University of Qom

Sciences and Techniques of Information Management

Volume 9, Issue 2, 2023

Research Article

Measuring Inter-Organizational Interactions of Scientific Articles in the Electrical and Electronic Engineering Field in Iran through a Triple Helix Model Approach

Sahar Zare Khormizi
Master's Student, Department of Scientometrics, Yazd University, Yazd, Iran. biosa2020@gmail.com

Afsaneh Hazeri
Associate Professor, Department of Knowledge and Information Science, Yazd University, Yazd, Iran
(Corresponding author). af_hazeri@yahoo.com

Ismael Mostafavi
Assistant Professor, Department of Knowledge and Information Science, Yazd University, Yazd, Iran.
mostafavi@yazd.ac.ir

Abstract

Purpose: The triple helix model measures the interactions between university, industry, and government and is used by researchers as a normative framework to understand the interactions between the main actors in innovation systems. The main goal of the current research is to analyze the dynamics of organizational interactions in the production of scientific articles in the field of electrical and electronic engineering in Iran. Therefore, this research tries to quantitatively assess the status of inter-organizational cooperation in scientific articles in the field of electrical and electronic engineering in Iran with the approach of the triple helix model.

Method: The current research is of an applied type, which was conducted using the Triple Helix Model and based on the T(UIG) indicator for University-Industry-Government interactions. The statistical population of the research includes 19,802 scientific articles indexed in the Web of Science database, from Iran in the field of Electrical and Electronic Engineering, during 2010-2019. TH software was used to convert data that was extracted from the Web of Science database into Excel format and to calculate the uncertainty of the interactions of the elements. In order to make a proper analysis in this regard, first, based on the usual and common research process of this field, the university was considered with code U, the industry with code I, and the government with code G.

Findings: The findings of the research showed that the number of articles has grown in the studied period and reached 3216 articles in 2019 from 1019 articles in 2010. The findings show that the production of articles in all three pillars has an upward growth and the growth rate of articles from 2010 to 2019 is 0.63 for university, 2.5 for industry and 1.8 for government; On the

Cite this article: Zare Khormizi, S., Hazeri, A. & Mostafavi, I. (2023). Measuring Inter-Organizational Interactions of Scientific Articles in the Electrical and Electronic Engineering Field in Iran through a Triple Helix Model Approach. *Sciences and Techniques of Information Management*, 9(2): 311-338. https://doi.org/10.22091/stim.2022.8390.1824

Received: 2022-07-20 ; **Revised:** 2022-09-10 ; **Accepted:** 2022-10-24 ; **Published online:** 2022-10-27

© The Author(s).

Published by: University of Qom.

This is an open access article under the: https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/

other hand, the highest level of cooperation between the university and the industry has taken place, and the lowest level of cooperation has been between the government and the industry. The findings showed that the highest level of university-government interactions was in 2010 and the lowest level of government-industry interactions, which was close to zero in most years, indicating the independence and lack of connection between the mentioned elements. One of the remarkable results is that in the years 2010-2019, the interaction between the university and the industry was in contrast with the dual interaction between the university and the government. University-industry interaction has been aligned with industry-government interaction during the years under review. In 2014, the interaction between the dual and triple pillars was zero, while the university-industry interaction reached its highest level this year. Also, in 2014, the highest level of interaction between university-industry dual pillars has taken place, and the opposite is true for tripartite relationships, and in 2010, the highest degree of triple interaction between university-industry-government pillars is observed. Based on the values of T index, the highest amount of double and triple interactions between university-government, university-industry-government, university-industry, and industry-government have been seen, respectively. In 2014, the interaction of the dual and triple pillars was close to zero, but this year, the interaction between the university and the industry has increased a lot, which indicates that the government does not invest in the industry, and in other words, wherever the role of the government becomes weaker, The role of industry is more prominent.

Conclusion: The findings showed that the number of articles has grown in the studied period, reaching 3216 articles in 2019 from 1019 articles in 2010. The results also show that the production of articles in all three pillars has an upward growth which the growth rate of articles from 2010 to 2019 is 0.63 for universities, 2.5 for industry, and 1.8 for government; On the other hand, the highest level of cooperation between the university and the industry has taken place, and the lowest level of cooperation has been between the government and the industry. The findings showed that the highest level of university-government interactions was in 2010, and the lowest level of government-industry interactions was close to zero in most years, indicating the independence and lack of connection between the mentioned elements. One of the remarkable results is that in the years 2010-2019, the interaction between the university and the industry was in contrast with the dual interaction between the university and the government. University-industry interaction has been aligned with industry-government interaction during the years under review. In 2014, the interaction between the dual and triple pillars was zero, while the university-industry interaction reached its highest level this year. Also, in 2014, the highest level of interaction between university-industry dual pillars has been taken place, and the opposite is true for tripartite relationships. In 2010, the highest degree of triple interaction between university-industry-government pillars is observed. Based on the values of the T index, the highest amount of double and triple interactions between university-government, university-industry-government, university-industry, and industry-government have been seen, respectively. In 2014, the interaction of the dual and triple pillars was close to zero, but this year, the interaction between the university and the industry has increased a lot, which indicates that the government does not invest in the industry, and in other words, wherever the role of the government becomes weaker, The role of industry is more prominent.

Keywords: Triple Helix Model, Co-Authorship, Electrical and Electronic Engineering, Scientific Collaboration, University Interactions.

/http://stim.qom.ac.ir

علوم و فنون مدیریت اطلاعات
دوره ۹، شماره ۲، ۱۴۰۲
مقاله پژوهشی

سنجش تعاملات و همکاری‌های بین سازمانی در مقالات علمی حوزه مهندسی برق و الکترونیک ایران با رویکرد مدل مارپیچ سه‌گانه

سحر زارع خورمیزی
دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علم‌سنجی، دانشگاه یزد، یزد، ایران. biosa2020@gmail.com
افسانه حاضری
دانشیار، گروه علم اطلاعات و دانش‌شناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران (**نویسنده مسئول**). hazeria@yazd.ac.ir
اسماعیل مصطفوی
استادیار، گروه علم اطلاعات و دانش‌شناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران. mostafavi@yazd.ac.ir

چکیده

هدف: مدل مارپیچ سه گانه تعاملات بین دانشگاه، صنعت و دولت را مورد سنجش قرار می‌دهد و به عنوان یک چارچوب هنجاری برای درک تعاملات بین بازیگران اصلی در سیستم‌های نوآوری توسط محققان استفاده می‌شود. هدف اصلی پژوهش حاضر، تحلیل پویایی تعاملات سازمانی در تولید مقالات علمی حوزهٔ مهندسی برق و الکترونیک ایران است. لذا، پژوهش حاضر به سنجش کمّی وضعیت همکاری‌های بین سازمانی در مقالات علمی حوزه مهندسی برق و الکترونیک ایران با رویکرد مدل مارپیچ سه‌گانه در گستره کشور ایران پرداخته است.

روش: پژوهش حاضر از نوع کاربردی بوده که با استفاده از مدل مارپیچ سه‌گانه و براساس شاخص رسانش عدم قطعیت (T(UIG به عنوان شاخص تعامل دانشگاه–صنعت–دولت انجام شده است. جامعه آماری پژوهش شامل ۱۹۸۰۲ مقاله علمی نمایه شده در پایگاه وب آو ساینس از ایران در حوزهٔ مهندسی برق و الکترونیک (۲۰۱۹–۲۰۱۰) است. پس از استخراج داده‌ها، در این پژوهش، از نرم‌افزار TH به‌منظور تبدیل داده‌ها به فرمت اکسل و محاسبه عدم قطعیت تعاملات ارکان استفاده شد. به‌منظور تحلیل مناسب در این خصوص، ابتدا براساس روند مرسوم و متداول تحقیقات این حوزه دانشگاه با کد U، صنعت با کد I، دولت با کد G در نظر گرفته شد.

پژوهش حاضر برگرفته از: پایان‌نامه کارشناسی ارشد با عنوان: **سنجش تعاملات دانشگاه، صنعت، دولت و جامعه در مقالات علمی حوزهٔ مهندسی برق و الکترونیک ایران با رویکرد مدل مارپیچ چهارگانه**، دانشجو: سحر زارع خورمیزی، استاد راهنما: افسانه حاضری، استاد مشاور اسماعیل مصطفوی، ارائه شده در بخش علم اطلاعات و دانش‌شناسی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه یزد است.

استناد به این مقاله: زارع خورمیزی، س.، حاضری، ا.، مصطفوی، ا. (۱۴۰۲). سنجش تعاملات و همکاری‌های بین سازمانی در مقالات علمی حوزه مهندسی برق و الکترونیک ایران با رویکرد مدل مارپیچ سه گانه. *علوم و فنون مدیریت اطلاعات*، ۹(۲): ۳۱۱-۳۳۸.
https://doi.org/10.22091/stim.2022.8390.1824

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۴/۲۹ ؛ **تاریخ اصلاح:** ۱۴۰۱/۰۶/۱۹ ؛ **تاریخ پذیرش:** ۱۴۰۱/۰۸/۰۳ ؛ **تاریخ انتشار آنلاین:** ۱۴۰۱/۰۸/۰۵

ناشر: دانشگاه قم

© نویسندگان.

یافته‌ها: یافته‌های پژوهش موید این است که تعداد مقالات در بازه زمانی مورد بررسی رشد یافته و از ۱۰۱۹ مقاله در سال ۲۰۱۰ به ۳۲۱۶ مقاله در سال ۲۰۱۹ رسیده است. در بررسی روند رشد مقالات هر یک از ارکان مشخص شد که تولید مقالات در هر سه رکن دارای رشد صعودی بوده و ضریب رشد مقالات از سال ۲۰۱۰ تا سال ۲۰۱۹ برای دانشگاه ۰٫۶۳، صنعت ۲٫۵ و دولت ۱٫۸ بوده است. بیشترین همکاری بین دانشگاه و صنعت صورت گرفته و کمترین میزان همکاری بین دولت و صنعت واقع شده است. یافته‌ها، همچنین نشان داد بالاترین میزان تعاملات مربوط به دانشگاه- دولت در سال ۲۰۱۰ و پایین‌ترین تعاملات مربوط به دولت- صنعت است که در اکثر سال‌ها نزدیک به صفر بوده و نشان‌دهنده استقلال و عدم ارتباط ارکان مذکور است. یکی از نتایج قابل‌توجه این است که در سال‌های ۲۰۱۰-۲۰۱۹ تعامل بین دانشگاه- صنعت در تضاد با تعامل دوگانه دانشگاه- دولت بوده است. تعامل دانشگاه- صنعت با تعامل صنعت- دولت طی سال‌های مورد بررسی همسو بوده است. در سال ۲۰۱۴ تعامل بین ارکان دوگانه و سه‌گانه صفر بوده است، در حالی‌که تعامل دانشگاه- صنعت در این سال به بالاترین میزان خود می‌رسد. همچنین، در سال ۲۰۱۴ بالاترین تعامل بین ارکان دوگانه مربوط به دانشگاه- صنعت صورت گرفته است و در خصوص روابط سه‌گانه در سال ۲۰۱۰ بیشترین میزان تعامل سه‌گانه بین ارکان دانشگاه- صنعت- دولت مشاهده می‌شود. براساس مقادیر شاخص T، بیشترین میزان تعاملات ارکان دوگانه و سه‌گانه به ترتیب بین دانشگاه- دولت، دانشگاه- صنعت- دولت، دانشگاه- صنعت، و صنعت- دولت دیده شده است. تعامل ارکان دوگانه و سه‌گانه در سال ۲۰۱۴ نزدیک به صفر بوده، ولی در این سال تعامل دانشگاه- صنعت روندی بسیار افزایشی داشته که حاکی از عدم سرمایه‌گذاری دولت بر صنعت بوده و به عبارتی هرکجا که نقش دولت کم‌رنگ‌تر می‌شود، نقش صنعت نمایان‌تر است.

