتاز به جیره‌های حاوی ۵ میکروگرم در کیلوگرم $1\alpha\text{-OH-D}_3$ باعث افزایش معنی‌دار وزن بدن در سنین ۷ و ۱۴ روزگی شد (P<۰/۰۵). اثر متقابل $1\alpha\text{-OH-D}_3$ و آنزیم فیتاز روی ضریب تبدیل غذایی در سن ۲۸ روزگی معنی‌دار بود (P<۰/۰۱) به طوریکه بهترین ضریب تبدیل غذایی نیز با مصرف ۵ میکروگرم در کیلوگرم $1\alpha\text{-OH-D}_3$ و ۵۰۰ واحد آنزیم فیتاز حاصل شد. افزودن ۵ و ۱۰ میکروگرم $1\alpha\text{-OH-D}_3$ مقاومت در برابر نیروی برشی و نیروی لازم برای ایجاد شکست در استخوان درشت‌نی را بطور خطی افزایش داد (P<۰/۰۱). نتایج حاکی از این است که افزودن متابولیت $1\alpha\text{-OH-D}_3$ می‌تواند بروز دیسکندروپلازی درشت‌نی را در جوجه‌های گوشتی کاهش دهد اما با توجه به سمیت این متابولیت مقدار دقیق مورد استفاده آن نیازمند تحقیقات بیشتر می‌باشد.

واژه های کلیدی: $1\alpha\text{-OH- D}_3$، کوله‌کلسیفرول، فیتاز میکروبی، جوجه گوشتی، عملکرد

مقدمه

اصلاح نژاد جوجه‌های گوشتی موجب شده است که سرعت رشد جوجه‌های گوشتی از سه دهه پیش تا کنون سه برابر شود. این پیشرفت ژنتیکی در تمام جنبه‌های فیزیولوژیکی پرنده یکسان نبوده است. به عنوان مثال سیستم قلبی عروقی و تنفسی یا در واقع اندام‌های تامین کننده اکسیژن متناسب با رشد بافت ماهیچه‌ای توسعه نیافته است. درصد وزن یا حجم قلب و ریه‌ها به وزن

* نویسنده مسئول: مجتبی زاغری تلفن: ۰۲۶۳۲۲۴۸۰۸۲ E-mail: mzaghari@ut.ac.ir

بدن در جوجه‌های گوشتی جدید نسبت به اجداد اولیه آن‌ها یعنی مرغ جنگلی ۲۵ درصد کمتر است (Diaz et al., 2001). از این‌رو در جوجه‌های گوشتی جدید با سرعت رشد بالا نارسایی قلب راست یا سندرم آسیت به عنوان یک معضل در صنعت طیور مطرح می‌باشد. تحقیقات نشان می‌دهد که ویتامین D_3 موجود در جیره جوجه‌های گوشتی قادر به تامین نیاز متابولیکی سویه-های جدید جوجه گوشتی نمی‌باشد. این نظریه از آنجا منشأ می‌گیرد که افزودن کوله‌کلسیفرول به جیره جوجه‌های گوشتی میزان بروز ناهنجاری‌های اسکلتی را کاهش نمی‌دهد. اما افزودن متابولیت فعال (هیدروکسیله) ویتامین D_3 یا $1,25\text{-}OH_2\text{-}D_3$ به جیره جوجه‌های گوشتی بروز نقایص پا بخصوص دیسکندروپلازی درشت‌نی (TD[1]) را به شدت کاهش می‌دهد (Rennie et al., 1996). این پدیده حاکی از این است که ظرفیت آنزیم‌های هیدروکسیلاز کبدی و کلیوی جهت فعال نمودن کوله‌کلسیفرول و یا سنتز داخلی متابولیت‌های فعال ویتامین D_3 در جوجه‌های گوشتی جدید به اندازه کافی نیست. اگر محصول تجارتی مناسبی از متابولیت‌های فعال ویتامین D_3 تهیه گردد این متابولیت‌ها می‌توانند ضایعات اقتصادی وارده به صنعت طیور را از طریق کاهش حذف و تلفات جوجه-های گوشتی تا حد قابل توجه تخفیف دهند. یکی از این متابولیت‌ها $1\alpha\text{-}OH\text{-}D_3$ است که در روغن بادام زمینی به صورت قطرات کوچکی در نشاسته وجود دارد. اولین بار در سال ۱۹۷۳ امکان استفاده از $1\alpha\text{-}OH\text{-}D_3$ به عنوان جایگزین ویتامین D_3 توسط Haussler مورد بررسی قرار گرفت. ویژگی مهم $1\alpha\text{-}OH\text{-}D_3$ این است که به صورت مستقل از آنزیم فیتاز با منشأ خارجی عمل می‌کند. فیتاز در قسمت‌های بالایی لوله گوارش با pH پایین برای کمک به هضم فیتات به فسفات و اینوزیتول عمل می‌نماید و $1\alpha\text{-}OH\text{-}D_3$ در قسمت پایینی لوله گوارش با pH بالا عمل کرده و به جذب کلسیم و فسفر کمک می‌کند. پس از جذب به سرعت به شکل فعال ۱،۲۵دی هیدروکسی D_3 تبدیل می‌شود و در نتیجه جذب کلسیم و فسفر را افزایش می‌دهد. در نتیجه مقدار کلسیم صابونی شده با اسید چرب در لوله گوارش نیز کاهش یافته و جذب چربی نیز بهبود می‌یابد. با توجه به این که در مطالعات گذشته عمدتا در مورد متابولیت نهایی ویتامین($1,25\text{-}OH_2\text{-}D_3$) تحقیق شده است (Shivazad et al., 2005) لذا در پژوهش کنونی اثر $1\alpha\text{-}OH\text{-}D_3$ بر عملکرد جوجه‌های گوشتی و عوامل اصلی مرتبط با آن از جمله کوله‌کلسیفرول (D_3)، فیتاز میکروبی، سطح کلسیم و فسفر جیره مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

آزمایش در آشیانه‌ای عایق و بدون ورود نور مستقیم خورشید به ابعاد ۱۱/۳ × ۶/۵ و ۲/۹ متر ارتفاع انجام شد. در این آشیانه هواکش‌ها در ضلع غربی و پنجره هواده در ضلع شرقی قرار داشت. جوجه‌ها در قفس‌های ۴ طبقه باطری گرم از جنس توری سیمی گالوانیزه پرورش یافتند. ارتفاع پایین‌ترین طبقه از زمین ۲۴ سانتی متر و ابعاد هر طبقه۹۰ × ۷۸ × ۴۰ سانتی متر بود. در قسمت طولی قفس یک دان‌خوری ناودانی (روی دان‌خوری‌ها به وسیله‌ی کارتن پلاست طوری پوشیده شده بودند که کمترین اتلاف دان را داشته باشند) و در عرض آن آب‌خوری ناودانی وجود داشت. عرض دهانه‌ی آب‌خوری و دان‌خوری در قسمت فوقانی ۱۰ سانتی متر بود. کف هر طبقه از قفس با توری مشبک پوشیده شده بود که سینی مخصوص جمع آوری فضولات در زیر آن تعبیه شده بود. کف هر طبقه در ۴ روز اول دوره آغازین با کاغذ پوشیده شد و از روز چهارم به بعد، کاغذها جمع شد. فضولات جمع شده در سینی‌ها روزی یک نوبت تخلیه شدند. برای ۱۰ روز اول از دان‌خوری بشقابی و آب‌خوری کله قندی استفاده شد. از روز هفتم، دان-خوری و آب‌خوری ناودانی نیز اضافه شد تا جوجه‌ها به استفاده از آن‌ها عادت کنند. نور آشیانه توسط ۱۲لامپ ۲۰۰ وات تابان بدون استفاده از لامپ فلوئورسنت تأمین گردید. برنامه متناوب ۲۳ ساعت روشنایی و ۱ ساعت خاموشی در طول مدت آزمایش اعمال شد. تأمین حرارت مورد نیاز آشیانه توسط یک بخاری گازی و دو رادیاتور شوفاژ انجام شد. در ۳ روز اول آزمایش دمای آشیانه ۳۳ درجه سانتی‌گراد سپس تا پایان هفته‌ی اول

