Journal of
Sport Biomechanics

Winter 2022. Vol 7. Issue 4

Research Paper

# Comparison of the Impulse the New BETA Volleyball Designed With Other Volleyballs Samples

*Mohsen Bargahmadi[1], Ehsan Fakhri Mirzanag[1], Safa Seraj Mahdizadeh[2]

1. Department of Sport Management and Biomechanics, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
2. CEO of Tanin Peak Sabalan (BETA Sport Balls), Ardabil, Iran

Use your device to scan and read the article online

**Citation:** Bargahmadi M, Fakhri Mirzanag E, Seraj Mahdizadeh S. [Comparison of the Impulse the New BETA Volleyball Designed With Other Volleyballs Samples (Persian)]. Journal of Sport Biomechanics. 2022; 7(4):280-289. https://doi.org/10.32598/biomechanics.7.4.326.1

https://doi.org/10.32598/biomechanics.7.4.326.1

CC BY NC

**Article Info:**
**Received:** 21 Sep 2021
**Accepted:** 19 Dec 2021
**Available Online:** 01 Mar 2022

**Keywords:**
New volleyball, Impulse, BETA

## ABSTRACT

**Objective** The sport of volleyball requires constant contact of sports balls with the hands of athletes, Therefore, the sports balls used in volleyball can play an important role in the performance of athletes. therefore, the aim of the present study is to compare the impulse of the new BETA volleyball designed with other samples volleyballs using the Bertak model force plate made in the United States

**Methods** Examples of Mikasa volleyballs, model V200W, made in Japan, Fox volleyball, model Spain, made in France and Old and new BETA volleyballs made in Iran with a weight range of 260 to 270 grams with a circumference of 66 cm were used in the present study, Finally, the impulses of volleyballs were compared using a Bertek model force plate machine.

**Results** In line with the findings of the present study, there is a significant difference between the impulse of the sample of the new BETA volleyball ball designed at compared to the volleyball sample of the old beta design in the direction of the vertical axis (P=0.014). in this regard, the post hoc test showed that there is no statistically significant difference between the sample of the new BETA volleyball at compared to the sample of Fox volleyball (P=0.102) and Mikasa volleyball that is used in official competitions (P=0.662).

**Conclusion** Therefore, the use of a new BETA volleyball designed to reduce the rate of sports injuries is recommended to all coaches, referees, athletes and officials in the field of volleyball.

## Extended Abstract

### 1. Introduction

In volleyball, athletes change their body position and orientation to interact with the ball. The result of interaction depends on how the player contacts the ball, the speed of the ball (size and direction of contact), and the mechanical properties of volleyball. Collisions occur at low to high velocity during service or after an attack. The ball material may affect the ability of athletes to maintain the ball in these conditions [1]. Different models of sports balls had used during training and competitions. The difference in COR between the balls can affect the amount of force a player must apply to a particular ball. As a result, understanding the mechanical behavior of different volleyballs when colliding may be helpful for coaches and athletes [1].

* *Corresponding Author:*
**Mohsen Bargahmadi**
**Address:** Department of Sport Management and Biomechanics, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
**Tel:** +98 (453) 2322057
**E-mail:** barghamadi@uma.ac.ir

The mechanical properties of volleyballs may affect the risk of injury. When a volleyball hits an athlete's body, forces and energies had transferred to anatomical structures, including skin, muscles, tendons, ligaments, and bones. These may lead to sports injury, so the mechanical properties of volleyballs, especially the stiffness of the ball to reduce the forces on the limbs of athletes, can play a role in causing injury [1, 2]. Therefore, this study aimed to compare the impetus of new beta volleyball designed with other volleyballs available to reduce the rate of sports injuries in volleyball athletes.

## 2. Method

Samples of Mikasa volleyballs model V200W made in Japan, Fox volleyballs model Spain made in France, and old and new BETA volleyballs made in Iran with a weight range of 260 to 270 grams with a circumference of 66 cm had used in the present study. The balls had compared using the Bertek impulse model force plate device. Descriptive and inferential statistics had used to analyze the obtained data using SPSS software version 26 with a significance level of P≥0.05. The normality of data distribution had determined by the Shapiro-Wilk test. One-way analysis of variance and LSD post hoc test was used to see a difference between the groups.

## 3. Results

Based on Table 1, the results showed: Deformity of all four volleyball samples after leaving the impact test machine had no significant difference between the four groups in terms of deformity (P=0.85). There was no statistically significant difference between the new BETA volleyball design mutations compared to the samples in the study (P=0.55). In other words, the deformity and mutation of all four volleyball samples to enter the present research are close according to the tests performed and met the standards set by the Fédération Internationale de Volleyball (FIVB). There was no significant difference in terms of deformity and mutation.

This study showed no statistically significant difference between the impulse of the new beta volleyball sample with the old beta volleyball sample and the Fox and Mikasa volleyballs in the direction of the vertical axis (P=0.053).

In this regard, the post hoc test showed a statistically significant difference between the impulse of the new BETA volleyball design compared to the old BETA volleyball designed in the vertical axis (P=0.014). There is no significant difference between the sample of the new BETA volleyball compared to the sample of Fox volleyball (P=0.102) and Mikasa volleyball (P=0.662) which is used in official competitions.

