

اثر دو نوع تمرین مقاومتی با و بدون محدودیت جریان خون بر برخی سایتوکاین های پیش التهابی در مردان دارای اضافه وزن

علی برزگری^۱، محمدحسن دشتی خویدکی^{۲*}، امید مولائی^۳

مقاله پژوهشی

مقدمه: سیتوکین ها گروهی از پروتئین ها هستند که نقش اصلی را در پاسخ های التهابی به محرک های پاتولوژی مانند التهاب و بهبود سلامت متابولیک در افراد دارای اضافه وزن ایفا کنند. هدف از تحقیق حاضر، اثر دو نوع تمرین مقاومتی با و بدون محدودیت جریان خون بر برخی سایتوکاین های پیش التهابی در مردان دارای اضافه وزن بود.

روش بررسی: روش پژوهش حاضر از نوع مداخله ای (نیمه تجربی) بود. ۵۰ مرد با میانگین سنی $25/66 \pm 1/98$ سال و شاخص توده بدنی $28/1 \pm 3/34$ کیلوگرم بر مترمربع انتخاب شدند و به صورت تصادفی در ۵ گروه تمرین مقاومتی ۱ (۱۰ نفر)، تمرین مقاومتی ۲ (۱۰ نفر)، تمرین مقاومتی ۱ با محدودیت جریان خون (۱۰ نفر)، تمرین مقاومتی ۲ با محدودیت جریان خون (۱۰ نفر) و کنترل (۱۰ نفر) تقسیم شدند. تمرینات مقاومتی ۱ و ۲ با و بدون محدودیت جریان به مدت ۶ هفته و هر هفته ۳ جلسه انجام شد. قبل و بعد از شش هفته تمرین، نمونه های خونی آزمودنی ها جمع آوری و سطوح سرمی IL-6، TNF-a، IL-1 β و IL-1 با روش الایزا اندازه گیری شد. سپس تغییرات برون گروهی با آزمون کواریانس و درون گروهی بونفرونی با نرم افزار SPSS version 16 ارزیابی قرار گرفت.

نتایج: نتایج نشان داد که اختلاف معنی داری بین ۵ گروه پژوهش در سطوح TNF-a و IL-6 ($P = 0/000$) وجود دارد و تغییرات سطوح TNF-a در گروه های تمرین مقاومتی ۱ ($P = 0/003$)، تمرین مقاومتی ۲ ($P = 0/004$)، تمرین مقاومتی ۱ و ۲ با محدودیت جریان خون ($P = 0/000$) نسبت به گروه کنترل کاهش معنی داری داشت و تغییرات سطوح IL-6 نیز در گروه های تمرین مقاومتی با محدودیت جریان ۱ و ۲ نسبت به گروه کنترل کاهش معنی داری داشت ($P = 0/001$)، ضمن این که اختلاف معنی داری میان گروه های پژوهش در سطوح IL-1 β ($P = 0/115$) مشاهده نشد.

نتیجه گیری: مطالعه حاضر نشان داد که تمرین مقاومتی با و بدون محدودیت جریان خون می توانند یک ابزار غیردارویی مفید برای کاهش برخی فاکتورهای التهابی مزمن محسوب شوند.

واژه های کلیدی: تمرین مقاومتی با محدودیت جریان، اضافه وزن، TNF-a، IL-6، IL-1 β

IRCT20190831044649N2

ارجاع: برزگری علی، دشتی خویدکی محمدحسن، مولائی امید. اثر دو نوع تمرین مقاومتی با و بدون محدودیت جریان خون بر برخی سایتوکاین های پیش التهابی در مردان دارای اضافه وزن. مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد ۱۴۰۴؛ ۳۳ (۱۰): ۵۱-۹۵۴۰.

۱- گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

* (نویسنده مسئول): تلفن: ۰۹۱۳۳۵۸۲۱۸۶، پست الکترونیکی: dashty54@pnu.ac.ir، صندوق پستی: ۱۹۳۹۵-۳۶۹۷

مقدمه

اضافه وزن و چاقی به عنوان یکی از چالش‌های عمده بهداشتی در جوامع مدرن شناخته می‌شود و می‌تواند به بروز بیماری‌های مزمن متعددی از جمله دیابت نوع ۲، بیماری‌های قلبی-عروقی و اختلالات متابولیک منجر شود. در این راستا، تمرینات ورزشی به‌ویژه تمرینات مقاومتی، به عنوان یک ابزار مؤثر در مدیریت وزن و بهبود سلامت عمومی مورد توجه قرار گرفته‌اند. تمرینات مقاومتی نه تنها به تقویت عضلات کمک می‌کنند، بلکه می‌توانند تأثیرات مثبتی بر وضعیت التهابی بدن نیز داشته باشند (۱). وضعیت التهابی با درجه پایین مزمن، افزایش سطح سیستمیک واسطه‌های التهابی در مقایسه با افراد سالم، به عنوان یک ارتباط محوری بین عدم فعالیت بدنی و ایجاد بیماری‌های مزمن، مانند بیماری‌های قلبی-عروقی، دیابت نوع ۲ و انواع خاصی از سرطان‌ها شناخته می‌شود (۲). یافته‌ها نشان می‌دهند که التهاب در پاتوژنز اختلالات متابولیک ناشی از چاقی بسیار مهم است. (۳). تغییر شیوه زندگی با افزایش سطح فعالیت بدنی، در کنترل وزن و کاهش التهاب مفید خواهد بود (۴). بررسی اثرات ورزش بر سیتوکین‌های پیش التهابی *pro-inflammatory cytokines* ایتروکین - ۶ (*IL-6*)، *interleukin-6* (IL-6)، ایتروکین - ۱ (*IL-1*)، *interleukin-1* (*IL-1*)، *tumor necrosis factor* (TNF) و فاکتور نکروز تومور (*tumor necrosis factor*) یکی از روش‌های جدید در تمرینات مقاومتی، تمرین با محدودیت جریان خون (*Blood flow restriction* (BFR)) است. این روش به دلیل افزایش سطح هورمون‌های آنابولیک و کاهش خستگی عضلانی، توجه زیادی را به خود جلب کرده است. مطالعات نشان داده‌اند که تمرینات مقاومتی با BFR می‌توانند تأثیرات مثبتی بر روی سطوح سیتوکین‌های پیش التهابی داشته باشند. به عنوان مثال، تحقیقاتی که توسط تاکارادا و همکاران (*Takarada et al*) و پترسون و همکاران (*Patterson et al*) انجام شده است، نشان می‌دهد که این نوع تمرینات می‌توانند به کاهش سطوح سیتوکین‌های پیش التهابی در افراد چاق کمک کنند (۵، ۶). محدودیت جریان

