

Studying the outputs and mapping the co-author network of Semnan University researchers in the Web of Science Indexes

Hossein Moradimoghadam¹, Rouhallah Khademi², Hamid Keshavarz³

1. **Corresponding author**, Assistant professor, Department of Knowledge and Information science. Semnan University.
h-moradimoghadam@semnan.ac.ir
2. Assistant professor, Department of Knowledge and Information science. Semnan University.
r.khademi@semnan.ac.ir
3. Assistant professor, Department of Knowledge and Information science. Shahid Beheshti University.
ha_keshavarz@sbu.ac.ir

Received: 2018.03.16

Accepted: 2018.11.20

Abstract

Background and Objectives: One of the areas of research and study in Scientometrics is scientific collaborative studies. Katz and Martin (1997) define scientific collaboration as working with other researchers in order to achieve common goals for the production of new knowledge. This collaboration has several aspects one of which is co-authorship. Co-authorship can occur in scientific productions such as paper, notebooks and so on. In recent years, scientific collaboration, and especially co-authorship, has grown exponentially among authors and researchers. Perhaps this increasing growth can be attributed to the benefits that scientific collaboration holds for authors and their works. This research evaluates the scientific production of researchers based on Scientometrics indicators such as growth rate, cooperative indices, the most prolific researchers and their Hirsch index, analyzing the components of the co-authorship network of researchers, and investigating the structures existing in co-authorship networks using social network analysis and based on the Centrality measure such as degree, betweenness, eigenvectors and closeness. Also, the density measures, the coefficient of clustering, the distance between nodes and subgroups are also calculated and determined. The aim of this article was to study the scientific outputs of Semnan university researchers in term of quantitative indexes (number of outputs, research area, and year) and qualitative indexes (number of citations and H-Index). Mapping the co-author network of Semnan university researchers in the Web of Science database was the other purpose of the present paper.

Methodology: The research was conducted based on Scientometrics methods. The research population included all the documents which mentioned Semnan University as their affiliation and were indexed in Web of Science from 1990 to 2015. Totally, 2106 documents were indexed in this timespan. The co-author network was mapped and analyzed by Coau.exe, Ucinet and Netdraw. In order to analyze the data, different software and measures were used. For this purpose, the data were first analyzed by coauthor.exe software and the authorship matrix was formed. The obtained matrix was a symmetric

matrix $194 * 194$, in which the diagonal cells were set to zero. Then the matrix was imported into the UCInet software to provide the proper format required for drawing software. After obtaining the outputs from the UCInet software, to draw up a map of the co-authorship the NetDraw software was used. Also, for all authors and researchers of the Semnan University, the h index was calculated using the Web of Science and the authors with the highest h index were identified.

Findings: The results showed that Engineering (39%), Physics (19.5) and Mathematics (14%) were the subjects to which Semnan university researchers contributed. Totally, in the time span investigated, Iranian researchers produced 272019 documents out of which 2106 belonged to Semnan University. Therefore, this university ranked 30 among the Iranian universities. During the period studied, Semnan University produced 0.0049% of the universal scientific outputs. The results of the growth rate calculation indicated 43.22 for Semnan University researchers in the past fifty years that reveals a promising rising growth rate. Amjadi, Gorji and Orouji with 25, 23 and 15 H-Indexes ranked first to third, respectively. In term of citation, Amjadi ranked first with 2126 citations and Gorji with 1341 and Orouji with 629 citations were in the next ranks. Investigating the degree from among the centrality measurements was also calculated and the results showed that Gorji, Fereydoun and Asghari were in the top. The highest co-authoring rate occurred in 2005 which included 3 authors. As regards the fields of study, mathematics was the highest single-author subject. After obtaining the number of co-authorship of documents in different years, three indicators of co-authorship, including the cooperation index, degree of collaborative and Collaborative coefficient, were obtained, which showed that these collaborative indicators have increased significantly during the studied years. Also, there has been an increasing trend in two indicators of degree of collaborative and collaborative coefficient with several fluctuations over several years in general. The average of these three indicators for the whole years was 2.52, 0.84 and 0.50 respectively.

Discussion: The results of data analysis showed that, although the flow of co-authorship among the Semnan University researchers has fluctuated in recent years, during the studied period, the researchers of Semnan University have tended to write co-authorship. Generally, documents with three authors were the most co-authorship. The results also showed that the co-authorship network of Semnan University researchers consisted of 6 main components and 7 isolated authors. The largest cluster composed of 171 authors. The smaller cluster comprised of 7 authors and the other clusters included two. Also, subject areas of engineering, physics and mathematics scored the highest number of articles among Semnan University researchers.

Keywords: Semnan University, scientific output, co-author social network mapping, scientometrics

بررسی برون دادها و ترسیم شبکه هم‌نویسندگی محققان دانشگاه سمنان در نمایه های استنادی

وب آوساینس^۱

حسین مرادی مقدم^{*}، روح اله خادمی^۲، حمید کشاورز^۳

۱. * نویسنده مسئول، استادیار گروه علم اطلاعات و دانش شناسی دانشگاه سمنان. h-moradimoghadam@semnan.ac.ir

۲. استادیار گروه علم اطلاعات و دانش شناسی، دانشگاه سمنان. r.khademi@semnan.ac.ir

۳. استادیار گروه علم اطلاعات و دانش شناسی، دانشگاه شهید بهشتی. ha_keshavarz@sbu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۲/۲۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۸/۲۹

چکیده

هدف: پژوهش حاضر با هدف بررسی برون‌دادهای علمی پژوهشگران دانشگاه سمنان از منظر شاخص‌های کمی (تعداد کمی تولیدات علمی، حوزه موضوعی، سال تولید) و شاخص‌های کیفی (تعداد استنادها و شاخص‌هایی نظیر H-Index محققان دانشگاه) انجام گرفته است. همچنین بررسی الگوها و نقشه هم‌نویسندگی محققان دانشگاه سمنان در پایگاه وب آوساینس یکی دیگر از اهداف این پژوهش بوده است. **روش:** این پژوهش به روش توصیفی، با رویکرد علم‌سنجی و با استفاده از شاخص‌های تحلیل شبکه‌های اجتماعی انجام شده است. جامعه پژوهش شامل تمامی مدارکی است که دانشگاه سمنان را در وابستگی سازمانی خود ذکر کرده و در نمایه‌های استنادی وب آوساینس و طی بازه زمانی مورد بررسی نمایه شده‌اند. در مجموع ۲۱۰۶ مدرک توسط پژوهشگران دانشگاه سمنان در این بازه زمانی به ثبت رسیده است. نقشه هم‌نویسندگی با استفاده از نرم افزارهای، کوآتور، یوسی نت و نت دراو ترسیم و تحلیل شده است.

یافته‌ها: حوزه مهندسی (حدود ۳۹ درصد)، فیزیک (حدود ۱۹/۵ درصد) و ریاضی (حدود ۱۴ درصد)، موضوعاتی بوده‌اند که محققان دانشگاه سمنان پیرامون آن تولید علمی داشته‌اند. طی سال‌های مورد بررسی، محققان ایران ۲۷۲,۰۱۹ مدرک تولید کرده‌اند که در این بین سهم دانشگاه سمنان ۲۱۰۶ مدرک می‌باشد که جایگاه تقریباً ۳۰ را در بین دانشگاه‌های کشور به خود اختصاص داده است. سهم دانشگاه سمنان از تولید علم جهان در بازه مورد بررسی، ۰/۰۰۴۹ درصد است. محاسبه نرخ رشد نشان داد که، نرخ رشد تولیدات علمی محققان دانشگاه سمنان در نیم قرن اخیر ۴۳/۲۲ بوده است که روند رو به رشد بسیار خوبی محسوب می‌شود. امجدی با اچ ایندکس ۲۵، گرجی با ۲۳ و اروچی با اچ ایندکس ۱۵ محققانی هستند که بالاترین عدد این شاخص را به خود اختصاص داده‌اند. به لحاظ استناد، امجدی با ۲۱۲۶ استناد در رتبه اول قرار گرفته است. پس از وی، گرجی و اروچی هر کدام با ۱۳۴۱ و ۶۲۹ استناد قرار گرفته‌اند. به لحاظ حوزه‌های موضوعی، بیشترین حوزه‌های مورد علاقه محققان دانشگاه سمنان برای انتشار مدارک علمی به صورت مستقل، حوزه ریاضیات بوده است.

نتیجه‌گیری: نتایج بررسی داده‌ها نشان داد که هرچند روند هم‌نویسندگی در بین محققان دانشگاه سمنان در چند سال اخیر دچار نوسان بوده است اما در طی دوره مورد بررسی محققان دانشگاه سمنان به سمت هم‌نویسندگی گرایش داشته‌اند و در مجموع نیز مدارک علمی سه نویسنده بیشترین نوع هم‌نویسندگی بوده است.

کلیدواژه‌ها: دانشگاه سمنان؛ برون‌دادهای علمی؛ نقشه شبکه اجتماعی هم‌نویسندگی؛ علم‌سنجی

^۱. این پژوهش طرح مصوب دانشگاه سمنان بوده و با حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه سمنان در سال ۱۳۹۵ انجام شده است.

مقدمه و بیان مسئله

در علم‌سنجی، ارتباطات علمی و شیوه‌های تولید، اشاعه و بهره‌گیری از اطلاعات علمی به روش غیرمستقیم و با بررسی منابع و مآخذ آن‌ها ارزیابی و سنجش می‌شود. به‌همین خاطر علم‌سنجی را دانش اندازه‌گیری علم تعریف کرده‌اند. این روش با بررسی و کشف نظام و ساختار یک حوزه‌ی علمی به روش کمی، دستاوردهای یک قلمرو فکری را معین و حتی خطوط احتمالی برای پیشرفت‌های بعدی را پیش‌بینی می‌کند (Osareh, Heidari, Zare, & Hajzeinolabedini, 2009). حری (Horri, 1993) معتقد است "جهان علم یک کل است که دانشمندان هر یک مسوولیت جزئی از آن را بر عهده دارند و از ترکیب این اجزاء سیمای کلی علم در هر دوره تاریخی ترسیم می‌شود. در واقع محققان حوزه‌های علمی، گره‌های شبکه جهانی علم هستند که هر یک موضوع و جایگاه ویژه‌ای را در این شبکه به خود اختصاص می‌دهند. تعداد پیوندهایی که هر دانشمند با دیگر دانشمندان آن شبکه برقرار می‌کند یا دیگران با او برقرار می‌سازند، تجلی میزان اتصال او به شبکه جهانی و به بیان دیگر مشارکت او در تولید علم جهانی است."

