نشریه پژوهش‌های علوم دامی/ جلد ۲۸ شماره ۴/ سال۱۳۹۷/ صفحات ۱۴۱ تا ۱۶۴

# اثر جایگزینی ید معدنی جیره غذایی با ید آلی بر عملکرد رشد، میزان ید گوشت سینه، غلظت هورمون‌های تیروئیدی و برخی فراسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی

مرتضی بهروزلک[1*]، محسن دانشیار[2] و پرویز فرهومند[2]

تاریخ دریافت: ۹۷/۳/۷ تاریخ پذیرش: ۹۷/۸/۲۷

[1] دانشجوی دکتری گروه علوم دامی و عضو هیات علمی دانشگاه پیام نور، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

[2] به‌ترتیب دانشیار و استاد گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

[*]مسئول مکاتبه: Email: Morteza.behroozlak@gmail.com

## چکیده

**زمینه تحقیقاتی**: جایگزینی شکل غیرآلی مواد معدنی با شکل آلی آن می‌تواند اثرات مفیدی بر عملکرد جوجه‌های گوشتی داشته باشد. **هدف**: این آزمایش به منظور بررسی تأثیر جایگزینی ید معدنی (یدید پتاسیم) با ید آلی (مخمر ید) در جیره غذایی بر عملکرد رشد، خصوصیات لاشه، میزان ید گوشت سینه، غلظت هورمون‌های تیروئیدی و برخی فراسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی انجام گرفت. **روش کار**: این آزمایش در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی، با تعداد ۲۵۰ قطعه جوجه گوشتی نر سویه راس با ۵ تیمار و ۵ تکرار و ۱۰ قطعه در هر تکرار و در یک دوره ٤٢ روزه انجام گرفت. تیمارهای آزمایشی شامل جایگزینی سطوح صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد ید معدنی (یدید پتاسیم) با ید آلی (مخمر ید) بودند. **نتایج**: افزایش سطح جایگزینی ید معدنی با آلی موجب افزایش خطی بازده لاشه و وزن نسبی ران گردید. به‌علاوه افزایش جایگزینی منبع آلی ید از صفر به ۱۰۰ درصد به صورت خطی باعث افزایش میزان ید گوشت سینه شد و ۱۰۰ درصد جایگزینی ید معدنی با منبع آلی بالاترین مقدار ید گوشت سینه را باعث شد. همچنین افزایش جایگزینی ید معدنی با ید آلی وزن نسبی پانکراس، سنگدان، ژوژنوم و غده‌ی تیروئید را افزایش داد. جایگزینی ید معدنی با ید آلی تا ۵۰ درصد سبب افزایش معنی‌دار درصد سلول‌های قرمز و هماتوکریت خون جوجه‌های گوشتی شد. غلظت پلاسمایی آنزیم های آلانین‌آمینوترانسفراز، آسپارتات‌آمینوترانسفراز و آلکالین فسفاتاز، هورمون‌های $T_٣$ ، $T_٤$ و غلظت $LDL$ سرم خون تحت تأثیر جایگزینی ید معدنی با ید آلی افزایش پیدا کردند. **نتیجه‌گیری کلی**: به‌طور کلی جایگزینی بیش از ۵۰ درصد ید معدنی با ید آلی موجب اختلال عملکرد غدد پانکراس و تیروئید می‌گردد. لذا جایگزینی ۲۵ و ۵۰ درصد ید معدنی با ید آلی از طریق افزایش درصد لاشه و ران، میزان ید سینه و وزن نسبی سنگدان و ژوژنوم اثرات مفیدی در جوجه‌های گوشتی دارد.

**واژگان کلیدی**: آنزیم‌های کبدی، جوجه‌های گوشتی، ید، هورمون‌های تیروئیدی

## مقدمه

عناصر معدنی کمیاب نقش مهمی در بسیاری از وقایع متابولیکی مختلف در بدن حیوانات دارند. این عناصر در خوراک حیوانات جهت اطمینان از سلامتی، آسایش و رشد ضروری هستند (لیپنس و همکاران ۲۰۰۸، پتروویچ و همکاران ۲۰۱۰ و پال و گاودا ۲۰۱۵). با این وجود در مقایسه با جنبه‌های دیگر تغذیه همچون انرژی و اسیدهای آمینه، توجه کمی در پنجاه سال اخیر در

خصوص نیازهای موادمعدنی کمیاب در طیور انجام گرفته است (لیپنس و همکاران ۲۰۰۸ و روتگر ۲۰۱۲). ید یک عنصر معدنی کمیاب است که در مقادیر کم جهت تولید و فعالیت‌های متابولیکی طبیعی مورد نیاز حیوانات است. این میکروالمنت دارای اثرات مفیدی بر سلامتی حیوانات خصوصاً طیور است (چپولین و همکاران ۲۰۰۸، ایلا و همکاران ۲۰۱۲ و اسلوپزینسکا و همکاران ۲۰۱٤). نیاز زیستی ید در طیور همانند سایر حیوانات و انسان عمدتاً در ارتباط با فعالیت غده‌ی تیروئیدی است. خصوصاً اینکه آن به عنوان جزئی از هورمون‌های $T_3$ و $T_4$ بوده و در تنظیم متابولیسم، فعالیت سلول‌های میانجی و فرآیندهای اکسیداسیون سلولی نقش مهمی بازی می‌کند. به علاوه فعالیت‌های تولیدمثلی، سیستم گردش خون و ماهیچه‌ای، فرآیندهای بلوغ سلولی و بافت‌ها، فعالیت‌های مغز و سیستم عصبی و فعالیت غده هیپوفیزی، پوست و ساخت و تشکیل و احیاء ثانویه پوست به طور غیرمستقیم بستگی به فراهمی ید در جیره دارد (روتگر و همکاران ۲۰۱۱، آنجلوویکووا و همکاران ۲۰۱۲ و اسلوپزینسکا و همکاران ۲۰۱٤). همچنین هورمون‌های تیروئید نقش مهمی در تنظیم سطوح کلسترول در حیوانات و انسان دارند (اوپلانسکی و همکاران ۲۰۱۲). اهمیت ید در صنعت مرغ گوشتی علاوه بر اثرات آن بر عملکرد و سلامتی پرنده، منتسب کردن نقش آن در سلامتی انسان از طریق غنی‌سازی گوشت مرغ با عنصر ید است، که یک غذای فراسودمند با ارزش تغذیه‌ای بالا به جهت اثرات مفید آن بر فیزیولوژی و سیستم ایمنی انسان به شمار می‌رود (البحر و همکاران ۲۰۱۷). عنصر ید نیز همانند سایر عناصرمعدنی در دو دسته منابع آلی و غیرآلی (معدنی) به حیوانات ارائه می‌گردد. منابع معدنی معمول ید برای جیره‌های طیور یدید پتاسیم، یدات پتاسیم و یدات کلسیم هستند که اغلب به شکل نمک‌های سولفات، اکسید، کلراید و یا کربنات بوده و قابلیت دسترسی زیستی کمتری دارند. کیلات‌های مواد معدنی، عناصر معدنی کمیاب آلی هستند که جهت افزایش جذب روده‌ای و بهبود قابلیت دسترسی زیستی طراحی شده‌اند. مواد معدنی غیرآلی ممکن است اثر متقابل با فیبر، فیتات، تانن، اگزالات، سیلیکات‌ها و یا دیگر عناصر معدنی در دستگاه گوارشی داشته باشند که با جذب آن‌ها تداخل می‌کند. دلیل دیگر افزایش قابلیت دسترسی مواد معدنی آلی حفاظت آن‌ها از این گونه اثرات متقابل است. این مکمل‌ها باعث بهبود تولید و عملکرد حیوان شده و همچنین به‌دلیل نیاز به مصرف کمتر (حدود یک‌سوم مواد معدنی به شکل معدنی) موجب کاهش دفع مواد معدنی و در نتیجه آلودگی محیطی می‌گردند (عبداله و همکاران ۲۰۰۹ و پال و گاودا، ۲۰۱۵). یکی از منابع عناصرمعدنی کمیاب آلی، مخمر غنی شده با موادمعدنی هستند. مخمرها در تغذیه حیوانات بیش از ۱۰۰ سال استفاده شده‌اند. به علاوه، مخمرها با دارا بودن منابع غنی از پروتئین قابل هضم، ویتامین $B$ و بعضی عناصر، اثرات مفیدی بر سلامتی حیوانات دارند. با ممنوعیت استفاده از آنتی بیوتیک‌ها در تغذیه حیوانات در بسیاری از کشورها، به نظر می‌رسد که مکمل مخمر یک محلول بسیار عالی برای بهبود وضعیت سلامتی حیوانات است. گزارشات متعددی وجود دارد که اثرات مفید مکمل مخمر را در تغذیه طیور بر بهبود عملکرد و سلامتی طیور گوشتی و تخمگذار نشان داده است (هس و همکاران ۲۰۰۵ و اوپلانسکی و همکاران ۲۰۱۲). اوپلانسکی و همکاران (۲۰۱۲) اثر غنی‌سازی مخمر با مکمل معدنی ید (یدات پتاسیم) را بر عملکرد مرغ‌های تخمگذار، خصوصیات تخم‌مرغ و محتوی ید تخم‌مرغ بررسی نمودند. نتایج نشان دادند که مکمل مخمر ید در هر دو سطح (۱ و ۲ میلی‌گرم در کیلوگرم ید) اثر معنی‌داری بر عملکرد مرغ‌های تخمگذار افزایش وزن، ضریب تبدیل خوراک و مصرف خوراک نداشت ولی موجب افزایش محتوی ید تخم مرغ گردید. پال و گاودا (۲۰۱۵) گزارش نمودند مواد معدنی کمیاب به شکل آلی در تغذیه جوجه‌های گوشتی، باعث بهبود عملکرد،

سلامتی پرنده و کیفیت بالای گوشت می‌شود. معنی‌داری بالاتری در افزایش وزن بدنی، ضریب تبدیل خوراک بهتر، ماندگاری (ذخیره) بالاتر مواد معدنی در بافت‌ها و ایمنی بالاتر در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با مواد معدنی آلی در مقایسه با مواد معدنی غیرآلی در همان سطح مصرفی گزارش شده است.

هدف از انجام این پژوهش، بررسی تاثیر جایگزینی ید معدنی با ید آلی در جیره بر عملکرد، خصوصیات لاشه، میزان ید گوشت، غلظت هورمون‌های تیروئیدی و برخی فراسنجه‌های خونی در جوجه‌های گوشتی بود.

**مواد و روش‌ها**

این آزمایش در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی، با تعداد ۲۵۰ قطعه جوجه گوشتی نر سویه تجاری راس ۳۰۸ با ۵ تیمار و ۵ تکرار و ۱۰ قطعه جوجه در هر تکرار در سالن مرغداری تحقیقاتی دانشگاه ارومیه انجام شد. جوجه‌ها پس از توزین اولیه (میانگین وزنی ٤±٤٠ گرم) در واحدهای آزمایشی (قفس‌های با مساحت ۱×۱) توزیع شدند و با مدیریت واحد به صورت پرورش روی بستر با دسترسی دائمی و آزاد به آب و دان و نوردهی به صورت روشنایی ۲۳ ساعت و خاموشی ۱ ساعت تا پایان دوره پرورشی، پروش داده شدند. دمای محیط از ۳۳ درجه سانتی‌گراد در روز اول به ۳۱ درجه سانتی‌گراد در پایان هفته اول رسید و سپس هر هفته ۲ درجه سانتی‌گراد از دما کاسته شد تا به ۲۳ درجه سانتی‌گراد در ابتدای هفته ۵ رسید و تا انتهای دوره در این دما نگهداری شد. رطوبت سالن پرورش در هفته‌های اول پرورش ٦٥ درصد بود که به‌تدریج در انتهای دوره به ٦٠ درصد کاهش یافت. تمامی پرندگان تحت برنامه واکسیناسیون محلی بر علیه بیماری‌های نیوکاسل، برونشیت عفونی، آنفولانزا و گامبورو واکسینه شدند. تغذیه جوجه‌ها از روز اول با جیرهٔ غذایی بر پایه ذرت- سویا که براساس پیشنهاد راهنمای پرورش سویه تجاری راس ۳۰۸ (۲۰۱٤) تنظیم شده و در ۳ دوره آغازین (۱۰-۱ روزگی)، رشد (۲٤-۱۱ روزگی) و پایانی (٤۲-۲۵ روزگی) تغذیه شدند (جدول ۱). تجزیه تقریبی (پروتئین و چربی خام) جیره پایه (۵ تکرار) به روش *AOAC* (۱۹۹٤) در آزمایشگاه تغذیه دام سازمان جهاد کشاورزی استان آذربایجان غربی انجام گرفت. با توجه به اینکه در اکثر مطالعات قبلی انجام گرفته بیشتر از سطح ۵ میلی‌گرم ید معدنی استفاده گردیده بود، براین اساس تیمارهای آزمایشی شامل تیمار شاهد (حاوی ۵ میلی‌گرم در کیلوگرم ید معدنی و بدون افزودن ید آلی)، جیره حاوی ۳/۷۵ میلی‌گرم در کیلوگرم ید معدنی و ۱/۲۵ میلی گرم در کیلوگرم ید آلی (جایگزینی ۲۵ ٪ ید آلی)، جیره حاوی ۲/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم ید معدنی و ۲/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم ید آلی (جایگزینی۵۰ ٪ ید آلی)، جیره حاوی ۳/۷۵ میلی‌گرم در کیلوگرم ید معدنی و ۱/۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم ید آلی (جایگزینی۷۵ ٪ ید آلی) و جیره حاوی ۵ میلی‌گرم ید آلی و فاقد ید معدنی (جایگزینی۱۰۰ ٪ ید آلی) بودند.

