



## "مقاله پژوهشی"

مطالعه اثرات پرتوتابی گاما بر ویژگی‌های ایمنولوژیکی و پاتولوژیکی  
زهر زنبور عسل در مدل حیوانی موشپروین شورنگ<sup>۱</sup>، فاطمه عباسی<sup>۲</sup>، فرحناز معتمدی سده<sup>۳</sup> و فاطمه طهوری<sup>۴</sup>

۱- دانشیار، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، پژوهشکده کشاورزی هسته‌ای، (نویسنده مسوول: pshawrang@aeoi.org.ir)

۲- کارشناس، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، پژوهشکده کشاورزی هسته‌ای

۳- دانشیار، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، پژوهشکده کشاورزی هسته‌ای

۴- استادیار، گروه واکسن باکتریایی انسانی، مؤسسه تحقیقات واکسن و سرم سازی رازی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (AREEO)، کرج، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۴/۲۵

صفحه: ۱۲۲ تا ۱۲۸

## چکیده مبسوط

**مقدمه و هدف:** حساسیت افراد به زهر زنبور متفاوت است و وجود ترکیبات آلرژن در زهر استفاده از آن و تعیین دز بهینه را برای درمان با مشکل روبرو کرده است. این پژوهش با هدف کاهش ترکیبات آلرژن و سنجش کیفیت زهر زنبور عسل فراوری شده با پرتو گاما انجام شد.

**مواد و روش‌ها:** نمونه‌های زهر با استفاده از دستگاه گاماسل کبالت-۶۰ با دزهای ۰، ۲، ۴، ۶ و ۸ کیلوگری پرتوتابی شد. ترکیبات زهر خام و پرتوتابی شده با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتری، HPLC و الکتروفورز ژل پلی‌آکرلامید تعیین شد. برای سنجش پاسخ ایمنی و آسیب شناسی زهر پرتوفراوری شده، ۳۶ سر موش در ۶ گروه با ۶ تکرار گروه‌بندی شد. مقدار ۱ میلی‌گرم زهر به ازای هر کیلوگرم وزن بدن به صورت داخل صفاقی تزریق و پس از ۴۸ ساعت، خونگیری از قلب انجام شد. جداسازی سرم خون جهت سنجش آنزیم کبدی و اینترلوکین-۲ انجام شد. کبد موش‌ها جدا و در فرمالین ۱۰ درصد تثبیت شد. بافت کبد پس از مراحل قالب‌گیری با استفاده از دستگاه میکروتوم برش‌گیری و با رنگ هماتوکسلین-انوزین رنگ آمیزی شد. داده‌های آزمایشی در قالب طرح آزمایشی کاملاً تصادفی با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS آنالیز شد.

**یافته‌ها:** طبق نتایج، مقدار پروتئین حقیقی و مالون‌دی‌آلدید در نمونه‌های پرتوتابی شده تفاوتی با نمونه شاهد نداشت ( $p > 0.05$ ). نتایج دنسیتومتری ژل الکتروفورز پروتئین زهر زنبور عسل نشان داد که پرتوتابی با دز ۴ و ۶ کیلوگری سبب کاهش مقدار فسفولیپاز و هیالورونیداز و افزایش زیر واحدهای پروتئینی کوچک شد ( $p < 0.05$ ). طبق نتایج HPLC نمونه زهر زنبور عسل قبل و بعد از پرتوتابی، ترکیبات زیست فعال زهر زنبور عسل شامل هیستامین، دوپامین و نوراپی‌نفرین به ترتیب در زمان‌های ۱/۶۹۲، ۲/۷۳۹ و ۱/۷۵۶ دقیقه تشخیص داده شد. در نمونه زهر پرتوتابی نشده مقدار هیستامین، دوپامین و نوراپی‌نفرین بر اساس درصدی از سطح زیر منحنی به ترتیب ۳/۵۴۱، ۱/۶۴۰ و ۰/۳۳۳ درصد بود. بعد از پرتوتابی مقدار هیستامین، دوپامین و نوراپی‌نفرین کاهش یافت. طبق نتایج تست الایزا غلظت اینترلوکین-۲ سرم خون در تیمارهای مختلف زهر خام و پرتوتابی شده با دزهای ۰، ۲، ۴ و ۶ کیلوگری تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ( $p > 0.05$ ). ولی دز ۸ کیلوگری سبب کاهش اثرات زهر زنبور عسل در افزایش فعالیت سلول‌های لنفوسیت تی کمک کننده شد ( $p < 0.05$ ). نتایج بافت‌شناسی نشان داد که زهر زنبور عسل پرتوتابی شده با دز ۴ و ۶ کیلوگری سبب کاهش پرخونی و تورم هیاتوسیت‌ها شد.

