بررسی تأثیر مصرف عصاره‌ی قارچ صدفی (*Pleurotus ostreatas*) بر تغییرات هیستوپاتولوژیک کبد و آبشش ماهی تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*) در مواجهه با نیترات نقره

عاطفه ایری[۱]
فرحناز کاکاوند[۲]
مریم رضایی شادگان[۳]
سید علی‌اکبر هدایتی[۴*]

۱، ۲، ۳ و ۴. دانشکده شیلات و محیطزیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

***مسئول مکاتبات:**
Hedayati@gau.ac.ir

کد مقاله: ۱۳۹۹۰۳۰۸۳۹
تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۷/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۸/۱۵
این مقاله پژوهشی و برگرفته از طرح پژوهشی است.

چکیده

وجود آلاینده‌ها در بدنه‌های آبی باعث پاسخ استرس در آبزیان و بخصوص ماهی‌ها می‌شود که نهایتاً بر وضعیت فیزیولوژیک ماهیان اثرگذار بوده و باعث کاهش عملکرد ایمنی در آن‌ها می‌شود، ازاین‌رو استفاده از محرک‌های ایمنی نظیر پربیوتیک ها بسیار ضروری به نظر می‌رسد. هدف این مطالعه بررسی تأثیر سطوح مختلف پربیوتیک قارچ صدفی (*Pleurotus ostreatus*) بر شاخص‌های بافت‌شناسی ماهی تیلاپیا (*Oreochromis niloticus*) مواجهه شده با نیترات نقره بود. این تحقیق در پاییز ۱۳۹۷ در سالن آبزی‌پروری شهید ناصر فضلی برآبادی دانشکده شیلات دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شد. به همین منظور تعداد ۱۲۰ بچه ماهی تیلاپیا (محدوده وزنی حدود ۲۰ گرم) به مدت ۴۲ روز در ۴ تیمار: تیمار (۱) شاهد، فاقد پربیوتیک قارچ صدفی، تیمار (۲) غذای حاوی ۰/۰۵ درصد، تیمار (۳) غذای حاوی ۰/۱ درصد و تیمار (۴) غذای حاوی ۰/۲ درصد پربیوتیک قارچ صدفی تقسیم شدند. سپس به هرکدام از گروه‌ها غلظت ۰/۵ ppm نیترات نقره به مدت ۱۶ روز اضافه شد. در پایان دوره ماهیان توسط محلول بیهوش‌کننده گل میخک (۲۲۰ میلی‌گرم بر لیتر) بیهوش شده و بافت کبد و آبشش آن‌ها برای مطالعات بافت‌شناسی جدا گردید. نتایج نشان داد تیمارهایی که در معرض نیترات نقره بودند عارضه‌های بافتی شامل هایپرپلازی پایه‌ای، هایپرپلازی رأسی، نفوذ گلبول‌های خونی، کوتاه شدن تیغه ثانویه، برآمدگی اپی‌تلیوم، تورم سلول سنگفرشی، اتصال تیغه ثانویه در بافت آبشش و عارضه‌های بافتی شامل آتروفی، چربی نکروز، رقیق شدن، گرانول تیره، تورم، انسداد خونی، ریزش خون، رکود صفرا در بافت کبد را نشان دادند و بیشترین اثر تخریب را داشتند. تیمارهای تحت نیترات نقره باعث آسیب‌های شدید در بافت کبد و آبشش می‌شود ولی استفاده ترکیبی نیترات نقره و پربیوتیک قارچ صدفی توانست اثرات تخریبی ناشی از نیترات نقره بر عارضه‌های بافتی را کاهش دهد. سطح ۰/۲ درصد پربیوتیک قارچ صدفی و ۰/۵ درصد نیترات نقره در جیره می‌تواند بهترین تأثیر را بر عارضه‌های بافت کبد و آبشش ماهی تیلاپیا داشته باشد.

واژگان کلیدی: پربیوتیک، ماهی تیلاپیا، آسیب بافتی، نیترات نقره.

مقدمه

پرورش در اکوسیستم‌های آبی همواره با مشکلاتی مواجه است که یکی از آن‌ها وجود آلاینده‌ها می‌باشد ورود پساب‌های صنعتی و کشاورزی و شهری بدون هیچ تصفیه‌ای به محیط آبی سبب آلودگی این اکوسیستم می‌گردد. ورود آلاینده‌ها از منابع مختلف صنعتی و بهداشتی به اکوسیستم‌های آبی می‌تواند تعادل آن‌ها را بر هم زده و اکوسیستم‌ها را در معرض خطر نابودی قرار دهد. این آلاینده‌ها درنهایت می‌توانند وارد زنجیره غذایی و بدن انسان شده و آسیب‌های ایمنی زیادی را در پی داشته باشند (هدایتی و همکاران،۱۳۹۲). لذا شناخت اثرات متقابل عوامل استرس‌زا و اثرات سوء آن‌ها بر جوامع زیستی، متخصصین امر را در تعیین استانداردهای محدودکننده و اثرات فلزات و سایر آلاینده‌ها بر

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-25]

مکانیسم‌های بیولوژیکی و فیزیولوژیکی موجودات و درنهایت حفاظت از محیط‌زیست یاری می‌کند. سمیت یک ماده، به قابلیت ذاتی آن ماده در صدمه زدن به موجود زنده اطلاق می‌شود. نیترات نقره به‌عنوان عامل ایجادکننده گروه‌های فعال اکسیژنی (ROS)، شناخته‌شده و به‌وسیله مکانیسم‌های متنوع شامل برهم‌کنش با گروه‌های سولفیدریل، پروتئین‌ها و آنزیم‌ها به سلول آسیب می‌رساند (تربالی و همکاران، ۱۳۹۱). نقره دارای خواص فیزیکوشیمیایی خاصی می‌باشد و به همین دلیل در مصارف بهداشتی، دارویی، نوری و الکترونیکی کاربرد دارد. یون نقره دارای اثر باکتریایی می‌باشد و برای طیف وسیعی از میکروارگانیسم‌ها بالاترین درجه سمیت را دارا می‌باشد. این یون به‌صورت طبیعی در آب‌های سطحی وجود دارد و فعالیت‌های بشری سبب افزایش سطوح نقره در اکوسیستم‌های آبی می‌شوند. مقصد نهایی تمام آلاینده‌ها محیط آبی می‌باشد، ماهی در بالاترین سطح زنجیره غذایی در محیط آبی قرارگرفته و یکی از شاخص‌های آلودگی می‌باشد (ابرقویی و همکاران، ۱۳۹۴).

توسعه روزافزون آبزی‌پروری در بسیاری از مناطق دنیا منجر به افزایش تقاضا در به‌کارگیری از مواد شیمیایی جدید شده است، به‌گونه‌ای که در سال‌های اخیر استفاده از مواد شیمیایی و ترکیبات صنعتی تحت مطالعات دقیق قرارگرفته تا ازنظر جنبه‌های اقتصادی و دامنه سلامتی طبقه‌بندی و در آبزی‌پروری مورداستفاده قرار گیرند. ازجمله این ترکیبات شیمیایی پربیوتیک‌ها هستند. پربیوتیک ماده غذایی غیرقابل‌هضمی است که در اثر تخمیر به اسیدهای چرب زنجیره کوتاه تبدیل می‌شود و از طریق تحریک رشد و فعالیت یک یا تعداد محدودی از باکتری‌های موجود در روده اثرات سودمندی برای میزبان داشته و سلامتی میزبان را بهبود می‌بخشد (Mahious *et al.*, ۲۰۰۵). استفاده از پربیوتیک‌ها موجب بهبود عملکرد ایمنی، فیزیولوژی روده و کاهش پاسخ‌های آلرژیک می‌شود (خدادادی و همکاران،۱۳۹۷; Douglas and Sander, ۲۰۰۸).

