زیست‌شناسی جانوری، سال سیزدهم، شماره سوم، بهار ۱۴۰۰، صفحات ۶۱- ۵۵

**مقاله پژوهشی**

# تأثیر مصرف کوتاه‌مدت اسپیرولینا بر وضعیت استرس اکسایشی مردان چاق متعاقب فعالیت مقاومتی

**امین رشیدلمیر[1*]، جواد نورزوی[2]، بابک هوشمند مقدم[2]**

۱- گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه نیشابور، نیشابور، ایران

۲- گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

*مسئول مکاتبات: a.rashidlamir@neyshabur.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۵/۰۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۹/۰۵

**چکیده**

چاقی عمده‌ترین عامل خطرساز بسیاری از بیماری‌های قلبی عروقی، فشار خون بالا، اختلالات متابولیکی و انواع مختلف سرطان‌ها است. چاقی با افزایش استرس اکسایشی و یا کاهش توانایی آنتی‌اکسیدانی بدن همراه است و میزان استرس اکسیداتیو و پراکسیداسیون لیپیدی را افزایش می‌دهد. پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر مصرف مکمل اسپیرولینا بر نشانگرهای استرس اکسایشی (TAC و MDA) در مردان چاق متعاقب یک جلسه فعالیت مقاومتی انجام شد. در این پژوهش ۲۰ مرد چاق به شکل تصادفی به دو گروه ۱۰ نفره‌ی تجربی و کنترل تقسیم شدند. گروه تجربی به مدت دو هفته روزانه ۲ عدد قرص اسپیرولینا (۵۰۰ میلی‌گرم) و گروه کنترل به همین مقدار پلاسیبو مصرف کردند. پس از مکمل‌سازی دوهفته‌ای، افراد دو گروه در یک جلسه فعالیت مقاومتی شرکت کردند. نمونه‌های خون در سه مرحله‌ی قبل از مصرف مکمل، قبل و ۲۴ ساعت بعد از فعالیت مقاومتی جمع‌آوری شد. نتایج نشان داد غلظت نشانگرهای TAC و MDA در گروه تجربی به ترتیب افزایش و کاهش معنی‌داری نسبت به گروه کنترل در طول زمان داشت ($p \leq ۰/۰۵$). پژوهش حاضر نشان داد مصرف مکمل اسپیرولینا می‌تواند باعث افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام پلاسما و کاهش پراکسیداسیون لیپیدی در مردان چاق متعاقب یک جلسه فعالیت مقاومتی شود.

کلمات کلیدی: استرس اکسایشی، فعالیت مقاومتی، اسپیرولینا.

**مقدمه**

افزایش شیوع چاقی در بین جوانان به‌عنوان یک چالش بزرگ در حوزه‌های مختلف اجتماعی و درمانی به شمار می‌رود. چاقی عمده‌ترین عامل خطرساز بسیاری از بیماری‌های قلبی عروقی، فشار خون بالا، اختلالات متابولیکی و انواع مختلف سرطان‌ها است (۱). چاقی با افزایش استرس اکسایشی و یا کاهش توانایی آنتی‌اکسیدانی بدن همراه است و میزان استرس اکسیداتیو و پراکسیداسیون لیپیدی را افزایش می‌دهد (۲). افزایش استرس اکسایشی عامل مهمی در سندروم متابولیک مرتبط با چاقی است، از طرفی برخی پژوهش‌های انجام‌شده حاکی از آن است که شرکت در فعالیت‌های ورزشی منظم می‌تواند روش مناسبی برای پیشگیری از عواقب و بیماری‌های ناشی از چاقی باشد (۳). اگرچه تمرین

ورزشی منظم برای سلامتی فواید زیادی دارد اما فعالیت بدنی غیرمعمول و شدید می‌تواند باعث تولید رادیکال‌های آزاد، بروز صدمات سلولی و متعاقب آن آسیب‌های ناشی از استرس اکسایشی شود (٤).

