

2024 (Winter), 1 (1): 39-46  
DOR:

Received: 2024/2/14  
Accepted: 2024/3/16

Journal of Physiology of Training and Sports Injuries  
([PTSIJournal@gmail.com](mailto:PTSIJournal@gmail.com))  
<https://sanad.iau.ir/journal/eps>

## The interaction of interval training and whey protein on the ratio of testosterone to cortisol

Zia Abdullah Karim Al-Shammari<sup>1,2</sup>, Abdul Ali Banaeifar<sup>3</sup>, Ardeshir Zafari<sup>4</sup>, Sajjad Arshadi<sup>5</sup>

1. Master of Sports Physiology, Ministry of Education and Development, Baghdad, Iraq.
2. Master of Sports Physiology, Faculty of Sports Sciences, Department of Sports Physiology, South Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
3. Associate Professor, Faculty of Sports Sciences, Department of Exercise Physiology, South Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. Corresponding Author: [alibanaeifar@yahoo.com](mailto:alibanaeifar@yahoo.com)
4. Assistant Professor, Faculty of Human Sciences and Arts, Department of Sports Sciences, Zanjan Branch, Islamic Azad University, Zanjan, Iran.
5. Assistant Professor, Faculty of Sports Sciences, Department of Exercise Physiology, South Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

### Abstract:

The present study was conducted with the aim of determining the effect of 8 weeks of interval training combined with whey protein consumption on the serum levels of testosterone, cortisol and the ratio of testosterone to cortisol in young non-athletes.

In this semi-experimental study, 48 young non-athletes between the ages of 18 and 24 were randomly divided into four groups of 12: control group (no intervention); supplement (whey protein); Interval training and combined group (interval training + whey protein) were included. After measuring the anthropometric indicators, the subjects in all 4 groups were present in the laboratory environment after 10 to 12 hours of overnight starvation (fasting) and after 15 minutes of rest, 5 cc of blood from the brachial vein between 7 o'clock and it was taken from them at 8 am. Blood sampling was taken to measure testosterone and cortisol and calculate the ratio of testosterone to cortisol (pre-test). Then the aforementioned interventions were performed on the studied groups for a period of 8 weeks. Finally, 48 hours after the last training session, blood sampling was done again (fasting) to measure dependent variables (post-test). Also, anthropometric indices were measured after the intervention in all groups.

Data analysis by ANCOVA revealed that compared to the control group, interval training combined with whey protein consumption increased testosterone and the ratio of testosterone to cortisol and decreased cortisol in the combined group compared to the control group. Also, the implementation of aerobic exercises combined with the consumption of Selenium Plus improved the mentioned variables compared to the application of each of them alone.

In a summary, based on the available findings, it is concluded that the implementation of interval training combined with the consumption of whey protein is associated with more anabolic effects than the application of each of them alone in non-athletic men. However, further understanding of the mechanisms responsible for the anabolic effect of interval training and whey protein requires further studies in this field.

**Keywords:** Interval training, Whey protein, Metabolism, Testosterone, Cortisol.

**How to Cite:** Abdullah Karim Al-Shammari, Z., Banaeifar, A.A., Zafari, A., Arshadi, S. (2024). The interaction of interval training and whey protein on the ratio of testosterone to cortisol. Journal of Physiology of Training and Sports Injuries, 1(1):39-46. [Persian].

## تعامل تمرین تناوبی و پروتئین وی بر نسبت تستوسترون به کورتیزول

دوره ۱ - شماره ۱  
زمستان ۱۴۰۲ - صص: ۳۹-۴۶

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۱/۲۵  
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۲۶

ضیاء عبدالله کریم الشماری<sup>۱</sup>، عبدالعلی بنائی فر<sup>۲</sup>، اردشیر ظفری<sup>۴</sup>، سجاد ارشدی<sup>۵</sup>

۱. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزش، دبیر تربیت بدنی، وزارت آموزش و پرورش، بغداد، عراق.

۲. کارشناس ارشد، دانشکده علوم ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۳. دانشیار، دانشکده علوم ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. نویسنده مسئول:

[alibanaeifar@yahoo.com](mailto:alibanaeifar@yahoo.com)

۴. استادیار، دانشکده علوم انسانی و هنر، گروه علوم ورزشی، واحد زنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، زنجان، ایران.

۵. استادیار، دانشکده علوم ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

### چکیده:

اگرچه مکانیسم اثر پروتئین ها یا مکمل های پروتئینی نظیر پروتئین وی بر فرایند سنتز پروتئین عضلانی در خلال یا متعاقب تمرینات ورزشی مشابه است، اما سوال اینجاست که آیا مکمل سازی پروتئین وی به عنوان یک مکمل پروتئینی مهم در روزهای پس از فعالیت مقاومتی شدید توسط افراد غیر ورزشکار قادر به تغییر یا بهبود نسبت تستوسترون بر کورتیزول است.

مطالعه حاضر با هدف تعیین تعامل هشت هفته تمرین تناوبی توام با مصرف پروتئین وی بر نسبت تستوسترون به کورتیزول در مردان جوان غیر ورزشکار انجام گرفت. در این مطالعه نیمه تجربی، ۴۸ مرد جوان غیر ورزشکار به شیوه تصادفی در چهار گروه ۱۲ نفری کنترل، پروتئین وی، تمرین تناوبی و ترکیبی قرار گرفتند. پس از اندازه گیری شاخص های آنترپومتریکی، از آزمودنی ها، بعد از ۱۰ تا ۱۲ ساعت ناشتایی و ۱۵ دقیقه استراحت، مقدار ۵ سی سی خون از ورید بازویی چپ جهت اندازه گیری تستوسترون و کورتیزول گرفته شد. مداخله های مذکور برای مدت ۸ هفته روی گروه های مورد مطالعه انجام گرفت.

آنالیز داده ها توسط آزمون آنکوا آشکار نمود که در مقایسه با گروه کنترل، تمرینات تناوبی توام با مصرف پروتئین وی به افزایش نسبت تستوسترون به کورتیزول در گروه ترکیبی نسبت به گروه کنترل منجر شد. اجرای تمرینات تناوبی توام با مصرف پروتئین وی با اثرات آنابولیکی بیشتری نسبت به اثر هر یک از آنها به تنهایی در مردان جوان غیر ورزشکار همراه است. با این وجود، درک بیشتر مکانیسم های عهده دار اثر آنابولیکی تمرینات تناوبی و پروتئین وی نیازمند مطالعات بیشتر است.

