Research in Sport Medicine and Technology, Volume 22 - Issue 28 / 2024

Kharazmi University

Research in Sport Medicine and Technology

Print ISSN: 2252 - 0708 Online ISSN: 2588 - 3925

Homepage: https://jsmt.khu.ac.ir

# The Effect Of 8 Weeks Of Feedback And Feed Forward Neuromuscular Training On Balance And Strength In Female With High Risk Of Injury

Roghayeh Afzalinasab[1] | Abdolhamid Daneshjoo[2*] | Mansour Sahebozamani[3]

1. Master of Sports Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Sports Sciences, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.
2. Associate Professor, Department of Sports Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Sports Sciences, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.
3. Professor, Department of Sports Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Sports Sciences, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.

corresponding author: **Abdolhamid Daneshjoo, daneshjoo.hamid@uk.ac.ir**

CrossMark

**ARTICLE INFO**

**Article type:**
Research Article

**Article history**:
Received: 2023/08/30
Revised: 2024/01/29
Accepted: 2024/01/29

**Keywords:**
neuromuscular exercises, Injury prevention, Anterior cruciate ligament, Feedback.

**How to Cite:**
Roghayeh Afzalinasab, Abdolhamid Daneshjoo, Mansour Sahebozamani. **The Effect Of 8 Weeks Of Feedback And Feed Forward Neuromuscular Training On Balance And Strength In Female With High Risk Of Injury**. *Research In Sport Medicine and Technology*, 2024: 22(28): 31-51.

**The purpose of the present study was to evaluate the effect of feedback and feed forward neuromuscular training on balance and isometric strength in female basketball players with a high risk of injury in Kerman.20women basketball players of Kerman city purposely selected and who were randomly divided into two groups of feedback and feed forward and performed intervention for 8 weeks, three sessions per week. Dynamic balance and isometric knee strength was measured using Biodex system and MMT device. One way ANCOVA was used for data analyze. The results showed significant differences between pre-post test balance Overall Stability and internal/external balance and Anterior/Posterior balance (P=0.001).Significant difference was observed in the strength of quadriceps muscle and hamstring between the two groups of feedback and feed forward exercises (P≥0.05).Isometric Quadriceps strength and hamstring in the post-test showed an significantly improvement of in feedback and feedforward group compared to the pre-test (P=0.001).It can be concluded that neuromuscular training can enhanced balance and isometric strength, of women and training with feedback has more important than training with feedforward.**

*Published by Kharazmi University, Tehran, Iran. Copyright(c) The author(s) This is an open access article under e*: CC BY-NC license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.28.3.0 ]

پژوهش در طب ورزشی و فناوری

شاپا چاپی: ۰۷۰۸-۲۲۵۲ شاپا الکترونیکی: ۳۹۲۵-۲۵۸۸

Homepage: https://jsmt.khu.ac.ir

# تأثیر ۸ هفته تمرینات بازخوردی عصبی–عضلانی داخلی و خارجی بر تعادل و قدرت در دختران با ریسک آسیب زیاد

رقیه افضلی نسب گروهی[۱] | عبدالحمید دانشجو[۲*] | منصور صاحب‌الزمانی[۳]

۱. کارشناسی ارشد گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ایران.

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

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

نویسنده مسئول: **عبدالحمید دانشجو** **daneshjoo.hamid@uk.ac.ir**

**اطلاعات مقاله:**

**نوع مقاله: علمی–پژوهشی**

دریافت: ۱۴۰۲/۶/۸

ویرایش: ۱۴۰۲/۱۱/۹

پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۹

**واژه‌های کلیدی:**

تمرینات عصبی–عضلانی، پیشگیری از آسیب، رباط صلیبی قدامی، بازخورد

**ارجاع:**

رقیه افضلی نسب گروهی، عبدالحمید دانشجو، منصور صاحب الزمانی. **تأثیر ۸ هفته تمرینات بازخوردی عصبی–عضلانی داخلی و خارجی بر تعادل و قدرت در دختران با ریسک آسیب زیاد.** *پژوهش در طب ورزشی و فناوری*. ۱۴۰۳: ۲۲(۲۸):۵۱-۳۱

## چکیده

هدف این تحقیق بررسی اثر ۸ هفته تمرینات بازخوردی عصبی–عضلانی داخلی و خارجی بر تعادل وقدرت در دختران بسکتبالیست کرمان با ریسک آسیب زیاد می‌باشد. ۲۰ بسکتبالیست به‌صورت هدفمند انتخاب و به‌صورت تصادفی در دو گروه بازخورد داخلی و بازخورد خارجی به مدت ۸ هفته ۳جلسه ای پروتکل تمرینی را اجرا کردند.تعادل پویا با دستگاه بایودکس و قدرت با دستگاه MMT ، در دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون اندازه‌گیری شدند و از آزمون آماری تحلیل کوواریانس جهت تجزیه وتحلیل داده‌ها استفاده شد.نتایج تفاوت معناداری دربین دوگروه در تعادل کلی و تعادل داخلی/خارجی نشان داد (p=۰/۰۰۱). در میزان قدرت عضله کوادریسپس و همسترینگ بین دو گروه تمرینات بازخوردی خارجی و داخلی تفاوت معناداری مشاهده شد (P≤۰/۰۵). همچنین نتایج آزمون t زوجی نشان داد که پیشرفت تعادل کلی، تعادل قدامی /خلفی و تعادل داخلی/خارجی در گروه بازخورد خارجی و داخلی نسبت به پیش آزمون معناداربود ( ۰۰۲/ >p۰). پیشرفت قدرت عضله کوادریسپس و همسترینگ در گروه بازخورد خارجی و بازخورد داخلی در پس آزمون نسبت به پیش آزمون معناداربود (p=۰/۰۰۱).تمرینات بازخوردی داخلی و خارجی عصبی–عضلانی یکی از شیوه‌های تمرینی مناسب جهت بهبود تعادل و قدرت عضلات زانو در دختران هست و تمرینات با بازخورد خارجی مؤثرتر از تمرینات با بازخورد داخلی بود.



[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.28.3.0 ]

**Extended Abstract**

Introduction:With the wide use of sports, unfortunately sports injuries have also increased. Basketball is a popular sport with many injuries. It has shown that anterior cruciate ligament injury is a common injury in the lower limb (١). The rehabilitation period of this injury is about 6 months or longer, and the cost of surgery and rehabilitation is about 17,000 to 25,000 dollars per injury. Therefore, athletes who suffer from anterior cruciate ligament injury due to limited knee function, are likely to suffer from premature osteoarthritis and reduced quality of life (2).

According to previous research, several different programs for preventing anterior cruciate ligament injuries have been implemented, including plyometric, proprioceptive, balance, strength, and endurance exercises, and the combination of these exercises in other sports have had a significant effect on preventing anterior cruciate ligament injuries. But the effects of neuromuscular training with two types of feedforwards and feedback have not been done on basketball players.

To achieve a more lasting result of anterior cruciate ligament injury prevention programs, instructions for external and internal attention can be included in injury prevention programs along with neuromuscular exercises (balance and strength). On the other hand, due to the lack of studies conducted in the field of examining the effect of neuromuscular exercises on the improvement and correction of neuromuscular defects of female athletes in preventing and reducing anterior cruciate ligament injuries and the high cost of treatment, as well as the long-term period of anterior cruciate ligament injury, the sensitivity and importance of preventing this injury. It seems necessary to carry out such research that examines the effect of these exercises on the balance and knee strength of female basketball players. Also, using a proper warm-up training program for basketball players that includes injury prevention exercises can encourage coaches and athletes to use these programs. Therefore, the purpose of this research The effect of 8 weeks of feedback and feed forward neuromuscular training on balance and strength in female with high risk of injury.

Materials and methods: This research is quasi-experimental and practical. A total of 30 female basketball players of Kerman province with the age range of 13-18 years old,

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.28.3.0 ]

who were objectively selected and after using Functional Movement Screen (FMS) test, 20 of them with score of 14 or less (high risk players) selected. All subjects familiarized with test and training and writing consent form were taken. Then randomly divided into two groups, neuromuscular feedforward (10 people) (mean ± standard deviation; age = 15.73±0.78, weight= 61.38±0.9, height = 164.40± 69.68) and neuromuscular feedback (10 people) (mean ± standard deviation of age = 14.70±1.33, weight=56.31±8.38, height=161.66±6.02).

The inclusion criteria were at least 2 years of sports experience with a score of less than 14 in the FMS test and also that they should not have any history of mental illness, fracture, surgery or have knee joint diseases or any pain in the knee area.

The dynamic balance of the subjects was measured using Biodex (Balance System-SD, 100, Biodex company, made in America, high reliability 0.44-0.89). The maximum isometric strength of the quadriceps (rectus femoris) and hamstrings (biceps femoris) was evaluated using a hand-held dynamometer (made in the USA, MMT, North Coast, ICC = 0.96). All tests was measured in random order.

