نسخه پیش از انتشار ، نشریه علوم دامی

اثرات سطوح مختلف سدیم در جیره‌ی آغازین بر عملکرد، خصوصیات لاشه، جذب کیسه زرده و برخی متابولیت‌های خون جوجه های گوشتی جوان

محمد قاسم محسن[۱]، سینا پیوستگان[۲*]، محسن دانشیار[۲]، غلامرضا نجفی[۳]، میثم ابطحی[٤]

[۱]دانش آموخته گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، پردیس بین الملل، دانشگاه ارومیه

[۲]عضو هیئت علمی گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

[۳]عضو هیئت علمی گروه علوم پایه، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه ارومیه

[۴]عضو هیئت علمی گروه میکروبیولوژی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه ارومیه

[*]نویسنده مسئول: S.payvastegan@urmia.ac.ir، شماره تماس: ۰۹۱۴۵۰۸۲۱۶۰

Effects of different sodium levels in the starter diet on performance, carcass characteristics, yolk sac absorption, and some blood metabolites of broiler chicks

Mohammad Ghasem Mohsen[1], Sina Payvestegan[2*], Mohsen Daneshyar[2], Gholamreza Najafi[3], Meisam Abtahi[4]

[1] Graduate student of animal Science (MSc), Faculty of Agriculture, Urmia University

[2]Faculty Member of the Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Urmia University

[3] Faculty Member of the Department of Basic Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Urmia University

[4] Faculty Member of the Department of Microbiology, Faculty of Veterinary Medicine, Urmia University

*Corresponding author: S.payvastegan@urmia.ac.ir, Phone: +98 914 508 2160

شناسه دیجیتال (DOI) 10.22092/ASJ.2024.366034.2397

اثرات سطوح مختلف سدیم در جیره‌ی دوره آغازین بر عملکرد، خصوصیات لاشه، جذب کیسه زرده و متابولیت‌های خون جوجه‌های گوشتی

چکیده

به‌منظور بررسی اثرات مختلف سدیم جیره‌ی آغازین بر عملکرد، خصوصیات لاشه، جذب کیسه زرده و برخی متابولیت-های خونی، تعداد ۴۲۰ قطعه جوجه خروس یکروزه (راس ۳۰۸) در یک طرح کاملاً تصادفی با ۵ تیمار، ۶ تکرار و ۱۴ قطعه جوجه در هر تکرار مورد استفاده قرار گرفتند. تیمارهای آزمایش شامل سطوح ۰/۱۸، ۰/۲۰، ۰/۲۲، ۰/۲۴ و ۰/۲۶ درصد سدیم در جیره‌های آغازین بودند. افزایش سطح سدیم منجر به افزایش خطی (P<۰/۰۱) وزن بدن طی دوره‌های ۱-۱۰ و ۱-۳۰ روزگی و همچنین افزایش خطی (P<۰/۰۵) مصرف خوراک در دوره‌ی ۱-۱۰ روزگی شد. در سنین ۳ و ۵ روزگی با افزایش سطح سدیم جیره‌ی آغازین اوزان نسبی کیسه زرده (P<۰/۰۱) و لاشه (P<۰/۰۵، P<۰/۰۱) به‌ترتیب به شکل خطی کاهش و افزایش یافت. اوزان نسبی روده‌ی باریک، کبد، بورس و طحال (P<۰/۰۱) با افزایش درصد سدیم جیره‌ی آغازین افزایش خطی یافت (P<۰/۰۵). افزایش سطح سدیم جیره‌ی آغازین منجر به افزایش خطی (P<۰/۰۵) در سطح سدیم، اسمولاریته و گلوکز پلاسما شد. به‌طور کلی، افزایش درصد سدیم جیره‌ی آغازین به ۰/۲۶ درصد موجب بهبود افزایش وزن بدن (۸/۳۹ درصد در دوره‌ی آغازین، ۸/۲۷ درصد در کل دوره) و بازده لاشه (۸/۶۰ درصد در ۵ روزگی)، کاهش وزن نسبی کیسه زرده (۴۱/۵۰ درصد در ۳ روزگی، ۲۷/۱۳ درصد در ۵ روزگی) و افزایش وزن نسبی روده‌ی باریک (۸/۷۲ درصد در ۵ روزگی) شد.

کلمات کلیدی: جوجه‌های گوشتی، جیره‌ی دوره آغازین، سدیم، عملکرد، کیسه زرده

مقدمه

عناصری اصلی که به‌عنوان الکترولیت در طیور شناخته می‌شوند شامل سدیم، پتاسیم و کلر هستند (Mushtaq و همکاران، ۲۰۱۳). سدیم به‌عنوان کاتیون اصلی مایع خارج سلولی نقش مهمی در کنترل متابولیسم پایه، مصرف آب، تنظیم فشار اسمزی، تنظیم حجم مایعات خارج سلولی، سنتز پروتئین و قابلیت هضم اسیدهای آمینه، تعادل اسید و باز و کنترل مصرف خوراک دارد (Taheri و همکاران، ۲۰۱۹; Yu و همکاران، ۲۰۲۲). جذب اسیدهای آمینه و قندها در روده‌ی کوچک

طیور از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، در حالی‌که کمبود سدیم می‌تواند مورد استفاده قرار گرفتن پروتئین و کربوهیدرات‌های هضم‌شده را به شکل نامطلوب تحت تأثیر قرار دهد (Mushtaq و همکاران، ۲۰۱۳). به‌علاوه جذب مواد معدنی مانند کلسیم و فسفر نیز می‌تواند تحت تأثیر غلظت سدیم قرار گیرد (Taheri و همکاران، ۲۰۱۹). شورای ملی تحقیقات مقادیر مورد نیاز سدیم در جوجه‌های گوشتی را در مراحل آغازین (۱–۳ هفته) و پایانی (۴–۶ هفته) به ترتیب ۰/۲۰ و ۰/۱۵ درصد توصیه کرده است (NRC، ۱۹۹۴). با این وجود، نیاز به مقادیر بیشتر سدیم در خوراک پیش‌آغازین به‌دلیل تحریک مصرف بیشتر آب و جلوگیری از دهیدراته شده پرنده در ساعات اولیه توصیه شده است (NRC، ۱۹۹۴). آویاژن نیز در نسخه منتشر شده در سال ۲۰۲۲، سطوح ۰/۱۸–۰/۲۳ درصد سدیم را در جیره غذایی جوجه‌های سویه راس ۳۰۸ توصیه نموده است (Aviagen، ۲۰۲۲).

میزان مشارکت زرده باقیمانده در تغذیه‌ی جوجه تازه تفریخ شده دقیقاً مشخص نیست. در مطالعه‌ای نشان داده شد که زرده باقیمانده تنها قادر به فراهمی ۱۰ تا ۱۱ درصد از کل انرژی و پروتئین مورد نیاز جوجه در ۳ روز اول زندگی (۰ تا ۳ روزگی) بود (Wijtten، ۲۰۱۱). مطالعه دیگری برآورد بالاتری ارائه داشت و نشان داد که زرده باقیمانده قادر به فراهمی حدود ۳۰ درصد از نیازهای تغذیه‌ای جوجه طی این مدت است (Murakami و همکاران، ۱۹۹۲). مشارکت زرده باقیمانده در دریافت انرژی و پروتئین جوجه پس از تفریخ به زمان، مقدار و ترکیب خوراک مصرفی بستگی دارد (Lamot، ۲۰۱۷). کیسه زرده جدا از مقادیر زیاد چربی و پروتئین، حاوی مقادیر زیادی آنتی بادی‌های مادری است که می‌تواند در ایمنی جوجه در روزهای ابتدایی پرورش بسیار حائز اهمیت باشد (Wong و Uni، ۲۰۲۱). مصرف خوراک از طریق تحریک حرکات روده‌ای و ایجاد حرکات دودی موجب جذب محتویات کیسه زرده از طریق زائده مکل به داخل روده می‌شود (Van der Wagt و همکاران، ۲۰۲۰).

سدیم خوراک نقش مهمی در مصرف خوراک جوجه‌ها پس از تفریخ، جذب روده‌ای و تحریک ترشحات گوارشی دارد (Noy و Sklan، ۲۰۰۰). همچنین غلظت‌های بالاتر سدیم خوراک می‌تواند موجب افزایش مصرف آب شود (Maiorka و همکاران، ۲۰۰۴). همبستگی بالایی بین مصرف آب و مصرف خوراک (R =۰/۷۷) و همچنین بین مصرف خوراک و افزایش وزن بدن (R =۰/۸۲) در جوجه‌های گوشتی گزارش شده است (Maiorka و همکاران، ۲۰۰۴). سطوح بالای سدیم در جیره می‌تواند به عنوان محرک رشد به ویژه در جیره‌های پیش‌آغازین عمل کند (Aviagen، ۲۰۱۸). مصرف خوراک

در ساعات اولیه پس از تفریخ موجب افزایش وزن بدن و روده‌ی باریک در جوجه‌ها می‌شود، در حالی‌که کاهش مصرف خوراک، وزن بدن و روده‌ی باریک را کاهش می‌دهد (Noy و Skaln، ۲۰۰۰). تغذیه زودهنگام جوجه‌ها می‌تواند جذب کیسه زرده را تسریع، سلامت روده را تحریک و رشد سلامت را حفظ کند (Li و همکاران، ۲۰۲۲). با توجه به نقش بقایای کیسه زرده در تکامل سیستم‌های مختلف به ویژه دستگاه گوارش و در نهایت عملکرد پرنده و از طرف دیگر نقش سدیم در مصرف خوراک، مصرف آب و جذب مواد مغذی در دستگاه گوارش، هدف از انجام این مطالعه بررسی اثرات سطوح مختلف سدیم در جیره‌ی دوره‌ی آغازین بر عملکرد، خصوصیات لاشه، جذب کیسه زرده و برخی متابولیت‌های خون جوجه‌های گوشتی بود.

