

## سنجش سطح سرمی سلنوپروتئین P و استرس اکسیداتیو در سرم بیماران دیابتی تیپ ۲ و ارتباط آن‌ها با سطوح سرمی گلوکز و پارامترهای لیپیدی خون طی یک مطالعه‌ی موردی-شاهدی

امیرحسین افتخاری<sup>۱</sup>، فاطمه ازگلینی<sup>۲</sup>، محسن فیروززای<sup>۳\*</sup>

تاریخ دریافت ۱۴۰۰/۰۲/۰۷ تاریخ پذیرش ۱۴۰۰/۱۰/۰۱

### چکیده

**پیش‌زمینه و هدف:** دیابت ملیتوس نوع ۲ یک نوع اختلال متابولیکی پیچیده بوده که عوامل استرس اکسیداتیو در ایجاد و پیشرفت آن موثر هستند. سلنوپروتئین P (SelP) به دلیل نقشی که در استرس اکسیداتیو و نیز مقاومت به انسولین دارد، سطوح آن در دیابت نوع ۲ می‌تواند از اهمیت بالایی برخوردار باشد. بر این اساس در این مطالعه به بررسی میزان SelP و شاخص‌های استرس اکسیداتیو در سرم بیماران دیابتی تیپ ۲ و تعیین میزان همبستگی آن‌ها با سطح سرمی گلوکز و پارامترهای لیپیدی پرداخته شد.

**مواد و روش کار:** تعداد ۹۰ نفر در این مطالعه شرکت کردند که این تعداد شامل ۴۵ فرد مبتلا به دیابت نوع ۲ (۲۲ مرد و ۲۳ زن) و ۴۵ فرد کنترل همسان‌سازی شده بر اساس سن، جنس و شاخص توده بدنی (BMI) (۲۲ مرد و ۲۳ زن) بود. سپس از افراد مطالعه ۱۰ میلی‌لیتر خون گرفته شد و پس از جداسازی سرم، سطح سرمی SelP با استفاده از کیت الایزا اندازه‌گیری گردید. میزان سطح سرمی HbA1c، FBS و پروفایل لیپیدی به وسیله اتوآنالایزر بررسی گردید. به منظور بررسی نمونه‌های سرمی از نظر استرس اکسیداتیو، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام (Total Antioxidant Capacity) بر اساس احیای یون فریک توسط قدرت آنتی-اکسیدانی با روش FRAP اندازه‌گیری گردید و نیز به منظور ارزیابی از نظر پراکسیداسیون لیپیدی مالون دی آلدئید (Malondialdehyde) با روش فلوریمتری اندازه‌گیری شد.

**یافته‌ها:** سطح سرمی SelP در بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ به‌طور معناداری بیشتر از گروه کنترل بود ( $p < 0.001$ ). همچنین سطح سرمی MDA و TAC در گروه بیماران در مقایسه با گروه کنترل به ترتیب کاهش و افزایش معناداری نشان داد ( $p < 0.001$ ). در بررسی دیگر مشاهده شد در افراد مورد مطالعه ارتباط معنادار و مستقیمی بین غلظت سرمی SelP و سطوح HbA1c ( $r = 0.748, p < 0.001$ )، FBS ( $r = 0.772, p < 0.001$ )، TG ( $r = 0.317, p = 0.001$ )، VLDL-C ( $r = 0.319, p = 0.001$ )، MDA ( $r = 0.719, p < 0.001$ ) و ارتباط معکوس و معناداری بین غلظت سرمی SelP با میزان سرمی TAC ( $r = 0.495, p < 0.001$ ) وجود دارد. همچنین نشان داده شد که در افراد مورد مطالعه سطح سرمی TAC با سطوح HbA1c ( $r = -0.463, p < 0.001$ )، FBS ( $r = -0.468, p < 0.001$ )، TG ( $r = -0.256, p < 0.001$ )، VLDL-C ( $r = -0.244, p = 0.015$ )، TC ( $r = -0.213, p < 0.033$ ) و ارتباط معکوس و معناداری دارد. همچنین نشان داده شد که در افراد مورد مطالعه سطح سرمی MDA با سطوح HbA1c ( $r = -0.719, p < 0.001$ )، FBS ( $r = -0.699, p < 0.001$ )، TG ( $r = -0.022, p = 0.002$ )، VLDL-C ( $r = -0.308, p = 0.002$ ) و ارتباط مستقیم و معناداری دارد.

**بحث و نتیجه‌گیری:** بر اساس یافته‌های این مطالعه به نظر می‌رسد سطوح بالای SelP از طریق مسیرهای استرس اکسیداتیو در پاتوژنز بیماری دیابت نوع ۲ نقش داشته باشد.

**کلیدواژه‌ها:** دیابت نوع ۲، استرس اکسیداتیو، سلنوپروتئین P، پارامترهای لیپیدی

مجله مطالعات علوم پزشکی، دوره سی و دوم، شماره هشتم، ص ۶۰۶-۵۹۷، آبان ۱۴۰۰

آدرس مکاتبه: دانشکده پزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شاهرود، شاهرود، ایران، تلفن: ۰۹۱۲۱۹۹۶۹۷۶

Email: firoozraim@yahoo.com

### مقدمه

اختلال در متابولیسم قند، چربی و پروتئین‌ها به علت نقص در ترشح انسولین، عملکرد انسولین و یا هر دو می‌باشد (۱). دیابت از بیماری‌های است که ایجاد ROS در آن بالاست و یکی از مهم‌ترین

دیابت ملیتوس یک اختلال متابولیکی شایع با علل مختلف است. یکی از مشخصه‌های دیابت افزایش مزمن قند خون همراه با

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد بیوشیمی بالینی، دانشکده پزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شاهرود، شاهرود، ایران

<sup>۲</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد بیوشیمی بالینی، دانشکده پزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شاهرود، شاهرود، ایران

<sup>۳</sup> استاد بیوشیمی بالینی، دانشکده پزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شاهرود، شاهرود، ایران (نویسنده مسئول)

