مجله‌ی غدد درون‌ریز و متابولیسم ایران
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی ـ درمانی شهید بهشتی
دوره‌ی بیست و دوم، شماره‌ی ۵، صفحه‌های ۳۶۵ ـ ۳۵۷ (آذر ـ دی ۱۳۹۹)

مقاله‌ی پژوهشی

# الگوهای تغییرات شاخص‌های چاقی شکمی در بیماران پیش دیابتی: نتایج یک کوهورت ۱۶ ساله در بستگان درجه یک بیماران دیابتی نوع دو

مریم عبدلی[۱]، دکتر مسعود امینی[۲]، شهلا صفری[۲]، دکتر اشرف امین الرعایا[۲]، دکتر آوات فیضی[۳]

۱) کمیته تحقیقات دانشجویی دانشکده‌ی بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران، ۲) مرکز تحقیقات غدد و متابولیسم، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران، ۳) گروه آمار زیستی و اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران، **نشانی مکاتبه‌ی نویسنده‌ی مسئول:** اصفهان، دانشکده بهداشت، گروه آمار زیستی و اپیدمیولوژی، مرکز تحقیقات غدد و متابولیسم، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، دکتر آوات فیضی؛ e-mail: awat_feiz@hlth.mui.ac.ir

## چکیده

**مقدمه:** پژوهش‌های پیشین به بررسی ارتباط تغییرات هم‌زمان شاخص‌های چاقی با ابتلا به دیابت بر روی بیماران پیش دیابت نپرداخته‌اند، مطالعه‌ی حاضر با هدف بررسی الگوی تغییرات شاخص‌های چاقی شکمی در طول زمان در افراد پیش دیابت و پیش‌بینی ابتلای این افراد به دیابت در آینده، انجام شده است. **مواد و روش‌ها:** این مطالعه کوهورت آینده‌نگر ۱۶ ساله (۲۰۱۹-۲۰۰۳) بر روی ۱۲۲۸ فرد پیش دیابت انجام شد. افراد مورد مطالعه در طول زمان پی‌گیری شدند و تغییرات شاخص‌های چاقی شکمی آن‌ها ارزیابی گردید. برای تحلیل داده‌ها از مدل مارکوف پنهان **(Latent Markov model)** استفاده شد. **یافته‌ها:** مدل مارکوف پنهان سه وضعیت پنهان را بر اساس تغییرات در شاخص‌های چاقی شکمی در کل نمونه تعیین کرد: سطح پایین احتمال ابتلا به دیابت/ سطح متوسط احتمال ابتلا به دیابت/ سطح بالای احتمال ابتلا به دیابت که به ترتیب شامل (۱۹٪ /۴۵٪ /۳۶٪) است. احتمال انتقال از سطح احتمال متوسط به سطح پایین و سطح بالای ابتلا به دیابت به ترتیب ۰/۳۴ و ۰/۰۲ و احتمال ماندن در وضعیت پرخطر و خطر متوسط ۰/۹۸ و ۰/۷۸ بود. **نتیجه‌گیری:** بر اساس الگوهای تغییرات در شاخص‌های چاقی شکمی، ما بیماران پیش دیابتی را در موقعیت‌های تمایل بالا، متوسط و کم به پیشرفت دیابت در آینده، دسته‌بندی کردیم. با توجه به احتمال کم انتقال از وضعیت‌های پر خطر به وضعیت‌های کم خطر پیشرفت دیابت در بیماران پیش‌دیابت، کنترل وزن به عنوان یک عامل مهم در جلوگیری از پیشرفت دیابت ضروری است.

**واژگان کلیدی:** پیش دیابت، دیابت نوع دو، چاقی، چاقی شکمی، مدل مارکوف پنهان

دریافت مقاله: ۹۹/۵/۸- دریافت اصلاحیه: ۹۹/۹/٤ ـ پذیرش مقاله: ۱٤۰۰/۱/۱٦

## مقدمه

دیابت شایع‌ترین بیماری متابولیسمی غدد بوده و یکی از رایج‌ترین بیماری‌های غیرواگیر در کشورهای در حال توسعه و در دنیا محسوب می‌شود، که در حال حاضر سریع‌ترین رشد را در جهان دارد.[۱،۲] فدراسیون بین‌المللی دیابت پیش‌بینی کرده است که تعداد افراد مبتلا به دیابت از ۳٦٦ میلیون نفر در سال ۲۰۱۱ به ۵۵۲ میلیون نفر تا سال ۲۰۳۰ افزایش خواهد یافت.[۳] در مطالعه‌ی کشوری وزارت بهداشت در سال ۱۳۸۷، شیوع دیابت ٦/۵ درصد[٤] و در سال ۱۳۹٦، ۱۰/۳ درصد گزارش شده است.[۵] دیابت نوع دو، به دلیل همراهی با هیپرگلیسمی، موجب عوارض متعددی می‌شود؛[٦] به طوری که سالانه تقریباً چهار میلیون مرگ به علت عوارض مربوط به دیابت اتفاق می‌افتد، که در حدود ۹ درصد مرگ‌های سراسر جهان را شامل می‌شود.[۷] عوارض بیماری دیابت شامل بیماری قلبی-عروقی، حملات قلبی، سکته مغزی، مشکلات کلیوی، قطع غیر تروماتیک اندام‌های انتهایی، رتینوپاتی[i]، نفروپاتی[i]، نوروپاتی[ii]، کوری و کاهش طول عمر بیماران می‌باشد.[۸،۹]

i - Retinopaty

[ Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-27 ]

[ DOR: 20.1001.1.16834844.1399.22.5.1.6 ]

پیش دیابت مرحله‌ی قبل از دیابت است که قند خون فرد بیشتر از وضعیت نرمال و کمتر از وضعیت دیابت می‌باشد.[۱۰] شیوع پیش دیابت تا سال ۲۰۳۰، حدود ۴۷۰ میلیون نفر در جهان تخمین زده شده است.[۱۱] افرادی که در گروه پیش دیابتی هستند در معرض خطر بالای دیابت قرار دارند.[۱۲]

پیشگیری در سطوح مختلف بیماری دیابت می‌تواند از عوارض و بروز این بیماری کم کند، یکی از مهم‌ترین راه‌های پیشگیری از دیابت، کنترل عامل خطر بیماری می‌باشد.[۱۳] طبق مطالعات انجام شده، ژنتیک و چاقی مهم‌ترین عوامل خطر دیابت می‌باشند. در برخی مطالعات نشان داده شده که شرایط محیطی، افسردگی و ساعات خواب شبانه‌روز می‌تواند به عنوان عامل مستقل بر ابتلا به دیابت تاثیر گذار باشد.[۱۴،۱۵] با توجه به این که شرایط ژنتیکی افراد را نمی‌توان تغییر داد، کنترل و مدیریت شیوه‌ی زندگی می‌تواند در جلوگیری از بروز این بیماری نقش اساسی داشته باشد. یکی از راه‌های کنترل این بیماری، کنترل چاقی است. با اینکه نتایج اکثر مطالعه‌ها چاقی را عامل خطر مهم و مستقل بروز دیابت نشان داده‌اند، به نظر می‌رسد شاخص‌های مهمی مثل اندازه‌های دور کمر، دور باسن، نسبت دور کمر به دور باسن و حتی دور کمر به قد، که چاقی شکمی را ارزیابی می‌کنند، بتوانند نقش مهمی در پیش‌بینی ابتلا به دیابت داشته باشند.[۱۳] حتی برخی پژوهش‌ها تاکید داشته‌اند که در پیشگویی دیابت، شاخص نسبت دورکمر به دور باسن به مراتب کارآمدتر از شاخص توده‌ی بدنی است.[۱۶،۱۷] شیوع بالای چاقی در جهان موجد نگرانی عمده‌ای است؛ زیرا چاقی به شدت با اختلال‌های متابولیکی متعدد در ارتباط است.[۱۸]

