

تحلیل رگرسیون ریدج در مدل سازی شاخص توده بدنی (BMI) آتش نشانان با بررسی مشکل هم خطی چند گانه

متغیرهای مستقل (مورد مطالعه: سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی شهر مشهد)

حسن سلمانی بیدسکان^۱، پوریا بابایی^۲، احمد گایینی^۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۶/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۵/۲۰ نوع مقاله: پژوهشی

چکیده

شاخص توده بدنی یا BMI ابزاری برای نشان دادن وضعیت وزن در بالغین است و از معیارهایی است که می توان برای بیان اضافه وزن و چاقی بکار برد. در افراد دارای BMI کمتر از ۲۰ و بیشتر از ۳۰ kg/m^2 میزان مرگ و میر بصورت نسبی افزایش می یابد. تحقیق حاضر با هدف بررسی ارتباط خطی بین سه متغیر مستقل سن، قد و وزن و نیز متغیر شاخص توده بدنی آتش نشانان صورت گرفته است. این تحقیق بر مبنای اهداف و ماهیت تحقیق از نوع توصیفی میدانی، بر مبنای روش جمع آوری داده ها از نوع پیمایشی و به لحاظ روش تحلیل داده از نوع مطالعات همبستگی می باشد. جامعه آماری تحقیق آتش نشانان سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی شهرداری مشهد می باشند که ۱۶۰۰ آتش نشان به عنوان نمونه آماری انتخاب گردیدند. داده های لازم در این تحقیق با استفاده از تست های ارزیابی وضعیت جسمانی سالیانه نیروهای آتش نشان در طی سالهای ۱۳۹۹ تا ۱۴۰۰ با استفاده از دستگاه تخصصی آنالیز بدن ثبت و جمع آوری گردیده است. جهت تحلیل داده های تحقیق از نرم افزار SPSS و روش های آماری همبستگی پیرسون و رگرسیون چند متغیره استفاده گردید. نتایج تحقیق نشان می دهد که بین سه متغیر مستقل سن، قد و وزن و نیز متغیر وابسته شاخص توده بدنی همبستگی قوی و مستقیم با ضریب ۰٫۹۹ وجود دارد. با استفاده از نرم افزار SPSS و مدل رگرسیون چندگانه الگویی برای محاسبه شاخص توده بدنی براساس متغیرهای مستقل ذکر شده بدست آمد. در نهایت به جهت تأیید مدل بدست آمده و بررسی عدم تأثیر مشکل هم خطی متغیرهای مستقل از رگرسیون ریدج استفاده گردید و با استفاده از تحلیل رگرسیون ریدج نشان داده شد که علیرغم وجود هم خطی^۷ شدید بین متغیرهای مستقل، این مشکل هم خطی در برآورد ضرایب مدل رگرسیون چندگانه تأثیری نداشته و ضرایب مدل رگرسیون ریدج بسیار نزدیک و برابر با ضرایب رگرسیون چندگانه معمولی بدست آمده است و در نتیجه مدل رگرسیون بدست آمده، مدل مناسب، مورد تأیید و کاربردی می باشد.

واژگان کلیدی: رگرسیون ریدج، رگرسیون چندگانه خطی، ضریب همبستگی، شاخص توده بدنی، آتش نشان

^۱ دانشجوی دکتری، گروه مهندسی صنایع دانشگاه ایوان کی، سمنان، ایران، ha.salmani.b59@gmail.com

^۲ دانشجوی دکتری، گروه مهندسی صنایع دانشگاه ایوان کی، سمنان، ایران.

^۳ دکترای تخصصی، استادیار، عضو هیأت علمی گروه مهندسی صنایع دانشگاه ایوان کی، سمنان، ایران.

^۴Body Mass Index

Body composition

^۵Ridge Regression

^۶Colinearity

نشریه مهندسی سد. تم و بهره ری. سد. شماره ۲، ...ستان ۱۴۰۲، ص ۸۹-۱۰۶

۱. مقدمه

امروزه افزایش شاخص توده بدنی یکی از معضلات سلامتی و پزشکی در کشورهای جهان به شمار می رود. با توجه به توسعه شهرنشینی، صنعتی شدن جوامع، افزایش رشد اقتصادی و جهانی شدن بازار، تغییرات سریعی در الگوی رژیم غذایی و شیوه زندگی مردم ایجاد شده است. [۱] این تغییرات منجر به افزایش شیوع چاقی و کاهش فعالیت بدنی و در نتیجه باعث افزایش بیماری های مربوط به شیوه زندگی در بین افراد می شود. [۲] زندگی بدون تحرک به عنوان عامل خطر بیماری های مختلفی شناخته شده است. از دهه ۱۹۹۰ عدم تحرک بدنی به عنوان یکی از عوامل اصلی خطر بیماری های قلبی - عروقی در جهان مطرح شده است. [۳] تندرستی و سلامت یکی از مهمترین نعمت هاست که می تواند اساس موفقیت در زندگی انسان محسوب شود. سازمان بهداشت جهانی، سلامتی را به معنای نبود ضعف و بیماری و برخورداری از شرایط مطلوب جسمانی، ذهنی و اجتماعی توصیف کرده است، به طوری که نبود بیماری به تنهایی نمی تواند دلیلی بر تندرستی و سلامت باشد و نیز برخورداری از شرایط جسمانی مطلوب نمی تواند بر سلامتی و تندرستی تأکید کند.

شاخص توده بدنی یا BMI [Body Mass Index] ابزاری برای نشان دادن وضعیت وزن در بالغین است و از معیارهایی است که می توان برای بیان اضافه وزن و چاقی بکار برد. در فرمول های ساده و غیر دقیق، BMI از تقسیم وزن (kg) بر مجذور قد (m^2) بدست می آید [۴]

به عنوان یکی از شاخص های تغذیه ای - سلامتی، بهترین شاخص جهت تعیین میزان سلامت فرد می باشد و به همین دلیل ارتباط بسیار نزدیک با نسبت مرگ و میر تام از بیماری هایی مانند دیابت، بیماری های گوارشی، ریوی، قلبی - عروقی و کیسه صفرا دارد. در افراد دارای BMI کمتر از ۲۰ و بیشتر از 30 kg/m^2 میزان مرگ و میر نسبی افزایش می یابد. [۵] براساس طبقه بندی WHO مقادیر BMI کمتر از 18.5 کم وزن، $25 - 29.9$ اضافه وزن و $BMI \geq 30$ تحت عنوان چاق تعریف شده است. [۴، ۶]

طیف های مختلف BMI براساس اثر وزن بدن روی بیماری و مرگ است. [۷] با افزایش BMI خطر برخی بیماری ها نیز افزایش می یابد، به طوریکه اضافه وزن و چاقی با افزایش خطر بیماری های قلبی عروقی، افزایش فشارخون، دیابت نوع ۲، سکته مغزی، بیماری کیسه صفرا، استئوآرتریت، قطع تنفس به هنگام خواب و مشکلات تنفسی و بعضی از انواع سرطانها (سرطان پستان، آندومتر، پروستات کولون) همراه می باشند. [۶، ۸]

نشانه های بیشتر این بیماری ها در دوره جوانی مشهود نیست بنابراین غالباً جوانان فاقد نشانه بیماری، ناآگاهانه به شیوه های زندگی که برای سلامت مطلوب تغذیه ای یا سلامت طولانی مدت سودمند نمی باشند، ادامه می دهند.