## 4. Discussion

Based on the research, few studies had done on material and impulse calculation in sports balls. In 2014, Koizumi et al. examined the impulse force of modern soccer balls designed by Adidas, including the new football balls Jabloni, Kafusa, Tim Gist, and Pilist. An impact robot equipped with a dynamometer had used to measure the momentum during impact. They reported significant differences between the impulses of different types of footballs, which is in line with the present study results. The differences in the balls can be related to the structure and material used in each of the samples [3].

Also, a reason for this discrepancy could be related to the flexibility of the surface material and the structural characteristics of each ball. This study results showed no statistically significant difference between the mutation, deformity, air pressure, and weight of the new volleyball designed with the old Beta volleyball models, Fox and Mikasa. In the third layer of the ball, the use of fabric instead of rubber did not affect the jump, deformity, air pressure, weight of the balls, and other values. In other words, all four volleyballs were the same in terms of mutation, deformation, air pressure, and weight and met the standards set by the Fédération Internationale de Volleyball (FIVB).

**Table 1.** Mean±SD of deformity, mutation, and impulse of volleyball balls

| Parameters | Old BETA | New BETA | Fox | Mikasa | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Deformity | 65.91±0.79 | 66.90±0.79 | 65.0±7375 | 64.78±0.75 | 0.850 |
| Mutation | 66.45±0.79 | 66.200±0.79 | 65.040±0.78 | 65.98±0.79 | 0.559 |
| Impulse | 2.437±0.05 | 2.231±0.21 | 2.360±0.05 | 2.265±0.05 | 0.053 |

In line with the results of this study, in 2018, Lauren et al., in a study using the American-made Bertek model power plate device, measured the forces acting on the plate. They used the contact time between the ball and the force plate for each stroke to estimate the stiffness of the ball. Their research results showed a positive relationship between the stiffness and speed of impact between different types of volleyballs. They considered the forces involved when volleyballs hit the athletes' limbs to discover the mechanisms of injury and the design of new volleyballs to increase the safety of volleyball athletes [1].

The results of this study are almost consistent with the results of Bilika et al. (2018), who studied the elastic details of a volleyball and its air pressure during research. They hit the volleyballs on the hard surface. Their results show that the distance traveled in the total number of strokes depends more on the internal pressure.

In this study, the ball's initial velocity was unchanged, and only the internal pressures were the same in all balls. In general, it can be concluded the same initial velocity of the ball can lead to the same air pressure inside the volleyball does not change [4]. The use of the new beta volleyball designed to reduce the rate of sports injuries is recommended to all coaches, referees, athletes, and officials in volleyball.

## Ethical Considerations

### Compliance with ethical guidelines

All ethical principles are considered in this article. Participants were informed about the research objective and its implementation stages. They were also confident that their information would be confidential and that they could leave the study at any time, and that they would be provided with the results of the research if they wished.

### Funding

This research was carried out with the financial support of Mohaghegh Ardabili University and Tanin Peyk Sabalan Company (beta sports balls).

### Authors' contributions

Basic idea of the article, statistical analysis of data and writing of the article: Mohsen Barghomadi; Idea, initial writing of the article, laboratory work and submission of the article: Ehsan Fakhri; Preliminary writing of the article and statistical analysis of data: Mr. Safa Siraj Mehdizadeh.

### Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

### Acknowledgements

The new volleyball was designed in collaboration with the R&D unit of Tanin Peyk Sabalan Company (Beta Sports Balls), one of the largest manufacturers of sports balls internationally. Therefore, the cooperation of this company as well as the experts of the Health Center of Mohaghegh Ardabili University, who had the utmost cooperation in the implementation of this research project, is thanked and appreciated.

مقاله پژوهشی

# مقایسه ایمپالس توپ جدید والیبال طراحی‌شده بتا با سایر نمونه توپ‌های والیبال

*محسن برغمدی[۱]، احسان فخری میرزانق[۱]، صفا سراج مهدی‌زاده[۲]

۱. گروه مدیریت و بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
۲. مدیرعامل شرکت طنین پیک سبلان (توپ‌های ورزشی بتا)، اردبیل، ایران.

اطلاعات مقاله:
تاریخ دریافت: ۳۰ شهریور ۱۴۰۰
تاریخ پذیرش: ۲۸ آذر ۱۴۰۰
تاریخ انتشار: ۱۰ اسفند ۱۴۰۰

## چکیده

**هدف** والیبال نیازمند تماس مداوم توپ‌های ورزشی با دست ورزشکاران است. بنابراین، توپ‌های ورزشی مورد استفاده در والیبال می‌توانند نقش مهمی در عملکرد ورزشکاران داشته باشند. هدف از پژوهش حاضر، مقایسه ایمپالس توپ جدید والیبال طراحی‌شده بتا با سایر توپ‌های والیبال موجود با استفاده از دستگاه صفحه نیروی مدل برتک ساخت آمریکا است.

