

بررسی اثر سطوح مختلف نیترات آب بر عملکرد و فرآسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی

علی رضا حسابی نامقی^{۱*} - همایون امینی^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۶/۱۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۲/۳۰

چکیده

این آزمایش به منظور بررسی اثر سطوح مختلف نیترات آب بر عملکرد و فرآسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی انجام شد. تعداد ۲۴۰ قطعه جوجه یک روزه نر سویه راس ۳۰۸ در ۵ تیمار، ۴ تکرار و ۱۲ قطعه جوجه در هر تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی قرار گرفتند. تیمارها شامل آب مصرفی مرغداری حاوی حدود ۱۰ میلی‌گرم نیترات در هر لیتر (تیمار شاهد) و ۳ سطح ۴۰، ۷۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم نیترات در هر لیتر آب آشامیدنی بودند. یک گروه نیز مصرف‌کننده آب حداقل نیترات (۱/۸ میلی‌گرم نیترات در لیتر) بود. نتایج نشان داد که سطوح مختلف نیترات آب بر مصرف خوراک اثری نداشت، اما مصرف خوراک در فاصله ۱-۴۲ روزگی در گروه دریافت‌کننده آب حداقل نیترات (۱/۸ میلی‌گرم در لیتر) بطور معنی‌داری نسبت به گروه شاهد کاهش یافت. سطوح مختلف نیترات در ۲۱ روزگی تأثیر معنی‌داری بر روی افزایش وزن روزانه جوجه‌ها نداشت. گروه شاهد نسبت به سایر گروه‌ها افزایش وزن معنی‌داری را (حدود ۳ گرم/روز) در کل دوره نشان داد. مصرف ۱۰۰ میلی‌گرم نیترات موجب افزایش معنی‌دار ضریب تبدیل خوراک در فاصله ۱-۴۲ روزگی شد. حداقل ضریب تبدیل خوراک در گروه دریافت‌کننده آب معمولی مشاهده شد. وزن اندام‌های لفاوی نشان داد که بیشترین وزن طحال و بورس در تیمار حاوی آب ۷۰ میلی‌گرم نیترات مشاهده شد. سطوح مختلف نیترات بر LDL سرم خون جوجه‌های گوشتی اثر معنی‌داری نداشت، اما باعث افزایش میزان کلسترول، پتاسیم، HDL/LDL در گروه دریافت‌کننده آب حداقل نیترات (۱/۸ میلی‌گرم در لیتر) شد. بیشترین میزان پروتئین سرم خون در گروه شاهد مشاهده گردید. بطور کلی نتایج این آزمایش نشان داد که افزایش سطوح نیترات آب، موجب کاهش عملکرد و افزایش میزان گلوکز و LDL خون در جوجه‌های گوشتی گردید.

واژه‌های کلیدی: نیترات، جوجه‌های گوشتی، عملکرد، فرآسنجه‌های خونی.

مقدمه

دست آمده از مطالعات حیوانی و انسانی نشان داد که نیترات آب بر عملکرد غده تیروئید و همچنین بروز سرطان می‌تواند تأثیرگذار باشد (۱۰ و ۱۳). گریزل و همکاران (۱۱) گزارش نمودند نیترات آب به عنوان یک عامل اصلی و مضر که باعث افسردگی و یا به عبارتی تولک رفتن جوجه‌ها شده و وزن جوجه‌ها را در سن ۴ تا ۶ هفته‌گی تحت تأثیر قرار می‌دهد. بررسی‌ها نشان داده است که افزایش میزان نیترات آب روی مرغ و میر و عملکرد مرغان گوشتی تأثیر بسزایی دارد (۱۱) و در مرغان تخمگذار نیز کاهش میزان ویتامین A کبد و بتاکاروتن را به دنبال خواهد داشت (۱۷، ۱۹ و ۲۶). محققین طی تحقیقات صورت گرفته روی مرغ تخمگذار به این نتیجه رسیدند که افزایش سطوح نیترات باعث افزایش مقدار ید در تخم مرغ خواهد شد (۱۷). شواهد تجربی و آزمایشات صورت گرفته بیان‌کننده این موضوع بوده است که بوقلمون‌ها حساسیت بیشتری از خود در مقایسه با جوجه‌ها و مرغان تخمگذار مصرف‌کننده آب حاوی نیترات نشان دادند (۲۰ و ۲۳). جوجه‌های بوقلمونی که مقدار ۱۰۰۰ p.p.m آب حاوی نیترات مصرف کرده بودند، از ۵ هفته‌گی به بعد با افزایش تلفات و مشکلات تنفسی و کاهش رشد مواجه شدند (۲۲ و ۱۷). آزمایش

در بسیاری از نقاط کشور از مکانیسم چاه‌های جذبی برای دفع فاضلاب‌های شهری استفاده می‌شود و چون در فاضلاب‌های انسانی میزان اوره و نیترات بالا است، احتمالاً میزان نیترات در سفره‌های آب زیرزمینی بالاتر از حد مجاز است (۷ و ۴). محققین طی تحقیقات انجام گرفته به این نتایج دست یافتند که استفاده کشاورزان از کودهای شیمیایی و تراوش رواناب‌های کشاورزی به آب‌های زیرزمینی و در نتیجه استفاده انسان از محصولات کشاورزی و آب‌های آلوده شده با رواناب‌های کشاورزی از عواملی می‌باشد که باعث بروز سرطان دستگاه گوارش و اسهال خونی می‌شود (۲۳ و ۲۰). برخی از بررسی‌ها نشان داد که نیترات منجر به نوعی جهش در سلول‌های ژرمینال و سوماتیک می‌شود (۲۴). همچنین شواهد به

۱- دکتری تغذیه طیور و استادیار پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی،

۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد کاشمر.

