ریاست جمهوری
معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش بنیان
کانون مدیریت دارایی های فکری

نقشه فضای اختراعات ایران
مبتنی بر رویکرد پیچیدگی فناوری
در بازه سال های ۱۳۹۷ الی ۱۴۰۱

به سفارش:
کانون مدیریت دارایی فکری ایران
معاونت علمی و فناوری و اقتصاد دانش بنیان ریاست جمهوری

مجری:
بیژن نصیری اعظم (موسسه دانش بنیان نوفن حامی)
بهروز شاه مرادی (مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور)

بنام خداوند جان و خرد

فهرست منابع

۱ کلیات پژوهش ۶

۱-۱ مقدمه ۶

۱-۲ بیان مساله ۷

۱-۴ قلمرو پژوهش ۹

۱-۴-۱ قلمرو مکانی ۹

۱-۴-۲ قلمرو زمانی ۹

۱-۴-۳ قلمرو موضوعی ۹

۱-۵ مفاهیم اصلی روش پیچیدگی فناوری و نحوه محاسبهٔ آن‌ها ۱۰

۲ پیشینه پژوهش ۱۲

۲-۱ مقدمه ۱۲

۲-۲ مطالعات خارجی ۱۲

۲-۳ پیشینه داخلی ۱۵

۲-۴ نقشهٔ فضای فناوری ۱۷

2-5 مدل مفهومی پژوهش ۱۸

۳ روش تحقیق ۲۱

3-1 داده های مورد نیاز ۲۱

۳-۲ محاسبات رویکرد پیچیدگی ۲۱

۳-۲-۱ نحوه محاسبهٔ مزیت نسبی آشکارشده(RCA) ۲۲

۳-۲-۲ محاسبه شاخص پیچیدگی فناوری کشورها/استانها و شاخص پیچیدگی ثبت اختراع ۲۲

3-2-3 محاسبهٔ نزدیکی ۲۴

۳-۲-۴ نقشه فضای فناوری مبتنی بر اختراعات ۲۴

۳-۲-۵ نحوهٔ محاسبهٔ معیار فاصله ۲۵

۳-۲-۶ نحوهٔ محاسبهٔ منفعت‌فرصت ۲۶

۴ یافته های پژوهش ۲۷

۴-۱ آمار توصیفی ۲۸

۴-۱-۱ پراکندگی جغرافیایی و مشخصه های مالکان ثبت اختراع ۲۸

4-1-2 مالکان ثبت اختراع به تفکیک نوع شخصیت ۳۳

4-1-3 ثبت اختراع به تفکیک طبقه بندی IPC ۳۵

۴-۱-۴ وضعیت اعتبار و انقضای گواهی ثبت اختراع ۳۸

۴-۱-۵ وضعیت مالکان خارجی ثبت اختراع ۳۹

۴-۱-۶ وضعیت مالکان ثبت اختراع از منظر جنسیت، نوع همکاری و ۴۰

۴-۲ پیچیدگی فناوری ۴۴

۴-۲-۱ پیچیدگی فناوری استانهای کشور ۴۷

۴-۲-۲ نقشه فضای فناوری کشور ۵۰

۴-۲-۳ نقشه فضای فناوری استانهای کشور ۵۱

۴-۳ نتیجه گیری ۵۸

۴-۳-۱ پیشنهادات سیاستی ۵۸

۴-۳-۲ پیشنهاد به محققان آتی ۶۱

۴-۳-۳ محدودیت‌های پژوهش ۶۱

۴-۴ منابع ۶۱

کلیات پژوهش

۱

۱ کلیات پژوهش

۱-۱ مقدمه

در طول دو دهه اخیر، انسان‌ها فناوری‌هایی را که قابل تصور نبوده بوجود آورده اند. زمانی که به لیست بلند بالای فناوری‌های بدست آمده نگاهی می‌کنیم، پرداختن به بی پرواترین آن‌ها، همچون فناوری پرینتر سه بعدی، ساده به نظر می‌رسند. زندگی ما با توسل به تعداد زیادی موارد ساده اما در عین حال خیلی برجسته، شکوفاتر و راحت‌تر شده است. فناوری موجود در لامپ‌های الکتریکی، تلفن‌ها، خودروها، کامپیوترهای شخصی، آنتی بیوتیک‌ها، تلویزیون‌ها، یخچال‌ها، ساعت‌ها و آبگرمکن‌ها را تصور کنید. فناوری‌هایی را تصور کنید که علی‌رغم فقدان حداقل دانش ما در مورد آن‌ها، همچون پیشرفت‌های مدیریت بندر، توزیع برق، شیمی کشاورزی و تصفیه آب، ما را منتفع می‌کنند. این پیشرفت‌ها به دلیل باهوش‌تر شدن ما امکان یافته‌اند. طی دو دهه اخیر، حجم فناوری انباشته ما به نحو حیرت‌انگیزی افزایش یافته است. این پدیده در عین حال، نه پدیده‌ای فردی، بلکه پدیده‌ای اجتماعی بوده است. به عنوان فرد، ما قابلیتی بیشتر از اجدادمان نخواهیم داشت؛ اما به عنوان جامعه، توانایی‌های خود را آن قدر بسط داده‌ایم که قابلیت تولید بیشتر از آنچه که در بالا اشاره کردیم را داریم.

جوامع مدرن قابلیت انباشت حجم زیادی از فناوری ها را دارند، زیرا قابلیت های آن را بین اعضای خود تقسیم می‌کنند. اما برای استفاده از این قابلیت ها، باید آنها را در قالب سازمان‌ها و بازارها جمع‌آوری کنیم. امروزه جوامع خیلی مدرن ما داناترند، نه به این دلیل که شهروندان آن‌ها به صورت انفرادی باهوش‌ترند، بلکه به این دلیل است که چنین جوامعی از تنوع فناوری برخوردارند و قابلیت ترکیب مجدد آن‌ها را در راستای تولید محصولات پیچیده تر دارند (هاسمن و همکاران، ۱۳۹۷).

مشابه کشورها، محصولات نیز از لحاظ قابلیت‌های فناوری که در اختیار دارند با هم متفاوتند. قابلیت‌های فناورانه مورد نیاز برای تولید از یک محصول به محصولی دیگر می‌تواند کاملاً متفاوت باشد. بیشتر محصولات پیچیده امروزی به قابلیت های فناورانه زیادی نیازمندند. هیچ بنگاهی در دنیا حتی با دانش‌ترین آنها هم فناوری مورد نیاز برای تولید یک کامپیوتر را ندارد. برای این کار، آنها نیازمند به اتکا بر فناوری‌های مورد استفاده در فناوری باتری، کریستال‌های مایع، طراحی‌های ریزپردازنده‌ها، توسعهٔ نرم‌افزار، فلزکاری، تراشکاری، مدیریت منابع انسانی و تولیدی و ... هستند.

توسعه قابلیت های فناورانه موجود در یک کشور مستلزم بسط سری فعالیت‌هایی است که آن کشور قادر به انجامشان است. درعین حال، این پروسه نیازمند مهارت خاصی است. اگر قابلیت های فناورانه مورد نیاز وجود نداشته باشد، آنگاه صنایع مرتبط به آن نیز وجود نخواهند داشت. همچنین انباشت قابلیت های فناورانه در مکان‌هایی که صنایع مورد نیاز وجود نداشته باشند، منطقی به نظر نمی‌رسد. این مشکل مرغ و تخم‌مرغی سرعت انباشت قابلیت های فناورانه را کند می‌کند. به علاوه، مسیر وابستگی‌های مهمی را خلق می‌کند. برای کشورها

راحت‌تر این است که به سمت صنایعی حرکت کنند که بیشترین استفاده را از فناوریهای موجود داشته باشند، زیرا چنین صنایعی نیازمند اضافه کردن نسبت کمتری از قابلیت های فناورانه است. با اضافه کردن تدریجی فناوری جدید به فناوری موجود، کشورها می‌توانند بر مشکل مرغ و تخم‌مرغ فائق آیند. به همین دلیل است که به صورت تجربی متوجه شدیم که کشورها از محصولاتی که در حال حاضر تولید می‌کنند، به سمت محصولاتی که از لحاظ فناوری به اصطلاح نزدیکتر[1] هستند، در حرکتند.

اطلس پیچیدگی اقتصادی سعی می‌کند تا حجم فناوری موجود در هر کشور را نشان دهد. روش محاسبه قابلیت های فناورانه می‌تواند تفاوت درآمدی و توسعه ای بین کشورهای جهان را محاسبه کند و ظرفیت پیش‌بینی نرخ رشد اقتصادی کشورها را فراهم نماید. تلاش اصلی پیچیدگی اقتصادی در خلق نقشه‌ای جامع از مشابهت‌های محصولات در زمینه قابلیت های فناورانه مورد نیاز آنهاست. این نقشه، مسیری را ترسیم می‌کند که به وسیله آن، قابلیت های فناورانه راحت‌تر بتواند انباشت شود. هاسمن و همکاران (۱۳۹۷) این نقشه یا شبکه را «فضای محصول» می‌نامند و از آن به منظور تعیین موقعیت کشورها، نمایش قابلیت‌های فناورانه تولیدی حال حاضر آنها و محصولاتی که نزدیک به آنها قرار دارند، استفاده می‌کنند.

در دنیایی که فناوری از مهم ترین ملاک های پیشرفت کشورها است، مالکیت فکری نقش بسیار مهمی ایفا می کند. اختراع یکی از اقسام دارایی فکری در کنار علائم تجاری، طرح صنعتی و راز تجاری است که توسعه دهندگان فناوری جهت حفاظت از ایده هایشان، به سرعت جهت ثبت اختراع اقدام می کنند. در نتیجه می توان انتظار داشت پیشرفت های فناورانه و اظهارنامه های اختراع با یکدیگر به موازات حرکت کنند و اطلاعات بروزی در اختیار مخاطبان قرار گیرد.

استفاده از اطلاعات اختراعات منتشر شده یا همان تحلیل پتنت، یکی از ابزارهایی است که می تواند در تهیه اطلس پیچیدگی اقتصادی مورد استفاده قرار گیرد. از آنجا که اختراعات شامل اطلاعات فنی هستند، داوران اختراع پس از بررسی مدارک، برای هر اختراع یک یا چند کد طبقه بندی بین المللی انتخاب می کنند که مشخص کننده زمینه یا زمینه های فنی اختراع مربوطه است. این طبقه بندی دارای ۸ بخش کلی و حدود ۷۰ هزار زیر مجموعه می باشد و می تواند اطلاعات دقیقی از زمینه فنی اختراع ارائه کند.

۲-۱ بیان مساله

امروزه در زمینه نوآوری فناوری، تحلیل داده‌های سند اختراع به عنوان یک ابزار بی‌نظیر ظاهر شده است. اسناد اختراعی به عنوان ابزارهای قانونی حفاظت از مالکیت فکری، یک پایگاه از اطلاعات را ارائه می‌دهند و جزئیات اختراعات جدید، پیشرفت‌های فناوری و دینامیک رقابتی در صنایع مختلف را نشان می‌دهند. بررسی دقیق داده‌های پتنت، رویکرد چند رویه‌ایی برای درک منظر فناوری است که تصمیم‌گیری‌های اطلاع‌دار برای کسب و کارها، سیاست‌گذاران و پژوهشگران را تسهیل می‌کند.

[1] Close by

اهمیت تحلیل داده‌های پتنت در شناسایی بینش‌های ارزشمندی است که بدون تحلیل آنها پنهان خواهند ماند. با بررسی دقیق اسناد اختراعی، می‌توانیم فناوری‌های نوظهور را شناسایی کنیم، منظر رقابتی در صنایع خاص را ارزیابی کنیم و قابلیت‌های فناوری کلی یک کشور را ارزیابی کنیم. این درک جامع از منظر فناوری، تصمیم‌گیری استراتژیک برای کسب و کارهایی که به دنبال بهره‌برداری از فرصت‌های جدید هستند، سیاست‌گذارانی که به دنبال ترویج نوآوری و رشد اقتصادی هستند و پژوهشگرانی که به دنبال پیشرفت مرزهای دانش هستند، را تسهیل می‌کند.

تحلیل داده‌های پتنت، شامل مجموعه‌ای از فنون و روش‌هایی است که هر کدام برای استخراج بینش‌های خاصی از مخزن گسترده‌ای از اطلاعات پتنت طراحی شده‌اند. به عنوان مثال، ترسیم نقشه‌های پتنت، نمایش بصری ارتباطات بین فناوری‌ها را فراهم می‌کند و خوشه‌های نوآوری و مناطق پتانسیل برای همکاری را نشان می‌دهد. نقشه‌های فناوری، با استفاده از رویکرد پیچیدگی اقتصادی، به بررسی عمیق‌تر پتانسیل رشد و توسعه اقتصادی مرتبط با فناوری‌های خاص می‌پردازد.

اهمیت تحلیل داده‌های پتنت فراتر از فهم منظر فناوری است. این تحلیل، تصمیم‌گیری‌های راهبردی را تسهیل می‌کند، نوآوری را ترویج می‌دهد و رشد اقتصادی را به دنبال دارد. با شناسایی فناوری‌های نوظهور، کسب‌وکارها می‌توانند خود را به صورت استراتژیک برای بهره‌برداری از فرصت‌های جدید قرار دهند. سیاست‌گذاران می‌توانند از بررسی داده‌های پتنت برای تدوین سیاست‌هایی که نوآوری و پیشرفت فناوری را ترویج می‌دهند، بهره ببرند. پژوهشگران هم می‌توانند از داده‌های پتنت برای شناسایی حوزه‌های مطالعاتی و همکاری‌های موثر استفاده کنند و سرعت کشف علمی را افزایش دهند. رویکرد چند رویه‌ای آن، برای کسب‌وکارها، سیاست‌گذاران و پژوهشگران، بینش‌های ارزشمندی را فراهم می‌کند و راهی برای آینده‌ای فناورانه پیشرفته و پررنگ‌تر می‌سازد.

در زمینه تحلیل داده‌های پتنت، نقشه‌های فناوری به عنوان نمایش بصری از روابط پیچیده بین حوزه‌های فناوری مختلف، مفید هستند. آنها دیدگاهی جامع را درباره ارتباطات و پیچیدگی فناوری‌ها ارائه می‌دهند و درک عمیقی از منظر فناوری را فراهم می‌کنند. ساخت نقشه‌های فناوری با استفاده از داده‌های پتنت، شامل استخراج اطلاعات مرتبط از سند پتنت، مانند کلمات کلیدی، کدهای طبقه‌بندی بین‌المللی پتنت (IPC[2]) و استنادها، و استفاده از تکنیک‌های تصویرسازی داده برای نمایش الگوها و روندها است.

رویکرد پیچیدگی اقتصادی، یک چارچوب نوین برای تحلیل سیستم‌های اقتصادی، ابزاری منحصر به فرد برای ساخت نقشه‌های فناوری فراهم می‌کند. این رویکرد، نه تنها حضور فناوری‌ها در یک کشور را مورد بررسی قرار می‌دهد، بلکه تنوع و پیچیدگی آنها را نیز در نظر می‌گیرد. با تحلیل روابط بین فناوری‌ها، شیوع آنها و قابلیت‌های مورد نیاز برای تولید آنها، رویکرد پیچیدگی اقتصادی، امکان ترسیم نقشه فضای فناوری را فراهم می‌کند که پیچیدگی و پتانسیل رشد اقتصادی مرتبط با حوزه‌های فناوری مختلف را نشان می‌دهد.

ترسیم نقشه فناوری با استفاده از رویکرد پیچیدگی اقتصادی، نوآوری قابل توجهی در تحلیل داده‌های پتنت است. این رویکرد، فراتر از

[2] International Patent Classification

تکنیک‌های سنتی نقشه‌برداری پتنت با در نظر گرفتن اندازه‌گیری‌های پیچیدگی و ارتباطات، درکی دقیق‌تر از منظر فناوری فراهم می‌کند. این رویکرد، شناسایی حوزه‌های پرچشم‌گیر برای توسعه فناوری و ارزیابی پتانسیل رشد اقتصادی یک کشور بر اساس قابلیت‌های فناوری آن، را ممکن می‌کند.

هدف از این تحقیق استفاده از رویکرد پیچیدگی اقتصادی و ترسیم نقشه فضای فناوری، جهت پی بردن به قابلیت های نهفته و کشف الگوها و روابط پنهان در داده‌های پتنت است. با در نظر گرفتن پیچیدگی و ارتباطات فناوری‌ها، می‌توانیم خوشه‌های نوآوری، حوزه‌های پتانسیل برای همکاری و فناوری‌های نوظهور با پتانسیل اقتصادی قابل توجه را شناسایی کنیم.

۱-۳ اهداف پژوهش

این پروژه با هدف دستیابی به اهداف زیر، تحلیل جامعی از اسناد اختراعی ثبت شده در کشور را هدف قرار می‌دهد:

- بررسی و تحلیل آمار توصیفی فناوری‌های موجود بر اساس داده‌های اختراعات
- محاسبه پیچیدگی فناوری استان‌ها و اسناد اختراعی موجود در کشور
- ترسیم نقشه فضای ثبت اختراعات استان‌ها با استفاده از رویکرد پیچیدگی
- ارائه راهکارهای سیاستی برای تصمیم‌گیری های راهبردی در حوزه فناوری با استفاده از رویکرد پیچیدگی

۱-٤ قلمرو پژوهش

۱-٤-۱ قلمرو مکانی

از آنجایی که در این پژوهش سعی شده قابلیت های فناورانه مبتنی بر اختراعات تمام استان‌های کشور مورد ارزیابی قرار گیرد لذا قلمرو مکانی این پژوهش به اقتصاد ایران محدود خواهد شد.

۱-٤-۲ قلمرو زمانی

در این پژوهش سعی شده داده های مربوط اسناد اختراعی طی سالهای ۱۳۹۷ تا ۱۴۰۱ (بازه ۵ ساله) جهت تحلیل داده ها مورد استفاده قرار گیرد.

۱-٤-۳ قلمرو موضوعی

از منظر موضوعی این پژوهش در زمره مطالعات حوزه فناوری قرار می گیرد که با استفاده از رویکرد پیچیدگی فناوری سعی خواهد کرد تا جایگاه قابلیت های فناورانه اقتصاد ایران مبتنی بر اسناد اختراعی را به تفکیک استانهای کشور مشخص گردند.

۵-۱ مفاهیم اصلی روش پیچیدگی فناوری و نحوه محاسبهٔ آن‌ها

با توجه به اینکه در فصل قبلی به‌طور مفصل و مجزا به مفاهیم و خواستگاه مفاهیم مختلف مورداستفاده در روش تحلیل داده‌ها در این پژوهش پرداخته‌شده است، در این قسمت فقط به تعاریف عملیاتی آن‌ها به‌طور خلاصه اکتفا خواهیم نمود.

مزیت نسبی آشکارشده(RCA): شاخصی است جهت محاسبهٔ مزیت نسبی یک کشور/ استان در ثبت یک اختراع خاص.

تنوع($K_{c,0}$): بیانگر انواع مختلفی از اختراعات است که یک کشور/ استان قادر به ثبت آن‌ها است.

فراگیری($K_{p,0}$): تعداد کشور/ استان هایی را که توانایی ثبت یک اختراع مشخصی را بر عهده‌دارند، اندازه‌گیری می‌کند.

پیچیدگی فناوری: معیار محاسبهٔ قابلیت‌های موجود در جامعهٔ پژوهش است که در ثبت یک اختراع به کار گرفته شده است.

شاخص پیچیدگی فناوری[3](TCI): به رتبه‌بندی میزان پیچیدگی و تنوع سبد اختراعات یک کشور/ استان در مقایسه با سایر کشورها/ استانها می‌پردازد. به بیان دیگر شاخص پیچیدگی فناوری شاخصی است جهت تعیین میزان رقابت‌پذیری کشورها/ استانها در ثبت اختراعات پیچیده.

شاخص پیچیدگی ثبت اختراع[4](PCI): به رتبه‌بندی میزان پیچیدگی اختراعات بر اساس میزان فراگیری آن‌ها در سبد اختراعات جهانی و همچنین میزان تنوع سبد اختراعات کشورهای ثبت‌کنندهٔ آن‌ها می‌پردازد. به بیان دیگر شاخص پیچیدگی ثبت اختراع معیاری است جهت تعیین میزان پیچیدگی یا به‌عبارت‌دیگر دانش و مهارت و قابلیت های موردنیاز برای ثبت یک اختراع.

قابلیت: بر اساس رویکرد پیچیدگی فناوری قابلیت عبارت است از دانش و مهارت /قابلیت های موردنیاز برای ثبت رقابت‌پذیر یک اختراع که دربرگیرندهٔ قابلیت‌های نهادی، قانونی، فنّاورانه، نیروی کار و ... موردنیاز است.

نزدیکی($\varphi(i,j)$): اصطلاحی کیفی برای توصیف میزان قرابت قابلیت های فناورانه موردنیاز برای ثبت دو اختراع مختلف است.

نقشه فضای فناوری: ترسیمی از نمایش شبکهٔ اختراعات مختلف است.

فاصله[5] قابلیت(d): معیاری برای محاسبهٔ میزان شباهت یا تفاوت قابلیت‌های در اختیار یک کشور/ استان با قابلیت‌های موردنیاز برای ثبت یک اختراع است.

منفعت‌فرصت[6](OP): شاخصی است که میزان افزایش در شاخص پیچیدگی فناوری در اثر ثبت رقابت‌پذیر یک اختراع را اندازه‌گیری می‌کند. درواقع این شاخص بیان‌گر سهمی است که یک اختراع مشخص می‌تواند در پیچیدگی فناوری یک کشور/استان داشته باشد.

نقشه فضای فناوری[7]: ترسیمی از نمایش شبکه‌ای از قابلیت های همجوار در ثبت اختراع (فناوری) یک استان است.

[3] Technological Complexity Index
[4] Patent Complexity Index
[5] Distance
[6] Opportunity Gain
[7] Technology Space

پیشینه پژوهش

۲

۲ پیشینه پژوهش

۲-۱ مقدمه

بیان مفهوم فناوری در قالب رویکرد پیچیدگی فناوری بدعتی آشکار را نشان می‌دهد که خود نشان‌دهنده بکر بودن این موضوع در سطح جهانی است. هرچند که پژوهشگران در این تحقیق اهتمام مجدانه خود را به کار گرفته‌اند تا به لایه‌های زیرین تحقیقات گذشته در این راستا دسترسی پیدا نمایند، اما به دلیل بدیع بودن این موضوع، تلاش‌ها تنها منتج به یافتن مطالعات اندکی شده است. لذا شایان ذکر است که در این قسمت سعی شده تا مطالعات پیشین را از موضوعات مرتبط با فناوری و سپس موضوعات مرتبط با فناوری اما با تکیه بر رویکرد پیچیدگی بررسی نماییم. با توجه به موارد ذکر شده و نیز انجام تحقیقات اندک داخلی پیرامون این موضوع که خود جزو خلاءهای پژوهش پیش رو است، در نتیجه ابتدا به ذکر تحقیقات خارجی پیرامون فناوری و رویکرد پیچیدگی اقتصادی و فناوری خواهیم پرداخت و نهایتاً به چند مورد از تحقیقات داخلی نیز اشاره می کنیم. لازم بذکر است که تحقیقات داخلی فراوانی در مورد فناوری صورت گرفته اما مدنظر ما آن تحقیقاتی بوده است که از منظر پیچیدگی اقتصادی فناوری را شناسایی نموده اند.

۲-۲ مطالعات خارجی

هاسمن و هیدالگو (۲۰۱۱) با تغییر رویه، نگرش خود را در مورد اقتصاد از حالت سنتی به حالتی که در آن به ساختار محصولات در قالب شبکه‌ای که کشورها را به محصولات صادراتی آن‌ها ارتباط می‌دهد، تغییر می‌دهند. آن‌ها این شبکه را با چهار ویژگی به ترتیب زیر مشخص می‌نمایند: رابطه منفی بین تنوع یک کشور و میانگین فراگیری صادرات آن، توزیعات غیر نرمال برای فراگیری محصول، تنوع کشور و محصولاتی که با هم صادر می‌شوند. آن‌ها ساختار این شبکه را با فرض اینکه محصولات نیازمند تعداد زیادی نهاده غیر قابل تجارت، قابلیت‌های فناورانه را در سطح افراد و زیرساختارهای تولیدی در سطح کلان هستند مدل‌گذاری می‌کنند، و اینکه کشورها در تمامیت سری قابلیت‌هایی که دارند متفاوت‌اند. آن‌ها این مدل را بدین نحو که احتمال اینکه کشوری دارای یک قابلیت است و یک محصول نیز نیازمند یک قابلیت باشد را ثابت در نظر می‌گیرند و این ملاحظات را در قالب داده و به صورت شبکه درآوردند. در نهایت، مدل آن‌ها نشان می‌دهد که افزایش در تنوع برای کشورهایی که دارای قابلیت‌های فناورانه پایینی هستند کم بوده و برای کشورهایی هم که قابلیت‌های فناورانه بالایی را در اختیار دارند زیاد است. بدین معنی که عواملی که به واگرایی در تنوع محصولات کمک می‌کنند، زمانی که قابلیت‌ها به کندی پیش می‌روند با پیچیدگی اقتصاد جهانی افزایش می‌یابند. آن‌ها همچنین اذعان می‌دارند که روش پیچیدگی اقتصادی قابلیت ترسیم حجم فناوری یک کشور را به خوبی و بهتر از دیگر روش‌های مرسوم نشان می‌دهد.

بهار و همکاران (۲۰۱۳) [8] با در نظر گرفتن اینکه سرریز فناوری در اثر فاصله جغرافیایی بین کشورها کمرنگ‌تر می‌شود، به این نتیجه رسیدند که احتمال اینکه کشوری فناوری محصول جدیدی را به دست آورد، ۶۵٪ تحت تاثیر موفقیت کشور همسایه خود در صادرات آن کالا می‌باشد. در این حالت محصولی که ما تولید می‌کنیم را اگر کشور همسایه با مزیت نسبی تولید کند، در ارتباط با نرخ رشدی از صادرات خواهد بود که بزرگتر از میزان ۱/۵ درصد در سال است. نهایتاً به نظر آن‌ها سرریز فناوری معیاری تاثیرگذار در شاخص‌های اقتصادی است، به نحوی که حتی می‌تواند سیر تکاملی مزیت نسبی کشورها را نیز تحت تاثیر خود قرار دهد.

