

## مقاله تحقیقی

### تعیین سمیت حاد حشره کش دیازینون و قارچ کش پروپیکونازول (تیلت) روی میگوی سفید غربی (*Litopenaeus vannamei*)

مجید محمد نژاد شמושکی\*، عبدالطیف ایمری

دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بندرگز، گروه شیلات، بندرگز، ایران

\*مسئول مکاتبات: مجید محمدنژاد شמושکی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بندرگز، گروه شیلات، بندرگز، ایران، پست الکترونیکی: majid\_m\_sh@bandargaziau.ac.ir

محل انجام تحقیق: مرکز تکثیر و پرورش میگوی گمیشان، گمیشان، گلستان

تاریخ پذیرش: ۹۰/۹/۲۱

تاریخ دریافت: ۹۰/۵/۱۸

#### چکیده

در این تحقیق، سمیت حاد (Acute toxicity) سموم کشاورزی دیازینون و پروپیکونازول (تیلت) که به مقدار زیادی در مزارع کشاورزی و خصوصاً شالیزارهای منطقه گلستان استفاده می‌گردد، روی پست لاروهای میگوی سفید غربی به منظور تعیین غلظت کشنده ۵۰ درصد از جمعیت میگوها در ۹۶ ساعت مطالعه گردید. آزمایش‌ها به صورت ساکن (Static) و بر اساس روش استاندارد به مدت ۴ شبانه‌روز (۹۶ ساعت) انجام پذیرفت و پارامترهای مؤثر فیزیکوشیمیایی آب از جمله pH، سختی کل، اکسیژن محلول در آب، درجه حرارت آب و شوری، کنترل گردید که به ترتیب در دامنه متوسط  $pH=7-8/2$ ،  $TH(\text{total hardness})=220 \text{ mg/l } (CaCO_3)$ ، اکسیژن اشباعی بیش از  $DO=7 \text{ ppm}$ ،  $T=24-25 \text{ }^\circ\text{C}$  و شوری ۳۲-۳۱ ppt قرار داشتند. آزمایش‌های ابتدایی به منظور یافتن محدوده کشندگی، با رهاسازی میگوها به داخل آکواریوم‌هایی که به حجم ۲۰ لیتر آبیگری شده بودند، به تعداد ۱۰ عدد میگو برای هر آکواریوم انجام شد و پس از به دست آمدن محدوده کشندگی، تیمارهای نهایی با ۵ تیمار و یک شاهد، در ۳ تکرار انجام پذیرفت. در نهایت، براساس نتایج به دست آمده و با استفاده از روش آماری *program Probit version 1.5*، سمیت حاد ( $LC_{50}96h$ ) سم دیازینون و تیلت برای پست لاروهای روی میگوی سفید غربی (*Litopenaeus vannamei*) به ترتیب برابر ۰/۲۲۶ و ۳/۶۳۵ میلی‌گرم در لیتر و حداکثر غلظت مجاز (M.A.C. Value) این سموم به ترتیب برابر ۰/۰۲۲۶ و ۰/۳۶۳۵ میلی‌گرم در لیتر محاسبه گردید. همچنین با توجه به نتایج این تحقیق مشخص شد سم دیازینون، جزو سموم دارای سمیت زیاد و سم تیلت، جزو سموم دارای سمیت متوسط برای پست لاروهای میگوی سفید غربی محسوب می‌شوند.

واژه‌های کلیدی: سمیت حاد، دیازینون، تیلت، میگوی سفید غربی

#### مقدمه

پرورشی قرار دارد. تقاضای روز افزون میگو در بازارهای جهانی، استفاده از منابع آبی نسبتاً کم

میگو یکی از مهم‌ترین آبریان پرورشی و با ارزش اقتصادی بالاست که در زمره ۱۰ گونه اول آبریان

