

Research Paper  

**Effect of Eight weeks of Pilates training with Silymarin consumption on liver enzyme levels in women with non-alcoholic fatty liver disease**

Sedigheh Kaab omeir<sup>\*1</sup> , Abdolhamid Habibi<sup>1</sup> , Farzad Jassemi Zergani<sup>2</sup> , Aliakbar Alizadeh<sup>1</sup> 

Received: Apr 27, 2024

Revised: Apr 24, 2025

Accepted: May 07, 2025

**ABSTRACT**

**Objective:** This research aims to investigate the effect of eight weeks of Pilates training along with silymarin consumption on the levels of liver enzymes in women with non-alcoholic fatty liver disease

**Methodology:** In this semi-experimental study, 40 women with non-alcoholic fatty liver were randomly divided into four groups: Pilates training (N=10) with an average age of 42/2±8/68 years and an average weight of 79/8±4/7 kg, and Silymarin supplement (N=10) with an average age of 43/3±4/66 years and an average weight of 79/2±5/92 kg, and Pilates training with Silymarin supplement (N=10) with an average age of 39/8±7/72 years and an average weight of 82/5±5/35 kg, control group (N=10) with an average age of 40/1±8/97 years and an average weight of 81/1±5/02 kg. The Pilates group performed Pilates training for 60 minutes three days a week for eight weeks. The Silymarin supplement group took 140 mg silymarin capsules three days a week (after meals) for eight weeks. the Silymarin supplement group and the control group did not participate in the training activities. To analyze the data, dependent samples t-test and analysis of covariance (ANCOVA) were run using SPSS 26 at a significance level of P≤0.05.

**Results:** The results of statistical analysis showed that the levels of liver enzymes ALP, AST, ALT decreased significantly after eight weeks of Pilates training with Silymarin consumption (P≤0.05).

**Conclusion:** Based on the findings, eight weeks of Pilates training along with Silymarin consumption can have a beneficial effect on improving liver enzymes.

**Keywords:** Pilates Training; Silymarin; Liver enzymes; Non alcoholic fatty liver

1 Department of Sports Physiology, Faculty of Sports Sciences, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. 2 Department of Gastroenterology and Hepatology, Jundishapur University of Medical sciences Ahvaz, Ahvaz, Iran. \* Corresponding author's e-mail address: [s.kaabomeir1996@gmail.com](mailto:s.kaabomeir1996@gmail.com).

**Cite this article:** Sedigheh Kaab omeir., Abdolhamid Habibi. Farzad .Jassemi Zergani .Aliakbar Alizadeh. (2025). Effect of Eight weeks of Pilates training with Silymarin consumption on liver enzyme levels in women with non-alcoholic fatty liver disease. *Journal of Metabolism and Exercise*, 15 (1), 68-87.

DOI: <https://doi.org/10.22124/JME.2025.27319.360>



## Extended Abstract

### Introduction and State of Problem

**N**on-alcoholic fatty liver disease (NAFLD) is the leading and most prominent chronic liver disease worldwide (1). NAFLD caused by the expansion of fat stores and its accumulation can eventually induce insulin resistance. In these conditions, inappropriate lipolysis leads to the continuous transfer of fatty acids to the liver, thereby increasing *de novo* lipogenesis, cellular stress such as oxidative stress, and endoplasmic reticulum stress (2). Exercise is a good way to reduce fat, weight and obesity and consequently lower body mass index (3). Pilates is a form of mind-body training that was founded by Joseph Pilates in the 1920s (4). Pilates training involves the synergy of multiple muscles, including isometric concentric and eccentric muscle contractions (5). Some studies recommend herbal therapy in the treatment of non-alcoholic fatty liver disease, among which the use of silymarin (SIL) may lead individuals to further investigation. Silymarin has been reported for many years as a potent therapeutic component for the treatment of various liver diseases (6). The aim of the present study was to investigate the effect of eight weeks of Pilates training along with Silymarin consumption on the levels of liver enzymes in women with non-alcoholic fatty liver disease.

### Methodology

In this semi-experimental study, 40 women with non-alcoholic fatty liver were randomly divided into four groups: Pilates training (N=10) with an average age of  $42/2 \pm 8/68$  years and an average weight of  $79/8 \pm 4/7$  kg, and Silymarin supplement (N=10) with an average age of  $43/3 \pm 4/66$  years and an average weight of  $79/2 \pm 5/92$  kg, and Pilates training with Silymarin supplement (N=10) with an average age of  $39/8 \pm 7/72$  years and an average weight of  $82/5 \pm 5/35$  kg, control group (N=10) with an average age of  $40/1 \pm 8/97$  years and an average weight of  $81/1 \pm 5/02$  kg. The Pilates group performed Pilates training for 60 minutes three days a week for eight weeks. The Silymarin supplement group took 140 mg Silymarin capsules three days a week (after meals) for eight weeks. The Silymarin supplement group and the control group did not participate in the training activities. To analyze the data, dependent samples *t*-test and analysis of covariance (ANCOVA) were run using SPSS 26 at a significance level of  $P \leq 0.05$ .

### Results

The mean and standard deviation of age, height, and weight variables are presented separately in Table 2. The results showed that the participants in different groups were similar in terms of these characteristics. The results of ANCOVA test showed that the average ALT enzyme in the Pilates + Silymarin group in the pre-test decreased from 41.9 to 26.1 units/liter (U/L) in the post-test ( $P < 0.05$ ) [Figure A]. Also, the average AST enzyme in the Pilates + Silymarin group in the pre-test decreased from 34.9 to 27.4 units/liter (U/L) ( $P < 0.05$ ) [Figure B]. Also, levels of ALP enzyme decreased by 164.3 in the pre-test and 154 units/liter (U/L) in the post-test ( $P < 0.05$ ).

The results of statistical analysis showed that the levels of liver enzymes ALP, AST, ALT decreased significantly after eight weeks of Pilates training with Silymarin consumption ( $P \leq 0.05$ ) [Table1].

**Table 1.** Results of the pre-test and post-test of biochemical and anthropometric factors of the subjects in all groups

Variable	Group	Pre-Test	Post-Test	Paired samples t-test	ANCOVA
ALT(mg/dl)	PG	33/6±2/79	28/ 80 ± 4/07	0/001	0/001*
	SG	34/8±10/42	25/50 ± 7/30	0/001	
	PG+SG	41/9±5/38	26/11±4/60	0/001	
	CG	36/2±4/26	36/70 ± 4/11	0/138	
AST(mg/dl)	PG	30/7±3/71	26/90 ± 4/86	0/010	0/005*
	SG	35/5±4/00	31/50±2/79	0/001	
	PG+SG	34/91±4/01	27/40 ± 3/20	0/001	
	CG	27/5±3/62	27/80 ± 3/45	0/279	
ALP(mg/dl)	PG	161±8/58	156/3±9.44	0/002	0/001*
	SG	166/7±17/5	159/6±17/93	0/001	
	PG+SG	164/3±12/84	154±12/34	0/001	
	CG	158±8/20	158/4±8/05	0/104	

### Discussion and Conclusion

Clinically and scientifically, studies show that exercise affects fatty liver disease through different pathways. Improving insulin resistance reduces the excess delivery of free fatty acids and glucose to the liver for free fatty acid synthesis. In the liver, exercise reduces fatty acid oxidations and prevents damage to mitochondria and liver by reducing the release of damage-related molecular patterns. As a result, physical exercise is a proven therapeutic strategy to improve fatty liver disease (7). In this research, it was tried to investigate the effect of eight weeks of Pilates training along with silymarin consumption on the levels of liver enzymes in women with non-alcoholic fatty liver disease. The medicinal properties of silymarin are based on its ability to target elevated liver enzymes and suppress the operating system, hence preventing the activation of hepatic stellate cells and activating immune cells (Kupffer cells); it also reduces oxidative damage, fibrosis and inflammation. Clinical studies on NAFLD confirm that silymarin can positively affect the progress of liver disease treatment and improve disease symptoms, clinical conditions, and quality of life (8,9). Pilates stimulates the vagus nerve further, and subsequently reduces inflammatory cytokines, visceral fat, oxidative stress, blood pressure; it also increases insulin sensitivity and improves metabolic processes. In addition, Pilates training causes deep and diaphragmatic inhalation and exhalation during exercises and rises the energy level, so that in addition to active muscles, respiratory muscles consume energy. Deep and diaphragmatic breathing allows more oxygen to reach the active muscles, which increases the sensitivity to insulin as well as the need for less insulin secretion. Pilates training



can cause more fat oxidation (10).

