

## Research Paper

**Effects of 12 Weeks Water Training in Shallow and Deep Part of Pool on Balance and Lower Limb Muscles Strength in Elderly****S. H. Hosseinimehr<sup>1</sup>, M. Anbarian<sup>2</sup>, Z. Mohammadi<sup>3</sup>**

1. Assistant Professor in sports biomechanics, Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Humanities and Social Sciences, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran (Corresponding Author)

2. Professor in sports biomechanics, Department of sport biomechanics, Faculty of Sport Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

3. Master of sciences in sports biomechanics, Department of sport biomechanics, Faculty of Sport Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

**Received Date: 2022/03/07****Accepted Date: 2022/07/16****Abstract**

The purpose of this study was to investigate the effect of 12 weeks water training in shallow and deep part of pool on balance and lower limb muscles strength in elderly. Thirty-six healthy male elder selected as statically sample in three groups. Two experimental groups performed 12 weeks water training in shallow and deep part of pool for three sessions in per week. Balance and lower limb muscles strength tests performed before and after the training protocol. Single leg stance time and Y test were used for measuring static and dynamic balance respectively. MMT system was used for measuring lower limb muscles strength. Findings of this study indicated there is significant improvement on static balance after performing training protocol in shallow and deep part of the pool ( $p=0.03$ ).in contrast, dynamic balance of dominance leg has significant improvement in 3 directions of Y test while dynamic balance of non-dominance leg has significant improvement in anterior direction only ( $p=0.01$ ). On the other hand, there is only significant improvement in hamstring muscles strength after training protocol in shallow part of the pool while all muscles strength except internal and external rotators have significant improvement after training protocol in deep part of the pool ( $p<0.05$ ). It seems 12 weeks water training in shallow and deep part of pool has significant improvement on balance but performing training in deep part of pool has more significant improvement on lower limb muscles strength in elderly.

**Keywords:** Water Exercises, Balance, Lower Extremity Strength, Elderly People.

1. Email: hosseinimehrhossein@gmail.com

2. Email: mehrdadanbarian36@gmail.com

3. Email: zanyarmohamadi@gmail.com



Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International Public License

**Extended Abstract**

**Background and Purpose**

The water environment helps the elderly by reducing the pressure on the joints and spending less energy in maintaining good and ideal posture (1). Also, studies have shown that due to the increase in reaction time in water environments, doing exercises in these environments is suitable for people who have problems with balance, because due to the viscosity of water, movements are performed more slowly and in as a result, people have more time to respond and react (1,2). Our hypothesis is that doing exercises in the shallow and deep part of the pool can have different effects on balance and lower limb muscles strength in elderly. Therefore, the purpose of this study is to investigate the effect of 12 weeks of water training in the shallow and deep part of the pool on balance and lower limb muscles strength in elderly.

**Materials and Methods**

36 healthy elderly men were randomly selected in three groups of 12 as a statistical sample. Two experimental groups performed water training in the deep and shallow part of the pool for 12 weeks, which included three sessions per week. The control group did not do any training program during this time. Two experimental groups (one group in the deep part and the other group in the shallow part of the pool) performed the training program according to Table 1 for 12 weeks (3, 4). In all three groups, static (leg stance time test) and dynamic (Y test) balance tests and lower limb muscle strength tests were measured before and after the training protocol. Manual Muscle Testing (MMT) was used to measure the strength of lower limb muscles

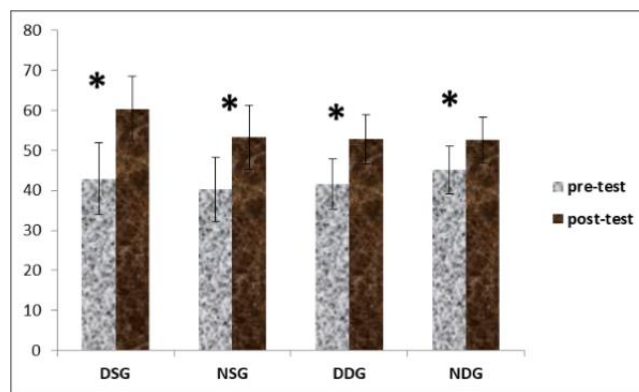
**Table 1- Training program in shallow and deep part of pool**

10 minutes whole body stretching on land, 2 minutes walking in the shallow part in four directions (front, rear, right, left) (30 seconds each direction)	Warm up (12 minutes)
Knee and hip flexion and extension simultaneous for 4 minutes Hip flexion and extension with knee extension for 4 minutes Hip abduction and adduction with knee extension (one minuets per foot) 3 minutes back crawl foot, Hands were held to the bar by the edge of the pool for support 3 minutes to bring the elbow to the knee of the opposite foot (90 seconds for each side) 4 minutes walking in four directions (for shallow group), 4 minutes bicycle kick (for deep group)	The main exercise (20 minutes)
5 minutes walking in the shallow part 3 minutes of whole body stretching exercises	Cool down (8 minutes)



## Findings

Findings of this study indicated there is significant improvement on static balance after performing training protocol in shallow and deep part of the pool ( $p=0.03$ ) (Figure 1). In contrast, dynamic balance of dominance leg has significant improvement in 3 directions of Y test while dynamic balance of non-dominance leg has significant improvement in anterior direction only ( $p=0.01$ ). On the other hand, there is only significant improvement in hamstring muscles strength after training protocol in shallow part of the pool while all muscles strength except internal and external rotators have significant improvement after training protocol in deep part of the pool ( $p<0.05$ ).