آتش‌نشانی شغلی است که از نظر فیزیکی و روحی بسیار با اهمیت بوده و طبعاً بسیار مهم است که وظایف متعدد در این شغل به طور ایمن انجام گردد. براساس تحقیقات اپیدمیولوژیک افزایش شیوع بیماری قلبی عروقی در آتشنشانان مشخص گردیده است. علت ۴۵ درصد موارد مرگ و میر در آتشنشانان در حین انجام کار انفارکتوس میوکارد می‌باشد [۹ و ۱۰] در سال ۲۰۰۵ در کشور آمریکا ۷۶۵ حادثه غیر کشنده قلبی-عروقی در آتشنشانان گزارش شده است [۱۱] در شغل آتشنشانی خاموش کردن آتش یک وظیفه بسیار سنگین و سخت محسوب می‌شود که البته معمولاً در طول یک سال، این وظیفه ۱ تا ۵ درصد زمان حرفه‌ای یک آتشنشان را تشکیل می‌دهد [۱۲] البته خطر رخداد حوادث بیماری کرونری قلبی در طی خاموش کردن آتش ۱۰ تا ۱۰۰ برابر بیشتر نسبت به شرایط وظایف غیراورژانس می‌باشد [۱۴ و ۱۳] بطور کلی آتشنشانی شغلی است که نیاز به ظرفیت هوازی زیادی دارد و گاهی اوقات آتشنشان مجبور است در حین کار دقایق زیادی را در سطح حداکثر ظرفیت هوازی خود انرژی صرف نماید. برای اینکه آتشنشان از عهده شغل با تقاضای فیزیکی بالای خود برآمده و کارایی مناسبی با حداقل آسیب را داشته باشد، باید سطح BMI مناسبی داشته باشد. افزایش فعالیت فیزیکی میتواند بطور کلی مرگ و میر و شیوع بیماری قلبی عروقی را کاهش داده و وضعیت ریسک فاکتورهای قلبی عروقی را بهبود و ارتقاء دهد. تعدادی از مطالعات اپیدمیولوژیک در جمعیت عمومی نشان داده‌اند که افزایش فعالیت فیزیکی و تناسب قلبی-ریوی بطور چشمگیری خطر بیماری کرونر قلبی را کاهش می‌دهند [۱۶ و ۱۵]

در این تحقیق ابتدا داده‌های لازم با استفاده از تست‌های ارزیابی وضعیت جسمانی سالیانه ۱۶۰۰ نفر از نیروهای آتش‌نشان در طی سالهای ۱۳۹۹ تا ۱۴۰۰ استخراج گردیده است. تمام آزمودنیها پس از انتخاب و تعیین گروه نمونه، با هماهنگی اداره تربیت بدنی سازمان آتش‌نشانی فراخوانده شدند و در نوبت‌های متوالی و جلسات جداگانه تست‌های ارزیابی وضعیت جسمانی مورد آزمایش قرار گرفتند، به طوری که نخست، فرم مشخصات فردی و ثبت اطلاعات اولیه لازم توسط آزمودنیها تکمیل شده و سپس اندازه‌گیریهای متغیرها و شاخص توده بدنی توسط دستگاه آنالیز بدن اجرا گردید. این داده‌ها با استفاده از دستگاه تخصصی آنالیز بدن ثبت و جمع‌آوری شده است. سپس جهت تحلیل داده‌های تحقیق از نرم‌افزار SPSS و روشهای آماری همبستگی پیرسون و رگرسیون چند متغیره استفاده گردید. در نهایت با استفاده از نرم‌افزار SPSS و مدل رگرسیون چندگانه بدنبال یافتن الگویی برای محاسبه شاخص توده بدنی بر اساس متغیرهای مستقل ذکر شده خواهیم بود و

به جهت تأیید مدل بدست آمده و بررسی عدم تأثیر مشکل هم خطی متغیرهای مستقل از رگرسیون ریج استفاده خواهد شد.

۲. مبانی نظری و پیشینه تحقیق

در این بخش به بررسی و مرور مبانی نظری تحقیق و نیز مطالعه تعدادی از تحقیقات و مقالات مرتبط با موضوع می پردازیم.

۲.۱. رگرسیون خطی:

در رگرسیون به دنبال بر آورد رابطه ای ریاضی و تحلیل آن هستیم، به طوری که بتوان با آن کمیت یک متغیر مجهول را با بکار گیری متغیر یا متغیرهایی معلوم، تعیین کرد. با فرض آن که رابطه علت و معلولی بین دو متغیر کمی وجود دارد و این رابطه، خطی باشد معادله رگرسیون به شکل $y = a + bx$ تعریف می شود، که به رگرسیون خطی ساده مشهور است. به عبارت دیگر مقدار متغیر وابسته با مقدار متغیر مستقل برآورد می شود.

گاهی دو یا چند متغیر تأثیر عمده ای روی متغیر وابسته ای دارند. در این وضعیت از رگرسیون چندگانه جهت پیش بینی متغیر وابسته سود جسته میشود. در رگرسیون چندگانه نیز فرض خطی بودن رابطه بین متغیرها برقرار است.

شیوه کار رگرسیون به این گونه است که نخست باید معنی داری کل مدل رگرسیون آزمون شود که این کار با جدول ANOVA صورت می گیرد. سپس باید معنی داری تک تک ضرایب متغیرهای مستقل بررسی شود، که این کار با جدول ضرایب انجام میشود.

یکی از روشهای آماری برای تعیین ارتباط بین پارامترهای مختلف استفاده از روش رگرسیون گیری خطی کمترین مربعات می باشد، برای انجام عمل رگرسیون امروزه از نرم افزارهای متعددی بهره گرفته می شود که نرم افزار SPSS از متداولترین آنهاست. نحوه عمل بدین قرار است که با مشخص کردن متغیرهای مستقل به عنوان ورودی در نرم افزار و متغیر وابسته به عنوان خروجی، نرم افزار با توجه به میزان مقادیر ورودی و خروجی معادله ای را ایجاد میکند که بوسیله آن می توان میزان متغیر وابسته را بر حسب پارامترهای ورودی (متغیرهای مستقل) را تخمین زد.

