



وزارت نیرو  
شرکت مدیریت منابع آب ایران  
شرکت آب منطقه‌ای مازندران  
گروه تحقیقات کاربردی و معاونت مالی و پشتیبانی

خلاصه گزارش طرح

# بررسی و مقایسه میزان سموم ارگانوفسفره موجود در منابع آب دشت هراز و مزارع پرورش ماهی و تاثیر آن بر فاکتورهای بیوشیمیایی خون ماهیان

طرح تحقیقاتی سرباز نخبه

پژوهشگر

محمدرضا سلیمانی

مدیر پروژه و ناظر

حسینعلی زبردست رستمی

تاریخ انتشار

زمستان ۱۳۹۷

پروژه ارزیابی اثربخشی و مستندسازی پروژه‌های تحقیقاتی

## شناسنامه طرح

این گزارش نتیجه اجرای طرح تحقیقاتی سرباز نخبه معرفی شده از طریق مرکز نخبگان و استعدادهای برتر نیروهای مسلح کشور و شرکت مدیریت منابع آب ایران با عنوان « **بررسی و مقایسه میزان سموم ارگانوفسفره موجود در منابع آب دشت هراز و مزارع پرورش ماهی و تاثیر آن بر فاکتور های بیوشیمیایی خون ماهیان** » می باشد. که موافقت انجام آن طی نامه شماره ۹۵/۱۹۱/۲۶۳۷۸ مورخ ۹۵/۱۲/۲۱ شرکت مدیریت منابع آب ایران به شرکت آب منطقه ای مازندران اعلام گردیده است. راهبری این طرح تحقیقاتی با تعامل و همکاری از سوی گروه تحقیقات کاربردی و معاونت مالی و پشتیبانی شرکت انجام گردیده است. پژوهشگر این طرح سرباز نخبه آقای **محمد رضا سلیمانی** بوده و مدیر پروژه و داوری نهایی طرح نیز توسط آقای **حسینعلی زبردست رستمی** (از شرکت آب منطقه ای مازندران) انجام گردیده است.

گروه تحقیقات کاربردی  
شرکت آب منطقه ای مازندران

## بررسی و مقایسه میزان سموم ارگانوفسفره موجود در منابع آب دشت هراز و مزارع پرورش ماهی و تاثیر آن بر فاکتورهای بیوشیمیایی خون ماهیان پژوهشگران: محمدرضا سلیمانی و حسینعلی زبردست رستمی

### چکیده

پارامترهای بیوشیمیایی خون ماهی از متداولترین عواملی هستند که در صورت بروز آلودگی تحت تاثیر قرار می‌گیرند. سموم ارگانوفسفره پرمصرفترین سموم آفت‌کش کشاورزی در کل جهان می‌باشند که علی‌رغم منع مصرف در بسیاری از کشورهای جهان همچنان به‌طور گسترده در مزارع برنج شمال ایران مورد استفاده قرار می‌گیرد. مهم‌ترین اثر زیست محیطی این سموم مربوط به تاثیر آن‌ها بر موجودات غیر هدف می‌باشد. موجودات آبی، به‌ویژه ماهی‌ها بیشتر از سایر موجودات در معرض مسمومیت با سموم می‌باشند. از آن‌جا که در شهرستان آمل زمین‌های کشاورزی و باغ به‌صورت دوره‌ای سمپاشی شده و از طرفی آب شرب مردم روستاها نیز بیشتر از آب‌های زیرزمینی تامین می‌گردد، احتمال نشت سموم کشاورزی به داخل این چاه‌ها وجود دارد. از این‌رو در پژوهش حاضر به بررسی سمیت کشنده این آفت‌کش به‌عنوان یکی از آلاینده‌های بوم سازگان‌های آبی، پرداخته شده است. هدف از این پژوهش بررسی باقی‌مانده حشره‌کش دیازینون و تاثیر این سم بر پارامترهای خونی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان بوده است. پژوهش حاضر یک مطالعه توصیفی از نوع مقطعی تحلیلی می‌باشد. در این پژوهش ۱۲۰ نمونه آب از ۱۰ ایستگاه در منطقه دشت هراز طی ۴ فصل از پاییز ۱۳۹۶ تا تابستان ۱۳۹۷ جمع‌آوری و به‌منظور سنجش باقیمانده سموم ارگانوفسفره با استفاده از روش گازکروماتوگرافی و به‌وسیله دستگاه HPLC و پارامترهای خونی آن‌ها شامل اندازه‌گیری پروتئین کل و گلوکز خون مورد مطالعه قرار گرفتند. با توجه به نتایج آنالیز، باقی‌مانده حشره‌کش دیازینون در همه ایستگاه‌های مشخص شده دیده شد به‌طوری‌که بیشترین میزان باقی‌مانده حشره‌کش در فصل تابستان و پاییز در ایستگاه کچب بوده که به ترتیب ۰/۹۲۳ و ۰/۸۹۳ ppm می‌باشد. کمترین میزان مربوط به فصل بهار می‌باشد که میزان سم تقریباً صفر بوده است. البته لازم به توضیح است که مقادیر سموم مشاهده شده در نمونه‌های آب پایین‌تر از حد استاندارد کشور آلمان و استاندارد

ملی شماره ۱۰۵۳ بود. نتایج مربوط به پارامترهای خونی نشان می‌دهد که با افزایش میزان باقی‌مانده حشره‌کش در فصل تابستان، میزان پروتئین کل به‌طور معنی‌داری کاهش یافته که این کاهش پروتئین را می‌توان به نقص کبد ماهیانی که در مجاورت آفت‌کش‌ها قرار می‌گیرند ارتباط داد و میزان گلوکز خون به‌طور معنی‌داری افزایش یافت که این افزایش میزان گلوکز را می‌توان به استرس ناشی از در معرض قرارگیری این موجودات در مقابل سم دیازینون نسبت داد. با توجه به اثرات متعدد دیازینون بر پارامترهای خونی و غلظت این سم در آب‌های شمال کشور و همچنین محل زیست ماهیان در آب‌های منتهی به دریای خزر به‌نظر می‌رسد سم دیازینون قادر است بقای ماهیان را تحت تاثیر قرار دهد. لذا لزوم اندیشیدن تمهیداتی در این خصوص به‌ویژه آموزش کشاورزان به‌منظور استفاده صحیح و اصولی از نهاده‌های کشاورزی برای اطمینان بیشتر از حفظ سلامتی مصرف‌کنندگان بیش از پیش ضروری به‌نظر می‌رسد.

**کلید واژه‌ها:** ایمنی غذایی، باقی‌مانده دیازینون، قزل‌آلای رنگین‌کمان، پارامترهای بیوشیمیایی خون

## مقدمه

افزایش بی‌رویه جمعیت و رشد فزاینده شهرنشینی در سال‌های اخیر با گسترش جوامع شهری دنیا به‌خصوص در کشورهای در حال توسعه موجب ایجاد انواع آلودگی‌های زیست محیطی و به‌خصوص آلودگی منابع آب و خاک شده است. توسعه شهرنشینی تغییرات قابل توجهی در کاربری زمین ایجاد می‌کند و اثرات قابل توجهی بر ساختار، الگوها و عملکرد اکوسیستم‌های مختلف زمین دارد (Carlson and Chang, 2005; Abdul et al., 2009). یکی از منابع مهم و دلایل عمده آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی، رویکرد تجاری به کشاورزی و پرورش دام است؛ همچنین تکنولوژی نیز برای بالا بردن راندمان تولید محصولات کشاورزی پیشرفت بالایی داشته است. افزون بر این، در کشاورزی برای عرضه محصول مرغوب به بازار و حفظ محصولات از آفات و بیماری‌ها، از آفت‌کش‌ها و کودهای شیمیایی استفاده می‌شود که علاوه بر محیط زیست، سلامت مصرف‌کنندگان را نیز تهدید کرده و موجب آلوده شدن خاک و در نتیجه آلودگی آب می‌شوند (Nezami et al., 2013).

