فصلنامه علمی تخصصی طب کار
دوره چهارم/ شماره اول و دوم/ بهار و تابستان۹۱/ صفحات۱۶-۹

ارزیابی میزان آنزیم کولین استراز در شاغلین در معرض سموم فسفره

ابوالفضل برخورداری[۱]، طاهره راعی بندپی[۲*]، سیدحسین حکمتی مقدم[۳]، محمدحسین مصدق[٤]، حسین فلاح‌زاده[٥]

۱. عضو هیأت علمی گروه بهداشت حرفه‌ای، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد
۲. کارشناسی ارشد بهداشت حرفه‌ای، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد
۳. عضو هیأت علمی گروه علوم آزمایشگاهی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد
٤. عضو هیأت علمی گروه داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد
٥. عضو هیأت علمی گروه آمار و اپیدمیولوژی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد

تاریخ دریافت: ۹۱/۲/۲۱ تاریخ پذیرش: ۹۱/٤/۱۵

چکیده

مقدمه: با توجه به مصرف روزافزون سموم ارگانوفسفره در کشاورزی و اثرات سوء آنها بر انسان، میزان فعالیت آنزیم‌های کولین‌استراز خون سم‌پاشان مزارع برنج مورد بررسی قرار گرفت.

روش بررسی: در این مطالعه که به صورت توصیفی-تحلیلی و از نوع مقطعی انجام شد، میزان فعالیت آنزیم کولین‌استراز تعداد ٦۰ نفر (۳۰ نفر سم‌پاش و ۳۰ نفر شاهد) با بازه سنی ٦۲-۲۹ سال و میانگین سن ٤٤/۳۳±۸/۵۵ در سال ۹۰ مورد بررسی قرار گرفت و داده‌ها با استفاده از آزمون آماری تی زوج و آزمون همبستگی تجزیه و تحلیل شد.

یافته‌ها: میانگین و انحراف معیار غلظت آنزیم کولین‌استراز سرم و اریتروسیت‌ها در سم‌پاشان به ترتیب ۱۲۲۹/۵۱±۵۵۷۳/۲Iu/lit و ۵۲/۳۰±۱٤٤/۷۳IU/grHb تعیین گردید. حداقل و حداکثر غلظت آنزیم کولین‌استراز اریتروسیت به ترتیب ۷۱/۰۷IU/grHb و ۲۹۱/۹۰IU/grHb و این رقم برای آنزیم کولین‌استراز سرم ۳۲۷٦Iu/lit و ۷٤۷۲Iu/lit می‌باشد. ارزیابی نتایج تحقیق نشان داد که میانگین غلظت آنزیم‌های کولین‌استراز اریتروسیت (AchE) و سرم (PchE) اندازه‌گیری شده در افراد مورد مطالعه کمتر از شاهد بوده و اختلاف آن از نظر آماری نیز معنی‌دار می‌باشد ($p<۰/۰۰۱$).

نتیجه‌گیری: نتایج این مطالعه بیانگر مواجهه بالا با سموم ارگانوفسفره در بین سم‌پاشان مزارع برنج می‌باشد بنابراین بهتر است مسئولین بهداشت حرفه‌ای استان برنامه‌ریزی لازم جهت میزان مواجهه سم‌پاشان انجام و اجرا نمایند.

کلیدواژه‌ها: استیل‌کولین‌استراز، پایش بیولوژیک، آفت‌کش‌های فسفره، سم‌پاشی

*نویسنده مسؤول: آدرس پستی: یزد، بلوار دانشجو، مجتمع آموزشی امام رضا، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد.
تلفن: ۰۳۵۱٦۲٤۰٦۹۱، پست الکترونیکی: raee.tahereh@yahoo.com

مقدمه

توسعه کشاورزی و استفاده روزافزون از آفت‌کش‌های کشاورزی به ویژه سموم ارگانوفسفره در جهان و کشور باعث عوارض و اثرات مزمن و حاد و حتی منجر به مرگ می‌شوند(۷-۱). با توجه به سرشماری سال ۱۳۸۰، حدود ۲۵/۹ درصد از شاغلین کشور را کشاورزان تشکیل داده و بر اساس آمار سال ۱۳۷۳ تعداد ۱۸۷ نوع آفت‌کش به صورت مجاز وارد کشور شده که ۳۰ درصد آنها از نوع سموم فسفره بوده است(٤،٨).