Given the increasing prevalence of NAFLD and the high costs of treatment, exercise alone or in combination with herbal supplements may offer a promising approach for the prevention and management of the disease. The findings of this study demonstrated that Pilates training, both alone and in conjunction with silymarin, had an effect on liver enzymes.

#### Originality/Value

Given the increasing prevalence of NAFLD and the high costs of treatment, exercise alone or in combination with herbal supplements may offer a promising approach for the prevention and management of the disease. The findings of this study indicated that Pilates training, both independently and in conjunction with silymarin, had an effect on liver enzymes.

#### Research Limitations/Implications

Among of the limitations of this study was the lack of control over participants' nutrition and their physical activities outside the planned program.

#### Ethical Considerations

##### Compliance with ethical guidelines

Before starting the study, the necessary permits were obtained from the Clinical Trial Registration Office with the code (IRCT20230216057435N1). For this purpose, after filling the consent form, the volunteers were assured that their information were not shared with the organization or a specific person. Regarding the ethical principles of working with human samples, the subjects were told that they have the right to withdraw from the research whenever they wished.

##### Funding

This study was conducted without any financial support.

##### Authors' contribution

All authors contributed to the design, implementation, and writing of all parts of the present study

##### Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict.

##### Acknowledgments

We would like to thank Dr. Eskandar Hajjani, the liver and gastroenterologist at Aria Hospital, Fibroscan Department, and Mr. Mohammad Reza Mazraeh, who is in charge of the same department for their cooperation in collecting the samples. We would also appreciate the personnel of Norgen Laboratory and Dr. Sabz Ghabaei, who is in charge of the laboratory, for their cooperation in the measurement of the blood samples. Finally, we are grateful to all those who helped us in conducting this research, especially the participating women.

#### References

1. Loomba R, Friedman S. L., Shulman G. I. Mechanisms and disease consequences of nonalcoholic fatty liver disease. *Cell*, 184(10), (2021); 2537–2564. [<https://doi.org/10.1016/j.cell.2021.04.015>].
2. Yu C., Li X., Zhao Y., Hu Y. The role of FOXA family transcription factors in glucolipid metabolism and NAFLD. *January*, 1–16.(2022);1081500. [<https://doi.org/10.3389/fendo.2023.1081500>]
3. Hallsworth K, Fattakhova G, Hollingsworth KG, Thoma C, Moore S, Taylor R, et al. Resistance exercise reduces liver fat and its mediators in non-alcoholic fatty liver disease independent of weight loss. *Gut*. (2011);60(9):1278-83. [<https://doi.org/10.1136/gut.2011.242073>].
4. Batrakoulis A. Psychophysiological adaptations to Pilates training in overweight and obese individuals: a topical review. *Diseases*. (2022);10(4):71. [<https://doi.org/10.3390/diseases10040071>].

5. Tanır H, Güçlüöver A, Oncar İ.N, Göçer İ, Esen H. The Effect of Pilates Exercises on Body Composition and Dynamic Balance Performance in Sedentary Women. *Journal of Pharmaceutical Negative Results*, (2022); 13(S01), 770–779. [<https://doi.org/10.47750/pnr.2022.13.S01.96>]
6. Zhong S, Fan Y, Yan Q, Fan X, Wu B, Han Y, et al. The therapeutic effect of silymarin in the treatment of nonalcoholic fatty disease: A meta-analysis (PRISMA) of randomized control trials. *Medicine (United States)*. (2017); 96(49). [<https://dx.doi.org/10.1097/MD.0000000000009061>].
7. Van der Windt DJ, Sud V, Zhang H, Tsung A, Huang H. The effects of physical exercise on fatty liver disease. *Gene Expression The Journal of Liver Research*. (2018);18(2):89-101. [<https://doi.org/10.3727/105221617X15124844266408>].
8. Dadban-Shahamat M, Shakki M, Hashemi-Chashmi SZ. The effect of high-intensity intermittent exercise with silymarin supplementation on liver enzymes in male rats of fatty liver model. *Journal of Isfahan Medical School*. (2021);38(606):989-95. [<https://doi.org/10.22122/jims.v38i606.13642>]. [in Persian].
9. Aghemo A, Alekseeva OP, Angelico F, Bakulin IG, Bakulina NV, Bordin D, et al. Role of silymarin as antioxidant in clinical management of chronic liver diseases: A narrative review. *Annals of Medicine*. 2022;54(1):1548-60. [<https://doi.org/10.1080/07853890.2022.2069854>].
10. Mir E, Fathi M. Changes in Plasma Visfatin and Insulin Resistance Index in Obese Women with Type 2 Diabetes after Pilates Exercise. *Journal of Health and Care*. Vol. 20, No. 1, Spring 2018, Pages 30-39. [<https://doi.org/10.29252/JHC.20.1.30>]. [in Persian]

## تأثیر هشت هفته تمرین پیلاتس همراه با مصرف سیلی مارین بر سطوح آنزیم های کبدی زنان

## مبتلا به کبد چرب غیر الکلی

صدیقه کعب عمیر\*<sup>1</sup>، عبدالحمید حبیبی<sup>1</sup>، فرزاد جاسمی زرگانی<sup>2</sup>، علی اکبر علیزاده<sup>1</sup>

تاریخ پذیرش: 1404/02/17

تاریخ بازنگری: 1404/02/04

تاریخ دریافت: 1403/02/08

## چکیده

**هدف:** هدف از این پژوهش بررسی اثر هشت هفته تمرین پیلاتس همراه با مصرف سیلی مارین بر سطوح آنزیم های کبدی زنان مبتلا به کبد چرب غیر الکلی می باشد.

**روش شناسی:** در این مطالعه نیمه تجربی، 40 زن مبتلا به کبد چرب غیر الکلی به طور تصادفی ساده به چهار گروه، تمرین پیلاتس (10 نفر) با میانگین سن  $(42/2 \pm 8/68)$  سال و میانگین وزن  $(79/8 \pm 7/57)$  کیلوگرم و مکمل سیلی مارین (10 نفر) با میانگین سن  $(43/3 \pm 4/66)$  سال و میانگین وزن  $(79/2 \pm 5/92)$  کیلوگرم و گروه پیلاتس همراه با مصرف سیلی مارین (10 نفر) با میانگین سن  $(39/8 \pm 7/72)$  سال و میانگین وزن  $(82/5 \pm 5/35)$  کیلوگرم و گروه کنترل (10 نفر) با میانگین سن  $(40/1 \pm 8/97)$  سال و میانگین وزن  $(80/4 \pm 5/10)$  کیلوگرم تقسیم شدند. گروه پیلاتس به مدت هشت هفته و سه روز در هفته تمرینات پیلاتس را در زمان 60 دقیقه انجام دادند. گروه مکمل سیلی مارین کپسول 140 میلی گرم سیلی مارین را به مدت هشت هفته و سه روز در هفته (بعد از وعده غذایی) مصرف کردند. نتایج داده ها به کمک آزمون تی وابسته و کوواریانس توسط نرم افزار SPSS26 در سطح معناداری  $P \leq 0/05$  انجام شد.

**یافته ها:** نتایج تجزیه و تحلیل آماری نشان داد، سطوح آنزیم های کبدی ALT, AST, ALP پس از هشت هفته تمرین پیلاتس همراه با مصرف سیلی مارین کاهش معناداری داشته است ( $P \leq 0/05$ ).

**نتیجه گیری:** بر اساس یافته ها، هشت هفته تمرین پیلاتس همراه با مصرف سیلی مارین می تواند در بهبود آنزیم های کبدی مؤثر باشد.

**واژه های کلیدی:** تمرین پیلاتس، سیلی مارین، آنزیم های کبدی، کبد چرب غیر الکلی

1. گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران. 2. گروه داخلی گوارش و کبد، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران. \* نشانی الکترونیک نویسنده مسئول: s.kaabomeir1996@gmail.com

**استناد:** کعب عمیر، صدیقه، حبیبی، عبدالحمید، جاسمی زرگانی، فرزاد، علیزاده، علی اکبر. (1404). تأثیر هشت هفته تمرین پیلاتس همراه با مصرف سیلی مارین بر سطوح آنزیم های کبدی زنان مبتلا به کبد چرب غیر الکلی. نشریه سوخت و ساز و فعالیت ورزشی، 15 (1)، 68 - 87

DOI: <https://doi.org/10.22124/JME.2025.27319.360>

## نوآوری پژوهش و پیام کلی

با توجه به افزایش شیوع بیماری کبد چرب غیر الکلی و استقبال از تمرین های گسترده پیلاتس و اطلاعات اندک درباره تاثیر پیلاتس همراه با مصرف سیلی مارین بر NAFLD، همچنین با توجه به دانش و مطالعات نویسندگان، در پژوهش های پیشین همی مولفه ها به طور همزمان اندازه گیری نشده است؛ بنابراین، پژوهشگر بر آن شده است تا تأثیر هشت هفته تمرین پیلاتس همراه با مصرف سیلی مارین بر سطوح آنزیم های کبدی زنان مبتلا به کبد چرب غیر الکلی را بررسی کند.



