

## The Effect of high intensity interval training with nigella sativa supplementation on lipid profile, fasting blood sugar and body composition of overweight young women

Soheila Alamdar, Seyyed Mohsen Avendi\*

Department of Exercise Physiology, Faculty of Human Sciences, Semnan University, Semnan, Iran

### Original Article

#### Abstract

**Background and Purpose:** The purpose of this study was to investigate the effect of high intensity interval training with Nigella Sativa supplementation on lipid profile, blood sugar and body composition of overweight young women.

**Materials and Methods:** The present study is in the form of a semi-experimental design in a double-blind on 48 overweight young women of NEISHABOUR city with a mean and standard deviation of age  $36.41 \pm 3.51$  (year) and body mass index of  $28.704 \pm 0.79$ . kg/m<sup>2</sup>. The subjects were randomly divided into four groups. Five people refused to continue cooperation due to some reasons and finally there were four groups including exercise and supplement (n=10), exercise and placebo (n=9), supplement (n=12) and placebo (n=12). Two exercise groups trained for six weeks, three sessions per week with an intensity of 85 to 95 percent of the maximum heart rate (HR<sub>max</sub>). In addition to all of the groups consumed one oil capsule containing 1000 mg of Nigella Sativa or placebo (paraffin oil) before lunch daily. The Supplement and placebo group did not do any regular exercise. Anthropometric measurements and blood samples were taken on two occasions, pre-test and post-test. Fasting blood samples were collected from brachial vein to evaluate lipid profile and blood sugar levels. In order to check the normality of the data distribution, the Shapiro-Wilk test was used. To analyze the data and report them, multivariate analysis of covariance (MANCOVA) and univariate analysis of covariance (ANCOVA) tests and SIDAK post hoc test were used at a significance level of 0.05.

**Results:** The results of the present research did not show a significant difference between exercise and supplement, exercise and placebo groups compared to supplement and placebo groups after six weeks in total cholesterol (p=0.332), triglyceride (p=0.928), high-density lipoprotein (p=0.86), low density lipoprotein (p=0.393) and fasting blood sugar (p=0.054). The results of the SIDAK post hoc test showed that, in total, the measures taken in the experimental groups have led to a decrease in body mass index, waist circumference, waist-to-hip ratio, and body fat percentage. In terms of body mass index and body fat percentage, the exercise and placebo groups had better performance, and in terms of waist circumference and waist-to-hip ratio, the supplement group had better performance, but these differences were not statistically significant ( $P \leq 0.05$ ) and all experimental groups only had a better score body mass index, waist circumference, waist-to-hip ratio and body fat percentage indices compared to the control group (placebo) ( $P < 0.05$ ).

**Conclusion:** It seems HIIT and Nigella Sativa supplementation, each one can be effective in improving the body composition of overweight young women. However, in this study, HIIT and Nigella Sativa supplementation did not have a significant effect on lipid profile and fasting blood sugar, so it is suggested that more research should be done.

**Keywords:** High intensity interval training, Nigella Sativa, lipid profile, fasting blood sugar

How to cite this article: Alamdar S, Avendi S M. The Effect of high intensity interval training with nigella sativa supplementation on lipid profile, fasting blood sugar and body composition of overweight young women. Journal of Sport and Exercise Physiology. 2023;16(1): 35-45.

\*Corresponding Author; E-mail: m.avandi@semnan.ac.ir

DOI: 10.52547/joeppa.16.1.35

Received: 28/05/2022

Revised: 16/12/2022

Accepted: 19/12/2022

## تأثیر تمرین تناوبی شدید و مکمل دهی سیاه‌دانه بر نیمرخ لیپیدی، قند خون ناشتا و ترکیب بدن زنان جوان دارای اضافه وزن

سهیلا علمدار، سید محسن آوندی\*

گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران

### مقاله پژوهشی

### چکیده

**زمینه و هدف:** هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر تمرین تناوبی شدید و مکمل دهی سیاه‌دانه بر نیمرخ لیپیدی، قند خون و ترکیب بدن زنان جوان دارای اضافه وزن بود.

**مواد و روش‌ها:** پژوهش حاضر در قالب طرح نیمه تجربی به صورت دوسوکور روی ۴۸ نفر از زنان جوان دارای اضافه وزن شهر نیشابور با میانگین و انحراف استاندارد سنی  $3/51 \pm 36/41$  سال و شاخص توده بدنی  $28/704 \pm 0/79$  کیلوگرم بر مترمربع انجام گرفت. آزمودنی‌ها به صورت تصادفی به چهار گروه تقسیم شدند. پنج نفر بنا به دلایلی از ادامه همکاری انصراف دادند و در نهایت چهار گروه شامل تمرین و مکمل ( $n=10$ )، تمرین و دارونما ( $n=9$ )، مکمل ( $n=12$ ) و دارونما ( $n=12$ ) بودند. دو گروه تمرین به مدت شش هفته، سه جلسه در هفته و با شدت ۸۵ تا ۹۵ درصد ضربان قلب بیشینه ( $HR_{max}$ ) تمرین را انجام دادند. افزون بر این، همه گروه‌ها روزانه یک عدد کپسول روغنی حاوی ۱۰۰۰ میلی‌گرم سیاه‌دانه یا دارونما (روغن پارافین) پیش از ناهار مصرف کردند. گروه مکمل و دارونما هیچ‌گونه فعالیت ورزشی منظم نداشتند. اندازه‌گیری‌های آنتروپومتریکی و نمونه‌های خونی در دو نوبت پیش‌آزمون و پس‌آزمون انجام گرفت. نمونه‌های خونی در حالت ناشتا و از ورید بازویی برای ارزیابی سطوح نیمرخ لیپیدی و قند خون جمع‌آوری شد. به منظور بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیروویلیک استفاده شد. برای تحلیل داده‌ها و گزارش آن‌ها از آزمون تجزیه و تحلیل کوواریانس چندمتغیری (MANCOVA) و تک‌متغیری (ANCOVA) و آزمون تعقیبی SIDAK در سطح معناداری ۰/۰۵ استفاده شد.

**نتایج:** نتایج تفاوت معناداری را بین گروه‌های تمرین و مکمل، تمرین و دارونما در مقایسه با گروه‌های مکمل و دارونما پس از شش هفته در کلسترول کل ( $P=0/332$ )، تری‌گلیسیرید ( $P=0/928$ )، لیپوپروتئین با چگالی بالا ( $P=0/86$ )، لیپوپروتئین با چگالی پایین ( $P=0/393$ ) و قند خون ناشتا ( $P=0/054$ ) نشان داد. نتایج آزمون تعقیبی SIDAK نشان داد، روی هم رفته اقدامات صورت گرفته در گروه‌های آزمایش به کاهش شاخص توده بدنی، دور کمر، نسبت دور کمر به لگن و درصد چربی بدن منجر شده است. در خصوص شاخص توده بدنی و درصد چربی بدن گروه تمرین و دارونما عملکرد مطلوب‌تری داشتند و عملکرد شاخص‌های دور کمر و نسبت دور کمر به لگن نیز در گروه مکمل مطلوب‌تر بود، ولی این تفاوت‌ها از نظر آماری معنادار نبود ( $P \geq 0/05$ ) و همه گروه‌های آزمایش صرفاً نمره مطلوب‌تری در شاخص‌های ترکیب بدنی، دور کمر، نسبت دور کمر به لگن و درصد چربی بدن نسبت به گروه کنترل (دارونما) نشان دادند ( $P < 0/05$ ).