All subjects performed 8 weeks of feedforward and feedback exercises and in the implementation process, the overload of exercises (repetition and duration) was gradually increased during the 8 weeks of the training program and according to the individual characteristics of each subject. These exercises were performed 3 sessions per week (each session 15-20 minutes). The exercises were performed by one of the researchers. It should be noted that before the evaluation, the subjects performed warm-up exercises and dynamic stretching exercises for 10-15 minutes.

Statistical analysis

The statistical method of ANCOVA was used to check the research hypotheses and the results using SPSS. The hypothesis of normality, homogeneity of variances and independence of data were approved using Shapirowilk test, Levene's and Run's tests. and Partial Eta Squared test was used to calculate the effect size. The assumption of homogeneity of the regression slope was checked before the ANCOVA test. The paired sample t-test was used to compare the pre-test with the post-test within the groups. The statistical error of the first type was considered less than 0.05 ($P<0.05$).

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.28.3.0 ]

Findings:The results of the ANCOVA showed that the dynamic balance and strength between the two groups of internal feedforward and feedback have a significant difference ($p<0.05$) (Table 1). Also, the results of the paired sample t-test showed that Overall Stability in the feedback and feedforward group (0.345% and 0.19%), Balance Anterior/Posterior in the feedback and feedforward group(0.409% and 0.22%) and Balance Medial/Lateral in the feedback and feedforward group(0.427% and 0.22%) has significantly improvement compared to the pre-test ($p<0.002$).Isometric Quadriceps strength in the post- test showed an significantly improvement of 2.16% in feedback group and 1.82% in feedforward group compared to the pre-test ($P=0.001$). Isometric hamstring strength in the post- test showed a significantly improvement of 2.07% in feedback group and 1.95% in feedforward group compared to the pre-test ($P=0.001$).

Conclusion:The purpose of this study was to investigate the effect of 8 weeks of feedforward and feedback neuromuscular exercises on dynamic balance and isometric strength in Kerman basketball girls with a high risk of injury. According to the findings, it was found that feedback neuromuscular exercises showed more progress in improving dynamic balance than the group of feedforward exercises in basketball girls. Balance exercises are often performed as part of neuromuscular and proprioceptive exercises that combine balance, strength, plyometrics, and agility (19, 20). In this regard, it can be concluded that dynamic balance refers to maintaining balance during movement, and this depends on the stability of the body's posture, which depends on neuromuscular control, the movement of all parts of the body during movement (21).

In previous studies, researchers concluded that the reduction of hamstring strength compared to the quadriceps muscles is a potential mechanism for increasing lower limb injuries (29-33) and the possibility of anterior cruciate ligament injuries in female athletes also, joint stability through the simultaneous contraction of hamstring muscles and quadriceps muscles may be necessary in situations where the joint is faced with high activation of quadriceps muscles or passive structures are endangered (34, 35). Moreover, most methods based on strengthening neuromuscular control and proprioception have been shown to reduce the risk of ACL injury by 51% (8, 39-41). Therefore, using a neuromuscular knee injury prevention program leads to the

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.28.3.0 ]

improvement of dynamic balance, proprioceptive abilities, flexibility and biomechanical abilities related to ACL injuries, which improves sports performance among female basketball players (7) and It becomes reduces ACL injuries in young female athletes (47).

The message of the article: It can be concluded that feedforward and feedback neuromuscular exercises can improve dynamic balance and isometric strength of knee muscles of female basketball players. The results showed that feedback exercises are more effective than feedforward exercises. Therefore, it is recommended that these exercises used by female basketball players to increase dynamic balance and knee isometric strength. Basketball are classified as group sports and also speed sports, and athletes may not have enough concentration and attention in performing movements at some times of the game. Then athletes may not have enough concentration and attention in performing movements at some times of the game. Therefore, it is recommended to teach the athletes to perform neuromuscular training program with feedback during the warm-up and use it during training to improve balance and knee isometric strength and finally may prevent injuries.

Keywords: neuromuscular exercises, Injury prevention,Anterior cruciate ligament, Feedback.

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.28.3.0 ]

## مقدمه

با گسترش ورزش، آسیب‌های ورزشی نیز افزایش یافته است. ازاین رو، در حال حاضر به پیشگیری ازآسیب‌های ورزشی توجه بیشتری شده است. ورزش بسکتبال ورزشی پرطرفدار با آسیب زیاد است و تحقیقات نشان داده‌اند که آسیب رباط صلیبی قدامی[1] یک آسیب شایع در اندام تحتانی است (۱).

دوره بازتوانی این آسیب در حدود ٦ ماه یا طولانی تر به طول می‌انجامد و به ازای هر آسیب در حدود۱۷۰۰۰ تا ۲۵۰۰۰ دلار هزینه جراحی و بازتوانی را به همراه دارد؛ لذا ورزشکارانی که دچار آسیب رباط صلیبی قدامی می‌شوند به دلیل محدود بودن عملکرد زانو، به احتمال زیاد گرفتار استئوآرتریت[2] زودرس و کاهش کیفیت زندگی نیز خواهند شد (۲). همچنین زنان نسبت به مردان، ۲ تا ۸ برابر بیشتر مستعد آسیب رباط صلیبی قدامی هستند (۳, ٤). نظریه‌های مختلفی، دلیل آسیب رباط صلیبی قدامی را توضیح می‌دهند که می‌توان آن‌ها را به عوامل بیرونی و درونی تقسیم کرد. عوامل بیرونی شامل تقابل غیرطبیعی عضله چهار سر رانی [3] به همسترینگ [4]، تغییر کنترل عصبی-عضلانی، سطح تقابل کفش با زمین‌بازی و سبک بازی ورزشکار می‌باشد. عوامل درونی شامل فاصله کم بین دو کندیل استخوان ران، رباط صلیبی قدامی ضعیف، شلی فیزیولوژیکی عمومی، اثر هورمونی و ناهنجاری اندام تحتانی است(۲). یکی دیگر از عوامل درونی اثرگذار بر بروز آسیب مفصلی، ضعف تعادل و قدرت می‌باشد و از متغیرهای مهم بالینی که مربیان گروه‌های ورزشی برای بازگرداندن ورزشکاران آسیب‌دیده به میادین ورزشی در نظر می‌گیرند، ارزیابی میزان تعادل و کنترل پاسچر آنان می‌باشد(۵).همچنین محققان عقیده دارند ورزشکارانی که عدم تعادل عضلانی بین عضلات چهار سر و همسترینگ را داشته باشند در معرض آسیب‌دیدگی بیشتر قرار می‌گیرند. عدم تعادل عضلانی منجر به ایجاد اختلال و حرکت نادرست در بدن می‌شود. زمانی که عضله هر سمتی از مفصل خیلی قوی باشد، فرد الگوهای جبرانی را برای کسب حالت تعادل به کار می‌گیرد. یکی از علت‌های آسیب‌دیدگی ورزشکاران نیز ایمبالانس عضلانی است که در زانو ایمبالانس قدرت و فعال شدن عضلات همسترینگ و کوادریسپس مطرح می‌شود (٦)

هادزوویچ[5] و همکاران (۱۲) بیان کردند که استفاده از برنامه عصبی-عضلانی منجر به بهبود تعادل پویا، توانایی‌های حس عمقی، تعادل، انعطاف‌پذیری و همچنین توانایی‌های بیومکانیکی مربوط به آسیب‌های رباط صلیبی قدامی و بهبود عملکرد ورزشی در بین بانوان بسکتبال می‌شود (۷) که این مداخلات عصبی عضلانی ممکن است به‌صورت مکرر در طی چند هفته انجام شوند تا ورزشکار بتواند تغییرات اولیه قدرت و تعادل خود را نشان دهند(۸, ۹).

