

Modulatory Effects of Garlic Powder on Cyanide-Induced Oxidative Stress in some Tissues of Rat

Hasan Baghshani^{1*}, Vahide Ghodsi²

1. Associate Professor in Department of Basic Sciences, School of Veterinary Medicine, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

2. Ph.D. Student in physiology, School of Veterinary Medicine, Ferdowsi University of Mashhad, Iran

(Received: Feb. 1, 2016 - Accepted: Aug. 20, 2017)

اثرات تعدیل‌کنندگی پودر سیر بر استرس اکسیداتیو ناشی از مسمومیت با سیانید در برخی بافت‌های موش صحرائی

حسن باغشانی^{۱*}، وحیده قدسی^۲

۱. دانشیار، گروه علوم پایه، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه فردوسی مشهد

۲. دانشجوی دکتری تخصصی فیزیولوژی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه

فردوسی مشهد

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۱/۱۲ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۶/۵/۲۹)

Abstract

Chronic cyanide intoxication has been shown to induce damage in various tissues. This paper attempted to study the effects of chronic exposure to potassium cyanide (KCN) on some oxidative stress-related parameters as well as Modulatory effects of garlic powder. 18 male wistar rats were assigned into three groups of 6. Group 1 served as the control group. Group 2 received cyanide (KCN, 500 mg/L) in drinking water for 42 days. Rats in Group 3 received water containing KCN (500 mg/L in drinking) and also were fed a diet containing 5% garlic powder for 42 days. Cyanide caused increase in malondialdehyde (MDA) concentrations in all studied tissues, although the increase was only significant ($P < 0.05$) in kidney, heart and brain. Significant increase of protein carbonyls was also observed in liver and kidney following cyanide poisoning. Garlic supplementation in group 3 effectively decreased the augmented levels of MDA in kidney and brain to the levels that were not significantly different from the control group. Moreover, values of protein carbonyl groups in the liver and kidney of group 3 also decreased notably although they were not significantly different from the control group. The results showed that garlic had some modulatory effect on cyanide-induced oxidative stress damage in rats and could have therapeutic and prophylactic effects on cyanide poisoning.

Keywords: Cyanide Poisoning, Garlic, Oxidative Damage.

چکیده

مسمومیت مزمن با سیانید می‌تواند موجب ایجاد آسیب در بافت‌های مختلف شود. در مطالعه حاضر، اثرات مسمومیت مزمن با سیانید پتاسیم (KCN) بر برخی شاخص‌های وضعیت اکسیداتیو و همچنین اثرات تعدیل‌کنندگی پودر سیر مورد ارزیابی قرار گرفت. در این مطالعه تجربی مداخله‌ای تعداد ۲۴ سر موش صحرائی نر در ۴ گروه ۶ تایی تقسیم شدند. گروه ۱ به‌عنوان کنترل در نظر گرفته شد. گروه ۲ آب آشامیدنی حاوی سیانید (KCN 500 mg/L) و گروه ۳ آب آشامیدنی حاوی KCN (500 mg/L) و جیره غذایی حاوی ۵٪ پودر سیر دریافت کرد. گروه ۴ با رژیم غذایی حاوی ۵٪ پودر سیر تغذیه شد. زمان انجام مطالعه تجربی ۴۲ روز بود. سیانید باعث افزایش غلظت مالون دی آلدئید (MDA) در تمام بافت‌های مورد مطالعه شد. البته این افزایش فقط در کلیه، قلب و مغز معنی‌دار بود. همچنین افزایش معنی‌دار میزان گروه‌های کربونیل پروتئین‌ها در بافت کبد و کلیه به دنبال مسمومیت با سیانید مشاهده شد. مصرف سیر در گروه ۳ به طور مؤثری باعث کاهش مقادیر MDA در بافت‌های کبد و مغز گردید؛ طوری که میزان این پارامترها اختلاف معنی‌داری با گروه کنترل نداشتند. علاوه بر این، میزان گروه‌های کربونیل نیز در کبد و کلیه گروه ۳ کاهش قابل توجهی داشت؛ طوری که میزان این پارامترها اختلاف معنی‌داری با گروه کنترل نداشتند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که سیر دارای اثر تعدیل‌کننده بر آسیب اکسیداتیو ناشی از سیانید در موش صحرائی است و می‌تواند اثرات درمانی و پیشگیری‌کننده در مسمومیت با سیانید داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: مسمومیت با سیانید، سیر، آسیب اکسیداتیو.