**واژگان کلیدی:** تمرینات تناوبی، پروتئین وی، متابولیسم، تستوسترون، کورتیزول.

**شیوه استناددهی:** عبدالله کریم الشماری، ضیاء؛ بنائی فر، عبدالعلی؛ ظفری، اردشیر و ارشدی، سجاد. تعامل تمرین تناوبی و پروتئین وی بر نسبت تستوسترون به کورتیزول. فصلنامه فیزیولوژی تمرین و آسیب های ورزشی، زمستان ۱۴۰۲، (۱): ۳۹-۴۶.

فصلنامه فیزیولوژی تمرین و آسیب های ورزشی؛ زمستان ۱۴۰۲، (۱).

## ۱. مقدمه

به ویژه مکمل های پروتئینی ارزیابی نموده اند. پروتئین وی به عنوان یک مکمل پروتئینی سرشار از اسیدهای آمینه شاخه دار با اثرات آنابولیکی شناخته شده مطرح است؛ به طوری که هر ۱۰۰ گرم از این پروتئین حاوی ۴۵ تا ۵۵ گرم اسیدهای آمینه ضروری است. پروتئین وی از مهمترین مکمل های پروتئینی کامل و زود اثر با ارزش های بیولوژیکی ۱۰۴ تا ۱۴۹ اسید آمینه مورد نیاز ورزشکاران در رشته های مختلف ورزشی است که به منظور افزایش حجم عضلانی توصیه می شوند. ظرفیت بالای اسیدهای آمینه شاخه دار در پروتئین وی (۱۰ گرم در ۱۰۰ گرم پروتئین) یک مزیت کاملاً ارزشمند جهت تحریک آنابولیسم پروتئین است. پروتئین وی به تنهایی سنتز پروتئین عضلانی را تحریک می کند. لوسین که یکی از اجزاء یا فرآورده های اصلی پروتئین وی است از اهمیت ویژه ای در تسریع آنابولیسم عضله و تنظیم کلیدی مسیر رونویسی سنتز پروتئین عضله برخوردار می باشد؛ به طوری که به عنوان یکی از اسیدهای آمینه شاخه دار کلیدی به ویژه در مسیر سنتز پروتئین ها، نقش مهمی را در جلوگیری از اتلاف پروتئین های عضلانی در شرایط کاتابولیسم و تجزیه پروتئین ها بازی می کند. همچنین استفاده از پروتئین وی و دیگر مکمل های پروتئینی با هدف افزایش عملکرد ورزشی و برگشت به حالت اولیه سریعتر پس از جلسات شدید ورزشی موثر انجام می گیرد [۱۷، ۱۸].

اگرچه مکانیسم اثر پروتئین ها یا مکمل های پروتئینی نظیر پروتئین وی بر فرایند سنتز پروتئین عضلانی در خلال یا متعاقب تمرینات ورزشی مشابه است؛ اما سوال این است که آیا مکمل سازی پروتئین وی به عنوان یکی از مهمترین مکمل های پروتئینی با ویژگی های مذکور در روزهای پس از یک جلسه فعالیت مقاومتی شدید توسط افراد غیر ورزشکار قادر به تغییر یا بهبود نسبت تستوسترون بر کورتیزول است. در خصوص تاثیر پروتئین وی بر سطوح کورتیزول و تستوسترون یا دیگر مولفه های هورمونی یافته ها به گونه ای ناهمگون هستند. به طوری که نلسون و همکاران (۲۰۱۳)، کاهش سطوح کورتیزول سرم را متعاقب تمرینات مقاومتی گزارش نموده اند و عدم تاثیر بر تستوسترون در دوچرخه سواران حرفه ای را در پاسخ به مصرف پروتئین وی گزارش نموده اند [۱۳]. از طرفی، حکیمی و همکاران (۲۰۱۵)، افزایش تستوسترون را در پاسخ به تمرینات استقامتی طولانی مدت همراه با مصرف پروتئین وی در افراد چاق گزارش نموده اند [۱۰]. با این وجود، اثر مکمل سازی پروتئین وی بر نسبت تستوسترون به کورتیزول در خلال تمرینات تناوبی در افراد آماتور گزارش نشده است. مطالعه حاضر با هدف تعیین اثر تمرینات تناوبی توأم با تستوسترون، کورتیزول و نسبت بین آنها به یک فعالیت مقاومتی شدید متعاقب یک دوره مکمل سازی پروتئین وی در مردان جوان غیر ورزشکار انجام گرفت.

## ۲. روش پژوهش

جامعه آماری مطالعه نیمه تجربی حاضر که با طرح پژوهشی پیش آزمون و پس آزمون اجرا شد، مردان جوان غیر ورزشکار در دامنه سنی ۱۸ تا ۲۴ سال بودند. افراد مورد مطالعه غیر سیگاری و غیر ورزشکار

در هنگام فعالیت ورزشی، بدن انسان باید به نیازهای فزاینده ای که بر آن تحمیل می شود پاسخ دهد. چنانچه تعادل انرژی به سمت منفی سوق یابد با تحلیل بدن و عضلات اسکلتی همراه خواهد شد. در طول یا متعاقب ورزش های مقاومتی یا قدرتی، نیاز عضله به پروتئین های مسئول سنتز عضله افزایش می یابد. هم سنتز و هم تجزیه پروتئین های عضله متعاقب بارکارهای مقاومتی و قدرتی در حال جریان است. اگر اجرای تمرینات بر پایه کسب قدرت و افزایش حجم عضلانی استوار است، باید نسبت بین سنتز و تجزیه عضلانی به سمت مثبت یعنی افزایش سنتز پروتئین عضله باشد. این امر بواسطه رژیم غذایی مناسب و غنی از پروتئین و با دخالت بسیاری از هورمون های متابولیکی میسر می شود. چنانچه نسبت بین هورمون های متابولیکی به نفع هورمون های مسئول سنتز عضله (تستوسترون) نسبت به هورمون های عهده دار تجزیه عضله (کورتیزول) باشد، شاهد افزایش سنتز عضله خواهیم بود [۷، ۱۱، ۱۴].

