اثر نوع منبع و سطح کلسیم جیره غذایی و اندازه ذرات سنگ آهک بر ویژگی‌های تولیدی و سختی استخوان درشت نی در جوجه‌های گوشتی

مریم زهروی[۱]، حسن نصیری مقدم[۲]، فریدون افتخاری شاهرودی[۲] و محسن دانش مسگران[۲]

چکیده

به منظور بررسی اثر نوع منبع و سطح کلسیم جیره غذایی و اندازه ذرات سنگ آهک بر ویژگی‌های تولیدی و سختی استخوان درشت نی، آزمایشی با استفاده از ۳۸۴ قطعه جوجه گوشتی انجام گرفت. جوجه‌ها تا هفت روزگی با یک جیره آغازین تجارتی تغذیه، و سپس به طور تصادفی به ۶۴ گروه شش قطعه‌ای تقسیم شدند، به گونه‌ای که از نظر میانگین وزن بدن میان گروه‌ها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (۵/۴±۸۲/۲ گرم). از روز هشتم تیمارهای آزمایشی به جوجه‌ها اختصاص یافت. تیمارها شامل نوع منبع کلسیمی (سنگ آهک و پوسته صدف)، سطح کلسیم (۱۰۰ و ۸۵ درصد سطح توصیه شده NRC) و اندازه ذرات سنگ آهک ریز (کوچک‌تر از ۰/۱۵ میلی‌متر)، متوسط (۰/۳ تا ۱/۱۸ میلی‌متر) و درشت (۱/۱۸ تا ۴/۷۵ میلی‌متر) بودند.

نتایج نشان داد که درصد ابقای ظاهری فسفر در سنین ۲۱ و ۵۶ روزگی، مقدار خاکستر، ماده خشک و طول و ضخامت استخوان درشت نی در سن ۵۶ روزگی، در جوجه‌های تغذیه شده با سنگ آهک بیشتر از گروه‌های تغذیه شده با پوسته صدف بود ($P<0/05$). سطح کلسیم ۸۵ درصد توصیه شده NRC، در برابر سطح کلسیم ۱۰۰ درصد NRC، به گونهٔ معنی‌داری غذای مصرفی و ضریب تبدیل غذایی را، به ویژه در دوره آغازین کاهش ($P<0/001$)، و درصد ابقای ظاهری کلسیم را در سنین ۲۱ و ۴۲ روزگی افزایش داد ($P<0/05$). سطح کلسیم معادل ۱۰۰ درصد NRC در مقایسه با سطح کلسیم ۸۵ درصد NRC، درصد ابقای ظاهری فسفر را در سنین ۲۱ و ۴۲ روزگی و ضخامت استخوان درشت نی را در سنین ۵۶ روزگی ($P<0/01$) و مقدار ماده خشک، مقدار و درصد خاکستر استخوان درشت نی را در سن ۴۲ روزگی به طور معنی‌داری افزایش داد ($P<0/05$). ذرات سنگ آهک در اندازه درشت و متوسط، در مقایسه با ذرات ریز، مقدار غذای مصرفی و ضریب تبدیل غذایی را، به ویژه در دوره آغازین، کاهش معنی‌داری دادند. ذرات متوسط سنگ آهک در سطح کلسیم ۸۵ درصد NRC، و ذرات درشت در سطح کلسیم ۱۰۰ درصد NRC، به طور معنی‌داری معیارهای مربوط به رشد و آهکی شدن استخوان درشت نی و درصد ابقای ظاهری کلسیم و فسفر را افزایش دادند ($P<0/05$). در سطح کلسیم ۸۵ درصد NRC، اندازهٔ ذرات درشت و متوسط سنگ آهک در مقایسه با ذرات ریز آن، به گونهٔ معنی‌داری درصد جوجه‌های مبتلا به فلجی پا را کاهش دادند ($P<0/05$).

واژه‌های کلیدی: جوجه‌های گوشتی، اندازه ذرات، منبع کلسیم، عملکرد تولیدی، استخوان درشت نی

۱. کارشناس ارشد علوم دامی و کارشناس سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی خراسان
۲. به ترتیب دانشیار، استاد و استادیار علوم دامی، دانشکده کشاورزی ، دانشگاه فردوسی مشهد

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-01-27]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1380.5.3.11.0]

مقدمه

رشد غیرطبیعی استخوان‌ها یکی از علل مهم تلفات و یا کاهش ارزش لاشه جوجه‌های گوشتی است (۳ و ۸). بروز ناهنجاری‌های پا از دیرباز در پرورش صنعتی و تجاری طیور مشکل آفرین بوده است.

پژوهش‌های گسترده‌ای در طی چهل سال گذشته در این زمینه انجام گرفته، که موفقیت چندانی در رفع کامل مشکل نداشته است (۸). علل رشد غیرطبیعی استخوان بسیار پیچیده بوده، و عوامل گوناگونی در آن دخالت دارند. یکی از عوامل مؤثر بر رشد و تکامل استخوان‌ها، کمبود یا مازاد مواد معدنی است. در این مورد، تأثیر سطوح نامناسب و یا نسبت‌های مختلف کلسیم به فسفر به خوبی اثبات شده است (۳ و ۸). منابع کلسیمی مورد استفاده در تغذیه طیور، از نظر منشأ (حیوانی یا معدنی) و اندازه ذرات، یا به بیانی از لحاظ خصوصیات فیزیکی-شیمیایی متفاوت می‌باشند. در مورد تأثیر عوامل مذکور بر سختی پوسته تخم مرغ و استخوان در مرغان تخم‌گذار بررسی‌های بسیاری صورت گرفته است، ولی در مورد جوجه‌های گوشتی تحقیقات کمتری وجود دارد (۶، ۱۴، ۲۲ و ۳۲).

در برخی مناطق ایران پوسته صدف را به عنوان منبع اصلی کلسیم در جیره غذایی جوجه‌های گوشتی به کار می‌برند. در حالی که خرده‌های سنگ آهک حاصل از استخراج سنگ آهک از معادن، که کاربردی ندارد، در صورت پایین بودن میزان ناخالصی‌های آن (مانند منیزیم و به ویژه فلوئور)، می‌تواند به عنوان منبع کلسیمی مناسب در جیره غذایی جوجه‌های گوشتی به کار برده شود (۱، ۱۲ و ۱۴). سنگ آهک، در مقایسه با پوسته صدف، علاوه بر قیمت کمتر، فاقد ناخالصی‌هایی مانند شن و ماسه است، در نتیجه کلسیم بیشتری دارد. افزون بر این، خرده‌های سنگ آهک از ذراتی با اندازه‌های گوناگون تشکیل شده است، که این تفاوت اندازه ذرات، اثرهای متفاوتی بر عملکرد جوجه‌ها می‌گذارد (۶، ۱۴، ۲۱ و ۲۲).

هدف از انجام این آزمایش، بررسی تأثیر نوع منبع کلسیم جیره غذایی در سطوح مختلف و اندازه‌های متفاوت ذرات، بر ویژگی‌های تولیدی و استخوان درشت نی جوجه‌های گوشتی است.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش ۳۸۴ قطعه جوجه یک روزه گوشتی تجارتی لهمن به کار رفت. جوجه‌ها به مدت هفت روز با جیره تجارتی آغازین تغذیه، و پس از آن به ۶۴ گروه شش قطعه‌ای تقسیم شدند، به گونه‌ای که میانگین وزن جوجه‌ها در تکرارهای مختلف ۵/۴±۸۲/۲ گرم بود. جوجه‌ها در قفس نگهداری شدند (شش جوجه در هر قفس) و در طول دوره آزمایش، غذا و آب آزادانه در اختیار آنها قرار داشت.