* نویسنده مسئول: حسن باغشانی

مقدمه

سیانید یک ترکیب سمی قوی و بسیار کشنده است که انتشار محیطی گسترده‌ای دارد. بسیاری از مواد طبیعی و همچنین محصولات صنعتی حاوی سیانید هستند. بیش از ۲۵۰۰ گونه گیاهی مقدار چشمگیری گلیکوزیدهای سیانوژنیک تولید می‌کنند. گلیکوزیدهای سیانوژن موجود در این گیاهان در دستگاه گوارش تجزیه شده و منجر به آزاد شدن گاز HCN می‌شوند که به راحتی از مخاطات جذب می‌شود (Rajat *et al.*, 2005). سیانید در سنتز مواد شیمیایی و پلاستیکی و فرایندهای مرتبط با استخراج و ذوب فلزات کاربرد دارد که به عنوان منابع صنعتی سیانید مطرح هستند و مواد زائد این صنایع می‌تواند حاوی مقادیر زیادی سیانید باشد. دسترسی انسان و دام به محیط زیست آلوده با توجه به راه‌های فراوان آلودگی به سیانید، بسیار آسان است. مسمومیت و مرگ و میر ناشی از سیانید در انسان و گونه‌های مختلف حیوانات گزارش شده است (Aslani *et al.*, 2004).

سیانید با مهار سیتوکروم اکسیداز باعث توقف تنفس سلولی و هایپوکسی سیتوکسیک شده و از این طریق، موجب مرگ سلولی سریع در مسمومیت حاد می‌شود. علاوه بر مسمومیت حاد، مسمومیت مزمن با سیانید نیز در انسان و حیوانات در سال‌های اخیر، مکرراً گزارش شده است. به نظر می‌رسد طیف وسیعی از مشکلات سم‌شناختی سیانید به موجب مسمومیت مزمن با این ترکیب، در اثر در معرض قرار گرفتن تدریجی با سیانید از طریق رژیم غذایی، صنایع مختلف و منابع طبیعی باشد (Mathangi *et al.*, 2000). مطالعات تجربی در گونه‌های مختلف حیوانی نشان داده که مواجهه مزمن با سیانید باعث کاهش وزن، گواتر، آسیب‌های چشمی و آسیب در سیستم عصبی مرکزی می‌شود (Kamalu, 1995; Sousa *et al.*, 2002). علاوه بر این، مسمومیت مزمن با سیانید موجب ایجاد اثرات پاتولوژیک در چندین بافت در انسان و حیوانات شده است (Sousa *et al.*,

2003; Soto-Blanco & Gorniak 2002). با وجود اینکه مکانیسم دقیق ایجاد این اثرات مضر بافتی توسط سیانید هنوز نامعلوم است، برخی محققان آسیب‌های اکسیداتیو ناشی از سیانید (مانند افزایش گونه‌های فعال اکسیژن و نیتریک اکساید-مهار آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان و مهار زنجیره تنفسی میتوکندری) را در ایجاد بخشی از اثرات سیتو توکسیک این ترکیب دخیل می‌دانند (Okolie & Asonye, 2004; Iroanya, 2003). سیانید با مهار آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان مثل سوپراکسیددیسموتاز (SOD) و کاتالاز باعث افزایش تولید آنیون سوپراکسید و افزایش پراکسیداسیون لیپیدها می‌شود (Muller & Krieglstein, 1995; Gunasekar *et al.*, 1996; Daya *et al.*, 2002). گزارش شده است که تجویز انواعی از ویتامین‌های آنتی‌اکسیدان می‌تواند اثر پیشگیری‌کننده در برابر آسیب‌های بافتی ناشی از سیانید داشته باشد (Okolie & Asonye, 2004; Iroanya, 2003). برای درمان مسمومیت‌ها و یا پیشگیری از اثرات مضر آنها کاربرد ترکیبات مختلف با منشأ طبیعی به صورت روزافزونی در حال گسترش است. تعداد زیادی از آنتی‌دوت‌های معمول شناخته شده که برای درمان مسمومیت با سیانید استفاده می‌شوند؛ عوارض جانبی جدی دارند (Astier & Baud 1996; Bhattacharya, 2000). برای مثال، تجویز نیتريت‌ها (آمیل نیتريت، سدیم نیتريت و سدیم تیوسولفات) می‌تواند باعث بروز مشکلات قلبی عروقی شود (Bhattacharya *et al.*, 2009). تأثیر سیر در کاهش برخی تغییرات بیوشیمیایی ناشی از سیانید گزارش شده است (Ghodsi & Baghshani, 2013) که می‌تواند در ارتباط با ترکیبات سولفوردار موجود در سیر باشد که شرایط بهینه‌ای برای سم‌زدایی آنزیمی سیانید فراهم می‌کند (Iciek *et al.*, 2007). همچنین ترکیبات ارگانوسولفور موجود در سیر به علت خصوصیت جاروب‌کنندگی رادیکال‌ها و تنظیم

تیوباریتوریک اسید (TBA) واکنش می‌دهد و ترکیبی با رنگ متمایل به قرمز ایجاد می‌کند که در طول موج ۵۳۲ نانومتر میزان جذب نوری آن قرائت می‌شود. ضریب جذب مولی $156,000 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ برای محاسبه غلظت استفاده شد.

