*Medical Journal*
*of*
*Tabriz University of Medical Sciences and Health Services*

## Original Article

# Effect of 8 weeks endurance training with Chlorella Vulgaris supplementation on liver enzymes levels in women with type 2 diabetes

**Javad Vakili*, Ramin Amir Sasan , Fatemeh Ordibazar**

Department of Exercise Physiology, School of Physical Education, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
*Corresponding author; E-mail: vakili.tu@gmail.com

Received: 31 December 2016 Accepted: 9 March 2017 First Published online: 17 January 2019
Med J Tabriz Uni Med Sciences Health Services. 2019 February-March; 40(6):88-97

## Abstract

**Background:** Considering the increased rate of obesity and diabete and their relationship with liver disease this research was performed to determine the effect of eight weeks endurance training with chlorella supplementation on serum levels of liver enzymes in type 2 diabetic middle aged women.

**Methods:** In this semi experimental research, 40 non-athletic type 2 diabetic women (45-65 years old) with BMI greater than 25 were voluntarily divided into four groups: control, chlorella supplementation, endurance training and endurance training with chlorella. Training group performed walking and running three sessions a week for eight weeks, with an intensity of 65%-85% of maximum heart rate for 25 to 40 minutes. Chlorella group consumed chlorella capsule at a dose of 600 mg two times a day. 24 hours before and 48 hours after training, 5cc blood samples were taken from the brachial vein in the fasting state to measure liver enzymes including: Alanine transaminase (ALT), Aspartate transaminase (AST), and Alkaline phosphatase. One-Way ANOVA test was used to evaluate the effectiveness of the exercise protocol. All statistical test were performed considering $p<0.05$ meaningful.

**Results:** Ther was a significant difference among control and cholorella group after 8 weeks training on the enzymes AST and ALP: (respectively p=0,004 , p=**0,**006) .Also variations of enzym ALT in chlorella and endurance training+chlorella groups had a meaningful difference with control group (respectively p=0,022 , p=0,027).

**Conclusion:** The chlorella supplementation decreases liver enzyme levels in type 2 diabetic patients and can be helpful in treating of fatty liver type 2 diabetic subjects.

**Keyword:** Aerobic Exercise, Diabetic, Dietary Supplement, Elevated Liver Enzymes.

**How to cite this article**: Vakili J, Amir Sasan R, Ordibazar F. [Effect of 8 weeks endurance training with Chlorella Vulgaris supplementation on liver enzymes levels in women with type 2 diabetes]. Med J Tabriz Uni Med Sciences Health Services. 2019 February-March;40(6):88-97. Persian.

© 2019 The Author(s). This is an Open Access article published by Tabriz University of Medical Sciences under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

## مقاله پژوهشی

# اثر هشت هفته تمرین استقامتی همراه با مکمل‌دهی کلرلا بر مقادیر آنزیم‌های کبدی در زنان میانسال دیابتی نوع دو

**جواد وکیلی*، رامین امیرساسان، فاطمه اردی بازار**

گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.
* نویسنده مسوول؛ ایمیل: vakili.tu@gmail.com

دریافت: ۱۳۹۵/۱۲/۱۴ پذیرش: ۱۳۹۶/۳/۱۱ انتشار برخط: ۱۳۹۷/۱۰/۲۷
مجله پزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی ـ درمانی تبریز. بهمن و اسفند ۱۳۹۷؛ ۴۰(۶):۸۸-۹۷

## چکیده

**زمینه**: با توجه به شیوع چاقی و دیابت و ارتباط آنها با بیماری کبدی پژوهش حاضر با هدف تعیین تأثیر هشت هفته تمرین استقامتی همراه با مکمل دهی کلرلا بر مقادیر سرمی آنزیمهای کبدی در زنان میانسال دیابتی نوع دو انجام شد.

**روش کار**: در این پژوهش نیمه تجربی ۴۰ زن غیرفعال دیابتی نوع دو در دامنه سنی ۶۵-۴۵ سال با شاخص توده بدنی بیشتر از ۲۵ بصورت داوطلبانه انتخاب شده و در یکی از چهار گروه ۱۰ نفره کنترل، مصرف کلرلا، تمرین استقامتی و مصرف کلرلا و تمرین استقامتی قرار گرفتند. تمرینات استقامتی سه جلسه در هفته به مدت هشت هفته با شدت ۶۵ تا ۸۵ درصد ضربان قلب بیشینه و مدت ۲۵ تا ۴۰ دقیقه اجرا شد. مکمل کلرلا نیز روزانه به میزان ۶۰۰ میلی‌گرم در دو وعده غذایی بصورت قرص مصرف شد. در ابتدا و ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرینی نمونه‌گیری خون در حالت ناشتا به میزان ۵ سی‌سی از ورید بازویی به منظور اندازه‌گیری مقادیر آنزیمهای کبدی شامل آلانین ترانس آمیناز (ALT)، آسپارتات ترانس آمیناز (AST) و آلکالین فسفاتاز (ALP) انجام شد. از آزمون تحلیل واریانس یک راهه (AVONA) به منظور بررسی و تعیین اثربخشی پروتکل تمرینی استفاده شد. کلیه آزمون‌های آماری در سطح معناداری $P<۰/۰۵$ انجام شد.

**یافته‌ها**: نتایج تحقیق نشان داد که تفاوت معناداری در آنزیم‌های AST (**P=۰/۰۰۷**)، ALT (**P=۰/۰۱۱**) و ALP (P=۰/۰۰۹) در ۴ گروه مشاهده شد. و این تفاوت در آنزیم‌های AST و ALP بین گروه کنترل و گروه مصرف کلرلا (به ترتیب **P=۰/۰۰۴** و **P=۰/۰۰۶**) و در آنزیم ALT در گروه‌های مصرف مکمل و تمرین استقامتی+مصرف مکمل با گروه کنترل معنی دار بود (به ترتیب **P=۰/۰۰۲** و **P=۰/۰۲۷**).

**نتیجه‌گیری**: استفاده از مکمل کلرلا می‌تواند در کاهش شاخص های آسیب کبدی مؤثر بوده و احتمالاً در درمان بیماران دیابتی مبتلا به کبد چرب تأثیرگذار باشد.

**کلید واژه‌ها**: فعالیت ورزشی هوازی، دیابت، مکمل غذایی، افزایش آنزیم‌های کبدی

نحوه استناد به این مقاله: وکیلی ج، امیرساسان ر، اردی بازار اثر هشت هفته تمرین استقامتی همراه با مکمل‌دهی کلرلا بر مقادیر آنزیم‌های کبدی در زنان میانسال دیابتی نوع دو. مجله پزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی ـ درمانی تبریز. ۱۳۹۷؛ ۴۰(۶):۸۸-۹۷

حق تألیف برای مؤلفان محفوظ است.
این مقاله با دسترسی آزاد توسط دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی ـ درمانی تبریز تحت مجوز کریتیو کامنز () منتشر شده که طبق مفاد آن هرگونه استفاده تنها در صورتی مجاز است که به اثر اصلی به نحو مقتضی استناد و ارجاع داده شده باشد.

## مقدمه

یکی از پیامدهای پیشرفت تکنولوژی کاهش فعالیت بدنی است. افراد کم تحرک مستعد ابتلا به بیماریهای قلبی- عروقی و اختلالات قند خون هستند. براساس مطالعات صورت گرفته افزایش چربی در بدن که معمولاً با چاقی شکمی در افراد کم تحرک همراه است می‌تواند زمینه‌ساز بیماری‌هایی همچون کبد چرب شود. این بیماری با برخی بیماری‌های متابولیک ارتباط نزدیک دارد که یکی از مهم‌ترین آن‌ها دیابت می‌باشد (۱). نتایج تحقیقات نشاده داده است که مقاومت به انسولین که زمینه ساز بروز دیابت نوع ۲ محسوب می‌شود سبب تجمع چربی در سلولهای کبدی می‌شود. دیابت به طور یقین یک تهدید جدی برای سلامتی بشر در قرن ۲۱ به شمار می‌رود و به خاطر شیوع سریع آن در دو دهه اخیر توجه زیادی را به خود معطوف کرده است (۲).

