

تأثیر نانوذرات سلنیوم و سلنیت سدیم بر شاخص‌های ایمنی هومورال بلدرچین‌های تحت استفاده از غذاهای آلوده به آفلاتوکسین B₁

ابراهیم طالبی*^۱، افسانه عابدی^۲، احسان رحیمی^۳، مریم خسروی‌نژاد^۴

۱- استادیار گروه مهندسی علوم دامی، واحد داراب، دانشگاه آزاد اسلامی، داراب، ایران.

۲- کارشناسی ارشد میکروبی شناسی، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران.

۳- کارشناسی ارشد ژنتیک، دانشگاه علوم پزشکی تهران واحد بین الملل، کیش، ایران.

۴- کارشناسی ارشد مهندسی پلیمر، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران.

*نویسنده مسئول مکاتبات: talebi226@iaudarab.ac.ir

چکیده

سلنیوم یک ماده معدنی کمیاب و ضروری برای سلامت طیور و نیز یکی از بیوکاتالیزورها و اجزای پرشمار عملکرد آنزیم‌هاست که جهت بهبود عملکرد سیستم ایمنی، سلامتی و عملکرد تولیدی لازم است. مطالعه حاضر به منظور بررسی قابلیت مهار آفلاتوکسین B₁ توسط دو منبع مختلف سلنیومی و مقایسه اثر نانوسلنیوم و سلنیت سدیم بر ایمنی هومورال بلدرچین‌ها انجام گردید. تعداد ۲۴۰ قطعه جوجه بلدرچین در شش گروه آزمایشی شامل ۱- کنترل، بدون آفلاتوکسین B₁ و بدون نانوسلنیوم و سلنیت سدیم، ۲- با ۱ ppm آفلاتوکسین B₁ و بدون نانوسلنیوم و سلنیت سدیم، ۳- ۱ ppm آفلاتوکسین B₁ با ۰/۳ ppm نانوسلنیوم، ۴- ۱ ppm آفلاتوکسین B₁ با ۰/۳ ppm سلنیت سدیم، ۵- ۱ ppm آفلاتوکسین B₁ با ۰/۶ ppm نانوسلنیوم، ۶- ۱ ppm آفلاتوکسین B₁ با ۰/۶ ppm سلنیت سدیم، و در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی در ۴ تکرار و هر تکرار شامل ۱۰ قطعه جوجه اختصاص یافتند. به منظور بررسی پاسخ ایمنی هومورال ۰/۲ میلی‌لیتر سوسپانسیون گلبول قرمز گوسفند در ۳۵ روزگی به عضله سینه بلدرچین تزریق و یک هفته بعد از تزریق خون‌گیری انجام شد. واکنش نیوکاسل در ۲۸ روزگی تزریق و دو هفته بعد تیر آنتی‌بادی تعیین شد. بالاترین میزان تیر آنتی‌بادی علیه سوسپانسیون گلبول قرمز گوسفند (SRBC) مربوط به گروه دریافت کننده ۰/۶ ppm نانوسلنیوم بود ($p < 0/01$). نتایج نشان داد که نانوسلنیوم در مقایسه با سلنیت سدیم منجر به بهبود سیستم ایمنی هومورال و پارامترهای بیوشیمیایی سرم می‌شود.

کلیدواژه‌ها: آفلاتوکسین، بلدرچین، سلنیوم، سلنیت سدیم، ایمنی هومورال.

مقدمه

امروزه آلودگی محصولات کشاورزی به آفلاتوکسین‌ها یکی از مهم‌ترین مشکلات بهداشت جامعه بوده و کشورهای مختلف با توجه به خطرات جدی مایکوتوکسین‌ها قوانین و مقررات ویژه‌ای برای تولید، مصرف و واردات مواد غذایی تنظیم نموده‌اند (Amir Allama and Razzaghi Abyan, 2002; Talebi et al., 2011). در ایالات متحده مواد غذایی و دارویی که بیش از ۲۰ ppb آفلاتوکسین کل و ۱۵ ppb آفلاتوکسین B₁ داشته باشد، قابل خرید و فروش و یا صادرات و واردات نیستند (Gouram and Bullerman, 1995). از طرفی قارچ‌های تولیدکننده توکسین در همه جای محیط یافت شده و می‌توانند به مواد خوراکی هجوم بیاورند و متابولیت‌های ثانویه سمی تحت عنوان مایکوتوکسین‌ها را تولید کنند (Bagherzadeh Kasmani et al., 2012). مایکوتوکسین‌های مختلفی چون تریکوتسن‌ها، اکراتوکسین‌ها، آفلاتوکسین‌ها، فومونیزین‌ها، اسیدسیکلوپیازونیک، آسپورین، سیتترینین، آلکالوئیدهای ارگوت، فوزاروکرومانون، اسیدفوزاریک، مونیلفورمین و زیرالنون وجود دارند (Leeson and Summers, 2001). این مواد با درجات سمیت متفاوتی انسان و دام‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Jelinek et al., 1989). شیوع مایکوتوکسین‌ها جهانی است و اختلالات سلامتی ناشی از آنها یکی از دلایل پایین بودن طول عمر در کشورهای در حال توسعه است (Williams et al., 2004; Krogh, 1987; Goldblatt, 1976).

آفلاتوکسیکوزیس در پرندگان با نشانه‌هایی همانند بی‌حالی، کم‌اشتهایی به همراه کاهش رشد، کاهش

راندمان غذایی و افزایش حساسیت به استرس‌های میکروبی و محیطی و افزایش مرگ و میر همراه است (Huwing et al., 2001). به‌طورکلی، در اثر بروز آفلاتوکسیکوزیس تغییراتی در برخی از شاخص‌های خون و بیوشیمیایی سرم پرندگان به وجود می‌آید که می‌توان به کاهش مقادیر هماتوکریت، هموگلوبین، تعداد گلبول‌های قرمز و درصد لمفوسیت‌ها، افزایش تعداد کل گلبول‌های سفید و درصد هتروفیل‌ها اشاره نمود (Raju and Devegowda, 2000).

به منظور برطرف نمودن آلودگی از غذاها و منابع غذایی آلوده به آفلاتوکسین‌ها از روش‌های گوناگونی استفاده می‌گردد. در تمام این روش‌ها که شامل روش‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی می‌باشد، هدف اصلی عبارت از تجزیه، تخریب، غیرفعال نمودن یا جدا کردن سم است. اگر چه مایکوتوکسین‌ها و مسمومیت‌های حاصل از آن‌ها صدها سال است که شناخته مانده‌اند، ولی اطلاعات بشر در خصوص نحوه بیماری‌زایی و مسمومیت حاصل از آن‌ها به دنبال کشف آفلاتوکسین‌ها در سال ۱۹۶۰ (در انگلستان) توسعه چشمگیری پیدا کرد و از آن زمان به بعد تحقیق روی مایکوتوکسین‌ها و به خصوص آفلاتوکسین‌ها به‌طور عموم گسترش یافت (Zhang et al., 2001).