هاسمن و همکاران (۲۰۱۴) با مطالعه پیچیدگی اقتصادی کشور اوگاندا، استراتژی بهتری را برای این کشور به عنوان استفاده بیشتر از منابع درآمدی نفتی و تشویق سرمایه‌گذاری جهت ترفیع استراتژی تنوع، معرفی نمودند. در این راستا با روش ابتکارانه خود بیان می‌کنند که چگونه یک کشور می‌تواند تنها با تولید بیشتر از کالاهای مشابه به توسعه برسد. از آنجایی که با رشد اقتصادی کشورها صنایع جدید با فناوریهای جدیدتر هم ظهور پیدا می‌کنند، روش معرفی شده توسط آن‌ها این نوید را می‌تواند به کشور اوگاندا بدهد که صنایع جدید (فناوری های جدید) چه صنایعی (چه فناوری هایی) باید باشند تا بتواند رشد و بالندگی اقتصادی را برای آن‌ها فراهم نماید. به همین دلیل آن‌ها ابتدا به بررسی کالاهایی پرداختند که قابلیت ارتقای تنوع و پیچیدگی تولید را در اوگاندا داشت، که بیشتر شامل کالاهای بخش کشاورزی می‌شد. نتایج حاکی از آن بود که این کشور باید در توسعه صنایع پیچیده، از قبیل مصالح ساخت و ساز اهتمام ورزد؛ چرا که این بخش نقش مهمی در تبدیل قابلیت‌های فناورانه این کشور از بالقوه به بالفعل، بخصوص در بخش نفت دارد. نهایتاً سیاست‌هایی پیشنهاد می‌دهند تا با به کارگیری آن‌ها توسط دولت اوگاندا بتوان بستر مناسب‌تری را جهت توسعه صنایع صادرات محور ایجاد کرد.

فورتوناتو و همکاران (۲۰۱۵) [9] با استفاده از رویکرد پیچیدگی اقتصادی در تلاش بودند تا به کشورها کمک کند که محصولات جدیدی را که می‌تواند منجر به ارزش مازاد گردند را مشخص نمایند؛ به نحوی که از قابلیت‌های فناورانه موجود در جامعه نهایت استفاده را کرده باشند. بعلاوه آن‌ها توجیهاتی در جهت اینکه چرا بعضی کشورها در تولید برخی محصولات ناتوان مانده‌اند نیز بیان داشتند. یافته‌های آن‌ها راهی را برای کشورهای در حال توسعه هموار می‌کند تا از طریق آن بتوانند به تنوع صادرات خود بیاندیشند و رشد و توسعه اقتصادی را برای کشور خود به ارمغان آورند.

اینووا (۲۰۱۶) [10] نشان می‌دهد که از طریق تعداد محصولاتی که یک کشور می‌سازد، می‌توان به سطح توسعه فناوری یک کشور پی برد. به علاو وی بیان می‌دارد که عمده تفاوت درآمدی بین کشورها به دلیل تفاوت در فناوری است که وی آن را قابل اندازه‌گیری می‌داند. از دیدگاه وی شاخص پیچیدگی اقتصادی، همان واحد اندازه‌گیری دانش و مهارت، در واقع برآوردی از این معیار ساده است. مدل وی از این بینش بنیادی می‌آید که دانش را مجزا دانسته و به‌طور ترکیبی آن را بسط می‌دهد.

[8] Bahar et al., 2013
[9] Fortunato et al., 2015
[10] Inoua, 2016

اینووا و همکاران (۲۰۱۷) با ترکیب شاخص پیچیدگی اقتصادی و شاخص پیچیدگی فناوری سعی نمودند تا به درک صحیح تری از فعل و افعالات فناورانه در اقتصاد دست یابند. نتایج آنها نشان داد که ترکیبب این دو شخص با همدیگر نسبت به کارگیری مجزای شاخص پیچیدگی اقتصادی یا شاخص پیچیدگی فناوری از ارزش تحلیی بیشتری در مورد مسائل اقتصاد و فناورانه برخوردار است.

نیکولد [11] و همکاران (۲۰۱۸) اقتصاد را بعنوان یک سری از قابلیت های فناورانه می دانند که به طرق مختلف می توانند برای تولید محصولات متنوع ترکیب شوند، در این پژوهش از داده های ۱۰۷ استان ایتالیا، با بهره گیری از پیچیدگی اقتصادی استفاده شد تا به بررسی تغییر سبد محصولات استانها براساس قابلیت های فناورانه تولیدی آنها بپردازند. نتایج آنها حاکی از آن بود که در گذر زمان سبد محصولات آنها تغییر یافته و به سمت محصولات با قابلیت های همجوار گرایش پیدا کرده است.

تاملر و همکاران [12] (۲۰۱۸) در پژوهشی به نقش شبکه ها در قابلیت های فناورانه پرداختند نتایج پژوهش نشان دهنده این است که شبکه های فناورانه و مالی که توسط شرکت های مورد مطالعه (۹۰ شرکت مبتنی بر فناوری ((TBCs با عوامل خارجی ایجاد شده اند، ۷۰/۶ درصد از ظرفیت خود را برای نوآوری اختصاص دادند. در مورد شبکه های مالی، مشاهده شد که قرار دادن در شبکه های سرمایه گذاری و مخارج اقتصادی، نشان می دهد که اکوسیستم نوآوری پیشرفت هایی را در چالش مشهور پشتیبانی مالی برای راه اندازی مبتنی بر فناوری ارائه می دهد. یکی دیگر از مهمترین یافته ها پژوهش فوق این بود که : تلاش های برنامه ریزی، ارتباط منفی با قابلیت های فناورانه را نشان داد، اما ارتباط مثبتی با درج در شبکه های ارتباطی داشت. این بدان معنی است که تنها برنامه ریزی مستقیم قادر به پشتیبانی از قابلیت های فنی نیست.

نپلسکی و دی پراتو (۲۰۲۰) با تکیه بر اطلاعات خرد ذخیره شده در برنامه های ثبت اختراع فردی و با استفاده از نمای شبکه ای از کشورها، مرتبط با فناوری هایی که آنها توسعه می دهند، یک فضای فناوری جهانی ایجاد کردند و معیارهای پیچیدگی را استخراج نمودند که کشورها را در این فضا قرار می دهد. سپس از معیارهای تنوع فناوری و فراگیر بودن فناوری های موجود در سبد فناوری یک کشور به عنوان ورودی برای توضیح نقش پیچیدگی فناوری در درآمد و توسعه اقتصادی کشورها استفاده نودند. آنها نشان دادند که موقعیت یک کشور در فضای فناوری جهانی بر سطح درآمد و رشد آن تأثیر گذار است. نتایج آنها مبین آن بود که کانال اصلی که از طریق آن اتفاق می افتد، انحصار و منحصر به فرد بودن سبد فناوری یک کشور در مقایسه با کشورهای باقی مانده است.

ورگارا (۲۰۲۱) به مطالعه رابطه بین قابلیت‌های فن‌آوری و تنوع پرداخت و نتایج مطالعه وی مبین این رابطه مقبت بود. در بخش‌ها، صادرکنندگان در کشورهایی با قابلیت‌های قوی‌تر تمایل به صادرات تعداد بیشتری از محصولات و بازارهای مقصد بیشتری دارند. در نهایت، قابلیت‌های فن‌آوری نقش ویژه‌ای در بخش‌های با فناوری بالا، مانند الکترونیک، ماشین‌آلات و تجهیزات الکتریکی و داروسازی دارند. در این بخش‌ها، صادرکنندگان کشورهایی که سرمایه‌گذاری‌های تحقیق و توسعه بالاتری دارند، از نظر بازارهای مقصد تنوع بیشتری دارند.

[11] Nicola
[12] Tumelero et al

بنابراین، این مقاله نشان می‌دهد که حتی با مقایسه رفتار صادرکنندگان فقط در میان کشورهای در حال توسعه، قابلیت‌های تولیدی و فناوری قوی‌تر به طور قابل‌توجهی با حاشیه «گسترده» و «فشرده» صادرات، تنوع در محصولات و مقصدها و کیفیت محصول مرتبط است. تمام جنبه های حیاتی درج کشورهای در حال توسعه در بازارهای جهانی. به طور کلی، این مقاله بر نقش قابلیت‌ها نه تنها بر انعطاف‌پذیری اقتصاد کلان کشورهای در حال توسعه در برابر شوک‌های تجاری، بلکه در میان مدت آنها تأکید می‌کند.

شاهمرادی و همکاران (۲۰۲۳) یک روش جدید تحلیل پیچیدگی اقتصادی مبتنی بر سناریو را برای غلبه بر عدم قطعیت‌های آینده پیشنهاد کردند. در این روش که شامل دو خط تحقیق مستقل است در ابتدا با مراجعه به شاخص‌های منفعت فرصت و پیچیدگی محصول (تحلیل تاریخی و فعلی) توسعه صنعتی را ارزیابی و اولویت‌بندی کردند. سپس به توسعه سناریوهای آینده از طریق یک فرآیند مبتنی بر متخصص برای کشف محتمل ترین آینده ها (ارزیابی آینده محور برای رفتارهای عدم اطمینان) اقدام نمودند. آنها در ادامه نتایج را برای افزایش یک سیاست قوی برای تضمین موفقیت توسعه و کاهش خطرات شکست ادغام نمودند. ایران به عنوان مطالعه موردی انتخاب شد زیرا این کشور با آینده بسیار نامشخصی هم از منظر سیاسی و هم از منظر اقتصادی مواجه است. نتایج مطالعه آنها نشان داد که سیاستگذاری اولویت تمرکز بر فرصت‌سازی محصولات به جای پیچیدگی محصول باشد، زیرا کشور با تحریم‌های بین‌المللی، ظرفیت‌های سرمایه‌گذاری محدود و پتانسیل چالش‌های جهانی در عصر جهانی‌شدن، مواجه است.

یافته های کان و تان (۲۰۲۲) هم مبین الزام بکارگیری سیاست های صحیح برای ایجاد ارتباط بین چرخه تنوع اقتصادی، رشد اقتصادی و پیچیدگی اقتصادی است. به عقیده آنها بهبود پیچیدگی اقتصادی منجر به تغییر در ساختاری است که تولید کننده کالا ها و خدمات با فناوری بالاست. لذا ارتباط بین این سه متغیر تعیین کننده سیاست های اتخاذ شده در یک کشور است. به همین دلیل آنها پیشنهاد می دهند که سیاست های اقتصادی در کشورها باید به گونه ای باشد تا منجر به سرمایه گذاری بیشتر در بخش های جدید اقتصاد باشد به نحوی که منجر به رشد اقتصادی و توسعه در بلند مدت گردد.

۳-۲ پیشینه داخلی

کیامهر(۱۳۹۲) در پژوهش خود به بررسی انباشت توانمندی های فناورانه در بنگاه های عرضه کننده کالاهای سرمایه ای پیچیده در کشورهای در حال توسعه پرداختند و مبتنی بر مطالعه موردی اکتشافی در یک بنگاه ایرانی عرضه کننده نیروگاه های برقابی می باشد. این مقاله، چارچوب های موجود از توانمندی های فناورانه در متون را به عنوان نقطه شروع کار میدانی استفاده می کند. نتایج تحقیق نشان می دهد که این چارچوب ها که عموما براساس تجارب همپایی در صنایع تولید انبوه در کشورهای آسیایی شکل گرفته اند برای درک انباشت توانمندی های فناورانه در کالاهای سرمایه ای پیچیده که در تعداد کم یا در قالب پروژه عرضه می شوند کفایت نمی کند. مقاله چارچوبی جایگزین را بر اساس یافته های تحقیق پیشنهاد می دهد و الزامات یافته ها را از ابعاد نظری، سیاست گذاری و استراتژی

بنگاهی بررسی می کند.

طهماسبی و همکاران (۱۳۹۵) در پژوهش خود به مراحل شکل گیری و توسعه قابلیت های فناورانه (مطالعه ی یک سازمان صنعتی صنایع دریایی) پرداختند، این مراحل در قالب سه گام شناسایی شده که عبارتند از: سرمایه گذاری و ایجاد زیر ساخت های پایه، ارتقای قابلیت ها به واسطه مهندسی معکوس با همکاری محدود و همچنین مهندسی معکوس محصولات پیچیده تر و گسترش طراحی و نوآوری، در نهایت مراحل شناسایی شده با مدل های متداول در این حوزه مقایسه شده است.

طهماسبی و همکاران (۱۳۹۵) در پژوهش خود به گونه شناسی الگوهای کسب قابلیت های فناورانه توسط شرکت های تازه وارد و ارائه راهبرد متناسب با هر الگو پرداختند، در پژوهش فوق عامل اصلی رشد، پیشرفت و موفقیت سازمان ها به منابع آن ها یا ویژگی های بازار محدود نمی شود، بلکه موتور اصلی موفقیت «قابلیت ها»ی آن هاست. در این بین «قابلیت های فناورانه» نقش مهم تری را برای سازمان های صنعتی و فناوری محور بازی می کند. با توجه به موضوع محوری همکاری فناورانه شرکت های نوظهور با شرکت های پیشگام، برای ارائه راهبرد، از روش ها و راهبردهای همکاری فناورانه استفاده شده است.

شاهمرادی و چینی فروشان (۱۳۹۶) با این فرض که کشورها محصولی را تولید نمی کنند مگر آنکه دانش و مهارت تولید آن را داشته باشند، سعی در محاسبه میزان انباشت دانش و مهارت نهفته در اقتصاد را نمودند. به همین منظور به بیان مفهومی شاخص پیچیدگی اقتصادی و پیچیدگی محصول و نحوه محاسبه این دو شاخص از منظر تنوع و فراگیری به کار گرفته شده در آن ها پرداختند و نهایتاً مدعی می شوند که می توان محصولات و اقتصادها را بر اساس میزان دانش و مهارت موجود در آن ها بر اساس رویکرد پیچیدگی اقتصادی رتبه بندی و سنجش نمود.

شاهمرادی و اشتهاردی (۱۳۹۷) در پژوهش خود به بررسی جایگاه رقابتپذیری فناورانه ایران در منطقه با رویکرد پیچیدگی اقتصادی پرداختند، یافته های این پژوهش حاکی است که با توجه به کدهای چهاررقمی سامانه هماهنگ شده در سال ۲۰۱۴ دو محصول میله پروفیل و مفتول از روی و مومهای مصنوعی و مومهای آماده محصولات دارای بیشترین پیچیدگی هستند که کشور در تولید آنها دارای قدرت رقابتی است و در عین حال هیچ رقیبی هم از منطقه برای کشور در این دو محصول وجود ندارد با گروه بندی کشورها از لحاظ پیچیدگی اقتصادی در چهار گروه ایران در پائین ترین گروه قرار میگیرد و با گروه بندی محصولات از لحاظ پیچیدگی اقتصادی به چهار گروه بیشتر محصولات رقابتی کشور در دومین گروه پائینی جای میگیرند یافته ها مبین آن است که هر چند فلسطین اشغالی دارای بیشترین پیچیدگی اقتصادی و بیشترین تنوع محصولات پیچیده در منطقه است اما رقیب اصلی محصولات فناورانه رقابتی ایران محسوب نمیشود این در حالی است که ایران بیشترین اشتراک فناورانه را با کشورهای مصر و ترکیه داشته و این کشورها رقبای اصلی ایران در منطقه محسوب میشوند

تمامی این رویکردها نهایتاً سعی داشتند تا چشم‌انداز بهتری را از فناوریهای موجود در اقتصاد یک کشور بر پایه پیچیدگی اقتصادی ترسیم نمایند. بنابراین هدف اصلی از به کارگیری این روش‌ها، شناسایی قابلیت های فناورانه موجود در اوضاع اقتصادی کشورها است. اقدامی که توسط تعداد کثیری از پژوهشگران در تحقیقات مختلف متبلور گردید. این تحقیقات فقط به مطالعات موردی ختم نشده‌اند، به نحوی که می‌توان شاهد رشد روزافزون به کارگیری این رویکرد در مقام مقایسه قاره‌ای یا جهانی نیز اشاره کرد (آبدون و همکاران (۲۰۱۰)، یام اوگو و همکاران (۲۰۱۴) و یا هاسمن و همکاران (۲۰۱۳)). لذا مطالعه پژوهش‌های شکل گرفته در باب پیچیدگی اقتصادی جهت تبیین قابلیت های فناورانه یک کشور را می‌توان از مناظر مختلف بررسی نمود، که محققین این طرح بر آن خواهند بود تا با جمع‌آوری بخش عمده این پژوهش‌ها، به شناسایی سطح قابلیت های فناورانه در اقتصاد ایران با تکیه بر رویکرد پیچیدگی اقتصادی بپردازد تا به تبع بتوان قابلیت های فناورانه ایران را در دوسطح منطقه ای و بین المللی بیابیم.

٤-٢ نقشهٔ فضای فناوری

مطالعهٔ توزیع جغرافیایی قابلیت‌های فنّاورانه دشوار است، چراکه قابلیت را به‌سختی می‌توان دید؛ بنابراین برای مطالعهٔ توزیع و پراکندگی قابلیت‌ها، نیازمند جلوه‌ای خواهیم بود تا اطلاعات درستی در مورد موقعیت آن‌ها به ما بدهد. یک راهکار می‌تواند پرداختن به توزیع جغرافیایی ثبت اختراع باشد، چراکه ثبت اختراع را می‌توان به‌عنوان نمادی از قابلیت‌ها که در شبکه‌هایی از مردم و شرکتهایی که در یک موقعیت قرارگرفته‌اند، در نظر گرفت. لحاظ نمودن ثبت اختراع به‌جای قابلیت های فناورانه، شبیه به کار زیست شناسان است؛ زمانی که به فنوتیپ به‌عنوان نمادی از ژنوتیپ نگاه می‌کنند. ژن‌ها به بیان ساده بخشی از دی ان ای را که کدهایی برای پروتئین‌ها هستند تشکیل می‌دهند. درحالی‌که فنوتیپ‌ها مشخصه‌های فیزیکی و کارکردی ارگانیزم‌ها هستند، مثل رنگ موی سر انسان‌ها یا مستعد بودن بدن شما برای فشارخون. آنچه در این پژوهش سعی داریم انجام دهیم مانند همان روشی است که علم ژنتیک از آن استفاده می‌کند. در این حالت به‌جای ایجاد ارتباط بین فنوتیپ و ژنوتیپ، سعی می‌کنیم ارتباطی بین قابلیت‌های موجود در یک موقعیت و ثبت اختراعاتی که در آن موقعیت هستند بیابیم. به دست آوردن داده‌های مناسب در مورد موقعیت ثبت اختراع ساده نیست، اما امکان‌پذیر است. ترسیم ناقص ارتباطات بین‌المللی بین ثبت اختراعات و موقعیت‌ها، در داده‌های مربوط به صبت اختراع هر کشوری تجمیع شده است.

ایدهٔ فضای فناوری روشی جهت پیش‌بینی دقیق مشابهت‌های ثبت اختراعات در اقتصادها و به‌تبع قابلیت‌های نهفته در آن‌ها است. نقشه فضای فناوری، شبکه‌ای از ارتباطات بین ثبت اختراعات مشابه را نشان می‌دهد. ازآنجاکه به استناد روش به کار گرفته شده در پیچیدگی اقتصادی می‌توان به میزان قابلیت‌های مولد موجود در محصولات و به‌تبع آن صنایع پی برد، لذا جهت ترسیم نقشه فضای فناوری در مقیاس جهانی، می‌توان معیاری برای محاسبه مشابهت ثبت اختراعات از طریق مشاهده اختراعاتی که محتمل به مشارکت در ثبت اختراع هستند، به دست آورد. در این حالت فرض بر آن است که ثبت اختراع یک جفت اختراع، باهم بیانگر اطلاعاتی درباره مشابهت قابلیت‌های فنّاورانه بین آن‌ها است.

ترتیب اختراعات در نقشه فضای فناوری، بر اساس میزان همسانی یا عدم همسانی قابلیت‌های موردنیاز برای ثبت آن‌ها تعیین می‌گردد. برای مثال با لحاظ کردن داده‌های مربوط به ثبت اختراع یک کشور می‌توان نقشه فضای فناوری را برای هر کشور ترسیم نمود. در این حالت می‌توان نشان داد که آن کشور چه اختراعاتی را ثبت می‌کند، چه اختراعاتی نزدیک به اختراعات ثبت شده آن کشور وجود دارد که به‌تبع می‌تواند آن اختراع را سریع‌تر و با توجیه اقتصادی بالاتر نسبت به اختراعات دیگر ثبت کند. درنتیجه ماتریس نقشه فضای فناوری از قابلیت بالایی جهت تعیین مسیر توسعهٔ اختراعات برخوردار است.

خطوط ارتباطی بین اختراعات با در نظر گرفتن حداقل احتمال ثبت هم‌زمان اختراعات به‌دست‌آمده است که در بخش بعدی به‌تفصیل بیان می‌شود. این ترسیم نشان می‌دهد که نقشه فضای فناوری دارای ناهمگونی بالایی است. به‌نحوی‌که برخی بخش‌ها دارای تراکم بالایی در قالب گروهی از اختراعات هستند و برخی دیگر به‌صورت پراکنده می باشند.

۵-۲ مدل مفهومی پژوهش

برای ساختن شاخص پیچیدگی فناوری از دو اصل تنوع [۱۳] و فراگیری [۱۴] استفاده خواهیم نمود. تنوع به معنای تعداد فناوری های (صبت اختراعات) متمایز یک استان و فراگیری یک فناوری نیز به معنای تعداد استان های تولید کننده یک فناوری خاص باشد. از این رو می‌توان شاخص پیچیدگی پتنت یک استان را نتیجه‌ی میزان تنوع پتنت های تولید شده و میزان فراگیری آن پتنت ها در استانهای دیگر دانست. بنابراین یک استان با شاخص پیچیدگی فناوری بالاتر به معنی قابلیت آن استان در ثبت پتنت متنوع‌تر و کمتر فراگیر می باشد.

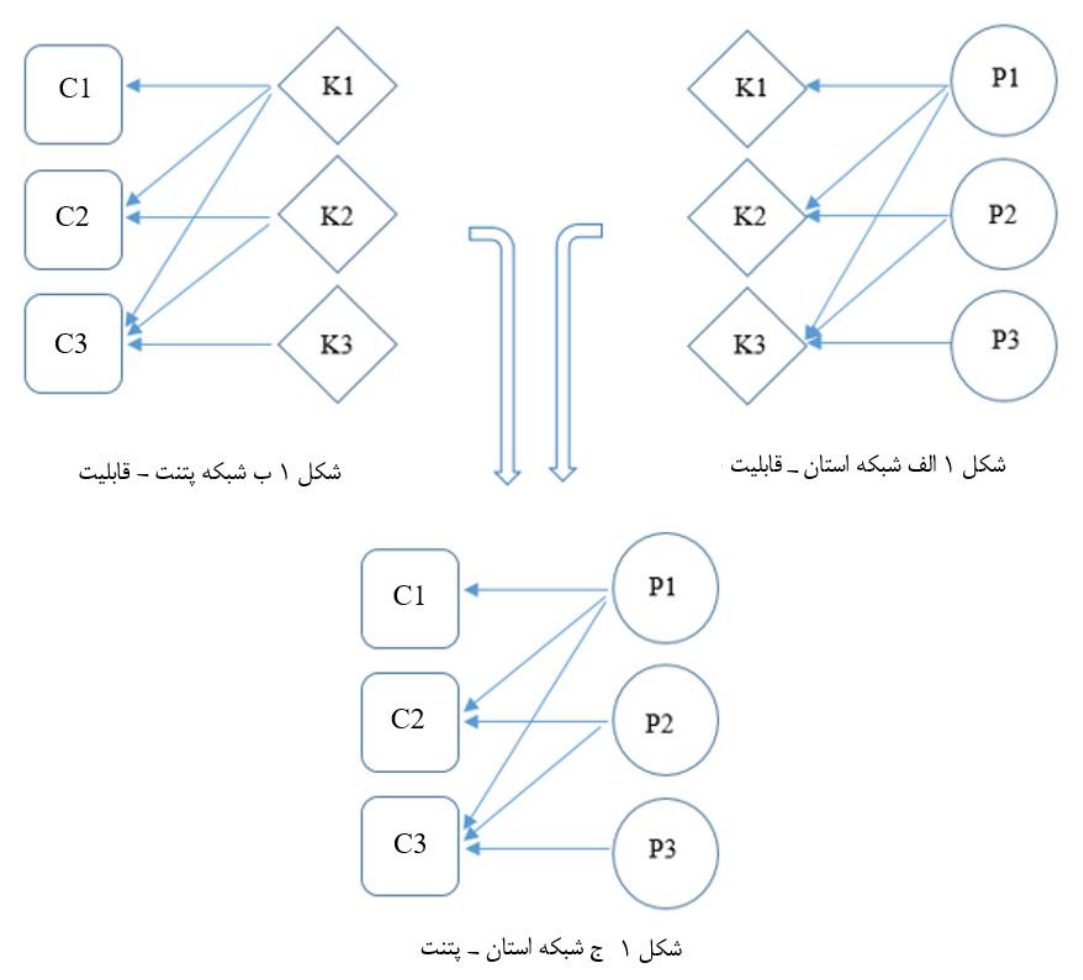
در این حالت ما برای تفسیر داده‌ها، از یک مدل سه بخشی به یک شبکه دو بخشی می رسیم که در آن استانها و پتنت ها به عنوان گره‌های شبکه محسوب می‌شوند، که هر استان را به پتنتهایی که ثبت می کند وصل می کند (شکل ۱). از لحاظ ریاضی این شبکه را با استفاده از ماتریس مجاورت استان- پتنت (MPC) [۱۵] نشان می دهیم. برای روشن شدن این مطلب از مثالی که در شکل ۱ آورده شده استفاده می کنیم.

