

## اثر تجویز خوراکی برگ چغندر بر میزان احساس درد در موش‌های صحرایی دیابتی نر

دکتر مهرداد روغنی<sup>۱</sup>، دکتر توراندخت بلوچ نژاد مجرد<sup>۲</sup>

### چکیده

**مقدمه:** برخی حیوانات آزمایشگاهی نظیر موش صحرایی دیابتی در دراز مدت یک پاسخ نوسی سپتیمو تشدید شده به محرک‌های شیمیایی، مکانیکی، و حرارتی نشان می‌دهند. از طرف دیگر، هیپرآلژزی بعنوان یکی از نشانه‌های مهم نوروپاتی ناشی از دیابت قندی در برخی از انسان‌های مبتلا شناخته می‌شود. با توجه به وجود شواهد در طب سنتی و نوین مبنی بر اثر ضد دیابتی برگ چغندر، در تحقیق حاضر اثر ضد درد احتمالی مصرف خوراکی برگ چغندر در موش‌های صحرایی نر دیابتی شده توسط داروی استرپتوزوتوسین مورد بررسی تحقیقاتی قرار گرفت.

**روش کار:** برای انجام کار، موش‌ها به طور تصادفی به پنج گروه کنترل، کنترل تیمار شده با برگ چغندر، کنترل تیمار شده با سدیم سالیسیلات (کنترل مثبت)، دیابتی، و دیابتی تیمار شده با برگ چغندر تقسیم بندی شدند. پس از گذشت یک ماه، پاسخ نوسی سپتیمو در دو مرحله حاد و مزمن از آزمون فرمالین، برمینای یک معیار چهار درجه‌ای سنجش درد، مورد ارزیابی کمی قرار گرفت.

**نتایج:** نتایج حاصله نشان داد که در موش‌های دیابتی، نمرات درد در هر دو فاز آزمون افزایش می‌یابد و تجویز خوراکی برگ چغندر به مدت یک ماه هر چند موجب کاهش معنی دار سطح گلوکز سرم گردید، ولی کاهش معنی دار نمرات درد را در هر دو فاز آزمون باعث نگردید. به علاوه، گروه کنترل دریافت کننده سدیم سالیسیلات نیز کاهش معنی دار در نمره درد را فقط در فاز دوم آزمون فرمالین نشان داد.

**نتیجه گیری:** به طور خلاصه، می‌توان گفت که تجویز برگ چغندر به مدت یک ماه به موش‌های دیابتی علیرغم اعمال اثرات ضد دیابتی، موجب تخفیف معنی دار پاسخ نوسی سپتیمو در موش‌های دیابتی در آزمون فرمالین نمی‌گردد.

**واژگان کلیدی:** برگ چغندر، دیابت قندی، استرپتوزوتوسین، درد، آزمون فرمالین، موش صحرایی

### مقدمه

کلیوی، نوروپاتی، ضایعات پوستی، اختلالات سیستم قلب و گردش خون همراه می‌باشد (۲). درد ناشی از نوروپاتی اعصاب محیطی یکی از شکایات مهم بالینی افراد مبتلا به دیابت قندی محسوب می‌شود و کیفیت زندگی این افراد را تحت تاثیر قرار می‌دهد. بنابراین تعدیل درد در این افراد از اهمیت زیادی برخوردار است (۳، ۴). نتایج برخی تحقیقات اخیر نشان می‌دهد که قند خون بالا با اعمال اثرات توکسیک روی سیستم عصبی محیطی یکی از علل بروز نوروپاتی دردناک می‌باشد (۵). بر خلاف شواهد موجود، نتایج برخی تحقیقات دیگر نشان می‌دهد که هیپرگلیسمی تاثیری در

بیماری دیابت قندی یکی از شایع‌ترین بیماری‌های سیستم غدد درون‌ریز بدن محسوب می‌شود که بر اساس پیش‌بینی به عمل آمده، شیوع آن در جامعه انسانی در آینده افزایش خواهد یافت (۱). کمبود و یا کاهش نسبی میزان انسولین در این بیماری، با عوارض متابولیکی حاد نظیر کتواسیدوز و اغمای هیپراسمولار و با اختلالات متابولیک مزمن و عوارض نامطلوب در درازمدت نظیر رتینوپاتی، گرفتاری عروق

۱- استادیار گروه فیزیولوژی- تهران، دانشگاه شاهد، دانشکده پزشکی، گروه فیزیولوژی.

