

## Research Paper

## The effect of eight weeks of swimming training on tumor necrosis factor alpha and white blood cells in diabetic rats

Hasan Astakhr<sup>1</sup>, Farideh Kikhosravi<sup>\*1</sup>, Mehdi Noura<sup>2</sup>

1- Department of Sports Physiology, Maroodasht Branch, Islamic Azad University, Maroodasht, Iran

2- Department of physical education and sport science, Islamic azad University, shiraz Branch, shiraz, Iran

**Received:** 2021/4/4

**Revised:** 2021/7/10

**Accepted:** 2021/7/25

Use your device to scan and read the article online



**DOI:**

[10.30495/varzesh.2022.693323](https://doi.org/10.30495/varzesh.2022.693323)

**Keywords:**

alpha tumor necrosis factor, white blood cells, swimming exercise

### Abstract

**Introduction and purpose:** Diabetes is one of the metabolic diseases that can affect the immune system. The aim of this study was to investigate the effect of eight weeks of swimming training on alpha tumor necrosis factor and white blood cells in diabetic rats.

**Materials and methods:** In this experimental study, 24 diabetic rats were selected and divided into three groups of eight series based on blood glucose as follows: (1) first week scarified diabetes, (2) last week scarified diabetes, and (3) swimming training. To investigate diabetes induction, 16 healthy mice were divided into two groups: healthy sacrificed in the first week and healthy sacrificed in the last week. The mice in the swimming training group performed swimming training for eight weeks, three sessions in a week and each session lasted 20 to 30 minutes. To analyze the findings, Kalmogorov-Smirnov tests, one-way analysis of variance and Tukey's follow-up test were used ( $\alpha \geq 0.05$ ).

**Findings:** Eight weeks of swimming training has a significant effect on the reduction of alpha tumor necrosis factor ( $P=0.02$ ), while it has no significant effect on the white blood cells of diabetic rats ( $P=0.10$ ).

**Discussion and conclusion:** Eight weeks of swimming training has a significant effect on reducing the necrosis factor in diabetic rats, while eight weeks of swimming training has no significant effect on the white blood cells of diabetic

**Citation:** Astakhr H., Kikhosravi F., Noura M.; The effect of eight weeks of swimming training on tumor necrosis factor alpha and white blood cells in diabetic rats .Researches in Sport Sciences and Medical Plants. 2022; 2 (6):18-25

**Corresponding author:** Farideh Kikhosravi

**Address:** Department of Sports Physiology, Maroodasht Branch, Islamic Azad University, Maroodasht, Iran

**Tell:**

**Email:** f. Kikhosravi@yahoo.com

## اثر هشت هفته تمرین شنا بر عامل نکرورز دهنده تومور آلفا و گلبول های سفید موش های صحرائی مبتلا به دیابت

حسن استخر<sup>۱</sup>، فریده کیخسروی<sup>۱\*</sup>، مهدی نورا<sup>۲</sup>

۱. گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد مرودشت، دانشگاه آزاد اسلامی، مرودشت، ایران

۲. استادیار، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران

### چکیده

**مقدمه و هدف:** دیابت از جمله بیماری های متابولیکی می باشد که می تواند سیستم ایمنی را تحت تاثیر قرار دهد. هدف تحقیق حاضر بررسی اثر هشت هفته تمرین شنا بر عامل نکرورز دهنده تومور آلفا و گلبول های سفید موش های صحرائی مبتلا به دیابت بود.

**مواد و روش ها:** در این مطالعه تجربی ۲۴ سر موش صحرائی دیابتی انتخاب و بر اساس گلوکز خون در سه گروه هشت سری (۱) دیابت قربانی هفته اول، (۲) دیابت قربانی هفته آخر، (۳) تمرین شنا تقسیم شدند و جهت بررسی القای دیابت ۱۶ سر موش سالم در دو گروه سالم قربانی هفته اول و سالم قربانی هفته آخر تقسیم شدند. موش های گروه تمرین شنا به مدت هشت هفته، سه جلسه در هفته و هر جلسه ۲۰ تا ۳۰ دقیقه تمرین شنا را انجام دادند. جهت تجزیه و تحلیل یافته ها از آزمون های کالموگروف-اسمیرنوف، تحلیل واریانس یک راهه به همراه آزمون تعقیبی توکی استفاده شد ( $\alpha \leq 0.05$ ).

