Research in Sport Medicine and Technology
Print ISSN: 2252 - 0708 Online ISSN: 2588 - 3925
Homepage: https://jsmt.khu.ac.ir

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.27.9.4]
[DOI: 10.61186/jsmt.22.27.155]

The Effect Of Using Silver And Zinc Oxide Nanoparticles Clothing On The Physiological Responses And Sport Performance Of Active Women

Sakineh Aminnezhad[1] | Masomeh Aghazadeh [2]

1. Graduated Student from Department of Science and Nano Technology, Maku Branch, Islamic Azad University, Maku, Iran.
2. Department of Chemistry, Maku Branch, Islamic Azad University, Maku, Iran.

corresponding author: Masomeh Aghazadeh, aghazadehchemist@gmail.com

ARTICLE INFO

Article type:
Research Article

Article history:
Received: 22-7-2023
Revised: 10-1-2024
Accepted: 10-1-2024

Keywords:
Nanotechnology, Nanomaterials, Silver nanoparticles, Nano Zinc Oxide, Sport Performance, Female Athletes

How to Cite:
Sakineh Aminnezhad, Masomeh Aghazadeh. **The Effect Of Using Silver And Zinc Oxide Nanoparticles Clothing On The Physiological Responses And Sport Performance Of Active Women**. *Research In Sport Medicine and Technology*, 2024: 14(27): 155-174.

One of the ways to optimize sports activities is the use of nanotechnology. Silver and zinc oxide nanoparticles have valuable effects in improving sports performance of athletes. The purpose of this research was to investigate the effect of clothes containing silver and zinc oxide nanoparticles on the physiological responses and sports performance of female athletes. The statistical population of the research was women active in public sports in Maku city. The sample size was selected by random method and 10 female athletes (with an average age of 25.9, an average weight of 60 kg and a body mass index of 25.49) were selected. The effect of the treatments (sports activity with and without nano clothes) on endurance, moisture absorption, bacterial removal, systolic and diastolic blood pressure and heart rate of the athletes were investigated. The results showed that the use of clothes containing silver and zinc oxide nanoparticles increases their endurance. These clothes lead to an increase in bacteria removal in them. The clothes containing these nanoparticles were effective in reducing their blood pressure. It also improved moisture absorption in female athletes. In general, clothes containing silver nanoparticles and zinc oxide nanoparticles have an effect on reducing the physiological responses and sports performance of female athletes.

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/)

پژوهش در طب ورزشی و فناوری
شاپا چاپی: ۲۲۵۲-۰۷۰۸ شاپا الکترونیکی: ۳۹۲۵-۲۵۸۸
Homepage: https://jsmt.khu.ac.ir

تأثیر استفاده از لباس‌های حاوی نانوذرات نقره و اکسید روی بر پاسخ‌های فیزیولوژیکی و عملکرد ورزشی زنان فعال

سکینه امین‌نژاد[۱] | معصومه آقازاده*[۲]

۱. فارغ‌التحصیل کارشناسی ارشد علوم و فناوری نانو، واحد ماکو، دانشگاه آزاد اسلامی، ماکو، ایران.
۲. استادیار و عضو هیات علمی گروه شیمی، واحد ماکو، دانشگاه آزاد اسلامی، ماکو، ایران.

نویسنده مسئول: معصومه آقازاده aghazadehchemist@gmail.com

اطلاعات مقاله:

نوع مقاله: علمی–پژوهشی

دریافت: ۱۴۰۲/۴/۳۱
ویرایش: ۱۴۰۲/۱۰/۲۰
پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۲۰

واژه‌های کلیدی:
فناوری نانو، نانومواد، نانوذرات نقره، نانواکسیدروی، عملکرد ورزشی، زنان ورزشکار

ارجاع:
سکینه امین‌نژاد، معصومه آقازاده. **تأثیر استفاده از لباس‌های حاوی نانوذرات نقره و اکسید روی بر پاسخ‌های فیزیولوژیکی و عملکرد ورزشی زنان فعال**. *پژوهش در طب ورزشی و فناوری*. ۱۴۰۳: ۱۴(۲۷):۱۷۴-۱۵۵

چکیده

یکی از راه‌های بهینه‌سازی فعالیت‌های ورزشی، استفاده از فناوری نانو است. نانوذرات نقره و نانواکسیدروی تأثیرات ارزشمندی در بهبود عملکرد ورزشی ورزشکاران دارند. هدف از تحقیق حاضر، بررسی تأثیر لباس‌های حاوی نانوذرات نقره و نانواکسیدروی بر پاسخ‌های فیزیولوژیکی و عملکرد ورزشی ورزشکاران زن بود. جامعهٔ آماری تحقیق، زنان فعال در ورزش‌های همگانی شهر ماکو بود. حجم نمونه، با روش تصادفی و به تعداد ۱۰ نفر از ورزشکاران زن (با میانگین سنی ۲۵/۹، میانگین وزنی ۶۰ کیلوگرم و شاخص توده بدنی ۲۵/۴۹) انتخاب شد. تأثیر تیمارها (فعالیت ورزشی با و بدون لباس‌های نانو) بر میزان استقامت، میزان جذب رطوبت، میزان باکتری‌زدایی، میزان فشارخون سیستولی و دیاستولی و تعداد ضربان قلب ورزشکاران بررسی شد. نتایج نشان داد که استفاده از لباس‌های حاوی نانوذرات نقره و نانواکسیدروی باعث افزایش استقامت آنها می‌شود. این لباس‌ها منجر به افزایش باکتری‌زدایی در آنها می‌گردد. لباس‌های حاوی این نانوذرات در کاهش فشارخون آنها مؤثر بود. بین ورزشکاران زن از نظر تعداد ضربان قلب بعد از تمرین اختلاف معنادار بود و این لباس‌ها در کاهش تعداد ضربان قلب آنها تأثیر داشت. همچنین باعث بهبود جذب رطوبت ورزشکاران زن شد. به‌طورکلی، لباس‌های حاوی نانوذرات نقره و نانواکسیدروی بر کاهش پاسخ‌های فیزیولوژیکی و عملکرد ورزشی ورزشکاران زن تأثیر دارد.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.27.9.4]
[DOI: 10.61186/jsmt.22.27.155]

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.27.9.4]

[DOI: 10.61186/jsmt.22.27.155]

Extended Abstract

Improving the quality of athletes' performance and identifying ways to optimize the implementation of sports activities has always been one of the concerns of sports managers and athletes, especially in professional and championship dimensions. With the advancement of science and the revelation of the benefits of technology for human societies, sports science researchers increased their efforts to find ways to increase the optimal performance of athletes. Therefore, domestic researchers and experts in sports science and engineering are looking for solutions and strategies in order to improve the quality of production and supply of sportswear, and to increase the effectiveness and optimization of sports performance of athletes and Iranian athletes in different fields. The most important and, in fact, the first measure for having a great performance in sports activities, especially in relation to professional sports and the so-called championship, is to have a suitable sports uniform in order to make sports activities more effective. In the context of the importance of the role of sportswear in the improvement of sports activities, we can mention things such as early fatigue, not enjoying sports activities, lack of comfort and the likes pointed out. Maybe these things are simple and unimportant at first glance, but with a deeper and closer look, we realize that clothes and in general, clothes play a decisive role in the lives of people, especially athletes. Sports, especially in the competition with standard and high-quality facilities and equipment, do not fall short against foreign athletes and experience valuable championships. The main problem of this research is the inefficiency of female athletes due to the use of clothes produced with the traditional process of sewing and embroidering clothes and fabrics without modern technologies of the textile industry. In other words, the important aspect of the present research is the need to use sports clothes based on nanoparticle technology in order to increase the quality of athletes' performance. In fact, it is appropriate for a dress to improve the quality of how athletes perform their sports activities that has the standards and criteria of such dresses. The most important of these criteria are: moisture and heat absorbent (anti-perspirant), anti-bacterial and anti-microbial, self-cleaning, waterproof, anti-sun, anti-static, anti-color, anti-heat, no unpleasant smell, anti-grease, anti-wind,

regulating blood circulation and breathing and body temperature in bad weather conditions, protection against ultraviolet rays. One of the categories that has affected and transformed not only sports, but also all aspects of human life, is nanotechnology, especially nanotechnology. Nanoparticles have valuable effects in improving sports performance of athletes, and in the meantime, silver nanoparticles and zinc oxide nanoparticles have played a role more than other nanomaterials. Nano sports clothes, which are produced through nanomaterials, are one of the hundreds of effective applications of nanomaterials, which have led to the improvement of athletes' sports performance and their numerous championships in national and international arenas. The present research is carried out with the aim of investigating and explaining the application of silver nanoparticles and zinc oxide nanoparticles technology in the process of producing sportswear, and at the same time, to investigate the sports performance of female athletes when sportswear containing silver nanoparticles and zinc oxide nanoparticles is used against the sports performance of the same female athletes when they have used regular sports clothes. Therefore, the main question of the current research is: "What effect does the use of silver nanoparticle and zinc oxide nanoparticles technology in the process of producing sportswear have on the performance of female athletes?" The statistical population of the research was all women active in public sports in Maku city. The sample size was selected by random method and 10 female athletes. The clothes used in this research are clothes produced by Tehran Zarankh Company, a manufacturer of antibacterial and cooling sports clothes using nano technology. The current products are sports tops and shorts that are made of polyamide threads containing silver nanoparticles and zinc oxide nanoparticles in their texture. The antibacterial nylon fibers used in the production of these products contain about 20 ppm of silver nanoparticles and zinc oxide nanoparticles with dimensions less than 100 nm, which are stable during use and washing due to the inclusion of nanoparticles in the fiber production stage. A treadmill was used to measure the endurance of the subjects. To measure the amount of bacteria removal, immediately after working on the treadmill by the subjects, the amount of 5 ml of their sweat generated by the activity and its absorption in both cases with and without nano clothes, it was harvested and placed in blood agar

