



## The effect of edible mushroom vinegar (*Agaricus bisporus*) on fat metabolism in obese rats caused by overeating

Farhang Moraghebi <sup>1</sup>, Hamid Reza Samadikhah <sup>2\*</sup>

1. Graduated, Department of Convergent Sciences and Techniques, Faculty of Basic Sciences, Central Tehran Branch, Islamic Azad university. Tehran. Iran

2. Assistant Professor, Department of Convergent Sciences and Techniques, Faculty of Basic Sciences, Central Tehran Branch, Islamic Azad university. Tehran. Iran

**Place of Research:** Department of Convergent Sciences and Techniques, Faculty of Basic Sciences, Central Tehran Branch, Islamic Azad university. Tehran. Iran

### Article Info

### Abstract

#### Article History:

received 06.23.2023  
revised 07.29.2023  
accepted 12.13.2023  
online 12.31.2023

#### KeyWords:

besity  
Wistar rat  
PPAR gene  
GLUT4 gene  
Adiponectin gene  
LPL gene

#### \*Corresponding author:

E-mail address

moraghebi@yahoo.com  
hrsamadikhah@gmail.com

**Introduction:** Fat is one of the most important components of human diet. The human body needs fats to perform its daily activities. In case of eating a lot of carbohydrates, inactivity or genetic factors, some people have obesity problem. Obesity and overweight are relatively dangerous diseases. The production of vinegar from various materials has been of interest for a long time, and it is used as an effective drink for weight loss. .

**Aim:** The purpose of this research is to investigate the effect of vinegar prepared from button mushrooms on obesity.

**Materials and Methods:** 12 eight-week-old male Wistar rats became obese during 4 weeks with high feeding and low exercise. The effect of edible mushroom vinegar during 2 weeks on obesity with three treatments (control group (VS) boiled vinegar group ml2 (V1), boiled vinegar group ml 1 (V2) and raw vinegar group ml 2 (V3) per kilogram of weight) was investigated. Vinegar treatment was directly entered into the stomach of rats with the help of long gavage needles

**Results:** All treatments caused significant ( $p < 0.01$ ) weight loss. A number of genes effective in the production of fat in the liver were investigated. Increasing GLUT4 gene expression was effective in preventing lipogenesis in all treatments of obese rats with overeating. The increase in PPAR gene expression was not significant. Increasing the expression of Adiponectin gene was effective in increasing lipolysis in all treatments of obese rats with overeating, While the increase in LPL gene expression was not significant. All 3 mushroom vinegar treatments had a positive effect on the reduction of renal enzymes ALT and ALP. V2 treatment of mushroom vinegar reduced cholesterol and triglycerides

**Conclusion:** It was found that edible mushroom vinegar causes weight loss and also has positive protective effects on the liver.

**Cite this article:** Moraghebi F, Samadikhah H.R. The effect of edible mushroom vinegar (*Agaricus bisporus*) on fat metabolism in obese rats caused by overeating. Iranian Journal of Biological Sciences. 2023; 18(2): 33-48

doi 10.30495/ZISTI.2023.1992158.1168

Publisher: Islamic Azad University of Varamin – Pishva branch

Print ISSN: 1735-4226

Online ISSN: 1727-459X

This is an open access article under the: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



## نقش سرکه قارچ خوراکی (*Agaricus bisporus*) روی متابولیسم چربی در موش های چاق به علت پرخوری

فرهنگ مراقبی<sup>۱</sup>، حمید رضا صمدی خواه<sup>۲\*</sup>

۱. دانش آموخته، گروه علوم و فناوری های زیستی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز، تهران  
۲. استادیار، گروه علوم و فناوری های زیستی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز، تهران

محل انجام تحقیق: گروه علوم و فناوری های زیستی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز، تهران

اطلاعات مقاله

چکیده

تاریخچه مقاله

ارسال ۱۴۰۲/۰۵/۰۱  
بازنگری ۱۴۰۲/۰۶/۰۷  
پذیرش ۱۴۰۲/۰۶/۲۲  
نماینه ۱۴۰۲/۱۰/۱۰

کلمات کلیدی

چاقی  
رت نژاد ویستار  
ژن PPAR  
ژن GLUT4  
ژن Adiponectin  
ژن LPL

\* نویسنده مسؤل

moraghebi@yahoo.com  
hrsamadikhah@gmail.com

**مقدمه:** چربی یکی از مهم ترین ترکیبات رژیم غذایی انسان به شمار می آید. بدن انسان برای انجام فعالیت های روزانه خود به مصرف چربی ها نیاز دارد. در صورت تغذیه زیاد با کربوهیدرات ها، کم تحرکی یا عوامل ژنتیکی برخی افراد دچار چاقی می شوند. چاقی و اضافه وزن یک بیماری نسبتاً خطرناک است. تولید سرکه از مواد مختلف از دیرباز مورد توجه بوده و به عنوان یک نوشیدنی موثر در لاغری مورد استفاده قرار می گیرد.

**هدف:** هدف این پژوهش بررسی اثر سرکه تهیه شده از قارچ دکمه ای روی چاقی است.

**مواد و روش ها:** ۱۲ سر رت نر نژاد ویستار هشت هفته ای طی ۴ هفته با تغذیه زیاد و تحرک کم چاق شدند. تاثیر سرکه قارچ خوراکی طی ۲ هفته بر روی چاقی با سه تیمار (گروه شاهد (VS)، گروه سرکه جوشیده (۲ml V1)، گروه سرکه جوشیده (۱ml V2) و گروه سرکه خام (۲ml V3) به ازای هر کیلوگرم وزن) مورد بررسی قرار گرفت. تیمار سرکه به کمک سوزن های بلند گاوآژ مستقیم به معده رت ها وارد گردید.

**نتایج:** تیمارها باعث کاهش وزن معنی دار ( $p < 0.01$ ) شد. تعدادی از ژن های موثر در ساخت چربی در کبد مورد بررسی قرار گرفت. افزایش بیان ژن GLUT4 در جلوگیری از لیپوژنز در همه تیمار های رت های چاق با پر خوری موثر بودند. افزایش بیان ژن PPAR معنی دار نبود. افزایش بیان ژن Adiponectin موثر در افزایش لیپولیز در همه تیمار های رت های چاق با پر خوری موثر بودند. در حالی که افزایش بیان ژن LPL معنی دار نبود. هر ۳ تیمار سرکه قارچ نقش مثبتی روی کاهش آنزیم های کلیه ای ALT و ALP داشت. تیمار V2 سرکه قارچ سبب کاهش کلسترول و تری گلیسرید شد. نتیجه گیری: مشخص گردید که سرکه قارچ خوراکی سبب لاغری شده ضمناً اثرات حفاظتی مثبتی روی کبد نیز دارد.

شيوه آدرس دهی این مقاله: مراقبی ف. صمدی خواه ح.ر.\* نقش سرکه قارچ خوراکی (*Agaricus bisporus*) روی متابولیسم چربی در موش های چاق به علت پرخوری. مجله دانش زیستی ایران. ۱۴۰۲؛ ۱۸(۲): ۲۳-۴۸

doi 10.30495/ZISTI.2023.1992158.1168

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین - پیشوا | شاپا چاپی: ۱۷۳۵-۴۲۲۶ | شاپا الکترونیکی: ۲۷۱۷-۴۵۹۸ | نویسندگان: © حق مؤلف

## مقدمه:

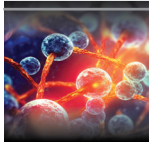
اساسی در ژنوم ارایه می دهد. در واقع اپی ژنتیک می تواند تحت تاثیر محیط، بدون تغییر در توالی نوکلئوتیدها ژن های خاصی را در بافت ها روشن یا خاموش کند. (۵). از ژن ها و ناقل های موثر در لیپوژنز که مربوط به ساخت چربی می باشد می توان به GLUT4 (ناقل غشائی گلوکز ایزوفرم ۴) و LPL (لیپوپروتین لیپاز) اشاره کرد و از ژن های موثر در لیپولیز که مربوط به تجزیه چربی می باشد می توان به Adiponectin (آدیپونکتین) و PPARA (ژن گیرنده های فعال کننده تکثیر پروکسی زوم ها) که موضوع تحقیقات زیادی در موش ها بوده اشاره نمود. GLUT4 نقش مهمی در انتقال گلوکز دارد. این پروتئین سبب می شود که گلوکز موجود در خون توسط انتشار تسهیل شده به درون بافت چربی و ماهیچه های مخطط برود (۶). LPL ژنی است که در هیدرولیز تری گلیسرید نقش دارد (۷). بسیاری از بافت ها به تری گلیسرید پلازما (TG)) به عنوان یک منبع مهم اسیدهای چرب برای اکسیداسیون یا ذخیره انرژی وابسته هستند. استفاده از تری گلیسرید پلازما به لیپوپروتئین لیپاز وابسته است که به اندوتلیوم مویرگ ها چسبیده است و تری گلیسرید را به اسیدهای چرب تجزیه پذیر تبدیل می کند (۸). آدیپونکتین ژن مسئول تنظیم گلوکز و اکسیداسیون اسیدهای چرب در بدن است. مطالعه نشان داد که افزایش سطح آدیپونکتین در بدن به روند کاهش وزن کمک می کند، آدیپونکتین تنها آدیپوکاینی است که رابطه عکس با توده چربی بدن دارد و در هموستاز گلوکز و لیپید دخالت دارد (۹). PPARA در کاتابولیسم لیپیدی، گرمایی و هموستاز گلوکز نقش دارد (۱۰).