**نتیجه‌گیری:** با توجه به نتایج این پژوهش از دز ۶ کیلوگری پرتو گاما بدون اثرات منفی بر ویژگی‌های زهر زنبور عسل می‌توان برای پرتوتابی زهر زنبور عسل و کاهش ترکیبات آلرژن استفاده کرد.

**واژه‌های کلیدی:** آلانین ترانسفراز، پرتوتابی گاما، زهر زنبور عسل، اینترلوکین، فسفولیپاز

## مقدمه

آن سبب سم زدایی زهر زنبور عسل شده است. بیشتر گزارشات در مورد پرتوفراوری زهر مربوط به زهر مار است. باپتیستا و همکاران (۳) گزارش کردند پرتوتابی با دز ۲ کیلوگری گاما می‌تواند تغییرات قابل توجهی را در ساختار پروتئین‌های سمی زهر مار ایجاد کند. سامی و همکاران (۱۰) گزارش کردند دز ۳ کیلوگری پرتو گاما سبب مهار فعالیت فسفولیپاز A2 و فعالیت پروتئولیتیک زهر مار و کاهش ادم و فرآیند انعقاد شد. بنابراین، این پژوهش با هدف کاهش ترکیبات آلرژن و سنجش کیفیت زهر زنبور عسل فراوری شده با پرتو گاما انجام شد.

مواد و روش‌ها  
پرتوتابی گاما

پرتوتابی نمونه‌های زهر زنبور عسل با دزهای ۰، ۲، ۴، ۶ و ۸ کیلوگری گاما (۵) در پژوهشکده کاربرد پرتوها با دستگاه پرتودهنده تحقیقاتی GC-220 (Gamma Cell 220) دارای چشمه کبالت-۶۰ با اکتیویته ۴۳۵۰ کوری انجام شد. برای این منظور مقدار ۵ گرم زهر زنبور عسل در ۵ ویال جداگانه تقسیم شد. یک نمونه به عنوان شاهد بود و ۴ نمونه جهت

زهر زنبور عسل دارای خواص ضد التهاب و محرک سیستم ایمنی است. زهر زنبور عسل در صنعت داروسازی و آپی‌تراپی کاربرد دارد (۱۱). حساسیت افراد به زهر زنبور متفاوت است و وجود ترکیبات آلرژن در زهر استفاده از آن و تعیین دز بهینه را برای درمان با مشکل روبرو کرده است. زهر زنبور عسل دارای ترکیبات آلرژن شامل آنزیم‌های فسفولیپاز و هیالورونیداز، پپتید ملیتین، آمین‌های بیوزنیک مانند هیستامین، دوپامین و نوراپی‌نفرین است (۴).

روش‌های مرسوم حذف عوامل آلرژن از زهر زنبور عسل شامل کاهش pH، حرارت دادن (۳۰-۵۰ درجه سلسیوس)، فریز کردن، روش آنزیمی با استفاده از ممانعت‌کننده‌های آنزیمی، محیط‌های آنیونیک فسفات و آرسنات به‌منظور غیرفعال کردن آنزیم‌های زهر است (۲). فرایند پرتوتابی گاما این قابلیت را دارد که با تغییر در ساختار عوامل آلرژن زهر زنبور عسل سبب تغییر عملکرد آنها شده و برای فراوری زهر زنبور عسل مورد استفاده قرار گیرد (۵). کاستا و همکاران (۵) گزارش کردند دز ۲ کیلوگری پرتو گاما سبب تغییر ساختار پروتئین زهر زنبور عسل شده و با حفظ خاصیت ایمنولوژیکی

در طول موج ۴۵۰ نانومتر OD نمونه‌ها قرائت شد. با استفاده از معادله منحنی استاندارد و OD رقت‌های مختلف استاندارد، غلظت اینترلوکین-۲ در هر رقت محاسبه شد. موش‌های دریافت‌کننده زهر زنبور عسل پرتوتابی شده با دزهای مختلف تشریح و بافت کبد جدا شد. بافت کبد ابتدا با استفاده از سرم فیزیولوژیکی شستشو و سپس در فرمالین ۱۰ درصد تثبیت شد. پس از آنگیری با درجات صعودی اتانول بافت کبد بوسیله پارافین قالب‌گیری شد. برش‌گیری بافت کبد با ضخامت ۵ میکرومتر با استفاده از میکروتوم انجام شد. برش‌های تهیه شده با استفاده از رنگ هماتوکسلین-ئوزین رنگ‌آمیزی و با استفاده از میکروسکوپ نوری (مدل 107BN ساخت کشور چین) با درشت‌نمایی  $\times 100$  مشاهده و تصویربرداری شد. داده‌های آزمایشی در قالب طرح آزمایشی کاملاً تصادفی با ۵ تیمار و ۴ تکرار آنالیز و مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS انجام شد.

