Iranian Journal of Ergonomics | ISSN: 2345-5365

Original Research

Application of Digimizer Image Analysis Software in Facial Anthropometry

Elham Salvarzi[1], Alireza Choobineh[2*], Mehdi jahangiri[3], Sareh Keshavarzi[4]

1. MSc, Student Research Committee, Ergonomics Department, School of Health, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran
2. Professor, Research Center for Health Sciences, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran
3. Professor, Occupational Health Engineering Department, School of Health, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran
4. Assistant Professor, Epidemiology Department, School of Health, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran

Article Info

Received: 2020/06/06;
Accepted: 2020/08/23;
ePublished: 2020/10/15

10.30699/jergon.8.2.61

Use your device to scan and read the article online

Corresponding Author
Alireza Choobineh
Professor, Research Center for Health Sciences, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran
Tel: (098) 71-37251020
Email: alrchoobin@sums.ac.ir

ABSTRACT

Background and Objectives: Craniofacial anthropometry and anthropometric ratios are used in different sciences such as dentistry, medicine, oral and maxillofacial surgery, growth studies, plastic surgery, bioengineering and production of personal protective equipment. The purpose of this study is to introduce Digimizer software to measure facial dimensions and compare manual dimensional measurement and photoanthropometry with this software.

Methods: In This descriptive-analytical study 12 female students of Shiraz University of Medical Sciences participated. Measurement of face dimensions of samples was done manually and by photographic methods and data analysis was performed with SPSS software version 19 and descriptive-analytical tests.

Results: From the ten dimensions of the measured dimensions, a significant difference was observed in the three dimensions of the Subnasal-Nasal Root Length (SNRL), Menton-Nasal Root Length (MNRL) (Face Length) and Bitragion-Menton Arc (TRMA) dimensions, (P <0.05). No significant differences were observed in other dimensions. The ICC (Intra Class Correlation) coefficient for both methods was obtained in the range of 0.56-0.94.

Conclusion: This study showed that the use of Digimizer software can replace the use of manual method in measuring the dimensions of the face and in the preparation of anthropometric database of the face in less time is preferable to the manual method.

Keywords: Ergonomics, Anthropometry, Face, Photoanthropometry, Digimizer

Copyright © 2020, This is an original open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-noncommercial 4.0 International License which permits copy and redistribute of the material just in noncommercial usages with proper citation.

How to Cite This Article:

Salvarzi E, Choobineh A, Jahangiri M, Keshavarzi S. Application of Digimizer Image Analysis Software In Facial Anthropometry. Iran J Ergon. 2020; 8 (2): 61-71

مجله ارگونومی | سال ۸، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۹ | E-ISSN: 2345-5365

مقالهٔ پژوهشی

کاربرد نرم‌افزار آنالیز تصویر Digimizer در آنتروپومتری صورت

الهام سلورزی[۱]، علیرضا چوبینه[۲]*، مهدی جهانگیری[۳]، ساره کشاورزی[۴]

۱. کارشناس‌ارشد ارگونومی، کمیته تحقیقات دانشجویی، گروه ارگونومی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم‌پزشکی شیراز، شیراز، ایران
۲. استاد، مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشگاه علوم‌پزشکی شیراز، شیراز، ایران
۳. استاد، گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران
۴. استادیار، گروه اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم‌پزشکی شیراز، شیراز، ایران

اطلاعات مقاله

دریافت: ۱۳۹۹/۰۳/۱۷
پذیرش: ۱۳۹۹/۰۶/۰۲
انتشار آنلاین: ۱۳۹۹/۰۷/۲۴

نویسندهٔ مسئول:
علیرضا چوبینه
استاد، مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشگاه علوم‌پزشکی شیراز، شیراز، ایران.
تلفن: ۰۷۱-۳۷۲۵۱۰۲۰
پست الکترونیک:
alrchoobin@sums.ac.ir

برای دانلود این مقاله، کد زیر را با موبایل خود اسکن کنید.

خلاصه

زمینه و هدف: آنتروپومتری و بررسی نسبت‌های آنتروپومتریک سر و صورت در علومی همچون دندانپزشکی، پزشکی، جراحی فک و صورت، مطالعات رشد، جراحی پلاستیک، مهندسی زیست و شاخه‌های غیرپزشکی از جمله ساخت تجهیزات حفاظت فردی ناحیهٔ سر و صورت کاربرد دارد. هدف از این مطالعه، معرفی نرم‌افزار Digimizer برای اندازه‌گیری ابعاد صورت و مقایسهٔ اندازه‌گیری ابعاد صورت به روش دستی و فوتوآنتروپومتری با این نرم‌افزار می باشد.

روش‌کار: این مطالعه از نوع توصیفی- تحلیلی بود و نمونه‌ها شامل۱۲ نفر بودند که از بین دانشجویان دختر دانشگاه علوم‌پزشکی شیراز انتخاب شدند. اندازه‌گیری ابعاد صورت نمونه‌ها به دو روش دستی و فوتوگرافی و تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۹ و آزمون‌های توصیفی‌تحلیلی انجام شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که از ده بُعد ابعاد اندازه گیری شده، در سه بعدِ فاصلهٔ بین ریشهٔ بینی تا سپتوم (طول بینی)، فاصلهٔ ریشهٔ بینی تا چانه (طول صورت) و قوس بخش زائدهٔ گوش (تراگوس) تا چانه اختلاف معنی‌داری مشاهده شد ($P<۰/۰۵$). در بقیهٔ ابعاد اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. ضریب ICC برای دو روش در بازهٔ ۰/۹۴ -۰/۵۶ به دست آمد.

نتیجه گیری: این مطالعه نشان داد که آنالیز ابعاد صورت بوسیله نرم افزار Digimizer **در** اکثر ابعاد اندازه گیری شده اعتبار دارد و روش خوبی جهت جایگزینی اندازه گیری به روش دستی است.

کلیدواژه‌ها: ارگونومی، آنتروپومتری، صورت، فوتوآنتروپومتری، Digimizer

مقدمه

در جهان امروز بسیاری از افراد در گروه‌های سنی، جنسی و همچنین محیط‌های مختلف ناچار هستند خود را با شرایط نامناسب که محیط و ابزار مورداستفاده بر آنها تحمیل می‌کند، هماهنگ کنند و با محدودیت‌های ایجادشده کنار بیایند. پیامد چنین همسازی گاهی مشکل‌ساز است و می‌تواند بر تندرستی، ایمنی و بهره‌وری فرد اثر نامطلوب گذارد [۱-۴]. ارگونومی دانشی است که در افزایش بهره‌وری و بالابردن سطح تندرستی کارکنان به یاری انسان می‌شتابد، رابطهٔ متقابل انسان، محیط و ماشین را واکاوی می‌کند و در پی بهینه‌کردن تناسب آنها با یکدیگر است [۵]. یکی از نتایجی که از طراحی ارگونومیک به دست می‌آید راحتی یا کاهش ناراحتی است؛ در واقع، رابطه‌ای بسیار قوی بین ارگونومی و راحتی وجود دارد [۶].