به‌طورکلی تأثیرات یک برنامه جامع پیشگیری از آسیب که چندین مؤلفه را شامل می‌شود، ازجمله فن‌های پیشگیری از آسیب، نه‌تنها عوامل خطر احتمالی بیومکانیکی آسیب ناشی از اندام تحتانی را کاهش می‌دهد، بلکه می‌تواند به‌صورت فزاینده‌ای عملکرد را بهبود دهد (۱۰). در سال‌های اخیر، برنامه‌های پیشگیری از آسیب لیگامان صلیبی قدامی از

1. Anterior cruciate ligament; ACL
2. Osteoarthritis
3. Quadriceps
4. Hamstring
5. Hadzovic



[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.28.3.0 ]

دستورالعمل بازخوردی در جهت علم حرکت بدن استفاده می‌نمایند (۱۱) مربیان با به‌کارگیری راهبردهای آموزشی بازخوردی در طول جلسه‌های تمرین سعی در جهت بخشیدن به کانون توجه ورزشکاران دارند. این جهت‌دهی ممکن است به‌صورت کانون توجه درونی یا بیرونی باشد. بر طبق دیدگاه ولف، کانون توجه بیرونی توجه فرد را به‌سوی اثر حرکت یا نتیجه‌ی حرکت هدایت می‌کند (برای مثال، زانوی خود را به سمت یک نقطه خیالی در جلو هدایت نما و غیره)، ولی کانون توجه درونی توجه فرد را به خود حرکات بدن (برای مثال، زانو را بالای پا حفظ کن و غیره) معطوف می‌کند(۱۲)؛ازاین‌رو، اتخاذ دانش حوزه یادگیری حرکتی در جهت پیشگیری از آسیب لیگامان صلیبی قدامی رضایت‌بخش به نظر می‌رسد (۱۱). الموتی و لطافتکار (۲۰۲۰) درمطالعه‌ای با عنوان تأثیر تمرینات بازخوردی بر عملکرد، تعادل و حس عمقی زنان فعال در معرض آسیب لیگامان صلیبی قدامی را بر روی زنان مستعد آسیب لیگامان صلیبی قدامی انجام دادند. نتایج نشان داد تمرینات اصلاح الگوی حرکت از طریق تأثیر بر عضلات و اصلاح راستای مناسب اندام تحتانی می‌تواند منجر به کنترل حرکاتی که آسیب لیگامان صلیبی قدامی را ایجاد می‌کند، شود و با در نظر گرفتن اثر این تمرینات فیدبکی بر بهبود تعادل، حس عمقی و عملکرد گروه تمرین، پیشنهاد می‌شود که این تمرینات در پیشگیری از آسیب لیگامان صلیبی قدامی در آینده مورداستفاده قرار بگیرند(۱۳).هیمن محمدی و همکاران (۲۰۱۹) در تحقیقی با عنوان تأثیر یک برنامه تمرینات اصلاحی بر قدرت، دامنه حرکتی و عملکرد بسکتبالیست‌های دارای والگوس پویای زانونتیجه گرفتند که ارائه این تمرین اصلاحی نه‌تنها می‌تواند باعث بهبود معنادار قدرت و دامنه حرکتی مفاصل دیستال و پروگزیمال زانو و عملکرد شود، بلکه به نظر می‌رسد بتواند به پیشگیری از آسیب‌های ناشی از والگوس پویای زانو طی فعالیت‌های عملکردی در اندام تحتانی نیز کمک نماید(۱٤) ؛با توجه به تحقیقات پیشین چندین برنامه مختلف پیشگیری از آسیب رباط صلیبی قدامی شامل: تمرینات پلایومتریک، حس عمقی، تعادل، قدرت و استقامت اجراشده است و ترکیب این تمرینات در بقیه ورزش‌ها اثربخشی معناداری بر پیشگیری از آسیب رباط صلیبی قدامی داشته‌اند؛ اما تأثیرات تمرینات عصبی عضلانی همراه با دو نوع بازخورد داخلی و خارجی بر روی بسکتبالیست‌ها انجام‌نشده است. برای دست یافتن به نتیجه ماندگارتر برنامه‌های پیشگیری از آسیب لیگامان صلیبی قدامی می‌توان دستورالعمل توجه بیرونی و توجه درونی را همراه با تمرینات عصبی-عضلانی (تعادل و قدرت) در برنامه‌های پیشگیری از آسیب گنجاند؛از طرفی به دلیل کمبود مطالعات انجام‌شده درزمینه بررسی اثر تمرینات عصبی عضلانی بر بهبود و اصلاح نقص‌های عصبی عضلانی زنان ورزشکار در پیشگیری و کاهش آسیب‌های رباط صلیبی قدامی و هزینه درمانی بالا و همچنین دوره طولانی‌مدت آسیب رباط صلیبی قدامی ،حساسیت و اهمیت پیشگیری از این آسیب و انجام چنین تحقیقی که به بررسی تأثیر این تمرینات بر حس عمقی و تعادل زانوی زنان بسکتبالیست بپردازد ضروری به نظر می‌رسد. همچنین وجود یک برنامه تمرینی گرم کردن مناسب برای بسکتبالیست‌ها که تمرینات پیشگیری از آسیب در آن گنجانده‌شده باشد می‌توانید باعث استقبال مربیان و ورزشکاران در به‌کارگیری این برنامه‌ها شوند.



[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.28.3.0 ]

## روش شناسی

تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی و از حیث هدف کاربردی است. جامعه آماری تحقیق حاضر ۳۰نفر بازیکن دختربسکتبال استان کرمان با محدوده سنی ۱۸-۱۳سال به صورت تصادفی از باشگاه بسکتبال حرفه ای استان کرمان انتخاب شدند.بعد ازآشنایی ورزشکاران با نحوه تمرین و تست گیری کد اخلاق از دانشگاه شهید باهنر کرمان (IR.UK.REC.1400.011)ورضایت نامه از ورزشکاران گرفته شد.

دختران بسکتبالیست به وسیله آزمون Functional Movement Screen (FMS) مورد غربالگری عملکرد حرکتی قرار گرفتند. پس از غربالگری عملکرد حرکتی ۳۰ نفر، ۲۰ نفر از بازیکنان که توسط ازمون FMS غربالگری شدند امتیاز ١٤ و کمتر را کسب کرده‌اند؛ انتخاب شد و پیش‌آزمون به عمل آمد. طبق نمره دهی استاندارد آزمون FMS این گروه به‌عنوان بازیکنان مستعد بروز آسیب‌دیدگی (گروه با ریسک آسیب زیاد) شناخته شدند و سپس به صورت تصادفی به دو گروه، بازخوردی داخلی عصبی عضلانی(۱۰نفر) (میانگین± انحراف معیار؛ سن=۷۳/ ۱۵± ۰/۷۸، جرم بدن=۶۱/۳۸±۰۹/، قد=۱٦٤/٤۰±٦۹/٦۸) و بازخوردی خارجی عصبی عضلانی (۱۰نفر) (میانگین± انحراف معیار؛ سن=۱٤/۷۰±۱/۳۳، جرم بدن=۵٦/۳۱±۸/۳۸، قد=۱٦۱/٦٦±٦/۰۲) تقسیم شدند.

غربالگری عملکرد حرکتی بر اساس هفت آزمون حرکتی، پایه‌گذاری شده است که به‌سادگی محدودیت‌ها یا تغییرات را در حرکات طبیعی مشخص می‌کند(٤). آزمون‌ها شامل: حرکات اسکات کامل، گام برداشتن از روی مانع، لانج، حرکت پذیری مفصل شانه، بالا آوردن پا به‌صورت فعال، ثبات تنه درحرکت شنا، ثبات چرخشی تنه است (شکل۱). امتیازات از صفر (عدم اجرای حرکت به علت وجود درد) یک (عدم توانایی اجرای حرکت) دو (اجرای حرکت بدون درد ولی با محدودیت حرکتی) و سه (اجرای حرکت به‌صورت صحیح و کامل) برای فرد در فرم مربوطه ثبت گردید که امتیازات در خاتمه با یکدیگر جمع شده و امتیاز کل محاسبه گردید. به‌علاوه سه آزمون کیلیرینگ نیز طراحی‌شده که شامل حرکت در مفصل شانه (فلکشن، چرخش داخلی)، فلکشن و اکستنشن تنه است تا وجود درد را در هنگام اجرای حرکات فوق ارزیابی و ثبت کند. درصورتی‌که مجموع امتیازات از ۲۰، ١٤ و یا کمتر از آن باشد، فرد مستعد آسیب‌دیدگی شناخته می‌شد(۱۸۲-۱۸٤).

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.28.3.0 ]

شکل۱. آزمون‌های غربالگری عملکرد حرکتی

از ملاک های ورود به تحقیق آزمودنیها در این مطالعه این بود که همه آزمودنی‌های انتخاب‌شده در تحقیق حاضر دارای حداقل ۲ سال سابقه ورزشی با امتیاز کمتر از ۱٤ در آزمون غربالگری عملکردی باشند و همچنین اینکه نمی بایست هیچ گونه سابقه بیماریهای ذهنی، شکستگی، جراحی یا بیماری های مفصلی زانوو یا هر گونه درد در ناحیه زانو داشته باشند .قبل از شرکت در مطالعه پرسشنامه سلامت پزشکی را تکمیل و فرم رضایتنامه شرکت در مطالعه را امضا کردند . ابتدا تمامی آزمودنیها سه روز قبل از تمرینات در یک جلسه با چگونگی طرح تحقیق و انجام پروتکل های تمرینی و روشهای اندازه گیری پارامترها آشنا شدند .همچنین در این جلسه اطلاعات عمومی و مشخصات فردی آنها با استفاده از پرسشنامه مربوطه ثبت و همچنین وزن و قد آزمودنیها اندازه گیری شد .در صورتی که فردی در سه جلسه از تمرینات مداخله ای تحقیق حاضر شرکت نمی کرد از تحقیق کنارگذاشته می شد .شرکت در تمرینات ورزشی باهدف پیشگیری از آسیب و اصلاحی یا رخ دادن هر گونه شکستگی و مشکلات عصبی-عضلانی در حین تحقیق، داشتن هرگونه سابقه آسیب و جراحی در اندام تحتانی به‌ویژه آسیب ACLدر شش ماه گذشته، به دست آوردن نمره بالاتر از ۱٤ در آزمون غربالگری عملکردی منجر به کنار گذاشتن نمونه از تحقیق می شد.