ید معدنی مورد استفاده در این آزمایش از منشأ پتاسیم یدید تولید شده از شرکت مرک (*Merck, Darmstadt, Germany, CAS 7758-05-6*) آلمان فراهم گردید که درجه خلوص آن بیش از ۹۹/۵ درصد بود.

مخمر ید در آزمایشگاه میکروبیولوژی دانشکده دامپزشکی دانشگاه ارومیه آماده شد. مخمر *Saccharomyces Cerevisiae* مورد استفاده در این مطالعه از مرکز کلکسیون قارچ‌ها و باکتری‌های صنعتی ایران (*PTCC* ۱۵۲٦۹)[۱] تهیه شد. همچنین نمک یدید پتاسیم (*KI*) از شرکت مرک آلمان تهیه گردید. غنی‌سازی مخمر براساس روش استاندارد دولینسکا و همکاران (۲۰۱۲) انجام گرفت.

مقدار خوراک مصرفی، افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک در دوره‌های آغازین، رشد، پایانی و کل دوره مورد اندازه‌گیری و محاسبه قرار گرفتند. در پایان دوره

[۱]. *Persian Type Culture Collection*

پرورشی (روز ٤٢ آزمایش)، از هر واحد آزمایشی یک پرنده با وزنی مشابه میانگین پن به صورت تصادفی انتخاب و جهت تعیین وزن اندام‌های داخلی (کبد، طحال، پانکراس، قلب، غده‌ی تیروئید، سنگدان، روده کوچک، دودنوم، ژوژنوم، ایلئوم و چربی محوطه بطنی) کشتار شدند. جهت تعیین وزن غده‌ی تیروئید پس از برش قفسه سینه غده‌های تیروئیدی جدا و با ترازوی با دقت ۰/۰۰۱ توزین شدند (پیوستگان و همکاران، ۲۰۱۷). به‌علاوه دو سری خون از هر پرنده (یک پرنده برای هر تکرار) جهت تعیین فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون جمع آوری شدند. یک‌سری از نمونه‌های خونی بلافاصله جهت تعیین شمارش سلول‌های قرمز خون (*RBC*)، سلول های سفید خون (*WBC*) و غلظت هموگلوبین (*Hb*) مورد استفاده قرار گرفتند. به این منظور از ماده ضد انعقاد $K_2EDTA$ استفاده شد. سری دوم پلاسمای خون به مدت ۱۰ دقیقه در دور ۳۰۰۰*rpm* برای جمع آوری پلاسما سانتریفیوژ شده و جهت آنالیز هماتوکریت، هورمون‌های $T_۳$ و $T_٤$، آنزیم‌های کبدی *AST*، *ALT* و *ALP* و همچنین فراسنجه‌های خونی تری‌گلسیرید، کلسترول، *LDL* و *HDL* در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد ذخیره شد. جهت تعیین درصد افتراقی گلبول‌های سفید خون (مونوسیت، ائوزینوفیل، بازوفیل، هتروفیل و لنفوسیت) به نسبت ۱ به ۲۰۰ با محلول نات و هر یک در لوله‌ی آزمایش، رقیق شدند. سپس با سمپلر مقدار کمی از این محلول برداشته و به آرامی روی لام هموسیتومتر ریخته شد و زیر میکروسکوپ با بزرگنمایی ٤٠× شمارش گلبول‌های سفید خون انجام گرفت. شمارش سلول‌های قرمز خون با استفاده از روش معمول (کمپبل ۱۹۹۵) و محتوی هموگلوبین به وسیله روش اسپکتروفتومتری (درابکین ١٩٤٥) اندازه‌گیری شد. در کل، در نمونه های خونی هپارین‌دار، *RBC* و *Hb* با روش *Optic* و *impedance* و به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتری (*Systemaxk-1000, Japan*) محاسبه و اندازه‌گیری شدند. به منظور اندازه‌گیری درصد هماتوکریت، لوله‌های موئین شیشه‌ای (میکروپیلاری) حاوی خون با سه تکرار برای هر پرنده به مدت ٦ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ با دستگاه مخصوص سانتریفوژ میکرو هماتوکریت (*Hitachi 1200, Japan*) انجام گرفت. غلظت هورمون‌های $T_۳$ و $T_٤$ به‌وسیله روش رادیوایمنواسی (*RIA*) با استفاده از کیت‌های تجارتی شرکت امین‌سان ایران اندازه‌گیری شدند. به‌علاوه فعالیت آنزیم‌های کبدی*AST*[1] و*ALT*[2] و *ALP*[3] و نیز غلظت شاخصه‌های چربی تری‌گلسیرید، کلسترول، *LDL* و *HDL* با استفاده از روش اسپکتروفتومتری (*Auto Analyzer RA1000 apparatus, USA*) به وسیله کیت‌های مخصوص (*Pars Azmon Co, Iran*) اندازه‌گیری شدند.

همچنین جهت اندازه‌گیری میزان ید گوشت سینه جوجه‌های گوشتی، نمونه‌های ۱۰ گرمی اخذ و داخل کیسه‌های نایلونی قرار گرفت. برای اندازه‌گیری میزان ید گوشت سینه از روش اسپکتروفتومتری (*Toshiba 1200, Japan*) با استفاده از خاکستر قلیایی (در ٦٠٠ درجه سانتی‌گراد) و بر اساس واکنش *Kolthoff Sandell-* (بندر و همکاران ١٩٦٤) اندازه‌گیری شد.

داده‌های جمع‌آوری شده تجزیه شده و تحلیل آماری در قالب طرح کاملاً تصادفی با نرم افزار *SAS* نسخه ۹/۱ (۲۰۰۹) و با رویه *GLM* براساس مدل زیر انجام گرفت:

$$Yij = \mu + \tau i + \epsilon ij \qquad (۱)$$

که *Yij* مربوط به مشاهده واحد آزمایش jام از سطح iام

تیمارT، $\mu$ اثر میانگین جامعه، $\tau i$ سطح iام تیمار و $\varepsilon_{ij}$ خطای مربوط به مشاهده واحد آزمایشی jام از سطح iام تیمار *T* است. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از

[1] *Aspartate Aminotransaminase*
[2] *Alanine Aminotransaminase*
[3] *Alkaline phosphatase*

آزمون چند دامنه‌ای توکی در سطح خطای $P<۰/۰۵$ انجام شد. همچنین مقایسات متعامد (درجه اول و درجه دوم) جهت تعیین پاسخ پرندگان به سطوح ید مصرفی و نوع منبع آن در ۵ درصد معنی‌داری محاسبه شد.

## نتایج

اثر جایگزینی یدید پتاسیم (منبع معدنی ید) با مخمر ید (منبع آلی ید) بر صفات عملکردی جوجه های گوشتی در جدول ۱ آورده شده است. مصرف هیچ یک جیره-های آزمایشی (جایگزینی صفر تا ۱۰۰ درصد) تاثیر معنی‌داری بر میزان مصرف خوراک، افزایش وزن بدن و ضریب تبدیل خوراک نداشت ($P>۰/۰۵$). به‌علاوه هیچ گونه ارتباط خطی و درجه دوم بین پارامترهای عملکردی و تغییر میزان جایگزینی ید معدنی با منبع آلی در جوجه‌های گوشتی مشاهده نشد ($P>۰/۰۵$).

نتایج مربوط به خصوصیات لاشه در جوجه های گوشتی تغذیه شده با سطوح و منابع مختلف مکمل ید در جدول ۲ آورده شده است. درصد لاشه، درصد گوشت سینه، درصد گوشت ران تحت تاثیر سطح و منبع ید قرار گرفتند ($P<۰/۰۵$). جایگزینی ید معدنی با ید آلی تاثیر بسزایی در درصد لاشه جوجه‌های گوشتی داشته است و افزایش جایگزینی ید معدنی با آلی موجب افزایش خطی درصد لاشه گردید و بالاترین درصد لاشه مربوط به پرندگان تغذیه شده با ۵ میلی‌گرم ید آلی بود (جدول۲، $P<۰/۰۵$). همچنین درصد گوشت ران نیز روند مشابهی با افزایش وزن لاشه داشت و با افزایش جایگزینی منبع آلی به‌طور خطی افزایش یافت و پرندگان تغذیه شده با جیره‌های حاوی ۷۵ و ۱۰۰ درصد جایگزینی ید معدنی با ید آلی بالاترین درصد وزن سینه و ران را در مقایسه با پرندگان تیمار شاهد داشتند ($P<۰/۰۵$). جایگزینی منبع معدنی ید با فرم آلی آن تاثیری بر وزن نسبی چربی حفره بطنی نداشت ولی در جوجه‌های تغذیه شده با ۵ میلی‌گرم ید آلی (جایگزینی ۱۰۰ درصد) کمتر از مقدار مربوط به جوجه‌های تیمار شاهد بود.

به‌علاوه هیچ‌گونه اثر خطی یا درجه دو بین درصد گوشت سینه یا چربی حفره بطنی با میزان جایگزینی ید معدنی با آلی مشاهده نشد ($P>۰/۰۵$). نمودار ۱ نشان می‌دهد که جایگزینی ید معدنی با ید آلی (از صفر تا ۱۰۰ درصد) اثر بسیار موثری بر غلظت ید گوشت سینه جوجه‌های گوشتی داشت ($P<۰/۰۰۱$) و افزایش جایگزینی منبع آلی ید از صفر (۵ میلی گرم بر کیلوگرم از یدید پتاسیم به عنوان منبع معدنی ید) به ۱۰۰ درصد (۵ میلی گرم بر کیلوگرم از مخمر ید به عنوان منبع آلی ید) به صورت خطی باعث افزایش میزان ید گوشت سینه شد. البته بین سطوح صفر تا ۵۰ درصد جایگزینی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. حداکثر غلظت ید گوشت سینه (۱۴/۹۴ میکروگرم بر کیلوگرم) مربوط به جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با ۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم مخمر ید (جایگزینی ۱۰۰ درصدی) بود.

