



## تأثیر سطوح مختلف کورکومینوئیدها بر عملکرد، کیفیت تخم‌مرغ، برخی فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون، پاسخ سیستم ایمنی و قابلیت هضم آن در مرغ‌های تخم‌گذار

رضا دلیری<sup>۱</sup>، حسن کرمانشاهی<sup>۲</sup>، ابوالقاسم گلیان<sup>۳</sup>، محمود رضا جعفری<sup>۴</sup> و جلیل توکل افشاری<sup>۵</sup>

۱ و ۳- دانشجوی دکتری و استاد تغذیه طیور، گروه علوم دامی، دانشگاه فردوسی مشهد  
۲- استاد تغذیه طیور، گروه علوم دامی، دانشگاه فردوسی مشهد، (نویسنده مسول: kermansh@um.ac.ir)  
۴ و ۵- استاد، دانشگاه علوم پزشکی مشهد

تاریخ دریافت: ۹۶/۵/۲۱ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۲/۷

### چکیده

این مطالعه با هدف ارزیابی اثر سطوح مختلف کورکومینوئیدها در جیره بر صفات تولیدی، کیفیت تخم‌مرغ، برخی فراسنجه‌های بیوشیمیایی خونی، سیستم ایمنی و قابلیت هضم آنها در مرغ‌های تخم‌گذار طی مرحله پایانی دوره تولید اجرا شد. تعداد ۱۶۰ قطعه مرغ تخم‌گذار با سن ۶۰ هفته در قالب طرحی کاملاً تصادفی مشتمل بر چهار تیمار، هر تیمار متشکل از چهار تکرار و هر تکرار شامل ده پرنده مورد استفاده قرار گرفتند. تیمارها عبارت بودند از جیره پایه فاقد کورکومینوئید (جیره شاهد) و جیره‌های حاوی ۴۰۰، ۸۰۰ و ۱۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم کورکومینوئید خالص. صفات عملکرد به صورت هفتگی و صفات کمی و کیفی تخم‌مرغ هر دو هفته یکبار ارزیابی شدند. افزودن کورکومینوئیدها به جیره با بهبود معنی‌دار ( $P < 0.05$ ) درصد تولید همراه بود. گروه‌های دریافت‌کننده کورکومینوئید در قیاس با گروه شاهد، توده تخم‌مرغ تولیدی بیشتری را به خود اختصاص دادند. تغییرات رنگ زرده از جمله تغییرات کیفیت داخلی تخم‌مرغ در نتیجه افزودن کورکومینوئیدها به جیره بود که از حیث آماری از هفته اول به بعد اختلاف معنی‌داری را نشان داد ( $P < 0.05$ ). در هفته ۶۴ افزایش معنی‌داری در فعالیت آنزیم آلانین آمینو ترانسفراز (ALT) در نمونه سرم گروه‌های دریافت‌کننده ۱۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم نشان داده شد ( $P < 0.05$ ). در هفته ۶۸ آزمایش، نسبت HDL:LDL در گروه‌های دریافت‌کننده سطح ۴۰۰ و ۸۰۰ میلی‌گرم کورکومینوئید نسبت به گروه شاهد بالاتر بوده و اختلاف معنی‌داری را نشان داد ( $P < 0.05$ ). افزودن ۴۰۰ میلی‌گرم کورکومینوئیدها توانست بالاترین تیترا آنتی‌بادی نسبت به تیمارهای دیگر را به خود اختصاص دهد، همچنین همین سطح بیشترین میزان جذب را نیز دارا بود ( $P < 0.05$ ). استفاده از کورکومینوئیدها در سطح ۴۰۰ میلی‌گرم توانست در رنگ زرده را بهبود و پاسخ ایمنی ایجاد کرده، همچنین سبب کاهش LDL شده و این سطح بیشترین جذب را به خود اختصاص داد.

واژه‌های کلیدی: کورکومینوئید، پروفیل لیپیدی خون، سیستم ایمنی، قابلیت هضم، کیفیت تخم‌مرغ، مرغ تخم‌گذار

### مقدمه

یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های پرورش‌دهندگان مرغ تخم‌گذار، کاهش کیفیت پوسته تخم‌مرغ با افزایش سن پرنده می‌باشد (۲،۴،۵). در واقع مرغ‌های تخم‌گذار صرف نظر از اندازه تخم‌مرغ مقدار مشخصی از کلسیم را به ساخت پوسته اختصاص می‌دهند، بدین ترتیب افزایش اندازه تخم‌مرغ در پرندگان مسن، موجب کاهش ضخامت و کیفیت پوسته می‌شود (۳۷). به همین دلیل راهکارهای مؤثر در کاهش اندازه تخم‌مرغ در کله‌های مسن احتمالاً موجب بهبود کیفیت پوسته نیز خواهند شد. گزارش شده است که ترکیبات آنتی‌اکسیدان با کاهش میزان کلسترول در ترکیبات پیش‌ساز زرده باعث کاهش اندازه تخم‌مرغ شده و در عین حال با افزایش فراهمی ترکیبات پیش‌ساز زرده برای فولیکول‌های تخمدان، درصد تولید تخم‌مرغ و در نتیجه، گرم تخم‌مرغ تولیدی به ازای هر مرغ (egg mass) را بهبود می‌دهند (۴۸). از سوی دیگر، تولید پوسته تخم‌مرغ توسط غدد پوسته‌ساز رحم مرغ تخم‌گذار با تولید مالون‌دآلدئید (MDA) از مسیر بیوستز پروستاگلوئیدها توأم بوده (۲۸) و اثر سوء MDA بر کارکرد این غدد امری محتمل است. این در حالی است که استفاده از ویتامین E باعث کاهش غلظت MDA در غدد پوسته‌ساز و سرم خون شد (۲۸). در سال‌های اخیر استفاده از ترکیبات گیاهی در جیره‌های طیور مورد توجه قرار گرفته است. این ترکیبات اغلب به عنوان افزودنی‌های محرک رشد، ایمنی، اشتها و نیز

آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی (۴۴) به جیره اضافه می‌شوند. زردچوبه ادویه‌ای معطر بوده و به منظور بهبود فرآیند نگهداری و طعم و رنگ (۱۶) به غذا اضافه می‌شود، زردچوبه حاوی سه کورکومینوئید بنام‌های کورکومین، دمتوکسی کورکومین و بیس دمتوکسی کورکومین می‌باشد که ۳-۵٪ زردچوبه را تشکیل می‌دهند، کورکومین (دی فرولوتیل متان)، یک پلی‌فنل از دسته دی آریل هپتانوئیدها، مهم‌ترین جزء فعال ریشه گیاه زردچوبه (Turmeric) با نام علمی *Curcuma longa* متعلق به خانواده زنجبیل می‌باشد، کورکومین رنگدانه‌های زرد رنگی هستند که از پودر خشک ریشه یا ریزوم‌های گیاه زردچوبه به دست آمده و دارای طیف گسترده‌ای از قابلیت‌های بیولوژیکی هستند که از جمله آنها می‌توان به خواص آنتی‌اکسیدانی و ضد سرطانی (۴۱)، ضد التهابی و کاهنده لیپید و کلسترول خون (۲۶) اشاره کرد. اثر استفاده از پودر زردچوبه در جیره مرغ‌های تخم‌گذار توسط تنی چند از محققان مورد بررسی قرار گرفته است (۳۵،۳۳،۲۱). اما اطلاعات چندانی در رابطه با تأثیر کورکومینوئیدها و همچنین کورکومین که مهم‌ترین مواد مؤثره موجود در این گیاه هستند بر فراسنجه‌های یاد شده، به ویژه فراسنجه‌های کیفی پوسته، در مرغ‌های تخم‌گذار مسن وجود ندارد. به همین دلیل، مطالعه حاضر با هدف بررسی اثر سطوح مختلف کورکومینوئیدهای خالص بر صفات عملکردی، صفات کیفی، کمی تخم‌مرغ، سیستم ایمنی، برخی از فراسنجه‌های خونی در

مراحل پایانی سیکل تخم گذاری و همچنین قابلیت هضم کورکومینوئیدها در این آزمایش مورد سنجش قرار گرفت.

