14(1) 137-146, Spring 2022

Journal of Animal Environment
(AEJ)
Journal homepage: http://www.aejournal.ir

Original Research Paper

Effect of organic acids supplementation in diets with different levels of nutrients on performance, ileum microbial population and carcass characteristics of broiler chickens

Mohsen Jamaliyan [1], Farzad Ghanbari [1*], Shahriar Maghsoudlou [1], Anwar Amoozmehr [2]

[1] Department of Animal Science, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran
[2] Department of Animal and Poultry Nutrition, Faculty of Animal Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

Key Words
Bacterial population
Biotronic
Blood metabolites
Carcass composition
Nutrient concentration

Abstract

Introduction: This study was conducted to investigate the effects of different levels of nutrients and organic acids supplementation (Biotronic) on performance, ileum microbial populations and blood parameters of broiler chickens.

Materials & Methods: Three hundred broiler chicks (Cobb500 strain, of both sex) were allotted to 6 treatments and 5 replications in completely randomized design with factorial arrangement of 2×3 and 30 experimental units. Factors included two levels of organic acid supplementation (diets containing 0.1% organic acid supplementation and diets without organic acid supplementation) and three levels of nutrients (standard levels of Cobb recommendation, 2.5% and 5% below than that).

Results: The interaction between organic acid and different dietary nutrient levels was not significant in any of the traits. Using organic acids supplementation increased growth performance at first 21 days ($P<0.05$). Different levels of nutrients in diet had no significant effects on growth performance. Feed intake was not affected by dietary treatments. Organic acids supplementation improved feed conversion ratio ($P<0.05$), whereas this trait was not affected by different levels of dietary nutrients. Organic acids decreased total bacteria counts of ileum ($P<0.05$). Microbial population was similar in different levels of nutrients group. Organic acids supplementation had no effects on blood metabolites and carcass composition of the broiler chicks.

Conclusion: To sum up, feed formulation up to 5% less than Cobb500 broiler chicken nutrients recommendation had no negative significant effect on production performance of the chickens. Also, the use of dietary organic acid supplement resulted in an improvement in some productive traits especially in starter phase of growth period.

* Corresponding Author's email: farzadghanbari@yahoo.com
Received: 21 January 2021; Reviewed: 23 February 2021; Revised: 26 April 2021; Accepted: 29 May 2021
(DOI): 10.22034/AEJ.2021.286307.2534

مقاله پژوهشی

اثر استفاده از مکمل اسید آلی در جیره‌های با سطوح مختلف مواد مغذی بر عملکرد، جمعیت میکروبی ایلئوم و فراسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی

محسن جمالیان[۱]، فرزاد قنبری[۱]، شهریار مقصودلو[۱]، انور آموزمهر[۲]*

[۱] گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران

[۲] گروه تغذیه دام و طیور، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

کلمات کلیدی

بیوترونیک
ترکیب لاشه
جمعیت باکتری
غلظت مواد مغذی
متابولیت‌های خونی

چکیده

مقدمه: این پژوهش به‌منظور بررسی تاثیر سطوح مختلف مواد مغذی و مکمل اسید آلی (بیوترونیک) بر عملکرد، جمعیت میکروبی ایلئوم و فراسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی انجام گردید.

مواد و روش‌ها: ۳۰۰ قطعه جوجه گوشتی سویه کاب ۵۰۰ (از دو جنس) در قالب طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل ۳×۲ در ۳۰ واحد آزمایشی (شش تیمار و پنج تکرار) استفاده شدند. فاکتورها شامل دو سطح مکمل اسید آلی (جیره‌های حاوی ۰/۱ درصد اسید آلی و جیره‌های فاقد اسیدآلی) و سه سطح موادمغذی(سطح استاندارد، ۲/۵ درصدکم‌تر ازسطح استاندارد و پنج درصدکم‌تراز سطح استاندارد) بودند.

نتایج: اثر متقابل بین اسید آلی و سطوح مختلف مواد مغذی در هیچ‌کدام از صفات معنی‌دار نبود. مکمل اسید آلی باعث افزایش وزن در صفر تا ۲۱ روزگی شد ($P<0/05$). بین مقدارافزایش وزن‌جوجه‌های دریافت‌کننده سطوح‌مختلف موادمغذی تفاوتی مشاهده‌نشد. مصرف خوراک تحت تاثیر اسید آلی و سطوح مواد مغذی قرار نگرفت. استفاده از اسید آلی باعث بهبود ضریب تبدیل غذایی گردید ($P<0/05$). اما این صفت تحت تاثیر سطوح مختلف مواد مغذی قرار نگرفت. اسید آلی تعداد کل باکتری‌ها در ایلئوم را کاهش داد ($P<0/05$). جمعیت میکروبی درسطوح مختلف موادمغذی یکسان بود. استفاده ازمکمل اسیدآلی و سطوح‌مختلف مواد مغذی تاثیری برمتابولیت‌های خونی و ترکیب لاشه جوجه‌ها نداشت.

بحث و نتیجه‌گیری: به‌طور کلی تنظیم جیره تا سطح مواد مغذی کم‌تر از پنج درصد سطح توصیه شده کاب ۵۰۰ در جوجه‌های گوشتی، تاثیر منفی بر عملکرد پرندگان نداشت. هم‌چنین اسید آلی باعث بهبود برخی صفات عملکردی به‌ویژه در دوره آغازین شد.

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: farzadghanbari@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱ بهمن ۱۳۹۹؛ تاریخ داوری: ٤ اسفند ۱۳۹۹؛ تاریخ اصلاح: ٦ اردیبهشت ۱٤۰۰؛ تاریخ پذیرش: ۸ خرداد ۱٤۰۰
(DOI): 10.22034/AEJ.2021.286307.2534