بهترین ارزیابی بالینی کبد از طریق بررسی تغییرات فعالیت آنزیم‌های کبدی به ویژه آلانین آمینو ترانسفراز (ALT)، آلکالین فسفاتاز (ALP) و آسپارتات آمینو ترانسفراز (AST) می‌باشد. AST و ALT آنزیم‌هایی هستند که به ترتیب انتقال گروه آمینی از آسپارتات و آلانین به آلفاکتوگلوتارات را کاتالیز می‌کنند. بیماری‌های کبدی مهمترین عامل افزایش فعالیت ترانس آمیناز در سرم هستند. در بیشتر بیماری‌ها، ALT بیشتر از AST است. افزایش فعالیت ALT برای مدت طولانی‌تری نسبت به افزایش فعالیت AST پایدار می‌ماند. لذا از نسبت AST/ALT در تشخیص افتراقی بیماری‌های کبدی استفاده می‌شود (۳). رویکردهای متعدد هم چون رژیم غذایی، ورزش، عمل جراحی و دارو درمانی جهت درمان دیابت و عوارض دراز مدت آن نظیر بیماری‌های کبدی استفاده می‌شوند؛ در این میان، به دلیل پرهزینه بودن داروهای شیمیایی و عوارض دراز مدت آن، رویکردهای تغذیه‌ای و فعالیت ورزشی از گزینه‌های درمانی مطلوب مطرح می‌شوند (۴). فعالیت فیزیکی منظم، مهمترین عامل در کنترل و پیشگیری از ابتلا به دیابت نوع ۲ می‌باشد که با کاهش وزن و افزایش مصرف روزانه انرژی موجب کاهش مقاومت انسولین و افزایش تحمل گلوکز می‌شود. همچنین غذاهای فراویژه به دلیل دارا بودن اثرات سودمند بر التهاب، مقاومت به انسولین، چاقی و استرس اکسایشی توجه زیادی را به خود جلب کرده‌اند (۵). میکروجلبک‌ها منابع با ارزشی از عوامل پری بیوتیک می‌باشند. کلرلا نوعی جلبک سبز تک سلولی است که منبع خوبی از پروتئین، ویتامین‌های محلول در چربی، کولین، فیبر و مواد معدنی است. کلرلا ولگاریس (Chlorella vulgaris) که ارزش تغذیه‌ای آن بین سال های ۱۹۵۰ تا ۱۹۶۰ شناسایی شده به عنوان منبع ارتقاء دهنده سلامتی در انواع اختلالات متعددی همچون اختلالات چربی خون، آترواسکلروز، کاهش قند خون و فشار خون می‌باشد (۶). کلرلا ولگاریس منبع غنی آنتی اکسیدان‌هایی هم چون لوتئین، آلفا و بتا کاروتن، اسید آسکوربیک و توکوفرول است که توانایی جاروب کردن رادیکال‌های آزاد را دارند (۷). با این حال، این مکمل در مطالعات ورزشی کمتر بررسی شده است. احتمالاً تمرین هوازی همراه با مصرف مکمل کلرلا با کاهش آمینوترانسفرازهای سرم، تأثیر بهتری بر پیشگیری، کنترل و درمان دیابت و بیماری‌های کبدی خواهد داشت. متخصصان عقیده دارند که رژیم غذایی به تنهایی در درمان چاقی و متابولیسم چربی‌های خون کافی نیستند، بلکه فعالیت‌های بدنی نیز باید به برنامه روزانه اضافه شود. در این میان تمرینات هوازی به عنوان جزء ضروری در درمان چاقی و افزایش آنزیم‌های اکسیداسیون، به کاهش بافت چربی و کاهش عوامل التهابی منجر می‌شود (۸).

اثر تمرینات بدنی بر آنزیم‌های کبدی در همه مطالعات یکسان نبوده است. در تحقیقی گزارش شده است که ۸ هفته تمرین هوازی منظم سطح آنزیم‌های AST و ALT را کاهش می‌دهد (۹). با این حال در مطالعه‌ای دیگر با ۸ هفته تمرین شنا با شدت ۶۵ تا ۸۵ درصد ضربان قلب بیشینه تغییری در آنزیم‌های کبدی (AST و ALT) زنان جوان گزارش نشد (۱۰). حتی در مطالعه‌ای دیگر، تمرین عضلانی باعث افزایش نسبت AST/ALT شده بود (۱۱). همانطور که از نتایج تحقیقات فوق مشاهده می‌شود درباره اثر تمرینات ورزشی بر مقادیر آنزیم‌های کبدی نتایج متناقضی ارائه شده است. همچنین با بررسی‌های انجام شده درباره اثر مکمل‌دهی کلرلا و تمرینات هوازی بر آنزیم‌های کبدی و مقادیر چربی‌های خون، تحقیقی در این زمینه مشاهده نشده است و در محدود تحقیقات انجام شده تنها به بررسی اثر مکمل کلرلا بر مقادیر آنزیم‌های کبدی و عوامل خطرزای قلبی- عروقی اشاره شده است. Panahi و همکاران (۲۰۱۲) در مطالعه‌ای روی بیماران مبتلا به بیماری کبد چرب غیرالکلی کاهش مقادیر تری‌گلیسیرید، AST و ALT سرمی را بدنبال مصرف مکمل کلرلا ولگاریس (۱۲۰۰ میلی‌گرم) به مدت سه ماه گزارش کردند (۱۲). در مطالعه‌ای دیگر Ebrahimi و همکاران با بررسی روی بیماران مبتلا به کبد چرب غیرالکلی به این نتیجه رسیدند که کاهش وزن ناشی از مکمل‌دهی کلرلا ولگاریس (۱۲۰۰ میلی‌گرم) به مدت دو ماه در بهبود سطوح آنزیم‌های کبدی دخیل می‌باشد (۱۳).

با این تفاسیر و تناقض یا کمبود تحقیقات موجود در زمینه تأثیر مکمل‌دهی کلرلا و تمرینات ورزشی بر آنزیم‌های کبدی و همچنین با اشاره به این موضوع که در اکثر پژوهش‌های آسیب‌های کبدی از آزمودنی‌های حیوانی و یا مردان استفاده شده است، این تحقیق بر آن است تا تأثیر یک دوره هشت هفته‌ای فعالیت ورزشی و مکمل‌دهی کلرلا را بر برخی شاخص‌های کبدی

در زنان میانسال دیابتی نوع دو مورد بررسی قرار داده و به سؤالات اساسی در این زمینه پاسخ دهد.