آنتروپومتری یکی از اجزاء علم ارگونومی است که به حصول تطابق فیزیکی و ابعادی بین کاربر و محصول کمک می‌کند [۷]. تناسب ابعادی با تجزیه و تحلیل تن‌سنجی شناخته می‌شود [۳]. داده‌های آنتروپومتریک بخش حیاتی و ضروری از فرآیند طراحی ارگونومیک تجهیزات، فضا و محیط کار هستند. با اطلاعات آنتروپومتریک، طراحان می‌توانند مطابق نیازمندی‌ها و ویژگی‌های ابعادی گروه هدف طراحی کنند [۸]. در کشورهای صنعتی و توسعه‌یافته، اطلاعات آنتروپومتری به صورت جداول استاندارد

موجود است. بنابراین، تولیدکنندگان بااستفاده از داده‌های در دسترس به طراحی محصولات بر اساس ویژگی‌های جامعهٔ هدف می‌پردازند [۹، ۱۰]. چنانچه در ایران نیز چنین جداولی دردسترس باشد، تولیدات داخلی کشور مبتنی بر استانداردهای ابعادی ایرانیان تولید خواهد شد و بخشی از مشکلات فعلی درزمینهٔ عدم تناسب ابعادی بین محصول و استفاده‌کننده برطرف می‌شوند.

از اجزای مهم آنتروپومتری، کرانیومتری است که ابعاد تشریحی سر و صورت (شاخص‌های کرانیوفاشیال) را در انسانِ زنده می‌سنجد [۱۱، ۱۲]. آنتروپومتری و بررسی نسبت‌های آنتروپومتریک سر و صورت در علومی همچون دندانپزشکی، پزشکی، جراحی فک و صورت، مطالعات رشد، جراحی پلاستیک، مهندسی زیست و شاخه‌های غیرپزشکی ازجمله ساخت تجهیزات حفاظت فردی ناحیه سر و صورت کاربرد دارد [۱۳]. وجود بانک‌های اطلاعاتی ابعاد سر و صورت جهت طراحی وسایل و تجهیزاتی که در این ناحیه از بدن استفاده می‌شوند از اولین و ضروری‌ترین مراحل طراحی این نوع محصولات است. همچنین اولین قدم در ارزیابی هر بیمار که برای جراحی ترمیمی و زیبایی سر و صورت مراجعه می‌کند، آنالیز اجزای سر و صورت است [۱۴]تا با معیارهای نرمال مقایسه و براساس آن، درمان برنامه‌ریزی شود. بنابراین، آگاهی از اندازه‌های یک صورت متناسب در هر جامعه برای جراحان پلاستیک آن جامعه از ضروری‌ترین اصول است [۱۵]. در ارتودنسی، مطالعهٔ بافت نرم صورت با اهداف متفاوتی انجام می‌گردد؛ بررسی تغییرات بافت نرم در رشد و نمو متعاقب درمان‌های ارتودنسی و استفاده در جراحی‌های ارتوگناتیک ماگزیلوفاشیال نمونه‌ای از این اهداف است.

روش‌های مورد استفاده در مطالعات آنتروپومتری را می‌توان به سه گروه تقسیم‌بندی کرد: ۱- آنتروپومتری دستی، ۲- فوتوگرافی دوبعدی، و ۳- فوتوگرافی سه‌بعدی [۱۲].

آنتروپومتری دستی (مستقیم) یک روش اندازه‌گیری مستقیم، آسان و ارزان است که در آن از ابزارهای اندازه‌گیری سنتی مانند نوارهای اندازه‌گیری انعطاف‌پذیر، کالیپرها، صفحات اندازه‌گیری و خط‌کش‌ها برای به دست آوردن بانک اطلاعات آنتروپومتری 1dimensional (1D) یا یک متغیری برای مسافت‌ها و محیط‌ها استفاده می‌شود [۱۶]. محدودیت‌هایی در به‌کارگیری آنتروپومتری دستی وجود دارد؛ ازجمله اینکه فردی که ابعاد را اندازه می‌گیرد باید مهارت کافی در این زمینه داشته باشد [۲۰]؛ همچنین هنگام اندازه‌گیری به علت فشار به بافت نرم با ابزار اندازه‌گیری، احتمال ایجاد خطا وجود دارد [۲۱، ۲۲]. فرآیند اندازه‌گیری به‌دلیل اندازه‌گیری‌های متعدد و مستقیم، خسته‌کننده و وقت‌گیر است. حفظ وضعیت استاندارد در طول جلسات متعدد اندازه‌گیری و خطاهای درون‌مشاهده‌گر و بین‌مشاهده‌گر از محدودیت‌های دیگر روش مستقیم اندازه‌گیری ابعاد آنتروپومتری است [۱۶].

یک روش جایگزین برای آنتروپومتری دستی، فوتوگرافی دوبعدی است که در آن موقعیت سر در جهت خاصی نسبت به صفحه افقی فرانکفورت قرار می‌گیرد. در این روش اندازه‌ها نسبت به روش دستی که مستقیماً از نمونه استخراج می‌شود از تصاویر گرفته شده به دست می‌آید [۱۷-۱۹]. در این روش از سیستم‌های فوتوگرامتری با چند دوربین استفاده می‌شود که تصاویر دوبعدی ارائه می‌دهند. در فوتوگرامتری دوبعدی داده‌های سطح بدن انسان از تصاویر دوبعدی تهیه می‌شود که نسبتاً هم‌زمان از زوایای مختلف گرفته شده‌اند [۱۶]. روش فوتوآنتروپومتری علاوه بر ازبین بردن محدودیت‌های روش دستی، به‌علت صرف زمان کم هنگام اندازه‌گیری و همچنین تماس نداشتن ابزار اندازه‌گیری با بدن افراد، باعث همکاری بیشتر آنها می‌گردد [۲۳]. به‌خصوص اگر افراد مورد مطالعه کودکان باشند این مزیت بیشتر قابل‌توجه است. همچنین در روش اندازه‌گیری سنتی برخی از اندازه‌گیری‌ها که در اطراف چشم هستند با ریسک آسیب یا ناراحتی فرد همراه است. اندازه‌گیری ابعاد صورت با روش فوتوآنتروپومتری بسیار راحت است، اما تعیین محل استخوان‌های مورد نظر که در زیر پوست است نیاز به لمس با دست دارد [۲۴]. اگرچه دوربین‌های دیجیتال نسبتاً ارزان هستند اما تصاویر گرفته شده می‌تواند تحت‌تأثیر چندین فاکتور ازجمله تعداد تصاویر ثبت‌شده، زاویه‌دید، انحراف لنز دوربین هنگام عکس‌گرفتن و شرایط روشنایی محیط قرار گیرد [۱۶].

