NCMBJ
Research article

New Cell Mol Biotech
j.10/37 , 2020

Scan online to view this article

# Biochemical study of type 2 diabetes mellitus with changes in serum levels of, zinc , copper, magnesium and chromium (Zn,CU,Mg,Cr) in human population of Isfahan province

**Rayehe Yaran, Ali Asghar Rastegari *, Ali Asghar Moshtaghi**

Department of Molecular and Cell Biochemistry, Faculty of Biological Sciences, Falavarjan Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran

## Abstract

**Aim and Background:**Diabetes is a metabolic disease that is caused by a chronic increase in blood sugar due to a defect in insulin secretion or function. This study demonstrates the relationship between serum zinc, copper, magnesium and chromium trace elements in the patient population.

**Materials and Methods:**In this study, subjects were randomly selected in three groups, including 50 females, 50 males and 100 controls. Data were collected through interviews and questionnaires. Serum trace elements in the blood of fasting patients were evaluated using atomic absorption spectrometry, direct calorimetry and photometry.

**Results:**Evidence from this study indicates that the mean serum zinc and copper concentrations in diabetic compared to non-diabetic patients were significantly decreased ($P < 0.001$) and ($P = 0.025$). On the other hand, serum concentrations of chromium and magnesium in diabetic and non-diabetic subjects were not significantly different. Linear regression analysis of gender was not statistically significant and the decrease in serum zinc and copper concentrations was independent of individual gender.

**Conclusion:**Evaluation of serum concentration of trace elements shows that the concentration of two elements of zinc and copper in diabetes is significant and can be an appropriate marker for the probability of diabetes. Decreased zinc levels and unchanged levels of chromium and magnesium in diabetic serum should be sought for other factors such as individual conditions, urinary incontinence and Interventional factors that require further study.

**Keywords:** Type 2 Diabetes, Zinc, Magnesium, Copper, Chromium.

Corresponding author:
Department of Molecular and Cell Biochemistry, Faculty of Biological Sciences, Falavarjan Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran
Email: aarastegari@gmail.com

[ Downloaded from ncmbjpiau.ir on 2026-11-08 ]

[ DOR: 20.1001.1.22285458.1398.10.37.4.3 ]

مجله تازه های بیوتکنولوژی سلولی مولکولی
دوره ۱۰ - شماره -۳۷ زمستان ۱۳۹۸
مقاله تحقیقی

برای مشاهده این مقاله به صورت آنلاین اسکن کنید

# بررسی بیوشیمیایی دیابت تیپ ۲ با تغییرهای سطح سرمی عناصر مس، روی، منیزیم و کروم در جمعیت انسانی استان اصفهان

**رایحه یاران، علی اصغر رستگاری*، علی اصغر مشتاقی**
کروه بیوشیمی سلولی و مولکولی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه ازاد اسلامی واحد فلاورجان،اصفهان ، ایران

## چکیده

**سابقه و هدف:** دیابت از بیماری‌های متابولیکی است که افزایش مزمن قند خون ناشی از نقص در ترشح یا عملکرد انسولین است. این مطالعه ارتباط سطح سرمی عناصر کمیاب روی، مس، منیزیم و کروم در جمعیت بیماران را نشان می‌دهد.

**مواد و روش‌ها:** در این پژوهش افراد در سه گروه شامل ۵۰ نفر زن، ۵۰ نفر مرد و ۱۰۰ نفر فرد شاهد به‌طور تصادفی انتخاب شدند. اطلاعات تمامی افراد از طریق مصاحبه و پرسش نامه تکمیل گردید. سطح سرمی عناصر در خون بیماران ناشتا با استفاده از روش‌های اسپکتروفتومتر جذب اتمی، کالریمتری مستقیم و فتومتری مورد بررسی قرار گرفت.

**نتایج:** شواهد این پژوهش نشان می‌دهد میانگین غلظت سرمی روی و مس در بیماران دیابتی نسبت‌به غیردیابتی به‌طور معنی‌داری در سطح ($P < ۰/۰۰۱$) و ($P = ۰/۰۲۵$) کاهش می‌یابد. از طرف دیگر غلظت سرمی عناصر کروم و منیزیم در افراد دیابتی و غیردیابتی تفاوت معنی‌داری ندارد. آنالیز رگرسیون خطی بررسی جنسیت از لحاظ آماری معنی-داری نبوده و میزان کاهش غلظت روی و مس در سرم خون بیماران مستقل از جنسیت فرد است.

**نتیجه‌گیری:** بررسی غلظت سرمی عناصر نشان می‌دهد که تغییرهای غلظت دو عنصر روی و مس با دیابت معنی‌داری بوده و می-تواند مارکری مناسب برای بررسی احتمال ابتلا به دیابت قرار گیرد. کاهش سطح روی و عدم تغییر سطح کروم و منیزیم در سرم دیابتی‌ها را در عوامل دیگری مانند شرایط فردی، دقع ادراری و فاکتور های مداخله‌ای باید جستجو کرد که نیاز به مطالعه‌های بیش‌تر است.

واژه‌های کلیدی: دیابت نوع دوم، روی، مس، منیزیم، کروم.

## مقدمه

کاهش روز افزون فعالیت بدنی و بی‌تحرکی، عامل شیوع بسیاری از بیماری‌های مرتبط به شیوه زندگی امروزی است.

یکی از آثار بی‌تحرکی، چاقی و اضافه وزن است که در چند دهه اخیر اپیدمی بی‌سابقه ای از دیابت نوع دو را در بزرگسالان کشورهای توسعه یافته به‌همراه داشته است (۱، ۲). دیابت از جمله بیماری‌های متابولیک است که مشخصه آن افزایش مزمن قند خون به‌دلیل نقص در ترشح یا عملکرد انسولین است (۴،۳). مقاومت‌به انسولین با عدم توانایی سلول‌ها در برداشت گلوکز از خون در حضور انسولین تعریف می‌شود. این امر در ابتدا به‌سبب افزایش ترشح انسولین شروع می‌شود و در نهایت عدم توانایی پانکراس در غلبه‌بر مقاومت انسولین باعث بروز علائم دیابت می‌گردد (۵).