## مقدمه

بیماری کبد چرب غیر الکلی (NAFLD<sup>1</sup>)، بارزترین و شایع‌ترین بیماری مزمن کبدی در سراسر جهان می‌باشد، که در جمعیت عمومی بین 20 تا 30 درصد و در بیماران چاق یا دیابتی 70-90 درصد نسبتاً رو به افزایش است (1، 2). NAFLD ناشی از گسترش ذخایر چربی و انباشته شدن نا به جا آن است که باعث مقاومت به انسولین می‌شود. در این شرایط، لیپولیز نامناسب منجر به انتقال بی وقفه اسیدهای چرب به کبد می‌شود، در نتیجه موجب افزایش لیپوژنز *de novo*، استرس سلولی مانند استرس اکسیداتیو و استرس شبکه آندوپلاسمی می‌شود (3). بیماری کبد چرب غیر الکلی، شامل طیف گسترده‌ای از آسیب‌شناسی هاست که با استئاتوز ساده بدون التهاب تا استئاتوهپاتیت غیر الکلی (NASH<sup>2</sup>) همراه با التهاب و بالون شدن سلول‌های کبدی مشخص می‌شود، که در نهایت می‌تواند منجر به فیبروز پیشرفته، سیروز و کارسینوم کبدی شود (4) [شکل 1]. مکانیسم اصلی که منجر به NAFLD می‌شود هنوز به طور کامل شناخته نشده است، اما عواملی مانند ژنتیک، چاقی، سندروم متابولیک، کمبود آنتی‌اکسیدان در بدن، زندگی ناسالم و کم تحرک و تغذیه نامناسب در بروز این بیماری مؤثر می‌باشد (5). شیوه‌های شناسایی NAFLD شامل ترکیبی از نشانگرهای آزمایشگاهی و انجام آزمون‌های تصویر برداری یا بیوپسی از کبد است. نشانگرهای سرمی که به صورت غیر تهاجمی در شناسایی کبد چرب غیر الکلی استفاده می‌شوند، شامل: آلانین آمینو ترانسفراز (ALT<sup>3</sup>)، آسپاراتات آمینو ترانسفراز (AST<sup>4</sup>)، آلکالین فسفاتاز (ALP<sup>5</sup>)، گاما گلوتامیل ترانسفراز (GGT<sup>6</sup>) که افزایش سطوح بالاتر از حد طبیعی این آنزیم‌ها در خون، می‌تواند بیانگر بیماری کبد چرب غیر الکلی باشد (6). آنزیم‌های کبدی نرمال هم ممکن است در بیماران مبتلا به بیماری کبدی مانند، هپاتیت C مزمن، هپاتیت خود ایمنی و استئاتوهپاتیت غیر الکلی دیده شود و بر عکس آن نیز ممکن است صادق باشد که آنزیم‌های غیر طبیعی در افراد سالم دیده شود (7، 8). تا به حال درمان‌های دارویی محدودی مانند کاهش‌دهنده‌های چربی، داروهای فزاینده حساسیت به انسولین و آنتی‌اکسیدان‌ها برای کبد چرب معرفی شده است که به علت عوارض جانبی و هزینه بالا استفاده مداوم آن‌ها پیشنهاد نمی‌شود. ورزش روش مناسبی برای کاهش چربی، وزن، چاقی و در نتیجه کاهش شاخص توده بدنی می‌باشد (9). تمرین پیلاتس یک فرم تمرین ذهن و بدن است که توسط جوزف پیلاتس<sup>7</sup> در دهه 1920 پایه‌گذاری شد (10). تمرینات پیلاتس شامل هم افزایی متعدد عضلات مانند انقباضات عضلانی ایزومتریک خارج از مرکز، کانسنتریک و اکسنتریک است. در تمرین پیلاتس با انبساط خلفی و جانبی قفسه سینه، حرکات طبیعی مهره‌ها، بازوها و پاها در دم و بازدم، تنفس را تسهیل می‌کند و از والسالوا جلوگیری می‌کند. پیلاتس بر شش اصل استوار است که باعث افزایش تمرکز و افزایش عملکردهای شناختی و همچنین به حداقل رساندن استرس بر بدن می‌شود. مرکز، تمرکز، کنترل، دقت، جریان و تنفس، شش اصل پیلاتس می‌باشند. پیلاتس باعث بهبودی وضعیت بدن، تعادل، افزایش قدرت تمرکز، تحرک محیطی که برای بهبود عملکرد ورزشی نیاز است، می‌شود (11، 12).

<sup>1</sup>. Non- alcoholic fatty liver disease

<sup>2</sup>. Non-alcoholic steatohepatitis

<sup>3</sup>. Alanine amino transferase

<sup>4</sup>. Aspartate amino transferase

<sup>5</sup>. Alkaline phosphatase

<sup>6</sup>. Gamma-glutamyl transferase

<sup>7</sup>. Joseph Pilates



بیگی و همکاران (1397)، دریافتند که اجرای شش هفته تمرینات هوازی-پيلاتس می تواند بر سطوح سرمی آنزیم‌های کبدی و سونوگرافی مردان مبتلا به کبد چرب غیر الکلی مؤثر باشد (13). در مطالعه‌ی دیگر، پیرا<sup>1</sup> و همکاران (2022)، در پژوهش خود اثر بخشی تمرین پيلاتس بر زنان چاق را بررسی کردند. نتایج نشان داد که تمرینات پيلاتس موجب کاهش ترکیب بدنی و درصد چربی می گردد (14). بعضی از مطالعات، گیاه درمانی را با توجه به ترکیبات ضد التهابی و آنتی اکسیدانی آن‌ها (15، 16) در درمان بیماری کبد چرب غیر الکلی توصیه می کنند (17)، در این میان سیلی‌مارین سال هاست که به عنوان یک جزء درمانی قوی برای درمان بیماری‌های مختلف کبدی گزارش شده است (18). سیلی‌مارین حاوی فلاونوئیدها (5-6 درصد) مانند سیلی‌بین (50-60 درصد)، سیلی کریستین (20 درصد)، سیلی‌دیانین (10 درصد)، ایزوسیلیبین (5 درصد) و همچنین فلاونوئید (تاکسی فولین) می‌باشد. سیلی‌مارین حاوی اثرات آنتی اکسیدانی، ضد التهاب، ضد فیبروتیک، پراکسیداتیو ضد چربی، محرک سیستم ایمنی و تثبیت سلول‌های کبدی می‌باشد. علاوه بر این، عصاره خار مریم حاوی بائین، تری متیل گلیسین و اسید های چرب ضروری است که در ضد التهاب بودن آن نقش دارد (19). عصاره‌ی سیلی‌مارین باعث بهبود سطوح سرمی آلانین آمینو ترانسفراز (ALT) می‌شود همچنین سطوح سرمی آسپاراتات آمینو ترانسفراز (AST) را نیز کاهش می‌دهد (20). هاشمی و همکاران (2009)، گزارش کردند مصرف سیلی‌مارین به طور قابل توجهی می تواند موجب بهبود بیوشیمیایی و کاهش ترانس آمینازها در بیماران مبتلا به کبد چرب غیر الکلی شود (21). بیشتر تحقیقات انجام شده با وجود پژوهش‌های متناقض (22)، نقش مهم تمرینات پيلاتس را در بهبود آمادگی جسمانی، ترکیب بدنی، مقاومت به انسولین و اختلال متابولیکی در سال‌های اخیر نشان می‌دهد. با این حال با توجه به افزایش شیوع بیماری کبد چرب غیر الکلی و استقبال از تمرین‌های گسترده پيلاتس و اطلاعات اندک درباره تاثیر پيلاتس همراه با مصرف سیلی‌مارین بر NAFLD، همچنین با توجه به دانش و مطالعات نویسندگان، در پژوهش‌های پیشین همه‌ی مولفه‌ها به طور همزمان اندازه گیری نشده است؛ بنابراین، پژوهشگر بر آن شده است تا تأثیر هشت هفته تمرین پيلاتس همراه با مصرف سیلی‌مارین بر سطوح آنزیم‌های کبدی زنان مبتلا به کبد چرب غیر الکلی را بررسی کند.