**یافته ها:** هشت هفته تمرین شنا اثر معناداری بر کاهش عامل نکرورز دهنده تومور آلفا دارد ( $P=0.02$ ) درحالی که اثر معناداری بر گلبول های سفید موش های صحرائی دیابتی ندارد ( $P=0.10$ ).

**بحث و نتیجه گیری:** هشت هفته تمرین شنا دارای اثر معناداری بر کاهش عامل نکرورز دهنده موش های صحرائی مبتلا به دیابت می باشد در حالی که هشت هفته تمرین شنا اثر معنی داری بر گلبول های سفید موش های صحرائی مبتلا به دیابت ندارد.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱/۱۵

تاریخ داوری: ۱۴۰۰/۴/۱۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۵/۳

از دستگاه خود برای اسکن و خواندن مقاله به صورت آنلاین استفاده کنید



DOI:

[10.30495/varzesh.2022.693323](https://doi.org/10.30495/varzesh.2022.693323)

واژه های کلیدی:

عامل نکرورز دهنده تومور آلفا، گلبول های سفید، تمرین شنا

\* نویسنده مسوول: فریده کیخسروی

نشانی: گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد مرودشت، دانشگاه آزاد اسلامی، مرودشت، ایران

تلفن:

پست الکترونیکی: f. Kikhosravi@yahoo.com

## مقدمه

دیابت نوعی بیماری متابولیکی است که به سطح بالای قند خون گفته می شود، که یا بر اثر تولید ناکافی انسولین توسط سلول های پانکراس لوزالمعده و یا بر اثر عدم پاسخ مناسب به انسولین توسط سلول های بدن بوجود می آید(۱). دیابت شایع ترین بیماری مزمن در سراسر جهان است. طبیعت مزمن این بیماری و عوارض ناشی از آن باعث تحمیل بار سنگین اقتصادی و کاهش کیفیت زندگی بیماران و اعضای خانواده های آنان شده است(۱). شیوع دیابت نوع ۲ به عنوان یکی از نگرانی های سلامت عمومی و در حدود ۱۰ میلیون از بیماری های مزمن و درصد معناداری از مرگ و میرها را هر ساله در جهان در بر می گیرد. بر اساس تخمین های ارائه شده در حدود پنج الی هشت درصد در افراد بزرگسال دنیا به دیابت مبتلا می باشند(۲). شنا یکی از بهترین فعالیت های هوازی است و به دلیل هوازی بودن در سوختن کالری های اضافه که می تواند منجر به اضافه وزن شود تاثیر مطلوبی دارد و از فوائد دیگر آن تقویت عضلات، بهبود ظرفیت تنفسی و بالا رفتن قدرت خون رسانی قلب می باشد(۳). فعالیت ورزشی منظم خطر بیماری های مزمن متابولیکی و قلبی -عروقی را از طریق اثرات ضد التهابی کاهش، اما شیوه زندگی کم تحرک خطر توسعه این بیماری ها را افزایش می دهد(۴). افزایش سطوح میانجی های التهابی از جمله عامل نکروز دهنده تومور آلفا با افزایش خطر ابتلا و شدت بیماری های مزمن همراه است. عامل نکروز دهنده تومور آلفا(TNF- $\alpha$ ) در بین سیتوکین ها، یک سیتوکین التهاب زا است که عمدتاً توسط ماکروفاژها و لنفوسیت ها ترشح و به مقدار ناچیزی در بافت چربی انسان تولید می شود. از آنجایی که این سیتوکین از بافت چربی احشایی ترشح می شود، ممکن است فعالیت های ورزشی به واسطه اثراتی که بر کاهش بافت چربی احشایی بدن و در نتیجه بهبود برخی آدیپوکین ها دارد، بتواند در کاهش بیان ژن و سطوح پلاسمایی آن ها موثر باشد(۵). عامل نکروز دهنده تومور آلفا یکی از سیتوکین های پیچیده در سیستم التهابی است که در واکنش های حاد و کنترل سلول های ایمنی که از بافت چربی ترشح می شوند نقش مهمی را ایفا می کند و سیتوکین های پیش التهابی نظیر اینترلوکین ۶ و ۱۸ را افزایش می دهد. همچنین سطوح استراحتی آن با چاقی و سبک زندگی غیر فعال ارتباط دارد. این عامل التهابی باعث بازدارندگی لیپوپروتئین لیپاز و تحریک لیپولیز در آدیپوسیت ها و افزایش اسید های چرب غیر اشباع در جریان خون می شود که پیامد آن افزایش مقاومت به انسولین و بیماری دیابت است(۶). در مورد تأثیرات تمرینات ورزشی بر سیستم ایمنی، تیمرمان وهمکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که تمرینات ورزشی منظم به مدت ۱۲ هفته