## روش کار

روش تحقیق حاضر نیمه تجربی می‌باشد. جامعه آماری تحقیق حاضر از زنان میانسال دیابتی نوع دو مرکز بهداشت شادپور تبریز تشکیل شده بود. در ابتدا با هماهنگی با مرکز بهداشت استان و مراجعه به مرکز بهداشت شادپور پرونده و شماره تماس بیماران دیابتی در اختیار محقق قرار گرفت. سپس هماهنگی اولیه برای حضور بیماران در کلینیک و توضیحات در خصوص طرح پژوهشی به عمل آمد و در نهایت از بین داوطلبانی که واجد شرایط شرکت در این تحقیق بودند ۴۰ نفر بصورت تصادفی به عنوان نمونه آماری انتخاب شدند و بصورت تخصیص تصادفی در یکی از ۴ گروه تمرینی قرار گرفتند. معیارهای ورود آزمودنی‌ها در طرح حاضر عبارت بودند از: قرار داشتن در محدوده سنی ۴۵ تا ۶۵ سال، غیر فعال بودن و نداشتن سابقه فعالیت ورزشی منظم در ۶ ماه گذشته، شاخص توده بدنی بالاتر از ۲۵، داشتن حداقل ۵ سال سابقه بیماری دیابت نوع دو، داشتن قند خون ناشتای بیش از ۱۲۰ میلی‌گرم در دسی‌لیتر. معیارهای خروج از مطالعه نیز شامل ابتلا به بیماری‌های کلیوی، قلبی- عروقی، پاراتیروئید و گوارشی بود. در ضمن تعداد آزمودنی‌ها در هر گروه با توجه به تحقیقات نیمه تجربی مشابه قبلی ۱۰ نفر در نظر گرفته شد.

در ابتدا اهداف و روش اجرای تحقیق به روشنی برای آزمودنی‌ها توضیح داده شد و از آن‌ها درخواست شد تا با مطالعه دقیق فرم رضایت نامه شرکت در طرح در صورت وجود هرگونه ابهامی سوالات خود را طرح کرده و سپس فرم را امضا کنند. در این فرم به آزمودنی‌ها اطمینان داده شده بود که در هر زمانی بدون ارائه دلایل می‌توانند از ادامه شرکت در طرح کناره‌گیری کنند. همچنین از آزمودنی‌ها خواسته شد پرسشنامه سلامت فردی و سابقه پزشکی را به عنوان وسیله پایش آزمودنی‌ها قبل از شرکت در تحقیق تکمیل نمایند. همه آزمودنی‌ها در طول اجرای تحقیق از مصرف داروهایی از قبیل ایبوپروفن، استامینوفن، آسپیرین و همچنین مصرف الکل، کافئین یا نسکافه در فاصله ۲۴ ساعت قبل از جلسات خون‌گیری منع شدند. همچنین از آزمودنی‌ها خواسته شده بود قبل از جلسات خون‌گیری شام را در ساعت هشت شب صرف کرده و از ساعت ۱۲ شب به بعد چیزی میل نکنند و در حالت ناشتا برای خون‌گیری مراجعه نمایند. آزمودنی‌ها یک هفته قبل از شروع پروتکل تمرینی در محل آزمایشگاه حضور یافته و پس از اخذ نمونه خونی اول (۵ میلی‌لیتر) از ورید انته کوبیتال، در سنجش ویژگی‌های عمومی شامل قد، وزن، شاخص توده بدنی (BMI) و درصد چربی با روش برآورد سه نقطه‌ای جکسون و پولاک شرکت کردند. سپس آزمودنی‌ها به صورت تخصیص تصادفی و براساس وزن و درصد چربی در ۴ گروه همگن کنترل (رژیم غذایی معمولی بدون انجام تمرین)، تمرین (رژیم غذایی معمولی و انجام تمرینات استقامتی)، مصرف کلرلا (دریافت روزانه ۶۰۰ میلی‌گرم قرص کلرلا بدون انجام تمرین)، مصرف کلرلا و تمرین (دریافت روزانه ۶۰۰ میلی‌گرم قرص کلرلا و انجام تمرینات استقامتی) قرار گرفتند. ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین، آزمودنی‌های هر چهار گروه به صورت ناشتا در آزمایشگاه حضور یافتند تا نمونه خون نهایی از آزمودنی‌ها اخذ شود. خون‌گیری توسط تکنیسین آزمایشگاهی از سیاهرگ میانی دست راست گرفته شد و بلافاصله جهت تعیین تأثیر متغیرهای مستقل بر متغیرهای وابسته به آزمایشگاه منتقل شد.

### برنامه تمرینی

پس از اندازه‌گیری مشخصات توصیفی آزمودنی‌ها، گروههای تمرین و تمرین+کلرلا سه جلسه در هفته به مدت هشت هفته در برنامه تمرینی استقامتی شرکت کردند. این برنامه از تمرینات ساده به مشکل و از شدت کم به شدت بالا و با درنظر گرفتن اصل اضافه بار و افزایش شدت تمرین انجام گردید. برنامه تمرین استقامتی شامل دویدن میدانی بود که در هفته اول و دوم، آزمودنی‌ها به مدت ۲۵ دقیقه با شدت ۶۵ درصد ضربان قلب بیشینه (MAXIMUM HEART RATE) فعالیت کردند. در هفته ۳ تا ۶ تمرین به مدت ۳۵ دقیقه با شدت ۶۵ تا ۷۵ درصد و در هفته ۶ تا ۸ به مدت ۴۰ دقیقه با شدت ۷۵ تا ۸۵ درصد ضربان قلب بیشینه انجام شد. کنترل شدت تمرین با استفاده از ضربان سنج پلار انجام شد و حداکثر ضربان قلب نیز از طریق (سن-۲۲۰) محاسبه گردید. آزمودنی‌ها قبل از هر جلسه تمرین اصلی، ۱۵ دقیقه به گرم کردن پرداخته و در انتهای هر جلسه نیز ۱۰ دقیقه به انجام حرکات سرد کردن، برای برگشت به حالت اولیه پرداختند.

### نحوه مکمل‌دهی کلرلا

در این پژوهش، مکمل‌دهی به شکل قرص، روزانه ۶۰۰ میلی‌گرم در دو وعده غذایی صبح و شب (در هر وعده ۳۰۰ میلی‌گرم ترجیحاً قبل از غذا) انجام شد. قرص‌های آماده ۳۰۰ میلی‌گرمی مکمل کلرلا در بسته‌های ۱۰۰ تایی آلگومد (ساخت کشور آلمان) بود که از شرکت فردای سبز ایرانیان (وارد کننده انحصاری در ایران) خریداری شده بود. ترکیبات تشکیل دهنده یک گرم کلرلا (۴عدد قرص کلرلا) در جدول ۱ نشان داده شده است.

### اندازه‌گیری متغیرهای وابسته

جهت سنجش قد، وزن و ضخامت چین‌های پوستی آزمودنی‌ها به ترتیب از ترازو و قدسنج SECA ساخت کشور آلمان به ترتیب بادقت ۰/۰۱ سانتی‌متر و ۰/۰۱ کیلوگرم و کالیبر BATY استفاده

شد. همچنین برای سنجش زمان تمرین و کنترل ضربان قلب آزمودنی‌ها به ترتیب از زمان‌سنج دیجیتالی Joerex و ضربان سنج دیجیتالی Polar ساخت کشور فنلاند استفاده شد. به منظور تعیین درصد چربی آزمودنی‌ها از فرمول سه نقطه‌ای Jackson/Pollock (۱۹۷۶) (سه سر بازوئی، ران، فوق خاصره) استفاده شد. همه اندازه‌گیری‌های چین پوستی در طرف راست بدن و در حالت استراحت انجام شد. پس از تعیین میزان ضخامت‌های چین پوستی با دستگاه ضخامت‌سنج، میانگین دو بار اندازه‌گیری هر نقطه از بدن در فرمول مربوطه قرار داده شد تا درصد چربی هر کدام از آزمودنی‌ها به دست آمد. در صورت صورت داشتن خطای بیش از ۵ درصدی در دو مرحله، اندازه گیری برای بار سوم انجام و میانه سه مرحله به عنوان ضخامت چین زیر پوستی نقطه ثبت گردید.