**روش‌ها** از نمونه توپ‌های والیبال میکاسا (مدل V200W ساخت ژاپن)، توپ والیبال فوکس مدل اسپاین ساخت فرانسه و توپ‌های والیبال طرح قدیم و جدید بتا ساخت ایران با دامنه وزنی ۲۶۰ الی ۲۷۰ گرم با محیط ۶۶ سانتی‌متر در پژوهش حاضر استفاده شد. با استفاده از دستگاه صفحه نیروی مدل برتک ایمپالس توپ ها با هم مقایسه شدند.

**یافته‌ها** در راستای یافته‌های به‌دست‌آمده از پژوهش حاضر، اختلاف معنادرای بین ایمپالس نمونه توپ جدید والیبال طراحی‌شده بتا در مقایسه با نمونه توپ والیبال طرح قدیم بتا در راستای محور عمودی وجود دارد (P=۰/۰۱۴). در همین راستا، تست تعقیبی نتایج نشان داد از لحاظ آماری تفاوت معناداری بین نمونه توپ جدید والیبال بتا در مقایسه با نمونه توپ والیبال فوکس (P=۰/۱۰۲) و توپ والیبال میکاسا که در مسابقات رسمی استفاده می‌شود، وجود ندارد (P=۰/۶۶۲).

**نتیجه‌گیری** استفاده از توپ جدید والیبال طراحی‌شده بتا برای کاهش نرخ صدمات ورزشی به تمام مربیان، داوران، ورزشکاران و مسئولین در رشته والیبال پیشنهاد می‌شود.

**کلیدواژه‌ها:**
توپ جدید والیبال، ایمپالس، بتا

## مقدمه

علاقه‌مندان به والیبال از صد سال پیش که این رشته ورزشی شروع شده در حال افزایش است و اکنون یکی از پر طرفدارترین رشته‌های ورزشی در جهان محسوب می‌شود. بر اساس آمار فدراسیون بین‌المللی والیبال[۱] تاکنون بیش از هشتصد میلیون نفر در سطح دنیا حداقل یک جلسه در هفته به ورزش والیبال می‌پردازند [۱].

ورزشکاران در والیبال، موقعیت بدن و جهت‌گیری خود را برای تعامل با توپ مداوم تغییر می‌دهند. نتیجه این تعامل بستگی به نحوه تماس بازیکن با توپ، سرعت توپ (اندازه و جهت تماس) و خواص مکانیکی توپ‌های ورزشی والیبال دارد. برخورد توپ با سرعت کم تا زیاد هنگام دریافت سرویس یا پس از حمله رخ می‌دهد. «جنس» یک توپ ممکن است بر توانایی ورزشکاران در حفظ موفقیت‌آمیز توپ در این شرایط تأثیر بگذارد [۲].

مدل‌های گوناگونی از توپ‌های ورزشی در تمرینات و رقابت‌ها استفاده می‌شود. تفاوت در ضریب برگشت[۲] بین توپ‌ها می‌تواند بر میزان نیرویی که بازیکن باید به یک توپ خاص وارد کند، تأثیر بگذارد. درنتیجه، درک رفتار مکانیکی توپ‌های والیبال مختلف هنگام برخورد ممکن است برای مربیان و ورزشکاران مفید باشد [۲].

خواص مکانیکی توپ‌های والیبال ممکن است بر خطر آسیب تأثیر بگذارد. هنگام برخورد توپ والیبال به اندام ورزشکاران نیروها و انرژی‌های به ساختارهای آناتومیکی شامل پوست، ماهیچه، تاندون‌ها، رباط‌ها و استخوان منتقل می‌شود که ممکن است به آسیب بافتی، کبودی و کوفتگی، پیچ‌خوردگی رباط انگشت و تاندون کف دست و حتی به ضربه مغزی نیز منجر شود. بنابراین، سازوکار تشکیل‌دهنده توپ‌های ورزشی والیبال می‌تواند بر ایجاد آسیب نقش داشته باشند [۲، ۳].

1.Fédération Internationale de Volleyball (FIVB)

2. coefficient of restitution (COR)

* نویسنده مسئول:
محسن برغمدی
نشانی: اردبیل، دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، گروه مدیریت و بیومکانیک ورزشی.
تلفن: ۲۳۲۲۰۵۷ (۴۵۳) ۹۸+
رایانامه: barghamadi@uma.ac.ir

**تصویر ۱.** شکل نهایی توپ جدید والیبال طراحی‌شده بتا مجله بیومکانیک ورزشی

در پژوهش بوغ[3] و همکاران، آسیب‌های مغزی در ورزشکاران والیبالیست کالج مرد و زن ایالات متحده، به ترتیب ۱۹/۴ و ۱۴/۸ درصد اعلام شده [۴] و بیشتر آسیب‌های مغزی را درنتیجه تماس با توپ والیبال گزارش کردند. وسیله‌ای که بر سر بازیکن تأثیر گذاشته و به انتقال نیرو و انرژی منجر می‌شود که ممکن است باعث تغییر در سرعت خطی و زاویه‌ای سر شود که درنهایت باعث آسیب مغزی می‌شود. به همین دلیل آن‌ها نیروها و انرژی‌های دخیل در هنگام برخورد توپ والیبال برای کشف سازوکارهای آسیب و همچنین طراحی توپ جدید والیبال را به منظور افزایش ایمنی ورزشکاران ضروری دانستند [۵، ۲].