استفاده می‌شود و با اغلب آفت‌کش‌ها سازگار است، ولی نبایستی همراه قارچ‌کش‌های سمی مصرف شود. دیازینون، ماده‌ای است که از نظر حشره‌کشی، دارای طیف وسیعی است و از مصارف دیگر آن کنترل سوسک‌ها و خصوصاً انواع مقاوم به حشره‌کش‌های کلره است. در کشاورزی برای مقابله با آفات برنج، میوه، نیشکر و گیاهان زینتی و غیره مصرف می‌شود. حد آستانه مجاز دیازینون در سال ۱۹۹۱ به مقدار ۰/۱ میلی‌گرم در متر مکعب هوا تعیین شده است. حد قابل تحمل آن را در ۰/۷۵ قسمت در میلیون (۰/۷۵ ppm) روی تعدادی از محصولات کشاورزی (سبزی‌ها) تعیین کرده‌اند (۵). پروپیکونازول با نام تجاری تیلت (امولسیون 250EC)، یک قارچ‌کش سیستمیک است که علیه بسیاری از بیماری‌های برنج، از جمله پوسیدگی ساقه، کاربرد فراوانی دارد (۶). از آنجایی که استان گلستان قطب بزرگ کشاورزی کشور به شمار می‌آید و بسیاری از اراضی کشاورزی این منطقه به کشت انواع محصولات زراعی و دیم اختصاص دارد، انواع کودهای شیمیایی و مواد دفع آفات نباتی در این استان دارای مصرف بسیار بالایی است (۶). با توجه به موارد فوق و از آنجایی که تنها مرکز تکثیر و پرورش میگوی سفید غربی در شمال کشور، یعنی مرکز تکثیر و پرورش میگوی شمال، در استان گلستان واقع است و نظر به این-که منابع تامین آب مرکز گمشان در مجاورت با زمین‌های کشاورزی قرار دارد و نیز با توجه به اهمیت اثرات سموم کشاورزی روی حیات آبریان مخصوصاً میگو، در این تحقیق، سمیت حاد (Acute toxicity) سموم کشاورزی دیازینون و تیلت که به مقدار زیادی در منطقه گلستان استفاده می‌شود، روی میگوی سفید غربی، مطالعه گردید.

## مواد و روش‌ها

### روش کار

جهت مشخص نمودن اثرات سمیت حاد (LC50 96h) سموم کشاورزی دیازینون و تیلت روی پست لاروهای میگوی سفید غربی (*Litopenaeus vannamei*)، از پست لاروهای حاصل از تکثیر مصنوعی سال ۱۳۸۸ مرکز تکثیر و

ارزش‌تر (برای مثال، آب شور در مقایسه با آب شیرین) و ورود فناوری به این حرفه، عواملی هستند که طی سال‌های اخیر، روند رو به رشدی را برای تولید میگوی پرورشی رقم زده‌اند. تولید میگوی پرورشی که از سال ۱۳۷۲ در سطحی حدود ۳۳ هکتار و با میزان تولید حدود ۱۶ تن آغاز گردید، در سال‌های بعد با رشد صعودی، مسیر خود را طی نمود و در سال ۱۳۸۰ با سطحی حدود ۳۶۰۰ هکتار، به بیش از ۷۶۰۰ تن بالغ گردید (۱). مطالعات انجام شده در نواحی ساحلی جنوب و شمال کشور، حکایت از ظرفیت‌های بسیار مناسبی جهت پرورش میگو دارد، به نحوی که با نتایج بررسی‌های اولیه، وجود استعداد پرورش میگو در بیش از ۱۰۰ هزار هکتار از اراضی جنوب و ۴۰۰۰ هکتار شمال (استان گلستان) کشور مشخص شده است (۱). در حال حاضر، حدود ۴۰۰۰ هکتار از اراضی استان گلستان واقع در منطقه گمشان جهت احداث مزارع پرورش میگو در نظر گرفته شده است که طی فاز اول آن، در حدود ۲۹۵ هکتار از این اراضی، عملیات ساخت و ساز مزارع شروع شده است (۱). از طرفی، کاربرد مواد شیمیایی مصنوعی به عنوان آفت‌کش، از سال ۱۹۳۰ میلادی آغاز گردید (۲). آفت‌کش‌ها از دو طریق وارد منابع آبی می‌شوند: یکی از طریق کاربرد مستقیم در اکوسیستم‌های آبی و دیگری، بر اثر استفاده غیرمستقیم آفت‌کش‌ها، مانند ریزش اتمسفری و فرسایش حاصل از زمین‌های کشاورزی و همچنین نفوذ فاضلاب‌های صنعتی و کشاورزی به منابع آبی (۳). به نظر می‌رسد با وجود آفت‌کش‌ها، مشکل تهیه غذای با کیفیت خوب و ارزان برای جمعیت رو به افزایش جهان، حل شده است. اما متأسفانه، آفت‌کش‌ها مشکلات زیادی ایجاد نموده‌اند. کاربرد بیش از حد و مداوم آن‌ها سلامت بشر را به مخاطره انداخته است و با اثرات معکوس روی موجودات غیر هدف، موجبات آلودگی منابع آب، خاک و هوا را فراهم آورده است. بنابراین، مقادیر زیادی از آفت‌کش‌ها وارد محیط زیست شده، منابع آبی و خاکی را آلوده می‌سازند (۴). سم حشره‌کش ارگانوفسفره دیازینون امولسیون ۶۰ درصد برای از بین بردن حشرات مضر در باغ‌ها به صورت اسپری