طرح آزمایشی در چارچوب بلوک‌های کامل تصادفی و تیمارها در آن به صورت آشیانه‌ای[1] مرتب شده بود. هر یک از هشت جیره آزمایشی به طور تصادفی به هشت گروه از جوجه‌ها (هشت تکرار) اختصاص یافت. در این تیمارها دو سطح مختلف کلسیم، دو نوع منبع کلسیم، و سه اندازه مختلف ذرات به کار رفت. سطوح کلسیمی عبارت بود از: ۱۰۰ و ۸۵ درصد سطح توصیه شده توسط NRC (۲۵)؛ دو نوع منبع کلسیمی عبارت بود از: پوسته صدف و سنگ آهک، که پوسته صدف به همان شکل متعارف (آسیاب شده) به کار رفت، ولی سنگ آهک با سه اندازه مختلف ذرات استفاده گردید. اندازه ذرات شامل ریز (کوچک‌تر از ۰/۱۵ میلی‌متر)، متوسط (۰/۳ تا ۱/۱۸ میلی‌متر) و درشت (۱/۱۸ تا ۴/۷۵ میلی‌متر) بود. اندازه ذرات متوسط خود از دو اندازه ۰/۳ تا ۰/۶ میلی‌متر و ۰/۶ تا ۱/۱۸ میلی‌متر (به نسبت ۵۰:۵۰)، و اندازه ذرات درشت از دو اندازه ۱/۱۸ تا ۲/۳۶ میلی‌متر و ۲/۳۶ تا ۴/۷۵ میلی‌متر (به نسبت ۵۰:۵۰) تشکیل شده بود.

جیره‌ها بر پایهٔ مقادیر توصیه شده NRC (۲۵) تنظیم شده، و از لحاظ انرژی و پروتئین یکسان بودند. ترکیب جیره‌ها در جدول ۱ و ترکیب عناصر اصلی منابع کلسیمی در جدول ۲

1. Nested

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-01-27]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1380.5.3.11.0]

جدول ۱. درصد اجزای تشکیل دهنده جیره‌های غذایی مورد آزمایش (براساس وزن ماده موجود) و ترکیب شیمیایی تعیین شده جیره‌ها

اجزای جیره	پوسته صدف و ۸۵ درصد NRC			پوسته صدف و ۱۰۰ درصد NRC			سنگ آهک و ۸۵ درصد NRC			سنگ آهک و ۱۰۰ درصد NRC		
	۱-۳ هفتگی	۳-۶ هفتگی	۶-۸ هفتگی	۱-۳ هفتگی	۳-۶ هفتگی	۶-۸ هفتگی	۱-۳ هفتگی	۳-۶ هفتگی	۶-۸ هفتگی	۱-۳ هفتگی	۳-۶ هفتگی	۶-۸ هفتگی
ذرت	۶۲/۸۹	۵۷/۴۷	۶۱/۶۱	۶۳/۰۳	۵۷/۷	۶۵/۱	۶۲/۲۱	۵۷/۴۷	۶۱/۳۷	۶۲/۳۴۵	۵۷/۴۷	۶۲/۸۶
کنجاله سویا	۲۷/۱۶	۱۹/۸	۱۳/۹۸	۲۷/۱	۱۹/۸	۱۴/۶۸	۲۷/۰۵	۱۹/۸۵	۱۴/۵۵	۲۷	۱۹/۸	۱۴/۲۳
پودر ماهی	۵	۴	۵	۵	۴	۵	۵	۴	۴/۶	۵	۴	۵
گندم	۱/۵۶۶	۱۵/۴۴	۱۷/۰۸	۱/۰۵	۱۴/۸	۱۲/۵۰۷	۲/۵۶	۱۵/۵۹	۱۷/۲۷۴	۲/۱	۱۵/۳	۱۵/۴۴۶
مونوکلسیم فسفات	۰/۷	۰/۴۴	۰/۲۱۱	۰/۷	۰/۴۴	۰/۲۲۴	۰/۶۹	۰/۴۴	۰/۲۵۴	۰/۶۹	۰/۴۴	۰/۲۲۲
پوسته صدف	۱/۲۴۴	۱/۳۰۳	۱/۱۶۸	۱/۶۹	۱/۷۱	۱/۵۳۵	-	-	-	-	-	-
سنگ آهک	-	-	-	-	-	-	۱/۰۵	۱/۱	۱	۱/۴۲۵	۱/۴۴	۱/۲۹
متیونین	۰/۱	۰/۰۱	-	۰/۱	۰/۰۱	-	۰/۱	۰/۰۱	-	۰/۱	۰/۰۱	-
نمک	۰/۳۴	۰/۲۴	۰/۱۵۱	۰/۳۴	۰/۲۴	۰/۱۵۳	۰/۳۴	۰/۲۴	۰/۱۵۷	۰/۳۴	۰/۲۴	۰/۱۵۲
پیش مخلوط	۱	۱	۰/۸	۱/-	۱	۰/۸	۱	۱	۰/۸	۱	۱	۰/۸
ماسه	-	۰/۳	-		۰/۳	-	-	۰/۳	-	-	۰/۳	-
ترکیب شیمیایی تعیین شده:												
انرژی متابولیسمی (کیلوکالری در کیلوگرم)	۲۸۸۷	۲۹۱۴	۳۰۰۰	۲۸۸۰	۲۹۰۴	۳۰۰۰	۲۸۹۰/۵	۲۹۱۹/۵	۳۰۰۰	۲۸۸۰/۵۶	۲۹۱۰/۸۷	۳۰۰۰/۰۷
پروتئین خام (درصد)	۲۰/۷	۱۸/۲	۱۶/۸۷	۲۰/۶۳	۱۸/۱۴	۱۶/۸۷	۲۰/۷۴	۱۸/۲۴	۱۶/۸۷	۲۰/۶۷	۱۸/۱۹	۱۶/۸۷
کلسیم (درصد)	۰/۷۷	۰/۶۹	۰/۶۴	۰/۹۰۳	۰/۸۱	۰/۷۵	۰/۷۷	۰/۶۹	۰/۶۴	۰/۹۰۸	۰/۸۲	۰/۷۵
فسفر مفید (درصد)	۰/۴۰۸	۰/۳۲	۰/۲۸	۰/۴۰۷	۰/۳۲	۰/۲۸	۰/۴۰۶	۰/۳۲	۰/۲۸	۰/۴۰۶	۰/۳۲	۰/۲۸

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-01-27]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1380.5.3.11.0]

جدول ۲. ترکیب عناصر اصلی منابع کلسیمی مورد استفاده

منبع کلسیم	کلسیم (%)	فسفر (%)	منیزیم (%)
پوسته صدف	۳۰/۱	۰/۰۱	۱/۹
سنگ آهک	۳۷	۰/۰۱	۲/۳
مونوکلسیم فسفات	۱۶/۴	۲۳	-

نشان داده شده است.

