

## فعالیت آنزیم فسفولیپاز A<sub>2</sub> و هیالورونیداز در زهر عقرب مزوبوتوس اپیوس اپیوس

منیژه کدخدایی الیادرائی<sup>۱\*</sup>، زهره آموزگاری<sup>۲</sup>، حسین حنیفی<sup>۳</sup>

### خلاصه

**سابقه و هدف:** عقرب مزوبوتوس اپیوس متعلق به خانواده بوتیده می‌باشد. این عقرب یکی از فراوان‌ترین عقرب‌ها در ناحیه خوزستان است و مسوول حدود ۴۵٪ عقرب‌زدگی‌ها در این ناحیه است. زهر عقرب‌ها از نوروتوکسین‌هایی تشکیل شده که کانال‌های یونی سلول‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهند. با توجه به اهمیت مطالعه روی عقرب‌ها در این ناحیه جغرافیایی و اینکه کار زیادی در ارتباط با فعالیت آنزیم‌ها در زهر عقرب مزوبوتوس اپیوس انجام نشده بود بر آن شدیم تا فراکسیون‌های زهر عقرب مزوبوتوس اپیوس را توسط کروماتوگرافی ژل فیلتراسیون جدا نموده و فعالیت آنزیم‌های فسفولیپاز A<sub>2</sub> و هیالورونیداز را در فراکسیون‌های جدا شده بررسی نماییم.

**مواد و روش‌ها:** یک گرم زهر خام در ۱۰ میلی‌لیتر آب حل گردید و در ۱۸۰۰۰xg به مدت ۱۲ دقیقه سانتریفوژ گردید. محلول رویی که حاوی پروتئین بود در ستون کروماتوگرافی ژل فیلتراسیون حاوی سفادکس G50 در تعادل با بافر استات آمونیوم ۲۰ میلی‌مولار PH 4.7 با سرعت ۳۰ میلی‌لیتر در ساعت به کار برده شد. محلول خروجی در حجم‌های ۳ میلی‌لیتر جمع‌آوری شد. جذب نوری به طور مداوم در طول موج ۲۸۰ نانومتر اندازه‌گیری گردید. سپس مقدار پروتئین، فعالیت آنزیم فسفولیپاز A<sub>2</sub> و هیالورونیداز در تمام فراکسیون‌های جدا شده اندازه‌گیری شد.

**نتایج:** یک گرم زهر خام حاوی ۸۱۶ میلی‌گرم پروتئین بود. فعالیت آنزیم در زهر خام، فراکسیون I و به مقدار جزئی در فراکسیون II مشاهده شد و به ترتیب دارای ۵۳/۱۲، ۷۶/۳ و ۲/۴۳٪ فعالیت همولیزی می‌باشند. فعالیت مخصوص آنزیم به ترتیب ۵۹۰/۳۲، ۱۰۹۰ و ۳۰/۳۷ می‌باشد. فعالیت هیالورونیداز در زهر خام و تنها در فراکسیون اول مشاهده شد. فعالیت مخصوص آنزیم هیالورونیداز در زهر خام ۷۴۰ TRU/mg و در فراکسیون I حاصل از کروماتوگرافی ۴۵۷۴/۵ TRU/mg به دست آمد و درجه خلوص آنزیم ۶/۱۸ تعیین شد.

**نتیجه‌گیری:** زهر عقرب مزوبوتوس اپیوس دارای هر دو فعالیت فسفولیپازی و هیالورونیدازی می‌باشد که با استفاده از کروماتوگرافی ژل فیلتراسیون در فراکسیون اول جدا می‌شود.

**واژگان کلیدی:** زهر خام، کروماتوگرافی، مزوبوتوس اپیوس، فسفولیپاز A<sub>2</sub>، هیالورونیداز

۱- استادیار گروه بیوشیمی دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی اهواز.

۲- مربی گروه بیوشیمی دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی اهواز.

۳- کارشناس ارشد گروه بیوشیمی دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی اهواز.

\* نویسنده مسوول: منیژه کدخدایی الیادرائی

آدرس: دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، گروه بیوشیمی و مرکز تحقیقات هموگلوبینوپاتی‌ها.