هندی و همکاران، توپ طراحی‌شده والیبال شرکت میکاسا که برای ورزشکاران والیبالیست جوان که وزن آن را کاهش داده‌اند، صرف‌نظر از دیگر ویژگی‌های مکانیکی آن، به‌ویژه سفتی توپ به منظور کاهش نیروهای وارده به اندام ورزشکاران والیبالیست، ایمن گزارش کردند [۲]. جی تیرنی[4] و همکاران در پژوهشی درک اساسی از توپ‌های ورزشی فوتبال را از نظر علم بیومکانیک به منظور کاهش نیروهای وارده به ناحیه سر ورزشکاران ضروری دانستند. آن‌ها در پژوهش خود با استفاده از یک روش مدل ریاضی شبیه‌سازی‌شده رابطه سرعت، جرم و سفتی توپ فوتبال را برای ارزیابی نیروهای وارده به ناحیه سر ورزشکاران مطالعه کردند.

یافته‌های پژوهش آن‌ها نشان داد نیروهای وارده به ناحیه سر ورزشکاران بیشتر تحت تأثیر سرعت توپ است که همین امر با سفتی و جرم توپ رابطه مستقیم دارد [۶]. بدین ترتیب هدف از پژوهش حاضر، مقایسه ایمپالس توپ جدید والیبال طراحی‌شده بتا با سایر توپ‌های والیبال موجود برای کاهش نرخ آسیب‌های ورزشی در ورزشکاران رشته والیبال است.

3.Baugh
4.Gregory J. Tierney

**تصویر ۲.** دستگاه تست ضربه توپ‌های ورزشی مجله بیومکانیک ورزشی

## روش‌شناسی

### طراحی و ساخت توپ جدید والیبال

برای طراحی و تولید توپ جدید والیبال بتا ابتدا مواد لایه اول تشکیل‌دهنده توپ‌های ورزشی بلیدر[5] تغییر داده شد. برای حفظ استحکام و شکل کروی مناسب بلیدر توپ جدید والیبال بتا ابتدا گیج‌بندی و به مدت ۲۴ ساعت برای اطمینان از عدم پنچری آن در داخل قفسه نگه داشته شد. روی بلیدر برای تشکیل لایه دوم توپ جدید والیبال به جای لاستیک با استفاده از پارچه مخصوص به منظور مقایسه استفاده از کرکس پارچه‌ای به جای کرکس لاستیکی که در ساخت توپ‌های ورزشی استفاده می‌شود و به منظور بهبود جهش توپ‌های والیبال و کاهش هزینه‌های اضافی ناشی از استفاده لاستیک در صنعت توپ‌سازی استفاده شد. درنهایت، روی بلیدر پارچه پیچی شده با استفاده از چرم مصنوعی پلی اورتان[6] توپ جدید والیبال بتا پنل چینی شد (تصویر شماره ۱).

### روش جمع‌آوری داده‌ها

برای اندازه‌گیری مقاومت نمونه‌ها در برابر ضربات محکم و سخت از طریق دستگاه تست ضربه (مدل Juiyi ساخت چین) انجام شد. روش اندازه‌گیری بدین صورت بود که هر چهار عدد توپ قبل از ورود به پژوهش حاضر در داخل دستگاه تست ضربه قرار داده شدند. می‌بایست در برابر دو هزار ضربه سخت و محکم با سرعت پنجاه کیلومتر در ساعت که به مدت دوازده ساعت طول کشید، بدون هیچ دفورمیتی مقاومت می‌کردند [۷] (تصویر شماره ۲).

بعد از اتمام تست ضربه نمونه‌ها در داخل دستگاه، جهت ورود به مرحله بعدی تمام نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت به منظور اطمینان از عدم پنچری در داخل قفسه نگه داشته شدند. بعد از ۲۴ ساعت محیط نمونه توپ‌های سالم با استفاده از کولیس پیشرفته (مدل

۵. لایه اول تشکیل‌دهنده توپ‌های ورزشی که از جنس لاستیک است.
6.Poly Urethane (PU)

مجله بیومکانیک ورزشی

**تصویر ۳.** دستگاه کولیس جهت اندازه‌گیری محیط نمونه‌ها

آسیمتو[7] ساخت چین) اندازه‌گیری شد. روش اندازه‌گیری به این صورت بود که بعد از خارج شدن توپ از دستگاه تست ضربه نقاط مختلف توپ دوازده مرتبه اندازه‌گیری شد (تصویر شماره ۳).

