نشریه علوم دامی
(پژوهش و سازندگی)

شماره ۱۳۳، زمستان ۱۴۰۰
ص‌ص: ۷۳~۹۰

تاثیر آب آشامیدنی مغناطیسی شده و سختی آب بر عملکرد، صفات ایمنی و بیوشیمیایی خون، جمعیت میکروبی روده، کیفیت گوشت و استخوان در جوجه‌های گوشتی

- **شکوفه غضنفری[1*]، شهرزاد احمدی[2]، احمد افضل زاده[3]،شیرین هنربخش[4]**

۱- دانشیار گروه علوم دام و طیور، دانشکده کشاورزی پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران.
۲- دانشجوی فارغ التحصیل کارشناسی ارشد، گروه علوم دام و طیور، دانشکده کشاورزی پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران.
۳- استاد گروه علوم دام و طیور، دانشکده کشاورزی پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران.
۴- استادیار گروه علوم دام و طیور، دانشکده کشاورزی پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

تاریخ دریافت : مرداد ۱۳۹۹ تاریخ پذیرش : اردیبهشت ۱۴۰۰

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۵۱۲۲۶۸۹۰
Email: shghazanfari@ut.ac.ir

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ASJ.2021.351161.2081

چکیده

تاثیر نوع و سختی آب بر عملکرد، صفات ایمنی و بیوشیمیایی خون، جمعیت میکروبی روده، کیفیت گوشت و استخوان با استفاده از ۱۹۲ قطعه جوجه‌ی گوشتی نر به صورت آزمایش فاکتوریل ۲×۲ با چهار تیمار و چهار تکرار بررسی شد. دو فاکتور مورد بررسی شامل نوع آب آشامیدنی (آب مغناطیسی شده و آب مغناطیسی نشده) و سختی آب (معمولی-۸۵۰ و سخت-۲۰۰۰ ppm) بودند. نتایج نشان داد که در کل دوره، پرندگان دریافت کننده آب معمولی مغناطیسی شده تمایل به افزایش وزن بیشتری نسبت به سایر پرندگان دریافت کننده سایر تیمارها نشان دادند (P=۰/۰۹). پرندگان دریافت کننده آب معمولی مغناطیسی شده و مغناطیسی نشده نسبت به پرندگان دریافت کننده آب سخت مغناطیسی شده مصرف خوراک بیشتری داشتند. پرندگان دریافت کننده آب سخت مصرف آب کمتری داشتند (P<۰/۰۵). پرندگان مصرف کننده آب مغناطیسی میزان کلسترول خون بیشتر و شاخص هتروفیل به لنفوسیت کمتری نسبت به پرندگان دریافت کننده آب مغناطیسی نشده داشتند(P<۰/۰۱). پرندگان دریافت کننده آب سخت و آب مغناطیسی شده انرژی کمتری برای شکستن استخوان نسبت به پرندگان دریافت کننده آب معمولی و آب مغناطیسی نشده داشتند. مغناطیسی کردن آب سخت باعث افزایش جمعیت لاکتوباسیل‌ها در ایلئوم نسبت به پرندگان دریافت کننده آب سخت مغناطیسی نشده ایجاد کرد(P<۰/۰۰۱). سختی آب باعث افزایش ظرفیت نگهداری آب و کاهش میزان اکسیداسیون درگوشت شد. گوشت ران پرندگان دریافت‌کننده آب مغناطیسی شده غلظت مالون‌دی‌آلدئید کمتری داشتند(P<۰/۰۱). در نهایت، مغناطیسی کردن آب سخت باعث افزایش جمعیت لاکتوباسیل ایلئوم روده، بهبود کیفیت گوشت و کاهش استحکام استخوان و مصرف خوراک بدون تاثیر بر ضریب تبدیل خوراک شد.

واژه‌های کلیدی: آب مغناطیسی ، جوجه گوشتی، سختی آب، عملکرد.

Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 133 pp: 73-90

The effect of magnetized drinking water and water hardness on performance, immune and biochemistry traits of blood, intestinal microflora population, meat and bone quality in broiler chicken

By: Shokoufe Ghazanfari*[1], Shahrzad Ahmadi[2], Ahmad Afzalzadeh[3], Shirin Honarbakhsh[4]
1*-Associate Professor, Department of Animal and Poultry Sciences, Aburaihan campus, University of Tehran.
2-MSc Graduate Student, Department of Animal and Poultry Sciences, Aburaihan campus, University of Tehran.
3-Full Professor, Department of Animal and Poultry Sciences, Aburaihan campus, University of Tehran.
4-Assistant Professor. Department of Animal and Poultry Sciences, Aburaihan campus, University of Tehran.

Received: August 2020 **Accepted: May 2021**

The effects of water type and hardness on performance, immune and biochemistry traits of blood, intestinal microflora population, meat and bone quality were evaluated using 192 male broiler chickens as a factorial arrangement (2 × 2) with four treatments and four replicates. The two factors studied were the type of drinking water (magnetized water and non-magnetized water) and the water hardness (normal-850 and hardess-2000 ppm). The results showed that in the whole period, the birds were received normal magnetized water showed a tendency to gain more weight compared to other birds were received other treatments (P = 0.09). Birds were received normal, magnetized, and non-magnetized water had more feed intake compared to birds were received hard magnetized water. Birds were received hard water consumed less water (P <0.05). Birds were consumed magnetic water had higher blood cholesterol and heterophilic to lymphocyte index than birds were received non-magnetic water (P<0.01). Birds that received hard water and magnetic water had less energy to break bones compared to birds that received normal water and non-magnetic water. The magnetization of hard water increased the population of lactobacilli in the ileum compared to birds were received non-magnetic hard water (P <0.001). Water hardness increased water holding capacity and decreased oxidation in meat. Thigh of birds were received magnetic water had lower concentration of malondialdehyde (P <0.01). Finally, magnetization of hard water increased the population of Lactobacillus ileum in the intestine, improved meat quality and reduced bone strength and feed intake without affecting feed conversion ratio.

Key words: magnetic water, broiler chicken, water hardness, performance.

مقدمه

کیفیت آب مصرفی می‌تواند رشد و عملکرد طیور را تحت تاثیر قرار دهد. برای مثال وجود بیش از حد برخی املاح معدنی یا باکتری‌ها بر عملکرد و سلامت طیور تاثیر منفی دارد. از جمله عواملی که مصرف آب را تحت تاثیر قرار می‌دهد میزان املاح محلول یا TDS (Total dissolved solids) است. گاهی وجود بیش از حد برخی املاح معدنی موجب افزایش مصرف آب توسط طیور می‌شود. در نتیجه باعث مرطوب شدن بستر و به دنبال آن رشد عوامل بیماری‌زا از جمله کوکسیدیوز می‌شود که به نوبه خود کاهش رشد و افزایش تلفات در طیور را به دنبال دارد. امروزه تولیدکنندگان مرغ در مناطق دارای TDS بالا به خصوص نمک طعام در آب به دنبال حل مشکل به وسیله کاهش محتوای نمک جیره و پالایش آب می‌باشند (Honarbakhsh و همکاران، 2007). سطح بالای نمک در آب باعث افزایش فشارخون، مصرف آب، کاهش محتوی پتاسیم خون و متعاقب آن کاهش عملکرد، به هم خوردن تعادل آنیون-کاتیون و بیماری-هایی مثل آسیت و کوکسیدیوز می‌شود. تغییر در تعادل آنیون-کاتیون بسیاری از فعالیت‌های فیزیولوژیکی و متابولیکی را تحت تاثیر قرار می‌دهد، در نتیجه عملکرد کاهش و ضریب تبدیل

خوراک افزایش می‌یابد. کل نمک‌های محلول، شوری و نیترات از عوامل مهم تعیین کننده کیفیت آب هستند. خصوصیات کیفیت آب می‌تواند به طور مستقیم یا غیر مستقیم بر عملکرد تاثیر گذار باشد. سطوح بالای آلودگی‌های باکتریایی، مواد معدنی و آلودگی‌های آب آشامیدنی می‌تواند تاثیرات منفی بر خصوصیات فیزیولوژیکی طبیعی و در نتیجه کاهش عملکرد جوجه‌های گوشتی بگذارد(Mohammed, 2011)

عمل‌آوری آب با میدان مغناطیسی یا به اصطلاح آب مغناطیسی با وجود اختلاف و وجود نداشتن درک کامل در چند دهه‌ی اخیر موضوع چالش برانگیز در علم و صنعت بوده است. در حالی که بسیاری از گروه‌ها اثرات میدان مغناطیسی را بر روی آب تایید می‌کنند، برخی محققان هم این اثر را رد می‌کنند. عمل آوری آب با میدان مغناطیسی برای تغییر خصوصیات فیزیکوشیمیایی آن، حوزه جدیدی از تحقیق است که تاکنون در مورد اثرات آن بر طیور پژوهش‌های اندکی صورت گرفته است (Gholizadeh و همکاران، 2008). آب تحت تأثیر میدان مغناطیسی بدلیل ایجاد یون‌های هیدروکسیل(OH-) بیشتر، مولکول‌های قلیایی ایجاد می‌کند و اسیدیته را کاهش می‌دهد. مصرف آب قلیایی تأثیر مفیدی بر سلامت طیور دارد، اگرچه حداکثر pH=۸ در استانداردهای جهانی آب برای طیور تعیین شده است. مصرف آب مغناطیسی در جوجه‌های گوشتی باعث کاهش مرگ و میر، بیماری‌ها و مصرف خوراک شد و نسبت ضریب تبدیل خوراک بهبود یافت (El-Sabrout and El-Hanoun, 2019). در مقابل، Alhassani و Amin (2012) نشان دادند که تفاوتی در وزن بدن، ضریب تبدیل خوراک و عملکرد تولیدی بین پرندگانی که از آب معمولی و آب مغناطیسی مصرف می‌کنند، وجود ندارد. Mitre (2018) دریافت که آب مغناطیسی در تبدیل ماده غذایی در جوجه‌های گوشتی نر تأثیر نمی‌گذارد.