بر اساس برآورد سازمان بهداشت جهانی و برنامه ملی محیط آمریکا (UNEP: United Nations Environmental Propgram) سالیانه بین یک تا پنج میلیون مورد مسمومیت ناشی از حشره‌کش‌ها در بین کارگران کشاورزی اتفاق می‌افتد و در طی ۱۰ سال گذشته بروز مسمومیت با حشره‌کش‌ها در کشورهای در حال توسعه دو برابر شده است، به طوری که علیرغم اینکه فقط ۱۵٪ از حشره‌کش‌های کل دنیا در کشورهای در حال توسعه مصرف می‌شود، ولی بالای ۵۰٪ از مسمومیت گزارش شده مربوط به این کشورها می باشد(۹،۱۰). همچنین حدود ۳ میلیون مورد مسمومیت سالانه مربوط به سموم ارگانوفسفره بوده که از این تعداد نزدیک به ۳۰۰ هزار نفر دچار مرگ یا صدمات جدی به ویژه در کشورهای در حال توسعه می‌شوند(۱۱،۱۲).

این سموم بالقوه جهش‌زا و سرطان‌زا بوده و افزایش پراکسیداسیون لیپیدها و تولید رادیکال های آزاد حاصل از متابولیسم سموم ارگانوفسفره، مکانیسم اصلی تخریب سلول و بافت های مختلف بدن می باشد(۱۵-۱۳) گرچه عوامل دیگری چون سطح سلامتی افراد، سوء تغذیه و کم شدن آب بدن احتمالاً میزان حساسیت به آفت‌کش‌ها را افزایش می‌دهد(۱۸-۱٦).

مهار برگشت‌ناپذیر استیل‌کولین‌استراز مکانیسم اصلی سمیت سموم ارگانوفسفره می‌باشد، با توجه به نقش این آنزیم در رشد و نمو سیستم عصبی، مهار آن سبب تجمع انتقال‌دهنده عصبی استیل‌کولین در سیستم عصبی شده و در نتیجه سیستم عصبی مرکزی و محیطی تخریب می‌گردد(۲۲-۱۷،۱۱).

فعالیت آنزیم کولین‌استراز سرم (PchE) منعکس‌کننده مسمومیت حاد بوده ولی کاهش آنزیم استیل‌کولین‌استراز اریتروسیت (AchE) بیانگر مسمومیت مزمن می‌باشد لذا فعالیت PchE به طور ویژه قبل از فعالیت AchE به علت مسمومیت کاهش می‌یابد(۲۳).

پایش بیولوژیک با استفاده از اندازه‌گیری بیومارکرها یا شاخص‌های زیستی، ابزاری مناسب برای ردیابی و تعیین مقدار ماده و متابولیت‌های آن بوده و روشی مناسب جهت تعیین میزان تماس فرد و همچنین اثرات مواد شیمیایی بر انسان می‌باشد(۲۰،۲۳).

در مطالعه‌ای که توسط Antonio و همکاران روی ۱۳۵ سم‌پاش در اسپانیا که به طور طولانی مدت با حشره‌کش‌ها مواجهه داشته‌اند انجام شد، نشان داد که کولین‌استراز گلبول‌های قرمز (AchE) در سم‌پاشان در مقایسه با گروه کنترل به طور معنی‌داری کاهش یافته است(٢٤).

در پژوهش انجام شده توسط Ciesielski و همکاران بر روی کشاورزان و افراد شاهد در کارولینا نشان داد که میزان کولین‌استراز گلبول‌های قرمز در کشاورزان کاهش معنی‌داری داشته و در ۱۲ درصد کشاورزان سطح کولین‌استراز بسیار کاهش یافته است(۲۵).