و نهایتاً در تیمار ۵ غلظت ۸ میلی گرم در لیتر منظور گردید. سپس با کمک معادله خط رگرسیون و ضرایب مربوطه، اعداد LC10، LC50 و LC90 به دست آمد. در طول آزمایش‌ها، حرکات و رفتار میگوها به طور شبانه‌روزی مورد بررسی قرار می‌گرفت و ثبت تلفات به طور روزانه انجام می‌شد.

#### پارامترهای کیفی آب

پارامترهای مؤثر فیزیکوشیمیایی آب از جمله pH، سختی کل، اکسیژن محلول در آب، درجه حرارت آب و شوری، کنترل گردید که به ترتیب در دامنه متوسط  $pH=7-8/2$ ،  $mg/l (CaCO_3)$ ،  $TH (total hardness) = 220$ ، اکسیژن اشباعی بیش از  $DO=7 ppm$ ،  $T=24-25^\circ C$  و شوری  $31-32 ppt$  قرار داشتند.

#### آنالیز آماری

بعد از کسب نتایج نهایی، اطلاعات حاصله، طبق روش آماری Probit program version 1.5 (۱۲) که توسط EPA آمریکا برای تجزیه و تحلیل داده‌های مرگ و میر ناشی از مسمومیت مزمن و حاد ماهیان و سایر آبزیان در آب‌های جاری و ساکن طراحی شده است، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. میزان حداکثر غلظت مجاز (میزان LC50 96h تقسیم بر ۱۰) (۱۱) و درجه سمیت، مشخص شدند.

#### نتایج

بر اساس نتایج به دست آمده، مقدار LC10، 90، 50 سم دیازینون در طی ۹۶ ساعت، به ترتیب ۰/۱۴۹، ۰/۲۲۶ و ۰/۳۴۲ میلی گرم در لیتر محاسبه گردید (جدول ۱). مقدار حداقل غلظت مؤثر این سم (LOEC) روی پست لاروهای میگوی سفید غربی، ۰/۱۴۹ میلی گرم در لیتر و حداکثر غلظت مجاز آن (MAC) برابر ۰/۰۲۲۶ میلی گرم در لیتر برای این گونه محاسبه شد.