پست الکترونیک: Kadkhodaeim@yahoo.com

تلفن: ۰۹۱۶ ۱۱۳ ۳۶۳۸

دورنویس: ۰۶۱۱ ۳۳۶۱۵۴۴

تاریخ دریافت: ۸۵/۴/۱۹

تاریخ پذیرش نهایی: ۸۵/۱۰/۵

### مقدمه

الیگوپپتیدها، نوکلئوتیدها، اسیدهای آمینه و ترکیبات آلی دیگر و نیز از آنزیم‌هایی همچون فسفولیپاز، هیالورونیداز و مولکول‌هایی با وزن مولکولی نسبتاً پایین مثل سروتونین، هیستامین، مهارکننده‌های پروتئاز، آزادکننده‌های هیستامین تشکیل شده است [۲، ۳]. بر خلاف زهر مارها و عنکبوت‌ها به طور کلی زهر بسیاری از عقرب‌ها فاقد آنزیم هستند و یا دارای مقادیر کم فعالیت‌های

عقرب مزوبوتوس اپیوس متعلق به عقرب‌های خانواده بوتیده می‌باشد و از فراوان‌ترین عقرب‌های بومی موجود در خوزستان است که مسوول ۴۵٪ عقرب‌زدگی‌ها می‌باشد [۱]. زهر عقرب یک ترکیب محلول در آب، آنتی‌ژنیک و PH آن خنثی تا قلیایی است. زهر عقرب‌ها به طور کلی از موکوس،

حاوی پپتیدها و پروتئین‌های محلول می‌باشد و موکوپروتئین‌ها به صورت رسوب جدا می‌شوند. محلول رویی که حاوی ۸۱۶ میلی‌گرم پروتئین بود وارد ستونی از سفادکس G-50 به ابعاد (۲/۷×۱۰۰ سانتی‌متر) در تعادل با بافر استات آمونیوم ۲۰ میلی‌مولار (PH=۴/۷) گردید و بعد از اینکه نمونه جذب ستون شد ستون با سرعت جریان ۳۰ میلی‌لیتر در ساعت با همین بافر شستشو داده شد، سپس محلول خروجی در حجم‌های ۳ میلی‌لیتر در هر لوله به وسیله دستگاه جمع‌کننده اتوماتیک<sup>۱</sup> جمع‌آوری شد. جذب نمونه‌ها بلافاصله در طول موج ۲۸۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (UV/VIS) قرائت شد و منحنی جذب بر حسب حجم بافر خروجی رسم گردید. سپس فراکسیون‌های مختلف در ظروف جداگانه جمع‌آوری شدند. هر یک از فراکسیون‌ها با استفاده از کیسه‌های دیالیز با Cut off < 1200 به مدت ۲۴ ساعت در مقابل آب مقطر دیالیز شدند و بعد تغلیظ گردیدند. مقدار پروتئین نمونه‌ها بر اساس روش Lowry اندازه‌گیری گردید [۹]. اندازه‌گیری فعالیت فسفولیپاز A<sub>2</sub> (همولیتیک غیر مستقیم) بر اساس روش Ouyang و Shiau انجام شد [۱۰] و درصد همولیز بر طبق روش Smith و Gul به دست آمد [۱۱]. اساس این روش به این صورت است که فسفولیپاز A<sub>2</sub> در حضور یک منبع خارجی لستین باعث همولیز گلبول‌های قرمز می‌شود که این همولیز را همولیز غیر مستقیم گویند. درصد همولیز به مقدار لیزولستین و مقدار لیزولستین به مقدار فسفولیپاز A<sub>2</sub> بستگی دارد. به تعداد نمونه‌ها لوله سانتریفوژ در نظر گرفته شد و یک لوله نیز به عنوان شاهد تعیین گردید. در هر کدام ۰/۵ میلی‌لیتر سوسپانسیون ۱۰٪ گلبول‌های قرمز در بافر فسفات ۰/۲ مولار با PH=۷/۲ و ۲/۵ میلی‌لیتر بافر فسفات ۰/۲ مولار با PH=۷/۲ ریخته شد. سپس به لوله شاهد ۰/۱ میلی‌لیتر سرم فیزیولوژی و به لوله‌های دیگر به ترتیب ۰/۱ میلی‌لیتر از هر نمونه حاوی مقدار معینی پروتئین افزوده شد. به همه لوله‌ها ۰/۲ میلی‌لیتر سوسپانسیون ۰/۱ مولار لستین در سالین افزوده و فوراً لوله‌ها در حمام آب گرم ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۰ دقیقه انکوبه شدند. بعد از گذشت این مدت با گذاشتن لوله‌ها در یخ، واکنش متوقف شد. سپس لوله‌ها در ۴+ درجه سانتی‌گراد در ۳۰۰×g به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفوژ شدند. جذب محلول‌های رویی در ۵۵۰ نانومتر در مقابل شاهد به وسیله اسپکتروفتومتر قرائت گردید. برای اندازه‌گیری درصد همولیز، ابتدا همولیز کل گلبول قرمز تعیین می‌شود. به این ترتیب که در یک لوله سانتریفوژ به عنوان لوله Total (کل همولیز) حاوی ۰/۵ میلی‌لیتر سوسپانسیون ۱۰٪ گلبول‌های قرمز در بافر

