"مقاله پژوهشی"

تأثیر مکمل غذایی ملاس بر برخی شاخص‌های خون‌شناسی ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) در مواجهه با نانوذرات اکسید تیتانیوم

روح ا.. شیخ ویسی[۱]، سید علی اکبر هدایتی[۱]*، محمد مازندرانی[۱]، علی جافر نوده[۱]، طاهره باقری[۲]

۱- گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

۲- مرکز تحقیقات ذخایر آبزیان آبهای داخلی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، ترویج و آموزش کشاورزی، گرگان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۵/۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۷/۲۸

چکیده

استفاده از مکمل‌های غذایی در بالا بردن ایمنی مصرف‌کنندگان آبزیان نقش اساسی دارد. از طرفی وجود نانوذرات بر وضعیت فیزیولوژیک ماهیان اثرگذار بوده و باعث کاهش عملکرد ایمنی ماهیان می‌شود. از این‌رو، احتمالا استفاده از محرک‌های ایمنی نظیر ملاس بسیار ضروری به‌نظر می‌رسد. تحقیق حاضر جهت ارزیابی شاخص‌های خون‌شناسی ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) تغذیه شده با ملاس در مواجهه با نانوذرات تیتانیوم صورت گرفت. بر این اساس تعداد ۲۵۰ قطعه بچه‌ماهی کپور معمولی با میانگین وزنی ۰/۶۲±۲۰ گرم در چهار تیمار شامل، جیره فاقد ملاس (تیمار ۱)، جیره حاوی ۰/۵ درصد ملاس (تیمار ۲)، جیره حاوی ۱ درصد ملاس (تیمار۳) و جیره حاوی ۲ درصد ملاس (تیمار ۴) تقسیم و به مدت ۴۲ روز مورد تغذیه قرار گرفتند. در پایان دوره تغذیه به هرکدام از تیمارها ۵۰ درصد غلظت کشنده نانو تیتانیوم به‌مدت چهارده روز اضافه شد. نمونه‌برداری از خون جهت سنجش شاخص‌های خونی در پایان دوره آزمایش انجام شد. طبق نتایج تحقیق حاضر با افزایش میزان ملاس درجیره غذایی تعداد گلبول‌های سفید افزایش معنی‌داری یافت و هم‌چنین در تیمارهای ملاس که در مواجهه با نانو تیتانیوم قرار داشتند، هم افزایش معنی‌دار را نشان داد هم‌چنین تعداد گلبول‌های قرمز، هماتوکریت و هموگلوبین در تیمارهای تغذیه شده با ملاس افزایش پیدا کرد و با افزایش غلظت ملاس در جیره این روند افزایشی بوده و با گروه شاهد اختلاف معنی‌دار داشت ($p<۰/۰۵$). نتیجه‌گیری کلی این پژوهش نشان داد که میزان مونوسیت خون در تیمارهای ترکیب نانو تیتانیوم و ملاس، کاهش یافت. یعنی ملاس در ترکیب با نانو تیتانیوم توانسته تغییرات ناخواسته را بهبود بخشد. هم‌چنین، تعداد لنفوسیت خون در تیمارهای ترکیب نانو تیتانیوم و ملاس افزایش یافت؛ یعنی ملاس در ترکیب با نانو تیتانیوم توانسته اثر کاهشی نانو تیتانیوم را بهبود بخشد.

واژه‌های کلیدی: بهبود مقاومت، آبزی، نانو ذرات فلزی، ملاس، خون‌شناسی

* عهده‌دار مکاتبات: hedayati@gau.ac.ir

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-15]

[DOI: 10.71901/jad-2024-1-675]

مقدمه

توسعه سریع نانو و نانوتکنولوژی در سال‌های اخیر افق جدیدی به روی بسیاری از صنایع و بخش‌های مختلف گشوده که سرچشمه انقلاب صنعتی جدید گردیده است. در سال‌های اخیر نانوتکنولوژی تبدیل به یکی از مهم‌ترین و مهیج‌ترین حوزه‌های رو به پیشرفت در فیزیک، شیمی، علوم مهندسی و زیست‌شناسی شده است. ذرات نانو به خاطر خصوصیت‌های غیر معمول نوری، شیمیایی، فوتوالکتروشیمیایی و الکتریکی، مورد توجه دانشمندان هستند (Gong *et al*., 2007). در بین نانوذرات، دی اکسید تیتانیوم (TiO2-NPs) به وفور تولید شده و به طور گسترده‌ای به دلیل پایداری بالا، ضد خوردگی و قابلیت فوتوکاتالیستی آن استفاده می‌شود (Hao *et al*., 2012). گزارش شده است که نانوذرات دی‌اکسیدتیتانیوم اثرات سمی زیادی، از جمله التهاب، سمیت سلولی و ناپایداری ژنومی در پستانداران، گیاهی و میکروارگانیسم را باعث می‌شوند (Li *et al*., 2008). همچنین این نانوذرات ممکن است خطرات قابل توجهی را برای موجودات آبزی در بر داشته باشند (Handy *et al*., 2008). به‌طوری‌که، اثرات سمی شناخته شده در نانوذرات دی‌اکسیدتیتانیوم سبب افزایش نگرانی در خصوص موجودات آبزی مانند ماهی، شده است (Hao *et al*., 2012). ملاس چغندر قند یک شیرین کننده است که به عنوان یک محصول جانبی از فرایند ساخت قند تشکیل می‌شود. ملاس انواع مختلفی دارد که نوع black strap معمول‌ترین شکل ملاس است و شامل بسیاری از ویتامین‌ها و مواد معدنی می‌باشد. ملاس چغندر قند به عنوان یک منبع غنی از ساکارز است (Soder *et al*., 2010). ملاس چغندر قند به عنوان یک محصول خوش طعم و سرشار از انرژی برای نشخوارکنندگان است که در ایران تولید این محصول ۴۸۰ هزار تن در سال است (Moossavi Nasab *et al*., 2007). همچنین بهبود در عملکرد دستگاه گوارش در قابلیت هضم مواد آلی با جایگزینی ملاس به جای جو در جیره غذایی گاو گزارش داده شده است (Huhtanen, 1998). بتائین یکی از ترکیبات چغندر است که به عنوان یک محصول جانبی در طی تولید قند تولید می‌شود، بتائین در سوخت و ساز چربی از طریق نقش آن در سنتز فسفاتیدیل کولین و در اکسیداسیون اسیدهای چرب کاربرد دارد (Diane *et al*., 2003). در تحقیقی بیگی (۱۳۹۷)، تأثیر سطوح مختلف ملاس چغندر (beet molasses) بر برخی شاخص‌های ایمنی موکوس، رشد و بقاء در ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) پرداخت و دریافت که ملاس باعث بهبود شاخص‌های رشد و ایمنی ماهی می‌گردد.

