

## Identification and Analysis of the Historical Origins of Ergonomics by Referenced Publication Year's Spectroscopy

Rashid Heidarimoghadam<sup>1</sup>, Ali Akbar Khasseh<sup>2</sup>, Hossein Vakilmofrad<sup>3</sup>, Abbas Fattahi<sup>4</sup>,  
Mohammad Reza Amiri<sup>3\*</sup>

1. Professor, School of Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran
2. Associate Professor, Department of Information Science and Knowledge Studies, Payame Noor University, Tehran, Iran
3. Assistant Professor, Department of Medical Library and Information Sciences, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran
4. Department of Medical Library and Information Sciences, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

### Article Info

Received: 2021/04/07;  
Accepted: 2021/05/22;  
ePublished: 2021/09/21

 [10.30699/jergon.9.2.42](https://doi.org/10.30699/jergon.9.2.42)

Use your device to scan  
and read the article online



### Corresponding Author

**Mohammad Reza Amiri**

Assistant Professor,  
Department of Medical  
Library and Information  
Sciences, Hamadan  
University of Medical  
Sciences, Hamadan, Iran

### Email:

[m.r.amirilib@gmail.com](mailto:m.r.amirilib@gmail.com)

### ABSTRACT

**Background and Objectives:** Every scientific activity needs to know the previous related scientific activities so that its various aspects can be better investigated in order to obtain a richer intellectual heritage. So this article aims to identify and analyze the historical origins of ergonomics using two scientometric techniques named RPYS and RPYS-Co.

**Methods:** This applied research was conducted in a scientometrics method. The research data consists of 31239 articles in the field of Ergonomics which were indexed over the 20-year period (2000-2019) in Web of Science database. After extracting all the references of these articles, the results were analyzed using the CRExplorer software.

**Results:** Results showed that in the field of ergonomics, from 1700 to 2000, a total of 19 mutations occurred in the two periods of 1900-1700 and 2000-1900. The article "the information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement" by Fitts (1954) was recognized as an outstanding and index work. According to RPYS-CO results, the most co-citations with index work are related to the works of 1997 and 2004, which are on Fitts Law.

**Conclusion:** In the period of 1700 to 1900 influential works were related to psychology, biology, and economics, and during 1900-2000 influential works were related to psychological theories, work environment, and research methodology.

**Keywords:** Ergonomics; Citation analysis; Scientometrics



Copyright © 2021, This is an original open-access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution-noncommercial 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) International License which permits copy and redistribute of the material just in noncommercial usages with proper citation.

### How to Cite This Article:

Heidarimoghadam R, Khasseh A A, Vakilmofrad H, Fattahi A, Amiri M R. Identification and Analysis of the Historical Origins of Ergonomics by Referenced Publication Year's Spectroscopy. Iran J Ergon. 2021; 9(2):42-57

## Extended Abstract

### Introduction

Every scientific activity needs to know the previous related scientific activities so that its various aspects can be better investigated in order to obtain a richer intellectual heritage.

Since the introduction of RPYS and RPYS-CO techniques, studies have been conducted to identify the historical origins of various fields. Historically, for the first time, Marks *et al.* [14] introduced the RPYS technique, using this method to conduct research on the scientific production of graphene and solar cells and to identify and analyze important works in these two fields. In the same year, Leydesdorff *et al.* (2014) investigated the origins of scientometrics using the RPYS method [15]. In Iran, for the first time, Soheili *et al.* (2015) examined the origins of the field of information behavior using the RPYS method and showed that the area of information behavior, in addition to psychology, had been partially influenced by quantitative and qualitative methodological effects (such as grounded theory). [16].

This article aims to identify and analyze the historical origins of ergonomics using two scientometric techniques named RPYS and RPYS-Co.

### Methods

This applied research was conducted in a scientometrics method. The research data consists of 31239 articles in the field of Ergonomics, which were indexed over the 20-year period (2000-2019) in Web of Science database. After extracting all the references of these articles, the results were analyzed using the CRExplorer software.

### Results

Results showed that in the field of ergonomics, from 1700 to 2000, a total of 19 mutations occurred in the two periods of 1900-1700 and 2000-1900. The article "the information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement" by Fitts (1954) was recognized as an outstanding and index work. According to RPYS-CO results, the most co-citations with index work are related to the works of 1997 and 2004, which are on Fitts Law.

**Table 1.** Historical mutations in the field of ergonomics with the most referenced works in the period 1700-1900.

Mutation year	Profile of the most effective document in the year of the mutation	Number of citations received by the document	Total number of citations received per mutation year	Document type
1776	Smith, A. (1776). An inquiry into the nature and causes of the wealth of nations: Volume One. London: printed for W. Strahan; and T. Cadell, 1776.	13	13	Book
1860	Fechner, G. T. (1860). Elemente der psychophysik (Vol. 2). Breitkopf u. Härtel.	14	18	Book
1872	Darwin, C. (1872). The expression of the emotions in man and animals. London: Murray.	15	17	Book
1890	James, W. (1890). The Principles of Psychology, in two volumes. New York: Henry Holt and Company.	43	66	Book
1890	Warren, S. D., & Brandeis, L. D. (1890). Right to privacy. Harv. L. Rev., 4, 193.	14	66	Article
1899	Woodworth, R. S. (1899). Accuracy of voluntary movement. <i>The Psychological Review: Monograph Supplements</i> , 3(3), i.	34	51	Article

**Table 2.** Historical mutations in the field of ergonomics with the most referenced works in the period 1900-2000

Mutation year	Profile of the most effective document in the year of the mutation	Number of citations received by the document	Total number of citations received per mutation year	Document type
1908	Yerkes, R.M., & Dodson, J.D. (1908). The relation of strength of stimulus to rapidity of habit-formation, <i>Journal of Comparative Neurology and Psychology</i> , vol.18, issue.5, pp.459-82.	71	109	Article
1911	Taylor, F. (1911). <i>The Principles of Scientific Management</i> . Mineola, NY: Dover Publications.	44	76	Book
1932	Bartlett, F. C. (1932). <i>Remembering: A study in experimental and social psychology</i> . Cambridge University Press	52	179	Book
	Likert, R., 1932. A technique for the measurement of attitudes. <i>Archives of Psychology</i> 22, 1-55.	44		Article
1938	Gibson, J. J., & Crooks, L. E. (1938). A theoretical field-analysis of automobile-driving. <i>The American journal of psychology</i> , 51(3), 453-471.	45	233	Article
1948	Shannon, C. E. (1948). A mathematical theory of communication. <i>The Bell system technical journal</i> , 27(3), 379-423.	61	423	Article
	Mackworth, N.H.(1948). The breakdown of vigilance during prolonged visual search. <i>Quarterly Journal of Experimental Psychology</i> , 1, 6-21.	43		Article
1951	Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. <i>Psychometrika</i> , 16, 297-334	117	529	Article
1954	Fitts, P. M. (1954). The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement. <i>Journal of experimental psychology</i> , 47(6), 381.	328	860	Article
1967	Glaser, Barney G. and Strauss, Anselm L. (1967) <i>The discovery of grounded theory: strategies for qualitative research</i> . Chicago.: Aldine	127	1864	Book
1975	Fishbein, M., & Ajzen, I. (1975). <i>Belief, Attitude, Intention, and Behavior: An Introduction to Theory and Research</i> . Reading, MA: Addison-Wesley.	234	3373	Book
1978	Nunnally, J. C. (1978). <i>Psychometric Theory</i> (2nd ed.). New York: McGraw-Hill.	280	4287	Book
	Vygotsky, L. S. (1978). <i>Mind in society: The development of higher psychological processes</i> Cambridge, Mass.: Harvard University Press	101		Book
	Snook, S. H. (1978). The design of manual handling tasks. <i>Ergonomics</i> , 21(12):963-85	99		Article
1980	Zohar, D. (1980) Safety climate in industrial organizations Theoretical and applied implications. <i>The Journal of Applied Psychology</i> , 65, 96-102	175	5654	Article

Mutation year	Profile of the most effective document in the year of the mutation	Number of citations received by the document	Total number of citations received per mutation year	Document type
	Ajzen, I. & Fishbein, M. (1980). Understanding attitudes and predicting social behavior. Englewood Cliffs: Prentice-Hall	149		Book
1988	Hart, S. G., & Staveland, L. E. (1988). Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research. In <i>Advances in psychology</i> (Vol. 52, pp. 139-183). North-Holland.	596	12998	Article
	Cohen, J. (1988). <i>Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences</i> (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.	411		Book
1993	Nielsen, J. (1993). <i>Usability engineering</i> . Morgan Kaufmann.	493	21576	Book
	Waters, T. R., Putz-Anderson, V., Garg, A., & Fine, L. J. (1993). Revised NIOSH equation for the design and evaluation of manual lifting tasks. <i>Ergonomics</i> , 36(7), 749-776.	319		Article
1995	Endsley, M.R. (1995) Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems. <i>Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society</i> , 37, 32-64.	589	27155	Article

## Discussion

According to the research results, a total of 19 mutations have occurred in the evolutionary process of ergonomics, of which five mutations occurred in the period 1900-1700. The most important mutation of this period took place in 1890, when it was related to two works, the book by James [20] and the article by Warren [21]. These two works, with the number of citations they had in 1890, caused a major mutation in this field. The second major mutation in this period occurred in 1899 after the publication of Woodworth's work. Other mutations in this period include Smith's book in 1776 [23], Fechner's in 1860 [24], and "The expression of the Emotions in Man and Animals" is a work by Darwin in 1872 [25].