در شکل ۱۰ P۱، P۲ و P۳ نماد استانهای کشور و C۱، C۲ و C۳ نماد کد پتنت ها را نشان می دهند. در ضمن قابلیت های مورد نیاز برای اختراع و ثبت هر پتنت هم بصورت K۱، K۲ و K۳ مشخص گردیده است. قابلیت ها را در دو سطح می توان مورد بررسی قرار داد. یکی در سطح کلان که در ارتباط با بسترهای اقتصادی، قانونی، سیاسی و ... مورد نیاز برای ثبت یک پتنت است و دیگری در سطح خرد که مربوط به دانش و مهارت انباشته شده در پتنت هایی است که برای تولید یک پتنت مورد نیاز است. چنانچه دیدگاه ما تمرکز بر پتنت باشد آنگاه در رویکرد پیچیدگی فناوری تکیه خود را بر دانش پتنتی یا همان دانش و مهارت مورد نیاز برای ثبت پتنت خواهیم گذاشت. لازم بذکر است که ثبت هر پتنت دانش و مهارت خاص خود را می طلبد. به عبارت دیگر K۱، K۲ و K۳ بیانگر قابلیت های متفاوت

[13] Diversity
[14] Ubiquity

[۱۵] P مخفف Province یا همان استان است و C مخفف Code یا کد پتنت (ثبت اختراع) می باشد.

هستند. در ثبت هر پتنت ممکن است به یک یا چند قابلیت نیاز داشته باشیم. برای مثال در شکل ۱ -ب پتنت C۱ نیازمند هر سه قابلیت K۱، K۲ و K۳ می باشد در حالیکه پتنت C۳ تنها نیازمند قابلیت K۳ است. مشابه پتنت ها، استان ها نیز در میزان تصاحب دانش و مهارت اختراع پتنتی با همدیگر متفاوتند برای مثال استان P۱ دارای تمامی سه قابلیت K۱، K۲ و K۳ می باشد در حالیکه استان P۳ دارای یک قابلیت و آن قابلیت K۳ است. اکنون با ترکیب شکل ۱-الف با ۱-ب می توان به ترسیم پیچیدگی فناوری استانها و پتنت ها در شکل ۱-ج پرداخت. با یک بررسی ساده از شکل ۱-ج می‌توان پی برد که استان P۱ دارای بیشترین تنوع ثبت پتنت (تولید تمامی پتنت های موجود) و استان P۳ دارای کمترین تنوع در ثبت پتنت (تولید تنها یک پتنت) می باشد. از آنجایی که محصول تولید شده توسط P۳، توسط استانهای دیگر نیز رخ می دهد، آنرا فناوری یا پتنت فراگیر می‌نامند. و استان P۱ را نیز به دلیل ثبت تمامی کد پتنت های موجود (در این مثال) استانی با تنوع پتنتی بالا نامند. حال با توجه به اینکه P۱ هم استانی متنوع است و هم پتنت هایی ثبت می کند که استان های دیگر قادر به ثبت آن نیستند (به اصطلاح پتنت/فناوریهای پیچیده)، بنابراین لقب استان با پیچیدگی فناوری بالا دریافت می‌کند؛ این در حالی است که استان P۲ استانی با پیچیدگی فناوری متوسط و P۳ استانی با پیچیدگی فناوری پایین لقب می گیرند.



شکل ۱ الف شبکه استان ـ قابلیت

شکل ۱ ب شبکه پتنت ـ قابلیت

شکل ۱ ج شبکه استان ـ پتنت

شکل ۱. مدل مفهومی پژوهش

۳

روش تحقیق

۳ روش تحقیق

۳-۱ داده های مورد نیاز

در این تحقیق داده های شناسنامه‌ای اختراعات ثبت شده (گرنت شده) در ایران از سال ۱۳۹۷ الی ۱۴۰۱ از سایت اداره ثبت اختراعات ایران و سایت روزنامه رسمی دریافت شده و به تفکیک سال ثبت، مورد بررسی قرار گرفت[16]. از شماره ثبت اختراع به عنوان کد مرجع اطلاعات هر اختراع استفاده شد و بخش های زیر از اطلاعات جمع آوری شده مورد بررسی قرار گرفت.

- نوع مالک (حقیقی / حقوقی)
- جنسیت (زن / مرد)
- شرکت / دانشگاه / پژوهشگاه
- آدرس مالک (استان و شهرستان)
- طبقه بندی بین المللی اختراع (به منظور شناسایی زمینه فنی)
- وضعیت اعتبار

از آنجا که یک اختراع می تواند چند مالک مختلف داشته باشد، در چنین مواردی اطلاعات مالکین به صورت جداگانه، اما با شماره ثبت اختراع مشترک دسته بندی شده است. در خصوص اختراعاتی که چند طبقه بندی بین المللی دارند، هر طبقه با کارکتر "،" از طبقه دیگر در یک فیلد جدا شد.

با توجه به این که مرکز توسعه فناوری های راهبردی معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش بنیان ریاست جمهور یکی از استفاده کنندگان این اطلاعات است، با کمک طبقه بندی بین المللی اختراعات، اطلاعات در دسته های ۸ گانه ستاد های این مرکز نیز دسته بندی شده و بررسی شدند.

از سمت دیگر طبقه بندی بین المللی اختراعات تا ۱۳۱ زیر طبقه تفکیک شده و اطلاعات دریافت شده در این طبقات از نظر پیچیدگی فناوری بررسی خواهند شد (طبقه بندی مذکور به پیوست می باشد).

۳-۲ محاسبات رویکرد پیچیدگی

جهت تجزیه و تحلیل داده های ثبت اختراع از رویکرد پیچیدگی اقتصادی استفاده خواهد شد که در ذیل به ارائه بخشی از معادلات مربوطه بصورت مختصر خواهیم پرداخت.

[16] https://darkob.co.ir/

۳-۲-۱ نحوه محاسبهٔ مزیت نسبی آشکارشده(RCA)

با بررسی سهم یک اختراع از سبد اختراعات یک کشور نسبت به سهم آن از سبد اختراعات جهانی شاخصی به نام مزیت نسبی آشکار شده (RCA[17]) کشور C در ثبت اختراع i به دست می‌آید که به شرح زیر محاسبه می‌شود:

$$RCA_{c,i} = \frac{\frac{x(c,i)}{\sum_i x(c,i)}}{\frac{\sum_c x(c,i)}{\sum_{c,i} x(c,i)}} \qquad (۱)$$

در این معادله $x(c,i)$ میزان ثبت اختراع i توسط کشور c است و $\sum_i x(c,i)$ مجموع تمام اختراعات ثبت شده توسط کشور C است. $\sum_c x(ci)$ مجموع میزان اختراعات ثبت شده i توسط تمام کشورها است و $\sum_{c,i} xc,i)$ مجموع میزان اختراعات ثبت شده تمام اختراعات توسط تمام کشورها است.

پس از محاسبهٔ رقابت‌پذیری کشورها در ثبت هر اختراع، کشورهایی که اختراع i را با RCA بزرگ‌تر از یک ثبت می‌کنند، یا به‌عبارت‌دیگر نسبت ثبت اختراع i در آن‌ها بیشتر از متوسط جهانی است به‌عنوان ثبت رقابت‌پذیر اختراع i شناخته می‌شوند. این به این معنی است که کشور C تمامی قابلیت‌های لازم برای ثبت رقابت‌پذیر اختراع i را در اختیار دارد. لذا کشورهای با RCA کمتر از ۱ برای اختراع i عملاً ثبت کننده رقابت‌پذیر آن اختراع محسوب نمی‌شوند.

۳-۲-۲ محاسبه شاخص پیچیدگی فناوری کشورها/استانها و شاخص پیچیدگی ثبت اختراع

روش ریاضی مورد استفاده برای شاخص پیچیدگی فناوری ماتریس Mcp می باشد. بدین نحو که اگرکشور/ استان c اختراع p را ثبت کند عدد ۱ قرار می گیرد و در غیر اینصورت عدد صفر لحاظ می شود. بر این اساس میتوان متنوع بودن و فراگیر بودن اختراع ها را به سادگی با جمع زدن ردیف ها و ستون های این ماتریس محاسبه نمود. به بیان ریاضی میتوان تعریف گفت:

$$\text{تنوع} = Kc,0 = \sum p\ Mcp \qquad (2)$$

$$\text{فراگیری} = Kp,0 = \sum c\ Mcp \qquad (3)$$

اکنون برای بدست آوردن معیاری دقیق از تعداد قابلیت ها و توانمندی های موجود در یک استان یا دانش مولد مورد نیاز برای ثبت یک اختراع، این امکان وجود دارد که اطلاعات مربوط به دو معیار فوق را با کمک یکدیگر تکمیل نمود. این امر مستلزم آن است که متوسط فراگیر بودن پتنتی که هر استان ثبت می کند و نیز متوسط تنوع استان هایی که آن را ثبت می کنند را محاسبه کنیم. برای اختراع ها نیز باید متوسط تنوع استان هایی که این اسناد اختراعی را ثبت می کنند و متوسط فراگیر بودن سایر اختراع هایی که این استان تولید

[17] Revealed Competitive Advantage

می کند را محاسبه کنیم. این قضیه را می توان با کمک روابط زیر بهتر نشان داد:

$$Kc,N = 1/Kc,0 \sum p\ Mcp.Kp,N-1 \qquad (4)$$

$$Kp,N = 1/Kp,0 \sum c\ Mcp.Kc,N-1 \qquad (5)$$

با جایگذاری (5) در (4) خواهیم داشت:

$$Kc,N = 1/Kc,0 \sum p\ Mcp.\ 1/Kp,0 \sum c'\ Mc'p.Kc',N-2 \qquad (6)$$

$$Kc,N = \sum c'\ K\ c',N-2 \sum Mcp\ Mc'p/Kc,0Kp,0 \qquad (7)$$

اگر $\sum Mcp\ Mc'p/Kc,0Kp,0$ را بردار ویژه $\breve{M}\ cc'$ نامگذاری کنیم آنوقت خواهیم داشت:

$$Kc,N = \sum c'\ \breve{M}cc'\ K\ c',N-2 \qquad (8)$$

رابطه (8) زمانی برقرار است که $Kc,N = Kc,N-2 = 1$. آنگاه شاخص پیچیدگی فناوری عبارت خواهد بود از:

$$TCI = \frac{\vec{K}-<\vec{K}>}{se(\vec{K})} \qquad (9)$$

در این رابطه نماد < > معرف میانگین، se نشان دهنده انحراف معیار و $\vec{K}$ بردار ویژه ماتریس $\breve{M}\ cc'$ مرتبط با دومین مقدار ویژه بزرگ آن است. به همین نحو نیز می توان شاخص پیچیدگی اختراع ها (PCI) را محاسبه نمود. فقط کافی است تا با جابجایی نماد c با نماد p در رابطه فوق PCI را به صورت زیر استخراج نمود:

$$PCI = \frac{\vec{Q}-<\vec{Q}>}{se(\vec{Q})} \qquad (10)$$

در این رابطه $\vec{Q}$ بردار ویژه ماتریس $\breve{M}\ pp'$ مرتبط با دومین مقدار ویژه بزرگ است.

پس از معرفی نحوه اندازه گیری پیچیدگی فناوری و نیز پیچیدگی اختراع ها اینک می توان به مقایسه درجه پیچیدگی فناوری استان ها پرداخت.

۳-۲-۳ محاسبهٔ نزدیکی

میزان قرابت قابلیت‌های موردنیاز برای ثبت اختراعات، در روش پیچیدگی فناوری از طریق محاسبهٔ حداقل احتمال شرطی ثبت هم‌زمان دو اختراع i و j به‌صورت زیر به دست می‌آید.

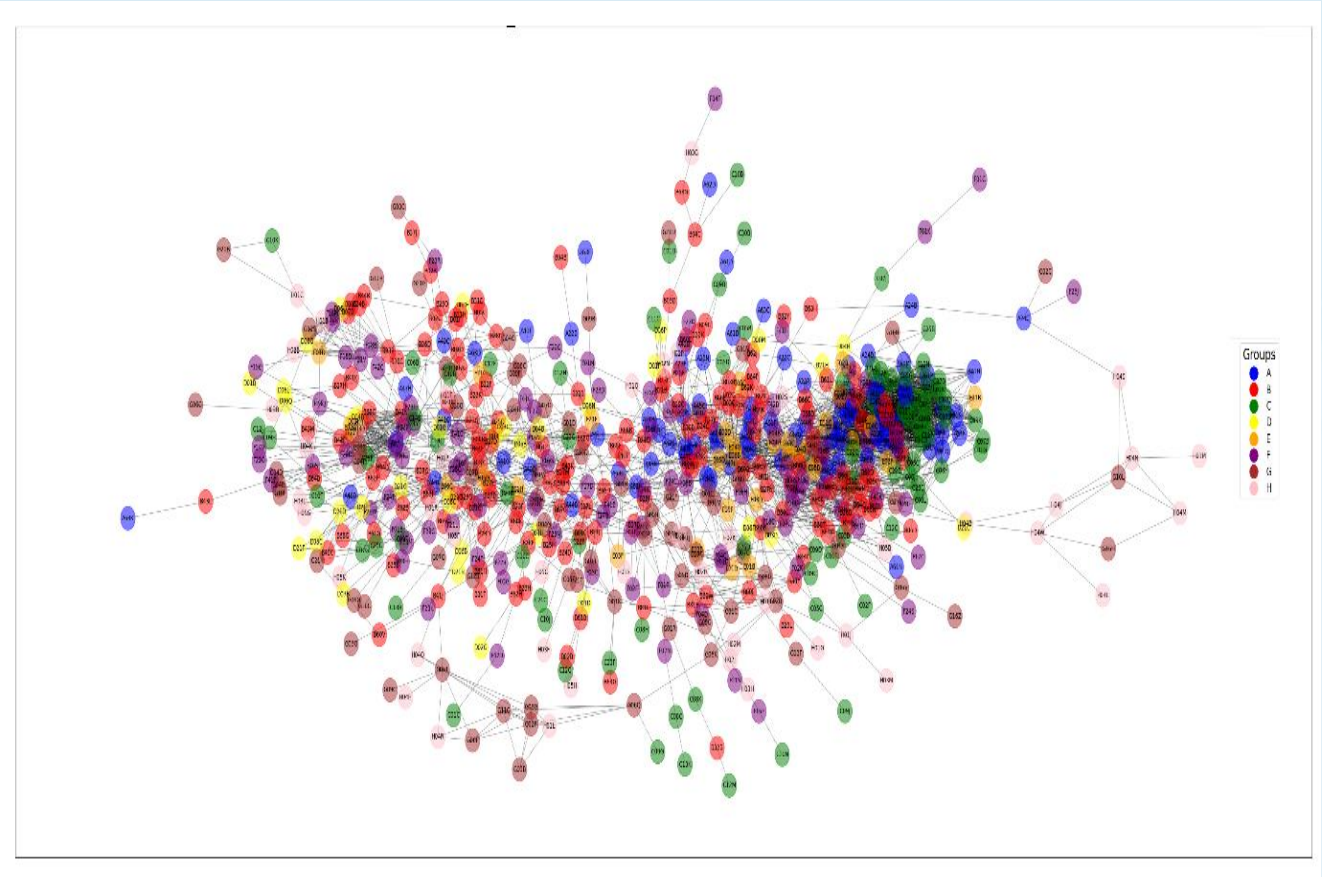
$$\varphi(i,j) = min\{P(RCA_{xi} \mid RCA_{xj})\} \qquad (۱۱)$$

که در آن همان‌طور که پیش‌تر گفته شد، RCA مزیت رقابتی آشکارشدهٔ کشورها/ استانها در ثبت هر اختراع است.

۳-۲-٤ نقشه فضای فناوری مبتنی بر اختراعات

تلاش اصلی رویکرد پیچیدگی فناوری در خلق نقشه‌ای جامع از مشابهت های اختراعات در زمینهٔ قابلیت‌های موردنیاز جهت ثبت آن‌ها است. این نقشه مسیری را ترسیم می‌کند که به‌وسیلهٔ آن، قابلیت‌ها راحت‌تر می‌توانند انباشت گردد. همان‌طور که در بخش قبل نیز اشاره شد، نقشه فضای فناوری شبکه‌ای از ارتباطات بین اختراعات مشابه را نشان می‌دهد. ترتیب اختراعات در نقشه فضای فناوری بر اساس میزان همسانی یا عدم همسانی قابلیت فنّاورانهٔ موردنیاز برای ثبت آن‌ها تعیین می‌گردد. برای مثال با لحاظ کردن داده‌های مربوط به اختراعات یک کشور می‌توان نقشه فضای فناوری را برای هر کشور/ استانی ترسیم نمود. در این حالت می‌توان نشان داد که آن کشور/ استان چه اختراعاتی را ثبت می‌کند، چه اختراعاتی نزدیک به اختراعات ثبتی آن کشور وجود دارد که ثبت آن سریع‌تر و با توجیه اقتصادی بالاتر نسبت به اختراعات دیگر است، درنتیجه رویکرد نقشه فضای فناوری این قابلیت را دارا است تا مسیر توسعهٔ اختراعت یا عمان فناوری ها را تعیین نماید.

شکل شمارهٔ ۱۱ ترسیم شماتیک ماتریس نقشه فضای فناوری است. در این شکل گره‌ها بیانگر اختراعات هستند. یال‌های متصل‌کنندهٔ گره‌های این شبکه از محاسبهٔ حداقل احتمال ثبت هم‌زمان اختراعات با یکدیگر به‌دست‌آمده است. شکل زیر نشان‌دهندهٔ ناهمگونی بالای شبکهٔ فضای فناوری است به‌نحوی‌که برخی بخش‌ها دارای تراکم بالایی در قالب گروهی از فناوری ها هستند و برخی دیگر به‌صورت پراکنده قرارگرفته‌اند.



شکل ۲. نقشهٔ فضای فناوری

نقشهٔ فضای فناوری به ما نشان می‌دهد که فناوری زیادی به‌صورت طبیعی در گره‌های به هم‌تنیده‌ای قرارگرفته‌اند. این واقعیت نشان می‌دهد که چنین اختراعاتی از قابلیت‌های مشابهی استفاده می‌کنند. هاسمن و هیدالگو در این حالت از الگوریتم‌های شبکه‌ای استفاده کردند تا از گره‌هایی که درون این داده‌ها مخفی‌شده‌اند را رونمایی کنند.

۵-۲-۳ نحوهٔ محاسبهٔ معیار فاصله

پس از محاسبهٔ معیار نزدیکی که شباهت بین یک جفت اختراع را اندازه‌گیری می‌کند، نیاز به معیار دیگری داریم که فاصلهٔ بین اختراعی که یک کشور ثبت می‌کند و سایر اختراعاتی که نمی‌تواند ثبت کند را اندازه‌گیری می‌کند. این معیار فاصله نامیده می‌شود و آن را به‌صورت مجموع نزدیکی بین اختراع p و سایر اختراعاتی که آن کشور تولید نمی‌کند، محاسبه می‌کنیم. سپس با تقسیم مقدار به‌دست‌آمده بر مجموع نزدیکی‌های بین اختراع P و تمامی اختراعات، فاصله را نرمال می‌کنیم. در این صورت اگر کشور C ثبت کننده اکثر اختراعات مرتبط با اختراع p باشد، آنگاه مقدار معیار فاصله عددی کوچک، نزدیک به صفر، به دست خواهد آمد. درصورتی‌که کشور C سهم کوچکی از اختراعات مرتبط با اختراع p را ثبت کند، آنگاه معیار فاصله عددی نزدیک به ۲ خواهد بود. این معیار از رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود:

$$dcp=\Sigma(1-Mcp')p'\emptyset pp'\Sigma\emptyset pp' \qquad (۱۲)$$

با محاسبه معیار فاصله می‌توان نشان داد که یک کشور چه اختراعاتی را ثبت می‌کند، چه اختراعاتی نزدیک به اختراعات ثبت شده آن کشور وجود دارد که به‌تبع می‌توان آن اختراعات را سریع‌تر و با توجیه اقتصادی بالاتر نسبت به اختراعات دیگر تولید کرد.

۶-۲-۳ نحوهٔ محاسبهٔ منفعت‌فرصت

یکی دیگر از معیارهای مهم جهت تعیین اولویت‌های توسعه‌ای فناورانه یک کشور، منطقه، سرریز منفعت ناشی از تولید یک اختراع بر ظرفیت کشور برای تولید اختراعات پیچیده‌تر در آینده است که منفعت فرصت نامیده می‌شود. به‌عبارت‌دیگر منفعت‌فرصت معیاری است، جهت تعیین توانایی یک اختراع در پیچیده‌ترسازی ساختار اختراعات یک کشور. منفعت‌فرصت برای محاسبهٔ قابلیت‌های فنّاورانهٔ بالقوهٔ قابل کسب توسط یک کشور در صورت حرکت به سمت تولید یک اختراع خاص قابل‌استفاده است؛ که آن را فرصت کسب‌شده توسط کشور C در صورت ثبت اختراع P می‌نامند. درواقع معیار منفعت‌فرصت کمّی‌کردن مشارکت یک اختراع جدید برحسب بازکردن درها به‌سوی اختراعات پیچیده‌تر است؛ که از طریق زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{منفعت‌فرصت } C=\sum_{p'} \frac{\emptyset pp'}{\sum_{p''} \Sigma \emptyset p''p'} (1 - Mcp')PCIp' - (1 - dcpp')PCIp \qquad (۱۳)$$

یافته های پژوهش

۴

۴ یافته های پژوهش

۴-۱ آمار توصیفی

در این بخش به منظور آشنایی با وضعیت کلی ثبت اختراع در کشور به بررسی آماری مالکان ثبت اختراع و ویژگی‌های فردی، جغرافیایی و... می‌پردازیم. پیش از پرداختن به آمار ذکر چند نکته در فهم بهتر مطلب، کمک کننده خواهد بود:

جدول ۱: طبقه بندی کد IPC

عنوان دسته‌بندی	عنوان خلاصه جهت استفاده در نمودارهای این فصل	کد IPC
نیازهای بشری	نیازهای بشری	A
انجام عملیات، حمل و نقل و ترابری	حمل و نقل	B
شیمی و متالوژی	شیمی	C
منسوجات و کاغذ	منسوجات	D
ساخت و سازهای ثابت (غیرمتحرک)	ساخت و ساز	E
مهندسی مکانیک، روشنایی، گرمایش، تسلیحات، مواد منفجره	مهندسی مکانیک	F
فیزیک	فیزیک	G
الکتریسیته	الکتریسیته	H

۱. لازم به توضیح است که مطابق طبقه بندی بین المللی IPC، ثبت اختراعات در ۸ موضوع دسته بندی می‌شوند که فهرست این موضوعات در جدول ۷ نمایش داده شده است.

۲. تمام محاسبات در این بخش نه بر اساس تعداد ثبت اختراع، بلکه بر حسب تعداد مالک ثبت‌کننده اختراع انجام شده است.

۳. در تمام نمودارهایی که به سال اشاره نشده است، منظور مجموع سالهای ۱۳۹۷ تا پایان ۱۴۰۱ است.

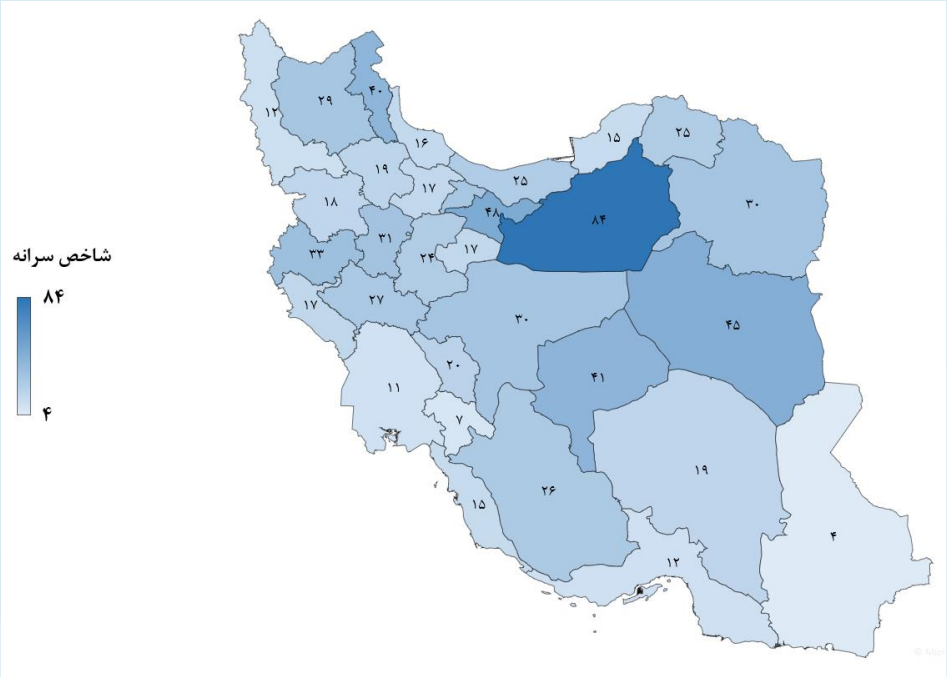
۴-۱-۱ پراکندگی جغرافیایی و مشخصه های مالکان ثبت اختراع

در فاصله سالهای ۱۳۹۷ تا پایان ۱۴۰۱ مجموعاً بیش از ۲۳ هزار مالک به صورت انفرادی یا گروهی اقدام به ثبت اختراع در کشور کرده‌اند که از این تعداد یک هزار نفر آن، اشخاص خارجی بوده اند که ساکن کشورهای دیگر می باشند. تعداد ثبت اختراع بر حسب

مالک با توزیع استانی در نمودار ۳ نمایش داده شده است.