برای فراهم آوردن یک پیشگویی بهینه از متغیر وابسته با اضافه نمودن متغیرهای مستقل، نیاز به رعایت پیش فرض هایی درباره روابط بین متغیر وابسته و مستقل می باشد.

الف- نرمال بودن توزیع خطاها (میانگین خطاها صفر باشد و واریانس خطاها ثابت باشد)

ب- بین خطاها مدل همبستگی وجود نداشته باشد. (مستقل بودن خطاها)

- ج- بین متغیرهای مستقل همبستگی وجود نداشته باشد. (دارای هم خطی نباشند)
- د - متغیر وابسته دارای توزیع نرمال باشد .

۲.۲. مطالعات پیشین :

در مطالعه روی BMI دانشجویان انستیتو تغذیه تهران میانگین BMI در دانشجویان دختر و پسر به ترتیب $21/2 \pm 2/7$ و $22/4 \pm 3/4$ بود [۱۸]

در مطالعه ای توصیفی روی دانشجویان رشته مامایی شهر تنکابن نیز شیوع چاقی با استفاده از BMI نشان داد که $16/2$ درصد دانشجویان مورد مطالعه BMI کمتر از حد طبیعی داشته ، $18/3$ درصد دارای BMI در محدوده اضافه وزن و $2/1$ درصد نیز چاق میباشند. [۱۹]

چاقی تنها در نتیجه زیاده روی در مصرف غذا یا دریافت انرژی اضافه بر نیاز فیزیولوژیک بدن بوجود نمی آید بلکه این عامل یکی از علل عمده چاقی ها بشمار می رود. معمولاً بیش از یک یا مجموعه ای از علل و عوامل در بروز چاقی دخالت دارند. عوامل ژنتیکی ، محیطی ، عصبی و هورمونی ، کاهش فعالیت بدنی، عوامل اقتصادی، فرهنگی و روانی میتوانند از عوامل مؤثر در ایجاد چاقی باشند [۱۸ و ۱۷]

WHO چاقی را به عنوان یک بیماری مزمن توصیف میکند که در کشورهای پیشرفته و در حال توسعه شایع است و جانشین بسیاری از مشکلات بهداشتی گذشته، مانند بیماریهای عفونی شده است. [۲۰] علت چاقی را بایستی تا حد زیادی مربوط به تغییرات سریع و گسترده شیوه زندگی، فعالیت فیزیکی و رژیم غذایی دانست. [۲۱]

کم وزنی و لاغری نیز اگرچه توجه کمتری به آن می شود می تواند عواقب نامطلوب و جدی برای سلامتی داشته باشد. از جمله می توان به کاهش دانسیته استخوان ، سوء تغذیه، قطع قاعدگی در زنان و مشکلات دیگر اشاره نمود. کمتر بودن BMI از حد طبیعی این مشکلات را بیشتر می کند. [۲۳] لاغری و کم وزنی در بین افراد عصبی و پرهیجان و افراد فعالی که بسیار کم استراحت میکنند فراوان است. بعضی اوقات داشتن عادات غلط غذایی ، عدم انتخاب صحیح غذا و یا نامرتب بودن وعده های غذا عامل موثری در کم شدن انرژی دریافتی می باشد. وقتی انرژی دریافتی آنقدر کافی نباشد که انرژی مورد نیاز بدن را تامین نماید وزن کم شده و فرد لاغر می شود. [۱۹]

مطالعه Toan و همکاران روی وضعیت تغذیه و سلامت ۶۰۵ فرد بالغ نشان داد که هرچه BMI فرد کمتر از $18/5$ باشد میزان ابتلاء به بیماری بالاتر بوده و بیماریهای گوارشی در بین اینگونه افراد شایعتر می باشد. [۲۲]

در میان مبتلایان به نئوپلاسمهای خوش خیم $15/95\%$ افراد $BMI < 20$ و $30/67\%$ افراد $BMI > 25$ و بقیه BMI طبیعی داشتند. در میان مبتلایان به نئوپلاسمهای بدخیم $25/62\%$ افراد $BMI < 20$ و $35/62\%$ افراد $BMI > 25$ و بقیه BMI طبیعی داشتند. $22/8\%$ افراد بی اشتها، $60/9\%$ تغییر وزن و $56/5\%$ کاهش وزن در جریان ظهور علائم نئوپلاسم را ذکر می کردند. در زمان تشخیص نئوپلاسمها در $4/35\%$ مواد کپسول، در $20/29\%$ موارد ابتلای غدد لنفاوی و در $5/17\%$ موارد متاستاز وجود داشت. در میان افراد مورد بررسی بین نوع نئوپلاسم و سن، جنس، BMI، وجود کپسول در نئوپلاسم، وجود لنفادنوپاتی، وجود متاستاز، وجود کاهش وزن و بی اشتها، ارتباط معنی دار آماری وجود داشت. [24]

نتایج تحقیق نشان می دهد که 40% دانشجویان در آزمون افسردگی در سطح طبیعی بوده و افسردگی خفیف (29%) افسردگی متوسط (24%) و افسردگی شدید در حدود (7%) مشاهده شد. همچنین 77% دانشجویان از نظر شاخص توده بدن در سطح مورد قبول و 14% آنها اضافه وزن داشته و 9% آنها نیز لاغر بودند. آزمون ضریب همبستگی پیرسون نشان داد که بین شاخص توده بدن و میزان افسردگی دانشجویان رابطه مثبت و معنی داری وجود دارد ($p \leq 0.01$). نتیجه گیری: شیوع افسردگی در دانشجویان دختر دانشگاه در حدود 60% و شیوع چاقی در حدود 14% می باشد و بین شاخص توده بدن و میزان افسردگی دانشجویان رابطه مثبت و معنی داری وجود دارد. [25]

براساس یافته های این مطالعه ارتباط معنی داری بین سن شروع قاعدگی و شاخص توده بدن و نیز درصد چربی بدن وجود دارد. ولی در مورد شاخص اقتصادی و سن شروع قاعدگی رابطه معنی داری به دست نیامد. همچنین با توجه به مشاهده شاخص توده بدن بالاتر از صدک پنجاهم در دخترانی که اولین قاعدگی را در زیر ۱۲ سال تجربه کردند و ارتباط منارک زود هنگام در دختران چاقی متوسط با افزایش خطر بیماری های وابسته به استروژن در سنین بالاتر، توجه ویژه به این مساله توصیه می گردد. [26]