یکی از حوزه‌های پژوهشی و مورد مطالعه در علم‌سنجی، مطالعات مربوط به همکاری علمی است، کتز و مارتین (Katz & Martin, 1997) همکاری علمی را به عنوان کارکردن با دیگر محققان به منظور دستیابی به اهداف مشترک به منظور تولید دانش جدید تعریف می‌کنند. این همکاری جنبه‌های مختلفی دارد که یکی از اشکال آن، هم‌نویسندگی است. هم‌نویسندگی در تولیدات علمی اعم از مقاله، یادداشت‌ها و نظیر آن نمود می‌یابد.

در سال‌های اخیر همکاری علمی و به ویژه هم‌نویسندگی در میان نویسندگان و پژوهشگران رشد نمائی داشته است. شاید بتوان علت این رشد فزاینده را به مزایایی که همکاری‌های علمی برای نویسندگان و آثارشان دارند، نسبت داد که برخی از این مزایا را شامل تبادل اثربخش ایده‌ها، کیفیت و اعتبار بالای آثاری که حاصل همکاری علمی می‌باشند، دریافت استاد‌های بیشتر و به ویژه فوایدی که این همکاری‌ها برای کشورهای در حال رشد پدید می‌آورند، برشمرد (Osareh, 2009).

همکاری علمی مزایای مختلفی را می‌تواند در بر داشته باشد؛ متخصصان با همکاری علمی قادرند به دانش، مهارت‌ها، منابع و امکاناتی دست یابند که بی‌شک برای دستیابی فردی به آن‌ها با مشکل مواجه خواهند بود (Danesh, Soheili, & Mesrinezhad, 2009)، هم‌نویسندگی در بالا بردن کیفیت یک اثر علمی تأثیرگذار می‌باشد و در نتیجه یک کار علمی مشارکتی از میزان نفوذ و تأثیر بیشتری نسبت به آثار تک نویسنده برخوردار می‌باشد (Newman, 2004). هم‌نویسندگی کیفیت پژوهش را تقویت می‌کند، به طوری که مقالات با تعداد بیشتری نویسنده معمولاً بیشتر مورد استاد قرار می‌گیرند (Katz & Martin, 1997). رابطه نزدیک و مستقیمی بین تولید علم و همکاری علمی وجود دارد؛ یعنی هر قدر همکاری بیشتر باشد تولید علم نیز بیشتر است (Hasanzadeh, Baghai, & Nouruzichakoli, 2008). در سال‌های اخیر مجله‌های معتبر ترجیح می‌دهند مقاله‌هایی را چاپ کنند که حاصل تلاش مشترک دو یا چند نویسنده باشد (Amiri, 2004). بحث و تبادل فکری که بین نویسندگان همکار به وجود می‌آید، می‌تواند منشأ ارائه ایده‌های ارزشمندی جهت بررسی در مقاله و حتی در مقاله بعدی باشد (Rahimi & Fattahi). زارع، جعفر زاده و خدایانه (Zare, Jafarzadeh, & Khodapanah, 2016) تالیف مشترک یا هم‌تالیفی را رویت پذیرترین و دسترس پذیرترین شاخصی می‌دانند که در راستای سنجش و اندازه‌گیری میزان همکاری علمی بکار می‌رود.

شبکه‌های هم‌نویسندگی یک طبقه مهم از شبکه‌های اجتماعی^۱ هستند و به‌طور وسیع برای تعیین ساختار مشارکت علمی و موقعیت پژوهشگران استفاده می‌شود. هم‌نویسندگی بر ارتباطات آکادمیکی اشاره دارد؛ بنابراین این امر موجب برتری آن در قلمرو تحلیل شبکه‌ی اجتماعی می‌شود (Liu, Bollen, Nelson, & Van de Sompel, 2005).

هم‌تألیفی یکی از شاخص‌های سنجش همکاری علمی است که باعث به‌وجود آمدن شبکه‌ی اجتماعی بین پژوهشگران یعنی شبکه هم‌تألیفی می‌شود (Hasanzadeh et al., 2008). این شبکه از نظر واحد تجزیه و تحلیل، بر چهار نوع است: هم‌تألیفی مؤلف، هم‌تألیفی مؤسسات، هم‌تألیفی کشورها و هم‌تألیفی شهرها است. با بررسی چنین شبکه‌هایی می‌توان به پرسش‌های متنوعی در مورد خصوصیات افراد شرکت کننده در همکاری، سطح همکاری‌ها (درون سازمانی، منطقه‌ای و بین‌المللی)، دانش نهان (ساختار شبکه‌های همکاری علمی) و الگوهای همکاری از قبیل تعداد مقاله‌های مشترک، تعداد افراد همکار، فاصله‌ی میان متخصصان در شبکه و چگونگی تغییر الگوهای همکاری پاسخ داد اما اغلب نسبت به شبکه‌های استنادی توجه کم‌تری دریافت می‌کنند (Noruzi & Velayati, 2009).

شبکه‌ی هم‌نویسندگی، یک نمونه اولیه از شبکه‌ی اجتماعی را با نداشت گراف دربردارنده‌ی نویسندگانی که به‌وسیله‌ی انتشارات مشترک به هم مربوط شده‌اند را ارائه می‌دهد (Yin, Kretschmer, Hanneman, & Liu, 2006). این شبکه از مجموعه‌ای از نویسندگان یا گره‌ها یا رئوس و خطوط یا پیوندهایی که ارتباط میان آن‌ها را نشان می‌دهد، تشکیل می‌شود. گره‌ها هر کدام جایگاه خاصی را در شبکه به خود اختصاص می‌دهند و میزان مشارکت نویسندگان با تعداد پیوندهایی که با یکدیگر برقرار می‌کنند. تحلیل شبکه‌ی اجتماعی به رویکرد جدیدی برای سنجش کیفیت همکاری بین عامل‌ها در حوزه‌های مختلف پژوهشی تبدیل شده است. به گفته (Wasserman & Faust, 1994) ما می‌توانیم یک شبکه‌ی اجتماعی را به‌عنوان مجموعه‌ای از روش‌ها برای تحلیل ساختارهای اجتماعی در بخش‌های مختلف محیط اجتماعی که واحدهای در حال تعاملی در آن وجود دارند، توصیف کنیم. تفاوت اصلی بین تحلیل شبکه‌ی اجتماعی و دیگر اشکال تحلیل اجتماعی در این واقعیت است که تحلیل اجتماعی^۱ منحصرأ بر موجودیت‌های فردی اجتماعی تمرکز می‌کند، در حالی که تحلیل شبکه‌های اجتماعی بر اهمیت ارتباطات بین واحدهای در حال تعامل تأکید دارد. هدف اصلی تحلیل شبکه‌ی اجتماعی کشف و تفسیر الگوهای گره‌های اجتماعی بین عاملان^۲ می‌باشد (Batagelj, Mrvar, & De Nooy, 2005). تحلیل شبکه‌ای بیشتر با ریاضیات سروکار دارد تا با آمار و تحلیل آماری. کاربرد ریاضیات در این روش شامل نظریه گراف‌ها^۳ و جبر ماتریس‌ها است؛ به این که برای ثبت و ورود داده از ماتریس^۴ و برای نمایش اطلاعات و داده‌های مربوط به الگوهای ارتباطی، از گراف استفاده می‌شود (Hanneman & Riddle, 2005).

به منظور اجرای تحلیل شبکه‌ی اجتماعی، ما باید ابتدا یک شبکه را ایجاد کنیم. به گفته نوی و همکاران (۲۰۰۵)، یک شبکه به‌صورت ساده به عنوان یک گراف یا به عبارت دیگر یک مجموعه‌ای از رئوس و یک مجموعه‌ای از خطوط بین رئوس، با اطلاعات اضافی بر رئوس و یا خطوط در گراف تعریف می‌شود. گره‌ها و رئوس گراف، عاملان اجتماعی را نشان می‌دهند و خطوط گراف، جفت گره‌ها که روی هم رفته تعاملات اجتماعی را نشان می‌دهند، به هم متصل می‌نماید. تحلیل شبکه‌ی اجتماعی مجموعه خاصی از پیوندهای بین مجموعه‌ای معین از عامل‌ها را بررسی می‌نماید به طوری که الگوها و معانی ضمنی این گره‌ها به‌عنوان یک کل ممکن است برای تفسیر رفتار اجتماعی عامل‌هایی که درگیر هستند به کار برده شود (Soheili, Osareh, & Farajpahlou, 2014).

شبکه‌های هم‌نویسندگی یک طبقه مهم از شبکه‌های اجتماعی هستند و به‌طور وسیع برای تعیین ساختار مشارکت علمی و موقعیت پژوهشگران استفاده می‌شود. هم‌نویسندگی بر ارتباطات آکادمیکی اشاره دارد؛ بنابراین موجب برتری آن در قلمرو تحلیل شبکه‌ی اجتماعی می‌شود (Liu et al., 2005).

1. Social Analysis

2. Actors

3. Graph Theory

4. Matrix

از دیگر کاربردهای علم سنجی، بررسی کمی و کیفی نویسندگان، دانشگاه‌ها، کشورها و مانند آن در پایگاه‌های استنادی بین‌المللی و معتبر مانند وب آو ساینس است که با ارزیابی صورت گرفته بتوان وضعیت و جایگاه موجود را به لحاظ شاخص‌های اصلی و بین‌المللی شناسایی کرد و پس از آن بتوان جهت ارتقا در شاخص‌های مختلف به خصوص بین‌المللی، سیاست‌گذاری علمی لازم را انجام شود.