در مطالعه Jyotsna و همکاران اثرات حشره‌کش‌های ارگانوفسفره روی ۸۵ سم‌پاش باغ‌های انگور و ۷۵ نفر شاهد در هند مورد بررسی قرار گرفت و کاهش معنی‌داری در کولین‌استراز سرم سم‌پاشان مشاهده گردید(٢٦).

مطالعه London و همکاران در آفریقای جنوبی نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین کولین‌استراز گلبول‌های قرمز کشاورزان و افراد شاهد وجود ندارد(۲۷)، همچنین مطالعه‌ای در آفریقای جنوبی بر روی ٤۱ کشاورز در تماس با حشره‌کش‌ها انجام گردید که نتایج این مطالعه

نشان داد که از لحاظ آماری بین میزان فعالیت آنزیم کولین‌استراز پلاسما و اریتروسیت‌ها اختلاف معنی‌داری وجود ندارد(۲۸).

نتایج مطالعه Shayeghi و همکاران بر روی سم‌پاشان باغ مرکبات نیز نشان داد که فعالیت آنزیم کولین‌استراز در ۵٪ از افراد مورد مطالعه (۲۵ نفر) بعد از سم‌پاشی کاهش می‌یابد(۲۹).

همچنین Ranjbar و همکاران در مطالعه‌ای بر روی ٤٥ کارگر کارخانه تولید سم نشان داد که آنزیم کولین‌استراز گلبول‌های قرمز در گروه مورد در مقایسه با گروه شاهد کاهش معنی‌داری وجود دارد(۳۰). تعیین غلظت آنزیم در گلبول‌های قرمز و سرم، شاخص بیولوژیکی مناسبی برای ارزیابی تماس انسان با این سموم قبل از بروز علائم ظاهری در بدن می‌باشد، لذا با توجه به اهمیت ارزیابی تماس سم‌پاشان با سموم ارگانوفسفره، این تحقیق با هدف ارزیابی غلظت آنزیم‌های کولین‌استراز اریتروسیت و سرم در سم‌پاشان مزارع برنج و میزان مسمومیت در آنها طراحی شد.

روش بررسی

در این مطالعه مقطعی که به روش توصیفی-تحلیلی انجام شد تعداد ۳۰ نفر از سم‌پاشان مرد مزارع برنج ١٤ روستای شهرستان فریدون‌کنار که از سم دیازینون برای سم‌پاشی استفاده می‌کردند به صورت سرشماری مورد بررسی قرار گرفتند. همچنین تعداد ۳۰ نفر از افراد ساکن در همان شهرستان که از نظر سن، جنس و محل سکونت یکسان‌سازی شده بودند به عنوان گروه شاهد در مطالعه شرکت نمودند. پس از آموزش افراد مورد مطالعه و اخذ رضایت نامه کتبی، اطلاعات مربوط به خصوصیات دموگرافیک افراد شرکت‌کننده با استفاده از پرسشنامه از قبل تهیه شده جمع‌آوری و میزان فعالیت آنزیم‌ها با روش استاندارد Ellman تعیین گردیدند(۲۹،۳۰).

به منظور تعیین میزان فعالیت آنزیم کولین‌استراز مقدار ۳ میلی‌لیتر خون وریدی از افراد شرکت‌کننده گرفته شد و مقدار ۲ میلی‌لیتر آن در لوله‌های حاوی ماده ضد انعقاد EDTA (شرکت مرک آلمان) برای آزمایش کولین‌استراز گلبول‌های قرمز و ۱ میلی‌لیتر بقیه برای آزمایش کولین‌استراز سرم با استفاده از ویال شیشه‌ای (شرکت Labtron آلمان) به آزمایشگاه منتقل شدند.