یکی از محل های ساخت چربی در بدن کبد است. هر گونه تغییر فعالیت کبد می تواند روی مقدار چربی بدنی موثر باشد. آنزیم های (S.G.O.T)، (S.G.P.T) ALT، (AST) و آلکالین فسفاتاز ALP آنزیم هایی هستند که با آنها سلامت کبد مورد ارزیابی قرار می گیرد. هرچه سطح (ALT) SGPT در جواب آزمایش بالاتر باشد به همان نسبت شدت التهاب و آسیب دیدگی کبد نیز بالاتر است. آنزیم ALT (آنزیم آلانین امینو ترانسفراز) مختص کبد است و در سایر ارگان های بدن دیده نمی شود (۱۱).

سه معضل چاقی، کمبود مواد غذایی و آلودگی محیط زیست از مهمترین مشکلاتی است که جوامع انسانی با آن درگیر است. چاقی و اضافه وزن یک بیماری نسبتاً خطرناک می باشد. بیماران چاق مستعد ناتوانایی های فیزیکی، روانی و اجتماعی هستند. این بیماری بجز مشکلات زیبایی با بیماری های مختلفی همچون دیابت (مرض قند)، فشارخون بالا، چربی خون، دردهای مفصلی، مشکلات تنفسی و ایست تنفسی در خواب، بیماری های تخریبی مفصلی، افزایش اوره خون و بیماری های ریوی قلبی عروقی مواجه هستند همچنین گزارش هایی در خصوص رابطه بین چاقی و انواع متنوعی از بیماری ها از جمله سرطان (رحم، پستان، روده بزرگ، کیسه صفرا، تخمدان، کولون و پروستات)، سنگ کیسه صفرا، پرمویی، نازایی، اختلال در قاعدگی، استرس و فراموشی وجود دارد. آمار نشان می دهد که حدود ۲۰٪ هزینه بهداشت و درمان در بسیاری از کشورها به چاقی و بیماری های ناشی از آن اختصاص دارد (۲۰۱).

استفاده از پسماند محصولات باغی و زراعی مانند پسماند قارچ خوراکی دکمه ای (*Agaricus bisporus*) یک راه حل مفید برای تولید سرکه به عنوان یک ماده غذایی سودمند و کاهش آلودگی زیست محیطی است (شکل ۱). در طول فرآیند تولید قارچ، تقریباً یک پنجم ساقه قارچ ها هدر می رود. بقایای قارچ های خوراکی، غنی از استرول ها، ویتامین D<sub>2</sub>، اسیدهای آمینه و پلی ساکاریدها و غیره است. پسماند مورد استفاده متشکل از ساقه های قارچی باقیمانده بعد از برداشت و همچنین قارچ های بدشکل جدا شده است (۳). ویژگی های فیزیکی، ترکیبات شیمیایی و ارزش غذایی مناسب ضایعات قارچ دکمه ای خوراکی همچنین ارزان قیمت بودن آن نشان داد که ماده اولیه مناسبی جهت بازیافت است (۴).

ژن هایی که افراد از نسل قبل دریافت می کنند روی استعداد چاقی اثر گذار است. میزان اشتها و یا توانایی تبدیل غذا به انرژی مورد نیاز بدن می تواند به سبک زندگی بستگی داشته باشد. اپی ژنتیک در ایجاد چاقی و بیماری های مرتبط با چاقی یک توضیح منطقی برای اپیدمی رو به رشد چاقی در چند دهه گذشته بدون تغییر



بیماری قلبی و سکتته مغزی را در پی دارد. کلسترول از مواد طبیعی است که در بدن ساخته می شود. افزایش سطح کلسترول خون يك نقص متابوليك است که در نهایت منجر به تصلب شرائین و عوارضی چون افزایش فشارخون و مشکلات عروق کرونری قلب می شود. مقادیر بالای چربی‌های اشباع و چربی‌های ترانس باعث افزایش مقدار لیپوپروتئین با چگالی کم (LDL) در خون می شوند. کلسترول LDL یک مولکول اختصاصی است که وظیفه حمل و نقل چربی و کلسترول را از کبد به خون و سایر بخش‌های بدن بر عهده دارد. از سویی دیگر، مقادیر بالای چربی‌های اشباع و چربی‌های ترانس موجب کاهش مقدار لیپوپروتئین با چگالی بالا (HDL) در خون می شوند که کلسترول را از سراسر بدن جمع‌آوری کرده و به کبد ارسال می کنند (۱۵ و ۱۴).

در این پژوهش براساس یافته های Moraghebi و همکاران (۲۰۲۲) در تولید سرکه خوراکی از پسماند قارچ های خوراکی سرکه ساخته شد (۱۶) سپس اثرات آن روی متابولیسم چاقی در رت ها مورد ارزیابی قرار گرفت پس می توان گفت هدف این پژوهش بررسی تاثیر سرکه قارچ خوراکی روی تغییرات وزن و اثر روی برخی از ژن های موثر در متابولیسم لیپیدی در رت ها است.

AST (آنزیم آسپاراتات امینو ترانسفراز) علاوه بر کبد در برخی بافت‌های دیگر مثل بافت عضلانی و یا ماهیچه قلبی هم وجود دارد. اندازه گیری سطح سرمی AST در برآورد شدت آسیب سلولی در بیماری هایی چون انفارکتوس حاد میوکارد (۲ روز پس از وقوع) بیماری های عضلانی، کلیوی و کبدی استفاده می شود. به خصوص در هیپاتیت ویروسی سطح آنزیم افزایش مشخص دارد، ولی در عین حال سایر بیماری های مخرب پارانشیم مثل سیروز، سرطان و غیره هم باعث بالا رفتن آن می شود (۱۲). تست آلکالین فسفاتاز (ALP) برای کمک به تشخیص بیماری کبد یا اختلالات استخوانی استفاده می شود. در بیماری های مرتبط با کبد سلول های آسیب دیده کبدی، مقادیر بیشتری ALP را در خون آزاد می کنند. آزمایش ALP برای کمک به تشخیص بیماری کیسه صفرا نیز ممکن است تجویز شود (۱۳).

لیپوپروتئین های (TG, LDL, HDL) و کلسترول خون ترکیباتی هستند که تاثیر متفاوتی بر روی سلامت و مقدار چربی بدن می گذارند. تری گلیسیریدها (TG) بخش مهمی از رژیم غذایی بیشتر افراد هستند، سطح بالای انواع خاصی از تری گلیسیریدها در جریان خون با تشکیل پلاک در شریان ها مرتبط بوده و گسترش خطر

## مواد و روش ها

گروه کنترل نیز ۳ سر رت نر ویستار ۸ هفته ای بودند که در کل ۴ گروه شدند. غذای رت ها از شرکت خوراک دام پارس به عنوان غذای معمول رت ها خریداری گردید. رت ها به صورت بدون محدودیت به آب و غذا دسترسی داشتند. یک هفته زمان جهت سازگاری با محیط، ۴ هفته زمان برای چاق شدن و ۲ هفته زمان جهت تیمار سرکه قارچ خوراکی صرف شد. گروه شاهد (VS) گروه سرکه جوشیده ۱ ml (۷۱)، گروه سرکه جوشیده ۲ ml (۷۳) و گروه سرکه نجوشیده ۲ ml (۷۳). تیمار سرکه به کمک سوزن های بلند گاواژ مستقیم به معده رت ها وارد

پس از دریافت کد اخلاق به شماره IR.IAU.CTB. REC.154,1401. تمام مراحل آزمایشی مطابق با اصول تحقیقات مربوط به حیوانات و تایید شده توسط کمیته اخلاق زیستی دانشگاه آزاد اسلامی تهران مرکز انجام شد. رت های نر نژاد ویستار با سن حدود ۸ هفته و وزن حدود ۲۵۰ گرم به تعداد ۱۲ عدد از حیوان خانه دانشگاه شهید بهشتی تهیه گردید. تعداد سه عدد موش در قفس هایی از جنس پلکسی گلاس با درب توری و به ابعاد ۲۵ در ۲۸ در ۸۳ سانتی متر به گونه ای نگهداری شدند که آزادانه به آب و غذای استاندارد دسترسی داشته باشند.

