

## بررسی اثر سطوح مختلف عنصر روی بر عملکرد و پاسخ ایمنی همورال در جوجه های گوشتی

سمیه شربت دار<sup>۱\*</sup> - محمود شمس شرق<sup>۲</sup> - علیرضا حسابی نامقی<sup>۳</sup> - سعید حسینی<sup>۴</sup> - رضا حدادیان<sup>۵</sup>

تاریخ دریافت: ۸۹/۳/۲۷

تاریخ پذیرش: ۹۰/۶/۷

### چکیده

این آزمایش به منظور بررسی اثر سطوح مختلف عنصر روی بر عملکرد و پاسخ ایمنی همورال در جوجه‌های گوشتی با ۲۵۰ قطعه جوجه خروس گوشتی یک روزه از سویه تجاری راس در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با ۵ تیمار و ۵ تکرار و ۱۰ قطعه در هر واحد آزمایشی اجرا گردید. جیره‌های آزمایشی شامل: جیره پایه (شاهد) و جیره‌های حاوی ۴۰، ۸۰، ۱۲۰ و ۱۶۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی (اکسید روی) بود. نتایج آزمایش نشان داد که پرندگان تغذیه شده با جیره‌های حاوی ۱۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی و جیره شاهد به ترتیب دارای بیشترین و کمترین افزایش وزن بودند ( $P < 0.05$ ). در این آزمایش بین تیمارهای مختلف از لحاظ مصرف خوراک تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ( $P > 0.05$ ). بیشترین و کمترین میانگین ضریب تبدیل غذایی مربوط به پرندگان تغذیه شده با جیره‌های حاوی ۴۰ و ۱۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی بود که اختلاف بین آنها معنی‌دار شد ( $P < 0.05$ ). نتایج تیترا آنتی‌بادی نیوکاسل بین پرندگان تغذیه شده با تیمارهای مختلف در ۱۷ و ۲۳ روزگی تفاوت معنی‌داری نشان نداد ( $P > 0.05$ ). کمترین تیترا آنتی‌بادی برونشیت در ۱۳ و ۱۹ مربوط به پرندگان تغذیه شده با جیره شاهد و پرندگان تغذیه شده با جیره حاوی ۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی و بیشترین آن مربوط به پرندگان تغذیه شده با جیره حاوی ۱۶۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی بود که اختلاف این تیمار با سایر تیمارها معنی‌دار شد ( $P < 0.05$ ). در تیترا آنتی‌بادی SRBC (سلول قرمز خون گوسفند) اولیه (۲۴ و ۳۰ روزگی) اختلاف معنی‌داری بین پرندگان تغذیه شده با تیمارهای مختلف مشاهده نشد ( $P > 0.05$ ). در SRBC ثانویه در ۲۶ روزگی بهترین تیترا مربوط به پرندگان تغذیه شده با جیره حاوی ۴۰ میلی‌گرم در کیلوگرم و کمترین آن برای پرندگان تغذیه شده با جیره حاوی ۱۶۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی بود که اختلاف بین آن‌ها معنی‌دار شد ( $P < 0.05$ ). اما در ۴۲ روزگی بین تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ( $P > 0.05$ ). به‌طور کلی نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که تغذیه جوجه‌های گوشتی با جیره حاوی ۱۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی باعث بهبود رشد و ضریب تبدیل غذایی می‌شود. همچنین تیمارهای حاوی ۴۰ و ۱۶۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی، به ترتیب ایمنی بیشتری را در مقابل SRBC و برونشیت نشان دادند.

واژه های کلیدی: پاسخ ایمنی همورال، تیترا آنتی‌بادی، جوجه گوشتی، روی، عملکرد

### مقدمه

شود، باید مطمئن بود که طیور از نظر عملکرد سیستم ایمنی در حد مطلوبی قرار دارند و قادر به دفاع از خود در مقابل بیماری‌ها می‌باشند. کارایی مطلوب سیستم ایمنی در این مرحله باعث کاهش تلفات و خسارات می‌شود. علاوه بر انتخاب ژنتیکی، بعضی از عوامل غیر ژنتیکی مانند برخی مواد مغذی از جمله مواد معدنی جیره قادر است که تظاهر ژنهای مسئول پاسخ ایمنی را از طریق ایجاد تغییر در میزان بلوغ سیستم ایمنی و همچنین میزان آنتی‌بادی‌های تولید شده در برابر عفونت‌ها تغییر دهد (۱). از بین این مواد مغذی، مواد معدنی از جمله روی (Zn) نقش مهمی در سیستم ایمنی ایفا می‌کند. اعمال فیزیولوژیکی روی در بدن بسیار زیاد و پر اهمیت است. روی در همه بافتهای بدن حیوان یافت می‌شود. این عنصر به جای تجمع در کبد که

یکی از اهداف در پرورش طیور، پیشگیری از وقوع بیماری‌ها از طریق اجرای صحیح برنامه‌های امنیت زیستی است و اگر احتمالاً نقصان در اجرای برنامه‌های امنیت زیستی پیش آید و بیماری حادث

۴ و ۲۰ - به ترتیب کارشناس ارشد و استادیاران گروه علوم دامی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

\* - نویسنده مسئول: Email: s\_sharbatdar@yahoo.com

۳ - استادیار تغذیه طیور مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی

۵ - دانشجوی کارشناسی ارشد بیوتکنولوژی کشاورزی، دانشگاه تربیت معلم

## مواد و روش‌ها

مراحل مزرعه‌ای این پژوهش در مزرعه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی واقع در ابتدای بزرگراه مشهد - نیشابور انجام شد. پس از ضدعفونی و آماده سازی سالن، ۲۵۰ قطعه جوجه خروس از سویه راس ۳۰۸ وارد سالن شدند. در این طرح ۵ تیمار با ۵ تکرار استفاده شد که برای هر تکرار ۱۰ جوجه در نظر گرفته شد. تیمارها شامل: جیره پایه بر اساس سویا-تریتیکاله و بدون مکمل روی و سایر تیمارها با افزایش مقادیری از اکسید روی به جیره پایه برای فراهم کردن مکمل روی در سطوح ۴۰، ۸۰، ۱۲۰ و ۱۶۰ ppm تهیه شد. جیره پایه بر اساس نیازهای توصیه شده سویه راس تنظیم شد (جدول ۱). مکمل معدنی مورد استفاده در جیره فاقد روی بود و برای فراهم کردن سطوح روی مورد مطالعه از اکسیدروی (ZnO) استفاده گردید.