During 2000-1900, fourteen mutations were identified, which are related to the publication of 9 books and 12 articles; these are the most influential works published in the 1980s and 1990s. The most influential mutation forward was in 1995 after the

publication of Endsley's paper "Toward a theory of situation awareness in dynamic systems" [26]. The second major mutation in this period occurred in 1993 with Nielsen [27] and Waters *et al.* [28].

## Conclusion

In the period of 1700 to 1900 influential works were related to psychology, biology, and economics, and during 1900-2000 influential works were related to psychological theories, work environment, and research methodology.

## Acknowledgement

The authors of this article would like to thank the Vice Chancellor for Research and Technology of Hamadan University of Medical Sciences for approving the research plan and cooperating in its implementation.

## Conflict of Interest

The authors declared no conflict of interest.

مقاله پژوهشی

شناسایی و تحلیل خاستگاه‌های تاریخی حوزه ارگونومی به روش طیف‌سنجی سال انتشار منابع

رشید حیدری مقدم<sup>۱</sup>، علی‌اکبر خاصه<sup>۲</sup>، حسین وکیلی مفرد<sup>۳</sup>، عباس فتاحی<sup>۴</sup>، محمدرضا امیری<sup>\*۲</sup>

۱. استاده، گروه ارگونومی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران
۲. دانشیار، گروه علم اطلاعات و دانش‌شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران
۳. استادیار، گروه کتابداری و اطلاع‌رسانی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران
۴. گروه کتابداری و اطلاع‌رسانی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران

اطلاعات مقاله	خلاصه
دریافت: ۱۴۰۰/۰۱/۱۸ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۰۱ انتشار آنلاین: ۱۴۰۰/۰۶/۳۰	<p><b>زمینه و هدف:</b> هر فعالیت علمی، نیازمند آگاهی از فعالیت‌های مرتبط پیشین است؛ به گونه‌ای که جنبه‌های مختلف آن بهتر بررسی شود تا بتوان به میراث فکری غنی‌تری دست یافت. از این رو هدف این پژوهش، شناسایی سیر تکاملی و تاریخی پژوهش‌های حوزه ارگونومی با استفاده از دو تکنیک علم‌سنجی RPYS و RPYSO است.</p> <p><b>روش کار:</b> این پژوهش کاربردی با روش علم‌سنجی انجام شده است که از نظر گردآوری اطلاعات از نوع توصیفی می‌باشد. داده‌های پژوهش از ۳۱۲۳۹ مقاله در حوزه ارگونومی که بین سال‌های ۲۰۰۰ تا پایان ۲۰۱۹ در پایگاه Web of Science نمایه شده‌اند، به دست آمده است. برای تجزیه و تحلیل داده‌های این پژوهش، همه آثاری که در فهرست منابع این مقالات مورداستناد قرار گرفته بودند، با استفاده از نرم‌افزار CRExplorer مورد تحلیل قرار گرفت.</p> <p><b>یافته‌ها:</b> براساس داده‌های حاصل از این پژوهش، در حوزه ارگونومی، از سال ۱۷۰۰ تا ۲۰۰۰ به‌طور کلی ۱۹ جهش در دو بازه زمانی ۱۷۰۰-۱۹۰۰ و ۱۹۰۰-۲۰۰۰ رخ داده است. مقاله Fitts با عنوان «The Information Capacity Of The Human Motor System In Controlling The Amplitude Of Movement» در سال ۱۹۵۴ به‌عنوان اثر قدیمی و شاخص شناسایی شد. بر اساس نتایج روش RPYS-CO بیش‌تر تأثیر در هم‌استنادی مربوط به آثار سال‌های ۱۹۹۷ و ۲۰۰۴ است که در مورد قانون Fitts بوده و بیش‌ترین هم‌استنادی با مقاله شاخص را داشتند.</p> <p><b>نتیجه‌گیری:</b> در سال‌های ۱۷۰۰-۱۹۰۰ اثرهای تأثیرگذار در حوزه روان‌شناسی، بیولوژی و اقتصاد بوده و در سال‌های ۱۹۰۰-۲۰۰۰ اثرهای تأثیرگذار در حوزه تئوری‌های روان‌شناسی، محیط کار و متدولوژی تحقیق بودند.</p> <p><b>کلیدواژه‌ها:</b> ارگونومی، تحلیل استنادی، علم‌سنجی</p>
<p><b>نویسنده مسئول:</b> محمدرضا امیری گروه کتابداری و اطلاع‌رسانی پزشکی، دانشکده دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران پست الکترونیک: <a href="mailto:m.r.amirilib@gmail.com">m.r.amirilib@gmail.com</a></p>	
<p>برای دانلود این مقاله، کد زیر را با موبایل خود اسکن کنید.</p>  <p>کپی‌رایت © مجله ارگونومی؛ دسترسی آزاد؛ کپی برداری، توزیع و نشر برای استفاده غیرتجاری با ذکر منبع آزاد است.</p>	

مقدمه

آن‌ها تحمیل می‌کند، منطبق و متناسب سازند و با محدودیت‌های ایجادشده به‌گونه‌ای کنار آیند. این امر می‌تواند بر کیفیت زندگی و سلامت افراد اثر نامطلوب داشته باشد [۳]. علوم روز جهان بخش عمده‌ای از مشکلات افراد در سیستم‌های کاری گوناگون را حل کرده است. روش‌های علمی زیادی وجود دارند که از زوایای مختلف، سلامت و بهداشت انسان‌ها و نیز کارایی به‌عنوان بخشی از راه رسیدن به بهره‌وری

نیروی کار یکی از عناصر مهم و کلیدی در توسعه هر جامعه محسوب می‌شود. در حال حاضر تقریباً ۴۵ درصد جمعیت دنیا و حدود ۵۸ درصد افراد بالای ۱۰ سال در شمار نیروی کار جهان محسوب می‌شوند. از جمله موضوعات بسیار مهم در ارتباط با نیروهای کار، سلامت آن‌هاست [۱، ۲]. امروزه بسیاری از کارگران و کارکنان ناچارند در صناعی که در آن کار می‌کنند، خود را با شرایط نامناسبی که محیط و ابزار مورد استفاده بر

سؤال که چه موضوعاتی در گذشته و آینده مطرح بوده و خواهند بود. در نهایت، توانمندسازی مؤلفان جهت نگارش مقالاتی با بیش‌ترین استناد [۹].

شناسایی وجوه ارتباط میان پژوهش‌های فعلی با متون گذشته، نقش بسزایی در توسعه علم ایفا می‌کند. در واقع علم کنونی بر پایه آثار و پژوهش‌های علمی گذشته بنا شده است که به شکل داده‌های استنادی نمود می‌یابد. کنکاش در این‌گونه داده‌ها، بافت تاریخی علم و شبکه‌ای از الگوهای مختلف را مشخص و میزان تأثیرگذاری آثار و نویسندگان پیشین را بر وضعیت موجود آشکار می‌کند. دستیابی به چنین اهدافی را می‌توان با استفاده از فنون علم‌سنجی محقق نمود [۱۰].

علم‌سنجی بر چهار متغیر استنادات، ارجاعات، پدیدآورندگان و انتشارات علمی استوار است. بر همین اساس بخش گسترده‌ای از مطالعات علم‌سنجی بر مبنای استنادات و ارجاعات انجام می‌شود. موارد عمده کاربردهای تحلیل استنادی عبارتند از بهبود کنترل کتاب‌شناختی متون رشته‌های مختلف، تعیین منابع هسته، گروه‌بندی منابع، ردگیری گسترش اندیشه‌ها، رشد متون علمی، پیش‌بینی روند انتشارات، تبیین الگوی استفاده از انواع منابع در فهرست منابع و مآخذ و سیاست‌گذاری برای مجموعه‌سازی کتابخانه‌ها و مراکز اطلاع‌رسانی. از جمله موارد مهمی که با استفاده از مطالعات تحلیل- استنادی می‌توان بدان دست یافت، آشکارسازی سیر تحول تاریخی حوزه‌های پژوهش بر اساس سال انتشار است [۱۱].

