

بررسی وضعیت چندنویسندگی و شبکه همکاری‌های علمی حوزه مهندسی پزشکی ایران در نمایه استنادی علوم بین سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۱

سهیلا باقری^{۱*}، صدیقه محمداسماعیلی^۲

۱- کارشناس ارشد کتابداری و اطلاع‌رسانی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران

۲- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران

چکیده

هدف: این پژوهش به تحلیل هم‌تألیفی برون‌دادهای علمی حوزه مهندسی پزشکی ایران در نمایه استنادی علوم از پایگاه وب‌آوساینس بین سال‌های ۲۰۰۲-۲۰۱۱ پرداخته است.

روش‌شناسی: روش پژوهش، پیمایشی توصیفی-تحلیلی است و در آن از شاخص‌های علم‌سنجی^۱ در تحلیل شبکه‌های چندنویسندگی با استفاده از نرم‌افزار نودایکس^۲ استفاده شده است. جامعه پژوهش، برون‌دادهای تحقیقاتی و دانشگاهی حوزه مهندسی پزشکی ایران (۵۵ رکورد) است که در نمایه استنادی علوم، در سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۱ نمایه شده است.

یافته‌ها: بیشترین مدارک مهندسی پزشکی ایران مربوط به گروه موضوعی علم مواد با ۴۱/۸۱ درصد و بعد از آن بیوفیزیک با ۱۴/۵۴ درصد بوده است. میزان همکاری‌های بین‌المللی ایران (۴۱/۸۱ درصد)، ملی (۳۸/۱۸ درصد) و داخلی (۲۰ درصد) بوده و با کانادا، انگلستان، کره جنوبی، سنگاپور و آمریکا، مشارکت علمی بیشتری داشته است. حمید میرزاده از دانشگاه امیرکبیر و محمد پرنیان‌پور، از دانشگاه صنعتی شریف، فعال‌ترین نویسندگان کشور بودند. تعداد مدارک ۳، ۴ و ۵ نویسنده، بیش از بقیه بود و ارتباط معناداری بین تعداد نویسندگان مدارک علمی و میزان جذب استناد به دست نیامد. چگالی شبکه همکاری ایران با

کشورهای جهان نیز، برابر با ۰/۰۶۶ بود و ایران در حوزه مهندسی پزشکی، رتبه ۲۸ جهانی و رتبه سوم آسیای جنوب غربی را، به دست آورد.

اصالت/ ارزش: با تحلیل نتایج حاصل از این پژوهش، می‌توان جایگاه ایران را در حوزه مهندسی پزشکی در بین کشورهای جهان و آسیای جنوب غربی شناسایی کرد و با توجه به چشم‌انداز سند بیست ساله کشورمان در پیشبرد فناوری، به گسترش همکاری‌ها و سرمایه‌گذاری‌های لازم در راستای ارتقاء سطح بهداشت و سلامت جامعه پرداخت.

واژگان کلیدی: آی اس آی، برون‌داد علمی، شبکه‌های هم‌تألیفی، مهندسی پزشکی، نودایکس‌ال.

۱- مقدمه

بر اساس سند چشم‌انداز بیست ساله جمهوری اسلامی، ایران ۱۴۰۴، کشوری است توسعه یافته با جایگاه اول اقتصادی، علمی و فناوری در سطح منطقه آسیای جنوب غربی (شامل آسیای میانه، قفقاز، خاورمیانه و کشورهای همسایه)، با هویت اسلامی و با تعامل سازنده و مؤثر در روابط بین‌الملل و با تأکید بر جنبش نرم‌افزاری و تولید علم [۱]. بدیهی است یکی از راه‌های دستیابی به چنین مهمی، افزایش رؤیت‌پذیری^۲ شبکه علمی ایران در سطح ملی و فراملی است. بنابراین، پرداختن به حوزه‌های زیست‌فناوری به‌ویژه در بخش صنعت می‌تواند بسیار ارزشمند باشد. یکی از شاخه‌های علوم که امروزه مورد

* نویسنده عهده‌دار مکاتبات: shlbagheri3@gmail.com

1. Scientometrics
2. NodeXL

ارزشمندتری دست یابند و حتی به دنبال شرکایی در میان گروه‌های علمی دیگر باشند و تعداد افراد مطلع در حوزه کاری خود را افزایش دهند و به این ترتیب به گسترش علم یاری رسانند.

نوروزی و ولایتی (۱۳۸۸)، مهم‌ترین مزایای همکاری‌های علمی را اینگونه برشمردند:

کاهش هزینه‌های پژوهشی؛ برقراری ارتباط علمی، سیاسی، فرهنگی و اقتصادی بین کشورها؛ کاهش تعارض‌ها و چالش‌ها بین کشورها؛ افزایش مقاله‌های تألیفی مشترک؛ بهبود کیفیت تولیدات علمی؛ افزایش بازده و کارایی اعضای گروه؛ شکوفایی استعدادهای درخشان و پویایی گروه پژوهشی؛ تقویت انگیزش و دلبستگی پژوهشگران به گروه؛ شکستن فرهنگ سکوت و انزوا؛ کاهش تعارض میان پژوهشگران و استفاده بهینه از امکانات موجود [۴].

بر این اساس، با توجه به نقش ویژه مهندسی پزشکی در صنعت و اهمیت موضوع همکاری‌های علمی در این عرصه و نیز اهمیت پایگاه آی اس آی. در نمایه‌سازی مقاله‌های برتر دنیا، پژوهش حاضر بر آن است که، به تحلیل هم‌تألیفی برون‌دادهای^۲ علمی مهندسی پزشکی ایران، بین سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۱، بپردازند و شبکه‌های هم‌تألیفی نویسندگان، مؤسسه‌ها و همکاران علمی ایران را با استفاده از امکانات نرم‌افزار نودایکس ال ترسیم نماید.

از اهداف فرعی پژوهش می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱. تعیین تعداد تولیدات علمی حوزه مهندسی پزشکی ایران در پایگاه آی اس آی. در سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۱، به تفکیک بر حسب حوزه‌های موضوعی تولیدات علمی و وضعیت چندنویسندگی آنها؛

۲. تعیین جایگاه ایران، در میان کشورهای آسیای جنوب غربی و مقایسه روند رشد تولیدات علمی مهندسی پزشکی ایران و جهان، شناخت کشورهای همکار با ایران و میزان همکاری‌های داخلی، ملی و بین‌المللی ایران در مهندسی پزشکی در پایگاه آی اس آی، بین سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۱؛

توجه پژوهشگران قرار گرفته، مهندسی پزشکی^۱ است. این حوزه در دو دهه گذشته در بخش صنعت و در مقایسه با حوزه‌های کلاسیک صنعتی که رشد سالانه پایینی زیر پنج درصد دارند، از رشدی بالغ بر ده درصد برخوردار بوده است. به علاوه، اهمیت مضاعف حوزه مهندسی پزشکی به دلیل ارتباط مستقیم آن با فاکتورهای انسانی است [۲]. همچنین، این رشته کاربرد علوم فنی و مهندسی، در یاری رساندن به پزشکان برای تشخیص و درمان بیماری‌ها است؛ به طوری که دقت و تنوع در تشخیص را گسترش می‌دهد [۳].

