نشریه علوم دامی
(پژوهش و سازندگی)

شماره ۱۱۳، زمستان ۱۳۹۵
ص‌ص: ۵۱~۶۶

تعیین زیست فراهمی صدف معدنی اردبیل در جیره غذایی جوجه‌های گوشتی

- **محمود صحرائی** (نویسنده مسئول)

بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل(مغان)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اردبیل، ایران.

- **سید عبداله حسینی**

موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

- **اباذر قنبری**

بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل(مغان)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اردبیل، ایران.

- **علی مصطفی تهرانی**

موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

- **سولماز رحیمی**

ادراه کل امور عشایری استان اردبیل، ایران.

تاریخ دریافت : اسفند ۱۳۹۴ تاریخ پذیرش : اردیبهشت ۱۳۹۵

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۴۵۳۳۹۲۷۴۰۷

Email: m.sahraei2009@gmail.com

چکیده

برای بررسی ترکیبات صدف معدنی تولیدی در شهرستان کوثر استان اردبیل، دو آزمایش انجام شد. در مرحله اول در ٦ نمونه مرکب و یک نوع صدف تجاری، میزان کلسیم، فسفر، منیزیم، فلوئور و فلزات سنگین تعیین و میزان حلالیت در اسید کلریدریک ۰/۱ نرمال و آب مقطر دوبار تقطیر، انجام شد. فقط میزان کلسیم و حلالیت صدف معدنی اردبیل کمتر از صدف تجاری بود(P<۰/۰۵). در مرحله دوم از ۲٤۰ قطعه جوجه گوشتی جنس نر سویه راس ۳۰۸ در قالب طرح کاملا تصادفی با ٥ تیمار و ٤ تکرار دارای ۱۲ قطعه از سن ۱ الی٤٦ روزگی استفاده شد. تیمارها شامل یک جیره شاهد متوازن شده با صدف تجاری به عنوان منبع کلسیم و ٤ جیره آزمایشی بودند که در آن‌ها به ترتیب ۲٥، ٥۰، ۷٥ و ۱۰۰ درصد کلسیم تامین شده از صدف تجاری وجود داشت که با کلسیم حاصل از صدف مورد مطالعه جایگزین شد. شاخص‌های عملکردی، خصوصیات لاشه، صفات مورفولوژیکی استخوان درشت نی تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار نداشت. ابقاء ظاهری کلسیم و غلظت کلسیم خون در تیمارهای دارای ۱۰۰ و ۷٥ درصد صدف تجاری بالاتر از تیمار ۱۰۰ درصد صدف اردبیل بود(P<۰/۰٥). در مرحله رشد، بالاترین ارزش زیست‌فراهمی نسبی کلسیم در جیره با ۲٥ درصد صدف اردبیل و ۷٥ درصد صدف تجاری و در مرحله پایانی در جیره با ۷٥ درصد صدف اردبیل و ۲٥ درصد تجاری حاصل شد. به‌طور کلی، مطابق شاخص‌های عملکردی و مورفولوژیکی استخوان می‌توان صدف تجاری را در جیره غذایی جوجه‌های گوشتی با صدف معدنی ازدبیل به صورت صددرصد جایگزین کرد.

واژه‌های کلیدی: اردبیل، صدف معدنی، زیست‌فراهمی، جوجه گوشتی.

Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 113 pp: 51-66

Determination of Ardabil mineral oyster bioavailability in diet of broiler chickens

By: Mahmood Sahraei[*1], Said Abdullah Hosseini[2], Abazar Ghanbari[1], Ali Mostafa Tehran[2], Solmaz Rahimi[3]
1: Animal Science Research Department, Ardabil Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ardabil, Iran.
2: Animal Science Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.
3: Department of Tribal Affairs in Ardabil Province, Iran.
Email: m.sahraei2009@gmail.com. Tel: +984533927407

Received: March 2016 **Accepted: May 2016**

To investigate the composition of mineral oyster produced in Khosar city of Ardabil province, two experiments was performed. In first study, in six composed samples and one type commercial oyster, amount of calcium, phosphorus, magnesium, flurein and toxic and heavy metals and solubility of mentioned mineral sources in 0.1 N of HCL and double distillated water, were done. Only calcium amount and solubility rate in Ardabil oyster, lower than commercial oyster ($p<0.05$). In second stage, were used of 240 one day old male Ross 308 broiler chickens in completed randomized design with 5 treatments by 4 replicates containing 12 chicks from 1-46 day old. In these experiment, Replaced commercial oyster with Ardabil oyster mineral in five levels (0, 25, 50, 75 and 100). Performance indexes, carcass treats, tibial bone morphology were not significant in different treatments. Calcium apparent retention and blood calcium concentration in treatments containing 75 and 100 percent of commercial oyster was higher than diet containing 100 percent Ardabil oyster ($p<0.05$). The highest relative bioavailability (RBV) was obtained in diets containing 25 percent Ardabil oyster plus 75 percent commercial oyster in grower phase and vice versa in finisher phase. Overall, based on performance indexes and bone morphologic traits, commercial oyster in broiler chicken diets could be replaced in 100 percent level by Ardabil mineral oyster

Key words: Ardabil, Mineral oyster, Bioavailability, Broiler chicken

مقدمه

سویه‌های مدرن امروزی جوجه‌های گوشتی دارای نیازمندی‌های متفاوتی به مواد مغذی از قبیل انرژی، پروتئین، اسیدهای آمینه، عناصر ماکرو و میکرو هستند که برای دستیابی به تولید مطلوب بایستی مواد مغذی مذکور به نحو مطلوبی تامین گردد. این امر در صورتی امکان‌پذیر خواهد بود که از ارزش واقعی منابع تامین کننده و در واقع از میزان زیست‌فراهمی، هضم و جذب حقیقی مواد مغذی آن‌ها اطلاعات کافی وجود داشته باشد. علاوه بر تامین مواد مغذی از قبیل انرژی، پروتئین و اسیدهای آمینه بایستی به عناصر ماکرو و میکرو نیز توجه شود که در این میان کلسیم یکی از مهمترین آن‌هاست. کلسیم اصلی‌ترین کاتیون جیره بوده که ۹۹ درصد آن در ساختمان اسکلت و ۱ درصد بقیه در سوخت و ساز سلولی، فعالیت آنزیمی، انقباض ماهیچه‌ها و لخته شدن خون نقش دارد(ساتلی،۲۰۱۰). اقلام خوراکی تشکیل دهنده جیره‌های غذایی جوجه‌های گوشتی از قبیل ذرت و کنجاله سویا کمتر از ۱ درصد کلسیم را تامین کرده و به علت اتصال به فیتات و اگزالات از قابلیت زیست فراهمی پائینی برخوردارند . بروز ناهنجاری‌های پا از دیرباز در صنعت پرورش طیور مشکل آفرین بوده است لذا، برای تامین احتیاجات کلسیم در جوجه‌های گوشتی از مکمل‌های

تامین کننده کلسیم از قبیل پودر استخوان، پودر صدف دریایی، کربنات کلسیم، پودر صدف و دی کلسیم فسفات استفاده می-گردد که از لحاظ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی متفاوت می-باشند(زهروی و همکاران،۱۳۸۰؛ اجاکایا و همکاران،۱۹۹۶؛ گینوتی و نایز،۱۹۹۱). در خصوص اثرات منابع مختلف کلسیم در تغذیه طیور بر عملکرد و کیفیت استخوان درشت‌نی تحقیقات مختلفی انجام شده است. به عنوان مثال مطالعات انجام شده توسط زهروی و همکاران(۱۳۸۰) نشان دادند که درصد ابقای ظاهری فسفر، در سنین ۲۱ و ۵۶ روزگی، مقدار خاکستر، ماده خشک، طول و ضخامت استخوان درشت نی جوجه‌های گوشتی در سن ۵۶ روزگی در گروه تغذیه شده با سنگ آهک بهتر از پوسته صدف است و اندازه درشت و متوسط سنگ آهک در مقایسه با ذرات ریز، تعداد جوجه‌های گوشتی مبتلا به فلجی پا را کاهش می‌دهد. همچنین، جایگزینی صدف جیره با گل کربنات کلسیم (صافی چغندر قند) تا سطح ۵۰ درصد صدف جیره، تاثیر منفی بر عملکرد مرغان تخم‌گذار ندارد(آذربایجانی،۱۳۹۰). بررسی ترکیبات معادن کربنات کلسیم استان خراسان رضوی توسط حسابی نامقی(۱۳۹۳) نشان داد که این معادن از نظر مرغوبیت مناسب نبوده و میزان کلسیم در این معادن پائین است. در سطح کشور سالانه بالغ بر ۲۵۰ هزار تن صدف معدنی مورد نیاز می‌باشد که در سال‌های اخیر برای تامین آن از صدف دریایی استفاده شده که این عامل در کنار ایجاد مشکلات زیست‌محیطی به علت استفاده بی‌رویه، دارای آلودگی و اختلاط با ماسه بوده و از کیفیت مطلوبی برخوردار نیست. لذا توسعه معادن صدفی معدنی در مناطق مختلف کشور می‌تواند نقش مهمی در تامین صدف مورد نیاز داشته باشد. همچنین، در استان اردبیل سالانه تقریبا ۱۳ میلیون جوجه‌ریزی وجود داشته و با احتساب مزارع مرغ مادر، تخم‌گذار و کارخانجات خوراک دام فعال در سطح استان سالانه به بیش از ۱۰۰۰ تن صدف معدنی برای تامین کلسیم نیاز می باشد که از سایر مناطق کشور و با صرف هزینه حمل و نقل تامین می-گردد. لیکن اخیرا معدنی از صدف در شهرستان کوثر اردبیل مورد شناسایی قرار گرفته که با توجه به ذخائر عظیم و نمونه‌های ارسالی به آزمایشگاه دارای ۳۵ درصد کلسیم بوده و از لحاظ فلزات سنگین، منیزیم، فلوئور و سایر ترکیبات مشابه کربنات کلسیم و پودر صدف موجود در بازار است لذا دارای پتانسیل مصرف در تغذیه طیور استان اردبیل و مناطق همجوار بوده و در صورت مصرف در تغذیه طیور با توجه به بومی بودن، می‌تواند از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه باشد. لذا این پروژه با هدف تعیین ترکیبات شیمیایی، تجمع بافتی فلزات سمی و سنگین در کبد و تخمین ارزش زیست‌فراهمی‌نسبی کلسیم موجود در صدف معدنی مورد مطالعه، انجام گردید.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در قالب دو آزمایش مختلف اجرا شد.