مکمل‌های غذایی مانند باکتری، قارچ خوراکی و تیمار ترکیبی می‌توانند به‌طور مستقیم‌ساز و کارهای دفاعی اولیه را از طریق اثر برگیرنده‌ها و ژن‌های مسئول فعال سازند. تمام پژوهش‌هایی که روی قارچ‌ها صورت گرفته است، آن‌ها را به علت دارا بودن شمار زیادی از ترکیبات فعال زیستی به‌عنوان یک مکمل غذایی طبیعی مورد تأیید قرار داده‌اند. بتاگلوکان موجود در قارچ می‌تواند بااتصال به گیرنده‌های پروتئینی موجود در سطح ماکروفاژها منجر به فعال شدن آن‌ها و درنتیجه حفظ و تقویت سیستم ایمنی گردد (Wasser, ۲۰۰۲).

برای ارزیابی میزان سمیت آلاینده‌های محیطی شاخص‌های فیزیولوژیکی متفاوتی در ماهی‌ها وجود دارد که ازجمله آن‌ها بافت‌شناسی است. بافت‌شناسی ارزیابی کاملی از سلامتی موجود زنده فراهم می‌کند و به‌طور مؤثری اثرات مواجهه با آلاینده‌های محیطی را انعکاس می‌دهد. با توجه به ماهیت اغلب سموم و آلاینده‌های زیست‌محیطی، این ترکیبات به‌راحتی از سد دفاعی بدن آبزیان گذشته و وارد خون می‌شوند و از طریق خون به بافت‌های مختلف بدن انتقال می‌یابند. بافت‌شناسی در حال حاضر به‌عنوان یکی از رشته‌های علمی، به مطالعه ساختمان‌های کوچک جانوران و گیاهان با استفاده از روش‌های ریزبینی (Microtechniqus) می‌پردازد. آبشش‌ها به‌عنوان ارگانی که در معرض مداوم محیط خارجی قرار دارند، اولین هدف آلاینده‌ها می‌باشند؛ بنابراین آبشش بافت مناسبی جهت بررسی اثر کوتاه‌مدت آلاینده‌ها است. از طرفی این عناصر سمی در اندام‌ها ذخیره می‌شود و تجمع زیستی رخ می‌دهد. زمانی که ماهی در معرض نیترات نقره قرار می‌گیرد، یون نقره به آبشش متصل شده و از طریق مهار آنزیم موجب اختلال در جذب یون سدیم و یون کلر ATPase می‌شود. از نتایج آن می‌توان به عدم توانایی در کنترل سطح مایع، افزایش غلظت آمونیاک، تغییر ساختار آبشش ماهی، کاهش عملکرد سیستم ایمنی و ناتوانی قلبی و عروقی اشاره نمود (Pelgrom *et al.*, ۱۹۹۵). کبد (به‌عنوان غده اصلی در دستگاه گوارش ماهیان) نقش مهمی در سم‌زدایی و نگهداری هموستاز متابولیک بدن و نیز نقش کلیدی در سنتز پروتئین‌های پلاسما دارد. Clark و همکاران (۲۰۱۹) با قرار دادن نیترات نقره در رژیم غذایی و مقایسه با نیترات نقره در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان به این نتیجه رسیدند که بالاترین تجمع نقره در بافت‌های روده، کلیه، کبد و کیسه صفرا بوده است. Ostaszewska و همکاران در سال ۲۰۱۶ اثرات سمیت نیترات نقره و مس را در اپیدرم، آبشش و کبد ماهی خاویاری سیبری بررسی و آسیب بافتی در آبشش و کبد را گزارش کردند. Khosravi-Katuli و همکاران (۲۰۱۸) اثرات مزمن نانو پلاستیک نقره و نیترات نقره را بر کبد و آبشش کپور معمولی بررسی کرد.

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-25]

نتایج نشان داد که جذب نانو نقره با تغییرات بافت‌شناسی در اندام‌های هدف همراه شده و ضایعات بافتی در تیمارهای در معرض نانو نقره و نیترات نقره مشاهده شد. Katya و همکاران در سال ۲۰۱۶ تحقیقی به‌منظور ارزیابی اثربخشی غذای تخمیر شده توسط قارچ صدفی (Pleurotus ostreatus) به‌عنوان یک افزودنی در جیره غذایی گربه‌ماهی (Juvenile Amur cat fish, Silurus asotus) انجام دادند، نتایج نشان داد که دوزهای مختلفی از این جیره غذایی فوق می‌تواند تأثیر مثبتی بر رشد و ایمنی گربه‌ماهی داشته باشد (Katya *et al.*, ۲۰۱٦). خدادادیان‌زو و همکاران در سال ۲۰۱۶ در پژوهشی اثرات استفاده از پودر قارچ *Agaricus bisporus* به‌عنوان مکمل غذایی در جیره بر ایمنی موکوس پوست و بیان ژن‌های مرتبط با ایمنی موکوسی و سرمی در بچه ماهی کپور معمولی را بررسی کردند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که استفاده از پودر قارچ در جیره تأثیر مثبتی بر افزایش بیان ژن‌های درگیر در ایمنی داشت که قارچ را به‌عنوان یک منبع پربیوتیکی مهم مورد تأیید قرار می‌دهد (Khodadadian zou *et al.*, ۲۰۱٦). سپهر فر و همکاران در سال ۱۳۹۷ تأثیر استفاده مجزا و تلفیقی پروبیوتیک (*Pediococcus acidilactici*) و پودر (*Agaricus bisporuc*) بر شاخص‌های ایمنی موکوس و هیستومورفولوژی روده در بچه ماهی کپور معمولی را بررسی کردند. بر این اساس نشان داده شد جیره غذایی که داری مکمل‌های غذایی فوق هستند موجب بهبود شاخص‌های ایمنی موکوس شده ولی به هیستومورفولوژی روده در این ماهی تأثیری ندارد (سپهر فر و همکاران، ۱۳۹۷). خالقی و همکاران در سال ۱۳۹۶ با بررسی ارزیابی مکمل‌های غذایی باکتری (*pediococcus*) و قارچ خوراکی *Agaricus* بر شاخص‌های ایمنی موکوس ماهی کپور معمولی که با نانو ذرات نقره قرارگرفته است، بیان کردند که در تیمارهایی که مورد آزمایش قرارگرفته‌اند میزان فعالیت آنزیم‌های لیزوزیم و فسفاتاز قلیایی و ایمنوگلوبولین و توتال پروتئین افزایش معنی‌داری داشتند ($P<۰/۰۵$) و تیمار ترکیبی باکتری و پودر قارچ خوراکی به ترتیب بیشترین اثر را بر پارامترهای ایمنی موکوس ماهی کپور در معرض نانو نقره داشته است (خالقی و همکاران، ۱۳۹۶).

ماهی تیلاپیا یکی از مهم‌ترین ماهیان استخوانی در صنعت آبزی‌پروری در قرن ۲۱ می‌باشد. تیلاپیای نیل بیشترین تولید را در دنیا دارد. این‌گونه همه‌چیزخوار و چرنده است و در محیط آبی باکیفیت پایین نیز به‌راحتی تکثیر و پرورش می‌یابد.