**Figure 1. Results of pre and post-test of dominance and non-dominance legs of static balance in shallow and deep (second), DSG: dominance leg of shallow group, NSG: NON-dominance leg of shallow group, DDG: dominance leg of deep group, NDG: non- dominance leg of deep group**

## Conclusion

In the review of the first part of the results of this study, it was found that there is no significant difference in the improvement of static and dynamic balance in the deep and shallow part of the pool between the two experimental groups, this means that it seems that doing exercises in the shallow and deep part of the pool, it has similar effects on static and dynamic balance. But in the dynamic balance section, it was observed that in both groups, the dynamic balance of the dominance leg increased in all three directions of the Y test, but the dynamic balance of the non-dominance leg increased only in the anterior direction. On the other hand, in the section examining the results on the effect of exercises in the shallow and deep part of the pool on the strength of muscle groups, the results of the study highlighted the difference between the two water environments (shallow and



deep) so that in the shallow group (the group that did the exercises in the shallow part of the pool) after the protocol, only the hamstring muscle group had an increase in strength and the other muscle groups did not have a significant increase in strength, while in the group that did the exercises in the deep part of the pool, all the muscle groups of the lower limbs increased except for the hip internal and external rotators. Finally, It seems that doing 12 weeks of exercises in the shallow and deep part of the pool has a significant improvement on the balance of the elderly, but doing exercises in the deep part has a greater effect on the strength of the lower limb muscles.

**Keywords:** Water Exercises, Balance, Lower Extremity Strength, Elderly People.

### References

1. Lambeck J. Training pools: The importance of the right depth. Netherlands: EWAC Medical; 2000.
2. Taheri M. Effect of hydrotherapy on lower body strength and balance among elderly women. *Journal of Physical Education Research* 2015; 2(4):19-26. (In Persian)
3. Aquatic Exercise Association. Aquatic fitness professional manual. United States: Human Kinetics; 2014.
4. Souza RB, Powers CM. Differences in hip kinematics, muscle strength, and muscle activation between subjects with and without Patellofemoral Pain. *J Orthop Sports Phys Ther* 2009; 39: 12-19.



## تأثیر ۱۲ هفته تمرین در آب در قسمت کم عمق و عمیق استخر بر تعادل و قدرت عضلات اندام تحتانی افراد سالمند

سید حسین حسینی مهر<sup>۱</sup>، مهرداد عنبریان<sup>۲</sup>، زانیار محمدی<sup>۳</sup>

۱. استادیار گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران (نویسنده مسئول)

۲. استاد گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران

۳. کارشناس ارشد بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران

تاریخ پذیرش ۱۴۰۱/۰۴/۲۵

تاریخ ارسال ۱۴۰۰/۱۲/۱۶

### چکیده

هدف از این مطالعه بررسی تأثیر ۱۲ هفته تمرین در آب در قسمت کم عمق و عمیق استخر بر تعادل و قدرت عضلات اندام تحتانی افراد سالمند است. ۳۶ نفر سالمند مرد سالم به عنوان نمونه‌ی آماری انتخاب شدند و در سه گروه ۱۲ نفری قرار گرفتند. دو گروه تجربی تمرینات ورزشی در قسمت عمیق و کم عمق استخر را به مدت ۱۲ هفته (سه جلسه در هفته) انجام دادند. برای ارزیابی تعادل ایستا از آزمون زمان ایستادن روی یک پا، برای ارزیابی تعادل پویا از آزمون Y و برای ارزیابی قدرت عضلات اندام تحتانی از دستگاه دینامومتر دستی استفاده شد. نتایج نشان داد بعد از اجرای دوره تمرینی تعادل ایستای آزمودنی‌ها افزایشی معنادار یافت ( $p=0/03$ ). تعادل پویای پای برتر در هر سه جهت افزایش یافت، اما تعادل پویای پای غیربرتر تنها در جهت قدامی افزایش یافت ( $p=0/01$ ). از طرف دیگر، نتایج نشان داد بعد از انجام تمرین در قسمت کم عمق تنها قدرت عضلات همسترینگ افزایش یافته است، در حالی که بعد از انجام تمرین در قسمت عمیق، قدرت تمامی گروه‌های عضلانی به غیر از چرخش دهنده‌های داخلی و خارجی افزایش یافت ( $p > 0/05$ ). به نظر می‌رسد انجام ۱۲ هفته تمرینات در قسمت کم عمق و عمیق استخر بهبود معناداری بر تعادل افراد سالمند دارد، اما انجام تمرینات در قسمت عمیق، تأثیرگذاری بیشتری بر قدرت عضلات اندام تحتانی دارد.

**واژگان کلیدی:** تمرین در آب، تعادل، قدرت عضلات اندام تحتانی، افراد سالمند

1. Email: hosseinimehrhossein@gmail.com

2. Email: mehrdadanbarian36@gmail.com

3. Email: zanyarmohamadi@gmail.com



## مقدمه

طبق گزارش سازمان بهداشت جهانی در طول سی سال آینده، سالمندان نزدیک به ۲۰ درصد از جمعیت جهان را تشکیل خواهند داد، به طوری که پیش‌بینی شده است در سال ۲۰۵۰ جمعیت سالمندان به حدود ۲ میلیارد نفر برسد. این بدین معناست که به ازای هر ۵ نفر، یک نفر سالمند وجود خواهد داشت و نه تنها در کشورهای توسعه‌یافته، بلکه در کشورهای در حال توسعه نیز جمعیت این گروه سنی روندی افزایشی خواهد داشت (۱). طبق گزارش مرکز آمار ایران، در سال ۱۳۳۵، حدود ۵ درصد از جمعیت کشور را افراد ۶۰ ساله و مسن تشکیل می‌دادند، در حالی که این آمار در سال ۱۳۹۰ به میزان ۸/۲ درصد و در سال ۱۳۹۵ به ۹/۳ درصد افزایش یافته است (۲). با توجه به آمار موجود و افزایش جمعیت این قشر، نیاز به مطالعه بیشتر در بهبود کیفیت زندگی آن‌ها ضروری به نظر می‌رسد. یکی از مشکلات رایج در میان سالمندان، کاهش تعادل و قدرت گروه‌های عضلانی است، به طوری که بسیاری از آسیب‌ها در این قشر به دلیل برهم خوردن تعادل و ضعف عضلانی ایجاد می‌شود. پروتکل‌های تمرینی بسیاری برای پیشگیری و توان‌بخشی این افراد بررسی و مطالعه شده است. سان و کیم<sup>۱</sup> (۲۰۱۶) در مطالعه خود با هدف تأثیر ورزش بر اطلاعات حس عمقی، کنترل پاسچر و احتمال سقوط در سالمندان به این نتیجه رسیدند که بعد از هشت هفته تمرین، کنترل پاسچر افزایش و احتمال سقوط یا زمین خوردن در این افراد کاهش یافت (۳). به‌طور کلی مطالعات در این حیطه بیان کرده‌اند که فعالیت بدنی منظم از طریق بهبود در اطلاعات حس عمقی و تعادل، جلوگیری از ضعف عضلانی، افزایش مقاومت در برابر خستگی و افزایش فراخوانی واحدهای حرکتی خطر افتادن را در سالمندان کاهش می‌دهد (۴).

