

Effects of Hydroalcoholic Extract of *Malva Sylvestris* L. on the Histological Structure of the Brain in a Mice Model of Parkinson's Disease

Mohammad Babaei¹, Taher Elmi², Ali Kalantari-Hesari^{3*}

¹Department of Clinical Sciences, Faculty of Veterinary Science, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

²Department of Laboratory Science, Babol Branch, Islamic Azad University, Babol, Iran

³Department of Pathobiology, Faculty of Veterinary Science, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

Article Info:

Received: 12 Nov 2022

Revised: 4 Mar 2023

Accepted: 13 May 2023

ABSTRACT

Introduction: inflammation, oxidative stress, and reduction of cell antioxidant activity are among the most important causes of Parkinson's disease. In traditional medicine, *Malva sylvestris* L. (*M. sylvestris*) is known as an immune system enhancer and anti-inflammatory compound. In this study, the effect of the hydroalcoholic extract of *M. sylvestris* on the histological alterations of the mice brain of an experimental model of Parkinson's disease was investigated. **Materials and Methods:** In the present study, 40 mice were divided into four groups: negative control (recipient of normal saline), drug control (recipient of hydroalcoholic extract of *M. sylvestris* at a dose of 200 mg/kg), positive control (induced parkinsonism by injection of neurotoxin MPTP at a dose of 25 mg/kg with 24-hour intervals for 4 consecutive days), and finally the treatment group (induced parkinsonism along with a daily intraperitoneal injection of hydroalcoholic extract of *M. sylvestris* at a dose of 200 mg per kg for 28 days). At the end of the treatment the brain samples were taken, fixed in 4% buffered formalin solution, entered the stages of tissue passage and slices with a thickness of 12 micrometers were prepared. Slices were stained with hematoxylin-eosin and evaluated with tyrosine hydroxylase immunohistochemical staining. **Results:** The results showed that the number of cell bodies of neurons and astrocytes in the dense part of the substantia nigra significantly decreased in the treatment group compared to the negative control group. However, the number of microglial cells significantly increased in this brain region. This was despite the fact that in the treatment group, all the investigated parameters were similar to the negative control group, and no statistically significant difference was observed. **Conclusion:** It seems that the use of *M. sylvestris* can play an effective role in reducing the histological changes in the brain of an experimental Parkinson's disease model.

Keywords:

1. Antioxidants
2. Parkinson Disease
3. Substantia Nigra
4. Tyrosine 3-Monooxygenase

*Corresponding Author: Ali Kalantari-Hesari

Email: a.kalantarihesari@basu.ac.ir



اثر عصاره هیدروالکلی گیاه پنیرک (*Malva sylvestris* L) بر ساختار بافت‌شناسی مغز موش‌های سوری درگیر با پارکینسون تجربی

محمد بابائی^۱، طاهر علمی^۲، علی کلانتری حصار^{۳*}

^۱گروه علوم درمانگاهی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
^۲گروه علوم آزمایشگاهی، واحد بابل، دانشگاه آزاد اسلامی، بابل، ایران
^۳گروه پاتوبیولوژی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران

اطلاعات مقاله:

پذیرش: ۲۳ اردیبهشت ۱۴۰۲

اصلاحیه: ۱۳ اسفند ۱۴۰۱

دریافت: ۲۱ آبان ۱۴۰۱

چکیده

مقدمه: التهاب، استرس اکسیداتیو و کاهش فعالیت آنتی‌اکسیدانی سلول از مهم‌ترین علل ایجاد بیماری پارکینسون به شمار می‌روند. در طب سنتی گیاه پنیرک به‌عنوان تقویت‌کننده سیستم ایمنی و ضد التهاب شناخته می‌شود. در این مطالعه، اثر عصاره هیدروالکلی گیاه پنیرک بر تغییرات بافت‌شناسی مغز موش‌های سوری درگیر با پارکینسون تجربی مورد بررسی قرار گرفت. **مواد و روش‌ها:** در مطالعه حاضر، ۴۰ سر موش سوری در چهار گروه: کنترل منفی (دریافت‌کننده سرم فیزیولوژی)، کنترل دارو (دریافت‌کننده عصاره هیدروالکلی پنیرک با دوز ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم)، کنترل مثبت (درگیر با پارکینسون القائی توسط تزریق نوروتوکسین MPTP با دوز ۲۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم با فواصل ۲۴ ساعت و برای ۴ روز متوالی) و نهایتاً گروه تیمار (درگیر با پارکینسون القائی به همراه تزریق روزانه داخل صفاقی عصاره هیدروالکلی گیاه پنیرک با دوز ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم به مدت ۲۸ روز) تقسیم شدند. پس از پایان دوره درمان، نمونه‌های مغز جمع‌آوری شده و پس از تثبیت در محلول فرمالین بافری ۴ درصد و طی مراحل پاساژ بافتی، برش‌های به ضخامت ۱۲ میکرومتر تهیه شد. اسلایدهای تهیه شده با هماتوکسیلین-آنوزین و روش ایمونوهیستوشیمی تیروزین هیدروکسیلاز رنگ‌آمیزی شدند. **یافته‌ها:** نتایج نشان داد که در گروه درگیر با پارکینسون نسبت به گروه کنترل منفی، تعداد جسم سلولی نورون‌های قسمت متراکم جسم سیاه مغز و آستروسیت‌ها کاهش یافتند اما تعداد سلول‌های میکروگلی بصورت معنی‌داری افزایش داشتند. این در حالی بود که در گروه تیمار، تمامی فاکتورهای مورد بررسی همانند گروه کنترل منفی بود و از لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد. **نتیجه‌گیری:** به نظر می‌رسد استفاده از گیاه پنیرک می‌تواند در کاهش ضایعات بافتی مغز در بیماری پارکینسون تجربی نقش موثری داشته باشد.

