

اثرات کشندگی سموم آبامکتین و پرتیکاکلر بر ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)

محمدفروهر واجارگاه، امیر قادرمرزی،* سیدعلی اکبر هدایتی و محمدرضا ایمانیپور

گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

تاریخ دریافت: ۹۴/۴/۲۸؛ تاریخ پذیرش: ۹۴/۹/۱۱

چکیده

با توجه به مصرف زیاد سموم برای اهداف کشاورزی، وجود سموم در آب‌های سطحی استان‌های شمالی ایران بسیار شایع است که می‌تواند اثرات نامطلوبی بر اکوسیستم‌های آبی، آبزیان و در نهایت انسان به‌عنوان مصرف‌کننده نهایی بگذارد. ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) از مهمترین گونه‌های کپور ماهیان دریای خزر می‌باشد که ذخایر طبیعی آن طی سال‌های اخیر به‌دلایل متعددی از جمله ورود سموم دفع آفات نباتی به اکوسیستم‌های آبی رو به کاهش نهاده است. از این رو در این تحقیق سمیت حاد کوتاه مدت سموم آبامکتین و پرتیکاکلر که به مقدار زیادی در استان‌های شمالی کشور استفاده می‌گردند بر روی بچه ماهیان ۷-۵ گرمی کپور معمولی به‌منظور تعیین غلظت کشنده ۵۰ درصد از جمعیت ماهیان در ۹۶ ساعت مطالعه گردید. آزمایشات به صورت ساکن و براساس روش استاندارد O.E.C.D به مدت ۴ شبانه روز انجام و پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب از جمله pH، اکسیژن محلول و درجه حرارت اندازه‌گیری گردید که به ترتیب در دامنه متوسط ۸/۳۰ - ۸/۲۲ و ۶۹-۶۷ درصد و ۱۷/۷-۱۷/۹ قرار داشتند. بر اساس نتایج بدست آمده سمیت حاد سموم آبامکتین و پرتیکاکلر برای بچه ماهیان کپور معمولی به ترتیب ۱/۲۴۳ و ۲/۲۳۳ میلی‌گرم در لیتر محاسبه گردید و در ادامه حداکثر غلظت مجاز (M.A.C Value) این سموم به ترتیب ۰/۱۲۴۳ و ۰/۲۲۳۳ میلی‌گرم در لیتر برای بچه ماهیان کپور معمولی محاسبه گردید که با توجه به جدول تعیین سمیت سموم مختلف، سموم آبامکتین و پرتیکاکلر برای این ماهیان دارای سمیت متوسط محسوب می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: آبامکتین، پرتیکاکلر، سمیت کشنده، کپور معمولی

مقدمه

امروزه یکی از مهم‌ترین نگرانی‌های بشر مسئله افزایش مواد آلاینده در محیط زیست به خصوص آب‌ها می‌باشد که به صورت فاضلاب، نشت نفت، پس آب‌های مواد آلی و معدنی کارخانجات، مواد شیمیایی گوناگون اعم از فلزات و شبه فلزات بوده و می‌باشد که موجب آلودگی آب‌های جهان به اشکال مختلف می‌شوند. این مواد سمی به طرق مختلف وارد آب شده و آن را آلوده می‌کنند، این در حالی است که منابع آب

محدود ولی رشد جمعیت به‌طور تصاعدی در حال افزایش است و همین منابع محدود به‌وسیله آلوده کننده‌های مختلف فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک آلوده می‌گردد. گرچه عوامل آلوده کننده فیزیکی و میکروبی را می‌توان با صرف هزینه و بکار گرفتن تکنیک‌های ساده از میان برداشت ولی برطرف ساختن آلودگی‌های شیمیایی در غالب موارد وقت گیر، مشکل، پرهزینه و گاه غیرممکن است. این نوع آلودگی در استان‌های گیلان، مازندران و گلستان که به‌عنوان قطب‌های بزرگ کشاورزی کشور محسوب می‌شوند، بیشتر مشاهده می‌گردد زیرا سطحی بالغ بر ۱/۵ میلیون هکتار از