دیابت، کیفیت زندگی بیماران را کمابیش در تمام حیطه‌های زندگی کاهش می‌دهد. مطالعه‌ها در این زمینه نشان داده است که این بیماری تأثیر منفی بر کیفیت زندگی دارد و می‌تواند عملکرد جسمی، وضعیت روانی و عملکرد اجتماعی بیمار را به خطر اندازد (۶). از طرف دیگر عوارض عروقی ناشی از دیابت

**نویسنده مسئول:**
گروه بیوشیمی سلولی ومولکولی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد فلاورجان،اصفهان، ایران
پست الکترونیکی: aarastegari@gmail.com
تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۲/۲۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۴/۰۶

[ Downloaded from ncmbjpiau.ir on 2026-11-08 ]
[ DOR: 20.1001.1.22285458.1398.10.37.4.3 ]

در طول زندگی، بیماران را با افزایش سکته‌های قلبی و مغزی، نارسایی کلیوی، نابینایی و قطع عضو روبرو می‌سازد و بار سنگین هزینه‌های درمانی را بر او تحمیل می‌کند. در کنار این عوارض، دیابت موجب افزایش خطر عفونت در این گروه از بیماران می‌شود و از شایع‌ترین این عفونت‌ها، عفونت ادراری است (۷).

بنا به گزارش سازمان جهانی بهداشت، ۱۹۴ میلیون نفر در جهان مبتلا به دیابت هستند. میزان شیوع آن در ایران و مناطق شهری ۲/۸ درصد و در مناطق روستایی ۱/۲ درصد است (۸). امروزه به‌علت رژیم‌های حاوی چربی اشباع و کلسترول بالا، قند و شکر زیاد، میوه و سبزی و مواد لبنی کم و هم‌چنین برخی از ریز مغزی‌های دخیل در متابولیسم کربوهیدرات‌ها و مؤثر بر روی قند خون، میزان شیوع دیابت نوع ۲ به‌شدت افزایش یافته است (۹، ۱۰).

در این میان مطالعه‌ها نشان می‌دهد که منیزیم و روی می‌توانند به‌طور غیر مستقیم در کاهش استرس اکسیداتیو در بیماران دیابتی از طریق کنترل گلیسمی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی مؤثر باشند (۱۱). از سوی دیگر کمبود منیزیم و روی مقاومت به انسولین را افزایش می‌دهد. بررسی مکانیسم اثر این فلزات بر روی دیابت نشان می‌دهد که روی در سنتز، ذخیره و ترشح انسولین، در سنتز گیرنده انسولین و حفظ شکل کریستالی هگزومر انسولین نقش دارد و منیزیم دارای نقش پیام رسان ثانویه برای انسولین است. در واقع کمبود سلولی منیزیم با اختلال در عملکرد بسیاری از آنزیم‌های مصرف کننده اتصال‌های پر انرژی مانند ATPase همراه است. این آنزیم‌ها در متابولیسم گلوکز درگیر هستند و به منیزیم به‌عنوان کوفاکتور نیاز دارند (۱۲).

در مورد عنصر مس مشاهده شده است که افزایش آن در بروز علائم قلبی عروقی بیماری دیابت بسیار مؤثر است. هم‌چنین مس دارای یک فعالیت شبه انسولین است و باعث پیشرفت لیپوژنز می‌گردد. کمبود مس منجر به عدم تحمل گلوکز و کاهش پاسخ انسولین می‌شود و با افزایش کلسترول و آتروسکلروز همراه است. از سوی دیگر وضعیت آنتی‌اکسیدانی کل، در بیماران دیابتی نسبت‌به افراد سالم همسان از نظر سن کم‌تر است که ممکن است به میزان تغییر یافته ریزمغزی‌ها از جمله مس مرتبط باشد. مس نقش مهمی در مکانیسم‌های پراکسیدان دارد و عدم تعادل در این فرآیند منجر به افزایش آسیب اکسیداتیو بافت و در نهایت پیشرفت دیابت و عوارض ناشی از آن می‌شود (۱۳).

عنصر کروم یا کرومیوم فلزی سخت، براق و به رنگ خاکستری فلزی با جلاپذیری و نقطه جوش بالا و مقاومت قابل توجه در برابر زنگ‌زدگی و تیرگی است. کروم سه ظرفیتی فلزی است که مقدار کم آن بسیار ضروری است و برای سوخت و ساز کامل قند در بدن انسان مورد نیاز است. کمبودهای کروم می‌تواند بر توانایی انسولین در ثابت نگه‌داشتن میزان قند خون تأثیر بگذارد. کروم به‌ویژه در فرم آلی می‌تواند برای تقویت سیستم ایمنی و درمانی برخی اختلال‌هایی از جمله دیابت مورد استفاده قرار گیرد. کروم به‌عنوان یک کوفاکتور برای انسولین عمل می‌کند که برای استفاده بهینه سلول از گلوکوز لازم است. بررسی عملکرد متابولیک کروم نشان می‌دهد که کروم سه ظرفیتی وارد سلول ای حساس به انسولین شده و به کمپلکس آپوکرومادولین (ترکیب اسیدهای آمینه و ویتامین) متصل می‌شود و آن‌را به هوموکرومو دولین تبدیل می‌کند. در ادامه هوموکرومادولین به گیرنده انسولین متصل شده، آن را فعال کرده و در نتیجه پاسخ انسولین شدیدتر و گلوکز بهتر جذب می‌شود (۱۴).

با توجه‌به این که رژیم غذایی به‌دلیل تأمین عناصر مورد نیاز بدن، بخش مهمی از برنامه درمانی بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ است و با توجه‌به این که روش‌های اصلاح تغذیه‌ای، راهکاری مقرون‌به صرفه در کاستن از عوارض و مرگ و میر ناشی از دیابت هستند، لذا در این مطالعه برآن شدیم تا سطح سرمی عناصر منیزیم، روی، مس و کروم را در بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ بررسی کرده و با سطح سرمی این عناصر در افراد سالم مقایسه نماییم.

## روش کار

### جمع‌آوری نمونه

پژوهش توصیفی تحلیلی حاضر، به‌روش مورد شاهدی با مراجعه به آزمایشگاه مهدیه رباط استان اصفهان انجام گرفت. بیماران دیابتی و غیردیابتی پس از توجیه و کسب موافقت‌نامه کتبی برای همکاری انتخاب شدند. مشخصات بیماران شامل سن، جنس، وزن، قد، ابتلا به دیابت و نوع آن، طول دوره درمان، مدت زمان ابتلا به این بیماری و داروهای مصرفی بررسی و ثبت گردید. این افراد در دو گروه ۵۰ نفره که شامل ۵۰ نفر زن و ۵۰ نفر مرد و یک گروه غیردیابتی شامل ۱۰۰ نفر طبقه‌بندی شدند و محدوده سنی آن‌ها نیز بین ۳۵ تا ۷۵

[ Downloaded from ncmbjpiau.ir on 2026-11-08 ]

[ DOR: 20.1001.1.22285458.1398.10.37.4.3 ]

سال بود. گروه مورد شامل افراد دیابتی نوع دو بودند (این مورد براساس نظر پزشک متخصص و پرونده پزشکی بیماران و سوابق موجود در پرونده لحاظ شده و بیماران وارد این مطالعه شدند). سپس برای هر یک از افراد پرسش‌نامه‌ای تهیه گردید. در ادامه خون‌گیری از بیماران پس از ۱۲ ساعت ناشتا بودن انجام گرفت و از هر فرد ۵ سی‌سی خون گرفته شد. در نهایت میزان محتوای سرم افراد توسط دستگاه اسپکتروفتومتری جذب اتمی اندازه‌گیری گردید.