خون یک روش تمرینی است که تا حدی جریان شریانی را محدود می‌کند و به طور کامل خروج وریدی را در عضله‌های فعال در حین ورزش محدود می‌کند. انجام ورزش با کاهش جریان خون که با محدود کردن عروق نزدیک به عضله به دست می‌آید (۶). تأثیر تمرینات قدرتی همراه با محدودیت های جریان خون بر این شاخص‌ها به دلیل عدم وجود پیشینه پژوهش به صورت خاص وجود ندارد. با این حال، در مطالعه‌های انسانی نشان داده شده که ۱۲ هفته تمرین هوازی در بیماران مبتلا به ناتوانی قلبی، با کاهش معنی‌دار عوامل التهابی محیطی *TNF-α* همراه است (۷). همچنین، گزارش شده است که تمرین مقاومتی با کاهش خطر التهاب مزمن درجه پایین و بهبود بیماری‌های متابولیکی همراه می‌باشد. در همین راستا، یک مطالعه نشان داد که ده هفته تمرین مقاومتی متوسط تا شدید نشانگرهای التهابی را در زنان مسن‌تر مهار می‌کند. علاوه بر این، هشت هفته تمرین مقاومتی با افزایش برخی از عوامل ضدالتهابی در زنان چاق همراه بوده است. در مطالعه دیگری، تمرینات مقاومتی باعث افزایش *IL-4* و *IL-6* و کاهش *IFN-γ* شد (۸). در پژوهش دیگری، اثر ۱۲ هفته تمرین بر فعالیت سیتوکین‌ها در بیماران مبتلا به نارسایی عروقی نشان داد که تمرینات باعث کاهش معنی‌دار *IL-6*، *IL-1β* و *TNF-α* می‌شود (۹). در حالی که مطالعه‌ای دیگر گزارش شد ۱۲ هفته تمرین هوازی سبب افزایش حساسیت به انسولین در دختران چاق و خیلی سنگین وزن می‌شود، اگرچه در آن مطالعه تغییر معنی‌داری در وزن بدن، درصد چربی بدن و شاخص‌های التهابی از جمله *TNF-α* ایجاد نشد (۱۰). در تحقیقی دیگر عدم تغییر معنادار *IL-1β* پس از هشت هفته تمرینات مقاومتی در مردان چاق گزارش شده است (۱۱). بنابراین، تمرینات مقاومتی با یا بدون محدودیت جریان خون و تأثیر آن‌ها بر شاخص‌های موردنظر ضروری باشد بنابراین، پژوهش حاضر سعی دارد این عوامل تأثیرگذار را از طریق یک طرح نیمه تجربی (مدل انسانی) کنترل کند. از آنجا که، تعیین نوع تمرین، برای آرایه الگوی مناسب، کمک فراوانی به سلامتی افراد می‌تواند داشته باشد. از این‌رو در این مطالعه، هدف بررسی اثر

دو نوع تمرین مقاومتی با و بدون محدودیت جریان خون بر برخی از سایتوکاین های پیش التهابی در مردان دارای اضافه وزن است. این تحقیق می تواند به عنوان یک منبع معتبر در زمینه تأثیر تمرینات مقاومتی بر وضعیت التهابی و بهبود سلامت متابولیک در افراد دارای اضافه وزن مورد استفاده قرار گیرد.

روش بررسی

روش شناسی پژوهش: این مطالعه به صورت نیمه تجربی با طرح پیش آزمون و پس آزمون و با مشارکت ۵ گروه انجام شد. گروه های مورد بررسی عبارت بودند از: گروه تمرین مقاومتی ۱ با تراباند (۱۰ نفر)، گروه تمرین مقاومتی ۲ با دمبل (۱۰ نفر)، گروه تمرین مقاومتی ۱ با تراباند و محدودیت جریان خون (۱۰ نفر)، گروه تمرین مقاومتی ۲ با دمبل و محدودیت جریان خون (۱۰ نفر) و گروه کنترل (۱۰ نفر).

جامعه آماری و نمونه گیری: جامعه آماری این پژوهش را مردان دارای اضافه وزن (با شاخص توده بدنی BMI بین ۲۵ تا ۳۰) و بدون سابقه ورزشی از شهر شیراز تشکیل دادند. میانگین سنی شرکت کنندگان بین ۲۰ تا ۳۰ سال بود که به صورت داوطلبانه حاضر به شرکت در پژوهش حاضر بودند. از میان داوطلبان، ۵۰ نفر به صورت تصادفی انتخاب و در ۵ گروه مساوی تقسیم شدند. معیارهای ورود به مطالعه شامل نداشتن سابقه بیماری های قلبی-عروقی، عدم مصرف داروهای تأثیرگذار بر عملکرد ایمنی و نداشتن سابقه تمرینات منظم مقاومتی در ۶ ماه گذشته بود.

پروتکل تمرینی مقاومتی ۱ (تمرین با تراباند): تمرینات مقاومتی به مدت ۶ هفته و هر هفته ۳ جلسه انجام شد. جلسه تمرین مقاومتی به همراه گرم کردن و سرد کردن ۴۰ تا ۶۰ دقیقه طول کشید. هر جلسه شامل ۱۰ دقیقه حرکات گرم کردن، تمرین اصلی مقاومتی و ۵ دقیقه حرکات سرد کردن بود. جلسه اول تمرین، مقدار بار تمرین برای تمام حرکات با ۶۰ درصد از *IRM* آغاز شد و در طول دوره به ۷۵ درصد از *IRM* رسید. برای همسان سازی فشردگی تمرین نیز رابطه یکسانی بین مراحل فعالیت و استراحت در نظر گرفته شد. در گروه تمرین با تراباند، از قانون ۱۰ تکرار بدون خستگی استفاده

شد. در هفته اول، تراباند قرمز با ۶ حرکت (۳ حرکات بالاتنه و ۳ پایین تنه) در ۲ ست ۸ تکرار شروع و تدریجاً در طول ۸ هفته، با توجه به *IRM* در هفته هشتم با تراباند سبز و ۳ ست ۱۰ تایی پایان یافت (۱۲).

