

## تأثیر زیر حد کشندگی سم دیازینون بر پارامترهای خونی و بافت‌های آبشش و عضله بچه ماهی قره برون

الناز کشتکارلنگرودی<sup>۱</sup>، اکرم تهرانی فرد<sup>۲\*</sup>

۱- گروه بیولوژی دریا، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران، صندوق پستی: ۱۴۵۱۵/۷۷۴

۲- گروه بیولوژی دریا، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران، صندوق پستی: ۱۶۱۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۶/۱۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱/۲۵

### چکیده

این مطالعه به منظور بررسی سمیت آفت کش دیازینون به عنوان یک آلاینده اکوسیستم‌های آبی بر روی تغییرات آسیب‌شناسی بافت عضله و آبشش بچه ماهیان قره‌برون و آگاهی از تغییرات پارامترهای خونی آنها در مرکز تکثیر و پرورش ماهیان استخوانی شهید انصاری در سال ۱۳۹۲ انجام گردید. در این آزمایش تعداد ۵۰ عدد بچه ماهی قره‌برون با میانگین وزنی ۳ تا ۵ گرم مورد بررسی قرار گرفتند. بر اساس روش O.E.C.D به مدت ۱۴ روز در معرض غلظت‌های ۲۵ و ۵۰ و ۷۵ درصد از LC50 سم دیازینون (که برابر ۴/۳۸ میلی‌گرم بر لیتر است) به صورت ساکن قرار گرفتند. از هر تیمار به طور تصادفی نمونه گرفته و سپس به آزمایشگاه منتقل شدند. جهت خونگیری (در شرایط آرام بدون ایجاد هر گونه استرس)، با استفاده از سرنگ ۲ میلی‌لیتری از ساقه دمی خون گرفته و در ظرف حاوی ضد انعقاد هیپارین ریخته شد. پارامترهای خون‌شناسی با استفاده از روشهای استاندارد اندازه‌گیری شدند. نتایج حاصله بیانگر آن است که میانگین تعداد گلبولهای قرمز خون در نمونه شاهد ۷۱×۱۰<sup>۴</sup> و تیمار ۱۰<sup>۴</sup>×۶۵ و تیمار ۲×۱۰<sup>۴</sup>×۶۳ و تیمار ۳×۱۰<sup>۴</sup>×۶۲ و میزان هماتوکریت در نمونه شاهد ۲۳ درصد و تیمار ۱، ۲۱ درصد و تیمار ۲، ۲۰ درصد و تیمار ۳، ۱۹ درصد بوده و قرابت بین فاکتورهای هماتولوژیک مورد نظر را آنالیز آماری معنی‌دار نشان داده است ( $P \leq 0/01$ ). بین تعداد گلبولهای قرمز و حجم متوسط گلبولی و هماتوکریت ارتباط است، یعنی ممکن است تعداد گلبولهای قرمز در دو شرایط مختلف یکسان باشد ولی این تشابه در حجم متوسط گلبولی وجود نداشته باشد بدلیل اینکه هماتوکریت آنها فرق می‌کند و یا با افزایش تعداد گلبول قرمز از مقدار هماتوکریت کاسته شود و از این جهت حجم متوسط گلبولی کاهش را نشان می‌دهد. میانگین حجم متوسط گلبولی بر حسب میکرون مکعب حداقل ۳۱۷ میکرون مکعب در تیمار ۳ و حداکثر ۳۵۸ میکرون مکعب در گروه شاهد بود. مقدار هموگلوبین در ماهیان خاویاری مانند سایر موجودات دیگر ارتباط مستقیمی با تعداد گلبولهای قرمز دارد به طوری که افزایش تعداد گلبولهای قرمز میزان هموگلوبین نیز بالا می‌رود و بالعکس. نمونه بافت‌های عضله و آبشش در هر تیمار، در محلول بوئن تثبیت و مقاطع نمونه بافت‌ها با ضخامت ۷ میکرون برش یافته و با استفاده از روش هماتوکسیلین-ئوزین رنگ آمیزی و توسط میکروسکوپ نوری مورد مطالعه قرار گرفتند. تأثیرات آسیب‌شناسی بافتی دیازینون بر روی بافت عضله دژنره شدن، ادم، واکوئله شدن، نکروز شدن و آتروفی شدن رشته‌های عضلانی را در تیمارها نشان داد. همچنین پرخونی، چسبیدن تیغه‌های آبششی، نکروز سلولهای کلراید و بهم ریختن ساختار تیغه‌های آبششی از مهم‌ترین تغییرات مشاهده شده در ماهیان تحت تأثیر سم دیازینون بود. این تغییرات آسیب‌شناسی بافتی با افزایش غلظت سم به طور معنی‌داری افزایش یافت و میزان مرگ و میر با افزایش میزان غلظت سم افزایش یافت.