## مواد و روش کار

این مطالعه از نوع مقطعی و موردی-شاهدی بوده و شامل ۴۵ بیمار مبتلا به دیابت نوع ۲ (۲۲ مرد و ۲۳ زن) و ۴۵ فرد کنترل (۲۲ مرد و ۲۳ زن) بود. انتخاب افراد مورد مطالعه به صورت در دسترس از بین بیماران مراجعه کننده به کلینیک های دیابت شهر تاکستان، انجام شد. تعریف گروه بیمار بر اساس معیارهای انجمن دیابت آمریکا و به شرح ذیل انجام شد؛ افرادی در محدوده سنی ۴۰ تا ۶۰ سال که به مرکز مشاوره دیابت بیمارستان شقای شهرستان تاکستان مراجعه کردند و دارای گلوکز ناشتای بالای 126 mg/dl و HbA1c بالای ۶/۵ درصد بودند به عنوان فرد مبتلا به بیماری دیابت نوع ۲ در نظر گرفته شدند. عدم سابقه بیماری های اندوکراین از قبیل پرکاری یا کم کاری تیروئید، عدم سابقه بیماری های کبدی از قبیل هپاتیت، عدم دریافت انسولین، عدم ابتلا به دیابت نوع ۱، مدت دارا بودن دیابت کمتر از ده سال، عدم ابتلا به بیماری های عفونی و التهابی، عدم ابتلا به دیابت حاملگی و عدم استفاده از هر دارویی بیشتر از ۶۰ روز از معیارهای ورود به مطالعه افراد بیمار در نظر گرفته شد. افراد گروه کنترل در محدوده سنی ۴۰ سال به بالا و با گلوکز ناشتای پایین تر از 100 mg/dl از بین داوطلبین سالم مراجعه کننده به آزمایشگاه بیمارستان شقای شهرستان تاکستان انتخاب شدند. گلوکز ناشتا و میزان HbA1c غیرطبیعی، افراد با سابقه ابتلا به بیماری های اندوکراین از قبیل پرکاری یا کم کاری تیروئید، افراد با سابقه ابتلا به بیماری های کبدی از قبیل هپاتیت، دارا بودن سن کمتر از ۴۰ سال، افراد با سابقه ابتلا یا مبتلا به بیماری های عفونی و التهابی (مثل آرتریت روماتوئید، لوپوس و غیره) و داشتن سابقه فامیلی دیابت در بستگان درجه یک از معیارهای خروج برای افراد گروه کنترل در نظر گرفته شد.

پس از کسب رضایت نامه از افراد، و با رعایت شرایط ناشتای ۱۲ ساعته، میزان 10 mL خون وریدی از آن ها گرفته شد. 3 mL از نمونه خون هر بیمار به یک لوله فالكون حاوی EDTA برای اندازه گیری HbA1c منتقل گردید. باقیمانده خون برای جدا کردن سرم (سنجش سایر فاکتورها) در لوله آزمایش فاقد ضد انعقاد ریخته شد و به مدت ۱۰ دقیقه با دور 3000×g سانتریفیوژ شد. نمونه سرم جدا شده و 20 °C- نگهداری گردید.

### اندازه گیری پارامترهای لیپیدی، گلوکز و HbA1c:

بر روی بخشی از سرم جدا شده میزان قند خون ناشتا، تری-گلیسرید، کلسترول، و HDL-C با استفاده از دستگاه اتوآنالایزر (Selectra Autoanalyser) کیت های تجاری موجود (Pars azmoon-IRAN) اندازه گیری شد. اساس اندازه گیری در این کیت های به روش فتومتری است. سطح LDL-C با استفاده از فرمول فرید والد محاسبه گردید:

نظریه ها در ایجاد عوارض دیابت، استرس اکسیداتیو است. هیپر گلیسمی می تواند استرس اکسیداتیو را از طریق هر دو فرایند آنزیمی و غیر آنزیمی افزایش دهد. تولید رادیکال های آزاد به وسیله هایپرگلیسمی کنترل نشده از طریق: افزایش مسیر گلیکولیز، فعال سازی مسیر پلی اول، اکسیداسیون خود به خودی گلوکز، فعال سازی پروتئین کیناز C (PKC) مستقل از NAD(P)H اکسیداز؛ افزایش مسیر هگزوزآمین، افزایش تولید داخل سلولی محصولات نهایی گلیکشن (AGEs) و رسپتورهای آن ها و گلیکیشن غیر آنزیمی پروتئین ها صورت می گیرد (۲). ضعف عملکرد سیستم دفاع آنتی اکسیدانی آغازگر مسیرهای منتهی به استرس اکسیداتیو می باشد (۳). سلنوپروتئین ها دسته ای از پروتئین های درگیر در دفاع آنتی اکسیدانی هستند و اهمیت آن ها در پیشگیری و مقابله با استرس اکسیداتیو مشخص شده است. سلنوپروتئین P (SelP) یکی از اعضای این خانواده بوده که مطالعات نشان داده است در مقادیر فیزیولوژیک نقش مهمی در هموستاز سلنیوم بدن و جلوگیری از مسیرهای استرس اکسیداتیو دارد (۴، ۵). این در حالی است که به نظر می رسد در حالات پاتولوژیک از طریق ایجاد مقاومت به انسولین در شروع و پیشرفت برخی از بیماری های از جمله دیابت نوع ۲ نقش دارد (۶).

SelP باعث کاهش تنظیم مسیر پیام رسانی انسولین از طریق غیرفعال سازی AMP کیناز (AMPK) در کبد می گردد. مشخص شده است که تزریق SelP به موش ها منجر به افزایش مقاومت به انسولین در کبد و بافت های محیطی می شود در حالی که حذف ژن کدکننده ی آن باعث بازسازی و بهبود مقاومت به انسولین می گردد (۶). علاوه بر آن متفورمین باعث کاهش بیان SelP در مسیر وابسته به AMPK و FOXO3 می شود (۷). مطالعه دیگری نیز نشان می دهد سطح این هپاتوکاین در بیماران دیابتی نوع ۲ و افرادی که تحمل گلوکز مختل دارند، بالاتر است (۸). همه این یافته ها حاکی از آن است که SelP در ایجاد دیابت نقش مهمی دارند و سرکوب فعالیت آن می تواند در متابولیسم گلوکز و بیماری دیابت تأثیر داشته باشد. علیرغم مشخص شدن نقش SelP و استرس اکسیداتیو در پاتوژنز دیابت نوع ۲، مطالعه ای که به وضوح ارتباط موجود بین سطح سرمی SelP و شاخص های مرتبط با استرس اکسیداتیو را مورد بررسی قرار دهد، انجام نشده است. به همین منظور در مطالعه حاضر سطح سرمی SelP و شاخص های مرتبط با استرس اکسیداتیو در بیماران دیابتی تیپ ۲ تعیین و میزان همبستگی SelP با فاکتورهای مرتبط با استرس اکسیداتیو، شاخص های هایپرگلیسمی و پارامترهای لیپیدی مورد بررسی قرار گرفت.