آزمایش تا سن ۵۶ روزگی ادامه داشت. وزن بدن و مصرف خوراک جوجه‌ها در طول دوره آزمایش به صورت هفتگی اندازه‌گیری شد. در پایان هر مرحله از دوره پرورش (۲۱، ۴۲ و ۵۶ روزگی)، آزمایش توازن کلسیم انجام گردید. روش کار به این صورت بود که نخست به مدت هشت ساعت به جوجه‌ها گرسنگی داده شد. سپس به مدت ۷۲ ساعت غذا به طور آزادانه[1] در اختیار جوجه‌ها قرار گرفت. پس از پایان ۷۲ ساعت، غذای مصرفی در این مدت توزین، و از هر تکرار یک نمونه برای اندازه‌گیری کلسیم و فسفر برداشته شد. هم‌چنین، مدفوع تولید شده در طی ۷۲ ساعت جمع‌آوری گردید، و از هر تکرار یک نمونه مدفوع برداشته، و در فریزر نگهداری شد. پیش از اندازه‌گیری کلسیم و فسفر مدفوع، نمونه‌ها از فریزر خارج شده، و پس از به تعادل رسیدن با رطوبت هوا، میزان ماده خشک و سپس میزان کلسیم و فسفر آنها اندازه‌گیری گردید.

در سنین ۴۲ و ۵۶ روزگی، از هر تکرار دو جوجه (یک نر و یک ماده) انتخاب و با روش قطع گردن از ناحیه میان مهره اول و دوم کشتار شدند، و از لحاظ وضعیت استخوان درشت نی[2] مورد بررسی قرار گرفتند (۱۴، ۱۸، ۲۶ و ۳۲). شاخص‌های اندازه‌گیری شده در استخوان درشت نی عبارت بود از: طول، قطر داخلی و خارجی، ضخامت، میزان ماده خشک و خاکستر بدون چربی استخوان. داده‌های این آزمایش در چارچوب طرح آشیانه‌ای به روش مدل خطی عمومی[3] توسط نرم‌افزار SAS تجزیه آماری گردیدند (۲۸). میانگین‌ها به کمک روش مقایسات مستقل مقایسه شدند. مدل آماری طرح به صورت زیر است (۱۶ و ۲۳):

$$Y_{ijkl} = \mu + S_i + C_{j(i)} + P_{k(ij)} + B_l + \varepsilon_{l(ijk)}$$

μ = میانگین

S_i = اثر i امین منبع کلسیم

$C_j(i)$ = اثر j امین سطح کلسیم درون i امین منبع

$P_{k(ij)}$ = اثر k امین اندازه ذرات درون i امین منبع و j امین سطح کلسیم

B_l = اثر بلوک

$\varepsilon_{l(ijk)}$ = خطای آزمایش

نتایج

عملکرد تولیدی

میانگین غذای مصرفی، افزایش وزن و ضریب تبدیل غذایی در جدول ۳ نشان داده شده است. برای هر دو نوع منبع کلسیم، سطح کلسیم معادل ۸۵ درصد NRC در مقایسه با ۱۰۰ درصد NRC، به طور معنی‌داری غذای مصرفی و ضریب تبدیل غذایی را در دوره آغازین کاهش داد ($P<0/05$). در دوره ۱-۶ هفتگی نیز سطح کلسیم ۸۵ درصد NRC، با استفاده از پوسته صدف، به گونهٔ معنی‌داری مقدار غذای مصرفی و ضریب تبدیل غذایی جوجه‌ها را کاهش داد ($P<0/05$). ذرات درشت در دوره رشد (۳-۶ هفتگی) و دوره ۱-۶ هفتگی، و ذرات متوسط در دوره آغازین، در مقایسه با ذرات ریز سنگ آهک، به طور معنی‌داری غذای مصرفی و ضریب تبدیل غذایی را کاهش داد (به ترتیب $P<0/05$ و $P<0/001$). ذرات درشت سنگ آهک، در مقایسه با ذرات ریز آن، به طور معنی‌داری مقدار غذای مصرفی و ضریب تبدیل غذایی دوره پایانی را در سطح کلسیم ۱۰۰ درصد NRC کاهش داد ($P<0/05$).

آزمایش توازن کلسیم[4]

میانگین‌های مربوط به مقدار دفع کلسیم و فسفر و ابقای ظاهری آنها براساس درصد کلسیم و فسفر مصرف شده[1]، در جدول ۴

1. Ad libitum 2. Tibia 3. General Linear Model 4. Calcium Balance Study

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-01-27]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1380.5.3.11.0]

جدول ۳. اثر تیمارهای آزمایشی بر میزان مصرف روزانه غذا، افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل غذایی جوجه‌های گوشتی

منابع / تغییر	مصرف روزانه غذا (گرم)				افزایش وزن روزانه (گرم)				ضریب تبدیل غذایی			
	سن (هفته)				سن (هفته)				سن (هفته)			
	۱-۳	۳-۶	۶-۸	۱-۸	۱-۳	۳-۶	۶-۸	۱-۸	۱-۳	۳-۶	۶-۸	۱-۸
منبع کلسیم												
پوسته صدف	۳۶/۹۱^{a}	۱۰۷/۷۳^{a}	۱۵۰/۰۳^{a}	۸۹/۱۹^{a}	۲۷/۳^{a}	۴۷/۶۷^{a}	۶۴/۲^{a}	۴۱/۵۸^{a}	۱/۳۵^{a}	۲/۲۶^{a}	۲/۳۴^{a}	۲/۱۵^{a}
سنگ آهک	۳۴/۹۷^{a}	۱۰۵/۰۲^{a}	۱۴۶/۴^{a}	۸۵/۹۲^{a}	۲۶/۷^{a}	۴۷/۳۴^{a}	۶۷/۱۹^{a}	۴۲/۶۲^{a}	۱/۳۱^{a}	۲/۲^{a}	۲/۱۵^{a}	۲/۰۲^{a}
SEM	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
سطح کلسیم (منبع کلسیم)												
NRC %۸۵ (پوسته صدف)	۲۹/۲۱^{a}	۱۰۵/۶۸^{a}	۱۴۱/۵۱^{a}	۸۹/۰۸^{a}	۲۷/۳۴^{a}	۴۷/۵۴^{a}	۵۹/۴۶^{a}	۴۰/۳^{a}	۱/۰۷^{a}	۲/۲۲^{a}	۲/۳۸^{a}	۲/۲۱^{a}
NRC %۱۰۰ (پوسته صدف)	۴۴/۶۱^{b}	۱۰۹/۷۶^{a}	۱۵۸/۵۵^{a}	۸۹/۳^{a}	۲۷/۲۷^{a}	۴۷/۸^{a}	۶۸/۹۳^{a}	۴۲/۸۶^{a}	۱/۶۳^{b}	۲/۳^{a}	۲/۳^{a}	۲/۰۸^{a}
NRC %۸۵ (سنگ آهک)	۳۳/۶۳^{a}	۱۰۴/۸۳^{a}	۱۴۲/۹۷^{a}	۸۵/۴۶^{a}	۲۶/۶۹^{a}	۴۷/۲۱^{a}	۶۸/۵۴^{a}	۴۳/۰۷^{a}	۱/۲۶^{a}	۲/۲۱^{a}	۲/۰۹^{a}	۱/۹۹^{a}
NRC %۱۰۰ (سنگ آهک)	۳۶/۳۱^{b}	۱۰۵/۲۱^{a}	۱۴۵/۸۱^{a}	۸۶/۳۸^{a}	۲۶/۷^{a}	۴۷/۴۷^{a}	۶۵/۸۵^{a}	۴۲/۱۷^{a}	۱/۳۶^{b}	۲/۲۳^{a}	۲/۲۱^{a}	۲/۰۵^{a}
SEM	***	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	***	ns	ns	ns
اندازه ذرات (منبع و سطح کلسیم)												
درشت (سنگ آهک و NRC %۸۵)	۲۸/۵۸^{a}	۱۰۰/۲۱^{a}	۱۳۳/۷۹^{a}	۸۲/۴۹^{a}	۲۵/۶۷^{a}	۴۷/۳۸^{a}	۶۹/۳۲^{a}	۴۳/۱۴^{a}	۱/۱۱^{a}	۲/۰۹^{a}	۱/۹۳^{a}	۱/۹۱^{a}
متوسط (سنگ آهک و NRC %۸۵)	۲۸/۴۶^{a}	۱۰۵/۱۴^{ab}	۱۵۱/۸^{a}	۸۵/۲۷^{a}	۲۶/۸۴^{a}	۴۷/۸۹^{a}	۷۱/۶^{a}	۴۳/۹۳^{a}	۱/۰۶^{a}	۲/۲۳^{ab}	۲/۱۲^{a}	۱/۹۴^{a}
ریز (سنگ آهک و NRC %۸۵)	۴۳/۸۵^{b}	۱۰۹/۱۴^{b}	۱۴۳/۳۱^{a}	۸۸/۶۳^{a}	۲۷/۵۷^{a}	۴۷/۱۵^{a}	۶۴/۷^{a}	۴۲/۱۴^{a}	۱/۶^{b}	۲/۳^{b}	۲/۲۱^{a}	۲/۱^{a}
درشت (سنگ آهک و NRC %۱۰۰)	۳۰/۳۶^{a}	۹۹/۲^{a}	۱۳۴/۵۷^{a}	۸۲/۲۹^{a}	۲۷/۴۲^{a}	۴۸/۰۵^{a}	۶۳/۶۵^{a}	۴۲/۶۱^{a}	۱/۱۱^{a}	۲/۱۲^{a}	۲/۱۱^{a}	۱/۹۳^{a}
متوسط (سنگ آهک و NRC %۱۰۰)	۲۹/۸^{a}	۱۰۷/۱۵^{ab}	۱۴۸/۱۶^{ab}	۸۶/۴۱^{ab}	۲۵/۷۸^{a}	۴۶/۷۵^{a}	۶۶/۴۴^{a}	۴۲/۲۶^{a}	۱/۱۶^{a}	۲/۲۳^{ab}	۲/۲۳^{a}	۲/۰۴^{ab}
ریز (سنگ آهک و NRC %۱۰۰)	۴۸/۷۶^{b}	۱۰۹/۲۶^{b}	۱۵۴/۷^{b}	۹۰/۴۳^{b}	۲۶/۹^{b}	۴۶/۸۳^{b}	۶۷/۴۶^{b}	۴۱/۶۵^{b}	۱/۸۱^{b}	۲/۳۳^{b}	۲/۲۹^{a}	۲/۱۷^{b}
SEM	***	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	***	*	ns	ns

