Journal of Health and Safety at Work 2024; 14(4): 716-735

ORIGINAL RESEARCH PAPER

Ergonomic Status of Sugarcane Harvester Operators

Farzad Khalili[1], Afshin Marzban[1,*], Mahmoud Ghaseminejad[1], Abdollah Hayati[1]

[1]Department of Agricultural Machinery and Mechanization Engineering, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Khuzestan, Iran

Received: 17-10-2024 Accepted: 18-12-2024

ABSTRACT

Introduction: Sugarcane is an important and strategic product in many countries, including Iran. While the introduction of mechanization, e.g., sugarcane harvesting machines, has significantly enhanced the production process, operators of these machines still face many ergonomic and safety challenges.

Material and Methods: The present study investigated the ergonomic status of sugarcane harvester operators by examining some of their physiological and physical evaluations. Physiological evaluations included heart rate, oral temperature, and energy consumption of the operators, perceptual strain index, and physiological strain index. Physical evaluation included estimating the amount of pain and discomfort in body segments. The correlation between pain and discomfort of body parts with some demographic and physiological indices of users was investigated using IBM SPSS 24 software.

Results: Sugarcane harvester operators' heart rate, energy consumption, and physiological strain index were 79.05 beats/min, 18.81 kJ/min, and 0.83, respectively. The average of three indices of thermal sensation, perceived exertion of activity, and perceptual strain index were estimated as 4.40, 9.21, and 8.86, respectively.

Conclusion: Pain and discomfort in the neck and back segments, like many agricultural activities, had the highest rate among the body parts. Also, shorter and thinner operators reported higher pain and discomfort in some segments of the body.

Keywords: *Body pain and discomfort, Physiological indices, Agricultural mechanization, Present status evaluation*

HOW TO CITE THIS ARTICLE

Khalili F, Marzban A, Ghaseminejad M, Hayati A. Ergonomic Status of Sugarcane Harvester Operators. J Health Saf Work. 2024; 14(4): 716-735.

1. INTRODUCTION

Despite the importance of economic and strategic status of sugarcane in Iran and the world, workers involved in various operations of sugarcane production, like many agricultural activities, face many ergonomic problems, including physical and physiological risks. Harvesting sugarcane is done by a sugarcane combine harvester machine. Operators of some models of sugarcane harvesters (such as the harvester made by Case company, Austoft 7000 model), due to the mechanical properties of the levers and pedals, are constantly twisting and bending their back, neck and upper body muscles during work and endure a lot of pressure. Even though the introduction of sugarcane harvesting machines has resulted in a significant improvement in work speed and performance, field evidence shows that the operators of these machines face ergonomic and safety problems that have not been evaluated in a formal manner. In the present study, specifically, the working conditions of sugarcane

* Corresponding Author Email: *afshinmarzban@asnrukh.ac.ir*

Copyright © 2024 The Authors.
Published by Tehran University of Medical Sciences

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Non-commercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-07]

harvester machine operators were evaluated with a focus on ergonomic factors.

2. MATERIAL AND METHODS

37 out of 90 sugarcane harvester operators in Bandar-e Emam Khomeyni's agriculture and industry in southwest Iran agreed to participate in the present study. Using below equation, the operator's energy consumption (in kilojoules per minute) was calculated using age (in years), body mass (in kilograms) and heart rate in work mode (in beats per minute):

$$EE = -55.09669 + 0.6309 \times HR + 0.1988 \times M + 0.2017 \times A$$

in which EE is the operators' energy consumption, M is the body mass, HR is the heart rate at work, and A is the operator's age.

To estimate the heat strain, physiological strain index (PSI) caused by heat was used according to below equation. In this regard, temperature and heart rate were used in degrees Celsius and beats per minute respectively:

$$\mathbf{PSI} = 5 \times \frac{(\mathbf{T} - \mathbf{T}_0)}{(39.5 - \mathbf{T}_0)} + 5 \times \frac{(\mathbf{HR} - \mathbf{HR}_0)}{(180 - \mathbf{HR}_0)}$$

PSI (dimensionless), T, T0, HR and HR0 respectively are physiological strain index, oral temperature at work, oral temperature at rest, heart rate at work and heart rate at rest. Also, subjective strain index was estimated from the amount of perceived heat and the intensity of the perceived exertion according to the below equation:

$$\mathbf{PeSI} = 5 \times \frac{(\mathbf{TS} - 1)}{4} + 5 \times \frac{\mathbf{PE}}{10}$$

where PeSI is the perceptual strain index (dimensionless), TS is the thermal sensation index (dimensionless) and PE is perceived exertion of activity (dimensionless). The numerical value corresponding to the operators' response included values 1 (comfortable), 2 (slightly warm), 3 (warm), 4 (hot) and 5 (very hot). Then, the operator's linguistic evaluation was matched with the numerical score of the thermal sensation index. The perceived exertion of activity, such as the feeling of heat, was estimated from a numerical value of 0 (infinitely easy) to 10 (infinitely hard).

To determine the presence of pain and discomfort in the body, a visual analog scale (zero (insignificant pain) to 10 (severe pain)) and a body map were used. The history of heat stroke, work injury and history of musculoskeletal problems was collected by asking the operators about the occurrence of the conditions in the last year and the answers were recorded as "yes or no". A visual analog scale (zero (completely dissatisfied) to 10 (completely satisfied)) was used to investigate the level of job satisfaction of sugarcane harvester operators. Finally, all data were recorded in Excel version 2016 and statistical analysis was done using IBM SPSS version 24 software.

3. RESULTS AND DISCUSSION

The average height and weight of the studied operators were 177.51 cm and 83.33 kg, respectively. 27% of them had a second job. Also, more than half of the operators had university education. Heart rate, energy consumption, physiological strain index, thermal sensation, perceived exertion of activity, perceptual strain index and job satisfaction of sugarcane harvester operators were, respectively, 79.05 beats/min, 18.81 kJ/min, 0.83, 4.40, 9.21, 8.86 and 6.56. The history of heat stroke, injury during work and musculoskeletal problems among the studied operators was found to be 56%, 48% and 48%, respectively. This prevalence rate of heatstroke was almost equal to the corresponding quantity obtained among palm grove workers. Also, the average amount of pain and discomfort in the back and neck were 8.05 out of 10 points, which was more than the rest of the body. The significant and negative relationship between the height attribute and the thoracic part of the back (r = -0.41) and hand (r = -0.33) can indicate the inappropriate dimensions of the seat and equipment in the harvester cabin for shorter operators (Table 1). Also, the existence of a significant and positive relationship between the attribute of body mass and pain in the thigh region (r = -0.43) can indicate the inappropriate ergonomic conditions of the chair for thinner operators. Some previous studies confirm these two findings.

Establishing a negative relationship (significant for hips region) between the level of education and pain and discomfort in all parts of the body might be due to the fact that more educated people were more successful in controlling pain and following the principles of ergonomics. Due to the increase in risk aversion, knowledge, insight and skill, they perform their work activities more correctly and more principled, and they experience less occupational injury. In this regard, the findings of

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-07]

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-07]

Table 1: Correlation coefficient between pain and discomfort of body segments and some personal, professional and ergonomic characteristics

Body segments	Age	Height	Body mass	BMI	Operator experience	Marital Status	Smoking	Education level	Second job	Hand superiority	Heart rate	Thermal sense	Energy consumption	Job satisfaction	Heatstroke experience	Injuries at work	Musculoskeletal diseases experience
Neck	-0.15^{ns}	0.14^{ns}	0.02^{ns}	-0.15^{ns}	-0.19^{ns}	-0.13^{ns}	0.12^{ns}	-0.05^{ns}	-0.26^{ns}	-0.05^{ns}	0.07^{ns}	0.14^{ns}	-0.16^{ns}	0.22^{ns}	-0.06ns	-0.10^{ns}	0.08ns
Shoulder	-0.02^{ns}	-0.004^{ns}	-0.06^{ns}	-0.16^{ns}	-0.07^{ns}	0.16^{ns}	0.10^{ns}	-0.28^{ns}	0.13^{ns}	-0.08^{ns}	-0.19^{ns}	**0.35***	-0.16^{ns}	0.11ns	0.14^{ns}	0.07^{ns}	0.31^{ns}
Upper back	0.16^{ns}	-0.21ns	-0.20^{ns}	0.05^{ns}	0.30^{ns}	0.06^{ns}	0.01^{ns}	-0.21^{ns}	-0.08^{ns}	-0.15^{ns}	-0.03^{ns}	0.06^{ns}	0.05^{ns}	-0.02^{ns}	0.12^{ns}	-0.26^{ns}	0.15ns
Arm	0.05^{ns}	-0.22^{ns}	-0.24^{ns}	0.05^{ns}	0.15^{ns}	-0.21^{ns}	0.03^{ns}	-0.01^{ns}	0.08^{ns}	-0.19^{ns}	0.03^{ns}	**0.38***	-0.06^{ns}	-0.21ns	0.10^{ns}	-0.11^{ns}	0.18^{ns}
Middle back	-0.07^{ns}	**-0.41***	0.02^{ns}	-0.18^{ns}	0.15^{ns}	-0.14^{ns}	0.07^{ns}	-0.19^{ns}	**0.38***	-0.16^{ns}	-0.01^{ns}	0.15ns	-0.19^{ns}	0.02^{ns}	-0.09^{ns}	-0.21^{ns}	-0.08^{ns}
Hand	0.16^{ns}	**-0.33***	0.08^{ns}	0.05^{ns}	-0.18^{ns}	0.10^{ns}	0.25^{ns}	-0.22^{ns}	-0.04^{ns}	0.15^{ns}	-0.20^{ns}	0.23^{ns}	0.06ns	-0.21ns	-0.01^{ns}	-0.21^{ns}	**0.40***
Lower back	0.004^{ns}	-0.02^{ns}	-0.06^{ns}	0.16^{ns}	-0.04^{ns}	-0.17^{ns}	-0.04^{ns}	-0.02^{ns}	-0.06^{ns}	-0.07^{ns}	0.09ns	0.04^{ns}	0.17^{ns}	0.06ns	0.21^{ns}	0.08^{ns}	-0.11^{ns}
Hips	0.03^{ns}	0.07^{ns}	-0.11^{ns}	-0.10^{ns}	-0.02^{ns}	0.13^{ns}	0.04^{ns}	**-0.45****	0.02^{ns}	-0.09^{ns}	0.12^{ns}	0.30^{ns}	-0.10^{ns}	0.20^{ns}	-0.06ns	-0.25^{ns}	0.09ns
Thigh	-0.01^{ns}	0.02^{ns}	**-0.43****	-0.13^{ns}	-0.09^{ns}	-0.15^{ns}	0.17^{ns}	-0.13ns	0.29^{ns}	-0.11^{ns}	-0.09ns	0.32^{ns}	-0.13ns	0.01^{ns}	0.21ns	-0.06^{ns}	0.18^{ns}
knee down	-0.06ns	-0.21ns	0.16^{ns}	0.05^{ns}	-0.01^{ns}	0.04^{ns}	-0.01^{ns}	-0.09^{ns}	0.13^{ns}	-0.12^{ns}	-0.10ns	0.19^{ns}	0.06ns	-0.07^{ns}	0.03ns	-0.06^{ns}	0.13^{ns}

*, **, and ns show significance at 5% and 1% levels and non-significant, respectively. Significant coefficients are bolded.