**نتیجه‌گیری:** به نظر می‌رسد HIIT و مکمل سیاه‌دانه، هر کدام می‌تواند در بهبود ترکیب بدن زنان جوان دارای اضافه وزن مؤثر باشد. با این حال، در این پژوهش HIIT و مکمل سیاه‌دانه بر نیمرخ لیپیدی و قند خون تأثیر معناداری نداشت که پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های بیشتری در این زمینه صورت گیرد.

**واژه‌های کلیدی:** تمرین تناوبی شدید، سیاه‌دانه، قند خون ناشتا، نیمرخ لیپیدی.

\* نویسنده مسئول: رایانامه: m.avandi@semnan.ac.ir

## مقدمه

چاقی مشکل عمده سلامت جهانی به شمار می‌رود و ناشی از دریافت کالری زیاد و فعالیت بدنی کم است. براساس نتایج تحقیقات چاقی ارتباط تنگاتنگی با پیشرفت بیماری‌هایی مانند ناراحتی قلبی-عروقی، اختلالات شناختی، سرطان، اختلالات حرکتی و از دست دادن توده عضلانی دارد (۱). سندروم متابولیک مجموعه‌ای از اختلالات متابولیکی مانند فشار خون بالا، چاقی، تری‌گلیسیرید خون بالا و سطح پایین لیپوپروتئین با چگالی بالا (HDL) و همچنین مقاومت به انسولین است. چاقی علت اصلی مرگ و میر است (۲). با این همه پیشرفت‌های چشمگیر در علم پزشکی، عواملی مانند نارضایتی بیماران پس از تجویز داروها و عوارض جانبی ناخوشایند آن‌ها را به استفاده از روش‌های درمانی بومی و سنتی سوق داده است. داروهای گیاهی نقش مهمی در کاهش سندروم متابولیک دارند (۳).

سیاه‌دانه (*Nigella Sativa*) در میان بهترین داروهای گیاهی مبتنی بر شواهد، رتبه‌بندی شده است (۴). سیاه‌دانه از خانواده رانکولاسه، گیاهی دارویی است که به‌طور گسترده در سراسر جهان استفاده می‌شود. اثر کاهش‌دهندگی کلسترول سیاه‌دانه ممکن است به دلیل وجود فیتواسترول مانند بتا-سیتوسترول، اسیدهای چرب اشباع‌نشده و فعالیت ضد اکسایشی آن باشد. سیاه‌دانه ممکن است بتواند ساخت کلسترول توسط سلول‌های کبدی و در نتیجه جذب آن از روده کوچک را کاهش دهد (۵). همچنین ممکن است با کاهش کلسترول داخل سلولی، گیرنده لیپوپروتئین با چگالی پایین (LDL) را فعال کند، که به پاکسازی سریع کلسترول LDL از گردش خون منجر می‌شود (۶). اثر سیاه‌دانه بر افزایش ترشح کلسترول در صفرا، یکی دیگر از سازوکارهای احتمالی است که می‌تواند خواص پایین‌آورنده کلسترول را افزایش دهد (۷).

به‌طور مداوم، مطالعات بالینی کاهش شایان توجه به LDL-C را پس از مصرف سیاه‌دانه در افراد سالم (۸) و بیماران مبتلا به اختلالات متابولیکی (۹) تأیید کرده‌اند. در فراتحلیلی، روغن سیاه‌دانه نسبت به پودر سیاه‌دانه بر کلسترول تام سرم و غلظت LDL-C اثر بیشتری نشان داد. بررسی سامان یافته روی ۱۴ تحقیق نشان داد که مکمل سیاه‌دانه در مقادیر و مدت زمان‌های مختلف می‌تواند نیمرخ‌های چربی را در انسان به‌تنهایی بهبود

بخشد. با این حال، اثر این مکمل در سطح TC، LDL، بیشتر از TG، HDL است (۱۰). با توجه به ترکیبات و مقادیر مختلف آماده‌سازی سیاه‌دانه، همراه با ناهمگنی‌های بین مطالعه، توجیه این نتیجه با اطمینان دشوار است. با این حال ثابت شده است که متفاوت از پودر حاصل از خرد شدن دانه، فرایندهای آماده‌سازی روغن سیاه‌دانه ممکن است به تغییرات ترکیبی چشمگیری در ترکیبات فعال با افزایش محتوای تیموکوئینون منجر شود که بیشتر فعالیت‌های زیستی سیاه‌دانه به آن نسبت داده می‌شود (۱۰). پردازش حرارتی کنترل‌شده دانه‌ها، مسئول تجمع تیموکوئینون (TQ) در دمای بین ۵۰ تا ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد، می‌تواند فعالیت زیستی بالاتر روغن حاصل از دانه‌های گرم‌شده را توضیح دهد (۱۰). سیاه‌دانه از برخی اجزای زیست‌فعال از جمله تیموکوئینون (TQ)، تیمول و آنزیم لیپاز (که احتمالاً مسئول تأثیرات ضدچاقی آن هستند) تشکیل شده است (۱۱). برخی تحقیقات حیوانی گزارش کرده‌اند که سیاه‌دانه با کاهش اشتها و افزایش مصرف انرژی می‌تواند وزن بدن (BW) را کاهش دهد (۱۲).

امروزه متخصصان بر این باورند که رژیم غذایی و دارو صرفاً برای درمان اختلالات سندروم متابولیک کافی نیستند، بلکه فعالیت بدنی باید به برنامه‌های روزانه بیماران اضافه شود (۱۳). ورزش منظم می‌تواند سندروم متابولیک از جمله چربی خون، افزایش قند خون، پرفشاری خون، کیفیت زندگی و افسردگی را بهبود بخشد (۱۳). یکی از روش‌های تمرینی که اخیراً در بین فیزیولوژیست‌های ورزشی بسیار مورد توجه قرار گرفته است، تمرین تناوبی با شدت زیاد است. تمرین با شدت زیاد به دلیل حجم کم، زمان کوتاه‌تر و فواید نهفته سلامتی در حال تبدیل شدن به ابزار تمرینی محبوب است (۱۴). با وجود مدت زمان کوتاه‌تر تمرین تناوبی شدید (HIIT)، این روش همچنان روش مؤثری برای دستیابی به سلامتی مطلوب است. براساس شواهد بسیاری تمرین با شدت زیاد حتی بیشتر از ورزش مداوم طولانی‌مدت دارای دامنه وسیعی از مزایای قلبی-عروقی و متابولیکی است. امروزه HIIT به دلیل کارایی بسیار زیاد، در بین عموم مردم و پژوهشگران جایگاه ویژه‌ای دارد؛ ترکیب بدن را بهبود می‌بخشد و بر مشکلات سلامتی مرتبط با چاقی و مقاومت به انسولین تأثیر می‌گذارد. پژوهش‌ها چندین سازوکار را گزارش

وزن با شاخص توده بدنی ۲۵ تا ۲۹/۵ کیلوگرم بر متر مربع شهرستان نیشابور بودند. از بین آنها به روش نمونه‌گیری در دسترس، ۴۸ نفر از افراد دارای اضافه وزن، با احتساب ۲۰ درصد افت آزمودنی، داوطلب شرکت در پژوهش شدند. حجم نمونه با استناد به پژوهش‌های پیشین و نرم‌افزار G Power مشخص شد (۱۶). معیار ورود به پژوهش، ابتلا نداشتن آزمودنی‌ها به هیچ‌یک از بیماری‌های فشار خون بالا، بیماری‌های قلبی، تیروئید، محدودیت‌های ارتوپدی، نداشتن سابقه حساسیت به سیاه‌دانه، نداشتن سابقه ابتلا به کرونا، واکسینه بودن فرد و معیار خروج از پژوهش، مصرف دارو و مکمل‌هایی تأثیرگذار بر متغیرهای موردنظر در مدت اجرای طرح، شرکت کردن در برنامه ورزشی منظم خارج از برنامه، تغییر رژیم غذایی، شرایطی مانند بارداری و شیردهی و ابتلا به بیماری‌های عفونی از جمله کرونا بود.

