Journal of North Khorasan University of Medical Sciences
No 43, Volume 11, Issue 3

Research Article

Predicting the Effective Factors on Musculoskeletal Disorders among Kerman University of Medical Sciences Computer Users through Neural Network Algorithm in 2018

Hossein Elahi Shirvan [1], Naser Hasheminejad [2,*]

[1] MSc in Occupational Health, Students' Research Committee, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran
[2] Associate Professor in Occupational Health, Students' Research Committee, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran
*** Corresponding author:** Naser Hasheminejad, Associate Professor in Occupational Health, Students' Research Committee, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran. E-mail: dr.hasheminejad12@gmail.com

DOI: 10.21859/nkjmd-110303

How to Cite this Article:
Elahi Shirvan H, Hasheminejad N. Predicting the Effective Factors on Musculoskeletal Disorders among Kerman University of Medical Sciences Computer Users through Neural Network Algorithm in 2018. *J North Khorasan Univ Med Sci*. 2019; **11**(3):14-21. DOI: 10.21859/nkjmd-110303

Received: 10 Nov 2018
Accepted: 30 Jan 2019

Keywords:
Prediction
Musculoskeletal Disorders
ROSA
Neural Network

Abstract

Introduction: In the past 20 years, computers and their workplaces have increased at both offices and houses, which consequently has led to saving in time, energy and resources. This study aimed to weight risk factors of musculoskeletal disorders among computer users through neural network.

Methods: A cross-sectional study was carried out at 200 stations in Kerman University of Medical Sciences. Firstly, the factors affecting musculoskeletal disorders through ROSA were determined, and then the score for each of them was determined. Then, the final score of user's musculoskeletal disorders was determined, and after pre-processing, the prediction of the effect of factors was obtained using neural network. Data was analyzed using IBM SPSS Modeler 18.0.

Results: The average of final score of ROSA, chair, telephone-monitor and mouse-keyboard were 4.36 ± 0.91, 3.67 ± 1.06, 3.68 ± 1.09 And 3.66 ± 1.18 respectively. 131 Workstation (65.5%) had a score less than 5 & 69 Workstation (34.5%) had a score equal to or greater than 5. Based on neural network algorithm Chair factor with a normalized weighting 41%; telephone-monitor factor with a normalized weighting 31% and finally mouse-keyboard factor with a weighting factor 28% were respectively effective factors on disorders caused by working with computers.

Conclusions: The most normalized weight is for chair, and then the telephone-monitor and mouse-keyboard. We should include ergonomic interventions considering the effect of each factor (normalized weighting of factors) provided by neural network to decrease such disorders.

مجله دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی
دوره ۱۱، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۸

مقاله پژوهشی

پیش بینی عوامل مؤثر بر اختلالات اسکلتی– عضلانی کاربران رایانه دانشگاه علوم پزشکی کرمان به روش شبکه عصبی در سال ۱۳۹۶

حسین الهی‌شیروان [۱]، ناصر هاشمی‌نژاد [۲*]

[۱] کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران
[۲] دانشیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران
[*] **نویسنده مسئول:** ناصر هاشمی‌نژاد، دانشیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران. ایمیل: dr.hasheminejad12@gmail.com

DOI: 10.21859/nkjms-110303

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۸/۱۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۱/۱۰

واژگان کلیدی:
پیش‌بینی
اختلالات اسکلتی- عضلانی
ROSA
شبکه عصبی

چکیده

مقدمه: در ۲۰ سال اخیر ایستگاه‌های کار با رایانه درمحیط‌های کاری و منازل مسکونی افزایش چشمگیری پیدا کرده که‌باعث تسریع درانجام کارها و صرفه‌جویی‌در زمان، انرژی‌و منابع شده‌است. افزایش کار با رایانه‌و شرایط حاکم‌بر محیط‌های کاری، انسان را درمعرض ریسک‌فاکتورهای اختلالات اسکلتی‌عضلانی از قبیل پوسچر نامطلوب یا بحرانی اندام‌های بدن، کار استاتیک، تکرار عمل، افزایش فعّالیّت‌استاتیک ماهیچه‌ای پشت‌و شانه قرار داده‌است که این ریسک‌فاکتورها باروش ROSA ارزیابی می‌شوند. وزن‌دهی این ریسک‌فاکتورها با استفاده از الگوریتم شبکه‌عصبی انجام پذیرفت.

روش کار: مطالعه به‌صورت مقطعی، در دانشگاه علوم‌پزشکی کرمان، برروی ۲۰۰ ایستگاه‌کاری انجام‌شد. ابتدا متغیرهای مؤثر بر اختلالات اسکلتی-عضلانی با روش ROSA، تعیین شده، و سپس نمره هریک از آن‌ها تعیین‌شد. سپس نمره نهایی اختلالات اسکلتی-عضلانی کار با رایانه تعیین و پس از پیش پردازش‌داده‌ها، پیش‌بینی تأثیر عوامل با استفاده از شبکه‌عصبی به‌دست آمد. داده‌ها با نرم‌افزار IBM SPSS Modeler 18.0 تجزیه-تحلیل شد.

یافته‌ها: میانگین نمره‌نهایی ROSA، صندلی، تلفن-مانیتور و موس-کیبورد به‌ترتیب برابر ۰/۹۱ ±۴/۳۶، ۱/۰۶ ±۳/۶۷، ۱/۰۹ ±۳/۶۸ و ۱/۱۸ ±۳/۶۶ به‌دست آمد. ۱۳۱ ایستگاه‌کار (۶۵/۵٪) نمره‌ای کمتراز ۵ و ۶۹ ایستگاه (۳۴/۵٪) نمره‌ای برابر وبالاتر از ۵ دارند. طبق‌نتایج شبکه‌عصبی عامل‌صندلی با وزن نرمال شده ۴۱٪، عامل تلفن-مانیتور باوزن نرمال‌شده ۳۱٪ و نهایتاً موس-کیبورد با وزن‌نرمال شده ۲۸٪ به‌ترتیب عوامل مؤثر براختلالات کار باراینه است.

نتیجه‌گیری: بیشترین وزن عوامل مؤثر براختلالات اسکلتی-عضلانی کار باکامپیوتر طبق اولویت‌بندی الگوریتم شبکه‌عصبی به‌ترتیب برابرصندلی، سپس تلفن-مانیتور و موس-کیبورد است. درنتیجه بااصلاح ارگونومیک صندلی وجانمایی مناسب تلفن ومانیتور می‌توان از قسمت عمده‌ای از آسیب‌ها جلوگیری کرد.

