

## اثر نانو ذرات نقره بر عملکرد و خصوصیات لاشه جوجه‌های گوشتی

حامد زرگران اصفهانی<sup>۱</sup>، سید داود شریفی<sup>۲\*</sup>، عباس برین<sup>۳</sup> و احمد افضل زاده<sup>۴</sup>  
۱، ۲، ۴، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، استادیار و دانشیار پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران  
۳، استادیار گروه میکروبیولوژی، دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران  
(تاریخ دریافت: ۸۸/۷/۷ - تاریخ تصویب: ۸۹/۵/۲۶)

### چکیده

تأثیر نانو ذرات نقره به عنوان یک افزودنی در تغذیه جوجه‌های گوشتی با استفاده از ۳۱۲ قطعه جوجه نر یک روزه از سویه تجاری آربوراکرز پلاس در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با شش تیمار و چهار تکرار بررسی شد. جیره‌های آزمایشی بر پایه ذرت سویا و با توجه به احتیاجات توصیه شده (NRC 1994) برای سه دوره آغازین، رشد و پایانی تنظیم شدند. از محلول ۲۰۰۰ ppm نانو ذرات نقره به ترتیب به مقدار ۴۰۰ و ۸۰۰ میلی‌لیتر در هر تن جیره و یا هر مترمکعب آب آشامیدنی استفاده شد. دو تیمار (بدون افزودنی، حاوی فلاوومایسین ۵۰۰گرم در تن) نیز به عنوان تیمارهای شاهد در نظر گرفته شدند. خوراک مصرفی و افزایش وزن جوجه‌ها به طور هفتگی اندازه‌گیری شد. وزن لاشه، چربی محوطه بطنی و اندام‌های گوارشی (کل دستگاه گوارش، کبد و روده‌های کور) در پایان دوره آزمایشی، بعد از کشتار دو قطعه جوجه از هر واحد آزمایشی اندازه‌گیری شد. سطوح مختلف نانو ذرات نقره در جیره و آب آشامیدنی در کل دوره پرورش، تأثیر معنی‌داری بر عملکرد جوجه‌ها نداشت ولی جوجه‌هایی که در جیره خود آنتی بیوتیک دریافت کرده بودند میزان خوراک مصرفی و افزایش وزن بهتری را نشان دادند ( $P < 0/05$ ). استفاده از ۸۰۰ میلی‌لیتر نانو ذرات نقره در جیره و آب آشامیدنی، وزن نسبی کل دستگاه گوارش و کبد را افزایش و چربی احشایی را به طور معنی‌داری کاهش داد ( $P < 0/05$ ). استفاده از آنتی بیوتیک در جیره موجب کاهش وزن نسبی کل دستگاه گوارش و افزایش درصد لاشه شد ( $P < 0/05$ ). بقایای نانو ذرات نقره در بافت کبد و گوشت سینه جوجه‌های گوشتی که سطوح مختلف نانو ذرات نقره را در جیره و یا آب آشامیدنی دریافت کرده بودند، مشاهده شد. نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که استفاده از نانو ذرات نقره به عنوان افزودنی در تغذیه طیور مناسب نیست. انجام آزمایشات بیشتر در این زمینه ضروری است.

**واژه‌های کلیدی:** جوجه گوشتی، عملکرد، لاشه، نانو ذرات، نقره.

### مقدمه

است. آنتی‌بیوتیک‌ها گروهی از ترکیبات شیمیایی هستند که به صورت بیولوژیکی توسط گیاهان یا بعضی میکروارگانیسم‌ها (معمولاً قارچ‌ها) تولید می‌شوند. این

امروزه استفاده از افزودنی‌ها جهت بهبود رشد، تولید مطلوب و افزایش بهره‌وری خوراک امری متداول شده

محیطی به شدت تبلیغ می‌شود. لذا این آزمایش به منظور بررسی امکان کاربرد نانو ذرات نقره در تغذیه طیور به عنوان جایگزینی برای آنتی‌بیوتیک‌ها اجرا و اثر این ترکیب بر عملکرد و خصوصیات لاشه جوجه‌های گوشتی مورد بررسی قرار گرفت.