لایه بوتانل را برداشته و با فلوریمتری در طول موج تحریکی nM 515 و طول موج نشری nM 553 موردسنجش قرار گرفت. به منظور رسم نمودار استاندارد غلظت‌های مختلف تتراآتوکسی پروپان به عنوان استاندارد استفاده شد. در نهایت نتایج به صورت nM/mL گزارش گردید. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام (TAC) با روش FRAP و با TPTZ موردسنجش قرار گرفت.  $\mu\text{L}$  برای تهیه‌ی این معرف، 200 mL استات بافر، 20 mL TPTZ، 20 mL محلول  $\text{FeCl}_3$ ، 24 آب مقطر باهم مخلوط و قبل از استفاده حداقل ۱۰ دقیقه در بن ماری  $37^\circ\text{C}$  انکوبه شد. 100 نمونه با 3 mL معرف FRAP مخلوط و به مدت ۴ دقیقه در بن ماری  $37^\circ\text{C}$  انکوبه گردید. سپس دستگاه اسپکتروفتومتر با معرف FRAP به عنوان بلانک صفر شده و جذب نمونه‌ها در nM 593 موردسنجش قرار گرفت. به منظور رسم منحنی استاندارد از غلظت‌های مختلف فروس سولفات استفاده و سطح سرمی TAC به صورت  $\mu\text{M}$  گزارش گردید (۹، ۱۰).

#### تجزیه و تحلیل داده‌ها:

نتایج آزمایشات با استفاده از نرم افزار SPSS آنالیز شد. توزیع داده‌ها با استفاده از تست Shapiro-wilk بررسی گردید و با توجه به تناسب نتایج حاصله از آزمون‌های پارامتریک و غیر پارامتریک (تست‌های Mann Whitney و Student t test) استفاده شد. برای بررسی رابطه بین متغیرها به تناسب پارامتریک و ناپارامتریک بودن از آزمون‌های Spearman و Pearson استفاده شد. علاوه بر این آزمون‌های آماری Nagelkerke و Wald به منظور بررسی تعمیم‌پذیری نتایج مطالعه مورد استفاده قرار گرفت. آماری میزان معناداری داده‌ها با  $p < 0.05$  مشخص گردید.

#### یافته‌ها

افراد مورد مطالعه در هر دو گروه بیمار و شاهد دارای اطلاعات دموگرافیک شامل: سن، شناسنامه‌ای (طول عمر هر فرد بر حسب سال) و جنسیت و اطلاعات تن‌سنجی شامل: قد (cm)، وزن (kg) و BMI ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ) می‌باشند. بر اساس جدول ۱، با استفاده از آزمون آماری Independent samples t تفاوت متغیرهای ذکر شده در دو گروه گزارش شد. طبق نتایج موجود، تفاوت معناداری در بین دو گروه وجود نداشت.

جدول (۱): مقایسه سن، جنسیت و BMI در افراد بیمار و سالم

p-value	متغیر	
	Mean±SD	
	شاهد (۴۵ نفر)	بیمار (۴۵ نفر)
۰/۰۹۱	۵۰/۰۲±۳/۹۶	۵۱/۳۱±۴/۹۹
		سن (سال)

$$\text{LDL (mg/dL)} = \text{TC} - [(\text{HDL-C (mg/dL)} + (\text{TG (mg/dL)})/5)]$$

HbA1c با دستگاه آدیوکوم به روش Ion Exchange Chromatography اندازه‌گیری شد و به صورت درصد گزارش گردید.

#### اندازه‌گیری سطح سرمی SelP:

برای اندازه‌گیری سطح سرمی SelP با استفاده از پروتکل کیت الایزا (ZellBio GmbH (Germany Cat.No:ZB-12196S-H9648) و به روش الایزای ساندویچی استفاده شد. پس از آماده‌سازی معرف‌های موجود در کیت بر اساس، ابتدا پلیت ۹۶ خانه‌ای با بافر شستشوی 1X شستشو داده شد. 50  $\mu\text{L}$  از هر استاندارد به هشت چاهک ابتدایی پلیت اضافه گردید. 40  $\mu\text{L}$  از هر نمونه و 10  $\mu\text{L}$  آنتی‌بادی شناسایی و 50  $\mu\text{L}$  محلول آویدین به چاهک‌های باقیمانده اضافه شد. سپس پلیت با برچسب ویژه موجود در کیت پوشانده و در دمای  $37^\circ\text{C}$  به مدت ۶۰ دقیقه انکوبه گردید. محتوای چاهک‌ها را دور ریخته و مرحله شستشو بافر شستشو انجام شد. 100 سوپسترا به هر چاک اضافه و پلیت به مدت ۱۰ دقیقه در تاریکی انکوبه گردید. بعد از مشاهده تغییر رنگ، 50  $\mu\text{L}$  از محلول متوقف کننده اضافه و جذب نوری چاهک‌های محتوی استاندارد و نمونه در طول موج 450 nm موردسنجش قرار گرفت. پس از رسم نمودار استاندارد، غلظت SelP هر نمونه با استفاده از معادله منحنی استاندارد تعیین و به صورت ng/mL گزارش گردید.

#### اندازه‌گیری MDA و TAC:

1  $\mu\text{L}$  از نمونه سرمی 4 ml اسیدسولفوریک 12 N اضافه و به آرامی مخلوط شد. سپس 1/5 ml از اسید فسفوتنگستیک 11% اضافه کرده و مخلوط شد. بعد از 5 دقیقه در دمای اتاق برای مدت ۱۱ دقیقه با دور  $3111 \times \text{g}$  سانتریفوژ گردید. رسوب حاصل با 2 ml اسیدسولفوریک 12 N و 3 ml اسید فسفوتنگستیک 11% مخلوط شد و با دور  $3000 \times \text{g}$  به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفوژ نموده و سپس به رسوب به دست آمده 4 ml آب مقطر و 1 mL معرف TBA (محلول TBA با غلظت 0.67% تهیه و در زمان استفاده با نسبت ۱:۱ با اسید استیک گلاسیال مخلوط گردید) اضافه کرده و مخلوط واکنش به مدت 61 دقیقه در حمام  $95^\circ\text{C}$  درجه قرار داده شد. سپس لوله‌ها با آب سرد شده و 1.5 mL بوتانول به آن اضافه و به شدت تکان داده شد. بعد از سانتریفوژ با دور  $3000 \times \text{g}$

۰/۵۹۳	۲۶/۸۰±۱/۹۹	۲۶/۱۳±۲/۵۲	BMI (kg/m <sup>2</sup> )
۰/۷۹۸	۲۲(۴۸/۸۹%)	۲۲(۴۸/۸۹%)	مرد
	۲۳(۴۱/۱۱%)	۲۳(۴۱/۱۱%)	زن

می‌باشند. بر این اساس، غلظت سرمی FBS، TG، VLDL-C و HbA1c در گروه بیمار افزایش معناداری (به ترتیب با  $p < 0.001$ ،  $p < 0.001$ ،  $p < 0.001$  و  $p = 0.039$ ) نسبت به گروه کنترل داشت (جدول ۲).

