مجله بوم شناسی آبزیان

Journal homepage: http://jae.hormozgan.ac.ir

اثرات تخریبی سم دیازینون بر بافت آبشش بچه‌ماهی کلمه (*Rutilus caspicus*)

سید علی‌اکبر هدایتی[1*]، فاطمه خانی[1]، مریم شریفیان[1]، محسن خلیلی[2]

[1] دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

[2] دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد

نوع مقاله:
کوتاه

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۹۴/۰۳/۱۲
اصلاح: ۹۴/۱۱/۲۶
پذیرش: ۹۴/۱۲/۱۴

کلمات کلیدی:
آفت کش
دیازینون
ماهی کلمه

چکیده

تعداد ۱۰۵ قطعه بچه ماهی کلمه با میانگین وزنی ۲/۵ گرم از مرکز تکثیر و پرورش ماهی کلمه بندر ترکمن تهیه و به مدت یک هفته در معرض ۵ غلظت از سم دیازینون به صورت ۰، ۲۵٪، ۵۰٪، ۷۵٪ و ۱۰۰٪ از سمیت کشنده (۰، ۰/۴۲، ۰/۸۵، ۱/۲۸ و ۱/۷۱ میلی گرم بر لیتر) قرار گرفتند. نتایج حاکی از این بود که با پیشرفت غلظت سم آسیب‌های وارده به بافت آبشش از قبیل پرخونی و خونریزی، شکستگی و اتصال لاملاهای ثانویه، ریختگی یکطرفه و دوطرفه لاملاهای آبششی و کوتاه شدن لاملاهای ثانویه،گرزی شدن تیغه‌های آبششی، متورم و پرسلولی شدن لاملاها شدیدتر شد.

مقدمــه

تجمع مواد آلاینده در پیکره دریای خزر به علت بسته بودن آن به نوعی باعث بحران زیست محیطی در این دریا شده است. شمال ایران یکی از قطب‌های مهم کشاورزی کشور می‌باشد که در جنوب دریای خزر قرار گرفته است و با توجه به وجود زمینهای زیاد کشاورزی و توسعه صنعت کشاورزی استفاده از سموم آفت کش در این مزارع بسیار افزایش پیدا کرده است. سموم کشاورزی از طریق پسابهای صنعتی، شستشوی مستقیم، ریزش باران بر روی مناطق سمپاشی شده، زهکشی کشاورزی و آبیاری از محل‌های مصرف شده این سموم وارد منابع آبی می‌گردد. استفاده بیش از حد این سموم باعث به خطر افتادن سلامت جوامع بشری و موجودات غیرهدفی که در معرض این سموم قرار دارند، می‌شود (Shamloofar and Hajimoradloo, 2008). سموم آفت کش بر اساس نوع ساختار شیمیایی به سموم ارگانوفسفره، ارگانوکلره، ارگانوازته (کاربامات) و پیرتروییدها دسته بندی می‌شوند (Pourahmad, 2006).

دیازینون جزء سموم ارگانوفسفره بوده که مکانیسم عمل آن مانند سایر مواد ارگانوفسفره می باشد؛ به این صورت که باعث مهار کلی آنزیم‌ها و به طور عمده آنزیم استیل‌کولین می‌گردد. این سموم از راه آبششها، آب، غذا و پوست می‌توانند وارد بدن ماهی شوند (Khoshbavar Rostami *et al.*, 2005). از عواملی که باعث مسمومیت انتخابی دیازینون برای انواع مختلف ماهی‌ها می‌شود می‌توان به مهار فعالیت استیل‌کولین استراز، میزان توانایی یا قابلیت ماهی در دفع سم و متفاوت بودن راه و محل

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: Hedayati@gau.ac.ir

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-18]