### مواد و روش‌ها

در این تحقیق تعداد ۳۱۲ قطعه جوجه نر یک روزه از سویه تجاری آربوراکرز پلاس استفاده شد. این تحقیق در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با شش تیمار و چهار تکرار انجام شد. جیره‌های آزمایشی بر پایه ذرت و کنجاله سویا برای سه دوره آغازین، رشد و پایانی و مطابق احتیاجات مواد مغذی توصیه شده توسط NRC (1994) تنظیم گردید (جدول ۱). از محلول نانو نقره (با غلظت ۲۰۰۰ PPM) تولیدی در داخل کشور به عنوان منبع نانو ذرات و به مقدار ۴۰۰ و ۸۰۰ میلی‌لیتر در هر تن خوراک و یا مترمکعب آب آشامیدنی استفاده شد. علاوه بر گروه شاهد یک تیمار حاوی فلاوومایسین نیز به منظور مقایسه اثرات نانوذرات نقره با آنتی‌بیوتیک‌ها در نظر گرفته شد. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از:

- جیره شاهد ( بدون افزودنی)
- جیره شاهد + فلاوومایسین (۵۰۰ گرم در هر تن)
- جیره شاهد + ۴۰۰ میلی‌لیتر نانو ذرات نقره در هر تن خوراک.
- جیره شاهد + ۸۰۰ میلی‌لیتر نانو ذرات نقره در هر تن خوراک.
- جیره شاهد + ۴۰۰ میلی‌لیتر نانو ذرات نقره در هر مترمکعب آب آشامیدنی.
- جیره شاهد + ۸۰۰ میلی‌لیتر نانو ذرات نقره در هر مترمکعب آب آشامیدنی.

در کل دوره آزمایش در شبانه روز ۲۴ ساعت نور تأمین شد و آب و غذا در تمام مدت بطور آزاد در اختیار جوجه‌ها بود. برنامه واکسیناسیون توصیه شده در منطقه (آفلونزا، گامبرو و لاسوتا) تا قبل از ۲۰ روزگی انجام شد. وزن و خوراک مصرفی بطور هفتگی اندازه‌گیری شد. تلفات روزانه نیز پس از توزین معدوم شد. در پایان دوره آزمایش از هر تکرار دو قطعه (مرغ و خروس) با وزن نزدیک به میانگین گروه انتخاب و کشتار شدند. وزن

ترکیبات وقتی در دوزهای پایین به جیره افزوده می‌شوند رشد را تحریک می‌نمایند. آنتی‌بیوتیک‌ها با محدود نمودن رشد باکتری‌های بیماری‌زا و ممانعت از رشد باکتری‌های تخریب‌کننده مواد مغذی و تولیدکننده آمونیاک و سایر محصولات نیتروژنی سمی در روده، سبب بهبود هضم و قابلیت دسترسی مواد مغذی شده و در نتیجه عملکرد و بازده غذایی را افزایش می‌دهند (Scott et al., 1987). امروزه به دلیل نگرانی‌هایی که درباره مقاومت باکتریایی وجود دارد، استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها به عنوان محرک رشد با محدودیت مواجه شده است. لذا جهت دستیابی به عملکرد مطلوب و حفظ سلامتی و بهداشت طیور یافتن جایگزینی مناسب برای آنتی‌بیوتیک‌ها ضروری است.

نانوتکنولوژی به عنوان یکی از پیشرفته‌ترین علوم در عصر حاضر، در تمام زوایای حیات جانوری، گیاهی، زیست محیطی و صنعتی نفوذ نموده و افق جدیدی را در علوم طبیعی باز کرده است. با تغییر اندازه ذرات از میکرومتر به نانومتر ( $10^{-9}$  متر یا یک میلیاردیم متر) به خاطر افزایش نسبت سطح به حجم تمام خواص فیزیکی و شیمیایی تغییر نموده و واکنش‌پذیری ذره به شدت افزایش می‌یابد. نقره فلزی است که از گذشته‌های دور خواص ضد میکروبی آن شناخته شده است. با کاهش اندازه ذرات این فلز به مقیاس نانو خواص آن به شدت افزایش می‌یابد. نانو ذرات نقره یون‌های  $Ag^+$  ساطع می‌کنند که با پیوندهای  $HS^-$  دیواره میکروارگانیسم‌ها وارد واکنش شده و تولید  $AgS^-$  کرده و موجب مرگ آنها می‌شود. نانو ذرات نقره در محیط آزمایشگاهی اثرات ضد باکتریایی، ضد قارچی و ضد ویروسی دارند و می‌توانند بیش از ۶۵۰ گونه میکروبی را از بین ببرند (Sondi & Salopek-Sondi, 2004). علی‌رغم توانایی این ماده در از بین بردن میکروبه‌ها، گزارش‌های زیادی نیز در خصوص اثرات سمی این ماده در انسان و حیوانات وجود دارد. امروزه از نانو ذرات نقره در دامپروری برای شستشو و ضد عفونی پستان و سم دام، ساختمان‌ها و البسه استفاده می‌شود. با وجودی که اثرات ضد میکروبی نانو ذرات نقره نشان داده شده است ولی استفاده از این ماده به عنوان یک ترکیب ضد میکروبی، بدون هیچ‌گونه مطالعه جدی در خصوص اثرات آن بر حیوان و همچنین اثرات زیست