مقدمه

در ۲۰ سال اخیر، رایانه‌ها و ایستگاه‌های کار با رایانه در محیط‌های کاری و منازل مسکونی افزایش چشمگیری پیدا کرده است. این روند باعث تسریع در انجام کارها و صرفه جویی در زمان، انرژی و منابع شده است و افراد اکثر زمان کاری خود را با آن سپری می‌کنند [۱-۳]. در سال ۲۰۰۰، تقریباً ۶۰٪ کارکنان کانادایی عنوان کردند که کار با رایانه بخشی از وظایف آن‌هاست، در حالی که ۸۲٪ آن‌ها کار روزانه با رایانه را عنوان نمودند [۴, ۵]. در سال ۲۰۰۱، در سوئد و کانادا نیز ۶۰٪ از کارکنان می‌بایست بخشی از وظایف روزانه خود را با رایانه انجام دهند و همچنین ۸۰٪ آن‌ها عنوان داشته‌اند روزانه بخش عمده‌ای از کارها را با رایانه انجام می‌دهند که این آمار در سال ۱۹۸۹ برای سوئد ۳۰٪ و برای کانادا ۳۹٪ بوده است [۶]. در سال ۲۰۰۵، در ایالات متحده، داده‌های حاصل از ۲۰۰۳ مرکز نشان داد که بالای ۵۰٪-۶۰٪ تمام کارکنان (زن و مرد) از رایانه به عنوان ابزاری برای انجام وظایف شغلی استفاده می‌کنند [۷] که در تحقیقی مشخص شده است که این افراد بیشتر از ۷۵٪ زمان کاری خود را در کار با رایانه می‌گذرانند [۸]. از طرفی محیط‌های اداری فضای کاری فیزیکی پیچیده‌ای همراه با تقابل بین کاربر، ایستگاه کاری و تجهیزات ایجاد می‌کنند [۸]. افزایش کار با رایانه و شرایط حاکم بر محیط‌های کاری، انسان را در معرض ریسک فاکتورهای اختلالات اسکلتی عضلانی از قبیل پوسچر نامطلوب یا بحرانی اندام‌های بدن، کار استاتیک، تکرار عمل، افزایش فعّالیّت استاتیک ماهیچه‌ای پشت و شانه قرار داده است [۸, ۹]. پوسچرهای غیرطبیعی و طولانی اندام‌های مختلف شامل دست‌ها و مچ دست، سر و گردن، شانه‌ها، آرنج و کمر است [۹]. همچنین برای افرادی که مقدار زیادی از وقت خود را صرف کار با رایانه می‌کنند، اختلالات اسکلتی-عضلانی شایع از قبیل درد، بی حسی در گردن، شانه، آرنج و مچ نمایان می‌شود [۱]. مهم‌ترین فاکتورهایی که در شکل گیری پوسچر بدن تأثیر

به سزایی دارند، شکل و محل قرارگیری صفحه کلید و موس، صندلی و صفحه نمایشگر می‌باشد [۶]. مثلاً حرکات تکراری انگشتان، دست‌ها و مچ دست، پوسچرهای نامطلوب مچ و ساعد و نیز فشار تماسی مچ از ریسک فاکتورهای محتمل کار با موس و کیبورد است [۱۰]. در کل اختلالات اسکلتی- عضلانی کاربران رایانه عموماً در ناحیه‌های اندام‌های فوقانی از قبیل سر، گردن، شانه‌ها و کمر ایجاد می‌شود [۶].

بیش از ۶۰٪ از کارکنان بخش اداری در کشورهای در حال توسعه از ناراحتی‌های فیزیکی شکایت دارند که بسیاری از این ناراحتی‌ها مرتبط با اختلالات اسکلتی- عضلانی است. شیوع این اختلالات در کشورهای در حال توسعه با توجه به نوع کار با رایانه و مدت زمان تماس با ایستگاه کار با رایانه بین ۱۵ تا ۷۰ درصد گزارش شده است [۶]. همچنین در یک بررسی در سال ۲۰۰۵ شیوع اختلالات اسکلتی- عضلانی کاربران رایانه بین ۱۰ تا ۶۲ درصد گزارش شده است [۱۱]. مطالعات NIOSH نیز نشان می‌دهد بیش از ۷۵٪ کاربران رایانه در محیط اداری از درد کمر و شانه رنج می‌برند [۱۲]. و نیز در مطالعه دیگری توسط این سازمان که در بین ۱۰۰۰ کاربر رایانه انجام شد، مشخص شد ۲۰ تا ۲۵ درصد این افراد دچار ناراحتی کمر هستند [۱۳].

سه رویکرد برای شناسایی ریسک فاکتورهای مرتبط با اختلالات اسکلتی- عضلانی کار استفاده می‌شود: ۱) خوداظهاری کارگر؛ که برای تخمین سطح ریسک فاکتورهای تاثیرگذار در کار از خود شخص سؤال پرسیده می‌شود. ۲) روش‌هایی بر پایه مشاهده؛ که به منظور آنالیز شغل، کار در زمان واقعی خود (یا فیلم ضبط شده آن) مشاهده می‌شود و با استفاده از رویکردی سیستماتیک ریسک فاکتورها طبقه بندی می شوند. ۳) اندازه گیری‌های مستقیم؛ که در آن ابزارهایی به منظور اندازه گیری مستقیم پوسچر استفاده می‌شود [۱۴]. مثال‌های ارزیابی بر پایه مشاهده مثل روش RULA [۱۵]، روش REBA [۱۶] و روش ROSA [۱۷] است.

روش ROSA چک لیستی بر پایه نمودار است که به منظور محاسبه سریع کمیّت های مواجهه کارگران با ریسک فاکتورهای محیط‌های کار اداری ایجاد شد. این روش بر اساس (CSA: Canadian Standards Association) برای ارگونومی اداره‌ها است (CSA- Z412) و ریسک فاکتورهای اسکلتی- عضلانی از طریق تحقیقات گسترده اختصاصی در ادارات و کار با رایانه شناسایی می‌شوند [۱۸]. ریسک فاکتورهایی که در این روش شناسایی می‌شود در زیرمجموعه‌های متعدّدی از قبیل صندلی، مانیتور و تلفن، موس و کیبورد سازماندهی شده‌اند. این زیرمجموعه‌ها به هر جزء از محیط کاری اداری تأکید می‌کنند و نمره خطر آن را می‌سنجند. نمرات تأیید شده هر زیرمجموعه سپس برای نمره نهایی ROSA در هم ترکیب می‌شوند، که (نمره نهایی) نشان دهنده خطر کلی ناراحتی اسکلتی- عضلانی به عنوان نتیجه سازمان‌های اداری است. پی بردن به خطر بر پایه نمره نهایی ROSA مهم است و به فرایند تصمیم گیری برای تفسیر ایستگاه‌های کاری کمک می‌کند. این (تصمیم گیری) به این معنی نیست که هیچ گونه خطری برای نمرات نهایی کمتر از ۵ وجود ندارد، ولی سطح خطر کم است. اگرچه در نمرات مساوی ۵ یا بالاتر از آن، باید برنامه‌های مداخله‌ای ارگونومیکی انجام شود [۱۸].