بررسی‌ها نشان می‌دهد تاکنون پژوهش‌های جامعی در زمینه وضعیت تولیدات علمی بین‌المللی پژوهشگران دانشگاه سمنان و الگوهای همکاری این پژوهشگران انجام نگرفته است. بنابراین مدیران برای برنامه‌ریزی در مورد وضعیت تولیدات علمی بین‌المللی محققان دانشگاه نیاز به یک سری داده‌های علمی دارند تا وضعیت فعلی دانشگاه از نظر تولیدات علمی مشخص گردیده و بر اساس آن برای آینده دانشگاه برنامه‌ریزی نمایند. به نظر می‌رسد نبود و خلاء نقشه علمی سازمان و شناسایی مسیر طی شده در سال‌های قبل و نیز مسیر آینده سازمان احساس می‌شود. داده‌های این پژوهش می‌تواند درون‌مایه‌ای باشد تا بر اساس آن شناسنامه علمی هر پژوهشگر مشخص باشد و بتوان از آن به عنوان ابزاری جهت تشویق پژوهشگران موفق براساس معیارهای علمی اقدام نمود. از طرف دیگر می‌توان بر اساس نقشه علمی سازمان به عنوان نقشه راه به اصلاح مسیر طی شده و ترسیم مسیر آینده علمی سازمان همت گماشت. بنابراین در این پژوهش برآن هستیم تا بر اساس شاخص‌های علم سنجی (کمی و کیفی) به بررسی روند تولیدات علمی دانشگاه سمنان در سطح بین‌المللی بپردازیم.

هدف اصلی پژوهش حاضر بررسی و رصد وضعیت تولیدات علمی بین‌المللی پژوهشگران دانشگاه سمنان بر اساس شاخص‌های کمی (فرمت نشر، حوزه موضوعی، الگوی همکاری و وضعیت هم‌نویسندگی و...) و شاخص‌های کیفی (وضعیت استنادی به هر یک از تولیدات علمی و شاخص H-Index نویسندگان) جهت ترسیم وضعیت علمی دانشگاه در زمان حال و برنامه‌ریزی آینده در بخش تولید علم می‌باشد. هدف دیگر این پژوهش، بررسی و ترسیم نقشه و الگوی هم‌نویسندگی پژوهشگران دانشگاه سمنان و نیز تعیین سهم دانشگاه سمنان از تولید علم ایران و جهان با استفاده از شاخص‌های مربوطه در نمایه‌های استنادی پایگاه وب آو ساینس طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۵ است.

پرسش‌های پژوهش

این پژوهش در راستای هدف پژوهش در پی پاسخ به پرسش‌های زیر است:

- ۱- وضعیت نرخ رشد تولید علم دانشگاه سمنان در سال‌های مختلف از نظر کمی چگونه بوده است؟
- ۲- حوزه‌های موضوعی تولیدات علمی پژوهشگران دانشگاه سمنان چگونه بوده است؟
- ۳- سهم دانشگاه سمنان از تولید علم در سطح ملی و بین‌المللی چگونه بوده است؟
- ۴- نویسندگان داغ و پراستناد دانشگاه سمنان کدامند و وضعیت شاخص H-Index محققان دانشگاه سمنان چگونه است؟
- ۵- نقشه شبکه اجتماعی هم‌نویسندگی پژوهشگران دانشگاه سمنان در مدارک نمایه شده در نمایه‌های استنادی پایگاه وب آو ساینس طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۵ به چه شکل است؟
- ۶- چگالی و شاخص‌های مرکزیت نقشه شبکه هم‌نویسندگی پژوهشگران دانشگاه سمنان در نمایه‌های استنادی پایگاه وب آو ساینس طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۵ چگونه است؟
- ۷- شاخص همکاری، درجه همکاری و ضریب همکاری در تولیدات علمی پژوهشگران دانشگاه سمنان نمایه‌های استنادی پایگاه وب آو ساینس طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۵ چگونه است؟

پیشینه پژوهش

همکاری علمی یا هم‌نویسندگی، یا همکاری در تألیف میان محققان و دانشمندان، وجوه و اشکال مختلفی دارد. به تعبیر گلانزل و شوبرت (Glänzel & Schubert, 2005) هم‌نویسندگی یکی از عینی‌ترین و مستندترین قالب‌های همکاری علمی است، آنان همکاری علمی را یک پدیده‌ی اجتماعی پیچیده در پژوهش تلقی می‌کنند که به‌طور نظام‌مند از دهه‌ی ۱۹۶۰ میلادی مورد مطالعه قرار می‌گیرد.

اسکالیوچ و همکارانش (Osca-Lluch, Velasco, López, & Haba, 2009) به بررسی و مطالعه وضعیت هم‌نویسندگی نویسندگان اسپانیایی در زمینه علم تاریخ و فلسفه در دو پایگاه نمایه استنادی علوم و نمایه استنادی علوم اجتماعی تحت پایگاه وب‌آوساینس در سال‌های ۱۹۷۲ تا ۲۰۰۶ پرداختند. یافته‌ها نشان از همکاری بسیار کم میان محققان در این حوزه بود و مقالات تک‌نویسنده همان‌گونه که مقالات علوم اجتماعی و به‌خصوص علوم انسانی اینگونه‌اند، همچنان در حوزه‌ی تاریخ و فلسفه پیش‌تاز بود. بنابراین، نتایج آن‌ها نشان داد که نویسندگان اسپانیایی نیز در حوزه علم اجتماعی، گرایش چندانی به هم‌نویسندگی ندارند (۱۴/۶۶ درصد). گره، ۰/۰۰۰۲ و ضریب خوشه شبکه ۰/۶۸۱ برآورد شد.

وانگ و همکاران (Wang, Zhang, Liu, Liu, & Wen, 2012) طی مطالعه‌ای به بررسی اشکال همکاری علمی حوزه‌ی محاسبات اجتماعی با استفاده از رویکرد تحلیل شبکه‌ی اجتماعی پرداختند. پژوهش با هدف شناسایی مؤسسات و محققان کلیدی این حوزه و طرح‌های همکاری در این حوزه انجام شد و اطلاعات کتابشناختی ۶۵۴۳ مقاله در حوزه‌ی محاسبات اجتماعی از سال ۱۹۹۸-۲۰۱۱ مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج بیانگر آن بود که همکاری علمی در بین محققان و مؤسسات این حوزه رواج داشته و در سطح مؤسسه‌ای یا فردی بهره‌وری علمی نسبتاً مؤثر بوده و همکاران فعال، اغلب انتقال دهندگان دانش بودند. همچنین بر اساس نتایج به‌دست آمده چگالی شبکه مؤسسات پایین بود و این نشان‌دهنده‌ی این است که هر مؤسسه و زیرگروه‌های آن بر موضوعات خاص خود متمرکز شده‌اند. ۵۰۰۰ نویسنده برتر برای تحلیل شبکه انتخاب شدند. در این شبکه ۱۶۳۸ گره جدا وجود داشت و خوشه‌ی اصلی متشکل از ۱۰۶۵ نویسنده بود. همچنین چگالی این شبکه پایین (۰/۰۰۵۵) بوده و حوزه‌های کاری تحقیق بیشتر بر موضوعات فوکسونومی، شبکه‌سازی، و وب معنایی، متمرکز شده بودند.

دوان و همکاران (Dhawan, Gupta, Kumar, Bansal, & Gupta, 2017) در پژوهشی به مطالعه علمی سنجی به منظور بررسی عملکرد علم و فناوری شش دانشگاه ایالتی هاریان در هند پرداخته‌اند. داده‌ها مربوط به سال ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۵ بوده و از پایگاه اسکاپوس استخراج شده‌اند. تولیدات علمی رشد حدود ۷ درصد داشتند و ۰/۸۱ درصد همکاری ملی، ۳۱/۸۷ درصد همکاری ایالتی و ۱۰/۲ درصد همکاری بین‌المللی داشته‌اند.

(Sun & Rahwan, 2017) شبکه اجتماعی هم‌نویسندگی تحقیقات حوزه حمل و نقل را طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۵ بررسی کرده‌اند. نتایج این پژوهش نشان داد که تمایل به هم‌نویسندگی در این حوزه رو به افزایش است. ویژگی‌های شبکه شکل گرفته به همراه سنجه‌های مرکزیت این شبکه ارائه شده است.

فتاحی، دانش و سهیلی (Fattahi, Danesh, & Soheili, 2011) طی پژوهشی به بررسی تولیدات علمی پژوهشگران دانشگاه فردوسی مشهد نمایه شده در وب‌آوساینس در یک دوره ۲۰ ساله به‌منظور تعیین میزان همکاری گروهی و ترسیم ساختار علمی این دانشگاه بر پایه میزان استنادهای دریافتی مدرک‌های منتشر شده پژوهشگران این دانشگاه پرداختند. یافته‌ها نشان داد که در این بازه‌ی زمانی، پژوهشگران این دانشگاه موفق به انتشار ۲۳۱۸ گردیده‌اند. توزیع فراوانی مشارکت نویسندگان این دانشگاه از قاعده‌ی لوتکا پیروی می‌کند. همچنین دانشگاه فردوسی مشهد در تولید علم جهانی از نرخ متوسط رشد برابر با ۳۴ درصد برخوردار بوده است.

همچنین بکاولی با انتشار ۱۰۲ مدرک در این بازه‌ی زمانی پرتولیدترین پژوهشگر این دانشگاه می‌باشد. تحلیل استنادهای مدرک‌های مورد بررسی نشان داد که بین تعداد نویسندگان با تعداد استنادهای دریافتی و میزان مشارکت یک نویسنده با تعداد مدرک‌های منتشر شده توسط او رابطه مثبت وجود دارد.