*نویسنده مسئول: hedayati@gau.ac.ir

گونه در طی سال‌های اخیر رو به کاهش نهاده است که این امر گویای کاهش ذخایر آن در دریای خزر است. با توجه به بررسی‌های به عمل آمده عوامل مختلفی می‌توانند در این امر دخیل باشند اما مهمترین عاملی که امروزه بیشترین توجه محافل علمی را به خود جلب نموده آلودگی محیط زیست به‌ویژه افزایش روزافزون فاضلاب‌های صنعتی حاوی ترکیبات مختلف آلاینده‌های پایدار فلزات سمی و آفت‌کش‌های کشاورزی است که در راستای توسعه صنعتی و پیشرفت بشر قرار دارد (علی‌نژاد، ۱۳۸۳). با توجه به اهمیت کپور ماهیان که از منابع غذایی مهم برای انسان می‌باشند و با توجه به اینکه اثرات این سموم کشاورزی بر روی کپور ماهیان در ایران مورد بررسی قرار نگرفته است. بنابراین در این تحقیق سمیت حاد سموم آبامکتین و پرتیکاکلر که به مقدار زیادی در استان‌های شمالی کشور استفاده می‌شوند روی بچه ماهیان کپور معمولی با هدف تعیین غلظت کشنده ۵۰ درصد این علف کش و حداکثر غلظت مجاز در ۹۶ ساعت مطالعه گردید.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق ۳۷۸ قطعه ماهی کپور معمولی ۳-۵ گرمی به مدت دو هفته جهت سازگاری با شرایط محیطی آکواریوم، نگهداری شدند. ۳۰ عدد آکواریوم ۱۰۰ لیتری در سالن آکواریوم دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان برای انجام طرح در نظر گرفته شد. بعد از ضدعفونی و آماده‌سازی آکواریوم‌ها، آنگیری آن‌ها صورت گرفت. در طول دوره‌ی آزمایش فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب اندازه‌گیری شد که شامل دمای آب 17 ± 1 درجه سانتی‌گراد، (pH) $8/30$ - $8/22$ غلظت اکسیژن محلول: ۶۹-۶۷ درصد در لیتر و سختی آب: ۲۱۰ میلی‌گرم کربنات کلسیم در لیتر بود.

اراضی این منطقه به کشت انواع محصولات زراعی و دیم اختصاص دارد. مصرف انواع کودهای شیمیایی و مواد دفع آفات نباتی در این استان‌ها بسیار بالا 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 (موسوی و رستگار، ۱۳۷۶).

بیماری‌ها و آفات از جمله اصلی‌ترین عوامل تأثیرگذار بر زراعت شالیکاری محسوب می‌شوند. به‌طوری‌که بیماری‌های قارچی بلاست و پوسیدگی ساقه همواره خسارات قابل ملاحظه‌ای به این محصول وارد می‌نمایند. نظر به این که سهل‌ترین راه پیشگیری از بروز این آفات استفاده از مواد شیمیایی است و از طرفی دیگر به دلیل خصوصیات فیزیولوژیکی برنج و روش کشت غرقابی آن که در ارتباط مستقیم با آب قرار دارد، همواره مقادیر زیادی از پس آب‌های حاوی سموم آفت‌کش به اکوسیستم‌های آبی مجاور شالیزار وارد می‌گردند. باید اذعان نمود که در بعضی موارد آفت‌کش‌ها اثرات مخرب بیشتری روی موجودات غیر هدف (آبزیان) نسبت به موجودات هدف (آفات) داشته، که این خود در حساسیت بالاتر و مرگ و میر سریع‌تر و بیشتر آبزیان نهفته است. در سواحل جنوبی دریای خزر عمده رودخانه‌های مسیر مهاجرت ماهیان شامل سفیدرود، گرگانرود، پلرود، تجن، گرگانرود، سفارود و غیره می‌باشد که این رودخانه‌ها به دلیل مجاورت با مزارع بسیار وسیع کشاورزی اعم از شالیکاری، گندمکاری، مرکبات، باغ‌های چای، هر ساله مقادیر بسیار زیادی از باقیمانده سموم مختلف کشاورزی را به دریای خزر منتقل می‌کنند این سموم از طریق تغییر در کیفیت آب باعث مرگ بچه ماهیان و حتی ماهیان بزرگتر می‌گردند (اصلان‌پرویز، ۱۳۷۰).