آزمایش اول :

در مرحله اول، از معدنی واقع در شهرستان کوثر استان اردبیل در زمان‌های مختلف نمونه‌های مرکب با رعایت اصول صحیح نمونه‌برداری گرفته شد. در ادامه ۶ نمونه مرکب ۳۰۰ گرمی از نمونه‌های صدف اخذ شده از معدن مذکور و یک نوع صدف تجاری معمول در بازار از پویا صدف گرگان تهیه شد. سپس میزان رطوبت و غلظت عناصر معدنی از قبیل کلسیم، فسفر، منیزیم، فلوئور و فلزات سمی و سنگین از جمله سرب، آرسنیک، جیوه و کادمیوم مطابق روش‌های استاندارد تعیین شدند (AOAC,1995). همچنین برای ارزیابی حلالیت صدف معدنی تولیدی و صدف تجاری، ۱۰ گرم از هر نمونه به صورت پودری در ۱۰۰ میلی لیتر اسید کلریدریک ۰/۱ نرمال و آب مقطر دوبار تقطیر شده حل و انکوبه شد که بعد از فیلتراسیون از کاغذ واتمن ۴۲ میزان عنصر باقی مانده در مایع فیلتر شده و کاغذ صافی تعیین شده و میزان حلالیت براساس تفاوت غلظت عنصر در نمونه اولیه، مایع فیلتر شده و کاغذ صافی انجام گردید(گینوتی و نایز،۱۹۹۱) .

آزمایش دوم:

در آزمایش دوم برای تعیین ارزش تغذیه کلسیم موجود در صدف مذکور، از ۲۴۰ قطعه جوجه گوشتی جنس نر سویه راس ۳۰۸ در قالب طرح کاملا تصادفی با ۵ تیمار و ۴ تکرار دارای ۱۲ قطعه در سیستم بستر از سن ۱ الی۴۶ روزگی استفاده شد. تیمارها شامل یک جیره شاهد متوازن شده با صدف به عنوان منبع تامین کننده

کلسیم و ۴ جیره آزمایشی بودندکه در آن‌ها به ترتیب ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد کلسیم تامین شده از صدف تجاری(پویا صدف گرگان) جیره وجود داشت که با کلسیم حاصل از صدف مورد مطالعه جایگزین گردید (جدول ۱).

تیمارهای مورد مطالعه بدین شرح بودند: ۱)صدف تجاری ۱۰۰٪ + صدف اردبیل ۰٪ ۲) صدف تجاری ۷۵٪ + صدف اردبیل ۲۵٪. ۳) صدف تجاری ۵۰٪ + صدف اردبیل ۵۰٪. ۴)صدف تجاری ۲۵٪ + صدف اردبیل ۷۵٪ ۵) صدف تجاری صفر ٪ + صدف اردبیل ۱۰۰ ٪

جیره‌های آزمایشی در مرحله آغازین(۱۰-۰ روزگی)، رشد(۳۲-۱۱ روزگی) و پایانی(۴۶-۳۳ روزگی) در تغذیه جوجه‌های گوشتی استفاده گردیدند. در طول اجرای آزمایش صفات عملکردی از قبیل خوراک مصرفی، افزایش وزن، ضریب تبدیل غذایی، درصد تلفات و شاخص کارآیی تولید اندازه‌گیری شدند. برای مطالعه دقیق‌تر اثرات جایگزینی صدف تجاری جیره با صدف معدنی مورد مطالعه، در پایان مرحله رشد و پایانی با انتخاب ۲ قطعه از هر تکرار، درشت‌نی چپ آن‌ها جدا سازی و به روش اتوکلاوینگ (هال و همکاران،۲۰۰۳) چربی زدایی شده و بعد از آماده سازی نمونه‌ها، درصد خاکستر، کلسیم و فسفر به روش جذب اتمی تعیین شد و برای ارزیابی اثرات مصرف سطوح مختلف صدف مورد مطالعه بر استحکام استخوان درشت نی، خصوصیات مورفولوژیکی استخوان از قبیل ماده خشک، طول، قطر داخلی و خارجی، ضخامت دیواره استخوان و شاخص تی بیا و شاخص روبوسیتی مطابق روش (بارنت و نوردین،۱۹۶۰) تعیین گردیدند. برای مطالعه تجمع بافتی فلزات سمی و سنگین از قبیل سرب، آرسنیک، کادمیوم و جیوه کل بافت کبد را بدون کیسه صفرا در آون خشک کرده و بعد از هضم نمونه‌ها به روش‌تر، غلظت فلزات مذکور به روش جذب اتمی اندازه‌گیری شد. همچنین در آخرین روز پرورش، از یک قطعه از هر تکرار خون-گیری شده و غلظت کلسیم و فسفر در سرم خون نیز مطابق روش-های معمول اندازه‌گیری شد(AOAC,1995). برای مطالعه ابقاء ظاهری کلسیم و فسفر در جیره‌های آزمایشی مختلف از روش جمع‌آوری کل فضولات استفاده گردید. بدین منظور در ۳ روز پایانی، ۱ قطعه از هر تکرار بعد از اعمال ۱۲ ساعت گرسنگی، برای جمع آوری فضولات به قفس انفرادی منتقل شده و بعد از سپری شدن ۳ روز ، فضولات دفعی جمع‌آوری و در آون ۶۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۷۲ ساعت، خشک گردید. سپس بعد از تمیز کردن فضولات خشک شده از پر و سایر مواد زائد، نمونه مربوط به هر تکرار توزین و تا زمان آنالیز شیمیایی تعیین کلسیم و فسفر در فریز منهای ۲۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. برای تعیین میزان کلسیم و فسفر در فضولات و خوراک مطابق روش ارائه شده(AOAC,1995) عمل کرده و در نهایت میزان ابقاء ظاهری کلسیم و فسفرمطابق رابطه زیر محاسبه شد(آمرمن و همکاران،۱۹۹۵):

میزان ابقاء ظاهری عنصر = [(میزان خوراک مصرفی×غلظت عنصر) − (میزان فضولات×غلظت عنصر)] / (میزان خوراک مصرفی×غلظت عنصر) ×100

برای تخمین زیست‌فراهمی نسبی و قابلیت دسترسی نسبی کلسیم موجود در صدف مورد مطالعه به هنگام استفاده در سطوح مختلف، از روش رگرسیون نسبت شیب استفاده شد که در آن از یک معادله رگرسیون استاندارد ($Y=a+b_sx_s$) برای کلسیم حاصله از صدف جیره شاهد و یک معادله رگرسیون فرضی برای سطوح مختلف صدف تجاری جایگزین شده با صدف معدنی مورد آزمایش($Y=a+b_tx_t$) استفاده شد. این معادله در واقع شامل میزان کلسیم ذخیره شده در استخوان درشت نی به عنوان متغیر وابسته و میزان کلسیم مصرفی به‌عنوان متغیر مستقل بود. برای تخمین زیست‌فراهمی نسبی(RBV) از تقسیم ضریب رگرسیون معادله سطوح مختلف صدف مذکور نسبت به ضریب رگرسیون معادله جیره شاهد که کلسیم آن از صدف تجاری(پویا صدف گرگان) جیره تامین شده بود، به عنوان منبع استاندارد استفاده شد(لیتل و همکاران،۱۹۹۷). در نهایت تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی با رویه GLM نرم افزار SAS9.1 انجام شده و مقایسه میانگین‌ها با آزمون توکی کرامر انجام گردید.