**کلمات کلیدی:** LC50، ماهی قره برون، دیازینون، خون، آبشش، عضله

## مقدمه

ماهیان خاویاری از ذخایر اقتصادی و اکوبیولوژیک دریای خزر بوده و درآمد حاصل از صید خاویار آنها پایه و بنیان اقتصادی شیلات ایران را تشکیل می‌دهد. علاوه بر توجه به سلامتی و بهداشت مولدین و بچه‌ماهیانی که جهت رها سازی پرورش داده می‌شوند، اگر این هدف را دنبال کنیم که ماهیان خاویاری را در آبهای داخلی سازگار نموده و به پرورش آن در راستای تولید اقتصادی پردازیم با عنایت به دوره پرورش طولانی، باید به بهداشت و بیماریهای آنها در جهت کنترل تولید توجه ویژه اعمال گردد و نیز جهت بررسی تغییرات بافتی و فیزیولوژیکی این دسته از ماهیان که احتمالاً در اثر آلودگیهای ناشی از کشاورزی، نفتی و... در طبیعت بوجود می‌آید، آگاهی از تغییرات بافتی و پارامترهای خونی و بیوشیمیایی این ماهیان ضروری است (Saeidi *et al.*, 2002). بیشتر اطلاعات در زمینه خون‌شناسی و بافت‌شناسی ماهیان استخوانی بوده و در خصوص ماهیان خاویاری علم جدیدی است و گزارشات محدودی در این زمینه وجود دارد. مطالعاتی توسط Karyakina در رابطه با سلولهای عصبی و گلبولهای سفید در نوروهیپوفیز ماهی چالباش با تخم‌ریزی و نیز اندازه‌گیری و سنجش فاکتورهای خونی در تاسماهیان جوان انجام گردیده است (Alyakrinskyaya and Dolgova, 1984).

امروزه آفت‌کش‌ها در کشاورزی و برای کنترل آفات در محیط‌های آبی و نیز برای حفظ سلامت بشر و حیوانات به کار می‌روند اما کاربرد روزافزون و بیش از حد آفت‌کش‌ها سلامت بشر را نیز به مخاطره انداخته و اثرات معکوسی بر موجودات غیر هدف داشته و موجب

آلودگی منابع آب و خاک و هوای گرد (Skry, 2012).

سموم و آفت‌کش‌ها در حال حاضر از عمده‌ترین موارد مسمومیت ماهیان هستند که ممکن است در غلظت کم، تاثیر مستقیمی روی ماهی نداشته باشند ولی در طولانی مدت روی مراحل اولیه تکامل ماهی موثر خواهند بود. به هر حال آفت‌کش‌ها در بیشتر موارد منجر به آسیب به ماهیان می‌شوند، از این رو تحقیقات اکولوژیک و بیولوژیک برای تعیین اثرات مواد غیر طبیعی بر حیات محیط زیست در سال‌های اخیر افزایش یافته است (Tehranifard *et al.*, 2007a).

استان‌های گیلان، مازندران و خوزستان به عنوان قطب‌های بزرگ کشاورزی به شمار می‌آیند و سطحی بالغ بر ۱/۵ میلیون هکتار از اراضی کشاورزی این مناطق به کشت انواع محصولات زراعی آبی و دیم اختصاص دارد. مصرف مواد دفع آفات نباتی در این استان‌ها از میزان بسیار بالایی برخوردار است. از مجموع حدود ۳۵۰۰۰ تن ماده دفع آفات نباتی توزیع شده در سطح کشور حدود ۲۵۰۰۰ تن آن در اراضی کشاورزی استان‌های شمالی کشور مورد مصرف کشاورزان قرار می‌گیرد. باید اذعان نمود که در بعضی موارد آفت‌کش‌ها اثرات مخرب بیشتری روی موجودات غیرهدف (آبزیان) نسبت به موجودات هدف (آفات) داشته که این خود در حساسیت بالاتر و مرگ و میر سریع‌تر و بیشتر آبزیان نهفته است. سواحل جنوبی دریای خزر و رودخانه‌های مهاجر پذیر شامل سفیدرود، گرگان رود، پل رود، تجن و سفارود می‌باشند که این رودخانه‌ها به دلیل مجاورت با مزارع بسیار وسیع کشاورزی اعم از شالیزار، گندم زار، مرکبات و باغات چای، هر ساله مقادیر زیادی از باقیمانده سموم مختلف کشاورزی را

تعدادی از محصولات برای تعدادی از سبزیها تعیین کرده اند (Sanaee, 1997).

در این مطالعه از تعداد ۵۰ قطعه بچه ماهی قره برون استفاده شد. بچه ماهیان مورد بررسی عمدتاً در سنین ۱-۲ سالگی بوده و میانگین وزن آنها ۲۳۵ گرم و میانگین طول ۴۴/۳ سانتی متر بودند. پس از نگهداری آنها در شرایط آب شیرین (از آب رودخانه استفاده شد که ۲۴ ساعت قبل از شروع آزمایش مورد عملیات اکسیژن دهی قرار گرفت) به مدت ۱۰ روز و سازگاری آنها با این شرایط برای انجام آزمایشات آماده شدند. آب استفاده شده برای آکواریوم ها ۲۴ ساعت قبل از شروع آزمایش اکسیژن دهی گردیده و پارامترهای موثر فیزیکی شیمیایی آب نظیر pH برابر ۷ تا ۸ و میزان اکسیژن محلول حداقل ۸۵ درصد اشباعی هوا (۷ میلی گرم در لیتر)، دما (۱±۲۵ درجه سانتی گراد) و سختی کل (۳۲۴۰ میلی گرم در لیتر کربنات کلسیم) تحت کنترل بودند (جدول ۱).

برای انجام این آزمایشات تعداد ۴ عدد آکواریوم ۲۰ لیتری بکار برده شد. در هر آکواریوم تعداد ۵ بچه ماهی قره برون قرار داده شد. گروه اول بعنوان شاهد و گروه دوم از سم دیازینون با غلظت ۲۵ درصد Lc50 ۹۶ ساعت، گروه سوم با غلظت ۵۰ درصد Lc50 ۹۶ ساعت، گروه چهارم با غلظت ۷۵ درصد Lc50 ۹۶ ساعت، با سه تکرار انجام شد. سپس با استفاده از روش آماری، میانگین و انحراف معیار کلیه اطلاعات محاسبه گردید و برای مقایسه نتایج بدست آمده از برنامه Excel استفاده شد.

