

The Effect of Eight Weeks of Aquatic Pilates Exercises on Motor Performance and Fear of Falling in Elderly Women

Zeynab. Yousefi¹, Mansour. Sahebozamani^{2*}, Saeid. Bahiraei³

¹ M.Sc. Student, Department of Sports Injury and Corrective Movements, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Shahid Bahonar University of Kerman, Iran

² Full Professor, Department of Sports Injury and Corrective Movements, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Shahid Bahonar University of Kerman, Iran

³ Assistant Professor, Department of Sports Injury and Corrective Movements, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Shahid Bahonar University of Kerman, Iran

* Corresponding author email address: sahebozamani@uk.ac.ir

Article Info

Article type:

Original Research

How to cite this article:

Yousefi, Z., Sahebozamani, M., & Bahiraei, S. (2025). The Effect of Eight Weeks of Aquatic Pilates Exercises on Motor Performance and Fear of Falling in Elderly Women. *Longevity*, 3(3), 1-24.

<https://doi.org/10.61838/kman.longevity.64>



© 2025 the authors. This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) License.

ABSTRACT

Non-specific chronic low back pain (NSCLBP) is a common condition among elderly women, affecting not only motor function but also cognitive and psychosocial performance. This study aimed to investigate the effect of selected aquatic Pilates exercises on motor and psychosocial performance in elderly women with NSCLBP. The research was conducted as a clinical trial using a pre-test/post-test design with a control group. From 58 initial volunteers, 28 eligible participants aged 60–70 were randomly assigned to experimental and control groups (14 each). The experimental group performed aquatic Pilates exercises—focused on core strengthening, flexibility, and balance—three times per week for eight weeks (60 minutes per session) in the pool of the Faculty of Physical Education, Kerman. Motor performance was assessed using the TUG and Tinetti tests, while psychosocial aspects were evaluated using the Tampa Scale for Kinesiophobia (TSK). Data were analyzed using repeated measures ANOVA. Results indicated significant improvement in motor performance over time in both groups, with no statistically significant difference between them. However, TSK scores revealed a significant interaction between time and group, suggesting that the intervention had a distinct effect on reducing fear of movement in the experimental group. These findings support the potential of aquatic Pilates as an effective intervention for improving motor and psychosocial outcomes in elderly women with NSCLBP.

Keywords: Aquatic Pilates, Motor Performance, Fear of Movement, Elderly Women, Non-specific Chronic Low Back Pain

Introduction

Aging is an inevitable biological process characterized by gradual structural and functional changes in multiple body systems. These alterations often lead to reduced muscular strength, impaired neuromuscular coordination, decreased balance, and diminished independence in older adults. Age-related syndromes such as sarcopenia, reduced bone density, and impaired proprioception significantly increase the risk of mobility limitations and falls among elderly individuals ([Becker & Becker, 2009](#); [Cruz-Jentoft et al., 2019](#)). Balance control, which depends on the integrated function of sensory, musculoskeletal, and neural systems, becomes progressively compromised with aging, resulting in impaired postural stability and functional decline ([Benjuya et al., 2004](#); [Butler et al., 2008](#)). These impairments are particularly problematic in elderly women, who commonly experience reduced physical activity, musculoskeletal pain, and fear of movement.

One of the most prevalent musculoskeletal disorders in this population is non-specific chronic low back pain (NSCLBP), a condition affecting nearly one-third of older adults ([Hoy et al., 2014](#)). NSCLBP is associated not only with persistent pain and restricted movement but also with impaired motor performance, reduced confidence in mobility, and psychosocial complications such as fear of falling and kinesiophobia. Chronic pain may further aggravate postural instability through mechanisms involving altered proprioception, muscular inhibition, and reduced physical engagement. Consequently, elderly individuals with NSCLBP frequently experience decreased quality of life and increased dependency.

Exercise-based interventions have been widely recommended as effective non-pharmacological strategies for improving physical and psychological health among older adults. Among these interventions, Pilates training has received considerable attention because of its emphasis on core stability, flexibility, postural alignment, muscular endurance, and movement coordination ([Wood et al., 2019](#)). Pilates exercises promote activation of deep trunk muscles and improve movement efficiency, thereby enhancing functional performance and postural control. Furthermore, aquatic exercise environments provide additional therapeutic benefits for elderly populations due to the buoyancy and resistance properties of water. Aquatic exercise reduces joint loading, minimizes fear associated with movement, and allows safer execution of balance and strengthening activities ([Cugusi et al., 2019](#)).

Previous investigations have demonstrated the beneficial effects of Pilates and aquatic exercise independently on physical function, balance, and fall prevention in older adults. However, limited evidence exists regarding the combined effects of aquatic Pilates on motor performance and psychosocial variables among elderly women with NSCLBP. Additionally, some earlier studies lacked adequate intervention designs or failed to comprehensively evaluate functional and psychological outcomes simultaneously ([Erickson et al., 2011](#)); ([Niemann et al., 2014](#)). Given the increasing prevalence of chronic low back pain in aging populations and the necessity for safe and effective rehabilitation strategies, further investigation in this area is warranted.

Therefore, the present study aimed to examine the effects of eight weeks of aquatic Pilates exercises on motor performance and fear of movement among elderly women with non-specific chronic low back pain.

Methods and Materials

This study was conducted using a clinical trial design with pre-test and post-test assessments and included experimental and control groups. Ethical approval was obtained under the code IR.KMU.REC.1403.641. The statistical population consisted of elderly women aged 60–70 years diagnosed with non-specific chronic low back pain who were recruited from sports clubs, swimming pools, and rehabilitation clinics in Kerman, Iran.

Initially, 58 volunteers were screened through telephone interviews and medical evaluations. Inclusion criteria included physician-confirmed NSCLBP with at least three months of persistent pain, independent walking ability without assistive devices, absence of recent spinal or pelvic surgery or fracture, and general physical health sufficient for participation in exercise activities. Individuals with neurological disorders, structural spinal abnormalities, severe cardiovascular disease, or inconsistent attendance were excluded from the study.

After screening procedures, 28 eligible participants were selected and randomly assigned into experimental and control groups, each consisting of 14 participants. Written informed consent was obtained from all participants before initiation of the study.

The experimental group participated in an eight-week aquatic Pilates intervention performed three sessions per week, with each session lasting approximately 60 minutes. Training sessions were conducted in the swimming pool of Shahid Bahonar University of Kerman at a water temperature of 28–30°C and a depth of 1.2–1.5 meters. Each session consisted of warm-up exercises, main Pilates activities, and cool-down exercises. The intervention program progressed gradually from simple to advanced levels over the eight-week period.

The exercise protocol included a variety of Pilates movements adapted for the aquatic environment, including The Hundred, Leg Circles, Roll-Up, Rolling Like a Ball, Single-Leg Stretch, Double-Leg Stretch, The Teaser, Spine Stretch, Spine Twist, Corkscrew, The Saw, Side Kick, and Swimming exercises. These movements focused primarily on strengthening core musculature, improving flexibility, enhancing balance, and increasing postural control. Exercise intensity and movement complexity were progressively increased throughout the intervention period.

The control group did not participate in any structured exercise program and continued their routine daily activities during the study period.

Motor performance was evaluated using the Timed Up and Go (TUG) test and the Tinetti Performance-Oriented Mobility Assessment. The TUG test measured the time required for participants to stand up from a chair, walk three meters, return, and sit down again. Lower completion times indicated superior dynamic balance and functional mobility. The Tinetti test assessed static and dynamic balance and gait performance, with higher scores reflecting better motor function.

Fear of movement was assessed using the Tampa Scale for Kinesiophobia (TSK), a standardized questionnaire designed to evaluate fear associated with physical movement and injury. Higher scores indicated greater fear of movement.

All assessments were performed before and after the intervention period. Data analysis was conducted using SPSS version 26. The normality of data distribution was assessed using the Shapiro–Wilk test, while homogeneity of variances was evaluated using Levene’s test. Repeated measures

ANOVA was applied to analyze within-group and between-group differences over time. Statistical significance was established at $p \leq 0.05$.

Findings

The demographic analysis demonstrated that the experimental and control groups were homogeneous regarding age, height, weight, and body mass index. Mean BMI values in both groups exceeded 25 kg/m², indicating that most participants were categorized as overweight or obese. However, no statistically significant differences were observed between groups in baseline demographic characteristics.

Analysis of the TUG test demonstrated significant improvements in motor performance over time. Repeated measures ANOVA revealed a significant main effect of time on TUG scores ($F = 49.20$, $p = 0.00$, $\eta^2 = 0.44$), indicating that post-test scores were significantly lower than pre-test scores in both groups. The large effect size suggested a substantial improvement in functional mobility across time. Nevertheless, the interaction effect between time and group was not statistically significant ($F = 0.31$, $p = 0.58$), indicating that both groups experienced a similar pattern of improvement. Additionally, the main effect of group was non-significant ($F = 0.48$, $p = 0.49$), demonstrating no significant difference between the experimental and control groups overall. Pairwise comparisons confirmed a significant reduction of 2.31 seconds between pre-test and post-test TUG scores ($SE = 0.51$, $p = 0.00$).