نتیجه‌گیری: در مجموع، در حوزهٔ مهندسی برق و الکترونیک ایران، نمودار تعامل بین ارکان سه‌گانه در سال‌های مختلف دارای نوسانات بسیار اندکی بوده و پیشرفتی نداشته است. جدا بودن ساختارهای نهادی و در نتیجه، افزایش روندهای دیوان‌سالاری میان‌نهادی، مانع تعامل موثر شده و حوزه‌های نهادی مانند دانشگاه و صنعت به داشتن نقشی منفعلانه در فرآیند تولید دانش یا به اشتراک‌گذاری دانش شناخته می‌شود. بر این اساس، توسعه برخی سیاست‌های علم و فناوری و راهبردهای پژوهشی و صنعتی برای ارتقای شبکه نوآوری دانشگاه-صنعت-دولت به عنوان یک ضرورت پیشنهاد شده است. یکی از نکات بسیار مشهود این پژوهش، اهمیت حضور بخش دولتی است که با حمایت از ارکان علمی می‌تواند نقش مؤثری را در تعاملات داشته باشد. با توجه به شرایط خاص حاکم بر تولیدات علمی کشور، جایگاه حمایت‌های دولتی و انگیزش‌های موجود که از طریق این بخش به فضای علمی تزریق می‌شود، هدایت و توسعه اقدامات پژوهشی و تسریع تولید علم در کشور مشخص خواهد شد. یکی از راهکارهای اهتمام بیشتر به توسعه فناوری و تعامل بیشتر دو رکن دانشگاه- صنعت نیز سیاست‌گذاری‌های حمایتی و هدایتی دولت است که در صورت وجود هوشمندی بیشتر، شاید زمینه‌ساز تقاضامحوری و مسئله‌محوری پژوهش‌های دانشگاهی و ارتقای نوآوری و توسعه فناوری در بخش صنعت و افزایش بهره‌برداری از سرمایه‌های فراوان بخش دانشگاهی کشور باشد. با توجه به یافته‌های حاصل از پژوهش‌های متعدد، استفاده از رویکرد مدل مارپیچ سه‌گانه و قابلیت‌های آن در سنجش و پویایی دانش و تعاملات و همکاری‌های فناورانه و دانشی و حتی تولیدی در حوزه‌های مختلف دانش توصیه می‌شود.

کلیدواژه‌ها: مدل مارپیچ سه‌گانه، هم‌نویسندگی، مهندسی برق و الکترونیک، همکاری علمی، تعاملات سازمانی، تولید علم.

http://stim.qom.ac.ir/

۱. مقدمه

توسعه فناوری و نوآوری در هر جامعه‌ای به‌ندرت حاصل فعالیت انفرادی نهادی خاص است، بلکه در اکثر موارد حاصل همکاری و فعالیت اجزای متعددی بوده که روابط اثربخشی در میان خود دارند. هر کشور با توجه به نهادهای متفاوتی که در آن وجود دارد و روابط میان این نهادها، نظامی را تشکیل می‌دهد که برای برخورداری از عملکرد مناسب و امکان رقابت، باید در مسیر توسعه فناوری و تقویت نوآوری حرکت کند. بی‌تردید می‌توان گفت موفقیت در عرصه توسعه فناوری، به این نظام و ویژگی‌های آن وابسته است. چنین نظامی را که توسط «لوندوال»[1] در سال ۱۹۹۲ مطرح شد، اصطلاحاً نظام ملی نوآوری می‌نامند (باقری‌نژاد، ۱۳۸۲).

راه‌اندازی نظام ملی نوآوری در بسیاری از کشورها، از جریان ایده‌ها و مهارت‌ها و نیروی انسانی میان دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی و بخش‌های اقتصادی جامعه حاصل می‌شود. از طریق تعامل میان این مراکز و توسعه فرهنگ نوآوری، توسعه اقتصادی در کشورها امکان‌پذیر گردیده و این امر باعث توجه به ارتباط بین دانشگاه، دولت و صنعت شده است؛ چراکه این سه نهاد محیط‌های علمی، سیاست‌گذاری و تولیدی را با یکدیگر ایجاد می‌کنند (حاتمی و نقشینه، ۱۳۹۴).

بر همین اساس، اتزکویتز[2] و لیدسدورف[3]، با استفاده از نظریه اطلاعات شانون[4] و رهیافت اطلاعات متقابل[5]، مدل مارپیچ سه‌گانه[6] را برای سنجش روابط بین سازمانی در اوایل دهه ۹۰ پیشنهاد دادند. مدل مارپیچ سه گانه و اشکال دیگر این مدل، تعاملات بین دانشگاه، صنعت و دولت را مورد سنجش قرار می‌دهد و به عنوان یک چارچوب هنجاری برای درک تعاملات بین بازیگران اصلی در سیستم‌های نوآوری توسط محققان استفاده می‌شود. مدل مذکور بر این فرض استوار است که گسترش تعاملات بین ارکان یاد شده، شرایط مطلوبی را برای نوآوری فراهم می‌نماید (اتزکویتز و لیدسدورف، ۱۹۹۸). در این نظریه که به سرعت به یکی از روش‌های متداول برای بررسی روابط مربوط به همکاری نهادهای دانشگاه، صنعت و دولت تبدیل شد، ارکان اصلی نوآوری ضمن حفظ

http://stim.qom.ac.ir/

1. Lundwall
2. Etzkowitz
3. Leydesdorff
4. Shannon's Information Theory
5. Mutual Information Approach
6. Triple Helix Model

هویت، همزمان می‌توانند نقش سایر نهادها را هم بر عهده بگیرند (محمدپور، ۱۳۹۴).

مدل مارپیچ سه‌گانه با بررسی تعاملات دانشگاه، صنعت و دولت، نقش دانشگاه‌ها را در گذار از جامعه صنعتی به جامعه دانش‌بنیان برجسته می‌کند و در مطالعات نوآوری و کارآفرینی کاربرد گسترده‌ای یافته است. ادغام مفاهیم مختلف از علوم اجتماعی نظیر مثلث زیمل[1]، کارآفرینی سازمانی شومپیتر[2]، منطق سازمانی[3] و شبکه‌های اجتماعی[4]، با این مدل، بر قدرت آن افزوده است و ورود صاحب‌نظران حوزه‌های مختلف به آن افق روشنی از پژوهش‌های آتی را با بکارگیری این مدل در پیش‌رو قرار داده است (کای[5] و اتزکویتز، ۲۰۲۰). در این میان، آنچه به‌عنوان متغیر برای ارزیابی اجرای نظام ملی نوآوری، یعنی تعامل بین دانشگاه، صنعت و دولت در نظر گرفته شده، همکاری است که به‌عنوان عامل پیش‌برنده برای نوآوری عمل می‌کند. تعاملات علمی به‌عنوان یک موضوع در حال ظهور در مطالعات نوآوری، اهمیت بسزایی یافته و انواع مختلف آن شامل همکاری بین افراد، گروه‌ها، مؤسسات و کشورها توجه بسیاری از محققان را به خود جلب کرده است (حاتمی، ۱۳۹۵).

بررسی و مرور پیشینه‌های خارج از ایران نشان می‌دهد که محافل دانشگاهی، پژوهش‌های عمیقی در مورد نظریه و مدل‌سازی مدل مارپیچ سه‌گانه نوآوری انجام داده‌اند. پژوهش‌های خارجی در مورد تئوری تریپل هلیکس و مدل آن، عمدتاً شامل مکانیسم پویایی این مدل، مدل همکاری در موضوعات مختلف نوآوری و روش اندازه‌گیری شاخص T می‌باشد. از میان این جنبه‌های اصلی، اندازه‌گیری کمّی از مدل TH، جهت‌گیری پژوهشگران بسیاری بوده است. همچنین بسیاری از مطالعات از شاخص‌های TH برای پژوهش‌های مرتبط استفاده کرده‌اند، که در ادامه برخی از این پژوهش‌ها معرفی می‌شوند.

مگنیگبتو[6] (۲۰۱۸)، در پژوهشی روابط سه‌گانه UIG را یک بازی دارای سه نقش با ابزار قابل انتقال فرض کرده است و نشان داد که هم‌افزایی در سیستم نوآوری کره جنوبی، بیش از آفریقا است. دانشگاه نیروی بیشتری برای هدایت و خلق هم‌افزایی دارد و همکاری‌هایی که دولت در آن سهیم

1. Simmel’s Triad
2. Schumpeter’s Organizational Entrepreneur
3. Institutional Logics
4. Social Networks
5. Cai
6. Mêgnigbêto

http://stim.qom.ac.ir/

است، در جهت حفظ هم‌افزایی موفق‌تر بوده است.

نتایج پژوهش ایوانوا و همکاران[1] (۲۰۱۹)، حاکی از نقش اصلی مؤسسات دارای مالکیت بین‌المللی نسبت به مؤسسات ملی در خوشه‌های هم‌افزایی و همچنین هم‌افزایی بیشتر در مؤسسات بخش شمالی کشور نروژ که از منابع دولتی بیشتری برخوردارند، است.

همچنین پژوهش کانگ و همکاران[2] (۲۰۱۹) حاکی از آن است که دانشگاه‌ها در مقایسه با دولت و صنایع، نیروی اصلی نوآوری هستند.