نمونه توپ‌هایی را که محیط‌شان بر اساس استاندارد فدراسیون بین‌المللی والیبال (۶۶±۱cm) نبود و تحت‌تأثیر دستگاه تست ضربه تغییر شکل داده بودند، همان ابتدای پژوهش از مطالعه خارج شدند. برای اندازه‌گیری جهش توپ‌ها از دستگاه تست جهش پیشرفته ساخت چین استفاده شد که میزان جهش یا بلند شدن توپ‌های ورزشی از سطح زمین را به‌صورت اتوماتیک بعد از برخورد اول نشان داد (تصویر شماره ۴).

7. Asimeto

**تصویر ۵.** اندازه‌گیری فشار هوای نمونه‌ها

مجله بیومکانیک ورزشی

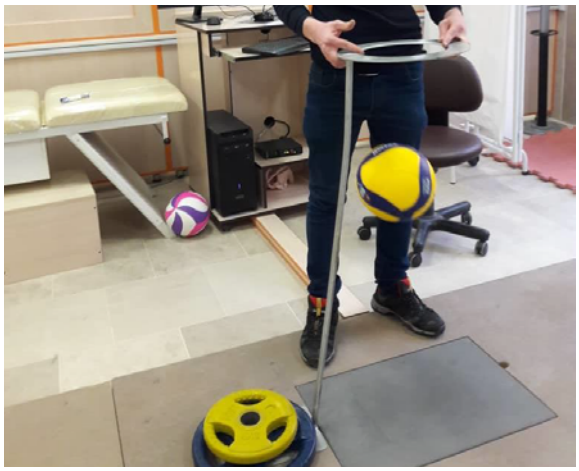
**تصویر ۴.** دستگاه تست جهش توپ

مجله بیومکانیک ورزشی

همچنین رها کردن توپ‌های ورزشی از ارتفاع روی دستگاه اتوماتیک‌وار انجام شد که میزان استاندارد آن برای توپ‌های ورزشی والیبال از سوی فدراسیون بین‌المللی والیبال، یک متر با جهش ۶۰-۶۶ سانتی‌متر از سطح زمین مشخص شده است. تمام نمونه‌ها با تکرار تلاش پنج بار از ارتفاع یک متر و با میانگین جهش ۶۰±۶۶cm مطابق با استاندارد فدراسیون بین‌المللی والیبال انجام شد [۸].

برای اندازه‌گیری وزن نمونه‌ها از ترازوی دیجیتال (ساخت شرکت تهران کالا ایران مدل EB9300) استفاده شد. روش اندازه‌گیری بدین صورت بود که تمام نمونه‌ها بعد از عبور از آزمون‌های قبلی بدون هیچ تغییر شکلی، وزن بر حسب کیلوگرم اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری فشار هوا نمونه‌های سالم از فشارسنج دیجیتال شرکت میکاسا استفاده شد. روش اندازه‌گیری بدین صورت بود که نمونه‌ها بدون اینکه تحت‌تأثیر نیرو و فشار خارجی قرار بگیرند در حالت آزاد بر حسب واحد فشار هوا[8] اندازه‌گیری شدند (تصویر شماره ۵).

8.Pounds Per Square Inch (PCI)



مجله بیومکانیک ورزشی

**تصویر ۶.** عمل ثبت دیتا با استفاده از دستگاه صفحه نیرو

## مقایسه بیومکانیکی نمونه‌ها با استفاده از دستگاه صفحه نیرو

در ادامه و به منظور مقایسه ایمپالس در توپ جدید والیبال طراحی‌شده بتا و مقایسه آن با نمونه توپ‌های والیبال میکاسا مدل (V200W) ساخت ژاپن، مدل فوکس ساخت فرانسه و توپ والیبال رایج خط شرکت بتا از طریق دستگاه صفحه نیرو مدل برتک ساخت آمریکا در مرکز سلامت و تندرستی دانشگاه محقق اردبیلی طی پنج بار تلاش در شرایط یکسان برای هر چهار عدد توپ از ارتفاع مشخص یک متر طبق قوانین فدارسیون بین المللی والیبال از طریق دستگاه طراحی‌شده به منظور کاهش خطای اندازه‌گیری عمل ثبت دیتاها انجام شد [۹] (تصویر شماره ۶).

## روش پردازش داده‌ها

مقادیر نیروهای عکس‌العمل زمین در امتداد محور عمودی (Z) تحلیل شد. منحنی نیروی عمودی طی حرکت فرود دارای یک اوج مثبت است ($Fz_{MAX}$). نرخ بارگذاری عمودی به عنوان شیب اوج اولیه منحنی نیروهای عکس‌العمل زمین در راستای محور عمودی در نظر گرفته شد [۱۰]. روش محاسبه بدین صورت بود که از لحظه شروع نیرو (لحظه برخورد) تا رسیدن مجدد به مقدار صفر (لحظه جدا شدن) جهش اولیه تمام نمونه‌ها با استفاده از روش انتگرالگیری از منحنی نیرو-زمان به روش ذوزنقه‌ای در راستای محور عمودی (Z) توسط فرمول شماره ۱ محاسبه شد [۱۱]:

$$1.\ Impulse = \Delta t \left( \left( \frac{F1 + Fn}{2} \right) + \sum_{i=2}^{n-1} Fi \right)$$

در فرمول شماره ۱، $\Delta t$ برابر مدت زمان فرود، F1 برابر فریم اولیه نیرو، Fn برابر با آخرین فریم نیرو و Fi نشان‌دهنده میزان نیرو در شماره فریم i است.