جعفرزاده (Jafarzadeh, 2012) در پایان نامه کارشناسی ارشد خود به بررسی برون‌دادهای علمی پژوهشگران دانشگاه شهید چمران اهواز در پایگاه وب آو ساینس طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۱ پرداخته است. در این پژوهش شاخص‌های علم‌سنجی و شبکه هم‌نویسندگی بررسی شده است. نتایج نشان داد که در دوره‌ی مورد بررسی ۱۱۶۸ مدرک در پایگاه وب آو ساینس نمایه شده است. نرخ رشد تولیدات علمی پژوهشگران دانشگاه شهید چمران نیز ۲۲/۵۵ می‌باشد. حوزه‌ی موضوعی شیمی با فراوانی ۲۳۶ مدرک بیش از سایر موضوعات توسط پژوهشگران این دانشگاه کار شده است. از نظر همکاری ملی بیشترین همکاری با دانشگاه‌های تهران و آزاد اسلامی و از نظر همکاری بین‌المللی بیشترین میزان با پژوهشگران کشورهای انگلیس و آمریکا انجام شده است. مطالعه‌ی روند همکاری علمی پژوهشگران نشان داد که مدارک علمی هم‌نویسندگی ۹۰/۷۵ درصد از انتشارات و مدارک تک نویسنده‌ای ۹/۲۵ درصد آن‌ها را شامل می‌شوند. ضریب همکاری پژوهشگران ۰/۴۹، میانگین تعداد نویسندگان ۲/۴۶ و نسبت مقالات هم‌نویسندگی به مقالات تک نویسنده‌ای نیز ۰/۸۰ محاسبه شد. ترسیم و تحلیل شبکه‌ی اجتماعی هم‌نویسندگی پژوهشگران از ۷ مولفه‌ی اصلی توسط دانشکده‌های دامپزشکی، علوم پایه، فنی- مهندسی و مهندسی آب تشکیل شده است. مولفه‌های نوپایی نیز توسط دانشکده‌های کشاورزی، علوم ریاضی و کامپیوتر و علوم تربیتی و روان‌شناسی ایجاد شده‌اند. یافته‌ها نشان داد که شبکه‌ی حاضر شامل ۵۲ گره و ۱۹۸۸ پیوند بین آن‌ها می‌باشد که چگالی و ضریب خوشه‌بندی آن به ترتیب برابر با ۰/۷۳ و ۳/۷۵ است.

نبوی (Nabavi, 2012) با استفاده از روش علم‌سنجی به ارزیابی علم‌سنجی عملکرد اعضای هیأت علمی دانشگاه زنجان بر اساس مدارک نمایه شده در پایگاه استنادی علوم از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۰ می‌پردازد. داده‌های حاصل از پژوهش با استفاده از نرم‌افزار هیست سایت و همچنین امکانات تحلیلی موجود در پایگاه وب آو ساینس مورد تحلیل قرار گرفتند. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل اطلاعات نشان داد که تعداد تولیدات علمی دانشگاه زنجان در وب آو ساینس در طی سال‌های مورد مطالعه ۵۴۶ مدرک بوده است که تعداد آن در طول سال‌های مورد بررسی، از روندی رو به رشد برخوردار بوده است به طوری که از ۶ مدرک در سال ۲۰۰۶ به ۱۳۳ مدرک در سال ۲۰۱۰ رسیده است. عمده‌ترین شکل تولیدات علمی به صورت مقاله بوده و زبان انگلیسی زبان چیره در تولیدات علمی این دانشگاه بوده است. زمینه‌ی موضوعی شیمی و فیزیک و فنی- مهندسی بیش از سایر موضوعات مورد توجه نویسندگان بوده است. به‌رغم نوسانات زیاد موجود، تا به امروز شاهد کاهش تعداد استنادات از سال ۲۰۰۷، شاخص هرش از سال ۲۰۰۸، میانگین استناد به مقالات از سال ۲۰۰۶ بوده است. از سال ۲۰۰۹ به بعد میزان خود استنادی‌ها افزایش پیدا کرده است. از میان اعضای هیأت علمی نیز، علی رضانی از گروه شیمی به‌عنوان پرتولیدترین و پراستنادترین پژوهشگر بود.

گلینی مقدم و طاهری (Galyani-Moghaddam & Taheri, 2015) در پژوهشی با عنوان بررسی ترسیم شبکه هم‌نویسندگی و ضریب همکاری علمی پژوهشگران ایرانی در حوزه هوا فضا در نمایه استنادی علوم تا سال ۲۰۱۴ میلادی پرداختند. نتایج تحقیق آنان نشان داد که میانگین ضریب همکاری علمی بین نویسندگان در طول سال‌های مورد بررسی (۴۱ سال)، ۰/۴۳ درصد به دست آمد. بیش از ۸۸ درصد مقالات، الگوی دو نویسنده‌ای (۳۵/۲۷ درصد) و سه نویسنده‌ای (۱۶/۳۹ درصد) داشته‌اند.

سجادیان و محمدی (Sajadian & Mohammadi, 2016) شبکه هم‌نویسندگی مقالات ارائه شده در چهاردهمین، پانزدهمین و شانزدهمین همایش صنایع دریایی را بررسی و ترسیم کرده‌اند. این همایش‌ها طی سال‌های ۹۱ تا ۹۳ برگزار شده است. به منظور تحلیل داده‌ها از نرم‌افزارهای یوسی نت، تودایکس ال استفاده شده است. نتایج پژوهش نشان داد که ارتباط بین گره‌های موجود در

شبکه اجتماعی هم‌نویسندگی پژوهشگران دریایی بدین قرار است: اکثر مولفه‌ها دوتایی و چندتایی هستند و مولفه بزرگ از گره‌های کمی تشکیل شده است. ارتباط منسجمی بین گره‌های موجود در مولفه‌های بزرگ هم وجود ندارد و این امر سبب شده تا قطر شبکه اجتماعی موجود در بین این پژوهشگران افزایش یابد و جریان اطلاعات بین اعضای شبکه به کندی صورت بگیرد که این امر هم باعث می‌شود تراکم شبکه در همایش نسبتاً پایین شبکه‌های هم‌نویسندگی موجود در این همایش نسبتاً سست و گسسته هستند. همچنین نقشه هم‌نویسندگی و نویسندگان و دانشگاه‌های برتر به لحاظ شاخص‌های مورد بررسی معرفی شده‌اند.

شبکه‌ی هم‌تألفی دانشگاه‌های علوم پزشکی وابسته به وزارت بهداشت با استفاده از سنج‌های تحلیل شبکه اجتماعی در پژوهشی توسط محمدیان و وزیر (Mohammadian & Vaziri, 2017) مورد بررسی قرار گرفته است. پایگاه مورد استفاده وب‌آو ساینس بوده و از نرم‌افزارهای بیب‌اکسل، وس‌ویور، پاژک و یوسی‌نت جهت ترسیم و تحلیل استفاده شده است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که بیشترین همکاری بین المللی بین دانشگاه شهید بهشتی با دانشگاه مالایای مالزی بوده است. به لحاظ سنج‌های مرکزیت، دانشگاه‌های علوم پزشکی تهران، شهید بهشتی، اصفهان، تبریز و شیراز به ترتیب مهم‌ترین جایگاه را در شبکه‌های هم‌تألفی دانشگاه‌های علوم پزشکی داشته‌اند.

مرور پیشینه‌های مربوط به هم‌نویسندگی نشان‌دهنده‌ی مهم بودن بررسی الگوهای هم‌نویسندگی و به ویژه به کارگیری فن تحلیل شبکه‌ی اجتماعی (سنج‌های مرکزیت) برای بررسی هم‌نویسندگی در جوامع دانشگاهی در داخل و خارج کشور را نشان می‌دهد. در اکثر پژوهش‌ها از نرم‌افزارهای یوسی‌نت و نت‌دارو برای مصورسازی و تحلیل شبکه‌ی هم‌نویسندگی استفاده شده است. این پژوهش ضمن سنجش تولیدات علمی پژوهشگران بر اساس شاخص‌های علم‌سنجی از قبیل نرخ رشد، شاخص‌های همکاری، پرتولیدترین پژوهشگران و شاخص هرش آن‌ها، به تحلیل مؤلفه‌های شبکه‌ی هم‌نویسندگی پژوهشگران و بررسی ساختارهای موجود در شبکه‌های هم‌نویسندگی با استفاده از تحلیل شبکه‌های جمع‌محور و بر اساس سنج‌های مرکزیت از قبیل درجه، بینایی، بردار ویژه و نزدیکی پرداخته است. همچنین سنج‌های چگالی، ضریب خوشه‌بندی، فاصله میان گره‌ها و زیرگروه‌ها نیز محاسبه و تعیین شده است.

روش‌شناسی پژوهش

روش پژوهش حاضر توصیفی با استفاده از فنون علم‌سنجی و تحلیل شبکه اجتماعی می‌باشد. جامعه این پژوهش شامل تمامی مدارک علمی نمایه شده در همه پایگاه‌های نمایه‌استنادی وب‌آو ساینس می‌باشد که حداقل یکی از نویسندگان آن در وابستگی سازمانی خود، دانشگاه سمنان را ذکر کرده باشند که به این طریق، در مجموع ۲۱۰۶ مدرک به عنوان تولیدات علمی دانشگاه سمنان در طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۵ به دست آمد. ابزار گردآوری داده‌ها، درگاه پایگاه وب‌آو ساینس بوده که سه پایگاه آی‌اس‌آی (نمایه‌استنادی علوم، نمایه‌استنادی علوم اجتماعی، نمایه‌استنادی هنر و علوم انسانی) و همچنین چند نمایه‌استنادی معتبر دیگر از جمله نمایه‌مقالات کنفرانس‌ها را ارائه می‌دهد. به منظور استخراج تولیدات علمی دانشگاه سمنان، ابتدا تمامی تولیدات علمی ایران استخراج شد و سپس با استفاده از بخش تحلیل پایگاه وب‌آو ساینس دانشگاه‌ها مشخص شده و پس از جستجو تنها داده‌هایی که مربوط به دانشگاه سمنان که هم با نام Semnan University و هم University of Semnan در پایگاه نمایه‌سازی شده بودند، استخراج شدند. به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از فنون و شاخص‌های علم‌سنجی (شاخص‌های همکاری، درجه همکاری، ضریب همکاری و غیره) و تحلیل شبکه‌های اجتماعی (سنج‌های مرکزیت) استفاده گردید. همچنین نقشه هم‌نویسندگی با استفاده از نرم‌افزارهای، کوآتور، یوسی‌نت (Stephen P Borgatti, Everett, & Freeman, 1999) و نت‌دراو (Steve P Borgatti, 2002) ترسیم و تحلیل گردید.