کورتیزول مهمترین گلوکوکورتیکوئید است که در پاسخ به محرک روانی و فیزیولوژیکی یا فیزیکی به طور عمده از قشر غدد فوق کلیوی و تا اندازه ای توسط سایر بافت های بدن نظیر عضلات، بافت چربی و کبد ترشح می شود. افزایش این هورمون با تجزیه پروتئین ها به اسیدهای آمینه در عضلات و هیدرولیز تری گلیسریدها به گلیسرول و اسیدهای چرب آزاد در بافت چربی همراه است و به طور کلی دارای نقش کاتابولیکی در عضلات اسکلتی می باشد [۸].

تستوسترون به عنوان خنثی کننده اثر متقابل کورتیزول هنگام فعالیت بدنی معرفی شده است. بین آن دسته از هورمون هایی که در پاسخ به ورزش مقاومتی شدید افزایش می یابند، تستوسترون به واسطه مسیرهای مستقیم یا غیر مستقیم با تاثیر بر سلول های هدف و ایجاد علائم آنابولیکی موثر، سنتز پروتئین های عضلانی را افزایش می دهد. اگر هورمون های مسئول تجزیه و هورمون های مسئول سنتز عضله متعاقب ورزش های مقاومتی یا قدرتی تغییر یابند و یا حتی یکی از آنها بدون تغییر حفظ شود این نسبت بین آنها است که معرف تغییرات در سنتز پروتئین یا حجم عضله است. در این میان، اگرچه نسبت تستوسترون به کورتیزول را از نشانه های تشخیص سندرم بیش تمرینی متعاقب فعالیت های شدید ورزشی معرفی نموده اند اما افزایش این نسبت به نوعی بیانگر سنتز عضله متعاقب اجرای ورزشی و به ویژه ورزش های مقاومتی و قدرتی نیز می باشد [۸]. به طور مثال، در یک مطالعه اخیر، اگرچه متعاقب هشت هفته تمرین مقاومتی سنگین، سطوح تستوسترون تغییر نکرد اما کورتیزول به میزان معنی داری کاهش یافت که نهایتاً با افزایش نسبت تستوسترون به کورتیزول همراه بود [۸]. در مطالعه دیگری روی زنان تمرین کرده، یک دوره تمرینات استقامتی-مقاومتی شدید به افزایش معنی دار تستوسترون و کاهش معنی دار کورتیزول منجر شد [۶].

جدا از پاسخ یا سازگاری این هورمون ها به تمرینات ورزشی، برخی مطالعات نیز تغییرات آنها را در پاسخ به مصرف مکمل های تغذیه ای و

۱۰ دقیقه با ۳۵۰۰ دور در دقیقه جهت جداسازی سرم سانتریفیوژ شدند و تا زمان اندازه گیری در دمای منفی ۸۰ درجه فریز شدند. تستوسترون سرم با روش الیزا (DRGdiagnostic Testosterone Eliza-EIA-1559) با استفاده از کیت آلمانی با ضریب تغییرات درون آزمون و برون آزمون ۴/۱۶ و ۹/۹۴ درصد اندازه گیری شد. کورتیزول سرم به روش الیزا (Gdiagnostic KS18EW) با استفاده از کیت انگلیسی با درجه حساسیت ۰/۵ نانوگرم بر میلی لیتر و ضریب تغییرات درون آزمون و برون آزمون ۶/۳ و ۹/۶ درصد اندازه گیری شد. شدت تمرین بر اساس نسبتی از ضربان قلب ذخیره برای هر آزمودنی توسط ضربان نگار پولار (ساخت کشور آمریکا) ثبت و کنترل شد. گروه تناوبی به مدت هشت هفته و هر هفته سه جلسه در تمرین شرکت کردند. هفته اول و دوم به صورت ۴ تکرار ۵ دقیقه ای با شدت ۶۰ تا ۷۰ درصد ضربان قلب ذخیره و استراحت فعال ۲ دقیقه ای بین تکرارها، هفته سوم نیز ۵ تکرار ۲ دقیقه ای با شدت ۷۵ تا ۸۰ درصد ضربان قلب ذخیره با استراحت فعال ۳/۳۰ دقیقه ای بین تکرارها، از هفته چهارم تا هشتم نیز ۷ تکرار ۲۰ ثانیه ای با شدت ۸۵ تا ۱۰۰ درصد ضربان قلب ذخیره با استراحت فعال ۱۲۰ ثانیه بین تکرارها اجرا شد. در پایان دوره تمرینی، اندازه گیری های آنترپومتریکی مشابه با پیش آزمون تکرار شد. همچنین ۴۸ ساعت پس از جلسه آخر تمرین، نمونه گیری خون مجدد (پس آزمون) در حالت ناشتا در آزمایشگاه انجام شد. از آزمودنی ها خواسته شد که ۴۸ ساعت قبل از هر دو نمونه گیری خون (پیش و پس آزمون) از اجرای فعالیت ورزشی شدید پرهیز نمایند. برای مقایسه داده بین گروه ها از آزمون آنکوا همراه با تست تعقیبی بونفرونی استفاده شد. از آزمون تی همبسته جهت تعیین تغییرات درون گروهی در هر گروه در سطح معناداری ( $P < 0.05$ ) در محیط نرم افزار SPSS نسخه ۲۲ استفاده شد.

### ۳. یافته ها

برای مقایسه سطوح پایه (پیش آزمون) شاخص های آنترپومتریکی بین گروه ها از آزمون آنوای یکسویه استفاده شد. بر پایه محاسبات آماری، تفاوت معنی داری در هر یک از شاخص های آنترپومتریکی بین گروه ها مشاهده نشد (جدول ۱). در جدول ۲ تغییرات درون گروهی شاخص های آنترپومتریکی در وضعیت پیش آزمون و پس آزمون بین گروه های مورد مطالعه بر اساس آزمون تی مستقل ارائه شده است.

