مجله پیاورد سلامت
دوره ۱٤، شماره ۵، آذر و دی ۱۳۹۹، ٤۶٤-٤۵٤

مقاله پژوهشی

سنجش تعاملات دانشگاه، صنعت و دولت کشور ایران در مقالات علمی حوزه‌ی مهندسی پزشکی با استفاده از مدل مارپیچ سه‌گانه

سمیه دهقانی سانیج[۱]، اسماعیل مصطفوی[۲]، حمیدرضا ضرغامی[۳]، حجت اله سلیمانی[٤]*

دریافت مقاله : مرداد ۱۳۹۹
پذیرش مقاله : آبان ۱۳۹۹

* نویسنده مسئول :
حجت اله سلیمانی؛
دانشکده پیراپزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران
Email :
daneshshenas@gmail.com

چکیده

زمینه و هدف: رشته مهندسی پزشکی پرچمدار رویکرد بین‌رشته‌ای در کشور است، که به دلیل توجه به اقتصاد دانش‌بنیان، در مسیر شکوفایی و هموارکردن پیشرفت و توسعه گام برمی‌دارد. هدف از این پژوهش، بررسی و سنجش تعاملات دانشگاه، صنعت و دولت کشور ایران در مقالات علمی حوزه‌ی مهندسی پزشکی با استفاده از مدل مارپیچ سه‌گانه می‌باشد.

روش بررسی: این پژوهش کاربردی و با رویکرد کمّی بوده و از تکنیک علم‌سنجی استفاده می‌کند. وضعیت پویایی تعاملات ارکان اصلی نوآوری ایران در حوزه‌ی مهندسی پزشکی در پایگاه استنادی علوم در بازه‌ی زمانی ۲۰۱۹-۲۰۱۰ با استفاده از نرم‌افزارهای th.exe و th4.exe محاسبه و میزان رسانش عدم قطعیت در ابعاد دوگانه و بعد ملی تعیین شده است.

یافته‌ها: رتبه‌بندی شاخص T به‌ترتیب به دانشگاه-دولت(۲۳/۳۸ میلی‌بیت)، دانشگاه-صنعت(۸/٤۷ میلی‌بیت) و صنعت-دولت(۱/۱۳ میلی‌بیت) تعلق گرفت و در نهایت، تعامل ملی(۱۲/٤۸- میلی‌بیت) به‌دست آمد. تعامل بین دانشگاه-صنعت روندی افزایشی داشت و قوی‌ترین تعامل دوگانه متعلق به دانشگاه-دولت بود. تعامل ملی، در طول ده سال اخیر، همواره دارای مقدار منفی بوده که نشان‌دهنده‌ی وجود پویایی در تعاملات در بعد ملی است.

نتیجه‌گیری: هرچند تعامل دوگانه‌ی دانشگاه-صنعت در سال‌های اخیر، روندی افزایشی داشته؛ اما تعامل ملی ارکان در بلندمدت، با روندی کاهشی مواجه بوده که بر این اساس، برخی سیاست‌های علم و فناوری و راهبردهای پژوهشی و صنعتی برای ارتقای شبکه نوآوری دانشگاه-صنعت-دولت در حوزه‌ی مهندسی پزشکی در ایران به‌عنوان یک ضرورت پیشنهاد شده است.

واژه‌های کلیدی: مدل مارپیچ سه‌گانه نوآوری، دانشگاه، صنعت، دولت، مهندسی پزشکی، اقتصاد دانش‌بنیان، ایران

۱ کارشناس ارشد کتابداری و اطلاع رسانی پزشکی، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
۲ استادیار گروه علم اطلاعات و دانش شناسی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه یزد، یزد، ایران
۳ استادیار گروه آماد، مرکز تحصیلات تکمیلی، دانشگاه علوم و فنون هوایی شهید ستاری، تهران، ایران
٤ مدرس گروه کتابداری و اطلاع رسانی پزشکی، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

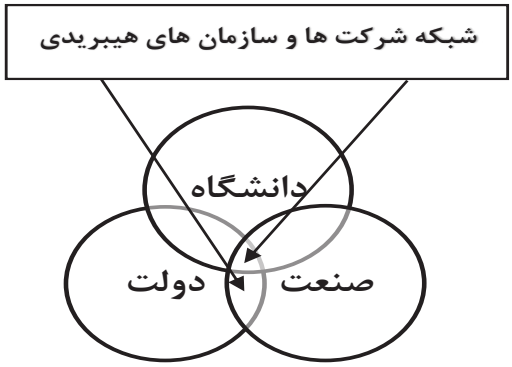
[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-08]

مقدمه

سیاست‌های کلی برنامه توسعه پنج ساله ایران به وضوح بر اقتصاد دانش بنیان تاکید دارد(۱). در قرن اطلاعات، حاکمیت همه کشورها به میزان توسعه‌ی فناوری و توانایی پاسخ‌گویی به نیازهای صنعتی، اقتصادی و اجتماعی آنها بستگی دارد. بنابراین، لازم است دولت ایران نیز به‌عنوان مهم‌ترین عامل در برنامه‌ریزی و اتخاذ سیاست‌های کلان راهبردی برای برقراری ارتباط بهتر و منسجم‌تر با دانشگاه و صنعت به ایفای نقش بپردازد(۲).

هرچند امروزه دانش، سلاح راهبردی برای نیل به توسعه‌ی پایدار و تحقق اقتصاد دانش‌بنیان است؛ در عین‌حال، 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. بر همین اساس، دو محقق به نام‌های Etzkowitz و Leydesdorff، با استفاده از مفهوم آنتروپی در نظریه اطلاعات Shannon و رهیافت اطلاعات متقابل، مدل مارپیچ سه‌گانه (THM: Triple Helix Model) را برای سنجش روابط بین دانشگاه، صنعت و دولت (UIG: University-Industry-Government) پیشنهاد دادند(٤و٣). در این نظریه که به سرعت به یکی از روش‌های متداول برای بررسی روابط مربوط به همکاری و تعامل نهادهای دانشگاه، صنعت و دولت تبدیل شد، ارکان اصلی نوآوری ضمن حفظ هویت، همزمان می‌توانند نقش سایر نهادها را هم برعهده بگیرند(۵).