روش طیف‌سنجی سال انتشار مآخذ که توسط Bornmann و Marx [۱۲] با استفاده از فنون RPYS و RPYS-CO معرفی شده، در واقع روشی است مبتنی بر رویکرد استنادکنندگی، که در آن، فهرست منابع استناد شده با تأکید بر سال انتشار آن‌ها دست‌مایه کار پژوهشگر قرار می‌گیرد و قصد دارد از این طریق نشان دهد که چه آثار و نویسندگانی در شکل‌گیری و تکوین یک حوزه مطالعاتی خاص، بیش‌ترین سهم را ایفا کرده‌اند [۱۳]. با استفاده از RPYS می‌توان ریشه‌های تاریخی حوزه‌های پژوهشی را نگاشت و تأثیر این خاستگاه‌ها بر پژوهش‌های کنونی را بر شمرد. مبنای این روش تجزیه‌وتحلیل فراوانی منابعی است که در تولیدات علمی یک حوزه خاص و بر اساس سال انتشار این مآخذ مورد استناد قرار گرفته‌اند. RPYS-CO مکمل روش قبلی است که در آن می‌توان محیط استنادی یک ارجاع خاص را مطالعه کرد. به بیان ساده‌تر همه مدارکی که در گذر زمان با

را مورد تجزیه‌وتحلیل قرار می‌دهند. یکی از این علوم ارگونومی است. ارگونومی دانشی است که در افزایش بهره‌وری و بالابردن سطح تندرستی کارکنان به یاری انسان می‌شتابد، رابطه متقابل انسان، محیط و ماشین را واکاوی می‌کند و در پی بهینه کردن تناسب آن‌ها با یکدیگر است [۴]. علم ارگونومی از مطالعه تعاملات بین انسان و محیط کار اطراف آن‌ها تکامل یافت [۵]. ارگونومی به مطالعاتی اطلاق می‌شود که در آن ساخت، ترکیب و سازمان کار، طراحی تجهیزات، شغل و محل کار در رابطه با عامل انسانی مورد بررسی قرار گرفته و در این روش‌ها به مسائل فیزیولوژیکی، ادراکی و تاحدی رفتاری انسان توجه می‌گردد [۶]. ارگونومی، چالش‌های اقتصادی و فیزیکی ناشی از عوامل محیط کار مؤثر بر نیروی انسانی را مورد بررسی و راه‌حل‌های عملی برای ایجاد شرایط محیطی مناسب و کارآمد فراهم می‌کند [۳]. به‌طور کلی هدف ارگونومی اطمینان از برآورده شدن نیازهای انسان برای انجام کار به‌صورت ایمن و اثربخش در طراحی سیستم‌های کاری است.

این علم و حرفه در دوران پس از جنگ جهانی دوم ایجاد شد. در سال ۱۹۴۹ انجمن پژوهشی ارگونومی که اکنون انجمن ارگونومی نامیده می‌شود در انگلستان تأسیس شد. دوران ۲۰ ساله بین ۱۹۶۰ تا ۱۹۸۰ شاهد رشد سریع مهندسی عوامل انسانی بود [۷]. امروزه علم ارگونومی طی سالیان گذشته و در خلال تحقیقات گسترده که در این حوزه انجام شده، اهمیت آن را در کاهش مشکلات جسمانی مثل ناراحتی‌های عضلانی-اسکلتی، افزایش بهره‌وری، بهبود کیفیت زندگی کاری و ایمنی سازمانی، برجسته‌تر نموده است و توجه به علم و حرفه ارگونومی را از حد یک ابزار فراتر برده و به یک استراتژی جهت بهبود بهره‌وری سیستم، ایجاد کار مناسب، پیش‌گیری از حوادث و بیماری‌های ناشی از کار و بهبود راندمان و عملکرد انسان تبدیل کرده است [۸].

در هر حوزه علمی، فعالیت‌های پژوهشی براساس فعالیت‌های علمی پیشینیان بنا می‌شود و نیازمند آگاهی از فعالیت‌های مرتبط قبلی است. همچنین توجه به مطالعات قبلی و جایگاه آن‌ها می‌تواند اهمیت زیادی داشته باشد. نخست، کارهای مطالعاتی مهم موجود در یک زمینه مطالعاتی مشخص می‌شود. دوم، توسعه ادبیات در آن زمینه خاص و در طول زمان که می‌تواند در تعیین موضوع‌های محوری و شناسایی افراد کلیدی در یک زمینه مطالعاتی یاری‌رسان باشد. سوم، ترسیم روند تغییرات موضوعی در یک زمینه مطالعاتی و پاسخ به این

ارگونومی در پایگاه Web of science از سال ۲۰۰۰ تا پایان سال ۲۰۱۹ می‌باشد. به‌منظور بازیابی تمام رکوردهای ارگونومی (شامل مقالات پژوهشی، مقالات مروری و مقالات همایش) که به زبان انگلیسی در پایگاه web of science از ابتدا تا پایان سال ۲۰۱۹ منتشر شده‌اند، کلیه مدارک نمایه‌شده در زیر شاخه ergonomics در پایگاه مذکور جستجو و تعداد ۳۱۲۳۹ مدرک بازیابی شد که تحلیل روی این مدارک صورت گرفت. با توجه به حجم نسبتاً مناسب تعداد رکوردهایی که در این پژوهش به‌دست آمد، به نظر می‌رسد انتخاب سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۹ تا حدود زیادی قابلیت ارائه تصویری نزدیک به واقعیت را دارا باشد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها ابتدا روش RPYS روی رکوردهای به‌دست‌آمده پیاده‌سازی شد، به‌طوری که تمامی فهرست منابع به‌کاررفته در مقالات استخراج شد و با استفاده از نرم‌افزار CRExplorer تجزیه و تحلیل شد. نتیجه این بخش از پژوهش منجر به شناسایی آثار تاریخی مهم و تأثیرگذار بر سیر تکامل پژوهش‌های حوزه ارگونومی گردید که این آثار به‌لحاظ محتوایی نیز مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به یافته‌هایی که از بخش نخست به‌دست آمد، در مرحله بعد، روش RPYS-CO روی رکوردها بکار گرفته شد. این روش بر مبنای هم‌استنادی‌های یک اثر شاخص استوار است. بر همین اساس، ابتدا مقاله Fitts با عنوان «The Information Capacity Of The Human Motor System In Controlling The Amplitude Of Movement» در سال ۱۹۵۴ به‌عنوان مقاله شاخص در حوزه ارگونومی شناسایی شد و میزان هم‌استنادی سایر منابع با این اثر مورد بررسی، ارزیابی، و تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مقاله Fitts (۱۹۵۴) هم به‌لحاظ قدمت و هم از نظر تعداد استناد جزو آثار متمایز در حوزه ارگونومی به‌شمار می‌رود. با ترکیبی از RPYS و CO سعی گردید آثار تاریخی و تأثیرگذار در حوزه ارگونومی به روشی علمی شناسایی شوند و بینش نسبتاً جامعی از سیر تکاملی این حوزه به‌دست آید.

### یافته‌ها

یافته‌های این پژوهش در دو بخش کلی RPYS و RPYS-CO ارائه می‌شود.

#### نتایج RPYS

در این قسمت تجزیه و تحلیل یافته‌های حاصل از تکنیک‌های RPYS که روی مقالات حوزه ارگونومی انجام‌شده در دو بازه زمانی جداگانه (۱۷۰۰-۱۹۰۰، و ۱۹۰۰-۲۰۰۰) ارائه می‌شود. همچنین قابل‌ذکر است که در پژوهش حاضر به‌دلیل کم بودن

این اثر خاص هم استناد شده‌اند شناسایی می‌شوند و با روش RPYS-CO تحلیل می‌شوند. این اثر الزاماً باید برجسته و اثرگذار در حوزه مورد بررسی باشد تا بتواند نتایج RPYS را کامل‌تر کند. روش RPYS-CO بر این فرض استوار است که مدارکی که به اثر شاخص ارجاع می‌دهند، احتمالاً به سایر منابع تاریخی آن حوزه استناد می‌دهند [۱۱].

از زمان معرفی فنون RPYS و RPYS-CO مطالعاتی در مورد شناسایی خاستگاه‌های تاریخی حوزه‌های مختلف انجام شده است. از نظر تاریخی نخستین بار Marks و همکاران [۱۴] ضمن معرفی فن RPYS، با استفاده از این شیوه، تحقیقی روی تولیدات علمی حوزه گرافن و سلول‌های خورشیدی انجام داده و آثار مهم در این دو حوزه را مورد شناسایی و تجزیه و تحلیل قرار دادند. در همان سال Leydesdorff و همکاران (۲۰۱۴) با روش RPYS خاستگاه‌های حوزه علم‌سنجی را بررسی کردند [۱۵]. در ایران نخستین بار Soheili و خاصه (۲۰۱۵) در تحقیقی به بررسی خاستگاه‌های حوزه رفتار اطلاعاتی با استفاده از روش RPYS پرداختند و نشان دادند که حوزه رفتار اطلاعاتی علاوه بر روان‌شناسی تا حدی تحت تأثیر آثار روش‌شناختی کمی و کیفی (مثل گراند تئوری) بوده است [۱۶].

از دیگر مطالعات انجام‌شده با روش طیف‌سنجی سال انتشار، می‌توان به تحقیقات Khasseh و همکاران (۲۰۱۹) در حوزه کاردرمانی [۱۱]، Yao و همکاران (۲۰۱۹) در حوزه برابری سلامت [۱۷]، خاصه و مختارپور (۲۰۱۶) در حوزه مدیریت دانش [۱۸] و همچنین Wray و Bornmann (۲۰۱۴) در حوزه فلسفه علم [۱۹] اشاره کرد.