تجزیه و میانگین‌ها با آزمون چنددامنه‌ای دانکن مقایسه شدند:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

در این رابطه  $Y_{ij}$ : مقدار هر مشاهده،  $\mu$ : میانگین جامعه،  $T_i$ : اثر تیمار و  $e_{ij}$ : خطای آزمایش می‌باشد. داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹ آنالیز شدند و میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شدند.

لاشه، اندام‌های گوارشی و چربی احشائی تعیین شد. کبد و نصف گوشت سینه لاشه‌ها پس از شماره‌گذاری داخل نایلون‌های زیپ کیپ قرار داده شد و بر روی یخ به آزمایشگاه ارسال شد. وجود نانو نقره و حد ترسیب آنها (کم ppb و زیاد ppm) در بافت‌های مذکور با استفاده از سیستم فعال‌سازی نوترونی تشخیص داده شد (Nabinezhad et al., 2008). داده‌های حاصل به کمک برنامه نرم‌افزاری (SAS, 2005) و مطابق مدل آماری زیر

جدول ۱- ترکیب جیره های آزمایشی در دوره‌های آغازین، رشد و پایانی\*

دوره پایانی (۲۹-۴۲ روزگی)	دوره رشد (۱۵-۲۸ روزگی)	دوره آغازین (۱-۱۴ روزگی)	مواد خوراکی (%)
۷۱/۶	۶۶/۸	۶۷/۲	ذرت
۲۳/۴	۲۷/۸	۳۲/۸	کنجاله سویا
۲	۲/۱	--	روغن گیاهی
۱/۴	۱/۴	۱/۴	پوسته صدف
۰/۹	۱/۲	۱/۴	دی کلسیم فسفات
۰/۲	۰/۲	۰/۲	نمک
۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	مکمل ویتامینی**
۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	مکمل معدنی**
--	۰/۰۸	۰/۱۷	دی - آل متیونین
			اجزاء محاسبه شده
۳۱۵۰	۳۱۰۰	۳۰۵۰	انرژی قابل سوخت و ساز (Kcal/Kg)
۱۷/۷۲	۱۹/۳۸	۲۱/۹۲	پروتئین خام (درصد)

\* برای تهیه جیره های حاوی نانو ذرات نقره به جیره های مذکور مقادیر ۴۰۰ و ۸۰۰ میلی‌لیتر در تن محلول ۲۰۰۰ PPM اضافه شد.  
\*\* هرکیلو گرم مکمل ویتامینی حاوی ۴۴۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین A، ۷۲۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین D، ۱۴۴۰۰ میلی‌گرم ویتامین E، ۲۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین K، ۶۴۰ میلی‌گرم کوبالامین، ۶۱۲ میلی‌گرم تیامین، ۳۰۰۰ میلی‌گرم ریبوفلاوین، ۴۸۹۶ میلی‌گرم اسید پانتوتنیک، ۱۲۱۶۰ میلی‌گرم نیاسین، ۶۱۲ میلی‌گرم پیریدوکسین، ۲۰۰۰ میلی‌گرم بیوتین و ۲۶۰ گرم کولین کلراید می‌باشد. هر کیلوگرم مکمل معدنی حاوی ۶۴/۵ گرم منگنز، ۳۳/۸ گرم روی، ۱۰۰ گرم آهن، ۸ گرم مس، ۶۴۰ میلی‌گرم ید، ۱۹۰ میلی‌گرم کبالت و ۸ گرم سلنیوم می‌باشد.

## نتایج و بحث

و افزایش وزن را به طور معنی‌داری افزایش داد و ضریب تبدیل خوراک را بهبود بخشید ( $P < 0.05$ ).