میزان گروه‌های کربونیل پروتئین‌ها به‌عنوان شاخصی از اکسیداسیون پروتئین‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. گروه‌های کربونیل پروتئین‌ها بر پایه واکنش با ۲ و ۴ دی نیتروفنیل هیدرازین (Baltacioglu *et al.*, 2008) سنجش شد. در این روش، میزان جذب نوری نمونه در طول موج ۳۷۰ نانومتر قرائت می‌شود. ضریب جذب مولی $22,000 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ برای محاسبه غلظت استفاده شد (Baltacioglu *et al.*, 2008).

تجزیه و تحلیل آماری

داده‌ها از نظر توزیع نرمال با استفاده از آزمون آماری Kolmogorov-Smirnov مورد ارزیابی قرار گرفتند. برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها آزمون ANOVA همراه با آزمون مقایسه‌ای Bonferroni برای مقایسه نتایج حاصل در گروه‌ها مورد استفاده قرار گرفت. سطح معنی‌داری با دقت $p < 0.05$ در نظر گرفته شد.

نتایج

میانگین و خطای استاندارد میانگین ($\text{Mean} \pm \text{SEM}$) پارامترهای مورد سنجش در جدول‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است. مواجهه با سیانید باعث افزایش غلظت مالون دی‌الدهید در تمام بافت‌های مورد مطالعه شد. البته این افزایش فقط در کلیه، قلب و مغز معنی‌دار بود (جدول ۱). همچنین افزایش معنی‌دار میزان گروه‌های کربونیل پروتئین‌ها در بافت کبد و کلیه به دنبال مسمومیت با سیانید مشاهده شد (جدول ۲). مصرف سیر در گروه ۳ به‌طور مؤثری باعث کاهش مقادیر MDA در بافت‌های کبد

عملکرد آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی سلولی می‌تواند به‌عنوان آنتی‌اکسیدان‌های قوی مطرح باشند (Bayan *et al.*, 2014).

با توجه به اهمیت مسمومیت با سیانید، در مطالعه حاضر، تغییر برخی شاخص‌های بافتی وضعیت اکسیداتیو به دنبال مواجهه تجربی با دز غیرکشنده سیانید در موش صحرایی مورد ارزیابی قرار گرفت و همچنین اثرات احتمالی سیر در پیشگیری از تغییرات ایجاد شده بررسی شد.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه تجربی مداخله‌ای تعداد ۲۴ سر موش صحرایی نر در ۴ گروه ۶ تایی تقسیم شدند. تمام گروه‌ها در شرایط محیطی و تغذیه‌ای مشابه نگهداری و ترکیب پایه جیره غذایی تمام گروه‌ها مشابه بود. گروه ۱ به عنوان کنترل در نظر گرفته شد. گروه ۲ آب آشامیدنی حاوی سیانید (500 mg/L KCN) و گروه ۳، آب آشامیدنی حاوی KCN (500 mg/L) و جیره غذایی حاوی ۵٪ پودر سیر دریافت کردند. گروه ۴ با رژیم غذایی حاوی ۵٪ پودر سیر تغذیه شد. در پایان دوره آزمایش (۴۲ روز)، نمونه‌گیری از بافت‌های کبد، کلیه، مغز، ریه و قلب در تمام گروه‌ها انجام گرفت. چربی و سایر مواد خارجی از بافت‌های مربوطه پاک‌سازی شد. نمونه‌های بافتی چندین بار با سرم فیزیولوژی شستشو شده و با بافر فسفات (0.05 M ، $\text{pH} = 7.4$) به نسبت یک به ده (W/V) مخلوط شد. نمونه بافتی هموژنیزه گردید و پس از سانتریفیوژ (4000 g به مدت ۱۵ دقیقه)، مایع رویی برای سنجش پارامترها مورد استفاده قرار گرفت. مالون دی‌الدهید (MDA) به‌عنوان شاخص پراکسیداسیون لیپیدی بر مبنای واکنش آن با تیوباریتوریک اسید (TBARS) و براساس روش گزارش شده توسط Latha & Pari (2003) اندازه‌گیری شد. در این روش MDA با دو مولکول

و مغز شد؛ طوری که میزان این پارامترها اختلاف معنی‌داری با گروه کنترل نداشتند (جدول ۱). علاوه بر این، میزان گروه‌های کربونیل نیز در کبد و کلیه گروه ۳ کاهش قابل توجهی داشت. به طوری که میزان این پارامترها اختلاف معنی‌داری با گروه کنترل نداشتند (جدول ۲).