### نتایج و بحث

#### مقدار پروتئین حقیقی زهر زنبور عسل

نتایج مقدار پروتئین حقیقی زهر زنبور عسل قبل و بعد از پرتوتابی در جدول ۱ گزارش شده است. طبق نتایج مقدار پروتئین حقیقی و مالون دی‌آلدئید در نمونه‌های پرتوتابی شده تفاوتی با نمونه شاهد نداشت ( $p > 0.05$ ). پرتوتابی تنها سبب تغییر ساختار پروتئین شده و تأثیری بر مقدار پروتئین ندارد (۸).

#### الکتروفورز زهر زنبور عسل

طبق نتایج الکتروفورز ۶ باند مشخص با وزن مولکولی ۱۱ تا ۷۵ کیلودالتون و پپتیدهایی با وزن مولکولی کمتر از ۱۱ کیلودالتون در زهر زنبور عسل مورد مطالعه مشاهده شد (شکل ۱). پرتوتابی با دز ۴ و ۶ کیلوگری سبب کاهش مقدار فسفولیپاز (زیر واحد ۵) و زیرواحدهای پروتئینی کوچکتر از ۱۱ کیلودالتون شد (جدول ۲). فسفولیپاز تقریباً ۱۰ تا ۱۲ درصد از وزن خشک زهر زنبور عسل است. فسفولیپاز یک آلرژن قوی و مهم‌ترین عامل حساسیت انسان به زهر است که منجر به اختلال در یکپارچگی دو لایه لیپیدی و از بین بردن فسفولیپیدهای غشایی می‌شود. مواد بیوشیمیایی که در هنگام تخریب غشاء تولید می‌شود (لیزوفسفاتییدیل کولین، لیزوفسفاتییدیک اسید (LPA) و اسفنگوزین-۱-فسفات) دارای اثرات سیتوتوکسیک یا ایمنی بر روی طیف وسیعی از انواع سلول‌ها است که باعث ایجاد التهاب و پاسخ‌های ایمنی می‌شود (۶). در دز ۸ کیلوگری افزایش زیرواحدهای پروتئینی کوچکتر از ۱۱ کیلودالتون مشاهده شد. پرتوتابی سبب شکسته شدن زنجیره‌های پلی‌پپتیدی به پپتیدهای کوچک‌تر می‌شود (۷). مقدار هیالورونیداز (زیر واحد ۶) در دزهای ۴، ۶ و ۸ کیلوگری کاهش پیدا کرد. هیالورونیداز دومین آلرژن رایج در زهر زنبور عسل است که ۱ تا ۲ درصد وزن خشک زهر را شامل می‌شود و با تغییرات در غشای سلولی سبب تجزیه بافت‌ها شده و به تهاجم سموم زهر از طریق شکاف بین سلول‌ها در طول تخریب ماتریکس خارج سلولی کمک

انجام پرتوتابی گاما ارسال شد. پرتوتابی گاما با نرخ متوسط ۱/۰۵ گری در ثانیه و با دقت بیش از ۹۰ درصد صورت گرفت.

#### سنجش کیفیت زهر زنبور عسل

اندازه‌گیری پروتئین حقیقی به روش برادفورد و الکتروفورز پروتئین (Native PAGE) به روش لاملی انجام شد (۹). برای سنجش مقدار مالون دی‌آلدئید به‌عنوان شاخص پراکسیداسیون از تست TBARS استفاده شد. در این روش یک مولکول تیوباریتوریک اسید با دو مولکول مالون‌دی‌آلدئید واکنش داده و رنگ صورتی نمایان می‌شود. رسم نمودار استاندارد با استفاده از غلظت‌های مختلف مالون‌دی‌آلدئید خالص در برابر مقدار جذب در طول موج ۵۳۲ نانومتر انجام شد. برای انجام HPLC ابتدا نمونه‌های زهر زنبور عسل و استاندارد ملیتین، دوپامین و هیستامین با غلظت ۱ میلی‌گرم در میلی‌لیتر آماده‌سازی و از فیلتر سرسرنگی ۰/۲۲ میکرون عبور داده شد. از دستگاه HPLC تجزیه‌ای مدل ۱۲۰۰ شرکت اجیلنت امریکایی با پمپ چهارگانه quaternary DE62963133 مجهز به تزریق‌کننده خودکار DE63055885، دکتور طول موج چندگانه DE64764663 و ستون C18 با قطر ۴/۶ و طول ۱۵۰ میلی‌متر ( $\text{Å} 100$ )،  $5 \mu\text{m}$ ) استفاده شد. فازهای متحرک A و B به ترتیب  $\text{H}_2\text{O}$  و ACN: $\text{H}_2\text{O}$  (80:20) هر دو حاوی یک دهم درصد تری فلئورو استیک اسید بود و با برنامه‌گردایان به مدت ۴۰ دقیقه، درصد فاز متحرک B از صفر به ۸۰ رسید. کروماتوگرام در طول موج ۲۱۴ نانومتر با شدت جریان  $1 \text{ mL/min}$  ثبت شد.