ورزش‌های مقاومتی به‌ویژه انقباضات برونگرا باعث آسیب بافت عضلانی و متعاقب آن شروع فرآیندهای التهابی و سرانجام باعث تولید رادیکال‌های آزاد و پراکسیداسیون لیپیدی می‌شود (۳). ازآنجایی‌که یکی از منابع اصلی تولید رادیکال‌های آزاد و شاخص استرس اکسایشی توده چربی بدن است، لذا این احتمال وجود دارد که در طی فعالیت‌های ورزشی میزان تولید گونه‌های فعال اکسیژن و رادیکال‌های آزاد در افراد چاق نسبت به افراد با وزن طبیعی بیشتر باشد (٤). شواهد فراوانی نشان می‌دهد که در شرایط فیزیولوژیک و پاتولوژیک گوناگونی آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی درون‌زا بدن نمی‌توانند به‌طور کامل از آسیب‌های اکسایشی و عضلانی جلوگیری کنند، بااین‌حال یکی از راه‌کارهای مناسب برای محافظت در برابر این اثرات نامطلوب به‌کارگیری عوامل تغذیه‌ای و استفاده از مکمل‌های آنتی‌اکسیدانی می‌باشد (۵). اسپیرولینا (*spirulina platensis*) گونه‌ای از علف‌های دریایی است که به گروه جلبک سبز-آبی تعلق دارد. این جلبک منبع متراکمی از مواد غذایی، آنتی‌اکسیدان‌ها و پروبیوتیک‌ها می‌باشد. ارزش غذایی اسپیرولینا فوق‌العاده بالا بوده به‌گونه‌ای که ۷۰ درصد وزن خشک آن را پروتئین تشکیل می‌دهد (٦، ۷). مطالعات معدود انجام‌شده حاکی از آن است که مصرف اسپیرولینا در انسان و حیوانات در کاهش کلسترول و لاغری نقش مهمی دارد (۸). این مکمل گیاهی غنی از آنتی‌اکسیدان‌ها بوده و دارای مواد مغذی مانند فیکوسیانین،کلروفیل، پلی‌ساکاریدها و سولفولیپیدها می‌باشد (۷). از آنجایی‌که انجام فعالیت‌های ورزشی شدید به‌خصوص در افراد چاق ممکن است باعث ایجاد و تشدید شرایط استرس اکسایشی شود و از طرفی نظر به مطالعات معدود انجام‌شده در زمینه مکمل‌سازی اسپیرولینا و نبود پژوهش داخلی در این راستا، مطالعه حاضر قصد دارد تا تأثیر مصرف مکمل اسپیرولینا را بر غلظت ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام پلاسما (TAC) و مالون‌دی‌آلدئید (MDA) به‌عنوان شاخص پراکسیداسیون لیپیدی در مردان چاق را پس از یک جلسه فعالیت مقاومتی مورد بررسی قرار دهد.

## مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی و با طرح دوسوکور بود. در این راستا، ۲۰ مرد چاق با شاخص توده بدنی بیشتر مساوی با ۳۰ کیلوگرم بر مترمربع و دامنه سنی ۳۰-۱۸ سال به‌صورت هدفمند و داوطلبانه انتخاب، و پس از شرح کامل موضوع، اهداف، روش و آسیب‌های احتمالی ناشی از فعالیت ورزشی و اخذ فرم رضایت‌نامه و پرسش‌نامه سلامت، به شکل تصادفی در دو گروه تجربی (۱۰نفر) و کنترل (۱۰ نفر) تقسیم شدند. هیچ‌کدام از آزمودنی‌ها در طی چند ماه گذشته از مکمل‌ها یا داروهای خاص استفاده نکرده و فاقد هر نوع بیماری و مشکلات سلامتی بودند. افراد گروه تجربی روزانه ۲ عدد قرص۵۰۰ میلی‌گرمی اسپیرولینا به مدت دو هفته و گروه کنترل به همین دوز پلاسیبو دریافت کردند. از تمامی آزمودنی‌های دو گروه درخواست شد که در طول مطالعه رژیم غذایی معمولی خود را تغییر ندهند و هیچ‌گونه فعالیت ورزشی تا اتمام مطالعه انجام ندهند. به‌علاوه با استفاده از پرسش‌نامه تغذیه‌ای ٢٤ ساعته در حین اجرای مطالعه تغذیه آزمودنی‌ها پایش شد تا اثر عوامل مزاحم ثبت و حذف گردد. قبل از شروع مطالعه افراد دو گروه به‌منظور آشنایی با دستگاها و حرکات ورزشی مورداستفاده در مطالعه و به دست