1. Tibial Dyschondroplasia(TD)

۳۱ درجه و از آن به بعد هر ۴ روز، یک درجه از دمای آشیانه کاسته و در نهایت دمای آشیانه تا پایان دوره ۲۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد. آزمایش روی تعداد ۵۷۶ قطعه جوجه گوشتی یک روزه نر از سویه تجاری راس ۳۰۸ با میانگین وزن ۱±۴۰ گرم انجام شد. طول دوره آزمایش ۴۲ روز بود و در طول دوره آزمایش، آب به طور آزاد و بدون افزودنی ویتامینی در اختیار جوجه‌ها قرار گرفت. به منظور جلوگیری از افزایش مصرف خوراک در تیمارهای با کمبود کلسیم و فسفر، دان به میزان توصیه شده در راهنمای پرورش جوجه گوشتی سویه راس به مقدار یکسان برای تمام تیمارها به صورت روزانه اختصاص یافت. جیره‌های آزمایشی برای دوره‌های آغازین (۰ تا ۱۰ روزگی) رشد (۱۰ تا ۲۵ روزگی) و پایانی (۲۲ تا ۴۲ روزگی) فرموله شدند (جدول ۱).

جدول ۱- ترکیب مواد خوراکی و مواد مغذی جیره‌های پایه استفاده شده در آزمایش

مواد خوراکی	۰ تا ۱۰ روزگی			۱۱ تا ۲۵ روزگی			۲۶ تا ۴۲ روزگی		
	سطح کلسیم و فسفر نسبت به راهنمای پرورش جوجه گوشتی راس ۳۰۸								
	۱۰۰	۷۵	۵۰	۱۰۰	۷۵	۵۰	۱۰۰	۷۵	۵۰
ذرت	۵۱/۷	۵۱/۷۰	۵۱/۷۰	۵۲/۳۱	۵۲/۳۱	۵۲/۳۱	۵۱	۵۱	۵۱
کنجاله سویا	۳۴/۷	۳۴/۷۰	۳۴/۷۰	۳۱	۳۱	۳۱	۳۰/۰۵	۳۰/۰۵	۳۰/۰۵
گندم	۰	۰	۰	۵	۵	۵	۱۰	۱۰	۱۰
گلوتن ذرت	۵/۷۰	۵/۷۰	۵/۷۰	۳/۵۰	۳/۵۰	۳/۵۰	۰	۰	۰
روغن گیاهی	۳	۳	۳	۴	۴	۴	۵	۵	۵
دی کلسیم فسفات	۲/۰۸	۱/۳۴	۰/۶۱	۰/۶۵	۱/۱۷	۱/۷۸	۱/۶۴	۱/۰۷	۰/۵۰
صدف معدنی	۰/۹۸	۰/۷۶	۰/۵۳	۰/۴۶	۰/۷۶	۰/۹۴	۰/۹۸	۰/۶۶	۰/۴۳
نمک	۰/۴۶	۰/۴۶	۰/۴۶	۰/۴۳	۰/۴۳	۰/۴۳	۰/۴۳	۰/۴۳	۰/۴۳
مکمل معدنی[1]	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
مکمل ویتامینه[1]	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
دی ال متیونین	۰/۳۴	۰/۳۴	۰/۳۴	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۴	۰/۲۴	۰/۲۴
ال لیزین	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۲
ال ترئونین	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۴
ماسه	۰	۰/۹۶	۱/۹۲	۱/۶۱	۰/۷۹	۰	۰	۰/۸۹	۱/۶۹
مواد مغذی (محاسبه شده)									
انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری/کیلوگرم)	۳۰۲۵	۳۰۲۵	۳۰۲۵	۳۱۵۰	۳۱۵۰	۳۱۵۰	۳۲۰۰	۳۲۰۰	۳۲۰۰
پروتئین خام ٪	۲۲	۲۲	۲۲	۲۱	۲۱	۲۱	۱۹	۱۹	۱۹
کلسیم ٪	۱/۰۵	۰/۷۹	۰/۵۳	۰/۴۵	۰/۶۸	۰/۹۰	۰/۸۵	۰/۶۴	۰/۴۲
فسفر کل ٪	۱/۷۷	۰/۶۴	۰/۵۱	۰/۴۵	۰/۵۷	۰/۶۸	۰/۶۴	۰/۵۴	۰/۵۱
فسفر قابل دسترس ٪	۰/۵۰	۰/۳۸	۰/۲۵	۰/۲۳	۰/۳۴	۰/۴۵	۰/۴۲	۰/۳۲	۰/۲۱
لیزین قابل هضم ٪	۱/۲۷	۱/۲۷	۱/۲۷	۱/۱۰	۱/۱۰	۱/۱۰	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۹۶
متیونین + سیستین قابل هضم ٪	۰/۹۴	۰/۹۴	۰/۹۴	۰/۸۳	۰/۸۳	۰/۸۳	۰/۷۷	۰/۷۷	۰/۷۷

[1]مکمل معدنی و ویتامینی مقادیر زیر را در هرکیلوگرم خوراک تامین نمود: ۱۱۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین A، ۱۸۰۰ واحد بین المللی ویتامین D_3، ۱۱ میلی‌گرم ویتامین E، ۲ میلی‌گرم ویتامین K، ۵/۷ میلی‌گرم ویتامین B_2، ۲ میلی‌گرم ویتامین B_6، ۰/۰۲۴ میلی‌گرم ویتامین B_{12}، ۲۸ میلی-گرم نیکوتنیک اسید، ۰/۵ میلی‌گرم فولیک اسید، ۱۲ میلی‌گرم پنتوتنیک اسید، ۲۵۰ میلی‌گرم کولین کلراید، ۱۰۰ میلی‌گرم Mn، ۶۲ میلی‌گرم Zn، ۵ میلی‌گرم Cu، ۰/۲۲ میلی‌گرم Se، ۰/۵ میلی‌گرم I، و ۰/۵ میلی‌گرم کبالت بود.