یکی از محیط‌های انجام تمرین و ورزش برای سالمندان، محیط‌های آبی است و اخیراً توجه بیشتری به این زمینه شده است. مطالعات نشان داده‌اند که تمایل سالمندان به انجام تمرینات در آب بیشتر از خشکی است؛ زیرا شناور ماندن در آب به وسیلهٔ وست یا جلیقهٔ نجات فشار وارد بر مفاصل، به خصوص مفاصل اندام تحتانی، را کمتر می‌کند و افراد احساس آرامش و راحتی بیشتری می‌کنند (۵، ۶). ورزش‌های آبی به‌طور کلی به دو دسته تقسیم می‌شوند: یک دسته تمرینات در قسمت کم‌عمق و دستهٔ دیگر در قسمت عمیق استخر. در تمرینات قسمت کم‌عمق، فرد در حالی که کف پای او با کف استخر در تماس است حرکات ورزشی را انجام می‌دهد، ولی در تمرینات قسمت عمیق، فرد در حالی تمرینات را انجام می‌دهد که با استفاده از وست یا جلیقهٔ نجات روی آب شناور شده است (۵).

### 1. Sohn and Kim



با بررسی پیشینه پژوهش در زمینه انجام تمرینات در محیط‌های آبی، مطالعات بیان کرده‌اند که انجام فعالیت در آب به افراد سالمند اجازه می‌دهد تا دامنه وسیعی از حرکات مختلف را بدون ترس از خطر افتادن و آسیب انجام دهند (۷). از طرف دیگر، محیط آب با کاهش فشار وارد بر مفاصل و صرف انرژی کمتر در حفظ پاسچر خوب و ایدئال (صاف) به افراد سالمند کمک بیشتری می‌کند (۸). همچنین مطالعات نشان داده‌اند به علت افزایش زمان عکس‌العمل در محیط‌های آبی، انجام تمرینات در این محیط‌ها برای افرادی که دچار نقص در تعادل‌اند، مناسب است؛ زیرا به علت خاصیت ویسکوزیته آب، حرکات آهسته‌تر انجام می‌شود و در نتیجه افراد برای پاسخ و عکس‌العمل مدت‌زمان بیشتری دارند (۹،۷). به‌طور کلی، بیشتر پژوهش‌ها بر مؤثر بودن انجام تمرینات بر بهبود فاکتورهای مختلف در افراد سالمند دلالت دارند (۹-۷). کانیز و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۱۵) در مطالعه‌ای با عنوان تأثیر تمرینات در آب بر پاسخ‌های قلبی-تنفسی و قدرت عضلانی در افراد سالمند به این نتیجه رسیدند که انجام تمرینات در آب تأثیر بسزایی بر قدرت اندام تحتانی و دیگر فاکتورهای فیزیولوژیکی افراد سالمند (قلبی عروقی) دارد (۱۰).

یکی از مواردی که بسیار مهم است و این مطالعه قصد دارد به بررسی آن بپردازد مقایسه تأثیر تمرینات در قسمت‌های کم‌عمق و عمیق استخر است که در مطالعات قبلی به آن پرداخته نشده است. در واقع، فرضیه ما این است که انجام تمرینات در قسمت کم‌عمق و عمیق استخر می‌تواند آثار متفاوتی بر کنترل پاسچر و قدرت عضلات اندام تحتانی افراد سالمند داشته باشد. بررسی این مورد که تفاوت محیط تمرینی می‌تواند آثار متفاوتی بر بهبود شاخص‌های مختلف فیزیولوژیکی در سالمندان داشته باشد می‌تواند راهنمایی‌های خوبی برای فیزیوتراپیست‌ها و متخصصان توان‌بخشی فراهم آورد؛ بنابراین، هدف از این مطالعه بررسی تأثیر ۱۲ هفته تمرین در آب در قسمت کم‌عمق و عمیق استخر بر تعادل و قدرت عضلات اندام تحتانی افراد سالمند است.

### مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی و از نظر روش و ماهیت از نوع نیمه‌تجربی است. ۳۶ نفر سالمند مرد سالم به‌صورت تصادفی به‌عنوان نمونه‌ی آماری انتخاب و به سه گروه ۱۲ نفری تقسیم شدند. دو گروه تجربی به مدت ۱۲ هفته که شامل سه جلسه در هفته بود تمرینات ورزشی را در قسمت عمیق و کم‌عمق استخر انجام دادند. گروه کنترل در این مدت هیچ برنامه‌ی تمرینی را انجام نداد. مشخصات آزمودنی‌های پژوهش در جدول شماره ۱ (بخش نتایج) آورده شده است. ابتدا، در مورد هدف مطالعه

#### 1. Kanitz



برای آزمودنی‌های پژوهش توضیح داده شد و بعد از پر کردن پرسش‌نامه تندرستی محقق ساخته (برای اطلاع از سابقه آسیب‌دیدگی در نواحی مختلف بدن) و اطلاعات جمعیت شناختی (قد، جرم، سن و غیره) افراد واجد شرایط شرکت در پژوهش به صورت تصادفی انتخاب شدند. معیارهای ورود به مطالعه شامل نداشتن سابقه دردهای عضلانی و اسکلتی در شش ماه گذشته در قسمت‌های مختلف بدن و همچنین نداشتن تجربه تمرین منظم و حتی دوره فیزیوتراپی در یک سال گذشته بود. این اطلاعات از طریق پرسش‌نام محقق ساخته و اظهارات خود آزمودنی‌ها کسب شد. پس از انتخاب آزمودنی‌های واجد شرایط، رضایت‌نامه شرکت در پژوهش از آزمودنی‌ها دریافت شد. همچنین معیارهای خروج از مطالعه شامل موارد زیر بود:

۱. شرکت نامنظم در جلسات تمرین در آب (حذف آزمودنی با غیبت بیش از دو جلسه).
۲. ایجاد آسیب یا ناراحتی در حین دوره تمرینی که منجر به عدم مشارکت فعال در جلسات تمرینی شود.

دو گروه تجربی (یک گروه در قسمت عمیق و گروه دیگر در قسمت کم عمق استخر) برنامه تمرینی مطابق با جدول شماره ۲ را به مدت ۱۲ هفته، شامل سه جلسه در هفته، انجام می‌دادند. محتوای برنامه تمرینی (مدت زمان اجرای حرکات و نوع حرکات) برای هر گروه یکسان بود با این تفاوت که یک گروه برنامه تمرینی را در قسمت کم عمق و گروه دیگر همان برنامه را در قسمت عمیق استخر انجام می‌داد (تنها تفاوت دو برنامه این بود که افراد گروه عمیق چهار دقیقه پیاده روی در قسمت کم عمق داشتند) (۶،۵) (جدول شماره ۲). شایان ذکر است پروتکل تمرین با توجه به مطالعات قبلی در این زمینه و بعد از مطالعه آزمایشی اولیه با توجه به توان و آمادگی آزمودنی‌ها طرح‌ریزی شد (۱۱،۵).





## جدول ۲- محتوای برنامه تمرینی در قسمت کم‌عمق و عمیق استخر

محتوای برنامه تمرینی در قسمت کم‌عمق استخر و عمیق	
۱۰ دقیقه حرکات کششی تمام بدن در خشکی، ۲ دقیقه راه رفتن در قسمت کم‌عمق به چهار جهت (جلو، عقب، راست، چپ) (هر جهت ۳۰ ثانیه)	گرم کردن (۱۲ دقیقه)
۴ دقیقه خم و باز کردن هم‌زمان زانو و ران	
۴ دقیقه خم و باز کردن ران درحالی‌که زانو صاف است	
۲ دقیقه دور و نزدیک کردن ران با زانوی صاف (هر پا یک دقیقه)	
۳ دقیقه پای کرال پشت، دست‌ها به میله کنار لبه استخر برای حمایت گرفته می‌شد	تمرین اصلی (۲۰ دقیقه)
۳ دقیقه رساندن آرنج به زانوی پای مخالف (۹۰ ثانیه برای هر سمت)	
۴ دقیقه پیاده‌روی به چهار جهت (برای افراد قسمت کم‌عمق) ۴ دقیقه پای دوچرخه برای افراد در قسمت عمیق	
۵ دقیقه پیاده‌روی نرم در قسمت کم‌عمق	سرد کردن (۸ دقیقه)
۳ دقیقه تمرینات کششی کل بدن	

همچنین برای رعایت اصل اضافه‌بار، هر دو گروه تجربی، تمرین اصلی پروتکل تمرینی را که ۲۰ دقیقه بود، در هفته اول و دوم و سوم مطابق با جدول شماره ۲ (تمرین اصلی ۲۰ دقیقه) انجام می‌دادند، اما بعد از سه هفته تمرین اصلی به ازای هر سه هفته یک دقیقه به هر کدام از آیتم‌های تمرین اصلی اضافه می‌شد (در هفته اول و دوم و سوم، مدت‌زمان تمرین اصلی مطابق با جدول شماره ۲ ۲۰ دقیقه بود، در هفته چهارم و پنجم و ششم ۲۶ دقیقه، در هفته هفتم و هشتم و نهم ۳۲ دقیقه و در هفته دهم و یازدهم و دوازدهم ۳۸ دقیقه بود). مدت‌زمان گرم کردن و سرد کردن در تمامی هفته‌ها یکسان و مطابق جدول شماره ۲ بود.

در هر سه گروه، آزمون‌های مربوط به کنترل پاسچر ایستا و پویا و آزمون‌های اندازه‌گیری قدرت عضلات اندام تحتانی قبل و بعد از پروتکل تمرینی اجرا شد. برای اندازه‌گیری قدرت عضلات اندام تحتانی از دستگاه<sup>۱</sup> (MMT) استفاده شد. تمامی آزمون‌ها دومرتبه می‌شد و از میانگین آن‌ها برای تجزیه و تحلیل استفاده می‌شد. روش اندازه‌گیری قدرت گروه‌های عضلانی به شرح ذیل بود:

**عضلات ابدکتور ران:** فرد در حالت دراز کشیده به پهلو درحالی‌که زانو در وضعیت اکستنشن بود، قرار می‌گرفت. در حالتی که اندام تحتانی بالایی در وضعیت خنثی (بدون اداکشن/ابداکشن) قرار داشت، دینامومتر در فاصله دو سانتی‌متری بالای کندیل خارجی ران قرار می‌گرفت. سپس از آزمودنی

## 1. Manual Muscle Testing



خواسته می‌شد که با حداکثر قدرت خود حرکت ابداکشن را در مفصل ران انجام دهد و آزمون‌گر از انجام حرکت جلوگیری می‌کرد (۱۱).