خون‌ها بلافاصله هپارینه و سانتریفوژ شدند (با سرعت ۵۰۰۰ دور در دقیقه و به مدت ۲۰ دقیقه) و سپس سرم‌ها توسط سرنگ جدا شدند. با توجه به اتصال استیل‌کولین‌استراز اریتروسیت به غشای گلبول قرمز توسط رشته‌های کلاژن، ابتدا گلبول قرمز سه دفعه متوالی با سرم فیزیولوژیک شستشو داده شد و از پلاسما جدا گردیدند تا امکان تداخل آن با کولین‌استراز سرمی حذف گردد. در ادامه هیدرولیز گلبول قرمز انجام و آنزیم از باقیمانده غشای لیز شده گلبول قرمز توسط سانتریفوژ جدا شد.

پس از تعیین غلظت هموگلوبین با استفاده از محلول درابکین، ۵۰ میکرولیتر از نمونه‌های خون به ۳ میلی‌لیتر آب مقطر افزوده شد و سپس لوله‌ها به مدت ۳۰ ثانیه ورتکس شدند.

در ادامه آزمایش کولین‌استراز با استفاده از سوبسترای بوتیریل تیوکولین و به روش اصلاح شده المن (Ellman) بر روی نمونه رقیق شده انجام گردید. میزان کولین‌استراز به دست آمده بر گرم هموگلوبین تقسیم شد تا میزان فعالیت کولین‌استراز بر حسب گرم هموگلوبین به دست آید.

پس از ورود داده‌ها به کامپیوتر، تجزیه و تحلیل اطلاعات با استفاده از نرم‌افزار SPSS11 انجام و با توجه به نرمال بودن داده‌ها، برای تجزیه و تحلیل اطلاعات و مقایسه میانگین‌ها دو گروه مورد و شاهد از آزمون آماری تی زوج و همچنین جهت تعیین میزان همبستگی داده‌ها بر حسب سابقه کار و تعداد دفعات سم‌پاشی، از آزمون همبستگی استفاده شد، ضمناً سطح اطمینان برای کلیه آزمون‌ها ۹۵ درصد در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

با توجه به نتایج مطالعه، بازه سنی سم‌پاشان ٦٢-٢٩ سال و میانگین و میانه سن آنها به ترتیب ٤٤/٣٣ و ٤٤/٥٠ سال تعیین گردید. میانگین، حداقل و حداکثر سابقه کار افراد مورد مطالعه به ترتیب ١٢/٣٧، ٣٠ و ٢ سال بود. یافته‌های به دست آمده نشان داد که سم‌پاشی معمولاً از ٧ الی ١١ صبح و ٢ الی ٦ بعد از ظهر انجام می‌شود و میانگین، حداقل و حداکثر ساعت کار سم‌پاشی به ترتیب ٦/٥، ٣ و ٩ ساعت در روز می‌باشد. با توجه به نتایج، حداقل و حداکثر غلظت آنزیم کولین‌استراز اریتروسیت سم‌پاشان به ترتیب ٧١/٠٧IU/grHb و ٢٩١/٩٠IU/grHb و این رقم برای آنزیم کولین‌استراز سرم ٣٢٧٦Iu/lit و ٧٤٧٢Iu/lit می‌باشد.

خلاصه نتایج مربوط به میزان غلظت آنزیم کولین‌استراز سرم و اریتروسیت سم‌پاشان و گروه شاهد در جدول شماره ١ نشان داده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود میانگین و انحراف معیار غلظت آنزیم کولین‌استراز سرم و اریتروسیت در سم‌پاشان به ترتیب ٥٥٧٣/٢±١٢٢٩/٥١Iu/L و ١٤٤/٧٣±٥٢/٣٠IU/grHb و در گروه شاهد ٢٥٦/٣٢±٩٣/٩٤ و ٧٧٧٣/٤٣±١٧٦٥/٩١ می‌باشد.

نتایج جدول شماره ٢ نشان می‌دهد که میانگین آنزیم‌های کولین‌استراز اریتروسیت و سرم در سم‌پاشان با سابقه کار کمتر از ١٠ سال بیشتر از سم‌پاشانی است که سابقه کار بیشتر از ١٠ سال دارند.