**تعادل**

تعادل پویای آزمودنی ها با استفاده از دستگاه بایودکس (Balance System- SD,100)[1]، شرکت بایودکس ساخت کشور آمریکا) و میزان پایایی بالا (۰/٤٤-۰/۸۹)اندازه‌گیری شد، تعادل پویای آزمودنی‌ها اندازه‌گیری می‌شود به‌طوری‌که از آزمون تعادل پویای تک‌پا بر روی درجه بی‌ثباتی ٤ جهت سنجش تعادل پویا استفاده شد (۱۵). برای انجام این کار نمونه‌های تحقیق سه بار به مدت ۲۰ ثانیه جهت انطباق مرکز ثقل با سطح اتکا روی صفحه تعادل سنج تست را انجام دادند. بین هر تلاش به آزمودنی ۱۰ ثانیه استراحت داده شد (۱۵). میزان نوسان خط عمودی پاسچر بدن از مرکز ثقل و

1. BIODEX



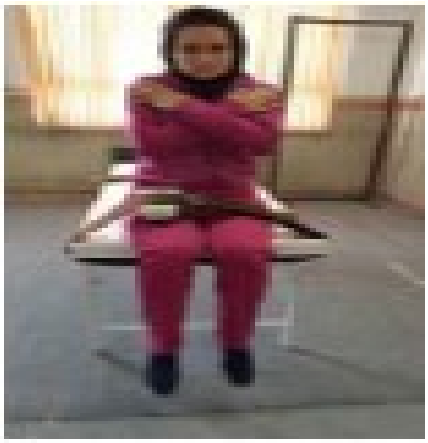
[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.28.3.0 ]

مرکز سطح اتکا روی صفحه ثابت تعادل سنج با پای برتر (۱٦) ثبت شد؛ پس از اتمام سه تلاش نتایج حاصل از داده‌ها در سه وضعیت کلی، جهت‌های قدامی-خلفی و داخلی -خارجی ثبت می‌شود و بهترین نمره به‌عنوان نمره فرد جهت ارزیابی انتخاب شد.

**قدرت**

حداکثر قدرت ایزومتریک عضلات چهارسر(راست رانی)و همسترینگ(دوسررانی) با استفاده از دایناموتر دستی (ساخت آمریکا MMT, North Coast) و (ICC=۰/۹٦ ) با ترتیب تصادفی ارزیابی شد. هر آزمودنی به مدت ۵ ثانیه قدرت عضله موردنظر را حفظ کرده و این حرکت را ۳ بار تکرار و ۳۰ ثانیه استراحت بین هر تکرار برای به حداقل رساندن خستگی به آزمودنی داده شد و درنهایت میانگین رکورد (۱۷) به‌عنوان رکورد فرد ثبت شد.



شکل ۲. ارزیابی قدرت ایزومتریک؛ عضله راست رانی و دوسررانی

تمامی افراد حاضر این تحقیق ۸ هفته تمرینات بازخورد بیرونی و درونی را انجام دادندو در فرایند اجرا نیز، حجم تمرینات (تکرار و مدت زمان) به صورت تدریجی در طول ۸ هفته برنامه تمرینی و با توجه به ویژگی های فردی هر آزمودنی افزایش یافت؛ این تمرینات ۳ جلسه در هفته و هر جلسه به مدت ۱۵-۲۰ دقیقه انجام شد. تمرینات در تمامی



[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.28.3.0 ]

جلسات توسط یک محقق انجام شد. لازم به ذکر است، آزمودنی‌ها قبل از ارزیابی، تمرینات گرم کردن و حرکات کششی پویا شامل را به مدت ۱۵ – ۱۰ دقیقه انجام دادند؛ همچنین با توجه به اثر منفی تکرار زیاد برای بازخورد درونی تا حد امکان تعداد دفعات ارائه بازخورد کاهش یافت. در صورت انجام تکنیک اشتباه، محقق به آزمودنی بازخورد داده و همچنین هر زمان آزمودنی نیاز به بازخورد داشت و درخواست ارائه بازخورد کند از سوی محقق بازخورد دریافت می کند.

**تمرینات بازخورد درونی وبیرونی**

تمرینات با بازخورد درونی: آزمودنی‌های در گروه بازخورد درونی، از سوی محقق آموزش یا بازخوردهایی در طی جلسات تمرین در رابطه با حرکات قسمت‌های بدن نسبت به هم دریافت نمودند؛ برای مثال، زانوی خود را بالای انگشتانشان نگه‌دارند، با زانوی خم‌شده فرود بیایند یا در هنگام فرود پاها به‌اندازه عرض شانه باز کنند در حوزه یادگیری حرکتی این نوع از کانون توجه، توجه درونی تعریف‌شده است (۱۱). در بازخورد درونی، دستورالعمل روی بدن به کار گرفته می‌شود. در هنگام انجام تمرینات عملکردی متداول به آزمودنی بازخوردهای زیر داده شد. تعادل را با توجه بر اندام‌های خودتان حفظ کنید، بر روی دو پا و در زمان یکسان فرود آیید، درحالی‌که بر وضعیت حرکت زانوهایتان توجه نموده‌اید؛ پرش را تا جایی که می‌توانید انجام بدهید؛ در هنگام فرود زاویه ۹۰ درجه فلکشن در ران و زانو ایجاد نمایید؛ درحالی‌که زانوی شما بالای پا قرار دارد؛ فلکشن زانو را انجام دهید فاصله پاهایتان در هنگام فرود به‌اندازه عرض شانه باشد؛ درحالی‌که توجه شما به رسیدن نوک انگشتانتان به بالاترین ارتفاع باشد و بدون والگوس و واروس در زانو تمرینات را انجام دهید پرش ارتفاع انجام دهید (۱۱). در صورت انجام تکنیک اشتباه، محقق به آزمودنی بازخورد دهد، همچنین هر زمان آزمودنی نیاز به بازخورد داشته باشد درخواست ارائه بازخورد کند و از سوی محقق بازخورد دریافت کند. نمونه‌های حاضر این گروه ۸ هفته تمرینات بازخورد داخلی را انجام داد. تمرینات در هر جلسه به مدت ۱۵–۲۰ دقیقه انجام شد. تمرینات در تمامی جلسات توسط یک محقق انجام شد.

تمرینات با بازخورد بیرونی: آزمودنی‌های در گروه بازخورد بیرونی، از سوی محقق آموزش یا بازخوردهایی در رابطه با نتایج حرکت دریافت کرد؛ برای مثال، تصور نمایید در هنگام فرود قصد نشستن بر روی یک صندلی رادارید. در توجه بیرونی، توجه روی یک جسم بیرونی مثلاً یک توپ بود تا توجه به بیرون از بدن انتقال یابد (۱۱). به‌منظور افزایش اثربخشی، تکرار بازخورد مهم است. در هنگام اجرای تمرینات، آزمودنی بازخورد دریافت می‌کند؛ همین‌طور، هر زمان آزمودنی نیاز به دریافت بازخورد را احساس می‌کرد، از سوی محقق بازخورد دریافت می‌نماید. در هنگام انجام تمرینات به آزمودنی بازخوردهای مشابه امثال زیر ارائه می‌گردد: درحالی‌که به رسیدن زانوهایتان نزدیک به مخروط توجه کرده‌اید پرش را انجام دهید؛ روی خطی که بر روی زمین رسم شده است فرود را انجام بدهید؛ سعی نمایید هرکدام از پاهایتان را بر نقاط مشخص‌شده (به‌اندازه عرض شانه) روی زمین در هنگام فرود قرار دهید؛ در هنگام پرش سعی نمایید که به توپ آویزان شده‌ی بالای سرتان با دست ضربه بزنید (۱۱). تمامی افراد حاضر این گروه ۸ هفته تمرینات بازخورد

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.28.3.0 ]

بیرونی را انجام دادند؛ مانند گروه اول این تمرینات ۳ جلسه در هفته و هر جلسه به مدت ۱۵-۲۰ دقیقه انجام شد. تمرینات در تمامی جلسات توسط یک محقق انجام شد.

لازم به ذکر است، آزمودنی‌ها قبل از ارزیابی، تمرینات گرم کردن و حرکات کششی را به مدت ۱۵ – ۱۰ دقیقه انجام دادند و در هر بخش آزمونگر جهت آشنایی آزمودنی‌ها، آزمون را یک‌بار انجام می‌دادند .پروتکل تمرینی برای هردوگروه یکسان بود فقط نوع بازخورد برای هرگروه متفاوت بود.