مواد و روش‌ها

تعداد ۴۲۰ قطعه جوجه خروس گوشتی یکروزه سویه راس ۳۰۸ با وزن اولیه بدن ۲/۱۱±۳۹/۸۱ گرم در یک طرح کاملاً تصادفی با ۵ تیمار و ۶ تکرار و ۱۴ جوجه در هر تکرار مورد استفاده قرار گرفتند. پیش از شروع آزمایش وزن گروهی جوجه‌ها در هر تکرار اندازه‌گیری و جهت اطمینان از عدم وجود اختلاف آماری معنی‌دار بین میانگین وزن جوجه‌ها در هر تکرار آنالیز آماری انجام شد و اختلاف آماری معنی‌داری بین گروه‌های آزمایشی وجود نداشت. جیره‌های آزمایشی عبارت بودند از: ۱) جیره آزمایشی آغازین با سطح ۰/۱۸ درصد سدیم، ۲) جیره آزمایشی آغازین با سطح ۰/۲ درصد سدیم، ۳) جیره آزمایشی آغازین با سطح ۰/۲۲ درصد سدیم، ۴) جیره آزمایشی آغازین با سطح ۰/۲۴ درصد سدیم و ۵) جیره آزمایشی آغازین با سطح ۰/۲۶ درصد سدیم. جیره‌ها برای سه دوره‌ی پرورشی آغازین (۱ تا ۱۰ روزگی)، رشد (۱۱ تا ۲۴ روزگی) و پایانی (۲۵ تا ۳۰ روزگی) طبق نیازمندی‌های راهنمای سویه‌ی راس ۳۰۸ (۲۰۲۲) توسط نرم افزار اکسل بر اساس اسید آمینه قابل هضم تنظیم شدند. اما تغذیه جیره‌های آزمایشی تنها در دوره سنی ۱-۱۰ روزگی صورت گرفت. جیره‌های آزمایشی از نظر انرژی قابل متابولیسم، درصد پروتئین خام، کلسیم، فسفر قابل دسترس، لیزین، مجموع اسیدهای آمینه گوگرددار و ترئونین یکسان بودند. اقلام اصلی جیره مانند ذرت، کنجاله‌ی سویا و گلوتن ذرت پیش از شروع آزمایش جهت تخمین میزان انرژی قابل متابولیسم، پروتئین خام، چربی خام، اسید آمینه‌ی قابل هضم، کلسیم و فسفر قابل دسترس با روش فرو سرخ نزدیک آنالیز شدند. محتوی سدیم جیره‌ها نیز با روش AOAC ۹۶۹/۱۰ تعیین شد (AOAC، ۱۹۹۰). ترکیب و اجزای جیره‌های آزمایشی در جدول ۱ ارائه شده است. در طول دوره پرورش که تا سن ۳۰ روزگی به

طول انجامید، دسترسی پرندگان به آب و خوراک آزاد بود. برنامه نوری در آزمایش مطابق با راهنمایی سویه طراحی شد. قابل ذکر است که آب مصرفی در فارم تحقیقاتی نیز مورد آنالیز قرار گرفت و میزان سدیم آن ۴/۲ میلی‌اکی‌والان در لیتر تعیین شد.

در طول دوره آزمایش در سنین ۷، ۱۰ و ۳۰ روزگی جوجه‌ها به صورت گروهی وزن‌کشی و باقیمانده خوراک مربوط به هر پن نیز توزین شد. متوسط افزایش وزن بدن، متوسط خوراک مصرفی و ضریب تبدیل خوراک برای دوره‌های آغازین (۱-۱۰ روزگی) و کل دوره (۱-۳۰ روزگی) به روش مرغ روز محاسبه شد (Sahebi-Ala و همکاران، ۲۰۲۱). شاخص کارایی تولید اروپایی نیز مطابق فرمول ذکر شده محاسبه شد: شاخص کارایی تولید= درصد زنده‌مانی × میانگین وزن (کیلوگرم)/ضریب تبدیل غذایی ×تعداد روزهای پرورش)× ۱۰۰ (Biesek وهمکاران، ۲۰۲۲). مصرف آب طی دوره‌ی ۱-۷ روزگی محاسبه و نسبت آب مصرفی به خوراک مصرفی طی این دوره محاسبه شد. تست چینه دان در ۲، ۴، ۸ و ، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از استقرار جوجه‌ها انجام گرفت. در روزهای ۳ و ۵ آزمایش از هر تکرار ۲ جوجه (۱۲ جوجه از هر تیمار) به طور تصادفی انتخاب و با استفاده از گاز دی‌اکسیدکربن کشتار و جهت توزین لاشه و اندام‌های داخلی بدن به محل تفکیک لاشه منتقل شدند. لاشه و اندام‌ها شامل قلب، سنگدان، بورس، طحال و روده‌ی باریک در سن ۳ روزگی و لاشه و اندام‌ها شامل قلب، سنگدان، پانکراس، بورس، طحال، دوازدهه، ژژنوم، ایلئوم، روده‌ی باریک و سکوم در سن ۵ روزگی توزین و نسبت به وزن زنده محاسبه شد (Delfani و همکاران، ۲۰۲۳). همچنین روزهای ۳ و ۵ آزمایش کیسه‌های زرده جدا و با ترازوی سه صفر توزین شد. عمل خونگیری نیز با استفاده از سرنگ انسولین در روز ۱۰ آزمایش از ورید وداج سمت راست گردن انجام گرفت و خون‌های گرفته شده داخل شیشه‌های حاوی ماده ضد انعقاد هپارین ریخته برای جدا سازی پلاسما در ۲۵۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفوژ شده و پلاسماهای حاصل تا زمان اندازه‌گیری متابولیت-های خون در ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. پلاسماهای حاصل جهت اندازه‌گیری پروتئین کل، آلبومین، اسید اوریک، کلسترول، تری گلیسرید، گلوکز، کراتینین، گلوبولین‌ها، سدیم، کلر و پتاسیم مورد استفاده قرار گرفت. به منظور تعیین پروتئین کل، آلبومین، اسید اوریک، کلسترول، تری گلیسرید، گلوکز، کراتینین از کیت‌های تشخیص کمی شرکت پارس آزمون استفاده و دستگاه اتو آنالیزر مدل *Abbott Alcyon 300* استفاده شد. اندازه گیری غلظت سدیم، پتاسیم و کلر نیز با استفاده از کیت تجاری بایرکس فارس و طبق راهنمای شرکت تولید کننده اندازه‌گیری شد. غلظت گلوبولین‌ها از

تفریق غلظت پروتئین کل از غلظت آلبومین حاصل شد. اسمولاریته پلاسما نیز با فرمول زیر (Yu و همکاران، ۲۰۲۲) محاسبه شد: اسمولاریته (میلی مول/لیتر)= (۲×غلظت سدیم)+ (۲×غلظت پتاسیم)+ غلظت گلوکز+ غلظت اسید اوریک

کلیه داده های حاصل از این آزمایش، در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با ۵ تیمار و ۶ تکرار با رویه‌ی GLM نرم افزار SAS آنالیز و مقایسه میانگین‌ها برای هریک از صفات با آزمون توکی و در سطح ۵ درصد انجام شد. بررسی تبعیت داده و باقیمانده داده‌ها از توزیع نرمال با آزمون‌های شاپیرو ویلک، اندرسون دارلینگ، کرامر-ون میزس و کلموگروف-اسمیرنوف انجام گرفت. همچنین برای داده‌هایی که توزیع نرمال نداشتند از روش لگاریتم برای تبدیل داده‌ها جهت حصول توزیع نرمال استفاده شد. مدل آماری برای داده‌های تک مشاهده به صورت زیر است:

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

y_{ij}: مقدار صفت مورد نظر، μ: میانگین کل، T_i: اثر سطح iام سدیم، e_{ij}: اثر خطای آزمایشی یا عوامل ناشناخته در هر مشاهده

مدل آماری برای داده‌های چند مشاهده‌ای به صورت زیر است:

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

y_{ijk}: مقدار صفت مورد نظر، μ: میانگین کل، T_i: اثر سطح iام سدیم، e_{ij}: اثر خطای آزمایشی یا عوامل ناشناخته در هر مشاهده ε_{ijk}: اثر خطای نمونه برداری. همچنین جهت روند پاسخ تمام متغییرها به سطوح افزایشی سدیم در جیره مقایسات چند جمله‌ای متعامد توسط رویه GLM نرم افزار SAS انجام شد. جهت بررسی ضریب همبستگی پیرسون بین افزایش وزن جوجه‌های گوشتی در دوره‌های آزمایشی مختلف از رویه CORR نرم افزار SAS استفاده شد.

نتایج

اثرات سطوح مختلف سدیم در جیره‌ی دوره‌ی آغازین بر عملکرد جوجه‌های گوشتی طی دوره‌های ۱-۱۰ و ۱-۳۰ روزگی در جدول ۲ ارائه شده است. در دوره‌ی ۱۰-۱ روزگی مصرف خوراک، ضریب تبدیل خوراک و شاخص کارایی تولید بین گروه‌های آزمایشی مختلف مشابه بود ($P>0/05$)، با این حال، افزایش وزن بدن در گروه آزمایشی تغذیه شده با جیره‌ی با سطح ۰/۲۶ درصد سدیم بالاتر از گروه‌های آزمایشی تغذیه شده با سطوح ۰/۱۸ و ۰/۲۰ درصد سدیم بود ($P<0/01$).

در کل دوره نیز تغذیه‌ی جیره‌ی با سطح ۰/۲۶ درصد سدیم موجب بهبود افزایش وزن بدن نسبت به گروه حاوی سطح ۰/۱۸ درصد سدیم شد (P<۰/۰۵). با این وجود اختلاف آماری معنی‌داری از نظر صفات عملکردی مصرف خوراک، ضریب تبدیل خوراک و شاخص کارایی تولید بین گروه‌های آزمایشی در کل دوره مشاهده نشد (P>۰/۰۵). آنالیز رگرسیون (جدول ۲) در ۱-۱۰ روزگی نشان داد که تغذیه سطوح افزایشی سدیم در جیره‌ی آغازین موجب افزایش خطی افزایش وزن بدن (P<۰/۰۱) و مصرف خوراک (P<۰/۰۵) شد. با این حال، معادلات درجه اول، دوم، سوم و چهارم ضریب تبدیل خوراک و شاخص کارایی تولید در دوره‌ی ۱-۱۰ روزگی معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵). در کل دوره افزایش درصد سدیم جیره‌ی آغازین از ۰/۱۸ درصد به سطوح ۰/۲۰، ۰/۲۲، ۰/۲۴ و ۰/۲۶ درصد موجب بهبود خطی افزایش وزن بدن (P<۰/۰۱) و شاخص کارایی تولید (P<۰/۰۵) شد، ولی هیچ یک از معادلات درجه اول، درجه دوم، درجه سوم و درجه چهارم شایستگی توجیه تغییرات صفات مصرف خوراک و ضریب تبدیل خوراک را طی ۱-۳۰ روزگی نداشتند (P>۰/۰۵). بررسی رابطه همبستگی بین افزایش وزن بدن در دوره‌ی ۱-۱۰ روزگی با کل دوره در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج آنالیز همبستگی موید وجود رابطه‌ی همبستگی مثبت بین افزایش وزن بدن در دوره‌ی ۱-۱۰ روزگی با کل دوره بود (P<۰/۰۱). تغذیه‌ی سطوح مختلف سدیم اثری بر میزان مصرف آب و همچنین نسبت آب مصرفی به خوراک مصرفی نداشت (جدول ۴، P>۰/۰۵). با این حال، بررسی روند پاسخ مصرف آب به سطوح افزایشی سدیم در جیره‌ی آغازین جوجه‌های گوشتی موید افزایش خطی میزان آب مصرفی به دنبال افزایش سطوح سدیم در جیره‌ی آغازین بود (جدول ۴، P<۰/۰۵).