۲- دانشیار گروه فیزیولوژی- تهران، دانشگاه علوم پزشکی ایران،

دانشکده پزشکی، گروه فیزیولوژی.

تغییر آستانه درد ندارد(۶). با توجه به اینکه تا کنون ترکیب دارویی مناسب عاری از عوارض جانبی برای درمان برخی حالات درد حاد و مزمن به ویژه در مورد دیابت قندی یافت نشده، لذا توجه محققان بسیاری به گیاهان دارویی معطوف شده است. در این ارتباط طب سنتی و گیاهان دارویی منبع مناسبی جهت یافتن داروهای ضد درد می باشد(۷). گیاه چغندر یک گیاه با پراکندگی وسیع در دنیا محسوب می شود که در طب سنتی شواهدی مبنی بر اثرات ضد دیابتی (هیپوگلیسمیک) آن یافت می شود. به علاوه اثر هیپوگلیسمیک آن قبلاً در خرگوش های دیابتی شده توسط داروی آلوکسان به اثبات رسیده است(۸، ۹). به علاوه آتا<sup>۱</sup> و همکاران (۱۹۹۸) با بررسی عصاره برگ چغندر<sup>۲</sup> نشان دادند که هر چند این ماده فاقد اثر ضد دردی در تست حرارتی هات پلیت<sup>۳</sup> و آزمون رنجش القا شده بر اثر تزریق داخل صفاقی اسید استیک<sup>۴</sup> در موش آزمایشگاهی نرمال بوده ولی دارای اثرات ضد التهابی نسبتاً قوی می باشد(۱۰). با در نظر گرفتن این موضوع که در موش های صحرایی دیابتی شده توسط استرپتوزوتوسین پس از گذشت یک ماه به طور غیر منتظره افزایش محسوس پاسخ نوسی سپتو (هیپرآلژی<sup>۵</sup>) در برخی تست های سنجش درد نظیر آزمون فرمالین مشاهده می گردد(۱۱) و با در نظر گرفتن اثر ضد دیابتی تجویز برگ چغندر(۸)، لذا در این تحقیق اثر ضد دردی تجویز خوراکی برگ چغندر در مدل تجربی دیابت قندی با استفاده از داروی استرپتوزوتوسین در موش صحرایی نر با استفاده از

آزمون فرمالین به روش استاندارد مورد بررسی تحقیقاتی قرار گرفت.

### روش کار

در این تحقیق تجربی از موش های صحرایی نر سفید نژاد ویستار (تعداد = ۴۰) (انستیتو پاستور، تهران) در محدوده وزنی  $45 \pm 230$  گرم (در شروع بررسی) استفاده گردید. تمام حیوانات در آزمایشگاه حیوانات در دمای  $21 \pm 2$  درجه سانتی گراد در گروه های سه تا چهار تایی در هر قفس قرار داده شدند. ضمناً حیوانات آزادانه به آب لوله کشی و غذای مخصوص موش<sup>۶</sup> و یا غذای مخلوط شده با پودر برگ چغندر به نسبت مشخص به مدت یک ماه دسترسی داشتند. به منظور حصول حالت سازش با محیط، تمامی آزمایشات پس از گذشت حداقل دو هفته پس از استقرار حیوانات به انجام رسید.

برای تهیه غذای حاوی برگ چغندر پس از خریداری برگ چغندر در اوایل مرداد ماه و تأیید علمی و سیستماتیک آن توسط بخش گیاه شناسی دانشکده علوم دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی (نورانی و همکاران)، برگ های سالم، سبز و تازه آن جدا و شسته شده و پس از برش زدن به قطعات کوچک، در درجه حرارت اطاق در سایه خشک گردیدند. پس از آسیاب نمودن، پودر به دست آمده با یک نسبت ۱/۱۵ با غذای پودر شده و استاندارد موش (شرکت خوراک پارس دام، تهران) مخلوط و مجدداً غذای Pelleted با استفاده از دستگاه Pellet-maker طراحی شده در داخل کشور تولید گردید و در دمای آزمایشگاه (۳۰-۲۸ درجه سانتی گراد) با تهویه مناسب خشک گردید.