جدول ۱. میزان مالون دی‌الدهید (نانو مول بر گرم وزن بافت) در بافت‌های مختلف گروه‌های تحت آزمایش (n=6 در هر گروه). بیان داده‌ها به صورت Mean±SEM است. حروف غیرمشابه در هر بافت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار (p<0/05) است.

Group	Kidney	Liver	Heart	Lung	Brain
Control	28.1183±1.90 ^a	42.27±9.27	16.97±4.58285 ^a	17.46±3.62	34.34±8.04 ^a
Cyanide	43.24±4.61 ^b	69.97±7.06	42.00±3.13 ^b	27.34±4.812	64.50±5.18 ^b
Cyanide+Garlic	24.53±4.04 ^a	51.42±6.50	36.80±3.57 ^b	22.62±4.82	44.95±5.49 ^{a,b}
Garlic	27.70±1.55 ^a	47.10±5.70	28.60±5.48 ^{a,b}	23.48±1.07	30.25±7.37 ^a

جدول ۲. میزان گروه‌های کربونیل (نانو مول بر گرم وزن بافت) در بافت‌های مختلف گروه‌های تحت آزمایش (n=6 در هر گروه)

Group	Kidney	Liver	Heart	Lung	Brain
Control	504.48±110.47 ^a	462.50±121.85 ^a	312.37±57.40	377.75±50.30	262.70±70.92
Cyanide	1010.45±85.58 ^b	1311.22±235.04 ^b	305.29±67.53	397.84±98.94	186.76±42.82
Cyanide+Garlic	726.39±109.97 ^{a,b}	1092.02±273.33 ^{a,b}	313.79±62.33	343.99±96.16	308.97±52.83
Garlic	506.85±84.88 ^a	696.06±133.46 ^{a,b}	245.79±46.93	293.15±64.08	277.67±69.78

بیان داده‌ها به صورت Mean±SEM است. حروف غیرمشابه در هر بافت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار است.

بحث و نتیجه‌گیری

آسیب‌های اکسیداتیو در بافت یا پلاسما استفاده شوند. برای مثال، مالون دی‌آلدئید (MDA) به منظور ارزیابی پراکسیداسیون لیپیدها و گروه‌های کربونیل به منظور ارزیابی اکسیداسیون پروتئین‌ها به طور گسترده‌ای در علوم بیولوژیک و پزشکی به‌عنوان بیومارکر آسیب اکسیداتیو کاربرد دارند (Dean, 1997 & Katoch, 2002). نتایج مطالعه حاضر نشان‌دهنده افزایش معنی‌دار غلظت مالون دی‌الدهید در بافت‌های کلیه، قلب و مغز به دنبال مواجهه با سیانید است. همچنین سیانید موجب افزایش معنی‌دار میزان گروه‌های کربونیل پروتئین‌ها در بافت کبد و کلیه شد. در شباهت با یافته‌های تحقیق حاضر، Mathangi *et al.* (2011) گزارش کردند تجویز سیانید پتاسیم به مدت ۹۰ روز در موش‌های صحرایی باعث افزایش معنی‌دار غلظت MDA پلاسما و همچنین باعث آسیب اکسیداتیو همراه با افزایش پراکسیداسیون لیپیدها در مغز و کبد شده است (Mathangi *et al.*, 2011). Jensen *et al.* (1987) نیز گزارش کردند که تجویز دز تحت حاد سیانید باعث پراکسیداسیون لیپیدها در مغز موش

با توجه به نقش رادیکال‌های آزاد به عنوان یکی از فاکتورهای مهم در آسیب‌زایی بسیاری از ترکیبات سمی، تحقیق به منظور یافتن ترکیبات طبیعی دارای خواص آنتی‌اکسیدانی برای پیشگیری از آسیب بافتی ناشی از سموم مختلف دارای اهمیت زیادی است. سیانید می‌تواند با افزایش گونه‌های اکسیژن‌واکنش‌پذیر (ROS) نظیر آنیون‌های سوپراکسید، رادیکال‌های هیدروکسیل، هیدروژن پراکسید و ... در سلول‌ها موجب بروز آسیب‌های اکسیداتیو شده و از این طریق، باعث دژنره شدن پروتئین‌ها، غیرفعال شدن آنزیم‌ها، پراکسیداسیون لیپیدها و نهایتاً مرگ سلول‌ها شود (Gunasekar *et al.*, 1996; Okolie & Asonye, 2004; Iroanya, 2003). بیشتر ترکیبات عملکردی و ساختاری موجود در سلول می‌توانند هدف آسیب‌های اکسیداتیو قرار بگیرند. برخی روش‌های آزمایشگاهی مستقیماً مواد ایجاد شده در نتیجه آسیب‌های اکسیداتیو را اندازه می‌گیرند. این محصولات اکسیداسیون می‌توانند به عنوان شاخص‌های ارزیابی نتیجه غیرقابل برگشت