پژوهش در بسیاری از زمینه‌ها، بسیار پیچیده و نیازمند دانش بسیار تخصصی است و ممکن است مستلزم دانشی فراتر از دانش یک فرد باشد. از سوی دیگر، همکاری، تأثیرات سودمندی بر بهره‌وری پژوهشی دارد. همکاری به دانشمندان و پژوهشگران اجازه می‌دهد تا نقش یک همراه اثرگذار را داشته باشند و با دانش و مهارت‌های خود، دانش و مهارت‌های دیگران را کامل کنند. گروه‌های پژوهشی همکار، برخی اوقات به «هم‌افزایی» یا «هم‌نیروزی» می‌رسند. هم‌افزایی یعنی هماهنگی و توازن مؤثر وظایف، فعالیت‌ها و کارهای علمی و فکری به صورتی که عملکرد کل گروه بیش از اجزای آن باشد [۴]. فواید کار گروهی زمانی آشکار می‌شود که با کارهای انفرادی مقایسه شود. گاهی در حین تحقیق، مسائلی پیش می‌آید که راهکارها و اندیشه‌های تازه‌ای می‌طلبد که تنها در ذهن دست‌اندرکاران امر تحقیق، متبادر می‌شود و زمانی این افکار نو به بیرون می‌تراود که افراد گروه به مشورت و تبادل اندیشه می‌پردازند و نظرات خود را در راستای هدف تحقیق روی هم می‌ریزند و به یک نظریه هماهنگ می‌رسند؛ از طرف دیگر، تمام ریزه‌کاری‌های طرح تحقیق و روش‌های دستیابی به نتایج، در نوشته نهایی منعکس نمی‌شود و تنها افراد شرکت‌کننده در تیم گروهی به همه ابعاد و پیچیدگی‌های آن، آگاه هستند و تمام زوایای کار را تحت اختیار خود دارند؛ این مسئله از آنجا دارای اهمیت است که همین گروه کوچک، بعد از انجام کارهای مشابه و شناخت فنون تحقیق در موضوعی خاص، می‌توانند به تجربه‌های

حاضر در تیم‌های بزرگ تحقیق بود و وجود رابطه معنادار بین همکاری‌های علمی و افزایش تولیدات علمی را تأیید کرد [۸]. اولمدا گومز و دیگران^۲ (۲۰۰۹) نیز، نزدیکی جغرافیایی و تسهیلات سیاسی و مدیریتی را بر روند همکاری علمی دانشگاه‌های اسپانیا بین سال‌های ۲۰۰۰-۲۰۰۴ مؤثر دانستند. به نظر آنها، مقاله‌های هم‌تألیفی از نوع بین‌المللی، قابلیت دیداری بیشتری دارند و دانشگاه‌های دولتی و با سابقه در زمینه همکاری‌های علمی، پیشرو هستند [۹]. پژوهش‌های حیاتی و دیدگاه (۲۰۱۰)، رشد همکاری‌های بین‌المللی ایران را در نمایه استنادی علوم و بین سال‌های ۱۹۹۸-۲۰۰۷ نشان داد. تعداد مقاله‌های داخلی ایران، بیش از سه برابر مقاله‌های بین‌المللی است و تنها ۲۲ درصد آنها، به صورت همکاری با پژوهشگران خارجی بوده است [۱۰]. در پژوهش آردانوی^۳ (۲۰۱۱)، مقاله‌های هم‌تألیفی جذب استناد بیشتری دارند و نویسندگانی که مشارکت علمی بیشتری با پژوهشگران دیگر داشتند، دارای تولیدات علمی بیشتری بودند [۱۱]. تئودورسکی و آندری^۴ (۲۰۱۱)، سهم هم‌تألیفی بین‌المللی مقاله‌های اروپای شرقی و تأثیر آن بر میزان استناد به آنها را بین سال‌های ۱۹۸۹-۲۰۰۹، در پایگاه آی اس آی مورد پژوهش قرار دادند. نتایج نشان داد که بیش از نیمی از مقاله‌های کشورهای اروپای شرقی، در سال ۲۰۰۴، حاصل هم‌تألیفی بودند و در سال ۲۰۰۹، هر کشور تقریباً با صد کشور دیگر، هم‌تألیفی داشته است. دریافت استناد مقاله‌های هم‌تألیفی بین‌المللی، دو بار بیشتر از مقاله‌های دیگری بود. مقاله‌های مشترک با ایالات متحده، استنادهای بیشتری نسبت به کارهای مشترک با اروپا دریافت کردند [۱۲]. گازنی و دیدگاه (۲۰۱۱) نیز، با بررسی همکاری‌های علمی و تأثیر آن بر میزان استنادها به انتشارات دانشگاه هاروارد در پایگاه وب‌آوساینس، بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۹، نشان دادند که میزان استناد به مقاله‌های چندنویسنده، کمی بیش از دو برابر میزان استناد به مقاله‌های تک‌نویسنده بود و مدارکی که حاصل همکاری

۳. تعیین فعال‌ترین نویسندگان ایران در حوزه مهندسی پزشکی، از لحاظ تعداد تولیدات علمی و میزان همکاری گروهی آنان در پایگاه آی اس آی، در سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۱؛

۴. تعیین وضعیت چندنویسنده‌گی تولیدات علمی مهندسی پزشکی ایران و میانگین استناد به آنها، در پایگاه آی اس آی، در سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۱؛

۵. تعیین موقعیت ایران در شبکه‌های هم‌تألیفی حوزه مهندسی پزشکی (مشخصات شبکه‌ها، در درجه، خارج درجه، مرکزیت بینیت، مرکزیت نزدیکی، مرکزیت ایگن‌وکتور و ضریب خوشه)، در پایگاه آی.اس.آی. بین سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۱.

۲- پیشینه پژوهش

نتایج پژوهش حسن‌زاده، بقایی و نوروزی چاکلی (۱۳۸۷)، که به بررسی وضعیت هم‌تألیفی نویسندگان ایرانی و اثر آن بر میزان استناد به این مقاله‌ها در مجله‌های آی اس آی بین سال‌های ۱۹۸۹ تا ۲۰۰۵ پرداختند، نشان داد که در ۸۸/۲ درصد مقاله‌ها، نویسنده همکار وجود داشته و بین وجود نویسنده همکار و میزان استناد به مقالات، همبستگی مستقیم و معنادار وجود دارد [۵]. در پژوهش نیکزاد (۱۳۸۹)، شبکه‌های هم‌تألیفی مقاله‌های ایرانی، برای رشته‌های کتابداری و اطلاع‌رسانی، روان‌شناسی، مدیریت و اقتصاد به وسیله مصورسازی نرم‌افزار پاژک، مورد مقایسه قرار گرفت. بیشترین هم‌تألیفی ایران در روانشناسی با کشور آمریکا و کمترین آن مربوط به کتابداری با کشور انگلیس بوده است [۶]. در پژوهش خدادوست، حسن‌زاده و زندیان (۱۳۹۱)، شاخص‌های هم‌تألیفی پژوهشگران فناوری نانو ایران در نمایه استنادی علوم، بین سال‌های ۱۹۹۱-۲۰۱۱، بررسی شد. درجه همکاری پژوهشگران فناوری نانو ایران، حاکی از گرایش بیشتر نویسندگان این حوزه به هم‌تألیفی بود [۷].