در ارتباط با حیوانات مورد استفاده در این بررسی، از آن دسته از موش های صحرایی نر استفاده

- 1 - Atta.
- 2 - Beta vulgaris.
- 3 - Hot plate.
- 4 - Acetic acid-induced writhing.
- 5 - Hyperalgesia.

6 - Standard pelleted food.

شد که در شرایط طبیعی بدون برقراری حالت روزه داری میزان گلوکز سرم آنها پائین تر از حد ۲۵۰ میلی گرم بر دسی لیتر بود. موش‌ها به طور کاملاً تصادفی به پنج گروه: گروه کنترل، گروه کنترل دریافت کننده سدیم سالیسیلات (گروه کنترل مثبت)، گروه دیابتی، و گروه دیابتی دریافت کننده برگ چغندر تقسیم شدند. گروه کنترل مثبت، داروی سدیم سالیسیلات را به میزان ۲۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم به طور داخل صفاقی یک ساعت قبل از انجام بررسی دریافت نمود. برای دیابتی نمودن حیوانات از داروی استرپتوزوتوسین<sup>۱</sup> به صورت تک دوز و داخل صفاقی به میزان ۶۰ میلی گرم بر کیلوگرم حل شده در محلول سالین فیزیولوژیک سرد استفاده گردید. حجم تزریق محلول به حیوانات در هر گروه ۰/۵ میلی لیتر بود. پس از گذشت یک ماه، آزمون فرمالین بر روی تمام موش‌ها انجام گرفت. در این ارتباط در مورد هر موش آزمون فرمالین فقط یک بار انجام پذیرفت. وزن حیوانات در هفته قبل از بررسی و در هفته‌های دوم و چهارم پس از بررسی تعیین گردید. به علاوه، اندازه‌گیری میزان گلوکز سرم توسط روش آنزیمی گلوکز اکسیداز (زیست شیمی، تهران) و با استفاده از اسپکتروفتومتر (اسپکترونیک مدل ۲۰، آمریکا) در طول موج ۵۲۰ نانومتر، قبل از انجام کار و در هفته‌های دوم و چهارم به انجام رسید.

برای آزمون فرمالین از روش متداول دایبسون و دنیس<sup>۲</sup> استفاده گردید (۱۲). بدین ترتیب که حیوان در یک محفظه از جنس پلکسی گلاس (۳۰×۳۰×۳۰ سانتی متر) تحت شرایط آرام قرار گرفت. در قسمت

زیر محفظه آینه‌ای با زاویه ۴۵ درجه قرار داشت تا وضعیت کف پای حیوان کاملاً مشخص باشد. پس از گذشت یک ساعت ۵۰ میکرولیتر از محلول فرمالین ۲/۵ درصد به صورت زیر جلدی به کف پای حیوان تزریق شد و شدت درد حیوان بر اساس تقسیم بندی زیر به چهار درجه تفکیک گردید: صفر: حیوان بدون توجه به پای تزریق شده می نشیند و یا راه می رود، ۱: پای حیوان با محفظه تماس داشته ولی حیوان وزن بدن خود را بیشتر روی پای سالم خود می اندازد، ۲: حیوان پنجه دردناک را کاملاً از سطح محفظه بلند می نماید، ۳: حیوان پنجه تزریق شده را از شدت درد می لیسند، گاز می گیرد یا به شدت تکان می دهد. ثبت پاسخ‌های رفتاری بلافاصله پس از تزریق فرمالین آغاز و تا دقیقه ۶۰ ادامه می یافت. در این ارتباط پاسخ در هر ۱۵ ثانیه ثبت و به عنوان شاخصی از میزان درد در آزمون فرمالین در نظر گرفته می شد. با استفاده از این روش اعداد صفر تا ۳ برای امتیاز درد در زمان‌های مختلف بدست می آمد. میانگین درد در ده دقیقه اول بعد از تزریق فرمالین به عنوان مرحله ابتدایی یا حاد<sup>۳</sup> و در دقایق ۱۶ تا ۶۰ بعنوان مرحله مزمن یا تاخیری<sup>۴</sup> در نظر گرفته شد.