کرده‌اند که HIIT ممکن است بر مشخصات لیپید تأثیر بگذارد (۱۵). نشان داده شده است که اکسایش لیپید طی HIIT و همچنین سطح آنزیم‌ها و هورمون‌های مرتبط با لیپولیز افزایش می‌یابد. افزون بر این کاهش اشتها و کاهش وزن پس از HIIT گزارش شده است (۱۵). در خصوص تأثیر همزمان تمرین تناوبی شدید و مکمل سیاه‌دانه بر نیمرخ لیپیدی، قند خون و ترکیب بدن تحقیقات کمی صورت گرفته است. بنابراین هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر شش هفته تمرین HIIT و مکمل سیاه‌دانه بر نیمرخ لیپیدی و قند خون ناشتا زنان جوان دارای اضافه وزن بود.

### روش پژوهش

**نمونه‌های پژوهش:** روش پژوهش حاضر از نوع نیمه‌تجربی، با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون و دوسوکور بود. جامعه آماری پژوهش زنان جوان دارای اضافه

جدول ۱. میانگین و انحراف معیار ویژگی‌های فردی زنان جوان دارای اضافه وزن

گروه	تمرین HIIT و سیاه‌دانه	تمرین HIIT و سیاه‌دانه	سیاه‌دانه	سیاه‌دانه	کنترل (دارونما)
سن (سال)	۳۶/۱±۳/۳۴	۳۴/۱۱±۰/۴۱/۴	۳۸/۱۶±۲/۵۱	۳۸/۱۶±۲/۵۱	۳۶/۶۶±۳/۴۴
قد (سانتی‌متر)	۱۶۱/۹±۵/۳۸	۱۶۲/۲۳±۴/۲۱	۱۶۰/۸۳±۶/۲۴	۱۶۰/۸۳±۶/۲۴	۱۶۱/۰۸±۵/۴
وزن (کیلوگرم)	۷۶/۶±۵/۱۷	۷۴/۷۸±۴/۷۸	۷۴/۴۸±۶/۹۸	۷۴/۴۸±۶/۹۸	۷۴/۸۷±۶/۶۵
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر مترمربع)	۲۹/۲۳±۰/۲۱	۲۸/۳۹±۰/۸۸	۲۸/۷۶±۰/۶	۲۸/۷۶±۰/۶	۲۸/۴۳±۱/۰۳

گروه (تمرین HIIT + سیاه‌دانه، تمرین HIIT + دارونما، سیاه‌دانه و دارونما) قرار گرفتند. در طول پژوهش، پنج نفر از آزمودنی‌ها بنا به دلایلی از طرح خارج شدند که در نهایت گروه تمرین و مکمل شامل ۱۰ نفر، تمرین و دارونما، ۹ نفر و گروه مکمل و گروه دارونما هر کدام ۱۲ نفر شد. برای اندازه‌گیری متغیرهای آنتروپومتریکی، وزن با حداقل پوشش و بدون کفش با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۱۰۰ گرم اندازه‌گیری شد. قد با استفاده از قدسنج اندازه‌گیری شد. شاخص توده بدنی (BMI) با نسبت وزن (کیلوگرم) بر مجذور قد (متر) محاسبه شد. از کالیپرهای پدیده برای اندازه‌گیری درصد چربی بدن از روش سه‌نقطه‌ای جکسون پولاک (سه‌سر بازو، فوق‌خاصه و ران) استفاده شد.

نویسندگان مقاله تمامی نکات اخلاقی شامل رضایت آگاهانه، حسن رفتار و محرمانه ماندن اطلاعات را رعایت

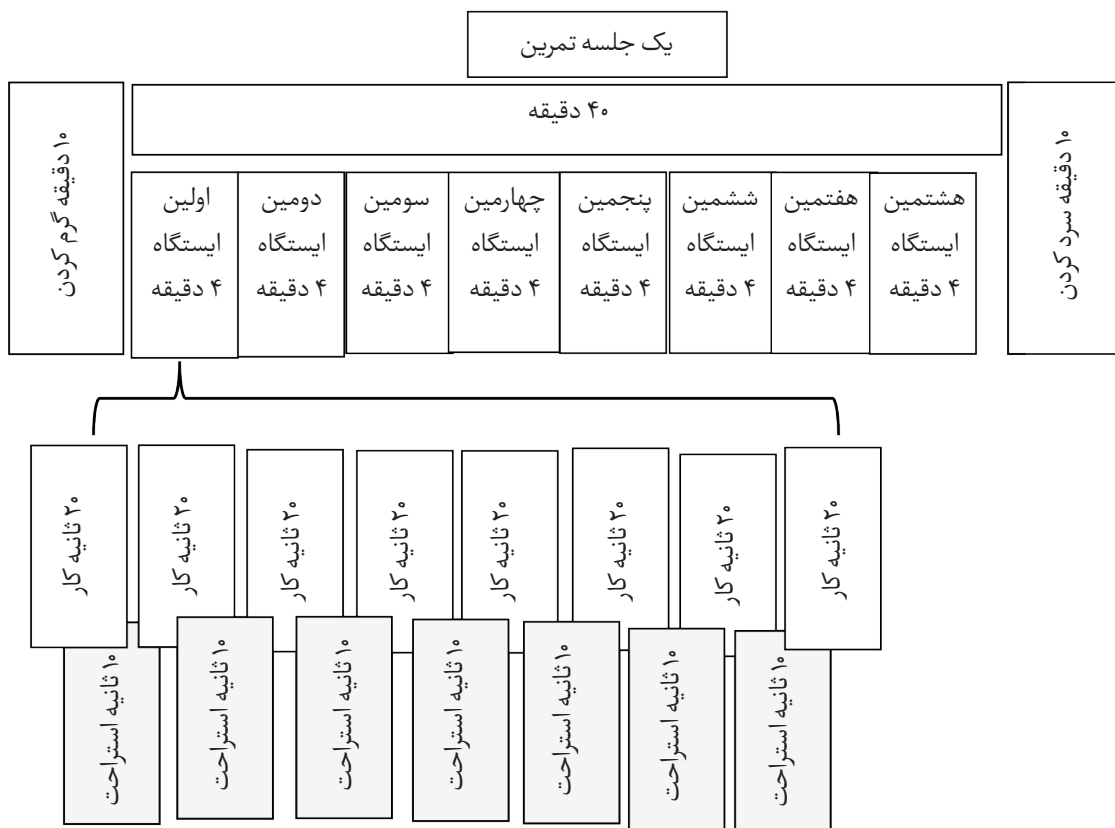
**روش اجرای پژوهش:** آزمودنی‌ها پیش از شروع طرح، در به‌منظور تکمیل پرسشنامه‌ها (جمعیت‌شناختی، پزشکی و رضایت‌نامه) یک جلسه توجیهی شرکت کردند و توضیحات لازم درباره نحوه انجام پژوهش شامل اجرای برنامه، مدت زمان، نحوه مصرف مکمل، مراحل خون‌گیری و تاریخ دقیق هر کدام از مراحل مذکور، داده شد. به تمامی داوطلبان اطلاعات کافی در خصوص خواص سیاه‌دانه، دوسوکور بودن مطالعه و احتمال برخورداری داوطلبان از دارو یا دارونما داده شده و رضایت کتبی از آنها گرفته شد. آزمودنی‌ها برگه رضایت‌نامه آگاهانه و سابقه پزشکی جهت نداشتن سابقه بیماری را پر کردند. در این برگه تأکید شده بود که شرکت و خروج از تحقیق توسط داوطلب کاملاً آزاد و اختیاری و اطلاعات داوطلب کاملاً محرمانه است. آزمودنی‌ها به صورت تصادفی ساده در چهار