Note: In dividing the data of each of the indicators of oral temperature, intensity of perceptual activity, perceptual strain and physiological strain into two categories, all the data of each of them were placed in one category. For this reason, they did not show any changes in the correlation analysis. Therefore, they were not included in the table of correlation results.

the present study were in line with the results of the mentioned research both in the field of agriculture and also in some other jobs.

There was a significant positive relationship between having a second job and the middle back of operators. This indicated higher pain and discomfort in this part of the body among people with a second job. It is worth mentioning that one of the factors of long-term absences caused by occupational diseases is having multiple jobs, which can cause professional risks such as pain and discomfort.

The presence of a negative relationship (although non-significant) between the hand dominance and more pain and discomfort in body parts showed that left-handed people would suffer more pain and discomfort. Past studies consider the cause of this problem in the inappropriate design of workstations for left-handed people, because almost all tools and workstations are designed to fit right-handed people.

The correlation between musculoskeletal diseases experience and the discomfort of hand was significant at a significance level of five percent (Table 1). This issue can indicate that people with a musculoskeletal experience are more vulnerable to pain and physical discomfort. Studies have stated that even the type of musculoskeletal disease affects the amount of pain and discomfort in the body.

4. CONCLUSIONS

Pain and discomfort in the neck and back regions among sugarcane harvester operators, like many agricultural activities, had higher values than other body segments. In addition, the significant correlation of pain and discomfort in some segments of the body with the physical attributes of the operators (height and mass) indicated the relationship between the anthropometric characteristics of the people and the amount of pain in the body. In this regard, it should be said that pain and discomfort in some parts of the body were higher among shorter and thinner operators.

5. ACKNOWLEDGMENTS

The study was funded by The Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan (ASNRUKH).

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-07]

وضعیت ارگونومیکی کاربران دروگر نیشکر

فرزاد خلیلی، افشین مرزبان*، محمود قاسمی‌نژاد رائینی، عبدالله حیاتی

گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، خوزستان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۷/۲۶، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۹/۲۸

چکیده

مقدمه: نیشکر محصولی مهم و استراتژیک در بسیاری از کشورها از جمله ایران است. با وجود این‌که با ورود مکانیزاسیون و ماشین‌های دروگر نیشکر، فرآیند تولید این محصول بهبود چشمگیری پیدا کرده‌است، اما کاربران این دروگرها، با مشکلات ارگونومیکی و ایمنی متعددی مواجه هستند.

روش کار: در مطالعه حاضر، وضعیت موجود ارگونومیکی کاربران دروگر نیشکر، با بررسی برخی ارزیابی‌های فیزیولوژیکی و فیزیکی آن‌ها انجام شد. ارزیابی‌های فیزیولوژیکی شامل ضربان قلب، دمای دهانی، انرژی مصرفی کاربر، شاخص‌های استرین گرمایی (شاخص استرین ادراکی و شاخص استرین فیزیولوژیکی) و ارزیابی فیزیکی شامل برآورد میزان درد و ناراحتی اعضای بدن بود. همبستگی بین درد و ناراحتی اعضای بدن با برخی شاخص های دموگرافیکی و فیزیولوژیکی کاربران با استفاده از نرم افزار IBM SPSS 24 مورد بررسی قرار گرفت.

یافته ها: میانگین ضربان قلب، انرژی مصرفی و شاخص استرین فیزیولوژیکی کاربران دروگر نیشکر به‌ترتیب ۷۹/۰۵ ضربه بر دقیقه، ۱۸/۸۱ کیلوژول بر دقیقه و ۰/۸۳ به دست آمد. میانگین سه شاخص احساس گرمایی، شدت فعالیت اعمال شده ادراکی و شاخص استرین ادراکی به‌ترتیب ۴/۴۰، ۹/۲۱ و ۸/۸۶ برآورد شد. همچنین، سابقه گرمازدگی، آسیب دیدگی حین کار و مشکلات عضلانی-اسکلتی بین کاربران مورد مطالعه به ترتیب ۵۶٪، ۴۸٪ و ۴۸٪ بدست آمد. سطح تحصیلات با درد و ناراحتی در تمامی اعضای بدن ارتباطی منفی (معنادار یا غیرمعنادار) برقرار کرده بود؛ به این معنی که افراد با سوادتر درد و ناراحتی کمتری داشتند و بالعکس.

نتیجه گیری: درد و ناراحتی در نواحی گردن و کمر بین کاربران دروگر نیشکر همچون بسیاری از فعالیت های کشاورزی، مقادیر بالاتری را نسبت به سایر اعضای بدن به خود اختصاص داد. علاوه بر این، همبستگی معنادار درد و ناراحتی در برخی نواحی بدن با ابعاد فیزیکی کاربران (قد و جرم) نشان دهنده ارتباط مشخصه های آنتروپومتریکی افراد با میزان بدن درد است. در این خصوص باید گفت درد و ناراحتی در برخی نواحی بدن بین کاربران کوتاه‌قامت تر و لاغرتر بالاتر بود.

کلمات کلیدی: *ارزیابی وضعیت موجود، شاخص‌های فیزیولوژیکی، مکانیزاسیون کشاورزی، ناراحتی بدن*

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول مکاتبه: *afshinmarzban@asnrukh.ac.ir*

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-07]

مقدمه

نیشکر به عنوان یکی از محصولات مهم و استراتژیک کشور، به عنوان ماده اولیه تولید شکر در دنیا و به خصوص ایران است که علاوه بر تأمین مواد قندی، در مقوله سلامت و درمان برخی بیماری‌ها نظیر خواص باکتری‌کشی، ملین معده و مؤثر در درمان سرماخوردگی، سرفه و اسهال، تولید انرژی‌های تجدیدپذیر، سوخت‌های زیستی و مواد خام صنایع جانبی نیز نقش مهمی دارد (۳-۱). طبق آمار جهاد کشاورزی، تولید نیشکر در سال ۱۳۹۹ تا ۱۴۰۰ با حدود ۵/۹ میلیون تن و سهم حدود ۹/۹ درصد از کل میزان تولید محصولات زراعی آبی رتبه چهارم میزان تولید این محصولات را در کشور دارا می‌باشد. استان خوزستان با سهم ۹۹/۹۸ درصدی رتبه اول تولیدکنندگان نیشکر قرار دارد (۴).

تولید نیشکر مستلزم عملیات متعددی از جمله خاک‌ورزی، کاشت، داشت و برداشت می‌باشد. در این بین، عملیات برداشت یکی از بخش‌های مهم تولید این محصول است که نیازمند نیروی کار انسانی زیادی می‌باشد. همین مسئله باعث می‌شود نیروهای کاری درگیر در این بخش همچون بسیاری از فعالیت‌های کشاورزی (۵-۷) با مشکلات ارگونومیکی متعددی، به ویژه در عملیات برداشت، روبرو شوند. سطوح بالای آسیب‌های عضلانی-اسکلتی ناشی از حرکات تکراری و شدید، بلند کردن و حمل بارهای سنگین یا نامناسب، مسمومیت، گَزش مار و نیش حشرات و جراحات ناشی از داس در برداشت دستی نیشکر (از بریدگی جزئی تا قطع شدن برخی اعضای بدن) از جمله مشکلات مهم سلامتی نیروهای کار در عملیات برداشت نیشکر هستند (۸). علاوه بر این، با توجه به اینکه بیشتر نیشکر جهان در مناطق نیمه گرمسیری کشت می‌شود (۹)، کارگران تولید این محصول با ریسک قرارگرفتن بیش از حد در معرض گرمای شدید روبرو هستند که این مسئله باعث تنش گرمایی، بروز مخاطرات سلامتی و کاهش بهره‌وری می‌شود (۱۰). در حوزه‌ی فرآوری نیشکر نیز مطالعات نشان داد اکثر کارخانه‌های قند از اقدامات ایمنی و بهداشت شغلی ضعیفی برخوردارند، به گونه‌ای که باعث قرارگیری کارگران در معرض حوادث محل کار، درد و ناراحتی در نواحی گردن، قسمت فوقانی پشت، قسمت پایینی (کمر) و بازوها به‌دلیل حرکات مداوم می‌شود (۱۱).