**عضلات اداکتور هیپ:** فرد در همان وضعیت اندازه‌گیری قدرت عضلات اداکتور ران قرار می‌گرفت با این تفاوت که دینامومتر در فاصله سه سانتی‌متری بالای کندیل داخلی ران روی اندام تحتانی پایینی قرار می‌گرفت. سپس از فرد خواسته می‌شد با حداکثر قدرت خود، پا را به سمت بالا بیاورد و آزمون‌گر از انجام حرکت جلوگیری می‌کرد (۱۲).

**عضلات اکسترنال و اینترنال روتیتور:** فرد در وضعیتی که مفصل زانو و ران در ۹۰ درجه فلکشن بود، روی صندلی می‌نشست. دینامومتر در فاصله پنج سانتی‌متری از قوزک داخلی پا (برای اندازه‌گیری قدرت چرخش‌دهنده‌های داخلی) و پنج سانتی‌متری قوزک خارجی (برای اندازه‌گیری قدرت چرخش‌دهنده‌های خارجی) قرار می‌گرفت. سپس از آزمودنی خواسته می‌شد تا با حداکثر قدرت ممکن چرخش به داخل و خارج را انجام دهد و آزمون‌گر از انجام حرکت جلوگیری می‌کرد (۱۲).

**عضلات کوادریسپس:** فرد در وضعیتی که مفصل ران و زانو در ۹۰ درجه فلکشن قرار داشت روی لبه صندلی می‌نشست. دینامومتر در فاصله مفصل مچ پا روی ساق پای فرد قرار می‌گرفت. درحالی‌که دست‌های آزمودنی روی سینه قرار داشت از او خواسته می‌شد تا با حداکثر تلاش عمل اکستنشن را در زانو انجام دهد و آزمون‌گر از انجام حرکت جلوگیری می‌کرد (شکل شماره ۱) (۱۳).

**عضلات همسترینگ:** برای ارزیابی قدرت عضلات همسترینگ دینامومتر در فاصله دو سانتی‌متری مفصل مچ پا قرار می‌گرفت. سپس از فرد خواسته می‌شد تا با حداکثر تلاش ممکن عمل فلکشن را در زانوی خود انجام دهد (۱۴).

#### آزمون زمان ایستادن بر روی یک پا برای اندازه‌گیری تعادل ایستا

در ابتدا از آزمودنی در حالت ایستاده با پای برهنه خواسته می‌شد تا دست‌های خود را روی لگن خود بگذارد. سپس سینه یکی از پاهای خود را روی قسمت داخلی زانوی پای دیگر بگذارد و تعادلش را حفظ کند. از لحظه‌ای که سینه پای روی قسمت داخلی زانوی دیگر قرار می‌گرفت زمان با استفاده از کرومومتر محاسبه می‌شد. زمان سنج زمانی متوقف می‌شد که دست‌ها از بغل روی لگن جدا شود، پایی که روی قسمت داخلی زانوی دیگر بود جدا شود یا پایی که وزن بدن را تحمل می‌کرد تعادلش به هم بخورد (۱۵).



### آزمون Y برای اندازه‌گیری تعادل پویا

آزمون Y آزمون عملکردی است که از یک پای ایستاده و بیشترین فاصله دست‌یابی با پای دیگر تشکیل شده است. این آزمون از سه جهت قدامی، خلفی داخلی و خلفی خارجی تشکیل شده است. برای انجام آزمون، آزمودنی یکی از پاهای خود را در وسط محل تقاطع سه جهت قرار می‌داد و با پای دیگر اقدام به عمل ریش<sup>۱</sup> تا دورترین نقطه ممکن می‌کرد. از آزمودنی خواسته می‌شد که دورترین نقطه را با انتهایی‌ترین قسمت پا، با کنترل و به آرامی لمس کند تا اطمینان حاصل شود که عمل انجام‌شده با کنترل عصبی-عضلانی کافی و مناسب صورت گرفته است. سپس، آزمودنی به وضعیت ابتدایی بازمی‌گشت و محل تماس با توجه به اندازه‌هایی که از قبل روی خطوط کشیده شده بود، ثبت می‌شد (شکل شماره ۲). در خلال ریش‌ها سه ثانیه استراحت در نظر قرار گرفته می‌شد. در صورتی که پای ریش خط را لمس نکند، وزن روی پای ریش حمل شود، پای تکیه‌گاه از محل تقاطع سه جهت بلند شود یا اینکه تعادل در هر نقطه از ریش مختل شود، ریش‌ها پذیرفته نمی‌شد. برای نرمال کردن ریش‌ها، طول اندام تحتانی (از خار خاصه‌ای قدامی فوقانی تا قوزک داخلی) در میزان ریش ضرب و تقسیم بر ۱۰۰ می‌شد (۱۶).

برای آزمون فرضیه‌های پژوهش از آمار استنباطی شامل آزمون کالموگروف-اسمیرنف برای تعیین نرمال بودن داده‌ها، آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر برای تعیین اثر فاکتورهای مختلف، آزمون تی همبسته برای تعیین اختلاف در نتایج پیش‌آزمون و پس‌آزمون در متغیرهای تعادل ایستا و پویا و قدرت عضلات اندام تحتانی در قسمت کم‌عمق و عمیق استخراج استفاده شد. سطح معناداری برای تمامی آزمون‌ها کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها در نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ صورت گرفت.

