

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره نوزدهم، شماره یک، بهار ۹۶

## تأثیر سمیت تحت حاد نانو اکسید روی (ZnO NPs) بر برخی شاخص های خون

### شناسی ماهی کاراس طلائی (*Carassius auratus*)

سیدعلی اکبر هدایتی<sup>\*۱</sup>

[Hedayati@gau.ac.ir](mailto:Hedayati@gau.ac.ir)

عبدالرضا جهان بخشی<sup>۲</sup>

تاریخ پذیرش: ۹۴/۸/۲۵

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۰/۳۰

#### چکیده

**زمینه و هدف:** پیشرفت فناوری نانو و کاربردهای وسیع نانو ذرات در صنایع مختلف باعث شده است که بررسی اثرات مخرب نانو مواد بر روی موجودات اهمیت زیادی داشته باشد. این تحقیق به منظور بررسی اثرات تحت حاد نانو اکسید روی بر عوامل خونی ماهی کاراس طلائی انجام شد.

**روش بررسی:** در این تحقیق ابتدا با تعیین دامنه ای از غلظت های نانو اکسید روی به منظور تعیین  $LC_{50}$ ، تلفات ماهیان کاراس طلائی در زمان های ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت محاسبه شد. سپس با توجه به میزان  $LC_{50}$  آزمایش جداگانه ای طراحی شد و با القای غلظت تحت حاد این ماده پارامترهای خون شناسی ماهی مورد بررسی قرار گرفت. نمونه های خون در بچه ماهیان کاراس طلائی که ۷ روز در معرض غلظت تحت حاد (۵۰٪ غلظت  $LC_{50}$ ) نانو اکسید روی قرار داشتند به همراه ماهیانی که در معرض مواد نانو نبودند، گرفته شد.

**یافته ها:** نتایج نشان داد که نانو ذرات روی موجب تغییرات در پارامترهای خونی ماهی کاراس طلائی می گردد که این تغییرات در شاخص های خونی با افزایش سطح گلبول قرمز (RBC)، هموگلوبین، هماتوکریت و MCV در تیماری که تحت تاثیر نانو ذرات روی قرار داشت، همراه بود ( $P < 0/5$ ) و کاهش گلبول های سفید (WBC) در تیماری که ماهیان در معرض غلظت تحت حاد نانو ذرات روی بودند نسبت به گروه شاهد مشاهده شد ( $P < 0/5$ ) اما شاخص های MCH و MCHC تفاوت معنی داری را نشان ندادند ( $P > 0/5$ ).

**نتیجه گیری:** نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که سمیت تحت حاد نانو ذرات روی می تواند بر شاخص های خونی ماهی کاراس طلائی تاثیرگذار بوده و این ماهی نسبت به ماهیان دیگر دارای مقاومت بیشتری در برابر این سم می باشد.

**واژه های کلیدی:** آلودگی، نانو توکسیکولوژی، هماتولوژی، ماهی قرمز

۱- استادیار، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران \* (مسئول مکاتبات).

۲- دکتری تخصصی، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران.

## **Sub-lethal effects of nano zinc oxide (ZnO NPs) on some hematological indices of goldfish (*Carassius auratus*)**

**Seyed Aliakbar Hedayati<sup>1</sup>**

[Hedayati@gau.ac.ir](mailto:Hedayati@gau.ac.ir)

**Abdolreza Jahanbakhshi<sup>2</sup>**

### **Abstract**

**Background and Objective:** Extensive development of nanotechnology and applications of nano-particles in different industries has caused devastating effects of nano-materials on organisms. This study aimed to evaluate the effects of nano zinc oxide on hematological factors of goldfish.

**Methods:** In this paper we determine the range of concentrations of zinc oxide nano-particles to determine LC<sub>50</sub> of gold fish at 24, 48, 72 and 96 hours respectively. Then, according to the LC<sub>50</sub>, separate experiments were designed to induce sub-lethal concentration of this substance on Hematological parameters were studied. Blood samples of goldfish fry were taken in the 7 days following exposure to lethal concentrations (50% concentration) of nano-ZnO nano-materials with fish that were not exposed.