مقدمه

امروزه در سیستم تولید پیشرفته، سلامت دام و طیور چالش اصلی تاثیرگذار بر سلامت انسان و اقتصاد جهانی است. پرورش طیور به‌صورت تجاری، منجر به افزایش بیماری‌های روده‌ای شده است. به‌منظور کنترل میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا و هم‌چنین افزایش عملکرد پرنده، استفاده از آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد در جیره غذایی آن‌ها به‌شدت افزایش پیدا کرده است. با وجود تمام اثرات مثبت آنتی‌بیوتیک‌ها، تحقیقات نشان داده‌اند که استفاده بی‌رویه از آن‌ها در جیره، از طریق ایجاد مقاومت میکروارگانیسم‌ها به این مواد و هم‌چنین ایجاد بقایای آنتی‌بیوتیکی در لاشه حیوان و انتقال آن به انسان، می‌تواند اثرات زیان‌آوری داشته باشد. به‌همین دلیل در بسیاری از کشورها استفاده از آن‌ها در خوراک دام و طیور محدود و یا ممنوع شده است. امروزه افزودنی‌های خوراکی غیردارویی شامل آنزیم‌ها، پروبیوتیک‌ها و پری‌بیوتیک‌ها، اسانس‌های گیاهی، مواد محرک سیستم ایمنی و اسیدهای آلی و غیرآلی به‌عنوان جایگزین آنتی‌بیوتیک‌ها مطرح شده‌اند (۱). اسیدهای آلی به‌دلیل اثرات مفید مختلف بر روده ازجمله جلوگیری از تهاجم میکروبی، مهار باکتری‌های بیماری‌زا و تقویت جذب مواد معدنی در خوراک استفاده می‌شوند (۲). این ترکیبات اثرات ضدباکتریایی قوی دارند. از اسیدهای آلی برای کنترل سالمونلا در خوراک یا آب آشامیدنی طیور استفاده شده است. اسیدی کردن جیره با اسیدهای آلی ضعیف ازجمله فورمیک، فوماریک، پروپیونیک، لاکتیک و سوربیک اسید باعث کاهش تشکیل کلنی پاتوژن‌ها و تولید متابولیت‌های سمی شده است. مطالعات مختلفی نشان داده‌اند که استفاده از اسیدهای آلی در جیره جوجه‌های گوشتی باعث افزایش قابلیت هضم مواد مغذی و بهبود عملکرد و نیز کاهش بیماری‌ها و مشکلات مدیریتی در گله شده است (۳). Józefiak و همکاران، مشاهده کردند که استفاده از اسیدهای آلی در جیره باعث کاهش رشد باکتری‌های قسمت‌های پایین دستگاه گوارش شد (۴). Mirbabaie Langarooi و همکاران، مشاهده کردند که افزودن اسید فرمیک به جیره جوجه‌های گوشتی باعث بهبود عملکرد و سیستم ایمنی سلولی پرنده شد (۵). در یک پژوهش اضافه کردن ۰/۲ درصد اسید پروپیونیک به جیره جوجه‌های گوشتی باعث بهبود صفات عملکردی و خصوصیات لاشه جوجه‌های گوشتی شد (۶). هر اسید آلی دارای طیف ضدباکتریایی ویژه خود است. به‌عنوان مثال سوربیک اسید فعالیت ضدقارچی بهتری دارد، اما لاکتیک اسید علیه باکتری‌ها موثرتر است. فورمیک اسید و اسید پروپیونیک فعالیت ضدمیکروبی گسترده‌تری داشته و علیه باکتری‌ها و قارچ‌ها (کپک و مخمر) موثرند. مطالعات برون‌تنی نشان داده‌اند که استفاده از مخلوطی از اسیدهای آلی فعالیت ضدمیکروبی سینرژیکی دارد (۷). بنابراین هدف از انجام این پژوهش بررسی تاثیر مکمل اسید آلی بیوترونیک (مخلوط اسید فرمیک و اسید پروپیونیک) در تراکم‌های مختلف مواد مغذی جیره بر عملکرد تولیدی، فراسنجه‌های خونی و جمعیت میکروبی ایلئوم در جوجه‌های گوشتی بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش با استفاده از ۳۰۰ قطعه جوجه سویه کاب ۵۰۰ (از هر دو جنس) در قالب طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل ۳×۲ انجام شد. فاکتورها شامل دو سطح مکمل اسیدآلی (جیره‌های حاوی ۰/۱ درصد مکمل اسید آلی و جیره‌های فاقد مکمل اسید آلی) و سه سطح مواد مغذی (سطح استاندارد توصیه شده توسط شرکت کاب، ۲/۵ و پنج درصد کم‌تر از آن) بودند. برای اعمال تیمارهای آزمایشی از پن‌هایی با ابعاد ۱۱۰ سانتی‌متر استفاده شد. تنظیم جیره‌ها با استفاده از جدول نیازهای غذایی سویه کاب ۵۰۰ و به‌کمک برنامه جیره‌نویسی UFFDA انجام شد (۸). جیره‌ها در سه دوره آغازین (یک تا ۱۰روز)، میانی (۲۴-۱۱ روز) و پایانی (۴۲-۲۵ روز) تنظیم شدند (جداول ۱، ۲ و ۳). براساس اهداف این پژوهش، در هر دوره سه نوع جیره تنظیم شد: جیره حاوی مواد مغذی در سطح توصیه شده (استاندارد)، جیره حاوی مواد مغذی ۲/۵ درصد کم‌تر از سطح توصیه شده و جیره حاوی مواد مغذی پنج درصد کم‌تر از سطح توصیه شده. مکمل اسید آلی با نام تجاری بیوترونیک، که مخلوط اسید فرمیک و اسید پروپیونیک بود، به‌مقدار یک کیلوگرم در تن (۰/۱ درصد) به جیره اضافه شد. بدین منظور این ترکیب با نسبت ۵۰ درصد با فیلر یا همان عامل خنثی (خاک اره نرم+ ماسه شسته شده و خشک شده) ترکیب و به جیره اضافه شد. اما در تیمارهای فاقد مکمل اسید آلی فقط از فیلر استفاده شد. مصرف خوراک و افزایش وزن پرنده‌ها از ابتدای دوره تا پایان آن به‌صورت هفتگی و هم‌چنین در پایان هر یک از جیره‌های سه گانه دوره‌های پرورش، با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۱ گرم محاسبه گردید. میزان تلفات هر یک از گروه‌های آزمایش در طی دوره محاسبه و هر یک از نمونه‌های تلفات توزین شدند تا افزایش وزن و خوراک مصرفی جوجه‌های تلف شده در طی آزمایش منظور شود. ضریب تبدیل غذایی با استفاده از میانگین افزایش وزن روزانه و میانگین خوراک مصرفی روزانه محاسبه شد.

جدول ۱: اجزاء و ترکیب شیمیایی جیره‌های دوره آغازین

اقلام خوراکی (درصد ماده خشک)	توصیه شرکت کاب (۱ تا ۱۰ روزگی)	۲/۵ درصد کم‌تر از توصیه شرکت کاب (۱۱ تا ۲۴ روزگی)	۵ درصد کم‌تر از توصیه شرکت کاب (۲۵ تا ۴۲ روزگی)
ذرت	۵۵/۴۹	۵۹/۰۶	۶۳/۲۵
سویا	۳۶/۳۶	۳۳/۸۶	۳۱/۸۵
روغن خوراکی	۳/۴۳	۲/۳۸	۰/۳۴
دی کلسیم فسفات	۱/۶۵	۱/۶۸	۱/۵۵
پودر صدف	۱/۱۰	۱/۰۹	۱/۰۷
دی ال متیونین	۰/۳۴	۰/۳۲	۰/۳۱
فیلر	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰
مکمل معدنی[1]	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
مکمل ویتامینی[2]	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
لایزین	۰/۲۳	۰/۲۴	۰/۲۵
ترئونین	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۹
کوکسیدیو استات	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵
نمک معدنی	۰/۴۷	۰/۴۴	۰/۴۴
جمع	**۱۰۰/۰۰**	**۱۰۰/۰۰**	**۱۰۰/۰۰**
ترکیب مواد مغذی محاسبه شده (درصد)			
پروتئین خام	۲۱/۰۰	۲۰/۴۷	۱۹/۹۴
کلسیم	۰/۹۰	۰/۸۸	۰/۸۵
فسفر قابل دسترس	۰/۴۵	۰/۴۴	۰/۴۲
سدیم	۰/۲۰	۰/۱۹	۰/۱۹
لیزین	۱/۳۲	۱/۲۸	۱/۲۵
ترئونین	۰/۸۶	۰/۸۳	۰/۸۱
سیستین+ متیونین	۰/۹۸	۰/۹۵	۰/۹۳
لینولئیک اسید	۱/۳۵	۱/۴۳	۱/۵۱
انرژی قابل متابولیسم ظاهری (کیلوکالری بر کیلوگرم)	۳۰۳۵	۲۹۵۹	۲۸۸۳

۱- هر کیلوگرم مکمل معدنی شامل: ۳۲ گرم منگنز، ۲۵ گرم آهن، ۱۱ گرم روی، ۴ گرم مس، ۰/۱۶ گرم ید و ۰/۲ گرم سلنیوم است. ۲- هر کیلوگرم از مکمل ویتامینی شامل: ۹۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۲۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D3، ۱۸۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین E، ۰/۴ گرم ویتامین K3، ۰/۱۸ گرم ویتامین B1، ۰/۸۲۵ گرم ویتامین B2، ۱ گرم ویتامین B3، ۳ گرم ویتامین B5، ۰/۱۲۵ گرم ویتامین B9، ۰/۱۵ گرم ویتامین B12 و ۵۰ گرم کولین کلراید است.

در انتهای آزمایش (۴۲ روزگی)، خون‌گیری از سیاهرگ بال پرنده انجام شد. فراسنجه‌های خونی شامل گلوکز، کلسترول، تری گلیسیرید، پروتئین، اسیداوریک، لیپوپروتئین با دانسیته خیلی پایین و لیپوپروتئین با دانسیته بالا با استفاده از کیت‌های تشخیصی شرکت پارس‌آزمون اندازه‌گیری شدند. برای انجام آزمایش‌های میکروبیولوژی، در ۲۴ روزگی از هر واحد آزمایشی یک قطعه پرنده که وزن آن نزدیک به میانگین وزن واحد آزمایشی باشد، انتخاب و کشتار گردید. پس از ضدعفونی کردن سطح شکمی لاشه، با استفاده از تیغ جراحی در پوست اطراف شکم بش ایجاد گردید. سپس به‌کمک پنس گیره‌دار و قیچی، بخشی از میانه ایلئوم (تقریباً پنج سانتی‌متر) جدا و به‌درون پلیت‌های استریل منتقل شد. سپس توسط قاشقک نمونه‌گیری از محتویات و مخاط ایلئوم نمونه‌گیری شد. نمونه‌ها به‌درون لوله‌های آزمایش با ابعاد ۱۸× ۲۰۰ میلی‌متر وارد شده و نه برابر وزن نمونه‌ها به آن‌ها محلول رقیق کننده استریل افزوده شد. محتویات لوله‌ها به‌کمک هم‌زن هموژنیزه شدند. در این مرحله غلظت محلول ۱-۱۰ می‌باشد. سپس یک میلی‌لیتر از محلول ۱-۱۰ را برداشته و به‌درون لوله‌ی حاوی نه میلی‌لیتر محلول رقیق کننده اضافه شد و با استفاده از هم‌زن هموژن شد (محلول با رقت۲-۱۰).