موجب کاهش سطح موقعیت های در گردش و کاهش تولید سیتوکین عامل نکروز دهنده تومور آلفا در این سلول ها شده بود. در مورد تأثیر ورزش بر سطح سرمی عامل نکروز دهنده تومور آلفا نشان داده شده است که تمرینات ورزشی موجب کاهش سطوح در گردش این سیتوکین در بیماران دیابتی، افراد سالم و بیماران قلبی عروقی می شود (۷). همچنین نشان داده شده است که تمرینات استقامتی سبب کاهش سطوح پلاسمایی عامل نکروز دهنده تومور آلفا و گیرنده های آن میگردد. بعضی محققان نیز بیان کردند افرادی که فعالیت های بدنی بیشتری انجام می دهند و از نظر بدنی آماده ترند، در مقایسه با افراد غیر فعال و بی تحرک، غلظت های کمتری از شاخص های التهابی را دارا می باشند(۸). در همین راستا نیز بعد از ۱۰ هفته تمرین شنا گزارش شد که این تمرینات موجب افزایش پروفایل های گلبول های سفید و سطوح اینترلوکین-۶ و پروتئین واکنشگر C می شود. فعالیت بدنی ممکن است تغییرات زیادی در تعداد، توزیع زیر گروه ها و تکثیر گلبول های سفید خون ایجاد کند(۹). همچنین پاسخ های خونی یا هماتولوژی نیز با هر نوع فعالیت بدنی، یکسان نیست. پاسخ های خونی می تواند تحت تاثیر عواملی همچون زمان، شدت، مدت فعالیت و شرایط محیطی قرار گیرد. مطالعات زیادی نشان داده اند که گلبول های سفید در نتیجه تمرینات ورزشی تغییر می کند. یافته های نایمن و همکاران<sup>۱</sup>(۲۰۰۵) حاکی از افزایش شمار گلبول های سفید پس از ۳۰ دقیقه پیاده روی با ۶۰ درصد توان هوازی بیشینه روی نوارگردان است(۷). گلیسون و همکاران<sup>۲</sup>(۲۰۰۷) نیز در مطالعه مروری خود افزایش گلبول های سفید را پس از فعالیت های طولانی ( بیش از ۹۰ دقیقه) و شدت ۵۵ تا ۷۵ درصد توان هوازی بیشینه را مشاهده کردند(۴). با توجه اهمیت فعالیت بدنی و انقباض عضلانی در تولید و ترشح سیتوکین ها و میانجی های التهابی و ظرفیت بالقوه تمرین شنا بر سطح عامل نکروز دهنده تومور آلفا و گلبول های سفید در بیماران دیابتی و همچنین تناقض در نتایج به دست آمده، پژوهش حاضر به دنبال پاسخگویی به این سوال است که آیا هشت هفته تمرین شنا اثر معنی داری بر عامل نکروز دهنده تومور آلفا و گلبول های سفید موش های دیابتی دیابتی دارد؟

## روش شناسی

در این مطالعه تجربی تعداد ۴۰ راس موش صحرایی خریداری و به آزمایشگاه حیوانی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت منتقل