For the Tinetti balance assessment, repeated measures ANOVA also demonstrated a significant main effect of time ($F = 80.25$, $p = 0.00$, $\eta^2 = 0.75$). Post-test scores showed significant improvement compared with pre-test scores in both groups, indicating enhanced static and dynamic balance performance over the intervention period. The effect size was large, confirming the substantial impact of time on balance outcomes. However, no significant interaction effect between time and group was observed ($F = 0.78$, $p = 0.38$), and the main effect of group remained non-significant ($F = 0.00$, $p = 0.94$). Pairwise comparisons demonstrated a significant mean difference of 7.60 points between pre-test and post-test assessments ($SE = 0.84$, $p = 0.00$).

Regarding fear of movement, analysis of TSK scores yielded different findings. The main effect of time was not statistically significant ($F = 0.01$, $p = 0.89$), indicating that overall changes in fear of movement across time were not significant when groups were combined. However, the interaction effect between time and group was statistically significant ($F = 9.24$, $p = 0.00$, $\eta^2 = 0.26$), suggesting that the experimental group demonstrated a different pattern of change compared with the control group. Furthermore, the main effect of group was significant ($F = 7.88$, $p = 0.00$, $\eta^2 = 0.23$), indicating meaningful differences between groups in fear of movement outcomes. These results demonstrated that aquatic Pilates exercises effectively reduced fear of movement among elderly women in the experimental group.

Overall, the findings indicated that aquatic Pilates training contributed positively to motor performance and psychosocial functioning in elderly women with NSCLBP, particularly in reducing fear of movement.

Discussion and Conclusion

The present study investigated the effects of eight weeks of aquatic Pilates exercises on motor performance and fear of movement among elderly women with non-specific chronic low back pain. The findings demonstrated that participation in aquatic Pilates training resulted in significant improvements in functional mobility, balance performance, and psychosocial outcomes.

The significant improvements observed in TUG and Tinetti scores indicate that aquatic Pilates exercises positively influenced both dynamic and static balance. These findings may be attributed to several physiological and biomechanical mechanisms. Pilates exercises emphasize activation of core musculature, postural alignment, trunk stability, and coordinated movement patterns, all of which contribute to improved neuromuscular control and balance performance. Additionally, the aquatic environment provides buoyancy and resistance that reduce joint stress while simultaneously challenging postural control systems. Water resistance may enhance muscular endurance and proprioceptive feedback, thereby facilitating safer and more effective movement training for elderly individuals.

Although both groups demonstrated improvements over time, the absence of significant interaction effects for TUG and Tinetti outcomes suggests that time-related adaptation or external factors may also have contributed to improvements in motor performance. Nevertheless, the large effect sizes observed for these variables indicate clinically meaningful improvements in balance and mobility.

One of the most important findings of the present study was the significant reduction in fear of movement among participants in the experimental group. Fear of movement and falling are major barriers to physical activity participation among older adults with chronic pain conditions. Aquatic Pilates exercises may reduce kinesiophobia by creating a safe and supportive environment in which individuals can move with greater confidence and less fear of injury. The reduced gravitational load and increased stability provided by water likely enhanced participants' sense of security during movement execution. As confidence increased, participants may have become more willing to engage in physical activities, thereby reducing fear-related avoidance behaviors.

The findings of this study support the therapeutic value of aquatic exercise programs for elderly women with chronic musculoskeletal disorders. Aquatic Pilates may represent an effective rehabilitation strategy because it simultaneously addresses physical limitations and psychosocial barriers associated with chronic pain and aging. The intervention appears particularly suitable for elderly populations due to its low-impact nature and adaptability to different functional levels.

In conclusion, eight weeks of aquatic Pilates exercises significantly improved motor performance and reduced fear of movement among elderly women with non-specific chronic low back pain. The intervention demonstrated beneficial effects on functional mobility, balance, and psychosocial well-being. Given the safety and accessibility of aquatic exercise, healthcare professionals and rehabilitation specialists may consider incorporating aquatic Pilates into therapeutic and preventive programs designed for elderly populations with chronic low back pain.

Conflict of Interest

There is no conflict of interest in conducting the present study.

Acknowledgments

We sincerely thank all the elderly participants who, despite the numerous challenges we faced, supported us in completing this research.

Authors' Contributions

All authors contributed equally to the conception and design of the study, data collection, analysis and interpretation of the findings, drafting the manuscript, critical revision for important intellectual content, and approval of the final version. All authors take responsibility for the integrity of the work.

Ethical Considerations

This study was conducted in compliance with all ethical principles in human research.

Data Transparency

The data and sources used in this study will be made available upon request from the corresponding author, in compliance with copyright regulations.

Funding

The authors declare that no financial support was received for the research and/or publication of this article.



تأثیر هشت هفته تمرینات پیلاتس در آب بر عملکرد حرکتی و ترس از سقوط زنان سالمند

زینب یوسفی^۱، منصور صاحب الزمانی^{۱*}، سعید بحیرایی^۱

۱. گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ایران

*ایمیل نویسنده مسئول: sahebozamani@uk.ac.ir

اطلاعات مقاله

چکیده

نوع مقاله

پژوهشی/اصیل

نحوه استناد به این مقاله:

یوسفی، زینب، صاحب الزمانی، منصور، و بحیرایی، سعید. (۱۴۰۴). تأثیر هشت هفته تمرینات پیلاتس در آب بر عملکرد حرکتی و ترس از سقوط زنان سالمند. *طول عمر*، ۳(۳)، ۱-۲۴.



© ۱۴۰۴ تمامی حقوق انتشار این مقاله متعلق به نویسنده است. انتشار این مقاله به صورت دسترسی آزاد مطابق با گواهی (CC BY-NC 4.0) صورت گرفته است.

کمردرد مزمن غیر اختصاصی (NSCLBP) یکی از مشکلات شایع در زنان سالمند است که علاوه بر محدودیت‌های حرکتی، عملکرد شناختی و روانی آنان را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد. هدف این پژوهش، بررسی تأثیر تمرینات منتخب پیلاتس در محیط آبی بر عملکرد حرکتی و روانی-اجتماعی زنان سالمند مبتلا به NSCLBP بود. این مطالعه به صورت کارآزمایی بالینی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون همراه با گروه کنترل انجام شد. از میان ۵۸ داوطلب، ۲۸ نفر واجد شرایط انتخاب و به صورت تصادفی در دو گروه تجربی و کنترل (هرکدام ۱۴ نفر) قرار گرفتند. گروه تجربی طی هشت هفته، سه جلسه در هفته، هر جلسه ۶۰ دقیقه، تمرینات پیلاتس در آب شامل تقویت عضلات مرکزی، افزایش انعطاف‌پذیری و تمرینات تعادلی را در استخر دانشکده تربیت‌بدنی کرمان انجام دادند. ارزیابی عملکرد حرکتی با آزمون‌های TUG و Tinetti و ارزیابی روانی-اجتماعی با آزمون ترس از حرکت (TSK) صورت گرفت. تحلیل داده‌ها با آزمون تحلیل واریانس دوطرفه با اندازه‌گیری مکرر انجام شد. نتایج نشان داد که تمرینات موجب بهبود معنادار در عملکرد حرکتی در هر دو گروه شد، اما تفاوت بین گروه‌ها از نظر آماری معنادار نبود. در مقابل، نمرات TSK نشان‌دهنده تفاوت معنادار بین گروه‌ها و تعامل زمان و گروه بود که بیانگر اثربخشی تمرینات بر کاهش ترس از حرکت در گروه تجربی است. این یافته‌ها نشان می‌دهند که تمرینات پیلاتس در آب می‌تواند به عنوان یک مداخله مؤثر در بهبود جنبه‌های روانی و حرکتی زنان سالمند مبتلا به NSCLBP مورد استفاده قرار گیرد.