سلنیوم یکی از عناصر کمیاب است که نقش اساسی در حیات جانداران به‌خصوص مهره‌داران را ایفا می‌کند. در سال‌های اخیر اهمیت سلنیوم در تغذیه دام و طیور مشخص گردیده است. یکی از مهم‌ترین نقش‌های این عنصر شرکت در ساختمان گلوتاتیون پراکسیداز است. سلنیوم دارای اثرات متعددی شامل خواص ضدسرطانی، مسمومیت‌زدایی، محافظت در مقابل

بلد رچین‌های تحت استفاده از غذاهای آلوده به آفلاتوکسین B₁ بود.

مواد و روش‌ها

آماده‌سازی سالن و مدیریت پرورش: برنامه نوری اجرا شده در سالن، برنامه نوردهی مداوم در سه شبانه‌روز اول و ۲۳ ساعت روشنایی و یک ساعت تاریکی در بقیه ایام دوره پرورش بود. روشنایی سالن توسط لامپ‌های ۴۰ واتی تأمین شد. تهویه سالن به وسیله یک عدد هواکش موجود در دیوار انتهایی سالن و دو عدد پنجره ورودی هوا که روی دیوار سر سالن تعبیه شده بود، تأمین گردید.

جیره‌ها و گروه‌های آزمایشی: تعداد ۲۴۰ قطعه جوجه یک روزه به شش گروه آزمایشی شامل:

- ۱- کنترل، بدون آفلاتوکسین B₁ و بدون نانوسلنیوم و سلنیت سدیم، ۲- ۱ ppm آفلاتوکسین B₁ و بدون نانوسلنیوم و سلنیت سدیم، ۳- ۱ ppm آفلاتوکسین B₁ با ۰/۳ ppm نانوسلنیوم، ۴- ۱ ppm آفلاتوکسین B₁ با ۰/۳ ppm سلنیت سدیم، ۵- ۱ ppm آفلاتوکسین B₁ با ۰/۶ ppm نانوسلنیوم، ۶- ۱ ppm آفلاتوکسین B₁ با ۰/۶ ppm سلنیت سدیم، در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی در ۴ تکرار و هر تکرار شامل ۱۰ جوجه اختصاص یافتند. ترکیبات جیره پایه مورد استفاده در این آزمایش بر اساس احتیاجات توصیه NRC و بر پایه ذرت و سویا و با استفاده از مکمل‌های معدنی فاقد سلنیوم تنظیم شد (جدول ۱).

آسیب‌های اکسیداتیو یا پیرشدن، محافظت حیوانات در مقابل اختلال تغذیه عضلانی (Myodystrophy) و حتی ماده مغذی برای درمان ایدز می‌باشد. این عنصر همچنین خواص منحصر به فردی در بیوشیمی و زیست‌شناسی مولکولی دارد. لذا، تحقیق در علم تغذیه را به هدفی هیجان‌انگیز تبدیل می‌کند (Tanaka et al., 2001). عنصر سلنیوم نقش بهبود دهنده در لیوپروتئین‌های پلاسما و از آن جمله تأثیر بر کاهش میزان کلسترول پلاسما، کاهش LDL-C، افزایش HDL-C و نیز کاهش میزان تری‌گلیسرید پلاسما دارد (Surai, 2002). این عنصر به عنوان بخشی از آنزیم گلوکوتاتیون پراکسیداز درون سلولی، اولین و دومین سد دفاعی بدن در برابر عوامل اکسیدکننده را ایجاد می‌کند. آنزیم گلوکوتاتیون پراکسیداز جهت کاهش اکسیداسیون موجود در ساختارهای داخل سلولی ضروری است (Jia et al., 2005). از طرف دیگر، گزارش شده است که نانوسلنیوم در تنظیم سلنوآنزیم‌ها کارایی بالاتری دارد و سمیت کمتری از سلنیت نشان می‌دهد (Wang et al., 2007; Hatfield, 2001; Shotwell et al., 1996). بنابراین، زمانی که اندازه ذرات به مقیاس نانومتر کاهش می‌یابد، خواص جدیدی مانند اثر کوانتومی و واکنش‌پذیری بالا در محدوده‌ای وسیع‌تر آشکار می‌سازند.

هدف از انجام این آزمایش بررسی اثر نانوذرات سلنیوم و سلنیت سدیم بر شاخص‌های ایمنی هومورال

جدول ۱- اجزای جیره‌های غذایی و ترکیبات شیمیایی آنها

درصد جیره	ترکیب جیره پایه
۵۰/۷۰	ذرت
۳۵/۰۰	کنجاله سویا
۴/۷۰	گلوتن
۲/۱۸	برنج
۳/۱۴	روغن گیاهی
۱/۴۸	دی‌کلسیم فسفات
۱/۳۸	پودر صدف
۰/۲۲	لیزین
۰/۳۴	بی‌کربنات سدیم
۰/۲۵	*مکمل ویتامینه
۰/۲۵	*مکمل معدنی
۰/۰۳	نمک یددار
۰/۲۳	DL-متیونین
۰/۱	L-ترئونین
-	ترکیب شیمیایی محاسبه شده
۲۹۵۰	انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری در کیلوگرم)
۲۲/۶۳	پروتئین خام (درصد)
۱/۱۸	لیزین قابل هضم (درصد)
۰/۸۳	ترئونین قابل هضم (درصد)
۰/۲۳	تریپتوفان قابل هضم (درصد)
۰/۵۵	متیونین قابل هضم (درصد)
۰/۸۶	متیونین+سیستئین (درصد)
۰/۹۵	کلسیم (درصد)
۰/۴۵	فسفر غیرفسفات (درصد)
۲۵۰	تعادل کاتیون-آنیون (میلی‌اکی‌والان بر کیلوگرم)

هر ۲/۵ کیلوگرم مکمل معدنی حاوی: ۹۹۲۰۰ میلی‌گرم منگنز، ۸۴۷۰۰ میلی‌گرم روی، ۵۰۰۰۰ میلی‌گرم آهن، ۱۰۰۰۰ میلی‌گرم مس، ۹۹۰ میلی‌گرم ید، ۰/۵ میلی‌گرم سلنیوم، ۲۵۰۰۰۰ میلی‌گرم کولین کلراید، ترکیبات مکمل ویتامین شامل A, D, E و K

۱۵ دقیقه در دمای ۱۲۱ درجه سلیسیوس و فشار ۱۵ PSI در داخل اتوکلاو استریل شد. سویه قارچ فوق روی محیط کشت سابرو دکستروز آگار کشت داده شد و به مدت ۵ روز در دمای ۲۸ درجه سلیسیوس نگه‌داری گردید. اسپورهای قارچی در حجم معینی از آب مقطر

تولید آفلاتوکسین B₁: جهت تولید آفلاتوکسین B₁ از نمونه استاندارد -PTCC *Aspergillus parasiticus* 5286 استفاده شد. برای کشت اولیه قارچ از محیط سابرو دکستروز آگار استفاده شد و pH نهایی این محیط در حد ۵/۶ تنظیم گردید. سپس محیط کشت به مدت

آفلاتوکسین B₁ موجود در این عصاره‌ها، از روش متداول کروماتوگرافی لایه نازک (TLC) استفاده شد.