**اندازه‌گیری عنصر کروم**

بعد از تهیه و جمع آوری نمونه‌های سرم خون، میزان کروم توسط دستگاه اسپکتروفتومتر جذب اتمی اندازه‌گیری شد. برای این منظور با استفاده از روش شیمیایی استاندارد، کروم با غلظت ۱ میکروگرم بر لیتر توسط دی‌کرومات پتاسیم در آب مقطر دیونیزه تهیه و نمودار منحنی استاندارد رسم گردید. سپس به‌کمک دستگاه اسپکتروفتومتر جذب اتمی، غلظت کروم نمونه‌ها در طول موج ۵۲۰ نانو متر مشخص شد.

**اندازه‌گیری عنصر روی**

اندازه‌گیری عنصر روی با استفاده از کیت انجام گرفت. اساس تست به این صورت است که تست کالریمتری مستقیم، روی (zn) با 5-Br-PAPS کمپلکس رنگی پایدار تشکیل می‌دهد. غلظت رنگ با میزان روی (zn) موجود در نمونه متناسب است.

**اندازه‌گیری عنصر مس**

اندازه‌گیری عنصر مس با استفاده از کیت صورت گرفت که این کیت قادر بود مس را به‌طور مستقیم در مایع‌های بیولوژیک اندازه‌گیری نماید. واکنش اختصاصی بوده، به‌همین دلیل برای شرایط آزمایش از مواد ماسک کننده مختص کنترل فلزات مزاحم چون روی، کبالت، نیکل و آهن استفاده گردیده است که این اجازه را می‌دهد مس به‌طور اختصاصی با کروموژن 5-Br-PSAA تشکیل کمپلکس رنگی پایدار دهد که شدت رنگ آن متناسب با مقدار مس در نمونه است و در طول موج ۶۰۰-۵۷۰ نانومتر اندازه گیری می‌شود.

**اندازه‌گیری عنصر منیزیم**

اندازه‌گیری عنصر منیزیم نیز با استفاده از کیت صورت پذیرفت. این آزمایش به‌صورت End point و به‌روش فتومتری و با استفاده از Xylidyl blue است. اساس آزمایش به این صورت است که در این آزمایش منیزیم با Xylidyl blue در یک محلول قلیایی شامل GEDTA، واکنش می‌دهد. شدت رنگ کمپلکس با غلظت منیزیم نسبت مستقیم دارد و می‌توان آن به‌صورت فتومتریک اندازه گیری نمود.

**اندازه‌گیری HbA1c**

کاربرد این تکنیک ارزیابی بلند مدت غلظت گلوکز در افراد دیابتی، تشخیص دیابت و شناسایی افراد در معرض خطر ابتلا به دیابت است. هموگلوبین A1c فرم گلیکوزیله $HbA_0$ (فرم غالب هموگلوبین در افراد بالغ) است و تعیین درصد HbA1c نشان دهنده میانگین غلظت گلوکز خون در طی یک تا دو ماه قبل است و از این رو به عنوان یکی از ابزارهای تشخیصی مهم برای پایش میزان قند خون شناخته می‌شود. اصول آزمایش به این صورت است که در اولین واکنش، غلظت هموگلوبین در طول موج مناسب سنجیده می‌شود و به‌طور هم‌زمان فروکتوزیل‌دی‌پپتید از انتهای آمینی گروه‌های آمینی زنجیره بتای HbA1c با عمل پروتئازها تولید می‌گردد. در ادامه هیدروژن پراکسید تولید شده در نتیجه واکنش فروکتوزیل دی پپتید اکسیداز با فروکتوزیل دی پپتید باعث تغییر رنگ ماده ۱۰-(کربوکسی متیل آمینو کربونیل) ۳ و ۷-بیس (دی متیل آمینو) نمک فنوتیازین سدیم در حضور پراکسیداز می‌گردد. در نهایت تغییر جذب نوری در طول موج مناسب میزان HbA1c را مشخص می‌نماید و ترکیب نتایج حاصل از هموگلوبین و Hba1c در سیستم برای محاسبه و بیان درصد HbA1c به‌کار می‌رود.

**اندازه‌گیری کمی گلوکز به روش دستی و دستگاهی**

در این روش آب اکسیژنه آزاد شده از گلوکز در مجاورت آنزیم گلوکز اکسیداز، با فنول و ۴- آمینوآنتی پرین، در مجاورت آنزیم پراکسیداز تشکیل کینونیمین می‌دهد. میزان کینونیمین تشکیل شده به‌صورت فتومتریک قابل اندازه‌گیری است و با مقدار گلوکز رابطه مستقیم دارد. در این مطالعه از طول موج ۵۰۵ نانومتر برای بررسی فتومتریک میزان کینونیمین استفاده شده و قطر کووت یک سانتی متر بود. به‌علاوه دما در ۳۷ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد و در نهایت فتومتر با بلاتک روی صفر تنظیم شد.

**روش‌های آماری**

اطلاعات حاصل از سنجش خون ناشتا، هموگلوبین، کروم، منیزیم، مس و روی با استفاده از برنامه نرم‌افزاری SPSS ویرایش ۲۰ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. محاسبه‌ها از میانگین پارامترها در گروه‌های مختلف، به‌کارگیری ضریب



[ Downloaded from ncmbjpiau.ir on 2026-11-08 ]

[ DOR: 20.1001.1.22285458.1398.10.37.4.3 ]

همبستگی پیرسون جهت تعیین ضریب همبستگی عناصر مربوطه با بیماری و استفاده از آزمون t مستقل جهت مقایسه عناصر ذکر شده در گروه‌ها بوده است.