مدل مارکوف پنهان،[۱۹] یک روش کلاس‌بندی (کلاس یا موقعیت پنهان) افراد بر اساس الگوی تغییرات طولی (در امتداد زمان) متغیرها می‌باشد به گونه‌ای که افراد دارای الگوی تغییرات مشابه از نظر این متغیرها را به کلاس‌های پنهانی که توسط مدل شناسایی می‌شوند اختصاص دهد. در این مدل افرادی که شباهت زیادی با هم دارند در یک موقعیت قرار می‌گیرند و با افراد در موقعیت‌های دیگر متفاوت‌اند. مدل مارکوف پنهان احتمال حرکت افراد بین موقعیت‌های پنهان شناسایی شده و یا ماندن در همان موقعیت را نیز برآورد می‌کند. از آن جا که پژوهش‌های پیشین رابطه‌ی شاخص‌های چاقی شکمی با خطر ابتلا به دیابت را عمدتاً بصورت جداگانه بررسی کرده‌اند و روند تغییرات آن‌ها را در طول زمان مورد ارزیابی قرار نداده‌اند. هم‌چنین، پژوهش‌ها بر روی بیماران پیش دیابت بسیار محدود هستند و به بررسی ارتباط تغییرات هم‌زمان شاخص های چاقی با ابتلا به دیابت در این افراد نپرداخته‌اند، در مطالعه حاضر الگوی تغییرات طولانی مدت در سه شاخص اصلی چاقی شکمی در افراد پیش دیابت، با استفاده از مدل آماری پیشرفته مارکوف پنهان، مورد ارزیابی قرار گرفته است. بر این اساس؛ افراد مورد مطالعه از نظر احتمال ابتلا به دیابت در آینده، کلاس‌بندی شده‌اند.

## مواد و روش‌ها

### نوع مطالعه و شرکت‌کنندگان

شرکت‌کنندگان در مطالعه‌ی حاضر از نمونه‌ی تحت بررسی در مطالعه‌ی کوهورت "پیشگیری از دیابت اصفهان" انتخاب شدند. مطالعه‌ی کوهورت " پیشگیری از دیابت اصفهان" یک مطالعه طولی است که از سال ۱۳۸۳ بر روی ۳۴۸۳ نفر از خویشاوندان درجه‌ی یک بیماران دیابتی مرکز تحقیقات غدد و متابولیسم اصفهان شروع شده و تا کنون در جریان است.[۲۰] مطالعه‌ی کوهورت "پیشگیری از دیابت اصفهان"، برای ارزیابی عوامل خطر دیابت در میان افراد دارای سابقه خانوادگی ابتلا به دیابت طراحی شده است. در مطالعه‌ی حاضر بیماران پیش دیابتی از سال ۱۳۸۳ تا سال ۱۳۹۷ در مطالعه وارد و تا سال ۱۳۹۸ پی‌گیری شدند؛ این افراد بر اساس تعریف انجمن دیابت آمریکا با قند خون ناشتای بین ۱۰۰ تا ۱۲۶ در مرحله پیش دیابت قرار داشتند.[۲۱]

در پژوهش حاضر، در ابتدا افرادی را که سالم و یا دیابتی بوده‌اند کنار گذاشته، و افرادی که در وضعیت پیش دیابتی بودند مورد بررسی قرار دادیم. قند خون دو ساعته، ناشتا و هموگلوبین گلیکوزیله خون شرکت‌کنندگان در مطالعه اندازه‌گیری شد. شرکت‌کنندگان هم‌چنین پرسش‌نامه‌ی خودایفا در خصوص وضعیت سلامتی خودشان و عوامل خطر دیابت تکمیل کردند. در پژوهش حاضر از کلیه شرکت‌کنندگان رضایت‌نامه آگاهانه کتبی اخذ شده است و به آنان در مورد محرمانه ماندن اطلاعات اطمینان داده شده است. از ۳۴۸۳ نفری که در ابتدای مطالعه شرکت کرده بودند ۱۲۲۸ نفر پیش دیابتی تشخیص داده شدند. داده‌های شرکت‌کنندگانی که حداقل دو اندازه در رابطه با شاخص‌های

i -Nefropaty
ii -Noropaty

[ Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-27 ]
[ DOR: 20.1001.1.16834844.1399.22.5.1.6 ]

چاقی و دیگر شاخص‌های آزمایشگاهی در دوره پی‌گیری داشتند مورد استفاده قرار گرفت.

برای آماده‌سازی ساختار طولی داده‌ها با حداقل داده گم شده در افراد پیش دیابتی، مقادیر شاخص‌های چاقی شکمی در سه مقطع، ابتدای ورود به مطالعه، مقادیر انتهای دوره پی‌گیری و متوسط مقادیر دوره پی‌گیری استفاده شد. بر این اساس، سه مقدار از شاخص‌های یاد شده برای تحلیل داده‌ها در مدل مارکوف پنهان ثبت گردید.

مطالعه‌ی حاضر در قالب یک بررسی ثانویه بر داده‌های طرح پیشگیری از دیابت اصفهان انجام شد، و دارای کد اخلاق در پژوهش به شماره IR.MUI.RESEARCH.REC.1398.691 می‌باشد.

**ارزیابی و اندازه‌گیری متغیرهای پژوهش**

**ارزیابی شاخص‌های تن‌سنجی**: شاخص‌های تن‌سنجی با استفاده از افراد آموزش دیده مجرب، در حالی که شرکت کنندگان حداقل لباس پوشیده و بدون کفش بودند، اندازه‌گیری شد. قد با استفاده از یک نوار ثابت دیواری در حالت ایستاده با تقریب ۰/۵ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. دور کمر و دور باسن با استفاده از یک متر نواری غیر قابل ارتجاع و بدون ایجاد فشار به سطح بدن تعیین و با تقریب ۰/۵ سانتی‌متر ثبت شد. به منظور اندازه‌گیری دور کمر ابتدا به شخص مورد نظر یادآوری می‌شد که می‌باید صاف بایستد و سپس ماهیچه‌های شکم را شل کند، سپس نوار اندازه‌گیری از بالای ناف دور تا دور کمر قرار داده می‌شد بطوری‌که خیلی شل و خیلی محکم نباشد. اندازه‌گیری دور باسن در پهن‌ترین قطر دور باسن انجام شد به این صورت که پهن‌ترین و برجسته‌ترین قسمت بدن در پایین خط کمر اندازه‌گیری شد بطوری‌که متر حالت کشش یا افتادگی نداشته باشد. نسبت دور کمر به دور باسن، از تقسیم دور کمر به دور باسن محاسبه شد. نسبت دور کمر به قد، از تقسیم دور کمر به قد محاسبه شد.

**ارزیابی سایر متغیرها**: از یک پرسش‌نامه‌ی استاندارد و خود ایفا به منظور جمع‌آوری متغیرهای جمعیت‌شناختی شامل سن، جنسیت، سطح تحصیلات و وضعیت مصرف سیگار استفاده شد. برای فعالیت فیزیکی فرم کوتاه پرسش‌نامه (IPAQ)[i]، شامل پنج بخش بود، که روایی و پایایی آن در مطالعات داخلی و خارجی تعیین شده است، استفاده شد.[۲۲]

آزمایش‌های بیوشیمیایی؛ شامل شاخص‌های چربی، گلوکز پلاسما ناشتا (FPG)[ii] و OGTT[iii] برای همه شرکت‌کنندگان انجام شد. برای تعیین شاخص‌های چربی و FPG، نمونه خون از کلیه شرکت‌کنندگان پس از ۱۰-۱۲ ساعت ناشتایی شبانه گرفته شد. گلوکز پلاسما با استفاده از نمونه خون وریدی در ۳۰، ۶۰ و ۱۲۰ دقیقه پس از تجویز گلوکز خوراکی اندازه‌گیری شد. غلظت گلوکز و لیپید پلاسما با استفاده از روش رنگ‌سنجی آنزیمی سازگار با یک آنالایزر خودکار SeleCtra-2 مشخص شد. غلظت سرمی کلسترول لیپوپروتئین کم چگال (LDL-C)[iv] توسط معادله فریدوالد در افراد با سطح تری گلیسرید سرمی کمتر از ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر، محاسبه شد.[۲۳] هر دو ضرایب درون و برون سنجش برای همه نشان‌گرها ۲/۲ ٪ بود.