برای آنالیز آماری از آزمون‌های تی زوج و آنوا یک طرفه و در مورد اخیر در صورت معنی دار شدن از آنالیز توکی استفاده گردید. به علاوه،  $p < 0/05$  بعنوان سطح معنی دار در نظر گرفته شد.

## نتایج

در مطالعه حاضر، وزن حیوانات و میزان گلوکز سرم هفته قبل از بررسی و در هفته‌های دوم و

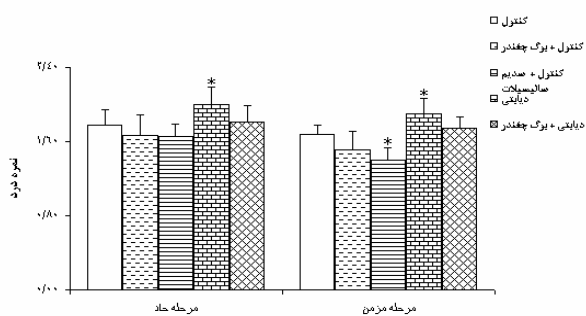
1 - STZ: Streptozotocin.

2 - Dubuisson and Dennis.

3 - First phase.

4 - Latent Phase.

نمودار ۱ نتایج حاصل از آزمون فرمالین را در دو فاز حاد و مزمن در گروه‌های مختلف نشان می‌دهد. تزریق داخل پنجه فرمالین یک پاسخ بارز دو فازی را در تمام گروه‌ها ایجاد نمود. هیپرآلژزی القا شده بر اثر فرمالین در موش‌های دیابتی درمان نشده در هر دو فاز تست فرمالین بیشتر از گروه کنترل بود ( $p < 0/05$ ). هم‌چنین تجویز سدیم سالیسیلات موجب کاهش معنی‌دار نمره درد در فاز دوم تست فرمالین در مقایسه با گروه کنترل گردید ( $p < 0/05$ ). هر چند تجویز خوراکی برگ چغندر به مدت یک ماه به موش‌های گروه کنترل و گروه دیابتی شده به ترتیب موجب کاهش در نمرات درد در هر دو فاز آزمون فرمالین در مقایسه با گروه کنترل و گروه دیابتی درمان نشده به میزان ۶/۲ درصد و ۱۰/۱ درصد برای گروه کنترل تیمار شده و به میزان ۹/۹ درصد و ۷/۸ درصد برای گروه دیابتی تیمار شده گردید، ولی اختلافات موجود از نظر آماری معنی‌دار نبود.



نمودار ۱. اثر تجویز خوراکی برگ چغندر بر میزان درد در آزمون فرمالین در موش‌های دیابتی شده توسط استرپتوزوتوسین (60 mg/Kg) پس از گذشت یک ماه در دو مرحله حاد و مزمن (نتایج به صورت  $Mean \pm 2 SEM$  گزارش شده است)

چهارم پس از بررسی تعیین گردید (جدول ۱). در خصوص وزن، مشخص گردید که در هفته قبل از بررسی هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری بین گروه‌ها یافت نمی‌شود. اما در موش‌های دیابتی تیمار نشده، کاهش معنی‌داری در وزن هفته دوم ( $p < 0/05$ ) و هفته چهارم ( $p < 0/01$ ) نسبت به گروه کنترل مشاهده گردید. در مورد گروه کنترل نیز افزایش وزن در هفته‌های دوم و چهارم پس از بررسی، نسبت به هفته قبل از بررسی مشاهده گردید. گروه‌های دیابتی تحت تیمار با برگ چغندر نیز مشابه گروه دیابتی درمان نشده کاهش وزن را در هفته‌های دوم و چهارم در مقایسه با گروه کنترل نشان دادند، هر چند که این کاهش بسیار مختصر و از نظر آماری معنی‌دار نبود.