جدول۱. پروتکل تمرینات بازخورد درونی و بیرونی ورزشکاران در۸هفته

| | تمرین | هفته اول و دوم | هفته سوم وچهارم | هفته پنجم وششم | هفته هفتم و هشتم |
|---|---|---|---|---|---|
| تعادل | ایستادن تک پا روی پلات فوم با چشمان باز/بسته<br>ایستادن دو پا روی بوسوبال با چشمان باز/بسته<br>ایستادن تک پا روی بوسوبال با چشمان باز/بسته<br>ایستادن دو پا/تک پا روی بوسوبال با پاس سینه به سینه | ۲-۳ست/۳۰-۶۰ثانیه | ۲-۳ست/۲۰-۶۰ثانیه | ۲-۳ست/۱۰-۶۰ثانیه | ۲-۳ست/۱۰-۳۰تکرار |
| قدرت | لانچ<br>پرش عمودی با ورتک<br>اسکات دو پا<br>پرش کانترموومنت<br>اسکات تک پا(برای هرپا)<br>اسکات تعادلی<br>پرش دراپ | ۲ست/۱۰تکرار<br>۲ست/۱۰تکرار<br>۲ست/۱۰تکرار<br>۲ست/۸تکرار<br>۲ست/۵تکرار<br>۲ست/۷تکرار<br>۲ست/۱۲تکرار | ۲ست/۱۵تکرار<br>۲ست/۱۵تکرار<br>۲ست/۱۵تکرار<br>۲ست/۱۰تکرار<br>۲ست/۱۰تکرار<br>۲ست/۱۲تکرار<br>۲ست/۱۸تکرار | ۳ست/۱۰تکرار<br>۳ست/۱۰تکرار<br>۳ست/۱۰تکرار<br>۳ست/۱۰تکرار<br>۳ست/۱۵تکرار<br>۳ست/۱۷تکرار<br>۳ست/۱۸تکرار | ۳ست/۱۵تکرار<br>۳ست/۱۵تکرار<br>۳ست/۱۵تکرار<br>۳ست/۱۲تکرار<br>۳ست/۲۰تکرار<br>۳ست/۲۵تکرار<br>۳ست/۲۰تکرار |
| انسجام | همسترینگ نوردیک<br>راه رفتن با تراباند دربالای زانو | | | | ۲-۳ست/۱۰-۳۰تکرار<br>۲۰-۶۰ثانیه تکرار |

*این تمرینات برای گروه بازخورد بیرونی و برای گروه بازخورد درونی یکسان بودند.

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.28.3.0 ]

## تجزیه‌وتحلیل آماری

در این پژوهش اطلاعات خام به‌دست‌آمده از متغیرها با استفاده از نرم‌افزار SPSS تحلیل شد. برای بررسی فرضیه‌های تحقیق از روش آماری تحلیل کوواریانس استفاده شد و نتایج با بهره‌گیری از آمار توصیفی(جداول) و استنباطی(پیش‌فرض‌های نرمالیتی، همگنی واریانس‌ها و استقلال داده‌ها با استفاده از تست‌های شاپیروویلک ، لیون و Run's ) مورد تایید قرار گرفت واز دادهای آزمون پارشال[1] جهت محاسبه اندازه اثر استفاده شد و اندازه اثر بزرگ مشاهده شد . همچنین پیش‌فرض شیب همگنی رگرسیونی قبل از اجرای آزمون آنکوا موردبررسی قرار گرفت .خطای آماری نوع اول کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد. (P<۰/۰۵).از آزمون tزوجی برای قیاس درون گروه ها پیش آزمون با پس آزمون مورد استفاده قرار گرفت که تفاوت در دوگروه معنادار بود (P<۰/۰۵).

## یافته‌ها

پژوهش حاضر، از نظر هدف کاربردی و با توجه به اعمال متغیر مداخله‌ای و انتخاب هدفمند۲۰ نفر آزمودنی ، نیمه تجربی و آینده‌نگر است. آزمودنی ها در دوگروه بازخورد درونی (انحراف معیار ± میانگین ؛ سن=۰/۷۸±۱۵/۷۳، جرم بدن=/۰۹±۶۱/۳۸، قد=۶۹/۶۸±۱۶۴/۴۰) و بازخورد بیرونی (میانگین± انحراف معیار؛ سن=۱/۳۳±۱۴/۷۰، جرم بدن=۸/۳۸±۵۶/۳۱، قد=±۶/۰۲±۱۶۱/۶۶) به مدت ۸ هفته (سه جلسه درهر هفته) پروتکل تمرینی را اجرا کردند (جدول۵).

جدول ۲. نتایج آنالیز کوواریانس جهت بررسی تأثیر تمرینات بازخوردی داخلی عصبی_عضلانی و تمرینات بازخوردی خارجی عصبی_عضلانی قدرت و تعادل پویا مفصل زانو دختران بسکتبالیست

| متغییر | گروه | پیش آزمون(انحراف معیار±میانگین) | پس آزمون (انحراف معیار± میانگین) | آماره F | p- مقدار | اندازه اثر |
|---|---|---|---|---|---|---|
| تعادل پویا(کلی) | بازخورد خارجی | ۵۰/۴۵±۱۳/۸۱ | ۱/۵±۰/۶۹ | ۱۶/۲۶۷ | ۰/۰۰۱ | ۰/۱۴ |
| | بازخورد داخلی | ۵۰/۰۰±۱۴/۶۸ | ۱/۵۹±۰/۵۸ | ۲۱/۰۴۷ | ۰/۰۰۱ | ۰/۳۵ |
| تعادل پویا (قدامی/خلفی) | بازخورد خارجی | ۱/۹±۰/۷۱ | ۱/۱۱±۰/۵۳ | ۱۳/۱۷۸ | ۰/۰۰۱ | ۰/۲۵ |
| | بازخورد داخلی | ۱/۷±۰/۵۹ | ۱/۳۱±۰/۴۱ | ۱۹/۷۲۵ | ۰/۰۰۱ | ۰/۵۲ |
| تعادل پویا(داخلی/خارجی) | بازخورد خارجی | ۱/۵۲±۰/۵۸ | ۰/۷۱±۰/۳۲ | ۱۲/۷۹۲ | ۰/۰۰۱ | ۰/۴۴ |
| | بازخورد | ۱/۵۳±۰/۴۵ | ۰/۸۹±۰/۴۲ | ۱۷/۰۱۲ | ۰/۰۰۱ | ۰/۷۸ |

1. Partial



[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.28.3.0 ]

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | داخلی | | | | | |
| قدرت چهار سر(کیلوگرم) | بازخورد خارجی | ۱/۱٤±۰/٤۱ | ۰/۹۱±٦/٦٤ | ۱۰۳/٥۲۰ | ۰/۰۰۱ | ۰/۳۲۸ |
| | بازخورد داخلی | ۱/۱۱±۰/٤۳ | ۰/۹۸±٦/٤۲ | ۹۸/٤٦۱ | ۰/۰۰۱ | ۰/٥٦٥ |
| قدرت همسترینگ(کیلوگرم) | بازخورد خارجی | ۲/۱٦±۰/٦۷ | ۱/۰٥ ±۷/۸٦ | ۱۱۱/۹۰۲ | ۰/۰۰۱ | ۰/٤٤۰ |
| | بازخورد داخلی | ۲/۲۷±۰/٦۷ | ۰/۹٥±۷/۱۳ | ۱۰۰/۱۰۹ | ۰/۰۰۱ | ۰/۷۰٤ |

نتایج آزمون آنالیز کوواریانس نشان داد که تعادل پویا و قدرت بین دو گروه بازخورد داخلی و بازخورد خارجی دارای تفاوت معنا داری می باشد (p<۰/۰٥) ، (جدول٦).

**تفاوت پیش آزمون و پس آزمون تعادل**

نتایج آزمون tزوجی نشان داد که تعادل کلی در گروه بازخورد خارجی در پس آزمون به طور معناداری نسبت به پیش آزمون ۰/۳٤٥درصد (t=۸/۸٥وp=۰/۰۰۱) و در گروه بازخورد داخلی در پس آزمون به طور معناداری نسبت به پیش آزمون ۰/۱۹درصد پیشرفت داشته است (t=٦/۰٤۲وp=۰/۰۰۱). تعادل قدامی /خلفی در گروه بازخورد خارجی در پس آزمون به طور معناداری نسبت به پیش آزمون ۰/٤۰۹درصد (t=۱۱/۱۱۲وp=۰/۰۰۱)و در گروه بازخورد داخلی در پس آزمون به طور معناداری نسبت به پیش آزمون ۰/۲۲درصد پیشرفت داشته است(t=۸/۸۲۰وp=۰/۰۰۱). تعادل داخلی/خارجی در گروه بازخورد خارجی در پس آزمون به طور معناداری نسبت به پیش آزمون ۰/٤۲۷درصد(t=۹/۱۱۳وp=۰/۰۰۱) و در گروه بازخورد داخلی در پس آزمون به طور معناداری نسبت به پیش آزمون ۰/۲۲درصد پیشرفت داشته است (t=٤/٤۹۱وp=۰/۰۰۲).