نتایج حاصل از اثرات سطوح مختلف سدیم بر بازده لاشه و اوزان نسبی اندام های داخلی بدن در سن ۳ روزگی در جدول ۵ ارائه شده است. طبق نتایج حاصل اوزان نسبی لاشه، قلب، سنگدان، روده‌ی باریک، طحال و بورس تحت تأثیر هیچ یک از تیمارهای آزمایشی قرار نگرفتند (P>۰/۰۵). با این حال، تیمارهای تغذیه شده با جیره‌های حاوی ۰/۲۲، ۰/۲۴ و ۰/۲۶ درصد سدیم در جیره‌ی آغازین از وزن نسبی کبد بیشتری در مقایسه با گروه تغذیه شده با سطح ۰/۱۸ درصد سدیم برخوردار بودند (P<۰/۰۱). وزن نسبی کیسه زرده نیز با تغذیه جیرهای حاوی سطوح ۰/۲۰، ۰/۲۲، ۰/۲۴ و ۰/۲۶ درصد سدیم در مقایسه با گروه تغذیه شده با جیره‌ی حاوی سطح ۰/۱۸ درصد سدیم کاهش یافت و کمترین میزان متعلق به گروه ۰/۲۶ درصد سدیم بود (P<۰/۰۱). آنالیز رگرسیون نیز نشان داد که با تغذیه سطوح افزایشی سدیم بازده لاشه (P<۰/۰۵) و وزن نسبی کبد (P<۰/۰۱) به شکل خطی افزایش و وزن نسبی کیسه زرده به شکل خطی (P<۰/۰۱) و درجه دوم

(P<۰/۰۵) کاهش یافت. روند تغییرات اوزان نسبی سنگدان، قلب، طحال و بورس از هیچ یک معادلات درجه اول و دوم تبعیت نکردند (P>۰/۰۵). نتایج حاصل از اثرات سطوح افزایشی سدیم در جیره‌ی دوره‌ی آغازین بر بازده لاشه و اوزان نسبی اندام های داخلی بدن در سن ۵ روزگی در جدول ۶ ارائه شده است. بازده لاشه در جوجه‌های تغذیه شده با سطوح ۰/۲۴ و ۰/۲۶ درصد سدیم بالاتر از جوجه‌های تغذیه شده با سطح ۰/۱۸ درصد سدیم بود (P<۰/۰۱). وزن نسبی کیسه زرده در جوجه‌های تغذیه شده با سطوح ۰/۲۰، ۰/۲۴ و ۰/۲۶ درصد سدیم پایین‌تر از جوجه‌های تغذیه شده با سطح ۰/۱۸ درصد سدیم بود (P<۰/۰۱). وزن نسبی طحال و روده‌ی باریک در جوجه‌های تغذیه شده با سطح ۰/۲۶ درصد سدیم بالاتر از جوجه‌های تغذیه شده با سطح ۰/۱۸ درصد سدیم بود (P<۰/۰۵). در ارتباط با ایلئوم جوجه‌های تغذیه شده با سطح ۰/۱۸ درصد سدیم از وزن نسبی کمتری در مقایسه با سایر گروه‌های آزمایشی برخوردار بودند (P<۰/۰۱). در ارتباط با سکوم جوجه‌های تغذیه شده با سطح ۰/۲۶ درصد سدیم از وزن نسبی بیشتری در مقایسه با سایر گروه‌های آزمایشی برخوردار بودند (P<۰/۰۱). با این حال، اوزان نسبی کبد، قلب، سنگدان، بورس، دوازدهه، ژژنوم و پانکراس تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفتند (P> ۰/۰۵). آنالیز رگرسیون (جدول ۶) نیز نشان داد که با تغذیه سطوح افزایشی سدیم اوزان نسبی لاشه (P<۰/۰۱)، کبد (P<۰/۰۵)، طحال (P<۰/۰۱)، بورس (P<۰/۰۵)، روده‌ی باریک (P<۰/۰۵) و سکوم (P<۰/۰۱) به شکل خطی افزایش و وزن نسبی باقی کیسه زرده به شکل خطی کاهش (P<۰/۰۱) یافت. وزن نسبی ایلئوم نیز به دنبال افزایش سطح سدیم جیره‌ی آغازین افزایش خطی (P<۰/۰۱) و درجه دوم (P<۰/۰۵) یافت. روند تغییرات اوزان نسبی سنگدان، قلب، پانکراس، دوازدهه، ژژنوم از هیچ یک معادلات درجه اول و دوم تبعیت نکردند (P>۰/۰۵).

نتایج حاصل از اثرات سطوح افزایشی سدیم بر غلظت متابولیت‌های پلاسما در جدول ۷ ارائه شده است. طبق نتایج حاصل غلظت پلاسمایی کلر، سدیم، پتاسیم، آلبومین، پروتئین تام، گلوبولین‌ها، کلسترول، تری گلیسرید، گلوکز، اسید اوریک، کراتینین و اسمولاریته تحت تأثیر هیچ یک از تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت (P>۰/۰۵). نتایج آنالیز رگرسیون (جدول ۷) نیز نشان داد که افزایش غلظت سدیم در جیره موجب افزایش خطی (P<۰/۰۱) غلظت سدیم ، اسمولاریته و گلوکز پلاسما شد. به‌علاوه غلظت تری‌گلسیرید پلاسمایی نیز با افزایش غلظت سدیم جیره کاهش خطی یافت (P<۰/۰۵). در ارتباط با سایر متابولیت‌های خون روند پاسخی یافت نشد (P>۰/۰۵).

نتایج بررسی اثرات سطوح افزایشی سدیم بر نرخ پرشدگی چینه‌دان در جدول ۸ آورده شده است. هیچ یک از سطوح افزایشی ۰/۱۸، ۰/۲۰، ۰/۲۲، ۰/۲۴ و ۰/۲۶ سدیم در جیره‌ی آغازین اثری بر نرخ پر شدگی چینه دان در ساعات ۲، ۴، ۸،

۱۲، ۲۴ و ۴۸ پس از حضور جوجه‌ها در سالن نداشت (P>۰/۰۵). در بررسی آنالیز رگرسیون (جدول ۸) نیز روند پاسخی به سطوح افزایشی غلظت سدیم جیره‌ی دوره آغازین مشاهده نشد (P>۰/۰۵).

بحث

در مطالعه‌ی حاضر مصرف خوراک با افزایش سطح سدیم جیره‌ی آغازین از سطح ۰/۱۸ به ۰/۲۶ درصد طی ۱-۱۰ روزگی به شکل خطی افزایش یافت. نقش سدیم بر اشتها و همچنین مصرف خوراک در مطالعات پیشین مشخص شده است (McDonald و همکاران، ۲۰۱۰; Yu و همکاران، ۲۰۲۲). Osita و همکاران (۲۰۲۲) در مطالعه‌ای در جوجه‌های گوشتی با بررسی سطوح مختلف نمک در دوره‌ی آغازین (صفر، ۱/۳، ۲، ۲/۳، ۳/۳ و ۴ درصد) و پایانی (صفر، ۲/۳، ۳/۳، ۵/۴،۳/۳ و ۶/۳ درصد) مشاهده نمودند که افزایش سطح سدیم کلرید جیره موجب افزایش مصرف خوراک شد. در مطالعه‌ی دیگری Zhang و همکاران (۲۰۲۲) اظهار داشتند که مصرف خوراک جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با سطوح افزایشی سدیم کلرید (۰/۱، ۰/۲، ۰/۳، ۰/۴، ۰/۵ و ۰/۶ درصد) به شکل خطی و درجه دوم افزایش یافت. با این حال مطالعه‌ی حاضر با نتایج حاصل از مطالعه‌ی Mushtaq و همکاران (۲۰۰۵) که تفاوتی در میزان مصرف خوراک جوجه‌های گوشتی سویه‌ی *Starbro* طی ۱-۲۸ روزگی و Chen و همکاران (۲۰۲۰) که تفاوتی در مصرف خوراک جوجه غازها طی ۱-۲۸ روزگی با تغذیه‌ی سطوح مختلف سدیم مشاهده نکردند، در تضاد است. دلیل تناقضات موجود در پژوهش‌های ذکر شده با پژوهش حاضر را می‌توان به تفاوت سطح سدیم و سایر الکترولیت‌ها در خوراک و آب مصرفی و همچنین تفاوت‌های ژنوتیپی در سویه‌ها و گونه‌های مختلف که نیازمندی سدیم را تحت تأثیر قرار می‌دهد، نسبت داد.