در این مطالعه BMI دارای همبستگی مثبت با هورمون محرک تیروئید ($r = 0/04$) (TSH)، $-0/7/0$ - $0/01/0$ ، $0/5/0$ ($P >$) و همبستگی منفی با هورمون تیروکسین آزاد ($r = 0/18$) (FT4)، $-1/6/0$ - $0/21/0$ ، $0/5/0$ ($P >$) داشت. همچنین BMI بالاتر از ۲۵ با شانس افزایش یافته ابتلا به هایپوتیروئیدی بالینی ($OR = 7/1$)، $CI = 1/4 - 29/7$ ، $0/5/0$ ($P >$) همراه بود. ارتباط آماری معنی داری بین سایر اختلالات عملکردی تیروئید و BMI غیرطبیعی در نتایج مشاهده نشد. همچنین، ارتباطی بین افزایش غیرطبیعی BMI و آنتی بادی ضد پراکسیداز تیروئید مثبت در نتایج تعدیل شده یافت نشد. مطالعه حاضر نشان گر همراهی افزایش غیرطبیعی BMI با تغییر عملکرد تیروئید بود. با توجه

به همین امر، کنترل وزن و کاهش آن در افراد دارای اضافه‌وزن و چاقی می‌تواند به عنوان راهکاری جهت بهبود عملکرد تیروئید در این افراد مورد بررسی مطالعه بیشتر قرار گیرد. [۲۷]

۳. تعریف مساله و فرآیند مدل سازی

آمادگی جسمانی از مؤلفه‌های مربوط به سلامت و مؤلفه‌های مربوط به اجرای مهارت‌های حرکتی تشکیل شده است. آمادگی جسمانی مرتبط با سلامت شامل آمادگی هوازی، ترکیب بدنی، انعطاف‌پذیری و استقامت عضلانی و آمادگی حرکتی شامل قدرت انفجاری، چابکی و غیره می‌باشد. با توجه به این که تندرستی و آمادگی مأموران آتشنشانی افزون بر سلامت خود آنها، تأثیر مستقیم بر سلامت سایر افراد جامعه نیز دارد، توصیف میزان سلامتی و آمادگی آنان اهمیت دارد. اجرای وظایف یک آتشنشان به قابلیت‌های جسمانی او از قبیل سرعت، قدرت و استقامت وابسته می‌باشد تا در حین اجرای مأموریت محوله توانایی مقابله با حوادث را داشته باشد. به طور مثال یک آتشنشان برای مهار آتش در طبقه پنجم یک ساختمان از پله‌های نردبان مخصوص با سرعت بالا می‌رود که این خود مستلزم داشتن تعادل، توان و نیروی مناسب برای بالا رفتن از پله‌ها می‌باشد. پس توصیف میزان آمادگی جسمانی این افراد از طریق تست‌های آمادگی جسمانی ضروری به نظر می‌رسد با توجه به این که نیروهای آتش نشان از مهمترین افراد جامعه برای مبارزه با خطرات و حوادث شهری می‌باشند وجود افراد سالم و قوی در این سازمان از اساسی ترین نیازها می‌باشد. بنابراین ارزیابی وضعیت سلامتی، آمادگی جسمانی و کنترل شاخص توده بدنی این نیروها لازم و جزء مسائل اساسی می‌باشد تا اگر کمبود و کاسته‌ایی در این سازمان از نظر سلامتی جسمانی و عمومی وجود دارد نمایان و برای رفع آن اقدام شود. لذا در این تحقیق دنبال به بررسی مدل رابطه خطی بین متغیرهای مستقل سن، قد و وزن آتش نشانان شهر مشهد با متغیر وابسته شاخص توده بدنی (BMI (Body Mass Index می‌پردازیم.

متغیرهای مستقل تحقیق :

- X1 : سن (بر حسب سال)
- X2 : قد (بر حسب سانتی متر)
- X3 : وزن (بر حسب کیلوگرم)

متغیر وابسته تحقیق :

Y : شاخص توده بدنی (BMI (Body Mass Index)

۳.۱. روش ورود متغیرها در تحلیل رگرسیون:

روش Enter: رویکردی در انتخاب متغیرها است که در آن کلیه متغیرهای وارد شده در یک مرحله در تعیین رگرسیون به کار برده می شوند.

۳.۲. نتایج و خروجی نرم افزار SPSS

Model Summary ^b				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.997 ^a	.994	.994	.23558
a. Predictors: (Constant), Weight - وزن, AGE - سن, Height - قد b. Dependent Variable: Body Mass Index- شاخص توده بدنی				

جدول ۱

در جدول ۱ به ترتیب ضریب همبستگی چندگانه، ضریب تعیین (میزان تغییر پذیری در متغیر وابسته که می توان به وسیله رگرسیون آن را توضیح داد)، ضریب تعیین تعدیل شده و خطای معیار تخمین را ارایه می کند.

ANOVA ^a					
Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1 Regression	۱۵۵۹۶.۵۸۳	۳	۵۱۹۸.۸۶۱	۹۳۶۷۶.۵۸۳	.۰۰۰ ^b
Residual	۸۸.۵۷۵	۱۵۹۶	.۰۵۵		
Total	۱۵۶۸۵.۱۵۷	۱۵۹۹			
a. Dependent Variable: Body Mass Index- بدنی توده شاخص					
b. Predictors: (Constant), Weight - وزن, AGE - سن, Height - قد					

جدول ۲

در جدول ۲ تحلیل واریانس رگرسیون برای بررسی قطعیت وجود رابطه خطی بین متغیر وابسته و متغیرهای مستقل می‌باشد. سطر Regression بیانگر میزان تغییرات متغیر وابسته است که با متغیرهای مستقل توضیح داده می‌شود. به عبارت دیگر، نشان می‌دهد که دست کم یکی از K متغیر مستقل با متغیر وابسته رابطه خطی دارد یا نه. سطر Residual نیز بیانگر میزان تغییرات متغیر وابسته است که با این متغیرها تبیین نمی‌شود.

ضمناً در این جدول مقدار sig کمتر از ۵ درصد است بنابراین می‌توان گفت که دست کم یکی از متغیرهای مستقل دارای رابطه خطی با متغیر وابسته است.