## نتایج

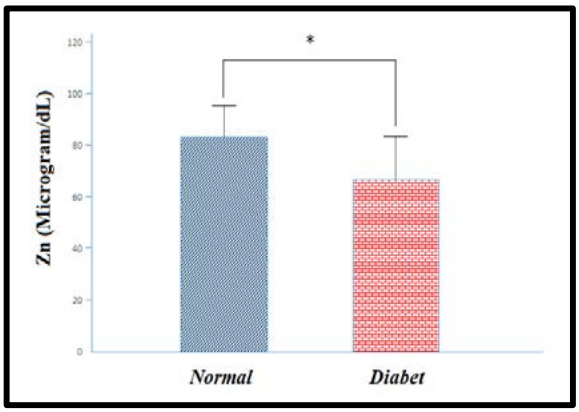
در این مطالعه جهت بررسی نرمال بودن توزیع داده‌های به-دست آمده برای سطوح عناصر مختلف در سرم خون از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف استفاده شد. در این آزمون عدم نرمال بودن توزیع داده‌ها به-عنوان فرض صفر در نظر گرفته شده و بر این اساس مقدار P-Value برای اعتبار سنجی فرض صفر در توزیع داده‌ها مورد بررسی قرار می گیرد. نتایج به‌دست آمده برای بررسی نرمال بودن توزیع مقادیر عناصر مورد مطالعه نشان داد که توزیع داده‌های این چهار عنصر به‌صورت نرمال بوده و برای بررسی اختلاف میانگین این عناصر در گروه غیردیابتی و دارای دیابت از آزمون t مستقل استفاده شد. نتایج به‌دست آمده برای آزمون نرمال بودن داده ها در جدول (۱) نشان داده شده است.

جدول ۱- آزمون کولموگروف- اسمیرنوف جهت بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها

| پارامتر | Zn | Cu | Mg | Cr |
|---|---|---|---|---|
| تعداد نمونه | ۲۰۰ | ۲۰۰ | ۲۰۰ | ۲۰۰ |
| میانگین داده ها | ۷۵/۲۷ | ۱۰۲/۶۴ | ۱/۸۶ | ۳۸/۸۹ |
| انحراف استاندارد | ۱۶/۹۰ | ۲۴/۰۹ | ۰/۳۴ | ۶/۵۵ |
| پارامتر z | ۰/۵۴۲ | ۰/۶۵۰ | ۱/۲۷۷ | ۰/۸۰۸ |
| P-Value | ۰/۹۳۱ | ۰/۷۹۲ | ۰/۰۷۷ | ۰/۵۲۳ |

### مقایسه میانگین غلظت سرمی روی در افراد غیردیابتی و بیماران دیابتی

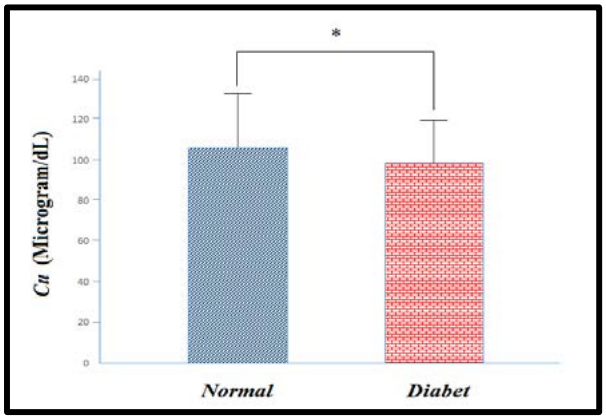
نتایج به‌دست آمده از بررسی میانگین غلظت سرمی روی در افراد غیردیابتی و بیماران دیابتی نشان داد که با درجه اطمینان ۹۵ درصد میانگین غلظت عنصر روی در سرم افراد دیابتی به‌صورت معنی‌داری کاهش پیدا کرده است (۰/۰۰۱ >P، $T_{(198)}$= ۷/۷۳۴). نتایج بررسی میانگین غلظت سرمی روی در افراد دیابتی و غیردیابتی در شکل (۱) نمایش داده شده است.




شکل ۱- بررسی غلظت فلز روی در سرم خون افراد غیردیابتی و بیماران دیابتی. بررسی ضریب همبستگی برای تغییرهای غلظت روی با بیماری دیابت نشان داد که وجود بیماری دیابت تفاوت معنی‌داری با غلظت روی در سرم خون افراد دارد و دیابت می‌تواند با کاهش سطح فلز روی در سرم خون فرد بیمار در ارتباط باشد (**P < ۰/۰۰۱**).

### مقایسه میانگین غلظت سرمی مس در افراد غیردیابتی و بیماران دیابتی

بررسی میانگین غلظت سرمی مس در افراد غیردیابتی و بیماران دیابتی نشان می‌دهد که با درجه اطمینان ۹۵ درصد میانگین غلظت مس در سرم افراد دیابتی نسبت‌به افراد غیردیابتی به‌صورت معنی‌داری کاهش پیدا کرده است (۲/۲۵۳ =$T_{(198)}$، P = ۰/۰۲۵). نتایج مقایسه میانگین غلظت سرمی مس در افراد دیابتی و غیردیابتی در شکل (۲) نمایش داده شده است.



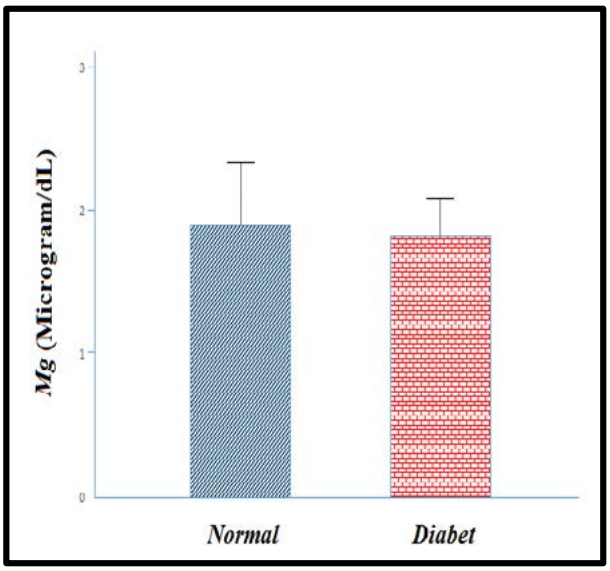

شکل ۲- بررسی غلظت مس در سرم خون غیردیابتی و بیماران دیابتی. بررسی ضریب همبستگی در تغییرهای غلظت مس با بیماری دیابت نشان داد که تفاوت کمی بین کاهش غلظت مس در سرم خون غیردیابتی و بیماران دیابتی وجود دارد. اگر چه این تغییرهای معنی‌دار بوده اما تفاوت نسبت‌به عنصر روی بسیار کمتر است. بنابراین رابطه بین کاهش سطح مس و دیابت به‌عنوان یک رابطه معنی‌دارکوچک در تقسیم‌بندی کوهن تفسیر می‌گردد (P = ۰/۰۲۵).