آنزیمی می‌باشد به عنوان مثال در زهر عقرب Heterometrus scaber آنزیم‌های اسیدفسفاتاز، ریونوکلناز، 5- نوکلئوتیداز، هیالورونیداز، استیل‌کولین استراز و فسفولیپاز A، یافت شده‌اند. 5- هیدروکسی تریپتامین، پروتئین‌های مهارکننده پروتئاز، آنژیوتانسیناز و سوکسینات دهیدروژناز نیز در زهر عقرب‌های آنژیوتانسیناز و سوکسینات دهیدروژناز نیز در زهر عقرب‌های Heterometrus fulvipes یافت شده‌اند [۴، ۵]. آنزیم‌های فسفولیپاز A<sub>2</sub> (PLA<sub>2</sub> EC 3.1.1.4) یک خانواده بزرگی از آنزیم‌های درون سلولی و ترشحی هستند که همگی پیوند استری گلیسرئوفسولیپیدها را در موقعیت Sn-2 هیدرولیز می‌کنند [۶]. هیالورونیدازها آنزیم‌هایی هستند که بر روی هیالورونیک اسید عمل می‌کنند. هیالورونیک اسید پلی‌ساکاریدی با وزن مولکولی بالا است که از واحدهای دی‌ساکاریدی متناوب β-گلوکوزونیک اسید و N- استیل گلوکز آمین تشکیل شده است که به طور متناوب توسط پیوندهای گلیکوزیدی (۳-۱) β و (۴-۱) β به هم متصل می‌شوند [۷]. برای اینکه مکانیسم‌های بیوشیمیایی و پاتوفیزیولوژیکی تاثیر آنزیم‌های موجود در زهر عقرب‌ها مشخص شوند باید این آنزیم‌ها شناسایی گردند و اثرات هر یک به طور جداگانه مورد مطالعه قرار گیرد. در این تحقیق با توجه به اینکه روی آنزیم‌های زهر عقرب مزوبوتوس اپیوس مطالعه‌ای صورت نگرفته بود بر آن شدیم تا فعالیت‌های آنزیمی هیالورونیداز و فسفولیپاز A<sub>2</sub> را در زهر خام و فراکسیون‌های جدا شده از آن توسط کروماتوگرافی ژل فیلتراسیون بررسی نماییم.

## مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر یک مطالعه توصیفی است و هر آزمایش سه بار تکرار شده و نتایج نشان داده شده میانگین سه بار آزمایش می‌باشند. زهر خام لیوفیلیزه عقرب مزوبوتوس اپیوس از موسسه رازی اهواز خریداری شد این زهر به روش تحریک الکتریکی تهیه شده بود. سفادکس G50 از شرکت Pharmacia، هیالورونیک اسید، لستین، فولین سیوکالتو، استات آمونیوم و آلبومین سرم گاوی از شرکت Sigma، فسفات مونوسدیک، فسفات دی سدیک از شرکت Merck خریداری گردید.

## جداسازی فراکسیون‌های زهر: تمام مراحل جداسازی

در ۴+ درجه سانتی‌گراد و طبق روش Angelina انجام گردید [۸]. یک گرم از زهر خام لیوفیلیزه در ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر حل گردید سپس محلول حاصل به مدت ۱۲ دقیقه و در دور ۱۸۰۰×g در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفوژ شد و قسمت محلول (محلول رویی) از قسمت نامحلول جدا گردید. قسمت رویی

1- fraction collector

میلی لیتر از محلول ۰/۴ میلی گرم در میلی لیتر هیالورونیک اسید اضافه گردید. این لوله‌ها در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵-۴ دقیقه انکوبه شدند. یک لوله شاهد نیز حاوی ۱ میلی لیتر بافر فسفات سدیم ۰/۱ مولار (PH=۵/۳) حاوی کلرید سدیم ۰/۱۵ مولار انکوبه گردید. سپس ۰/۵ میلی لیتر از نمونه‌های رقیق شده به لوله‌های مشخص شده به عنوان نمونه اضافه شد و به مدت ۱۰ دقیقه در دمای اتاق انکوبه شدند. بعد از این مدت ۹ میلی لیتر معرف آلبومین به هر لوله اضافه شده و در دمای اتاق به مدت ۱۰ دقیقه انکوبه گردیدند. پس از آن جذب هر یک از لوله‌ها در برابر لوله شاهد در طول موج ۵۴۰ نانومتر قرائت گردید. سپس از روی منحنی استاندارد مقدار هیالورونیک اسید باقی مانده بعد از تجزیه شدن توسط آنزیم به دست می‌آید و مقدار هیالورونیک اسید تجزیه شده طبق رابطه زیر به دست آمد.

میلی‌گرم هیالورونیک اسید تجزیه شده = ۰/۲mg -  
 میلی‌گرم هیالورونیک اسید باقیمانده، سپس فعالیت مخصوص (specific activity) آنزیم توسط رابطه زیر محاسبه شد.