مصرف جیره‌های با سطوح افزایشی سدیم در جیره‌ی دوره‌ی آغازین موجب بهبود خطی افزایش وزن بدن در تمام دوره-های آزمایشی شد. هم راستا با نتایج مطالعه‌ی حاضر، Chen و همکاران (۲۰۲۰) گزارش کردند که سطوح ۰/۱۰، ۰/۱۵۰ و ۰/۲۰ درصد سدیم موجب افزایش خطی افزایش وزن بدن در جوجه غازها شد. Zhang و همکاران (۲۰۲۲) نیز نشان دادند افزایش سطح سدیم کلرید جیره از ۰/۱ به ۰/۲، ۰/۳، ۰/۴، ۰/۵ و ۰/۶ درصد موجب افزایش خطی و درجه دوم افزایش وزن بدن در جوجه‌های گوشتی سویه‌ی آربورآکرز طی ۱ تا ۲۱ روزگی شد. افزایش خطی و درجه دوم افزایش وزن بدن جوجه‌های گوشتی سویه *Lingnan yellow-feathered*، به دنبال تغذیه‌ی سطوح افزایشی سدیم کلراید شامل صفر، ۰/۱،

۰/۲، ۰/۳ و ۰/۴ درصد در مطالعه‌ی Yu و همکاران (۲۰۲۲) نیز گزارش شده است. افزایش وزن بدن مشاهده شده به دنبال افزایش درصد سدیم جیره را تا حدودی می‌توان ناشی از افزایش مصرف خوراک و مصرف آب مشاهده شده در مطالعه‌ی حاضر دانست (Yu و همکاران، ۲۰۲۲). به‌علاوه تعادل اسید-باز از فاکتورهای تأثیر گذار در عملکرد پرنده است. مصرف کمتر و یا بیشتر از سطح نیاز سدیم وکلر موجب تحریک سیستم بافری بدن برای واکنش با ترکیبات اسیدی و بازی جهت حفظ pH طبیعی خون می‌شود. احتمال دارد در مطالعه‌ی حاضر افزایش سدیم جیره موجب کمک به حفظ تعادل اسید-باز بدن و pH خون و لذا صرف انرژی کمتر جهت کنترل آن شود (Chen و همکاران، ۲۰۲۰). بعلاوه جذب مواد مغذی مانند گلوکز و اسیدهای آمینه در روده‌ی باریک طی انتقال فعال ثانویه همراه با سدیم صورت گرفته و بازجذب کلیوی مواد مغذی نیز با دخالت سدیم انجام می‌پذیرد (Taruno و Gordon، ۲۰۲۳). Gal-Garber و همکاران (۲۰۰۳) نتیجه گرفتند که سدیم جیره نقل و انتقال و جذب مواد مغذی از روده را بواسطه تغییر بیان ژن سدیم-پتاسیم ATPase در غشای بازولترال، تحت تأثیر می‌دهد. اگر محصولات هضم مانند گلوکز به خوبی جذب شوند، انرژی زیادی در طول متابولیسم سلولی برای استفاده پرنده جهت رشد، نمو و سایر فعالیت‌های فیزیولوژیکی در دسترس قرار می‌گیرد و لذا ممکن است منجر به افزایش عملکرد پرنده شود (Osita و همکاران، ۲۰۲۲). افزایش عملکرد در کل دوره علی‌رغم تغذیه‌ی جیره‌های آزمایشی تنها در دوره‌ی آغازین نیز می‌تواند احتمالاً ناشی از بهبود عملکرد در دوره‌ی ۱-۱۰ روزگی باشد، چراکه آنالیز همبستگی بیانگر وجود همبستگی هم سو بین ۲ دوره‌ی مورد بررسی بوده است.

هم راستا با نتایج مطالعه‌ی حاضر، تغذیه‌ی سطوح ۰/۲۰، ۰/۲۵ و ۰/۳۰ درصد سدیم طی ۱-۲۸ روزگی موجب افزایش خطی مصرف آب در جوجه‌های گوشتی شد (Mushtaq و همکاران، ۲۰۰۵). همچنین افزایش مصرف آب در مطالعه‌ی Ahmad و همکاران (۲۰۰۶) و Mushtaq و همکاران (۲۰۱۳) در جوجه‌های گوشتی و Chen و همکاران (۲۰۲۲) در غازها نیز به دنبال مصرف جیره‌های حاوی سدیم بالاترگزارش شده است. حرکت آب در دو سمت غشا سلول با تغییر اسمولاریته تغییر می‌کند. افزایش اسمولاریته موجب فعال شدن گیرنده‌های اسمتیک محرک مرکز تشنگی در بدن شده و لذا مصرف آب را افزایش می‌دهد (Ahmad و همکاران، ۲۰۰۶). قابل ذکر است در مطالعه‌ی حاضر سطح اسمولاریته خون با افزایش سطح سدیم در جیره‌ی آغازین افزایش خطی یافت.

مطالعه‌ی حاضر نشان داد که افزایش درصد سدیم جیره‌ی آغازین موجب تسریع در مصرف کیسه زرده شد. جذب کیسه زرده وابسته به مصرف خوراک است و مصرف خوراک بواسطه تسریع حرکات دودی، محرک تخلیه کیسه زرده و جذب

آن در روده‌ی باریک است (Mikec و همکاران، ۲۰۰۶). احتمالاً مصرف آب و خوراک بیشتر در جیره‌های با سطح سدیم بالاتر در دوره‌ی آغازین موجب تحریک بیشتر حرکات دودی و لذا تخلیه سریع‌تر کیسه زرده شده است.

افزایش بازده لاشه را می‌توان ناشی از افزایش مصرف خوراک و مصرف سریع‌تر کیسه زرده در جوجه‌های تغذیه شده با جیره‌های حاوی درصد بالاتر سدیم دانست. کیسه زرده مهم‌ترین منبع تأمین کننده انرژی و پروتئین مورد نیاز جوجه در روزهای نخست پرورش است (Martínez و همکاران، ۲۰۲۱). کبد بزرگترین غده در سیستم اندوکرین بدن است که متابولیسم چربی‌ها، پروتئین‌ها و کربوهیدرات‌ها را بر عهده دارد و افزایش وزن آن در جوجه‌های جوان سلامت نشان دهنده‌ی افزایش فعالیت این اندام در جهت فراهمی مواد مغذی بیشتر در سنین ابتدایی رشد است (Maher، ۲۰۱۹; Martínez و همکاران، ۲۰۲۱). وزن روده‌ی باریک پس از تفریخ بسیار سریع‌تر از سایر بخش‌های بدن در حال افزایش است (Wang و همکاران، ۲۰۲۰). وزن اندام‌های دستگاه گوارش شامل روده‌ی باریک و سکوم تحت تأثیر ترکیب شیمیایی خوراک، شکل خوراک و میزان مصرف خوراک است (Martínez و همکاران، ۲۰۲۱). نقش مصرف خوراک در افزایش وزن روده‌ی باریک در سنین ابتدایی رشد در جوجه‌های گوشتی در مطالعه‌ی Wang و همکاران (۲۰۲۰) نیز مشاهده شده است. افزایش وزن نسبی سکوم در این مطالعه را نیز می‌توان به افزایش مصرف خوراک به دنبال تغذیه سطوح بالاتر سدیم نسبت داد، چراکه احتمالاً خوراک بیشتری به انتهای دستگاه گوارش رسیده و موجب تحریک فعالیت جمعیت میکروبی مستقر در این بخش شده است.

در مطالعه‌ی حاضر وزن نسبی طحال و بورس نیز با افزایش سطح سدیم در جیره‌ی آغازین افزایش یافت. بورس از اندام‌های لنفوئیدی اولیه و طحال از اندام‌های لنفوئیدی ثانویه در پرندگان است، که جزء اندام‌های ایمنی پرندگان محسوب می‌شوند (Martínez و همکاران، ۲۰۲۱). اندام‌های لنفوئیدی شامل بورس، تیموس و طحال ارتباط نزدیکی با روده‌ی باریک در پرندگان جوان دارند، به‌طوری‌که روده‌ی باریک با فعالیت و سلامت بیشتر به‌واسطه جذب بیشتر مواد مغذی ضروری جهت عملکرد سیستم ایمنی، تولید بیشتر لنفوسیت‌های B و T و افزایش وزن نسبی این اندام‌ها را موجب می‌شود. با توجه به افزایش وزن نسبی روده‌ی باریک، بالاتر بودن وزن نسبی بورس و طحال را می‌توان ناشی از بهبود ظرفیت عملکردی در روده‌ی باریک و لذا رشد بیشتر اندام‌های سیستم ایمنی دانست (Martínez و همکاران، ۲۰۲۱).

در مطالعه‌ی حاضر افزایش درصد سدیم در جیره‌ی جوجه‌های گوشتی جوان موجب افزایش خطی غلظت پلاسمایی سدیم و اسمولاریته خون شد. در این راستا، Chen و همکاران (۲۰۲۲) نیز مشاهده کردند افزایش سطح سدیم در جیره‌ی جوجه-های گوشتی از ۰/۱ به ۰/۱۵ و ۰/۲ درصد موجب افزایش خطی در غلظت سدیم در پلاسما شد. نتایج مشابهی نیز در مطالعه‌ی Yu و همکاران (۲۰۲۲) در جوجه‌های گوشتی سویه *Lingnan yellow-feathered* گزارش شد. افزایش غلظت سدیم در پلاسما احتمالاً انعکاسی از غلظت سدیم در جیره است. همچنین در مطالعه‌ی حاضر غلظت پروتئین تام، آلبومین، اسید اوریک و کراتینین تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفتند. پروتئین تام شاخصی از تولید و انباشت پروتئین در بدن است (Chen و همکاران، ۲۰۲۲). غلظت اسید اوریک نیز شاخصی از سوخت و ساز پروتئین است و با افزایش تجزیه-ی پروتئین‌ها غلظت اسید اوریک در پلاسما و فضولات افزایش می‌یابد (Chen و همکاران، ۲۰۲۰). کراتینین نیز متابولیت نهایی حاصل از فسفوکراتین در ماهیچه‌ها است که قابل بازجذب نیست و طی فیلتراسیون گلومرولی دفع می‌شود و شاخصی از وضعیت عملکردی کلیه است (Chen و همکاران، ۲۰۲۰). عدم تغییر متابولیت‌های یادشده در پژوهش حاضر را می‌توان این‌گونه تفسیر کرد که با افزایش درصد سدیم در جیره‌های آزمایشی احتمالاً سوخت وساز پروتئین‌ها تحت تأثیر قرار نگرفته است (Chen و همکاران، ۲۰۲۲).

در پژوهش حاضر افزایش درصد سدیم جیره موجب افزایش درجه دوم غلظت گلوبولین‌های پلاسما شد. تا زمانی که جوجه قادر به سنتز آنتی‌بادی‌های مورد نیاز خود شود، جهت محافظت در برابر پاتوژن‌ها وابسته به انتقال آنتی‌بادی‌های مادری انباشت شده در زرده می‌باشد (Kaspers و همکاران، ۱۹۹۶; Kovacs-Nolan و Mine، ۲۰۱۲). کیسه زرده نقش مهمی در انتقال ایمنی غیر فعال از طریق انتقال آنتی‌بادی‌های مادری دارد (Wong و Uni، ۲۰۲۱). ضمن اینکه محتوی زرده و سفیده خود حاوی پروتئین‌های آنتی باکتریالی مانند اووترانسفرین، لیزوزیم و بتا-دیفنسین‌ها می‌باشد (Wong و Uni، ۲۰۲۱). به نظر می‌رسد افزایش درجه دوم غلظت گلوبولین‌های پلاسما به مصرف سریعتر کیسه زرده، تکامل بیشتر روده‌ی باریک، بورس و طحال در جوجه‌های تغذیه شده با درصد بالاتر سدیم مرتبط باشد. روده‌ی باریک حاوی یک سیستم عصبی انتریک منحصر به فرد است که در بر گیرنده‌ی ۷۰ درصد سلول‌های سلول‌های سیستم ایمنی است (Martínez و همکاران، ۲۰۲۱).