کپور معمولی (*C. carpio*) از رده ماهیان استخوانی و متعلق به خانواده کپورماهیان (Cyprinidae) است و در تمام حوضه‌های آبریز ایران پراکنش دارد (ستاری، ۱۳۸۲) و یکی از مهم‌ترین ماهیان پرورشی و تجاری در دنیا و ایران محسوب می‌گردد.

با توجه به این‌که نگرانی فزاینده ایمنی نانوذرات و مسئله سمیت آن‌ها وجود دارد، در کنار تمامی مزایای خاص حاصل از نانوذرات، به خطرسازبودن آن‌ها برای موجودات زنده هم باید توجه داشت و نباید با مشاهده برخی دستاوردهای فناوری نانو از مضرات احتمالی آن چشم پوشی کرد (هدایتی و همکاران، ۱۳۹۲). در تحقیق حاضر، به بررسی اثرات نانو ذرات دی‌اکسیدتیتانیوم بر ماهی کپور معمولی پرداخته شد و این

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-15]
[DOI: 10.71901/jad-2024-1-675]

فرضیه که احتمال کاهش اثرات نانوذرات با مکمل ملاس وجود دارد، نیز مورد ارزیابی قرارگرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به مدت ۶۳ روز در مرکز تحقیقات آبزی پروری شهید ناصر فضلی برآبادی گروه شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شد. این آزمایش در قالب یک طرح کاملاً تصادفی، انجام گردید. ابتدا تعداد ۲۵۰ بچه ماهی کپور معمولی با محدوده وزنی حدود ۰/۶۲±۲۰ گرم از مراکز تکثیر و پرورش بخش خصوصی تهیه گردید. بعد از ضدعفونی و آماده‌سازی آکواریوم‌ها، آبگیری آن‌ها صورت گرفت. سپس به آکواریوم‌های آزمایشگاه منتقل شدند. برای سازگار شدن با محیط آزمایش به مدت یک هفته در داخل مخازن پرورشی نگهداری شدند. در طی دوره‌ی آزمایش فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب اندازه‌گیری شد که شامل دمای آب ۱±۲۱ درجه سانتی‌گراد، pH ۷/۹ – ۶/۷، غلظت اکسیژن محلول: ۷-۶ میلی‌گرم در لیتر و سختی آب: ۲۱۰ میلی‌گرم کربنات کلسیم در لیتر بود. بعد از گذشت یک هفته از دوره سازگاری، آزمایش در قالب ۴ تیمار و هر تیمار با ۳ تکرار شامل: جیره فاقد ملاس (تیمار ۱)، جیره حاوی ۰/۵ درصد ملاس (تیمار ۲)، جیره حاوی ۱ درصد ملاس (تیمار۳) و جیره حاوی ۲ درصد ملاس (تیمار ۴) انجام شد (بیگی، ۱۳۹۷). ماهی‌ها روزانه به میزان ۳ درصد وزن بدن و دو بار در روز با جیره‌های آزمایشی تغذیه شدند. بعد از گذشت ۴۲ روز، از هر تکرار ۳ نمونه ماهی خون گرفته شد و به‌صورت "بدون سم" در نتایج ارائه گردید. LC_{50} 96h بر طبق منابع موجود نانو تیتانیوم، بچه‌ماهیان در مجاورت ۵۰ درصد غلظت کشنده نانوذرات تیتانیوم به مدت ۱۴ روز قرار گرفتند (هدایتی و همکاران، ۱۳۹۲). بعد از گذشت ۱۴ روز، از هر تکرار، ۳ نمونه ماهی خون گرفته شد و به‌صورت "با سم" در نتایج ارائه گردید. خون‌گیری با استفاده از سرنگ از ماهی (از ورید ساقه‌دمی) صورت گرفت (Fiess *et al*., 2007). پس از خون‌گیری، خون به ویال‌های ۱/۵ سی سی منتقل شد. ویال‌ها در مجاورت یخ، جهت تعیین میزان هموگلوبین، درصد هماتوکریت، MCH، MCHC، MCV، شمارش افتراقی گلبول‌های سفید، مقادیر گلبول‌های قرمز و سفید خونی داخل لوله هپارینی جداگانه نگهداری و شاخص‌های مورد نظر سنجیده شد. شمارش تعداد گلبول‌های قزمز و سفید با استفاده از لام نئوبار و برای شمارش افتراقی پس از تهیه گسترش مناسب از خون، گسترش‌ها به روش گیمسا رنگ آمیزی شدند. هموگلوبین به روش سیان مت هموگلوبین با اسپکتروفتومتر سنجیده شد. درصد هماتوکریت نمونه-های خون، پس از سانتریفوژ کردن با میکروسانتریفیوژ تعیین گردید، در این روش لوله‌های هماتوکریت در شیارهای مخصوص در دستگاه میکرو سانتریفیوژ قرار – گرفت به‌طوری‌که انتهای مسدود لوله به سمت خارج از مرکز و کاملاً در تماس با محیط محوطه سانتریفوژ بود. سپس درپوش را قرار داده، لوله‌ها به مدت ۵ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ شدند (Lee *et al*., 2006). تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از آزمون تحلیل واریانس یک طرفه و آزمون چند دامنه دانکن انجام شد. تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ انجام شد. نتایج به صورت میانگین ± انحراف معیار بیان گردید (بیگی، ۱۳۹۷).