**جدول ۱- اجزای تشکیل دهنده و ترکیب شیمیایی جیره غذایی آزمایشی**

**Table 1-Feed ingredients and composition of experimental diet**

| اجزای جیره (٪)<br>Ingredients (%) | آغازین (۱۰-۱ روزگی)<br>Starter (1-10 days) | رشد (۲۴-۱۱ روزگی)<br>Grower (11-24 days) | پایانی (۴۲-۲۵ روزگی)<br>Finisher (25-42 days) |
|---|---|---|---|
| دانه ذرت<br>Corn grain | 51. 3 | 57.19 | 62.26 |
| کنجاله سویا<br>Soybean meal | 41.05 | 35.65 | 30.49 |
| روغن سویا<br>Soy oil | 2.38 | 2.88 | 3.40 |
| دی کلسیم فسفات<br>Dicalcium phosphate | 2.10 | 1.87 | 1.63 |
| کربنات کلسیم<br>Calcium Carbonate | 1.01 | 0.948 | 0.88 |
| مکمل ویتامینی-مواد معدنی[1]<br>Vitamin- Mineral premix | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| نمک<br>Salt | 0.26 | 0.26 | 0.26 |
| *L*لیزین کلراید<br>L-Lysine-HCL | 0.17 | 0.16 | 0.15 |
| *DL* متیونین<br>DL-Methionine | 0.36 | 0.32 | 0.28 |
| ترکیبات محاسبه شده(٪)<br>Calculated composition (%) | | | |
| انرژی قابل متابولیسم(*Kcal/kg*)<br>ME(Kcal/kg) | 2997.5 | 3097. | 3198.1 |
| پروتئین<br>Protein | 23 | 21.5 | 19.5 |
| چربی<br>Ether Extact | 4.91 | 6.35 | 6.84 |
| کلسیم<br>Calcium | 0.96 | 0.87 | 0.79 |
| فسفر قابل دسترس<br>Available phosphorus | 0.48 | 0.43 | 0.39 |
| لیزین<br>Lysine | 1.44 | 1.29 | 1.16 |
| متیونین+ سیستئین<br>Methionine+cysteine | 1.08 | 0.99 | 0.91 |
| متیونین<br>Methionine | 0.56 | 0.51 | 0.47 |
| ترئونین<br>Threonine | 0.97 | 0.88 | 0.78 |
| سدیم<br>Sodium | 0.15 | 0.14 | 0.15 |
| پتاسیم<br>Pottasium | 0.20 | 0.18 | 0.20 |
| کلر<br>Chlorine | 1.03 | 0.96 | 0.88 |
| | 270.62 | 257.59 | 233.53 |

تعادل الکترولیتی جیره (meq/kg)
Dietary Electrolyte Balance( *meq/kg)*

---

[۱] مکمل ویتامینی به ازای هر کیلوگرم جیره شامل: ویتامین $A$ (رتینول) ۱۲۸۰۰ واحد بین المللی، ویتامین $D_3$ ( کوله کلسیفرول) ٤۰۰۰ واحد بین المللی، ویتامین $E$ ( $dl$–$\alpha$– توکوفریل استات) ٤٨ واحد بین المللی، ویتامین $K_3$ ٤/٤ میلی‌گرم، اسید پانتوتنیک ٦٥ میلی گرم، نیاسین ٢٢/٤ میلی‌گرم، پیریدوکسین ٦/٤ میلی‌گرم، کوبالامین ۰/۰۱٦ میلی‌گرم، فولیک اسید ۱/٦ میلی‌گرم، کولین کلرید ٤۰۰ میلی‌گرم. مکمل معدنی به ازای هر کیلوگرم جیره: منگنز با منشا سولفات منگنز ۱۱۲ میلی‌گرم، روی با منشا اکسید روی ۱۲۸میلی‌گرم، آهن با منشا سولفات آهن ۳۲ میلی‌گرم، ید با منشا یدات پتاسیم ۰/۹ میلی‌گرم، سلنیوم با منشا سلنیت سدیم ۰/٤ میلی‌گرم.

[1]Provided per Kg diet: vitamin A (retinol), 12800 IU; vitamin D3 (cholecalciferol), 4000 IU; vitamin E (dl-α-tocopheryl acetate), 48 IU; vitamin $K_3$ (menadione), 4.4 mg; vitamin B6 (pyridoxine), 6.4 mg; vitamin B12 (cyanocobalamin), 0.016 mg; vitamin $B_3$ (niacin), 22.4 mg; vitamin $B_5$ (pantothenic acid), 65 mg; vitamin $B_9$ (folic acid), 1.6 mg; Choline chloride: 400 mg; Mn (manganese sulfate), 112 mg; Fe (iron sulfate) 22 mg; Zn (zinc oxide) 128 mg; Cu (copper sulfate) 32 mg; Se (sodium selenite) 0.4 mg and Iodine (calcium iodate) 0.9 mg.

**جدول۲- اثر جایگزینی یدید پتاسیم با مخمر ید بر صفات عملکردی جوجه های گوشتی (۴۲-۱ روزگی)**

**Table 2-Effect of potassium iodide replacement with iodine yeast on performance traits in broiler chickens (1-42 days)**

| تیمار[۱] Treatment / صفات Traits | ۱ 1 | ۲ 2 | ۳ 3 | ٤ 4 | ٥ 5 | سطح معنی داری *P-Value* | اشتباه استاندارد *SEM* | مقایسات چند جمله ای متعامد Orthogonal polynominal comparisons: درجه (Linear)۱ | درجه (Quadratic)۲ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **افزایش وزن(گرم/روز)** Weight gain (g/d) ۱۰-۱ روزگی (1-42 d) | 19.62 | 21.01 | 19.61 | 20.03 | 20.49 | 0.36 | ۰.23 | 0.99 | 0.036 |
| ٢٤-١١ روزگی (11-24 d) | 41.12 | 40.17 | 42.87 | 42.84 | 42.52 | 0.24 | 0.55 | 0.31 | 0.043 |
| ٤٢-٢٥ روزگی (25-42 d) | 73.25 | 82.86 | 77.27 | 74.76 | 80.15 | 0.26 | 1.52 | 0.39 | 0.07 |
| ٤٢-١ روزگی (1-42 d) | 49.98 | 53.35 | 51.14 | 51.26 | 51.03 | 0.52 | 0.62 | 0.56 | 0.1 |
| **مصرف خوراک(گرم/روز)** Feed intake (g/d) ۱۰-۱ روزگی (1-42 d) | 27.41 | 27.07 | 27.036 | 27.1 | 27.44 | 0.14 | 0.25 | 0.95 | 0.37 |
| ٢٤-١١ روزگی (11-24 d) | 68.53 | 67.56 | 71.82 | 69.74 | 69.04 | 0.78 | 1.04 | 0.35 | 0.39 |
| ٤٢-٢٥ روزگی (25-42 d) | 128.23 | 140.24 | 136.71 | 135.71 | 129.32 | 0.39 | 2.21 | 0.23 | 0.21 |
| ٤٢-١ روزگی (1-42 d) | 83.88 | 87.78 | 87.04 | 86.66 | 82.81 | 0.5 | 1.02 | 0.34 | 0.42 |
| **ضریب تبدیل خوراک (گرم/گرم)** FCR(g/g) ۱۰-۱ روزگی (1-42 d) | 1.4 | 1.34 | 1.39 | 1.35 | 1.34 | 0.34 | 0.012 | 0.87 | 0.097 |
| ٢٤-١١ روزگی (11-24 d) | 1.66 | 1.50 | 1.67 | 1.63 | 1.62 | 0.39 | 0.02 | 0.93 | 0.051 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۲٤-٤۲ روزگی (25-42 d) | 1.77 | 1.70 | 1.77 | 1.82 | 1.61 | 0.34 | 0.03 | 0.95 | 0.44 |
| ۱-٤۲ روزگی (1-42 d) | 1.68 | 1.64 | 1.70 | 1.69 | 1.62 | 0.71 | 0.02 | 0.75 | 0.43 |

[۱] تیمار۱: سطح جایگزینی صفر درصد ید معدنی، تیمار۲: سطح جایگزینی ۲۵درصد ید معدنی، تیمار۳: سطح جایگزینی ۵۰درصد ید معدنی، تیمار٤: سطح جایگزینی ۷۵ درصد ید معدنی، تیمار٥: سطح جایگزینی ۱۰۰درصد ید معدنی.

[1] T1: Replacement level of 0% organic iodine, T2: Replacement level of 25% organic iodine, T3: Replacement level of 50% organic iodine, T4: Replacement level of 75% organic iodine, T5: Replacement level of 100% organic iodine

**جدول۳- اثر جایگزینی منبع معدنی ید با منبع آلی ید بر خصوصیات لاشه** (درصدی از وزن بدن) **جوجه‌های گوشتی**[۱]

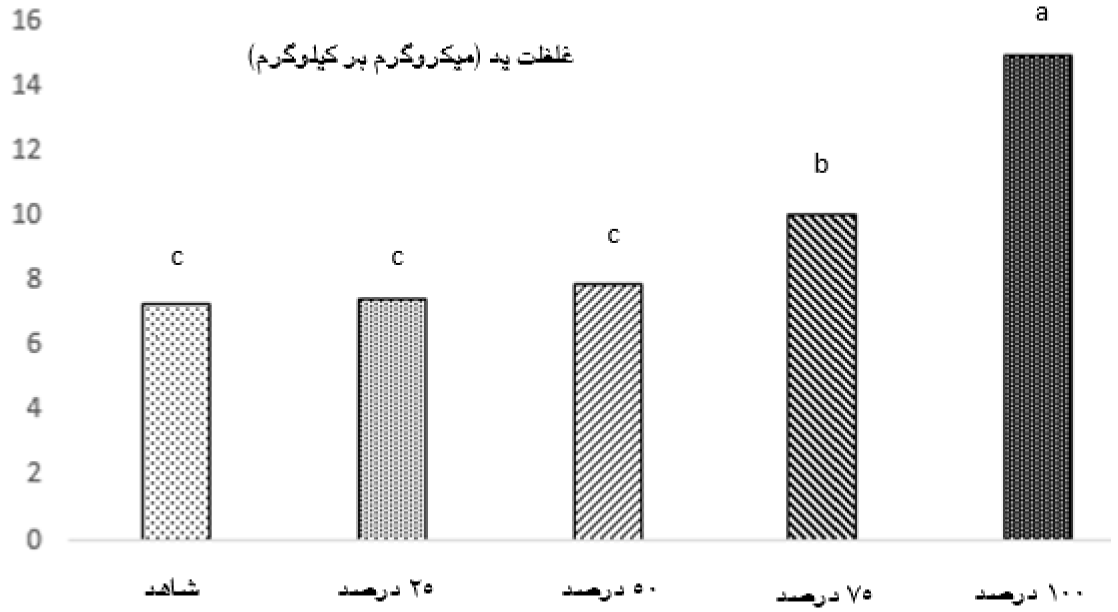
**Table 3- Effect of potassium iodide replacement with iodine yeast on carcass characteristic (% of live body weight) in broiler chickens[1]**

| سطح و منبع ید Iodine level and source | وزن زنده (گرم) Live weight(g) | بازده لاشه carcass yield | وزن نسبی گوشت سینه Relative breast weight | وزن نسبی گوشت ران Relative thigh weight | وزن نسبی چربی حفره شکمی Relative abdominal fat weight |
|---|---|---|---|---|---|
| شاهد(٥ میلی‌گرم ید معدنی) Control (5 mg organic iodine) | 2005.08 | 63.04$^{b}$ | 20.69$^{b}$ | 18.58$^{b}$ | 1.72 |
| ۱/۲٥ میلی‌گرم ید آلی+۳/۷٥ میلی‌گرم ید معدنی 1.25 mg inorganic iodine+3.75 mg organic iodine | 2035.08 | 64.19$^{ab}$ | 21.52$^{ab}$ | 19.75$^{ab}$ | 1.48 |
| ۲/٥ میلی‌گرم ید آلی+۲/٥ میلی‌گرم ید معدنی 2.5 mg inorganic iodine+2.5 mg organic iodine | 2077.12 | 64.32$^{ab}$ | 21.48$^{ab}$ | 19.78$^{ab}$ | 1.47 |
| ۳/۷٥ میلی‌گرم ید آلی+۱/۲٥ میلی‌گرم ید معدنی 3.75 mg inorganic iodine+1.25 mg organic iodine | 2054.92 | 65/58$^{a}$ | 22.40$^{a}$ | 20.58$^{a}$ | 1.46 |
| ٥ میلی‌گرم ید آلی 5 mg inorganic iodine | 2119.3 | 65.6$^{a}$ | 22.95$^{a}$ | 20.72$^{a}$ | 1.29 |
| *سطح معنی داری P-Value* | 0.099 | 0.0002 | 0.002 | 0.002 | 0.37 |
| *میانگین اشتباه استاندارد Pool SEM* | 14.14 | 0.24 | 0.21 | 0.21 | 0.065 |
| مقایسات چند جمله‌ای متعامد Orthogonal polynominal comparisons | | | | | |
| خطی Linear | 0.091 | 0.02 | 0.132 | 0.023 | 0.222 |
| درجه دوم Quadratic | 0.866 | 0.25 | 0.319 | 0.194 | 0.531 |

[۱] در هر ستون اعدادی که دارای حرف مشابه نیستند در سطح ٥ درصد اختلاف معنی‌دار دارند (P<۰/۰٥).

[1]Means with different letters in each column differ significantly (P<0.05).