قبل از فرموله نمودن جیره‌ها مواد خوراکی به روش‌های معمول AOAC (۲۰۰۵) تجزیه تقریبی شدند. ضرایب قابلیت هضم ارایه شده توسط نرم افزار AminoDat®4.4 (Evonik Degusa, GmbH, Germany) جهت محاسبه قابلیت هضم آمینواسیدها مورد استفاده قرار گرفت. برای فرموله کردن جیره‌های آزمایشی، ۳ جیره پایه حاوی سطوح مختلف کلسیم و فسفر قابل دسترس (۵۰، ۷۵ و۱۰۰ درصد مقدار توصیه شده توسط راهنمای پرورش جوجه گوشتی سویه راس ۱۳۸۷) با افزودن صدف و دی کلسیم فسفات به جای ماسه در جیره پایه، تهیه و سپس سطوح مختلف آنزیم فیتاز[1]، کوله‌کلسیفرول و متابولیت $1\alpha\text{-OH-}D_3$ به این جیره‌ها افزوده شد. مکمل ویتامینی مورد استفاده فاقد ویتامین D_3 بود. در پایان هر هفته جوجه‌ها به طور گروهی با استفاده از ترازوی با دقت ۵ گرم توزین شدند و میزان خوراک مصرفی جوجه‌ها در هر قفس اندازه‌گیری و ضریب تبدیل محاسبه گردید. در طول دوره آزمایش هیچ یک از پرنده‌ها تلف نشدند. برای اندازه‌گیری فراسنجه‌های خونی در سن ۴۲ روزگی بطور تصادفی از ورید بال یک پرنده در هر قفس خونگیری شد. نمونه خون داخل لوله‌های هپارینه جمع‌آوری و پلاسما توسط سانتریفیوژ جدا و در دمای۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. میزان کلسیم موجود در پلاسمای پرندگان با استفاده از دستگاه Cobase Integra-400 و به روش اسپکتروفتومتری و میزان فعالیت آنزیم الکالین فسفاتاز پلاسما با استفاده از دستگاه Hitachi-717 و کیت Elitech به شماره سریال A-110537 مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. در سن ۴۲ روزگی ۱ قطعه جوجه از هر تکرار با توجه به میانگین وزن هر قفس انتخاب، بطور انفرادی وزن کشی و کشتار شد. بعد از پرکنی، وزن لاشه، ران، سینه و چربی محوطه بدن اندازه‌گیری شد. برای ارزیابی میزان کلسیم، فسفر و خاکستر موجود در استخوان، بند دوم انگشت پای چپ جدا شد. پس از استخراج چربی آن، به مدت ۴ ساعت در کوره ۶۰۰ درجه قرار گرفت. خاکستر حاصل در اسید نیتریک و پرکلریک هضم گردید و در نهایت کلسیم محتوی آن به روش جذب اتمی اندازه‌گیری شد. استخوان درشت نی چپ و راست پرندگان از مفاصل ران و تیبیوتارسوس جدا گردید و مقاومت در برابر نیروی برشی و نیروی لازم برای ایجاد شکست در استخوان درشت‌نی با استفاده از دستگاه SANTAM مدل DBBP-500 (شماره سریال-۶۲۸۴۱۵) مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. ظرفیت دستگاه ۵۰ کیلوگرم و سرعت حرکت لوله‌ی فشار دهنده ۵ میلی‌متر در دقیقه و فاصله تکیه‌گاه ۴۰ میلی‌متر بود. داده‌های مربوط به نقطه شکست بصورت نمودار توسط نرم افزار و رایانه متصل به دستگاه ثبت شد.

آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی به صورت فاکتوریل (۳×۲×۲×۳) با ۴ تکرار و ۴ جوجه در هر تکرار انجام شد. فاکتورها شامل ۳ سطح از متابولیت $1\alpha\text{-OH-}D_3$ (۰، ۵ و۱۰ µg/kg)، ۲ سطح آنزیم فیتاز (۰ و۵۰۰ FTU/kg)، ۲ سطح کوله‌کلسیفرول (۰ و ۵۰۰۰ ICU/kg)، و۳ سطح کلسیم و فسفر (۱۰۰، ۷۵ و۵۰ درصد مقدار توصیه شده در راهنمای پرورش جوجه گوشتی سویه راس ۳۰۸) بود. داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از نرم افزار SAS رویه UNIVARIATE از لحاظ نرمال بودن آزمون شد سپس با استفاده از رویه GLM و MIX مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. مقایسه تفاوت میانگین‌های اثرات اصلی با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و اثرات متقابل با استفاده از آزمون توکی صورت گرفت.

نتایج

نتایج مربوط به افزایش وزن بدن، خوراک مصرفی و ضریب تبدیل غذایی جوجه‌ها در سنین مختلف در جدول ۲ آورده شده است. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که بین تیمارها از لحاظ افزایش وزن در سنین مختلف تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($P<۰/۰۱$). افزودن $1\alpha\text{-OH-}D_3$ موجب کاهش معنی‌دار وزن بدن در سنین ۷، ۳۵ و ۴۲ روزگی گردید ($P<۰/۰۵$ و $P<۰/۰۱$). همچنین افزودن این متابولیت موجب کاهش مصرف خوراک در سنین ۱۴، ۲۸، ۳۵ و ۴۲ روزگی شد

1. Phyzyme xp 5000G

(P<۰/۰۵ و P<۰/۰۱). افزودن $1\alpha\text{-OH-D}_3$ تاثیری بر ضریب تبدیل خوراک جوجه‌ها در سنین مختلف نداشت.

کاهش سطوح کلسیم و فسفر جیره نسبت به مقدار توصیه شده در راهنمای پرورش جوجه گوشتی راس ۳۰۸ تاثیر معنی‌دار بر وزن بدن جوجه‌ها نداشت. اما موجب کاهش مصرف خوراک در سنین ۷، ۱۴ و ۲۸ روزگی شد (P<۰/۰۱ و P<۰/۰۵). همچنین کاهش سطوح کلسیم و فسفر جیره موجب کاهش ضریب تبدیل خوراک در سنین ۷، ۲۱، ۳۵، و ۴۲ روزگی شد (P <۰/۰۱ و P<۰/۰۵). افزودن آنزیم فیتاز به جیره پایه موجب افزایش وزن بدن و مصرف خوراک در سنین ۷، ۱۴ و ۲۱ روزگی شد (P <۰/۰۱ و P<۰/۰۵) ولی تاثیر معنی‌داری بر وزن بدن و خوراک مصرفی در سنین بالاتر نداشت. افزودن ۵۰۰ واحد آنزیم فیتاز به جیره پایه تاثیری بر ضریب تبدیل خوراک جوجه‌ها در سنین مختلف نداشت.

افزودن ۵۰۰۰ واحد بین‌المللی کوله‌کلسیفرول به جیره پایه موجب افزایش وزن بدن در سنین ۷ و ۴۲ روزگی (P<۰/۰۱) و کاهش معنی‌دار ضریب تبدیل غذایی در سنین ۷، ۲۸، ۳۵و۴۲ روزگی گردید (P<۰/۰۵ و P<۰/۰۱). افزودن کوله‌کلسیفرول به جیره پایه تاثیری بر خوراک مصرفی جوجه‌ها نداشت.

جدول ۲- اثر $1\alpha\text{-OH-D}_3$، کلسیم و فسفر، فیتاز و کوله‌کلسیفرول روی افزایش وزن بدن (گرم)، ضریب تبدیل غذایی و خوراک مصرفی (گرم)