به منظور بررسی عملکرد جوجه‌ها افزایش وزن، خوراک مصرفی و ضریب تبدیل غذایی به صورت هفتگی محاسبه شد.

جهت بررسی پاسخ ایمنی به برونشیت، در هفت روزگی این واکسن به صورت آشامیدنی مصرف و در سنین سیزده و نوزده روزگی خونگیری انجام شد. به همین ترتیب برای بررسی پاسخ ایمنی در برابر نیوکاسل، در روز یازدهم واکسن به صورت قطره چشمی مصرف و در هفده و بیست و سه روزگی خونگیری انجام شد و در نهایت به منظور بررسی پاسخ ایمنی به <sup>۱</sup> SRBC، در روزهای هجدهم (اولیه) و سی ام (ثانویه) داخل عضله سینه تزریق شده و به ترتیب در روزهای بیست و چهارم و سی ام (اولیه) و سی و ششم و چهل و دوم (ثانویه) خونگیری انجام شد.

جهت اندازه‌گیری پاسخ آنتی‌بادی به SRBC از روش سنجش مستقیم هموآگلوتیناسیون (۱۳)، استفاده گردید. بدین منظور خونگیری از یک گوسفند در لوله‌های آغشته به EDTA انجام شد. خون جمع - آوری شده در ۲۰۰۰ rpm و به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ گردید. مایع بالای دور ریخته شد و جهت شستشوی سلول‌ها، این کار سه مرتبه با استفاده از محلول کلرید سدیم تکرار گردید. گلبول‌های باقی‌مانده به نسبت ۵ درصد با محلول کلرید سدیم رقیق شد. در نوبت اول تزریق SRBC، ۰/۲۵ میلی‌لیتر از سوسپانسیون ۵٪ و در نوبت دوم ۰/۴ میلی‌لیتر از آن داخل عضله سینه جوجه‌ها تزریق شد. ۶ و ۱۲ روز پس از تزریق هر واکسن، یک جوجه از هر تکرار از طریق سیاهرگ بال خونگیری شد. پس از ۶ - ۵ ساعت سرم جدا شده، جمع‌آوری شد تا زمان انجام آزمایشات جهت اندازه‌گیری پاسخ آنتی‌بادی به واکسن‌ها در دامی ۲۰ - درجه سانتی‌گراد فریز شد.

اندام اصلی ذخیره‌کننده بسیاری از عناصر کم‌نیاز است، تمایل به ذخیره شدن در استخوان‌ها را دارد. غلظت‌های بالایی از آن در پوست، مو و پشم حیوانات مشاهده شده است. روی در بدن عملکردهای بسیار متنوعی از نقش کوفاکتوری برای بسیاری از آنزیم‌ها تا کنترل بیان ژن را بر عهده دارد و کمبود آن باعث کاهش رشد، پرده‌آوری ضعیف، بزرگ شدن مفصل زانو، پوسته‌پوسته شدن پوست مخصوصاً در ناحیه پا و کوتاه و ضخیم شدن استخوان‌های پا و افزایش هماتوکریت و تأخیر در رشد در طیور می‌شود. بالا بودن مقدار کلسیم جیره می‌تواند باعث تشدید عوارض ناشی از کمبود عنصر روی شود (۳). اثرات غیر مستقیم کمبود روی بر ترکیب و پایداری غشای اریتروسیت‌ها گزارش شده است (۵). سوائنکل و همکاران (۲۷)، نشان دادند که جیره‌های حاوی مقدار کم روی، منجر به کاهش اشتها می‌شوند که نتیجه آن کاهش غذای مصرفی و وزن بدن می‌باشد. مشخص شده است که کمبود روی منجر به افزایش حساسیت در مقابل بیماری‌های عفونی می‌شود که نشان‌دهنده اهمیت روی در سیستم ایمنی می‌باشد. نشان داده شده است که حتی کمبود روی می‌تواند منجر به نقص در سطوح مختلف دفاع میزبان از اولین سد دفاعی بدن یعنی پوست تا ایمنی همورال و سلولی گردد (۲۹). روی برای عملکرد طبیعی سیستم ایمنی بوسیله افزایش سلول‌های T ضروری است. همچنین روی تولید نوتروفیل‌ها و آنتی‌بادی‌ها را افزایش می‌دهد (۲۰). بارتلت و اسمیت (۴)، اثرات سطوح متفاوت روی را بر عملکرد و ایمنی جوجه‌های گوشتی بررسی کردند. بدین منظور آن‌ها از سه تیمار شامل: ۳۴، ۶۸ و ۱۸۱ میلی‌گرم در کیلوگرم روی استفاده کردند. بررسی‌های آن‌ها نشان داد که سطوح مختلف روی جیره اثر معنی‌داری بر عملکرد رشد نداشت و ظاهراً این سطوح برای تأثیر بر مصرف خوراک یا اضافه وزن کافی نبود. هوآنگ و همکاران (۱۵)، برای تعیین سطح مطلوب روی در تغذیه جوجه‌های گوشتی از سطوح مختلف شامل: صفر، ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰، ۱۰۰، ۱۲۰ و ۱۴۰ میلی‌گرم روی در هر کیلوگرم خوراک استفاده کردند؛ در حالی که جیره پایه شامل ۲۸ میلی‌گرم روی بود. بررسی آن‌ها نشان داد که میزان روی جیره به طور معنی‌داری بر افزایش وزن روزانه و مصرف خوراک روزانه تأثیر داشت اما بر ضریب تبدیل غذایی اثری نداشت. در تحقیقی دیگر شیام‌ساندر و همکاران (۲۵)، اثرات سطوح بالای روی را بر عملکرد و پاسخ ایمنی جوجه‌های گوشتی تا سن ۴ هفتهگی را بررسی کردند. آن‌ها از ۶ جیره با سطوح ۱۰، ۲۰، ۴۰، ۸۰، ۱۶۰ و ۳۲۰ میلی‌گرم روی استفاده کردند. در نهایت تحقیقات آن‌ها نشان داد که استفاده از مکمل روی در جیره پایه در سطوح مختلف تأثیر معنی‌داری بر وزن بدن، مصرف خوراک، ضریب تبدیل غذایی و وزن لاشه آماده طبخ در سن ۴ هفتهگی نداشت. هدف از این پژوهش بررسی اثرات سطوح مختلف عنصر روی بر عملکرد و ایمنی همورال در جوجه‌های گوشتی است. در این تحقیق سطح ایمنی بدن در مقابل برونشیت و نیوکاسل نیز بررسی شده است.