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.27.9.4]
[DOI: 10.61186/jsmt.22.27.155]

culture medium to measure the number of bacteria absorbed by both types of clothes. A standard digital wrist sphygmomanometer was used to measure high and low blood pressure and heart rate before and after training with and without nano clothing. A digital scale with an accuracy of 0.001 was used to measure the humidity. In this way, the weight of the clothes (with and without nano) was measured once before the training and the second time after the training with an accuracy of 0.001. In order to investigate the effect of treatments (sports activity with and without nano clothes) on each of the variables of endurance, moisture absorption, bacterial removal, high and low blood pressure and heart rate of 10 female athletes, from the project Complete randomized block with three replications, and in each case, Duncan's post-test was used to determine the difference between different groups. The results showed that the effect of clothes containing silver nanoparticles and zinc oxide nanoparticles on improving endurance of female athletes is different and increased their endurance. The effect of clothes containing silver nanoparticles and zinc oxide nanoparticles on the improvement of bacterial removal from the body of female athletes is different, and it increased the removal of bacteria in them. The effect of clothes containing silver nanoparticles and zinc oxide nanoparticles on improving the blood pressure of female athletes in terms of pre-exercise high blood pressure was the same and had little effect on their high blood pressure. There was no significant difference between female athletes in terms of low blood pressure before exercise, and clothes containing silver nanoparticles and zinc oxides nanoparticles did not have much effect on their low blood pressure. There was a significant difference between female athletes in terms of high blood pressure after exercise, and clothes containing silver nanoparticles and zinc oxide nanoparticles were effective in reducing their high blood pressure. A significant difference was seen between female athletes in terms of low blood pressure after training, and clothes containing silver nanoparticles and zinc oxide nanoparticles were effective in reducing their low blood pressure. The effect of clothes containing silver nanoparticles and zinc oxide nanoparticles on improving the heart rate of female athletes before training was not different and had little effect on their heart rate. There was a significant difference between female athletes in terms of heart rate after exercise, and clothes containing silver nanoparticles and zinc oxide

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.27.9.4]
[DOI: 10.61186/jsmt.22.27.155]

nanoparticles had an effect on reducing their heart rate. The effect of clothes containing silver nanoparticles and zinc oxide nanoparticles on improving moisture absorption in female athletes was different and increased moisture absorption in them. In general, clothing containing silver nanoparticles and zinc oxide nanoparticles increased the sports performance of female athletes. Sports clothes based on silver nanoparticles and oxide nanoparticles have significant effects on sports performance of athletes. The increasing importance of athletes' performance in championship and professional competitions, as well as the change in lifestyle, type of entertainment, and the increase in people's lives have caused various sports industries to have a lot of motivation to achieve the results of research conducted on sports clothes with high performance power. Apart from being self-cleaning and anti-bacterial, nano sportswear provides high functionality for athletes, as it is light, comfortable and shockproof, and protects them from cold, water and ultraviolet rays, and has good durability and flexibility. Increasing the physiological comfort of these clothes has positive effects on the athlete's health and performance. The presence of cellular nanostructures in polymer fibers leads to the emergence of new materials that, while being light and having good thermal insulation, do not reduce their mechanical strength, and with the help of these materials, sports clothes with a protective structure can be produced.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.27.9.4]

[DOI: 10.61186/jsmt.22.27.155]

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.27.9.4]

[DOI: 10.61186/jsmt.22.27.155]

مقدمه

نانوتکنولوژی، فن‌آوری است که از کنش‌ها و واکنش‌هایی که در سطح اتم اتفاق می‌افتد منشأ گرفته و فن‌آوری جدیدی است که تمام علوم را درخواهد نوردید. به تعبیر دقیق‌تر، نانوتکنولوژی انقلابی جدید برای همهٔ علوم در آینده است. نانوتکنولوژی قادر به بهبود روش‌های ارزیابی، مدیریت و کاهش خطرات برای محیط‌زیست بوده و فرصت‌هایی را برای تولید محصولات جدید فراهم ساخت. این علم توانمندی تولید مواد، ابزارها و سیستم‌های جدید را جهت در دست‌گرفتن کنترل در سطوح مولکولی و اتمی، با استفاده از خواصی که در آن سطوح ظاهر می‌شود، دارد (۱).

امروزه، حضور فن‌آوری نانو و گونه‌های مختلف و متعدد آن در زندگی انسان به طور چشمگیری افزایش‌یافته است و روند روبه‌رشدی را در کارکردها و تأثیرات عمدهٔ این فن‌آوری نوظهور شاهد هستیم. فن‌آوری نانو در صنعت نساجی، گستره‌ای از فن‌آوری‌ها را در برمی‌گیرد که ضمن ایجاد خواص جدید، قادر است برخی چالش‌های این صنعت را برطرف نماید. با فن‌آوری نانو ایجاد خصوصیات عملکردی پیشرفته بدون تأثیر نامطلوب بر ظاهر، زیردست و راحتی پارچه ممکن خواهد بود. تکمیل‌های مرسوم که برای ایجاد این خصوصیات عملکردی در منسوجات به کار می‌روند، به‌راحتی با شستشو یا پوشیدن از بین می‌رود. ازآنجایی‌که با فن‌آوری نانو تغییرات ایجادشده در پارچه در سطح مولکولی اتفاق می‌افتد، این تغییرات نسبتاً دائمی‌اند. از کاربردهای دیگر فن‌آوری نانو در پوشاک می‌توان به مقاومت در برابر ساییدگی، استحکام بالا و رسانش در پوشاک هوشمند اشاره کرد (۲). یکی از جنبه‌های مؤثر به‌کارگیری فن‌آوری نانو را می‌توان در حوزهٔ ورزش، به‌ویژه لباس‌های ورزشی مشاهده نمود، آنجا که به‌واسطهٔ بهره‌گیری از این فن‌آوری شگفت‌انگیز در فرایند تولید منسوجات و پوشاک ورزشی، پیشرفت و بهبود کیفی و کمی قابل‌ملاحظه‌ای در ارتباط با فعالیت‌های ورزشی ورزشکاران به‌دست‌آمده است. لباس‌های ورزشی نانویی که از طریق نانوذرات تولید می‌شود، یکی از صدها کاربرد مؤثر نانومواد است که منجر به بهبود عملکرد ورزشی ورزشکاران و قهرمانی‌های متعدد آنان در میادین ملی و بین‌المللی شده است. شرکت‌های بزرگی نظیر نایک و آدیداس، امروزه در به‌کارگیری فن‌آوری نانو در محصولات ورزشی پیشرو هستند (۳).

فلزاتی نظیر مس، روی و کبالت ازجمله مواد ضدباکتری مؤثر برای تکمیل خاصیت ضدباکتریایی منسوجات به شمار می‌روند. نانوذرات نقره نیز برای بسیاری از باکتری‌های گرم منفی و گرم مثبت این خاصیت را دارند، اما هیچ ضرری به سلول‌های انسانی و پستانداران نمی‌رسانند (۴). نانوذرات، برخلاف آنتی‌بیوتیک‌ها، بدون افزایش مقاومت دارویی باکتری‌ها را مهار می‌کنند (۵). نانوذرات نقره، یکی از گسترده‌ترین نانومواد به کاررفته در محصولات مصرفی است، چون خاصیت ضدمیکروبی بسیار قوی دارد (۶). پژوهش‌های انجام گرفته نشان می‌دهند که نانوذرات نقره در بسیاری از زمینه‌ها نسبت به دیگر فلزات دارای برتری هستند (۷). خاصیت ضدباکتریایی نانوذرات نقره باعث گسترش کاربردهای آن در حوزه‌های نساجی، صنایع‌رنگ، سرامیک، داروسازی، کشاورزی، دامپروری، بسته‌بندی موادغذایی و لوازم آرایشی و بهداشتی شده است (۸). یکی از مهم‌ترین نانوذرات، اکسید روی (ZnO) است که در بسیاری از کشورها در مقیاس صنعتی استفاده می‌شود. مکانیسم عمل اکسیدروی نیز شبیه سایر نانوذرات است، ولی بیشتر از طریق تخریب دیواره‌ی باکتری عمل می‌کند (۹). با توجه به این ویژگی، نانوذره‌ی اکسید روی به عنوان یکی از پرکاربردترین نانوذرات برای مقابله با باکتری‌های گرم

منفی و گرم مثبت مورد استفاده قرارگرفته‌اند (۱۰). به‌خاطر خصوصیات منحصربه‌فرد نانواکسید روی، از آن در صنایع مختلف اعم از غذایی، دارویی، لاستیک‌سازی، الکترونیکی و حتی به عنوان افزودنی خوراکی استفاده می‌شود (۱۱).