مرور پژوهش‌ها در مورد نظریه مارپیچ سه‌گانه نوآوری، در کشور ایران حاکی از این است که این پژوهش‌ها عمدتاً از نوع پژوهش‌های کمّی بوده و براساس تئوری و کاربرد آن متمرکز است. تاکنون بهره‌برداری از این الگو در حوزه‌های علمی کشاورزی، نانوفناوری، مدارک علمی نمایه شده ایران و مهندسی پزشکی (جعفری، ضرغامی و اخوان، ۱۳۹۴؛ جعفری، اخوان و ضرغامی، ۱۳۹۴؛ دهقانی سانیج و همکاران، ۱۳۹۹؛ سبحانی، ابراهیمی و جوکار، ۱۳۹۶) انجام شده، لکن به طور کلی، اغلب پژوهش‌ها به بررسی و تحلیل تعاملات تولیدات علمی ارکان نوآوری جوامع مورد نظر، فارغ از یک حوزه علمی خاص پرداخته‌اند، که این امر مقایسه تحلیل‌ها در حوزه‌های علمی متنوع را مشکل می‌سازد. در این میان، برخی از محققان شاخص‌های TH را معرفی و به صورت کاربردی مورد بحث و دقت‌نظر قرار داده‌اند، و برخی از آنها فقط رابطه تعاملات UIG را در سطح ملی یا بین‌المللی و یا در حوزه‌های مختلف علمی اندازه گرفته‌اند، که در ادامه به آنها اشاره شده است.

دهقانی سانیچ و همکاران (۱۳۹۹)، در پژوهشی به بررسی سنجش تعاملات دانشگاه، صنعت و دولت کشور ایران در مقالات علمی مهندسی پزشکی پرداختند. نتایج نشان‌دهنده وجود پویایی در تعاملات، در بُعد ملی بوده است. در مجموع، تعامل بین دانشگاه- صنعت، روندی افزایشی داشته و قوی‌ترین تعامل دوگانه متعلق به دانشگاه- دولت بوده است.

حاتمی و نقشینه (۱۳۹۴)، نیز در پژوهشی به بررسی همکاری‌های بین سازمانی و شاخص‌های استنادی مدارک علمی نمایه شده ایران در پایگاه اسکوپوس پرداختند. نتایج نشان داد که میانگین تعداد استنادها برای هر مدرک ۲/۷ درصد بوده؛ ولی میانگین استنادها برای مدارک دارای تعامل دوگانه ۱۰/۳۶ درصد است.

1. Ivanova
2. Kang

http://stim.qom.ac.ir/

جعفری، اخوان، و ضرغامی (۱۳۹۴)، در پژوهشی به بررسی و تحلیل تعاملات بین ارکان سه‌گانه در تولیدات علمی بخش نانو ایران در پایگاه وب آو ساینس پرداختند. براساس یافته‌های این پژوهش، با وجود سرمایه‌گذاری زیاد دولتی و اولویت‌گذاری اسناد بالادستی کشور در بخش نانو، روند تولیدات علمی در ایران در این زمینه وضعیت مناسبی برای ارتقای نوآوری در کشور ندارد.

سوزنچی کاشانی و ضرغامی[1] (۲۰۱۹)، در پژوهشی به بررسی تطبیقی روابط مدل مارپیچ سه‌گانه در ایران و سوئیس پرداختند. یافته‌ها نشان داد که حدود ۶۰ درصد تولیدات علمی کشور سوئیس حاصل مشارکت دو یا سه‌گانه ارکان مدل مارپیچ می‌باشد، در حالی‌که برای ایران این عدد کمتر از ۲۰ درصد گزارش شد. درصد مشارکت‌های ارکان سه‌گانه برای ایران معادل ۰/۵۷ و برای سوئیس معادل ۲۶/۵۷ درصد به دست آمد. در نهایت بررسی و مقایسه مشارکت ارکان تولیدات علمی حاکی از وجود اختلاف زیادی در حوزه مورد مطالعه در دو کشور بود.

نتایج پژوهش عزیزی و مرادی[2] (۲۰۱۹) نیز نشان داد که هرچند ایران از لحاظ شاخص نوآوری در سطح تقریباً خوب، و در رکن آموزش و نیروی انسانی و زیرساخت ارتباطی و اطلاعاتی در سطح متوسطی قرار دارد، اما از لحاظ مشوق‌های اقتصادی و رژیم نهادی در شرایط نامطلوبی بوده که نتوانسته است دانش نظری و علمی را به دانش کاربردی و تجاری تبدیل کند.

تعامل بین پژوهشگران دانشگاهی و سازمان‌های صنعتی در ایران مانند سایر کشورهای در حال توسعه، بسیار ضعیف و ناپایدار بوده و تولیدات صنعتی بسیار اندکی وجود دارد که حاصل فرایند پژوهش‌های دانشگاهی باشد، این امر می‌تواند به دلایل مختلفی از جمله عملکرد ضعیف دولت در ایجاد زیرساخت‌های موثر در راستای برقراری تعامل مناسب بین صنعت و دانشگاه، مشکلات مرتبط با انتقال فناوری از کشورهای توسعه‌یافته و عدم کارایی فرایند واردات فناوری، عدم وجود زیرساخت مناسب برای انجام مهندسی معکوس و استفاده از شاخص‌های غیربومی و نظام ارزشیابی غیرکارآمد باشد (دهقانی‌سانیچ و همکاران، ۱۳۹۹).

تاکنون سنجش تعاملات ارکان نوآوری در ابعاد سه‌گانه دانشگاه، صنعت و دولت در تحقیقات مختلف مورد توجه قرار گرفته است. مهندسی برق و الکترونیک یکی از حوزه‌های پررنگ در بخش‌های مختلف دانشگاه، صنعت و دولت در دنیا است. در کشور ایران نیز، از بُعد دانشگاهی، این

1. Souzanchi, Kashani & Zarghami
2. Azizi & Moradi

http://stim.qom.ac.ir/

حوزه با انتشار بیشترین میزان تولیدات علمی در پایگاه وب آو ساینس جایگاه ممتازی دارد. بررسی مدارک در پایگاه وب آو ساینس نشان می‌دهد که ایران در فهرست ۱۴ کشور برتر دنیا در تولید مدارک علمی این حوزه قرار دارد. در حالی‌که کاربرد محصولات و خدمات مرتبط با حوزه مهندسی برق و الکترونیک، در سایر بخش‌های صنعت و دولت، امری کاملاً آشکار است. در حال حاضر روشن نیست که در تولیدات علمی حوزهٔ یاد شده از سوی ایران، ارتباط بین بخش‌های دانشگاه، صنعت و دولت در داخل کشور تا چه اندازه شکل گرفته، و تعاملات بین کدام یک از ارکان مدل مارپیچ سه‌گانه بیشتر در جریان بوده است.

با بررسی تعاملات بین سه نهاد دانشگاه، دولت و صنعت می‌توان گامی هرچند کوچک در جهت کمک به رونق تولید ملی ایران هم‌راستا با تحقق دستور اکید مقام معظم رهبری و اهداف سند چشم‌انداز ۲۰ ساله ایران برداشت. پژوهش‌های علم‌سنجی، برای بهبود اثربخشی پژوهش‌ها در مقالات پایگاه‌های علمی امری ضروری‌است؛ زیرا در صورت تدوام این مشکل، افزایش دانش هیچ کمکی به بهبود وضعیت کشور نمی‌کند و شکست صنعت بی‌بهره از دانش، قطعی خواهد بود (حاتمی و نقشینه، ۱۳۹۴).

ضرورت پرداختن به پژوهش حاضر این است که رشد تحقیقات نظری و تجربی درباره مارپیچ سه‌گانه در دو دههٔ گذشته، موجب ارائهٔ یک چارچوب کلی برای کاوش و پویایی نوآوری شده و به آگاهی بیشتر در خصوص نوآوری‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی و توسعه سیاست‌گذاری‌های علمی و پژوهشی کمک کرده است. لذا، این پژوهش بینش و چشم‌انداز مهمی را هم برای محققان و هم برای سیاست‌گذاران فراهم می‌کند. همچنین، با بررسی ساختار شبکه همکاری‌های علمی و نقش شبکه بازیگران نهادی مختلف در آن، قادر به کشف نقاط قوت و ضعف اصلی سیستم نوآوری از بُعد تعاملات علمی و پژوهشی در کشور است.

لذا، هدف پژوهش حاضر سنجش کمّی وضعیت همکاری‌های بین سازمانی در مقالات علمی حوزه مهندسی برق و الکترونیک ایران با رویکرد مدل مارپیچ سه‌گانه در پایگاه وب آو ساینس در گستره وسیع است تا در پرتو آن سیاست‌گذاران امر بتوانند ضمن شناسایی نقاط ضعف و قوت همکاری‌های بین‌سازمانی، تدابیر مناسبی را برای ارتقاء وضعیت موجود اتخاذ کنند. همچنین، شناخت نقاط قوت همکاری‌های پژوهشی بین‌سازمانی در کشور می‌تواند شاخص‌ها و معیارهای جدید و بومی را برای اقتباس تجربه‌های موفق توسط سایر سازمان‌ها درپی داشته باشد.

http://stim.qom.ac.ir/

۲. سوالات پژوهش

۱) سهم هر یک از ارکان سه‌گانه، در تولید مقالات علمی ایران در حوزهٔ مهندسی برق و الکترونیک در کشور چقدر است؟

۲) تعاملات بین ارکان مختلف در مقالات علمی ایران در حوزهٔ مهندسی برق و الکترونیک براساس مدل مارپیچ سه‌گانه چگونه است؟

۳) آیا بین هر یک از ارکان مدل مارپیچ سه‌گانه در تولید مقالات علمی حوزهٔ مهندسی برق و الکترونیک ایران روابط معناداری وجود دارد؟

۳. روش‌شناسی

پژوهش حاضر یک پژوهش علم‌سنجی است که از نظر هدف کاربردی می‌باشد. در این پژوهش سهم هر یک از ارکان مارپیچ سه‌گانه در تولیدات علمی حوزهٔ مهندسی برق و الکترونیک ایران به‌صورت H(U)، H(G)، H(I) با استفاده از آنتروپی اطلاعات تعیین می‌شود. همچنین از این مفهوم، در محاسبه شاخص رسانش عدم قطعیت (T) استفاده می‌گردد.

در این پژوهش، سنجش تعاملات دانشگاه، صنعت و دولت بر مبنای مدل مارپیچ سه‌گانه صورت گرفته است. به‌منظور تحلیل مناسب در این خصوص، ابتدا براساس روند مرسوم و متداول تحقیقات این حوزه، دانشگاه با کد U، صنعت با کد I، دولت با کد G در نظر گرفته شد.

به منظور بررسی مشارکت پژوهشگران هر یک از ارکان سه‌گانه در تولید علم حوزهٔ مهندسی برق و الکترونیک ایران، مقالات موجود در پایگاه وب آو ساینس در بازه زمانی ده ساله ۲۰۱۰-۲۰۱۹ به عنوان جامعه پژوهش در نظر گرفته شد. در جستجوی اولیه، تعداد ۱۹۸۰۲ مقاله بدست آمد. برای بازیابی مدارک مرتبط با هر یک از ارکان، از ابزار جستجوی پیشرفته پایگاه وب آو ساینس استفاده شد. به این صورت که ابتدا تعداد ۱۱ راهبرد جستجو با الهام از راهبردهای جستجوی مدون و اعتباریابی شده در مقالات موجود طراحی و محدود شد. میزان همپوشانی مقالات نیز با استفاده از جستجوهای ترکیبی و عملگرهای جبر بولی بررسی گردید.