پرورش میگوی مرکز گمیشان در استان گلستان، استفاده شد. به همین منظور طی چند مرحله، تعداد ۵۰۰ عدد از این پست لاروها که به بالای ۲۰ روز رسیده بودند، به سالن پرورش جلبک این مرکز انتقال داده شدند تا برای انجام آزمایش‌های مربوطه مورد استفاده قرار گیرند. پست لاروها برای سازگار شدن با شرایط محیطی، به مدت ۵ تا ۷ روز در سالن مربوطه نگهداری شدند. آن‌گاه برای انجام آزمایش‌های تشخیص سمیت، به درون ۱۸ عدد آکواریوم به حجم ۲۰ لیتر آب، رهاسازی شدند (۱۰ قطعه میگو در هر آکواریوم). سپس آزمایش‌های ابتدایی به صورت ساکن (Static) و بر اساس روش استاندارد O.E.C.D (۱۱) به منظور تعیین LC50 96h سموم دیازینون و تیلت روی میگوها با ۵ تیمار و یک شاهد در غلظت‌های مختلف صورت پذیرفت. بررسی تأثیر سم دیازینون روی پست لاروهای میگوی سفید غربی با آزمایش‌های متعدد معین نمود که محدوده کشندگی آن در دامنه بین ۰/۳-۰/۱۵ میلی گرم در لیتر است و با کمک روش لگاریتمیک، دوباره فواصل بین تیمارها مشخص و در نهایت، تیمارهای نهایی به صورت زیر تشکیل گردید: در تیمار اول ۰/۱۵ میلی گرم در لیتر، در تیمار دوم ۰/۱۸ میلی گرم در لیتر، در تیمار سوم ۰/۲۱ میلی گرم در لیتر، در تیمار چهارم ۰/۲۵ میلی گرم در لیتر و نهایتاً در تیمار ۵ غلظت ۰/۳ میلی گرم در لیتر و عملاً محدوده حداقل و حداکثر کشندگی در این دامنه تغییر می‌کند. در پایان، با کمک معادله خط رگرسیون و ضرایب مربوطه، اعداد LC10 و LC50 و LC90 به دست آمد. ضمن این که بررسی تأثیر سم تیلت روی پست لاروهای میگوی سفید غربی با آزمایش‌های متعدد معین نمود که محدوده کشندگی آن در دامنه بین ۸-۲ میلی گرم در لیتر است و با کمک روش لگاریتمیک، دوباره فواصل بین تیمارها مشخص گردید. در تیمار اول ۲ میلی گرم در لیتر، در تیمار دوم ۲/۸۳ میلی گرم در لیتر، در تیمار سوم ۴ میلی گرم در لیتر، در تیمار چهارم ۵/۶۶ میلی گرم در لیتر

جدول ۱ - غلظت‌های کشنده سم دیازینون در طی ۹۶ ساعت روی پست لاروهای میگوی سفید غربی.

نام سم	غلظت (mg/l)	۲۴ ساعت	۴۸ ساعت	۷۲ ساعت	۹۶ ساعت
LC10	۰/۲	۰/۱۷۶	۰/۱۵۸	۰/۱۴۹	
LC50	۰/۲۹۸	۰/۲۵۵	۰/۲۳۷	۰/۲۲۶	
LC90	۰/۴۴۳	۰/۳۷۰	۰/۳۶۰	۰/۳۴۲	

بر اساس نتایج به دست آمده، مقدار LC10، 50، 90 سم تیلت در طی ۹۶ ساعت، به ترتیب ۱/۲۴۴، ۳/۶۳۵ و ۱۰/۶۲۱ میلی‌گرم در لیتر است (جدول ۲). مقدار حداقل غلظت مؤثر این سم (LOEC) روی پست لاروهای میگوی سفید غربی، ۱/۲۴۴ میلی‌گرم در لیتر و حداکثر غلظت مجاز آن (MAC) برابر ۰/۳۶۳۵ میلی‌گرم در لیتر برای پست لاروهای میگوی سفید غربی محاسبه گردید.

بر اساس نتایج به دست آمده، مقدار LC10، 50، 90 سم تیلت در طی ۹۶ ساعت، به ترتیب ۱/۲۴۴، ۳/۶۳۵ و ۱۰/۶۲۱ میلی‌گرم در لیتر است (جدول ۲). مقدار حداقل غلظت مؤثر این سم

جدول ۲- غلظت‌های کشنده سم تیلت در طی ۹۶ ساعت بر روی پست لاروهای میگوی سفید غربی.

نام سم	غلظت (mg/l)	۲۴ ساعت	۴۸ ساعت	۷۲ ساعت	۹۶ ساعت
LC10	۳/۱۶۲	۱/۴۴۸	۱/۳۷۵	۱/۲۴۴	
LC50	۹/۰۲۱	۴/۲۲۷	۴/۰۳۲	۳/۶۳۵	
LC90	۲۵/۷۳	۱۲/۳۴۰	۱۱/۸۲۵	۱۰/۶۲۱	