فن‌آوری تولید لباس‌های ورزشی حاوی نانومواد، به‌خصوص نانوذرات نقره و نانواکسید روی، به‌طورکلی زیرشاخه‌ای از مبحث پوشش‌های ورزشی نانویی قلمداد می‌گردد. پارچه‌های مبتنی بر فن‌آوری نانو در طیف گسترده‌ای از ورزش‌ها مانند بالون‌سواری، چتربازی، ایروبیک، ورزش پهلوانی، دوومیدانی، دوچرخه‌سواری، هاکی، کوهنوردی، شنا، قایق‌سواری، موج‌سواری و اسکی به کار می‌روند (۱۲).

با این وصف، تحقیق حاضر با هدف بررسی و تبیین کاربست فن‌آوری نانوذرات نقره و نانواکسید روی در فرایند تولید لباس‌های ورزشی انجام می‌شود و ضمن آن، به بررسی پاسخ‌های فیزیولوژیکی و عملکرد ورزشی زنان فعال زمانی که از لباس‌های ورزشی حاوی نانوذرات نقره و نانواکسید روی استفاده کرده‌اند با عملکرد ورزشی همان افراد زمانی که از لباس‌های ورزشی معمولی استفاده نموده‌اند می‌پردازد؛ بنابراین، سؤال اصلی تحقیق حاضر ازاین‌قرار است: «استفاده از فن‌آوری نانوذرات نقره و نانواکسید روی در فرایند تولید لباس‌های ورزشی، چه تأثیری بر پاسخ‌های فیزیولوژیکی و عملکرد ورزشی زنان فعال دارد»؟

روش‌شناسی

آماده سازی نمونه ها و آزمایش ها: از میان جامعه‌ی آماری (زنان فعال شرکت‌کننده در فعالیت های ورزش همگانی)، به طور تصادفی تعداد ۱۰ نفر به‌عنوان نمونه‌ی آماری انتخاب شدند تا در یک برنامه‌ی تمرینی شش جلسه‌ای شرکت کنند (جدول ۱). سه جلسه از شش جلسه برای آزمون استقامت با لباس نانو و سه جلسه دیگر بدون لباس بوده است. هر متغیر سه نوبت اندازه‌گیری شده و میانگین آنها در نظر گرفته شده است.

جدول ۱. مشخصات جمعیت شناختی پاسخ‌دهندگان

کد آزمودنی	سن	شاخص توده بدن	میزان فعالیت در هفته	وزن/کیلوگرم
۱	۲۱	۲۱/۸	۳ روز	۵۴
۲	۲۶	۲۴/۶	هر روز	۵۹
۳	۲۳	۲۵/۱	۳ روز	۵۵
۴	۲۹	۲۶/۲	۳ روز	۶۳
۵	۳۱	۲۵/۹	هر روز	۶۷
۶	۲۸	۲۷/۲	۱ روز	۵۸
۷	۲۱	۲۶/۵	۲ روز	۵۶
۸	۲۳	۲۲/۷	۳ روز	۶۸
۹	۲۷	۲۵/۸	۳ روز	۶۱
۱۰	۳۰	۲۹/۱	هر روز	۵۹

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.27.9.4]
[DOI: 10.61186/jsmt.22.27.155]

برای گردآوری داده‌های حاصل از انجام آزمایش بر روی آزمودنی‌ها در مراحل مختلف جلسات، از دستگاه‌ها و امکانات آزمایشگاهی زیر استفاده شده است:

۱ ـ دستگاه تردمیل GXT-8800 (ساخت کشور چین و دارای نمایشگر مسافت، زمان، میزان کالری مصرفی، سرعت، شیب قابل تغییر) برای اندازه‌گیری استقامت ورزشکاران زن با و بدون لباس‌های حاوی نانوذرات نقره و نانواکسیدروی

۲ ـ محیط کشت Blood agar برای اندازه‌گیری باکتری‌زدایی از بدن ورزشکاران زن با و بدون لباس‌های حاوی نانوذرات نقره و نانواکسیدروی

۳ ـ دستگاه دیجیتال مچی رزمکس مدل CH155 برای اندازه‌گیری فشارخون (بالا و پایین) و ضربان قلب ورزشکاران زن با و بدون لباس‌های حاوی نانوذرات نقره و نانواکسیدروی

۴ ـ دستگاه ترازوی دیجیتال AND مدل EK-30KL با دقت ۰/۰۰۱ ساخت ژاپن

۵- آون برای اندازه‌گیری میزان جذب رطوبت ورزشکاران زن با و بدون لباس‌های حاوی نانوذرات نقره و نانواکسیدروی

لباس‌های استفاده شده در این تحقیق، لباس‌های تولیدشده توسط شرکت تهران زرنخ، تولیدکنندهٔ لباس‌های ورزشی ضدباکتری و خنک‌کننده با استفاده از فن‌آوری نانو هستند. محصولات حاضر (شکل ۱)، تاپ و شلوارک ورزشی هستند که از نخ‌های پلی‌آمیدی حاوی نانوذرات نقره و نانوذرات اکسید روی در بافت آنها استفاده شده است. الیاف نایلون ضدباکتری به‌کاررفته در تولید این محصولات حاوی حدود ۲۰ppm نانوذرات نقره و نانوذرات اکسید روی با ابعاد کمتر از ۱۰۰ نانومتر است که به دلیل ورود نانوذرات در مرحلهٔ تولید الیاف، از پایداری در طی مراحل استفاده و شست‌وشو برخوردار هستند.



شکل ۱- نمونه‌ای از لباس‌های مورد استفاده در تحقیق

لباس‌های مذکور دارای ترکیبی شامل ۵۲ درصد نخ خنک‌کنندهٔ CoolMax پلی‌استر و ۴۸ درصد نخ ضدباکتری Nano silver و ZnO است.

روش تحقیق: جهت اندازه‌گیری استقامت آزمودنی‌ها، از دستگاه تردمیل استفاده گردید. به این صورت که، از آزمودنی‌ها خواسته شد در سه جلسه‌ی تمرینی اول، بعد از پوشیدن لباس‌های حاوی نانوذرات بر روی دستگاه تردمیل قرار گرفته و شروع به دویدن با سرعت ثابت ۷ کیلومتر در ساعت کنند. یکی از مزیت‌های این مدل از دستگاه تردمیل، مجهز بودن آن

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.27.9.4]

[DOI: 10.61186/jsmt.22.27.155]

به یک صفحه‌ی دیجیتال برای نشان دادن مدت زمان انجام فعالیت به ثانیه(s)، میزان سرعت انجام فعالیت به کیلومتر در ساعت (km/h) و میزان ضربان قلب و تپش در دقیقه (bpm) می‌باشد.

برای اندازه‌گیری میزان باکتری‌زدایی، بلافاصله بعد از انجام کار بر روی دستگاه تردمیل توسط آزمودنی‌ها، مقدار ۵ میلی‌لیتر از عرق ایجادشدهٔ آنها در اثر فعالیت و جذب آن در هر دو حالت با و بدون لباس نانو، برداشت گردید و در محیط کشت Blood agar قرار گرفت تا میزان باکتری جذب شده توسط هر دو نوع لباس اندازه‌گیری شود (نوبخت و همکاران،۱۴۰۱).

برای اندازه‌گیری فشارخون بالا و پایین و ضربان قلب قبل و بعد از تمرین با و بدون لباس نانو، از یک دستگاه فشارسنج مچی دیجیتال و استاندارد استفاده شد. قبل از تمرین و زمانی که آزمودنی دارای لباس حاوی نانو بود، فشارخون بالا و پایین و همچنین، ضربان قلب آزمودنی اندازه‌گیری شد. همین اندازه‌گیری بلافاصله در پایان تمرین نیز انجام گردید (۱۳) برای اندازه‌گیری میزان رطوبت، از دستگاه ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ استفاده شد. به این صورت که وزن لباس‌ها (با و بدون نانو) یک‌بار قبل از تمرین و بار دوم نیز بعد از تمرین مورد اندازه‌گیری با دقت ۰/۰۰۱ قرار گرفت.