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-15]

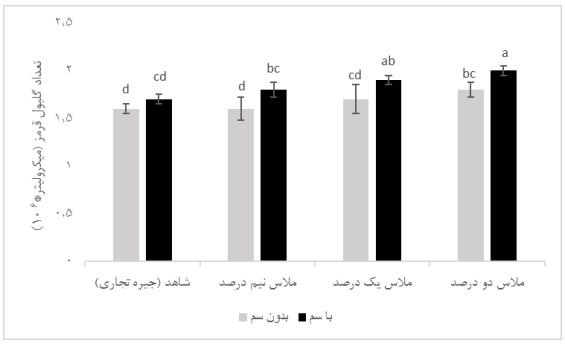
[DOI: 10.71901/jad-2024-1-675]

جدول ۱: ترکیبات اصلی ملاس چغندر (بیگی، ۱۳۹۷)

۱. قندها	گلوگز و ساکاروز
۲. آمینواسیدها	بتائین، پیروگلوتامیک اسید، گلوتامین، آسپاراژین، ایزولوسین، تیروزین، آلانین، لوسین، والین، سرین، لیزین، گلایسین، آرژنین، فنیل آلانین، ترئونین
۳.اسیدهای آلی	اسید لاکتیک، اسید استیک، فرمیک اسید، اسید مالیک، اسید سیتریک
۴.مواد معدنی	پتاسیم، سدیم، فسفر، کلسیم

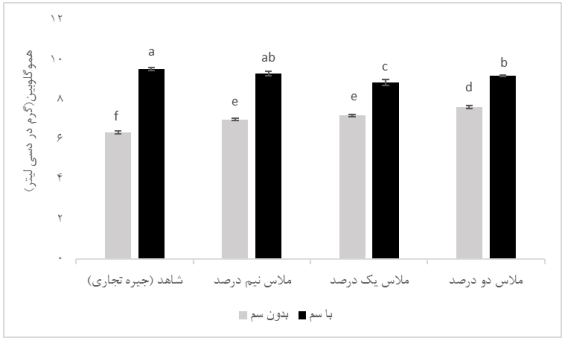
نتایج

بررسی تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها نشان داد که تیمارهای آزمایشی بر شاخص تعداد گلبول قرمز خون تأثیر معنی‌داری داشت ($p<۰/۰۵$). به طوری‌که، میزان گلبول قرمز خون در تیمار تغذیه شده با ملاس دو درصد و در تیمارهای حاوی ملاس که در مواجهه با نانو تیتانیوم قرار گرفته بودند، به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. میزان گلبول قرمز خون در تیمار تغذیه شده با ملاس نیم و یک درصد و در تیمار نانو تیتانیوم نیز اثر افزایشی داشت. ولی با گروه شاهد معنی‌دار نبود (شکل ۱).



شکل ۱. تعداد گلبول قرمز خون ماهی کپور معمولی در تیمارهای مختلف آزمایشی.
حروف انگلیسی متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ بین تیمارهای آزمایشی است

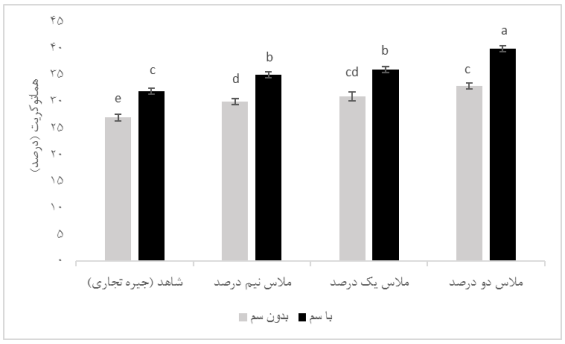
نتایج نشان داد که تیمارهای آزمایشی بر شاخص هموگلوبین خون تأثیر معنی‌داری داشت ($p<۰/۰۵$)، به طوری‌که، میزان هموگلوبین خون در تیمارهای تغذیه شده با ملاس، تیمار نانو تیتانیوم و هم‌چنین در تیمارهای حاوی ملاس که در مواجهه با نانو تیتانیوم قرار گرفته بودند، به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (شکل۲).



شکل ۲. میزان هموگلوبین خون ماهی کپور معمولی در تیمارهای مختلف آزمایشی.
حروف انگلیسی متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ بین تیمارهای آزمایشی است.

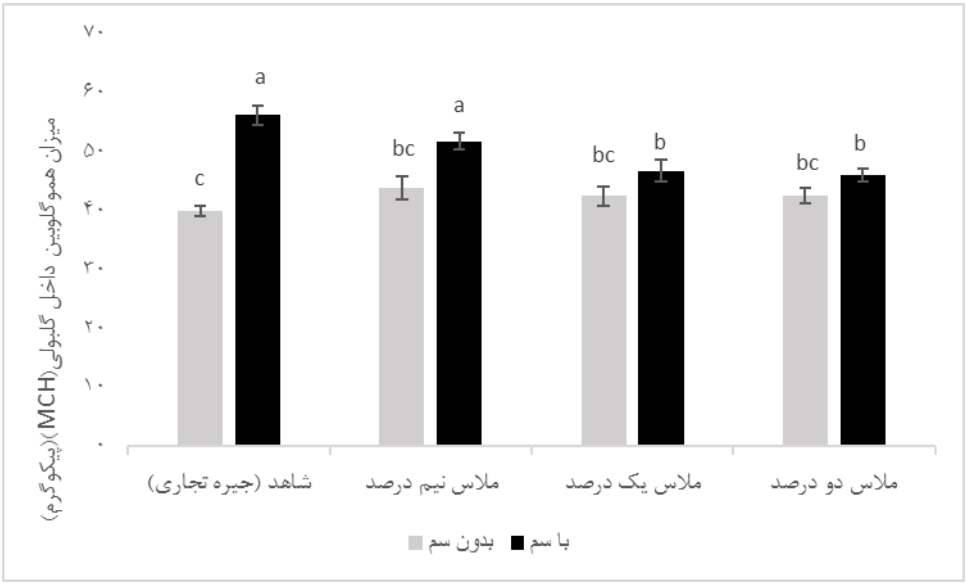
[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-15]
[DOI: 10.71901/jad-2024-1-675]

نتایج نشان داد که تیمارهای آزمایشی بر شاخص هماتوکریت خون تأثیر معنی‌داری داشت ($p<۰/۰۵$)، به طوری‌که، میزان هماتوکریت خون در تیمارهای تغذیه شده با ملاس، تیمار نانو تیتانیوم و هم‌چنین در تیمارهای حاوی ملاس که در مواجهه با نانو تیتانیوم قرار گرفته بودند، به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (شکل۳).



شکل ۳. میزان هماتوکریت خون ماهی کپور معمولی در تیمارهای مختلف آزمایشی.
حروف انگلیسی متفاوت بیانگر اختلاف معنی داری در سطح ۵٪ بین تیمارهای آزمایشی است.