ناشی از رادیکال‌های آزاد باشد (Banerjee *et al.*, 2003; Chen *et al.*, 2002). چندین مطالعه اثرات کاهنده سیر را بر پراکسیداسیون لیپیدها در انسان (Durak *et al.*, 2004; Jabbari *et al.*, 2005; Duda *et al.*, 2008) و حیوانات (Vidyashankar *et al.*, 2010; Nahdi *et al.*, 2010) گزارش کرده‌اند. Banerjee *et al.* (2001) گزارش کردند که تجویز سیر در موش صحرایی باعث افزایش آنتی‌اکسیدانت‌های داخلی و کاهش میزان مالون‌دی‌آلدهید می‌شود (Banerjee *et al.*, 2001). Imai *et al.* (1994) گزارش کردند که عصاره سیر مواد واکنش‌پذیر با تیوباربی‌توریک اسید را در بافت کبد کاهش می‌دهد. در مطالعه حاضر، مصرف سیر در گروه ۳ به طور مؤثری باعث کاهش مقادیر MDA در بافت‌های کبد و مغز و همچنین مقادیر گروه‌های کربونیل در کبد و کلیه شد؛ به طوری که میزان این پارامترها اختلاف معنی‌داری با گروه کنترل نداشتند.

در توافق با یافته‌های حاضر، Maldonado *et al.* (2003) گزارش کردند تجویز سیر از افزایش گروه‌های کربونیل پروتئین‌ها در کلیه در اثر مصرف جنتامایسین، پیشگیری می‌کند که این اثر می‌تواند در ارتباط با ویژگی آنتی‌اکسیداتیو سیر باشد (Maldonado *et al.*, 2003). همچنین گزارش شده است تجویز ویتامین‌های آنتی‌اکسیدانت (مخلوطی از ویتامین‌های A، E و C) می‌تواند مقادیر افزایش یافته MDA ناشی از مسمومیت با سیانید را کاهش دهد (Okolie & Asonye, 2004). همچنین با وجود اینکه ویتامین‌های آنتی‌اکسیدانت اثری بر فعالیت کاهش‌یافته کاتالاز و SOD در کبد، کلیه و ریه خرگوش‌ها نداشتند، اما آزمایشات بافت‌شناسی نشان داد خرگوش‌هایی که ویتامین‌های آنتی‌اکسیدانت و سیانید دریافت کرده‌اند، در مقایسه با خرگوش‌هایی که صرفاً سیانید دریافت کرده‌اند، تغییرات دژنراتیو ملایم‌تری در سطح بافت داشته‌اند (Okolie & Iroanya, 2003).

می‌شود. آنها بیان کردند که این عمل، به دلیل فعال شدن آنزیم گزانتین اکسیداز، در نتیجه افزایش ROS و همچنین تغییر تعادل کلسیم در نورون‌ها است. همچنین در توافق با یافته‌های حاضر، افزایش پراکسیداسیون لیپیدها در مغز و کلیه به دنبال تجویز سیانید پتاسیم گزارش شده است (Ardelt *et al.*, 1994). Tulsawani *et al.* (2005) افزایش معنی‌دار غلظت MAD بافت مغز و کاهش غلظت GSH بافت مغز را پس از تجویز KCN مشاهده کردند، اما این نتایج در بافت کبد مشاهده نشد و پیشنهاد کردند که مغز در مقایسه با کبد حساسیت بیشتری به استرس‌های اکسیداتیو ایجاد شده توسط سیانید دارد. سیتوتوکسیته ایجاد شده توسط سیانید با واسطه آسیب‌های اکسیداتیو در سلول‌های اپیتلیوم کلیه میمون گزارش شده است (Hariharakrishnan *et al.*, 2009). همچنین گزارش شده است سیانید با مهار آنزیم‌های SOD و کاتالاز باعث ایجاد آسیب اکسیداتیو در چشم خرگوش و در نتیجه کدر شدن عدسی شده است (Okolie & Osobase, 2005). همچنین نتایج تحقیقی دیگر نشان داده است که سیانید باعث کاهش قابل توجه SOD و کاتالاز و افزایش معنی‌دار غلظت MAD در عدسی خرگوش شده است (Okolie & Asonye, 2004).