**تجزیه و تحلیل آماری**: میانگین و انحراف استاندارد داده‌های عددی ارائه شدند. نرمال بودن داده‌های کمی با استفاده از آزمون کلموگروف-اسمیرنوف و نمودار Q-Q ارزیابی شد. برای ارزیابی ارتباط متغیرهای کیفی از آزمون مربع کای استفاده شد. برای مقایسه بین گروهی داده های کمی از آنالیز واریانس یا آزمون ناپارامتری کروسکال-والیس استفاده شد.

برای ارزیابی الگوی تغییرات در شاخص‌های دور کمر، دور باسن، نسبت دور کمر به دور باسن و نسبت دور کمر به قد در طول زمان از مدل مارکوف پنهان استفاده گردید.[۲۴]

مدل مارکوف پنهان، موقعیت‌های پنهان افراد مورد مطالعه را بر اساس الگوهای تغییرات در اندازه‌های چاقی شکمی تعیین کرد. این مدل احتمال حرکت یک فرد بین موقعیت‌های پنهان استخراج شده را فراهم می‌کند. موقعیت‌های پنهان تعیین شده، زیر جمعیت‌های پنهان از جمعیت مورد مطالعه هستند که توزیع متغیرهای پاسخ افراد در یک زیر جمعیت یکسان است (در این جا شاخص‌های چاقی شکمی). مدل مارکوف پنهان، موقعیت پنهان (زیر جمعیت پنهان) از افراد پیش دیابتی که شباهت زیادی با یکدیگر دارند بر اساس میانگین تغییرات در شاخص‌های دور

i- International Physical Activity Questionnaire

ii -Fasting Plasma Glucose
iii - Oral Glucose Tolerance Test
iv -Low-density Lipoprotein Cholesterol

[ Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-27 ]
[ DOR: 20.1001.1.16834844.1399.22.5.1.6 ]

کمر، دور باسن، نسبت دور کمر به دور باسن و نسبت دور کمر به قد بیماران پیش دیابتی تعیین می‌کند.

احتمال‌های اولیه برای هر موقعیت پنهان و هم‌چنین احتمال‌های گذار برای حرکت بین موقعیت‌های پنهان برآورد شدند. احتمال‌های اولیه[i]، بر اساس وضعیت افراد در شروع دوره پی‌گیری و ورود به کوهورت بر اساس شاخص‌های چاقی شکمی تعیین گردیده‌اند، که شانس ابتلا در آینده به دیابت را بیان می‌کنند. احتمال گذار[ii]، احتمال حرکت فرد بین موقعیت‌های پنهان مختلف است. افراد می‌توانند در یک موقعیت باقی بمانند و یا این که به موقعیت‌های دیگر انتقال یابند.

سه اندازه برای دور کمر، دور باسن، نسبت دور کمر به دور باسن و نسبت دور کمر به قد (شامل اندازه اول در بدو ورود به مطالعه، متوسط مقادیر در دوره پی‌گیری و آخرین اندازه) از افراد مورد مطالعه به دست آمد و برای ارزیابی الگوهای تغییرات این شاخص‌ها استفاده گردید.

فرآیند برازش مدل مارکوف پنهان به این صورت انجام شد: مدل مارکوف پنهان دو و سه وضعیتی به ترتیب با یک، دو و سه کلاس بر اساس الگوهای تغییرات در دور کمر، دور باسن، نسبت دور کمر به دور باسن و نسبت دور کمر به قد در افراد پیش دیابتی برازش داده شد. در نهایت مدل با سه وضعیت و یک کلاس بر اساس ملاک‌های انتخاب مدل و نیز قابلیت تفسیرپذیری بیشتر نتایج انتخاب گردید.

تعداد مناسب موقعیت‌های پنهان، بر اساس ملاک‌های انتخاب مدل، معیار اطلاع بیزین، معیار اطلاع آکائیک، تعداد پارامترهای مدل، خطای کلاس‌بندی و معیار آنتروپی تعیین شد. معیار اطلاع بیزین، معیار اطلاع آکائیک، تعداد پارامترهای مدل و خطای کلاس‌بندی کمتر و آنتروپی بیشتر نشان‌دهنده برازش بهتر مدل و تفکیک‌پذیری بهتر موقعیت‌های پنهان هستند.[۲۵،۲۶]

موقعیت‌های پنهان استخراج شده می‌توانند به عنوان سطوح تمایل به پیشرفت دیابت تفسیر شوند. سه وضعیت پنهان به صورت وضعیت ۱"تمایل یا احتمال متوسط ابتلا به دیابت"، وضعیت ۲" تمایل یا احتمال بالای ابتلا به دیابت " وضعیت ۳ " تمایل یا احتمال کم به دیابت" نام‌گذاری شدند.

بعد از انتخاب تعداد موقعیت‌های پنهان، مدل مارکوف پنهان با و بدون حضور متغیرهای مستقل شامل سن، فعالیت فیزیکی، فشارخون سیستولیک، فشارخون دیاستولیک، HDL، LDL، کلسترول، تری‌گلیسرید، قند خون ناشتا، استعمال دخانیات برای ارزیابی الگوهای تغییرات در شاخص‌های دور کمر، دور باسن، نسبت دور کمر به دور باسن و نسبت دور کمر به قد برازش داده شد. مدل‌ها در زیر گروه‌های جنسی نیز برازش داده شد. میانگین شاخص‌های دور کمر، دور باسن، نسبت دور کمر به دور باسن و نسبت دور کمر به قد، توسط مدل مارکوف پنهان محاسبه گردید. موقعیت‌های پنهان استخراج شده بر اساس مقادیر میانگین شاخص‌های دور کمر، دور باسن، نسبت دور کمر به دور باسن و نسبت دور کمر به قد تفسیر شد. تحلیل مدل مارکوف پنهان با استفاده از نرم‌افزار LatentGOLD5.0 انجام شد.

## یافته‌ها

در مطالعه حاضر، ۱۲۲۸ شرکت‌کننده با میانگین سنی ۶/۸۶±۴۴/۰۱ سال حضور داشتند که اکثریت افراد (۷۳/۶ ٪) زن، (۸۹/۲ ٪) بدون سابقه‌ی استعمال دخانیات و (۵۱/۲ ٪) آنان تحصیلات زیر ۱۲ سال داشتند. نتایج آزمون مربع کای نشان داد که بین دو گروه جنسی زن و مرد، از نظرسابقه استعمال دخانیات، تحصیلات، وضعیت افراد پیش دیابت، تفاوت معناداری وجود دارد. نتایج آزمون تی مستقل نشان داد که متغیرهای قد، دور باسن، دور کمر، نسبت دور کمر به دور باسن، فشارخون دیاستولیک، کلسترول، تری‌گلیسرید، HDL، فعالیت فیزیکی و قند خون ناشتا در دو گروه تفاوت معناداری دارند (P<۰/۰۵) (جدول۱). اطلاعات کامل متغیرهای جمعیت‌شناختی و بالینی در کل نمونه و به تفکیک زنان و مردان در شروع مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است.