نتایج به‌دست‌آمده از آزمایش آزمودنی‌ها و اندازه‌گیری متغیرهای تحقیق، تجزیه‌وتحلیل آماری شد.

تجزیه و تحلیل آماری: در این تحقیق، برای تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از انجام آزمایش بر روی آزمودنی‌ها و نیز اندازه‌گیری متغیرهای تحقیق، از آزمون‌های ناپارامتری معادل استفاده شده است. به این ترتیب که، به منظور بررسی تأثیر تیمارها (فعالیت ورزشی با و بدون لباس‌های نانو) بر هر یک از متغیرهای میزان استقامت، میزان جذب رطوبت، میزان باکتری‌زدایی، میزان فشارخون بالا و پایین و تعداد ضربان قلب تعداد ۱۰ نفر ورزشکار زن، از طرح بلوک تصادفی کامل با سه تکرار، و در هر یک از موارد جهت تعیین اختلاف بین گروه‌های مختلف از پس آزمون به روش دانکن استفاده شد.

یافته‌ها

میزان استقامت ورزشکاران زن: برطبق نتایج واریانس، تیمارها از نظر مدت فعالیت اختلاف معنادار دارند (۰/۰۵ > ۰/۰۰۱ = p). طبق نتایج پس آزمون دانکن در جدول (۲)، لباس‌های نانوذرات‌نقره و نانواکسیدروی استقامت ورزشکاران زن را افزایش می‌دهد.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.27.9.4]

[DOI: 10.61186/jsmt.22.27.155]

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.27.9.4]
[DOI: 10.61186/jsmt.22.27.155]

جدول ۲. میزان استقامت ورزشکاران زن با و بدون لباس نانو (km/h)

تیمار / ورزشکاران	بدون لباس نانو	با لباس نانو
۱	۱۶/۶۷ ± ۱/۵۳ a	۲۲/۰۰ ± ۱/۰۰ b
۲	۱۶/۳۳ ± ۴/۵۱ a	۲۳/۰۰ ± ۲/۰۰ b
۳	۱۴/۳۳ ± ۱/۵۳ a	۱۸/۳۳ ± ۰/۵۸ b
۴	۲۳/۶۷ ± ۱/۵۱ a	۲۵/۶۷ ± ۱/۵۳ a
۵	۲۱/۰۰ ± ۲/۶۵ a	۲۱/۶۷ ± ۰/۵۸ a
۶	۱۷/۶۷ ± ۰/۵۸ a	۲۳/۶۷ ± ۱/۰۰ b
۷	۲۴/۶۷ ± ۱/۱۶ a	۲۷/۶۷ ± ۱/۵۳ b
۸	۱۷/۰۰ ± ۱/۰۰ a	۱۷/۳۳ ± ۱/۵۳ a
۹	۱۳/۳۳ ± ۱/۵۳ a	۱۸/۳۳ ± ۲/۵۲ b
۱۰	۱۴/۶۷ ± ۱/۱۶ a	۲۲/۰۰ ± ۱/۰۰ b
کل	۱۷/۹۳ ± ۲/۱۳ a	۲۱/۹۰ ± ۱/۳۸ b

* هر یک از داده‌ها بیانگر میانگین سه تکرار ± انحراف استاندارد مربوطه است.

* حروف لاتین کوچک غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهندهٔ وجود اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد بین تیمارهاست.

میزان بهبود باکتری‌زدایی از بدن ورزشکاران زن: برطبق نتایج آنالیز واریانس، بین تیمارها از نظر میزان باکتری‌زدایی اختلاف معناداری وجود دارد (p = ۰/۰۰۱ < ۰/۰۵). براساس نتایج پس‌آزمون دانکن در جدول (۳)، استفاده از لباس‌های حاوی نانوذرات نقره و نانواکسیدروی میزان باکتری‌زدایی در ورزشکاران زن را افزایش داده است.

جدول ۳. میزان بهبود باکتری‌زدایی ورزشکاران زن با و بدون لباس نانو (log cfu/g)

تیمار / ورزشکاران	بدون لباس نانو	با لباس نانو
۱	۳۰/۸۴ ± ۰/۶۹ a	۹۰/۵۰ ± ۰/۶۸ b
۲	۱۷/۷۷ ± ۰/۵۶ a	۹۵/۱۰ ± ۰/۱۹ b
۳	۵۹/۸۴ ± ۱/۲۳ a	۸۰/۶۷ ± ۰/۶۷ b
۴	۶۲/۲۶ ± ۰/۸۴ a	۹۲/۰۹ ± ۱/۱۷ b
۵	۵۲/۸۹ ± ۰/۹۵ a	۷۴/۳۰ ± ۰/۷۰ b
۶	۴۴/۳۶ ± ۰/۳۸ a	۶۹/۶۳ ± ۰/۳۴ b
۷	۶۹/۶۴ ± ۰/۶۶ a	۹۶/۴۷ ± ۰/۴۸ b
۸	۳۱/۵۴ ± ۰/۴۷ a	۸۸/۹۳ ± ۱/۲۰ b
۹	۲۷/۲۳ ± ۱/۳۱ a	۵۲/۰۶ ± ۱/۲۲ b
۱۰	۳۵/۶۶ ± ۱/۱۴ a	۶۴/۹۲ ± ۱/۱۸ b
کل	۴۳/۱۷ ± ۱۶/۶۳ a	۸۰/۴۷ ± ۱۴/۳۳ b

* هر یک از داده‌ها بیانگر میانگین سه تکرار ± انحراف استاندارد مربوطه است.

* حروف لاتین کوچک غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهندهٔ وجود اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد بین تیمارهاست.

میزان فشارخون ورزشکاران زن:

فشارخون بالا قبل از تمرین: براساس نتایج آنالیز واریانس، بین تیمارها از نظر میزان فشارخون بالا قبل از انجام تمرین اختلاف معناداری نیست (p = ۰/۱۵۲ <۰/۰۵). طبق نتایج پس‌آزمون دانکن در جدول (۴)، لباس‌های حاوی نانوذرات نقره و نانواکسیدروی تأثیر چندانی در میزان فشارخون بالای ورزشکاران زن قبل از تمرین نداشته است.

جدول ۴. میزان بهبود فشارخون بالای قبل از تمرین ورزشکاران زن با و بدون لباس نانو (mmHg)

تیمار / ورزشکاران	بدون لباس نانو	با لباس نانو
۱	۱۲۶/۶۷ ± ۱/۱۶ ^{a}	۱۲۷/۰۰ ± ۱/۰۰ ^{a}
۲	۱۳۱/۶۷ ± ۰/۵۸ ^{a}	۱۳۰/۶۷ ± ۰/۵۸ ^{a}
۳	۱۳۷/۳۳ ± ۱/۱۶ ^{a}	۱۳۷/۳۳ ± ۰/۵۸ ^{a}
۴	۱۲۳/۶۷ ± ۱/۱۶ ^{a}	۱۲۴/۰۰ ± ۱/۰۰ ^{a}
۵	۱۲۷/۶۷ ± ۰/۵۸ ^{a}	۱۲۷/۳۳ ± ۰/۵۸ ^{a}
۶	۱۳۴/۶۷ ± ۱/۱۶ ^{a}	۱۳۶/۳۳ ± ۰/۵۸ ^{a}
۷	۱۲۴/۳۳ ± ۱/۱۵ ^{a}	۱۲۴/۶۷ ± ۰/۵۸ ^{a}
۸	۱۲۷/۳۳ ± ۰/۵۸ ^{a}	۱۲۷/۶۷ ± ۰/۵۸ ^{a}
۹	۱۳۶/۳۳ ± ۱/۵۲ ^{a}	۱۳۸/۳۳ ± ۰/۵۸ ^{a}
۱۰	۱۲۸/۳۳ ± ۱/۱۶ ^{a}	۱۲۹/۰۰ ± ۱/۰۰ ^{a}
کل	۱۲۹/۸۰ ± ۴/۸۱ ^{a}	۱۳۰/۲۳ ± ۵/۱۲ ^{a}

* هر یک از داده‌ها بیانگر میانگین سه تکرار ± انحراف استاندارد مربوطه است.

* حروف لاتین کوچک غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهندهٔ وجود اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد بین تیمارهاست.