نظر به اینکه در حوزه مهم ارگونومی مطالعه‌ای در زمینه خاستگاه تاریخی و دوران تکامل آن انجام نشده، به‌منظور کسب بینش مناسب در مورد پیشینه، روند گسترش، روش‌ها و رویکردهای اساسی، یافتن نقاط قوت و ضعف در حوزه ارگونومی نیاز به بررسی و تحلیل مطالعات و پژوهش‌های قبلی احساس می‌شود. از این رو هدف این مطالعه، شناسایی و تحلیل خاستگاه‌های تاریخی حوزه ارگونومی به روش طیف‌سنجی سال انتشار منابع و با استفاده از فنون RPYS و RPYS-CO است.

### روش کار

این پژوهش کاربردی با استفاده از روش‌های رایج در مطالعات علم‌سنجی و با فنون RPYS و RPYS-CO انجام شده است. جامعه مورد مطالعه شامل کلیه مقالات نمایه‌شده در زمینه

مهمی در شکل‌گیری مباحث ارگونومی روی داده است. به عبارتی این آثار تأثیرگذاری بیش‌تری در این حوزه داشته‌اند که بعدها به کرات بدان استناد شده است. به همین دلیل آثاری که در این سال‌ها چاپ شده‌اند، مورد بحث قرار می‌گیرند تا تأثیر آن بر حوزه ارگونومی مشخص شود. جدول ۱ نتایج مربوط به آثار تأثیرگذار در هر کدام از سال‌های جهش را نشان می‌دهد که در بازه زمانی ۱۷۰۰ تا ۱۹۰۰ بیش‌ترین ارجاع را در بین مقالات منتشرشده بین ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۹ دریافت کرده‌اند.

تعداد استنادات قبل از بازه زمانی ۱۷۰۰، مطالعات بعد از این سال را در نظر گرفته است.

### الف. بازه زمانی ۱۷۰۰-۱۹۰۰

شکل ۱ (الف). توزیع تعداد مآخذ موجود در رکوردهای حوزه ارگونومی را در بازه زمانی ۱۷۰۰-۱۹۰۰ نشان می‌دهد. بر اساس این نمودار، بین سال‌های مذکور پنج جهش رخ داده است که به ترتیب در سال‌های ۱۷۷۶، ۱۸۶۰، ۱۸۷۲، ۱۸۹۰ و ۱۸۹۹ روی داده است. بنابراین، به احتمال فراوان در این سال‌ها، رخداد

جدول ۱. جهش‌های تاریخی حوزه ارگونومی به همراه پرارجاع‌ترین آثار در بازه زمانی ۱۷۰۰-۱۹۰۰

سال جهش	مشخصات تأثیرگذارترین اثر در سال جهش	تعداد استنادات دریافتی توسط اثر تأثیرگذار	تعداد کل استنادات دریافتی در سال جهش	نوع اثر
۱۷۷۶	Smith, A. (1776). An inquiry into the nature and causes of the wealth of nations: Volume One. London: printed for W. Strahan; and T. Cadell, 1776.	۱۳	۱۳	کتاب
۱۸۶۰	Fechner, G. T. (1860). Elemente der psychophysik (Vol. 2). Breitkopf u. Härtel.	۱۴	۱۸	کتاب
۱۸۷۲	Darwin, C. (1872). The expression of the emotions in man and animals. London: Murray.	۱۵	۱۷	کتاب
۱۸۹۰	James, W. (1890). The Principles of Psychology, in two volumes. New York: Henry Holt and Company.	۴۳	۶۶	کتاب
۱۸۹۰	Warren, S. D., & Brandeis, L. D. (1890). Right to privacy. Harv. L. Rev., 4, 193.	۱۴	۶۶	مقاله
۱۸۹۹	Woodworth, R. S. (1899). Accuracy of voluntary movement. The Psychological Review: Monograph Supplements, 3(3), i.	۳۴	۵۱	مقاله

### ب. بازه زمانی ۱۹۰۰-۲۰۰۰

شکل ۱ (ب) توزیع تعداد مآخذ موجود در رکوردهای حوزه ارگونومی را در بازه ۱۹۰۰-۲۰۰۰ نشان می‌دهد. این نمودار در دو برش زمانی ارائه شده است تا جهش‌ها بهتر به چشم آید. بر اساس این نمودار، بین سال‌های مذکور چهارده جهش رخ داده است که به ترتیب در سال‌های ۱۹۰۸، ۱۹۱۱، ۱۹۳۲،

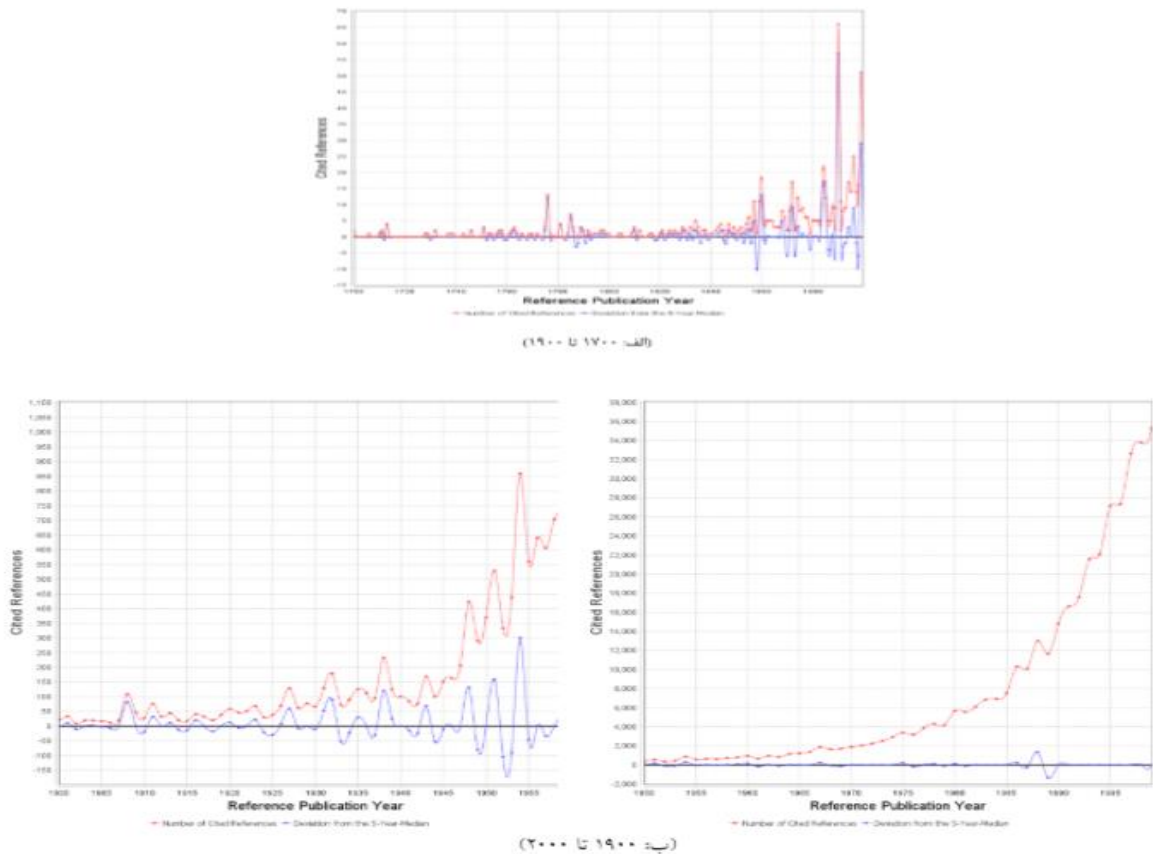
۱۹۳۸، ۱۹۴۸، ۱۹۵۱، ۱۹۵۴، ۱۹۶۷، ۱۹۷۵، ۱۹۷۸، ۱۹۸۰، ۱۹۸۸، ۱۹۹۳، و ۱۹۹۵ روی داده است. همچنین جدول ۲ نتایج مربوط به آثار تأثیرگذار در هر کدام از سال‌های جهش را نشان می‌دهد که در بازه زمانی ۱۹۰۰ تا ۲۰۰۰ بیش‌ترین ارجاع را در بین مقالات منتشرشده بین ۲۰۱۹-۲۰۰۰ دریافت کرده‌اند.