تهیه نانوسلنیوم: مواد مورد استفاده برای تهیه نانوسلنیوم، دی‌اکسید سلنیوم و اسید اسکوربیک محصول شرکت مرک آلمان بود (Zhang *et al.*, 2004). برای تهیه نانوذرات قرمز رنگ سلنیوم روش‌های شیمیایی و بیولوژیکی متعددی وجود دارد که در این مطالعه از یک روش شیمیایی بر اساس فاز محلول، استفاده گردید. در این روش از وجود پلیمرهای قابل حل در آب به عنوان تثبیت‌کننده‌های مؤثر و امولسیفایر در سنتز کلئوئیدی سلنیوم استفاده شد. از جمله پلی‌ساکاریدهای طبیعی یا اصلاح شده، کیتوزان، گلوکومانان، صمغ ااقیا، کربوکسی‌متیل سلولز است که به عنوان تثبیت‌کننده در سنتز نانوذرات سلنیوم مورد استفاده قرار گرفتند. استفاده از پلیمرهای مختلف در تولید نانوذرات با سایزهای متفاوت مؤثر است و شکل‌گیری و رشد ذرات نانوسلنیوم به حضور آن‌ها بستگی دارد. مواد اولیه مورد استفاده شامل دی‌اکسید سلنیوم (SeO₂)، اسید اسکوربیک و پلی‌ساکاریدها است.

ایمنی هومورال: در سن ۳۵ روزگی به همه پرنده‌ها مقدار ۰/۲ میلی‌لیتر از سوسپانسیون گلبول قرمز گوسفند ۵ درصد شسته شده در بافر فسفات استریل، از طریق عضله سینه تزریق گردید. هفت روز پس از تزریق گلبول قرمز، از پرنده‌ها از طریق ورید بال حدود ۱ میلی‌لیتر خون گرفته شد. نمونه‌های خون یک شب در دمای آزمایشگاه نگه‌داری شدند تا سرم از لخته خون جدا شود. سرم به دست آمده با سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه و به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفوژ شدند. سرم‌ها

استریل به حالت تعلیق درآورده شدند، به این صورت که به هر یک از لوله‌های محیط کشت حاوی اسپور قارچ، مقداری آب مقطر استریل به همراه چند قطره Tween-۲۰ اضافه شد و پس از تهیه سوسپانسیون یکنواخت اسپور قارچ، میزان اسپور موجود در هر میلی‌لیتر آب مقطر توسط لام هماسیتومتر شمارش شد.

به منظور تولید انبوه قارچ و افزایش میزان سم از فلاسک‌های یک لیتری استفاده گردید، به این ترتیب که در هر فلاسک مقدار ۱۵۰ گرم برنج به همراه ۷۵ میلی‌لیتر آب ریخته شد. این مواد به خوبی مخلوط شد و فلاسک‌ها به مدت ۱۵ دقیقه در ۱۵ PSI اتوکلاو و سپس خنک شدند. پس از آن در زیر دستگاه هود در شرایط کاملاً استریل مقدار ۶/۵×۱۰^۶ الی ۷/۵×۱۰^۶ اسپور در هر میلی‌لیتر از سوسپانسیون قارچی به داخل فلاسک‌ها تلقیح گردید. فلاسک‌ها به مدت ۵ روز در دمای ۲۸ درجه سلسیوس در انکوباتور مجهز به مخلوط‌کن قرار داده شد و قبل از اندازه‌گیری آفلاتوکسین نمونه‌ها به روش TLC (Thin Layer Chromatography) مراحل زیر انجام گرفت. برای استخراج آفلاتوکسین از برنج، از حلال‌های آلی از قبیل متانول، کلروفرم و استون استفاده شد. در این آزمایش برای استخراج از روش BF (Best Foods) استفاده شد (Shotwell *et al.*, 1996) و برای جلوگیری از تولید آفلاتوکسین بیشتر، ابتدا برنج‌های آلوده در دمای ۷۰ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت در داخل آون خشک شدند و برای استخراج و حذف چربی موجود در برنج از هگزان نرمال استفاده گردید. پس از استخراج آفلاتوکسین موجود در برنج، برای تجزیه کمی و کیفی

بلافاصله در دمای ۲۰- درجه سیلسیوس تا زمان انجام آزمایش‌های بعدی نگهداری شدند و برای تعیین تیتراژ آنتی‌بادی تولیدشده علیه گلبول قرمز گوسفند از روش هماگلوتیناسیون میکروتیتر استفاده شد (Qureshi and Havenstein, 1994; Peterson et al., 1999).

تعیین تیتراژ آنتی‌بادی تولیدشده علیه ویروس نیوکاسل: واکسن نیوکاسل (سویه لاسوتا) در ۲۸ روزگی از طریق قطره چشمی تجویز شد. دو هفته بعد از واکسیناسیون، از ۲ قطعه پرندۀ از هر گروه آزمایشی از طریق ورید بال خون گرفته شد. پس از جدا شدن سرم از لخته خون، به منظور تعیین تیتراژ آنتی‌بادی تولیدشده علیه ویروس واکسن نیوکاسل از روش HI (Haemagglutination Inhibition) استفاده شد.

نمونه‌برداری از اندام‌های داخلی بدن جوجه‌ها: در سن ۴۲ روزگی از هر گروه آزمایشی ۲ پرندۀ جهت نمونه‌برداری از اندام‌های داخلی توزین و سپس کشتار شدند. طحال و بورس فابریسیوس هر پرندۀ جهت تعیین وزن نسبی این اندام‌ها نسبت به وزن زنده جدا شده و بلافاصله با ترازوی آزمایشگاهی با دقت ± 0.01 گرم توزین گردید.

مدل آماری طرح: این آزمایش به صورت طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی انجام گردید و مدل آماری طرح به صورت زیر می‌باشد:

کلیه محاسبات آماری با استفاده از نرم افزار آماری SAS رویه GLM انجام شد و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح معنی‌داری ۵ درصد استفاده شد.

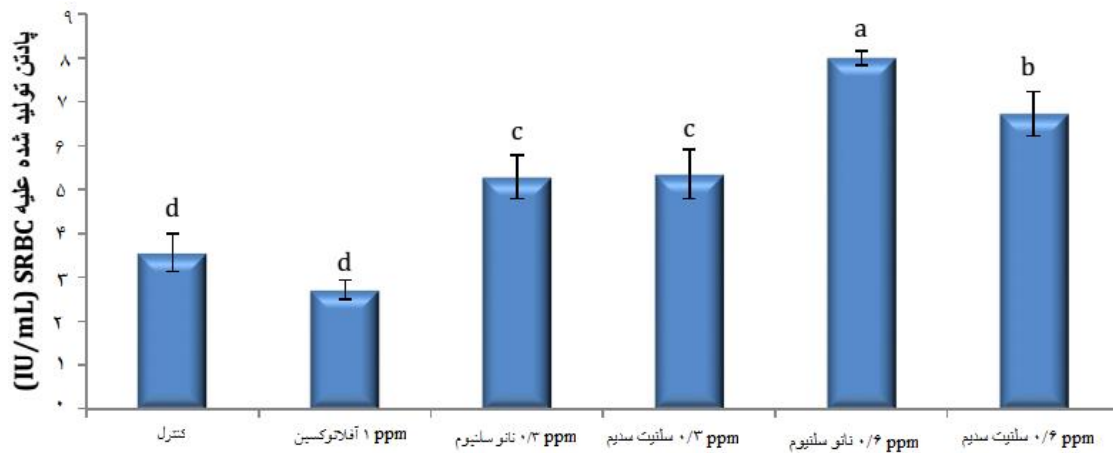
یافته‌ها

جدول ۲ و نمودار ۱ مربوط به تیتراژ آنتی‌بادی تولیدشده علیه محلول گلبول قرمز گوسفند می‌باشد که نشان می‌دهد تولید آنتی‌بادی علیه محلول SRBC به طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی اعمال شده قرار گرفت ($p < 0.01$). گروه تغذیه‌شده با جیره حاوی ۰/۶ ppm نانوسلنیوم در مقایسه با سایر گروه‌ها بیشترین میزان آنتی‌بادی علیه محلول SRBC را تولید کردند و کمترین میزان آنتی‌بادی تولیدشده مربوط به گروه تغذیه‌شده با جیره حاوی ۱ ppm آفلاتوکسین بدون منابع سلنیومی بود. تیتراژ آنتی‌بادی با افزایش سطح منابع سلنیومی افزایش نشان داد و بین تیمارها تفاوت معنی‌داری ($p < 0.01$) مشاهده گردید.