فشارخون پایین قبل از تمرین: براساس نتایج آنالیز واریانس، بین تیمارها از نظر میزان فشارخون پایین قبل از انجام تمرین اختلاف معناداری نیست (p = ۰/۰۸۱ <۰/۰۵). طبق نتایج پس‌آزمون دانکن در جدول (۵)، لباس های حاوی نانوذرات نقره و نانواکسیدروی تأثیر چندانی در میزان فشارخون پایین ورزشکاران زن قبل از تمرین نداشته است.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.27.9.4]
[DOI: 10.61186/jsmt.22.27.155]

جدول ۵. میزان فشارخون پایین قبل از تمرین ورزشکاران زن با و بدون لباس نانو (mmHg)

تیمار / ورزشکاران	بدون لباس نانو	با لباس نانو
۱	۸۸/۰۰ ± ۱/۰۰ a	۸۷/۶۷ ± ۰/۵۸a
۲	۸۳/۶۷ ± ۱/۱۶a	۸۳/۳۳ ± ۰/۵۸a
۳	۸۵/۶۷ ± ۰/۵۸a	۸۶/۳۳ ± ۰/۵۸a
۴	۸۷/۶۷ ± ۱/۱۶a	۸۸/۰۰ ± ۱/۰۰a
۵	۸۱/۳۳ ± ۰/۵۸a	۸۱/۳۳ ± ۰/۶۷a
۶	۸۱/۶۷ ± ۱/۵۳a	۸۲/۶۷ ± ۱/۱۶a
۷	۷۶/۶۷ ± ۱/۱۶a	۷۶/۶۷ ± ۰/۵۸a
۸	۷۵/۶۷ ± ۱/۵۳a	۷۶/۰۰ ± ۱/۰۰a
۹	۷۹/۰۰ ± ۱/۰۰a	۸۰/۰۰ ± ۱/۰۰a
۱۰	۷۵/۶۷ ± ۰/۵۸a	۷۵/۶۷ ± ۰/۵۸a
کل	۸۱/۵۰ ± ۴/۶۴a	۸۱/۸۰ ± ۴/۵۷a

* هر یک از داده‌ها بیانگر میانگین سه تکرار ± انحراف استاندارد مربوطه است.

* حروف لاتین کوچک غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهندهٔ وجود اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد بین تیمارهاست.

فشارخون بالا بعد از تمرین: براساس نتایج انجام آنالیز واریانس، بین تیمارها از نظر میزان فشارخون بالا بعد از انجام تمرین اختلاف معناداری هست (p = ۰/۰۰۱ < ۰/۰۵). طبق نتایج پس‌آزمون دانکن در جدول (۶)، لباس‌های حاوی نانوذرات نقره و ناتواکسیدروی در کاهش میزان فشارخون بالای ورزشکاران زن بعد از تمرین مؤثر است.

جدول ۶. میزان فشارخون بالای بعد از تمرین ورزشکاران زن با و بدون لباس نانو (mmHg)

تیمار / ورزشکاران	بدون لباس نانو	با لباس نانو
۱	۱۶۴/۶۷ ± ۱/۵۳ b	۱۶۰/۰۰ ± ۱/۰۰a
۲	۱۶۸/۰۰ ± ۱/۰۰b	۱۶۲/۶۷ ± ۱/۱۶a
۳	۱۷۰/۳۳ ± ۲/۰۸b	۱۶۰/۶۷ ± ۱/۵۳a
۴	۱۶۴/۶۷ ± ۲/۵۲b	۱۵۵/۶۷ ± ۲/۰۸a
۵	۱۷۱/۶۷ ± ۲/۰۰b	۱۵۹/۶۷ ± ۳/۲۱a
۶	۱۷۶/۳۳ ± ۱/۵۳b	۱۶۲/۰۰ ± ۱/۰۰a
۷	۱۶۵/۳۳ ± ۳/۵۱b	۱۵۴/۳۳ ± ۱/۵۳a
۸	۱۶۳/۰۰ ± ۲/۶۵b	۱۵۹/۰۰ ± ۱/۰۰a
۹	۱۷۵/۰۰ ± ۲/۰۰b	۱۶۰/۶۷ ± ۱/۵۳a
۱۰	۱۷۶/۰۰ ± ۳/۰۰b	۱۶۵/۶۷ ± ۳/۰۶a
کل	۱۶۹/۴۳ ± ۵/۲۴b	۱۶۰/۰۳ ± ۳/۵۲a

* هر یک از داده‌ها بیانگر میانگین سه تکرار ± انحراف استاندارد مربوطه است.

* حروف لاتین کوچک غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهندهٔ وجود اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد بین تیمارهاست.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.27.9.4]
[DOI: 10.61186/jsmt.22.27.155]

فشارخون پایین بعد از تمرین: برطبق نتایج آنالیز واریانس، بین تیمارها از نظر میزان فشاخون پایین بعد از انجام تمرین اختلاف معناداری وجود دارد (p = ۰/۰۴۵ < ۰/۰۵). طبق نتایج پس‌آزمون دانکن در جدول (۷)، لباس‌های مبتنی بر نانوذرات نقره و نانواکسیدروی در کاهش میزان فشارخون پایین ورزشکاران زن بعد از تمرین مؤثر است.

جدول ۷. میزان فشارخون پایین بعد از تمرین ورزشکاران زن با و بدون لباس نانو (mmHg)

تیمار / ورزشکاران	بدون لباس نانو	با لباس نانو
۱	۹۲/۰۰ ± ۱/۰۰^{b}	۹۰/۰۰ ± ۱/۰۰^{a}
۲	۸۷/۰۰ ± ۱/۰۰^{a}	۸۶/۳۳ ± ۰/۵۸^{a}
۳	۸۸/۶۷ ± ۱/۵۳^{a}	۹۱/۰۰ ± ۱/۰۰^{a}
۴	۹۲/۰۰ ± ۱/۰۰^{a}	۹۰/۶۷ ± ۱/۵۳^{a}
۵	۸۷/۳۳ ± ۰/۵۸^{a}	۸۷/۰۰ ± ۱/۷۳^{a}
۶	۸۶/۰۰ ± ۱/۷۳^{a}	۸۴/۶۷ ± ۰/۵۸^{a}
۷	۸۱/۳۳ ± ۱/۵۳^{b}	۷۹/۳۳ ± ۱/۵۳^{a}
۸	۷۸/۶۷ ± ۰/۵۸^{a}	۷۷/۶۷ ± ۱/۱۶^{a}
۹	۸۴/۶۷ ± ۱/۱۶^{a}	۸۳/۰۰ ± ۱/۰۰^{a}
۱۰	۸۰/۳۳ ± ۰/۵۸^{b}	۷۹/۰۰ ± ۱/۰۰^{a}
کل	۸۵/۸۰ ± ۴/۵۳^{b}	۸۴/۸۷ ± ۴/۹۲^{a}

* هر یک از داده‌ها بیانگر میانگین سه تکرار ± انحراف استاندارد مربوطه است.

* حروف لاتین کوچک غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهندهٔ وجود اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد بین تیمارهاست.

میزان بهبود ضربان قلب ورزشکاران زن:

ضربان قلب قبل از تمرین: براساس نتایج آنالیز واریانس، بین تیمارها از نظر تعداد ضربان قلب قبل از تمرین اختلاف معناداری وجود ندارد (p = ۰/۴۵۸ < ۰/۰۵). طبق نتایج پس‌آزمون دانکن در جدول (۸)، لباس‌های حاوی نانوذرات نقره و نانواکسیدروی تأثیر چندانی در تعداد ضربان قلب ورزشکاران زن قبل از تمرین نداشته است.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.27.9.4]
[DOI: 10.61186/jsmt.22.27.155]

جدول ۸. میزان بهبود ضربان قلب قبل از تمرین ورزشکاران زن با و بدون لباس نانو(mmHg)

تیمار / ورزشکاران	بدون لباس نانو	با لباس نانو
۱	۴۰/۶۷ ± ۲/۰۸^{a}	۴۱/۰۰ ± ۱/۰۰^{a}
۲	۳۱/۰۰ ± ۱/۰۰^{a}	۳۱/۶۷ ± ۰/۵۸^{a}
۳	۳۰/۰۰ ± ۲/۰۰^{a}	۲۹/۳۳ ± ۰/۵۸^{a}
۴	۲۸/۰۰ ± ۱/۰۰^{a}	۲۹/۶۷ ± ۰/۵۸^{a}
۵	۳۳/۳۳ ± ۲/۰۸^{a}	۳۰/۰۰ ± ۲/۰۰^{a}
۶	۴۰/۰۰ ± ۱/۷۳^{a}	۴۰/۰۰ ± ۱/۰۰^{a}
۷	۳۴/۰۰ ± ۱/۰۰^{a}	۳۳/۰۰ ± ۱/۷۳^{a}
۸	۳۱/۰۰ ± ۲/۶۵^{a}	۳۰/۰۰ ± ۱/۰۰^{a}
۹	۲۹/۰۰ ± ۱/۵۳^{a}	۳۰/۰۰ ± ۱/۰۰^{a}
۱۰	۳۴/۳۳ ± ۱/۱۶^{a}	۳۳/۶۷ ± ۱/۵۳^{a}
کل	۳۳/۱۷ ± ۴/۳۸^{a}	۳۲/۸۳ ± ۴/۲۷^{a}

* هر یک از داده‌ها بیانگر میانگین سه تکرار ± انحراف استاندارد مربوطه است.