a و b: در هر ستون میانگین‌هایی که با حروف متفاوت مشخص شده‌اند اختلاف معنی‌دار دارند ($P \leq ۰/۰۵$).

*، ** و ***: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵، ۰/۰۱ و ۰/۰۰۱. ns: غیرمعنی‌دار

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-01-27]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1380.5.3.11.0]

جدول ۴. اثر تیمارهای آزمایشی بر میزان کلسیم و فسفر دفعی و درصد ابقای ظاهری کلسیم و فسفر (براساس درصد کلسیم و فسفر مصرفی)

منابع تغییر	کلسیم دفعی (گرم در روز در هر تکرار) سن (روز) ۲۱	۴۲	۵۶	فسفر دفعی (گرم در روز در هر تکرار) سن (روز) ۲۱	۴۲	۵۶	ابقای ظاهری کلسیم (درصد) سن (روز) ۲۱	۴۲	۵۶	ابقای ظاهری فسفر (درصد) سن (روز) ۲۱	۴۲	۵۶
منبع کلسیم												
پوسته صدف	۱/۵۵^{a}	۱/۶۷^{a}	۰/۸۹^{a}	۰/۵۶^{a}	۱/۲۸^{a}	۰/۹۷^{a}	۳۸/۸۱^{a}	۴۸/۳۵^{a}	۵۶^{a}	۳۷/۴۴^{a}	۴۵/۶^{a}	۵۱/۴۹^{a}
سنگ آهک	۱/۴۷^{a}	۱/۵۶^{a}	۰/۷۷^{a}	۰/۵۲^{a}	۱/۰۵^{b}	۰/۷۷^{b}	۴۰/۸۸^{a}	۴۹/۷۲^{a}	۵۸/۱۹^{a}	۴۰/۶۵^{a}	۴۸/۰۵^{a}	۵۶/۵۷^{b}
SEM	ns	ns	ns	ns	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	*
سطح کلسیم (منبع کلسیم)												
NRC %۸۵ (پوسته صدف)	۱/۳۸^{a}	۱/۴۳^{a}	۰/۸۲^{a}	۰/۶۵^{a}	۱/۴۷^{a}	۱/۰۱^{a}	۴۱/۴۷^{a}	۵۲/۱^{a}	۵۷/۸۹^{a}	۳۳/۶۴^{a}	۴۰/۷۳^{a}	۵۰/۶۵^{a}
NRC %۱۰۰ (پوسته صدف)	۱/۷۱^{a}	۱/۹۱^{a}	۰/۹۶^{a}	۰/۴۷^{b}	۱/۰۹^{b}	۰/۹۳^{a}	۳۶/۱۴^{a}	۴۴/۶^{a}	۵۴/۱۱^{a}	۴۱/۲۴^{b}	۵۰/۴۸^{b}	۵۲/۳۴^{a}
NRC %۸۵ (سنگ آهک)	۱/۲۹^{a}	۱/۳۹^{a}	۰/۶۲^{a}	۰/۵۷^{a}	۱/۱۵^{a}	۰/۸۱^{a}	۴۳/۷^{a}	۵۲/۵۱^{a}	۵۹/۶۵^{a}	۳۸/۴۳^{a}	۴۵/۲۵^{a}	۵۵/۴۳^{a}
NRC %۱۰۰ (سنگ آهک)	۱/۶۴^{b}	۱/۷۴^{b}	۰/۷۹^{a}	۰/۴۶^{b}	۰/۹۶^{b}	۰/۷۶^{a}	۳۸/۰۵^{b}	۴۶/۹۳^{b}	۵۶/۷۴^{a}	۴۲/۸۷^{b}	۵۰/۸۵^{b}	۵۷/۷۱^{a}
SEM	**	*	ns	*	*	ns	*	*	ns	*	**	ns
اندازه ذرات (منبع و سطح کلسیم)												
درشت (سنگ آهک و NRC %۸۵)	۱/۳^{ab}	۱/۳۸^{a}	۰/۶۲^{a}	۰/۵۵^{ab}	۱/۱۱^{ab}	۰/۵۸^{a}	۴۴/۵^{ab}	۵۳/۶۱^{a}	۵۹/۶۳^{a}	۳۶/۲۸^{ab}	۴۴^{ab}	۵۵/۸^{ab}
متوسط (سنگ آهک و NRC %۸۵)	۱/۰۸^{a}	۱/۲۹^{a}	۰/۵۸^{a}	۰/۴۹^{a}	۰/۹۷^{a}	۰/۷۹^{a}	۴۷/۵^{a}	۵۲/۲۱^{a}	۶۱/۰۳^{a}	۴۳/۳۱^{a}	۵۰/۷۳^{a}	۵۹/۴۸^{a}
ریز (سنگ آهک و NRC %۸۵)	۱/۴۹^{b}	۱/۵^{a}	۰/۶۶^{a}	۰/۶۷^{b}	۱/۳۷^{b}	۱/۰۵^{a}	۳۹/۱^{b}	۴۸/۷۱^{a}	۵۸/۲۸^{a}	۳۵/۷۱^{b}	۴۱/۰۳^{b}	۵۱^{b}
درشت (سنگ آهک و NRC %۱۰۰)	۱/۶^{ab}	۱/۴۲^{a}	۰/۶^{a}	۰/۴۵^{a}	۰/۸۶^{a}	۰/۵۳^{a}	۳۸/۱۶^{ab}	۵۲/۳۶^{a}	۶۰/۹۸^{a}	۴۲/۷۱^{ab}	۵۳/۴۶^{a}	۵۸/۱۴^{a}
متوسط (سنگ آهک و NRC %۱۰۰)	۱/۴۵^{a}	۱/۸۳^{ab}	۰/۶۹^{ab}	۰/۴۲^{a}	۰/۸۷^{a}	۰/۸۱^{a}	۴۱/۸۵^{a}	۴۵/۷۱^{ab}	۵۷/۲۳^{ab}	۴۶/۷۵^{a}	۵۲/۹۶^{a}	۶۰^{a}
ریز (سنگ آهک و NRC %۱۰۰)	۱/۸۷^{b}	۱/۹۸^{b}	۱/۰۷^{b}	۰/۵۱^{a}	۱/۱۵^{a}	۰/۹۴^{a}	۳۴/۱۵^{b}	۴۲/۷۱^{b}	۵۲/۰۲^{b}	۳۹/۱۵^{b}	۴۶/۱۳^{a}	۵۴/۹۹^{a}
SEM	*	ns	ns	ns	*	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns

a و b: در هر ستون و هر موضوع میانگین‌هایی که با حروف متفاوت مشخص شده‌اند اختلاف معنی‌دار دارند ($P \leq ۰/۰۵$).

*، ** و *** : به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵، ۰/۰۱ و ۰/۰۰۱. ns : غیرمعنی‌دار

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-01-27]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1380.5.3.11.0]

آمده است. کاربرد سنگ آهک در مقایسه با پوسته صدف، به گونهٔ معنی‌داری دفع فسفر را در سنین ۴۲ و ۵۶ روزگی کاهش (P<۰/۰۵)، و ابقای ظاهری فسفر را در سن ۵۶ روزگی افزایش داد (P<۰/۰۵). سطح کلسیم معادل ۱۰۰ درصد NRC، در مقایسه با ۸۵ درصد NRC، در سنین ۲۱ و ۴۲ روزگی، دفع کلسیم و ابقای ظاهری فسفر را افزایش و دفع فسفر و ابقای ظاهری کلسیم را کاهش داد، که این تفاوت‌ها در مورد دفع کلسیم (۲۶٪) و ابقای ظاهری کلسیم (۱۳-۱۴ درصد)، تنها در نتیجه استفاده از سنگ آهک معنی‌دار بود (P<۰/۰۵)، ولی در مورد دفع فسفر (۱۶/۵-۲۷/۷ درصد) و ابقای ظاهری فسفر (۴/۴-۹/۷ درصد)، با استفاده از هر دو نوع منبع کلسیمی معنی‌دار گردید (P<۰/۰۵).

در سن ۲۱ روزگی، اندازه ذرات متوسط سنگ آهک در برابر ذرات ریز آن، میزان دفع کلسیم را در هر دو سطح کلسیم، و میزان دفع فسفر را در سطح کلسیم ۸۵ درصد NRC، به طور معنی‌داری کاهش داد (P<۰/۰۵). در نتیجه، ابقای ظاهری کلسیم و فسفر با استفاده از هر دو سطح کلسیم افزایش معنی‌داری یافت (P<۰/۰۵). در سنین ۴۲ و ۵۶ روزگی، اندازه ذرات درشت در مقایسه با ذرات ریز، در سطح کلسیم ۱۰۰ درصد NRC، به گونهٔ معنی‌داری میزان دفع کلسیم را کاهش و ابقای ظاهری کلسیم را افزایش داد (P<۰/۰۵). در سطح کلسیم ۸۵ درصد NRC، اندازهٔ ذرات متوسط در مقایسه با ذرات ریز، به طور معنی‌داری میزان دفع فسفر را کاهش و ابقای ظاهری آن را افزایش داد (P<۰/۰۵).

شاخص‌های رشد و آهکی شدن استخوان درشت نی

شاخص‌های رشد و آهکی شدن استخوان درشت نی در جدول ۵ نشان داده شده است. در سن ۵۶ روزگی، با بهره‌گیری از سنگ آهک، در مقایسه با پوسته صدف، به گونهٔ معنی‌داری طول، قطر داخلی و خارجی، مقدار ماده خشک و خاکستر و درصد خاکستر بدون چربی استخوان درشت نی افزایش یافت (P<۰/۰۵). در سن ۴۲ روزگی، با استفاده از سنگ آهک، و در سن ۵۶ روزگی با استفاده از هر دو منبع کلسیمی، سطح کلسیم ۱۰۰ درصد NRC، در مقایسه با سطح کلسیم ۸۵ درصد NRC، ضخامت استخوان درشت نی را افزایش داد (P<۰/۰۵). با استفاده از پوسته صدف، در سن ۴۲ روزگی، سطح کلسیم ۱۰۰ درصد NRC، در مقایسه با سطح کلسیم ۸۵ درصد NRC، میزان ماده خشک و خاکستر و درصد خاکستر بدون چربی استخوان درشت نی را بالا برد (P<۰/۰۵).

در سن ۴۲ روزگی، و با استفاده از سطح کلسیم معادل ۸۵ درصد NRC، اندازه ذرات متوسط سنگ آهک، در مقایسه با ذرات ریز آن، قطر داخلی و خارجی و مقدار ماده خشک و خاکستر استخوان درشت نی را افزایش داد (P<۰/۰۵). در سطح کلسیم ۱۰۰ درصد NRC، شاخص فوق، به علاوه درصد خاکستر بدون چربی، با استفاده از اندازه ذرات درشت افزایش یافت، و طول استخوان درشت نی، با مصرف اندازه ذرات درشت و متوسط افزایش یافت (P<۰/۰۵). در سن ۵۶ روزگی، اندازه ذرات درشت سنگ آهک، در مقایسه با اندازه ذرات ریز، طول استخوان درشت نی را افزایش داد (P<۰/۰۵)، و اندازه ذرات متوسط و درشت، در مقایسه با اندازه ذرات ریز، باعث افزایش ضخامت استخوان درشت نی گردید (P<۰/۰۰۱).