کلیدواژگان: پیلاتس در آب، عملکرد حرکتی، ترس از حرکت، زنان سالمند، کمردرد مزمن غیر اختصاصی

مقدمه

سالمندی یک فرآیند اجتناب ناپذیر زیستی است که در آن تغییرات تدریجی اما پیوسته در ساختار و عملکرد بدن رخ می‌دهد. این مرحله از زندگی، نه تنها به دلیل پیامدهای فیزیولوژیکی، بلکه به سبب اثرات روانی، اجتماعی و اقتصادی، اهمیت بالایی دارد. شتاب رشد جمعیت سالمندان در جهان، به ویژه در کشورهای در حال توسعه، بار مسئولیت سنگینی بر دوش سیستم‌های سلامت و رفاه اجتماعی گذاشته است. پیش‌بینی‌های سازمان جهانی بهداشت بیانگر آن است که تا سال ۲۰۵۰ جمعیت افراد بالای ۶۰ سال بیش از دو برابر شده و به حدود ۲.۱ میلیارد نفر خواهد رسید. در ایران نیز بر اساس آمار رسمی سرشماری سال ۱۴۰۰، ۱۰.۳ درصد جمعیت را سالمندان تشکیل می‌دهند و این رقم تا سال ۱۴۳۰ به حدود ۱۹.۶ درصد خواهد رسید. این ارقام هشدار می‌دهند که روند سالمندی جامعه به سرعت در حال پیشروی است و باید از هم اکنون به چالش‌های آن با دیدی علمی و پیشگیرانه نگریست.

از نظر بیولوژیکی، دوران سالمندی با مجموعه‌ای از تغییرات موسوم به «سندرم‌های پیری» تعریف می‌شود که شامل کاهش توده و قدرت عضلانی (سارکوپنیا)، کاهش تراکم استخوان، افت سرعت هدایت عصبی و اختلال در هماهنگی عصبی-عضلانی است (Becker & Becker, 2009; Cruz-Jentoft et al., 2019). پیامد مستقیم این تغییرات، کاهش تعادل، افزایش خطر زمین خوردن، محدودیت عملکرد حرکتی و در نهایت کاهش استقلال فردی است. تعادل، به عنوان توانایی حفظ وضعیت مطلوب بدنی در شرایط ایستا و پویا، مستلزم تعامل هماهنگ میان سیستم‌های حسی، ساختارهای عضلانی اسکلتی و شبکه‌های عصبی می‌باشد. فرایند طبیعی سالمندی با ایجاد تغییراتی در این سیستم‌ها، موجب اختلال در کارایی کنترل تعادل می‌شود (Benjuya et al., 2004; Butler et al., 2008).

یکی از مهم‌ترین مشکلات مزمن در این گروه، کمردرد مزمن غیراختصاصی (NSCLBP) است که اغلب به دلیل عوامل مکانیکی و عضلانی ایجاد می‌شود و حدود ۳۰ درصد از سالمندان را درگیر می‌کند (Hoy et al., 2014). این عارضه منجر به درد پایدار و محدودیت حرکت می‌شود، بلکه از طریق مکانیسم‌هایی چون افزایش التهاب سیستمیک و اختلال حس عمقی، می‌تواند عملکرد حرکتی را تضعیف کند. ارتباط دوسویه میان درد مزمن و عملکرد حرکتی در سالمندان، مسئله‌ای است که اهمیت راهبردهای جامع درمانی را دوچندان می‌سازد.

در این میان، فعالیت بدنی منظم به عنوان یکی از مؤثرترین مداخلات غیردارویی مطرح است. در بین روش‌های موجود، تمرینات پيلاتس به علت تمرکز بر تقویت عضلات مرکزی، اصلاح الگوهای حرکتی و بهبود هماهنگی و انعطاف پذیری، جایگاه ویژه‌ای یافته‌اند (Wood et al., 2019). اجرای این تمرینات در محیط آبی افزون بر مزایای ذکرشده، اثرات مثبت محیطی را نیز در بر دارد: کاهش فشار گرانشی، توزیع یکنواخت بار، مقاومت هیدرودینامیکی و ایجاد شرایط ایمن‌تر برای گروه‌های آسیب‌پذیر مانند سالمندان (Cugusi et al., 2019).

هرچند هر یک از این رویکردها (پيلاتس و تمرینات آبی) به صورت مستقل دارای شواهد علمی قابل توجهی در کاهش درد و بهبود عملکرد حرکتی هستند، مطالعات موجود کمتر به شاخص‌های عملکرد فیزیکی پرداخته‌اند یا یافته‌های شناختی حاصل از آنها دارای طراحی مداخله‌ای ناکافی بوده است (Erickson et al., 2011) (Niemann et al., 2014).؛ این وضعیت، خلأ علمی مهمی را نشان می‌دهد که این پژوهش برای پوشش آن طراحی شده است. هدف از این پژوهش، بررسی تأثیر هشت هفته تمرینات پيلاتس در آب بر عملکرد حرکتی و ترس از حرکت زنان سالمند است.

روش پژوهش

این تحقیق از نوع کارآزمایی بالینی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون با دوگروه تجربی و کنترل است. دارای کد اخلاق IR.KMU.REC.1403.641 می‌باشد. در این تحقیق شرکت‌کنندگان به صورت کاملاً تصادفی به روش قرعه‌کشی به دو گروه تقسیم

شدند. جامعه آماری این تحقیق شامل ۲۸ نفر از زنان سالمند ۶۰ تا ۷۰ ساله مبتلا به کمردرد مزمن غیر اختصاصی که از میان مراجعه کنندگان به استخرها، باشگاه‌های ورزشی و کلینیک‌های ورزشی شهر کرمان انتخاب شده اند بوده است. این زنان باید از کمردرد مزمن رنج می‌بردند که ناشی از شکستگی، ناهنجاری یا جراحی نباشد و تنها به عنوان کمردرد مزمن غیر اختصاصی شناخته شده باشند. تشخیص وضعیت کمردرد از طریق معاینه پزشک متخصص و استفاده از پرسشنامه‌های استاندارد انجام شد.

- مصاحبه تلفنی با داوطلبان برای بررسی اولیه معیارهای سنی، سابقه کمردرد و توانایی حرکتی.
- معاینه پزشکی: ارجاع داوطلبان واجد شرایط به پزشک متخصص برای تشخیص کمردرد مزمن غیر اختصاصی و رد سایر بیماری‌های زمینه‌ای.
- تکمیل پرسشنامه PAR-Q: بررسی آمادگی جسمانی و سلامت عمومی شرکت کنندگان جهت اطمینان از ایمنی فعالیت‌های ورزشی. بر اساس نتایج حاصل، افرادی که شرایط لازم را نداشتند از فرایند مطالعه حذف شدند. در نهایت، ۲۸ نفر که معیارهای ورود به پژوهش را دارا بودند، به طور هدفمند انتخاب شده و پس از انجام پیش آزمون، به صورت تصادفی در دو گروه تمرینی و کنترل (هر گروه شامل ۱۴ نفر) تقسیم شدند. از معیارهای ورود به مطالعه تشخیص کمردرد مزمن غیر اختصاصی توسط پزشک متخصص با حداقل سابقه سه ماه درد مداوم، توانایی راه رفتن مستقل بدون استفاده از وسایل کمکی مانند واکر یا عصا، عدم سابقه جراحی یا شکستگی در ناحیه کمر و لگن در شش ماه اخیر، دارا بودن سلامت عمومی نسبی (عدم ابتلا به بیماری‌های حاد قلبی-عروقی، عصبی یا روماتیسمی تأثیرگذار بر عملکرد حرکتی واز معیارهای خروج از تحقیق داشتن سابقه جراحی یا شکستگی، اختلال ساختاری در ستون فقرات، داشتن هر گونه بیماری دیگری که می‌تواند در متغیرهای تحت مطالعه اثر داشته باشد، عدم حضور در زمان پیش آزمون و پس آزمون، عدم حضور در جلسات تمرینی بیش از سه جلسه بود. امضای رضایتنامه آگاهانه برای مشارکت در پژوهش از داوطلبان انجام شد.

مداخله:

گروه تجربی به مدت هشت هفته و سه جلسه در هفته (در مجموع ۲۴ جلسه) تمرینات پیلاتس در آب را انجام دادند. هر جلسه به مدت ۶۰ دقیقه و تحت نظارت مربی برگزار شد. پروتکل تمرینات شامل سه بخش گرم کردن (۱۰ دقیقه)، تمرینات اصلی (۴۰ دقیقه) و سرد کردن (۱۰ دقیقه) بود. تمرینات اصلی شامل حرکات تقویت عضلات مرکزی، بهبود تعادل و افزایش انعطاف‌پذیری بود. گروه کنترل در طول این دوره هیچ مداخله‌ای دریافت نکردند و تنها به فعالیت‌های روزمره خود ادامه دادند.

ابزارهای اندازه‌گیری

داده‌ها با استفاده از پرسشنامه‌ها و آزمون‌های استاندارد زیر جمع‌آوری شد

آزمون TINITY^۱: این پرسشنامه برای ارزیابی تعادل و راه رفتن استفاده شد. نمره‌ی کلی این پرسشنامه بین ۰ تا ۲۸ است، که نمرات بالاتر نشان‌دهنده‌ی تعادل و راه رفتن بهتر است.