جدول ۲. جهش‌های تاریخی حوزه ارگونومی به همراه پرارجاع‌ترین آثار در بازه زمانی ۱۹۰۰-۲۰۰۰

سال جهش	مشخصات تأثیرگذارترین اثر در سال جهش	تعداد استنادات دریافتی توسط اثر تأثیرگذار	تعداد کل استنادات دریافتی در سال جهش	نوع اثر
۱۹۰۸	Yerkes, R.M., & Dodson, J.D. (1908). The relation of strength of stimulus to rapidity of habit-formation, Journal of Comparative Neurology and Psychology, vol.18, issue.5, pp.459-82.	۷۱	۱۰۹	مقاله
۱۹۱۱	Taylor, F. (1911). The Principles of Scientific Management. Mineola, NY: Dover Publications.	۴۴	۷۶	کتاب



سال جهش	مشخصات تاثیرگذارترین اثر در سال جهش	تعداد استنادات دریافتی توسط اثر تاثیرگذار	تعداد کل استنادات دریافتی در سال جهش	نوع اثر
۱۹۳۲	Bartlett, F. C. (1932). Remembering: A study in experimental and social psychology. Cambridge University Press	۵۲	۱۷۹	کتاب
	Likert, R., 1932. A technique for the measurement of attitudes. Archives of Psychology 22, 1-55.	۴۴		مقاله
۱۹۳۸	Gibson, J. J., & Crooks, L. E. (1938). A theoretical field-analysis of automobile-driving. <i>The American journal of psychology</i> , 51(3), 453-471.	۴۵	۲۳۳	مقاله
	Shannon, C. E. (1948). A mathematical theory of communication. <i>The Bell system technical journal</i> , 27(3), 379-423.	۶۱	۴۲۳	مقاله
۱۹۴۸	Mackworth, N.H.(1948). The breakdown of vigilance during prolonged visual search. <i>Quarterly Journal of Experimental Psychology</i> , 1, 6-21.	۴۳		مقاله
۱۹۵۱	Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. <i>Psychometrika</i> , 16, 297-334	۱۱۷	۵۲۹	مقاله
۱۹۵۴	Fitts, P. M. (1954). The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement. <i>Journal of experimental psychology</i> , 47(6), 381.	۳۲۸	۸۶۰	مقاله
۱۹۶۷	Glaser, Barney G. and Strauss, Anselm L. (1967) The discovery of grounded theory: strategies for qualitative research. Chicago.: Aldine	۱۲۷	۱۸۶۴	کتاب
۱۹۷۵	Fishbein, M., & Ajzen, I. (1975). Belief, Attitude, Intention, and Behavior: An Introduction to Theory and Research. Reading, MA: Addison-Wesley.	۲۳۴	۳۳۷۳	کتاب
	Nunnally, J. C. (1978). Psychometric Theory (2nd ed.). New York: McGraw-Hill.	۲۸۰		کتاب
۱۹۷۸	Vygotsky, L. S. (1978). Mind in society: The development of higher psychological processes Cambridge, Mass.: Harvard University Press	۱۰۱	۴۲۸۷	کتاب
	Snook, S. H. (1978). The design of manual handling tasks. <i>Ergonomics</i> , 21(12):963-85	۹۹		مقاله
	Zohar, D. (1980) Safety climate in industrial organizations Theoretical and applied implications. <i>The Journal of Applied Psychology</i> , 65, 96-102	۱۷۵	۵۶۵۴	مقاله
۱۹۸۰	Ajzen, I. & Fishbein, M. (1980). Understanding attitudes and predicting social behavior. Englewood Cliffs: Prentice-Hall	۱۴۹		کتاب
	Hart, S. G., & Staveland, L. E. (1988). Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research. In <i>Advances in psychology</i> (Vol. 52, pp. 139-183). North-Holland.	۵۹۶	۱۲۹۹۸	مقاله
۱۹۸۸	Cohen, J. (1988). Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.	۴۱۱		کتاب
	Nielsen, J. (1993). <i>Usability engineering</i> . Morgan Kaufmann.	۴۹۳		کتاب
۱۹۹۳	Waters, T. R., Putz-Anderson, V., Garg, A., & Fine, L. J. (1993). Revised NIOSH equation for the design and evaluation of manual lifting tasks. <i>Ergonomics</i> , 36(7), 749-776.	۳۱۹	۲۱۵۷۶	مقاله
۱۹۹۵	Endsley, M.R. (1995) Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems. <i>Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society</i> , 37, 32-64.	۵۸۹	۲۷۱۵۵	مقاله



شکل ۱. نتایج RPYS در موضوع ارگونومی از ۱۷۰۰ تا ۲۰۰۰

## نتایج RPYS-CO

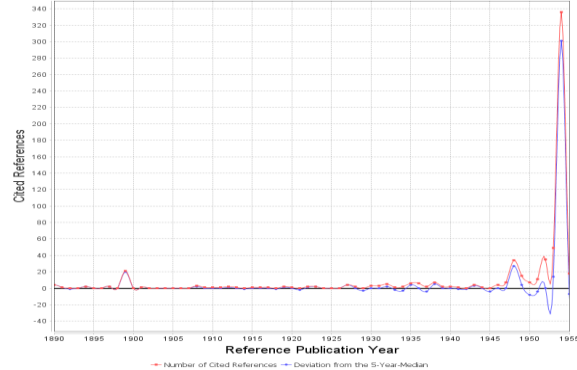
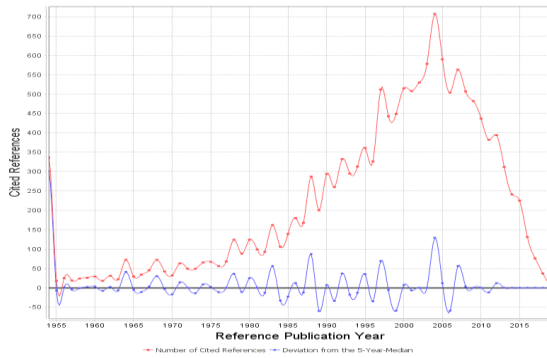
در این روش، سایر مدارکی که با اثر شاخص هم‌استناد شده‌اند، مطالعه و بر اساس میزان هم‌استنادی در گذر زمان، آثار مهم و تاثیرگذار جدیدی شناسایی می‌شوند. در این بخش از پژوهش، با توجه به اینکه مقاله Paul M. Fitts با عنوان «The Information Capacity Of The Human Motor System In Controlling The Amplitude Of Movement» در سال ۱۹۵۴ درصد قابل توجهی از استنادات این سال را به تنهایی به خود اختصاص داده است، معیار لازم را دارد تا به‌عنوان یک اثر قدیمی و شاخص در ارگونومی به‌شمار آید؛ به همین دلیل، نتایج هم‌استنادی به این مقاله در دو بازه زمانی «قبل از ۱۹۵۴» و «بعد از ۱۹۵۴» مورد تحلیل قرار گرفت تا مشخص شود چه آثاری بیش‌ترین هم‌استنادی را با مقاله شاخص در حوزه ارگونومی داشته‌اند.

### الف. بازه زمانی قبل از ۱۹۵۴

نتایج تحلیل هم‌استنادی بر مدارک ارگونومی این بازه زمانی، منتج به کشف آثاری شد که برخی از آن‌ها در مرحله قبل (تحلیل طیف‌سنجی) شناسایی نشده بود (شکل ۲ الف) و جدول ۳).

### ب. بازه زمانی پس از ۱۹۵۴

نتایج تحلیل هم‌استنادی بر مدارک این دوره ارگونومی، منتج به شناسایی آثاری شد که در بین آن‌ها مواردی جدید وجود دارد و در تحلیل طیف‌سنجی شناسایی نشده بودند. مشخصات این آثار به همراه میزان هم‌استنادی‌شان با اثر شاخص در جدول ۴ ارائه شده است.



(ب: بعد از ۱۹۵۴)

(الف: قبل از ۱۹۵۴)

شکل ۲. توزیع سالیانه منابعی که با مقاله Fitts (۱۹۵۴) از ۱۹۵۴ تا ۲۰۰۰ هم‌استناد شده‌اند.

جدول ۳. نتایج تحلیل RPYS-CO بر مدارک حوزه ارگونومی در دو بازه زمانی پیش و پس از ۱۹۵۴

سال جهش	مشخصات تاثیرگذارترین اثر در سال جهش	تعداد هم استنادی با اثر شاخص	تعداد کل هم استنادی‌ها در سال جهش	نوع اثر
بازه زمانی قبل از ۱۹۵۴				
۱۸۹۹	Woodworth, R. S. (1899). The accuracy of voluntary movement. <i>Psychological Review</i> , 3, 1-119.	۲۱	۲۱	مقاله
۱۹۵۲	Hick, W. E. (1952). On the rate of gain of information. <i>Quarterly Journal of experimental psychology</i> , 4(1), 11-26.	۲۸	۳۵	مقاله
	Hyman, R. (1953). Stimulus information as a determinant of reaction time. <i>Journal of experimental psychology</i> , 45(3), 188.	۲۱		مقاله
۱۹۵۳	Fitts, P. M., & Seeger, C. M. (1953). SR compatibility: spatial characteristics of stimulus and response codes. <i>Journal of experimental psychology</i> , 46(3), 199.	۱۸	۴۹	مقاله
	Shannon, C. E. (1948). A mathematical theory of communication. <i>The Bell system technical journal</i> , 27(3), 379-423.	۹	۳۴	مقاله
۱۹۴۸	Maynard, H. B., Stegemerten, G. J., & Schwab, J. L. (1948). <i>Methods-time measurement</i> . McGraw-Hill	۶		کتاب
بازه زمانی پس از ۱۹۵۴				
۱۹۶۴	Fitts, P. M., & Peterson, J. R. (1964). Information capacity of discrete motor responses. <i>Journal of experimental psychology</i> , 67(2), 103.	۴۳	۷۲	مقاله
۱۹۶۸	A. T. Welford, A. T. (1968). <i>Fundamentals of Skill</i> . Methuen, London.	۳۲	۷۲	کتاب
۱۹۷۸	Card, S. K., English, W. K., & Burr, B. J. (1978). Evaluation of mouse, rate-controlled isometric joystick, step keys, and text keys for text selection on a CRT. <i>Ergonomics</i> , 21(8), 601-613.	۵۲	۱۲۴	مقاله
۱۹۸۳	Card, S.K., Moran, T.P. and Newell, A. (1983) <i>The Psychology of Human-Computer Interaction</i> . Erlbaum, Hillsdale	۴۰	۱۶۲	کتاب

