

بسمه تعالی

عنوان :

**تأثیر تمرینات هوازی کوتاه و طولانی مدت بر اینترلوکین ۱۰ و نشانگرهای ترکیب بدن در زنان پری دیابتی چاق**

نویسندگان:

، دکتر محمد رشیدی\* ' گلی سیاه منصوری

۱- گروه فیزیولوژی ورزشی ، واحد سمنان، دانشگاه آزاد اسلامی ، سمنان، ایران

E-mail: Mrashidi48@yahoo.com تلفن همراه: ۰۹۱۲۵۳۱۹۴۸۱

۲- کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، واحد سمنان، دانشگاه آزاد اسلامی ، سمنان ، ایران

E-mail: golisiahmansouri1355@gmail.com تلفن همراه: 09372991355

**عنوان کوتاه: تمرینات هوازی کوتاه مدت بر اینترلوکین ۱۰ و نشانگرهای ترکیب بدن**

\* نویسنده مسئول:

سمنان، کیلومتر ۵ جاده سمنان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سمنان، گروه تربیت بدنی، محمدرشیدی

تلفن: ۰۲۳۳۳۶۲۵۲۹۲ ، تلفن همراه: ۰۹۱۲۵۳۱۹۴۸۱

#### **چکیده**

**هدف:** در مطالعه حاضر، اثر ۶ و ۲۱ هفته تمرین هوازی بر سطوح سرمی اینترلوکین ( IL-10 ) و

برخی شاخص های آنتروپومتریکی در زنان چاق پری دیابتی مورد ارزیابی قرار گرفت.

**روش اجرا:** برای این منظور، ۱۲ زن چاق پری دیابتی غیرفعال به شیوه تصادفی به دو گروه کنترل و

تجربی تقسیم شدند. گروه تجربی در یک برنامه تمرینات هوازی ۲۱ هفته ای شرکت کردند و گروه

کنترل در فعالیت ورزشی شرکت نکردند. شاخص های آنتروپومتریکی و IL-10 سرم هر دو گروه در

شرایط قبل و پس از ۶ و ۲۱ هفته تمرین اندازه گیری شد. داده ها با استفاده از آزمون آنالیز واریانس با

اندازه گیری مکرر مقایسه شدند.

**یافته ها:** ۶ و ۲۱ هفته تمرین هوازی به افزایش معنی دار IL-10 سرم و کاهش معنای دار وزن، شاخص

توده بدن و درصد چربی بدن منجر شد. در مقایسه با ۶ هفته تمرین هوازی، ۲۱ هفته تمرین هوازی به

افزایش معنی دار سطوح سرمی IL-10 و کاهش معنی دار وزن، درصد چربی و شاخص توده بدن به

میزان معنی داری منجر شد.

**نتیجه گیری:** اجرای تمرینات هوازی با بهبود IL-10 در زنان چاق پری دیابتی همراه است و این بهبود

احتمالا به طول دوره تمرین و تغییرات وزن و توده چربی بدن در پاسخ به تمرینات هوازی وابسته است.

**کلیدواژه ها:** تمرین هوازی، پری دیابت، شاخص های آنتروپومتریک، سایتوکین، اینترلوکین ۱۰

# **The effect of short and long-term aerobic training on interleukin-10 and body composition markers in obese prediabetic women**

, Rashidi Mohammad <sup>1\*</sup>, siyah mansori goli<sup>2</sup>

- 1- Department of Exercise Physiology, Semnan Branch, Islamic Azad University, Semnan, Iran
- 2- MSc .Exercise physiology , Department of Exercise Physiology, Semnan Branch, Islamic Azad University, Semnan, Iran

## **Abstract**

**Objective:** In the present study, the effect of 6 and 12 weeks of aerobic training on serum levels of interleukin 10 (IL-10) and some anthropometric indicators was evaluated in pre-diabetic obese women.

**Materials and Methods:** For this purpose, 24 inactive perdiabetic obese women were randomly divided into two control and experimental groups. The experimental group participated in a 12-week aerobic exercise program and the control group did not exercise. Anthropometric indices and serum IL-10 of both groups were measured before and after 6 and 12 weeks of training. Data were compared using ANOVA with repeated measures.

**Results:** 6 and 12 weeks of aerobic training led to a significant increase in serum IL-10 and a significant decrease in body weight, body mass index and body fat percentage. Compared to 6 weeks of aerobic training, IL-10 serum levels increased significantly and weight, fat percentage and body mass index decreased significantly by 12 weeks aerobic training.

**Conclusion:** Aerobic training is associated with the improvement of IL-10 in pre-diabetic obese women, and this improvement is probably dependent on the length of the training period and changes in body weight and fat mass in response to aerobic training.

**Keywords:** Aerobic exercise, Prediabetes, Anthropometric indicators, Cytokine, Interleukin 10

## مقدمه:

شواهد علمی از رشد روز افزون چاقی و اضافه وزن، چه در کشورهای پیشرفته و چه در کشورهای در حال توسعه حکایت دارند. بافت چربی علاوه بر اینکه به عنوان بزرگترین منبع ذخایر تری گلیسرید بدن بشمار می رود همچنین به عنوان یک ارگان درون ریز بسیاری از میانجی های لیپیدی یا پروتئینی که سهم عمده ای در مکانیسم های سوخت و سازی و هموستاز چربی یا گلوکز بر عهده دارند را ترشح می نماید (۱،۲). طوریکه این بافت در کنار برخی از دیگر بافت های بدن میانجی های پتیدی نظیر آدیپوکین ها و یا سایتوکین های التهابی و ضدالتهابی نظیر لپتین، آدیپونکتین، رزیستین، پروتئین واکنشگر سی (CRP) و بسیاری از اینترلوکین ها را ترشح می کند (۳،۴). منابع علمی از اختلال این سایتوکین ها در برخی از بیماری های مزمن بویژه آن دسته از بیماری ها نظیر بیماری های قلبی-عروقی، دیابت نوع ۲ و یا سندرم متابولیک که از پیامدهای چاقی و اضافه وزن هستند حمایت می نمایند (۵،۶،۷). طوریکه سطوح بالاتر سایتوکین های التهابی نظیر CRP، اینترلوکین یک بتا ( $IL-1\beta$ )، فاکتور نکروز دهند آلفا ( $TNF-\alpha$ ) و سطوح پایین تر سایتوکین های ضد التهابی نظیر آدیپونکتین یا اینترلوکین ۱۰ ( $IL-10$ ) در جمعیت های چاق یا بیماری های وابسته به آن نسبت به افراد دارای وزن نرمال یا سالم توسط بسیاری از مطالعات اخیر گزارش شده است (۸،۹).

از این رو، اخیراً مطالعات متعددی با هدف ایجاد راهکارهای مناسب به جهت کاهش و یا بهبود سطوح این سایتوکین ها در جمعیت های مذکور در حال اجراست. از آنجا که افراد چاق از سطوح بالاتر چربی بدن نسبت به افراد دارای وزن نرمال برخوردارند به نظر می رسد که کاهش وزن یا کاهش درصد چربی بدن، از اهمیت ویژه ای در بهبود نیمرخ سایتوکین ها در این جمعیت برخوردار باشد. بین مداخله های دارویی یا غیر دارویی، نقش ورزش یا فعالیت بدنی نیز بعنوان یک مداخله غیر دارویی جهت حفظ یا بهبود سطوح سایتوکین ها در جمعیت های چاق یا بیمار در کانون توجه بسیاری از محققان در زمینه علوم تندرستی

واقع شده است (۱۰). برای مثال در یک مطالعه اخیر بهبود IL-10 در گروهی که مصرف متفورمین با تمرینات استقامتی به عنوان یک مداخله غیر دارویی توأم بود به مراتب بالاتر از گروهی که تنها متفورمین مصرف نموده بودند گزارش شد (۱۱). همچنین در طول دو دهه اخیر، مطالعات پژوهشی متعددی با هدف تعیین پاسخ سایتوکین های التهابی و ضد التهابی به انواع فعالیت های ورزشی کوتاه و طولانی مدت در جمعیت های سالم و بیمار یا ورزشکار و غیر ورزشکار انجام گرفته است و هر کدام بسته به سطح آمادگی اولیه و نوع جمعیت مورد مطالعه به نتایج متفاوتی دست یافته است و تناقض در یافته ها در حدی است که هنوز یک اتفاق نظر کلی در این زمینه به چشم نمی خورد. برخی مطالعات کاهش وزن بدن شرط لازم جهت کاهش سایتوکین های التهابی یا افزایش سایتوکین های ضد التهابی معرفی نموده اند (۱۲). اما در این میان مطالعاتی نیز به چشم می خورد که عدم تغییر سایتوکین ها در حضور کاهش وزن (۱۳) یا بهبود معنی دار سایتوکین ها را در غیاب کاهش وزن (۱۴) گزارش نموده اند. طوریکه در یک مطالعه اخیر، اگرچه کاهش معنی داری در سطوح پلاسمایی CRP متعاقب کاهش وزن ناشی از رژیم غذایی (گروه اول) و ترکیب رژیم غذایی و برنامه تمرینی (گروه دوم) مشاهده شد اما تفاوت معنی داری در کاهش CRP بین دو گروه مشاهده نشد و محققان به عدم تاثیر ورزش در گروه دوم روی سطوح CRP اشاره نموده اند (۱۵).