تا ۹۵ درصد ضربان قلب بیشینه (HRmax) در جلسات در نظر گرفته شد. برای این منظور، از ضربان سنج پلار ساخت فنلاند استفاده شد.

دوز مصرفی مکمل و دارونما با استناد به پژوهش‌های پیشین در نظر گرفته شد (۱۸). مکمل از شرکت باریج اسانس تهیه شد. کپسول روغن سیاه‌دانه و دارونما (هر کپسول حاوی ۱۰۰۰ میلی‌گرم سیاه‌دانه یا دارونما) یکسان از نظر اندازه، رنگ، طعم، کپسوله و به صورت A و B توسط شرکت کدگذاری و کورسازی شد. ضمن اینکه با توجه به دوسوکور بودن پژوهش، آزمونگر و آزمودنی‌ها از محتویات کپسول به‌عنوان دارو و دارونما تا پایان کار مطلع نبودند. توزیع کپسول بین آزمودنی‌ها تصادفی صورت گرفت، به این ترتیب که اسامی آزمودنی‌ها به‌طور تصادفی یادداشت و به‌ترتیب شماره‌گذاری شد؛ به شماره‌های فرد مکمل A و به شماره‌های زوج مکمل B داده شد. آزمودنی‌ها روزانه یک کپسول (هر کدام حاوی ۱۰۰۰ میلی‌گرم سیاه‌دانه یا دارونما) نیم ساعت پیش از ناهار به مدت شش هفته مصرف کردند.

کرده‌اند و در کمیته اخلاق پژوهشگاه تربیت بدنی با کد IR.SEMUMS.REC.1400.305 تأیید شده است.

تمرین به مدت شش هفته، سه جلسه تمرین در هفته و هر جلسه به مدت یک ساعت انجام گرفت. جلسه تمرین شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن، تمرین اصلی ۴۰ دقیقه و ۱۰ دقیقه سرد کردن بود. در بخش اصلی تمرین طبق شیوه تاباتا، آزمودنی‌ها هشت حرکت را انجام دادند. هر نوبت چهار دقیقه و متشکل از هشت تکرار تمرین با ۲۰ ثانیه کار به‌طور متناوب و ۱۰ ثانیه استراحت بود. هدف اصلی هر جلسه تمرینی انجام تمرینات با شدت بیشینه بود. هر نوبت با یک دقیقه استراحت غیرفعال دنبال شد. در هر نوبت، افراد تمرینات متفاوتی را به‌ترتیب انجام دادند: ایستگاه ۱: اسکوات با جهش، ایستگاه ۲: شنا سوئدی (عضلات سینه)، ایستگاه ۳: کرانچ (عضلات راست شکمی)، ایستگاه ۴: پروانه، ایستگاه ۵: پشت بازو، ایستگاه ۶: جلو بازو همراه با درجا زدن پاها، ایستگاه ۷: دوچرخه مورب (مورب شکمی)، ایستگاه ۸: کوهنوردی (۱۷) (شکل ۱). شدت تمرین ۸۵



شکل ۱. یک جلسه تمرین

شش هفته تمرین تناوبی شدید در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج حاصل از آزمون تجزیه و تحلیل کوواریانس چندمتغیری نشان داد بین گروه‌های مورد بررسی حداقل از لحاظ یکی از متغیرهای وابسته ترکیب بدنی (Weight, BMI, WC, HC, WHR, BFP) تفاوت معناداری وجود دارد. همچنین بین میانگین نمرات پس از آزمون BMI ( $F(3, 3) = 3/59, P = 0/024, \eta^2 = 0/24$ ), WC ( $F(3, 3) = 3/59, P = 0/024, \eta^2 = 0/24$ ), WHR ( $F(3, 3) = 11/21, P = 0/0001, \eta^2 = 0/5$ ), BFP ( $F(3, 3) = 11/21, P = 0/0001, \eta^2 = 0/25$ ) و ( $F(3, 3) = 11/21, P = 0/0001, \eta^2 = 0/5$ ) پس از حذف اثر پیش‌آزمون، در گروه‌های آزمایشی تفاوت معناداری وجود دارد. بنابراین معناداری ترکیب بدن درباره شاخص‌های BMI, WC, WHR و BFP تأیید می‌شود. به منظور مقایسه دوبه‌دوی میانگین نمرات پس از آزمون شاخص‌های ترکیب بدنی BMI, WC, WHR و BFP در چهار گروه تمرین و مکمل، تمرین و دارونما، مکمل و دارونما، پس از کنترل اثر پیش‌آزمون، از آزمون تعقیبی SIDAK استفاده شد. نتیجه آزمون تعقیبی SIDAK نشان داد BMI در گروه تمرین و دارونما به طور معناداری کمتر از گروه دارونماست ( $P < 0/05$ ). همچنین WC در هر سه گروه آزمایشی به طور معناداری کمتر از گروه دارونماست ( $P < 0/01$ ). نتایج حاکی از آن بود که WHR در گروه مکمل به طور معناداری کمتر از گروه دارونماست ( $P < 0/05$ ). همچنین BFP در هر سه گروه آزمایشی به طور معناداری کمتر از گروه دارونماست ( $P < 0/05$  و  $P < 0/01$ ). روی هم رفته اقدامات صورت گرفته در گروه‌های آزمایشی به کاهش شاخص‌های BMI, WC, WHR و BFP منجر شده است. در شاخص‌های BMI و BFP گروه تمرین و دارونما و در شاخص‌های WC و WHR نیز گروه مکمل عملکرد مطلوب‌تری داشتند، اما این تفاوت‌ها از نظر آماری معنادار نبود و همه گروه‌های آزمایشی صرفاً نمره مطلوب‌تری در شاخص‌های مذکور نسبت به گروه کنترل (دارونما) نشان دادند.