سال جهش	مشخصات تاثیرگذارترین اثر در سال جهش	تعداد هم استنادی با اثر شاخص	تعداد کل هم استنادی‌ها در سال جهش	نوع اثر
	Crossman, E. R. F. W., & Goodeve, P. J. (1983). Feedback Control of Hand-Movement and Fitts' Law. <i>The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A</i> , 35(2), 251-278.	۲۵		مقاله
۱۹۸۶	Epps, B. W. (1986, September). Comparison of six cursor control devices based on Fitts' law models. In <i>Proceedings of the Human Factors Society Annual Meeting</i> (Vol. 30, No. 4, pp. 327-331). Sage CA: Los Angeles, CA: SAGE Publications.	۲۵	۱۸۰	همایش
	Gan, K. C., & Hoffmann, E. R. (1988). Geometrical conditions for ballistic and visually controlled movements. <i>Ergonomics</i> , 31(5), 829-839.	۳۳		مقاله
۱۹۸۸	Meyer, D. E., Abrams, R. A., Kornblum, S., Wright, C. E., & Keith Smith, J. E. (1988). Optimality in human motor performance: Ideal control of rapid aimed movements. <i>Psychological Review</i> , 95(3), 340-370	۳۵	۲۸۷	مقاله
۱۹۹۲	MacKenzie, I. S. (1992). Fitts' law as a research and design tool in human-computer interaction. <i>Human-computer interaction</i> , 7(1), 91-139.	۹۸	۳۳۲	مقاله
۱۹۹۷	Accot, J., & Zhai, S. (1997, March). Beyond Fitts' law: models for trajectory-based HCI tasks. In <i>Proceedings of the ACM SIGCHI Conference on Human factors in computing systems</i> (pp. 295-302).	۳۰	۵۱۲	همایش
	Soukoreff, R. W., & MacKenzie, I. S. (2004). Towards a standard for pointing device evaluation, perspectives on 27 years of Fitts' law research in HCI. <i>International journal of human-computer studies</i> , 61(6), 751-789.	۴۴	۷۰۷	مقاله
۲۰۰۴	Zhai, S. (2004). Characterizing computer input with Fitts' law parameters—the information and non-information aspects of pointing. <i>International Journal of Human-Computer Studies</i> , 61(6), 791-809.	۳۰		مقاله

## بحث

۱۹۷۸، ۱۹۸۰، ۱۹۸۸، ۱۹۹۳ و ۱۹۹۵ رخ داده است، به عبارتی مقالاتی که در این سال‌ها شناسایی شدند، بیشترین ارجاع را در بین مقالات منتشر شده بین ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۹ دریافت کرده‌اند و حکم پایه فکری<sup>۱</sup> حوزه ارگونومی محسوب می‌شوند. بر اساس نتایج، بیشترین روند تکاملی مربوط به ارگونومی در بازه زمانی ۱۹۰۰ تا ۲۰۰۰ با چهارده جهش بوده است. از این رو می‌توان گفت که قرن بیستم مهم‌ترین دوران تکاملی حوزه ارگونومی بوده است. همچنین نتایج نشان داد که بیش‌تر خاستگاه‌های تاریخی و تأثیرگذار بر این حوزه، مبتنی بر مقاله بوده تا منابع دیگر از جمله کتاب. این نتیجه همسو با نتایج پژوهش Soheili

ارگونومی علم اصلاح و به‌سازی محیط کار، شغل و تجهیزات و تطابق آن با قابلیت‌ها و محدودیت‌های انسان است. به‌طور کلی هدف ارگونومی، اطمینان از برآورده شدن نیازهای انسان برای انجام کار به‌صورت ایمن و اثربخش در طراحی سیستم‌های کاری است. از این‌رو با توجه به اهمیت این حوزه، بررسی ریشه‌های تاریخی و مدارک و استنادات آن می‌تواند کمک شایانی به پژوهشگران این حوزه نماید.

یافته‌های تحقیق نشان داد که در حوزه ارگونومی، به‌طور کلی ۱۹ جهش در دو بازه زمانی ۱۷۰۰-۱۹۰۰ و ۲۰۰۰-۱۹۰۰ در سال‌های ۱۷۷۶، ۱۸۶۰، ۱۸۷۲، ۱۸۹۰، ۱۸۹۹، ۱۹۰۸، ۱۹۱۱، ۱۹۳۲، ۱۹۳۸، ۱۹۴۸، ۱۹۵۱، ۱۹۵۴، ۱۹۶۷، ۱۹۷۵

<sup>۱</sup>. Intellectual Base

تصمیم‌گیری انسان پویا در حوزه‌های مختلف ارائه شده و رابطه بین آگاهی از وضعیت و عوامل متعدد فردی و محیطی بررسی شده است. در میان این عوامل، توجه و حافظه کاری به‌عنوان عوامل حیاتی محدودکننده اپراتورها از کسب و تفسیر اطلاعات از محیط برای شکل‌گیری آگاهی از وضعیت، و مدل‌های ذهنی و رفتار هدفمند به‌عنوان مکانیسم‌های مهمی برای غلبه بر این محدودیت‌ها ارائه می‌شوند. همچنین تأثیر ویژگی‌های طراحی، حجم کار، استرس، پیچیدگی سیستم و اتوماسیون بر آگاهی از وضعیت اپراتور مورد توجه قرار گرفته و طبقه‌بندی خطاها در آگاهی از وضعیت، بر اساس مدل ارائه‌شده معرفی گشته است. این مدل برای ایجاد پیامدهای طراحی برای افزایش آگاهی از وضعیت اپراتور و جهت‌گیری‌های آینده برای تحقیقات آگاهی از وضعیت استفاده می‌شود [۲۶].

دومین جهش مهم این بازه زمانی در سال ۱۹۹۳ رخ داده و مربوط به کتاب Nielsen [۲۷] و مقاله Waters و همکاران [۲۸] است. در کتاب نیلسون با عنوان "مهندسی قابلیت استفاده" ابزارهای لازم برای جلوگیری از شگفتی‌های کاربردی و بهبود کیفیت محصول، اطلاعات گام‌به‌گام در مورد اینکه کدام روش باید در مراحل مختلف در طول چرخه عمر توسعه استفاده شود، همراه با اطلاعات دقیق در مورد چگونگی اجرای آزمون قابلیت استفاده و مسائل منحصر به فرد مربوط به قابلیت استفاده بین‌المللی ارائه شده است [۲۷]. مقاله Waters و همکاران با عنوان "معادله تجدیدنظرشده مؤسسه ملی ایمنی و بهداشت شغلی برای طراحی و ارزیابی وظایف بلند کردن دستی" زمینه انتخاب سه معیار (بیومکانیکی، فیزیولوژیکی و روانی) را برای تعریف معادله فراهم می‌کند و شاخص بالابری، که می‌تواند برای شناسایی کارهای بالابر خطرناک، برای محافظت از بیش‌تر کارگران مورد استفاده قرار گیرد را توصیف می‌کند [۲۸]. سومین جهش مهم این بازه زمانی در سال ۱۹۸۸ رخ داده و مربوط به مقاله Hart [۲۹] و کتاب Cohen [۳۰] است. در مقاله Hart با عنوان "توسعه شاخص بارکاری ناسا: نتایج تحقیقات تجربی و نظری" عوامل مرتبط با تغییرات در حجم کار ذهنی درون و بین انواع مختلف وظایف، بررسی شده و مقیاس رتبه‌بندی چندبعدی پیشنهاد شده که در آن اطلاعات مربوط به مقدار و منابع شش عامل مرتبط با بارکاری برای به‌دست آوردن برآورد حساس و قابل‌اعتماد از کار، ترکیب می‌شوند [۲۹]. در کتاب Cohen با عنوان "تجزیه و تحلیل توان آماری برای علوم رفتاری" یک راهنمای کاربردی برای تجزیه و تحلیل

Khasseh و Mokhtarpour و [۱۶] (۲۰۱۵) و [۱۳] (۲۰۱۷) است.