* حروف لاتین کوچک غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهندهٔ وجود اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد بین تیمارهاست.

ضربان قلب بعد از تمرین: براساس نتایج آنالیز واریانس، بین تیمارها از نظر تعداد ضربان قلب بعد از انجام تمرین اختلاف معناداری وجود دارد (p = ۰/۰۰۱ > ۰/۰۵). طبق نتایج پس‌آزمون دانکن در جدول (۹)، لباس‌های مبتنی بر نانوذرات نقره و نانواکسیدروی در کاهش تعداد ضربان قلب ورزشکاران زن بعد از انجام تمرین مؤثر است.

جدول ۹. میزان بهبود ضربان قلب بعد از تمرین ورزشکاران زن با و بدون لباس نانو (bpm)

تیمار / ورزشکاران	بدون لباس نانو	با لباس نانو
۱	۱۷۲/۶۷ ± ۲/۰۸^{b}	۱۶۷/۶۷ ± ۳/۰۵^{a}
۲	۱۶۸/۰۰ ± ۴/۰۰^{a}	۱۶۲/۳۳ ± ۴/۱۶^{a}
۳	۱۷۳/۰۰ ± ۳/۴۶^{b}	۱۶۶/۳۳ ± ۴/۷۳^{a}
۴	۱۶۹/۶۷ ± ۱/۵۳^{b}	۱۶۰/۳۳ ± ۲/۰۸^{a}
۵	۱۷۵/۶۷ ± ۱/۵۳^{b}	۱۶۳/۶۷ ± ۱/۵۳^{a}
۶	۱۷۳/۶۷ ± ۴/۱۶^{b}	۱۵۸/۶۷ ± ۳/۲۱^{a}
۷	۱۷۵/۶۷ ± ۴/۱۶^{b}	۱۶۲/۰۰ ± ۱/۰۰^{a}
۸	۱۷۹/۶۷ ± ۱/۱۶^{b}	۱۵۹/۶۷ ± ۳/۲۱^{a}
۹	۱۶۶/۳۳ ± ۳/۲۱^{b}	۱۵۲/۶۷ ± ۲/۰۸^{a}
۱۰	۱۶۸/۳۳ ± ۳/۵۱^{b}	۱۵۵/۶۷ ± ۴/۵۱^{a}
کل	۱۷۲/۲۷ ± ۴/۷۷^{b}	۱۶۰/۹۰ ± ۵/۱۴^{a}

* هر یک از داده‌ها بیانگر میانگین سه تکرار ± انحراف استاندارد مربوطه است.

* حروف لاتین کوچک غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهندهٔ وجود اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد بین تیمارهاست.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.27.9.4]
[DOI: 10.61186/jsmt.22.27.155]

میزان بهبود جذب رطوبت ورزشکاران زن: نتایج آنالیز واریانس نشان می‌دهد که بین تیمارها از نظر میزان جذب رطوبت اختلاف معناداری وجود دارد (p = ۰/۰۰۱ < ۰/۰۵). براساس نتایج پس‌آزمون دانکن در جدول (۱۰)، لباس‌های حاوی نانوذرات نقره و نانواکسیدروی میزان جذب رطوبت در ورزشکاران زن را افزایش داده است.

جدول ۱۰. میزان بهبود جذب رطوبت ورزشکاران زن با و بدون لباس نانو (cc)

تیمار / ورزشکاران	بدون لباس نانو	با لباس نانو
۱	^{a}۱/۱۳ ± ۰/۴۱	۱/۷۵ ± ۰/۲۰^{b}
۲	۱/۱۰ ± ۰/۱۰^{a}	۱/۶۱ ± ۰/۴۹^{a}
۳	۰/۹۷ ± ۰/۱۶^{a}	۱/۷۲ ± ۰/۳۳^{b}
۴	۱/۰۲ ± ۰/۲۶^{a}	۱/۸۰ ± ۰/۲۲^{b}
۵	۱/۰۰ ± ۰/۱۷^{a}	۲/۱۲ ± ۰/۲۸^{b}
۶	۰/۷۳ ± ۰/۰۲^{a}	۱/۷۱ ± ۰/۱۴^{b}
۷	۱/۱۴ ± ۰/۱۱^{a}	۱/۸۸ ± ۰/۰۶^{b}
۸	۰/۹۷ ± ۰/۰۴^{a}	۱/۸۷ ± ۰/۰۷^{b}
۹	۱/۰۷ ± ۰/۰۷^{a}	۲/۰۰ ± ۰/۰۲^{b}
۱۰	۱/۰۸ ± ۰/۰۷^{a}	۱/۷۸ ± ۰/۱۷^{b}
کل	^{a}۱/۰۲ ± ۰/۱۹	۱/۸۲ ± ۰/۲۴^{b}

* هر یک از داده‌ها بیانگر میانگین سه تکرار ± انحراف استاندارد مربوطه است.

* حروف لاتین کوچک غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهندهٔ وجود اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد بین تیمارهاست.

بحث و نتیجه‌گیری

در تحقیق حاضر، تأثیر تیمارها (فعالیت ورزشی با و بدون لباس‌های نانو) بر میزان استقامت، میزان جذب رطوبت، میزان باکتری‌زدایی، میزان فشارخون سیستولی و دیاستولی و تعداد ضربان قلب ورزشکاران بررسی شد. نتایج نشان داد که استفاده از لباس‌های حاوی نانوذرات نقره و نانواکسیدروی باعث افزایش استقامت ورزشکاران می‌شود. این لباس‌ها منجر به افزایش باکتری‌زدایی در آنها می‌گردد. لباس‌های حاوی نانوذرات نقره و نانواکسیدروی در کاهش فشارخون آنها مؤثر بود. بین ورزشکاران زن از نظر تعداد ضربان قلب بعد از تمرین اختلاف معنادار بود و این لباس‌ها در کاهش تعداد ضربان قلب آنها تأثیر داشت. همچنین این لباس‌ها باعث بهبود جذب رطوبت ورزشکاران زن شد.

این نتایج با یافته‌های قبلی همسویی دارد. شهبازی و همکاران (۱۳۹۲) در تحقیق خود که طی آن ۱۲ نفر از شناگران ملی پوش ۵۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ متر را با شدت ۸۰ تا ۱۰۰ درصد اکسیژن مصرفی بیشینه (کنترل با تعداد ضربان قلب و میزان اسید لاکتیک خون)، با مایوی معمولی و فست اسکین شنا کردند و در شنای آزاد ۴۰۰ متر مایوی معمولی با فست اسکین های

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.27.9.4]
[DOI: 10.61186/jsmt.22.27.155]

تمام تنه و نیم تنه مقایسه و نیروی جلوبرنده‌ی آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد، دریافتند که، کاهش معناداری در رکورد شنای ۵۰ متر کرال سینه، کرال پشت، پروانه و رکوردهای چهار شنای ۲۰۰ متر هست و کاهش معناداری در رکورد ۵۰ متر قورباغه نبود. با توجه به نتایج و تأثیر فست اسکین در بهبود عملکرد شناگران، استفاده از فست اسکین تمام تنه در شنای سرعتی کرال سینه و نیمه استقامت پروانه و فست اسکین نیم تنه در شنای استقامتی توصیه می‌شود (۱۴). اسلامی و بصیری (۱۳۹۵) در تحقیق خود از طریق کاربرد سه کفش ورزشی با جنس زیره‌ی پلی اورتان(PU)، نانوکامپوزیت پلی اورتان ـ کلی ۱ (NPU1)%و ۲ (NPU2)% دریافتند که، استفاده از نانوذرات کلی در زیره‌ی کفش ورزشی بر اوج تولید توان در هر سه صفحه‌ی حرکتی به طورمعناداری اثرگذار بود، اما بر اوج جذب توان تأثیر معناداری نداشت (۱۵).