بر اساس ملاک‌های انتخاب مدل؛ شامل لگاریتم درستنمایی، معیار اطلاع بیزین، معیار اطلاع آکائیک، تعداد پارامترهای مدل، خطای کلاس‌بندی و معیار آنتروپی، مدل با سه وضعیت پنهان به عنوان مدل نهایی که هم به لحاظ آماری و نیز تفسیرپذیر بودن کفایت لازم را داشت انتخاب شد (جدول۲).

i -Initial Probabilities
ii- Transition Probability

[ Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-27 ]
[ DOR: 20.1001.1.16834844.1399.22.5.1.6 ]

**جدول ۱- ویژگی‌های جمعیت‌شناختی و بالینی در شروع پی‌گیری در افراد مورد بررسی**

| متغیر | | کل نمونه (۱۲۲۸) | مردان (۳۲۴) | زنان (۹۰۴) | مقدار P |
|---|---|---|---|---|---|
| سن (سال) | | ۴۴/۰۱±۶/۹ | ۴۴/۱۹±۷/۰ | ۴۳/۰۴±۶/۸ | ۰/۵۷۷ |
| استعمال دخانیات | بلی | ۴۳(۱۰/۸) | ۳۴(۳۲/۷) | ۹(۳/۱) | <۰/۰۰۱ |
| | خیر | ۳۵۴(۸۹/۲) | ۷۰(۶۷/۳) | ۲۸۴(۹۶/۹) | |
| تحصیلات | ندارد | ۶۸(۵/۷) | ۸(۲/۵) | ۶۰(۶/۷) | <۰/۰۰۱ |
| | زیر ۱۲ سال | ۶۱۴(۵۱/۲) | ۱۱۷(۳۷/۱) | ۴۹۷(۵۶/۲) | |
| | ۱۲ سال | ۳۵۲(۲۹/۳) | ۱۰۳(۳۲/۷) | ۲۴۹(۲۸/۱) | |
| | بالای ۱۲ سال | ۱۶۶(۱۳/۸) | ۸۷(۲۷/۶) | ۷۹(۸/۹) | |
| وضعیت افراد پیش دیابت | IGT | ۲۷۹(۲۲/۷) | ۴۸(۱۴/۸) | ۲۳۱(۲۵/۶) | |
| در شروع مطالعه | IFG | ۵۶۰(۴۵/۶) | ۲۰۴(۶۳) | ۳۵۶(۳۹/۴) | |
| | IGT&IFG | ۳۸۹(۳۱/۷) | ۷۲(۲۲/۲) | ۳۱۷(۳۵/۱) | <۰/۰۰۱ |
| قد (سانتی‌متر) | | ۱۵۹/۴±۸/۳ | ۱۶۹/۴±۶/۴ | ۱۵۵/۸±۵/۵ | <۰/۰۰۱ |
| دور باسن (سانتی‌متر) | | ۱۰۸/۲±۹/۱ | ۱۰۵/۴±۶/۵ | ۱۰۹/۱±۹/۷ | <۰/۰۰۱ |
| نسبت دور کمر به قد (سانتی‌متر) | | ۰/۵۷±۰/۱ | ۰/۵۷±۰/۰۵ | ۰/۵۷±۰/۰۶ | ۰/۶۰۲ |
| دور کمر (سانتی‌متر) | | ۹۱/۰۱±۹/۵ | ۹۶/۵۷±۸/۲ | ۸۹/۰۶±۹/۲ | <۰/۰۰۱ |
| نسبت دور کمر به دور باسن | | ۰/۸۴±۰/۱ | ۰/۹۲±۰/۰ | ۰/۸۲±۰/۰۵ | <۰/۰۰۱ |
| فشارخون سیستولیک (میلی‌متر جیوه) | | ۱۱/۶±۱/۳ | ۱۱/۷±۱/۱ | ۱۱/۶۱±۱/۴ | ۰/۲۴۳ |
| فشارخون دیاستولیک (میلی‌متر جیوه) | | ۷/۷±۰/۹ | ۷/۸±۰/۹ | ۷/۶۲±۰/۹ | ۰/۰۳۵ |
| کلسترول (میلی‌گرم در دسی‌لیتر) | | ۱۹۷/۷±۳۳/۹ | ۱۹۲/۲±۳۶/۷ | ۱۹۹/۷±۳۲/۶ | ۰/۰۰۹ |
| تری‌گلیسرید (میلی‌گرم در دسی‌لیتر) | | ۱۶۳/۸۶±۸۳/۸ | ۱۸۱/۱±۹۳/۹ | ۱۵۷/۵±۷۸/۹ | ۰/۰۰۳ |
| HDL (میلی‌گرم در دسی‌لیتر) | | ۴۴/۸±۱۰/۴ | ۳۹/۳±۹/۶ | ۴۶/۸±۹/۹ | <۰/۰۰۱ |
| LDL (میلی‌گرم در دسی‌لیتر) | | ۱۲۰/۵±۲۶/۶ | ۱۱۷/۴±۳۰/۰ | ۱۲۱/۶±۲۵/۳ | ۰/۱۰۴ |
| فعالیت فیزیکی (دقیقه در هفته) | | ۴۵/۴±۷۷/۱ | ۳۶/۵±۶۷/۹ | ۴۸/۵±۷۹/۹ | ۰/۰۱۶ |
| قند خون ناشتا (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر) | | ۱۰۱/۷±۹/۵ | ۱۰۳/۵±۸/۳ | ۱۰۱/±۹/۹ | ۰/۰۰۳ |

گزارش متغیرهای کمی بصورت انحراف معیار±میانگین و برای متغیرهای کیفی بصورت (٪) تعداد، IFG (مشکل گلوکز خون ناشتا)، IGT (مشکل تست تحمل قند خون)، HDL (چربی خون بالا)، LDL (چربی خون پایین)

در جدول ۳، وضعیت‌های پنهان افراد مورد مطالعه که بر اساس الگوی تغییرات شاخص‌های چاقی شکمی توسط مدل مارکوف پنهان شناسایی شده‌اند ارائه گردیده است و میانگین مقادیر شاخص چاقی شکمی در هر یک از وضعیت یا کلاس‌های یاد شده ارائه گردیده است.

**جدول۲- معیارهای برازش مربوط به مدل‌های مختلف مارکوف پنهان اجرا شده روی تغییرات شاخص‌های چاقی شکمی افراد پیش دیابتی**

| مدل برازش یافته | لگاریتم درست‌نمایی | معیار اطلاع بیزین | معیار اطلاع آکائیک | تعداد پارامتر ها | خطای کلاس‌بندی | آنتروپی |
|---|---|---|---|---|---|---|
| دو وضعیت پنهان و یک کلاس | -۱۴۳۷/۶۱ | ۲۹۸۱/۹۳ | ۲۹۰۵/۲۳ | ۱۵ | ۰/۰۸ | ۰/۷۴ |
| دو وضعیت پنهان و دو کلاسه | -۱۴۳۷/۶۱ | ۳۰۱۰/۳۸ | ۲۹۱۳/۲۳ | ۱۹ | ۰/۰۸ | ۰/۷۴ |
| دو وضعیت پنهان و سه کلاسه | -۱۴۳۷/۶۱ | ۳۰۳۸/۸۳ | ۲۹۲۱/۲۳ | ۲۳ | ۰/۰۸ | ۰/۷۷ |
| سه وضعیت پنهان و یک کلاسه | -۵۳۸/۷۸ | ۱۲۶۲/۵۱ | ۱۱۲۹/۵۷ | ۲۶ | ۰/۱۲ | ۰/۷۵ |
| سه وضعیت پنهان و دو کلاسه | -۵۳۷/۳۳ | ۱۳۲۳/۹۴ | ۱۱۴۴/۹۸ | ۳۵ | ۰/۱۲ | ۰/۷۵ |
| سه وضعیت پنهان و سه کلاسه | -۵۳۷/۳۳ | ۱۳۸۷/۶۴ | ۱۱۶۲/۶۶ | ۴۴ | ۰/۱۲ | ۰/۷۵ |