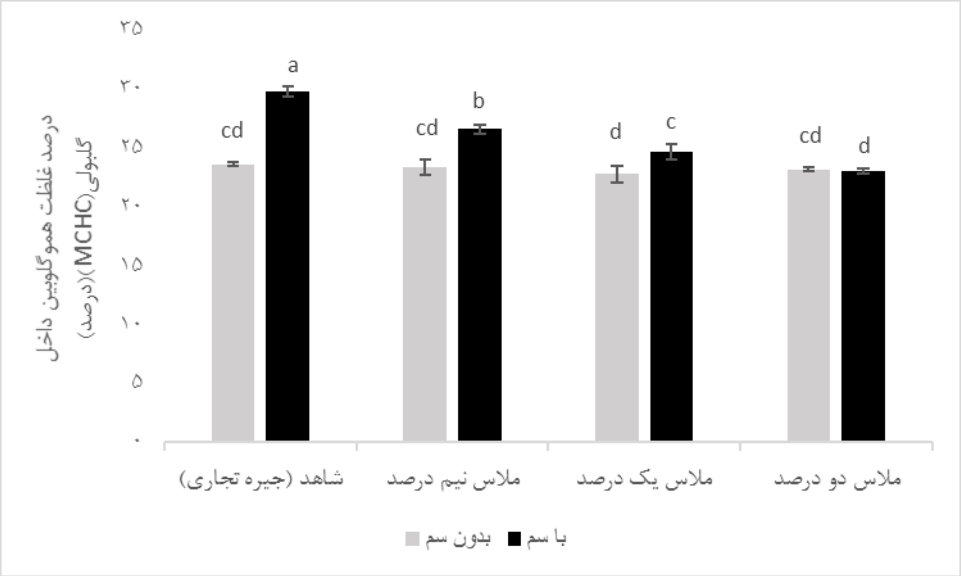
نتایج نشان داد که تیمارهای آزمایشی بر شاخص MCH خون تاثیر معنی‌داری داشت ($p<۰/۰۵$)، به طوری‌که بیشترین میزان MCH خون در تیمار شاهد در مواجهه با نانو تیتانیوم و نیم درصد تغذیه شده با ملاس در مواجهه با نانو تیتانیوم مشاهده گردید و کمترین آن در تیمار شاهد بود. میزان MCH خون در تیمارهای تغذیه شده با ملاس افزایش یافت. ولی با گروه شاهد معنی‌دار نبود. میزان MCH خون در تیمار نانو تیتانیوم و هم‌چنین در تیمارهای حاوی ملاس که در مواجهه با نانو تیتانیوم قرار گرفته بودند، به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ($P<۰/۰۵$) (شکل۴).



شکل ۴. میزان هموگلوبین داخل گلبولی (MCH) خون ماهی کپور معمولی در تیمارهای مختلف آزمایشی.
حروف انگلیسی متفاوت بیانگر اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ بین تیمارهای آزمایشی است.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-15]
[DOI: 10.71901/jad-2024-1-675]

نتایج نشان داد که تیمارهای آزمایشی بر شاخص MCHC خون تأثیر معنی‌داری داشت ($p<۰/۰۵$)، به‌طوری‌که بیشترین میزان MCHC خون در تیمار شاهد در مواجهه با نانو تیتانیوم مشاهده گردید و کمترین آن در تیمار یک درصد ملاس بود. میزان MCHC خون در تیمارهای تغذیه شده با ملاس کاهش یافت ولی با گروه شاهد معنی‌دار نبود، میزان MCHC خون در تیمار نانو تیتانیوم و هم‌چنین در تیمارهای حاوی ملاس نیم و یک درصد که در مواجهه با نانو تیتانیوم قرار گرفته بودند به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. میزان MCHC خون در تیمارهای حاوی ملاس دو درصد که در مواجهه با نانو تیتانیوم قرار گرفته بودند اثر کاهشی با گروه شاهد و گروه هم نوع خود داشت (شکل۵).



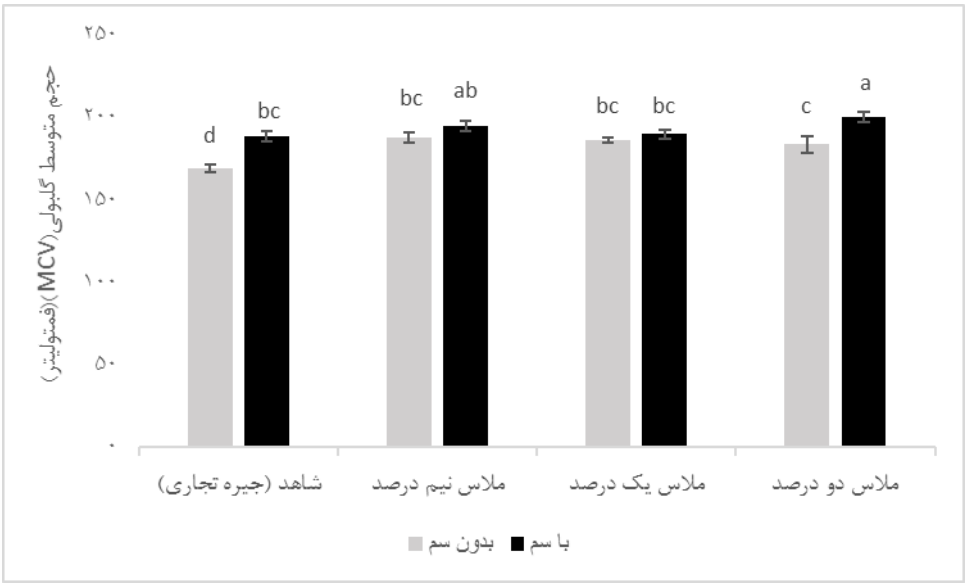
شکل ۵. میزان MCHC خون ماهی کپور معمولی در تیمارهای مختلف آزمایشی.

حروف انگلیسی متفاوت بیانگر اختلاف معنی داری در سطح ۵٪ بین تیمارهای آزمایشی است.

نتایج نشان داد که تیمارهای آزمایشی بر شاخص MCV خون تأثیر معنی‌داری داشت ($p<۰/۰۵$)، به طوری‌که بیشترین میزان MCV خون در تیمار دو درصد در مواجهه با نانو تیتانیوم و کمترین آن در تیمار شاهد بدون نانو تیتانیوم مشاهده گردید. میزانMCV خون در تیمارهای تغذیه شده با ملاس، تیمار نانو تیتانیوم و هم‌چنین در تیمارهای حاوی ملاس که در مواجهه با نانو تیتانیوم قرار گرفته بودند، بطور معنی‌داری افزایش یافت (شکل۶).