آوردن یک تکرار بیشینه (RM ۱) در هر یک از حرکات در یک سالن بدن‌سازی حضور یافتند. دو هفته بعد از مصرف مکمل و دارونما دو گروه در یک جلسه فعالیت مقاومتی با شدت ۶۰ درصد ۱RM که شامل ۳ ست با تکرار ۱۰ تایی از حرکات خم کردن بازو، پشت بازو، دراز و نشست، اسکات ۹۰ درجه، پرس سینه، جلو ران، پرس سرشانه و سیم‌کش قایقی که به‌صورت ایستگاهی صورت می‌گرفت و کلیه عضلات حجیم بدن را درگیر می‌کرد شرکت کردند (۹). به منظور سنجش غلظت MDA و TAC نمونه‌های خونی کلیه‌ی آزمودنی‌های دو گروه در سه مرحله جمع‌آوری شد. اولین مرحله جمع‌آوری نمونه یک روز قبل از مصرف مکمل، دومین مرحله دو هفته پس از مصرف مکمل و دارونما و قبل از شروع فعالیت ورزشی و مرحله سوم ۲۴ ساعت پس از اجرای فعالیت ورزشی مقاومتی انجام گرفت. به‌منظور سنجش مالون دی‌آلدئید سرمی از تست اسید تیوباربیتوریک (TBARS) و روش اسپکتوفتومتری استفاده شد.همچنین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام پلاسما با استفاده از روش FRAP مورداندازه‌گیری قرار گرفت (۱). در راستای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها، از آزمون کلموگروف- اسمیرنوف، روش آماری آنالیز واریانس با اندازه‌گیری‌ها مکرر و آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. همچنین برای تجزیه‌وتحلیل آماری از نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ در سطح معنی‌داری $p \leq ۰/۰۵$ استفاده شد.

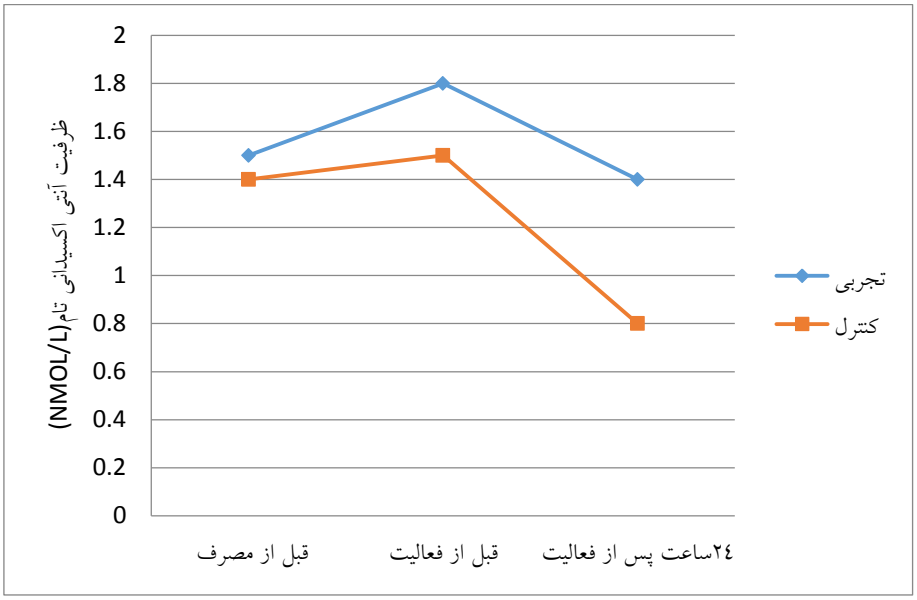
## نتایج

مشخصات آزمودنی‌ها به تفکیک گروه نشان داد که تفاوت معنی‌دار بین گروهی ازنظر قد، وزن، سن، شاخص توده بدن (BMI) و درصد چربی بدن در ابتدای پروتکل وجود نداشته است و دو گروه باهم همگن بوده‌اند (جدول ۱). یافته‌های پژوهش نشان داد که غلظت TAC در دو گروه در ۲۴ساعت پس از یک جلسه فعالیت مقاومتی کاهش پیدا می‌کند. بااین‌حال الگوی تغییرات در دو گروه متفاوت بود. به‌طوری‌که تغییرات TAC در گروه تجربی معنی‌دار نبود (۰/۳۱۱ = $p$). درحالی‌که در گروه کنترل به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (۰/۰۱ = $p$). بعلاوه، بررسی نتایج با استفاده از تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر با عوامل درون‌گروهی نشان داد که تأثیر زمان در دوره‌های زمانی مختلف بر مقادیر TAC معنی‌دار می‌باشد ($p \leq ۰/۰۵$). (نمودار۱)