دستگاه نانودراپ استفاده شد. در بسیاری از پروتکل‌ها، مقدار کسر جذبی  $1/8 - 2/2$  نشان دهنده RNA خالص می‌باشد. نسبت جذب نوری RNA در طول موج‌های ۲۶۰ نانومتر به ۲۸۰ نانومتر و ۲۶۰ نانومتر به ۲۳۰ نانومتر سنجش شد. نمونه‌ها دارای نسبت جذب نوری ۲۶۰ به ۲۸۰ نانومتر غلظت در بازه  $1/8$  تا  $2/2$  و نسبت جذب نوری ۲۶۰ به ۲۳۰ غلظت در بازه  $1/7$  تا  $1/9$  را داشتند که جهت ساخت cDNA مناسب است. نمونه‌ها در دستگاه نانودراپ مارک EPOCH ساخت شرکت BioTek خوانده شد.

#### سنتز cDNA

جهت سنتز cDNA از RNA از کیت شرکت ویراژن با مشخصات (Lot No: cs-010504) با برنامه دمایی درج شده در جدول ۱ در دستگاه ترموسایکلر مارک SENSQUEST شرکت Lab Cycler استفاده شد.

جدول ۲: توالی پرایمرهای طراحی شده

شماره	Oligo Name	Seq-(۵'→۳')
۱	LPL-F	GGGAGTTGGCTCCAGAGTIT
۲	LPL-R	TGTGCTTCAGGGGTCCTTAG
۳	GLUT-F	ACCGGATCCATCCCAAG
۴	GLUT-R	TCCCAACCATTGAGAAATGATGC
۵	PPAR $\alpha$ -F	TCGGCGAACTATTCGGCTG
۶	PPAR $\alpha$ -R	GCACTTGTGAAAACGGCAGT
۷	ADIPONCTIN-F	TGTTCTCTTAATCTGCCCA

بدون الگو)، به جای RNA آب دیونیزه اضافه شد. نمونه‌ها پس از آماده سازی وارد دستگاه شدند. روش اندازه گیری آنزیمی ALT ، AST و ALP از خون‌ها با استفاده از دستگاه سانتریفیوژ سرم تهیه شد. نمونه‌ها به آزمایشگاه پاد منتقل و به کمک کیت تشخیص پارس آزمون و دستگاه اتو انالایزر MINDRAY BS۳۸۰ بررسی شد.

روش اندازه گیری کلسترول، تری گلیسیرید، HDL و LDL از خون‌ها با استفاده از دستگاه سانتریفیوژ سرم تهیه شد. نمونه‌ها به آزمایشگاه پاد منتقل و به کمک کیت

گردید. رت‌ها در شرایط استاندارد در اتاقی به ابعاد ۴ در ۵ مترمربع، نور کنترل شده شامل ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی، دما: بین ۲۲ تا ۳۲ درجه در طول شبانه روز، رطوبت:  $3 \pm 52$  درصد قرار گرفتند.

در پایان آزمایش مطابق با روش استاندارد حیوانات کشته و بافت کبد آنها جدا شد. در پایان کار لاشه‌ها به صورت استاندارد بسته بندی شده و در کوره حیوان سوزی معدوم گردیدند.

نمونه‌های خارج شده بلافاصله بعد از خروج ابتدا در نیتروژن مایع و بعد در فریزهای  $-60$  درجه سانتیگراد قرار گرفت (۷).

#### روش استخراج RNA

جهت این بررسی از کیت استخراج RNA شرکت ویراژن با مشخصات (Lot No: TR-000702) ۴۰۵۰-Entraction kit-VT Total RNA استفاده شد.

#### کیفیت RNA استخراج شده (نانودراپ)

برای تعیین مقدار و خلوص RNA استخراج شده از

جدول ۱: برنامه دمایی دستگاه ترموسایکلر

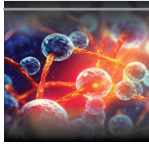
مرحله	زمان	دما
مرحله ۱- اتصال پرایمر	۱۰ دقیقه	۲۵ درجه سانتیگراد
مرحله ۲- سنتز cDNA	۶۰ دقیقه	۴۷ درجه سانتیگراد
مرحله ۳- غیر فعال سازی آنزیم	۵ دقیقه	۸۵ درجه سانتیگراد

#### آماده سازی پرایمرها

تمامی پرایمرهای مورد استفاده در این مطالعه که نام و توالی آنها در قسمت‌های بعدی ذکر خواهد شد ابتدا توسط پایگاه NCBI بررسی شده و پس از تایید اختصاصی بودن پرایمرها توسط شرکت سینا کلون ساخته شد. ژن GAPDH به عنوان ژن مرجع از سایت <http://www.ncbi.nlm.nih.gov> اخذ گردید. (جدول ۲).

#### Real-time PCR

در این مطالعه از کیت مستر میکس سایبرگرین شرکت ویراژن استفاده شد. در نمونه‌های کنترل منفی (کنترل



تشخیص پارس آزمون و دستگاه اتو آنالایزر MINDRAY BS۳۸۰ بررسی شد. روش آماری تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم افزار ( SPSS نسخه ۲۶) انجام شد. جهت این بررسی از آزمون کلی

تشخیص پارس آزمون و دستگاه اتو آنالایزر MINDRAY BS۳۸۰ بررسی شد. روش آماری

تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم افزار ( SPSS نسخه ۲۶) انجام شد. جهت این بررسی از آزمون کلی

تشخیص پارس آزمون و دستگاه اتو آنالایزر MINDRAY BS۳۸۰ بررسی شد. روش آماری تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم افزار ( SPSS نسخه ۲۶) انجام شد. جهت این بررسی از آزمون کلی

## نتایج

بررسی تغییر وزن موش های چاق به علت پرخوری رت ها به مدت یک هفته برای سازگاری به محیط زیر نظر گرفته شدند سپس وزن شده و به ۴ گروه با میانگین وزن مشابه تقسیم شدند. در ۳ هفته اول ۴ دسته غذای یکسان داشته ، غذا و آب بدون محدودیت در اختیار آنها قرار گرفت. در ۲ هفته بعد تیمار ها روی آنها اعمال گردید. بر اساس جدول ۳ مشخص می گردد در پایان هفته اول همچنان وزن در حال افزایش است در

حالی که در طی هفته دوم عملا کاهش وزن ها شروع شده و در پایان این هفته اختلافات به طور کامل معنی دار بود ( $P > 0.01$ ).

در تیمار ۷۳ مقدار افزایش وزن صفر بود و در تیمار ۷۲ حتی نسبت به اول آزمایش کاهش وزن مشاهده گردید و در تیمار ۷۱ اندکی افزایش وزن مشاهده می گردد (مُودار ۱) اختلاف های مشاهده شده در تیمار ها با شاهد معنی دار ( $P > 0.01$ ) بود.

جدول ۳- تغییرات وزن رت ها در پایان ۲ هفته تیمار

وزن بر حسب گرم	شاهد V0-VS	سرکه ml ۲- V1	سرکه ml ۱- V2	سرکه ml ۲ (خام)- V3
میانگین شروع آزمایش	۲۵۴	۲۵۶	۲۵۶	۲۵۷
میانگین پایان هفته اول	۲۶۱	۲۶۱	۲۶۰	۲۶۱
میانگین پایان هفته دوم	۲۶۴	۲۵۷	۲۵۵	۲۵۷
تغییرات	+۱۰,۳	+۱	-۱	۰

میانگین تغییرات وزنی تغییر کرده در نمودار ۱ نشان داده شد. بطور مشخص تیمار سرکه قارچ سبب کاهش وزن در رت ها گردید. این تغییر وزن از لحاظ آماری در سطح ۵ درصد معنی دار بود .