آلودگی ناشی از آفت‌کش‌ها در آب به دلیل اثرات بلند مدت، سمیت بالا و طول مدت ماندگاری زیاد آفت‌کش‌ها به‌عنوان یک مشکل زیست‌محیطی در چند دهه اخیر، منجر به نگرانی در مورد سلامت عمومی و گونه‌های غیرهدف شده است (Sudo et al., 2002).

توسعه کشاورزی برای پاسخ‌گویی به نیاز روزافزون غذا، امری اجتناب‌ناپذیر است. اما در کنار آن پیامدهای ناخواسته و نامطلوب برای زندگی انسان‌ها و محیط زیست رخ می‌دهد که نیازمند چاره‌جویی و اصلاح می‌باشد. از جمله مهمترین پیامدهای نامطلوب توسعه کشاورزی، آلودگی منابع آب سطحی و زیرزمینی است که در نتیجه عوامل متعددی از جمله فرسایش خاک و کاربرد بی‌رویه کود و سم به‌وجود می‌آید (Ramadass and Thiagarajan, 2017). در کشاورزی از آفت‌کش‌ها برای حفاظت محصولات و گیاهان از جمله آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز استفاده می‌شود. این نهادهای شیمیایی که به‌عنوان عناصر ضروری در کشاورزی مدرن شناخته می‌شود، یکی از منابع مهم آلودگی محیط‌زیست محسوب شده و بر سلامتی موجودات زنده از جمله انسان‌ها نیز تاثیر منفی می‌گذارد. سموم شیمیایی بر سلامتی انسان‌ها از دو طریق تاثیر می‌گذارد، اول: اثرات مضر سموم شیمیایی بر سلامتی کاربران این ترکیبات و دوم: تاثیر باقیمانده سموم شیمیایی در محصولات غذایی بر سلامت مصرف‌کنندگان (Nottingham, McNally and McNaughton, 2017).

افزایش نیاز به مواد غذایی در کشورهای دنیا به دلیل افزایش جمعیت آن‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده، به همین منظور وجود آفات در محصولات کشاورزی به عنوان معضلی بزرگ مطرح می‌گردد و مبارزه با آن‌ها در راستای این هدف امری اجتناب‌ناپذیر است. اگر چه روش‌های مختلفی جهت مبارزه با آفات وجود دارد (Mousa, et al., 2017)؛ ولی در حال حاضر عمده‌ترین و عملی‌ترین روش مبارزه با حشرات ناقل بیماری و آفات و بیماری‌های گیاهی در کشورهای جهان و همچنین ایران، مبارزه شیمیایی است که این روش نسبت به سایر روش‌ها برتری دارد زیرا سریعاً موثر واقع می‌گردد اما مشکلات عدیده و خاص خود را به دنبال دارد (بزمی و همکاران، ۱۳۹۴). استفاده وسیع و بی‌رویه آفت‌کش‌ها در امور بهداشتی و کشاورزی و عدم توجه به مسایل زیست‌محیطی علاوه بر آلودگی محیط‌زیست، سبب ورود آنها به طرق مختلف به آب، جو و خاک شده و از این طریق وارد زنجیره

غذایی می‌شود و تاثیر قابل توجهی در اکوسیستم‌های کشاورزی، منابع آب‌های زیرزمینی، محصولات باغی و زراعی به وجود می‌آورد. علاوه بر این‌ها این مواد در اثر تماس ضمن کار، تهیه، انبارسازی و آلوده شدن مواد غذایی مختلف وارد بدن انسان و سایر موجودات زنده می‌شود که ممکن است خطرات و زیان‌های غیر قابل جبرانی را ایجاد نماید (Qi, et, al., 2018). آلودگی آب‌ها ممکن است ناشی از ورود کودهای شیمیایی و حشره‌کش‌هایی باشد که در امور کشاورزی مصرف می‌شوند. این مواد معمولاً توسط آبیاری از روی گیاهان و خاک‌ها شسته شده وارد دریاچه‌ها، رودخانه‌ها و در نهایت دریاها می‌گردد و حیات آبریان را با خطر جدی مواجه می‌سازد. آب‌های ناشی از زه‌کشی زمین‌های کشاورزی، فاضلاب و پساب‌های ناشی از صنایع تولید آفت‌کش‌ها از منابع غیر مستقیم و آفت‌کش‌هایی که جهت کنترل آفات مختلف از جمله حشرات آبی به کار می‌روند، از منابع مستقیم آلاینده‌های آب محسوب می‌شوند که از این طریق به اکوسیستم آبی راه یافته، آن را آلوده می‌سازند (Mottes, et, al., 2017).