با توجه به غلظت کشنده Lc50 سم دیازینون که برابر ۴/۳۸ میلی گرم بر لیتر می باشد. غلظت سم در این آزمایش ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد از Lc50 سم دیازینون

به دریای خزر منتقل می کنند. این سموم از طریق تغییر در کیفیت آب باعث مرگ بچه ماهیان و حتی ماهیان بزرگتر می گردند (Soltani and Khoshbavar, 2007). بررسی تغییرات هیستوپاتولوژیک نیز به طور گسترده ای به عنوان نشانگرهای زیستی در ارزیابی سلامت ماهی های در معرض آلاینده ها استفاده می شود. این مواد شیمیایی زیر حد کشنده برای ماهی، سبب آسیب های بافتی و سمیت بالای آنها منجر به مرگ و میر ماهی می شود (Mario et al., 2010). آبشش ها یکی از اندام های حیاتی بوده که در تماس مستقیم با آب می باشند. آبشش ماهی می تواند به عنوان یک عضو حساس برای آزمایش اثر زیر حد کشنده استفاده شود. آبشش غالباً در ارزیابی آلاینده ها در محیط های دریایی و همچنین زیستگاه های آب شیرین مورد بررسی قرار می گیرند (Magar and Shaik, 2013).

هدف از این تحقیق بررسی سمیت آفت کش دیازینون به عنوان یک آلاینده اکو سیستم های آبی بر روی تغییرات آسیب شناسی بافت عضله و آبشش بچه ماهیان قره برون و آگاهی از تغییرات پارامترهای خونی آنها بوده است.

## مواد و روش ها

سم حشره کش دیازینون با فرمول شیمیایی  $C_{12}H_{21}O_3N_2PS$  بوده و در کشاورزی در دفع آفات برنج، میوه، نیشکر و گیاهان زینتی و غیره مصرف می شود. حد آستانه مجاز دیازینون در سال ۱۹۹۱ به مقدار ۰/۱ میلی گرم در یک متر مکعب هوا تعیین شده است. حد قابل تحمل آن را در ۰/۷۵ قسمت در میلیون

ظرف گزیل گذاشته و حداقل زمان شفاف کردن ۴ ساعت در نظر گرفته شد، سه مرحله فوق توسط دستگاه زیر صورت گرفت. پارافینه کردن بافت: برای نرم شدن نمونه‌ها، آنها در مخلوط کلروفرم و پارافین خالص نرم و به قرار زیر قرار گرفتند. بافت به آرامی از گزیل خارج شده و در پارافین مذاب قرار گرفت. حداقل زمان لازم ۴ ساعت بود. قالب گیری توسط دستگاه Embedding صورت گرفت. برش زدن بافت یا مقطع گیری: در این مرحله با استفاده از میکروتوم دوار، برشهای بافتی به ضخامت ۵ میکرون تهیه گردیدند. صورت لایه نازکی از پارافین حاوی بافت بودند را با استفاده از قلم موهای نازک از رویه سطح شیدار میکروتوم برداشته شد. شناوری در آب گرم (۳۷ درجه سانتیگراد) حمام بافت، که در مجاورت میکروتوم قرارداد شد تا چین و چروک بافتهای تهیه شده از بین بروند. سپس سبدها را در فور ۱۲۰ گذاشته و در درجه ۲۰-۱۰ دقیقه گذاشتیم. این نکته قابل ذکر است که رو لام‌ها را با قلم الماس نامگذاری کردیم تا شماره گذاری های روی لام پاک نشود. رنگ آمیزی: برشهای بافتی تهیه شده با هماتوکسیلین و ائوزین رنگ آمیزی شدند (Hung et al., 1990).

جدول ۱: برخی از متغیرهای فیزیکی و شیمیایی آب مورد استفاده طی انجام آزمایشها

متغیر	مقدار
درجه حرارت	۲۵±۱
اکسیژن محلول	>۷ میلی گرم در لیتر
سختی کل	۳۴۰ میلی گرم در لیتر
pH	۸/۲-۷

خونگیری بر اساس پروتکل (Heil, 2004) از ساقه دمی انجام گرفت.

برای ماهی قره‌برون به ترتیب ۱/۰۹۵، ۲/۱۹، ۳/۲۸۵ میلی گرم در لیتر در نظر گرفته شد. بعد از ۱۴ روز که ماهیان در معرض سم دیازینون با غلظت متفاوت قرار گرفتند، از هر تیمار به طور تصادفی نمونه گرفته و سپس به آزمایشگاه منتقل شدند. جهت خونگیری (در شرایط آرام بدون ایجاد هر گونه استرس)، با استفاده از سرنگ ۲ میلی لیتری از ساقه دمی (یک سانتی متر پایین تر از باله مخرجی ناحیه ساقه دمی با زاویه ۴۵ درجه) خون گرفته و در ظرف حاوی ضد انعقاد هپارین (۲۵۰-۲۰۰ واحد بین المللی هپارین به ازای هر میلی لیتر خون) ریخته می‌شد. نمونه های خون در شرایط سرما به آزمایشگاه منتقل و به طور سریع آزمایشات مورد نظر انجام پذیرفت.