نمودار ۱. توزیع مالکان ثبت اختراع (تجمیعی سال‌های ۱۳۹۷ تا ۱۴۰۱)

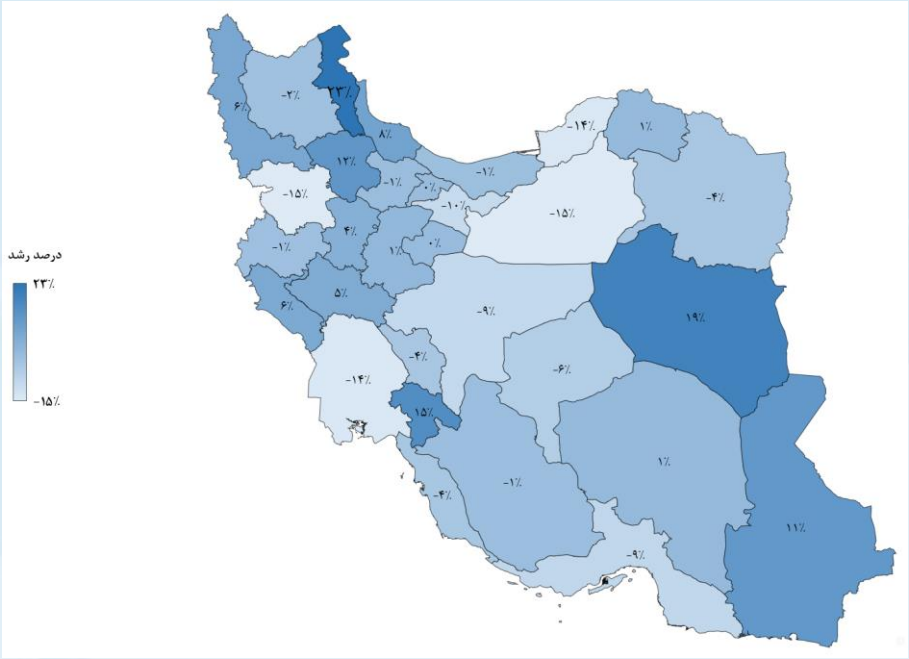
استان‌های تهران، خراسان رضوی، اصفهان و فارس دارای بیشترین تعداد ثبت اختراع هستند که با توجه برتری این استان‌ها از نظر جمعیتی، این نمودار به خوبی بیانگر استان‌های مستعد ثبت اختراع نمی‌باشد. به همین منظور در نمودار ۴، تعداد سرانه مالک در هر استان نمایش داده شده است.



نمودار ۲. توزیع استانی سرانه تعداد مالکان(تعداد مالک به ازای هر ۱۰۰ هزار نفر جمعیت)

منظور از شاخص مورد استفاده در این نمودار، تعداد مالک ثبت اختراع به ازای هر ۱۰۰ هزار نفر جمعیت(برای مجموع اختراعات ثبت‌شده در سالهای ۱۳۹۷ تا ۱۴۰۱) است؛ برای مثال این رقم برای استان تهران ۴۸ است و به این معنی‌ست که به ازای هر ۱۰۰ هزار نفر جمعیت، یک نفر در یکی از سالهای ۱۳۹۷ تا ۱۴۰۱ در این استان یک اختراع ثبت کرده است. بهترین عملکرد از نظر این شاخص به ترتیب به استان‌های سمنان، تهران، خراسان جنوبی، یزد و اردبیل تعلق می‌گیرد.

رشد تعداد مالکین ثبت اختراع در استان‌های مختلف، موضوع مهم دیگری‌ست که در نمودار ۵ نمایش داده شده است. طبق این نمودار در فاصله سالهای ۱۳۹۷ تا ۱۴۰۱ استان‌های با جمعیت کمتر رشد بیشتری داشته‌اند؛ بطوریکه استان‌های اردبیل، خراسان جنوبی، کهگیلویه وبویراحمد، زنجان و سیستان و بلوچستان در صدر قرار گرفته‌اند. البته این آمار از طرفی نیز می‌تواند گمراه‌کننده باشد؛ چرا که در بعضی استان‌های کوچک با یک افزایش اندک در تعداد، درصد رشد زیادی محقق می‌شود. برای مثال افزایش تعداد مالکان ثبت اختراع در استان کهگیلویه وبویر احمد از ۴ به ۱۳ در سال ۱۳۹۸ باعث ایجاد درصد رشد زیادی شده است. نکته بعدی رشد پایین و یا حتی منفی استان‌های بزرگ و صنعتی است. در بازه زمانی مذکور استان تهران حدود منفی ۱۰٪، استان اصفهان منفی ۹٪ و سمنان منفی ۱۵٪ رشد داشته‌اند.



نمودار ۳. رشد تعداد مالکین ثبت اختراع در بازه زمانی ۱۳۹۷ تا ۱۴۰۱

میانگین رشد کشور در این بازه نزدیک به منفی ۵٪ درصد بوده و در مجموع به ۱۷٪ تعداد مالکان در این بازه کاهش یافته است؛ همچنان که در نقشه فوق نیز مشخص است این رشد با توزیع نامتقارن و نوسانات بین استانی زیاد ایجاد شده است.

علاوه بر رشد نامتقارن در بین استان‌ها، با در نظر گرفتن نسبتهای جمعیتی نیز بین استان‌ها عدم تقارن وجود دارد به این معنی که استان‌های صنعتی بیش از سهم جمعیتی خود، مالک ثبت اختراع داشته اند. برای مثال تهران با دارا بودن ۱۷ درصد از جمعیت کشور، ۲۹ درصد از مالکان ثبت اختراع را به خود اختصاص داده است. این شاخص برای دیگر استانهای کشور به شرح جدول یک نمایش داده شده است. یافته ها نشان می دهد که ۵ استان برتر از لحاظ جمعیتی (تهران، خراسان رضوی، اصفهان، خوزستان و فارس) بیش از ۵۳ درصد از اختراعات ثبت شده در کشور را به خود اختصاص داده اند.

جدول ۲: مقایسه سهم تجمعی استانهای کشور

استان	تعداد مالک ثبت	جمعیت	جمعیت تجمعی	مالک ثبت تجمعی	سهم جمعیت تجمعی	سهم مالک تجمعی
تهران	6318	13267637	13267637	6318	17%	29%
خراسان رضوی	1916	6434501	19702138	8234	25%	38%
اصفهان	1515	5120850	24822988	9749	31%	45%

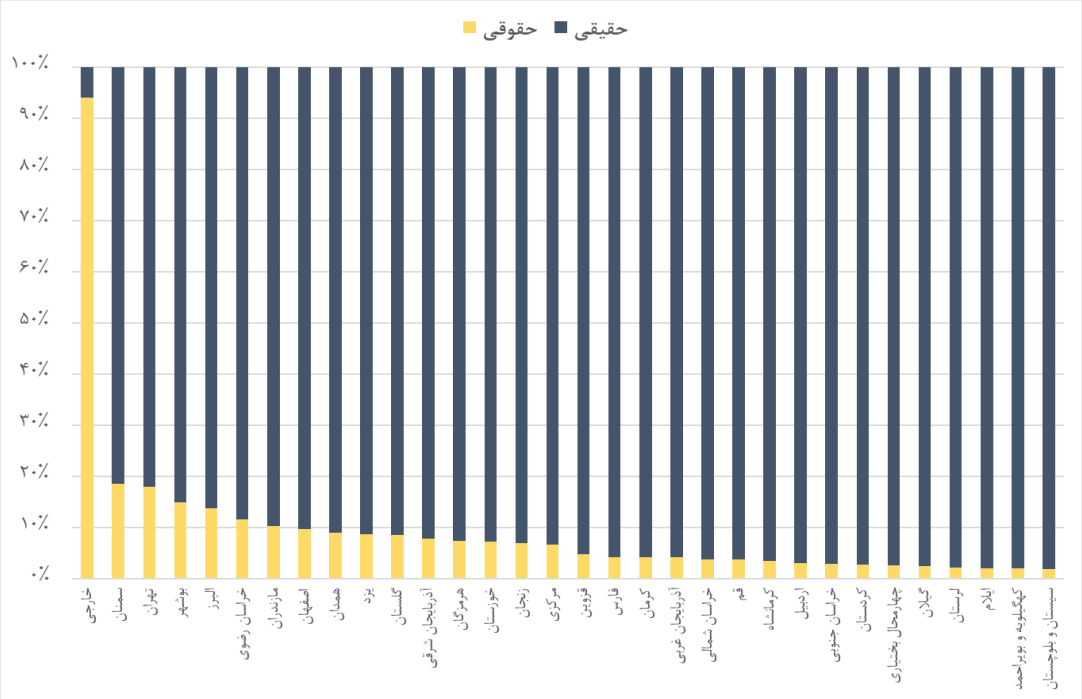
خوزستان	538	5001349	29824337	10287	37%	47%
فارس	1280	4851274	34675611	11567	43%	53%
آذربایجان شرقی	1151	3909652	38585263	12718	48%	58%
مازندران	821	3283582	41868845	13539	52%	62%
آذربایجان غربی	386	3265219	45134064	13925	56%	64%
کرمان	594	3164718	48298782	14519	60%	66%
سیستان وبلوچستان	112	2775014	51073796	14631	64%	67%
البرز	775	2712400	53786196	15406	67%	70%
گیلان	416	2530696	56316892	15822	70%	72%
کرمانشاه	646	1952434	58269326	16468	73%	75%
گلستان	271	1868819	60138145	16739	75%	77%
هرمزگان	205	1776415	61914560	16944	77%	77%
لرستان	477	1760649	63675209	17421	79%	80%
همدان	537	1738234	65413443	17958	82%	82%
کردستان	289	1603011	67016454	18247	84%	83%
مرکزی	349	1429475	68445929	18596	85%	85%
قم	215	1292283	69738212	18811	87%	86%
قزوین	211	1273761	71011973	19022	89%	87%
اردبیل	512	1270420	72282393	19534	90%	89%
بوشهر	175	1163400	73445793	19709	92%	90%
یزد	462	1138533	74584326	20171	93%	92%
زنجان	204	1057461	75641787	20375	94%	93%
چهارمحال و بختیاری	194	947763	76589550	20569	95%	94%

خراسان شمالی	213	863092	77452642	20782	97%	95%
خراسان جنوبی	347	768898	78221540	21129	98%	97%
کهگیلویه وبویراحمد	52	713052	78934592	21181	98%	97%
سمنان	591	702360	79636952	21772	99%	100%
ایلام	100	580158	80217110	21872	100%	100%

۲-۱-٤ مالکان ثبت اختراع به تفکیک نوع شخصیت

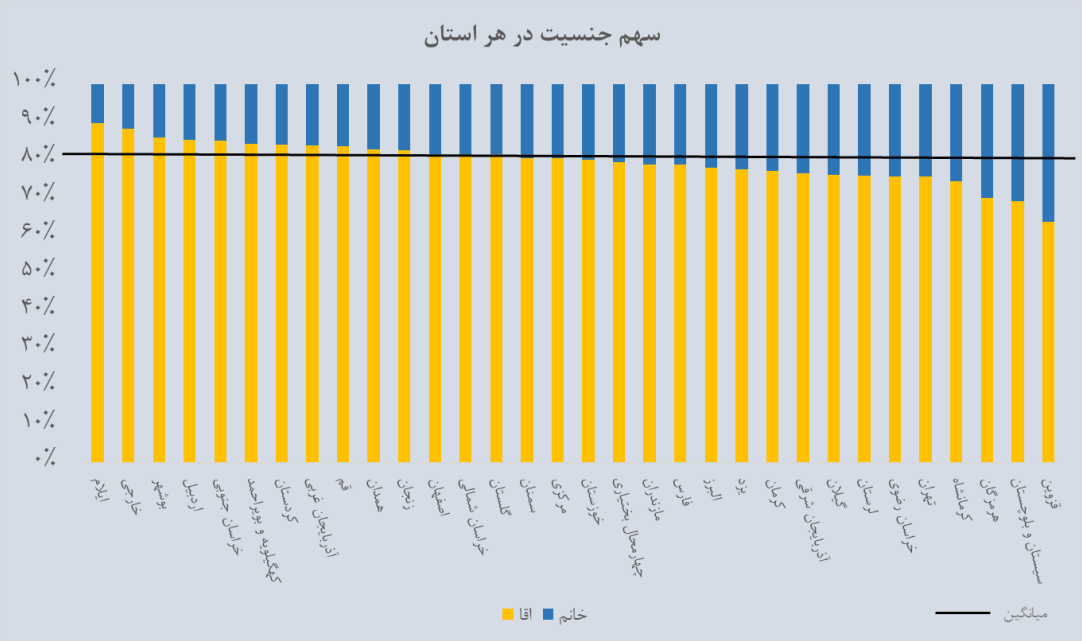
توزیع مالکان ثبت‌کننده اختراع از نظر شخصیت هم بین استان‌های کشور و هم در مقایسه با اشخاص خارجی تفاوت معنی داری وجود دارد. نمودار ۶ بیانگر است که در داخل کشور به طور متوسط ۹۰ مالکان ثبت اختراع دارای شخصیت حقیقی(۲۲ هزار مالک) و بقیه اشخاص حقوقی(حدود هزار مالک) هستند اما در سمت مقابل اشخاص خارجی نسبتی عکس دارند به نحوی که بیش از ۹۵ درصد از مالکان خارجی که اختراع خود را در ایران ثبت کرده اند اشخاص حقوقی بوده اند که این موضوع نشان از اهمیت ثبت اختراع برای شرکت‌های بین المللی ست.

از طرف دیگر نیز این تفاوت بین استان‌ها دیده می‌شود؛ در استان‌های صنعتی مانند تهران، سمنان و البرز، سهم اشخاص حقوقی نزدیک به ۲۰ درصد است و در استان‌های ضعیف‌تر مانند سیستان، کهگیلویه و ایلام این عدد نزدیک ۲٪ و گاهاً کمتر است که نشان از وجود تفاوت زیاد بین استانهاست.



نمودار ۴. نوع شخصیت مالک ثبت اختراع(اختراعات ثبت شده در بازه ۱۳۹۷ الی ۱۴۰۱)

حال که متوجه شدیم ۹۰٪ درصد اشخاص ایرانیِ مالکِ ثبت اختراع دارای شخصیت حقیقی هستند، بررسی این اشخاص به دلیل داشتن اکثریت مهم خواهد. جنسیت اشخاص حقیقی در نمودار ۷ نمایش داده شده است. همانگونه که مشاهده می‌شود به صورت میانگین در کل کشور ۲۰ درصد از مالکان ثبت اختراع زن و ۸۰ درصد بقیه مرد هستند. در بین استان‌ها نیز قزوین با ۴۰درصد بیشترین سهمِ مشارکت زن‌ها را به خود اختصاص داده است. برعکس نمودار قبل، در این نمودار نمی‌توان رابطه مشخصی بین سهم جنسیت‌ها و صنعتی بودن استان یافت به طوریکه بعضی استان‌های صنعتی مانند تهران با استان‌های غیرصنعتی مانند چهارمحال و بختیاری در جایگاهی نزدیک به یکدیگر قرار گرفته اند.

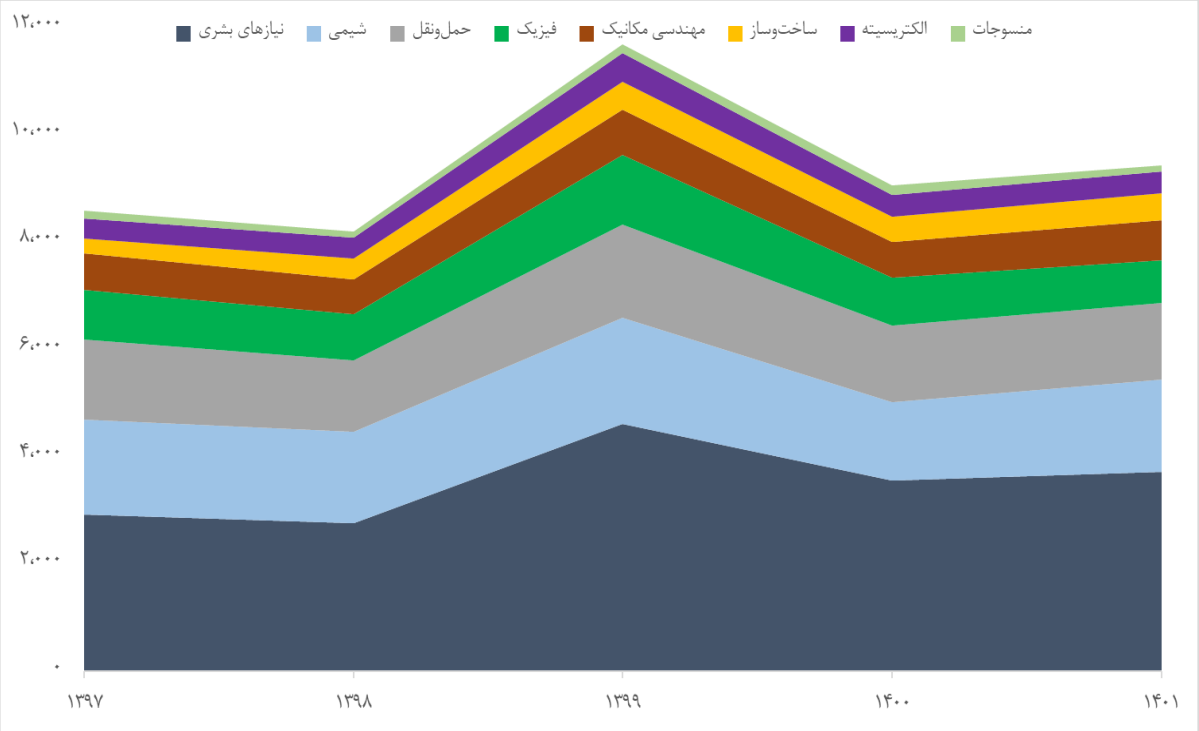


نمودار ۵. مالکان ثبت اختراع به تفکیک جنسیت (اختراعات ثبت شده در بازه ۱۳۹۷ الی ۱۴۰۱)

۳-۱-٤ ثبت اختراع به تفکیک طبقه بندی IPC

روند تعداد مالکانی که در هر سال اختراع خود را ثبت کرده اند در نمودار ۸ نمایش داده شده است. به جز سال ۱۳۹۹ که تعداد مالکان ثبت اختراع افزایش شدیدی داشته(که دلیل آن مشخص نیست) و به بیش از ۱۱/۵هزار نفر رسیده، در بقیه سال‌ها این تعداد در محدوده ۸ تا ۹ هزار نفر بوده است.

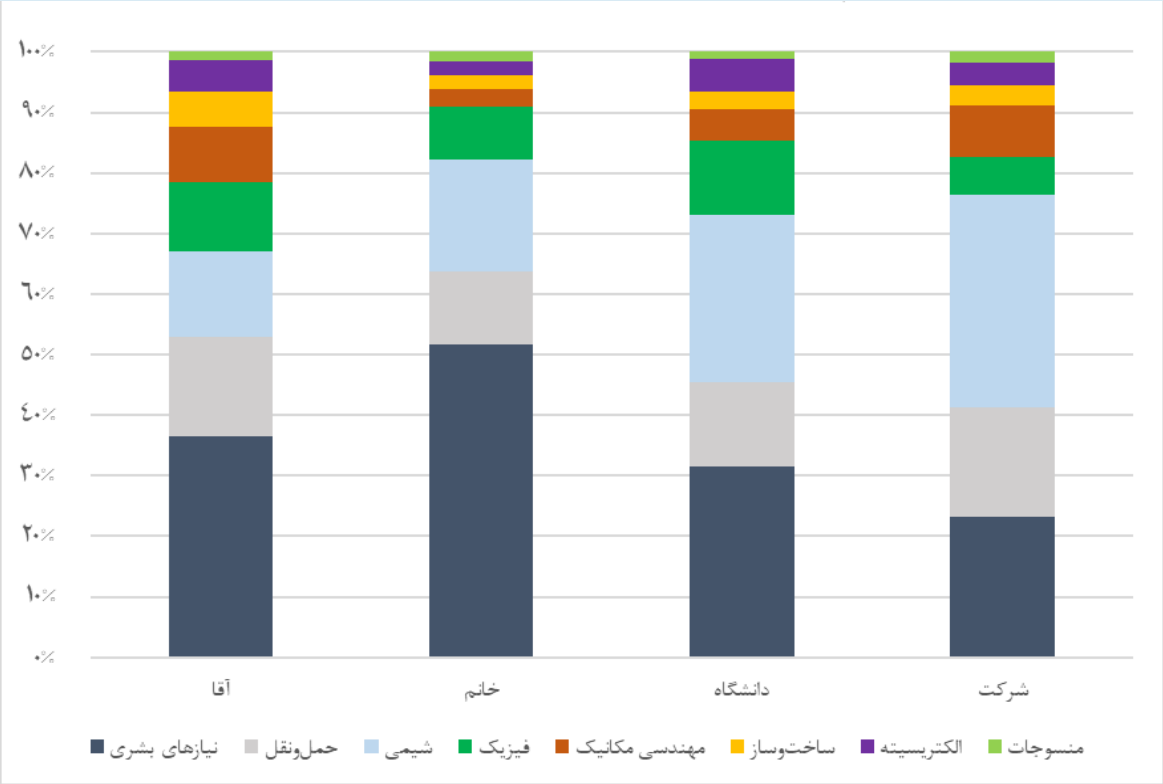
ترکیب طبقه بندی که افراد موفق به ثبت اختراع شده اند نیز در این سال‌ها ثابت بوده و همواره طبقه های «نیازهای بشری»، «شیمی» و «حمل‌ونقل» بیش از ۷۰٪ ثبت‌ها را به خود اختصاص داده اند.



نمودار ۶. روند مالکان ثبت اختراع به تفکیک طبقه‌بندی

برتری تعداد مالکانی که در زمینه «نیازهای بشری» اقدام به ثبت اختراع کرده اند تقریباً در تمام استان‌ها حفظ شده است و رتبه یک را به خود اختصاص داده است. در رتبه دوم در استان‌ها بین دو دسته طبقه بندی رقابت وجود دارد به نحوی که در نیمی از استان‌ها، اختراعات طبقه «حمل‌ونقل» رتبه دوم و در نیمی دیگر طبقه «شیمی» رتبه دوم را به خود اختصاص داده اند.

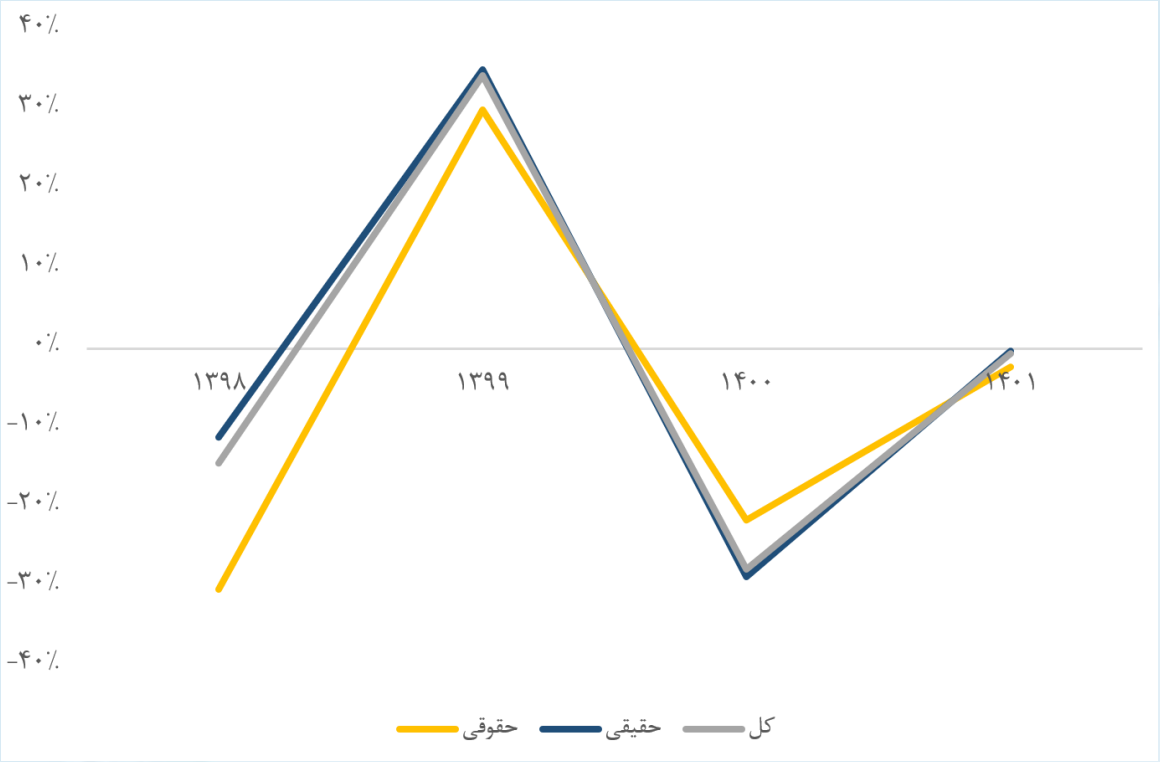
نمودار ۹ سهم طبقه بندی های مختلف به تفکیک اشخاص حقیقی و حقوقی را نمایش می‌دهد. از آنجایی که عمده ثبت اختراع‌های توسط اشخاص حقیقی صورت می‌گیرد انتظار می‌رود که برتری طبقه های «نیازهای بشری»، «شیمی» و «حمل و نقل» که در نمودار قبلی مشاهده شد، در اینجا هم وجود داشته باشد. اختلاف کمی هم بین زن‌ها و مردها وجود دارد و آن هم سهم بیشتر اختراعات طبقه «نیازهای بشری» در ثبت آنها توسط زن هاست که با توجه به ترکیب جنسیت دانشجویان رشته‌های دانشگاهی مرتبط با این طبقه، این برتری طبیعی است.



نمودار ۷. طبقه‌بندی اختراعات توسط اشخاص حقیقی و حقوقی

اشخاص حقوقی نیز از همین روند تبعیت می‌کنند با این تفاوت که دو طبقه «شیمی» و «ساخت و ساز» بین حقوقی‌ها پرطرفدارتر از اشخاص حقیقی و طبقه «نیازهای بشری» کم طرفدارتر ست.