*نویسنده مسئول: (Email: alireza_hessabi@yahoo.com)

با در نظر گرفتن تعداد تلفات، محاسبه گردید. ضریب تبدیل خوراک مصرفی در هر هفته و هر دوره رشد و همچنین در کل دوره از تقسیم میانگین خوراک مصرفی روزانه جوجه‌ها در هر دوره مشخص بر میانگین اضافه وزن روزانه آن دوره مورد محاسبه قرار گرفت.

وزن اعضای لنفوئیدی

در ۴۲ روزگی (پایان دوره) از هر تکرار آزمایشی یک پرنده بطور تصادفی انتخاب و پس از کشتار اعضای مورد نظر جدا شد. وزن اعضای سیستم لنفوئیدی (طحال، تیموس و بورس فابریسیوس) با استفاده از ترازوی با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شد و نسبت به وزن بدن محاسبه گردید.

فرآسنجه‌های خونی

برای ارزیابی فرآسنجه‌های خونی مورد نظر در سنین ۲۱ و ۴۲ روزگی از هر تکرار آزمایشی بطور تصادفی دو جوجه انتخاب شد و پس از خونگیری از ورید بال، نمونه‌های هر پن با یکدیگر مخلوط و پس از جداسازی سرم آنها در دمای ۲۰- درجه تا زمان انجام آزمایشات حفظ گردیدند. سایر صفات آزمایشی مورد مطالعه بدین شرح بود: اندازه‌گیری گلوکز، LDL و HDL خون توسط دستگاه اتوآنالیزر^۲ و با کیت‌های مربوطه انجام شد. عناصر سدیم، پتاسیم و کلسیم توسط دستگاه الکترولیت آنالایزر^۳ صورت گرفت. اندازه‌گیری پروتئین کل نیز به روش آنزیمی و با کیت‌های تجاری^۴ تعیین گردید.

طرح آماری و نحوه تجزیه و تحلیل داده ها

با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (۲۵) داده‌های به دست آمده از آزمایشات و رکودپرداری‌ها را تجزیه و تحلیل شد. در ضمن مقایسات میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد. مدل آماری طرح به شرح زیر بود:

$$jXi = \mu + Ti + Rj + e_{ij}$$

μ = میانگین

T_i = اثر i امین تیمار (سطوح نیترا)

R_j = اثر تکرار

E_{ij} = اثر خطای آزمایش

صورت گرفته بر روی بلدرچین ژاپنی که آب حاوی مقادیر بالای نیترا مصرف کرده بودند، نشان دهنده این موضوع بوده است که نیترا مصرفی به مقدار ۳۹۶۰ p.p.m نتوانسته است بطور معنی‌داری باعث مرگ بلدرچین‌ها در ۷ روزگی شود، اما مصرف مقدار p.p.m ۵۲۸۰ نیترا باعث مرگ و میر معنی‌داری در بلدرچین‌ها در ۴ روزگی گردید (۱۷). افزایش میزان نیترا آب در مرغداری‌های کشور یکی از مشکلات پیش رو است و بررسی‌ها نشان می‌دهد که اثرات نیترا بر جوجه‌های گوشتی با ابهامات متعددی همراه است. بنابراین هدف از انجام این آزمایش بررسی اثرات سطوح مختلف نیترا آب بر عملکرد و فرآسنجه‌های خونی و وزن اندام‌های لنفاوی و همچنین مقایسه میان سطوح مختلف نیترا و آب کم نیترا است.

مواد و روش‌ها

حیوانات آزمایشی

در این مطالعه تعداد ۲۴۰ قطعه جوجه نر گوشتی یک روزه سویه راس ۳۰۸ استفاده شد. سپس جوجه‌ها به طور تصادفی در ۲۰ پن با ۱۲ قطعه جوجه در هر تکرار جای گرفتند.

تیمارهای آزمایشی

این مطالعه در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۵ تیمار، ۴ تکرار و ۱۲ قطعه جوجه در هر تکرار انجام گرفت. ابتدا میزان نیترا آب مصرفی مرغداری در آزمایشگاه با استفاده از دستگاه پلاروگرافی^۱ اندازه‌گیری شد که حدود ۱۰ میلی‌گرم در لیتر بود و به عنوان تیمار شاهد انتخاب گردید. سطوح نیترا در سایر تیمارها عبارت بودند از ۴۰، ۷۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر که بوسیله نیترا سدیم با خلوص ۱۰۰ درصد با محاسبات لازم به سطح مورد نظر رسید و تیمار پنجم آب با حداقل نیترا (۱/۸ میلی‌گرم در لیتر) بود که از آب حداقل نیترا موجود در کشور (آب معدنی) استفاده شد. جوجه‌ها خوراک را مطابق با احتیاجات غذایی سویه راس و طبق جدول شماره ۱ دریافت نمودند.

صفات تولیدی

خوراک مصرفی، وزن جوجه‌ها و محاسبات مربوط به ضریب تبدیل غذایی در فواصل ۱۰-۱ روزگی، ۲۱-۱۱ روزگی، و بعد از آن بصورت هفتگی تا ۴۲ روزگی جهت محاسبات مربوط به عملکرد انجام شد. جهت توزین خوراک و جوجه‌ها نیز از ترازوی دیجیتالی با دقت یک گرم استفاده شد. از تفاضل میانگین وزن جوجه‌های هر تکرار در دو توزین پی در پی، اضافه وزن هر جوجه در هفته و سپس در هر روز

۲- BT3500- شرکت بیوتک نیکا ساخت ایتالیا

۳- AC 9800- شرکت ایزی لایت ساخت آمریکا

۴- شرکت پارس آزمون

۱- موجود در آزمایشگاه مرکزی آب و فاضلاب خراسان مدل Metrohm
این دستگاه ساخت شرکت Mecro فرانسه است.