سیر از گذشته دور به عنوان یک ماده خوراکی و دارویی کاربرد داشته است. سیر دارای خواص فراوانی است که از جمله آنها می‌توان به خواص ضدباکتریایی، ضد قارچی، ضد سرطانی، ضد دیابتی، آنتی‌اکسیدانی و ... اشاره کرد. گزارشاتی مبنی بر تأثیر مفید سیر در پیشگیری از آسیب بافتی ناشی از مواجهه با برخی ترکیبات سمی نیز وجود دارد (Bayan *et al.*, 2015; Zhai *et al.*, 2014). گزارشات متعددی در مورد اثرات سیر در تقویت سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی در سلول‌ها و بافت‌های گونه‌های مختلف وجود دارد که می‌تواند نشان از توانایی این ترکیب مفید گیاهی در محافظت بدن علیه آسیب‌های

موش‌ها می‌توانند نقش محافظتی در مسمومیت تجربی با سیانید داشته باشد (Baskin *et al.*, 1999). نتیجه یک مطالعه تجربی نشان داد که دی‌آلیل دی‌سولفید سیر، سطح سولفان سولفور کبد موش را افزایش می‌دهد و همچنین فعالیت برخی آنزیم‌های دخیل در سم‌زدایی سیانید نظیر γ -cystathionase و γ -3-مرکاپتوپیروات سولفوترانسفراز را افزایش می‌دهد (Iciek *et al.*, 2007).

نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد که سیر دارای اثر تعدیل‌کننده بر آسیب اکسیداتیو ناشی از سیانید در موش صحرائی است و می‌تواند اثرات درمانی و پیشگیری‌کننده در مسمومیت با سیانید داشته باشد. مصرف مکمل خوراکی سیر می‌تواند برای جمعیت‌هایی که به‌صورت معمول از طریق عادات رفتاری، رژیم غذایی و مشاغل در معرض سیانید قرار می‌گیرند، اثرات مفیدی داشته باشد. استفاده از سایر ترکیبات فراوری‌شده سیر یا ترکیبات استخراج‌شده از سیر با دز، روش تجویز و مدت زمان متفاوت در مطالعات بعدی پیشنهاد می‌شود.

سپاسگزاری

از حوزه محترم معاونت پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد به خاطر تأمین مالی این تحقیق، تشکر و قدردانی می‌شود.

بسیاری از اثرات مفید درمانی سیر به ترکیبات ارگانوسولفور موجود در آن مربوط می‌شود (Aslani *et al.*, 2006). اثرات بهبوددهنده سیر در تعدیل آسیب اکسیداتیو ناشی از مسمومیت با سیانید با توجه به خواص قوی آنتی‌اکسیدانی ترکیبات آن قابل توجه است. آلیسین، دی‌آلیل دی‌سولفید و دی‌آلیل‌تری‌سولفید از ترکیبات اصلی آنتی‌اکسیدان سیر محسوب می‌شوند (Bayan *et al.*, 2014). همچنین مکانیسم احتمالی دیگری که در توجه خواص مفید سیر در مسمومیت با سیانید متصور است، نقش احتمالی ترکیبات ارگانوسولفور سیر در تأمین منابع سولفوری مورد نیاز برای سم‌زدایی سیانید است. تبدیل آنزیمی سیانید به تیوسیانات که مسیر اصلی سم‌زدایی سیانید در بدن است، نیاز به منبع سولفان سولفور دارد که معمولاً به‌وسیله تیوسولفات‌ها یا سایر ترکیبات بیولوژیکی حاوی سولفان سولفور مثل پلی‌تیونات، تیوسولفونات، پرسولفیدها و غیره تأمین می‌شود (Bhattacharya *et al.*, 2000). عدم وجود دهنده‌های سولفور به میزان کافی می‌تواند دلیل ظرفیت محدود سیستم‌های آنزیمی مسوول سم‌زدایی سیانید محسوب شود (Bhatt, 1987; Tewe, 1987; Baskin 1997). گزارش شده است که تجویز دهنده‌های سولفور نظیر تیوسولفات سدیم در

REFERENCES

- Ardelt, B.K.; Borowitz, J.L.; Maduh, E.U.; Swain, S.L.; Isom, G.E.; (1994). Cyanide-induced lipid peroxidation in different organs: subcellular distribution and hydroperoxide generation in neuronal cells. *Toxicology*; 89(2): 127-37.
- Aslani, M.R.; Mohri, M.; Maleki, M.; Sharifi, K.; (2004). Mohammadi GR, Chamsaz M. Mass cyanide intoxication in sheep. *Veterinary and Human Toxicology*, Aug; 46(4): 186-7.
- Aslani, M.R.; Mohri, M.; Chekani, M.; (2006). Effects of garlic (*allium sativum*) and its chief compound, allicin, on acute lethality of cyanide in rats. *Comparative Clinical Pathology*; 15(4): 211-3.
- Astier, A.; Baud, F.J.; (1996). Complexation of intra cellular cyanide by hydroxy cobalamin using a human cellular model. *Human and Experimental Toxicology*; 15: 19-25.
- Banerjee, S.K.; Maulik, M.; Manchanda, S.C.; Dinda, A.K.; Das, T.K.; Maulik, S.K.; (2001). Garlic-induced alteration in rat liver and kidney morphology and associated changes in endogenous