آنتروپومتری سه‌بعدی جدیدترین و پیشرفته‌ترین روش در اندازه‌گیری ابعاد صورت به شمار می‌آید و بیشتر از دو دهه است استفاده می‌شود. در این روش موقعیت سه‌بعدی لندمارک‌های روی بدن توسط پروب‌های الکترومکانیکی و الکترومغناطیسی ثبت می‌گردد. با پیشرفت تکنولوژی، ابعاد بدن انسان می‌تواند به‌طور غیرمستقیم توسط روش سه‌بعدی اندازه‌گیری شود. روش اسکن سه‌بعدی از تکنیک‌های نوری پیشرفته (advanced optoelectronic technologies) توسعه‌یافته است. سیستم اسکنر سه‌بعدی شامل یک منبع نور، حسگرها و یک کنترلر است [۱۶]. استفاده از روش سه‌بعدی در آنتروپومتری نسبت به روش سنتی که

از کالیپر و متر نواری استفاده می‌گردد چندین مزیت دارد: اندازه‌گیری با روش سه‌بعدی تعدادی از خطاهای ذاتی روش دستی، به‌خصوص فشار به بافت نرم صورت را کاهش می‌دهد. این فشار که به‌سبب قراردادن کالیپر یا متر روی صورت اتفاق می‌افتد باعث کاهش مقدار ابعاد مورد اندازه‌گیری می‌گردد. روش‌های سه‌بعدی همچنین اطلاعات اضافه‌ای را می‌تواند جمع‌آوری نماید که روش سنتی قادر به انجام آن نیست(مثل اندازه‌گیری حجم‌ها). مزیت دیگر این روش توانایی بایگانی کپی دقیق صورت نمونه برای استفاده‌های آتی است [۲۹]. در این روش خطاهایی نیز ایجاد می‌شود که ناشی از انحراف چشم‌انداز (perspective distortion)، وضوح دوربین (camera resolution)، کالیبراسیون دوربین، خطاهای نشانه‌گذاری (landmarking errors)، و خطاهای مدل‌سازی (modeling errors) است [۱۶].

امروزه به‌جای روش دستی اندازه‌گیری ابعاد، از روش‌های اندازه‌گیری دوبعدی و سه‌بعدی استفاده می‌شود. استفاده از نرم‌افزارهای دوبعدی جهت اندازه‌گیری ابعاد علاوه بر صرفه‌جویی در زمان، امکان تهیهٔ آرشیوی از عکس‌ها جهت تحقیقات بعدی را فراهم می‌آورد. هدف از این تحقیق، معرفی نرم‌افزار Digimizer به‌عنوان یکی از نرم‌افزارهای دوبعدی آنالیز تصاویر و مقایسهٔ اندازه‌گیری ابعاد صورت با این نرم‌افزار و روش دستی است.

نرم‌افزار فوتوگرافی Digimizer

Digimizer یک پکیج نرم‌افزاری انعطاف‌پذیر و کاربردِ آسان است که برای تحلیل تصاویر بسیار مفید است و به کاربر اجازه می‌دهد تا اجزای تصاویر را به‌دقت اندازه‌گیری کند یا از ویژگی تشخیص خودکار شیء و انجام اندازه‌گیری اتوماتیک ویژگی‌های آن استفاده کند. تصاویر ممکن است با اشعهٔ ایکس، میکروگراف‌ها و سایر موارد گرفته شده باشند. حیطهٔ اصلی کاربرد این نرم‌افزار در رشتهٔ زمین‌شناسی است. این نرم‌افزار قابلیت نصب با WINDOWS XP و VISTA را دارد همچنین بر اساس واحد پیکسل عمل می‌کند. برخی قابلیت‌های این نرم افزارعبارتند از[1]:

- تجزیه و تحلیل دقیق اشیاء موجود در تصاویر؛ امکان دریافت تصویر از اسکنر؛ بازنمودن، ذخیره‌سازی و پرینت فایل‌های تصویری؛ امکان تعریف واحد اندازه‌گیری؛ اندازه‌گیری فواصل و طول پاره خط‌ها و مسیر؛ اندازه‌گیری محیط (circle)؛ اندازه‌گیری زوایا؛ تعیین مرکز پاره خط؛ تنظیم کنتراست و روشنایی؛ امکان تصحیح پس‌زمینهٔ عکس؛ تبدیل عکس به تصویر سیاه و سفید؛ ویرایش تصاویر با فراهم‌کردن گزینه‌های Resize، Crop، Rotate، flip، Zoom، Invert، Negative، Sharpen و ...؛ پشتیبانی از فرمت‌های DGZ (Native Digimizer File Format), JPG, GIF, TIFF, BMP, PNG, WMF, EMF و فایل‌های DICOM؛ شامل فیلترهای Emboss, Arithmetic Mean Filter, Geometric Mean Filter, Harmonic Mean Filter, Median Filter, Maximum Filter, Minimum Filter, Midpoint Filter, Yp Mean Filter؛ پشتیبانی از واحدهای اندازه‌گیری همچون kilometer (km), hectometer (hm), decameter (dam), meter (m), centimeter (cm), millimeter (mm), micrometer (µm), nanometer (nm), picometer (pm), femtometer (fm), attometer (am), inch (in), foot (ft), yard (yd), mile (mi), degrees (°) یا pixels.

باتوجه‌به مطالب فوق می‌توان گفت ابعاد تمامی تصاویر رادیوگرافی، مکان‌های جغرافیایی، موجودات میکروسکوپی و سایر موارد با این نرم‌افزار قابل‌اندازه‌گیری است.

روش کار

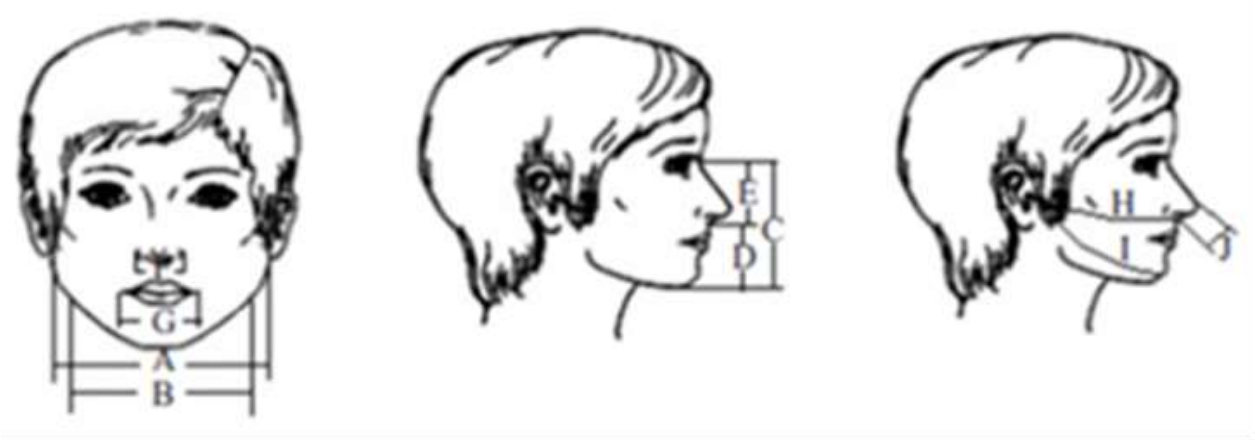
این مطالعه از نوع توصیفی‌تحلیلی است که با هدف مقایسه میزان همبستگی بین اندازه‌گیری ابعاد صورت به روش دستی و فوتوآنتروپومتری و معرفی نرم‌افزار Digimizer انجام شد. حجم نمونه براساس ضریب همبستگیِ به‌دست‌آمده در مطالعهٔ Habibi و همکاران [۲۳] که ۰/۷۱-۰/۹۵ به دست آمده بود، ۱۲ نفر طبق فرمول شماره ۱ محاسبه شد.