**Findings:** The results showed that the nano-particles could changes in blood parameters of gold fish by increasing red blood cell (RBC), hemoglobin, hematocrit, MCV in treatment was influenced by the nano-particles, was ( $P>0.05$ ) and reduced white blood cell (WBC) in the treatment of fish exposed to lethal concentrations of nano-particles compared to the control group ( $P>0.05$ ) but did not show significant change in MCH, MCHC indices.

**Discussion and Conclusions:** In conclusion sub-lethal concentration of nano zinc oxide could affect hematological parameters of goldfish and this fish have more resistance to this kind of pollutant.

**Keywords:** Goldfish, Hematology, Nano-toxicology, Pollution.

---

1-Assistant Professor of Marine Biology, Faculty of Fishery and Environment, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran\*(Corresponding Author)

2-PhD of Fisheries Sciences, Faculty of Fishery and Environment, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran

## مقدمه

تلفات نیمی از موجودات مورد آزمایش در یک دوره زمانی مشخص (کوتاه مدت و بلند مدت) معلوم می شود. این آزمایش ها شاخه ای از علم سم شناسی محیطی بوده و وظیفه آن قضاوت درباره توان بالقوه مواد آلاینده و بررسی تأثیرات زیان بخش این مواد بر اکوسیستم و موجودات زنده در آن می باشد. ماهی یکی از مهم ترین موجودات آبی می باشد که به علت ارزش اقتصادی و حساسیت در مقابل آلاینده ها از اهمیت خاصی برخوردار هستند و به همین دلیل جهت انجام آزمایش های زیست سنجی در بعد وسیعی از آن ها استفاده می گردد. حساسیت گونه های مختلف ماهیان به مواد سمی متغیر می باشد، از این رو ضروری است آزمایش های سم شناسی برای ماهیان مختلف صورت گیرد. سنجش پارامتر های خون از این جهت حایز اهمیت است که عوامل متعددی از جمله آلاینده ها می توانند سبب تغییر در ویژگی های آن شوند (۴).

با توجه به حضور خون در بخش هایی از بدن که در تماس مستقیم با محیط هستند، تغییرات محیطی می توانند از طریق تأثیراتی که در خون می گذارند در خون نشان داده شوند. از این رو، پارامترهای هماتولوژیک می توانند اطلاعات پایه ای مناسبی را برای مطالعات مختلف فراهم کنند (۵). تغییر پارامترهای هماتولوژیک می تواند نشان دهنده آسیب بافتی نیز باشد به طوری که تغییرات بافت ها خود می تواند سبب تغییرات کلی مثل تغییر در رشد شود. هم چنین، پارامتر های هماتولوژیک نقش مهمی در تشخیص بیماری دارند (۵) و تغییرات برخی پارامترهای هماتولوژیک، از جمله هموگلوبین و هماتوکریت، می تواند به علت وجود استرسور در محیط باشد (۶)، اما با توجه به حضور گلبول قرمز هسته دار در ماهی، سنجش این پارامترها به شیوه ی دستی انجام می گیرد و نمی توان از وسایل پیشرفته ای استفاده کرد که در موارد انسانی به کار می روند (۵).

ماهی کاراس طلایی یا ماهی حوض از ماهیان با ارزش زینتی و از خانواده کپور ماهیان است که در مقایسه با سایر ماهیان زینتی در دنیا به طور گسترده و با قیمت ارزان و مخصوصا در