ماهی کپور معمولی از مهمترین گونه‌های کپور ماهیان دریای خزر می‌باشند که میزان صید برخی از

روزانه با آب حاوی همان غلظت از سم تعویض می‌گردید. ماهی‌های بی‌حرکت و فاقد حرکت سرپوش آبششی، مرده محسوب شده و از آب خارج می‌گردیدند. ثبت تلفات به صورت روزانه طی مدت ۹۶ ساعت انجام شد و بعد از ثبت تلفات، اقدام به تعیین LC_{10} , LC_{20} , LC_{30} , LC_{40} , LC_{50} , LC_{60} , LC_{70} , LC_{80} , LC_{90} , LC_{95} در ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت با استفاده از نرم‌افزار پروبیت گردید. در نهایت میزان حداکثر غلظت مجاز و درجه سمیت مشخص گردید.

نتایج

پس از تعیین محدوده کشندگی آباتمکتین بر کپور معمولی، تست سمیت حاد (LC_{50}) در ۶ غلظت مختلف به همراه شاهد و در ۳ تکرار انجام گردید و نتایج مرگ و میر در طی زمان‌های ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت اندازه‌گیری شدند (جدول ۱). همان‌گونه که در این جدول مشاهده می‌شود در تیمار شاهد تلفاتی مشاهده نشد.

برای تعیین سمیت این سموم از روش استاندارد O.E.C.D (راهنمای شماره ۲۰۳) (Static-constant test condition) استفاده شد (محمدنژاد شמושکی، ۱۳۸۴). از آنجا که اطلاعاتی در مورد بررسی سمیت آباتمکتین و پرتیکاکلر در کپور معمولی موجود نبود، ابتدا اقدام به انجام آزمایشات مقدماتی در سطح کوچک جهت به‌دست آوردن حدود غلظت کشنده این سموم در کپور معمولی گردید و سپس بر اساس این اطلاعات غلظت‌های متوالی از آباتمکتین و پرتیکاکلر برای این ماهیان در نظر گرفته شد، به‌طوری‌که غلظت ایجاد کننده ۱۰۰ درصد تلفات و غلظت غیر کشنده در بین این غلظت‌ها قرار گیرد. هر یک از غلظت‌های آباتمکتین و پرتیکاکلر در سه تکرار ایجاد گردید. هر آکواریوم مجهز به سیستم هوادهی بوده و شرایط فیزیوشیمیایی آب در تمام آکواریوم‌ها مشابه بود. با توجه به روش مورد استفاده (Static-renewal test condition) برای جلوگیری از اثر متابولیت‌ها و مواد آلی دفعی ماهی و نیز نگهداری غلظت سموم در حد غلظت اولیه، آب تمام مخازن

جدول ۱- میزان مرگ و میر کپور معمولی در تست سمیت حاد (LC_{50} 96h) آباتمکتین (تعداد در هر تیمار=۲۱ عدد)

غلظت (mg/l)	۲۴ ساعت	۴۸ ساعت	۷۲ ساعت	۹۶ ساعت
شاهد	۰	۰	۰	۰
۱	۰	۰	۸	۱۲
۲	۲	۹	۱۵	۱۶
۳	۷	۱۱	۱۷	۲۰
۶	۹	۱۳	۱۵	۲۱
۱۲	۱۵	۱۷	۲۱	۲۱
۱۵	۱۷	۱۸	۲۱	۲۱

پروبیت تخمین سمیت آباتمکتین در ماهی کپور معمولی با اطمینان ۹۵ درصد بدست آمد (جدول ۲).