(1) (PY=2018 AND AD=(“IRAN”) AND WC=(Engineering, Electrical & Electronic*))

مقالات با وابستگی دانشگاه (U) (ناخالص)

(2) (PY= 2018 AND AD=("IRAN") AND WC=(Engineering, Electrical & Electronic*) AND AD=("IRAN" SAME (UNIV* OR EDU* OR AC* OR TECH*

http://stim.qom.ac.ir/

OR ACER* OR UNVERS* OR SCH* OR ACRI* CALTECH* COLL* OR DANESHGA*))

مقالات با وابستگی صنعت (I) (ناخالص)

(3) (PY= 2018 AND AD=("IRAN") AND WC=(Engineering, Electrical & Electronic*) AND AD=("IRAN" SAME (CO.* OR CO* OR COMPA* OR CORP* OR LCC* OR INC* OR GRID* OR GRP* OR GMBH* OR AB OR IND* OR LTD* OR AG*))

مقالات با وابستگی دولت (G) (ناخالص)

(4) (PY= 2018 AND AD=("IRAN") AND WC=(Engineering, Electrical & Electronic*) AND AD= ("IRAN" SAME (GOVT* OR GOVERN* OR GOV* OR NAZL* OR NACL* OR NIH OR ORG* OR MINIST* OR ACAD* OR ORGANIZ* OR NATL*))

تا اینجا مدارک بازیابی شده دارای همپوشانی با یکدیگر هستند، و از آنجا که باید در بازیابی داده‌ها نهایت دقت به کار گرفته شود تا از بازیابی بیش از یک‌بار موارد دارای همپوشانی جلوگیری شود، بنابراین، نتایج با استفاده از عملگرهای بولی زیر محدود شد.

مقالات دانشگاه- صنعت- دولت	(5) #4 AND #3 AND #2
مقالات دانشگاه خالص	(6) #2 NOT #3 NOT #4 OR #5
مقالات صنعت خالص	(7) #3 NOT #2 NOT #4 OR #5
مقالات صنعت خالص	(8) #4 NOT #3 NOT #2 OR #5
مقالات خالص دانشگاه و صنعت (UI)	(9) #2 AND #3 NOT #5
مقالات خالص دانشگاه و دولت (UG)	(10) #2 AND #4 NOT #5
مقالات خالص صنعت و دولت (IG)	(11) #3 AND #4 NOT #5

به‌منظور تحلیل تعاملات ارکان سه‌گانه در ابعاد مختلف، از نرم‌افزار تی. اچ. فور[1] استفاده شد و شاخص رسانش عدم قطعیت (شاخص T) مورد بررسی قرار گرفت. تی. اچ. فور، نرم‌افزار شناخته شده‌ای است که به کاربران این امکان را می‌دهد تا مقادیر شاخص رسانش عدم قطعیت اطلاعات

1. TH4.exe

http://stim.qom.ac.ir/

متقابل در مدل مارپیچ سه‌گانه را محاسبه کنند. این نرم‌افزار که در سال ۲۰۰۸ طراحی شده و از سایت شخصی لیدسدورف قابل دانلود است، دارای کاربردهای بین‌المللی بوده و در پژوهش‌های این حوزه بسیار استفاده شده است (حاتمی و نقشینه، ۱۳۹۴؛ جعفری، اخوان و ضرغامی، ۱۳۹۴؛ یه، یو و لیدسدورف[1]، ۲۰۱۳).

در این پژوهش، تعامل علمی با استفاده از سنجش شاخص رسانش عدم قطعیت (T) مورد بررسی قرار می‌گیرد. شاخص رسانش عدم قطعیت (T) که در متون مختلف با عبارات شاخص انتقال اطلاعات یا شاخص گذار اطلاعات نیز نامیده شده است، برای محاسبه میزان تعامل در تولیدات علمی، محاسبه می‌شود. مقادیر به‌دست آمده می‌تواند مثبت، منفی و یا صفر باشد. مقادیر T منفی به‌دست آمده برای این شاخص حاکی از وجود افزونگی و یا کاهش عدم قطعیت در تعاملات سه‌گانه بوده و مقادیر مثبت و صفر نشان‌دهنده عدم وجود تعامل در بین ارکان مدل است. در ابعاد دوجانبه مقادیر T مثبت مطلوب بوده و حاکی از وجود تعاملات دوجانبه در بین ارکان است (جعفری، اخوان و ضرغامی، ۱۳۹۴).

محاسبه تعاملات براساس شاخص رسانش عدم قطعیت:

طبق تعریف آنتروپی اطلاعات، آنتروپی، میانگین اطلاعات دریافت شده از یک منبع اطلاعات است. براساس نظریه اطلاعات شانون، آنتروپی اطلاعات هر متغیر تصادفی گسسته (X) برحسب بیت اطلاعات محاسبه می‌شود. آنتروپی اطلاعات طبق فرمول (۱) تعریف شده است (جوکار و مروتی، ۱۳۹۵؛ لیدسدورف، ۲۰۰۱).

فرمول(۱): $H = -\sum_{i}^{n} P_i \log_2 P_i$

به‌طوری که:

H= آنتروپی یا میانگین میزان اطلاعات دریافتی، P_i= احتمال انتخاب پیام i

اگر نظم و ترتیب عناصر کم باشد، بر این اساس مقدار آنتروپی کوچک خواهد بود و برعکس. در منطق طراحی شده توسط بولتزمن[2]، به‌عنوان مثال، عدم قطعیت احتمال حضور نهاد دانشگاه (Hu) به‌صورت زیر محاسبه می‌شود (کیم و همکاران[3]، ۲۰۱۲):

1. Ye, Yu & Leydesdroff
2. Boltzmann
3. Kim

http://stim.qom.ac.ir/

فرمول (۲):

$$Hu = -\sum_{u=0}^{1} P_u \log_2 P_u$$

به‌طوری که:

P_u، احتمال وابستگی و تعلق نویسنده مقاله (همکار) به دانشگاه را نشان می‌دهد، به همین ترتیب P_i، P_g و P_f به ترتیب احتمال وابستگی و تعلق نویسندگان به صنعت، دولت و همکاران بین‌المللی و خارجی اشاره دارد. بر این اساس، مدل مارپیچ سه‌گانه امکان وجود همکاری‌ها و نویسندگانِ چندگانه را (که هرکدام وابستگی مخصوص به خودشان را دارند) نیز در نظر می‌گیرد و احتمالات حاشیه‌ای[1] را (به‌عنوان مثال در حالتی که نویسندگانی که متعلق به دانشگاه نیستند، به صنعت وابسته باشند) به‌صورت فرمول (۳) تعریف می‌کند (کیم و همکاران، ۲۰۱۲).

فرمول (۳):

$$Pu = -\sum_{u=0}^{1} P_{ui} \quad \text{و} \quad Pi = -\sum_{i=0}^{1} P_{ui}$$

بعد از تعیین احتمالات حاشیه‌ای، به تعیین میزان آنتروپی حاشیه‌ای با استفاده از مقادیر H پرداخته می‌شود. آنتروپی ترکیبی در روابط دوسویه نیز از طریق فرمول (۴) محاسبه می‌شود (حسین و همکاران، ۲۰۱۲).

فرمول (۴):

$$H_{ui} = -\sum_{u=0}^{1}\sum_{i=0}^{1} P_{ui} \log_2 P_{ui} = P_{10} \log_2 \frac{1}{P_{10}} + P_{01} \log_2 \frac{1}{P_{01}} + P_{11} \log \frac{1}{P_{11}}$$

به همین ترتیب، در روابط سه‌بعدی نیز مقدار آنتروپی (Huig) براساس فرمول (۵) تعیین می‌شود (کیم و همکاران، ۲۰۱۲):

فرمول (۵):

$$H_{uig} = -\sum_{u=0}^{1}\sum_{i=0}^{1}\sum_{g=0}^{1} P_{uig} \log_2 P_{uig} = P_{100} \log_2 \frac{1}{P_{100}} + P_{010} \log_2 \frac{1}{P_{010}} + P_{001} \log_2 \frac{1}{P_{001}} +$$
$$P_{110} \log_2 \frac{1}{P_{110}} + P_{011} \log_2 \frac{1}{P_{011}} + P_{101} \log_2 \frac{1}{P_{101}} + P_{111} \log_2 \frac{1}{P_{111}}$$

1. Marginal Probabilities

http://stim.qom.ac.ir/

سپس اطلاعات متقابل بین دو بعد توزیع احتمال که مساوی رسانش عدم قطعیت (T) است (جوکار و عصاره، ۱۳۹۲)، به‌عنوان مثال درباره تعامل دانشگاه و دولت (UG) به‌صورت فرمول (۶) محاسبه می‌شود (شین لی، و کیم[1]، ۲۰۱۲):

فرمول (۶):

$$T_{ug}=H_u + H_g - H_{ug}$$

میزان رسانش عدم قطعیت سه بعدی (Tuig) نیز به صورت فرمول (۷) محاسبه خواهد شد (لیدسدورف و همکاران، ۲۰۱۴).

فرمول (۷):

$$T_{uig} = H_u + H_i + H_g - H_{ui} - H_{ug} - H_{ig} + H_{uig}$$

رسانش عدم قطعیت، همچون نظریه اطلاعات شانون، اطلاعاتی را درباره عدم قطعیت در شبکه اطلاعاتی بین ارکان مارپیچ سه‌گانه فراهم می‌کند. مقادیر بزرگ‌ترT دو بعدی (مانند Tug)، نشان‌دهنده تعامل بیشتر بین ارکان است، در حالی‌که به‌طور عکس، این مقادیر در سه بعد (Tuig) نشانگر تعامل کمتر است (کیم و همکاران، ۲۰۱۲). مقدار صفر نشان‌دهنده عدم تعامل بین ارکان دوگانه و سه‌گانه می‌باشد (لیدسدورف و همکاران، ۲۰۱۴).