سپس نمونه بافتی از آبشش و عضلات تیمارها و شاهد جدا شده و پس از تثبیت مقاطع بافتی تهیه و با هماتوکسیلین - ائوزین رنگ آمیزی و پس از مونته کردن روی لام توسط میکروسکوپ Motic که مجهز به دوربین عکس گرفته و مورد بررسی قرار گرفتند. مراحل تهیه بافت بر اساس پروتکل استاندارد از کتاب Fish pathology انجام شده است (Terwinghe and Danguy 2009).

مرحله اول: فیکس کردن توسط محلول بوئن انجام شد. مرحله دوم: آبگیری در چند ظرف الکل با درجات صعودی قرار گرفت. مدت توقف بافتها در الکل های فوق برای ظرف اول یکساعت و برای ظرف الکل مطلق ۲ ساعت در نظر گرفته شود، می توان به جای دو ظرف الکل مطلق یک ظرف بکار برد. مرحله شفاف سازی: برای شفاف کردن از محلولهایی استفاده شد که بتواند الکل موجود در بافت را خارج نموده و شفافیت به آن بدهد. از گزیل استفاده کردیم ۲ تا ۳

- شمارش گلبول‌های قرمز با استفاده از پیت ملائزور قرمز و لام هموسیتر متر انجام شد.
- شمارش گلبول‌های سفید با استفاده از پیت ملائزور سفید و لام هموسیتر متر انجام شد.
- آنالیز آماری: میانگین و انحراف معیار کلیه اطلاعات محاسبه گردید و برای مقایسه نتایج بدست‌آمده از برنامه SPSS استفاده شد.

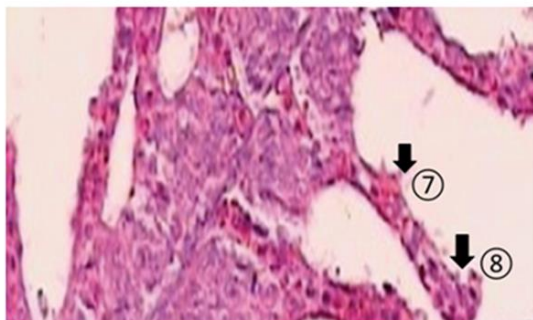
### نتایج

گلبول‌های قرمز ماهی، بیضی شکل و دارای سیتوپلاسم صورتی رنگ بوده و هسته آنها نیز بیضی شکل و تقریباً در مرکز گلبول قرار دارد. هسته‌ها اغلب دارای کروماتین پر تراکم بوده و بازوفیلیک می‌باشند. نتایج پارامترهای خونی در گروه شاهد و تیمارها در جداول زیر آمده است (در همه جداول اعداد بالایی در هر کادر میانگین و انحراف معیار و دو عدد پایین مینیمم و ماکزیمم هستند).

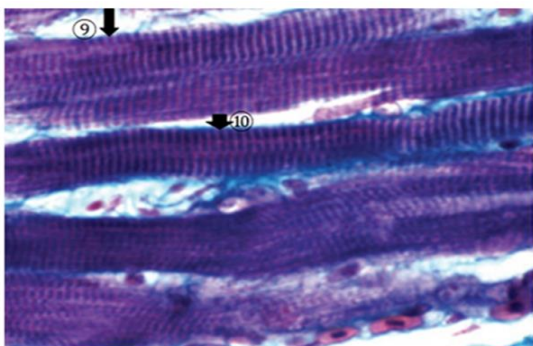
- آزمایشات خون شناسی عبارت بودند از:
  - زمان انعقاد خون: پس از خونگیری زمان انعقاد با استفاده از کرومومتر اندازه‌گیری شد.
  - هماتوکریت: برای اندازه‌گیری هماتوکریت از روش میکروهماتوکریت استفاده شد.
  - هموگلوبین: برای اندازه‌گیری هموگلوبین از روش سیان مت هموگلوبین و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد.
  - سدیمان: برای اندازه‌گیری سدیمان از روش وسترگرین استفاده شد.
  - اندیس‌های خونی (شاخص‌های گلبولهای قرمز خون):
    - حجم متوسط گلبولی (M.C.V) با واحد فمتولیتتر  $M.C.V = HCT \times 10 / RBC$
    - غلظت متوسط هموگلوبین در یک گلبول قرمز (M.C.H) با واحد پیکوگرم  $M.C.H = HB \times 100 / RBC$
    - غلظت متوسط هموگلوبین در گلبول‌های قرمز (M.C.H.C) با واحد درصد  $M.C.H.C = HB \times 100 / HCT$

جدول ۲: میانگین و دامنه تعداد گلبولهای قرمز، سفید، مقادیر هموگلوبین، هماتوکریت و پارامترهای خونی در گروه شاهد و تیمارهای مختلف

W.B.C mm <sup>3</sup>	ESR mm/h	M.C.H.C درصد	M.C.H pg	M.C.V m <sup>3</sup>	Hb Gr/dl	HTC درصد	R.B.C mm <sup>3</sup> عدد $\times 10^6$	فاکتورهای هماتولوژیک تیمارها
21±3/2	9/5±4/5	24±2	80±3/1	358±39	6/27±0/2	23±3/1	71±12	گروه شاهد
15-27/2	2/5-11/5	2-32	66-100	290-426	5-7/54	18-27	55-86	
20±3/4	8/6±5/6	23±3	79±15/1	333±59	5/4±0/88	21±2/1	65±7/2	تیمار ۱ (۱/۹۵ میلی گرم در لیتر سم دیازینون)
14-24	4-5	2-29	65-110	288-443	4-7	19-25	70-60	
14±5/2	6/2±4/5	23±3/0/2	76±8/6	323±28/8	5±0/79	20±1/5	63±8	تیمار ۲ (۲/۱۹ میلی گرم در لیتر سم دیازینون)
9-19	1-15	2-29	64-90	281-361	4-6/5	18-23	61-65	
12±4/8	2/6±2/3	24±1/4	71±8/5	317±30	4/5±0/44	19±3/1	62±7/9	تیمار ۳ (۳/۲۸۵ میلی گرم در لیتر سم دیازینون)
10-17/5	1-6	2-24	58-78	281-343	3/9-5/1	17-21	61-63	