جدول ۲: اجزاء و ترکیب شیمیایی جیره‌های دوره میانی (رشد)

اقلام خوراکی (درصد ماده خشک)	توصیه شرکت کاب (۱ تا ۱۰ روزگی)	۲/۵ درصد کم‌تر از توصیه شرکت کاب (۱۱ تا ۲۴ روزگی)	۵ درصد کم‌تر از توصیه شرکت کاب (۲۵ تا ۴۲ روزگی)
ذرت	۶۰/۸۸	۶۴/۸۵	۶۸/۸۱
سویا	۳۰/۲۲	۲۸/۳۴	۲۶/۴۹
روغن خوراکی	۴/۴۷	۲/۴۲	۰/۳۸
دی کلسیم فسفات	۱/۵۴	۱/۵۱	۱/۴۵
پودر صدف	۱/۰۴	۱/۰۳	۱/۰۱
دی ال متیونین	۰/۲۹	۰/۲۸	۰/۲۷
فیلر	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰
مکمل معدنی	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
مکمل ویتامینی	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
لایزین	۰/۲۴	۰/۲۵	۰/۲۶
ترئونین	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۹
نمک معدنی	۰/۴۴	۰/۴۴	۰/۴۴
جمع	**۱۰۰/۰۰**	**۱۰۰/۰۰**	**۱۰۰/۰۰**
ترکیب مواد غذایی محاسبه شده (درصد)			
پروتئین خام	۱۹/۰۰	۱۸/۵۲	۱۸/۰۴
کلسیم	۰/۸۴	۰/۸۱	۰/۷۸
فسفر قابل دسترس	۰/۴۲	۰/۴۰	۰/۳۹
سدیم	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۱۹
لیزین	۱/۱۹	۱/۱۶	۱/۱۳
ترئونین	۰/۷۸	۰/۷۶	۰/۷۴
سیستین + متیونین	۰/۸۹	۰/۸۶	۰/۸۴
لینولئیک اسید	۱/۴۵	۱/۵۳	۱/۶۱
انرژی قابل متابولیسم ظاهری (کیلوکالری بر کیلوگرم)	۳۱۰۸	۳۰۳۰	۲۹۵۲

[1] ترکیب مکمل ویتامینه در هر کیلوگرم به‌ترتیب شامل: IU ۴۴۰۰۰۰، ۸۰۰۰۰، ۹۶۰۰، ۲۰۰ ویتامین A، ویتامین D_3، ویتامین E و ویتامین K_3 بود و دارای ۷۲۰ میلی‌گرم ویتامین B_1، ۲۶۴۰ میلی‌گرم ویتامین B_2، ۴۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین B_3، ۱۲۰۰۰ میلی‌گرم نیاسین، ۱۲۰۰ میلی‌گرم ویتامین B_6، ۴۰۰ میلی‌گرم فولیک اسید، ۶۴ میلی‌گرم ویتامین B_{12}، ۲ میلی‌گرم بیوتین، ۴۴۰۰۰۰ میلی‌گرم کولین کلراید و ۱۶۰ میلی‌گرم آنتی‌اکسیدانت می‌باشد. [2] ترکیب مکمل معدنی در هر کیلوگرم شامل: ۶۱۲۰۰۰ میلی‌گرم منگنز، ۱۰۰۰۰ میلی‌گرم آهن، ۳۳۸۰۰ میلی‌گرم روی، ۸۰۰۰، میلی‌گرم مس، ۶۴۰ میلی‌گرم ید و ۸۰ میلی‌گرم سلنیوم.

این عمل تا ایجاد محلول با رقت ۷-۱۰ ادامه یافت. سپس با استفاده از سمپلر ۰/۱ میلی‌لیتر، از رقت‌های مناسب ایلئوم به‌ترتیب بر روی محیط‌های VRBA (محیط اختصاصی کشت کلی‌فرم‌ها) و MRSA (محیط اختصاصی کشت لاکتوباسیلوس‌ها) کشت داده شد. لاکتوباسیلوس‌ها و کلی‌فرم‌ها بی‌هوازی‌های اختیاری هستند. بنابراین سطح محیط‌های فوق پس از کشت توسط لایه نازکی از محیط‌های مذاب VRBA و MRSA (با دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد) پوشیده شد. بررسی جمعیت کل باکتری‌های ایلئوم از طریق کشت سطحی بر روی محیط PCA و به‌صورت هوازی انجام شد. پلیت‌ها به‌مدت ۴۸-۲۴ ساعت درون انکوبانور با دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. سپس جمعیت کلنی‌ها در زیر شمارش‌گر کلنی تعیین گردید و رقت‌های مناسب برای شمارش کل باکتری‌ها انتخاب شد.

جدول ۳: اجزاء و ترکیب شیمیایی جیره‌های دوره پایانی

اقلام خوراکی (درصد ماده خشک)	توصیه شرکت کاب (۱ تا ۱۰ روزگی)	۲/۵ درصدکم‌تر از توصیه شرکت کاب (۱۱ تا ۲۴ روزگی)	۵ درصدکم‌تر از توصیه شرکت کاب (۲۵ تا ۴۲ روزگی)
ذرت	۶۲/۸۸	۶۷/۴۵	۷۰/۷۴
سویا	۲۷/۹۵	۲۵/۷۶	۲۴/۳۲
روغن خوراکی	۵/۲۳	۳/۰۵	۱/۰۹
دی کلسیم فسفات	۱/۳۵	۱/۳۱	۱/۲۷
پودر صدف	۰/۹۶	۰/۹۴	۰/۹۳
دی ال متیونین	۰/۲۴	۰/۲۳	۰/۲۲
فیلر	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰
مکمل معدنی	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
مکمل ویتامینی	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
لایزین	۰/۱۴	۰/۲۶	۰/۱۷
ترئونین	۰/۰۴	۰/۰۵	۰/۰۵
نمک معدنی	۰/۴۱	۰/۴۰	۰/۳۹
جمع	**۱۰۰/۰۰**	**۱۰۰/۰۰**	**۱۰۰/۰۰**
ترکیب مواد غذایی محاسبه شده (درصد)			
پروتئین خام	۱۸/۰۰	۱۷/۵۴	۱۶/۷۶
کلسیم	۰/۷۶	۰/۷۴	۰/۷۲
فسفر قابل دسترس	۰/۳۸	۰/۳۷	۰/۳۶
سدیم	۰/۱۸	۰/۱۷	۰/۱۷
لیزین	۱/۰۵	۱/۱۰	۰/۹۹
ترئونین	۰/۷۱	۰/۶۹	۰/۶۷
سیستین + متیونین	۰/۸۲	۰/۷۹	۰/۷۷
لینولئیک اسید	۱/۴۹	۱/۵۸	۱/۶۵
انرژی قابل متابولیسم ظاهری (کیلوکالری بر کیلوگرم)	۳۱۸۰	۳۱۰۰	۳۰۲۱

برای آزمایش اصلی از هر رقت ایده‌آل در دو پلیت کشت سطحی انجام شد. سرانجام شمارش در عکس رقت ضرب شدند و پس از تبدیل به داده‌های لگاریتمی مورد تجزیه آماری قرار گرفت. در پایان دوره آزمایش، ۳ قطعه از هر گروه آزمایشی که از نظر وزنی به میانگین گروه نزدیک بودند، انتخاب شده و پس از ۳ ساعت گرسنگی ذبح شدند. پس از کشتار و پوست کنی، لاشه تفکیک شده و قسمت‌های مختلف از جمله ران، سینه، قلب، سنگدان، طحال، کبد و پیش‌معده توسط ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۱ گرم توزین شدند. داده‌های مربوط به این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل ۳×۲ و توسط نرم‌افزار SAS تجزیه شدند (۹). مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. رابطه ۱ مدل آماری طرح را نشان می‌دهد.

رابطه ۱: $Y_{ij}= \mu\ A_i+B_j+AB_{ij}+e_{ij}$

در این رابطه Yij: مقدار مشاهده، µ: اثر میانگین، Ai: اثر اسید آلی، Bj: اثر سطح مواد مغذی، ABij: اثر متقابل اسید آلی در سطح مواد مغذی و eij : اثر خطای آزمایشی می‌باشد.

نتایج

تاثیر استفاده از مکمل اسیدهای آلی بر جیره‌هایی با سطوح مختلف مواد مغذی بر میانگین افزایش وزن روزانه جوجه‌های گوشتی در جدول ۴ آورده شده است. اثر متقابل بین اسیدهای آلی و سطوح مختلف مواد مغذی معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵). در هفته‌های اول و دوم و دوره یک تا ۲۱ روزگی پرورش، استفاده از اسید آلی به‌طور معنی‌داری (P<۰/۰۵) باعث افزایش وزن جوجه‌ها نسبت به گروه‌های دریافت کننده جیره فاقد اسید آلی شد (به‌ترتیب ۱۴۲/۷۰ گرم در برابر ۱۶۳/۱۳ گرم برای هفته اول، ۱۹۳/۷۶ گرم در برابر ۱۸۱/۸۶ گرم برای هفته دوم و ۶۲۰/۱۶ گرم در برابر ۵۵۸/۶۰ گرم برای دوره یک تا ۲۱ روزگی). در سایر هفته‌های آزمایش و نیز دوره‌های ۲۲ تا ۴۲ روزگی و یک تا ۴۲ روزگی (کل دوره)، علی‌رغم بالاتر بودن افزایش وزن گروه‌های دریافت کننده اسید آلی، اما اختلاف بین تیمارها معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵). در هفته دوم آزمایش، گروه دریافت کننده جیره‌های با سطح انرژی پنج درصد کم‌تر از سطح استاندارد مقدار افزایش وزن کم‌تری (P<۰/۰۵) نسبت به گروه دریافت کننده جیره استاندارد داشتند (۱۷۷/۴۷ گرم در برابر ۱۹۶/۲۴ گرم). اما در سایر هفته‌های آزمایش و در دوره‌های ۱ تا ۲۱ روزگی، ۲۲ تا ۴۲ روزگی و ۱ تا ۴۲ روزگی (کل دوره) اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد (P>۰/۰۵).