نتایج جدول شماره ٤ بیانگر این است که غلظت آنزیم کولین‌استراز سرم و اریتروسیت با افزایش دفعات سم‌پاشی در ماه کاهش یافته است ولی این کاهش از نظر آماری معنی‌دار نمی‌باشد.

آنالیز نتایج در جدول شماره ٥ نشان می‌دهد که از بین آنزیم‌های کولین‌استراز اندازه‌گیری شده در سم‌پاشان، آنزیم PchE اختلاف معنی‌داری در بین گروه‌ها بر حسب روزهای سم‌پاشی در ماه گذشته در افراد دارد (p<٠/٠٣).

جدول١: تعیین و مقایسه میانگین و انحراف معیار غلظت آنزیم‌های کولین‌استراز در گروه مورد و شاهد

آنزیم‌های کولین استراز	گروه مورد(n=٣٠) میانگین±انحراف معیار	گروه شاهد(n=٣٠) میانگین±انحراف معیار	p-value
اریتروسیت(AchE)	١٤٤/٧٣±٥٢/٣٠	٢٥٦/٣٢±٩٣/٩٤	٠/٠٠١
سرم(PchE)	٥٥٧٣/٢±١٢٢٩/٥١	٧٧٧٣/٤٣±١٧٦٥/٩١	٠/٠٠١

جدول٢: میانگین و انحراف معیار غلظت آنزیم‌های کولین‌استراز بر حسب سابقه کار (سال) سم‌پاشان

آنزیم	١٠> سابقه کار(n=١٥) میانگین±انحراف معیار	١٠< سابقه کار(n=١٥) میانگین±انحراف معیار
اریتروسیت(AchE)	١٥٢/٦٧±٥٦/٠٢	١٣٦/٨±٤٨/٩٢
سرم(PchE)	٥٩٧٤/٢٧±١٣٠٨/١	٥١٧٢/٠٦±١٠٣٧/٩٧

جدول۳: میزان همبستگی آنزیم‌های کولین‌استراز با سابقه کار(آزمون پیرسون)

آنزیم‌های کولین‌استراز	سابقه کار	
	ضریب همبستگی	p-value
اریتروسیت(AchE)	-۰/۲۷٤	۰/۱٤٤
سرم(PchE)	-۰/۵۵٤	۰/۰۰۲

جدول٤: مقایسه میانگین و انحراف معیار غلظت آنزیم‌های کولین‌استراز بر حسب روزهای سم‌پاشی در ماه گذشته

متغیر	روزهای سم‌پاشی	
	(n=۱٦) <۲۰	(n=۱٤) >۲۰
	میانگین±انحراف معیار	میانگین±انحراف معیار
اریتروسیت(AchE)	۱٤۸/۸±۵۹/٤	۱٤۰/۱۲±٤٤/٦
سرم(PchE)	٦۲۵۷/۱۸±۸۷۲/٦۵	٤۷۹۱/٤۲±۱۰۹٦/٤۵

نتایج حاصل از مطالعه در دو گروه مورد و شاهد نشان می‌دهد (جدول شماره ٦) که میانگین غلظت آنزیم کولین‌استراز اریتروسیت (AchE) اندازه گیری شده در سم‌پاشان و افراد شاهد به ترتیب ۱٤٤/۳۷ و ۲۵٦/۳۲ واحد بر میلی‌گرم در هموگلوبین و میانگین غلظت آنزیم کولین‌استراز سرم (PchE) در این دو گروه به ترتیب ۵۵۷۳/۲ و ۷۷۷۳/٤۳ واحد بر لیتر می‌باشد، لذا مقایسه میانگین غلظت آنزیم‌های کولین‌استراز اریتروسیت (AchE) و سرم (PchE) اندازه‌گیری شده در افراد مورد مطالعه با مقدار آن در گروه شاهد نشان داد که این اختلاف از نظر آماری نیز معنی‌دار می‌باشد (p<۰/۰/۰۱).

