فیزیولوژی و بیوتکنولوژی آبزیان
سال چهارم، شماره دوم، تابستان ۱۳۹۵

اثر آفت‌کش دلتامترین بر میزان آنزیم استیل‌کولین استراز در دوکفه‌ای *Mytilaster lineatus*

شاهین شریعت‌پناهی[۱]*، شیلا صفائیان[۲]، محمد عبدالهی[۳]

تاریخ دریافت: دی ۹۴ تاریخ پذیرش: اردیبهشت ۹۵

چکیده

در مطالعه حاضر به بررسی اثر آفت‌کش دلتامترین بر روی فعالیت آنزیم استیل‌کولین استراز در دوکفه‌ای *Mytilaster lineatus* پرداخته شده است. بر اساس این مطالعه فعالیت آنزیم استیل‌کولین استراز در دوکفه‌ای *M. lineatus* در معرض غلظت‌های زیر حد کشندگی سم دلتامترین، در کمترین غلظت (۰/۵ میلی‌گرم در لیتر) برابر با ۱۵/۶۶۵±۰/۱۲۹۱ میکرومول در دقیقه در میلی‌گرم پروتئین و در بیشترین غلظت (۱ میلی‌گرم در لیتر) برابر با ۱۱/۹۱۲±۰/۴۳۳۴ میکرومول در دقیقه در میلی‌گرم پروتئین سنجش شد. همچنین با توجه به نتایج آماری به دست آمده به روش آنالیز واریانس یک‌طرفه، برای سم دلتامترین در غلظت ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر اختلاف معنی‌داری در سطح فعالیت آنزیم استیل‌کولین استراز در دوکفه‌ای *M. lineatus* دیده نشد (P>۰/۰۵). ولی درغلظت‌های ۰/۷۵ میلی‌گرم در لیتر و ۱ میلی‌گرم در لیتر سم دلتامترین اختلافات معنی‌داری در سطوح فعالیت آنزیم استیل‌کولین استراز مشاهده شد (P<۰/۰۵). نتایج به دست آمده از بررسی سطوح فعالیت آنزیم استیل‌کولین استراز در دوکفه‌ای *M. lineatus* در برابر سم دلتامترین در غلظت‌های زیر حد کشندگی، نشان داد که اثر بازدارندگی سم دلتامترین بر فعالیت این آنزیم از غلظت ۰/۷۵ میلی‌گرم در لیتر نمایان شد و با افزایش بیشتر غلظت دلتامترین فعالیت آنزیم استیل‌کولین استراز نیز بیشتر کاهش یافت.

واژگان کلیدی: *استیل کولین استراز*، Mytilaster lineatus، *دلتامترین، حد کشندگی، اثر بازدارندگی.*

۱- کارشناس ارشد محیط زیست، تهران، ایران.
۲- دانشیار گروه زیست‌دریا، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
۳- استادیار گروه سم‌شناسی، دانشکده داروسازی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
* نویسنده مسئول: shahinshariatpanahi@gmail.com

مقدمه

بیومارکرها یا نشانگرهای زیستی ابزارهای مولکولی یا مولکول‌های زیستی هستند که برای ارزیابی‌های اکولوژیکی و زیستی استرس‌های موجود در محیط زیست استفاده می‌شوند و عوامل استرس‌زای محیطی را در اطراف موجود زنده یا سلول شناسایی می‌کنند. همچنین نشانگرهای زیستی به عنوان فاکتوری برای نظارت بر سلامت یا تغییر در محیط اطراف در اکوسیستم شناخته می‌شوند. به عبارت ساده‌تر بیومارکرها شاخص‌هایی برای تشخیص آلودگی هستند که با ایجاد تغییرات فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و بافتی موجب آشکار شدن فشارهای زیست‌محیطی می‌شوند (Lam and Gray, 2003; Picado et al., 2007).