برای خون‌گیری از ظرف مخصوص حمل نمونه‌های خونی، سرنگ ۱۰ سی سی، لولهٔ آزمایش و الکل سفید استفاده شد. سپس جهت جداسازی سرم از نمونه‌های خونی گرفته شده از آزمودنی‌ها از دستگاه سانتریفوژ Hettich آلمان، برای اندازه‌گیری مقادیر آنزیم‌های کبدی ALT، AST و ALP از دستگاه اتو آنالایزر Hitachi ژاپن مدل ۹۱۲ و کیت‌های شرکت پارس آزمون استفاده شد. ضریب تغییرات و حساسیت این کیت‌های آزمایشگاهی برای آنزیم ALT به ترتیب (cv<۷٪، ۴واحد)، برای آنزیم AST (cv<۵٪، ۲ واحد)، و برای آنزیم ALP (cv=1/60، ۳ واحد)، گزارش شده است. مقادیر نرمال فعالیت آنزیم ALT در زنان تا ۳۱ IU/L براساس کیت‌های شرکت پارس آزمون می‌باشد. همچنین، مقادیر نرمال فعالیت آنزیم AST در زنان تا ۳۱ IU/L و آنزیم ALP در زنان IU/L ۳۰۰-۶۴ می‌باشد. در بخش تجزیه و تحلیل داده‌ها، ابتدا طبیعی بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون کلموگروف اسمیرنف بررسی شد. سپس جهت تعیین تأثیر تمرین استقامتی و مکمل‌دهی کلرلا بر تغییرات فاکتورهای مورد نظر، از تحلیل واریانس (ANOVA) یک طرفه و آزمون پس تعقیبی توکی استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS 21 در سطح معنی‌داری α<۰/۰۵ انجام شد.

## یافته‌ها

نتایج آزمون کلموگروف اسمیرنف حاکی از آن بود که داده‌های جمع‌آوری شده نرمال بوده و منحنی مربوط به این نمونه طبیعی فرض شد (p>۰/۰۵). لذا در بخش استنباطی از آزمون‌های پارامتریک برای بررسی تغییرات شاخص‌های مورد نظر استفاده شد. همچنین، آزمون لون نشان داد که در واریانس‌های شاخص‌های مورد بررسی بین گروه‌های مختلف تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. در جدول ۲ مقادیر متغیرهای وابسته تحقیق در ۴ گروه ارائه شده است. نتایج آزمون تحلیل واریانس یک طرفه نشان داد که علی رغم کاهش وزن و شاخص توده بدنی در گروه های تمرینی و مصرف مکمل به لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری در ۴ گروه مشاهده نشد (P>۰/۰۵). اما بین تغییرات درصد چربی در دو مرحله پیش آزمون و پس آزمون تفاوت معناداری درگروه های مختلف مشاهده شد (P=۰/۰۲۱) و درصد چربی درگروه کلرلا در مقایسه با گروه کنترل کاهش معنی‌داری داشت (P=۰/۰۴۲). همچنین نتایج تحقیق نشان داد که بین تغییرات آنزیم AST در دو مرحله پیش آزمون و پس آزمون تفاوت معنی‌داری درگروه‌های مختلف مشاهده شد (P=۰/۰۰۷، F=۴/۷۴۰) و مقدار AST در گروه کلرلا در مقایسه با گروه کنترل کاهش معنی‌داری داشت (P=۰/۰۰۴). در مقادیر ALT نیز نتایج نشان داد که در ۴ گروه تفاوت معنی‌دار وجود دارد (P=۰/۰۱۱ ، F=۴/۳۰۸). همچنین مقدار ALT در هر دو گروه کلرلا (P=۰/۰۲۲) و تمرین+ کلرلا (P=۰/۰۲۷) نسبت به گروه کنترل کاهش معنی‌داری داشت. در مقادیر ALP نیز نتایج نشان داد که در ۴ گروه تفاوت معنی‌دار وجود دارد (P=۰/۰۰۹ ، F=۴/۴۹۵). و مقدار ALP در گروه کلرلا نسبت به گروه کنترل کاهش معنی داری داشت (P=۰/۰۰۶).

**جدول ۱:** ترکیبات تشکیل دهنده یک گرم کلرلا

| ماده تشکیل دهنده | مقدار | ماده تشکیل دهنده | مقدار |
|---|---|---|---|
| **پروتئین** | ۶۰۰-۵۰۰ میلی‌گرم | کلسیم | ۲ میلی‌گرم |
| **چربی** | ۱۲۰-۷۰ میلی‌گرم | منیزیم | ۳ میلی‌گرم |
| **کربوهیدرات** | ۲۵۰-۱۵۰ میلی‌گرم | پتاسیم | ۰/۳ میلی‌گرم |
| **فیبر** | ۶۰-۲۰ میلی‌گرم | آهن | ۱/۲ میلی‌گرم |
| **کلروفیل** | ۶۰-۲۰ میلی‌گرم | روی | ۰/۷ میلی‌گرم |
| **بتاکاروتن** | ۲ میلی‌گرم | بیوتین | ۱/۹۲ میکروگرم |
| **ویتامین C** | ۰/۲۲ میلی‌گرم | اسید فولیک | ۰/۲۶۹ میکروگرم |
| **ویتامین E** | ۰/۱ میلی‌گرم | ویتامین B1 | ۲۳ میکروگرم |
| **نیاسین** | ۰/۳ میلی‌گرم | ویتامین B2 | ۵۸ میکروگرم |
| **فسفر** | ۸ میلی‌گرم | ویتامین B12 | ۱ میکروگرم |
| **سدیم** | ۰/۴۲ میلی‌گرم | – | – |

جدول۲: شاخص‌های اندازه‌گیری شده در دو مرحله پیش و پس آزمون در ۴ گروه

| متغیر | | کنترل | تمرین | کلرلا | تمرین+کلرلا |
|---|---|---|---|---|---|
| سن (سال) | | ۵۵/۶۰ ± ۴/۲۲ | ۵۶/۸۰± ۴/۲۱ | ۵۶/۰۰± ۳/۸۲ | ۵۵/۰۰± ۳/۰۱ |
| قد (سانتی‌متر) | | ۱۵۷/۱۰± ۳/۴۴ | ۱۵۶/۳۰± ۳/۰۹ | ۱۵۷/۸۰±۴/۹۸ | ۱۵۸/۳۰± ۶/۵۱ |
| وزن (کیلوگرم) | پیش آزمون | ۷۱/۰۰± ۸/۱۹ | ۷۴/۰۰± ۱۱/۱۸ | ۷۵/۳۰± ۱۲/۹۱ | ۷۵/۰۵± ۱۰/۳۷ |
| | پس آزمون | ۷۱/۴۰± ۷/۵۴ | ۷۳/۱۴± ۱۰/۷۸ | ۷۵/۲۰± ۱۳/۴۵ | ۷۴/۴۷± ۱۰/۵۶ |
| درصد چربی | پیش آزمون | ۳۵/۲۸± ۱/۳۵ | ۳۶/۱۹± ۳/۵۶ | ۳۵/۲۳± ۲/۲۱ | ۳۶/۵۶± ۱/۹۸ |
| | پس آزمون | ۳۵/۵۳±۱/۱۴ | ۳۶/۱۰±۳/۴۱ | ❋ ۳۴/۹۵±۲/۵۷ | ۳۶/۴۰±۱/۷۹ |
| شاخص توده بدنی (کیلوگرم/ مترمربع) | پیش آزمون | ۲۸/۷۳±۲/۵۸ | ۳۰/۲۶±۳/۸۲ | ۳۰/۱۹±۴/۴۹ | ۲۹/۸۰±۲/۲۶ |
| | پس آزمون | ۲۸/۸۴±۲/۲۶ | ۲۹/۸۵±۳/۶۱ | ۳۰/۱۵±۴/۸۰ | ۲۹/۵۷±۲/۳۷ |
| AST (IU/L) | پیش آزمون | ۲۳/۹۰±۶/۶۲ | ۲۳/۸۰± ۸/۲۷ | ۲۶/۶۰± ۱۵/۰۲ | ۲۰/۴۰± ۵/۷۵ |
| | پس آزمون | ۲۵/۷۰± ۹/۳۱ | ۲۰/۱۰± ۵/۵۴ | ❋ ۱۸/۵۰± ۸/۸۸ | ۱۵/۴۰± ۴/۲۹ |
| ALT (IU/L) | پیش آزمون | ۲۸/۱۰± ۱۰/۵۵ | ۲۷/۲۰± ۱۰/۶۱ | ۳۱/۰۰± ۲۱/۶۴ | ۲۷/۴۰± ۱۱/۸۲ |
| | پس آزمون | ۳۰/۶۰± ۱۰/۴۶ | ۲۳/۹۰± ۹/۳۹ | ❋۲۲/۱۰± ۱۶/۳۴ | ❋۱۸/۸۰± ۸/۵۴ |
| ALP (IU/L) | پیش آزمون | ۱۶۸/۹۰± ۳۷/۹۸ | ۱۴۷/۰۰± ۳۳/۲۷ | ۱۷۸/۳۰± ۶۲/۲۸ | ۱۴۶/۳۰± ۳۴/۳۲ |
| | پس آزمون | ۱۷۸/۴۰± ۳۰/۱۷ | ۱۳۵/۴۰± ۳۵/۳۱ | ❋ ۱۴۸/۲۰± ۳۴/۹۷ | ۱۴۳/۹۰± ۳۳/۰۷ |