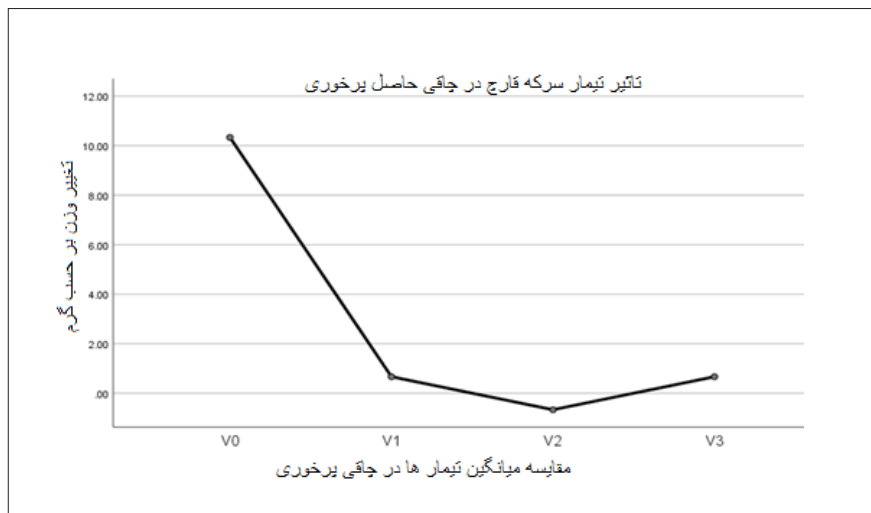
بررسی تغییر ژن های موثر در لیپوژنز موش های چاق به علت پرخوری جهت این بررسی تغییرات ۲ ژن LPL و GLUT که در

جلوگیری از ساخت چربی در کلیه موثرند مورد بررسی قرار گرفت. LPL آنزیمی کلیدی در کاتابولیسم تری گلیسیرید (TG) می باشد. کمبود آنزیم LPL باعث افزایش تری گلیسیرید پلاسما و بزرگی کبد و طحال می شود. مقدار فعالیت آنها در نمودار ۲ نمایش داده شده. در این نمودار مشخص است که در تیمار ۷۱ و ۷۳ فعالیت ژن لیپوپروتئین لیپاز LPL نسبت به شاهد اندکی افزایش یافته است.

بررسی تغییر ژن های موثر در لیپوژنز موش های چاق به علت پرخوری جهت این بررسی تغییرات ۲ ژن LPL و GLUT که در

کرمانشاه دارند. کربن آلی خاک نیز از درجه سوم اهمیت در توزیع گونه برخوردار بوده؛ اما متوسط دما در میان متغیرهای زیستگاهی دارای کمترین تأثیر بر روی توزیع گونه است.

شکل ۳ نتایج حاصل از بررسی اهمیت متغیرها در فرآیند مدل‌سازی را نمایش می‌دهد. بر اساس یافته‌ها، پوشش گیاهی و بارش در سردترین فصل سال از جمله متغیرهایی بوده که بیشترین تأثیر را در توزیع گونه در سطح استان



**نمودار ۱-** نمایش میانگین تغییرات وزن رت‌ها در پایان ۲ هفته تیمار سرکه. تیمار VS شاهد. V1 (سرکه جوشیده ۲ ml)، V2 (سرکه جوشیده ۱ ml) و V3 (سرکه نجوشیده ۲ ml).

کمک می‌کند تا گرادیان غلظت گلوکز حفظ شود و این قند بتواند به راحتی به درون سلول انتشار یابد. بررسی افزایش میزان فعالیت ژن GLUT4 در تیمارهای مختلف سرکه قارچ در رت‌های چاق به علت پرخوری در نمودار ۳ بیانگر فعالیت مثبت این ژن در جلوگیری از تولید چربی است.

#### بررسی تغییر ژن‌های موثر در لیپولیز موش‌های چاق به علت پرخوری

لیپولیز مسیر متابولیکی است که از طریق آن تری گلیسیریدهای لیپید به گلیسرول و اسیدهای چرب آزاد هیدرولیز می‌شوند. این روشی برای آزاد شدن انرژی ذخیره شده در طول روزه داری یا ورزش است و معمولاً در سلول‌های چربی رخ می‌دهد. مهمترین هورمون تنظیم کننده در لیپولیز انسولین است. لیپولیز تنها زمانی رخ می‌دهد که عملکرد انسولین به سطوح پایین کاهش یابد، همانطور که در زمان ناشتا اتفاق می‌افتد. جهت

#### بررسی تغییر ژن‌های موثر در لیپوژنز موش‌های چاق به علت پرخوری

جهت این بررسی تغییرات ژن LPL و GLUT4 که در جلوگیری از ساخت چربی در کلیه موثرند مورد بررسی قرار گرفت. LPL آنزیمی کلیدی در کاتابولیسم تری گلیسیرید (TG) می‌باشد. کمبود آنزیم LPL باعث افزایش تری گلیسیرید پلاسما و بزرگی کبد و طحال می‌شود. مقدار فعالیت آنها در نمودار ۲ نمایش داده شده. در این نمودار مشخص است که در تیمار V1 و V3 فعالیت ژن لیپوپروتئین لیپاز LPL نسبت به شاهد اندکی افزایش یافته است. GLUT4 نقش مهمی در انتقال گلوکز دارد. این پروتئین سبب می‌شود که گلوکز موجود در خون توسط انتشار تسهیل شده به درون بافت چربی و ماهیچه‌های مخطط برود. گلوکز وقتی به درون سلول رسید، به سرعت توسط آنزیم گلوکوکیناز (در کبد) تبدیل به گلوکز ۶-فسفات می‌شود. گلوکز ۶-فسفات قادر به ترک سلول نیست و



پایین بیاورد بیانگر نقش حفاظتی آن برای کبد است در نمودار ۶ بطور معنی داری سرکه قارچ باعث کاهش آنزیم های ALT و ALK.PHO گردید (نمودار ۶).

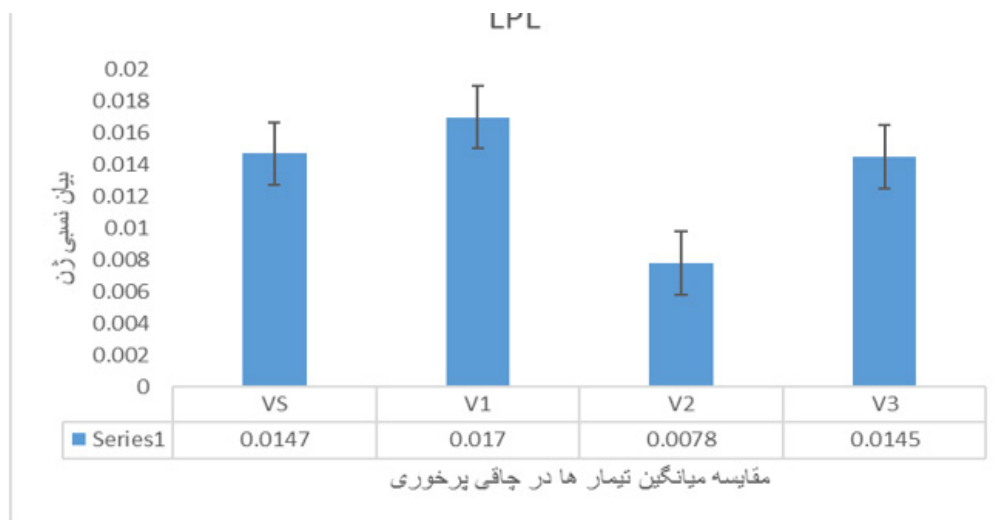
بررسی اثر سرکه قارچ بر روی لیپوپروتئین های (LDL, HDL, تری گلیسیرید و کلسترول) خون

لیپوپروتئین های خون دارای اثرات متفاوتی بر روی سلامت بدن می باشند بطور کلی انتظار داریم که مقدار کلسترول کل، تری گلیسیرید (TG) و لیپوپروتئین با چگالی کم (LDL) در خون کم شود و به جای آن مقدار لیپوپروتئین با چگالی بالا (HDL) در خون زیاد شود. همانگونه که در نمودار ۷ ملاحظه می شود فقط در تیمار ۲ مقداری کاهش در تری گلیسیرید و کلسترول کل مشاهده می گردد. با بررسی نمودار ۷ مشخص گردید که در چاقی به علت پرخوری تیمار ۷۲ تیمارها اثر مثبتی روی کاهش TG کلسترول داشت. جهت مقایسه راحت تر خلاصه کلیه داده های بدست آمده در جدول ۴ ارائه می گردد.

این بررسی تغییرات ۲ ژن PPAR و Adiponectin که در سوخت چربی در کلیه موثرند مورد بررسی قرار گرفت که مقدار فعالیت آنها در نمودار ۴ و ۵ نمایش داده شده. در بررسی نمودار ۴ که مربوط به فعالیت ژن Adiponectin است نمونه ۷۱-۲ بشدت اثر چربی سوزی در آن مشاهده می شود. در حالی که ۲ تیمار دیگر کمی بیشتر از شاهد فعالیت نشان می دهند. در بررسی نمودار ۵ که مربوط به فعالیت ژن PPAR است می توان گفت که تیمار ۷۱ دارای اثرات چربی سوزی بسیار بالایی نسبت به شاهد است.