فرمول شماره ۱:

$$N_0 = \frac{(Z_{1-\alpha} + Z_{1-\beta})^2}{\left(\frac{1}{2}\ln\frac{1+\rho}{1-\rho}\right)^2} + 3$$

شرایط ورود و خروج نمونه‌ها به مطالعه عبارت بودند از: ۱- رضایت فرد جهت شرکت در مطالعه،۲-دختران دانشجوی ۳۵ - ۲۰ ساله، ۳-عدم تغییرات قابل‌توجه در ناحیهٔ دهان و دندان، ۴- عدم وجود زوائدی همچون جوش و جای زخم در صورت، ۵- عدم سابقهٔ جراحی‌هایی در ناحیهٔ صورت همچون رینوپلاستی. در این بررسی ابعاد آنتروپومتریک صورت بر اساس مطالعهٔ Han و همکاران انتخاب شد که برای طراحی ماسک نیم‌صورت موردنیاز است (شکل ۱).

[1] Available From: Http://P30download.Com/Fa/Entry/35475/. Or Http://Www.Digimizer.Com/



A : فاصلهٔ دو گونه (پهنای صورت)
B : فاصلهٔ دو زاویه فک تحتانی (مندیبل)
C: فاصلهٔ ریشهٔ بینی تا چانه (طول صورت)
D: فاصلهٔ بین چانه تا سپتوم (بخش کوتاه صورت)
E: فاصلهٔ بین ریشهٔ بینی تا سپتوم (طول بینی)
F : پهنای بینی
G : طول لب
H : قوس بخش زائدهٔ گوش (تراگوس) تا سپتوم
I: قوس بخش زائدهٔ گوش (تراگوس) تا چانه
J : طول برجستگی بینی

شکل ۱. ابعاد موردسنجش در مطالعه [۲۵]

حداقل وسایل و شرایط لازم برای عکسبرداری و استخراج ابعاد از تصاویر تهیه‌شده با کمک نرم‌افزار شامل موارد زیر است: دوربین دیجیتال، مقیاس استاندارد (باتوجه‌به شیء مورد اندازه‌گیری)، سه‌پایهٔ دوربین، منابع روشنایی مناسب، پس‌زمینه با رنگ مناسب و صندلی قابل‌تنظیم. طبق مطالعات انجام‌شده در مقالات علمی و کتب مختلف شرایط استاندارد فوتوگرافی جهت استخراج ابعاد برای مقاصد درمانی و طراحی ابزار در ناحیهٔ صورت به شرح زیر است [۳۰] که اکثر شرایط در این مطالعه رعایت شد:

۱- دوربین ویژه‌ای (high-quality SLR-camera with 6 or even 8 Megapixels) باتوجه به دقت موردنیاز در این روش موردنیاز است. موقعیت دوربین باید در مکانی باشد که با نمونه بین ۱/۵-۱ متر فاصله داشته باشد.

۲- دوربین باید روی سه‌پایه‌ای باشد که ارتفاع آن تا سطح گوش نمونه برسد.

۳- هنگامی که درکادر یا نمایشگر ال‌سی‌دی دوربین مشاهده می‌کنید در حالت ایدئال صورت نمونه باید تقریباً ۵۰ درصد از ناحیهٔ کادر(Viewfinder) را پوشش دهد.

٤- قراردادن دو منبع نورانی در دو طرف دوربین و به فاصلهٔ یک‌متر دور از هم، از ایجاد سایهٔ ناشی از روشنایی روی صورت نمونه جلوگیری می‌کند. منابع نوری باید در همان سطح دوربین، و فاصله از نمونه باید شبیه فاصلهٔ بین دوربین و نمونه باشد.

٥- اگر محدودهٔ روشنایی روی صورت نمونه به اندازهٔ کافی قوی باشد نیاز به استفاده از فلش دوربین نیست.

٦- کمترین حد تفکیک‌پذیری (Resolution) قابل‌قبول دوربین ۶۴۰×۴۸۰ پیکسل برای عکس‌گرفتن از نمونه است. با این وجود، تفکیک‌پذیری بالاتر در حدود ۱۰۰۰×۶۰۰ پیکسل پیشنهاد می‌شود. رزولوشن‌های خیلی بالاتر پیشنهاد نمی‌شود چون باعث ایجاد اطلاعات اضافه در عکس و همچنین سختی ویرایش تصاویر می‌گردد.

۷- پیشنهاد می‌شود تفکیک‌پذیری دوربین را مقداری خیلی جزئی کمتر از تفکیک‌پذیری مانیتور کامپیوتر انتخاب کنید مثلاً اگر رزولوشن رایانه‌تان ۱۲۸۰×۷۶۰ باشد تفکیک‌پذیری دوربین شما ۱۰۰۰×۷۰۰ تنظیم شود.

۸- ارتفاع دوربین باید در همان نقطهٔ تمرکز(Focus Point) دوربین باشد.

۹- برای اطمینان از ثابت‌بودن موقعیت سر و ستون‌فقرات بیمار از صندلی قابل‌تنظیم استفاده شود که پشتی (Backrest) داشته باشد (برخی مقالات صندلی بدون پشتی را پیشنهاد داده بودند تا فرد به صندلی تکیه ندهد و با پشتی صاف بنشیند).

۱۰- برای کاهش نیاز به تغییرات ارتفاع دوربین برای هر بار عکس‌گرفتن، پیشنهاد می‌شود نقاط تمرکز روی صفحهٔ افقی فرانکفورت (Frankfurts plane) تنظیم شوند.

۱۱- هر نوع جواهرات یا آرایش صورت باید قبل از گرفتن عکس از فرد برداشته شده باشند.

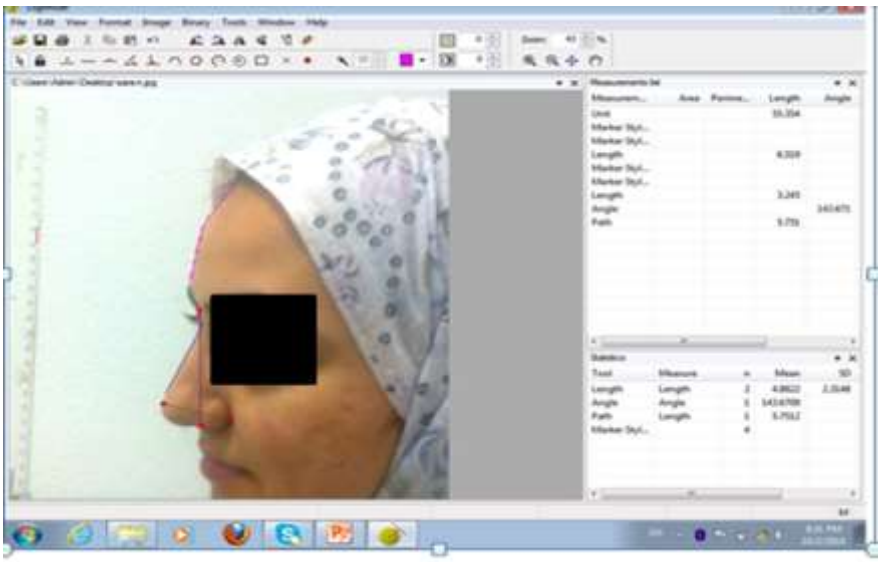
۱۲- موهای بلند باید از محل عکس‌گرفتن صورت کنار گذاشته شود.