در دوره پایانی (۲۹-۴۲ روزگی)، تفاوت عملکرد جوجه‌هایی که سطوح مختلف نانو ذرات نقره در جیره و آب آشامیدنی دریافت کردند، معنی‌دار نبود ولی استفاده از سطوح بالای (۸۰۰ میلی‌لیتر) نانو ذرات نقره در آب یا خوراک موجب کاهش جزئی ولی معنی‌دار میزان رشد جوجه‌ها شد. تکمیل جیره با فلاوماکسین عملکرد جوجه‌ها را به طور معنی‌داری افزایش داد ( $P < 0.05$ ). سطوح مختلف نانو ذرات نقره در جیره و آب آشامیدنی در کل دوره پرورش (۴۲- روزگی)، تاثیر معنی‌داری بر

اثر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد جوجه‌های گوشتی در دوره های مختلف پرورش در جدول ۲ آورده شده است. تیمارهای آزمایشی در دوره آغازین (۱-۱۴ روزگی)، تاثیر معنی‌داری بر عملکرد جوجه‌ها در مقایسه با گروه شاهد نداشتند ولی داده‌های معنی‌دار نشده نشان داد جوجه‌هایی که با جیره حاوی فلاوماکسین تغذیه شدند عملکرد بهتری داشتند. افزودن سطوح مختلف نانو ذرات نقره در جیره و آب آشامیدنی در دوره رشد (۱۵-۲۸ روزگی)، اثر معنی‌داری بر عملکرد جوجه‌ها نداشت، اما افزودن آنتی‌بیوتیک به جیره، مصرف خوراک

وزن نسبی کبد جوجه‌هایی که سطوح مختلف نانو ذرات نقره را در آب آشامیدنی دریافت نمودند، بیشتر از گروه شاهد و تیمار حاوی فلاوومایسین بود. افزایش مقدار نانو ذرات نقره در جیره یا آب وزن نسبی کبد را به مقدار بیشتری افزایش داد بطوری که از این نظر با سطح ۴۰۰ میلی‌لیتر آن اختلاف معنی‌دار داشت ( $P < 0.05$ ). چربی محوطه بطنی در جوجه‌هایی که سطح ۸۰۰ میلی‌لیتر نانو ذرات نقره در جیره و آب آشامیدنی دریافت نمودند کمتر از سایر تیمارها بود. تیمارهای آزمایشی اثر معنی‌داری بر وزن نسبی روده‌های کور نداشتند. افزودن فلاوومایسین به جیره جوجه‌های گوشتی به طور معنی‌داری بازده لاشه را افزایش داد ( $P < 0.05$ ) ولی مصرف سطوح مختلف نانو ذرات نقره در آب آشامیدنی و جیره تأثیری بر آن نداشت.

عملکرد جوجه‌ها در مقایسه با گروه شاهد نداشت. اما افزودن آنتی‌بیوتیک به جیره، مصرف خوراک و افزایش وزن جوجه‌ها را بهبود بخشید و سبب کاهش ضریب تبدیل غذا شد ( $P < 0.05$ ).  
تاثیر تیمارهای آزمایشی بر وزن نسبی اندام‌های داخلی در جدول ۳ آورده شده است. افزودن آنتی‌بیوتیک به جیره جوجه‌های گوشتی، وزن نسبی کل دستگاه گوارش را در مقایسه با سایر تیمارها به طور معنی‌داری کاهش داد ( $P < 0.05$ ). افزودن ۴۰۰ میلی‌لیتر نانو ذرات نقره در جیره و آب آشامیدنی جوجه‌های گوشتی اثری بر وزن نسبی دستگاه گوارش در مقایسه با گروه شاهد نداشت. اما ۸۰۰ میلی‌لیتر نانو ذرات نقره در جیره و یا آب آشامیدنی سبب افزایش معنی‌دار وزن نسبی دستگاه گوارش نسبت به شاهد شد ( $P < 0.05$ ).