#### سنجش پاسخ ایمنی و آسیب‌شناسی زهر پرتوفراوری شده

۲۰ سر موش نر نژاد BALB/C با وزن ۲۰ گرم در ۵ گروه با ۴ تکرار گروه‌بندی شد. مقدار ۱ میلی‌گرم زهر به ازای هر کیلوگرم وزن بدن به صورت داخل صفاقی تزریق و پس از ۴۸ ساعت، خونگیری از قلب انجام شد. پس از جداسازی سرم خون، سنجش آلانین ترانسفراز با استفاده کیت پارس آزمون و سنجش اینترلوکین-۲ با استفاده از کیت Mouse IL-2 ELISA Ready-SET-Go!® انجام شد. برای سنجش آلانین ترانسفراز ابتدا آماده‌سازی محلول‌ها طبق دستورالعمل کیت انجام شد. برای این منظور ابتدا محلول‌های شماره ۱ (TRIS, L-Alanine, Lactate dehydrogenase) و شماره ۲ (2-Oxoglutarate, NADH) به نسبت ۴ به ۱ با یکدیگر مخلوط شد؛ سپس ۱۰۰ میکرولیتر نمونه سرم با ۱۰۰۰ میکرولیتر محلول آماده شده مخلوط و مقدار جذب نوری بعد از ۱، ۲ و ۳ دقیقه قرائت شد، میانگین اختلافات جذب نوری پس از دقیق ۱، ۲ و ۳ در عدد ۱۹۸۵ ضرب شد.

برای سنجش اینترلوکین-۲ ابتدا رقیق‌سازی آنتی‌بادی‌های Capture Ab و Detection Ab، آنزیم Avidin-HRP و بافرهای رقیق‌سازی و کوت‌کننده<sup>۲</sup> و تهیه سریال رقت استاندارد طبق دستورالعمل کیت انجام شد سپس طی چند مرحله آنکوباسیون و شستشو طبق دستورالعمل کیت با استفاده از دستگاه الیزا ریدر (Hyprion MicroReader 4-USA)

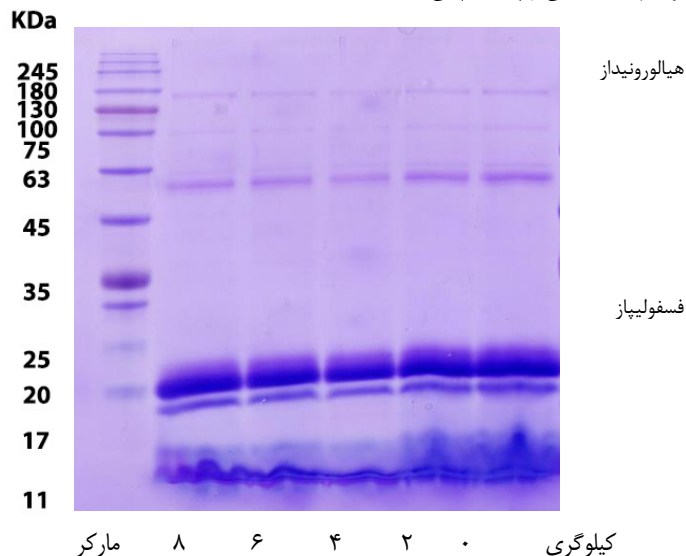
می‌کند. علاوه بر این، قطعات هیالورونان هیدرولیز شده مسمومیت سیستمیک سریع‌تری را القاء می‌کنند چون آنها دارای خواص پیش التهابی و محرک سیستم ایمنی بدن هستند (۶).

جدول ۱- مقدار پروتئین حقیقی و مالون دی آلدئید زهر زنبور عسل قبل و بعد از پرتوتابی

Table 1. True protein and malondialdehyde levels of bee venom before and after irradiation

پروتئین حقیقی (µg/mg)	مالون دی آلدئید (nmol/ml)	شاهد
۱۶۰/۸۵	۰/۰۲۵۷	شاهد
۱۵۹/۹۵	۰/۰۳۴۲	۲ کیلوگری
۱۶۲/۳۰	۰/۰۴۶۱	۴ کیلوگری
۱۶۰/۹۶	۰/۰۳۷۹	۶ کیلوگری
۱۶۳/۶۰	۰/۰۲۹۱	۸ کیلوگری
۵/۳۵۸	۰/۰۴۵۳۹	اشتباه معیار

عدم درج حروف در هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار ( $p > 0.05$ ) می‌باشد.