نتایج مربوط به تاثیر جایگزینی منبع معدنی ید (یدید پتاسیم) با منبع آلی ید (مخمر ید) بر وزن نسبی برخی اندام‌های داخلی جوجه‌های گوشتی در جدول ۳ ارائه گردیده است. جایگزینی منبع معدنی با منبع آلی ید آن بر وزن‌های نسبی پانکراس، سنگدان، ژوژنوم و غده‌ی تیروئید تاثیر معنی‌داری داشت (P<۰/۰۵)، درحالی که این جایگزینی اثر معنی‌داری بر وزن‌های نسبی کبد، طحال، قلب، روده کوچک، دودنوم و ایلئوم نداشت (P>۰/۰۵). بیشترین وزن نسبی پانکراس، سنگدان، ژوژنوم و غده‌ی تیروئید مربوط به جایگزینی ۱۰۰ درصد منبع آلی ید و کمترین وزن مربوط به تیمار شاهد (فاقد منبع آلی ید) بود. با این وجود وزن نسبی کبد، دودنوم و ایلئوم با جایگزینی درصدهای بالاتر ید آلی، نزدیک به معنی‌داری بود. همچنین یک اثر متقابل خطی (درجه یک) بین وزن نسبی پانکراس (P<۰/۰۱)، ژوژنوم (P<۰/۰۵) و غده تیروئید (P<۰/۰۱) با افزایش جایگزینی منبع آلی ید مشاهده شد، به طوری که افزایش جایگزینی سطح ید آلی از صفر به ۱۰۰ درصد باعث وزن نسبی اندام‌های مذکور شد.




**شکل ۱- تأثیر جایگزینی منبع معدنی ید با منبع آلی ید برغلظت ید گوشت سینه (میکروگرم بر کیلوگرم) جوجه‌های گوشتی** (P<۰/۰۰۱، SEM=۰/۶).

**Figure 1- Effect of potassium iodide (inorganic iodine source) replacement with iodine yeast (organic iodine source) on breast meat iodine concentration in broiler chickens (P<0.001, SEM=0.6).**

جایگزینی ید معدنی با ید آلی سبب افزایش معنی‌داری (جدول ٤) در درصد سلول‌های قرمز خون جوجه‌های گوشتی شد (P<۰/۰۱). به طوری که با افزایش درصد جایگزینی از صفر به ۱۰۰ درصد، میزان سلول‌های قرمز خون افزایش یافت (P<۰/۰۱). بیشترین درصد سلول‌های قرمز خون مربوط به بالاترین سطح جایگزینی ید آلی (۵ میلی گرم بر کیلوگرم از منبع مخمر ید) بود. همچنین یک اثر متقابل خطی (درجه یک) بین درصد سلول‌های قرمز خون با افزایش جایگزینی ید آلی مشاهده شد (P<۰/۰۱)، به طوری که افزایش جایگزینی سطح ید آلی از صفر به ۱۰۰ درصد باعث افزایش درصد سلول‌های قرمز خون شد.

تفاوت معنی‌داری بین درصد سایر شاخصه‌های هماتولوژیکی خون (هموگلوبین، هماتوکریت، سلول‌های

سفید خون، لنفوسیت، مونوسیت، هتروفیل، ائوزینوفیل و بازوفیل‌ها) با جایگزینی ید آلی و ید معدنی مشاهده نگردید (P>۰/۰۵). افزایش جایگزینی ید آلی از صفر تا ۵۰ درصد موجب افزایش هماتوکریت به‌طور خطی گردید (P<۰/۰۵).

**جدول ۳- تأثیر جایگزینی یدید پتاسیم با مخمر ید بر وزن نسبی (درصدی از وزن زنده) برخی اندام‌های داخلی جوجه‌های گوشتی[1]**

**Table 3- Effect of potassium iodide replacement with iodine yeast on relative weight internal organs in broiler chickens[1]**

| اندام Organ | کبد Liver | قلب Heart | پانکراس Pancereas | طحال Spleen | سنگدان Gizzard | روده کوچک Small intestine | دودنوم Dudnum | ژوژنوم Jujnum | ایلئوم Ileum | غده تیروئید Thyroid gland |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **سطح ید** Iodine level | | | | | | | | | | |
| شاهد(۵ میلی‌گرم ید معدنی) (5mg organic iodine) | 1.91 | 0.52 | $0.23^{c}$ | 0.96 | $1.7^{b}$ | 4.09 | 1.4 | $3.27^{b}$ | 2.65 | $87.37^{b}$ |
| ۱/۲۵ میلی‌گرم ید آلی+۳/۷۵ میلی‌گرم ید معدنی 1.25mg inorganic iodine+3.75mg organic iodine | 1.84 | 0.53 | $0.24^{b}$ | 0.97 | $1.85^{ab}$ | 4.21 | 1.64 | $3.50^{ab}$ | 2.57 | $88.28^{ab}$ |
| ۲/۵ میلی‌گرم ید آلی+۲/۵ میلی‌گرم ید معدنی 2.5mg inorganic iodine+2.5mg organic iodine | 2.04 | 0.54 | $0.25^{b}$ | 0.97 | $1.81^{ab}$ | 4.31 | 1.6 | $3.76^{ab}$ | 2.90 | $86.6^{a}$ |
| ۳/۷۵ میلی‌گرم ید آلی+۱/۲۵ میلی‌گرم ید معدنی 3.75mg inorganic iodine+1.25mg organic iodine | 2.03 | 0.56 | $0.25^{b}$ | 0.1 | $2.00^{a}$ | 4.31 | 1.77 | $3.90^{a}$ | 2.69 | $90.3^{a}$ |
| ۵ میلی‌گرم ید آلی 5mg inorganic iodine | 1.70 | 0.56 | $0.26^{a}$ | 0.1 | $2.06^{a}$ | 4.36 | 1.8 | $4.03^{a}$ | 3.00 | $90.31^{a}$ |
| *سطح معنی داری P-Value* | 0.051 | 0.55 | <0.0001 | 0.22 | 0.01 | 0.16 | 0.059 | 0.007 | 0.066 | 0.001 |
| *میانگین اشتباه استاندارد Pool SEM* | 0.04 | 0.008 | 0.0015 | 0.002 | 0.039 | 0.037 | 0.049 | 0.07 | 0.056 | 0.31 |
| مقایسات چند جمله‌ای متعامد Orthogonal polynominal comparisons | | | | | | | | | | |
| خطی | 0.279 | 0.409 | <0.001 | 0.807 | 0.247 | 0.348 | 0.168 | 0.023 | 0.126 | 0.004 |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Linear درجه دوم Quadratic | 0.204 | 0.895 | 0.261 | 0.912 | 0.301 | 0.517 | 0.517 | 0.931 | 0.149 | 0.728 |

[۱] در هر ستون اعدادی که دارای حرف مشابه نیستند در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار دارند (P<۰/۰۵).

[1]Means with different letters in each column differ significantly (P<0.05).

نتایج مربوط به اثرات جایگزینی منبع معدنی ید (یدید پتاسیم) با منبع آلی ید (مخمر ید) بر روی برخی آنزیم‌های کبدی خون و هورمون‌های تیروئیدی در جدول ۵ آورده شده است. بر اساس نتایج آزمایش، غلظت پلاسمایی آنزیم‌های آلانین‌آمینوترانسفراز، آسپارتات‌آمینوترانسفراز (P<۰/۰۱) و آلکالین فسفاتاز (P<۰/۰۵) و نیز غلظت‌های پلاسمایی هورمون‌های $T_۳$ و $T_۴$ (P<۰/۰۱) تحت تاثیر جایگزینی منبع معدنی ید (یدید پتاسیم) با منبع آلی ید (مخمر ید) قرار گرفتند. به طوری که با افزایش درصد جایگزینی ید معدنی با ید آلی غلظت آنزیم‌های کبدی و نیز هورمون‌های تیروئیدی افزایش یافت. در این آزمایش کمترین سطح آنزیم‌های کبدی مربوط به مکمل ید معدنی (جایگزینی کمتر ید آلی) و نیز بیشترین سطح هورمون‌های تیروئیدی مربوط به سطوح جایگزینی بالاتر ید معدنی با ید آلی بود.

همچنین یک اثر متقابل خطی (درجه یک) بین غلظت‌های پلاسمایی آنزیم‌های آلانین‌آمینوترانسفراز (P<۰/۰۵)، آسپارتات‌آمینوترانسفراز (P<۰/۰۰۰۱) و هورمون $T_۴$ (P<۰/۰۰۰۱) با افزایش جایگزینی ید آلی مشاهده شد، به طوری که افزایش جایگزینی سطح ید آلی از صفر به ۱۰۰ درصد باعث غلظت‌های پلاسمایی آنزیم‌های آلانین آمینوترانسفراز، آسپارتات‌آمینوترانسفراز و هورمون $T_۴$ شد. تأثیر جایگزینی منبع معدنی ید (یدید پتاسیم) با منبع آلی ید (مخمر ید) بر روی برخی شاخصه‌های چربی خون جوجه‌های گوشتی در جدول ٦ گزارش شده است. غلظت های پلاسمایی $LDL$ و $HDL$ به طور معنی‌داری (P<۰/۰۱)، با جایگزینی ید آلی و ید معدنی تحت تأثیر قرار گرفتند. غلظت های $LDL$ با افزایش جایگزینی ید آلی و معدنی (از صفر تا ۱۰۰ درصد) به طور قابل توجهی افزایش یافت، به‌طوری که افزایش جایگزینی ۲۵ درصد ید آلی به ۵۰ درصد و بالاتر به صورت خطی باعث افزایش غلظت‌های $LDL$ شد. همچنین بین جایگزینی ۵۰ تا ۱۰۰ درصد ید آلی اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. در حالی که غلظت های $HDL$ با جایگزینی ید آلی به طور غیرمنظم تغییر کردند، به طوری‌که بالاترین غلظت $HDL$ مربوط به جایگزینی ۵۰ درصد ید آلی و کمترین غلظت، مربوط به جایگزینی ۷۵ درصد ید آلی با ید معدنی بود. نتایج حاصل از جدول ٦ نشان دادند که جایگزینی ید آلی با ید معدنی تأثیری بر غلظت‌های پلاسمایی تری‌گلیسرید و کلسترول نداشت (P>۰/۰۵).

**جدول۴ – تأثیر جایگزینی منبع معدنی ید (یدید پتاسیم) با منبع آلی ید (مخمر ید) بر روی برخی فراسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی**[۱]

**Table *4*- Effect of potassium iodide (inorganic iodine source) replacement with iodine yeast (organic iodine source) on blood indices in broiler chickens**[1]

| متابولیت خونی Blood metabolite | سلولهای قرمز خون RBC (۱۰۶/µl) | هموگلوبین (gr/dl) Hb | هماتوکریت Hct (%) | سلول های سفید خون (میکرولیتر بر مکعب) (WBC) | لنفوسیت (٪) Lym | هتروفیل (٪) Het | مونوسیت (٪) Mon | بازوفیل (٪) Bas | ائوزینوفیل (٪) Eos |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| سطح ید Iodine level | | | | | | | | | |
| شاهد (۵ میلی گرم ید معدنی) Control (5mg organic iodine) | 2.39[b] | 16.8 | 28.8 | 1.186 | 73.6 | 24.2 | 1.40 | 0.8 | 1.00 |
| ۱/۲۵ میلی گرم ید آلی+۳/۷۵ میلی گرم ید معدنی 1.25mg inorganic iodine+3.75mg organic iodine | 2.45[b] | 17.2 | 30.00 | 1.186 | 73.8 | 23.00 | 1.40 | 0.8 | 1.60 |
| ۲/۵ میلی گرم ید آلی+۲/۵ میلی گرم ید معدنی 2.5mg inorganic iodine+2.5mg organic iodine | 2.57[ab] | 17.0 | 30.2 | 1.190 | 74.00 | 24.2 | 1.20 | 0.8 | 1.80 |
| ۳/۷۵ میلی گرم ید آلی+۱/۲۵ میلی گرم ید معدنی 3.75mg inorganic iodine+1.25mg organic iodine | 2.61[ab] | 17.8 | 30.00 | 1.192 | 75.00 | 22.6 | 1.40 | 1.00 | 1.60 |
| ۵ میلی گرم ید آلی 5mg inorganic iodine | 2.69[a] | 18.2 | 29.8 | 1.200 | 76.00 | 23.00 | 1.40 | 0.6 | 2.00 |
| *سطح معنی داری P-Value* | 0.0007 | 0.21 | 0.113 | 0.32 | 0.23 | 0.31 | 0.96 | 0.69 | 0.14 |
| *میانگین اشتباه استاندارد Pool SEM* | 0.031 | 0.21 | 0.18 | 0.003 | 0.37 | 0.28 | 0.097 | 0.08 | 0.12 |
| مقایسات چند جمله‌ای متعامد Orthogonal polynominal comparisons | | | | | | | | | |
| خطی Linear | 0.035 | 0.14 | 0.016 | 0.743 | 0.731 | 1.00 | 0.556 | 1.00 | 0.047 |
| درجه دوم Quadratic | 0.619 | 0.861 | 0.294 | 0.499 | 1.00 | 0.137 | 0.733 | 1.00 | 0.549 |

۱ در هر ستون اعدادی که دارای حرف مشابه نیستند در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌دار دارند (P<۰/۰۱).