عملیات برداشت نیشکر به دو روش دستی و مکانیزه انجام می‌شود (۱۲). اگرچه در عملیات برداشت دستی که به وسیله داس انجام می‌شود، کارگران با مشکلات ارگونومیکی و ایمنی فراوانی روبرو هستند، اما در عملیات برداشت مکانیزه که به وسیله دستگاه دروگر نیشکر انجام می‌شود نیز مشکلات ارگونومیکی متعددی گزارش شده است. عملکرد ضعیف کابین دروگر نیشکر در کاهش دریافت صدای موتور دروگر توسط راننده باعث افزایش مخاطرات شغلی می‌شود (۱۳). دسترسی به کابین دروگر به دلیل ارتفاع زیاد از سطح زمین و همچنین فاصله زیاد راه‌پله‌های دسترسی به کابین از یکدیگر یکی از عوامل ایجاد ریسک‌های ایمنی و ارگونومیکی می‌باشد (۱۴). کاربر دروگر نیشکر باید در وضعیت فیزیکی مناسب قرار داشته باشد تا بتواند عملیات برداشت را با کیفیت قابل قبولی انجام دهد. کاربران برخی از مدل‌های دروگر نیشکر (همچون دروگر ساخت شرکت کیس، مدل آستافت ۷۰۰۰ (Case, model Austoft 7000)) به دلیل مکانیکی بودن اهرم‌ها و پدال‌ها، در هنگام کار مدام در حال چرخش کمر، گردن و عضلات بالا تنه می‌باشند، به گونه‌ای که در یک نوبت کاری و به طور کلی در طول مدت برداشت که به صورت فشرده و معمولاً ۹۰ روز می‌باشد، فشارهای زیادی را تحمل می‌کنند. شکل (۱) دروگر نیشکر مدل یاد شده را نشان می‌دهد. هر کاربر در شیفت کاری ۱۲ ساعتی، تقریباً ۸ ساعت به صورت سه نوبت ۲ تا ۳ ساعتی کار می‌کند. اگرچه ورود ماشین‌های دروگر نیشکر، موجب بهبود چشمگیری در سرعت کار و عملکرد شده است، اما شرایط ارگونومیکی کاربران این تاکنون مورد ارزیابی مدونی قرار نگرفته است.

همانگونه که اشاره شد، نیشکر به عنوان محصولی ارزشمند از حیث تغذیه و سلامت، جایگاه مهمی بین محصولات زراعی در ایران دارد. با این وجود، نیروهای کاری درگیر در بخش تولید نیشکر و به ویژه عملیات برداشت این محصول با مشکلات ارگونومیکی متعددی

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-07]

روبرو هستند. مطالعات زیادی به بررسی چالش‌های ارگونومیکی و ایمنی کارگران برداشت دستی نیشکر پرداخته‌اند، اما نیروی کار برداشت مکانیزه نیشکر که شامل کابران دروگر می‌شود به نحو مطلوب و مُکفی مورد ملاحظه قرار نگرفته است. از طرفی، تحقیقات انجام گرفته در خصوص دروگرهای نیشکر اغلب معطوف به ابعاد فنی و عملکردی این دستگاه‌ها بوده است و توجه به بخش ارگونومی کاربران آن‌ها کمرنگ جلوه می‌کند. بنابراین، جهت شناسایی مشکلات ارگونومیکی و عوامل ریسک و کاستن آن‌ها در مطالعات آتی، این مطالعه سعی دارد به بررسی ارگونومیکی وضعیت کاربران دروگر نیشکر بپردازد

روش کار

این پژوهش در فصل تابستان سال زراعی ۱۴۰۲-۱۴۰۱ در کشت و صنعت امام خمینی در اراضی شعیبیه بین رودخانه‌های شطیط و دِز در ۳۰ کیلومتری جنوب شهرستان شوشتر واقع در استان خوزستان (عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۵۷ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۲۱ دقیقه شرقی) انجام شد.

افراد شرکت‌کننده در مطالعه

افراد شرکت‌کننده در مطالعه حاضر، کاربران دروگر نیشکر کیس مدل آستافت ۷۰۰۰ در کشت و صنعت امام خمینی واقع در استان خوزستان بودند. این دروگر دارای اهرمها و پدال‌های مکانیکی است. تعداد کل کاربران دروگر نیشکر در این کشت و صنعت که جامعه آماری را تشکیل می‌داد ۹۰ نفر بودند که از این تعداد ۳۷ نفر رضایت خود را برای شرکت در مطالعه اعلام کردند. کاربران لباس فرم شرکت که از جنس پارچه کتانی بود را به تن داشتند. شرایط ورود به مطالعه، علاوه بر داشتن رضایت، شامل حداقل ۲ سال سابقه کاربری، نداشتن مصرف دارو و نداشتن علائم حاد عضلانی-اسکلتی می‌شد. معیار صحت‌سنجی ادعای کاربران در خصوص داشتن شرایط ورود به مطالعه، اظهار شفاهی و معیارهای خروج شامل نداشتن مشارکت لازم و عدم تمایل به ادامه کار بود. برخی مشخصات دموگرافیک، فیزیکی و فیزیولوژیکی این افراد شامل قد، جرم بدن، سن، میزان تحصیلات، شاخص توده‌بدنی، ضربان قلب در حالت استراحت و در حالت کار، دمای دهانی در حالت استراحت و در حالت کار، میزان رضایت شغلی، سابقه گرمازدگی، آسیب‌دیدگی حین کار، سابقه مشکلات عضلانی-اسکلتی و درد و ناراحتی بدن جمع‌آوری گردید. شاخص توده‌بدنی با استفاده از رابطه (۱) محاسبه شد (۱۵):

$$BMI = \frac{M}{H^2} \qquad (۱)$$

که در آن BMI شاخص توده‌بدنی بر حسب کیلوگرم بر متر مربع، M جرم بدن بر حسب کیلوگرم، H قد بر حسب متر است.

ضربان قلب و دمای دهانی

ضربان قلب در حالت استراحت و دمای دهانی در حالت استراحت بعد از ۱۵ دقیقه استراحت به صورت درازکشیده یا نشسته (۱۶) به‌ترتیب با استفاده از ضربان‌سنج Beurer PM70 ساخت کشور آلمان و دماسنج دهانی B.Well WT-04 Standard ساخت کشور سوئیس اندازه‌گیری گردید. ضربان قلب در حالت کار و دمای دهانی در حالت کار در حین انجام عملیات برداشت توسط دروگر نیشکر در حالت نشسته پشت فرمان دستگاه اندازه‌گیری شد.

ارزیابی انرژی مصرفی کاربر

با استفاده از رابطه (۲) انرژی مصرفی کاربر (بر حسب کیلوژول بر دقیقه) با استفاده از سن (بر حسب سال)، جرم بدن، (بر حسب کیلوگرم) و ضربان قلب در حالت کار (بر حسب ضربه بر دقیقه) محاسبه گردید (۱۷):

$$EE = -55.09669 + 0.6309 \times HR + 0.1988 \times M + 0.2017 \times A \qquad (۲)$$

که در آن EE انرژی مصرفی کاربر، M جرم بدن، HR ضربان قلب در حالت کار و A سن کاربر می‌باشد.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-07]

شکل ۱: ماشین برداشت (دروگر) نیشکر کیس مدل آستافت ۷۰۰۰

ارزیابی استرین گرمایی

برای برآورد استرین گرمایی، تلاش شد هم از روش‌های ارزیابی مستقیم و هم غیرمستقیم استفاده شود. در روش ارزیابی مستقیم، شاخص‌ها با استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده‌ای که مستقیماً از کاربر پرسیده می‌شود (داده‌های شهودی) به دست می‌آیند. در روش ارزیابی غیرمستقیم، شاخص‌ها با استفاده از داده‌هایی که با استفاده از تجهیزات اندازه‌گیری می‌شود (داده‌های عینی) حاصل می‌شوند. همچنین با توجه به وجود محدودیت‌ها در شرایط مزرعه‌ای و داده‌برداری در شرایط کنترل نشده و روباز، می‌بایست از روش‌های سریع‌تر و سهل‌الوصول‌تری استفاده می‌شد. به همین منظور، از شاخص استرین فیزیولوژیکی (ارزیابی غیرمستقیم) و شاخص استرین ادراکی (ارزیابی مستقیم) استفاده شد. شاخص استرین فیزیولوژیکی (PSI) ناشی از گرما طبق رابطه (۳) به کار گرفته شد. در این رابطه، دما و ضربان قلب به‌ترتیب بر حسب درجه سلسیوس و ضربه بر دقیقه مورد استفاده قرار گرفت (۱۶):

$$PSI = 5\times\frac{(T-T_0)}{(39.5-T_0)}+5\times\frac{(HR-HR_0)}{(180-HR_0)} \qquad (۳)$$

در این رابطه، PSI، T، T_0، HR و HR_0 به‌ترتیب شاخص استرین فیزیولوزیکی (بدون بُعد)، دمای دهانی در حالت کار (درجه سلسیوس)، دمای دهانی در حالت استراحت (درجه سلسیوس)، ضربان قلب در حالت کار (ضربه بر دقیقه) و ضربان قلب در حالت استراحت (ضربه بر دقیقه) می‌باشد همچنین، شاخص استرین ادراکی با استفاده از میزان احساس گرمایی و میزان شدت فعالیت اعمال شده ادراکی طبق رابطه (۴) برآورد شد:

$$PeSI = 5\times\frac{(TS-1)}{4}+5\times\frac{PE}{10} \qquad (۴)$$

که در آن PeSI شاخص استرین ادراکی)بدون بعد)، TS شاخص احساس گرمایی (بدون بعد) و PE میزان شدت فعالیت اعمال شده ادراکی (بدون بعد) است. برای برآورد میزان احساس گرمایی، از هر کاربر در خصوص احساس وی از شدت گرمایی که متحمل می‌شود پرسش به عمل آمد. مقدار عددی متناظر با پاسخ کاربر شامل مقادیر ۱ (راحت)، ۲ (کمی گرم)، ۳ (گرم)، ۴ (داغ) و ۵ (خیلی داغ) بود. سپس ارزیابی زبانی کاربر با امتیاز عددی شاخص احساس گرمایی مطابقت داده شد. برآورد میزان شدت برآورد میزان شدت فعالیت اعمال شده ادراکی مانند احساس گرمایی و از مقدار عددی صفر (بی‌نهایت آسان) تا ۱۰ (بی‌نهایت سخت) صورت گرفت. امتیاز

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-07]

شکل ۲: ضربان‌سنج (سمت راست) و دماسنج دهانی (سمت چپ) استفاده شده در مطالعه

دهی شاخص استرین فیزیولوژیکی و شاخص استرین ادراکی مشابه یکدیگر و بین صفر تا ده است. امتیاز ۰ تا ۲ نشان‌دهنده عدم وجود استرین گرمایی، امتیاز 3 تا ۴ نشان‌دهنده استرین گرمایی کم، امتیاز ۵ تا ۶ نشان‌دهنده استرین گرمایی متوسط، امتیاز ۷ تا ۸ نشان‌دهنده استرین گرمایی بالا و امتیاز ۹ تا ۱۰ نشان‌دهنده استرین گرمایی خیلی بالا و شدید است (۱۸).