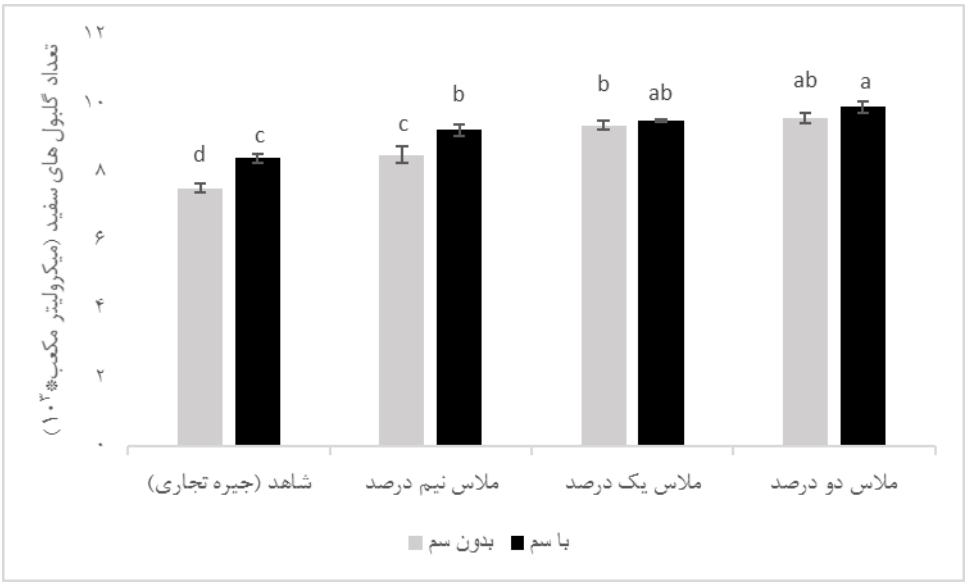
[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-15]

[DOI: 10.71901/jad-2024-1-675]



شکل ۶. میزان MCV خون ماهی کپور معمولی در تیمارهای مختلف آزمایشی.
حروف انگلیسی متفاوت بیانگر اختلاف معنی داری در سطح ۵٪ بین تیمارهای آزمایشی است.

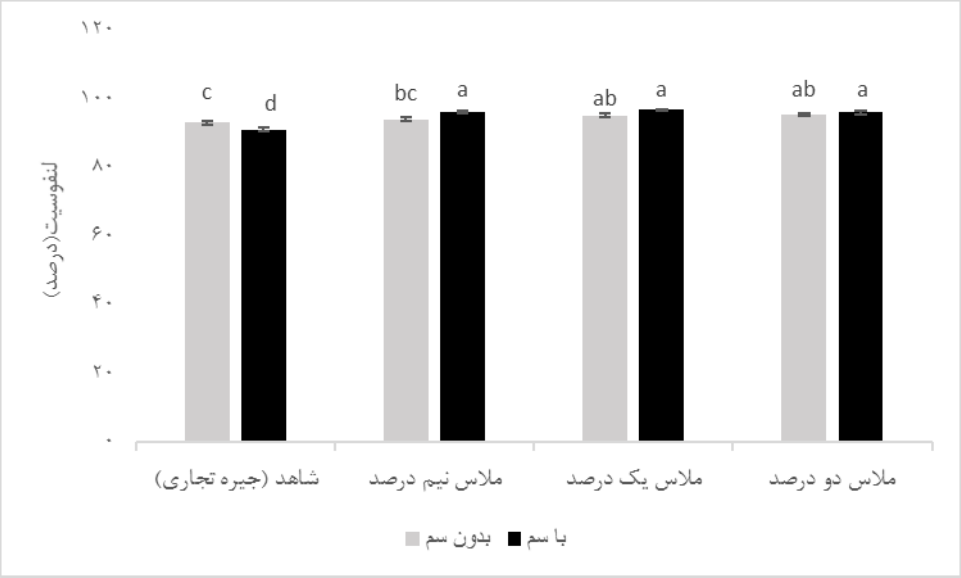
بررسی تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها نشان داد که تیمارهای آزمایشی بر شاخص تعداد گلبول سفید خون تاثیر معنی‌داری داشت (P<۰/۰۵)، به طوری‌که میزان گلبول سفید خون در اثر تیمارهای تغذیه شده با ملاس، میزان این شاخص نیز به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، میزان این شاخص در تیمار در معرض نانو تیتانیوم و در تیمارهای ترکیب نانو تیتانیوم و ملاس نیز بطور معنی‌داری افزایش یافت (شکل۷).



شکل ۷. میزان گلبول سفید خون ماهی کپور معمولی در تیمارهای مختلف آزمایشی.
حروف انگلیسی متفاوت بیانگر اختلاف معنی داری در سطح ۵٪ بین تیمارهای آزمایشی است.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-15]
[DOI: 10.71901/jad-2024-1-675]

نتایج نشان داد که تیمارهای آزمایشی بر شاخص لنفوسیت خون تأثیر معنی‌داری داشت ($p<۰/۰۵$)، به‌طوری‌که بیش‌ترین میزان لنفوست‌ها در تیمار تغذیه شده با ملاس یک درصد در مواجهه با نانو تیتانیوم، و کم‌ترین تعداد لنفوست‌ها در تیمار شاهد در مواجهه با نانو تیتانیوم یافت شد. میزان این شاخص در تیمار در معرض نانو تیتانیوم کاهش معنی‌دار داشت، ولی در تیمارهای ملاس و در تیمارهای ترکیب نانو تیتانیوم و ملاس به‌طور معنی‌داری افزایش یافت یعنی ملاس در ترکیب با نانو تیتانیوم توانسته اثر کاهشی نانو تیتانیوم را بهبود ببخشد (شکل۸).