به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزارها و سنجه‌های مختلف استفاده شد. به این منظور ابتدا داده‌ها توسط نرم افزار کوآتور مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و ماتریس هم نویسنده‌گی تشکیل شد. ماتریس به دست آمده یک ماتریس متقارن 194×194 بود که سلول‌ها مورب (قطر) برابر با صفر قرار داده شد. سپس آن ماتریس به نرم افزار یوسی نت وارد شد تا فرمت مناسبی که در نرم افزارهای ترسیم نیاز است فراهم شود. پس از به دست آمدن خروجی‌ها از نرم افزار یوسی نت، جهت ترسیم نقشه هم نویسنده‌گی از نرم افزار نت دراو استفاده شد. همچنین برای تمامی نویسندگان و محققان دانشگاه سمنان شاخص h با استفاده از پایگاه وب آو ساینس محاسبه و نویسندگان دارای بالاترین اچ ایندکس شناسایی گردید.

یافته‌های پژوهش

وضعیت نرخ رشد تولید علم دانشگاه سمنان در سال‌های مورد بررسی

بررسی تولیدات علمی محققان دانشگاه سمنان در نمایه‌های استنادی وب آو ساینس طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۵ نشان می‌دهد که این محققان در مجموع ۲۱۰۶ مدرک به ثبت رسانده‌اند. در این بین بیشترین تولیدات مربوط به سال ۲۰۱۵ با ۴۴۹ مدرک (۲۱ درصد از کل) و کمترین آن مربوط به سال‌های ۱۹۹۸ و ۱۹۹۹ هر کدام با یک مدرک بوده است. شایان ذکر است که طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۷ مدرکی ثبت نشده و تعداد تولیدات صفر می‌باشد.

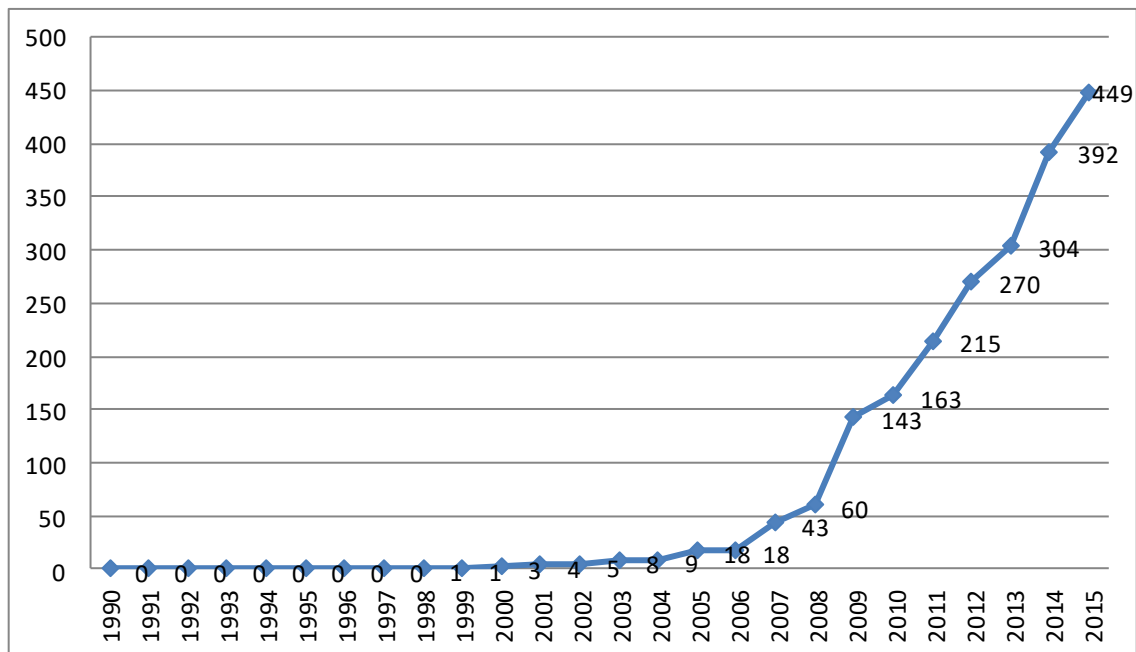
به منظور محاسبه متوسط نرخ رشد تولیدات علمی این حوزه در طی سال‌های مورد بررسی از میانگین هندسی به صورت رابطه (۱) استفاده شده است. در این رابطه مقدار G' ، نرخ رشد در طی هر یک از سال‌های مورد مطالعه بوده که مقدار آن نیز با توجه به رابطه (۲) قابل محاسبه می‌باشد.

$$G = \sqrt[n]{G'_1 \times G'_2 \times G'_3 \dots G'_n}$$

$$G' = \frac{y_t - y_{t-1}}{y_{t-1}} + 1$$

$$G' = \frac{y_t - y_{t-1}}{y_{t-1}}$$

نکته قابل توجه در میانگین هندسی این است که اگر میزان نرخ رشد در طی هر یک از سال‌های مورد بررسی منفی باشد مقدار G' به صورت رابطه (۳) محاسبه می‌گردد که در روابط فوق مقدار y_t تعدد مقالات در هر سال می‌باشد (سهیلی و عصاره، ۱۳۸۸).
پس از محاسبه نرخ رشد بر اساس فرمول بالا، عدد $43/22$ به دست آمد که همانطور که از نمودار شماره ۱ مشخص است روند رو به رشد بسیار خوبی در تولیدات علمی محققان دانشگاه سمنان مشاهده می‌شود. بیشترین رشد مربوط به سال‌های ۲۰۰۸ با ۶۰ و ۲۰۰۹ با ۱۴۳ مدرک است که با رشد تقریباً دوبرابری روبه رو هستیم.



نمودار شماره ۱ روند رشد تولید علم دانشگاه سمنان در سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۱۵

Chart 1: The growth of scientific output of Semnan University in 1995-2015

در پاسخ به سوال دوم پژوهش در مورد حوزه های موضوعی تولید علم محققان دانشگاه سمنان، همانطور که در جدول شماره ۱، نشان داده شده، حوزه مهندسی با ۷۱۴ مدرک (حدود ۳۹ درصد)، فیزیک با ۴۱۴ مدرک (حدود ۱۹/۵ درصد) و ریاضی با ۲۹۸ مدرک (حدود ۱۴ درصد)، موضوعاتی بود اند که محققان دانشگاه سمنان پیرامون آن تولید علمی داشته‌اند.

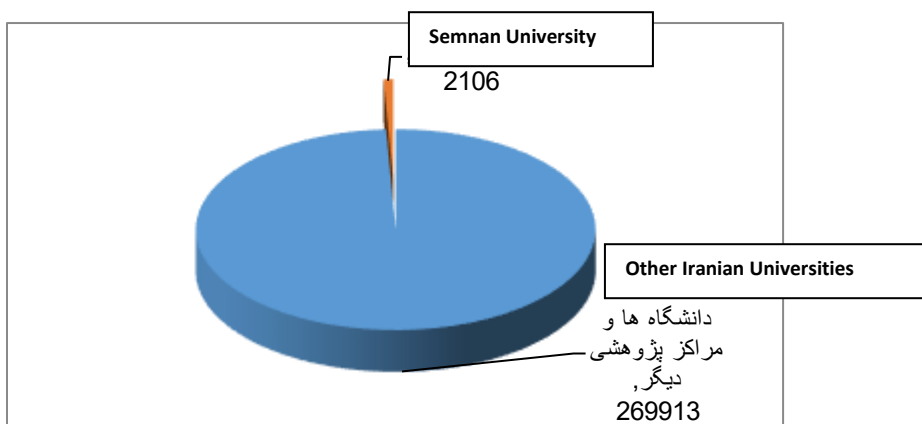
جدول ۱. حوزه‌های پژوهشی محققان دانشگاه سمنان در پایگاه‌های استنادی وب آو ساینس طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۵

Table 1, Research Areas of Researchers of Semnan University at Web of Science in the Years 1990 to 2015

درصد Percent	تعداد مدارک Documents	حوزه موضوعی Research Ares	ردیف Rank
33.90	714	Engineering	۱
19.065	414	Physics	۲
14.15	298	Mathematics	۳
14.05	296	Chemistry	۴
13.81	291	Materials Science	۵
7.78	164	Thermodynamics	۶
6.69	141	Mechanics	۷
6.50	137	Computer Science	۸
5.55	117	Science Technology Other Topics	۹
5.36	113	Energy Fuels	۱۰

سهم دانشگاه سمنان از تولید علم در سطح ملی و بین المللی

بررسی داده‌ها نشان می‌دهد که در پایگاه‌ها و طی سال‌های مورد بررسی محققان ایران ۲۷۲۰۱۹ مدرک تولید کرده‌اند که در این بین سهم دانشگاه سمنان ۲۱۰۶ مدرک می‌باشد که جایگاه تقریباً ۳۰ را در بین دانشگاه‌های کشور به خود اختصاص داده است (از آن جایی که با توجه به وابستگی سازمانی که نویسندگان در مقالات ذکر کرده‌اند، دانشگاه‌ها با اسامی مختلفی در پایگاه وب آو ساینس نمایه شده‌اند به منظور یکدست سازی تمامی تولیدات علمی ایران بازیابی شده و سپس با بررسی اسامی مختلف و تولیدات علمی هر نام یک دانشگاه خاص این رتبه بندی تقریبی به دست آمده است). با این تعداد از تولیدات، سهم دانشگاه سمنان حدود ۰/۷۷ درصد از کل تولیدات ایران است که در نمودار شماره ۲ نشان داده شده است.



نمودار شماره ۲. سهم دانشگاه سمنان از تولید علم در سطح ملی طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۵ در پایگاه‌ها وب آو ساینس

Chart 2. The contribution of Semnan University to the scientific output at the national level from 1990 to 2015 on Web sites

بررسی داده‌ها نشان داد که کل تولیدات دنیا طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۵ برابر با ۴۲۳۴۵۱۸۷ مدرک بوده است. که با توجه به تولیدات دانشگاه سمنان که برابر با ۲۱۰۶ مدرک بوده می‌توان گفت که سهم دانشگاه سمنان در تولید علم دنیا، ۰/۰۰۴۹ درصد می‌باشد.