جدول ۲- اثر تیمارهای آزمایشی بر خوراک مصرفی (گرم)، افزایش وزن (گرم) و ضریب تبدیل غذایی (FCR) در دوره‌های مختلف پرورش جوجه‌های گوشتی

تیمار	آغازین (۱-۱۴ روزگی)			رشد (۱۵-۲۸ روزگی)			پایانی (۲۹-۴۲ روزگی)			کل دوره (۱-۴۲ روزگی)		
	مصرف خوراک	افزایش وزن	FCR	مصرف خوراک	افزایش وزن	FCR	مصرف خوراک	افزایش وزن	FCR	مصرف خوراک	افزایش وزن	FCR
شاهد	۳۶۳/۴	۳۰۵/۶	۱/۱۸	۱۳۱۷ <sup>b</sup>	۸۱۵/۳ <sup>b</sup>	۱/۶۱ <sup>a</sup>	۲۵۰۸/۵ <sup>b</sup>	۱۱۳۶/۷ <sup>b</sup>	۲/۲۰ <sup>b</sup>	۴۴۳۴/۷ <sup>b</sup>	۲۳۴۵/۸ <sup>b</sup>	۱/۸۹ <sup>a</sup>
فلاوومایسین	۳۶۳/۷	۳۰۵/۸	۱/۱۸	۱۳۲۵ <sup>a</sup>	۸۲۵ <sup>a</sup>	۱/۶۰ <sup>b</sup>	۲۵۱۹/۳ <sup>a</sup>	۱۱۵۲/۱ <sup>a</sup>	۲/۱۸ <sup>c</sup>	۴۴۵۱/۳ <sup>a</sup>	۲۳۷۹/۳ <sup>a</sup>	۱/۸۷ <sup>b</sup>
نانو نقره (۴۰۰ ml/ton خوراک)	۳۶۲/۸	۳۰۴/۱	۱/۱۹	۱۳۱۶/۷ <sup>b</sup>	۸۱۴ <sup>b</sup>	۱/۶۱ <sup>a</sup>	۲۵۰۷/۷ <sup>b</sup>	۱۱۳۵/۹ <sup>bc</sup>	۲/۲۰ <sup>b</sup>	۴۴۳۳/۷ <sup>b</sup>	۲۳۴۴ <sup>b</sup>	۱/۸۹ <sup>a</sup>
نانو نقره (۸۰۰ ml/ton خوراک)	۳۶۱/۳	۳۰۲/۸	۱/۱۹	۱۳۱۷ <sup>b</sup>	۸۱۲ <sup>b</sup>	۱/۶۲ <sup>a</sup>	۲۵۰۹/۵ <sup>b</sup>	۱۱۳۲/۸ <sup>c</sup>	۲/۲۱ <sup>a</sup>	۴۴۳۵ <sup>b</sup>	۲۳۴۱/۸ <sup>b</sup>	۱/۹۰ <sup>a</sup>
نانو نقره (۴۰۰ ml/m <sup>۳</sup> آب آشامیدنی)	۳۶۲/۷	۳۰۳/۷	۱/۱۹	۱۳۱۷/۳ <sup>b</sup>	۸۱۳ <sup>b</sup>	۱/۶۲ <sup>a</sup>	۲۵۰۷ <sup>b</sup>	۱۱۳۵/۴ <sup>bc</sup>	۲/۲۰ <sup>b</sup>	۴۴۳۴/۳ <sup>b</sup>	۲۳۴۳/۴ <sup>b</sup>	۱/۸۹ <sup>a</sup>
نانو نقره (۸۰۰ ml/m <sup>۳</sup> آب آشامیدنی)	۳۶۱/۱	۳۰۳	۱/۱۹	۱۳۱۵ <sup>b</sup>	۸۱۲ <sup>b</sup>	۱/۶۱ <sup>a</sup>	۲۵۱۱ <sup>b</sup>	۱۱۳۲/۵ <sup>c</sup>	۲/۲۱ <sup>a</sup>	۴۴۳۳/۳ <sup>b</sup>	۲۳۴۱/۶ <sup>b</sup>	۱/۸۹ <sup>a</sup>
SEM	۱/۱۳	۰/۹۰	۰/۰۰۲	۱/۸۱	۰/۹۵	۰/۰۰۲	۱/۹۱	۱/۱۱	۰/۰۰۱	۲/۰۴	۱/۶۸	۰/۰۰۱

a-b: ارقام با حروف غیر مشابه در هر ستون تفاوت معنی‌داری دارند ( $P < 0.05$ ).