1 Nieman et al

2 Gleeson et al

دارد ( $p=0.001$ ,  $F=6.86$ ). در جدول ۴ نتایج آزمون تعقیبی توکی نشان داد القاء دیابت با سم استروپتوزوتوسین منجر به افزایش معنی دار عامل نکروز دهنده ی تومور آلفا در موش های صحرایی می گردد ( $p=0.001$ ) همچنین هشت هفته تمرین شنا ( $p=0.02$ ) اثر معنی داری بر کاهش عامل نکروز نکروز دهنده تومور آلفا در موش های صحرایی دیابتی دارد. نتایج آزمون تحلیل واریانس یک راهه در جدول ۵ نشان می دهد تفاوت معنی داری در سطوح گلبول های سفید موش های صحرایی گروه های پنج گانه وجود دارد ( $F=4.95$ ,  $P=0.001$ ). در جدول ۶ نتایج آزمون تعقیبی توکی نشان داد القاء دیابت با سم استروپتوزوتوسین اثر معنی دار بر گلبول های سفید موش های صحرایی ندارد ( $p=0.21$ ) همچنین هشت هفته تمرین شنا ( $p=0.10$ ) اثر معنی داری را بر گلبول های سفید موش های صحرایی مبتلا به دیابت ندارد.

### بحث و بررسی

نتایج تحقیقات حاضر نشان داد که القاء دیابت با سم استروپتوزوتوسین منجر به افزایش معنادار عامل نکروز دهنده تومور آلفا می گردد. مطالعات زیادی افزایش عامل نکروز دهنده تومور آلفا را پس از القای سم استروپتوزوتوسین گزارش کرده اند از جمله کیم و همکاران (۲۰۱۴) تزریق سم استروپتوزوتوسین سبب افزایش معنادار عامل نکروز دهنده تومور آلفا موش های صحرایی دیابتی شده با سم استروپتوزوتوسین شد (۱۰). صفرزاده و همکاران (۱۳۹۱) در تحقیق خود با تزریق ۵۵ میلی گرم استروپتوزوتوسین به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن موش ها به این نتیجه رسیدند که القای دیابت سبب افزایش معنی دار عامل نکروز دهنده تومور آلفا گردید (۲). ملانوری و همکاران (۲۰۱۴) ۵۵ میلی گرم سم استروپتوزوتوسین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن موش های صحرایی را تزریق کردند و پس از چهار روز که القای دیابت صورت گرفت، دریافتند که تزریق سم استروپتوزوتوسین و القای دیابت سبب افزایش معنی دار عامل نکروز دهنده تومور آلفا شده است (۱۱). نتایج مطالعات ذکر شده با مطالعه حاضر همسو می باشد. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که هشت هفته تمرین شنا منجر به کاهش معنادار عامل نکروز دهنده تومور آلفا موش های صحرایی مبتلا به دیابت شد. تاکنون مطالعات زیادی به بررسی تغییرات سرمی عامل نکروز دهنده تومور آلفا پرداخته اند. ریان و همکاران (۲۰۰۴) بیان کردند یک برنامه ی کاهش وزن و تمرین (هوازی و مقاومتی)، باعث کاهش غلظت های اینترلوکین- $\alpha$  و گیرنده های عامل نکروز دهنده تومور آلفا می شود (۱۲). نتایج مطالعه حاضر نشان داد که القای دیابت اثر معناداری بر گلبول های سفید موش های صحرایی مبتلا به دیابت ندارد.