فناوری نانو موضوعی است که از جهت متحول کردن بخش کشاورزی و شیلات پتانسیل زیادی دارد. امروز از نانو ذرات در گستره وسیعی از علوم و صنایع مختلف استفاده می شود که از آن جمله الکترونیک، پزشکی، داروسازی، لوازم آرایشی و بهداشتی، تولید انرژی، محیط زیست و کاتالیزورها را می توان نام برد که به طور فزاینده ای در تولیدات صنعتی و هم چنین علمی، بیولوژیکی و پزشکی مورد استفاده قرار گرفته است. نانوذرات به طور طبیعی از ابتدا در کره زمین وجود داشته اند و موجودات زنده در طی تکامل با نانو ذرات طبیعی سازگار شده اند؛ با این حال، از آن جا که نانوذرات مصنوعی تولید بشر هستند و در فرآیند تکامل وجود نداشته اند، در حال حاضر، نگرانی زیادی پیرامون آلودگی موجودات زنده با آن ها وجود دارد (۱) و همان طور که تمایل به مزایای بالقوه نانوذرات افزایش یافته است، نگرانی برای اثر بالقوه سمی ناشی از استفاده و یا انتشار غیر عمدی به محیط زیست وجود دارد. مسأله آلودگی محیط زیست به نانو ذرات که به تازگی در ایران وارد چرخه فرآیندی صنایع گردیده است، از اهمیت چشم گیری برخوردار می باشد (۲). اکسید روی یکی از مهم ترین اکسیدهای فلزی است که در صنایع مختلف مورد استفاده قرار می گیرد. اکسیدروی پودری سفید رنگ یا سفید مایل به زرد و دارای شبکه بلوری هگزاگونال است که از سنگ معدن روی به دست می آید. کاهش اندازه ذرات تا حد نانومتری، سبب تغییر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مواد و ظهور خواص جدید در آنها می شود. سطح ویژه زیاد نانو اکسیدروی باعث افزایش واکنش پذیری آن شده و اندازه کوچک ذرات به آن ها توانایی پراکندگی خوبی می دهد که به توزیع یکنواخت آن در بافت هدف منجر می شود. نانو ذرات اکسید روی به دلیل برخورداری از ویژگی های مغناطیسی، الکتریکی، نوری و شیمیایی ویژه، به طور وسیع در ساخت سل های خورشیدی، کاتالیزورهای شیمیایی، حس گرها و رستورها به کار می رود (۳).

به طور کلی سمیت یک آلاینده از طریق سنجش زیستی ارزیابی می گردد که به وسیله آن غلظت لازم جهت ایجاد

با استناد به نتایج حاصل از تعیین  $LC_{50}$  برای هر یک از نانو ذرات، تیمار تحت حاد و یک تیمار شاهد در نظر گرفته شد. تعداد ۱۵ قطعه ماهی کاراس طلایی در هر تکرار به مدت ۷ روز در معرض غلظت تحت حاد قرار گرفتند.

#### ۲.۱. آزمایشات خونی

نمونه های خون در ماهیان کاراس طلایی بعد از ۷ روز قرارگیری در معرض غلظت تحت حاد (۵۰٪ غلظت  $LC_{50}$ ) نانو اکسید روی به همراه ماهیانی که در معرض نانو مواد نبودند (شاهد)، برداشت شد. نمونه های خون در ماهیان به وسیله قطع ساقه دم و بدون فشار و به آرامی، به صورتی که منجر به شکسته شدن گلبول های قرمز و لیز شدن خون و اختلال در تهیه سرم مطلوب نگردد، داخل لوله های هپارینه و غیر هپارینه ریخته شد و به آزمایشگاه منتقل گردید. در آزمایشگاه خون شناسی تعداد گلبول های سفید، هموگلوبین و درصد هماتوکریت سنجیده شد.

#### ۳.۱. شمارش گلبول های قرمز و گلبول سفید

تعداد کل گلبول های قرمز و سفید با استفاده از پپیت ملانژورهای قرمز و سفید، لام نئوبار و محلول های رقیق کننده گاور و تورک شمارش گردید (۸). جهت شمارش گلبول های قرمز مقدار ۰/۵ میلی گرم از نمونه خون را به داخل پپیت ملانژور قرمز کشیده و برای رقیق کردن از محلول گاور استفاده شد. سپس تعداد گلبول های قرمز با استفاده از لام نئوبار و میکروسکوپ با بزرگ نمایی ۴۰ شمارش گردید. تعداد گلبول های سفید با استفاده از پپیت ملانژور سفید، لام نئوبار و محلول های رقیق کننده گاور و تورک شمارش می شدند (۸). برای شمارش گلبول های سفید، مقدار ۰/۵ میلی گرم از نمونه خون به داخل پپیت ملانژور سفید کشیده و برای رقیق کردن از محلول تورک استفاده شد. تعداد گلبول های سفید نیز با استفاده از لام نئوبار و میکروسکوپ با بزرگ نمایی ۴۰ شمارش گردید.