## روش آماری

برای بررسی و تجزیه وتحلیل اطلاعات به‌دست آمده به کمک نسخه ۲۶ نرم‌افزار SPSS با سطح معناداری $P\leq ۰/۰۵$ از آمار توصیفی و استنباطی استفاده شد. طبیعی بودن توزیع داده‌ها از طریق آزمون شاپیرو ویلک[9] تعیین شد. از آزمون آنالیز واریانس یک‌راهه[10] و آزمون تعقیبی ال‌اس‌دی[11] به منظور اینکه آیا اختلافی بین گروه‌ها وجود دارد، استفاده شد.

## نتایج

مطابق جدول شماره ۱، نتایج نشان داد تغییر شکل هر چهار نمونه توپ والیبال بعد از خارج شدن از دستگاه تست ضربه تفاوت معناداری بین چهار گروه وجود ندارد (P=۰/۸۵). از نظر آماری بین جهش توپ جدید والیبال طراحی‌شده بتا در مقایسه با نمونه‌های حاضر در پژوهش تفاوت معناداری وجود نداشت (P=۰/۵۵). به بیان دیگر، می‌توان گفت تغییر شکل و جهش هر چهار نمونه توپ والیبال برای ورود به پژوهش حاضر طبق آزمایش‌های انجا م‌شده نزدیک به هم و طبق استانداردهای یاد شده از سوی فدراسیون بین‌المللی والیبال هستند و اختلاف معناداری از نظر تغییر شکل و جهش وجود نداشت.

بر اساس نتایج جدول شماره ۱، یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد از نظر آماری بین ایمپالس نمونه توپ جدید والیبال طراحی‌شده بتا با نمونه توپ والیبال قدیم بتا و توپ‌های والیبال مدل فوکس و میکاسا در راستای محور عمودی اختلاف معناداری وجود ندارد (P=۰/۵۳).

تست تعقیبی نتایج نشان داد اختلاف معناداری از نظر آماری بین ایمپالس نمونه توپ جدید والیبال طراحی شده بتا با نمونه توپ والیبال قدیم بتا وجود دارد (P=۰/۰۱۴) (جدول شماره ۲). اما بین ایمپالس توپ والیبال جدید طراحی شده بتا با نمونه توپ والیبال میکاسا (P=۰/۶۶۲) و فوکس اختلاف معناداری وجود ندارد (P=۰/۱۰۲).

بر اساس نتایج جدول شماره ۲، اختلاف معناداری از نظر آماری بین ایمپالس توپ والیبال قدیم بتا در مقایسه با نمونه توپ والیبال میکاسا وجود دارد (P=۰/۰۳۳)، اما بین ایمپالس توپ والیبال قدیم بتا در مقایسه با نمونه توپ والیبال فوکس تفاوت معناداری وجود ندارد (P=۰/۳۱۵).

بر اساس نتایج جدول شماره ۲، از نظر آماری تفاوت معناداری بین ایمپالس نمونه توپ والیبال فوکس در مقایسه با نمونه والیبال میکاسا وجود ندارد (P=۰/۲۱۵).

## بحث

هدف از این مطالعه، مقایسه ایمپالس توپ جدید والیبال طراحی‌شده بتا با نمونه‌های میکاسا و فوکس و توپ والیبال قدیم شرکت بتا از طریق دستگاه صفحه نیرو بود. نتایج نشان داد از نظر آماری، اختلاف معناداری بین ایمپالس توپ جدید والیبال طراحی شده بتا در مقایسه با نمونه والیبال قدیم بتا در راستای محور عمودی وجود دارد (P=۰/۰۱۴)، اما بین ایمپالس توپ والیبال جدید طراحی‌شده بتا با نمونه توپ والیبال میکاسا و فوکس اختلاف معناداری وجود ندارد.

کویزومی[12] و همکاران به بررسی نیروی ایمپالس نمونه توپ‌های فوتبال مدرن جابلونی، کافوسا، تیم گیست و پی لیه یست طراحی شده توسط شرکت آدیداس پرداختند و از یک

9.Shapir-Wilk
10.One-Way Variance (ANOVA)
11.Low speed data
12.Koizumi

**جدول ۱.** میانگین و انحراف معیار تغییر شکل، جهش و ایمپالس نمونه توپ‌های والیبال

| پارامترها | میانگین±انحراف معیار | | | | سطح معناداری |
|---|---|---|---|---|---|
| | بتای قدیم | بتای جدید | فوکس | میکاسا | |
| تغییر شکل | ۶۵/۹۱±۰/۷۹ | ۶۶/۹۰±۰/۷۹ | ۶۵/۰±۷۳/۷۵ | ۶۴/۷۸±۰/۷۵ | ۰/۸۵۰ |
| جهش | ۶۶/۴۵±۰/۷۹ | ۶۶/۲۰±۰/۷۹ | ۶۵/۰۴±۰/۷۸ | ۶۵/۹۸±۰/۷۹ | ۰/۵۵۹ |
| ایمپالس | ۲/۴۳۷±۰/۰۵ | ۲/۲۳۱±۰/۲۱ | ۲/۳۶۰±۰/۰۵ | ۲/۲۶۵±۰/۰۵ | ۰/۰۵۳ |