در ارتباط با میزان گلوکز سرم مشخص شد که در هفته قبل از بررسی هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری بین گروه‌ها یافت نمی‌شود. اما در موش‌های دیابتی درمان نشده، افزایش معنی‌دار سطح گلوکز در هفته‌های دوم و چهارم ( $p < 0/001$ ) پس از بررسی در مقایسه با گروه کنترل مشاهده گردید. تیمار با برگ چغندر هیچ‌گونه تغییر معنی‌داری در سطح گلوکز گروه‌های کنترل در هفته‌های دوم و چهارم پس از بررسی در مقایسه با گروه کنترل ایجاد نمود. اما درمان موش‌های دیابتی با برگ چغندر موجب کاهش معنی‌دار سطح گلوکز در هفته دوم ( $p < 0/01$ ) و هفته چهارم ( $p < 0/001$ ) در مقایسه با گروه دیابتی درمان نشده در همین دوره‌های زمانی گردید.

جدول ۱- تغییرات وزن و میزان گلوکز سرم در موش‌های صحرایی گروه‌های کنترل و دیابتی به دنبال تجویز خوراکی برگ چغندر

میزان گلوکز سرم (mg/dl)			وزن حیوان (گرم)			
هفته ۴	هفته ۲	هفته ۰	هفته ۴	هفته ۲	هفته ۰	
۱۲۳/۴ ± ۱۹/۴	۱۲۶/۷ ± ۲۲/۶	۱۳۱/۵ ± ۲۶/۱	۲۶۷/۵ ± ۱۱/۸	۲۵۱/۵۲ ± ۱۴/۶	۲۳۸/۱ ± ۸/۴	کنترل
۱۲۳/۶ ± ۱۸/۲	۹۹/۸ ± ۲۲/۲	۱۱۱/۲ ± ۲۵/۶	۲۹۰/۲ ± ۱۹*	۲۸۵/۳ ± ۲۱*	۲۴۸ ± ۱۵/۴	کنترل + برگ چغندر
۴۰۱/۳ ± ۱۶/۸***	۴۰۹/۴ ± ۱۶/۸***	۱۱۸/۹ ± ۱۳/۶	۱۹۰/۷ ± ۱۳/۴**	۲۱۱/۳ ± ۴/۱۴*	۲۴۱/۷ ± ۱۰/۸	دیابتی
۱۶۱/۲ ± ۳۹	۲۷۴/۵ ± ۳۸/۴*	۱۲۶/۱ ± ۱۵/۲	۲۷۱/۸ ± ۳۴/۴	۲۸۷ ± ۲۱/۶	۲۹۳/۱ ± ۲۶/۴	دیابتی + برگ چغندر

نتایج به صورت Mean ± 2 SEM گزارش شده است  
 (در مقایسه با هفته قبل از بررسی) \* p < 0.05, \*\* p < 0.01, \*\*\* p < 0.001

## بحث

می‌دهد (۱۱، ۱۳). از طرف دیگر نتایج تحقیقات اخیر نشان می‌دهد که موش‌های صحرایی دیابتی شده توسط استرپتوزوتوسین را می‌توان به عنوان مدل درد مزمن به حساب آورد که در مورد آن نشانه‌های هیپرالژزی و آلودینی<sup>۲</sup> در کوتاه مدت (۱ الی دو ماه) به خوبی مشاهده می‌شود (۱۴). با توجه با اینکه در فاز مزمن تست فرمالین مکانیسم‌های محیطی و در فاز حاد آن مکانیسم‌های مرکزی دخالت دارند (۱۵، ۱۶) و تریق داخل صفاقی سدیم سالیسیلات به موش‌های گروه کنترل موجب کاهش میزان احساس درد فقط در فاز دوم آزمون گردید، لذا این ماده از طریق یک مکانیسم محیطی اثرات خود را اعمال می‌کند.