گروه تمرین مقاومتی ۱ با تراباند و محدودیت جریان خون: این گروه همان تمرینات مقاومتی ۱ را با استفاده از تراباند و با اعمال محدودیت جریان خون (*BFR*) انجام دادند. محدودیت جریان خون با استفاده از کاف های مخصوص و با فشار ۸۰ درصدی فشار شریانی سیستولیک اعمال شد (۱۳).

پروتکل تمرینی مقاومتی ۲ (تمرین با دمبل): تمرینات مقاومتی با دمبل نیز همانند تمرینات با تراباند به مدت ۶ هفته و هر هفته ۳ جلسه انجام شد. این جلسات نیز به همراه گرم کردن و سرد کردن ۴۰ تا ۶۰ دقیقه طول کشید که شامل ۱۰ دقیقه حرکات گرم کردن، تمرین اصلی مقاومتی و ۵ دقیقه حرکات سرد کردن بود. جلسه اول تمرین، مقدار بار تمرین برای تمام حرکات با ۶۰ درصد از *IRM* آغاز شد و در طول دوره به ۷۵ درصد از *IRM* رسید. برای همسان سازی فشردگی تمرین نیز رابطه یکسانی بین مراحل فعالیت و استراحت در نظر گرفته شد. تمرینات مقاومتی با دمبل شامل ۶ حرکت بالاتنه و ۶ حرکت پایین تنه بود که حرکات به دو دسته شامل سه حرکت بالاتنه و سه حرکت پایین تنه تقسیم خواهند شد. استراحت یک دقیقه ای بین ست ها استراحت فعال بود. حرکات جلو بازو، پشت بازو، پرس سینه، خم شدن از جانب، اسکوات، حرکت اکستنشن و فلکشن زانو در حالت نشسته در یک روز در هفته و حرکات بالا آوردن دست از پهلوی بالا آوردن دست از جلو، حرکت کشش جانبی پایینی، حرکت پرند سگ *Bird dog*، حرکت شکم و فلکشن ران به صورت خوابیده و دو روز در هفته انجام گرفت (۱۴).

گروه تمرین مقاومتی ۲ با دمبل و محدودیت جریان خون: این گروه همان تمرینات مقاومتی ۲ را با استفاده از دمبل و با اعمال محدودیت جریان خون (*BFR*) اجرا کردند. **گروه کنترل:** این گروه هیچ گونه تمرین مقاومتی انجام ندادند و تنها در پیش آزمون و پس آزمون شرکت کردند.

نتایج

در جدول ۱ میانگین و انحراف استاندارد مربوط به ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها و متغیرهای تحقیق در گروه‌های مختلف نشان داده شده است. بر اساس نتایج و برابری واریانس‌ها و توزیع نرمال فاکتورهای پیش‌التهابی شامل-TNF α ، IL-6 و IL-1، از آزمون‌های لون و آزمون شاپیرو-ویلک استفاده شد. نتایج آزمون تحلیل کوواریانس نشان می‌دهد که بین میانگین TNF- α در گروه‌های مختلف پس از حذف اثر پیش‌آزمون، تفاوت معنیداری وجود دارد ($F=9/863$ و $P=0/001$) (شکل ۱). این معنی‌داری در گروه‌های تمرین مقاومتی ۱ ($P=0/003$)، تمرین مقاومتی ۲ ($P=0/004$)، تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون ۱ ($P=0/001$) و تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون ۲ ($P=0/001$) نسبت به گروه کنترل مشاهده شد. همچنین، نتایج نشان می‌دهد که بین میانگین IL-6 در گروه‌های مختلف پس از حذف اثر پیش‌آزمون، تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($F=6/304$ و $P=0/001$) (شکل ۲). این معنی‌داری در گروه‌های تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون ۱ ($P=0/001$) و تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون ۲ ($P=0/001$) نسبت به گروه کنترل مشاهده شد (جدول ۲). با این حال، نتایج نشان می‌دهد که بین میانگین IL-1 β در گروه‌های مختلف پس از حذف اثر پیش‌آزمون، تفاوت معنی‌داری وجود ندارد ($F=1/978$ و $P=0/115$) (جدول ۲) (شکل ۳).

ابزارها و روش‌های اندازه‌گیری: سایتوکاین‌های

پیش‌التهابی سطوح سرمی TNF- α ، IL-1 β و IL-6 با استفاده از روش الایزا (ELISA) و کیت‌های تجاری با حساسیت بالا (مدل Bender Medsystem)، ساخت کشور اتریش اندازه‌گیری شدند. حساسیت کیت‌ها به ترتیب ۰/۱۳، ۰/۰۳ و ۰/۰۵ پیکوگرم در میلی‌لیتر بود. ضریب تغییرات درون‌آزمونی (Intra-assay CV) برای این کیت‌ها به ترتیب ۷/۹، ۶/۲ و ۶/۸ درصد و ضریب تغییرات برون‌آزمونی (Inter-assay CV) نیز به ترتیب ۵/۶، ۴/۹ و ۵/۳ درصد بود (۱۵).

نسبت دور کمر به لگن: (WHR) با اندازه‌گیری دور کمر (سانتی‌متر) و دور لگن (سانتی‌متر) و تقسیم این دو مقدار محاسبه شد.

تجزیه و تحلیل آماری

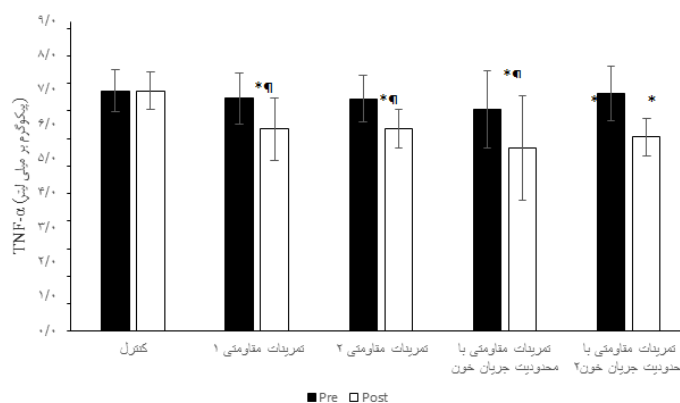
در پژوهش حاضر بررسی نتایج در دو بخش توصیفی و استنباطی انجام گرفت. مشخصات توصیفی آزمودنی‌ها به صورت جداول و نمودار در بخش توصیفی گزارش شد. سپس داده‌های مربوط به متغیرهای پژوهش در قسمت استنباطی و پس از بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک با استفاده از روش‌های آماری آزمون تحلیل کوواریانس مورد بررسی قرار خواهند گرفت. کلیه محاسبات آماری از طریق نرم‌افزار SPSS version 16 و در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ انجام شد.