ارزیابی فیزیکی

ارزیابی فیزیکی با استفاده از برآورد میزان درد و ناراحتی اعضای بدن انجام گردید. برای تعیین وجود درد و ناراحتی بدن از مقیاس آنالوگ بصری (صفر (درد ناچیز) تا ۱۰ (درد شدید)) استفاده شد (۱۸). این مقیاس شامل یک خط افقی ده سانتی‌متری کشیده شده روی کاغذ بود که ابتدا و انتهای خط ده سانتی‌متری در کنار اعداد صفر و ده، به‌ترتیب عبارت‌های (بسیار ناچیز) و(بسیار شدید) نوشته شد (شکل ۲). از هر کارگر خواسته شد تا نظر خود در خصوص میزان درد و ناراحتی هر یک از اعضای بدن را روی نقشه بدن با علامت زدن نقطه‌ای روی این خط اعلام کند (شکل ۳). فاصله این نقطه تا صفر (بسیار ناچیز) که با خط کش اندازه‌گیری می‌شود مقدار عددی میزان درد و ناراحتی را مشخص می‌کند.

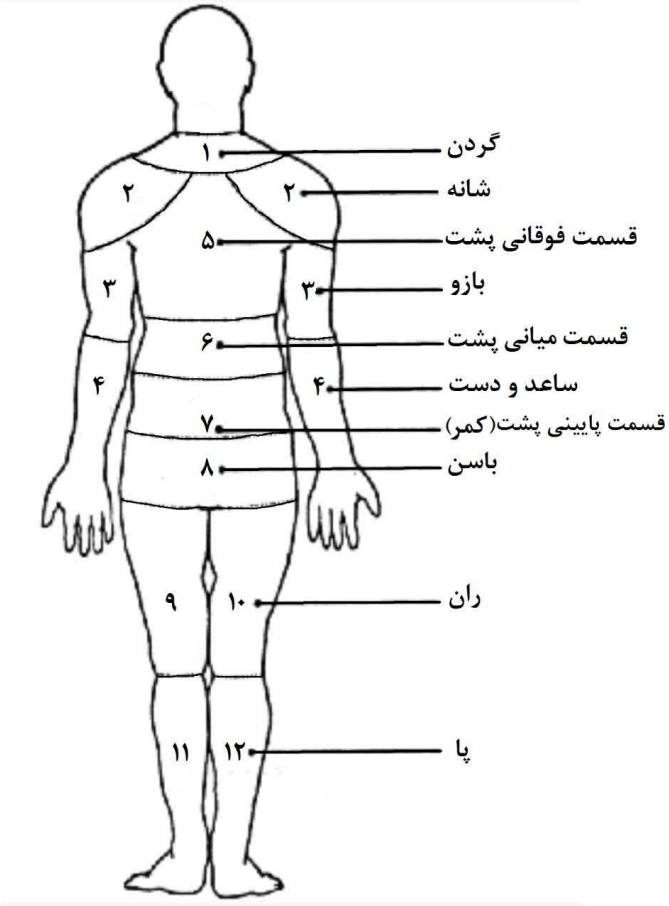
علاوه بر موارد ذکر شده، سابقه گرمازدگی، آسیبدیدگی حین کار و سابقه مشکلات عضلانی-اسکلتی با پرسش از کاربران در مورد وقوع هر یک از آن‌ها در یک سال گذشته انجام و پاسخ‌ها به صورت «بله یا خیر» ثبت شد. برای بررسی میزان رضایت شغلی کاربران دروگر نیشکر، از مقیاس آنالوگ بصری استفاده شد با این تفاوت که در کنار اعداد صفر و ده به ترتیب عبارت‌های «کاملاً ناراضی» و «کاملاً راضی» نوشته شد.

جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل داده‌ها

پیش از داده‌برداری، کاربران شرکت‌کننده در مطالعه با شرایط و روند داده‌برداری آشنا شدند. داده‌های اولیه دموگرافیک شامل سن، قد، جرم بدن، سابقه کاربری، وضعیت تأهل، مصرف دخانیات، سطح تحصیلات، داشتن شغل دوم و دست برتری قبل از شروع عملیات مزرعه‌ای با پرسش از کاربران جمع‌آوری شد.

همانگونه که ذکر شد، هر کاربر، تقریباً ۸ ساعت به صورت سه نوبت ۲ تا ۳ ساعتی کار می‌کند. در این بین، برای هر کاربر، ضربان قلب در حالت استراحت و دمای دهانی در حالت استراحت پیش از شروع هر یک از سه نوبت کاری یعنی در ساعات ۶:۳۰ قبل از ظهر، ۱۰:۳۰ قبل از ظهر و ۲ بعد از ظهر اندازه‌گیری شد. همچنین،

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-07]



شکل ۳: قسمت‌های مختلف بدن برای تعیین درد و ناراحتی (۱۹)

اندازه‌گیری ضربان قلب در حالت کار و دمای دهانی در حالت کار در حین انجام هر یک از سه نوبت کاری صورت گرفت. به این ترتیب، برای هر کاربر، سه داده برای هر یک شاخص‌های یاد شده جمع‌آوری شد. بنابراین، برای هر یک از شاخص‌های انرژی مصرفی کاربر و شاخص استرین فیزیولوژیکی احساس گرمایی نیز سه داده ثبت گردید که برای هر شاخص، میانگین‌گیری و در تجزیه و تحلیل‌ها وارد شد.

بلافاصله پس از هر یک از سه نوبت کاری، داده‌های احساس گرمایی، میزان شدت فعالیت اعمال‌شده ادراکی و درد و ناراحتی اعضای بدن با پرسش از هر کاربر به دست آمد. در مورد این سه شاخص و همچنین شاخص استرین ادراکی (که با استفاده از شاخص‌های احساس گرمایی و میزان شدت فعالیت اعمال شده ادراکی به دست می‌آید) نیز برای هر کاربر سه داده وجود داشت که پس از میانگین‌گیری در تجزیه و تحلیل‌ها لحاظ گردید.

تمامی داده‌ها در نرم افزار Excel نسخه ۲۰۱۶ ثبت و تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزارIBM SPSSنسخه ۲۷ انجام شد. برای بررسی همبستگی بین درد و ناراحتی اعضای بدن و مشخصه‌های دموگرافیک و فیزیولوژیکی، تمامی داده‌ها به دو دسته تقسیم شد (۲۰، ۲۱). از این رو، از ضریب همبستگی اسپیرمن استفاده شد. جمع آوری داده ها در بازه زمانی سه هفته ابتدایی مهر ماه ۱۴۰۲ انجام شد.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-07]

جدول ۱: مشخصات فردی کاربران دروگر نیشکر

مشخصه	میانگین	انحراف معیار
سن (سال)	۳۷/۰۸	۶/۹۳
قد (سانتی‌متر)	۱۷۷/۵۱	۴/۱۷
جرم بدن (کیلوگرم)	۸۳/۳۲	۷/۰۹
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)	۲۶/۴۶	۰/۷۱
سابقه کاربری (سال)	۸/۷۵	۴/۴۵
	تعداد	درصد
وضعیت تأهل (متأهل)	۳۱	۸۴
مصرف دخانیات (بله)	۱۰	۲۷
سطح تحصیلات (فوق دیپلم به بالا)	۲۱	۵۷
داشتن شغل دوم (بله)	۱۰	۲۷
دست برتری (راست دست)	۳۶	۹۷

جدول ۲: مشخصه‌های حرفه‌ای و فیزیولوژیکی کاربران دروگر نیشکر

مشخصه	میانگین	انحراف معیار
دمای دهانی در حالت کار (درجه سلسیوس)	۳۶/۵۴	۰/۲۷
ضربان قلب در حالت کار (ضربه بر دقیقه)	۷۹/۰۵	۱۱/۵۸
انرژی مصرفی (کیلوژول بر دقیقه)	۱۸/۸۱	۷/۸۴
شاخص استرین فیزیولوژیکی (بدون بُعد)	۰/۸۳	۰/۶۰
احساس گرمایی (بدون بُعد)	۴/۴۰	۰/۷۶
شدت فعالیت اعمال شده ادراکی (بدون بُعد)	۹/۲۱	۱/۰۸
شاخص استرین ادراکی (بدون بُعد)	۸/۸۶	۱/۳۸
رضایت شغلی (از ۱۰ نمره)	۶/۵۶	۲/۴۲
	تعداد	درصد
سابقه گرمازدگی	۲۱	۵۶
آسیب‌دیدگی حین کار	۱۸	۴۸
سابقه مشکلات عضلانی-اسکلتی	۱۸	۴۸

یافته ها

کاربران مورد مطالعه

نتایج نشان داد متوسط سن کاربران مطالعه شده ۳۷/۰۸ سال و میانگین قد آن‌ها ۱۷۷/۵۱ سانتی‌متر است (جدول ۱). متوسط شاخص توده بدنی برای کاربران مذکور ۲۶/۴۶ کیلوگرم بر متر مربع بود و کمتر از یک‌سوم آن‌ها مصرف دخانیات داشتند. همچنین بیش از نیمی از کاربران دارای تحصیلات دانشگاهی بودند.

ارزیابی‌های فیزیولوژیکی

جدول (۲) میانگین شاخص دمای دهانی در حالت کار را به میزان ۳۶/۵۴ درجه سلسیوس نشان می دهد. همچنین میزان ضربان قلب کاربران دروگر نیشکر در حالت کار ۷۹/۰۵ ضربه بر دقیقه بود. انرژی مصرفی کاربران دروگر نیشکر ۱۸/۱ کیلوژول بر دقیقه و شاخص استرین فیزیولوژیکی نیز ۰/۸۳ به دست آمد. سابقه گرمازدگی بین کاربران مورد مطالعه ۵۶ درصد بدست

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-07]

جدول ۳: میانگین ، انحراف معیار و درصد میزان درد و ناراحتی در نواحی مختلف بدن (بدون بُعد)

عضو بدن	میانگین	انحراف معیار
گردن	۸/۰۵	۱/۳۷
شانه	۶/۹۴	۱/۸۹
پشت بالا	۴/۹۱	۳/۰۹
بازوهای بالایی	۴/۳۲	۳/۱۰
وسط پشت	۴/۱۸	۳/۶۲
بازوهای پایینی	۴/۵۶	۳/۴۱
کمر	۸/۰۵	۲/۳۰
باسن	۵/۴۸	۲/۵۳
ران	۵/۶۴	۲/۶۰
پاها	۷/۵۶	۳/۰۳

آمد. همچنین، تعداد افرادی که آسیب دیدگی حین کار را گزارش کردند ۱۸ نفر بوده که ۴۸ درصد از کاربران را شامل می شود. میانگین سه شاخص احساس گرمایی، شدت فعالیت اعمال شده ادراکی و شاخص استرین ادراکی به ترتیب برابر با ۴/۴۰، ۹/۲۱ و ۸/۸۶ بود.