وجود آلاینده‌هایی همچون نیترات نقره در اکوسیستم‌های آبی موجب تنش در ماهیان شده و می‌تواند سیستم ایمنی ماهیان را تضعیف نماید. کیفیت نامناسب آب و وجود آلاینده‌هایی همچون نیترات نقره در آن می‌تواند باعث ایجاد استرس در ماهیان شده و با کاهش عملکرد ایمنی ماهیان سبب به خطر افتادن سلامتی آن‌ها شود. لذا با توجه به ورود فلزات سنگین به اکوسیستم‌های آبی به‌عنوان آلاینده و هم‌چنین با توجه به اثرات مثبت پربیوتیک قارچ صدفی بر بهبود ایمنی ناشی از اثرات سمیت مواد آلاینده بر عملکرد بافتی، افزایش رشد و شاخص‌های رشد و برخی از شاخص‌های زیستی آبزیان نظیر شاخص‌های خون‌شناسی و بافتی، در این مطالعه به‌منظور بررسی اثرات افزایش سیستم ایمنی (بهبود عملکرد دفاع هیستوپاتولوژیک) و مواجهه بافتی پربیوتیک قارچ صدفی بر بافت کبد، آبشش ماهی تیلاپیا در غلظت‌های کشنده نیترات نقره، اثر افزایش مقاومت ماهی تیلاپیا تغذیه‌شده با پربیوتیک قارچ صدفی به‌منظور کاهش آسیب بافتی ناشی از نیترات نقره پرداخته می‌شود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در پاییز ۱۳۹۷ در سالن آبزی‌پروری شهید ناصر فضلی برآبادی دانشکده شیلات دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان به مدت ۴۲ روز انجام شد. بچه ماهی تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*) با محدوده وزنی حدود ۲۰ گرم از مرکز خصوصی تکثیر و پرورش بجنورد پاک‌نژاد تهیه شد و پس از انتقال به مدت یک هفته سازگاری اولیه صورت پذیرفت. پس از عادت دهی بچه ماهی‌ها با تراکم ۱۰ عدد در وان‌های فایبرگلاس ۱۰۰ لیتری ذخیره‌سازی شدند. ماهیان با غذای تجاری کپور به میزان ۳ درصد وزن بدن در ۲ نوبت (صبح و عصر) تغذیه شدند (جدول ۱) (جافر نوده، ۱۳۹۵). در طی دوره آزمایش فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب شامل اکسیژن محلول ۹-۷ میلی‌گرم، دمای ۲۵-۲۸ درجه سلسیوس

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-25]

ثابت نگه‌داری شد. غذای مورداستفاده در این پژوهش حاوی پربیوتیک به‌عنوان مکمل غذایی بود که به این منظور از قارچ صدفی استفاده شد. قارچ‌های خریداری‌شده، به علت میزان بالای آب موجود در آن به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق نگهداری شد. سپس در آون (Binder، آلمان) با دمای ۴۵ درجه سلسیوس به مدت ۲ روز خشک گردید و در آخر قارچ‌ها را آسیاب (Parses، ایران) کرده و درنهایت برای تهیه جیره غذایی استفاده شد (بخش خصوصی تولیدکننده قارچ) (**Şevik** *et al.*, ۲۰۱۳). مطالعه فوق در ۴ تیمار با سه تکرار شامل: تیمار (۱) شاهد، فاقد پربیوتیک قارچ صدفی، تیمار (۲) غذای حاوی ۰/۰۵ درصد پربیوتیک قارچ صدفی، تیمار (۳) غذای حاوی ۰/۱ درصد پربیوتیک قارچ صدفی، تیمار (۴) غذای حاوی ۰/۲ درصد پربیوتیک قارچ صدفی به مدت ۴۵ روز تغذیه شدند. سپس ۱۶ روز در مجاورت سم نیترات‌نقره (شرکت سیگما) با غلظت ۰/۵ قسمت در میلیون قرار گرفتند. همچنین لازم به یادآوری است روزانه به میزان ۵۰ درصد حجم تانک‌ها تعویض آب صورت گرفت، به‌طوری‌که غلظت سم در هر یک از تیمارها حفظ شد. در جدول ۱ درصد ترکیبات تشکیل‌دهنده جیره مصرفی کپور ماهیان ارائه‌شده است.

جدول ۱: درصد ترکیبات تشکیل‌دهنده جیره تجاری (شرکت فرادانه) مورداستفاده در تغذیه ماهیان کپور معمولی پرورشی (سال ۱۳۹۷).

اجزای جیره	پروتئین خام	چربی خام	فیبر خام	خاکستر	رطوبت	فسفر کل
درصد اجزا جیره (درصد)	۳۸-۳۵	۸-۴	۷-۴	۱۱-۷	۱۱-۵	۱-۱/۵

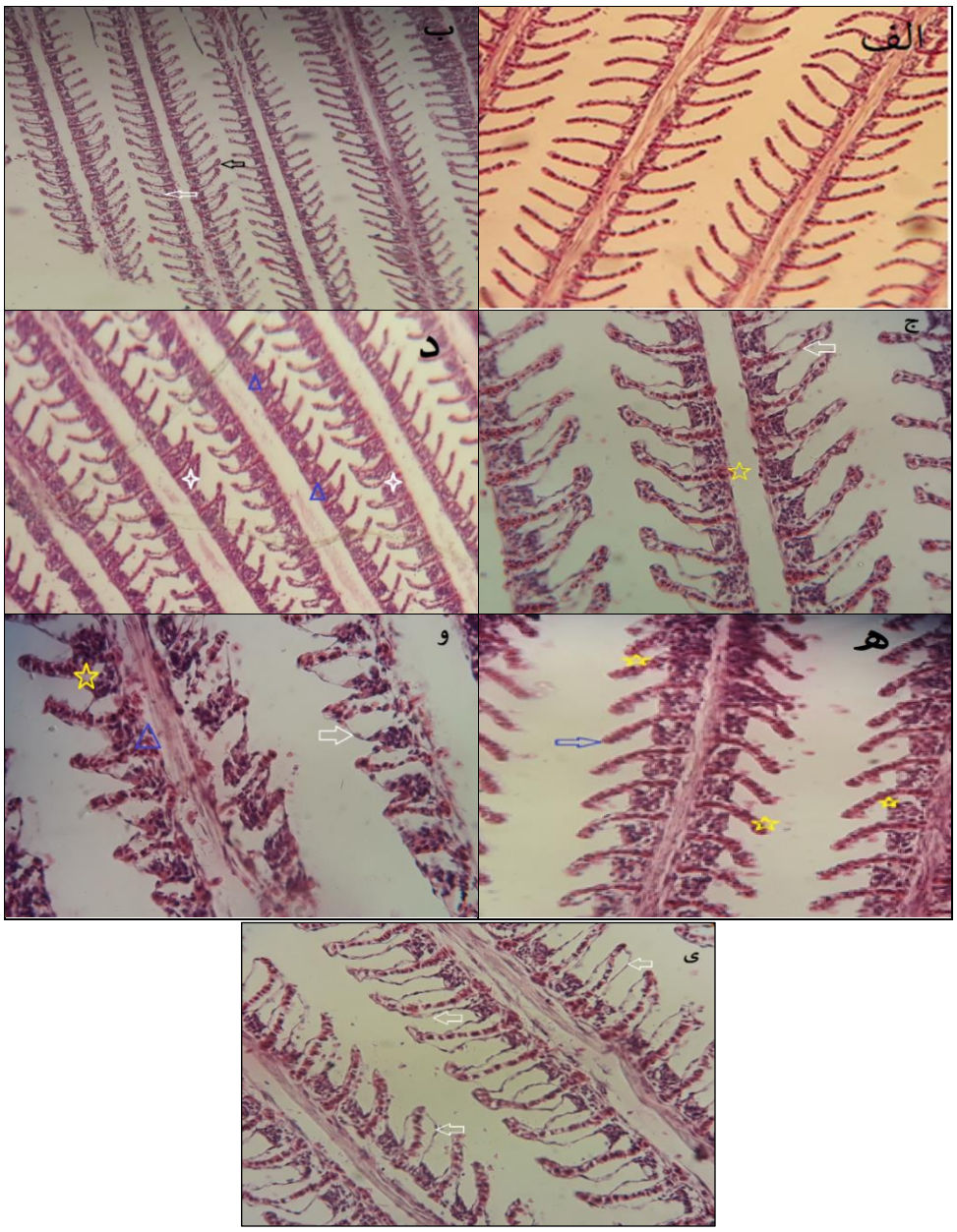
نمونه‌گیری به‌منظور بررسی اثرات هیستوپاتولوژیکی در انتهای دوره پرورش صورت گرفت. ۲۴ ساعت قبل از نمونه‌گیری تغذیه ماهیان قطع شد و سپس ۳ قطعه ماهی (۳ قطعه ماهی به ازای هر تکرار) به‌ظاهر سالم به‌طور تصادفی انتخاب شدند. ماهیان توسط محلول بیهوش کننده گل میخک (۲۲۰ میلی‌گرم بر لیتر) به‌سرعت بیهوش شده و بافت کبد و آبشش آن‌ها برای مطالعات بافت‌شناسی جدا گردید. نمونه‌ها ابتدا به مدت ۲۴ ساعت در محلول بوئن تثبیت‌شده و پس از گذشت ۲۴ ساعت چندین مرتبه با الکل اتانول ۷۰ (مرک، آلمان) درصد مورد شستشو قرار گرفتند. پس‌ازآن توسط الکل ۹۵ و ۱۰۰ (مرک، آلمان) و نهایتاً توسط الکل بوتانول (مرک، آلمان) آبگیری و پس از قرار دادن نمونه‌ها در گزیلول به مدت سه ساعت به‌منظور شفاف‌سازی، برای پارافینه کردن در پارافین مایع (مرک، آلمان) در داخل آون قرار داده، سپس با پارافین قالب‌گیری شدند. از بافت‌ها برش‌هایی به ضخامت ۶-۵ میکرومتر تهیه شد. پس از نگهداری به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۳۷ درجه سلسیوس آون، به روش استاندارد هماتوکسیلین ائوزین رنگ‌آمیزی صورت گرفت. درنهایت به‌منظور بررسی عوارض بافتی ناشی از اثر نیترات نقره و مقایسه بافت‌های موردنظر با نمونه‌های شاهد از میکروسکوپ نوری مجهز به دوربین عکس‌برداری (CX۲۱، المپیوس، ژاپن) استفاده گردید (Martoja *et al.*, ۱۹۶۷).
برای مقایسه درجات آسیب‌های بافتی نیز از آزمون ناپارامتری کروسکال والیس (Kruskal-Wallis test)، سپس آزمون یو-من وایتنی (Mann-Whitney test) استفاده شد. در تمام بررسی‌ها سطح معنی‌داری آزمون‌ها P<۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