جذب سم دیازینون اشاره کرد (Oh *et al*., 1991؛ Khoshbavar Rostami *et al*., 2005). همزمانی استفاده از دیازینون در مزارع کشاورزی و راهیابی آنها به منابع آبی و مهاجرت ماهیان به رودخانه‌ها برای تولیدمثل و تخم‌ریزی و گذراندن دوران لاروی در این مناطق و همچنین رهاسازی بچه‌ماهیان خاویاری و استخوانی برای بازسازی ذخایر در این رودخانه‌ها که در معرض آلاینده‌های صنعتی و کشاورزی هستند تاثیراتی بر روی پارامترهای هماتولوژی و هیستولوژی این ماهیان می گذارد. شدت تاثیر دیازینون در گونه‌های مختلف ماهی متفاوت بوده که به طور عمده تابع سن، جنسیت، اندازه بدن ماهی، شرایط اقلیمی، شیمی محیط زیست و سایر فاکتورها می‌باشد (Khoshbavar Rostami *et al*., 2005). ماهی کلمه یکی از ماهیان مهم اقتصادی دریای خزر می باشد و همچنین نقش مهمی در زنجیره غذایی فیل ماهی دارا می‌باشد. این گونه مانند برخی دیگر از ماهیان دریای خزر جهت تولیدمثل به رودخانه‌ها مهاجرت می‌کند. اما در سالهای اخیر به علت صید بی‌رویه، تخریب رودخانه-ها، ایجاد سد و ورود انواع فاضلابهای صنعتی و شهری جمعیت آنها به شدت کاهش یافته است. در این تحقیق سعی شده است که تاثیر سم دیازینون که یکی از پرمصرف‌ترین سموم مورد استفاده در مزارع کشاورزی است بر بافت آبشش ماهی کلمه که یکی از ماهیان اقتصادی کشورمان ایران می‌باشد، مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در تابستان ۱۳۹۱ در کارگاه تکثیر ماهیان زینتی واقع در استان گلستان، شهر گرگان انجام گرفت. جهت انجام این تحقیق تعداد ۱۰۵ عدد بچه ماهی کلمه با میانگین وزنی ۱/۵ تا ۲/۵ گرم از مرکز تکثیر و پرورش ماهی کلمه بندر ترکمن واقع در استان گلستان تهیه و برای انجام آزمایش به کارگاه تکثیر ماهیان زینتی وارد شد. بچه ماهی‌ها به مدت دو هفته برای سازگار شدن با شرایط محیط، درون مخازن فایبرگلاس قرار گرفته و با غذای انرژی ۳۰۰۱ شرکت چینه دانه در حد سیری تغذیه شدند.

برای انتقال ماهیان به آکواریوم‌ها، ابتدا مقدار ۲۰ لیتر از آب شهری کلرزدایی شده، درون هر آکواریوم ریخته شد و به مدت ۲۴ ساعت عمل هوادهی انجام گرفت. ۲۴ ساعت قبل از انتقال ماهی‌ها به درون آکواریوم‌ها غذادهی قطع گردید. بر اساس آزمایش اولیه و نتایج آزمون سمیت کشنده این گونه یا LC_{50} که برابر ۱/۷۱ ppm به دست آمده بود (Hedayati *et al*., 2015)، آزمایش تحت کشنده به مدت یک هفته در ۴ تیمار و با ۳ تکرار (۰/۴۲ppm، ۰/۸۵ppm، ۱/۲۸ppm و ۱/۷۱ppm) دیازینون به همراه یک گروه شاهد که به صورت ۰ (شاهد)، ٪۲۵، ٪۵۰، ٪۷۵ و ۱۰۰ درصد LC_{50} دیازینون در پیش آزمایش انتخاب شده بود انجام گرفت. لازم به ذکر است در تیمار شاهد تمامی شرایط سایر تیمارها ثابت در نظر گرفته شده و تنها عامل آلودگی وجود نداشت.

در طی دوره آزمایش، میانگین میزان دما ۱±۲۵ درجه سانتی‌گراد، میانگین مقدار pH=۷/۵-۸ و میانگین مقدار اکسیژن محلول همواره بیش از ۵ میلی گرم بر لیتر بود.

برای انجام آزمایش‌های هیستوپاتولوژیک در پایان دوره از هر تکرار ۱ عدد ماهی به طور تصادفی انتخاب شد. نمونه برداری از کمان دوم آبشش سمت چپ صورت گرفت و سپس نمونه‌ها در فرمالین ۱۰٪ تثبیت گردید. سپس به منظور رنگ‌آمیزی به روش هماتوکسیلین- ائوزین، قطعات کوچک ۱*۱ بافت‌ها جهت آبگیری در الکل قرار گرفتند. پس از آبگیری، نمونه‌ها جهت شفاف سازی و الکل‌گیری، در محلول گزیلل قرار داده شدند. در طی شفاف سازی در محلول گزیلل، ترکیبات لیپیدی معمولاً از بین می‌روند، لذا برای حفظ حالت طبیعی بافت‌ها و همچنین استحکام و پایداری در تهیه اسلاید به‌ویژه در مرحله برش، نمونه‌ها در پارافین مذاب در دمای ۶۰-۵۸ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند و پس از اتمام این مرحله، قالب‌گیری در پارافین صورت گرفت. تهیه اسلاید و برش به وسیله میکروتوم با ضخامت ۵ میکرون صورت گرفت و در نهایت لام‌های تهیه شده به