جدول ۱: اطلاعات دموگرافیک آزمودنی‌های گروه‌های مورد مطالعه (انحراف معیار $\pm$ میانگین)

متغیر / گروه	کنترل	تمرینات مقاومتی ۱	تمرینات مقاومتی ۲	تمرینات مقاومتی ۱ با محدودیت جریان خون	تمرینات مقاومتی ۲ با محدودیت جریان خون
سن (سال)	۲۵/۹۰ $\pm$ ۱/۰۰	۲۵/۵۰ $\pm$ ۱/۰۵	۲۵/۵۰ $\pm$ ۱/۹۹	۲۵/۶۰ $\pm$ ۱/۰۷	۲۵/۶۰ $\pm$ ۱/۰۹
قد (CM)	۱۷۰ $\pm$ ۱/۲۱	۱۶۹ $\pm$ ۱/۰۶	۱۶۹/۸ $\pm$ ۱/۰۶	۱۶۸/۶ $\pm$ ۱/۳۳	۱۶۸/۷ $\pm$ ۱/۲۸
وزن (KG)	۷۸/۵ $\pm$ ۱/۵۲	۸۰/۴۷ $\pm$ ۱/۶۱	۷۶/۵۸ $\pm$ ۱/۳۴	۷۹/۸۵ $\pm$ ۱/۴۶	۷۹/۱۵ $\pm$ ۱/۱۶

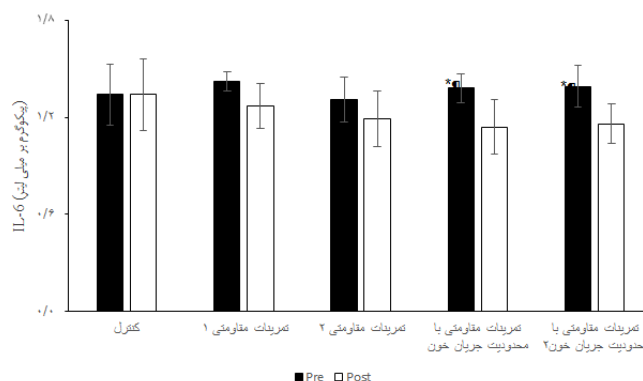
جدول ۲: نتایج تجزیه و تحلیل کوواریانس جهت مقایسه متغیرهای پژوهش در گروه های مختلف تحقیق

متغیر	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	P	مجذورات	مجدور انا
TNF- A	پیش آزمون	۱	۲۵/۹۳۴	۱۰۴/۱۴۲	۰/۰۰۰	۰/۷۰۳	
	گروه	۴	۹/۸۲۵	۲/۴۵۶	۰/۰۰۰	۰/۴۷۳	
	خطا	۴۴	۱۰/۹۵۷	۰/۲۴۹	-	-	
IL-6	پیش آزمون	۱	۰/۷۵۲	۵۴/۴۶۶	۰/۰۰۰	۰/۵۵۳	
	گروه	۴	۰/۳۴۸	۶/۳۰۴	۰/۰۰۰	۰/۳۶۴	
	خطا	۴۴	۰/۶۰۷	۰/۰۱۴	-	-	
IL-1 β	پیش آزمون	۱	۲۶/۹۷۹	۱۰۴/۰۹۲	۰/۰۰۰	۰/۷۰۳	
	گروه	۴	۲/۰۵۰	۰/۵۱۳	۰/۱۱۵	۰/۱۵۲	



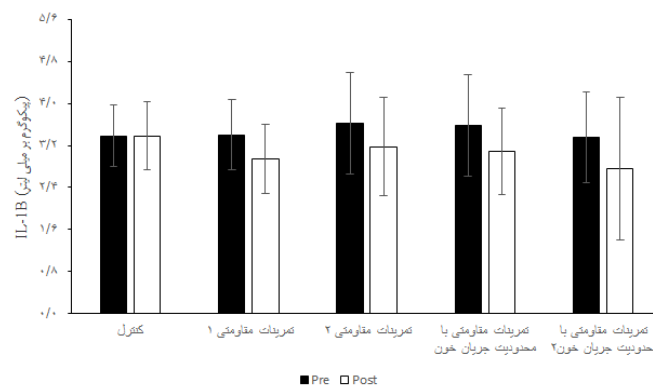
شکل ۱: تغییرات مقدار TNF- α در آزمودنی های گروه های مختلف پژوهش

* علامت معناداری نسبت به گروه کنترل



شکل ۲: تغییرات میزان IL-6 در آزمودنی های گروه های مختلف پژوهش.

* علامت معناداری نسبت به گروه کنترل



شکل ۳: تغییرات میزان IL-1 β در آزمودنی‌های گروه‌های مختلف پژوهش. تفاوت معناداری بین گروه‌ها مشاهده نشد ($P>0.05$).