جدول ۲ - تجزیه واریانس داده‌ها مربوط به تیتراژ آنتی‌بادی تولیدشده علیه محلول گلبول قرمز شسته‌شده گوسفند (SRBC) در بلدرچین‌های تغذیه‌شده با جیره‌های آلوده به آفلاتوکسین B₁

منابع متغیر	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F	p
تیمار	۵	۷۵/۷۶	۱۵/۱۵	۷۰/۰۸**	۰/۰۰۰۱
بلوک	۳	۰/۰۴	۰/۰۱۵	۰/۰۷ ^{ns}	۰/۹۷۵
خطا	۱۵	۳/۲۴	۰/۲۱		

** در سطح ۱٪ معنی‌دار است، * در سطح ۵٪ معنی‌دار است، ns معنی‌دار نیست.



نمودار ۱- مقایسه میانگین تیترانتی‌بادی تولیدشده علیه گلبول‌های قرمز گوسفند در بلدرچین‌ها با استفاده از تیمارهای مختلف

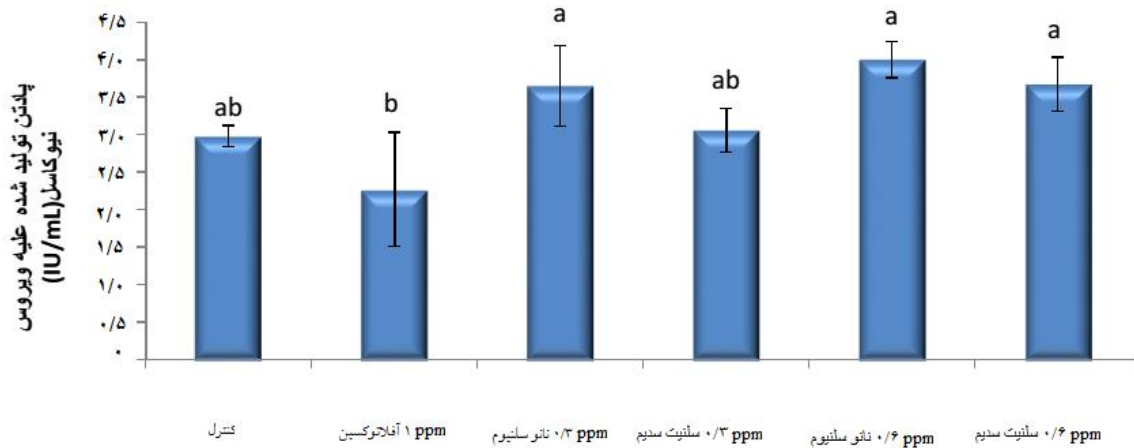
کمترین میزان آنتی‌بادی تولیدشده مربوط به گروه تغذیه‌شده با جیره حاوی ۱ ppm آفلاتوکسین بدون منابع سلنیومی می‌باشد. تیترانتی‌بادی با افزایش سطح منابع سلنیومی افزایش و تنها در گروه استفاده‌کننده از ۰/۳ ppm سلنیت سدیم نسبت به گروه تغذیه‌شده با جیره حاوی ۱ ppm آفلاتوکسین تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.

جدول ۳ و نمودار ۲ مربوط به تیترانتی‌بادی تولیدشده علیه ویروس نیوکاسل می‌باشد که نشان می‌دهد تولید آنتی‌بادی علیه ویروس نیوکاسل به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی اعمال شده قرار گرفت ($p < 0/01$). گروه تغذیه‌شده با جیره حاوی ۰/۶ ppm نانوسلنیوم در مقایسه با سایر گروه‌ها بیشترین میزان آنتی‌بادی علیه ویروس نیوکاسل را تولید کردند.

جدول ۳- تجزیه واریانس داده‌ها مربوط به تیترانتی‌بادی تولیدشده علیه ویروس نیوکاسل بلدرچین‌های تغذیه‌شده با جیره‌های آلوده به آفلاتوکسین B₁

منابع متغیر	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F	p
تیمار	۵	۷/۸۵	۱/۵۷	۷/۹۰**	۰/۰۰۱
بلوک	۳	۰/۵۵	۰/۱۸	۰/۹۳ ^{ns}	۰/۴۵۲
خطا	۱۵	۲/۹۸	۰/۱۹		

** در سطح ۱٪ معنی‌دار است، * در سطح ۵٪ معنی‌دار است، ^{ns} معنی‌دار نیست.



نمودار ۲ - مقایسه میانگین تیتراستی‌بادی تولیدشده علیه ویروس نیوکاسل در بلدرچین‌ها با استفاده از تیمارهای مختلف

را تولید کردند. کمترین میزان آنتی‌بادی تولیدشده مربوط به گروه تغذیه‌شده با جیره حاوی ۱ ppm آفلاتوکسین بدون منابع سلنیومی بود. تیتراستی‌بادی با افزایش سطح منابع سلنیومی افزایش نشان داد. تنها در گروه استفاده‌کننده از ۰/۳ ppm سلنیت سدیم نسبت به گروه تغذیه‌شده با جیره حاوی ۱ ppm آفلاتوکسین تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. وزن نسبی طحال بطور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت ($p < 0/01$). وزن نسبی طحال در گروه تغذیه‌شده با جیره حاوی ۰/۶ ppm نانوسلنیوم نسبت به گروه کنترل و گروه استفاده‌کننده از ۱ ppm آفلاتوکسین به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. هیچ تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های استفاده‌کننده از نانوسلنیوم و گروه استفاده‌کننده از سلنیت سدیم مشاهده نشد. بیشترین وزن نسبی طحال در گروه تغذیه‌شده با جیره حاوی ۰/۶ ppm نانوسلنیوم نسبت به گروه کنترل و کمترین وزن آن مربوط به گروه استفاده‌کننده از ۱ ppm آفلاتوکسین بدون منابع سلنیومی بود. همچنین، وزن نسبی