- antioxidant status. *Food and Chemical Toxicology*; 39: 793-7.
- Banerjee, S.K.; Maulik, M.; Mancahanda, S.C.; Dinda, A.K.; Gupta, S.K.; Maulik, S.K.; (2002). Dose-dependent induction of endogenous antioxidants in rat heart by chronic administration of garlic. *Life Science*; 70: 1509-18.
- Baltacioglu, E.; Akalin, F.A.; Alver, A.; Deger, O.; Karabulut, E.; (2008). Protein carbonyl levels in serum and gingival in patients with chronic periodontitis. *Archives of Oral Biology*; 53: 716-722.
- Baskin, S.I.; Brewer, T.G.; Reagor, J.C.; (1997). Cyanide poisoning. In: Sidell FR, Takafuji T, Franz DR, editors. *Medical aspect of chemical and biological warfare*. First ed. Washington: Army Medical Research Institute of Chemical Defence.
- Baskin, S.I.; Porter, D.W.; Rockwood, G.A.; Romano, J.J.A.; Patel, H.C.; Kiser, R.C.; *et al.* (1999). In vitro and in vivo comparison of sulfur donors as antidotes to acute cyanide intoxication. *Journal of Applied Toxicology*; 19: 173-83.
- Bayan, L.; Koulivand, H.; Gorji, A.; (2014). Garlic: a review of potential therapeutic effects. *Avicenna J Phytomed*; 4(1): 1-14.
- Bhatt, H.R.; Linnell, J.C.; (1987). The role of rhodanese in cyanide detoxification. its possible use in acute cyanide poisoning in man. In: Ballantyne B, Marrs TC, editors. *Clinical and Experimental Toxicology of Cyanides*. Bristol ,England: Wright Publishers; p. 440-50.
- Bhattacharya, R.; (2000). Antidotes to cyanide poisoning: present status. *Indian Journal of Pharmacology*; 32: 90-101.
- Bhattacharya, R.; Tulsawani, R.; (2009). Protective role of alpha-ketoglutarate against massive doses of cyanide in rats. *Journal of Environmental Biology*; 30(4): 515-20.
- Chen, H.W.; Tsai, C.W.; Yang, J.J.; Liu, C.T.; Kuo, W.W.; Lii, C.K.; (2003). The combined effects of garlic oil and fish oil on the hepatic antioxidant and drug-metabolizing enzymes of rats. *British Journal of Nutrition*; 89: 189-200.
- Daya, S.; Walker, R.B.; kumar-Dukie, S.; (2002). Cyanide-induced free radical production in rat brain homogenate is reduced by aspirin. *Metabolic Brain Disease*; 15: 203-10.
- Dean, R.T.; Fu, S.; Stocker, R.J.; Davies, M.J.; (1997). Biochemistry and Pathology of radical – mediated protein oxidation. *Biochemical Journal*; 324: 1-18.
- Duda, G.; Suliburska, J.; Pupek-Musialik, D.; (2008). Effects of short-term garlic supplementation on lipid metabolism and antioxidant status in hypertensive adults. *Pharmacological Reports*; 60: 163-70.
- Durak, I.; Aytac, B.; Atmaca, Y.; Devrim, E.; Avci, A.; Erol, C.; *et al.* (2004). Effects of garlic extract consumption on plasma and erythrocyte antioxidant parameters in atherosclerotic patients. *Life Science*; 75: 1959-66.
- Ghods, V.; Baghshani, H.; (2013). Evaluation of sublethal cyanide exposure on plasma biochemical profile in rats and possible protective effect of garlic. *HVM Bioflux*; 5(2): 58-61.
- Gunasekar, P.G.; Sun, P.W.; Kanthasamy, A.G.; Borowitz, J.L.; Isom, G.E.; (1996). Cyanide-induced neurotoxicity involves nitric oxide and reactive oxygen species generation after N-methyl-D-aspartate receptor activation. *J Pharmacol Exp Ther*; 277(1): 150-5.
- Hariharakrishnan, J.; Satpute, R.M.; Prasad, G.B.K.S.; Bhattacharya, R.; (2009). Oxidative stress mediated cytotoxicity of cyanide in LLC-MK2 cells and its attenuation by Alpha-ketoglutarate and N-acetyl cysteine. *Toxicology Letters*; 185: 132-141.
- Iciek, M.; Marcinek, J.; Mleczko, U.; Włodek, L.; (2007). Selective effects of diallyl disulfide, a sulfane sulfur