### مواد و روش‌ها

این مطالعه با هدف ارزیابی اثر سطوح پله‌ای نانو کورکومین‌ها در جیره بر صفات تولیدی، ویژگی‌های کمی و کیفی تخم‌مرغ، فراسنجه‌های خونی در مرغ‌های تخم‌گذار و سیستم ایمنی طی مرحله پایانی دوره تولید (۶۰ تا ۶۸ هفته) طراحی و در مزرعه تجاری مرغ تخم‌گذار ۱۰۰۰۰۰ قطعه‌ای ثامن واقع در مشهد اجرا شد. برای این منظور تعداد ۱۶۰ قطعه مرغ تخم‌گذار سویه‌های-لاین W-36 با سن ۶۰ هفته در قالب طرح کاملاً تصادفی مشتمل بر چهار تیمار، هر تیمار متشکل از چهار تکرار (هر دو قفس پنج تایی مجاور به‌عنوان یک تکرار اختصاص داده شد) و هر تکرار حاوی ده پرنده مورد استفاده قرار گرفت. جیره پایه در این آزمایش بر پایه ذرت و کنجاله سویا بود و برای تأمین حداقل احتیاجات مورد نیاز مرحله تولید مرغ‌های تخم‌گذار با سن ۶۰ هفته و بالاتر تنظیم شده (های-لاین W-36 management guide، ۲۰۱۵) و به عنوان تیمار شاهد در نظر گرفته شد. سه تیمار دیگر در این مطالعه با افزودن سطوح ۴۰۰، ۸۰۰ و ۱۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم نانوکورکومین که این سطوح توسط دپارتمان داروسازی پژوهشکده بوعلی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، طی فناوری به نانو ذرات تبدیل و سپس به جیره پایه افزوده گردید، و طی دوره ۵۶ روزه، مورد استفاده قرار گرفتند. کورکومین خالص از شرکت سامی لب (درصد خلوص بیش از ۹۶ درصد)<sup>۱</sup> تهیه شد. مدیریت سالن پرورش طی دوره آزمایش، براساس توصیه‌های راهنمای مدیریت مرغ تخم‌گذار های-لاین W-36 صورت گرفت (۱۸). صفات عملکردی (درصد تولید، توده تخم‌مرغ تولیدی) به‌صورت هفتگی و صفات کیفی تخم‌مرغ شامل صفات کیفی پوسته (ضخامت و استحکام پوسته) و صفات زرده (درصد وزنی و رنگ) هر دو هفته یکبار مورد ارزیابی قرار گرفتند. تخم‌مرغ‌های مربوط به هر قفس روزانه جمع‌آوری، شمارش و توزین شدند. درصد تولید تخم‌مرغ روزانه هر تکرار با محاسبه روز مرغ به‌صورت تقسیم تعداد تخم‌مرغ تولیدی در آن روز بر تعداد مرغ موجود در تکرار حاصل شد. برای محاسبه توده تخم‌مرغ تولیدی از فرمول روبرو استفاده شد (۱۲):

توده تخم‌مرغ تولیدی روزانه (گرم/مرغ/روز) =  $100 \times$  (میانگین وزن تخم‌مرغ (گرم)  $\times$  درصد تولید تخم‌مرغ)

تخم‌مرغ‌ها سپس برای ارزیابی صفات زرده، سفیده و پوسته، شکسته شدند. زرده و سفیده توسط قاشق مخصوص، از هم جدا شده و با استفاده از دستمال کاغذی، آلبومین اضافی تا حد امکان از سطح زرده گرفته شد. سپس زرده با ترازی دیجیتال وزن کشی شد. وزن پوسته نیز پس از شستشو با آب شهری و خشک شدن در معرض هوا (۴۸ ساعت)، اندازه‌گیری شد. تمامی وزن‌کشی‌ها با استفاده از ترازی با دقت ۰/۰۰۱ گرم صورت گرفت. قطر پوسته‌های تخم‌مرغ بعد از وزن کشی، به وسیله میکرومتر دیجیتال مدل (Mitutoyo) با دقت ۰/۰۰۱ میلی‌متر از سه ناحیه وسط، بالا و پایین پوسته اندازه‌گیری شد، سپس میانگین حاصله به

عنوان ضخامت پوسته تخم‌مرغ منظور گردید (۸). برای مشخص کردن رنگ زرده از واحد رش استفاده شد، تخم‌مرغ جمع‌آوری شده از واحدهای آزمایشی بر روی ظرف شیشه‌ای شکسته شده و رنگ زرده آنها، توسط چند داور مورد ارزیابی قرار گرفته و نمرات اختصاصی توسط چند فرد به هر یک از آنها با هم جمع شده و متوسط آنها به عنوان نمره نهایی برای آن واحد آزمایشی در نظر گرفته شده و در تجزیه آماری مورد استفاده قرار می‌گرفت.

در هفته‌های ۶۴ و ۶۸ دوره آزمایش، به‌منظور بررسی اثر تیمارهای آزمایشی بر سطح تری‌گلیسیرید، کلسترول، HDL، LDL و نیز فعالیت آنزیم‌های آلانین آمینو ترانسفراز (ALT) و آسپارات آمینو ترانسفراز (AST)، دو مرغ به‌صورت تصادفی از هر تکرار انتخاب شدند و بعد از ده ساعت گرسنگی، ۲/۵ سی‌سی خون از ورید بال به وسیله سرنگ ۵ سی‌سی استریل گرفته شد و نمونه‌های سرم پس از لخته شدن خون، جدا و تا زمان انجام سنجش‌های مربوطه در دمای  $20^{\circ}\text{C}$ - ذخیره شدند. فاکتورهای تری‌گلیسیرید (روش آنزیمی Phosphate Buffered GPO/Trinder و با کیت تجاری CHOD-PAP (Saline)، کلسترول (روش آنزیمی CHOD-PAP تجاری زیست شیمی)، HDL (روش آنزیمی CHOD-PAP و با کیت تجاری زیست شیمی) (۳۴)، LDL و اندازه‌گیری فعالیت آنزیم‌های (ALT) و (AST) سرم خون با استفاده از کیت‌های شرکت پارس آزمو صورت گرفت (۱۰). به‌منظور ارزیابی سیستم ایمنی و بررسی پاسخ پادتن، در سن ۶۶ هفتگی، به سه قطعه از هر پن مقدار ۰/۵ سی‌سی گلبول قرمز گوسفند (SRBC) ۸ درصد به داخل عضله سینه‌ی پرنده‌ها تزریق شد. از ورید زیر بال مرغ‌ها در ۶۷ و ۶۸ هفتگی خونگیری انجام شد، وضعیت تیترا آنتی‌بادی و ایمنوگلوبین‌های تولید شده در پاسخ به SRBC به روش هموآگلوتیناسیون ارزیابی شد. برای این منظور از میکروپلیت ۹۶ خانه‌ای استفاده شد. ابتدا ۵۰ میکرولیتر بافر فسفات به تمام چاهک‌ها ریخته شد سپس به ۸ چاهک اول هر ردیف مقدار ۵۰ میکرولیتر سرم ریخته شد و در نهایت از چاهک اولیه ۵۰ میکرولیتر برداشته و به چاهک دوم ریخته و فرآیند رقیق سازی را انجام میدهم، مقدار ۵۰ میکرولیتر SRBC به تمام خانه‌ها ریخته و اولین خانه‌ای که رسوب تشکیل شد بعنوان تیترا خوانده و لگاریتم عکس آن دقت به‌عنوان تیترا پادتن بر ضد SRBC گزارش شد، برای تعیین تیترا ضد ایمنوگلوبین G به‌طور مشابه SRBC عمل شد، با این تفاوت که برای تعیین ایمنوگلوبین G از مرکاپتواتانول استفاده شد و بقیه مراحل مشابه بود و ایمنوگلوبین M نیز از تفاوت تیترا SRBC و IgG محاسبه شد (۳۰). در ۶۸ هفتگی مرغ‌ها برای اندازه‌گیری میزان قابلیت هضم کورکومینوئیدها، ابتدا مرغ‌ها در قفس انفرادی قرار داده و به مدت ۲۴ ساعت به آنها خوراک به صورت آزاد داده شد تا به شرایط جدید عادت کنند. سپس جهت تخلیه دستگاه گوارش ۲۴ ساعت گرسنگی داده شد. بعد از آن سینی‌هایی در زیر هر کدام از قفس‌ها قرار داده شد و خوراک‌هایی حاوی درصد‌های مختلف کورکومینوئیدها به مدت ۷۲ ساعت به پرنده خوراندند،