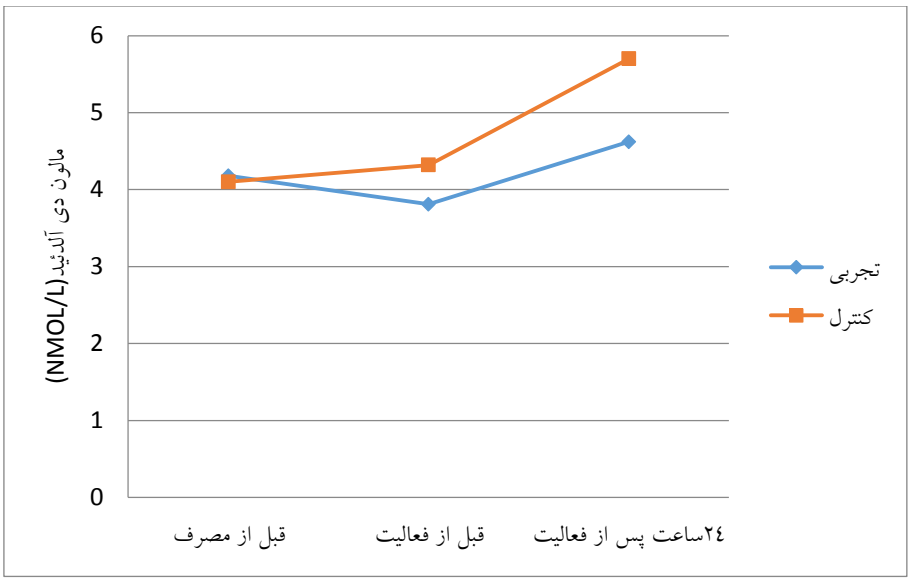
همچنین یافته‌های مربوط به MDA نشان داد که غلظت این شاخص در ۲۴ ساعت بعد از یک جلسه فعالیت افزایش پیدا کرد ولی الگوی تغییرات در دو گروه متفاوت بود. به‌طوری‌که دامنه تغییرات MDA در گروه تجربی معنی‌دار نبود (۰/۴۱۹ = $p$) ولی در گروه کنترل به‌طور معنی‌داری افزایش داشت ( = $p$ ۰/۰۰۸). همچنین نتایج نشان داد که تأثیر زمان در دوره‌های زمانی مختلف بر مقادیر MDA معنی‌دار می‌باشد ($p \leq ۰/۰۵$) (نمودار۲).

جدول ۱- میانگین و انحراف معیار مشخصات آزمودنی‌ها در دو گروه

| متغیر | تجربی | کنترل | $p$ |
|---|---|---|---|
| قد (متر) | ۱/۷۵ ± ۰/۲۱ | ۱/۷۴ ± ۰/۳۹ | ۰/۵۱ |
| وزن (کیلوگرم) | ۹۶/۶۵ ± ۷/۳۵ | ۹۹/۶۵ ± ۶/۸۱ | ۰/۳۹ |
| سن (سال) | ۲۶/۶۵ ± ۴/۲۱ | ۲۵/۲۴ ± ۴/۳۲ | ۰/۵۷ |
| BMI (کیلوگرم/مترمربع) | ۳۳/۶۸ ± ۳/۵۴ | ۳۳/۹۸ ± ۱/۲۴ | ۰/۶۹ |
| درصد چربی بدن | ۳۷/۳۶ ± ۱/۶۵ | ۳۸/۳۸ ± ۲/۵۴ | ۰/۵۴ |




نمودار۱- تغییرات غلظت ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام (TAC) در سه مرحله




نمودار۲ – تغییرات غلظت مالون دی آلدئید (MDA) در سه مرحله

**بحث**

اغلب مطالعات نشان داده‌اند که تمرینات ورزشی منظم و طولانی‌مدت اثرات سودمندی بر سلامت افراد جامعه به‌ویژه افراد چاق دارد، اما شواهد بیانگر این است که فعالیت‌های سنگین بدنی ممکن است موجب افزایش تولید رادیکال‌های آزاد و استرس اکسایشی در عضلات و سایر بافت‌های فعال بدن شود (۱۰).