شکل ۱- الگوی پروتئین‌های زهر زنبور عسل قبل و بعد از پرتوتابی

Figure 1. Pattern of bee venom proteins before and after irradiation

جدول ۲- OD زیر واحدهای پروتئین زهر زنبور عسل قبل و بعد از پرتوتابی

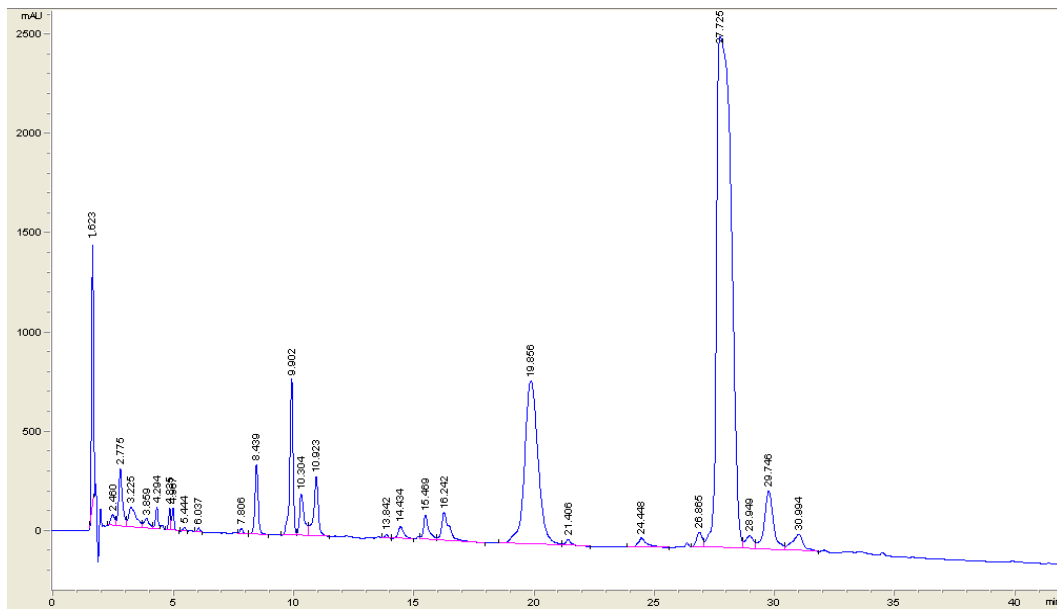
Table 2. OD value of bee venom protein subunits before and after irradiation

پروتئین	وزن مولکولی (کیلو دالتون)	۰ کیلوگری	۲ کیلوگری	۴ کیلوگری	۶ کیلوگری	۸ کیلوگری
زیر واحد ۱	۹۸/۸۶	۰/۸۲	۰/۷۵	۰/۶۰	۰/۵۷	۰/۶۴
زیر واحد ۲	۶۳/۲۷	۰/۳۸	۰/۳۱	۰/۲۸	۰/۲۶	۰/۲۳
زیر واحد ۳	۴۴/۷۲	۱/۶۲	۱/۷۵	۱/۵۸	۱/۲۷	۱/۳۳
زیر واحد ۴	۴۲/۱۳	۰/۶۸	۰/۶۱	۰/۵۶	۰/۴۱	۰/۴۹
زیر واحد ۵	۱۶/۵۸	۶/۱۸	۵/۲۷	۴/۳۷	۴/۱۱	۴/۸۷
زیر واحد ۶	۱۰/۹۷	۲/۸۳	۲/۷۴	۲/۳۷	۲/۲۵	۲/۱۴

### آمین‌های بیوزنیک زهر زنبور عسل

طبق نتایج HPLC نمونه زهر زنبور عسل قبل و بعد از پرتوتابی، ترکیبات زیست فعال زهر زنبور عسل شامل هیستامین، دوپامین و نوراپی نفرین به ترتیب در زمان‌های ۱/۶۹۲، ۲/۷۳۹ و ۱/۷۵۶ دقیقه تشخیص داده شد. در نمونه زهر پرتوتابی نشده مقدار هیستامین، دوپامین و نوراپی نفرین بر اساس درصدی از سطح زیر منحنی به ترتیب ۳/۵۴۱،

۱/۶۴۰ و ۰/۳۴۳ درصد بود (شکل ۳). بعد از پرتوتابی مقدار هیستامین، دوپامین و نوراپی نفرین کاهش یافت (جدول ۳). هیستامین ۱ درصد وزن خشک زهر را شامل می‌شود و یکی از عوامل اصلی ایجاد درد، خارش و حساسیت پوستی پس از نیش زنبور عسل است (۴). هیستامین، دوپامین و نوراپی نفرین زهر زنبور عسل بر نورون‌ها تأثیر می‌گذارد و سبب درد شدید می‌شوند (۶).