#### ۴.۱. محاسبه اندیس های خونی

اندیس های خونی شامل شاخص های میانگین حجم گلبول  $MCV$ ، میانگین هموگلوبین گلبول  $MCH$  و میانگین

ایام نوروز در ایران مورد استفاده قرار می گیرد. ماهی کاراس طلایی با نام علمی (*Carassius auratus*) (Linnaeus, 1785) متعلق به خانواده کپور ماهیان می باشد، یک ماهی تخم گذار بوده و برخلاف ماهی کپور معمولی دارای سیبلیک نمی باشد و لب ها باریک ترند ولی چندان قوی نیستند. شعاع های باله های آن ها اغلب دندان دارند، باله دمی نرم تر و قابل انعطاف تر از کپور است. در ماهی قرمز چهار دندان حلقی در یک ردیف قرار دارد. این ماهیان در سن ۵ تا ۶ سالگی به طول ۲۰ تا ۲۵ سانتی متر رسند و طول عمر بین ۱۰ تا ۲۰ سال نیز دارند. ماهی کاراس طلایی یکی از مقاوم ترین گونه کپور ماهیان می باشد، به طوری که قادر است نوسانات حرارتی بین صفر تا ۳۵ درجه سانتی گراد را تحمل کند (۷). در این تحقیق به بررسی اثرات سمیت تحت حاد نانو اکسید روی ( $ZnO$  NPs) بر ماهی کاراس طلایی پرداختیم و در نهایت پاسخ های خون شناسی این گونه را در مواجهه با غلظت های تحت حاد نانو اکسید روی مورد بررسی قرار دادیم.

### مواد و روش ها

#### ۱.۱. تعیین غلظت تحت حاد

انجام این آزمایش در آذر ماه سال ۱۳۹۱ در یک کارگاه خصوصی در شهر گرگان شروع شد. ماهی کاراس طلایی به عنوان مدل جانوری در قالب یک طرح کاملاً تصادفی به کار گرفته شد و برای انجام این آزمایش از ماهی کاراس طلایی با طول کل  $4.3 \pm 0.5$  سانتی متر استفاده گردید. برای تعیین  $LC_{50-96h}$  نانو ذرات روی ۱۰۵ ماهی کاراس طلایی، ماهیان در تان کهای فایبر گلاس ۴۰۰ لیتری جهت آداپته شدن نگه داری شدند. بعد از گذشت دوره آداپتاسیون، ماهیان به طور تصادفی در آکواریوم های ۶۰ لیتری تقسیم و غلظت های مختلف نانو ذرات روی هر آکواریوم اضافه گردید. در هر تیمار ۷ قطعه ماهی و برای هر تیمار ۳ تکرار در نظر گرفته شد. تمامی ماهیان به مدت ۹۶ ساعت در غلظت های مورد نظر نگه داری شده و میزان مرگ و میر در زمان های ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت محاسبه شد.

دامنه دانکن استفاده گردید و اختلاف در سطح اطمینان بالای ۹۵٪ ( $P < 0.05$ ) در نظر گرفته شد. برای تعیین  $LC_{50}$  در زمان های ۲۴، ۴۸، ۷۲ از نرم افزار Probit analysis استفاده شد.

### نتایج

#### ۱.۲. تعیین میزان سمیت کشنده نانو ذرات روی بر ماهی

##### کاراس طلایی

پس از انجام آزمایشات، میزان سمیت نانو ذرات روی برای ماهی کاراس طلایی  $0.33 \pm 3/0.79$  ppm به دست آمد. غلظت ایجاد کننده ۱ درصد تلفات، ۳۰، ۵۰، ۷۰، ۹۰ و ۹۹ درصد تلفات بعد از ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت در مجاورت با نانو ذرات روی برای ماهی کاراس طلایی در جدول (۱) مشخص گردید.

غلظت هموگلوبین گلبول MCHC می باشد که با استفاده از روابط زیر محاسبه گردید:

تعداد گلبول های قرمز بر حسب میلیون /  $10 \times$  میزان هماتوکریت (درصد) = میانگین حجم گلبول

تعداد گلبول های قرمز بر حسب میلیون /  $10 \times$  میزان هموگلوبین = میانگین هموگلوبین گلبول

میزان هماتوکریت (درصد) /  $100 \times$  میزان هموگلوبین = میانگین غلظت هموگلوبین گلبول

#### ۵.۱. تجزیه و تحلیل داده ها

داده های مربوط به آنالیزهای مختلف به صورت میانگین  $\pm$  انحراف معیار بیان شده است. اختلاف بین این داده ها و مقایسه میانگین نمونه ها در تیمارهای مختلف با آنالیز واریانس یک طرفه با استفاده از برنامه نرم افزاری SPSS 16 انجام و در صورت وجود اختلاف معنی دار بین گروه ها، از آزمون چند