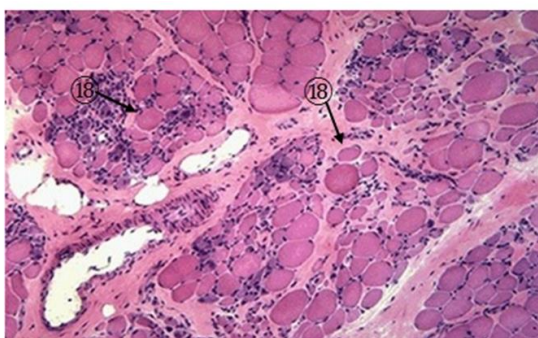


شکل ۳: (7) دژنره شدن و (8) نکروز در تیغه های آبشش ثانویه ماهی قره برون تیمار شده با غلظت ۰/۵ سم دیازینون بزرگنمایی 400x



شکل ۴: برش طولی عضله ماهی قره برون (نمونه شاهد) بزرگنمایی 1000x

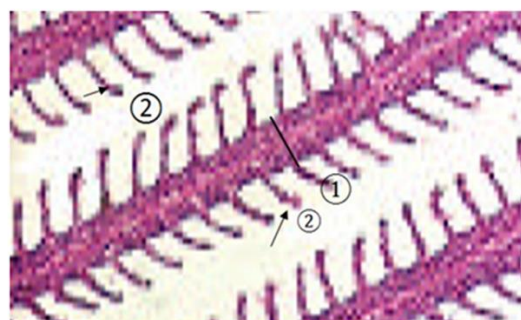
(9) خطوط عرضی تیره و روشن (10) برش طولی میوفیبریل



شکل ۵: (18) آتروفی رشته های عضلانی تحت تاثیر غلظت ۰/۷۵ سم دیازینون بزرگنمایی 1000x

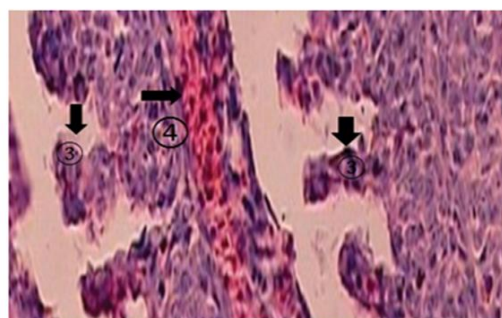
از نظر تغییرات رفتاری در ماهیان قره برون مشاهداتی که انجام شد شامل تیره شدن پوست، باد کردن چشم ها، فرسودگی کناره های باله، باد کردن شکم به همراه پیدایش مایع آبکی و زرد روشن در محوطه شکمی بود و از نظر رفتاری دارای حالت گیجی

بطور کلی می توان نتیجه گرفت که در خصوص آبشش در ۲۵ درصد LC50 سم دیازینون چسبیدن تیغه های آبششی بهم، ادم، جمع شدن سلولهای خونی، جدا شدن اپی تلیوم آبششی، پارگی غشاء پایه، بهم خوردن سلولهای پیلار می گردد که با افزایش غلظت سم به ۵۰ درصد افزایش اندازه و نکروز سلولهای کلراید، چسبیدن تیغه های آبششی به یکدیگر، جدا شدن غشاء پایه و پاره شدن اپی تلیوم آبششی، بدون ریختن سلولهای خونی مشاهده می گردد در نهایت با افزایش غلظت سم به ۷۵ درصد نکروز شدید، بهم ریختن ساختار تیغه های آبششی مشاهده شد.



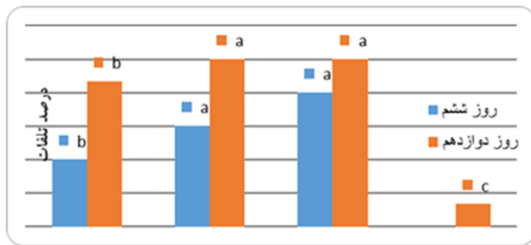
شکل ۱: آبشش شاهد، کاملاً طبیعی بوده است با بزرگنمایی 400x

(1) فیلامنت آبششی (2) تیغه آبششی ثانویه



شکل ۲: ازدیاد سلولهای اپیتلیوم فیلامنت های آبششی ماهی قره برون تیمار شده با غلظت ۰/۲۵ سم دیازینون (3) افزایش تعداد سلولهای اپیتلیوم پوشاننده تیغه های آبششی (4) افزایش تعداد سلولها در تیغه آبششی اولیه بزرگنمایی 400x

شدن سریعتر سرپوش های آبخش ها و واکنش شدید به محرک های بیرونی هم دیده شد.



شکل ۶: مقایسه اثر تیمارهای مختلف دیازینون روی مرگ و میر بچه ماهی قره برون

## بحث

تولید بچه ماهی ماهیان با کیفیت بالا به عوامل محیطی زیادی بستگی دارد که یکی از این عوامل تاثیرگذار منفی بر مراحل رشد ابتدائی ماهیان سموم هستند. با نیازی که امروزه برای کاهش هزینه های تولید به تولید بچه ماهیان با کیفیت بالا در طول سال وجود دارد باید بررسی بیشتری نسبت به پرورش بچه ماهیان انجام داد. سموم و آفت کش ها امروزه از عمده ترین عوامل ایجاد مسمومیت در ماهیان هستند که از بین هزاران ماده شیمیایی رها سازی شده آفت کش ها حتی در غلظت های بسیار کم موجب مرگ و میر زیادی می شوند (Sanches-Fortun and Barahona, 2005).