جدول ۴ مربوط به تیتراستی‌بادی تولیدشده علیه محلول گلبول قرمز گوسفند (SRBC)، واکسن نیوکاسل (ND)، وزن نسبی طحال و بورس فابریسیوس می‌باشد که نشان می‌دهد تیتراستی‌بادی تولیدشده علیه محلول گلبول قرمز گوسفند به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی اعمال شده قرار گرفت ($p < 0/01$). گروه تغذیه‌شده با جیره حاوی ۰/۶ ppm نانوسلنیوم در مقایسه با سایر گروه‌ها بیشترین میزان آنتی‌بادی علیه محلول SRBC را تولید کردند و کمترین میزان آنتی‌بادی تولیدشده مربوط به گروه تغذیه‌شده با جیره حاوی ۱ ppm آفلاتوکسین بدون منابع سلنیومی بود. تیتراستی‌بادی با افزایش سطح منابع سلنیومی افزایش نشان داد و بین تیمارها تفاوت معنی‌داری مشاهده شد ($p < 0/01$). تیتراستی‌بادی تولیدشده علیه ویروس نیوکاسل نیز به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت ($p < 0/01$) که گروه تغذیه‌شده با جیره حاوی ۰/۶ ppm نانوسلنیوم در مقایسه با سایر گروه‌ها بیشترین میزان آنتی‌بادی علیه ویروس نیوکاسل

وزن نسبی بورس فابریسیوس مربوط به گروه تغذیه‌شده با جیره حاوی ۰/۶ ppm نانوسلنیوم و کمترین وزن آن مربوط به گروه تغذیه‌شده با جیره آلوده به ۱ ppm آفلاتوکسین بدون منابع سلنیومی بود.

بورس فابریسیوس به طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی اعمال شده قرار گرفت ($p < 0/01$). وزن نسبی بورس فابریسیوس در گروه‌های تغذیه‌شده با جیره حاوی ۰/۶ ppm نانوسلنیوم نسبت به گروه تغذیه‌شده با جیره آلوده به ۱ ppm آفلاتوکسین افزایش یافت. بیشترین

جدول ۴ - اثر آفلاتوکسین B₁، نانوسلنیوم و سلنیت‌سدیم بر میانگین تیترا آنتی‌بادی تولیدشده علیه محلول گلبول قرمز گوسفند (SRBC)، واکسن نیوکاسل (ND) و وزن نسبی اندام‌های لفاوی بلدرچین

وزن بورس فابریسیوس	وزن طحال	ND	SRBC	تیمارهای آزمایشی
۰/۰۷۵±۰/۰۰۴ ^{ab}	۰/۰۵۹±۰/۰۰۴ ^b	۲/۹۸±۰/۱۴ ^{ab}	۳/۵۷±۰/۴۳ ^d	کنترل
۰/۰۶۶±۰/۰۰۲ ^b	۰/۰۴۶±۰/۰۰۳ ^c	۲/۲۷±۰/۷۶ ^b	۲/۷۲±۰/۲۲ ^d	آفلاتوکسین
۰/۰۷۷±۰/۰۰۶ ^{ab}	۰/۰۶۸±۰/۰۰۳ ^{ab}	۳/۶۵±۰/۵۴ ^a	۵/۲۹±۰/۵۰ ^c	۰/۳ نانوسلنیوم
۰/۰۷۳±۰/۰۰۵ ^b	۰/۰۶۵±۰/۰۰۶ ^{ab}	۳/۰۶±۰/۲۹ ^{ab}	۵/۳۵±۰/۵۶ ^c	۰/۳ سلنیت سدیم
۰/۰۸۵±۰/۰۰۴ ^a	۰/۰۷۵±۰/۰۰۵ ^a	۴/۰۰±۰/۲۴ ^a	۷/۹۹±۰/۱۶ ^a	۰/۶ نانوسلنیوم
۰/۰۷۷±۰/۰۰۳ ^{ab}	۰/۰۶۹±۰/۰۰۵ ^a	۳/۶۷±۰/۳۶ ^a	۶/۷۳±۰/۵۰ ^b	۰/۶ سلنیت سدیم
۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۱	p-value
۰/۰۰۰۲۱	۰/۰۰۰۱۹	۰/۱۹۶	۰/۱۸۳	SEM

حروف متفاوت بین میانگین‌های هر تیمار مشخص‌کننده اختلاف آماری در سطح احتمال ۱ درصد است.

غلظت و طول مدت تماس، گونه، نژاد و جیره، متفاوت خواهد بود. آفلاتوکسین‌ها علاوه بر کاهش راندمان تولید گوشت و تخم‌مرغ و افزایش آسیب‌پذیری در برابر بیماری‌ها، تضعیف سیستم ایمنی با افزایش احتمال بروز کوکسیدوز، عفونت خون حاصل از کلی‌باسیل‌ها و بیماری سالمونلا، کاهش تیترا آنتی‌بادی خون و عدم پاسخ مناسب به واکسیناسیون، افزایش بروز مشکلات پا، سندرم افتادگی بال و افزایش مرگ و میر را به‌همراه دارند.

پژوهشگران، اثر مکمل‌های سلنیوم بر عملکرد رشد، فعالیت آنتی‌اکسیدانی و پاسخ ایمنی در بره‌های نر را بررسی کردند. مقایسه منابع آلی و غیر آلی حاکی از آن بود که مکمل سلنیوم از طریق منبع آلی و غیر آلی باعث

بحث و نتیجه‌گیری

آفلاتوکسین‌ها در طیف وسیعی از مواد خوراکی دام و طیور وجود دارند و یکی از اصول مهم جهت کنترل بیماری‌ها و بهداشت، کنترل آلودگی‌های خوراک دام و طیور می‌باشد. آفلاتوکسین‌ها به‌عنوان موثرترین مایکوتوکسین‌ها می‌توانند باعث آتروفی بورس فابریسیوس، تیموس و طحال شوند. معمولاً حیوانات جوان، بیشتر در مقابل آسیب‌های ناشی از این گونه ترکیبات قرار دارند که با علائمی همچون اختلالات گوارشی، کم‌خونی، زردی، کاهش غذای مصرفی و بهره‌وری، تأثیرات خود را نشان می‌دهند. اثرات آفلاتوکسین‌ها بر حیوانات بسته به

آنتی‌اکسیدان با کاهش خطر سمیت عمل کند (Wang et al., 2007).

اثر آفلاتوکسین B₁ بر کبد موجب تضعیف سیستم ایمنی ذاتی می‌شود که مهم‌ترین علامت سمیت آفلاتوکسین B₁ است (Yunus et al., 2011). داده‌های اپیدمیولوژیکی اخیر نیز همبستگی بالا بین شیوع بیماری نیوکاسل و آلودگی جیره غذایی جوجه‌های گوشتی به آفلاتوکسین را نشان می‌دهد (Yunus et al., 2008; Yunus et al., 2009). به‌طور کلی، دوز ایمونوتوکسیک آفلاتوکسین B₁ را کمتر از دوز مورد نیاز برای کاهش عملکرد پرنده در نظر می‌گیرند. دوز آستانه آفلاتوکسین B₁ به ترتیب ۰/۴ و ۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم برای اثرات منفی روی ایمنی با واسطه سلولی و ایمنی هومورال گزارش شده است. پاسخ ایمنی هومورال جوجه‌های گوشتی می‌تواند بسته به سطح و مدت زمان قرار گرفتن در معرض سم افزایش یا کاهش یابد. بنابراین، یک توضیح ایمونوتوکسیسیته از آفلاتوکسین B₁ (Azzam and Gabal, 1998)، می‌تواند مهار تولید آنتی‌بادی از طریق اثرات سم روی لنفوسیت‌ها باشد که منجر به افزایش انتقال آنتی‌بادی سرم و در نتیجه کاهش نیمه عمر آنتی‌بادی می‌شود. پژوهشگران گزارش کردند آفلاتوکسین B₁ موجب انحطاط فولیکول اپیتلیوم در بورس فابرسیوس و ساختار قشر تیموس جوجه‌ها می‌شود (Klich et al., 2000). بر اساس گزارش محققین هر اختلال عملکرد در این فولیکول‌ها ممکن است به نقایص جدی در پاسخ‌های ایمنی سلولی و آنتی‌بادی‌های ایمنی هومورال بدن جوجه‌ها منجر شود (Tung et al., 1970). فولیکول‌های مرتبط به اپیتلیوم بورس فابرسیوس نقش بسیار مهمی در ارائه آنتی‌ژن به