Coefficients ^a								
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
1	(Constant)	50.086	.193		260.067	.000		
	AGE - سن	.002	.001	.004	2.202	.028	.916	1.092
	Height - قد	-.281	.001	-.555	-245.145	.000	.691	1.446
	Weight - وزن	.313	.001	1.153	514.981	.000	.706	1.417
a. Dependent Variable: Body Mass Index- بدنی توده شاخص								

جدول ۳

در جدول ۳ و در ستون B به ترتیب مقدار ثابت و ضریب متغیرهای مستقل در معادله رگرسیون ارائه شده است. جدول ضرایب دارای دو دسته ضرایب استاندارد نشده (B) و ضرایب استاندارد شده (Beta) است. در ضرایب استاندارد نشده مقیاس متغیرها با همدیگر یکسان نیستند در صورتی که در ضرایب استاندارد شده مقیاس متغیرها یکسان شده و امکان مقایسه متغیرها وجود دارد. بنابراین برای مقایسه اثرات چندین متغیر مستقل روی متغیر وابسته از ضرایب استاندارد شده استفاده می‌شود.

لازم به ذکر است که بر پایه مقادیر ستون B نمی‌توان نتیجه گرفت متغیری که ضریب بیشتری (بدون توجه به علامت آن) دارد تاثیر بیشتری در متغیر وابسته دارد، زیرا واحدهای اندازه‌گیری

متغیرها یکسان نیست. از این رو، برای مقایسه تاثیر متغیرها ضرایب استاندارد شده بتا بدون توجه به علامت آن استفاده می کنیم. در جدول فوق، ستون ضرایب استاندارد شده نشان می دهد که آیتم وزن، دارای بیشترین اثر است؛ زیرا به ازای یک واحد تغییر در این متغیر ۱,۱۵۳ تغییر در متغیر شاخص توده بدنی ایجاد می شود.

آماره t و sig که جهت آزمون فرض تساوی هر یک از ضرایب ستون B با عدد صفر ارایه شده است. از آن جایی که در جدول ۳، sig آزمون تساوی ضرایب رگرسیون و مقدار ثابت با مقدار صفر، کوچک تر از ۵ درصد است، بنابراین فرض تساوی ضرایب رگرسیون و مقدار ثابت با مقدار صفر رد می شود و نیازی به خارج کردن آنها از معادله رگرسیون نیست. به سخن دیگر این سه متغیر مستقل و مقدار ثابت بر متغیر وابسته تاثیر گذارند.

با توجه به این ضرایب می توان مدل رگرسیونی چندگانه محاسبه Y " شاخص توده بدنی BMI آتش نشانان " را به صورت فرمول (۱) نمایش داد:

$$Y = 50.086 + 0.002 X1 - 0.281 X2 + 0.313 X3 \quad (1)$$

X1 : سن (بر حسب سال)

X2 : قد (بر حسب سانتی متر)

X3 : وزن (بر حسب کیلوگرم)

به عنوان مثال برای شخصی با سن ۴۰ سال ، قد ۱۷۲ سانتی متر و وزنی معادل ۷۸ کیلوگرم

مقدار امتیاز شاخص توده بدنی BMI با مدل رگرسیون بالا برابر است با $Y = 26.248$

Residuals Statistics ^a					
	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	۱۵.۶۵۳۸	۴۳.۶۱۷۴	۲۵.۰۷۷۲	۳.۱۲۳۱۳	۱۶۰۰
Residual	-۱.۴۴۶۷۶	۱.۲۰۸۶۳	.۰۰۰۰۰	.۲۳۵۳۶	۱۶۰۰
Std. Predicted Value	-۳.۰۱۷	۵.۹۳۶	.۰۰۰	۱.۰۰۰	۱۶۰۰
Std. Residual	-۶.۱۴۱	۵.۱۳۰	.۰۰۰	.۹۹۹	۱۶۰۰
a. Dependent Variable: Body Mass Index- شاخص توده بدنی					

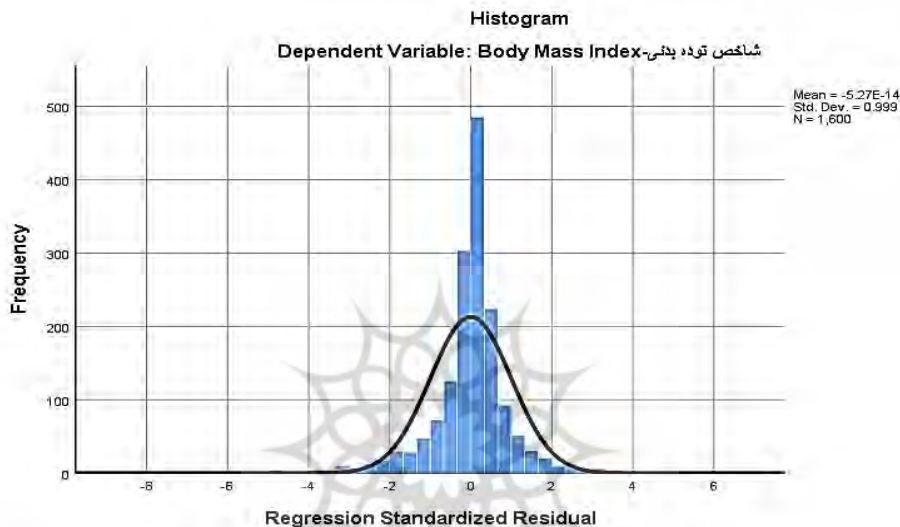
جدول ۴

جدول ۴ مربوط به آماره های توصیفی مقادیر بر آوردی توسط رگرسیون، خطاها (باقیمانده)،

مقادیر بر آوردی استاندارد شده و خطاهای (باقیمانده) استاندارد شده را نشان می دهد.

۳.۳. بررسی نرمال بودن خطاها :

یکی از مفروضات در نظر گرفته شده در رگرسیون آن است که خطاها دارای توزیع نرمال با میانگین صفر می‌باشند. بدیهی است در صورت عدم برقراری این پیش‌گزیده، نمی‌توان از رگرسیون استفاده کرد. بدین منظور باید مقادیر استاندارد خطاها محاسبه شود و نمودار توزیع داده‌ها و نمودار نرمال آنها رسم شود. سپس مقایسه‌ای بین دو نمودار صورت گیرد.



شکل ۱

نتیجه آزمون، با مقایسه نمودار توزیع فراوانی خطاها (شکل ۱) و نمودار توزیع نرمال، مشاهده می‌شود که توزیع خطاها تقریباً نرمال است، همچنین مقدار میانگین آرایه شده در سمت راست نمودار بسیار کوچک (نزدیک به صفر) و انحراف معیار نیز یک است.