جدول ۱- اجزای تشکیل‌دهنده و ترکیبات شیمیایی جیره های غذایی در فاصله ۴۲-۱ روزگی (بر حسب درصد)

اجزای جیره	پیش دان ۱-۱۰ روزگی	میان دان ۱۱-۲۸ روزگی	پس دان ۲۸-۴۲ روزگی
ذرت	۵۲/۹	۵۶	۶۰
کنجاله سویا	۳۴	۲۸/۲	۲۴/۸
گندم	۴	۷	۷
دی کلسیم فسفات	۱/۳۸	۱/۳۵	۱/۳۲
کربنات کلسیم	۱/۱۲	۱/۱	۱
نمک طعام	۰/۳۵	۰/۳۴	۰/۳۳
روغن سویا	۴/۶۵	۴/۶۶	۴/۶۷
ال لیزین هیدروکلرید	۰/۲۳	۰/۲	۰/۱۸
دی ال متیونین	۰/۱۷	۰/۱۵	۰/۱
مکمل ویتامینی ۱	۰/۶	۰/۵	۰/۳
مکمل معدنی ۱	۰/۶	۰/۵	۰/۳
مقادیر محاسبه شده			
انرژی متابولیسمی (kcal/kg)	۳۰۰۰	۳۰۲۰	۳۰۶۰
پروتئین خام	۲۳	۲۰/۵	۱۹/۵
کلسیم	۰/۸	۰/۸	۰/۷
فسفر قابل دسترسی	۰/۵	۰/۵	۰/۵
متیونین	۰/۷	۰/۶	۰/۵
لیزین	۱/۲	۱/۱	۱
آرژنین	۱/۲۹	۱/۱۹	۱/۰۱
متیونین + سیستین	۰/۸۱	۰/۷۸	۰/۶۹
ترئونین	۰/۷۳	۰/۶۸	۰/۵۹
تریپتوفان	۰/۲۱	۰/۱۸	۰/۱۶

۱- مکمل ویتامینی ۲/۵ کیلوگرم در تن و هر کیلوگرم آن دارای ۳۶۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۸۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D3، ۱۴۴۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین E، ۱۶۰۰ میلی‌گرم ویتامین K3، ۷۲ میلی‌گرم ویتامین B12، ۲۳۰۰ میلی‌گرم ریوفلاوین، ۴۰۰۰ میلی‌گرم پانتوتینیک اسید، ۱۲۰۰۰ میلی‌گرم تیامین، ۱۲۰۰ میلی‌گرم بیروکسین، ۵۰۰ میلی‌گرم اسید فولیک، ۴۰۰ میلی‌گرم ویتامین B12، ۲۰۰۰ میلی‌گرم بیوتین و ۴۰۰ گرم کولین کلرید است. مکمل معدنی نیز در هر کیلوگرم دارای ۶۴ گرم منگنز، ۴۴ گرم روی، ۱۰۰ گرم آهن، ۱۶ گرم مس، ۶۴۰ میلی‌گرم ید و ۸۰ گرم سلنیوم است.

نتایج و بحث

اثر سطوح مختلف نیترات بر صفات تولیدی

نتایج تأثیر سطوح مختلف نیترات بر صفات عملکرد شامل مصرف خوراک، وزن بدن و ضریب تبدیل غذایی در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج آزمایش بر روی مصرف خوراک در فاصله زمانی ۲۱-۱ روزگی نشان داد که تفاوت معنی‌داری در مصرف خوراک وجود ندارد ($P > 0.05$). اما در فاصله زمانی ۲۱-۴۲ و ۴۲-۱ روزگی تفاوت معنی‌داری در مصرف خوراک مشاهده شد ($P < 0.05$)، به نحوی که بیشترین و کمترین مصرف خوراک به ترتیب در گروه شاهد و آب حداقل نیترات مشاهده شد. نکته جالب این بود که در کل این آزمایش مصرف خوراک در گروه مصرف‌کننده آب حداقل نیترات نسبت به آب

معمولی کاهش معنی‌داری نشان داد که احتمالاً به حذف برخی از املاح در آب حداقل نیترات مرتبط است. بررسی‌های صورت گرفته توسط محققین بر روی سایر حیوانات نشان دهنده این موضوع بوده است که سطوح مختلف نیترات با مقادیر بالا تأثیرگذاری بیشتری بر آنها دارد و باعث مسمومیت می‌شود. مصرف آب حاوی مقادیر بالای نیترات باعث بی‌اشتهایی، کاهش مصرف خوراک، ضعف و مسمومیت حیوان می‌شود. (۲۱). در تحقیقات صورت گرفته دیگر بر روی مرغان تخمگذار محققین به این نتایج دست یافتند که نیترات سدیم در مقادیر مختلف (p.p.m صفر تا ۲۰۰۰) در آب آشامیدنی، منجر به افزایش مقدار نیترات در زرده و سفیده تخم مرغ خواهد شد. گزارشات حاکی از آن است که وقتی پرندگان در ابتدای آزمایش، آب حاوی

مشاهده شد. اما بارتون و همکاران (۵) بیان نمودند سطوح ۳۰۰ و ۵۰ میلی گرم در لیتر نیترات نتوانست تأثیر معنی‌داری را بر ضریب تبدیل جوجه‌های گوشتی بگذارد که اختلاف در نتایج شاید به علت اختلاف در سطوح مختلف نیترات و یا عوامل دیگر باشد، هرچند تئوری‌های دیگری در این خصوص مطرح شده است که به دلیل اثرات چندگانه‌ای مواد سمیاز قبیل نیترات بر روی سیستم هورمونی و ترشحات داخلی دستگاه گوارش حیوان می‌باشد (۱۸).