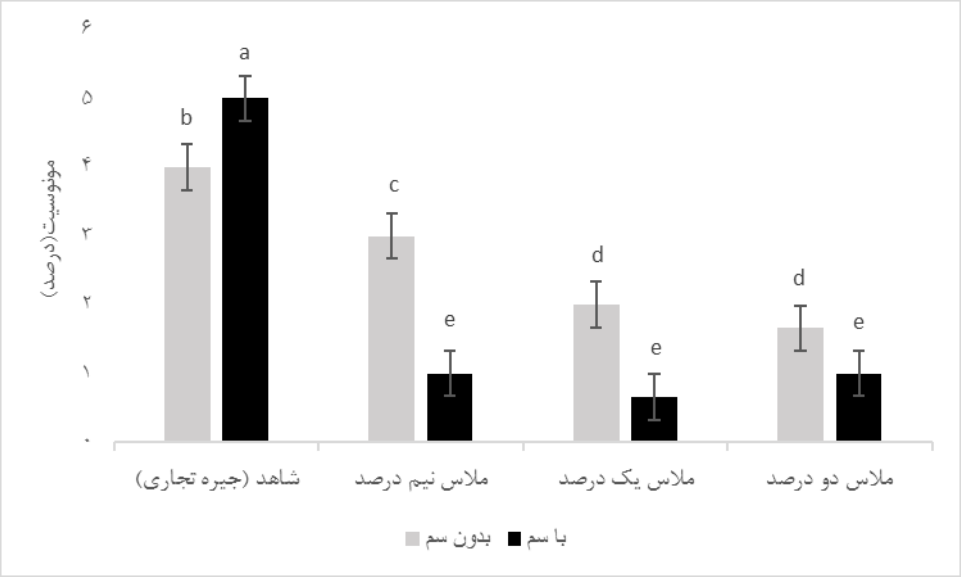


شکل ۸. میزان لنفوسیت خون ماهی کپور معمولی در تیمارهای مختلف آزمایشی.
حروف انگلیسی متفاوت بیانگر اختلاف معنی داری در سطح ۵٪ بین تیمارهای آزمایشی است.

بررسی تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها نشان داد که تیمارهای آزمایشی بر شاخص مونوسیت خون تاثیر معنی‌داری داشت ($p<۰/۰۵$)، به‌طوری‌که میزان مونوسیت خون در اثر تیمارهای تغذیه شده با ملاس با افزایش غلظت ملاس میزان این شاخص به‌طور معنی‌داری کاهش یافت، میزان این شاخص در تیمار نانو تیتانیوم (تیمار شاهد سم خورده) افزایش یافت. ولی در تیمارهای ترکیب نانو تیتانیوم و ملاس، تعداد مونوسیت خون کاهش یافت (شکل۹).

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-15]

[DOI: 10.71901/jad-2024-1-675]



شکل ۹. میزان مونوسیت خون ماهی کپور معمولی در تیمارهای مختلف آزمایشی.
حروف انگلیسی متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ بین تیمارهای آزمایشی است.

بحث

امروزه استفاده از گیاهان دارویی به صورت فرآورده‌های گیاهی و یا عصاره تام در تمام دنیا رایج است و توجه خاص به گیاه درمانی در علوم مختلف رو به افزایش می‌باشد. هر چند که اثرات سودمند و تأثیرگذار محرک‌های گیاهی بر شاخص‌های خونی و ایمنی ماهیان گزارش شده است (Lim *et al*., 2000). اما محققین آبزی‌پروری برای رسیدن به اطلاعات جامع و کاربردی، نیازمند بررسی اثرات انواع گیاهان دارویی می‌باشند. شاخص‌های خونی ماهیان به عوامل مختلفی از قبیل گونه، اندازه، سن، وضعیت فیزیولوژیکی، شرایط محیطی، رژیم غذایی (کمیت و کیفیت غذا، مواد تشکیل دهنده جیره، منابع پروتئینی، ویتامین‌ها و محرک‌های رشد) بستگی دارد (Lim *et al*., 2000). به نظر می‌رسد که از شاخص‌های خون‌شناسی، تغییرات زیست‌شیمیایی، نرخ رشد و میزان مصرف اکسیژن ماهی می‌توان در تشخیص میزان سمیت آلاینده‌ها استفاده کرد. به دلیل ارتباط سیستم گردش خون و محیط خارجی، متغیرهای خون‌شناسی برای تشخیص اثرات مواد تنش‌زا و سمی می‌توانند مورد استفاده قرارگیرند (Mekkawy *et al*., 2011). تغییر در شاخص‌های خون و تخریب اندام‌های خون‌ساز در ماهی ممکن است به دلیل شرایط محیط یا آلودگی آب‌ها یا هر دو باشد (Mekkawy *et al*., 2011). فاکتورهای سلولی در خون (تعداد گلبول‌های قرمز و سفید و شمارش افتراقی گلبول‌های سفید) شاخص‌های مفیدی در واکنش‌های حاصله از تنش‌های خارجی هستند که در نهایت سبب تغییرات مورفولوژیکی و توزیع سلولی در خون می‌شوند (Srivastava and Choudhary, 2010).

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد تعداد گلبول‌های قرمز، هماتوکریت و هموگلوبین در تیمارهای تغذیه شده با ملاس افزایش پیدا کرد و با افزایش غلظت ملاس در جیره این روند افزایشی بوده و با گروه شاهد

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-15]
[DOI: 10.71901/jad-2024-1-675]

اختلاف معنی‌دار داشت. مطالعات مختلف افزایش قابل توجه اریتروسیت‌ها، هموگلوبین و سطوح هماتوکریت را در ماهیان تیمارشده با عصاره‌های گیاهی در مقایسه با گروه شاهد را نشان داده است (Harikrishnan *et al.*, 2012). تحت شرایط استرس‌زا، گلبول‌های قرمز نابالغ از طحال آزاد شده و با افزایش متابولیسم، اکسیژن‌رسانی به اندام‌های مهم افزایش می‌یابد که به دنبال آن گلبول‌های قرمز، غلظت هموگلوبین و سطح هماتوکریت افزایش می‌یابد (Shaluei *et al.*, 2012). بررسی اثر نانوذرات نقره و نیترات نقره بر گربه ماهی رنگین کمان (*Pangasianodon hypophthalmus*) نشان داد که در روز اول میزان هموگلوبین، هماتوکریت و تعداد گلبول قرمز در بین تیمارها تفاوت معنی‌داری داشت (رزم‌آرا و همکاران، ۱۳۹۳). هم‌چنین نانوذرات آهن سبب ایجاد تفاوت معنی‌داری در تعداد گلبول‌های سفید و قرمز، هماتوکریت و هموگلوبین خون تیلاپیا شد (Chae *et al.*, 2009). که مطابق نتایج تحقیق حاضر می‌باشد