رشد تعداد مالکان ثبت اختراع به تفکیک نوع شخصیت در نمودار ۱۰ نمایش داده شده است. رشد اتفاق افتاده در طی چند سال اخیر بسیار متلاطم بوده و نیاز به بررسی جداگانه وجود دارد. کاهش منفی ۲۸٪ در سال ۱۴۰۰ به دلیل فراگیری ویروس کرونا قابل توجیه است اما افزایش رشد نزدیک به ۳۴٪ در سال ۱۳۹۹ کمی عجیب به نظر می‌رسد.

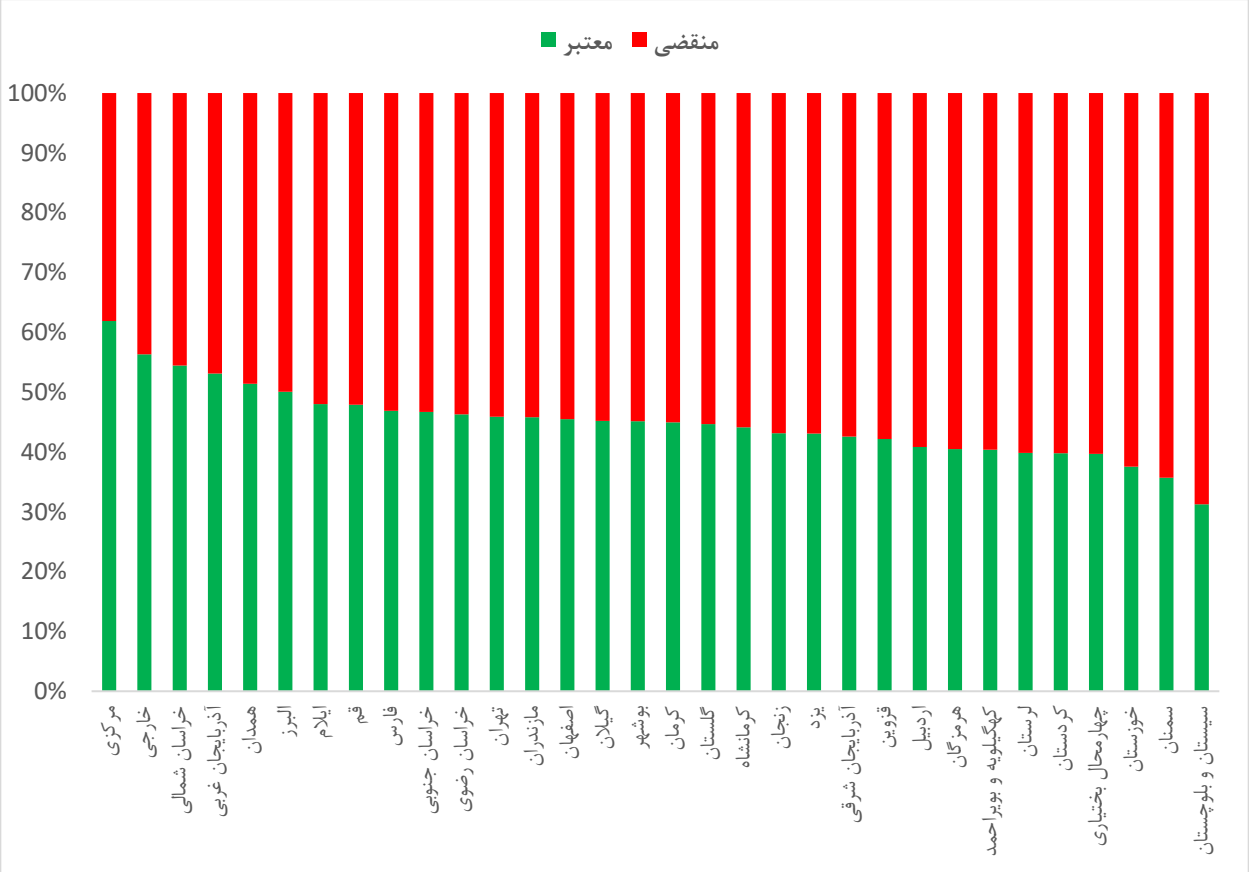


نمودار ۸. رشد تعداد مالکان ثبت اختراع به تفکیک نوع شخصیت

اختلاف رشد مابین افراد حقیقی و حقوقی که در سالهای ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ بیشتر شده نیز جالب توجه است به نحوی که در سال ۱۳۹۸ این اختلاف در رشد به ۱۹ واحد درصد رسیده است.

٤-۱-٤ وضعیت اعتبار و انقضای گواهی ثبت اختراع

نمودار ۱۱ وضعیت انقضاء و اعتبار گواهی‌های ثبت اختراع را بر اساس تعداد مالک نشان می‌دهد. به طور میانگین حدوداً ۵۰ درصد افرادی که در فاصله سالهای ۱۳۹۷ تا ۱۴۰۱ اقدام به ثبت اختراع کرده اند، در زمان نگارش این گزارش دارای گواهی ثبت اختراع منقضی هستند. در نمودار نیز مشاهده می‌شود که استان مرکزی و افراد خارجی بیشترین اهتمام به حفظ اعتبار گواهی خود را داشته اند. نکته جالب اینکه در این نمودار نمی‌توان رابطه مشخصی بین صنعتی بودن استان و اهتمام به حفظ اعتبار گواهی ثبت اختراع پیدا کرد؛ به گونه ای که برخی استان‌های صنعتی مانند سمنان دارای عملکرد بد و استان‌هایی مانند تهران و اصفهان عملکرد متوسط بوده اند.

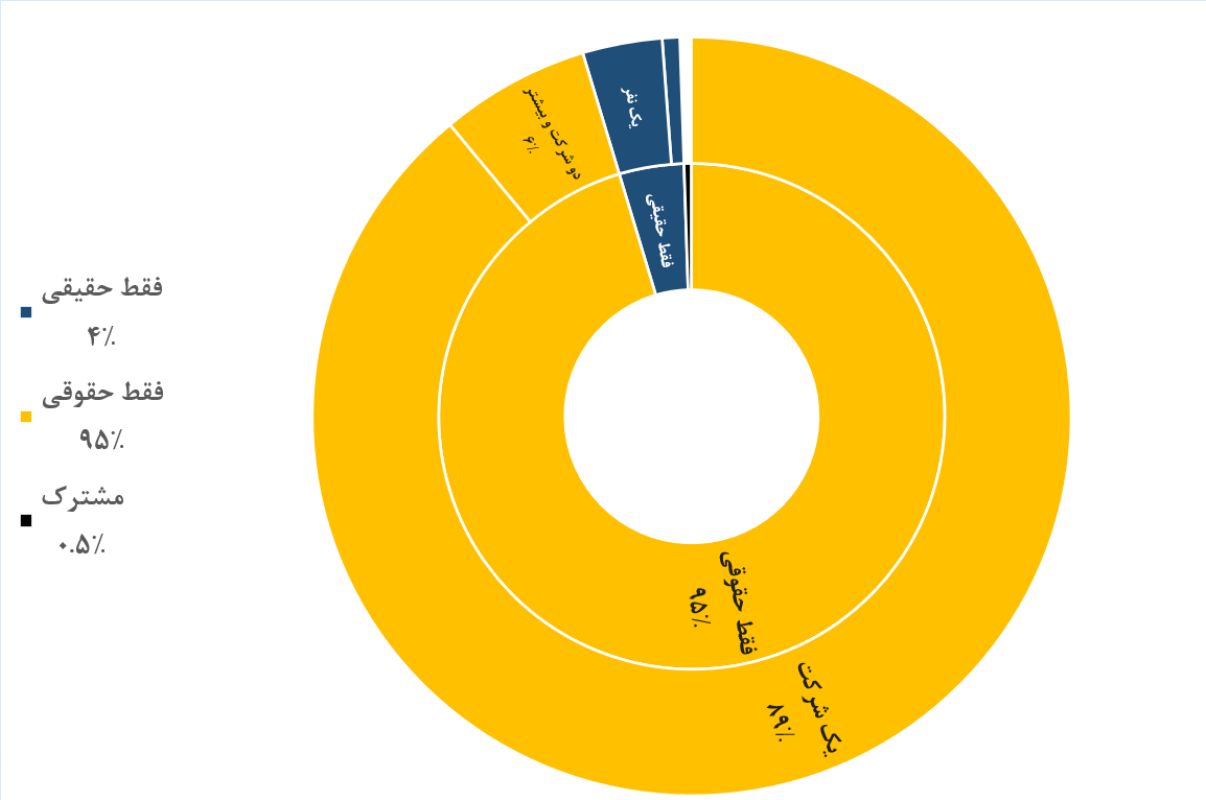


نمودار ۹. وضعیت ثبت اختراع از نظر اعتبار و انقضاء

۴-۱-۵ وضعیت مالکان خارجی ثبت اختراع

در این بخش به طور خاص افراد خارجی که اقدام به ثبت اختراع در ایران کرده اند، بررسی شده است. همانطور که گفته شد نزدیک به ۱۱۰۰ شخص خارجی در فاصله سالهای ۱۳۹۷ تا ۱۴۰۱ اقدام به ثبت اختراع کرده اند که بیش از ۹۵درصد آنها شخص حقوقی بوده و از این نظر تفاوت معنی داری با ایران وجود دارد.

از نظر نوع طبقه بندی ثبت اختراع، میزان افراد خارجی که اقدام به ثبت اختراع در طبقه شیمی کرده اند بیشتر از طبقات حمل و نقل و نیازهای بشری بوده که کمی با آمار داخل کشور متفاوت است اما در کل ساختاری شبیه به هم دارند.

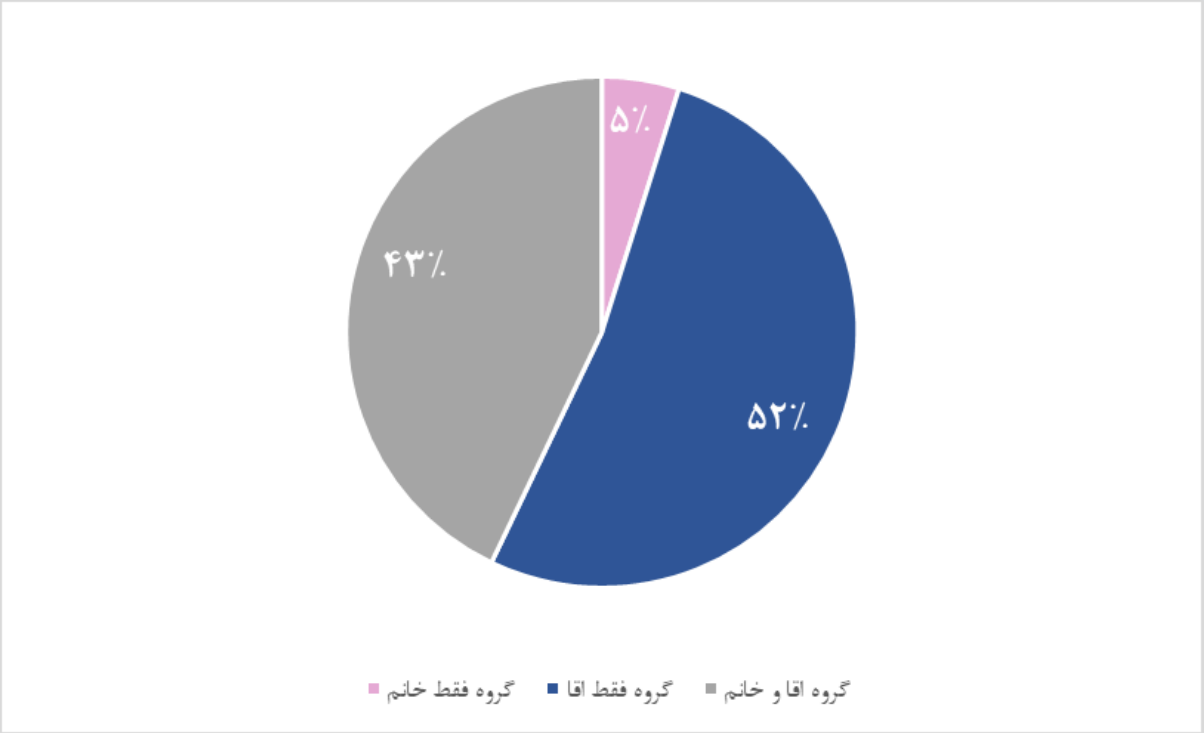


نمودار ۱۰. ثبت اختراع به تفکیک شخصیت و نوع همکاری(اشخاص خارجی)

جهت پی بردن به سهم اشخاص حقیقی و حقوقی و ترکیب آنها از نمودار۱۲ استفاده شد. همانطور که قابل مشاهده است از مجموع ثبت اختراعات انجام شده توسط خارجی ها در ایران طی سالهای تحت مطالعه ۹۵ درصد آنرا شخصیت های حقوقی به خود اختصاص داده اند. این در حالی است که از همین میزان ۸۹ درصد آن در قالب یک شرکت تحقق یافته است و ۶ درصد آن نیز داراری دو شرکت یا بیشتر بوده اند.

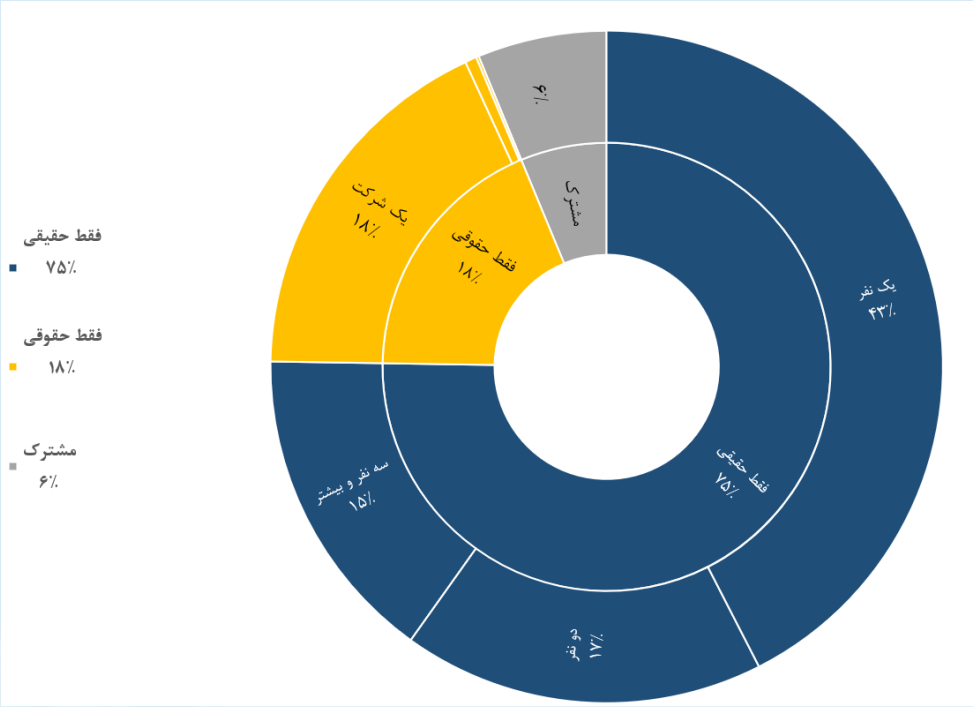
٦-١-٤ وضعیت مالکان ثبت اختراع از منظر جنسیت، نوع همکاری و ...

اینکه چه تعداد از ثبت اختراعات صورت گرفته در داخل کشور بصورت مشارکتی بین زن و مرد رخ داده است را می توان در نمودار۱۳ مشاهده نمود. نمودار نشان می دهد که ۵۲ درصد از ثبت اختراعات داخل کشور فقط توسط مردها ثبت شده و ۴۳ درصد آن‌را نیز بصورت مشارکتی بین زن ها و مردها انجام شده است. در حالیکه فقط ۵ درصد از اختراعات ثبت شده در کشور توسط زن ها بصورت مجزا انجام شده است.



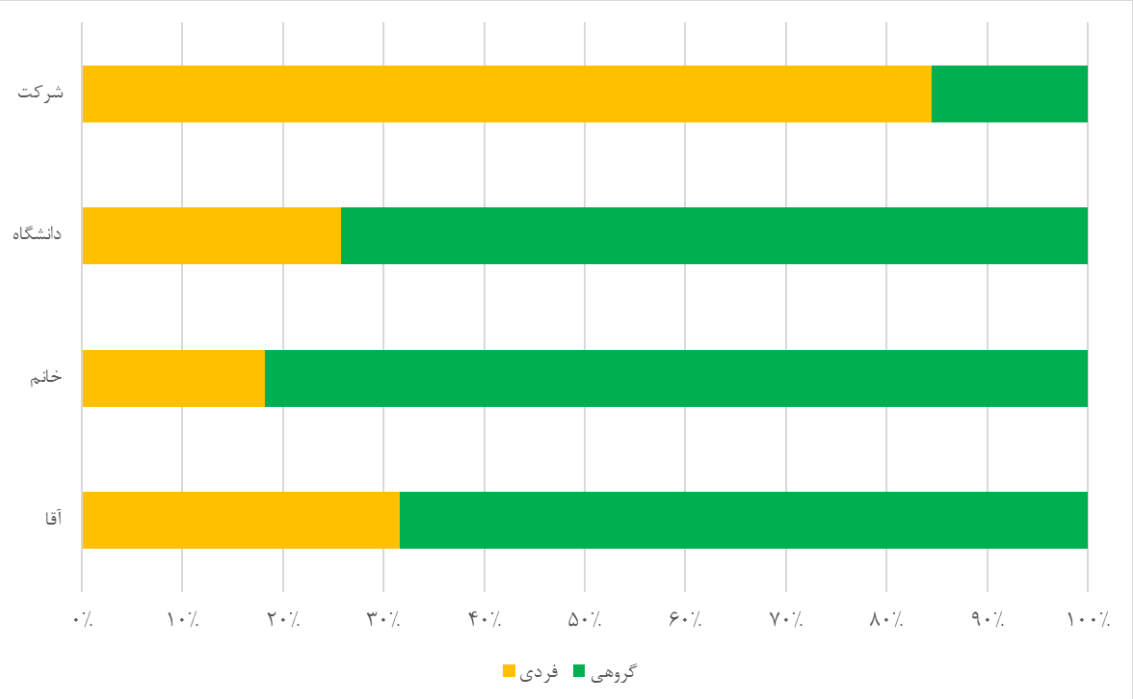
نمودار ۱۱. سهم جنسیت در مالکان گروهی ثبت اختراع

مسلماً پی بردن به اینکه اختراعات ثبت شده در کشور از چه ترکیب گروهی برخوردار بوده است می تواند به سیاستگذاران در تصمیم گیری های مربوطه کمک شایانی نماید. به همین منظور از نمودار ۱۴ استفاده شده تا ترکیب گروهی افراد در بخش حقیقی و شرکت ها در بخش حقوقی مورد بررسی قرار گیرند. نمودار بیانگر این است که از ۷۵ درصد بخش حقیقی ۴۳ درصد آن شامل فقط یک نفر، ۱۷ درصد آن دو نفر و ۱۵ درصد آن سه نفر و بیشتر بوده است. این در حالی است که تقریباً تمام بخش حقوقی در کشور توسط یک شرکت ثبت اختراع خود را انجام داده است.



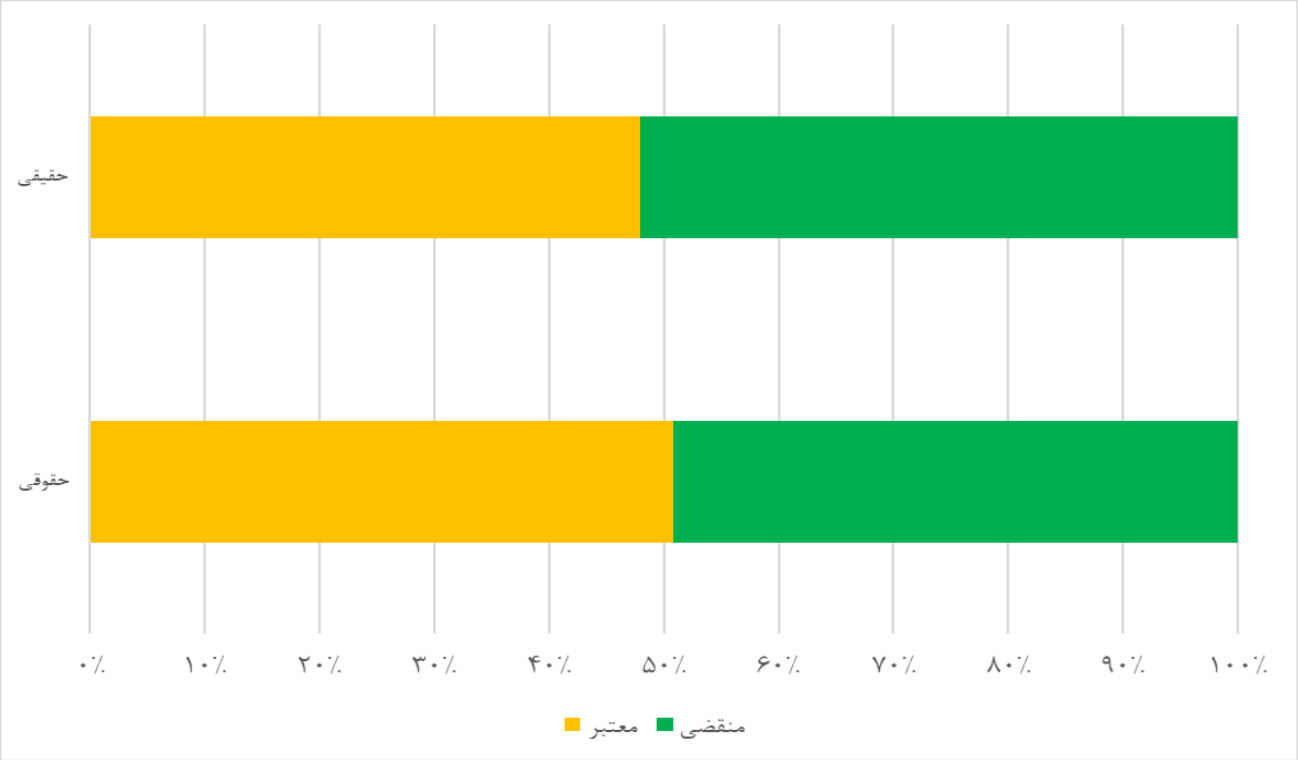
نمودار ۱۲. ثبت اختراع به تفکیک شخصیت و نوع همکاری

این موضوع از نگاه دیگر نیز قابل بررسی است برای مثال نمودار ۱۵ بیان می دارد ترکیب همکاری‌های گروهی در ثبت اختراعات کشور بین شرکت‌ها، دانشگاه‌ها، و افراد حقیقی (مرد و زن) چگونه بوده است. یافته‌ها نشان می‌دهد که زن‌ها بیش از ۸۰ درصد اختراعات ثبت شده خود را در قالب گروهی انجام دهند در حالیکه این رقم برای مردها کمتر از ۷۰ درصد است. شرکت‌ها نیز کمتر از ۲۰ درصد اختراعات خود را به صورت گروهی ثبت کرده اند. اما دانشگاه‌ها نسبت به شرکت‌ها رویکرد متفاوت‌تری از خود نشان داده‌اند و بیش از ۷۰ درصد اختراعات خود را به صورت گروهی ثبت نموده‌اند.



نمودار ۱۳. نوع فعالیت در انواع جنسیت

آخرین نمودار در بخش آمار توصیفی مربوط به وضعیت اعتبار گواهی اشخاص حقیقی و حقوقی می باشد. در نمودار۱۶ قابل مشاهده است که وضعیت اعتبار بخش حقیقی و حقوقی از لحاظ انقضاء و اعتبار اختراعات ثبت شده تقریباً مشابه همدیگر است و نزدیک به ۵۰ درصد می باشد. به دیگر سخن حدود ۵۰ درصد از اختراعات ثبت شده اشخاص حقیقی و حقوقی کشور معتبر می باشد و ۵۰ درصد آن منقضی شده است.



نمودار ۱۴. وضعیت اعتبار گواهی با در نظر گرفتن گواهی گروهی به نام اشخاص حقوقی

۲-٤ پیچیدگی فناوری

با محاسبه شاخص‌های پیچیدگی فناوری بر اساس داده های مربوط به ۷۰ کشور در نزدیک به ۶۰۰ حوزه ثبت اختراع در کد طبقه بندی IPC چهار رقمی یافته ها مبین آن هستند که طبقه الکتریسیته -H بیشترین پیچیدگی را به خود اختصاص داده است و طبقه‌های انجام عملیات، حمل و نقل -B و مهندسی مکانیک، روشنایی، گرمایش، تسلیحات، مواد منفجره -F به ترتیب رتبه‌های بعدی را دریافت کرده‌اند. این در حالی است که کمترین پیچیدگی در طبقه‌بندی مرسوم فناوری علم شیمی و متالوژی -C اکتساب نموده است (جدول ۹ و نمودار۱۷).