از لحاظ تاریخی و مفهومی، THM جدیدترین و پیچیده‌ترین الگوی تحلیل نظام نوآوری است. در این الگو، هر سه نهاد در تقسیم وظایف با یکدیگر همپوشانی دارند که نتیجه‌ی این همپوشانی و همکاری ظهور سازمانهای هیبریدی یا ترکیبی است(شکل ۱). بنابراین، هر یک از سه نهاد، برخلاف نقش‌های سنتی، در حوزه‌ی وظایف مرسوم سایر بخش‌ها نیز نقش‌آفرینی می‌کنند. دانشگاه‌ها از طریق خوشه‌های نوآوری منطقه‌ای، کمک شایانی به ارتقای ظرفیت توسعه‌ی اقتصادی و تحکیم سیستم ملی نوآوری می‌کنند و گروه‌های پژوهش دانشگاهی، با توسعه مفهوم «شبکه‌ی شرکت‌ها»، زمینه‌ی شکل‌گیری گونه‌ای جدید از دانشگاه، موسوم به دانشگاه کارآفرین را فراهم می‌سازند(۵). همان‌گونه که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، در مواقع لزوم دانشگاه به مثابه بنگاهی دانش‌بنیان، کارآفرینی مبتنی بر دانش را ترویج و توسعه داده و در پرتو تعامل دانشگاه و صنعت، بازار سرمایه ریسک‌پذیر و بازارهای فناوری و سرمایه‌های انسانی موردنیاز تامین می‌شود. دولت نیز در کنار وظایف سنتی مانند تولید و تامین کالای عمومی و سیاست‌گذاری، نوآوری و تولید دانش و کالاها و خدمات در حوزه‌های با ریسک بالا را در دستور کار قرار می‌دهد(٦و٥).

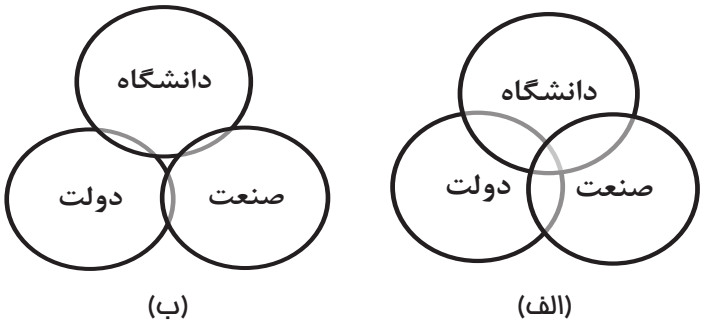


شکل ۱: الگوی نوع سوم مارپیچ(۵)

وجه تمایز این الگو با نظام ملی نوآوری این‌است که در نظام ملی نوآوری هریک از نهادهای درگیر یعنی دانشگاه، صنعت و دولت مرزهای مشخص و تعریف‌شده‌ای دارند. نوآوری فناورانه، کار اختصاصی صنعت؛ توسعه‌ی علم و آموزش، کار اختصاصی دانشگاه و سیاست‌گذاری و ایجاد انگیزه‌ی نوآوری کار اختصاصی دولت بود و نهایتا نوآوری در اثر کنش متقابل صنعت و دانشگاه در مکان بازار تحقیق و توسعه حادث می‌شد و در عین حال دولت، با سیاست‌گذاری‌های تفکیک شده دانشگاه و صنعت را پوشش می‌داد. اما در THM مرز بین وظایف سه نهاد مشخص نیست. شکل مارپیچی این عوامل دو دلیل دارد: اول اینکه وظایف همدیگر را انجام می‌دهند و دوم اینکه در طول زمان بر یکدیگر تاثیر می‌گذارند و موجب

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-08]

تغییر مسیر یکدیگر می‌شوند(شکل ۲). بر اساس این مدل‌سازی با استفاده از تئوریهای ریاضی و نظریه آنتروپی Shannon می‌توان میزان همکاری بین این سه مولفه را به‌عنوان یکی از شاخص‌های دانش بنیانی یک اقتصاد اندازه‌گیری کرد(۷).



شکل ۲: پیکربندی مارپیچ سه‌گانه با هم پوشانی‌های مثبت(الف) و منفی(ب) میان سه زیرسیستم(۷)

در شکل ۲-الف، عدد حاصل از محاسبه‌ی شاخص مارپیچ سه‌گانه، مقدار منفی خواهد داشت که نشان‌دهنده‌ی تعاملات و همپوشانی بیشتر بین سه نهاد است. اما در شکل ۲-ب، ارتباط سه جانبه بین سه زیرسیستم برقرار نیست، بلکه ارتباطها به‌صورت دوگانه است. در این نوع همکاری، عدد محاسبه شده برای شاخص مدل مارپیچ سه‌گانه، عددی مثبت خواهد بود که نشان‌دهنده‌ی عدم همپوشانی سه‌گانه بین اجزاست(۹و۸).

هرچند نظریه THM و شاخص‌های آن با توجه به ساختار نهادی در کشورهای غربی نشات گرفته و ممکن است با کشورهایی مثل ایران که در آن‌ها دولت نقش پر رنگ‌تری در بخش‌های نهادی دارد، متفاوت باشد، اما ازآنجاکه تعاملات بین نهادها باید بر اساس تجزیه و تحلیل کمّی و علمی قابل‌اندازه‌گیری بوده و به دور از قضاوت ذهنی باشد، این روش به‌عنوان یک الگوی جدید برای تحقیقات سیستم نوآوری در کشورهای شرقی نیز مقبولیت یافته است(۱۱و۱۰).

مهندسی پزشکی یکی از تخصص‌های راهبردی در حوزه‌ی صنایع و فناوری‌های نوین است. رشته‌های این حوزه شامل بیومکانیک، بیومتریال، مهندسی بافت و بیوالکترونیک می‌باشد. این رشته با به‌کارگیری علوم فنی و مهندسی، به پزشکان در تشخیص و درمان بیماری‌ها کمک می‌کند. اهمیت این حوزه به علت ارتباط مستقیم آن با حوزه‌ی سلامت و فاکتورهای انسانی است. در دو دهه‌ی اخیر تولیدات حوزه‌ی مهندسی پزشکی در بخش صنعت رشدی معادل ده درصد داشته که حدود دو برابر تولیدات صنعتی در سایر حوزه‌هاست(۱۲).

بنابر جدیدترین آمارهای استخراج شده از پایگاه (WoS: Web of Science)، ایران رتبه‌ی ۱۷ دنیا را در تولید مدارک علمی این حوزه به خود اختصاص داده است. همچنین در بین کشورهای جنوب غرب آسیا، ایران حایز رتبه‌ی اول در تولید مدارک علمی در حوزه‌ی مهندسی پزشکی از ابتدا تا سال ۲۰۲۰ بوده است(۱۳). در این پژوهش، شاخص‌های تعامل در میان دانشگاه، صنعت و دولت در تولیدات علمی حوزه‌ی مهندسی پزشکی ایران با روش مارپیچ سه‌گانه تحلیل و اندازه‌گیری می‌شود.