شبکه‌های عصبی از ابزارهای جدیدی است که در سیستم‌های غیرخطی و نامعین که روابط بین اجزا و پارامترهای سیستم به خوبی شناخته شده و توصیف پذیر نمی‌باشند، قادر به تحلیل و شبیه سازی می‌باشند [۱۹]. همانند مغز با پردازش روی داده‌های تجربی، قابلیت یادگیری دارد. در واقع شبکه‌ها با انجام محاسبات روی داده‌های عددی یا مثال‌ها، قوانین کلی را فرا می‌گیرند و به همین دلیل به آن‌ها سیستم‌های هوشمند گفته می‌شود. مزیت شبکه عصبی یادگیری مستقیم از روی داده‌ها بدون نیاز به برآورد مشخصات آماری آن‌ها است. شبکه عصبی بدون در نظر گرفتن هیچ فرضیه اولیه و دانش قبلی از روابط بین پارامترهای مورد مطالعه، قادر به پیدا کردن رابطه بین مجموعه ورودی‌ها و خروجی‌ها برای پیش بینی هر خروجی متناظر با ورودی دلخواه می‌باشد [۲۰].

تاکنون مطالعات فراوانی در خصوص ارزیابی پوسچر کارکنان اداری (کاربران رایانه) شاغل در دانشگاه‌ها، ادارات دولتی، بانک‌ها، کارکنان مرکز تلفن و محیط‌های کاری مختلف در داخل و خارج از کشور انجام شده است؛ اما مطالعات در خصوص وزن دهی و اولویت بندی عوامل مؤثّر بر اختلالات اسکلتی- عضلانی اپراتورهای رایانه به روش شبکه عصبی در بین اپراتورهای رایانه در داخل و خارج از کشور وجود ندارد. از طرفی با توجه به اینکه کار مداوم و طولانی مدت با رایانه و انجام وظایف در حالت استاتیک و نشسته می‌تواند به عنوان یک عامل خطر ابتلا به اختلالات اسکلتی- عضلانی شناخته شود و اهمیت پیشگیری از این اختلالات در محیط‌های کاری، این مطالعه با هدف تشخیص و طبقه بندی عوامل مؤثر بر اختلالات اسکلتی عضلانی کاربران کامپیوتر به روش شبکه عصبی طراحی گردید تا با اولویت بندی عوامل بتوان پیشگیری قابل توجه ای انجام داد.

روش کار

طراحی مطالعه

این مطالعه به صورت مقطعی و با هدف پیش بینی عوامل مؤثر بر اختلالات اسکلتی- عضلانی کاربران رایانه به روش شبکه عصبی در دانشگاه علوم پزشکی کرمان در سال ۱۳۹۶ انجام شد. چون هدف این مطالعه صرفاً وزن دهی به عوامل مؤثر بر اختلالات اسکلتی- عضلانی بود، در نتیجه برای افراد معیار ورودی در نظر گرفته نشد و فقط پوسچر افراد نسبت به ایستگاه‌های کاری مورد ارزیابی قرار گرفت. با توجه به نوع روش و مطالعات قبلی انجام شده، ۲۰۰ ایستگاه کاری مورد ارزیابی ارگونومیکی قرار گرفت و اطلاعات آن‌ها ثبت شد. این مطالعه بر روی کارکنان این دانشگاه انجام شد که ابتدا عوامل مؤثر بر اختلالات اسکلتی- عضلانی کاربران رایانه انتخاب، و سپس نمره هر یک از آن‌ها محاسبه شد. سپس محاسبه نمره نهایی اختلالات اسکلتی- عضلانی کار با رایانه به دست آمد. پس از پیش پردازش داده‌ها، از الگوریتم شبکه عصبی برای پیش بینی عوامل موثّر بر اختلالات اسکلتی- عضلانی کاربران رایانه استفاده شد. درنهایت صحت الگوریتم شبکه عصبی محاسبه گردید و داده‌ها متناسب با آن تفسیر شد [۲۱].

انتخاب متغیرها و عوامل مؤثر بر اختلالات اسکلتی- عضلانی

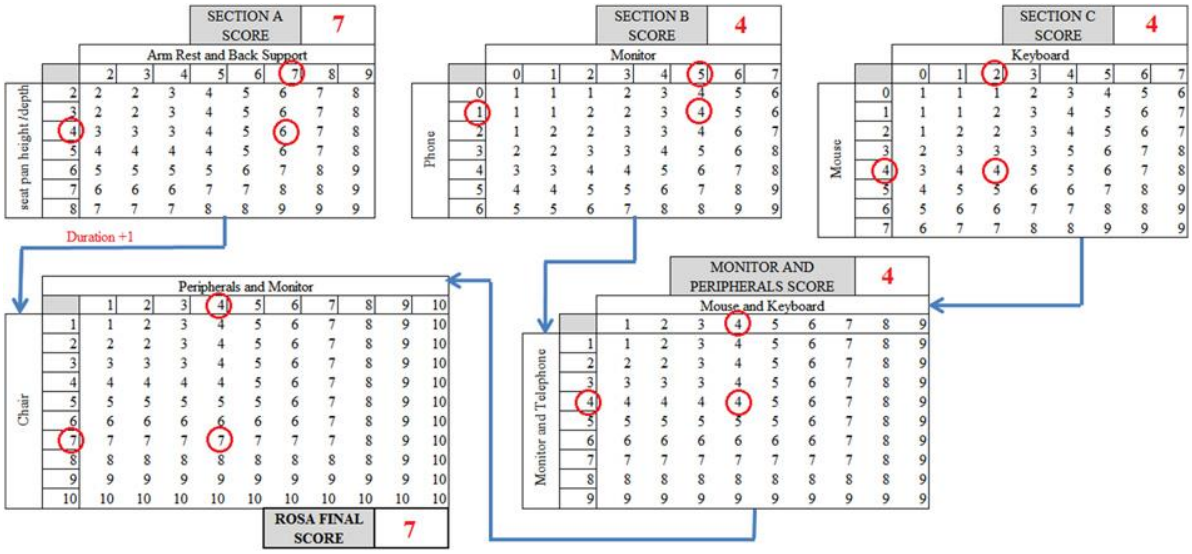
طبق روش استاندارد ROSA، امتیازها در بخش‌های صندلی، مانیتور- تلفن، موس- کیبورد، پوسچر فرد حین استفاده از این ابزارها و مدت زمان کار هستند [۱۷]، در نتیجه متغیرهای الف) صندلی ب) مانیتور- تلفن ج) موس- کیبورد؛ که در این روش دارای امتیاز هستند، به عنوان عوامل تاثیرگذار در نمره نهایی اختلالات در نظر گرفته شد.