بر اساس نتایج پژوهش به‌طور کلی ۱۹ جهش در روند تکاملی حوزه ارگونومی روی داده است که پنج جهش در بازه زمانی ۱۹۰۰-۱۷۰۰ رخ داده است. مهم‌ترین جهش این دوره در سال ۱۸۹۰ روی داده است که مربوط به دو اثر، یعنی کتاب "اصول روانشناسی" نوشته James [۲۰] و مقاله "حق حریم خصوصی" اثر Warren [۲۱] می‌باشد. این دو اثر با تعداد استنادهایی که در سال ۱۸۹۰ داشتند سبب یک جهش عمده در این حوزه شدند. دومین جهش مهم این بازه زمانی در سال ۱۸۹۹ پس از انتشار مقاله Woodworth با عنوان "صحت حرکت ارادی" [۲۲] روی داده است. سایر جهش‌ها در این بازه زمانی مربوط به کتاب Smith با عنوان "تحقیق در مورد ماهیت و علل ثروت ملت‌ها" در سال ۱۷۷۶ [۲۳]، کتاب "عناصر روان‌شناسی" اثر Fechner در سال ۱۸۶۰ [۲۴]، و کتاب "بیان احساسات در انسان و حیوانات" اثر Darwin در سال ۱۸۷۲ [۲۵] است. با توجه به اینکه اهداف اساسی ارگونومی بهبود نحوه انجام کار، روش‌های کار و ابزار کار و انطباق آن‌ها با ویژگی‌های روانی و جسمی افراد است، این علم به‌صورت دانش میان رشته‌ای براساس علوم بیولوژیکی، انسانی، آناتومی، فیزیولوژی و روان‌شناسی پایه‌ریزی شده است. لذا در این بازه زمانی استنادهای زیادی به آثار حوزه‌هایی از قبیل روان‌شناسی داشته است. اکثر آثار منتشرشده در جهش‌های رخ داده مربوط به کتاب‌های منتشرشده در زمینه روان‌شناسی هستند که توسط دانشمندان این رشته نوشته شده‌اند. ویلیام جیمز یکی از فیلسوفان و روان‌شناسان قرن بیستم است که به‌عنوان پدر روان‌شناسی آمریکا شناخته می‌شود. آثار سایر دانشمندان مانند گوستاو فچنر در روان‌شناسی، چارلز داروین در بیولوژی و آدام اسمیت در اقتصاد تأثیرگذاری بیش‌تری در حوزه ارگونومی دوره زمانی ۱۹۰۰-۱۷۰۰ داشته‌اند که به‌کرات به این آثار استناد شده است.

در مطالعه حاضر در بررسی بازه ۲۰۰۰-۱۹۰۰ چهارده جهش شناسایی شد که مربوط به انتشار ۹ کتاب و ۱۲ مقاله می‌باشد که تأثیرگذارترین آثار در دهه ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰ منتشر شده‌اند. تأثیرگذارترین جهش در سال ۱۹۹۵ پس از انتشار مقاله Endsley با عنوان "به سوی نظریه آگاهی از وضعیت در سیستم‌های پویا عوامل انسانی" است [۲۶]. در این مقاله یک مدل نظری از آگاهی از وضعیت براساس نقش آن در

این میان دو مقاله با عنوان "به سمت استاندارد برای ارزیابی دستگاه اشاره‌گر، چشم‌اندازهای ۲۷ سال تحقیق قانون فیتس در HCI اثر Soukoreff and MacKenzie [۳۵] و "مشخص کردن ورودی رایانه با پارامترهای قانون فیتس: جنبه‌های اطلاعاتی و غیراطلاعاتی اشاره‌گر" اثر Zhai [۳۶] در سال ۲۰۰۴ با ۷۰۷ هم‌استنادی و مقاله Accot and Zhai با عنوان " فراتر از قانون فیتس: مدل‌هایی برای کارهای HCI مبتنی بر مسیر" [۳۷] ارائه شده در همایش عوامل انسانی در سیستم‌های محاسباتی در سال ۱۹۹۷ با ۵۱۲ هم‌استنادی، بیش‌ترین هم‌استنادی با مقاله شاخص مورد بررسی را داشتند. سه مقاله ذکر شده در حوزه قانون Fitts منتشر شده‌اند. قانون فیتس یک مدل پیش‌بینی‌کننده حرکت انسان است که اساساً در تعامل انسان و کامپیوتر و ارگونومی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این قانون علمی پیش‌بینی می‌کند که زمان لازم برای حرکت سریع به یک منطقه هدف، تابعی از نسبت بین فاصله تا هدف و عرض هدف است. از قانون فیتس برای مدل‌سازی عمل اشاره‌گر استفاده می‌شود، یا با لمس فیزیکی یک شیء با دست یا انگشت، یا عملاً، با اشاره به یک شیء در مانیتور کامپیوتر با استفاده از یک دستگاه اشاره‌گر [۳۸].

### نتیجه‌گیری

به‌طور کلی نتایج مطالعه حاضر در بررسی ریشه تاریخی حوزه ارگونومی به روش RPYS نشان داد که در بازه‌های زمانی مورد مطالعه در ۱۹ سال، جهش روی داده است. این آثار، ترکیبی از مقاله و کتاب می‌باشد؛ هرچند مقاله‌های منتشر شده، بیش‌تر از کتاب‌ها تأثیر داشتند. در بازه زمانی اول، بیش‌تر اثرهای تأثیرگذار توسط دانشمندان حوزه روان‌شناسی، بیولوژی و اقتصاد منتشر شده‌اند. در بازه زمانی دوم، بیش‌تر اثرهای تأثیرگذار در حوزه تئوری‌های روان‌شناسی، محیط کار و متدولوژی تحقیق می‌باشند. همچنین نتایج روش RPYS-CO نشان داد که بیش‌تر تأثیر در هم‌استنادی مربوط به اثرهای منتشر شده در سال ۱۹۹۷ و ۲۰۰۴ است و این مقالات منتشر شده مرتبط با قانون فیتس، نگارش شده و بیش‌ترین هم‌استنادی با مقاله شاخص مورد بررسی را داشتند.

### محدودیت‌های و پیشنهادات برای پژوهش‌های آینده

این مطالعه، به دلیل تعداد زیاد مدارک موجود در پایگاه‌های اطلاعاتی و عدم امکان بررسی همه آن‌ها، صرفاً روی مقالات

توان آماری در طراحی پژوهش‌ها است که ابزارهای مورد نیاز برای تحلیل مؤثرتر را در اختیار کاربران قرار می‌دهد [۳۰]. اکثر این آثار مربوط به محیط کار و عوامل مرتبط با آن است که نقش مهمی در جهش‌های علم ارگونومی در دهه‌های ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰ داشته‌اند. از طرفی کوهن که یکی از روان‌شناسان برجسته می‌باشد، با تمرکز بر کاربرد روش‌های آماری در پژوهش‌ها، سهم بسزایی در سیر تکوین خاستگاه مباحث روش پژوهش داشته است. ارائه فرمول حجم نمونه (معروف به فرمول حجم نمونه کوهن) از مهم‌ترین مواردی است که در طراحی پژوهش‌ها بسیار بکار رفته و نقش مهمی در جهش علوم رفتاری دارد. همچنین مقاله Zohar با عنوان "جو ایمنی در سازمان‌های صنعتی: پیامدهای نظری و کاربردی" [۳۱] به همراه کتاب Ajzen and Fishbein با عنوان "فهمیدن گرایش‌ها و پیشگویی رفتار اجتماعی" در سال ۱۹۸۰ به کرات مورد استناد قرار گرفته و جهش علم در این سال را در پی داشته است. سایر جهش‌های روی داده در این بازه زمانی مربوط به ۸ مقاله و ۶ کتاب منتشر شده در این بازه است که بیش‌تر این آثار در حوزه‌های تئوری‌های روان‌شناسی، محیط کار و متدولوژی تحقیق می‌باشند.

نتایج مطالعه حاضر در خصوص بررسی RPYS-CO نشان داد که در بازه زمانی قبل از ۱۹۵۴ از بین آثار منتشر شده ۵ مقاله و یک کتاب، بیش‌ترین هم‌استنادی با مقاله شاخص مورد بررسی را داشتند. مقاله Hyman با عنوان "اطلاعات محرک به‌عنوان تعیین‌کننده زمان واکنش" [۳۲] و مقاله Fitts و Seeger با عنوان "سازگاری S-R: ویژگی‌های فضایی کدهای محرک و پاسخ" [۳۳] منتشر شده در سال ۱۹۵۳ بیش‌ترین هم‌استنادی با مقاله شاخص مورد بررسی را داشتند. در مقاله Hyman زمان واکنش به یک محرک بینایی به‌عنوان تابعی از میزان اطلاعات منتقل شده توسط آن محرک بررسی شده [۳۲] و Fitts و Seeger در مطالعه خود به بررسی نتایج دو آزمایش برای نشان دادن سودمندی مفهوم سازگاری پاسخ محرک در توسعه نظریه رفتار ادراکی - حرکتی پرداخته‌اند [۳۳]. همچنین مقاله "Hick" در سال ۱۹۵۲ با عنوان "در مورد میزان کسب اطلاعات" که به بررسی میزان به‌دست آوردن اطلاعات در طول یک عمل ادراکی - حرکتی پرداخته، با داشتن ۳۵ هم‌استنادی سومین اثر با بیش‌ترین هم‌استنادی با مقاله شاخص مورد بررسی را داشت [۳۴].