درد و ناراحتی بدن

همانطور که جدول (۳) نشان می‌دهد، میانگین میزان درد و ناراحتی در کمر و گردن ۸/۰۵ به‌دست آمده است که از بقیه نواحی بدن بیش‌تر بود. بعد از گردن و کمر، نواحی پاها و شانه‌ها به ترتیب با میانگین ۷/۵۶ و ۶/۹۴ در مرتبه سوم و چهارم به لحاظ میزان درد و ناراحتی در میان سایر اعضای بدن گزارش شد.

ضرایب همبستگی بین درد و ناراحتی اعضای مختلف بدن با مشخصات فردی، حرفه‌ای و ارگونومیکی کاربران

جدول (۴) تجزیه همبستگی بین درد و ناراحتی اعضای مختلف بدن با مشخصات فردی، حرفه‌ای و ارگونومیکی کاربران را نشان می‌دهد. مطابق این نتایج مشخصه سن، دخانیات، سابقه کاربری و شاخص توده بدنی با تمام صفات معنادار نشده است. ضریب همبستگی صفت قد با عضو قسمت میانی کمر (r =-۰/۴۱) و دست (r =-۰/۳۳) در سطح معنی‌داری ۵ درصد معنادار شد.

همچنین، همبستگی صفت جرم بدن با درد در ناحیه ران (r =-۰/۴۳) در سطح معنی‌داری یک درصد معنادار بود. تحصیلات نیز با درد در ناحیه باسن (r = -۰/۴۵) در سطح معنی‌داری یک درصد معنادارگردید. اگرچه به لحاظ آماری، سطح تحصیلات تنها با درد در ناحیه باسن ارتباط معنادار و منفی را نشان داد، اما همانگونه که در جدول (۸) مشاهده می‌شود با درد و ناراحتی سایر اعضای بدن هم ارتباط منفی داشت. داشتن شغل دوم با ضریب همبستگی ۰/۳۸، ارتباط معناداری با قسمت میانی پشت بدن کاربران دروگر نیشکر داشت (سطح معنی‌داری ۰/۰۵). اگرچه صفت دست برتری با درد و ناراحتی در هیچ‌یک از اعضای بدن رابطه معناداری پیدا نکرد، اما تقریباً با تمامی آن‌ها رابطه‌ای منفی داشت.

نتایج آنالیز همبستگیها نشان می‌دهد رابطه ضربان قلب، سابقه آسیب‌دیدگی حین کار، و رضایت شغلی با درد و ناراحتی اعضای بدن معنادار نشد. همانطور که مشاهده می شود، ضریب همبستگی بین احساس گرمایی با درد و ناراحتی در نواحی بازو (r=/۳۵۰) و شانه (r=/۳۸۰) در سطح معنی‌داری پنج درصد معنی‌دار و مثبت شد. شایان ذکر است که احساس گرمایی با درد و ناراحتی در سایر اعضای بدن نیز همبستگی مثبت داشت. سابقه مشکلات عضلانی-اسکلتی با عضو دست در سطح معنی‌داری پنج درصد معنادار شد (جدول ۴).

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-07]

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-07]

جدول ۴: ضرایب همبستگی بین درد و ناراحتی اعضای مختلف بدن و برخی مشخصات فردی، حرفه‌ای و ارگونومیکی

اعضای بدن	سن	قد	جرم بدن	شاخص توده بدنی	سابقه کاربری	وضعیت تأهل	مصرف دخانیات	سطح تحصیلات	داشتن شغل دوم	دست برتری	ضربان قلب	احساس گرمایی	انرژی مصرفی کاربر	رضایت شغلی	سابقه گرمازدگی	آسیب‌دیدگی حین کار	سابقه مشکلات عضلانی-اسکلتی
گردن	-۰/۱۵ ns	۰/۱۴ ns	۰/۰۱۷ ns	-۰/۱۵ ns	-۰/۱۹ ns	-۰/۱۳ ns	۰/۱۲ ns	-۰/۰۵ ns	-۰/۲۶ ns	-۰/۰۵ ns	۰/۰۷ ns	۰/۱۴ ns	-۰/۱۶ ns	۰/۲۲ ns	-۰/۰۶ ns	-۰/۱۰ ns	۰/۰۸ ns
شانه	-۰/۰۲ ns	-۰/۰۰۴ ns	-۰/۰۵۶ ns	-۰/۱۶ ns	-۰/۰۷ n	۰/۱۶ ns	۰/۱۰ ns	-۰/۲۸ ns	۰/۱۳ ns	-۰/۰۸ ns	-۰/۱۹ ns	**۰/۳۵** *	-۰/۱۶ ns	۰/۱۱ ns	۰/۱۴ ns	۰/۰۷ ns	۰/۳۱ ns
قسمت فوقانی پشت	۰/۱۶ ns	-۰/۲۱ ns	-۰/۱۹۵ ns	۰/۰۵ ns	۰/۳۰ ns	۰/۰۶ ns	۰/۰۱ ns	-۰/۲۱ ns	-۰/۰۸ ns	-۰/۱۵ ns	-۰/۰۳ ns	۰/۰۶ ns	۰/۰۵ ns	-۰/۰۲ ns	۰/۱۲ ns	-۰/۲۶ ns	۰/۱۵ ns
بازو	۰/۰۵ ns	-۰/۲۲ ns	-۰/۲۴ ns	۰/۰۵ ns	۰/۱۵ ns	-۰/۲۱ ns	۰/۰۳ ns	-۰/۰۰۹ ns	۰/۰۸ ns	-۰/۱۹ ns	۰/۰۳ ns	**۰/۳۸** *	۰/۰۶ ns	-۰/۲۱ ns	۰/۱۰ ns	-۰/۱۱ ns	۰/۱۸ ns
قسمت میانی پشت	-۰/۰۷ ns	**-۰/۴۱** *	۰/۰۲ ns	-۰/۱۸ ns	۰/۱۵ ns	-۰/۱۴ ns	۰/۰۷ ns	-۰/۱۹ ns	**۰/۳۸** *	-۰/۱۶ ns	-۰/۰۰۶ ns	۰/۱۵ ns	-۰/۱۹ ns	۰/۰۲ ns	-۰/۰۹ ns	-۰/۲۱ ns	-۰/۰۸ ns
دست	۰/۱۶ ns	**-۰/۳۳** *	۰/۰۸ ns	۰/۰۵ ns	-۰/۱۸ ns	۰/۱۰ ns	۰/۲۵ ns	-۰/۲۲ ns	-۰/۰۴ ns	۰/۱۵ ns	-۰/۲۰ ns	۰/۲۳ ns	۰/۰۶ ns	-۰/۲۱ ns	-۰/۰۱ ns	-۰/۲۱ ns	**۰/۴۰** *
قسمت پایینی پشت (کمر)	۰/۰۰۴ ns	-۰/۰۰۲ ns	-۰/۰۶ ns	۰/۱۶ ns	-۰/۰۴ ns	-۰/۱۷ ns	-۰/۰۴ ns	-۰/۰۲ ns	۰/۰۶ ns	-۰/۰۷ ns	۰/۰۹ ns	۰/۰۴ ns	۰/۱۷ ns	۰/۰۶ ns	۰/۲۱ ns	۰/۰۸ ns	-۰/۱۱ ns
باسن	۰/۰۳ ns	۰/۰۷ ns	-۰/۱۱ ns	-۰/۱۰ ns	-۰/۰۲ ns	۰/۱۳ ns	۰/۰۴ ns	**-۰/۴۵** **	۰/۰۲ ns	-۰/۰۹ ns	۰/۱۲ ns	۰/۳۰ ns	-۰/۱۰ ns	۰/۲۰ ns	-۰/۰۶ ns	-۰/۲۵ ns	۰/۰۹ ns
ران	-۰/۰۱ ns	۰/۰۲ ns	**-۰/۴۳** **	-۰/۱۳ ns	-۰/۰۹ ns	-۰/۱۵ ns	۰/۱۷ ns	-۰/۱۳ ns	۰/۲۹ ns	-۰/۱۱ ns	-۰/۰۹ ns	۰/۳۲ ns	-۰/۱۳ ns	۰/۰۱ ns	۰/۲۱ ns	-۰/۰۶ ns	۰/۱۸ ns
زانو به پایین	-۰/۰۶ ns	-۰/۲۱ ns	-۰/۱۶ ns	۰/۰۵ ns	-۰/۰۱ ns	۰/۰۴ ns	-۰/۰۰۶ ns	-۰/۰۹ ns	۰/۱۳ ns	-۰/۱۲ ns	-۰/۱۰ ns	۰/۱۹ ns	۰/۰۶ ns	-۰/۰۷ ns	۰/۰۳ ns	-۰/۰۶ ns	۰/۱۳ ns

*، ** و ns به ترتیب معنی‌داری در سطوح معنی‌داری ۵ و ۱ درصد و غیر معنی‌دار را نشان می‌دهد. ضرایب معنی‌دار برجسته شده‌است.

نکته: در تقسیم داده‌های هر یک از شاخص‌های دمای دهانی، میزان شدت فعالیت اعمال شده ادراکی، استرین ادراکی و استرین فیزیولوژیکی به دو دسته، تمامی داده‌های هر یک از آن‌ها در یک دسته قرار گرفتند. به همین دلیل در بررسی همبستگی‌ها، تغییراتی را نشان نمی‌دادند. بنابراین در جدول نتایج همبستگی لحاظ نشدند.

بحث

مشخصه‌های دموگرافیکی، فیزیولوژیکی و فیزیکی

این مطالعه برای بررسی وضعیت ارگونومیکی کاربران دروگر نیشکر شاغل در کشت و صنعت انجام شد. نتایج حاصل از مشخصات دموگرافیک کاربران دروگر نیشکر شرکت‌کننده در مطالعه حاضر نشان دهنده‌ی این است که این افراد دارای اضافه وزن (شاخص توده بدنی بین ۲۵ تا ۲۹/۹ کیلوگرم بر متر مربع) هستند (۱۹).