جدول ۱- ترکیب اجزای جیره پایه آغازین، رشد و پایانی

اجزای جیره	جیره ها		
	پایانی	رشد	آغازین
	(۲۸-۴۲ روزگی)	(۲۸-۱۰ روزگی)	(۱۰-۰ روزگی)
	درصد		
ذرت	۱۵/۶	۱۴/۳	۱۴/۳۲
کنجاله سویا	۲۱	۲۹	۳۹/۸
تریتیکاله	۴۳	۳۶/۵	۳۸/۵
کنجاله کلزا	۱۰	۱۰	-
اسید چرب	۶/۴۵	۶/۵۵	۳/۹
ملاس	-	-	۰/۵
پودر استخوان	۲/۶	۲	۱/۱۶
دی-ال-متیونین	۰/۱۵	۰/۱۶	۰/۱۶
ال-لیزین-هیدروکلراید	-	-	۰/۰۶
کربنات کلسیم	۰/۵	۰/۷	۰/۹
مکمل معدنی*	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
مکمل ویتامینی**	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
نمک طعام	۰/۵	۰/۵	۰/۵
آنالیز محاسباتی			
انرژی قابل سوخت‌وساز	۳۱۳۷	۳۰۹۳/۱۵	۲۹۸۹ kcal/kg
پروتئین خام	۱۸/۷۱	۲۱/۵۳	۲۲/۸۱ (%)
کلسیم	۰/۹۶	۱	۱/۰۳ (%)
فسفر قابل جذب	۰/۴۶	۰/۴۳	۰/۴۵ (%)
لیزین	۰/۹۵	۱/۱۴	۱/۲۸۶ (%)
متیونین	۰/۳۶	۰/۴۶	۰/۴۳ (%)
روی	۲۸	۳۰	۳۲ میلی‌گرم

\*: هر کیلوگرم مکمل معدنی تأمین‌کننده موارد زیر است: ۳۹۶۸۰ میلی‌گرم منگنز، ۲۰۰۰۰ میلی‌گرم آهن، ۴۰۰۰ میلی‌گرم مس، ۳۹۶ میلی‌گرم ید، ۸۰ میلی‌گرم سلنیوم. مکمل

معدنی فاقد روی (Zn) می‌باشد و میزان آن بعد از تهیه جیره اندازه‌گیری شده است.

\*\* هر کیلوگرم مکمل ویتامینی تأمین‌کننده موارد زیر است: ۳۶۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۸۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D3، ۱۴۴۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین E، ۸۰۰ میلی‌گرم ویتامین K3، ۷۰۰ میلی‌گرم ویتامین B1، ۲۶۴۰ میلی‌گرم ویتامین B2، ۳۹۲۰ میلی‌گرم ویتامین B3، ۱۱۸۸۰ میلی‌گرم ویتامین B5، ۱۱۷۶ میلی‌گرم ویتامین B6، ۴۰۰ میلی‌گرم ویتامین B9، ۶ میلی‌گرم ویتامین B12، ۴۰ میلی‌گرم ویتامین بیوتین، ۴۰۰۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین کولین کلراید، ۴۰۰ میلی‌گرم B.H.T.

۵ تیمار و ۵ تکرار با استفاده از نرم‌افزار SAS تجزیه واریانس شد و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون مقایسات میانگین چند دامنه‌ای دانکن در سطح آماری ۵ درصد استفاده شد.

## نتایج و بحث

### عملکرد

در پرندگان تغذیه شده با جیره حاوی ۱۲۰ میلی‌گرم روی در کیلوگرم در مقایسه با پرندگان تغذیه شده با جیره شاهد افزایش وزن به طور معنی‌داری بیشتر بود ( $P < 0.05$ ) (جدول ۲). نتایج تحقیق حاضر با گزارشات هوانگ و همکاران (۱۵)، و هگازی و آدچی (۱۴)،

اندازه‌گیری پاسخ آنتی‌بادی به SRBC و نیوکاسل با استفاده از روش HI<sup>۱</sup> و سنجش مستقیم هموآگلوتیناسیون انجام شد. بالاترین رقت سرم که قادر بود به طور قابل مشاهده یک حجم مساوی از سوسپانسیون ۵٪ SRBC را آگلوتینه کند به عنوان تیترا آنتی‌بادی SRBC ثبت شد و به صورت  $\log_2$  معکوس آن رقت بیان گردید. پاسخ آنتی‌بادی به برونشیت با روش الیزا و بر طبق کیت FlockChek اندازه‌گیری شد.