### روش‌شناسی

پژوهش حاضر به روش نیمه تجربی و از نوع کاربردی و به صورت پیش آزمون و پس آزمون می‌باشد. جامعه آماری شامل 40 زن مبتلا به بیماری کبد چرب غیر الکلی است که به بخش فیبرو اسکن بیمارستان فوق تخصص آریا واقع در شهر اهواز مراجعه کرده بودند، می‌باشد. آزمودنی‌ها به طور تصادفی ساده انتخاب شدند. برای تصادفی سازی از قرعه کشی استفاده شد، بدین ترتیب که اعداد 1 تا 40 روی کارت‌هایی که در پاکت‌های مشابه نوشته شده، در جعبه قرعه کشی قرار گرفت. هر شرکت کننده یک کارت تصادفی انتخاب کرد. 10 کارت اول به گروه A (پيلاتس)، 10 کارت بعدی به گروه B (پيلاتس + سیلی‌مارین)، 10 کارت بعدی به گروه C (سیلی‌مارین) و 10 کارت بعدی به گروه D (گروه کنترل) اختصاص داده شد (شکل 2). شرکت کنندگان به ترتیب شماره گذاری و براساس آن در چهار گروه، تمرین پيلاتس (PG)، سیلی‌مارین (SG)، پيلاتس+سیلی‌مارین (PSG) و گروه کنترل (CG) قرار گرفتند. شرایط ورود؛ زنان مبتلا به کبد چرب غیر الکلی، محدوده سنی 30 تا 55 سال، نداشتن بیماری‌های قلبی عروقی، بیماری مفاصل و

<sup>1</sup> . Pereira



اسکلتی، نداشتن فعالیت ورزشی منظم طی 6 ماه اخیر، عدم مصرف دارو و مکمل خاص که بر روند پروتکل تأثیر گذار باشد. شرایط خروج غیبت بیش از 3 جلسه از تمرینات، مصرف نکردن مکمل سیلی مارین با توجه به دستورالعمل آن، یا مصرف داروی کاهنده چربی کبد می باشد.

اندازه گیری بیوشیمیایی

قبل از انجام پروتکل به صورت 10-12 ساعت ناشتا، ساعت 8-9 صبح آزمودنی ها در آزمایشگاه حاضر شدند و مقدار 5 سی سی خون از ورید بازویی توسط نمونه گیر آزمایشگاه گرفته شد تا سطوح آنزیم های کبدی ALT, AST, ALP مشخص شود. 48 ساعت پس از اتمام پروتکل، خون گیری مجدداً انجام شد. نمونه های خونی توسط دستگاه سانتریفیوژ و به روش گریز از مرکز جدا سازی شد. جهت اندازه گیری آنزیم های ALT, AST, ALP از کیت های شرکت پارس آزمون ساخت کشور ایران و همچنین توسط دستگاه فول اتومات (Cobas-MiRA-S) و (HITACHI 912) استفاده شد.

اندازه گیری آنتروپومتریک

اندازه گیری های آنتروپومتریک، قبل و بعد از پایان هشت هفته مداخله انجام شد. برای اندازه گیری قد و وزن از قدسنج و ترازو seca ساخت کشور آلمان استفاده شد.

پروتکل تمرین

بعد از انجام خون گیری و مشخص شدن آزمودنی ها، گروه های تمرین که شامل گروه پیلاتس و گروه (پیلاتس + سیلی مارین) است، شروع به انجام تمرینات پیلاتس کردند. پروتکل تمرین شامل 60 دقیقه تمرین پیلاتس که 10 دقیقه برای گرم کردن و 40 دقیقه حرکات اصلی و 10 دقیقه سرد کردن می باشد. تمرینات پیلاتس با 8 تکرار در هفته اول شروع شد و با رعایت اصل اضافه بار به 12 تکرار رسید (23). شدت تمرین بر اساس 55-80 درصد ضربان قلب بیشینه بود به طوری که در چهار هفته ابتدایی 55 درصد و چهار هفته پایانی 80 درصد ضربان قلب بیشینه رسید (24). کنترل شدت تمرین با ضربان سنج صورت گرفت. شدت برنامه تمرینی به روش Carvonnen:

سن - 220 = حداکثر ضربان قلب

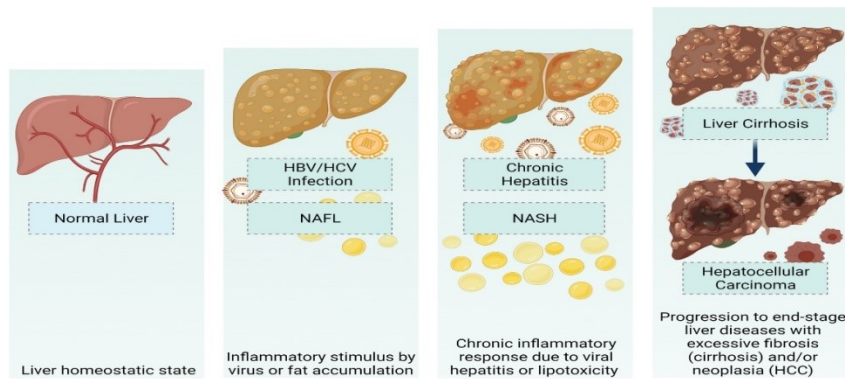
ضربان قلب استراحت - حداکثر ضربان قلب = ضربان قلب ذخیره

ضربان قلب استراحت + (درصد میزان بار) × (ضربان قلب ذخیره) = ضربان قلب هدف

لازم به ذکر است گروه مکمل سیلی مارین تنها و گروه کنترل در فعالیت ورزشی شرکت نکردند.

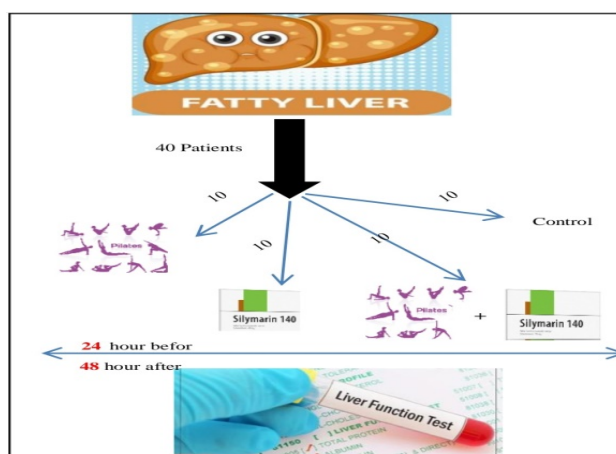
مداخله مکمل سیلی مارین

گروه سیلی مارین و گروه (پیلاتس + سیلی مارین)، کپسول 140 میلی گرم سیلی مارین (با نام تجاری لیورگل از شرکت گل دارو ساخت کشور ایران) (21) را به مدت هشت هفته و سه روز در هفته (بعد از وعده غذایی) مصرف کردند.



شکل 1. مراحل بالینی پاتولوژیک بیماری های کبد: کبد در حالت هموستازیک عملکرد فیزیولوژیکی طبیعی خود را انجام می دهد. عملکردهایی که می تواند توسط عفونت های ویروسی با HBV یا HCV و با تجمع چربی (NAFL) به دلیل اختلالات سیستمیک با شرایط مختلف مانند دیابت و چاقی تغییر کند (25).

**Figure 1.** Pathological clinical stages of liver diseases: The liver performs its normal physiological function in a hemostatic state. Functions that can be changed by viral infections with HBV or HCV and with NAFL due to systemic disorders with various conditions such as diabetes and obesity(25).



شکل 2. طراحی مطالعه ی تجربی

**Figure 2.** Experimental design of the study



جدول 1. نمونه برنامه حرکات انجام شده پیلاتس  
Table 1. Sample Program of Performed Pilates Exercises

سرد کردن	هفته چهارم تا هشتم	هفته اول تا چهارم	گرم کردن
کشش ستون مهره ها، حرکت کشش سجده، کشش پشت پا، حرکت نخ درسوزن، نفس جانی، انعطاف پذیری، احترام پیلاتس Spine stretch, prostrate stretch, back leg stretch, thread on the needle, side breath, flexibility, Pilates respect	پایین رفتن از پشت به زمین، حرکت چهار دست و پا، پلانک (تعادلی)، گهواره پا باز، خط کش از پشت، حرکت کبری، سوپرمن و کبری Going down from the back to the ground, moving on all fours, plank (balancing), open-legged cradle, line from the back, cobra movement, Superman and cobra	دایره تک پا، خط کش از پهلو، رول آپ، پل سرشانه رول دان، بلند کردن سینه، کشش پشت دراز کش به شکم، پلانک، شنا (فیله) Single leg circle, line from the side, roll up, shoulder bridge, roll down, chest lift, back stretch, lying on the stomach. plank, swimming (fillet)	ایستادن پیلاتس، تنفس پیلاتس، رفتن روی پنجه پا، بالا آوردن تک پا به صورت 90 درجه، گربه ایستاده، کیپ کردن قوس کمر، گربه نشسته Pilates standing, Pilates breathing, walking on tiptoes, raising one leg to 90 degrees, standing cat, tilting the back arch, sitting cat

روش آماری برای نرمال سازی داده ها از آزمون شاپیرو-ویلک و همچنین برای همگنی داده ها از آزمون لون در سطح معناداری  $P > 0/05$  استفاده شد. از آزمون تی وابسته برای بررسی تغییرات درون گروهی و از آزمون کوواریانس برای بررسی تغییرات بین گروهی در سطح معناداری  $P \leq 0/05$  استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه 26 انجام شد.