اثر سطوح مختلف نیترات بر وزن اندام‌های لنفاوی

میانگین وزن اندام‌های لنفاوی در طیوری که آب حاوی سطوح مختلف نیترات استفاده کرده بودند در جدول شماره ۳ آمده است. همان گونه که از داده‌های این آزمایش بر می‌آید، تفاوت معنی‌داری در وزن طحال، بورس و تیموس دیده می‌شود ($P < 0.05$). بطوری که بیشترین وزن طحال و بورس مربوط به تیمارهایی است که از آب حاوی ۷۰ میلی‌گرم در لیتر نیترات استفاده کرده بودند و کمترین وزن در تیمار آب حداقل نیترات (۱/۸ میلی‌گرم نیترات در لیتر) دیده می‌شود. بررسی کلی نتایج در این خصوص نشان می‌دهد که سطوح نیترات منجر به افزایش وزن اعضای لنفوئیدی گردیده است. اکثر محققین کاهش وزن اعضای لنفوئیدی را چنانچه ناشی از درگیری با بیماری‌ها نباشد به عنوان کاهش عملکرد سیستم ایمنی حیوان برآورد می‌کنند (۱۶). افزایش وزن اندام‌های لنفاوی به دلیل اینکه بصورت درصدی از وزن بدن بیان شده است و از سوی دیگر در تیمارهای نیترات بالا (70 mg/l) رشد کمتری بدست آمده (جدول ۲) شاید این تفاوت به دلیل وزن بدن کمتر باشد.

در جوجه‌های گوشتی با افزایش وزن نسبت وزن بورس، طحال به وزن بدن کاهش می‌یابد که هر چه سرعت رشد بیشتر باشد کاهش نسبت این اندامها بیشتر است. هرچند اثرات ثانویه نیترات از جمله کاهش میزان خون‌رسانی به سلول‌ها و سایر اثرات مضر آن را نیز باید مورد توجه قرار داد. آزمایشات دیگر توسط محققین نشان می‌دهد که با افزایش میزان نیترات آب مصرفی جوجه‌های گوشتی، در دوره انتهایی پرورش اعضای لنفوئیدی این جوجه‌ها از قبیل طحال و تیموس با کاهش وزن مواجه خواهد شد (۱۵). همچنین تحقیقات دیگری نیز کاهش وزن بورس فابریسیوس در مقادیر بالای نیترات را گزارش کرده‌اند، که ممکن است با کاهش پاسخ‌های سیستم ایمنی در ارتباط باشد که با نتایج این آزمایش مغایر است، ممکن است به دلیل تفاوت در سطوح نیترات انتخابی این مغایرت رخ داده باشد، هرچند بررسیهای دقیق تر به همراه آزمایشات کامل‌تری از سیستم ایمنی باید مورد نظر باشد (۱۷).

نیترات بالا مصرف کرده بودند، میزان نیترات تخم مرغ افزایش یافت که با کاهش مصرف خوراک نیز همراه بود (۱). نتایج وزن بدن نشان داد که در فاصله زمانی ۲۱-۱ روزگی تفاوت معنی‌داری در وزن جوجه‌ها وجود ندارد ($P > 0.05$) اما در فاصله زمانی ۲۱-۴۲، ۴۲-۱ روزگی تفاوت معنی‌داری در وزن جوجه‌ها مشاهده شد ($P < 0.05$). بیشترین و کمترین وزن به ترتیب مربوط به تیمار آب معمولی و آب حاوی ۱۰۰ میلی‌گرم نیترات بود. همان طور که نتایج نشان داد وزن جوجه در اوایل دوره پرورش (۱۰-۱) تحت تأثیر تیمارها قرار نگرفت، اما تقریباً از اواسط دوره پرورش تیمارهای آزمایشی از لحاظ کاهش وزن بطور معنی‌داری ($P < 0.05$) تحت تأثیر نیترات آب قرار گرفت. کاهش وزن از اواسط دوره پرورش توسط محققین دیگر نیز گزارش شده است (۱۲). این گزارشات مؤید این موضوع می‌باشد که آب حاوی نیترات بالا به عنوان یک عامل اصلی و مضر باعث پژمردگی و کاهش وزن جوجه‌ها شد و بیشترین تأثیر در فاصله ۴ تا ۶ هفتگی مشاهده گردید. این تغییرات در تمام تیمارهایی که نیترات افزایش یافته بود از سن ۴ هفتگی به بعد اثر خود را در جوجه‌ها نشان داد (۱۱). مطالعات دیگر حاکی از این موضوع بوده که سمیت نیترات به طور مزمن باعث تضعیف رشد می‌شود. همچنین مقدار نیترات در آب آشامیدنی طیور به میزان ۳ تا ۵ میلی‌گرم/لیتر باعث کاهش نرخ رشد در جوجه‌های گوشتی می‌گردد (۲۰). آزمایشات دیگری روی مرغ تخمگذار نشان داد مرغانی که در یک دوره ۲۸ روزه آب حاوی مقدار ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیترات استفاده کرده بودند، بطور معنی‌داری با کاهش تولید تخم مرغ روبرو شدند (۶). همچنین در طولانی مدت نیترات ممکن است اثرات مزمن خود را بر طیور نشان دهد. نتایج این آزمایش بر میانگین ضریب تبدیل مرغ‌های تغذیه شده با سطوح مختلف نیترات نشان داد در فاصله زمانی ۲۱-۱ روزگی تفاوت معنی‌داری در ضریب تبدیل وجود ندارد ($P > 0.05$). اما در ۲۱-۴۲ روزگی بیشترین ضریب تبدیل مربوط به تیمارهایی بود که از آب حاوی ۱۰۰ میلی‌گرم نیترات در لیتر استفاده کرده بودند و کمترین ضریب تبدیل در آب حاوی ۱۰ میلی‌گرم در لیتر (شاهد) مشاهده شد. نتایج این آزمایش نشان می‌دهد که سطوح نیترات در ابتدای دوره پرورش در ۲۱-۱۱ روزگی اثری بر ضریب تبدیلی غذایی در جوجه‌های گوشتی ندارد، اما با گذشت زمان و رسیدن به انتهای دوره پرورش سطوح بالای نیترات اثرات مضر خود را نشان می‌دهد به نحوی که در ۴۲ روزگی گروه مصرف کننده ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیترات بیشترین ضریب تبدیل غذایی را نشان می‌دهند، شاید بتوان این افزایش ضریب تبدیل توسط مرغان گوشتی را به باند شدن نیترات و کاهش اکسیژن‌رسانی توسط خون و تأثیر آن بر مصرف خوراک نسبت داد. افزایش ضریب تبدیل توسط تیمارهایی که از آب حاوی نیترات بالا استفاده کرده بودند در گزارش لیف و همکاران (۲۰) نیز