میانگین غلظت آنزیم کولین‌استراز اریتروسیت (AchE) اندازه‌گیری شده در ۳۳/۳ درصد (۱۰ نفر) و غلظت آنزیم کولین‌استراز سرم (PchE) در ۲۰ درصد (٦ نفر) از افراد مورد مطالعه کمتر از حد طبیعی بود.

جدول۵: تعیین میزان همبستگی بین پارامترهای بیوشیمیایی با روزهای سم‌پاشی در ماه گذشته

آنزیم‌های کولین‌استراز	روزهای سم پاشی	
	ضریب همبستگی	p-value
اریتروسیت(AchE)	-۰/۰۷	۰/٦٦
سرم(PchE)	-۰/٦۰۵	۰/۰۳

جدول٦: تعیین و مقایسه میانگین و انحراف معیار غلظت آنزیم‌های کولین‌استراز در گروه مورد و شاهد

آنزیم‌های کولین‌استراز	گروه مورد(n=۳۰)	گروه شاهد(n=۳۰)	p-value
	میانگین±انحراف معیار	میانگین±انحراف معیار	
اریتروسیت(AchE)	۱٤٤/۷۳±۵۲/۳۰	۲۵٦/۳۲±۹۳/۹٤	۰/۰۰۱
سرم(PchE)	۵۵۷۳/۲±۱۲۲۹/۵۱	۷۷۷۳/٤۳±۱۷٦۵/۹۱	۰/۰۰۱

بحث

با توجه به استاندارد ارائه شده، مقادیر طبیعی آنزیم کولین‌استراز اریتروسیت و سرم به ترتیب ۱۴۸-۴۰۴IU/grHb و ۵۶۰۰-۱۱۲۰۰Iu/L می‌باشد از طرفی بین میزان فعالیت این آنزیم‌ها در افراد سالم نیز حدود ۱۵ درصد تفاوت وجود دارد، لذا بر اساس نتایج حاصل از مطالعه، غلظت آنزیم کولین‌استراز اریتروسیت (AchE) اندازه‌گیری شده در حدود یک سوم و غلظت آنزیم کولین‌استراز سرم (PchE) در یک پنجم از افراد مورد مطالعه کمتر از حد طبیعی بود. از طرفی میانگین آنزیم افراد مورد مطالعه در حد پایین‌ترین مقدار در بازه نرمال بود همچنین تغییرات آن در افراد مختلف زیاد بوده است به طوری که مقدار آنزیم کولین‌استراز اریتروسیت از ۷۱/۰۷ تا ۲۹۱/۹ و آنزیم کولین‌استراز سرم از ۳۲۷۶ تا ۷۴۷۲ متغیر بوده است.

مقدار هر دو آنزیم با افزایش سابقه کار و تعداد روزهای سم‌پاشی در ماه نیز کاهش یافته است، نتایج آماری مبین آن است که غلظت کولین‌استراز سرم در سوابق کاری مختلف (بر خلاف آنزیم کولین‌استراز اریتروسیت) اختلاف معنی‌داری ندارد ($p<0/01$).

با توجه به این که آنزیم کولین‌استراز سرم و اریتروسیت به ترتیب نشان‌دهنده مواجهه کوتاه مدت و درازمدت با سموم فسفره است و مطالعه نیز در زمانی انجام شده که بیشترین عملیات سم‌پاشی در منطقه انجام می‌شود، لذا مدت زمان تماس می‌تواند یکی از عوامل موثر در روند مسمومیت با این سموم باشد.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین غلظت آنزیم‌های کولین‌استراز اریتروسیت (AchE) و سرم (PchE) اندازه‌گیری شده در افراد مورد مطالعه کمتر از مقدار آن در افراد گروه شاهد می‌باشد و این اختلاف از نظر آماری نیز معنی‌دار می‌باشد ($p<0/01$)، بنابراین نتایج این مطالعه با نتایج مطالعه انجام شده توسط Antonio و همکاران که بر روی ۱۳۵ سم‌پاش در اسپانیا که به طور طولانی‌مدت با حشره‌کش‌ها مواجهه داشتند هم‌خوانی دارد به طوری که آنها نشان دادند که آنزیم کولین‌استراز اریتروسیت (AchE) در سم‌پاشان در مقایسه با گروه کنترل به طور معنی‌داری کاهش یافته است(۲۴).