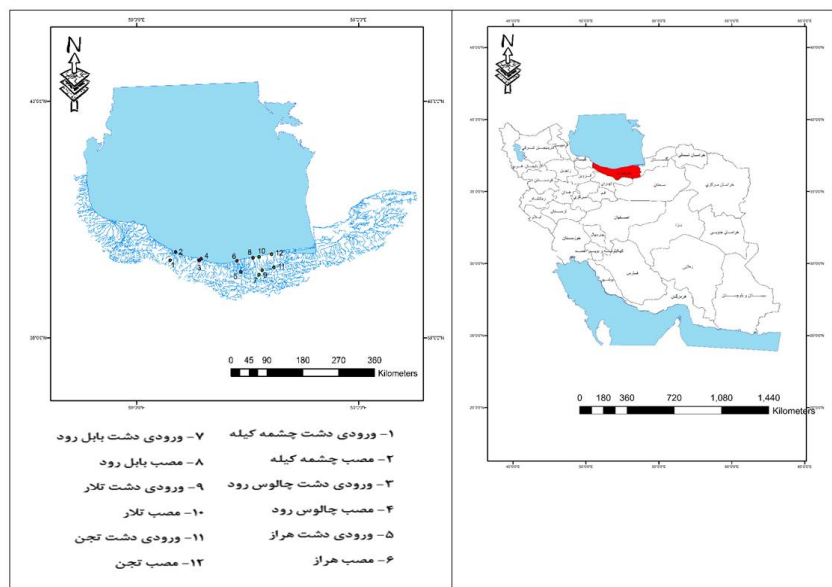
دیازینون حشره‌کش و کنه‌کش فسفره آلی تماسی-گوارشی است که برای کنترل دامنه وسیعی از آفات گیاهی مانند از بین بردن مگس و کنه مخصوصاً کنه تولوزانی در مزارع و باغ‌های کشاورزی در نقاط مختلف دنیا به طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد (شیری و همکاران، ۱۳۹۲). این حشره‌کش با داشتن قابلیت نفوذ در لایه‌های واکسی بافت‌های گیاهی در کنترل آفاتی که در داخل نسوج گیاهی (مینوزها و ساقه‌خوارها) زندگی می‌کنند با موفقیت به کار می‌رود (Sharma et, al., 2013). همچنین این حشره‌کش از طریق پوست بدن نیز جذب می‌شود؛ بنابراین از تماس با پوست باید جلوگیری شود. در حال حاضر سموم و آفت‌کش‌ها از عمده‌ترین عوامل مسمومیت ماهیان هستند که ممکن است در غلظت کم تاثیر مستقیمی روی ماهی نداشته باشند ولی در زمان طولانی می‌توانند روی مراحل اولیه تکامل ماهی موثر باشند. همزمانی استفاده از دیازینون در مزارع کشاورزی و راهیابی آن‌ها به منابع آبی و مهاجرت ماهیان به رودخانه‌ها برای تولید مثل و تخم‌ریزی و گذراندن دوران لاروی در این مناطق و همچنین رهاسازی بچه ماهیان 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 می‌گذارد. 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 می باشد. این سموم از راه آبشش ها، غذا و پوست می توانند وارد بدن ماهی شوند؛ از عواملی که باعث مسمومیت انتخابی دیازینون برای انواع مختلف ماهی ها می شود می توان به مهار فعالیت استیل کولین استراز، کاهش توانایی ماهی در دفع سم، تورم سلول های تیغه های آبششی، از هم گسیختگی سلول های پوششی، افزایش قابلیت انحلال این سم در چربی اشاره کرد (Vale, 1998). به هر حال آفت کش ها در بیشتر موارد منجر به آسیب ماهی می شوند؛ بررسی شاخص های خونی در بسیاری از زمینه های تحقیقاتی آبی پروری و پرورش ماهی و در عرصه سم شناسی و پایش زیستی به عنوان شاخص مناسب برای نشان دادن تغییرات پاتولوژیکی و فیزیولوژیکی و بیماری ها به شمار می رود (Adedeji et al., 2009). با توجه به اثرات متعدد دیازینون بر پارامترهای خونی و غلظت این سم در آب های شمال کشور و همچنین محل زیست ماهیان در آب های منتهی به دریای خزر به نظر می رسد سم دیازینون قادر است بقای ماهیان را تحت تأثیر قرار دهد. لذا لزوم اندیشیدن تمهیداتی در این خصوص به ویژه آموزش کشاورزان به منظور استفاده صحیح و اصولی از نهاده های کشاورزی برای اطمینان بیشتر از حفظ سلامتی مصرف کنندگان بیش از پیش ضروری به نظر می رسد.

## مواد و روش ها

### موقعیت جغرافیایی و ایستگاه های نمونه برداری در استان مازندران

استان مازندران با مساحتی بالغ بر  $23756/4$  کیلومتر مربع که  $1/46$  درصد مساحت کل کشور را شامل می شود. این استان بین  $35$  درجه و  $47$  دقیقه تا  $38$  درجه و  $5$  دقیقه عرض شمالی و  $50$  درجه و  $32$  دقیقه تا  $56$  درجه و  $14$  دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ قرار گرفته است. حد شمالی آن دریای مازندران و کشور ترکمنستان حد جنوبی آن استان تهران و استان سمنان حد غربی آن استان گیلان و حد شرقی آن استان خراسان می باشد. در این پژوهش، نمونه های آب از ورودی و مصب  $6$  رودخانه مهم سواحل جنوبی دریای خزر شامل چشمه کیله، چالوس رود، هراز، بابل رود، تالار و تجن جمع آوری شد (شکل ۱).



شکل ۱- نقشه و محل نمونه برداری از ایستگاه‌های مختلف

#### استخراج سموم از نمونه

در آزمایشگاه به منظور استخراج سموم موجود در نمونه‌ها از روش پیشرفته، کروماتوگرافی لایه نازک (HPLC) استفاده شد. بدین منظور نمونه را در داخل قیف دکانتور ریخته و بعد محلول اشباع کلروسدیم به آن افزوده شد. سپس در سه مرحله پیاپی متیلن کلراید به دکانتور اضافه شد. سپس فاز آلی جدا شده در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد به کمک دستگاه تبخیر در خلا روتاری تغلیظ شد. در مرحله بعد با استون و تغلیظ مجدد در روتاری، آبکشی شد. مرحله بعد محلول را تبخیر کرده و حجم محلول به یک میلی‌لیتر رسانده شد سپس بنزن به محلول افزوده شده و مجدداً محلول حاصل در دستگاه روتاری تبخیر شد.

#### خون‌گیری از ماهی

خون‌گیری از ماهی از طریق سیاهرگ دمی انجام شد. برای این کار از سرنگ پلاستیکی یک بار مصرف ۵ میلی‌لیتری استفاده شد. هت جداسازی سرم خون ماهی، خون را در لوله‌های عاری از ضد



انعقاد قرارداد شد تا منعقد شود، سپس خون منعقد شده را به مدت ۲۰ دقیقه با دور ۳۰۰۰ سانتریفوژ گردید (Soltanian and Fereidouni, 2017).

#### بررسی میزان پروتئین

برای تعیین میزان پروتئین کل پلاسمای خون، یک قطعه از پلاسمای خون روی صفحه مخصوص رفاکتومتر قرار داده شد و پس از گذاشتن درپوش مخصوص آن روی قطره پلاسما، دستگاه در جهت یک منبع نوری قرار داده شده و از طرف عدسی دستگاه به درون آن نگریسته شد. منطقه درجه بندی دستگاه، میزان کل پروتئین پلاسمای خون را بر اساس گرم در دسی لیتر نشان داد.

#### بررسی میزان گلوکز

اندازه گیری مقادیر گلوکز به روش گلوکز اکسیداز (آنزیمی-کالریمتری) با استفاده از کیت تجاری Radim به وسیله دستگاه اتوآنالایزر در طول موج ۵۴۶ نانومتر اندازه گیری شد. در این آزمایش آب اکسیژنه آزاد شده از گلوکز در مجاورت آنزیم گلوکز اکسیداز، با فنول و ۴-آمینو آنتی پیرین در مجاورت آنزیم پراکسیداز، تشکیل کینونیمین می دهند. میزان کینونیمین تشکیل شده که به صورت فتومتریک قابل اندازه گیری می باشد با مقدار گلوکز رابطه مستقیم دارد.

#### تجزیه و تحلیل آماری

نرمال بودن داده ها با استفاده از آزمون شاپیروویک انجام شد. تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از روش آنالیز واریانس یک طرفه انجام پذیرفت. برای مقایسه میانگین ها از آزمون آماری دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد. از نرم افزار آماری SPSS (16) برای آنالیز داده ها و از نرم افزار Excel برای رسم نمودارها استفاده شد. تمام آزمایش ها در ۳ تکرار انجام گرفت.