شکل ۲- نتایج HPLC زهر زنبور عسل قبل از پرتوتابی (دقیقه)  
Figure 2. HPLC results of bee venom before irradiation (min)

جدول ۳- نتایج HPLC زهر زنبور عسل قبل و بعد از پرتوتابی (درصد)

Table 3. HPLC results of bee venom before and after irradiation (%)

۸ کیلوگری	۶ کیلوگری	۴ کیلوگری	۲ کیلوگری	۰ کیلوگری	پروتئین
۳/۹۷۲	۳/۸۷۷	۳/۵۱۸	۴/۵۰۶	۴/۵۴۱	هیستامین
۰/۹۶۹	۱/۱۸۱	۱/۵۰۸	۱/۳۴۴	۱/۶۴۰	دوپامین
۰/۴۸۴	۰/۴۸۳	۰/۴۸۵	۰/۳۷۶	۰/۳۴۳	نوراپی‌نفرین

تزریق زهر زنبور عسل پرتوتابی شده با دز ۲ کیلوگری سبب احتقان برجسته ورید کبدی شد. کاهش ادم و پرخونی سیاهرگ‌های مرکزی و کاهش تورم هیپاتوسیت‌ها شد. هیستوپاتولوژی بافت کبدی با تزریق زهر زنبور عسل پرتوتابی شده با دز ۴ و ۶ کیلوگری نرمال بود. پرتوتابی با کاهش ترکیبات آلرژن به‌ویژه فسفولیپاز و هیالورونیداز سبب کاهش التهاب و خونریزی شده است. در گروه دریافت‌کننده زهر پرتوتابی با دز ۸ کیلوگری، نکروز شدید کبدی اطراف پورتال مشاهده شد. دلیل آسیب‌ها می‌تواند مربوط به اثرات ترکیبات حاصل از شکست اجزای زهر زنبور عسل در اثر پرتوتابی باشد که در نتایج الکتروفورز و HPLC تشخیص داده شد. فعالیت آلانین ترانسفراز سرم خون نیز در تیمارهای مختلف زهر خام و پرتوفراوری شده با دزهای ۲، ۴ و ۶ کیلوگری تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ( $p > 0.05$ ). ولی دز ۸ کیلوگری سبب افزایش آلانین ترانسفراز سرم خون شد ( $p < 0.05$ ).

### نتیجه‌گیری کلی

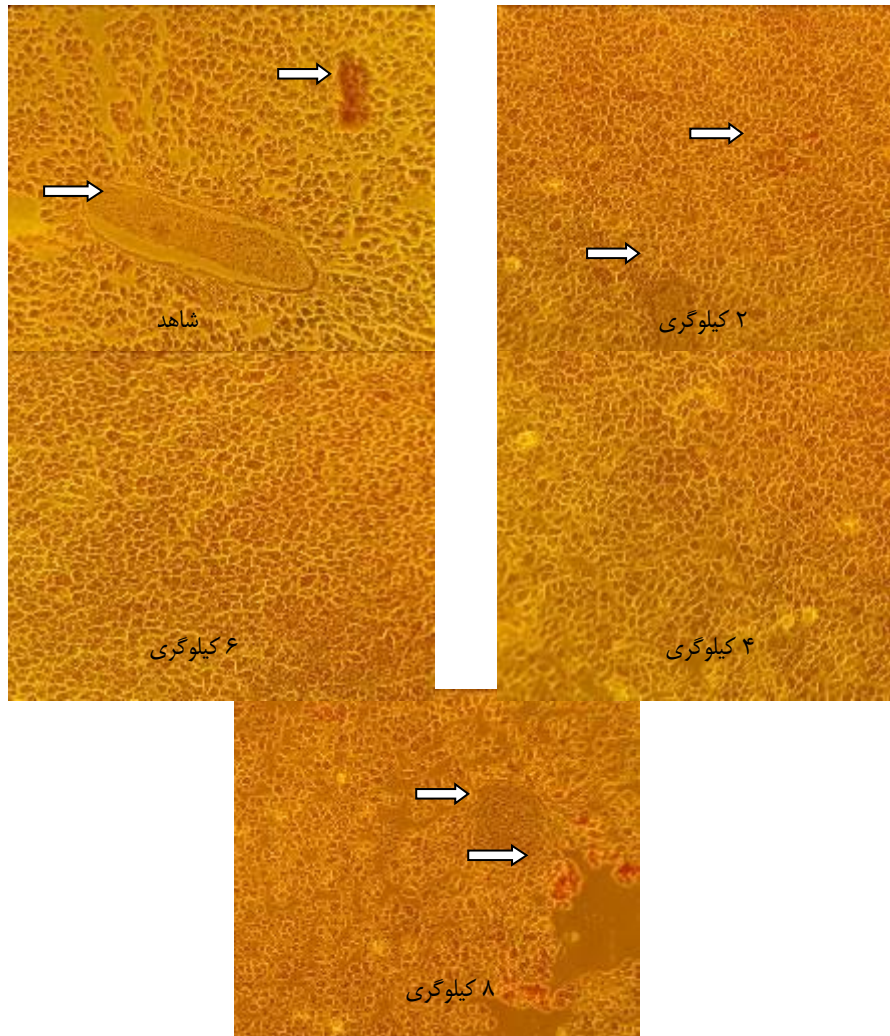
دز ۸ کیلوگری سبب شکست زیرواحدهای سنگین و افزایش زیرواحدهای سبک زهر زنبور عسل شد و اثرات منفی روی بافت کبد داشت ولی استفاده از پرتوتابی با دز ۶ کیلوگری پرتو کاملاً بدون اثرات منفی بر ویژگی‌های زهر زنبور عسل می‌تواند برای پرتوفراوری زهر زنبور عسل و کاهش ترکیبات آلرژن استفاده شود.