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-18]

روش هماتوکسیلین- ائوزین رنگ‌آمیزی گردید و با استفاده از چسب کانادا بالزام سطح نمونه ها پوشیده شد. پس از ثبت مشاهدات و بررسی علائم خارجی و ظاهری از قبیل تغییر رنگ بافت، تغییر در استحکام و شکل هندسی بافت، رنگ‌پریدگی، پرخونی یا کم خونی با چشم غیرمسلح، لام‌های آماده شده به وسیله میکروسکوپ نوری با عدسی۱۰ و ۴۰ مورد بررسی قرار گرفتند که با توجه به وجود لنز ۱۰ در عدسی چشمی در مجموع بزرگنمایی به صورت X ۱۰۰ و X ۴۰۰ مشاهده شد. در نهایت داده‌ها به صورت توصیفی ارائه شدند (Poosti and Sedigh Marvasti, 1999 ; Garooei *et al*., 2008).

نتایــج

علائم درمانگاهی مسمومیت با حشره‌کش‌های ارگانوفسفره، تیرگی و عدم تعادل است و در کالبد شکافی علاوه بر تجمع موکوس بر سطح بدن و آبشش، ممکن است خونریزی‌های نقطه‌ای در آبشش دیده شود. برخلاف نمونه بافت آبشش ماهیان شاهد (شکل ۱)، در مشاهده چشمی علائم ظاهری، تجمع مخاط برروی بافت آبشش و نیز پرخونی آبشش‌ها مشاهده شد که گواهی بر اثرگذاری دیازینون بر بافت مورد نظر بود. شایع‌ترین پدیده مشاهده شده، چسبندگی لاملای ثانویه، شکستگی لاملاها و پرخونی بافت آبششی بود (شکل ۲ – A و B).

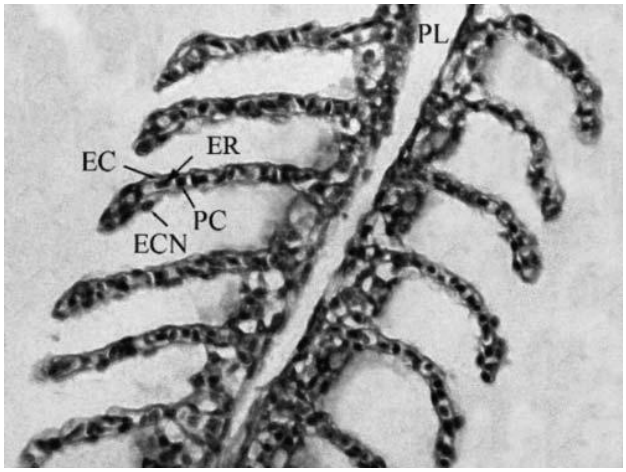
در تیمار ۱ (۰/۴۲ ppm) بیشترین اثری که دیازینون بر روی بافت آبشش داشت حالت پرخونی بود و علاوه بر پرخونی عوارضی همچون شکستگی لاملاها، به هم چسبندگی لاملاها و کوتاه شدن لاملاهای ثانویه هم دیده شد (شکل ۲–D). در تیمار ۲ (۰/۸۵ ppm) بیشترین عارضه‌هایی که مشاهده شد شکستگی لاملا و پرخونی بود البته عوارضی همچون به هم چسبیدگی لاملاها، ریختگی لاملاهای دو سمت رشته آبشش، گرزی شدن و کوتاه شدگی لاملای ثانویه نیز مشاهده شد (شکل ۲ –C). در تیمار ۳ (۱/۲۸ ppm) بیشترین میزان آسیب بر روی آبشش، پرخونی بود و آسیبهایی مثل شکستگی لاملا، به هم چسبیدگی و گرزی شدن مشاهده شد (شکل ۲ – E وF) که مقدار این آسیب ها همانطور که در جدول (۱) مشاهده می‌شود بیشتر از تیمار ۱ و ۲ بود اما در تیمار ۴ (۱/۷۱ ppm) بیشترین آسیب بافتی، ریختگی لاملاهای دو سمت رشته آبشش و پرخونی بود و همچنین عوارضی مانند شکستگی لاملاها، به هم چسبندگی لاملاها و گرزی شدن در بافت آبشش مشاهده گردید.