پس از تعیین تلفات حاصل از مجاورت کپور معمولی با غلظت‌های افزایشی آباتمکتین در ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت، با آنالیز نتایج بوسیله نرم‌افزار

جدول ۲- غلظت‌های کشنده آبامکتین طی ۹۶ ساعت در ماهی کپور معمولی

غلظت کشنده				LC
۹۶	۷۲	۴۸	۲۴	
۰/۰۸۶	-	-	۱/۳۰۳	LC10
۰/۴۸۳	۰/۱۲۳	۰/۷۹۵	۳/۸۲۵	LC20
۰/۷۶۹	۰/۷۶۸	۲/۷۸۰	۵/۶۴۵	LC30
۱/۰۱۴	۱/۳۱۹	۴/۴۷۶	۷/۱۹۹	LC40
۱/۲۴۳	۱/۸۳۴	۶/۰۶۱	۸/۶۵۲	LC50
۱/۴۷۲	۲/۳۴۹	۷/۶۴۷	۱۰/۱۰۵	LC60
۱/۷۱۶	۲/۹۰۰	۹/۳۴۳	۱۱/۶۵۹	LC70
۲/۰۰۳	۳/۵۴۵	۱۱/۳۲۸	۱۳/۴۷۸	LC80
۲/۴۰۰	۴/۴۴۰	۱۴/۰۸۱	۱۶/۰۰۱	LC90
۲/۷۲۸	۵/۱۷۹	۱۶/۳۵۴	۱۸/۰۸۴	LC95

ساعت اندازه‌گیری شدند (جدول ۳). همان‌گونه که در این جدول مشاهده می‌شود در تیمار شاهد تلفاتی مشاهده نشد.

پس از تعیین محدوده کشندگی پرتیکاکلر بر کپور معمولی، تست سمیت حاد (LC50) در ۱۰ غلظت مختلف به همراه شاهد و در ۳ تکرار انجام گردید و نتایج مرگ و میر در طی زمان‌های ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶

جدول ۳- میزان مرگ و میر کپور معمولی در تست سمیت حاد (LC₅₀ 96h) پرتیکاکلر (تعداد در هر تیمار=۲۱ عدد)

غلظت (mg/l)	۲۴ ساعت	۴۸ ساعت	۷۲ ساعت	۹۶ ساعت
شاهد	۰	۰	۰	۰
۱	۰	۰	۰	۰
۲	۰	۰	۰	۰
۲/۴	۱	۲	۶	۱۸
۲/۸	۱	۳	۷	۱۹
۳	۸	۱۷	۱۹	۲۱
۴	۶	۱۹	۲۱	۲۱
۵	۱۷	۱۹	۲۰	۲۱
۶	۱۹	۲۱	۲۱	۲۱
۷	۲۱	۲۱	۲۱	۲۱
۱۰	۲۱	۲۱	۲۱	۲۱

پرویت تخمین سمیت پرتیکاکلر در ماهی کپور معمولی با اطمینان ۹۵ درصد بدست آمد (جدول ۴).

پس از تعیین تلفات حاصل از مجاورت کپور معمولی با غلظت‌های افزایشی پرتیکاکلر در ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت، با آنالیز نتایج بوسیله نرم‌افزار

جدول ۴- غلظت‌های کشنده پرتیکاکلر طی ۹۶ ساعت در ماهی کپور معمولی

LC	غلظت کشنده			
	۲۴	۴۸	۷۲	۹۶
LC10	۲/۶۹۹	۲/۱۵۲	۱/۹۷۷	۱/۶۴۴
LC20	۳/۲۱۶	۲/۵۱۱	۲/۲۶۹	۱/۸۴۶
LC30	۳/۵۸۹	۲/۷۶۹	۲/۴۸۰	۱/۹۹۲
LC40	۳/۹۰۸	۲/۹۹۱	۲/۶۶۰	۲/۱۱۶
LC50	۴/۲۰۶	۳/۱۹۷	۲/۸۲۸	۲/۲۳۳
LC60	۴/۵۰۳	۳/۴۰۴	۲/۹۹۷	۲/۳۴۹
LC70	۴/۸۲۲	۳/۶۲۵	۳/۱۷۷	۲/۴۷۴
LC80	۵/۱۹۵	۳/۸۸۴	۳/۳۸۸	۲/۶۱۹
LC90	۵/۷۱۲	۲/۲۴۳	۳/۶۸۰	۲/۸۲۱
LC95	۶/۱۳۹	۴/۵۳۹	۳/۹۲۲	۲/۹۸۸