واژه‌های کلیدی:

- ۱- آنتی‌اکسیدان
- ۲- بیماری پارکینسون
- ۳- توده سیاه
- ۴- تیروزین-۳-مونوکسیژناز

*نویسنده مسئول: علی کلانتری حصار

پست الکترونیک: a.kalantarihesari@basu.ac.ir

مقدمه

بیماری پارکینسون اختلالی عصبی (نوروپاتولوژیک) و پیش‌رونده است که سبب آسیب به نورون‌های دوپامینی موجود در بخش متراکم جسم سیاه مغز می‌شود. این بیماری در اثر اختلال سیستم‌های دفاعی آنتی‌اکسیدانی رخ می‌دهد که شیوع آن در افراد بالای ۶۵ سال، ۱ تا ۲ درصد گزارش شده است (۱). از علایم ابتلا به این بیماری می‌توان به کندی، یا فقدان حرکت، عدم تعادل، اختلال در بلع، شب ادراری، یبوست اشاره نمود. بیان شده است که این اختلالات خود سبب افزایش پاتوژنز این بیماری در اثر نقص واکنش‌های بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی سلولی می‌شود (۲). عواملی از قبیل التهاب، استرس اکسیداتیو و کاهش فعالیت آنتی‌اکسیدانی سلول از مهم‌ترین علل ایجاد پارکینسون به شمار می‌روند (۳). این بیماری ممکن است در اثر عوامل محیطی یا وراثتی رخ دهد و مهمترین روش درمان این بیماری در حال حاضر استفاده از داروهای دیوسجینین، هورمون گرلین و کوئرسیتین است (۱۴-۱۲). هرچند درمان‌های تکمیلی مانند پیوند سلول‌های بنیادی، جراحی و مکمل‌های خوراکی نیز پیشنهاد شده است (۴). در سال‌های اخیر مطالعات زیادی در ارتباط با تأثیر داروهای گیاهی بر این بیماری انجام گرفته است ولی تاکنون درمان قطعی برای این بیماری گزارش نشده است (۵).

گیاه پنیرک^۱ یا همان گل ختمی از نظر گیاه پزشکی به دلیل داشتن موسیلاژ و ترکیباتی مانند فلاونوئیدها و آنتوسیانین‌ها جزو مسکن‌ها طبقه‌بندی می‌شود. از جمله دیگر خواص این گیاه می‌توان به خاصیت ادرارآوری، تب‌بری و ملین بودن آن اشاره کرد. اثرات این گیاه در درمان عفونت‌های خفیف و سرماخوردگی تأیید شده است، همچنین در طب سنتی از این گیاه به منظور رفع مشکلات مثانه استفاده می‌شود (۶). مطالعات مختلف نشان داده‌اند که گیاه پنیرک به عنوان تقویت‌کننده سیستم ایمنی و همچنین مکمل آبشاری در فعال‌سازی اثرات ضد التهابی، تحریک گلبول‌های سفید خون و ماکروفاژها عمل می‌کند، لذا از این گیاه جهت رفع تحریکات دستگاه گوارش، التهاب مجاری ادراری، التهاب دستگاه تنفسی و همچنین درمان بیماری‌های مختلف از جمله برونشیت، کولیت، میگرن، سرماخوردگی و بیماری‌های مخاطی استفاده می‌شود (۱۱-۷). بیان شده است که از عصاره آبی

گیاه پنیرک برای درمان بیماری‌های مخاطی، کیست‌ها و اسهال استفاده شده است (۹). همچنین در هند از عصاره این گیاه برای درمان سرفه، سرماخوردگی، مشکلات تنفسی و گوارشی استفاده می‌شود (۱۰). در برزیل از گیاه پنیرک برای درمان برونشیت، زخم، کولیت و هموروئید نیز استفاده می‌شود. بیان شده است که این گیاه با دارا بودن خواص و ویتامین‌های بسیار، و با ترشح مسکن‌های خاص در کاهش درد و ناراحتی موثر بوده و سبب بهبود سریع‌تر می‌شود (۱۱). تاکنون از برخی داروها مانند دیوسجینین^۲ (۱۲)، هورمون گرلین^۳ (۱۳) و کوئرسیتین^۴ (۱۴) برای درمان عوارض پارکینسون استفاده شده است. از آنجایی که گیاه پنیرک سبب کاهش آپوپتوز و آسیب‌های سلولی و استرس اکسیداتیو می‌شود و دارای خواص ضدالتهابی است، لذا کنترل فاکتورهای ذکر شده می‌تواند نقش مهمی در عدم ابتلا به بیماری پارکینسون داشته باشد، بدین منظور در مطالعه حاضر برای اولین بار به بررسی اثر عصاره هیدروالکلی گیاه پنیرک بر ساختار بافت‌شناسی مغز موش‌های سوری درگیر با پارکینسون پرداختیم.