تیمار	۰ تا ۷ روزگی			۰ تا ۱۴ روزگی			۰ تا ۲۱ روزگی			۰ تا ۲۸ روزگی			۰ تا ۳۵ روزگی			۰ تا ۴۲ روزگی		
	افزایش وزن	خوراک مصرفی	ضریب تبدیل	افزایش وزن	خوراک مصرفی	ضریب تبدیل	افزایش وزن	خوراک مصرفی	ضریب تبدیل	افزایش وزن	خوراک مصرفی	ضریب تبدیل	افزایش وزن	خوراک مصرفی	ضریب تبدیل	افزایش وزن	خوراک مصرفی	ضریب تبدیل
$1\alpha\text{-OH-D}_3$ (میکروگرم در کیلوگرم)																		
۰	۱۳۳/۸۱^{a}	۱۳۲/۷۱	۰/۹۹۵	۳۴۶/۹۹	۳۹۱/۳۴^{a}	۱/۱۳۰	۷۷۷/۷۱	۹۴۹/۱۷	۱/۲۲۱	۱۳۷۰/۵۴	۸۲۶/۰۱^{a}	۱/۳۳۴	۹۱۴/۱۶^{a}	۸۰۰/۶۹^{a}	۱/۴۶۴	۱۴۶/۴۶^{a}	۳۶۵۳/۸۰^{a}	۱/۷۰۳
۵	۱۳۰/۰۸^{ab}	۱۳۰/۹۳	۱/۰۰۹	۳۳۷/۷۳	۳۸۶/۲۸^{ab}	۱/۱۴۸	۷۷۶/۱۱	۹۵۲/۲۷	۱/۲۲۸	۱۳۶۰/۳۱	۸۱۴/۱۵^{ab}	۱/۳۳۵	۸۹۲/۸۴^{ab}	۷۴۹/۶۱^{ab}	۱/۴۵۹	۰۶۳/۷۵^{b}	۳۵۱۳/۹۳^{b}	۱/۷۰۴
۱۰	۱۲۸/۵۴^{b}	۱۲۸/۵۳	۱/۰۰۷	۳۳۲/۱۳	۳۷۲/۹۸^{b}	۱/۱۳۱	۷۶۴/۳۴	۹۳۳/۳۵	۱/۲۲۲	۱۳۳۶/۲۰	۷۷۳/۵۰^{b}	۱/۳۲۹	۸۵۶/۹۲^{b}	۷۰۶/۹۴^{b}	۱/۴۵۵	۰۴۰/۷۰^{b}	۳۴۵۷/۵۶^{b}	۱/۶۹۵
SEM	۱/۵۶	۱/۴۰	۰/۰۱۱	۴/۷۸	۵/۴۱	۰/۰۱۳	۶	۷/۱۱	۰/۰۰۶	۱۱/۸۹	۱۴/۹۴	۰/۰۰۸	۱۴/۰۴	۲۱/۷۸	۰/۰۰۸	۱۹/۶۹	۳۳/۲۵	۰/۰۰۷
احتمال	۰/۰۵	۰/۱۱	۰/۶۳	۰/۰۸	۰/۰۵	۰/۵۳	۰/۲۳	۰/۱۴	۰/۶۶	۰/۱۱	۰/۰۳	۰/۸۷	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۷۱	۰/۰۰۶	۰/۰۰۲	۰/۵۹
کلسیم و فسفر (درصد نسبت به راهنمای پرورش)																		
۱۰۰	۱۳۱/۸۹	۱۳۶/۷۳^{a}	۱/۰۴۲^{a}	۳۴۲/۴۰	۳۹۵/۹۲^{a}	۱/۱۶۲^{a}	۷۷۵/۴۱	۹۵۵/۹۷	۱/۲۳۴^{a}	۱۳۵۷/۶۰	۸۲۳/۰۲^{a}	۱/۳۴۵^{a}	۱۸۷۰/۵۹	۲۷۷۳/۶۶	۱/۴۸۴^{a}	۰۴۸/۵۹	۳۴۹۸/۱۴	۱/۷۰۹^{a}
۷۵	۱۳۱/۶۹	۱۲۷/۳۱^{b}	۱/۰۰۱^{b}	۳۴۲/۵۷	۳۸۱/۴۲^{ab}	۱/۱۱۶^{b}	۷۷۵/۹۹	۹۴۲/۳۰	۱/۲۱۵^{b}	۱۳۵۷/۵۷	۸۱۵/۸۹^{ab}	/۳۳۹^{ab}	۱۸۹۳/۱۲	۲۷۷۳/۱۴	۱/۴۶۶^{a}	۰۹۷/۴۷	۳۵۷۶/۳۷	۱/۷۰۶^{a}
۵۰	۱۲۸/۸۵	۱۲۸/۱۱^{b}	۰/۹۶۸^{b}	۳۳۱/۸۸	۳۷۳/۲۷^{b}	۱/۱۳۱^{ab}	۷۶۶/۷۶	۹۳۶/۵۲	۱/۲۲۲^{ab}	۱۳۵۱/۸۸	۷۷۴/۷۶^{b}	۱/۳۱۵^{b}	۱۹۰۰/۲۱	۲۷۱۰/۴۵	۱/۴۲۸^{b}	۱۰۴/۸۴	۳۵۵۰/۷۸	۱/۶۸۶^{b}
SEM	۱/۵۶	۱/۴۰	۰/۰۱	۴/۷۸	۵/۴۱	۰/۰۱۳	۶	۷/۱۱	۰/۰۰۵	۱۱/۸۹	۱۴/۹۴	۰/۰۰۸	۱۴/۰۴	۲۱/۷۸	۰/۰۰۸	۱۹/۶۹	۳۳/۲۵	۰/۰۰۷
احتمال	۰/۳۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۱۹	۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۴۸	۰/۱۴	۰/۰۵	۰/۹۲	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۳۰	۰/۰۶	۰/۰۰۱	۰/۰۹	۰/۲۴	۰/۰۴
فیتاز (واحد در کیلوگرم)																		
۰	۱۲۷/۰۹^{b}	۱۲۶/۵۸^{b}	۱/۰۰۵	۳۲۸/۵۱^{b}	۳۷۲/۲۹^{b}	۱/۱۴۰	۷۶۰/۱۷^{b}	۹۳۲/۰۴^{b}	۱/۲۲۷	۱۳۵۹/۹۷	۱۸۰۵/۶۱	۱/۳۳۸	۱۸۸۱/۲۳	۲۷۵۶/۷۶	۱/۴۶۶	۰۹۴/۵۰	۳۵۶۰/۵۲	۱/۷۰۰
۵۰۰	۱۳۴/۵۲^{a}	۱۳۴/۸۶^{a}	۱/۰۰۳	۳۴۹/۳۸^{a}	۳۹۴/۷۸^{a}	۱/۱۳۳	۷۸۵/۲۶^{a}	۹۵۷/۸۲^{a}	۱/۲۲۱	۱۳۵۱/۳۹	۱۸۰۳/۴۹	۱/۳۲۸	۱۸۹۴/۷۲	۲۷۴۸/۰۸	۱/۴۵۲	۰۷۲/۷۸	۳۵۲۳/۰۱	۱/۷۰۱
SEM	۱/۲۷	۱/۱۵	۰/۰۰۸	۳/۹۰۰	۴/۴۲	۰/۰۱۱	۴/۹۰	۵/۸۰	۰/۰۰۵	۹/۷۲	۱۲/۱۹	۰/۰۰۷	۱۱/۴۶	۱۷/۷۸	۰/۰۰۶	۱۶/۰۸	۲۷/۱۵	۰/۰۰۶
احتمال	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۸۴	۰/۰۰۳	۰/۰۰۵	۰/۶۲	۰/۰۰۵	۰/۰۰۲	۰/۳۴	۰/۵۳	۰/۹۰	۰/۳۵	۰/۴۱	۰/۷۳	۰/۱۵	۰/۳۴	۰/۳۳	۰/۹۰
کوله‌کلسیفرول (واحد بین‌المللی در کیلوگرم)																		
۰	۱۲۶/۱۲^{b}	۱۲۹/۲۷	۱/۰۲۴^{a}	۳۴۰/۹۷	۳۸۶/۷۲	۱/۱۴۰	۷۷۶/۲۱	۹۴۸/۸۹	۱/۲۲۳	۱۳۵۷/۴۳	۱۸۲۰/۲۲	۱/۳۴۳^{a}	۱۸۷۸/۳۸	۲۷۶۷/۴۹	۱/۴۷۴^{a}	۰۵۲/۰۱^{b}	۳۵۱۷/۶۹	۱/۷۱۶^{a}
۵۰۰۰	۱۳۴/۷۹^{a}	۱۳۲/۰۷	۰/۹۸۴^{b}	۳۳۶/۹۳	۳۸۰/۳۵	۱/۱۳۲	۷۶۹/۲۳	۹۴۰/۹۶	۱/۲۲۴	۱۳۵۴/۹۴	۱۷۸۸/۸۸	۱/۳۲۲^{b}	۱۸۹۷/۵۸	۲۷۳۷/۳۴	۱/۴۴۴^{b}	۱۱۵/۲۶^{a}	۳۵۶۵/۸۳	۱/۶۸۵^{b}
SEM	۱/۲۷	۱/۱۵	۰/۰۰۹	۳/۹۰	۴/۴۲	۰/۰۱۱	۴/۹۰	۵/۸۰	۰/۰۰۴	۹/۷۲	۱۲/۱۹	۰/۰۰۷	۱۱/۴۶	۱۷/۷۸	۰/۰۰۶	۱۶/۰۸	۲۷/۱۵	۰/۰۰۶
احتمال	۰/۰۰۱	۰/۰۹	۰/۰۰۲	۰/۴۶	۰/۳۱	۰/۶۱	۰/۳۱	۰/۳۳	۰/۹۸	۰/۹۱	۰/۰۷	۰/۰۴	۰/۲۴	۰/۲۳	۰/۰۰۲	۰/۰۰۶	۰/۲۱	۰/۰۰۲