قرار گرفتن آب معمولی در معرض یک میدان الکترومغناطیسی ممکن است اثر ضد التهابی داشته باشد و می‌تواند تولید سیتوکین-ها را تحریک کند. Kamel و همکاران (2016) گزارش کردند که آب مغناطیسی شده می‌تواند پاسخ‌های ایمنی ذاتی و سازشی را تحت تأثیر قرار دهد. آب آشامیدنی مغناطیسی شده (۶۰۰۰ گاوس) می‌تواند یک روش مفید برای بهبود کیفیت آب غازها، تقویت سیستم های فیزیولوژیکی و ایمنی آنها باشد (El-Hanoun و همکاران، 2017). علاوه بر این، آب مغناطیسی به عنوان یک آنتی‌اکسیدان موثر است و از سلول‌ها و بافت‌ها در برابر اثرات مضر انواع اسیدها و یون‌های اکسیژن محافظت می‌کند (Al-Nueimi و همکاران، 2014). لذا، این مطالعه با هدف بررسی اثرات مغناطیسی کردن آب با سختی‌های مختلف بر عملکرد، پاسخ‌های ایمنی و بیوشیمیایی خون، جمعیت میکروبی ایلئوم روده، خصوصیات استخوان و اکسیداسیون، ظرفیت نگهداری آب و pH گوشت سینه و ران جوجه‌های گوشتی طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش از تعداد ۱۹۲ قطعه جوجه‌ی گوشتی نر یک روزه سویه راس ۳۰۸ با میانگین وزنی ۴۲ گرم در یک آزمایش فاکتوریل ۲×۲ در قالب طرح کاملا تصادفی با چهار تیمار، چهار تکرار و ۱۲ قطعه جوجه در هر تکرار استفاده شد. قبل از ورود جوجه‌ها، سالن به‌طور کامل ضدعفونی شد. فاکتورهای مورد بررسی شامل دو نوع آب آشامیدنی (آب مغناطیسی شده و آب مغناطیسی نشده) و دو نوع سختی آب (معمولی-۸۵۰ ppm و سخت-۲۰۰۰ ppm) بودند. سختی آب با کمک کربنات کلسیم (۱/۵گرم کلسیم هیدروکسید (آهک) در یک لیتر آب) ایجاد شد. جیره‌های آزمایشی براساس ذرت-کنجاله سویا برای دوره‌های مختلف با استفاده از نرم افزار جیره‌نویسی UFFDA تنظیم گردیدند (جدول ۱). همه جوجه‌ها از ۱ تا ۴۲ روزگی آب آشامیدنی آزمایشی را در طی سه دوره ۱-۱۰ روزگی (آغازین)، ۱۱ تا ۲۴ روزگی (رشد) و ۲۵ تا ۴۲ روزگی (پایانی) دریافت کردند. جوجه‌ها در طول آزمایش به صورت آزاد به آب و غذا دسترسی داشتند. برنامه‌های مدیریت پرورش جوجه‌ها، شامل دما، نور، واکسیناسیون، تراکم و بستر به‌طور یکسان و مطابق با شرایط استاندارد توصیه شده انجام شد. آب به وسیله دستگاه همزن یون مغناطیسی FAPAN 0.5MW ساخت شرکت فناوری ایرانیان

پژوهش نصیر (فاپن) که دارای طول ۴۰ سانتی‌متر و قطر مجرای لوله ۰/۵ اینچ و میدان مغناطیسی ایجاد شده با شدت ۱۱۰ میلی‌تسلا مغناطیسی شد. به این صورت که ابتدا و انتهای دستگاه به لوله آب متصل و از یک سمت سر لوله به پمپ آب متصل شد و آب از داخل ظرفی به وسیله پمپ به داخل دستگاه کشیده و از سمت دیگر خارج و به داخل ظرف دیگر ریخته می‌شد و سپس در داخل آب خوری‌ها ریخته و در اختیار جوجه ها قرار می‌گرفت (Fatahia و همکاران، 2019). آنالیز آب مغناطیسی شده و مغناطیسی نشده در جدول ۲ گزارش شده است.

جدول ۱. ترکیب جیره غذایی پایه دوره‌های مختلف رشدی در جوجه‌های گوشتی

اجزای جیره	دوره آغازین (۱-۱۰ روزگی)	دوره رشد (۱۱-۲۴ روزگی)	دوره پایانی (۲۵-۴۲ روزگی)
ذرت	۵۸/۷۷	۵۹/۹۵	۶۵/۳۳
کنجاله سویا (۴۴ درصد پروتئین)	۳۵/۶۲	۳۳/۶۴	۲۸/۳۱
روغن سویا	۱/۴۴	۲/۹۶	۲/۸۱
دی‌کلسیم فسفات	۱/۷۴	۱/۵۰	۱/۵۶
کربنات کلسیم	۱/۳۴	۱/۱۱	۱/۱۵
نمک	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰
مکمل ویتامینی[1]	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
مکمل معدنی[2]	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
ال-لیزین هیدروکلراید	۰/۱۵	–	–
دی‌ال-متیونین	۰/۲۴	۰/۱۶	۰/۱۴
مواد مغذی محاسبه شده			
انرژی قابل سوخت و ساز (کیلوکالری بر کیلوگرم)	۲۹۰۴	۳۰۲۴	۳۰۷۲
پروتئین (درصد)	۲۱/۱۲	۲۰/۲۰	۱۸/۳۰
کلسیم(درصد)	۱/۰۱	۰/۸۶	۰/۸۷
فسفر قابل استفاده(درصد)	۰/۴۸	۰/۴۳	۰/۴۳
لیزین(درصد)	۱/۲۱	۱/۰۶	۰/۹۳
متیونین(درصد)	۰/۵۶	۰/۴۷	۰/۴۲
متیونین + سیستئین(درصد)	۰/۹۰	۰/۸۰	۰/۷۳
ترئونین(درصد)	۰/۷۸	۰/۷۵	۰/۶۷
سدیم(درصد)	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۵

[1] ترکیب مکمل ویتامینی استفاده شده به ازای هر کیلوگرم شامل :۳۵۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۱۰۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D_3، ۹۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین E، ۹۰۰ میلی‌گرم ویتامین تیامین، ۳۳۰۰ میلی‌گرم ویتامین ریبوفلاوین، ۵۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین اسید پانتوتنیک، ۱۵۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین نیاسین، ۱۵۰ میلی‌گرم ویتامین پیریدوکسین، ۵۰۰ میلی‌گرم ویتامین B_9، ۷/۵ میلی‌گرم ویتامین B_{12}، ۱۰۰۰ میلی‌گرم منادیون، ۲۵۰۰۰۰ میلی‌گرم کولین، ۵۰۰ میلی‌گرم بیوتین می‌باشد. [2] ترکیب مکمل معدنی استفاده شده به ازای هر کیلوگرم شامل: ۴۰ گرم منگنز، ۲۰ گرم آهن، ۴ گرم مس، ۴۰۰ میلی‌گرم ید، ۳۳۸۸۰ میلی‌گرم روی بود.

جدول ۲. آنالیز آب مغناطیسی شده و آب مغناطیسی نشده

عنوان	اسیدیته	هدایت الکتریکی (µS/cm)	تعداد کل باکتری ها (CFU)
آب مغناطیسی نشده	۷/۶۷	۶۳/۶	۲/۹۴
آب مغناطیسی شده	۷/۸۱	۶۳/۱	۳/۶۶

CFU = colony forming unit

برای بررسی صفات عملکردی سه فاکتور افزایش وزن، خوراک مصرفی (گرم به ازای هر جوجه در دوره) و ضریب تبدیل خوراک در دوره‌های مختلف پرورشی اندازه‌گیری شد. افزایش وزن از اختلاف وزن انتها و ابتدای دوره‌های پرورش بر اساس روز جوجه محاسبه شد. خوراک مصرفی در هر واحد آزمایشی از روی اختلاف بین مقدار خوراک مصرف شده در ابتدای دوره و خوراک باقی مانده در آخر دوره بر مبنای روز جوجه محاسبه شد. ضریب تبدیل خوراک از تقسیم مصرف خوراک بر افزایش وزن بدست آمد. میزان آب مصرفی جوجه‌ها به صورت روزانه در دوره رشد و پایانی مورد محاسبه قرار گرفت به صورتیکه میزان آب مصرفی باقی مانده از جوجه‌ها از میزان اولیه آب کم شد و میزان آب مصرفی روزانه جوجه‌ها بدست آمد.

به منظور تعیین خصوصیات لاشه، در پایان دوره آزمایشی (۴۲روزگی)، از هر تکرار یک پرنده با وزن نزدیک به میانگین انتخاب، توزین و برای اندازه‌گیری وزن نسبی اندام‌های داخلی (قلب، طحال، بورس، چربی حفره بطنی،کبد، سکوم، دستگاه گوارش، وزن سینه و ران‌ها) و لاشه کشتار شدند. وزن نسبی لاشه و اندام‌های درونی بر حسب وزن زنده بدن محاسبه شد (وزن اندام‌ها تقسیم بر وزن زنده بدن ضرب در ۱۰۰).