نرخ رشد مقالات هرکدام از ارکان، براساس فرمول زیر محاسبه شده است:

محاسبه نرخ رشد مقالات در هر یک از ارکان در سال‌های مختلف براساس فرمول (۹) انجام شده است (عصاره و مصطفوی، ۱۳۹۰):

فرمول (۹): محاسبه نرخ رشد مقالات

$$G = \frac{Xt - X(t-1)}{X(t-1)} \times 100$$

G= نرخ رشد مقالات / Xt = تعداد مقالات دوره (t) Xt-1 / Xt= تعداد مقالات در دوره (t-1)

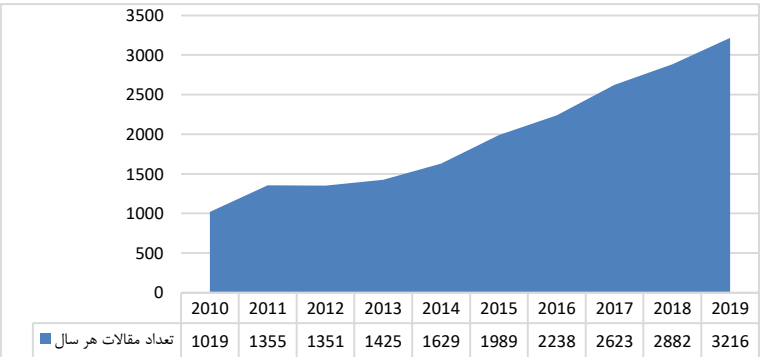
۴. یافته‌ها

به منظور پاسخ‌گویی به سوالات پژوهش، باتوجه به نمودار (۱)، مشخص شد که حوزهٔ مهندسی برق و الکترونیک ایران در بازه زمانی ۲۰۱۰-۲۰۱۹ دارای ۱۹۸۰۲ مقاله در پایگاه وب آو ساینس

1. Shin, Lee & Kim

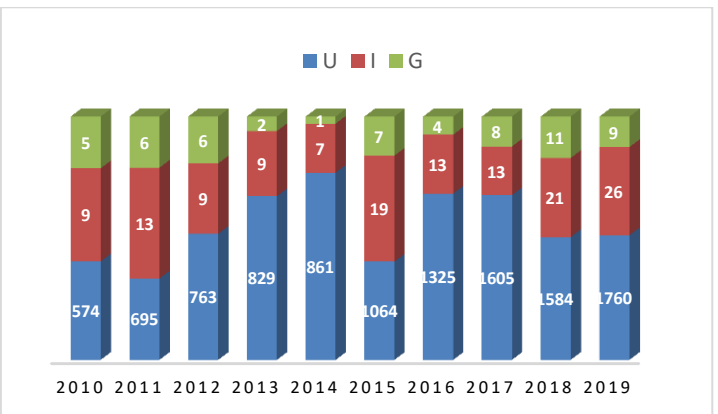
http://stim.qom.ac.ir/

است. همان‌گونه که در نمودار (۱) مشاهده می‌شود، تعداد مقالات در بازه زمانی مورد بررسی رشد یافته و از ۱۰۱۹ مقاله در سال ۲۰۱۰ به ۳۲۱۶ مقاله در سال ۲۰۱۹ رسیده است.



نمودار ۱- روند رشد مقالات حوزهٔ مهندسی برق و الکترونیک ایران در بازه زمانی ۲۰۱۰-۲۰۱۹

در پاسخ به سوال اول پژوهش مبنی بر اینکه سهم هر یک از ارکان سه‌گانه در تولید مقالات علمی ایران در حوزهٔ مهندسی برق و الکترونیک در کشور چقدر است؟ نمودار (۲) توزیع فراوانی مقالات مورد نظر را که در بازه زمانی ۲۰۱۰- ۲۰۱۹ در وب آو ساینس نمایه شده‌اند، به تفکیک هر یک از ارکان مدل مارپیچ سه‌گانه نشان می‌دهد. همان‌طور که در این نمودار مشاهده می‌شود، بیشترین تعداد مقالات مربوط به دانشگاه و در سال ۲۰۱۹ و کمترین تعداد مقالات مربوط به دولت در سال ۲۰۱۴ است. یافته‌ها نشان می‌دهد که تولید مقالات در هر سه رکن، دارای رشد صعودی بوده و ضریب رشد مقالات از سال ۲۰۱۰ تا سال ۲۰۱۹ برای دانشگاه ۰٫۶۳، صنعت ۲٫۵ و دولت ۱٫۸ است.

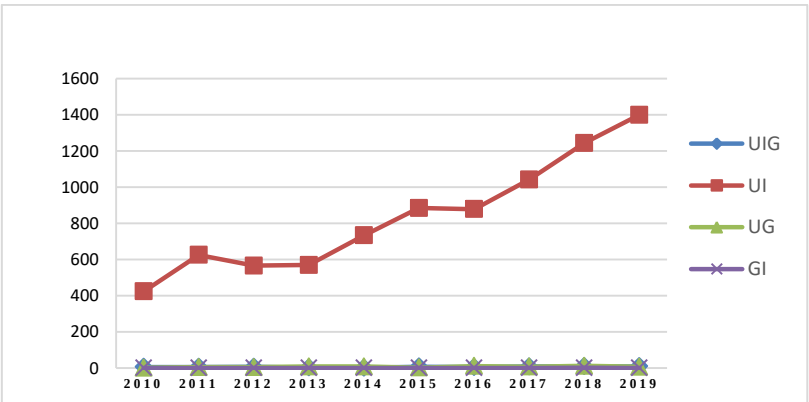


نمودار۲- روند رشد مقالات حوزهٔ مهندسی برق و الکترونیک ایران به تفکیک هر یک از ارکان مدل مارپیچ سه‌گانه

http://stim.qom.ac.ir/

سوال دوم پژوهش به بررسی تعاملات بین ارکان مختلف در مقالات علمی ایران در حوزهٔ مهندسی برق و الکترونیک براساس مدل مارپیچ سه‌گانه می‌پردازد.

در این رابطه، نمودار (۳) نشان‌دهنده روند همکاری‌های دوگانه (شامل دانشگاه–صنعت، دانشگاه– دولت، صنعت– دولت) و همکاری‌های سه‌گانه (شامل دانشگاه– صنعت– دولت) در تولید مقالات علمی حوزهٔ مهندسی برق و الکترونیک ایران است. همان‌گونه که در این نمودار مشاهده می‌شود، بیشترین همکاری بین دانشگاه و صنعت صورت گرفته و کمترین میزان همکاری بین دولت و صنعت واقع شده است.

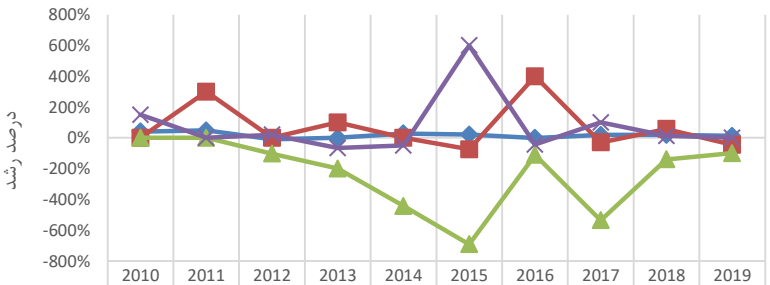


نمودار ۳- میزان مشارکت ارکان دوگانه و سه‌گانه در تولید مقالات حوزهٔ مهندسی برق و الکترونیک ایران در بازه زمانی ۲۰۱۰-۲۰۱۹

نمودار (۴) نرخ رشد مقالات ارکان دوگانه و سه‌گانه را در بازه زمانی مورد بررسی نشان می‌دهد. همان‌گونه که در این نمودار مشاهده می‌شود، بالاترین نرخ رشد مربوط به همکاری بین ارکان UIG در سال ۲۰۱۵ است و کمترین میزان رشد، با رشد منفی، مربوط به همکاری صنعت و دولت در سال ۲۰۱۵ بوده است.

در همکاری‌های دوگانه بالاترین نرخ رشد مربوط به همکاری دانشگاه–دولت با نرخ ۴۰۰% رشد در سال ۲۰۱۰ می‌باشد.

http://stim.qom.ac.ir/



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
UI	41%	48%	-9%	1%	29%	21%	-1%	19%	19%	13%
UG	0%	300%	0%	100%	0%	-75%	400%	-30%	57%	-45%
GI	0%	0%	-103%	-200%	-443%	-691%	-111%	-535%	-140%	-100%
UIG	150%	0%	20%	-67%	-50%	600%	-43%	100%	13%	0%

نمودار ٤- نرخ رشد مقالات ارکان دوگانه و سه‌گانه در بازه زمانی ۲۰۱۰-۲۰۱۹ به تفکیک سال

در سوال سوم پژوهش به این موضوع پرداخته شده است که آیا بین هر یک از ارکان مدل مارپیچ سه‌گانه در تولید مقالات علمی حوزهٔ مهندسی برق و الکترونیک ایران روابط معناداری وجود دارد؟

در این رابطه و به منظور بررسی میزان تعاملات ارکان دوگانه و سه‌گانه در تولید مقالات حوزهٔ مهندسی برق و الکترونیک ایران، شاخص رسانش عدم قطعیت (T) محاسبه شد. نمودار (۵) مقادیر این شاخص در طول زمان را نشان می‌دهد. به طور کلی، مقادیر بیشتر شاخص رسانش عدم قطعیت (T) در روابط دوگانه نشان‌دهنده تعامل بهتر بین ارکان دوگانه است. به عنوان مثال در سال ۲۰۱۴، بالاترین تعامل بین ارکان دوگانه، مربوط به دانشگاه- صنعت بوده و در خصوص روابط سه‌گانه برعکس بوده، و در سال ۲۰۱۰ بیشترین میزان تعامل سه‌گانه بین ارکان دانشگاه- صنعت –دولت مشاهده می‌شود. مقدار (T) برابر صفر نیز در تمام شرایط به معنای استقلال و عدم تعامل ارکان است.

برخی از مهم‌ترین یافته‌ها در بررسی روابط معنادار میان تعاملات دوگانه و سه‌گانه در نمودار (۵) به این شرح است:

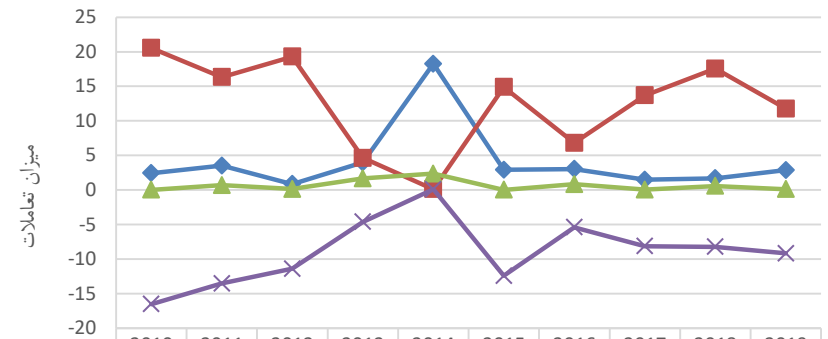
ـ بالاترین میزان تعاملات مربوط به دانشگاه- دولت در سال ۲۰۱۰ و پایین‌ترین تعاملات مربوط به دولت- صنعت است که در اکثر سال‌ها نزدیک به صفر بوده و نشان‌دهنده استقلال و عدم ارتباط ارکان مذکور است.