**تفاوت پیش آزمون و پس آزمون قدرت**

قدرت عضله کوادریسپس در گروه بازخورد خارجی در پس آزمون به طور معناداری نسبت به پیش آزمون ۲/۰۷ درصد (t=۷٤/۹۳وp=۰/۰۰۱) و در گروه بازخورد داخلی در پس آزمون به طور معناداری نسبت به پیش آزمون ۱/۸۲درصد پیشرفت داشته است (t=۸٤/۳۲وp=۰/۰۰۱). قدرت عضله همسترینگ در گروه بازخورد خارجی در پس آزمون به طور معناداری نسبت به پیش آزمون ۲/۱٦ درصد (t=۱۳٦/۱p=۰/۰۰۱) و در گروه بازخورد داخلی در پس آزمون به طور معناداری نسبت به پیش آزمون ۱/۹٥درصد پیشرفت داشته است(t=۱۳٥/۹وp=۰/۰۰۱).

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.28.3.0 ]

## بحث

هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر ۸ هفته تمرینات بازخوردی عصبی-عضلانی داخلی و خارجی بر تعادل پویا و قدرت در دختران بسکتبالیست کرمان با ریسک آسیب زیاد بود که طبق یافته‌های به‌دست‌آمده در تحقیق حاضر مشخص شد که تمرینات بازخوردی خارجی عصبی-عضلانی پیشرفت بیشتری در بهبود تعادل پویا نسبت به گروه تمرینات بازخورد داخلی در دختران بسکتبالیست داشته اند. همچنین این برنامه تمرینی پیشرفت معنی داری در پس آزمون بعد از ۱۲ جلسه تمرین نسبت به پیش آزمون نشان دادند. تعادل توسط پاسخ‌های عصبی عضلانی، پردازش مرکزی و ورودی حسی از گیرنده‌های محیطی کنترل می‌شود که (به‌عنوان‌مثال ورودی حسی) از سیستم دهلیزی، بینایی و سیستم حس عمقی می‌باشد (۱۸) و تمرینات تعادل غالباً به‌عنوان بخشی از تمرینات عصبی عضلانی و تمرینات حس عمقی انجام می‌شود که ترکیبی از تعادل، قدرت، پلیومتریک، چابکی است (۱۹, ۲۰).در همین راستا می‌توان بیان کرد تعادل پویا به حفظ تعادل در حین حرکت اشاره دارد و این به پایداری وضعیتی بدن بستگی دارد که منوط به کنترل عصبی عضلانی، جابجایی تمام بخش‌های بدن در حین حرکت است (۲۱) و بهبود ثبات یک‌پا را می‌توان با یک مداخله تمرینی عصبی عضلانی و ترکیب آن با تمرینات اغتشاشی تعادلی بر روی سطح ناپایدار به دست آورد (۲۲).

در تحقیق حاضر بهبود تعادل با تمریناتی از قبیل اسکات تک‌پا و جفت‌پا، فرود جفت‌پا و غیره به‌وسیله بازخورد دادن به آزمودنی‌ها با تمرکز خارجی اجرا شد. این تمرینات در زنجیره حرکتی بسته با کنترل بر دامنه حرکات اندام تحتانی به‌خصوص مفصل زانو صورت گرفت. همچنین، کنترل حرکات اضافه حین انجام تکالیف در مفاصل اندام تحتانی و حفظ راستای درست مفاصل برای جلوگیری از حرکات آسیب‌رسان است که باعث جلوگیری از والگوس بیش‌ازحد زانو، جلوتر رفتن زانو حین انجام تکالیف از حد انگشتان پا و ابداکشن بیش‌ازحد ران در آزمودنی‌ها می‌شود .به‌علاوه، فلکشن ران و زانو حین انجام تکالیف بهبود یافت. همه این عوامل موجب بهبود حس عمقی شده است .تمرینات اصلاح الگوی حرکت سیستم حسی حرکتی را تحریک می‌کند و موجب افزایش هماهنگی و سفتی مفصلی می‌شود(۲۳). تمریناتی مانند فرود و اسکات تک‌پا نیازمند عملکرد بهینه سیستم‌های عصبی عضلانی و حس عمقی در زانو است که افزایش این فاکتورها از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر حفظ تعادل هنگام انجام تکالیف است(۲٤, ۲۵).

یکی از فاکتورهای مرتبط به تعادل حس عمقی می باشد. حس عمقی بیشتر به گیرنده‌های عضله و در وهله بعد گیرنده‌های مفصل وابسته است. در حین انجام حرکات فعال، نقش گیرنده‌های عضلانی مهم‌تر خواهد بود. هنگام کشیده شدن عضلات در سیکل‌های حرکتی، نرخ تحریک دوک عضلانی بیشتر از حالتی است که عضلات در طول کوتاه خود باشند بر اساس فرضیه عمل محدودشده انتخاب تمرکز بیرونی یک مداخله آگاهانه در حرکات فرآیندهای کنترلی ایجاد می‌کند که به‌طور طبیعی حرکات مؤثرتر و بهتری را تنظیم می‌نماید؛ به بیان‌دیگر، تلاش برای کنترل فعالانه حرکات به فرایندهای کنترل خودکار لطمه میزند. انتخاب تمرکز بیرونی موجب نوعی کنترل خودکار می‌شود که سبب برتری فرایندهای غیرآگاهانه و غیر اختیاری می‌شود و به فرد اجازه می‌دهد تا حرکات را در یک دامنه وسیع‌تر کنترل نماید؛ درنتیجه، اجرا و یادگیری بهبود می‌یابد (۲٦). با توجه به ماهیت پروتکل تمرینی همراه با بازخورد درونی می‌توان نتیجه



[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.28.3.0 ]

گرفت که بهبود حس عمقی با استفاده از بازخورد درونی به دلیل کنترل آگاهانه حرکت مشکل است (۲۶). در همین راستا بررسی تأثیر استراتژی‌های تمرکز توجه بر عملکرد در پرش طول پرداختند، نتایج افزایش مسافت پرش را در گروه بازخورد خارجی و گروه بازخورد داخلی نشان داد (۲۷). همچنین اثر تمرکز داخلی و خارجی بر زمان انجام حرکت سبب کاهش زمان اجرای حرکت را در گروه بازخورد خارجی و گروه بازخورد داخلی می‌شوند (۲۸). همچنین ویلینگ و همکاران (۳۱) در پژوهشی به بررسی اثر بازخورد درونی، بازخورد بیرونی و بازخورد ویدئویی بر تکنیک و عملکرد فرود پرداختند. نتایج آن‌ها بهبود در تکنیک پرش و فرود را در زنان گروه‌های بازخورد بیرونی و بازخورد ویدئویی نشان داد. ارتفاع پرش در گروه بازخورد ویدئویی وزنان در گروه بازخورد بیرونی افزایش یافت (۲۶). که بامطالعه حاضر همسو بودند. مطالب گفته شده دلیلی بر بهبود بیشتر فاکتور تعادل بعد از تمرینات با بازخورد خارجی دارد.

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که تمرینات بازخورد خارجی منجر به بهبود بیشتری در میزان قدرت عضلات چهار سر رانی و همسترینگ در بسکتبالیست های دختر با ریسک آسیب زیاد می شوند. در تحقیقات پیشین پژوهشگران نتیجه گرفتند که کاهش قدرت همسترینگ نسبت به عضلات چهار سر ران به‌عنوان یک مکانیسم بالقوه برای افزایش آسیب‌دیدگی اندام تحتانی(۲۹-۳۳) و احتمال آسیب‌دیدگی رباط صلیبی قدامی در ورزشکاران زن نقش دارد همچنین پایداری مفصل از طریق انقباض هم‌زمان عضلات همسترینگ و عضلات چهار سر ران ممکن است در شرایطی که مفصل با فعال شدن زیاد عضلات چهار سر ران روبرو شده یا ساختارهای غیرفعال به خطر بیفتد، ضروری باشد (۳٤, ۳۵). افزایش نیروی همسترینگ طی خم شدن در مرحله فرود و پرش‌های شبیه‌سازی‌شده فشار نسبی وارد به رباط صلیبی قدامی را تا حد زیادی کاهش می‌دهد (۳٦). نظریه پیشنهادی دیگر در رابطه با عدم تعادل عصبی-عضلانی و افزایش خطر آسیب رباط صلیبی قدامی در زنان به‌کارگیری نسبتاً کم فلکسورها به اکستنسورهای زانو است که ممکن است بازتابی از اوج گشتاور خروجی نسبت عضلات همسترینگ به عضلات چهار سر ران در زنجیره بسته باشد (۳۷, ۳۸). همچنین بیشتر از همه، روش‌های مبتنی بر تقویت کنترل عصبی عضلانی و حس عمقی نشان داده‌شده است خطر آسیب رباط صلیبی قدامی را تا ۵۱٪ کاهش می‌دهد (۸, ۳۹-٤۱) ، بهبود الگوهای حرکت عضله و افزایش ثبات پویای اندام تحتانی (٤۲) ، درنتیجه بهبود فعالیت عضلانی واکنشی به دلیل شناسایی سریع اختلالات غیرمنتظره توسط دوک عضله است (٤۳, ٤٤). موارد ذکر شده از دلایل موثر بودن تمرینات با بازخورد خارجی بر بهبود قدرت عضلات زانو می باشد. در طول یک کار خاص ورزشی، انقباض مشترک یک استراتژی کنترل موتور را نشان می‌دهد تا به‌صورت پویا یک مفصل را تثبیت و محافظت کند. هنگامی‌که مفصل تحت بار زیاد یا نیروهای برشی قرار می‌گیرد، انقباض هم‌زمان ثبات زانو را بهبود می‌بخشد (۳۰). همچنین یکی از مؤثرترین الگوها برای ایجاد ثبات پویا در زانو در هنگام واروس و والگوس، انقباض عضله چهار سر ران نسبت به همسترینگ است. انقباض نامتعادل این دو عضله نسبت به هم می‌تواند منجر به افزایش بارهای وارد به زانو و افزایش فشار در رباط صلیبی قدامی شود (٤۵, ٤٦). استفاده از برنامه عصبی عضلانی پیشگیری از آسیب زانو منجر به بهبود تعادل پویا، توانایی‌های حس عمقی، انعطاف‌پذیری و توانایی‌های