جدول ۲_ اثر سطوح مختلف نیترات بر میانگین روزانه صفات تولیدی جوجه‌های گوشتی (برحسب گرم/پرنده)

سطوح نیترات (mg/l)			میانگین مصرف خوراک دوره			میانگین اضافه وزن دوره			وزن بدن			میانگین ضریب تبدیل		
۱-۲۱	۲۱-۴۲	۴۲-۱۰۰	۱-۴۲	۲۱-۴۲	۴۲-۱۰۰	۱-۴۲	۲۱-۴۲	۴۲-۱۰۰	۱-۲۱	۲۱-۴۲	۴۲-۱۰۰	۱-۴۲	۲۱-۴۲	۴۲-۱۰۰
۵۰/۴۴	۱۳۲/۵۷ ^a	۹۱/۵۰ ^a	۳۲/۴۹	۷۲/۳۴ ^a	۵۲/۳۷ ^a	۷۱۷/۵	۲۲۳۴ ^a	۱/۵۵	۱/۸۳ ^b	۱/۷۴ ^c	۱۰			
۴۹/۲۹	۱۲۷/۷۳ ^{ab}	۸۸/۵۱ ^{ab}	۳۱/۲۷	۶۷/۹۴ ^b	۴۹/۶۰ ^b	۶۹۱/۷	۲۱۱۸ ^b	۱/۵۸	۱/۸۸ ^b	۱/۷۸ ^{bc}	۴۰			
۵۰/۰۸	۱۲۷/۱۳ ^{ab}	۸۸/۵۹ ^{ab}	۳۱/۳۲	۶۶/۹ ^{bc}	۴۹/۱۵ ^b	۶۹۲/۷	۲۰۹۹ ^b	۱/۶۰	۱/۸۹ ^b	۱/۸۰ ^{ab}	۷۰			
۴۹/۲۰	۱۲۸/۷۷ ^{ab}	۸۸/۹۸ ^{ab}	۳۱/۵۷	۶۴/۹۱ ^c	۴۸/۳۴ ^b	۶۹۸	۲۰۶۱ ^b	۱/۵۵	۱/۹۸ ^a	۱/۸۴ ^a	۱۰۰			
۴۶/۶۸	۱۲۵/۰۷ ^b	۸۵/۸۸ ^b	۲۹/۱۸	۶۸/۱۱ ^b	۴۸/۶۴ ^b	۶۴۸	۲۰۷۸ ^b	۱/۶۰	۱/۸۳ ^b	۱/۷۶ ^{bc}	۱/۸			
میانگین خطای استاندارد			۱/۱۹۱	۱/۷۸۳	۱/۱۳۷	۱/۱۴	۰/۹۴۳	۰/۵۱	۲۳/۹۴	۲۱/۷۶	۰/۰۲۳	۰/۰۱۳۴	۰/۰۲۳	۰/۰۲۸

میانگین‌های هر ستون با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی دار می‌باشند ($P < 0.05$).

جدول ۳- اثر سطوح مختلف آب حاوی نیترات بر اعضای لنفونیدی (بر حسب درصد وزن زنده)

سطوح نیترات (mg/l)	طحال	بورس فابریسیوس	تیموس
۱۰	۰/۱۲۳ ^{bc}	۰/۲۶۳ ^b	۰/۵۰۳ ^a
۴۰	۰/۱۱۵ ^{bc}	۰/۲۹۷ ^b	۰/۲۹۶ ^c
۷۰	۰/۱۴۹ ^a	۰/۳۷۵ ^a	۰/۳۹۱ ^b
۱۰۰	۰/۱۳۷ ^{ab}	۰/۳۸۴ ^b	۰/۳۷۳ ^{bc}
۱/۸	۰/۱۰۹ ^c	۰/۳۴۹ ^b	۰/۳۸۰ ^b
میانگین خطای استاندارد			
	۰/۰۰۷	۰/۰۲	۰/۰۲

میانگین‌های هر ستون با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی دار می‌باشند ($P < 0.05$).