ـ یکی از نتایج قابل توجه این است که در سال‌های ۲۰۱۰-۲۰۱۹، تعامل بین دانشگاه- صنعت در تضاد با تعامل دوگانه دانشگاه- دولت بوده است.

http://stim.qom.ac.ir/

ـ تعامل دانشگاه- صنعت با تعامل صنعت- دولت، طی سال‌های مورد بررسی، همسو بوده است.

ـ در سال ۲۰۱۴ تعامل بین ارکان دوگانه و سه‌گانه صفر بوده است، در حالی‌که تعامل دانشگاه- صنعت در این سال به بالاترین میزان خود می‌رسد.



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
TUI	2.44	3.52	0.86	3.98	18.26	2.91	3.03	1.48	1.7	2.86
TUG	20.55	16.34	19.3	4.64	0.11	14.9	6.82	13.7	17.57	11.76
TIG	0.02	0.69	0.14	1.67	2.35	0.01	0.84	0.05	0.57	0.11
TUIG	-16.52	-13.53	-11.41	-4.61	0.08	-12.43	-5.39	-8.13	-8.22	-9.18

نمودار ۵- میزان تعاملات ارکان دوگانه و سه‌گانه حوزهٔ مهندسی برق و الکترونیک ایران در بازه زمانی ۲۰۱۰-۲۰۱۹

۵. نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف سنجش همکاری‌های نویسندگان ارکان سه گانه دانشگاه، صنعت و دولت شکل گرفته و درصدد بوده تا از ابزارهای موجود در مدل تریپل هلیکس به منظور زمینه‌سازی جهت استفاده از قابلیت‌های موجود در این مدل در مسیر توسعه و پویایی تعاملات حوزهٔ مهندسی برق و الکترونیک ایران استفاده کند.

در بررسی روند رشد مقالات حوزهٔ مهندسی برق و الکترونیک ایران برای یک دوره ده ساله، مشخص شد که تعداد مقالات روند افزایشی تقریباً یکنواختی را طی کرده و رشد ۳/۵ برابری داشته‌اند؛ به‌گونه‌ای که تعداد آن‌ها از ۱۰۱۹ مقاله در سال ۲۰۱۰، به ۳۲۱۶ مقاله در سال ۲۰۱۹ افزایش یافته است. در بررسی سهم ارکان سه‌گانه در تولید مقالات علمی این حوزه مشخص شد که دانشگاه ۹۸ درصد در انتشار تولیدات علمی دوره ده سالهٔ مورد بررسی مشارکت داشته، و صنعت و

http://stim.qom.ac.ir/

دولت هر کدام با ۱ درصد در این جریان شرکت داشته‌اند. این یافته با نتایج پژوهش جعفری، اخوان و ضرغامی (۱۳۹۴) که به بررسی سهم مشارکت تولیدات علمی ایران در حوزه نانو فناوری با رویکرد مدل سه‌گانه پرداخته و نتایج آن حاکی از سهم قابل ملاحظه ۲۰ درصدی دولت و سپس سهم اندک صنعت بود، هم‌خوانی ندارد. در پژوهش یه، یو و لیدسدورف (۲۰۱۳) که با استفاده از مدل مارپیچ سه‌گانه به بررسی تکامل پویای روابط دانشگاه، صنعت، و دولت در سطح کشورهای تحت تاثیر جهانی شدن پرداختند، بعد از نهاد دانشگاه، سهم بخش صنعت بیشتر بوده و از این نظر با پژوهش حاضر همسو است. البته، در پژوهش یاد شده سهم صنعت در تعاملات بین کل تولیدات علمی در کشور امریکا (حدود ۱۰ درصد)، آلمان (۸ درصد) و اتحادیه اروپا (۸ درصد) به دست آمد که با یافته ۱ درصدی این پژوهش در حوزه برق و الکترونیک ایران متفاوت است. این نتیجه همچنین با یافته‌های پژوهش کیم و همکاران (۲۰۱۲) که سهم صنعت را در تعاملات تولیدات علمی، بعد از دانشگاه و حدود ۹ درصد به دست آورده، تا اندازه‌ای متفاوت است. بر این اساس، به نظر می‌رسد کشورهای در حال توسعه در این شاخص با کشورهای توسعه‌یافته که پژوهش‌های مبتنی بر تقاضای صنعت دارند، فاصله داشته باشند (چوی[1] و همکاران، ۲۰۱۵).

از دیگر یافته‌های پژوهش حاضر این است که مشارکت ارکان دوگانه دانشگاه- صنعت با اختلاف قابل توجهی بیشتر از دیگر ارکان بوده و مشارکت دولت با سایر ارکان کمتر است. این یافته، با نتایج پژوهش لانگ[2] (۲۰۱۳) همخوانی دارد که در آن فعالیت دانشگاه- صنعت رو به رشد بوده و باعث ایجاد شرکت‌های جدیدی شده‌اند که مورد حمایت دولت قرار گرفته‌اند.

در بررسی نرخ رشد همکاری بین ارکان مختلف، با توجه به نمودار (۴) مشخص شد که همکاری UIG در سال ۲۰۱۵ دارای بالاترین نرخ رشد بوده و پایین‌ترین نرخ رشد مربوط به همکاری ارکان دولت- صنعت است که در بیشتر سال‌ها رشد منفی داشته و نشان‌دهنده همکاری ضعیف بین این دو رکن است. نرخ رشد تعاملات UIG با GI نیز در تضاد با یکدیگر بوده است که نشان می‌دهد وقتی که دانشگاه، صنعت و دولت با یکدیگر مشارکت دارند، صنعت و دولت با یکدیگر مشارکت کمتری خواهند داشت.

یافته‌ها در خصوص رتبه‌بندی سهم ارکان دوگانه، و سه‌گانه به ترتیب از بیشترین مشارکت به

1. Choi
2. Long

/http://stim.qom.ac.ir

کمترین مشارکت، به این شرح است: دانشگاه- صنعت (۹۸ درصد)، دانشگاه- دولت و دانشگاه- صنعت- دولت هرکدام (۱ درصد) و صنعت- دولت (صفر درصد). نتایج نشان می‌دهد که دانشگاه با دیگر ارکان بیشترین مشارکت را دارد، در حالی‌که دولت کمترین مشارکت را داشته و باعث کاهش روند رشد مشارکت ارکان می‌شود.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که بیشترین سهم مشارکت ارکان بعد از دانشگاه، متعلق به صنعت و سپس دولت است که این یافته، با یافته پژوهش حاتمی و همکاران (۱۳۹۴) که کل تولیدات علمی در حوزه دانشگاه، صنعت و دولت ایران در بازه زمانی ۱۹۹۶-۲۰۱۴ را در پایگاه اسکوپوس بررسی کرده‌اند، از نظر رتبه‌بندی و میزان سهم مشارکت ارکان همخوانی ندارد. طبق یافته‌های آن‌ها، بعد از دانشگاه، به ترتیب بخش دولت و صنعت با مقدار بسیار ناچیز کمتر از ۱ درصد در امر پژوهش مشارکت داشته‌اند، از لحاظ تعداد تولیدات علمی منتشر شده با همکاری دوگانه و سه‌گانه، در پژوهش حاضر همواره همکاری دانشگاه با هرکدام از ارکان بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده و همکاری دانشگاه و صنعت بسیار قابل‌توجه است. در این رابطه نیز، یافته‌ها با نتایج مطالعه جعفری، اخوان و ضرغامی (۱۳۹۴) در بررسی حوزه نانو فناوری ایران در هیچ‌کدام از نتایج رتبه‌بندی سهم ارکان دوگانه شباهت و هم‌سویی نداشته و نیز با یافته‌های مطالعه حاتمی و همکاران (۱۳۹۴) هم‌راستا نمی‌باشد.

اما، نتایج این پژوهش با پژوهش سبحانی و همکاران (۱۳۹۶)، که ارتباطات علمی دانشگاه، دولت و صنعت ایران براساس مدل مارپیچ سه‌گانه در حوزه کشاورزی را بررسی کرده‌اند، از لحاظ سهم مشارکت هرکدام از سه نهاد و مشارکت دوگانه و سه‌گانه، کاملاً همخوانی دارد. قاعدتاً، در بیشتر کشورهای دنیا به دلیل اینکه دانشگاه‌ها از زمینه پژوهشی برخوردارند، بیشترین سهم تولیدات علمی در اختیار نهادهای دانشگاهی است (جعفری، اخوان و ضرغامی، ۱۳۹۴). این روند، در پژوهش‌های انجام شده در خارج و داخل کشور برای حوزه‌های مختلف مورد بررسی، تکرار شده است.

نمودار (۵)، نشان‌دهنده مقادیر T تعامل دوگانه و سه‌گانه در بین نهادهای اصلی تولید علم در حوزهٔ مهندسی برق و الکترونیک ایران می‌باشد. در خصوص تعاملات داخلی دوگانه، همواره شرایط تعامل دانشگاه- دولت بهتر بوده است که سیاست‌های حمایتی دولت و مؤسسات پژوهشی وابسته به دولت با دانشگاهیان از اصلی‌ترین دلایل آن است. این یافته با نتایج پژوهش جعفری، ضرغامی و اخوان (۱۳۹۴) در سنجش تعاملات و همکاری‌های فناورانه و دانشی با سازوکارها و ابزارهای مدل مارپیچ سه‌گانه و با یافته‌های جعفری، اخوان و ضرغامی (۱۳۹۴) در سنجش تعاملات دانشگاه،

http://stim.qom.ac.ir/

صنعت و دولت در مقالات علمی بخش نانو با رویکرد مدل مارپیچ سه‌گانه همخوانی دارد. به‌طور مشابه، این نتیجه، یعنی وضیعت بهتر تعامل دانشگاه- دولت، در خصوص وضعیت حاکم بر پژوهش‌های بخش کشاورزی در کشورهای کره جنوبی و چین در مقاله کیم و همکاران (۲۰۱۲) و تولیدات علمی بنگلادش در پژوهش حسین و همکاران[1] (۲۰۱۲) همخوانی دارد. البته برخلاف نتایج به‌دست آمده در این قسمت، در پژوهش سان و نگیشی[2] (۲۰۱۰) قطعیتی در خصوص تعاملات دوگانه در تولیدات علمی ژاپن در زمینه برتری مطلق تعاملات دانشگاه- دولت در سال‌های ۲۰۰۶-۱۹۸۰ وجود نداشته است، به گونه‌ای که در سال‌های اولیه تا حدود سال ۲۰۰۰، برخلاف نتایج این پژوهش، تعامل دانشگاه- صنعت وضعیتی بسیار مناسب‌تر داشته و سپس به‌طور نسبی وضعیت ارتباطات دوسویه دانشگاه- صنعت با دانشگاه-صنعت-دولت مشابه شده است. لکن، با نتایج پژوهش جوکار و عصاره (۱۳۹۲) در بررسی هم‌نویسندگی مقالات آی.اس.آی. ایران در بازه زمانی ۲۰۱۱-۲۰۰۷ که قوت ارتباطات دوگانهٔ دانشگاه- دولت را نسبت به سایر انواع ارتباطات دوگانه نشان می‌دهد، همخوانی ندارد.