در پایان، داده‌های آماری آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با

است. GH و IGF-1 با کمبود روی تحت تأثیر قرار می‌گیرند (۲۱). این عنصر عملکرد هورمون هیپوفیزی را افزایش می‌دهد. کمبود روی منجر به کاهش ترشح GH از هیپوفیز می‌شود. نشان داده شده است که چرخه ترشح هورمون رشد در هیپوفیز موش‌ها در نتیجه کمبود روی بوده است (۱۱). میزان IGF-1 موجود در سرم موش‌های تغذیه شده با جیره‌های فاقد روی به مدت ۲ هفته نسبت به گروهی که جیره حاوی روی مناسب دریافت کرده بودند، کمتر بود و کاهش در IGF-1 با کاهش میزان روی سرم مطابقت داشت (۱۱). کاهش غلظت IGF-1 موجود در سرم موش‌های دارای کمبود روی و تغذیه شده با جیره حاوی پروتئین بالا، هم‌راستا نبود اما افزایش روی به یک جیره با پروتئین کم، میزان IGF-1 سرم را افزایش داد (۸).

ضریب تبدیل غذایی در پرندگان تغذیه شده با جیره حاوی ۴۰ میلی گرم در کیلوگرم روی با پرندگان تغذیه شده با جیره حاوی ۱۲۰ میلی گرم در کیلوگرم روی تفاوت معنی داری نشان دادند ( $P < 0.05$ ) به طوری که تیمار حاوی ۴۰ میلی گرم روی در کیلوگرم دارای بیشترین و تیمار حاوی ۱۲۰ میلی گرم روی در کیلوگرم کمترین میانگین را داشتند ( $P < 0.05$ ). نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر با گزارشات سایر محققین نظرات موافق و مخالفی دارد به طوری که بارلت و اسمیت (۴)، نشان دادند که سطوح مختلف جیره‌ای روی بر ضریب تبدیل غذایی اثر معنی داری نداشت. کید و همکاران (۱۹)، نیز مشاهده کردند که اختلاف معنی داری در ضریب تبدیل غذایی جوجه‌های تغذیه شده با جیره‌های حاوی ۱۴۰ میلی گرم یا ۱۶۰ میلی گرم روی وجود ندارد. هوآنگ و همکاران (۱۵)، نیز بیان کردند که سطح روی جیره بر راندمان غذایی جوجه‌های گوشتی بی‌تأثیر بود. شیام-ساندر و همکاران (۲۵)، گزارش کردند که مکمل کردن سطوح مختلف روی در جیره بر ضریب تبدیل غذایی در سن ۴ هفته‌گی اثر معنی داری نداشت. آن‌ها عنوان کردند که مقدار روی موجود در جیره پایه (۲۹ ppm) برای رشد و سایر پارامترهای وابسته تا سن ۴ هفته‌گی کافی بود. نتیجه تحقیق حاضر با یافته‌های بارل و همکاران (۶)، مطابقت داشت. آن‌ها دریافتند که جیره پایه حاوی ۳۰ ppm روی برای بدست آوردن بهترین عملکرد در طول مرحله آغازین پرورش کافی است. هگازی و آدچی (۱۴)، پیشرفت معنی داری را در راندمان غذایی گروه‌های تغذیه شده با جیره حاوی Zn مشاهده کردند.

#### پاسخ ایمنی همورال

طبق نتایج بدست آمده تیترا آنتی بادی در پرندگان تغذیه شده با تیمارهای مختلف در ۶ و ۱۲ روز بعد از مصرف واکسن نیوکاسل (۱۷) و ۲۳ روزگی) تفاوت معنی داری نشان نداد ( $P > 0.05$ ) (جدول ۳).

مشابهت دارد. آن‌ها نشان دادند که سطح روی جیره بر وزن بدن جوجه‌های گوشتی به طور معنی داری تأثیر دارد. اما با نظر بارلت و اسمیت (۴)، پایمنتال و همکاران (۲۲)، و کید و همکاران (۱۹)، مغایرت دارد. آن‌ها گزارش کردند که سطح روی جیره بر افزایش وزن جوجه‌های گوشتی اثر معنی داری نداشت. تفاوت‌ها در نتایج بدست آمده ممکن است به دلیل مقدار روی موجود در جیره پایه یا مقدار و نوع منبع روی باشد. به علاوه حضور لیگاند‌های جیره‌ای مانند فیتات، که با روی تشکیل کمپلکس غیرمحلول می‌دهد، مانع از جذب آن می‌شوند. همچنین مقدار بالای کلسیم جیره که باندشدن روی با فیتات را افزایش می‌دهد، در جذب روی دخالت دارد (۲۴). روی با داشتن فعالیت‌های آنزیمی در سنتز و هضم پروتئین‌ها، بر رشد تأثیر می‌گذارد. روی به پروموتور ژن خاص در DNA متصل شده و با تنظیم نسخه‌برداری در سنتز پروتئین‌ها نقش دارد. آنزیم‌های کربوکسی‌پپتیداز A و آمینوپپتیداز برای فعالیت نیاز به روی دارند. کربوکسی‌پپتیداز A آنزیمی است که از پانکراس به درون دوازدهه ترشح شده و برای هضم پروتئین ضروری است. روی با باندشدن به این آنزیم باعث تحریک فعالیت آن می‌شود. آمینوپپتیداز در ساختمان خود شامل یک اتم روی است که برای انجام فعالیت‌های کاتالیکی خود به آن نیاز دارد (۱۲).