❋. بیانگر تغییرات معنی‌دار نسبت به گروه کنترل

## بحث

بیماری‌های کبدی مهم‌ترین دلیل افزایش ترانس آمینازها در سرم هستند (۱۴). آنزیم‌های AST و ALT از آنزیم‌های درگیر در سوخت‌وساز کبدی هستند و به طور کلی افزایش آن‌ها شاخصی از بیماری سلول‌های کبدی می‌باشد. افزایش آنزیم ALP نیز نشان دهنده بیماری کبد و مسیر صفراوی است (۱۵). در اکثر انواع بیماری‌ها فعالیت ALT بیشتر از AST می‌باشد، زیرا افزایش فعالیت ALT برای مدت طولانی‌تری نسبت به افزایش فعالیت AST پایدار می‌ماند (۱۴). در موارد آسیب خفیف سلول‌های کبدی سطح ALP ممکن است تغییر نکند و یا تنها به طور خفیفی بالا رود، اما در بیماری حاد کبد، بیماری‌های مربوط به کیسه صفرا و استخوان به طرز آشکاری افزایش می‌یابد (۱۵).

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که تغییرات آنزیم AST در گروه مصرف کننده مکمل تفاوت معنی‌داری با گروه کنترل داشت و در طول ۸ هفته کاهش معنی‌داری یافته بود. اما تغییرات این آنزیم در گروه‌های تمرین هوازی و تمرین هوازی+ مکمل کلرلا تفاوت معنی‌داری با گروه کنترل نداشت. این یافته‌ها با نتایج برخی مطالعات از جمله Barani و همکاران، Ranjbar و همکاران و Talebipour و همکاران همسو بود (۱۴،۱۵،۱۶). Barani و همکاران در مطالعه‌ای گزارش کردند که هشت هفته تمرین مقاومتی و تمرین ترکیبی (مقاومتی+هوازی) باعث تغییر معنی‌داری در مقادیر آنزیم AST زنان دارای بیماری کبد چرب غیر الکلی نمی‌شود (۱۴). از دلایل عدم مشاهده تغییر معنادار در آنزیم AST می‌توان به این موارد اشاره کرد که در آن مطالعه زنان دارای بیماری کبد چرب غیرالکلی مورد بررسی قرار گرفتند که این افراد به دلیل بیماری دچار خستگی می شدند. همچنین نوع و مدت و شدت فعالیت ورزشی بر فعالیت آنزیم‌ها موثر بود. آمینوترانسفرازها در سرم طبیعی، فعالیت اندکی دارند و در اثر تمرینات و رقابت‌های استقامتی کوتاه‌مدت و شدید مقادیر آنزیم های فوق افزایش می‌یابد. یکی از اندام‌های درگیر در فعالیت‌های ورزشی گوناگون کبد است که ممکن است میزان آنزیم های آن پس از ورزش افزایش یابد. آنزیم AST از آنزیم‌های درگیر در سوخت‌وساز کبدی هستند. چون کبد در فعالیتهای استقامتی بیشتر از دیگر فعالیتها نقش ایفا می‌کند، بنابراین احتمال آسیب غشای سلول‌های کبدی در فعالیت‌های دراز مدت و استقامتی زیاد است.

Ranjbar و همکاران نیز در مطالعه‌ای به این نتیجه رسیدند که ۱۰ هفته تمرین هوازی تأثیر معنی‌داری بر مقادیر آنزیم AST موش‌های صحرایی مبتلا به انفارکتوس قلبی ندارد (۱۵). یکی از دلایل عدم کاهش آنزیم های کبدی در این مطالعه ناشی از عدم تغییر پروتئین شوک گرمایی است. در نهایت این احتمال وجود داشت که تأثیرات مثبت و منفی تمرینات استقامتی بر عملکرد کبد در موش‌های با انفارکتوس قلبی نتوانسته‌اند بر همدیگر غلبه نمایند و این عامل می‌تواند از دلایل عدم کاهش آنزیمهای کبدی در پاسخ به تمرینات هوازی تداومی‌باشد. Talebipour و همکاران نیز دریافتند که ۸ هفته مکمل‌دهی کلرلا باعث کاهش معنی‌دار مقادیر AST بیماران مبتلا به کبد چرب غیرالکلی می‌شود (۱۶). اما در رابطه با تغییرات آنزیم AST در اثر تمرینات ورزشی و مصرف مکمل کلرلا نتایج برخی تحقیقات با مطالعه حاضر و تحقیقات ذکر شده در فوق دارای تناقض می‌باشد (۱۸،۱۷). در همین راستا، Izadi و همکاران نیز دریافتند که ۱۰ هفته تمرین هوازی به همراه مصرف مکمل چای سبز باعث افزایش معنی‌دار AST در زنان

چاق دیابتی می‌شود (۱۷) که این محققین علت اصلی این افزایش را به مکمل چای سبز نسبت داده بودند. نتایج مطالعه Panahi و همکاران حاکی از این بود که هشت هفته مصرف مکمل کلرلا باعث افزایش معنی‌دار AST در افراد مبتلا به نارسایی چربی خون می‌شود (۱۸) که با مطالعه حاضر در تضاد می‌باشد. علت این اختلاف احتمالاً ناشی از تفاوت در نوع آزمودنی‌های به کار گرفته شده باشد، زیرا آزمودنی‌های مطالعه پناهی و همکاران مبتلا به نارسایی چربی خون بودند.