نتایج پژوهش آدامز و همکاران^۱ (۲۰۰۵)، نیز نمایانگر جذب شهرت علمی و حمایت‌های مالی بیشتر پژوهشگران

2. Olmeda-Gomez & et al.

3. Ardanuy

4. Teodorescu & Andrei

1. Adams & et al.

تعداد ۵۶ رکورد به دست آمد. از آنجا که میزان همکاری علمی برای کتاب‌ها از مقاله‌ها کمتر است [۱۶] و مقاله‌های علمی برای تجزیه و تحلیل همکاری مقوله مناسب‌تری هستند، با محدود کردن نتایج به انواع مقاله‌ها، مقاله‌های کنفرانس‌ها، چکیده‌های همایش‌ها و ویرایش‌ها، تعداد رکوردها به ۵۵ مدرک علمی، کاهش پیدا کرد. اطلاعات کتابشناختی مدارک، از قسمت Marked List به فرمت Tab (win) Delimited برای شمارش و تحلیل در اکسل و برای مصورسازی در نرم‌افزار نودایکس ال، ذخیره گردید. این نرم‌افزار با قابلیت خود می‌تواند، مرکزیت درجه، مرکزیت بینیت و مرکزیت ایگن وکتور و ضریب خوشه را تعیین و جدول مربوط را رسم نماید. برای ترسیم شبکه مؤسسه‌ها و نویسندگان، لازم بود اسامی مؤسسه‌ها و نویسندگان که به شکل‌های مختلف در نمایه استنادی علوم آمده بود، در برنامه اکسل مورد بازبینی و اصلاح قرار گیرد تا یکنواخت شود و از تنوع در اسامی و ایراد در کار نرم‌افزار، جلوگیری شود. برای شمارش همکاری‌های داخلی، ملی و بین‌المللی نیز از فیلد آدرس (C1) استفاده شد.

۴- تحلیل یافته‌ها

جدول (۱)، نشان می‌دهد که بیشترین مدارک مهندسی پزشکی ایران مربوط به گروه موضوعی علم مواد با ۴۱/۸۱ درصد و بعد از آن بیوفیزیک با ۱۴/۵۴ درصد بوده است. زیست‌شناسی سلولی و علم کامپیوتر نیز هر کدام با ۷/۲۷ درصد، در رتبه سوم قرار دارند. از آنجا که یک رکورد می‌تواند، دارای دو یا چند گروه موضوعی باشد مجموع تعداد رکوردها بیش از رقم واقعی یعنی ۵۵ است؛ این مطلب می‌تواند نشان‌دهنده ارتباطات موضوعی و تداخل علوم مختلف با یکدیگر باشد. در موضوع علم مواد، الگوی همکاری به صورت بیش از چهار، ۳، ۴ و ۲ نویسنده است. موضوع بیوفیزیک تمایل به همکاری با بیش از ۳ و ۴ نویسنده دارد. بقیه موضوع‌ها چندان فعال نبوده و همان یک یا دو مدرک نیز به صورت گروهی به وجود آمده‌اند.

تعداد بیشتری از مؤسسه‌ها بودند، استناد بیشتری دریافت کردند [۱۳]. چوی^۱ (۲۰۱۲)، در بررسی همکاری‌های علمی کشورهای عضو سازمان همکاری اقتصادی و توسعه (او ای سی دی)^۲، در پایگاه استنادی علوم، نشان داد که نزدیکی جغرافیایی، زبانی و اقتصادی تأثیر معناداری بر تشکیل شبکه‌های هم‌تألیفی بین ملت‌های پیشرفته ندارد. گسترش اطلاعات و رشد فناوری حمل و نقل، روند جهانی شدن را تسهیل می‌کند و سبب افزایش هم‌تألیفی بین کشورهای می‌شود و حمایت‌های مالی دولت، محرک همکاری بین دانشگاه‌ها و صنایع و عامل توسعه علوم و رشته‌های مهندسی بوده است [۱۴]. کتی لین و هوانگ^۳ (۲۰۱۲) نیز، دریافتند که نرخ خوداستنادی مقاله‌های چندنویسنده بیش از مقاله‌های تک‌نویسنده بوده و ارتباط مشخصی بین تعداد نویسندگان مقاله‌ها و روزآمد بودن مآخذ مقاله وجود داشت و نویسندگان مقاله‌ها، تمایل بیشتری برای استناد به آثار اخیر خود داشتند [۱۵].

۳- روش‌شناسی پژوهش

روش پژوهش، پیمایشی توصیفی-تحلیلی است و شاخص‌های علم‌سنجی در تحلیل شبکه‌های چندنویسندگی مورد استفاده قرار گرفت. برای استخراج داده‌ها از نسخه ۵/۷ وب‌آوساینس در تاریخ ۱۳۹۱/۶/۲۴ (۲۰۱۲/۹/۱۴)، استفاده شد. ۵۵ برونداد (رکورد) تحقیقاتی و دانشگاهی حوزه مهندسی پزشکی ایران در نمایه استنادی علوم، در سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۱، جامعه پژوهش را تشکیل دادند. روش گردآوری داده‌ها به این صورت بود که ابتدا با استفاده از برچسب جستجوی زیر:

TS=biomedical* OR TS=bioinformatic* OR
TS=biomechanic* OR TS= OR *biomaterial
ioelec=TS OR *bioengineering=TS* AND
CU=Iran AND PY=2002-2011

در قسمت Advanced Search و با انتخاب گروه

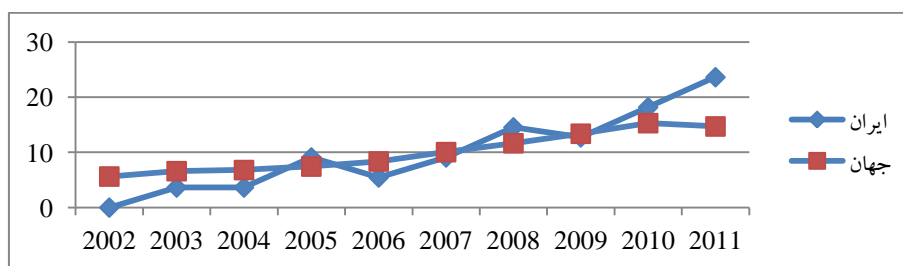
موضوعی مهندسی پزشکی (Engineering, Biomedical)، از قسمت Web of Science Category

1. Choi
2. Organisation for Economic Co-operation and Development
3. Cathy Lin & Huang

جدول ۱: موضوع‌های تولیدات علمی مهندسی پزشکی ایران و وضعیت چندنویسندگی آنها

ردیف	زیر موضوع‌ها	تعداد مدارک	درصد زیرموضوع‌ها	وضعیت چندنویسندگی			
				تک نویسنده	دو نویسنده	سه نویسنده	چهار نویسنده
۱	علم مواد	۲۳	۴۱/۸۱	۰	۲	۷	۵
۲	بیوفیزیک	۸	۱۴/۵۴	۰	۰	۳	۱
۳	زیست‌شناسی سلولی	۴	۷/۲۷	۰	۰	۰	۳
۴	علم کامپیوتر	۴	۷/۲۷	۰	۱	۱	۱
۵	زیست‌شناسی محاسباتی	۲	۳/۶۳	۰	۱	۰	۰
۶	اطلاعات پزشکی	۲	۳/۶۳	۰	۱	۱	۰
۷	ارتوپدی	۲	۳/۶۳	۰	۰	۲	۰
۸	علم پلیمر	۲	۳/۶۳	۰	۱	۱	۰
۹	علوم ورزشی	۲	۳/۶۳	۰	۰	۲	۰
۱۰	پیوند	۲	۳/۶۳	۰	۰	۰	۲
۱۱	فناوری زیستی	۱	۱/۸۱	۰	۰	۰	۱
۱۲	هماتولوژی	۱	۱/۸۱	۰	۰	۰	۱
۱۳	علوم زیستی	۱	۱/۸۱	۰	۰	۰	۱
۱۴	فیزیولوژی	۱	۱/۸۱	۰	۰	۱	۰
۱۵	توان‌بخشی	۱	۱/۸۱	۰	۰	۰	۱
۱۶	پزشکی تجربی	۱	۱/۸۱	۰	۰	۰	۱
۱۷	جراحی	۱	۱/۸۱	۰	۰	۰	۱
۱۸	زیست‌شناسی کلیه و مجاری ادرار	۱	۱/۸۱	۰	۰	۰	۱
مجموع		۵۹	بیش از ۱۰۰٪	۰	۶	۱۸	۱۲