روش بررسی

پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی و از نظر رویکرد، کمّی و از نظر نوع، توصیفی و با استفاده از تکنیک علم‌سنجی انجام شده است. جامعه‌ی پژوهش شامل تمامی مقالات علمی دانشگاه، صنعت و دولت ایران در حوزه‌ی مهندسی پزشکی نمایه شده در پایگاه WoS در بازه‌ی زمانی ۲۰۱۹-۲۰۱۰ می‌باشد. با توجه به اینکه در پایگاه WoS امکان جستجو و استخراج اطلاعات در طول دوره‌های زمانی مختلف بر اساس شاخص‌های گوناگون علم‌سنجی وجود دارد(۱۳)، برای گردآوری مدارک مرتبط، از ابزار جستجوی پیشرفته پایگاه WoS استفاده شد.

جدول ۱: طبقه‌بندی عبارات برای استفاده در بازیابی مدارک مربوط به هر نهاد(۱۴)

نهاد	طبقه‌بندی عبارات جستجو
دانشگاه	UNIV* OR COLL* OR DANESHGA*

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-08]

صنعت	CO.* OR CO* OR COMPA* OR CORP* OR LTD* OR AG*
دولت	GOVT* OR GOVERN* OR MINIST* OR ACAD* OR ORGANIZ* OR NATL*

به این صورت که ابتدا فرمول‌های جستجو با بهره‌گیری از راهبردهای جستجوی مدون و اعتباریابی شده در مقالات موجود طراحی شد(۱۵)(جدول ۱). سپس در تاریخ ۱۰ ژانویه ۲۰۲۰، هرکدام از عبارات جستجو به‌ترتیب در رابط کاربری پایگاه وارد شده و از نظر کشور/منطقه به(ایران)، از نظر زبان به(همه زبان‌ها)، از نظر نوع مقاله به(همه‌ی مقالات)، از نظر پایگاه زیر مجموعه به(پایگاه اصلی) و از نظر گروه‌بندی موضوعی با استفاده از گروه‌های پیش‌فرض پایگاه نتایج به حوزه‌ی مهندسی پزشکی (ENGINEERING-BIOMEDICAL) محدود شده و از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۹ به تفکیک هر سال، جستجو انجام و در نهایت تعداد ۳۹۲۲ مدرک بازیابی شد.

- **محاسبه‌ی تعاملات بر اساس شاخص رسانش عدم‌قطعیت**

طبق تعریف آنتروپی اطلاعات، آنتروپی میانگین اطلاعات دریافتی ما از یک منبع اطلاعات است. بر اساس نظریه اطلاعات شانون، آنتروپی اطلاعات هر متغیر تصادفی گسسته (X) بر حسب بیت اطلاعات محاسبه می‌شود(فرمول ۱).

فرمول(۱) $H(X) = -\sum_X^n P_X \log_2 P_X$

برای محاسبه‌ی آنتروپی برای هر نوع اطلاعات خاص به جای متغیر X در فرمول(۱)، متغیر مورد نظر قرار داده می‌شود. منظور از P در این فرمول، احتمال رخدادهای غیریکسان متغیر گسسته X می‌باشد. شایان ذکراست که پایه لگاریتم در این فرمول، ۲ در نظر گرفته شده است؛ اما با توجه به مبحث لگاریتم‌گیری می‌توان لگاریتم را با پایه ۱۰ یا هر مقدار دلخواه محاسبه و سپس طبق فرمول تغییر پایه در لگاریتم، آن را به پایه ۲ تبدیل نمود. در این پژوهش، به جای حرف X در فرمول به‌ترتیب حروف U و I و G قرار داده شده و آنتروپی هرکدام به تفکیک محاسبه شده است. آنتروپی در مورد دانشگاه (U) به این صورت تعریف شد(فرمول۲):

فرمول(۲) $H(U) = -\sum_u^n P_u \log_2 P_u$

برای محاسبه‌ی آنتروپی در دو مجموعه، به‌همین ترتیب، می‌توان آنتروپی را محاسبه کرد. در این صورت احتمال رخدادهای غیریکسان برای دو متغیر x و y به صورت P(x, y) در نظر گرفته می‌شود(فرمول ۳). در نهایت، آنتروپی دو متغیر x و y به صورت فرمول ٤ تعیین شد:

فرمول(۳) $P(x,y)=P(x).P(y|x)$

فرمول(٤) $H(x|y) = -\sum_x^n \sum_y^n P(x|y) \log P(x|y)$

محاسبه‌ی تعاملات اطلاعات متقابل بین دو بعد یا بیشتر یا به‌عبارتی شاخص رسانش عدم‌قطعیت (T: Transmision of Information) که در متون مختلف با عبارات شاخص انتقال اطلاعات یا شاخص گذار اطلاعات نیز نامیده شده است، به‌صورت زیر محاسبه شد(۱٦و۱۵):

تعامل دانشگاه–دولت: $T(UG)= H(U) + H(G) –H(UG)$

تعامل دانشگاه–صنعت: $T(UI)= H(U) + H(I) –H(UI)$

تعامل صنعت–دولت: $T(GI)= H(G)+ H(I) –H(GI)$

تعاملات ملی: $T(UIG)= H(U)+ H(I)+ H(G)- H(UI)- H(UG)- H(IG)+ H(UIG)$

برمبنای محاسبات فوق، لیدسدورف نرم‌افزارهای th.exe و th4.exe را توسعه داده و نوع داده‌ی ورودی، روش ورود داده، اجرای نرم‌افزار و تفسیر فایل‌های خروجی را به تفصیل بیان کرده است(۱۷). در این پژوهش داده‌های بازیابی شده به همین روش آماده‌سازی شده و شاخص تعامل محاسبه شد.

چنان‌که وابستگی نویسندگان در یک مقاله شامل دو نهاد از ارکان سه‌گانه نوآوری بوده به‌ترتیب با عناوین UI یا UG یا IG ثبت شده است. اگر هر سه رکن دانشگاه–صنعت–دولت، در یک مقاله به‌طور همزمان ظاهر شده باشند، به‌صورت UIG نمایش داده شده است. در نتیجه با قوانین طبقه‌بندی فوق، مقادیر موردنظر برای هفت گروه منحصربه‌فرد U، I، G، UI، UG، IG و UIG در بازه‌ی زمانی ۲۰۱۹–۲۰۱۰ به‌دست آمد.

یافته‌ها

جستجوی ترکیبی و عملگرهای جبر بولی در ریاضیات بر روی نتایج بازیابی شده به‌گونه‌ای اعمال شد تا مقالات به‌طور منحصر به‌فرد در گروه‌های مقالات دانشگاهی (U)، صنعتی (I)، دولتی (G) و مقالات با تعامل دوگانه (UI، UG، GI) و سه‌گانه (UIG) طبقه‌بندی شود؛

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-08]

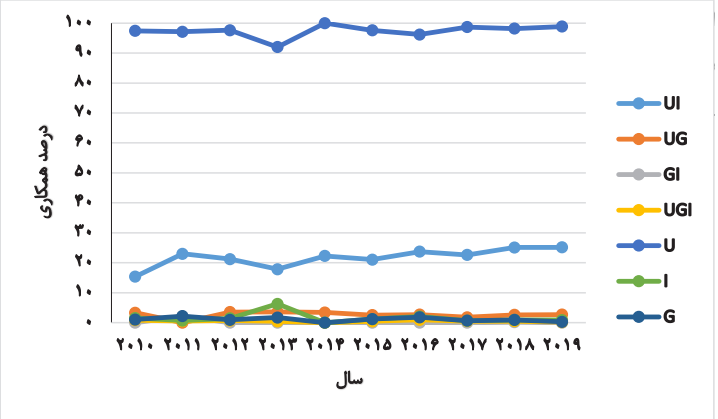
آنگاه تعداد تولیدات علمی ایران برای هر نهاد به‌دست آمد(جدول۲).