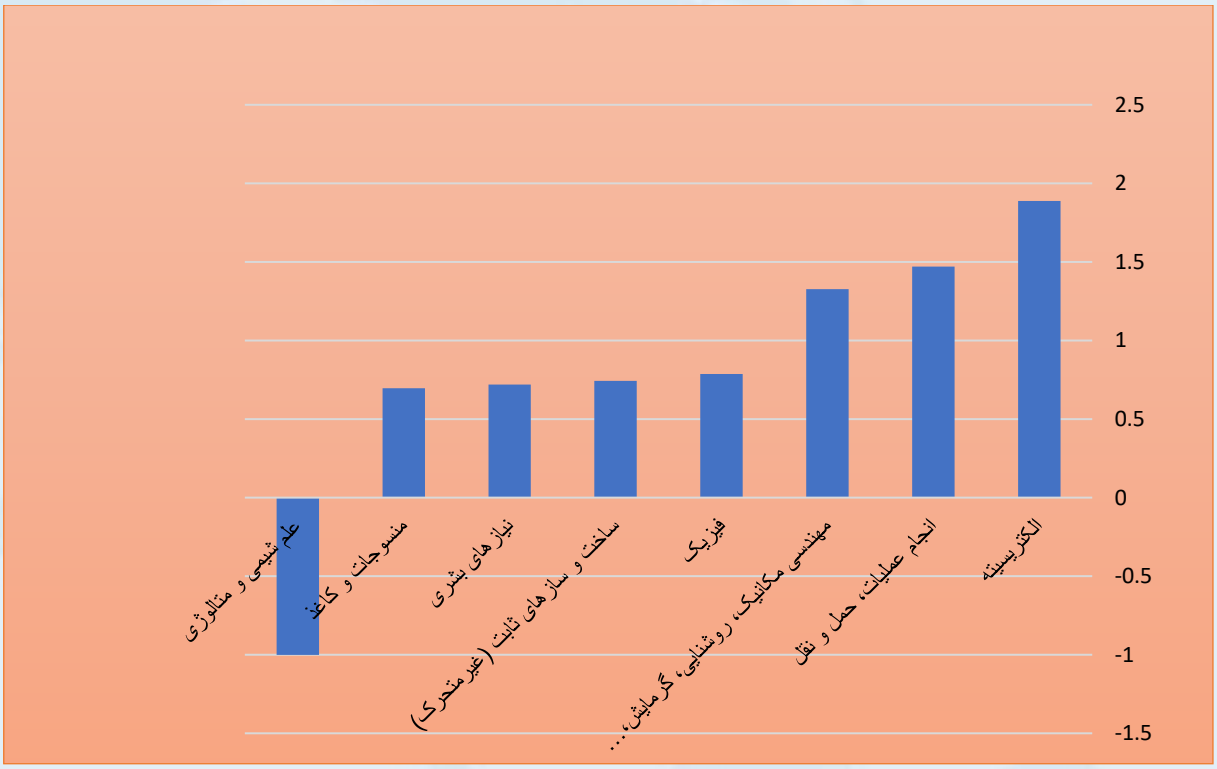
شاید یکی از دلایل اصلی پیچیدگی بالای حوزخ الکتریسیته را بتوان در فناوری بالای این طبقه بندی دانست این در حالی است که بخش های نیازهای بشری، منسوجات و کاغذ و یا علم شیمی و متالوژی از فراگیری بالایی بین کشورهای مختلف برخوردار هستند به همین دلیل پیچیدگی پایینی را به خود اختصاص می دهند.

جدول ۳: پیچیدگی ثبت اختراع بر اساس طبقه بندی

رتبه	طبقه بندی ثبت اختراع	کد طبقه بندی	میانگین پیچیدگی حوزه

۱	الکتریسیته	H	۱/۸۸۸
۲	انجام عملیات، حمل و نقل	B	۱/٤۷۰
۳	مهندسی مکانیک، روشنایی، گرمایش، تسلیحات، مواد منفجره	F	۱/۳۲۷
٤	فیزیک	G	۰/۷۸۷
٥	ساخت و سازهای ثابت (غیرمتحرک)	E	۰/۷٤۳
٦	منسوجات و کاغذ	D	۰/٦۹٦
۷	نیازهای بشری	A	۰/۰۷۲
۸	علم شیمی و متالوژی	C	-۱/۰۰۱

منبع: براساس محاسبات پژوهش



نمودار ۱۵. پیچیدگی ثبت اختراع بر اساس طبقه بندی ماهیت فناوری

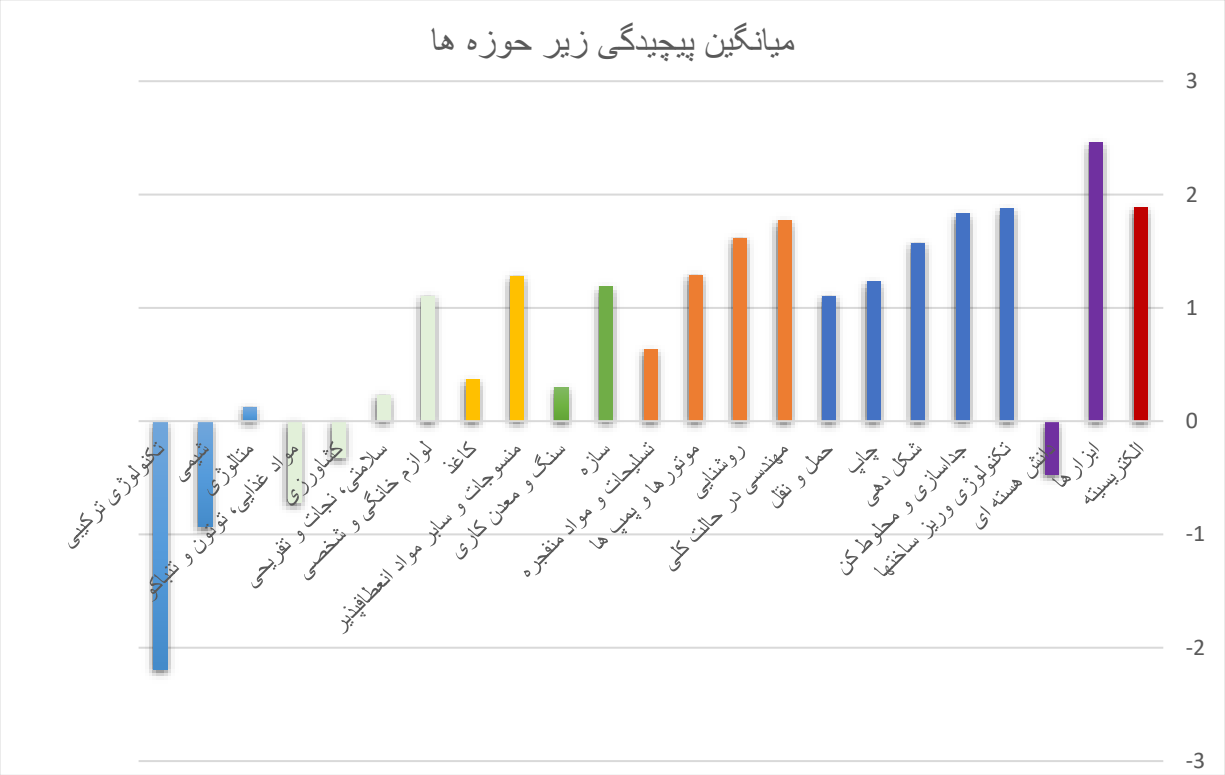
جهت پی‌بردن به میزان پیچیدگی طبقات میانی ثبت اختراع به لایه های میانی این طبقات که در جدول ۱۱ مهیا شده نگاهی خواهیم انداخت. همانطور که قابل مشاهده است ابزارها از زیر طبقه فیزیک–G دارای بیشترین پیچیدگی می باشد. زیر طبقات الکتریسیته، فناوری وریز ساختها، جداسازی و مخلوط کن و مهندسی در حالت کلی به ترتیب مقام های دوم تا پنجم را بین بیست و سه زیر طبقه تحت بررسی به خود اختصاص داده اند. طبقه بندی علم شیمی و متالوژی–C نیز با زیر طبقه شیمی و فناوری ترکیبی به ترتیب کمترین مقدار پیچیدگی را کسب کرده اند.

جدول ۴: پیچیدگی زیرحوزه های طبقه بندی ماهیت فناوری

رتبه	زیر حوزه ثبت اختراع	میانگین پیچیدگی زیر حوزه	حوزه ثبت اختراع	طبقه بندی
۱	ابزارها	۲/۰۴۶	فیزیک	G
۲	الکتریسیته	۱/۸۸۸	الکتریسیته	H
۳	فناوری و زیرساختها	۱/۸۷۶	انجام عملیات، حمل و نقل	B
۴	جداسازی و مخلوط کن	۱/۸۲۳	انجام عملیات، حمل و نقل	B
۵	مهندسی در حالت کلی	۱/۷۷۱	مهندسی مکانیک، روشنایی، گرمایش، تسلیحات، مواد منفجره	F
۶	روشنایی	۱/۶۱۵	مهندسی مکانیک، روشنایی، گرمایش، تسلیحات، مواد منفجره	F
۷	شکل دهی	۱/۵۷۱	انجام عملیات، حمل و نقل	B
۸	موتورها و پمپ ها	۱/۲۹۰	مهندسی مکانیک، روشنایی، گرمایش، تسلیحات، مواد منفجره	F
۹	چاپ	۱/۲۳۱	انجام عملیات، حمل و نقل	B
۱۰	سازه	۱/۱۸۷	ساخت و سازهای ثابت (غیرمتحرک)	E
۱۱	لوازم خانگی و شخصی	۱/۱۰۴	نیازهای بشری	A
۱۲	حمل و نقل	۱/۱۰۴	انجام عملیات، حمل و نقل	B
۱۳	منسوجات و سایر مواد انعطافپذیر	۱/۰۲۸	منسوجات و کاغذ	D
۱۴	تسلیحات و مواد منفجره	۰/۶۳۲	مهندسی مکانیک، روشنایی، گرمایش، تسلیحات، مواد منفجره	F
۱۵	کاغذ	۰/۳۶۵	منسوجات و کاغذ	D
۱۶	سنگ و معدن کاری	۰/۲۹۸	ساخت و سازهای ثابت (غیرمتحرک)	E
۱۷	سلامتی، نجات و تفریحی	۰/۲۳۱	نیازهای بشری	A
۱۸	متالوژی	۰/۱۱۷	علم شیمی و متالوژی	C
۱۹	کشاورزی	-۰/۳۲۳	نیازهای بشری	A
۲۰	دانش هسته ای	-۰/۴۷۱	فیزیک	G
۲۱	مواد غذایی، توتون و تنباکو	-۰/۷۲۰	نیازهای بشری	A
۲۲	شیمی	-۰/۹۳۴	علم شیمی و متالوژی	C
۲۳	فناوری ترکیبی	-۲/۱۸۸	علم شیمی و متالوژی	C

بررسی میزان پیچیدگی زیرطبقات مختلف در قالب نمودار ۱۸ نشان می دهد که طبقه فیزیک-G با دو زیر طبقه ابزارها و دانش هسته ای پیچیدگی مختلفی را به نمایش گذاشته است. به دیگر سخن از یک طرف زیر طبقه ابزارها دارای بالاترین پیچیدگی در میان ۲۳

زیر طبقه تحت بررسی را دریافت کرده است و از طرفی دیگر دانش هسته ای را در طبقه همان طبقه داریم که دارای پیچیدگی پایینی می باشد. همچنین زیرطبقات مربوط به طبقات انجام عملیات، حمل و نقل-B، منسوجات و کاغذ-D، ساخت و سازهای ثابت (غیرمتحرک)-E و مهندسی مکانیک، روشنایی، گرمایش، تسلیحات، مواد منفجره-F همگی دارای پیچیدگی مثبت بوده اند. در بین زیر طبقات نیازهای بشری-A لوازم خانگی و شخصی و سلامتی، نجات و تفریح دارای پیچیدگی مثبت هستند در حالیکه زیرطبقه های مواد غذایی، توتون و تنباکو و کشاورزی شاخص پیچیدگی منفی دریافت کرده اند. همین روند در خصوص طبقه علم شیمی و متالوژی-C با شدت بیشتری رخ داده است. به عبارتی دیگر زیر طبقه های شیمی و فناوری ترکیبی دارای شاخص پیچیدگی منفی بوده و فقط زیر طبقه متالوژی توانسته شاخص پیچیدگی مثبت اندکی را کسب نماید.



نمودار ۱۶. میانگین پیچیدگی زیرحوزه ها

۱-۲-٤ پیچیدگی فناوری استانهای کشور

نتایج مربوط به محاسبات مربوط به پیچیدگی فناوری کشور در جدول ۱۱ نشان می دهد که تهران دارای بیشتری شاخص پیچیدگی با مقدار ۱/۲۷۲ می باشد. پس از این استان، به ترتیب استانهای اصفهان، البرز، آذربایجان شرقی و آذربایجان غربی با شاخص

های پیچیدگی ۱/۲۲۱، ۱/۱۱۲، ۰/۹۰۱ و ۰/۸۲۸ قرار دارند. چهارمحال بختیاری پس از کهگیلویه و بویراحمد نیز کمترین پیچیدگی در بین استانهای کشور را کسب نموده اند.

جدول ۱۱ همچنین نشان دهنده مزیت رقابتی آشکارشده (RCA) استانهای کشور در ثبت اختراع می باشد. همانطور که قابل مشاهده است تهران با ۲۳۱ ثبت اختراع با مزیت رقابتی در سطح کشور رتبه اول را به خود اختصاص داده است. در ادامه اصفهان با ۱۶۰ ثبت اختراع، خراسان رضوی با ۱۲۲ ثبت اختراع، آذربایجان شرقی با ۱۱۸ ثبت اختراع و فارس با ۱۱۱ ثبت اختراع به ترتیب جایگاه های دوم تا پنجم را کسب نموده اند. این در حالی است که سیستان و بلوچستان با ۱۳ ثبت اختراع و کهگیلویه و بویراحمد با ۷ ثبت اختراع پایین ترین رتبه ها را در بین سایر استانهای کشور دریافت کرده اند.

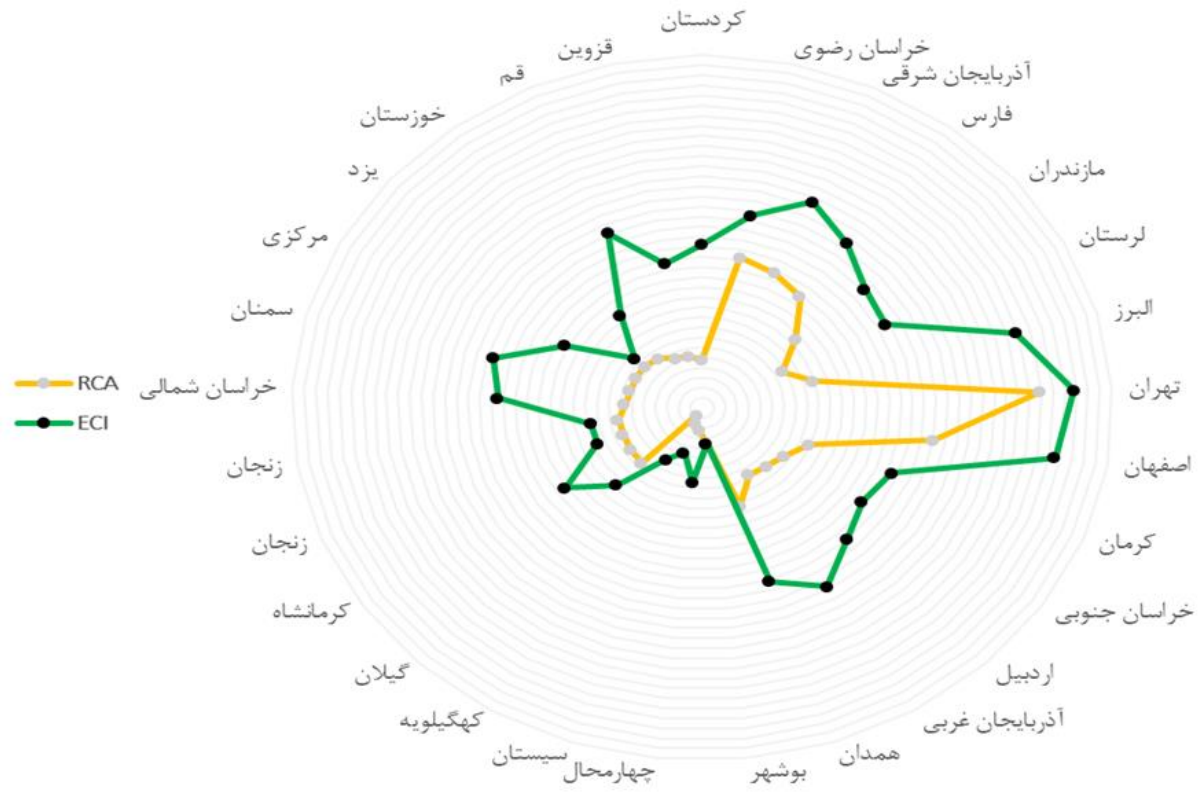
جدول ۵: پیچیدگی فناوری استانهای کشور (۱۳۹۷ الی ۱۴۰۱)

استان	RCA>0.5 تنوع در ثبت اختراع	فناوری ECI	رتبه تنوع در ثبت اختراع	رتبه شاخص پیچیدگی فناوری استان
تهران	231	1/272	1	1
اصفهان	160	1/221	2	2
البرز	79	1/112	9	3
آذربایجان شرقی	118	0/901	4	4
آذربایجان غربی	62	0/828	13	5
فارس	111	0/820	5	6
خراسان رضوی	122	0/781	3	7
قم	43	0/765	24	8
سمنان	51	0/740	20	9
مازندران	84	0/728	6	10
همدان	82	0/728	8	11
اردبیل	64	0/719	12	12

لرستان	62	0/709	14	13
کرمان	79	0/699	10	14
خراسان شمالی	53	0/697	19	15
خراسان جنوبی	68	0/661	11	16
کردستان	38	0/648	26	17
قزوین	42	0/586	25	18
کرمانشاه	59	0/565	16	19
مرکزی	51	0/527	21	20
خارجی	84	0/492	7	21
خوزستان	49	0/457	23	22
گیلان	60	0/423	15	23
زنجان	58	0/384	17	24
زنجان	58	0/384	18	25
یزد	51	0/303	22	26
سیستان وبلوچستان	13	0/188	30	27
گلستان	31	0/181	27	28
بوشهر	28	0/143	28	29
کهگیلویه وبویراحمد	7	-0/238	31	30
چهارمحال وبختیاری	18	-0/297	29	31

نمودار عنکبوتی ۱۸ بیانگر شاخص پیچیدگی فناوری استانها و تنوع در ثبت اختراعات صورت گرفته در این استانها می باشد. قابل ملاحظه است که استان تهران هم دارای شاحص پیچیدگی بالایی است و هم تنوع زیادی در ثبت اختراع داشته است. این در حالی است که استانهایی وجود دارند که علی رغم تنوع کم در ثبت اختراع اما نسبت به استانهای با تنوع بالاتر، از شاخص پیچیدگی بالاتری برخوردار

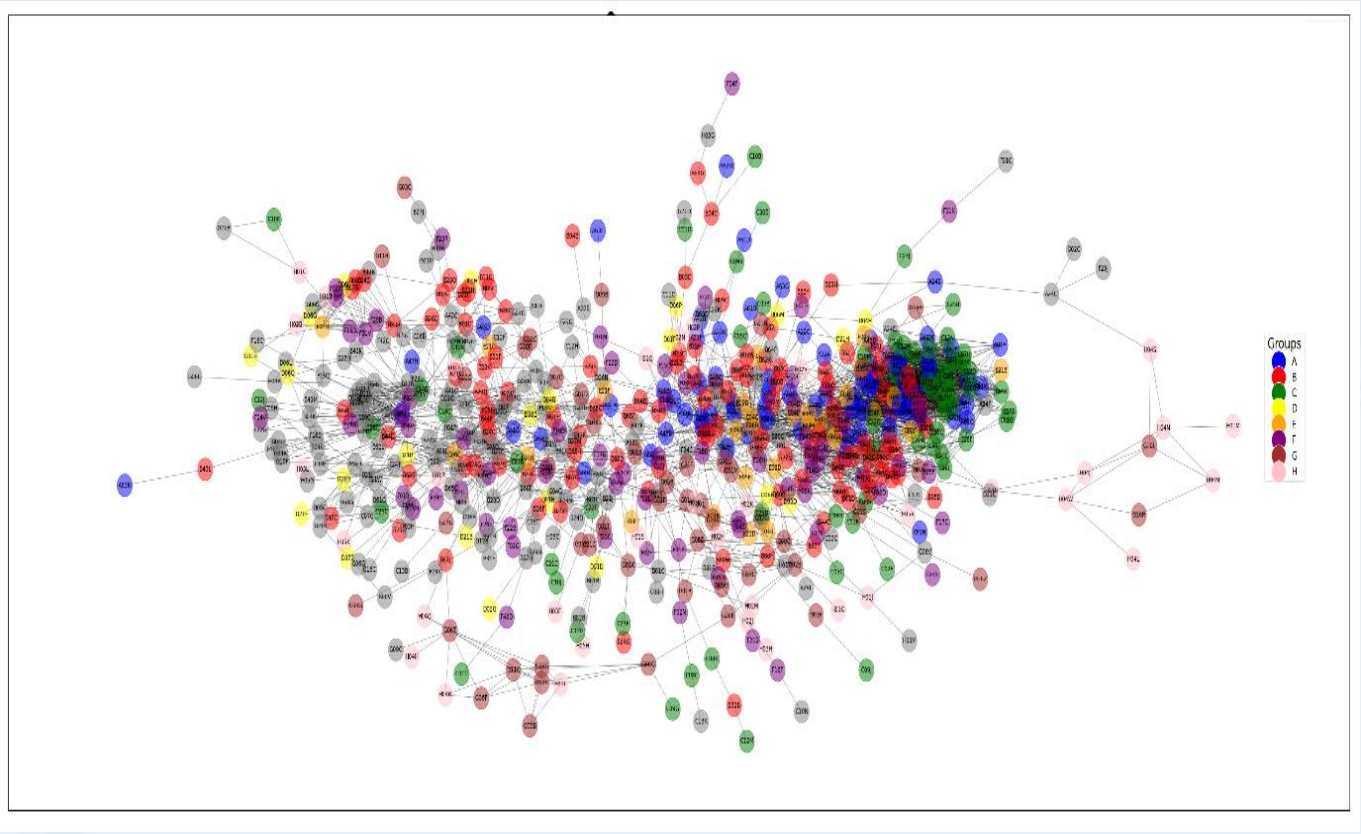
شده اند. دلیل این موضوع را باید در کیفیت تنوع این استانها یافت. به دیگر سخن دلیل شاخص پیچیدگی بالا در استانهای با تنوع کم این است که این استانها در حوزه هایی ثبت اختراع داشته اند که دارای پیچیدگی بالایی بوده اند.



نمودار ۱۷. مقایسه شاخص پیچیدگی فناوری استانها با مزیت نسبی آشکار شده

۲-۲-٤ نقشه فضای فناوری کشور

همانطور که قبلاً اشاره شد جهت تعیین جایگاه استانهای کشور در ثبت اختراعات انجام شده از نقشه فضای فناوری استفاده می شود که شماتیک نقشه فضای فناوری کشور را می توان در شکل ۱۲ مشاهده نمود. این نقشه شامل ۵۹۷ نود و ۳۵۷۲ یال ثبت اختراع یا گره می باشد و هر گره مبین یک اختراع مشخص در طبقه بندی چهار رقمی IPC می باشد. توده هایی هم در این نقشه قابل مشاهده است که معرف وجود اختراعات با قابلیت های فناورانه مشترک می باشد. بر اساس رویکرد پیچیدگی فناوری استانهایی که بتوانند اختراعات خود را با تنوع بالا و نزدیک به این توده ها (توده های با پیچیدگی بالاتر) ثبت نمایند می توانند در جرگه اقتصادهای با فناوری بالاتر قرار گیرند. لذا در صورت پیچیده بودن این توده ها بصورت میانگین، کشورها بهتر است به سمت آنها سوق پیدا کنند. جهت نشان دادن وضعیت فناوری یک استان باید اختراعاتی را که در آن سال در آن استان با مزیت نسبی آشکار شده ثبت نموده اند را در این نقشه مشخص نماییم.



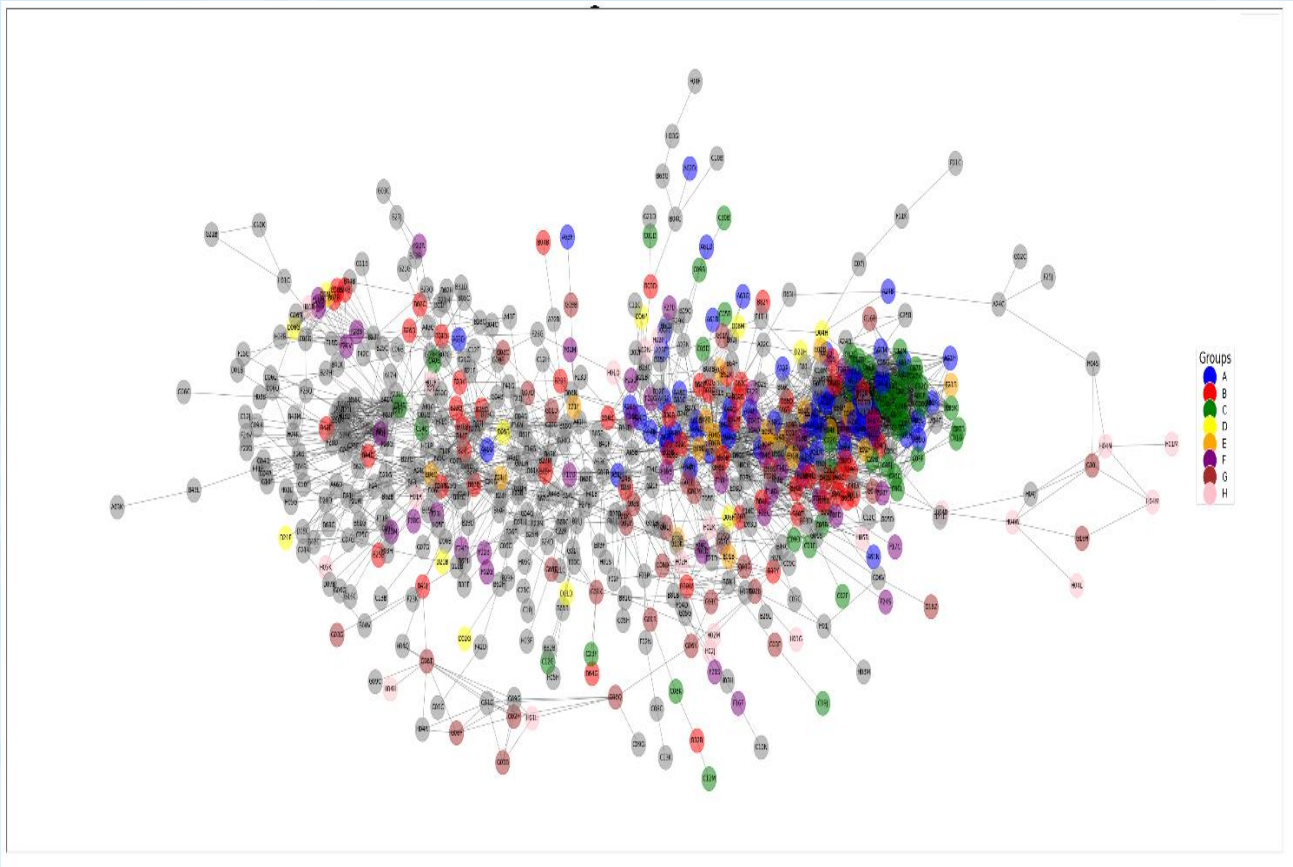
شکل ۳. نقشه فضای فناوری کشور با استفاده از طبقه بندی کد چهاررقمی IPC (۵۹۷ نود و ۳۵۷۲ یال)

۳-۲-٤ نقشه فضای فناوری استانهای کشور

جهت نشان دادن وضعیت فعلی ثبت اختراعات استانهای کشور در قالب نقشه فضای محصول از شکل ۱۲ استفاده می کنیم. این شکل بیانگر اختراعاتی است که استانهای ایران در سال ۱۴۰۱ با RCA بزرگتر از ۰/۵ ثبت کرده اند که با رنگهای مختلف برای هر طبقه بندی مشخص شده اند. از آنجا که این نقشه بر اساس داده های ۷۰ کشور در حدود ۶۰۰ کد ثبت اختراع موجود در طبقه بندی چهاررقمی IPC ترسیم شده است لذا ممکن است داده های ثبت اختراع کل کشور با RCA بزرگتر از ۰/۵ تمام نقاط را در این نقشه رنگی ننموده باشد. این نقشه معیار وضعیت موجود ثبت اختراعات صورت گرفته در سال ۱۴۰۱ در کل اقتصاد ایران می باشند. بقیه گره های غیر رنگی در این نقشه مبین اختراعاتی هستند که در سال ۱۴۰۱ در ایران ثبت نشده اند.