جدول ۱- غلظت ایجاد کننده ۱۰، ۳۰، ۵۰، ۷۰، ۹۰ و ۹۹ درصد تلفات ماهی کاراس طلایی بعد از ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت

#### مجاورت با نانو اکسید روی

Table 1-Concentrations of 10,30,50,70,99 and 99% mortality in Goldfish after 24,48,72 and 96 hour exposure to nano zinc oxide

غلظت کشنده	غلظت (ppm) (سطح اطمینان ۹۵٪)			
	۲۴ ساعت	۴۸ ساعت	۷۲ ساعت	۹۶ ساعت
LC1	$2/866 \pm 10/48$	$0/676 \pm 0/47$	$0/256 \pm 0/37$	$0/036 \pm 0/33$
LC10	$3/539 \pm 10/48$	$2/231 \pm 0/47$	$1/716 \pm 0/37$	$1/403 \pm 0/33$
LC30	$4/026 \pm 10/48$	$3/357 \pm 0/47$	$2/774 \pm 0/37$	$2/393 \pm 0/33$
LC50	$4/364 \pm 10/48$	$4/138 \pm 0/47$	$3/506 \pm 0/37$	$3/079 \pm 0/33$
LC70	$4/702 \pm 10/48$	$4/918 \pm 0/47$	$4/239 \pm 0/37$	$3/765 \pm 0/33$
LC90	$5/189 \pm 10/48$	$6/044 \pm 0/47$	$5/296 \pm 0/37$	$4/756 \pm 0/33$
LC99	$5/862 \pm 10/48$	$7/599 \pm 0/47$	$6/756 \pm 0/37$	$6/123 \pm 0/33$

معرض غلظت تحت حاد به مدت ۷ روز قرار گرفتند، نتایج نشان داد که نانو ذرات روی موجب تغییرات در پارامترهای خونی می گردد که این تغییرات در شاخص های خونی با افزایش سطح گلبول قرمز، هموگلوبین، هماتوکریت و MCV در تیماری که تحت تاثیر نانو ذرات روی قرار داشت، همراه بود ( $P < 0.05$ ). پس

#### ۲.۲. اثر غلظت تحت حاد نانو ذرات روی بر شاخص های

##### خون شناسی ماهی کاراس طلایی

نتایج حاصل از عوامل خون شناسی ماهی کاراس طلایی مورد آزمایش در جدول ۲ آمده است. هنگامی که ماهیان در

اما شاخص های MCH و MCHC تفاوت معنی داری را نشان ندادند ( $P > 0.05$ ).

از شمارش افتراقی گلبول های سفید خون، کاهش گلبول های سفید در تیماری که ماهیان در معرض غلظت تحت حاد نانو ذرات روی بودند نسبت به گروه شاهد مشاهده شد ( $P < 0.05$ ).

### جدول ۲- شاخص های خونی در ماهی کاراس طلایی گروه شاهد و در معرض غلظت تحت حاد (۵۰٪ غلظت LC50) نانو اکسید روی

Table 2- Hematological indices of Goldfish after exposure to control group and sub-lethal concentrations (50% of LC<sub>50</sub>) of nano zinc oxide

MCV	*MCHC	*MCH	گلبول سفید	هماتوکریت	هموگلوبین	گلبول قرمز	
۲۶۳±۱/۴۵	۳۳/۱۸±۰/۰۱	۹۵/۹۲±۰/۰۶۲	۱۵۰۰۰/۰۰±۸۸/۱۹	۱۵/۷۳±۰/۰۶	۵/۷۳±۰/۰۸	۰/۵۸±۰/۰۰	شاهد
۲۹۴±۰/۱۸	۳۳/۳۶±۰/۵۵	۹۶/۵۶±۰/۸۷	۱۱۲۰۰/۰۰±۵۷/۷۳	۱۸/۷۰±۰/۰۵	۵/۹۶±۰/۰۳	۰/۶۳±۰/۰۰	۵۰٪ غلظت LC50