[1]Means with different letters in each column differ significantly (P<0.05)

**جدول ۵- تأثیر جایگزینی منبع معدنی ید با منبع آلی ید بر روی برخی آنزیم‌های کبدی خون و هورمون‌های تیروئیدی جوجه‌های گوشتی ۱**

**Table 5- Effect of potassium iodide replacement with iodine yeast on blood liver enzymes and thyroid hormones in broiler chickens[1]**

| متابولیت خونی<br>Blood metabolite | آلانین آمینو ترانسفراز<br>ALT (IU/L) | آسپارتات آمینوترانسفراز<br>AST (IU/L) | آلکالین فسفاتاز<br>ALP (IU/L) | تری یدوتیرونین<br>T3 (nmol/l) | تترا یدوتیرونین<br>T4 (nmol/l) |
|---|---|---|---|---|---|
| سطح ید<br>Iodine level | | | | | |
| شاهد<br>(۵ میلی گرم ید معدنی)<br>Control (5mg organic iodine) | 115.00$^{b}$ | 90.2$^{c}$ | 186.2$^{b}$ | 1.30$^{b}$ | 13.19$^{c}$ |
| ۱/۲۵ میلی گرم ید آلی+۳/۷۵ میلی گرم ید معدنی<br>1.25mg inorganic iodine+3.75mg organic iodine | 119.2$^{b}$ | 97.00$^{c}$ | 187.00$^{b}$ | 1.26$^{b}$ | 15.70$^{c}$ |
| ۲/۵ میلی گرم ید آلی+۲/۵ میلی گرم ید معدنی<br>2.5mg inorganic iodine+2.5mg organic iodine | 131.8$^{b}$ | 117.00$^{b}$ | 191.6$^{ab}$ | 1.33$^{b}$ | 16.17$^{bc}$ |
| ۳/۷۵ میلی گرم ید آلی+۱/۲۵ میلی گرم ید معدنی<br>3.75mg inorganic iodine+1.25mg organic iodine | 131.3$^{b}$ | 118.6$^{b}$ | 185.00$^{b}$ | 1.53$^{a}$ | 16.62$^{ab}$ |
| ۵ میلی گرم ید آلی<br>5mg inorganic iodine | 156.3$^{a}$ | 131.8$^{a}$ | 205.8$^{a}$ | 1.31$^{ab}$ | 16.99$^{a}$ |
| سطح معنی داری<br>*P-Value* | 0.0005 | <0.0001 | 0.0112 | 0.0009 | <0.001 |
| میانگین اشتباه استاندارد<br>*Pool SEM* | 3.73 | 3.05 | 2.3 | 0.02 | 0.03 |
| مقایسات چند جمله‌ای متعامد<br>Orthogonal polynominal comparisons | | | | | |
| خطی<br>Linear | 0.049 | 0.0001 | 0.366 | 0.578 | <0.0001 |
| درجه دوم<br>Quadratic | 0.551 | 0.192 | 0.711 | 0.339 | 0.026 |

۱ در هر ستون اعدادی که دارای حرف مشابه نیستند در سطح ۵ و ۱ درصد اختلاف معنی‌دار دارند.

[1]Means within same column with different letters differ significantly (P<0.05).

**جدول ۶- تأثیر جایگزینی یدید پتاسیم با مخمر ید بر روی برخی شاخصه‌های چربی خون جوجه‌های گوشتی ۱**

**Table 6- Effect of potassium iodide replacement with iodine yeast on blood lipid profiles in broiler chickens[1]**

| **متابولیت خونی**<br>Blood metabolite | تری‌گلیسرید (میلی‌گرم در دسی لیتر)<br>Triglyceride | کلسترول با چگالی پایین<br>LDL<br>(میلی‌گرم در دسی لیتر) | کلسترول با چگالی بالا<br>HDL<br>(میلی‌گرم در دسی لیتر) | کلسترول کل (میلی‌گرم در دسی لیتر)<br>Total cholesterol |
|---|---|---|---|---|
| سطح ید | | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Iodine level | | | | |
| شاهد (۵ میلی گرم ید معدنی) Control (5mg organic iodine) | 40.2 | 108.79$^{b}$ | 54.18$^{ab}$ | 178.00 |
| ۱/۲۵ میلی‌گرم ید آلی+۳/۷۵ میلی‌گرم ید معدنی 1.25mg inorganic iodine+3.75mg organic iodine | 45.4 | 109.16$^{b}$ | 55.18$^{ab}$ | 174.00 |
| ۲/۵ میلی‌گرم ید آلی+۲/۵ میلی‌گرم ید معدنی 2.5mg inorganic iodine+2.5mg organic iodine | 47.00 | 126.03$^{a}$ | 57.38$^{a}$ | 188.2 |
| ۳/۷۵ میلی‌گرم ید آلی+۱/۲۵ میلی‌گرم ید معدنی 3.75mg inorganic iodine+1.25mg organic iodine | 46.8 | 125.67$^{a}$ | 52.44$^{b}$ | 194.6 |
| ۵ میلی‌گرم ید آلی 5mg inorganic iodine | 49.00 | 130.28$^{a}$ | 54.90$^{ab}$ | 178.2 |
| سطح معنی داری *P-Value* | 0.12 | <0.0001 | 0.005 | 0.075 |
| میانگین اشتباه استاندارد *Pool SEM* | 0.51 | 2.16 | 0.45 | 2.69 |
| مقایسات چند جمله‌ای متعامد Orthogonal polynominal comparisons | | | | |
| خطی Linear | 0.224 | 0.0002 | 0.009 | 0.195 |
| درجه دوم Quadratic | 0.596 | 0.02 | 0.539 | 0.183 |

[1]در هر ستون اعدادی که دارای حرف مشابه نیستند در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌دار دارند (P<۰/۰۱).

[1]Means with different letters in each column differ significantly (P<0.05).

## بحث

در این آزمایش جایگزینی منبع معدنی ید با منبع آلی ید در سطوح مختلف (صفر تا ۱۰۰ درصد) هیچ اثری بر عملکرد جوجه‌های گوشتی نداشت. این نتایج با نتایج اوپلانسکی و همکاران (۲۰۱۲) مطابقت داشت، به طوری که این محققین با ۲ سطح مکمل ید آلی به شکل مخمر ید (۱ و ۲ میلی‌گرم در کیلوگرم)، هیچ اثری بر عملکرد مرغان تخمگذار (افزایش وزن و تولید تخم مرغ) مشاهده نکردند. به طور مشابهی نالت و همکاران (۲۰۰۷) هیچ اثری بر عملکرد جوجه‌های گوشتی با استفاده از جایگزینی سطوح *ppm* ۷۰، ۳۷، ٤٥ و ۱۲ چهار عنصر معدنی کمیاب منگنز، روی، آهن و مس به شکل غیرآلی در مقایسه با شکل آلی این عناصر (به شکل کیلات پپتید، بیوپلکس) در سطوح *ppm* ۱۰ برای سه عنصر منگنز، روی و آهن و *ppm* ۲/۵ برای مس، مشاهده نکردند.

پترویچ و همکاران (۲۰۱۰) اثر دو منبع معدنی و آلی عناصر مس، روی، آهن، منگنز و سلنیوم را بر عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی در سنین ۲۱، ۳۵ و ٤۲ روزگی را مقایسه نمودند. غلظت‌های استفاده شده برای منابع معدنی آهن، روی و منگنز، ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم و برای مس ۵ میلی‌گرم در کیلوگرم بود، در حالی که غلظت بیوپلکس مس ۲/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم و بیوپلکس آهن، روی و منگنز، ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم و غلظت سلنیوم به شکل مخمر سلنیومی ۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. در این آزمایش هیچ تفاوتی بین منابع آلی و غیرآلی مواد معدنی برای صفات مصرف خوراک و ضریب تبدیل خوراک مشاهده نگردید. این محققین

استفاده از سطوح پائین مکمل آلی را دلیل عدم تاثیر آن بر عملکرد جوجه های گوشتی را عنوان نموده اند.

همچنین کافمن و همکاران (۱۹۹۸) گزارش کردند که مکمل نمودن جیره‌ی مرغ‌های تخمگذار با عنصر ید در سطح صفر تا ۵ میلی‌گرم در کیلوگرم با هر دو منبع معدنی (یدات پتاسیم) و منبع آلی (جلبک دریایی، *Eucheuma spinosum*) از نظر آماری تاثیری بر ضریب تبدیل خوراک نداشت.

نتایج تحقیق انجام گرفته با نتایج هس و همکاران (۲۰۰۵) مغایرت داشت. این محققین در تحقیقات خود گزارش نمودند که ترکیب یون‌های فلزی با لیگاندهای آلی می‌تواند باعث افزایش جذب مواد معدنی در سراسر مخاط روده‌ای شده و بنابراین در مقایسه با مواد معدنی، در سطوح کمتر می‌توانند باعث افزایش مصرف خوراک، افزایش وزن بدنی و نیز بهبود ضریب تبدیل خوراک گردند.

هی و همکاران (۲۰۰۲) نشان دادند که استفاده از جلبک (*algae Laminaria digitata*) به عنوان یک منبع آلی ید در سطوح ۵ و ۸ میلی‌گرم در کیلوگرم در مقایسه با منبع معدنی ید (یدید پتاسیم) در همان سطوح، در جیره غذایی خوک، موجب افزایش ۱۰ درصدی وزن روزانه خوک‌ها شد. گاودا و پال (۲۰۱۵) در تحقیقات خود بر روی فرم آلی عناصر معدنی، گزارش نمودند که احتمالاً مواد معدنی به شکل آلی در مقایسه با مواد معدنی غیرآلی به دلیل قابلیت دسترسی زیستی بالاتر، اثر مثبت بر عملکرد حیوانات دارد.

عبداله و همکاران (۲۰۰۹) در آزمایش خود اشکال معدنی و آلی (با غلظت ۵۰ درصد کمتر در مقایسه با منابع آلی) عناصر روی، مس، منگنز و آهن را بر روی عملکرد جوجه‌های گوشتی مقایسه نمودند. این محققین نتیجه گرفتند که جایگزینی مواد معدنی آلی با منابع غیرآلی باعث بهبود عملکرد (وزن بدنی بالاتر و ضریب تبدیل خوراک بهتر)، به دلیل افزایش قابلیت دسترسی زیستی بالاتر، بهبود جذب روده‌ای عناصر معدنی کمیاب و همچنین کاهش دخالت عوامل ایجاد کننده کمپلکس‌های نامحلول با عناصر معدنی می‌شود. همچنین در مغایرت با نتایج آزمایش این تحقیق، لیپنس و همکاران (۲۰۰۸) اشکال آلی و غیرآلی عناصر روی، منگنز، مس و آهن را بر روی عملکرد جوجه‌های گوشتی را مقایسه نمودند. در شکل معدنی از *ppm* ۱۵ مس و *ppm* ٦۰ روی، آهن و منگنز و در شکل آلی از *ppm* ۲/۵ مس، *ppm* ۱۰ روی، آهن و منگنز به صورت بیوپلکس استفاده شده بود. نتایج نشان داد که جیره‌های حاوی عناصر معدنی به شکل آلی در مقایسه با عناصر غیرآلی باعث افزایش وزن بدنی و بهبود ضریب تبدیل خوراک شدند.