در دوره جمع‌آوری کود، پس از اعمال ۱۲ ساعت محرومیت از غذا سینی مخصوص جمع‌آوری کود برداشته شد، فضولات دفعی به مدت ۴۸ ساعت در دمای ملایم محیط قرار گرفت تا کاملاً خشک شود شایان ذکر است فلس‌ها، پر و سایر ضایعات احتمالی جدا شد سپس در آزمایشگاه در اون قرار داد شد تا کاملاً خشک شود. مقدار جیره مصرفی هر قفس در طی سه روز آزمایش با کسر جیره باقی مانده تعیین شد، نمونه‌های مدفوع پس از جمع‌آوری، آسیاب شد سپس نمونه‌ها با متانول رقیق گردید و رسوب حاصل توسط سانتریفوژ (۱۰۰۰ دور بر دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه) جداسازی شد. متانول توسط جریان گاز نیتروژن حذف گردید و مقدار ۲۰ میکرولیتر از آن به دستگاه HPLC (شیماتزو، ژاپن) تزریق شد. در این مطالعه از روش USP (فارماکوپه آمریکا) به منظور تعیین مقادیر کورکومینوئیدها مورد استفاده قرار گرفت. فازمتخرک متشکل از تتراهیدروفوران و محلول اسید سیتریک بوده و ستون کروماتوگرافی از نوع C18\*4.6\*250mm و در طول موج ۴۲۵ نانومتر نمونه‌ها مورد آنالیز قرار گرفت (۱۹). داده‌های خام مربوط به تمام فراسنجه‌ها پس از سازماندهی و پردازش در برنامه اکسل، با استفاده از نرم‌افزار آماری Minitab 17 از لحاظ وجود داده پرت و نرمال بودن توزیع داده‌ها مورد بررسی قرار گرفتند و پس از حذف داده‌های پرت احتمالی، کلیه داده‌ها در قالب طرحی کاملاً تصادفی و با استفاده از رویه مدل خطی عمومی (GLM) نرم‌افزار SAS (۹/۱) مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند (۴۰). برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون توکی در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد (۴۷).

## نتایج و بحث

تأثیر سطوح مختلف کورکومینوئیدها بر درصد تولید تخم مرغ و توده تخم مرغ تولیدی معنی‌دار بود ( $P < 0.05$ ). جدول ۱، به طوری که طی هفته‌های ۶۶ و ۶۷ تمامی سطوح کورکومینوئیدها، طی هفته پایانی آزمایش سطوح ۴۰۰ و ۸۰۰ میلی‌گرم کورکومینوئیدها، در قیاس با تیمار شاهد،

جدول ۱- تأثیر سطوح مختلف کورکومینوئیدها بر درصد تولید تخم مرغ و توده تخم مرغ تولیدی روزانه در دوره‌های زمانی مختلف

P value	†SEM	سطح کورکومینوئیدهای خالص در جیره (میلی‌گرم در کیلوگرم)				زمان (هفته)
		۱۲۰۰	۸۰۰	۴۰۰	صفر	
۰/۲۲۸۳	۱/۴۷۳	۸۳/۰۴	۷۶/۷۹	۸۴/۸۲	۸۲/۱۴	۶۱
۰/۶۱۹۶	۱/۳۷۹	۸۳/۹۳	۸۷/۵۰	۸۲/۱۴	۸۳/۹۳	۶۲
۰/۵۱۲۱	۱/۶۵۰	۸۰/۳۶	۸۳/۹۳	۷۷/۶۸	۷۷/۴۱	۶۳
۰/۵۲۳۵	۲/۳۶۳	۷۱/۴۳	۷۴/۸۲	۷۰/۰۰	۶۸/۶۰	۶۴
۰/۲۷۶۷	۲/۶۸۲	۷۰/۵۴	۸۰/۳۶	۶۶/۰۷	۶۹/۰۲	۶۵
۰/۰۱۷۸	۳/۱۹۱	۷۶/۷۹ <sup>a</sup>	۸۲/۱۴ <sup>a</sup>	۷۶/۷۹ <sup>a</sup>	۵۸/۱۰ <sup>u</sup>	۶۶
۰/۰۱۰۹	۳/۰۳۹	۸۱/۲۵ <sup>a</sup>	۸۴/۸۲ <sup>a</sup>	۸۲/۱۴ <sup>a</sup>	۶۲/۲۳ <sup>u</sup>	۶۷
۰/۰۱۸۳	۳/۰۲۱	۷۸/۵۷ <sup>uu</sup>	۸۶/۶۱ <sup>a</sup>	۸۸/۴۰ <sup>a</sup>	۶۶/۳۳ <sup>u</sup>	۶۸
۰/۰۷۶۰	۱/۹۶۱	۴۷/۶۹	۴۲/۵۶	۴۲/۳۸	۳۷/۵۰	۶۱
۰/۸۷۳۷	۱/۴۱۰	۵۴/۶۰	۵۵/۹۲	۵۲/۵۲	۵۲/۴۴	۶۲
۰/۷۵۰۴	۱/۵۲۶	۵۲/۳۳	۵۳/۶۳	۴۹/۷۰	۴۹/۳۳	۶۳
۰/۱۵۲۹	۱/۸۶۱	۴۶/۴۸	۵۴/۲۲	۴۸/۱۲	۴۲/۴۵	۶۴
۰/۳۶۱۷	۱/۸۷۴	۴۵/۸۷	۵۱/۳۷	۴۲/۲۸	۴۲/۷۴	۶۵
۰/۰۲۶۷	۲/۱۰۲	۴۸/۶۵ <sup>a</sup>	۵۲/۳۹ <sup>a</sup>	۴۹/۹۸ <sup>a</sup>	۳۷/۰۷ <sup>u</sup>	۶۶
۰/۰۲۲۴	۱/۹۵۵	۵۱/۴۹ <sup>a</sup>	۵۲/۸۷ <sup>a</sup>	۵۴/۲۳ <sup>a</sup>	۴۵/۷۵ <sup>u</sup>	۶۷
۰/۰۱۹۳	۲/۱۰۱	۴۹/۸۸ <sup>uu</sup>	۵۵/۳۹ <sup>a</sup>	۵۷/۵۰ <sup>a</sup>	۴۲/۲۹ <sup>u</sup>	۶۸

a-b میانگین‌های دارای بالانویس متفاوت در هر ردیف، دارای تفاوت معنی‌داری با یکدیگر می‌باشند ( $P < 0.05$ ). SEM†: خطای معیار میانگین