نتایج به دست آمده برای مقدار LC50 در ۹۶ ساعت نشان می‌دهد که با افزایش ساعات آزمایش، میزان LC50 کاهش یافته است. به عبارت دیگر، هرچه مقدار ساعات آزمایش افزایش می‌یابد، غلظت کمتری از سم لازم است تا ۵۰ درصد از جمعیت پست لاروهای میگوی سفید غربی تلف شوند. مقدار LC50 در ساعات اولیه آزمایش نیز همواره بیشتر از

نتایج به دست آمده برای مقدار LC50 در ۹۶ ساعت نشان می‌دهد که با افزایش ساعات آزمایش، میزان LC50 کاهش یافته است. به عبارت دیگر، هرچه مقدار ساعات آزمایش افزایش می‌یابد، غلظت کمتری از سم لازم است تا ۵۰ درصد از جمعیت پست لاروهای میگوی سفید غربی تلف شوند. مقدار LC50 در ساعات اولیه آزمایش نیز همواره بیشتر از

جدول ۳- تعیین سمیت حشره کش‌های مختلف (۳).

درجه سمیت	LC50
تقریباً غیرسمی	۱۰۰ > میلی‌گرم در لیتر
سمیت کم	۱۰ - ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر
سمیت متوسط	۱ - ۱۰ میلی‌گرم در لیتر
سمیت زیاد	۰/۱ - ۱ میلی‌گرم در لیتر
سمیت خیلی زیاد	۰/۱ < میلی‌گرم در لیتر

سفید غربی برابر ۰/۲۲۶ و ۳/۶۳۵ میلی‌گرم در لیتر است. بر این اساس، می‌توان نتیجه گرفت که حداکثر غلظت مجاز (MAC value) سموم کشاورزی دیازینون و تیلت، به ترتیب ۰/۲۲۶ و ۳/۶۳۵ میلی‌گرم در لیتر است. همچنین حداقل غلظت مؤثر (LOEC) این سموم که به آن LC<sub>10</sub>96h اطلاق می‌گردد، به ترتیب ۰/۱۴۹ و ۱/۲۴۴ میلی‌گرم در

بر اساس نتایج به دست آمده از آزمایش‌های تعیین سمیت حد (LC<sub>50</sub> 96h) سموم دیازینون و تیلت روی پست لاروهای میگوی سفید غربی (*Litopenaeus vannamei*) مشخص گردید که میزان غلظت کشنده در طی چهار روز متوالی (۹۶ ساعت) برای ۵۰ درصد از پست لاروهای میگوی

## بحث

لیتر، LC<sub>50</sub> در مدت ۴۸ ساعت سم دیازینون گرانول ۵ درصد روی ماهی *Channa punctatus* به میزان ۱۴ میلی گرم در لیتر، LC<sub>50</sub> 96h روی ماهی *Blue gill* به میزان ۱۷ برابر سمی تر از اثر حد این سم روی ماهی *Fathead minnow* و این میزان در ماهی *Blue gill* به میزان ۰/۴۶ ppm و در ماهی *Fathead minnow* به میزان ۷/۸ ppm است و LC<sub>50</sub> 96h سم دیازینون برای ماهی *Zebra fish (Brachydnio ririo)* به میزان ۲/۱۲ میلی گرم در لیتر بوده است (۱۷). بنابراین، در مقام مقایسه، گونه‌های مختلف آبزیان و ماهیان از نظر حساسیت در برابر سم دیازینون به ترتیب عبارتند از: مارماهی، میگوی سفید غربی، ماهی شیپ، ماهی سفید، *Blue gill*، ماهی فیتو فاگ، *Zebra fish*، ماهی ازون برون، ماهی قره برون، *Fathead minnow*، ماهی سییم، ماهی کلمه و *Channa punctatus* LC<sub>50</sub> 96h سم تیلت برای بچه ماهی شیپ نیز برابر ۳/۹ میلی گرم در لیتر توسط محمدنژاد (۸) محاسبه گردید.

نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که سموم کشاورزی دیازینون و تیلت، جزو سموم دارای سمیت زیاد و متوسط برای پست لاروهای میگوی سفید غربی محسوب می‌شوند، که می‌توانند در صورت استفاده وسیع در زمین‌های کشاورزی استان گلستان و ورود به مزارع پرورش میگوی سفید غربی در منطقه گمیشان، باعث تلفات و آسیب‌های جدی در این میگوها شوند.