مواد و روش‌ها

۱- تهیه عصاره گیاه

گیاه پنیرک از دشت‌های استان همدان جمع‌آوری و عصاره هیدروالکلی آن در دانشکده پیرادامپزشکی دانشگاه بوعلی سینا استخراج گردید. برای این کار ابتدا گیاهان جمع‌آوری شده در سایه خشک و پس از تبدیل به پودر به مدت ۱۲ روز در الکل ۹۶ درصد قرار داده شدند. نهایتاً پس از صاف نمودن مخلوط، با استفاده از دستگاه روتاری اپراتور حلال حذف شد و عصاره حاصل جهت تهیه پودر لیوفیلیزه گردید (۱۵).

۲- شناسایی ترکیبات فیتوشیمیایی عصاره گیاه

جهت شناسایی فراوان‌ترین ترکیبات فیتوشیمیایی موجود در عصاره هیدروالکلی گیاه پنیرک از روش کروماتوگرافی گازی- طیف سنجی جرمی (GC-MS) استفاده شد.

۳- موش‌های مورد مطالعه

مطالعه تجربی حاضر بر روی ۴۰ سر موش سوری نر BALB/c به وزن 27 ± 3 گرم که از نظر سنی در وضعیت مشابهی قرار داشتند، انجام شد. موش‌ها در حیوان‌خانه در قفس‌های ۱۰ تایی و در شرایط ۱۲ ساعت تاریکی و ۱۲ ساعت روشنایی

¹ Malva Sylvestris² Diosgenin³ Ghrelin⁴ Quercetin

تیروزین هیدروکسیلاز ابتدا مجدداً مقاطع تهیه شده توسط محلول فرمالدئید ۴ درصد تثبیت و سپس به مدت ۱ ساعت با محلول اسیدکلریدریک ۲ درصد نرمال شست و شو داده شدند. در ادامه لام‌ها در محلول ۰/۱ مولار بافر بورات به مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد انکوبه شدند. سپس از محلول تریتون (۱۰۰-x) + سرم بز (۱۰ درصد) به مدت ۳۰ دقیقه استفاده شد. در ادامه آنتی‌بادی مونوکلونال ضد تیروزین هیدروکسیلاز (۱:۱۰۰) به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد در مجاورت برش‌های بافتی قرار گرفت. سپس شست و شو با بافر فسفات و نهایتاً از آنتی‌بادی ثانویه DAbI (۱:۱۰۰) به مدت ۲ ساعت در تاریکی و در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد استفاده شد. جهت تصویربرداری از دوربین Dino Late و نرم‌افزار Dino (capture V.2) استفاده شد. برای شمارش تعداد دقیق نورون‌های از نرم‌افزار (Image pro Plus V.6) استفاده شد. برای این کار در محیط نرم‌افزار، ابتدا از منوی En-hance میزان کانتراست تصویر تنظیم و سپس با مراجعه به منوی Measure و گزینه Count/size تعداد هسته‌های سلولی به‌عنوان معیار حضور سلولی شمارش گردید.

۶- آنالیز داده‌ها

در نهایت داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. داده‌های کمی پس از تایید فرض نرمال بودن با روش کولموگروف-اسمیرنوف، توسط آنالیز واریانس یک‌طرفه (One-way ANOVA) مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند.

یافته‌ها

۱- آنالیز عصاره هیدروآلکلی گیاه پنیرک توسط GC-MS

براساس طیف سنجی جرمی، ۱۰۳ ترکیب فیتوشیمیایی در عصاره هیدروآلکلی گیاه پنیرک شناسایی شدند که فراوان‌ترین آن‌ها شامل فورفورال، لیمونن، اودسمول، استراگول، لینولنیک اسید، مالیک اسید، اولئیک اسید، سیتریک اسید و دی هیدروبنزوفوران بودند (جدول ۱).

جدول ۱- فراوان‌ترین ترکیبات فیتوشیمیایی شناسایی شده در عصاره هیدروآلکلی گیاه پنیرک (*Malva sylvestris* L.) با استفاده از کروماتوگرافی گازی-طیف سنجی جرمی (GC-MS).

شماره	ترکیبات	درصد فراوانی	منابع
۱	فورفورال	۴/۲	Wako
۲	هگزانونیک اسید	۲/۸	Wako
۳	لیمونن	۲/۴	Wako
۴	استیل پیرول	۱/۲	TCI
۵	کامفور	۱/۵	Aldrich
۶	هگزانون	۲/۱	Wako
۷	ایزودسیل اکتیل فتالات	۱/۱	TCI
۸	متیل سیکلوهکسان	۰/۹	TCI
۹	اودسمول	۴/۲	Wako
۱۰	اوگزالیک اسید	۳/۵	Wako
۱۱	استراگول	۳/۷	Wako
۱۲	دی هیدروبنزوفوران	۳/۴	Wako
۱۳	مالیک اسید	۱/۸	Wako
۱۴	تترا متیل بوتیل فنل	۰/۹	TCI
۱۵	لینولنیک اسید	۳/۶	Wako
۱۶	اولئیک اسید	۱/۲	Wako
۱۷	سیتریک اسید	۰/۹	TCI