برای بررسی شمارش تفکیکی گلبول‌های سفید، لنفوسیت، هتروفیل و نسبت هتروفیل به لنفوسیت در پایان دوره آزمایش، از دو پرنده در هر تکرار خونگیری به عمل آمد و نمونه‌های خون در لوله‌های حاوی هپارین نگهداری شد. صفات مورد بررسی با روش رنگ‌آمیزی رایت مطابق با آزمایش Kececi و همکاران (1998) مورد سنجش قرار گرفت. برای بررسی غلظت تیتر آنتی‌بادی، واکسن نیوکاسل به صورت آشامیدنی در ۱۶روزگی استفاده شد. ۱۲روز بعد از مصرف واکسن، نمونه‌های خون از سیاهرگ بال دو پرنده از هر تکرار جمع‌آوری شد. سرم نمونه‌های خون با ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ با سرعت ۵۰۰۰ دور در دقیقه جدا شد و تا انجام آزمایش تعیین میزان آنتی‌بادی، به صورت منجمد در دمای ۲۰- درجه سانتی گراد نگهداری شد و در نهایت جهت اندازه‌گیری تیتر آنتی‌بادی علیه ویروس نیوکاسل توسط تست مهار هماگلوتیناسیون، به آزمایشگاه انتقال داده شد. تیترهای آنتی‌بادی بدست آمده به‌صورت Log ۲ بیان گردیدند(Kececi و همکاران، 1998). به منظور بررسی فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون، در پایان آزمایش (۴۲ روزگی) از هر تکرار دو پرنده با وزن نزدیک به میانگین تکرار انتخاب و مقدار ۴ میلی‌لیتر خون از طریق سیاهرگ بال از هر پرنده گرفته شد. سرم نمونه‌ها به کمک سانتریفیوژ با سرعت۵۰۰۰ دور در دقیقه و به مدت ۱۰دقیقه در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد جدا شد. میزان کلسترول تام و تری-گلیسریدهای سرم با استفاده از کیت آنزیمی شرکت زیست شیمی و دستگاه اتوآنالایزر، بر حسب میلی‌گرم در دسی‌لیتر تعیین شد. لیپوپروتئین با چگالی بالا (HDL) نمونه‌های سرم خون بعد از رسوب لیپوپروتئینهای با دانسیته کم و خیلی کم و با روش اندازه‌گیری کلسترول تام، اندازه‌گیری شد (Friedewald و همکاران، 1972).

برای بررسی فراوانی گونه‌های لاکتوباسیل و شمارش کل باکتری-ها در محتویات ایلئوم جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی از محتویات ایلئوم نمونه‌برداری شد. بدین منظور از هر تکرار یک پرنده با وزن نزدیک به میانگین انتخاب و کشتار شد، سپس یک گرم از محتویات ایلئوم برداشته شد و به ۹ سی‌سی محلول گلیسرین ۳۰ درصد اضافه شد، سپس نمونه‌ها تا زمان انجام

آزمایشات میکروبی در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد فریز شدند. برای انجام آزمایش از روش cfu (شمارش قطره‌های کلنی) در محلول استریل بافر فسفات استفاده شد. محیط‌های کشت مورد استفاده به صورت تجاری از شرکت مرک آلمان تهیه شدند. برای شمارش لاکتوباسیل‌ها از محیط کشت MRS استفاده شد و به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۳۷ درجه انکوباسیون گردید و برای شمارش کل باکتری‌ها از محیط کشت نوترینت آگار استفاده شد و به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۷ درجه سلسیوس انکوباسیون گردید. برای محاسبه تعداد باکتری‌ها، تعداد کلنی شمارش شده بر اساس واحد کلنی شکل یافته (cfu) در هر گرم نمونه ایلئوم استفاده شد (Gunal و همکاران، 2006).

به منظور بررسی فاکتورهای مربوط به استحکام استخوان، طول و قطر استخوان درشت‌نی در سن ۴۲ روزگی استخوان درشت نی پای چپ آنها از لاشه جدا شد و بافتهای ضمیمه حذف شدند. استخوان درشت نی پای چپ تا زمان سنجش‌های بعدی در ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. در زمان انجام آزمایش استحکام، استخوان‌های درشت نی یخ گشایی شدند. طول و قطر درشت نی با استفاده از کولیس دیجیتال با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شدند. انرژی شکستن استخوان درشت نی با استفاده از دستگاه Instron Company Tinius Olsen، Model H5KS محاسبه شد. در این روش استخوان‌ها در موقعیت‌های مشابه قرار گرفتند. فاصله بین ۲ میله استیل نگهدارنده ۵ سانتی‌متر و ضخامت میله شکننده (با نیروی ۵۰ کیلوگرم) ۱۰ میلی‌متر بود که استخوان را با سرعت ۵ میلی‌متر در دقیقه تا زمان شکستن لمس می‌کرد. با استفاده از نرم افزار Q Mat انرژی شکست محاسبه شد (Baird و همکاران، 2008).

در ۴۲ روزگی یک پرنده از هر تکرار به صورت تصادفی انتخاب و پس از کشتار نمونه‌های ۲۰ گرمی از گوشت ران و سینه جدا و به کیسه های تحت خلا انتقال یافت و به منظور بررسی کیفیت گوشت به فریزر ۲۰- درجه سانتی‌گراد منتقل شد. ظرفیت نگهداری آب در نمونه های گوشت در روز کشتار اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری ظرفیت نگهداری آب، یک گرم نمونه از گوشت تازه سینه و ران به مدت چهار دقیقه در ۱۵۰۰×g سانتریفیوژ شد. سپس نمونه‌ها توزین شده و برای مدت ۲۴ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد داخل آون قرار داده شدند. بعد از خارج نمودن از آون مجددا توزین شدند. ظرفیت نگهداری آب به کمک رابطه زیر محاسبه شد (Castellini و همکاران، 2002).

$$\text{ظرفیت نگهداری آب (درصد)} = \frac{\text{وزن پس از خشک کردن (گرم)} - \text{وزن بعد از سانتریفیوژ (گرم)}}{\text{وزن اولیه (گرم)}} \times ۱۰۰$$

اسیدیته گوشت‌های ران و سینه در دو زمان، بلافاصله بعد از کشتار و دو ساعت بعد از کشتار با pH متر پرتابل (Metrohm827، سوئیس) اندازه‌گیری شد. سنجش غلظت مالون‌دی‌آلدئید با استفاده از واکنش تیوباربیتوریک اسید انجام گرفت (Botsoglou و همکاران، 1994). این روش بر اساس مقدار جذب نوری کمپلکس صورتی رنگ حاصل از واکنش یک مولکول مالون‌دی‌آلدئید با دو مولکول تیوباربیتوریک اسید استوار است. میزان جذب نوری نمونه‌ها با دستگاه اسپکتروفتومتر مدلPerkin Elmer Lambda25 در طول موج ۵۲۱/۵ نانومتر قرائت شدند. سپس مقدار مالون‌دی‌آلدهید در هر نمونه (میکروگرم بر گرم) با توجه به منحنی استاندارد محاسبه شد. برای محاسبه میزان مالون‌دی‌آلدهید، ابتدا نمونه‌های گوشت ران و سینه به مدت سه و شش روز در یخچال نگهداری شد. سپس میزان مالون‌دی‌آلدهید در نمونه‌ها اندازه‌گیری شد.

داده‌های حاصل با استفاده از نرم افزار (SAS نسخه ۹/۱) رویه مدل خطی عمومی، برای مدل آماری (رابطه ۲) تجزیه و میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای توکی در سطح پنج درصد مقایسه شدند (SAS, 2003).

$$X_{ijk}= \mu + A_j + B_k + AB_{jk} + e_{ijk} \qquad \text{(رابطه ۲)}$$

که در این رابطه، X_{ijk}، مقدار مشاهده شده؛ μ، میانگین جمعیت؛ A_j، اثرفاکتور سختی آب (آب معمولی و آب سخت)؛ B_k، (آب مغناطیسی نشده وآب مغناطیسی شده)؛ AB_{jk}، اثر متقابل دو فاکتور سختی آب × نوع آب و e_{ijk}، خطای آزمایشی است.

نتایج و بحث

عملکرد: اثر مغناطیسی‌کردن آب آشامیدنی بر عملکرد رشدی

جوجه‌های گوشتی در دوره آغازین (۱ تا ۱۰ روزگی)، رشد (۱۱ تا ۲۴ روزگی)، پایانی (۲۵ تا ۴۲ روزگی) و کل دوره پرورش (۱ تا ۴۲ روزگی) در جدول ۳ گزارش شده است. پرندگان دریافت-کننده آب سخت (۲۰۰۰ ppm) افزایش وزن کمتری نسبت به پرندگان دریافت‌کننده آب معمولی (۸۵۰ ppm) در دوره‌های آغازین، کل (P<۰/۰۵)، دوره رشد و پایانی (P=۰/۰۶) داشتند. نوع آب و اثر متقابل نوع آب × سختی آب بر افزایش وزن معنی دار نبود. با این حال، پرندگان دریافت کننده آب معمولی مغناطیسی شده تمایل به افزایش وزن بیشتری نسبت به پرندگان دریافت کننده سایر تیمارها در کل دوره نشان دادند (P=۰/۰۹). پرندگان دریافت کننده آب معمولی مغناطیسی شده و مغناطیسی نشده در دوره های آغازین، پایانی و کل نسبت به پرندگان دریافت کننده آب سخت مغناطیسی شده مصرف خوراک بیشتری داشتند. همچنین در دوره رشد، تیمارهای دریافت‌کننده آب سخت مصرف خوراک کمتری نسبت به تیمارهای دریافت کننده آب معمولی داشتند (P<۰/۰۵). در همین دوره، پرندگان دریافت کننده آب مغناطیسی شده نسبت به پرندگان دریافت کننده آب مغناطیسی نشده مصرف خوراک کمتری را داشتند (P=۰/۰۸). در سایر دوره های پرورشی، نوع آب بر مصرف خوراک جوجه های گوشتی تاثیری نداشت. ضریب تبدیل خوراک در هیچ یک از دوره‌ها تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. در همه دوره ها میزان آب مصرفی جوجه‌هایی که تیمارهای آب سخت (۲۰۰۰ppm) مصرف کرده بودند به صورت معنی‌داری (P<۰/۰۰۰۱) نسبت به تیمار آب معمولی کاهش یافت. نوع آب و اثر متقابل نوع آب × سختی آب تاثیری بر میزان مصرف آب نداشت (جدول ۳).