همچنین نتایج مطالعات Ciesielski در کارولینا، Ranjbar و همکاران و Shayeghi و همکاران در ایران نشان می‌دهد که میزان کولین‌استراز اریتروسیت در کشاورزان به طور معنی‌داری کاهش یافته و سطح کولین‌استراز در ۵ تا ۱۲ درصد کشاورزان کاهش بسیاری داشته است(۲۵،۲۹،۳۰).

همچنین کاهش معنی‌دار کولین‌استراز سرم سم‌پاشان در مطالعه Jyotsna نشان داده شد. بنابراین کاهش سطح کولین‌استراز سرم در این مطالعه نیز با سایر مطالعات سازگار می‌باشد(۲۶). ولی نتایج مطالعه انجام شده توسط London و همکاران و Rama و همکاران بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین کولین‌استراز اریتروسیت کشاورزان و افراد شاهد بوده(۲۷،۲۸) و با نتایج این مطالعه همخوان نیست.

با توجه به نتایج به دست آمده پیشنهاد می‌شود آنزیم کولین‌استراز در سم‌پاشان و کلیه افرادی که با حشره‌کش‌های فسفره در تماس هستند به صورت منظم مورد سنجش قرار گیرد.

تقدیر و تشکر

این مقاله حاصل بخشی از پایان‌نامه تحت عنوان بررسی وضعیت پارامترهای بیوشیمیایی و هماتولوژی در سم‌پاشان مزارع برنج شهرستان فریدون‌کنار در سال ۱۳۹۰ در مقطع کارشناسی ارشد می‌باشد که با حمایت دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد اجرا شده است. همچنین از همکاری آقای دکتر عبداله محمدی فیروزجائی تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

1. Erik J, Acute pesticide poisonings among small-scale farmers in La Paz county Bolivia, Masters Thesis 2004, University of Copenhagen.
2. Sattler C, Kachele H, Verch G. Assessing the intensity of pesticide use in agriculture. Agriculture, Ecosystems and Environment 2007; 119:299-304.
3. Koh D, Jeyaratnam J. Pesticide hazards in developing countries. Sci Total Environ. 1996; 188Suppl 1:S78-85.
4. Shah MD, Iqbal M. Diazinon-induced oxidative stress and renal dysfunction in rats. Food and Chemical Toxicology 2010; 48(12):3345–53.
5. Evazi A, Poornajaf A. Epidemiology of occupational poisoning with pesticides in Ilam Province Farmers. Ilam J Med Sci 1383; 12(44-45):40-5.[Persian]
6. Aghilinejad M, Farshad A, Naghavi M, et al. Assessment of the relationship between pesticide and their effects on farmer health in various state . Iran Occupational Health Journal. 2006; 3(1):81-5.[Persian]
7. Stark JD, Banks JE, Acheampong S. Estimating susceptibility of biological control agents to pesticides: influence of life history strategies and population structure .Biological control 2004; 29:392-8.
8. Irananian Organization of census.1380.[Persian]
9. Muhammad Dawood Shah, Mohammad Iqbal. Diazinon-induced oxidative stress and renal dysfunction in rats. Food and Chemical Toxicology 2010; 48:3345–3353.
10. Shayeghi M, Nasirian H, Nourjah N, et al. Cholinesterase activity among spray workers in Iran.Pak J Biol Sci. 2009 May 1; 12(9):696-701.
11. Soares L, Desozaporto MF, Estimating the social coast of pesticide use: an assessment from acute poisoning in Brazil. Ecological Economics 2009; 68:2721-8.
12. Ebrahimzadeh MA, ShokrzadehLamooki M, Biukabadi M. Effect of erythrocyte cholinesterase activity in organophosphate workers in rice fields. Journal of Shahrekord University of Medical Sciences 2005; 7(1).[Persian]
13. Fattahi E, Jorsaraei SJ, Parivar K, et al. The Effects of a Single Dosage of Diazinon and Hinosan on the Structure of Testis Tissue and Sexual Hormones in Mice. Yakhteh Medical Journal 2010; 12(3):405-10. [Persian]
14. Alpaslan G, Kanat G, Hilmi D, et al. Effects of diazinon at different doses on rat liver and pancreas tissues. Pesticide Biochemistry and Physiology 2007; 87:103–8.
15. Sarabia I, Maurer E, Bustos O, Melatonin prevents damage elicited by the organophosphorous pesticide diazinon on the mouse testis. Ecotoxicology and Environmental Safety 2009; 72(3):938–42.
16. Jeyaratnam J, Lun KC, Phoon WO. Survey of acute pesticide poisoning among agricultural workers in four Asian countries. Bull World Health Organ 1987; 65(4):521-7.
17. Berthet A, de Batz A, Tardif R, et al. Impact of biological and environmental variabilities on biological monitoring--an approach usestoxicokinetic models. Journal of occupational and environmental hygiene 2010; 7(3):177-84.
18. Kalender S, Ogutcu A, Uzunhisarcikli M, et al. Diazinon-induced hepatotoxicity and protective effect of vitamin E on some biochemical indices and ultrastructural changes. Toxicology. 2005; 211(3):197-206.
19. Ohayo-Mitoko GJ, Kromhout H, Simwa JM, et al. Self reported symptoms and inhibition of acetylcholinesterase activity among Kenyan agricultural workers. Occupational and environmental medicine 2000; 57(3):195-200.