در خصوص مشخصات فیزیولوژیکی باید بیان داشت با توجه به ضربان قلب به دست آمده، بار کاری در این مطالعه در رده دوم (۷۵-۱۰۰ ضربه بر دقیقه) قرار می‌گیرد که از این نظر، یک کار سبک به حساب می‌آید (۲۲). در مطالعه‌ای که در خصوص ارزیابی ارگونومیکی عملیات شیردوشی دستی گاو در استان خوزستان صورت گرفت، ضربان قلب کارگران ۱۰۳/۸ ضربه بر دقیقه بود (۲۳). کمیّت بدست آمده در مطالعه اشاره شده از ضربان قلب مطالعه حاضر بیشتر بود. انرژی مصرفی کاربران دروگر نیشکر ۱۸/۱ کیلوژول بر دقیقه به دست آمد که از انرژی مصرفی کارگر شیردوشی سنتی در مطالعه اشاره شده (۳۰/۹ کیلوژول بر دقیقه) پایین‌تر بود. بر اساس طبقه‌بندی شاخص استرین فیزیولوژیکی، استرین گرمایی کاربران دروگر نیشکر در رده «استرین گرمایی صفر تا ناچیز» قرار گرفت (۲۴).

در پژوهشی که روی عملیات دسترسی سنتی به تاج نخل خرما صورت گرفت، متوسط دمای دهانی در حالت کار ۳۴/۱ درجه سلسیوس، متوسط ضربان قلب ۱۳۲/۶ ضربه بر دقیقه، انرژی مصرفی کارگر ۵۰/۱ کیلوژول بر دقیقه و شاخص استرین فیزیولوژیکی ۳/۳ گزارش شد (۲۵). در این خصوص، دمای دهانی در حالت کار در مطالعه ذکر شده پایین‌تر از پژوهش حاضر و ضربان قلب، انرژی مصرفی و شاخص استرین فیزیولوژیکی آن مطالعه بالاتر از یافته‌های این مطالعه می‌باشد. ضربان قلب و انرژی مصرفی شیردوشی‌های مکانیزه به ترتیب حدود ۹۷ ضربه بر دقیقه و ۲۸ کیلوژول بر دقیقه گزارش شد که این عملیات نیز از عملیات مورد مطالعه ضربان قلب و انرژی مصرفی بالاتری داشت (۲۶). همانگونه که نتایج برخی مشخصه‌های فیزیولوژیکی (که به وسیله‌ی ارزیابی‌های غیرمستقیم و از طریق اندازه‌گیری بدست آمده بودند) نشان داد، کاربران دروگر نیشکر نسبت به بسیاری از نیروهای کار کشاورزی که با استفاده از ابزار دستی و بدون بهره‌گیری از اهرم و پدال و ماشین‌های کشاورزی (نظیر تراکتور یا دروگر) وظایف کاری خود را انجام می‌دهند فشارهای فیزیولوژیکی پایین‌تری را متحمل می‌شوند. مضاف بر این، با کوچکتر کردن محدوده مقایسه و تنها با در نظر گرفتن کاربران ماشین‌ها و مقایسه بین کاربران ماشین‌های با کابین و بدون کابین می‌توان باز هم نتیجه گرفت که کاربران دروگر نیشکر شرایط بهتری داشتند. به عنوان نمونه، رانندگان تراکتور در عملیات خاک‌ورزی ضربان قلب و انرژی مصرفی حدود ۹۳ ضربه بر دقیقه و ۲۳ کیلوژول بر دقیقه داشتند که از این حیث از کاربران دروگر فشارهای بیشتری را تحمل می‌کردند (۲۷). یکی از دلایل این مسئله می‌تواند قرار گرفتن رانندگان تراکتور در معرض گرما به دلیل نداشتن کابین و سیستم خنک‌کننده باشد که از این لحاظ شرایط بهتری برای کاربران دروگر نیشکر فراهم شده است.

در مطالعه ای که روی وضعیت ارگونومیکی و ایمنی کارگران نخلستان‌های خرما انجام شد، ۵۳ درصد از کارگران گرمازدگی را گزارش کردند که این مقدار تقریباً با برآورد مطالعه حاضر در خصوص میزان شیوع گرمازدگی تقریباً برابری می کند (۲۰). با وجود این برابری نسبی در مورد میزان گرمازدگی، سابقه مشکلات عضلانی-اسکلتی در مطالعه مذکور حدود ۵۴ درصد از کارگران را در بر می گرفت که از مقدار گزارش شده در مطالعه حاضر (۴۸ درصد) بالاتر بود.

میانگین احساس گرمایی بدست آمده در مطالعه‌ی حاضر پایین‌تر از مقادیری بود که در بررسی ارگونومیکی عملیات دسترسی سنتی به تاج نخل خرما به دست آمد (۲۵). با این حال، مقادیر به دست آمده در مطالعه اشاره شده برای شاخص های استرین ادراکی و شدت فعالیت اعمال شده که به ترتیب ۵/۱ و ۵/۶ گزارش شد

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-07]

از مقادیر متناظر در مطالعه حاضر کمتر بود. در مطالعه حاضر احساس گرمایی در رده «داغ» و شاخص استرین ادراکی در رده «استرین گرمایی بالا» قرار گرفت (۱۸). در مطالعه ای که روی کارگران شیردوشی به روش مکانیزه صورت گرفت، میزان شدت فعالیت اعمال شده ادراکی حدود ۵/۵ برآورد شد که این میزان پایین تر از مقدار به دست آمده برای کاربران دروگر نیشکر بود (۲۶). همانگونه که مشاهده می‌شود، اختلاف قابل ملاحظه‌ای بین سطح شاخص استرین فیزیولوژیکی (سطح ناچیز) و شاخص استرین ادراکی (سطح بالا) وجود داشت. این در حالی است که در شرایط آزمایشگاهی و محیط‌های کنترل شده و بسته همبستگی معناداری بین این دو شاخص گزارش شده است (۱۴). وجود چنین اختلافی در شرایط مزرعه و محیط‌های روباز همچون شرایط مزارع تولید نیشکر نیازمند انجام مطالعه برای بررسی علل و عوامل آن می‌باشد.

نتایج این مطالعه در خصوص درد و ناراحتی بدن با بررسی به عمل آمده روی کشاورزان شاغل در تولید سبزیجات برگی مطابقت دارد که بیان داشت درد و ناراحتی در ناحیه کمر در شش عملیات از نه عملیات بررسی شده وجود داشت که میزان آن در برخی عملیات حتی تا ۹ (از ۱۰ نمره) هم می‌رسید (۲۸). البته در مطالعه اشاره شده دو عملیات به وسیله تراکتور انجام می‌شد و در آن‌ها تنها نواحی گردن و کمر دچار درد و ناراحتی بودند. یافته‌های مطالعه حاضر و مطالعه فوق‌الذکر می‌تواند نشان‌دهنده این باشد که در مجموع رانندگان ماشین‌های کشاورزی از نارحتی‌های بدنی در این نواحی بیشتر رَنج می‌برند. در این خصوص مطالعات و مداخلات ارگونومیکی می‌تواند راهگشا باشد. همچنین، در تأیید نتایج به دست آمده، در مطالعه ای مروری روی ریسک فاکتورهای اختلالات عضلانی-اسکلتی مرتبط با کار در مشاغل مختلف کشور طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۵ این نتیجه به دست آمده که درد در ناحیه کمر با بیش از ۵۸ درصد بیش‌ترین میزان شیوع را بین کشاورزان دارد (۲۹). علاوه بر این، در مطالعه ی موردی روی ۱۵۰۰ نفر از کشاورزان ایرانی، درد و ناراحتی در ناحیه کمر (با بیشترین درصد فراوانی) و گردن به ترتیب بیش از ۵۹ و ۳۶ درصد افراد را درگیر کرده بود که مؤید نتایج مطالعه حاضر است (۲۱). همچنین، پاها به لحاظ میزان درد و ناراحتی بعد از گردن و کمر قرار داشت. در مطالعه ای که روی وضعیت ارگونومیکی کارگران عملیات برداشت سنتی میوۀ خرما صورت گرفت در عملیات بالای نخل خرما، درد و ناراحتی در ناحیه ی پا به میزان ۸ گزارش شده بود که از مقدار متناظر آن در مطالعه حاضر کمی بالاتر بود (۳۰). روی هم رفته، یافته‌های پژوهش حاضر در خصوص اعضای درگیر با درد و ناراحتی با بسیاری از مطالعات پیشین در حوزه کشاورزی هم‌راستا بود؛ چرا که ناحیه کمر تقریباً عضو ثابت قریب به اتفاق تمامی مطالعات ارگونومیکی در حوزه کشاورزی (از حیث درصد شیوع یا شدت درد و ناراحتی) می‌باشد. حتی در پژوهش فوق‌الذکر، ناحیه کمر به عنوان تنها عضو رنج برده از درد و ناراحتی در عملیات پای نخل و همچنین در عملیات بالای نخل در کنار درد در ناحیه پا به عنوان تنها دو عضو درگیر با درد و ناراحتی معرفی شد (۳۰).

مشخصه‌های مرتبط با درد و ناراحتی اعضای مختلف بدن

در خصوص همبستگی بین درد و ناراحتی اعضای مختلف بدن با مشخصات فردی کاربران، یافته‌های تحقیقات پیشین روی کارگران شاغل در حرفه‌های ماهیگیری و تراشکاری سنگ‌های قیمتی نیز حاکی از عدم رابطه معنادار بین شاخص توده بدنی و ریسک‌های شغلی بود (۳۱، ۳۲). رابطه معنادار و منفی صفت قد با عضو قسمت میانی کمر و دست می‌تواند نشان‌دهنده نامناسب بودن ابعاد صندلی و تجهیزات موجود در کابین دروگر برای کاربران کوتاه‌قامت‌تر باشد. یافته‌های مطالعات دیگر نیز حاکی از ناراحتی‌های بیشتر در برخی اعضای بدن همچون زانو در میان افراد کوتاه‌قامت‌تر بود (۳۳). در کل، عدم تطابق ماشین با فاکتورهای ارگونومیکی کاربران یکی از دلایل مهم در پذیرش و توسعه بکارگیری ابزار مکانیزه در بین کشاورزان می‌باشد تا از قِبَل آن مشکلات

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-07]

ارگونومیکی این افراد کاهش یابد (۳۴). همچنین، وجود ارتباط معنادار و مثبت بین صفت جرم بدن با درد در ناحیه ران می تواند نشان دهنده شرایط نامناسب ارگونومیکی صندلی برای کاربران لاغرتر باشد. در مطالعه انجام گرفته روی کشاورزان کشور نیز ارتباط معناداری بین جرم بدن و درد و ناراحتی در برخی اعضای پایین تنه (از زانو به پایین) گزارش شد (۲۱).