در پژوهش حاضر، بالاترین تعامل در سال ۲۰۱۰ متعلق به دانشگاه- دولت است که نشان‌دهندهٔ سرمایه‌گذاری دولت روی دانشگاه می‌باشد و پایین‌ترین تعامل مربوط به صنعت- دولت بوده که در بیشتر سال‌ها بر روی خط افقی صفر می‌باشد و نشان می‌دهد که دولت در صنعت سرمایه‌گذاری نکرده است.

یافته‌ها همچنین حاکی از این است که تعامل دانشگاه-دولت در تضاد با تعامل دانشگاه- صنعت می‌باشد که با توجه به یافته‌های فوق این نتیجه قابل انتظار است؛ چون دولت بر صنعت سرمایه‌گذاری نمی‌کند و هرکجا که نقش دولت کم‌رنگ‌تر می‌شود، نقش صنعت بیشتر قابل مشاهده است. در این رابطه اتزکویتز (۲۰۰۸) به وجود تعاملات پویا بین ارکان سه‌گانه از طریق به عهده گرفتن نقش دیگری[3] در مواردی که یک یا دو رکن از بازیگران مارپیچ سه‌گانه ضعیف عمل می‌کنند، اشاره کرده است. این یافته با نتایج پژوهش جعفری، ضرغامی و اخوان (۱۳۹۴) در سنجش تعاملات و همکاری‌های فناورانه و دانشی با سازوکارها و ابزارهای مدل مارپیچ سه‌گانه و با یافته‌های جعفری،

http://stim.qom.ac.ir/

1. Hossain
2. Sun & Negishi
3. Taking the role of the other

اخوان و ضرغامی (۱۳۹۴) در سنجش تعاملات دانشگاه، صنعت و دولت در مقالات علمی بخش نانو که مؤید عدم توجه به کاربست و عدم تقاضامحوری آشکار نتایج تحقیقات و اجرای پژوهش‌ها در فضایی دور از تعامل با صنعت کشور می‌باشد، همخوانی ندارد. این در حالی است که تعامل بیشتر دانشگاه- صنعت با نتایج چوی و همکاران (۲۰۱۵) در اکثر کشورهای توسعه‌یافته همسو است و در پژوهش سان و نگشی (۲۰۱۰) نیز با مماس بودن منحنی ارتباط صنعت- دولت با محور افقی در تولیدات علمی کشور ژاپن، همخوانی دارد. این نتایج به نوعی لزوم توجه بیشتر به ارتباطات دانشگاه- صنعت نسبت به صنعت-دولت را آشکارتر می‌کند و بر این نکته تأکید دارد که هرچند ضرورت هم‌راستایی پژوهش‌های دانشگاهی با نیازهای صنعت و حل مسائل آن آشکار است؛ توسعه فناوری و نوآوری از طریق تولیدات علمی، به حضور و تعامل مستقیم دولت با صنعت نیاز چندانی نداشته است (جعفری، اخوان و ضرغامی، ۱۳۹۴).

با توجه به یافته‌ها، تعامل و همکاری نویسندگان درون و بین دانشگاهی بیشتر از تعامل میان سایر ارکان بوده است. تعامل ارکان سه‌گانه در سال ۲۰۱۰ در بالاترین میزان خود بوده است، در حالی‌که تعامل دانشگاه- دولت هم روند خوبی را در این سال داشته است که این نشان‌دهنده برنامه‌ریزی مناسب مسئولان و فعالان سیاست‌گذاری علم در این سال می‌باشد. اما، در سال ۲۰۱۴ پایین‌ترین میزان تعاملات دیده می‌شود. این در حالی است که در این سال دانشگاه و صنعت در بالاترین میزان تعاملات خود بوده‌اند. نتایج حاصل نشان‌دهنده این است که سیاست‌گذاران علم بسترسازی مناسبی برای این حوزه در این سال نداشته‌اند.

یکی از نکات بسیار مشهود این پژوهش، اهمیت حضور بخش دولتی است که با حمایت از ارکان علمی می‌تواند نقش مؤثری را در تعاملات داشته باشد. با توجه به شرایط خاص حاکم بر تولیدات علمی کشور، جایگاه حمایت‌های دولتی و انگیزش‌های موجود که از طریق این بخش به فضای علمی تزریق می‌شود، هدایت و توسعه اقدامات پژوهشی و تسریع تولید علم در کشور مشخص می‌شود. یکی از راهکارهای اهتمام بیشتر به توسعه فناوری و تعامل بیشتر دو رکن دانشگاه- صنعت نیز سیاست‌گذاری‌های حمایتی و هدایتی دولت است که در صورت وجود هوشمندی بیشتر، شاید زمینه‌ساز تقاضامحوری و مسئله‌محوری پژوهش‌های دانشگاهی و ارتقای نوآوری و توسعه فناوری در بخش صنعت و افزایش بهره‌برداری از سرمایه‌های فراوان بخش دانشگاهی کشور باشد (سبحانی و تجلی، ۱۳۹۱؛ ضرغامی، جعفری و اخوان، ۱۳۹۴).

سیاست‌های کلی برنامه توسعه پنج‌ساله ایران به وضوح بر اقتصاد دانش‌بنیان تاکید دارد (امیرنیا و

http://stim.qom.ac.ir/

بیاتی، ۲۰۱۶). هرچند امروزه دانش سلاح راهبردی برای نیل به توسعه پایدار و تحقق اقتصاد دانش‌بنیان است؛ اما در عین حال، هر اقتصادی که صرفاً به دانشگاه، دولت و یا نهادهای مستقل از صنعت متکی باشد، در دستیابی به فناوری‌های مبتنی بر نوآوری با مشکل روبرو خواهد شد؛ زیرا اکنون مرزهای سخت بین نهادهای مختلف نوآوری به تدریج ذوب شده است (اتزکویتز و لیدسدورف، ۱۹۹۷).

بیشتر کشورهای در حال توسعه در طول سالیان متمادی، فناوری را از کشورهای توسعه یافته به‌منظور زیربنایی کردن روند صنعتی شدن وارد کرده‌اند؛ اما برخلاف انتظار، انتقال فناوری در بسیاری از موارد به توسعه اقتصادی پایدار منجر نشده است. عواملی متعددی مطرح شده‌اند که شاید مهم‌ترین عامل در این کشورها ساختار نهادی منفصل و جدا از هم است که فرآیند انتقال فناوری را از تبدیل شدن به فرآیند توسعه ابتکارات نوآورانه بازداشته است. جدا بودن ساختارهای نهادی و در نتیجه، افزایش روندهای دیوانسالاری میان‌نهادی، مانع تعامل موثر شده و حوزه‌های نهادی مانند دانشگاه و صنعت به داشتن نقشی منفعلانه در فرآیند تولید دانش یا به اشتراک‌گذاری دانش شناخته می‌شوند (دهقانی سانیج و همکاران، ۱۳۹۹).

به طور کلی، با توجه به یافته‌های حاصل از پژوهش‌های پیشین، استفاده از رویکرد مدل مارپیچ سه‌گانه و قابلیت‌های آن در سنجش و پویایی دانش و تعاملات و همکاری‌های فناورانه و دانشی و حتی تولیدی در حوزه‌های مختلف دانش توصیه می‌شود. این قبیل پژوهش‌ها کمک می‌کنند تا نقاط قوت و ضعف در حوزه‌های مختلف دانشی شناسایی شوند و شاهد کاربردی‌تر شدن علم باشیم. روشن ساختن وضعیت موجود و نشان دادن ضرورت توسعه تعاملات بین ارکان مختلف سبب می‌شود که این سه نهاد با یکدیگر محیط‌های علمی، سیاست‌گذاری و تولیدی را ایجاد کنند.

http://stim.qom.ac.ir/

۶. پیشنهادها

پیشنهاد می‌شود که دفتر همکاری‌های فناوری ریاست جمهوری و مسئولان امر، سیاست‌گذاری‌ها و برنامه‌های داخلی و خارجی اجرایی لازم به منظور افزایش مسئله‌محوری و ظرفیت جذب پژوهش‌های دانشگاهی در بخش‌های مختلف صنعت و دولت را مدنظر داشته باشند و بهبود تعاملات بین ارکان مختلف به منظور توسعه دستاوردهای علمی در جهت پیشرفت کشور را بیش از پیش مورد توجه قرار دهند.

همچنین پیشنهاد می‌شود که مسئولان دولتی و خصوصی خلاءهایی که باعث کاهش همکاری

صنعت و دولت با دانشگاه‌ها در حوزهٔ مهندسی برق و الکترونیک ایران شده است را شناسایی و برطرف نمایند تا شاهد پیشرفت روز افزون در این حوزه باشیم.

با توجه به اثبات قابلیت‌های تحلیلی مدل مارپیچ سه‌گانه برای پویایی تعاملات در این پژوهش و پژوهش‌های قبلی، پژوهشگران علاقه‌مند به این حوزه می‌توانند به بررسی وضعیت حاکم بر سایر حوزه‌های علمی در کشور بپردازند و هم‌راستا با کشورهای پیشرو، از قوت‌های موجود در این رویکرد به‌منظور بهبود سیاست‌گذاری‌ها در کشور بهره‌برداری کنند.

توسعه نرم‌افزار (تی اچ فور) توسط پژوهشگران، تحلیل‌گران و مشاورین مدیریت فناوری در قالب نرم‌افزارهای دارای قابلیت صفحات گسترده و امکان فرمول‌نویسی پیشرفته نیز از دیگر پیشنهادهای این پژوهش است.

http://stim.qom.ac.ir/

منـــابـع

باقری‌نژاد، ج. (۱۳۸۲). سیستم نوآوری ملی، بستر مناسب توسعه فناوری. *آموزش مهندسی ایران*، ۶(۲۲): ۱-۳۰.