در مطالعه دیگری نیز برنامه تمرینات کوتاه مدت به مدت ۲ هفته تمرین در قالب ۶ جلسه تمرین HIIT به تغییر معنی داری در سایتوکین های التهابی TNF-a و IL-6 و IL-10 به عنوان یک سایتوکین ضد التهابی در مردان چاق منجر نشد (۱۶). از طرفی، برخی مطالعات بهبود سایتوکین ها را در پاسخ به دوره های تمرینی نسبتاً طولانی مدت نظیر ۱۲ ماه تمرین هوازی (۱۷)، ۱۰ هفته تمرین هوازی روی زنان جوان چاق مبتلا به سندرم داون (۱۸) و ۱۴ هفته تمرین هوازی روی موش های چاق (۱۹) گزارش نموده اند. این در حالی است که در مطالعه دیگری، عدم تغییر سایتوکین ها متعاقب دوره های تمرینی طولانی تر نظیر ۱۴ ماه تمرین ورزشی گزارش شده است (۲۰). مطالعاتی نیز وجود دارند که بهبود نیمرخ التهاب در پاسخ به

فعالیت ورزشی را به بهبود سایتوکین های ضد التهابی نسبت داده اند نه سایتوکین های التهابی. چراکه در این مطالعات علیرغم عدم تغییر برخی میانجی های نظیر CRP ،  $TNF-\alpha$  و سایر سایتوکین های التهابی، افزایش معنی داری در سایتوکین ها ضد التهابی نظیر IL-10 مشاهده شد (۲۱، ۲۲). بر خلاف مطالعه مذکور، ۱۲ هفته تمرین مقاومتی به کاهش معنی دار CRP به عنوان یک سایتوکین ضد التهابی اما بدون تغییر در IL-10 به عنوان یک سایتوکین ضد التهابی منجر شد (۲۳). با توجه به این یافته های متناقض، نتیجه گیری کلی در خصوص الگوی تاثیر همزمان برنامه تمرینی بر سایتوکین های التهابی و ضد التهابی تا اندازه ای دشوار و بحث برانگیز است.

با توجه به عدم همسانی در یافته های مذکور، محققان تناقض در یافته ها را به جنسیت، سطح آمادگی اولیه، تغییرات مورفولوژیکی و هورمونی، زمان نمونه گیری های خون، ابزار اندازه گیری، جمعیت مورد مطالعه، نوع تمرین، مدت، تکرار جلسات تمرینی و شدت تمرین نسبت داده اند. بر پایه عوامل مذکور و مطالعات محدود در این زمینه روی زنان و بویژه زنان چاق پری دیابتی، مطالعه حاضر سعی بر آن دارد که با کنترل برخی عوامل نظیر جنسیت، ابزار اندازه گیری و زمان نمونه گیری، جمعیت مورد مطالعه، پاسخ IL-10 به عنوان یک سایتوکین ضد التهابی را به یک دوره تمرینات هوازی مشابه اما با دوره های تمرینی متفاوت ۶ و ۱۲ هفته ای در زنان چاق بزرگسال پری دیابتی اندازه گیری نماید.

#### مواد و روش ها :

این تحقیق به شیوه نیمه تجربی-آزمایشگاهی انجام می گیرد.

#### جامعه و نمونه آماری:

جامعه آماری مطالعه نیمه تجربی حاضر را زنان بزرگسال چاق پری دیابتی غیرفعال سطح شهر تشکیل می دهند ( $36 \leq BMI \leq 30$ ). نمونه آماری عبارت از ۲۴ زنان بزرگسال چاق پری دیابتی غیرفعال که

به شیوه تصادفی از بین جامعه آماری انتخاب می شوند و در ادامه به دو گروه تجربی (شرکت در تمرینات هوازی ۶ و ۱۲ هفته ای) و کنترل (عدم فعالیت ورزشی) تقسیم می گردند

#### معیار های ورود و خروج:

افراد مورد مطالعه غیر سیگاری، غیر باردار و دارای سابقه رژیم غذایی کنترل شده یا شرکت در فعالیت ورزشی منظم حداقل در طول ۶ ماه اخیر نمی باشند. افرادی که دارای سابقه بیماری های مزمن نظیر سرطان، بیماری های گوارشی و کلیوی و ناهنجاری های ارتوپدی بودند از شرکت در مطالعه منع شدند. عدم شرکت در فعالیت های ورزشی و همچنین داشتن رژیم غذایی منظم برای حداقل مدت ۶ ماه گذشته نیز از معیارهای ورود به مطالعه بود. افراد مورد مطالعه همچنین در طول ۶ ماه گذشته از مکمل تغذیه ای یا دارو به جز در موارد بیماری موقتی استفاده ننموده اند. عدم شرکت مستمر در تمرینات ورزشی در طول مطالعه از معیارهای خروج از مطالعه است. همچنین ایجاد هر گونه آسیب که ناشی از تمرینات ورزشی باشد نیز معیار خروج از مطالعه است.

#### متغیرهای تحقیق:

متغیرهای مستقل : ۶ و ۱۲ هفته تمرین هوازی

متغیرهای وابسته : اینترلوکین ۱۰، وزن بدن، شاخص توده بدن، درصد چربی بدن

#### معیارهای ورود و خروج

افراد مورد مطالعه غیر سیگاری، غیر باردار و دارای سابقه رژیم غذایی کنترل شده یا شرکت در فعالیت ورزشی منظم حداقل در طول ۶ ماه اخیر نمی باشند. افرادی که دارای سابقه بیماری های مزمن نظیر سرطان، بیماری های گوارشی و کلیوی و ناهنجاری های ارتوپدی بودند از شرکت در مطالعه منع شدند. عدم شرکت در فعالیت های ورزشی و همچنین داشتن رژیم غذایی منظم برای حداقل مدت ۶ ماه گذشته نیز از معیارهای ورود به مطالعه بود. افراد مورد مطالعه همچنین در طول ۶ ماه گذشته از مکمل تغذیه ای یا دارو

به جز در موارد بیماری موقتی استفاده ننموده اند. عدم شرکت مستمر در تمرینات ورزشی در طول مطالعه از معیارهای خروج از مطالعه است. همچنین ایجاد هر گونه آسیب که ناشی از تمرینات ورزشی باشد نیز معیار خروج از مطالعه است.

### متغیرهای تحقیق:

متغیرهای مستقل: ۶ و ۱۲ هفته تمرین هوازی

متغیرهای وابسته: اینترلوکین ۱۰، وزن بدن، شاخص توده بدن، درصد چربی بدن

### محدودیت های پژوهش

- رژیم غذایی مختلف آزمودنی ها در طول مطالعه
- تفاوت در میزان انگیزه آزمودنی ها جهت شرکت در مطالعه
- عدم آگاهی و کنترل سایر فعالیت های فیزیکی در طول شبانه روز در طول مطالعه

ابزار گردآوری داده ها

- دستگاه سنجش ترکیب بدن OMRON ساخت کشور انگلیس

- کورنومتر کاسیو CASIO مدل PC80 ساخت کشور ژاپن

- قدسنج سکا ساخت کشور آلمان

- گوشی پزشکی لیتمن مدل کلاسیک III ساخت کشور آمریکا

- متر نواری پلاستیکی غیر قابل ارتجاع

- نبض سنج پولار

- تجهیزات آزمایشگاهی نمونه گیری خون

- کیت آزمایشگاهی سنجش اینترلوکین ۱۰

## مراحل اجرای طرح

مطالعه نیمه تجربی حاضر با هدف تعیین اثر دو برنامه تمرین هوازی مشابه اما با دوره های تمرینی متفاوت بر سطوح سرمی IL-10 در زنان چاق بزرگسال پری دیابتی غیرفعال و شاخص های آنروپومتریکی همچون وزن بدن، شاخص توده بدن و درصد چربی بدن انجام گرفت. طوریکه افراد مورد مطالعه در یک دوره تمرینات هوازی ۱۲ هفته ای به تعداد سه جلسه در هفته شرکت نموده و سطوح سرمی ناشتایی IL-10 در شرایط قبل، و پس از ۶ و ۱۲ هفته تمرین هوازی اندازه گیری شد.

در ابتدا شاخص های آنروپومتریکی نظیر قد، وزن، محیط شکم و باسن، نسبت دور شکم به باسن و درصد چربی بدن افراد مورد مطالعه در هر دو گروه کنترل و تجربی با حداقل پوشش و بدون کف توسط مجریان اندازه گیری شد. طوریکه وزن و درصد چربی بدن با استفاده از دستگاه سنجش ترکیب بدن، HBF-516B OMRON، ساخت کشور فنلاند اندازه گیری شد. محیط شکم و باسن نیز در برجسته ترین ناحیه توسط متر نواری غیر قابل ارتجاع اندازه گیری شد. از مقادیر قد و وزن افراد جهت محاسبه شاخص توده بدن استفاده گردید.

در ادامه هر یک از مراحل اجرایی طرح به شرح زیر ادامه خواهد یافت.