[ Downloaded from ncmbjpiau.ir on 2026-11-08 ]

[ DOR: 20.1001.1.22285458.1398.10.37.4.3 ]

### مقایسه میانگین غلظت سرمی منیزیم در افراد غیردیابتی و بیماران دیابتی

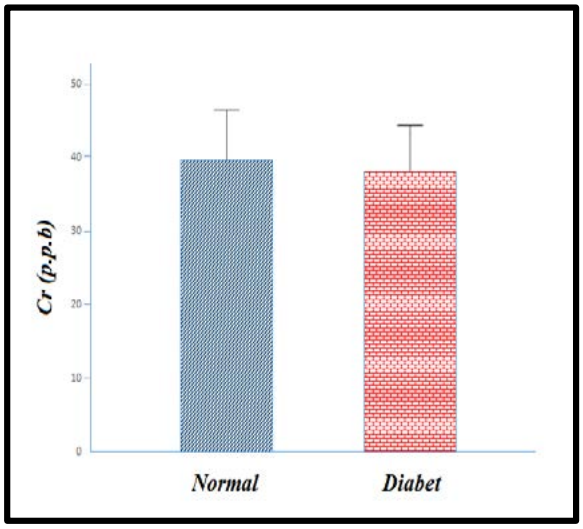
بررسی میانگین غلظت سرمی منیزیم در افراد غیردیابتی و بیماران دیابتی نشان داد که اگر چه میزان غلظت سرمی این عنصر در بیماران دیابتی کاهش می‌یابد اما این کاهش از لحاظ آماری معنی‌دار نیست بنابراین با درجه اطمینان ۹۵ درصد میانگین غلظت منیزیم در سرم افراد دیابتی و افراد غیردیابتی تفاوت معنی‌داری ندارد($T_{(198)}$=۱/۵۷۹ ، P = ۰/۱۱۷). نتایج مقایسه میانگین غلظت سرمی منیزیم در افراد دیابتی و افراد غیردیابتی در شکل (۳) نمایش داده شده است.




شکل ۳- بررسی غلظت منیزیم در سرم خون افراد غیردیابتی و بیماران دیابتی. تغییرهای سطح منیزیم و وجود بیماری دیابت با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون نشان می‌دهد که این دو متغییر دارای رابطه بسیار ضعیفی بوده که این ارتباط با درجه اطمینان ۹۵ درصد از لحاظ آماری معنی‌دار نیست (P = ۰/۱۱۷).

### مقایسه میانگین غلظت سرمی عنصر کروم در افراد غیردیابتی و بیماران دیابتی

بررسی میانگین غلظت سرمی کروم در افراد غیردیابتی و بیماران دیابتی نشان می‌دهد که اگر چه میزان غلظت سرمی کروم در بیماران دیابتی کاهش می‌یابد اما این کاهش از لحاظ آماری معنی‌دار نبوده و بنابراین با درجه اطمینان ۹۵ درصد میانگین غلظت کروم در سرم افراد دیابتی و افراد غیردیابتی تفاوت معنی‌داری ندارد($T_{(198)}$=۱/۶۹۶ ، P = ۰/۰۹۲). نتایج مقایسه میانگین غلظت سرمی عنصر کروم در افراد دیابتی و افراد غیردیابتی در شکل (۴) نمایش داده شده است.




شکل ۴- بررسی غلظت کروم در سرم خون افراد غیردیابتی و بیماران دیابتی نتایج بررسی ارتباط بین دو متغیر سطح کروم در سرم خون و وجود دیابت بیان می‌کند که دو متغیر سطح کروم در خون و وجود دیابت دارای ارتباط بسیار ضعیفی هستند (P = ۰/۰۹۲).

### ضریب همبستگی پیرسون

در این مطالعه برای توصیف شدت و جهت رابطه بین متغیرهای غلظت عناصر در سرم خون افراد غیردیابتی و بیماران دیابتی از آزمون هم‌بستگی پیرسون استفاده شد. به‌طور کلی نتیجه بررسی ارتباط دو متغیر در آزمون هم‌بستگی پیرسون به‌صورت ضریب همبستگی r پیرسون نمایش داده می شود. ضریب هم‌بستگی پیرسون می‌تواند شامل مقادیری از ۱- تا ۱+ باشد. که علامت مثبت نشان دهنده هم‌بستگی مثبت دو متغییر (رابطه مستقیم) و علامت منفی نشان‌دهنده هم‌بستگی منفی آن‌ها (رابطه معکوس) است. از طرف دیگر مقدار مطلق ضریب هم‌بستگی پیرسون شاخصی از شدت رابطه است. بر طبق تعریف کوهن مقادیر مطلق ضریب هم‌بستگی می‌تواند در سه بازه مختلف تفسیر گردد که حداکثر مقدار محاسبه شده ۰/۲۹ و حداقل آن ۰/۱۰ بود که حاکی از ارتباط کوچک است. حداکثر مقدار محاسبه شده ۰/۴۹ و حداقل آن ۰/۳ که نشان دهنده ارتباط متوسط است و حداکثر مقدار محاسبه شده ۱ و حداقل آن ۰/۵ که نشان دهنده ارتباط شدید است.

### بررسی ضریب هم‌بستگی تغییرهای غلظت عناصر مختلف درسرم خون با بیماری دیابت

بررسی ضریب هم‌بستگی برای تغییرهای غلظت روی با بیماری دیابت نشان داد که وجود بیماری دیابت دارای رابطه به‌نسبت شدیدی با کاهش غلظت عنصر روی در سرم خون افراد است و بنابراین بیماری دیابت می‌تواند با کاهش سطح روی در سرم خون فرد بیمار در ارتباط باشد(r= -۰/۴۸۲ ،



[ Downloaded from ncmbjpiau.ir on 2026-11-08 ]

[ DOR: 20.1001.1.22285458.1398.10.37.4.3 ]

P < ۰/۰۰۱). از سوی دیگر بررسی ضریب هم‌بستگی در تغییرهای غلظت مس با بیماری دیابت نشان داد که رابطه‌ای به‌نسبت کوچک بین کاهش غلظت مس در سرم خون و وجود بیماری دیابت وجود دارد. اگر چه این تغییرهای معنی‌دار بوده اما نسبت‌به روی بسیار کم‌تر است. و بنابراین رابطه بین کاهش سطح مس و وجود دیابت به‌عنوان یک رابطه کوچک در تقسیم‌بندی کوهن تفسیر می‌گردد(P = ۰/۰۲۵ ، r= -۰/۱۵۸).