و دمای ۲۵-۲۲ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

۴- بررسی اثر عصاره گیاه پنیرک در موش‌های بیمار

موش‌های مورد مطالعه به ۴ گروه ۱۰ تایی تقسیم شدند. گروه اول (کنترل منفی) موش‌های سالم بودند که سرم فیزیولوژی دریافت کردند. گروه دوم (کنترل دارو) موش‌های سالم بودند که دریافت‌کننده عصاره هیدروآلکلی پنیرک با دوز ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم بودند، گروه سوم موش‌های مبتلا به پارکینسون (کنترل مثبت) بودند که نوروآکسین^۵ MPTP را با دوز ۲۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم به مدت ۴ روز دریافت کردند (۱۴). گروه چهارم که موش‌های مبتلا به پارکینسون بودند نیز عصاره هیدروآلکلی گیاه پنیرک را با دوز ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم یک ساعت پس از دریافت سم دریافت کردند. لازم به ذکر است که در تمامی گروه‌ها درمان روزانه به مدت ۲۸ روز با حجم تزریقی ۰/۲ میلی‌لیتر انجام شد (۱۷، ۱۶). کاتالپسی با استفاده از آزمون میله (Bar-test) و یک روز پس از آخرین تزریق MPTP ارزیابی شد (۱۴).

۵- بررسی پاتولوژی مغز موش‌ها

پس از پایان دوره درمان ۲۸ روزه، حیوانات آسان‌کشی و پس از کنار زدن استخوان‌های جمجمه، نمونه‌های مغز اخذ و به مدت حداقل ۴۸ ساعت در محلول فرمالین بافری ۴ درصد قرار داده شد. پس از ۴۸ ساعت نمونه‌ها وارد مراحل پاساژ بافتی شامل آگیری (با استفاده از درصدهای الکل صعودی)، شفاف‌سازی (با استفاده از گزلیول) و آغشتگی با پارافین مذاب شدند. پس از تهیه بولک‌های پارافینی و تهیه برش‌های بافتی با ضخامت ۱۲ میکرومتری، لام‌های جهت رنگ‌آمیزی هماتوکسیلین-اؤزین (جهت بررسی ساختار بافتی و شمارش نورون و سلول‌های پشتیبان عصبی در ناحیه فورنیکس) و رنگ‌آمیزی ایمونوهیستوشیمی تیروزین هیدروکسیلاز (جهت بررسی و تأیید میزان تخریب نورون‌های دوپامینی در قسمت متراکم جسم سیاه) در نظر گرفته شدند. جهت رنگ‌آمیزی ایمونوهیستوشیمی

تعداد سلول‌های الگودندروسیت تفاوت معنی‌داری بین گروه‌ها مشاهده نشد ($P=0/418$, $F=1/06$). این در حالی بود که در بررسی تعداد سلول‌های میکروگلی افزایش معنی‌داری در گروه پارکینسون القایی مشاهده شد ($P<0/001$, $F=20/61$) (نمودار ۲، تصویر ۱).

در شمارش نورون‌های دوپامینی قسمت متراکم جسم سیاه مغز که نسبت به آنتی‌بادی تیروکسین هیدروکسیلاز واکنش مثبت نشان داده بودند و همچنین اندازه‌گیری قطر این سلول‌ها نیز گروه پارکینسون کاهش معنی‌داری نشان داد ($P<0/003$, $F=10/89$). این در حالی بود که بین گروه‌های کنترل، کنترل شام و گروه پارکینسون القایی درمان شده با عصاره هیدروآلکلی پنیرک اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (نمودار ۳، تصویر ۲).

۲- اثر عصاره گیاه پنیرک بر پارکینسون

نتایج حاصل از شمارش جسم سلولی نورون‌های و بررسی قطر نورون‌های مغز در قسمت فونیکس نشان‌دهنده کاهش تعداد و قطر نورون‌ها در گروه درگیر با پارکینسون القایی بود، به‌طوری‌که با گروه‌های کنترل، کنترل شام و گروه پارکینسون به‌همراه عصاره هیدروآلکلی گیاه پنیرک دارای اختلاف معنی‌دار بود ($P<0/001$, $F=30/57$) (نمودار ۱، تصویر ۱).

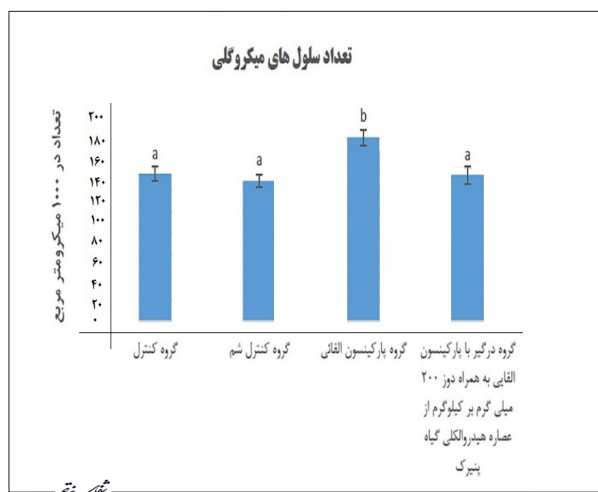
در ارتباط با شمارش تعداد سلول‌های پشتیبان عصبی نیز تعداد سلول‌های آستروسیت در گروه پارکینسون القایی نسبت به سایر گروه‌های کاهش معنی‌داری نشان داد ($P=0/006$, $F=8/92$), در حالی که اختلاف معنی‌داری بین سایر گروه‌ها مشاهده نشد. در شمارش