در ارتباط با تأثیر لباس‌های مبتنی بر نانوذرات نقره و نانواکسیدروی بر بهبود باکتری‌زدایی از بدن ورزشکاران زن، نتایج به‌دست‌آمده با مطالعات قبلی همسوست. مجیدنیا و همکاران (۱۳۸۹) در تحقیق خود دریافتند که بهبود و پایداری خواص آنتی‌باکتریالی در چرم و اصلاح سطح چرم با نانوذرات نقره روند مثبتی و پرفایده‌ای داشته و این روند منجر به افزایش خاصیت آنتی‌باکتریالی در چرم عمل شده گشت (۱۶). امامی‌فر و همکاران (۱۳۹۰) در تحقیق خود دریافتند که سرعت رشد میکروبی در آب‌پرتقال تازه، با استفاده از بسته‌های نانوکامپوزیتی حاوی نقره و اکسید روی تا ۲۸ روز پس از انبارمانی به‌صورت معناداری کاهش یافت (۱۷). حاجی میرزا بابا و همکاران (۱۳۹۰) دریافتند که در نمونه‌هایی که با کف‌پوش نایلونی با غلظت ۵۰ ppm و بیشتر، از نانو نقره پوشیده شده بود، درصد کاهش باکتری‌ها به ۹۹٪ رسید و با روش پاشیدن (اسپری) محلول نانو نقره روی کالا در کارخانه و یا در منزل روی کالای مصرفی می‌توان از انتقال عفونت‌های میکروبی و بسیاری از بیماری‌ها از طریق این کالا پیشگیری کرد (۱۸). ویسی ملک‌شاهی و همکاران (۱۳۹۱) دریافتند که با افزایش قدرت و تعداد دور پلاسما، میزان فعالیت ضدباکتریایی اکسید روی بیشتر و تعداد کلنی‌ها کمتر شد (۱۰). نبی‌پور و همکاران (۱۳۹۴) در تحقیق خود دریافتند که در مورد نانوپارتیکل‌های نقره و روی غلظت ۰/۵٪ نانوذرات قادر به حذف تقریباً ۱۰۰٪ باکتری‌های *استافیلوکوکوس اورئوس* و *سودوموناس آئروژینوزا* است (۱۹). دوران و همکاران (۲۰۰۷) دریافتند که استفاده از پانسمان نانو نقره که پتانسیل قوی و کارآمد آنتی‌باکتریالی بر علیه *استافیلوکوک اورئوس* و *اشرشیاکلی* دارد، می‌تواند در کنترل عفونت زخم‌های سطحی مؤثر واقع گردد (۲۰). اینگل و همکاران (۲۰۰۸) دریافتند که نانوذرات نقرهٔ قارچی، پتانسیل ضدباکتریایی بر علیه هر چهار باکتری مذکور دارند و تأثیر آنها یک ونیم تا دو برابر قوی‌تر از یون‌های نقرهٔ خالص بود (۲۱). گادی و همکاران (۲۰۱۰) دریافتند که نه تنها نانوذرات نقره دارای خواص ضدقارچی هستند و رشد قارچ‌ها را مهار می‌کنند، بلکه افزایش فعالیت ضدقارچی *فلوکونازل* در ترکیب با نانوذرات نقره بر علیه *فوما گلومراتا*، *فوزاریوم*، *فوما هرباروم*، *تریکودرما*، *سمیتکتوم* و *کاندیدا آلبیکنس* اثبات گردید (۲۲). زاپاتا و همکاران (۲۰۱۱) در تحقیق خود دریافتند که نانوکامپوزیت‌های پلیمری حاوی نانوذرات نقره پایداری حرارتی بالا و فعالیت ضدباکتریایی طولانی‌مدت دارند و برای سلول‌ها و بافت‌های انسانی سمی نیستند. این نانوکامپوزیت‌ها، انتخاب مناسبی برای ازبین‌بردن گونه‌های متعددی از باکتری‌ها و قارچ‌ها هستند (۲۳).

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.27.9.4]

[DOI: 10.61186/jsmt.22.27.155]

در ارتباط با تأثیر لباس‌های مبتنی بر نانوذرات نقره و نانواکسید روی بر بهبود فشارخون ورزشکاران زن، نتایج نشان داد که استفاده از این لباس‌ها تأثیر چندانی در میزان فشارخون بالای ورزشکاران قبل از انجام تمرین نداشته است. همچنین، نتایج حاصل از انجام آنالیز واریانس نشان داد که بین تیمارها از نظر میزان فشارخون پایین قبل از انجام تمرین اختلاف معناداری وجود ندارد و نتایج حاصل از پس‌آزمون دانکن برای هر کدام از ورزشکاران تیز حاکی است که استفاده از این لباس‌ها تأثیر چندانی در میزان فشارخون پایین ورزشکاران قبل از انجام تمرین نداشته است. از طرفی، نتایج حاصل از انجام آنالیز واریانس نشان داد که بین تیمارها از نظر میزان فشارخون بالا بعد از تمرین اختلاف معناداری وجود دارد و نتایج حاصل از پس‌آزمون دانکن برای هر کدام از ورزشکاران هم مشخص کرد که استفاده از لباس‌های حاوی نانوذرات نقره و نانواکسیدروی در کاهش میزان فشارخون بالای ورزشکاران بعد از تمرین مؤثر است. حیدرنژاد و همکاران (۱۳۹۲) در بخشی از تحقیق خود دریافتند که اگرچه در گروه تیمار تعداد گلبول‌های سفید خون افزایش یافت، اما شمارش گلبول‌های قرمز خون و سایر پارامترهای خونی تغییر معناداری نداشت. نانوذرات نقرهٔ به‌کاررفته جهت تسریع ترمیم زخم، می‌تواند بدون اینکه اثرات منفی بر روی برخی از پارامترهای خونی داشته باشد، سیستم ایمنی را تحریک کند (۲۴). زابلی و همکاران (۱۳۹۲) دریافتند که تفاوت معناداری بین غلظت فراسنجه‌های خون (گلوکز، اوره، آلبومین و پروتئین‌کل، آنزیم آلکتالین فسفاتاز، آنزیم لاکتات دهیدروژناز و ویتامین A سرم) مشاهده نشد (۲۵). رزم‌آرا و همکاران (۱۳۹۳) در تحقیق خود دریافتند که میزان هموگلوبین، هماتوکریت و تعداد گلبول قرمز در دوز ۲۰ میکروگرم بر لیتر نانوذرات نقره در روز اول افزایش یافت. در روز دهم تفاوت معناداری بین تیمارها نبود. در هر دو زمان، شاخص‌های ثانویهٔ خون‌شناسی تغییرات معناداری نکرد (۲۶).

در ارتباط با تأثیر لباس‌های مبتنی بر نانوذرات نقره و نانواکسیدروی بر بهبود ضربان قلب ورزشکاران زن، نتایج نشان داد که استفاده از این لباس‌ها تأثیر چندانی در تعداد ضربان قلب ورزشکاران قبل از تمرین نداشته است. همچنین، نتایج حاصل از انجام آنالیز واریانس تأیید نمود که بین تیمارها از نظر تعداد ضربان قلب بعد از تمرین اختلاف معناداری وجود دارد و نتایج پس‌آزمون دانکن برای هر کدام از ورزشکاران هم‌نشان داد که استفاده از لباس‌های حاوی نانوذرات نقره و نانواکسیدروی در کاهش تعداد ضربان قلب ورزشکاران بعد از تمرین مؤثر است. نتایج تحلیل این فرضیه با نتایج تحقیق خدادادی و همکاران (۱۳۹۱) همسوست. خدادادی و همکاران (۱۳۹۱) در تحقیق خود دریافتند که غلظت‌های مختلف نانوذرات نقره بر مقدار آنزیم لاکتات دهیدروژناز اثر معنادار ندارد. باتوجه‌به شباهت فیزیولوژیک موش و انسان، از نتایج حاصل می‌توان برای جلوگیری از آسیب‌های قلبی انسان در حین استفاده از نانوذرات نقره استفاده نمود (۲۷).

در ارتباط با تأثیر لباس‌های مبتنی بر نانوذرات نقره و نانواکسیدروی بر بهبود جذب رطوبت ورزشکاران زن، نتایج تأیید کرد که استفاده از لباس‌های حاوی نانوذرات نقره و نانواکسیدروی میزان جذب رطوبت در ورزشکاران را افزایش داده است. نتایج تحلیل این فرضیه با نتایج تحقیق کروگمن و همکاران (۲۰۰۷) همسو است. آنها از نانومواد برای اصلاح سطح آب‌دوست منسوجات و پوشاک استفاده کردند که این امر سبب بهبود رنگ‌پذیری پارچه گردید. استقرار نانوذرات دی‌اکسید تیتانیوم روی سطح منسوج با روش رسوب‌نشانی لایه به لایه، برای افزایش جذب آب منسوج مؤثر است (۲۸).

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.27.9.4]
[DOI: 10.61186/jsmt.22.27.155]

به‌عنوان نتیجه‌گیری، باید گفت لباس‌های ورزشی مبتنی بر نانوذرات نقره و نانواکسیدروی تأثیرات قابل‌ملاحظه‌ای بر عملکرد ورزشی ورزشکاران دارند. افزایش روزافزون اهمیت عملکرد ورزشکاران در مسابقات قهرمانی و حرفه‌ای و نیز تغییر سبک زندگی، نوع سرگرمی و افزایش عمر مردم موجب شده تا صنایع مختلف ورزشی انگیزهٔ زیادی برای دستیابی به نتایج تحقیقات انجام شده پیرامون لباس‌های ورزشی دارای قدرت عملکردی بالا داشته باشند. به‌غیراز خودتمیزشوندگی و ضدباکتری بودن، لباس‌های ورزشی نانویی قابلیت عملکردی بالایی برای ورزشکاران فراهم می‌کند، چون سبک، راحت و ضدضربه‌اند و آنها را در برابر سرما، آب و پرتوهای فرابنفش محافظت کرده و دوام و انعطاف‌پذیری خوبی دارند. افزایش راحتی فیزیولوژیکی این لباس‌ها بر تندرستی و عملکرد ورزشکار اثرات مثبت دارد.