#### تقدیر و تشکر

از کارشناسان محترم مرکز تکثیر و پرورش میگوی گمیشان، جناب آقای مهندس وشتابی و کارشناس محترم مرکز تحقیقات ماهیان آب‌های داخلی استان گلستان، جناب آقای پورصوفی که در تجزیه تحلیل آماری کار به ما یاری رساندند و همچنین کلیه عزیزانی که در انجام تحقیق یاری فرمودند، نهایت سپاسگزاری و تشکر را داریم.

لیتر است. در خصوص بررسی اثر سموم دیازینون و تیلت و یا دیگر سموم کشاورزی و آلاینده‌ها روی میگوی سفید غربی، متأسفانه تاکنون در ایران هیچ مطالعه‌ای گزارش نشده است که این امر می‌تواند به دلیل تازگی ورود این میگو به کشور باشد. اما در سایر مطالعاتی که در مورد سمیت حاد مواد مختلف بر میگوی سفید غربی صورت گرفته، مشخص گردید LC<sub>50</sub> 96h فلز بور برای میگوی جوان سفید غربی در شوری ۳ ppt برابر ۲۵/۰۵ میلی گرم در لیتر و در شوری ۲۰ ppt برابر ۸۰/۰۶ میلی گرم در لیتر (۱۳)، LC<sub>50</sub> 96h نیتريت و آمونیاک در شوریه‌های ۱۵، ۲۵ و ۳۵ قسمت در هزار (ppt)، به ترتیب برای آمونیاک ۲۴/۳۹، ۳۵/۴ و ۳۹/۵۴ میلی گرم در لیتر (۱۴) و برای نیتريت، به ترتیب برابر ۷۶/۵، ۱۷۸/۳ و ۳۲۱/۷ میلی گرم در لیتر (۱۵) و LC<sub>50</sub> 96h ازون نیز برابر ۰/۵ میلی گرم در لیتر (۱۶) برای میگوی سفید غربی اعلام گردید. همان طور که از نتایج این تحقیق و بررسی‌های دیگر محققین بر می‌آید حساسیت میگوی سفید غربی، نسبت به سموم کشاورزی، بسیار بالاتر از فلزاتی همچون بور و نیز آمونیاک، نیتريت و ازون است. اما در سایر تحقیقات انجام شده پیرامون اثر سم دیازینون و تیلت روی سایر آبزیان، مطالعه روی ماهیان خاویاری نشان داد که LC<sub>50</sub> 96h سم دیازینون برای تاسماهی ایرانی یا قره برون، ۴/۳۸ میلی گرم در لیتر، برای ازون برون، ۲/۵۴ میلی گرم در لیتر (۷) و برای ماهی شیپ (*Acipenser nudiventris*) ۰/۳۶ میلی گرم در لیتر (۸) است. همچنین در آزمایش‌هایی که در سال ۱۳۷۵ در مرکز تحقیقات شیلات استان گیلان انجام گرفت، LC<sub>50</sub> 96h سم دیازینون، روی ماهی سفید و ماهی فیتوفاگ، به ترتیب ۰/۳۴ و ۱/۹ میلی گرم در لیتر، روی ماهی سییم ۸/۱ میلی گرم در لیتر بدست آمد (۹). این رقم برای ماهی کلمه (*Rutilus rutilus caspicus*) برابر ۱۲/۸۱ میلی گرم در لیتر (۱۰) محاسبه گردید. LC<sub>50</sub> سم دیازینون روی مارماهی مهاجر یا *Anguilla European eel (anguilla)* در زمان‌های ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت، به ترتیب ۰/۱۱، ۰/۰۹، ۰/۰۸ و ۰/۰۸ میلی گرم در