مرحله اول: یک نمونه گیری خون ناشتا به میزان ۵ سی سی از ورید بازویی (پس از ۱۰ تا ۱۲ ساعت گرسنگی شبانه، بین ساعت ۸ تا ۹ صبح) هر یک از افراد مورد مطالعه در دو گروه تجربی و کنترل با منظور اندازه گیری سطوح ناشتایی هر یک از سایتوکین های مذکور IL-10 در محیط آزمایشگاه خون توسط متخصص آزمایشگاه انجام گرفت. از آزمودنی ها خواسته شد که در فاصله دو شبانه روز قبل از نمونه گیری های خون از انجام هر فعالیت فیزیکی سنگین خودداری نمایند.

نمونه ها پس از جداسازی سرم در محیط منفی ۷۶ درجه تا زمان اندازه گیری متغیرهای

بیوشیمیایی نگهداری شد.

مرحله دوم: گروه تجربی یک برنامه تمرینات هوازی ۱۲ هفته ای را به تعداد سه جلسه در هفته کامل نموده و گروه کنترل در طول این دوره در برنامه تمرینی شرکت نداشته و الگوی زندگی کم تحرک قبلی خود را ادامه دادند. ۴۸ ساعت پس از جلسه هجدهم (۶ هفته تمرین هوازی) و جلسه سی و ششم (۱۲ هفته تمرین هوازی)، نمونه گیری های خونی ناشتای مجدد به منظور تعیین اثر ۶ و ۱۲ هفته تمرین هوازی بر سطوح سرمی IL-10 انجام گرفت.

نمونه های گیری های خون در گروه کنترل نیز در شرایط زمانی مشابه با گروه تجربی با این

تفاوت که گروه کنترل در برنامه تمرینی شرکت نداشته اند تکرار شد.

سطوح هر یک از شاخص های های آنتروپومتریکی پس از دوره های تمرینی ۶ و ۱۲ هفته ای مجدداً اندازه گیری شد. همچنین به آزمودنی ها تاکید شد که در طول اجرای مطالعه الگوی رژیم غذایی طبیعی خود را حفظ نماید، اما با توجه به تاثیر احتمالی نوع رژیم غذایی بر سطوح سایتوکین های مذکور به هنگام نمونه گیری های خون، از پرسشنامه یادآمد خوراک ۲۴ ساعته به جهت همسان شدن نوع رژیم غذایی در زمان های قبل از نمونه گیری های خون استفاده شد.

پروتکل ورزشی

در یک نگاه کلی، برنامه تمرینی برای مدت ۱۲ هفته به تعداد ۳ جلسه ۴۰ تا ۶۰ دقیقه ای در هفته در دامنه شدت ۶۰ تا ۷۵ درصد حداکثر ضربان قلب انجام گرفت. جلسات تمرینی که بین ۴۰ تا ۶۰ دقیقه به طول می انجامید با ۱۰ تا ۱۵ دقیقه گرم کردن و حرکات کششی شروع و ۵ دقیقه سرد کردن خاتمه می یافت. برنامه اصلی تمرینات در قالب دویدن روی سطح صاف در دامنه شدت ۶۰ تا ۷۵ درصد حداکثر ضربان قلب اجرا شد. در طول دوره تمرینی، حجم تمرینات اصلی در هر

جلسه که در قالب دویدن روی سطح صاف بدون شیب انجام گرفت به میزان ۵ دقیقه در هر سه هفته افزایش یافت. همچنین شدت تمرین در جلسات اولیه در کمترین دامنه و بتدریج با تکرار جلسات بر شدت تمرین به میزان ۵ درصد در هر سه هفته افزوده شد. طوریکه فعالیت اصلی برنامه تمرینی که در قالب دویدن روی سطح صاف است در سه هفته اول با شدت ۶۰، هفته های چهارم تا ششم با شدت ۶۵، هفته های هفتم تا نهم با شدت ۷۰ و سه هفته آخر با شدت ۷۵ درصد حداکثر ضربان قلب انجام گرفت (۲۴). ضربان قلب افراد توسط ضربان نگار پولار ( Polar Electro FS2C CE0537 ، ساخت کشور چین) کنترل شد. در طول این دوره، کنترل هیچ گونه فعالیت بدنی اضافه بر فعالیت های روزانه را اجرا نکرده اند.

#### آنالیز متغیرهای بیوشیمیایی

در هر مرحله از نمونه گیری خون، نمونه های به عمل آمده بلافاصله جهت جداسازی سرم سانتریفیوژ شده و سرم حاصل در دمای منفی ۸۰ درجه تا زمان اندازه گیری IL-10 نگه داری شدند. اندازه گیری IL-10 به روش الیزا انجام گرفت. برای اندازه گیری IL-10 از کیت شرکت (Enzyme-linked Immunosorbent Assay for quantitative detection of human) با درجه حساسیت 3/0 pg/ml از کشور اتریش استفاده شد.

#### روش های آماری

جهت اطمینان از طبیعی بودن و همسانی داده ها از آزمون کولموگروف – اسمیرنوف استفاده شد. از آزمون آماری تی مستقل جهت مقایسه سطوح پایه متغیرها بین دو گروه و از آزمون تحلیل واریانس با اندازه گیری مکرر (Repeated measure) جهت تعیین پاسخ متغیرهای وابسته به مداخلات ورزشی استفاده شد و در صورت معنی دار بودن تغییرات از آزمون LSD استفاده شد. سطح معنی داری  $p < 0.05$  درصد در نظر گرفته شد.

یافته ها:

آزمون فرضیه ها

- آزمون فرضیه اول

فرض صفر: بین اثر ۶ و ۱۲ هفته تمرین هوازی بر ایتروکین ۱۰ در زنان پری دیابتی چاق تفاوت موجود ندارد.

از آزمون آنالیز واریانس با اندازه گیری های مکرر جهت آزمون فرضیه حاضر استفاده گردید. موارد مربوط به جدول (1) و بررسی سطح معنی داری ( $P=0/003$ ) اثر تعاملی زمان و گروه بیانگر آن است که فرض صفر رد می شود.

از طرفی بر پایه یافته های حاصل از آزمون تعقیبی LSD (جدول ۲)، تفاوت معنی داری در سطوح IL-10 بین پیش و میان آزمون مشاهده شد. به عبارتی، ۶ هفته تمرین هوازی به افزایش معنی دار IL-10 در زنان پری دیابتی منجر شد. همچنین تفاوت معنی داری در سطوح IL-10 بین میان آزمون و پس آزمون مشاهده شد. به عبارتی، سطوح IL-10 متعاقب ۱۲ هفته تمرین هوازی به میزان معنی داری نسبت به میان آزمون افزایش یافت.

جدول ۱: نتایج آزمون اندازه گیری های مکرر اثر زمان و اثر تعاملی گروه × زمان مربوط به تغییرات IL-10

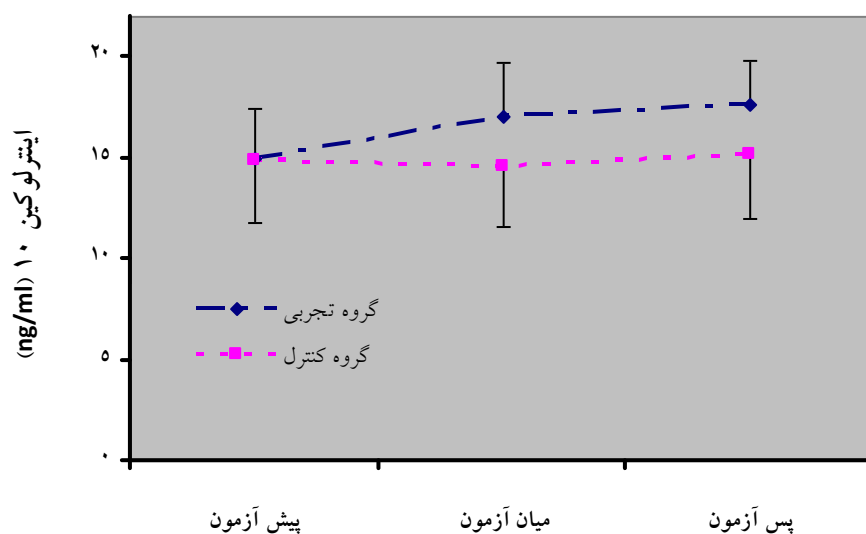
|             | مجموع مجذورات | درجه آزادی | میانگین مجذورات | F     | Sig   |
|-------------|---------------|------------|-----------------|-------|-------|
| گروه × زمان | ۲۳/۰۴۸        | ۱/۵۵۸      | ۱۴/۷۹۴          | ۸/۲۱۸ | ۰/۰۰۳ |

جدول ۲: نتایج آزمون تعقیبی LSD برای IL-10 در مراحل اندازه گیری

| گروه       | گروه       | میانگین اختلاف | خطای استاندارد | ارزش P |
|------------|------------|----------------|----------------|--------|
| پیش آزمون  | میان آزمون | - ۰/۸۷۹        | ۰/۳۶۴          | ۰/۰۲۴  |
| پیش آزمون  | پس آزمون   | - ۱/۴۳۸        | ۰/۴۰۲          | ۰/۰۰۲  |
| میان آزمون | پس آزمون   | - ۰/۵۵۸        | ۰/۲۳۸          | ۰/۰۲۹  |

برای تعیین سطح معنی داری اختلاف داده ها در هر مرحله از نمونه گیری بین دو گروه از آزمون تی مستقل استفاده شد که در جدول (۳) قابل مشاهده است. همچنین الگوی تغییر IL-10 بین مراحل نمونه گیری در نمودار (۱) نشان داده شده است.

| جدول ۳: مقایسه سطوح سرمی IL-10 در هر مرحله از نمونه گیری بین دو گروه مورد مطالعه (آزمون تی مستقل) |                  |                  |                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|--------------------------|
| گروه                                                                                              | گروه تجربی       | گروه کنترل       | سطح معنی داری (تی مستقل) |
| پیش آزمون                                                                                         | $14/98 \pm 2/43$ | $14/91 \pm 3/09$ | 0/948                    |
| میان آزمون                                                                                        | $17/08 \pm 2/61$ | $14/58 \pm 2/96$ | 0/039                    |
| پس آزمون                                                                                          | $17/61 \pm 2/17$ | $15/16 \pm 3/18$ | 0/038                    |



نمودار ۱: الگوی تغییرات IL-10 سرم بین مراحل نمونه گیری در گروه های مورد مطالعه

## آزمون فرضیه دوم

فرض صفر: بین اثر ۶ و ۱۲ هفته تمرین هوازی بر وزن بدن در زنان پری دیابتی چاق تفاوت وجود ندارد.