References

1. Andreta E. Nanosciences and nanotechnologies: what future for research. Future Conference and Expo, Chiba-shi, Chiba, Tokyo. (Feb. 26, 2003).
2. Mahltig B, Haufe H, Bottcher, H. Functionalization of textiles by inorganic sol-gel coatings. Journal of Materials Chemistry. 2005;15(41):4385-4398. https://doi.org/10.1039/b505177k
3. Wong YWH, Yuen CWM, Leung MYS, Ku SKA, Lam HLI. Selected applications of nanotechnology in textiles. AUTEX Research Journal. 2006; 6:1-8. https://doi.org/10.1515/aut-2006-060101
4. Rai M, Yadav, A. Silver Nanoparticles as A New Generation of Antimicrobials. Biotechnology Advances. 2009;27(1): 76-83. https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2008.09.002
5. Rancovic B, Kosanic A. Antimicrobial activities of different extracts of *lecanoramuralis parmeliasulcata* and *parmeliopsisambigua*. Pakistan J Botan. 2012;44: 429-37. https://doi.org/10.1055/s-0028-1084279
6. Rattanawaleedirojn P, Saengkiettiyut K, Sangsuk S. Antibacterial efficacy of nano silver finished fabric on *Staphylococcus aureus* and preliminary test on its safety. Journal Nat Science Issue on Nanotechnol. 2008;7(1): 75-9.
7. Maity D, Mollick MDMR, Mondal D, Bhowmick B, Bain, MK, Bankura K, Sarkar J, Acharya K, Chattopadhyay D. Synthesis of Methylcellulose-Silver Nanocomposite and Investigation of Mechanical and Antimicrobial Properties. Carbohydrate Polymers. 2012; 90:1818-1825. https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2012.07.082
8. Boschetto D., Lerin L, Cansian R, Pergher SBC, Luccio MD. Preparation & Antimicrobial Activity of Polyethylene Composite Films with Silver Exchanged Zeolite-Y. Chemical Engineering Journal. 2012;204-206, 210-216. https://doi.org/10.1016/j.cej.2012.07.111
9. Ostrowski AD, Martin T, Conti J, Hurt I, Harthorn BH. Nanotoxicology: characterizing the scientific literature, 2000-2007. J Nano part Res. 2009;11: 251-257. https://doi.org/10.1007/s.11051.008.9579.5
10. Veisi Malekshahi Z, Afshar D, Ranjbar R, Shirazi MH, Rezaei F, Mahboubi R, Pakbaz Z, Hajikhani S. Antimicrobial properties of zinc oxide nanoparticles. Quarterly Journal of Infectious and Tropical Diseases. 2011;17(59):1-4. (Persian) Available from: https://sid.ir/paper/52762/fa
11. Song W, Zhang J, Guo J, Zhang J, Ding F, Li L, Sun Z. Role of the dissolved zinc ion and reactive oxygen species in cytotoxicity of ZnO nanoparticles. Toxicology Letters. 2010;199: 389-397. https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2010.10.003
12. Abbasi A. Applications of nano technology in the textile industry (a collection of nano technology monitoring reports). Tehran: Publications of the special headquarters for the development of nanotechnology. (2011) (Persian)
13. Jafari M, Musa Zadegan F. Investigating the effect of the material of sportswear on the comfort of athletes during activity, The 11th National Conference of Textile Engineering of Iran. (2017) (Persian)
14. Shahbazi M, Sadeghi H, Kohandel M, Doroudian AA. Effect of the Fast-Skin swim suit on Iranian elite female swimmers' performance. Research in Sport Medicine and Technology. 2013;11(5):25-37. (Persian)

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.27.9.4]
[DOI: 10.61186/jsmt.22.27.155]

15. Islami M, Basiri Z. The effect of using nano technology in the sole of sports shoes on ankle power in the support phase of running. Quarterly Journal of Applied Sports Physiology. 2015;12(23):43-52. (Persian) https://doi. rg/10.18869/acadpub.aassjournal.2.3.33
16. Majidnia Z,Idris A, Valipour P. Improvement of antibacterial properties of leather by silver nanoparticles by corona electric discharge radiation. Quarterly journal of textile technology science. 2010;5(1):51-64. (Persian)
17. Emamifar A, Kadivar M, Shahedi M, Soleimanianzadeh S. Effects of nanocomposite packaging containing silver and zinc oxide on the shelf-life of fresh orange juice. Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology. 2010;6(1):57-67. (Persian) URL: http://nsft.sbmu.ac.ir/article-1-458-en.html
18. Haji Mirzababa H, Montazer M, Rahimi MK. Investigating the antimicrobial effect of nylon flooring containing nano silver. Islamic Azad University Medical Sciences Quarterly. 2012;21(2):101-107. (Persian) Available from: https://sid.ir/paper/98730/en
19. Nabipour YE, Rostamzad A, Hesampour A, Tajabadi M, Ahmadi Asbchin S. Effects of Biosynthesized Zinc and Copper Nanoparticles on Medicine Resistant Pathogenic Bacteria (Antibiotics). Journal of Ilam University of Medical Sciences. 2023;30(5):40-50.
20. Duran N, Marcarto PD, De Souza GIH, Alves OL, Esposito E. Antibacterial effect of silver nanoparticles produced by fungal process on textile fabrics and their effluent treatment. Journal Biomed Nanotechnology. 2007;203-208. https://doi.org/10.1166/jbn.2007.022
21. Ingle A, Gade A, Pierrat S, Sonnichsen C, Rai M. Mycosynthesis of silver nanoparticles using the fungus Fusarium acuminatum and its activity against some human pathogenic bacteria. Curr Nano sci. 2008;4: 141-144. https://doi.org/10.2174/157341308784340804
22. Gade A, Gaikwad S, Tiwari V, Yadav A, Ingle A, Rai M. Bio fabrication of silver nanoparticles by Opuntia Ficus-indica: in vitro antibacterial activity and study of the mechanism involved in the synthesis. 2010; Curr Nano sci. 370-375. https://doi.org/10.2174/157341310791659026
23. Zapata PA, Tamayo L, Paez M, Cerda E, Azocar I, Rabagliati FM. Nanocomposites Based on Polyethylene and Nanosilver Particles Produced by Metallocenic'' In Situ'' Polymerization: Synthesis, Characterization, and Antimicrobial Behavior. European Polymer Journal. 2011; 47, 1541-1549. https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2011.05.008
24. Heidarnejad MS, Yarmohammadi-Samani P, Mobini-Dehkordi M, Rahnama S. Assessing the effects of silver nanoparticles on some hematological parameters during the wound healing in mice. Feyz, Journal of Kashan University of Medical Sciences. 2013;17(4): 359-365. (Persian)
25. Zaboli Kh, Aliarabi H, Tabatabai MM, Bahari AA, Zarei ghane Z. Effect of zinc oxide nano particle and zinc oxide on performance and some blood parameters in male Markos goat kids. Animal Production Research. 2013;2(2):29-41. (Persian) available at https://cabidigitallibrary.org/terms-and-conditions
26. Razmara P, Peykan Heyrati F, Dorafshan S. Effect of Silver Nanoparticles on Some Hematological Indices of Rainbow Catfish (*Pangasius Hypophthalmus*). Journal of Cell & Tissue.2014;5(3):263-272. Available from: https://sid.ir/paper/188893/en
27. Khodadadi S, Naghsh N, Mashayekh AM. Effects of silver nanoparticle on lactate dehydrogenase activity and histological changes of heart tissue in male wistar rats .Journal of Fasa University of Medical Sciences. 2013;2(4):303-307. (Persian)
28. Krogman KC, Zacharia NS, Schroeder S, Hammond PT. Automated process for improved uniformity and versatility of layer-by-layer deposition. *Langmuir*; 2007; 23(6): 3137-3141. https://doi.org/10.1021/la063085b
29. Harifi H, Montazer M. Application of nanotechnology in sports clothing and flooring for enhanced sport activities ,performance, efficiency and comfort: a review. Journal of Industrial Textiles. 2017;46(5):1147–1169. https://doi.org/10.1177/1528083715601512
30. Nobakht F, Fakhri Mirzanagh E, Ashrafi N, Fakhraipour P. Design and Manufacture of Antimicrobial New Sport Shoes Using Nano-silver to Prevent Germs and Viruses. Journal of Sport Biomechanics. 2022;8(3):200-212. (Persian) https://doi.org/10.21859/JSportBiomech.8.3.326.2

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.27.9.4]
[DOI: 10.61186/jsmt.22.27.155]