بر اساس نتایج بدست آمده میزان غلظت کشنده سم دیازینون در طی ۴ روز متوالی (۹۶ ساعت) برای ۵۰ درصد از بچه ماهیان ۱ تا ۲ گرمی سیاه کولی ۰/۹۱ میلی گرم در لیتر و حداکثر غلظت مجاز (MAC value) این سم که به عبارتی غیر موثر (NOEC) نیز خوانده می شود ۰/۰۰۹۱ میلی گرم در لیتر می باشد. همچنین حداقل غلظت موثر LOEC که به LC10 96h اطلاق می گردد، ۰/۰۶۹۸ میلی گرم در لیتر محاسبه گردید. در سایر تحقیقات انجام شده بر روی ماهیان در ایران تا کنون

در شنا کردن، شنا کردن ماهی در سطح با شکم باد کرده و سر به طرف پایین و باز و بسته شدن سریع تر آبخش ها را داشتند.

در عضله نیز نمونه شاهد طبیعی بود و عضله تیمار ۲۵ درصد دچار ادم رشته های عضلانی گردید. با افزایش غلظت سم عوارض بیشتری مشاهده گردید که بافت دچار دژنره شدن و واکوئله شدن رشته های عضلانی شد. در نهایت در عضله تیمار ۷۵ درصد LC50 تحت تاثیر سم دچار نکروز رشته های عضلانی و آتروفی رشته های عضلانی شده بود

## مشاهده حالات و رفتار های ماهیان در

### آزمایش:

در غلظت ۲۵٪ از LC50 سم دیازینون بچه ماهیان در ساعات اولیه عکس العمل محسوس نداشتند اما به تدریج دچار سستی می گردیدند. در غلظت های ۵۰ و ۷۵ درصد در همان ساعات اولیه تغییرات حالات رفتاری ماهی شروع شد از جمله این تغییرات می توان به اختلال در سیستم مغز و اعصاب که اساسی ترین اثر سموم است و عدم تعادل و شنای مارپیچی بچه ماهیان اشاره کرد.

علائم ظاهری ایجاد شده در بچه ماهیان عبارتند از: باد کردن چشم ها، تیره شدن پوست، فرسودگی کناره های باله، باد کردن شکم به همراه پیدایش مایع آبکی و زرد روشن در محوطه شکمی و از نظر رفتاری به حالت گیجی در شنا کردن، شنا کردن ماهی در سطح با شکم باد کرده و سر به طرف پایین، باز و بسته شدن سریع تر آبخش ها اشاره کرد که در غلظت ۷۵ درصد علاوه بر این تغییرات مخاط فراوان روی سطح بدن، باز و بسته

هیچ مطالعه ای بر روی اثرات این سم روی بافت این ماهی انجام نگرفته است و فقط LC50 آن تعیین شده است، اما LC50 96h این سم بر روی کلمه (*Rutilus rutilus caspicus*) برابر ۱۲/۸۱ میلی گرم در لیتر تعیین شده است (Mohammadnejad Shamoshaki and Shahkar, 2009) و برای ماهی شیپ ۰/۳۶ میلی گرم در لیتر محاسبه گردید. همچنین در آزمایشاتی که در سال ۱۳۷۵ در مرکز تحقیقات شیلات ایران انجام گرفت LC50 96h سم دیازینون بر روی ماهی سفید و ماهی فیتوفاگک به ترتیب ۰/۳۴ و ۱/۹ میلی گرم در لیتر بدست آمد. LC50 سم دیازینون بر روی ماهی سیم ۸/۱ میلی گرم در لیتر (Tehranifard et al., 2007a and b)، LC50 سم دیازینون بر روی ماهی مهاجر (*Anguilla anguilla*) در زمانهای ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت به ترتیب ۰/۱۶، ۰/۱۱، ۰/۰۹ و ۰/۰۸ میلی گرم در لیتر، LC50 در مدت ۴۸ ساعت، دیازینون گرانول ۵ درصد بر روی ماهی *Channa punctatus* به میزان ۱۴ میلی گرم در لیتر می باشد. LC50 96h بر روی ماهی blue gill به میزان ۱۷ برابر سمی تر از اثر این حاد سم بر روی ماهی Fathead minnow و این میزان در ماهی gill blue به میزان ۰/۴۶ppm و در ماهی گورخری به میزان ۲/۱۲ میلی گرم در لیتر بوده است (Banaee et al., 2013). بنابراین در مقایسه از نظر حساسیت گونه های مختلف ماهیان در برابر سم دیازینون به صورت " مارماهی < سفید < شیپ < Blue gill < فیتوفاگک < Zebra fish < ازون برون < قره برون < Fathead < minnow < سیم < کلمه < *Channapunctatus* < سیاه کولی می باشد. هم چنین تعیین سمیت حشره کش های مختلف سم دیازینون برای بچه ماهیان سیاه کولی دارای سمی خیلی زیاد محسوب می گردد.