جدول ۴: تاثیر تیمارها بر افزایش وزن (گرم) جوجه‌ها در هفته‌ها و دوره‌های آزمایشی

	هفته							دوره (روز)	
	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	۱-۲۱	۲۲-۴۲	۱-۴۲
اسید آلی (درصد)									
صفر	۱۳۶/۱۳^{b}	۱۸۱/۸۶^{b}	۲۷۰/۶۰	۳۹۲/۷۳	۴۰۶/۵۸	۴۳۳/۳۳	۵۸۸/۶۰^{b}	۱۲۳۲/۶۴	۱۸۲۱/۲۴
۰/۱	۱۴۲/۷۰^{a}	۱۹۳/۷۶^{a}	۲۸۳/۷۰	۴۰۰/۵۸	۴۶۰/۰۰	۴۵۴/۴۰	۶۲۰/۱۶^{a}	۱۳۱۴/۹۰	۱۹۳۵/۰۶
اشتباه معیار میانگین	۱/۸۵	۳/۴۸	۶/۷۱	۱۳/۸۲	۱۸/۵۳	۱۵/۹۷	۸/۲۷	۲۸/۰۱	۲۵/۶۵
سطح معنی‌داری	۰/۰۱۸۰	<۰/۰۰۰۱	۰/۱۵۱۴	۰/۱۰۱۱	۰/۱۲۱۸	۰/۱۹۳۲	<۰/۰۰۰۱	۰/۱۶۳۰	۰/۲۷۲۱
سطح کاهش مواد مغذی (درصد)									
صفر	۱۴۰/۷۵	۱۹۶/۲۴^{a}	۲۷۷/۷۰	۴۰۶/۴۰	۴۱۹/۴۰	۴۸۵/۵۰	۶۱۴/۷۰	۱۳۱۱/۳۰	۱۹۲۶/۰۰
۲/۵	۱۴۰/۲۷	۱۸۹/۷۳^{ab}	۲۶۳/۵۵	۴۰۱/۸۵	۴۱۶/۱۰	۴۰۸/۶۰	۵۹۳/۵۵	۱۲۲۶/۵۵	۱۸۲۰/۰۰
۵	۱۳۷/۲۳	۱۷۷/۴۷^{b}	۲۹۰/۲۰۰	۳۸۱/۷۳	۴۶۴/۳۷	۴۳۷/۵۰	۶۰۴/۹۰	۱۲۸۳/۶۰	۱۸۸۸/۵۰
اشتباه معیار میانگین	۲/۲۷	۴/۲۶	۸/۲۲	۱۶/۹۳	۲۲/۶۹	۱۹/۵۶	۱۰/۱۳	۳۴/۳۱	۳۱/۴۱
سطح معنی‌داری	۰/۲۷۸۷	۰/۰۱۴۳	۰/۱۸۵۴	۰/۲۱۱۴	۰/۱۱۰۱	۰/۲۷۳۲	۰/۱۲۳۹	۰/۱۵۴۲	۰/۲۹۰۵

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک نمی‌باشند دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (P<۰/۰۵)

تاثیر استفاده از مکمل اسیدهای آلی در جیره‌هایی با سطوح مختلف مواد مغذی بر میزان مصرف خوراک جوجه‌های گوشتی در جدول ۵ آورده شده است. اثر متقابل بین اسیدهای آلی و سطوح مختلف مواد مغذی معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵). نتایج بیانگر عدم تاثیر مکمل اسیدآلی بر مصرف خوراک بود (P>۰/۰۵). در میان گروه‌های دریافت‌کننده سطوح مختلف موادمغذی، به‌جز هفته چهارم در سایر هفته‌ها و نیز در دوره‌های ۱ تا ۲۱، ۲۲ تا ۴۲ و ۱ تا ۴۲ روزگی (کل دوره) اختلاف معنی‌داری از لحاظ این صفت بین تیمارها مشاهده نشد(P>۰/۰۵). در هفته چهارم دوره پرورش، جوجه‌های دریافت‌کننده جیره با سطح انرژی ۲/۵ درصد کم‌تر از سطح استاندارد، مقدار مصرف خوراک بیش‌تری (P<۰/۰۵) نسبت به گروه دریافت‌کننده جیره استاندارد داشتند (۷۴۲/۲۰ گرم در برابر ۷۱۶/۵۲ گرم). ضمن این‌که مقدار این صفت در جیره با سطح انرژی ۵ درصد کم‌تر از سطح استاندارد (۷۲۳/۳۰ گرم) بیش‌تر از جیره استاندارد بود، اما اختلاف میان آن‌ها معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵).

جدول ۵: تاثیر تیمارها بر مصرف خوراک (گرم) جوجه‌ها در هفته‌ها و دوره‌های آزمایشی

	هفته							دوره (روز)	
	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	۱-۲۱	۲۲-۴۲	۱-۴۲
اسید آلی (درصد)									
صفر	۱۴۶/۱۶	۲۷۴/۸۲	۴۷۳/۴۸	۷۳۰/۴۰	۸۴۰/۶۶	۱۱۵۴/۱۰	۸۹۴/۴۷	۲۷۲۵/۱۶	۳۶۱۹/۶۴
۰/۱	۱۴۴/۹۵	۲۷۴/۰۸	۴۷۰/۶۰	۷۲۴/۲۸	۸۶۰/۶۶	۱۱۴۶/۱۸	۸۸۹/۶۴	۲۷۳۱/۱۳	۳۶۲۰/۷۷
اشتباه معیار میانگین	۱/۰۹	۱/۲۵	۶/۴۴	۵/۷۸	۱۴/۴۰	۱۱/۱۷	۶/۸۱	۱۹/۷۱	۲۰/۶۶
سطح معنی‌داری	۰/۱۱۷۵	۰/۷۱۸۸	۰/۹۲۶۴	۰/۲۳۳۷	۰/۴۱۵۳	۰/۲۲۱۱	۰/۱۲۴۵	۰/۱۹۸۷	۰/۱۱۴۵
سطح کاهش مواد مغذی (درصد)									
صفر	۱۴۶/۰۹	۲۷۶/۱۲۰	۴۷۷/۰۰	^{b}۷۱۶/۵۲	۸۲۱/۹۰	۱۱۶۱/۴۰	۸۹۹/۲۱	۲۶۹۹/۸۲	۳۵۹۹/۰۳
۲/۵	۱۴۵/۷۵	۲۷۲/۱۲۰	۴۶۴/۴۲	^{a}۷۴۲/۲۰	۸۵۶/۱۰	۱۱۴۳/۱۰	۸۸۲/۷۵	۲۷۴۱/۴۰	۳۶۲۴/۱۵
۵	۱۴۴/۸۴	۲۷۴/۶۶	۴۷۴/۷۱	^{ab}۷۲۳/۳۰	۸۷۴/۰۰	۱۱۴۵/۹۳	۸۹۴/۲۱	۲۷۴۳/۲۳	۳۶۳۷/۴۴
اشتباه معیار میانگین	۱/۳۴	۱/۵۳	۷/۸۹	۷/۰۸	۱۷/۶۴	۱۳/۶۹	۸/۳۵	۲۴/۱۴	۲۵/۳۰
سطح معنی‌داری	۰/۳۵۰۹	۰/۷۶۸۴	۰/۴۳۲۱	۰/۰۵۰۴	۰/۷۷۶۵	۰/۴۳۲۱	۰/۳۳۲۵	۰/۱۱۲۱	۰/۹۰۸۷

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک نمی‌باشند دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (p<۰/۰۵)

اثر استفاده از اسیدهای آلی و سطوح مختلف مواد مغذی بر ضریب تبدیل غذایی جوجه‌های گوشتی در جدول ۶ بیان شده است. اثر متقابل بین اسید آلی و سطوح مختلف مواد مغذی معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵). استفاده از ۰/۱ درصد مکمل اسید آلی در جیره باعث بهبود ضریب تبدیل خوراک مصرفی شد. کاهش ضریب تبدیل خوراک در اثر استفاده از مکمل اسید آلی در دوره‌های ۱ تا ۲۱ روزگی و ۱ تا ۴۲ روزگی نسبت به گروه‌های دریافت کننده جیره فاقد اسید آلی (به‌ترتیب ۱/۴۳ در برابر ۱/۵۲ برای ۱ تا ۲۱ روزگی و ۱/۸۷ در برابر ۱/۹۹ برای ۱ تا ۴۲ روزگی) معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). ضریب تبدیل خوراک در تیمارهای دریافت‌کننده سطوح مختلف مواد مغذی تنها در هفته‌های دوم و ششم معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). اما در سایر هفته‌ها و دوره‌های پرورش اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (P>۰/۰۵).