هشت هفته تمرین تناوبی توام با مصرف پروتئین وی بر سطوح تستوسترون در مردان غیر ورزشکار تاثیر داشته و تفاوت معنی داری در تغییرات تستوسترون بین گروه های مورد مطالعه وجود داشت (جدول ۳). از طرفی، نتایج حاصل از آزمون تعقیبی بونفرونی (جدول ۴) آشکار نمود که در مقایسه با گروه کنترل، سطوح تستوسترون تنها در گروه ترکیبی به میزان معنی داری افزایش یافت. تفاوت معنی داری در سطوح کورتیزول بین گروه های مکمل و تناوبی مشاهده نشد. از طرفی، سطوح تستوسترون در گروه ترکیبی به میزان معنی داری نسبت به گروه تناوبی افزایش یافت. به عبارتی، مصرف پروتئین وی در خلال تمرینات تناوبی سطوح تستوسترون را به گروهی که تنها تمرینات تناوبی داشتند به

بودند، به طوری که در شش ماه گذشته در هیچ برنامه تمرینی شرکت نداشتند. عدم سابقه بیماری های مزمن نظیر بیماری های قلبی-عروقی، دیابت، بیماری های تنفسی و کلیوی و سایر بیماری های مزمن و همچنین ناهنجاری های حرکتی از معیارهای ورود به مطالعه بود. عدم شرکت مستمر در تمرینات تناوبی و همچنین عدم استفاده از پروتئین وی یا دارونما در طول تحقیق، مشاهده هر گونه اختلال متابولیکی و گوارشی که بواسطه مصرف مکمل در طول تحقیق ایجاد گردد و همچنین ایجاد هر گونه آسیب ناشی از تمرینات تناوبی که ادامه اجرای تمرینات را مشکل سازد نیز از معیارهای خروج از تحقیق بود. نمونه آماری شامل ۴۸ نفر به شیوه تصادفی از بین جامعه آماری انتخاب شدند و در ادامه به شیوه تصادفی بلوکی در چهار گروه کنترل، تمرین تناوبی، پروتئین وی، تمرین تناوبی همراه با پروتئین وی جای گرفتند. آزمودنی های گروه پروتئین وی به مدت هشت هفته پروتئین وی (روزانه ۰/۴ گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) را مصرف کردند. آزمودنی های گروه تمرین تناوبی به مدت هشت هفته تمرینات تناوبی را به تعداد ۳ جلسه در هفته اجرا کردند. آزمودنی های گروه تمرین تناوبی توام با پروتئین وی نیز به مدت هشت هفته تمرینات تناوبی به تعداد ۳ جلسه در هفته توام با پروتئین وی (روزانه ۰/۴ گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) را به تجربه کردند. آزمودنی های گروه کنترل نیز در هیچ یک از مداخله های مذکور شرکت نکردند. متغیرهای مستقل پژوهش حاضر شامل اجرای هشت هفته تمرین تناوبی و مصرف هشت هفته پروتئین وی بود. متغیرهای وابسته نیز شامل غلظت سرمی تستوسترون، کورتیزول و نسبت تستوسترون به کورتیزول بود.

ابتدا شاخص های تن سنجی آزمودنی ها اندازه گیری شد. به منظور حذف خطاهای فردی، همه اندازه گیری ها توسط یک فرد انجام شد. به طوری که وزن افراد با دستگاه دیجیتالی سنجش ترکیب بدن (مارک Omron، ساخت کشور فنلاند با دقت ۰/۱ کیلوگرم) با کمترین پوشش مناسب و بدون کفش اندازه گیری شد. قد آزمودنی ها در حالت ایستاده و بدون کفش به طوری که کتفها از پشت با دیوار مماس باشند با دقت ۰/۱ سانتیمتر با استفاده از متر نواری پارچه ای اندازه گیری شد. شاخص توده بدن نیز از تقسیم وزن (کیلوگرم) بر مجذور قد (متر مربع) محاسبه شد. درصد چربی بدن توسط دستگاه سنجش ترکیب بدن (OMROM BF504) ساخت کشور فنلاند اندازه گیری و ثبت شد. دور کمر (کم ترین محیط بین آخرین دنده و تاج خاصره) و دور لگن (وسیعترین محیطی که از روی برجستگی های استخوانی لگن می گذرد) آزمودنی ها توسط متر نواری غیر قابل ارتجاع پس از یک بازدم عادی و بدون تحمیل فشار بر بدن در ناحیه ثبت شد. نسبت دور کمر به دور لگن با فرمول (دور لگن / دور کمر = نسبت دور کمر به لگن محاسبه شد. آزمودنی ها پس از ۱۰-۱۲ ساعت ناشتایی در فاصله زمانی ۸ تا ۹ صبح جهت نمونه گیری خون در آزمایشگاه حضور یافتند. سپس متعاقب ۱۵ دقیقه استراحت، نمونه گیری خون از ورید بازویی چپ جهت اندازه گیری تستوسترون و کورتیزول بعمل آمد. نمونه های خون بلافاصله بعد از نمونه گیری به مدت

**جدول ۳. نتایج آزمون کوواریانس تغییرات تستوسترون**

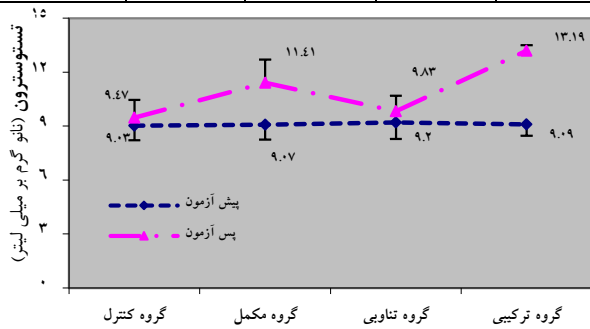
تغییرات تستوسترون	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	معنی داری	مجذورات
وقفه ها	۶/۲۸۴	۱	۶/۲۸۴	۱۴/۲۵۶	۰/۰۰۱	۰/۲۸۹
تستوسترون (پیش)	۷/۷۸۶	۱	۷/۷۸۶	۱۷/۶۶۵	۰/۰۰۱	۰/۳۳۵
گروه	۵/۵۵۳	۳	۱/۸۵۱	۴/۲۰۰	۰/۰۱۲	۰/۲۶۵
خطا	۱۵/۴۲۷	۳۵	۰/۴۴۱			
جمع	۳۳۳۲/۱۲۴	۴۰				

**جدول ۴. نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی تستوسترون**

گروه	گروه	میانگین اختلاف	خطای استاندارد	ارزش P
کنترل	مکمل	۰/۸۰۵	۰/۳۵۹	۰/۱۸۸
کنترل	اینترول	- ۰/۰۱۵	۰/۲۹۹	۰/۹۹۹
کنترل	ترکیبی	۱/۵۵۸	۰/۴۸۷	۰/۰۱۷
مکمل	اینترول	- ۰/۸۲۰	۰/۳۳۹	۰/۱۲۶
مکمل	ترکیبی	۰/۷۵۳	۰/۳۴۹	۰/۲۲۸
اینترول	ترکیبی	۰/۵۷۳	۰/۴۵۸	۰/۰۰۹