در تطابق با یافته‌های آزمایش حاضر، کاهش قابل توجهی در - افزایش وزن روزانه و افزایش ضریب تبدیل غذایی در جوجه‌های-گوشتی با استفاده از آب با TDS (۴۵۰۰ ppm)، در دوره‌های رشد، پایانی و کل دوره (P<۰/۰۵) نشان دادند. عملکرد ضعیف-تر جوجه‌ها با استفاده از آب شور ممکن است مربوط به عدم - تعادل آنیون-کاتیون و اختلال در جذب آمینواسیدهای مغذی و تاثیر منفی بر رشد جوجه‌های‌گوشتی باشد (Alahgholi و همکاران، 2014). Al-Fadul (2006) نتیجه گرفت که مغناطیسی شدن آب باعث تغییر خصوصیات آب (به عنوان مثال قلیایی‌تر) می‌شود، که در نتیجه باعث بهبود بهره‌وری جوجه‌های گوشتی می‌شود. آب آشامیدنی مغناطیسی شده ارتفاع پرزها و ضخامت عضلات را در ژژنوم جوجه‌های گوشتی بهبود داد. El-Hanoun و همکاران (2017) دریافتند که آب معمولی مغناطیسی شده باعث بهبود وزن بدن (۱۹/۶ درصد) و نرخ تبدیل خوراک (۱۸/۲ درصد) و همچنین بهبود عملکرد کلیه و کبد در غازها می‌شود. آب مغناطیسی شده باعث بهبود عملکرد رشد و بازده خوراک در جوجه اردک‌های پکین شد (El-Katcha و همکاران، 2017). علاوه بر این گزارش کردند که مصرف آب - مغناطیسی باعث افزایش وزن و کاهش مصرف خوراک جوجه-های گوشتی شد (Gholizadeh و همکاران، 2008). گیلانی و همکاران (۱۳۹۵) گزارش کردند که مصرف خوراک جوجه‌های-گوشتی مصرف کننده آب سه ساعت مغناطیسی فقط در دوره آغازین نسبت به آب معمولی بیشتر بود. Mahmoud و همکاران، (2017) نشان دادند که جوجه‌های گوشتی که از آب آشامیدنی مغناطیسی مصرف کرده بودند دارای وزن بدن (P<۰/۰۵) بیشتری نسبت به پرندگان دریافت کننده آب معمولی در سن بازار بودند (به ترتیب ۱۹۱۴ و ۱۸۳۸ گرم). مصرف آب روزانه در گروه آب مغناطیسی شده بیشتر از گروه شاهد بود (به ترتیب ۱/۷۷ و ۱/۲۴ میلی لیتر در هر پرنده در روز). در مقابل، Al-Mufarrej و همکاران، (2005) گزارش کردند که آب آشامیدنی مغناطیسی تأثیر قابل توجهی بر عملکرد تولیدی جوجه-های گوشتی ندارد. همچنین، گزارش شده است که عمل‌آوری آب آشامیدنی جوجه‌های‌گوشتی با میدان مغناطیسی۵۰۰ گوس اثری بر عملکرد نداشت. اثرات زیستی میدان مغناطیسی به قدرت - میدان، بسامد، نوع دستگاه و مدت زمان قرارگرفتن در معرض میدان بستگی دارد (El-Hanoun و همکاران، 2017).

نتایج مربوط به تاثیر تیمارهای آزمایشی بر بازده لاشه و اندام های داخلی بدن جوجه‌های مورد آزمایش در جدول ۴ نشان داده شده-

اند. اثرات متقابل نوع آب × سختی آب بر هیچ کدام از اندام های داخلی و بازده لاشه تاثیر گذار نبود. تیمارهای دریافت‌کننده آب سخت (۲۰۰۰ ppm) درصد طحال بزرگتری نسبت به تیمارهای دریافت‌کننده آب معمولی (۸۵۰ ppm) داشتند (P<۰/۰۵). همچنین تیمارهای دریافت‌کننده آب مغناطیسی شده دارای درصد قلب بزرگتری نسبت به تیمارهای دریافت‌کننده آب مغناطیسی - نشده بودند (P<۰/۰۵). کیفیت آب بر سایر اندامهای داخلی بدن (بورس، سکوم و کبد) جوجه‌های گوشتی تاثیری نگذاشت. در نتایج مربوط به وزن دستگاه گوارش، طول روده، چربی حفره بطنی، سینه، ران ها و بازده لاشه هم در بین هیچ یک از تیمارها تاثیر معنی‌داری مشاهده نشد.

درتطابق با یافته‌های آزمایش حاضرگزارش کردند که وزن قلب و طحال با افزایش میزان TDS آب افزایش یافت ولی در سایر - صفات لاشه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (Alahgholi و همکاران، 2014). همچنین Al-Mufarrej و همکاران (2005) نشان دادند عمل‌آوری آب آشامیدنی جوجه‌های گوشتی با میدان مغناطیسی ۵۰۰ گوس اثری بر ترکیب لاشه ندارد. آب مغناطیسی شده در این آزمایش اثر منفی بر بافت کبد وکلیه نداشت. گیلانی و همکاران (۱۳۹۵) در طی آزمایشی نشان دادند - که عمل‌آوری آب با میدان مغناطیسی تاثیری بر طول و وزن نسبی بخش‌های مختلف روده ندارد.

جدول ۳. تاثیر نوع و سختی آب بر عملکرد رشد و آب مصرفی جوجه های گوشتی

اثرات اصلی	افزایش وزن (گرم به ازای یک پرنده در دوره)				مصرف خوراک (گرم به ازای یک پرنده در دوره)				ضریب تبدیل خوراک (مصرف خوراک/افزایش وزن)				مصرف آب (میلی لیتر به ازای پرنده در دوره)			
	۱۰-۱ روزگی	۲۴-۱۱ روزگی	۴۲-۲۵ روزگی	۴۲-۱ روزگی	۱۰-۱ روزگی	۲۴-۱۱ روزگی	۴۲-۲۵ روزگی	۴۲-۱ روزگی	۱۰-۱ روزگی	۲۴-۱۱ روزگی	۴۲-۲۵ روزگی	۴۲-۱ روزگی	۲۴-۱۱ روزگی	۴۲-۲۵ روزگی	۴۲-۱۱ روزگی
سختی آب															
آب معمولی (۸۵۰ ppm)	۱۸۱[a]	۶۵۵	۱۴۲۱	۲۲۵۷[a]	۲۸۷[a]	۱۲۵۸[a]	۲۶۷۵[a]	۴۲۲۰[a]	۱/۵۹	۱/۹۲	۱/۸۸	۱/۸۷	۲۴۳۶[a]	۶۳۵۴[a]	۸۷۹۰[a]
آب سخت (۲۰۰۰ ppm)	۱۶۱[b]	۶۲۱	۱۳۵۳	۲۱۳۵[b]	۲۶۴[b]	۱۲۲۰[b]	۲۴۷۴[b]	۳۹۵۸[b]	۱/۶۴	۱/۹۷	۱/۸۳	۱/۸۶	۲۰۴۴[b]	۵۶۷۰[b]	۷۷۱۴[b]
SEM*	۴/۵۳	۱۱/۹	۲۳/۴	۲۷/۲	۳/۵	۹/۹۹	۳۵/۳	۲۲/۶	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۰۲	۳۳	۱۱۷	۱۵۰
نوع آب															
آب مغناطیسی نشده	۱۷۳	۶۴۴	۱۳۸۷	۲۲۰۴	۲۷۷	۱۲۵۳	۲۵۸۳	۴۱۱۳	۱/۶۱	۱/۹۵	۱/۸۶	۱/۸۷	۲۲۴۰	۶۰۳۰	۸۲۷۰
آب مغناطیسی شده	۱۷۰	۶۳۱	۱۳۸۰	۲۱۸۱	۲۷۴	۱۲۲۶	۲۵۶۵	۴۰۶۵	۱/۶۲	۱/۹۵	۱/۸۵	۱/۸۶	۲۲۲۶	۵۹۹۴	۸۲۲۰
SEM	۴/۵۳	۱۱/۹	۲۳/۴	۲۷/۲	۳/۵	۹/۹۹	۳۵/۳	۲۲/۶	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۰۲	۳۳	۱۱۷	۱۵۰
اثرات متقابل نوع آب × سختی آب															
آب معمولی مغناطیسی نشده	۱۸۰	۶۴۹	۱۳۹۶	۲۲۲۵	۲۸۳[a]	۱۲۶۶	۲۶۲۹[a]	۴۱۷۸[ab]	۱/۵۸	۱/۹۵	۱/۸۸	۱/۸۸	۲۴۵۰	۶۳۵۴	۸۸۰۴
آب معمولی مغناطیسی شده	۱۸۲	۶۶۱	۱۴۴۵	۲۲۸۸	۲۹۱[a]	۱۲۵۰	۲۷۲۰[a]	۴۲۶۱[a]	۱/۶۰	۱/۹۰	۱/۸۸	۱/۸۶	۲۴۲۲	۶۳۳۶	۸۷۵۸
آب سخت مغناطیسی نشده	۱۶۵	۶۳۹	۱۳۷۸	۲۱۸۲	۲۷۱[ab]	۱۲۳۹	۲۵۳۸[ab]	۴۰۴۸[b]	۱/۶۴	۱/۹۵	۱/۸۴	۱/۸۶	۲۰۳۰	۵۶۸۸	۷۷۱۸
آب سخت مغناطیسی شده	۱۵۷	۶۰۲	۱۳۲۷	۲۰۸۶	۲۵۷[b]	۱۲۰۱	۲۴۱۰[b]	۳۸۶۸[c]	۱/۶۴	۲/۰۰	۱/۸۲	۱/۸۶	۲۰۴۴	۵۶۷۰	۷۷۱۴
SEM	۶/۴۱	۱۶/۹	۳۳/۰	۳۸/۴	۴/۹۵	۱۴/۱	۴۹/۹	۳۱/۹	۰/۰۴	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۲۸	۱۶۵	۱۷۵
P-value															
سختی آب	۰/۰۰۹	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۰۹	۰/۰۰۱	۰/۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۲۶	۰/۴۱	۰/۱۰	۰/۸۰	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰۱
نوع آب	۰/۷۶	۰/۴۷	۰/۹۹	۰/۶۶	۰/۵۳	۰/۰۸	۰/۷۳	۰/۱۴	۰/۸۴	۱/۰۰	۰/۶۷	۰/۷۵	۰/۸۳	۰/۸۹	۰/۸۵
سختی آب × نوع آب	۰/۴۰	۰/۱۸	۰/۱۶	۰/۰۹	۰/۰۵	۰/۴۶	۰/۰۵	۰/۰۰۶	۰/۷۵	۰/۳۵	۰/۶۷	۰/۶۰	۰/۶۱	۰/۹۸	۰/۷۲