از آزمون آنالیز واریانس با اندازه گیری های مکرر جهت آزمون فرضیه حاضر استفاده گردید. موارد مربوط به جدول (۴) و بررسی سطح معنی داری ( $P=0/001$ ) اثر تعاملی زمان و گروه بیانگر آن است که فرض صفر رد می شود.

از طرفی بر پایه یافته های حاصل از آزمون تعقیبی LSD (جدول ۵)، تفاوت معنی داری در وزن بدن بین پیش و میان آزمون مشاهده شد. به عبارتی، ۶ هفته تمرین هوازی به کاهش معنی دار وزن بدن در زنان پری دیابتی منجر شد. همچنین تفاوت معنی داری در وزن بدن بین میان آزمون و پس آزمون مشاهده شد. به عبارتی، وزن بدن متعاقب ۱۲ هفته تمرین هوازی به میزان معنی داری نسبت به میان آزمون کاهش یافت.

جدول ۴: نتایج آزمون اندازه گیری های مکرر اثر زمان و اثر تعاملی گروه  $\times$  زمان مربوط به تغییرات وزن بدن

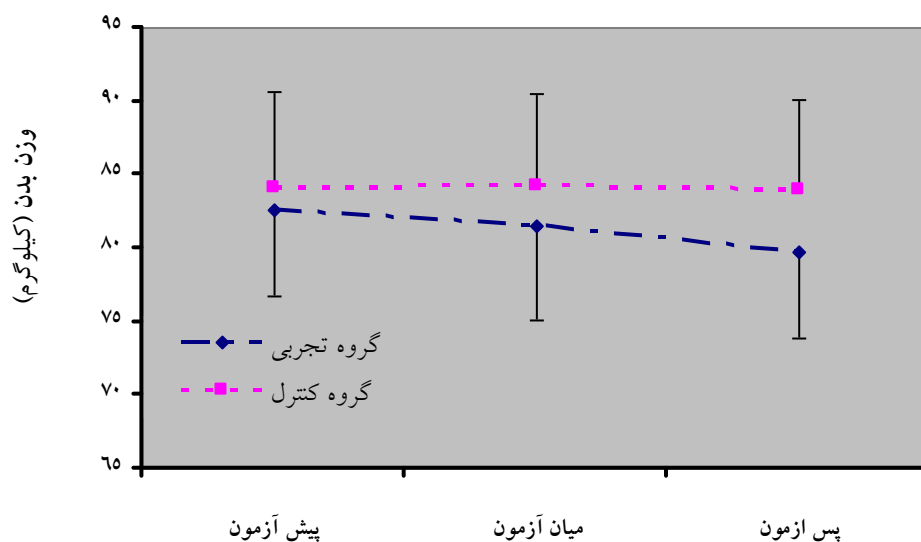
|                    | مجموع مجذورات | درجه آزادی | میانگین مجذورات | F      | Sig   |
|--------------------|---------------|------------|-----------------|--------|-------|
| گروه $\times$ زمان | ۲۷/۱۲۷        | ۱/۷۰۲      | ۱۷/۶۷۷          | ۲۵/۷۴۸ | ۰/۰۰۱ |

جدول ۵: نتایج آزمون تعقیبی LSD برای وزن بدن در مراحل اندازه گیری

| گروه       | گروه       | میانگین اختلاف | خطای استاندارد | ارزش P |
|------------|------------|----------------|----------------|--------|
| پیش آزمون  | میان آزمون | ۰/۴۷۱          | ۰/۱۸۲          | ۰/۰۱۷  |
| پیش آزمون  | پس آزمون   | ۱/۶۴۶          | ۰/۱۷۵          | ۰/۰۰۱  |
| میان آزمون | پس آزمون   | ۱/۱۷۵          | ۰/۲۶۱          | ۰/۰۰۱  |

برای تعیین سطح معنی داری اختلاف داده ها در هر مرحله از نمونه گیری بین دو گروه از آزمون تی مستقل استفاده شد که در جدول (۶) قابل مشاهده است. همچنین الگوی تغییر وزن بدن بین مراحل نمونه گیری در نمودار (۲) نشان داده شده است.

| جدول ۶: مقایسه وزن بدن در هر مرحله از نمونه گیری بین دو گروه مورد مطالعه (آزمون تی مستقل) |                  |                  |                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|--------------------------|
| گروه                                                                                      | گروه تجربی       | گروه کنترل       | سطح معنی داری (تی مستقل) |
| پیش آزمون                                                                                 | $82/53 \pm 5/86$ | $84/12 \pm 6/57$ | ۰/۵۴۰                    |
| میان آزمون                                                                                | $81/51 \pm 6/38$ | $84/20 \pm 6/29$ | ۰/۳۰۹                    |
| پس آزمون                                                                                  | $79/70 \pm 5/80$ | $83/96 \pm 6/13$ | ۰/۰۷۵                    |



نمودار ۲: الگوی تغییرات وزن بدن در مراحل نمونه گیری در گروه های مورد مطالعه

## آزمون فرضیه سوم

فرض صفر: بین اثر ۶ و ۱۲ هفته تمرین هوازی بر شاخص توده بدن در زنان پری دیابتی چاق تفاوت وجود ندارد.

از آزمون آنالیز واریانس با اندازه گیری های مکرر جهت آزمون فرضیه حاضر استفاده گردید. موارد مربوط به (جدول ۷) و بررسی سطح معنی داری ( $P=0/001$ ) اثر تعاملی زمان و گروه بیانگر آن است که فرض صفر رد می شود.

از طرفی بر پایه یافته های حاصل از آزمون تعقیبی LSD (جدول ۸)، تفاوت معنی داری در شاخص توده بدن بین پیش و میان آزمون مشاهده شد. به عبارتی، ۶ هفته تمرین هوازی به کاهش معنی دار شاخص توده بدن در زنان پری دیابتی منجر شد. همچنین تفاوت معنی داری در شاخص توده بدن بین میان آزمون و پس آزمون مشاهده شد. به عبارتی، شاخص توده بدن متعاقب ۱۲ هفته تمرین هوازی به میزان معنی داری نسبت به میان آزمون کاهش یافت.

جدول ۷: نتایج آزمون اندازه گیری های مکرر اثر زمان و اثر تعاملی گروه × زمان مربوط به تغییرات شاخص توده بدن

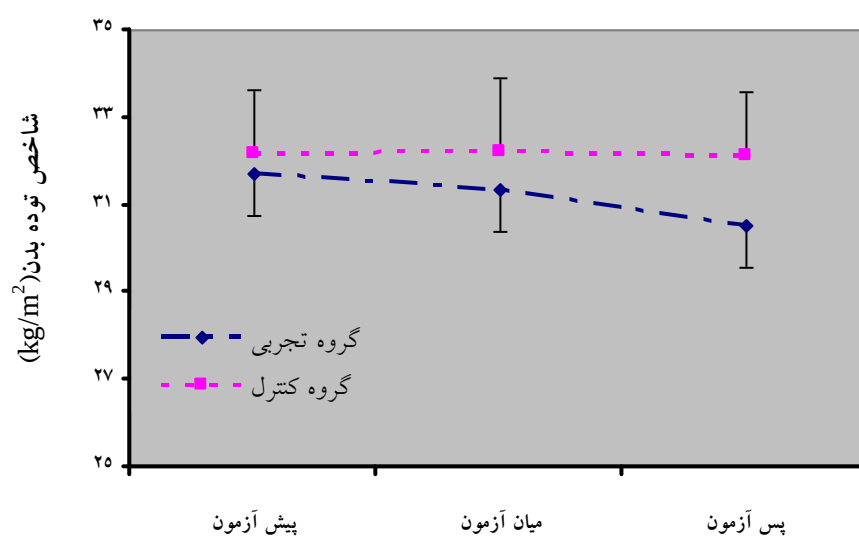
| Sig   | F      | میانگین مجذورات | درجه آزادی | مجموع مجذورات | گروه × زمان |
|-------|--------|-----------------|------------|---------------|-------------|
| 0/001 | 26/191 | 2/687           | 1/481      | 3/981         |             |