شدند این موش های صحرایی پس از انتقال به محیط آزمایشگاه به مدت هفت روز در آزمایشگاه جهت سازگاری با محیط در قفس نگهداری شدند و فقط هنگام شستشو قفس ها از آن خارج شدند. پس از طی شدن هفت روز سازگاری با محیط در روز هشتم، پس از یک شب ناشتایی ۲۴ سر موش صحرایی با کلروفرم بیهوش شده و تحت تزریق داخل صفاقی  $60 \text{ mg/kg}$  استروپتوزوتوسین (ساخت شرکت سیگما) حل شده در بافر سترات قرار گرفتند. چهار روز پس از تزریق از دم حیوانات به روش پانچ کردن جهت سنجش قند خون با استفاده از دستگاه گلوکومتر خون گیری به عمل آمد. موش های صحرایی که دارای گلوکز خون بالاتر از ۳۰۰ میلی گرم در دسی لیتر بودند به عنوان نمونه آماری وارد تحقیق شدند. شروع برنامه تمرینی یک هفته پس از القاء دیابت و نگهداری موش ها صورت گرفت. موش های دیابتی بر اساس گلوکز خون به طور تصادفی به سه گروه مساوی ۸ سری شامل (۱) دیابت قربانی هفته اول، (۲) دیابت قربانی هفته آخر، (۳) تمرین شنا تقسیم شدند. همچنین جهت بررسی اثرات القای دیابت بر میزان تغییرات عامل نکروز دهنده تومور آلفا و گلبول های سفید تعداد ۱۶ سر موش سالم انتخاب و در دو گروه سالم قربانی هفته اول و سالم قربانی هفته آخر تقسیم شدند. در ابتدا گروه های سالم قربانی هفته اول و دیابت قربانی هفته اول به صورت ۱۶ ساعت ناشتا به شیوه آسان کنشی قربانی شده و از آنها خونگیری به عمل آمد. در ادامه موش های گروه های تمرین شنا هشت هفته، سه جلسه در هفته و هر جلسه ۲۰ دقیقه شنا کردند. بعد از این مدت، نمونه گیری خون از بقیه موش های صحرایی سالم و دیابتی انجام شد تا متغیرهای مورد مطالعه اندازه گیری شوند. قبل از انجام خون گیری، حیوانات به مدت ۱۶ ساعت ناشتا نگه داشته شدند. تمام جنبه های اخلاقی و حقوقی این پژوهش در دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت بررسی و تأیید شده است. جهت تجزیه و تحلیل یافته های تحقیق از آزمون های اماری کلموگروف-اسمیرنوف، تحلیل واریانس یک راهه به همراه آزمون تعقیبی توکی استفاده شد. سطح معنی داری نیز برای تمام محاسبات ( $P \leq 0.05$ ) در نظر گرفته شد.

### یافته ها

در جدول ۱ وزن پیش آزمون و پس آزمون موش های صحرایی در گروه های پنج گانه تحقیق ارائه شده است. همچنین سطوح سرمی عامل نکروز دهنده تومور آلفا و گلبول های سفید موش های صحرایی در گروه های پنج گانه تحقیق در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج آزمون تحلیل واریانس یک راهه در جدول ۳ نشان می دهد تفاوت معنی داری در سطوح عامل نکروز دهنده ی تومور آلفا موش های صحرایی گروه های پنج گانه وجود

های سفید در فعالیت های گوناگون جسمانی مشخص میکند در فعالیت های شدید و طولانی افزایش گلبول های سفید بیشتر و پایدارتر است. با این وجود عدم تغییر در گلبول های سفید پس از هشت هفته تمرین شنا در این پژوهش و پژوهش های مشابه ممکن است ناشی از عدم تحریک عوامل ایمنی و عدم کفایت مدت و شدت تمرینات در تغییرات مذکور باشد.

### نتیجه گیری

هشت هفته تمرین شنا دارای اثر معناداری بر کاهش عامل نکرورز دهنده موش های صحرایی مبتلا به دیابت می باشد در حالی که هشت هفته تمرین شنا اثر معنی داری بر گلبول های سفید موش های صحرایی مبتلا به دیابت ندارد.

### ملاحظات اخلاقی

#### پیروی از اصول اخلاق پژوهش

در مطالعه حاضر اصول اخلاقی کار با حیوانات رعایت شده است.

#### حامی مالی

مطالعه حاضر حامی مالی نداشت.

#### مشارکت نویسندگان

طراحی و ایده پردازی: حسن استخر؛ روش شناسی و تحلیل داده ها: حسن استخر؛ نظارت و نگارش نهایی: فریده کیخسری.

#### تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان مقاله حاضر فاقد هرگونه تعارض منافع بوده است.

همچنین تمرین شنا اثر معناداری بر گلبول های سفید موش های صحرایی مبتلا به دیابت ندارد. یکی از تغییرات چشمگیر و ثابتی که در جریان ورزش دیده می شود لکوسیتوز (افزایش تعداد گلبولهای سفید در گردش) می باشد. تعداد گلبولهای سفید در گردش ممکن است تا چهار برابر زمان استراحت افزایش پیدا کرده، پس از توقف ورزش در حد بالا باقی مانده و بعد از اتمام بعضی انواع تمرینها به مدت چندین ساعت بالا باقی بماند. در زمینه تاثیرات فعالیت های ورزشی مختلف بر گلبول های سفید تاکنون تحقیقات مختلفی صورت گرفته است. در تحقیقی همسو با نتایج تحقیق حاضر می توان به تحقیق اراضی و همکاران (۱۳۸۸) اشاره کرد که در تحقیق به بررسی یک جلسه تمرین موازی استقامتی- مقاومتی بر تغییرات هماتولوژیک مردان ورزشکار پرداختند. طبق نتایج تحقیق اثر معناداری ناشی از تمرین مذکور بر گلبول های سفید مشاهده نشد (۱۳). گیائی و همکاران (۲۰۱۴) تحقیقی را تحت عنوان اثر تمرین شنا در پروفایل گلبول های سفید، میانجی های التهابی و بیماری های بافتی لوزالمعده در موش های صحرایی نر بالغ دیابتی شده انجام دادند... یافته ها نشان داد که گلبول های سفید، لنفوسیت های خون و مونوسیت ها به طور معناداری در موش های دیابتی افزایش یافته است. در حالی که در صد نوتروفیل ها به دلیل ایجاد دیابت به طور معنی داری کاهش یافته است. تمرین شنا موجب تغییر در محتوای گلبول های سفید، لنفوسیت ها، مونوسیت ها و نوتروفیل ها می شود (۱۴). دلیل همسو و یا ناهمسو بودن تحقیقات می تواند به دلیل استفاده از پروتکل، شدت و نوع تمرین متفاوت با تحقیق حاضر باشد. نتایج به دست آمده از اغلب پژوهش های انجام شده پیرامون تغییرات گلبول

## References

1. بقر آبادی، و.، حجازی، س.م.، سلطانی، م.، بهنام وشانی، ح.، خزرایان، ش.، و سلطانی، ا. (۱۳۹۱). تاثیر تمرینات هوازی منظم بر میزان لپتین و گلوکز ناشتا، انسولین و مقاومت به انسولین در بیماران دیابتی نوع ۲. فصلنامه مراقبت مبتنی بر شواهد، ۲ (۳): ۴۲-۵۰.
2. صفرزاده، ع.ر.، قراخانلو، ر.، هدایتی، م.، طالبی گرکانی، ا. (۱۳۹۱). تاثیر ۴ در TNF- $\alpha$  و CRP. IL-هفته تمرین مقاومتی بر غلظت واسپین، سرم موش های صحرایی دیابتی. مجله ی عدد درون ریز و متابولیسم ایران، ۱۴ (۱): ۷۴-۶۸.
3. بقر آبادی، و.، حجازی، س.م.، سلطانی، م.، بهنام وشانی، ح.، خزرایان، ش.، و سلطانی، ا. (۱۳۹۱). تاثیر تمرینات هوازی منظم بر میزان لپتین و گلوکز ناشتا، انسولین و مقاومت به انسولین در بیماران دیابتی نوع ۲. فصلنامه مراقبت مبتنی بر شواهد، ۲ (۳): ۴۲-۵۰.
4. Gleesen, M., McDonald, W.A., Crips, A.W., Pyne, D.B., Clancy, R.L., Fisher, P.A. (1995). The effect on immunity of long-term intensive training