آنالیز آماری

از رویه GLM نرم افزار SAS(1999) و مطابق مدل آماری ذیل برای ارزیابی اثرات سطح جایگزینی صدف معدنی اردبیل به جای صدف تجاری جیره استفاده شد و برای مقایسه میانگین‌های حاصل از ۵ جیره آزمایشی مختلف از تست توکی کرامر استفاده گردید.

$Y_{ijk}= \mu+ T_{i+} e_{ijk}$

Y_{ijk}= هر مشاهده و یا صفت μ= میانگین جامعه T_i= اثرات نوع جیره آزمایشی e_{ijk}= اثر خطای آزمایش

جدول ۱- جیره‌های آزمایشی مورد استفاده در آزمایش

جیره‌های آزمایشی اقلام خوراکی	آغازین					رشد					پایانی				
	۱	۲	۳	۴	۵	۱	۲	۳	۴	۵	۱	۲	۳	۴	۵
ذرت	۵۵/۵	۵۵/۵	۵۵/۵	۵۵/۵	۵۵/۵	۵۵/۷۴	۵۵/۷۴	۵۵/۷۴	۵۵/۷۴	۵۵/۷۴	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰
کنجاله سویا	۳۵	۳۵	۳۵	۳۵	۳۵	۳۶/۱۰	۳۶/۱۰	۳۶/۱۰	۳۶/۱۰	۳۶/۱۰	۳۲/۴	۳۲/۴	۳۲/۴	۳۲/۴	۳۲/۴
پودر ماهی	۳/۵	۳/۵	۳/۵	۳/۵	۳/۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
روغن سویا	۲	۲	۲	۲	۲	۳/۷	۳/۷	۳/۷	۳/۷	۳/۷	۳/۶۵	۳/۶۵	۳/۶۵	۳/۶۵	۳/۶۵
صدف تجاری	**۱/۴۵**	**۱/۰۵**	**۰/۶۷**	**۰/۲۸**	۰	**۱/۶**	**۱/۱۶**	**۰/۷۲**	**۰/۲۸**	۰	**۱/۵**	۰	**۰/۷**	**۰/۳**	۰
صدف اردبیل	۰	**۰/۳۹**	**۰/۷۸**	**۱/۱۷**	**۱/۵۶**	۰	**۰/۴۴**	**۰/۸۸**	**۱/۳۲**	**۱/۷۶**	۰	**۰/۴۰**	**۰/۸**	**۱/۲**	**۱/۶**
دی‌کلسیم فسفات	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۷	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵
نمک	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
ال-لایزین	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱
دی‌ال- متیونین	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱
مکمل ویتامین	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
مکمل‌مواد معدنی	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
جمع	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰/۰۲	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
ترکیبات مواد مغذی															
ماده خشک	۸۶/۴۸	۸۶/۴۶	۸۶/۴۷	۸۶/۴۷	۸۶/۴۷	۸۶/۱۷	۸۶/۱۷	۸۶/۱۷	۸۶/۱۷	۸۶/۱۷	۸۶/۴۹	۸۶/۴۹	۸۶/۴۹	۸۶/۴۹	۸۶/۴۹
انرژی‌قابل متابولیسم	۲۹۱۰	۲۹۱۰	۲۹۱۰	۲۹۱۰	۲۹۱۰	۳۰۰	۳۰۰	۳۰۰	۳۰۰	۳۰۰	۳۰۰۵	۳۰۰۵	۳۰۰۵	۳۰۰۵	۳۰۰۵
پروتئین خام	۲۲/۰۳	۲۲/۰۳	۲۲/۰۳	۲۲/۰۳	۲۲/۰۳	۲۰/۸۰	۲۰/۸۰	۲۰/۸۰	۲۰/۸۰	۲۰/۸۰	۱۹/۵۴	۱۹/۵۴	۱۹/۵۴	۱۹/۵۴	۱۹/۵۴
کلسیم	۱/۰۹	۱/۰۸	۱/۰۷	۱/۰۷	۱/۰۹	۱/۰۷	۱/۰۶	۱/۰۶	۱/۰۵	۱/۰۷	۱	۰/۹۹	۰/۹۸	۰/۹۶	۰/۹۹
فسفر	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۴۸	۰/۴۸	۰/۴۸	۰/۴۸	۰/۴۸	۰/۴۳	۰/۴۳	۰/۴۳	۰/۴۳	۰/۴۳
متیونین	۰/۵۹	۰/۵۹	۰/۵۹	۰/۵۹	۰/۵۹	۱/۲۹	۱/۲۹	۱/۲۹	۱/۲۹	۱/۲۹	۱/۰۹	۱/۰۹	۱/۰۹	۱/۰۹	۱/۰۹
لایزین	۱/۴۰	۱/۴۰	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۰/۵۱	۰/۵۱	۰/۵۱	۰/۵۱	۰/۵۱	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲
متیونین+ سیستین	۰/۹۳	۰/۹۳	۰/۹۳	۰/۹۳	۰/۹۳	۰/۸۵	۰/۸۵	۰/۸۵	۰/۸۵	۰/۸۵	۰/۷۲	۰/۷۲	۰/۷۲	۰/۷۲	۰/۷۲

نتایج

آزمایش اول

همان‌طور که نتایج نشان می‌دهند صدف معدنی مورد مطالعه از درصد کلسیم نسبتاً مناسبی برخوردار است. هر چند از لحاظ آماری ۳ درصد کلسیم کمتری نسبت به صدف تجاری دارد ولی درصد سایر عناصر در حدود قابل انتظار بوده و تفاوت آماری ما بین دو نوع صدف از این حیث وجود ندارد. لیکن بررسی حلالیت نمونه‌ها در محیط آزمایشگاهی(*In vitro*) نیز نشان می‌دهد علی-رغم دارا بودن حلالیت مناسب، صدف معدنی مورد مطالعه از لحاظ آماری در هر دو حلال کمتر از صدف تجاری است($P < ۰/۰۵$) (جدول ۲). حلالیت بیش از ۸۰ درصد در اسید کلریدریک ۰/۱ نرمال حاکی از قابلیت مناسب دسترسی آن جهت تغذیه طیور و زیست فراهمی‌مطلوب آن است.

جدول ۲- ترکیبات شیمیایی و میزان حلالیت صدف تجاری و صدف معدنی مورد مطالعه

صفات / نوع	ماده خشک (درصد)	کلسیم (درصد)	فسفر (درصد)	منیزیم (درصد)	فلوئور (ppb)	کادمیوم (ppb)	سرب (ppb)	آرسنیک (ppb)*	جیوه (ppb)	میزان حلالیت(درصد)	
										آب مقطر دوبار تقطیر	اسید کلریدریک ۰/۱ نرمال
صدف تجاری	۹۸/۲۰	^{a}۳۸	۰/۰۲	۰/۱۳	۴۹۰	۲۱۴۵/۸۳	۱۹۷	ND**	ND	^{a}۵۶/۴۱	^{a}۸۷/۱۵
صدف اردبیل	۹۷/۱۶	^{b}۳۵	۰/۰۴	۰/۵۳	۶۷۳	۲۰۳۳/۳۰	۲۱۵	ND	ND	^{b}۴۵/۴۸	^{b}۸۲/۱۴
p- value	۰/۰۹	۰/۰۰۹	۰/۱۷	۰/۰۹	۰/۱۸	۰/۲۱	۰/۰۹	–	–	۰/۰۳	۰/۰۱

*: قسمت در بیلیون ** : مقدار قابل اندازه گیری در نمونه مربوطه وجود نداشت

آزمایش دوم

عملکرد

مطابق جدول ۳، جایگزینی سطوح مختلف صدف تجاری جیره غذایی جوجه‌های گوشتی در مراحل مختلف پرورش با صدف معدنی اردبیل از لحاظ آماری اثرات منفی بر شاخص‌های عملکردی ندارد. اگرچه از لحاظ عددی بهترین شاخص کارآیی تولید و ضریب تبدیل غذایی کل دوره در تیمارهای تغذیه شده با جیره‌های غذایی حاوی ۱۰۰ درصد صدف تجاری به عنوان منبع تامین کلسیم جیره غذایی، حاصل شد.