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.28.3.0 ]

بیومکانیکی مرتبط با آسیب‌های ACL می‌شود که سبب بهبود عملکرد ورزشی در بین بازیکنان زن بسکتبال (۷) و کاهش آسیبACL در ورزشکاران زن جوان می‌شود (٤٧).

یافته‌های فوق نشان می دهد که تمرینات بازخورد خارجی منجر به بهبود تعادل و قدرت بیشتری می شود و ممکن است بر پیشگیری از آسیب لیگامنت صلیبی قدامی موثرتر و مفید تر از تمرینات بازخورد داخلی باشد.

از جمله محدودیت های موجود در این تحقیق می توان به اینکه امکان کنترل فعالیت‌های غیرورزشی روزانه آزمودنی‌ها از قبیل فعالیت‌های تحصیلی و شغلی وجود نداشت اما به آزمودنی‌ها توصیه شد که ٤٨ ساعت قبل از انجام آزمون فعالیت سنگین نداشته باشند،امکان کنترل تغذیه یکسان برای افراد در روز قبل از اجرای آزمون وجود نداشت اما جهت کاهش اثرات منفی این فاکتور به‌تمامی نمونه‌های تحقیق توصیه شد که یک برنامه غذایی نرمال داشته باشند و از مصرف مواد غذایی محرک کافئین دار مانند قهوه خودداری کنند،امکان کنترل شرایط ذهنی و روانی افراد در زمان آزمون وجود نداشت اما از آزمودنی‌ها خواسته شد تا با آرامش و تمرکز کامل و بدون هیچ‌گونه استرسی اجرای خود را انجام دهند.ایجاد شرایط واقعی از رشته ورزشی در محیط آزمایشگاهی امکان‌پذیر نبود اما با شبیه‌سازی مانورها به مانورهای ورزشی و ایجاد انگیزه در آزمودنی‌ها، سعی شد تا آزمودنی اجرایی شبیه عملکرد خودش در زمین بسکتبال انجام دهد،اشاره شود.

درهر حال نیاز است در مطالعات آینده تأثیر هم‌زمان تمرینات بازخوردی خارجی و داخلی بر نسبت قدرت همسترینگ بر کوادریسپس با استفاده از دستگاه الکترومایوگرافی ،تأثیر تمرینات بازخوردی خارجی و داخلی عصبی عضلانی هم‌زمان در دو گروه بسکتبالیست‌های با ریسک آسیب کم‌وزیاد ،تأثیر تمرینات بازخوردی خارجی و داخلی هم‌زمان در دو گروه بسکتبالیست مرد و زن با ریسک آسیب کم‌وزیاد مورد بررسی وارزیابی قرار گیرند.

## نتیجه‌گیری

از نتایج تحقیق حاضر می‌توان نتیجه گرفت که تمرینات بازخورد داخلی و خارجی عصبی–عضلانی سبب بهبود تعادل پویا و قدرت در زانو بسکتبالیست‌های دختر می‌شوند و نتایج حاصله از تحقیق نشان داد که تمرینات با بازخورد خارجی مؤثرتر از تمرینات با بازخورد داخلی می‌باشند. لذا توصیه می‌شود این تمرینات به‌وسیله‌ی بازیکنان بسکتبالیست‌های زن جهت افزایش تعادل پویا و قدرت مورداستفاده قرار گیرد. با توجه به اینکه رشته ورزشی بسکتبال جز ورزش‌های گروهی و همچنین سرعتی دسته‌بندی می‌شود و ورزشکاران ممکن است تمرکز و توجه کافی در انجام حرکات در برخی زمان‌های بازی نداشته باشند لذا به مربیان این رشته توصیه می‌شود که هنگام گرم کردن برنامه تمرینی عصبی عضلانی همراه با بازخورد خارجی را به ورزشکاران آموزش دهند و در حین تمرینات از آن استفاده کنند تا منجر به بهبود ریسک فاکتورهای تعادل و قدرت عضلات زانو و نهایتاً پیشگیری از آسیب شوند.



[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.28.3.0 ]

## تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله از عزیزانی که در انجام این پژوهش همکاری نمودند، به ویژه کلیه آزمودنی ها که در این مطالعه شرکت داشتند و زحمات زیادی را در این راستا متحمل شدند،صمیمانه کمال تشکر و قدردانی را دارند.

## References

1. Gray Cook LB, Hoogenboom BJ, Voight M. Functional movement screening: the use of fundamental movements as an assessment of function-part 1. International journal of sports physical therapy. 2014;9(3):396DOI: 10.1007/s40279-021-01529-3.
2. Baharuddin MY, Junaid SN. Effect of neuromuscular training to prevent anterior cruciate ligament injury among female athletes. Jurnal Sains Sukan & PendidikanJasmani.2018;7(2):7684.DOI:https://doi.org/10.37134/jsspj.vol7.2.8.2018
3. Greska EK, Nelson Cortes D, Van Lunen BL, Oñate JA. A feedback inclusive neuromuscular training program alters frontal plane kinematics. Journal of strength and conditioning research. 2012;26(6):1609.DOI: 10.1519/JSC.0b013e318234ebfb
4. Michaelidis M, Koumantakis GA. Effects of knee injury primary prevention programs on anterior cruciate ligament injury rates in female athletes in different sports: a systematic review. Physical Therapy in Sport. 2014;15(3):200-10. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2013.12.002
5. Blackburn T, Guskiewicz KM, Petschauer MA, Prentice WE. Balance and joint stability: the relative contributions of proprioception and muscular strength. Journal of sport rehabilitation. 2000;9(4):315-28.DOI: https://doi.org/10.1123/jsr.9.4.315
6. Rochcongar P, editor Isokinetic thigh muscle strength in sports: a review. Annales de readaptation et de medecine physique: revue scientifique de la Societe francaise de reeducation fonctionnelle de readaptation et de medecine physique; 2004. DOI: https://doi.org/10.1016/j.annrmp.2004.05.013
7. Hadzovic M, Ilic P, Lilic A, Stankovic M. The effects of a knee joint injury prevention program on young female basketball players: a systematic review. Journal of Anthropology of Sport and Physical Education. 2020;4(1):51-6. DOI: 10.26773/jaspe.200109
8. Donnell-Fink LA, Klara K, Collins JE, Yang HY, Goczalk MG, Katz JN, et al. Effectiveness of knee injury and anterior cruciate ligament tear prevention programs: a meta-analysis. PloS one. 2015;10(12):e0144063. DOI:https://doi.org/10.1371/journal.pone.0144063
9. Gilchrist J, Mandelbaum BR, Melancon H, Ryan GW, Silvers HJ, Griffin LY, et al. A randomized controlled trial to prevent noncontact anterior cruciate ligament injury in female collegiate soccer players. The American journal of sportsmedicine.2008;36(8):1476-83. DOI:https://doi.org/10.1177/0363546508318188
10. Myer GD, Ford KR, PALUMBO OP, Hewett TE .Neuromuscular training improves performance and lower-extremity biomechanics in female athletes. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2005;19(1):51-60.DOI: 10.1519/13643.1
11. Benjaminse A, Otten B, Gokeler A, Diercks RL, Lemmink KA. Motor learning strategies in basketball players and its implications for ACL injury prevention: a randomized controlled trial. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2017;25(8):2365-76.DOI: 10.1007/s00167-015-3727-0
12. Wulf G, Dufek JS, Lozano L, Pettigrew C. Increased jump height and reduced EMG activity with an external focus. Human movement science. 2010;29(3):440-8.DOI: 10.1016/j.humov.2009.11.008
13. Mohammadi H,Daneshmandi H,Alizadeh.Effect of Corrective Exercises Program on Strength, ROM, and Performance in Basketball Players with Dynamic Knee Valgus. J Rehab Med. 2019; 8(3): 29-41.(persian).DOI: 10.22037/JRM.2019.111286.1887
14. Ezadpanah A, Moazami M, Khoshraftar Yazdi N. Effect of a period of therapeutic exercise and detraining after that on balance in the women with knee osteoarthritis. mrj 2016; 9 (S1) :101-109. (Persian).DOI: http://mrj.tums.ac.ir/article-1-5405-fa.html