جدول ۶: میانگین ضریب تبدیل غذایی تیمارها در هفته‌ها و دوره‌های آزمایشی

	هفته							دوره (روز)		
	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	۱-۲۱	۲۲-۴۲	۱-۴۲
اسید آلی (درصد)									
صفر	۱/۰۷	۱/۵۲	۱/۷۶	۱/۸۸	۲/۱۰	۲/۷۵	۱/۵۲^{a}	۲/۲۲	۱/۹۹^{a}
۰/۱	۱/۰۲	۱/۴۲	۱/۶۷	۱/۸۴	۱/۹۱	۲/۵۵	۱/۴۳^{b}	۲/۰۲	۱/۸۷^{b}
اشتباه معیار میانگین	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۵	۰/۰۶	۰/۰۸	۰/۱۰	۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۰۲
سطح معنی‌داری	۰/۸۳۶۱	۰/۵۵۴۳	۰/۱۱۳۳	۰/۷۹۲۱	۰/۱۱۷۰	۰/۱۸۹۰	۰/۰۳۲۱	۰/۱۳۵۶	۰/۰۰۴۲
سطح کاهش مواد مغذی (درصد)									
صفر	۱/۰۴	۱/۴۱^{b}	۱/۷۳	۱/۷۸	۲/۰۲	۲/۴۲ ^{b}	۱/۴۶	۲/۰۷	۱/۸۷
۲/۵	۱/۰۴	۱/۴۵^{ab}	۱/۷۷	۱/۸۷	۲/۰۷	۲/۹۰^{a}	۱/۴۹	۲/۲۵	۱/۹۹
۵	۱/۰۶	۱/۵۵^{a}	۱/۶۵	۱/۹۲	۱/۹۳	۲/۶۳^{ab}	۱/۴۸	۲/۱۴	۱/۹۳
اشتباه معیار میانگین	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۱۳	۰/۰۳	۰/۰۵	۰/۰۳
سطح معنی‌داری	۰/۱۱۲۸	۰/۰۷۱۵	۰/۳۶۱۳	۰/۲۳۱۲	۰/۵۵۳۲	۰/۰۶۰۹	۰/۳۶۳۶	۰/۸۷۶۳	۰/۲۰۱۱

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک نمی‌باشند دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (p<۰/۰۵)

تاثیر استفاده از مکمل اسیدهای آلی در جیره‌های با سطوح مختلف مواد مغذی بر درصد اجزای لاشه جوجه‌های گوشتی در جدول ۷ نشان داده شده است. اثرات متقابل بین اسید آلی و سطوح مواد مغذی معنی‌دار نشد (P>۰/۰۵). استفاده از اسید آلی در تغذیه جوجه‌های گوشتی تاثیر معنی‌داری بر درصد لاشه، ران، سینه، سنگدان، طحال و کبد جوجه‌های گوشتی نداشت (P>۰/۰۵)، ولی باعث افزایش درصد قلب و پیش‌معده شد (P<۰/۰۵). هم‌زمان با افزایش نسبت پیش معده، کاهش غیر معنی‌داری در نسبت سنگدان در تیمارهای حاوی اسید آلی مشاهده گردید. هم‌چنین، ۲/۵ درصد و پنج درصد کاهش در تراکم مواد مغذی جیره تاثیر معنی‌داری بر نسبت هیچ‌کدام از ترکیبات لاشه پرندگان نداشت (P>۰/۰۵).

جدول ۷: تاثیر استفاده از تیمارهای آزمایشی بر درصد اجزای لاشه جوجه‌های گوشتی

	لاشه	ران	سینه	قلب	سنگدان	طحال	کبد	پیش‌معده
اسید آلی (درصد)								
صفر	۶۹/۴۱	۱۹/۰۵	۲۱/۹۵	۰/۵۶^{b}	۲/۲۹	۰/۱۳	۲/۳۶	۰/۴۵^{b}
۰/۱	۶۹/۳۲	۱۸/۳۴	۲۱/۶۵	۰/۶۸^{a}	۲/۰۴	۰/۱۲	۲/۴۷	۰/۵۳^{a}
اشتباه معیار میانگین	۰/۶۳	۰/۵۳	۰/۶۴	۰/۰۳	۰/۰۹	۰/۰۱	۰/۱۲	۰/۰۱
سطح معنی‌داری	۰/۲۰۳۴	۰/۱۵۴۳	۰/۷۷۶۵	۰/۰۰۸۱	۰/۴۳۲۳	۰/۹۱۱۲	۰/۸۹۷۹	۰/۰۱۶۶
سطح کاهش مواد مغذی (درصد)								
صفر	۶۹/۵۳	۱۸/۷۲	۲۲/۳۹	۰/۶۳	۲/۱۳	۰/۱۱	۲/۳۷	۰/۴۴
۲/۵	۶۹/۹۴	۱۸/۳۹	۲۱/۸۶	۰/۶۴	۲/۳۵	۰/۱۳	۲/۵۶	۰/۵۰
۵	۶۸/۶۲	۱۸/۹۸	۲۱/۰۹	۰/۵۹	۲/۰۱	۰/۱۳	۲/۳۲	۰/۵۲
اشتباه معیار میانگین	۰/۷۷	۰/۶۵	۰/۷۹	۰/۰۴	۰/۱۱	۰/۰۱	۰/۱۴	۰/۰۲
سطح معنی‌داری	۰/۳۰۰۶	۰/۱۲۵۶	۰/۱۱۰۹	۰/۳۲۱۸	۰/۳۹۴۳	۰/۹۵۴۳	۰/۳۲۴۸	۰/۷۶۴۲

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک نمی‌باشند دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (p<۰/۰۵)

میانگین فراسنجه‌های خونی تیمارهای مختلف در جدول ۸ نشان داده شده است. تاثیر سطوح مختلف مواد مغذی و اثر متقابل بین اسیدهای آلی و سطوح مختلف مواد مغذی بر فراسنجه‌های خونی معنی‌دار نبودند (P>۰/۰۵). افزودن اسیدآلی باعث کاهش سطح کلسترول پلاسما شد (P<۰/۰۵). سایر فراسنجه‌های خونی تحت تاثیر مکمل اسید آلی قرار نگرفتند. هرچند که مقدار عددی لیپوپروتئین با دانسیته خیلی پایین کاهش و مقدار پروتئین و لیپوپروتئین با دانسیته بالا افزایش یافت.

جدول ۸: تاثیر تیمارهای آزمایشی بر برخی فراسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی

	فراسنجه‌های خونی (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)						
	گلوکز	کلسترول	تری‌گلسیرید	پروتئین (گرم بر دسی‌لیتر)	اسید اوریک	لیپوپروتئین با دانسیته خیلی پایین	لیپوپروتئین با دانسیته بالا
اسید آلی (درصد)							
صفر	۳۲۵/۳۸	[a]۱۵۲/۴۶	۹۵/۵۷	۶/۶۹	۸۳/۱۳	۱۹/۱۱	۱۴۵/۵۶
۰/۱	۳۵۳/۱۰	[b]۷۸۱/۰۰	۸۵/۵۵	۱۱/۲۷	۱۰۰/۴۰	۱۷/۱۱	۱۸۰/۰۰
اشتباه معیار میانگین	۷/۳۴	۱۹۷/۱۹	۲/۶۵	۱/۲۱	۴/۵۷	۰/۵۳	۹/۱۳
سطح معنی‌داری	۰/۶۵۴۱	<۰/۰۰۰۱	۰/۱۱۲۳	۰/۸۹۰۵	۰/۷۰۴۲	۰/۷۲۵۶	۰/۹۷۷۷
سطح کاهش مواد مغذی (درصد)							
صفر	۳۵۵/۰۴	۱۶۴۴/۰۰	۹۱/۵۲	۱۴/۵۹	۸۳/۱۸	۱۸/۳۱	۲۳۰/۰۰
۲/۵	۳۳۳/۲۷	۹۲۳/۸۰	۱۲۶/۵۹	۹/۱۲	۶۶/۷۵	۲۵/۳۲	۱۲۵/۰۰
۵	۳۲۹/۴۰	۸۹۰/۵۰	۵۳/۵۶	۳/۲۳	۱۲۵/۳۸	۱۰/۷۱	۱۳۳/۳۳
اشتباه معیار میانگین	۲/۸۲	۸۶/۹۱	۷/۴۵	۱/۱۵	۶/۱۷	۱/۴۹	۱۱/۹۱
سطح معنی‌داری	۰/۵۴۳۹	۰/۸۷۸۹	۰/۸۷۷۵	۰/۲۳۸۷	۰/۹۴۳۲	۰/۳۴۲۱	۰/۲۹۰۰