بحث و نتیجه‌گیری

علف‌کش‌ها در سطح وسیعی در دنیا برای کنترل آفات نباتی در محصولات کشاورزی و مبارزه با آفات شهری مورد استفاده قرار می‌گیرند. بیشترین اثر زیست محیطی این سم اثرات آن بر موجودات غیرهدف به‌ویژه ماهیان می‌باشد. در بسیاری از مطالعات اخیر از تأثیر آلاینده‌ها هدف این بود که بتوان از حداکثر غلظت قابل پذیرش سمی آلاینده‌ها برآوردی را بیان نمایند. بیشتر این تحقیقات در محیط‌های آزمایشی طراحی شده انجام گرفت تا با محاسبه MCTC برای ماهیان مختلف در مراحل مختلف زندگی آن‌ها به مطالعه عکس‌العمل‌های موجود و پاسخ‌های فیزیولوژیک آن پرداخته شود (محمدنژاد شמושکی و همکاران، ۱۳۸۹).

در این آزمایش در طول ۹۶ ساعت مسمومیت با سموم آبامکتین و پرتیکاکلر هیچ گونه تلفاتی در ماهیان گروه شاهد مشاهده نگردید و تحقیق حاضر نشان داد که مقدار LC_{50-96h} این سموم برای بچه ماهیان کپور معمولی به ترتیب ۱/۲۴۳ و ۲/۲۳۳ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد و ماهی کپور معمولی به سم آبامکتین حساستر می‌باشد و از طرفی دیگر بررسی حاضر نشان داد که با افزایش زمان مجاورت و افزایش دوز سم، سمیت آبامکتین و پرتیکاکلر افزایش می‌یابد. نتایج همچنین

نشان داد که هر چقدر زمان افزایش می‌یابد غلظت کمتری از سم لازم است تا باعث ایجاد مرگ و میر در ماهیان گردد. حالات و رفتار بچه ماهیان در برابر غلظت‌های مختلف سم، متفاوت بود به طوری که در غلظت‌های پایین بچه ماهیان، عکس‌العمل محسوس نشان نداده اما با گذشت زمان دچار بی حالی و سستی، عدم تعادل و شنای ماریچی شدند و در غلظت‌های بالا، عکس‌العمل سریع و حرکات تند از خود نشان داده تا جایی که خسته شده و بی حال در کف آکواریوم می‌افتادند که دلیل آن می‌تواند اختلالات در سیستم مغز و اعصاب باشد که از اساسی‌ترین اثر سموم است (Banace و همکاران، ۲۰۱۰؛ Heath و Alan، ۱۹۹۰).

با توجه به اینکه سم پرتیکاکلر برای کنترل علف‌های هرز در مزارع برنج بطور گسترده استفاده می‌شود (Liu، ۲۰۰۲) اما مطالعه‌ای روی تعیین غلظت کشنده و یا محدوده کشندگی این علف‌کش روی ماهیان صورت نگرفته است. بنابراین سعی شد تا مقایسه تعیین محدوده کشندگی و میزان سمیت این سم روی کپور معمولی با سم آبامکتین انجام گیرد.

در مطالعه محمدنژاد شמושکی و همکاران در سال ۱۳۸۹ (Heath و Alan، ۱۹۹۰) برای تعیین غلظت کشنده علف‌کش رانداپ روی بچه ماهی ۱ تا ۳ گرمی سفید، کلمه و کپور معمولی مشخص شد که

آبزیان دارند. با توجه به این که بسیاری از گونه‌های موجود در آب‌های ایران به سموم آبامکتین و پرتیکاکتر مقاوم نیستند و با ورود این سموم به رودخانه‌ها با مشکلات بسیاری مواجه می‌شوند ضروری است که مسئولان محیط زیست و جهاد کشاورزی کشور در فکر راهکاری برای کاهش میزان مصرف آبامکتین و پرتیکاکتر در کشاورزی ایران باشند.