جدول ۸: نتایج آزمون تعقیبی LSD برای شاخص توده بدن در مراحل اندازه گیری

| گروه       | گروه       | میانگین اختلاف | خطای استاندارد | ارزش P |
|------------|------------|----------------|----------------|--------|
| پیش آزمون  | میان آزمون | 0/181          | 0/069          | 0/016  |
| پیش آزمون  | پس آزمون   | 0/630          | 0/065          | 0/001  |
| میان آزمون | پس آزمون   | 0/449          | 0/999          | 0/001  |

برای تعیین سطح معنی داری اختلاف داده ها در هر مرحله از نمونه گیری بین دو گروه از آزمون تی مستقل استفاده شد که در جدول (۹) قابل مشاهده است. همچنین الگوی تغییر شاخص توده بدن بین مراحل نمونه گیری در نمودار (۳) نشان داده شده است.

| جدول ۹: مقایسه شاخص توده بدن در هر مرحله از نمونه گیری بین دو گروه مورد مطالعه (آزمون تی مستقل) |                  |                  |                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|--------------------------|
| گروه                                                                                            | گروه تجربی       | گروه کنترل       | سطح معنی داری (تی مستقل) |
| پیش آزمون                                                                                       | $31.73 \pm 0.99$ | $32.19 \pm 1.45$ | 0.374                    |
| میان آزمون                                                                                      | $31.34 \pm 0.95$ | $32.22 \pm 1.69$ | 0.128                    |
| پس آزمون                                                                                        | $30.53 \pm 0.96$ | $32.13 \pm 1.45$ | 0.004                    |



نمودار ۳: الگوی تغییرات شاخص توده بدن در مراحل نمونه گیری در گروه های مورد مطالعه

## آزمون فرضیه چهارم

فرض صفر: بین اثر ۶ و ۱۲ هفته تمرین هوازی بر درصد چربی بدن در زنان پری دیابتی چاق تفاوت وجود ندارد.

از آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر جهت آزمون فرضیه حاضر استفاده گردید. موارد مربوط به جدول (۱۰) و بررسی سطح معنی داری ( $P=0/001$ ) اثر تعاملی زمان و گروه بیانگر آن است که فرض صفر رد می‌شود.

از طرفی بر پایه یافته‌های حاصل از آزمون تعقیبی LSD (جدول ۱۱)، تفاوت معنی داری در درصد چربی بدن بین پیش و میان آزمون مشاهده شد. به عبارتی، ۶ هفته تمرین هوازی به کاهش معنی دار درصد چربی بدن در زنان پری دیابتی منجر شد. همچنین تفاوت معنی داری در درصد چربی بدن بین میان آزمون و پس آزمون مشاهده شد. به عبارتی، درصد چربی بدن متعاقب ۱۲ هفته تمرین هوازی به میزان معنی داری نسبت به میان آزمون کاهش یافت.

جدول ۱۰: نتایج آزمون اندازه‌گیری‌های مکرر اثر زمان و اثر تعاملی گروه × زمان مربوط به تغییرات درصد چربی بدن

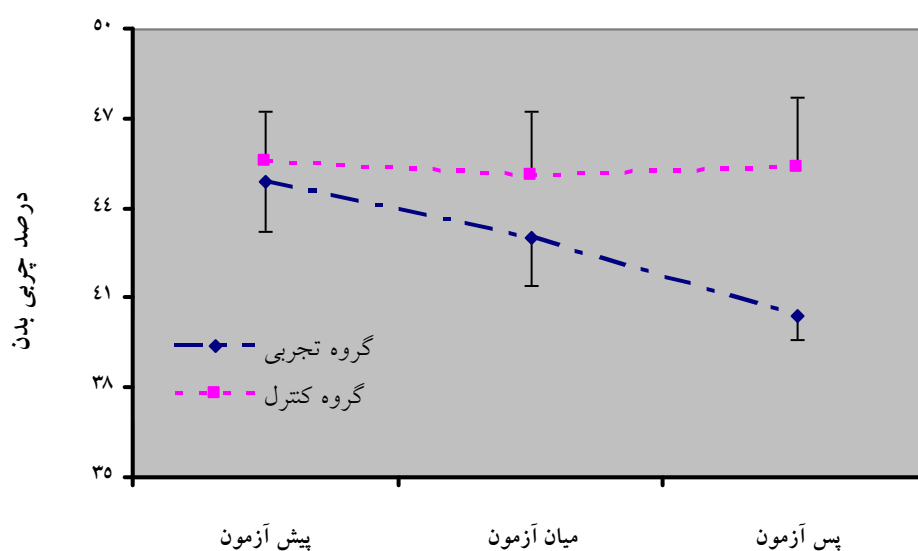
|             | مجموع مجذورات | درجه آزادی | میانگین مجذورات | F      | Sig   |
|-------------|---------------|------------|-----------------|--------|-------|
| گروه × زمان | ۵۶/۲۰۰        | ۱/۸۰۶      | ۳۱/۱۱۲          | ۴۵/۸۵۱ | ۰/۰۰۱ |

جدول ۱۱: نتایج آزمون تعقیبی LSD برای درصد چربی بدن در مراحل اندازه‌گیری

| گروه       | گروه       | میانگین اختلاف | خطای استاندارد | ارزش P |
|------------|------------|----------------|----------------|--------|
| پیش آزمون  | میان آزمون | ۱/۱۵۴          | ۰/۱۹۵          | ۰/۰۰۱  |
| پیش آزمون  | پس آزمون   | - ۲/۳۶۴        | ۰/۲۲۰          | ۰/۰۰۱  |
| میان آزمون | پس آزمون   | ۱/۱۹۱          | ۰/۲۵۸          | ۰/۰۰۱  |

برای تعیین سطح معنی داری اختلاف داده ها در هر مرحله از نمونه گیری بین دو گروه از آزمون تی مستقل استفاده شد که در جدول (۱۲) قابل مشاهده است. همچنین الگوی تغییر درصد چربی بدن بین مراحل نمونه گیری در نمودار (۴) نشان داده شده است.

| جدول ۱۲: مقایسه درصد چربی بدن در هر مرحله از نمونه گیری بین دو گروه مورد مطالعه (آزمون تی مستقل) |                  |                  |                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|--------------------------|
| گروه                                                                                             | گروه تجربی       | گروه کنترل       | سطح معنی داری (تی مستقل) |
| پیش آزمون                                                                                        | $44/88 \pm 1/64$ | $45/58 \pm 1/68$ | ۰/۳۱۳                    |
| میان آزمون                                                                                       | $43/04 \pm 1/58$ | $45/12 \pm 2/15$ | ۰/۰۱۳                    |
| پس آزمون                                                                                         | $40/42 \pm 0/78$ | $45/36 \pm 2/34$ | ۰/۰۰۱                    |



نمودار ۴: الگوی تغییرات درصد چربی بدن در مراحل نمونه گیری در گروه های مورد مطالعه

## بحث و نتیجه گیری:

در این مطالعه نیمه تجربی، جامعه تحقیق را زنان بزرگسال پری دیابتی غیرفعال سطح شهر تشکیل دادند. نمونه آماری را ۲۴ نفر که با داشتن معیارهای ورود به مطالعه به شیوه هدفمند در پژوهش حاضر شرکت نمودند و سپس به طور تصادفی به دو گروه تمرین تجربی (۱۲ نفر) و کنترل (۱۲ نفر) تقسیم شدند. این افراد غیر ورزشکار و شرط حضور در مطالعه عدم شرکت در تمرینات ورزشی منظم در طول ۶ ماه گذشته بود و همچنین دارای ناراحتی ارتوپدی و سایر بیماری های متابولیکی نظیر آسم یا کلیوی نیستند. پس از اندازه گیری های آنتروپومتریکی، گروه تجربی یک دوره تمرینات هوازی به تعداد ۳ جلسه در هفته که ۱۲ هفته به طول انجامید شرکت نمودند. در طول این مدت، گروه کنترل در برنامه تمرینی شرکت نداشتند. سطوح شاخص های آنتروپومتریکی و IL-10 سرم در شرایط پایه (پیش آزمون)، پس از جلسه هیجدهم (میان آزمون) و پس از جلسه ۳۶ (پس آزمون) اندازه گیری شد و داده ها با استفاده از آزمون آنالیز واریانس با اندازه گیری های مکرر در سطح معنی داری کمتر از ۵ درصد مقایسه شدند. پس از آنالیز آماری، یافته ها به صورت زیر گزارش می شوند:

- ۶ و ۱۲ هفته تمرین هوازی به کاهش معنی دار وزن بدن نسبت به پیش آزمون در زنان چاق پری دیابتی منجر شد و سطح پس از ۱۲ هفته تمرین هوازی به میزان معنی داری پایین تر از میان آزمون (۶ هفته) بود.

- ۶ و ۱۲ هفته تمرین هوازی به کاهش معنی دار شاخص توده بدن نسبت به پیش آزمون در زنان چاق پری دیابتی منجر شد و سطح آن پس از ۱۲ هفته تمرین هوازی به میزان معنی داری پایین تر از میان آزمون (۶ هفته) بود.