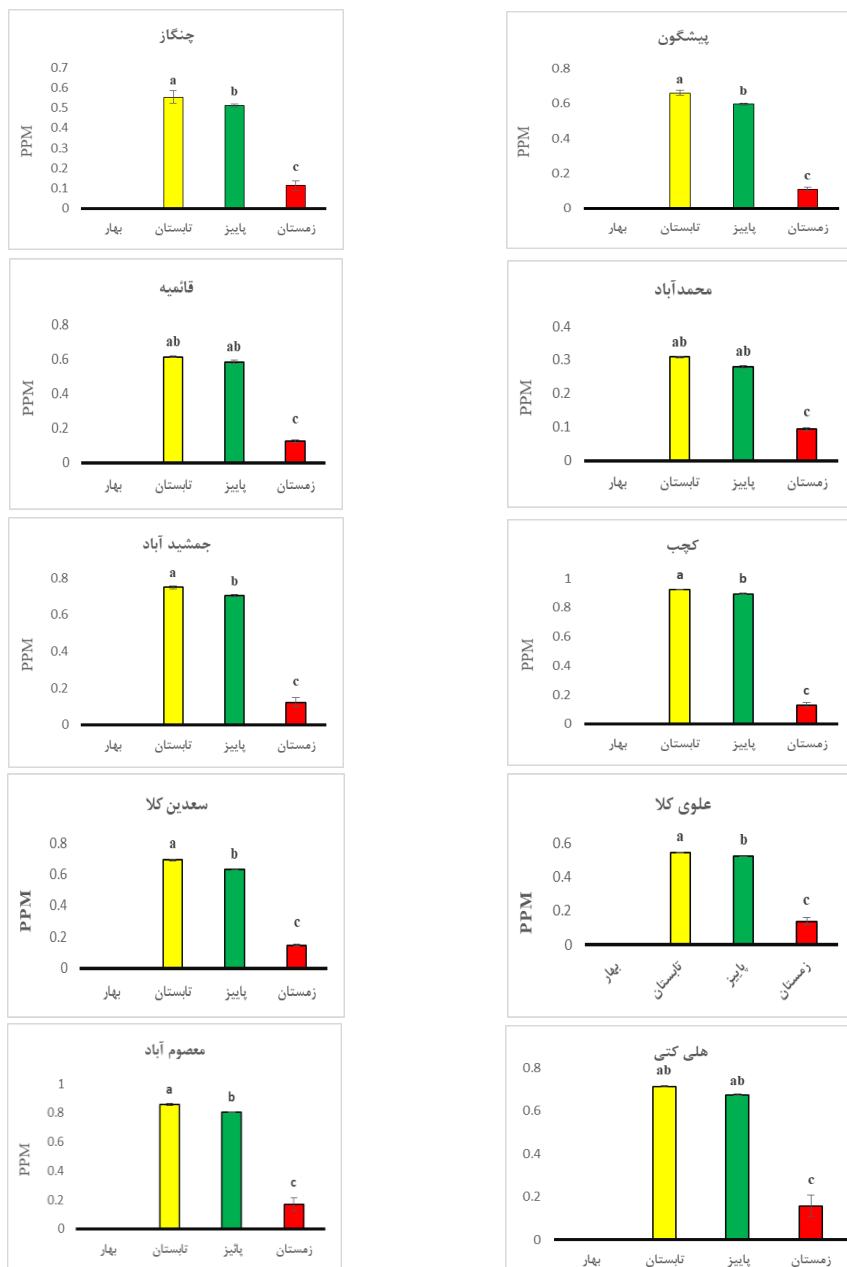
## نتایج و بحث

همان‌طور که نتایج آنالیز دستگاهی نشان می‌دهد باقیمانده سم دیازینون در سه فصل تابستان، پاییز و زمستان در تمامی ایستگاه‌های تعیین شده، مشاهده گردید. بیشترین میزان باقیمانده سم مربوط به دو فصل تابستان و پاییز بوده است و کمترین میزان باقیمانده سم در فصل بهار بوده است که به صورت non-detect نمایش داده شده است، همان‌طور که مشاهده می‌شود اختلاف معنی‌داری بین دو فصل تابستان و پاییز در تمامی ایستگاه‌ها مشاهده نشده است؛ همچنین با توجه به نتایج بدست آمده نشان می‌دهد میزان سم دیازینون در زمستان ناچیز بوده و کمتر از ۰/۰۱ میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد. مقادیر باقیمانده سم دیازینون اندازه‌گیری شده در ایستگاه‌های نمونه‌برداری از دشت هراز به صورت شکل ۲ می‌باشد.

با توجه به نتایج حاصل از آنالیز واریانس یک‌طرفه (ANOVA) میزان باقی‌مانده حشره‌کش دیازینون در بین فصول مختلف سال، اختلاف معنی‌داری بین فصل تابستان و پاییز با فصول زمستان و بهار وجود دارد ( $P < 0/05$ ). به طوری که بیشترین میزان حشره‌کش دیازینون در بین فصول مختلف مربوط به فصل تابستان و پاییز بوده است. در بهار نمونه‌های آب ایستگاه‌های تعیین‌شده فاقد بقایای این حشره‌کش بوده است.

در بین ایستگاه‌های تعیین‌شده بیشترین میزان بقایای حشره‌کش، مربوط به ایستگاه کچب در تابستان بوده که در آب این ایستگاه مقدار ۰/۹۲۳ میلی‌گرم بر لیتر حشره‌کش دیازینون اندازه‌گیری شد و کمترین میزان باقی‌مانده حشره‌کش نیز در بین ایستگاه‌ها مربوط به ایستگاه محمدآباد بوده که مقدار ۰/۳۰۸ میلی‌گرم بر لیتر حشره‌کش در نمونه‌های آب این ایستگاه مشاهده شده است و با برنامه زمانی سمپاشی که عمدتاً در تابستان و پاییز جهت کشت اول و دوم برنج صورت می‌گیرد، تطابق دارد. به طوری که با توقف سمپاشی در اوایل پاییز، مقدار حشره‌کش باقی‌مانده در آب در زمستان کاهش یافته و در بهار فاقد بقایای این حشره‌کش بوده است. دیازینون، حشره‌کش و کنه‌کش غیر سیستمیک از گروه ارگانوفسفرها می‌باشد که با نحوه اثر تماسی، گوارشی و تنفسی طیف وسیعی از آفات جوندگی و مکنده را کنترل می‌کند که هم در خاک و هم در روی اندام هوایی مورد مصرف قرار می‌گیرد.

بررسی و مقایسه میزان سموم ارگانوفسفره موجود در منابع آب ...



شکل ۲- میزان سم دیازینون در ایستگاه‌های تعیین شده. حروف a-c بیانگر تفاوت معنی دار بین غلظت‌ها می باشد

( $P < 0/05$ ). داده‌ها به صورت میانگین  $\pm$  انحراف معیار ارایه شده‌اند.

دیازینون علاوه بر دارا بودن اثر ضربه‌ای، دوام طولانی نیز دارد و طیف حشره‌کشی وسیعی داشته و علیه حشرات خانگی، باغی، زینتی و آفات بهداشتی و دامی موثر است و علیه آفات باغی نظیر کنه‌ها، شته‌ها و شپشک‌های مرکبات همراه روغن‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد و برای مقابله با کرم ساقه خوار برنج از گرانول آن استفاده می‌شود و همچنین این حشره‌کش مصرف بالایی در منطقه دارد. به‌طور کلی مطالعات گذشته نشان می‌دهد که مدت حضور دیازینون در آب بیش از سموم فسفره دیگر بوده است که این را می‌توان به دلیل ساختار فیزیکی، شیمیایی این ترکیبات و پایداری بیشتر دیازینون در محیط قلبایی به نسبت دیگر سموم فسفره دانست.