### نتایج مربوط به داده‌های آزمایشگاهی:

افراد مورد مطالعه در هر دو گروه بیمار و شاهد دارای اطلاعات مربوط به داده‌های آزمایشگاهی شامل: FBS، TG، TC، LDL-C، VLDL-C و HDL-C (برحسب mg/dl) و HbA1c (%)

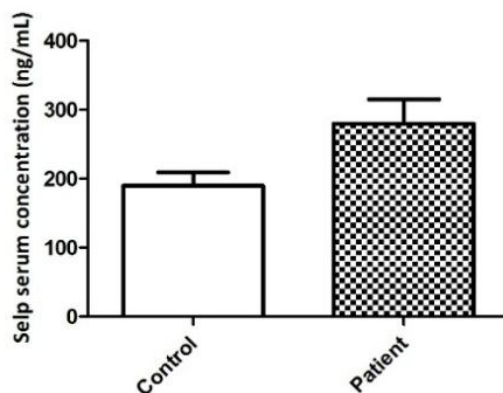
جدول (۲): سطح گلوکز و پارامترهای لیپیدی در گروه بیمار و شاهد

p-value	Mean±SD		متغیر
	شاهد (۴۵ نفر)	بیمار (۴۵ نفر)	
<0.001	۷۹/۵۴±۶/۳۱	۲۱۱/۳۵±۴۵/۹۸	FBS (mg/dL)
<0.001	۱۱۲/۴۲±۴/۰۲	۱۴۱/۵۴±۳۸/۲۱	TG (mg/dL)
۰/۲۸۵	۱۵۱/۶۹±۱۲/۸۵	۱۵۷/۰۹±۲۱/۷۸	TC (mg/dL)
۰/۶۸۴	۷۹/۹۸±۱۱/۲۵	۸۰/۵۵±۱۶/۱۶	LDL-C (mg/dL)
۰/۰۷۱	۴۷/۳۱±۷/۹۹	۴۴/۰۲±۵/۹۷	HDL-C (mg/dL)
<0.001	۲۶/۸۷±۹/۹۸	۳۵/۱۵±۸/۸۷	VLDL-C (mg/dL)
۰/۰۳۹	۴/۳۰±۰/۴۸	۹/۸۹±۱/۴۵	HbA1c (%)

محصول واکنش، حداکثر جذب را می‌دهد) از دستگاه ELISA reader منحنی استاندارد رسم گردید. بر اساس این منحنی و معادله به دست آمده از آن، غلظت سایر نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد غلظت سرمی Selp در گروه بیمار افزایش معناداری ( $p < 0.001$ ) در مقایسه با گروه شاهد دارد (شکل ۱).

### سطح سرمی Selp:

به‌منظور محاسبه‌ی غلظت سرمی Selp، با داشتن غلظت‌های مختلف از محلول‌های استاندارد و نیز ثبت کردن میزان جذب نور (اعداد OD) آن‌ها در طول موج 450 nm (طول موجی که در آن



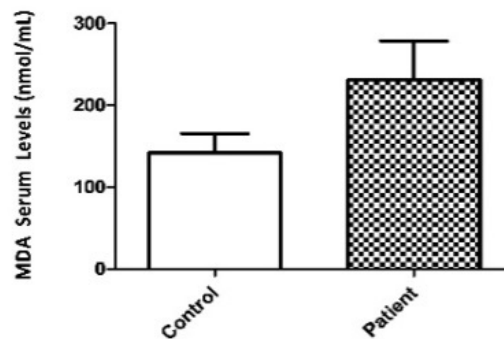
شکل (۱): مقایسه سطح سرمی Selp در افراد بیمار و سالم.

سطوح Selp در افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ به‌طور معناداری بیشتر از گروه کنترل بود ( $p < 0.001$ ).

**سطح سرمی MDA با روش فلوریمتری:**

به منظور محاسبه‌ی غلظت سرمی MDA، با داشتن غلظت‌های مختلف از محلول‌های استاندارد و نیز ثبت کردن میزان شدت فلورسانس آن‌ها در طول موج تحریکی ۵۱۳ و طول موج نشری nm 553 از دستگاه فلوریمتر منحنی استاندارد رسم گردید. بر اساس این

منحنی و معادله به دست آمده از آن، غلظت سایر نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. بر این اساس مشاهده شد، سطوح MDA به‌عنوان شاخصی برای پراکسیداسیون لیپیدی افزایش معنی‌داری ( $p < 0.001$ ) در سطح سرمی بیماران دیابتی در مقایسه با گروه کنترل دارد (شکل ۲).

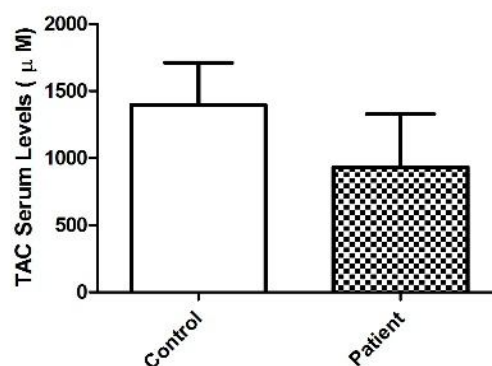


شکل (۲): مقایسه سطح سرمی MDA در افراد بیمار و سالم. سطوح MDA در افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ به‌طور معناداری بیشتر از گروه کنترل بود ( $p < 0.001$ ).

**سطح ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام (TAC):**

به منظور محاسبه‌ی غلظت سرمی TAC، با داشتن غلظت‌های مختلف از محلول‌های استاندارد و نیز ثبت کردن میزان جذب نوری (اعداد OD) آن‌ها در طول موج ۶۷۰ nm از دستگاه ELISA Reader منحنی استاندارد رسم گردید. بر اساس این منحنی و

معادله به دست آمده از آن، غلظت سایر نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. بر این اساس مشاهده شد، سطوح TAC کاهش معنی‌داری ( $p < 0.001$ ) در سطح سرمی بیماران دیابتی در مقایسه با گروه کنترل دارد (شکل ۳).



شکل (۳): مقایسه سطح سرمی TAC در افراد بیمار و سالم. سطوح TAC در افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ به‌طور معناداری کمتر از گروه کنترل بود ( $p < 0.001$ ).