اندازه‌گیری هنگام صبح و درحالی‌که فرد خسته نباشد انجام شد. از نمونه‌ها خواسته می‌شد لبخند یا اخم نداشته باشند. سه عکس تمام‌رخ، نیم‌رخ و تحتانی در وضعیتی که سر به عقب خم شده باشد با دوربین دیجیتال Canon ۱۰ مگاپیکسل مدل powershot A495 گرفته شد درحالی‌که یک خط‌کش در کنار سر افراد نگه داشته می‌شد. برای به‌دست‌آوردن عامل تبدیل (conversion factor) و مرجع استاندارد از خط‌کش در کنار سر افراد استفاده شد.

پس از بازکردن عکس در محیط نرم‌افزار، بااستفاده از تصویر خط‌کش که در کنار تصویر مورد نظر ما هنگام عکس‌گرفتن مستقر بوده است، تعداد پیکسل را در واحد طول تعریف نموده و سپس با کشیدن خطی بین نقاط موردنظر توسط آیکن‌های مربوطه، فاصله‌های موردنظر را به دست می‌آوریم (شکل ۲). جدول اندازه‌گیری‌ها قابل اجرا در محیط Excel است. بنابراین احتمال خطا در موقع انتقال اعداد به برنامه‌های آنالیز مانند Excel و SPSS برطرف و همچنین باعث صرفه‌جویی در زمان خواهد شد [۲۳].

برای اندازه‌گیری دستی ابعاد از کولیس دیجیتال (ساخت شرکت Mitutoyo، ژاپن) با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر و متر نواری استفاده کردیم. تمام اندازه‌گیری‌ها توسط یکی از محققان انجام شد.

جهت تعیین معنی‌داری بین دو روش برای هر یک از ابعاد صورت از آزمون ناپارامتریک ویلکاکسون استفاده گردید. همچنین برای مقایسهٔ دقت روش‌های دستی و فوتوگرافی در اندازه‌گیری ابعاد صورت باتوجه‌به کمّی‌بودن و زوجی‌بودن اندازه‌گیری ابعاد از ضریب ICC (Intra Class Correlation) استفاده شد. همهٔ تحلیل‌ها با نرم‌افزار SPSS نسخهٔ ۱۹ (SPSS Inc., Chicago, Ill., USA) و سطح معنی‌داری در سطح α=۰/۰۵ انجام شد.



شکل ۲. اندازه‌گیری ابعاد موردنظر در نرم‌افزار Digimizer

یافته‌ها

برخی ویژگی‌های دموگرافیک افراد مورد مطالعه در این مرحله در جدول ۱ ارائه شده است. میانگین سن افراد مورد مطالعه برابر با ۲/۵۱ ± ۲۸/۸ سال، وزن ۱۱/۰۴ ±۵۷ کیلوگرم، قد ۶/۶۱ ± ۱۶۰/۶۶ متر به دست آمد (جدول ۱).

نتایج مربوط به مقایسه اندازه‌گیری دستی و نرم‌افزار Digimizer در جدول ۲ آورده شده است. نتایج تعیین ضریب همبستگی بین دو روش دستی و فوتوگرافی نشان داد که بین دو روش ذکرشده به‌جز در سه بعدِ فاصلهٔ ریشهٔ بینی تا سپتوم (طول بینی)، فاصله ریشهٔ بینی تا چانه (طول صورت) و قوس بخش زائدهٔ گوش (تراگوس) تا چانه در بقیهٔ ابعاد اختلاف معنی‌داری ندارد (P>۰/۰۵). این موضوع در جدول ۲ با علامت † مشخص شده است.

جدول۱. ویژگی‌های دموگرافیک افراد موردمطالعه (n=۱۲)

متغیر	میانگین	انحراف‌معیار	حداقل	حداکثر
سن (سال)	۲۸/۸	۲/۵۱	۲۵	۳۰
وزن (کیلوگرم)	۵۷/۰۰	۱۱/۰۴	۴۳/۰۰	۷۵/۰۰
قد (سانتی‌متر)	۱۶۰/۶۶	۶/۶۱	۱۵۵	۱۷۲

جدول ۲. میانگین و انحراف‌معیار هر یک از ابعاد اندازه‌گیری‌شده به دو روش دستی و فوتوگرافی (۱۲حجم نمونه=)

ردیف	ابعاد اندازه‌گیری‌شده	روش آنتروپومتری	میانگین و انحراف‌معیار	*P
۱	فاصلهٔ برجستگی دو گونه (پهنای صورت) A	دستی	۱۰/۵۲±۰/۸۰ ★	۰/۴۷۶
		فوتوگرافی	۱۰/۴۵±۰/۷۴	
۲	فاصلهٔ دو زاویهٔ فک تحتانی (مندیبل) B	دستی	۹/۳۴± ۰/۹۳	۰/۷۵۴
		فوتوگرافی	۹/۳۲±۰/۸۳	
۳	فاصلهٔ ریشهٔ بینی تا چانه (طول صورت) C	دستی	۱۱/۳۱±۱/۲۹	†۰/۰۲۸
		فوتوگرافی	۱۱/۸۰±۱/۱۶	
۴	فاصلهٔ چانه تا سپتوم (بخش کوتاه صورت) D	دستی	۶/۳۱±۰/۵۹	۰/۱۸۲
		فوتوگرافی	۶/۶۵±۰/۸۱	
۵	فاصلهٔ ریشهٔ بینی تا سپتوم (طول بینی) E	دستی	۵/۰۴±۱/۱۵	†۰/۰۱۵
		فوتوگرافی	۵/۴۶±۰/۹۲	
۶	پهنای بینی F	دستی	۲/۷۶±۰/۶۲	۰/۰۵۹
		فوتوگرافی	۳/۰۳±۰/۷۴	
۷	پهنای لب G	دستی	۳/۷۶±۰/۷۲	۰/۳۴۷
		فوتوگرافی	۳/۸۱±۰/۳۳	
۸	قوس بخش زائدهٔ گوش (تراگوس) تا سپتوم H	دستی	۱۳/۱۱±۰/۶۱	۰/۲۳۰
		فوتوگرافی	۱۳/۳۴±۰/۹۲	
۹	قوس بخش زائدهٔ گوش (تراگوس) تا چانه I	دستی	۱۴/۳۵±۰/۹۲	†۰/۰۱۲
		فوتوگرافی	۱۴/۷۸±۱/۱۹	
۱۰	طول برجستگی بینی J	دستی	۲/۵۴±۰/۲۱	۰/۲۰۹
		فوتوگرافی	۲/۶۲±۰/۲۰	

* آزمون معنی‌داری ناپارامتریک ویلکاکسون

† معنی‌دار در سطح α=۰/۰۵

★ ابعاد برحسب سانتی‌متر

ضریب ICC برای دو روش در گسترهٔ ۰/۹۴- ۰/۵۶ به دست آمد (جدول ۳). در ابعاد فاصلهٔ ریشهٔ بینی تا سپتوم (طول بینی)، فاصله ریشهٔ بینی تا چانه (طول صورت) و قوس بخش زائدهٔ گوش (تراگوس) تا چانه اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (P>۰/۰۵) و در بقیهٔ ابعاد اندازه‌گیری‌شده اختلاف معنی‌دار نبود.