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک نمی‌باشند دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (p<۰/۰۵)

مقایسه میانگین تعداد کل باکتری‌ها و نیز شمار باکتری‌های کلیفرمی و تولیدکننده اسید لاکتیک تیمارهای مختلف در هفته‌ها و دوره‌های پرورشی در جدول ۹ نشان داده شده است. اثر متقابل بین اسیدآلی و سطوح مختلف مواد مغذی معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵). سطوح مختلف مواد مغذی تاثیری بر جمعیت میکروبی روده نداشت (P>۰/۰۵). استفاده‌از مکمل اسیدآلی باعث کاهش (P<۰/۰۵) تعداد کل باکتری‌های روده نسبت به شاهد شد (به‌ترتیب ۶/۶۲ در برابر ۷/۴۹). اما این تیمار تاثیری بر تعداد باکتری‌های کلی‌فرمی و باکتری‌های تولید کننده اسید لاکتیک نداشت (P>۰/۰۵).

جدول۹: تاثیر تیمارهای آزمایشی بر جمعیت میکروبی ایلئوم (لگاریتم واحد تشکیل کلنی بر گرم) در ۲۴ روزگی

	باکتری‌های کلی‌فرم	باکتری‌های تولید کننده اسید لاکتیک	شمارش کل باکتری‌ها
اسید آلی (درصد)			
صفر	۳/۵۵	۴/۲۲	۷/۴۹[a]
۰/۱	۳/۵۴	۴/۵۵	۶/۶۲[b]
اشتباه معیار میانگین	۰/۰۸	۰/۲۱	۰/۱۸
سطح معنی‌داری	۰/۱۰۵۴	۰/۱۶۰۱	۰/۰۰۰۲
سطح کاهش مواد مغذی (درصد)			
صفر	۳/۴۶	۴/۵۲	۶/۸۲
۲/۵	۳/۶۰	۴/۱۳	۷/۰۲
۵	۳/۵۷	۴/۵۰	۷/۳۲
اشتباه معیار میانگین	۰/۱۰	۰/۲۶	۰/۲۲
سطح معنی‌داری	۰/۱۲۶۵	۰/۱۶۹۰	۰/۱۴۵۶

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک نمی‌باشند دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (P<۰/۰۵)

بحث

در پژوهش حاضر مکمل اسید آلی افزایش وزن جوجه‌های گوشتی را، به‌ویژه در سه هفته اول آزمایش، بهبود داد. بیان شده است که استفاده از سطوح مناسب مکمل اسید آلی در جیره باعث تحریک مصرف خوراک، افزایش هضم و جذب مواد مغذی، افزایش فلور مفید روده، کاهش تولید مواد سمی و وقوع عفونت‌ها و تعدیل پاسخ ایمنی طیور می‌شود. این پیامدهای مثبت در نهایت باعث افزایش وزن بیش‌تر جوجه‌ها خواهند شد (۱۰). Papatisiros و همکاران، بیان کردند که اسیدهای آلی ازجمله بوتیریک، فرمیک، استیک، پروپیونیک و اسیدسوربیک باعث تشدید ترشحات پانکراس و تحریک فعالیت آنزیم‌های پروتئولیتیک می‌شوند که این منتج به بهبود عملکرد پرنده می‌شود (۱۱). نشان داده شده است که استفاده از اسیدهای آلی در جیره جوجه‌های گوشتی باعث مهار رقابت باکتری‌های روده با میزبان برای مواد غذایی قابل دسترس و کاهش متابولیت‌های سمی باکتری‌ها مثل آمونیاک و آمین‌ها شده و از این‌رو منجر به افزایش وزن حیوان میزبان، به‌خصوص در سنین اولیه می‌شود (۱۲). مشابه با نتیجه پژوهش حاضر، در مطالعه Ghahri و همکاران، استفاده از سطوح مختلف مخلوط اسیدآلی (اسید پروپیونیک و اسیدفرمیک) باعث بهبود افزایش وزن جوجه‌ها در دوره آغازین (صفر-۲۱ روزگی) شد (۱۲). مشاهده شده است که اسید فرمیک در افزایش وزن تاثیر مثبتی داشته و پرنده‌هایی که از آن استفاده کردند، پرزهای روده بزرگ‌تری داشتند (۵). Adil و همکاران، افزایش وزن بیش‌تر جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با سه درصد فورماریک اسید و فورمیک اسیدرا گزارش کردند (۱۳). Agboola و همکاران، مشاهده کردند که مکمل سازی جیره با اسیدهای آلی باعث بهبود مورفولوژی روده و رشد جوجه‌های گوشتی به‌ویژه در مرحله آغازین شد (۱۴). Roostaei Ali Mehr و همکاران، بیان کردند که اسیداستیک جیره‌ای باعث افزایش فراهمی انرژی و بهبود جذب مواد مغذی در جوجه‌های گوشتی شد (۱۵). بنابراین این مکمل از طریق بهره‌گیری بیش‌تر جوجه‌ها از مواد مغذی جیره می‌توانند سبب افزایش وزن پرنده شوند. در این پژوهش استفاده از اسید آلی در جیره تاثیری بر مصرف خوراک نداشت. در توافق با پژوهش حاضر، عدم تاثیر مکمل جیره‌ای اسیدهای آلی مختلف بر مصرف خوراک جوجه‌های گوشتی گزارش شده است (۱). در مطالعه Momenizadeh و همکاران، استفاده از گلیسریدهای اسید بوتیریک در دان، تاثیری بر مصرف خوراک جوجه‌های گوشتی نداشت (۱۶). در برخی پژوهش‌ها مشاهده شد که مصرف مکمل اسیدهای آلی باعث کاهش مصرف خوراک در جوجه‌ها شد که دلیل آن کاهش خوش‌خوراکی جیره به‌خاطر طعم تند اسید بیان شد (۱۷). Vale و همکاران، گزارش کردند که سطوح ۰/۲۵ درصد و ۰/۵ درصد مخلوط اسیدهای آلی باعث افزایش مصرف خوراک جوجه‌های گوشتی شد، اما سطح دو درصد، مقدار مصرف را کاهش داد (۱۸). همان‌گونه که بیان شد در پژوهش حاضر مصرف مکمل اسیدهای آلی ضریب تبدیل خوراک را در طول دوره پرورش بهبود داد. هم‌سو با نتایج پژوهش حاضر، Ghahri و همکاران، مشاهده کردند که استفاده از سطوح ۰/۵ ، ۱/۰ و ۱/۵ درصد مکمل اسید آلی بیوترونیک باعث بهبود ضریب تبدیل خوراک در دوره‌های آغازین و رشد جوجه‌های گوشتی شد، اما در کل دوره اختلافی بین تیمارها وجود نداشت (۱۲). Ghazvinian و همکاران، مشاهده کردند که سطوح ۰/۰۵ و ۰/۱ درصد مخلوط اسیدهای آلی (لاکتیک، فرمیک و پروپیونیک اسید) تاثیری بر ضریب تبدیل خوراک نداشت، اما سطح ۰/۱۵ درصد مانند پژوهش حاضر ضریب تبدیل را بهبود داد (۱۹). آن‌ها بیان کردند که اسیدهای آلی pH دستگاه گوارش را کاهش داده، و باعث افزایش قابلیت هضم و زیست فراهمی مواد مغذی می‌گردند. بنابراین با استفاده بهتر از مواد مغذی، ضریب تبدیل بهبود می‌یابد. افزودن اسیدهای آلی به جیره جوجه‌های گوشتی می‌تواند به‌واسطه افزایش تولید اسیدهای چرب فرار و کاهش pH دستگاه گوارش، باعث کاهش جمعیت باکتری‌های بیماری‌زا شود. باکاهش جمعیت این باکتری‌های هم‌غذا با میزبان، رقابت برای کسب مواد مغذی کم‌تر شده و در نهایت این امر باعث افزایش زیست‌فراهمی مواد مغذی برای میزبان می‌شود. از طرف دیگر با توجه به این‌که جذب مواد مغذی از نواحی جذبی روده مستلزم وجود سطوح بسنده سدیم می‌باشد و اسیدهای چرب فرار منبع اصلی انرژی برای جذب و انتقال فعال سدیم می‌باشند، می‌توان دریافت که افزایش سطوح اسیدهای چرب فرار ناشی از استفاده افزودنی‌های اسید فرمیک و اسید پروپیونیک می‌تواند منجر به افزایش جذب مواد مغذی شود. درنتیجه مصرف این مواد می‌تواند به‌واسطه ایجاد اثرات مثبت باعث بهبود افزایش وزن و ضریب تبدیل غذایی گردد (۲۰). در پژوهش حاضر مصرف خوراک تحت تاثیر مصرف اسید آلی قرار نگرفت. اما افزایش وزن به‌ویژه در دوره آغازین در اثر استفاده این ترکیب افزایش یافت. با توجه به این‌که ضریب تبدیل غذایی متاثر از میزان مصرف خوراک و افزایش وزن می‌باشد، لذا تفاوت در ضریب تبدیل غذایی در طی دوره آغازین بیش‌تر متاثر از افزایش وزن بدن جوجه‌ها در طی این دوره بوده و ارتباطی با میزان مصرف خوراک آن‌ها ندارد. در مطالعه Roostaei Ali Mehr و همکاران، مصرف اسیداستیک سبب بهبود افزایش وزن روزانه و کاهش مصرف خوراک شد که این منجر به بهبود ضریب تبدیل خوراک شد (۱۵).