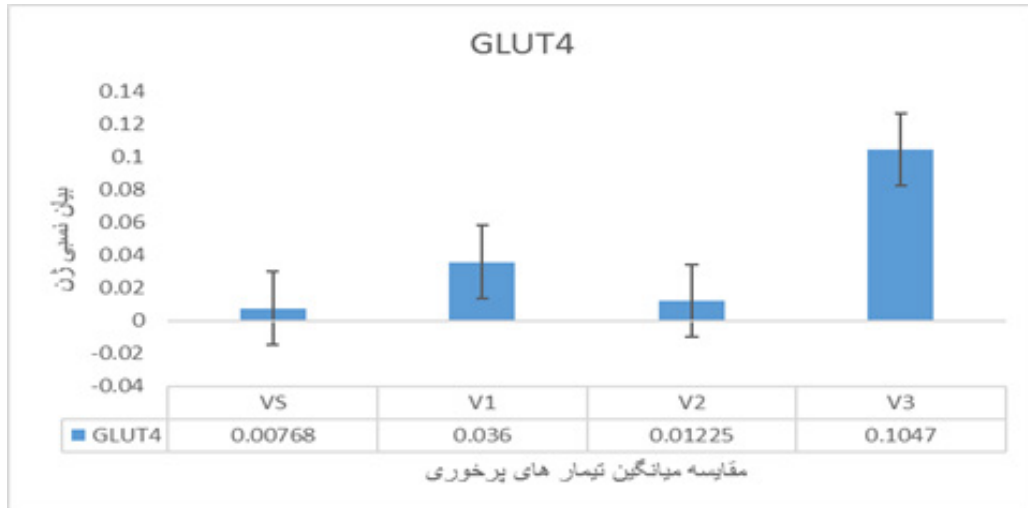
بررسی آنزیم های کبدی

آنزیم های (S.G.O.T) AST، (S.G.P.T) ALT و آلکالین فسفاتاز ALP آنزیم هایی هستند که با آنها ما سلامت کبد را مورد ارزیابی قرار می دهیم. هر گونه تغییر فعالیت کبد می تواند روی مقدار چربی بدنی موثر باشد. البته فاکتور ALT نسبت به AST اختصاصی تر بوده و معیار بهتری برای ارزیابی سلامت کبد به شمار می آید. چنانچه سرکه قارچ بتواند میزان آنزیم های کبدی را در آزمایش

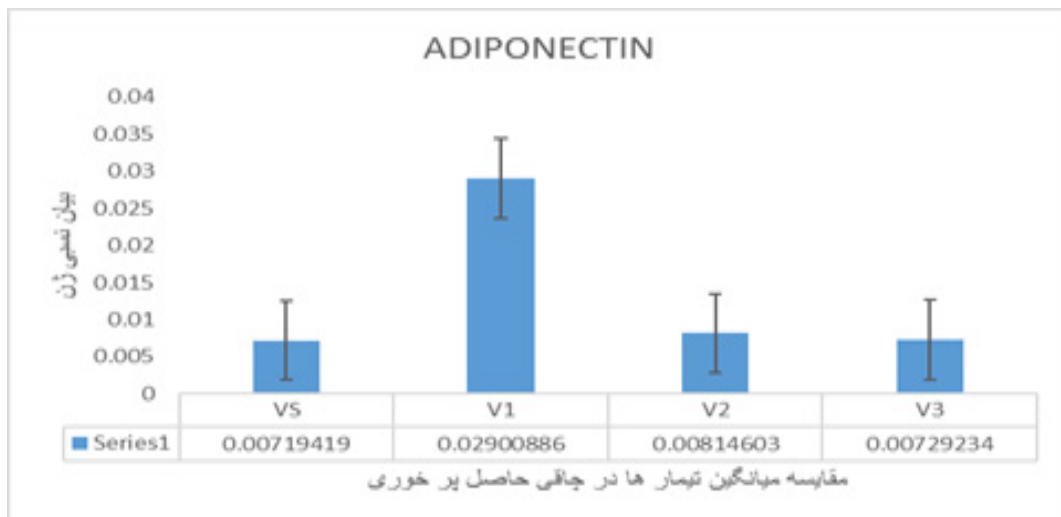


نمودار ۲- بررسی میزان فعالیت ژن LPL در تیمارهای مختلف سرکه قارچ در رت های چاق به علت پرخوری. تیمار VS شاهد. ۷۱ (سرکه جوشیده ۲ ml)، ۷۲ (سرکه جوشیده ۱ ml) و ۷۳ (سرکه جوشیده ۲ ml).

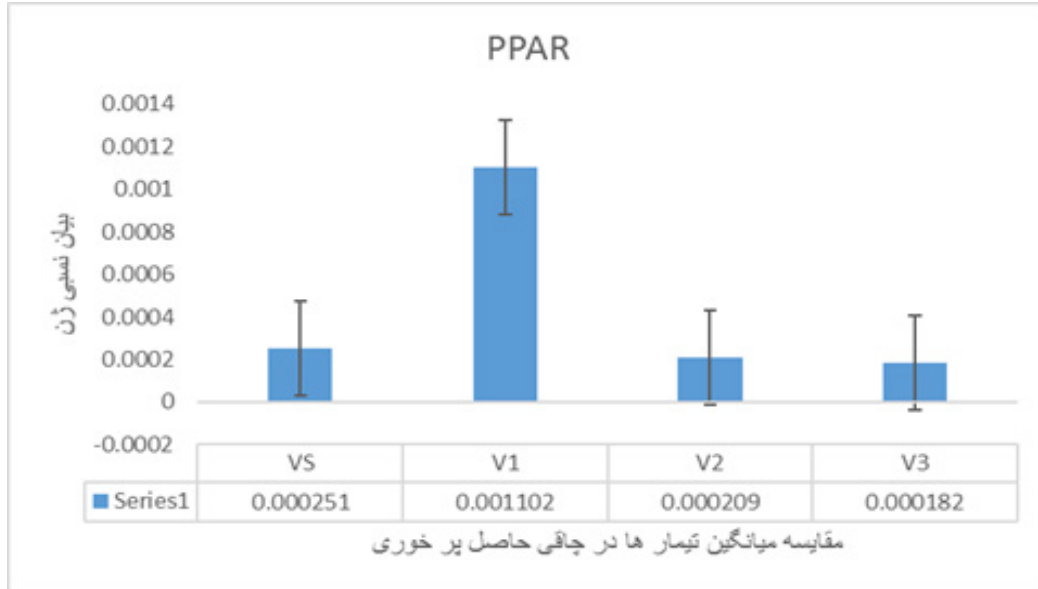
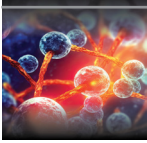




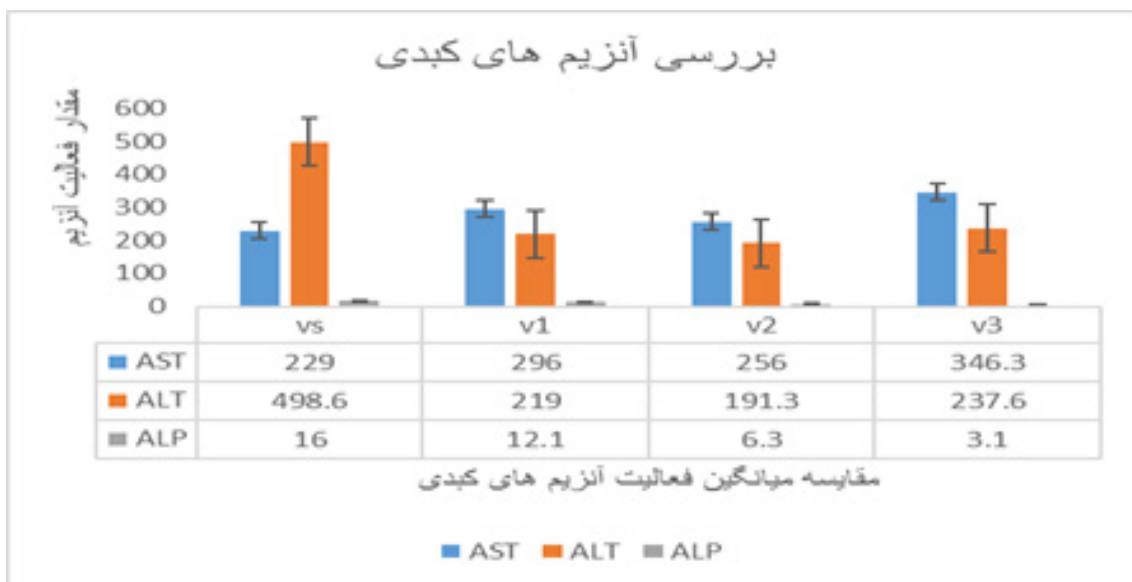
نمودار ۳- بررسی میزان فعالیت ژن LPL در تیمار های مختلف سرکه قارچ در رت های چاق به علت پر خوری. تیمار VS شاهد. V1 (سرکه جوشیده ۲ ml) و V2 (۲ ml) (سرکه جوشیده ۱ ml) و V3 (سرکه نجوشیده ۲ ml).