بحث

افراد مبتلا به اضافه وزن و چاقی معمولاً سطوح بالاتری از مولکول‌های التهابی مانند $TNF-\alpha$ را در خون خود دارند که این افزایش می‌تواند در پاتوژنز بیماری‌های قلبی-عروقی نقش داشته باشد (۱۶). از سوی دیگر، مطالعات نشان داده‌اند که تمرینات ورزشی می‌توانند به‌طور مؤثری سطوح نشانگرهای التهابی را تغییر دهند (۱۶). در تحقیق حاضر، کاهش معناداری در سطح $TNF-\alpha$ در گروه‌های تمرینی نسبت به گروه کنترل مشاهده شد. این یافته با نتایج مطالعات پیشین همسو است. به‌عنوان مثال، گریوی و همکاران (۱۷) گزارش کردند که تمرینات مقاومتی باعث کاهش سطح $TNF-\alpha$ عضلانی و افزایش سنتز پروتئین عضلانی می‌شود. هم‌چنین، دالسیوا و همکاران (۱۸) نشان دادند که دوازده هفته تمرین قدرتی منجر به کاهش تولید $TNF-\alpha$ می‌شود. گارسیا و همکاران (۱۹)، نیز تأکید کردند که تمرینات با شدت و حجم کافی قادر به تولید مواد ضد التهابی و بهبود التهاب هستند. در بررسی مکانیسم‌های احتمالی، پژوهش‌ها نشان داده‌اند که $TNF-\alpha$ با فعالیت مسیر $mTOR$ مرتبط است (۲۰). فشار متابولیکی ناشی از تجمع متابولیت‌ها در تمرینات همراه با محدودیت جریان خون، به‌عنوان مکانیسم اولیه اصلی در فعال‌سازی مسیر $mTOR$ و هایپرتروفی عضلانی شناخته شده است (۲۱). مطالعات متعدد تأیید کرده‌اند که تمرینات مقاومتی، چه با محدودیت جریان خون و چه بدون آن، منجر به رشد عضلانی و هایپرتروفی می‌شوند (۲۲، ۲۳). از آنجا که $TNF-\alpha$ با افزایش

قدرت و سنتز پروتئین کاهش می‌یابد، احتمالاً در تحقیق حاضر نیز فشار متابولیک ناشی از تمرینات، ابتدا مسیر $mTOR$ را فعال کرده و سپس منجر به کاهش $TNF-\alpha$ شده است (۲۱). هرچند در این مطالعه مسیرهای سنتز پروتئین و پیام‌رسانی $mTOR$ به‌طور مستقیم بررسی نشده‌اند، پیشنهاد می‌شود که این مکانیسم‌ها در مطالعات آینده مورد بررسی قرار گیرند (۲۱). مکانیسم احتمالی دیگر، ارتباط معکوس بین محتوای $TNF-\alpha$ و لیپوپروتئین لیپاز (LPL) در عضلات اسکلتی و بافت چربی است (۲۴) که به وفور در عضلات انسان بیان می‌شود، با ورزش تنظیم می‌شود. تمرینات مقاومتی با کاهش $TNF-\alpha$ ، بیان LPL و سنتز پروتئین را افزایش می‌دهند و منابع انرژی (مانند اسیدهای چرب ناشی از تجزیه تری‌گلیسیریدها) را برای حمایت از سنتز پروتئین فراهم می‌کنند (۱۸). این فرآیند نیز می‌تواند به فعال‌سازی مسیر $mTOR$ و کاهش $TNF-\alpha$ کمک کند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که تمرینات مقاومتی، به‌ویژه تمرینات همراه با محدودیت جریان خون، می‌توانند به‌طور مؤثری سطوح $TNF-\alpha$ را کاهش دهند و پروفایل التهابی را بهبود بخشند. با این حال، بهبودهای مشابه در $TNF-\alpha$ در همه گروه‌های تمرینی نشان می‌دهد که ممکن است متغیرهای دیگری نیز در این فرآیند نقش داشته باشند که مستقیماً به قدرت عضلانی و هایپرتروفی مرتبط نیستند (۲۵). در نهایت، اگرچه همه گروه‌های تمرینی بهبودهای مشابهی در پارامترهای عملکردی نشان دادند، تمرینات مقاومتی همراه با محدودیت جریان خون

رفتار ضد التهابی بهتری را نشان دادند. با این حال، نتایج تحقیق حاضر با برخی مطالعات دیگر ناهمسو است. به عنوان مثال، رضایی و همکاران (۲۶) هیچ افزایشی در $IL-6$ پس از تمرینات مقاومتی با محدودیت جریان خون گزارش نکردند (۲۶). همچنین، کونرادز و همکاران Conraads et al نشان دادند که تمرین ترکیبی استقامتی و مقاومتی تأثیری بر سطح پلاسمایی $IL-6$ در افراد مبتلا به بیماری های عروقی ندارد. (۲۷). این ناهمخوانی در نتایج ممکن است به عواملی مانند شدت کم وزنه ها، نوع تراباندهای استفاده شده، تفاوت در نمونه های مورد مطالعه (سن، جنس و نیمرخ التهابی پایه) و همچنین تفاوت در نوع تمرین (شدت، حجم و مدت مداخله) مرتبط باشد. مطالعات متعددی کاهش $IL-6$ را پس از تمرینات مقاومتی گزارش کرده اند. به عنوان مثال، پدرس و فبریو Pedersen & Febbraio (۲۸) نشان دادند که $IL-6$ ناشی از انقباض عضلانی به عنوان یک «حسگر متابولیک» عمل می کند و با تحریک لیپولیز، اکسیداسیون چربی و جذب گلوکز، نقش مهمی در تنظیم انرژی ایفا می کند. این فرآیند می تواند به کاهش سطوح $IL-6$ در گردش خون منجر شود. همچنین، تصور می شود که $IL-6$ ناشی از ورزش به عنوان یک «حسگر متابولیک» کار می کند و نیاز به سوپسترا در دسترس برای عضلات در حال کار را نشان می دهد، زیرا لیپولیز، اکسیداسیون چربی و جذب گلوکز را در عضله تحریک می کند (۲۹). یکی از مکانیسم های احتمالی که می تواند کاهش معنادار $IL-6$ در تحقیق حاضر را توضیح دهد، رفتار پیش التهابی ناشی از تمرینات مقاومتی با محدودیت جریان خون است. این رفتار ممکن است نتیجه تحریک بیشتر سیستم عصبی سمپاتیک به دلیل محدودیت جریان خون باشد که منجر به افزایش مشخصات التهابی می شود. این ارتباط بین سیستم عصبی و سیستم ایمنی می تواند به عنوان یک مکانیسم کلیدی در نظر گرفته شود (۳۰) در تحقیق حاضر نشان داده شده است که اختلاف معنی داری بین گروه های پژوهشی در مقدار $IL-1\beta$ وجود ندارد. بدین ترتیب که تغییرات مقدار $IL-1\beta$ در آزمودنی های گروه های تمرینی نسبت به گروه کنترل کاهش