در بازه زمانی بعد از ۱۹۵۴ از بین آثار منتشر شده، ۸ مقاله چاپ شده در مجلات، دو پژوهش ارائه شده در همایش و دو کتاب چاپ شده، بیش‌ترین هم‌استنادی با مقاله شاخص را داشتند. از

### تقدیر و تشکر

بدینوسیله نویسندگان مقاله، از معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی همدان به خاطر تصویب طرح پژوهشی و همکاری در اجرای آن کمال قدردانی و تشکر را دارند.

### تعارض منافع

بین نویسندگان هیچ‌گونه تعارضی در منافع وجود ندارد.

### منابع مالی

این مقاله برگرفته از طرح تحقیقاتی به شماره ۹۸۱۲۲۰۹۶۹۲ مصوب معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی همدان است.

نمایه شده در پایگاه Web of science انجام شده است. از این رو پیشنهاد می‌شود که پژوهش‌های مشابهی روی رکوردهای پایگاه اطلاعاتی Scopus و Pubmed هم انجام شود و نتایج آن با نتایج پژوهش حاضر مقایسه گردد. همچنین انجام یک پژوهش علم‌سنجی روی پژوهش‌های ارگونومی در ایران در عرصه بین‌المللی می‌تواند تصویر روشنی از وضعیت پژوهش‌های ایران در این حوزه را ارائه نماید.

### References

- Garrido MV, Bittner C, Harth V, Preisser AM. Health status and health-related quality of life of municipal waste collection workers-a cross-sectional survey. *J Occup Med toxicol.* 2015;10(1):1-7. [DOI:10.1186/s12995-015-0065-6] [PMID] [PMCID]
- Saha TK, Dasgupta A, Butt A, Chattopadhyay O. Health status of workers engaged in the small-scale garment industry: how healthy are they? *Indian J community Med: official publication of Indian Association of Preventive & Social Medicine.* 2010;35(1):179. [DOI:10.4103/0970-0218.62584] [PMID] [PMCID]
- Hasani S, Mobarak iH, Moghadami Fard Z. The importance of ergonomics in enhancing productivity and improving the performance of Ministry of Health and Medical Education staff. *Occup Med Q J.* 2013;4(4):92-101.
- Dul J, Neumann WP. Ergonomics contributions to company strategies. *Appl Ergon.* 2009;40(4):745-52. [DOI:10.1016/j.apergo.2008.07.001] [PMID]
- Dempsey P, Wogalter M, Hancock P. Defining ergonomics/human factors. *International encyclopedia of ergonomics and human factors*, 2nd edn London: Taylor and Francis. 2006:32-5.
- Mirsepasi N. Strategic management of human resources and labor relations. Tehran: Publication Munir. 2004.
- Meister D. The history of human factors and ergonomics: CRC Press; 2018. [DOI:10.1201/9781315276069]
- Mosadeghrad AM. Relationship between nurses' knowledge about ergonomics and their job injuries. *J Shahrekord Univ Med Sci.* 2004;6.
- Duriau VJ, Reger RK, Pfarrer MD. A content analysis of the content analysis literature in organization studies: Research themes, data sources, and methodological refinements. *Organ Res Methods.* 2007;10(1):5-34. [DOI:10.1177/1094428106289252]
- Habibi R, Mokhtarpour R, Khasseh AA. Analysis of Evolutionary Trends in Global Entrepreneurship Research using Scientometric Techniques. *J Entrep Dev.* 2018;10(4):575-94.
- Khasseh AA, Asghariyan N, Tajadini O, Moosavi A, Ghazizadeh H, Ebrahimzadeh S, et al. Identification and Analysis of the Historical Origins of Occupational Therapy by Referenced Publication Years Spectroscopy. *J Arch.* 2019;7.
- Bornmann L, Marx W. The proposal of a broadening of perspective in evaluative bibliometrics by complementing the times cited with a cited reference analysis. *J Inf.* 2013;7(1):84-8. [DOI:10.1016/j.joi.2012.09.003]
- Mokhtarpour R, Khasseh A. Tracing the Historical Origins of Research Methodology Issues through Referenced Publication Years Spectroscopy (RPYS). *J Libr Inf Sci Stud.* 2017;24(20):43-58.
- Marx W, Bornmann L, Barth A, Leydesdorff L. Detecting the historical roots of research fields by reference publication year spectroscopy (RPYS). *J Assoc Inf Sci Technol.* 2014;65(4):751-64. [DOI:10.1002/asi.23089]
- Leydesdorff L, Bornmann L, Marx W, Milojević S. Referenced Publication Years Spectroscopy applied to iMetrics: Scientometrics, Journal of Informetrics, and a relevant subset of JASIST. *J Inf.* 2014;8(1):162-74. [DOI:10.1016/j.joi.2013.11.006]
- Soheili F, Khasseh A. Historical Origins of Information Behavior Research by Reference Publication Year Spectroscopy. *Iran J Inf Process Manag.* 2015;31(1):3-26.
- Yao Q, Li X, Luo F, Yang L, Liu C, Sun J. The historical roots and seminal research on health equity: a referenced publication year spectroscopy (RPYS) analysis. *Int J Equity Health.* 2019;18(1):1-15. [DOI:10.1186/s12939-019-1058-3] [PMID] [PMCID]

18. Khasseh AA, Mokhtarpour R. Tracing the historical origins of knowledge management issues through referenced publication years spectroscopy (RPYS). *J Knowledge Manag.* 2016. [DOI:10.1108/JKM-01-2016-0019]
19. Wray KB, Bormann L. Philosophy of science viewed through the lense of "Referenced Publication Years Spectroscopy"(RPYS). *Scientometrics.* 2015;102(3):1987-96. [DOI:10.1007/s11192-014-1465-6]
20. James W. *The Principles of Psychology*, in two volumes. New York: Henry Holt and Company; 1890.
21. Warren SD, Brandeis LD. Right to privacy., 4, 193. *Harv L Rev.* 1890;4:193. [DOI:10.2307/1321160]
22. Woodworth RS. Accuracy of voluntary movement. *The Psychological Review: Monogr Suppl.* 1899;3(3). [DOI:10.1037/h0092992]
23. Smith A. *An inquiry into the nature and causes of the wealth of nations.* London: printed for W. Strahan; and T. Cadell; 1776.
24. Fechner G. *Elemente der psychophysik* Breitkopf u. Härtel.; 1860.
25. Darwin C. *The expression of the emotions in man and animals.* London: Murray; 1872. [DOI:10.1037/10001-000] [PMID] [PMCID]
26. Endsley MR. Toward a theory of situation awareness in dynamic systems. *Hum factors.* 1995;37(1):32-64. <https://doi.org/10.1518/001872095779049543> [DOI:10.1518/001872095779049499]
27. Nielsen J. *Usability engineering: Morgan Kaufmann;* 1994. [DOI:10.1016/B978-0-08-052029-2.50009-7]
28. Waters TR, Putz-Anderson V, Garg A, Fine LJ. Revised NIOSH equation for the design and evaluation of manual lifting tasks. *Ergonomics.* 1993;36(7):749-76. [DOI:10.1080/00140139308967940] [PMID]
29. Hart SG, Staveland LE. Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research. *Adv Psychol.* 52: Elsevier; 1988. p. 139-83. [DOI:10.1016/S0166-4115(08)62386-9]
30. Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences.* 2nd ed. ed. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum; 1988.
31. Zohar D. Safety climate in industrial organizations: theoretical and applied implications. *J Appl Psychol.* 1980;65(1):96. [DOI:10.1037/0021-9010.65.1.96] [PMID]
32. Hyman R. Stimulus information as a determinant of reaction time. *J Exp Psychol.* 1953;45(3):188. [DOI:10.1037/h0056940] [PMID]
33. Fitts PM, Seeger CM. SR compatibility: spatial characteristics of stimulus and response codes. *J Exp Psychol.* 1953;46(3):199. [DOI:10.1037/h0062827] [PMID]
34. Hick WE. On the rate of gain of information. *Q J Exp Psychol.* 1952;4(1):11-26. [DOI:10.1080/17470215208416600]
35. Soukoreff RW, MacKenzie IS. Towards a standard for pointing device evaluation, perspectives on 27 years of Fitts' law research in HCI. *Int J Hum-Comput Stud.* 2004;61(6):751-89. [DOI:10.1016/j.ijhcs.2004.09.001]
36. Zhai S. Characterizing computer input with Fitts' law parameters-the information and non-information aspects of pointing. *Int J Hum-Comput Stud.* 2004;61(6):791-809. [DOI:10.1016/j.ijhcs.2004.09.006]
37. Accot J, Zhai S. Beyond Fitts' law: models for trajectory-based HCI tasks. *Proceedings of the ACM SIGCHI Conference on Human factors in computing systems;* 1997. [DOI:10.1145/258549.258760]
38. Fitts PM. The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement. *J Exp Psychol.* 1954;47(6):381. [DOI:10.1037/h0055392] [PMID].