بررسی نقشه فضای فناوری استان تهران (شکل ۱۳) در سال ۱۴۰۱ نشان می دهد که این استان در ۲۳۱ طبقه بندی از بین۵۹۷ طبقه بندی تحت بررسی توانسته با مزیت رقابتی ثبت اختراع داشته باشد. به دیگر سخن استان تهران در بیش از ۳۸ درصد از اختراعات ثبت شده در کشور نسبت به دیگر استانها دارای مزیت رقابتی بوده است. همانطور که در نقشه فضای فناوری قابل مشاهده است این استان

نسبت به سایر استانهای کشور از ظرفیت بالایی در ثبت اختراع برخوردار می باشد. این استان به خوبی توانسته در نواحی درهم تنیده نقشه حضور پیدا کند لذا در صورت تمایل نسبت به استانهای دیگر خیلی راحت تر می تواند به سمت ثبت اختراع در دیگر کدهای طبقه بندی ثبت اختراع ورود پیدا کند. به عبارت دیگر استان تهران دارای قابلیت های فناورانه زیادی است و این موضوع به این استان اجازه می دهد تا با یک استراتژی مناسب به سمت تنوع پذیری بیشتر در ثبت اختراع اهتمام ورزد.

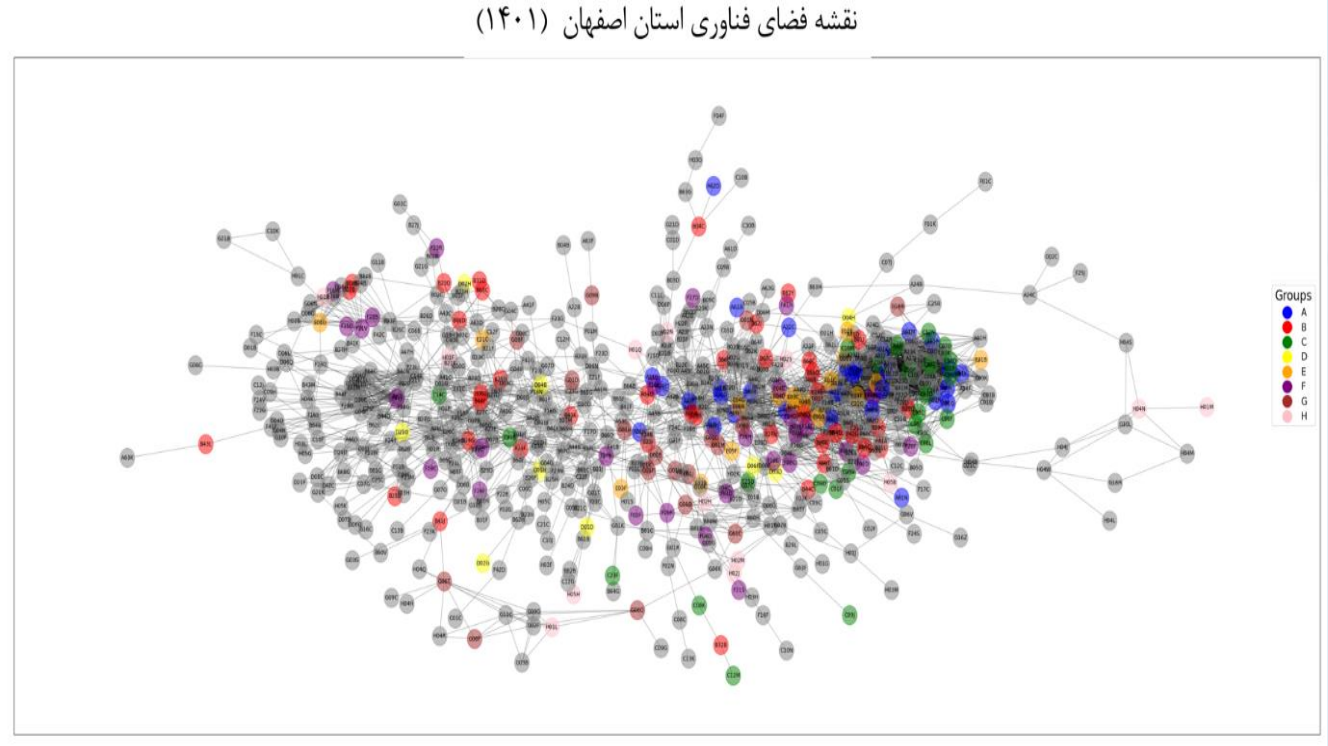


شکل ۴. نقشه فضای فناوری استان تهران

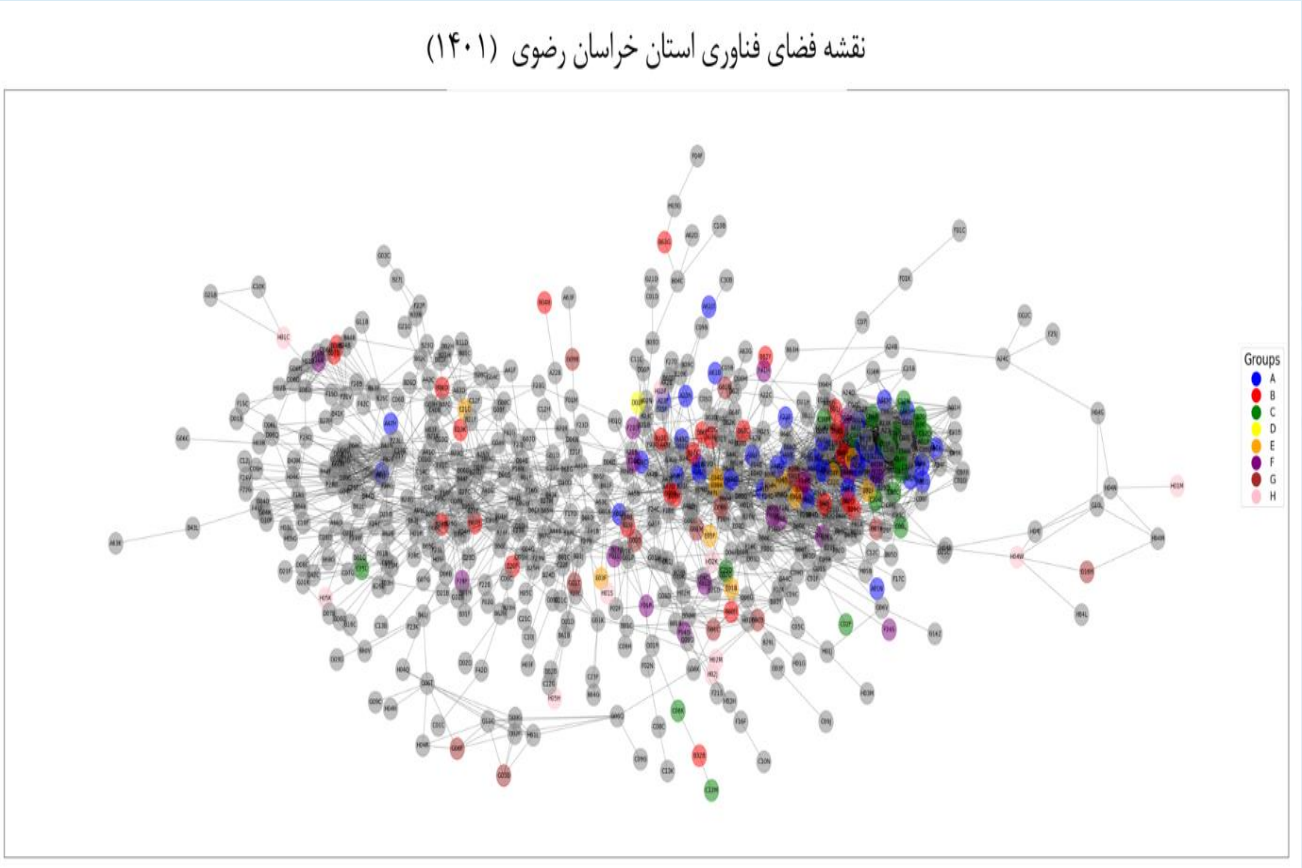
مشابه نقشه فضای فناوری استان تهران را می توان برای استانهای اصفهان (شکل۱۴)، خراسان رضوی (شکل ۱۵)، آذربایجان شرقی (شکل ۱۶) و یا استان فارس (شکل ۱۷) نیز مشاهده نمود که از تنوع بالایی در ثبت اختراع برخوردار هستند. این در حالی است که برخی استانهای کشور از وضعیت مناسبی در نقشه فضای فناوری کشور برخوردار نیستند.

نقشه فضای فناوری استان کهگیلویه و بویراحمد (شکل ۱۸) نشان می دهد که این استان یکی از استان هایی است که از تنوع بالایی در ثبت اختراع برخوردار نیست. این استان از لحاظ تنوع ثبت اختراع بشدت رنج می برد و با این رویکرد نمی توان انتظار ثبت

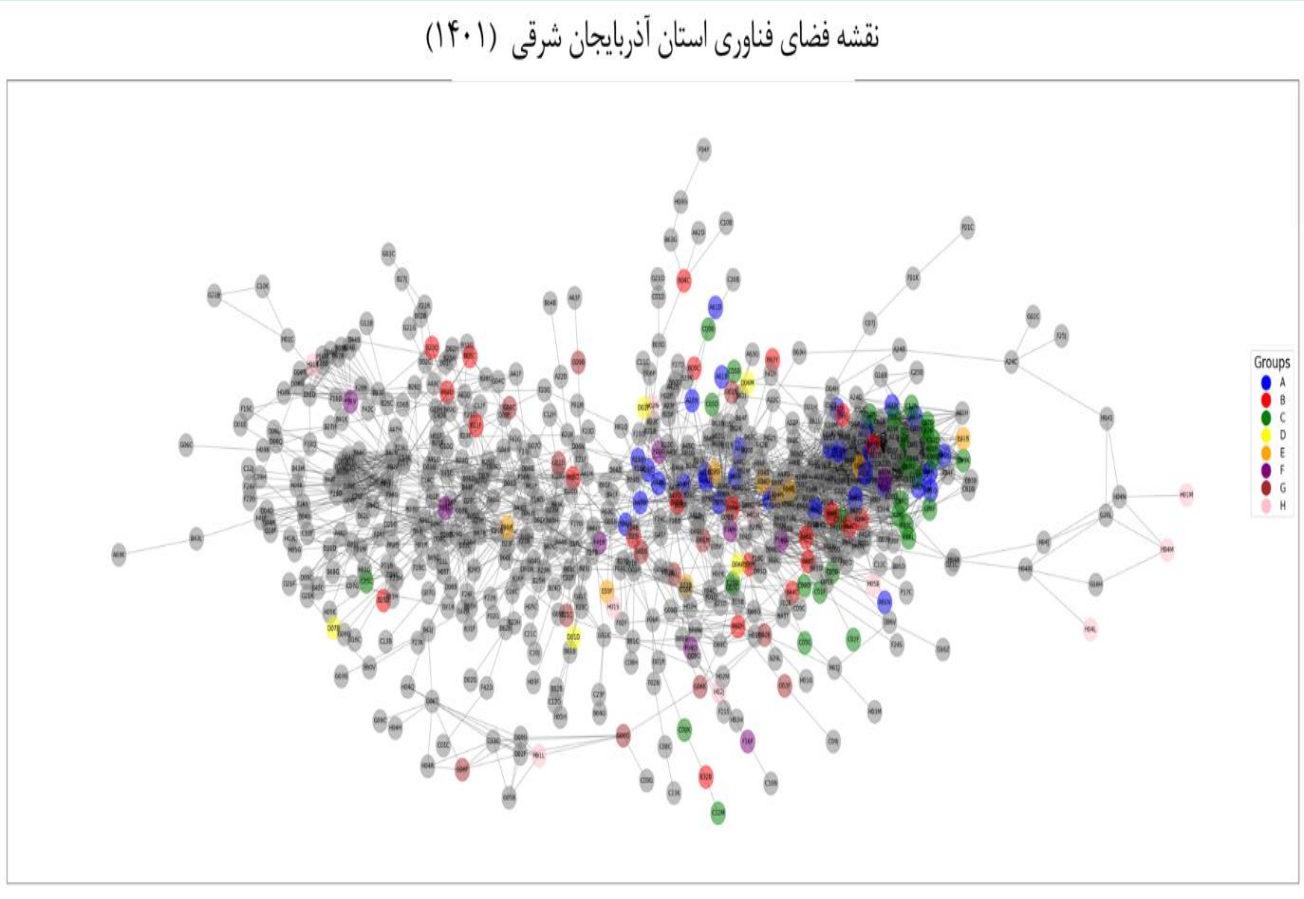
اختراع در حوزه های جدید در آینده نزدیک برای این استان را داشته باشیم. از جمله استان‌های دیگری که وضعیتی مشابه این استان را دارند می توان به استان‌های سیستان و بلوچستان (شکل ۱۹) و چهارمحال بختیاری (شکل ۲۰) اشاره نمود.



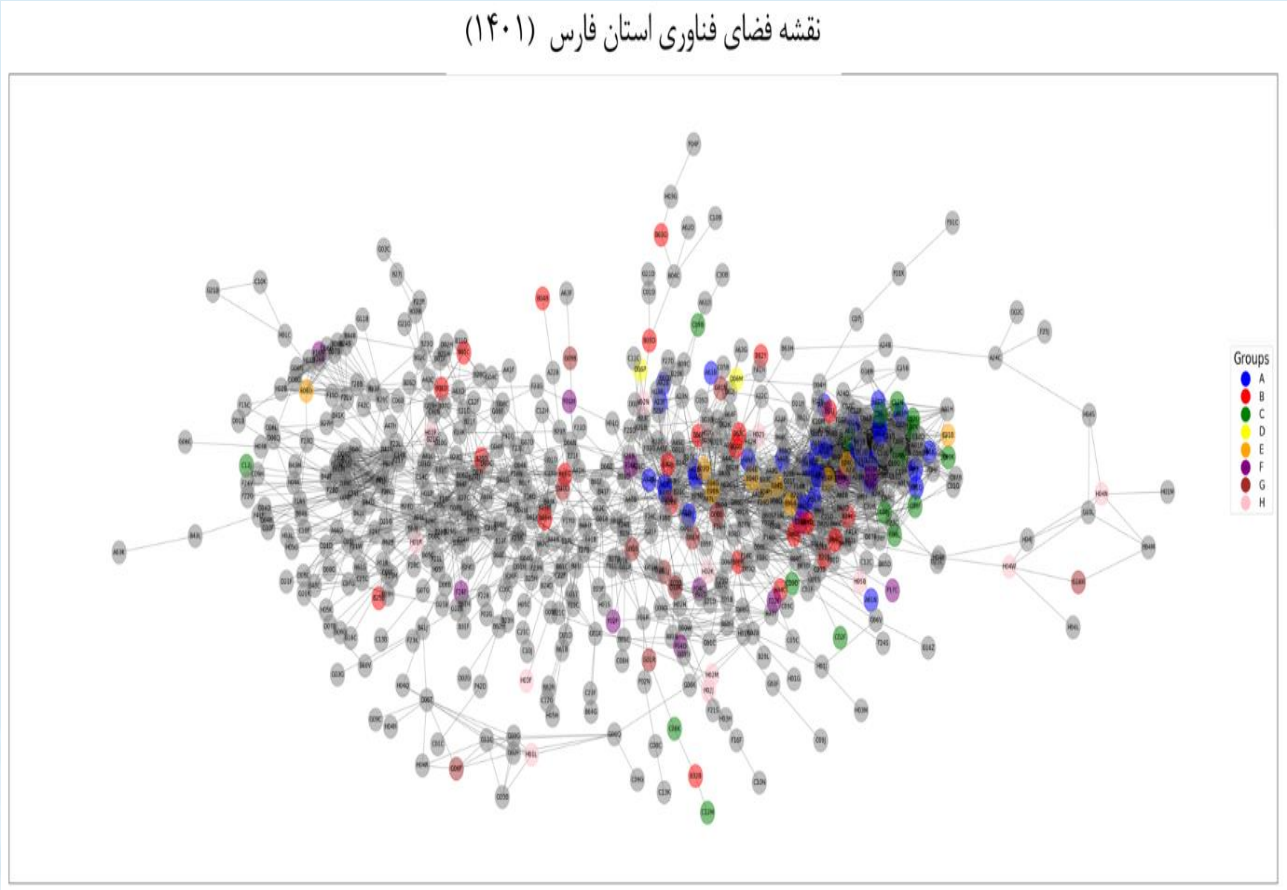
شکل ۵. نقشه فضای فناوری استان اصفهان – ۱۴۰۱



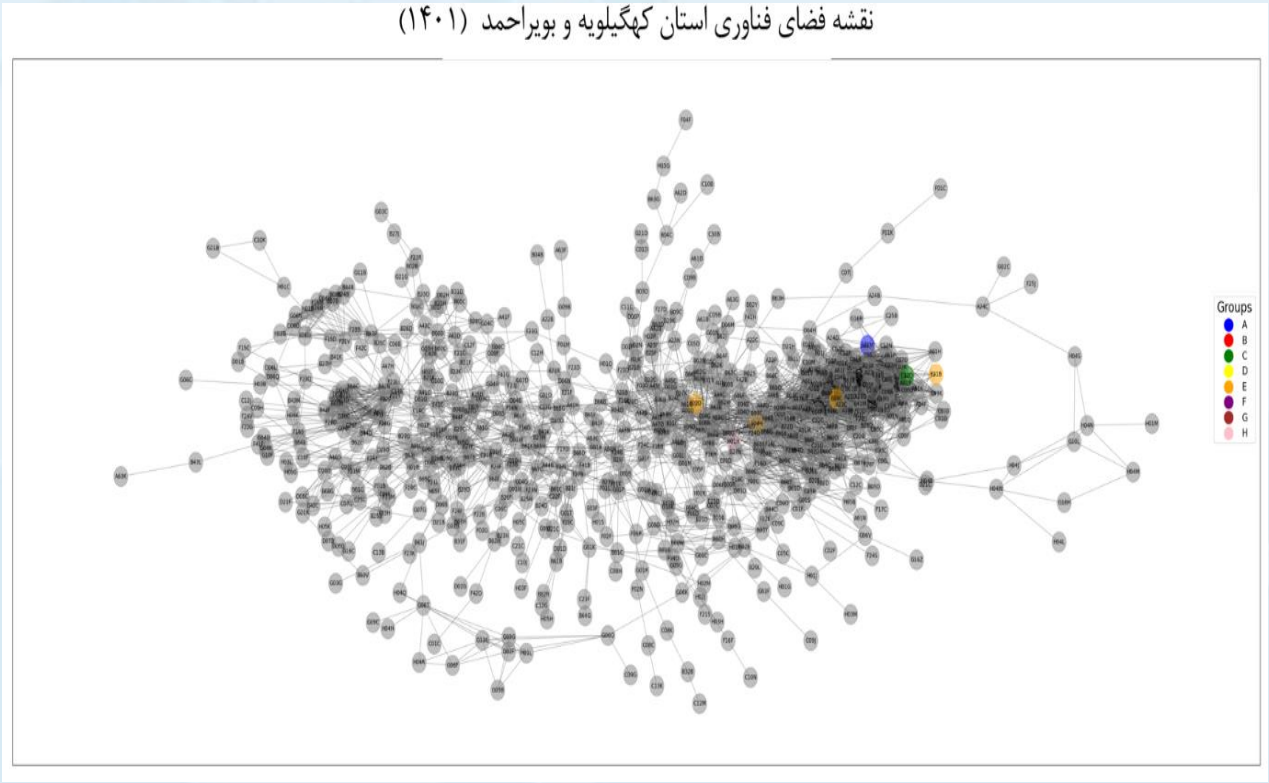
شکل ۶. نقشه فضای فناوری استان خراسان رضوی – ۱۴۰۱



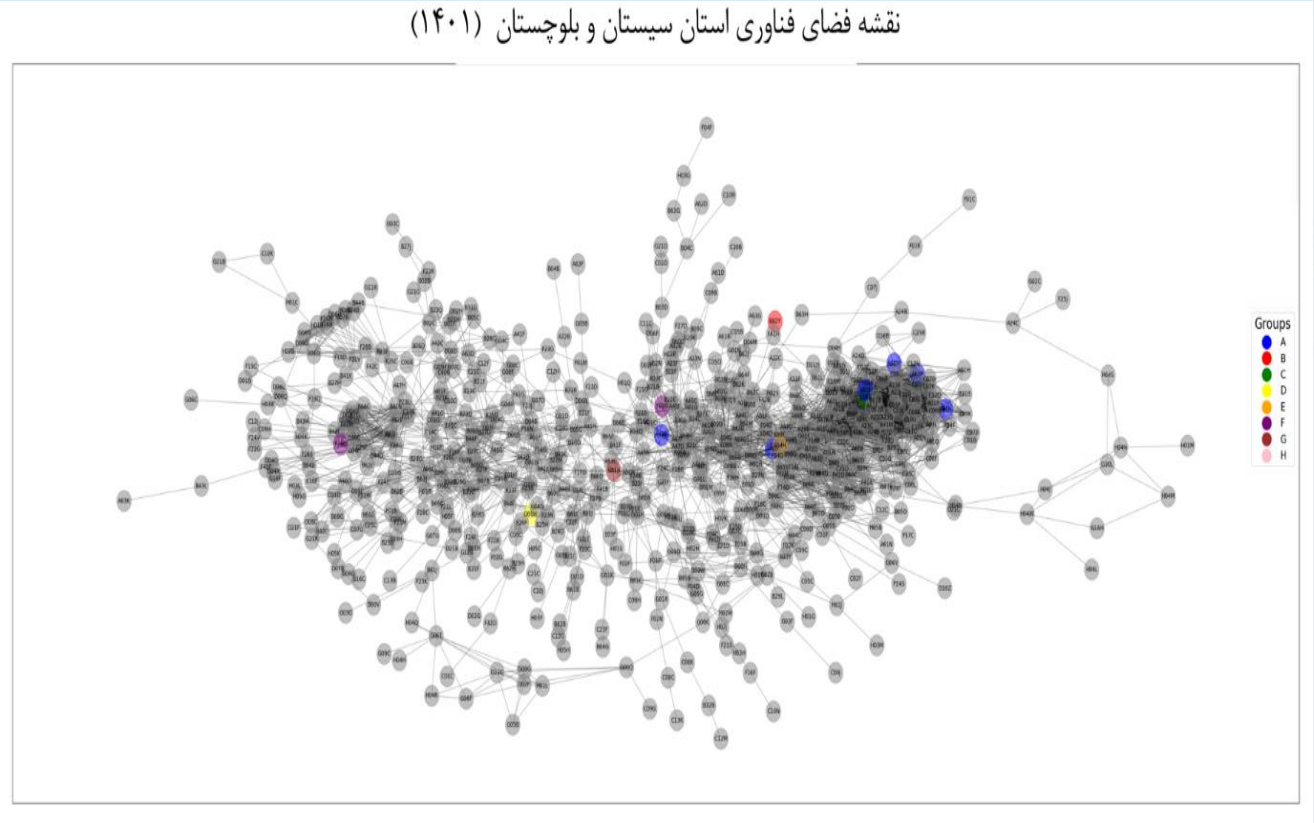
شکل ۷. نقشه فضای فناوری استان آذربایجان شرقی - ۱۴۰۱