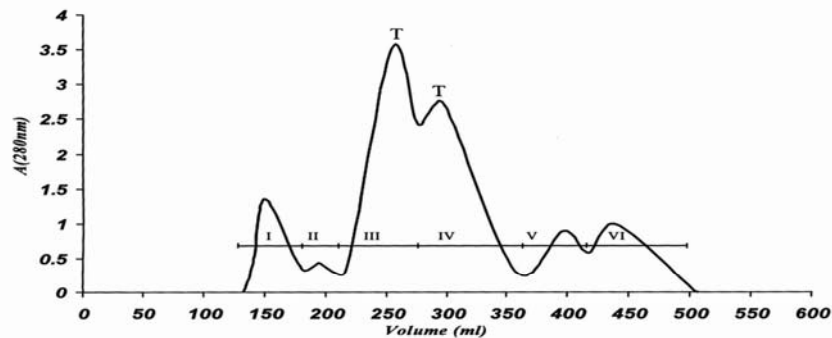
$$\text{فعالیت مخصوص} = \frac{\text{TRU}}{\text{mg}} = \frac{\text{میلی‌گرم هیالورونیک اسید تجزیه شده} \times ۳}{\text{میلی‌گرم پروتئین در واکنش}}$$

### نتایج

نتیجه حاصل از ژل فیلتراسیون زهر خام بر روی ستون سفادکس G-50 در نمودار شماره ۱ نشان داده شده است. توسط کروماتوگرافی ژل فیلتراسیون، از زهر خام مزویوتوس اپیوس اپیوس ۶ فراکسیون مجزا شد که به ترتیب I، II، III، IV، V، VI نام‌گذاری شدند. سنجش پروتئین در زهر خام و تمام فراکسیون‌های حاصل از کروماتوگرافی در جدول شماره ۱ نشان داده شده است. نتایج مربوط به فعالیت آنزیم فسفولیپاز A<sub>2</sub> در جدول شماره ۲ نشان داده شده است. درصد همولیز نشان‌دهنده فعالیت آنزیم فسفولیپاز A<sub>2</sub> می‌باشد. این فعالیت در زهر خام، در فراکسیون I و به میزان خیلی کمتر در فراکسیون II وجود داشت. سایر فراکسیون‌ها فاقد فعالیت فسفولیپاز A<sub>2</sub> بودند.

فسفات ۰/۲ مولار همراه با ۲/۵ میلی لیتر آب مقطر کاملاً لیز شد. سپس به آن ۰/۱ میلی لیتر سرم فیزیولوژی و ۰/۲ میلی لیتر سوسپانسیون لیستین ۰/۰۱ مولار در سالین افزوده و در ۳۰۰۰g به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفوژ شد (رسوبی دیده نشد) جذب محلول لیز شده در ۵۵۰ نانومتر در مقابل شاهد حاوی ۲/۵ میلی لیتر آب مقطر، ۰/۵ میلی لیتر بافر فسفات ۰/۲ مولار، ۰/۱ میلی لیتر سرم فیزیولوژی و ۰/۲ میلی لیتر سوسپانسیون لیستین قرائت گردید. (برای یکسان شدن شرایط آزمایش لوله شاهد هم در ۳۰۰۰g سانتریفوژ شد). OD لوله total به عنوان همولیز کل محسوب گردید و درصد همولیز از فرمول زیر محاسبه گردید. از آنجایی که درصد همولیز بستگی به غلظت هر نمونه دارد برای اینکه مقایسه درستی از این فعالیت در لوله‌های مختلف شود درصد همولیز بر میلی‌گرم پروتئین در هر لوله تقسیم می‌شود.

درصد همولیز =  $\frac{\text{OD}_{\text{Test}}}{\text{OD}_{\text{Total}}} \times 100$  اندازه‌گیری فعالیت هیالورونیداز بر اساس روش Tolksdorf و همکارانش انجام شد [۱۲]. در این روش از توانایی هیالورونیک اسید در ایجاد کدورت با محلول اسیدی آلبومین، جهت اندازه‌گیری مقدار هیالورونیک اسید استفاده می‌شود. میزان کدورت با مقدار فعالیت آنزیم هیالورونیداز متناسب است. فعالیت آنزیم هیالورونیداز با واحد TRU (Turbidity Reducing Unit) بیان می‌شود و عبارت است از مقدار آنزیمی که باعث کاهش کدورت تحت شرایط مشابه با یک واحد استاندارد بین‌المللی شود از زهر خام و فراکسیون‌های مورد آزمایش محلول استوک یک میلی‌گرم در یک میلی لیتر بافر فسفات سدیم ۰/۱ مولار تهیه گردید و قبل از انجام آزمایش در همان بافر رقیق شد (برای ترکیبات خام پیشنهاد می‌شود که غلظت‌های ۰/۰۵-۰/۱ میلی‌گرم در میلی لیتر تهیه گردد). برای رسم منحنی استاندارد یک سری لوله آماده گردید. تمام لوله‌ها در حمام آب جوش به مدت ۵ دقیقه قرار داده شدند، سپس تا حد دمای اتاق خنک شدند. ۹ میلی لیتر معرف آلبومین به هر یک از لوله‌ها اضافه کرده و به مدت ۱۰ دقیقه به حال خود گذاشته شدند پس از این مدت جذب هر یک از لوله‌ها در طول موج ۵۴۰ نانومتر قرائت گردید و منحنی استاندارد بر حسب مقدار جذب نور در ۵۴۰ نانومتر در برابر میلی‌گرم هیالورونیک اسید رسم گردید. در یک سری لوله به تعداد نمونه‌های مورد آزمایش ۰/۵