در سن ۵۶ روزگی، و در سطح کلسیم ۸۵ درصد NRC، اندازه ذرات متوسط سنگ آهک، در مقایسه با اندازه ذرات ریز، مقدار ماده خشک و خاکستر بدون چربی استخوان درشت نی را افزایش داد (P<۰/۰۵)، و در سطح کلسیم ۱۰۰ درصد NRC، اندازه ذرات درشت سنگ آهک، در برابر اندازه ذرات ریز، موجب افزایش ماده خشک و خاکستر بدون چربی و درصد خاکستر بدون چربی استخوان درشت نی گردید (P<۰/۰۵). در کل دوره پرورش، درصد جوجه‌های مبتلا به فلجی پا تنها تحت تأثیر اندازه ذرات سنگ آهک قرار گرفت، به گونه‌ای که در سطح کلسیم ۸۵ درصد NRC، اندازه ذرات ریز سنگ آهک، در مقایسه با اندازه ذرات متوسط و درشت، درصد جوجه‌های

1. Calcium and phosphorus retention in percentage of calcium and phosphorus ingestion

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-01-27]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1380.5.3.11.0]

جدول ۵. اثر تیمارهای آزمایشی بر شاخص‌های رشد و آهکی شدن استخوان درشت نی و درصد ابتلا به فلجی پا در جوجه‌های گوشتی

منابع تغییر	طول (cm)		قطر خارجی (cm)		قطر داخلی (cm)		ضخامت (cm)		مقدارخشک ماده (cm)		مقدار خاکستر (gr)		درصد خاکستر (%)		جوجه‌های مبتلا به فلجی (%)
	۴۲ روزگی	۵۶ روزگی	۴۲ روزگی	۵۶ روزگی	۴۲ روزگی	۵۶ روزگی	۴۲ روزگی	۵۶ روزگی	۴۲ روزگی	۵۶ روزگی	۴۲ روزگی	۵۶ روزگی	۴۲ روزگی	۵۶ روزگی	۷ تا ۵۶ روزگی
منبع کلسیم															
پوسته صدف	۹/۶۵^{a}	۱۱/۶۵^{a}	۷/۸۶^{a}	۸/۷۹^{a}	۴/۹۶^{a}	۵/۵۶^{a}	۱/۴۵^{a}	۱/۶۲^{a}	۵/۲۱^{a}	۸/۳۳^{a}	۲/۱۴^{a}	۳/۶۷^{a}	۴۳/۹۶^{a}	۴۵/۴۶^{a}	۱/۹۳^{a}
سنگ آهک	۹/۷۴^{a}	۱۱/۸۹^{b}	۷/۷۷^{a}	۹/۳۶^{b}	۴/۸^{a}	۵/۹۴^{b}	۱/۴۸^{a}	۱/۷۱^{a}	۵/۴۹^{a}	۹/۱۷^{b}	۲/۲۴^{a}	۳/۹۳^{b}	۴۴/۵۱^{a}	۴۷/۲۹^{b}	۱/۶۶^{a}
SEM	ns	*	ns	**	ns	*	ns	ns	ns	**	ns	*	ns	*	ns
سطح کلسیم (منبع کلسیم)															
NRC %۸۵ (پوسته صدف)	۹/۶^{a}	۱۱/۶۲^{a}	۷/۷۹^{a}	۸/۶^{a}	۴/۹۳^{a}	۵/۷^{a}	۱/۴۳^{a}	۱/۴۵^{a}	۴/۵^{a}	۸/۰۸^{a}	۱/۸۵^{a}	۳/۶۵^{a}	۴۲/۲^{a}	۴۵/۰۲^{a}	۲^{a}
NRC %۱۰۰ (پوسته صدف)	۹/۷^{a}	۱۱/۶۸^{a}	۷/۹۳^{a}	۸/۹۹^{a}	۴/۹۹^{a}	۵/۴۳^{a}	۱/۴۷^{a}	۱/۷۸^{b}	۵/۹۲^{b}	۸/۵۸^{a}	۲/۴۴^{b}	۳/۷^{a}	۴۵/۷۲^{b}	۴۵/۸۹^{a}	۱/۸۶^{a}
NRC %۸۵ (سنگ آهک)	۹/۶۹^{a}	۱۱/۸۶^{a}	۷/۸۵^{a}	۹/۲۴^{a}	۵/۰۳^{a}	۶^{a}	۱/۴۱^{a}	۱/۶۳^{a}	۵/۳۵^{a}	۹/۰۲^{a}	۲/۱۴^{a}	۳/۸۵^{a}	۴۴/۰۲^{a}	۴۶/۵۱^{a}	۱/۸^{a}
NRC %۱۰۰ (سنگ آهک)	۹/۷۸^{a}	۱۱/۹۳^{a}	۹/۴۷^{a}	۹/۴۷^{a}	۴/۵۷^{b}	۵/۸۸^{a}	۱/۵۶^{b}	۱/۸^{b}	۵/۶۴^{a}	۹/۳۲^{a}	۲/۳۵^{a}	۴^{a}	۴۵^{a}	۴۸/۰۵^{a}	۱/۵۲^{a}
SEM	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	**	*	ns	*	ns	*	ns	ns
اندازه ذرات (منبع و سطح کلسیم)															
درشت (سنگ آهک و NRC %۸۵)	۹/۷۹^{a}	۱۲/۰۲^{a}	۷/۸۴^{ab}	۹/۲۵^{a}	۵^{ab}	۵/۹۱^{ab}	۱/۴۲^{a}	۱/۶۷^{a}	۵/۵۵^{ab}	۹/۲^{ab}	۲/۱۴^{ab}	۳/۹۷^{ab}	۴۳/۹۴^{a}	۴۶/۵۵^{a}	۱/۲۴^{a}
متوسط (سنگ آهک و NRC %۸۵)	۹/۸۶^{a}	۱۱/۹^{ab}	۸/۱۴^{a}	۹/۳۴^{a}	۵/۲۸^{a}	۵/۷۳^{a}	۱/۴۳^{a}	۱/۸۱^{a}	۵/۸۵^{a}	۹/۳^{a}	۲/۴^{a}	۴^{a}	۴۴/۷۵^{a}	۴۷/۶^{a}	۱/۱۹^{a}
ریز (سنگ آهک و NRC %۸۵)	۹/۴۲^{a}	۱۱/۶۵^{b}	۷/۵^{b}	۹/۱۲^{a}	۴/۸۱^{b}	۶/۳۴^{b}	۱/۳۸^{a}	۱/۳۹^{b}	۴/۶۶^{b}	۸/۴۶^{b}	۱/۸۷^{b}	۳/۵۸^{b}	۴۳/۳۸^{a}	۴۵/۳۷^{a}	۲/۹۵^{b}
درشت (سنگ آهک و NRC %۱۰۰)	۹/۹۳^{a}	۱۲/۱^{a}	۸/۰۵^{a}	۹/۸۲^{a}	۴/۷۱^{a}	۵/۷۶^{a}	۱/۶۷^{a}	۲/۰۳^{a}	۶/۱۲^{a}	۹/۷۲^{a}	۲/۶۱^{a}	۴/۱۸^{a}	۴۶/۶^{a}	۴۹/۴۵^{a}	۱/۱۸^{a}
متوسط (سنگ آهک و NRC %۱۰۰)	۹/۹۷^{a}	۱۱/۹۴^{ab}	۷/۶۲^{ab}	۹/۶۴^{ab}	۴/۴۲^{a}	۵/۸۲^{a}	۱/۶^{ab}	۱/۹۱^{a}	۵/۹۱^{ab}	۹/۴^{ab}	۲/۴۷^{ab}	۴/۱۲^{ab}	۴۵^{ab}	۴۷/۸^{ab}	۱/۲۲^{a}
ریز (سنگ آهک و NRC %۱۰۰)	۹/۴۴^{b}	۱۱/۷۴^{b}	۷/۴^{b}	۸/۹۶^{b}	۴/۵۹^{a}	۶/۰۶^{a}	۱/۴۱^{b}	۱/۴۵^{b}	۴/۸۸^{b}	۸/۸۲^{b}	۱/۹۷^{b}	۳/۷۲^{b}	۴۳/۴۱^{b}	۴۶/۹۱^{b}	۲/۱۵^{a}
SEM	ns	*	*	*	ns	ns	ns	***	*	ns	*	*	ns	ns	*

a و b: در هر ستون و هر موضوع میانگین‌هایی که با حروف متفاوت مشخص شده‌اند اختلاف معنی‌دار دارند ($P \leq ۰/۰۵$).