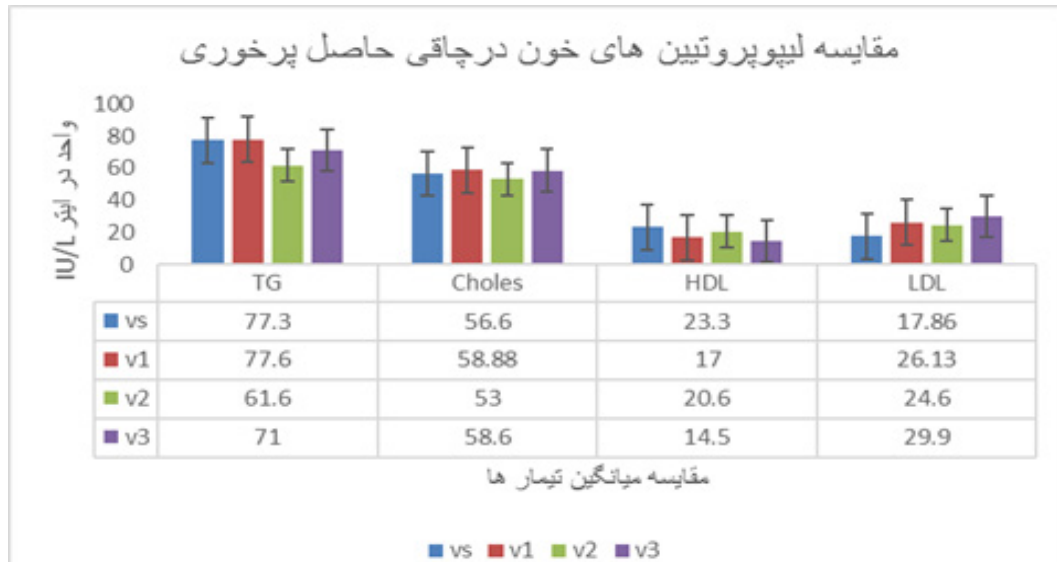
نمودار ۴- بررسی میزان فعالیت ژن Adiponectin در تیمار های مختلف سرکه قارچ در رت های چاق به علت پر خوری. تیمار VS شاهد. V1 (سرکه جوشیده ۲ ml) و V2 (۲ ml) (سرکه جوشیده ۱ ml) و V3 (سرکه نجوشیده ۲ ml).



نمودار ۵- بررسی میزان فعالیت ژن PPAR در تیمار های مختلف سرکه قارچ در رت های چاق به علت پر خوری. تیمار VS شاهد. V۱ (سرکه جوشیده ۲ ml)، V۲ (سرکه جوشیده ۱ ml) و V۳ (سرکه نجوشیده ۲ ml).



نمودار ۶- مقایسه میانگین مقدار ALT ، AST و ALP با مصرف سرکه قارچ در رژیم پر خوری عادی تیمار تیمار VS شاهد. V۱ (سرکه جوشیده ۲ ml)، V۲ (سرکه جوشیده ۱ ml) و V۳ (سرکه نجوشیده ۲ ml).



مودار ۷- نمایش میانگین HDL، Choles، LDL و TG در رت های چاق شده با پرخوری. تیمار VS شاهد. V1 (سرکه جوشیده ۲ ml)، V2 (سرکه جوشیده ۱ ml) و V3 (سرکه نجوشیده ۲ ml).

جدول ۴- مقایسه کلیه داده های بدست آمده

توضیح	V3	V2	V1	VS	موارد آزمایش
+ کاهش وزن	+	+	+		لاغر شدن
+ افزایش فعالیت	+++	+	++		GLUT4
+ افزایش فعالیت			+		LPL
+ افزایش فعالیت	+	+	++		Adiponectin
+ افزایش فعالیت			++		PPAR
+ کاهش فعالیت	+	+	+		ALT/S.G.P.T
+ کاهش فعالیت					AST/S.G.O.T
+ کاهش فعالیت	+	+	+		ALP
+ افزایش فعالیت					HDL
+ کاهش فعالیت					LDL
+ کاهش فعالیت		+			TG
+ کاهش فعالیت		+			کنترول
+ کاهش فعالیت					LDL/HDL



## بحث

### نقش سرکه در لاغری

در این بررسی اثر غلظت های مختلف سرکه روی رت هایی که به علت پرخوری چاق شده بودند مورد بررسی قرار گرفت که تاییدی است بر کار های Khair Andish (۱۸) روی سرکه سیب، Mohamad و همکاران (۷) روی سرکه تخمیری آناناس، Hosoda و همکاران (۱۰) روی سرکه ژینکگو، Seo و همکاران (۱۹) روی سرکه گوجه فرنگی، Mohamad و همکاران (۲۰) سرکه آب نارگیل و Beh و همکاران (۲۱) روی سرکه صنعتی و نیپا. Shams و همکاران (۲۲) تاثیر مثبت سرکه سیب روی لاغری.

در این بررسی دو نوع سرکه که با روش های مختلف درست شده بود استفاده شد که تاییدی است بر کار های shahi و همکاران (۲۳) که در ساخت سرکه عناب نشان دادند که نحوه ساخت سرکه در تولید سرکه موثر است. نتایج این تحقیق نشان می دهد مخمر باعث افزایش خاصیت آنتی-اکسیدانی و کاهش زمان فرآیند تولید سرکه عناب به ۳۵ روز در تیمار ۴٪ نسبت به ۲٪ و ۰٪ می شود که از نظر اقتصادی فاکتور مهمی در تولید سرکه می باشد.

در این بررسی جهت علل بررسی نقش سرکه قارچ در جلوگیری از چاقی در رت ها به عوامل متابولیسمی و ژنتیکی توجه شد در چاقی رت ها دو موضوع لیپوژنز که مربوط به ساخت چربی می باشد و لیپولیز که مربوط به تجزیه چربی می باشد موضع تحقیقات زیادی در موش ها بوده است که تاییدی است بر روش کاری این تحقیق که به تعدادی از آنها اشاره می گردد جهت بررسی لیپوژنز تغییرات ۲ ژن LPL و GLUT۴ که در ساخت چربی در کلیه موثرند مورد بررسی قرار گرفت انتخاب این دو ژن تاییدی است بر کارهای Mohamad و همکاران (۷)، (۲۴) Faramoushi & Amirsasan، Watson و همکاران (۲۵) و Ahmadi Dehrshid (۸) که آنها هم از این ژن ها در پژوهش خود استفاده نموده اند. در بررسی ما مشخص گردید که در تیمار چاقی پرخوری در تیمار ۷۲ (سرکه ۱ ml) و تا حدی ۷۳ (سرکه ۲ ml خام) تقریباً فعالیت ژن لیپوپروتئین لیپاز LPL متوقف می گردد. که این موضوع تاییدی است بر کار های Mohamad و همکاران (۷) که نشان داد سرکه آناناس سبب کاهش فعالیت این ژن می گردد. در بررسی های ما مقدار بیان ژن GLUT۴ بشدت افزایش یافت

که تاییدی است بر کار های Watson و همکاران (۲۴) در خصوص تیمار هایی که مقدار GLUT۴ در آنها افزایش یافت این نتیجه شبیه یافته هایی است که در سرکه آناناس بدست آمد. در آنجا سطح GLUT۴ در گروه درمان با سرکه آناناس افزایش یافت. Moslehi و همکاران (۲۶) بیان می دارد در طی تمرینات ورزشی هوای در پسران چاق هم میزان مقدار GLUT۴ افزایش یافته که در تنظیم مقدار قند خون آنها موثر می باشد Lehnen و همکاران (۲۷) هم بیان می کنند که افزایش بیان ژن GLUT۴ در موش هایی که تمرین استقامتی هوای داشته مشاهده شده ضمناً این موش ها عضلات قلب و ماهیچه های آنها هم بهبود پیدا کرده.