[a-c] تفاوت ارقام در هر ستون با حروف غیر مشابه معنی‌دار است (P<۰/۰۵). SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها

جدول ٤. تاثیر نوع و سختی آب بر خصوصیات لاشه (درصد وزن بدن) و طول روده (سانتی متر) در جوجه های گوشتی

اثرات اصلی	قلب	طحال	بورس	چربی محوطه بطنی	سکوم	دستگاه گوارش	بازده لاشه	کبد	سینه	ران ها	طول روده
سختی آب											
آب معمولی (ppm ۸۵۰)	۰/۵۵	۰/۰۹[b]	۰/۲۱	۱/۱۲	۰/۷۳	۹/۲۴	۶۳/۴	۲/۰۲	۲۱/۰	۲۶/۹	۱۷۸/۸
آب سخت (ppm ۲۰۰۰)	۰/۵۱	۰/۱۳[a]	۰/۱۸	۱/۲۰	۰/۹۳	۱۰/۵	۶۳/۱	۱/۹۲	۲۰/۹	۲۷/۶	۱۵۰/۸
SEM*	۰/۰۲	۰/۰۰۸	۰/۰۳	۰/۱۱	۰/۰۸	۰/۵۲	۰/۵۱	۰/۰۹	۰/۹۸	۰/۳۹	۲۱/۸
نوع آب											
آب مغناطیسی نشده	۰/۴۹[b]	۰/۱۲	۰/۲۰	۱/۱۷	۰/۸۲	۱۰/۰	۶۲/۶	۱/۹۳	۲۰/۲	۲۷/۳	۱۷۹/۵
آب مغناطیسی شده	۰/۵۷[a]	۰/۱۰	۰/۲۲	۱/۱۵	۰/۸۳	۹/۶۸	۶۳/۹	۲/۰۲	۲۱/۷	۲۷/۳	۱۵۰/۲
SEM	۰/۰۲	۰/۰۰۸	۰/۰۳	۰/۱۱	۰/۰۸	۰/۵۲	۰/۵۱	۰/۰۹	۰/۹۸	۰/۳۹	۲۱/۸
اثرات متقابل نوع آب × سختی آب											
آب معمولی مغناطیسی نشده	۰/۵۰	۰/۱۱	۰/۲۱	۱/۱۴	۰/۷۴	۹/۱۴	۶۲/۷	۲/۰۰	۲۰/۳	۲۷/۲	۱۸۱/۰
آب معمولی مغناطیسی شده	۰/۶۰	۰/۱۴	۰/۱۸	۱/۱۱	۰/۷۱	۹/۳۴	۶۴/۱	۲/۰۵	۲۱/۸	۲۶/۸	۱۲۰/۷
آب سخت مغناطیسی نشده	۰/۴۹	۰/۰۹	۰/۱۹	۱/۲۰	۰/۹۰	۱۰/۹	۶۲/۵	۱/۸۶	۲۰/۱	۲۷/۴	۱۸۷/۰
آب سخت مغناطیسی شده	۰/۵۴	۰/۱۲	۰/۲۵	۱/۱۹	۰/۹۵	۱۰/۰	۶۳/۷	۱/۹۸	۲۱/۷	۲۷/۸	۱۷۹/۷
SEM	۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۰۵	۰/۱۵	۰/۱۲	۰/۷۳	۰/۷۲	۰/۱۳	۱/۳۹	۰/۵۵	۳۰/۸
P-value											
سختی آب	۰/۲۳	۰/۰۴	۰/۶۱	۰/۶۲	۰/۱۲	۰/۱۳	۰/۶۸	۰/۴۶	۰/۹۲	۰/۳۳	۰/۳۹
نوع آب	۰/۰۲	۰/۱۸	۰/۷۶	۰/۸۹	۰/۹۲	۰/۶۵	۰/۱۱	۰/۵۲	۰/۳۰	۰/۹۸	۰/۳۷
سختی آب × نوع آب	۰/۳۸	۰/۹۰	۰/۳۶	۰/۹۴	۰/۷۲	۰/۴۸	۰/۸۸	۰/۷۹	۰/۹۷	۰/۵۰	۰/۳۴

[a-c] تفاوت ارقام در هر ستون با حروف غیر مشابه معنی‌دار است (P<۰/۰۵). SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها

فراسنجه‌های بیوشیمیایی و ایمنی خون: اثر تیمارهای آزمایشی بر فراسنجه‌های بیوشیمیایی و ایمنی خون در جدول ۵ ارائه شده است. اثرات سختی آب و نوع آب × سختی آب بر صفات بیوشیمیایی و ایمنی خون تاثیرگذار نبود. مغناطیسی کردن آب آشامیدنی بر برخی صفات ایمنی و بیوشیمیایی خون تاثیر گذار بود بطوریکه پرندگانی که آب مغناطیسی شده مصرف کرده بودند میزان کلسترول (P<۰/۰۵)، تری گلیسرید و HDL (P<۰/۲) خون بیشتری نسبت به پرندگانی که آب مغناطیسی نشده دریافت کرده بودند، داشتند (P<۰/۰۵). درصد لنفوسیت، هتروفیل، نسبت هتروفیل به لنفوسیت و تعداد گلبول‌های سفید خون در پرندگانی که آب مغناطیسی شده مصرف‌کرده بودند نسبت به پرندگانی که آب مغناطیسی نشده مصرف کرده بودند به صورت معنی‌داری (P<۰/۰۱) کاهش یافت. تیتر نیوکاسل در هیچ یک از تیمارها تفاوت معنی‌داری نداشت.

Jassim و Aqeel (2017) نشان دادند که استفاده از آب آشامیدنی قلیایی یونیزه برای جوجه‌های گوشتی باعث بهبود برخی صفات فیزیولوژیکی مانند غلظت هموگلوبین و هماتوکریت می‌شود، اما بر سایر پارامترهای خون و آنزیم‌های کبدی تأثیری نداشت. Al-Hilali (2018) به این نتیجه رسید که آب مغناطیسی شده می‌تواند تمام خصوصیات بیوشیمیایی و فیزیولوژیک بلدرچین ژاپنی را بهبود بخشد، که ممکن است به بهبود بهره‌وری کمک کند. Ebrahim و Azab (2017) دریافتند که کیفیت آبی که در معرض میدان مغناطیسی قرار می‌گیرد با تغییر قابل توجهی درpH، شوری، سختی کل، مواد جامد

محلول، رسانایی، اکسیژن محلول، مواد آلی و تعداد کل باکتری ها بهبود می‌یابد. این می‌تواند باعث بهبود خون و پارامترهای بیوشیمیایی و همچنین وضعیت آنتی‌اکسیدانی در حیوانات شود. با این حال، Gilani و همکاران (2014) گزارش دادند که آب آشامیدنی مغناطیسی شده هیچ تأثیر سوئی بر پارامترهای خون ندارد. جوجه‌های گوشتی که آب دیونیزه قلیایی و آب مغناطیسی دریافت کردند میزان کلسترول کمتری داشتند که شاید به علت اثرگذاری آن روی ۳-هیدروکسیل-۳ متیل گلوتاریل کوآنزیم آ باشد که در سنتز کلسترول دخیل است (Jassim and Aqeel, 2017). میدان مغناطیسی روی تعداد گلبول‌های سفید، کلسترول، تری‌گلیسرید، کراتین فسفوکیناز پلاسما، غلظت لاکتات هیدروژناز و پروتئین اثر نداشت (Osbakken و همکاران، 1986). Gilani و همکاران (2014) گزارش کردند که مصرف آب مغناطیسی در جوجه‌های گوشتی بر برخی از اجزای سرم مانند کلسترول، تری گلیسرید، کلسیم، فسفر و آنزیم آلانین آمینوترانسفراز تأثیری نداشته است. همچنین، آب مغناطیسی شده با شدت ۴۵۰ تا ۵۰۰ گوس میزان کل پروتئین سرم و HDL را افزایش و میزان تری آسیل گلیسرول و VLDL را کاهش داد ولی بر میزان کل کلسترول و LDL تاثیری نداشت (Khudiar and Ali, 2012).

در آزمایش حاضر استفاده از آب مغناطسیی باعث کاهش نسبت هتروفیل به لنفوسیت (شاخص استرس) خون شد. El-Katcha و همکاران (2017) نشان دادند که آب آشامیدنی مغناطیسی شده می‌تواند پاسخ ایمنی و سلامت روده را در جوجه اردک‌های پکین بهبود بخشد. آب آشامیدنی مغناطیسی شده، تیتر آنتی‌بادی جوجه-های گوشتی علیه واکسن بیماری نیوکاسل در سن ۳۵ روزگی و فعالیت فاگوسیتیک (ماکروفاژها) را به ترتیب حدود ۴۲/۹٪ و ۱۴٪ در مقایسه با پرندگانی که آب معمولی مصرف می کنند بهبود بخشید(El-Katcha و همکاران، 2018).