بهبود عملکرد و میزان رشد بره‌ها، فعالیت آنتی‌اکسیدانی و پاسخ ایمنی هومورال گردید، ولی سلنیوم آلی نسبت به منبع غیرآلی مؤثرتر بود و پاسخ ایمنی با واسطه آنتی‌بادی بره‌ها از طریق استفاده از ۰/۱۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم مکمل به صورت معنی‌دار افزایش یافت (Kumara et al., 2009). همچنین محققین گزارش نمودند که استفاده از جیره‌های حاوی ۰/۱۵ ppm از منابع مختلف سلنیوم منجر به افزایش وزن جوجه‌های گوشتی می‌شود (Bunk and Combs, 1980).

تأثیر نانوسلنیوم بر عملکرد، کیفیت گوشت، ایمنی، سطح آنتی‌اکسیدان‌ها و محتوای سلنیوم بافت در جوجه‌های گوشتی بررسی شد و نتایج نشان داد که اختلاف معنی‌داری در عملکرد، رنگ گوشت، شاخص اندام‌های ایمنی بدن (تیموس، بورس و طحال) وجود نداشت. بهترین اثر با دوز ۰/۳ ppm نانوسلنیوم و بدترین اثر با دوز ۲ ppm نانوسلنیوم بر پارامترها مشاهده گردید (Cai et al., 2012). بر این اساس سطح ۰/۳ تا ۰/۵ ppm مناسب‌ترین سطح و حداکثر مکمل نانوسلنیوم می‌تواند حدود ۱ ppm باشد.

اثرات آنتی‌اکسیدانی، پراکسیدانی، زیست‌فراهمی و سمیت سلنیوم به فرم شیمیایی آن بستگی دارد. تحقیقات نشان داد که عنصر سلنیوم در اندازه نانو دارای سمیت کمتری است. در مقایسه با سلنومتیونین عنصر نانوسلنیوم دارای اثربخشی یکسانی در افزایش فعالیت گلوکاتایون‌پراکسیداز و تیروکسین ردوکتاز است. اما دارای سمیت پایین‌تری و دوز کشنده و آسیب‌کبدی متوسط و مسمومیت کوتاه‌مدت است. نتایج نشان می‌دهد که نانوسلنیوم می‌تواند به عنوان یک

به ترشح عامل نکروز سلول‌های توموری و ۲-IL کرده که منجر به افزایش کاتابولیسم ماهیچه‌ای و ورود مواد غذایی به خون شده تا قدرت سیستم ایمنی افزایش یابد (Burton et al., 1977).

از سوی دیگر سلنیوم در بدن به فرم فعال زیستی خود یعنی سلنومیتونین تبدیل شده، در نتیجه می‌تواند استنباط کرد که ایمونوگلوبولین‌ها از منابع اسید آمینه ساخته می‌شوند و ستر آن‌ها ممکن است توسط اسیدهای آمینه مختلفی تحت تأثیر قرار گیرد که در این راستا وجود سلنومیتونین نیز مؤثر خواهد بود. سلنومیتونین جانشین اسید آمینه متیونین بوده که دارای ساختاری مشابه هستند، اما به جای سولفور از سلنیوم استفاده شده است. علت استفاده از آن هم این است که tRNA متیونین توانایی تفکیک و تشخیص این دو را از هم ندارد (Yang et al., 2000).

نتایج این مطالعه نشان داد تیترا آنتی‌بادی علیه SRBC در تیمارهای مختلف استفاده‌کننده از منابع سلنیومی روند افزایشی دارد.

پژوهشگران اثرات سطوح مختلف سلنیوم (۰، ۰/۵ و ۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بر سیستم ایمنی بلدرچین‌های ژاپنی را مورد بررسی قرار دادند (Biswas et al., 2006). نتایج آن‌ها نشان داد که جوجه‌های دریافت‌کننده جیره‌ی حاوی ۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم بالاترین تیترا آنتی‌بادی علیه SRBC را دارا بودند. محققین دیگری طی آزمایشی تأثیر سطوح مختلف ویتامین E و سلنیوم بر پاسخ ایمنی هم‌مورال جوجه‌های گوشتی را مورد بررسی قرار دادند و گزارش نمودند که در سه هفته ابتدایی دوره پرورش، هر دو ماده مغذی برای عملکرد بهینه ایمنی مورد نیاز هستند، اما از آن

سلول‌های لنفاوی بازی می‌کنند. علاوه بر اثرات آفلاتوکسین بر لنفوسیت‌ها، اثرات سم روی ستر پروتئین از طریق مهار RNA پلی‌مراز، پراکسیداسیون لیپید و آسیب کبدی نیز منجر به کاهش تولید ایمونوگلوبین می‌شود (Yunus et al., 2011). از طرفی عوامل بیماری‌زا باعث می‌شوند سیستم ایمنی پرنده تحریک و در نتیجه به جای این که مواد مغذی جهت ساختن پروتئین و عضلات به کار روند در سیستم ایمنی حیوان استفاده شوند (Chaturvedi et al., 2004).

کمبود سلنیوم منجر به کاهش پاسخ ایمنی از طریق اختلال در فعالیت نوتروفیل‌ها، ماکروفاژها و لوکوسیت‌ها می‌گردد. مکانیسم این عمل به گونه‌ای است که در اثر کاهش میزان سلنیوم، گلوکاتایون پراکسیداز کاهش یافته و تولید هیدروپراکسیدهای لیپیدی و پراکسیدها افزایش یابد. این عمل منجر به متراکم شدن و افزایش مواد سمی در نوتروفیل‌ها و در نتیجه کاهش عملکرد نوتروفیل‌های سیستم ایمنی می‌گردد (Wen et al., 1998).