#### یافته ها

میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای سن، قد، وزن، به تفکیک در جدول 2 گزارش شده است.

جدول 2. اطلاعات دموگرافیک نمونه های آماری مطالعه شده  
Table 2. Demographic information of the statistical samples studied

متغیر Variable	گروه پیلاتس (10) Pilates group(10)	گروه سیلی مارین (10) Silymarin Group(10)	گروه پیلاتس + سیلی مارین (10) Pilates+Silymarin Group	گروه کنترل (10) Control group(10)
سن (سال) Age (Year)	42/2 ± 8/48	43/3 ± 4/66	39/8 ± 7/72	40/1 ± 8/97
قد (سانتی متر) Height (Cm)	171/6 ± 7/57	169/2 ± 3/22	169/8 ± 4/54	170/5 ± 5/79
وزن (کیلو گرم) Weight (Kg) Pre-Test	79/8 ± 4/7	79/2 ± 5/92	82/5 ± 5/35	80/4 ± 5/10

پس آزمون  
Post-Test

۸۱/۱±۵/۰۲      ۷۹/۸±۵/۲۰      ۷۸/۷±۵/۶۷      ۷۷/۱±۴/۱۴

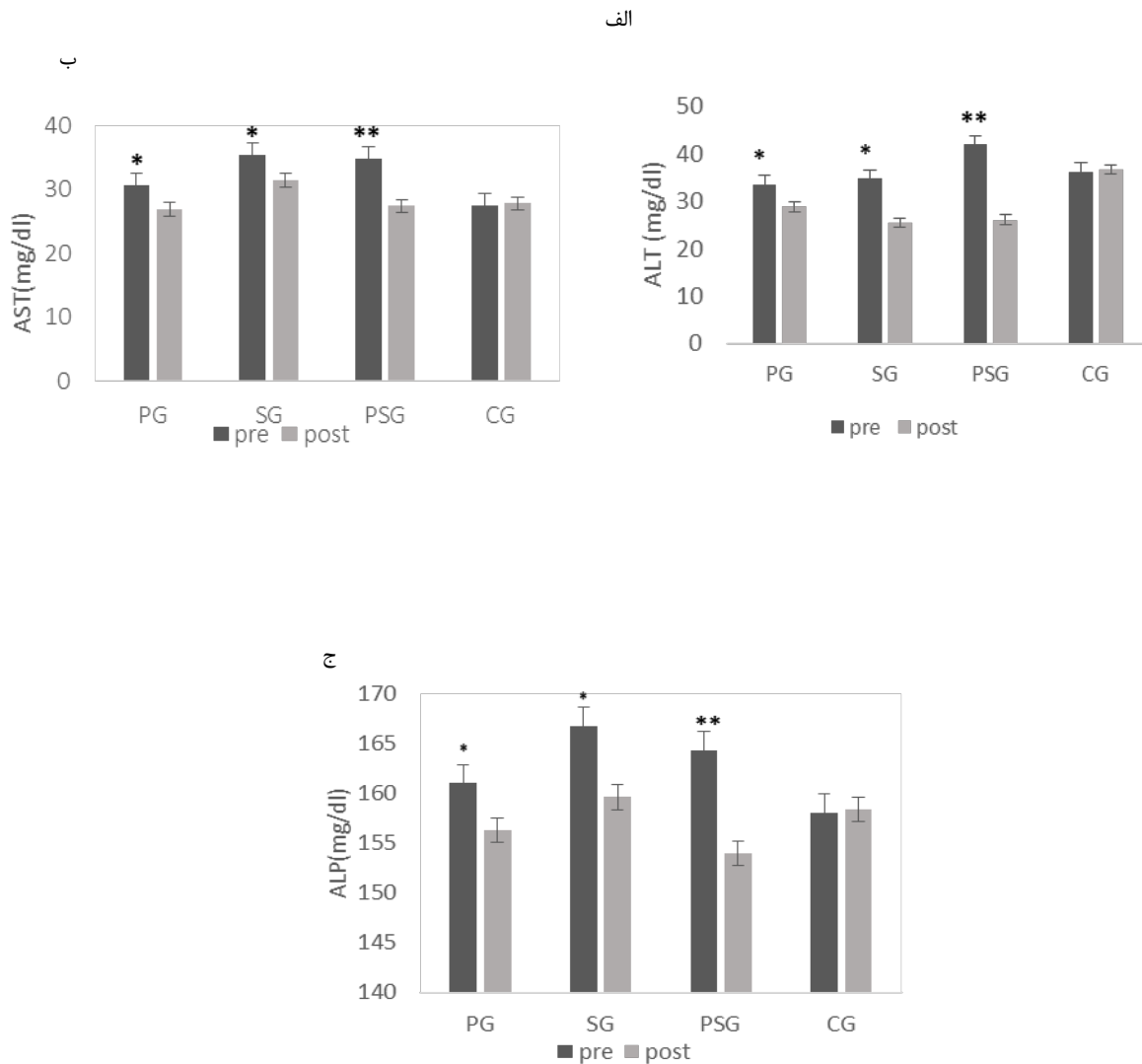
آزمون آنکوا نشان داد میانگین آنزیم ALT در گروه تمرین پیلاتس + مصرف سیلی مارین در پیش آزمون از 41/9 به 26/1 میلی گرم بر دسی لیتر (mg/dl) در پس آزمون کاهش یافت (P<0/05) [شکل الف]. همچنین میانگین آنزیم AST در گروه پیلاتس + سیلی مارین در پیش آزمون 34/9 به 27/4 میلی گرم بر دسی لیتر (mg/dl) کاهش یافت (P<0/05) [شکل ب]. آنزیم ALP در پیش آزمون 164/3 به 154/1 میلی گرم بر دسی لیتر در پس آزمون کاهش یافت (P<0/05). نتایج بیانگر کاهش معنادار آنزیم های کبدی در گروه پیلاتس همراه با مصرف سیلی مارین می باشد (P<0/05) [شکل ج] (جدول 3).

جدول 3. پیش آزمون-پس آزمون فاکتور های بیوشیمی آزمودنی ها در همه گروه ها

Table 3. Results of the pre-test and post-test of biochemical and anthropometric factors of the subjects in all groups

متغیر Variable	گروه Group	پیش آزمون Pre-Test	پس آزمون Post-Test	تی وابسته Paired samples t-test	آنکوا ANCOVA
ALT(mg/dl) آلانین آمینو ترانسفراز(میلی گرم/دسی لیتر)	پیلاتس	۳۳/۶±۲/۷۹	۲۸/۸۰±۴/۰۷	0/001	*0/001
	سیلی مارین	۳۴/۸±۱۰/۴۲	۲۵/۵۰±۷/۳۰	0/001	
	پیلاتس+ سیلی مارین	۴۱/۹±۵/۳۸	۲۶/۱۱±۴/۶۰	0/001	
	کنترل	۳۶/۲±۴/۲۶	۳۶/۷۰±۴/۱۱	0/138	
AST(mg/dl) آسپارات آمینو ترانسفراز(میلی گرم/دسی لیتر)	پیلاتس	۳۰/۷±۳/۷۱	۲۶/۹۰±۴/۸۶	0/010	*0/005
	سیلی مارین	۳۵/۵±۴/۰۱	۳۱/۵۰±۲/۷۹	0/001	
	پیلاتس+سیلی مارین	۳۴/۹۱±۴/۰۱	۲۷/۴۰±۳/۲۰	0/001	
	کنترل	۲۷/۵۰±۳/۶۲	۲۷/۸۰±۳/۴۵	0/279	
ALP(mg/dl) آلکالین فسفاتاز(میلی گرم بر دسی لیتر)	پیلاتس	۱۶۱/۱±۸/۵۸	۱۵۶/۳±۹/۴۴	0/002	*0/001
	سیلی مارین	۱۶۶/۷±۱۷/۵	۱۵۹/۶±۱۷/۹۳	0/001	
	پیلاتس+سیلی مارین	۱۶۴/۳±۱۲/۸۴	۱۵۴/۱±۱۲/۳۴	0/001	
	کنترل	۱۵۸/۱±۸/۲۰	۱۵۸/۴±۸/۰۵	0/104	

\* تفاوت معنادار بین گروه ها در سطح معناداری 5 P=0/0



\*تفاوت معنادار نسبت به پیش آزمون

شکل 3: نشان دهنده تغییرات آنزیم‌های ALT,AST,ALP در چهار گروه PG (گروه پیلاتس)، SG (گروه سیلی‌مارین)، PSG (گروه پیلاتس+سیلی‌مارین)، CG (گروه کنترل) است. در گروه PSG تغییرات بیشتر از گروه‌های دیگر مشاهده شد.