افزایش غلظت گلوکز در پلاسما را نیز می‌توان به افزایش انتقال همراه گلوکز و سدیم از طریق انتقال دهنده‌ی همراه سدیم-گلوکز نوع ۱ ارتباط داد. انتقال دهنده‌ی همراه سدیم-گلوکز نوع ۱ در غشای آپیکال روده‌ی باریک و توبول‌های

پروکسیمال کلیوی حضور دارد و انتقال گلوکز را به همراه سدیم بر اساس شیب غلظت الکتروشمیایی سدیم در ۲ سمت غشا انجام می‌دهد (Braun و Sweazea، ۲۰۰۸). شیب غلظت عامل انتقال سدیم و گلوکز به داخل انتروسیت‌ها، حاصل تبادل یون‌های سدیم و پتاسیم در غشا بازولترال توسط پمپ سدیم-پتاسیم ATPase است (Braun و Sweazea، ۲۰۰۸). با این حال، در مطالعه‌ی Zhang و همکاران (۲۰۲۲) افزایش غلظت سدیم کلرید در جیره جوجه‌های گوشتی طی ۱-۲۱ روزگی موجب کاهش خطی غلظت گلوکز پلاسما شد. در مطالعه‌ی Yu و همکاران (۲۰۲۲) نیز غلظت گلوکز پلاسما علی‌رغم اینکه در پرندگان تغذیه شده با جیره‌های حاوی سطوح ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۳ سدیم و کلر با گروه شاهد مشابه بود، ولی سطح ۰/۴ درصد موجب کاهش غلظت پلاسمایی گلوکز شد. در هر دو مطالعه‌ی ذکر شده با نتایج مخالف با مطالعه‌ی حاضر، غلظت پتاسیم پلاسما به شکل خطی کاهش یافته است. سدیم و پتاسیم می‌توانند بیان ژن انتقال دهنده‌ی همراه سدیم-گلوکز نوع ۱، جذب و انتقال گلوکز را تحت تأثیر قرار دهند (Yu و همکاران، ۲۰۲۲). دلیل تناقض در نتیجه‌ی مطالعه‌ی حاضر با نتایج مطالعات Zhang و همکاران (۲۰۲۲) و Yu و همکاران (۲۰۲۲) را می‌توان در سطوح پایین‌تر سدیم مکمل شده و عدم کاهش غلظت پتاسیم پلاسمایی دانست.

نتیجه‌گیری

نتایج این آزمایش نشان داد افزایش درصد سدیم جیره‌ی آغازین به ۰/۲۶ درصد موجب بهبود افزایش وزن بدن (۸/۳۹ درصد در دوره‌ی آغازین، ۸/۲۷ درصد در کل دوره) و بازده لاشه (۸/۶۰ درصد در ۵ روزگی برای سطح ۰/۲۴ درصد)، کاهش وزن نسبی کیسه زرده (۴۱/۵۰ درصد در ۳ روزگی، ۲۷/۱۳ درصد در ۵ روزگی) و افزایش اوزان نسبی روده‌ی باریک (۸/۷۲ درصد در ۵ روزگی) و طحال (۲۵/۴۹ درصد در ۵ روزگی) در مقایسه با جیره‌ی حاوی سطح ۰/۱۸ درصد سدیم شد. با توجه به افزایش خطی مصرف آب به دنبال تغذیه جیره‌های با سطوح افزایشی سدیم، بمنظور مدیریت بستر و تهویه سالن توصیه می‌شود استفاده از سطوح بالاتر از ۰/۱۸ درصد سدیم تنها در دوره‌ی آغازین صورت گیرد.

منابع

Ahmad, T., Mushtaq, T., Mahr-Un-Nisa, Sarwar, M., Hooge, D. M., & Mirza, M. A. (2006). Effect of different non-chloride sodium sources on the performance of heat-stressed broiler chickens. British Poultry Science, 47(3), 249-256. https://doi.org/10.1080/00071660600753342

AOAC. (1990). Official Methods of Analysis. 15th ed. Arlington, VA: Association of Official Analytical Chemist.

نسخه پیش از انتشار ، نشریه علوم دامی

Aviagen (2018). Aviagen Group Ross 308 Broiler: Ross-BroilerHandbook2018-EN.pdf. Available online: https://aviagen.com/assets/Tech_Center/Ross_Broiler/Ross-BroilerHandbook2018-EN.pdf.

Aviagen (2022). Aviagen Group Ross 308 Broiler: Nutrition Specifications. Available online: https://eu.aviagen.com/assets/Tech_Center/Ross_Broiler/RossBroilerNutritionSpecs2019-EN.pdf (accessed on 3 December 2022).

Biesek, J., Banaszak, M., Wlaźlak, S., & Adamski, M. (2022). The effect of partial replacement of milled finisher feed with wheat grains on the production efficiency and meat quality in broiler chickens. Poultry science, 101(5), 101817. https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.101817

Braun, E. J., & Sweazea, K. L. (2008). Glucose regulation in birds. Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology, 151(1), 1-9. https://doi.org/10.1016/j.cbpb.2008.05.007

Chen, Y., Wang, Z., Yang, Z., Yang, Y., Yang, J., Han, H., & Yang, H. (2022). The effect of different dietary levels of sodium and chloride on performance, blood parameters and excreta quality in goslings at 29 to 70 days of age. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 106(1), 98-109. https://doi.org/10.1111/jpn.13541

Chen, Y., Yang, H., Wan, X., Wan, Y., Zhang, H., Gong, S., & Wang, Z. (2020). The effect of different dietary levels of sodium and chloride on performance and blood parameters in goslings (1–28 days of age). Journal of animal physiology and animal nutrition, 104(2), 507-516. https://doi.org/10.1111/jpn.13273

Delfani, N., Daneshyar, M., Farhoomand, P., Alijoo, Y. A., Payvastegan, S., & Najafi, G. (2023). Effects of arginine and guanidinoacetic acid with or without phenylalanine on ascites susceptibility in cold-stressed broilers fed canola meal-based diet. Journal of Animal Science and Technology, 65(1), 69. https://doi.org/10.5187%2Fjast.2022.e68

Gal-Garber, O., Mabjeesh, S. J., Sklan, D., & Uni, Z. (2003). Nutrient transport in the small intestine: Na+, K+-ATPase expression and activity in the small intestine of the chicken as influenced by dietary sodium. Poultry science, 82(7), 1127-1133. https://doi.org/10.1093/ps/82.7.1127

Kaspers, B., Bondl, H., & Göbel, T. W. F. (1996). Transfer of IgA from albumen into the yolk sac during embryonic development in the chicken. Journal of Veterinary Medicine Series A, 43(1-10), 225-231. https://doi.org/10.1111/j.1439-0442.1996.tb00448.x

Kovacs-Nolan, J., & Mine, Y. (2012). Egg yolk antibodies for passive immunity. Annual review of food science and technology, 3, 163-182. https://doi.org/10.1146/annurev-food-022811-101137

Lamot, D. (2017). First week nutrition for broiler chickens: effects on growth, metabolic status, organ development, and carcass composition (Doctoral dissertation, Wageningen University and Research).

Li, D. L., Wang, J. S., Liu, L. J., Li, K., Xu, Y. B., Ding, X. Q., ... & Zhan, X. A. (2022). Effects of early post-hatch feeding on the growth performance, hormone secretion, intestinal morphology, and intestinal microbiota structure in broilers. Poultry Science, 101(11), 102133. https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.102133

Maher, M. A. (2019). Descriptive anatomy of hepatic and portal veins with special reference to biliary duct system in broiler chickens (Gallus gallus domesticus): A Recent Illustration. Brazilian Journal of Poultry Science, 21, eRBCA-2019. https://doi.org/10.1590/1806-9061-2019-0980

Maiorka, A., Magro, N., Bartels, H. A. D. S., Kessler, A. D. M., & Penz Jr, A. M. (2004). Different sodium levels and electrolyte balances in pre-starter diets for broilers. Brazilian Journal of Poultry Science, 6, 143-146. https://doi.org/10.1590/S1516-635X2004000300002

نسخه پیش از انتشار ، نشریه علوم دامی

Martínez, Y., Altamirano, E., Ortega, V., Paz, P., & Valdivié, M. (2021). Effect of age on the immune and visceral organ weights and cecal traits in modern broilers. Animals, 11(3), 845. https://doi.org/10.3390/ani11030845

McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F. D., Morgan, C. A., Sinclair, L. A., & Wilkinson, R. G. (2010). Animal nutrition 7th edition.

Mikec, M., Biđin, Z., Valentić, A., Savić, V., Zelenika, T. A., Raguž-Đurić, R., ... & Baleńovic, M. (2006). Influence of environmental and nutritional stressors on yolk sac utilization, development of chicken gastrointestinal system and its immune status. World's poultry science journal, 62(1), 31-40. https://doi.org/10.1079/WPS200582

Murakami, H., Akiba, Y., & Horiguchi, M. (1992). Growth and utilization of nutrients in newly-hatched chick with or without removal of residual yolk. Growth, development, and aging: GDA, 56(2), 75-84.

Mushtaq, M. M. H., Pasha, T. N., Mushtaq, T., & Parvin, R. (2013). Electrolytes, dietary electrolyte balance and salts in broilers: an updated review on growth performance, water intake and litter quality. World's Poultry Science Journal, 69(4), 789-802. https://doi.org/10.1017/S0043933913000810

Mushtaq, T., Sarwar, M., Nawaz, H., Mirza, A., & Ahmad, T. (2005). Effect and interactions of dietary sodium and chloride on broiler starter performance (hatching to twenty-eight days of age) under subtropical summer conditions. Poultry Science, 84(11), 1716-1722. https://doi.org/10.1093/ps/84.11.1716

National Research Council, & Subcommittee on Poultry Nutrition. (1994). Nutrient requirements of poultry: 1994. National Academies Press.