جدول ۲: طبقه‌بندی آماری تولیدات علمی ارکان سه‌گانه نوآوری ایران ۲۰۱۹-۲۰۱۰(۱۲)

سال	تعداد کل مقالات	U	I	G	UI	UG	GI	UIG
۲۰۱۰	۲٤۱	۱۸۹	۳	۲	۳۷	۸	۰	۲
۲۰۱۱	۱۸۷	۱۳۵	۱	۳	٤۳	۰	٤	۱
۲۰۱۲	۲۸۳	۲۰٦	۳	۲	٦۰	۱۰	۰	۲
۲۰۱۳	۲۲٤	۱٦۱	۱۱	۳	٤۰	۸	۰	۱
۲۰۱٤	۳۲۳	۲٤۰	۰	۰	۷۲	۱۱	۰	۰
۲۰۱۵	٤۳۷	۳۲٤	٤	٤	۹۲	۱۱	۰	۲
۲۰۱٦	۵۱۹	۳۷۸	۸	۷	۱۲۳	۱٤	۰	۵
۲۰۱۷	٦۱۰	٤۵۳	۳	۳	۱۳۸	۱۱	۰	۳
۲۰۱۸	٦۱۷	٤۳٦	٤	٤	۱۵۵	۱٦	۱	۳
۲۰۱۹	٤۸۱	۳٤۲	۳	۱	۱۲۱	۱۳	۰	۱
جمع کل	۳۹۲۲	۲۸٦٤	٤۰	۲۹	۱۸۸	۱۰۲	۵	۲۰

U=Universuty; I=Industry; G=Government

همان‌طورکه در جدول ۲ مشاهده می‌شود، از نظر تعداد مقالات تحقیقاتی، تعداد کل تولیدات علمی UIG ایران در حوزه‌ی مهندسی پزشکی به‌طورکلی و در ده سال اخیر با رشد حدود ده درصدی، روند افزایشی ولی غیریکنواخت را تجربه کرده است. دانشگاه به‌عنوان اصیل‌ترین خالق دانش، همواره و به‌طور ثابت مهمترین نیروی تولید مقاله بوده(بیش از نود درصد)، سپس بخش صنعت با مشارکت کمتر از ٦ درصد در رتبه‌ی دوم و بخش دولتی با حداکثر مشارکت ۲/۱٦ درصدی در رتبه‌ی سوم قرار گرفته است. در طول این دهه‌ی زمانی، روند همکاری دولت رو به کاهش بوده که نشان می‌دهد دولت تمایل کمتری به شرکت در فرایند نوآوری داشته است(نمودار۱).



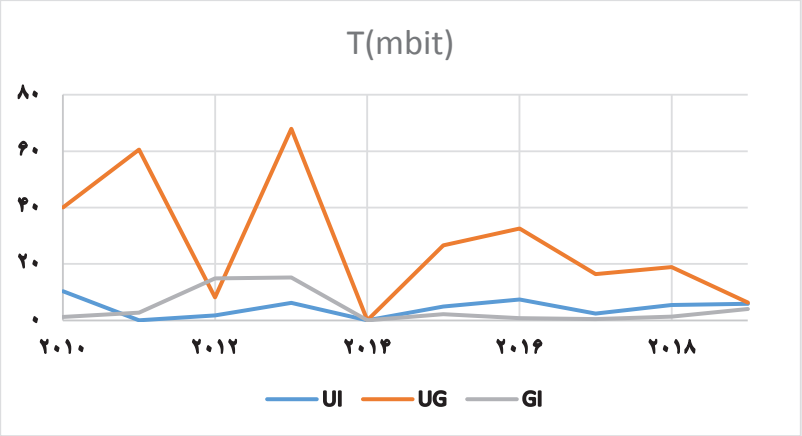
نمودار ۱: روند مقالات منتشرشده توسط ارکان سه‌گانه نوآوری ایران در حوزه‌ی مهندسی پزشکی(۲۰۱۹-۲۰۱۰)(منبع: یافته‌های تحقیق)

از نظر سهم مشارکت، قوی‌ترین شبکه‌ی همکاری، به‌ترتیب متعلق به UI و UG بوده و همکاری بین GI در هشت سال از ده سال موردنظر معادل صفر مدرک بوده‌است. هر چند سهم مشارکت هر سه نهاد نسبت به مجموع مشارکت دوجانبه، و همکاری در بعد سه‌گانه UIG، مقادیر کمی را به خود اختصاص داده، اما بیشتر از سهم مشارکت دوگانه GI بوده‌است.

از نظر تعاملات دوگانه، قوی‌ترین تعامل متعلق به UG بوده، هرچند روند کاهشی داشته اما از آنجاکه این امر به دلیل افزایش روند در سایر تعاملات بوده، در کل نشان از بهبود تعاملات دارد(نمودار ۲). نکته‌ی قابل ذکر این که مقدار شاخص T در تعاملات دوگانه(تعداد زوج تعاملات) در بازه اعداد طبیعی {...و۳و۲و۱}=N به‌دست می‌آید و هرچه عدد به سمت

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-08]

صفر سیر می‌کند میزان تعامل کاهش می‌یابد. اما برخلاف ابعاد دوگانه، مقدار شاخص T در تعاملات سه‌گانه(تعاملات با تعداد فرد) در بازه اعداد حقیقی R={...و۳و۲و۱و۰و۱-و۲-و۳-و...} قرار می‌گیرد و مقدار مثبت و صفر به معنی نبود هم‌پوشانی است و هرچه این مقدار کوچکتر(منفی‌تر) باشد به معنی وجود هم افزایی و تعاملات بیشتر خواهد بود(۱۹-۱۷).