دسته‌بندی و نام‌گذاری وضعیت‌های پنهان در جدول ۳، بر اساس میانگین مقادیر شاخص‌های چاقی شکمی در این کلاس‌ها صورت گرفته است. در کل نمونه و زنان وضعیت ۱"تمایل یا احتمال کم ابتلا به دیابت"، وضعیت ۲" تمایل یا احتمال متوسط ابتلا به دیابت" وضعیت ۳ " تمایل یا احتمال بالای ابتلا به دیابت" نام‌گذاری شده است. در این دسته‌بندی

[ Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-27 ]
[ DOR: 20.1001.1.16834844.1399.22.5.1.6 ]

جای وضعیت ۱ و ۳ در مردان عوض می‌شود. وضعیت ۱ "تمایل یا احتمال بالا ابتلا به دیابت"، وضعیت ۲ " تمایل یا احتمال متوسط ابتلا به دیابت" و وضعیت۳ "تمایل یا احتمال کم ابتلا به دیابت" است.

اطلاعات ارائه شده در جدول ۳، نشان می‌دهد که مدل مارکوف پنهان تعدیل نشده (بدون حضور متغیرهای مستقل) در کل نمونه ۱۹٪ افراد در وضعیت ۱، ٤٥٪ در وضعیت ۲ و ۳٦٪ در وضعیت ۳ قرار دارند. در مردان، ۲۰٪ در وضعیت ۱، ٤٤٪ در وضعیت ۲ و ۳٦٪ در وضعیت ۳ قرار دارند. در زنان، ۲۲٪ در وضعیت ۱، ٤٥٪ در وضعیت ۲ و ۳۲٪ در وضعیت ۳ قرار دارند. در مدل مارکوف پنهان تعدیل شده (با حضور متغیرهای مستقل) هم وضعیت مشابه مدل فوق از نظر توزیع افراد در وضعیت‌های پنهان تشکیل شده بدست آمد.

**جدول۳- وضعیت‌های پنهان تشکیل شده از افراد مورد مطالعه بر اساس تغییرات میانگین شاخص‌های چاقی شکمی**

| گروه | شاخص چاقی شکمی | سطح تمایل به دیابت (تعدیل نشده) | | | سطح تمایل به دیابت (تعدیل شده) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | وضعیت ۱ (کم) | وضعیت ۲ (متوسط) | وضعیت ۳ (بالا) | وضعیت ۱ (کم) | وضعیت ۲ (متوسط) | وضعیت ۳ (بالا) |
| کل (۱۲۲۸) | اندازه | ۰/۱۹ | ۰/٤٥ | ۰/۳٦ | ۰/۱۸ | ۰/٤٥ | ۰/۳۷ |
| | دورکمر (سانتی‌متر) | ۷۹/٦٦ | ۹۰/۳٤ | ۱۰۲/٦۱ | ۷۹/٥۹ | ۹۰/۲٤ | ۱۰۲/٥۰ |
| | دور کمر به دور باسن | ۰/۷۹ | ۰/۸٦ | ۰/۹۲ | ۰/۷۹ | ۰/۸٦ | ۰/۹۲ |
| | دور کمر به قد | ۰/٥۱ | ۰/٥۷ | ۰/٦٤ | ۰/٥۱ | ۰/٥۷ | ۰/٦٤ |
| مرد (۳۲٤) | اندازه | ۰/۲۰ | ۰/٤٤ | ۰/۳٦ | ۰/۲۰ | ۰/٤٤ | ۰/۳٦ |
| | دورکمر (سانتی‌متر) | ۱۰۹/۳۹ | ۹۹/٤٥ | ۸۹/٥۷ | ۱۰۹/۳٥ | ۹۹/٤۱ | ۸۹/٥٤ |
| | دور کمر به دور باسن | ۰/۹۹ | ۰/۹٤ | ۰/۸۹ | ۰/۹۹ | ۰/۹٤ | ۰/۸۹ |
| | دور کمر به قد | ۰/٦٥ | ۰/٥۸ | ۰/٥۳ | ۰/٦٥ | ۰/٥۹ | ۰/٥۳ |
| زن (۹۰٤) | اندازه | ۰/۲۲ | ۰/٤٥ | ۰/۳۲ | ۰/۲۳ | ۰/٤٥ | ۰/۳۲ |
| | دور کمر (سانتی‌متر) | ۷۹/۳۰ | ۸۹/٤٦ | ۱۰۱/٥۸ | ۷۹/۲۲ | ۸۹/۳٤ | ۱۰۱/٤۲ |
| | دور کمر به دور باسن | ۰/۷۹ | ۰/۸٤ | ۰/۸۹ | ۰/۷۸ | ۰/۸٤ | ۰/۸۹ |
| | دور کمر به قد | ۰/٥۱ | ۰/٥۷ | ۰/٦٥ | ۰/٥۱ | ۰/٥۷ | ۰/٦٥ |

متغیرهای مستقل شامل: سن، فعالیت فیزیکی، فشارخون سیستولیک، فشارخون دیاستولیک، HDL ، LDL، کلسترول، تری‌گلیسیرید، قند خون ناشتا، استعمال دخانیات

در جدول٤، مقادیر احتمال اولیه قرار گرفتن در وضعیت‌های پنهان شناسایی شده و احتمال انتقال بین این وضعیت‌ها که بر اساس تغییرات شاخص‌های چاقی شکمی آن‌ها که با روش مارکوف پنهان بدست آمده است گزارش شده است.

**جدول۴- احتمالات اولیه و انتقال افراد پیش دیابت بین وضعیت‌های پنهان استخراج شده مختلف بر اساس تحلیل مارکوف پنهان**

| گروه | شاخص چاقی شکمی | سطح تمایل به دیابت (تعدیل نشده) | | | سطح تمایل به دیابت (تعدیل شده) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | وضعیت ۱ (کم) | وضعیت ۲ (متوسط) | وضعیت ۳ (بالا) | وضعیت ۱ (کم) | وضعیت ۲ (متوسط) | وضعیت ۳ (بالا) |
| کل (۱۲۲۸) | وضعیت اولیه | ۰/۲٥ | ۰/٤۷ | ۰/۲۷ | ۰/٤۷ | ۰/۲۷ | ۰/۲٥ |
| | وضعیت (۱) | ۰/٦٦ | ۰/۰۲ | ۰/۰۰ | ۰/٦٦ | ۰/۰۲ | ۰/۰۰ |
| | وضعیت (۲) | ۰/۳٤ | ۰/۷۸ | ۰/۰۲ | ۰/۳۳ | ۰/۷۸ | ۰/۰۲ |
| | وضعیت (۳) | ۰/۰۰ | ۰/۲۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۲ | ۰/۰۰ | ۰/٦٦ |
| مرد (۳۲٤) | وضعیت اولیه | ۰/۱۳ | ۰/٤٤ | ۰/٤۳ | ۰/۱٤ | ۰/٤۳ | ۰/٤۳ |
| | وضعیت (۱) | ۰/۹٦ | ۰/۱۷ | ۰/۰۱ | ۰/۹٥ | ۰/۱۸ | ۰/۰۱ |
| | وضعیت (۲) | ۰/۰۲ | ۰/۸۱ | ۰/۲۰ | ۰/۰۳ | ۰/۸۰ | ۰/۲۰ |
| | وضعیت (۳) | ۰/۰۲ | ۰/۰۲ | ۰/۷۹ | ۰/۰۲ | ۰/۰۲ | ۰/۷۹ |
| زن (۹۰٤) | وضعیت اولیه | ۰/۳۱ | ۰/٤٦ | ۰/۲۳ | ۰/۳۰ | ۰/٤٦ | ۰/۲٤ |
| | وضعیت (۱) | ۰/٦٥ | ۰/۰۳ | ۰/۰۰ | ۰/٦٥ | ۰/۰۳ | ۰/۰۰ |
| | وضعیت (۲) | ۰/۳٤ | ۰/۷٥ | ۰/۰۳ | ۰/۳٤ | ۰/۷٥ | ۰/۰٤ |
| | وضعیت (۳) | ۰/۰۱ | ۰/۲۲ | ۰/۹۷ | ۰/۰۱ | ۰/۲۲ | ۰/۹٦ |

در جدول٤ اعداد تا دو رقم اعشار گرد شده‌اند صفر به معنای صفر مطلق نیست بلکه احتمالش نزدیک به صفر است.

[ Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-27 ]

[ DOR: 20.1001.1.16834844.1399.22.5.1.6 ]

احتمال‌های اولیه ابتلا به دیابت در آینده بر اساس وضعیت شاخص های چاقی شکمی افراد در شروع دوره پی‌گیری محاسبه شده‌اند. احتمال‌های مربوط به وضعیت‌ها و انتقال بین آن‌ها؛ بر اساس سیر تغییرات شاخص‌های چاقی شکمی محاسبه گردیده‌اند و منعکس‌کننده احتمال ابتلای افراد به دیابت در آینده، بر اساس سیر تغییراتی که از شاخص های چاقی آن ها دیده شده است، می‌باشند. احتمال اولیه در مردان و زنان به ترتیب در وضعیت ۱ (۰/۱۳ و ۰/۳۱)، در وضعیت ۲ (۰/٤٤ و ۰/٤٦) و در وضعیت ۳ (۰/٤۳ و ۰/۲۳) است. به عبارت دیگر ۱۳ (۳۱) درصد مردان (زنان) در وضعیت۱ یا "تمایل یا احتمال بالای ابتلا به دیابت" ("تمایل یا احتمال کم ابتلا به دیابت") قرار دارند، ٤٤ (٤٦) درصد مردان (زنان) در وضعیت ۲" تمایل یا احتمال متوسط ابتلا به دیابت" قرار دارند و ٤۳ (۲۳) درصد مردان (زنان) در وضعیت۳ " تمایل یا احتمال کم ابتلا به دیابت (" تمایل یا احتمال بالا ابتلا به دیابت") قرار دارند. براساس مدل مارکوف پنهان تعدیل نشده، احتمال انتقال (حرکت بین موقعیت‌ها) از هر وضعیت به وضعیت پنهان دیگر، به صورت زیر برآورد شده است:

در کل نمونه، نتایج نشان داد که در وضعیت ۱، ۰/٦٦ درهمان حالت باقی می‌مانند و با احتمال ۰/۰۲ وارد وضعیت ۲ ( تمایل یا احتمال متوسط ابتلا به دیابت) و ۰/۰۰ وارد وضعیت ۳ (تمایل یا احتمال بالای ابتلا به دیابت) می‌شوند. هم‌چنین در وضعیت۲، ۰/۳٤ وارد وضعیت ۱ (تمایل یا احتمال کم ابتلا به دیابت) و ۰/۷۸ در همان وضعیت باقی می‌مانند و با احتمال ۰/۰۲ وارد وضعیت ۳ (تمایل یا احتمال بالا ابتلا به دیابت) می‌شوند. در وضعیت ۳ نیز، ۰۰ /۰ وارد وضعیت ۱، ۰/۲۰ وارد وضعیت ۲ و ۰/۰۰ در همان وضعیت باقی می‌ماند.

نتایج مطالعه در مردان نشان داد که در وضعیت ۱، ۰/۹٦ در همان حالت کم باقی می‌مانند و با احتمال ۰/۱۷ وارد وضعیت ۲ ( تمایل یا احتمال متوسط ابتلا به دیابت) و ۰/۰۱ وارد وضعیت ۳ (تمایل یا احتمال کم ابتلا به دیابت) می‌شوند. در وضعیت ۲ (تمایل یا احتمال متوسط ابتلا به دیابت)، ۰/۰۲ وارد وضعیت ۱ و با احتمال ۰/۸۱ در همان وضعیت باقی می‌مانند و با احتمال ۰/۲۰ وارد وضعیت ۳ (تمایل یا احتمال کم ابتلا به دیابت) می‌شوند. همین‌طور در وضعیت ۳، با احتمال ۰/۰۲ وارد وضعیت ۱، ۰/۰۲ وارد وضعیت ۲ و ۰/۷۹ در همان وضعیت باقی می‌مانند.

در زنان، نتایج نشان‌دهنده‌ی آن بود که در وضعیت ۱، با احتمال ۰/٦۵ در همان حالت کم باقی می‌مانند و با احتمال۰/۰۳ وارد وضعیت ۲ ( تمایل یا احتمال متوسط ابتلا به دیابت) و ۰/۰۰ وارد وضعیت ۳ (تمایل یا احتمال بالا ابتلا به دیابت) می‌شوند. در وضعیت ۲ (تمایل یا احتمال متوسط ابتلا به دیابت)، ۰/۳٤ وارد وضعیت ۱ و با احتمال ۰/۷۵در همان وضعیت باقی می‌مانند و با احتمال ۰/۰۳ وارد وضعیت ۳ (تمایل یا احتمال بالا ابتلا به دیابت) می‌شوند. هم‌چنین در وضعیت ۳، با احتمال ۰/۰۱ وارد وضعیت ۱، ۰/۲۲ وارد وضعیت ۲ و ۰/۹۷ در همان وضعیت باقی می‌مانند.

## بحث

مطالعه حاضر با هدف تعیین سیر تغییرات شاخص‌های چاقی شکمی و ارتباط آن با بروز دیابت در افراد پیش دیابت انجام شده است. تغییر در شاخص‌های دور کمر، دور کمر به قد، دور کمر به دور باسن در طول زمان با استفاده از مدل مارکوف پنهان ارزیابی شد. سه وضعیت پنهان بر اساس الگوهای تغییرات در میانگین شاخص‌های چاقی شکمی (با و بدون حضور متغیرهای مستقل) تعیین گردید. وضعیت‌های پنهان مطابق با تمایل به ابتلا به دیابت در آینده (کم/ متوسط/ زیاد) و احتمال وضعیت‌های پنهان (۱۹٪/ ٤۵٪/ ۳٦٪) مشخص شدند.

در مطالعه حاضر افراد با تمایل بالا به ابتلا به دیابت (با و بدون حضور متغیرهای مستقل) دارای شاخص‌های چاقی شکمی غیرنرمال‌تری بوده‌اند. نتایج مطالعه نشان داد که افراد با میانگین شاخص چاقی شکمی بیشتر، احتمال ابتلا به دیابت بالاتری دارند. این یافته‌ها با نتایج مطالعه شفیعی و همکاران، که به منظور تعیین بهترین شاخص چاقی برای پیش‌بینی دیابت نوع ۲ در زنان ایرانی صورت گرفته، همسو می‌باشد. نتایج مطالعه‌ی شفیعی نشان داد که در زنان ایرانی، شاخص دور کمر به قد بهتر از شاخص توده‌ی بدنی می‌تواند بروز دیابت را پیش‌بینی کند.[۲۷] از سوی دیگر مطالعه‌ی حقیقت دوست و همکاران نشان داد که شاخص توده بدنی (BMI) پیش‌بینی‌کننده‌ی پرقدرتی برای دیابت است اما شاخص دور کمر پیش‌بینی‌کننده قدرتمندی برای بروز دیابت نبود.[۲۸] این نتایج خلاف مطالعه حاضر است که افراد با تمایل بالای ابتلا به دیابت دارای مقدار شاخص دور کمر بالاتر بودند.