آزمون TUG^۲: این آزمون برای ارزیابی زمان برخاستن از صندلی، راه رفتن به مسافت ۳ متر، برگشتن و نشستن مجدد استفاده شد. زمان کمتر نشان‌دهنده‌ی عملکرد حرکتی بهتر است.

^۱ - Tinetti Balance and Gait Test

^۲ - Timed Up and Go

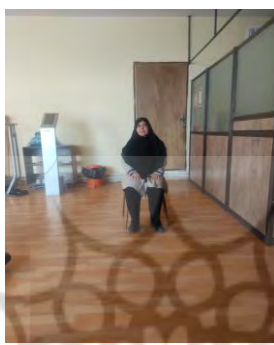
پرسشنامه ی TSK^۱: این پرسشنامه برای ارزیابی ترس از حرکت استفاده شد. نمره ی کلی این پرسشنامه بین ۱۷ تا ۶۸ است، که نمرات بالاتر نشان دهنده ی ترس بیشتر از حرکت است.

داده‌ها در دو مرحله ی قبل و بعد از مداخله جمع آوری شدند. قبل از شروع مداخله، شرکت کنندگان با روش‌های اجرای آزمون‌ها آشنا شدند تا خطای اندازه گیری کاهش یابد.

آزمون زمان برخاستن و برگشتن (TUG)

از فرد سالمند جهت انجام آزمون زمان برخاستن و برگشتن درخواست خواهد شد که از روی صندلی بلند شود، فاصله ۳ متری در امتداد خط مستقیمی را با سرعت معمول راه برود و سپس برگردد و روی صندلی بنشیند. زمان انجام این کار به صورت ثانیه ثبت خواهد شد و زمان کمتر به معنای تعادل پویای بهتر در این آزمون است. پایایی این آزمون ۰/۹۰ گزارش شده است. (Podsiadlo & Richardson, 1991)

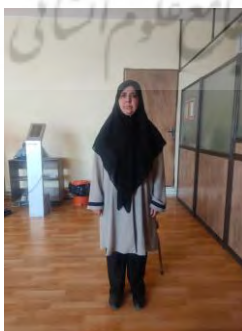
ارزیابی تعادل در تست تاینیتی



در حالت تعادل نشستن



بلند شدن از روی صندلی



تعادل در حالت ایستاده

¹ - Tampa Scale for Kinesiophobia



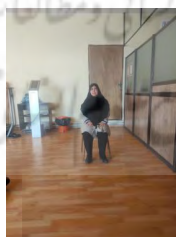
تعادل ایستادن هنگام ضربه زدن به سینه



تعادل حالت ایستاده با چشمان بسته



چرخش ۳۶۰ درجه



نشستن

مرحله پیش آزمون



اجرای مداخله

پس از تکمیل مرحله پیش آزمون، گروه تجربی وارد فاز اجرای تمرینات پیلاتس در آب شدند. این تمرینات به مدت هشت هفته، هر هفته سه جلسه ۶۰ دقیقه‌ای (مجموعاً ۲۴ جلسه) در استخر دانشگاه شهید باهنر کرمان با دمای آب ۲۸ تا ۳۰ درجه سانتیگراد و عمق ۱.۲ تا ۱.۵ متر طراحی شد. هر جلسه شامل سه بخش اصلی گرم کردن، تمرینات اصلی و سرد کردن بود که با توجه به سطح آمادگی جسمانی سالمندان و پیشرفت تدریجی، به سه مرحله ساده، متوسط و سخت تقسیم میشد. (Bullo et al., 2015; Kwok et al., 2022)

در هفته‌های اول تا سوم (سطح ساده)، تمرینات با هدف آشنایی با محیط آب و یادگیری حرکات پایه پیلاتس آغاز شد. گرم کردن شامل ۱۰ دقیقه راه رفتن در آب به جلو، عقب و پهلوها، همراه با حرکات کششی ملایم برای عضلات شانه، کمر و پاها بود. تمرینات اصلی بر تقویت عضلات مرکزی بدن و بهبود تعادل متمرکز بود، در هفته‌های چهارم تا ششم (سطح متوسط) و بعضی حرکات حذف شدند، ولی شدت و دامنه حرکات افزایش یافت. گرم کردن با افزودن حرکات پویاتر همراه شد و در هفته‌های هفتم و هشتم (سطح سخت) یک چند حرکت حذف شدند و تمرینات با ادغام حرکات ترکیبی و استفاده از ابزارهای شناور به اوج خود رسید. (Bullo et al., 2015)

جدول ۱

پروتکل تمرینی پیلاتس در آب

نام حرکت	سطح ساده	سطح متوسط	سطح پیشرفته
The Hundred (صد)	پاها کنار یکدیگر جفت، دست‌ها صاف نزدیک بدن در موقعیت عمود کف دست‌ها به سمت پشت بدن و دست‌ها به سرعت ۵ مرتبه به پشت ضربه می‌زند این تمرین با دامنه حرکتی کوچک کنار بدن انجام گرفت. این تمرین ۱۰ مرتبه در سطح اول در ۳ ست صورت گرفت.	پاها کنار یکدیگر جفت، دست‌ها صاف نزدیک بدن در موقعیت عمود کف دست‌ها به سمت پشت بدن و دست‌ها به سرعت ۵ مرتبه به پشت ضربه می‌زند این تمرین با دامنه حرکتی کوچک کنار بدن انجام گرفت. این تمرین ۱۵ مرتبه در سطح اول در ۳ ست صورت گرفت.	پاها کنار یکدیگر جفت، دست‌ها صاف نزدیک بدن در موقعیت عمود کف دست‌ها به سمت پشت بدن و دست‌ها به سرعت ۵ مرتبه به پشت ضربه می‌زند این تمرین با دامنه حرکتی کوچک کنار بدن انجام گرفت. این تمرین ۲۰ مرتبه در سطح اول در ۳ ست صورت گرفت.
Leg Circles-۲	پاها صاف و موازی در حالت عمود قرار گرفتند و لگن ثابت، دست‌ها کنار بدن، پا و روتیشن در حالت خنثی قرار داده و روتیشن گرفت در سطح اول به صورت ۱۰ تکرار در ۳ ست انجام گرفت	پاها صاف و موازی در حالت عمود قرار گرفتند و لگن ثابت، دست‌ها کنار بدن، پا و روتیشن در حالت خنثی قرار داده و روتیشن ران انجام گرفت در سطح اول به صورت ۱۵ تکرار در ۳ ست انجام گرفت	پاها صاف و موازی در حالت عمود قرار گرفتند و لگن ثابت، دست‌ها کنار بدن، پا و روتیشن در حالت خنثی قرار داده و روتیشن ران انجام گرفت در سطح اول به صورت ۲۰ تکرار در ۳ ست انجام گرفت