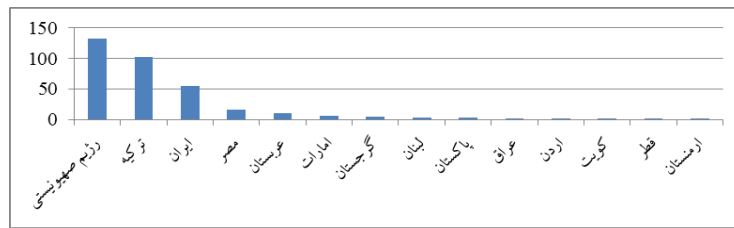
نتایج مقایسه روند رشد تولیدات علمی مهندسی پزشکی ایران و جهان در سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۱، و جایگاه ایران در میان کشورهای آسیای جنوب غربی در نمودارهای زیر قابل مشاهده است.



نمودار ۱: مقایسه روند رشد تولیدات علمی مهندسی پزشکی ایران و جهان

مهندسی پزشکی، رتبه سوم را داراست. نمودار (۲)، موقعیت کشورهای آسیای جنوب غربی را در مهندسی پزشکی نسبت به هم مقایسه می‌کند. (کشورهایی که در نمودار نیامده‌اند، فاقد رکورد در محدوده مورد مطالعه بوده‌اند).

طبق تعریف کشورهای آسیای جنوب غربی عبارتند از: ارمنستان، آذربایجان، بحرین، قبرس، گرجستان، ایران، عراق، رژیم صهیونیستی، مصر، اردن، کویت، لبنان، عمان، قطر، عربستان سعودی، سوریه، ترکیه، امارات متحده عربی، افغانستان و پاکستان [۱۷]. در بین این کشورها، ایران در



نمودار ۲: موقعیت ایران در میان کشورهای جنوب غربی آسیا در حوزه مهندسی پزشکی

جدول ۳: انواع همکاری‌های علمی ایران در مهندسی پزشکی

همکاری‌های علمی				
سال	داخلی	ملی	بین‌المللی	مجموع
۲۰۰۲	۰	۰	۰	۰
۲۰۰۳	۰	۱	۱	۲
۲۰۰۴	۱	۱	۰	۲
۲۰۰۵	۱	۲	۲	۵
۲۰۰۶	۰	۲	۱	۳
۲۰۰۷	۱	۲	۲	۵
۲۰۰۸	۱	۲	۵	۸
۲۰۰۹	۳	۴	۰	۷
۲۰۱۰	۳	۲	۵	۱۰
۲۰۱۱	۱	۵	۷	۱۳
مجموع	۱۱	۲۱	۲۳	۵۵
درصد	٪۲۰	٪۳۸/۱۸	٪۴۱/۸۱	٪۱۰۰

در جدول (۴)، اسامی سیزده نویسنده فعال ایرانی که دارای تعداد تولیدات علمی بیشتری بوده‌اند و وضعیت همکاری گروهی آنان درج شده است. حمید میرزاده از دانشگاه امیرکبیر و محمد پرنیان‌پور، از دانشگاه شریف، به ترتیب با ۹ و ۶ مدارک، دارنده رتبه‌های اول و دوم هستند. نکته قابل توجه در میزان استناد به تولیدات علمی لاله قاسمی مبارکه از دانشگاه آزاد اسلامی است. هر چند تعداد مدارک این نویسنده بسیار کمتر از دو نویسنده قبلی است،

مطابق با جدول (۲)، بیشترین همکاری ایران با کشورهای کانادا، انگلستان، کره جنوبی، سنگاپور و آمریکا است. در میان کشورهای همسایه نیز، تنها با دو کشور عربستان سعودی و امارات عربی متحده، همکاری علمی وجود داشته است. بزرگ‌ترین شریک علمی ایران در قاره آمریکا، کشور کانادا، در قاره اروپا، انگلستان و در قاره آسیا، کره جنوبی است. در سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۲، هیچ همکاری علمی در مهندسی پزشکی، بین ایران و دو قاره آفریقا و اقیانوسیه وجود نداشته است. جدول (۳)، تعداد همکاری‌های داخلی، ملی و بین‌المللی ایران را از سال ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۱، در حوزه مهندسی پزشکی، در نمایه استنادی علوم نشان می‌دهد. همکاری‌های خارجی یا بین‌المللی (۴۱/۸۱ درصد)، همکاری‌های ملی (بین سازمان‌های داخلی، ۳۸/۱۸ درصد)، و همکاری‌های داخلی (۲۰ درصد)، رتبه‌های اول تا سوم را به خود اختصاص دادند.

جدول ۴: کشورهای همکار با ایران به ترتیب تعداد تولیدات

مشترک در حوزه مهندسی پزشکی

رتبه	کشور	تعداد مدارک مشترک	درصد مدارک مشترک
۱	کانادا	۶	۱۰/۹۰
۲	انگلستان و کره جنوبی	۴	هر کدام ۷/۲۷
۳	سنگاپور و آمریکا	۳	هر کدام ۵/۴۵
۴	فرانسه و اسکاتلند	۲	هر کدام ۳/۶۳
۵	اتریش، ایرلند، ژاپن، هلند، عربستان، سوییس، تایوان، امارات	۱	هر کدام ۱/۸۱
مجموع		۳۲	۵۸/۱۸

جدول (۵)، تعداد مدارک مهندسی پزشکی ایران را در هر سال، برحسب وضعیت چند نویسندگی و میزان استناد نشان می‌دهد. به غیر از سال ۲۰۰۲، که ایران هیچ تولید علمی در زمینه مهندسی پزشکی نداشته، در بقیه سال‌ها، تعداد مدارک تک و نه نویسنده، صفر بوده است. بیشترین تولیدات، مربوط به مدارک ۳، ۴ و ۵ نویسنده بوده و تنها یک مدرک با ده نویسنده وجود داشته است. بیشترین استناد نیز، مربوط به مدارک ۳، ۴ و ۵ نویسنده بوده است.

اما تعداد استناد به مدارک علمی او (۱۱۶)، از مجموع میزان استناد به مدارک نویسندگان اول و دوم (۷۱+۱۲) = ۸۳ بیشتر است. این نکته نشان می‌دهد که افزایش تولیدات علمی پژوهشگران، نمی‌تواند به تنهایی تأثیری بر میزان مورد توجه و استفاده قرار گرفتن مدارک آنان داشته باشد. همچنین، دقت در روند چندنویسندگی افراد برتر جدول نشان می‌دهد که افراد فعال، میل بیشتری به همکاری با دیگر پژوهشگران دارند.