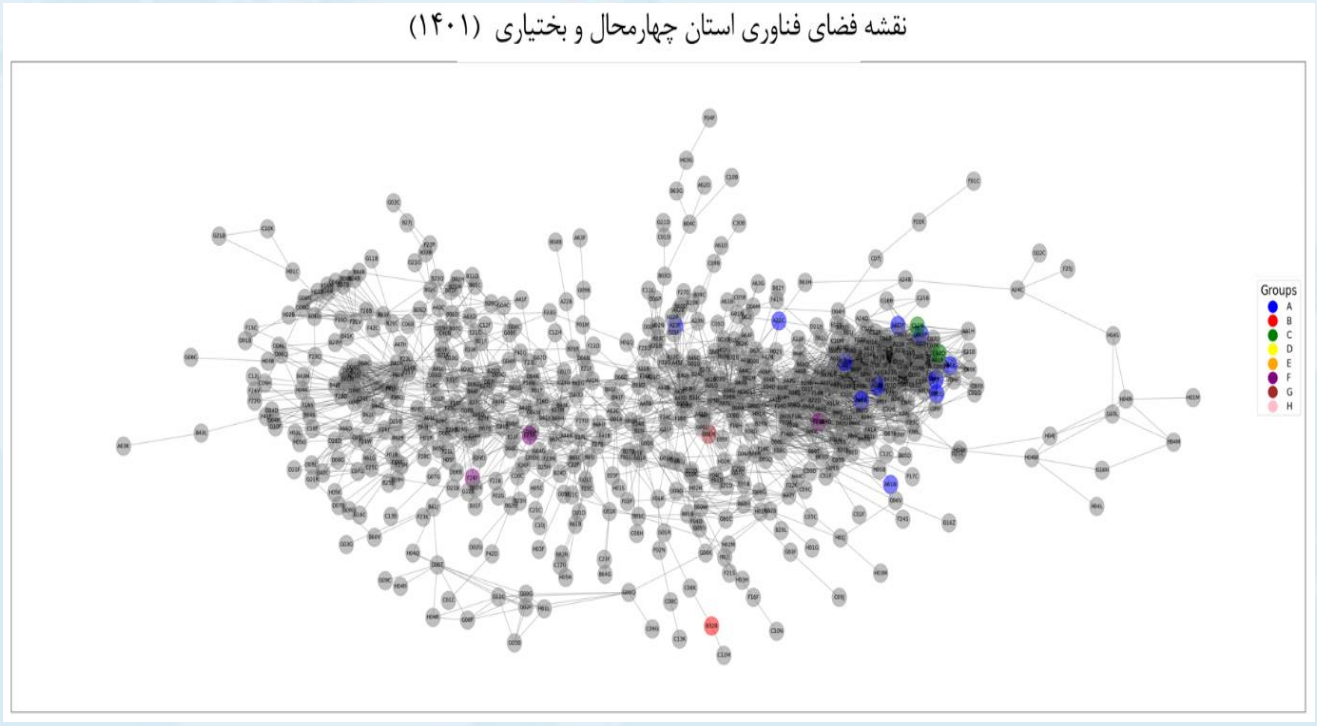
شکل ۸. نقشه فضای فناوری استان فارس – ۱۴۰۱



شکل ۹. نقشه فضای فناوری استان کهگیلویه و بویراحمد – ۱۴۰۱



شکل ۱۰. نقشه فضای فناوری استان سیستان و بلوچستان - ۱۴۰۱



شکل ۱۱. نقشه فضای فناوری استان چهارمحال و بختیاری - ۱۴۰۱

۴-۳ نتیجه‌گیری

در این پژوهش سعی شد تا با استفاده از داده های مربوط به ثبت اختراعات صورت گرفته در کشور تصویری از وضعیت میزان پیچیدگی فناوری اختراعات ثبت شده به تفکیک استانهای کشور ارائه دهیم. به همین منظور با بکارگیری داده های مربوط به ۷۰ کشور در حدود ۶۰۰ کد اختراع در طبقه بندی چهار رقمی IPC، نقشه فضای فناوری کشور ترسیم و سپس وضعیت هر کدام از استانهای کشور در این نقشه مورد بحث و بررسی قرار گرفت. یافته های پژوهش منتج از محاسبات شاخص های پیچیدگی حاکی از آن بود که استانهای تهران، اصفهان، البرز، آذربایجان شرقی و آذربایجان غربی در بین استانهای مختلف به ترتیب دارای بیشترین شاخص پیچیدگی فناوری بوده در حالی که استانهای چهارمحال بختیاری و کهگیلویه و بویراحمد به ترتیب دارای کمترین پیچیدگی هستند. از لحاظ پیچیدگی اختراعات ثبت شده نتایج نشان داد که بیشترین پیچیدگی را طبقه الکتریسیته-H به خود اختصاص داده است در حالیکه علم شیمی و متالوژی-C کمترین پیچیدگی را دریافت نموده اند.

همچنین نتایج مربوط به نقشه فضای فناوری کشور مبین وجود طیف وسیعی از استانهای با تنوع فراوان و یا تنوع کم را شامل می شود برای مثال استانهای تهران، اصفهان، خراسان رضوی، آذربایجان شرقی و فارس دارای نقشه فضای محصول متنوع می باشند که این موضوع می تواند بستر توسعه قابلیت های فناورانه در حوزه ثبت اختراع را برای این استانها میسر نماید. این در حالی است که استانهایی همچون کهگیلویه و بویراحمد، چهارمحال بختیاری و یا سیستان و بلوچستان در کشور وجود دارند که از تنوع بسیار پایینی نسبت به سایر استانهای کشور برخوردار هستند. و لذا نقشه فضای فناوری آنها مبین قابلیت های محدود این استانها در راستای توسعه فناورانه این استان با نگاه ثبت اختراع می باشد.

۴-۳-۱ پیشنهادات سیاستی

۴-۳-۱-۱ تعیین مرز قابلیت های مولد کشور

یکی از روشهای مرسوم در رویکرد پیچیدگی فناوری جهت متنوع سازی اقتصاد، معرفی اختراعات جدید در مرز قابلیت های فناورانه اقتصاد است که در عین حالی که به پیچیدگی فناوری کشور کمک می کند شانس موفقیت آنها را هم در عرصه بین المللی بیشتر می کند. زیرا چنین اختراعاتی بر اساس قابلیت های کشور معرفی شده اند و بسترهای مناسب جهت ثبت در آنها وجود دارد.

در تعیین این مرز توجه به شاخصی تحت عنوان منفعت فرصت بسیار ضروری است. اختراعات با شاخص منفعت فرصت بالاتر امکان دستیابی ما به اختراعات بیشتر را فراهم می نمایند. و بالعکس اختراعات با شاخص منفعت فرصت کمتر منجر به محدود شدن اختراعات ما در آینده خواهند شد. منفعت فرصت شاخصی است جهت تعیین سهم یک اختراع جدید در افزایش پیچیدگی فناوری یک کشور. در

واقع می‌توان گفت منفعت فرصت، شاخصی است جهت اندازه‌گیری قابلیت‌های ثبت اختراع جدیدی که به انباشت قابلیت‌های مولد فعلی یک کشور اضافه خواهد شد، اگر آن کشور مزیت نسبی خود را درمورد یک اختراع معین توسعه دهد. هرچه مقدار این شاخص بزرگتر باشد بیانگر آن است که آن اختراع به تعداد اختراع بیشتری از نظر قابلیتی در پیوند می باشد و در واقع اگر کشور در ثبت آن اختراع رقابت‌پذیر گردد، می‌تواند به راحتی به ثبت اختراعی که در ارتباط با آن هستند، نیز دست یابد و در مورد آنها رقابت‌پذیر گردد. لازم بذکر است اختراعات با منفعت فرصت منفی اقتصاد را به سمت حاشیه نقشه فضای فناوری هدایت می کنند و عملاً درهای جدید را به روی اختراعات دیگر می بندند.

و نهایتاً فاصله قابلیتی کمتر می تواند گزینه مناسبی جهت انتخاب اختراعات جدید توسط استانهای مختلف باشد. زیرا فاصله قابلیتی بیشتر نیازمند الزامات متفاوت زیرساختاری، نهادی، قوانین و مقرراتی و ... می باشد. بنابراین انتخاب اختراعات نزدیک به قابلیت های فعلی می تواند ما را سریعتر به نتیجه مطلوب هدایت کند.

٤-٣-١-٢ اتخاذ استراتژی مناسب جهت اولویت‌بندی اختراعات ثبت شده در کشور

اگرچه با استفاده از رویکرد پیچیدگی و مرز قابلیت‌های کشور می‌توان اقدام به معرفی مجموعه ای از اختراعات جدید نمود اما فعال نمودن چنین اختراعاتی نیازمند سرمایه گذاری و حمایت های مالی زیادی است. لذا بکارگیری استراتژی مناسب می‌تواند ما را در اولویت‌گذای چنین اختراعات جدیدی یاری نماید. برای مثال با استفاده از نقشه فضای فناوری به معرفی الگویی اقدام نمود که بر اساس آن می‌توان به معرفی اختراعات نیمه فعال (داراری پتانسیل فعال شدن) و غیر فعال (فاقد پتانسیل فعال شدن) با اتخاذ استراتژی بهینه جهت فعال سازی اختراعات نیمه فعال اقدام نمود. بنابراین باید سعی شود تا به استراتژی‌ای دست یابیم که متضمن بیشترین احتمال ورود کشور و کمترین شکست به اختراعات جدید با تکیه بر قابلیت های فناورانه موجود باشد. ما معتقدیم که در صورت نبود استراتژی قابل اتکاء و معیاری جهت انتخاب اختراعات فناورانه جدید ریسک خطا و شکست بشدت بالا خواهد بود. لذا در کنار بکارگیری روشهای مرسوم، به سیاستگذاران این حوزه پیشنهاد می‌شود که ملاحظات این رویکرد را هم مدنظر قرار دهند تا بتوان انتظار نتایج مناسب تری را برای شرایط فعلی کشور داشته باشیم.

٤-٣-١-٣ اصلاح برنامه‌های حمایتی اختراعات ثبت شده در راستای همسویی با نقشه فضای فناوری کشور

چارچوب تحلیلی این پژوهش حاکی از آن است که به جای حداکثر نمودن اهداف منفرد اختراعات ثبت شده بهتر است حداقل استانداردها را در خصوص هم امکان سنجی و هم مطلوبیت اختراعات جدید جست چرا که این قضیه ممکن است ایده ای هوشمندانه برای شناسایی فرصتهای متنوع سازی و ارتقاء آن باشد. از آنجا که نقش بخش خصوصی در ثبت اختراعات بین سیاست گذاران روز بروز در حال افزایش می باشد لذا پی بردن به موانع پیش روی آنها از الزامات می باشد. سرمایه گذاری در تحقیق و توسعه هم از جانب دولت و هم بخش خصوصی عامل کلیدی در جهت نوآوری و ایجاد قبت اختراات با پیچیدگی بالا می باشد.

٤-٣-١-٤ حمایت معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش بنیان ریاست جمهوری جهت تجاری سازی اختراعات

در راستای تجاری سازی اختراعات ثبت شده در کشور پیشنهاد می گردد تا معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش‌بنیان ریاست جمهوری، شرکت های تولیدی بزرگ کشور را به ثبت اختراع و یا نوآوری باز سوق دهد، به نحوی که اختراعات ثبت شده به تولید منجر شوند. برای نمونه یکی از امتیاز های مربوط به شرایط دریافت " اعتبار مالیاتی تحقیق و توسعه" می تواند گواهی ثبت اختراع باشد.

٤-٣-١-٥ عدم توازن در توزیع قابلیت های فناورانه بین استانهای کشور

نتایج این پژوهش به خوبی نشان می دهد که توزیع قابلت های فناورانه در بین استانهای کشور بشدت نامتوازن می باشد. این موضوع می تواند در آینده باعث ایجاد نابرابری های بیشترین بین استانهای کشور گردد. به همین منظور لازم است تا سیاستگذاران این حوزه با اتخاذ استراتژی های مناسب با تکیه بر رویکرد پیچیدگی ضمن اقدام به شناسایی قابلیت های بالقوه هر استان، به بالفعل نمودن این قابلت ها اهتمام مجدانه ورزند.

از منظر سیاستی، تحلیل های صورت گرفته در این پژوهش اطلاعات مفیدی در خصوص نوع اختراعاتی که قابلیت و امکان ثبت شدن در اقتصاد ایران را دارند فراهم می کند. این خود یک گام مهم در درک اینکه تنوع فناورانه می تواند در راستای معیارهای سیاست گذاری کارآمد بکار گرفته شود، خواهد بود. با این وجود برای موفقیت در شناسایی اختراعات مرتبط با فناوری های کشور، ترکیبی هوشمندانه از سیاست های فناورانه، نوآورانه و اجتماعی با یادگیری تعاملی بین بخش های مختلف جامعه لازم است. برای مثال، سیاست های خوشه ای و استقرار پارک های علم و فناوری در راستای ثبت اختراعات پیشنهادی می توانند به ارتقاء یادگیری تعاملی بین علم و صنعت کمک کنند.

٤-٣-١-٦ ایجاد سامانه رصد پیچیدگی فناوری کشور

رصد فناوری های کشور و قابلیت های استانها نیازمند ایجاد رصد خانه ای می باشد تا ضمن تحلیل داده های مربوطه به تبدیل آنها به اطلاعات و دانش جهت تصمیم گیری سیاستگذاران این حوزه بپردازد. از آنجا که رویکرد پیچیدگی اقتصادی دارای ظرفیت های مناسبی جهت شناسایی، اولویت گذاری و ارائه استراتژی مناسب با توجه به قابلیت های کشور و استانها دارد، لذا پیشنهاد می گردد تا اهتمامی ویژه در این زمینه جهت راه اندازی سامانه رصد و ارزیابی فناوری های موجود در کشور در دستور کار مدیران و کارشناسان حوزه سیاستگذاری فناوری صورت پذیرد.

۴-۳-۲ پیشنهاد به محققان آتی

به پژوهشگران و علاقه مندان به حوزه پیچیدگی پیشنهاد می گردد تا ضمن شناسایی مرز قابلیت های همجوار اختراعات مولد کشور به معرفی اشخاص حقیقی و حقوقی ثبت کننده چنین اختراعاتی اقدام ورزند. و سیاستگذاران مربوطه را از نتایج آن آگاه و منتفع نمایند.

ارائه استراتژی بهینه جهت فعال نمودن اختراعات نیمه فعال تولید شده توسط استانهای کشور می تواند گام بعدی در راستای تحقق پیچیدگی فناوری استانهای کشور همسو با قابلیت های کشور باشد. بنابراین پرداختن به این مهم نیز می تواند توسط علاقه مندان به این حوزه مورد تحقیق و بررسی قرار گیرد.

۴-۳-۳ محدودیت‌های پژوهش

جهت انجام محاسبات مربوط به شاخص های پیچیدگی فناوری نیازمند داده های تمام کشورهای دنیا و تمام اختراعات ثبت شده در این کشورها به تفکیک طبقه بندی های مرسوم هستیم. همین موضوع در خصوص ترسیم نقشه های فناوری نیز صدق می کند. از آنجا که در این مطالعه فقط به داده های ۷۰ کشور دسترسی داشتیم لذا یکی از محدودیتهای جدی این پژوهش را به خود اختصاص داده است. به همین منظور در صورت امکان دسترسی به داده های فوق‌الذکر می توان انتظار داشت که نتایج قابل اتکاتری از انجام چنین پژوهشی اکتساب نمود. مسلماً همین تعداد از داده ها نیز می تواند تصویری کلی از وضعیت فناوری اقتصاد کشور و استانهای مربوطه را ترسیم نماید.

۴-۴ منابع

اصغرپور،حسین،سکینه سجودی، نسیم مهین اصلانی نیا، (۱۳۹۰)،"تحلیل تجربی میزان انتقال اثر نرخ ارز بر قیمت صادرات غیر نفتی ایران"،پژوهشهای اقتصادی،شماره ۳،صفحات ۱۳۴-۱۱۱.

دشتی، قادر، محمدرضایی، رسول خداوردیزاده، محمد (۱۳۸۹) تحلیل مزیت نسبی و ساختار بازار صادرات جهانی پسته، *اقتصاد و توسعه کشاورزی*،شماره ۱.

سعیدی فر، الوالفصل و آخانی، زهرا (۱۳۹۲)، تعیین مزیت نسبی محصولات زراعی و باغی استانهای کشور، *مجله اقتصادی*، شماره‌های ۱۱ و ۱۲ ،صفحات ٦٤ -٤٧.

شاهمرادی، بهروز (۱۳۹٦) *شناسایی سطح دانش مولد در اقتصاد ایران با تکیه بر رویکرد پیچیدگی اقتصادی*. طرح پژوهشی داخلی. مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور.

شاهمرادی، بهروز و سمندر علی اشتهاردی، مژگان. (۱۳۹۷، بهار). بررسی جایگاه رقابت پذیری فناورانه ایران با تکیه بر رویکرد پیچیدگی اقتصای. *فصلنامه سیاست علم فناوری*.

قویدل، صاحل (۱۳۹۱)، بررسی تحلیلی ساختار و مزیت نسبی صنایع کارخانه ای ایران(با تاکید بر رهیافت انتقال سهم shift-share Analysis)، اقتصاد توسعه و برنامه ریزی، دوره ۱ شماره ۱، صفحه ۱٤٤-۱۲۷.

مهدوی، ابوالقاسم و ملک شاهیان، مهران (۱۳۸۳)، بررسی مزیت نسبی محصولات صادراتی صنعت پتروشیمی ایران، *پژوهش های اقتصادی ایران*، شماره ۲۱، صفحه ۹۱-۱۱۳.

هاسمن، ریکاردو، هیدالگو، سزار، بوستوس،سباستیان، کوسیا، مایکل، چانگ، سارا، جیمنز، جوان، سیموئس، الکساندر و یلدریم، محمد (۲۰۱۳). *اطلس پیچیدگی اقتصادی، نقشه راه شکوفایی*. ترجمه و تالیف بهروز شاهمرادی (۱۳۹۷). چاپ اول. تهران: شرکت چاپ و نشر بازرگانی

هیدالگو، سزار (۲۰۱۵). *چرا اطلاعات رشد می یابد*. ترجمه بهروز شاهمرادی(۱۳۹۵). چاپ اول. تهران: مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور.

A. A. Thompson, A. J. Strickland and J. Gambel, Crafting and Executing Strategy, Mc-Graw-Hill, 2005

Abdon, A., & Felipe, J. (2011). The Product Space: What Does It Say About the Opportunities for Growth and Structural Transformation of Sub-Saharan Africa?. Levy Economics Institute, Bard college. Working Paper No. 670

Acha, V. (2000, January). The role of technological capabilities in determining performance: the case of the upstream petroleum industry. In The DRUID Conference on Industrial Dynamics, Hillerφd.

Afuah, A. (2002). Mapping technological capabilities into product markets and competitive advantage: the case of cholesterol drugs. Strategic Management Journal, 23(2), 171-179.

Azad, S. I., Banouei, A. A., & Moradkhani, N. (2010, June). Quantitative Analysis of Services and Subservice sectors in the İranian Economy. In the 18th international input-output Conference, Sydney, Australia.

Bell, M., & Pavitt, K. (1995). The development of technological capabilities. Trade, technology and international competitiveness, 22, 69-101

Bennett, International technology transfer: perceptions and reality of quality and reliability, Journal of Technology Management. 15, 410-415, 2004.

Bogetic, Z., Pejovic, I., & Osorio-Rodarte, I. (2013). Expanding and Diversifying Montenegro's Exports: A Product Space Analysis. Available at SSRN 2288087.

Cantwell, J., & Zhang, Y. (2009). The coevolution of international business connections and domestic technological capabilities: lessons from the Japanese catch-up experience. Transnational Corporations, 18(2), 37.

Chiesa, V. & Manzini, R. Organizing for technology collaborations: a managerial perspective, R&D management, 28(3), 199212, 1998.

Criscuolo, P., & Narula, R. (2008). A novel approach to national technological accumulation and absorptive capacity: aggregating Cohen and Levinthal. The European Journal of Development Research, 20(1), 56-73.

Erkan, B., & Yildirimci, E. (2015). Economic Complexity and Export Competitiveness: The Case of Turkey. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 195, 524-533.

Figueiredo, P. N. (2003). Learning, capability accumulation and firms differences: evidence from latecomer steel. Industrial and corporate change, 12(3), 607-643.

Fortunato, P., Razo, C., & Vrolijk, K. (2015). Operationalizing the Product Space: A Road Map to Export Diversification (No. 219). United Nations Conference on Trade and Development.

G. Marcelle, Technological Learning: A Strategic Imperative for Firms in the Developing World, Cheltenham: Edward Elgar Publishing Limited, 2004.

Hausman, R. (2015). Secret of Economic Growth Retrieved 2018 from https://www.youtube.com/watch?v=2FeugaLv5Bo

Hausmann, R. (2014). Mismeasure of technology. Retrieved 2017 from the world's opinion page, https://www.project-syndicate.org/commentary/ricardo-hausmann-explains-why-technological-diffusion-does-not-occur-according-to-economic-theory?barrier=accesspaylog

Hausmann, R., Cunningham, B., Matovu, J. M., Osire, R., & Wyett, K. (2014). How should Uganda grow?.(CID Working Paper No. 275. Retrieved from http://vixra.org/pdf/۱۳۰۱/۰۱۸۲v1.pdf

Hausmann, R., Hidalgo, C. A. (2013, February). Diversification and Structural Transformation for Growth and Stability in Low-Income Countries: The Atlas of Economic Complexity Mapping Paths to Prosperity. www.cid.harvard.edu/atlas

Hobday, M. (2002). Technology needs assessment (TNA) for developing countries. UNIDO and the World Summit on Sustainable Development, United Nations Industrial Development Organization, Vienna.

Inoua, S. (2016). On the Complexity Approach to Economic Development. Retrieved 2018 from http://vixra.org/pdf/1301/0182v1.pdf

Ivanova, Inga & Strand, Øivind & Kushnir, Duncan & Leydesdorff, Loet, 2017. "Economic and technological complexity: A model study of indicators of knowledge-based innovation systems," Technological Forecasting and Social Change, Elsevier, vol. 120(C), pages 77-89.

Canh, N. P., & Thanh, S. D. (2022). The Dynamics of Export Diversification, Economic Complexity and Economic Growth Cycles: Global Evidence. Foreign Trade Review, 57(3), 234 260. https://doi.org/10.1177/0015732520970441

K. Xu and X. Li, “Technological innovation from imitation in latecomer firms: evidence from China’s auto firms,” Innovation and Development, p. 161–173, 2014.

K. Z. Zhou and C. B. Li, “How strategic orientations influence the building of dynamic capability in emerging economies,” Journal of Business Research, p. 224–231, 2010.

Kim, L. (1997). Imitation to innovation: The dynamics of Korea's technological learning. Harvard Business Press.

Kim, L. (1999). Building technological capability for industrialization: analytical frameworks and Korea's experience. Industrial and corporate change, 8(1), 111-136.

L. Kim, “Stages of Development of industrial Technology in a LDC: A model,” Research Policy, vol. 9, pp. 254-277, 1980.

L. Kim, Imitation to Innovation: the Dynamics of Korea’s Technological Learning, Boston: Harvard Business School Press, 1997.

Lall, S. (1992). Technological capabilities and industrialization. World development, 20(2), 165-186.

Latip, N. A. M. (2012). The impact of technological capability on power, trust and inter-firm relationship performance (Doctoral dissertation, University of Southern Queensland).

Lee, Jinjoo., Bae, Zong-tae., & Choi, Dong-kyu . (1988) “Technology Development Processes: A Model for a Developing Country with a Global Perspective.” R&D Management, Vol. 18, No. 3, pp. 235-250

M. Cimoli and G. Porcile, “Sources of learning paths and technological capabilities:an introductory roadmap of development processes,” Economics of Innovation and New Technology, vol. 18, p. 675–694, 2009.

M. Fujita, Exploiting Linkages for Building Technological Capabilities: Vietnam’s Motorcycle Component Suppliers Under Japanese and Chinese Influence, New York: Springer, 2013

M. Hobday, “East Asian Latecomer Firms: Learning the Technology of Electronics,” World development, vol. 23, p. 1171–1193, 1995

M. Kiamehr, “Paths of technological capability building in complex capital goods: The case of hydro electricity generation systems in Iran,” Technological Forecasting & Social Change, pp. 1-16, 2016.

Marcelle, G. M. (2004). Technological learning: A strategic imperative for firms in the developing world. Edward Elgar Publishing. Marketing Science, 43(2), 181-199.

N. Forbes and D. Wield, From Followers to Leaders: Managing technology and innovation in newly industrializing countries, 2nd ed., New York: Routledge, 2003.

Nepelski, D. and De Prato, G. (2020), “Technological complexity and economic development”, Review of Development Economics, Vol. 24 No. 2, pp. 448-470.

Ortega, M. J. R. (2010). Competitive strategies and firm performance: Technological capabilities' moderating roles. Journal of Business Research, 63(12), 1273-1281.

Pugliese, E., Chiarotti, G. L., Zaccaria, A., & Pietronero, L. (2014). The Discernment of Heterogeneous Country Industrialization Patterns through Economic Complexity.

Radosevic, Slavo, International technology transfer and catch-up in economic development, Edward Elgar, 1999

Reed, F. M., & Walsh, K. (2002). Enhancing technological capability through supplier development: a study of the UK aerospace industry. IEEE Transactions on Engineering Management, 49(3), 231242.

Saad, Mohammad, Technology transfer projects in developing countries-furthering the project management perspective, International of Journal of project management 20, 617-625, 2002.

Shahmoradi, B., Hafezi, R. & Chiniforooshan, P. Industrial Development Policies Based on Economic Complexity Under Plausible Scenarios: Case of Iran 2027. J Knowl Econ (2023). https://doi.org/10.1007/s13132-023-01354-1

Song, M., Droge, C., Hanvanich, S., & Calantone, R. (2005). Marketing and technology resource

Teece, D. J., Pisano, G., & Shuen, A. (1997). Dynamic capabilities and strategic management. Strategic management journal, 509-533.

Utterback J. M (1994), Mastering the Dynamics Innovation. Cambridge, MA: Harvard Business School Press.

Wang, Y., Lo, H. P., Zhang, Q., & Xue, Y. (2006). How technological capability influences business performance: an integrated framework based on the contingency approach. Journal of Technology Management in China, 1(1), 27-52.

Wilden, R., & Gudergan, S. P. (2015). The impact of dynamic capabilities on operational marketing and technological capabilities: investigating the role of environmental turbulence. Journal of the Academy of

Wook Kim, S. (2006). The effect of supply chain integration on the alignment between corporate competitive capability and supply chain operational capability. International Journal of Operations & Production Management, 26(10), 1084-1107.