جدول ۵. تاثیر نوع و سختی آب بر پارامترهای ایمنی و بیوشیمیایی خون در جوجه‌های گوشتی

اثرات اصلی	لنفوسیت (٪)	هتروفیل (٪)	لنفوسیت /هتروفیل	گلبول سفید ($\times10^3/\mu L$)	تیتر نیوکاسل	کلسترول(mg/dl)	تری گلیسیرید (mg/dl)	HDL (mg/dl)
سختی آب								
آب معمولی (۸۵۰ ppm)	۸۴/۳	۱۶/۵	۰/۲۰	۴۳/۹	۱/۳۳	۱۱۹	۷۵/۲	۷۳/۶
آب سخت (۲۰۰۰ ppm)	۸۳/۵	۱۵/۷	۰/۱۹	۴۲/۰	۰/۸۳	۱۲۴	۷۶/۸	۷۷/۰
SEM*	۱/۰۸	۱/۰۸	۰/۰۲	۳/۵۶	۰/۰۷	۰/۰۶	۸/۲۵	۴/۸۵
نوع آب								
آب مغناطیسی نشده	۸۶/۲[a]	۱۸/۳[a]	۰/۲۳[a]	۵۰/۶[a]	۰/۵۰	۱۱۱[b]	۶۵/۳	۷۰/۵
آب مغناطیسی شده	۸۱/۷[b]	۱۳/۸[b]	۰/۱۶[b]	۳۵/۴[b]	۰/۸۸	۱۳۲[a]	۸۶/۷	۸۰/۲
SEM	۱/۰۸	۱/۰۸	۰/۰۲	۳/۵۶	۰/۰۷	۶/۰۶	۸/۲۵	۴/۸۵
اثرات متقابل نوع آب × سختی آب								
آب معمولی مغناطیسی نشده	۸۶/۷	۱۳/۳	۰/۱۵	۵۴/۰	۱/۰۰	۱۱۱	۶۲/۰	۶۸/۲
آب معمولی مغناطیسی شده	۸۵/۷	۱۴/۳	۰/۱۷	۴۷/۲	۱/۶۷	۱۲۷	۸۸/۳	۷۹/۰
آب سخت مغناطیسی نشده	۸۰/۳	۱۹/۷	۰/۲۴	۳۳/۹	۰/۸۰	۱۱۲	۶۸/۷	۷۲/۷
آب سخت مغناطیسی شده	۸۳/۰	۱۷/۰	۰/۲۱	۳۶/۹	۱/۶۷	۱۳۷	۸۵/۰	۸۱/۴
SEM	۱/۵۳	۱/۵۳	۰/۰۲	۵/۰۳	۰/۱۰	۸/۵۶	۱۱/۷	۶/۸۶
P-value								
سختی آب	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۵۹	۰/۷۱	۰/۶۴	۰/۵۵	۰/۸۹	۰/۶۴
نوع آب	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۲۹	۰/۰۴	۰/۱۱	۰/۱۹
سختی آب × نوع آب	۰/۲۶	۰/۲۶	۰/۲۴	۰/۳۶	۰/۶۴	۰/۶۰	۰/۶۸	۰/۸۸

[a-c] تفاوت ارقام در هر ستون با حروف غیر مشابه معنی‌دار است ($P<0/05$). SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها. HDL: لیپوپروتئین هایی با چگالی بالا

کیفیت استخوان و جمعیت میکروبی ایلئوم روده: نتایج مربوط به تاثیر تیمارهای آزمایشی بر خصوصیات استخوان و جمعیت میکروبی ایلئوم روده جوجه های گوشتی در جدول ۶ نشان داده شده اند. در تیمارهایی‌که آب سخت و آب مغناطیسی شده مصرف‌کردند انرژی شکستن استخوان به ترتیب از تیمارهایی که آب معمولی و آب مغناطیسی نشده استفاده کردند کمتر بود (P<۰/۰۵). طول و قطر استخوان تحت تاثیر هیچ یک از تیمارها قرار نگرفتند. همچنین، میزان کل جمعیت میکروبی ایلئوم در تیمارهایی‌که آب سخت مصرف‌کرده بودند نسبت به تیمارهایی که آب معمولی مصرف‌کرده بودند بیشتر بود (P<۰/۰۵). جمعیت لاکتوباسیل‌ها در تیمارهایی که آب سخت مغناطیسی شده و آب معمولی مغناطیسی نشده مصرف‌کرده بودند بیشتر از سایر تیمار بود (P<۰/۰۰۱). همچنین، استفاده از آب سخت در تغذیه جوجه‌های گوشتی باعث کاهش جمعیت لاکتوباسیل ایلئوم شد(P<۰/۰۵). اثرات متقابل نوع × سختی آب بر خصوصیات استخوان و کل جمعیت میکروبی ایلئوم روده در جوجه‌های گوشتی تاثیری نداشتند.

جدول ٦. تاثیر نوع و سختی آب بر خصوصیات استخوان و جمعیت میکروبی ایلئوم روده در جوجه‌های گوشتی

اثرات اصلی	خصوصیات استخوان			جمعیت میکروبی ایلئوم روده	
	طول استخوان(mm)	قطر استخوان(mm)	انرژی شکستن (نیوتن-میلی متر)	کل‌جمعیت میکروبی	لاکتوباسیل
سختی آب					
آب معمولی (۸۵۰ ppm)	۱۰۰/۵	۸/۴۹	۳۹/۰۶^{a}	۵/۸۰^{b}	۴/۶۲^{a}
آب سخت (۲۰۰۰ ppm)	۱۰۱/۲	۸/۴۲	۳۱/۰۲^{b}	۶/۴۳^{a}	۴/۳۵^{b}
SEM*	۱/۱۱	۰/۳۶	۱/۸۷	۰/۱۵	۰/۰۶
نوع آب					
آب مغناطیسی نشده	۱۰۱/۴	۸/۸۹	۳۹/۰۶^{a}	۶/۰۳	۴/۴۸
آب مغناطیسی شده	۱۰۰/۴	۸/۰۳	۳۱/۰۲^{b}	۶/۰۲	۴/۴۸
SEM	۱/۱۱	۰/۳۶	۱/۸۷	۰/۱۵	۰/۰۶
اثرات متقابل نوع آب × سختی آب					
آب معمولی مغناطیسی نشده	۱۰۰/۲	۸/۷۶	۴۴/۸۱	۵/۷۰	۵/۰۷^{a}
آب معمولی مغناطیسی شده	۱۰۰/۹	۸/۲۴	۳۳/۳۱	۵/۹۰	۴/۱۷^{b}
آب سخت مغناطیسی نشده	۱۰۲/۶	۹/۰۳	۳۳/۳۱	۶/۳۸	۳/۹۰^{b}
آب سخت مغناطیسی شده	۹۹/۸۹	۷/۸۲	۲۸/۷۳	۶/۴۸	۴/۷۹^{a}
SEM	۱/۵۷	۰/۵۱	۲/۶۵	۰/۱۵	۰/۰۹
P-value					
سختی آب	۰/۶۷	۰/۸۹	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۱
نوع آب	۰/۵۷	۰/۱۳	۰/۰۱	۰/۴۸	۰/۹۷
سختی آب × نوع آب	۰/۳۰	۰/۵۱	۰/۲۳	۰/۸۱	۰/۰۰۱

$^{a-c}$ تفاوت ارقام در هر ستون با حروف غیر مشابه معنی‌دار است (P<۰/۰۵). * خطای استاندارد میانگین‌ها

بیشتر یافته‌های تحقیقاتی علمی نشان داده‌اند که میدان مغناطیسی استاتیک می‌توانند بهبود شکستگی استخوان‌ها و استخوان سازی را با استئوبلاست درون تنی و برون تنی افزایش دهد. همچنین نشان - دادند که میدان مغناطیسی استاتیک می‌تواند به‌عنوان درمان - فیزیکی برحفظ سلامت استخوان و درمان اختلالات استخوانی استفاده شود (Wang and Qin, 2012). گزارش شده است که میدان مغناطیسی استاتیک نه تنها روند بهبود استخوان را افزایش می‌بخشد، بلکه باعث رشد استخوان در بدن می‌شود. همچنین در سطح سلولی، میدان مغناطیسی توانایی استئوژنیک استئوبلاست‌ها را افزایش می‌دهد و مانع از ظرفیت باز جذب استخوان از استئوکلاست می‌شود (Chang and Chang, 2003). در آزمایش حاضر، استفاده از آب سخت و مغناطیسی شده در جوجه‌های گوشتی باعث کاهش انرژی شکستن استخوان درشت نی شد.

گزارش‌کردند که مغناطیسی شدن آب توسط میدان مغناطیسی سبب تولید یک عامل فعال زیستی در محیط کشت مخمرها شد. جالب اینکه تکثیر سلولی در طی ۱۵ تا ۳۰ ثانیه عمل‌آوری، بهترین نتیجه را در محیط‌کشت داشت ولی افزایش مدت فرآوری به مدت ۲ دقیقه مانع تکثیر سلولی شد. آن‌ها بیان نمودندکه مغناطیسی‌شدن زیاد آب سبب افزایش سمیت فلزات سنگین از جمله مس وکبالت در مخمر می‌شود (Goldsworthy و همکاران، 1999). Rai (1997) نشان داد که آب مغناطیسی می‌تواند تعداد کل باکتری در ژژنوم و روده بزرگ جوجه گوشتی را به ترتیب حدود ۹/۹ و ۲۷/۲ درصد کاهش دهد. Anne و همکاران (2016) گزارش کردند که حداکثر اثر ضد عفونی کننده برای باکتری‌های در معرض جریان مغناطیسی ۱۰ میلی تسلا به مدت ۶ ساعت ۸۲/۲ درصد می باشد و ثابت کردند که می‌توان از یک میدان مغناطیسی برای مهار *E.coli* استفاده کرد. به طور کلی، جمعیت میکروبی از طریق کمک به افزایش جذب مواد مغذی و سیستم ایمنی بدن نقش مهمی در رشد و سلامت جوجه ها دارد. علاوه بر این، جمعیت باکتریایی در روده در ایجاد یک مانع محافظتی که روده را پوشانده و از رشد باکتری‌های بیماریزا جلوگیری می‌کند، نقش دارد. آب مغناطیسی شده می‌تواند اثر ضدعفونی کنندگی زیادی روی جمعیت باکتری‌های مضر در جوجه‌ها داشته باشد. اثرات زیستی میدان مغناطیسی به قدرت میدان، بسامد، نوع دستگاه و مدت زمان قرارگرفتن در معرض میدان بستگی دارند و حتی‌گزارش شده است که اثر آب حاصل از دو قطب متفاوت بر فعالیت جلبک‌های سبز یکسان نبود. گزارش کردند که میزان *کلی فرم*، *فاکال استرپتوکوکی* و *اشریشیاکلای* آب تحت تاثیر میدان مغناطیسی کاهش یافت. کاهش محتوی میکروارگانیسم‌ها در آب مغناطیسی می‌تواند با حذف سطوح سخت از دیواره‌های داخلی لوله به کمک میدان مغناطیسی توضیح داده شود. در واقع، رسوبات باعث ایجاد یک بیوفیلم و منجر به رشد کلنی‌های میکروبی می‌شود. این ممکن است ناشی از نا- همواری سطحی باشد که توسط رسوبات افزایش یافته است که جایگاه برای رشد میکروب‌ها را فراهم می‌کند. همچنین گزارش شد که میدان مغناطیسی باعث سرکوب رشد کلنی‌های باکتریایی می‌شود. ادعا کردند که اثر بیولوژیکی میدان مغناطیسی ممکن - است بر دخالت کانال‌های یونی در غشا مبتنی باشد. این کانال‌ها حمل و نقل یون‌ها را به سلول‌ها بر عهده دارند و در نتیجه متابولیسم باکتری‌ها را تغییر می‌دهد (Krepelka و همکاران، 2017). در آزمایش حاضر، نوع آب بر کل جمعیت باکتری و لاکتوباسیل‌ها تاثیری نگذاشت ولی آشامیدن آب سخت توسط جوجه‌های گوشتی باعث افزایش کل جمعیت باکتری و کاهش جمعیت لاکتوباسیل شد. همچنین، مغناطیسی شدن آب سخت باعث افزایش جمعیت لاکتوباسیلها در فلور میکروبی روده جوجه های گوشتی شد.