مصرف خوراک، در کل دوره بین پرندگان تغذیه شده با تیمارهای مختلف تفاوت معنی داری وجود نداشت اما میانگین مصرف خوراک، پرندگان تغذیه شده با جیره حاوی ۸۰ میلی گرم روی در کیلوگرم نسبت به سایر تیمارها بالاتر بود. این نتیجه مشابه نظر پایمنتال و همکاران (۲۲)، است. ایشان عنوان کردند که مصرف خوراک و رشد جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌های حاوی مقادیر بالاتر از ۸۰ میلی گرم روی تفاوت معنی داری نشان نداد. نتایج تحقیقات هادسون و همکاران (۱۷)، نیز بیانگر این مطلب است که مصرف خوراک بین تیمارها تفاوت معنی داری ندارد که با نظر هوآنگ و همکاران (۱۵)، مغایر است. کمبود روی منجر به کاهش اشتها و رشد می‌شود اما مکانیزم بیوشیمیایی که نشان‌دهنده چگونگی تأثیر روی بر رشد و مصرف خوراک باشد، ناشناخته است (۲۴).

کمبود روی در حیوانات بوسیله محدود شدن رشد و کاهش مصرف خوراک بیان می‌شود. در حیوانات تغذیه شده با یک جیره نامتعادل از نظر میزان روی، مصرف خوراک و رشد در طول ۵ - ۴ روز کاهش می‌یابد. با وجود کاهش همزمان مصرف خوراک و رشد، کاهش مصرف انرژی فاکتور محدودکننده‌ای برای رشد نیست. زیرا تغذیه اجباری جیره دچار کمبود روی به حیوانات نیز باعث کاهش رشد می‌شود (۲۱).

مهمترین عامل رشد، هورمون رشد (GH<sup>۱</sup>) و IGF-1<sup>۲</sup>

جدول ۲ - بررسی اثر سطوح مختلف عنصر روی بر افزایش وزن، مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی در جوجه های گوشتی

دوره‌ها	افزایش وزن (گرم در روز)				مصرف خوراک (گرم در روز)				ضریب تبدیل غذایی				سطوح Zn mg
	۰-۱۰	۱۰-۲۸	۲۸-۴۲	۰-۴۲	۰-۱۰	۱۰-۲۸	۲۸-۴۲	۰-۴۲	۰-۱۰	۱۰-۲۸	۲۸-۴۲	۰-۴۲	
شاهد	۱۶۳/۲۴	۶۸۷/۹۴	۱۱۴۰/۲۰	<sup>b</sup> ۱۹۹۰/۹	<sup>b</sup> ۲۵۰/۱۸	۱۳۳۴	۲۳۸۱/۵	۳۹۶۵/۶۴	۱/۵۳	۱/۹۳	<sup>ab</sup> ۲/۰۸	<sup>ab</sup> ۱/۹۸	
۴۰	۱۶۹/۵۵	۷۰۴/۲۸	۱۱۳۷	<sup>b</sup> ۲۰۱۰/۸۲	<sup>a</sup> ۲۵۸/۹۲	۱۳۴۶/۷	۲۴۱۶/۹۲	۴۰۲۲/۵	۱/۵۲	۱/۹۱	<sup>a</sup> ۲/۱۲	<sup>a</sup> ۲	
۸۰	۱۶۶/۹۲	۷۵۱/۸۸	۱۱۸۲/۵۵	<sup>ab</sup> ۲۱۰۱/۳۵	<sup>ab</sup> ۲۵۳/۴۷	۱۳۶۶/۵	۲۴۱۲/۴	۴۰۲۳/۳۶	۱/۵۱	۱/۸۱	<sup>ab</sup> ۲/۰۴	<sup>ab</sup> ۱/۹۲	
۱۲۰	۱۷۳/۲۲	۷۳۲/۸۵	۱۲۰۷/۶۶	<sup>a</sup> ۱۳۰۷/۶۶	<sup>a</sup> ۲۱۳۳/۸۳	۱۳۴۷/۴	۲۴۱۷/۶	۴۰۲۴/۵۴	۱/۴۹	۱/۸۱	<sup>b</sup> ۲	<sup>b</sup> ۱/۸۹	
۱۶۰	۱۷۳/۰۹	۷۳۳/۱۳	۱۱۷۸/۶۹	<sup>ab</sup> ۱۱۷۸/۶۹	<sup>ab</sup> ۲۰۸۴/۹۱	۱۳۶۷	۲۳۹۲/۵	۴۰۱۱/۴۵	۱/۴۵	۱/۸۶	<sup>ab</sup> ۲/۰۳	<sup>ab</sup> ۱/۹۲	
سطح احتمال	۰/۳۳	۰/۲۹	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۹۶	۰/۸۹	۰/۹۴	۰/۵۶	۰/۲۲	۰/۰۱	۰/۰۴	
SEM	۴/۴۲۷	۲۰/۷۴	۲۱/۵۸۳	۳۹/۶۸۲	۳/۰۶۵	۳۸/۸۶۶	۳۱/۱۲۸	۶۲/۹۷۱	۰/۰۲۲	۰/۰۳۸	۰/۰۳۳	۰/۰۳۱	

a,b - میانگین های هر ستون با حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی دار می باشند ( $P < 0.05$ ).

SEM: خطای استاندارد میانگین ها

امر بالا رفتن تیتر خواهد بود. فعالیت تیمولین در شرایط آزمایشگاهی و مزرعه‌ای در انسان و حیوانات به غلظت روی موجود در پلاسما وابسته است به طوری که تغییرات اساسی در مصرف یا در دسترس بودن روی بر فعالیت تیمولین اثر می‌گذارد (۱۰ و ۲۳). تیمولین در سرم حیوان دچار کمبود روی حضور دارد اما فعال نیست (۲۳). بنابراین، به علت افزایش نفوسیت‌های T و فعالیت نفوسیت‌های B میزان پاسخ ایمنی طیور بالا می‌رود (۱۶).