داشته است ولی این کاهش معنادار نبود همسو با تحقیق حاضر، کارابولوت و همکاران با بررسی نشانگر التهابی و پاسخ هورمونی آنابولیک با تمرین مقاومتی و محدودیت عروقی دریافتند تمرینات مقاومتی با محدودیت عروقی تغییر معنی داری بر $IL-1\beta$ نداشت و دریافتند. عدم تغییر قابل توجه در $IL-1\beta$ در حال استراحت با تمرین نشان می دهد که نه تمرین مقاومتی با شدت بالا و نه تمرین مقاومتی با شدت کم با محدودیت عروقی باعث افزایش طولانی مدت التهاب یا آسیب عضلانی نمی شود (۳۱). مشابه یافته های پژوهش حاضر شیخ الاسلامی و همکاران نشان داده شد که تمرینات مقاومتی تأثیر معنی داری بر غلظت $IL-1\beta$ ندارد (۳۲). بعضی محققان با مطالعه تأثیر ۱۲ و ۱۵ هفته تمرین هوازی و قدرتی بر شاخص های التهابی، عدم تغییر $IL-1\beta$ را گزارش نموده اند (۳۳، ۳۴) یا کریستیانس و همکاران Christiansen et al عدم تغییر شاخص های التهابی را به دنبال ۱۲ هفته تمرین گزارش نموده اند (۳۵).

از سویی، نتایج حاضر با یافته های آلدیمیر و همکاران Aldemir et al (۳۶)، پیکسیون و همکاران Piccione et al (۳۷)، نیکالس و همکاران (۳۸) ناهمسو می باشد. طبق مطالعات نیکلاس و همکاران Nicklas et al، ۱۸ ماه تمرین مقاومتی و پیاده روی تأثیر معنی داری بر شاخص های التهابی مانند $IL-1\beta$ دارد (۳۹). به نظر می رسد تفاوت در نتایج یافته ها احتمالاً به دلیل تفاوت در نوع آزمودنی ها و مدت و شدت برنامه تمرینی آزمودنی ها باشد (۴۰). همان طور که می بینیم، تغییر در نوع، مدت و ماهیت فعالیت بدنی، نتایج متفاوتی را به دنبال داشته است. در بسیاری از فعالیت های بدنی، نوع فعالیت ورزشی و سیستم تولید انرژی، در ایجاد سازگاری مطلوب نقش تعیین کننده ای دارد. بر اساس اصل ویژگی تمرین که هر تمرینی سازگاری های خود را ایجاد می کند (۴۰) به هر حال برخی محدودیت ها مانند عدم کنترل دقیق تغذیه و عوامل استرس زا ممکن است بر نتایج تأثیر گذاشته باشد. بعلاوه تفاوت در روش های اندازه گیری $IL-1\beta$ ممکن است منجر به نتایج متفاوت شود. همچنین ممکن است تغییرات معنادار در

بیشتری دارد. به طور کلی، یافته‌های این مطالعه از نقش محافظتی تمرینات مقاومتی در کاهش التهاب حمایت می‌کند، اما برای اظهار نظر قطعی، انجام مطالعات بیشتر با طراحی دقیق‌تر و کنترل بهتر متغیرهای ضروری است.

سیاس‌گذاری

این مقاله حاصل تلاش‌های تیم پژوهشی است. بدین وسیله، پژوهشگران از تمامی افرادی که در انجام این تحقیق همکاری داشته‌اند، صمیمانه قدردانی می‌کنند.

ملاحظات اخلاقی

پروپوزال این تحقیق توسط دانشگاه پیام نور تایید شده است (کد اخلاق: IR.IAU.B.REC.1401.030).

مشارکت نویسندگان

علی برزگری در ارائه ایده، امید مولائی در طراحی مطالعه و جمع‌آوری داده‌ها، محمدحسن دشتی خویذکی در تجزیه و تحلیل داده‌ها مشارکت داشته و همه نویسندگان در تدوین، ویرایش اولیه و نهایی مقاله و پاسخگویی به سوالات مرتبط با مقاله سهیم هستند.

$IL-1\beta$ نیاز به زمان بیشتری داشته باشد. پیشنهاد می‌شود که مطالعات آینده مسیرهای سیگنالینگ مرتبط با $IL-1\beta$ را بررسی شود تا مکانیسم‌های دقیق‌تری از تأثیر تمرینات بر این سایتوکاین مشخص شود. پیشنهاد می‌شود که در مطالعات آینده سطوح پروتئین $IL-1\beta$ نیز اندازه‌گیری شود تا تغییرات پس ترجمانی نیز مورد بررسی قرار گیرد. همچنین در مطالعات آینده عوامل خارجی مانند تغذیه، استرس و شرایط محیطی به طور دقیق‌تری کنترل شوند. در پایان با وجود نتایج متناقض در مطالعات مختلف، یافته‌ها نشان می‌دهد که تمرینات مقاومتی ممکن است تأثیر محافظتی بر سطوح $IL-1\beta$ داشته باشند، اما برای نتیجه‌گیری قطعی نیاز به مطالعات بیشتری است.

نتیجه‌گیری

مطالعه حاضر نشان می‌دهد که تمرینات مقاومتی با یا بدون محدودیت جریان خون ممکن است یک ابزار غیردارویی مفید برای کاهش التهاب مزمن باشد. این تحقیق داده‌های امیدوارکننده‌ای را در مورد اثرات مثبت شرطی‌سازی هاپیوکسی متناوب (ناشی از محدودیت جریان خون) بر برخی بیومارکرهای التهابی مانند $TNF-\alpha$ و $IL-6$ ارائه می‌کند. با این حال، تأثیر این نوع تمرینات بر $IL-1\beta$ نیاز به بررسی‌های

References:

- 1-Ataieinosrat A, Haghighi MM, Abednatanzi H, Soltani M, Ghanbari-Niaki A, Nouri-Habashi A, et al. *Effects of Three Different Modes of Resistance Training on Appetite Hormones in Males with Obesity*. Front Physiol 2022; 13: 827335.
- 2-Hotamisligil GS. *Inflammation, Metaflammation and Immunometabolic Disorders*. Nature 2017; 542(7640): 177-85.
- 3-Emamdoost S, Abbassi Dalooi A, Barari A, Saeidi A. *The Effect of Different Intensity Circuit Resistance Training on Inflammatory and Anti-Inflammatory Markers in Obese Men*. TUMJ 2020; 78(9): 598-605.
- 4-Calle MC, Fernandez ML. *Effects of Resistance Training on the Inflammatory Response*. Nutr Res Pract 2010; 4(4): 259-69.
- 5-Takarada Y, Takazawa H, Ishii N. *Applications of Vascular Occlusion Diminish Disuse Atrophy of Knee Extensor Muscles*. Med Sci Sports Exerc 2000; 32(12): 2035-9.