در دهه‌های گذشته پروژه‌های پایش محیطی تنها بر مبنای اندازه‌گیری تغییرات فیزیکی و شیمیایی صورت می‌گرفت و گاهی اوقات نیز با تغییرات زیستی آمیخته می‌شد (Fulton and Key, 2001). بکارگیری بیومارکرها یک روش بنیادی در ارزیابی سلامت اکوسیستم است و این امکان را فراهم می‌کند که تغییرات و اختلالات زیستی ناشی از قرار گرفتن در معرض آلودگی‌های شیمیایی را که اثرات آن‌ها در مدت زمانی طولانی مشخص می‌شود، سریع‌تر نمایان کند (راحتی، ۱۳۹۱). نرمتنان با توجه به پراکندگی جغرافیایی گسترده، فراوانی بالا، نمونه‌برداری آسان، مقاومت در برابر شریط سخت محیطی، روش تغذیه‌ای (صافی‌خوار بودن)، متابولیسم پایین و توانایی آن‌ها در تجمع آلاینده‌های مختلف در بدن، مورد توجه هستند (Thebault et al., 2009).

از جمله آنزیم‌های مهم می‌توان به کولین استرازها اشاره کرد. این آنزیم‌ها در مهره‌داران و بی‌مهرگان کاملاً متفاوت هستند و در بی‌مهرگان به طور معمول تنها یک شکل را از خود نشان می‌دهند که از مهمترین آن‌ها آنزیم استیل‌کولین استراز است (Hernandez et al., 2004). میزان فعالیت آنزیمی استیل‌کولین استراز یکی از فراوان‌ترین و معتبرترین بیومارکرهایی است که در سم‌شناسی محیطی (Ecotoxicology) استفاده گسترده‌ای دارد. آنزیم استیل‌کولین استراز باعث جدایی استیل‌کولین (Ach) از غشای پس‌سیناپسی کولینرژیک شده، از ارسال پیام مجدد جلوگیری می‌کند. استیل‌کولین به عنوان ماده میانجی در سیناپس‌های کولینرژیک عمل می‌کند. استیل‌کولین ساخته شده در نورون‌های کولینرژیکی در اثر ایجاد تحریک عصبی به

فضای سیناپسی یا فضای بین عصب و عضله ترشح شده، بر روی گیرنده‌های مربوطه اثر می‌کند. پس از پایان تحریک عصبی مقادیر اضافه استیل‌کولین باید به طریقی غیرفعال شود که این فرآیند از طریق تجزیه آنزیمی صورت می‌پذیرد و آنزیم دخیل استیل‌کولین استراز است. استیل‌کولین استراز استیل‌کولین را به کولین و استات تجزیه می‌کند (Barata et al., 2004).

از عواملی که بر روی عملکرد آنزیم استیل‌کولین استراز اثر می‌گذارند آفت‌کش‌ها از جمله آفت‌کش‌های پیریترویئد هستند. پیریترویئدها به دلیل خاصیت حشره‌کشی بالا، سمیت کم برای پستانداران، گرایش پایین به ایجاد مقاومت در بدن حشرات و همچنین ماندگاری کم آن‌ها در محیط، در ۳۰ سال گذشته بسیار مورد استقبال بودند و در حال حاضر ۱۵ تا ۲۰٪ از بازار جهانی حشره‌کش‌ها را به خود اختصاص داده‌اند. پیریترویئدها عموماً ایجاد و هدایت طبیعی پیام‌های عصبی را در دستگاه عصبی مختل می‌کنند و اثر بازدارندگی بر فعالیت کانال‌های سدیم غشا دارند که در نتیجه باعث طولانی شدن عبور سدیم از این دریچه‌ها در عصب شده، یک‌سری پیام‌های مکرر و پشت سر هم را در اندام‌های حسی، اعصاب حسی و عضلات در پی خواهند داشت و اثر بازدارنده بر فعالیت آنزیم استیل‌کولین استراز دارند (Casarett et al., 1996).