پژوهش‌های گذشته نشان داده‌اند که نسبت دور کمر به قد به عنوان یک عامل پیش‌بینی دیابت در افراد پیش دیابتی

[ Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-27 ]

[ DOR: 20.1001.1.16834844.1399.22.5.1.6 ]

است.[۲۹،۳۰] در مطالعه‌ی حاضر، افراد با تمایل بالای ابتلا به دیابت دارای مقدار میانگین نسبت دور کمر به قد، بالاتر بودند. این یافته‌ها همسو با نتایج مطالعه تولوک[i] و همکارانش است که یک همبستگی بالایی را بین غیر نرمال بودن نسبت دور کمر به قد با دیابت نوع دو را نشان دادند.[۳۰] در مطالعه حاضر، افراد با تمایل بالای ابتلا به دیابت دارای مقدار میانگین شاخص‌های چاقی شکمی بالاتر بوده‌اند. این یافته‌ها همسو با نتایج مطالعه نایاک[ii] و همکارانش بوده که تاکید بر همبستگی بین شاخص‌های دور کمر و دور باسن با خطر ابتلا به دبایت در افراد پیش دیابتی داشته‌اند.[۳۱]

اگر چه تحقیقات پژوهش‌های متعددی بر روی عوامل خطر دیابت انجام شده است، اما اکثر مطالعات مطالعه‌ها پیچیدگی و شرایط ناپایدار افراد پیش دیابتی، بر اساس شاخص‌های چاقی شکمی را گزارش نکردند. هر سال حدود ۱۰-۵ درصد افراد پیش دیابتی، دیابتی می‌شوند و به همین نسبت به وضعیت نرمال برمی‌گردند.[۱۷] در مطالعه‌ی کنونی؛ سیر تغییرات شاخص‌های چاقی شکمی را به طور همزمان در افراد پیش دیابتی پی‌گیری کردیم. افراد با احتمال‌های کم، متوسط و بالای ابتلا به دیابت در آینده، تقسیم‌بندی شدند. احتمال انتقال افراد به موقعیت‌های دیگر نیز برآورد گردید.

مطالعه حاضر، اولین مطالعه در بررسی تغییرات شاخص‌های چاقی شکمی در بیماران پیش دیابت بزرگسال ایرانی با حجم نمونه‌ی بالا و تحلیل مدل مارکوف پنهان است. مدل‌های معمول برای پیش‌بینی مستلزم داشتن پیش فرض‌هایی است که در صورت نداشتن این پیش فرض‌ها یافته‌های حاصل دارای اعتبار لازم نخواهند بود، بنابراین نیاز به استفاده از مدل‌هایی است که بتوان با محدودیت‌های کمتر یافته‌های لازم را ارائه نمایند. مدل مارکوف پنهان یکی از مدل‌های آماری در زمینه تشخیص و طبقه‌بندی است. این مدل به خوبی می‌تواند به عنوان یک پیشگوی قوی استفاده شود.[۳۲] محدودیت مطالعه حاضر این است که با توجه به اجرای آن بر روی جمعیت اصفهان هر چند بواسطه حجم بالای نمونه نتیجه به جمعیت مناطق مرکزی ایران و بویژه منطقه محل انجام قابل تعمیم است، اما بدلیل تفاوت‌های فرهنگی- اجتماعی و اقتصادی مناطق مختلف ایران قابل تعمیم به کل جمعیت ایران نیست.

## نتیجه‌گیری و پیشنهادات

بر اساس ارزیابی طولانی‌مدت شاخص‌های چاقی شکمی، ما افراد پیش دیابتی را در وضعیت‌های تمایل ابتلا به دیابت کم، متوسط و بالا در آینده کلاس‌بندی کردیم. سه وضعیت پنهان بر مبنای تغییرات شاخص‌های چاقی شکمی در افراد مورد بررسی از لحاظ آماری و بالینی قابل تفسیر بودند. هم‌چنین، روش استفاده شده به ما این امکان را می‌دهد که احتمال انتقال از وضعیت کم ابتلا به دیابت به وضعیت متوسط و وضعیت بالای ابتلا به دیابت و بالعکس را برآورد کنیم. طبق نتایج بدست آمده از مطالعه حاضر، احتمال تغییر وضعیت برای افراد در وضعیت "تمایل یا احتمال متوسط ابتلا به دیابت" به وضعیت "تمایل یا احتمال کم ابتلا به دیابت" در کل نمونه برابر ۳٤٪ است. افراد در وضعیت "تمایل یا احتمال متوسط ابتلا به دیابت" به لحاظ بالینی در معرض خطر دیابت قرار دارند. در صورتی که افراد در این وضعیت اقدام به کنترل وزن و چاقی کنند در معرض خطر کمتر دیابت قرار می‌گیرند. وقوع چنین اتفاقی امکان‌پذیر است ولی بیماران با وضعیت دو که چاقی آن‌ها بسیار بد است اقدام به کنترل وزن و چاقی نمی‌کنند و بیشتر در معرض خطر دیابت قرار بگیرند. بنابراین اگر افراد در وضعیت احتمال بالای ابتلا قرار گرفتند شانس بازگشت به وضعیت "تمایل یا احتمال کم ابتلا به دیابت" در آن‌ها خیلی کم خواهد بود و باید با مداخله‌های آموزشی و پیشگیرانه مانع رسیدن افراد به چنین وضعیت‌هایی شد.

از آنجایی که درک افراد از چاقی به دلیل شیوه‌ی زندگی، شرایط محیطی، فرهنگ، نژاد و حتی منطقه جغرافیایی بسیار متفاوت است لذا اجرای این پژوهش‌ها در مناطق مختلف جغرافیایی با فرهنگ‌ها و نژادهای متفاوت ضروری به نظر می‌رسد. پیشنهاد می‌شود در مناطق مختلف ایران و جهان به طور جداگانه این دسته‌بندی انجام شود تا در مجموع دسته‌بندی دیابت در هر ناحیه تعیین گردد.

**سپاسگزاری**: نویسندگان مقاله از همکاری کلیه‌ی شرکت‌کنندگان تشکر و قدردانی می‌کنند.

**تعارض منافع**: نویسندگان اعلام می‌دارند که هیچگونه تضاد منافعی در پژوهش حاضر وجود ندارد.

i -Tulloch
ii- Nayak

[ Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-27 ]

[ DOR: 20.1001.1.16834844.1399.22.5.1.6 ]