**جدول ۵. تغییرات درون گروهی تستوسترون**

مرحله	کنترل	مکمل	تناوبی	ترکیبی
پیش آزمون	۹/۰۳ ± ۰/۸۲	۹/۰۷ ± ۰/۸۲	۹/۲۰ ± ۰/۹۲	۹/۰۹ ± ۰/۶۳
پس آزمون	۹/۴۷ ± ۰/۹۸	۱۱/۴۱ ± ۱/۲۹	۹/۸۳ ± ۰/۸۶	۱۳/۱۹ ± ۰/۱۱
معنی داری	۰/۲۳۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱



**نمودار ۱. الگوی تغییرات تستوسترون**

**جدول ۶. نتایج آزمون کوواریانس تغییرات کورتیزول**

تغییرات کورتیزول	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	معنی داری	مجذورات
وقفه ها	۱۲/۲۱۴	۱	۱۲/۲۱۴	۳/۷۴۴	۰/۰۶۱	۰/۰۹۷
کورتیزول (پیش)	۹۲/۳۸۹	۱	۹۲/۳۸۹	۲۸/۳۲۴	۰/۰۰۱	۰/۴۴۷
گروه	۴۲/۴۱۹	۳	۱۴/۱۴۰	۴/۳۳۵	۰/۰۱۱	۰/۲۷۱
خطا	۱۱۴/۱۶۵	۳۵	۳/۲۶۲			
جمع	۳۸۷۸۷/۴۷۵	۴۰				

**جدول ۷. نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی کورتیزول**

گروه	گروه	میانگین اختلاف	خطای استاندارد	ارزش P
کنترل	مکمل	- ۰/۳۰۸	۰/۸۱۱	۰/۹۹۹
کنترل	اینترول	- ۱/۷۲۷	۰/۸۸۸	۰/۳۵۹
کنترل	ترکیبی	- ۳۶/۸۳۴	۱/۱۲۴	۰/۰۱۰
مکمل	اینترول	- ۱/۴۱۹	۰/۸۶۱	۰/۶۴۹
مکمل	ترکیبی	- ۳/۵۲۶	۱/۰۷۵	۰/۰۱۴
اینترول	ترکیبی	- ۲/۱۰۷	۰/۹۰۷	۰/۱۵۷

میزان معنی داری افزایش داد. همچنین، چنانچه بخواهیم تغییرات درون گروهی تستوسترون را توسط آزمون تی همبسته بررسی نماییم، یافته‌ها نشان می‌دهد که در هر سه گروه، مداخله به افزایش معنی‌دار تستوسترون نسبت به پیش آزمون منجر می‌شود (جدول ۵).

**جدول ۱. میانگین و انحراف استاندارد شاخص‌های آنروپومتریکی در مرحله پیش آزمون**

گروه	کنترل	تناوبی	پروتئین وی	ترکیبی	Sig
سن (سال)	± ۳/۷۵	± ۲	± ۲/۳۱	± ۰/۹۵	۰/۶۸۹
قد (سانتی متر)	± ۱/۱۸	± ۱/۳۲	± ۱/۴۳	± ۱/۱۶	۰/۱۱۱
وزن (کیلوگرم)	± ۸/۰۳	± ۳/۱۴	± ۲/۸۹	± ۳/۲۵	۰/۹۱۲
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر متر مربع)	± ۲/۴۰	± ۱/۰۳	± ۱/۱۹	± ۱/۰۲	۰/۹۹۸

**جدول ۲. تغییرات درون گروهی شاخص‌های آنروپومتریکی**

گروه	زمان	کنترل	مکمل	تناوبی	ترکیبی
وزن (کیلوگرم)	پیش آزمون	± ۸/۰۳	± ۲/۸۹	± ۳/۱۴	± ۳/۲۵
	پس آزمون	± ۸/۱۹	± ۲/۹۰	± ۲/۷۲	± ۳/۴۶
	Sig	۰/۷۹۸	۰/۰۱۹	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر متر مربع)	پیش آزمون	± ۲/۴۰	± ۱/۱۹	± ۱/۰۳	± ۱/۰۲
	پس آزمون	± ۲/۴۵	± ۱/۲۱	± ۰/۹۳	± ۱/۱۲
	Sig	۰/۷۸۵	۰/۰۲۰	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱

هشت هفته تمرین تناوبی توام با مصرف پروتئین وی بر سطوح کورتیزول در مردان غیر ورزشکار اثر داشته و تفاوت معنی‌داری در کورتیزول سرم بین گروه‌های مورد مطالعه مشاهده شد (جدول ۶). از طرفی، نتایج حاصل از آزمون تعقیبی بونفرونی (جدول ۷) آشکار نمود که در مقایسه با گروه کنترل، سطوح کورتیزول تنها در گروه ترکیبی به میزان معنی‌داری کاهش یافت. تفاوت معنی‌داری در سطوح کورتیزول بین گروه‌های مکمل و تناوبی مشاهده نشد. از طرفی، سطوح کورتیزول در گروه ترکیبی به میزان معنی‌داری نسبت به گروه مکمل کاهش یافت. به عبارتی، مصرف پروتئین وی در خلال تمرینات تناوبی سطوح کورتیزول را نسبت به گروهی که تنها پروتئین معنی‌داری مصرف نموده‌اند به میزان معنی‌داری کاهش داد.

جدول ۸. تغییرات درون گروهی کورتیزول

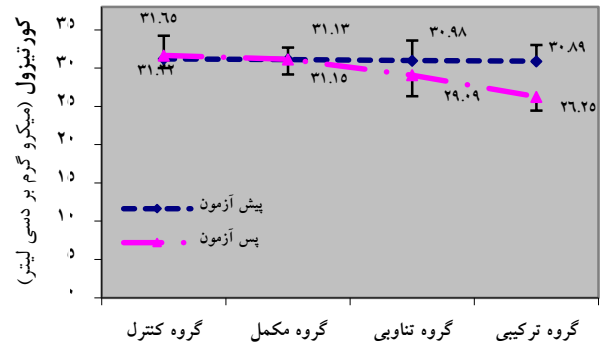
مرحله	کنترل	مکمل	تناوبی	ترکیبی
پیش آزمون	31/22 ± 3/02	31/14 ± 1/57	30/98 ± 2/62	30/89 ± 2/12
پس آزمون	31/65 ± 1/62	31/15 ± 1/96	29/09 ± 2/75	26/25 ± 1/79
معنی داری	0/675	0/990	0/001	0/001