در بین خصوصیات لاشه، درصد لاشه، درصد ماهیچه سینه و ران تحت تاثیر جایگزینی مکمل معدنی ید با شکل آلی ید قرار گرفته و درصد چربی محوطه شکمی تحت تأثیر جایگزینی مکمل معدنی ید با شکل آلی ید قرار نگرفت. نتایج خصوصیات لاشه در توافق با نتایج آزمایشات هی و همکاران (۲۰۰۲)، نالت و همکاران (۲۰۰۷)، عبداله و همکاران (۲۰۰۹) و پال و گاودا (۲۰۱۵) بود و با نتایج تحقیقات پترویچ و همکاران (۲۰۱۰) مغایرت داشت. هی و همکاران (۲۰۰۲) نشان دادند که استفاده از جلبک (*algae Laminaria digitata*) به عنوان یک منبع آلی ید در سطوح ۵ و ۸ میلی‌گرم در کیلوگرم در مقایسه با سطوح مشابه منبع معدنی ید (یدید پتاسیم)، در جیره خوک موجب افزایش درصد لاشه خوک‌های پرواری داشت. نالت و همکاران (۲۰۰۷) با استفاده از جایگزینی چهار عنصر معدنی کمیاب (منگنز، روی، آهن و مس) به ترتیب در سطوح *ppm* ۷۰، ۳۷، ٤٥ و ۱۲ با اشکال آلی این عناصر (به شکل کیلات پپتید، بیوپلکس) در سطوح *ppm* ۱۰ برای سه عنصر منگنز، روی و آهن و *ppm* ۲/۵ برای مس، اثر معنی‌داری بر درصد لاشه جوجه‌های گوشتی را در استفاده از منابع معدنی به شکل آلی را مشاهده نمودند. احتمالاً این افزایش در درصد لاشه به این دلیل

است که مواد معدنی به شکل آلی و در غلظت‌های کمتر، به دلیل قابلیت دسترسی زیستی بالاتر جذب روده‌ای مواد معدنی کمیاب را افزایش داده و همچنین تشکیل کمپلکس‌های نامحلول را با مواد معدنی غیرآلی کاهش می‌دهند.

عبداله و همکاران (۲۰۰۹) در آزمایش خود اشکال معدنی و آلی (با غلظت ۵۰ درصد کمتر در مقایسه با منابع آلی) عناصر روی، مس، منگنز و آهن را بر روی خصوصیات لاشه (درصد لاشه و چربی محوطه شکمی) جوجه‌های گوشتی را مقایسه نمودند. این محققین نتیجه گرفتند که جایگزینی مواد معدنی آلی با منابع غیرآلی درصد لاشه جوجه‌های گوشتی را افزایش داد ولی اثری بر چربی محوطه شکمی نداشت. پال و گاودا (۲۰۱۵) در تحقیقات خود بر روی عناصر معدنی آلی، گزارش نمودند که احتمالاً مواد معدنی به شکل آلی در مقایسه با مواد معدنی غیرآلی می‌توانند اثرات مثبت بر پارامترهای کیفی گوشت سینه و ران جوجه‌های گوشتی داشته باشند. افزودن منابع آلی مواد معدنی در مقایسه با منبع غیرآلی، به دلیل قابلیت دسترسی بالاتر و ماندگاری بیشتر در بدن حیوانات باعث افزایش کیفیت گوشت می‌شود.

پترویچ و همکاران (۲۰۱۰) اثر دو منبع معدنی و آلی عناصر مس، روی، آهن، منگنز و سلنیوم را بر روی درصد لاشه و درصد چربی محوطه شکمی جوجه‌های گوشتی مقایسه نمودند. غلظت‌های استفاده شده برای منابع معدنی آهن، روی و منگنز، ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم و برای مس ۵ میلی‌گرم در کیلوگرم بود، در حالی که غلظت بیوپلکس مس ۲/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم و بیوپلکس آهن، روی و منگنز، ۱۰ میلی گرم در کیلوگرم و غلظت سلنیوم به شکل مخمر سلنیومی ۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. در این آزمایش هیچ تفاوتی بین منابع آلی و غیرآلی مواد معدنی برای خصوصیات لاشه (درصد لاشه و درصد چربی محوطه شکمی) مشاهده نگردید.

در مطالعه حاضر محتوی ید گوشت سینه مرغ‌های گوشتی به ترتیب برای تیمار شاهد، جایگزینی ۲۵ ، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد منبع آلی ید، ۷/۲۷، ۷/٤٤، ۷/۸۸، ۱۰ و ۱٤/۹٤ میکروگرم در کیلوگرم بود. این میزان ید گوشت سینه در صورت مصرف روزانه حدود ۱۲۰ گرم گوشت می‌تواند حدود ۱۰ درصد نیاز ید یک انسان بالغ را تامین کند. این نتایج با گزارشات هرزیگ و همکاران (۲۰۰۷) همخوانی داشت، ولی با نتایج چپولین و همکاران (۲۰۰۸) و روتگر و همکاران (۲۰۱۲) مغایرت داشت.

در توافق با مطالعه حاضر، هی و همکاران (۲۰۰۲) نشان دادند که استفاده از جلبک (*algae Laminaria digitata*) به عنوان یک منبع آلی ید در سطوح ۵ و ۸ میلی‌گرم در کیلوگرم در مقایسه با منبع معدنی ید (یدید پتاسیم) در همان سطوح، محتوی ید در ماهیچه تازه خوک های پرواری را ٤۵۰ درصد، در بافت آدیپوز ۲۱۳ درصد، در قلب ۱۲٤ درصد، در کبد ۲۰۷ درصد و در کلیه‌ها ۱۲۷ درصد افزایش داد. این محققین تاکید نمودند که غنی‌سازی گوشت خوک با مکمل آلی ید (جلبک دریایی) می‌تواند در کنترل ناهنجاری‌های ناشی از کمبود ید در انسان موثر باشد. اوپلانسکی و همکاران (۲۰۱۲) گزارش نمودند که استفاده از دو سطح مکمل ید آلی به شکل مخمر ید در جیره مرغان تخمگذار (۱ و ۲ میلی گرم در کیلوگرم) در مقایسه با همان سطوح منبع ید معدنی، اثر معنی‌داری بر انتقال ید به داخل تخم مرغ و غنی‌سازی تخم‌مرغ با ید داشته است. پال و گاودا (۲۰۱۵) در تحقیقات خود بر روی فرم آلی عناصر معدنی، گزارش نمودند که جوجه‌های تغذیه شده با مواد معدنی به شکل آلی در مقایسه با مواد معدنی (در همان سطح)، ذخیره بالاتر مواد معدنی در بافت‌های خود را خواهند داشت.

با این حال نتایج کافمن و همکاران (۱۹۹۸) و پترویچ و همکاران (۲۰۱۰) مغایر با نتایج آزمایش حاضر بود. کافمن و همکاران (۱۹۹۸) گزارش کردند که مکمل

نمودن جیره با عنصر ید در سطح صفر تا ۵ میلی‌گرم در کیلوگرم با هر دو منبع معدنی (یدات پتاسیم) و منبع آلی (جلبک دریایی، *Eucheuma spinosum*) از نظر آماری تأثیری بر غلظت‌های ید گوشت سینه مرغ‌های تخمگذار نداشت. از آنجایی که ید به طور فعال در ماهیچه ذخیره نمی شود، میزان ید در عضله سینه بستگی به مصرف ید دارد. میانگین غلظت ید در عضله سینه با استفاده از هر دو مکمل معدنی و آلی ید، ۱۹/۷±۶/۶ میکروگرم در کیلوگرم بود.

پترویچ و همکاران (۲۰۱۰) اثر دو منبع معدنی و آلی عناصر مس، روی، آهن، منگنز و سلنیوم را بر روی غلظت‌های این عناصر در عضله سینه و ران جوجه‌های گوشتی را در روزهای ۲۱، ۳۵ و ٤۲ دوره پرورش مقایسه نمودند. غلظت‌های استفاده شده برای منابع معدنی آهن، روی و منگنز، ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم و برای مس ۵ میلی گرم در کیلوگرم بود، در حالی که غلظت بیوپلکس مس ۲/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم و بیوپلکس آهن، روی و منگنز، ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم و غلظت سلنیوم به شکل مخمر سلنیومی ۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. در این آزمایش غلظت‌های مس، آهن، روی و منگنز در عضلات سینه و ران در سنین ۲۱، ۳۵ و ٤۲ روزگی برای هر دو منبع آلی و معدنی مشابه بودند و اختلاف معنی‌داری بین آنها از نظر صفت مذکور مشاهده نگردید، تنها در مورد مخمر سلنیوم، ذخیره این عنصر معدنی در عضلات سینه و ران جوجه‌های گوشتی در روزهای ۲۱، ۳۵ و ٤۲ روزگی به طور معنی‌داری در مقایسه با شکل معدنی آن بالاتر بود.

مطالعات بسیار محدودی در خصوص تأثیر سطوح مختلف ید آلی و یا جایگزینی آن با مواد معدنی غیرآلی بر وزن نسبی اندام‌های داخلی جوجه‌های گوشتی انجام گرفته است. از بین اندام‌های داخلی وزن شده، بین وزن نسبی اندام‌های پانکراس، سنگدان، ژوژنوم و غده‌ی تیروئید از نظر مقایسه مصرف منابع معدنی ید و جایگزینی آن با منابع آلی، از نظر آماری اختلاف معنی‌داری وجود داشت. این نتایج مطابق نتایج هس و همکاران (۲۰۰۵) بود که بیان کردند مواد معدنی کمیاب نقش مهمی در بهبود هضم و نیز افزایش سلامتی پرنده دارند. همچنین استفاده از مواد معدنی کمیاب آلی در جیره طیور، موجب کاهش دفع مواد معدنی گشته و در نتیجه از آلودگی‌های محیطی (آب و خاک) جلوگیری می‌گردد. با این توضیحات می‌توان علل اصلی افزایش وزن نسبی اندام‌های هضمی و جذبی (پانکراس، سنگدان و ژوژنوم) را به کارایی بالای این مواد معدنی و بهبود هضم و دفع کمتر مواد مغذی نسبت داد. بنابراین استفاده از سطوح بالاتر (۳/۷۵ و ۵ میلی‌گرم در کیلوگرم) مواد معدنی آلی اثرات مفیدی بر هضم و جذب و اندام‌های موثر بر آنها دارد. درصد وزن غده‌ی تیروئید نیز به تبعیت از افزایش غلظت‌های ید آلی به طور خطی افزایش می‌یابد. این افزایش وزن نسبی اندام‌ها، همراستا با افزایش غلظت هورمون‌های تیروئیدی و در نتیجه با افزایش متابولیسم کل بدن بوده است.

مطالعات خیلی کمی در ارتباط با جایگزینی منبع آلی و غیرآلی عناصر معدنی، خصوصاً ید و اثرات آنها بر شاخصه‌های هماتولوژیکی خون جوجه‌های گوشتی انجام گرفته است. با افزایش سطح جایگزینی ید آلی و معدنی، تعداد گلبول‌های قرمز خون در جوجه‌های گوشتی افزایش یافته است. این نتایج با نتایج اسلوپزینسکا و همکاران (۲۰۱٤) سازگار بود. این محققین اثر دو منبع یدید پتاسیم و یدات پتاسیم در سطوح ۱، ۳ و ۵ میلی‌گرم در کیلوگرم خوراک را بر روی برخی شاخصه‌های هماتولوژیکی مرغ‌های تخمگذار بررسی نمودند. نوع منبع ید در سطوح بالاتر ید بر تعداد سلول‌های قرمز خون اثر گذاشت، به طوری که استفاده از منبع یدید پتاسیم در مقایسه با یدات پتاسیم باعث افزایش معنی‌داری در تعداد سلول‌های قرمز خون شد. از نتایج آزمایشات می‌توان استنباط