۳-The Rull-Up	پاها به اندازه عرض لگن باز می‌شود دست‌ها به میله استخر، ستون فقرات به صورت خمیده درآمده و سینه به سمت جلو به سمت ران‌ها متمایل شده وزانوها صاف قرار می‌گیرند به صورت ده تکرار در سه ست برای سطح اول انجام گرفت.	پاها به اندازه عرض لگن باز می‌شود دست‌ها به میله استخر، ستون فقرات به صورت خمیده درآمده و سینه به سمت جلو به سمت ران‌ها متمایل شده وزانوها صاف قرار می‌گیرند به صورت ۱۵ تکرار در ۳ ست برای سطح دوم انجام گرفت.	پاها به اندازه عرض لگن باز می‌شود دست‌ها به میله استخر، ستون فقرات به صورت خمیده درآمده و سینه به سمت جلو به سمت ران‌ها متمایل شده وزانوها صاف قرار می‌گیرند به صورت ۲۰ تکرار در ۳ ست برای سطح سوم انجام گرفت.
۴-Rulling like (a ball)	کف پاها به دیواره استخرستون فقرات در حالت گرد به شکل سی (C)، سینه به جلو مانند توپ قرار گیرد. سطح اول ۱۰ تکرار در ۳ ست	کف پاها به دیواره استخرستون فقرات در حالت گرد به شکل سی (C)، سینه به جلو مانند توپ قرار گیرد. سطح اول ۱۵ تکرار در ۳ ست	کف پاها به دیواره استخرستون فقرات در حالت گرد به شکل سی (C)، سینه به جلو مانند توپ قرار گیرد. سطح اول ۲۰ تکرار در ۳ ست
۵-Single-Leg Stretch	ز ورزشکار می‌خواهیم گودی کمر خود را به دیوار استخر تماس دهد و سپس با پنجه پوینت با هر دو دست زیر زانوی راست را گرفته و فلکشن ران و زانو را انجام دهیم (برای هر دو پا). این تمرین نیز در هر سه سطح به این صورت که در سطح اول ۱۰ تکرار در ۳ ست	ز ورزشکار می‌خواهیم گودی کمر خود را به دیوار استخر تماس دهد و سپس با پنجه پوینت با هر دو دست زیر زانوی راست را گرفته و فلکشن ران و زانو را انجام دهیم (برای هر دو پا). این تمرین نیز در هر سه سطح به این صورت که در سطح دوم ۱۵ تکرار در ۳ ست	ز ورزشکار می‌خواهیم گودی کمر خود را به دیوار استخر تماس دهد و سپس با پنجه پوینت با هر دو دست زیر زانوی راست را گرفته و فلکشن ران و زانو را انجام دهیم (برای هر دو پا). این تمرین نیز در هر سه سطح به این صورت که در سطح سوم ۲۰ تکرار در ۳ ست
۶-Double-leg stretch	فرد سالمندپشت به دیوار استخر قرار گرفته و میله‌های استخر را می‌گیرد و فلکشن دو ران را همراه با فلکشن دو زانوها انجام می‌دهیم این تمرین نیز در هر سه سطح به این صورت که در سطح اول ۱۰ تکرار در ۳ ست	فرد سالمندپشت به دیوار استخر قرار گرفته و میله‌های استخر را می‌گیرد و فلکشن دو ران را همراه با فلکشن دو زانوها انجام می‌دهیم و در این سطح از دیوار میتوان فاصله گرفت. این تمرین نیز در هر سه سطح به این صورت که در سطح دوم ۱۵ تکرار در ۳ ست	فرد سالمندپشت به دیوار استخر قرار گرفته و میله‌های استخر را می‌گیرد و فلکشن دو ران را همراه با فلکشن دو زانوها انجام می‌دهیم در این سطح از دمبل هم در بعضی افراد استفاده شد. و از دیوار فاصله گرفتند. این تمرین نیز در هر سه سطح به این صورت که در سطح ۳ ۲۰ تکرار در ۳ ست
۷-The teaser	فرد سالمند دیواره استخر را گرفته پشت به دیواره قرار گرفتند پاها در وضعیت V به صورت نود درجه در آب قرار می‌دهیم دم گرفته و پاها را با بازدم باز می‌کنیم و متناوباً این حرکت تکرار می‌شود. این تمرین در دو سطح اول و دوم به این صورت که ۱۰ تکرار در ۳ ست انجام شد.	فرد سالمند دیواره استخر را گرفته پشت به دیواره قرار گرفتند پاها در وضعیت V به صورت کشیده در آب قرار می‌دهیم دم گرفته و پاها را با بازدم باز می‌کنیم و متناوباً این حرکت تکرار می‌شود. این تمرین در دو سطح اول و دوم به این صورت که ۱۵ تکرار در ۳ ست در سطح دوم انجام شد.	-
۸-Spine Stretch	از فرد سالمند می‌خواهیم پای خود را به دیواره استخر پشت میله استخر قرار داده سپس جفت دست‌ها را به دیوار استخر نزدیک کند بهتر است که زانوهای خم باشد و کشش در ستون فقرات ایجاد شود. این تمرین در سطح اول به صورت ۱۰ تکرار در ۳ ست انجام گرفت.	-	-
۹-spine Twist	در این تمرین پاها را به عرض لگن باز کرده و روتیشن تنه به سمت راست و چپ انجام می‌دهیم این تمرین نیز در هر سه سطح به این صورت که در سطح اول ۱۰ تکرار در ۳ ست	در این تمرین پاها را به عرض لگن باز کرده و روتیشن تنه به سمت راست و چپ انجام می‌دهیم این تمرین نیز در هر سه سطح به این صورت که در سطح دوم ۱۵ تکرار در ۳ ست	در این تمرین پاها را به عرض لگن باز کرده و روتیشن تنه به سمت راست و چپ انجام می‌دهیم و در این سطح از دمبل استفاده شد. این تمرین نیز در هر سه سطح به این صورت که در سطح سوم ۲۰ تکرار در ۳ ست
۱۰-The Corkscrew	در این حرکت پاها کاملاً صاف و کشیده پنجه‌ها پوینت سپس همانطور که پشت به دیوار استخر قرار گرفتند دست‌ها به میله‌های استخر پاها را بالا آورده و به سمت راست و	در این حرکت پاها کاملاً صاف و کشیده پنجه‌ها پوینت سپس همانطور که پشت به دیوار استخر قرار گرفتند دست‌ها به میله‌های استخر پاها را بالا آورده و به سمت راست و	در این حرکت پاها کاملاً صاف و کشیده پنجه‌ها پوینت سپس همانطور که پشت به دیوار استخر قرار گرفتند دست‌ها به میله‌های استخر پاها را بالا آورده و به سمت راست و

چپ چرخش می‌دهیم به طوریکه یک دایره کامل رسم شود. این تمرین نیز در هر سه سطح به این صورت که در سطح اول ۱۰ تکرار در ۳ ست	چپ چرخش می‌دهیم به طوریکه یک دایره کامل رسم شود. این تمرین نیز در هر سه سطح به این صورت که در سطح دوم ۱۵ تکرار در ۳ ست	چپ چرخش می‌دهیم به طوریکه یک دایره کامل رسم شود. این تمرین نیز در هر سه سطح به این صورت که در سطح سوم ۲۰ تکرار در ۳ ست
The Saw-۱۱	دست‌ها بازو پشت به دیواره استخررو تیشن تنه را انجام داده به طوریک انگشت کوچک راست از کنار انگشت کوچک پا عبور کند و برعکس. این تمرین نیز در هر سه سطح به این صورت که در سطح اول ۱۰ تکرار در ۳ ست	دست‌ها بازو پشت به دیواره استخررو تیشن تنه را انجام داده به طوریک انگشت کوچک دست راست از کنار انگشت کوچک پا عبور کند و برعکس. این تمرین نیز در هر سه سطح به این صورت که در سطح دوم ۱۵ تکرار در ۳ ست
LegKick-۱۲ Bback	اکستنشن ران در سطح اول به این صورت که ۱۰ تکرار در هر ۳ ست انجام میگیرد.	-
Side Kick-۱۳	آبداکشن ران در سطح اول به این صورت که ۱۰ تکرار در هر ۳ ست انجام میگیرد.	-
Swimming-۱۴	دست‌ها صاف و کشیده در زیر سرشانه، شانه باز، پاها صاف و کشیده، در موقعیت ایستاده قرار بگیرید. با دم به طور متناوب از مفصل ران کیک (لگد) بزنید. زانوها صاف و دست مخالف هر پا نیز به صورت هاپر فلکس حرکت می‌کند. این حرکت نیز در سطح اول به این صورت که ۱۰ تکرار در هر ۳ ست انجام می‌گیرد.	-

نتایج داده‌ها

اطلاعات خام به دست آمده از متغیرهای تحقیق با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۶ و با بهره گیری از آمار توصیفی و استنباطی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. بدین ترتیب پس از ارزیابی نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو ویلک بررسی همگنی واریانس‌ها با استفاده از آزمون لون جهت مقایسه میانگین اطلاعات پیش آزمون و پس آزمون گروه‌های کنترل و تجربی از آزمون آنالیز واریانس مکرر ترکیبی استفاده شد. اندازه اثر پروتکل تمرینی برای هر یک از اختلافات معنی دار درون گروهی و بین گروهی نیز به روش اتا اسکوارد سنجیده شد و اندازه اثر ۰/۰۱ تا ۰/۰۵۹ به عنوان کوچک، ۰/۰۶ تا ۰/۱۳۹ به عنوان متوسط و ۰/۱۴ به بالا به عنوان اندازه اثر بزرگ در نظر گرفته شدند. لازم به ذکر است که سطح معنی داری تحقیق حاضر برابر با ۹۵ درصد با آلفای کوچکتر و یا مساوی با ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

میانگین BMI در هر دو گروه بالاتر از ۲۵ است، که نشان می‌دهد بیشتر شرکت کنندگان در دسته اضافه وزن ($BMI \geq 25$) قرار دارند. میانگین BMI در هر دو گروه بالاتر از ۳۰ است، که نشان می‌دهد بیشتر شرکت کنندگان در دسته اضافه وزن ($BMI \geq 30$) قرار دارند.