محاسبه نمره عوامل مؤثر بر اختلالات اسکلتی- عضلانی

ارزیابی ارگونومیکی افراد با بازدید و مشاهده از ایستگاه‌های کاری انجام گرفت. کار با مصاحبه‌ای مختصر از افراد در مورد شرایط کاری آن‌ها شروع و سپس ارزیابی محیط کار با روش ROSA به وسیله چک لیست انجام پذیرفت [۸]. مراحل ارزیابی این روش شامل سه بخش اصلی می باشد که امتیازها در بخش‌های صندلی، تلفن- مانیتور، موس- کیبورد، پوسچر فرد حین استفاده از این ابزارها و مدت زمان کار هستند و این امتیازها در جدول‌های مربوطه لحاظ شده‌اند [۱۷]. این عوامل برای هر ایستگاه کاری محاسبه گردید.

محاسبه نمره نهایی اختلالات اسکلتی- عضلانی کار با رایانه

در استفاده از این روش ابتدا پوسچر فرد با توجه به ایستگاه‌های کاری مختلف امتیاز گذاری می‌شود و در نهایت امتیاز نهایی ROSA عددی بین ۰ تا ۱۰ خواهد بود. پس از محاسبه امتیازهای نهایی عوامل تاثیرگذار در جدول‌های مربوطه؛ از ترکیب آن‌ها در جدول نهایی، نمره نهایی ROSA محاسبه می‌شود (مثالی در تصویر ۱ نمایش داده شده است) [۱۷].



تصویر ۱: نمونه جداول مربوطه برای امتیازهای A، B و C (به ترتیب صندلی، مانیتور- تلفن و امتیاز موس- کیبورد) و در نهایت نمره نهایی ROSA

پیش‌پردازش داده‌ها

نمرات نهایی عوامل مؤثر و نیز نمره نهایی ROSA به نرم افزار وارد می شود. تمام منابع اطلاعات جمع آوری شده در یک فایل ارزیابی شد و در نهایت در نرم افزار IBM SPSS Modeler 18.0 تحت پردازش قرار گرفت [۲۱].

وزن‌دهی عوامل مؤثر بر اختلالات اسکلتی- عضلانی به روش شبکه عصبی

الگوریتم شبکه عصبی، شبکه عصبی بیولوژیکی را شبیه سازی می‌کند. این روش در برخی زمینه‌ها با چند موضوع فوق العاده پیچیده مثل پیش بینی قیمت سهام، روبات، قیمت گذاری مشتق شده‌های مالی، تشخیص تصویر و زبان مورد استفاده گسترده قرار گرفته است. ساختار سه لایه‌ای شبکه پیشرو با الگوریتم انتشار برگشتی در اکثر مدل سازی های سری‌های زمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد و یک الگوی کلی برای نگاشت غیرخطی میان متغیرهای ورودی و خروجی است. این ساختار سه لایه‌ای بر پایه ترکیب خطی از متغیرهای ورودی است که با یک تابع محرک غیرخطی تبدیل می‌یابد. پارامترهای i، j و k به ترتیب بیانگر نرون های لایه ورودی، مخفی و خروجی می‌باشد [۲۲].

معادله ریاضی بیانگر چگونگی عملکرد شبکه برای تولید مقدار خروجی، به صورت زیر است:

فرمول ۱: $\hat{y}_k = f_0[\sum_{j=1}^{M} W_{kj} f_h(\sum_{i=1}^{N} w_{ji}x_{jo} + w_{jo}) + w_{ko}]$

در این رابطه w_{ji} ضریب وزن شاخه ارتباطی میان نرون i ام واقع در لایه ورودی و نرون j ام لایه مخفی، w_{jo} مقدار بایاس برای نرون j ام لایه مخفی، f_h تابع محرک نرون لایه مخفی، w_{kj} ضریب وزن شاخه ارتباطی میان نرون k ام لایه مخفی و نرون j ام لایه خروجی، w_{ko} مقدار بایاس نرون k ام لایه خروجی، f_0 تابع محرک نرون های لایه خروجی، x_i متغیر ورودی i ام در لایه ورودی، $\hat{y}_k$ و y متغیرهای محاسباتی و مشاهداتی و پارامترهای M و N به ترتیب تعداد نرون های لایه ورودی و میانی هستند. ضرایب وزن یاد شده در لایه‌های مخفی و خروجی متفاوت بوده و مقادیر آن‌ها در جریان آموزش شبکه نیز قابل تغییر می‌باشند [۲۲].

ارزیابی الگوریتم شبکه عصبی

در الگوریتم‌های طبقه بندی همچون شبکه عصبی که برای دسته بندی متغیر خروجی از نوع گسسته کاربرد دارد، از معیارهای ارزیابی همچون صحت، ماتریس سردرگمی، حساسیت، ویژگی و غیره استفاده می‌شود. در این پژوهش از دو معیار صحت و ماتریس سردرگمی استفاده می‌شود.

مطابق با فرمول ۲ صحت مدل در واقع نسبت موارد درست پیش بینی شده به کل موارد است.

فرمول ۲:

صحت الگوریتم = (موارد مثبت درست پیش بینی شده + موارد منفی درست پیش بینی شده)/کل موارد پیش بینی شده

ماتریس سردرگمی ماتریسی مربّعی است که ابعاد آن برابر با تعداد دسته‌های متغیر خروجی است. در این ماتریس قطر اصلی نشان‌دهنده درصد مواردی است که درست پیش بینی شده‌اند.

تفسیر داده‌ها

نمایش بصری، تکنیک‌های بازنمایی دانش برای ارائه دانش کشف شده به کاربر است، به نحوی که می‌توان به وزن هر یک از عوامل تأثیرگذار در بروز اختلال نهایی پی برد.

آنالیزهای آماری

اطلاعات جمع آوری شده با نرم افزار SPSS V.22 آنالیز شد. میانگین، انحراف معیار، ضریب همبستگی و نمودارهای رگرسیونی با این نرم افزار محاسبه گردید.

یافته‌ها

توصیف آماری

میانگین نمره نهایی ROSA برای ۲۰۰ ایستگاه آنالیز شده برابر ۰/۹۱± ۴/۳۶ به دست آمد. میانگین نمره نهایی قسمت صندلی، تلفن- مانیتور و موس- کیبورد به ترتیب برابر با ۱/۰۶± ۳/۶۷، ۱/۰۹± ۳/۶۸ و ۱/۱۸±۳/۶۶ به دست آمد. کمترین میانگین نمره زیرمجموعه‌ها مربوط به موس- کیبورد است و بیشترین نمره مربوط به تلفن- مانیتور است.