لیپولیز مسیر متابولیسمی است که از طریق آن تری گلیسیریدهای لیپید به گلیسرول و اسیدهای چرب آزاد هیدرولیز می شوند. این روشی برای آزاد شدن انرژی ذخیره شده در طول روزه داری یا ورزش است و معمولا در سلول های چربی رخ می دهد. جهت این بررسی تغییرات ۲ ژن PPAR و Adiponectin که در سوخت چربی در کلیه موثرند مورد بررسی قرار گرفت استفاده از این دو ژن تاییدی است بر کار های Mohamad و همکاران (۷)، Thibonnier and Esau، (۱) Asai و همکاران (۲۸) در بررسی نمودار ۴ که مربوط به فعالیت ژن Adiponectin در رت های چاق با پرخوری هستند در کل می توان گفت که تیمار ۷۱ دارای اثرات چربی سوزی بسیار بالاتری نسبت به شاهد می باشد. که تاییدی است بر کارهای Mohamad و همکاران (۷) که بیان می دارد افزایش سطح آدیپونکتین در بدن به روند کاهش وزن کمک می کند. Beh (۲۱) و همکاران بیان می دارد دوز بالای سرکه نیپا ممکن است به طور بالقوه چاقی را با تغییر متابولیسم لیپید، التهاب و ترکیب میکروب روده در موش های چاق ناشی از رژیم غذایی پرچرب کاهش دهد. همگی این گفتار ها موید نقش چربی سوزی این ژن هست.

در بررسی نمودار ۵ که مربوط به فعالیت ژن PPAR در رت های حاصل از پرخوری هستند در کل می توان گفت که تیمار ۷۱ (سرکه ۲ ml) دارای اثرات چربی سوزی بالاتری نسبت به شاهد می باشد. که تاییدی است بر کارهای Hosoda و همکاران (۱۰) که بیان می دارد PPAR در سرکه ژینکگو سبب سرکوب ژن های چربی ساز، کاهش اندازه سلول های چربی

کیسه صفرا نیز ممکن است تجویز شود. همانگونه که در نمودار ۶ مشاهده می شود مقدار آلکالین فسفاتاز بشدت در تیمار های مختلف سرکه قارچ در چاقی حاصل پرخوری نسبت به شاهد کاهش یافته بیانگر نقش مثبت این سرکه در حفاظت از کبد است. بر اساس یافته های Naghizadeh, & Azizbeigi (۳۲). که تاثیر دوازده هفته تمرین مقاومتی فراینده باعث کاهش آنزیم های کبدی می شود به نظر می رسد که سرکه قارچ مشابه تمرین های ورزشی در چاقی حاصل پر خوری عمل می کند.

لیپوپروتئین های (LDL, HDL) تری گلیسیرید و کلسترول (خون با بررسی نمودار ۷ مشخص گردید که در چاقی به علت پرخوری تیمار ۷۲ تیمار ها اثر مثبتی روی کاهش تری گلیسیرید (TG) و کلسترول (Choles) داشت. این موضوع ردی بر کار های Seo و همکاران (۱۹) است که نشان داد سرکه روی کلسترول موثر نیست. کاهش مقدار تری گلیسیرید پلاسمایی تاییدی است بر کار های Seo و همکاران (۱۹) که نشان دادند سرکه گوجه فرنگی سبب کاهش تری گلیسیرید می گردد. همچنین تاییدی بر کار های (Mohamad V) و همکاران که نشان دادند سرکه آناناس سبب کاهش تری گلیسیرید می گردد. سرکه همانند تمرین های ورزشی احتمالاً مصرف چربی های خون را افزایش می دهد و این دلیلی برای کاهش میزان چربی های خون می تواند باشد. مکانیسم ممکن است شامل فعالیت لیپو پروتئین لیپاز (LPL) باشد. لیپو پروتئین لیپاز در واقع سلول های چربی را مهر و موم کرده کمک می کند که سوخت به وارد ذخایر چربی شود. بیشتر فعالیت LPL در دیواره رگ ها قرار دارد، از سطح اندوتلیوم آزاد می شود. سرکه همانند تمرینات ورزشی هوازی طولانی می تواند فعالیت LPL پلاسمایی را بطور قابل توجه ای افزایش دهد (۳۳ و ۳۴).

و جلوگیری از تمایز سلول های چربی می گردد (۱۰). همچنین تاییدی بر کار های Seo و همکاران که بیان می دارند سرکه گوجه فرنگی از چاقی احشایی و مقاومت به انسولین از طریق اسید چرب با واسطه AMPK/PPAR و اکسیداسیون گلوکز جلوگیری می کند (۱۹).

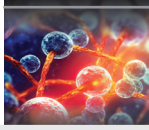
آنزیم های کبدی: ALT (آلانین ترانسفراز)، AST (آسپاتات آمینو ترانسفراز)، ALP (آلکالین فسفاتاز) آنزیم ALT مختص کبد است و در سایر ارگان های بدن دیده نمی شود. هرچه سطح (ALT) SGPT در جواب آزمایش بالاتر باشد به همان نسبت شدت التهاب و آسیب دیدگی کبد نیز بالاتر است. همانگونه که در نمودار ۶ مشاهده می گردد در چاقی حاصل پرخوری هر سه تیمار قارچی اثر بسیار مثبتی در مقدار این آنزیم داشته بیانگر نقش حفاظتی آن روی کبد و جلوگیری از بوجود آمدن کبد چرب است. این نقش مشابه اثر ورزش روی عملکرد کبد بوده و بیانگر اثر مثبت آن است (۲۹). Rezaei و همکاران (۳۰) بیان می دارند افزایش فعالیت آدیپونکتین در تنظیم میزان ALT و AST موثر است و باعث کاهش سطح آنها می شود این موضوع تاییدی است بر نتایج بدست آمده در این پژوهش.

آنزیم (AST) SGOT علاوه بر کبد در برخی بافت های دیگر مثل بافت عضلانی و یا ماهیچه قلبی هم وجود دارد و افزایش آن در خون به طور دقیق بیانگر التهاب کبد نیست. لیکن معمولا این آنزیم را به همراه ALT اندازه می گیرند. بر اساس نمودار ۶ مشاهده می گردد که هیچکدام از تیمار های سرکه روی این آنزیم اثر مثبتی ندارند. که این موضوع تاییدی بر کار های Amini و همکاران (۳۱) است.

آنزیم ALP (آلکالین فسفاتاز) در بیماری های مرتبط با کبد سلول های آسیب دیده کبدی، مقادیر بیشتری ALP را در خون آزاد می کنند. آزمایش ALP برای کمک به تشخیص بیماری

## نتیجه گیری:

در پایان می توان گفت که سرکه قارچ روی چاقی حاصل پرخوری موثر بوده وزن را بطور معنی داری کاهش می دهد. لیکن به نظر می آید ژن های دخیل در لاغری به نوع چاقی و غلظت سرکه بستگی دارد. در تیمار چاقی با پرخوری هر دو گروه ژن های لیپولیز کننده و لیپوژنزی نقش دارند لیکن در تیمار ۷۳ به نظر می آید ژن دیگری تاثیر گذار بوده که در این پژوهش مورد ارزیابی قرار نگرفته. بطور بسیار واضح هر ۳ تیمار سرکه قارچ در چاقی حاصل پرخوری نقش حفاظتی مثبتی روی کلیه داشته مشابه اثر ورزش عمل می کنند. تیمار های مختلف سرکه قارچ تاثیر محدودی روی کاهش کلسترول و تری گلیسیرید دارند



### تقدیر و تشکر:

این مقاله قسمتی از یافته های پایان نامه ای با عنوان "بررسی اثر سرکه قارچ تولید شده توسط باکتری های بومی بر متابولیسم لیپید با ارزیابی ژن های GLUT4، PPAR، LPL، Adiponectin در موش" است. از جناب آقای سینا نیک بین و سرکار خانم مریم سنگداری که به پاس همکاری های موثرشان تشکر می گردد.

### تعارض منافع:

نویسنده این مقاله اعلام می دارد که هیچ تعارض منافی وجود ندارد.