در این مطالعه اثر آفت‌کش دلتامترین از خانواده پیریترویئدها بر فعالیت آنزیم استیل‌کولین استراز در دوکفه‌ای *Mytilaster lineatus* مورد بررسی قرار گرفته است. دوکفه‌ای *M. lineatus* گونه مهاجم دریای خزر است که به خوبی با شرایط محیط جدید سازگار شده، تولیدمثل کرده و فراوانی آن افزایش پیدا کرده است. آن‌ها در رقابت با سایر نرمتنان، پیروز میدان بوده‌اند و جایگاه ویژه‌ای را برای خود پیدا کرده‌اند (Polyaninova, 2007). این دوکفه‌ای دارای منشا مدیترانه‌ای بوده، پراکنش اصلی آن در دریای سیاه، ازوف و مدیترانه است و دانشمندان بر این عقیده هستند که این موجودات به طور اتفاقی وارد دریای خزر شده‌اند (دلیناد و نظری، ۱۳۷۹). این دوکفه‌ای‌ها در زنجیره غذایی به تغذیه آبزیان سطوح بالاتر، از جمله ماهیان مهم تجاری مانند ماهی سفید، می‌رسند (زینلی‌پور، ۱۳۸۳). در مطالعه‌ای که بر روی تغذیه ماهی سفید صورت گرفت نشان داده شد که تراکم دوکفه‌ای *M. lineatus* در ماه آبان در معده ماهی سفید بسیار زیاد بود و کمترین میزان

دوکفه‌ای در ماه اسفند گزارش شد (امام، ۱۳۸۵).

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری و نگه‌داری نمونه‌ها

نمونه‌های دوکفه‌ای *Mytilaster lineatus* (شکل ۱) که در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفته‌اند از سواحل دریای خزر در منطقه‌ای به نام ونوش در ۲۰ کیلومتری شهر نوشهر بعد از منطقه پارک جنگلی سیسنگان با مختصات جغرافیایی N ″۳۶ ′۳۴ °۱۴/۲۵ عرض شمالی و E ″۵۱ ′۵۱ °۳۵/۲۴ طول شرقی در شهریور ۱۳۹۲ جمع‌آوری شدند (شکل ۲).

در مسیر انتقال، هر سه ساعت به مدت ۳۰ دقیقه عمل هوادهی به نمونه‌ها انجام شد. پس از انتقال به محل انجام آزمایش‌ها برای به تعادل رسیدن شرایط اسمزی، نمونه‌ها به مدت یک هفته در شرایط ثابت نگهداری شدند.

شکل ۱: تصویر دوکفه‌ای *Mytilaster lineatus*

شکل ۲: نقشه ماهواره‌ای از منطقه نمونه‌برداری

در دوره سازگاری و همچنین در طول دوره آزمایش در صورت کاهش آب نمونه‌ها (آب دریا) به دلیل تبخیر، با افزایش آب حجم آن در حد ثابتی حفظ شد (ارتفاع آب بالای نمونه‌ها حدود ۲۰ سانتی‌متر بود). همچنین در طول انجام آزمایش‌ها برای بر هم نخوردن تعادل اسمزی، از تعویض آبی که نمونه‌ها در آن نگهداری می‌شدند خودداری شد و فقط در صورت لزوم آب دریا به محیط اضافه می‌شد. بعد از چهار روز، غذادهی به نمونه‌ها آغاز شد. برای تغذیه نمونه‌ها از جلبک *Chlorella* استفاده شد و هر روز مقدار ۱۵ تا ۲۰ میلی‌لیتر از سوسپانسیون جلبک به محیط رشد نمونه‌ها اضافه می‌شد.

برای تکثیر جلبک *Chlorella* از محیط کشت TRML که شامل ۱۰ گرم نیترات پتاسیم (KNO_3) در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر، ۱ گرم فسفات هیدروژن سدیم (Na_2HPO_4) در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر، ۰/۱ گرم کلرید آهن سه ظرفیتی ($FeCl_3$) در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر، ۰/۲ گرم سیلیکات سدیم Na_2SiO_3 در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر بود، استفاده شد (James, 1978). برای سنجش آنزیم استیل‌کولین استراز در غلظت‌های زیر حد کشندگی از سه تیمار در غلظت‌های ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱ میلی‌گرم بر لیتر سم دلتامترین و یک تیمار شاهد (فاقد دلتامترین) هر یک در سه تکرار استفاده شد. در هر تانک (۱ لیتری) ۱۵ عدد از دوکفه‌ای‌های *M. lineatus* در ۳۰۰ میلی لیتر آب قرار داده شدند. برای زیست‌سنجی نمونه‌ها، طول (توسط خط‌کش) و وزن (ترازو، Sartorius Analytical، آلمان) دوکفه‌ای‌ها اندازه‌گیری شد. کلیه آزمایش‌ها در آزمایشگاه دانشکده داروسازی دانشگاه تهران به انجام رسید.