Noy, Y., & Sklan, D. (2000). Hydrolysis and Absorption in the Small Intestines of Post Hatch Chicks. Poultry Science, 79(9), 1306-1310. https://doi.org/10.1093/ps/79.9.1306

Osita, C. O., Ezenwosu, C., Iloamaka, E. N., & Ani, A. O. (2022). Impact of Diets Containing Varying Levels of Sodium Chloride as a Source of Electrolyte in Broiler Chickens. Iranian Journal of Applied Animal Science, 12(4), 813-824.

Sahebi-Ala, F., Hassanabadi, A., & Golian, A. (2021). Effect of replacement different methionine levels and sources with betaine on blood metabolites, breast muscle morphology and immune response in heat-stressed broiler chickens. Italian Journal of Animal Science, 20(1), 33-45. https://doi.org/10.1080/1828051X.2020.1868358

Taheri, H. R., Nasiri, H., & Ahmadkhani, R. (2019). Which source and level of dietary sodium is appropriate for broiler chickens reared in a high-altitude area? Journal of animal physiology and animal nutrition, 103(4), 1090-1098. https://doi.org/10.1111/jpn.13096

Taruno, A., & Gordon, M. D. (2023). Molecular and cellular mechanisms of salt taste. Annual Review of Physiology, 85, 25-45. https://doi.org/10.1146/annurev-physiol-031522-075853

van Der Wagt, I., de Jong, I. C., Mitchell, M. A., Molenaar, R., & van Den Brand, H. (2020). A review on yolk sac utilization in poultry. Poultry Science, 99(4), 2162-2175. https://doi.org/10.1016/j.psj.2019.11.041

Wang, J., Wang, D., Li, K., Xia, L., Wang, Y., Jiang, L., ... & Zhan, X. (2020). Effects of first feed administration on small intestinal development and plasma hormones in broiler chicks. Animals, 10(9), 1568. https://doi.org/10.3390/ani10091568

Wijtten, P. J. (2011). Nutrition driven small-intestinal development and performance of weaned pigs and young broilers. Wageningen University and Research.

Wong, E. A., & Uni, Z. (2021). Centennial Review: The chicken yolk sac is a multifunctional organ. Poultry Science, 100(3), 100821. https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.11.004

Yu, H., Azzam, M. M., Wang, Y. B., Lin, X. J., Alqhtani, A. H., Al-Abdullatif, A. A., ... & Jiang, S. Q. (2022). Dietary requirements of sodium and chloride for slow-growing broiler breeds during finisher phase of production. Journal of Applied Poultry Research, 31(2), 100243. https://doi.org/10.1016/j.japr.2022.100243

Zhang, W., Wu, B., Wu, W., Cui, X., Li, D., Gao, F., ... & Luo, X. (2022). An optimal dietary sodium chloride supplemental level of broiler chicks fed a corn-soybean meal diet from 1 to 21 days of age. Frontiers in Veterinary Science, 9, 1077750. https://doi.org/10.3389/fvets.2022.1077750

نسخه پیش از انتشار

نسخه پیش از انتشار ، نشریه علوم دامی

جدول ۱- جیره‌های آزمایشی با سطوح مختلف سدیم در دوره‌ی آغازین و جیره‌های دوره‌ی رشد و پایانی به همراه آنالیز مواد مغذی

اقلام خوراکی(٪)	آغازین (۱-۱۰ روزگی)				رشد (۱۱-۲۴ روزگی)	پایانی (۲۵-۳۰ روزگی)
	۰/۱۸ درصد	۰/۲ درصد	۰/۲۲ درصد	۰/۲۴ درصد	۰/۲۶ درصد	
ذرت	۴۹/۷۸۵	۴۹/۶۷۲	۴۹/۵۵۹	۴۹/۴۴۵	۴۹/۳۳۲	۵۳/۲۴۵	۵۹/۴۷۶
کنجاله سویا (۴۳/۵ درصد پروتئین)	۳۸/۶۵۵	۳۸/۶۷۵	۳۸/۶۹۵	۳۸/۷۱۴	۳۸/۷۳۴	۳۸/۱۲۰	۳۲/۶۲۰
گلوتن (۶۵ درصد پروتئین)	۳/۰۰۰	۳/۰۰۰	۳/۰۰۰	۳/۰۰۰	۳/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
روغن سویا	۳/۵۹۵	۳/۶۳۲	۳/۶۷۰	۳/۷۰۸	۳/۷۴۶	۴/۶۴۴	۴/۲۵۷
دی کلسیم فسفات	۲/۲۶۴	۲/۲۶۴	۲/۲۶۴	۲/۲۶۴	۲/۲۶۴	۱/۸۰۷	۱/۴۹۸
کربنات کلسیم	۰/۹۶۶	۰/۹۶۵	۰/۹۶۵	۰/۹۶۴	۰/۹۶۴	۰/۶۲۷	۰/۵۷۸
بیکربنات سدیم	۰/۲۹۰	۰/۳۰۶	۰/۳۲۲	۰/۳۳۹	۰/۳۵۵	۰/۲۲۸	۰/۲۴۳
سدیم کلرید	۰/۲۰۰	۰/۲۴۰	۰/۲۸۰	۰/۳۲۰	۰/۳۶۰	۰/۲۴۴	۰/۲۳۵
مکمل ویتامینی[1]	۰/۲۵۰	۰/۲۵۰	۰/۲۵۰	۰/۲۵۰	۰/۲۵۰	۰/۲۵۰	۰/۲۵۰
مکمل معدنی[2]	۰/۲۵۰	۰/۲۵۰	۰/۲۵۰	۰/۲۵۰	۰/۲۵۰	۰/۲۵۰	۰/۲۵۰
ال-لیزین کلراید (۷۸ درصد)	۰/۲۸۳	۰/۲۸۳	۰/۲۸۳	۰/۲۸۲	۰/۲۸۲	۰/۱۵۰	۰/۱۷۸
دی‌ال-متیونین (۹۹ درصد)	۰/۳۴۷	۰/۳۴۷	۰/۳۴۷	۰/۳۴۷	۰/۳۴۷	۰/۳۵۲	۰/۳۳۱
ال-ترئونین (۹۸/۵)	۰/۱۱۶	۰/۱۱۶	۰/۱۱۶	۰/۱۱۶	۰/۱۱۶	۰/۰۸۴	۰/۰۸۳
ترکیبات محاسبه شده (٪)							
انرژی قابل متابولیسم (Kcal/kg)	۲۹۷۵	۲۹۷۵	۲۹۷۵	۲۹۷۵	۲۹۷۵	۳۰۵۰	۳۱۰۰
پروتئین خام	۲۳/۰۰۰	۲۳/۰۰۰	۲۳/۰۰۰	۲۳/۰۰۰	۲۳/۰۰۰	۲۱/۵۰۰	۱۹/۵۰۰
کلسیم	۰/۹۸۰	۰/۹۸۰	۰/۹۸۰	۰/۹۸۰	۰/۹۸۰	۰/۷۵۰	۰/۶۵۰
فسفر قابل دسترس	۰/۵۰۰	۰/۵۰۰	۰/۵۰۰	۰/۵۰۰	۰/۵۰۰	۰/۴۲۰	۰/۳۶۰
سدیم	۰/۱۸۰	۰/۲۰۰	۰/۲۲۰	۰/۲۴۰	۰/۲۶۰	۰/۱۸۰	۰/۱۸۰
کلر	۰/۲۱۶	۰/۲۴۰	۰/۲۶۴	۰/۲۸۸	۰/۳۱۲	۰/۲۱۶	۰/۲۱۶
متیونین+سیستین	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۰/۹۲۰	۰/۸۶۰
لیزین	۱/۳۲۰	۱/۳۲۰	۱/۳۲۰	۱/۳۲۰	۱/۳۲۰	۱/۱۸۰	۱/۰۸۰
ترئونین	۰/۸۸۰	۰/۸۸۰	۰/۸۸۰	۰/۸۸۰	۰/۸۸۰	۰/۷۹۰	۰/۷۲۰

تعادل الکترولیتی (mEq/kg)	۲۵۹/۹۳۱	۲۶۰/۸۷۹	۲۶۲/۸۲۶	۲۶۴/۷۷۳	۲۶۶/۷۲۱	۲۵۵/۹۶۳	۲۳۲/۲۲۰
کلر/سدیم	۱/۲۰۰	۱/۲۰۰	۱/۲۰۰	۱/۲۰۰	۱/۲۰۰	۱/۲۰۰	۱/۲۰۰
ترکیبات آنالیز شده (٪)							
سدیم	۰/۱۸۵	۰/۱۹۸	۰/۲۲۱	۰/۲۳۷	۰/۲۶۱	۰/۱۸۳	۰/۱۸۹

[1]مکمل ویتامینی به ازای هر کیلوگرم مکمل ویتامینی شامل: ویتامین A (ترانس رتینل ترانسفراز) ۴۰۰۰۰۰۰ واحد بین المللی، ویتامین D_3 (کوله کلسیفرول) ۱۸۰۰۰۰۰ واحد بین المللی، ویتامینE (α–dl– توکوفریل استات) ۲۶۰۰۰ واحد بین‌المللی، ویتامین K_3 ۱۲۰۰ میلی گرم، B1 ۱۰۰۰ میلی گرم، B2 ۲۶۰۰ میلی گرم، B3 ۲۴۰۰۰ میلی گرم، B5 ۷۲۰۰ میلی گرم، B6 ۱۲۸۰۰میلی گرم، B9 ۷۶۰ میلی گرم، B12 ۶/۸ میلی گرم، H2 ۷۲ میلی گرم، کولین ۲۸۰۰۰۰. [2]مکمل معدنی به ازای هر کیلوگرم مکمل معدنی: منگنز از منشا سولفات منگنز ۴۸۰۰۰ میلی گرم، روی از منشا اکسید روی ۴۴۰۰۰ میلی گرم، آهن از منشا سولفات آهن ۷ آبه ۸۰۰۰ میلی گرم، مس از منشأ سولفات مس ۴۰۰۰ میلی گرم، ید از منشأ کلسیم یدید ۵۰۰ میلی گرم، سلنیوم از منشأ سلنیت سدیم ۱۲۰ میلی گرم. کولین از منشأ کولین کلراید ۳۶۰۰۰۰ میلی گرم

جدول ۲- بررسی اثرات سطوح مختلف سدیم جیره بر عملکرد جوجه‌های گوشتی در دوره های ۱-۱۰ و ۱-۳۰ روزگی آزمایش