#### 1. Reach Distance





تصویر ۱- تصویری از آزمودنی در هنگام اجرای آزمون Y



تصویر ۲- تصویری از آزمودنی در هنگام ارزیابی قدرت عضلات چهارسر

## یافته‌ها

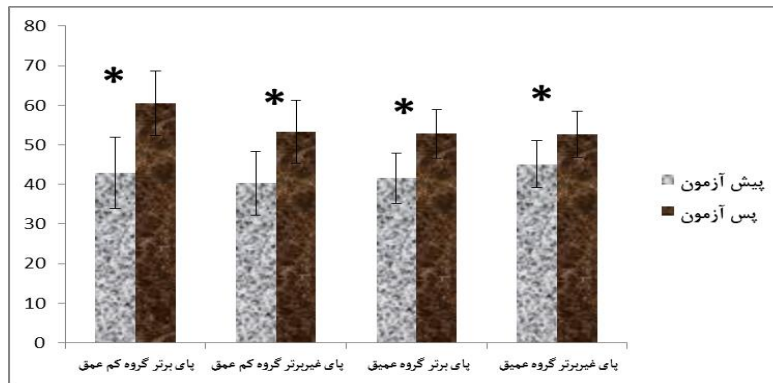
ویژگی‌های آزمودنی‌های پژوهش در جدول شماره ۱ آورده شده است.

جدول ۱- مشخصات آزمودنی‌های پژوهش

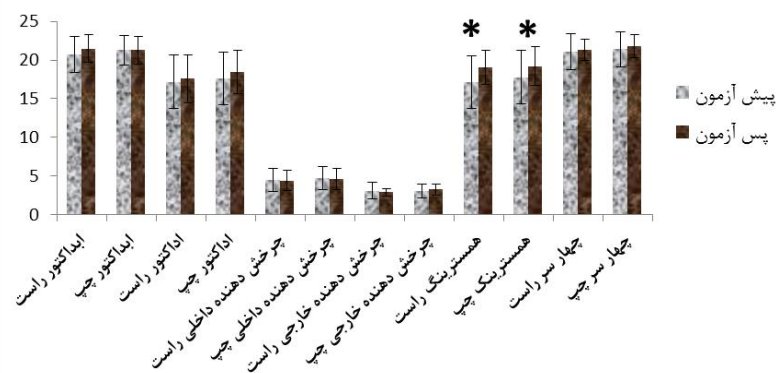
گروه	سن (سال)	قد (سانتی‌متر)	جرم (کیلوگرم)	BMI (کیلوگرم بر متر مربع)
کم‌عمق	۶۲/۸±۵/۱	۱۶۹/۴±۴/۱	۸۱/۳±۵/۱	۲۵/۵±۵/۴
عمیق	۶۰/۴±۴/۵	۱۶۷/۴±۴/۸	۸۲/۳±۴/۹	۲۶/۳±۴/۱
کنترل	۶۱/۳±۴/۴	۱۶۷/۴±۳/۱	۸۲/۳±۷/۸	۲۶/۳±۵/۳



نتایج این مطالعه نشان داد بعد از انجام تمرینات در قسمت کم عمق و عمیق استخر تعادل ایستای آزمودنی‌ها افزایشی معنادار یافت (تصویر ۳) ( $p > 0/05$ )، همچنین تعادل پویای پای برتر در هر سه جهت افزایش یافت، اما تعادل پویای پای غیربرتر تنها در جهت قدامی افزایش یافت ( $p = 0/01$ ). از طرف دیگر نتایج مطالعه نشان داد بعد از انجام تمرینات در قسمت کم عمق تنها قدرت عضلات همسترینگ افزایش یافته است (تصویر شماره ۴)، در حالی که بعد از انجام تمرینات در قسمت عمیق، قدرت در تمامی گروه‌های عضلانی به‌غیر از چرخش‌دهنده‌های داخلی و خارجی افزایش یافت ( $p < 0/05$ ). همچنین نتایج این مطالعه نشان داد در کنترل پاسچر ایستا و پویای و قدرت گروه‌های عضلانی گروه کنترل بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون تفاوتی مشاهده نشد ( $p = 0/12$ ).



تصویر ۳- نتایج پیش‌آزمون و پس‌آزمون تعادل ایستای پای برتر و غیربرتر در قسمت کم عمق و عمیق (برحسب ثانیه)



تصویر ۴- نتایج پیش‌آزمون و پس‌آزمون قدرت گروه‌های عضلانی گروه کم عمق



## بحث و نتیجه گیری

نتایج این مطالعه نشان داد بعد از انجام تمرینات در قسمت کم عمق و عمیق استخر تعادل ایستای آزمودنی‌ها افزایش معنادار یافت. تعادل پویای پای برتر نیز در هر سه جهت افزایش یافت، اما تعادل پویای پای غیربرتر تنها در جهت قدامی افزایش یافت. از طرف دیگر نتایج مطالعه نشان داد بعد از انجام تمرینات در قسمت کم عمق تنها قدرت عضلات همسترینگ افزایش یافت، در حالی که بعد از انجام تمرینات در قسمت عمیق، قدرت در تمامی گروه‌های عضلانی به‌غیر از چرخش‌دهنده‌های داخلی و خارجی افزایش یافت.

در بررسی بخش اول نتایج این مطالعه مشخص شد در بهبود تعادل ایستا و پویا در قسمت عمیق و کم عمق استخر بین دو گروه تجربی (کم عمق و عمیق) تفاوت معناداری وجود ندارد؛ این بدین معناست که به نظر می‌رسد انجام تمرینات در قسمت کم عمق و عمیق استخر اثرات مشابهی بر تعادل ایستا و پویا دارد. در بخش تعادل پویا مشاهده شد که در هر دو گروه تعادل پویای پای برتر در هر سه جهت آزمون Y افزایش یافت اما تعادل پویای پای غیربرتر تنها در جهت قدامی افزایش یافت.