آنالیزهای بیوشیمیایی

سنجش پروتئین

در این آزمایش محتوی پروتئین بر طبق روش بردفورد اندازه‌گیری شد. از آلبومین سرم گاوی[1] (BSA) به عنوان استاندارد استفاده شد و میزان پروتئین در واحد وزن تر محاسبه شد (Bradford, 1976).

سنجش مقدار آنزیم استیل‌کولین استراز

سنجش آنزیم استیل‌کولین استراز از طریق روش المان (Ellman et al., 1961) امکان‌پذیر است. به همین منظور ابتدا معرف المان تهیه شد. برای تهیه این معرف ۳۹/۶ میلی‌گرم از Nitrobenzoic Acid-2-Dithiobis-5:5 در ۱۰ میلی‌لیتر بافر فسفات با pH ۷ حل شد.

1- Bovine Serum Albumin

سپس ۱۵ میلی‌گرم از بی‌کربنات سدیم به محلول اضافه شد. محلول فوق معرف المان (DTNB[1]) است.

ابتدا ۲۰ میلی‌گرم از بافت با ۱۰ میلی‌لیتر بافر فسفات (۰/۱ مولار، pH ۸) به صورت هموژن درآمد. سپس ۰/۴ میلی‌لیتر از محلول هموژن برداشته شد و بعد از افزودن ۲/۶ میلی‌لیتر از بافر فسفات (۰/۱ مولار، pH ۸) ۱۰۰ میکرولیتر از معرف المان (DTNB) به کمک میکرو پیپت به آن اضافه شد و جذب آن در طول موج ۴۱۲nm توسط دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد. سپس به کمک میکروپیپت ۲۰ میکرولیتر سوبسترا (استیل تیوکولین یدید) اضافه شد و به مدت ۱۵ دقیقه هر ۳۰ ثانیه یک‌بار جذب آن توسط دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده و ثبت شد. مقدار آنزیم استیل‌کولین استراز بر اساس میکرومول در دقیقه در هرگرم بافت وزن تر (µmol/min/g wt) بر طبق رابطه ۱ به دست آمد (Ellman et al., 1961).

رابطه ۱:

$$R = [\Delta A/(1.36 \times 10^4)] \times [1/((400/3\,120)C_0))] = 5.74(10^{-4})\Delta A/C_0$$

1- 5,5'-Dithiobis-(2-Nitrobenzoic Acid)

R: مقدار مول‌های هیدرولیز شده سوبسترا در دقیقه در هر گرم از بافت؛ ΔA: تغییرات جذب در دقیقه؛ C_0: میزان تجمع بافت (mg/mL).

سنجش فعالیت آنزیم استیل‌کولین استراز

برای سنجش فعالیت آنزیم استیل‌کولین استراز طبق روش المان (Ellman et al., 1961)، ابتدا مقدار آنزیم استیل‌کولین استراز از طریق رابطه ۱ محاسبه شد و سپس مقدار آن بر مقدار پروتئین سنجیده شده تقسیم شد. بدین ترتیب میزان فعالیت آنزیم استیل‌کولین استراز بر حسب میکرومول در دقیقه در میلی‌گرم از پروتئین (µmol/min/mg Protein) به دست آمد.

بررسی‌های آماری داده‌ها

بررسی‌های آماری از طریق آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه (One Way ANOVA) با سطح معنی‌داری P<۰/۰۵ با استفاده از نرم‌افزار SPSS 14.0 انجام شد.

نتایج

نتایج به دست آمده از زیست‌سنجی نمونه‌های برداشت شده *Mytilaster lineatus* در جدول ۱ آورده شده است.