طبق نتایج تحقیق حاضر با افزایش میزان ملاس درجیره غذایی تعداد گلبول‌های سفید افزایش معنی‌داری یافت و هم‌چنین در تیمارهای ملاس که در مواجهه با نانو تیتانیوم قرار داشتند، هم افزایش معنی‌دار را نشان داد. عصاره‌های گیاهان دارای اثرات شناخته شده و اثبات شده بر سیستم ایمنی در موجودات مختلف می‌باشند. این اثر به دلیل تحریک ایمنی غیر اختصاصی میزبان تأثیر بر ایمنی سلولی یا ایمنی هومورال صورت می‌پذیرد. تاکنون مطالعات فراوانی در خصوص ارتقاء ایمنی در ماهیان به واسطه استفاده از ترکیبات مختلف محرک ایمنی انجام شده که در این میان گیاهان به واسطه اثر مناسب و نداشتن آثار جانبی به‌کرات توصیه شده‌اند (فدایی راهنی و سپاهی، ۱۴۰۲، تقیان و همکاران، ۱۴۰۲). از آنجایی‌که، یکی از اهداف استفاده از عصاره‌های گیاهی تحریک سیستم ایمنی است و یکی از مسیرهای تحریک سیستم ایمنی افزایش تعداد گلبول‌های سفید می‌باشد، در واقع استفاده از ملاس که یک نوع عصاره گیاهی است، توانسته سیستم ایمنی بچه ماهیان را به‌خصوص در تیمارهای با غلظت بیشتر ملاس تحریک کند. در این بین لنفوسیت‌ها مهمترین سلول گلبول‌های سفید می‌باشند که در سیتم ایمنی نقش فعال دارند. از طرفی دیگر، در تیمارهای ملاس که در مواجهه با نانو تیتانیوم قرار داشتند، هم این افزایش معنی‌دار بود که به نظر می‌رسد ماهیانی که از ملاس استفاده کردند، به‌علت تحریک سیستم ایمنی آن‌ها وقتی در مواجهه با نانو تیتانیوم که یک عامل استرس‌زا می‌باشد، توانسته ایمنی خود را حفظ و با آن به مقابله بپردازد. همان‌طورکه گفته شد گلبول‌های سفید نقش مهمی در ایمنی غیراختصاصی ایفا می‌کنند و تعداد آن‌ها شاخصی از میزان سلامتی در ماهیان است. مطابق نتایج تحقیق حاضر، در تحقیقی افزایش تعداد گلبول‌های سفید خون موش‌های تزریق شده با نانوذرات نقره گزارش شده است (Naghsh *et al.*, 2012). تغییرات ناشی از تنش می‌تواند تعادل هموستازی را به هم زده و منجر به نابسامانی‌هایی در سیستم ایمنی بدن شود. در بسیاری از موارد، تنش‌های فیزیولوژیک می‌تواند منجر به کاهش تعداد لنفوسیت‌ها شود (Pickering, 1981) که با نتایج تحقیق حاضر هم‌خوانی دارد.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-15]

[DOI: 10.71901/jad-2024-1-675]

نتیجه‌گیری

نتایج کلی این پژوهش نشان داد که تعداد مونوسیت خون در تیمارهای ترکیب نانو تیتانیوم و ملاس، کاهش یافت یعنی ملاس در ترکیب با نانو تیتانیوم توانسته اثر افزایشی نانو تیتانیوم را بهبود ببخشد. هم‌چنین میزان لنفوسیت خون در تیمارهای ترکیب نانو تیتانیوم و ملاس افزایش یافت؛ یعنی ملاس در ترکیب با نانو تیتانیوم توانسته اثر کاهشی نانو تیتانیوم را بهبود بخشد.

سپاسگزاری

این تحقیق در قالب رساله دکتری با حمایت‌های مادی و معنوی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان صورت گرفت. از همه‌ی بزرگوارانی که به نحوی در این پژوهش مساعدت نمودند، سپاس‌گزاری می‌نماییم.

منابع

۱. بیگی، م.، ۱۳۹۷. تأثیر سطوح مختلف ملاس چغندر (*Beet molasses*) بر برخی شاخص‌های ایمنی موکوس، رشد و بقاء در ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۶۰ ص.

۲. تقیان، ح.، سوداگر، م.، یوسفی، س.، پاکنژاد، ح.، حاجیبگلو، ع.، ۱۴۰۲. اثر افزودن عصاره میوه گیاه آقطی (*Sambucus ebulus*) بر عملکرد رشد، فعالیت آنتی‌اکسیدانی سرم و ارزیابی ژن‌های مرتبط با ایمنی در ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) نشریه توسعه آبزی پروری، ۱۷ (۱)، ۱۴-۱.

۳. رزم‌آرا، پ.، پیکان حیرتی، ف.، درافشان، س.، ۱۳۹۳. اثر نانو ذرات نقره بر برخی شاخص‌های خون‌شناسی گربه‌ماهی رنگین‌کمان *Pangasianodon hypophthalmus*. مجله سلول و بافت، ۵(۳)، ۲۷۲-۲۶۳.

۴. ستاری، م.، شاهسونی، د.، شفیعی، ش.، ۱۳۸۲. ماهی‌شناسی۲. نشر حق‌شناس. ۵۹۷ ص.

۵. فدایی راینی، ر.، سپاهی، ج.، ۱۴۰۲. تاثیر گیاه دارویی بارهنگ (*Plantago major*) بر شاخص‌های رشد، درصد بازماندگی و برخی پارامترهای خون شناختی در ماهی آمور (*Ctenopharyngodon idella*). نشریه توسعه آبزی پروری، ۱۷ (۳)، ۶۲-۴۹.

۶. هدایتی، ع.، جهانبخشی، ع.، قادری رمازی، ف.، ۱۳۹۲. سم‌شناسی آبزیان، جلد اول، چاپ اول، ص ۷۰-۷۶.