نمودار ۱- نتیجه حاصل از ژل فیلتراسیون ۸۱۶ میلی گرم پروتئین زهر خام بر روی ستون سفادکس G-50 به ابعاد (۲/۷×۱۰۰) سانتیمتر در تعادل با بافر استات آمونیوم ۲۰ میلی مولار (PH=۴/۷) و سرعت جریان ۳۰ میلی لیتر در ساعت

جدول ۱- نتایج سنجش پروتئین و بازده فراکسیون‌های حاصل از کروماتوگرافی ژل فیلتراسیون زهر خام

فراکسیون	توال پروتئین (mg)	بازده (%)
محلول زهر خام	۸۱۶	۱۰۰
*PI	۱۳۲	۱۶/۱۸
PII	۲۳/۳	۲/۸۵
PIII	۳۱۴/۴	۳۸/۵۳
P IV	۲۴۲/۷	۲۹/۷۴
P IV	۵۰/۶	۶/۲
P VI	۵۲	۶/۳۷
بازده کل		۹۹/۸۷

\* فراکسیون = P

جدول ۲- درصد همولیز در نمونه‌های مختلف (زهر خام و فراکسیون‌های آن)

نمونه	مقدار پروتئین (mg)	درصد همولیز *	فعالیت مخصوص
زهر خام	۰/۰۹	۵۳/۱۳	۵۹۰/۳۳
**PI	۰/۰۷	۷۶/۳۰	۱۰۹۰
PII	۰/۰۸	۲/۴۳	۳۰/۳۷
PIII	۰/۰۵	۰	۰
PIV	۰/۰۵	۰	۰
PV	۰/۰۷	۰	۰
PVI	۰/۰۷	۰	۰

T= Toxic

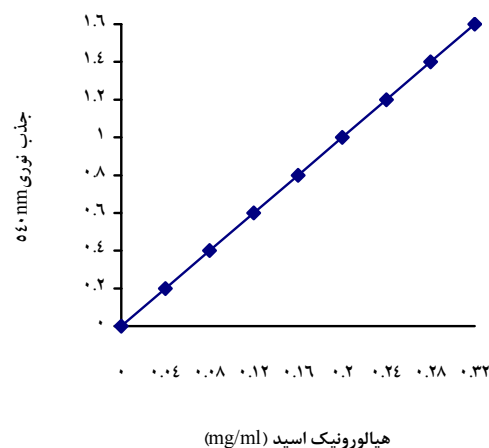
\* درصد همولیز نشان‌دهنده فعالیت فسفولیپاز A<sub>2</sub> (همولیتیک غیر مستقیم) می‌باشد.

\*\*فراکسیون = P

کلی اندازه‌گیری فعالیت آنزیم هیالورونیداز در جدول شماره ۳ نشان داده شده است. فعالیت مخصوص این آنزیم در زهر خام ۷۴۰ TRU/mg و در فراکسیون I، ۴۵۷۴/۵ TRU/mg می‌باشد و در بقیه فراکسیون‌ها فعالیت آنزیمی هیالورونیداز مشاهده نگردید.