اثر سطوح نیترات بر فرآیندهای خونی

میزان عناصر سرم خون

اثرات سطوح نیترات بر فرآیندهای خونی در جدول ۴ و ۵ بیان شده است. نتایج در خصوص کلسیم نشان داد که آب حداقل نیترات موجب کاهش میزان این عنصر در ۲۱ روزگی گردید، اما در ۴۲ روزگی حداقل میزان کلسیم در گروه مصرف کننده ۱۰ میلی گرم نیترات مشاهده شد. افزایش یون کلسیم در گروه دریافت کننده آب حداقل نیترات (۱/۸ میلی گرم نیترات در لیتر) در ۴۲ روزگی قابل توجه است. این گروه کمترین افزایش وزن را نشان داد. آب حداقل نیترات (۱/۸ میلی گرم نیترات در لیتر) فاقد برخی از ترکیبات طبیعی آبهای معمولی است و احتمالاً برخی از ترکیبات در آبهای معمولی باعث تغییرات در سطوح یون‌های بدن می‌شود، شاید افزایش یون کلسیم هم به این موضوع مربوط باشد. هرچند پژوهش‌های دیگری لازم است تا این ابهامات روشن شود. نتایج بر روی سدیم خون نشان داد که سطوح بالای نیترات آب در سن ۲۱ روزگی نتوانسته است اثر معنی‌داری روی سدیم خون جوجه‌های گوشتی بگذارد ($P > 0.05$). اما در سن ۴۲ روزگی باعث تفاوت معنی‌داری شد ($P < 0.05$). به نظر می‌رسد سطوح نیترات تا سطح ۷۰ میلی‌گرم در لیتر باعث افزایش میزان سدیم خون می‌شود. شاید تأمین نیترات مورد نیاز آزمایش از منابع سدیمی، در افزایش یون سدیم این گروه‌ها مؤثر باشد. نتایج بر روی پتاسیم خون نشان داد که سطوح بالای نیترات آب در سن ۲۱ و

۴۲ روزگی تأثیر معنی‌داری بر روی پتاسیم خون جوجه‌های گوشتی گذاشته است ($P < 0.05$). تغییرات یون‌های خون از جمله پتاسیم از نتایج قابل توجه در این آزمایش است، هرچند دلایل واضحی برای مشاهده این نتایج وجود ندارد. نتایج کلی این آزمایش بر روی پروتئین کل سرم خون نشان داد که گروه شاهد بالاترین میزان پروتئین خون را نشان می‌دهد. اغلب پروتئین‌های پلاسما از اسیدهای آمینه ای تولید می‌شوند که منشا آنها غذا یا کاتابولیسم بافت‌ها است و تولید این پروتئین‌ها در کبد صورت می‌گیرد. مقادیر کم یا زیاد پروتئین کل سرم که میزان کل پروتئین را در خون نشان می‌دهد نشان از بیماری خاصی ندارد، اما بیانگر این می‌باشد که برای یافتن علت آن به آزمایشات تکمیلی دقیق‌تری نیاز است. این آزمایش نشان داد که گروه شاهد بالاترین میزان پروتئین خون را نشان می‌دهد، هر چند این نتایج نیاز به بررسی بیشتری دارد. برخی از محققین گزارش نموده‌اند که سموم مختلف میزان پروتئین خون را کاهش می‌دهد (۱۴). شاید جوجه‌های گوشتی نیز در مقابل سطوح نیترات رفتاری مشابه سم را نشان داده باشند. لازم به ذکر است که در بررسی هماتولوژی خون، مقادیر هموگلوبین و هماتوکریت، بیشترین ارتباط را با تغذیه دارند. در واقع هموگلوبین مهم‌ترین ناقل اکسیژن در بدن است و از دو قسمت گلوبین (بخش پروتئینی) و هم (بخش حاوی آهن) تشکیل شده است. پروتئین به حمل و نقل مواد مغذی و تنظیم و حفظ تعادل مایعات بدن کمک می‌کند و برای سیستم ایمنی بدن برای دفاع در برابر مهاجمان خارجی ضروری است (۱۶).

جدول ۴- اثر سطوح مختلف نیترات آب بر فرآیندهای خونی جوجه‌های گوشتی در ۲۱ روزگی (بر حسب mg/dl)

سطوح نیترات (mg/l)	کلسیم	سدیم	پتاسیم	پروتئین کل	گلوکز	LDL	HDL
۱۰	۱۰/۱ ^{ab}	۱۵۳	۴/۶ ^b	۳/۱ ^b	۱۷۰ ^c	۵۷/۳ ^c	۸۲/۳ ^a
۴۰	۱۰/۲۳ ^{ab}	۱۵۳/۴	۴/۳ ^{bc}	۲/۸ ^b	۲۳۷ ^b	۶۷/۳ ^b	۷۳/۳ ^c
۷۰	۱۱/۳ ^a	۱۵۳/۹	۴/۷ ^b	۳/۹ ^a	۲۵۶ ^a	۷۵/۹ ^a	۷۶/۵ ^{bc}
۱۰۰	۱۰/۱۲ ^{ab}	۱۵۲/۲	۴ ^c	۳/۱ ^b	۲۴۴ ^a	۷۸ ^a	۷۹/۷ ^{ab}
۱/۸	۹/۲ ^b	۱۵۲/۲	۵/۶ ^a	۳ ^b	۱۷۱ ^c	۵۱/۵ ^c	۸۰ ^{ab}
میانگین خطای استاندارد	۰/۴۳	۱/۰۷	۰/۱۵۹	۰/۱۲۴	۴/۷۴	۲/۸۸	۱/۷۴

میانگین‌های هر ستون با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی دار می‌باشند ($P < 0.05$).