مجله بیومکانیک ورزشی

**جدول ۲.** تفاوت بین گروهی ایمپالس نمونه‌ها در راستای محور عمودی

| گروه | پارامترها | نمونه‌ها | سطح معناداری |
|---|---|---|---|
| | | توپ قدیم | ۰/۰۱۴ |
| ۱ | توپ جدید | فوکس | ۰/۱۰۲ |
| | | میکاسا | ۰/۶۶۲ |
| ۲ | توپ قدیم | فوکس | ۰/۳۱۵ |
| ۳ | توپ فوکس | میکاسا | ۰/۲۱۵ |

مجله بیومکانیک ورزشی

ربات ضربه‌ای مجهز به دینامومتر برای اندازه‌گیری نیروی تکانه در زمان ضربه استفاده شد. اختلاف معناداری بین ایمپالس انواع توپ‌های فوتبال گزارش کردند که با نتایج تحقیق حاضر هم‌راستا است. علت اختلاف توپ‌ها می‌تواند مربوط به ساختار و مواد به‌کار رفته در هریک از نمونه‌ها باشد [۱۲]. همچنین علت احتمالی این اختلاف می‌تواند به انعطاف‌پذیری مواد سطح و مشخصات ساختاری هر توپ مربوط باشد.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد جهش، تغییر شکل، فشار هوا، وزن توپ جدید والیبال طراحی شده با نمونه توپ‌های والیبال مدل قدیم بتا، فوکس و میکاسا تفاوت معناداری از نظر آماری وجود نداشت. در لایه سوم توپ استفاده از پارچه به جای لاستیک اثری بر جهش، تغییر شکل، فشار هوا، وزن توپ‌ها و دیگر مقادیر نداشت. به بیان دیگر، می‌توان گفت هر چهار نمونه توپ والیبال طبق آزمایش‌های انجام شده از نظر جهش، تغییر شکل، فشار هوا و وزن، مثل هم و طبق استانداردهای یاد شده از سوی فدراسیون بین‌المللی والیبال هستند و از نظر آماری اختلاف معناداری وجود نداشت.

در راستای یافته‌های پژوهش حاضر، لورن[13] و همکاران در پژوهشی با استفاده از دستگاه صفحه نیروی مدل برتک ساخت آمریکا نیروهای وارده به صفحه را سنجش کردند. آن‌ها زمان تماس بین توپ و صفحه نیرو را برای هر ضربه برای تخمین سفتی توپ استفاده کردند. یافته‌های پژوهش آن‌ها رابطه مثبتی بین سختی و سرعت ضربه برخورد بین انواع مختلفی از توپ‌های والیبال نشان داد. به همین دلیل آن‌ها نیروهای دخیل هنگام برخورد توپ والیبال به اندام ورزشکاران را برای کشف سازوکارهای آسیب و همچنین طراحی توپ‌های جدید والیبال به منظور افزایش ایمنی ورزشکاران والیبالیست مورد نیاز دانستند [۲].

یافته‌های پژوهش حاضر با نتایج بیلیکا[14] و همکاران که طی پژوهشی به بررسی جزئیات الاستیکی توپ والیبال و فشار هوای آن پرداخته بودند، تقریباً همسو است. آن‌ها روی سطح سخت ضرباتی به توپ‌های والیبال وارد کردند. یافته‌های پژوهش آن‌ها نشان داد مسافت طی‌شده در کل تعداد ضربات وارد شده بیشتر به فشار داخلی بستگی دارد. در این مطالعه، سرعت اولیه توپ بدون تغییر بود و فقط فشارهای داخلی در تمام توپ‌ها یکسان بود. می‌توان نتیجه گرفت که سرعت اولیه یکسان توپ می‌تواند به این امر منجر شود که فشار هوا، یکسان داخل توپ والیبال تغییر نکند [۱۳].

کراس[15] و همکاران در پژوهشی جهش و چرخش توپ‌های ورزشی را مطالعه کردند. آن‌ها سفتی و جهش توپ‌های ورزشی در سی تا چهل سال اخیر را تأیید و مورد پذیرش همگان گزارش کردند [۱۴].

13.Loren

14. Bilika
15.Cross

## نتیجه‌گیری نهایی

در راستای نتایج به‌دست آمده پژوهش حاضر استفاده از توپ جدید والیبال طراحی شده بتا، برای کاهش نرخ آسیب‌های ورزشی به تمام مربیان، داوران، ورزشکاران و مسئولین در رشته ورزشی والیبال پیشنهاد می‌شود.