تحقیقات انجام‌گرفته در دیگر مناطق استان مازندران نیز آلودگی برخی از رودخانه‌های شمال کشور را از قبیل رود تجن، صفا رود و بابل رود به سموم فسفره مالاتیون و دیازینون نشان داده است که حتی پس از گذشت ۳-۴ ماه از زمان سمپاشی، هنوز هم میزان حشره‌کش‌های فسفره مذکور بیش از حد مجاز بوده است (ارجمندی و همکاران، ۱۳۸۹). در مطالعه حاضر نیز روند کاهش باقی‌مانده حشره‌کش در طول زمان از نمونه‌برداری اول تا پایان نمونه‌برداری آخر مشاهده گردید. سایر مطالعات انجام‌گرفته نیز نشان می‌دهد که سموم ارگانوفسفره معمولاً از منابع آلودگی آب‌های آشامیدنی به‌ویژه در مناطق روستایی و شهرهای نزدیک به روستاها و یا مزارع کشاورزی و باغات مرکبات می‌باشد (Pedersen et al., 2006). آنچه‌که مشخص است در ایران هیچ استاندارد مناسبی برای آب و مواد غذایی وجود ندارد. بنابراین تنها راه، مقایسه با استانداردهای جهانی است. در کشورهای اروپایی با توجه به موقعیت هر کشور استانداردهای متفاوتی وجود دارد. در امریکا، کانادا و استرالیا نیز همین وضعیت وجود دارد. با توجه به این مساله استاندارد که ما در نظر گرفتیم استاندارد کشور آلمان است که در آن استاندارد دیازینون برابر یک میلی‌گرم در لیتر است.

طبق بررسی‌های صورت‌گرفته در ایران نیز شایقی ۱۳۸۷ (زمین‌های برنج و باغات مرکبات تنکابن)، ارجمندی و همکاران (۱۳۸۹)، شریفی و همکاران ۱۳۹۵ (تعیین میزان باقیمانده دیازینون در رودخانه پلرود استان گیلان) و اردکانی و جمالی‌پور ۱۳۹۶ (تعیین غلظت باقی‌مانده برخی از آفت‌کش‌های آلی کلره و فسفره در آب رودخانه گرگر) به‌ترتیب بقایای این حشره‌کش را ۵ ماه، ۴ ماه

و ۳ ماه در آب ردیابی نمودند و طبق نتایج تحقیق حاضر بقای این سم بیش از ۳ ماه ردیابی گردید که با نتایج تحقیقات بالا همخوانی دارد. مقدار بقایای این سم در فصول مختلف توسط یادگاریان (۱۳۹۱) در رودخانه‌های شمال کشور صورت گرفته که فصل تابستان و پاییز بالاترین باقی مانده سم وجود داشته است که با یافته‌های این پژوهش مطابقت دارد.

#### بررسی فاکتورهای بیوشیمیایی خون ماهی

در این مرحله تغییرات در شاخص‌های خونی و فاکتورهای بیوشیمیایی ماهیان تحت مطالعه در طی چهار فصل مورد بررسی قرار گرفت. تغییر در سطح پروتئین کل و گلوکز سرم خون ماهیان تحت مطالعه به ترتیب در جداول پروتئین و گلوکز ارایه گردیده و اختلاف معنی‌دار بین نمونه‌های ماهی در هر مرحله از نمونه‌برداری با حروف انگلیسی مشخص شده است.

#### پروتئین کل سرم خون ماهی

نتایج پروتئین کل نشان می‌دهد که براساس آزمون آنالیز واریانس یک طرفه بین فصل‌های نمونه‌برداری اختلاف معنی‌دار آماری وجود دارد و باقی مانده دیازینون در آب بروی میزان پروتئین کل خون تاثیر چشمگیری داشته است به طوری که در فصل تابستان و پاییز که میزان باقی مانده دیازینون در آب بالا بوده یک روند کاهشی در میزان پروتئین کل سرم خونی مشاهده شده ولی در فصل زمستان که میزان باقی مانده دیازینون کم بوده و همچنین بهار که میزان باقی مانده حشره کش دیازینون در نمونه‌ها صفر بوده یک روند افزایشی در پروتئین کل سرم خونی دیده شد. بیشترین میزان پروتئین مربوط به ایستگاه محمدآباد در فصل بهار بوده و کمترین میزان پروتئین کل نیز مربوط به ایستگاه کچب در فصل تابستان می‌باشد.

یکی از تغییرات عمده شاخص‌های بیوشیمیایی خون در زمانی که ماهیان تحت تاثیر سم دیازینون قرار دارند تغییر میزان پروتئین کل سرم خون است. غلظت پروتئین کل پلاسما به عنوان یک شاخص بالینی در سنجش میزان سلامتی، استرس و وضعیت بدنی موجودات آبی به کار برده می‌شود (حنایی کاشانی و همکاران، ۱۳۹۵).

تغییر در سنتز پروتئین یکی از متداول ترین پاسخها به آسیب سلولی می باشد، لذا با سنجش میزان پروتئین می توان به میزان آسیب سلولی پی برد. با توجه به اینکه اکثر پروتئین ها در کبد تولید می شوند کاهش پروتئین در پلاسما خون را می توان به نقص کبد ماهیانی که در مجاورت آفت کش ها قرار می گیرند ارتباط داد. آزمایش های مشابهی که قبلا با استفاده از آفت کش های ارگانوفسفره بر روی دیگر ماهیان انجام گرفته این تغییرات را تایید می نماید. خوشبایور رستمی و سلطانی در سال ۱۳۸۴ کاهش معنی دار در میزان پروتئین کل خون ماهی ازون برون *Acipenser stellatus* در مقایسه با گروه شاهد بیان کردند.

جدول ۱- میزان پروتئین کل خون ماهی

پروتئین کل (gr/dl)	بهار	تابستان	پاییز	زمستان
ایستگاه محمدآباد	۵/۲۱±۰/۲۱ <sup>a</sup>	۴/۸۲±۰/۱۸ <sup>a</sup>	۴/۹۱±۰/۳۸ <sup>a</sup>	۵/۱۷±۰/۱۶ <sup>a</sup>
ایستگاه چنگاز	۴/۹۶±۰/۳۱ <sup>bc</sup>	۴/۵۴±۰/۳۱ <sup>a</sup>	۴/۶۵±۰/۱۷ <sup>ab</sup>	۴/۹۳±۰/۲۲ <sup>bc</sup>
ایستگاه پیشگون	۵/۰۸±۰/۱۳ <sup>cd</sup>	۴/۴۲±۰/۳ <sup>ab</sup>	۴/۵۵±۰/۲۵ <sup>ab</sup>	۵/۰۳±۰/۱۶ <sup>cd</sup>
ایستگاه کچب	۵/۰۷±۰/۳ <sup>cd</sup>	۴/۰۲±۰/۳ <sup>ab</sup>	۴/۱۱±۰/۲۳ <sup>ab</sup>	۵/۰۴±۰/۱۸ <sup>cd</sup>
ایستگاه جمشیدآباد	۵/۰۸±۰/۱۸ <sup>cd</sup>	۴/۳۳±۰/۲۲ <sup>ab</sup>	۴/۴۱±۰/۱۵ <sup>ab</sup>	۵/۰۳±۰/۲۳ <sup>cd</sup>
ایستگاه علوی کلا	۵/۰۵±۰/۲۳ <sup>bc</sup>	۴/۵۸±۰/۱۴ <sup>a</sup>	۴/۶۸±۰/۰۵ <sup>ab</sup>	۵/۰۱±۰/۳۳ <sup>bc</sup>
ایستگاه سعدین کلا	۵/۱۶±۰/۱۸ <sup>cd</sup>	۴/۴±۰/۲۱ <sup>ab</sup>	۴/۵۴±۰/۲۵ <sup>ab</sup>	۵/۱۱±۰/۱۱ <sup>cd</sup>
ایستگاه هلی کتی	۵/۱۱±۰/۱۹ <sup>cd</sup>	۴/۳۷±۰/۳۱ <sup>ab</sup>	۴/۴۶±۰/۳ <sup>ab</sup>	۵/۰۶±۰/۱۹ <sup>cd</sup>
ایستگاه معصوم آباد	۴/۸۴±۰/۲۶ <sup>cd</sup>	۴/۱±۰/۱۶ <sup>ab</sup>	۴/۲۳±۰/۱۴ <sup>ab</sup>	۴/۸۱±۰/۱۶ <sup>cd</sup>