نمودار ۲: تعاملات دوگانه ارکان نوآوری ایران در حوزه مهندسی پزشکی در ده سال اخیر(منبع: یافته‌های تحقیق)

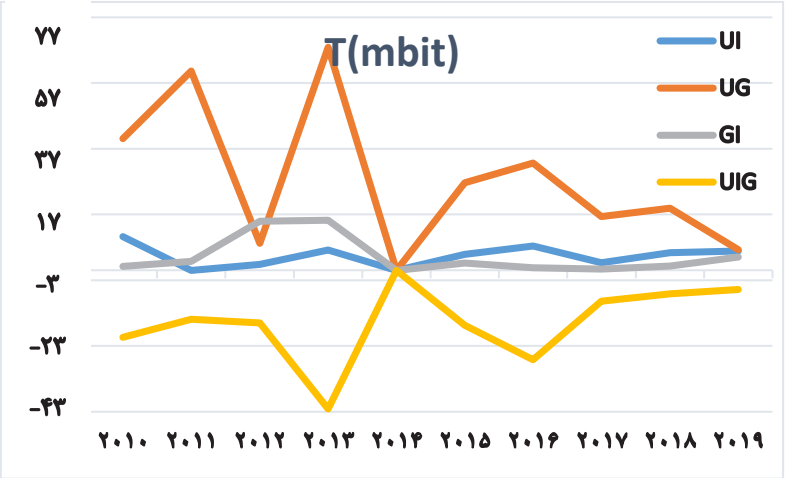
شاخص T(UG)، سپس T(UI) تا قبل از سال ۲۰۱٤، بالاترین مقدار را داشته اما در سال‌های اخیر شاخص T دوگانه UI از روندی افزایشی پیروی کرده است.

بر اساس مطالعه شاخص‌های TH در بعد سه‌گانه، T(UIG) در ده سال اخیر، مقدار نامثبت داشته که به معنی شکل گرفتن تعامل بین ارکان نوآوری ایران در این حوزه است. شاخص T ملی ایران در کل ۱۲/٤۸- به‌دست آمد که نسبت به بهترین حالت آن در سال ۲۰۱۳ که معادل ٤۲/۱۷- بود(نمودار ۲)، از یک روند چشمگیر کاهشی برخوردار بوده است(جدول ۳).

جدول ۳: مقدار شاخص T ملی ایران در حوزه‌ی مهندسی پزشکی در ده سال اخیر(منبع: یافته‌های تحقیق)

کل مدارک	U (N)	I (N)	G (N)	UI (N)	UG (N)	GI (N)	UGI (N)	T(UGI) (mbit)
۳۹۲۲	۲۸٦٤	٤۰	۲۹	۸۸۱	۱۰۲	۵	۲۰	-۱۲/٤۸

شاخص تعاملات یا سنجش اطلاعات متقابل در نمودار ۳ به‌صورت مقایسه‌ای آمده است. همان‌طورکه در این نمودار مشاهده می‌شود، در طول این سال‌ها، میزان تعاملات به‌طور کلی از یک روند کاهشی برخوردار بوده است(نمودار ۳).



نمودار ۳: روند تغییرات شاخص T در تعاملات دوگانه و ملی ارکان نوآوری ایران در حوزه‌ی مهندسی پزشکی(منبع: یافته‌های تحقیق)

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-08]

سال ۲۰۱۳ نقطه عطف و بهترین سال برای تعاملات به‌شمار می‌رود؛ زیرا در این سال T(UG) معادل(۶۷/۹)، T(GI) برابر با(۱۵/۲۳) و T(UIG) مساوی با(۴۲/۱۷-) بهترین مقادیر را در طول بازه‌ی زمانی خود داشته‌اند.

بحث

از نظر مشارکت هرکدام از سه نهاد، میزان مشارکت تقریبا ثابت سه رکن در تولیدات علمی در کل بازه‌ی زمانی موردمطالعه مشاهده می‌شود؛ به این ترتیب که دانشگاه همواره در انتشار بیش از ۹۰ درصد تولیدات تمامی سال‌ها مشارکت داشته و پس از آن با اختلاف بسیار زیاد صنعت نیز به‌صورت یکنواخت با نوسان‌های اندک کمتر از ٦ درصد از تولیدات و در نهایت دولت نیز در درصد بسیار ناچیز کمتر از ۳ درصد مشارکت داشته است. این یافته با یافته‌ی جعفری و همکاران(۱۳۹٤) که به بررسی سهم مشارکت تولیدات علمی ایران در حوزه‌ی نانوفناوری پرداخته و نتایج آن حاکی از سهم مشارکت ۲۰ درصدی دولت و سپس سهم اندک صنعت بود، همخوانی ندارد(۲). در پژوهش Leydesdorff (۲۰۰۳)، بعد از نهاد دانشگاه، سهم مشارکت بخش صنعت در مورد کشور امریکا(حدود ۱۰ درصد)، آلمان(۸ درصد) و اتحادیه اروپا(۸ درصد) به‌دست آمد که با یافته‌ی کمتر از ٦ درصدی این پژوهش برای بخش صنعت همخوانی دارد(۲۰). همچنین این نتیجه با نتیجه‌ی تحقیق Kim و همکاران(۲۰۱۲) که سهم مشارکت صنعت بعد از دانشگاه و حدود ۹ درصد به‌دست آمده است، همخوانی دارد(۲۱). نتایج این بخش از پژوهش با یافته‌ی پژوهش حاتمی و نقشینه(۱۳۹٤) که کل تولیدات علمی ایران در حوزه‌ی UIG ایران در بازه‌ی زمانی ۲۰۱٤-۱۹۹٦ و در پایگاه اسکوپوس را بررسی کرده‌اند و طبق یافته‌های آن‌ها، بعد از دانشگاه، به‌ترتیب بخش دولت و صنعت با مقدار بسیار ناچیز کمتر از یک درصد مشارکت در امر پژوهش داشته‌اند، همخوانی ندارد(۱۵).

از لحاظ تعداد تولیدات علمی منتشر شده با همکاری دوسویه ارکان مارپیچ سه جانبه، در پژوهش حاضر همواره همکاری دوسویه‌ی دانشگاه با هر کدام از ارکان، بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده است. رتبه بندی مشارکت دوگانه به‌ترتیب به UG، UI و در نهایت سه ناچیز GI تعلق می‌گیرد؛ که این یافته با نتایج مطالعه‌ی جعفری و همکاران(۱۳۹٤) در بررسی حوزه‌ی نانوفناوری ایران همخوانی نداشته(۲)، ولیکن با یافته‌های مطالعه حاتمی و نقشینه(۱۳۹٤) تنها در سهم مشارکت GI همراستا است(۱۵).