نتایج

شکل ۱ و جدول ۲ نشان‌دهنده اثر پربیوتیک قارچ صدفی بر عارضه‌های بافتی در آبشش ماهی تیلاپیای نیل، پس از مواجهه با نیترات نقره بود. بیشترین عارضه‌های مشاهده‌شده در بافت آبشش ماهی تیلاپیا شامل هایپرپلازی پایه‌ای، هایپرپلازی رأسی، نفوذ گلبول‌های خونی، کوتاه شدن تیغه ثانویه، برآمدگی اپی‌تلیوم، تورم سلول سنگفرشی، اتصال تیغه ثانویه و آنوریسم بود که بیشترین اثر تخریب در تیمار شاهد که فقط در معرض نیترات نقره بودند مشاهده شد که این عارضه‌ها در تیمارهای ترکیبی نیترات نقره و پربیوتیک قارچ صدفی با اثر تخریبی کمتر و در مواردی بدون

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-25]

اثر تخریبی مشاهده شد و در میان آن‌ها تیمار ترکیبی ۰/۲ قسمت در هزار پربیوتیک و ۰/۵ قسمت در میلیون نیترات نقره، بهترین اثر را بر عارضه‌های آب‌شش داشت.



شکل ۱: بررسی اثر پربیوتیک قارچ صدفی بر تغییرات بافتی آب‌شش بچه ماهی تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*) پس از مواجهه با نیترات نقره (بزرگنمایی ٤٠٠x) (سال ۱۳۹۷).

شکل الف: تیمار شاهد (کنترل صفر)، شکل ب: (فلش سیاه) هایپرپلازی رأسی، (فلش سفید) ادم (برآمدگی اپی‌تلیوم)، شکل ج: (فلش سفید) ادم، (ستاره زرد) نفوذ گلبول‌های خونی، شکل د: (مثلث آبی) هایپرپلازی پایه‌ای، (ستاره سفید) اتصال تیغه ثانویه، شکل ه: (ستاره زرد) نفوذ گلبول‌های خونی، (فلش آبی) تورم سنگفرشی، شکل و: (فلش سفید) ادم (برآمدگی اپی‌تلیوم)، (ستاره زرد) نفوذ گلبول‌های خونی، (مثلث آبی) هایپرپلازی پایه‌ای، شکلی: (فلش سفید) ادم (برآمدگی اپی‌تلیوم).

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-25]

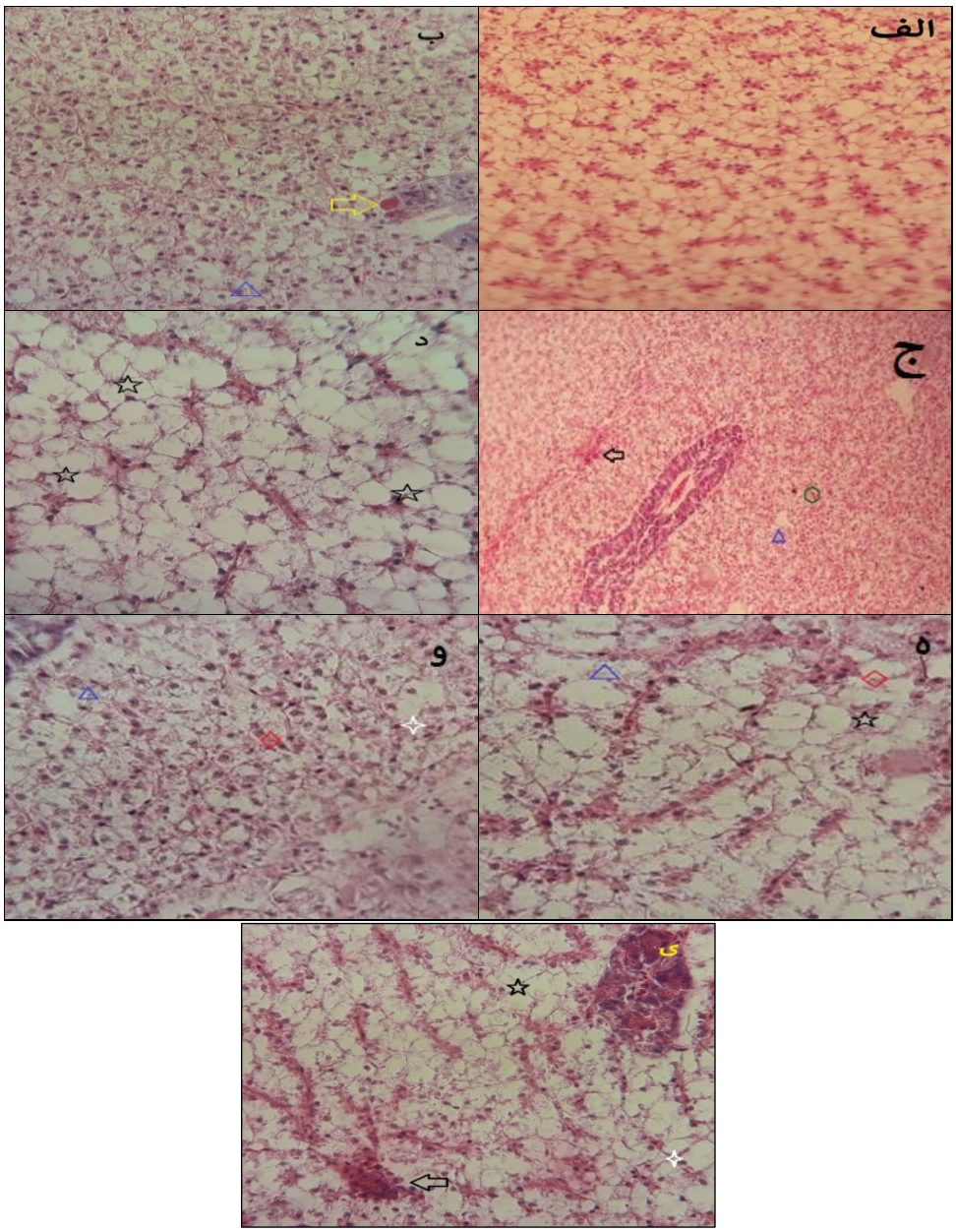
جدول ۲: اثر پربیوتیک قارچ صدفی بر عارضه‌های بافتی در آبشش ماهی تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*) پس از مواجهه با نیترات نقره در تیمارهای آزمایشی مختلف (سال ۱۳۹۷).