پر تولیدترین و پر استنادترین محققان دانشگاه سمنان

بررسی داده‌های استخراج شده نشان می‌دهد که به لحاظ تولید بالا گرجی، با ۱۸۷ مدرک، امجدی ۱۱۵ مدرک و اروچی با ۱۱۰ مدرک پر تولیدترین محققان دانشگاه سمنان در پایگاه‌های استنادی وب آو ساینس بوده‌اند. ۲۰ نویسنده پر تولید و پر استناد دانشگاه سمنان در پایگاه‌های استنادی وب آو ساینس طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۵ در جدول شماره ۲، نشان داده شده است.

جدول ۲. پر تولید ترین و پر استناد ترین محققان دانشگاه سمنان در پایگاه‌های استنادی وب آو ساینس طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۵

Table 2. The most productive and the most cited of Seman university researchers in Web of Science from 1990 to 2015

رتبه Rank	نویسنده Author	تعداد مقالات Documents	سهم نویسنده از کل تولید علم Author contribution of the whole science production	نویسنده Author	تعداد استناد Time cited
۱	Gorji	178	8.45	Amjadi	2126
۲	Amjadi	115	5.46	Gorji	1341
۳	Orouji	110	5.22	Orouji	629
۴	Fereidoon	87	4.13	Asghari	540
۵	Khoramian	55	2.61	Fereidoon	471
۶	Asghari	50	2.37	Mahmoudi	376
۷	Tehrani	46	2.18	Savadkouhi	375
۸	Sadodin	44	2.08	Talebi	316
۹	Varaminian	44	2.08	Sadodin	308
۱۰	Kheyroodin	39	1.85	Khoramian	251

وضعیت شاخص اچ ایندکس محققان دانشگاه سمنان

نتیجه بررسی داده‌ها برای پاسخگویی به این پرسش در جدول شماره ۳، نشان داده شده است. امجدی با اچ ایندکس ۲۵، گرجی با ۲۳ و اروجی با اچ ایندکس ۱۵ محققانی هستند که بالاترین عدد این شاخص را به خود اختصاص داده‌اند. ده محقق دارای بیشترین اچ ایندکس در جدول شماره ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳. وضعیت محققان دانشگاه سمنان دارای بیشترین اچ ایندکس در پایگاه‌های استنادی وب آو ساینس طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۵

Table 3. The status of researchers at Semnan University who has the highest H index in citation databases of Web of Science during 1990 to 2015

رتبه Rank	نویسنده Author	اچ ایندکس H inde
1	Amjadi	25
2	Gorji	23
3	Orouji	15
4	Fereidoon	12
5	Asghari	11
6	Savadkouhi	11
7	Mahmoudi	11
8	Sadodin	10
9	Valipour	10
10	Khoramian	9

جدول ۴. ده نویسنده دارای بیشترین شاخص درجه در نقشه هم‌نویسندگی محققان دانشگاه سمنان در پایگاه‌های استنادی وب آو ساینس طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۵

Table 4. The top ten authors have the highest degree in the map of co-authorship of researchers at Semnan University in the Web of Science during 1990 to 2015

شاخص رتبه Degree	نویسنده Author	رتبه Rank
254	Gorji	1
107	Fereidoon	2
95	Asghari	3
95	Khoramian	4
89	Orouji	5
84	Tehrani	6
83	Amouzadeh	7
80	Amjadi	9
66	Khodai	10

بررسی شاخص بینابینی، نشان داد که رشیدی، سعدالدین و رضایی بیشترین بینابینی را داشته‌اند. ده نویسنده دارای بیشترین بینابینی در جدول شماره ۵ نشان داده شده است.

جدول ۵. ده نویسنده دارای بیشترین شاخص بینابینی در نقشه هم‌نویسندگی محققان دانشگاه سمنان در پایگاه‌های استنادی وب آو ساینس طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۵

Table 5. The top ten authors have the most betweenness in the map of co-authorship of researchers at Semnan University in the Web of Science between 1990 and 2015

شاخص بینابینی Betweenness	نویسنده Author	رتبه Rank
2972.836	Rashidi	1
2972.836	Sadodin	2
2283.913	Rezae	3
2202.886	Mohammadi	4
2055.475	Mehraban	5
1821.165	Keshavarzi	6
1600	Hasanabadi	7
1541.866	Amjadi	8
1436.75	Orouji	9
1399.59	Naderi	10

این شاخص افرادی را که بیشترین نقش به عنوان پل ارتباطی را داشته‌اند نشان می‌دهد که عدم حضور آن‌ها گسست بین ارتباطات محققان را باعث می‌شود. از دیگر شاخص‌های مرکزیت، شاخص نزدیکی است. این شاخص نشان دهنده کوتاهترین مسیر یک گره با سایر گره‌های موجود در شبکه می‌باشد (عصاره، بابایی، ۱۳۹۳). سعدالدین بیشترین عدد این شاخص را به خود اختصاص داده است و رضایی و نادری در رتبه‌های بعدی قرار گرفته‌اند. این بدان معنی است که این نویسندگان دارای کمترین فاصله با سایر گره‌های موجود در شبکه هستند. بطور کلی نشان دهنده قدرت و نفوذ بیشتر این نویسندگان در شبکه می‌باشد. در جدول شماره ۶، ده نویسنده دارای بیشترین شاخص نزدیکی را نشان می‌دهد.

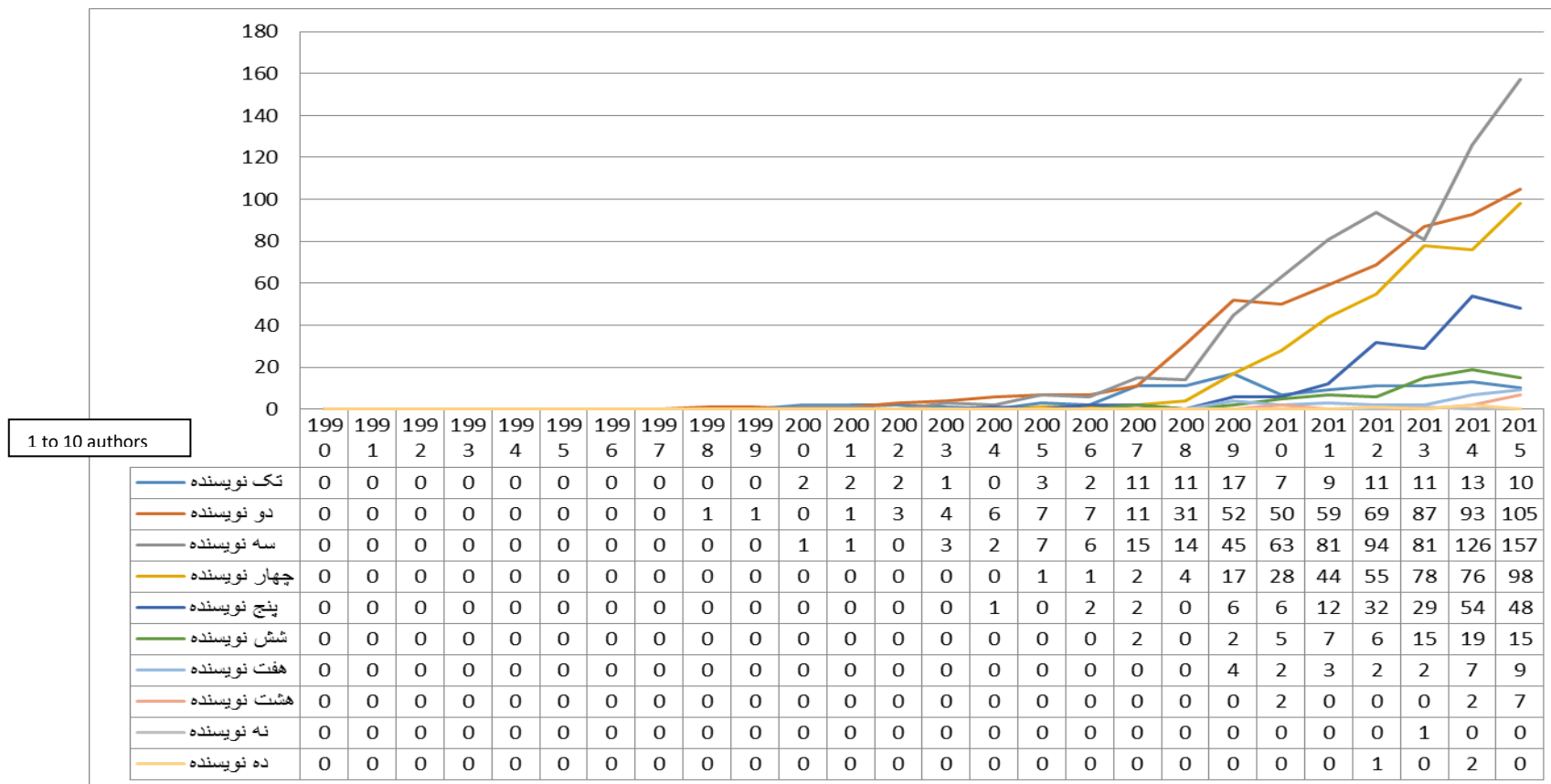
جدول شماره ۶. نویسندگان دارای بیشترین شاخص نزدیکی در نقشه هم نویسنده‌گی محققان دانشگاه سمنان در پایگاه‌های استنادی وب آو ساینس طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۵

Table 6. The top ten authors have the most Closeness in the map of co-authorship of researchers at Semnan University in the Web of Science between 1990 and 2015

شاخص نزدیکی Closeness	نویسنده Author	رتبه Rank
3.989	Sadodin	1
3.595	Rezae	2
3.974	Naderi	3
3.947	Rashidi	4
3.944	Orouji	5
3.939	Mohammadi	6
3.938	Gorji	8
3.933	Ganji	9
3.929	Keshavarzi	10

شاخص همکاری، درجه همکاری و ضریب همکاری در تولیدات علمی پژوهشگران دانشگاه سمنان در پایگاه-های وب آو ساینس طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۵

به منظور استخراج و محاسبه شاخص‌های مذکور باید تعداد تک نویسنده‌گی یا چند نویسنده‌گی مقالات در هر سال مشخص شود. این داده‌ها در نمودار شماره ۳، نشان داده شده است. داده‌های این جدول نشان می‌دهد که هرچند روند هم نویسنده‌گی در چند سال دچار نوسان بوده است اما در کل در سال‌های مورد بررسی محققان دانشگاه سمنان به سمت هم نویسنده‌گی گرایش داشته‌اند. بیشترین هم نویسنده‌گی در سال ۲۰۱۵ به صورت ۳ نویسنده‌گی بوده است (۱۵۷ مدرک با سه نویسنده) در مجموع نیز مدارک علمی سه نویسنده بیشترین نوع هم نویسنده‌گی بوده است که در نمودار شماره ۳ نشان داده شده است.