جدول ۳- اثرات جایگزینی صدف معدنی اردبیل به جای صدف تجاری جیره غذایی بر شاخص‌های عملکردی در جوجه‌های گوشتی

صفات	افزایش وزن(گرم)				خوراک مصرفی(گرم)				ضریب تبدیل غذایی			
تیمار*	آغازین	رشد	پایانی	کل دوره	آغازین	رشد	پایانی	کل دوره	آغازین	رشد	پایانی	کل دوره
۱	۱۷۸/۱۴	۷۵۰/۵۲	۱۹۰۶/۶۳	۲۸۳۵/۳۰	۲۵۴/۲۵	۱۲۰۳/۸۵	۳۸۴۱/۴۴	۵۲۹۹/۵۴	۱/۴۳	۱/۶۰	۲/۰۱	۱/۸۷
۲	۱۷۳/۱۲	۷۰۳/۲۹	۱۸۵۳/۱۰	۲۷۲۹/۵۲	۲۵۱/۵۰	۱۱۳۵/۱۰	۳۸۰۳/۸۶	۵۱۹۰/۴۷	۱/۴۵	۱/۶۱	۲/۰۵	۱/۹۰
۳	۱۷۰/۲۹	۷۰۷/۷۰	۱۸۶۶/۹۰	۲۷۴۴/۹۰	۲۵۰/۷۵	۱۱۸۴/۲۷	۳۷۶۱/۷۵	۵۱۹۶/۷۷	۱/۴۷	۱/۶۷	۲/۰۲	۱/۸۹
٤	۱۸۲/۵۸	۷۳۱/۶۶	۱۹۵۱/۱۰	۲۸۶۵/۳۵	۲۶۱/۲۵	۱۱۳۴	۳۸۹۲/۲۵	۵۳۸۷/۵۶	۱/۴۳	۱/۶۸	۱/۹۹	۱/۸۸
۵	۱۸۲/۳۸	۷۴۲/۰۸	۱۸۹۹/۴۵	۲۸۲۳/۸۶	۲۵۹	۱۲۳۷/۹۵	۳۹۴۶/۱۲	۵۴۴۳/۰۷	۱/۴۲	۱/۶۷	۲/۰۸	۱/۹۲
P - Value	۰/۱۶	۰/۲۰	۰/۶۹	۰/۳۵	۰/۱۷	۰/۰۹	۰/۳۵	۰/۰۵۸	۰/۵۷	۰/۳۶	۰/۴۰	۰/۴۷
SEM	۴/۰۱	۱۶/۰۹	۵۱/۱۴	۵۴/۲۸	۳/۳۹	۲۷	۶۶	۶۶/۱۷	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۲

ادامه جدول ۳

صفات	تلفات(٪)				وزن زنده(گرم)			شاخص تولید
تیمار	آغازین	رشد	پایانی	کل‌دوره	پایان آغازین	پایان رشد	کشتار	کل‌دوره
۱	۱	۰	۰/۲۵	۱/۲۵	۲۱۷/۳۹	۱۵۱۲/۵۰	۲۸۷۵	۳۳۷/۶۳
۲	۰/۷۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۱/۲۵	۲۱۳/۱۲	۱۴۷۵/۴۷	۲۷۶۷	۳۱۹/۷۳
۲	۱	۰	۰/۵	۱/۵	۲۱۱/۰۴	۱۴۵۳/۲۳	۲۷۹۰	۳۲۲/۱۸
۳	۱/۲۵	۰	۰	۱/۲۵	۲۲۲/۰۸	۱۵۳۳/۲۹	۲۹۰۵	۳۳۹/۰۶
۴	۱/۵	۰	۰	۱/۵	۲۲۲/۰۸	۱۴۹۱/۶۶	۲۸۶۲	۳۲۵/۳۱
P -Value	۰/۱۵	۰/۴۳	۰/۶۷	۰/۹۴	۰/۲۸	۰/۳۸	۰/۳۸	۰/۴۹
SEM	۰/۲۰	۰/۱۱	۰/۲۷	۰/۳۲	۴/۲۹	۲۹/۱۵	۰/۰۵۵	۹/۵۱

*:۱)صدف تجاری ۱۰۰٪ + صدف اردبیل صفر ٪ ۲) صدف تجاری ۷۵٪ + صدف اردبیل ۲۵٪. ۳) صدف تجاری ۵۰٪ + صدف اردبیل ۵۰٪. ۴)صدف تجاری ۲۵٪ + صدف اردبیل ۷۵٪ ۵) صدف تجاری صفر ٪ + صدف اردبیل ۱۰۰ ٪

جدول ٤- اثرات جایگزینی صدف تجاری جیره غذایی با صدف معدنی اردبیل بر خصوصیات لاشه در جوجه‌های گوشتی (بر حسب درصد)

صفات	لاشه	سینه	ران	بال	پشت	پا
تیمار*						
۱	۷۵/۳۸	۲۶/۶۶	۲۲/۰۶	۷/۰۳۶	۱۹/۱۰	۳/۹۷
۲	۷۴/۹۹	۲۵/۶۶	۲۲/۱۲	۷/۳۱	۱۸/۷۹	۳/۷۴
۳	۷۵/۶۳	۲۶/۳۰	۲۲/۱۸	۷/۵۶	۱۸/۰۷	۳/۹۱
۴	۷۵/۸۲	۲۵/۷۶	۲۲/۱۴	۷/۷۶	۱۸/۶۷	۴/۰۲
۵	۷۵/۳۰	۲۵/۵۳	۲۱/۲۳	۷/۲۸	۱۹/۳۵	۴/۱۲
P -Value	۰/۸۳۴	۰/۹۰۳	۰/۹۱۶	۰/۶۳۱	۰/۳۰۰	۰/۱۱۷
SEM	۰/۵۳۴	۰/۹۶۰	۰/۸۳۵	۰/۳۴۳	۰/۴۰۷	۰/۰۹۰

*۱:)صدف تجاری ۱۰۰٪ + صدف اردبیل صفر ٪ ۲) صدف تجاری ۷۵٪ + صدف اردبیل ۲۵٪. ۳) صدف تجاری ۵۰٪ + صدف اردبیل ۵۰٪. ۴)صدف تجاری ۲۵٪ + صدف اردبیل ۷۵٪ ۵) صدف تجاری صفر ٪ + صدف اردبیل ۱۰۰ ٪

خصوصیات لاشه

مطابق داده‌های جدول ۴ خصوصیات لاشه از قبیل درصد لاشه، سینه، ران، بال، پشت و پاها تحت تاثیر جایگزینی سطوح مختلف صدف تجاری جیره غذایی جوجه‌های گوشتی با صدف معدنی اردبیل قرار نداشت.

خصوصیات مورفولوژیکی استخوان درشت‌نی

مطابق جداول ۵ و ۶خصوصیات مورفولوژیکی استخوان درشت‌نی از قبیل طول، قطر خارجی، قطر داخلی، ضخامت دیواره، شاخص تیبیا، تیبیا تارسی، روبوسیتی، درصد ماده خشک، درصد خاکستر، کلسیم و فسفر آن در مرحله رشد و پایانی از لحاظ آماری تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی مختلف قرار نداشتند. هر چند ازنظر عددی اختلافاتی مابین تیمارهای آزمایشی مختلف در هر دو مرحله وجود داشت. به عنوان مثال، بیشترین درصد کلسیم خاکستر استخوان درشت نی در مرحله رشد در تیمارهای با ۱۰۰ درصد صدف تجاری در جیره غذایی و کمترین آن در جیره غذایی با ۱۰۰ درصد صدف معدنی اردبیل مشاهده گردید ولی در مرحله پایانی بیشترین و کمترین میزان کلسیم در استخوان درشت نی به ترتیب در تیمارهای تغذیه شده با جیره‌های دارای ۵۰ درصد صدف تجاری و ۵۰ درصد صدف معدنی اردبیل و تیمار با ۱۰۰ درصد صدف معدنی اردبیل حاصل شد.

غلظت کلسیم و فسفر خون، تجمع فلزات سنگین در کبد و ابقاء ظاهری کلسیم و فسفر

براساس جدول ۷ بیشترین غلظت کلسیم خون در تیمار تغذیه شده با ۱۰۰ درصد صدف تجاری به عنوان منبع تامین کلسیم در جیره غذایی و کمترین میزان آن در گروه تغذیه شده با ۱۰۰ درصد صدف معدنی اردبیل در جیره غذایی حاصل شد($P<0/05$). لیکن مابین سایر تیمارها اختلاف آماری از این حیث وجود نداشت. میزان فسفر خون و تجمع فلزات سنگین از قبیل کادمیوم، سرب، آرسینک و جیوه در کبد جوجه‌های گوشتی تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی مختلف قرار نداشت. میزان ابقاء ظاهری کلسیم با افزایش سطح جایگزینی صدف تجاری جیره غذایی با صدف معدنی اردبیل به عنوان منبع تامین کلسیم در جیره غذایی کاهش یافت. به طوری‌که بالاترین آن به میزان ۵۴/۴۱ درصد در تیمار دارای ۱۰۰ درصد صدف تجاری و کمترین آن به میزان ۴۷/۷۰ درصد در جیره با ۱۰۰ درصد صدف معدنی اردبیل، حاصل گردید($P<0/05$). لیکن قابلیت ابقاء ظاهری فسفر تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی مختلف قرار نداشت. هر چند از لحاظ عددی با افزایش درصد جایگزینی صدف تجاری جیره با صدف معدنی اردبیل یک روند کاهشی مشاهده گردید.