عارضه‌های آبشش	شاهد بدون پربیوتیک و سم	شاهد سم زده و بدون پربیوتیک	تیمار ۰/۰۵ درصد پربیوتیک	تیمار ۰/۱ درصد پربیوتیک	تیمار ۰/۲ درصد پربیوتیک
هایپرپلازی رأسی	–	+++	++	+	+
هایپرپلازی پایه‌ای	–	++	+	+	+
برآمدگی اپی‌تلیوم	–	+++	+	–	–
نفوذ گلبول‌های خونی	–	+++	+++	+++	++
تورم سلول سنگفرشی	–	++	–	–	–
اتصال تیغه ثانویه	–	++	+	–	–
آنوریسم	–	–	–	–	–
کوتاه شدن تیغه ثانویه	–	+	+	–	–

عدم مشاهده عارضه (–)، ۱ تا ۳ عارضه مشاهده‌شده (+)، ۳ تا ۵ عارضه مشاهده‌شده (++)، ۵ تا ۱۱ عارضه مشاهده‌شده (+++) و بیشتر از ۱۱ (++++).

شکل ۲ و جدول ۳ نشان‌دهنده اثر پربیوتیک قارچ صدفی بر عارضه‌های بافتی در کبد ماهی تیلاپیای نیل، پس از مواجهه با نیترات نقره است. بیشترین عارضه‌های مشاهده‌شده در بافت کبد ماهی تیلاپیا شامل آتروفی، چربی نکروز، رقیق شدن، گرانول تیره، تورم، انسداد خونی، ریزش خون و رکود صفرا بود که بیشترین اثر تخریب در تیمار شاهد که فقط در معرض نیترات نقره بودند، با عارضه‌هایی نظیر آتروفی، چربی، نکروز، رقیق شدن، انسداد خونی و ریزش خون مشاهده شد که این عارضه‌ها در تیمارهای ترکیبی نیترات نقره و پربیوتیک قارچ صدفی با اثر تخریبی کمتر و در مواردی بدون اثر تخریبی مشاهده شد؛ و در میان آن‌ها تیمار ترکیبی ۰/۲ قسمت در هزار پربیوتیک +۰/۵ قسمت در میلیون نیترات نقره، بهترین اثر را بر عارضه‌های کبد داشت.

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-25]



شکل ۲: بررسی اثر پربیوتیک قارچ صدفی بر تغییرات بافتی کبد بچه ماهی تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*) پس از مواجهه با نیترات نقره (با بزرگنمایی ٤٠٠x). (سال ۱۳۹۷).

شکل الف: تیمار شاهد (کنترل صفر)، شکل ب: (فلش زرد) خون‌ریزش، (مثلث آبی) نکروز، شکل ج: (مثلث آبی) نکروز، (فلش مشکی) انسداد خونی، (شش‌ضلعی سبز) گرانول تیره، شکل د: (ستاره سیاه) چرب شدن، شکل ه: (مثلث آبی) نکروز، (ستاره سیاه) چرب شدن، (لوزی قرمز) آتروفی، شکل و: (لوزی قرمز) آتروفی، (مثلث آبی) نکروز، (ستاره سفید) تورم، شکلی: (فلش مشکی) انسداد خونی، (ستاره سیاه) چرب شدن، (ستاره سفید) تورم.

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-25]

جدول ۳: اثر پربیوتیک قارچ صدفی بر عارضه‌های بافتی در کبد ماهی تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*) پس از مواجهه با نیترات نقره در تیمارهای آزمایشی مختلف (سال ۱۳۹۷).

عارضه‌های کبد	شاهد بدون پربیوتیک و سم	شاهد سم زده و بدون پربیوتیک	تیمار ۰/۰۵ درصد پربیوتیک	تیمار ۰/۱ درصد پربیوتیک	تیمار ۰/۲ درصد پربیوتیک
آتروفی	–	+++	+++	++	+
چربی	–	+++	+++	+++	++
نکروز	–	+++	+++	+	+
رقیق شدن	–	–	–	–	–
گرانول تیره	–	–	+	–	–
تورم	–	+++	++	++	+
انسداد خونی	–	+++	++	+	–
خون‌ریزش	–	++	++	+	–
رکود صفرا	–	–	–	–	–

عدم مشاهده عارضه (–)،۱ تا ۳ عارضه مشاهده‌شده (+)،۳ تا ۵ عارضه مشاهده‌شده (++)،۵ تا ۱۱ عارضه مشاهده‌شده (+++) و بیشتر از ۱۱(++++).

بحث و نتیجه‌گیری

وجود آلاینده‌ها در اکوسیستم‌های آبی سبب آسیب‌های بافتی در ماهیان می‌شود که این آسیب‌ها و عوارض را با روش‌های هیستوپاتولوژی می‌توان موردبررسی قرارداد (مازندرانی و همکاران، ۱۳۹۴). مطالعه پارامترهای هیستوپاتولوژیک به‌عنوان بیومارکرهای نشانگر زیستی یا بیومارکرها عموماً به یک شاخص قابل‌سنجش از برخی حالت‌ها و شرایط بیولوژیک یا زیستی اشاره دارد. زیست‌نشانگرها اغلب در بررسی فرآیندهای طبیعی زیستی، فرایندهای پاتوژن و یا پاسخ دارویی به یک درمان ویژه ارزیابی می‌شوند، ازجمله مهم‌ترین شاخص‌های زیستی شاخص‌های خون‌شناسی، بیوشیمیایی، هورمونی و بافتی است (Van der Oost *et al.*, ۲۰۰۳). با توجه به آلودگی محیط‌زیست آبزیان و افزایش روزافزون آلاینده‌ها در اکوسیستم‌های آبی و ایجاد عوارض و آسیب بر آبزیان، مطالعه این اکوسیستم‌ها امری ضروری می‌باشد (اکرمی و همکاران، ۱۳۹۰). وجود فلزات سنگین سبب آسیب‌های بافتی می‌شود. آبشش‌ها به‌عنوان ارگانی که در معرض مداوم محیط خارجی قرار دارند، اولین هدف آلاینده‌ها می‌باشند و دارای سلول‌های اپی‌تلیوم بوده و سبب تبادلات گازی با محیط آبی می‌شود؛ بنابراین آبشش بافت مناسبی جهت بررسی اثر کوتاه‌مدت آلاینده‌ها است. درصورتی‌که وجود آلاینده در محیط به‌صورت طولانی‌مدت می‌باشد، باعث ایجاد عوارض و آسیب‌هایی قابل‌مشاهده در بافت آبشش می‌شود. آسیب به این بافت سبب از بین رفتن سلول‌های اپی‌تلیوم و کاهش اکسیژن‌رسانی می‌شود (مشتاقی و همکاران، ۱۳۹۱). به‌طورکلی آبشش ماهیان به‌عنوان شاخص کارآمدی از کیفیت آب در نظر گرفته می‌شود، چراکه علاوه بر وسیع بودن سطح، آبشش‌ها عملکردهای مختلفی دارند که شامل تنفس، تنظیم اسمزی، دفع مواد زائد نیتروژن دار و تعادل اسید و باز می‌باشد؛ بنابراین اختلال عملکرد آبششی ناشی از آلاینده‌ها به‌طور قابل‌توجهی به بهداشت و سلامت ماهی مرتبط می‌شود (هدایتی و همکاران، ۱۳۹۶؛ Alazemi *et al.*, ۱۹۹۶). عمده‌ترین تغییرات بافتی که در بافت آبشش در مواجهه با نیترات نقره در ماهی تیلاپیا مشاهده شد شامل هایپرپلازی پایه‌ای، هایپرپلازی رأسی، نفوذ گلبول‌های خونی، کوتاه شدن تیغه ثانویه، برآمدگی اپی‌تلیوم، تورم سلول سنگفرشی، اتصال تیغه ثانویه و آنوریسم بود که مطابق نتایج، بیشترین اثر تخریب در تیمار شاهد که فقط در معرض نیترات نقره بودند مشاهده شد که این عارضه‌ها در تیمارهای ترکیبی نیترات نقره و پربیوتیک قارچ صدفی با اثر تخریبی کمتر و در مواردی بدون اثر تخریبی مشاهده شد.