نمود که با افزایش قابلیت دسترسی زیستی ید (جایگزینی ید آلی و معدنی)، تعداد سلول‌های قرمز خون در جوجه‌های گوشتی افزایش می‌یابد. سایر شاخصه‌های هماتولوژیکی خون (هموگلوبین، هماتوکریت و سلول‌های سفید خون) جوجه‌های گوشتی با جایگزینی ید آلی با معدنی تغییری نکردند.
از آنجا که درصد هیچکدام از گلبول‌های سفید خون (ائوزینوفیل، بازوفیل، هترفیل، مونوسیت و لنفوسیت) تحت تأثیر جایگزینی ید آلی و معدنی قرار نگرفتند، می توان چنین استنتاج کرد که سهم همه گلبول‌های سفید در افزایش کل گلبول‌های سفید و در نتیجه تحریک سیستم ایمنی جوجه‌های گوشتی یکسان است. این نتایج مغایر با نتایج اسلوپزینسکا و همکاران (۲۰۱٤) بود. در آزمایش این محققین نوع منبع ید (یدید پتاسیم و یدات پتاسیم) اثر معنی‌داری بر تعداد مونوسیت‌ها و لنفوسیت‌های خون مرغ‌های تخمگذار داشت. همچنین سانگ و همکاران (۲۰۰٦) اثرات سه سطح مختلف مکمل معدنی ید (صفر، ۰/۱ و ۰/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم) را بروی فعالیت لنفوسیت‌های خون مرغ‌های تخمگذار را بررسی نمودند. این محققین به این نتیجه رسیدند که جهت نگهداری فعالیت ایده‌آل لنفوسیت‌ها، عنصر ید اهمیت ویژه‌ای دارد. همچنین این محققین اثبات نمودند که هورمون‌های تیروئیدی بر فعالیت و توسعه ارگان‌های لنفوئیدی در مرغ‌های تخمگذار اثر می‌گذارند. پس کمبود ید در جیره باعث کاهش سطوح هورمون‌های تیروئیدی در طیور گشته و در نهایت باعث آسیب به فعالیت لنفوسیت‌های خون می‌گردد. در تحقیق حاضر بر خلاف افزایش سطوح هورمون‌های $T_۳$ و $T_٤$ با سطوح مختلف جایگزینی ید آلی، افزایش معنی‌داری در تعداد لنفوسیت‌های خون جوجه‌های گوشتی مشاهده نگردید.
نتایج مطالعه اخیر نشان داد که فعالیت آنزیم‌های کبدی $ALT$، $AST$ و $ALP$ و همچنین غلظت هورمون‌های تیروئیدی $T_۳$ و $T_٤$ تحت تأثیر جایگزینی مکمل ید آلی با معدنی قرار گرفتند. نتایج تحقیق اخیرنشان داد در بالاترین سطح جایگزینی (۵ میلی‌گرم در کیلوگرم منبع آلی ید) سطوح آنزیم‌های کبدی در بالاترین سطح خود قرار داشتند. این نتایج با نتایج اسلوپزینسکا و همکاران (۲۰۱٤) مغایرت داشت. این محققین گزارش نمودند که مکمل ید از دو منبع یدیدپتاسیم و یدات‌پتاسیم (اثر منبع ید) در سطوح ۱، ۳ و ۵ میلی‌گرم در کیلوگرم خوراک تاثیری بر فعالیت آنزیم‌های کبدی$ALT$، $AST$ و $ALP$ نداشته است. فقط در سطوح بالاتر ید (۵ میلی‌گرم در کیلوگرم) از هر دو منبع فعالیت آنزیم کبدی $ALP$ به شدت تحت تاثیر قرار گرفت و افزایش یافت. این نتایج با نتایج لوییس (۲۰۰٤) سازگار بود که بیان نمود سطوح بالاتر ید (٦۵ و ۱۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) در جیره جوجه‌های گوشتی، غلظت‌های آنزیم‌های کبدی را تحت تاثیر قرار می‌دهد. نکته مهم اینجاست که منبع ید آلی به دلیل قابلیت دسترسی بالاتر و دفع کمتر از دستگاه گوارش، می‌تواند در سطوح بالاتر برای جوجه‌های گوشتی سمی بوده و اثرات منفی از خود برجای گذارد (نالت و همکاران، ۲۰۰۷). بدین دلیل جهت پرهیز از اثرات سمی منابع آلی ید (همانند سایر میکروالمنت‌ها)، بایستی از سطوح ۱/۳ نیاز طیور به مواد معدنی به شکل غیرآلی استفاده گردد (پال و گاودا، ۲۰۱۵).
نتایج مطالعه اخیر نشان داد که سطوح بالاتر جایگزینی (۷۵ و ۱۰۰ درصد منبع آلی ید) موجب بالاترین غلظت هورمون‌های تیروئیدی گردید. نتایج غلظت هورمون‌های تیروئیدی $T_۳$ و $T_٤$، با نتایج تحقیقات هی و همکاران (۲۰۰۲) و لی و همکاران (۲۰۱۲) مغایرت داشت. هی و همکاران (۲۰۰۲) بیان کردند که استفاده از جلبک (*algae Laminaria digitata*) به عنوان یک منبع آلی ید در سطوح ۵ و ۸ میلی‌گرم در کیلوگرم در مقایسه با منبع معدنی ید (یدید پتاسیم) در جیره‌ی غذایی خوک‌های پرواری، تأثیری بر غلظت‌های هورمون‌های تیروئیدی $T_۳$ و $T_٤$ نداشت. همچنین لی و همکاران (۲۰۱۲) اثر دو منبع معدنی ید (یدید پتاسیم و یدات پتاسیم در دو سطح ٤ و ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) بر

روی غلظت‌های هورمون‌های تیروئیدی $T_۳$ و $T_٤$ را در خوک بررسی نمودند. این محققین نتیجه گرفتند که منبع ید هیچ اثری بر روی غلظت هورمون‌های تیروئیدی $T_۳$ و $T_٤$ نداشت.

نتایج مطالعه اخیر در خصوص غلظت‌های هورمون‌های تیروئیدی با نتایج مختاری و همکاران (۱۳۸٤) مطابقت داشت. این محققین نتیجه گرفتند که افزایش مصرف ید جیره عامل اصلی افزایش غلظت هورمون‌های تیروئیدی در انسان و حیوانات است. همچنین این محققین در همبستگی ارتباط غلظت هورمون‌های تیروئیدی $T_۳$ و $T_٤$ با غلظت آنزیم‌های کبدی به این نتیجه رسیدند که احتمالاً علت اصلی کاهش غلظت هورمون $T_۳$ آسیب به تبدیل هورمون $T_٤$ به $T_۳$ است. آنزیم ′۵دیدیناز کبدی تنظیم کننده مهم تولید $T_۳$ است و در صورت کاهش این آنزیم، میزان هورمون $T_٤$ در پلاسما افزایش می‌یابد. احتمالاً افزایش آنزیم‌های کبدی به فعالیت آنزیم ′۵دیدیناز آسیب می‌رساند. افزایش فعالیت آنزیم‌های کبد همچنین باعث تخریب بافت کبد می‌شود. همچنین محمودخان و همکاران (۲۰۱۰) گزارش نمودند که میانگین سطوح پلاسمایی آنزیم‌های کبدی *ALT*، *AST* و *ALP* به طور قابل توجهی در پاسخ به افزایش سطوح پلاسمایی $T_۳$ و $T_٤$ افزایش می‌یابد. این حالت به *Thyrotoxicosis* معروف است که به معنای افزایش سنتز و ترشح هورمون‌های تیروئیدی بوده و زمانی که با گواتر در ارتباط است به نام بیماری *grave's* شناخته می‌شود. این حالت در انسان و حیوانات باعث سیروز کبدی و نکروز سلول‌های کبدی می‌گردد (هایدی و لیمدی ۲۰۰۳). در مطالعه اخیر هیچ موردی از علائم بیماری گواتر در جوجه‌های گوشتی مشاهده نگردید.

به طور کلی کبد نقش کلیدی در متابولیسم هورمون‌های تیروئیدی داشته و سطح سرمی این هورمون‌ها جهت عملکرد نرمال کبد مورد نیاز است. افزایش در غلظت هورمون‌های تیروئیدی باعث تنظیم افزایش مصرف اکسیژن و بازدهی بالای جوجه‌های گوشتی می‌شود ولی در مطالعه اخیر احتمالاً به دلیل افزایش آنزیم‌های کبدی، بالا رفتن غلظت هورمون‌های تیروئیدی تاثیری بر عملکرد جوجه‌های گوشتی (مصرف خوراک، افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل خوراک) نداشته است (جداول ۱ و ۵).

نتایج مطالعه اخیر نشان داد جایگزینی منبع آلی ید با منبع معدنی بر غلظت های *HDL* و *LDL* موثر بود ولی بر غلظت های کلسترول و تری گلیسیرید تاثیری نداشت. در سطوح بالاتر جایگزینی (۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد) غلظت های *LDL* افزایش یافته و با جایگزینی صفر و ۲۵ درصد اختلاف معنی داری وجود داشت. غلظت های *HDL* در جایگزینی ۵۰ درصد ید بالاترین سطح را داشت ولی بین جایگزینی صفر، ۲۵ و ۱۰۰ درصد اختلاف معنی داری از نظر غلظت این شاخصه چربی خون وجود نداشت.

این نتایج با نتایج اسلوپزینسکا و همکاران (۲۰۱٤) سازگار بود. این محققین اثر دو منبع یدید پتاسیم و یدات پتاسیم در سطوح ۱، ۳ و ۵ میلی‌گرم در کیلوگرم خوراک بر روی برخی شاخصه‌های چربی خون مرغ‌های تخمگذار را بررسی نمودند. منبع ید جیره اثری بر شاخصه‌های لیپیدی خون (*HDL*، *LDL*، کلسترول و تری‌گلیسرید) نداشت. با این حال، با افزایش محتوی ید سطوح کلسترول سرم خون تمایل به افزایش داشت. این محققین به این نتیجه رسیدند که هورمون‌های تیروئیدی نقش مهم در تنظیم سطوح کلسترول خون در حیوانات را دارند. لوییس (۲۰۰٤) بیان نمود که با افزایش سطح ید جیره‌ی جوجه‌های گوشتی، کلسترول پلاسما افزایش یافته واین افزایش باعث تغییرات در متابولیسم و جذب کلسترول روده‌ای می شود. ید بالای جیره بر غده‌ی تیروئیدی اثر گذاشته و تغییرات غلظت هورمون‌های تیروئیدی، بیوسنتز کلسترول را تحت تاثیر قرار می‌دهد. آرزولاکه‌هال و همکاران (۲۰۱۳) تاثیر همبستگی سطوح هورمون $T_٤$ پلاسما با سطوح کلسترول و تری‌گلیسرید را در جوجه‌های گوشتی را بررسی نمودند. این محققین

به این نتیجه رسیدند که یک همبستگی بین سطوح هورمون‌های تیروئیدی و متابولیسم لیپید در جوجه‌های گوشتی وجود دارد. همچنین ریزوس و همکاران (۲۰۱۱) گزارش نمودند که اختلال در عملکرد غده‌ی تیروئید تاثیر بسزایی بر روی پروفایل لیپیدها در انسان و به‌همان نسبت اثرات مضر بر روی دستگاه قلبی- عروقی دارد. این محققین تاکید کردند که هایپوتیروئیدیسم تاثیر سوء بر روی شاخص لیپیدهای پلاسما در انسان دارد. همچنین در بیماران دچار هایپوتیروئیدیسم سطوح $HDL$ کاهش و $LDL$ افزایش می‌یابد. این بدین دلیل است که هورمون‌های تیروئیدی (خصوصاً $T_۳$) باعث تحریک ساخت ۳- هیدروکسی ۳- متیل گلوتاریل کوآنزیم $A$ ($HMG\text{-}COA$) ردوکتاز که اولین مرحله در بیوسنتز کلسترول هست را می‌شود. به علاوه، هورمون $T_۳$ گیرنده‌های $LDL$ را با کنترل فعالیت ژن گیرنده $LDL$ تنظیم می کند.

**نتیجه گیری کلی**

به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که جایگزینی ۲۵ و یا ۵۰ درصد منبع ید معدنی با ید آلی برروی صفات و شاخصه‌های اندازه‌گیری شده در آزمایش اثرات مفیدی، بدون اثرات منفی، در جوجه‌های گوشتی داشت. احتمالاً منبع ید آلی به دلیل قابلیت دسترسی بالاتر و دفع کمتر از دستگاه گوارش (مازاد ید)، در سطوح بالاتر برای جوجه‌های گوشتی سمی بوده و اثرات منفی (تغییرات بارز در سطوح برخی فراسنجه‌ها و عناصر خونی و همچنین تغییرات وسیع در متابولیسم عمومی بدن از طریق تغییرات بر فیزیولوژی غده تیروئید و ترشحات هورمونی این غده) بر جای می‌گذارد.

**منابع مورد استفاده**


Abdallah AG, El-Husseiny OM and Abdel-Latif KO, 2009. Influence of some dietary organic mineral supplementations on broiler performance. International Journal of Poultry Science 8(3): 291-298.