همچنین حالات و رفتار بچه ماهیان در برابر غلظت های مختلف سم نیز در طول مدت آزمایش بررسی گردید، به گونه ای که در آزمایش با غلظت های بالای این سموم، بچه ماهیان سیاه کولی سریعاً عکس العمل نشان داده و مدام در جنبش بوده تا جایی که خسته شده و بی حال در کف آکواریوم می افتادند و حالاتی مشابه به این در ماهیان قره برون دیده شد. در حالی که در غلظت های پایین بچه ماهیان در ساعات اولیه عکس العمل محسوس نداشتند اما به تدریج دچار سستی می گردیدند. اختلال در سیستم مغز و اعصاب که اساسی ترین اثر سموم است با عدم تعادل و شنای ماریچی بچه ماهیان مشهود بود و از علائم ظاهری ایجاد شده در بچه ماهیان می توان به بیرون زدگی چشم از حلقه (اگزوفتالمی)، خونریزی در ناحیه آبشش اشاره نمود که نتایج مشابه توسط (Mohammadnejad Mason و Barak, 2009) در سال ۱۹۹۰ روی سایر ماهیان نیز گزارش گردیده است و در ماهیان قره برون مشاهداتی که انجام شد شامل تیره شدن پوست، باد کردن چشم ها، فرسودگی کناره های باله، باد کردن شکم به همراه پیدایش مایع آبکی و زرد روشن در محوطه شکمی بود و از نظر رفتاری دارای حالت گیجی در شنا کردن، شنا کردن ماهی در سطح با شکم باد کرده و سر به طرف پایین و باز و بسته شدن سریع تر آبشش ها را داشتند.

اهمیت آگاهی از تعداد گلبول های قرمز درصد هماتوکریت میزان هموگلوبین ماهیان شاید بیش از مرفولوژی آنها باشد (Lindalva et al., 2013). براساس نتایج بدست آمده در این بررسی میانگین تعداد گلبول های قرمز خون در نمونه شاهد  $10^4 \times 71$  و تیمار  $10^4 \times 65$  (۱/۰۹۵ میلی گرم در لیتر سم دیازینون) و

خونی، خونریزی، نفوذ سلولهای آماسی، پیکنوزه شدن هسته های سلولی، دژنراسیون واکویلی و نکروزه عمومی مشاهده گردید. همچنین در آبششها هیپرپلازی و چسبندگی تیغه های ثانویه به هم، جدا شدن و افتادن بافت پوششی از لایه پایه دیده شد که مشابه همین کار بود و اثرات مشابهی را مشاهده نمودند.

مطالعه اثر دیازینون بر برخی شاخصهای خونی و بیوشیمیایی تاس ماهی روس (چالباش) (*Acipenser guldenstadti*) توسط Soltani و Khoshbavar Rostami در سال ۲۰۰۷ مورد بررسی قرار گرفت که از نظر بالینی ماهیان مسموم ابتدا دچار فلجی، بی حالی، حرکات انقباضی و از دست دادن تعادل شده سپس به پهلو قرار گرفته و دچار شنای نیم چرخشی و حرکات ناگهانی می گردیدند. اینگونه ماهیان سپس دچار تیرگی پوست و اشکال تنفسی شده و بعضاً طی فاصله کوتاهی پس از بروز این علائم تلف می شدند، که در روند انجام کار با دیازینون روی ماهی سیاه کولی هم بیشتر این علائم مشاهده گردید.

بررسی اثرات سمیت دیازینون بر برخی پارامترهای هماتولوژیکی بچه تاسماهیان ایرانی (*Acipenser persicus*) توسط Padash Badamchi و همکاران در سال ۲۰۰۹ در رودخانه سفید رود از نظر بالینی در ماهیان مواجه با سم پس از ۱۲ ساعت علائم زیر ظاهر گردید: وجود مخاط فراوان روی سطح بدن، شنای نیم چرخشی، باز و بسته شدن سریعتر سرپوش های آبشش ها، واکنش شدید به محرک های بیرونی، که دو علامت باز و بسته شدن سریعتر آبششی و شنای چرخشی در همین ساعات در دیازینون بر روی سیاه کولی در این تحقیق نیز مشاهده گردید.

تیمار ۲ (۲/۱۹ میلی گرم در لیتر سم دیازینون)  $63 \times 10^4$  و تیمار ۳ (۳/۲۸۵ میلی گرم در لیتر سم دیازینون)  $62 \times 10^4$  و میزان هماتوکریت در نمونه شاهد ۲۳ درصد و تیمار ۱ (۱/۰۹۵ میلی گرم در لیتر سم دیازینون) ۲۱ درصد و تیمار ۲ (۲/۱۹ میلی گرم در لیتر سم دیازینون) ۲۰ درصد و تیمار ۳ (۳/۲۸۵ میلی گرم در لیتر سم دیازینون) ۱۹ درصد بوده و قرابت بین فاکتورهای هماتولوژیک مورد نظر را آنالیز آماری معنی دار نشان داده است. بین بین تعداد گلبول های قرمز و حجم متوسط گلبولی و هماتوکریت ارتباط است یعنی ممکن است تعداد گلبول های قرمز در دو شرایط مختلف یکسان باشد، ولی این تشابه در حجم متوسط گلبولی وجود نداشته باشد. بدلیل اینکه هماتوکریت آنها فرق می کند و یا با افزایش تعداد گلبول قرمز از مقدار هماتوکریت کاسته شود و از این جهت حجم متوسط گلبولی کاهش را نشان می دهد. میانگین حجم متوسط گلبولی بر حسب میکرون مکعب حداقل ۳۱۷ میکرون مکعب در تیمار ۳ (۳/۲۸۵ میلی گرم در لیتر سم دیازینون) و حداکثر ۳۵۸ میکرون مکعب در گروه شاهد بود. مقدار هموگلوبین در ماهیان خاویاری مانند سایر موجودات دیگر ارتباط مستقیمی با تعداد گلبول های قرمز دارد به طوری که افزایش تعداد گلبول های قرمز میزان هموگلوبین نیز بالا می رود و بالعکس.