در رابطه با آنزیم ALT، نتایج این مطالعه بیانگر این بود که دامنه تغییرات آنزیم ALT در گروه مصرف کننده مکمل و گروه تمرین هوازی+ مصرف مکمل تفاوت معنی‌داری با گروه کنترل داشت و در طول ۸ هفته کاهش پیدا کرده بود. اما دامنه اختلاف تغییرات این آنزیم در گروه تمرین هوازی تفاوت معنی‌داری با گروه کنترل نداشت. این نتایج با یافته‌های بعضی از مطالعات همراستا می‌باشد. به عنوان مثال Fathei و همکاران گزارش کردند که پس از هشت هفته تمرین هوازی، مقدار آنزیم ALT گروه تمرین و کنترل تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (۱). همچنین Talebipour و همکاران در مطالعه خود به این نتیجه رسیدند که مصرف مکمل کلرلا به مدت هشت هفته باعث کاهش معنی‌دار مقادیر ALT بیماران مبتلا به کبد چرب غیر الکلی می‌شود (۱۶). با این وجود نتایج برخی مطالعات با تحقیق حاضر در تناقض می‌باشد. به عنوان مثال، Panahi و همکاران گزارش کردند که هشت هفته مکمل‌دهی کلرلا باعث تغییر معنی‌داری در مقادیر آنزیم ALT افراد مبتلا به نارسایی چربی خون نمی‌شود (۱۸). یکی از دلایل احتمالی این تفاوت می‌تواند ناشی از مصرف داروی پایین آورنده کلسترول به همراه مکمل کلرلا توسط آزمودنی‌های مطالعه Panahi باشد. Skrypnik و همکاران نیز دریافتند که سه ماه تمرین استقامتی باعث افزایش معنی‌دار ALT زنان دارای چاقی شکمی می‌شود (۱۹). مدت تمرینات ورزشی به کار رفته شاید یکی از دلایل ناهمخوانی مطالعه حاضر با نتایج تحقیق Skrypnik و همکاران باشد، زیرا پروتکل تمرینی آن‌ها یک ماه طولانی‌تر از این مطالعه بود.

نتایج مطالعه حاضر در رابطه با آنزیم ALP نشان داد که دامنه تغییر ALP در گروه مصرف کننده مکمل تفاوت معنی‌داری با گروه کنترل داشت و در طول ۸ هفته کاهش معنی‌داری یافته بود. اما دامنه تغییرات این آنزیم در گروه‌های تمرین هوازی و تمرین هوازی+مکمل کلرلا تفاوت معنی‌داری با گروه کنترل نداشت. نتایج برخی مطالعات قبلی در این زمینه با مطالعه حاضر همسو می‌باشد. Farzanegi و همکاران گزارش کردند که با وجود عدم تفاوت معنی‌دار گروه تمرین و کنترل پس از شش هفته تمرین هوازی، مقدار آنزیم ALP پس از شش هفته تمرین هوازی در زنان یائسه گروه تمرین کاهش معنی‌داری یافته بود (۲۰). همچنین Barani و همکاران نیز گزارش کردند که پس از هشت هفته تمرین مقاومتی و ترکیبی بین گروه تمرین و کنترل تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (۱۴). با این حال نتایج برخی مطالعات با تحقیق حاضر و موارد ذکر شده ناهمسو می‌باشد. Barzegarzadeh و همکاران گزارش کردند که ۶ و ۱۲ هفته تمرین هوازی تداومی و تناوبی باعث افزایش معنی‌دار مقادیر آنزیم ALP موش‌های صحرایی مسن می‌شود (۲۱) که این تفاوت احتمالاً می‌تواند ناشی از نوع آزمودنی (انسانی یا حیوانی) مورد استفاده باشد. به علاوه، Panahi و همکاران در مطالعه‌ای به این نتیجه رسیدند که هشت هفته مصرف مکمل کلرلا باعث افزایش معنی‌دار ALP افراد مبتلا به نارسایی چربی خون می‌شود (۱۸). مطالعات نشان می‌دهد که ALP علاوه بر کبد در استخوان، روده کوچک و کلیه نیز یافت می‌شود، بنابراین این احتمال وجود دارد که افزایش ALP در برخی مطالعات به دلیل افزایش فعالیت این بافت‌ها باشد (۱۵).

اگرچه مکانیسم عمل کلرلا ولگاریس بر آنزیم‌های کبدی مشخص نیست، ولی به نظر می‌رسد کاهش درصد چربی ناشی از مکمل‌دهی کلرلا در بهبود سطوح آنزیم‌های کبدی دخیل باشد. نتایج این مطالعات حاکی از آن است که کاهش چربی بدن سبب تغییر قابل ملاحظه آنزیم‌های کبدی و نرمال کردن سطح آن‌ها در اکثر موارد می‌شود (۱۳،۲۲). اگر چه مکانیسم دقیق تأثیر کلرلا بر در صدچربی بدن ناشناخته است، ولی کاهش چربی بر ترکیبات پلی‌فنولی موجود در کلرلا نسبت داده می‌شود که از طریق کاهش سطح mRNA آنزیم‌های اسید چرب سنتتاز و آسیل کوآ کربوکسیلاز، بتا اکسیداسیون و لیپولیز سلول‌های چربی ناشی از نوراپی نفرین را افزایش می‌دهد (۲۳،۱۳) به علاوه، پلی‌فنول‌ها اثر مهاری بر لیپاز پانکراس داشته و از جذب چربی در روده جلوگیری می‌کنند و از تمایز پری‌آدیپوسیت‌ها به آدیپوسیت‌ها جلوگیری می‌کنند (۲۴). برخی مطالعات اشاره کرده‌اند که کاهش درصدچربی احتمالاً از طریق تأثیر بر مقاومت انسولین موجب بهبودی آنزیم‌های کبدی می‌شود (۲۵،۱۳). به طور کلی نتایج مطالعات صورت گرفته نشان می‌دهد که در پاسخ به فعالیت حاد با شدت بالا میزان آنزیم‌های کبدی افزایش می‌یابد، در حالی که با سازگاری به تمرینات ورزشی این افزایش در میزان آنزیم‌ها از بین می‌رود (۲۶،۱۵).

در رابطه با این که چرا در این مطالعه تمرینات استقامتی نتوانست موجب کاهش سطوح آنزیم‌های کبدی شود، یکی از احتمالات این است که تمرینات ورزشی از طریق کاهش تولید رادیکال‌های آزاد و افزایش آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی موجب بهبود استرس اکسایشی می‌شوند و از این طریق موجب بهبود عملکرد بافت کبد می‌شوند (۱۵). اما توجه به این نکته لازم است که برخی مطالعات نشان داده‌اند که تمرینات استقامتی کمترین اثر را بر سیستم آنتی‌اکسیدانی سلول‌های کبدی نسبت به سایر اندام‌های

دیگر از جمله مغز، عضله اسکلتی و قلب دارد (۲۷). به علاوه، این نتایج متفاوت ممکن است به دلیل تفاوت در ویژگی‌های فردی مثل تفاوت سنی، شرایط آمادگی جسمانی آزمودنی‌ها و وجود سطوح پایه بالاتر یا طبیعی آنزیم‌های کبدی در شرکت‌کنندگان باشد. با توجه به محدوده‌های مرجع برای آنزیم‌ها، مشاهده می‌شود که سطوح پایه آن‌ها با هم متفاوت هستند و این می‌تواند یکی از دلایل تفاوت در تغییر مقادیر این آنزیم‌ها باشد (۱۴). از طرف دیگر، نوع، شدت و مدت تمرینات ورزشی به کار رفته و نیز سالم یا بیمار بودن آزمودنی‌ها نیز اثرات متفاوتی بر سیستم‌های ترشحی و متابولیسمی می‌گذارد که این امر شاید یکی از دلایل ناهمخوانی مطالعه حاضر با نتایج سایر تحقیقات باشد (۱۵،۱۴). همچنین، مداخلات محیطی نیز می‌تواند در نتایج مؤثر باشد که شامل شرایط آب و هوایی، موقعیت زمانی و مکانی اجرای تمرینات و محرک‌های محیطی از قبیل استرس و هیجانات باشد (۱۴). به علاوه در رابطه با وجود تناقضات مشاهده شده می‌توان به این مورد اشاره کرد که روش‌های آزمایشگاهی نیز در نتایج تأثیر گذار هستند. زیرا نیمه عمر و شرایط نگهداری و اندازه‌گیری هرکدام از آنزیم‌ها با یکدیگر متفاوت هستند و عدم توجه و دقت کافی به این مسئله می‌تواند سبب تغییر نتایج شود (۲۰). مثلاً در مورد تغییر ALP در پاسخ به تمرینات ورزشی لازم به ذکر است که آنزیم‌های AST و ALT نسبت به آنزیم ALP شاخص دقیق‌تری در تشخیص اختلالات بافت کبدی هستند و در موارد آسیب خفیف سلول‌های کبدی، سطح ALP ممکن است تغییر نکند (۱۵). بعلاوه، یکی دیگر از عواملی که میزان فعالیت آنزیم‌های کبدی در پاسخ به تمرینات ورزشی منظم را تنظیم می‌کند پروتئین شوک گرمایی است. در این راستا نشان داده شده است که تمرین استقامتی با تولید HSP70 از افزایش فعالیت‌های آنزیم‌های AST و ALT پلاسمایی ممانعت به عمل می‌آورد (۱۵).