۳.۴. آزمون هم‌خطی متغیرهای مستقل :

هم‌خطی وضعیتی است که نشان می‌دهد یک متغیر مستقل تابعی خطی از متغیرهای مستقل دیگر است. اگر هم‌خطی در یک معادله رگرسیون بالا باشد، بدین معنی است که بین متغیرهای مستقل همبستگی بالایی وجود دارد و ممکن است با وجود بالا بودن R^2 ، مدل دارای اعتبار بالایی نباشد. به سخن دیگر، گرچه مدل خوب به نظر می‌رسد ولی دارای متغیرهای مستقل معناداری نیست. هم‌خطی چندگانه به بررسی ارتباط بین متغیرهای مستقل در یک مدل رگرسیون می‌پردازد.

تحلیل رگرسیون ريج در مدل سازی شاخص توده بدنی (BMI) آتش‌نشانان با بررسی مشکل هم‌خطی چندگانه
متغیرهای مستقل (مورد مطالعه: سازمان آتش‌نشانی و خدمات ایمنی شهر مشهد)

Collinearity Diagnostics ^a							
Model	Dimension	Eigenvalue	Condition Index	Variance Proportions			
				(Constant)	AGE - سن	Height - قد	Weight - وزن
1	1	3.956	1.000	.00	.00	.00	.00
	2	.031	11.287	.00	.55	.00	.77
	3	.012	18.133	.22	.44	.11	.11
	4	.000	94.424	.88	.11	.99	.22

جدول ۵

در جدول ۵، Eigenvalue (مقادیر ویژه) و Condition Index (شاخص وضعیت) آورده شده است. مقادیر ویژه نزدیک به صفر نشان می‌دهد همبستگی داخلی پیش‌بینی‌ها زیاد است و تغییرات کوچک در داده‌ها به تغییرات بزرگ در ضرایب رگرسیون منجر می‌گردد. شاخص‌های وضعیت با مقادیر بیشتر از ۱۵ نشان‌دهنده احتمال هم‌خطی بین متغیرهای مستقل است و مقدار شاخص بیشتر از ۳۰ بیانگر مشکل جدی در بکارگیری رگرسیون در وضعیت موجود می‌باشد. از آنجایی که یک از مقادیر ویژه کوچک (۰,۰۰۰) است امکان همبستگی داخلی بین متغیرها وجود دارد. همچنین یکی از شاخص‌های وضعیت (۹۴,۴۲۴) بسیار بزرگتر از ۳۰ می‌باشد که این موضوع، امکان وجود هم‌خطی بین متغیرهای مستقل مساله را نشان می‌دهد. چشم‌پوشی از این مساله باعث بوجود آمدن اثرات منفی و بی‌اعتباری روی نتایج خواهد شد.

۳.۵. رگرسیون ريج :

در این بخش به جهت تأیید مدل بدست آمده و بررسی عدم تأثیر مشکل هم‌خطی متغیرهای مستقل از رگرسیون ريج استفاده می‌کنیم و با استفاده از تحلیل رگرسیون ريج^۱ نشان خواهیم داد که علیرغم وجود هم‌خطی آشدید بین متغیرهای مستقل، این مشکل هم‌خطی در برآورد ضرایب مدل رگرسیون چندگانه تأثیری نداشته و ضرایب مدل رگرسیون ريج بصورت فرمول (۲) بسیار نزدیک و برابر با ضرایب رگرسیون چندگانه معمولی حاصل می‌شود و در نتیجه مدل رگرسیون بدست آمده، مدل مناسب، مورد تأیید و کاربردی می‌باشد.

^۱Ridge Regression
^۲Colinearity

رگرسیون ريج^۱ گونه دیگری از رگرسیون خطی است که هدف آن رفع مشکل همخطی چندگانه است. رگرسیون ريج در سال ۱۹۷۰ توسط هوئزل و کنارد در مقاله‌ای در مجله‌ی مهندسی شیمی معرفی شد. آنها در تحلیل رگرسیون دریافتند که وقتی همبستگی بین متغیرهای رگرسیونی وجود دارد، برآورد کمترین مربعات اغلب مفهومی ندارد. آنها روشی را برای بدست آوردن برآوردهای بهتر پیشنهاد کردند. اگر در ماتریس طرح یک رابطه‌ی خطی تقریبی بین ستون‌ها برقرار باشند، آن‌گاه برآوردهای نامناسب و ناپایدار برای پارامترها بدست خواهد آمد. واریانس برآوردهای ضرائب رگرسیونی افزایش پیدا کرده و توان دوم برآوردهای حداقل مربعات نسبتاً بزرگ و ناپایدار می‌باشند. به بیان دیگر در رگرسیون خطی، موضوع هم خطی چندگانه مشکلاتی را برای برآوردگر حداقل مربعات پارامتر β به وجود می‌آورد. در این مقاله تلاش می‌شود که برآوردگر اریبی مانند برآوردگر حاصل از رگرسیون ريج را جایگزین برآوردهای حاصل از کمترین مربعات نماییم. این برآوردگر دارای یک پارامتر اریبی k می‌باشد. می‌توان با انتخاب مناسب k برآوردگری با میانگین مربعات خطای کمتری نسبت به برآوردگر حداقل مربعات بدست آورد. یک روش عملی برای پیدا کردن مقدار k که توسط هوئزل و کنارد در سال ۱۹۷۰ پیشنهاد شد این است که ابتدا برآورد ضرائب رگرسیونی ريج را به ازای k های مختلف بین صفر و یک بدست آورده، سپس نمودار هر یک از این برآوردهای جداگانه برای ضرائب را در مقابل k رسم نموده (اصطلاحاً به این نمودار اثر ريج گویند) و با استفاده از این نمودار، کوچکترین مقدار k ی که به ازای آن برآوردهای ضرائب به حالت پایدار می‌رسند را انتخاب کنیم.