نمودار شماره ۳. توزیع فراوانی و روند همکاری گروهی پژوهشگران دانشگاه سمنان در تولیدات علمی نمایه شده در پایگاه وب‌آوساینس به تفکیک سال‌های مورد بررسی

Chart 3. Frequency distribution and co-authorship process of Semnan University researchers in web of Science database by the years studied

پس از به دست آمدن تعداد هم نویسندگی مدارک طی سال‌های مختلف، سه شاخص هم نویسندگی، شامل شاخص همکاری، درجه همکاری و ضریب همکاری به دست آمد که در جدول شماره ۷، شان داده شده است. شاخص همکاری طی سال‌های مورد بررسی روند کاملاً افزایش داشته است، همچنین در دو شاخص درجه همکاری و ضریب همکاری با وجود چند نوسان در چند سال به طور کلی روند افزایشی بوده است. میانگین این سه شاخص در کل سال‌های مورد بررسی به ترتیب، ۲/۵۲، ۰/۸۴ و ۰/۵۰ می‌باشد.

جدول شماره ۷، توزیع شاخص همکاری، درجه همکاری و ضریب همکاری محققان دانشگاه سمنان در پایگاه‌های استادی وب آو

ساینس طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۵

Table 7. Distribution of Collaborative Index, Degree of Collaboration and Collaboration Coefficient among Researchers at Semnan University at Web of Science in 1990 to 2015

ضریب همکاری Collaboration Coefficient	درجه همکاری Degree of Collaboration	شاخص همکاری Collaborative Index	سال Year
۰	۰	۰	1997-1990
0.50	1	2	1998
0.50	1	2	1999
0.22	0.33	1.66	2000
0.29	0.5	1.75	2001
0.30	0.60	1.60	2002
0.50	0.87	2.25	2003
0.57	1	2.55	2004
0.49	0.83	2	2005
0.54	0.88	2.66	2006
0.47	0.74	2.51	2007
0.46	0.81	2.18	2008
0.54	0.88	2.75	2009
0.61	0.95	3.04	2010
0.62	0.95	3.11	2011
0.63	0.95	3.22	2012
0.63	0.96	3.28	2013
0.65	0.96	3.43	2014
0.65	0.97	3.39	2015
0.50	0.84	2.52	Average

بحث و نتیجه گیری

محاسبه نرخ رشد نشان داد که، نرخ رشد تولیدات علمی محققان دانشگاه سمنان در ربع قرن اخیر ۴۳/۲۲ بوده است که روند رو به رشد بسیار خوبی محسوب می‌شود، نتایج فتاحی، دانش و سهیلی (Fattahi et al., 2011) رشد ۳۴ درصد را برای دانشگاه فردوسی نشان می‌دهد. نبوی (Nabavi, 2012) نیز رشد قابل قبولی را برای تولیدات علمی دانشگاه زنجان بیان کرده است. دوان و همکاران (Dhawan et al., 2017) هم رشد ۷ درصدی تولیدات علمی دانشگاه‌های ایالتی در هند را گزارش کرده‌اند که کمتر از نتایج این پژوهش بوده است. بررسی نتایج تقریباً تمامی پژوهش‌های علم‌سنجی انجام شده در مورد دانشگاه‌ها، نویسندگان و یا یک حوزه‌ی موضوعی خاص نشان می‌دهد که همسو با نتایج این پژوهش، همگی روندی افزایش داشته‌اند هرچند ممکن است طی سال‌های مختلف نوساناتی داشته باشند اما در کل روندی رو به رشد و افزایشی بوده است. لازم به ذکر است که بیشترین رشد تولیدات علمی دانشگاه سمنان مربوط به سال‌های ۲۰۰۸ (با ۶۰ مدرک) و ۲۰۰۹ (با ۱۴۳ مدرک) است که با رشد بیش از دوبرابری مواجه هستیم که جای بحث دارد. نتایج پژوهش‌ها نشان می‌دهد که سال‌های ۲۰۰۷ و ۲۰۰۸ و

۲۰۰۹ سال‌های طلایی رشد علم ایران محسوب می‌شود. نرخ رشد علم ایران در سال ۲۰۰۷، ۴۵ درصد و برای سال ۲۰۰۹، ۲۴ درصد بوده است (Moradi Moghadam, Davarpanah, & Dayani, 2015). بنابراین طبیعی است که در سال‌های طلایی تولید علم ایران، شتاب تولید علم در دانشگاه سمنان بعنوان یک مرکز دانشگاهی بزرگ در شمال شرق کشور نیز زیاد باشد. در مورد علل این رشد نیز می‌توان به تصویب و توجه خاص وزارت علوم و تحقیقات به آیین‌نامه تشویق مقالات و امتیاز خاص به مقالات ISI در این آیین‌نامه‌ها اشاره نمود. در اسناد بالا دستی مثل برنامه پنج ساله توسعه سیاسی، اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی و نیز برنامه چشم انداز ۱۴۰۴ نیز توجه خاصی به تولید دانش و اقتصاد دانش محور شده است که می‌تواند بر رشد علم موثر باشد.

نتایج یافته‌ها نشان داد که امجدی با اچ ایندکس ۲۵، اسحاقی گرجی با ۲۳ و اروجی با اچ ایندکس ۱۵ محققانی هستند که بالاترین عدد این شاخص را به خود اختصاص داده‌اند. محققان دارای اچ ایندکس بالا دارای استنادهای بیشتری نسبت به همکاران خود در دانشگاه بوده‌اند و نشان از کیفیت بالاتر تولید علمی آنان می‌باشد. طبق گزارش موسسه تامسون رویترز در سال ۲۰۱۵ دو نفر از اعضای هیات علمی دانشگاه سمنان بنام‌های دکتر مجید اسحاقی گرجی و دکتر نیما امجدی در زمره یک درصد برتر دانشمندان جهان قرار گرفته‌اند. و جزء لیست Highly Cited Research و به اصطلاح پر استناد ترین دانشمندان جهان از کشور جمهوری اسلامی ایران بوده‌اند، بنابراین طبیعی است که داری اچ ایندکس بالایی باشند. اگر دنبال معیاری برای انتخاب پژوهشگران برتر باشیم شاید معیار مناسبی برای شناسایی و تجلیل از این افراد باشد. پیشنهاد می‌شود دانشگاه سمنان هر ساله از پژوهشگران با اچ ایندکس بالا تجلیل نماید و همچنین در انتخاب مدیران بعنوان یک معیار علمی معتبر استفاده نماید.

بررسی نتایج نشان می‌دهد که حوزه‌های موضوعی مهندسی، فیزیک و ریاضی بیشترین مقالات دانشگاه سمنان را به خود اختصاص داده‌اند. پژوهش جعفرزاده (Jafarzadeh, 2012) حوزه‌ی شیمی را به عنوان بیشترین موضوع مورد پژوهش محققان دانشگاه شهیدچمران اهواز نشان می‌دهد. نتایج پژوهش نبوی (Nabavi, 2012) نیز شیمی، فیزیک و فنی مهندسی را در صدر موضوعات پرداخته شده توسط محققان دانشگاه زنجان نشان می‌دهد. با توجه به این نتیجه، محققان حوزه‌هایی غیر از مهندسی و علوم پایه (مانند علوم انسانی و علوم اجتماعی) باید سعی در تقویت و افزایش کمی و کیفی تولیدات علمی خود داشته باشند تا بتوانند رتبه خود را در چنین شاخص‌هایی ارتقا بخشند.

بررسی شبکه هم‌نویسندگی محققان دانشگاه سمنان طی سال‌های مورد بررسی نشان داد که این شبکه از ۶ خوشه (مؤلفه) اصلی و ۷ نویسنده ایزوله تشکیل شده است. بزرگترین خوشه (مؤلفه) از ۱۷۱ نویسنده تشکیل شده است. خوشه (مؤلفه) کوچکتر، از ۷ نویسنده و دیگر خوشه‌ها (مؤلفه) هر کدام از دو نویسنده تشکیل شده‌اند.

بررسی شاخص چگالی نقشه هم‌نویسندگی محققان دانشگاه سمنان عدد ۰/۱۱۳ را نشان می‌دهد که چگالی بالایی نیست. پژوهش وانگ و همکاران (Wang et al., 2012) نیز چگالی پایین (۰/۵۵۰۰) را در شبکه هم‌نویسندگی مورد مطالعه نشان می‌دهد. اما تقریباً غیر همسو با نتایج این پژوهش، چگالی ۰/۷۳ بود که چگالی بالاتر از نتایج پژوهش حاضر است که جعفرزاده (Jafarzadeh, 2012) از بررسی شبکه هم‌نویسندگی محققان دانشگاه شهیدچمران اهواز به دست آورده است. دلیل این چگالی پایین این امر می‌تواند باشد که این پژوهش بر روی محققان کل دانشگاه انجام شده است و ممکن است بین حوزه‌های علوم پایه و فنی مهندسی با برخی حوزه‌ها مانند علوم انسانی و علوم اجتماعی امکان هم‌نویسندگی زیادی وجود نداشته باشد. بررسی شاخص درجه از شاخص‌های مرکزیت نشان می‌دهد گرجی، فریدون و اصغری به ترتیب در جایگاه‌های اول تا سوم قرار گرفته‌اند. این شاخص نشان می‌دهد که این افراد بیشترین هم‌نویسندگی را داشته‌اند.