نتایج مربوط به اثرات متقابل بین $1\alpha\text{-OH-D}_3$ و آنزیم فیتاز و همچنین آنزیم فیتاز و کلسیم و فسفر خوراک در جدول ۳ و شکل ۱ نشان داده شده است. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که افزودن ۵۰۰ واحد آنزیم فیتاز به جیره‌های حاوی ۵ میکروگرم در کیلوگرم $1\alpha\text{-OH-D}_3$ باعث افزایش معنی‌دار وزن بدن در سنین ۷ و ۱۴ روزگی شد (P<۰/۰۵). اثر متقابل $1\alpha\text{-OH-D}_3$ و آنزیم فیتاز روی ضریب تبدیل غذایی در سن ۲۸ روزگی معنی‌دار بود (P<۰/۰۱) به طوریکه بهترین ضریب تبدیل غذایی نیز با مصرف ۵ میکروگرم در کیلوگرم $1\alpha\text{-OH-D}_3$ و ۵۰۰ واحد آنزیم فیتاز حاصل شد. اثر متقابل بین فیتاز و سطوح کلسیم و فسفر روی وزن بدن

در سنین ۷، ۲۸، ۳۵ و ۴۲ روزگی معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که بالاترین وزن بدن با افزودن ۵۰۰ واحد آنزیم فیتاز به جیره‌های حاوی ۵۰ درصد مقدار توصیه شده کلسیم و فسفر حاصل شد. اثر متقابل این عوامل روی سایر صفات مورد بررسی و همچنین اثرات متقابل بین $1\alpha\text{-OH-D}_3$ ، آنزیم فیتاز ، سطح کلسیم و فسفر و کوله‌کلسیفرول معنی‌دار نبود.

جدول ۳- اثر متقابل $1\alpha\text{-OH-D}_3$، آنزیم فیتاز و کلسیم و فسفر روی وزن بدن (گرم)

تیمار		سن (روز)				
		۷	۱۴	۲۸	۳۵	۴۲
فیتاز	$1\alpha\text{-OH-D}_3$					
۰	۰	۱۲۹/۵۵^{bc}	۳۳۸/۴۵^{ab}	۱۳۷۰/۲۱	۱۹۱۳/۹۰	۲۱۵۳/۹۶
۰	۵	۱۲۳/۷۹^{c}	۳۱۷/۱۸^{c}	۱۳۳۸/۱۷	۱۸۷۸/۴۱	۲۰۷۷/۰۳
۰	۱۰	۱۲۷/۹۴^{c}	۳۲۹/۹۱^{bc}	۱۳۴۵/۸۰	۱۸۵۱/۳۰	۲۰۵۲/۵۰
۵۰۰	۰	۱۳۸/۰۶^{a}	۳۵۵/۵۳^{a}	۱۳۷۰/۸۶	۱۹۱۴/۴۳	۲۱۳۸/۹۶
۵۰۰	۵	۱۳۶/۳۸^{ab}	۳۵۸/۵۳^{a}	۱۳۸۲/۴۶	۱۹۰۷/۲۰	۲۰۵۰/۴۷
۵۰۰	۱۰	۱۲۹/۱۴^{c}	۳۳۴/۳۴^{bc}	۱۳۲۶/۵۹	۱۸۶۲/۵۴	۲۰۲۸/۹۱
	SEM	۲/۵۸	۷/۴۳	۱۷/۵۸	۲۰/۶۴	۲۹/۶۷
	احتمال	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۱۶	۰/۷۷	۰/۹۷
فیتاز	کلسیم و فسفر					
۰	۱۰۰	۱۲۹/۸۶^{a}	۳۳۶/۷۷	۱۳۵۱/۲۹^{abc}	۱۸۶۰/۱۵^{c}	۲۰۴۷/۶۰^{b}
۰	۷۵	۱۳۰/۱۱^{a}	۳۳۵/۱۰	۱۳۸۶/۷۵^{a}	۱۹۲۲/۰۸^{ab}	۲۱۴۷/۲۴^{a}
۰	۵۰	۱۲۱/۳۰^{b}	۳۱۳/۶۶	۱۳۱۶/۱۴^{c}	۱۸۶۱/۴۶^{c}	۲۰۸۸/۶۵^{ab}
۵۰۰	۱۰۰	۱۳۳/۹۲^{a}	۳۴۸/۰۲	۱۳۶۳/۹۱^{ab}	۱۸۸۱/۰۴^{bc}	۲۰۴۹/۵۸^{b}
۵۰۰	۷۵	۱۳۳/۲۶^{a}	۳۵۰/۰۴	۱۳۲۸/۳۹^{bc}	۱۸۶۴/۱۶^{c}	۲۰۴۷/۷۱^{b}
۵۰۰	۵۰	۱۳۶/۴۰^{a}	۳۵۰/۰۹	۱۳۸۷/۶۳^{a}	۱۹۳۸/۹۷^{a}	۲۱۲۱/۰۴^{ab}
	SEM	۲/۵۹	۷/۵۵	۱۷/۱۶	۲۰/۲۷	۳۰/۱۴
	احتمال	۰/۰۱	۰/۱۳	۰/۰۰۹	۰/۰۰۳	۰/۰۵

اثر $1\alpha\text{-OH-D}_3$، کلسیم و فسفر، فیتاز و کوله‌کلسیفرول و اثر متقابل این عوامل روی درصد وزن لاشه، سینه و چربی حفره بطنی معنی‌دار نبود. از این‌رو داده‌های مربوطه در جداول ارایه نشده است. اثر $1\alpha\text{-OH-D}_3$، کلسیم و فسفر، فیتاز و کوله‌کلسیفرول روی فعالیت آلکالین فسفاتاز و کلسیم پلاسما در سن ۴۲ روزگی در جدول ۴ نشان داده شده است. بین میانگین آلکالین فسفاتاز و میزان کلسیم پلاسما در تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. نتایج مربوط به حداکثر مقاومت در برابر نیروی برشی و نیروی برشی لازم برای ایجاد شکست در استخوان درشت‌نی در جدول ۴ و شکل ۲ آورده شده است. افزودن $1\alpha\text{-OH-D}_3$ به خوراک جوجه‌های گوشتی حداکثر مقاومت در برابر نیروی برشی و نیروی برشی لازم برای ایجاد شکست در استخوان درشت‌نی را بطور خطی افزایش داد (P<۰/۰۱). کاهش سطوح کلسیم و فسفر و افزودن کوله‌کلسیفرول به خوراک تاثیری بر حداکثر مقاومت استخوان درشت‌نی در برابر نیروی برشی نداشت ولی نیروی برشی لازم برای ایجاد شکست در استخوان درشت‌نی با کاهش سطح کلسیم و فسفر بطور خطی کاهش یافت (P<۰/۰۵). افزودن آنزیم فیتاز موجب افزایش حداکثر مقاومت در برابر نیروی برشی و نیروی برشی لازم برای ایجاد شکست در استخوان درشت‌نی گردید (P<۰/۰۱). هیچگونه اثرات متقابلی بین تیمارها از لحاظ مقاومت استخوان درشت‌نی مشاهده نشد.