به‌علاوه مطالعه ارتباط بین تغییرهای سطح منیزیم و وجود بیماری دیابت با استفاده از ضریب هم‌بستگی پیرسون نشان می‌دهد که این دو متغیر دارای رابطه بسیار ضعیفی بوده که این ارتباط با درجه اطمینان ۹۵ درصد از لحاظ آماری معنی-دار نیست (P = ۰/۱۱۷ ، r= -۰/۱۱۱).

در نهایت نتایج بررسی ارتباط بین دو متغیر سطح کروم در سرم خون و وجود دیابت بیان می‌کند که دو متغیر سطح کروم در خون و وجود دیابت دارای ارتباط بسیار ضعیفی هستند که در سطح اطمینان ۹۵ درصد این ارتباط معنی‌دار نیست (P = ۰/۰۹۲ ، r= -۰/۱۲۰).

### تأثیر جنسیت بر ارتباط بین سطح عناصر در خون و دیابت

#### معرفی پارامترآماری Z

به‌طور معمول برای بررسی شدت ارتباط دو متغیر در دو گروه جداگانه (مانند مردان و زنان) از پارامتر آماری z استفاده می-شود. پارامترآماری z به‌واسطه مقایسه ضریب هم‌بستگی r پیرسون در دو گروه زن و مرد محاسبه شده و در صورتی‌که مقدار مطلق به‌دست آمده برای این سنجه آماری کم‌تر از ۱/۹۶ باشد، ضرایب هم‌بستگی در دو گروه مردان و زنان از نظر آماری تفاوت معنی‌داری ندارند. به‌عبارت دیگر برای مقادیر مطلق z کم‌تر از ۱/۹۶ شدت ارتباط دو متغیر به جنسیت افراد ارتباطی ندارد.

### بررسی تاثیر جنسیت بر کاهش غلظت روی و مس در خون بیماران دیابتی

پس از مشخص شدن ارتباط بیماری دیابت با کاهش غلظت روی و مس در سرم خون افراد بیمار، جهت مقایسه تأثیر جنسیت بر این کاهش از پارامتر آماری z استفاده شد. نتایج به‌دست آمده از بررسی پارامتر z حاکی از عدم تأثیر جنسیت بر کاهش غلظت روی در خون بیماران دیابتی بود (z=۰/۶۸۲). به‌عبارت دیگر میزان کاهش غلظت روی در سرم خون بیماران دیابتی در دو گروه مردان و زنان از لحاظ آماری دارای تفاوت معنی‌داری نبوده و مستقل از جنسیت فرد بود. از سوی دیگر بررسی تأثیر جنسیت بر کاهش غلظت مس در خون بیماران دیابتی نشان داد که کاهش این فلز در بیماران دیابتی ارتباط معنی‌داری با جنسیت فرد ندارد(z=۰/۲۷۱). بنابراین با توجه به مقادیر به‌دست آمده برای پارامتر z (کم‌تر از ۱/۹۶)، کاهش غلظت روی و مس در سرم خون بیماران دیابتی مستقل از جنسیت افراد است.

## بحث

دیابت یا بیماری قند یک اختلال سوخت و سازی متابولیکی در بدن است که در آن توانایی تولید هورمون انسولین در بدن از بین خواهد رفت و یا بدن در برابر انسولین مقاوم شده و بنابراین انسولین تولیدی نمی‌تواند عملکرد طبیعی خود را انجام دهد. در دیابت، سرعت و توانایی بدن در استفاده و سوخت و ساز کامل گلوکز کاهش می‌یابد از این‌رو میزان قند خون افزایش یافته که به‌آن هایپرگلیسمی می‌گویند. وقتی این افزایش قند در دراز مدت در بدن وجود داشته باشد، سبب تخریب رگ‌های بسیار ریز در بدن می‌شود که می‌تواند اعضای مختلف بدن هم‌چون کلیه، چشم و اعصاب را درگیر کند. هم-چنین دیابت با افزایش ریسک بیماری‌های قلبی عروقی ارتباط مستقیمی دارد؛ لذا غربالگری و تشخیص زودرس این بیماری در افراد با ریسک بالا می‌تواند در پیشگیری از این عوارض مؤثر باشد. بنابراین با توجه به اهمیت کنترل و پیشگیری از دیابت مطالعه حاضر با هدف بررسی ارتباط دیابت نوع ۲ و سطح سرمی عناصر مس، روی، منیزیم و کروم طراحی و اجرا شد. مطالعه‌های بسیار با بیان تغییر متابولیسم برخی از عناصر کمیاب مس و روی در بیماران مبتلا به دیابت ملیتوس نوع ۲ اختلال متابولیسم این عناصر را به عامل مؤثر در پاتوژنز دیابت گزارش کرده‌اند. کمبود روی نیز به‌طور مکرر در بیماران مبتلا به دیابت ملیتوس نوع ۲ به‌عنوان فاکتور سهیم در اتیولوژی عوارض دیابت مانند فشار خون بالا، رتینوپاتی و ترمبوز گزارش شده است. نقش مهم روی در استرس اکسیداتیو به خوبی شناخته شده است. تغییرهای در میزان روی از طریق تأثیر بر سیستم دفاعی آنتی‌اکسیدانی، به احتمال قوی اثر سمی رادیکال‌های آزاد وابسته‌به عناصر شیمیایی را افزایش می‌دهد. این روابط می‌تواند منجر به عوارض ناشی از دیابت شود (۱۵). نتایج به‌دست آمده از بررسی میانگین غلظت سرمی عناصر مختلف در افراد غیردیابتی و بیماران دیابتی نشان داد که میانگین غلظت روی در سرم افراد دیابتی به‌صورت معنی‌داری

[ Downloaded from ncmbjpiau.ir on 2026-11-08 ]

[ DOR: 20.1001.1.22285458.1398.10.37.4.3 ]