نتایج نشان می‌دهد که تیتر آنتی‌بادی SRBC اولیه، برای هر دو نوبت خونگیری یعنی ۶ و ۱۲ روز پس از تزریق SRBC (۲۴ و ۳۰ روزگی) اختلاف معنی‌داری را بین تیمارها نشان نمی‌دهد ( $P > 0.05$ ) (جدول ۴). تیمار حاوی ۴۰ میلی‌گرم روی در هر دو مرحله خونگیری از میانگین تیتر بالاتری نسبت به سایر تیمارها برخوردار بود ( $P > 0.05$ ). نتایج در SRBC ثانویه نشان می‌دهد که در ۳۶ روزگی اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای حاوی ۴۰ و ۱۶۰ میلی‌گرم روی مشاهده می‌شود ( $P < 0.05$ ) به طوری که تیمار حاوی ۴۰ میلی‌گرم روی از تیتر بالاتری برخوردار است. اگر چه در ۴۲ روزگی اختلافی بین تیمارها مشاهده نشد ( $P > 0.05$ ) ولی تیمار حاوی ۴۰ میلی‌گرم روی از تیتر بالاتری نسبت به سایر تیمارها برخوردار بود.

پژوهش اکبری (۱)، نشان داد که افزودن مازاد روی به جیره منجر به افزایش معنی‌دار تیتر آنتی‌بادی به SRBC در ۷ روز پس از تزریق گردید هر چند اثر روی در ۱۴ روز پس از تزریق SRBC معنی‌دار نبود. بارتلت و اسمیت (۴)، گزارش کردند که تکمیل جیره پایه جوجه‌های گوشتی با ۱۴۷ میلی‌گرم روی از منبع ترکیبات آلی، منجر به بهبود معنی‌دار پاسخ‌های اولیه و ثانویه آنتی‌بادی به SRBC گردید. تکمیل جیره مرغان مادر گوشتی با روی به طور معنی‌داری پاسخ به تزریق SRBC در نتایج آن‌ها را افزایش داد (۱۸). برخی از مطالعات نیز نشان می‌دهد که مکمل کردن جیره جوجه‌های گوشتی با بیشتر از ۴۰ میلی‌گرم تولید آنتی‌بادی را بالا می‌برد (۱۸).

البته تیتر بدست آمده در ۲۳ روزگی نشان می‌دهد که میانگین تیتر آنتی‌بادی نیوکاسل برای پرندگان تغذیه شده با جیره حاوی ۸۰ میلی‌گرم روی در کیلوگرم نسبت به سایر تیمارها بالاتر بود. روی بر فعالیت نفوسیت‌های T اثر می‌گذارد (۹). روی در واکنش‌های غیرکوآلانت اجزا سیتوپلاسمی بوسیله تیروزین کیناز، یک پروتئین ضروری در مراحل اولیه فعالیت نفوسیت‌ها، شرکت می‌کند (۲۹)، که این اثر دلیل بهبود تولید و عملکرد نفوسیت‌ها و در نتیجه بالا رفتن تیتر و بهبود پاسخ ایمنی شود.

وقتی پرند بعد از عفونت به بیماری نیوکاسل زنده بماند، پادتن علیه ویروس بعد از مدت ۱۰ - ۶ روز در سرم قابل اندازه‌گیری است و مقدار آن به سویه ویروس بستگی دارد. اما عموماً در مدت ۳ تا ۴ هفته به حداکثر خود می‌رسد. کاهش میزان پادتن، متغیر و معمولاً کندتر از مرحله افزایش است (۲).

نتایج آزمایشگاهی بیانگر این مطلب است که اثر سطوح روی بر تیتر برونشیت در ۶ و ۱۲ روز پس از مصرف واکسن برونشیت (۱۳ و ۱۹ روزگی) معنی‌دار بود ( $P < 0.05$ ) (جدول ۵). در هر دو زمان پرندگان تغذیه شده با جیره حاوی ۱۶۰ میلی‌گرم روی در کیلوگرم بیشترین میانگین تیتر را نسبت به سایر تیمارها داشت. تیمار شاهد و تیمار حاوی ۴۰ میلی‌گرم روی که کمترین میزان روی جیره‌ای را دریافت کرده بودند، دارای کمترین میانگین بودند.

روی یک کوفاکتور ضروری برای تیمولین است. تیمولین هورمونی تیموسی است که به گیرنده‌های سطح نفوسیت‌های T چسبیده و باعث بلوغ و فعالیت نفوسیت‌های T می‌شود. روی از طریق زنجیره‌های جانبی آسپارژین و گروه‌های هیدروکسیل به تیمولین باند می‌شود. باندشدن روی منجر به یک تغییر ساختاری می‌شود که فرم فعال تیمولین را تشکیل می‌دهد (۱۰). از این رو، روی موجود در جیره ممکن است افزایش فعالیت تیمولین و به دنبال آن بلوغ و فعالیت مطلوب نفوسیت‌های T را داشته باشد که نتیجه این

جدول ۳ - بررسی اثر سطوح مختلف روی (Zn) بر تیترا آنتی بادی بر علیه نیوکاسل ( $\log_2$ ) و برونشیت عفونی