نتایج این بخش از پژوهش در مورد تعادل ایستا با نتایج مطالعات لورد و همکاران<sup>۱</sup> (۱۷)، ینان و همکاران<sup>۲</sup> (۱۸)، سامی و کاسجا<sup>۳</sup> (۱۹) هم‌خوانی دارد ولی با نتایج پژوهش‌های لوند<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰) هم‌خوانی ندارد. در پژوهش لوند و همکاران آزمودنی‌ها زنان ۴۰ تا ۷۰ ساله بودند و در نتیجه دامنه سنی و جنسیت آزمودنی‌ها ممکن است در مغایرت نتایج پژوهش آن‌ها با پژوهش حاضر تأثیرگذار باشد. در بخش تعادل پویا نتایج این مطالعه با مطالعه اولار و همکاران<sup>۵</sup> (۲۱)، لورد و همکاران (۲۲)، هاشمی جواهری و همکاران (۲۳) و امیری و همکاران (۲۴) هم‌سو بود. همان‌طور که در بخش روش‌شناسی توضیح داده شد آزمون Y در سه جهت قدامی، خلفی خارجی و خلفی داخلی انجام می‌شود. با اظهار نظر آزمودنی‌ها سخت‌ترین جهات این آزمون جهت‌های خلفی خارجی و خلفی داخلی است و طبیعتاً انجام حرکت در این جهات نیازمند کنترل عصبی-عضلانی بیشتر است. هرچند پژوهشگران قبل از انجام اندازه‌گیری‌ها انجام شش حرکت را برای آشنایی با آزمون در جهات مختلف تعریف کرده بودند، در هر دو گروه تجربی نتایج پیش‌آزمون و پس‌آزمون در جهات خلفی داخلی و

1. Lord
2. Yennan
3. Suomi and Kocejka
4. Lund
5. Avelar



خلفی خارجی معنادار نبود. تصور ما بر این است که با توجه به اینکه فرایند تعادل مدیون هماهنگی بین سیستم‌های سوماتوسنسوری، وستیبولار و بینایی است، در جهات خلفی داخلی و خلفی خارجی علاوه بر سخت‌تر بودن این جهات اثر بینایی کمتر شده و نتوانسته همانند جهت قدمی به تعادل فرد کمک کند. بنابراین، به نظر می‌رسد برای کمک به تعادل پویای سالمندان در انجام حرکات پویا، به پروتکل‌های تمرینی دیگری نیاز بیشتر باشد.

از طرف دیگر در بخش بررسی نتایج در تأثیر تمرینات در قسمت کم‌عمق و عمیق استخر در قدرت گروه‌های عضلانی، نتایج مطالعه تفاوت بیشتر دو محیط آبی (کم‌عمق و عمیق) را برجسته کرد به طوری که در گروه کم‌عمق (گروهی که تمرینات را در قسمت کم‌عمق استخر انجام می‌دادند) بعد از انجام پروتکل، تنها گروه عضلات همسترینگ افزایش قدرت داشتند و قدرت بقیه گروه‌های عضلانی افزایش معناداری نداشت، در حالی که در گروهی که تمرینات را در قسمت عمیق استخر انجام می‌دادند قدرت تمامی گروه‌های عضلانی اندام تحتانی به‌غیر از چرخش‌دهنده‌های داخلی و خارجی ران، افزایش معنادار داشت. نتایج این بخش از پژوهش با نتایج قبلی همچون کاندلرو و کارومانو<sup>۱</sup> (۲۵)، چو و همکاران<sup>۲</sup> (۲۶)، هاشمی جواهری و همکاران (۲۳) لورد و همکاران (۱۷)، ینان و همکاران (۱۸) هم‌خوانی داشت.

این نتایج بیانگر دو نکته است: اول اینکه در قسمت عمیق استخر به دلیل مقاومت بیشتر آب فرد مجبور به ایجاد انقباض‌های عضلانی بیشتر و اعمال نیروی بیشتر می‌شود؛ در نتیجه بعد از ۱۲ هفته تمرین، در بیشتر گروه‌های عضلانی شاهد بهبود معنادار در قدرت هستیم؛ دوم اینکه به نظر می‌رسد نوع تمرینات طراحی شده نیز می‌تواند در بهبود قدرت گروه‌های عضلانی تأثیر داشته است، به طوری که در گروه عمیق مشاهده شد قدرت همه گروه‌های عضلانی افزایش معنادار داشت، اما قدرت چرخش‌دهنده‌های داخلی و خارجی افزایش معناداری نداشت. توصیه ما این است که اگر بهبود قدرت عضلات اندام تحتانی مدنظر است، بهتر است این تمرینات در قسمت عمیق استخر انجام شود. همچنین در طراحی پروتکل تمرینی، برنامه تمرینی و انتخاب حرکات به گونه‌ای باشد که تمامی گروه‌های عضلانی در نظر گرفته شوند.

1. Candeloro and Caromano
2. Chu et al



### پیام مقاله

به نظر می‌رسد که انجام ۱۲ هفته تمرین در قسمت کم‌عمق و عمیق استخر سبب بهبود معنادار تعادل افراد سالمند می‌شود، اما انجام تمرینات در قسمت عمیق، تأثیرگذاری بیشتری بر قدرت عضلات اندام تحتانی دارد.

### تشکر و قدردانی

پژوهشگران این مطالعه لازم می‌دارند از تمامی آزمودنی‌هایی که در این پژوهش همکاری کردند و همچنین از دانشگاه کردستان بابت حمایت مالی از این مطالعه تشکر و قدردانی کنند.