وجود ارتباط منفی و معنادار یا غیرمعنادار بین سطح تحصیلات با درد و ناراحتی در تمامی اعضای بدن می‌تواند نشان دهنده این باشد که افراد باسوادتر در کنترل بدن درد و رعایت اصول ارگونومیکی موفق‌تر بوده‌اند. مطالعه دیگری در حوزه کشاورزی، ارتباط معناداری بین سطح تحصیلات و درد و ناراحتی در برخی از اعضای پایین تنه (همچون ران ها) را نشان داد (۲۱). علاوه بر بخش کشاورزی، کارکنان امدادی که دارای سطح تحصیلات پایین‌تری بودند، حدود ۲/۷ برابر بیشتر از کارکنان تحصیل‌کرده‌تر در معرض شیوه بدن درد قرار داشتند (۳۵). بنابراین در این خصوص، یافته‌های مطالعه حاضر با نتایج تحقیقات ذکر شده هم در حوزه کشاورزی و هم در برخی حوزه‌های شغلی دیگر در یک راستا بود. شاید دلیل ارتباط معنادار بالاتر بودن سطح تحصیلات و کاهش آسیب‌های شغلی کشاورزی نظیر درد و ناراحتی بدن را بتوان اینگونه توجیه نمود که با افزایش سطح تحصیلات، ریسک‌گریزی، دانش، بینش و مهارت کشاورزان افزایش می‌یابد و افراد با سوادتر قادر به مطالعه‌ی بیشتر در زمینه‌ی موضوعی مربوط به خود هستند تا سطح ایمنی بالاتری را برای خود فراهم کنند. بنابراین، فعالیت‌های حوزه کاری خود را صحیح‌تر و اصولی‌تر انجام می‌دهند، میزان آگاهی و نگرش آن‌ها در خصوص صدمات شغلی افزایش می‌یابد، بر موقعیت‌های منفی بهتر غلبه می‌کنند و به همان نسبت آسیب شغلی کمتری را تجربه می‌کنند (۳۶، ۳۷).

معناداری ارتباط مثبت بین داشتن شغل دوم و قسمت میانی پشت بدن کاربران دروگر نیشکر داشت این نشان‌دهنده درد و ناراحتی بالاتر در این ناحیه از بدن بین افراد دارای شغل دوم بود. مطالعات دیگر نیز همبستگی معنی‌دار و مثبت بین ناراحتی‌های بدنی و داشتن شغل دوم را تأیید می‌کند (۳۸). قابل ذکر است که یکی از عوامل غیبت‌های طولانی‌مدت ناشی از بیماری‌های شغلی، چندشغله بودن است که می‌تواند باعث بروز ریسک‌های حرفه‌ای همچون درد و ناراحتی بدن شود (۳۹).

وجود رابطه‌ای منفی (هرچند غیرمعنادار) صفت دست برتری با درد و ناراحتی بیشتر اعضای بدن این مسئله را نشان می‌داد که در صورت معنادار شدن همبستگی‌های مربوطه، افراد چپ‌دست درد و ناراحتی بیشتری را متحمل می‌شدند. مطالعات گذشته علت این مسئله را در طراحی نامناسب ایستگاه‌های کاری نسبت به افراد چپ‌دست می‌دانند، چرا که تقریباً تمامی ابزارها و ایستگاه‌های کاری متناسب با افراد راست‌دست طراحی می‌شود (۴۰). همچنین، با توجه به برقراری ارتباط مثبت بین احساس گرمایی با درد و ناراحتی در تمام اعضای بدن می‌توان گفت افرادی که احساس گرمایی بالاتری را گزارش کرده بودند میزان درد و ناراحتی شدیدتری برای تمام اعضای بدن (دارای همبستگی معنادار یا غیرمعنادار) را اعلام کردند. مطالعه بیش‌تر روی این همبستگی‌ها ممکن است یافته‌های قابل توجهی را به همراه داشته باشد.

رابطه مثبت و معنادار بین مشکلات عضلانی-اسکلتی و عضو دست می‌تواند دلالت بر آسیب‌پذیرتر بودن افراد دارای سابقه بیماری‌های عضلانی-اسکلتی در مقابل درد و ناراحتی‌های بدنی داشته باشد. مطالعات بیان داشتند که حتی نوع بیماری عضلانی-اسکلتی نیز روی میزان درد و ناراحتی بدن اثرگذار است (۴۱). بنابراین پژوهش‌های آینده می‌تواند روی درد و ناراحتی بدن به تفکیک نوع بیماری عضلانی-اسکلتی صورت گیرد تا از قِبَل آن به این مسئله پی بُرد که کدام دسته از این بیماری‌ها باعث بروز بدن درد (به خصوص در ناحیه دست) در بین کاربران دروگر نیشکر می‌شود.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-07]

نقاط قوت و محدودیت‌های مطالعه

نقطه قوت بارز مطالعه حاضر این بود که افراد جمع‌آوری‌کننده داده تحصیل‌کرده و از کاربران خبره و با تجربه بودند. این مزیت به طور ویژه می‌توانست در جمع‌آوری داده‌های شهودی که مستقیماً از کاربر پرسیده می‌شد اثرگذار باشد. چرا که این افراد درک به نسبت خوبی از شرایط کاری داشتند و می‌توانستند با کاربر ارتباط مؤثرتری برقرار کنند. بنابراین قادر بودند داده‌های قابل اعتمادتری را جمع‌آوری کنند.

همانگونه که ذکر شد، تعداد کاربران دروگر در کشت و صنعت مورد مطالعه ۹۰ نفر بود، اما به دلیل برخی مسائل فرهنگی تعدادی از آن‌ها از شرکت در مطالعه امتناع ورزیدند. از طرفی، با توجه به تفاوت در فناوری‌های به کار رفته در دستگاه‌های دروگر نیشکر و روش‌های مورد استفاده برای انجام عملیات در کشت و صنعت‌های مختلف، شرایط ارگونومیکی بین کاربران دروگر نیشکر کشت و صنعت‌ها با یکدیگر تفاوت دارد. بنابراین، این مسئله تعمیم جامعه آماری به کشت و صنعت‌های دیگر را با محدودیت مواجه می‌سازد.

بحث و نتیجه گیری

یافته های مطالعه حاضر نشان داد که فعالیت کاربری دروگر نیشکر به لحاظ فیزیولوژیکی (ضربان قلب) در رده کارهای سبک قرار می‌گیرد. همچنین، درد و ناراحتی در نواحی گردن و کمر بین کاربران دروگر نیشکر همچون بسیاری از فعالیت های کشاورزی، مقادیر بالاتری را نسبت به سایر اعضای بدن به خود اختصاص داد. با نگاهی جامع به یافته های حاصل از ارزیابی شاخص های فیزیکی و فیزیولوژیکی ملاحظه می شود که کاربران دروگر نیشکر بیشتر به لحاظ شاخص های فیزیکی (درد و ناراحتی بدن) و شاخص های فیزیولوژیکی از جنس ادراکی (احساس گرمایی، شدت فعالیت اعمال شده ادراکی و شاخص استرین ادراکی) در معرض ریسک قرار دارند. علاوه بر این، همبستگی معنادار درد و ناراحتی در برخی نواحی بدن با ابعاد فیزیکی کاربران (قد و جرم) نشان‌دهنده ارتباط مشخصه های آنتروپومتریکی افراد با میزان بدن درد است. در این خصوص باید گفت درد و ناراحتی در برخی نواحی بدن بین کاربران کوتاه‌قامت‌تر و لاغرتر بالاتر بود.

پیشنهادها برای مطالعات آینده

مشخصه های آنتروپومتریکی کاربران دروگر نیشکر و ارتباط آن با درد و ناراحتی بدن مورد بررسی دقیق‌تری قرار گیرد. برای این منظور باید ابتدا مطالعات آنتروپومتری روی کاربرهای دروگر نیشکر صورت گیرد. همچنین، با توجه به اینکه برخی از شاخص هایی که داده های مربوط به آن ها به طور مستقیم و با استفاده از خوداظهاری کاربران به دست آمده بود (درد و ناراحتی اعضای بدن، احساس گرمایی، شدت فعالیت اعمال شده ادراکی و استرین ادراکی) ریسک های با سطوح بالاتری نسبت به شاخص هایی که به طور غیرمستقیم برآورد شده بود (دمای دهانی، ضربان قلب، استرین فیزیولوژیکی) نشان می داد، این ضرورت وجود دارد عوامل بالقوه تأثیرگذار بر شرایط ادراکی و شناختی کاربران دروگر نیشکر مورد بررسی دقیق‌تر صورت گیرد.

در شرایط فعلی و بدون در نظر گرفتن امکان انجام بهسازی و مداخلات، استفاده از تناوب مناسب کار، استراحت و حرکات ورزشی (نرمش، کشش و غیره) می‌تواند در کم کردن درد و ناراحتی‌های بدنی مؤثر باشد. همچنین در انتخاب شغلی و برای به‌کارگیری کاربران ماشین دروگر نیشکر، به مشخصات آنتروپومتری متقاضیان، توجه به عمل آید. اما در صورت فراهم بودن شرایط برای انجام بهسازی و مداخله در کابین دروگر، امکان مداخلات ارگونومیکی در قالب برخی بهسازی‌ها روی مدل دروگر مورد مطالعه صورت گیرد. در این خصوص می بایست تغییرات و اصلاحاتی در صندلی و کابین دروگر مورد مطالعه (کیس مدل آستافت ۷۰۰۰) برای کاهش درد و ناراحتی کاربران لاغرتر و کوتاه‌قامت‌تر صورت گیرد. در کنار این موارد و از آنجا

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-07]

که محیط کاری مکانیزه‌تر می‌تواند شرایط بهتری را به لحاظ کاهش ریسک‌های شغلی ایجاد کند (۴۲)، می‌توان نیم‌نگاهی هم به مدل‌های پیشرفته‌تر دروگر نیشکر مورد استفاده در کشت و صنعت‌ها داشت و آن‌ها را به لحاظ ارگونومیکی مورد مطالعه و مقایسه با مدل فعلی قرار داد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مراتب سپاسگزاری خود را از کاربران شرکت‌کننده در مطالعه اعلام می‌کنند. همچنین از معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان به دلیل تأمین مالی این تحقیق قدردانی به عمل می‌آید.