مطالعه بافت های قزل آلائی رنگین کمان بعد از مجاورت با غلظتهای مختلف تحت کشنده سم دیازینون با استفاده از میکروسکوپ نوری و الکترونی توسط Banace و همکاران در سال ۲۰۱۳ نشان داد که این سم موجب صدمات شدید به ساختمان سلولها و بافتهای کلیه، طحال و کبد شده که به صورت پرخونی عروق

- European catfish (*Silurus glanis* L.). Pesticide Biochemistry and Physiology, Volume 86, pp. 99-105.
6. Lindalva, P., Fernandes, M. N. & Martinez, C. B., 2013. Hematological and biochemical alterations in the fish *Prochilodus lineatus* caused by the herbicide clomazone. Environmental and Toxicology and pharmacology, pp. 1-8.
  7. Magar, R S. ,A Shaik, 2013. Effect of Malathion toxicity on detoxifying organ of fresh water fish *Channa punctatu* . International Journal of Pharmaceutical, Chemical and Biological Science., volume3, pp273-278..
  8. Mario, S., 2010. Evaluation of the sublethal toxicity of Bleached Kraft Pulp Mill effluent to *Carassius auratus* and *Dicentrachus labrax* .Springer ,volume3, pp 345-353..
  9. Mohammadnejad Shamoshaki, M. & Shahkar, A., 2009. Determine the lethal concentration of Diazinon (LC50 96h) on the fingering common roach *Rutilus rutilus*. Journal of Iran Fisheries, Volume 4, pp. 36-38.
  10. Heil, P. N., 2004. Sample Collection and Submission".NWFHS Laboratory Procedures Manual, second Edition, chapter2, CRC press.12 p.
  11. Padash Badamchi, Z., Safaeieh, A. R. & Bahmani, M., 2009. Effects of acute toxicity of diazinon on some blood parameters Iranian sturgeon (*Acipenser persicus*). Tehran, Environmental Conference.
  12. Saeidi, A., Kamkar, M. & Lotfinejad, H., 2002. Effect of Environment conditions on Hematological and Biochemical parameters of Sturgeon fishes. Sari: Caspian Fisheries Research Center.
  13. Sanaee, G., 1997. Industrial Toxicology. Tehran: Tehran University.
  14. Sanches-Fortun, S. & Barahona, M. V., 2005. Comparative study on the environmental risk induced by several pyrethroids in estuarine and freshwater invertebrate organisms. Chemosphere, Volume 59, pp. 553-559.

Koprucu و همکاران در سال ۲۰۰۶ مطالعه ای روی اثرات سم دیازینون روی رفتار و بعضی پارامترهای خونی گربه ماهی اروپایی (*Silurus glanis*) انجام دادند. تعداد ماهیان مرده به طور چشمگیری در واکنش به غلظتهای ۲ تا ۶۴ میلی گرم بر لیتر دیازینون افزایش یافته بودند، و با افزایش غلظتهای دیازینون در طی در معرض قرارگیری در ۹۶ ساعت تعداد ماهیان مرده به طرز چشمگیری افزایش یافتند که در این پروژه نیز به توجه به نمودارها و جداول با افزایش غلظت سم دیازینون این تلفات نرخ صعودی را مشاهده می‌نماییم و نتیجه مشابهی را داشتیم.

### سپاسگزاری

در اینجا بر خود لازم می‌دانیم از زحمات کلیه کسانی که مارا در انجام این تحقیق یاری نمودند سپاسگزاری نماییم.

### منابع

1. Alyakrinskyaya, I. & Dolgova, S. N., 1984. Hematological feature of young sturgeon. Volume 4, pp. 135-139.
2. Banaee, M., Sureda, . A., Mirvagefei, A. R. & Ahmadi,, K., 2013. Histopathological Alterations Induced by Diazinon in Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Int. J. Environ. Res., 7(3), pp. 735-745.
3. Barak, N. & Mason, C. E., 1990. Mercury, Cadmium and lead concentration in five species of freshwater fish from eastern England. Science and Environmental, Volume 92, pp. 257-264.
4. Genten, Frank, Eddy Terwinghe.,Andre Danguy., 2009 .Atlas of Fish Pathology, Paris: Taylor & Francis,224p.
5. Koprucu, S., Kprucu, M. S., Ural, U. & Pala, M., 2006. Acute toxicity of organophosphorus pesticide diazinon and its effect on behavior and some hematological parameters of fingerling

18. Tehranifard, A., Fazeli, M. S. & Piri, M., 2007b. Determine the LC 96 hours of mixed Linear anionic detergent and diazinon on *Rutilus frisii kutum*. Marine Science and Technology, pp. 55-59.
15. Skry, M., 2012. Determine LC50 96h Znstar herbicides and Rylvf-H on fingerling sturgeon. Ms thesis.
16. Soltani, M. & Khoshbavar Rostami, H. A., 2007. Study the effects of diazinon on on hematological and biochemical parameters of *Acipenser guldenstafi*. Marine Science and Technology Iran, Volume 1, pp. 65-75.
17. Tehranifard, A., Fazeli, M. S. & Piri, M., 2007a. Determine of LC50 96h diazinon on *Abramis brama*. Marsh Bulletin, 2(2), pp. 147-153.