### بحث و نتیجه گیری

MCV در تیماری که تحت تاثیر نانو ذرات روی قرار داشت، همراه بود ( $P < 0.05$ ). در پژوهشی که توسط Goel و همکاران (۱۰) در بررسی اثر فلز روی بر ماهی *Heteropeustes fossilis* انجام شد، اعلام کردند که روی منجر به کم خونی شده و باعث کاهش معنی دار تعداد گلبول های قرمز خون و مقادیر هموگلوبین و هماتوکریت در این ماهی شده است. همین طور Zhang و همکاران بیان کردند که افزایش درگیری سلول ها در فرآیند های ایمنی موجب کاهش تعداد سلول های خونی می گردد (۱۱) که این تحقیقات با نتایج ما هم خوانی ندارند. تولید سلول های خونی در ماهیان در مناطق مختلفی از بدن صورت می گیرد.

گلبول های قرمز در بیشتر ماهیان عمدتاً در کلیه و طحال تولید می شوند. معمولاً راس کلیه مهم ترین محل تولید آن هاست. احتمالاً نانو ذرات روی در محل هایی که گلبول قرمز تولید می شوند باعث تحریک بیشتر آن ها برای ساخت بیشتر گلبول های قرمز می شود. در این تحقیق کاهش گلبول های سفید در تیماری که ماهیان در معرض غلظت تحت حاد نانو ذرات روی بودند نسبت به گروه شاهد مشاهده شد ( $P < 0.05$ ) اما شاخص های MCH و MCHC تفاوت معنی داری را نشان ندادند ( $P > 0.05$ ). Ololade and Oginn (۱۲) بیان کردند با توجه به این که محل ساخت گلبول های سفید کلیه است، تاثیر یا

شتاب روزافزون نانوتکنولوژی و تولید مواد و وسایل نانوساخت موجب راه یابی و نفوذ بسیاری از نانوذرات به درون طبیعت و اکوسیستم های آن شده که نتیجه نهایی آن در بیش تر موارد، اختلالات متعدد فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی در بدن موجودات زنده مقیم آن نواحی می باشد و این نانوذرات ممکن است خطرات قابل توجهی را برای موجودات آبی در بر داشته باشد (۹). در این تحقیق غلظت سمیت کشنده (LC<sub>50</sub>) نانو ذرات روی (ZnO NPs) برای ماهی کاراس طلایی ۳/۰۷۹±۰/۳۳ ppm به دست آمد. شاخص های خونی پارامترهای بسیار مهمی برای ارزیابی شرایط فیزیولوژیکی ماهی می باشند و با گونه، سن، چرخه بلوغ جنسی مولدین و بیماری ها تغییر می کند (۹).

پارامترهای خون شناسی اطلاعات گسترده ای را در مورد واکنش های فیزیولوژیک در مقابله با تغییرات محیط خارج در اختیار محققین قرار می دهند. با توجه به نتایج به دست آمده در این تحقیق و مقایسه با نتایج دیگر محققین، اختلافات معنی داری در برخی پارامترها نسبت به سایر نتایج مشاهده می گردد. هنگامی که ماهیان در معرض غلظت تحت حاد به مدت ۷ روز قرار گرفتند، نتایج نشان داد که نانو ذرات موجب تغییرات در پارامترهای خونی می گردد که این تغییرات در شاخص های خونی با افزایش سطح گلبول قرمز، هموگلوبین، هماتوکریت و

زیادی کاسته شده ولی به اندازه معنی داری موجب تسریع پراکسیداسیون چربی کبد گردید ( $P < 0.01$ ). مقایسه سمیت نانوذرات نقره در ماهیان آمور، شیربت، سوروم، و اسکار انجام گردید و نتیجه گرفته شد که ماهی های آکواریومی اسکار و سوروم در برابر نانوذرات نقره مقاومت بیشتری نسبت به ماهیان پرورشی آمور و ماهیان وحشی شیربت داشتند (۲۰).

### نتیجه گیری کلی

این یافته با توجه به توسعه نانو تکنولوژی در کشور و استفاده از محصولات این تکنولوژی در صنایع مختلف که امکان راه یابی فاضلاب حاوی ذرات نانو به منابع آبی طبیعی را تایید می نماید، ارزش مند است، یعنی در صورت آلودگی محیط زیست به نانو ذرات روی مورد استفاده در این تحقیق، حدود اعلام شده در نتایج برای این ماهی قابل قبول می باشد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که سمیت تحت حاد نانو ذرات روی می تواند بر شاخص های خونی ماهی کاراس طلائی تاثیرگذار باشد و این ماهی نسبت به ماهیان دیگر دارای مقاومت بیشتری در برابر این سموم می باشد ولی در هر صورت باید از ورود این گونه مواد به اکوسیستم آبی جلوگیری نمود.