REFERENCES

1. Singh A, Lal UR, Mukhtar HM, Singh PS, Shah G, Dhawan RK. Phytochemical profile of sugarcane and its potential health aspects. Pharmacogn Rev. 2015;9(17):45-54.
2. Krishna GV, Kumar VM, Varma PK, Bhavani B, Kumar GV. Detection of Sugarcane bacilliform virus in diseased sugarcane plants in Andhra Pradesh, India by serological and molecular methods. Braz J Microbiol. 2023;54(3):1399-409.
3. Vandenberghe LP, Valladares-Diestra KK, Bittencourt GA, Torres LZ, Vieira S, Karp SG, et al. Beyond sugar and ethanol: The future of sugarcane biorefineries in Brazil. Renew Sustain Energy Rev. 2022;167:112721.
4. Ministry of Agriculture Jihad. Statistics of Agriculture in 2022 (Volume 1: Agronomic Crops). Tehran: Ministry of Agriculture Jihad; 2023. [Persian] Available from: https://new-dpe.maj.ir/uploads/21/2024/Mar/26/Amarnameh-J1-1401_1.pdf
5. Hayati A, Marzban A, Asoodar MA. Ergonomic evaluation of hand and mechanized milking in dairy farms. Iran J Ergon. 2015;3(3):65-75. [Persian]
6. Hayati A, Marzban A, Asoodar MA. Evaluation of performance and cost of hand and mechanized cow milking methods. Iranian Journal of Biosystems Engineering. 2018;49(1):27-34. [Persian]
7. Hayati A, Marzban A, Leylizadeh M. Discovering the physical onerous activities in manual sesame grain harvest using postural analysis. Ejournal CIGR. 2018;20(4):126-31.
8. Hassani M, Hesampour R, Bartnicka J, Monjezi N, Ezbarami SM. Evaluation of working conditions, work postures, musculoskeletal disorders and low back pain among sugar production workers. Work. 2022;73(1):273-89.
9. Ungureanu N, Vlăduț V, Biriș SȘ. Sustainable valorization of waste and by-products from sugarcane processing. Sustainability. 2022;14(17):11089.
10. Hansson E, Jakobsson K, Glaser J, Wesseling C, Chavarria D, Lucas RA, et al. Impact of heat and a rest-shade-hydration intervention program on productivity of piece-paid industrial agricultural workers at risk of chronic kidney disease of nontraditional origin. Ann Work Expo Health. 2024;68(4):366-75.
11. Aremu AB, Odongo OA, Joseph J, Suleiman MA. Musculoskeletal Disorders among Sugar Factory Workers in Jinja-Uganda: A Cross-Sectional Study. J Musculoskelet Disord Treat. 2022;8(1):2572-3243.
12. Marin FR, Edreira JI, Andrade J, Grassini P. On-farm sugarcane yield and yield components as influenced by number of harvests. Field Crops Res. 2019;240:134-42.
13. Zamanian Z, Satiarvand M, Naserpour M, Dehghani M. Evaluation of sound propagation inside the cabin and outside the agriculture machinery of sugarcane industry in both mobile and stationary state. J Health Saf Work 2012; 2 (1) :1-10. [Persian]
14. SimÃµes D, Santin LG, Fenner PT. Ergonomic characterization of three sugar cane harvester machinery models. Afr J Agric Res. 2016;11(8):724-9.
15. Pizzol D, Smith L, Fontana L, Caruso MG, Bertoldo A, Demurtas J, et al. Associations between body mass index, waist circumference and erectile dysfunction: a systematic review and META-analysis. Rev Endocr Metab Disord. 2020;21:657-66.
16. Dehghan H, Ghanbary sartang A. Validating the perceptual strain index for the evaluation of heat strain under hot laboratory conditions. Iran J Ergon. 2015;2(4):55-63.
17. Keytel LR, Goedecke JH, Noakes TD, Hiiloskorpi H, Laukkanen R, van der Merwe L, et al. Prediction of

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-07]

energy expenditure from heart rate monitoring during submaximal exercise. J Sports Sci. 2005;23(3):289-97.
18. Pakbaz M, Hosseini MA, Aemmi SZ, Gholami S. Effectiveness of the back school program on the low back pain and functional disability of Iranian nurse. J Exerc Rehabil. 2019;15(1):134.
19. Corlett EN, Bishop RP. A technique for assessing postural discomfort. Ergonomics. 1976;19(2):175-82.
20. Hayati A, Marzban A, Rahnama M. Occupational safety and health in traditional date palm works. Int Arch Occup Environ Health. 2021;94(6):1455-73.
21. Momeni Z, Choobineh A, Razeghi M, Ghaem H, Azadian F, Daneshmandi H. Work-related musculoskeletal symptoms among agricultural workers: a cross-sectional study in Iran. J Agromedicine. 2020;25(3):339-48.
22. Carvalho CC, Souza CD, Tinôco ID, Santos LV, Minette LJ, Silva ED. Activities and ergonomics of workers in broiler hatcheries. Rev Bras Cienc Avic. 2015;17(2):123-36.
23. Hayati A, Marzban A, Asoodar MA. Ergonomic assessment of hand cow milking operations in Khuzestan province of Iran. Ejournal CIGR. 2015;17(2):140-5.
24. Moran DS. Stress evaluation by the physiological strain index (PSI). J Basic Clin Physiol Pharmacol. 2000;11(4):403-23.
25. 1. Hayati A, Marzban A, Rahnama M. Investigation of some ergonomic interventions in date palm crown access operation. Agric Eng (Scientific J Agric). 2022;44(4):439-61. [Persian]
26. 2. Hayati A, Marzban A, Asoodar MA. Workplace and gravity: two mechanized cow milking systems compared for human physiological strains. J Agric Mach. 2022;12(1):21-32.
27. Hayati A, Marzban A. Linkage between machine power utilization and ergonomics, with reference to reducing exertions at work. Work. 2020;67(4):949-57.
28. Hayati A, Marzban A. Ergonomic problems in agricultural farms: Explainable relationship between awkward postures and body discomforts in Iranian leafy vegetable cultivation. Work. 2022;71(3):709-17.
29. Mazloumi A, Mehrdad R, Kazemi Z, Vahedi Z, Hajizade L. Risk factors of work related musculoskeletal disorders in Iranian workers during 2000-2015. J Health Saf Work 2021;11(3):395-416. [Persian]
30. Marzban A, Hayati A. Ergonomic evaluation of traditional date fruit harvesting. Iran J Ergon. 2018;6(3):11-20. [Persian]
31. Thamrin Y, Pasinringi S, Darwis AM, Putra IS. Relation of body mass index and work posture to musculoskeletal disorders among fishermen. Gac Sanit. 2021;35:S79-82.
32. Setyaningrum R, Hikmah N, Pujianti N. Correlation Between Tenure, BMI and musculoskeletal disorders complaints among gemstone craftsman in keramat village East Martapura District. Adv Sci Lett. 2017;23(4):3411-3.
33. Chamani G, Zarei MR, Momenzadeh A, Safizadeh H, Rad M, Alahyari A. Prevalence of musculoskeletal disorders among dentists in Kerman, Iran. J Musculoskelet Pain. 2012;20(3):202-7.
34. Hayati A, Marzban A, Rahnama M. Strategic analysis of ergonomic and safety problems in mechanization of date palm crown access operation with the sustainable agricultural development approach. Iran Occup Health. 2020;17(1):1148-63. [Persian]
35. Heydari P, Varmazyar S, Hakimi C. Investigation of individual and occupational risk factors on the prevalence and consequence of musculoskeletal disorders among the Rescue Department Employees in Qazvin in Year 2016. J Health. 2019; 10 (1) :73-82. [Persian]
36. Hayati A. Safety behavior of agricultural workers around face mask-wearing during the COVID-19 pandemic. Work. 2023;74(2):371-9.
37. 13. Parak F, Poursaeed A, Eshraghi Samani R, Chaharsoghi Amin H. Analyzing factors affecting reduction of agricultural occupational injuries among gardeners of Ilam Province. Iran Agric Ext Educ J. 2020;16(2):93-107. [Persian]
38. Sortillón-González PE, Maldonado-Macías AA, Saénz-Zamarrón D, Hernandez-Arellano JL, la Vega-Bustillos D, Javier E. Study of musculoskeletal disorders risk factors and discomfort in sculptors in the north of Mexico. Work. 2024;(Preprint):1-8.
39. Bouwhuis S, Garde AH, Geuskens GA, Boot CR, Bongers PM, van der Beek AJ. The longitudinal association between multiple job holding and long-term sickness absence among Danish employees: an explorative study using register-based data. Int Arch Occup Environ Health. 2017;90:799-807.
40. Shahzadi B, Tareen S, Zahoor SH, Hussain H, Ali MM, Tariq H. Postural discomfort among right and

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-07]

left-handed University students of Rawalpindi and Islamabad. J Shifa Tameer-e-Millat Univ. 2019;2(1):3-7.

41. Higgins DM, Buta E, Heapy AA, Driscoll MA, Kerns RD, Masheb R, Becker WC, Hausmann LR, Bair MJ, Wandner L, Janke EA. The relationship between body mass index and pain intensity among veterans with musculoskeletal disorders: findings from the MSD cohort study. Pain Medicine. 2020;21(10):2563-72.
42. Feyzi M, Jafari A, Ahmadi H. Transmitted vibrations to the wrist and arm of a chainsaw operator: The effect of wood cutting process. J Health Saf Work 2022; 12 (2):309-23. [Persian]

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2025-02-07]