نتایج به دست آمده در این تحقیق نشان داد که مصرف یک ماهه برگ چغندر می‌تواند اثرات هیپوگلیسمیک در حد متوسط فقط در مدل تجربی دیابت قندی در موش صحرایی ایجاد نماید و به همین دلیل از کاهش زیاد وزن در حیوانات دیابتی تیمار شده جلوگیری نماید. موضوع شایان ذکر در خصوص گروه کنترل تحت تیمار با برگ چغندر، درصد بیشتر و افزایش معنی دار وزن حیوانات این گروه در هفته چهارم در مقایسه با گروه کنترل بود هر چند که از نظر

نتایج بررسی حاضر نشان داد که میزان گلوکز سرم در گروه دیابتی تحت درمان با برگ چغندر کاهش معنی داری را در مقایسه با گروه دیابتی در هفته‌های دوم و چهارم نشان می‌دهد ولی این تیمار فاقد اثر آنالژزیک در موش‌های دیابتی پس از گذشت یک ماه می‌باشد.

نتایج تحقیقات قبلی نشان می‌دهد که موش‌های صحرایی دیابتی شده توسط استرپتوزوتوسین به طور غیر منتظره یک رفتار تشدید شده مربوط به درد را در آزمون فرمالین به دنبال تجویز محرک‌های شیمیایی بداخل پنجه پا پس از گذشت ۳-۴ هفته نشان می‌دهند که خود دلالت بر وجود مکانیسم‌های غیر نرمال و متعدد در پردازش سیگنال‌های محیطی درد دارد (۱۱). قبلاً وجود هیپرالژزی مکانیکی به عنوان اولین نشانگان نوروپاتی دیابتیک به اثبات رسیده است که علت آن تا حدودی به اثرات توکسیک مقادیر بالای گلوکز بر سیستم عصبی محیطی و فعال شدن مسیرهای بیوشیمیایی آلدوز ردوکتاز و پولیول<sup>۱</sup> نسبت داده شده است (۱۳). به علاوه وجود حالت دیابت، پردازش سیگنال‌های درد را در ناحیه نخاع تحت تاثیر قرار

2- Allodynia.

1 - Polyol.

### تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله مراتب تشکر وافر خود را از همکاری سرکار خانم فریبا انصاری کارشناس گروه فیزیولوژی دانشکده پزشکی شاهد در تهیه مواد، وسایل و کمک به انجام آزمایشات اعلام می‌دارند.

### منابع

1. American diabetes association: Clinical practice recommendation, screening for diabetes. *Diabetes Care* 1997; 20: 22-24.
2. Gleckman R, Mory J. Diabetes related foot infection. *Journal of Contemporary Internal Medicine* 1994; 6: 57-62.
3. Galer BS, Gianas A, Jensen MP. Painful diabetic polyneuropathy: epidemiology, pain description, and quality of life. *Diabetes Res Clin Pract* 2000; 47:123-128.
4. Dobretsov M, Hastings SL, Romanovsky D, et al. Mechanical hyperalgesia in rat models of systemic and local hyperglycemia. *Brain Res* 2003; 960: 174-183.
5. Dobretsov M, Hastings SL, Stimers JR, Zhang JM. Mechanical hyperalgesia in rats with chronic perfusion of lumbar dorsal root ganglion with hyperglycemic solution. *J Neurosci Methods* 2001; 110: 9-15.
6. Raz I, Hasdai D, Seltzer Z, Melmed RN. Effect of hyperglycemia on pain perception and on efficacy of morphine analgesia in rats. *Diabetes* 1988; 37: 1253-1259.
7. Nakamura CM, Follenfant RL. Effect of lamotrigine in the acute and chronic hyperalgesia induced by PGE2 and in the chronic hyperalgesia in rats with streptozotocin-induced diabetes. *Pain* 1995;63, 33-37.
8. Yanardag R, Colak H. Effect of Chard (*Beta vulgaris* L. var. cicla) on blood glucose levels in normal and alloxan-induced diabetic rabbits. *Pharmacy and pharmacology communications* 1998; 4: 309-311.
9. Yanardag R, Bolkent S, Ozsoy SO, Karabulut BO. The effect of Chard (*Beta*