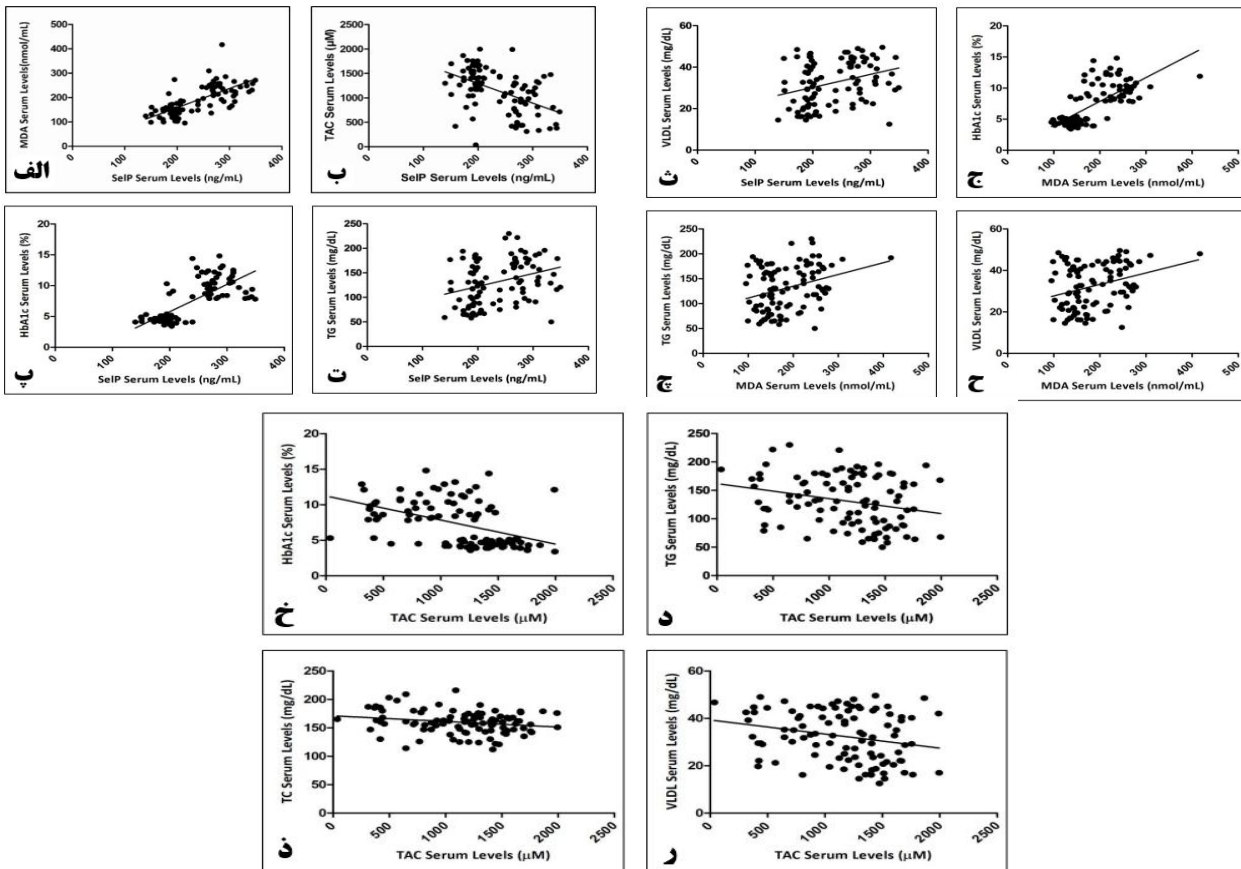
**همبستگی بین متغیرها مورد مطالعه:**

بر اساس یافته‌های این مطالعه، مشاهده شد در افراد مورد مطالعه ارتباط معنادار و مستقیمی بین غلظت سرمی SelP و

سطوح HbA1C ( $p < 0.001$ ),  $r = 0.748$ ، FBS ( $p < 0.001$ ),  $r = 0.772$ ، TG ( $p < 0.001$ ),  $r = 0.317$ ، VLDL-C ( $p < 0.001$ ),  $r = 0.719$  و ارتباط معکوس و

و TC ( $r = -0.213, p < 0.033$ ) ارتباط معکوس و معناداری دارد. همچنین نشان داده شد که در افراد مورد مطالعه سطح سرمی MDA با سطوح HbA1c ( $r = -0.719, p < 0.001$ )، FBS ( $r = -0.468, p < 0.001$ )، TG ( $r = -0.310, p = 0.002$ ) و VLDL-C ( $r = -0.308, p = 0.002$ ) ارتباط مستقیم و معناداری دارد (شکل ۴).

معناداری بین غلظت سرمی SelP با میزان سرمی TAC ( $r = -0.495, p < 0.001$ ) وجود دارد. همچنین نشان داده شد که در افراد مورد مطالعه سطح سرمی TAC با سطوح HbA1c ( $r = -0.463, p < 0.001$ )، FBS ( $r = -0.468, p < 0.001$ )، VLDL-C ( $r = -0.244, p = 0.015$ )، TG ( $r = -0.256, p < 0.001$ )



**شکل (۴):** همبستگی بین متغیرها. سطح سرمی SelP با MDA (الف)، TAC (ب)، HbA1c (پ)، TG (ت) و VLDL-C (ت) ارتباط معناداری دارد. سطح سرمی MDA با HbA1c (ج)، TG (چ) و VLDL-C (ح) ارتباط معناداری دارد. سطح سرمی TAC با HbA1c (خ)، TG (د)، TC (ذ) و VLDL-C (ر) ارتباط معناداری دارد.

می‌رود تا سال ۲۰۳۰ حدود ۳۵۰ میلیون نفر در سرتاسر جهان به این بیماری مبتلا شوند. بر همین اساس، مطالعات دهه‌های اخیر پیرامون این معضل جهانی و عوارض مخرب مربوط به آن به شدت رو به فزونی گشته است. مطالعات نشان می‌دهد که زندگی ماشینی و کم‌تحرک، افزایش استرس‌ها و مشکلات روحی، غذاهای متأثر از مواد شیمیایی، آلودگی‌های زیست‌محیطی و بسیاری از این عوامل محیطی همراه با تأثیر عوامل وراثتی در بروز نوع ۲ دیابت ملیتوس اهمیت به سزایی دارد (۱۱). یکی از نظریه‌هایی که در پاتوژنز بیماری دیابت نوع ۲ اهمیت به سزایی دارد، استرس اکسیداتیو می‌باشد (۱۲).

#### ارزیابی روایی بیرونی نتایج مطالعه:

نتایج ارزیابی روایی بیرون نتایج مطالعه‌ی حاضر نشان داد متغیرهای مورد مطالعه قابل‌تعمیم به جامعه بزرگ‌تر نبود و نمی‌توان از آن‌ها برای پیشگویی ریسک ابتلا به دیابت در جامعه بزرگ‌تر استفاده کرد.