مقدار آن در ترکیبات پیش ساز زرده شده و از این طریق توزیع و فراهمی این ترکیبات را برای فولیکولهای سلسله مراتبی تخمدان بهبود می‌دهد، که این امر باعث کاهش وزن نسبی زرده و افزایش نرخ تخم‌گذاری می‌شود (۴۸). سیر تغییرات متغیر شاخص رنگ زرده در پاسخ به افزودن کورکومینوئیدها به جیره، در مقاطع زمانی مختلف متفاوت بود، به نحوی که در هفته ۶۲ دوره آزمایش تغییر معنی‌داری در این فراسنجه مشاهده نشد. حال آنکه در سه دوره‌ی دیگر، تیمار ۴۰۰ میلی‌گرم کورکومینوئیدها در مقایسه با سایر تیمارها بالاترین رنگ زرده را به خود اختصاص داده و تفاوت معنی‌داری را از این حیث با تیمار شاهد رقم زد، اما در هفته ۶۸ دوره آزمایش این تیمار همراه با تیمار ۸۰۰ میلی‌گرم کورکومینوئیدها بیشترین شاخص رنگ زرده را به خود اختصاص دادند. بیشتر بودن رنگ در تیمار ۴۰۰ میلی‌گرم را شاید بتوان دلیلی بر بالا بودن میزان جذب این سطح نسبت به سایر سطوح استفاده شده اشاره کرد، همانطور که در جدول مربوطه مشاهده می‌شود با افزایش دز مصرفی کورکومین میزان رنگ زرده کاهش می‌یابد و شاید بدلیل کاهش قابلیت جذب این ماده باشد. در آزمایشی افزودن سطوح پله‌ای (صفر، ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ گرم در کیلوگرم) پودر ریزوم زردچوبه به جیره مرغ‌های تخم‌گذار، پس از چهار هفته، به بهبود غیر خطی شاخص رنگ زرده منجر شد، به طوری که تنها سطوح ۱ و ۲ گرم در کیلوگرم این افزودنی موجب رقم خوردن تغییرات معنی‌دار در این فراسنجه شدند (۳۵). کورکومین رنگدانه‌ای طبیعی است که با افزودن آن به جیره (به‌ویژه جیره‌های بر پایه غلاتی غیر از ذرت)، شاخص رنگ زرده ممکن است تا حدودی بهبود یابد (۲۵). از سوی دیگر، کورکومین از طریق کاهش فعالیت آنزیم‌های میانجی وقایع التهابی و یا از طریق افزایش سنتز گلوتاتیون، به عنوان ترکیبی آنتی‌اکسیدان عمل کرده و احتمالاً از این طریق رنگدانه‌های پیش‌ساز زرده را از گزند عوامل پراکسیدان محافظت می‌کند (۴۳).

استفاده از پودر ریزوم زردچوبه در سطوح صفر، ۰/۵، ۱/۵، ۱/۰ و ۲/۰ گرم در کیلوگرم جیره وزن مخصوص تخم‌مرغ، ضخامت پوسته و وزن مطلق و نسبی پوسته تخم‌مرغ را تحت تأثیر قرار نداد (۲۹). در مطالعه‌ی دیگر، استفاده از ۲ درصد پودر ریزوم زردچوبه در جیره مرغ‌های تخم‌گذار پوسته قهوه‌ای در سیکل دوم تولید تأثیری بر وزن نسبی پوسته و وزن مخصوص تخم‌مرغ نداشت (۲۵). به‌طور مشابهی استفاده از سطوح مختلف پودر زردچوبه (حاوی ۷/۹۷ درصد کورکومین) در جیره بلدرچین‌های تخم‌گذار تأثیری بر خواص کیفی پوسته تخم بلدرچین نداشت (۳۹). شاید بهبود نسبی نتایج به دست آمده در آزمایش حاضر با یافته‌های سایر محققان را بتوان با تفاوت موجود در نوع تیمارهای اعمال شده (کورکومین در مطالعه حاضر در برابر پودر ریزوم زردچوبه در سایر مطالعات) مرتبط دانست. هنگام استفاده از بافت‌های گیاهی، مواد مؤثره در داخل غدد و ماتریکس جامد گیاه حبس شده (۱۳) و به دلیل کوتاه بودن طول دستگاه گوارش طیور و زمان ماندگاری خوراک در مجرای گوارشی، این امکان وجود دارد که پرنده فرصت کافی برای استحصال و بهره‌گیری کامل از مواد مؤثره را نداشته باشد، به همین دلیل استفاده از مواد مؤثره به جای بافت کامل یا ماتریکس جامد گیاه در جیره طیور ممکن است نتایج متفاوتی را به همراه داشته باشد. شواهدی دال بر افزایش غلظت کلیسم در سرم خون مرغ‌های تخم‌گذار در نتیجه استفاده از ترکیبات آنتی‌اکسیدان در جیره، وجود دارد (۲۸،۱۱). روند پاسخ درصد وزنی زرده، با افزایش سطوح کورکومینوئیدها به جیره، روند کاهشی نسبت به تیمار شاهد نشان داد هرچند این روند نیز از حیث آمار معنی‌دار نبود ( $P < 0/05$ )، گزارش شده است که افزودن سطوح پله‌ای ویتامین E (صفر، ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) به جیره مرغ‌های مادر گوشتی با کاهش خطی درصد وزنی زرده و درصد تولید تخم‌مرغ همراه بوده است (۴۸،۳۱) در واقع، ویتامین E موجب کاهش سنتز کلسترول در کبد و کم شدن

جدول ۲- تأثیر سطوح مختلف کورکومینوئیدها بر صفات کیفی تخم‌مرغ در دوره‌های زمانی مختلف  
Table 2. The effect of different levels of curcuminoids on egg quality traits at different periods

P Value	±SEM	سطح کورکومینوئیدها خالص در جیره (میلی‌گرم در کیلوگرم)				صفت	دوره آزمایش
		۱۲۰۰	۸۰۰	۴۰۰	صفر		
۰/۶۰۷۶	۰/۲۶۳۶	۲۶/۶۵	۲۵/۸۱	۲۵/۸۰	۲۷/۶۲	درصد زرده	۶۲ هفته
۰/۲۱۵۶	۰/۱۴۹۱	۶/۵۰	۷/۰۰	۷/۵۰	۷/۰۰	رنگ زرده*	
۰/۱۰۳۱	۰/۰۰۶۱	۰/۳۹۵	۰/۴۰۰	۰/۴۲۵	۰/۳۸۰	ضخامت پوسته (میلی‌متر)	۶۴ هفته
۰/۱۸۵۶	۰/۰۰۵۹	۹/۰۲	۹/۰۳	۹/۲۲	۸/۸۸	درصد پوسته	
۰/۰۵۱۴	۰/۷۳۳۲	۲۶/۸۷	۲۵/۵۴	۲۵/۵۳	۳۰/۲۹	درصد زرده	۶۶ هفته
۰/۰۰۶۲	۰/۱۷۶۱	۶/۰۰ <sup>d</sup>	۶/۷۵ <sup>d</sup>	۷/۵۰ <sup>d</sup>	۶/۵۰ <sup>d</sup>	رنگ زرده*	
۰/۲۵۰۴	۰/۰۰۴۹	۰/۴۰۷	۰/۴۰۰	۰/۴۰۸	۰/۳۸۳	ضخامت پوسته (میلی‌متر)	۶۸ هفته
۰/۱۲۰۲	۰/۱۴۶۱	۸/۹۷	۸/۸۴	۹/۳۸	۸/۴۴	درصد پوسته	
۰/۰۹۷۴	۰/۵۵۰۳	۲۵/۸۰	۲۵/۵۵	۲۵/۲۳	۲۸/۵۹	درصد زرده	۶۸ هفته
۰/۰۳۴۶	۰/۱۴۴۳	۶/۲۵ <sup>c</sup>	۷/۰۰ <sup>ab</sup>	۷/۲۵ <sup>d</sup>	۶/۵۰ <sup>bc</sup>	رنگ زرده*	
۰/۶۴۴۱	۰/۰۰۳۱	۰/۴۰۳	۰/۴۰۷	۰/۴۰۸	۰/۳۹۸	ضخامت پوسته (میلی‌متر)	۶۸ هفته
۰/۱۶۹۰	۰/۳۱۰۱	۷/۹۵	۸/۱۵	۸/۳۹	۷/۷۷	درصد پوسته	
۰/۱۷۱۳	۰/۵۵۴۷	۳۷/۴۵	۲۵/۳۱	۲۴/۸۰	۲۷/۵۵	درصد زرده	۶۸ هفته
۰/۰۰۷۲	۰/۱۶۵۲	۷/۰۰ <sup>a</sup>	۸/۰۰ <sup>a</sup>	۸/۰۰ <sup>d</sup>	۷/۰۰ <sup>a</sup>	رنگ زرده*	
۰/۶۴۱۰	۰/۰۰۶۲	۰/۴۰۷	۰/۴۰۵	۰/۴۱۵	۰/۳۹۵	ضخامت پوسته (میلی‌متر)	۶۸ هفته
۰/۳۰۳۲	۰/۲۳۲۱	۸/۶۶	۸/۸۲	۹/۴۳	۸/۱۷	درصد پوسته	