### پاسخ ایمنی زهر پرتوفراوری شده

طبق نتایج تست الیزا غلظت اینترلوکین-۲ سرم خون در تیمارهای مختلف زهر خام و پرتوفراوری شده با دزهای ۲، ۴ و ۶ کیلوگری تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ( $p > 0.05$ ). ولی دز ۸ کیلوگری سبب کاهش اثرات زهر زنبور عسل در افزایش فعالیت سلول‌های لنفوسیت تی کمک‌کننده شد ( $p < 0.05$ ). اینترلوکین-۲ از سلول‌های لنفوسیت تی کمک‌کننده ترشح می‌شود و در پاسخ‌های التهابی و ایمنی و تمایز و تولید سریع‌تر لنفوسیت تی نقش دارد. زهر زنبور عسل قادر به ایجاد بالانس فعالیت لنفوسیت تی کمک‌کننده ۱ و ۲ است. زهر زنبور عسل تولید سایتوکاین‌های لنفوسیت تی کمک‌کننده-۲ را سرکوب می‌کند و سایتوکاین‌های لنفوسیت تی کمک‌کننده-۱ را افزایش می‌دهد. اینترلوکین-۲ از سایتوکاین‌های لنفوسیت تی کمک‌کننده-۱ است و تحت تأثیر زهر زنبور عسل افزایش می‌یابد (۶).

### آسیب‌شناسی زهر زنبور عسل پرتوفراوری شده

ساختار بافت‌شناسی کبد موش‌های دریافت‌کننده زهر زنبور عسل پرتوتابی شده با دزهای مختلف در مقاطع عرضی در شکل ۳ نشان داده شده است. در گروه سالم ورید مرکزی حالت طبیعی داشته طناب‌های کبدی به‌صورت شعاعی و منظم در اطراف ورید مرکزی قرار گرفته است و سینوزوئیدها سالم و منظم هستند. تزریق زهر زنبور عسل پرتوتابی نشده سبب خونریزی در ورید کبدی، تخریب و نکروز هیپاتوسیت‌ها و نامنظم شدن قرارگیری آن‌ها و همچنین افزایش اندازه و فاصله سینوزوئیدهای کبد شد.



شکل ۳- ساختار بافت شناسی کبد موش‌های دریافت‌کننده زهر زنبور عسل پرتوتابی شده با دزهای مختلف  
Figure 3. Histological structure of the liver of mice receiving bee venom irradiated with different doses

جدول ۴- مقادیر آلانین ترانسفراز و اینترلوکین-۲ سرم خون

آلانتین ترانسفراز (U/L)	اینترلوکین-۲ (Pg/ml)	تیمار
۱۰۸/۰۵ <sup>a</sup>	۳۸/۱۷ <sup>a</sup>	شاهد
۱۰۱/۲۳ <sup>a</sup>	۳۶/۵۸ <sup>a</sup>	۲ کیلوگری
۷۹/۶۴ <sup>b</sup>	۳۷/۱۵ <sup>a</sup>	۴ کیلوگری
۷۷/۳۲ <sup>b</sup>	۳۹/۷۲ <sup>a</sup>	۶ کیلوگری
۱۱۶/۵۲ <sup>a</sup>	۳۲/۴۵ <sup>b</sup>	۸ کیلوگری
۱۴/۲۴۱	۲/۰۱۸	اشتباه معیار

درج حروف متفاوت بیانگر وجود تفاوت معنی‌دار است ( $p < 0.05$ ).