جدول ۵- اثرات جایگزینی صدف تجاری جیره غذایی با صدف معدنی اردبیل بر خصوصیات مورفولوژیکی استخوان درشت نی جوجه‌های گوشتی در مرحله رشد

صفات / تیمار*	دوره رشد									
	ماده خشک(درصد)	خاکستر(درصد)	کلسیم(درصد)	فسفر(درصد)	طول(میلی متر)	قطر خارجی(میلی متر)	قطر داخلی(میلی متر)	ضخامت دیواره (میلی متر)	شاخص تیبیاتارسی (میلی متر)	شاخص تیبیا(میلی متر)	رویوسیتی(میلی متر)
۱	۸۸/۶۲	۴۴/۷۶	۱۸/۳۶	۷/۳۴	۷۷/۸۵	۶/۸۹	۴/۵۰	۱/۴۰	۵۹/۳۵	۳۴/۷۵	۶/۴۳
۲	۸۷/۵۲	۴۴/۶۶	۱۷/۸۴	۷/۱۹	۷۷/۱۹	۶/۹۶	۳/۷۱	۱/۳۸۰	۴۸/۹۰	۴۶/۸۶	۶/۵۵
۳	۹۲/۰۰	۴۵/۴۰	۱۶/۵۷	۶/۲۰	۷۹/۷۷	۶/۹۶	۳/۵۹	۱/۵۴۰	۵۱/۵۷	۴۸/۴۶	۶/۶۹
۴	۹۲/۳۱	۴۳/۹۰	۱۷/۷۴	۶/۶۵	۷۸/۶۹	۷/۱۰	۳/۴۵	۱/۶۱۳	۵۱/۳۶	۵۰/۰۰	۶/۶۱
۵	۹۲/۷۱	۴۴/۳۶	۱۵/۳۹	۴/۸۹	۸۰/۶۸	۶/۴۰	۳/۷۴	۱/۳۵۳	۵۳/۲۱	۴۱/۵۳	۶/۷۲
P –Value	۰/۲۱	۱/۱۰	۱/۰۷	۰/۷۹	۰/۶۲۵	۰/۸۱	۰/۴۸	۰/۶۰۳	۰/۴۲	۰/۴۳	۰/۴۹
SEM	۱/۸۱	۰/۶۰	۰/۳۵	۰/۲۶	۱/۷۲	۰/۴۱	۰/۴۲	۰/۱۳۳	۳/۸۳	۶/۱۵	۰/۱۲

*:۱)صدف تجاری ۱۰۰٪ + صدف اردبیل صفر ٪ ۲) صدف تجاری ۷۵٪ + صدف اردبیل ۲۵٪. ۳) صدف تجاری ۵۰٪ + صدف اردبیل ۵۰٪. ۴)صدف تجاری ۲۵٪ + صدف اردبیل ۷۵٪ ۵) صدف تجاری صفر ٪ + صدف اردبیل ۱۰۰ ٪

جدول ٦- اثرات جایگزینی صدف تجاری جیره غذایی با صدف معدنی اردبیل بر خصوصیات مورفولوژیکی استخوان درشت نی جوجه‌های گوشتی در مرحله پایانی

صفات / تیمار*	دوره پایانی									
	ماده خشک(درصد)	خاکستر (درصد)	کلسیم(درصد)	فسفر(درصد)	طول(میلی متر)	قطر خارجی(میلی متر)	قطر داخلی(میلی متر)	ضخامت دیواره (میلی متر)	شاخص تیبیاتارسی (میلی متر)	شاخص تیبیا(میلی متر)	رویوسیتی(میلی متر)
۱	۹۲/۴۴	۴۷/۶۰	۱۹/۳۵	۵/۹۰	۹۶/۶۵	۷/۵۰	۴/۷۲	۱/۶۳	۷۶/۱۷	۳۷/۲۲	۷/۵۳
۲	۹۱/۶۲	۴۵/۵۳	۱۹/۷۶	۷/۶۴	۹۶/۷۲	۸/۲۸	۴/۹۷	۱/۷۳	۷۷/۹۲	۳۹/۹۲	۷/۵۱
۳	۹۱/۹۲	۴۶/۷۳	۲۰/۹۶	۶/۱۷	۹۹/۱۱	۸/۵۰	۵/۷۴	۱/۸۹	۸۲/۸۵	۳۲/۱۰	۷/۶۲
۴	۹۲/۴۳	۴۴/۱۳	۱۹/۲۷	۷/۵۲	۹۷/۵۱	۸/۷۰	۵/۳۴	۱/۶۶	۸۱/۸۳	۳۷/۹۸	۷/۵۲
۵	۹۱/۳۰	۴۵/۱۶	۱۷/۷۷	۷/۶۵	۹۵/۹۴	۷/۹۶	۵/۱۲	۱/۳۹	۷۸/۹۱	۳۵/۴۱	۷/۴۵
P –Value	۰/۷۳	۰/۸۰	۰/۶۳	۰/۶۳	۰/۴۰	۰/۴۷	۰/۳۸	۰/۲۹	۰/۷۴	۰/۷۴	۰/۸۳
SEM	۰/۷۰	۰/۰۸	۰/۰۶	۰/۱۹	۱/۱۴	۰/۴۸	۰/۳۵	۰/۱۵	۳/۹۸	۴/۲۲	۰/۱۰

*:۱)صدف تجاری ۱۰۰٪ + صدف اردبیل صفر ٪ ۲) صدف تجاری ۷۵٪ + صدف اردبیل ۲۵٪. ۳) صدف تجاری ۵۰٪ + صدف اردبیل ۵۰٪. ۴)صدف تجاری ۲۵٪ + صدف اردبیل ۷۵٪ ۵) صدف تجاری صفر ٪ + صدف اردبیل ۱۰۰ ٪

جدول۷ - اثرات جایگزینی صدف تجاری جیره غذایی با صدف معدنی اردبیل بر غلظت کلسیم و فسفر خون، تجمع فلزات سنگین در کبد و ابقاء ظاهری کلسیم و فسفر در جوجه‌های گوشتی

صفات	خون (میلی گرم/دسی لیتر)		کبد (قسمت در بیلیون)**				ابقاء ظاهری (درصد)	
تیمار	کلسیم	فسفر	کادمیوم	سرب	آرسنیک	جیوه	کلسیم	فسفر
۱	۱۰/۰۹[a]	۵/۴۵	۲۰۲/۹	۱۴۶/۰۴	ND***	ND	۵۴/۴۱[a]	۴۸/۴۶
۲	۹/۶۲[ab]	۵	۲۸۲/۴۰	۱۸۷/۱۳	ND	ND	۵۳/۱۵[a]	۴۷/۵۹
۳	۹/۲۳[ab]	۴/۸۶	۱۹۶/۴۷	۱۴۴/۹۰	ND	ND	۵۲/۴۹ [ab]	۴۶/۷۳
۴	۸/۴۵[ab]	۴/۷۶	۲۴۹/۸۶	۱۵۹	ND	ND	۵۰/۸۶ [ab]	۴۶/۱۷
۵	۷/۹۵[b]	۴/۳۵	۲۴۵/۶۰	۱۴۲/۵۹	ND	ND	۴۷/۷۰[b]	۴۵/۰۹
	۰/۰۱۵	۰/۴۳	۰/۷۹	۰/۹۲	–	–	۰/۰۱۴	۰/۲۸
SEM	۰/۳۷	۰/۳۸	۵۵/۲۳	۴۰/۶۴	–	–	۱/۱۱	۱/۰۷

a-b: میانگین‌های با حداقل یک اندیس متفاوت در هر ستون اختلاف آماری معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد دارند.