نتایج مربوط به اثر تیمارها بر میزان کلسیم محتوی انگشت پا در شکل ۳ ارایه شده است. افزودن $1\alpha\text{-OH-D}_3$ به خوراک جوجه‌های گوشتی موجب افزایش خطی درصد کلسیم استخوان انگشت پا شد (P<۰/۰۸). افزودن آنزیم فیتاز و کوله‌کلسیفرول موجب کاهش درصد کلسیم استخوان انگشت پا شد (P<۰/۰۵). کاهش سطوح کلسیم و فسفر جیره نسبت به مقدار توصیه شده

در راهنمای پرورش جوجه گوشتی راس ۳۰۸ تاثیر معنی‌دار بر میزان کلسیم استخوان انگشت پای جوجه‌ها نداشت. همچنین اثر متقابل بین تیمارها روی کلسیم انگشت پا معنی‌دار نبود.

جدول ۴- اثر $1\alpha\text{-OH-D}_3$، کلسیم و فسفر، فیتاز و کوله‌کلسیفرول روی فعالیت آلکالین فسفاتاز، کلسیم پلاسما و حداکثر مقاومت استخوان درشت‌نی در سن ۴۲ روزگی

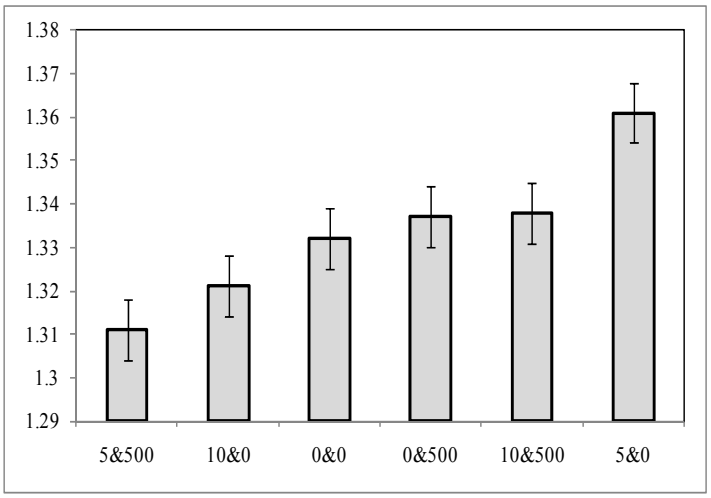
تیمار	آلکالین فسفاتاز (U/L)	کلسیم پلاسما (میلی گرم/دسی لیتر)	حداکثر مقاومت در برابر نیروی برشی (نیوتن)
$1\alpha\text{-OH-D}_3$ (میکروگرم در کیلوگرم)			
۰	۴۴۱۵/۳	۱۰/۱۸	۲۵۶/۹۱[b]
۵	۴۴۹۵/۶	۱۰/۶۷	۲۷۷/۹۵[ab]
۱۰	۴۳۱۶	۱۰/۴۶	۲۹۱/۲۹[a]
SEM	۱۹۷/۹۲	۰/۲۶	۸/۳۰
احتمال	۰/۸۵	۰/۴۱	۰/۰۱
کلسیم و فسفر (درصد نسبت به راهنمای پرورش)			
۱۰۰	۴۵۶۹/۶	۱۰/۷۰	۲۸۸/۳۹
۷۵	۴۵۰۲/۲	۱۰/۱۱	۲۷۱/۴۶
۵۰	۴۱۳۸/۸	۱۰/۴۸	۲۶۶/۲۴
SEM	۱۹۷/۹۱	۰/۲۶	۸/۴۲
احتمال	۰/۳۰	۰/۲۸	۰/۱۵
فیتاز (واحد در کیلوگرم)			
۰	۴۵۵۸/۴	۱۰/۲۶	۲۵۹/۴۳[b]
۵۰۰	۴۲۶۵/۲	۱۰/۶۱	۲۹۰/۸۹[a]
SEM	۱۶۵/۶۹	۰/۲۱	۶/۸۴
احتمال	۰/۲۰	۰/۲۴	۰/۰۰۱
کوله‌کلسیفرول (واحد بین‌المللی در کیلوگرم)			
۰	۴۵۸۹/۸	۱۰/۵۶	۲۷۶/۸۴
۵۰۰۰	۴۲۴۱/۸	۱۰/۳۱	۲۷۳/۷۲
SEM	۱۶۷/۷۰	۰/۳۷	۶/۸۴
احتمال	۰/۱۳	۰/۴۲	۰/۷۴

بحث و بررسی نتایج

نتایج ارایه شده در جدول ۲ نشان می‌دهد که افزودن ۵ و ۱۰ میکروگرم در کیلوگرم $1\alpha\text{-OH-D}_3$ موجب کاهش معنی‌دار مصرف خوراک از سن ۲۸ روزگی و کاهش وزن بدن از سن ۳۵ روزگی شده است. به طوریکه در سن ۴۲ روزگی وزن بدن و مصرف خوراک نسبت به گروه شاهد به ترتیب برای جوجه‌هایی که ۵ و ۱۰ میکروگرم $1\alpha\text{-OH-D}_3$ در خوراک دریافت نموده بودند ۳/۸ و ۴/۹ درصد و ۳/۸ و ۵/۴ درصد کمتر بود. از طرف دیگر افزودن ۵۰۰۰ واحد بین‌المللی کوله-کلسیفرول به خوراک جوجه‌های گوشتی وزن بدن را نسبت به گروه شاهد افزایش و ضریب تبدیل غذایی را نیز بهبود داد (جدول ۲). با فرض این که یک واحد بین-المللی از ویتامین D_3 معادل ۰/۰۲۵ میکروگرم کوله-کلسیفرول است، بنابراین ۵ و ۱۰ میکروگرم $1\alpha\text{-OH-D}_3$ معادل ۲۰۰ و ۴۰۰ واحد بین‌المللی خواهد بود. Edwards et al 2002 و Haussler et al 1973 قابلیت استفاده بیولوژیکی $1\alpha\text{-OH-D}_3$ را به ترتیب ۸ و ۱۰ برابر کوله‌کلسیفرول گزارش نمودند. بنابر این با فرض ۱۰ برابر بودن قابلیت استفاده بیولوژیکی متابولیت مورد استفاده در این پژوهش، مقدار معادل مصرفی ۲۰۰۰ و ۴۰۰۰ واحد بین‌المللی خواهد بود. اما نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد که مصرف معادل ۲۰۰۰ و ۴۰۰۰ واحد ویتامین D_3 از متابولیت $1\alpha\text{-OH-D}_3$ موجب کاهش مصرف خوراک و افت عملکرد شده است در مقابل مصرف ۵۰۰۰ واحد بین‌المللی از متابولیت کوله-کلسیفرول نه تنها موجب افت عملکرد نشده بلکه موجب بهبود عملکرد نیز شده است.Han et al., 2009، Edwards et al., 2002، Haussler et al., 1973، Edwards 2002، Snow et al., 2004، Biehl et al., 1995، Liem et al., 2009 گزارش نمودند که افزودن متابولیت $1\alpha\text{-OH-D}_3$ به خوراک جوجه‌های گوشتی