برآورد پارامتر K برای استفاده در رگرسیون ريج

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

^۱Ridge Regression

تحلیل رگرسیون ریدج در مدل سازی شاخص توده بدنی (BMI) آتش نشانان با بررسی مشکل هم خطی چندگانه
متغیرهای مستقل (مورد مطالعه: سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی شهر مشهد)

Variance Inflation Factor Section						
	k	height	age	weight		
	0.000000	1.4463	1.0916	1.4166		
	0.001000	1.4407	1.0888	1.4112		
	0.002000	1.4352	1.0861	1.4059		
	0.003000	1.4297	1.0833	1.4007		
	0.004000	1.4242	1.0806	1.3954		
	0.005000	1.4188	1.0778	1.3902		
	0.006000	1.4188	1.0778	1.3902		
	0.006000	1.4134	1.0751	1.3851		
	0.007000	1.4081	1.0724	1.3799		
	0.008000	1.4028	1.0698	1.3748		
	0.009000	1.3975	1.0671	1.3698		
	0.010000	1.3922	1.0644	1.3647		
	0.020000	1.3415	1.0385	1.3161		
	0.030000	1.2939	1.0136	1.2704		
	0.040000	1.2492	0.9898	1.2274		
	0.050000	1.2070	0.9670	1.1869		
	0.060000	1.1672	0.9451	1.1486		
	0.070000	1.1296	0.9241	1.1124		
	0.080000	1.0941	0.9039	1.0782		
	0.090000	1.0605	0.8844	1.0457		
	0.100000	1.0286	0.8657	1.0149		
	0.200000	0.7829	0.7102	0.7768		
	0.300000	0.6235	0.5963	0.6212		
	0.400000	0.5127	0.5093	0.5125		
	0.500000	0.4318	0.4409	0.4326		
	0.600000	0.3703	0.3858	0.3716		
	0.700000	0.3222	0.3408	0.3238		
	0.800000	0.2837	0.3034	0.2853		
	0.900000	0.2522	0.2719	0.2538		
	1.000000	0.2260	0.2452	0.2276		

Ridge vs. Least Squares Comparison Section for k = 0.005000						
Independent Variable	Regular Ridge Coeff's	Regular L.S. Coeff's	Stand'zed Ridge Coeff's	Stand'zed L.S. Coeff's	Ridge Standard Error	L.S. Standard Error
Intercept	49.51717	50.08629				
height	-0.276647	-0.2808561	-0.5462	-0.5546	0.001770626	0.001145675
age	0.003241012	0.002042645	0.0069	0.0043	0.001438113	0.0009275
weight	0.3103811	0.3131444	1.1428	1.1529	0.0009399634	0.0006080704
R-Squared	0.9863	0.9944				
Sigma	0.3676	0.2356				

جدول ۷

جدول ۶

در جدول ۶ مقادیر عوامل تورم واریانس (VIF) برای هر یک از متغیرهای متناظر با مقادیر مختلف k منعکس شده و برای تمام این مقادیر K، رگرسیون باقیمانده محاسبه شد. با توجه به جدول ۷ کمترین میزان خطا و اختلاف با روش کمترین مربعات برای مقدار $K=0.005$ بدست آمد.

Ridge Regression Coefficient Section for k = 0.005000

Independent Variable	Regression Coefficient	Standard Error	Stand'zed Regression Coefficient	VIF
Intercept	49.51717			
height	-0.276647	0.001770626	-0.5462	1.4188
age	0.003241012	0.001438113	0.0069	1.0778
weight	0.3103811	0.0009399634	1.1428	1.3902

جدول ۸

با توجه به جدول ۸، ضرایب بتا برای height، age و weight به ترتیب برابر -0.276 ، 0.0032 ، 0.3103 بدست آمد. در واقع سه ضریب یادشده در وضعیتی قرار دارند که تغییرات زیادی در مجموع مجزورات باقیمانده در سطح $k=0.005$ اتفاق نیافتاده است. ضمناً با توجه به مقادیر VIF های بدست آمده (زیر ۱۰ هستند) هم خطی در برآورد ضرایب مدل رگرسیون تحقیق تأثیری نداشته و مشکلی ایجاد نخواهد کرد. در نهایت می توان مدل رگرسیونی ریدج را به صورت فرمول (۲) نمایش داد:

$$Y = 49.51717 + 0.0032 X_1 - 0.1111 X_2 + 0.3103 X_3 \quad (2)$$

X1 : سن (AGE) (بر حسب سال)

X2 : قد (Height) (بر حسب سانتی متر)

X3 : وزن (Weight) (بر حسب کیلوگرم)

۴. نتیجه‌گیری

این تحقیق با هدف تشخیص الگویی برای محاسبه شاخص توده بدنی آتش نشانان شهر مشهد با استفاده از مدل رگرسیون چندگانه انجام شد. متغیرهای مستقل این پژوهش شامل سن ، قد و وزن آتش نشانان بودند.

روش مطالعه در این تحقیق توصیفی میدانی بود و با نمونه آماری ۱۶۰۰ آتش نشان از ۵۴ ایستگاه آتش نشانی شهر مشهد انجام گرفت. تمام این افراد از سلامت جسمانی کامل برخوردار بودند. تمام آزمودنیها پس از انتخاب و تعیین گروه نمونه، با هماهنگی سازمان آتش نشانی فراخوانده شدند و در نوبت های متوالی و جلسات جداگانه تست های ارزیابی وضعیت جسمانی با استفاده از دستگاه آنالیز بدن مورد آزمایش قرار گرفتند. به طوری که نخست، فرم مشخصات فردی توسط آزمودنیها تکمیل شده و سپس اندازه گیریهای متغیرها و شاخص توده بدنی توسط دستگاه آنالیز بدن اجرا گردید.

نتایج تحقیق نشان می دهد که بین سه متغیر مستقل سن ، قد و وزن و نیز متغیر وابسته شاخص توده بدنی همبستگی قوی و مستقیمی وجود دارد. با استفاده از نرم افزار SPSS و مدل رگرسیون چندگانه الگویی برای محاسبه شاخص توده بدنی بر اساس متغیرهای مستقل ذکر شده بدست آمد . در نهایت به جهت تأیید مدل بدست آمده و بررسی عدم تاثیر مشکل هم خطی متغیرهای مستقل از رگرسیون ريج استفاده گردید و با استفاده از تحلیل رگرسیون ريج نشان داده شد که علیرغم وجود هم خطی^۲ شدید بین متغیرهای مستقل ، این مشکل هم خطی در برآورد ضرایب مدل رگرسیون چندگانه تاثیری نداشته و ضرایب مدل رگرسیون ريج بسیار نزدیک و برابر با ضرایب رگرسیون چندگانه معمولی بدست آمده است و در نتیجه مدل رگرسیون بدست آمده ، مدل مناسب ، مورد تأیید و کاربردی می باشد .

^۱Ridge Regression

^۲Colinearity

۵. پیشنهادهایی برای تحقیقات آینده

۱. پیشنهاد می گردد از این مدل برای محاسبه شاخص توده بدنی آتش نشانان سایر شهرها استفاده گردد و سپس با نتایج دستگاه تخصصی آنالیز بدن مقایسه شود و میزان دقت مدل ارزیابی گردد.
۲. پیشنهاد میشود تحقیق جامعی بر روی شاخص توده بدنی نیروهای آتش نشان سایر شهرهای کشور صورت گیرد و نتایج آنها با یکدیگر و با نتایج این تحقیق مقایسه گردد.
۳. پیشنهاد می گردد به جهت بررسی و تأیید مدل رگرسیون بدست آمده در این تحقیق از سایر روشهای رگرسیون جایگزین مانند رگرسیون بیزی، رگرسیون ناپارامتری و رگرسیون کمترین قدرمطلق انحراف ها استفاده و نتایج با یکدیگر مقایسه گردد.