نتایج سنجش پروتئین در دوکفه‌ای *Mytilaster lineatus* در مواجهه با سم دلتامترین

بررسی تغییرات پروتئین در دوکفه‌ای *M. lineatus* در مدت ۹۶ ساعت در معرض سم دلتامترین با استفاده از روش آنالیز واریانس یک‌طرفه نشان داد که میزان پروتئین در غلظت‌های ۰/۵ تا ۱ میلی‌گرم در لیتر (غلظت‌های زیر حد کشندگی) تغییرات معنی‌داری نداشت (جدول ۲).

جدول ۱: نتایج زیست‌سنجی نمونه‌های برداشت شده *Mytilaster lineatus* (میانگین ± انحراف معیار)

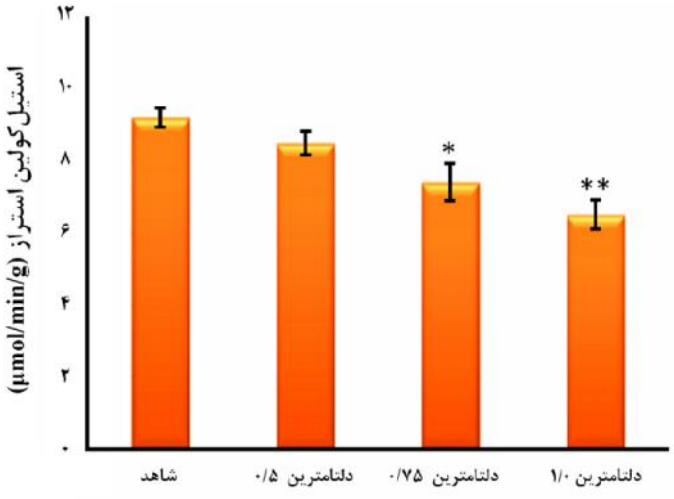
طول (cm)	وزن (mg)
۱±۰/۹	۹/۲±۲/۳

جدول ۲: بررسی میزان پروتئین در *Mytilaster lineatus* در مواجهه سم دلتامترین (میانگین ± انحراف معیار)

غلظت پروتئین (mg/mL)	غلظت سم دلتامترین (ppm)
۰/۵۴۳۹	۰/۰۰
۰/۵۴۴۰	۰/۵۰
۰/۵۴۴۶	۰/۷۵
۰/۵۴۸۰	۱/۰۰

نتایج سنجش آنزیم استیل‌کولین استراز در دوکفه‌ای *Mytilaster lineatus* در مواجهه با سم دلتامترین

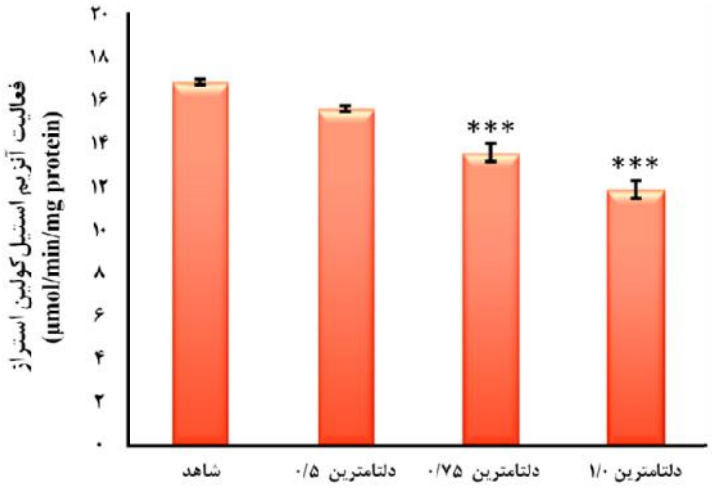
تغییرات سطح آنزیم استیل‌کولین استراز در دوکفه‌ای *M. lineatus* در مدت زمان ۹۶ ساعت در معرض سم دلتامترین، نشان داد که آنزیم استیل‌کولین استراز در غلظت‌های ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱ میلی‌گرم در لیتر از سم دلتامترین، تغییراتی در سطح ۸/۵۲۳±۰/۳۴۳۷ تا ۶/۵۳۷±۰/۴۱۳۴ میکرومول در دقیقه در هر گرم از بافت (وزن تر) داشت که در مقایسه با گروه شاهد (۹/۲۳۳±۰/۲۶۲۱ میکرو مول در دقیقه در هر گرم از بافت وزن تر) کمتر بوده است. بر اساس نتایج به دست آمده به روش آنالیز واریانس یک‌طرفه، میزان آنزیم استیل‌کولین استراز در غلظت ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر سم دلتامترین، معنی‌دار نبود (P<۰/۰۵) اما در غلظت‌های ۰/۷۵ و ۱ میلی‌گرم در لیتر از سم دلتامترین، تغییراتی معنی‌دار به ترتیب با سطح معنی‌داری ۹۵٪ (P<۰/۰۵) و ۹۹٪ (P<۰/۰۱) را نشان داد (شکل ۳).