**Figures 3:** Changes of ALT, AST, ALP enzymes in four groups (Pilates Group) PG, (Silymarin Group) SG, (Pilates+Silymarin Group) PSC, (Control Group) CG. There are more changes in PSG group than other groups



از نظر بالینی و علمی مطالعات نشان می‌دهند که ورزش از طریق مسیر های مختلف بر بیماری کبد چرب تأثیر می‌گذارد. بهبود یافتن مقاومت به انسولین، موجب کاهش تحویل اضافی اسید های چرب آزاد و گلوکز برای سنتز اسید های چرب به کبد می‌شود. ورزش می‌تواند اکسیداسیون های اسید چرب را در کبد افزایش دهد. همچنین می‌تواند با کاهش سنتز اسید های چرب از آسیب به میتوکندری و سلول های کبدی جلوگیری کند. در نتیجه، ورزش بدنی یک استراتژی درمانی اثبات شده برای بهبود بیماری کبد چرب است (26،27). هدف از پژوهش حاضر بررسی هشت هفته تمرین پیلاتس همراه با مصرف سیلی‌مارین بر سطوح آنزیم‌های کبدی زنان مبتلا به کبد چرب غیر الکلی بود.

یافته‌ها نشان داد تمرین پیلاتس به همراه مکمل سیلی‌مارین در مقایسه با گروه‌های دیگر تأثیر بیشتری بر آنزیم های کبدی داشته است. خواص دارویی سیلی‌مارین بر اساس آن است که توانایی آن در هدف قرار دادن آنزیم‌های کبدی بالا، سرکوب سیستم عامل از فعال شدن سلول های ستاره ای کبدی جلوگیری می‌کند و سلول های ایمنی (سلول های کوپفر) را فعال می‌کند و همچنین موجب کاهش آسیب اکسیداتیو، فیبروز و التهاب می‌شود. مطالعات بالینی بر NAFLD تأیید می‌کند که سیلی‌مارین می‌تواند بر پیشرفت درمان بیماری کبد تأثیر مثبت بگذارد و علائم بیماری، شرایط بالینی و کیفیت زندگی را بهبود بخشد (28،29). همسو با یافته های حاضر، میر هاشمی<sup>1</sup> و همکاران (2022)، اثر هشت هفته مکمل پودر خار مریم (عصاره سیلی‌مارین) در بررسی بیماری مبتلا به کبد چرب در بیماران کاندید جراحی چاقی را بررسی کردند. نتایج نشان داد، نسبت AST/ALT، BMI، درجه سونوگرافی به طور معنی داری کاهش یافت (30). شاهین<sup>2</sup> و همکاران (2020)، در مطالعه ای به این نتیجه رسیدند که سیلی‌مارین، بیماری کبد چرب غیر الکلی را از طریق تنظیم پروتئین های استرس شبکه آندوپلاسمی GPR78 و XBP-1 در موش تضعیف می‌کند. سیلی‌مارین ممکن است در درمان NAFLD و همچنین سایر بیماری های مبتنی بر استرس شبکه آندوپلاسمی مؤثر باشد، که با یافته های حاضر همسو می‌باشد (31).

از دیگر یافته های همسو با تحقیق حاضر، کالوپیتاس<sup>3</sup> و همکاران (2021) بود که با هدف اثر بخشی سیلی‌مارین در درمان NAFLD با بررسی تغییرات در بیوشیمی کبد، شاخص توده بدنی (BMI) و بافت شناسی کبد در افراد مبتلا به بیماری کبد چرب غیر الکلی، پژوهشی انجام دادند. پیامد های اولیه تغییرات در مقادیر میانگین ALT و AST بود. تغییرات ثانویه شامل تغییرات در BMI و بافت شناسی کبد بود (32). دادبان شهامت<sup>4</sup> و همکاران (2021)، تأثیر تمرین تناوبی با شدت بالا به همراه مصرف مکمل سیلی‌مارین بر آنزیم‌های کبدی در Rat های نر مدل کبد چرب را بررسی کردند. نتایج به این صورت بود که آنزیم‌های AST، ALT و ALP در گروه تمرین تناوبی و تناوبی/مکمل سیلی‌مارین کاهش معنی داری نسبت به گروه شاهد داشتند. اما تفاوت معناداری در گروه مکمل سیلی‌مارین نسبت به شاهد یافت نشد. همچنین استفاده همزمان از مکمل سیلی‌مارین در کبد همراه با تمرینات ورزشی به ویژه تناوبی و با شدت زیاد می‌توانند موجب تعدیل پاسخ های اکسایشی و التهابی شوند (27). علت مغایرت با پژوهش حاضر در این تحقیق مدت زمان مصرف مکمل سیلی‌مارین (دو هفته) و شرایط آزمودنی‌ها می‌باشد. در پژوهش حاضر مصرف مکمل به مدت هشت هفته بود و آزمودنی ها زنان بیمار بودند. پیلاتس از طریق تحریک بیشتر عصب واگ و به دنبال آن سایتوکین های التهابی، چربی احشایی، استرس اکسیداتیو فشار خون را کاهش می‌دهد و همچنین حساسیت به انسولین را افزایش می‌دهد و روند متابولیک را بهبود می‌بخشد. علاوه بر این، تمرینات پیلاتس موجب دم و بازدم

<sup>1</sup> . Mirhashemi

<sup>2</sup> . Sahin

<sup>3</sup> . Kalopitas

<sup>4</sup> . Dadban shahamat

عمیق و دیافراگمی طی انجام تمرینات شده و سطح انرژی را بالا می برد، به گونه ای که علاوه بر عضلات فعال، عضلات تنفسی هم انرژی مصرف می کنند. تنفس های عمیق و دیافراگمی باعث می شود به عضلات فعال اکسیژن بیشتری برسد که باعث افزایش میزان حساسیت به انسولین همچنین نیاز به ترشح انسولین کمتر می شود. تمرینات پیلاتس می توانند موجب اکسایش بیشتر چربی شوند (33). از پژوهش های همسو با یافته ها حاضر، کیماسی<sup>1</sup> و همکاران (2020) در تحقیق خود نشان دادند، هشت هفته تمرین پیلاتس بر محتوای چربی کبد و آنزیم های کبدی مردان مبتلا به کبد چرب غیر الکلی تأثیر دارد. نتایج گواه این بود که تمرینات پیلاتس باعث کاهش معنادار محتوای چربی کبد (کاهش درجه استئاتوزیس کبدی) در مردان میانسال مبتلا به NAFLD می شود. مقادیر کاهش یافته در محتوای چربی کبد با کاهش معنادار سطوح آنزیم های کبدی ALT، AST و ALP به دنبال هشت هفته تمرینات پیلاتس بود (34). لائیل رودی<sup>2</sup> و همکاران (2022)، طی مطالعه ای اثرات تمرین پیلاتس و مکمل عناب در مورد محتوای چربی کبد و آنزیم ها تعداد پلاکت ها مورد بررسی قرار دادند، نتایج نشان داد که AST، تعداد پلاکت، نسبت دور کمر به لگن و سطح چربی در گروه های پیلاتس، عناب و پیلاتس+عناب در مقایسه با گروه کنترل و مقادیر پایه تغییر معنی داری داشت (24). که با پژوهش حاضر همسو می باشد. پوراسگی<sup>3</sup> و همکاران (2022)، از دیگر نتایج همسو با پژوهش حاضر می باشد که تأثیر هشت هفته تمرین پیلاتس همراه با مکمل کورکومین بر آنزیم های کبدی و نیمرخ لیپیدی در زنان دارای اضافه وزن و چاق را بررسی کردند، نتایج نشان داد که وزن، BMI، WHR و درصد چربی در گروه کورکومین + پیلاتس نسبت به سایر گروه ها کاهش یافت. همچنین مصرف پیلاتس و کورکومین به مدت هشت هفته به تنهایی یا در ترکیب، باعث کاهش سرم ALT، AST، LDL-C، T-Chol، TG در مقایسه با گروه کنترل شد (35). ابراهیم<sup>4</sup> و همکاران (2020)، تأثیر پیلاتس و تمرینات هوازی را بر قلب، عروق کرونر، عوامل خطر، عفونت و اجزای عملکردی در مردان کم تحرک را بررسی کردند. پس از اتمام پروتکل، تغییرات برای فاکتور های کلسترول تام، لیپوپروتئین با چگالی بالا (HDL) و لیپو پروتئین با چگالی کم (LDL) برای گروه های هوازی و پیلاتس معنادار بود (36). یوسل<sup>5</sup> و یوسال (2016)، با عنوان تمرینات پیلاتس به ویژه پارامتر های کیفیت زندگی زنان مبتلا به دیابت نوع 2 پژوهشی را بررسی کردند، نتایج نشان داد؛ درد، خستگی، اضطراب، افسردگی، قند خون ناشتا، مقادیر هموگلوبین گلیکولیزه در گروه تمرین نسبت به قبل از تمرین تغییر کرده است (37). هاگنر<sup>6</sup> و همکاران (2015) طی 10 هفته تمرین پیلاتس همراه با تمرین پیاده روی نوردیک (NW) بر زنان سالخورده به این نتیجه رسیدند که پس از اتمام برنامه های تمرینی 10 هفته ای علیرغم کاهش همزمان و قابل توجه وزن بدن، BMI و گلوکز و تری گلیسیرید مشاهده شده در گروه NW و در پیلاتس، سطوح سرمی در تست های عملکردی کبدی مورد مطالعه تغییر معنی داری نداشت (22). در مطالعه هاگنر به شدت و تکرار حرکات پیلاتس اشاره نشد و همچنین آزمودنی های این پژوهش زنان سالخورده بودند که مغایر با نتایج حاضر بود.