جعفری، م.، ضرغامی، ح.ر.، اخوان، پ. (۱۳۹۴). سنجش تعاملات و همکاری‌های فناورانه و دانشی با سازوکارها و ابزارهای مدل تریپل‌هلیکس (بررسی موردی: مقالات ISI نانوی ایران). *مطالعات فناوری*، ۳(۳): ۵۵-۷۹.
https://doi.org/10.22104/jtdm.2016.376

جعفری، م.، اخوان، پ.، ضرغامی، ح.ر. (۱۳۹۴). سنجش تعاملات دانشگاه، صنعت و دولت در مقالات علمی بخش نانو با رویکرد مدل مارپیچ سه‌گانه. *تحقیقات کتابداری و اطلاع‌رسانی دانشگاهی*، ۷۳: ۴۱۳-۴۳۸.
https://doi.org/10.22059/jlib.2015.58107

جوکار، ط.، عصاره، ف. (۱۳۹۲). جریان انتشار مقالات علمی در کشور ایران طی سال‌های ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۱ براساس مدل مارپیچ سه‌گانه دانشگاه، صنعت و دولت. *پژوهشنامه پردازش و مدیریت اطلاعات*، ۷۶: ۵۰۵-۵۳۳.

جوکار، ط.، مروتی، م. (۱۳۹۵). بررسی وضعیت روابط دانشگاه، صنعت و دولت در تولیدات علمی براساس مدل مارپیچ سه‌گانه. *سیاست علوم و فناوری*، ۳۱: ۷۱-۸۵.
https://dorl.net/dor/20.1001.1.20080840.1395.9.3.7.3

حاتمی، م. (۱۳۹۵). تحلیل روابط نهادی گواهی‌های ثبت اختراع نمایه شده جمهوری اسلامی ایران در پایگاه‌های بین‌المللی ثبت اختراع. *پژوهش‌نامه علم‌سنجی*، ۲(۴): ۳۹-۴۸. https://doi.org/10.22070/rsci.2016.491

حاتمی، م.، نقشینه، ن. (۱۳۹۴). بررسی کمّی و مصورسازی همکاری‌های بین سازمانی در مدارك نمایه شده جمهوری اسلامی ایران در پایگاه استنادی اسکوپوس: از دیدگاه روابط دانشگاه- صنعت- دولت. *پژوهشنامه علم‌سنجی*، ۱(۱): ۶۹-۹۲. https://doi.org/10.22070/rsci.2015.376

دهقانی سانیج، س.، مصطفوی، ا.، ضرغامی، ح.ر.، سلیمانی، ح. (۱۳۹۹). سنجش تعاملات دانشگاه، صنعت و دولت کشور ایران در مقالات علمی حوزه مهندسی پزشکی با استفاده از مدل مارپیچ سه‌گانه. *پیاورد سلامت*، ۱۴(۵): ۴۵۴-۴۶۴.

سبحانی، ع.ر.، تجلّی، م.ر. (۱۳۹۱). امکانات مورد نیاز جهت تقویت نقش دانشگاه در نظام ملی نوآوری از دیدگاه استادان دانشگاه سمنان. *تحقیقات مدیریت آموزشی*، ۶: ۱۴۹-۱۷۶.

سبحانی، ف.، ابراهیمی، س.، جوکار، ع.ر. (۱۳۹۶). ارتباطات علمی دانشگاه، صنعت و دولت در ایران براساس مدل مارپیچ سه‌گانه در حوزه کشاورزی. *پژوهش و برنامه‌ریزی در آموزش عالی*، ۳(۲۳): ۲۱-۴۱.

عصاره، ف.، مصطفوی، ا. (۱۳۹۰). بروندادهای علمی نویسندگان ایران در حوزه علوم و فناوری نانو. *مطالعات کتابداری و علم اطلاعات*، ۵(۳): ۳-۲۸.

محمدپور، ف. (۱۳۹۴). *تبیین پیش‌نیازها و زیرساخت‌های تولید و تجاری‌سازی دانش و نوآوری برای تحقق اقتصاد دانش‌بنیان*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. کرمانشاه: دانشگاه رازی.

References

Amirinia, H. & Baitab, A. (2016). Optimal model of relationship between government, industry and university studied by the experiences of the Office of Technology Cooperation in the country. *Journal of Industry and University*, 49(3): 413-38.

Azizi, F. & Moradi, F. (2019). Investigating the relation between the university, industry and

http://stim.qom.ac.ir/

government in the innovation system of the knowledge-based economy in Iran. *International Journal of Information Science and Management (IJISM)*, 17(2).

Bagheri Nejad, J. (2004). Interaction of Scientific and Industrial Sectors as a Platform for Technology Development. *Iranian Journal of Engineering Education*, *6*(22): 1-30. [in persian] https://doi.org/10.22047/ijee.2004.2136

Cai, Y. & Etzkowitz, H. (2020). Theorizing the Triple Helix model: Past, present, and future. *Triple Helix*, 1(aop): 1-38.

Choi, S., Yang, J.S.W. & Park, H.W. (2015). Quantifying the Triple Helix relationship in scientific research: Statistical analyses on the dividing pattern between developed and developing countries. *Quality and Quantity*, 49(4): 1381-1396.

Dehghani Sanij, S., Mostafavi, I., Zarghami, H.R., Soleimani H. (2021). Measuring the Interactions of University, Industry and Government of Iran in Scientific Articles of Biomedical Engineering Field Using the Triple Helix Model. *Payavard Salamat*, 14(5): 454-464. [in persian]

Etzkowitz, H. & Leydesdorff, L. (1997). *Universities in the global knowledge economy: A triple helix of academic–industry–government relations*. Cassel.

Etzkowitz, H. (2008). *The Triple Helix: University–Industry–Government Innovation in Action.* New York/London: Routledge.

Hatami, M. & Naghshineh, N. (2015). Quantitative analysis and visualizaton of interorganizational of collaborations in Islamic Republic of Iran's indexed documents in Scopus: According to Triple Helix model. *Scientometrics Research Journal*, *1*(1): 69-92. [in persian] https://doi.org/10.22070/rsci.2015.376

Hatami, M. (2016). Inter-institutional collaboration of Iranian patents indexed in international patent databases. *Scientometrics Research Journal*, *2*(4): 39-48. [in persian] https://doi.org/10.22070/rsci.2016.491

Hossain, M.D., Moon, J., Kang, H., Lee, S. & Choe, Y. (2012). Mapping the dynamics of knowledge base of innovations of R&D in Bangladesh: triple helix perspective. *Scientometrics*, 90(1): 57-83. https://dorl.net/dor/20.1001.1.20080840.1395.9.3.7.3

Ivanova, I., Strand, O. & Leydesdorff, L. (2019). What Is the Effect of Synergy Provided by International Collaborations on Regional Economies? *Journal of the Knowledge Economy*, 10(1): 18-34.

Jafari, M., Akhavan, P. & Zarghami, H.R. (2015). Measuring the relationships among university, industry and government in Nano sector using triple helix model. *Academic Librarianship and Information Research*, *49*(3): 413-438. [in persian] https://doi.org/10.22059/jlib.2015.58107

Jafari, M., Zarghami, H.R., Akhavan, P. (2015). Measuring synergy in scientific and technological collaborations using triple helix indicators (case study: Iranian Nano ISI papers). *Journal of Technology Development Management*, 3(3): 55-79. [in persian] https://doi.org/10.22104/jtdm.2016.376

Jowkar, T. & Morovati, M. (2016). Triple helix of University-Industry- Government in the Scientific Articles of Iran. *Journal of Science and Technology Policy*, *9*(3): 71-84. [in persian]

Jowkar, T. & Osareh, F. (2022). Flow of Scientific Publications in Iran during 2007 to 2011, Based

/http://stim.qom.ac.ir

on Triple Helix of University, Industry and Government. *Iranian Journal of Information Processing and Management*, 29(2): 505-533. [in persian]

Kang, W., Zhao, S., Song, W. & Zhuang, T. (2019). Triple helix in the science and technology innovation centers of China from the perspective of mutual information: a comparative study between Beijing and Shanghai. *Scientometrics*. 118(3): 921-940.

Kim, H., Huang, M., Jin, F., Bodoff, D., Moon, J. & Choe, Y. C. (2012). Triple helix in the agricultural sector of Northeast Asian countries: a comparative study between Korea and China. *Scientometrics*, 90(1): 101-120.

Leydesdorff, L. & Etzkowitz, H. (1998). The Triple Helix as a model for innovation studies. *Science and Public Policy*, 25(3): 195–203.

Leydesdorff, L. (2001). *The Challenge of Scientometrics: The Development, Measurement, and Self-Organization of Scientific Communications*. Universal Publishers, Parkland, Florida: 1-25.

Leydesdorff, L., Park, H. & Lengyel, B. (2014). A routine for measuring synergy in university–industry– government relations: mutual information as a Triple-Helix and Quadruple-Helix indicator. *Scientometrics*, 99(1): 27-35.

Long, M. (Ed.). (2013). *World congress on medical physics and biomedical engineering* May 26-31, 2012. Beijing, China (Vol. 39). Springer Science & Business Media.

Lundvall, B.A. (1992). National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning. *Pinter Publishers*, 4(11): 95-119.

Mêgnigbêto, E. (2018). Modelling the Triple Helix of university-industry-government relationships with game theory: core, Shapley value and nucleolus as indicators of synergy within an innovation system. *Journal of Informetrics*, 12(4): 1118–1132.

Mohammad Pour, F. (2014). *Explaining the prerequisites and infrastructures for the production and commercialization of knowledge and innovation for the realization of a knowledge-based economy.* Master's thesis. Kermanshah: Razi University. [in persian]

Osareh, F. & Mustafavi, I. (2001). Scientific outputs of Iranian authors in the field of science and nanotechnology. *Library and Information Science Studies*, 1-17(5): 3-28. [in persian]

Shin, J.C., Lee, S.J. & Kim, Y. (2012). Knowledge-based innovation and collaboration: a triple-helix approach in Saudi Arabia. *Scientometrics, Springer; Akadémiai Kiadó*, 90(1): 311-326.

Sobhani, A.R. & Tajali, M.R. (2012). The Study of Resources Needed to Strengthen the Role of the University in National Innovation System from the Professors' Viewpoints in Semnan University. *Educational Administration Research*, *3*(12): 149-176. [in persian]

Sobhani, F., Ebrahimi, S. & Jowkar, A. (2023). Scientific interactions between university, industry and government in the field of agriculture in Iran: based on Triple Helix Model. *Research and Planning in Higher Education*, 23(3): 21-41. [in persian]

Souzanchi Kashani, E. & Zarghami, H.R. (2019). The dynamics of university-industry-government relationships in Nanoscience: investigating the Triple-Helix differences between Iran and Switzerland. *Technology Analysis & Strategic Management*, 31(7): 817-832.

Sun, Y. & Negishi, M. (2010). Measuring the relationships among university, industry and other

/http://stim.qom.ac.ir

sectors in Japan's national innovation system: a comparison of new approaches with mutual information indicators. *Scientometrics*, 82(3): 677-685.

Ye, F.Y., Yu, S.S. & Leydesdorff, L. (2013). The Triple Helix of universityindustry-government relationsat the country level, and its dynamic evolution under the pressures of globalization. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 64(11): 2317-2325. https://doi.org/10.1002/asi.22931

/http://stim.qom.ac.ir