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-25]

Chen و همکاران در سال ۲۰۱۱ عوارض هیستوپاتولوژیک در بافت آبشش ماهی دانیو گورخری در مواجهه با نانو ذرات تیتانیوم را، هایپرپلازی رأسی و پایه‌ای گزارش کردند که این عوارض در تحقیق حاضر نیز مشهود بود. همچنین هدایتی و همکاران در سال ۱۳۹۶ در مطالعه اثر نانو ذرات فلزی (دی‌اکسید تیتانیوم، مس و روی) در بافت آبشش ماهی کپور معمولی و ماهی طلایی، آنوریسم لاملای ثانویه و هیپرپلازی در مواجهه با نانو ذرات روی را گزارش کردند. Shahzad و همکاران در سال ۲۰۱۹ تأثیر سمیت نانو ذرات اکسید روی بر تجمع بافت‌ها، استرس اکسیداتیو، هیستوپاتولوژی و سمیت جنسی در تیلاپیا را بررسی نمودند. در مطالعه فوق در آبشش هایپرپلازی، هم‌جوشی آبشش، ضخیم شدن لاملا اولیه و ثانویه و همچنین در بافت کبد، نکروز و آپوپتوز با هسته متراکم و هسته پیلونتیک مشاهده شد.

کبد ماهی شاخص حساس آلودگی محیط بوده و به دلیل تجمع زیستی فوق‌العاده نسبت به سایر بافت‌های بدن، اکثر مطالعات اخیر برای تعیین آلودگی، بر این اندام متمرکزشده است (Safahieh *et al.*, ۲۰۱۱). در مواجهه با سموم و فلزات سنگین هپاتوسیت‌های کبدی به دلیل ارتباطی که با صفرا دارند، در غیر فعال‌سازی آلاینده‌ها نقش بسزایی دارند. خون‌رسانی در کبد نسبت به بقیه بافت‌ها بیشتر می‌باشد به این دلیل وجود سموم در طولانی‌مدت در محیط زندگی ماهی سبب آسیب به سلول‌های بافت کبد نسبت به بقیه بافت‌های داخلی ماهی می‌شود (بنایی و همکاران، ۱۳۹۱). بیشترین عارضه‌های مشاهده‌شده در بافت کبد ماهی تیلاپیا شامل آتروفی، چربی، نکروز، رقیق شدن، گرانول تیره، تورم، انسداد خونی، ریزش خون و رکود صفرا بود که بیشترین اثر تخریب در تیمار شاهد که فقط در معرض نیترات نقره بودند مشاهده شد که این عارضه‌ها در تیمارهای ترکیبی نیترات نقره و پربیوتیک قارچ صدفی با اثر تخریبی کمتر و در مواردی بدون اثر تخریبی مشاهده شد. Ostaszewska و همکاران (۲۰۱۶) اثرات سمیت نانو ذرات نقره و مس را در اپیدرم، آبشش و کبد ماهی خاویاری سیبری بررسی کردند و ساختار نامنظم و هسته‌های پیکنوتیک اپیدرم، آپلازی و یا همجوشی لاملاها، اپیتلیال و نکروز در آبشش و همچنین در بافت کبد اتساع فضای سینوسی، رگ‌های خونی بیش‌ازحد و هسته‌های پیکنوتیک را گزارش کردند. Jain و Batham در سال ۲۰۱۶ اثرات نیترات سرب را بر کبد ماهیان استخوانی آب شیرین بررسی کردند. نتایج عارضه‌های سلول‌های کبدی نامنظم، تخلیه سیتوپلاسمی، دژنراسیون کبدی، احتقان خون و ... در کبد را نشان داد. Pournoriو همکاران در سال ۲۰۱۷ تأثیر نانو ذرات نقره و نیترات نقره را در گربه‌ماهی راه‌راه تغذیه‌شده با تیمار نوکلئوتیدهای غذایی موردبررسی قراردادند و مشاهده کردند که با افزایش غلظت نقره در آب، تجمع نقره در بافت‌ها به میزان قابل‌توجهی افزایش و در ماهی تغذیه‌شده با نوکلئوتیدهای غذایی میزان تجمع نقره کمتر شده، درنتیجه با افزودن نوکلئوتیدهای غذایی به رژیم غذایی گربه‌ماهی راه‌راه سیستم ایمنی ماهی در برابر تجمع نقره تقویت می‌شود. همچنین Khodadadi و همکاران در سال ۲۰۱۹ در مطالعه‌ای دوزهای (۰/۱، ۰،۱/۵ درصد) پره‌بیوتیک سلماناکس را در جیره ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان مورداستفاده قراردادند که نتایج این مطالعه در طول ۶۰ روز پرورش تأثیرات معنی‌داری در بافت آبشش و کبد ماهی نشان داد. افزودن پربیوتیک سلماناکس به رژیم غذایی در غلظت ۱ درصد باعث بهبود پارامترهای بافتی در طی دوره تولیدمثل و کاهش ضایعات بافتی هنگام مواجهه با یرسینیوز و درنهایت سبب کاهش میزان تلفات ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان شد.

بر اساس مطالعه Rayes و همکاران در سال ۲۰۰۴ که اقدام به انتقال مستقیم عفونت‌های باکتریال به کبد موش صحرایی نمودند، مشخص گردید که مصرف پروبیوتیک، پربیوتیک و سین‌بیوتیک در کاهش عفونت‌های مذکور در کبد به میزان ۴۸ درصد مؤثر می‌باشد و این پیشگیری در موش‌های صحرایی توسط فعال کردن ماکروفاژها، تحریک ترشح ایمنوگلوبولین A و افزایش نوتروفیل‌ها بوده است. می‌توان علت اصلی کاهش آسیب‌های کبدی ماهی‌های قزل‌آلای رنگین‌کمان را در موارد فوق توجیه نمود.