جدول ۵- اثر سطوح مختلف نیترات آب بر فرآیندهای خونی جوجه‌های گوشتی در ۴۲ روزگی (بر حسب mg/dl)

سطوح نیترات (mg/l)	کلسیم	سدیم	پتاسیم	پروتئین کل	گلوکز	LDL	HDL
۱۰	۹/۹ ^c	۱۵۳/۱ ^b	۴/۸ ^{ab}	۴/۴ ^a	۱۸۳ ^c	۳۰/۲	۷۳/۷ ^a
۴۰	۱۰/۴ ^{bc}	۱۵۷/۱ ^{ab}	۳/۸ ^b	۲/۹ ^b	۲۲۰ ^a	۲/۳۵	۸۰/۷ ^a
۷۰	۱۰ ^c	۱۶۰ ^a	۴/۶ ^{ab}	۳/۷ ^{ab}	۲۰۸ ^{ab}	۳۱/۳	۷۴/۵ ^a
۱۰۰	۱۱/۱ ^{ab}	۱۵۶/۶ ^{ab}	۴/۷ ^{ab}	۳/۲ ^b	۲۱۹ ^a	۳۱/۲	۷۳/۷ ^a
۱/۸	۱۱/۸ ^a	۱۵۳/۸ ^b	۵/۵ ^a	۳ ^b	۱۹۹ ^b	۳۱/۲	۶۳/۷ ^b
میانگین خطای استاندارد	۰/۳۰	۱/۳۳	۰/۳۶	۰/۳۱	۵/۰۹	۱/۵۵	۲/۲۷

میانگین‌های هر ستون با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی دار می‌باشند ($P < 0.05$).

چند نیاز به پژوهش‌های تکمیلی وجود دارد. در بررسی میزان HDL مشاهده می‌شود که گروه مصرف کننده آب حداقل نیترات کمترین میزان HDL را نشان داد این گروه کمترین افزایش وزن را هم نشان داد. برخی از محققین به ارتباط مستقیم میان HDL خون و افزایش وزن و کاهش تلفات در جوجه‌های گوشتی اشاره نموده‌اند (۲۷).

نتایج کلی این آزمایش نشان داد که سطوح مختلف نیترات آب بر روی مصرف خوراک، افزایش وزن و ضریب تبدیل جوجه‌ها تأثیر معنی داری داشت ($P < 0.05$) و منجر به کاهش عملکرد جوجه‌های گوشتی گردید. بیشترین میزان مصرف خوراک، افزایش وزن و کمترین ضریب تبدیل در کل دوره در آب معمولی، مشاهده شد. همچنین آب تصفیه شده کم نیترات نیز منجر به کاهش عملکرد حیوان شد. سطوح مختلف نیترات آب تأثیر معنی داری ($P < 0.05$) بر روی اندام‌های لنفوییدی در طیور گوشتی داشت، به نحوی که بیشترین وزن بورس و طحال در سطح ۷۰ میلی‌گرم در لیتر نیترات مشاهده شد و در مجموع سطوح نیترات منجر به افزایش وزن اندام‌های لنفاوی گردید. سطوح نیترات در افزایش کلسترول بد خون از قبیل LDL مؤثر بود اما در میزان کلسترول خوب تأثیری نداشت. سطوح نیترات منجر به افزایش سطح گلوکز خون گردید. مصرف آب حداقل نیترات در افزایش میزان یون‌های پتاسیم و کلسیم خون مؤثر بود.

نتایج بر روی گلوکز خون نشان داد که سطوح نیترات منجر به افزایش گلوکز خون گردید. افزایش گلوکز خون در هنگام مواجه شدن با شرایط تنش و استرس نیز مشاهده می‌شود که ناشی از ترشح هورمون‌های گلوکوکورتیزون می‌باشد (۸)، احتمالاً سطوح نیترات منجر به ایجاد حالت تنش و مواجه شدن حیوان با آن گردیده است.

افزایش سطح گلوکز یکی از مشکلات جوجه‌های گوشتی با حداکثر رشد است که مقادیر قند خون آنها بیشتر از حد مجاز افزایش می‌یابد (۹). نتایج در خصوص LDL نشان داد که سطوح مختلف نیترات موجب افزایش میزان آن در ۲۱ روزگی گردید اما در ۴۲ روزگی تفاوت معنی داری بر روی میزان LDL خون مشاهده نشد. افزایش LDL خون در ۲۱ روزگی بر اثر افزایش سطوح نیترات تا حدودی اثرات مضر این سم را بر واکنش‌های خونی نشان می‌دهد. شرایط بد تغذیه‌ای و تنش‌های محیطی نیز باعث افزایش LDL می‌شود. حدود ۷۰ درصد کلسترول موجود در خون توسط LDL حمل می‌شود. LDL کلسترول را از کبد گرفته و به بافت‌های بدن می‌برد. این نوع کلسترول به بافت‌های بدن خاصیت چسبندگی می‌دهد و به راحتی به جدار داخلی دیواره رگ‌ها می‌چسبند و سبب باریک شدن و در نهایت انسداد مجرای داخلی رگ‌ها می‌گردد، از این رو به کلسترول بد معروف است (۱۴). نتایج این آزمایش نشان داد که نیترات ممکن است در افزایش عوامل بد خون از جمله LDL نقش داشته باشد، هر