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که یک جلسه فعالیت مقاومتی باعث کاهش معنی‌دار غلظت آنتی‌اکسیدانی تام (TAC) و افزایش معنی‌دار مالون دی آلدئید (MDA) به‌عنوان شاخص پراکسیداسیون لیپیدی در گروه کنترل در مقایسه با گروه مصرف‌کننده مکمل اسپیرولینا می‌شود. مکانیسم‌هایی که ورزش از طریق آن می‌تواند باعث تولید رادیکال‌های آزاد شود شامل؛ افزایش رهایش هورمون‌های کاتکولامینی در هنگام ورزش، آسیب‌های عضلانی، ایسکمی و تزریق مجدد خون، التهاب و هیپوکسی می‌باشد (۱۱، ۱۲). یکی از دلایل افزایش شاخص مالون دی آلدئید ممکن است ناشی از افزایش تولید رادیکال‌های آزاد در زنجیره انتقال الکترون باشد که متناسب با افزایش مصرف اکسیژن است (۱۲). همسو با نتایج مطالعه حاضر می‌توان به پژوهش‌های Cardoso و همکاران، Vincent و همکاران، Deminice و همکاران اشاره کرد که نشان دادند ورزش مقاومتی باعث آسیب بافت عضلانی و متعاقب آن شروع فرایندهای التهابی و سرانجام تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن و پراکسیداسیون لیپیدی می‌شود. همچنین یافته‌های این مطالعه نتایج متناقضی را با یافته‌های برخی مطالعات نشان داد، ازجمله می‌توان به پژوهش Dixon و همکاران اشاره کرد که نشان دادند هیچ‌گونه تغییر معنی‌داری در غلظت MDA پس از یک جلسه فعالیت مقاومتی وجود ندارد (۱، ۱۰، ۱۱، ۱۲). از دلایل مغایرت یافته‌های پژوهش‌های متناقض با یافته‌های این مطالعه می‌توان به سن، جنس، وزن، نوع پروتکل ورزشی، شدت فعالیت و سطح آمادگی جسمانی آزمودنی‌ها اشاره کرد. تاکنون مطالعات متعددی مداخلات تغذیه‌ای را در کاهش پاسخ‌های اکسایشی پس از فعالیت ورزشی بررسی کرده‌اند. در سال‌های اخیر علاقه زیادی بر روی منابع طبیعی با منشأ گیاهی برای یافتن مکمل‌های ضداکسایشی خوراکی و نقش مصرف این ترکیبات در محافظت بدن، در برابر صدمات ناشی از فشار اکسایشی به وجود آمده است (۹). در این راستا نتایج مطالعه حاضر نشان داد که مصرف مکمل اسپیرولینا به مدت دو هفته می‌تواند از کاهش معنی‌دار غلظت TAC و افزایش معنی‌دار غلظت MDA در افراد چاق متعاقب یک جلسه فعالیت مقاومتی جلوگیری کند. اسپیرولینا منبع مهمی از پروتئین رنگدانه‌دار فتوسنتزی به نام فیکوسیانین C می‌باشد که خواص فوق‌العاده ضدالتهابی و آنتی‌اکسیدانی دارد. در پژوهش‌های مختلف برای این مکمل گیاهی آثار متعددی ازجمله؛ درمان کم‌خونی، افزایش تولید آنتی‌بادی‌ها و جلوگیری از عفونت، کاهنده قند و چربی خون، محافظت از کبد، تقویت‌کننده قلب و عروق و ... ذکر کرده‌اند (۱۳). برخی مطالعات همچون Upasani و همکاران، Hozayen و همکاران و Gupta و همکاران تنها به اثرات آنتی‌اکسیدانی این مکمل اشاره کرده‌اند (۱٤). همسو با یافته‌های پژوهش حاضر در تحقیقاتی که از چای سبز، عصاره زغال‌اخته،عصاره دانه انگور و ... به‌عنوان مکمل گیاهی استفاده کرده‌اند می‌توان اشاره کرد که نشان دادند این مکمل‌ها از طریق جلوگیری از پراکسیداسیون لیپیدی و افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی از استرس اکسایشی ناشی از فعالیت ورزشی جلوگیری می‌کنند (۳). با توجه به اینکه اکثر پژوهش‌های انجام‌شده در مورد اثرات اسپیرولینا بر روی نمونه‌های حیوانی بوده و تنها معدود مطالعاتی بر روی نمونه‌های انسانی انجام‌شده است و ازآنجایی‌که

اسپیرولینا از قدمت و اعتبار خاصی به لحاظ وجود مواد باارزش در آن در دنیای زیست‌شناسی برخوردار می‌باشد ولی متأسفانه جایگاه بررسی خواص سودمند آن در ورزش کشور ما خالی می‌باشد، ما تأثیر دو هفته مصرف این مکمل ارزشمند را در مردان چاق متاقب یک جلسه فعالیت مقاومتی سنجیدیم.