جدول ۱: توصیف آماری ریسک فاکتورها

ریسک فاکتور	میانگین± انحراف معیار	حداقل نمره	حداکثر نمره
صندلی	۱/۰۶ ± ۳/۶۷	۱	۶
تلفن- مانیتور	۱/۰۹ ± ۳/۶۸	۱	۶
موس- کیبورد	۱/۱۸ ± ۳/۶۶	۱	۷
ROSA Score	۰/۹۱ ± ۴/۳۶	۲	۷

سطح ریسک امتیاز نهایی روش ROSA مشخص کرد که ۱۳۱ ایستگاه کار (۶۵/۵٪) نمره‌ای کمتر از ۵ دارند و به ارزیابی بیشتر و اصلاحات فوری نیازی نیست؛ و ۶۹ ایستگاه کار (۳۴/۵٪) نمره‌ای برابر و بالاتر از ۵ دارند که به معنی نیاز به ارزیابی بیشتر و اصلاحات فوری است.

جدول ۲: امتیاز نهایی ایستگاه‌های کاری

	تعداد (درصد)	حداقل- حداکثر (نمره)
ایستگاه‌هایی با نمره ≥ ۵	۶۹ (۳۴/۵)	۵- ۷
ایستگاه‌هایی با نمره < ۵	۱۳۱ (۶۵/۵)	۲- ۴

در تصویر ۲ همبستگی بین نمره نهایی عوامل تاثیرگذار بر اختلالات اسکلتی- عضلانی و نمره نهایی ROSA گزارش شده است. شکل (A) همبستگی بین عامل صندلی و نمره نهایی ROSA را نشان می‌دهد. شکل (B) همبستگی بین عامل تلفن- مانیتور و نمره نهایی ROSA و در نهایت شکل (C) همبستگی بین عامل موس- کیبورد و نمره نهایی صندلی را نمایش می‌دهد.

همانطور که از شکل ۲ مشخص است، بیشترین همبستگی با نمره نهایی ROSA متعلق به عامل صندلی با R^2 = ۰/۴۶ و پس از آن عامل تلفن- مانیتور با R^2 = ۰/۴۳ و در نهایت عامل موس- کیبورد با R^2 = ۰/۴۲ است.

وزن نرمال (Predicator Importance) شده عوامل مؤثر بر اختلالات اسکلتی- عضلانی

با وارد کردن نتایج امتیازهای نهایی هر یک از عوامل مؤثّر فوق و نیز امتیازهای نهایی ROSA برای ۲۰۰ ایستگاه کاری در نرم افزار IBM SPSS Modeler 18.0، نتایج به گونه‌ای که در تصویر ۳ نمایش داده شده است، به دست آمد. همانطور که مشاهده می‌شود عوامل مؤثر بر اختلالات اسکلتی- عضلانی به ترتیب برابر با عامل صندلی با Predicator importance ۴۱٪، عامل تلفن- مانیتور با Predicator importance ۳۱٪ و در نهایت عامل موس- کیبورد با Predicator importance ۲۸٪ هستند.

الگوریتم شبکه عصبی

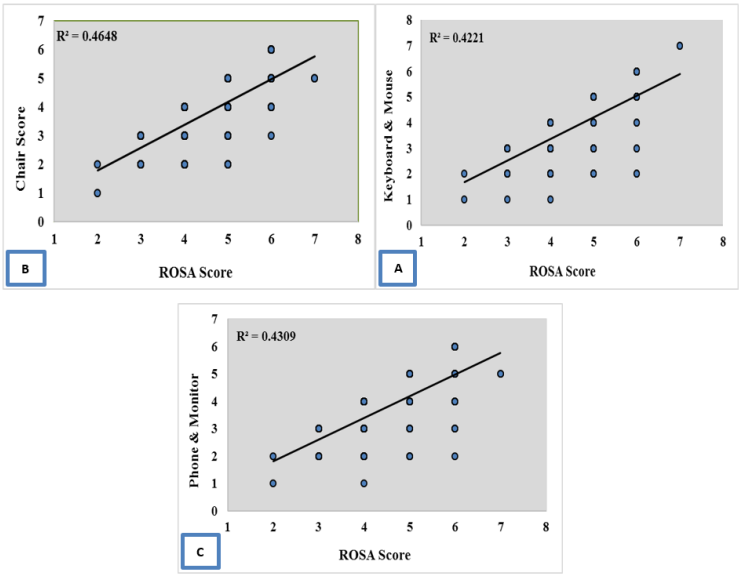
مدل پس از یادگیری بر اساس داده‌های گردآوری شده، توانسته است شاخص ROSA را برای تمامی افرادی که امتیاز آن‌ها بین ۳ تا ۸ بوده است، به درستی پیش‌بینی کند. درحالی که مدل برای افرادی که امتیاز ۲ داشته‌اند، نتوانسته پیش‌بینی درستی انجام دهد و امتیاز ROSA را برای نیمی از آن‌ها ۳ و برای نیمی دیگر ۸ پیش بینی کرده است. همچنین مدل ایجاد شده برای تمامی افرادی که امتیاز ۹ داشته‌اند، امتیاز ۷ را پیش‌بینی کرده است. در نتیجه صحت الگوریتم شبکه عصبی در بررسی میزان تأثیر عوامل مؤثر بر اختلالات اسکلتی- عضلانی، طبق طبقه بندی امتیاز نهایی ROSA برابر ۹۸/۵٪ به دست آمد. نتایج مربوط به صحت و ماتریس سردرگمی (Confusion matrix) این الگوریتم در جدول ۳ نشان داده شده است.

بحث

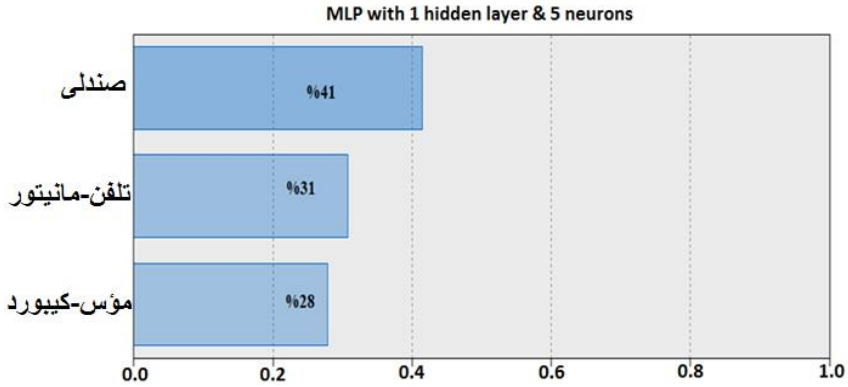
میانگین نمره نهایی قسمت صندلی، تلفن- مانیتور و موس- کیبورد به ترتیب برابر با ۱/۰۶± ۳/۶۷، ۱/۰۹± ۳/۶۸ و ۱/۱۸±۳/۶۶ است. میانگین نمره نهایی شاخص ROSA برابر ۰/۹۱± ۴/۳۶ به دست آمد که این نشان دهنده مواجهه کارکنان با شروع گسترش اختلالات اسکلتی- عضلانی است.