- in elits swimmers. Clin Exp Immunol, 102(10): 210-6.
5. مقرنسی، م.، گائینی، ع.ع.، شیخ الاسلامی وطنی، د. (۱۳۸۷) بررسی 5. تغییرات سابتوکین های پیش التهابی و عامل فعالیت التهاب عروقی پس از تمرینات استقامتی منظم. طبیب شرق، ۱۰ (۲): ۱۳۵-۱۲۵.
6. گائینی، ع.، قاسمیان، آ.، دهکردی، خ.، کاظمی، ع.، فلاحی، ع. (۱۳۹۰). 6. مقایسه اثر یک جلسه فعالیت ورزشی حاد بر سطوح پلاسمایی پروتئین واکنش فاز حاد، فاکتور نکرورز دهنده تومور آلفا و اینترلوکین-۶ پسران چاق و غیر چاق نابالغ. مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ۸۳: ۷۸-۷۴.
7. Nieman DC, Dru A, Henson MD Astin and Brown VA. Immune response to a 30-Minute walk. Med Sci Sports Exerc. 2005; 37(1): 57-62.
8. Jonato, P; Ferreira.C.; Frollin,A., Dias,R, Donatto,F., Guerreschi,M.(2007). Infl uence of acute physical exercise on leukocytes, lymphocytes and circulating cytokines levels. Rua Major José

Inácio, 2400,13, Edifício Ouro Preto, Centro, São Carlos, SP, CEP 13.560-161.

9. Ronsen O, Pedersen, BK, Oritsland TR, Bahr R and kjeldsen- kragh J. Leukocyte counts and lymphocyte responsiveness associated with repeated bouts of strenuous endurance exercise. J Appl Physiol. 2001; (91): 425-34.

10. Kim j.-s, lee y.-h, kim j.-c, ko y.-h, yoon c.-s, yi h.-k. Effect of Exercise Training of different Intensities on Anti-Inflammatory Reaction in Streptozotocin-induced Diabetic Rats. Biol. Sport 2014;31:73-79.

11. Molanouri-Shamsi, M., Fallah M., Mahdavi M. (2014). The effect of resistance training on skeletal muscle inflammatory factors in diabetic rats. Journal of Kashan University of Medical Sciences, December, 2014; Vol. 18, No 5, Pages 477-483.

12. Ryan, AS., & Nicklas, BJ. (2004). Reductions in Plasma Cytokine Levels with Weight Loss Improve Insulin Sensitivity in Overweight and Bese Postmenopausal Women. Diabetes care. 27: 1699-1705.

13. اراضی، ح، دمیرچی، ا، مصطفی لو، ع (۱۳۸۸). اثرات یک جلسه تمرین موازی استقامتی- مقاومتی بر تغییرات هماتولوژیک مردان ورزشکار. مجله فیزیولوژی ورزشی: ۲، ۱۷-۲۶.

14. Rafigheh, G., Ghadiri, F., Mohaddes, G., Somi, M.H., Ebrahimi, H., Alihemmati, A., Mirzaie Babil, F., & Alipour, M. (2014). Effects of Regular Swimming on WBC Profile, inflammatory mediators and histopathology of pancreatic tissue of high fat induced diabetes in adult male rats. Bull. Env. Pharmacol. Life Sci, 10 (3): 14-20.

جدول ۱. وزن موش های صحرایی در گروه های تحقیق

گروه	وزن هفته اول	وزن هفته آخر
کنترل سالم هفته اول	۱۷۶/۱۲±۱۹/۶۳	-----
کنترل سالم هفته آخر	۲۱۵/۰۰±۳۴/۶۴	۲۲۳/۷۵±۳۷/۶۱
کنترل دیابتی هفته اول	۱۸۷/۲۵±۳۲/۵۳	-----
کنترل دیابتی هفته آخر	۲۰۴/۱۲±۵۲/۶۲	۱۸۵/۸۷±۴۶/۴۷
تمرین شنا	۱۳۰/۰۰±۳۳/۸۶	۱۲۷/۶۲±۴۲/۲۷