SEM: خطای معیار میانگین

جدول ۳- اثر تیمارهای آزمایشی بر وزن نسبی (٪) دستگاه گوارش، کبد، چربی شکمی، روده‌های کور و لاشه

تیمار	کل دستگاه گوارش	کبد	چربی شکمی	سکوم	لاشه
شاهد	۹/۴۰ <sup>b</sup>	۲/۰۹ <sup>c</sup>	۱/۴۶ <sup>a</sup>	۰/۵۸	۵۹/۶۲ <sup>b</sup>
فلاوومایسین	۸/۸۸ <sup>c</sup>	۲/۰۷ <sup>c</sup>	۱/۴۵ <sup>a</sup>	۰/۵۸	۶۳/۴۴ <sup>a</sup>
نانو نقره (۴۰۰ ml/ton خوراک)	۹/۴۵ <sup>b</sup>	۲/۲۴ <sup>b</sup>	۱/۴۵ <sup>a</sup>	۰/۵۴	۵۹/۱۵ <sup>b</sup>
نانو نقره (۸۰۰ ml/ton خوراک)	۱۰/۱۵ <sup>a</sup>	۲/۴۸ <sup>a</sup>	۱/۳۲ <sup>b</sup>	۰/۵۰	۵۶/۶۸ <sup>b</sup>
نانو نقره (۴۰۰ ml/m <sup>۳</sup> آب آشامیدنی)	۹/۴۷ <sup>b</sup>	۲/۲۷ <sup>b</sup>	۱/۴۳ <sup>a</sup>	۰/۵۴	۵۸/۹۱ <sup>b</sup>
نانو نقره (۸۰۰ ml/m <sup>۳</sup> آب آشامیدنی)	۱۰/۱۳ <sup>a</sup>	۲/۴۸ <sup>a</sup>	۱/۳۲ <sup>b</sup>	۰/۵۱	۵۶/۸۸ <sup>b</sup>
SEM	۰/۱۱	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۲	۱/۰۲

a-b: ارقام با حروف غیر مشابه در هر ستون تفاوت معنی‌داری دارند ( $P < 0.05$ ).

SEM: خطای معیار میانگین

هنوز شناخته نشده است ولی ایجاد محدودیت در شکسته شدن پروتئین‌ها مهمترین‌ها مهمترین نظریه‌ای است که محققان در حال بررسی آن هستند (Senjen, 2007). کاهش عملکرد در سطوح بالای مصرف نانو ذرات نقره ممکن است به دلیل التهابی باشد که در نتیجه استفاده از این ذرات، مستقیماً در دستگاه گوارش ایجاد می‌شود. التهاب در نتیجه القاء یا ایجاد اشکال اکسیژنی فعال (رادیکال آزاد اکسیژنی) توسط نانوذرات ایجاد می‌شود. این التهاب، ناهنجاری‌های گوارشی را ایجاد می‌کند که ممکن است موجب کاهش توانایی پرنده در بروز حداکثر توان تولیدی شود. نقش نانوذرات در بیماری‌های التهابی دستگاه گوارش در اثر وجود این ذرات در غذا و به دنبال آن ایجاد التهاب مستقیم دستگاه گوارش و بروز ناهنجاری‌های مزمن گوارشی در انسان گزارش شده است (Gatti et al., 2007; Zhong et al., 2008). در ۱۸ نمونه بافت کولن سرطانی شده مشاهده کرد که این سرطان ناشی از التهاب ایجاد شده توسط نانوذرات موجود در غذا بود. با مطالعه روی سلول‌های مغزی (سلول‌های نورو اندروکرینی کشت شده) نشان داده است که نانو ذرات نقره با افزایش حد تخلیه دوپامین و کاهش فعالیت میتوکندری‌ها، بر سلول‌های ساقه مغزی پستانداران اثر سمی دارند (Hussain et al., 2005).

FDA<sup>۱</sup> (1999) اعلام کرد استفاده از کلوئیدال نقره (تعلیق نقره در نانو ذرات و میکرو ذرات) در انسان علاوه بر بیماری آرگریا<sup>۲</sup> که همان آبی و خاکستری شدن پوست است، سبب بروز مشکلات عصبی، صدمات کلیوی، آسیب معدی، سردرد، کوفتگی و آزرده‌گی پوست می‌شود. ذرات نانو بسیار فعال‌تر و واکنش‌پذیرتر از ذرات میکرو می‌باشند و توزیع و وسعت پراکنش آنها در بافتها بسیار زیاد است. در همین رابطه گزارش شده است که نانو ذرات مس اثراتی سمی بر کبد، کلیه و طحال موش‌های آزمایشی داشته‌اند، این در حالی است که میکرو ذرات مس که حجیم‌تر از نانوذرات آن هستند چنین اثراتی را ندارند (Chen et al., 2006). Loretz et al. (2007) نشان دادند که مصرف دهانی یک دوز

استفاده از سطوح مختلف نانو ذرات نقره در آب و خوراک مصرفی جوجه‌های گوشتی سبب رسوب این ذرات در بافت کبد و گوشت سینه شد. ۸۰۰ میلی‌لیتر نانو ذرات نقره در آب آشامیدنی و یا جیره جوجه‌های گوشتی رسوب این ذرات را در بافت کبد را افزایش داد (جدول ۴).