بررسی جدول ۲ نشان می‌دهد که مشارکت در انتشار مقالات با همکاری مشترک UI در کل بازه‌ی زمانی ده‌ساله را می‌توان به سه قسمت طبقه‌بندی کرد: از ابتدای بازه‌ی تحقیق یعنی سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۳ دورانی است که تحقیقات، شروع خوبی داشته اما رشد زیادی نداشته که می‌توان این سال‌ها را دوران ظهور این تحقیقات نامید. تحقیقات مشترک بین این دو نهاد در بازه‌ی زمانی ۲۰۱۳ تا سال ۲۰۱۸ افزایش یافته که در نتیجه می‌توان از آن با عنوان دوره‌ی صعود یاد کرد. شاید دلیل این امر را بتوان در کمک‌های معاونت فناوری و توسعه‌ی ریاست جمهوری در برطرف کردن مشکلات مربوط به ورود مواد اولیه ساخت تجهیزات زیست پزشکی مانند انواع آنتی‌بادی و پروتئین دانست، زیرا بدون استفاده از این مواد که بخش عمده‌ی آنها تولیدات خارجی است، در بخش دانشگاهی، انجام پایان نامه و طرح‌های پژوهشی تا حد زیادی غیرممکن است، مگر اینکه محقق با استفاده از منابع موجود به تولیدات نوترکیبی از این مواداولیه دست یابد. شایان ذکر است این مواد در تولید کیت‌های تشخیصی آزمایشگاهی مهم‌ترین کاربرد را در حوزه‌ی مهندسی زیست‌پزشکی و مهندسی‌پزشکی دارد. در نهایت از سال ۲۰۱۸ به بعد با کاهشی ناگهانی در روند انتشارات مواجه می‌شویم که این دوره را می‌توان دوره‌ی سقوط نامید؛ که با توجه به روند کاهشی تعداد کل مقالات از سال ۲۰۱۸ به بعد این امر طبیعی است. به‌طوری‌که میزان مشارکت UI به جز در دو سال ۲۰۱۱ و ۲۰۱۸ در بقیه سال‌ها معادل صفر مقاله بوده است.

به‌طورطبیعی در بیشتر کشورهای دنیا، بیشترین سهم تولیدات علمی در اختیار نهادهای دانشگاهی است. دلیل آن می‌تواند نگاه سنتی دانشگاه‌ها طی سال‌های گذشته به آموزش و پژوهش باشد، که جنبه صرف آموزش و پژوهش را مدنظر قرار می‌دادند و کمتر به ایجاد خلاقیت و نوآوری و به تبع آن توسعه‌ی کارآفرینی و تجاری سازی تولیدات علمی دانشگاه توجه داشته‌اند(۲۲).

نتایج این تحقیق از نظر سهم مشارکت ارکان، با پژوهش سبحانی و همکاران(۱۳۹۵)، که ارتباطات علمی دانشگاه، دولت و صنعت ایران را بر اساس مدل مارپیچ سه‌گانه در حوزه‌ی کشاورزی بررسی کرده‌اند از لحاظ سهم مشارکت هرکدام از سه نهاد و مشارکت دوگانه و سه‌گانه کاملا همخوانی دارد(۲۳).

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-08]

در بحث محاسبه‌ی شاخص T و تعاملات دوگانه و سه‌گانه‌ی ارکان، در این پژوهش همواره تعامل بین UI بالاترین مقدار را داشته، در سال ۲۰۱٤ شاخص T برای هر سه تعامل دوگانه صفر شده و پس از آن سال، تعامل UI نسبت به UG بهبود یافته و رتبه‌ی دوم را از آن خود کرده است. در کل طول بازه‌ی زمانی T(UI) روند کاهشی داشته به‌طوری‌که از ۱۰/۲۷ در سال ۲۰۱۰ به ۵/۸۹ در سال ۲۰۱۹ رسیده است. همچنین T(GI) نیز از ٤۰/۰۳ در ابتدای بازه به ٦/۲۸ در انتهای بازه‌ی زمانی رسیده است. به‌همین‌ترتیب تعامل سه‌گانه نیز روند کاهشی را تجربه کرده است که با نتایج مطالعه‌ی جعفری و همکاران(۱۳۹٤) در بررسی حوزه‌ی نانوفناوری ایران همخوانی دارد(۲). اما T(GI) از ۱/۱۵ به ٤/۰۲ رسیده که افزایش را نشان می‌دهد و این یافته با نتایج مطالعه‌ی سبحانی و همکاران(۱۳۹٦) که حوزه‌ی کشاورزی ایران را بررسی کرده‌اند و مطالعه‌ی حاتمی و همکاران(۱۳۹٤) که کل تولیدات علمی ایران را بررسی کرده‌اند، همخوانی دارد(۲۳و۱۵).

در سال ۲۰۱٤ به‌دلیل اینکه تمام مقالات در نمودار سهم هر یک از ارکان، به تنهایی به بخش دانشگاهی تعلق داشت، این امر موجب شد تا شاخص T در این سال برای همه ابعاد عدد صفر را به خود اختصاص دهد. مقدار صفر شاخص به معنی این است که هر سه نهاد به‌طورمستقل از یکدیگر عمل کرده و هیچ‌گونه هم‌افزایی و تعاملی با یکدیگر نداشته‌اند. بررسی دلایل این کاهش ناگهانی می‌تواند برای برنامه‌ریزی و کنترل بهتر و جلوگیری از بروز دوباره‌ی این مشکل که بر کل نتایج تاثیر منفی دارد، مورداستفاده قرار گیرد.

شاخص T حوزه‌ی مهندسی پزشکی ایران، در کل بازه‌ی زمانی ده ساله‌ی موردمطالعه، معادل ۱۲/٤۸- به‌دست آمد که در مقایسه با شاخص T کل تولیدات علمی در کشورهای ژاپن(۹۲/۱-)، هندوستان(۷۸/۱-)، امریکا(۷٤/٤-)، انگلستان(٦۳/۱-)، فرانسه(۵۲/۱-)، آلمان(٤۳/٤-)، کره جنوبی(٤۰/۱-) و اسکاندیناوی(۳۱/٦-) بسیار کمتر بوده است(۲۰). شاخص اندازه‌گیری شده در پژوهش حاضر، مربوط به یک حوزه‌ی خاص است و شاخص‌های اندازه گیری شده‌ی موجود در دو پژوهش مورد بحث مربوط به کل تولیدات در این کشورهاست؛ بنابراین این مقایسه نشان می‌دهد که شاخص T ایران در حوزه‌ی مورد نظر پایین است؛ چرا که با وجود همکاری نسبتاً خوب در سهم مشارکت‌های ارکان، اگر این شاخص در کل تولیدات ایران سنجیده و با نتایج سایر کشورها مقایسه شود، این عدد بسیار کمتر خواهد بود. نتایج پژوهش‌های موجود که شاخص T(UIG) تولیدات ایران در سال‌های مختلف را اندازه‌گیری کرده اند، این پیش‌بینی را تایید می‌کند(۱۹و۱۸).