موجب بهبود عملکرد آن‌ها شد. بنابر این ملاحظه می‌شود که مشاهدات محققین پیشین با یافته‌های پژوهش حاضر در خصوص اثر افزودن متابولیت $1\alpha\text{-OH-D}_3$ به خوراک جوجه‌های گوشتی روی عملکرد آن‌ها تناقض دارد. ریشه این تناقض در این است که تمامی محققین قبلی متابولیت $1\alpha\text{-OH-D}_3$ را برای کوتاه مدت و حداکثر به مدت ۱۶ روز و در ۲۱ روز اول دوره پرورش استفاده نموده‌اند. Soares et al., 1983 مشاهده نمودند که پس از ۶ هفته مصرف $1\alpha\text{-OH-D}_3$ به میزان ۶/۸ میکروگرم در کیلوگرم خوراک مرغ‌های تخم‌گذار، مصرف خوراک، تولید تخم مرغ و کیفیت پوسته تخم مرغ کاهش یافت. همچنین گزارش نمودند که مصرف ۱۰ و ۱۵ میکروگرم از این متابولیت موجب کاهش وزن مرغ‌های تخم گذار نیز شد. این محققین گزارش نمودند که مصرف متابولیت $1,25\text{-(OH)}_2\text{-D}_3$ عوارض منفی مصرف $1\alpha\text{-OH-D}_3$ را نداشت. بنابر این به نظر می‌رسد مدت زمان مصرف در بروز علائم منفی یا مسمومیت این متابولیت موثر است. به عبارت دیگر مقدار مصرف این متابولیت در سنین مختلف و شرایط فیزیولوژیکی مختلف، متفاوت است. از طرف دیگر متابولیت $1\alpha\text{-OH-D}_3$ و $1,25\text{-(OH)}_2\text{-D}_3$ سریعا جذب و مدت ۲ ساعت در متابولیسم کلسیم فعال هستند. در صورتیکه جوجه‌های گوشتی در طی ۲۴ ساعت به طور مداوم به متابولیت فعال ویتامین D_3 نیاز دارند (Edwards et al., 2002). در شرایط طبیعی در بدن مرغ نیز فعالیت آنزیم‌های هیدروکسیلاز بر حسب نیاز تنظیم می‌گردد. لذا مقدار مازاد متابولیت $1\alpha\text{-OH-D}_3$ در واحد زمان در خون پاسخگوی مقدار مورد نیاز در طول زمان نیست و موجب بر هم زدن هموستاز کلسیم و افزایش دریافت کلسیم و متعاقب آن کاهش مصرف خوراک برای برقراری تعادل می‌شود.

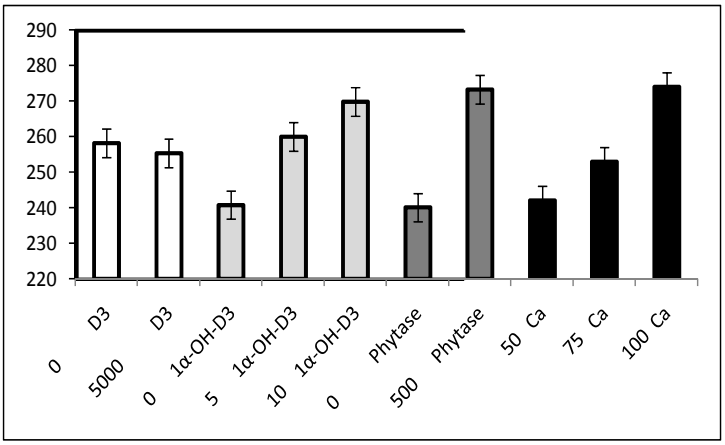
مطالعات مختلف نشان داده است که کلسیم موجود در روده قابلیت انحلال فیتات را کاهش می‌دهد (Applegate et al ., 2003; Tamim et al., 2004, Biehl and Baker 1997a,b, Mitchel and Edwards, 1996). متابولیت $1\alpha\text{-OH-D}_3$ جذب کلسیم را افزایش و موجب افزایش قابلیت انحلال فیتات و در نتیجه افزایش فعالیت فیتاز روده‌ای می‌گردد (Han et al., 2009). نتایج تحقیق حاضر نیز موید این مطلب می‌باشد. اثر متقابل $1\alpha\text{-OH-D}_3$ و آنزیم فیتاز روی ضریب تبدیل غذایی در سن ۲۸ روزگی معنی‌دار بود (شکل ۱).



شکل ۱- اثر متقابل $1\alpha\text{-OH-D}_3$ و آنزیم فیتاز (محور افقی) روی ضریب تبدیل غذایی (محور عمودی) در سن ۲۸ روزگی

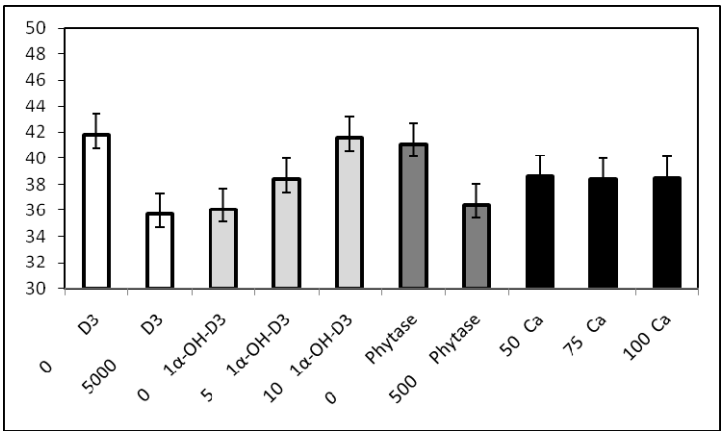
همانطورکه در نمودار مربوط به شکل ۱ مشاهده می‌شود بهترین ضریب تبدیل از تلفیق ۵ میکروگرم $1\alpha\text{-OH-D}_3$ و ۵۰۰ واحد آنزیم فیتاز حاصل شده است. این در صورتی است که ۵۰۰ واحد آنزیم فیتاز و ۵ میکروگرم $1\alpha\text{-OH-D}_3$ به تنهایی نسبت به ترکیب این دو عملکرد مطلوبی نداشته است. با توجه به روابط بین متابولیت‌های کوله‌کلسیفرول، آنزیم فیتاز و کلسیم و فسفر خوراک، بدیهی است برای بررسی اثرات و مقدار مورد نیاز متابولیت‌های فعال کوله‌کلسیفرول این روابط مورد توجه قرار گیرد (Liem et al., 2009). تاکنون

گزارشات زیادی درباره اثر $1\alpha\text{-OH-D}_3$ بر مقاومت استخوان درشت‌نی بویژه تا پایان دوره پرورش جوجه گوشتی ارائه نشده است. Han et al., 2009 گزارش کردند که افزودن $1\alpha\text{-OH-D}_3$ به خوراک جوجه‌های گوشتی موجب بهبود مقاومت استخوان درشت‌نی در سن ۲۱ روزگی می‌شود. همانطور که در جدول ۴ و شکل ۲ مشاهده می‌شود.



شکل ۲- اثر تیمارهای مختلف (محور افقی) بر نیروی برشی لازم (نیوتن) برای شکستن استخوان درشت‌نی (محور عمودی) در سن ۴۲ روزگی

افزودن ۵ و ۱۰ میکروگرم $1\alpha\text{-OH-D}_3$ در هر کیلوگرم خوراک جوجه‌های گوشتی حداکثر مقاومت در برابر نیروی برشی و نیروی برشی لازم برای ایجاد شکست در استخوان درشت‌نی را بطور خطی افزایش داد. همچنین در نمودار مربوط به شکل ۳ مشاهده می‌شود که افزودن $1\alpha\text{-OH-D}_3$ به خوراک جوجه‌های گوشتی موجب افزایش خطی درصد کلسیم استخوان انگشت پا نیز شد. اما شکل معمول ویتامین D_3 یا کوله-کلسیفرول تاثیری بر افزایش استحکام درشت‌نی و میزان کلسیم استخوان انگشت پا نداشت.