*:۱)صدف تجاری ۱۰۰٪ + صدف اردبیل صفر ٪ ۲) صدف تجاری ۷۵٪ + صدف اردبیل ۲۵٪. ۳) صدف تجاری ۵۰٪ + صدف اردبیل ۵۰٪. ۴)صدف تجاری ۲۵٪ + صدف اردبیل ۷۵٪ ۵) صدف تجاری صفر ٪ + صدف اردبیل ۱۰۰ ٪

: قسمت در بیلیون * : مقدار قابل اندازه گیری در نمونه مربوطه وجود نداشت

جدول ۸- تخمین زیست‌فراهمی نسبی کلسیم در صدف معدنی اردبیل در تغذیه جوجه‌های گوشتی در مرحله رشد(براساس غلظت کلسیم استخوان درشت‌نی نسبت به میزان کلسیم مصرفی)

*سطوح مصرف صدف معدنی اردبیل در جیره	معادله رگرسیون**	ارزش زیست فراهمی نسبی*** (RBV)(٪)	ضریب تبیین(R^2)	P- value
۱	Y= ۰/۱+۰/۰۴۷X	۱۰۰	۰/۹۳	۰/۱۶
۲	Y= -۵/۹۱+۰/۵۲X	۱۱۰/۶۳	۰/۹۷	۰/۰۹۲
۳	Y= ۰/۰۸۹+۰/۰۴۲X	۸۹/۳۶	۰/۹۸	۰/۰۷۱
۴	Y= ۰/۰۹۶+۰/۰۴۱X	۸۷/۲۳	۰/۹۷	۰/۰۹۱
۵	Y= ۰/۱۴۵+۰/۰۳۶X	۷۶/۵۹	۰/۹۶	۰/۱۱

*:۱)صدف تجاری ۱۰۰٪ + صدف اردبیل صفر ٪ ۲) صدف تجاری ۷۵٪ + صدف اردبیل ۲۵٪. ۳) صدف تجاری ۵۰٪ + صدف اردبیل ۵۰٪. ۴)صدف تجاری ۲۵٪ + صدف اردبیل ۷۵٪ ۵) صدف تجاری صفر ٪ + صدف اردبیل ۱۰۰ ٪

**معادله رگرسیون بین میزان مصرف کلسیم بر حسب گرم برای هر سطح جایگزینی کلسیم جیره غذایی با صدف معدنی اردبیل (X) و میزان افزایش میزان کلسیم استخوان درشت نی بر حسب گرم مربوط به همان سطح جایگزینی(Y) حاصل شده است.

***با تقسیم ضرایب رگرسیونی هر سطح جایگزینی بر ضریب معادله رگرسیون جیره شاهد به عنوان استاندارد، از روش بیولوژیکی(زیست فراهمی نسبی) تعیین گردید(ارزش زیست فراهمی کلسیم در جیره شاهد به عنوان منبع استاندارد ۱۰۰ درصد فرض شده است).

تخمین زیست‌فراهمی کلسیم

ارزش زیست فراهمی‌نسبی کلسیم تامین شده از سطوح مختلف صدف معدنی اردبیل در جیره غذایی جوجه‌های گوشتی در مرحله رشد، در جدول ۸ ارائه شده است. براین اساس بیشترین میزان زیست‌فراهمی نسبی کلسیم (۱۱۰/۶۳) به ترتیب به هنگام تغذیه جوجه‌های گوشتی با جیره‌های غذایی حاوی ۲۵ درصد صدف معدنی اردبیل و ۷۵ درصد صدف تجاری و کمترین آن (۷۶/۵۹) در جیره غذایی با ۱۰۰درصد صدف معدنی اردبیل مشاهده گردید. مطابق جدول ۹ در مرحله پایانی پرورش جوجه‌های گوشتی، بیشترین میزان زیست‌فراهمی نسبی کلسیم حاصل از صدف معدنی اردبیل در جیره غذایی(به میزان ۱۰۵/۸۸)، براساس افزایش ذخائر کلسیمی استخوان درشت نی، در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره دارای ۱۰۰ درصد صدف معدنی اردبیل به عنوان منبع تامین کلسیم، و کمترین آن (به میزان ۷۶/۴۷) به هنگام تغذیه جوجه‌های گوشتی با ۲۵ درصد صدف معدنی اردبیل و ۷۵ درصد صدف تجاری به عنوان منبع تامین کلسیم جیره مشاهده شد

.

جدول ۹- تخمین زیست‌فراهمی نسبی کلسیم در صدف معدنی اردبیل در تغذیه جوجه‌های گوشتی در مرحله پایانی(براساس غلظت کلسیم استخوان درشت نی نسبت به میزان کلسیم مصرفی)

*سطوح مصرف صدف معدنی اردبیل در جیره	معادله رگرسیون**	ارزش زیست فراهمی نسبی*** (RBV)(٪)	ضریب تبیین (R^2)	P- value
۱	Y= ۰/۶۸+۰/۰۱۷X	۱۰۰	۰/۴۵	۰/۵۳
۲	Y=۰/۸۵+۰/۰۱۳X	۷۶/۴۷	۰/۹۹	۰/۰۱۸
۳	Y= ۰/۹۵+۰/۰۱۴X	۸۲/۳۵	۰/۹۵	۰/۱۳
۴	Y= ۰/۷۷+۰/۰۱۸X	۱۰۵/۸۸	۰/۷۹	۰/۲۹
۵	Y= ۰/۶۶+۰/۰۱۷X	۱۰۰	۰/۵۲	۰/۴۸

*:۱)صدف تجاری ۱۰۰٪ + صدف اردبیل صفر ٪ ۲) صدف تجاری ۷۵٪ + صدف اردبیل ۲۵٪. ۳) صدف تجاری ۵۰٪ + صدف اردبیل ۵۰٪. ۴)صدف تجاری ۲۵٪ + صدف اردبیل ۷۵٪ ۵) صدف تجاری صفر ٪ + صدف اردبیل ۱۰۰ ٪

**معادله رگرسیون بین میزان مصرف کلسیم بر حسب گرم برای هر سطح جایگزینی کلسیم جیره غذایی با صدف معدنی اردبیل (X) و میزان افزایش میزان کلسیم استخوان درشت نی بر حسب گرم مربوط به همان سطح جایگزینی(Y) حاصل شده است.

***با تقسیم ضرایب رگرسیونی هر سطح جایگزینی بر ضریب معادله رگرسیون جیره شاهد به عنوان استاندارد، ارزش بیولوژیکی(زیست فراهمی نسبی) تعیین گردید(ارزش زیست فراهمی کلسیم در جیره شاهد به عنوان منبع استاندارد ۱۰۰ درصد فرض شده است).

بحث

آزمایش اول

همان‌طور که نتایج نشان می‌دهند، صدف معدنی مورد مطالعه از درصد کلسیم نسبتاً مناسبی برخوردار است هر چند از لحاظ آماری ۳ درصد کلسیم کمتری نسبت به صدف تجاری دارد ولی درصد سایر عناصر در حدود قابل انتظار بوده و تفاوت آماری ما بین دو نوع صدف از این حیث وجود ندارد. در مکمل‌های معدنی علاوه بر غلظت عناصر معدنی ماکرو از قبیل کلسیم و فسفر به میزان فلزات سمی و سنگین نیز توجه می‌شود در این مکمل ها بایستی غلظت عناصر سمی از قبیل آرسنیک، کادمیوم، سرب و جیوه کمتر از مقادیر ارائه شده در مراجع استاندارد از قبیل(AAFCO,1999) باشد. در این استاندارد حداکثر مقادیر قابل قبول فلزات سمی مذکور به ترتیب ۵-۲، ۱۰-۵، ۳۰-۵ و ۰/۰۵ قسمت در میلیون برای مکمل‌های معدنی فلزات سنگین گزارش شده است که در صدف معدنی مورد مطالعه در پروژه حاضر میزان این فلزات کمتر از مقادیر ذکر شده در بالاست. لیکن بررسی حلالیت نمونه‌ها در محیط آزمایشگاهی(*In vitro*) نیز نشان می‌دهد علی‌رغم دارا بودن حلالیت مناسب، صدف معدنی مورد مطالعه از لحاظ آماری در هر دو حلال کمتر از صدف تجاری است($P < ۰/۰۵$). (جدول ۲). لیکن حلالیت بیش از ۸۰ درصد در اسید کلریدریک ۰/۱ نرمال حاکی از قابلیت مناسب دسترسی آن جهت تغذیه طیور و زیست فراهمی مطلوب آن است. حلالیت سنگ‌ها در غلظت‌های مختلف اسید یک ارزیابی در شرایط آزمایشگاهی می‌باشد، بدین نحو که هر چه سنگ بیشتر در اسید حل شود، احتمال حلالیت آن نیز در بدن حیوان افزایش یافته و ازدیاد حلالیت، توام با بهبود فرآیند جذب در بدن می‌باشد(ژانگ و کون،۱۹۹۷).

یک عنصر مزاحم دیگر در منابع معدنی تامین کننده کلسیم در جیره‌های غذایی طیور، عنصر منیزیم است. میزان منیزیم در صدف معدنی اردبیل اختلاف آماری معنی‌داری با صدف تجاری نداشت هر چند از نظر عددی بالاتر بود. یکی از خواص عنصر منیزیوم قابلیت اتصال قوی‌تر آن با پروتئین جذب کننده کلسیم می‌باشد و به دلیل اتصال قوی‌تر نسبت به کلسیم، جذب شده و مانع جذب این عنصر می‌شود. این مسئله سبب کاهش جذب کلسیم می‌گردد (ساندر و همکاران، ۲۰۰۸).