تیمارهای آزمایشی	۱۰-۱ روزگی				۳۰ -۱ روزگی			
	افزایش وزن بدن (گرم در روز)	مصرف خوراک (گرم در روز)	ضریب تبدیل (گرم/گرم)	شاخص کارایی تولید	افزایش وزن بدن (گرم در روز)	مصرف خوراک (گرم در روز)	ضریب تبدیل (گرم/گرم)	شاخص کارایی تولید
۰/۱۸	۲۳/۰۶[b]	۲۸/۷۳	۱/۲۵	۲۱۶/۹۵	۵۶/۸۴[b]	۸۸/۰۰	۱/۵۵	۳۶۷/۷۹

نسخه پیش از انتشار ، نشریه علوم دامی

۰/۲۰	۲۲/۱۹^{b}	۲۸/۷۸	۱/۳۰	۲۱۰/۶۸	۵۷/۲۶^{ab}	۸۷/۵۴	۱/۵۳	۳۵۴/۳۷
۰/۲۲	۲۳/۶۴^{ab}	۲۹/۲۳	۱/۲۴	۲۲۵/۲۴	۵۷/۷۴^{ab}	۸۸/۹۶	۱/۵۴	۳۷۰/۵۰
۰/۲۴	۲۳/۷۴^{ab}	۳۰/۱۹	۱/۲۸	۲۲۰/۹۲	۵۸/۶۲^{ab}	۸۴/۹۷	۱/۴۵	۳۸۶/۰۴
۰/۲۶	۲۴/۹۸^{a}	۳۱/۰۹	۱/۲۵	۲۲۹/۳۶	۶۱/۵۴^{a}	۸۹/۷۲	۱/۴۶	۴۱۴/۹۱
SEM	۰/۴۴۸	۰/۶۹۸	۰/۰۴۱	۱۰/۳۷	۱/۱۰	۲/۵۶	۰/۰۴۳	۱۸/۰۳
P-Value	۰/۰۰۴	۰/۱۰۹	۰/۷۹۷	۰/۷۴۳	۰/۰۴۳	۰/۷۳۴	۰/۳۲۴	۰/۱۹۳
بررسی روند پاسخ در مقایسات چند جمله‌ای متعامد								
خطی	۰/۰۰۰۸	۰/۰۱۱	۰/۸۸۶	۰/۲۹۵	۰/۰۰۵	۰/۹۱۴	۰/۰۶۷	۰/۰۳۷
درجه دوم	۰/۱۰۲	۰/۴۰۶	۰/۶۲۹	۰/۷۸۸	۰/۲۰۲	۰/۶۰۷	۰/۷۵۸	۰/۲۲۴
درجه سوم	۰/۴۱۳	۰/۸۳۳	۰/۷۷۹	۰/۸۰۷	۰/۵۷۶	۰/۴۰۵	۰/۶۱۰	۰/۷۷۸
درجه چهارم	۰/۱۱۳	۰/۹۱۳	۰/۲۶۲	۰/۴۱۸	۰/۸۹۱	۰/۳۲۴	۰/۳۵۷	۰/۷۷۳

اعداد دارای حرف مشابه در هر ستون اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند (P>۰/۰۵).

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها

جدول ۳- بررسی ضریب همبستگی پیرسون بین افزایش وزن جوجه‌های گوشتی در دوره‌های آزمایشی مختلف

	۱۰-۱ روزگی با ۳۰-۱ روزگی
r^*	۰/۵۵۳
P-Value	۰/۰۰۱

* r: ضریب همبستگی

جدول ٤- بررسی اثرات سطوح مختلف سدیم بر مصرف آب و نسبت آب مصرفی: خوراک مصرفی جوجه‌های گوشتی در دوره های آغازین اول (۱-۷ روزگی)

تیمارهای آزمایشی	مصرف آب (ml)	آب مصرفی: خوراک مصرفی
۰/۱۸	۴۲۶/۶۴	۲/۶۳
۰/۲۰	۴۵۹/۸۸	۲/۸۶
۰/۲۲	۴۸۰/۰۹	۲/۹۰
۰/۲۴	۴۷۳/۸۴	۲/۸۲
۰/۲۶	۴۹۴/۲۵	۲/۹۳
SEM	۲۲/۸۳	۰/۱۴۳
P-Value	۰/۳۱۰	۰/۵۹۷
بررسی روند پاسخ در مقایسات چند جمله‌ای متعامد		
خطی	۰/۰۴۹	۰/۲۲۴
درجه دوم	۰/۵۴۷	۰/۵۰۰
درجه سوم	۰/۵۸۷	۰/۳۹۷
درجه چهارم	۰/۷۳۰	۰/۸۳۰

اعداد دارای حرف مشابه در هر ستون اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند (P>۰/۰۵).
SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها

جدول ٥-بررسی اثرات سطوح مختلف سدیم در جیره‌ی آغازین بر بازده لاشه و اوزان نسبی اندام‌های داخلی در سن ۳ روزگی

نسخه پیش از انتشار ، نشریه علوم دامی

تیمارهای آزمایشی	لاشه (٪)	قلب (٪)	سنگدان (٪)	کبد (٪)	طحال (٪)	روده باریک (٪)	بورس (٪)	کیسه زرده (٪)
۰/۱۸	۳۸/۰۳	۰/۷۱۸	۸/۶۴	۴/۱۴^{c}	۰/۰۷۴	۱۱/۲۷	۰/۱۴۵	۰/۹۷۶^{a}
۰/۲۰	۳۸/۸۷	۰/۷۴۳	۹/۳۴	۴/۴۵^{bc}	۰/۰۷۲	۱۰/۵۸	۰/۱۳۴	۰/۷۷۰^{b}
۰/۲۲	۴۰/۶۷	۰/۷۶۹	۸/۴۶	۴/۷۸^{ab}	۰/۰۷۰	۱۰/۱۶	۰/۱۵۱	۰/۷۰۵^{bc}
۰/۲۴	۳۹/۳۴	۰/۷۴۶	۹/۰۸	۴/۹۷^{a}	۰/۰۷۷	۱۰/۹۷	۰/۱۵۸	۰/۶۴۸^{bc}
۰/۲۶	۳۹/۷۸	۰/۷۳۱	۸/۹۶	۴/۸۴^{ab}	۰/۰۷۹	۱۰/۶۷	۰/۱۳۷	۰/۵۷۱^{c}
SEM	۰/۷۰۲	۰/۰۲۳	۰/۲۸۲	۰/۱۱۱	۰/۰۰۳	۰/۲۷۰	۰/۰۰۶	۰/۰۳۵
P-Value	۰/۱۲۷	۰/۶۰۹	۰/۲۲۲	<۰/۰۰۰۱	۰/۳۰۶	۰/۰۷۶	۰/۰۸۲	<۰/۰۰۰۱
بررسی روند پاسخ در مقایسات چند جمله‌ای متعامد								
خطی	۰/۰۴۷	۰/۷۳۰	۰/۶۲۹	۰/۰۰۰۳	۰/۱۲۳	۰/۳۵۵	۰/۶۷۶	<۰/۰۰۰۱
درجه دوم	۰/۰۹۴	۰/۱۹۷	۰/۸۹۱	۰/۰۸۵	۰/۰۷۵	۰/۰۵۴	۰/۱۱۵	۰/۰۱۸
درجه سوم	۰/۶۷۶	۰/۹۲۶	۰/۲۹۵	۰/۴۸۹	۰/۵۸۹	۰/۱۱۲	۰/۰۰۲	۰/۰۸۵
درجه چهارم	۰/۰۸۷	۰/۷۳۴	۰/۰۱۴	۰/۹۹۰	۰/۲۲۱	۰/۱۵۰	۰/۷۰۶	۰/۶۵۷

اعداد دارای حرف مشابه در هر ستون اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند (P>۰/۰۵). SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها

نسخه پیش از انتشار ، نشریه علوم دامی

جدول ٦-بررسی اثرات سطوح مختلف سدیم در جیره‌ی آغازین بر بازده لاشه و اوزان نسبی اندام‌های داخلی در سن ۵ روزگی

تیمارهای آزمایشی	لاشه (٪)	کبد (٪)	قلب (٪)	سنگدان (٪)	کیسه زرده (٪)	بورس (٪)	طحال (٪)	روده باریک (٪)	دوازدهه (٪)	ژژنوم (٪)	ایلئوم (٪)	سکوم (٪)	پانکراس (٪)
۰/۱۸	۳۳/۱۵^{b}	۴/۱۸	۰/۶۷۵	۸/۰۱	۰/۳۱۷^{a}	۰/۱۳۲	۰/۰۵۱^{b}	۹/۲۹^{b}	۱/۷۶	۴/۱۶	۳/۳۸^{b}	۱/۱۵^{c}	۰/۴۸۵
۰/۲۰	۳۴/۲۱^{ab}	۴/۴۹	۰/۷۰۵	۸/۱۸	۰/۳۰۸^{a}	۰/۱۴۱	۰/۰۶۰^{ab}	۹/۹۳^{ab}	۱/۸۱	۴/۱۱	۴/۰۱^{a}	۱/۳۳^{bc}	۰/۴۹۸
۰/۲۲	۳۴/۹۴^{ab}	۴/۶۸	۰/۷۰۷	۷/۹۶	۰/۲۵۵^{b}	۰/۱۴۳	۰/۰۶۰^{ab}	۹/۶۳^{ab}	۱/۷۴	۴/۰۱	۳/۸۸^{a}	۱/۳۱^{bc}	۰/۴۸۲
۰/۲۴	۳۶/۰۰^{a}	۴/۳۹	۰/۶۹۵	۸/۳۰	۰/۲۲۳^{b}	۰/۱۴۶	۰/۰۶۱^{ab}	۹/۹۳^{ab}	۱/۶۸	۴/۲۲	۴/۰۴^{a}	۱/۳۹^{b}	۰/۴۵۴
۰/۲۶	۳۵/۶۰^{a}	۴/۷۷	۰/۷۰۶	۸/۰۲	۰/۲۳۱^{b}	۰/۱۴۴	۰/۰۶۴^{a}	۱۰/۱۰^{a}	۱/۷۱	۴/۴۰	۳/۹۹^{a}	۱/۶۴^{a}	۰/۴۶۷
SEM	۰/۵۴۳	۰/۱۵۴	۰/۰۱۴	۰/۲۴۹	۰/۰۰۹	۰/۰۰۴	۰/۰۰۲	۰/۱۶۰	۰/۰۶۶	۰/۱۳۰	۰/۱۰۱	۰/۰۵۵	۰/۰۱۵
P-Value	۰/۰۰۸	۰/۰۸۲	۰/۴۷۰	۰/۸۵۹	<۰/۰۰۰۱	۰/۱۶۷	۰/۰۱۰	۰/۰۱۲	۰/۷۱۷	۰/۳۱۱	۰/۰۰۰۴	<۰/۰۰۰۱	۰/۲۸۸
بررسی روند پاسخ در مقایسات چند جمله‌ای متعامد													
خطی	۰/۰۰۱	۰/۰۳۵	۰/۳۹۳	۰/۸۶۸	<۰/۰۰۰۱	۰/۰۴۳	۰/۰۰۰۳	۰/۰۲۰	۰/۲۳۰	۰/۲۲۵	۰/۰۰۹	<۰/۰۰۰۱	۰/۰۸۷
درجه دوم	۰/۲۴۲	۰/۵۶۶	۰/۴۸۰	۰/۷۲۸	۰/۰۶۳	۰/۲۱۸	۰/۲۵۲	۰/۶۶۵	۰/۹۰۹	۰/۱۹۱	۰/۰۴۹	۰/۲۱۴	۰/۸۲۴
درجه سوم	۰/۵۴۳	۰/۱۱۶	۰/۴۰۸	۰/۷۹۸	۰/۰۰۲	۰/۸۳۱	۰/۰۸۲	۰/۲۳۳	۰/۲۸۵	۰/۹۵۸	۰/۲۰۷	۰/۰۲۱	۰/۱۴۳
درجه چهارم	۰/۶۱۴	۰/۰/۲۴۸	۰/۸۹۴	۰/۳۵۷	۰/۴۸۶	۰/۷۱۱	۰/۴۸۳	۰/۲۰۴	۰/۹۷۰	۰/۵۹۹	۰/۱۹۲	۰/۵۸۴	۰/۷۲۴