از ۲۰۰ ایستگاه آنالیز شده مشخص شد ۱۳۱ ایستگاه کار (۶۵/۵٪) نمره‌ای کمتر از ۵ دارند و ۶۹ ایستگاه کار (۳۴/۵٪) نمره‌ای برابر و بالاتر از ۵ دارند. بیشتر ایستگاه‌های کاری نیازی به انجام مداخلات ارگونومیکی نداشته و تجهیزات آن‌ها استاندارد بوده است و ایستگاه‌های بالاتر از ۵ با اصلاحات جزئی به حد استاندارد خواهند رسید. در مطالعه‌ای که توسط Sonne و همکاران (۲۰۱۲) با عنوان "توسعه و ارزیابی چک لیست ارگونومی اداری: ارزیابی سریع استرین اداری (ROSA)" انجام شد، به این نتیجه رسیدند که میانگین نمره نهایی ROSA برای ۷۲ ایستگاه کاری ۱/۱۴± ۴/۱۳ است. میانگین نمره

صندلی، تلفن- مانیتور و موس- کیبورد به ترتیب ۱/۰۲± ۳/۰۸، ۱/۲۱± ۲/۵۸ و ۱/۲۸± ۳/۶۵ به دست آمد. در نهایت ROSA روشی تاثیرگذار و قابل اعتماد برای شناسایی ریسک فاکتورهای مرتبط در استفاده از کامپیوتر شناخته شد [۱۷].



تصویر ۲: همبستگی و خط رگرسیونی بین عوامل مؤثر بر اختلالات اسکلتی- عضلانی و نمره نهایی ROSA؛ (A) همبستگی و خط رگرسیونی بین صندلی و نمره نهایی ROSA؛ (B) همبستگی و خط رگرسیونی بین تلفن- مانیتور و نمره نهایی ROSA؛ (C) همبستگی و خط رگرسیونی بین موس- کیبورد و نمره نهایی ROSA



تصویر ۳: Predicator importance هر یک عوامل مؤثر بر اختلالات اسکلتی- عضلانی کاربران رایانه

جدول ۳: طبقه بندی برای امتیاز نهایی ROSA

observed	Predicted							
	۹/۰۰	۸/۰۰	۷/۰۰	۶/۰۰	۵/۰۰	۴/۰۰	۳/۰۰	۲/۰۰
۲/۰۰	٪۰/۰	٪۵۰	٪۰/۰	٪۰	٪۰/۰	٪۰/۰	٪۵۰	٪۰/۰
۳/۰۰	٪۰/۰	٪۰/۰	٪۰/۰	٪۰	٪۰/۰	٪۰/۰	٪۱۰۰	٪۰/۰
۴/۰۰	٪۰/۰	٪۰/۰	٪۰/۰	٪۰	٪۰/۰	٪۱۰۰	٪۰/۰	٪۰/۰
۵/۰۰	٪۰/۰	٪۰/۰	٪۰/۰	٪۰	٪۱۰۰	٪۰/۰	٪۰/۰	٪۰/۰
۶/۰۰	٪۰/۰	٪۰/۰	٪۰/۰	٪۱۰۰	٪۰/۰	٪۰/۰	٪۰/۰	٪۰/۰
۷/۰۰	٪۰/۰	٪۰/۰	٪۱۰۰	٪۰	٪۰/۰	٪۰/۰	٪۰/۰	٪۰/۰
۸/۰۰	٪۰/۰	٪۱۰۰	٪۰/۰	٪۰	٪۰/۰	٪۰/۰	٪۰/۰	٪۰/۰
۹/۰۰	٪۰/۰	٪۰/۰	٪۱۰۰	٪۰	٪۰/۰	٪۰/۰	٪۰/۰	٪۰/۰

نتایج مطالعه Sonne شباهت زیادی به مطالعه حاضر دارد، به گونه‌ای که افراد در آستانه شروع گسترش اختلالات اسکلتی- عضلانی هستند و میانگین نمره عوامل مؤثر بر آن (به جز تلفن- مانیتور) نزدیک به مطالعه حاضر است. در مطالعه دیگری که توسط قنبری سرتنگ و همکاران در سال ۱۳۹۴ با عنوان "ارزیابی اختلالات اسکلتی- عضلانی به روش ارزیابی سریع تنش اداری (ROSA) در کاربران کامپیوتر" انجام شد، ارزیابی پوسچر به روش ROSA مشخص کرد که ۶۹ ایستگاه (۷۰/۹٪) در ناحیه امتیاز کمتر از ۵ و ۲۷ ایستگاه (۲۸/۱٪) در ناحیه

امتیاز بیشتر از ۵ (ضرورت انجام مداخله ارگونومی) هستند. میانگین امتیاز نهایی ROSA ۴/۹۳ به دست آمد. نتایج امتیاز به دست آمده از روش ROSA نشان می‌دهد که کاربران کامپیوتر در معرض ابتلا به اختلالات اسکلتی- عضلانی هستند [۱]. همچنین در مطالعه فراستی و همکاران در سال ۱۳۹۲ با عنوان "ارزیابی اختلالات اسکلتی- عضلانی در کاربران پایانه تصویری با روش ارزیابی سریع تنش اداری (ROSA)"، سطح ریسک امتیاز نهایی ROSA مشخص کرد که ۴۹ ایستگاه (۶۹٪) امتیازی کمتر از ۵ دارند و ۲۲ ایستگاه (۳۱٪) امتیاز بالای ۵ دارند [۶]، در این مطالعات همانند مطالعه حاضر، درصد قابل توجّه‌ای از ایستگاه‌ها نمره کمتر از ۵ دارند و نیازی به اصلاحات فوری در ایستگاه‌های کاری نیست. اما در مطالعه آزما و همکاران (۱۳۹۳) با عنوان "ارزیابی ریسک فاکتورهای ناراحتی‌های اسکلتی- عضلانی دفاتر اداری و اجرای برنامه آموزشی ارگونومی"، میانگین نمره صندلی، تلفن- مانیتور و موس- کیبورد قبل از مداخله به ترتیب ۴/۶۷، ۴/۰۷ و ۳/۴۸ به دست آمد که نسبت به مطالعه حاضر نمرات از مقدار بالایی برخوردار هستند. میانگین نمرات صندلی، تلفن- مانیتور و موس- کیبورد بعد از مداخله به ترتیب ۴/۶، ۳/۳۶ و ۳/۱۲ به دست آمد. تفاوت معناداری در میانگین نمره صندلی قبل و بعد از مداخله مشاهده نگردید ولی نمره تلفن- مانیتور و موس- کیبورد کاهش معناداری پیدا کرد. همچنین میانگین نمره نهایی ROSA قبل و بعد از مداخله به ترتیب ۵/۱۸ و ۴/۲ به دست آمد که این نشان دهنده جلوگیری از بروز اختلالات اسکلتی- عضلانی است [۲۳].