در این پژوهش به‌نظر می‌رسد که استفاده از اسید آلی باعث تحریک فعالیت پیش‌معده گردیده است. هم‌چنین احتمالاً این امر

موجب افزایش قدرت ترشحی پیش‌معده و به تبع آن افزایش هضم شیمیایی مواد غذایی و کاهش نیاز به فعالیت فیزیکی سنگدان گردیده است. کاهش فعالیت فیزیکی سنگدان نیز به‌نوبه خود باعث کاهش اندازه و نسبت سنگدان در بدن جوجه گوشتی گردید. استفاده از مکمل اسید آلی سطح کلسترول پلاسمای خون را کاهش داد. هم‌چنین مقدار عددی لیپوپروتئین با دانسیته خیلی پایین کاهش، و مقدار پروتئین و لیپوپروتئین با دانسیته بالا افزایش یافت. هم‌سو با نتایج پژوهش حاضر، Nourmohammadi و همکاران، گزارش کردند که استفاده از اسیدسیتریک منجر به کاهش معنی‌دار سطح کلسترول و لیپوپروتئین با دانسیته پایین و نیز افزایش میزان لیپوپروتئین با دانسیته بالا در سرم شد (۲۱). Ghazvinian و همکاران، نیز همین نتایج را در اثر استفاده از یک مکمل حاوی مخلوط اسیدهای آلی (اسیدلاکتیک، اسید فرمیک و اسید پروپیونیک) در جیره جوجه‌های گوشتی مشاهده کردند. اسیدهای آلی باعث کاهش pH داخل سلولی می‌شوند(۱۹). این سلول را مجبور به بیرون راندن اتم‌های هیدروژن می‌کند که این فرایند نیاز به انرژی دارد. در این حالت سلول برای تامین انرژی مورد نیاز از لیپیدهای هضمی استفاده می‌کند که مجر به کاهش سطح انواع لیپیدهای پلاسما می‌شود. بیان شده است که اسیدهای آلی باعث افزایش باکتری‌های تولید کننده اسید لاکتیک می‌شوند. این باکتری‌ها کلسترول را در روده کوچک متابولیسم کرده و در نتیجه جذب آن را به خون کاهش می‌دهد (۲۲). Gilani و همکاران، مشاهده کردند که مخلوط اسیدهای آلی شامل پروپیونیک، سیتریک و اسیدفرمیک باعث کاهش سطح تری گلیسیرید، لیپوپروتئین بادانسیته پایین و گلوگز جوجه‌های گوشتی ۲۱ روزه شد (۲۳). در این پژوهش غلظت پروتئین و کلسترول تحت تاثیر مکمل اسید آلی قرار نگرفت. در پژوهش حاضر سطح پروتئین پلاسمایی به‌طور غیرمعنی‌داری در اثر استفاده از مکمل اسیدهای آلی افزایش یافت. Yesilbag و Colpan، گزارش کردند که جیره‌های حاوی مکمل اسیدهای آلی باعث افزایش پروتئین کل و آلبومین سرم خون مرغان تخم‌گذار شدند (۲۴). Abdel-Fattah و همکاران، با افزودن سطوح مختلف اسیدسیتریک به جیره، افزایش غیر معنی‌داری را در غلظت پروتئین کل جوجه‌های گوشتی مشاهده کردند که دلیل آن را افزایش غلظت گلوبولین سرم در اثر استفاده از مکمل اسیدهای آلی گزارش کردند (۲۵). Yesilbag و Colpan، افزایش سطح پروتئین پلاسمایی را در اثر استفاده از مکمل اسید آلی به‌ترتیب در مرغان تخمگذار و بلدرچین ژاپنی مشاهده کردند (۲۴). این محققین بیان کردند که اثر اسیدهای آلی بر متابولیسم پروتئین احتمالاً مربوط به بهبود جذب آمینواسیدهای روده‌ای در شرایط اسیدی است که به‌دنبال آن سنتز پروتئین افزایش می‌یابد. اضافه کردن اسیدهای آلی به خوراک باعث کاهش pH دستگاه گوارش می‌شود. این شرایط باعث تحریک تبدیل پپسینوژن به پپسین شده و در نتیجه نرخ هضم و جذب پروتئین‌ها، اسیدهای آمینه و مواد معدنی افزایش می‌یابد. در این پژوهش جمعیت میکروبی ایلئوم توسط مکمل اسیدهای آلی کاهش یافت. سلامت دستگاه گوارش متاثر از بار میکروبی محتویات روده است و عامل مهمی در تغییر عملکرد و ضریب تبدیل جوجه‌های گوشتی است. این ترکیبات با مهار رشد میکروب‌های مضر، سبب بهبود تعادل میکروبی دستگاه گوارش و عملکرد جوجه‌های گوشتی می‌شوند. اضافه کردن اسیدهای آلی به جیره می‌تواند اثرات مفیدی بر عملکرد پرنده به‌وسیله کاهش باکتری‌های پاتوژنیک داشته باشد. معمول‌ترین باکتری‌های موثر بر سلامت دستگاه گوارش، سالمونلا، کامپلیوباکتر و اشرشیاکلی هستند که می‌توان آن‌ها را از طریق گنجاندن اسیدهای آلی در جیره کنترل کرد. در مطالعه Ghazvinian و همکاران، استفاده از سطوح مختلف مخلوط اسیدهای آلی شامل لاکتیک، فرمیک و اسیدپروپیونیک باعث افزایش جمعیت لاکتو باسیلوس‌ها و کاهش جمعیت اشرشیاکلی شد(۱۹). در مطالعه Roostaei Ali Mehr و همکاران، مصرف مداوم اسیداستیک در جیره باعث کاهش تعداد پرگنه کلی‌فرم‌ها و اشرشیاکلی محتویات ایلئوسکال جوجه‌ها شد (۱۵). در پژوهش حاضر شمار باکتری‌های تولید کننده اسیدلاکتیک و کلی‌فرم‌ها تحت تاثیر مکمل اسید آلی قرار نگرفت. هم‌سو با پژوهش حاضر، در مطالعه Rodjan و همکاران، استفاده از مکمل اسیدهای آلی در جیره تاثیری بر جمعیت باکتری‌های تولید کننده اسیدلاکتیک نداشت (۲۶). چنین تصور شده است که اثرات ضدباکتریایی اسیدهای آلی عمدتاً در قسمت‌های ابتدایی دستگاه گوارش (چینه‌دان و سنگدان) اتفاق می‌افتد. چراکه دانسیته بالای این اسیدها در سنگدان و چینه‌دان از بین می‌رود. به دلیل pH بالای چینه‌دان در مقایسه با pKa بیش‌تر اسیدهای آلی، بخش زیادی از این اسیدها بلافاصله پس از ورود به چینه‌دان به بخش‌های سازنده خود به پروتون (+ H) و آنیون مربوطه تجزیه می‌شود. بدین ترتیب شکل یونیزه شده این ترکیبات توانایی نفوذ به دیواره سلولی باکتری نداشته و در نتیجه نمی‌تواند اثرات ضدباکتریایی خود را نشان دهد. اما در این پژوهش شمار کل باکتری‌های روده در اثر استفاده از مکمل اسید آلی نسبت به شاهد کاهش یافت. Hamed و Hassan، مشاهده کردند که استفاده از اسیداستیک و نیز مخلوطی از اسیدهای آلی (اسیداستیک، اسیدفسفریک، اسیدلاکتیک، اسیدفوماریک و اسید تارتاریک) باعث کاهش جمعیت کل باکتری‌های بخش‌های پایینی دستگاه گوارش در بلدرچین‌های ژاپنی شد. مکانیسم عمل اسیدهای آلی در از بین بردن باکتری‌ها، به‌توانایی عبور آن‌ها از غشای سلولی باکتری مربوط می‌شود(۲۷). اسیدهای آلی می‌توانند از دیواره سلولی