- ۶ و ۱۲ هفته تمرین هوازی به کاهش معنی دار درصد چربی بدن نسبت به پیش آزمون در زنان چاق پری دیابتی منجر شد و سطح آن پس از ۱۲ هفته تمرین هوازی به میزان معنی داری پایین تر از میان آزمون (۶ هفته) بود.

- ۶ و ۱۲ هفته تمرین هوازی به افزایش معنی دار IL-10 نسبت به پیش آزمون در زنان چاق پری دیابتی منجر شد و سطح آن پس از ۱۲ هفته تمرین هوازی به میزان معنی داری پایین تر از میان آزمون (۶ هفته) بود.

### بحث و بررسی

یافته های مطالعه حاضر به افزایش سطوح سرمی IL-10 متعاقب تمرینات هوازی در زنان چاق پری دیابتی اشاره دارند. به عبارتی، ۶ هفته تمرین هوازی به تعداد ۳ جلسه در هفته به افزایش معنی دار IL-10 در زنان پری دیابتی نسبت به گروه کنترل منجر شد و این افزایش با ادامه جلسات تمرینی تا ۱۲ هفته همچنان سیر صعودی داشت. به عبارتی ۱۲، تفاوت معنی داری در سطوح IL-10 در پاسخ به ۶ و ۱۲ هفته تمرین هوازی مشاهده شد که به افزایش تدریجی IL-10 به عنوان یکی از فراوانترین سایتوکین های ضد التهابی موجود در گردش خون به موازات افزایش طول دوره تمرین اشاره دارد. لازم به ذکر است افزایش تدریجی IL-10 با کاهش تدریجی وزن، شاخص توده بدن و درصد چربی بدن در پاسخ به جلسات تمرینی همزمان بود. در طول دو دهه اخیر، اهمیت چاقی و افزایش توده چربی بدن در بروز یا افزایش اغلب بیماری های مزمن و متابولیکی بارها توسط محققان علوم تندرستی و سلامت عنوان شده است بطوریکه همواره از چاقی در کنار الگوی زندگی کم تحرک بعنوان ریسک فاکتورهای قلبی-عروقی یاد می شود. علاوه بر این، نقش چاقی و افزایش درصد چربی بدن در سایر بیماری های مزمن نظیر دیابت نوع ۲، فشارخون و اختلال در پروفایل چربی و بیماری های قلبی-عروقی همواره توسط مطالعات کلینیکی اشاره شده است (25,26,27). از طرفی، پدیده چاقی در کنار الگوی زندگی کم تحرک زمینه های بیشتری را جهت بروز بیماری های

مذکور می سازد. جدا از اختلال در نیمرخ چربی و سطوح سیستمیک میانجی های هورمونی، نقش چاقی در التهاب سیستمیک و مقاومت انسولین در جمعیت های سالم و بیمار نیز بارها مطرح شده است (28). بطوریکه منابع علمی از افزایش سطوح سایتوکین های التهابی و همچنین کاهش سطوح سرمی سایتوکین های ضد التهابی در جمعیت های چاق سالم یا بیمار نظیر دیابت نوع ۲ و حتی افراد مستعد دیابت که پری دیابتی ها نامیده می شوند حمایت نموده اند (27-30). برای مثال، یافته های یک مطالعه اخیر به سطوح پایین تر آدیپونکتین به عنوان یک سایتوکین ضد التهابی در افراد چاق نسبت به افراد سالم دارای وزن نرمال اشاره نموده است (31).

کاهش سطوح IL-10 به عنوان یکی دیگر از سایتوکین های ضد التهابی در افراد چاق و بیماری های وابسته نیز توسط برخی محققان دیگر گزارش شده است (32). گزارش شده است که IL-10 بواسطه ویژگی های ضد التهابی خود دارای اثرات محافظتی در مقابل شرایط آتروژنیک است (32-34). همچنین منابع علمی از نوعی ارتباط متقابل بین این میانجی ضدالتهابی با میانجی های التهابی حمایت نموده اند. برای مثال، ارتباط مستقیم بین آدیپونکتین و IL-10 به عنوان دو سایتوکین ضدالتهابی در افراد چاق قبلاً گزارش شده است. در این زمینه، عنوان شده است که آدیپونکتین بیان IL-10 را در ماکروفاژهای انسان افزایش می دهد (35) و اثرات ضد آتروژنیک آدیپونکتین تا اندازه ای بواسطه IL-10 نمایان و تنظیم می شود (31). آنالیزهای هیستوشیمیایی بافت چربی به نقش محوری ماکروفاژهای بافت چربی در ارتباط بین میانجی های التهابی یا ضد التهابی اشاره نموده اند (31).

اخیراً مطالعات روی بزرگسالان آشکار نموده است که IL-10 در اثرات ضدالتهابی مرتبط با آدیپونکتین در سندرم متابولیک درگیر است (32). مطالعات در خصوص سطوح IL-10 در کودکان و جوانان چاق دارای نتایج متناقضی است (36-39). در مطالعه ای، محققان سطوح بالاتر IL-10 را در کودکان چاق نسبت کودکان دارای وزن نرمال گزارش نمودند (37). در مطالعه دیگری، تفاوت معنی داری در سطوح IL-10 بین کودکان

چاق یا بزرگسال با کودکان دارای وزن نرمال ۸ ساله مشاهده نشد، اگرچه سطوح آن در دختران ۱۵ ساله چاق یا اضافه وزن به میزان معنی داری از دختران دارای وزن نرمال بالاتر بود (40). این یافته ها به این نکته اشاره می کند که اثر چاقی روی IL-10 به عواملی نظیر سن، جنس و ناهنجاری های وابسته به چاقی وابسته است.

برای سال های متمادی، مطالعات گسترده ای در خصوص پاسخ یا سازگاری میانجی های هورمونی به انواع متفاوت فعالیت های ورزشی بسته به نوع تمرین، شدت، تکرار و طول دوره تمرینی بویژه در جمعیت های بیمار انجام گرفته است. برخی از این مطالعات با اهدافی مستقل از موفقیت در میدین ورزشی انجام گرفته و بهبود اختلالات متابولیکی و ریسک فاکتورهای بیماری های مورد مطالعه در کانون توجه محققان قرار داشته است. در این زمینه، با توجه به گستردگی مکانیسم های عمل میانجی های هورمونی و سایر متابولیت ها روی سیستم ایمنی و عملکرد سایر بافت های بدن، پاسخ ها اغلب متفاوتند.

این موارد بویژه در خصوص پاسخ یا سازگاری سایتوکین های التهابی و ضد التهابی به فعالیت ورزشی نیز صدق می کند. بطوریکه در مطالعه حاضر، یافته ها به نوعی از اثرات ضد التهابی ۶ و ۱۲ هفته تمرین هوازی در زنان چاق پری دیابتی حمایت می کند. بطوریکه سطوح سرمی IL-10 در پاسخ به ۶ هفته تمرین هوازی به میزان معنی داری افزایش یافت. به عبارتی ۶ هفته تمرین هوازی به تعداد سه جلسه در هفته به افزایش معنی داری سطوح سرمی IL-10 به عنوان یک سایتوکین ضد التهابی در زنان چاق پری دیابتی منجر می شود. مشابه با یافته های مطالعه ما، در مطالعه ای دیگر، تمرینات استقامتی طولانی مدت به افزایش معنی دار IL-10 همراه با کاهش سطوح سرمی لپتین در موش های آزمایشگاهی منجر شد (۱۱).

افزایش معنی دار IL-10 در مطالعه حاضر در حالی مشاهده شد که برنامه تمرین با کاهش وزن و درصد چربی بدن زنان مورد مطالعه همراه بود. لازم به یادآوری است که سطوح IL-10 در حضور چاقی کاهش می یابد (32). از این رو، افزایش این سایتوکین التهابی متعاقب برنامه تمرینی را شاید بتوان به کاهش وزن یا

کاهش درصد چربی بدن نسبت داد. اگرچه برخی مطالعات افزایش این سایتوکین ضد التهابی را متعاقب یک جلسه تمرینات اینتروال شدید گزارش نموده اند (41) که البته این افزایش را می توان نوعی پاسخ ناپایدار به یک جلسه ورزش عنوان نمود نه سازگاری. بر خلاف آن، در مطالعه ای دیگر، یک جلسه تمرین مقاومتی به تغییری در سطوح سرمی IL-10 در شرایط بلافاصله و ۶۰ دقیقه ریکاوری در زنان دارای سندرم متابولیک منجر نشد (42). مطالعات آزمایشگاهی آشکار نموده اند که افزایش IL-10 بواسطه ویژگی های ضد التهابی خود احتمالاً با اثرات ضد التهابی روی سیستم عروقی بواسطه مهار انفعالات سلولی لکوسیتی - اندوتلیال و مهار تولید چموکین ها و سایتوکین های پیش التهابی توسط ماکروفاژها و لنفوسیت های می باشد (43).