- precursor, in the liver and Ehrlich ascites tumor cells. *European Journal of Pharmacology*; 569(1-2): 1-7.
- Imai, I.; Ide, N.; Nagae, S.; Moriguchi, T.; Matsuura, H.; Itakura, Y.; (1994). Antioxidant and radical scavenging effects of aged garlic extract and its constituents. *Planta Med.*; 60: 417-20.
- Jabbari, A.; Argani, H.; Ghorbanihaghjo, A.; Mahdavi, R.; (2005). Comparison between swallowing and chewing of garlic on levels of serum lipids, cyclosporine, creatinine and lipid peroxidation in renal transplant recipients. *Lipids in Health and Disease*; 4(11): 1-4.
- Jensen, C.; Lauridsen, C.; Bertelsen, G.; (1987). Dietary vitamin E: quality and storage stability of pork and poultry. *Science and Technology*; 9: 62-72.
- Kamalu, B.P.; (1995). The adverse effects of long-term cassava (*Manihot esculenta* Crantz) consumption. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*; 46: 65-93.
- Katoch, B.; Sebastian, S.; Sahdev, S.; Padh, H.; Hasnain, S.E.; Begum, R.; (2002). Programmed cell death and its clinical implication. *Indian Journal of experimental Biology*; 40(6): 513-24.
- Latha, M.; Pari, L.; (2003). Preventive effects of *Cassia auriculata* L. flowers on brain lipid peroxidation in rats treated with streptozotocin. *Molecular and Cellular Biochemistry*; 243: 23-8.
- Maldonado, P.D.; Barrera, D.; Medina-Campos, O.N.; Hernández-Pando, R.; Ibarra-Rubio, M.E.; Pedraza-Chaverri, J.; (2003). Aged garlic extract attenuates gentamicin induced renal damage and oxidative stress in rats. *Life Sciences*; 73: 2543-56.
- Mathangi, D.C.; Namasivayam, A. (2000). Effect of chronic cyanide intoxication on memory in albino rats. *Food Chem Toxicol.*; 38: 51-5.
- Mathangi, D.C.; Shyamala, R.; Vijayashree, R.; Rao, K.R.; Ruckmani, A.; Vijayaraghavan, R.; *et al.* (2011). Effect of alpha-ketoglutarate on neurobehavioral, neurochemical and oxidative changes caused by sub-chronic cyanide poisoning in rats. *Neurochem Res.*; 36(3): 540.
- Muller, U.; Krieglstein, J.; (1995). Inhibitors of lipid peroxidation protect cultured neurons against cyanide-induced injury. *Brain Res.*; 8: 265-267.
- Nahdi, A.; Hammami, I.; Kouidhi, W.; Chargui, A.; Ben Ammar, A.; Hamdaoui, M.H.; *et al.* (2010). Protective effects of crude garlic by reducing iron-mediated oxidative stress, proliferation and autophagy in rats. *Journal of Molecular Histology*; 41: 233-45.
- Okolie, N.P.; Iroanya, C.U.; (2003). Some histologic and biochemical evidence for mitigation of cyanide-induced tissue lesions by antioxidant vitamin administration in rabbits. *Food and Chemical Toxicology*; 41: 463-9.
- Okolie, N.P.; Asonye, C.C.; (2004). Mitigation of cataractogenic potential of cyanide by antioxidant vitamin administration. *Journal of Medicine and Biomedical Research*; 3(1): 48-52.
- Okolie, N.P.; Osobase, S.; (2005). Cataractogenic potential of cyanide-induced oxidative stress in rabbits. *Global Journal of Pure and Applied Sciences*; 11(1): 57-62.
- Rajat, G.; Edward, N.; Stephen, E.; Joseph, B.; George, W.-C.; (2005). Natural Sources of Cyanide. *Cyanide in Water and Soil*: CRC Press, p. 25-40.
- Soto-Blanco, B.; Gorniak, S.L.; (2003). Milk transfer of cyanide and thiocyanate: cyanide exposure by lactation in goats. *Vet Res*; 34: 213-20.
- Sousa, A.B.; Soto-Blanco, B.; Guerra, J.L.; Kimura, E.T.; Gorniak, S.L.; (2002). Does prolonged oral exposure to cyanide promote hepatotoxicity and nephrotoxicity? *Toxicology*; 174: 87-95.
- Tewe, O. O.; Iyayi, E. A.; (1989). Cyanogenic glycosides. In: Cheek PR,

- editor. Toxicants of plant origin. Florida: CRC Press; p. 43-60.
- Tulsawani, R. K.; Debnath, M.; Pant, S. C.; Kumar, O.; Prakash, A.O.; Vijayaraghavan, R.; *et al.* (2005). Effect of sub-acute oral cyanide administration in rats: protective efficacy of alpha-ketoglutarate and sodium thiosulfate. *Chem Biol Interact*; 156(1): 1-12.
- Vidyashankar, S.; Sambaiah, K.; Srinivasan, K.; (2010). Effect of dietary garlic and onion on biliary proteins and lipid peroxidation which influence cholesterol nucleation in bile. *Steroids*;75: 272-81.
- Zhai, Q.; Narbad, A.; Chen, W.; (2015). Dietary strategies for the treatment of cadmium and lead toxicity. *Nutrients*; 7(1): 552-571.