نمودار شماره ۲ منحنی تغییرات جذب نوری بر حسب کدورت ایجاد شده در مقادیر مختلف هیالورونیک اسید (منحنی استاندارد) را نشان می‌دهد. میزان هیالورونیک اسید باقی مانده در لوله‌های آزمایش از روی منحنی محاسبه شد و فعالیت مخصوص آنزیم هیالورونیداز در نمونه‌های مورد آزمایش به دست آمد. نتایج

*Heterometrus fulvipes* توسط Ramanaiiah و همکارانش جداسازی گردید وزن مولکولی این آنزیم ۱۶ کیلو دالتون بود [۱۴]. فسفولیبین یک نوع آنزیم فسفولیباز  $A_2$  هترودیمی است که در سال ۱۹۹۹ Conde و همکارانش از زهر عقرب *Pandinus imperator* جداسازی و شناسایی کردند و ساختمان اولیه و ویژگی‌های عملکردی آن را تعیین کردند [۱۵]. در مرحله زل فیلتراسیون آنزیم‌ها به دلیل داشتن وزن مولکولی بالاتر نسبت به توکسین‌ها قبل از آنها از ستون کروماتوگرافی خارج می‌گردند، در نتیجه پیک I حاوی پلی‌پپتیدها و پروتئین‌هایی با وزن مولکولی بالا خواهند بود. انواع آنزیم‌های موجود در سموم حیوانات در روندهای مختلف پاتولوژیکی و روندهای توکسیک شرکت دارند [۱۶]. تا کنون فسفولیبازهای پیدا شده در مهره‌دارانی همچون پستانداران و مارها متعلق به گروه‌های I و II فسفولیبازها می‌باشند در حالی که گروه III فسفولیبازها عمدتاً در زهر غیر مهره‌دارانی همچون عقرب‌ها و زنبور عسل پیدا شده‌اند [۱۷، ۱۸]. با استفاده از فسفولیبازهای زهر به عنوان لیگاند، انواع متفاوتی از رسپتورهای فسفولیباز شناسایی شده‌اند. این رسپتورها احتمالاً در سمیت فسفولیبازهای زهر دخالت دارند [۱۹، ۲۰]. فسفولیبازهای عموم حیوانات بی‌مهره پروتئین‌های غنی از پیوندهای دی‌سولفیدی هستند اما ساختمان اولیه مجزایی از فسفولیبازهای سموم مارها و پستانداران دارند [۱۶]. با توجه به اینکه تا کنون آنزیم‌های فسفولیباز  $A_2$  و هیالورونیداز در زهر عقرب مزوبوتوس اپیوس اپیوس مطالعه نشده بود در این تحقیق فعالیت آنزیمی فسفولیباز  $A_2$  به روش همولیتیک غیرمستقیم در زهر خام و فراکسیون‌های جدا شده آن اندازه‌گیری گردید. [۲۱]. درصد همولیز نشان‌دهنده فعالیت فسفولیباز  $A_2$  می‌باشد. فعالیت آنزیمی فسفولیباز  $A_2$  در زهر مزوبوتوس اپیوس اپیوس، پیک I و به مقدار بسیار جزئی در پیک II وجود داشت. ماکزیم فعالیت آن در پیک I مشاهده شد، به طوری که ۷۰ میکروگرم از آن ۷۶/۳۰٪ همولیز ایجاد می‌کند. فعالیت مخصوص این آنزیم در فراکسیون یک ۱۰۹۰ محاسبه شد. هیالورونیدازها دارای عملکردهای بیولوژیکی از محدوده ایجاد انواع بیماری‌های عفونی مختلف از طریق تجزیه هیالورونیک اسید انسانی تا دخالت در روندهای باروری پستانداران هستند. هیالورونیک اسید از موکوپلی ساکاریدهایی است که به عنوان ماده زمینه‌ای یا نگهدارنده در عناصر ساختمانی نسوج از قبیل الاستین و کلاژن یافت می‌شوند. Morey و همکارانش در سال ۲۰۰۶ یک نوع آنزیم هیالورونیداز از زهر عقرب *plamneus gravimanus* (عقرب سیاه هندی) جداسازی کردند فعالیت مخصوص این آنزیم در زهر خام در حدود ۲۵۰ TRU/mg و فعالیت آن در فراکسیون



نمودار ۲- تغییرات جذب نوری برحسب کدورت ایجاد شده در مقادیر مختلف سوپسترای هیالورونیک اسید (نمودار استاندارد)

جدول ۳- نتایج مربوط به فعالیت آنزیم هیالورونیداز

نمونه	مقدار کل پروتئین (mg)	فاکتور اندازه‌گیری	
		فعالیت مخصوص (TRU/mg)	توتال فعالیت آنزیم (TRU)
زهر خام	۸۱۶	۷۴۰	۶۰۳۸۴۰
PI	۱۳۲	۴۵۷۴/۵	۶۰۳۸۴۳
PII	۲۳/۳	.	.
PIII	۳۱۴/۴	.	.
PIV	۲۴۳/۷	.	.
PV	۵۰/۶	.	.
PVI	۵۲	.	.