## نتیجه گیری کلی و پیام مقاله

1. Keymasi
2. Lael rudi
3. Porasgari
4. Ibrahim
5. Yucel & Uysal
6. Hagner



با توجه به افزایش شیوع بیماریان NAFLD و هزینه های بالای درمان، تمرینات ورزشی تنها و یا به همراه مکمل های گیاهی می تواند نویدی برای پیشگیری و درمان بیماری باشد. نتایج این پژوهش نشان داد تمرین پیلاتس به تنهایی و هم به همراه سیلی مارین بر آنزیم های کبدی تأثیر دارد.

#### محدودیت ها

از محدودیت های پژوهش می توان به عدم دسترسی به کنترل تغذیه و همچنین نوع فعالیت آزمودنی ها خارج از برنامه اشاره کرد.

#### پیشنهاد برای مطالعات آتی

با توجه به محدود بودن پژوهش تمرین پیلاتس همراه با مکمل سیلی مارین توصیه می شود در جنسیت ها و سنین مختلف بررسی شود.

باتوجه به اینکه در این پژوهش دسترسی کامل بر تغذیه آزمودنی ها میسر نبود، توصیه می شود این فاکتور در نظر گرفته شود. بین جنسیت های مختلف زن و مرد مقایسه صورت گیرد. پیشنهاد می شود مدت پروتکل، در بازه ی زمانی متفاوت بررسی شود.

#### ملاحظات اخلاقی

##### رعایت دستورالعمل های اخلاقی

قبل از شروع مطالعه مجوز های لازم از اداره ثبت کار آزمایشی بالینی با کد (IRCT20230216057435N1) اخذ گردید. پرسشنامه اطلاعات فردی و سلامت جسمانی در اختیار بیماران گذاشته شد. بدین منظور بعد از پر کردن فرم رضایت نامه، این اطمینان به داوطلبان داده شد که اطلاعات آن ها را در اختیار سازمان و یا شخص خاص قرار نمی گیرد. براساس اصول اخلاقی کار با نمونه انسانی، به آزمودنی ها گفته شد این اختیار را دارند تا هر زمان که می خواهند از تحقیق خروج پیدا کنند.

##### منابع مالی

این پژوهش بدون دریافت هیچ گونه حمایت مالی انجام شده است.

##### مشارکت نویسندگان

همه نویسندگان در تمامی مراحل پژوهش، از جمع آوری داده ها تا تحلیل نتایج و نگارش مقاله، به طور مساوی مشارکت داشته اند

##### تعارض منافع

نویسندگان اعلام می کنند که هیچ تعارضی وجود ندارد.

##### تقدیر و تشکر

لازم می دانیم از دکتر اسکندر حاجیانی متخصص کبد و گوارش در بیمارستان آریا بخش فیبرو اسکن و همچنین آقای محمد رضا مزرعه مسئول بخش به خاطر همکاری در جمع آوری نمونه ها و همچنین از پرسنل آزمایشگاه نورژن و دکتر سبزیایی مسئول آزمایشگاه به دلیل همکاری در اندازه گیری نمونه های خونی کمال قدردانی و تشکر را داشته باشیم. در آخر از تمام کسانی که ما را در انجام این پژوهش همراهی کردند به ویژه بانوان شرکت کننده سپاسگزار هستیم.

#### References

1. Loomba R, Friedman S. L., Shulman G. I. Mechanisms and disease consequences of nonalcoholic fatty liver disease. Cell, 184(10), (2021); 2537–2564. [<https://doi.org/10.1016/j.cell.2021.04.015>].

- Nishihara T, Miyoshi T, Ichikawa K, Osawa K, Nakashima M, Miki T, Ito H. Association of Oxidized Low-Density Lipoprotein in Nonalcoholic Fatty Liver Disease with High-Risk Plaque on Coronary Computed Tomography Angiography: A Matched Case-Control Study. *Journal of Clinical Medicine*. (2022);11(10):2838. [<https://doi.org/10.3390/jcm11102838>].
- Yu C., Li X., Zhao Y., Hu Y. The role of FOXA family transcription factors in glucolipid metabolism and NAFLD. *January*, 1–16.(2022);1081500. [<https://doi.org/10.3389/fendo.2023.1081500>].
- Paternostro R, Trauner M. Current treatment of non-alcoholic fatty liver disease. *J Intern Med*.2022;292:190–204.[<https://doi.org/10.1111/joim.13531>].
- Bahram M.E., Afroundeh R., Ghiyami Taklimi SH., Sadeghi A., Gholamhosseini M. Effect of High-intensity Interval Training and Loquat Leaf Extract Consumption on Liver Enzymes in Obese Men With Non-alcoholic Fatty Liver Disease. *Complementary Medicine Journal*, (2021); 11(2), 102–115. [<http://doi.org/10.32598/cmja.11.2.631.3>]. [in Persian].
- Moradi H, Razavian Zadeh N, Younesian A, Zahedi E. Effective Aerobic Training and Use of Vitamin E on Non-Alcoholic Fatty Liver in The Male Secondary School Students of Shahrood City. *Sport Physiology*. Summer (2017); 9(34): 115-28. [ <http://doi.org/10.22089/spj.2017.1802.1227>]. [in Persian].
- Muthiah MD., Cheng Han N, Sanyal AJ. A clinical overview of non-alcoholic fatty liver disease: A guide to diagnosis, the clinical features, and complications—What the non-specialist needs to know. *Diabetes, Obesity and Metabolism*, (2022);24(S2), 3–14. [ <https://doi.org/10.1111/dom.14521>].
- Lee TH, Kim W. R., Poterucha J J. Evaluation of Elevated Liver Enzymes. *Clinics in Liver Disease*, (2012);16(2), 183–198. [<https://doi.org/10.1016/j.cld.2012.03.006>].
- Hallsworth K, Fattakhova G, Hollingsworth KG, Thoma C, Moore S, Taylor R, et al. Resistance exercise reduces liver fat and its mediators in non-alcoholic fatty liver disease independent of weight loss. *Gut*. (2011);60(9):1278-83. [<https://doi.org/10.1136/gut.2011.242073>].
- Batrakoulis A. Psychophysiological adaptations to Pilates training in overweight and obese individuals: a topical review. *Diseases*. (2022);10(4):71. [<https://doi.org/10.3390/diseases10040071>].
- Tanır H, Güçlüöver A, Oncar İ.N, Göçer İ, Esen H. The Effect of Pilates Exercises on Body Composition and Dynamic Balance Performance in Sedentary Women. *Journal of Pharmaceutical Negative Results*, (2022); 13(S01), 770–779. [<https://doi.org/10.47750/pnr.2022.13.S01.96>]
- Ethiraj, B., Balaji, E., & Karthika Banu, R. A six week pilates mat exercises protocol on self efficacy and self esteem of school level basketball girls. *Researchgate.Net*, (2021); 11(1), 25–31. [[Link](#)].
- Beigi SH, Hematfar A, Khairi Y, Beigi M. Effects of aerobic- Pilates exercise training on serum levels of liver enzymes and sonography of patients with non-alcoholic fatty liver disease. (2018); *Journal of Applied Studies in Biological Sciences in Sport* 8(16), 102–115. [ <https://doi.org/10.22077/jpsbs.2019.1689.1426>]. [in Persian].