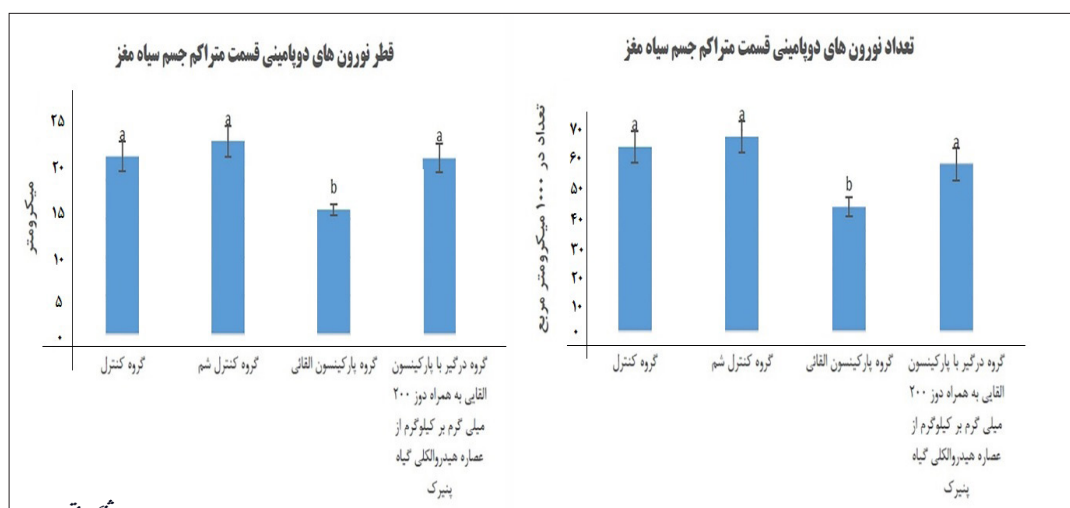
نمودار ۱- بررسی تعداد اجسام و قطر سلولی نورون‌های فونیکس با استفاده از رنگ‌آمیزی همتاکسیلین-ائوزین در گروه‌های کنترل، کنترل شام و تجربی (حروف غیرمشابه نشان‌دهنده مشاهده اختلاف معنی‌دار است ($P<0/05$)).



تعداد سلول‌های میکروگلی

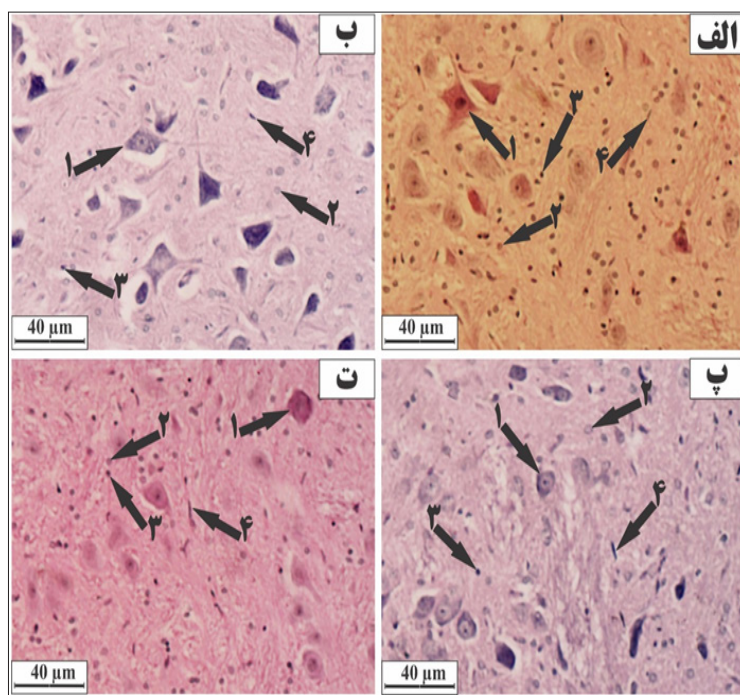


نمودار ۲- بررسی تعداد سلول‌های پشته‌بان عصبی (آستروسیت، الیگودندروسیت و میکروگلی) با استفاده از رنگ‌آمیزی هماتوکسیلین-ئوزین در گروه‌های کنترل، کنترل شم و تجربی (حروف غیرمشابه نشان‌دهنده مشاهده اختلاف معنی‌دار است ($P < 0.05$)).