### منابع مورد استفاده

۱. جزوه دستورالعمل اجرایی تکثیر و پرورش میگو. ۱۳۸۴. مجتمع پرورشی میگوی استان گلستان، گمیشان.
۲. دبیری، م. ۱۳۷۵. آلودگی محیط زیست. نشر اتحاد. صفحات ۲۸۳، ۱۸۵، ۱۸۴.
۳. پیری، م.، نظامی، ش. ع.، امینی رنجبر، غ. ر.، اردگ، و.، ۱۳۷۶. مطالعات اکوتوکسیکولوژی بر روی *Daphnia magna* و تعیین اثر سموم Diazinon, Malathion بر این ارگانیزم. مجله علمی شیلات ایران. شماره ۳. سال ششم. صفحات ۲۳ تا ۳۴.
۴. صادقی راد، م. ۱۳۸۱. اندازه گیری فلزات سنگین (روی، مس، کادمیوم، سرب و جیوه) در بافت عضله و خاویار دو گونه تاسماهی ایرانی (قره برون) و ازون برون. مؤسسه تحقیقات شیلات ایران - انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری دکتر دادمان رشت. ص ۱۸ - ۹ و ۴۹ - ۴۲.
۵. ثنائی، غ. ۱۳۷۵. سم شناسی صنعتی (جلد اول). انتشارات دانشگاه تهران. ص ۱۷۳-۲۴۷.
۶. موسوی، م. ر.، رستگار، م. ع. ۱۳۷۶. آفت کش ها در کشاورزی. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین. صفحه ۳۰۰.
۷. یژند، ذ. ۱۳۷۸. تعیین غلظت کشنده LC<sub>50</sub> 96h سموم بوتاکلرو دیازینون روی بچه ماهیان خاویاری ازون برون و قره برون. پایان نامه کارشناسی ارشد - دانشگاه آزاد واحد لاهیجان. ص ۶۰-۴۵.
۸. محمدنژاد شמושکی، م. ۱۳۸۴. تعیین غلظت کشنده LC<sub>50</sub> 96h فلزات سنگین سرب، روی، کادمیوم و سموم کشاورزی دیازینون، هینوزان، تیلت بر روی بچه ماهی خاویاری شیپ. پایان نامه کارشناسی ارشد شیلات - دانشگاه آزاد اسلامی، واحد لاهیجان. ص ۱-۴.
۹. نصری تجن، م. ۱۳۷۵. تعیین غلظت کشنده LC<sub>50</sub> 96h سم دیازینون گرانول ۵ درصد و امولسیون ۶۰ درصد روی ماهی سیم تالاب انزلی. پایان نامه کارشناسی ارشد - دانشگاه آزاد واحد لاهیجان. ص ۹ و ۲۰.
۱۰. محمد نژاد شמושکی، م.، شاهکار، ع. ۱۳۸۸. تعیین غلظت کشنده (LC<sub>50</sub> 96h) حشره کش دیازینون و کلرپیریفوس و دیازینون بر روی بچه ماهی کلمه (*Rutilus rutilus caspicus*). مجله علمی شیلات دانشگاه آزاد اسلامی واحد آزادشهر. سال سوم. شماره چهارم. زمستان ۱۳۸۸. ص ۷۳-۷۸.
11. T.R.C., 1984. O.E.C.D. Guidelines for testing of chemicals. Section 2. Effects on Biotic Systems: ISSN: 2074-5761 (online). 1 - 39.
12. USEPA., 1985. Methods for measuring the acute toxicity of effluents to freshwater and marine organisms. 3rd Ed. Environmental Protection Agency, Environmental Monitoring and Support Laboratory, Cincinnati, OH. EPA-600/4-85/013.
13. Li, E., Xiong, Z., Chen, L., Zeng, C. Li, K., 2008. Acute toxicity of boron to juvenile white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, at two salinities. *Aquaculture* 278: 175-178.
14. Lin, Y. C., Chen, J. C., 2001. Acute toxicity of ammonia on *Litopenaeus Vannamei* Boone juveniles at different salinity levels. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 259: 109-119.
15. Lin, Y. C., Chen, J. C., 2003. Acute toxicity of nitrite on *Litopenaeus vannamei* (Boone) juveniles at different salinity levels. *Aquaculture* 224: 193-201.
16. Schroeder, J. P., Gärtner, A., Waller, U., Hanel, A., 2010. The toxicity of ozone-produced oxidants to the Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture* 305: 6-11.
17. Ansari, B. A., Aslam, M., Kumar, K., 1987. Diazinon toxicity: Activities of Acetylcholinesterase and Phosphatase in the nervous tissue of Zebra fish, *B. rerio* (*Cyprinidae*). *ZDB-PUB* 15: 301-306.