اخیر مشخص شده است که اثرات ضدالتهابی آدیپونکتین تا اندازه ای توسط IL-10 به عنوان یک سایتوکین ضد التهابی قوی میانجی می شود (32). با این وجود، مکانیسم های اصلی ارتباط بین چاقی شکمی و IL-10 هنوز به طور کامل شناخته نشده اند. گزارش شده است که ماکروفاژهای منبع اصلی پروتئین های مشتق از بافت چربی هستند. با این وجود، برخی مطالعات به نوعی دیگر به سطوح IL-10 در افراد چاق نگاه دارند. بطوریکه یافته های حاصل از این مطالعات کلینیکی آشکار نموده اند که افزایش تعداد ماکروفاژها در بافت چربی احشایی اشخاص چاق از منابع اصلی ترشح این سایتوکین التهابی هستند (31). در این میان، مطالعاتی نیز به چشم می خورند که افزایش بافت چربی احشایی از مهمترین منابع تولید IL-10 در افراد چاق بر شمرده اند (32). ناگفته نماند که این فرضیه که IL-10 در حضور چاقی بویژه از ماکروفاژهای بافت چربی افزایش می یابد بیشتر در جمعیت های چاق بیمار قابل توجیح است نه جمعیت های چاق سالم. چراکه این محققان برای توجیح سطوح بالاتر IL-10 در جمعیت های چاق بیمار اینگونه عنوان نموده اند که افزایش IL-10 در بیماران چاق به جهت مهار تولید سایتوکین های پیش التهابی رخ می دهد (44).

علیرغم این شواهد، برخی مطالعات دیگر همچنان از ارتباط نزدیک بین سطوح پایین تر IL-10 یا ترشح کمتر آن با بیماری ها و ناهنجاری های کلینیکی حمایت می نمایند (46,45). از این رو، هنوز به مطالعات آزمایشگاهی بیشتری در خصوص مکانیسم های عهده دار ارتباط بین چاقی یا سطوح چربی بدن با IL-10 و سایر میانجی های التهابی یا ضد التهابی نیاز است. از طرفی، مطالعات آزمایشگاهی آشکار نموده اند که حدود سه چهارم (۳/۴) از تفاوت ها در تولید IL-10 در انسان تابع ویژگی های وراثتی و ژنتیکی هستند (47). بر پایه این شواهد، اینکه با جرات بتوان افزایش سطوح سرمی IL-10 در مطالعه حاضر روی زنان چاق پری دیابتی را به کاهش وزن یا کاهش درصد چربی بدن نسبت داد تا اندازه ای بحث برانگیز است. بطوریکه اگرچه در زنان چاق در مطالعه حاضر، تداوم برنامه تمرینات هوازی برای ۱۲ هفته همچنان با سیر صعودی افزایش IL-10 نسبت به سطوح پایه همراه شد. چراکه یافته ها آشکار نمود که سطح سرمی IL-10 پس از ۱۲ هفته تمرین هوازی به میزان معنی داری بالاتر از سطوح آن متعاقب ۶ هفته تمرین بود.

از این رو، این فرضیه مطرح می شود که افزایش سطوح سرمی IL-10 در زنان چاق را بیشتر می توان نوعی سازگاری به تمرینات هوازی مداوم طولانی مدت نسبت داد که احتمالاً ریشه در تغییرات وزن و توده چربی بدن دارد. در این زمینه، برخی مطالعات اشاره نموده اند که بهبود در پارامترهای متابولیکی مارکرهای التهابی متعاقب برنامه های تمرینی بیشتر زمانی نمایان می شود که برنامه تمرینی مورد نظر با حداقل کاهش ۱۰ درصدی وزن بدن همراه باشد (48). با این وجود، در مطالعه حاضر، افزایش قابل توجه --- در حالی مشاهده شد که کاهش معنی دار وزن و درصدی چربی بدن متعاقب هر دو دوره تمرینی نسبت به سطوح پایه به مراتب کمتر از ۱۰ درصد بود. برخی مطالعات نیز، بهبود در میانجی های التهابی را به افزایش آمادگی قلبی-عروقی در پاسخ به برنامه تمرینی نسبت داده اند. بطوریکه در یک مطالعه اخیر، ۶ ماه تمرین هوازی به کاهش IL-6 و افزایش IL-10 همراه با بهبود VO2max منجر شد و محققان با استناد به ارتباط معنی دار بین تغییرات IL-10 و تغییرات VO2max در پاسخ به برنامه تمرینی، تغییرات IL-10 را به بهبود آمادگی

قلبی-عروقی در افراد مورد مطالعه نسبت داده اند(49). در این راستا، منابع علمی اشاره نموده اند که سطوح پایه التهاب می تواند یک فاکتور تعیین کننده آمادگی نسبی فرد باشد(50). مطالعات روی بیماران دیابتی(51) و سندرم متابولیک(52،53) به ارتباط معکوس معنی داری بین آمادگی قلبی-عروقی فرد و التهاب مستقل از سطوح چربی بدن اشاره نموده اند.

### نتیجه گیری

تمرینات هوازی با بهبود سطوح سرمی IL-10 به عنوان یکی از مهمترین سایتوکین های ضدالتهابی در زنان چاق پری دیابتی همراه است و این بهبود به نوعی به طول دوره تمرینی وابسته است. بطوریکه سطوح آن متعاقب ۱۲ هفته تمرینی به مراتب بیشتر از ۶ هفته تمرین مشاهده شد. بر پایه شواهد مطالعه حاضر و با استناد به دیگر مطالعات پیشین، بهبود سطوح IL-10 متعاقب تمرینات هوازی احتمالاً به طول دوره تمرینی و تغییرات در وزن و درصد چربی بدن وابسته است.

## References:

1. Sigal RJ, Kenny GP, Wasserman DH, Castaneda-Sceppa C, White RD. Physical activity/exercise and type 2 diabetes: a consensus statement from the American diabetes association. *Diabetes Care* 2006; 29: 1433–1438.
2. Kaplan NM. Hypertension and diabetes. *J Hum Hypertens* 2002; 16 Suppl 1: 56-60.
3. Yang Q. Serum retinal binding protein 4 contributes to insulin resistance in obesity and type 2 diabetes. *Nature*. 2005; 436:356–362.
4. Lazar MA. The humoral side of insulin resistance. *Nat. Med.* 2006; 12:43– 44.
5. Dilyara G. Yanbaeva, Mieke A. Dentener, Eva C. Creutzberg, Geertjan Wesseling and Emiel F. M. Wouters. Systemic Effects of Smoking. *ccChest*. 2007; 1557-1566.
6. Okita K, Nishijima H, Murakami T, Nagai T, Morita N, Yonezawa K et al. Can exercise training with weight loss lower serum C-reactive protein levels? *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* 2004 Oct; 24(10):1868-73.
7. Maedler K, Dharmadhikari G, Schumann DM, Størling J. Interleukin-1 beta targeted therapy for type 2 diabetes. *Expert Opin Biol Ther.* 2009 Sep; 9(9):1177-88.
8. Osborn O, Brownell SE, Sanchez-Alavez M, Salomon D, Gram H, Bartfai T. Treatment with an Interleukin 1 beta antibody improves glycemic control in diet-induced obesity. *Cytokine.* 2008 Oct; 44(1):141-8.
9. Bruun JM, Lihn AS, Verdich C, Pedersen SB, Toubro S, Astrup A, Richelsen B. Regulation of adiponectin by adipose tissue-derived cytokines: in vivo and in vitro investigations in humans. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2003; 285: 527–33.
10. Behzare A, Gaeini A, Mogharnasi M, Taherzadeh J, Seyedahmadi M, Keavanlou F et al . Comparison of intermittence and continuative exercise methods on hs-CRP and Lipids as predictors of coronary heart disease. *JNKUMS.* 2012; 3 (4): 35-42.
11. Jenkins NT, Padilla J, Arce-Esquivel AA, Bayless DS, Martin JS, Leidy HJ, Booth FW, Rector RS, Laughlin MH. Effects of endurance exercise training, metformin, and their combination on adipose tissue leptin and IL-10 secretion in OLETF rats. *J Appl Physiol (1985).* 2012 Dec 15; 113(12):1873-83.
12. Jung SH, Park HS, Kim KS, Choi WH, Ahn CW, Kim BT, Kim SM, Lee SY, Ahn SM, Kim YK. Effect of weight loss on some serum cytokines in human obesity: increase in IL-10 after weight loss. *J Nutr Biochem.* 2008 Jun; 19(6):371-5.
13. de Luis DA, Aller R, Izaola O, Gonzalez Sagrado M, Bellioo D, Conde R. Effects of a low-fat versus a low-carbohydrate diet on adipocytokines in obese adults. *Horm Res.* 2007; 67(6):296-300.
14. Kadoglou NP, Perrea D, Iliadis F, Angelopoulou N, Liapis C, Alevizos M. Exercise Reduces Resistin and Inflammatory Cytokines in Patients With Type 2 Diabetes. *Diabetes Care.* 2007 Mar; 30(3):719-21.
15. Trussardi Fayh AP, Lopes AL, Fernandes PR, Reischak-Oliveira A, Friedman R. Impact of weight loss with or without exercise on abdominal fat and insulin resistance in obese individuals: a randomised clinical trial. *Br J Nutr.* 2013 Aug 28; 110(3):486-92.