### تشکر و قدردانی

این تحقیق با حمایت های مادی و معنوی معاونت پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان در قالب طرح پژوهشی داخلی انجام گرفت. بدین وسیله از اساتید محترم و همکاران گرامی دانشکده شیلات و محیط زیست به دلیل در اختیار قرار دادن امکانات لازم قدردانی و تشکر می گردد. هم چنین از همکاری جناب آقای دکتر ماستری فراهانی سپاس گذاری می شود.

### منابع

۱. شبه رنگ هره دشت. م، و میرواقفی. ع، ۱۳۹۱، کاربرد فناوری نانو در شیلات. ماهنامه فناوری نانو، ۱۱(۶): صص ۱۵-۱۳.

تجمع آلاینده در کلیه می تواند سبب اختلال در فرآیند ساخت آنها شود. بنابراین، یکی از دلایل کاهش گلبول های سفید در این تحقیق را احتمالاً بتوان به تخریب بافت کلیه نسبت داد، اما Remyla و همکاران افزایش تعداد گلبول های سفید را در ماهی قرار گرفته در معرض استرس گزارش و بیان کردند که موجود توانسته است سیستم ایمنی خود را در مواجهه با آلاینده تقویت کند و با شرایط سازگار شود (۱۳)، با این حال Kavitha و همکاران (۱۴) بیان کردند که کاهش گلبول های سفید در ماهی *Catla catla* در معرض آرسنات ممکن است ناشی از بالغ نشدن گلبول های سفید در بافت های خون ساز در ارگانسیم در معرض آلاینده باشد. کاهش مشاهده در تعداد گلبول های سفید در این مطالعه با توجه به مطالعه Barnhoorn (۱۵) می تواند به تحریک سیستم دفاعی بدن نسبت داده شود، البته افزایش ترشح کورتیکول در شرایط استرس که یکی از هورمون های استروئیدی است، نیز می تواند علت احتمالی دیگری برای این کاهش باشد.

Wiench و همکاران (۱۶) مکانیسم اثر گذاری سمیت نانو اکسید روی را به دلیل آزاد شدن یون روی از آن گزارش کرده اند. در بررسی سمیت نانو ذرات بر روی سایر موجودات، Mortimer و همکاران (۱۷) در بررسی اثر تماس با نانو ذرات اکسید روی با مقدار ۵ گرم بر کیلوگرم وزن بدن، موش ها دچار علائمی نظیر بی حالی، اسهال و استفراغ و حتی مرگ شدند. Heinlaan و همکاران در سال ۲۰۰۸ در بررسی اثرات سمیت انواع ترکیبات ZnO بر روی *Daphnia magna* به این نتیجه رسیدند که تمامی ترکیبات آن از جمله نانو ذرات اکسید روی دارای اثرات سمی می باشند (۱۸). هم چنین در بررسی اثرات سمی سایر نانو ذرات، Zhu و همکاران (۲۰۰۸) با استفاده از نانوذرات کبالت ۶۰ ماهی کاراس طلائی (*Carassius auratus*) در محدوده غلظت ۱-۰/۰۴ میلی گرم برلیتر نشان دادند که استفاده از این نانو ذرات می تواند منجر به کاهش وزن و اثر منفی بر رشد این ماهی گردد (۱۹). به بیان دیگر در مقدار یک میلی گرم بر لیتر، میزان پراکسیداسیون چربی در بافت های آبشش و مغز به اندازه ی