البته باید توجه داشت که مقادیر کم T(UIG) هم می‌تواند نشان‌دهنده‌ی هم‌افزایی کم در روابط سه‌جانبه و دوجانبه باشد و اینکه اگر کشوری دارای انسجام ملی در روابط سه حوزه نباشد، اما روابط بین‌المللی دوجانبه و سه‌جانبه‌ی قوی داشته باشد، مقدار T(UIG) در مقیاس یک کشور مقدار کمی خواهد بود وعملکرد این‌گونه کشورها را باید در حوزه‌ی جهانی‌سازی روابط دنبال کرد. بنابراین، با استفاده از شاخص T می‌توان میزان درون‌گرایی یا برون‌گرایی کشورها را از نظر روابط علمی بین موسسات و حوزه‌های ملی و بین‌المللی مورد بحث قرار داده و بر سیاست‌های علم و فناوری متناسب با وضعیت هرکشور تاکید کرد(۱۵).

دولت باید به‌طور کارامد نقش خود را در هماهنگی فعالیت‌های نوآورانه ایفا کند. در نظام THM، مداخلات دولت باید بر حل مسایل مربوط به عدم موفقیت در کسب سهم تحقیقات از بازار متمرکز شود. تحقیقات Lebeau و همکاران(۲۰۰۸) نشان داد که بسیاری از کشورها سیاست‌های متفاوتی را برای ارتقای همکاری UIG اتخاذ کرده اند که عمدتا شامل سیاست‌های غیرمستقیم و یا ترکیبی از ابزارهای عرضه، تقاضا و سیاست‌های محیط نوآوری برای هدایت فعالیت‌های نوآورانه می‌باشد(۲٤). دولت می‌تواند با وضع قانون، حقوق و منافع شرکای مختلف، مکانیسم توزیع سود و اصل تقسیم ریسک را در قالب قوانین و مقررات روشن کند. بنابراین می‌توان از ابزارهای داوطلبانه یا اجباری یا ترکیبی از هر دو برای تنظیم پویایی شدت مداخله‌ی دولت و ترکیب ابزارهای سیاست‌گذاری بر اساس شرایط کنونی و پیش‌بینی شرایط آینده استفاده کرد.

هر چند در پژوهش حاضر سعی شد با استفاده از فرمول‌های اعتباریابی شده، بازیابی داده با حداکثر جامعیت و مانعیت در پایگاه WoS انجام شود، با این حال ممکن است در قسمت وابستگی سازمانی مقالات، عباراتی مرتبط با نهادهای صنعتی یا دولتی موجود بوده که در پوشش جستجوها قرارنگرفته و از دید محقق پنهان مانده باشد. همچنین ازآنجاکه بسیاری از مجلات منتشرکننده‌ی مقالات، حق کامل برای ایجاد هرگونه تغییر در محتوای مقالات را دارند، ممکن است بر اساس سلیقه برخی از سردبیران مجلات، وابستگی‌های سازمانی که مربوط به صنایع خصوصی و غیروابسته

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-08]

به بخش دانشگاهی هستند، از مقاله حذف و تنها وابستگی‌های سازمانی دانشگاهی معتبر دانسته شود، که این امر می‌تواند به نتیجه‌ی پژوهش‌های مبتنی بر وابستگی‌های سازمانی خدشه وارد کند. نمایه نشدن بسیاری از پژوهش‌ها به دلایل امنیتی، سیاسی و اقتصادی در برخی پایگاه‌های استنادی نیز از دیگر محدودیت‌های این پژوهش به شمار می‌رود.

نتیجه‌گیری

رقابت در بازار فناوری امروز جهان، به ادغام دانش‌های نوین با صنعت نیازمند است. شایسته است دولت جمهوری اسلامی ایران با اتخاذ سیاست‌های راهبردی پژوهشی، مسیر ارتباط سازمانی مبتنی بر روابط UIG را برای دستیابی به رشد و توسعه‌ی پایدار هموارتر کند. دولت می‌تواند با تأمین اعتبار فناوری و کاهش مالیات، به‌طور جدی در نوآوری مشارکتی با دانشگاه‌ها و شرکت‌ها مشارکت کند تا استعدادهای لازم در علم و فناوری را به خود جلب کند. اقدامات خاص سیاست‌گذاری می‌تواند شامل ایجاد صندوق سرمایه‌گذاری کارآفرینی در شرکت‌های کوچک و متوسط، ارایه تسهیلات به فرشتگان کسب‌وکارهای نوپا در حوزه‌ی مهندسی پزشکی و سایر حوزه‌ها و تدارکات دولت برای استفاده از محصولات و خدمات نوآورانه‌ی حاصل از همکاری UIG باشد. همچنین با ایجاد آزمایشگاه جامع و فضاهای کاری اشتراکی و معرفی آن جهت استفاده‌ی حداکثری پژوهشگران از امکانات موجود، مراکز انتقال فناوری و شتاب‌دهنده‌های علم و مراکز استعدادپروری می‌توان به توسعه‌ی کسب و کارهای نوپا کمک کرد. همزمان نیز لازم است از حقوق مستقل و مالکیت معنوی شرکتهای داخلی حمایت‌های لازم صورت گیرد. از بعد سیاست‌های پژوهش و آموزش، باید توانایی نوآوری بین سازمانی در دانشگاه ارتقا یابد و هنگام تصویب طرح‌های نوآورانه در دانشگاه، هماهنگی لازم با بخش صنعت و دولت وجود داشته باشد تا از ماندن صرف پژوهش‌ها در قفسه‌های کتابخانه جلوگیری شود. تنها در این صورت است که دانشگاه‌ها می‌توانند نقش سنتی خود را که فقط به تدریس و تحقیق معطوف می‌شد، تغییر داده و به نسل سوم دانشگاه‌ها، یعنی دانشگاه‌های کارآفرین تبدیل شوند. دانشگاه می‌تواند بهبود کیفیت کارآموزی و کسب مهارت به دانشجویان و تعریف طرح‌های مشترک بین UIG را در دستور کار قرار داده و همچنین سیستم ارزشیابی علمی را با در نظر گرفتن وجود تعاملات UIG در تولیدات علمی دانشگاهیان، به‌عنوان یک شاخص جدید، ارتقا داده و محققان را ترغیب به خارج شدن از دانشگاه و ایجاد رابطه‌ی قوی‌تر با صنعت کند.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل پایان‌نامه‌ی تصویب شده در گروه کتابداری پزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران بوده و بدین وسیله از سرکار خانم دکتر لیلا شاهمرادی و سرکار خانم دکتر فاطمه شیخ‌شعاعی تشکر و قدردانی می‌شود. این پژوهش، با کد IR.TUMS.SPH.REC.1398.262 در کمیته اخلاق در پژوهش دانشکده بهداشت و پیراپزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران مورخ ۱۳۹۸/۱۰/٤ تصویب شده است.

References

1. Amirinia H & Baitab A. 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 2007; 2(5-6): 25-34[Article in Persian].

2. Jafari M, Akhavan P & Zarghami HR. Measuring the relationships among university, industry and government in Nano sector using Triple Helix model. Journal of Academic librarianship and Information Research 2015; 49(3): 413-38[Article in Persian].