16. Leggate M, Carter WG, Evans MJ, Vennard RA, Sribala-Sundaram S, Nimmo MA. Determination of inflammatory and prominent proteomic changes in plasma and adipose tissue after high-intensity intermittent training in overweight and obese males. *J Appl Physiol* (1985). 2012 Apr; 112(8):1353-60.
17. Park S, Han T, Ann E, Yoon E, Kim B et al. 2008. Effect of training intensity on subcutaneous adipose leptin, adiponectin, interleukin 6, and tumor necrosis factor mRNA expression in middle-aged women". *FASEB J*. 2008; 22: 118.
18. Ordonez FJ, Rosety MA, Camacho A, Rosety I, Diaz AJ, Fornieles G, Garcia N, Rosety-Rodriguez M. Aerobic training improved low-grade inflammation in obese women with intellectual disability. *J Intellect Disabil Res*. 2013 Jun 7. [Epub ahead of print]
19. Martin-Cordero L, Garcia JJ, Giraldo E, De la Fuente M, Manso R, Ortega E. Influence of exercise on the circulating levels and macrophage production of IL-1beta and IFNgamma affected by metabolic syndrome: an obese Zucker rat experimental animal model. *Eur J Appl Physiol*. 2009 Nov;107(5):535-43.
20. Giannopoulou I., Fernhall B, Carhart R, Weinstock R, Baynard T, Figueroa A. et al. Effects of diet and/or exercise on the adipocytokine and inflammatory cytokine levels of postmenopausal women with type 2 diabetes. *Metabolism*. 2005; 54: 866-875.
21. Ribeiro F, Alves AJ, Teixeira M, Miranda F, Azevedo C, Duarte JA, Oliveira J. Exercise training increases interleukin-10 after an acute myocardial infarction: a randomised clinical trial. *Int J Sports Med*. 2012 Mar; 33(3):192-8.
22. Kadoglou NP, Iliadis F, Angelopoulou N, Perrea D, Ampatzidis G, Liapis CD, Alevizos M. The anti-inflammatory effects of exercise training in patients with type 2 diabetes mellitus. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*. 2007 Dec; 14(6):837-43.
23. Phillips MD, Patrizi RM, Cheek DJ, Wooten JS, Barbee JJ, Mitchell JB. Resistance training reduces subclinical inflammation in obese, postmenopausal women. *Med Sci Sports Exerc*. 2012 Nov; 44(11):2099-110.
24. Rosety-Rodríguez M, Fornieles G, Camacho-Molina A, Rosety I, Díaz AJ, Rosety MA, Rodríguez-Pareja A, Ordonez FJ.. A short-term training program reduced acute phase proteins in premenopausal women with metabolic syndrome. *Nutr Hosp*. 2013 Sep-Oct; 28(5):1604-9.
25. Dahlén EM, Tengblad A, Länne T, Clinchy B, Ernerudh J, Nystrom FH, Ostgren CJ. Abdominal obesity and low-grade systemic inflammation as markers of subclinical organ damage in type 2 diabetes. *Diabetes Metab*. 2014 Feb; 40(1):76-81.
26. Vinagre I1, Sánchez-Quesada JL, Sánchez-Hernández J, Santos D, Ordoñez-Llanos J, De Leiva A, Pérez A. Inflammatory biomarkers in type 2 diabetic patients: effect of glycemic control and impact of LDL subfraction phenotype. *Cardiovasc Diabetol*. 2014 Feb 4; 13:34.
27. Wannamethee SG, Shaper AG, Whincup PH, Lennon L, Papacosta O, Sattar N. The obesity paradox in men with coronary heart disease and heart failure: the role of muscle mass and leptin. *Int J Cardiol*. 2014 Jan 15; 171(1):49-55.
28. Singer K, Eng DS, Lumeng CN, Gebremariam A, Lee JM. The relationship between body fat mass percentiles and inflammation in children. *Obesity (Silver Spring)*. 2014 Jan 27.

29. Hribal ML, Fiorentino TV, Sesti G1. Role of C Reactive Protein (CRP) in Leptin Resistance. *Curr Pharm Des.* 2014; 20(4):609-15.
30. Jung DH, Kim JY, Kim JK, Koh SB, Park JK, Ahn SV. Relative contribution of obesity and serum adiponectin to the development of hypertension. *Diabetes Res Clin Pract.* 2014 Jan; 103(1):51-6.
31. Calcaterra V, De Amici M, Klersy C, Torre C, Brizzi V, Scaglia F, Albanesi M, Albertini R, Allais B, Larizza D. Adiponectin, IL-10 and metabolic syndrome in obese children and adolescents. *Acta Biomed.* 2009 Aug; 80(2):117-23.
32. Nishida M, Moriyama T, Sugita Y, Yamauchi-Takahara K. Interleukin-10 associates with adiponectin predominantly in subjects with metabolic syndrome. *Circ J* 2007; 71: 1234-8.
33. Hawrylowicz CM, O'Garra A. Potential role of interleukin-10-secreting regulatory T cells in allergy and asthma. *Nat Rev Immunol* 2005; 5: 271-83.
34. Mallat Z, Besnard S, Duriez M, et al. Protective role of interleukin-10 in atherosclerosis. *Circ Res* 1999; 85: 17-24.
35. Kumada M, Kihara S, Ouchi N, et al. Adiponectin specifically increased tissue inhibitor of metallo-proteinase-1 through interleukin-10 expression in human macrophages. *Circulation* 2004; 109: 2046-9.
36. Arslan N, Erdur B, Aydin A : Hormones and cytokines in childhood obesity. *Indian Pediatr* 2010, 47:829 – 839.
37. Calcaterra V, De Amici M, Klersy C, Torre C, Brizzi V, Scaglia F, Albanesi M, Albertini R, Allais B, Larizza D: Adiponectin, IL-10 and metabolic syndrome in obese children and adolescents. *Acta Biomed* 2009, 80: 117 – 123.
38. Gozal D, Serpero LD, Sans Capdevila O, Kheirandish-Gozal L : Systemic inflammation in non-obese children with obstructive sleep apnea. *Sleep Med* 2008, 9: 254 – 259.
39. Tam CS, Garnett SP, Cowell CT, Heilbronn LK, Lee JW, Wong M, Baur LA: IL-6, IL-8 and IL-10 levels in healthy weight and overweight children. *Horm Res Paediatr* 2010, 73: 128 –134.
40. Ghorbanyan B, Ghasemnyan AA. The effect of 8 weeks of combined interval endurance training on plasma levels of IL-10, TNF- $\alpha$ , insulin resistance and fat profile in adolescent boys. *Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport.* 2016; 4(7): 43-54.
41. Zwetsloot KA, John CS, Lawrence MM, Battista RA, Shanely RA. High-intensity interval training induces a modest systemic inflammatory response in active, young men. *J Inflamm Res.* 2014 Jan 9; 7:9-17.
42. Pereira GB1, Tibana RA, Navalta J, Sousa NM, Córdova C, Souza VC, Nóbrega OT, Prestes J, Perez SE. Acute effects of resistance training on cytokines and osteoprotegerin in women with metabolic syndrome. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2013 Mar; 33(2):122-30.
43. Tedgui A, Mallat Z. Anti-inflammatory mechanisms in the vascular wall. *Circ Res* 2001; 88: 877-87.

44. Esposito K, Pontillo A, Giugliano F, et al. Association of low interleukin-10 levels with the metabolic syndrome in obese women. *J Clin Endocrinol Metab* 2003; 88: 1055-8.
45. Smith DA, Irving SD, Sheldon J, Cole D, Kaski JC. Serum levels of the antiinflammatory cytokine interleukin-10 are decreased in patients with unstable angina. *Circulation*. 2001; 104: 746-9. 38.
46. Van Exel E, Gussekloo J, de Craen AJM, Bootsma-van der Wiel A, Frlich M, Westendorp RGJ. Inflammation and stroke: the Leiden 85-Plus Study. *Stroke*. 2002; 33: 1135-8.
47. Wetsendorp RG, Langermans JA, Huizinga TW, et al. Genetic influence on cytokine production and fatal meningococcal disease. *Lancet* 1997; 349: 170-3.
48. Johnson WD, Brashear MM, Gupta AK, Rood JC, Ryan DH. Incremental weight loss improves cardiometabolic risk in extremely obese adults. *Am J Med*.2011; 124:931–938.
49. Babbitt DM, Diaz KM, Fearheller DL, Sturgeon KM, Perkins AM, Veerabhadrapa P, Williamson ST, Kretzschmar J, Ling C, Lee H, Grimm H, Thakkar SR, Crabbe DL, Kashem MA, Brown MD. Endothelial activation microparticles and inflammation status improve with exercise training in african americans. *Int J Hypertens*. 2013; 2013:538017.
50. Julia W, Karen C, Javier R, Ascension M. Role of physical activity on immune function Physical activity, exercise and low-grade systemic inflammation. *Proceedings of the Nutrition Society*. 2010; 69, 400–406.
51. McGavock JM, Mandic S, Vonder Muhll I et al. (2004) Low cardiorespiratory fitness is associated with elevated C-reactive protein levels in women with type 2 diabetes. *Diabetes Care* 27, 320–325.
52. Aronson D, Sheikh-Ahmad M, Avizohar O et al. (2004) C-reactive protein is inversely related to physical fitness in middle-aged subjects. *Atherosclerosis* 176, 173–179.
53. Aronson D, Sella R, Sheikh-Ahmad M et al. (2004). The association between cardiorespiratory fitness and C-reactive protein in subjects with the metabolic syndrome. *J Am Coll Cardiol* 44, 2003–2007.