سلنیوم با تأثیر بر ایتترفرون‌ها و آدنوزین مونوفوسفات حلقوی سلولی منجر به کاهش رشد سلولی شده و در نتیجه مقاومت نسبت به پاتوژن را افزایش و رشد پاتوژن را کند می‌کند. استفاده از سلنیوم پاسخ ایمنی را از طریق افزایش ترشح سایتوکین‌ها و افزایش تولید سلول‌های کمک‌کننده ارتقاء می‌بخشد. این افزایش ترشح سایتوکین‌ها از طریق تأثیر بر تحریکات میتوزنیک انجام می‌گیرد که آزاد شدن سایتوکین‌ها سبب افزایش ورود مواد غذایی به درون جریان خون شده و بدین وسیله رشد سلول‌ها، سریع و ساخته‌شدن ترکیبات ایمنی‌ساز افزایش می‌یابد. از طرفی ماکروفاژها مبادرت

با توجه به نتایج حاصل از این آزمایش، جیره غذایی آلوده به آفلاتوکسین B₁ باعث ایجاد تغییرات معنی‌داری در شاخص‌های بیوشیمیایی و ایمنی هومورال بلدرچین‌ها شد که افزودن نانوسلنیوم در مقایسه با سلنیت سدیم به علت سمیت کمتر، اندازه کوچک‌تر ذرات، جذب سریع‌تر و بهتر منجر به افزایش وزن و بهبود عملکرد ایمنی هومورال و پارامترهای بیوشیمیایی سرم بلدرچین‌ها شد. در پایان می‌توان نتیجه گرفت که با وجود شیوع انواع اختلالات غیر عفونی ناشی از وجود آفلاتوکسین در زنجیره غذایی انسان و حیوانات اهلی (از قبیل ناراحتی‌های کبدی، گوارشی، کلیوی و غیره) جمع‌آوری اطلاعات در زمینه مایکوتوکسین‌ها ضروری به نظر می‌رسد. در بعضی موارد می‌توان روش‌های درمانی یا پیشگیری را توصیه کرد، هر چند در دیگر موارد هنوز از علت واقعی یا چگونگی عملکرد آنها اطلاعات کافی در دست نیست. خوشبختانه پژوهش‌هایی که در حال حاضر در این خصوص انجام می‌گیرد در کنترل اختلالات متابولیک و اثرات زیان‌بار مایکوتوکسین‌ها کمک به‌سزایی می‌کند.

پس ویتامین E و سلنیوم یا سلنیوم به تنهایی کافی است. اما، نشان داده شده است که تداوم شرایط تنش گرمایی موجب افزایش نیاز به سلنیوم در سنین بالاتر شده است (Marsh *et al.*, 1981).

بر اساس جدول ۴ تیترا آنتی‌بادی تولیدشده علیه واکسن ویروس نیوکاسل در بلدرچین‌های تغذیه‌شده با جیره‌های آلوده به آفلاتوکسین نشان می‌دهد که آفلاتوکسین B₁ در سطح ۱ ppm باعث کاهش معنی‌دار در تیترا آنتی‌بادی در جوجه‌ها شد. این یافته با نتایج حاصل از دیگر آزمایشات در سطح ۱ و ۲/۵ ppm آفلاتوکسین B₁ مطابقت دارد (Ibrahim *et al.*, 2011; Shivachandra *et al.*, 2003).

در بررسی حاضر وزن اندام‌های لنفوئیدی به طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارها قرار گرفت به طوری که، وزن نسبی بورس فابرسیوس بلدرچین‌های تغذیه‌شده با جیره آلوده به آفلاتوکسین B₁ به طور معنی‌داری کاهش یافت. این یافته با نتایج به دست آمده توسط سایر محققین در جوجه‌هایی که با مقادیر ۲/۵ و ۵ ppm آفلاوکسین B₁ در جیره غذایی تغذیه شده بودند، مطابقت دارد (Verma *et al.*, Klich *et al.*, 2000; 2004).

منابع

- J Amir Allama, A. and Razzaghi Abyane, M. (2002). Mycotoxins. Tehran: University of Imam Hussein, pp: 443-476. [In Persian]
- J Azzam, A.H. and Gabal, M.A. (1998). Aflatoxin and immunity in layer hens. *Avian Pathology*, 27: 570-577.
- J Bagherzadeh Kasmani, F., Karimi Torshizi, M.A., Allameh, A.A. and Shariatmadari, F. (2012). A novel aflatoxin-binding *Bacillus* probiotic: performance, serum biochemistry and immunological parameters in Japanese quail. *Poultry Science*, 91: 1846-1853.
- J Biswas, A., Mohan, J. and Sastry, K.V.H. (2006). Effect of higher levels of dietary selenium on production performance and immune responses in growing Japanese quail. *British Poultry Science*, 47: 511-515.
- J Bunk, M.J. and Combs, G.F. Jr. (1980). Effect of selenium on appetite in the selenium-deficient chick. *Journal of Nutrition*, 110: 743-749.
- J Burton, R.M., Higgins, P.J. and Connell, K.P. (1977). Reaction of selenium with immunoglobulin molecules. *Biochemistry and Biophysics Acta*, 493: 323-331.
- J Cai, S.J., Wu, C.X., Gong, L.M., Song, T., Wu, H. and Zhang, L.Y. (2012). Effects of nano-selenium on performance, meat quality, immune function, oxidation resistance, and tissue selenium content in broilers. *Poultry Science*, 91: 2532-2539.
- J Chaturvedi, U.C., Richa, S. and Upreti, R.K. (2004). Viral infections and trace elements: A complex interaction. *Current Science*, 87: 1536-1554.
- J Goldblatt, L.A. (1976). A Series of monographs. *Food Science and Technology*, 12: 16-19, 261-275, 358-415.
- J Gourama, H. and Bullerman, L. (1995). *Aspergillus flavus* and *Aspergillus parasiticus*: Aflatoxigenic fungi of concern in foods and feeds: A review. *Journal of Food Protection*, 58: 1395-1404.
- J Hatfield, D.L. (2001). *Selenium: Its Molecular biology and Role in Human Health*. Norwood, MA: Kluwer Academic Publisher, pp: 352.
- J Hoseinyan Bilondi, S.H., Hoseini, S.M., Dabagh Kakhki, J. and Naghus, M. (2012). The effects of selenium, vitamin E and garlic powder on performance, immune system and carcass fat of broilers. *Journal of Livestock and Poultry*, 1(4): 39-46. [In Persian]
- J Huwing, A., S. Fremund, O. Kappeli, and H. Dutler. (2001). Mycotoxin detoxication of animal feed by different adsorbents. *Toxicology Letters*, 122: 179-188.
- J Ibrahim, M.T., Eljack, B.H. and Fadlalla, I.M.T. (2011). Selenium supplementation to broiler diets. *Animal Science Journal*, 2: 12-17
- J Jelinek, C.F., Pohland, A.E. and Wood, G.E. (1989). Worldwide occurrence of mycotoxins in foods and feeds-an update. *Journal-Association of Official Analytical Chemists*, 72: 223.
- J Jia, X., Li, N. and Chen, J. (2005). A subchronic toxicity study of elemental Nano-Se in Sprague-Dawley rats. *Life Science*, 76: 1989-2003.
- J Klich, M.A., Mullaney, E.J., Daly, C.B., and Cary, J.W. (2000). Molecular and physiological aspects of aflatoxin and sterigmatocystin biosynthesis by *Aspergillus tamarii* and *Ochraceoroseus*. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 53: 605-609.
- J Krogh, P. (1987). *Mycotoxin in Food*. 1st ed., London: Harcourt Brace, pp: 86-96, 121-134 and 180-196.
- J Kumara, N., Garga, A.K., Dassa, R.S., Chaturvedi, V.K., Mudgal, V.V.P. and Varshney, V.P. (2009). Selenium supplementation influences growth performance, antioxidant status and immune response in lambs. *Animal Feed Science and Technology*, 153: 77-87.