14. Pereira MJ, Dias G, Mendes R, Mendes RS, Martins F, Gomes R, et al. Efficacy of Pilates in Functional Body Composition: A Systematic Review. *Applied Sciences*. (2022);12(15):7523.[<https://doi.org/10.3390/app12157523>].
15. Kahvand M, Faraji H, Sheikholeslami-Vatani D. The effect of 10 weeks of resistance training in combination with green tea supplement on MDA, TAC and lipid profile in overweight adults. *Metabolism and Exercise A biannual journal*. 2024; 14( 2). [<https://doi.org/10.22124/jme.2024.27342.362>]. [in Persian].
16. Shurehkandi S, Khani M , Piralaiy E , Faramoushi M. The Effect of Short-Term intervention of High Intensity Interval Training with Thyme Extract supplementation on Some Inflammatory and Anthropometric Indices in Overweight/ Obese Women. *Metabolism and Exercise A biannual journal*. 2023; 13(1). [<https://doi.org/10.22124/jme.2023.23990.281>]. [in Persian].
17. Mohammadifar M, Behnam M, Talaei S.A, Khamechian T, Mehran M, Taghizadeh M1 Evaluation Effect of Silybum Marianum, Cynara Scolymus L.and Ziziphus jujube Mill. Combination Extract on Nonalcoholic Fatty Liver in Rats. (2021);42-33. <https://doi.org/10.29252/jmp.4.72>. [[Link](#)]. [in Persian].
18. Zhong S, Fan Y, Yan Q, Fan X, Wu B, Han Y, et al. The therapeutic effect of silymarin in the treatment of nonalcoholic fatty disease: A meta-analysis (PRISMA) of randomized control trials. *Medicine (United States)*. (2017); 96(49).[<https://dx.doi.org/10.1097/MD.0000000000009061>].
19. El-Ghany, W. A. A. THE POTENTIAL USES OF SILYMARIN, A MILK THISTLE (Silybum Marianum) DERIVATIVE, IN POULTRY PRODUCTION SYSTEM. *Online Journal of Animal and Feed Research*, (2022); 12(1), 46–52.[<https://dx.doi.org/10.51227/ojafr.2022.7>].
20. Cacciapuoti F, Scognamiglio A ,Palumbo R ,Forte R ,Cacciapuoti F. "Silymarin in non alcoholic fatty liver disease." *World journal of hepatology*. (2013); 5(3): 109. [<https://doi.org/10.4254/wjh.v5.i3.109>].
21. Hashemi J, Hajiani E, Haidari Sardabi E . A Placebo-Controlled Trial of Silymarin in Patients with Nonalcoholic Fatty Liver Disease.(2009). *Hepatitis Monthly* 2009; 9(4): 265-270. [[Link](#)]. [in Persian].
22. Hagner-Derengowska M, Kaluzny K, Kochanski B, Hagner W, Borkowska A, Czamara A, Budzynski J. Effects of Nordic Walking and Pilates exercise programs on blood glucose and lipid profile in overweight and obese postmenopausal women in an experimental, nonrandomized, open-label, prospective controlled trial. *Menopause*. (2015);22(11):1215-23.[<https://doi.org/10.1097/GME.0000000000000446>].
23. Amirsasan R, Nikookheslat S, Dolgari Sharaf R. Effect of Eight Weeks of Pilates Training on Some Physical Fitness Variables in Untrained Overweight Females. *J Rehab Med*. 2017; 6(1):192-200. [[Link](#)]. [in Persian].

24. Lael rudi F, Younesian A, Razavianzadeh N, Raesi R. Examining Effects of Pilates Workout and Jujube Supplementation on Liver Fat Content, Enzymes, and Platelet Count. Archives of Advances in Biosciences. 13(2):1-13. [ <https://doi.org/10.22037/aab.v13i1.36881>]. [in Persian].
25. Albuquerque-Souza E, Sahingur SE. Periodontitis, chronic liver diseases, and the emerging oral-gut-liver axis. Periodontology 2000. (2022);89(1):125-41. [ <https://doi.org/10.1111/prd.12427>].
26. Van der Windt DJ, Sud V, Zhang H, Tsung A, Huang H. The effects of physical exercise on fatty liver disease. Gene Expression The Journal of Liver Research. (2018);18(2):89-101. [ <https://doi.org/10.3727/105221617X15124844266408>].
27. Dadban-Shahamat M, Shakki M, Hashemi-Chashmi SZ. The effect of high-intensity intermittent exercise with silymarin supplementation on liver enzymes in male rats of fatty liver model. Journal of Isfahan Medical School. (2021);38(606):989-95. [ <https://doi.org/10.22122/jims.v38i606.13642>]. [in Persian].
28. Aghemo A, Alekseeva OP, Angelico F, Bakulin IG, Bakulina NV, Bordin D, et al. Role of silymarin as antioxidant in clinical management of chronic liver diseases: A narrative review. Annals of Medicine. 2022;54(1):1548-60. [ <https://doi.org/10.1080/07853890.2022.2069854>].
29. Hashem A, Shastri Y, Al Otaibi M, Buchel E, Saleh H, Ahmad R, et al. Expert opinion on the management of Non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD) in the Middle east with a focus on the use of silymarin. Gastroenterology Insights. (2021);12(2):155-65. [ <https://doi.org/10.3390/gastroent12020014>].
30. Mirhashemi SH, Hakakzadeh A, Yeganeh FE, Oshidari B, Rezaee SP. Effect of 8 Weeks milk thistle powder (silymarin extract) supplementation on fatty liver disease in patients candidates for bariatric surgery. Metabolism Open. (2022);14:100190. [ <https://doi.org/10.1016/j.metop.2022.100190>]. [in Persian]
31. Sahin E, Bagci R, Aykanat N. E, Kacar S, Sahinturk V. (2020); Silymarin attenuated nonalcoholic fatty liver disease through the regulation of endoplasmic reticulum stress proteins GRP78 and XBP-1 in mice. Journal of Food Biochemistry. (2022); 44(6), e13194. [ <https://doi.org/10.1111/jfbc.13194>].
32. Kalopitas G, Antza C, Doundoulakis I, Siargkas A, Kouroumalis E, Germanidis G, et al. Impact of Silymarin in individuals with nonalcoholic fatty liver disease: A systematic review and meta-analysis. Nutrition. (2021);83:111092. [ <https://doi.org/10.1016/j.nut.2020.111092>].
33. Mir E, Fathi M. Changes in Plasma Visfatin and Insulin Resistance Index in Obese Women with Type 2 Diabetes after Pilates Exercise. Journal of Health and Care. Vol. 20, No. 1, Spring 2018, Pages 30-39. [ <https://doi.org/10.29252/JHC.20.1.30>]. [in Persian]
34. Keymasi Z, Sadeghi A, Pourrazi H. Effect of pilates training on hepatic fat content and liver enzymes in men with non-alcoholic fatty liver disease in Qazvin. Journal of Shahrekord University of Medical Sciences. (2020);22(1):22-8. [ <https://doi.org/10.34172/jsums.2020.05>]. [in Persian].

35. Porasgari Z, Sakri H, Arshadi S. The effect of eight weeks of Pilates with curcumin supplementation on liver enzymes and lipid profile in overweight and obese women. *Obesity Medicine*. (2022);36:100448. [in Persian]. [<https://doi.org/10.1016/j.obmed.2022.100448>].
36. Ibrahim S, Ahmed SA, Ahmed SM, Ahmed SK. Pilates and Aerobic Exercises: The Relative Impact on Coronary Heart Infection Risk Factors and Functional Components among Sedentary Males. *Entomol Appl Sci Lett*. (2020);7:75-83. [[Link](#)].
37. Yucel H, Uysal O. Pilates-based mat exercises and parameters of quality of life in women with type 2 diabetes. *Iran Red Crescent Med J*. (2016);18(3):e21919. [<https://doi.org/10.5812/IRCMJ.21919>].