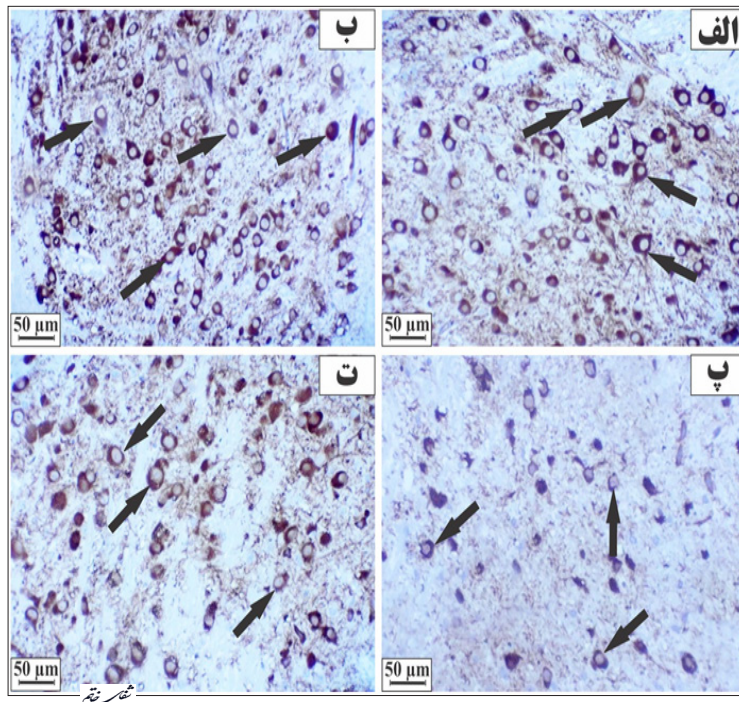


نمودار ۳- بررسی تعداد اجسام و قطر سلولی نورون‌های دوپامینی قسمت متراکم جسم سیاه مغز با استفاده از رنگ‌آمیزی تیروزین هیدروکسیلاز در گروه‌های کنترل، کنترل شم و تجربی (حروف غیرمشابه نشان‌دهنده دارا بود اختلاف معنی‌دار است ($P < 0.05$)).

تصویر ۱- مقاطع قسمت متراکم جسم سیاه مغز در گروه‌های کنترل، کنترل شم و تجربی. رنگ‌آمیزی هماتوکسیلین-ئوزین. الف: گروه کنترل؛ ب: گروه کنترل شم؛ پ: گروه پارکینسون؛ ت: گروه پارکینسون به همراه عصاره هیدروالکلی پنیرک. جسم سلول نورون‌ها (عدد ۱)، سلول‌های آستروسیت (عدد ۲)، الیگودندروسیت‌ها (عدد ۳) و میکروگلیاها (عدد ۴) بر روی تصویر نشان داده شده است.



تصویر ۲- مقاطع قسمت متراکم جسم سیاه مغز در گروه‌های کنترل، کنترل شم و تجربی. رنگ‌آمیزی تیروزین هیدروکسیلاز. الف: گروه کنترل؛ ب: گروه کنترل شم؛ پ: گروه پارکینسون؛ ت: گروه پارکینسون به همراه عصاره هیدروالکلی پنیرک. اجسام سلولی نورون‌های دوپامینی نسبت به رنگ آنتی‌بادی تیروزین هیدروکسیلاز واکنش مثبت نشان داده و به رنگ قهوه‌ای تا بنفش قابل مشاهده هستند (نشان داده شده با فلش‌های سیاه رنگ).



بحث و نتیجه‌گیری

نقش مسیرهای التهابی در بروز و پیشرفت عارضه پارکینسون به اثبات رسیده است. در مطالعه حاضر نقش محافظتی عصاره هیدروالکلی گیاه پنیرک بر فراسنجه‌های هیستومورفومتریک بخش فونیکس و تعداد نورون‌های دوپامینی قسمت متراکم جسم سیاه مغز در موش‌های سوری مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از این بررسی نشان داد عصاره هیدروالکلی گیاه پنیرک با دوز ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن در مدت زمان ۲۸ روز سبب جلوگیری از کاهش تعداد و اندازه جسم سلول‌های نورونی در قسمت‌های فونیکس و قسمت متراکم جسم سیاه می‌شود.

گزارشات نشان می‌دهد که سم عصبی یا نوروٹوکسیک MPTP می‌تواند از سد خونی مغزی عبور کرده، در آستروسیت‌های متابولیزه و تبدیل به متابولیت MPP⁺ شود. این متابولیت می‌تواند وارد نورون‌های دوپامینی شده و عمدتاً توسط سلول‌های جسم سیاه مغز مهار می‌شود. پس از جذب این متابولیت، فسفوریلاسیون اکسیداتیو میتوکندری‌ها در اثر مهار کمپلکس I غیرفعال شده و مرگ سلولی را به دنبال دارد. در اثر این اتفاقات روند تخلیه دوپامین از استریاتوم انجام و بیماری پارکینسون ایجاد می‌شود. در مطالعه حاضر کاهش تعداد سلول‌های آستروسیت در گروه درگیر با پارکینسون تجربی مشهود

بود که با توجه به نقش این سلول‌ها در مقابله با سم عصبی MPTP با گزارشات اخیر همخوانی دارد.

بیان شده است که MPTP فقط فعالیت کمپلکس I در میتوکندری‌های سلول‌های غیرفعال‌کننده ناقل دوپامین را مهار می‌کند (۱۶). در مطالعه دیگری کاهش تعداد نورون‌های دوپامینی در اثر تجویز ۶ هیدروکسی گزارش شده است (۱۲). در مطالعه حاضر گروه پارکینسون القایی توسط نوروٹوکسیک MPTP کاهش معنی‌داری در تعداد و قطر نورون‌های قسمت متراکم جسم سیاه مغز را نشان داد. این در حالی بود که استفاده از عصاره هیدروالکلی گیاه پنیرک بصورت معنی‌داری توانسته بود از این کاهش جلوگیری کند.