تحقیق حاضر نیز مانند نتایج سایر محققان عوارض بسیار شدیدتر ناشی از فلزات نسبت به عوارض مواد آلی و پروبیوتیک‌ها بر بافت آبشش را بیان می‌کند. تفاوت‌های موجود در نتایجی را که محققان مختلف گزارش کرده‌اند، احتمالاً بایستی به گونه پرورشی، اندازه و سن گونه، طول دوره پرورش، شرایط محیطی، رفتارهای تغذیه‌ای، خصوصیات فیزیولوژیک آبزی پرورشی مرتبط دانست که نیاز به تحقیقات بیشتری دارد.

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-25]

بنابراین به نظر می‌رسد تغییرات هیستوپاتولوژیک ایجادشده در کبد و آبشش ماهی تیلاپیا پس از مواجهه با نیترات نقره نوعی پاسخ فیزیولوژیک باشد که جاندار برای ممانعت از ورود این مواد به بدن خود و جلوگیری از آسیب‌های احتمالی ایجاد کرده است. بر اساس نتایج مطالعه حاضر مشخص گردید که غلظت‌های مختلف پربیوتیک قارچ صدفی بر بافت‌های آبشش و کبد در طی دوره مواجهه با نیترات نقره تأثیر به سزایی داشت. البته بهترین تأثیر را غلظت ۰/۲ قسمت در هزار پربیوتیک نشان داد که سبب بهبود مقاومت بافتی در برابر آسیب‌های بافتی کبد و آبشش شد. به نظر می‌رسد مقاومت مذکور به دلایل احتمالی از قبیل بهبود پارامترهای ایمنی، پاسخ‌های آنزیمی و درنهایت مهار استرس بوده باشد. همچنین با توجه به نتایج بافتی و آزمون مواجهه، مصرف بلندمدت و با غلظت بیشتر پربیوتیک قارچ صدفی سبب تأثیر بهتر در میزبان هدف (ماهی تیلاپیا) می‌گردد. تحقیق حاضر فرضیه‌ای بود براثر مثبت پربیوتیک قارچ صدفی بر ایمنی ماهی تیلاپیا در مواجهه با نیترات نقره که نتایج تحقیق حاضر این فرضیه را تائید کرد و توانست اثر مخرب نیترات نقره را بر بافت آبشش و کبد بهبود ببخشد.

منابع

ابرقویی، ص.، هدایتی، س. ع. ا.، قربانی، ر.، کلنگی میاندره، ح. و باقری، ط.، ۱۳۹۵. تعیین و مقایسه سمیت کشنده نانو ذرات نقره و نمک نیترات نقره در ماهی کاراس طلایی. فصلنامه علوم و تکنولوژی محیطزیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات. دوره ۳، شماره ۲، زمستان ۱۳۹۴. صفحات ۴۳۸-۴۲۹.

اکرمی، ر.، قلیچی، ا. و احمدی، ا. ۱۳۹۰-. تأثیر پربیوتیک اینولین جیره غذایی بر پارامترهای هماتولوژی و بیوشیمی سرم خون فیل‌ماهیان (*Huso huso*) جوان پرورشی . مجله تحقیقات دامپزشکی، دانشگاه تهران. دوره ۶۶، شماره ۲، بهار ۱۳۹۰، صفحات ۱۳۶-۱۳۱.

بنایی، م.، میرواقفی، ع. ر.، سوردا گومیل، آ.، رفیعی، غ. ر. و احمدی، ک.، ۱۳۹۱. مطالعه تغییرات فاکتورهای بیوشیمیایی خون و آسیب‌شناسی بافتی کبد ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در تماس با غلظت‌های زیرکشنده دیازینون. نشریه محیطزیست طبیعی، دانشگاه تهران. دوره ۶۵، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۱، صفحات ۳۱۳-۲۹۷.

تربالی، ن.، بهاور، م.، عین اللهی، ن. و نباتچیان، ف.، ۱۳۹۱. بررسی اثر نیترات نقره بر فعالیت آنزیم پراکسیداز ترب کوهی. مجله علمی پژوهشی فیض، دانشگاه علوم پزشکی کاشان. دوره ۱۶، شماره ۷، زمستان ۱۳۹۱، صفحات ۷۱۴-۷۱۳.

جافرنوده، ع.، ۱۳۹۵. بررسی خواص سینرژیستی برخی اسیدهای آلی با باکتری لاکتوباسیلوس کازئی (*Lactobacillus casei*) در پرورش بچه ماهیان انگشت قد قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) پایان‌نامه، دانشکده شیلات دانشگاه ارومیه. ۱۵۰ ص.

خدادادی، ا.، حقیقی، ع.، ملکی نژاد، ح.، توکمه چی، ا. و افشار نسب، م.، ۱۳۹۷. تأثیر مکمل پره‌بیوتیک سل ماناکس بر بافت آبشش و کبد ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در دوره پرورشی و مواجهه تجربی با بیماری یرسینیوزیس. مجله آسیب‌شناسی درمانگاهی دامپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی تبریز. دوره ۱۲، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۷، صفحات ۳۵۵-۳۳۷.

سپهرفر، د.، حسینی فر، س. ح. و جافر نوده، ع.، ۱۳۹۷. تأثیر استفاده مجزا و تلفیقی پروبیوتیک Pediococcus acidilactici و پربیوتیک Raffinos بر شاخص‌های ایمنی موکوس و هیستو مورفولوژی روده در ماهیان طلایی (*Carassius auratus*). فیزیولوژی و تکوین جانوری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد زنجان. دوره ۱۲، شماره ۱، زمستان ۱۳۹۷، صفحات ۲۵-۳۴.

خالقی، س. ر.، هدایتی، س. ع. ا.، کشیری، ح.، پاکنژاد، ح. وحسینی فر، س. ح.، ۱۳۹۷. ارزیابی مکمل‌های غذایی باکتری Pediococcus acidilactici و قارچ خوراکی Agaricus bisporus بر شاخص‌های ایمنی موکوس پوست ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) در مواجهه با نانو ذرات نقره .مجله علمی شیلات ایران، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور. دوره ۲۷، شماره ۳، تابستان ۱۳۹۷، صفحات ۱۰۹-۹۷.

سرسنگی‌علی‌آباد، ح.، محمدی، م.، مشایی، ن. و رجبی‌پور، ف.، ۱۳۹۵. بررسی اثر شوری بر رشد و بازماندگی لارو تیلاپیای نیل (Oreochromis niloticus). مجله علوم تکثیر و آبزی‌پروری، دانشگاه آزاد اسلامی بابل. دوره ۳، شماره ۹، تابستان ۱۳۹۵، صفحات ۶۲-۵۳.

مازندرانی، م.، سوداگر، م. و نمرودی، س.، ۱۳۹٤. هیستوپاتولوژی کلیه، کبد و آبشش بچه ماهیان کپور (*Cyprinus carpio*) در مواجهه حاد با سولفات مس. نشریه علمی بوم‌شناسی آبزیان، دانشگاه هرمزگان. دوره ۵، شماره ۱، تابستان ۱۳۹۴، صفحات ۱۶-۹.

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-25]

مشتاقی، ب.، نظامی، ش.ع.، خارا، ح.، پژند، ذ.، شناور، ع.ر.، حلاجیان، ع.، فتح الهی، ر. و منافی حویق، ز.، ۱۳۹۱. تأثیر سمیت حاد سولفات مس ($Cuso_4 5H_2o$) و پرمنگنات پتاسیم ($Kmno_4$) بر آبشش و کبد بچه تاس ماهیان ایرانی (*Acipenser persicus* Borodin, ۱۸۹۷). مجله علمی پژوهشی زیست‌شناسی دریا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. دوره ۴، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۱، صفحات ۴۴-۳۵.