جدول ۳. ضریب ICC در ارزیابی دقت اندازه‌گیری ابعاد صورت به دو روش دستی و فوتوگرافی

ردیف	ابعاد اندازه‌گیری‌شده	ضریب ICC	P
۱	فاصلهٔ برجستگی دو گونه (پهنای صورت) A	۰/۹۴۱	<۰/۰۰۰۱
۲	فاصلهٔ دو زاویهٔ فک تحتانی (مندیبل) B	۰/۸۹۵	<۰/۰۰۰۱
۳	فاصلهٔ ریشهٔ بینی تا چانه (طول صورت) C	۰/۷۶۶	۰/۰۰۱
۴	فاصلهٔ چانه تا سپتوم (بخش کوتاه صورت) D	۰/۵۶۲	۰/۰۱۹

ردیف	ابعاد اندازه‌گیری‌شده	ضریب ICC	P
۵	فاصلهٔ ریشهٔ بینی تا سپتوم (طول بینی) E	۰/۶۸۸	۰/۰۰۳
۶	پهنای بینیF	۰/۷۷۹	۰/۰۰۱
۷	پهنای لبG	۰/۵۸۵	۰/۰۱۵
۸	قوس بخش زائدهٔ گوش (تراگوس) تا سپتومH	۰/۶۱۳	۰/۰۰۱
۹	قوس بخش زائدهٔ گوش (تراگوس) تا چانهI	۰/۸۲۶	<۰/۰۰۰۱
۱۰	طول برجستگی بینیJ	۰/۵۹۲	۰/۰۱۴

بحث

این مطالعه با هدف مقایسهٔ دو روش دستی و فوتوآنتروپومتری در اندازه‌گیری ابعاد صورت، و معرفی نرم‌افزار دوبعدی اندازه‌گیری Digimizerانجام شد. برای رسیدن به این هدف ده بعد از ابعاد صورت موردنیاز در طراحی ماسک‌های الاستومریک اندازه‌گیری شد.

امروزه اکثر مطالعات آنتروپومتری با تکنیک عکس‌برداری و آنالیز تصاویر با نرم‌افزارهای کامپیوتری دوبعدی و سه‌بعدی انجام می‌گیرند. مطالعات متعددی درزمینهٔ اعتبار روش فوتوآنتروپومتری و اسکن سه‌بعدی درمقایسه‌با روش سنتی اندازه‌گیری ابعاد انجام شده است [۲۶]؛ ازجمله مطالعه‌ای که Mahmoudi و همکاران انجام دادند و هدف از مطالعه‌شان ارزیابی اعتبار روش فوتوآنتروپومتری برای توصیف کمّی ساختمان‌های صورت بود. در این مطالعه، ۱۹ متغیر شامل اندازه‌گیری‌های طولی و زاویه‌ای روی عکس‌های نیم‌رخ و تمام‌رخ صورت ۱۰۰ کودک سالم تهرانی ۴ تا ۱۴ ساله بررسی شد. محققان نتیجه گرفتند که با روش فوتوآنتروپومتری می‌توان اندازه‌های هنجار (طبیعی) و ناهنجار (غیرطبیعی) ساختمان‌های صورت را در نژادهای معین انسان و نیز در سندرم‌هایی که همراه با ناهنجاری‌های صورت هستند تعیین و برای تشخیص، اصلاح و درمان ناهنجاری‌ها از آن بهره گرفت [۲۶].

نکتهٔ مهم در روش فوتوآنتروپومتری انتخاب مقیاس مناسب جهت کالیبره‌کردن قبل از شروع تصویربرداری است. در مطالعهٔ Monica و همکاران در سال ۲۰۰۵ بعضی از ابعاد خطی بدن با مقیاس فریم آلومینیومی (Aluminum Frame) به‌عنوان مقیاس استاندارد و نرم‌افزار کامپیوتری اندازه‌گیری شد [۲۷]. در این مطالعه از خط‌کش در کنار چهرهٔ افراد به‌عنوان یک مقیاس استاندارد استفاده شد. لازم به ذکر است در صورتی‌که یک بُعد از صورت به روش دستی به‌طور دقیق برای هر فرد اندازه‌گیری شده باشد، می‌توان از آن به‌عنوان مقیاس برای اندازه‌گیری سایر ابعاد صورت استفاده کرد (کالیبره‌کردن). هرچند به نظر می‌رسد استفاده از یک مقیاس استاندارد احتمال صحت اندازه‌گیری را در این نوع اندازه‌گیری (اندازه‌گیری ابعاد صورت) بالاتر می‌برد.

در مطالعهٔ حاضر مشخص شد در اکثر ابعاد اندازه‌گیری‌شده ضریب همبستگی بالایی بین دو روش اندازه‌گیری وجود دارد. در ابعاد فاصلهٔ ریشهٔ بینی تا سپتوم (طول بینی)، فاصلهٔ ریشهٔ بینی تا چانه (طول صورت) و قوس بخش زائدهٔ گوش (تراگوس) تا چانه اختلاف معنی‌داری مشاهده شد ($P<۰/۰۵$) و در بقیهٔ ابعاد اندازه‌گیری‌شده اختلاف معنی‌دار نبود؛ به‌عبارتی، استفاده از نرم‌افزار Digimizer در اندازه‌گیری ابعاد صورت می‌تواند جایگزین استفاده از روش دستی باشد و دارای دقت قابل قبولی است. هر چند به نظر می‌رسد در حجم نمونه بالاتر اظهارنظر قطعی‌تری می‌توان کرد. در مطالعه‌ای که در سال ۱۳۹۲ توسط Habibi و همکاران انجام شد هدف از مطالعه، ارزیابی دقت اندازه‌گیری ابعاد آنتروپومتریک دست با نرم‌افزار دوبعدی Digimizer و اندازه‌گیری مستقیم این ابعاد با کالیپر دیجیتالی عنوان‌شده بود. نتایج آماری نشان داد تفاوت معنی‌داری بین اندازه‌گیری ابعاد به روش مستقیم و فوتوگرافی دوبعدی وجود ندارد ($P>۰/۰۵$) و ضریب همبستگی در رِنج ۰/۹۵- ۰/۷۱ به دست آمد [۲۳] که با نتایج مطالعهٔ حاضر برای ابعاد صورت هم‌خوانی بالایی دارد. در مطالعه‌ای که در سال ۲۰۱۳ در دانشکدهٔ جراحی پلاستیک و ترمیمی در کره توسط Kim و همکاران روی ۹۰ مرد و ۳۳ زن بیمار انجام شد از مراجعان متقاضی جراحی بینی، سی‌تی‌اسکن گرفته شد و سپس برای اندازه‌گیری انحنا و مساحت مناطقی در بخش سپتوم بینی از نرم‌افزار Digimizer استفاده گردید (توضیح: برای عمل جراحی بینی موفق درک روند رشد و نمو سپتوم بینی قبل از عمل لازم است). این محققین نتیجه گرفتند که سی‌تی‌اسکن و تحلیل روند تغییرات رشد تیغهٔ بینی با نرم‌افزار Digimizer می‌تواند اطلاعات ارزشمندی درمورد بهترین زمان جراحی پلاستیک در اختیار بگذارد [۲۸]. باتوجه‌به اینکه در جراحی پلاستیک دقت اندازه‌گیری ابعاد بسیار مهم است؛ این مطالعه موید اعتبار روش اندازه‌گیری ابعاد با نرم‌افزار Digimizer است.