**روش‌های آزمایشگاهی:** برای اندازه‌گیری متغیرهای بیوشیمیایی، نمونه‌های خونی پیش‌آزمون پس از ۱۲ ساعت ناشتایی و نمونه‌های پس‌آزمون بعد از ۴۸ ساعت از آخرین جلسه تمرینی گرفته شد. ۵ سی‌سی خون از ورید بازویی گرفته شد. نمونه‌های سرم با سانتریفیوژ در ۲۵۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه دمای اتاق از خون کامل جدا شدند. FBS و نیمرخ لیپیدی (کلسترول تام، تری‌گلیسیرید، LDL، HDL) در روز نمونه‌گیری بررسی شد. غلظت FBS به روش آنزیمی با استفاده از اتوانالایزر Abbot مدل 300 USA ACLYON و اندازه‌گیری نیمرخ لیپیدی با کیت شرکت پارس‌آزمون (تهران، ایران) با حساسیت ۱ میلی‌گرم در دسی‌لیتر و روش آنزیمی انجام گرفت.

**تحلیل آماری:** ابتدا به منظور بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیروویلک استفاده شد. با توجه به طبیعی بودن داده‌ها به منظور اثر مداخلات از آزمون تجزیه و تحلیل کوواریانس چندمتغیری و تک‌متغیری و آزمون تعقیبی SIDAK استفاده شد. همه آزمون‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS ۲۶ انجام گرفت و سطح معناداری ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

### نتایج

یافته‌های حاصل از آزمون تجزیه و تحلیل کوواریانس چندمتغیری نشان داد که بین گروه‌های مورد بررسی از لحاظ هیچ‌یک از متغیرهای وابسته نیمرخ لیپیدی، TC ( $P = 0/332$ ), TG ( $P = 0/928$ ), HDL ( $P = 0/86$ ), LDL ( $P = 0/393$ ) پس از شش هفته تمرین و مصرف مکمل، تفاوت معناداری وجود ندارد ( $P > 0/05$ ). همچنین نتایج حاصل از آزمون تجزیه و تحلیل کوواریانس تک‌متغیری نشان داد بین میانگین نمرات پس‌آزمون قند خون (FBS)، پس از حذف اثر پیش‌آزمون، در گروه‌های آزمایشی تفاوت معناداری وجود ندارد ( $P = 0/054$ ). تغییرات آنزیم‌تریکی در مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون، پس از

جدول ۲. شاخص‌های توصیفی متغیرهای وزن و شاخص توده بدنی در مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون به تفکیک

متغیر	گروه	تمرین HIIT و سیاه‌دانه	تمرین HIIT و دارونما	سیاه‌دانه	کنترل (دارونما)
شاخص توده بدن	پیش‌آزمون	۲۹/۲۳ ± ۰/۲۱	۲۸/۳۹ ± ۰/۸۸	۲۸/۷۶ ± ۰/۶	۲۸/۴۳ ± ۱/۰۳
(کیلوگرم بر مترمربع)	پس‌آزمون	۲۸/۹۱ ± ۰/۳۴	۲۷/۷۷ ± ۰/۷۸	۲۸/۳۷ ± ۰/۴۸	۲۸/۳۸ ± ۱/۲۳
دور کمر	پیش‌آزمون	۹۱/۱ ± ۵/۵۵	۸۷/۶۶ ± ۳/۷	۷/۰۶ ± ۹۰/۹۱	۸۷/۱۶ ± ۷/۵۱
(سانتی‌متر)	پس‌آزمون	۸۸/۵ ± ۵/۴	۸۵ ± ۳/۶۷	۸۷/۴۱ ± ۶/۱۸	۸۶/۸۳ ± ۷/۶۹
دور لگن	پیش‌آزمون	۱۰۸/۳ ± ۴/۵۹	۱۰۶/۴۴ ± ۳/۱۲	۱۰۵/۴۱ ± ۵/۳۶	۱۰۶ ± ۴/۴۸
(سانتی‌متر)	پس‌آزمون	۱۰۶/۶ ± ۵/۰۱	۱۰۴/۸۸ ± ۲/۶۳	۱۰۳ ± ۶/۶۱	۱۰۵/۶۶ ± ۴/۵۶
نسبت دور کمر به لگن	پیش‌آزمون	۰/۸۴ ± ۰/۰۵	۰/۸۲ ± ۰/۰۴	۰/۸۶ ± ۰/۰۵	۰/۸۲ ± ۰/۰۵
	پس‌آزمون	۰/۸۲ ± ۰/۰۴	۰/۸ ± ۰/۰۴	۰/۸۴ ± ۰/۰۵	۰/۸۱ ± ۰/۰۵
درصد چربی	پیش‌آزمون	۳۰/۸۸ ± ۳/۹۳	۳۰/۴۸ ± ۴/۵۹	۳۰/۰۷ ± ۵/۲۴	۳۱/۱۸ ± ۳/۹۵
(%)	پس‌آزمون	۲۸/۴۵ ± ۲/۷۴	۲۷/۶۱ ± ۳/۳۴	۲۸/۵۱ ± ۴/۴۲	۳۰/۸۴ ± ۴/۱۱

### بحث و نتیجه‌گیری

و قلب و عروق در جمعیت مسن است. لوسا روسومانندو و همکاران (۲۰۲۰) (۲۳) در تحقیقی نشان دادند شش هفته HIIT، با کاهش زمان تمرین (۴۰ در مقابل ۶۰ دقیقه) / جلسه و حجم تمرین / هفته، VO<sub>2</sub>max را بهبود می‌بخشد و درصد توده چربی را به‌طور مؤثرتری نسبت به MICT کاهش می‌دهد. شاخص‌های ترکیب بدن از عوامل خطر شایان توجه برای دیابت شیرین، بیماری‌های قلبی-عروقی و مرگ‌ومیر کلی در بین افراد چاق است (۲۴). با توجه به این مسئله می‌توان نتیجه گرفت که مداخله سیاه‌دانه امکان کاهش خطر ابتلا به دیابت و بیماری‌های قلبی عروقی را دارد. تیموکوئینون از مهم‌ترین مواد سازنده فعال زیستی بذرها سیاه‌دانه است و بسیاری از پژوهش‌ها نشان داده‌اند که این ماده مسئول فعالیت‌های ضد اکسایشی و ضد التهابی سیاه‌دانه است (۲۵). در بسیاری از تحقیقات، فرض بر این بود که اثر کاهنده چربی خون سیاه‌دانه با خواص ضد اکسایشی آن، به‌طور عمده تیموکوئینون، همراه است که موجب کاهش پراکسیداسیون لیپید و بهبود سوخت‌وساز چربی می‌شود (۲۶). سازوکار کاهش وزن و کاهش توده چربی بدن از طریق HIIT کاملاً مشخص نیست، ولی به‌نظر می‌رسد این نوع ورزش با افزایش سوخت‌وساز و حفظ آن در سطوح بالا تا ۲۴ تا ۴۸ ساعت پس از ورزش، حساسیت به انسولین را افزایش می‌دهد. در حقیقت، افزایش سطح هورمون‌های رشد و کاتکولامین‌ها (دلایل اصلی سوزاندن چربی) و کاهش اشتها پس از ورزش موجب کاهش وزن و چربی بدن می‌شود. طی