جدول ۲. عوارض مشاهده شده در آبشش ماهی کلمه قرار گرفته در معرض دوزهای متفاوت سم دیازینون

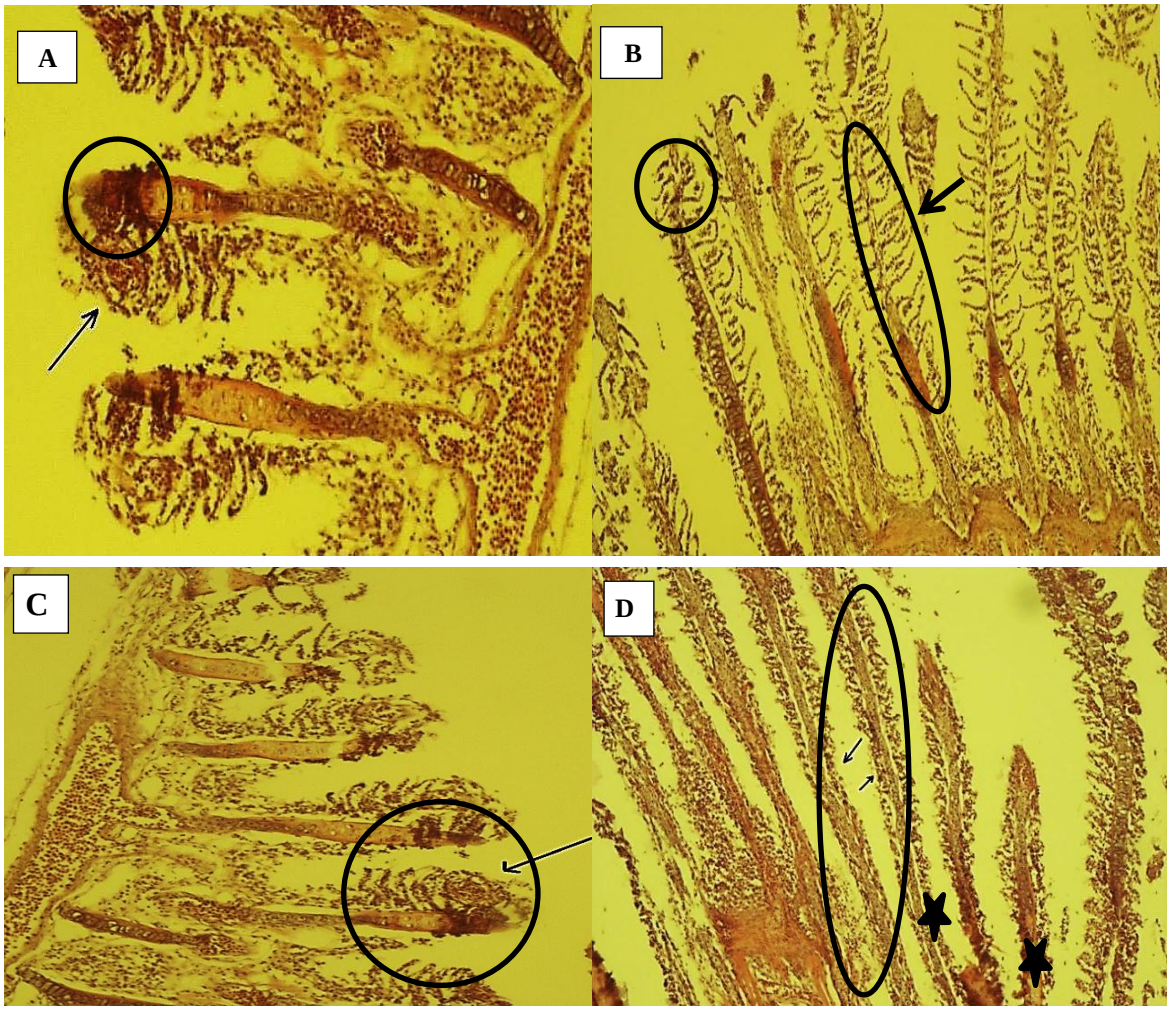
آسیب	غلظت تحت کشنده دیازینون (ppm)				
	۰	۰/۲۴	۰/۸۵	۱/۲۸	۱/۷۱
شکستگی لاملاها	-	+	++	++	++
اتصال لاملاهای ثانویه	-	+	+	++	++
پرخونی	-	++	++	+++	+++
گرزی شدن	-	-	-	+	++
ریختگی یکطرفه لاملاهای آبششی	-	+	-	-	-
ریختگی دوطرفه لاملاهای آبشش	-	-	+	-	+++
کوتاه شدن لاملاهای ثانویه	-	+	+	++	-