جدول ۲. سطوح سرمی عامل نکروز دهنده تومور آلفا و گلبول های سفید موش های صحرایی

گروه	عامل نکروز دهنده ی تومور آلفا (pg/ml)	گلبول های سفید (تعداد در میلی متر مکعب)
سالم قربانی هفته اول	۳/۸۷±۲/۳۴	۷۰۰۰ ±۳۴۰۰/۸۴
سالم قربانی هفته آخر	۳/۹۱±۳/۴۵	۵۳۲۵ ±۱۷۷۹/۰۴
دیابتی قربانی هفته اول	۹/۱۸±۴/۱۰*	۹۷۵۰±۲۰۲۶/۶۰
دیابتی هفته آخر	۸/۰۵±۲/۶۴	۸۱۳۵/۳۷ ±۳۴۱۰/۷۷
تمرین شنا	۴/۱۴/۱±۴۶/۳	۷۰۲۲/۰۷± ۱۳۹۷/۹۵

جدول ۳. نتایج آزمون تحلیل واریانس یک راهه جهت مقایسه عامل نکرورز دهنده تومور آلفادر گروه های تحقیق

منبع	مجموع مربعات	درجات آزادی	میانگین مربعات	F	سطح معنی داری
بین گروه ها	۲۳۳/۷۳	۴	۵۸/۴۳	۸۶/۶	۰/۰۰۱
داخل گروه ها	۲۹۷/۹۵	۳۵	۸/۵۱		
مجموع	۵۳۱/۶۹	۳۹			

جدول ۴. نتایج آزمون تعقیبی توکی جهت مقایسه سطوح عامل نکرورز دهنده ی تومور آلفا داخل گروه های تحقیق با یکدیگر

سالم قربانی هفته اول	سالم قربانی هفته آخر	دیابت قربانی هفته اول	دیابت قربانی هفته آخر	تمرین شنا
M= -/۰۳۷۵۰ P= /۹۹	M= -/۰۳۷۵۰ P= /۹۹	M= -۵/۳۱۲۵۰ P= /۰۰۱	M= -۴/۱۷۵۰۰ P= /۵۲	M= /۴۱۲۵۰ P= /۹۹
سالم قربانی هفته آخر	M= -۵/۲۷۵۰۰ P= /۰۰۱	M= -۴/۱۳۷۵۰ P= /۰۵	M= /۴۵۰۰۰ P= /۹۹	
دیابت قربانی هفته اول	M= ۱/۱۳۷۵۰ P= /۹۳	M= ۵/۷۲۵۰۰ P= /۰۰۱		
دیابت قربانی هفته آخر	M= ۴/۵۸۷۵۰ P= /۰۲			

جدول ۵. نتایج آزمون تحلیل واریانس یک راهه جهت مقایسه گلوبول های سفید در گروه های تحقیق

منبع	مجموع مربعات	درجات آزادی	میانگین مربعات	F	سطح معنی داری
بین گروه ها	۱/۲۸	۴	۳/۲۱	۴/۹۵	۰/۰۰۱
داخل گروه ها	۲/۲۷	۳۵	۶۴۸۵۱۰۲/۲۲		
مجموع	۳/۵۵	۳۹			

جدول ۶. نتایج آزمون تعقیبی توکی جهت مقایسه سطوح گلوبول های سفید داخل گروه های تحقیق با یکدیگر

سالم قربانی هفته اول	سالم قربانی هفته آخر	دیابت قربانی هفته اول	دیابت قربانی هفته آخر	تمرین شنا
M= ۱۶۷۵ P= /۶۸	M= ۲۷۵۰ P= ۲۱	M= -۱۱۳۵/۳۷ P= /۸۹	M= ۲۱۰۰ P= /۴۷	
سالم قربانی هفته آخر	M= -۴۴۲۵ P= /۰۱	M= -۲۸۱۰/۳۷ P= ۰/۲۰	M= ۴۲۵ P= /۹۹	
دیابت قربانی هفته اول	M= ۱۶۱۴/۶۲ P= ۷۱	M= ۴۸۵۰ P= /۰۰۱		
دیابت قربانی هفته آخر	M= ۳۲۳۵/۳۷ P= /۱۰			