کیفیت گوشت: سختی آب باعث افزایش ظرفیت نگهداری آب درگوشت ران و سینه شد ($P<0/05$). نوع آب و اثر متقابل نوع آب × سختی آب بر ظرفیت نگهداری آب در گوشت ران و سینه تفاوت معنی‌داری ایجاد نکرد. تاثیر تیمارهای آزمایشی مختلف بر pH گوشت ران و سینه در جدول ۷ نشان داده شده است. pH گوشت سینه در زمان کشتار برای جوجه‌های گوشتی که آب سخت مصرف کرده بودند نسبت به سایر جوجه‌های گوشتی که

آب معمولی استفاده کرده بودند، کمتر بود (P<۰/۰۵). ولی pH گوشت سینه در زمان ۲ساعت بعد از کشتار تحت تاثیر تیمارهای - آزمایشی قرار نگرفت. همچنین pH گوشت ران در زمان کشتار و در زمان ۲ساعت بعد از کشتار تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. نوع آب و اثرات متقابل نوع آب × سختی آب بر pH گوشت ران و سینه در جوجه‌های گوشتی تاثیری نداشتند(جدول ۷).

ظرفیت نگهداری آب درگوشت جوجه‌های‌گوشتی تحت تاثیر حمام آب شوک الکتریکی افزایش یافت. همچنین با استفاده از حمام آب شوک الکتریکی، pH گوشت جوجه‌های‌گوشتی در زمان ۱۵دقیقه بعد و همچنین ۲۴ساعت بعد افزایش یافت . مقدار - نهایی pH گوشت بسته به پتانسیل‌گلیکولیتیک در زمان‌کشتار متفاوت است. تحت شرایط استرس شدید، مقادیر pH بین ۴/۸ – ۷/۲ ، ولی در شرایط طبیعی تغییرات بین ۵/۴ – ۶/۰ است (Gezgin and Karakaya, 2016).

اثر تیمارهای آزمایشی بر تولید مالون‌دی‌آلدئید به عنوان شاخص اکسیداسیون در نمونه‌های گوشت سینه و ران در جدول ۷ نشان داده شده است. تیمارهای دریافت‌کننده آب سخت میزان مالون-دی‌آلدئید کمتری درگوشت ران و سینه در ۳ و ۶ روز بعد از ذخیره‌سازی در یخچال داشتند(P<۰/۰۱). همچنین تیمارهای دریافت کننده آب‌مغناطیسی شده در ۳ روز (P<۰/۰۵) و ۶ روز(P=۰/۰۶) بعد از ذخیره‌سازی در یخچال میزان مالون‌دی-آلدئید کمتری در گوشت ران داشتند. این نتیجه نشان دهنده این موضوع است‌که آب مغناطیسی میزان اکسیداسیون گوشت را نسبت به آب معمولی کاهش داده است. نوع آب تاثیری بر اکسیداسیون گوشت سینه در ۳ و ۶ روز بعد از ذخیره سازی در یخچال نداشت. همچنین اثرات متقابل نوع آب × سختی آب بر خصوصیات اکسیداسیون گوشت سینه و ران تاثیری نگذاشت. با این حال، پرندگان دریافت کننده آب معمولی مغناطیسی نشده دارای تمایل بیشتری در افزایش غلظت مالون‌دی‌آلدئید در گوشت ران در مقایسه با سایر پرندگان نشان دادند (P=۰/۰۷).

آب مغناطیسی تأثیر مثبتی بر جذب و متابولیسم در بدن ایجاد می-کند و این به نوبه خود باعث افزایش زنده ماندن سلولها و ایمنی بدن می‌شود در حالی که نشانگرهای زیستی پراکسیداسیون لیپید (MDA وTBRS) را کاهش می‌دهد، که باعث بهبود تحمل بدن در برابر آلاینده‌ها و محافظت از بدن از اثرات مضر رادیکال-های آزاد می‌شود (Attia و همکاران، 2015). Rona (2004) گزارش داد که آب آشامیدنی مغناطیسی باعث افزایش سرعت رشد ، کوتاه شدن دوره چاق شدن و بهبود کیفیت گوشت جوجه-های گوشتی می‌شود. میدان مغناطیسی ایجاد شده در آب باعث ایجاد تغییرات در پروتون‌های هیدروژن توسط رزونانس مغناطیسی می‌شود و پیوند هیدروژنی می‌تواند بشکنند و ضعیف شوند و بر هیدراتاسیون یون‌ها تأثیر بگذارد و می‌تواند گونه‌های فعال - اکسیژن را از بین ببرد (Xiao and Miwa, 2017). در تطابق با یافته‌های ما گزارش کردند که میزان مالون‌دی‌آلدئید درخرگوش‌های نر که از آب مغناطیسی استفاده کردند کاهش - یافت. علاوه بر این، افزایش سطح هورمون‌های تولید مثلی (استروژن و پروژسترون) و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و کاهش سطح TBARS در غازهایی که آب مغناطیسی مصرف کردند مشاهده شد. تمام این اثرات می‌تواند به علت افزایش حلالیت مواد معدنی، تسهیل انتقال مواد مغذی درغشای سلولی و در نتیجه جذب و استفاده از آن باشد (Attia و همکاران، 2015).

جدول ۷. تاثیر نوع و سختی آب بر اکسیداسیون چربی (غلظت مالون دی آلدئید (میکروگرم در گرم)، ظرفیت نگهداری آب و pH گوشت سینه و ران جوجه های گوشتی

اثرات اصلی	ران		سینه		ظرفیت نگهداری آب		pH گوشت سینه		pH گوشت ران	
	۳ روزگی	۶ روزگی	۳ روزگی	۶ روزگی	ران	سینه	صفر	۲ ساعت	صفر	۲ ساعت
سختی آب										
آب معمولی (۸۵۰ ppm)	۰/۳۳^{a}	۰/۴۱^{a}	۰/۳۰^{a}	۰/۴۱^{a}	۶۸/۳^{b}	۶۶/۸^{b}	۶/۵۴^{a}	۵/۸۳	۶/۳۸	۵/۹۱
آب سخت (۲۰۰۰ ppm)	۰/۱۸^{b}	۰/۳۲^{b}	۰/۱۹^{b}	۰/۳۱^{b}	۷۰/۵^{a}	۶۷/۴^{a}	۶/۲۳^{b}	۵/۸۴	۶/۳۰	۵/۹۵
SEM*	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۶۵	۱/۴۲	۰/۰۷	۰/۰۴	۰/۱۱	۰/۰۴
نوع آب										
آب مغناطیسی نشده	۰/۲۸^{a}	۰/۳۹	/۲۴	/۳۶	۶۸/۹	۶۶/۱	۶/۴۶	۵/۸۷	۶/۴۴	۵/۹۱
آب مغناطیسی شده	۰/۲۲^{b}	۰/۳۴	/۲۵	/۳۶	۶۸/۸	۶۴/۰	۶/۳۰	۵/۷۹	۶/۲۴	۵/۹۵
SEM	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۶۵	۱/۴۲	۰/۰۷	۰/۰۴	۰/۱۰	۰/۰۴
اثرات متقابل نوع آب × سختی آب										
آب معمولی مغناطیسی نشده	۰/۳۵	۰/۴۶	/۳۰	/۳۸	۶۸/۹	۶۵/۹	۶/۶۰	۵/۸۶	۶/۵۴	۵/۹۵
آب معمولی مغناطیسی شده	۰/۲۱	۰/۳۲	/۳۰	/۴۴	۶۷/۷	۵۹/۸	۶/۴۷	۵/۷۹	۶/۲۲	۵/۸۷
آب سخت مغناطیسی نشده	۰/۳۰	۰/۳۶	/۱۹	/۳۴	۷۱/۰	۶۶/۴	۶/۳۲	۵/۸۸	۶/۳۴	۵/۹۴
آب سخت مغناطیسی شده	۰/۱۴	۰/۳۱	/۲۰	/۲۹	۶۹/۹	۶۸/۳	۶/۱۳	۵/۷۹	۶/۱۳	۵/۹۶
SEM	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۹۷	۲/۰۰	۰/۱۰	۰/۰۵	۰/۱۰	۰/۰۷
P-value										
سختی آب	۰/۰۰۱	/۰۰۵	/۰۰۳	/۰۱	۰/۰۴	۰/۲۵	۰/۰۲	۰/۸۶	۰/۶۲	۰/۵۴
نوع آب	۰/۰۲	/۰۶	/۹۲	/۹۱	۰/۲۳	۰/۳۲	۰/۱۶	۰/۱۸	۰/۲۳	۰/۶۴
سختی آب × نوع آب	۰/۴۴	/۰۷	/۸۸	/۱۲	۰/۹۶	۰/۰۸	۰/۷۹	۰/۷۷	۰/۴۳	۰/۴۸

$^{a-c}$ تفاوت ارقام در هر ستون با حروف غیر مشابه معنی‌دار است ($P<0/05$). * خطای استاندارد میانگین‌ها

نتیجه‌گیری کلی

در مجموع یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که در کل دوره پرورش، پرندگان دریافت کننده آب معمولی مغناطیسی شده تمایل به افزایش وزن بیشتری نسبت به سایر پرندگان نشان دادند. همچنین، استفاده از آب سخت مغناطیسی شده باعث کاهش مصرف خوراک و استحکام استخوان جوجه‌های گوشتی می‌شود. مغناطیسی کردن آب باعث افزایش وزن نسبی قلب، کاهش شاخص استرس (هتروفیل به لنفوسیت) و افزایش فراسنجه های چربی خون شد. همچنین، استفاده از آب سخت مغناطیسی شده نسبت به آب سخت مغناطیسی نشده باعث افزایش جمعیت لاکتوباسیل ایلئوم روده و بهبود کیفیت گوشت در جوجه‌های گوشتی شد.