هدایتی، س.ع.ا.، دارابی تبار، ف. و رضایی، ح.، ۱۳۹۶. بررسی آسیب‌شناسی بافتی آبشش ماهی کپور معمولی (Cyprinus carpio) و ماهی طلایی (*Carassius auratus*) در مواجهه با غلظت کشنده نانواکسید روی (ZnONPs)، نانواکسید مس (CuONPs) و نانودی اکسیدتیتانیوم ($TiO_2 NPs$). مجله آسیب‌شناسی درمانگاهی دامپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی تبریز. دوره ۱۱، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۶، صفحات ۱۴۴-۱۳۵.

هدایتی، س.ع. ا، جهانبخشی، ع. و قادری‌رمازی، ف.، ۱۳۹۳. سم‌شناسی آبزیان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. جلد اول، چاپ اول، صفحات ۷۶-۷۰.

Alazemi, B. M., Lewis, J. W. and Andrews, E. B., ۱۹۹۶. Gill damage in the freshwater fish *Gnathonemus petersii* (family: Mormyridae) exposed to selected pollutants: an ultrastructural study. Journal of Environmental Technology, ۱۷(۳): ۲۲۵-۲۳۸.

Chen, J., Dong, X., Xin, Y. and Zhao, M., ۲۰۱۱. Effects of titanium dioxide Nano particles on growth and some histological parameters of zebra fish (*Danio rerio*) after a long maturation and after fertilization in pig oocytes: relevance to the ability of oocytes to form male pronucleus. Journal of Biology of Reproduction, ٤٩(١): ٨٩-٩٤.

Chen, J., Dong, X., Xin, Y. and Zhao, M., ۲۰۱۱. Effects of titanium dioxide nano particles on growth and some histological parameters of zebrafish (*Danio rerio*) after a long maturation and after fertilization in pig oocytes: relevance to the ability of oocytes to form male pronucleus. Journal of Biology of Reproduction, ٤٩(١): ٨٩-٩٤.

Clark, N. J., David, B., Benjamin, P. E. and Richard, D. H., ۲۰۱۹. Dietary exposure to silver nitrate compared to two forms of silver nanoparticles in rainbow trout: bioaccumulation potential with minimal physiological effects. Journal of Environmental Science, ٦ (٥): ١٣٩٣-١٤٠٥.

Davies, P. H., Goettl Jr, J. P. and Sinley, J. R., ۱۹۷۸. Toxicity of silver to rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Journal of Water Research, ١٢(٢): ١١٣-١١٧.

Douglas, L. C. and Sanders, M. E., ۲۰۰۸. Probiotics and prebiotics in dietetics practice. Journal of the American dietetic association, ١٠٨(٣): ٥١٠-٥٢١.

Jain, S. and Batham, D., ۲۰۱٦. Acute toxicity and biochemical studies of lead nitrate on the liver and kidney of fresh water fish *Mystus cavasius*. Journal of Global Biosciences, ٥(٩): ٤٥٩٠-٤٥٩٧.

Katya, K., Yun, Y. H., Yun, H., Lee, J. Y. and Bai, S. C., ۲۰۱٦. Effects of dietary fermented by-product of mushroom, Pleurotus ostreatus, as an additive on growth, serological characteristics and nonspecific immune responses in juvenile Amur catfish, Silurus asotus. Journal of Aquaculture research, ٤٧(٥), ١٦٢٢-١٦٣٠.

Khodadadian Zou, H., Hoseinifar, S. H., Miandare, H. K. and Hajimoradloo, A., ۲۰۱٦. *Agaricus bisporus* powder improved cutaneous mucosal and serum immune parameters and up-regulated intestinal cytokines gene expression in common carp (*Cyprinus carpio*) fingerlings. Journal of Fish & shellfish immunology, ٥٨: ٣٨٠-٣٨٦.

Khodadadi, A., Haghighi, A., Malekinezhad. H., Tokmechi, A. and Afsharnasab, M., ۲۰۱۹. The effect of Salmanax probiotic supplement on gill tissue and liver of rainbow trout in the breeding period and experimental exposure to Yersiniosis disease. Journal of Veterinary Clinical Pathology, ١٢(٤):٣٣٧-٣٥٥.[In Persian]

Khosravi-Katuli, K., Shabani, A., Paknejad, H. and Imanpoor, M. R., ۲۰۱۸. Comparative toxicity of silver nanoparticle and ionic silver in juvenile common carp (*Cyprinus carpio*): Accumulation, physiology and histopathology. Journal of hazardous materials, ٥(٣٥٩):٣٧٣-٣٨١.

Mahious, A. S., Gatesoupe, F. J., Hervi, M., Metailler, R. and Ollevier, F., ۲۰۰٥. Effect of dietary inulin and oligosaccharides as prebiotics for weaning Turbot (*Psetta maxima*). Journal of Aquaculture International, ١٤:٢١٩-٢٢٩.

Martoja, R. and Martoja–Pierson, M., ۱۹٦۷. Initiation aux techniques de l histology animale. Masson et Cie, Paris.٣٤٥ p.

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-25]

Ostaszewska, T., Chojnacki, M., Kamaszewski, M. and Sawosz-Chwalibóg, E., ۲۰۱٦. Histopathological effects of silver and copper nanoparticles on the epidermis, gills, and liver of Siberian sturgeon. Journal of Environmental science and pollution research, ۲۳(۲): ۱٦۲۱-۱٦۳۳.

Pelgrom, S., Lamers, L., Lock, R., Balm, P. and Wendelaar Bonga, S. E., ۱۹۹٥. Integrated physiological response of tilapia (*Orechromis mossambicus*) to sublethal copper. Journal of Aquatic Toxicology. ۳۲(٤):۳۰۳-۳۲۰.

Pournori, B., Dorafshan, S. and Heyrati, F. P., ۲۰۱۷. Bioaccumulation of water-borne silver nanoparticles and silver nitrate in striped catfish, *Pangasianodon hypophthalmus*, fed dietary nucleotides. Journal of Iranian Journal of Ichthyology, ٤(۱): ۳۱-٤۰.

Rayes, N., Seehofer, D., Theruvuth, T., Schiller, R. A., Langrehr, J. M. and Jonus, S., ۲۰۰٤. Supply of pre- and probiotics reduces bacterial infection rates after liver transplantation a randomized, double-blind trial. Journal of American Journal of Transplantation, ٥: ۱۲٥-۱۳۰.

Safahieh, A., Hedayati, A., Savari, A. and Movahedinia, A., ۲۰۱۱. Effect of sublethal dose of mercury toxicity on liver cells and tissue of yellowfin seabream (*Acanthopagrus latus*). Journal of Toxicology and industrial health, ۲۸(۷): ٥۸۳–۹۲.

Şevik, S., Aktaş, M., Dogan, H. and Koçak, S., ۲۰۱۳. Mushroom drying with solar assisted heat pump system. Journal of Energy Conversion and Management, ۷۲: ۱۷۱-۱۷۸.

Shahzad, K., Khan, M. N., Jabeen, F., Kosour, N., Chaudhry, A. S., Sohail, M. and Ahmad, N., ۲۰۱۹. Toxicity of zinc oxide nanoparticles (ZnO-NPs) in tilapia (*Oreochromis mossambicus*): tissue accumulation, oxidative stress, histopathology and genotoxicity. International journal of environmental science and technology, ۱٦(٤): ۱۹۷۳-۱۹۸٤.

Van der Oost, R., Beyer, J. and Vermeulen, N. P. E., ۲۰۰۳. Fish bioaccumulation and biomarkers. Journal of Environmental toxicology and pharmacology, ۱۳(۲):٥۷-۱٤۹.

Wasser, S. P., ۲۰۰۲. Medicinal mushrooms as a source of antitumor and immunomodulating polysaccharides. Journal of microbiology and biotechnology, ٦۰(۳): ۲٥۸-۲۷٤.

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-25]