جدول ۱۰. نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی تستوسترون به کورتیزول

گروه	گروه	میانگین اختلاف	خطای استاندارد	ارزش P
کنترل	مکمل	0/022	0/012	0/0411
کنترل	اینترول	0/006	0/011	0/999
کنترل	ترکیبی	0/069	0/021	0/015
مکمل	اینترول	-0/016	0/011	0/786
مکمل	ترکیبی	0/046	0/016	0/037
اینترول	ترکیبی	0/063	0/018	0/008

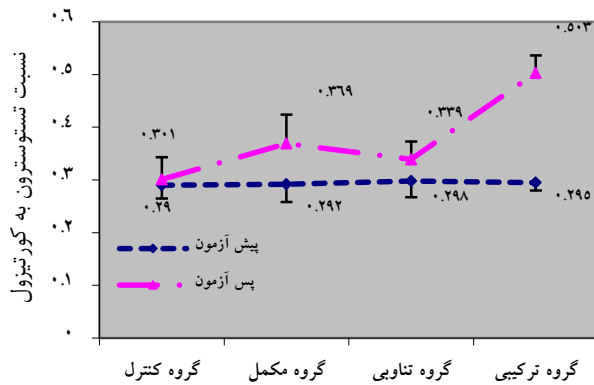
جدول ۱۱. تغییرات درون گروهی نسبت تستوسترون به کورتیزول

مرحله	کنترل	مکمل	تناوبی	ترکیبی
پیش آزمون	± 0/025	± 0/034	± 0/031	± 0/015
پس آزمون	0/290	0/292	0/298	0/295
معنی داری	0/500	0/001	0/001	0/001



نمودار ۲. الگوی تغییرات کورتیزول

یافته‌ها نشان می‌دهد که در هر سه گروه، مداخله به کاهش معنی دار کورتیزول نسبت به پیش آزمون منجر می‌شود (جدول ۸). هشت هفته تمرین تناوبی توام با مصرف پروتئین وی بر سطوح تستوسترون به کورتیزول در مردان غیر ورزشکار اثر داشته و تفاوت معنی داری در تغییرات نسبت تستوسترون به کورتیزول بین گروه‌های مورد مطالعه مشاهده شد (جدول ۹). نتایج حاصل از آزمون تعقیبی بونفرونی (جدول ۱۰) آشکار نمود که در مقایسه با گروه کنترل، نسبت تستوسترون به کورتیزول تنها در گروه ترکیبی به میزان معنی داری افزایش یافت. تفاوت معنی داری در نسبت تستوسترون به کورتیزول بین گروه مکمل و تناوبی مشاهده نشد. از طرفی، نسبت تستوسترون به کورتیزول در گروه ترکیبی به میزان معنی داری نسبت به گروه‌های مکمل و تناوبی افزایش یافت. به عبارتی، مصرف پروتئین وی در خلال تمرینات تناوبی نسبت تستوسترون به کورتیزول را به میزان معنی داری نسبت به اثر هر یک از آنها به تنهایی افزایش داد. یافته‌ها نشان می‌دهد که در هر سه گروه، مداخله به افزایش معنی دار نسبت تستوسترون به کورتیزول نسبت به پیش آزمون منجر می‌شود (جدول ۱۱).



نمودار ۳. الگوی تغییرات نسبت تستوسترون به کورتیزول

#### ۴. بحث و نتیجه گیری

هشت هفته تمرین تناوبی، مصرف پروتئین وی و ترکیب آنها به بهبود شاخص‌های آنترپومتریکی در مردان جوان غیر ورزشکار منجر شد. در مقایسه با گروه کنترل، تنها گروه ترکیبی (تمرین تناوبی همراه با پروتئین وی) به افزایش سطوح سرمی تستوسترون منجر شد. همچنین، سطوح تستوسترون در گروه ترکیبی به میزان معنی داری نسبت به گروه تناوبی افزایش یافت. از طرفی، تغییرات درون گروهی توسط آزمون تی همبسته آشکار نمود که در هر سه گروه، مداخله به افزایش معنی دار تستوسترون نسبت به پیش آزمون منجر می‌شود. در مقایسه با گروه کنترل، تنها گروه ترکیبی (تمرین تناوبی همراه با پروتئین وی) به کاهش سطوح سرمی کورتیزول منجر شد. همچنین، سطوح تستوسترون در گروه ترکیبی به میزان معنی داری نسبت به گروه مکمل کاهش یافت. از طرفی، تغییرات درون گروهی توسط آزمون تی همبسته آشکار نمود که در گروه‌های تناوبی و ترکیبی، مداخله به کاهش معنی دار کورتیزول نسبت به پیش آزمون منجر می‌شود. در

جدول ۹. نتایج آزمون کوواریانس تغییرات تستوسترون به کورتیزول

نسبت تستوسترون به کورتیزول	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	معنی داری	مجذور اتا
وقفه‌ها	0/011	1	0/011	20/551	0/001	0/370
نسبت	0/008	1	0/008	15/856	0/001	0/312
گروه	0/006	3	0/002	4/129	0/013	0/261
خطا	0/018	35	0/001			
جمع	3/478	40				

افزایش حذف گردش خونی کورتیزول و یا کاهش فعالیت هورمون آدرنوکورتیکوتروپیک می‌باشد [۴، ۵، ۶، ۹، ۱۲، ۱۶].