*، ** و ***: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵، ۰/۰۱ و ۰/۰۰۱. ns: غیرمعنی‌دار

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-01-27]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1380.5.3.11.0]

مبتلا به فلجی پا را به میزان ۱/۷ درصد بالا برد ($P<0/05$).

بحث

عملکرد تولیدی

سطح کلسیم معادل ۸۵ درصد NRC، در مقایسه با سطح کلسیم ۱۰۰ درصد NRC، باعث بهبود ضریب تبدیل غذایی شد. زیرا افزایش کلسیم جیره بر نسبت سایر مواد معدنی ضروری محلول اثر منفی دارد، و باعث از بین رفتن تعادل متابولیک می‌گردد، که این امر بر بازده غذایی نیز تأثیر منفی می‌گذارد (۴، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۹). اندازه ذرات درشت و متوسط سنگ آهک، در مقایسه با ذرات ریز آن، مصرف غذا و در نتیجه ضریب تبدیل غذایی را کاهش داد. زیرا ذرات ریز سنگ آهک به دلیل نرمی بیش از حد و اختلاف دانسیته و قابلیت تراکم بیشتر، در مقایسه با ذرات درشت و متوسط، از دسترس حیوان خارج شده، و از سویی، به علت عبور سریع از دستگاه گوارش، سرعت عبور غذا را افزایش می‌دهد. در نتیجهٔ این امر مصرف غذا و ضریب تبدیل غذایی افزایش پیدا کرد (۶، ۱۳، ۱۴، ۱۷، ۲۲، ۲۵ و ۳۰).

آزمایش توازن کلسیم و شاخص‌های رشد و آهکی شدن استخوان درشت نی

بهره‌گیری از سنگ آهک به جای پوسته صدف در جیره غذایی جوجه‌های گوشتی، باعث بهبود میزان ابقای ظاهری کلسیم و فسفر، و هم‌چنین شاخص‌های سختی استخوان درشت نی گردید (جداول ۴ و ۵). پوسته صدف دارای ناخالصی‌هایی مانند شن و ماسه است که اثر منفی بر میزان جذب کلسیم از دستگاه گوارش می‌گذارد. افزون بر این، ذرات پوسته صدف در مقایسه با سنگ آهک، پهن و نازک بوده، به راحتی در سنگدان شکسته شده، و سریع‌تر کلسیم را آزاد می‌کند. در نتیجه زودتر از دستگاه گوارش عبور می‌نماید. افزایش سرعت گذر غذا از دستگاه گوارش، و کاهش مدت زمان قرار گرفتن غذا در معرض اسید معده، و افزایش pH روده، باعث می‌شود جذب کلسیم و فسفر کاهش یابد. این امر منجر به افزایش دفع کلسیم و فسفر، و کاهش میزان ابقای ظاهری این دو عنصر (بر پایهٔ مقدار کلسیم و فسفر مصرفی)، و کاهش رسوب کلسیم و فسفر در استخوان می‌گردد (۱۰، ۱۴، ۱۹، ۲۴ و ۳۵).

سطح کلسیم ۸۵ درصد NRC، در مقایسه با سطح کلسیم ۱۰۰ درصد NRC، ابقای ظاهری فسفر را کاهش و ابقای ظاهری کلسیم را افزایش داد، و سبب کاهش شاخص‌هایی مانند ضخامت، وزن ماده خشک و خاکستر، و درصد خاکستر بدون چربی استخوان درشت نی گردید (جداول ۴ و ۵).

مکانیسم عمل به این صورت است که با کاهش سطح کلسیم جیره، میزان کلسیم در خون کاهش یافته و هورمون پاراتورمون (PTH) از غده پاراتیرویید ترشح می‌شود. این هورمون دفع فسفات را از راه ادرار افزایش می‌دهد، و برعکس از دفع کلسیم از راه ادرار جلوگیری می‌کند، و از سویی باعث تولید ۱ و ۲۵-دی‌هیدروکسی کوله کلسیفرول (فرم فعال ویتامین D_3) می‌شود، که این ماده نیز جذب کلسیم را از دیواره روده افزایش می‌دهد، و به این ترتیب باعث افزایش ابقای ظاهری کلسیم و کاهش ابقای ظاهری فسفر می‌گردد. هم‌چنین، هورمون PTH به دلیل اثری که بر تحریک خروج کلسیم و فسفر از استخوان دارد، باعث کاهش شاخص‌های رشد و آهکی شدن استخوان درشت نی می‌شود (۲، ۱۱ و ۲۰). نتایج به دست آمده در مورد اثر سطح کلسیم جیره بر شاخص‌های تولیدی و آهکی شدن استخوان درشت نی با گزارش‌های پژوهشگران دیگر (۴، ۵، ۶، ۱۴، ۱۸، ۲۶، ۳۱ و ۳۳) هم‌خوانی دارد.

اندازه ذرات درشت و متوسط سنگ آهک، در مقایسه با ذرات ریز، میزان ابقای ظاهری کلسیم و فسفر را بالا برده، و شاخص‌های رشد و آهکی شدن استخوان را بهبود بخشید، و درصد جوجه‌های مبتلا به فلجی را کاهش داد. مکانیسم عمل بدین ترتیب است که ذرات درشت و متوسط سنگ آهک، در مقایسه با ذرات ریز آن، مدت زمان بیشتری در سنگدان باقی می‌مانند. بنابراین، غذا مدت بیشتری در معرض محیط اسیدی معده قرار می‌گیرد. در نتیجه، میزان تجزیه $CaCO_3$ موجود در سنگ آهک به شکل یونی کلسیم (Ca^{2+}) افزایش یافته، و

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-01-27]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1380.5.3.11.0]

توانایی جذب کلسیم در قسمت‌های پایینی دستگاه گوارش افزایش می‌یابد. کل فسفر موجود در جیره غذایی نیز با افزایش زمان توقف در محیط اسیدی، به میزان بیشتری به صورت یون فسفات تجزیه می‌شود. چون یون‌های کلسیم و فسفات حاصل از این تجزیه به تدریج وارد قسمت‌های پایین دستگاه گوارش (روده) می‌گردند، میزان جذب و ابقای ظاهری آنها افزایش می‌یابد (۶، ۹، ۱۰، ۲۲، ۲۷، ۳۰ و ۳۵). هم‌چنین، به دلیل این که قسمتی از کلسیم و فسفات ورودی به خون در استخوان ذخیره می‌شود، شاخص‌های رشد و آهکی شدن استخوان درشت نی افزایش می‌یابد (۶، ۱۳، ۲۱، ۲۲، ۳۴ و ۳۵).

با توجه به این که معیارهایی همچون ضخامت و خاکستر بدون چربی استخوان درشت نی، تعیین کننده میزان آهکی شدن و استحکام استخوان درشت نی می‌باشند، بنابراین با افزایش این معیارها توسط ذرات درشت و متوسط سنگ آهک، درصد فلجی نیز کاهش یافته است (۶، ۷، ۱۴، ۱۸، ۲۱ و ۲۲).

سپاسگزاری

بدین وسیله از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد، که بودجه تحقیقاتی این طرح را تأمین نمودند، تشکر و سپاسگزاری می‌نماید.