جدول ۴: نویسندگان برتر ایران، وضعیت همکاری و استنادات دریافتی آنان در حوزه مهندسی پزشکی

رتبه	نویسنده	مدارک	وضعیت چندنویسندگی					استناد	مؤسسه یا دانشگاه
			۱	۲	۳	۴	بیش از ۴		
۱	میرزاده، حمید	۹	۰	۲	۲	۱	۴	۷۱	دانشگاه امیرکبیر
۲	پرنیان پور، محمد	۶	۰	۰	۲	۱	۳	۱۲	دانشگاه شریف
۳	عبّاسی، ف	۳	۰	۱	۱	۱	۰	۱۳	دانشگاه سهند تبریز
۳	ارجمند، نوید	۳	۰	۰	۱	۰	۲	۷	مؤسسه تحقیقات و ایمنی سفر مونترال کانادا ^۱
۳	عطایی، محمد	۳	۰	۰	۱	۰	۲	۶۰	پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران
۳	بی‌غم، ا. س.	۳	۰	۰	۰	۳	۰	۹	دانشگاه شهرکرد
۳	دهقانی، س. ن.	۳	۰	۰	۰	۳	۰	۹	دانشگاه شیراز
۳	قاسمی مبارکه، لاله	۳	۰	۰	۰	۱	۲	۱۱۶	دانشگاه آزاد اسلامی
۳	ایمانی، محمد	۳	۰	۰	۰	۰	۳	۲۴	پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران
۳	نجاریان، سیامک	۳	۰	۰	۲	۱	۰	۳	دانشگاه امیرکبیر
۳	ترابی نژاد، س.	۳	۰	۰	۰	۳	۰	۹	دانشگاه علوم پزشکی شیراز
۳	شفیعی، ز.	۳	۰	۰	۰	۳	۰	۹	دانشگاه شیراز
۳	شیرازی عدل، الف.	۳	۰	۰	۱	۰	۲	۷	دانشگاه مونترال کانادا

جدول ۵: تعداد مدارک و استنادهای مربوط به هر یک از انواع چندنویندگی‌های مدارک ایران به تفکیک سال

وضعیت چندنویندگی									
۱۰	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	تعداد مدارک و استنادها	سال
۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۰	مدارک استنادها	۲۰۰۴
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲	مدارک استنادها	۲۰۰۶
۰	۰	۰	۱	۰	۱	۲	۱	مدارک استنادها	۲۰۰۵
۰	۱	۰	۰	۱	۰	۱	۰	مدارک استنادها	۲۰۰۹
۰	۰	۰	۰	۰	۱	۴	۰	مدارک استنادها	۲۰۰۷
۰	۰	۰	۰	۲	۱	۴	۱	مدارک استنادها	۲۰۰۸
۰	۰	۰	۲	۱	۳	۱	۰	مدارک استنادها	۲۰۰۶
۰	۰	۰	۰	۳	۶	۱	۰	مدارک استنادها	۲۰۱۰
۱	۱	۳	۱	۴	۲	۱	۰	مدارک استنادها	۲۰۱۱
۰	۲	۹	۱	۳	۱	۳	۰	مجموع تعداد مدارک مجموع تعداد استنادها	۳۷
۰	۰/۰۲۱	۰/۰۲۱	۰/۰۳۳	۰/۳۴۴	۰/۱۰۴	۰/۳۸۳	۰/۰۸۹	میانگین استنادها	
۰	۲/۱	۲/۱	۳/۳	۳۴/۴	۱۰/۴	۳۸/۳	۸/۹	درصد میانگین استنادها	

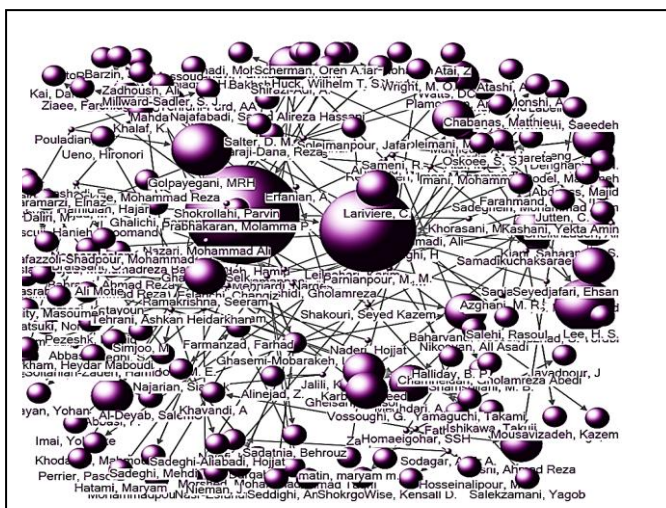
در شکل ۱ دیده می‌شوند، بسیار بیشتر از ایران است. در شبکه هم تألیفی ایران، پنج کشور (کانادا، فرانسه، انگلستان، آمریکا و سنگاپور)، ایران را در تولیدات علمی خود، به عنوان همکار برگزیده‌اند (در درجه) ۳. اندازه خارج درجه ۴ ایران نیز، ۹ است و به این معناست که ایران برای تولیدات علمی خود، به ۹ کشور: ژاپن، اتریش، انگلستان، آمریکا، کره جنوبی، اسکاتلند،

شکل (۱)، شبکه هم‌تألیفی ایران را با سایر کشورها نشان می‌دهد. نام کشورها به منزله گره^۱ تلقی می‌شود و تعداد یال‌های اطراف ایران، درجه گره ایران را مشخص می‌کند که نشان‌دهنده تعداد همکاری با دیگر کشورهاست. چگالی^۲ شبکه همکاری ایران با کشورهای جهان نیز، ۰/۰۶۶۱ بوده است. اندازه گره‌های مربوط به کشورهای اطراف ایران متناسب با میزان تولیدات مشترک آنها با ایران ترسیم شد، در صورتی که تعداد رکوردهای کشورهایی مانند کره، آمریکا، کانادا و ... که

۳. Indegree: تعداد یال‌هایی است که به یک گره وارد می‌شود، و نشان می‌دهد به این گره در شبکه چقدر ارجاع شده است [۱۸].

۴. Outdegree: تعداد یال‌هایی که از یک گره خارج می‌شود و نشان می‌دهد، یک گره به چند گره دیگر ارجاع داشته است [۱۸].

1. Node
2. Density



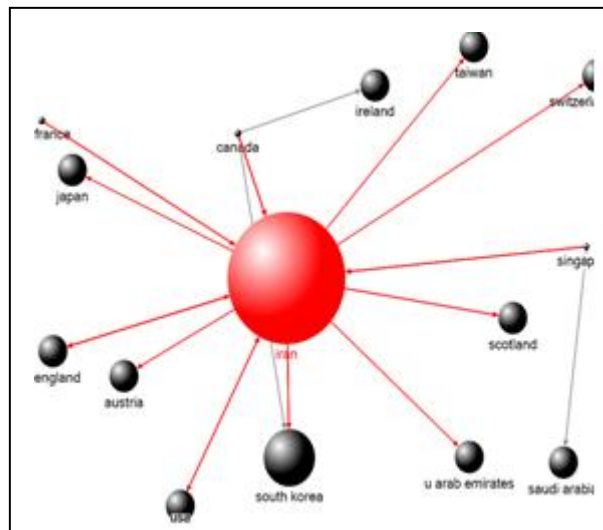
شکل ۲: شبکه هم‌تألیفی نویسندگان ایران

جدول ۶: مشخصات شبکه هم‌تألیفی نویسندگان ایران

ردیف	مشخصات شبکه	نوع یا مقدار
۱	نوع شبکه	جهت‌دار
۲	تعداد گره‌ها	۱۷۶
۳	یال‌های واحد	۱۵۰
۴	یال‌های تکرار شده	۳۴
۵	کل یال‌ها (واحد + تکراری)	۱۸۴
۶	چگالی شبکه	۰/۰۰۵۴