#### بحث و نتیجه‌گیری

بر طبق آمارهای ADA شیوع بیماری دیابت شیرین طی سه دهه اخیر به شدت رو به فزونی گشته و بر طبق این آمار احتمال

۱۳). در وقوع استرس اکسیداتیو در شرایط هایپرگلیسمی عوامل آنزیمی و غیر آنزیمی مختلفی نقش ایفا می‌کنند (۱۱). یکی از مهم‌ترین دسته از این عوامل سلنوپروتئین‌ها می‌باشند که نقش آن‌ها در استرس اکسیداتیو همواره یکی از موضوعات جالب در بحث بیماری‌های مرتبط با استرس اکسیداتیو از جمله دیابت نوع ۲ می‌باشد. در این مطالعه، یکی از اعضای این خانواده به نام سلنوپروتئین P (SelP) در بیماران دیابتی نوع ۲ در مقایسه با گروه کنترل سالم از نظر سطح سرمی و ارتباط آن با پروفایل لیپیدی مورد بحث قرار گرفت.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد سطح سرمی SelP در بیماران دیابتی در مقایسه با گروه کنترل بیشتر است. S. J. Yang و همکارانش در سال ۲۰۱۱ نشان دادند سطح سرمی SelP در بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ و افراد پیش دیابتی در مقایسه با گروه کنترل بیشتر است (۸). همچنین در مطالعه دیگری، Ali SA و همکارانش در سال ۲۰۱۶ غلظت سرمی SelP را در سه گروه از بیماران مقایسه کردند. آن‌ها نشان دادند که سطح سرمی SelP در بیماران دیابتی نوع ۲ که هم‌زمان مبتلا به ویروس هپاتیت C (HCV) (۱۸ نفر) بودند در مقایسه با گروه کنترل سالم (۱۸ نفر) بیشتر می‌باشد (۱۴). هایپرگلیسمی سبب غیرفعال شدن AMPK در دیابت نوع ۲ می‌شود. تنظیم AMPK در این بیماری از اهمیت ویژه‌ای در دیابت نوع ۲ برخوردار است. این کیناز سبب فعال شدن فاکتور رونویسی FOXO3a شده و از این طریق سبب افزایش بیان SelP می‌گردد (۱۵). افزایش سطوح SelP در دیابت نوع ۲ در مطالعات *in vitro* و حیوانی به‌خوبی اثبات شده است. Misu و همکارانش در سال ۲۰۱۰ نشان دادند که SelP به‌عنوان یک هیپاتوکاین در ایجاد مقاومت به انسولین و هایپرگلیسمی نقش دارد. Misu و همکارانش در راستای تشریح نقش SelP به مکانیسمی دست یافتند و احتمال می‌دهند SelP با مختل کردن مسیر پیام‌رسان انسولین از طریق غیر فعال‌سازی AMPK (پروتئین کیناز مهم در مسیر پیام‌رسان انسولین) در ایجاد مقاومت به انسولین و هایپرگلیسمی در سلول‌های کبدی و عضلات اسکلتی افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ نقش داشته باشد (۶). در مجموع نتایج مطالعه حاضر نیز فرضیه‌ی فوق را تقویت می‌کند و به نظر می‌رسد که افزایش سطح SelP مؤثر در ایجاد دیابت و عوارض آن نقش داشته باشد اگرچه بررسی مکانیسم این تأثیر در مطالعات دیگر می‌تواند در اظهار نظر قوی‌تر در این مورد راه‌گشا باشد.

در مطالعه حاضر همچنین ارتباط بین غلظت سرمی SelP با پارامترهای لیپیدی (TG، TC، LDL-C، VLDL-C و HDL-C) و نیز شاخصه‌های دیابت (FBS و HbA1c) در افراد مورد مطالعه بررسی شد و یافته‌ها نشان داد که غلظت سرمی SelP با TG،

VLDL-C، FBS و HbA1c ارتباط مستقیم و معناداری دارد. با توجه به نقش هایپرگلیسمی در القا بیان SelP (۱۵)، و همینطور با در نظر گرفتن نقش احتمالی SelP در مقاومت به انسولین (۶)، وجود ارتباط قوی بین سطح سرمی SelP و شاخص‌های مرتبط با هایپرگلیسمی یک مشاهده منطقی و قابل انتظار است. یافته‌های این مطالعه با مطالعه‌ی S. J. Yang و همکارانش (۸) همراستا می‌باشد. آن‌ها در مطالعه خود نیز ارتباط معنادار و مستقیمی مابین غلظت سرمی SelP و فاکتورهای فوق (به غیر از VLDL-C) یافته بودند (۸). در مطالعه حاضر، این ارتباط در مورد شاخصه‌های هایپرگلیسمی قوی‌تر می‌باشد که این نیز می‌تواند تأکیدی دیگر بر نقش SelP در ایجاد مقاومت به انسولین و هایپرگلیسمی باشد. Misu و همکارانش در سال ۲۰۱۲ نیز در مطالعه‌ای دیگر که بر روی بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ (۳۶ نفر) انجام دادند، مشاهده کردند که سطح FBS با سطح سرمی SelP ارتباط مستقیم و معناداری دارد (۶). ارتباط تقریباً متوسطی که SelP با شاخصه‌های لیپیدی فوق نیز می‌تواند به نقش این هیپاتوکاین در بروز اختلالات متابولیسم لیپیدی داشته باشد.

در مطالعه حاضر برای اولین بار ارتباط غلظت سرمی SelP با برخی از مارکرهای استرس اکسیداتیو همچون ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل (TAC) و سطوح مالون دی آلدئید (MDA) مورد بررسی قرار گرفت و نشان داده شد که سطح سرمی SelP با سطوح TAC ارتباط معکوس و معنادار و با سطوح MDA ارتباط مستقیم و معناداری دارد. نقش استرس اکسیداتیو در پاتوژنز بیماری دیابت به‌خوبی مشخص شده و مطالعات حاکی از آن است که در شرایط هایپرگلیسمی ROS و RNS در سلول‌های مختلف بدن افزایش یافته و باعث ایجاد استرس اکسیداتیو می‌گردد. افزایش گلوکز خون و به دنبال آن ورود گلوکز به بافت‌های غیر وابسته به انسولین و در پی آن ورود بی‌رویه گلوکز به انواع مسیرهای گلوکزی مانند پلی‌آل‌ها منجر به افزایش بیش‌ازپیش رادیکال‌های آزاد شده که آن‌ها نیز به‌نوبه خود به DNA سلولی آسیب می‌زنند (۱۶). بر این اساس بررسی ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل وضعیت فرد را از نظر استرس اکسیداتیو تا حدودی آشکار خواهد کرد. در مطالعه حاضر همان‌طور که انتظار می‌رفت سطوح TAC در افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ در مقایسه با افراد گروه کنترل بیشتر بود. SelP از طریق تأثیر مهاری بر روی مسیر پیام‌رسان انسولین، در ایجاد مقاومت به انسولین نقش دارد. در شرایط مقاومت به انسولین هیپرگلیسمی باعث افزایش جریان الکترون در میتوکندری شده که باعث مهار کمپلکس III و در نتیجه افزایش تولید رادیکال سوپراکسید می‌شود (۱۷). همچنین هایپرگلیسمی در افزایش بیان NADPH اکسیداز و در نتیجه افزایش ROS نقش دارد. دلایل ارتباط بین دیابت و رادیکال‌های آزاد بر دو

است (۲۱). پراکسیداسیون لیپیدی در ایجاد مرگ سلولی و آسیب‌های بافتی نقش دارد و این یافته‌ها نشان می‌دهند پراکسیداسیون لیپیدی متأثر از استرس اکسیداتیو یکی از بازیگران اصلی در پاتوژنز بیماری دیابت نوع ۲ می‌باشد (۲۰). بر این اساس ارتباط معنادار مشاهده شده بین SelP و میزان TAC و MDA را می‌توان به شرایط مقاومت به انسولین ایجاد شده‌ی احتمالی توسط SelP مرتبط دانست.