7. Chae, Y.J., Pham, C.H., Lee, J., Bae, E., Yi, J. Gu, M.B., 2009. Evaluation of the toxic impact of silver nanoparticles on Japanese medaka (*Oryzias latipes*). Aquatic Toxicology, 94, 320-327.
8. Diane, W.C., Ignacio F.F., Erki V., Norman C. S., Thomas, J.C., 2003. Betaine improves growth, but does not induce whole body or hepatic palmitate oxidation in swine (*Susscrofa domestica*). Comparative Biochemistry and Physiology Part A, 137, 131–140.
9. Fiess, J. C., Kunkel-Patterson, A., Mathias, L., Riley, L. G., Yancey, P. H., Hirano, T., Grau, E. G., 2007. Effects of environmental salinity and temperature on osmoregulatory ability, organic osmolytes, and plasma hormone profiles in the Mozambiquetilapia (*Oreochromis mossambicus*). Comparative Biochemistry and Physiology Part A , 146, 252–264.
10. Gong, P., Li, H., He, X., Wang, K., Hu, J., Tan, W., Yang, X., 2007. Preparation and antibacterial activity of Fe3O4 Ag

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-15]

[DOI: 10.71901/jad-2024-1-675]

nanoparticles. Nanotechnology, 18(28), 285604.
11. Handy, R. D., Henry, T.B., Scown, T.M., Johnston, B. D., Tyler, C. R., 2008. Manufactured nanoparticles: their uptake and effects on fish a mechanistic analysis. Ecotoxicology, 17, 396–409.
12. Hao, L., Chen, L., 2012. Oxidative stress responses in different organs of carp (*Cyprinus carpio*) with exposure to ZnO nanoparticles. Ecotoxicology and Environmental Safety, 80, 103–110.
13. Harikrishnan, R., Balasundaram, C., Heo, M.S., 2012. *Inonotus obliquus* containing diet enhances the innate immune mechanism and disease resistance in olive flounder *Paralichythys olivaceus* against Uronema marinum. Fish & Shellfish immunology, 32(6), 1148-1154.
14. Huhtanen, P., 1988. The effects of barley, unmolassed sugar-beet pulp and molasses supplements on organic matter, nitrogen and fiber digestion in the rumen of cattle given a silage diet. Animal Feed Sciences Technololgy, 20, 259–278.
15. Lee, K. M., Kaneko, T., Katoh, F., Aida, K., 2006. Prolactin gene expression and gill chloride cell activity in fugu Takifugu rubripes exposed to a hypoosmotic environment. General and Comparative Endocrinology, 149, 285–293.
16. Li, J.G., Li, Q.N., Xu, G.Y., Li, J., Cai, X.Q., Liu, R.L., 2008. Comparative study on the acute pulmonary toxicity induced by 3 and 20 nm TiO2 primary particles in mice. Environmental Toxicity and Pharmacology, 24, 239–244.
17. Lim, C., Klesius, P.H., Li, M.H., Robinson, E.H., 2000. Interaction between dietary levels of iron and vitamin C on growth, hematology, immune response and resistance of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) to Edwardsiella ictaluri challenge. Aquaculture, 185, 313-327.
18. Mekkawy, I.A., Mahmoud, U.M., Sayed, A.H., 2011. Effects of 4-nonylphenol on blood cells of the African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). Tissue and Cell Journal, 43, 223-229.
19. Moosavi-Nasab, M., Ansari, S., Montazer, Z., 2007. Fermentative production of lysine by Corynebacterium glutamicum from different carbon sources. Iran Agricultural Research, 26, 99–106.
20. Naghsh, N., Noori, A., Aqababa, H., Amirkhani-Dehkordi, S., 2012. Effect of nanosilver particles on alanin amino transferase (ALT) activity and white blood cells (WBC) level in male wistar rats, *In Vivo* condition. Zahedan Journal of Research in Medical Sciences, 14, 34-37.
21. Pickering, A.D., 1981. Introduction: the concept of biological stress. In: Pickering, A.D. (ed.). Stress and Fish. Academic Press. London, New York, Toronto, Sydney, San Francisco. 367 p.
22. Shaluei, F., Hedayati A., Jahanbakhshi A., Baghfalaki M., 2012. Physiological responses of great sturgeon (*Huso huso*) to different concentrations of 2-phenoxyethanol as an anesthetic. Fish Physiology and Biochemistry, 38(6), 1627-1634.
23. Soder, K.J., Hoffman, K., Brito, A.F., 2010. Effect of molasses, corn meal, or a combination of molasses plus corn meal on ruminal fermentation of orchardgrass pasture during continuous culture fermentation. Professional Animal Scientist, 26, 167–174.
24. Srivastava, S., Choudhary, S.K., 2010. Effect of artificial photoperiod on the blood cell indices of the catfish, *Clarias batrachus*. Journal of Stress-Physiology and Biochemistry, 6, 22-32.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-15]

[DOI: 10.71901/jad-2024-1-675]

Dietary effect of molasses supplement on some hematological indices of common carp (*Cyprinus carpio*) exposed to titanium oxide nanoparticles

Sheikh Veisi, R.[1], Hedayati, A.[1*], Mazandarani, M.[1], Jafar Nodeh, A.[1], Bagheri, T.[2]

1-Department of Aquaculture, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.
2- Offshore Water Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Chabahar, Iran.

Received: 28 July 2023 **Accepted: 20 October 2023**

Abstract

The use of dietary supplements plays an essential role in enhancing fish consumer safety. On the other hand, the presence of nanoparticles affects the physiological status of fish and decreases their immune function. Therefore, the use of safety stimuli such as molasses may be necessary. The present study was performed to assess the hematological indices of molasses-fed common carp (*Cyprinus carpio*) exposed to titanium nanoparticles. Accordingly, 250 fish with a mean weight of 20±0.62 g was divided and fed for 42 days in four treatments, diet without molasses (treatment 1), diet containing 0.5% molasses (treatment 2), 1% molasses (treatment 3) and 2% molasses (treatment 4). At the end of the feeding period, each group received 50% lethal concentration of nano-titanium for 14 days. Blood samples were taken to measure blood levels at the end of the experiment. The results of the present study showed that with increasing molasses diet, the number of white blood cells significantly increased and also in the molasses treatments exposed to nano-titanium, there was also a significant increase in the number of white blood cells. Red blood cells, hematocrit and hemoglobin increased in molasses-fed diets and this trend was increased with increasing molasses concentration in diets and was significantly different from control group (p<0.05). The conclusion of this study showed that blood monocyte levels decreased in nano-titanium and molasses combination treatments. So, molasses in combination with nano-titanium has been able to improve undesirable lesions. Also, the number of blood lymphocytes in nano-titanium and molasses combination treatments increased, which means molasses in combination with nano-titanium could improve the reduction effect of nano-titanium.

Keywords: Aquatic, Hematology, Metal Nanoparticles, Molasses, Resistance Improvement

[*] *Corresponding Author: hedayati@gau.ac.ir*

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-15]

[DOI: 10.71901/jad-2024-1-675]