## بحث

زهر عقرب مزوبوتوس اپیوس اپیوس که در این تحقیق مورد مطالعه قرار گرفته است یکی از شش نوع عقربی است که در ایران دارای اهمیت بالینی بوده و جهت تهیه سرم پلی‌والان ضد عقرب‌زدگی در موسسه سرم‌سازی رازی مورد استفاده قرار می‌گیرد. فعالیت‌های آنزیمی مختلفی از جمله فسفولیباز  $A_2$ ، هیالورونیداز، 5- نوکلئوتیداز در زهر عقرب‌ها وجود دارد. البته مقدار فعالیت‌های آنزیمی و تنوع آنها نسبت به زهر مارها کمتر است. به نظر می‌رسد که آنزیم هیالورونیداز تنها آنزیمی است که به مقدار قابل توجهی در زهر عقرب‌های خانواده بوتیده وجود دارد. اگرچه در بعضی از گونه‌ها مانند *Buthus tamulus* فعالیت فسفودی استرازی نیز در حد قابل توجهی است [۱۳]. در سال ۱۹۹۰ یک نوع آنزیم فسفولیباز  $A_2$  از زهر عقرب

به زهر خام ۶/۱۸ برابر شده است. این آنزیم تنها در فراکسیون I دیده شد. همانطور که در نمودار ۱ نشان داده شده در تحقیق قبلی مشخص شده بود که فراکسیون‌های ۳ و ۴ برای موش توکسیک بودند در حالی که در این تحقیق مشاهده شد که فعالیت فسفولیپازی و یا هیالورونیدازی ندارند و اثر سمی آنها از طریق مکانیسم‌های دیگر می‌باشد. در پایان می‌توان گفت توانایی جداسازی آنزیم‌ها از زهر عقرب می‌تواند راهنمایی برای خالص‌سازی هر کدام از آنزیم‌ها و بررسی اثرات مختلف بیوشیمیایی و پاتوفیزیولوژیکی آنها باشد.

#### نتیجه‌گیری

در این تحقیق فعالیت آنزیم هیالورونیداز و فسفولیپاز A<sub>2</sub> در زهر عقرب مزوبوتوس اپیوس مشاهده گردید، توانایی جداسازی آنزیم‌ها از زهر عقرب می‌تواند راهنمایی برای تخلیص آنزیم‌ها و بررسی اثرات مختلف بیوشیمیایی و پاتوفیزیولوژیکی آنها باشد.

#### تشکر و قدر دانی

این تحقیق بخشی از طرح مصوب شماره ۱۶۲ دانشگاه علوم پزشکی اهواز می‌باشد. از معاونت محترم پژوهشی که پشتیبانی مالی این طرح را عهده‌دار بوده‌اند تشکر می‌شود.

حاوی آنزیم جدا شده از زهر خام ۶۴۱۱/۷ TRU/mg تعیین گردید [۲۲]. Pessini و همکارانش در سال ۲۰۰۱ یک نوع آنزیم هیالورونیداز از زهر عقرب *Tityus serrulatus* با استفاده از کروماتوگرافی تعویض یونی با ژل CM-cellulose جداسازی کردند. فعالیت مخصوص این آنزیم در زهر خام در حدود ۸۴۵ TRU/mg و فعالیت آن در فراکسیون حاوی آنزیم جدا شده از زهر خام ۱۹۹۰۰ TRU/mg بود [۲۳]. در تحقیق حاضر در مقایسه با مطالعه انجام شده توسط Ressini و همکاران آنزیم هیالورونیداز با درجه خلوص بیشتری به دست آمده است. در سال ۱۹۳۶، Durar-Reynals نظریه فاکتورهای پخش‌کننده را برای توضیح مکانیسم ورود سموم حیوانات به درون بدن انسان را بیان کردند. هیالورونیداز موجود در زهر یک فاکتور انتشاردهنده است. این آنزیم انتشار توکسین به درون بافت‌های بدن قربانی را از طریق تجزیه گلیکوز آمینوگلیکان‌ها در بافت‌های همبند تسهیل می‌کند، بنابراین مسمومیت سیستمیک را منجر می‌شوند [۲۴]. در این پروژه فعالیت آنزیمی هیالورونیداز در زهر خام و فراکسیون‌های به دست آمده در مرحله ژل فیلتراسیون سنجیده شده و مشخص گردید که این آنزیم در زهر عقرب مزوبوتوس اپیوس اپیوس موجود است. فعالیت مخصوص آنزیم هیالورونیداز در زهر خام ۷۴۰ TRU/mg و در پیک I حاصل از کروماتوگرافی ژل فیلتراسیون ۴۵۷۴/۵ TRU/mg می‌باشد که میزان فعالیت آن نسبت