حروف a-d بیانگر تفاوت معنی دار بین غلظت ها می باشد ( $P < 0.05$ ). داده ها به صورت میانگین  $\pm$  انحراف معیار ارائه شده اند

Padash-Barmchi et al., 2010 اثرات غلظت های تحت کشنده دیازینون را بر میزان پروتئین کل سرم خون بچه تاسماهی ایرانی *Acipenser persicus* را مورد مطالعه قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که با افزایش غلظت حشره کش، کاهش معنی داری در مقدار پروتئین کل پس از زمان های ۲۴ و ۹۶ ساعت از شروع در معرض قرارگیری با آفت کش دیازینون در مقایسه با شاهد وجود دارد ( $P < 0.05$ ), که در تطابق با نتایج مطالعه حاضر می باشد. کاهش در میزان پروتئین کل پلاسما ممکن است اثراتی را

بر فعالیت فیزیولوژیکی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان داشته باشد و باعث سرکوب سیستم ایمنی گردد که خود ممکن است اثرات منفی بر روی زندگی این ماهی بگذارد (Gbore et.al., 2015).

### گلوکز سرم خون ماهی

میزان گلوکز خون ماهی قزل‌آلا در ایستگاه‌های مختلف در طی چهار فصل در جدول ۲ آمده است که مقایسه بین میانگین گلوکز خون ماهی قزل‌آلا در فصول مختلف نشان داد که در فصل تابستان و پاییز که باقی‌مانده حشره‌کش دیازینون در آب مزارع پرورش ماهی بالا بوده، افزایش معنی‌داری در گلوکز خون در همه نمونه‌ها مشاهده شد ( $P < 0/05$ ); به طوری که بیشترین میزان گلوکز خون در فصل تابستان مربوط به دو ایستگاه کچب و معصوم‌آباد به ترتیب با  $87/6$  و  $87$  گرم در دسی‌لیتر) گزارش شده است. با توجه به اطلاعات موجود در جدول ۲ می‌توان اظهار نمود که با افزایش غلظت سم در فصل‌های تابستان و پاییز، افزایش در میزان گلوکز خون دیده می‌شود و این امر نشان‌دهنده یک رابطه مستقیم بین میزان گلوکز خون و افزایش غلظت دیازینون می‌باشد.

جدول ۲- میزان گلوکز خون ماهی

گلوکز (gr/dl)	بهار	تابستان	پاییز	زمستان
ایستگاه محمدآباد	$54/3 \pm 7/09^{cd}$	$81/4 \pm 2/08^{ab}$	$73/3 \pm 4/16^{ab}$	$56/7 \pm 6/02^{cd}$
ایستگاه چنگاز	$50 \pm 5^a$	$84 \pm 3/65^{cd}$	$78/4 \pm 3/78^{cd}$	$61/4 \pm 3/5^b$
ایستگاه پیشگون	$56/6 \pm 7/63^{cd}$	$85/2 \pm 5^{ab}$	$78/6 \pm 5/5^{ab}$	$60 \pm 5/2^{cd}$
ایستگاه کچب	$57/7 \pm 4/5^{cd}$	$87/6 \pm 2/52^{ab}$	$80/5 \pm 4/5^{ab}$	$61/3 \pm 3/21^{cd}$
ایستگاه جمشیدآباد	$51/6 \pm 6/11^{cd}$	$86/1 \pm 3/75^{ab}$	$80/3 \pm 1/47^{ab}$	$56 \pm 5/29^{cd}$
ایستگاه علوی کلا	$51/3 \pm 6/23^{cd}$	$83 \pm 6/55^{ab}$	$76/3 \pm 3/51^{ab}$	$53 \pm 6^{cd}$
ایستگاه سعدین کلا	$48/5 \pm 7/5^{cd}$	$85 \pm 4^{ab}$	$78/1 \pm 2/85^{ab}$	$52 \pm 3^{cd}$
ایستگاه هلی کتی	$48 \pm 3^{cd}$	$85/6 \pm 3/71^{ab}$	$79/9 \pm 6/39^{ab}$	$53/4 \pm 3/05^{cd}$
ایستگاه معصوم آباد	$59/3 \pm 3/78^{cd}$	$87 \pm 3/44^{ab}$	$80 \pm 4/58^{ab}$	$62 \pm 5^{cd}$

حروف a-d بیانگر تفاوت معنی‌دار بین غلظت‌ها می‌باشد ( $P < 0/05$ ). داده‌ها به صورت میانگین  $\pm$  انحراف معیار ارائه شده‌اند.

گلوکز کربوهیدراتی است که نقش مهمی در فرایند انرژی‌زیستی دارد، چون می‌تواند به انرژی شیمیایی (ATP) تبدیل شود (حنایی کاشانی و همکاران، ۱۳۹۶). در این پژوهش، سطح گلوکز خون به‌عنوان نشانگر استرس ایجاد شده توسط دیازینون سنجیده شد و نتایج نشان داد که میزان گلوکز خون ماهیان قزل‌آلای رنگین کمان با افزایش میزان باقی‌مانده حشره‌کش دیازینون در فصل تابستان و پاییز، افزایش یافت. افزایشی مشابه تحقیق حاضر توسط خوشباور رستمی و سلطانی در سال ۱۳۸۴ در میزان پروتئین کل خون ماهی ازون برون *Acipenser stellatus* در مقایسه با گروه شاهد دیده شد.

Banaei, Et.al., 2012 نمونه‌های ماهی را در معرض غلظت‌های تحت‌کشنده دیازینون قرار دادند و افزایش معنی‌دار گلوکز خون را گزارش کردند که با نتایج این بررسی همخوانی داشت. غلظت گلوکز در سرم در اثر فعل و انفعالات پیچیده‌ی هورمون‌هایی مانند گلوکاکگون و کورتیزول تنظیم می‌شود، هر چند استرس‌های محیطی می‌تواند سبب افزایش مقدار گلوکز در پلاسما شود. همچنین افزایش معنی‌دار مقدار گلوکز خون در ماهی اروپایی که در معرض غلظت‌های تحت‌کشنده دیازینون قرار گرفته بود گزارش گردیده است (Ceron et,al., 2016).