۶. منابع

۱. Sadrzadeh Yeganeh H, Alavi AM, Dorostymotlagh AR, Mahmoodi M, Jarollahi N, Chamari M. Relationship between obesity and nutritional behavior among high-school girls in Kerman. Journal Payesh 2008;3:193-199.[Persian].
۲. Vuori I, Andersen L, Cavil N. Physical activity and cardiovascular disease prevention In the European Union. The European Heart Network December 1999:1-48, Available from: <http://www.ehnheart.org/publications/physical-activity.html>
۳. Lee IM, Rexrode KM, Cook NR, Manson JE, Buring JE. Physical activity and coronary heart disease in women: is "no pain, no gain" passe
4. Garrow JS, Webster J. Quetelet's index (W/H^2) as a measure of fatness. International journal of Obesity 1985; 9:147-53.
۵. میرمیران پروین. اصول تنظیم برنامه های غذایی. چاپ اول، بنیاد امور بیماریهای خاص، ۱۳۷۸ ص ۷۲-۹۰
6. Hubbard VS. Defining overweight and obesity: what are the issues? Am J Clin Nutr 2000
7. World Health Organization. Physical status: The use and interpretation of anthropometry. Geneva, Switzerland: World Health Organization 1995. WHO Technical Report Series No.854.
8. Calle EE, Thun MJ, Petrelli JM, et al. Body Mass Index and mortality in a prospective cohort of US adults. N Engl J Med 1999; 341:1097-105.
9. National Fire Protection Association. 1582: Standard on Medical Requirements for Firefighters. Quincy, MA: NFPA; 1997.
10. National Institute for Occupational Safety and Health, National Fire Protection Association. US fire fighters: population at risk—1996 estimates. Available at: <http://www.cdc.gov/niosh/slides.html>. Accessed Feb 11, 1998.
11. Karter MJ, Molis JL. Firefighter Injuries 2005. Quincy, MA: National Fire Protection Association; 2006:30

۱۲. Baur DM, Chrisophi CA, Tsismenakis AJ, Cook EF, Kales SN. Cardiorespiratory fitness predicts cardiovascular risk profiles in career firefighters. *Journal of occupational and environmental medicine*. 2011;53(10):1155-60.
۱۳. Holder JD, Stallings LA, Peebles L, Burrell JW, Kales SN. Firefighter heart presumption retirements in Massachusetts ۱۹۹۷-۲۰۰۴. *J Occup Environ Med*. 2006;48(10):1047-53.
۱۴. Kales SN, Soteriades ES, Chrisoudias SG, Chrisiani DC. Firefighters and on-duty deaths from coronary heart disease: a case control study. *Environ Health*. 2003;2(1):14
۱۵. Kodama S, Saito K, Tanaka S, Maki M, Yachi Y, Asumi M, et al. Cardiorespiratory fitness as a quantitative predictor of all-cause mortality and cardiovascular events in healthy men and women: a meta-analysis. *JAMA*. 2009;301(19):2024-35
۱۶. Williams PT. Physical fitness and activity as separate heart disease risk factors: a meta-analysis. *Medicine and science in sports and exercise*. 2001;33(5):754
۱۷. امین پور آ، سالارکیان، اسفراجنی ف. بررسی وضعیت BMI به عنوان شاخص تغذیه ای - سلامتی در دانشجویان تغذیه. چکیده مقالات پنجمین کنگره تغذیه ایران، تهران، ۱۳۷۸. ص ۱۱۷.
۱۸. نصیری رینه ح. بررسی شیوع چاقی در بین دانشجویان مامایی شهر تنکابن. چکیده مقالات پنجمین کنگره تغذیه ایران، تهران، ۱۳۷۸. ص ۱۱۵.
۱۹. امین پور آزاده، سالارکیا ناهید، صدیق گیتی. تغذیه درمانی. چاپ اول، شرکت سهامی انتشار، ۱۳۸۰. ص ۸-۵۶.
20. Overweight and obesity, factors contributing to obesity.
In: http://www.cdc.gov/nccdphp/dnpa/obesity/contributing_factors.htm Last updated September 15, 2003.
۲۱. Background on Overweight/Obesity and Weight Management (2002).
In: <http://www.ific.org/proactive/newsroom/release.vtm?id=20301>
۲۲. Toan T.D, Chinh N.T, Luong N.X. Body fat mass status of elderly and relation with disease and illness. *J. Hygiene Epidemiol* 1992; 49: 2.
۲۳. رایبسنون کارین هاگدن. اصول تغذیه رایبسنون. چاپ اول، نشر سالمی، ۱۳۷۸. ص ۳۰-۶، ۱۲۹-۱۲۴.
۲۴. توتونچی پریچهر، دبیران سهیلا. توزیع شاخص توده بدن (BMI) و سایر خصوصیات فردی و بیماری و ارتباط آنها با نوع نئوپلاسم در زمان تشخیص. *مجله دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران*. ۱۳۸۴؛ ۶۳ (۱۰): ۷۸۲-۷۹۰.
۲۵. فیضی ایرج، نقی زاده باقی عباس، رحیمی علیرضا، تعمی صدیقه. رابطه بین شاخص توده بدن و میزان افسردگی دانشجویان دختر دانشگاه علوم پزشکی اردبیل. *مجله دانشگاه علوم پزشکی اردبیل*. ۱۳۹۱؛ ۱۲ (۲): ۲۱۳-۲۲۰.
۲۶. برومند فرزانه، بهادری فاطمه، نان بخش فریبا، پورعلی رضا، متاعی ویدا. بررسی ارتباط شاخص توده بدن و سن شروع قاعدگی در دانش آموزان دختر مدارس راهنمایی شهر ارومیه. *مجله مطالعات علوم پزشکی*. ۱۳۸۳؛ ۱۵ (۳): ۹-۱۵.

۲۷. حاتمی حسین، مهدوی مهدی، آموزگار عطیه، مهران لادن، توحیدی مریم، عزیزی فریدون. ارتباط عملکرد تیروئید با شاخص توده بدنی در جمعیت مطالعه تیروئیدی تهران. مجله ی غدد درون ریز و متابولیسم ایران. ۱۳۹۹؛ ۲۲ (۴): ۲۷۱-۲۷۸