10. Goel, K. and K. Gupta . 1985. "Haematobiochemical characteristics of *Heteropneustes fossilis* under the stress of zinc." *Indian Journal of Fisheries* 32(2): 256-259.
11. Zhang XD, Wu HY, Wu D, Wang YY, Chang JH, Zhai ZB, et al. 2010. Toxicologic effects of gold nanoparticles in vivo by different administration routes. *Int J Nanomedicine*; 5: 771-81.
12. Ololade, I.A., Oginni, O., 2010. Toxic stress and hematological effects of nickel on African catfish, *Clarias gariepinus*, fingerlings. *Journal of Environmental and Chemical. Ecotoxicol* 22, 14-19.
13. Remyla, S.R., Ramesh, M., Sajwan, K.S., Senthil Kumar, K., 2008. Influence of zinc on cadmium induced haematological and biochemical responses in a freshwater teleost fish *Catla catla*. *Fish Physiology and Biochemistry* 34, 169-174.
14. Kavitha, C., Malarvizhi, A., Senthil Kumaran, S., Ramesh, M., 2010. Toxicological effects of arsenate exposure on hematological, biochemical and liver transaminases activity in an Indian major carp, *Catla catla*. *Food and Chemical Toxicology* 48, 2848-2854.
15. Barnhoorn, I.E.J., 1996. Effects of manganese on the haematology of *Oreochromis mossambicus* and the bioaccumulation of metals in *Labeo umbratus*. 68 p.
16. Wiench, K., Wohlleben, W., Hisgen, V., Radke, K., Salinas, E., Zok, S., Landsiedel, R. 2009. Acute and chronic effects of nano- and non-nano-scale TiO<sub>2</sub> and ZnO particles on mobility and reproduction of the
۲. مومنی ها. ف، و ندافی. ک، ۱۳۹۱، بررسی سمیت نانوذرات ZnO تماس یافته با رنگ آبی ۲۹ با استفاده از دافنیا مگنا، مجله تحقیقات نظام سلامت، سال هشتم، شماره دوم.
۳. منصف خوشحاج، ز، ۱۳۹۱، سنتز اکسیدروی با استفاده از روش رسوب گیری شیمیایی، انتشارات دانشگاه پیام نور مرکز قزوین، سال اول، شماره چهارم، ۱۱ صفحه.
4. Bahmani, M., Kazemi, R., Donskaya, P., 2001. A comparative study of some hematological features in young reared sturgeons (*Acipenser persicus* and *Huso huso*). *Fish Physiology and Biochemistry* 24, 135-140.
5. Hrubec, T.C., Cardinale, J.L., Smith, S.A., 2008. Hematology and plasma chemistry reference intervals for cultured tilapia (*Oreochromis hybrid*). *Veterinary Clinical Pathology* 29, 7-12.
6. Roche, H., Bogé, G., 2000. In vivo effects of phenolic compounds on blood parameters of a marine fish (*Dicentrarchus labrax*). *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Pharmacology, Toxicology and Endocrinology* 125, 345-353.
7. Fadaeifard, F. 2010. An investigation of ectoparasites of gold fish. *Journal of veterinary modern Research*, 1(4): pp: 17-24.
8. Blaxhall, P.C. Daisley, K.W., 1973. Routine hematological methods for use with fish blood. *Journal of Fish Biology* Volume 5 Issue (6), p. 771-781.
9. Lin, D.H., Tian, X.L., Wu, F.C. and Xing, B.S. 2010. Fate and transport of engineered nano-materials in the environment. *J. Environ. Qual.* 39: 1896-1908.



- chronic exposure to sublethal fullerene aggregates. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 27: 1979-1985.
۲۰. علیشاهی. م، و مصباح. م، ۱۳۸۹، مقایسه سمیت نانوذرات نقره در ماهیان آمور (*Ctenopharyngodon idella*) شیریت (*Astronorus*) اسکار (*Barbus grypus*) (*Cichlosoma ocellatus*) و سوروم (*severums*)، مجله بیولوژی دریا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، ۲(۷): صص ۴۵-۵۱.
- freshwater invertebrate *Daphnia magna*. *Chemosphere* 76, 1356-1365.
17. Mortimer M, Kasemets K, Kahru A. 2010. Toxicity of ZnO and CuO nanoparticles to ciliated protozoa *Tetrahymena thermophila*. *Toxicology*. 269(2-3): 182-9.
18. Heinlaan M, Ivask A, Blinova I, Dubourguier HC, Kahru A. 2008. Toxicity of nanosized and bulk ZnO, CuO and TiO<sub>2</sub> to bacteria *Vibrio fischeri* and crustaceans *Daphnia magna* and *Thamnocephalus platyurus*. *Chemosphere*. 71(7): 1308-16.
19. Zhu, X. 2008. Oxidative stress and growth inhibition in the freshwater fish (*Carassius auratus*) induced by