عدم مشاهده عارضه (-)، خفیف (+)، متوسط (++)، شدید (+++)

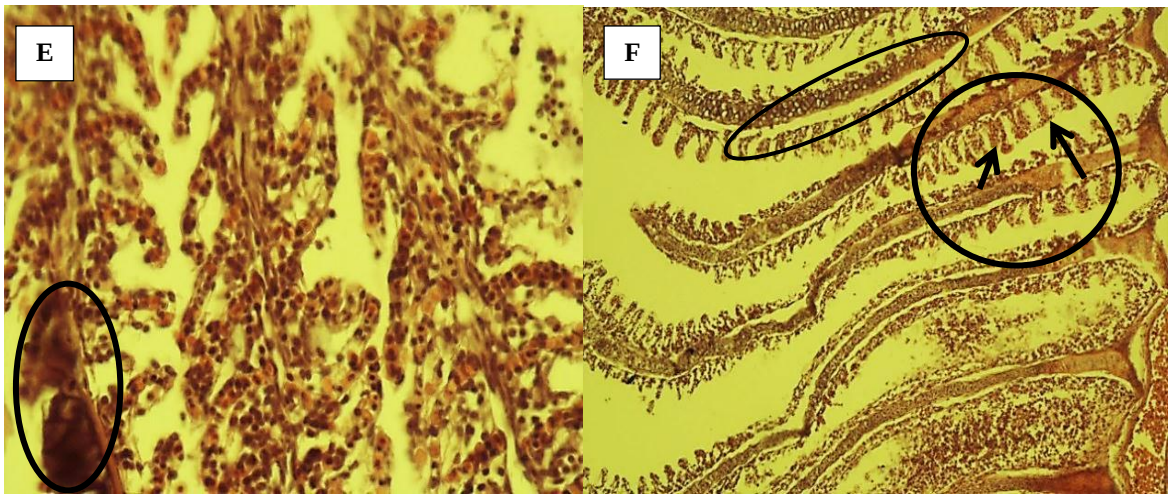
[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-18]

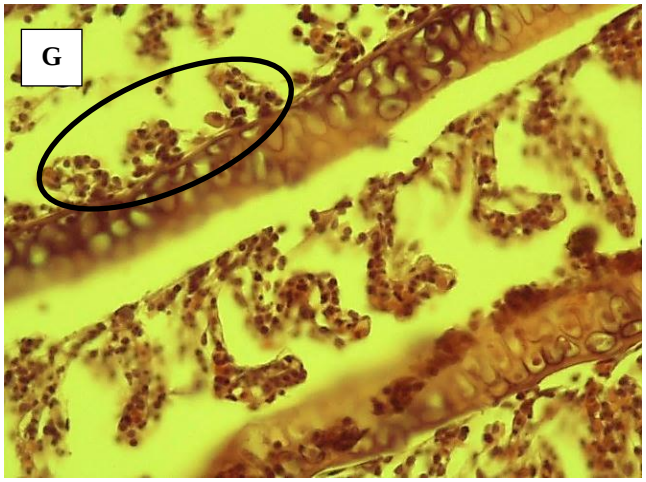


شکل ۱. تصویر بافت آبشش ماهی کلمه (گروه شاهد- X ۴۰۰).