#### References:

- [1] ARACHNODATA's current projects. The medical and social significance of scorpionism in the southern provinces of Iran. Academy of Natural Sciences. WWW.Arachnodata.ch/publicate.htm 1997; www.Arachnodata. Ch/Publicate.htm
- [2] Gwee MC. Nirthanan S. Khoo HE. Gopalakrishnakone P. Kini RM. Cheah LS. Autonomic effects of some scorpion venoms and toxins. *Clin Exp Pharmacol Physiol* 2002; 9: 795-801
- [3] Tu AT. Scorpion Venoms. In venoms: Chemistry and Molecular Biology, A. T. Tu. *John and Sons* 1977; 459-483.
- [4] Gwee MC. Gopalakrishnakone P. cheah LS. wong, PTH. Gong, Jp. Kini, RM. Studies on venom from the Black scorpion *Heterometrus longimanus* and some other scorpion species. *J Toxicol Tox Rev* 1996; 15: 37-57.
- [5] Possani LD. Becerril B. Delepierre M. Tytgat J. Scorpion toxins specific for Na<sup>+</sup>-channels. *Eur J Biochem* 1999; 264: 287-300.
- [6] Dennis EA. The growing phospholipase A<sub>2</sub> superfamily of signal transduction enzymes. *Trends Biochem Sci* 1997; 22: 1-2.
- [7] Pattanaargson S. Roboz J. Determination of hyaluronidase activity in venoms using capillary electrophoresis. *Toxicon* 1996; 34: 1107-1117.
- [8] Angelina N. Ramirez Georgina B. Gurrola Brian M. Martin Lourival D. Possani. Isolation of several toxins from the venom of the scorpion *Centruroides limpidus tecomanus* Hoffmann. *Toxin* 1988; 26: 773-783.
- [9] Lowry OH. Rosebrough NJ. Furr AL. Randall RJ. Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J Biol Chem* 1951; 193: 265-275.
- [10] Ouyang C. Shiao SY. Relationship between pharmacological actions and enzymatic activities of the venom of *Trimeresurus gramineus*. *Toxicon* 1970; 8: 183-191.
- [11] Gul G. Smith AD. Haemolysis of washed human red cells by combined action of *Naja-naja* phospholipase A<sub>2</sub> and albumin. *Bio chem Biophys Acta* 1984 288: 237-240.

- [12] Tolksdorf S. McCready M. McCullagh D. Schwenk E. The turbidimetric assay of hyaluronidase. *lab Clin Med* 1949; 34: 74.
- [13] Tu AT. Scorpion Venoms. In venoms: Chemistry and Molecular Biology. *A. T. Tu. John and Sons New York* 1977; 459-483.
- [14] Ramanaiah M. Parthasarathy RR. Venkaiah B. Purification and properties of phospholipase A2 from the venom of scorpion, (*Heterometrus fulvipes*). *Biochem Int* 1990; 20: 931-940.
- [15] Conde R. Zamudio FZ. Becerril B. Possani LD. Phospholipin, a novel heterodimeric phospholipase A2 from *Pandinus imperator* scorpion venom. *FEBS Lett* 1999; 460: 447-450.
- [16] Lambeau, G. Lazdunski M. Receptors for a growing family of secreted phospholipases A2. *Trends pharmacol Sci* 1999; 20: 162-170.
- [17] Cond R. Zamudio FZ. Becerril B. Posan LD. Phospholipin, a novel heterodimeric phospholipase A2 from *Pandinus imperator* scorpion venom. *FEBS Lett* 1999; 460: 447-450.
- [18] Lotan A. Fishman L. Loya Y. Zlotkin E. Delivery of a nematocyst toxin. *Nature* 1995; 375: 456.
- [19] Ohara O. Ishizaki J. Arita H. Structure and function of phospholipase A2 receptor. *Lipid Res* 1995; 34: 117-138.
- [20] Cupillard L. Mulherkar R. Gomez N. Kadam S. Valentin E. Lazdunski, M. et al. Both group IB and group IIA secreted phospholipases A2 are natural ligands of the mouse 180-kDa M-type receptor. *J Biol Chem* 1999; 274: 7043-7051.
- [21] Condrea E. Hemolytic effects of snake venoms. In: Lee CY. Ed. Snake venoms Berlin: Springer: 1979. pp. 448-79.
- [22] Morey SS. *Kiran KM. Gadag JR*. Purification and properties of hyaluronidase from *Palamneus gravimanus* (Indian black scorpion) venom. *Toxicon* 2006; 47: 188-195.
- [23] Pessini AC. Takao TT. Cavalheiro EC. Vichnewski W. Sampaio SV. Giglio JR. et al. A hyaluronidase from *Tityus serrulatus* scorpion venom: isolation, characterization and inhibition by flavonoids. *Toxicon* 2001; 39: 1495-1504.
- [24] Nirthanan S. Joseph JS. Gopalakrishnakone P. Khoo HE. Cheah LS. Gwee MC. Biochemical and pharmacological characterization of the venom of the black scorpion *Heterometrus spinifer*. *Biochem Pharmacol* 2002; 63: 49-55.