جدول ۲

مشخصات دموگرافیک شرکت کنندگان

متغیر	گروه کنترل n=14	گروه تجربی n=14	مقدار t	درجه آزادی	P-value
سن (سال)	63.71±3.12	64.50 ±4.01	0.57	26	0.56
قد (cm)	158.42±7.06	160.71±7.25	0.84	26	0.75
وزن (kg)	70.64±8.43	73.14±8.74	0.77	26	0.85
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)	28.11±2.66	28.30±2.77	0.18	26	0.91

گروه تجربی (۲۸.۳۰) نسبت به گروه کنترل (۲۸.۱۱) میانگین BMI بیشتری دارد، اما این تفاوت اندک است و باید بررسی شود که آیا این تفاوت از نظر آماری معنادار است یا خیر. با توجه به هدف مطالعه (تأثیر پیلاتس در آب بر عملکرد حرکتی و ترس از حرکت زنان سالمند)، بررسی BMI می تواند یک متغیر مهم باشد، زیرا افزایش وزن و چاقی با کاهش تعادل و افزایش خطر سقوط مرتبط است. برای سنجش عملکرد حرکتی (تعادل پویا) از آزمون TUG استفاده شده است

جدول ۳

نتایج توصیفی نمرات پیش آزمون و پس آزمون

متغیر	گروه	زمان	(میانگین ± انحراف معیار)	تعداد
TUG (ثانیه)	تجربی	پیش آزمون	12/06±2/11	14
		پس آزمون	9/48±2/22	14
	کنترل	پیش آزمون	12/32±12/92	14
		پس آزمون	10/29±2/28	14

براساس مقادیر ارائه شده در جدول فوق، میانگین نمرات هر دو گروه از پیش آزمون به پس آزمون کاهش یافته است. به بیان دیگر، مقایسه نمرات پیش آزمون و پس آزمون، بیانگر نقش زمان در تغییرات آزمون TUG بوده و در تحلیل های بعدی به صورت دقیق تر بررسی خواهد شد.

برای ارزیابی وجود تفاوت در واریانس های جفت تفاوت های متغیر وابسته (TUG) در شرایط مختلف، از آزمون کرویت ماچلی استفاده شده است. نتایج این آزمون در جدول زیر گزارش شده است.

جدول ۴

نتایج آزمون کرویت

اثر درون گروهی	آمار W ماچلی	خیدو (X^2)	درجه آزادی	سطح معناداری
زمان	1/00	0/00	0	.

با توجه به مقدار **W** برابر با ۱۰۰ و سطح معناداری بیشتر از ۰۰۰۵، فرض کرویت تأیید شد. بر این اساس می‌توان نتیجه گرفت که

واریانس تفاوت‌ها در شرایط مختلف متغیر وابسته (**TUG**) یکسان بوده و نیازی به اصلاح آماری مانند روش **Greenhouse-Geisser** نیست.

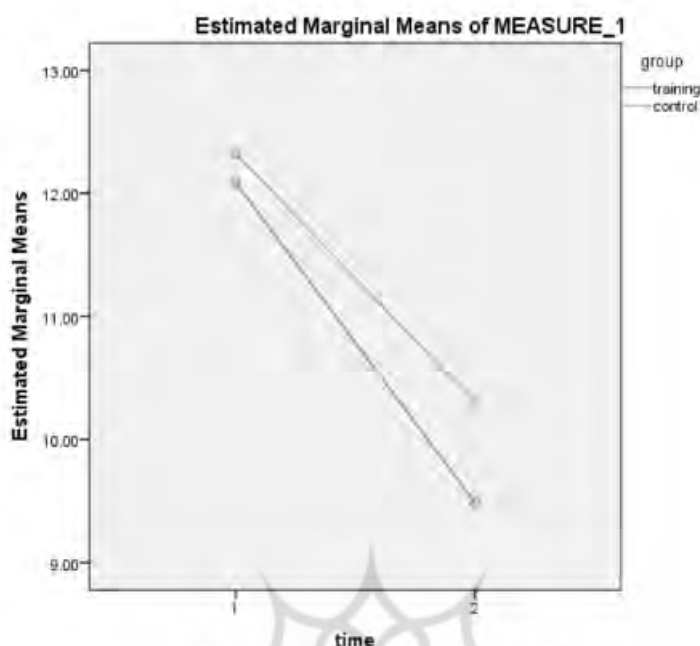
جدول ۵

نتایج تحلیل واریانس

متغیر	مقیاس	منبع واریانس	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	سطح معناداری	اندازه اثر
TUG (ثانیه)	درون‌گروهی	زمان	75/00	1	75/00	20/49	0/00	0/44
		زمان * گروه	1/151	1	1/151	0/31	0/58	0/01
		خطا	95/156	26	3/66	----	----	----
	بین‌گروهی	گروه	3/83	1	3/83	0/48	0/49	0/01
		خطا	206/16	26	7/92	----	----	----

تحلیل واریانس اندازه گیری‌های مکرر نشان داد که تأثیر اصلی زمان بر آزمون **TUG** معنادار بوده است ($F_{1,33}=20/49, p=0/00, \eta^2=0/44$). این یافته حاکی از آن است که نمرات پس آزمون به طور معناداری پایین تر از نمرات پیش آزمون بوده و نشان دهنده بهبود آزمون **TUG** در طول زمان در هر دو گروه است. اندازه اثر بزرگ ($\eta^2=0/44$) نیز تأثیر قابل توجه زمان را تأیید می‌کند. با این حال، اثر تعامل بین زمان و گروه غیرمعنادار بود ($F_{1,33}=0/31, p=0/58$). این نتیجه نشان می‌دهد که الگوی تغییر نمرات پیش آزمون و پس آزمون در هر دو گروه کنترل و تجربی مشابه بوده و عضویت در گروه هیچ تأثیر متفاوتی بر بهبود زمانی نداشته است. تحلیل‌های بیشتر از اثرات بین گروهی نشان داد که اثر اصلی گروه نیز غیرمعنادار بود ($F_{1,33}=0/48, p=0/49$) که بیانگر آن است که میانگین نمرات دو گروه به طور معناداری تفاوت نداشتند. این یافته نشان می‌دهد که مداخله اعمال شده تأثیری مشابه بر هر دو گروه داشته است. علاوه بر این،

مقایسه‌های جفتی بهبود معناداری را در طول زمان تأیید کردند، با تفاوت میانگین $-2/31$ بین نمرات پیش آزمون و پس آزمون ($SE=0/51, p=0/00$). این نتیجه پیشرفت معنادار در عملکرد ناشی از عامل زمان را نشان می‌دهد.



برای سنجش عملکرد حرکتی (تعادل ایستا) از آزمون تاینیتی استفاده شده است:

آزمون تاینیتی:

فرض صفر: ۸ هفته تمرینات منتخب پیلاتس در آب بر تعادل ایستا در زنان مبتلا به کمردرد مزمن غیر اختصاصی اثر معنی داری

ندارد.

جدول زیر، مقادیر توصیفی شامل میانگین و انحراف معیار آزمون **Tinetti** را در دو گروه (کنترل و تجربی) در دو زمان (پیش آزمون

و پس آزمون) نمایش می‌دهد:

جدول ۶

آزمون Tinetti در حالت‌های مختلف (میانگین $\pm$ انحراف معیار)

متغیر	گروه	زمان	(میانگین $\pm$ انحراف معیار)	تعداد
Tinetti	تجربی	پیش آزمون	18/07 $\pm$ 6/05	14
		پس آزمون	24/92 $\pm$ 3/42	14
	کنترل	پیش آزمون	17/42 $\pm$ 5/51	14
		پس آزمون	25/78 $\pm$ 2/35	14

براساس مقادیر ارائه شده در جدول فوق، میانگین نمرات هر دو گروه از پیش آزمون به پس آزمون افزایش یافته است. به بیان دیگر، مقایسه نمرات پیش آزمون و پس آزمون، بیانگر نقش زمان در تغییرات آزمون **Tinetti** بوده و در تحلیل‌های بعدی به صورت دقیق‌تر بررسی خواهد شد.

برای ارزیابی وجود تفاوت در واریانس‌های جفت تفاوت‌های متغیر وابسته (**Tinetti**) در شرایط مختلف، از آزمون کرویت ماچلی استفاده شده است. نتایج این آزمون در جدول زیر گزارش شده است.

جدول ۷

نتایج آزمون کرویت ماچلی برای بررسی واریانس‌های آزمون **Tinetti**

اثر درون گروهی	آماره W ماچلی	خیدو (X^2)	درجه آزادی	سطح معناداری
زمان	1/00	0/00	0	-

با توجه به مقدار **W** برابر با ۱۰۰ و سطح معناداری بیشتر از ۰۰۵، فرض کرویت تأیید شد. بر این اساس می‌توان نتیجه گرفت که واریانس تفاوت‌ها در شرایط مختلف متغیر وابسته (**Tinetti**) یکسان بوده و نیازی به اصلاح آماری مانند روش **Greenhouse-Geisser** نیست.