اعداد دارای حرف مشابه در هر ستون اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند (P>۰/۰۵).

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها

نسخه پیش از انتشار ، نشریه علوم دامی

جدول ۷-بررسی اثرات سطوح مختلف سدیم در جیره‌ی آغازین بر متابولیت‌های خون جوجه‌های گوشتی در سن ۱۰ روزگی

	کلر (mmol/l)	سدیم (mmol/l)	پتاسیم (mmol/l)	اسمولاریته	کلسترول (mg/dl)	آلبومین (g/dl)	گلوکز (mg/dl)	اسید اوریک (mg/dl)	گلوبولین‌ها (mg/dl)	کراتین (mg/dl)	پروتئین تام (g/dl)	تری گلیسرید (mg/dl)
۰/۱۸	۸۵/۸۸	۱۲۹/۱۷	۴/۱۳	۲۷۸/۸۵	۱۸۴/۷۵	۱/۵۹	۲۱۶/۰۸	۳/۹۵	۱/۵۸	۰/۱۳۵	۳/۱۷	۱۰۶/۶۷
۰/۲۰	۸۲/۵۵	۱۲۸/۰۸	۳/۹۷	۲۷۶/۰۵	۱۸۵/۹۲	۱/۵۸	۲۱۰/۱۷	۴/۲۳	۱/۵۱	۰/۱۲۴	۳/۲۰	۱۰۶/۵۸
۰/۲۲	۸۰/۹۲	۱۳۲/۶۷	۴/۰۰	۲۸۵/۹۹	۱۷۶/۱۷	۱/۶۰	۲۲۳/۵۸	۳/۸۱	۱/۴۳	۰/۱۲۴	۳/۰۱	۱۰۳/۲۵
۰/۲۴	۸۷/۳۰	۱۳۸/۵۸	۳/۹۴	۲۹۷/۹۲	۱۸۱/۵۸	۱/۶۸	۲۲۷/۵۸	۳/۷۹	۱/۵۹	۰/۱۲۶	۳/۱۸	۹۹/۴۲
۰/۲۶	۸۹/۳۳	۱۴۰/۸۳	۳/۸۹	۳۰۲/۵۶	۱۸۹/۵۰	۱/۴۸	۲۳۱/۵۸	۳/۸۸	۱/۶۱	۰/۱۳۲	۳/۰۹	۹۹/۵۸
SEM	۲/۱۳	۳/۷۴	۰/۱۷۱	۷/۶۱	۳/۹۳	۰/۰۵۷	۶/۴۰	۰/۱۲۵	۰/۰۵۳	۰/۰۰۶	۰/۰۷۶	۲/۸۲
P-Value	۰/۰۶۰	۰/۰۸۸	۰/۸۸۷	۰/۰۸۳	۰/۱۹۷	۰/۲۲۱	۰/۱۵۴	۰/۱۲۸	۰/۱۴۹	۰/۶۷۱	۰/۳۹۱	۰/۲۰۶
بررسی روند پاسخ در مقایسات چند جمله‌ای متعامد												
خطی	۰/۲۷۴	۰/۰۰۳	۰/۲۲۸	۰/۰۰۲	۰/۶۸۷	۰/۵۳۷	۰/۰۰۹	۰/۲۱۴	۰/۳۶۸	۰/۸۲۰	۰/۳۱۴	۰/۰۲۲
درجه دوم	۰/۱۴۱	۰/۵۲۴	۰/۷۷۲	۰/۴۹۸	۰/۰۶۶	۰/۱۶۲	۰/۶۱۷	۰/۹۹۰	۰/۰۲۲	۰/۰۶۳	۰/۵۷۰	۱/۰۰۰
درجه سوم	۰/۵۶۷	۰/۳۸۰	۰/۶۹۴	۰/۳۴۳	۰/۳۰۰	۰/۱۰۹	۰/۲۷۶	۰/۰۸۶	۰/۳۳۹	۰/۶۹۲	۰/۸۱۲	۰/۴۱۸
درجه چهارم	۰/۵۰۴	۰/۹۸۱	۰/۷۴۹	۰/۹۸۰	۰/۲۵۸	۰/۴۳۴	۰/۴۱۵	۰/۲۷۵	۰/۱۲۵	۰/۸۲۵	۰/۰۲۱	۰/۹۴۱

اعداد دارای حرف مشابه در هر ستون اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند (P>۰/۰۵). SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

mmol/l: میلی مول در لیتر، mg/dl: میلی گرم در دسی لیتر، g/dl: گرم در دسی لیتر

نسخه پیش از انتشار ، نشریه علوم دامی

جدول ۸-بررسی اثرات سطوح مختلف سدیم در جیره‌ی آغازین بر نرخ پر شدگی چینه دان (غذا+آب)

تیمارهای آزمایشی	۲ ساعت (٪)	۴ ساعت (٪)	۸ ساعت (٪)	۱۲ ساعت (٪)	۲۴ ساعت (٪)	۴۸ ساعت (٪)
۰/۱۸	۶۱/۹۱	۷۱/۴۳	۷۶/۱۸	۸۹/۰۹	۹۵/۲۳	۹۷/۶۲
۰/۲۰	۵۸/۳۳	۶۹/۰۵	۸۲/۱۴	۹۰/۳۵	۹۶/۴۳	۹۸/۸۱
۰/۲۲	۶۰/۷۲	۶۷/۸۶	۸۰/۹۵	۸۸/۱۲	۹۷/۶۲	۹۸/۸۱
۰/۲۴	۶۰/۷۱	۷۲/۶۲	۸۲/۱۴	۹۰/۳۶	۹۷/۶۲	۹۸/۸۱
۰/۲۶	۵۷/۱۴	۷۲/۶۲	۸۲/۱۴	۹۲/۸۱	۹۸/۸۱	۱۰۰/۰۰
SEM	۲/۱۲	۲/۸۹	۲/۹۳	۱/۹۷	۱/۶۸	۱/۱۴
P-Value	۰/۵۰۴	۰/۶۹۲	۰/۵۵۰	۰/۵۳۵	۰/۶۳۱	۰/۷۰۵
بررسی روند پاسخ در مقایسات چند جمله‌ای متعامد						
خطی	۰/۲۹۶	۰/۵۲۱	۰/۲۰۹	۰/۲۴۲	۰/۱۳۰	۰/۱۹۹
درجه دوم	۰/۷۶۶	۰/۳۳۱	۰/۳۹۲	۰/۳۶۰	۰/۸۵۲	۰/۹۹۹
درجه سوم	۰/۱۶۷	۰/۵۲۰	۰/۵۲۶	۰/۵۵۵	۰/۸۲۵	۰/۵۱۵
درجه چهارم	۰/۶۸۹	۰/۵۲۸	۰/۵۹۷	۰/۴۶۵	۰/۸۰۲	۰/۹۹۹

اعداد دارای حرف مشابه در هر ستون اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند (P>۰/۰۵). SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

Effects of different sodium levels in the starter diet on performance, carcass characteristics, yolk sac absorption, and blood metabolites of broilers

Abstract

In order to investigate the effects of different sodium levels in the starter diet on performance, carcass traits, yolk sac absorption, and blood metabolites, 420 one-day-old male (Ross 308) broiler chicks were used in completely randomized design with 5 treatments, 6 replications, and 14 chicks per replication. The experimental treatments included sodium levels of 0.18%, 0.20%, 0.22%, 0.24%, and 0.26% in the starter diets. Increasing sodium levels led to a linear ($P < 0.01$) increase in body weight gain during the 1-10 and 1-30 day periods, and a linear ($P < 0.05$) increase in feed intake from days 1-10. At 3 and 5 days of age, relative weights of yolk sac and carcass linearly decreased ($P < 0.01$) and increased ($P < 0.05$, $P < 0.01$), respectively, with increasing sodium level in the starter diet. Relative weights of small intestine, liver, bursa of fabricius, and spleen ($P < 0.01$) increased linearly ($P < 0.05$) with increasing sodium level in the starter diet. Increasing the sodium level in the starter diet led to linear ($P < 0.01$) increases in plasma sodium, osmolarity, and glucose levels. Overall, increasing the sodium percentage in the starter diet to 0.26% led to improved body weight gain (8.39% during the starter period, 8.27% over the entire period) and carcass yield (8.60% at 5 days of age), reduced relative yolk sac weight (41.50% at 3 days of age, 27.13% at 5 days of age), and increased small intestine relative weight (8.72% at 5 days of age).

Keywords: Broiler, Performance, Sodium, Starter diet, Yolk sac