نتایج نشان داد که انجام شش هفته تمرین تناوبی شدید به‌همراه مصرف سیاه‌دانه موجب کاهش مقادیر شاخص توده بدن، دور کمر، نسبت دور کمر به لگن و درصد چربی بدن شد. صفی و همکاران (۲۰۲۱) (۱۹) گزارش کردند که مصرف روزانه ۲۰۰۰ میلی‌گرم روغن سیاه‌دانه تأثیر معناداری در شاخص‌های تن‌سنجی و ترکیب بدن، از جمله وزن بدن (BW)، BMI، WC، BFP دارد. به‌نظر می‌رسد تمرین HIIT و مکمل سیاه‌دانه به‌عنوان یک درمان کمکی ایمن برای درمان چاقی در زنان بزرگسال استفاده شود. موسوی (۲۰۱۸) (۲۰) در بررسی سامان‌یافته و فراتحلیلی، اثر ضد چاقی سیاه‌دانه را بررسی و گزارش کردند که مداخله سیاه‌دانه تأثیر زیادی در کاهش BMI، WC داشته است. ال‌کاتانی و همکاران (۲۰۱۴) (۲۱) نشان دادند که مداخلات HIIT به کاهش گرسنگی و تمایل به غذا خوردن در افراد چاق کمک می‌کند. جالب‌تر اینکه، نتایج آن‌ها نشان‌دهنده کاهش مصرف غذا با کاهش مصرف چربی ۱۶ درصدی پس از مداخله HIIT است، درحالی‌که این دریافت چربی در پی مداخله با شدت متوسط ۳۸ درصد افزایش یافت (۲۱). تحقیقات بیشتری برای درک بهتر تأثیرات دقیق HIIT در هر دو طرف تعادل انرژی و بهینه‌سازی نقش آن به‌عنوان راهبرد کاهش وزن ضروری است. گارسیا و همکاران (۲۰۲۰) (۲۲) در تحقیقی نشان دادند تمرین با شدت زیاد روش مؤثری در بهبود ترکیب بدن و شاخص‌های سلامت متابولیک

همکاران (۲۰۱۱) تأثیرات روغن سیاه دانه را در کاهش قند خون داوطلبان سالم نشان دادند (۳۵). تجویز روزانه ۵ میلی لیتر روغن سیاه دانه به افراد سالم به مدت دو ماه کاهش چشمگیری در مقدار قند خون ناشتا و سطح HbA1c، بدون هیچ گونه عوارض جانبی دارد. این یافته ها با یافته های پژوهش حاضر ناهمبوست. به نظر می رسد اختلاف در مدت زمان قرارداد مطالعه و دوز مصرفی سیاه دانه از دلایل این نتایج باشد. نهاردین (۲۰۲۰) (۳۶)، در مطالعه ای ۱۰ روز رژیم کم کالری و تمرین تناوبی شدید روی مردان سالم نشان دادند که اثر هم افزایی کمبود کالری و تمرین تناوبی شدید می تواند HDL پلاسما را افزایش و TG را کاهش دهد. سازوکار اثر مکمل سیاه دانه در نیمرخ های چربی احتمالاً به دلیل تأثیر فلاونوئیدهای کاهش دهنده چربی خون است. به نظر می رسد فلاونوئیدها با افزایش گیرنده های LDL-c در کبد و همچنین اتصال به آپولیپوپروتئین B، فعالیت کاهش چربی خون را افزایش می دهند، در نتیجه توانایی کبد برای ریشه کن کردن LDL-C از خون افزایش می یابد (۳۲). هایس و همکاران (۲۰۲۰) (۳۷) گزارش کردند که ۱۲ هفته تمرین HIIT می تواند موجب بهبود اندکی در گلوکز ناشتا، انسولین در مردان مسن کم تحرک شود (برای نمونه دیابت، گلوکز ناشتا و قند خون). کاظم زاده و همکاران (۲۰۱۶) (۳۸) گزارش کردند هشت هفته تمرین HIIT روشی مناسب به منظور بهبود حساسیت به انسولین و چربی است. بوکان (۲۰۱۱) (۳۹) یک برنامه HIIT را در ۴۷ پسر و ۱۰ دختر آزمایش و آن را با یک برنامه مداوم با شدت متوسط و یک گروه کنترل مقایسه کرد. آن ها هیچ تغییری در سطح HDL، LDL و تری گلیسیرید گزارش نکردند. با این حال، تحقیق دیگری که توسط همان گروه از نویسندگان انجام گرفت، گزارش داد که شرکت کنندگان بدون هیچ گونه تغییر در رژیم مداخله HIIT، حتی افزایش LDL و کلسترول تام را نشان دادند. زارع قدسی (۲۰۱۶) (۴۰) در پژوهش روی زنان غیرفعال سالم نشان داد که HIIT به طور معناداری موجب کاهش وزن، درصد چربی بدن، دور کمر، دور شکم و دور سینه آزمودنی ها شد، در حالی که تغییر زیادی در بقیه شاخص های آنترپومتریک مشاهده نشد. همچنین نشان داد که این تمرین با کاهش معنادار سطح گلوکز خون ناشتا، کلسترول، LDL، نسبت HDL/کلسترول، شاخص های سرمی آزمودنی ها را به طور چشمگیری تغییر

تمرین HIIT افزایش هورمون هایی مانند کاتکولامین ها، رشد و کورتیزول مشاهده شده است. به احتمال زیاد این هورمون ها، به ویژه کاتکولامین ها، گیرنده های بتا آدرنرژیک در بافت چربی دارند که لیپولیز را تحریک می کنند و اکسایش لیپید را افزایش می دهند (۲۷). افزایش فعالیت  $\beta$ -هیدروکسی کوآنزیم A دهیدروژناز، که آنزیم مهمی در تنظیم اکسایش چربی است، ناشی از تمرین نشان داده شده است (۲۸). یکی دیگر از سازوکارهای احتمالی کاهش اشتها پس از تمرین، ممکن است به دلیل تولید فاکتور آزادکننده کورتیکوتروپین (CRF) باشد که پیتیدی با تأثیرات بی اشتها می باشد (۲۹). نتایج پژوهش حاضر نشان داد که شش هفته تمرین تناوبی شدید به همراه مکمل دهی سیاه دانه بر نیمرخ لیپیدی و قند خون زنان جوان دارای اضافه وزن تأثیر معناداری ندارد. تاکنون تحقیقی که اثر همزمان تمرین و مکمل را بر نیمرخ لیپیدی و قند خون ناشتا بسنجد، یافت نشده است، ولی تحقیقاتی در زمینه تأثیر تمرین و مکمل به صورت منفرد انجام گرفته است. در میان پژوهش های انجام گرفته، فرزانه و همکاران (۲۰۱۴) (۳۰) نشان دادند که استفاده از مکمل پودر سیاه دانه همزمان با تمرینات هوازی موجب کاهش TG، LDL، TC و افزایش HDL در زنان دارای اضافه وزن پس از هشت هفته می شود. حلاج زاده و همکاران (۲۰۲۰) (۳۱) در تحقیق فراتحلیل تأثیرات مفید سیاه دانه را روی گلوکز ناشتا، HbA1c، تری گلیسیرید، VLDL و سطح کلسترول کل، LDL نشان دادند. سازوکار اثر مکمل سیاه دانه در نیمرخ های چربی احتمالاً به دلیل تأثیر فلاونوئیدهای کاهش دهنده چربی خون است. به نظر می رسد که فلاونوئیدها با افزایش گیرنده های LDL-c در کبد و همچنین اتصال به آپولیپوپروتئین B، فعالیت کاهش چربی خون را افزایش می دهند، در نتیجه توانایی کبد برای ریشه کن کردن LDL-C از خون افزایش می یابد (۳۲). یافته های این پژوهش ها با پژوهش حاضر ناهمبوست. ابراهیم و همکاران (۲۰۱۴) (۳۳) نشان دادند که درمان با پودر سیاه دانه در کنار کاهش قند خون و بهبود نیمرخ لیپیدی، سبب کاهش وزن هم می شود. امینی و همکاران (۲۰۱۱) (۳۴) گزارش کردند مصرف خوراکی روغن سیاه دانه در افراد داوطلب سالم موجب کاهش سطوح کلسترول تام، LDL، تری گلیسیرید، گلوکز خون ناشتا و هموگلوبین گلیکوزیله می شود. محتشمی و