جدول ۴- رسوب نانو ذرات نقره در بافت کبد و گوشت سینه

بافت		تیمار
گوشت سینه	کبد	
N	N	شاهد
N	N	فلاوومایسین
L	L	نانو نقره (۴۰۰ ML /Ton خوراک)
L	H	نانو نقره (۸۰۰ ML /Ton خوراک)
L	L	نانو نقره (۴۰۰ ML /M <sup>۳</sup> آب شامیدنی)
L	H	نانو نقره (۸۰۰ ml /m <sup>۳</sup> آب آشامیدنی)

N: نانوذرات تشخیص داده نشد. L: رسوب اندک نانوذرات نقره (ppb)  
H: رسوب زیاد نانوذرات نقره (ppm)

با وجودی که در این آزمایش مصرف نانو ذرات نقره در جیره و یا آب آشامیدنی عملکرد جوجه‌های گوشتی را در کل دوره به طور معنی‌داری کاهش نداد ولی در خصوص اثرات بسیار مخرب این ذرات بر سلول‌های کبد، خون، کلیه، طحال و مغز گزارشات مختلفی وجود دارد. نانو ذرات نقره برای سلول‌های کبدی، کلیوی و مغزی بسیار سمی هستند. بزرگ شدن کبد به طور معنی‌دار در این تحقیق ممکن است به دلیل اثر نانو ذرات نقره بر سلول‌های کبدی باشد. نشان داده شده است که نانوذرات نقره برای سلول‌های کبدی موش بسیار سمی هستند، فعالیت میتوکندری، که نمایشگر وجود انرژی در سلول است کاهش یافته و عملکرد لاکتات دهیدروژناز، که برای نشان دادن مرگ سلولی و آزاد شدن بخش سیتوپلاسم از آن استفاده می‌شود به طور معنی‌داری در سلول‌هایی که در معرض نانو ذرات نقره بودند افزایش یافت (Hussain et al., 2005). کاهش جزئی در عملکرد هنگام استفاده از ۸۰۰ میلی‌لیتر نانو ذرات نقره در جیره و آب آشامیدنی، ممکن است به دلیل پیوند نانو ذرات نقره با اجزاء جیره باشد که می‌تواند منجر به اختلال در هضم شده یا جذب مواد مغذی به بدن را مختل کند. روش‌هایی که موجب اختلال در هضم یا جذب مواد مغذی هنگام استفاده از نانو ذرات در خوراک می‌شود

1. Food and Drug Assosiation  
2. Argiria

در این تحقیق اگر چه استفاده از سطوح مختلف نانو ذرات نقره موجب اختلاف معنی‌داری در بازده لاشه نشد، ولی بررسی داده‌ها کاهش بیشتری در بازده لاشه، هنگام استفاده از ۸۰۰ میلی‌لیتر نانو ذرات نقره در جیره و آب آشامیدنی جوجه‌های گوشتی را نشان می‌دهد که شاید به دلیل کاهش جذب یا عدم تناسب در جذب مواد مغذی از روده یا تاثیر مخرب نانو ذرات نقره بر کبد، کلیه، طحال و مغز باشد. توانایی بالای ذرات نانو در پراکندگی در بافت‌ها موجب شده است که کبد قادر به حذف آنها از خون نباشد و این ذرات در بافتهای قابل مصرف لاشه ذخیره شوند. این آزمایش نشان داد که میزان ذخیره نانوذرات نقره در گوشت سینه با افزایش سطح آنها در جیره نسبت مستقیم دارد. نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که استفاده از نانوذرات نقره به عنوان افزودنی در تغذیه طیور مناسب نیست. انجام آزمایشات بیشتر در این زمینه ضروری است.

### سپاسگزاری

از حمایت‌های مالی معاونت پژوهشی پردیس ابوریحان برای تأمین بودجه و همکاری پرسنل گروه علوم دامی پردیس ابوریحان در انجام این طرح قدردانی می‌شود.