## نتیجه‌گیری

یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد یک جلسه فعالیت مقاومتی باعث کاهش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام و افزایش مالون دی آلدئید می‌شود ولی با مصرف مکمل اسپیرولینا می‌توان این تغییرات را کاهش داد. لذا به ورزشکاران و به‌ویژه افراد چاق پیشنهاد می‌شود به‌منظور حفظ سلامت و جلوگیری از آسیب‌های استرس اکسایشی ناشی از فعالیت‌های ورزشی از مکمل گران‌بهای اسپیرولینا استفاده نمایند.

## منابع


1. Carbone S., Del Buono M.G., Ozemek C., Lavie C.J., 2019. obesity, risk of diabetes and role of physical activity, exercise training and cardiorespiratory fitness. *Prog Cardiovasc Dis*, 62(4):327-333.

2.Santilli F, Guagnano M.T., Vazzana N., La Barba S., Davi G., 2015. Oxidative stress drivers and modulators in obesity and cardiovascular disease: from biomarkers to therapeutic approach. *Curr Med Chem*, 22(5):582-95.

3. Atashak, S., Piree, M., Azarbayejani, M. A., Stannard, S. R. & Haghighi, M. M., 2011. Obesity-related cardiovascular risk factors after long- term resistance training and ginger supplementation. *J Sport Sci & Med*. 10: 685-691.

4. Ismaeel A., Holmes M., Papoutsi E., Panton L., Koutakis P., 2019.Resistance Training, Antioxidant Status, and Antioxidant Supplementation. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 1; 29(5):539-547.

5. Hooshmand moghadam B., Kordi M.R., Attarzade Hosseini S.R., Davaloo T., 2019. Aerobic exercises and Supplement Spirulina reduce inflammation in diabetic men. *jmj*, 16 (4) :10-18.

6. Hooshmand moghadam B., Attarzade Hosseini S.R, Kordi M.R, Davaloo T., 2019. The Effect of 8-week Aerobic Exercise with Spirulina Supplementation Consumption on Plasma levels of MDA, SOD and TAC in Men with Type 2 Diabetes. *Sport physiology & management investigation*, 10(4):139-148.

7. Upasani C.D., Balaraman R., 2003. Protective effect of Spirulina on lead induced deleterious changes in the lipid peroxidation and endogenous antioxidants in rats. *Phytother Res*, 17(4):4-34

8. Eskandari M., PPournemati P., Hooshmand Moghadam B. , javad norouzi., 2020.The Interactive Effect of Aerobic Exercise and Supplementation of Blue-Algae (Spirulina) on Anthropometric Indexes and Cardiovascular Risk Factors in Diabetic Men. *Sadra Medical Journal*, 8(1):51-62.

9. Hooshmand moghadam B., Eskandari M., 2017. the Effect of Lycopene Supplement on Oxidative Stress and Total Antioxidant Capacity in Obese Men after Resistance Exercise. *Journal of Animal Biology*, 9(4):107-113.

10. Radovanovic D., Bratic M.,Nurkic M., Cvetkovic T., Ignjatovic A., Aleksandrovic M. 2009. oxidative stress biomarker response to concurrent strength and endurance training. *Gen Physiol Biophys*, 28: 205-11.

11. Ghahremani Moghaddam M., 2017. The role of physical activity in oxidative damage and anti-oxidant status in elderly people: A review of mechanis. *Pathobiology Research*, 20(3): 1-16.

12. Di Meo S., Venditti P., 2011. mitochondria in exercise-induced oxidative stress. *Neurosignals*, 10(1-2):125-40.

13. Gupta A., Nair A., Kumria R., 2013. Assessment of pharmacokinetic interaction of spirulina with glitazone in a type 2 diabetes rat model, *J Med Food*, 16(12): 100-126.

14. Srivastava A., Greenspan P., Hartle D. K., Hargrove J. L., 2010. Antioxidant and Anti-inflammatory Activities of Polyphenolics from Southeastern U.S. Range Blackberry Cultivars, *J Agric Food Chem*, 58(10): 6102–6109.