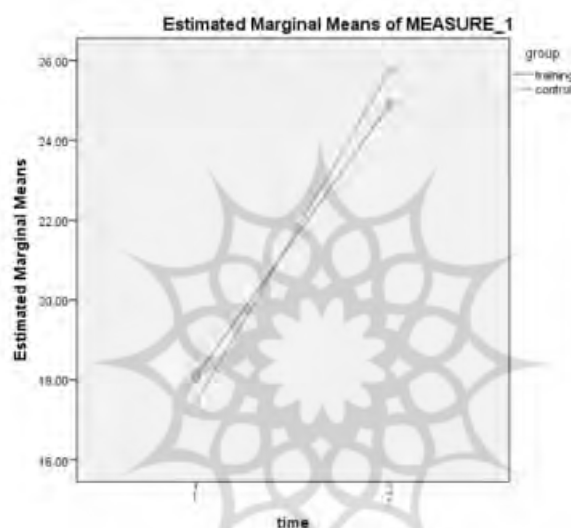
جدول ۸

نتایج تحلیل واریانس اندازه‌گیری مکرر ترکیبی (**Repeated Measures ANOVA**) برای بررسی اثر زمان (پیش آزمون و پس آزمون)، گروه‌های تجربی و کنترل و تعامل آن‌ها بر آزمون

Tinetti

متغیر	مقیاس	منبع واریانس	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	سطح معناداری	اندازه اثر
Tinetti	زمان	زمان	810/16	1	810/16	80/255	0/00	0/75
	درون گروهی	زمان * گروه	7/87	1	7/87	0/78	0/38	0/02
	خطا	خطا	262/46	26	10/09	---	---	---
بین گروهی	گروه	گروه	0/16	1	0/16	0/00	0/94	0/00
	خطا	خطا	835/17	26	32/12	---	---	---

تحلیل واریانس اندازه گیری‌های مکرر نشان داد که تأثیر اصلی زمان برآزمون Tinetti معنادار بوده است ($F_{1,33}=80/25, p=0/00, \eta^2=0/75$). این یافته حاکی از آن است که نمرات پس آزمون به طور معناداری پایین تر از نمرات پیش آزمون بوده و نشان دهنده بهبود آزمون Tinetti در طول زمان در هر دو گروه است. اندازه اثر بزرگ ($\eta^2=0/75$) نیز تأثیر قابل توجه زمان را تأیید می‌کند. با این حال، اثر تعامل بین زمان و گروه غیرمعنادار بود ($F_{1,33}=0/78, p=0/38$). این نتیجه نشان می‌دهد که الگوی تغییر نمرات پیش آزمون و پس آزمون در هر دو گروه کنترل و تجربی مشابه بوده و عضویت در گروه هیچ تأثیر متفاوتی بر بهبود زمانی نداشته است. تحلیل‌های بیشتر از اثرات بین گروهی نشان داد که اثر اصلی گروه نیز غیرمعنادار بود ($F_{1,33}=0/00, p=0/94$) که بیانگر آن است که میانگین نمرات دو گروه به طور معناداری تفاوت نداشتند. این یافته نشان می‌دهد که مداخله اعمال شده تأثیری مشابه بر هر دو گروه داشته است. علاوه بر این، مقایسه‌های جفتی بهبود معناداری را در طول زمان تأیید کردند، با تفاوت میانگین $-7/60$ بین نمرات پیش آزمون و پس آزمون ($SE=0/84, p=0/00$). این نتیجه پیشرفت معنادار در عملکرد ناشی از عامل زمان را نشان می‌دهد.



آزمون Tsk

فرض صفر: ۸ هفته تمرینات منتخب پیلاتس در آب بر ترس از حرکت زنان مبتلا به کمردرد مزمن غیر اختصاصی اثر معنی داری ندارد.

جدول زیر، مقادیر توصیفی شامل میانگین و انحراف معیار آزمون TSK را در دو گروه (کنترل و تجربی) در دو زمان (پیش‌آزمون و پس‌آزمون) نمایش می‌دهد:

جدول ۹

آزمون TSK در حالت‌های مختلف (میانگین $\pm$ انحراف معیار)

متغیر	گروه	زمان	(میانگین $\pm$ انحراف معیار)	تعداد
TSK	تجربی	پیش آزمون	27/71 $\pm$ 2.78	14
		پس آزمون	21/42 $\pm$ 34/3	14
	کنترل	پیش آزمون	21/42 $\pm$ 3/34	14
		پس آزمون	24/64 $\pm$ 4/06	14

براساس مقادیر ارائه شده در جدول ۴-۸، میانگین نمرات گروه تجربی از پیش آزمون به پس آزمون کاهش یافته است. به بیان دیگر، مقایسه نمرات پیش آزمون و پس آزمون، بیانگر نقش زمان در تغییرات آزمون TSK بوده و در تحلیل های بعدی به صورت دقیق تر بررسی خواهد شد.

برای ارزیابی وجود تفاوت در واریانس های جفت تفاوت های متغیر وابسته (TSK) در شرایط مختلف، از آزمون کرویت ماچلی استفاده شده است. نتایج این آزمون در جدول زیر گزارش شده است.

جدول ۱۰

نتایج آزمون کرویت ماچلی برای بررسی واریانس های آزمون TSK

اثر درون گروهی	آمار W ماچلی	خیدو (X^2)	درجه آزادی	سطح معناداری
زمان	1/00	0/00	0	-

با توجه به مقدار W برابر با ۱۰۰ و سطح معناداری بیشتر از ۰۰۰۵، فرض کرویت تأیید شد. بر این اساس می توان نتیجه گرفت که واریانس تفاوت ها در شرایط مختلف متغیر وابسته (TSK) یکسان بوده و نیازی به اصلاح آماری مانند روش **Greenhouse-Geisser** نیست.

جدول ۱۱

نتایج تحلیل واریانس اندازه گیری مکرر ترکیبی (Repeated Measures ANOVA) برای بررسی اثر زمان (پیش آزمون و پس آزمون)، گروه های تجربی و کنترل و تعامل آن ها بر آزمون

TSK

متغیر	مقیاس	منبع واریانس	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	سطح معناداری	اندازه اثر
TSK	درونگروهی	زمان	0/28	1	0/28	0/01	0/89	0/00
		زمان × گروه	157/78	1	157/78	9/24	0/00	0/26
		خطا	443/92	26	17/07	---	---	---
	بینگروهی	گروه	120/07	1	120/07	7/88	0/00	0/23
		خطا	395/92	26	15/22	---	---	---

تحلیل واریانس اندازه گیری‌های مکرر نشان داد که تأثیر اصلی زمان بر آزمون TSK معنادار نبوده است ($F_{1,33}=0/1, p=0/89$). با توجه به نتایج به دست آمده، نمی‌توان گفت که به طور کلی نمرات سلامت روان در طول زمان دچار تغییر معناداری شده‌اند. با این حال، تعامل میان زمان و گروه از نظر آماری معنادار بود ($F_{1,33}=9/24, p=0/00, \eta^2=0/26$)، که نشان می‌دهد روند تغییر نمرات TSK در گروه تجربی با گروه کنترل تفاوت داشته است. همچنین، اثر اصلی گروه نیز معنادار گزارش شد ($F_{1,33}=7/88, p=0/00, \eta^2=0/23$)، به این معنا که میانگین نمرات در دو گروه به طور کلی با یکدیگر تفاوت داشته‌اند. این یافته‌ها نشان می‌دهند که مداخله انجام شده توانسته است تأثیر متفاوتی بر افراد گروه تجربی نسبت به گروه کنترل بگذارد.



بحث و نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش که با هدف بررسی تأثیر هشت هفته تمرینات منتخب پیلاتس در آب بر عملکرد حرکتی، عملکرد شناختی و کیفیت زندگی زنان سالمند مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی انجام شد، نشان داد گروه تجربی در اکثر شاخص‌های مورد سنجش بهبود چشمگیری نسبت به گروه کنترل داشت. تحلیل‌های آماری نشان داد ویژگی‌های دموگرافیک دو گروه از نظر سن (گروه کنترل ۳۰.۱۲ ± ۶۳.۷۱ سال؛ گروه تجربی ۴۰.۱ ± ۶۴.۵۰ سال)، قد (۷۰.۶ ± ۷.۲۵ و ۱۵۸.۴۲ ± ۷.۰۶ سانتی‌متر)، وزن (۷۰.۶۴ ± ۸.۴۳ و ۷۳.۱۴ ± ۸.۷۴ کیلوگرم)

و شاخص توده بدنی (۲۶.۶۶ ، ۲۸.۱۱ و ۲۸.۳۰ کیلوگرم بر متر مربع) تفاوت معناداری نداشتند ($p > 0.05$) که بیانگر همگنی نمونه‌ها و امکان مقایسه معتبر بین گروه‌ها بود.