- 6-Patterson SD, Hughes L, Warmington S, Burr J, Scott BR, Owens J, et al. *Blood Flow Restriction Exercise: Considerations of Methodology, Application, and Safety*. Front Physiol 2019; 10: 533.
- 7-Adamopoulos S, Parissis J, Kroupis C, Georgiadis M, Karatzas D, Karavolias G, et al. *Physical Training Reduces Peripheral Markers of Inflammation in Patients with Chronic Heart Failure*. Eur Heart J 2001; 22(9): 791-7.
- 8-Jadidi S, Avandi SM, Khaleghian A. *Effects of High-Intensity Functional Training and Circuit Resistance Training on the Serum Levels of IFN- γ in Obese Women*. Jorjani Biomed J 2023; 11(1): 9-12.
- 9-Goldhammer E, Tanchilevitch A, Maor I, Beniamini Y, Rosenschein U, Sagiv M. *Exercise Training Modulates Cytokines Activity in Coronary Heart Disease Patients*. Int J Cardiol 2005; 100(1): 93-9.
- 10- Nassis GP, Papantakou K, Skenderi K, Triandafillopoulou M, Kavouras SA, Yannakoulia M, et al. *Aerobic Exercise Training Improves Insulin Sensitivity without Changes in Body Weight, Body Fat, Adiponectin, and Inflammatory Markers in Overweight and Obese Girls*. Metab 2005; 54(11): 1472-9.
- 11- Nikbakht H, Mohamadzadeh Salamat K. *The Effects of Endurance and Resistance Training on Systemic Inflammatory Markers and Metabolic Syndrome Parameters in Overweight and Obese Men*. Researcher in Sport Science Quarterly 2011; 2(3): 15-26.
- 12- Bompa T, Buzzichelli C. *Periodization Training for Sports*. 3 ed. Champaign, IL: Human Kinetics; 2015.
- 13-Hosseini Kakhk SAR, Zamand P, Haghighi AH, Khademosharie M. *Comparison of Hormonal Responses to Strength Training with and Without Blood Flow Restriction*. Journal of Sport Biosciences 2015; 7(3): 391-405.[Persian]
- 14-Delshad M, Ghanbarian A, Mehrabi Y, Sarvghadi F, Ebrahim K. *Effect of Strength Training and Short-Term Detraining on Muscle Mass in Women Aged Over 50 Years Old*. Int J Prev Med 2013; 4(12): 1386-94.
- 15-Taheri Kalani A, Nikseresht M. *The Effect of 10 Weeks Resistance and Aerobic Training on Inflammatory Cytokines in Sedentary Overweight Men*. J Ilam Uni Med Sci 2015; 23(5): 17-26.
- 16-Olson TP, Dengel D, Leon A, Schmitz K. *Changes in Inflammatory Biomarkers Following One-Year of Moderate Resistance Training in Overweight Women*. Int J Obes 2007; 31(6): 996-1003.
- 17-Greiwe JS, Cheng B, Rubin DC, Yarasheski KE, Semenkovich CF. *Resistance Exercise Decreases Skeletal Muscle Tumor Necrosis Factor α in Frail Elderly Humans*. FASEB J 2001; 15(2): 475-82.
- 18-Da Silva IM, Santos MA, Galvão SL, Dorneles GP, Lira FS, Romão PR, et al. *Blood Flow Restriction Impairs the Inflammatory Adaptations of Strength Training in Overweight Men: A Clinical Randomized Trial*. Appl Physiol Nutr Metab 2020; 45(6): 659-66.
- 19-Garcia Nf, Moraes Cd, Rebelo Ma, Peters S, Maria G, Castro Fmd, et al. *Strength Training with and without Arteriovenous Blood Flow Restriction Improves Performance, Regardless of Changes in*

- Muscle Hypertrophy, in Wistar Rats.** An Acad Bras Cienc 2022; 94(suppl 3): e20201147.
- 20- Laplante M, Sabatini DM. **Mtor Signaling in Growth Control and Disease.** Cell 2012; 149(2): 274-93.
- 21- Salari-karizmeh H, Haghighi A, Hosseini- Kakhk A. **The Effects of Eight Weeks Interval Training with and without Blood Flow Restriction at Different Intensities on Endurance Performance, Strength and Serum Level of Myostatin in Male Athletes.** J Appl Exerc Physiol 2020; 16(31): 45-58.
- 22- Mohammadi R, Afroundeh R, Khajehlandi M, Mohammadian M. **Survey on the Acute Effect of Resistance Training with and without Blood Flow Restriction on Muscle Hypertrophy Indicators.** J Rehabil Med 2020; 9(1): 147-55. [Persian]
- 23- Zakavi I. **Effect of Twelve Weeks Combined Exercise (Aerobic- Resistance) on Plasma Levels of Myostatin in Obese Adolescents.** J Sports Physiol 2015; 7(27): 101-18.
- 24- Ogasawara R, Fujita S, Hornberger TA, Kitaoka Y, Makanae Y, Nakazato K, et al. **The Role of Mtor Signalling in the Regulation of Skeletal Muscle Mass in a Rodent Model of Resistance Exercise.** Sci Rep 2016; 6(1): 31142.
- 25- Tieland M, Trouwborst I, Clark BC. **Skeletal Muscle Performance and Ageing.** J Cachexia Sarcopenia Muscle 2018; 9(1): 3-19.
- 26- Rezaei A, Matinhomae H, Feizolahi F. **The Effect of Six Weeks of Progressive Resistance Training with Blood Flow Restriction on Myostatin and Interleukin 6 Male Taekwondo Practitioners.** Sport Physiology & Management Investigations 2024; 16(2): 187-96. [Persian]
- 27- Conraads VM, Beckers P, Bosmans J, De Clerck LS, Stevens WJ, Vrints CJ, et al. **Combined Endurance/Resistance Training Reduces Plasma TNF-Alpha Receptor Levels In Patients With Chronic Heart Failure And Coronary Artery Disease.** Eur Heart J 2002; 23(23): 1854-60.
- 28- Pedersen BK, Febbraio MA. **Muscle as an Endocrine Organ: Focus on Muscle-Derived Interleukin-6.** Physiol Rev 2008; 88(4): 1379-406.
- 29- Phillips MD, Flynn MG, McFarlin BK, Stewart LK, Timmerman KL. **Resistance Training at Eight-Repetition Maximum Reduces the Inflammatory Milieu in Elderly Women.** Med Sci Sports Exerc 2010; 42(2): 314-25.
- 30- de Souza TMF, Libardi CA, Cavaglieri CR, Gáspari AF, Brunelli DT, de Souza GV, et al. **Concurrent Training with Blood Flow Restriction Does Not Decrease Inflammatory Markers.** Int J Sports Med 2018; 40(01): 29-36.
- 31- Karabulut M, Sherk VD, Bemben DA, Bemben MG. **Inflammation Marker, Damage Marker and Anabolic Hormone Responses to Resistance Training with Vascular Restriction in Older Males.** CLIN Physiol Funct 2013; 33(5): 393-9.
- 32- Sheikholeslami Vatani D, Ahmadi S, Mojtahedi H, Marandi M, Ahmadi Dehrashid K, Faraji H, Et Al. **Influence of Different Intensities of Resistance Exercise on Inflammatory Markers in Young Healthy Men.** Iranian J Endoc And Met 2011; 12(6): 618-25.
- 33- Donges C, Duffield R, Drinkwater E. **Effect of Resistance or Aerobic Exercise Training on**