شکل ۳: بررسی میزان آنزیم استیل‌کولین استراز در *Mytilaster lineatus* در مواجهه با سم دلتامترین (میانگین ± انحراف معیار). *: P<۰/۰۵. **: P<۰/۰۱.

نتایج سنجش فعالیت آنزیم استیل‌کولین استراز در دوکفه‌ای *Mytilaster lineatus* در مواجهه با سم دلتامترین

تغییرات فعالیت آنزیم استیل‌کولین استراز در دوکفه‌ای *M. lineatus* در مدت ۹۶ ساعت در معرض سم دلتامترین نشان داد که فعالیت آنزیم استیل‌کولین استراز در غلظت‌های ۰/۵ تا ۱ میلی‌گرم در لیتر، تغییراتی در سطح ۱۱/۹۱۲±۰/۴۳۳۴ تا ۱۵/۶۶۵±۰/۱۲۹۱ میکرومول در دقیقه در میلی‌گرم پروتئین را نشان داد که در مقایسه با گروه شاهد (۱۶/۹۶۰±۰/۰۷۲۱۱ میکرومول در دقیقه در میلی‌گرم پروتئین) کمتر بود. بر اساس نتایج به دست آمده به روش آنالیز واریانس یک‌طرفه، فعالیت آنزیم استیل‌کولین استراز در غلظت ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر از سم دلتامترین، معنی‌دار نبود (P<۰/۰۵) اما در غلظت‌های ۰/۷۵ و ۱ میلی‌گرم در لیتر از سم دلتامترین، تغییراتی معنی‌دار با سطح معنی‌داری بالاتر از ۹۹٪ (P</۰۰۱) را نشان داد (شکل ۴).



شکل ۴: بررسی فعالیت آنزیم استیل‌کولین استراز در مواجهه با سم دلتامترین (میانگین ± انحراف معیار). ***: P<۰/۰۰۱.

بحث

بیومارکر آنزیمی انتخاب شده در این بررسی (استیل‌کولین استراز) در واقع نسبت به آسیب‌های زیست‌محیطی و آلودگی‌های ناشی از فعالیت‌های آلوده کننده انسانی پاسخ می‌دهد. به طور کلی دوکفه‌ای‌ها شاخص‌های زیستی (Bioindicator) مناسبی در تشخیص آلودگی‌ها در محیط‌های آبی هستند و از دهه‌های گذشته در تعیین آلودگی آب‌ها با فلزات سنگین و سموم دفع آفات استفاده می‌شدند. دوکفه‌ای‌ها و به ویژه اویسترها در مقیاس وسیع برای پایش آلودگی‌ها به کار می‌روند (O-Conner, 2002).