به‌طور کلی، بر اساس یافته‌های این مطالعه به نظر می‌رسد سطوح بالای SelP از طریق مسیرهای استرس اکسیداتیو در پاتوژنز بیماری دیابت نوع ۲ نقش داشته باشد و نیاز به بررسی بیشتر در مورد مکانیسم احتمالی این نقش احساس می‌شود. علاوه بر این بررسی تعمیم‌پذیری نتایج این مطالعه، آزمون‌های آماری Wald و Nagelkerke مورد استفاده قرار گرفت. نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که هیچ‌کدام از متغیرهای مورد مطالعه نقشی در تعیین بیماری یا سالم بودن فرد نداشته‌اند و نمی‌توان از این متغیرها برای تعیین فرد بیمار یا ریسک ابتلا به بیماری به جامعه آماری بزرگ‌تری تعمیم داد. به نظر می‌رسد سنجش سطح سایر متغیرها نظیر فاکتورهای مرتبط با استرس اکسیداتیو نظیر وضعیت آنتی‌اکسیدنی تام (TOS)، گروه‌های تیول احیا و همینطور میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی نظیر سوپراکسید دیسموتاز (SOD)، کاتالاز (CAT) و گلوکوتیون پراکسیداز (GPX)، و بررسی ارتباط سطح سرمی SelP با این فاکتورها در جهت نیل به اهداف مطالعه و کاهش عدم دقت نتایج و سوگیری احتمالی آن‌ها مفید واقع شود.

### سپاسگزاری

در مطالعه‌ی حاضر از یافته‌های یک پایان نامه مصوب دانشگاه آزاد اسلامی واحد شاهرود (کد تصویب: ۳۲۷۶) استفاده شده است. به این وسیله از پشتیبانی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شاهرود، و همین‌طور همکاری دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی استان قزوین و مراکز درمانی شهرستان تاکستان که با تیم نویسندگان این مطالعه نهایت همکاری را داشته‌اند، قدردانی به عمل می‌آید.

### References:

1. Blair M. Diabetes Mellitus Review. Urol Nurs 2016;36(1):27-36.

نوع است: مطالعاتی که افزایش معنی‌داری را در رادیکال‌های آسیب‌رسان نشان می‌دهند و مطالعاتی که ناهنجاری‌هایی را در دفاع آنتی‌اکسیدانی نشان می‌دهند (۱۸). چنانچه می‌دانیم در صورت افزایش تولید رادیکال‌های آزاد و یا کاهش عوامل دفاع آنتی‌اکسیدانی، صدمات ناشی از رادیکال‌های آزاد افزایش یافته و منجر به استرس اکسیداتیو می‌شود (۱۹). در صورت به وجود آمدن استرس اکسیداتیو خفیف یا ملایم، غالباً بافت‌ها با افزایش دفاع آنتی‌اکسیدانی اثر آن را خنثی می‌نمایند ولی در حالت استرس اکسیداتیو شدید با کاهش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی سلول‌ها دچار آسیب شده و ممکن است منجر به مرگ سلول‌ها شود و عوارض دیابتی را به دنبال داشته باشد (۱۹). بنابراین به نظر می‌رسد بر اساس یافته‌های مطالعه حاضر، حلقه‌ی رابط بین سطوح بالای SelP و میزان TAC سرم شرایط مقاومت به انسولین باشد که برای اظهار نظر قوی‌تر در این باره مطالعات در سطح سلول را می‌طلبد. در شرایط استرس اکسیداتیو، رادیکال‌های آزاد از عدم توانایی دفاع کافی آنتی‌اکسیدان‌ها بیشترین استفاده را کرده و منجر به آسیب شدید ماکرومولکول‌ها یعنی پروتئین‌ها، کربوهیدرات‌ها و لیپیدها می‌شوند. برای بررسی آسیب‌ها به این ماکرومولکول‌ها مارکرهای مختلفی به کار می‌رود که یکی از این مارکرها که به‌منظور بررسی پراکسیداسیون لیپیدها بسیار پرکاربرد است اندازه‌گیری مالون دی‌آلدئید (MDA) می‌باشد. به نظر می‌رسد شرایط هایپرگلیسمی به وجود آمده در دیابت، منجر به تولید رادیکال‌های سوپراکسید شده که این رادیکال توسط سوپراکسید دیسموتاز به  $H_2O_2$  تبدیل می‌شود. تحت شرایط استرس اکسیداتیو،  $H_2O_2$  تحت تأثیر واکنش‌هایی همچون فنتون به‌شدت مستعد تولید رادیکال خطرناک‌تری به نام رادیکال هیدروکسید می‌باشد. رادیکال هیدروکسید بسیاری از ماکرومولکول‌ها را مستقیماً مورد هدف قرار می‌دهد که در مورد لیپیدها، با حمله به زنجیره‌های اسید چرب غیراشباع منجر به پراکسیداسیون لیپیدی و تولید محصولاتی چون MDA می‌گردد (۲۰). نقش پراکسیداسیون لیپیدی در دیابت در مطالعات قبلی نشان داده شده است. Sato Y و همکارانش در سال ۱۹۷۶ برای اولین بار نشان دادند که در افراد دیابتی میزان پراکسیداسیون لیپیدی پلاسما نسبت به گروه کنترل بیشتر