خواص ضد میکروبی، ضد التهابی و آنتی‌اکسیدانی گیاه شگفت‌انگیز پنیرک به اثبات رسیده است (۱۸). همچنین بیان شده است که گیاه پنیرک به عنوان تقویت‌کننده سیستم ایمنی و همچنین مکمل آشپزی در فعال‌سازی اثرات ضد التهابی، تحریک گلبول‌های سفید خون و ماکروفاژها عمل می‌کند (۷). در مطالعه حاضر به نظر می‌رسد خواص ضد التهابی و آنتی‌اکسیدانی گیاه پنیرک نقش مهمی در جلوگیری از تحلیل نورون‌های مغزی در قسمت فونیکس و بخش متراکم جسم سیاه ایفا کرده و بدون شک بایستی بخش عمده‌ای از کاهش عوارض بیماری

با التهاب شناخته می‌شود (۲۱). از طرف دیگر با توجه به عملکرد ایمنی و ترشح سیتوکین‌های پیش‌التهابی توسط سلول‌های میکروگلی، آن‌ها را به دو گروه سمی برای اعصاب (میکروگلی فنوتیپ- M1) و محافظ برای اعصاب (میکروگلی فنوتیپ- M2) طبقه‌بندی کرد (۲۳). بیان شده است که ضایعات مغزی، عفونت‌ها و تغییرات هیستوپاتولوژیک سبب فعال شدن سلول‌های میکروگلی می‌شود. این میکروگلی‌های فعال شده در فرآیندهای التهابی شرکت، با سلول‌های دیگر تعامل کرده و بر یکدیگر تأثیر می‌گذارند (۲۴). افزایش تعداد سلول‌های میکروگلی گروه درگیر با پارکینسون القائی در مطالعه حاضر می‌تواند ناشی از آسیب‌های بافتی و تغییرات هیستوپاتولوژیک نورونی است. در نهایت با توجه به نتایج مطالعه حاضر می‌توان بیان داشت که عصاره هیدروالکی گیاه پنیرک احتمالاً با خواص ضدالتهابی و آنتی‌اکسیدانی خود توان مقابله با تغییرات بافت‌شناختی نواحی فورنیکس و قسمت متراکم جسم سیاه مغز در مدل حیوانی از پارکینسون القائی را دارد. استفاده از روش‌های بررسی بیان ژنومی و روش استفاده از میکروسکوپ TEM می‌تواند اطلاعات بیشتری در این ارتباط ارائه نماید.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله نویسندگان این مقاله از تمامی عزیزانی که در پیشبرد این مطالعه یارگرمان بودند کمال تشکر و قدردانی را دارند.

1. Verkhodanova V, Coler M, Jonkers R, Lowie W. How expertise and language familiarity influence perception of speech of people with Parkinson's disease. *Clinical Linguistics & Phonetics*. 2022; 36(2-3):165-82.
2. Ungprasert P, Srivali N, Thongprayoon C. Gout is not associated with a lower risk of Parkinson's disease: A systematic review and meta-analysis. *Parkinsonism & Related Disorders*. 2015; 21(10): 1238-42.
3. Lutz SG, Holmes JD, Ready EA, Jenkins ME, Johnson AM. Clinical presentation of anxiety in Parkinson's disease: a scoping review. *OTJR: Occupation, Participation and Health*. 2016; 36(3): 134-47.
4. Heinzel S, Roeben B, Ben-Shlomo Y, Lerche S, Alves G, Barone P, et al. Prodromal markers in parkinson's disease: limitations in longitudinal studies and lessons learned. *Frontiers in Aging Neuroscience*. 2016; 8: 147.
5. Mariani E, Frabetti F, Tarozzi A, Pelleri MC, Pizzetti F, Casadei R. Meta-analysis of parkinson's disease transcriptome data using tram software: whole substantia nigra tissue and single dopamine neuron differential gene expression. *PloS One*. 2016; 11(9): e0161567.
6. Kano M, Takayanagi T, Harada K, Makino K, Ishikawa F. Antioxidative activity of anthocyanins

پارکینسون را مرتبط با این خواص پیاه پنیرک دانست. گزارشات بسیاری سلول‌های آستروسیت را به‌عنوان سد جدا کننده سیستم اعصاب مرکزی از بافت غیرعصبی (از طریق استقرار در اطراف عروق خونی، پرده‌های مننژ و ضایعات بافتی) و نقش این سلول‌ها در ممانعت از ورود مسیرها و سلول‌های التهابی به پارانشیم دستگاه عصبی مرکزی را بیان نموده‌اند. این سلول‌ها پتانسیل ضدالتهابی بسیار بالایی داشته و به‌عنوان تنظیم‌کننده اصلی پاسخ‌های التهابی در سیستم اعصاب مرکزی شناخته می‌شوند (۱۹). در مطالعه حاضر کاهش سلول‌های آستروسیت در گروه درگیر با پارکینسون القائی نشان‌دهنده آسیب شدید به سد خونی مغزی و متعاقب آن افزایش میزان التهاب و نهایتاً آسیب به اجسام نورونی است.