در نهایت اشاره به این مورد ضروری است که از جمله مهم‌ترین عوامل ایجاد کننده آسیب‌های کبدی مقاومت به انسولین می‌باشد که با فاکتورهای مختلف سندروم متابولیک ارتباط دارد. این وضعیت حتی در شرایط نبود چاقی و دیابت نوع دوم نیز مشاهده شده است و برخی مطالعات به رابطه منفی بین حساسیت به انسولین و تجمع چربی در کبد اشاره کرده‌اند (۲۹،۲۸). فعالیت ورزشی می‌تواند اکسیداسیون چربی‌ها را تحریک کرده و سنتز چربی‌ها در کبد را مهار کند که این اعمال به واسطه فعال سازی مسیر AMPK انجام می‌شود (۱). این آنزیم با افزایش نسبت AMP به ATP در بافت‌ها فعال می‌شود که ناشی از تحریک فیزیولوژیکی فعالیت ورزشی می‌باشد. محققان گزارش کرده‌اند که شرط اصلی فعال شدن مسیر AMPK هنگام فعالیت ورزشی کاهش و فقدان فعالیت SCD-1 در کبد می‌باشد (۳۰). اخیراً مطالعات گزارش کرده‌اند که فعالیت SCD-1 در کبد موش‌ها بعد از فعالیت ورزشی به طور چشمگیری کاهش می‌یابد. در نتیجه هنگام فعالیت ورزشی AMPK فعال می‌شود و فعالیت آن بعد از اتمام فعالیت ورزشی در عضله، کبد و بافت چربی باقی می‌ماند. فعال شدن AMPK در کبد سنتز چربی‌ها را مهار می‌کند که این عمل از طریق غیرفعال کردن آنزیم استیل کوآ کربوکسیلاز، فعال کردن آنزیم مانوئیل کوآ دکربوکسیلاز و مهار بیان ژن آنزیم‌های لیپوژنیک شامل استیل کوآ کربوکسیلاز و اسید چرب سنتتاز انجام می‌شود (۱). همچنین کاهش مالونیل کوا که یک مهار کننده آلوستریک CPT-1 می‌باشد باعث تحریک اکسیداسیون چربی‌ها در کبد می‌شود. پس می‌توان کاهش معنی‌دار آنزیم ALT در گروه تمرین+مکمل کلرلا را به حساسیت به انسولین بافتی و کبدی و نیز کاهش چربی کبدی نسبت داد. زیرا تمرین ورزشی منظم باعث افزایش میزان انرژی مصرفی روزانه، بهبود و افزایش اکسیداسیون چربی‌ها در عضلات اسکلتی و میتوکندری هپاتوسیت‌ها، سوخت‌وساز بیشتر ذخایر چربی احشایی و توزیع مجدد ذخایر چربی در بدن که باعث کاهش چاقی احشایی و تشدید پاسخ‌دهی به انسولین در بافت چربی می‌شود که نتیجه آن کاهش تراوش اسیدهای چرب آزاد به داخل کبد، کاهش رسوب چربی در کبد و افزایش اکسیداسیون چربی در کبد می‌شود (۱). تمرین هوازی ممکن است علاوه بر تنظیم مثبت دفاع ضداکسایشی، از طریق کاهش استرس اکسیداتیو و التهاب منجر به کاهش بیشتر سطوح آنزیم‌های کبدی شود. شاید علت عدم تاثیر گذاری تمرینات هوازی بر شاخص‌های آسیب کبدی بر مدت زمان کمتر تمرینات هوازی و همچنین در مقادیر تقریباً طبیعی آنزیم های کبدی در بیماران دیابتی تحقیق حاضر باشد (۱۴). لذا به نظر می رسد با اجرای برنامه تمرینات هوازی در دوره طولانی و روی بیماران دیابتی که دارای عارضه کبدی نیز می باشند بتوان به نتایج دقیقتری دست پیدا کرد.

## نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر بیانگر این بود که مصرف مکمل کلرلا در مقایسه با تمرین هوازی تأثیر بیشتری بر آنزیم‌های کبدی داشت. با این حال، با توجه به یافته‌های موافق و مخالف سایر مطالعات، اظهار نظر قطعی در مورد تأثیر تمرین استقامتی و مصرف مکمل کلرلا بر آنزیم‌های کبدی منوط به انجام تحقیقات و مطالعات بیشتر در این زمینه می‌باشد.

## قدردانی

نویسندگان بر خود لازم می‌دانند از مرکز بهداشت شهرستان تبریز و سرکار خانم داهیم و جناب آقای دکتر کیانی فوق تخصص غدد که در اجرای این طرح همکاری شایسته‌ای داشتند و از مرکز بهداشت شادپور که بیماران را در اختیار محقق گذاشتند و همچنین از شرکت فردای سبز ایرانیان نماینده شرکت آلگومد (تهران، ایران)

بدلیل تهیه مکمل کلرلا ولگاریس و از کلیه عزیزانی که در این طرح ما را یاری کردند اعلام می‌دارند. شماره پایان‌نامه: این مقاله نتیجه پایان نامه تحقیقاتی خانم فاطمه اردی‌بازار مصوب در صورت جلسه شماره ۵/۴۹ دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تبریز می‌باشد.

## ملاحظات اخلاقی

پروتکل این مطالعه در کمیته پزشکی دانشگاه علوم پزشکی تبریز در استان آذربایجان‌شرقی به شماره مرجع TBZMED.REC.1394.616 به تایید رسیده است.

## منابع مالی

منابع مالی ندارد.

## منافع متقابل

مؤلف اظهار می‌دارد که منافع متقابلی از تالیف و یا انتشار این مقاله ندارد.

## مشارکت مولفان

ج و، ر ا و همکاران طراحی، اجرا و تحلیل نتایج مطالعه را بر عهده داشت. ج و ، را و همکاران همچنین مقاله را تالیف نموده و نسخه نهایی آن را خوانده و تایید کرده است.