طبق نتایج این مطالعه همچنین مشخص شد وزن عوامل مؤثر بر اختلالات اسکلتی- عضلانی کار با کامپیوتر طبق اولویت بندی الگوریتم شبکه عصبی به ترتیب برابر صندلی (۴۱٪)، تلفن- مانیتور (۳۱٪) و در نهایت موس- کیبورد (۲۸٪) است. در برخی مطالعات، درصد ناراحتی های اسکلتی- عضلانی با پرسشنامه‌های استاندارد سنجیده شده و فراوانی آن‌ها به تفکیک اندام بیان شده است، به طوریکه در مطالعه Bergqvist و همکاران (۱۹۹۵ م) با عنوان "اختلالات اسکلتی- عضلانی در بین کارکنان پایانه تصویری: فردی، ارگونومیکی، و فاکتورهای سازمانی کار"، به این نتیجه رسیدند که بیشترین اختلالات اسکلتی- عضلانی در ناحیه شانه و گردن (۶۵/۵٪) بود. بعد از آن اختلالات کمر (۴۱/۳٪) و اختلالات دست- آرنج (۲۹/۹٪) بیشترین درصد را داشتند، همچنین برخی از فاکتورهای مؤثر در اختلالات اسکلتی- عضلانی مربوط به مشخصات فردی از قبیل سن، جنس و وضعیت خانوادگی فرد (همسر و فرزندان) است. برخی دیگر از علل بروز اختلالات مربوط به سازمان (حجم کار، زمان استراحت و ...) است [۲۴].

در مطالعه دیگری که توسط Szeto و همکاران با عنوان "مقایسه علائم ظاهری و باطنی کارکنان اداری در حال کار یکنواخت با کیبورد: الگوهای به کارگیری عضلات گردن و شانه" در سال ۲۰۰۵ انجام شد، همین نتایج یافت شد؛ به گونه‌ای که بیشترین اختلالات در ناحیه شانه و گردن کاربران کامپیوتر به دست آمد. در این مطالعه که بر روی کارکنان اداری زن انجام شد، (۲۳ نفر در گروه مورد و ۲۰ نفر در گروه شاهد)، گروه مورد با ماهیچه تراپزی سمت راست بالایی فعالیت بیشتری داشت، در حالی که گروه شاهد فعالیتی مساوی بین ماهیچه چپ و راست داشت [۲۵]. نتایج مطالعه حاضر تفاوت اندکی با مطالعات ذکر شده دارد، به گونه‌ای که در مطالعه حاضر، بیشترین وزن مربوط به صندلی است و در نتیجه اختلالات ناحیه کمر بیشترین مقدار است و اختلالات گردن از نظر اهمیت طبق وزن دهی الگوریتم شبکه عصبی در رتبه دوم اختلالات است. نتایج مطالعه Juul-Kristensen و همکاران (۲۰۰۵) با عنوان "خودگزارشگری شرایط ارگونومیکی محیط کار به عنوان علائم پیش آگهی از علائم اسکلتی- عضلانی" و مطالعه انجام شده توسط Janwantanakul و همکاران (۲۰۰۸) با عنوان "شیوع علائم خود گزارش شده اسکلتی- عضلانی کارکنان اداری" که بر روی ۱۴۲۸ کارمند اداری انجام شد، نیز مطابق با نتایج دو مطالعه بالا است، به گونه‌ای که شیوع ناراحتی‌های کارمندان اداری در نواحی گردن- شانه‌ها، کمر و دست- آرنج نسبت به دیگر نواحی بالا است. Juul- Kristensen کارکردن بالای ۷۵٪ زمان کاری با کامپیوتر را به عنوان فاکتوری پیش آگهی برای علائم اسکلتی- عضلانی در گردن- شانه و دست- آرنج دانست و سرعت انجام کار به عنوان فاکتور پیش آگهی برای ناراحتی‌های کمر شناخته شد [۲۶, ۲۷].

تاکنون مطالعات فراوانی در خصوص کار با کامپیوتر و ارزیابی اختلالات اسکلتی- عضلانی ناشی از آن در میان کارکنان اداری شاغل صورت گرفته است، اما مطالعاتی در خصوص وزن دهی این اختلالات و محاسبه تأثیر هر کدام از آن‌ها صورت نگرفته است. از نقاط قوت این مقاله انجام اولویت بندی با استفاده از الگوریتم شبکه عصبی است؛ لذا انجام مطالعات بیشتر در این خصوص لازم به نظر می‌رسد.

از محدودیت‌های این پژوهش همکاری نکردن برخی افراد بود که با توضیحات بیشتر این مهم مرتفع گردید.

همچنین پیشنهاد می‌گردد عوارض مرتبط کار با کامپیوتر به صورت ادواری بررسی شود و در صورت کشف احتمال هر گونه اختلالی در افراد، ایستگاه کاری وی مورد بازبینی قرار گیرد.

نتیجه‌گیری

طبق نتایج این مطالعه مشخص شد وزن عوامل مؤثر بر اختلالات اسکلتی- عضلانی کار با کامپیوتر طبق اولویت بندی الگوریتم شبکه عصبی به ترتیب برابر صندلی (۴۱٪)، تلفن- مانیتور (۳۱٪) و در نهایت موس- کیبورد (۲۸٪) است. در نتیجه با اصلاح ارگونومیک صندلی و جانمایی مناسب تلفن و مانیتور می‌توان از قسمت عمده‌ای از آسیب‌ها جلوگیری کرد. انجام روش ارزیابی سریع تنش اداری در شناسایی ماهیت و تأثیر هر یک از اختلالات اسکلتی- عضلانی کاربران مفید بوده و مداخلات ارگونومیکی با توجه به مقدار اثر عوامل (وزن نرمال شده عوامل) در جهت کاهش این اختلالات انجام می‌شود. نتایج این مطالعه به عنوان ابزاری برای درجه بندی ریسک‌های ارگونومیکی محیط‌های اداری کاربرد دارد.