a-b: میانگین‌های دارای بالاترین تفاوت در هر ردیف، دارای تفاوت معنی‌داری با یکدیگر می‌باشند ( $P < 0/05$ ); SEM±: خطای معیار میانگین‌ها.  
\*: رنگ زرده با استفاده از شاخص رنگ سنخ رش (Rosh) اندازه‌گیری شد.

را به همراه دارد (۲۰،۱۴) با کاهش LDL احتمال بروز بیماری‌های قلبی عروقی نیز کاهش می‌یابد (۹،۶). همچنین گزارش شده است زردچوبه با افزایش فعالیت آنزیم‌های ضد اکسیدانی باعث کاهش پراکسیداسیون لیپیدها می‌شود. گروه‌های فنلی موجود در ساختار کورکومین نقش مهمی بر جلوگیری پراکسیدان لیپیدها دارد این گروه‌ها توانایی برداشت رادیکال‌های هیدروکسیل، سوپراکسیدها و اکسید نیتریک را دارد، کورکومین با افزایش فعالیت آنزیم‌هایی همچون گلوتاتیون پراکسیداز، سوپراکسید دیس موتاز و همچنین کاتالازها نقش آنتی اکسیدانی خود را می‌تواند ایفا کند (۴۶). گزارش شده کورکومین توانسته حساسیت LDL را به اکسید شدن کاهش دهد. غلظت کلسترول تام، تری‌گلیسریدها، HDL و AST سرم در هیچ یک از ارزیابی‌های میان‌دوره و پایان‌دوره، تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگیرد ( $P > 0.05$ ). هم‌سو با یافته‌های ما، برخی از محققان عدم تأثیرپذیری معنی‌دار زردچوبه یا کورکومین بر غلظت کلسترول تام سرم مرغ‌های تخم‌گذار را گزارش کرده‌اند (۲۱). نتایج ناسازگار کورکومین بر غلظت تری‌گلیسرید و کلسترول در گزارشات مختلف می‌تواند ناشی از مقدار کورکومین موجود در پودر زردچوبه و یا مقدار کورکومین استفاده شده در آزمایشات باشد. گزارش شده کورکومین توانایی تبدیل کلسترول به اسید صفراوی را داشته و این یکی از مهم‌ترین راه‌های برداشت کلسترول می‌باشد. کورکومین از طریق تحریک کبد به افزایش تولید آنزیم کلسترول هیدروکسیلاز توانایی تبدیل کلسترول به اسید صفراوی را افزایش می‌دهد (۴۹،۲۲،۷).

جدول ۳ تأثیر تیمارهای آزمایشی بر متغیرهای بیوشیمیایی منتخب سرم را نشان می‌دهد. در ارزیابی میان‌دوره‌ای فراسنجه‌های بیوشیمیایی سرم که در هفته ۶۴ دوره آزمایش به عمل آمد، استفاده از کورکومینوئیدها در بالاترین سطح (۱۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره) به افزایش معنی‌دار فعالیت آنزیم آلانین آمینو ترانسفراز (ALT) در سرم خون مرغ‌های تخم‌گذار انجامید. فعالیت برخی آنزیم‌های کبدی نظیر ALT و اسپاراتات آمینو ترانسفراز (AST) به عنوان شاخص کارکرد کبد و شاخص مسمومیت سلول‌های کبدی مورد استفاده قرار می‌گیرد. بالا بودن فعالیت ALT نمونه سرم‌های در هفته ۶۴ دوره آزمایش تیمار ۱۲۰۰ میلی‌گرم کورکومینوئیدها و عدم مشاهده چنین اثری در پایان دوره آزمایش را شاید بتوان اینگونه تفسیر نمود که کبد پرند در مواجهه با بالاترین دز کورکومین دچار تنش و مسمومیت شده و پاسخ ابتدایی آن به این تیمار به صورت افزایش فعالیت ALT منتجی شده است، اما به مرور زمان بدن پرند با این تیمار سازگار شده و به همین دلیل در ارزیابی پایان دوره تفاوت معنی‌داری از این حیث بین تیمارها مشاهده نشد. با کاهش دز مصرفی کورکومینوئیدها در جیره، کاهش غلظت LDL و افزایش نسبت HDL:LDL در نمونه‌های سرم اخذ شده در انتهای دوره آزمایش (هفته ۶۸ دوره) توأم بود، به طوری که تفاوت گروه‌های ۴۰۰ و ۸۰۰ میلی‌گرم کورکومینوئیدها با گروه شاهد، از حیث نسبت HDL:LDL معنی‌دار بود ( $P < 0.05$ ). گزارش شده است ماده موثر زردچوبه (کورکومین) تأثیر کاهندگی بر LDL و افزایش آلفا توکوفرول

جدول ۳- تأثیر سطوح مختلف کورکومینوئیدها بر برخی فراسنجه‌های بیوشیمیایی سرم خون مرغ‌های تخم‌گذار  
Table 3. The effect of different levels of curcuminoids on biochemical serum characteristics in laying hens