کاهش پیدا کرده است. به‌علاوه بررسی میانگین غلظت سرمی مس نیز در افراد غیردیابتی و بیماران دیابتی نشان داد میانگین غلظت مس در سرم افراد دیابتی نسبت‌به افراد غیردیابتی به‌صورت معنی‌داری کاهش پیدا کرده است. بررسی میانگین غلظت سرمی منیزیم و کروم در افراد غیردیابتی و بیماران دیابتی نشان داد میزان غلظت سرمی این عناصر در بیماران دیابتی کاهش می‌یابد اما این کاهش از لحاظ آماری معنی‌دار نیست. هم‌چنین بررسی جنسیت در افراد دیابتی در این پژوهش نشان داد میزان کاهش غلظت عناصر روی و مس در سرم خون بیماران دیابتی در دو گروه مردان و زنان از لحاظ آماری دارای تفاوت معنی‌داری نبوده و مستقل از جنسیت فرد است. در تأیید نتایج به‌دست آمده در سال ۲۰۱۳ Zhalehjoo و همکاران به ارتباط بین روی و بیماران دیابتی پرداخته و دریافتند که ارزیابی وضعیت روی در بیماران دیابتی بسیار مهم است و تصحیح کمبود روی از مکمل‌های روی در افراد دیابتی می‌تواند اثرات درمانی قابل توجهی داشته باشد (۱۶). از سوی دیگر در سال ۲۰۱۶ Atari Hajipirloo و همکاران به بررسی هم‌بستگی غلظت روی با میزان قند خون ناشتا در بیماران مبتلا به دیابت ملیتوس نوع ۲ و بستگان درجه اول آن‌ها پرداختند. در مطالعه آن‌ها میزان کاهش یافته روی ($P = ۰/۰۰۱$) در بستگان درجه اول بیماران مبتلا به دیابت ملیتوس نوع ۲ در مقایسه با گروه کنترل سالم به‌دست آمد. میزان قند خون ناشتا هم‌بستگی منفی با میزان روی ($P = ۰/۰۰۳$ ، $r= -۰/۴۳۱$) در بیماران مبتلا به دیابت ملیتوس نوع ۲ داشت. اما میزان قند خون ناشتا با میزان روی ($P = ۰/۸$ ، $r=۰/۲۴۰$) در بستگان درجه اول بیماران مبتلا به دیابت ملیتوس نوع ۲ هم‌بستگی معنی‌داری نشان نداد (۱۷).

از سوی دیگر مطالعه‌های Sheikhpour در سال ۲۰۱۱ در رابطه با ارزیابی تأثیر بر روی بر میزان لیپیدهای سرم در بیماران مبتلا به دیابت نوع دوم نشان داد که میانگین غلظت روی در سرم بیمارانی که ۲۵ میلی‌گرم روی در روز دریافت می‌نمودند، تغییر معنی‌داری نشان نداد ولی غلظت روی سرم در گروهی که ۵۰ میلی‌گرم روی مصرف نموده بودند در پایان کار (۱۶۰±۳۰ µg/dL) از زمان شروع مطالعه (۱۴۰±۳۰µg/dL) بالاتر بود($P = ۰/۰۰۲$). به‌علاوه در گروه مصرف کننده دوز ۵۰ میلی‌گرم روی، میزان LDL و کلسترول تام از کاهش چشم‌گیری را نشان دادند ($P = ۰/۰۰۱$). نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که بالا رفتن سطح روی در بیماران دیابتی نوع II سبب کاهش غلظت لیپیدهای پلاسما کلسترول و (LDL) و هموگلوبین گلیکوزیله می‌شود (۱۸). در نهایت Partida-Hernandez و همکارانش در سال ۲۰۰۶ به مطالعه روی بیماران دیابتی و عنصر روی پرداختند. آن‌ها دریافتند که اگر به رژیم غذایی بیماران دیابتی روزانه ۱۰۰ میلی‌گرم سولفات روی به‌مدت ۱۲ هفته اضافه کنند غلظت پلاسمایی کلسترول، LDL-c و تری گلیسرید کاهش و HDL-c افزایش می‌یابد (۱۹).

به‌علاوه در پژوهش حاضر بررسی ضریب هم‌بستگی برای تغییرهای غلظت عناصر روی و مس با بیماری دیابت نشان داد که وجود بیماری دیابت دارای رابطه معنی‌داری با کاهش غلظت این عناصر در سرم خون افراد است. در همین راستا Talaei و همکاران به بررسی ارتباط میکروآلبومینوری و سطح مس ادرار در بیماران دیابتی پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد که مدت ابتلا به دیابت، سن، جنس و سطح HBA1c تأثیری بر افزایش سطح مس ادراری ندارد. این نتایج مشابه پژوهش حاضر بود و نشان داد میزان کاهش غلظت فلز مس در سرم خون بیماران دیابتی در دو گروه مردان و زنان از لحاظ آماری دارای تفاوت معنی‌داری نبوده و مستقل از جنسیت فرد است (۲۰).

در نهایت نتایج به‌دست آمده از مطالعه حاضر نشان می‌دهد که منیزیم و کروم دارای ارتباط معنی‌داری با دیابت نوع ۲ نیستند اما با این حال نتایج به‌دست آمده از در سال ۲۰۱۳، Parsaeian به اثر مصرف کروم بر روی قند خون، پروفایل لیپیدی و پراکسیداسیون لیپیدهای خون در بیماران دیابتی نوع دوم نشان می دهد که مصرف کروم اثرات مفیدی بر میزان قند خون، پروفایل لیپیدی و پراکسیداسیون لیپیدهای خون بیماران دیابتی نوع دوم دارد (۲۱). در نهایت مطالعه اخیر Kaviany و همکاران در سال ۲۰۱۶ در رابطه با اثر عناصر کمیاب (مس، کروم، منیزیم، منگنز و روی) در کنترل گلوکز و چربی‌های خون موش‌های صحرایی دیابتی شده نشان می‌دهد که تجویز خوراکی این عناصر به‌مدت یک ماه در موش‌های صحرایی دیابتی موجب طبیعی شدن میزان قند خون می‌شود (۲۲).

## نتیجه‌گیری

به‌طور کلی نتایج حاصل از مطالعه حاضر نشان می‌دهد که میانگین غلظت سرمی عناصر روی و مس افراد دیابتی نسبت‌به افراد سالم به‌صورت معنی‌داری تغییر می‌کند در حالی‌که غلظت سرمی عناصر منیزیم و کروم در بیماران دیابتی نسبت‌به افراد سالم تغییر محسوسی نشان نمی‌دهد. به‌علاوه بررسی



[ Downloaded from ncmbjpiau.ir on 2026-11-08 ]

[ DOR: 20.1001.1.22285458.1398.10.37.4.3 ]

جنسیت در افراد دیابتی در این پژوهش نشان می‌دهد میزان کاهش غلظت عناصر روی و مس در سرم خون بیماران دیابتی در دو گروه مردان و زنان از لحاظ آماری دارای تفاوت معنی-داری نبوده و مستقل از جنسیت فرد است. در نهایت نتایج حاصل از این مطالعه می‌تواند در آزمایشگاه‌های بالینی و تحقیقاتی جهت طراحی بیومارکرهای بر پایه عناصر روی و مس مورد استفاده قرار گیرد.