شکل ۳- اثر تیمارهای مختلف (محور افقی) روی درصد کلسیم خاکستر انگشت پا (محور عمودی) در سن ۴۲ روز

استخوان درشت نی در بین سایر قسمت‌های اسکلت جوجه گوشتی بیشترین سرعت رشد را دارد. طول این استخوان در طی ۴۲ روز ۴۰۰ درصد افزایش می‌یابد. بنابراین هرگونه کمبود کلسیم، فسفر یا متابولیت فعال ویتامین D موجب بروز ناهنجاری در این استخوان می‌گردد. لذا نتایج حاکی از این است که $1\alpha\text{-OH-D}_3$ می‌تواند بروز دیسکندروپلازی درشت‌نی را در جوجه‌های گوشتی کاهش دهد. نتایج این پژوهش حاکی از این

است که تعیین مقدار دقیق مورد نیاز متابولیت فعال 1α-OH-D_3 برای جوجه‌های گوشتی نیازمند تحقیقات بیشتری می‌باشد. همچنین با توجه به اینکه ۵ و ۱۰ میکروگرم 1α-OH-D_3 موجب کاهش خوراک مصرفی و عملکرد جوجه‌ها و در مقابل موجب بهبود استحکام استخوان درشت‌نی شد، به نظر می‌رسد نیاز جوجه‌های گوشتی جدید به این متابولیت فعال برای صفات مختلف از جمله کاهش بروز دیسکندروپلازی درشت‌نی نسبت به مقدار مورد نیاز برای حداکثر رشد متفاوت باشد. اثر 1α-OH-D_3، کلسیم و فسفر، فیتاز و کوله‌کلسیفرول روی فراسنجه‌های خون از جمله فعالیت آلکالین فسفاتاز و کلسیم پلاسما در سن ۴۲ روزگی معنی‌دار نبود (جدول ۴). آلکالین فسفاتاز یک متالوآنزیم حاوی روی می‌باشد که نقش کلیدی در معدنی شدن استخوان ایفا می‌کند. کاهش سطح فسفر قابل دسترس خون به هر دلیل باعث افزایش فعالیت آلکالین فسفاتاز پلاسما می‌گردد (Viveros et al., 2002). Haussler et al., 1973 نشان دادند که افزودن 1α-OH-D_3 باعث افزایش کلسیم پلاسما می‌شود. این محققین پیشنهاد کردند که 1α-OH-D_3 میزان جذب کلسیم از روده را تسهیل می‌نماید. هرچند در مطالعه Han et al., 2009 افزودن 1α-OH-D_3 باعث افت معنی‌دار کلسیم پلاسما گردید. Han et al., 2009 بیان داشتند که تفاوت بوجود آمده در نتایج آزمایش آن‌ها نسبت به سایر تحقیقات ناشی از تفاوت مقدار کلسیم موجود در جیره می‌باشد. در مطالعه کنونی هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری بین اثرات متقابل 1α-OH-D_3 و سطوح کلسیم در سن ۴۲ روزگی مشاهده نشد. بدیهی است که میزان جذب کلسیم تحت تاثیر 1α-OH-D_3 افزایش یافته است اما سیستم هموستاز کلسیم خون موجب تنظیم سطح آن شده است و کاهش مصرف خوراک نیز معلول آن می‌باشد.

REFERENCES

1. AOAC. 2005. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 18th Ed., Virgina.
2. Applegate, T.J. , R. Angel , and H.L. Classen, 2003. Effect of dietary calcium, 25-hydroxycholecalciferol, or bird strain on small intestinal phytase activity in broiler chickens. Poult. Sci. 82: 1140 –1148.
3. Biehl, R.R. and D.H. Baker, 1997 a. 1α-Hydroxycholecalciferol does not increase the specific activity of intestinal phytase but does improve phosphorus utilization in both cecectomized and sham-operated chicks fed cholecalciferol-adequate diets. Journal of Nutrition. 127: 2054 – 2059.
4. Biehl, R.R. , and D.H. Baker . 1997 b. Utilization of phytate and nonphytate phosphorus in chicks as affected by source and amount of vitamin D3. Journal of Animal Science. 75: 2986 – 2993 .
5. Biehl, R.R. , D.H. Baker , and H.F. Deluca, 1995. 1α-Hydroxylated cholecalciferol compounds act additively with microbial phytase to improve phosphorus, zinc, and manganese utilization in chicks fed soy-based diets. Journal of Nutrition. 125: 2407 – 2416.
6. Diaz, G., J.D.Summers and S. Leeson 2001. Poultry metabolic disorders and mycotoxins.
7. Edwards, H.M. Jr., 2002. Studies on the efficacy of cholecalciferol and derivatives for stimulating phytate utilization in broilers. Poultry Science. 81: 1026 – 1031.
8. Edwards, H.M. Jr., R.B. Shirley, W.B. Escoe and G.M. Pesti, 2002. Quantitative evaluation of 1α-hydroxycholecalciferol as a cholecalciferol substitute for broilers. Poultry Science. 81 : 664 – 669.
9. Han, J.C., X.D. Yang, T. Zhang, H. Li, W.L. Li, Z.Y. Zhang and J.H. Yao, 2009. Effects of 1α-hydroxycholecalciferol on growth performance, parameters of tibia and plasma, meat quality, and type IIb sodium phosphate cotransporter gene expression of one- to twenty-one-day-old broilers. Poultry Science 88 :323–329.
10. Haussler, M.R., J.E. Zerwekh, R.H. Hesse, E. Rizzardo and M.M. Pechet, 1973. Biological activity of lα-hydroxycholecalciferol, a synthetic analog of the hormonal form of vitamin D3. Proceeding of National Academic Science. USA 70: 2248 – 2252.
11. Liem, A., G.M. Pesti, A.Atencio and H.M. Edwards Jr, 2009.Experimental approach to optimize phytate phosphorus utilization by broiler chickens by addition of supplements. Poultry Science 88 :1655–1665.
12. Mitchell, R.D. and H.M. Edwards, 1996. Effect of phytase and 1,25-dihydroxycholecalciferol on phytate utilization and the quantitative requirement for calcium and phosphorus in young broiler chickens. Poultry Science. 75: 95 – 110.
13. Rennie, J,S, and C.C. Whitehead, 1996. Effectiveness of dietary 25- and 1-hydroxycholecalciferol in combating tibial dyschondroplasia in broiler chickens. British Poultry Science 37:413-421.
14. Ross 308 Broiler Nutrition Specification. Management guide. Zarbal Co. IRIRAN 1378 (in Farsi).

15. SAS Institute. 2001. SAS User's Guide: Statistics, Version. 9.01 Edition. SAS Inst. Inc., Cary, NC.
16. Shivazad, M., A. B. Carlos, H.M. Edwards, JR. and M. Zaghari, 2005. Various Levels of Calcium and Phosphorus Diets in Responseto 1,25 – Dihydroxycholecalciferol in Laying Hens. Journal of Agricultural Science and Technology. 7: 89-94.
17. Snow, J.L., D.H. Baker , and C.M. Parsons, 2004. Phytase, citric acid, and 1α-hydroxycholecalciferol improve phytate phosphorus utilization in chicks fed a corn-soybean meal diet. Poultry Science. 83 : 1187– 1192.
18. Soares JR., J.H., D.M. Kaetzel, J.T. Allen and M.R. Swerdel, 1983. Toxicity of a vitamin D steroid to laying hens. Poultry Science 62 :24-29.
19. 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.
20. Viveros, A., A. Brenes, I. Arija and C. Centeno, 2002. Effect of microbial phytase supplementing on mineral utilization and serum enzyme activates in broiler chicks fed different levels of phosphorous. Poultry Science, 81: 1172-1183.