نتایج به دست آمده از فعالیت آنزیم استیل‌کولین استراز در دوکفه‌ای *Mytilaster lineatus* در معرض سم دلتامترین در غلظت‌های زیر حد کشندگی تحت شرایط آزمایشگاهی، نشان داد که مقدار فعالیت این آنزیم در غلظت ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر تغییراتی در سطح ۱۵/۶۶۵±۰/۱۲۹۱ میکرومول در دقیقه در میلی‌گرم پروتئین داشت که در مقایسه با گروه شاهد (۱۶/۹۶۰±۰/۰۷۲۱۱ میکرومول در دقیقه در میلی‌گرم پروتئین) کمتر بوده است و با افزایش غلظت تا ۱ میلی‌گرم در لیتر به ۱۱/۹۱۲±۰/۴۳۳۴ میکرومول در دقیقه در میلی‌گرم پروتئین رسید. بر اساس نتایج به

دست آمده به روش آنالیز واریانس یک‌طرفه، برای سم دلتامترین در غلظت ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر اختلاف معنی‌داری درسطح فعالیت آنزیم استیل‌کولین استراز در دوکفه‌ای *M. lineatus* دیده نشد (P<۰/۰۵). ولی در غلظت‌های ۰/۷۵ میلی‌گرم در لیتر و ۱ میلی‌گرم در لیتر سم دلتامترین اختلافات معنی‌داری در سطوح فعالیت آنزیم استیل‌کولین استراز مشاهده شد. نتایج به دست آمده از بررسی سطوح فعالیت آنزیم استیل‌کولین استراز در دوکفه‌ای *M. lineatus* در برابر سم دلتامترین در غلظت‌های زیر حد کشندگی، نشان داد که از غلظت ۰/۷۵ میلی‌گرم در لیتر اثر بازدارندگی سم دلتامترین بر فعالیت این آنزیم نمایان می‌شود (Concentration Effect). بر اساس نتایج به دست آمده هر چه غلظت سم دلتامترین افزایش یافت، فعالیت آنزیم استیل‌کولین استراز در دوکفه‌ای *M. lineatus* کاهش پیدا کرد. با توجه به کاهش فعالیت آنزیم استیل‌کولین استراز با افزایش غلظت سم دلتامترین، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که دلتامترین اثرات نوروتوکسیک بر فعالیت آنزیم استیل‌کولین استراز دارد و این آنزیم می‌تواند به عنوان یک بیومارکر مناسب، نشان دهنده افزایش آلودگی سم دلتامترین در محیط باشد.

Yaqin و Hansen در سال ۲۰۱۰ به مطالعه اثرات سموم ارگانوفسفره بر فعالیت آنزیم استیل‌کولین استراز در دوکفه‌ای *Mytilus edulis* پرداختند و نشان دادند که این سموم اثرات نوروتوکسیک بر فعالیت این آنزیم دارند. مطالعت مشابهی در استفاده از آنزیم استیل‌کولین استراز به عنوان یک بیومارکر در میگوی ببری در سال ۲۰۰۹ به عمل آمد (Tu et al., 2009). همچنین Yaqin و همکارانش در سال ۲۰۰۸ مطالعات مشابهی در استفاده از آنزیم استیل‌کولین استراز به عنوان یک بیومارکر در دوکفه‌ای *M. edulis* به انجام رساندند.

منابع

امام ر. ۱۳۸۵. شناسایی و پراکنش دوکفه‌ای‌های مناطق جزر و مدی سواحل خارک. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال. ۷۳ص.

دلیناد ل. و نظری ف. ۱۳۷۹. اطلس بی‌مهرگان دریای خزر (ترجمه). موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۶۱۰ص.

زینلی‌پور م. ۱۳۸۳. مقایسه‌ی رشد و احیای دوکفه‌ای در سه منطقه نور، امیرآباد و خزرآباد از سواحل استان مازندران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس. ۷۵ص.

Barata C., Solayan A. and Porte C. 2004. Role of B-esterases in assessing toxicity of organophosphorus (chlorpyrifos, malathion) and carbamate (carbofuran) pesticides to *Daphnia magna*. Aquatic Toxicology, 66: 125–139.

Bradford M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Analytical Biochemistry, 72: 248–254.

Casarett L.J., Klaassen C.D., Amdur M.O. and Doull J. 1996. Casarrett and Doull′s Toxicology. The Basic Science of Poisons. Macmillan Publishing Co. New York. 1111P.

Ellman G.L., Courtney K.D., Andres Jr.V. and Featherstone R.M. 1961. A new and rapid colorimetric determination of acethylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology, 7: 88–95.