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.28.3.0 ]

15. Gharakhanlou R, Daneshmandi H, Alizadeh M. Prevention and treatment of sports injuries.2020.(BOOK).

16. Bell DR, Padua DA, Clark MA. Muscle strength and flexibility characteristics of people displaying excessive medial knee displacement. Archives of physical medicine and rehabilitation. 2008;89(7):1323-8.DOI: 10.1016/j.apmr.2007.11.048
17. Proske U, Gandevia SC. The proprioceptive senses: their roles in signaling body shape, body position and movement, and muscle force. Physiological reviews. 2012.DOI: 10.1152/physrev.00048.2011
18. Mandelbaum BR, Silvers HJ, Watanabe DS, Knarr JF, Thomas SD, Griffin LY, et al. Effectiveness of a neuromuscular and proprioceptive training program in preventing anterior cruciate ligament injuries in female athletes: 2-year follow-up. The American journal of sports medicine. 2005;33(7):1003-10. DOI: 10.1177/0363546504272261
19. Zech A, Hübscher M, Vogt L, Banzer W, Hänsel F, Pfeifer K. Balance training for neuromuscular control and performance enhancement: a systematic review. Journal of athletic training. 2010;45(4):392-403.DOI: 10.4085/1062-6050-45.4.392
20. Davlin CD. Dynamic balance in high level athletes. Perceptual and motor skills. 2004;98(3_suppl):1171-6.DOI: 10.2466/pms.98.3c.1171-1176
21. Paterno MV, Myer GD, Ford KR, Hewett TE. Neuromuscular training improves single-limb stability in young female athletes. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy. 2004;34(6):305-16.DOI: 10.2519/jospt.2004.34.6.305
22. Hrysomallis C. Relationship between balance ability, training and sports injury risk. Sports medicine. 2007;37(6):547-56.DOI: 10.2165/00007256-200737060-00007
23. Holm I, Fosdahl MA, Friis A, Risberg MA, Myklebust G, Steen H. Effect of neuromuscular training on proprioception, balance, muscle strength, and lower limb function in female team handball players. Clinical Journal of Sport Medicine. 2004;14(2):88-94.DOI: 10.1097/00042752-200403000-00006
24. Barendrecht M, Lezeman HC, Duysens J, Smits-Engelsman BC. Neuromuscular training improves knee kinematics, in particular in valgus aligned adolescent team handball players of both sexes. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2011;25(3):57584.DOI: 10.1519/JSC.0b013e3182023bc7
25. Welling W, Benjaminse A, Gokeler A, Otten B. Enhanced retention of drop vertical jump landing technique: a randomized controlled trial. Human movement science. 2016;45:84-95.DOI: 10.1519/JSC.0b013e3182023bc7
26. Wu WF, Porter JM, Brown LE. Effect of attentional focus strategies on peak force and performance in the standing long jump. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2012;26(5):1226-31. DOI: 10.1519/JSC.0b013e318231ab61
27. Porter J, Nolan R, Ostrowski E, Wulf G. Directing attention externally enhances agility performance: A qualitative and quantitative analysis of the efficacy of using verbal instructions to focus attention. Frontiers in psychology. 2010;1:216.DOI: 10.3389/fpsyg.2010.00216
28. Ford KR, Myer GD, Schmitt LC, van den Bogert AJ, Hewett TE. Effect of drop height on lower extremity biomechanical measures in female athletes. Medincine and Science in Sports and Exercise. 2008;40(5):S80.DOI:0.1249/01.mss.0000321794.25134.e4
29. Ford KR, Van den Bogert J, Myer GD, Shapiro R, Hewett TE. The effects of age and skill level on knee musculature co-contraction during functional activities: a systematic review .British journal of sports medicine. 2008;42(7):561-6.DOI: 10.1136/bjsm.2007.044883
30. Knapik JJ, Bauman CL, Jones BH, Harris JM, Vaughan L. Preseason strength and flexibility imbalances associated with athletic injuries in female collegiate athletes. The American journal of sports medicine. 1991;19(1):76-8.DOI: 10.1177/036354659101900113
31. Myer GD, Ford KR, Foss KDB, Liu C, Nick TG, Hewett TE. The relationship of hamstrings and quadriceps strength to anterior cruciate ligament injury in female athletes. Clinical journal of sport medicine. 2009;19(1):3-8.DOI: 10.1097/JSM.0b013e318190bddb
32. Söderman K, Alfredson H, Pietilä T, Werner S. Risk factors for leg injuries in female soccer players: a prospective investigation during one out-door season. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2001;9(5):313-21.DOI: 10.1007/s001670100228

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.28.3.0 ]

33. Sell TC, Ferris CM, Abt JP ,Tsai YS, Myers JB, Fu FH, et al. Predictors of proximal tibia anterior shear force during a vertical stop-jump. Journal of Orthopaedic Research. 2007;25(12):1589-97.DOI: 10.1002/jor.20459
34. Withrow TJ, Huston LJ, Wojtys EM, Ashton-Miller JA. The relationship between quadriceps muscle force, knee flexion, and anterior cruciate ligament strain in an in vitro simulated jump landing. The American journal of sports medicine. 2006;34(2):269-74.DOI: 10.1177/0363546505280906
35. Withrow TJ, Huston LJ, Wojtys EM, Ashton-Miller JA. Effect of varying hamstring tension on anterior cruciate ligament strain during in vitro impulsive knee flexion and compression loading. The Journal of Bone and Joint Surgery American volume. 2008;90(4):815DOI: 10.2106/JBJS.F.01352.
36. Malinzak RA, Colby SM, Kirkendall DT, Yu B, Garrett WE. A comparison of knee joint motion patterns between men and women in selected athletic tasks. Clinical biomechanics. 2001;16(5):438-45.DOI: 10.1016/s0268-0033(01)00019-5
37. Hewett TE, Stroupe AL, Nance TA, Noyes FR. Plyometric training in female athletes: decreased impact forces and increased hamstring torques. The American journal of sports medicine. 1996;24(6):765-73.DOI: 10.1177/036354659602400611
38. Hewett TE, Lindenfeld TN, Riccobene JV, Noyes FR. The effect of neuromuscular training on the incidence of knee injury in female athletes. The American journal of sports medicine.1999.699-706:(6)27.DOI: 10.1177/03635465990270060301
39. Nessler T, Denney L, Sampley J. ACL injury prevention: what does research tell us? Current reviews in musculoskeletal medicine. 2017;10(3):281-8.DOI: 10.1007/s12178-017-9416-5
40. Letafatkar A, Rajabi R, Minoonejad H, Rabiei P. Efficacy of perturbation-enhanced neuromuscular training on hamstring and quadriceps onset time, activation and knee flexion during a tuck-jump task. International journal of sports physical therapy. 2019;14(2):214.DOI: 10.26603/ijspt20190214.
41. Olsen O-E, Myklebust G, Engebretsen L, Holme I, Bahr R. Exercises to prevent lower limb injuries in youth sports: cluster randomised controlled trial. Bmj. 2005;330(7489):449DOI:https://doi.org/10.1007/s40279-021-01529-3
42. Hurd WJ, Chmielewski TL, Snyder-Mackler L. Perturbation-enhanced neuromuscular training alters muscle activity in female athletes. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2006;14(1):60-9 .DOI: 10.1007/s00167-005-0624-y
43. Beard DJ, Dodd C, Trundle HR, Simpson A. Proprioception enhancement for anterior cruciate ligament deficiency. A prospective randomised trial of two physiotherapy regimes. The Journal of bone and joint surgery British volume. 1994;76(4):654-9.DOI:https://doi.org/10.1302/0301-620X.76B4.8027158
44. Palmieri-Smith RM, McLean SG, Ashton-Miller JA, Wojtys EM. Association of quadriceps and hamstrings cocontraction patterns with knee joint loading. Journal of athletic training. 2009;44(3):256-63.DOI: 10.4085/1062-6050-44.3.256
45. Lloyd DG ,Buchanan TS, Besier TF. Neuromuscular biomechanical modeling to understand knee ligament loading. Medicine and science in sports and exercise. 2005;37(11):1939-47.DOI: 10.1249/01.mss.0000176676.49584.ba
46. Sugimoto D, Myer GD, Foss KDB, Hewett TE. Specific exercise effects of preventive neuromuscular training intervention on anterior cruciate ligament injury risk reduction in young females: meta-analysis and subgroup analysis. British journal of sports medicine. 2015;49(5):282-9.DOI: 10.1136/bjsports-2014-093461


[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]

[ DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.28.3.0 ]