Association of Official Analytical Chemists International, 2000. Official Methods of Analysis. 17th ed. Association of Analytical Communities. Gaithersburg, MD.

Angelovicova M, Mrazova L, Kliment M, Tkacova J, Kral M and Alfaig E, 2012. The effect on iodine in various forms on the content of selected essential amino acids and their accumulation into the broilers chest muscles. Animal Sience and Biotechnologies 45(1): 1-6.

Arzour-Lakehal N, Siliart B and Benlatreche C, 2013. Relationship between plasma free thyroxine levels and some biochemical parameters in two strains of broiler chickens. Global Veterinaria 10(3): 243-249.

AOAC, 1994. Official Methods of Analysis. Association of Official and Analytical Chemists. 15th ed. Arlington, VA.

Bednar J, Rohling S and Vohnoust S, 1964. Determination of protein iodine content in blood serum (in Czech). Ceskoslov Farm 13:203-209.

Campbell TW. Avian Hematology and Cytology. 2nd ed, 1995.University of Iowa state Press. Ames. IA. USA.

Cepuliene R, Bobiniene R, Sirvydis V, GudaviciuteD, Miskiniene M and Kepaliene I, 2008. Effect of stable iodine preparation on the quality of poultry products. VeterinarijaIrZootechnika 42(64): 38-43.

Dolinska B, Zielinska M, Dobrzanski Z, Chojnacka K, Opalinski S and Ryszka F, 2012. Influence of incubation conditions on hydrolysis efficiency and iodine enrichment in baker’s yeast. Biol Trace Elem Res 147: 354-358.

Drabkin DR, 1945. Crystallographic and optical properties on human hemoglobin. A proposal for the standardization of hemoglobin. The American Journal of Medical Science 209: 268-270.

Eila N, Asadi H, Shivazad M, Zarei A and Akbari N, 2012. Effect of different calcium iodate levels on performance, carcass traits and concentration of thyroid hormones in broiler chickens. Annals of Biological Research 3(5): 2223-2227.

El-Bahr SM, Mandour AA and Hashem A, 2017. Effect of dietary supplementation of selected trace element or ascorbic acid on protein patterns of pre-immunized broiler chickens. Pharmacy and Pharmacology International Journal 5(1): 102-110.

He ML, Hollwich W and Rambeck WA, 2002. Supplementation of algae to the diet of pigs: a new possibility to improve the iodine content in the meat. Journal of Anim Physiol Anim Nutr (Berl) 86 (3-4): 97-104.

Herzig I, Travnicek J, Kursa V, Kroupova J and Reznicek I, 2007. Content of iodine in broiler meat. Acta Vet. Brno 76:137-141.

Hess JB, Downs KM, Macklin KS, Norton RA and Bilgili SF, 2005. Organic trace minerals for broilers and breeders. Poultry Science Department, Auburn University, AL.

Kaufmann S, Wolfram G, Delange F and Rambeck WA, 1998. Iodine supplementation of laying hen feed: A supplementary measure to eliminate iodine deficiency in human? Zeitschrift fur Ernahrugswissenschaft 37: 288-293.

Li Q, Mair C, Schedle K, Hammerl S, Schodl K and Windisch W, 2012. Effect of iodine source and dose on growth and iodine content in tissue and plasma thyroid hormones in fattening pigs. Eur J Nutr 51:685-691.

Limdi JK and Hyde GM, 2003. Evaluation of abnormal liver function tests. Postgard Med J 79: 307-312.

Lippens M, Huyghebaret G and Nollet L, 2008. Inorganic vs bioplex trace minerals for broilers: effect on performance and mineral excretion. The Flemish Community, ILVO-Unit Animal Science, B-9090 Melle, Belgium.

Lewis PD, 2004. Responses of domestic fowl to excess iodine: a review. British Journal of Nutrition 91: 24-39.

Mehmood Khan T, Malik S and Diju IU, 2010. Correlation between plasma thyroid hormones and liver enzymes level in thyrotoxic cases and controls in hazara division. J Ayub Med Abbottabad 22(2): 176-179.

National Research Council. Nutrient Requirements of poultry. 9th revised ed, 1994. National Academy Press. Washington. DC.

Mokhtari M, Shariati M and Gashmordi N, 2005. Effect of zinc on the concentration of thyroid hormones and liver enzymes in adult male rats. Journal of Zanjan University of Medical Science 13(51): 7-12.

Nollet L, Van der Klis JD, Lensing M and Spring P, 2007. The effect of replacing inorganic with organic trace mineals in broiler diets on productive performance and mineral excretion. J. Appl. Poult. Res 16: 592-597.

Opalinski S, Dolinska B, Korczynski M, Chojnacka K, Dobrzanski Z and Ryszka F, 2012. Effect of iodine-enriched yeast supplementation of performance of laying hens, egg traits, and egg iodine content. Journal of Poultry Science 91: 1627-1632.

Pal DT, Gowda NKS, 2015. Organic trace minerals for improving livestock production. Division of animal nutrition, National institute of animal nutrition and physiology, Bengaluru, India 560 030.

Petrovic V, Nollet L and Kovac G, 2010. Effect of dietary supplementation of trace elements on the growth performance and their distribution in the breast and thigh muscles depending on the age of broiler chickens. ACTA VET. BRNO 79: 203-209.

Payvastegan S, Farhoomand P, Daneshyar M and Ghaffari M (2017). Evaluation of different levels of canola meal on performance, organ weights, hepatic deiodinase gene expression and thyroid morphology in broiler chickens. Journal of Poultry Science 54: 282-291.

Rizos CV, Elisaf EN and Liberopoulos EN, 2011. Effects of thyroid dysfunction on lipid profile. The Open Cardiovascular Medicine Journal 5: 76-84.

Rottger AS, 2012. The effect of various iodine sources and levels on the performance and the iodine transfer in poultry products and tissues. Friedrich-Loeffler-Institute, Federal Research Institute for Animal Health, Institute for Animal Nutrition, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig, Germany.

Saki AA, Aslani M, Aliarabi H, Zamani P and Abbasinezhad M, 2012. Iodine-enrichment egg production in response to dietary iodine in laying hens. Journal of Agriculture Technology 8(4): 1255-1267.

SAS Institute, 2002-2003. SAS Statistics User ' s Guide. Version 9.1.3. SAS Inst. Inc., Cary, NC.

Slupczynska M, Jamroz D, Orda J and Wiliczkiewicz A, 2014. Effect of various sources and levels of iodine, as well as the kind of diet, on the performance of young laying hens, iodine accumulation in eggs, egg characteristics, and morphotic and biochemical indices in blood. Journal of Poultry Science 93: 2536-2547.

Song Z, Guo Y and Yuan J, 2006. Effects of dietary iodine and selenium on the activities of blood lymphocytes in laying hens. Asian-Aust. J. Anim. Sci 19(5): 713-719.

# The effects of dietary replacement of inorganic iodine with organic source on growth performance, carcass characteristics, meat iodine content, thyroid hormones and some blood indices in broiler chickens

**M Behroozlak[1*], M Daneshyar[2] and P Farhoomand[3]**

[1]Phd student, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Univesity of Urmia, Urmia, Iran and lecturer, Department of Agriculture, Payame noor University, Tehran, Iran
[2]Associate Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Univesity of Urmia, Urmia, Iran
[3] Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Univesity of Urmia, Urmia, Iran
[*]Corresponding author: Morteza.behroozlak@gmail.com

**Introduction:** The replacement of inorganic mineral with organic sources can impose benefical effects on broiler chickens. The replacement of 25 and 50% inorganic iodine with organic source had beneficial effects on the determined indices of current experiment (Angelovicova et al., 2012). Higher replacement levels (100% organic iodine) detrimentally affected the blood and tissue indices of broiler chickens (Opalinski et al., 2012; Saki et al., 2012; Peyvastegan et al., 2017). The aim of this study was to investigate the replacement of inorganic mineral with organic sources iodine effects on performance, carcass characteristics, meat iodine, thyroid hormones, and some blood indices in broiler chickens.
**Materials and methods:** This experiement was performed to investiage the effects of different levels of inorganic iodine (potassium iodiate) replaced with organic source (yeast iodine) on performance, carcass characteristics, iodine content of meat, and thyroid hormone concentrations and blood indices (hematocrit, RBC, WBC, Hb, ALP, ALT, AST, cholesterol, triglyceride, HDL, LDL) in broiler chcikens. The experiment was done based on a completely randomized design using 250 male broiler chickens (Ross strain) with 5 treatments and 5 replicates per each treatment (10 birds per each replicate) during a 42 days period. The experimental treatments included different replacement levels of 0.0 (5 mg/kg inorganic iodine without any organic source), 0.25 (3.75 mg/kg inorganic iodine along with 1.25 mg/kg organic source), 0.50 (2.5 mg/kg inorganic iodine along with 2.5 mg/kg organic source), 0.75 (1.25 mg/kg inorganic iodine along with 3.75 mg/kg organic source) and 100% (5 mg/kg organic iodine without any inorganic source) inorganic iodine (potassium iodiate) with organic source (yeast iodine)**.**
**Results and discussion:** None of the repleacement levels of inorganic with organic source had effects on feed intake, weight gain and feed conversion ratio ($P>0.05$). Inceasing the inorganic replacement with organic form of iodine linearly increased the carcass and thigh relative weight ($P<0.05$). The birds fed 5 mg/kg inorganic iodine had the highest carcass weight ($P<0.05$). The birds fed the diets including 75 and 100% of organic iodine replacement had the highest breast and thigh weights ($P<0.05$). The abdominal fat trended to be lower in birds fed 5 mg/kg organic iodine (100% replamecment) as compared to control diet (100% inorganic iodine), ($P=0.065$). Moreover, increasing the replacement amount of organic iodine to 100% increased the breast meat iodine content linearly ($P<0.05$), while breast meat of birds fed 5 mg/kg organic iodine had the highest iodine content ($P<0.05$). Moreover, the breast iodine content of birds fed the diets with 75% replacement of inorganic iodine (3.75 mg yeats iodine and 1.25 mg potasium iodate per kg) was higher than those of diets with lower inorganic iodine replacements ($P<0.05$). No effects of inorganic iodine replacement were detected on relative weights of liver, heart, spleen, small intestine, deudenum and ileum ($P>0.05$), but incressing replacement of organic iodine caused an increase in the relative weights of pancreas, gizzard, jujenum, and thyroid gland ($P<0.05$). Birds which received the highest replacement level of organic iodine showed the highest pancrease,

gizzard, jejunem and thyroid gland weights wherease the control birds had the lowest weights of these organs at day 42 of experiment. There were no effects of inorganic iodine replacement with organic source on white blood cells, lymphocytes, monocytes, basophils, eosinophils and hetrophils at day 42 of experiment ($P>0.05$). Moreover, increasing the organic iodine replacement to inorganic form increased red blood cells and hematocrit ($P<0.05$). Blood hematocrit was increased by increasing the organic replacement until 50% ($P<0.05$). No effects of replacement level were observed for blood triglyceride and cholesterol ($P>0.05$). Both the blood LDL and HDL contents were affected by the replacement levels ($P<0.05$). Blood LDL concentration was increased by increasing the inorgainic level replacements but there were no significant difference between the replacement levels of 50, 75 and 100% inorganic iodine. The highest blood HDL concentration was related to the birds fed the 50% replacement of inorganic iodine with organic iodine source (2.5 mg yeast iodine and 2.5 mg potassium iodate). Moreover, the lowest blood HDL content was observed for the birds fed 75% replacement of inorganic iodine with organic iodine source. The blood enzyme activities of alanine amino transferase, aspartate amino transferase and alkaline phosphatase along with T3 and T4 contents were increased by increasing the replacement level of inorganic iodine with organic source ($P<0.05$). The birds fed the control diet (5 mg/kg potassium iodate) had the lowest enzyme activities and thyroid hormone contents while the highest activity of the mentioned enzymes and thyroid hormones were observed for the higest replacement rate (100% inorganic iodine replacement).

**Conclusion:** It is concluded that higher than 50% inorganic replacement with yeast iodine caused functional impairment of vital organs. Hence, replacement of 25 and 50% inorganic iodine with organic form had the benefical effects in broiler chickens by increasing the carcass and thigh weights, the breast iodine content and relative weights of internal organs.

**Keywords:** Broiler chickens, Iodine, Liver enzymes, Thyroid hormones