P value	±SEM	سطح کورکومینوئید خالص در جیره (میلی‌گرم در کیلوگرم)				مرحله سنجش سن
		۱۲۰۰	۸۰۰	۴۰۰	صفر	
۰/۳۰۱۰	۶/۲۴۲	۱۸۷/۷۵	۱۸۷/۷۵	۱۶۵/۰۰	۱۶۳/۵۰	کلسترول تام ( $^{mg/dl}$ )
۰/۹۹۸۶	۱۴/۵۱۳۴	۳۲۹۵/۲۵	۳۲۹۵/۷۵	۳۲۹۳/۵۰	۳۳۰/۷۵	تری‌گلیسرید ( $^{mg/dl}$ )
۰/۹۲۵۱	۰/۶۴۳۶	۳۲/۵۰	۳۲/۵۰	۳۳/۵۰	۳۳/۷۵	HDL ( $^{mg/dl}$ )
۰/۳۰۴۴	۴/۰۵۰۵	۱۵۷/۰۰	۱۵۷/۰۰	۱۴۱/۷۵	۱۴۰/۷۵	LDL ( $^{mg/dl}$ )
۰/۴۱۶۳	۰/۰۰۶۵	۰/۲۱۰	۰/۲۱۴	۰/۲۳۶	۰/۲۴۰	HDL:LDL
۰/۲۱۴۲	۱۲/۱۱۴۲	۱۳۲/۰۰	۱۳۲/۰۰	۱۶۱/۲۵	۱۹۴/۵۰	AST ( $^{U/L}$ )
۰/۳۰۰۵	۱/۳۶۷۷	۲۸/۲۵ <sup>a</sup>	۲۴/۵۰ <sup>ab</sup>	۲۴/۵۰ <sup>ab</sup>	۱۷/۷۵ <sup>p</sup>	ALT ( $^{U/L}$ )
۰/۹۵۴۸	۸/۲۶۴۴	۱۷۸/۰۰	۱۷۵/۰۰	۱۷۱/۰۰	۱۸۵/۲۵	کلسترول تام ( $^{mg/dl}$ )
۰/۹۳۷۴	۳۸/۱۲۴۱	۳۲۲۲/۵۰	۳۲۱۹/۳۰	۳۲۱۴/۰۰	۳۲۷۹/۸۰	تری‌گلیسرید ( $^{mg/dl}$ )
۰/۹۳۲۹	۰/۵۵۱۵	۳۲/۰۰	۳۲/۵۰	۳۲/۷۵	۳۱/۷۵	HDL ( $^{mg/dl}$ )
۰/۰۶۱۸	۳/۹۱۱۵	۱۶۹/۷۵	۱۶۰/۷۵	۱۵۷/۷۵	۱۸۳/۷۵	LDL ( $^{mg/dl}$ )
۰/۰۴۰۲	۰/۰۰۵۱	۰/۱۹۰ <sup>ab</sup>	۰/۲۰۳ <sup>a</sup>	۰/۲۰۸ <sup>a</sup>	۰/۱۷۳ <sup>p</sup>	HDL:LDL
۰/۲۶۰۴	۱۲/۷۰۴۸	۱۳۲/۰۰	۱۵۰/۰۰	۱۶۱/۰۰	۲۰۲/۲۵	AST ( $^{U/L}$ )
۰/۱۲۴۳	۱/۴۵۸۷	۲۵/۵۰	۲۴/۰۰	۲۲/۵۰	۲۲/۰۰	ALT ( $^{U/L}$ )

a-c: میانگین‌های دارای بالانویس متفاوت در هر ردیف، دارای تفاوت معنی‌داری با یکدیگر می‌باشند ( $P < 0.05$ ). SEM±: خطای معیار میانگین

کورکومینوئیدها دارای اثرات ضد التهابی و آنتی اکسیدانی و همچنین بهبود دهنده سیستم ایمنی می‌باشد. گزارش شده که پودر زردچوبه می‌تواند باعث بهبود فعالیت لنفوسیت‌های T و B، ماکروفاژها و نوتروفیل‌ها شود که نتیجه چنین بهبودی تولید آنتی‌بادی بیشتر شده و در نهایت پاسخ ایمنی افزایش می‌یابد، این بهبود یاد شده که مطابق با نتایج این آزمایش نیز می‌باشد توسط کرمانشاهی و همکاران (۱۴) گزارش شد به نحوی که بهبودی در میزان تیتراژ IgG و IgM در روزهای

جدول ۴ تأثیر سطوح مختلف کورکومینوئید بر سیستم ایمنی همورال مرغ‌های تخم‌گذار را در این آزمایش نشان می‌دهد. میزان ایمونوگلوبولین IgM در مرغان تغذیه شده با سطح ۴۰۰ میلی‌گرم در مقایسه با گروه‌های دیگر در هفته ۶۷ اختلاف معنی‌داری را از خود نشان داد ( $P < 0.05$ ). عیار کل آنتی‌بادی تولیدی علیه SRBC، IgG در هفته ۶۸ آزمایش در سطح ۴۰۰ میلی‌گرم بالاترین پاسخ سیستم ایمنی همورال را در تمام صفات نشان داد ( $P < 0.05$ ). کورکومین موجود در

۲۱ و ۴۲ جوجه‌های تغذیه شده با کورکومین دیده شد. جوجه‌های تغذیه شده با سطح ۰/۸ درصد پودر زردچوبه دارای پادتن بهتری نسبت به سطح ۰/۴ نشان دادند. در مطالعه‌ی استفاده از پودر زردچوبه در سطوح مختلف اثر بخشی در پاسخ

جدول ۴- تأثیر سطوح مختلف کورکومینوئیدها بر پاسخ ایمنی همورال مرغان تخم‌گذار (log<sub>2</sub>)  
Table 4. The effect of different levels of curcuminoids on humoral immune response in laying hens

P Value	SEM	سطح کورکومینوئیدها خالص در جیره (میلی‌گرم در کیلوگرم)				فراسنج‌ها	سن
		۱۲۰۰	۸۰۰	۴۰۰	صفر		
-/۱۸۸۲	-/۱۳۱	۹/۰	۹/۱	۹/۵	۸/۷	Total-Anti SRBC	
-/۵۷۲۳	-/۰۹۵	۷/۰	۷/۰	۷/۲	۶/۸۰	IgG	۶۷ هفته
-/۰۱۰۷	-/۰۴۹	۲/۰ <sup>D</sup>	۲/۱ <sup>ab</sup>	۲/۳ <sup>a</sup>	۱/۹ <sup>D</sup>	IgM	
-/۰۰۰۱	-/۱۲۷	۹/۷ <sup>D</sup>	۱۰/۰ <sup>ab</sup>	۱۰/۳ <sup>a</sup>	۹/۱ <sup>C</sup>	Total-Anti SRBC	
-/۰۱۷۸	-/۰۹۵	۷/۱ <sup>D</sup>	۷/۴ <sup>ab</sup>	۷/۷ <sup>a</sup>	۷/۰ <sup>D</sup>	IgG	۶۸ هفته
-/۰۸۳۱	-/۰۸۳	۲/۶	۲/۶	۲/۵	۲/۱	IgM	

a-c: میانگین‌های دارای بالانویس متفاوت در هر ردیف، دارای تفاوت معنی‌داری با یکدیگر می‌باشند (P<۰/۰۵). SEM†: خطای معیار میانگین‌ها

کورکومینوئیدها به طور ضعیفی توسط دستگاه گوارش انسان و یا پرند جذب می‌شوند چرا که آنها به سختی در آب حل می‌شوند و محدودیت اصلی استفاده از آنها، حل شدن ضعیف و متابولیسم سریع آنها است به علاوه جذب آنها از طریق معده و روده بسیار ضعیف است، یک لایه سطحی آب بر روی لایه اپیتلیال روده وجود داشته که مواد برای جذب شدن باید در این لایه حل شده و سپس عبور کنند کورکومین یک ماده لیپوفیک بوده و به مقدار ناچیز در این لایه حل و در نهایت جذب می‌شود، یافته‌های ما نیز تأییدی بر این یافته‌ها بوده و مطابق با نتایج سایر محققین می‌باشد (۱۵، ۱۷، ۲۷، ۴۱).

میزان قابلیت هضم کورکومینوئیدها در جدول ۵ نشان داده شده است، همانطور که مشاهده می‌شود سطح ۴۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم دارای بیشترین سطح جذب بوده و از حیث آماری نسبت به تیمارهای دیگر اختلاف معنی‌داری را نشان داد (P<۰/۰۵). سطوح ۸۰۰ و ۱۲۰۰ میلی‌گرم از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با هم نداشت. داده‌ها نشان می‌دهد با افزایش دز مصرف میزان قابلیت هضم کورکومینوئیدها نیز کاهش می‌یابد. مطالعات حیوانی متعددی نشان داده که کورکومینوئیدها در بدن سریعاً متابولیزه، در کبد کونجوگه و سپس عمدتاً از طریق مدفوع و مقداری نیز از راه ادرار به دلیل زیست‌فراهمی پایین کورکومینوئیدها دفع می‌شود.