باکتری‌ها عبور نمایند و درون سلول باکتری به یون‌های سازنده خود یعنی +H و -RCOO تبدیل شوند. یون +H با کاهش دادن pH درون سلولی سبب می‌شود تا باکتری جهت حفظ pH طبیعی داخل سلول، یون‌های مثبت (+H) را با صرف انرژی به محیط بیرون انتقال دهد. تعدیل pH داخل سلول مستلزم صرف انرژی فراوانی بوده تا آن‌جاکه سلول قادر به تامین انرژی برای اهداف رشد و تقسیمات سلولی نمی‌باشد و از بین می‌رود. از طرفی تجمع آنیون‌ها (-RCOO) در درون سلول سبب نابودی DNA و جلوگیری از ساخت پروتئین شده که از این طریق نیز مانع تکثیر باکتری‌ها می‌شود (۲۸). نتایج تحقیق حاضر نشان داد که استفاده از مکمل اسید آلی بیوترونیک در سطح ۰/۱ درصد جیره باعث بهبود ضریب تبدیل غذایی و کاهش بار میکروبی روده جوجه‌ها شد. ضمن این‌که تاثیر نامطلوب بر سایر خصوصیات عملکردی، ترکیبات لاشه و فراسنجه‌های خونی نداشت. با توجه به این‌که کاهش تراکم مواد مغذی جیره به‌میزان ۲/۵ درصد و ۵ درصد نسبت به توصیه شرکت کاب، تاثیر منفی بر عملکرد تولیدی (وزن بدن و ضریب تبدیل خوراک) نداشت، و از آن‌جایی‌که هزینه چنین خوراک‌هایی نسبت به توصیه کاب پایین‌تر می‌باشد، بنابراین رقیق کردن مواد مغذی جیره تا سطح پنج درصد می‌تواند برای مرغدار سود اقتصادی داشته باشد.

منابع

1. **Denil, M. and Demirel, R., 2018.** Replacement of antibiotics in poultry diets. CAB Reviews. 35: 1-9.
2. **Pourmozaffar, S., Hajimoradloo, A.M., Ahmadniaye motlagh, H. and Godarzi, R., 2017.** Effects of dietary organic acid and Apple cider vinegar on hepatopancreatic integrity, and gut microflora of the *Litopenaeus vannamei*. J of Animal Environmental. 9(3): 337-346. (In Persian)
3. **Hjati, H., 2018.** Application of organic acids in poultry nutrition. International of Journal of Avian and Wildlife Biology. 4: 324-329.
4. **Józefiak, D., Kaczmarek, S., Bochenek, M. and Rutkowski, A., 2007.** A note on effects of benzoic acid supplementation on the performance and microbiota populations of broiler chickens. Journal of Animal and Feed Sciences. 16: 252- 256.
5. **Mirbabaie Langarooi, N., Mohammadi, M. and Roostaei Alimehr, M., 2012.** Effect of Probiotic and Formic Acid on Immune System of Broilers. Iranian Journal of Animal Science. 43(4): 449-456. (In Persian)
6. **Musa, M.A.M., 2018.** Evaluation of using propionic acid and live yeast in diets low in protein and energy on broiler performance. Egyptian Poultry Science. 3: 797-814.
7. **Hsiao, C.P. and Siebert, K.J., 1999.** Modeling the inhibitory effects of organic acids on bacteria. International Journal of Food Microbiology. 47: 189-201.
8. **Pesti, G., Miller, B.Y. and Hargrave, J., 1992.** User-Friendly Feed Formulation, Done Again (UFFDA). University of Georgia USA.
9. **SAS. 2003.** SAS User's Guide: Statistics, Version 9.1 Edition. SAS Institute, Cary, NC, USA.
10. **Dittoe, D.K., Ricke, S.C. and Kiess, A.S., 2018.** Organic acids and potential for modifying the avian gastrointestinal tract and reducing pathogens and disease. Frontiers in Veterinary Sciences. 5: 216-228.
11. **Papatsiros, V.G., Katsoulos, P.D., Koutoulis, K.C., Karatzia, M., Dedousi, A. and Christodoulopoulos, G., 2013.** Alternatives to antibiotics for farm animals. CAB Reviews: 8: 1-15.
12. **Ghahri, H., Shivazad, M., Farhumand, P., Egbal, J. and Najafzadeh, M., 2008**. An investigation on the use of dietary organic acids on broiler performance. Pajouhesh & Sazandegi. 77: 26-33. (In Persian)
13. **Adil, S., Tufail, B., Gulam, A.B., Masood, S. and Manzoor, R., 2010.** Effect of dietary supplementation of organic acids on performance, intestinal histo-morphology, and serum biochemistry of broiler chicken. Veterinary Medicine International. 1-7.
14. **Agboola, A.F., Omidiwura, B.R.O., Odu, O., Popoola, I.O. and Iyayi, E.A., 2015.** Effects of organic acid and probiotic on performance and gut morphology in broiler chickens. South Afican J of Animal Science. 45: 494-501.
15. **Roostaei Ali Mehr, M., Moayedi Ahmadsaraei, H. and Haghighian Roudsari, M., 2014.** Effect of increasing energy of diet and adding acetic acid on the performance and intestinal microflora of broilers. Iranian Veterinary Journal. 9(4): 44-54. (In Persian)
16. **Momenizadeh, Z., Maghsoudlou, Sh., Bayat Koohsar, J. and Ghanbari, F., 2020.** Evaluation of probiotics and butyric acid glycerides through feed and drinking water on growth performance, carcass characteristics and gut microflora in broiler chickens. Journal of Animal Environment. 12(4): 231-244. (In Persian)
17. **Kabir, S., Rahman, M., Rahman, M.B. and Ahmad, S.U., 2004.** The dynamics of probiotics on growth performance and immune response in broilers. International Journal of Poultry Science. 3: 361-364.
18. **Vale, M.M do., Menten, J.F.M., Morais de, S.C.D. and Brainer, M. de A., 2004.** Mixture of formic and propionic acid as additives in broiler feeds. Scientia agricola. 61: 371-375.
19. **Ghazvinian, K., Seidavi, A., Laudadio, V., Ragni, M. and Tufarelli, V., 2018.** Effects of various levels of organic acids of virginiamycin on performance, blood parameters, immunoglobulins & microbial population of broiler chicks. South African society for animal science. 48: 961-967.
20. **Khosravi, A., Boldaji, F., Dastar, B. and Hasani, S., 2011.** Investigation the effects of using protexin, propionic acid growth promoters and blend of them on broilers performance. Veterinary Journal. 24(2): 36-42. (In Persian)
21. **Nourmohammadi, R., Hosseini, S.M. and Farhangfar, H., 2010.** Effect of dietary acidification on some blood parameters and weekly performance of broiler chickens. Journal of Animal and Veterinary Advances. 9: 3092-3097.
22. **Tahami, Z., Hosseini, S.M. and Bashtani, M., 2014.** Effect of organic acids supplementation on some gastrointestinal tract characteristics and small intestine morphology of broiler chickens. Animal Production Research. 3(3): 1-10. (In Persian)
23. **Gilani, S.M.H., Zehra, S., Hassan, F., Galani, S. and Ashraf, A., 2018.,** Effect of natural growth promoters on immunity, biochemical & hematological parameters of broiler chickens. Tropical J of pharmaceutical research. 17: 627-633.
24. **Yesilbag, D. and Colpan, I., 2006.** Effects of organic acid supplemented diets on growth performance, egg production and quality and on serum parameters in laying hens. Revue Medecine Veterinaire. 157: 280-284.
25. **Abdel-Fattah, S.A., EI-Mednay, M.H. and Abdul-Azeem, V., 2008.** Thyroid activity of broiler chickens fed supplemental organic acids. International Journal of Poultry Science. 7: 215-222.
26. **Rodjan, P., Soisuwan, K., Thongprajukaew, K., Theapparat, Y., Khongthong, S., Jeenkeawpieam, J. and salaeharae, T., 2017.** Effect of organic acids or probiotics alone or in combination on growth performance, nutrient digestibility, enzyme activities, ntestinal morphology and gut microflora in broiler chickens. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition. 00: 1-10.
27. **Hamed, D.M. and Hassan, A.M.A., 2013.** Acids supplementation to drinking water and their effects on Japanese quails experimentally challenged with Salmonella enteritidis. Research Zoology. 3: 15-22.
28. **Isazade, S., Mousavi, S.N. and Taherkhani, R., 2015.** Effects of Organic Acids with Different Dietary Electrolyte Balances on Growth Performance and Intestinal Microbial Population of Broiler. Research on Animal Production. 6(12): 46-60. (In Persian)