[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-18]





شکل ۲. A) اتصال لاملاهای ثانویه (فلش) و پرخونی شدید (دایره) ، B) ریختگی دوطرفه لاملاها(بیضی)، اتصال راس لاملای ثانویه(فلش)، شکستگی لاملای اولیه (دایره) ، C) چماقی(گرزی) شدن،D) کوتاه شدگی لاملاهای ثانویه و ریختگی یکطرفه(فلش‌ها)، تخریب شدید و بهم جوش خوردگی تیغه‌های آبششی (دایره)و پرخونی (ستاره ها)، پرسلولی شدن لاملای اولیه و ثانویه (بیضی)،E) بهم جوش‌خورگی لاملاهای ثانویه (بیضی) و پرخونی در لاملای ثانویه(فلش‌ها)، F)تجمع آب میانبافتی(بیضی) –پرسلولی‌شدن و تورم سلولهای لاملای ثانویه (فلش‌ها)، افزایش ترشحات مخاطی(دایره)،G)کوتاه‌شدگی لاملاهای ثانویه (بزرگنمایی ۱۰۰ و ۴۰۰).

بحث

حشره‌کش‌های ارگانوفسفره، غالباً از طریق پوست سالم، بافت‌های تنفسی و لوله گوارشی ماهی جذب می‌شوند (Hedayati *et al.*, 2015). در ماهیان تحت تیمار به هم چسبیدگی تیغه‌های آبششی ناشی از پرسلولی شدن اپیتلیوم (شکل ۲- D) و نیز در نتیجه پرسلولی شدن و تورم سلول‌های پوششی از غشای پایه تا رأس تیغه آبششی حالت چماقی شدن به ویژه در رأس تیغه‌های آبششی پدیدار گردید (شکل ۲- C). Garooei و همکاران (2008)، گزارش کردند که ماهیان کلمه تحت تیمار سمیت حاد سولفات آلمینیوم پس از طی ۹۶ ساعت در pH=5 (اسیدی) مواردی از قبیل فیوژن (بهم جوش‌خوردگی) لاملاها و گرزی شدن را نشان دادند. افزایش ترشحات مخاطی (شکل۲-F) نیز در تیغه‌های آبششی مشاهده گردید که به عنوان محافظی در محدود کردن دسترسی به سطح آبششی صورت می‌گیرد ولی افزایش آن ممکن است با مسدود کردن تبادل گازهای تنفسی منجر به خفگی شود (Poosti and Sedigh Marvasti, 1999).

ماهی قزل آلای رنگین کمان در معرض سم دیازینون، هایپرپلازی (پرسلولی شدن) لاملاهای ثانویه، بهم چسبیدگی لاملاها (فیوژن) و افزایش ترشحات موکوسی در ساختار آبشش نشان دادند. تورم سلولهای موکوسی، افزایش بیش از حد موکوس، هیپرپلازی سلول‌های کلراید در آبشش این ماهی می‌تواند در تنفس و تبادلات گازی و همچنین تبادلات یونی و تنظیم اسمزی آنها اختلال ایجاد نماید (Banaee *et al.*, 2011). پرخونی (افزایش اریتروسیت‌ها در رگ) (شکل ۲-A، D، E) و خون‌ریزی (ناشی از پاره شدن مویرگهای لاملا) از علایم مشهود بافت شناختی بود. اثر سمیت حاد دیازینون بر روی بچه

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-18]

ماهیان شیپ (*Acipenser nudiventris*) مورد بررسی قرار گرفت (Khoshbavar Rostami *et al.*, 2005). این محققین گزارش نمودند که مسمومیت حاد سم دیازینون موجب کاهش گلبول سفید و میزان لنفوسیت شده و شکل تکامل یافته نوتروفیل افزایش معنی‌داری داشت. تغییرات حاصل در مقادیر سطوح اریتروسیت و لکوسیت ممکن است ناشی از اختلال در روند خونسازی و کاهش ایمنی غیراختصاصی ماهی باشد. با افزایش غلظت دیازینون شدت آسیب‌های بافتی در آبشش ماهیان افزایش یافت.

شدت علایم ظاهری بسته به دوز بوده و بیشترین علایم در تیمار ppm ۱/۷۱ دیده شد که شامل بیقراری، شنای غیرعادی، شنای نزدیک به سطح آب همراه با تولید بیش از حد مخاط بود و نشان از اختلال در عملکرد صحیح دستگاه تنفس ماهیان تحت تیمار داشت. اولین اثر سمی حشره‌کش‌های ارگانوفسفره مهار کردن کولین‌استرازها که مهمترین آنها استیل کولین‌استراز است، می‌باشد. وجود استیل‌کولین‌استراز برای از بین‌بردن استیل کولین اضافی در پیوندگاه عصب عضله پس از انقباض عضله ضروری است. بنابراین کنترل عضلانی دچار اختلال شده و ممکن است به ظهور گوژپشتی افقی و عمودی اولیه منجر شود که یکی از آثار نیمه کشندگی این حشره‌کش‌هاست (Luskova *et al.*, 2002).