تضاد منافع

نویسندگان این مقاله اعلام می‌دارند که هیچ گونه تضاد منافعی وجود ندارد.

سپاسگزاری

این مقاله حاصل طرح تحقیقاتی به شماره (97000068) و کد اخلاق (IR.KMU.REC.1397.227) می‌باشد که با حمایت مالی کمیته تحقیقات دانشجویی دانشگاه علوم پزشکی کرمان اجرا گردیده است. بدین وسیله نهایت تقدیر و تشکر را بابت همکاری و حمایت‌های کمیته تحقیقات و نیز مسئولین و مدیران محترم دانشگاه علوم پزشکی داریم.

References

1. Ghanbary-Sartang A, Habibi H. Evaluation of musculoskeletal disorders to method Rapid Office Strain Assessment (ROSA) in computers users. J Prev Med 2015;2(1):47-54.
2. Poochada W, Chaiklieng S. Ergonomic Risk Assessment among Call Center Workers. Proc Manuf. 2015;3:4613-20. doi:10.1016/j.promfg.2015.07.543
3. Gerr F, Marcus M, Monteilh C. Epidemiology of musculoskeletal disorders among computer users: lesson learned from the role of posture and keyboard use. J Electromyogr Kinesiol. 2004;14(1):25-31. doi:10.1016/j.jelekin.2003.09.014 pmid: 14759747
4. Lin Z, Popovic A. Working with computers in Canada: An empirical analysis of incidence, frequency and purpose: Citeseer; 2003.
5. Marshall K. Working with computers. Perspect Labour Income. 2001;13(2):9.
6. Ferasati F, Jalilian M. Evaluation of WMSDs in VDT users with Rapid office strain assessment (ROSA) method. Iran J Ergonom. 2014;1(3):65-74.
7. Day JC, Janus A, Davis J. Computer and Internet use in the United States, 2003: US Department of Commerce, Economics and Statistics Administration, US; 2005.
8. Matos M, Arezes PM. Ergonomic Evaluation of Office Workplaces with Rapid Office Strain Assessment (ROSA). Proc Manuf. 2015;3:4689-94. doi:10.1016/j.promfg.2015.07.562
9. Liebregts J, Sonne M, Potvin JR. Photograph-based ergonomic evaluations using the Rapid Office Strain Assessment (ROSA). Appl Ergon. 2016;52:317-24. doi:10.1016/j.apergo.2015.07.028 pmid: 26360224
10. Village J, Rempel D, Teschke K. Musculoskeletal disorders of the upper extremity associated with computer work: a systematic review. Occup Ergon. 2005;5(4):205-18.
11. Nasiri I, Motamedzade M, Golmohammadi R, Faradmal J. Assessment of risk factors for musculoskeletal disorders using the Rapid Office Strain Assessment (ROSA) Method and implementing ergonomics intervention programs in Sepah Bank. Health Saf Work. 2015;5(2):47-62.
12. Sauter SL, Gottlieb MS, Jones KC, Dodson VN, Rohrer KM. Job and health implications of VDT use: initial results of the Wisconsin-NIOSH study. Commun ACM. 1983;26(4):284-94. doi:10.1145/2163.358098
13. Sauter SL, Schleifer LM, Knutson SJ. Work posture, workstation design, and musculoskeletal discomfort in a VDT data entry task. Hum Factors. 1991;33(2):151-67. doi:10.1177/001872089103300203 pmid: 1860702
14. Lowe BD, Weir P, Andrews D. Observation-based posture assessment: review of current practice and recommendations for improvement. USA: DHHS publication; 2014.
15. McAtamney L, Nigel Corlett E. RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. Appl Ergon. 1993;24(2):91-9. doi:10.1016/0003-6870(93)90080-s
16. Hignett S, McAtamney L. Rapid Entire Body Assessment (REBA). Appl Ergon. 2000;31(2):201-5. doi:10.1016/s0003-6870(99)00039-3
17. Sonne M, Villalta DL, Andrews DM. Development and evaluation of an office ergonomic risk checklist: ROSA--rapid office strain assessment. Appl Ergon. 2012;43(1):98-108. doi:10.1016/j.apergo.2011.03.008 pmid: 21529772
18. CSA. CSA-Z412 Guideline on Office Ergonomics. Toronto, Ontario: CSA 2000. p. 148-217.
19. Kohzadi N, Boyd MS, Kaastra I, Kermanshahi BS, Scuse D. Neural Networks for Forecasting: An Introduction. Can J Agricult Econom. 1995;43(3):463-74. doi:10.1111/j.1744-7976.1995.tb00135.x
20. Golabi M, Akhondali A, Radmanesh F. Comparison of the performace of different neural networks algorithm functions in simulation of seasonal precipitation case study: selected stations of Khuzestan province. J Geograph. 2013:151-69.
21. Ramos-Miguel A, Perez-Zaballos T, Perez D, Falconb JC, Ramosb A. Use of data mining to predict significant factors and benefits of bilateral cochlear implantation. Eur Arch Otorhinolaryngol. 2015;272(11):3157-62. doi:10.1007/s00405-014-3337-3 pmid: 25323153
22. Wang E. Addressing uncertainties in residential energy performancebenchmarking and projecting through data mining approach. USA: The University of Nebraska-Lincoln; 2013.
23. Nasiri I. The survey of musculoskeletal disorders risk factors among office workers and the implementation of an ergonomic training program. J Mil Med. 2015;16(4):211-6.
24. Bergqvist U, Wolgast E, Nilsson B, Voss M. Musculoskeletal disorders among visual display terminal workers: individual, ergonomic, and work organizational factors. Ergonomics. 1995;38(4):763-76. doi:10.1080/00140139508925148 pmid: 7729403
25. Szeto GP, Straker LM, O'Sullivan PB. A comparison of symptomatic and asymptomatic office workers performing monotonous keyboard work--1: neck and shoulder muscle recruitment patterns. Man Ther. 2005;10(4):270-80. doi:10.1016/j.math.2005.01.004 pmid: 15998595
26. Janwantanakul P, Pensri P, Jiamjarasrangsri V, Sinsongsook T. Prevalence of self-reported musculoskeletal symptoms among office workers. Occup Med (Lond). 2008;58(6):436-8. doi:10.1093/occmed/kqn072 pmid: 18544589
27. Juul-Kristensen B, Jensen C. Self-reported workplace related ergonomic conditions as prognostic factors for musculoskeletal symptoms: the "BIT" follow up study on office workers. Occup Environ Med. 2005;62(3):188-94. doi:10.1136/oem.2004.013920 pmid: 15723884