## References


1. Asif M. The prevention and control the type-2 diabetes by changing lifestyle and dietary pattern. J Educ Health Promot 2014; 3: 1.
2. Shah A, Afzal M. Prevalence of diabetes and hypertension and association with various risk factors among different Muslim populations of Manipur, India. J Diabetes Metab Disord 2013; 12: 52.
3. Kayedi M, Vahdat K, KalantarHormozi M, Ostovar A, Darabi H, Nabipour I. The associaty of Chlamydia pneumoniae, Helicobacter pylori Herpes simplex virus type 1 and Cytomegalovirus in the northern Persian Gulf population. ISMJ 2015; 18: 135-46.
4. Maracy MR, Feizi A, Bagherynejad M. The prevalence and correlated determinants of hypertension and type 2 diabetes: A large community-based study in Isfahan, Iran. Pakistan Journal of Medical Sciences 2012; 28.
5. Diabetes: resources for Diabetes. World Health Organization- Diabetes country profiles, Available from: URL://Web site. http://www.who.int/en/. 2016.
6. Hu D, Sun L, Fu P, Xie J, Lu J, Zhou J, el al. Prevalence and risk factors for type 2 diabetes mellitus in the Chinese adult population: the InterASIA Study. Diabetes Res Clin Pract 2009; 84: 288-95.
7. Margetts B. WHO global strategy on diet, physical activity and health.Editorial. Public Health Nutr 2004; 7: 361-3.
8. Larijani A, Tabatabai O. Evaluating the Cost of Diabetes Mellitus. Iranian South Medical Journal 2001; 2: 157-63.
9. Phillips PJ, Phillipov G. A1C--frequently asked questions. Aust Fam Physician 2005; 34: 663-7.
10. Djap HS, Sutrisna B, Soewondo P, Djuwita R, Timotius KH, Sharif S, et al. Waist to height ratio (0.5) as a predictor for prediabetes and type 2 diabetes in Indonesia. InIOP Conference Series: Materials Science and Engineering 2018 Nov (Vol. 434, No. 1, p. 012311). IOP Publishing.
11. World Health Organization. World Health Organization obesity and overweight fact sheet.
12. Tabák AG, Herder C, Rathmann W, Brunner EJ, Kivimäki M. Prediabetes: a high- risk state for diabetes development. Lancet 2012; 379: 2279-90.
13. Shakeri M, Rasoulian A, Erfanian Taghvaei MR, Etemadrezaei S. Evaluation of relationship between anthropometric indexes and diabetes. Medical Journal of Mashhad University Of Medical Sciences 2015; 58: 390-6.
14. Okwechime IO, Roberson S, Odoi A. Prevalence and Predictors of Pre-Diabetes and Diabetes among Adults 18 Years or Older in Florida: A Multinomial Logistic Modeling Approach. PLoS One 2015; 10: e0145781.
15. Knol MJ, Twisk JW, Beekman AT, Heine RJ, Snoek FJ, Pouwer F. Depression as a risk factor for the onset of type 2 diabetes mellitus. A meta-analysis. Diabetologia 2006; 49:837-45.
16. Yaggi HK, Araujo AB, McKinlay JB. Sleep duration as a risk factor for the development of type 2 diabetes. Diabetes Care 2006; 29: 657-61.
17. Hadaegh F, Bozorgmanesh M, Safarkhani M, Khalili D, Azizi F. "Predictability of body mass index for diabetes: affected by the presence of metabolic syndrome?". BMC Public Health 2011; 11: 383.
18. Wei W, Xin X, Shao B, Zeng FF, Love EJ, Wang BY. The relationship between anthropometric indices and type 2 diabetes mellitus among adults in north-east China. Public Health Nutr 2015; 18: 1675-83.
19. Bartolucci F, Farcomeni A, Pennoni F. An overview of latent Markov models for longitudinal categorical data. arXiv preprint arXiv:1003.2804. 2010 Mar 14.
20. Amini M, Janghorbani M. Diabetes and impaired glucose regulation in first- degree relatives of patients with type 2 diabetes in Isfahan, Iran: prevalence and risk factors. Rev Diabet Stud 2007; 4: 169-76.
21. American Diabetes Association. Executive summary: Standards of medical care in diabetes--2012. Diabetes Care 2012; 35 Suppl 1(Suppl 1): S4-S10.
22. Vasheghani-Farahani A, Tahmasbi M, Asheri H, Ashraf H, Nedjat S, Kordi R. The Persian, last 7-day, long form of the International Physical Activity Questionnaire: translation and validation study. Asian J Sports Med 2011; 2: 106-16.
23. Friedewald WT, Levy RI, Fredrickson DS. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. Clin Chem 1972; 18: 499-502.
24. Bartolucci F, Farcomeni A, Pennoni F. Latent Markov models for longitudinal data. CRC Press 2012 Oct 29.
25. Clark SL, Muthén B, Kaprio J, D'Onofrio BM, Viken R, Rose RJ. Models and strategies for factor mixture analysis: An example concerning the structure underlying psychological disorders. Structural equation modeling: a multidisciplinary journal 2013; 20: 681-703.
26. Lubke GH, Muthén B. Investigating population heterogeneity with factor mixture models. Psychological Methods 2005; 10: 21.
27. Shafiee GI, Hadaegh FA, Azizi FE. Comparison of waist-to-height ratio and body mass index for prediction of type 2 diabetes mellitus risk in women: Tehran lipid and glucose study. Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism 2009; 11. [Farsi]
28. Haghighatdoost F, Amini M, Feizi A, Iraj B. Are body mass index and waist circumference significant predicttors of diabetes and prediabetes risk: Results from a population based cohort study. World J Diabete 2017; 8: 365-73.
29. Hadaegh F, Shafiee G, Azizi F. Anthropometric predictors of incident type 2 diabetes mellitus in Iranian women. Ann Saudi Med 2009; 29: 194-200.
30. Tulloch-Reid MK, Williams DE, Looker HC, Hanson RL, Knowler WC. Do measures of body fat distribution provide information on the risk of type 2 diabetes in addition to measures of general obesity? Comparison of anthropometric predictors of type 2 diabetes in Pima Indians. Diabetes Care 2003; 26: 2556-61.
31. Nayak VKR, Raghurama Nayak K, Vidyasagar S, Kamath A. Body composition analysis, anthropometric indices and lipid profile markers as predictors for prediabetes. PLoS One 2018; 13: e0200775.
32. Bartolucci F, Farcomeni A, Pennoni F. Latent Markov models: a review of a general framework for the analysis of longitudinal data with covariates. Test 2014; 23: 433-65.


[ Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-27 ]

[ DOR: 20.1001.1.16834844.1399.22.5.1.6 ]

*Original Article*

# Patterns of Changes in Abdominal Obesity Indices in Prediabetic Individuals: Results of a 16-year Prospective Cohort Study among First-degree Relatives of Type 2 Diabetic Patients

Abdoli M[1], Amini M[2], Safari Sh[2], Aminorroaya A[2], Feizi A[3]

[1]Department of Biostatistics and Epidemiology, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran. [2]Isfahan Endocrine and Metabolism Research Center, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran. [3]Department of Biostatistics and Epidemiology, Isfahan Endocrine and Metabolism Research Center, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, I.R. Iran

e-mail: awat_feiz@hlth.mui.ac.ir

**Received**: 29/07/2020 **Accepted**: 05/04/2021

**Abstract**

**Introduction: Previous studies have not investigated the association of concomitant changes in obesity indicators with diabetes in prediabetic patients. This study aimed to identify the patterns of changes in the abdominal obesity indices over time in prediabetic patients and to predict high-risk individuals for the future risk of diabetes development. Materials and Methods: This prospective 16-year cohort study was conducted among 1228 prediabetic individuals during 2003-2019. The subjects were followed-up over time, and changes in their abdominal obesity indices were evaluated. The hidden Markov model (LMM) was used for data analysis. Results: The LMM identified three hidden states, depending on changes in the abdominal obesity indices: low risk of diabetes development; moderate risk of diabetes development; and high risk of diabetes development (19%, 45%, and 36%, respectively). The probability of progression from moderate to low- and high-risk groups was 0.34 and 0.02, respectively, and the probability of staying in high- and moderate-risk groups was 0.98 and 0.78, respectively. Conclusion: Based on our long-term evaluation of patterns of changes in the abdominal indices, we classified prediabetic individuals into high, moderate, and low risk groups of diabetes development in the future. Due to the low probability of transition from the high risk to the low risk group in prediabetic patients, it is necessary to consider weight control as an important preventive factor in diabetes progression.**

**Keywords**: Prediabetic, Diabetes mellitus type 2, Obesity, Abdominal obesity, Latent Markov model

[ Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-27 ]

[ DOR: 20.1001.1.16834844.1399.22.5.1.6 ]