نانوذرات مس موجب توزیع این ذرات در اندام‌های مختلف شده که غالباً اندام‌های هدف، کلیه، خون و به خصوص کبد بوده‌اند. لذا نانوذرات نقره نیز مانند نانوذرات مس پس از مصرف در بافتها بدن به خصوص دستگاه گوارش، کبد و عضلات پراکنده شده و اثرات سمی خود را بروز می‌دهند. به نظر می‌رسد که سطوح مورد استفاده از نانو ذرات نقره در این آزمایش برای بروز اثرات سمی که منجر به کاهش عملکرد شوند کافی نبوده است. احتمالاً با کاربرد سطوح بالاتر از مقادیر بررسی شده در این تحقیق، می‌توان اثرات سمی آن را در جوجه‌های گوشتی نشان داد.

در این تحقیق وزن نسبی کل دستگاه گوارش، هنگام استفاده از ۸۰۰ میلی‌لیتر نانو ذرات نقره در جیره و آب آشامیدنی جوجه‌های گوشتی افزایش داشت که ممکن است به دلیل تولید رادیکال‌های آزاد توسط این ذرات باشد که منجر به التهاب تمام قسمت‌های دستگاه گوارش شده و در نتیجه افزایش وزن نسبی آن باشد. همچنین استفاده از ۸۰۰ میلی‌لیتر نانوذرات نقره در جیره و آب آشامیدنی جوجه‌های گوشتی موجب افزایش وزن کبد شد که ممکن است به دلیل تجمع این ذرات به عنوان موادی سمی برای بدن پرنده و در نتیجه التهاب کبد و اختلال در ساز و کار آن، به خصوص در روندهای مرتبط با ساخت و ذخیره مواد باشد.

### REFERENCES

- Chen, Z., Meng, H., Xing, G., Chen, C., Zhao, Y., Ji, G., Wang, T., Yuan, H., Ye, C., Zhao, F., Chai, Z., Zhu, C., Fang, X., Ma, B. & Wan, L. (2006). Acute toxicological effects of copper nanoparticles in vivo. *Toxicology Letters*, 163, 109–120.
- Food and Drug Administration. (1999). Issues final ruling on OTC products containing colloidal silver. Retrieved January 23, 2009, from <http://www.fda.gov/bbs/topics>
- Gatti, A. M. (2007). Biocompatibility of micro and nano-particles in the colon. Part II. *Biomaterials*, 25, 385-392.
- Hussain, S. M., Hess, K. L., Gearhart, J. M., Geiss, K. T. & Schlager, J. J. (2005). In vitro toxicity of nanoparticles in BRL3A rat liver cells. *Toxicology in vitro*, 19, 975-983.
- Loretz, B. & Bernkop-Schnürch, A. (2007). In vitro cytotoxicity testing of non-thiolated and thiolated chitosan nanoparticles for oral gene delivery. *Nanotoxicology*, 1, 139 – 148.
- Nabinezhad, A., Shahabi, I. & Alame, A. (2008) Using MNSR system for identification of silver residues in broiler tissue. In: *Proceeding of the 2<sup>nd</sup> National Congress on Nuclear Technology Application in Agricultural and Natural Resources*, 8-9 June, Karaj, Iran.
- SAS Institute Inc. (2005). SAS procedure guide. Version 9. SAS Institute, Inc, 1643 pp.
- Scott, D. F. & Michael, P. D. (1987). Subtherapeutic Levels of Antibiotics in Poultry Feeds and Their effects on Weight Gain, Feed Efficiency, and Bacterial Cholytaurine Hydrolase Activity. *Applied and Environmental Microbiology*, Feb. pp. 331-336.
- Senjen, R. (2007 March). Nanosilver – a threat to soil, water and human health? Retrieved February 8, 2009, from [www.nano.foe.org.au](http://www.nano.foe.org.au)

10. Sondi, I. & Salopek-Sondi, B. (2004). Silver nanoparticles as antimicrobial agent: A case study on E. coli as a model for Gram-negative bacteria. *Journal of Colloid Interface Sciences*, 275, 177 – 182.
11. Zhong, W., Kolls, J. K., Chen, H., McAllister, F., Oliver, P. D. & Zhang, Z. (2008). Chemokines orchestrate leukocyte trafficking in inflammatory bowel disease. *Front Biosci*, 13, 1654-1664.