نتایج این مطالعه مبین آن است که سم دیازینون بروی کبد ماهیان قزل‌آلا تاثیر منفی گذاشته و ترشح آنزیم‌های کبدی را دچار اختلال می‌کند. از طرف دیگر تغییر میزان گلوکز و پروتئین کل در ماهیان سبب اختلال در متابولیسم ماهی و در نتیجه کاهش رشد و بقای ماهیان می‌شود.

### نتیجه‌گیری نهایی

با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق می‌توان چنین بیان نمود که مصرف سموم آفت‌کش به دلیل مشکلات عدیده‌ای که در کشور ما در زمینه مدیریت کنترل آفات به‌ویژه در زمینه کاربرد حشره‌کش‌ها وجود دارد، در مناطق تعیین‌شده قابل توجه و زیاد می‌باشد. باقی‌مانده سم دیازینون در همه ایستگاه‌ها در سه فصل تابستان، پاییز و زمستان مشاهده شده است و در فصل بهار باقی‌مانده سم در نمونه‌های آب ایستگاه‌های تعیین‌شده مشاهده نشده است؛ از آنجا که میزان باقی‌مانده این سم در آب چاه‌های تعیین‌شده در دو فصل تابستان و پاییز به دلیل استفاده زیاد از سم دیازینون در فصول



زراعی در مزارع کشت برنج اطراف ایستگاه‌های تعیین‌شده بسیار بالا بوده است که این می‌تواند مسمومیت مزمن و حاد ناشی از مصرف دیازینون در موجودات و انسان‌هایی که اطراف این مناطق زندگی می‌کنند و همچنین محیط‌زیست را در دراز مدت ایجاد کند. حضور این حشره‌کش در نمونه‌های آب ایستگاه‌های تعیین‌شده در فصل زمستان نشان دهنده قدرت ابقایی بالای این حشره‌کش در محیط می‌باشد که با گذشت حداقل سه ماه از سم پاشی در نمونه‌های آب مشاهده گردید. نتایج شاخص‌های خونی و بیوشیمیایی این پژوهش مبین آن است که مواجهه ماهی قزل‌آلای رنگین کمان با باقی‌مانده آفت‌کش دیازینون بروی کبد این ماهی تاثیر منفی گذاشته و منجر به نکروز کبدی شده و موجب کاهش پروتئین خون می‌گردد. این تغییرات به نوبه خود قادرند سیستم ایمنی ماهی را تحت تاثیر قرار دهند. این مواجهه از سوی دیگر منجر به افزایش میزان گلوکز پلاسمای خون شده که به دلیل افزایش استرس ماهیان در معرض قرارگیری طولانی مدت در برابر باقی‌مانده این سموم می‌باشد که مجموعاً با ایجاد اختلال در متابولیسم ماهی می‌تواند موجب کاهش رشد و بقای ماهی گردند. با توجه به سیاست کشور مبنی بر افزایش بهره‌وری از زمین‌های کشاورزی و استفاده از تولیدات داخلی، افزایش تعداد کارگاه‌های پرورش ماهیان سردابی و همچنین عدم کنترل در استفاده از سموم آفت‌کش و حشره‌کش که در نهایت منتج به ورود این آلاینده‌ها به منابع آب‌های زیرزمینی شده که در فاصله زمانی نه چندان طولانی آلودگی منابع زیرزمینی از معضلات جدی خواهد بود و نیازمند کنترل بیشتر نهادهای دولتی ذیربط و مدیریت قوی و کشاورزی مسئولانه می‌باشد؛ از طرفی از آنجا که ماهی قزل‌آلای رنگین کمان یکی از ماهیان با ارزش پرورشی در ایران است به نظر می‌رسد با توجه به آلودگی مناطق مذکور به آفت‌کش‌ها، در آینده‌ای نزدیک تکثیر و بقا این ماهی با تهدید جدی مواجه شود. در مصرف سموم ضد آفات نباتی ارگانوفسفره مشخصه‌های متعددی مانند قیمت سم، میزان تاثیر بر آفات و مدت ماندگاری اثر تاثیرگذار هستند، ولی کمتر به احتمال مشکلات زیست‌محیطی برای سایر موجودات به ویژه آبزیان توجه می‌شود. بدین ترتیب با توجه به افزایش روزافزون ابتلا به بیماری‌های صعب‌العلاج که بخشی از آن ناشی از مصرف محصولات غذایی حاوی مقادیر بیشتر از حد مجاز باقی‌مانده سموم شیمیایی می‌باشد، لذا پایش بقایای آفت‌کش‌ها در مواد

غذایی باید بیش از پیش مورد توجه قرار گرفته و همچنین استفاده از روش‌های نوین کشاورزی در جهت توسعه پایدار و کاهش مصرف آفت‌کش‌هایی نظیر دیازینون، استفاده از روش‌های مناسب در کنترل آفات و بیماری‌های گیاهی مانند استفاده از کنترل زیستی و تلفیقی آفات، اجرای طرح‌های مدیریت تلفیقی آفات (IPM)، آموزش کشاورزان و تولیدکنندگان در مورد باعواقب سوء مصرف بی‌رویه نهاده‌های کشاورزی و استفاده از نهاده‌های با کیفیت و توجه به دوره کارنس سموم شیمیایی در راستای کاهش غلظت باقیمانده سموم موجب می‌شود این مکان‌ها به محیطی سالم و امن جهت تکثیر و پرورش ماهیان پرورشی آب شیرین مبدل گردند و بدین ترتیب در سطح کلان ذخایر آبزیان نیز کنترل و حفاظت می‌گردد.

### تشکر و قدردانی

پژوهشگران این طرح از شرکت آب منطقه‌ای مازندران برای حمایت مالی، کمال تشکر و قدردانی را دارند.

### منابع

- ارجمندی، غ. توکل، س. و شایقی، م. ۱۳۸۹. تعیین سم دیازینون در آب شالیزارهای آمل به وسیله تکنیک کروماتوگرافی لایه نازک. فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۱۲(۲)، ص ۱۹-۲۸.
- اردکانی، س. جمالی پور، س. ۱۳۹۶. تعیین غلظت باقی‌مانده برخی از آفت‌کش‌های آلی کلره و فسفره در آب رودخانه گرگر. فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۱۹، ص ۲۳۶-۲۲۳.
- بزمی، م.، حقایقی، م. لاری، ر. مهدوی شهری، ن. و رسولی، م. ۱۳۹۴. مطالعه هیستومورفومتریک اثر سم دیازینون بر پلاک رشد استخوانی موش صحرائی نر.
- حنایی کاشانی، ز. ایمان پور، م. زادمجید، و. مازندرانی، م. ۱۳۹۶. تعیین درجه سمیت و تاثیر سم دیازینون بر شاخص‌های بیوشیمیایی خون مولدین نر ماهی قرمز (*Carassius auratus*).

خوش باوررستمی، ح. و سلطانی، م. ۱۳۸۴. بررسی تاثیر سمیت حاد دیازینون بر روی شاخص‌های خونی ماهی شپ *Acipenser nudiventris* و تعیین میزان  $LC_{50}$ .

شایقی، م. ۱۳۸۷. بررسی باقی‌مانده حشره‌کش‌های مصرفی (لیندن، دیازینون، مالاتیون) در محیط زیست. پایان‌نامه دکتری، دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران، ۲۳۵ ص.