Fulton M.H. and Key P.B. 2001. Acetylcholinesterase inhibition in estuarine fish and invertebrates as an acetylcholinesterase inhibition as a biomarker of adverse effect a study of *Mytilus edulis* exposed to the priority pollutant chlorfenvinphos. Aquatic Toxicology, 67: 45–56.

Hernandez A., Gomez M.A., Pena G., Gil F., Rodrigo L., Villanueva E., Pla A. 2004. Effect of long term exposure to pesticides on plasma esterase from plastic green house workers. Journal of Toxicology and Environmental Health, 67(14): 1095–1108.

James D.E. 1978. Culturing Algae. Carolina Biological Supply Company, Burlington, N.C. 23P.

Lam P.K.S. and Gray J.S. 2003. The use of biomarkers in environmental monitoring programmes. Marine Pollution Bulletin, 46(2): 182–186.

O-Conner T.P. 2002. National distribution of chemical concentrations in mussels and oysters in the USA. Marine Environmental Research, 53(2): 117–143.

Polyaninova A.A. 2007. Invasive in Caspian Sea and their role in the ecosystem of the sea. Astrakhan Caspnirkh. 104P.

Picado A., Bebianno M.J., Costa M.H., Ferreira A. and Vale C. 2007. Biomarkers: A strategic tool in the assessment of environmental quality of coastal waters. Hydrobiologia, 587: 79–87.

Thebault J., Chauvaund L., Helguen S., Clavier J., Barats A., Jacquet S., Pecheyran C. and Amouroux D. 2009. Barium and molybdenum records in bivalve shells: Geochemical proxies for phytoplankton dynamics in coastal environments. Limnology and Oceanography, 54(3): 1002–1014.

Tu H.T., Silvestre F., Scippo M.L., Thome J.P., Phuong N.T. and Kestemont P. 2009. Acetylcholinesterase activity as a biomarker of exposure to antibiotics and pesticides in the black tiger shrimp (*Penaeus monodon*). Ecotoxicology and Environmental Safety, 72(5): 1463–1470.

Yaqin K. Hansen P.D. 2010. The use of cholinergic biomarker, cholinesterase activity of blue mussel *Mytilus edulis* to detect the effects of organophosphorous pesticide. African Journal of Biochemistry Research, 4(12): 265–272.

Yaqin K., Lay B.W., Riani E., Masud Z.A. and Hansen P.D. 2008. The use of selected biomarkers, phagocytic and cholinesterase activity to detect the effects of dimethoate on marine mussel (*Mytilus edulis*). Hayati Journal of Biosciences, 15(1): 32–38.

Aquatic Physiology and Biotechnology
Vol. 4, No. 2, Summer 2016

Effect of Deltamethrin on acethylcholinesterase in *Mytilaster lineatus* mussel

Shahin Shariat Panahi[1]*, Shila Safaeian[2], Mohammad Abdolahi[3]

Received: January 2016 Accepted: April 2016

Abstract

In this study, acetylcholinesterase enzyme activity in bivalve *Mytilaster lineatus* exposed to Deltamethrin sub-lethal concentrations in the lowest (0.5mg/L) and highest (1mg/L) concentrations, respectively, estimated 15/665±0/1291 and 11/912±0/4334 µmol/min/mg protein. According to one way ANOVA results, enzyme activity in *M. lineatus* exposed to 0.5mg/L Deltamethrin did not show significant deference (P>0.05); but when exposed to 0.75 and 1 mg/L Deltamethrin significant effects was observed (P<0.05). At 0.75mg/L concentration of Deltamethrin inhibitory effects on acetylcholinesterase activity was shown which was continued by further increment in Deltamethrin concentration.

Key words: *Acetylcholinesterase*, Mytilaster lineatus, *Deltamethrin*, *Lethal*, *Inhibitory Effect*.

1- M.Sc. in Environmental Sciences, Tehran, Iran.
2- Associated Professor in Department of Marine Biology, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
3- Assistant Professor in Department of Toxicology, University of Tehran, Tehran, Iran.
*Corresponding Author: shahinshariatpanahi@gmail.com