## منابع

1. ASTM, 1984. Method for using the Fricke Dosimeter to Measure Absorbed Dose in Water. ASTM Standard E 1026.
2. Badria, F., H.M. Fathy, A.S. Fatehe and M.G. Ghazy. 2017. Honey and Its Products. Chemical, biological and therapeutic applications, Munich, Grin Verlag. 268 pp.
3. Baptista J.A., P.J. Spencer J.E. Oliveira, M.S. Casare and N. Nascimento. 2006. Immune response against antigens irradiated with <sup>60</sup>Co gamma-rays. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 269(3): 565-569.
4. Bogdanov, S. 2016. Bee Venom: Production, Composition, Quality. *The Bee Venom Book*, Chapter 1, Muehlethurnen, Switzerland. 9 pages.
5. Costa, H., M. Boni-Mitake, C.F. Souza and J.R. Rogero. 1999. Effects of gamma radiation on bee venom: preliminary studies. VII General Congress on Nuclear Energy, Belo Horizonte, MG, Brazil. 4 pp.
6. Elieh Ali Komi, D., F. Shafaghat and R.D. Zwiener. 2018. Immunology of bee venom. *Clin Rev Allergy Immunol*, 54(3): 386-396.
7. Le Maire, M., L. Thauvette, B. De Foresta, A. Viel, G. Beauregard and M. Potier. 1990. Effects of ionizing radiations on proteins. *Biochemistry Journal*, 267: 431-439.
8. Puchala, M. and H. Schessler. 1993. Oxygen effect in the radiolysis of proteins. *International Journal of Radiation Biology*, 64: 149-156.
9. Sadeghi, A.A., P. Shawrang and M. Aminafshar. 2011. *Analysis of Biological Components*. 1<sup>th</sup> edn. Islamic Azad University Science and Research Branch Publications, Tehran, 537 pp.
10. Samy E.M., E.A. Shaaban, S.A. Kenawy, M.A. Abd Elfattah and W.H. Salama. 2018. The impact of low doses of gamma radiation on *Echis coloratus* venom and its fractions. *Radiation Physics and Chemistry*, 150: 145-150.
11. Xu, L. 2021. Bee products and their application. *Journal of Apitherapy*, 8(8): 1.

## Study of the Effects of Gamma Irradiation on Immunological and Pathological Characteristics of Bee Venom in a Mouse Animal Model

Parvin Shawrang<sup>1</sup>, Fatemeh Abbasi<sup>2</sup>, Farahnaz Motamedi Sedeh<sup>3</sup> and Fatemeh Tahoori<sup>4</sup>

1- Associate Professor, Nuclear Science and Technology Research Institute, Nuclear Agriculture Research Institute, (corresponding author: pshawrang@aeoi.org.ir)

2- Expert, Nuclear Science and Technology Research Institute, Nuclear Agriculture Research Institute

3- Associate Professor, Nuclear Science and Technology Research Institute, Nuclear Agriculture Research Institute

4- Assistant Professor, Department of human bacterial vaccin, Razi vaccine and serum research institute, Agriculture research, education and extension organization (AREEO), Karaj, Iran

Received: 19 January, 2022 Accepted: 16 July, 2022

### Extended Abstract

**Introduction and Objective:** People are sensitive to bee venom and the presence of allergenic compounds in the venom has made it difficult to use and determine the optimal dose for treatment. The aim of this study was to reduce allergenic compounds and to evaluate the quality of gamma ray processed bee venom.

**Material and Methods:** Venom samples were irradiated at doses of 0,2,4,6 and 8 kGy by Gamma cell 220 Cobalt 60 irradiation facility. Chemical compounds of venom were determined pre- and post-irradiation. Protein subunits of venom was detected by polyacrylamide gel electrophoresis. Allergen compounds were measured using HPLC technique. To assess the immune response and pathology of irradiated venom, 36 mice were grouped into 6 groups with 6 replications. 1 mg of venom per kg of body weight was injected intraperitoneally and after 48 hours, blood was drawn from the heart. Blood serum was isolated for liver enzyme and interleukin-2 assays. In the final of study, mice liver and kidney samples collected and fixed in 10% formalin. Liver samples were sliced, fixed and stained by hematoxylin and eosin. Data were analyzed by SAS Software.

**Results:** The results showed that true protein content and malondialdehyde level in irradiated samples had no differ with the control group ( $p>0.05$ ). Electrophoresis patterns and HPLC results showed that irradiation at doses of 4 and 6 kGy decreased phospholipase and hyaluronidase amount and increase the low subunits of protein ( $p<0.05$ ). According to the HPLC results of bee venom samples before and after irradiation, bioactive compounds of bee venom including histamine, dopamine and norepinephrine were detected at 1.692, 2.739 and 1.756 minutes, respectively. In the sample of non-irradiated venom, the amount of histamine, dopamine and norepinephrine based on the percentage of the area under the curve were 3.541, 1.640 and 0.343%, respectively. The amount of histamine, dopamine and norepinephrine decreased after irradiation. According to the results of ELISA test, serum interleukin-2 concentration was not significantly different in different treatments of crude and irradiated venom with doses of 2, 4 and 6 kGy ( $p>0.05$ ). However, the dose of 8 kg reduced the effects of bee venom on increasing the activity of helper T lymphocytes ( $p<0.05$ ). Based on the histology results, irradiated bee venom at doses of 4 and 6 kGy reduced hyperemia and swelling of hepatocytes.

**Conclusion:** According to the results of this study, a dose of 6 kGy of gamma ray without negative effects on the characteristics of bee venom can be used for bee venom radiation and reduction of allergen compounds.

**Keywords:** Alanine transaminase, Gamma irradiation, Honey bee venom, Interleukin, Phospholipase