منابع

- 1- Adams, J., L. West, and J. Kahrs, 1969. Some effects on turkeys of nitrate in the drinking water. *Poult. Sci.* 48:1222-1229.
- 2- Adams, W., W. Lee, and E. Cunningham. 1975. The influence of dietary nitrate concentration on egg yolk and albumen. *Poult. Sci.* 54:475-478.
- 3- Adams, W., and R. Emerick. 1966. Effect of nitrate in the drinking water on chick poults and laying hens. *Poult. Sci.* 45:1215-1222.
- 4- Atef, M., M. A. Abo-Norage, M.S.M. Hanafy, and k. E. Agag. 1991. Pharmacotoxicological as acts of nitrate and nitrite in domestic fowls. *Br. Poult. Sci.* 32:399-404.
- 5- Barton, T., L. Hileman, and T. Nelso. 1984. A survey of water quality on Arkansas broiler farms and its effect on performance. Meeting Poultry Health and Condemnations, Univ. Arkansas, Fayetteville, AFL. 5-9.
- 6- Bently, A., B. Kinder, B. Garner, and E. Savage. 1965. Effect of nitrate in water on performance of laying hens. *Poult. Sci.* 44: 135.1
- 7- Benjamin, C., K. Udeni, B. Ram, J. Benjamin, L. Solomon, C. Morrow, and W. Andrem. 2010. Perchlorate, Nitrate, and Iodide intake through tap water. *Environmental Science and Technology.* 44(24): 9564-9570.
- 8- Borge, S., S. A. Fischer, D. Silva, A.V. Majorca, A. Hooze, and K. R. Cummings. 2004. Physiological Responses of Broiler Chickens to Heat Stress and Dietary Electrolyte Balance (Sodium Plus Potassium Minus Chloride, Milliequivalents Per Kilogram). *Poult. Sci.* 83:1551-1558.
- 9- Cogburn L S., S. Liou, C. P. Alfonso, M. C. McGuinness, and J. P. McMurtry. 1989. Dietary thyrotropin-releasing hormone stimulates growth rate and increases the insulin: glucagon molar ratio of broiler chickens. *Nov;*192(2):127-34.
- 10- Federal-Provincial-Territorial Committee on Drinking Water. 2013. Nitrate and Nitrite in Drinking Water. Document for Public Comment.
- 11- Grizzle, J., T. Armbrust, and A. Bryan. 1997. Water quality: the effect of water nitrate and bacteria on broiler breeder performance. *Poult. Sci, Res.* 6:56-63.
- 12- Good, B., 1985. Water quality affects poultry production. *Poultry Dig.* 44(517):108-109.
- 13- Gulden, M., S. Morchel, S. Tahan, and H. Seibert. 2002. Impact of protein binding on the availability and cytotoxic potency of organochlorine pesticides and chlorophenols in vitro. *Toxicology.* 175(1-3):201-213.
- 14- Thompsen, J. 2006. A systematic review of LDL apheresis in the treatment of cardiovascular disease. Hartford Hospital, Hartford, CT, United States.
- 15- Judith, G., T. Armbrust, and M. Bryan. 1997. The Effect of Water Nitrate and pH on Broiler Growth Performance. *Poult. Sci.* 37:760-1071.
- 16- Klein, S. 2007. Protein-energy malnutrition. In: Goldman L, Ausiello D, eds. *Cecil Medicine.* 23rd ed. Philadelphia, Pa: Saunders Elsevier, chap 234.
- 17- Krista, L.M., C.W. Carlson, and O. E. Olson. 1961. Some effect of saline waters on chicks, laying hens, poults and ducklings. *Poult.Sci.*40:938-944.
- 18- Lee, I. 2009. Digestive physiology. *Animal Nutrition Handbook.* Page 230-240.
- 19- Leeson, S., and J. D. Summers. 1997. *Commercial Poultry Nutrition.* University Books, Guelph, Ontario, Canada
- 20- Life, S. 2007. Nitrate and in drinking-water. *WHO Press.* 22: 791-4806.
- 21- Maynard, D. N., A. V. Barker, P. L. Minotti, and N. H. Peck. 1976. Nitrate accumulation in vegetables. *Advances in Agronomy.* 28: 71-118.
- 22- Marrelt, L., and M. Sunde. 1968. The use of turkey poults and chickens as test animals for nitrate and nitrite toxicity. *Poult. Sci.* 68(2):511-519.
- 23- Nathan, I., S. Bryan, and H. Grinsven. 2013. The Role of Nitrate in Human Health. The University of Texas Health Science Center, Houston, TX, US. *Advances in Agronomy* (119)153-180.
- 24- Poli, M., M. Lopez iranda, P. J. Fernández, G. Zanier, and C. E. Iúdica. 2012. Genotoxic effect of high nitrate water consumption in men and women from northern Mar del plata, Argentina. *Journal of basic and applied genetics.* 23 (1):4-13.
- 25- SAS Institute. 1998. *SAS User's Guide: Statistics.* Version 7th SAS Institute Inc., Cary, NC.
- 26- Tomov, A. 1965. Effect of prolonged intake of nitrates and nitrites on hens and the quality of their eggs. *Vet. Med. Nauki (Sofia)* 2:31-32.
- 27- Tohala, S. 2010. The relationship between blood lipid profile and performance of broilers fed two types of finisher diets. Department of Physiology, Biochemistry & Pharmacology, College of Veterinary Medicine, University of

- Mosul, Mosul, Iraq. Iraqi Journal of Veterinary Sciences, Vol. 24:87-91.
- 28- Van Maanen, J. M., I. Welle, G. Hageman, W. Dallinga, P. Mertens, and J. C. Kleinjans. 1996. Nitrat contamination of drinking water: relationship with HPRT variant frequency in lymphocyte DNA and urinary excretion of N-nitrosamines. Environ Health Perspec; 104(5): 522-528.