20. Kim JH, Stevens RC, MacCoss MJ, et al. Identification and characterization of biomarkers of organophosphorus exposures in humans. Advances in experimental medicine and biology 2010; 660:61-71.
21. Occupathonal Safety & Health Administration (OSHA), Sampling and Analytical Methods: Chlorpyrifos (Dursban)/DDVP**,** Method no: 62.
22. Khan DA, Bhatti MM, Khan FA, et al. Adverse effects of pesticides residues on biochemical markers in pakistani tobacco farmers. International journal of clinical and experimental medicine. 2008; 1(3):274-82.
23. Bakhtiyary S, Mohammadnezhad Oragh G, Khoshdel A, et al. Henrys Clinical Biochemistry. Tehran: Andishe Rafie; 1386.[Persian]
24. Hernandez AF, Lopez O, Rodrigo L, et al. Changes in erythrocyte enzymes in humans long-term exposed to pesticides: influence of several markers of individual susceptibility. Toxicology letters. 2005; 159(1):13-21.
25. Ciesielski S, Loomis DP, Mims SR, et al. Pesticide exposures, cholinesterase depression, and symptoms among North Carolina migrant farmworkers. American journal of public health 1994; 84(3):446-51.
26. Patil J, Patil A, Govindwar S. Biochemical effects of various pesticides on sprayers of grape gardens. Indian Journal of Clinical Biochemistry 2003; 18(2):16-22.
27. London L, Nell V, Thompson ML, et al. Health status among farm workers in the Western Cape--collateral evidence from a study of occupational hazards. S Afr Med J. 1998; 88(9):1096-101
28. Rama DB, Jaga K. Pesticide exposure and cholinesterase levels among farm workers in the Republic of South Africa. Sci Total Environ 1992; 122(3):315-9.
29. Shayeghi M, Shayeghi SH. Effect of Malathion insecticide on the function of cholinesterase enzyme among the agricultural sprayers. Armaghan Danesh 2003; 7(28):1-6.[Persian].
30. Ranjbar A, Pasalar P, Abdollahi M, et al. Survey of oxidative stress and cholinesterase enzyme activity in worker exposed to Organophosphate in comparison with healthy individuals. Arak Medical University Journal.1383; 7(27):7-12.[Persian]