شریفی، ه. حایری پور، س. امیرنژاد، ر. ۱۳۹۵. تعیین میزان باقیمانده دیازینون در رودخانه پلرود (استان گیلان).

شیری، ن. غلامی، ج. پورباقر، ه. ۱۳۹۲. بررسی آثار کوتاه مدت و بلند مدت دیازینون بر فعالیت کولین استرازی در بافت‌های صدف بزرگ آب شیرین. نشریه محیط زیست طبیعی، مجله منابع طبیعی ایران، صفحات ۳۸۷-۳۷۷.

یادگاریان، ل. ۱۳۹۱. بررسی باقی‌مانده سموم در رودخانه‌های شمال ایران در طی سال‌های ۷۶ الی ۸۰ وزارت کشاورزی سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، ۱۵۰ ص.

Adedeji, O.B., Adeyemo, O.K., Agbede, S.A., 2009. Effects of diazinon on blood parameters in the African catfish (*Clarias gariepinus*). African Journal of Biotechnology 8 (16), 3940-3946.

Abdul-Razak, A., Asiedu, A.B. and Entsua-Mensah, R.E.M., 2009. Assessment of the water quality of the Oti River in Ghana. West African Journal of Applied Ecology, 15(1), 14-29.

Apha, A., 1992. WPCF, 1992 Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. Ed. Díaz de Santos SA, 17.

Banaee, M., Mirvaghefi, A., Mojazi, A.B. and Rafiee, G.R., 2012. Biochemical characteristic of blood and histopathological study of experimental diazinon poisoning in common carp (*cyprinus carpio*) 15(4), 89-103.

Chang, H. and Carlson, T.N., 2005. Water quality during winter storm events in Spring Creek, Pennsylvania USA. Hydrobiologia, 544(1), 321-332.

Ceron, W., Saravanan, M., Kim, J.Y., Hur, K.J., Ramesh, M. and Hur, J.H., 2016.

- A review of endosulfan, dichlorvos, diazinon, and diuron–pesticides used in Jamaica. *International journal of environmental health research*, 22(6), 481-499.
- Gbore, F., Cha, E.S., Jeong, M. and Lee, W.J. 2015. Organophosphorus compounds at 80: some old and new issues. *Toxicological Sciences*, 162(1), 24-35.
- Mottes, C., Jannoyer, M.L., Le Bail, M., Guéné, M., Carles, C. and Malézieux, E., 2017. Relationships between past and present pesticide applications and pollution at a watershed outlet: The case of a horticultural catchment in Martinique, French West Indies. *Chemosphere*, 184, 762-773.
- Mousa, Y.J., Al-Zubaidy, M.H., Ameen, S.M. and Mohammad, F.K., 2017. Therapeutic efficacy of atropine against cholinesteraz inhibitors toxicity in chicks stressed with hydrogen peroxide. *Basrah Journal of Veterinary Research*, 16(1).
- Nezami, S., Jesús, F., Díaz, R., Mendoza, Y., Notte, G., Santos, E., Gérez, N., Cesio, V., Cancela, H. and Heinzen, H., 2013. Beehives biomonitor pesticides in agroecosystems: Simple chemical and biological indicators evaluation using Support Vector Machines (SVM). *Ecological Indicators*, 91, 149-154.
- Nottingham, K.G., McNally, A. and McNaughton, B.R., 2017. Synthesis of Biotinylated Diazinon: Lessons Learned for Biotinylation of Thiophosphate Esters. *Tetrahedron Letters*.
- Padash-Barmchi, F., Sadoughi, M., Kaka, G., Sadraie, S.H. and Foaddodini, M., 2010. Study of the Effects of Diazinon on Fetal Liver in BALB/c Mice. *Iranian Red Crescent Medical Journal*, 18(4).
- Pedersen, J.A., Yeager, M.A. and Suffet, I.H., 2006. Organophosphorus insecticides in agricultural and residential runoff: Field observations and implications for total maximum daily load development. *Environmental science & technology*, 40(7), 2120-2127.
- Qi, H., Huang, Q. and Hung, Y.C., 2018. Effectiveness of electrolyzed oxidizing water treatment in removing pesticide residues and its effect on produce quality. *Food Chemistry*, 239, 561-568.
- Ramadas, G., Thyagarajan, T. and Subrahmanyam, V., 2017. Robust performance of induction motor drives. *International Journal of Recent Trends in Engineering*, 1(3), 25.
- Sharma, S.B., Sayyed, R.Z., Trivedi, M.H. and Gobi, T.A., 2013. Phosphate

solubilizing microbes: sustainable approach for managing phosphorus deficiency in agricultural soils. SpringerPlus, 2(1), 587.

Soltanian, S. and Fereidouni, M.S., 2017. Immunotoxic responses of chronic exposure to cypermethrin in common carp. Fish Physiology and Biochemistry, 43(6), 1645-1655.

Sudo, M., Kunitatsu, T. and Okubo, T., 2002. Concentration and loading of pesticide residues in Lake Biwa basin (Japan). Water Research, 36(1), 315-329.

Vale, J.A., 1998. Toxicokinetic and toxicodynamic aspects of organophosphorus (OP) insecticide poisoning. Toxicology Letters, 102, 649-652.

### **Abstract**

Fish biochemistry parameters are one of the most common factors that can be affected in the event of contamination. Organophosphorus pesticides are the most widely used agricultural pesticide in the whole world, In spite of the prohibition in many countries of the world, it is still used extensively in rice fields of northern Iran. The most important environmental impacts of these pesticides are their effects on non-target organisms. Aquatic organisms, especially fish, are more susceptible to poisoning than other organisms. Also, in the city of Amol, there are agricultural lands and many gardens that are periodically sprayed, and People's drinking water is also provided from groundwater, there is a possibility of leakage of toxins into these wells. Therefore, the present study investigates the toxicity of this pesticide as one of the pollutants of aquatic ecosystems. The aim of this study was to evaluate the residual of diazinon insecticide and its effect on blood parameters of rainbow trout. In this study, 120 samples of water from 10 stations in the plain area of Haraz were collected during 4 seasons from autumn 1396 to summer 1397. The amount of organophosphate pesticide residues in the samples was analyzed by gas chromatography and by HPLC and blood parameters including total protein and glucose concentrations were measured. According to the results, the remainder of the diazinon insecticide has been observed at all stations. The highest amount of insecticide residue in summer and autumn was at the Kachab station, which is 923/0 and 893/0 PPM respectively, and the lowest amount is related to the spring season, with poison content almost zero. It should be noted that the amount of pesticides in water samples was lower than the German's standard and national standard number 1053. The results of the blood parameters show that with increasing amount of pesticide residue in summer, total protein content decreased significantly, which can be attributed to liver deficiency of fish that is adjacent to pesticides and glucose Blood significantly increased, which could be attributed to the stress associated with the exposure of these organisms to diazinon. Considering the multiple effects of diazinon on blood parameters and the concentration of this poison in the northern waters of the country as well as the location of fish in the waters leading to the Caspian Sea, it seems that diazinon is able to affect the survival of fish. Therefore, the necessity of thinking about measures in this regard, especially in educating farmers in order to properly use of agricultural pesticides, is essential in order to ensure the health of consumers.

**Keywords:** Food security, Diazinin residue, Rainbow trout, Blood Biochemistry parameters.