نتایج بررسی داده‌ها نشان داد که هرچند روند هم‌نویسندگی در چند سال دچار نوسان بوده است اما در کل دوره مورد بررسی محققان دانشگاه سمنان به سمت هم‌نویسندگی گرایش داشته‌اند. بیشترین هم‌نویسندگی در سال ۲۰۱۵ به صورت ۳ نویسندگی بوده است (۱۵۷ مدرک با سه نویسنده) در مجموع نیز مدارک علمی سه نویسنده بیشترین نوع هم‌نویسندگی بوده است.

شاخص همکاری طی سال‌های مورد بررسی روند کاملاً افزایش داشته است، همچنین در دو شاخص درجه همکاری و ضریب همکاری با وجود چند نوسان به طور کلی روند افزایشی بوده است. میانگین کل شاخص همکاری، درجه همکاری، و ضریب همکاری در کل سال‌های مورد بررسی (۲۰۱۵-۱۹۹۰) به ترتیب، ۲/۵۲، ۰/۸۴ و ۰/۵۰ می‌باشد. در کل حدود ۵ درصد تولیدات علمی به صورت تک نویسندگی و ۹۵ درصد به صورت هم‌نویسندگی بوده است. نتایج جعفرزاده (Jafarzadeh, 2012) نیز نشان می‌دهد که حدود ۹۱ درصد تولیدات علمی دانشگاه شهید چمران اهواز در پایگاه وب آو ساینس به صورت هم‌نویسندگی بوده و حدود ۹ درصد به صورت تک نویسندگی. ضریب همکاری پژوهش وی، ۰/۴۹ بوده که نزدیک به ضریب همکاری این پژوهش است. نتایج پژوهش گلینی مقدم و طاهری (Galyani-Moghaddam & Taheri, 2015) ضریب همکاری ۰/۴۳ درصد را در بین محققان هوافضا نشان می‌دهد که به نسبت کمتر از نتایج پژوهش حاضر است.

پیشنادهای برگرفته از پژوهش:

۱- روند رشد تولیدات علمی در دانشگاه سمنان طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۵ نشان از رشد ۴۳ درصدی دارد که رشد بالایی محسوب می‌شود. به نظر می‌رسد سیاست‌های تشویقی و برنامه‌ریزی‌ها و سیاست‌گذاری‌های مربوط به امر تولید علم در دانشگاه سمنان از دلایل این رشد محسوب می‌گردد پیشنهاد می‌گردد حمایت‌ها و سیاست‌های تشویق مقالات در دانشگاه ادامه یافته تا شاهد رشد بیش از پیش تولید علم بین‌المللی دانشگاه سمنان باشیم.

۲- نتایج بررسی تولیدات علمی در دانشگاه سمنان نشان داد که حوزه‌های مهندسی (حدود ۳۹ درصد)، فیزیک (حدود ۱۹/۵ درصد) و ریاضی (حدود ۱۴ درصد)، جزء حوزه‌های موضوعی پرتحرک و پرتولید علمی در دانشگاه محسوب می‌شوند. پیشنهاد می‌شود دلایل رشد این حوزه‌های موضوعی بررسی گردد تا بعنوان الگویی برای رشد متوازن و هم‌جانبه در همه حوزه‌های موضوعی تولید علم دانشگاه سمنان مورد تحلیل و استفاده قرار گیرد. در سال‌های اخیر در داخل کشور توجه به حوزه‌های علوم انسانی و علوم اجتماعی بیشتر شده است و نیاز است برنامه‌ریزی‌های لازم جهت افزایش تولیدات هم به لحاظ کمی و هم کیفی در حوزه‌های غیر از مهندسی و علوم محض و در حوزه‌های علوم انسانی و اجتماعی نیز انجام شود.

۳- و در نهایت در راستای تکریم مقام اساتید محترمی که بیشترین سهم را در تولید علم بین‌المللی دانشگاه سمنان داشته‌اند و دارای اچ‌ایندکس بالایی بوده‌اند، یا بیشترین استناد را دریافت کرده‌اند این است که از طرف هیات ممیزه محترم دانشگاه پایه تشویقی به این پژوهشگران برجسته اعطا گردد.

References

- Amiri, M. R. (2004). collaboration in writing: methods and benefits. *Ketabe mah Kolyat*, 84(7), 32-35.
- Batagelj, V., Mrvar, A., & De Nooy, W. (2005). *Exploratory social network analysis with Pajek*. CAMBRIDGE UNIVERSITY PUBLISHING GROUP.
- Borgatti, S. P. (2002). *NetDraw software for network visualization*. Lexington, KY: Analytic Technologies, 95.

- Borgatti, S. P., Everett, M. G., & Freeman, L. (1999). Ucinet: Software for social network analysis. Analytic Technologies (<http://analytictech.com/>).
- Danesh, F., Soheili, F., & Mesrinezhad, F. (2009). Drawing a scientific map of medical researchers using Hist cite software: case study in Isfahan University of Medical Sciences. *Informology*, 24(6), 59-81.
- Dhawan, S., Gupta, B., Kumar, A., Bansal, J., & Gupta, R. (2017). Comparative performance evaluation of Six Haryana State Universities in S&T research: a bibliometric study 2006-15.
- Fattahi, R., Danesh, F., & Soheili, F. (2011). A Survey on the Global Status of Scientific outputs of Ferdowsi University of Mashhad during 1990-2010 at the Web of Science with the aim of mapping the science map of this university. *Library and Information Science Reseach*, 1(1), 175-196.
- Galyani-Moghaddam, G., & Taheri, P. (2015). Mapping co-authorship network and scientific collaborative coefficient of Iranian researchers in the field of aerospace in the Science Citation Index to 2014. *Knowledge Studies*, 1(3), 23-42. Retrieved from http://jks.atu.ac.ir/article_1606_80c35936757ca2c4efba0af4d003a143.pdf.
- Glänzel, W., & Schubert, A. (2005). *Analysing Scientific Networks Through Co-Authorship*. [w:] Moed H. F., Glänzel W., Schmoch U. *Handbook of Quantitative Science and Technology Research*. In: Kluwer Academic Publishers.
- Hanneman, R. A., & Riddle, M. (2005). *Introduction to social network methods*.
- Hasanzadeh, M., Baghai, S., & Nouruzichakoli, A. (2008). Co-authorship in Iranian articles published in ISI journals and their impact on the amount of citations to those articles. *Science and Technology Policy*, 4(1), 11-19.
- Horri, A. (1993). *A review of information and information science*. Tehran: Nashre Ketabkhaneh.
- Jafarzadeh, S. (2012). *Measuring the Scientific Outputs of Shahid Chamran University researchers at the Web of Science between 1990 and 2011 on the basis of scientometrics and with emphasis on the analysis of their co-authorship networks*. (Master), Shahid Chamran,
- Katz, J. S., & Martin, B. R. (1997). What is research collaboration? *Research policy*, 26(1), 1-18.
- Liu, X., Bollen, J., Nelson, M. L., & Van de Sompel, H. (2005). Co-authorship networks in the digital library research community. *Information processing & management*, 41(6), 1462-1480.
- Mohammadian, S., & Vaziri, E. (2017). *Analysis and Visualization of Scientific Collaboration of Iran Universities of Medical Sciences Using Social Network Analysis Metrics Based on Web of Science Database*. *Payavard Salamat*, 11(1), 43-56. Retrieved from <http://payavard.tums.ac.ir/article-1-6187-fa.html>.
- Moradi Moghadam, H., Davarpanah, M. R., & Dayani, M. H. (2015). *The Study of Iran's Scientific Growth Model after the Islamic Revolution in Iran: Field of Science*. *Library and Information Science Reseach*, 5(1).
- Nabavi, A. (2012). *Evaluation of scientometrics performance of the faculty members of Zanjan University based on the documents indexed in the Science Citation database o from 2001 to 2010*. (Master), Kharazmi,
- Newman, M. E. (2004). Coauthorship networks and patterns of scientific collaboration. *Proceedings of the national academy of sciences*, 101(suppl 1), 5200-5205.
- Noruzi, A., & Velayati, K. (2009). *Scientific Collaboration: Sociology of Scientific Cooperation*. Tehran: Chapar.
- Osareh, F. (2009). *Book Review of scientific collaboration, sociology of scientific coloboration*. *Ketabe mah Kolyat*(143), 21-23.
- Osareh, F., Heidari, G., Zare, f., & Hajzeinolabedini, M. (2009). *From bibliometrics to webometrics...* Tehran: Ketabdar.
- Osca-Lluch, J., Velasco, E., López, M., & Haba, J. (2009). Co-authorship and citation networks in Spanish history of science research. *Scientometrics*, 80(2), 373-383.
- Rahimi, M., & Fattahi, R. *Scientific collaboration and information production: a glance at concepts and current models of co-authorship*. *National Studies on Librarianship and Information Organization*, 18(3).
- Sajadian, M., & Mohammadi, A. (2016). *Analyzing and mapping the network of scientific co-authorship and collaborative network of articles presented at the 14th, 15th and 16th Marine Industry Conferences*. Paper presented at the Marine industries, Kish. https://www.civilica.com/Paper-NSMI18-NSMI18_357.html
- Soheili, F., Osareh, F., & Farajpahloo, A. (2014). *Social Network Analyses of Information Science Researchers Co-authorship*. *Iranian Journal of Information Processing and Management*, 29(1), 191-210. Retrieved from <http://jipm.irandoc.ac.ir/article-1-2415-fa.html>.

- Sun, L., & Rahwan, I. (2017). Coauthorship network in transportation research. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 100, 135-151.
- Wang, T., Zhang, Q., Liu, Z., Liu, W., & Wen, D. (2012). On social computing research collaboration patterns: a social network perspective. *Frontiers of Computer Science*, 6(1), 122-130.
- Wasserman, S., & Faust, K. (1994). *Social network analysis: Methods and applications* (Vol. 8): Cambridge university press.
- Yin, L.-c., Kretschmer, H., Hanneman, R. A., & Liu, Z.-y. (2006). Connection and stratification in research collaboration: An analysis of the COLLNET network. *Information processing & management*, 42(6), 1599-1613.
- Zare, V., Jafarzadeh, R., & Khodapanah, T. (2016). An overview of the foundations of social networks analysis and co-author networks. *Depiction of Health*, 7(3), 61-66.



© 2019 by the authors. Licensee SCU, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)