تحلیل واریانس اندازه گیری‌های مکرر نشان داد که تأثیر اصلی زمان برآزمون TUG معنادار بوده است ($F_{1,33}=49/20, p=۰/۰۰۱, \eta^2=۰/44$). این یافته حاکی از آن است که نمرات پس آزمون به طور معناداری پایین تر از نمرات پیش آزمون بوده و نشان دهنده بهبود آزمون TUG در طول زمان در هر دو گروه است. اندازه اثر بزرگ ($\eta^2=۰/44$) نیز تأثیر قابل توجه زمان را تأیید می‌کند. با این حال، اثر تعامل بین زمان و گروه غیرمعنادار بود ($F_{1,33}=0/31, p=۰/58$). این نتیجه نشان می‌دهد که الگوی تغییر نمرات پیش آزمون و پس آزمون در هر دو گروه کنترل و تجربی مشابه بوده و عضویت در گروه هیچ تأثیر متفاوتی بر بهبود زمانی نداشته است. تحلیل‌های بیشتر از اثرات بین گروهی نشان داد که اثر اصلی گروه نیز غیرمعنادار بود ($F_{1,33}=۰/۴۸, p=۰/۴۹$) که بیانگر آن است که میانگین نمرات دو گروه به طور معناداری تفاوت نداشتند. این یافته نشان می‌دهد که مداخله اعمال شده تأثیری مشابه بر هر دو گروه داشته است. علاوه بر این، مقایسه‌های جفتی بهبود معناداری را در طول زمان تأیید کردند، با تفاوت میانگین $-۲/۳۱$ بین نمرات پیش آزمون و پس آزمون ($SE=۰/۵۱, p=۰/۰۰$). این نتیجه پیشرفت معنادار در عملکرد ناشی از عامل زمان را نشان می‌دهد.

تحلیل واریانس اندازه گیری‌های مکرر نشان داد که تأثیر اصلی زمان برآزمون Tinetti معنادار بوده است ($F_{1,33}=۸۰/۲۵, p=۰/۰۰۱, \eta^2=۰/۷۵$). این یافته حاکی از آن است که نمرات پس آزمون به طور معناداری پایین تر از نمرات پیش آزمون بوده و نشان دهنده بهبود آزمون Tinetti در طول زمان در هر دو گروه است. اندازه اثر بزرگ ($\eta^2=۰/۷۵$) نیز تأثیر قابل توجه زمان را تأیید می‌کند. با این حال، اثر تعامل بین زمان و گروه غیرمعنادار بود ($F_{1,33}=۰/۷۸, p=۰/۳۸$). این نتیجه نشان می‌دهد که الگوی تغییر نمرات پیش آزمون و پس آزمون در هر دو گروه کنترل و تجربی مشابه بوده و عضویت در گروه هیچ تأثیر متفاوتی بر بهبود زمانی نداشته است. تحلیل‌های بیشتر از اثرات بین گروهی نشان داد که اثر اصلی گروه نیز غیرمعنادار بود ($F_{1,33}=۰/۰۰, p=۰/۹۴$) که بیانگر آن است که میانگین نمرات دو گروه به طور معناداری تفاوت نداشتند. این یافته نشان می‌دهد که مداخله اعمال شده تأثیری مشابه بر هر دو گروه داشته است. علاوه بر این، مقایسه‌های جفتی بهبود معناداری را در طول زمان تأیید کردند، با تفاوت میانگین $-۷/۶۰$ بین نمرات پیش آزمون و پس آزمون ($SE=۰/۸۴, p=۰/۰۰$). این نتیجه پیشرفت معنادار در عملکرد ناشی از عامل زمان را نشان می‌دهد.

تحلیل واریانس اندازه گیری‌های مکرر نشان داد که تأثیر اصلی زمان برآزمون TSK معنادار نبوده است ($F_{1,33}=۰/۰۱, p=۰/۸۹$). با توجه به نتایج به دست آمده، نمی‌توان گفت که به طور کلی نمرات سلامت روان در طول زمان دچار تغییر معناداری شده‌اند. با این حال، تعامل میان زمان و گروه از نظر آماری معنادار بود ($F_{1,33}=۹/۲۴, p=۰/۰۰۱, \eta^2=۰/۲۶$)، که نشان می‌دهد روند تغییر نمرات TSK در گروه تجربی با گروه کنترل تفاوت داشته است. همچنین، اثر اصلی گروه نیز معنادار گزارش شد ($F_{1,33}=۷/۸۸, p=۰/۰۰۱, \eta^2=۰/۲۳$)، به این معنا که میانگین نمرات در دو گروه به طور کلی با یکدیگر تفاوت داشته‌اند. این یافته‌ها نشان می‌دهند که مداخله انجام شده توانسته است تأثیر متفاوتی بر افراد گروه تجربی نسبت به گروه کنترل بگذارد.

نتایج این پژوهش نشان داد که تمرینات پیلاتس در آب می‌توانند به طور معناداری عملکرد حرکتی و ترس از حرکت زنان سالمند تأثیر گذار باشد. این یافته‌ها با برخی مطالعات پیشین هم راستا هستند و نقش تمرینات تعادلی و مقاومتی در ارتقا توانایی‌های حرکتی سالمندان تأکید دارند با توجه به ویژگی‌های منحصر به فرد تمرینات در آب -از جمله کاهش فشار بر مفاصل، افزایش ایمنی و ایجاد محیطی آرامش بخش- می‌توان این نوع فعالیت‌ها را به عنوان گزینه‌ای مناسب در برنامه‌های توان بخشی سالمندان مد نظر قرار داد.

تعارض منافع

در انجام مطالعه حاضر، هیچ‌گونه تضاد منافی وجود ندارد.

تشکر و قدردانی

محققان بر خود لازم می‌دانند از تمامی افرادی که با پژوهشگران همکاری صمیمانه‌ای داشتند، تشکر نمایند.

مشارکت نویسندگان

در نگارش این مقاله تمامی نویسندگان نقش یکسانی ایفا کردند.

موازن اخلاقی

این پژوهش با رعایت تمامی اصول اخلاق در پژوهش‌های انسانی انجام شده است.

شفافیت داده‌ها

داده‌ها و مآخذ پژوهش حاضر در صورت درخواست از نویسنده مسئول و ضمن رعایت اصول کپی رایت ارسال خواهد شد.

حامی مالی

این پژوهش حامی مالی نداشته است.

References

- Becker, G. S., & Becker, G. S. (2009). *Accounting for tastes*. Harvard University Press.
- Benjuya, N., Melzer, I., & Kaplanski, J. (2004). Aging-induced shifts from a reliance on sensory input to muscle cocontraction during balanced standing. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 59(2), M166-M171.
- Bullo, V., Bergamin, M., Gobbo, S., Sieverdes, J., Zaccaria, M., Neunhaeuserer, D., & Ermolao, A. (2015). The effects of Pilates exercise training on physical fitness and wellbeing in the elderly: A systematic review for future exercise prescription. *Preventive medicine*, 75, 1-11.
- Butler, A. A., Lord, S. R., Rogers, M. W., & Fitzpatrick, R. C. (2008). Muscle weakness impairs the proprioceptive control of human standing. *Brain research*, 1242, 244-251.
- Cruz-Jentoft, A. J., Bahat, G., Bauer, J., Boirie, Y., Bruyère, O., Cederholm, T., Cooper, C., Landi, F., Rolland, Y., & Sayer, A. A. (2019). Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age and ageing*, 48(1), 16-31.
- Cugusi, L., Manca, A., Bergamin, M., Di Blasio, A., Yeo, T. J., Crisafulli, A., & Mercurio, G. (2019). Zumba fitness and women's cardiovascular health: a systematic review. *Journal of cardiopulmonary rehabilitation and prevention*, 39(3), 153-160.
- Erickson, K. I., Voss, M. W., Prakash, R. S., Basak, C., Szabo, A., Chaddock, L., Kim, J. S., Heo, S., Alves, H., & White, S. M. (2011). Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. *Proceedings of the national academy of sciences*, 108(7), 3017-3022.
- Hoy, D., March, L., Brooks, P., Blyth, F., Woolf, A., Bain, C., Williams, G., Smith, E., Vos, T., & Barendregt, J. (2014). The global burden of low back pain: estimates from the Global Burden of Disease 2010 study. *Annals of the rheumatic diseases*, 73(6), 968-974.

- Kwok, M. M., So, B. C., Heywood, S., Lai, M. C., & Ng, S. S. (2022). Effectiveness of deep water running on improving cardiorespiratory fitness, physical function and quality of life: A systematic review. *International journal of environmental research and public health*, 19(15), 9434.
- Niemann, C., Godde, B., & Voelcker-Rehage, C. (2014). Not only cardiovascular, but also coordinative exercise increases hippocampal volume in older adults. *Frontiers in aging neuroscience*, 6, 170.
- Podsiadlo, D., & Richardson, S. (1991). The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *Journal of the American geriatrics Society*, 39(2), 142-148.
- Wood, A. J., Graham, M., Lehdonvirta, V., & Hjorth, I. (2019). Good gig, bad gig: autonomy and algorithmic control in the global gig economy. *Work, employment and society*, 33(1), 56-75.