آزمایش دوم

مطابق نتایج مطالعه حاضر، جایگزین کردن صدف تجاری جیره غذایی در مراحل مختلف پرورش با صدف معدنی اردبیل از لحاظ آماری اثرات منفی بر شاخص‌های عملکردی ندارد. اگرچه از لحاظ عددی بهترین شاخص کارآیی تولید و ضریب تبدیل غذایی کل دوره در تیمارهای تغذیه شده با جیره‌های غذایی حاوی ۱۰۰ درصد صدف تجاری به عنوان منبع تامین کلسیم جیره غذایی، حاصل شد. که علت آن می‌تواند ناشی از مصرف جیره‌های متعادل در تیمارهای آزمایشی مختلف به ویژه از لحاظ کلسیم و فسفر و اندازه ذرات یکسان منابع تامین کننده کلسیم در جیره‌های آزمایشی مختلف است که حاکی از قابلیت مصرف صدف معدنی اردبیل به عنوان منبع تامین کننده کلسیم در جیره غذایی جوجه-های گوشتی است. در مطالعه مشابهی اومولی و همکاران(۲۰۰۵) در نیجریه، پوسته صدف جیره غذایی مرحله پایانی جوجه‌های گوشتی را با گچ(ژیپسوم) جایگزین کرده و اثرات مضری را بر عملکرد، کیفیت لاشه و متابولیت‌های خونی گزارش نکردند. لیکن در آزمایشی مصرف سطوح مختلف سنگ آهک در اندازه ذرات مختلف در تغذیه جوجه‌های گوشتی در مرحله آغازین منجر به کاهش مصرف خوراک و بهبود ضریب تبدیل غذایی در اندازه درشت(۴/۷۵-۱/۱۸ میلی‌متر) و متوسط(۰/۳-۱/۱۸ میلی‌متر) نسبت به اندازه ریز(کمتر از ۰/۱۵ میلی‌متر) گردید که ناشی از عبور سریع‌تر ذرات ریز از دستگاه گوارش و افزایش سرعت عبور غذا در جوجه‌های گوشتی است(زهروی و همکاران، ۱۳۸۰). علت تناقض نتایج این مطالعه با نتایج پژوهش حاضر این است که در پژوهش حاضر اندازه ذرات هر دو نوع منبع کلسیم مصرفی در جیره‌های آزمایشی یکسان و از نوع متعارف در تغذیه جوجه‌های گوشتی بود. خصوصیات مورفولوژیکی استخوان درشت‌نی از قبیل طول، قطر خارجی، قطر داخلی، ضخامت دیواره، شاخص تیبیا،

تیبیا تارسی، روبوسیتی، درصد ماده خشک، درصد خاکستر، کلسیم و فسفر آن در مرحله رشد و پایانی از لحاظ آماری تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی مختلف قرار نداشت. هر چند ازنظر عددی اختلافاتی مابین تیمارهای آزمایشی مختلف در هر دو مرحله وجود داشت به عنوان مثال بیشترین درصد کلسیم خاکستر استخوان درشت نی در مرحله رشد در تیمارهای با ۱۰۰ درصد صدف تجاری در جیره غذایی و کمترین آن در جیره غذایی با ۱۰۰ درصد صدف معدنی اردبیل مشاهده گردید ولی در مرحله پایانی بیشترین و کمترین میزان کلسیم در استخوان درشت نی به ترتیب در تیمارهای تغذیه شده با جیره‌های دارای ۵۰ درصد صدف تجاری و ۵۰ درصد صدف معدنی اردبیل و تیمار با ۱۰۰ درصد صدف معدنی اردبیل حاصل شد (جداول ۵ و ۶). خصوصیات مورفولوژیکی استخوان درشت‌نی به عنوان یک معیار توسط تغذیه‌دان‌ها برای ارزیابی ارزش زیست فراهمی منابع مختلف تامین کننده کلسیم در جیره غذایی استفاده می‌گردد(نایمو و همکاران، ۱۹۸۰). در آزمایشی اجاکایا و همکاران(۲۰۰۳) اثرات استفاده از شش منبع کلسیم از قبیل کربنات کلسیم، پوسته دو کفه‌ای، پوسته پروانش، پوسته صدف، گرد و غبار مرمر و پوسته حلزون را در تغذیه جوجه‌های گوشتی بر عملکرد و خصوصیات استخوان درشت‌نی مطالعه کرده و نشان دادند که کربنات کلسیم نسبت به سایرین زیست‌فراهم‌تر بوده و پوسته دو کفه‌ای و پروانش پتانسیل مصرف در تغذیه جوجه‌های گوشتی را دارند. گینوتی و نایز(۱۹۹۱) در ارزیابی اندازه ذرات و منابع مختلف کربنات کلسیم از قبیل صدف دریایی عمل‌آوری شده با اسید فسفریک، پوسته صدف و سنگ آهک در جیره غذایی بر عملکرد و خصوصیات استخوان درشت‌نی نشان دادند که تفاوت حاصله در عملکرد و مورفولوژی استخوان درشت نی به منبع کلسیم ارتباطی نداشته بلکه به اندازه ذرات مرتبط است و اندازه ذرات ۰/۱۵ میلی متر اثرات مفیدی بر عملکرد و استخوانی درشت‌نی دارد. چون در مطالعه حاضر از دو نوع منبع تامین کننده کلسیم در یک اندازه متعارف و یکسان استفاده شده لذا نوع منبع اثراتی بر خصوصیات مورفولوژیکی استخوان درشت نی ایجاد نکرده است که با نتایج مطالعه مذکور همخوانی دارد. براساس جدول ۷ بیشترین غلظت کلسیم خون در تیمار تغذیه شده با ۱۰۰ درصد صدف تجاری به عنوان منبع تامین کلسیم در جیره غذایی و کمترین میزان آن در گروه تغذیه شده با ۱۰۰ درصد صدف معدنی اردبیل در جیره غذایی حاصل شد($P<۰/۰۵$). لیکن مابین سایر تیمارها اختلاف آماری از این حیث وجود نداشت. میزان ابقاء ظاهری کلسیم با افزایش سطح جایگزینی صدف تجاری جیره غذایی با صدف معدنی اردبیل به عنوان منبع تامین کلسیم در جیره غذایی کاهش یافت به طوری‌که بالاترین آن به میزان ۵۴/۴۱ درصد در تیمار دارای ۱۰۰ درصد صدف تجاری و کمترین آن به میزان ۴۷/۷۰ درصد در جیره با ۱۰۰ درصد صدف معدنی اردبیل، حاصل گردید($P<۰/۰۵$). این موضوع در واقع تائید کننده حلالیت بالای صدف تجاری در اسید کلریدریک ۰/۱ نرمال در مقایسه با صدف معدنی اردبیل است. تجمع فلزات سنگین از قبیل کادمیوم، سرب، آرسنیک و جیوه در کبد جوجه-های گوشتی تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی مختلف قرار نداشت. مطالعات انجام شده توسط حمید و همکاران(۲۰۱۳) در خصوص بررسی تجمع فلزات سنگین در قسمت‌های مختلف لاشه جوجه-های گوشتی و بومی نشان داد که میزان تجمع سرب در کبد جوجه‌های بومی ۷/۵۶ میلی‌گرم در کیلوگرم و در جوجه‌های گوشتی قابل اندازه‌گیری نبود و میزان روی، منگنز، مس و آهن در کبد، کلیه و سنگدان جوجه های بومی بیشتر از جوجه‌های گوشتی بود. در مطالعه دیگری در جنوب شرقی نیجریه میزان تجمع سرب، آرسنیک، کادمیوم و جیوه را در کبد جوجه‌های گوشتی ۰/۳۷، ۰/۱۳۲، ۰/۴۹۳ و ۰/۵۰۸ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش کردند(اوکیکی و همکاران، ۲۰۱۵). در مرحله رشد بیشترین میزان زیست‌فراهمی نسبی کلسیم (۱۱۰/۶۳) به ترتیب به هنگام تغذیه جوجه‌های گوشتی با جیره‌های غذایی حاوی ۲۵ درصد صدف معدنی اردبیل و ۷۵ درصد صدف تجاری و کمترین آن (۷۶/۵۹) در جیره غذایی با ۱۰۰ درصد صدف معدنی اردبیل مشاهده گردید. لیکن در مرحله پایانی، بیشترین میزان زیست-فراهمی نسبی کلسیم حاصل از صدف معدنی اردبیل در جیره