میزان گلوکز سرم هیچگونه تغییر معنی‌داری در گروه کنترل تحت تیمار مشاهده نگردید. هم‌چنین با مشاهده و ثبت میزان مصرف غذا در مورد هر قفس معلوم گردید که به طور کلی حیوانات هر دو گروه کنترل و دیابتی تحت تیمار در مقایسه با گروه‌های معادل خود یعنی کنترل و دیابتی تیمار نشده، مقدار بیشتری از غذا مصرف می‌نمایند که این علیرغم تغییرات ایجاد شده در مزه غذا است که ممکن است حین تهیه غذای حاوی برگ چغندر بوجود آمده باشد. در توجیه اثرات سودمند مصرف برگ چغندر در طی یک ماه، هر چند که ماهیت شیمیایی مواد فعال موجود در برگ چغندر با خاصیت ضد دیابتی به خوبی شناخته نشده است، ولی نتایج تحقیقات قبلی نشان داده است که پلی ساکاریدها، فلاونوئیدها، گلیکوپروتئین و پلی پپتیدها، استروئیدها، آلکالوئیدها و پکتین موجود در گیاهان دارویی می‌توانند خاصیت هیپوگلیسمیک و هیپولیپیدمیک برخی از گیاهان مؤثر در درمان دیابت از جمله برگ چغندر را از نظر جلوگیری از تغییرات بیوشیمیایی خون به خوبی توجیه کنند (۱۸،۱۷). در این راستا ساپونین‌ها و فلاونوئیدهای با خاصیت کاهش دهنده قند خون از برگ چغندر جداسازی شده است. به علاوه، این گیاه دارای مقادیر بالای کاروتنوئیدها (نظیر کاپسانتین، آلفا و بتا-کاروتن، و لوتئین)، ویتامینهای C، E، A، B و فلاونوئیدها می‌باشد که برخی از این مواد می‌توانند اثرات هیپوگلیسمیک تجویز برگ چغندر را در مدل تجربی دیابت قندی تا حدودی توجیه کنند (۱۹).

به طور خلاصه، تجویز خوراکی برگ چغندر هر چند موجب بهبود حالت گلیسمیک در موش‌های صحرایی دیابتی القا شده توسط استرپتوزوتوسین می‌گردد، ولی بر هیپرآلژزی ناشی از دیابت قندی پس از گذشت یک ماه در آزمون فرمالین تاثیر ندارد.

- vulgaris L. var. cicla) extract on the kidney tissue, serum urea, and creatinine levels of diabetic rats. *Phytotherapy Research* 2002; 16: 758-761.
10. Atta AH, Alkofahi A. Anti nociceptive and anti inflammatory effects of some Jordanian medicinal plant extracts. *Jouranl of Ethnopharmacology* 1998; 60: 117-124.
11. Cesena RM, Caleutt NA. Gabapentin prevents hyperalgesia during the formalin test in diabetic rats. *Neurosci Lett* 262: 101-104.
12. Dubuisson D, Dennis SG. The formalin test: a quantitative study of the analgesic effects of morphine, meperidine, and brain stem stimulation in rats and cats. *Pain* 1977; 4: 161-174.
13. Calcutt NA. Potential mechanisms of neuropathic pain in diabetes. *Int Rev Neurobiol* 2002; 50: 205-228.
14. Piercy V, Banner SE, Bhattacharyya A, et al. Thermal, but not mechanical, nociceptive behavior is altered in the Zucker diabetic, fatty rat and is independent of glycemic status. *J Diabetes Complications* 1999; 13: 163-169.
15. Shibata M, Ohkubo T, Takahashi H, Inoki R. Modified formalin test: characteristic biphasic pain response. *Pain* 1989; 38: 347-352.
16. Rosland JH, Tjolsen A, Maehle B, Hole K. The formalin test in mice effect of formalin concentration. *Pain* 1990; 42, 235-242.
17. Shimizu M, Ito T, Terashima S, et all. Inhibition of lens aldose reductase by flavonoids. *Phytochemistry* 1984; 23: 1885-1888.
18. Tomoda M, Shimada K, Konno C, Hikini H. Structure of Panaxan B: a hypoglycemic glycan of Panax ginseng roots. *Phytochemistry* 1985; 24: 2431-2433.
19. Masayuki Y, Shoichi H. Extraction of blood glucose lowering saponins from Beta vulgaris. *Jpn Kokaia Tokkyo Koho JP* 1997; 220: 177.