# References


1. Fathei M, Khairabadi S, Ramezani F, Hejazi K. The effects of eight weeks aerobic training, green tea supplementation and compound of them on serum liver enzymes and apolipoproteins in inactive overweight women. *Medical Journal of Mashhad Universityof Medical Sciences* 2016; **59**(2): 114-123.
2. Miki T, Yuda S, Kouzu H, Miura T. Diabetic Cardiomyopathy: Pathophysiology and clinical features. *Heart Failure Reviews* 2013; **18**: 149-166.
3. Giannini E G, Testa R, Savarino V. Liver enzyme alteration: a guide for clinicians. *Canadian Medical Association Journal* 2005; **172**(3): 367-379. doi: 84.77657 . doi: 10.1503/cmaj.1040752
4. Park H J, Bruno R S. Hepatoprotective activitiesof grean tea in nonalcoholic fatty liver disease. *Agro Food Industry High-Tech* 2010; **21**(1): 37-40.
5. Guzman S, Gato A, Calleja J M. Anti inflammatory, analgesic and free radical scavenging activities of the marinemicroalgae Chlorella stigmatophora and Phaeodactylum tricornutum. *Phytotherapy Research* 2001; **15**: 224-230. doi: 10.1002/ptr.715
6. Queiroz MLS, Torello C O, Perhs SMC, Rocha M C, Bechara EJH, Morgano M A, et al. Chlorella vulgaris up-modulation of myelossupression induced by lead: The role of stromal cells. *Food Chem Toxicol* 2008; **46**(9): 3147-3154. doi: 10.1016/j.fct.2008.07.005
7. Queiroz M L, Da Rocha M C, Torello C O, de Souza Queiroz J, Bincoletto C, Morgano M A, et al. Chlorella Vulgaris restores bone marrow cellularity and cytokine production in lead-exposed mice. *Food Chem Toxicol* 2011; **49**(11): 2934-2941.
8. Eriksson P, Reynisdottir S, Lönnqvist F, Stemme V, Hamsten A, Arner P. Adipose tissue secretion of plasminogen activator inhibitor-1 in non-obese and obese individuals. *Diabetologia* 1998; **41**(1): 65-71.
9. Davoodi M, Moosavi H, Nikbakht M. The effect of eight weeks selected aerobic exercise on liver parenchyma and liver enzymes (AST, ALT) of fat liver patients. *J Shahrekord Uunive Med Sci [Research]* 2012; **14**: 84-90. doi: 10.1007/s001250050868
10. Bijeh N, Rashid Lamir A, Sadeghynia S, Hejazi K. The effect of eight weeks swimming training on hepatic enzymes and Hematological Values in Young Female. *International Journal of Basic Sciences & Applied Research* 2013; **2**(1): 123-128.
11. Pettersson J, Hindorf U, Persson P, Bengtsson T, Malmqvist U, Werkström V, et al. Muscular exercise can cause highly pathological liver function tests in healthy men. *British Journal of Clinical Pharmacology* 2008; **65**(2): 253-259. doi: 10.1111/j.1365-2125.2007.03001.x
12. Panahi Y, Ghamarchehreh M E, Beiraghdar F, Zare R, Jalalian H R, Sahebkar A. Investigation of the effects of Chlorella vulgaris supplementation in patients with non-alcoholic fatty liver disease: a randomized clinical trial. *Hepato-gastroenterology* 2012; **59**(119): 2099-2103. doi: 10.1016/j.clinbiochem.2011.08.275
13. Ebrahimi-Mameghani M, Aliashrafi S, Javadzadeh Y, Asghari Jafarabadi M. The Effect of Chlorella Vulgaris Supplementation on Liver Enzymes, Serum Glucose and Lipid Profile in Patients with Non-Alcoholic Fatty Liver Diease. *Health Promot Perspec*t 2014; **4**(1): 107-115.
14. Barani F, Afzalpour M E, Ilbiegi S, Kazemi T, Mohammadi Fard M. The effect of resistance and combined exercise on serum levels of liver enzymes and fitness indicators in women with nonalcoholic fatty liver disease. *J Birjand Univ Med Sci* 2014; **21**(2): 188-202.
15. Ranjbar K, Nazem F, Hashemi S. Effect of Continuous Aerobic Training on Serum Levels of Liver Injury Indices in Rats with Myocardial Infarction . *Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism* 2016; **18**(1): 46-53.

16. Talebi Pour B, Jameshorani M, Salmani R, Chiti H. The Effect of Chlorella Vulgaris vs. Artichoke on Patients with Non-alcoholic Fatty Liver Disease (NAFLD): A Randomized Clinical Trial. *ZUMS Journal* 2015; **23**(100): 36-44.
17. Izadi Ghahfarokhi M, Mogharnasi M, Faramarzi M. The impact of 10 weeks of aerobic exercise and supplementation of green tea on lipid profile, insulin resistance and liver nzymes (GGT, ALT, AST) in obese diabetic women (type 2). *Armaghane Danesh* 2015; **20**: 161-171.
18. Panahi Y, Pishgoo B, Jalalian H R, Mohammadi E, Taghipour HR, Sahebkar A, Abolhasani E. Investigation of the effects of Chlorella vulgaris as an adjunctive therapy for dyslipidemia: Results of a randomised open-label clinical trial. *Nutrition & Dietetics* 2012; **69**(1): 13-19. doi: 10.1111/j.1747-0080.2011.01569.x
19. Skrypnik D, Ratajczak M, Karolkiewicz J, Madry E, Pupek-Musialik D, Hansdorfer-Korzon R, et al. Effects of endurance and endurance–strength exercise on biochemical parameters of liver function in women with abdominal obesity. *Biomedicine & Pharmacotherapy* 2016; **31**: 801-807.
20. Farzanegi P, Pour Amin Z, Habibian M. Changes of Liver Trans-Aminases after a Period of Selected Aerobic Training in Postmenopausal Women. *Mljgoums* 2014; **8**(1): 22-28.
21. Barzegarzadeh-Zarandi H, Dabidy-Roshan V. Changes in some liver enzymes and blood lipid level following interval and continuous regular aerobic training in old rats. *J Shahrekord Uunive Med Sci* 2012; **14**: 13-23.
22. Bellentani S, Dalle Grave R, Suppini A, Marchesini G. Behavior Therapy for Nonalcoholic Fatty Liver Disease: the Need for a multidisciplinary Approach. *Hepatology* 2008; **47**(2): 746-754.
23. Nakazato K, Song H, Waga T. Effects of dietary apple polyphenol on adipose tissues weights in Wistar rats. *Experimental Animals* 2006; **55**(4): 383-389. doi: 10.1538/expanim.55.383
24. Meydani M, Hasan S T. Dietary polyphenols and obesity. *Nutrients* 2010; **2**(7): 737-751.
25. Bath G, Sreenivasa Baba C, Pandey A, Kumari N, Choudhuri G. Life style modification improves insulin resistance and liver histology in patients with non-alcoholic fatty liver disease. *World J Hepatol* 2012; **4**(7): 209-217.
26. Straznicky N E, Lambert E A, Grima M T, Eikelis N, Nestel P J, Dawood T, et al. The effects of dietary weight loss with or without exercise training on liver enzymes in obese metabolic syndrome subjects. *Diabete Obes Metab* 2012; **14**: 139-148.
27. Liu J, Yeo H C, Overvik-Douki E, Hagen T, Doniger SJ, Chu DW, et al. Chronically and acutely exercised rats: biomarkers of oxidative stress and endogenous antioxdants. *J Appl Physiol* 2000; **89**: 21-28. doi: 10.1152/jappl. 2000.89.1.21
28. Perseghin G, Lattuada G, De Cobelli F, Ragogna F, Ntali G, Esposito A, et al. Habitual physical activity is associated with intrahepatic fat content in humans. *Diabetes Care* 2007; **30**: 683-688.
29. Baba C S, Alexander G, Kalyani B, Pandey R, Rastogi S, Pandey A, et al. Effect of exercise and dietary modification on serum aminotransferase levels in patients with nonalcoholic steatohepatitis. *Journal of gastroenterology and hepatology* 2006; **21**(1): 191-198. doi: 10.1111/j. 1440-1746.2005.04233.x
30. Lavoie J M, Gauthier M S. Regulation of fat metabolism in the liver: link to non-alcoholic hepatic steatosis and impact of physical exercise. *Cell Mol Life Sci CMLS* 2006; **63**: 1393-1409. doi: 10.1007/s00018-006-6600-y