2. Chikezie PC, Ojiako OA, Ogbuji AC. Oxidative stress in diabetes mellitus. Int J Biol Chem 2015;9(3):92-109.



3. Sen S, Chakraborty R, De B. Oxidative Stress and Diabetes Mellitus. *Clin Chem Lab Med* 2011;49(11):1773-82.
4. Shetty S, Copeland PR. Molecular mechanism of selenoprotein P synthesis. *Biochim Biophys Acta Gen Subj* 2018;1862(11):2506-10.
5. Burk RF, Hill KE. Selenoprotein P expression, functions, and roles in mammals. *Biochim Biophys Acta* 2009;1790(11):1441-7.
6. Misu H, Takamura T, Takayama H, Hayashi H, Matsuzawa-Nagata N, Kurita S, et al. A liver-derived secretory protein, selenoprotein P, causes insulin resistance. *Cell Metab* 2010;12(5):483-95.
7. Takayama H, Misu H, Iwama H, Chikamoto K, Saito Y, Murao K, et al. Metformin suppresses expression of the selenoprotein P gene via an AMP-activated kinase (AMPK)/FoxO3a pathway in H4IIEC3 hepatocytes. *J Biol Chem* 2014;289(1):335-45.
8. Yang SJ, Hwang SY, Choi HY, Yoo HJ, Seo JA, Kim SG, et al. Serum selenoprotein P levels in patients with type 2 diabetes and prediabetes: implications for insulin resistance, inflammation, and atherosclerosis. *J Clin Endocrinol Metab* 2011;96(8):E1325-9.
9. Ranjbar A, Khani-Jazani R, Sedighi A, Jalali-Mashayekhi F, Ghazi-Khansari M, Abdollahi M. Alteration of body total antioxidant capacity and thiol molecules in human chronic exposure to aluminum. *Toxicol Environ Chem* 2008;90(4):707-13.
10. Ranjbar A, Pasalar P, Abdollahi M. Induction of oxidative stress and acetylcholinesterase inhibition in organophosphorous pesticide manufacturing workers. *Hum Exp Toxicol* 2002;21(4):179-82.
11. Wang X, X Hai C. ROS acts as a double-edged sword in the pathogenesis of type 2 diabetes mellitus: is Nrf2 a potential target for the treatment? *Mini Rev Med Chem* 2011;11(12):1082-92.
12. Tangvarasittichai S. Oxidative stress, insulin resistance, dyslipidemia and type 2 diabetes mellitus. *World J Diabetes* 6(3):456.
13. Association AD. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care* 2010;33(Suppl 1):S62.
14. Ali SA, Nassif WMH, Abdelaziz DHA. Alterations in serum levels of fetuin A and selenoprotein P in chronic hepatitis C patients with concomitant type 2 diabetes: a case-control study. *Clin Res Hepatol Gastroenterol* 2016;40(4):465-70.
15. Takayama H, Misu H, Iwama H, Chikamoto K, Saito Y, Murao K, et al. Metformin suppresses expression of the selenoprotein P gene via an AMP-activated kinase (AMPK)/FoxO3a pathway in H4IIEC3 hepatocytes. *J Biol Chem* 2014;289(1):335-45.
16. Maritim AC, Sanders A, Watkins Iii JB. Diabetes, oxidative stress, and antioxidants: a review. *J Biochem Mol* 2003;17(1):24-38.
17. Du X-L, Edelstein D, Rossetti L, Fantus IG, Goldberg H, Ziyadeh F, et al. Hyperglycemia-induced mitochondrial superoxide overproduction activates the hexosamine pathway and induces plasminogen activator inhibitor-1 expression by increasing Sp1 glycosylation. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2000;97(22):12222-6.
18. West IC. Radicals and oxidative stress in diabetes. *Diabet Med* 2000;17(3):171-80.
19. Gabriely I, Ma XH, Yang XM, Atzmon G, Rajala MW, Berg AH, et al. Removal of visceral fat prevents insulin resistance and glucose intolerance of aging: an adipokine-mediated process? *Diabetes* 2002;51(10):2951-8.
20. West IC. Radicals and oxidative stress in diabetes. *Diabet Med* 2000;17(3):171-80.
21. Sato Y, Hotta N, Sakamoto N, Matsuoka S, Ohishi N, Yagi K. Lipid peroxide level in plasma of diabetic patients. *Biochem Med* 1979;21(1):104-7.

## DETERMINATION OF SERUM LEVEL OF SELENOPROTEIN P AND OXIDATIVE STRESS IN TYPE 2 DIABETES PATIENTS AND THEIR CORRELATION WITH SERUM LEVEL OF GLUCOSE AND LIPID PARAMETERS AS A CASE-CONTROL STUDY

Amir-Hossein Eftekhari<sup>1</sup>, Fateme ezlegini<sup>2</sup>, Mohsen Firozray<sup>3</sup>

Received: 27 April, 2021; Accepted: 22 December, 2021

### Abstract

**Background & Aims:** Type 2 diabetes (T2DM) is a complex metabolic disorder characterized by insulin resistance and progressive failure of pancreatic beta-cell function. Selenoprotein P (SelP) plays an important role in selenium homeostasis in the body and prevents oxidative stress. The aim of this study was to determine the SelP level and oxidative stress indices in serum type 2 diabetic patients and also to determine their correlation with glucose and lipid parameters.

**Materials & Methods:** One hundred subjects were recruited in current study, including 50 T2DM patients and 50 age, sex and BMI matched healthy controls. Blood samples were collected from all subjects. The serum SelP level was measured using ELISA kit. Serum levels of HbA1c, FBS, and lipid parameters were evaluated by autoanalyzer. In order to evaluate the serum samples for oxidative stress, total antioxidant capacity (TAC) was measured based on ferric ion reduction by Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) method. Malondialdehyde was measured by fluorimetric method.

**Results:** The results showed that serum SelP level in type 2 diabetes was significantly higher than control group ( $p < 0.001$ ). Also, serum levels of TAC in the patient group decreased while levels of MDA increased significantly ( $p < 0.001$ ). There was a significant and direct correlation between serum SelP concentration and HbA1C, FBS, TG, VLDL-C, and MDA levels and a significant and inverse relationship between the serum concentration of SelP and serum TAC levels. Also, the TAC serum levels have a reverse and significant correlation with HbA1C, FBS, TG, VLDL-C, and TC levels. Findings showed that the serum levels of MDA have a direct and significant correlation with HbA1C, FBS, TG, and VLDL-C levels.

**Conclusion:** Overall, the results of this study showed that the serum level of SelP in subjects with type 2 diabetes is higher than healthy subjects, and correlates with hyperglycemic indices such as HbA1c and FBS, as well as some lipid indices (such as TG and VLDL-C) which can indicate the probable role of SelP in the pathogenesis of type 2 diabetes. Also, for the first time, findings demonstrated that serum SelP correlates with oxidative stress markers (MDA and TAC) that can indicate the probable role of SelP in pathogenesis of type 2 diabetes through oxidative stress pathways.

**Keywords:** Type 2 Diabetes, Oxidative Stress, Selenoprotein P, Lipid Parameters.

**Address:** Department of Biochemistry, Islamic Azad University Shahrod Branch, shahrod, Iran

**Tel:** +989121996976

**Email:** firoozraim@yahoo.com

SOURCE: STUD MED SCI 2021: 32(8): 606 ISSN: 2717-008X

Copyright © 2021 Studies in Medical Sciences

This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-noncommercial 4.0 International License which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cited.

<sup>1</sup> MSC Student of Biochemistry, Department of Biochemistry, Islamic Azad University Shahrod Branch, shahrod, Iran

<sup>2</sup> MSC Student of Biochemistry, Department of Biochemistry, Islamic Azad University Shahrod Branch, shahrod, Iran

<sup>3</sup> Professor, Department of Biochemistry, Islamic Azad University Shahrod Branch, shahrod, Iran (Corresponding Author)