## ملاحظات اخلاقی

### پیروی از اصول اخلاق پژوهش

تمامی اصول اخلاقی در این مقاله در نظر گرفته شده است. شرکت کنندگان در جریان هدف تحقیق و مراحل اجرای آن قرار گرفتند. آنها همچنین از محرمانه بودن اطلاعات خود اطمینان داشتند و می‌توانستند هر زمان که بخواهند مطالعه را ترک کنند و در صورت تمایل، نتایج تحقیق در اختیار آنها قرار خواهد گرفت.

### حامی مالی

این پژوهش توسط حمایت مالی دانشگاه محقق اردبیلی و شرکت طنین پیک سبلان (توپ‌های ورزشی بتا) انجام شد.

### مشارکت نویسندگان

ایده اولیه مقاله، آنالیز آماري داده‌ها و نگارش مقاله: محسن برغمدی؛ ایده، نگارش اولیه مقاله، کار آزمایشگاهی و سابمیت مقاله: احسان فخری؛ نگارش اولیه مقاله و آنالیز آماری داده‌ها: آقای صفا سراج مهدی زاده.

### تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

### تشکر و قدردانی

توپ جدید والیبال طراحی‌شده با همکاری واحد تحقیق و توسعه شرکت طنین پیک سبلان (توپ‌های ورزشی بتا) یکی از بزرگ‌ترین تولیدکنندگان توپ‌های ورزشی در سطح بین‌المللی انجام شد. بنابراین از همکاری این شرکت و همچنین کارشناسان مرکز سلامت و تندرستی دانشگاه محقق اردبیلی که در اجرای این طرح پژوهشی نهایت همکاری را داشتند، تشکر و قدردانی می‌شود.

## References

[1] Bahr R, Reeser JC, Fédération Internationale de Volleyball. Injuries among world-class professional beach volleyball players: The Federation Internationale de Volleyball beach volleyball injury study. Am J Sports Med. 2003; 31(1):119-25. [DOI:10.1177/03635465030310010401] [PMID]

[2] Chiu LZ, vonGaza GL. Analysis of different volleyballs' collision mechanics across a range of incident velocities. Sports Biomech. 2020; 19(6):817-30. [DOI:10.1080/14763141.2018.1535618] [PMID]

[3] Tsui F, Pain MT. Muscle tension increases impact force but decreases energy absorption and pain during visco-elastic impacts to human thighs. J Biomech. 2018; 67:123-8. [DOI:10.1016/j.jbiomech.2017.11.032] [PMID]

[4] Baugh CM, Weintraub GS, Gregory AJ, Djoko A, Dompier TP, Kerr ZY. Descriptive epidemiology of injuries sustained in National Collegiate Athletic Association men's and women's volleyball, 2013-2014 to 2014-2015. Sports Health. 2018; 10(1):60-9. [DOI:10.1177/1941738117733685] [PMID] [PMCID]

[5] Clark JM, Post A, Hoshizaki TB, Gilchrist MD. Protective capacity of ice hockey helmets against different impact events. Ann Biomed Eng. 2016; 44(12):3693-704. [DOI:10.1007/s10439-016-1686-3] [PMID]

[6] Tierney GJ, Power J, Simms C. Force experienced by the head during heading is influenced more by speed than the mechanical properties of the football. Scand J Med Sci Sports. 2021; 31(1):124-31. [DOI:10.1111/sms.13816] [PMID]

[7] Papageorgiou A, Spitzley W. Handbook for competitive volleyball. Germany: Meyer & Meyer Verlag; 2003. https://books.google.com/books/about/Handbook_for_Competitive_Volleyball.html?id=8fjN05yNRmMC

[8] Club FY. Members' handbook. Australia: Frankston Yacht Club; 2009. http://www.sydneyrowingclub.com.au/wp-content/uploads/2015/10/SRC-Handbook-June-2012.pdf

[9] Thomas HJ. A parametric analysis of the aerodynamic characteristics of volleyballs in turbulent flow [MSc. Thesis]. Washington: University of Washington; 2012. https://www.proquest.com/openview/fd45c00c6deb564bd6641ea5c24e9576/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750

[10] Munro CF, Miller DI, Fuglevand AJ. Ground reaction forces in running: A reexamination. J Biomech. 1987; 20(2):147-55. [DOI:10.1016/0021-9290(87)90306-X]

[11] Robertson G, Caldwell G, Hamill J, Kamen G, Whittlesey S. Research methods in biomechanics. 2th ed. Australia: Human Kinetics; 2013. https://books.google.com/books/about/Research_Methods_in_Biomechanics_2E.html?id=gRn8AAAAQBAJ

[12] Koizumi A, Hong S, Sakamoto K, Sasaki R, Asai T. A study of impact force on modern soccer balls. Procedia Eng. 2014; 72:423-8. [DOI:10.1016/j.proeng.2014.06.074]

[13] Bjelica D, Gardašević J. Volleyball elastic properties depending on ball pressure. Sport Sci. 2018; 11(1):45-51. https://www.researchgate.net/publication/326561243_Volleyball_elastic_properties_depending_on_ball_pressure

[14] Cross R. Ball Bounce and Spin. Physics of Baseball & Softball. Germany: Science & Business Media; 2011. [DOI:10.1007/978-1-4419-8113-4_16]