در جدول (۷)، قسمت «در درجه»، نویسندگانی که همکاری با آنان برای دیگر افراد مهم است و توجه دیگران را در این امر به خود جلب کرده‌اند عبارتند از: حمید میرزاده، محمد پرنیان‌پور، س. ترابی‌نژاد و محمدرضا هاشمی گلپایگانی. خارج‌درجه، به درخواست همکاری نویسندگانی خاص از سایر نویسندگان اشاره دارد. اسامی آنان عبارت است از: نرگس زارع مهرجردی، علی دوست‌محمدی، لاله قاسمی مبارکه، م. آرزای‌زاده. در مرکزیت بینیت^۲، بود و نبود یک گره مهم است و چنانچه گره‌ای از شبکه حذف شود، ارتباط بسیاری از گره‌های دیگر به واسطه حذف آن، از بین می‌رود [۷]. وجود نویسندگان زیر، به ترتیب بیشترین اهمیت را در شبکه هم‌تألیفی داشته است: حمید میرزاده، نرگس زارع مهرجردی، لاله قاسمی مبارکه و محمد پرنیان‌پور. در مرکزیت

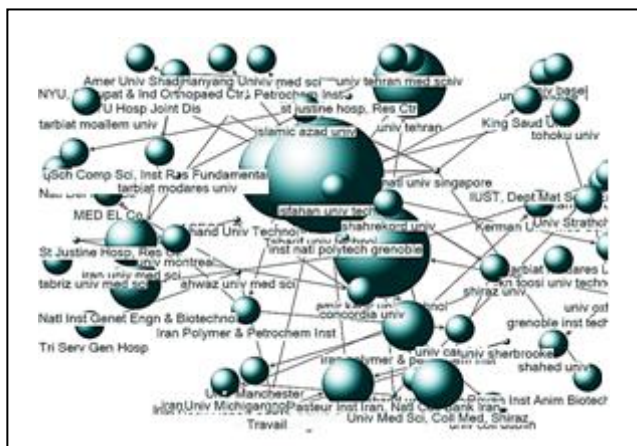
امارات متحده عربی، سوئیس و تایوان، مراجعه داشته است. جهت فلش‌ها در شکل (۱)، این مطلب را تأیید می‌کند.



شکل ۱: شبکه هم‌تألیفی ایران با کشورهای جهان در حوزه مهندسی پزشکی

شکل (۲)، شبکه هم‌تألیفی نویسندگان ایرانی را نشان می‌دهد. داده‌های جدول ۶، مشخصات شبکه همکاری نویسندگان ایرانی را نشان می‌دهد. نوع شبکه جهت‌دار است؛ زیرا جهت فلش‌ها در شبکه مشخص است. تعداد گره‌ها (۱۷۶)، نشان‌دهنده تعداد نویسندگان موجود در شبکه است. نویسندگان شبکه، ممکن است نویسنده اول یا دوم به بعد باشند. اگر مورد ارجاع واقع شده باشند، جهت فلش به سمت آنهاست. منظور از تکراری بودن یال‌ها، همکاری جفت نویسنده با هم به دفعات، در چند مقاله است. چگالی شبکه نویسندگان ایران با همکاران داخلی و خارجی آنها نیز، ۰/۰۰۵۴ است. هر چقدر اندازه شبکه بزرگ‌تر باشد، چگالی کمتری دارد [۶]. در اینجا نیز، اندازه شبکه نویسندگان ایران، بزرگ‌تر از شبکه کشورهای همکار ایران بوده، بنابراین، چگالی کمتر است.

مرکز تحقیقاتی اعم از دانشگاه و مؤسسه را نشان می‌دهد. چگالی شبکه نیز، برابر با ۰/۱۷۱ است. در مقایسه با چگالی شبکه نویسندگان ایرانی، این رقم بزرگ‌تر است؛ زیرا هر چقدر شبکه‌ای کوچک‌تر باشد چگالی آن بیشتر است [۶].



شکل ۳: شبکه هم‌تألیفی مؤسسه‌ها و دانشگاه‌های ایران

جدول ۸: مشخصات شبکه هم‌تألیفی مؤسسه‌های ایران

ردیف	مشخصات شبکه	نوع یا مقدار
۱	نوع شبکه	جهت‌دار
۲	تعداد گره‌ها	۶۲
۳	یال‌های واحد	۵۷
۴	یال‌های تکرار شده	۱۷
۵	کل یال‌ها (واحد + تکراری)	۷۴
۶	چگالی شبکه	۰/۱۷۱

جدول (۹)، دانشگاه‌ها و مؤسسه‌های برتر را از لحاظ انواع موقعیت در شبکه نشان می‌دهد. دانشگاه‌های نامبرده در جدول در درجه، به ترتیب دارای اولویت انتخاب از سوی دانشگاه‌ها و مؤسسه‌های دیگر، برای همکاری هستند. دانشگاه صنعتی شریف، صنعتی امیرکبیر، مؤسسه سلول‌های بنیادی رویان و دانشگاه تهران گزینه‌های بهتری برای همکاری‌های علمی، از نظر دیگر مراکز تحقیقاتی بوده‌اند. طبق جدول خارج درجه، دانشگاه‌های امیرکبیر، دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشگاه آزاد اسلامی و شریف، تمایل بیشتری به همکاری با دیگر مراکز تحقیقی دارند. مقایسه میان دو گروه در درجه و خارج

ایگن‌وکتور^۱، گره‌ای برتر است که با گره یا گره‌های فعال در ارتباط باشد. در شبکه‌های هم‌تألیفی این اصطلاح برای نویسنده‌ای به کار می‌رود که با نویسنده(گان) فعال، هم‌تألیفی دارد [۷]. حمید میرزاده، نرگس زارع‌مهرجردی، علی دوست‌محمدی، عباس شفییعی و شهریار شریفی، بیشترین ارتباط را با نویسندگان فعال داشته‌اند. در مورد ضریب خوشه^۲، نویسنده‌ای برتر است که توانایی ایجاد گروه مستقلی را در اطراف خود داشته باشد. با توجه به جدول، س. ترابی‌نژاد، س. ن. دهقانی، الف. س. بی‌غم و ز. شفییعی، دارای بیشترین ضریب خوشه بوده‌اند.