اجرای تمرین‌های ترکیبی تناوبی و تناوبی در قالب رکاب زدن روی دوچرخه‌ی کارسنج با شدت متوسط منجر به افزایش غلظت تستوسترون در مردان جوان منجر شد. هم‌چنین، انجام تمرینات با وزنه شدید و استراحت کم (۹۰ ثانیه) محرکی قوی برای افزایش هورمون‌های آنابولیک در مردان است. مطالعات پیشین آشکار نموده‌اند که افزایش نسبت تستوسترون به کورتیزول در دامنه بالاتر از ۳۰٪ نسبت به حالت اولیه معرف برتری فرآیند آنابولیسم و کاهش بیشتر از ۳۰٪ این مقدار نسبت به حالت اولیه معرف برتری فرآیند کاتابولیسم و ابتلا به سندروم بیش‌تمرینی است. از طرفی، اجرای فعالیت شدید ورزشی بدون در نظر گرفتن دوره‌های کافی بازگشت به حالت اولیه با اختلالات ماندگار در تعادل نسبت تستوسترون به کورتیزول همراه است. این پدیده شاید در جلسات اولیه تمرین افراد آماتور یا غیر ورزشکار بیشتر محتمل شود [۴، ۵، ۶، ۹، ۱۲، ۱۶]. لازم به ذکر است که در مطالعه حاضر، جامعه تحقیق را افراد جوان غیر ورزشکار تشکیل دادند. تحت این شرایط، حتی در افراد ورزشکار، استفاده از مکمل‌های پروتئینی دارای اثرات آنابولیکی رایج می‌باشد. شواهد پژوهشی از نیاز و تاکید بر مصرف پروتئین بیشتر در ورزشکاران قدرتی نسبت به ورزشکاران استقامتی یا افراد غیر فعال حمایت می‌نمایند [۲]. از طرفی، جذب پروتئین بیشتر همراه با ریکاوری سریع و ترمیم تارهای عضلانی آسیب دیده متعاقب آسیب‌های عضلانی ناشی از فعالیت‌های ورزشی شدید نیز گزارش شده است [۳، ۱۵]. در این زمینه، اگرچه اثربخشی یا عدم تاثیر مصرف پروتئین وی بر کورتیزول، تستوسترون یا نسبت آنها در مطالعه‌ی گزارش نشده است، اما یافته‌های مطالعه حاضر با تاکید بر تغییرات هورمون‌های مذکور در گروه ترکیبی از اثرات آنابولیک پروتئین وی در خلال تمرینات تناوبی حمایت می‌کند. در مطالعه‌ی با پروتکل متفاوت با مطالعه حاضر، مصرف هشت هفته پروتئین وی در خلال تمرینات مقاومتی به کاهش سطوح کورتیزول سرم و افزایش سطوح تستوسترون، توان عضلانی و قدرت عضلانی نسبت به گروه کنترل و دارونما منجر شد [۱۸]. برخی مطالعات دیگر اثرات آنابولیکی پروتئین وی همراه با افزایش قدرت و اثرات آنتی‌اکسیدانی نسبت به دیگر مکمل‌های پروتئینی نظیر کازئین در طول تمرینات مقاومتی شدید را گزارش نموده‌اند [۱۱]. در پایان، علی‌رغم اینکه یافته‌های مطالعه حاضر در تایید برخی مطالعات دیگر به اثرات آنابولیکی پروتئین وی با تاکید با افزایش نسبت تستوسترون به کورتیزول اشاره دارد، اما شناخت مکانیسم‌های اصلی عهده دار این تغییرات در خلال متدهای تمرینی مختلف نیازمند مطالعات بیشتر با تاکید بر شناخت مکانیسم‌های سلولی-مولکولی منتهی به تغییر در سطوح تستوسترون و کورتیزول در پاسخ به این نوع پروتئین است.

تمرینات تناوبی توام با مصرف پروتئین وی با اثرات آنابولیکی در مردان جوان غیر ورزشکار همراه است. به عبارتی، مصرف روزانه ۰/۴

مقایسه با گروه کنترل، نسبت تستوسترون به کورتیزول در گروه مکمل و ترکیبی (تمرین تناوبی همراه با پروتئین وی) به میزان معنی‌داری افزایش یافت. هم‌چنین، نسبت تستوسترون به کورتیزول در گروه ترکیبی به میزان معنی‌داری نسبت به گروه‌های مکمل و تناوبی افزایش یافت. از طرفی، تغییرات درون گروهی توسط آزمون تی همبسته آشکار نمود که در هر سه گروه، مداخله به افزایش معنی‌دار نسبت تستوسترون به کورتیزول نسبت به پیش آزمون منجر می‌شود.

افزایش نسبت تستوسترون به کورتیزول در پاسخ به تمرینات تناوبی توام با مصرف پروتئین وی در مردان جوان غیر ورزشکار از یافته‌های مطالعه حاضر است. به عبارتی، مصرف پروتئین وی به میزان ۰/۴ گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در خلال هشت هفته تمرین تناوبی به افزایش نسبت تستوسترون به کورتیزول نه تنها نسبت به گروه کنترل افزایش می‌یابد بلکه نسبت به اثر هر یک از آنها به تنهایی نیز منجر می‌شود. این در حالی است که هر یک از تمرینات تناوبی و مکمل پروتئین وی به تنهایی این نسبت (تستوسترون به کورتیزول) را نسبت به گروه کنترل که در هیچ مداخله‌ای شرکت نداشتند دستخوش تغییر نکرد. از طرفی، علیرغم عدم تغییر سطوح سرمی تستوسترون در گروه‌های تناوبی و مکمل به گروه کنترل، سطوح آن در گروه ترکیبی (تمرین تناوبی همراه با پروتئین وی) نسبت به گروه معنی‌داری افزایش یافت. هم‌چنین علیرغم عدم تغییر سطوح سرمی کورتیزول در گروه‌های تناوبی و مکمل به گروه کنترل، سطوح آن در گروه ترکیبی (تمرین تناوبی همراه با پروتئین وی) نسبت به گروه کنترل به میزان معنی‌داری کاهش یافت. این یافته‌ها به این نکته اشاره دارد که اثرات آنابولیکی مصرف پروتئین وی در خلال تمرینات تناوبی به مراتب بیشتر از اعمال هر یک آنها به تنهایی است.

تمرین شدید یا طولانی به تغییرات موقت در تعادل بین فرایندهای آنابولیک و کاتابولیک منجر می‌شود و تغییر در این تعادل به شدت و مدت تمرین وابسته است؛ به طوری که پنج هفته تمرین تناوبی به افزایش تستوسترون و کورتیزول در مردان جوان انجام‌ید. تغییر مولفه‌های هورمونی معرف نیمرخ آنابولیکی یا کاتابولیکی نظیر تستوسترون و کورتیزول در پاسخ به تمرین ورزشی، فشارها و استرس‌های جسمانی و روانی بارها عنوان شده است. بین مولفه‌های موثر بر عوامل آنابولیکی و کاتابولیکی، تستوسترون و کورتیزول از مهمترین مولفه‌های هورمونی که سهم بسزایی را در بهبود عملکرد عضلانی با تاکید بر افزایش قدرت عضلانی دارند، معرفی شده‌اند. در این زمینه، تستوسترون به عنوان هورمونی آنابولیکی و کورتیزول تحت عنوان هورمونی با اثرات کاتابولیکی شناخته شده است. کاهش نسبت تستوسترون به کورتیزول به عنوان یکی از نشانه‌های بالا بودن حجم تمرین و خستگی ورزشکار معرفی شده است. این کاهش می‌تواند در اثر افزایش کورتیزول یا کاهش تستوسترون بوجود آید. محققان افزایش نسبت تستوسترون به کورتیزول را به کاهش سطح سرمی کورتیزول نسبت دادند. کاهش در سطوح کورتیزول پس از تمرین احتمالاً به دلیل

Glucose in Men. *Studies in Medical Sciences* 2012; 23 (5):549-555

[13]. Nelson, A. R. Jackson, L. Clarke, J. Stellingwerff, T. Broadbent, S. Rowlands, D.S. (2013). Effect of post-exercise protein-leucine feeding on neutrophil function, immunomodulatory plasma metabolites and cortisol during a 6-day block of intense cycling. *European journal of applied physiology*. 113(9):2211-22.