## سپاسگزاری

نتایج این پژوهش برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد و تحت حمایت معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد فلاورجان اصفهان است. نویسندگان از همکاری تمام بیماران شرکت کننده و پرسنل آزمایشگاه مرکز درمانی مهدیه رباط استان اصفهان که در تهیه نمونه‌های خون این پژوهش مشارکت داشتند کمال تشکر و قدردانی را می‌نمایند.

[ Downloaded from ncmbjpiau.ir on 2026-11-08 ]

[ DOR: 20.1001.1.22285458.1398.10.37.4.3 ]

## منابع


1- Fox, CS, Pencina, MJ, Meigs, JB, Vasan, RS, Levitzky, YS & D'Agostino, R Trends in the incidence of type 2 diabetes mellitus from the 1970s to the 1990s. Circulation. 2006; 113 (25): 2914-8.

2- Gregg, EW, Cheng, YJ, Cadwell, BL, Imperatore, G, Williams, DE, Flegal, KM, et al. Secular trends in cardiovascular disease risk factors according to body mass index in US adults. Jama. 2005; 293 (15): 1868-74.

3- Snowling, NJ & Hopkins, WG Effects of different modes of exercise training on glucose control and risk factors for complications in type 2 diabetic patients: a meta-analysis. Diabetes care. 2006; 29 (11): 2518-27.

4- Zierath, J, Krook, A & Wallberg-Henriksson, H Insulin action and insulin resistance in human skeletal muscle. Diabetologia. 2000; 43 (7): 821-35.

5- Farvid, M, Siasi, F & Jalai, M The impact of vitamin C and E, magnesium and Zinc on glycemic control and insulin resistance in type II diabetic patients. Tehran University Medical Journal TUMS Publications. 2006; 64 (10): 67-75.

6- Trief, PM, Wade, MJ, Britton, KD & Weinstock, RS A prospective analysis of marital relationship factors and quality of life in diabetes. Diabetes care. 2002; 25 (7): 1154-8.

7- Jackson, LA (2005) Evaluating diabetes mellitus as a risk factor for community-acquired infections. The University of Chicago Press.

8- Toufighian, T, Faghih, S, Bhnam, VH & Hamedanchi, A Comparison between chest discomfort and type of acute myocardial infarction in patients with or without diabetes mellitus. 2007.

9- Shirinzadeh, M & Shakerhosseini, R Nutritional value assessment and adequacy of dietary intake in type 2 diabetic patients. Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism. 2009; 11 (1): 25-32.

10- Virtanen, SM, Feskens, EJ, Räsänen, L, Fidanza, F, Tuomilehto, J, Giampaoli, S, et al. Comparison of diets of diabetic and non-diabetic elderly men in Finland, The Netherlands and Italy. European journal of clinical nutrition. 2000; 54 (3): 181.

11- Bonnefont-Rousselot, D The role of antioxidant micronutrients in the prevention of diabetic complications. Treatments in endocrinology. 2004; 3 (1): 41-52.

12- Paolisso, G, Pizza, G, De, SR, Marrazzo, G, Sgambato, S, Varricchio, M, et al. Impaired insulin-mediated erythrocyte magnesium accumulation is correlated to impaired insulin-mediated glucose diposal in aged non-diabetic obese patients. Diabete & metabolisme. 1990; 16 (4): 328-33.

13- Soinio, M, Marniemi, J, Laakso, M, Pyörälä, K, Lehto, S & Rönnemaa, T Serum zinc level and coronary heart disease events in patients with type 2 diabetes. Diabetes care. 2007; 30 (3): 523-8.

14- Davis, CM & Vincent, JB Chromium oligopeptide activates insulin receptor tyrosine kinase activity. Biochemistry. 1997; 36 (15): 4382-5.

15- Zhao, Y, Tan, Y, Dai, J, Li, B, Guo, L, Cui, J, et al. Exacerbation of diabetes-induced testicular apoptosis by zinc deficiency is most likely associated with oxidative stress, p38 MAPK activation, and p53 activation in mice. Toxicology letters. 2011; 200 (1-2): 100-6.

16- Zhalehjoo, N & Palizban, AA The relationship between Zinc and diabetes. Feyz Journal of Kashan University of Medical Sciences. 2013; 16.

17- Atari Hajipirloo, S, Valizadeh, N, Khadem-Ansari, MH, Rasmi, Y & Kheradmand, F Correlation between copper and iron levels with fasting blood glucose in patients with type 2 diabetes mellitus and their first-degree relatives. Urmia Medical Journal. 2016; 26 (12): 1071-9.




[ Downloaded from ncmbjpiau.ir on 2026-11-08 ]

[ DOR: 20.1001.1.22285458.1398.10.37.4.3 ]

18- Sheikhpour, R  Evaluation of the effect of zinc supplement on serum lipids level in type ii diabetic patients. 2011.

19- Partida-Hernandez, G, Arreola, F, Fenton, B, Cabeza, M, Roman-Ramos, R & Revilla-Monsalve, M  Effect of zinc replacement on lipids and lipoproteins in type 2-diabetic patients. Biomedicine & pharmacotherapy. 2006;  60 (4): 161-8.

20- Talaei, A, Jabari, S, Bigdeli, M & Farahani, H  Evaluating the relation between diabetic nephropathy and urinary cupper level. 2008.

21- Parsaeian, N  ffect of Chromium supplementation on blood glucose, lipid profile and lipids peroxidation in type 2 diabetic patients. KAUMS Journal (FEYZ). 2013;  16 (7): 595-6.

22- Kaviany, MA, Gharegozlou, B, Oshaghi, M, Sharifzade, M & Arabshahi, M  Trace Elements Effects on Blood Glucose and lipids Level in Diabetic Rat's Serum. Journal of Payavard Salamat. 2016;  10 (4): 340-9.

[ Downloaded from ncmbjpiau.ir on 2026-11-08 ]

[ DOR: 20.1001.1.22285458.1398.10.37.4.3 ]

[ DOR: 20.1001.1.22285458.1398.10.37.4.3 ]
[ Downloaded from ncmbjpiau.ir on 2026-11-08 ]