منابع

گیلانی، ع.، کرمانشاهی، ح.، گلیان، ا.، قلی زاده، م. و محمد پور، ا.ع. (۱۳۹۵). ارزیابی آب آشامیدنی مغناطیسی شده بر اجزای لاشه و عملکرد جوجه های گوشتی. پژوهشهای علوم دامی ایران. ۸(۱): ۸۶-۹۵.

Alahgholi, M., Tabeidian, S.A. Toghyani, M. and Ale Saheb Fosoul, S.S. (2014). Effect of betaine as an osmolyte on broiler chickens exposed to different levels of water salinity. *Archiv Tierzucht*. 57(4): 1-12.

Al-Fadul, M. (2006). The effect of magnetic treated water and diet on the performance of the broiler chicks. M.Sc. Thesis, Dept. Poult. Prod., Fac. Anim. Prod., Univ. Khartoum, Sudan.

Alhassani, D.H. and Amin, G.S. (2012). Response of some productive traits of broiler chickens to magnetic water. *International Journal of Poultry Science*. 11: 158-160.

Al-Hilali, A. (2018). Effect of magnetically treated water on physiological and biochemical blood parameters of Japanese quail. *International Journal of Poultry Science*. 17: 78-84.

Al-Mufarrej, S., Al-Batshan, H.A., Shalaby, M.I. and Shafey, T.M. (2005). The effects of magnetically treated water on the performance and immune system of broiler chickens. *International Journal of Poultry Science*. 4(2): 96-102.

Al-Nueimi, S.H. and Al-Badry, K.I. (2014). Effect of magnetic water drinking on sexual desire, semen characteristics and freezability of semen for Holstein bulls born in Iraq. *International Journal of Research in Medical and Health Science*. 4: 18-29.

Attia, Y.A., El-Hamid, A.A., El-Hanoun, A.M., Al-Harthi, M.A., Abdel-Rahman, G.M. and Abdella, M.M. (2015). Responses of the fertility, semen quality, blood constituents, immunity and antioxidant status of rabbit bucks to type and magnetizing of water. *Annals of animal science*. 15(2): 387-407.

Baird, H.T., Eggett, D.L. and Fullmer, S. (2008). Varying ratios of omega-6: omega-3 fatty acids on the pre-and postmortem bone mineral density, bone ash, and bone breaking strength of laying chickens. *Poultry Science*. 87(2): 323-328.

Botsoglou, N.A., Fletouris, D.J., Papageorgiou, G.E., Vassilopoulos, V.N., Mantis, A.J. and Trakatellis, A.G. (1994). Rapid, sensitive and specific thiobarbituric acid method for measuring lipid peroxidation in animal tissue, food, and feedstuff samples. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 42(9): 1931-1937.

Bouton, P., Harris, P.T. and Shorthose, W. (1971). Effect of ultimate pH upon the water-holding capacity and tenderness of mutton. *Journal of Food Science*. 36(3): 435-439.

Castellini, C., Mugnai, C. and Dal Bosco, A. (2002). Meat quality of three chicken genotypes reared according to the organic system. *Meat Science*. 60: 219-225.

Chang, K. and Chang, W.H.S. (2003). Pulsed electromagnetic fields prevent osteoporosis in an ovariectomized female rat model: A prostaglandin E2-associated process. *Bioelectromagnetics*. 24(3): 189-198.

Ebrahim, S. and Azab, E. (2017). Biological effects of magnetic water on human and animals. *Biomedical Sciences*. 3: 78-85.

El-Hanoun, A.M., Fares, W.A., Attia, Y.A. and Abdella, M.M. (2017). Effect of magnetised well water on blood components, immune indices and semen quality of Egyptian male geese. *Egyptian Poultry Science Journal*. 37: 91-103.

El-Katcha, M., Soltan, M., El-Shobokshy, S. and Kasser, M. (2018). Impact of water acidification or magnetic treatment on growth performance, health and oxidative status of broiler chicks challenged by Salmonella Enteritidis. *Alexandria Journal of Veterinary Sciences*. 59: 154-168.

El-Katcha, M., Soltan, M., El-Naggar, K. and Farfour, H. (2017). Effect of magnetic water treatment and some additives on growth performance, some blood biochemical parameters and intestinal health of growing Pekin ducklings. *Alexandria Journal of Veterinary Sciences*. 53: 143-156.

El-Sabrout, K. and El-Hanoun, A. (2019). Does magnetised drinking water influence poultry's health and production? *World's Poultry Science Journal*. 75(3): 411-416.

Fatahia, P., Hajnorouzib, A. and Afzalzadeha, R. (2019). Improvement in photocatalytic properties of synthesized nano-structured ZnO in magnetic water and in presence of static magnetic field. *Physica B: Condensed Matter*. 555: 133-138.

Friedewald, W.T., Levy, R.I. and Fredrickson, D.S. (1972). Estimation of the concentration of lowdensity lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clinical Chemistry*. 18(6): 499-502.

Gezgin, T. and Karakaya, M. (2016). The effects of electrical water bath stunning on meat quality of broiler produced in accordance with Turkish slaughter procedures. *Journal of Poultry Research*. 13(1), 22-26.

Gholizadeh, M., Arabshahi, H., Saeidi, M. and Mahdavi, B. (2008). The effect of magnetic water on growth and quality improvement of poultry. *Middle-East Journal of Scientific Research*. 3(3): 140-144.

Gilani, A., Kermanshahi, H., Golian, A., Gholizadeh, M. and Mohammadpour, A.A. (2014). Assessment of magnetized drinking water on excreta quality, nutrients digestibility, serum components and histomorphology of digestive tract in broiler chickens. *Research Opinions in Animal and Veterinary Sciences*. 4(3): 120-127.

Goldsworthy, A., Whitney, H. and Morris, E. (1999). Biological effects of physically conditioned water. *Water Research*. 33(7): 1618-1626.

Gunal, M., Yayli, G., Kaya, O., Karahan, N. and Sulak, O. (2006). The Effects of antibiotic growth promoter, Probiotic or organic acid supplementation on performance, intestinal microflora and tissue of broilers. *International Journal of Poultry Science*. 5: 149-155.

Honarbakhsh, S., Zaghari, M. and Shivazad, M. (2007). Can Exogenous Betaine Be an Effective Osmolyte in Broiler Chicks under Water Salinity Stress?_*Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 20: 1729-1737.

Jassim, E.Q. and Aqeel, C.H. (2017). Effect of alkaline water and/or magnetic water on some physiological characteristic in broiler chicken. *Journal of Entomology and Zoology Studies*. 5(5): 1643-1647.

Kamel, F., Rasheed, T., Hassan, P. and Qader, S. (2016). Effect of magnetic water on immune response in rabbit against pathogenic bacteria. *Engineering and Technology Journal*. 34: 425-433.

Kececi, T., Oguz, H., Kurtoglu, V. and Demet, O. (1998). Effects of polyvinylpolypyrrolidone, synthetic zeolite and bentonite on serum biochemical and haematological characters of broiler chickens during aflatoxicosis. *British Poultry Science*. 39(3): 452–458.

Khudiar, K.K. and Ali, A.M. (2012). Effect of magnetic water on some physiological aspects of adult male rabbits. *The Iraqi Journal of Veterinary Medicine*. 36(2): 120-126.

Krepelka, P., Hutova, E. and Bartusek, K. (2013). Effect of stationary magnetic fields on different bacterial strains. *PIERS Proceedings, Stockholm, Sweden*. pp 12–15.

Mitre, K. (2018). The effect of magnetic water on feed conversion ratio, body weight gain, feed intake and livability of male broiler chickens. Poultry Science Undergraduate Honors Theses. 5. University of Arkansas, Fayetteville.

Mahmoud, M.S., Soliman, F.N., Bahie El Deen, M. and El Sebai, A. (2017). Effect of magnetic drinking water, feed form and it's restricted on Sasso broilers. *Egyptian Poultry Science Journal*. 37: 1069–1082.

Mohammed, A.A. (2011). Impact of different locations water quality in Basra province on the performance and physiological changes in broiler chicks. *Pakistan Journal of Nutrition*. 10(1): 86-94.

Osbakken, M., Griffith, J. and Taczanowsky, P. (1986). A gross morphologic, histologic, hematologic, and blood chemistry study of adult and neonatal mice chronically exposed to high magnetic fields. *Magnetic resonance in medicine*. 3(4): 502-517.

Rai, S. (1997). Causes and mechanism (s) of NER bioeffects. *Electro-and Magnetobiology*. 16(1):59-67.

Rona, Z. (2004). Magnetised water is not mystery. *Encyclopedia of Natural Healing*, 405.

SAS. (2003). SAS/STAT User's Guide, Release 8.02 ed. SAS Institute Inc., Cary, NC, U.S.A.

Wang, Y. and Qin, Q.H. (2012). A theoretical study of bone remodelling under PEMF at cellular level. *Computer methods in biomechanics and biomedical engineering*. 15(8): 885-897.

Xiao, L. and Miwa, N. (2017). Hydrogen-rich water achieves cytoprotection from oxidative stress injury in human gingival fibroblasts in culture or 3D-tissue equivalents, and wound-healing promotion, together with ROS-scavenging and relief from glutathione diminishment. *Human cell*. 30(2): 72-87.