جدول ۵- میزان قابلیت هضم کورکومینوئیدها به روش جمع‌آوری کل مدفوع در مرغان تخم‌گذار  
Table 5. Digestibility of curcuminoids using total excreta collection in laying hens

P value	SEM	سطح کورکومینوئیدها خالص در جیره (میلی‌گرم در کیلوگرم)				هضم کورکومینوئید
		۱۲۰۰	۸۰۰	۴۰۰	صفر	
-/۰۰۰۱	-/۰۰۵۲۸	۰/۰۳۹۴ <sup>D</sup>	۰/۰۳۹۵ <sup>D</sup>	۰/۰۵۴۵ <sup>a</sup>	۰/۰ <sup>C</sup>	
		٪۳/۹۴	٪۳/۹۵	٪۵/۴	۰/۰	

a-c: میانگین‌های دارای بالانویس متفاوت در هر ردیف، دارای تفاوت معنی‌داری با یکدیگر می‌باشند (P<۰/۰۵). SEM†: خطای معیار میانگین‌ها

گردید، که این فاکتورها می‌تواند دلیلی برای کاهش بیماری‌های قلبی عروقی و همچنین جلوگیری از چربی‌دار شدن کبد باشد. افزودن کورکومینوئیدها در سطح ۴۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم توانست بیشترین پاسخ سیستم ایمنی رو به خود اختصاص دهد همچنین همین سطح بیشترین جذب را نسبت به تیمارهای دیگر دارا بود. مطالعات بیشتری لازم است تا اثرات بیشتر کورکومینوئیدها به جیره مرغان تخم‌گذار در سلامتی انسان مشخص شود.

استفاده از کورکومینوئیدها به‌ویژه در سطوح ۴۰۰ و ۸۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره موجب بهبود عملکرد شد، در حالی که اثرات مثبت مشاهده شده در خواص کیفی پوسته در پاسخ کورکومینوئید جیره پایدار نبودند، کورکومینوئیدها همچنین در سطح ۴۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم در قیاس با سطح صفر آن توانست رنگ زرده را بهبود بخشد. کورکومینوئیدها در سطح ۴۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره موجب کاهش LDL و افزایش نسبت HDL:LDL سرم

## منابع

1. Aggarwal, B.B., C. Sundaram, N. Malani and H. Ichikawa. 2007. Curcumin: The Indian Solid siold. *Advance in Experimental and Medicine and Biology*, 595: 1-75.
2. Albatshan H.A., S.E. Scheideler, B.L. Black, J.D. Garlich and K.E. Anderson. 1994. Duodenal calcium-uptake, femur ash and eggshell quality decline with age and increase following molt. *Poultry Science*, 73: 1590-1596.
3. AL-Sultan, S.I. 2003. The Effect of *Curcuma longa* (Turmeric) on overall performance of broiler chickens. *International Journal of Poultry Science*, 2: 351-353.
4. American Council on Science and Health. 2002. *The Role of Eggs in the Diet: Update Prepared for the American Council on Science and Health*. American Council on Science and Health, 1995 Broadway, 2<sup>nd</sup> Floor, New York, NY.
5. Arpasova, H., M. Halaj and P. Halaj. 2010. Eggshell quality and calcium utilization in feed of hens in repeated laying cycles. *Czech Journal of Animal Science*, 55: 66-74.
6. Asai, A., K. Nakagawa and T. Miyazawa. 1999. Antioxidative effects of turmeric rosemary and capsicum extracts on membrane phospholipids peroxidation and liver lipid metabolism in mice. *Bio sci Biotech Biochem*, 63(12): 2118-22.
7. Asai, A. and T. Miyazawa. 2001. Dietary curcuminoids prevent highfat diet-induced lipid accumulation in rat liver and epididymal Adipose tissue. *Journal of Nutrition*, 131: 2932-2935.
8. Asmundson, V.S. and G.A. Baker. 1940. Percentage shell as a function of shell thickness, egg volume, and egg shape. *Poultry Science*, 19(4): 227-232.
9. Babu, P.S., K. Srinivasan. 1997. Hypolipidemic action of curcumin the activity principle of turmeric in streptozotocin induced diabetic rats. *Mol Cell Biochem*, 166(1-2): 169-175.
10. Bergmeyer, H.U., M. Grassl Walter, H.E. Hexokinase. In *Methods of Enzymatic Analysis*, 3<sup>rd</sup> edn, vol II, Bergmeyer HU, Bergmeyer J, Grassl M (eds). VCH Verlagsgesellschaft: Weinheim: 222-223.
11. Bollengier-Lee, S., M.A. Mitchell, D.B. Utomo, P.E.V. Williams and C.C. Whitehead. 1998. Influence of high dietary vitamin E supplementation on egg production and plasma characteristics in hens subjected to heat stress. *British Poultry Science*, 39(1): 106-112.
12. Dikmen, B.Y., A. Ipek, U.S. Ahan, M. Petek and A. Sözcü. 2016. The egg production and welfare of laying hens kept in different housing systems (conventional, enriched cage, and free range). *Poultry Science*, 1-9.
13. Dorman, H.J.D. and S.G. Deans. 2000. Antimicrobial agents from plants: Antibacterial activity of plant volatile oils. *Journal of Applied Microbiology*, 88: 308-316.
14. Emadi, M., H. Kermanshahi and E. Maroufyan. 2007. Effect of varying levels of turmeric rhizome powder on some blood parameters of broiler chickens fed corn soybean meal based diets. *International journal of Poultry science*, 6(5): 345-348.
15. Garcea, G., D.J. Jones, R. Singh, A.R. Dennison, P.B. Farmer, R.A. Sharma, W.P. Steward, A.J. Gescher and D.P. Berry. 2004. Detection of curcumin and its metabolites in hepatic tissue and portal blood of patients following oral administration. *British Journal of Cancer*, 90(5): 1011-1015.
16. Govindarajan, V.S. 1980. Turmeric-chemistry, technology and quality. *Critical Review in Food Science and Nutrition*, 12: 199-301.
17. Hoehle, S.I., E. Pfeiffer, A.M. Solyom and M. Metzler. 2006. Metabolism of curcuminoids in tissue slices and subcellular fractions from rat liver. *J. Agric. Food Chem*, 54(3): 756-64.
18. Hy-Line International. 2015. *Hy-Line W-36 Commercial layer Management Guide*. Hy-Line International, Des Moines, IA.
19. Jayaprakasha, G.K., L.J.M. Rao and K.K. Sakariah. 2005. Chemistry and Biological activities of *C. longa*. *Trends in Food Science & Technology*, 16: 533-548.
20. Kamal-Eldin, A., J. Frank, A. Razdan, S. Tengblad, S. Basu and B. Vessby. 2000. Effects of dietary phenolic compounds on tocopherol, cholesterol, and fatty acids in rats. *Lipids*, 35(4): 427-35.
21. Keshavarz, K. 1976. The influence of turmeric and curcumin on cholesterol concentration of eggs and tissues. *Poultry Science*, 55: 1077-1083.
22. Kim, M. and Y. Kim. 2010. Hypocholesterolemic effects of curcumin via up-regulation of cholesterol 7 $\alpha$ -hydroxylase in rats fed a high fat diet. *Nutrition Research and practice*, 4(3): 191-5.
23. Kumar, M., R.S. Choudhary and J.K. Vaishnav. 2005. Effect of supplemental prebiotic, probiotic and turmeric in diet on the performance of broiler chicks during summer. *Indian Journal of Poultry Science*, 40: 137-141.
24. Kumari, P., M.K. Gupta, R.K. Ranjan, K.K. Singh and R. Yadava. 2007. *Curcuma longa* as feed additive in broiler birds and its pathophysiological effects. *Indian Journal of Experimental Biology*, 45: 272-277.
25. Laganá, C., C.C. Pizzolante, P.H.N. Turco, J.E. de Moraes and É.S.P.B. Saldanha. 2012. Influence of the natural dyes bixin and curcumin in the shelf life of eggs from laying hens in the second production cycle. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 34(2): 155-159.
26. Lantz, R.C., G.J. Chen, A.M. Solyom, S.D. Jolad and B.N. Timmermann. 2005. The effect of turmeric extracts on inflammatory mediator production. *Phytomedicine*, 12(6-7): 445-452.
27. Marczylo, T.H., R.D. Verschoyle, D.N. Cooke, P. Morazzoni, W.P. Steward and A.J. Gescher. 2007. Comparison of systemic availability of curcumin with that of curcumin formulated with phosphatidylcholine. *Cancer Chemother. Pharmacol*, 60(2): 171-7.
28. Mézes, M. and A. Hidas. 1992. Is there lipid peroxidation induced malondialdehyde production during egg shell formation? *Acta Veterinaria Hungarica*, 40(4): 297-301.
29. Namagirilakshmi, S. 2005. *Turmeric (Curcuma longa) as nutraceutical to improve broiler performance*. M.V.Sc., thesis submitted to Tamil Nadu Veterinary and Animal Sciences University, Chennai-51.