تورم سلول‌های تیغه‌های آبششی و از هم‌گسیختگی سلول‌های پوششی باعث افزایش فاصله انتشار از آب به خون، کاهش فشار اکسیژن و افزایش تهویه تنفسی می‌گردد. از آنجا که دیازینون از طریق آبشش، پوست و سیستم گوارشی به راحتی وارد بدن ماهی‌ها می‌شود، قابلیت انحلال این سم در چربی سبب شده تا این سم به راحتی از ساختار فسفولیپیدی غشاهای زیستی عبور نماید و در طی کمتر از ۲۴ ساعت قرار گرفتن در معرض سم، غلظت سم در بافت‌های مختلف بدن به ویژه خون، به سطح مشابه آن در محیط برسد و به تدریج در بافت‌های مختلف بدن تجمع یابد (Vale, 1998). عدم تغییر در بافت آبشش تیمار شاهد، تائیدی بر اثر مخرب سم دیازینون بر بافت‌های تحت تیمار می‌باشد.

در مجموع با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان بیان نمود که دیازینون در سطح استرس تحت کشنده دارای اثرات متعدد بافتی بر آبشش ماهی کلمه بوده و در کوتاه مدت به شدت سمی می باشد و بسیاری از عوارض بافتی غیرقابل بازگشت ایجاد می نماید. همچنین می‌توان از این شاخص‌ها به عنوان بیومارکرهای ردیابی اثرات دیازینون بر سلامت ماهی کلمه و نهایتاً اکوسیستم دریای خزر استفاده نمود.

تشکر و قدردانی

این تحقیق از طرح پژوهشی در قالب اعتبار پژوهشی اعضاء هیات علمی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان صورت گرفته است. بدینوسیله از اساتید محترم و همکاران گرامی دانشکده شیلات و محیط زیست دانشگاه به دلیل در اختیار قرار گذاشتن امکانات لازم قدردانی و تشکر می‌گردد.

منابـع

Banaee, M., Sureda, A., Mirvaghefi, A.R., Ahmadi, K. 2011. Effects of diazinon on biochemical parameters of blood in Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Pesticide Biochemistry and Physiology. 99: 1-6.

Garooei, H., Jamili, Sh., Rostami, M. 2008. Lethal effect of aluminum sulphate on gill tissue of roach *Rutilus rutilu*s. Research Journal of Poultry and Aquatic Animals. 79: 193-196. (in Persian).

Hedayati, A., Ghaffari, H., Shahbazi, S., Gerami, M.H. 2015. Acute toxicity and behavioral changes associated with diazinon in *Rutilus rutilus caspicus* and *Hypophthalmicthys molitrix*. Iranian Journal of Toxicology. 9(30): 1354-1359.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-18]

Khoshbavar Rostami, H., Soltani, M., Yelghi, S. 2005. Effect of Diazinon on some blood indices of *Acipenser stellatus* and its LC50. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources. 5: 41-49. (in Persian)

Luskova, V., Svoboda, M., Kolarva, J. 2002. The effect of Diazinon on blood plasma biochemistry in carp (*Cyprinus carpio*). Acta Veterinaria Brnova. 71: 117- 123.

Oh, H.S., Lee, S.K., Kim, Y.H., Roh, J.K. 1991. Mechanism of selective toxicity of diazinon of killkafish (*Oryzias latipes*) and loach (*Misgurnus anguillicaudatus*). Aquatic Toxicology and Risk Assessment. 14: 343-353.

Poosti, A., Sedigh Marvasti, A. 1999. Fish Histology. Publication of Tehran University. 328 P. (in Persian)

Pourahmad. J. 2006. General Toxicology. Iran, Samt Publishing. 104-120. (in Persian).

Shamloofar, M., Hajimoradloo, A. 2008. Detect of LC50 and some tissue lesions of Sovin poison on common carp fry *Cyprinus carpio*. Fishery Journal of Azadshahr University. 2(3): 27-34. (in Persian)

Vale, J.A. 1998. Toxicokinetic and toxicodynamic aspects of organophosphorus OP insecticide poisoning. Toxicology Letter. 102: 641-649.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-18]