منابع مورد استفاده

۱. ساعدی، ه.، م. شماع، ک. نیکپور تهرانی و ع. مروارید. ۱۳۷۱. *غذاهای دام و طیور و روش‌های نگهداری آنها* (جلد دوم). انتشارات دانشگاه تهران.

۲. فرخوی، م. ۱۳۷۲. متابولیسم کلسیم در رابطه با ویتامین D_3 (ترجمه). چکاوک، دوره دوم، شماره ۶.

۳. گلیان، ا.، م. سالار معینی (ترجمه). ۱۳۷۴. *تغذیه طیور*. انتشارات واحد آموزش و پژوهش معاونت کشاورزی سازمان اقتصادی کوثر.

۴. مدیر صانعی، م. ۱۳۷۱. میزان مناسب کلسیم و فسفر برای دست‌یابی به تولید بهینه در مرغ‌های گوشتی (ترجمه). چکاوک، دوره پنجم، شماره ۲.

۵. مدیر صانعی، م. ۱۳۷۲. آستانه تحمل جوجه‌های در حال رشد نسبت به کلسیم، تأثیر نسبت کلسیم به فسفر قابل استفاده در جیره غذایی (ترجمه). چکاوک، دوره دوم، شماره ۷.

6. Anderson, J. O, D. C. Dobson and O. K. Jack. 1984. Effect of particle size of the calcium source on performance of broiler chicks fed diets with different calcium and phosphorus levels. Poult. Sci. 63: 311-316.

7. Bond, P. L, T. W. Sullivan, J. H. Douglas and L. G. Robeson. 1991. Influence of age, sex and method of rearing on tibia length and mineral deposition in broilers. Poult. Sci. 70: 1936-1942.

8. Boren, B. 1992. Nutritional aspects of leg weakness. Poult. Inter. 31: 24-35.

9. Burnell, T. W, G. L. Cromwell and T. S. Stahly. 1990. Effects of particle size on the biological availability of calcium and phosphorus in defluorinated phosphate for chicks. Poult. Sci. 69: 1110-1117.

10. Cheng, T. K. and C. N. Coon. 1990b. Comparison of various *in vitro* methods for the determination of limestone solubility. Poult. Sci. 69: 2204-2208.

11. Elliot, M. A., K. D. Roberson, G. N. Rowland and H. M. Edwards, JR. 1995. Effects of dietary calcium and 1,25-dihyroxycholecalciferol on the development of tibial dyschondroplasia in broilers during the starter and grower periods. Poult. Sci. 74: 1495-1505.

12. Gardiner, E. E. 1977. Notes: Limestone waste from sucrose refining as a source of calcium for broiler chicks. Can. J. Anim. Sci. 57: 231-232.

13. Gonalons, E. and Moreto. 1989. Intestinal motility and absorption of nutrients in the fowl. PP. 13-27. *In*:

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-01-27]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1380.5.3.11.0]

Proceedings VII European Symposium on Poultry Nutrition, World Poult. Sci. Association, Lioret de Mar, Spain.

14. Guinotte, F. and Y. Nys. 1991. The effects of particle size and origin of calcium carbonate on performance and ossification characteristics in broiler chicks. Poult. Sci. 70: 1908-1920.
15. Halley, J. T., T. S. Nelson, L. K. Kirby and Z. B. Johnson. 1987. Effect of altering dietary mineral balance on growth, leg abnormalities, and blood base excess in broiler chicks. Poult. Sci. 66: 1684-1692.
16. Hicks, C. R. 1973. Fundamental Concepts in the Design of Experiments. Helt, Rinehart and Winson, New York.
17. Hillman, R. I., M. C. Pritzl and E. W. Kienholz. 1976. Effect of limestone particle size upon calcium bioavailability to poults. Poult. Sci. 55: 2485-2487.
18. Hulan, H. W., G. De Groote, G. Fontaline and G. De Munter. 1985. The effect of different totals and ratios of dietary calcium and phosphorus on the performance and incidence of leg abnormalities of male and female broiler chickens. Poult. Sci. 64: 1157-1169.
19. Kuhl, H. J. and T. W. Sullivan. 1977. The solubility rate of large particles of oystershells and limestone *in vivo* and *in vitro*. Poult. Sci. 56: 810-812.
20. Lofton, J. T. and J. H. Soares, JR. 1986. The effects of vitamin D_3 on leg abnormalities in broilers. Poult. Sci. 65: 749-756.
21. McNaughton, J. L. 1981. Effect of calcium carbonate particle size on the available phosphorus requirement of broiler chicks. Poult. Sci. 60: 197-203.
22. McNaughton, J. L., B. C. Dilworth and E. J. Day. 1974. Effect of particle size on the utilization of calcium supplements by the chick. Poult. Sci. 53: 1024-1029.
23. Mead, R. 1988. The Design of Experiments. Statistical Principles for Practical Application. Cambridge Univ. Press., New York.
24. Mongin, P. and B. Sauveur. 1977. Interrelationships between mineral nutrition and acid-base balance, growth and cartilage abnormalities. PP. 235-247. *In*: K. N. Boorman and B. J. Wilson (Eds.), Growth and Poultry Meat Production. Brit. Poult. Sci. Ltd., Edinburgh, Scotland.
25. National Research Council. 1994. Nutrient Requirement of Poultry. 9th rev. ed., National Academy Press, Washington DC.
26. Nelson, T. S., G. C. Harris, L. K. Kirby and Z. B. Johnson. 1990. Effect of calcium and phosphorus on the incidence of leg abnormalities in growing broilers. Poult. Sci. 69: 1496-1502.
27. Rao, K. S. and D. A. Roland. 1990. Influence of dietary calcium level and particle size of calcium source on *in vivo* calcium solubilization. Poult. Sci. 68: 1499-1505.
28. SAS. 1988. SAS User's Guide: Statistics. Version 6.03., SAS Institute Inc., Cary, NC.
29. Scheideler, S. E., D. V. Rives, J. D. Garlich and P. R. Ferket. 1995. Dietary calcium and phosphorus effect on broiler performance and the incidence of sudden death syndrome mortality. Poult. Sci. 74: 2011-2018.
30. Scott, M. L., S. C. Nesheim and R. J. Young. 1982. Nutrition of the Chicken. 3rd Ed., M. L. Scott and Associates, Ithaca, New York.
31. Shafey, T. M. and M. W. Mcdonald. 1991. The effects of dietary calcium, phosphorus, and protein on the performance and nutrient utilization of broiler chickens. Poult. Sci. 70: 548-553.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-01-27]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1380.5.3.11.0]

32. Shafey, T. M., M. W. Mcdonald and R. A. E. Pym. 1990. Effects of dietary calcium, available phosphorus and vitamin D on growth rate, food utilization, plasma and bone constituents and calcium and phosphorus retention of commercial broiler strains. Brit. Poult. Sci. 31: 587-602.

33. Yoshida, M., S. Shoya, M. Sueyoshi and T. Mizuno. 1988. Effect of dietary calcium and phosphorus levels on growth and bone formation in female broiler chicks. Japanese Poult. Sci. 25: 305-311.

34. Zhang, B. and C. N. Coon. 1992. Nutrition Institute on Minerals. Chapter 7. Practical Applications. National Feed Ingredient Association, Chicago, IL.

35. Zhang, B. and C. N. Coon. 1997. Improved *in vitro* methods for determining limestone and oystershell solubility. J. Appl. Poult. Res. B: 94-99.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-01-27]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1380.5.3.11.0]