3. Etzkowitz H & Leydesdorff L. Universities in the global knowledge economy: A triple helix of academic–industry–government relations. Available at: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3404823. 1997.

4. Shannon CE. A mathematical theory of communication. The Bell System Technical Journal 1948; 27(3): 379-423.

5. Mahammadpour F. Explain the prerequisites and infrastructures of production and commercialization of knowledge and innovation for the realization of knowledge-based economy [Thesis in Persian]. Tehran: Razi University; 2016.

6. Leydesdorff L & Park H. Can synergy in triple helix relations be quantified? A review of the development of the Triple Helix indicator. Triple Helix 2014; 1(4): 1-18.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-08]

7. Zarghami HR. An overview of the patterns of development of university, industry and government relations to promote innovation. Quarterly Journal of Science and Technology Policy 2018; 8(2): 103-12[Article in Persian].

8. Ye FY, Yu SS & Leydesdorff L. The Triple Helix of university□industry□government relations at the country level and its dynamic evolution under the pressures of globalization. Journal of the American Society for Information Science 2013; 64(11): 2317-25.

9. Megnigbeto E. 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 2018; 12(4): 1118-32.

10. Afzal MNI, Mansur K, Siddiqui S & Ghop J. A panel investigation of the triple helix(TH), quadruple helix(QH) relationship in ASEAN-5 economies. Journal of Innovation Economics & Management 2018; 27(3): 97-122.

11. Noroozi Chakoli A & Taheri B. Comparative analysis of the relationship between university and industry in Iran and Turkey: A scientometric study. Caspian Journal of Scientometrics 2015; 2(1): 39-49[Article in Persian].

12. Bagheri S & Esmaeili SM. Investigating the status of polygraphism and the network of scientific collaborations in the field of medical engineering in Iran in the science citation index between 2002 and 2011. Rahyaft 2013; 23(54): 5-17[Article in Persian].

13. Clarivate Analytics Company. Web of Science [Database]. Available at: https://apps.lib.wosg.ir/Search.do?product=WOS&SID=D6MupMK6DnEnxnbwAA8&search_mode=AdvancedSearch&prID=dac863b9-e873-4058-90a3-e16f8386a1d6. 2020.

14. Soleimani H. Information technology. Tehran: Danesh Shenas; 2013: 61-2[Book in Persian].

15. Hatami M & Naghshineh N. 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 2015; 1(1): 69-92[Article in Persian].

16. Kang W, Zhao S, Song W & Zhuang T. 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 2019; 118(3): 921-40.

17. Leydesdorff L. Words and co-words as indicators of intellectual organization. Research Policy 1989; 18(4): 209-23.

18. Jowkar T & Vara N. The triple helix of university, government and industry in the field of veterinary science in Iran: Comparison of ISC and WOS publications. International Journal of Information Science and Management 2020; 18(1): 73-91.

19. Azizi F & Moradi F. Investigating the relation between the university, industry and government in the innovation system of the knowledge-based economy in Iran. International Journal of Information Science and Management 2019; 17(2): 1-18.

20. Leydesdorff L. The mutual information of university-industry-government relations: An indicator of the triple helix dynamics. Scientometrics 2003; 58(2): 445-67.

21. Kim H, Huang M, Jin F, Bodoff D, Moon J & Choe YC. Triple helix in the agricultural sector of Northeast Asian countries: A comparative study between Korea and China. Scientometrics 2012; 90(1): 101-20.

22. Nirumand P, Mullah Akbari M, Farjiarmaki A, Zarkhor Khomizi S & Ghanbari H. Identifying barriers to commercialization of innovations and inventions of engineers and trainees in the field of technical and vocational education. Iranian Journal of Engineering Education 2017; 20(79): 139-54[Article in Persian].

23. Sobhani F, Ebrahimi S & Jowkar A. Scientific relations between universities, industry and government in Iran based on the Triple Helix model in the field of agriculture. Journal of Research and Planning in Higher Education 2016; 23(3): 21-41[Article in Persian].

24. Lebeau LM, Laframboise MC, Lariviere V & Gingras Y. The effect of university–industry collaboration on the scientific impact of publications: The Canadian case, 1980-2005. Research Evaluation 2008; 17(3): 227-32.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-08]

Journal of Payavard Salamat
Vol. 14, No. 5, Dec & Jan 2020

Measuring the Interactions of University, Industry and Government of Iran in Scientific Articles of Biomedical Engineering Field Using the Triple Helix Model

Somaye Dehghani Sanij[1] (M.S.), Ismael Mostafavi[2] (Ph.D.), Hamid Reza Zarghami[3] (Ph.D.), Hojatollah Soleimani[4*] (Ph.D.)

1 Master of Science in Medical Library and Information Sciences, School of Allied Medical Sciences, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

2 Assistant Professor, Department of Knowledge and Information Science, Faculty of Social Sciences, Yazd University, Yazd, Iran

3 Assistant Professor, Department of AMAD, Graduate Center, Shahid Sattari Aeronautical University of Science and Technology, Tehran, Iran

4 Lecturer, Department of Medical Library and Information Sciences, School of Allied Medical Sciences, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Abstract

Received: Jul 2020
Accepted: Oct 2020

Background and Aim: The field of medical engineering is the flagship interdisciplinary approach in Iran, which, due to its attention to knowledge-based economy, takes a step towards prosperity and smoothing progress and development. The purpose of this study is to investigate the interactions between university, industry and government of Iran in scientific articles in the field of medical engineering using the triple helix model.

Materials and Methods: This is an applied research with a quantitative approach and uses scientometric techniques. The status of dynamic interactions of the main pillars of Iranian innovation in the field of medical engineering in WoS(Web of Science) database has been calculated using the .exe and the 4.exe softwares in the period of 2010-2019, and the transmission degree of uncertainty index in dual and national dimensions has been determined.

Results: The T-index ranking was assigned to university-government(23.38 mb), university-industry(8.47 mb) and industry-government (1.13 mb), respectively, and finally, national interaction(-12.48 mb) was obtained. The interaction between university and industry had an increasing trend and the strongest dual interaction belonged to the university-government. Over the last ten years, national interaction has always had a negative value, which indicates the existence of dynamics in interactions in the national dimension.

Conclusion: The dual university-industry interaction has been increasing in recent years; however, in the long run, the national interaction of the pillars has been facing a declining trend, according to which some science and technology policies, and research and industrial strategies have been proposed as a necessity to promote the university-industry-government innovation network in the field of medical engineering in Iran.

Keywords: Triple Helix Model of Innovation, University, Industry, Government, Biomedical Engineering, Knowledge Economy, Iran

*** Corresponding Author:**
Soleimani H
Email :
daneshshenas@gmail.com

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-08]

Copyright © 2021 Tehran University of Medical Sciences. Published by Tehran University of Medical Sciences.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).
Non-commercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.