## منابع

- Moradi A, Hosseini SA, Nikbakht M. Effect of Swimming Training and Crocin Consumption on Intrinsic Apoptosis Pathway in Muscle Tissue of High-Fat Diet-induced Obese Rats. *Middle East Journal of Rehabilitation and Health Studies*. 2019;6(3).
  - AlSaraj F, McDermott J, Cawood T, McAteer S, Ali M, Tormey W, et al. Prevalence of the metabolic syndrome in patients with diabetes mellitus. *Irish journal of medical science*. 2009;178(3):309-13.
  - Wang P, Su Z, Yuan W, Deng G, Li S. Phytochemical constituents and pharmacological activities of *Eryngium L.* (Apiaceae). 2012.
  - Ahmad A, Husain A, Mujeeb M, Khan SA, Najmi AK, Siddique NA, et al. A review on therapeutic potential of *Nigella sativa*: A miracle herb. *Asian Pacific journal of tropical biomedicine*. 2013;3:337-52.
  - Sabzghabae AM, Dianatkah M, Sarrafzadegan N, Asgary S, Ghannadi A. Clinical evaluation of *Nigella sativa* seeds for the treatment of hyperlipidemia: a randomized, placebo controlled clinical trial. *Med Arch*. 2012;66(3):198-200.
  - Abdullah O B, Basil A A, Saleh A S. Effect of oral ingestion of *Nigella sativa* seeds on some blood parameters. 1997.
  - Ibraheim Z. Effect of *Nigella sativa* seeds and total oil on some blood parameters in female volunteers. *Saudi Pharmaceutical Journal*. 2002;10(1):54-9. 1
  - Bamosa A, Ali BA, Sowayan S. Effect of oral ingestion *Nigella sativa* seeds on some blood parameters. *Saudi Pharmaceutical Journal*. 1997;5:126-9.
  - Vednarayanan MS, Krishnan N. Ayurvedic formulation of Liv-Pro-08 reduces nonalcoholic fatty liver disease in rats fed with high-fat diet. *Journal of Acupuncture and Meridian Studies*. 2011;4(4):236-41.
  - Agbaria R, Gabarin A, Dahan A, Ben-Shabat S. Anticancer activity of *Nigella sativa* (black seed) and its relationship with the thermal processing and quinone composition of the seed. *Drug design, development and therapy*. 2015;9:3119.
  - Le P, Benhaddou-Andaloussi A, Elimadi A, Settaf A, Cherrah Y, Haddad P. The petroleum ether extracts of *Nigella sativa* seeds exert insulin sensitizing and lipid lowering action in rats. *Journal of Ethnopharmacology*. 2004;94(2-3):251-9.
  - Akova A, Ustun G. Activity and adsorption of lipase from *Nigella sativa* seeds on Celite at different pH values. *Biotechnology Letters*. 2000;22(5):355-9.
  - Schmitt A, Maurus I, Rossner MJ, Röh A, Lembeck M, von Wilmsdorff M, et al. Effects of aerobic exercise on metabolic syndrome, cardiorespiratory fitness, and symptoms in schizophrenia include decreased mortality. *Frontiers in psychiatry*. 2018;9:690.
- داد. افزون بر این، سطح HDL سرم را به طور شایان توجهی افزایش داد و تغییر معناداری در سطح تری گلیسیرید سرم مشاهده نشد. مرده خمسی (۲۰۱۸) (۴۱) در پژوهشی ۱۲ هفته‌ای نشان داد HIIT به بهبود ترکیب بدن و نیمرخ لیپیدی و قند خون در جوانان دارای اضافه وزن و چاق بی‌تحرک منجر می‌شود. افزایش فعالیت لیپوپروتئین لیپاز در حین ورزش می‌تواند از دلایل مولکولی افزایش HDL باشد و سازوکار ممکن دیگر برای بهبود نیمرخ لیپیدی می‌تواند فعال‌سازی گیرنده‌های فعال‌شده توسط پروتئولیز پراکسی زوم (PPAR) و گیرنده‌های گامای فعال‌کننده تکثیر پروکسی زوم باشد (PGC1- $\alpha$ ) (۴۲). با توجه به نتایج پژوهش حاضر و تحقیقات گذشته، از محدودیت‌های این تحقیق می‌توان به عدم کنترل رژیم غذایی افراد اشاره کرد. پیشنهاد می‌شود روش‌های مختلف HIIT به همراه مقادیر بیشتر سیاه‌دانه در مداخلات بلندمدت بر نیمرخ لیپیدی و حساسیت به انسولین با کنترل دقیق رژیم غذایی در افراد مبتلا به دیابت مطالعه و بررسی شود.
- به نظر می‌رسد تمرین تناوبی شدید و سیاه‌دانه می‌تواند موجب بهبود ترکیب بدن شود. بر همین اساس می‌توان نتیجه گرفت که تمرین تناوبی شدید و همچنین سیاه‌دانه به عنوان داروی گیاهی می‌توانند روش غیرتهاجمی در بهبود ترکیب بدن افراد دارای اضافه وزن و چاق باشند.

## حامی / حامیان مالی

این پژوهش با هزینه شخصی انجام گرفته است و هیچ حامی مالی ندارد.

## مشارکت نویسندگان

در این مقاله س.ع به عنوان دانشجو و س.م.آ به عنوان استاد راهنما حضور داشتند.

## تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌کنند که در تحقیق حاضر هیچ‌گونه تضاد منافع وجود ندارد.

## تشکر و قدردانی

از تمامی آزمودنی‌هایی که در این پژوهش شرکت کردند و مدیریت محترم آزمایشگاه جهاد دانشگاهی نیشابور که هماهنگی لازم برای انجام آزمایش‌ها را انجام دادند، تشکر و قدردانی می‌شود.