جدول ۷: نویسندگان برتر به لحاظ انواع موقعیت در شبکه

گره‌های برتر از نظر درجه	در درجه
Mirzadeh, Hamid	6
Parnianpour, M.	5
Nezhad, S. Torabi	3
Golpayegani, MRH	3
گره‌های برتر از نظر خارج درجه	خارج درجه
Zare-Mehrjardi, Narges	9
Doostmohammadi, Ali	9
Ghasemi-Mobarakeh, Laleh	7
Orazizadeh, M.	7
گره‌های برتر از نظر مرکزیت بینیت	مرکزیت بینیت
Mirzadeh, Hamid	956
Zare-Mehrjardi, Narges	769
Ghasemi-Mobarakeh, Laleh	385
Parnianpour, M.	378
گره‌های برتر از نظر مرکزیت ایگن‌وکتور	مرکزیت ایگن‌وکتور
Mirzadeh, Hamid	0.080087
Zare-Mehrjardi, Narges	0.063482
Doostmohammadi, Ali	0.054697
Shafiee, Abbas	0.045332
گره‌های برتر از نظر ضریب خوشه	ضریب خوشه
Nezhad, S. Torabi	1
Dehghani, S. N.	0.66666667
Bigham, A. S.	0.66666667
Shafiei, Z.	0.66666667

شکل (۳)، شبکه هم‌تألیفی مؤسسه‌ها و دانشگاه‌های ایران را با هم و با دیگر سازمان‌های خارجی نمایش می‌دهد. داده‌های جدول (۸)، مشخصات شبکه همکاری دانشگاه‌ها و مؤسسه‌ها ایران را نشان می‌دهد. نوع شبکه جهت‌دار است. تعداد گره‌ها (۶۲)، نشان‌دهنده تعداد مراکز تحقیقاتی موجود در شبکه است. تکراری بودن یال‌ها، دفعات همکاری بین دو

1. Eigen Vector Centrality
2. Clustering Coefficient

دانشگاه امیرکبیر، دانشگاه آزاد اسلامی، مؤسسه سلول‌های بنیادی رویان و دانشگاه تهران، بیش از بقیه مراکز علمی، با دانشگاه‌ها و مؤسسات فعال در ارتباط هستند. با توجه به جدول ضریب خوشه، دانشگاه‌های علوم پزشکی شیراز، شیراز، و شهرکرد، با داشتن ضریب خوشه بیشتر، آمادگی بالاتری در تشکیل گروه‌های مستقل علمی دارند.

درجه، نشان می‌دهد که دانشگاه شریف و امیرکبیر، در هر دو گروه مشترک هستند یعنی بیشترین همکاری را با سایر مؤسسه‌ها دارند. دانشگاه‌های نامبرده در جدول مرکزیت بینیت، مهره اصلی در برقراری ارتباط بین دانشگاه‌ها و مؤسسه‌های دیگر هستند. دانشگاه امیرکبیر، دانشگاه آزاد اسلامی، دانشگاه شریف و مؤسسه سلول‌های بنیادی رویان، در این میان، نقش مهم‌تری داشته‌اند. در جدول ایگن‌وکتور،

جدول ۹: مؤسسه‌ها یا دانشگاه برتر به لحاظ انواع موقعیت در شبکه

درجه	گره‌های برتر از نظر درجه
5	sharif univ technol
4	amir kabir univ technol
4	ACECR, Royan Inst Stem Cell Biol & Technol
3	univ Tehran
خارج درجه	گره‌های برتر از نظر خارج درجه
7	amir kabir univ technol
5	isfahan univ technol
4	islamic azad univ
4	sharif univ technol
مرکزیت بینیت	گره‌های برتر از نظر مرکزیت بینیت
1501.733333	amir kabir univ technol
941.933333	islamic azad univ
768	sharif univ technol
579.666667	ACECR, Royan Inst Stem Cell Biol & Technol
مرکزیت ایگن‌وکتور	گره‌های برتر از نظر مرکزیت ایگن‌وکتور
0.101863	amir kabir univ technol
0.06188	islamic azad univ
0.059201	ACECR, Royan Inst Stem Cell Biol & Technol
0.051922	univ tehran
ضریب خوشه	گره‌های برتر از نظر ضریب خوشه
1	Univ Med Sci, Coll Med, Shiraz
0.5	shiraz univ
0.5	shahrekord univ

۵- نتیجه‌گیری

یافته‌های پژوهش نشان داد که در حوزه مهندسی پزشکی بین سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۱، بیشتر موضوع‌های مربوط به علم مواد، بیوفیزیک، زیست‌شناسی سلولی و کامپیوتر بوده است. روند رشد تولیدات مهندسی پزشکی ایران، در راستای رشد جهانی سیر صعودی دارد و تنها در سال‌های ۲۰۰۴، ۲۰۰۶ و ۲۰۰۹، کمی افت کرده است. در حالی که ایران در مهندسی

پزشکی، بین کشورهای آسیای جنوب غربی بعد از رژیم صهیونیستی و ترکیه، رتبه سوم را داراست اما، در جایگاه ۲۸ جهانی قرار دارد. بیشترین همکاری علمی ایران با کانادا، انگلستان و کره جنوبی بوده است.

حمید میرزاده (دانشگاه صنعتی امیرکبیر) و محمد پرنیان‌پور (دانشگاه صنعتی شریف)، پرتولیدترین نویسندگان کشور بودند و نویسندگان فعال، تمایل بیشتری به هم‌تألیفی

زمینه همکاری‌های علمی بودند. به گفته اولمدا گومز و دیگران (۲۰۰۹)، دانشگاه‌های دولتی و قدیمی‌تر در همکاری‌های علمی، فعال‌تر از بقیه هستند. به نظر او، وجود استادان با تجربه که به عضویت و استخدام دائم این سازمان‌ها درآمده‌اند، می‌تواند یکی از دلایل این امر باشد [۹]؛ البته وجود دانشگاه آزاد اسلامی در میان مؤسسه‌های فعال و این که نسبت به بقیه مراکز قدمت کمتری دارد، نکته قبل را نقض نخواهد کرد زیرا، به تدریج همه سازمان‌های خصوصی نیز در رقابت با سازمان‌های دولتی، نقش پررنگ‌تری در توسعه دانش به خود خواهند دید.

همگام با پیشرفت‌های علم پزشکی و بهداشت، مهندسی پزشکی نیز، رو به توسعه است و کارشناسان این علم همانند دیگر پژوهشگران برای حل مسائل نیاز به کمک و هم‌اندیشی همکاران و حتی دیگر رشته‌ها دارند. به تدریج تمایل به پژوهش‌های گروهی در جهان و از جمله ایران، گسترش یافته و همین امر، تعداد تولیدات و اعتبار علمی آنها را بیش از پیش، افزایش می‌دهد. هر چند با تمام پیشرفت‌های صورت گرفته در این حوزه، هنوز هم ناهمواری مسیر، تلاش‌های بیشتری را برای شکوفایی و بالندگی حوزه مهندسی پزشکی در کشورمان می‌طلبد تا به وسیله پروژه‌های گروهی و پرمایه‌تر، رتبه جهانی ایران را به عددی تک رقمی مبدل سازد. امید است در پرتو تلاش پژوهشگران گروه مهندسی پزشکی و توسعه ارتباط علمی آنان با دیگر متخصصان، بیش از گذشته شاهد رشد فناوری‌های پزشکی و خودکفایی از واردات انواع وسایل پزشکی در کشور باشیم.