- J Leeson, S. and Summers, J.D. (2001). *Nutrition of the Chicken*. 4th ed., Canada: Guelph, Ontario, University Books, pp: 24-41.
- J Marsh, A., Dietert, R.R. and Combs, G.F. (1981). Influence of dietary selenium and vitamin E on the humoral immune response of the chick. *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine*, 166: 228-236.
- J Peterson, A.L., Qureshi, M.A., Ferket, P.R. and Fuller, J.C. (1999). Enhancement of cellular and humoral immunity in young broilers by the dietary supplementation of α -hydroxy- β -methylbutyrate. *Immunopharmacology and Immunotoxicology*, 21: 307-330.
- J Qureshi, M.A. and Havenstein, G.B. (1994). A comparison of the immune performance of a 1991 commercial broiler with a 1957 random bred strain when fed typical 1957 and 1991 broiler diets. *Poultry Science*, 73: 1805-1812.
- J Raju, M.V.L.N. and Devegowda, G. (2000). Influence of esterified β -glucomannan of performance and organ morphology, serum biochemistry and hematology in broilers exposed to individual and combined mycotoxicosis aflatoxin, ochratoxin and T2 toxin. *British Poultry Science*, 41: 640-650.
- J Shivachandra, S.B., Sah, R.L., Singh, S.D., Kataria, J.M. and Manimaran, K. (2003). Immunosuppression in broiler chicks fed aflatoxin and inoculated with fowl adenovirus serotype-4 (FAV-4) associated with hydropericardium syndrome. *Veterinary Research Communications*, 27: 39-51.
- J Shotwell, O.L., Hesseltine, C.W., Stubblefield, R.D. and Sorenson, W.G. (1996). Production of aflatoxin on rice. *American Society of Microbiology*, 14(3): 425-428.
- J Surai, P.F. (2002). Selenium in poultry nutrition 1. Antioxidant properties, deficiency and toxicity. *World's Poultry Science Journal*, 58: 333-346.
- J Talebi, E., Khademi, M. and Rastad, A. (2011). An over review on effect of aflatoxin in animal husbandry. *The Bioscan*, 6(4): 529-531.
- J Tanaka, Y., Sakurai, E. and Lizuka, Y. (2001). Effect of selenium on serum, hepatic and lipoprotein lipids concentration in rats fed on a high cholesterol diet. *Journal of Yakugaku Zasshi*, 121: 93-96.
- J Tung, H.T., Donaldson, W.E. and Hamilton, P.B. (1970). Effects of aflatoxin on some marker enzymes of lysosomes. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - General Subjects*, 222: 665-667.
- J Verma, J., Johri, T.S., Swain, B.K. and Ameena, S. (2004). Effect of graded levels of aflatoxin, ochratoxin and their combinations on the performance and immune response of broilers. *British Poultry Science*, 45: 512-518.
- J Wang, H.L., Zhang, J.S. and Yu, H.Q. (2007). Elemental selenium at nano size possesses lower toxicity without compromising the fundamental effect on selenoenzymes: comparison with selenomethionine in mice. *Free Radical Biology & Medicine*, 42: 1524-1533.
- J Wen, W., Weiss, S.L.L. and Sunde, R.A. (1998). UGA codon position affects the efficiency of selenocysteine incorporation into glutathione peroxidase- 1. *Journal of Biological Chemistry*, 273: 2853-2854.
- J Williams, I.H., Phillips, T.D., Jolly, P.E., Stiles, J.K., Jolly, C.M. and Aggarwal, D. (2004). Human aflatoxicosis in developing countries: A review of toxicology, exposure, potential health consequences, and interventions. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 80:1106-1122.
- J Yang, N., Larsen, C.T., Dunnington, E.A., Geraert, P.A., Picard, M. and Siegel, P.B. (2000). Immune competence of chicks from two lines divergently selected for antibody response to sheep red blood cells as affected by supplemental vitamin E. *Journal of Poultry Science*, 79: 799-803.
- J Yunus, A.W., Ghareeb, K., Abd-El-Fattah, A.A.M., Twaruzek, M. and Böhm, J. (2011). Gross intestinal adaptations In relation to broiler performance during chronic aflatoxin exposure. *Poultry Science*, 90: 1683-1689.

-
-) Yunus, A.W., Nasir, M.K., Aziz, T. and Böhm, J. (2009). Prevalence of poultry diseases in district Chakwal and their interaction with mycotoxicosis: 2. Effects of season and feed. *Journal of Animal Plant Science*, 19: 1-5.
-) Yunus, A.W., Nasir, M.K., Farooq, U. and Böhm, J. (2008). Prevalence of poultry diseases in district Chakwal and their interaction with mycotoxicosis: 1. Effects of age and flock size. *Journal Animal Plant Science*, 18: 107-113.
-) Zhang, J.S., Gao, X.Y., Zhang, L.D. and Bao, Y.P. (2001). Biological effects of a nano red elemental selenium. *Biofactors*, 15: 27-38.
-) Zhang, J.S., Wang, H.L., Bao, Y.P. and Zhang, L. (2004). Nano red elemental selenium has no size effect in the induction of seleno-enzymes in both cultured cells and mice. *Life Science*, 75: 237-244.

The Effect of Nano-Selenium Particles and Sodium Selenite on Humoral Immunity Indices of Quails using Foods Contaminated induce with Aflatoxin B₁

Talebi, E. ^{*1}, Abedi, A. ², Rahimi, E. ³, Khosravinezhad, M. ⁴

1- Assistant Professor, Darab Branch, Islamic Azad University, Darab, Iran.

2- M.Sc., graduated in Microbiology, Shiraz Branch, Islamic Azad University, Shiraz, Iran.

3- M.Sc., Graduate in Genetic, Tehran University of Medical Science, International Campus, Kish, Iran.

4- M.Sc., Graduate in Polymer Science, Shiraz Branch, Islamic Azad University, Shiraz, Iran.

*Corresponding author's email: talebi226@iaudarab.ac.ir

Abstract

This experiment was conducted to evaluate the ability of inhibition of aflatoxin B₁ by various sources of selenium, comparison between the effect of nano selenium and sodium selenite in humoral immunity on quails. The experiment was performed in a completely randomized design (CRD) using six treatments and four replicates of ten quail chicks per replicate. Two hundred forty quails were divided in six groups *vis.* control: without aflatoxin B₁ and without selenium. Group2: 1ppm aflatoxin B₁ and without selenium. Group3: 1 ppm aflatoxin B₁ and 0.3 ppm nano selenium. Group4: 1 ppm aflatoxin B₁ and 0.3 ppm sodium selenite. Group5: 1 ppm aflatoxin B₁ and 0.6 ppm nano selenium. Group6: 1ppm aflatoxin B₁ and 0.6 ppm sodium selenite. To evaluate the humoral immunity response 0.2ml of sheep red blood cell (SRBC) solution was injected into breast muscle of quails at days 35 as well as, the injection blood sampling was collected after a week. Newcastle vaccine was injected at days 28 and the antibody was tittered after two weeks. The highest level of titer of antibody against the SRBC solution was related to the group which receiving 0.06 ppm nanoselenium ($p < 0.01$). These results indicated that nano selenium in comparison with selenium selenite can improve humoral immunity and blood biochemical parameters.

Conflict of interest: None declared.

Keywords: Aflatoxin, Quail, Selenium, Humoral immunity.