غذایی(به میزان ۱۰۵/۸۸)، براساس افزایش ذخایر کلسیمی استخوان درشت نی، در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره دارای ۱۰۰ درصد صدف معدنی اردبیل به عنوان منبع تامین کلسیم و کمترین آن (به میزان ۷۶/۴۷) به هنگام تغذیه جوجه‌های گوشتی با ۲۵ درصد صدف معدنی اردبیل و ۷۵ درصد صدف تجاری به عنوان منبع تامین کلسیم جیره مشاهده شد. سلامتی حیوان و تولید با راندمان مطلوب مستلزم تامین مواد مغذی از طریق جیره غذایی به مقدار کافی و قابل استفاده از نظر بیولوژیکی، می‌باشد. بسیاری از مواد مغذی موجود در مواد خوراکی برای حیوان قابل استفاده نیستند لذا آگاهی از میزان زیست فراهمی مواد مغذی موجود در مواد خوراکی برای تامین دقیق احتیاجات بسیار ضروری است. طبق تعریف به مقداری از یک ماده مغذی که پس از خوردن و جذب در متابولیسم شرکت می نماید، زیست فراهمی و یا مقداری که زیست فراهم است، می‌گویند(آمرمن و همکاران، ۱۹۹۵). مقادیر زیست فراهمی بیشتر به صورت درصد بیان می شود البته مقادیر زیست فراهمی مواد مغذی اغلب نسبت به پاسخ به دست آمده با یک مرجع استاندارد(در این آزمایش جیره دارای ۱۰۰ درصد صدف تجاری به عنوان منبع استاندارد در نظر گرفته شده است) بیان می شود و مقادیر به دست آمده در واقع زیست فراهمی نسبی است. جیره‌های معمول حاوی ذرت و کنجاله سویا کمتر از ۱ درصد کلسیم دارد لذا کمبود کلسیم خوراک جوجه‌های گوشتی می‌بایست توسط مکمل‌های کلسیمی تامین شود. زیست فراهمی کلسیم جیره تحت تاثیر عواملی از قبیل فیتات و اگزالات اقلام خوراکی جیره و مقادیر بیش از حد برخی عناصر از جمله سولفات، فسفات، منیزیم و آلومینیوم موجود در سنگ‌های معدنی قرار می‌گیرد(پانورنز اشنایر و اردمن، ۱۹۸۹). در همین رابطه بریستر و همکاران (۱۹۸۱) درگزارشی نشان دادند که زیست فراهمی عنصر کلسیم در دی کلسیم فسفات ۹۹ درصد، در منابع کلسیت آهکی، ۸۴ درصد ودر منابع کلسیت دولومیتی ۷۵ درصد است. این محققین علت زیست فراهمی بهتر منابع کلسیت را فراهم بودن فرم کریستاله کلسیم درمنابع کلسیت و آزادتر بودن یون‌های کلسیم عنوان نمودند. در مطالعه حاضر به نظر می‌رسد یکی از علل زیست فراهمی بالای صدف تجاری در مرحله رشد ناشی از حلالیت بالای آن در اسید کلریدریک در مقایسه با صدف معدنی اردبیل است هر چند در مرحله پایانی این قضیه تاثیر گذار نبوده است.

نتیجه‌گیری

در سطح کشور، سالانه بالغ بر ۲۵۰ هزار تن صدف معدنی مورد نیاز می‌باشد که در سال‌های اخیر برای تامین آن اغلب از صدف دریایی استفاده شده که این عامل در کنار ایجاد مشکلات زیست محیطی به علت استفاده بی رویه، آلودگی صدف‌های مذکور و اختلاط آن‌ها با ماسه از کیفیت مطلوبی برخوردار نیستند. لذا توسعه معادن صدفی معدنی در مناطق مختلف کشور و تعیین ارزش زیست فراهمی آن‌ها در تغذیه طیور می‌تواند نقش مهمی در تامین صدف مورد نیاز صنعت طیور داشته باشد. همچنین در استان اردبیل سالانه تقریبا ۱۳ میلیون جوجه ریزی وجود داشته و با احتساب مزارع مرغ مادر، تخم‌گذار و کارخانجات خوراک دام فعال در سطح استان، سالانه به بیش از ۱۰۰۰ تن صدف معدنی برای تامین کلسیم نیاز می‌باشد که از سایر مناطق کشور و با صرف هزینه حمل و نقل تامین می‌گردد. لیکن اخیرا معدنی از صدف در شهرستان کوثر اردبیل مورد شناسایی قرار گرفته که با توجه به ذخائر عظیم و نمونه‌های ارسالی به آزمایشگاه دارای ۳۵ درصد کلسیم بوده و از لحاظ فلزات سنگین، منیزیم، فلوئور و سایر ترکیبات مشابه کربنات کلسیم و پودر صدف موجود در بازار است. لذا دارای قابلیت مصرف در تغذیه طیور استان اردبیل و مناطق هم‌جوار بوده و در صورت مصرف در تغذیه طیور با توجه به بومی بودن می‌تواند از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه باشد.

منابع

آذربایجانی، ع.ر(۱۳۹۰) بررسی امکان کاربرد گل کربنات کلسیم حاصل از کارخانه قند در تغذیه مرغان تخم‌گذار. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان.

زهروی، م.،نصیری مقدم، ح.،افتخار شاهرودی، ف.، دانش مسگران، م(۱۳۸۰)اثر نوع منبع و سطح کلسیم جیره غذایی و اندازه ذرات سنگ آهک بر ویژگی های تولیدی و سختی استخوان درشت نی در جوجه های گوشتی. علوم فنون کشاورزی و منابع طبیعی. جلد پنجم، شماره سوم.

حسابی نامقی، ع.ر (۱۳۹۳) بررسی معادن کربنات کلسیم استان خراسان جهت استفاده در تغذیه طیور. خلاصه مقالات ششمین کنگره علوم دامی ایران، دانشگاه تبریز.

AAFCO(2000) Official Publication. Association of American Feed Control Officials, Inc., Oxford, IN.

Ammerman C. B., Baker D. H. and Lewis A. J (1995)Bioavailability of Nutrients for Animals: Amino Acids, Minerals, and Vitamins.Academic Press, San Diego, CA.

AOAC(1995) Official Methods of Analysis. 16th ed. Assoc. Off. Anal. Chem., Washington, DC.

Ajakaiye, A., J.O. Atteh and Leeson, S (2003) Biological availability of calcium in broiler chicks from different calcium sources found in Nigeria. *Animal Feed Science and Technology*.104 : 209–214.

Barnet, E. and B. Nordin (1960) The radiological diagnosis of osteoporosis: A new approach. *Clinical Radiology*, 11: 166-169.

Brister, R. D., S. S. Linton and C. R. Creger (1981)Effects of dietary calcium sources and particle size on laying hen performance *Poultry Science*. 60: 2648 –2654.

Guinotte, F. and Nys, Y(1991) The effects of particle size and origin of calcium carbonate on performance and ossification characteristics in broiler chicks. *Poultry Science* 70:1908-1920.

Hall LE, Shirley RB, Bakalli RI, Agarrey SE, Pesti GM and Edwards, Jr H M(2003) Power of two methods for the estimation of bone ash of broilers. *Poultry Science*. 82:414-418.

Littell R. C., Henry P. R., Lewis A. J. and Ammerman C.B (1997) Estimate of relative bioavailability of nutrients using SAS procedures. *Journal of Animal Science*.75:2672–2683.

Nimmo, R.D., Peo, Jr., E.R., Moser, B.D., Cunningham, P.J., Olson, D.G., Crenshaw, T.D(1980) Effect of various levels of dietary calcium and phosphorus on performance, blood and bone parameters in growing boars. *Journal of Animal Science*. 51, 100-111.

Okeke , O.R., I.I. Ujah, P.A.C. Okoye., V.I. E. Ajiwe, C.P. Eze(2015) Effect of different level of cadmium, lead and arsenic on the growth performance of broiler and layer chickens. *Journal of Appleid Chemistry*. 8(10:57-59.

Omole, A.J., G.E. Ogbosuka, R.A. Salako, and Ajayi. O.O (2005) Effect of Replacing Oyster Shell with Gypsum in Broiler Finisher Diet. *Journal of Applied Sciences Research* 1(2): 245-248.

Poneros-shneier, A.G. and J.W. Erdman (1989) Bioavailability of calcium from sesame seeds, almond powder, whole wheat bread, spinach and non fatdry milk in rats. *Journal of Food Science.* 54:150.

Rehman, H.Ur., Rehman, A., Ullah, F., Ullah, N., Zeb, S., Iqbal, T., Rohullah, R., Azeem, T., Rehman, N.Ur., Farhan(2013) Comparative study of heavy metal in different parts of domestic and broiler chickens. *International Journal Pharmacology Science Reviw and Research.* 23(2), 151-154.

SAS Institute (1988) SAS â User's Guide: Statistics. Version 6.03. SAS Institute Inc., Cary, NC.

Saunders-Blades J. L., J. L. MacIsaac, D. R. Korver, and D. M. Anderson(2009)The effect of calcium source and particle size on the production performance and bone quality of laying hens. *Poultry Science* 88:338–353.

Suttle, N.F (2010) Mineral nutrition of livestock, 4th ed. CABI Publishing, Wallingford, UK, 426-459.

Zhang, B and C. N. Coon (1997) The Relationship of Calcium Intake, Source, Size, Solubility In vitro and In Vivo, and Gizzard Limestone Retention in Laying Hens. *Poultry Science* 76:1702–1706.