30. Nelson, N.A., N. Lakshmanan and S.J. Lamont. 1995. Sheep red blood cell and *Brucella abortus* antibody responses in chickens selected for multitrait immunocompetence. *Poultry Science*, 74: 1603-1609.
31. Park, S.S., J.M. Kim, E.J. Kim, H.S. Kim, B.K. An and C.W. Kang. 2012. Effects of dietary turmeric powder on laying performance and egg qualities in laying hens. *Korean Journal of Poultry Science*, 39(1): 27-32.
32. Platel, K. and K. Srinivasan. 2000. Influence of dietary spices and their active principles on pancreatic digestive enzymes in albino rats. *Nahrung*, 44(1): 42-46.
33. Rahardja D.P., M.R. Hakim and V.S. Lestari. 2015. Egg production performance of old laying hen fed dietary turmeric powder. *International Journal of Animal and Veterinary Sciences*, 2(7): 264 (Abstract).
34. Richmond, W. 1973. Preparation and properties of a cholesterol oxidase from *Nocardia* sp. and its application to the enzymatic assay of total cholesterol in serum. *Clinical Chemistry*, 19: 1350-1356.
35. Riasei, A., H. Kermanshahi and A.H. Mahdavi. 2012. Production performance, egg quality and some serum metabolites of older commercial laying hens fed different levels of turmeric rhizome (*Curcuma longa*) powder. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6(11): 2141-2145.
36. Rivera-Espinoza, Y. and P. Muriel. 2009. Pharmacological actions of curcumin in liver diseases or damage. *Liver International*, 29: 1457-1466.
37. Rolan D.A. 1980. The Ability of Young and Old Hens to Change Shell Deposition with Sudden Natural Drastic Changes in Egg Size. *Poultry Science*, 59: 924-926.
38. Samarasinghe, K.C., S.T. Wenk, K.F. Silva and J.M.D.M. Gunasekera. 2003. Turmeric (*Curcuma longa*) root powder and mannanoligosaccharides as alternatives to antibiotics in broiler chicken diets. *Asian-Australian Journal of Animal Science*, 16(10): 1495-1500.
39. Saraswati, T.R., W. Manalu, D.R. Ekastuti and N. Kusumorini. 2013. The role of turmeric powder in lipid metabolism and its effect on quality of the first quail's egg. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*, 38(2): 123-130.
40. SAS Institute. 2005. SAS Users guide: Statistics. Version 9.12. SAS Institute Inc., Cary, NC. pp: 126-178.
41. Sharma, R.A., A.J. Gescher and W.P. Steward. 2005. Curcumin: The story so far. *European Journal Cancer*, 41: 1955-1968.
42. Sharif, H. 2016. Effects of adding different dietary levels of turmeric (*Curcuma longa* Linn) on productive performance and egg quality of laying hens. *International Journal of Poultry Science*, 15 (4): 156-160.
43. Sreejayan, N. and M.N. Rao. 1996. Free radical scavenging activity of curcuminoid. *Drug Research*, 46: 169-171.
44. Steiner, T. 2006. Natural Growth Promoters as a Key to Animal Performance. Nottingham University Press, Nottingham, United Kingdom.
45. Sundari, S., Z. Zuprizal, T. Yuwanta and R. Martien. 2014. The effect nanocapsule of turmeric extracts in rations on nutrient digestibility of broiler chickens. *Animal Production*, 16(2): 107-113.
46. Toda, S., M. Ohnishi, M. Kimura, K. Nakashima. 1988. Action of curcuminoids on the hemolysis and lipid peroxidation of mouse erythrocytes induced by hydrogen peroxide. *J Ethnopharmacol*, 23(1): 105-8.
47. Vlizadeh, M. and M. Moghaddam. 1984. Experimental designs in agriculture. Pistaz Elem Press, 1: 90-105.
48. Zaghari, M., V. Sedaghat and M. Shivazad. 2013. Effect of vitamin E on reproductive performance of heavy broiler breeder hens. *Journal Apply Poultry Reserch*, 22: 808-813.
49. Zuprizal, Z., T. Yuwanta, S. Supadmo, A. Kusmayadi, A.K. Wati, R. Martien and S. Sundari. 2015. Effect of liquid nanocapsule level on broiler performance and total cholesterol. *International Journal of Poultry Science*, 14(7): 403-406.

## The Effect of Different Levels of Curcuminoids on Performance, Egg Quality, Some Biochemical Blood Indices, Immune System Response and their Digestibility in Laying Hens

Reza Daliri<sup>1</sup>, Hasan Kermanshahi<sup>2</sup>, Abolghasem Gholijyan<sup>3</sup>, Mohmod Reza Jafari<sup>4</sup> and Jalil Tavakol Afshari<sup>5</sup>

---

1 and 3- Ph.D Student and Profesor, Poultry Nutrition, Department of Animal Science, Ferdowsi University of Mashahd  
2- Profesor, Poultry Nutrition, Department of Animal Science, Ferdowsi University of Mashahd  
(Corresponding author: Kermansh@.um.ac.ir)  
4 and 5- Profesor Medical Science, University of Mashahd  
Received: August 12, 2017 Accepted: February 26, 2018

---

### Abstract

This experiment was conducted to evaluate the effect of graded dietary levels of pure curcuminoid on productive performance, egg quality traits, some biochemical blood parameters, immune response and its digestibility in the late phase of production of laying hens. A total of 160 sixty-weeks-old Hy-Line (W-36) laying hens were used in a completely randomized design, including 4 treatments in four replicates of 10 hens each. Dietary treatments diets contained 0 (control), 400, 800 and 1200 mg curcumin per kg of diet. Performance traits were assessed weekly and egg quality variables were measured bi-weekly. Adding curcuminoids to the diet caused a significant increase in production percentage ( $p < 0.05$ ). The hens receiving curcuminoid had more egg mass values. Changes in yolk color index as one of the internal egg quality traits were significant after the first week of experiment ( $P < 0.05$ ). Significant increase in ALT activity was observed in the group supplemented with 1200 mg in week 64 ( $P < 0.05$ ). In week 68, the ratio of HDL: LDL was significantly higher in the treatments that supplemented with 400 and 800 mg curcuminoids ( $P < 0.05$ ). Adding 400 mg curcuminoid resulted in the highest immune response and also the highest amount of absorption ( $P < 0.05$ ). Using 400 mg curcuminoid changed yolk color improved immune response and decreased LDL and the highest level of absorption was also observed in 400 mg curcuminoid.

**Keywords:** Curcuminoid, Lipid profile, Immune response, Digestibility, Egg quality, Laying hens