- Interleukin-6, C-Reactive Protein, And Body*. Med Sci Sports Exerc 2010; 42(2): 304-13.
- 34- Stewart LK, Flynn MG, Campbell WW, Craig BA, Robinson JP, Timmerman KL, et al. *The Influence of Exercise Training on Inflammatory Cytokines and C-Reactive Protein*. Med Sci Sports Exerc 2007; 39(10): 1714-9.
- 35- Christiansen T, Paulsen SK, Bruun JM, Pedersen SB, Richelsen B. *Exercise Training Versus Diet-Induced Weight-Loss on Metabolic Risk Factors and Inflammatory Markers in Obese Subjects: A 12-Week Randomized Intervention Study*. Am J Physiol Endocrinol Metab 2010; 298(4): E824-E31.
- 36- Aldemir H, Kiliç N. *The Effect of Time of Day and Exercise on Platelet Functions and Platelet-Neutrophil Aggregates in Healthy Male Subjects*. Mol Cell Biochem 2005; 280(1): 119-24.
- 37- Piccione G, Grasso F, Fazio F, Giudice E. *The Effect of Physical Exercise on the Daily Rhythm of Platelet Aggregation and Body Temperature in Horses*. Vet J 2008; 176(2): 216-20.
- 38- Nicklas BJ, Hsu FC, Brinkley TJ, Church T, Goodpaster BH, Kritchevsky SB, et al. *Exercise Training and Plasma C-Reactive Protein and Interleukin-6 in Elderly People*. J Am Geriatr Soc 2008; 56(11): 2045-52.
- 39- Nicklas BJ, Ambrosius W, Messier SP, Miller GD, Penninx BW, Loeser RF, et al. *Diet-Induced Weight Loss, Exercise, and Chronic Inflammation in Older, Obese Adults: A Randomized Controlled Clinical Trial*. Am J Clin Nutr 2004; 79(4): 544-51.
- 40- Akbarpour M, Jahanmehr A. *The Effect of 8 Weeks Strength - Endurance Training at Morning and Evening on Interlukin-6 and C-Reactive Protein in Overweight Men*. J Pract Stu Bio in Sport 2020; 8(15): 126-39.

Effect of Two Types of Resistance Training with and Without Blood Flow Restriction on Some Pro-Inflammatory Cytokines in Overweight Men

Ali Barzegari¹, Mohammad Hassan Dashti Khavidaki^{*1}, Omid Molaei¹

Original Article

Introduction: Cytokines are a group of proteins essential for inflammatory responses to pathological stimuli such as inflammation and for improving metabolic health in overweight individuals. The purpose of this research was to determine the effect of two types of resistance training with and without blood flow restriction on some pro-inflammatory cytokines in overweight men.

Methods: The present study was a semi-experimental interventional study. Fifty males with a mean age of 25.66 ± 1.98 years and a body mass index of 28.1 ± 3.34 kg/m² were selected and randomly divided into 5 groups: resistance training 1 (n=10), resistance training 2 (n=10), resistance training 1 with blood flow restriction (n=10), resistance training 2 with blood flow restriction (n=10), and control groups (n=10). Resistance training 1 and 2, both with and without flow restriction, were performed for 6 weeks, 3 sessions per week. Before and after six weeks of training, blood samples were collected from the participants and serum levels of TNF- α , IL-1 β , and IL-6 were measured using ELISA. Subsequently, between-group changes were evaluated using the covariance test and within-group Bonferroni test.

Results: The results showed a significant difference among the 5 research groups regarding TNF- α and IL-6 levels ($P=0.000$), and the changes in TNF- α levels in resistance training groups 1 ($P=0.003$), resistance training 2 ($P=0.004$), resistance training 1 and 2 with blood flow restriction ($P=0.000$) were significantly reduced compared to the control group. Additionally, the changes in IL-6 levels in resistance training groups 1 and 2 utilizing flow restriction were also significantly reduced compared to the control group ($P=0.001$), while no significant difference was observed between the research groups in IL-1 β levels.

Conclusion: Our study shows that resistance training with and without blood flow restriction can be a useful non-pharmacological tool to reduce some chronic inflammatory factors.

Keywords: Resistance training with flow limitation, Overweight, TNF- α , IL-6, IL-1 β .

Citation: Barzegari A, Dashti Khavidaki M.H, Molaei O. **Effect of Two Types of Resistance Training with and Without Blood Flow Restriction on Some Pro-Inflammatory Cytokines in Overweight Men.** J Shahid Sadoughi Uni Med Sci 2026; 33(10): 9540-51.

¹Department of Exercise Physiology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Payame Noor University, Tehran, Iran.

***Corresponding author:** Tel: 09133582186, email: dashty54@pnu.ac.ir