ازجمله مزیت‌های استفاده از نرم‌افزار Digimizer در اندازه‌گیری ابعاد آنتروپومتریک می‌توان به صرفه‌جویی در زمان اندازه‌گیری اشاره کرد. این موضوع می‌تواند موجب تمایل و رغبت بیشتر نمونه‌ها به شرکت در مطالعه برای تهیهٔ بانک اطلاعاتی آنتروپومتریک شود. همچنین یکی دیگر از مهم‌ترین مزایای روش فوتوآنتروپومتری تهیه آرشیوی از تصاویر است که می‌تواند برای استخراج ابعاد مورد نیاز، در هر زمان در دسترس محققان قرار گیرد و نیاز به ارجاع نمونه‌ها برای اندازه‌گیری ابعاد فراموش‌شده یا ابعاد جدید را از بین خواهد برد. از دیگر مزیت‌های اندازه‌گیری دوبعدی در مقایسه با اندازه‌گیری سه‌بعدی ابعاد آنتروپومتریک، توجه به این نکته است که اندازه‌گیری ابعاد به روش سه‌بعدی علاوه بر اندازه‌گیری‌های خطی اطلاعات اضافه‌ای همچون حجم‌ها، سطح‌ها (areas)، شبیه‌سازی برجستگی صورت نمونه (Replicate the contour of the subject's face) را نیز در اختیار می‌گذارد [۲۹] اما برای برخی اندازه‌گیری‌های بدن که نیازی به اطلاعات اضافه و صرف هزینهٔ بیشتر نیست روش دوبعدی روشی قابل‌قبول از نظر دقت و صحت اندازه‌گیری است.

برای اندازه‌گیری دقیق ابعاد با روش فوتوگرافی لازم است شرایط زیر فراهم شود: قراردادن اشل (مقیاس استاندارد) مناسب در کنار نمونه، فاصلهٔ ثابت نمونه تا دوربین، ارتفاع یکسان دوربین برای همهٔ نمونه‌ها، روشنایی یکنواخت، پس‌زمینه با رنگ مناسب بدون ایجاد سایه‌های مزاحم و تأمین کنتراست مطلوب با چهرهٔ فرد، موقعیت صحیح بدن نسبت به دوربین. تنها در این صورت است که می‌توان صحت اندازه‌گیری را تأمین کرد. به نظر می‌آید در صورت رعایت شرایط بهینه و استاندارد اندازه‌گیری در روش‌های دستی و فوتوگرافی بتوان میزان ضریب همبستگی بین دو روش را ارتقا بخشید. این شرایط در متون علمی مختلف بیان شده که عبارتند از:

۱- برای هر اندازه‌گیری دستی ۳ مرتبه اندازه‌گیری تکرار و میانگین آن محاسبه شود.
۲- نورپردازی نمونه کافی و یکنواخت باشد.
۳- اندازه‌گیری ابعاد توسط دو مشاهده‌گر انجام شود و در صورت وجود اختلاف اندازه‌گیری بین دو مشاهده‌گر میانگین اندازهٔ موردنظر ثبت شود.
۴- از کولیس دیجیتال به‌جای کولیس معمولی استفاده شود.
۵- فاصلهٔ بین نمونه و دوربین همواره مقداری ثابت و یکسان باشد.
۶- از صندلی قابل‌تنظیم برای استقرار نمونه استفاده شود.
۷- از دوربین عکاسی حرفه‌ای با دقت و کیفیت تصاویر بالاتر جهت کاهش خطاهای معمولی روش فوتوگرافی استفاده شود.
۸- جهت کاهش خطاهای احتمالی، از پردهٔ آبی‌رنگ به‌عنوان پس‌زمینه در پشت سر نمونه استفاده شود.

در این مطالعه محدودیتی در جمع‌آوری داده‌ها و استخراج با نرم‌افزارDigimizer وجود نداشت. باتوجه‌به مطالب بیان‌شده، اندازه‌گیری ابعاد آنتروپومتری برای تعیین دقیق‌تر میزان همبستگی بین دو روش دستی و عکس‌برداری برای تعداد نمونه‌های بالاتر پیشنهاد می‌گردد. همچنین، می‌توان مقایسه‌ای بین نرم‌افزارهای دوبعدی مختلف موجود با Digimizer و همچنین با روش‌های سه‌بعدی انجام داد. از این نرم‌افزار می‌توان برای اندازه‌گیری سایر ابعاد بدن در طراحی ارگونومی، دندان‌پزشکی، مطالعات جراحی پلاستیک، فک و صورت و سایر حوزه‌های مربوطه استفاده کرد.

این تحقیق می‌تواند سرآغاز انجام مطالعات بیشتر و دقیق‌تر برای ایجاد بانک اطلاعات آنتروپومتری صورت جهت طراحی ماسک‌های الاستومریک یا طراحی هر نوع وسیلهٔ مورداستفاده در ناحیهٔ صورت برای جمعیت کارگران ایرانی باشد. باتوجه به اهمیت و کاربرد ماسک متناسب با صورت پرستاران در شرایط امروزِ شیوع بیماری کووید-۱۹ و باتوجه به سهولت جمع‌آوری و استخراج داده‌ها با روش فوتوآنتروپومتری و نرم‌افزار Digimizer لزوم تحقیق گسترده‌تر در این زمینه پیشنهاد می گردد.

همچنین با توجه به ظهور روش‌های نوین آنتروپومتری در دنیا ضروریستکه در داخل کشور ایران هم با اختصاص هزینهٔ لازم از سوی سازمان‌های مربوط، روش‌های عکس‌برداری دو و سه بعدی و درنتیجه آنتروپومتری دینامیک در راستای کاربردی‌کردن آنتروپومتری استفاده شود.

نتیجه‌گیری

این مطالعه می‌تواند مقدمه‌ای بر اندازه‌گیری ابعاد آنتروپومتری بدن در حجم نمونهٔ بزرگ‌تر و تهیهٔ بانک اطلاعات آنتروپومتری ایرانیان و طراحی ارگونومیک با نرم‌افزار Digimizer باشد. استفاده از روش فوتوآنتروپومتری باعث صرفه‌جویی در زمان اندازه‌گیری و تمایل و رغبت بیشتر نمونه‌ها برای شرکت در مطالعه برای تهیهٔ بانک اطلاعاتی آنتروپومتریک می‌شود و می‌توان آرشیو عکس‌هایی از جمعیت مورد مطالعه برای مطالعات آینده داشت که بسیار اهمیت دارد.

تقدیر و تشکر

این مقاله برگرفته از پایان‌نامهٔ خانم الهام سلورزی دانشجوی کارشناسی‌ارشد ارگونومی دانشگاه علوم‌پزشکی شیراز است. بدینوسیله از افراد شرکت‌کننده در این مطالعه سپاسگزاری می گردد.