الیگودندروسیت‌ها نوعی از سلول‌های پشتیبان دستگاه اعصاب مرکزی هستند که وظیفه تولید میلین برای پوشش آکسون‌ها را بر عهده دارند. میلین انتشار تکانه عصبی در طول آکسون را تسهیل می‌بخشد (۲۰). در مطالعه حاضر تفاوت معنی‌داری در تعداد سلول‌های الیگودندروسیت در گروه‌های تجربی و شاهد مشاهده نشد که این می‌تواند به‌دلیل عملکرد متفاوت این سلول‌های در سیستم اعصاب مرکزی باشد. به‌جز سلول‌های اختصاصی دستگاه عصبی، میکروگلی‌های مشتق از سلول‌های میلوئید خونی به‌عنوان حسگرهای اولیه آسیب و به‌عنوان عامل مقابله

منابع

- from purple sweet potato, *Ipomoea batatas* cultivar Ayamurasaki. *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*. 2005; 69(5): 979-88.
7. Gonda R, Tomoda M, Kanari M, Shimizu N, et al. Constituents of the seed of *Malva verticillata*, VI, Characterization and immunological activities of a novel acidic polysaccharide. *Chem Pharm Bull (Tokyo)*. 1990; 10: 2771-4.
 8. Zargari A. medicinal plants. Tehran: University of Tehran; 2007.
 9. Scorrano S, Lazzoi MR, Mergola L, Di Bello MP, Del Sole R, Vasapollo G. Anthocyanins profile by Q-TOF LC/MS in *Myrtus communis* berries from Salento Area. *Food Analytical Methods*. 2017; 10: 2404-11.
 10. Yeole NB, Sandhya P, Chaudhari PS, Bhujbal PS. Evaluation of *Malva sylvestris* and *Pedaliun murex* mucilage as suspending agent. *International Journal of PharmTech Research*. 2010; 2(1): 385-9.
 11. Esteves PF, Sato A, Esquibel MA, de Campos-Buzzi F, Meira AV, Cechinel-Filho V. Antinociceptive activity of *Malva sylvestris* L. *Lat Am J Pharm*. 2009; 28(3): 454-6.
 12. Ghasemi Z, Kiasalari Z, Ebrahimi F, Ansari

- F, Sharayeli M, Roghani M. Neuroprotective effect of diosgenin in 6-hydroxydopamine-induced model of Parkinson's disease in the rat. *Daneshvar Medicine*. 2017; 25(2): 87-98.
13. Nikokalam Nazif N, Khosravi M, Ahmadi R, Bananej M, Majd A. The effect of ghrelin hormone on level of tumor necrosis factor alpha and gene expression of cytochrome b and interleukin 10 in substantia nigra in an animal model of Parkinson's disease. *Iranian Journal of Physiology and Pharmacology*. 2019; 3(1): 63-73.
14. Nikokalam Nazif N, Khosravi M, Ahmadi R, Bananej M, Majd A. Neuroprotective Effect of Quercetin in 1-Methyl-4-Phenyl-1, 2, 3, 6-Tetrahydropyridine-Induced Model of Parkinson's Disease. *The Neuroscience Journal of Shafaye Khatam*. 2019; 8(1):1-10.
15. Terohid SF, Mirazi M, Sarihi A. Study of hepatoprotective effect of *Malva neglecta* L. hydroethanolic leaf extract in male rat induced with carbon tetrachloride. *Journal of Cell & Tissue*. 2015; 5(1): 31-42.
16. Mohanakumar KP, Thomas B, Sharma SM, Muralikrishnan D, Chowdhury R, Chiueh CC. Nitric oxide: an antioxidant and neuroprotector. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2002; 962(1): 389-401.
17. Yarijani ZM, Godini A, Madani SH, Najafi H. Reduction of cisplatin-induced renal and hepatic side effects in rat through antioxidative and anti-inflammatory properties of *Malva sylvestris* L. extract. *Biomedicine & Pharmacotherapy*. 2018; 106: 1767-74.
18. Mousavi SM, Hashemi SA, Behbudi G, Mazraedoost S, Omidifar N, Gholami A, Chiang WH, Babapoor A, Pynadathu Rumjit N. A review on health benefits of *Malva sylvestris* L. nutritional compounds for metabolites, antioxidants, and anti-inflammatory, anticancer, and antimicrobial applications. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2021; 1-13.
19. Sofroniew MV. Astrocyte barriers to neurotoxic inflammation. *Nature Reviews Neuroscience*. 2015; 16(5): 249-63.
20. Zhang X, Zhang R, Awan MU, Bai J. The Mechanism and Function of Glia in Parkinson's Disease. *Frontiers in Cellular Neuroscience*. 2022; 16.
21. Prinz M, Priller J. Microglia and brain macrophages in the molecular age: from origin to neuropsychiatric disease. *Nature Reviews Neuroscience*. 2014; 15(5): 300-12.
22. Biondetti E, Santin MD, Valabregue R, Mangone G, Gaurav R, Pyatigorskaya N, et al. The spatiotemporal changes in dopamine, neuromelanin and iron characterizing Parkinson's disease. *Brain*. 2021; 144: 3114-3125.
23. Chen J, Mao K, Yu H, Wen Y, She H, Zhang H, et al. p38-TFEB pathways promote microglia activation through inhibiting CMA-mediated NLRP3 degradation in Parkinson's disease. *J. Neuroinflammation*. 2021; 18: 295.
24. Choi I, Zhang Y, Seegobin SP, Pruvost M, Wang Q, Purtell K, et al. Microglia clear neuron-released alpha-synuclein via selective autophagy and prevent neurodegeneration. *Nat. Commun*. 2020; 11: 1386.