## References

- 1-Thibonnier, m and Esau, c. (2020) Metabolic Benefits of MicroRNA-22 Inhibition. *Nucleic Acid Ther* . 2020 Apr;30(2):104-116.  
**DOI: 10.1136/bmjdr-2020-001478**
- 2-Aminpour, A. Salarkia, N. and Sediq, G. (2002) *Nutrition therapy (second edition)*. Tehran: Publishing Company. In Persian
- 3- Ahlawat O. P. Gupta, Pardeep. Kumar, Satish. Sharma, D. K. & Ahlawat, K. (2010) Bioremediation of Fungicides by Spent Mushroom Substrate and Its Associated Microflora. *Indian Journal of Microbiology* volume 50, pages 390–395.  
**doi: 10.1007/s12088-011-0067-8**
- 4- Muradzadeh Samrin, J. Saif Devati, J. Yelchi, T. Abdi Benmar, h. and Seyed Sharifi, R. (2011) Determining the nutritional value of edible button mushroom harvest waste by gas production method. The first national conference of new ideas in agriculture and natural resources. In Persian
- 5-Fatemi Abhari, S.M. and Mousai, M. (2019) The effect of genetic and environmental factors on the prevalence of obesity in children (case study: Qom city). *Alborz Univ Med J (AUMJ)* 2019 May; 8(2): 97-106. In Persian
- 6- Banaeifard A, Ebrahimpour S, Tabatabaie H, Ebadi ghahremani M. The Effect of resistance training on GLUT4 expression in muscle tissue, glucose and insulin resistance in rats. *Journal title* 2019; 26 (6) :46-57
- 7-Mohamad, n, e. Keong Yeap, s, Ky, h. Woan Charn Liew, n, b, k. Yee Boo, s. Yong Ho, w. Sharifuddin, s, a Long, k. and Alitheen, n, b. (2020) Pineapple Vinegar Regulates Obesity-Related Genes and Alters the Gut Microbiota in High-Fat Diet (HFD) C57BL/6 Obese Mice. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. Volume 2020, Article ID 1257962, 13 pages.  
**doi: 10.1155/2020/1257962**
- 8-Ahmadi Dehrashid K. (2017) The investigation of lipoprotein lipase role in cardiovascular disease. *J Shahrekord Univ Med Sci*. 2017; 19( 5): 105 - 117
- 9- Einollahi N & Alirezaee A. (2016) A review of adipose tissue hormones and their functions in the body. *3* 2016; 8 (33) :23-34
- 10-Hosoda, s, Kawazoe, y, Shiba, t, Numazawa, s, and Manabe, a. (2020) Anti-Obesity Effect of Ginkgo Vinegar, a Fermented Product of Ginkgo Seed Coat, in Mice Fed a High-Fat Diet and 3T3-L1 Preadipocyte Cells. *Nutrients* . 2020 Jan 16; 12(1):230.  
**doi: 10.3390/nu12010230**
- 11- Pagana, K.D. & Timothy J. (2011). *Mosby's Diagnostic and Laboratory Test Reference – eBook*. Elsevier
- 12-Richard A. McPherson MD, Matthew R. (2021) 24th Edition. *Henry's Clinical Diagnosis and Management by Laboratory Methods*. Pincus. eBook ISBN: 9780323755085
- 13 - Carl A, Edward R. (2014) *Tietz Textbook of clinical chemistry 7rd ed.*, Philadelphia: W.B. sanders company 1999: P. 617-721.  
**doi: 10.1007/s12291-014-0474-9**
- 14- Dalkhahi, S. (2022) What is Fat? *Faradars electronic magazine*. In Persian
- 15- Rezazadeh, A. (2013) Common single nucleotide polymorphisms of the fat mass and obesity associated (FTO) gene and their association with obesity and lifestyle factors: a systematic review. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology* Vol. 7, No. 5,

Winter 2013. In Persian

**16-** Moraghebi, F. Javadi, Nader and Timuri, M. (2022) Recycling edible mushrooms waste with the help of strobacteria. Master's thesis. Islamic Azad University, Imam Khomeini Memorial Branch, Shahrari.

**17-** <https://www.ibm.com/docs/da/spss-statistics/beta?topic=statistics-repeated-measures-anova>.

**18-** Khair Andish. H. (2022). Making local vinegar. The site of Ostad Khairandish is the largest online store of healthy and natural products in Iran. <https://vrgl.ir/tQ3NT>.

**19-** Seo k, . Lee, j . Choi, r. Lee, h. Lee, j, h. Jeong, y. Kim, m. Lee, m. (2014) Anti-obesity and anti-insulin resistance effects of tomato vinegar beverage in diet-induced obese mice. *Food Funct* . 2014 Jul 25;5(7):1579-86.

**https://doi.org/10.1039/C4FO00135D**

**20-** Mohamad ,n,e. Keong Yeap ,s. Ky,h. Woan Charn Liew, Yong Ho,w, Sharifuddin,s,a Long ,k. and Alitheen,n,b. Dietary coconut water vinegar for improvement of obesity-associated inflammation in high-fat-diet-treated mice. *FOOD & NUTRITION RESEARCH*, 2017 VOL. 61, 1368322.

**doi: 10.1155/2020/1257962**

**21-** Beh,BK . Mohamad,NE. KeongYeap,S. Ky,H. Boo,SY. Chua,JYH . Tan,SW. Ho,WY. Sharifuddin1,SA . Long,K . & Banu Alitheen, N.2017. Anti-obesity and anti-inflammatory effects of synthetic acetic acid vinegar and Nipa vinegar on highfat-diet-induced obese mice. *SCIENTIFIC Reports*. 7: 6664

**doi:10.1038/s41598-017-06235-7**

**22-** Shams ,F. Aghajani-Nasab ,M. Ramezanpour ,M. Habibipour Fatideh ,R. Mohammad ghasemi ,F. 2022. Effect of apple vinegar on folliculogenesis and ovarian kisspeptin in a high-fat diet-induced nonalcoholic fatty liver disease in rat. *BMC Endocr Disord* . 2022; 22(1):330.

**doi: 10.1186/s12902-022-01205-1.**

**23-** shahi T, jafari S M, mohammadi M, pouyan M, ebrahimi M, hoseini S. (2021) Evaluation of jujube vinegar production and the role of *Saccharomyces cerevisiae* and glucose on its physicochemical and antioxidant properties. *FSCT* 2021; 17 (107) :185-195

**24-** Watson RT, Kanzaki M, Pessin JE . (2004) "Regulated membrane trafficking of the insulin-responsive glucose transporter 4 in adipocytes". *Endocrine Reviews*. 25 (2): 177–204.

**doi:10.1210/er.2003-0011. PMID 15082519. doi: 10.1210/er.2003-0011**

**25-** Faramoushi M& Amirsasan R.(2022) The Effect of 8 Weeks Endurance Training on Myocardial GLUT4 and Liver Enzymes in Type 2 Diabetic Rats. *ijld* 2022; 22 (2) :121-132.

**26-** Moslehi F, Farzanegi P, Mousavi SJ.( 2013) .The effect of aerobic training along with milk supplement on glut4, glucose and insulin in overweight immature boys. *Sport Biosci*2013;2:41-6.

**https://doi.org/10.22059/jsb.2013.30459**

**27-** Lehnen A, Leguisamo N, Pinto G, Markoski M, De Angelis K.(2011) Exercise-stimulated GLUT4 Expression is Similar in Normotensive and Hypertensive Rats. *Horm Metab Res* 2011; 43:231–5. PMID: 21332027.

**DOI: 10.1055/s-0031-1271747**

**28-** Asai M, Ramachandrapa S, Joachim M, Shen Y, Zhang R, Nuthalapati N, Ramanathan V, Strohlic DE, Ferket P, Linhart K, Ho C. Loss of function of the melanocortin 2 receptor accessory protein 2 is associated with mammalian obesity. *Science*. 2013;341(6143):275-8.

**doi: 10.1126/science.1233000**

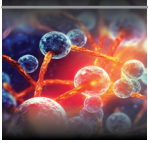
**29-** Vahdatpoor H & Shakeryan S.(2018) Liver enzyme changes following the consumption of ginger and eccentric exercise in overweight girls. *Fez* 2018; 22 (2) :162-168.

**30-** Rezaei F, Nezhadali M, Hedayati M.(2018) Association of adiponectin rs17300539 gene polymorphism with a non-alcoholic fatty liver disease in an Iranian population. *Fez* 2018; 22 (4) :379-386

**31-** Amini M, Fallah Huseini H, Mohtashami R, Sadeqi Z, Ghamarchehre M.(2011) Hypolipidemic Effects of Nigella sativa L. Seeds Oil in Healthy Volunteers: a Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Clinical Trial. *J. Med. Plants* 2011; 10 (40) :133-138

**32-** Naghizadeh, H. & I Azizbeigi, K. (2020) Effect of 12 weeks of progressive resistance training on the serum levels of liver enzymes Aspartate Aminotransferase, Alanine Aminotransferase, Alkaline Phosphatase in sedentary obese men. *Journal of Metabolism and Exercise (JME)*.2020; 9(2) :163-185

**33-** Ashkanifar M, Hejazi S, Khajeie R, Rashidlamir A. Effect of eight weeks circuit resistance training on serum levels of vascular endothelial growth factor (VEGF) and Factors Atherogenic in obese men.



Iranian Journal of Biological Sciences. 2019 ;13(4):53-63

**34-** Zali B. Effect of sex on plasma cholesterol and

triglyceride levels after physical fitness training. Iranian Journal of Biological Sciences. 2010;5(1):47-53.