- nal of Functional Morphology and Kinesiology. 2020;5(2):41.
24. Namazi N, Mahdavi R, Alizadeh M, Farajnia S. Oxidative stress responses to *Nigella sativa* oil concurrent with a low-calorie diet in obese women: A randomized, double-blind controlled clinical trial. *Phytotherapy Research*. 2015;29(11):1722-8.
  25. Fallah Huseini H, Amini M, Mohtashami R, Ghamarchehre M, Sadeqhi Z, Kianbakht S, et al. Blood pressure lowering effect of *Nigella sativa* L. seed oil in healthy volunteers: A randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial. *Phytotherapy Research*. 2013;27(12):1849-53.
  26. Asgary S, Sahebkar A, Goli-Malekabadi N. Ameliorative effects of *Nigella sativa* on dyslipidemia. *Journal of endocrinological investigation*. 2015;38(10):1039-46.
  27. Tjønnå AE, Stølen TO, Bye A, Volden M, Slørdahl SA, Ødegård R, et al. Aerobic interval training reduces cardiovascular risk factors more than a multitreatment approach in overweight adolescents. *Clinical science*. 2009;116(4):317-26.
  28. Limbaugh JD, Wimer GS, Long LH, Baird WH. Body fatness, body core temperature, and heat loss during moderate-intensity exercise. *Aviation, space, and environmental medicine*. 2013;84(11):1153-8.
  29. Bilski J, Teległów A, Zahradnik-Bilska J, Dembiński A, Warzecha Z. Effects of exercise on appetite and food intake regulation. *Medicina Sportiva*. 2009;13(2).
  30. Farzaneh E, Nia FR, Mehrtash M, Mirmoeini FS, Jalilvand M. The effects of 8-week *Nigella sativa* supplementation and aerobic training on lipid profile and VO<sub>2</sub> max in sedentary overweight females. *International journal of preventive medicine*. 2014;5(2):210.
  31. Hallajzadeh J, Milajerdi A, Mobini M, Amirani E, Azizi S, Nikkha E, et al. Effects of *Nigella sativa* on glycemic control, lipid profiles, and biomarkers of inflammatory and oxidative stress: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled clinical trials. *Phytotherapy Research*. 2020;34(10):2586-608.
  32. Ghosheh OA, Houdi AA, Crooks PA. High performance liquid chromatographic analysis of the pharmacologically active quinones and related compounds in the oil of the black seed (*Nigella sativa* L.). *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis*. 1999;19(5):757-62.
  33. Ibrahim RM, Hamdan NS, Mahmud R, Imam MU, Saini SM, Abd Rashid SN, et al. A randomised controlled trial on hypolipidemic effects of *Nigella Sativa* seeds powder in menopausal women. *Journal of translational medicine*. 2014;12(1):1-7.
  34. Amini M, Fallah Huseini H, Mohtashami R, Whyte LJ, Gill JM, Cathcart AJ. Effect of 2 weeks of sprint interval training on health-related outcomes in sedentary overweight/obese men. *Metabolism*. 2010;59(10):1421-8.
  15. Cassidy S, Thoma C, Houghton D, Trenell MI. High-intensity interval training: a review of its impact on glucose control and cardiometabolic health. *Diabetologia*. 2017;60(1):7-23.
  16. Vakili J, Amirsasan R, Nourmohammadi O. The effect of four weeks HIIT training with ginseng supplementation on aerobic, anaerobic powers and body composition of Overweight and obese females. *Physiology of Exercise and Physical Activity*. 2019;12(2):45-54.
  17. Murawska-Cialowicz E, Wolanski P, Zuwała-Jagiello J, Feito Y, Petr M, Kokštejn J, et al. Effect of HIIT with Tabata Protocol on Serum Irisin, Physical Performance, and Body Composition in Men. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020;17(10):3589.
  18. Rashidmayvan M, Mohammadshahi M, Seyedian SS, Haghhighizadeh MH. The effect of *Nigella sativa* oil on serum levels of inflammatory markers, liver enzymes, lipid profile, insulin and fasting blood sugar in patients with non-alcoholic fatty liver. *Journal of Diabetes & Metabolic Disorders*. 2019;18(2):453-9.
  19. Safi S, Razmpoosh E, Fallahzadeh H, Mazaheri M, Abdollahi N, Nazari M, et al. The effect of *Nigella sativa* on appetite, anthropometric and body composition indices among overweight and obese women: A crossover, double-blind, placebo-controlled, randomized clinical trial. *Complementary Therapies in Medicine*. 2021;57:102653.
  20. Mousavi SM, Sheikhi A, Varkaneh HK, Zarezadeh M, Rahmani J, Milajerdi A. Effect of *Nigella sativa* supplementation on obesity indices: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Complementary therapies in medicine*. 2018;38:48-57.
  21. Alkahtani SA, Byrne NM, Hills AP, King NA. Interval training intensity affects energy intake compensation in obese men. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*. 2014;24(6):595-604.
  22. García JDJ, Almazán AA, Contreras FH, Diaz DC, Cuadros RF, Amat AM. Role of the exercise of high intensity intervals (HIIT) in health in the older adults: A systematic review of randomized clinical trials. *European Journal of Health Research:(EJHR)*. 2020;6(1):51-64.
  23. Russomando L, Bono V, Mancini A, Terracciano A, Cozzolino F, Imperlini E, et al. The Effects of Short-Term High-Intensity Interval Training and Moderate Intensity Continuous Training on Body Fat Percentage, Abdominal Circumference, BMI and VO<sub>2</sub>max in Overweight Subjects. *Jour-*

39. Buchan DS, Ollis S, Young JD, Cooper S-M, Shield JP, Baker JS. High intensity interval running enhances measures of physical fitness but not metabolic measures of cardiovascular disease risk in healthy adolescents. *BMC public health*. 2013;13(1):1-12.
40. Zaer Ghodsi N, Zolfaghari MR, Fattah A. The impact of high intensity interval training on lipid profile, inflammatory markers and anthropometric parameters in inactive women. *Medical Laboratory Journal*. 2016;10(1):56-60.
41. Khammassi M, Ouerghi N, Hadj-Taieb S, Feki M, Thivel D, Bouassida A. Impact of a 12-week high-intensity interval training without caloric restriction on body composition and lipid profile in sedentary healthy overweight/obese youth. *Journal of exercise rehabilitation*. 2018;14(1):118.
42. Jane M-L, Ho C-C, Chen S-C, Huang Y-C, Lai C-H, Liaw Y-P. A Simple Method for Increasing High-Density Lipoprotein Cholesterol Levels: A Pilot Study of Combination Aerobic and Resistance Exercise Training. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 2012.
- Sadeqhi Z, Ghamarchehre M. Hypolipidemic effects of *Nigella sativa* L. seeds oil in healthy volunteers: a randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial. *Journal of Medicinal Plants*. 2011;10(40):133-8.
35. Mohtashami R, Amini M, Fallah Huseini H, Ghamarchehre M, Sadeqhi Z, Hajiagae R, et al. Blood glucose lowering effects of *Nigella sativa* L. seeds oil in healthy volunteers: a randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial. *Journal of Medicinal plants*. 2011;10(39):90-4.
36. Naharudin MN, Yusof A. The effect of 10 days of energy-deficit diet and high-intensity exercise training on the plasma high-density-lipoprotein (HDL) level among healthy collegiate males. *European Journal of Sport Science*. 2021:1-10.
37. Hayes LD, Herbert P, Sculthorpe N, Grace F. High intensity interval training (HIIT) produces small improvements in fasting glucose, insulin, and insulin resistance in sedentary older men but not masters athletes. *Experimental Gerontology*. 2020;140:111074.
38. Kazemzadeh Y, Banaeifar A, Shirvani H, Gharaat A. The effect of high intensity interval training HIIT on body composition, lipid profile and insulin sensitivity in overweight young men. 2016.