[14]. Pourabbas, M. Bagheri, R. Hooshmand Moghadam, B. Willoughby, D.S. Candow, D.G. Elliott, B.T. Forbes, S.C. Ashtary-Larky, D. Eskandari, M. Wong, A. Dutheil, F. (2021). Strategic Ingestion of High-Protein Dairy Milk during a Resistance Training Program Increases Lean Mass, Strength, and Power in Trained Young Males. *Nutrients*. 15; 13(3):948.

[15]. Rohani. H. Asjodi, F. Safarimosavi, S. Bahmanzadeh, M. The Role of Resistance Training and Whey Protein Intake on Delayed Onset Muscle Soreness Indices after Eccentric Resistance Exercise in Untrained Men. *Iranian J Nutr Sci Food Technol* 2017; 12 (1):11-20

[16]. Tavangar, D. Sadegi, A. Pourrazi, H. (2020-2021). Effect of short-term beta-hydroxy-beta-methylbutyrate (HMB) supplementation on serum cortisol and testosterone levels in male wrestlers following an exhaustive exercise. *Med J Tabriz Uni Med Sciences Health Services*. 2020-2021; 42(5):572-580. [Persian].

[17]. Kazemzadeh, Y. Zafari, A. Bananaeifar, A. HeydariMoghadam, R. Abasrashid, N. Shafabakhsh, R. Comparison of whey protein and carbohydrate consumption on hormonal response after resistance exercise. *European Journal of Experimental Biology*, 2013, 3(1): 10 – 15.

[18]. Zahabi, G. (2015). Effect of Whey Protein & Creatine Supplementation on the Fitness Indicators, Velocity and Muscle Hypertrophy of Untrained Men over a Period of Resistance Training. *Iranian J Nutr Sci Food Technol*. 10 (2): 19-28.

گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن پروتئین وی در خلال تمرینات تناوبی در مردان جوان غیر ورزشکار به افزایش نسبت تستوسترون به کورتیزول در مقایسه با اثر هر یک از آنها به تنهایی منجر می شود. با این وجود، شناخت مکانیسم های عهده دار تاثیر پروتئین وی بر فرایند سنتز و ترشح کورتیزول و تستوسترون در طول تمرینات تناوبی نیازمند مطالعات سلولی-مولکولی در این زمینه است.

## منابع

[1]. Ahmady, K. Golzar, F. Saykholeslamy, D. The Effect of Resistance Training and Whey Protein Supplement on Antioxidant Status in Overweight Young Men. *Sports biology*. 2012; 4(11): 103-121.

[2]. Arazi, H. Hakimi, M. Hoseini, K. (2011). The Effects of Whey Protein Supplementation on Performance and Hormonal Adaptations Following Resistance Training in Novice Men. *Baltic Journal of Health & Physical Activity*. 3(2): 87.

[3]. Asjodi, F. Mohebi, H. Mirzajani, E. Izadi, A. The Effects of Adding Whey Protein and Branched-chain Amino Acid to Carbohydrate Beverages on Indices of Muscle Damage after Eccentric Resistance Exercise in Untrained Young Males. *J Arak Uni Med Sci* 2017; 20 (4):29-39.

[4]. Baho, A. Tadibi, V. Behpour, N. Acute Effect of High Intensity Interval Training (Hiit) on Testosterone Levels, Cortisol and Testosterone on Cortisol Ratio in Obese and Overweight Children Untrained and Trained. *Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism* 2016; 17 (6):457-468.

[5]. Bohamoud Pour, H. Ghaedi, H. The effect of HIIT exercise and thyme consumption on testosterone, cortisol and the ratio of testosterone to cortisol in obese men. *Res Sport Sci Med Plants*. 2022; 2 (7):28-37.

[6]. Dezhnan, M. Shakeri, N. Abed Natanzy, H. Impact of the Tai Chi Training Participation History on Testosterone to Cortisol Ratio in Female Athletes. *Intern Med Today* 2017; 23 (3):181-187.

[7]. Eizadi, M. Ghasemi Shob, M. Rashidi, M. (2018). Effects of whey protein supplementation after high intensity eccentric contraction on liver enzymes in non-athletic young men. *Koomesh*. 2018; 20 (1):15-24.

[8]. Gorzi, A. Rajabi, H. Azad, A. molanouri shamsi M, Hedayati M. (2012). Effect of Concurrent, Strength and Endurance Training on Hormones, Lipids and Inflammatory Characteristics of Untrained Men. *Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism*. 13 (6):614-620.

[9]. Dashti, H. Galedari, M. Siahkuhian, M. Acute Testosterone and Cortisol Hormonal Responses to Volume and Strength Resistance Training in Untrained Young Males. *SPORT AND BIOMOTOR SCIENCES*. 2014; 6(12): 55-64.

[10]. Hakimi, M. Siahkouhian, M. Baghaiee, B. Ali-Mohammadi M. Ahmadi-Dehrashid, K. The effect of eight weeks' endurance training with Whey protein supplementation on serum Leptin, Testosterone to Cortisol ratio, Lipid profile and body composition in obese male students. *Cmja* 2015; 5 (3):1234-1247.

[11]. Moradi, F. Abdi, J. (2013). Relationships between changes of serum adiponectin levels with testosterone, cortisol, and testosterone to cortisol ratio following exercise training. *Journal of exercise physiology*. 5(19):127-42.

[12]. Nasiri Rine H. Khanpoor, F. Investigate The Relationship Between Cortisol and Testosterone Hormones and Anthropometric Parameters and Liver Enzymes and Blood