تشکر و قدردانی

این تحقیق در گروه شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان به انجام رسیده است. بدینوسیله از مسئولین محترم مرکز تحقیقات آبیاری پروری شهید ناصر فضلی برآبادی گروه شیلات به دلیل در اختیار قرار دادن امکانات لازم قدردانی می‌گردد.

میزان LC_{50} این علفکش روی بچه ماهیان سفید، کلمه و کپور معمولی به ترتیب ۵۱۸۹، ۷۷۲۸ و ۷۷۱۶ میلی‌گرم در لیتر است و نتایج مطالعات آنها نشان داد که علف کش رانداپ برای بچه ماهیان سفید، کلمه و کپور معمولی غیر سمی است. از مقایسه نتایج حاصل از این تحقیق و مطالعه حاضر می‌توان دریافت که سموم آبامکتین و پرتیکاکتر برای آبزیان بسیار خطرناک هستند در حالی که سم رانداپ برای آبزیان تقریباً بی‌خطر است. احمد در سال ۲۰۱۱ (Ahmad, 2011) LC_{50-96h} ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) را در معرض سم ارگانوفسفره دیازینون، ۹/۷۶ میلی‌گرم در لیتر گزارش کرد که در مقایسه با سموم آبامکتین و پرتیکاکتر سمیت کمتری دارد. بنابراین از مقایسه نتایج این مطالعه با دیگر پژوهش‌های انجام شده می‌توان دریافت که سموم آبامکتین و پرتیکاکتر از سمیت زیادی برای آبزیان برخوردار هستند و اثرات مخرب بیشتری بر روی

منابع

- موسوی، م.ر.، و رستگار، م.ع.، ۱۳۷۶. آفتکش‌ها در کشاورزی. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین. ۳۰۰ صفحه.
- اصلان پرویز، ح.، ۱۳۷۰. تاریخچه سفرهای تحقیقاتی ماهی شناس در دریای خزر، مجله آبزیان، شماره ۱۱. صفحه‌های ۱۶ تا ۲۱. علی‌نژاد، ر.، ۱۳۸۳. تعیین LC_{50} سموم حشره‌کش ریجنت، قارچ‌کش هینوزان و علفکش رانداپ روی دو گونه ماهی خاویاری ازون برون و قره برون. صفحه‌های ۴۰ تا ۵۵.
- محمدنژاد شמושکی، م.، ۱۳۸۴. تعیین غلظت کشنده LC_{50} فلزات سنگین سرب، روی، کادمیوم و سموم کشاورزی دیازینون، هینوزان تیلت بر روی بچه ماهیان خاویاری شیپ، پایان نامه کارشناسی ارشد شیلات دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان، ۱۴۰ صفحه.
- محمدنژاد شמושکی، م.، عصاره، ر.، صمدیان، م.، و پزند، ذ. ۱۳۸۹. تعیین غلظت کشنده (LC_{50}) علف کش داندپ (گلایفوزیت) بر روی بچه ماهیان سفید (*Rutilus frisii kutum*). کلمه (*Rutilus rutilus caspicus*) و کپور معمولی (*Cyprinus carpio*). مجله علوم زیستی واحد لاهیجان، سال ۴، شماره ۱، صفحه‌های ۷۹ تا ۸۶.
- Banaee M., Sureda A., Mirvaghefi A.R., and Ahmadi K., 2010. Effects of diazinon on biochemical parameters of blood in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Pesticide Biochemistry and physiology*. 99, 1-6.
- Heath, G., and Alan, 1990. *Water pollution and fish physiology*, Virginia polytechnic Institute and state university Blacksburg, Virginia 8493-4649.
- Liu, C.L., 2002. *World Pesticide Volume: Herbicide*, 1st ed. Chemical Industry Press, Beijing.
- Ahamd, Z., 2011. Acute toxicity and hematological changes in common carp (*Cyprinus carpio*) caused by diazinon exposure. *African Journal of Biotechnology* 10(63), 13852-13859.
- Bradbury, S.P., and Coats, J.R., 1989. "Comparative toxicology of the parathyroid insecticides", *Rev. Environ. Contam. Toxicol.* 108, 133-177.