### References

1. World health organization, fact about aging [internet]. 2014. Available from URL: <https://www.who.int/aging/about/facts/en>. ( In Persian)
2. Statistics center of Iran. Implementation of the 2011 Iranian population and housing census in autumn (Persian). Available from URL: [http://www. Amar.org.ir](http://www.Amar.org.ir). (In Persian)
3. Sohn J, Kim S. Falls study: Proprioception, postural stability, and slips. *Biomed Mater Eng* 2015; 26; 693-703.
4. Avelar NC, Bastone AC, Alcantara MA, Gomes WF. Effectiveness of aquatic and non-aquatic lower limb muscle endurance training in the static and dynamic balance of elderly people. *Rev Bras Fisioter* 2010; 14(3): 229-36.
5. Aquatic Exercise Association. Aquatic fitness professional manual. United States: Human Kinetics; 201۷.
6. Seyedjafari E, Sahebozamani M, Ebrahimipour E. Effect of Eight Weeks of Water Exercises on Deep Part of the Pool on the Static Balance of the Elderly Man. *Salmand: Iranian Journal of Ageing*. 2017; 12 (3):384-93. (In Persian)
7. Lambeck J. Training pools: The importance of the right depth. Netherlands: EWAC Medical; 2000.
8. Era P, Heikkinen E. Postural sway during standing and unexpected disturbance of balance in random samples of men of different ages. *Journal of Gerontology* 1985; 40(3):287-95.
9. Taheri M. Effect of hydrotherapy on lower body strength and balance among elderly women. *Journal of Physical Education Research* 2015; 2(4):19-26. (In Persian)
10. Kanitz AC, Delevatti RS, Reichert T, Liedtke GV, Ferrari R, Almada BP, et al. Effects of two deep water training programs on cardiorespiratory and muscular strength responses in older adults. *Experimental Gerontology* 2015; 64:55-61.





11. Souza RB, Powers CM. Differences in hip kinematics, muscle strength, and muscle activation between subjects with and without Patellofemoral Pain. *J Orthop Sports Phys Ther* 2009; 39: 12-19.
12. Cichanowski HR, Schmitt JS, Johnson RJ. And Niemuth PE. Hip strength in collegiate female athletes with Patellofemoral Pain. *Med Sci Sports Exerc* 2007; 39: 1227-1232.
13. Moreland J, Finch E, Stratford P, Balsor B. Gill C. Interrater reliability of six test of trunk muscle function and endurance. *J Orthop Sports Phys Ther* 1997; 26: 200-208.
14. Bohannon RW. Test-Retest reliability of hand-Held dynamometry during a single session of strength assessment. *Phys Ther* 1986; 66: 206-209.
15. Reed S, Jennings N, Nakamura J, Wilson A. Determining leg dominance using the Unipedal Stance Test (UPST). *Proceedings of the Physical Therapy Research Symposium* 2015.
16. Robinson RH, Gribble PA. Support for a reduction in the number of trials needed for the Star Excursion Balance Test. *Archives of physical medicine and rehabilitation* 2008;89(2):364-70.
17. Lord S, Mitchell D, Williams P. Effect of water exercise on balance and related factors in older people. *Australian Journal of Physiotherapy* 1993; 39(3): 217-22.
18. Yennan P, Suputtitada A, Yuktanandana P. Effects of aquatic exercise and land-based exercise on postural sway in elderly with knee osteoarthritis. *Asian Biomedicine* 2010; 4(5): 739-745.
19. Suomi R, Kocejka DM. Postural sway characteristics in women with lower extremity arthritis before and after an aquatic exercise intervention. *Arch Phys Med Rehabil* 2000; 81(6): 780-785.
20. Lund H, Weile U, Christensen R, Rostock B, Downey A, Bartels EM, et al. A randomized controlled trial of aquatic and land-based exercise in patients with knee osteoarthritis. *J Rehabil Med* 2008; 40(2): 137-44.
21. Avelar NC, Bastone AC, Alcantara MA, Gomes WF. Effectiveness of aquatic and non-aquatic lower limb muscle endurance training in the static and dynamic balance of elderly people. *Rev bras fisioter* 2010; 14(3): 229-236.
22. Lord SR, Matters B, George SR, Thomas M, Bindon J. The effects of water exercise on physical functioning in older people. *Australasian Journal on Ageing* 2006; 25(1): 36-41.
23. Hashemi Javaheri SAA, Rahimi NM, Ebrahimi Atri A. The effects of water and land exercise programs on functional fitness factors in elderly men. *Iranian Journal of Health and Physical activity* 2010; 1(1): 1-7.
24. Amiri B, Sahebozamani M, Sedighi B. The effect of 10-week core stability training program on balance in females with multiple sclerosis with emphasis on morphology. *Stud Med Sci*. 2015; 26 (5):410-420. (In Persian)
25. Candeloro JM, Caromano FA. Effects of a hydrotherapy program on flexibility and muscular strength in elderly women. *Rev bras fisioter* 2007; 11(4): 267-72.



26. Chu KS, Eng JJ, Dawson AS, Harris JE, Ozkaplan A, Gylfadottir S. Water-based exercise for cardiovascular fitness in people with chronic stroke: a randomized controlled trial. Arch Phys Med Rehabil 2004; 85(6): 870-4.

### ارجاع دهی

حسینی مهر سیدحسین، عنبریان مهرداد، محمدی زانیار. تأثیر ۱۲ هفته تمرین در آب در قسمت کم عمق و عمیق استخر بر تعادل و قدرت عضلات اندام تحتانی افراد سالمند. مطالعات طب ورزشی. پاییز ۱۴۰۱؛ ۱۴(۳۳)، ۹۷-۱۱۴.  
شناسه دیجیتال: 10.22089/SMJ.2022.11727.1584

Hosseinimehr S. H, Anbarian M, Mohammadi Z. Effects of 12 Weeks Water Training in Shallow and Deep Part of Pool on Balance and Lower Limb Muscles Strength in Elderly. Sport Medicine Studies. Fall 2022; 14 (33): 97-114. (Persian). Doi: 10.22089/SMJ.2022.11727.1584