پارامترها سطوح Zn mg	نیوکاسل				برونشیت عفونی
	۱۷ روزگی	۲۳ روزگی	۱۳ روزگی	۱۹ روزگی	
شاهد	۵	۴/۴۰	۲۴۴/۲۰	۲۰۳/۶ <sup>b</sup>	
۴۰	۳/۲۰	۳/۴۰	۳۰۶/۴۰ <sup>b</sup>	۱۹۴ <sup>b</sup>	
۸۰	۳/۶۰	۶	۳۳۱/۶۰ <sup>b</sup>	۳۲۳/۸ <sup>b</sup>	
۱۲۰	۳/۲۰	۳/۶۰	۳۷۲/۲۰ <sup>b</sup>	۲۸۹ <sup>b</sup>	
۱۶۰	۳/۶۰	۴/۸۰	۵۵۴/۲۰ <sup>a</sup>	۱۴۶۹/۴ <sup>a</sup>	
سطح احتمال	۰/۴۳	۰/۳۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۱	
SEM	۰/۷۴۸	۰/۹۲۹	۴۴/۷۴۸	۳۳۴/۹۸۹	

a,b- میانگین های هر ستون با حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی دار می باشند ( $P < 0.05$ ).

SEM : خطای استاندارد میانگین ها

جدول ۴ - بررسی اثر سطوح مختلف عنصر روی بر پاسخ ایمنی همورال در مقابل SRBC بر حسب  $\log_2$

روزهای مختلف سطوح Zn mg	SRBC اولیه		SRBC ثانویه	
	۲۴ روزگی	۳۰ روزگی	۳۶ روزگی	۴۲ روزگی
	شاهد	۳	۳/۶	۲/۸ <sup>ab</sup>
۴۰	۴/۴۰	۳/۸	۳/۶ <sup>a</sup>	۳/۶
۸۰	۳	۲/۲	۲/۸ <sup>ab</sup>	۳
۱۲۰	۳/۴۰	۳	۳ <sup>ab</sup>	۳/۲
۱۶۰	۳	۳	۲/۲ <sup>b</sup>	۳
سطح احتمال	۰/۱۶	۰/۳۹	۰/۰۲	۰/۵۸
SEM	۰/۴۵۱	۰/۵۷۲	۰/۳۹۴	۰/۳۵۷

a,b- میانگین های هر ستون با حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی دار می باشند ( $P < 0.05$ ).

SEM : خطای استاندارد میانگین ها

علاوه بر این روی در انتقال به فاز  $G_2$  و  $M$  نیز نقش دارد.

### نتیجه گیری

از نتایج این پژوهش چنین برمی آید که پرندگان تغذیه شده با جیره حاوی ۱۲۰ میلی گرم در کیلوگرم روی با داشتن افزایش وزن بیشتر، بهترین ضریب تبدیل غذایی را داشت. همچنین تیمارهای حاوی ۴۰ و ۱۶۰ میلی گرم در کیلوگرم روی، به ترتیب ایمنی بیشتری را در مقابل SRBC و برونشیت نشان دادند و چنین سطوحی در بهبود پاسخ‌های ایمنی نقش مؤثری دارند. بنابراین شاید این سطوح بالاتر از توصیه‌های NRC در این خصوص سودمند باشد.

هر چند برخی محققان گزارش کردند که اثری نداشت (۲۲) و (۲۶). شیام‌ساندر و همکاران (۲۵)، اثر سطوح مختلف روی شامل صفر، ۱۰، ۲۰، ۴۰، ۸۰، ۱۶۰ و ۳۲۰ ppm را بر تیترا آنتی‌بادی در مقابل SRBC اندازه‌گیری کردند. آن‌ها اظهار داشتند که بالاترین تیترا آنتی-بادی در سطح ۸۰ ppm مشاهده شد که نشان می‌دهد ۸۰ ppm برای فراهم کردن پاسخ مناسب کافی است. SRBC یک آنتی‌ژن وابسته به سلول‌های T است. بدین معنی که هنگام وارد شدن SRBC به بدن، همکاری سلول‌های T جهت فعال‌سازی سلول‌های B و در نتیجه تولید آنتی‌بادی ضروری می‌باشد. همچنین روی در چرخه لنفوسیت‌ها تأثیر دارد. یافته‌ها نشان می‌دهد که روی برای فاز  $G_1$  در بیان تیمیدین کیناز و مرحله عبور سلول به فاز S مورد نیاز است (۷).