تعارض منافع

بین نویسندگان هیچ‌گونه تعارضی در منافع وجود ندارد.

منابع مالی

این مطالعه براساس قرارداد شمارهٔ ۷۲۵۷-۹۳ توسط معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه علوم‌پزشکی شیراز، ایران حمایت مالی شده است.

References

1. Pheasant S. Body space: Human, Anthropometry, Ergonomics and Design. Translator: Choobineh A, Mououdi Ma. 5nd ed. Tehran: Mad Publishers; 2013.
2. Mououdi M. Editor Anthropometry: Subjects, Applications and necessities. Proceedings of the national congress of anthropometry; 2010 May 13-15; Tehran, Iran.
3. Gnaneswaran V, Bishu Rr. Anthropometry and hand performance evaluation of minority population. Int J Ind Ergon. 2011; 41(6):661-70. [DOI:10.1016/j.ergon.2011.07.003]
4. García-Cáceres RG, Felknor S, Córdoba JE, Caballero JP, Barrero LH. Hand anthropometry of the Colombian floriculture workers of the Bogota plateau. Int J Ind Ergon. 2012; 42(2):183-98. [DOI:10.1016/j.ergon.2011.12.002]
5. Mosadegh RA. Relationship between nurses' knowledge about ergonomy and their job injuries. J Shahrekord Univ Med Sci. 2004; 6(3):21-32
6. Vink P. Editor. Comfort and Design: Principles And Good Practice. Baco Raton: Crc Press; 2005. [DOI:10.1201/9781420038132]
7. Elshennawy AK, Lee CH, Hines MI. Ergonomic issues in quality control. Comput Ind Eng. 1 St Ed. Engng, 1989; 17(1):514-8. [DOI:10.1016/0360-8352(89)90115-0]
8. Tayyari F, Smith J. Occupational Ergonomics: Principles and Applications. Amsterdam: Springer; 1997.
9. Brodie P, Moscrip M, Hutcheon M. Body Composition Measurement: A review of hydrodensitometry, anthropometry, and impedance methods. Nutr. 1998; 14(3):296-310. [DOI:10.1016/S0899-9007(97)00474-7]
10. Santos J, Albala C, Lera L, Garcia C, Arroyo P, Pérez-Bravo F, et al. Anthropometric measurements in the elderly population of Santiago, Chile. Nutr. 2004; 20(5):452-7. [DOI:10.1016/j.nut.2004.01.010] [PMID]
11. Zviagin V, Bakholdina V. Informative value of craniometric data for ethno-racial studies. Sud Med Ekspert. 2008; 51(4):8-12.
12. Relethford J. Craniometric variation among modern human populations. Am. J Phys Anthropol. 1994; 95(1):53-62. [DOI:10.1002/ajpa.1330950105] [PMID]
13. Esmaeilzadeh M. Assessment of facial and cranial development in Shirvanian Kurmanj population based on the mean biometric factors from birth to maturity age. J Iran Anat Sci. 2010; 8:49-58.
14. Porter J, Olson K. Anthropometric facial analysis of the African American woman. Arch Facial Plast Surg. 2001; 3(3):191-7. [DOI:10.1001/archfaci.3.3.191] [PMID]
15. Farkas L, Katic M, Forrest C. Comparison of craniofacial measurements of young adult African-American and north American white males and females. Ann Plast Surg. 2007;59(6):692-8. [DOI:10.1097/01.sap.0000258954.55068.b4] [PMID]
16. Dianat I, Molenbroek J, Castellucci HI. A review of the methodology and applications of anthropometry in ergonomics and product design. Ergonomics. 2018; 61(12):1696-1720. [DOI:10.1080/00140139.2018.1502817] [PMID]
17. Farkas LG. Photogrammetry of the face anthropometry of the head and face. Philadelphia: Raven Press. 1994.
18. Guyot L, Dubuc M, Richard O, Philip N, Dutour O. Comparison between direct clinical and digital photogrammetric measurements in patients with 22q11 microdeletion. Int J Oral Maxillofac Surg. 2003; 32(3):246-52. [DOI:10.1054/ijom.2002.0379] [PMID]
19. Allanson JE. Objective techniques for craniofacial assessment: what are the choices? Am J Med Genet. 1997; 70(1):1-5. https://doi.org/10.1002/(SICI)1096-8628(19970502)70:1<1::AID-AJMG1>3.0.CO;2-3 [DOI:10.1002/(SICI)1096-8628(19970502)70:13.0.CO;2-3]
20. Drillis R, Contini R, Bluestein M. Body segment parameters. Artif Limb. 1964; 8(1):44-66.
21. Ward R, Jamison P. Measurement precision and reliability in craniofacial anthropometry: implications and suggestions for clinical applications. J Craniofac Genet Dev Biol Suppl. 1990; 11(3):156-64.
22. Ras F, Habets L, Van Ginkel F, Prahl-Andersen B. Quantification of facial morphology using stereophotogrammetry- demonstration of a new concept. Int J Dent. 1996; 24(5):369-74. [DOI:10.1016/0300-5712(95)00081-X]
23. Habibi E, Soury S, Zadeh Ah. Precise evaluation of anthropometric 2d software processing of hand in comparison with direct method. J Med Signal Sens. 2013; 3(4):256-61. [DOI:10.4103/2228-7477.128338]

24. Diliberti JH, Olson DP. Photogrammetric evaluation in clinical genetics: theoretical considerations and experimental results. Am J Med Genet. 1991; 39(2):161-6. [DOI:10.1002/ajmg.1320390209] [PMID]

25. Han DH, Rhi J, Lee J. Development of prototypes of half-mask facepieces for Koreans using the 3D digitizing design method: a pilot study. Ann Occup Hyg. 2004; 48(8):707-14.

26. Mahmoudi M. Validity of photoanthropometric method for clinical and objective description of facial structures. J Qazvin Univ Med Sci Health Serv. 2005; 33:65-72.

27. Monica P, Pedro M, Luıs G. Anthropometric study of Portuguese workers. Int J Ind Ergon 2005; 35(5):401-10. [DOI:10.1016/j.ergon.2004.10.005]

28. Kim JH, Jung DJ, Kim HS, Kim CH, Kim TY. Analysis of the development of the nasal septum and measurement of the harvestable septal cartilage in Koreans using three-dimensional facial bone computed tomography scanning. Arch Plast Surg. 2014; 41(2):163-70. [DOI:10.5999/aps.2014.41.2.163] [PMID] [PMCID]

29. Joe PS, Ito Y, Shih AM, Oestenstad RK, Lungu CT. Comparison of a novel surface laser scanning anthropometric technique to traditional methods for facial parameter measurements. J Occup Environ Hyg. 2012;9(2):81-88. [DOI:10.1080/15459624.2011.640557] [PMID]

30. Ettorre G, Weber M, Schaaf H, Lowry JC, Mommaerts MY, Howaldt HP. Standards for digital photography in cranio-maxillo-facial surgery-Part I: Basic views and guidelines. J Cranio-Maxillofac Surg. 2006; 34(2):65-73. [DOI:10.1016/j.jcms.2005.11.002] [PMID]