منابع

- [۱] جمال‌زاده، میثم (۱۳۸۵). ارزیابی استراتژی توسعه صنعتی در قالب سند چشم‌انداز ۲۰ ساله (با تأکید بر دستیابی به فناوری پیشرفته). فصلنامه اندیشه صادق (۲۳)، ۴۱-۶۴.
- [۲] قطب علمی مهندسی پزشکی (۱۳۸۶). کتاب ماه علوم و فنون، سال اول (۴)، ۳۸-۴۲.
- [۳] مهندسی پزشکی مشهد. بازیابی ۷ تیر ۱۳۹۱ از <http://mbme.ir/>
- [۴] نوروزی، علیرضا؛ ولایتی، خالد (۱۳۸۸). همکاری علمی پژوهشی: جامعه‌شناسی همکاری علمی. تهران: چاپار.

داشتند. بیشتر مدارک مهندسی پزشکی ۳، ۴ و ۵ نویسنده بوده و نبود حتی یک مدرک تک‌نویسنده در تولیدات علمی ایران، حاکی از اشتیاق نویسندگان ایرانی به هم‌تألیفی، به خصوص با پژوهشگران خارجی است؛ به طوریکه همکاری‌های بین‌المللی ایران، بیش از همکاری‌های ملی و داخلی آن بوده است.

مقایسه نتایج این پژوهش با پژوهش حیاتی و دیدگاه (۱۳۸۸)، که به بررسی همکاری‌های علمی و بین‌المللی پژوهشگران ایرانی طی سال‌های ۱۹۹۸-۲۰۰۷، در پایگاه آی اس آی پرداخت، نشان می‌دهد که تعداد مقاله‌های بین‌المللی ایران سیر صعودی دارد و از ۲۲ درصد در پژوهش قبل به حدود ۴۲ درصد در پژوهش حاضر رسیده است. در پژوهش حیاتی و دیدگاه، نسبت مقاله‌های داخلی، ۲-۳/۵ برابر بین‌المللی است؛ در حالی که این نسبت در پژوهش حاضر به ۰/۹، تقلیل یافت که نشان‌دهنده افزایش تمایل پژوهشگران ایرانی به مشارکت در کار گروهی با پژوهشگران خارجی، برای تولید دانش است. بیشترین استناد نیز، مربوط به مدارک ۳، ۵ و ۴ نویسنده است و در نتیجه، تعداد بیشتر نویسنده، لزوماً به معنای جذب بیشتر استناد نیست و این مطلب برخلاف نتایج پژوهش‌های پیشین [۵، ۱۱، ۱۲، ۱۳] است که ارتباط معناداری بین تعدد نویسندگان و جذب بیشتر استناد را عنوان کردند.

دانشگاه صنعتی شریف، امیرکبیر، مؤسسه سلول‌های بنیادی رویان و دانشگاه تهران با بیشترین درجه، بیشترین رجوع را از سوی مراکز تحقیقی دیگر داشته‌اند. بیشترین خارج‌درجه نیز مربوط به دانشگاه‌های امیرکبیر، صنعتی اصفهان، آزاد اسلامی و شریف بود که گرایش بیشتری به یاری جستن از دیگر مراکز تحقیقی داشته‌اند. دانشگاه‌های امیرکبیر، آزاد اسلامی، شریف و مؤسسه سلول‌های بنیادی رویان، با مرکزیت بینیت بالاتر، پل ارتباطی بین دانشگاه‌ها و مؤسسه‌های دیگر بوده‌اند. دانشگاه امیرکبیر، آزاد اسلامی، مؤسسه سلول‌های بنیادی رویان و دانشگاه تهران، بیش از بقیه، با مراکز تحقیقی فعال در ارتباط بود و مرکزیت ایگن‌وکتور بیشتری داشتند. دانشگاه‌های علوم پزشکی شیراز، شیراز و شهرکرد، با داشتن ضریب خوشه بیشتر، سبب تشکیل گروه‌های علمی بودند. دانشگاه‌های قدیمی و پرسابقه‌ای مانند امیرکبیر، تهران و صنعتی شریف، از فعال‌ترین سازمان‌ها در

[16] Moody, J. (2004). The structure of a social science collaboration network: Disciplinary cohesion from 1963-1999. *American Sociological Review*, 69(2), 213-238.

[۱۷] کشورهای آسیای جنوب غربی. بازیابی ۳۰ آذر ۱۳۹۱، از fa.wikipedia.org/wiki

[18] Hansen, Derek; Shneiderman, Ben; Smith, Marc (2009). *Analyzing Social Media Networks: Learning by doing with Nodexl*. At: www.Codeplex.com/nodexl.

[۵] حسن زاده، محمد؛ بقایی، سولماز؛ نوروزی چاکلی، عبدالرضا (۱۳۸۷). هم‌تألیفی در مقالات ایرانی مجلات ISI در طول سال‌های ۱۹۸۹ تا ۲۰۰۵ و رابطه آن با میزان استناد به آن مقالات. فصلنامه سیاست علم و فناوری، سال اول (۴)، ۱۱-۱۹.

[۶] نیکزاد، مهسا (۱۳۸۹). «بررسی تطبیقی شبکه‌های هم‌تألیفی در مقالات ایرانی رشته‌های کتابداری و اطلاع‌رسانی، روانشناسی، مدیریت و اقتصاد در پایگاه آی.اس.آی. بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۹». پایان‌نامه کارشناسی ارشد کتابداری و اطلاع‌رسانی. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران.

[۷] حسن زاده، محمد؛ خدادوست، رضا؛ زندیان، فاطمه (۱۳۹۱). بررسی شاخص‌های هم‌تألیفی، مرکزیت بینیت و چاله‌های ساختاری پژوهشگران نانوفناوری ایران، نمایه شده در نمایه استنادی علوم (۱۹۹۱ تا ۲۰۱۱). پژوهشنامه پردازش و مدیریت اطلاعات، سال بیست و هشتم (۱)، ۲۲۳-۲۴۹.

[8] Adams, JD ; Black GC; Clemmons JR; [et al]. (2005). Scientific teams and institutional collaborations: Evidence from US Universities, 1981-1999. *Research policy*, 34 (3), 259-285.

[9] Olmeda-Gomez, Carlos; Perianes-Rodriguez, Antonio; Ovalle-Perandones, M^aAntonia; Guerrero-Bote, Vicente P.; De MoyaAnegon, Felix (2009). Visualization of scientific co-authorship in Spanish universities: From regionalization to internationalization. *Aslib proceedings: New information perspectives*, 61 (1), 83-100.

[10] Hayati, Zouhayr; Didegah, Fereshteh (2010). International scientific collaboration among Iranian researches during 1998-2007. *Library Hi Tech*, 28 (3), 433-446.

[11] Ardanuy, Jordi (2011). Scientific collaboration in library and information science viewed through the web of knowledge: the Spanish case. *Scientometrics, Online First*TM.

[12] Teodorescu, Daniel; Andrei, Tudorel (2011). The growth of international collaboration in East European scholarly communities: A bibliometric analysis of journal articles published between 1989 and 2009. *Scientometrics*, 89, 711-722.

[13] Gazni, Ali; Didegah, Fereshteh (2011). Investigating different types of research collaboration & citation impact: A case study of Harvard University's publications. *Scientometrics*, 87, 251-265.

[14] Choi, Sujin (2012). Core-periphery, new clusters, or rising stars?: International scientific collaboration among advanced countries in the era of globalization. *Scientometrics*, 90, 25-41.

[15] Cathy Lin, Wen-Yau; Huang, Mu-Hsuan (2012). The relationship between co-authorship, currency of references and author self-citations. *Scientometrics*, 90, 343-360.