## منابع

- ۱- اکبری، م. ۱۳۸۷. اثر ویتامین‌های A و E و عنصر روی و پروبیوتیک‌ها در تغذیه و سیستم ایمنی جوجه‌های گوشتی. رساله‌ی دکتری تخصصی تغذیه‌ی طیور. دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۲- میاحی، م. ۱۳۸۶. بیماری‌های ویروسی پرندگان. انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز. ۲۴۳ صفحه.
- ۳- مکدونالد، پی.، ادواردز، آر، پی.، گرین هال، جی. اف. دی.، مورگان، سی. ای. ۱۹۹۵. تغذیه دام. (ترجمه) نویدشاد، ب. و جعفری صیادی، ع.ر. ۱۳۸۳. انتشارات فرهنگ جامع. ۵۰۹ صفحه.
- 4- Bartlett, J. R., and M. O. Smith. 2003. Effects of different levels of zinc on the performance and immunocompetence of broilers under heat stress. *Poult. Sci.* 82: 1580-1588.
- 5- Bettger, W. J. 1989. The effect of dietary zinc deficiency on erythrocyte –free and membrane – bound amino acids in the rats. *Nutrition research.* 9: 911-919.
- 6- Burrell, A. L., W. A. Dozier, A. J. Davis, M. M. Compton, M. E. Freeman, P. F. Vendrell, and T. L. Ward. 2004. Responses of broilers to dietary zinc concentrations and sources in relation to environmental implications. *Br. Poult. Sci.* 45:255-263.
- 7- Chesters, J. K., L. Petrie, and H. E. Lipson. 1993. Two zinc-dependent steps during G1 to S phase transition. *J. Cell. Physiol* 155: 51-445.
- 8- Cossack, Z. T. 1986. Somatomedin-C and zinc status in rats as affected by Zn, protein and food intake. *Br. J. Nutr.* 56: 163-169.
- 9- Csermely, P., and J. Somogyi. 1989. Zinc as a possible mediator of signal transduction in T lymphocytes. *Acta. Physiol. Hung.* 74:9-195.
- 10- Dardenne, M., J. M. Pleau, and B. Nabbara. 1982. Contribution of zinc and other metals to the biological activity of the serum thymic factor. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 79:5370-5373.
- 11- Dorup, I., A. Flyvbjerg, M. E. Everts, and T. Clausen 1991. Role of insulin-like growth factor-1 and growth hormone in growth inhibition induced by magnesium and zinc deficiencies. *Br. J. Nutr.* 66: 505 - 521.
- 12- Gropper, S. S., J. Smith, and J. Groff. 2008. *Advanced nutrition and human metabolism.* 15<sup>th</sup> ed. Medical. P: 600.
- 13- Haghighi, H. R., J. Gong, C. L. Gyles, M. A. Hayes, B. Sanei, P. Parvizi, H. Gisavi, J. R. Chambers, and S. Sharif. 2005. Modulation of antibody-mediated immune response by probiotics in chickens. *Clin. Diagn. Lab. Immunol.* 12: 1387 - 1392.
- 14- Hegazy, S. M., and Y. Adachi. 2000. Comparison of the effects of dietary Selenium, Zinc and Selenium and Zinc supplementation on growth and immune response between chick groups that were inoculated with salmonella and aflatoxin or salmonella. *Poult. Sci.* 79:331- 335.
- 15- Huang, Y. L., L. Lu, X. G. Luo, and B. Liu. 2007. An optimal dietary zinc level of broiler chicks fed a corn – soybean meal diet. *Poult. Sci.* 86: 2582 - 2589.
- 16- Hudson, B. P., W. A. Dozier, and J. L. Wilson. 2004a. Broiler live performance response to dietary zinc source and the influence of zinc supplementation in broiler breeder diets. *Anim. feed Sci. Tech.* 118: 329- 335.
- 17- Hudson, B. P., W. A. Dozier, J. L. Wilson, J. E. Sander, and T. L. Ward. 2004b. Reproductive performance and immune status of caged broiler breeder hens provided diets supplemented with either inorganic or organic sources of zinc from hatching to 65 wk of age. *J. Appl. Poult. Res.* 13:349-359.
- 18- Kidd, M. T., N. B. Anthony, L. A. Newberry, and S. R. Lee. 1993. Effect of supplemental zinc in either a corn-soybean or a milo and corn-soybean meal diet on the performance of young broiler breeders and their progeny. *Poult. Sci.* 72: 1492-1499.
- 19- Kidd, M. T., M. A. Qureshi, P. R. Ferket, and L. M. Thomas. 1994. Blood clearance of *Escherichia coli* and evaluation of mononuclear – phagocytic system as influenced by supplemental dietary zinc methionine in young turkey. *Poult. Sci.* 73: 1318 - 1389.
- 20- Kidd, M. T., P. R. Ferket, and M. A. Qureshi. 1996. Zinc metabolism with special reference to its role in immunity. *World's Poult. Sci. J.* 52:309-323.
- 21- McDonald, R. S. 2005. *The Role of Zinc in Growth and Cell Proliferation.* J. Nutr. Nutritional sciences program, University of Missouri. Columbia. MO. 65211.
- 22- Pimental, J. L., M. E. Cook, and J. L. Greger. 1991. Immune response of chicks fed various levels of zinc. *J. Poult. Sci.* 70: 947 - 954.
- 23- Prasad, A. S., S. Meftah, and J. Abdallah. 1988. Serum thymulin in human zinc deficiency. *J. Clin. Invest.* 82:1202-1210.
- 24- Rossi, P., F. Rutz, M. A. Ancuti, J. L. Rech, and N. H. F. Zauk. 2007. Influence of graded levels of organic zinc

- on growth performance and carcass traits of broilers. *J. Appl. Poult. Res.* 16:219-225.
- 25- Shyam Sunder, G., A. K. Panda, N. C. S. Gopinath, S. V. Rama Rao, M. V. L. N. Raju, M. R. Reddy, and C. H. Vijay Kumar. 2008. Effects of higher levels of zinc supplementation on performance, mineral availability and immune competence in broiler chickens. *Appl. Poult. Res.* 17:79 - 86.
- 26- Stahl, J. L., M. E. Cook, M. L. Sunde, and J. L. Greger. 1989. Enhanced humoral immunity in progeny chicks from hens fed practical diets supplemented with zinc. *Appl. Agri. Res.* 4: 86 - 89.
- 27- Swinkels, J. W., E. T. Kornegay, and M. W. Verstegen. 1994. Biology of zinc and biological value of dietary organic zinc complexes and chelates. *Nutr. Res. Rev.* 7: 129 - 149.
- 28- Underwood, L. E. 1996. Nutritional regulation of IGF-I and IGFBPs. *J. Pediatr. Endocr. Metab.* 9: 303-312.
- 29- Walsh, C. T., H. H. Sandstead, A. S. Prasad, P. M. Newberne, and P. J. Fraker. 1994. Zinc: health effects and research priorities for the 1990S. *Environ. Health Perspect.* 102 (suppl.2): 5-46.
- 30- Zalewski, P. D., I. J. Forbes. 1993. Intracellular zinc and the regulation of apoptosis. In: Lavin M, Watters D, eds. *Programmed cell death: the cellular and molecular biology of apoptosis*. Melbourne: Harwood Academic Publishers. 73-86.