

## بررسی روابط معنایی میان موضوعات مطرح در مدارک علمی فارسی در حوزه گرمایش جهانی

فاطمه مکی زاده<sup>۱</sup>، محمد توکلی زاده راوری<sup>۲</sup>؛ مرضیه دانا<sup>۳</sup>

۱- استادیار گروه علم اطلاعات و دانش‌شناسی دانشگاه یزد

۲- استادیار گروه علم اطلاعات و دانش‌شناسی دانشگاه یزد

۳- کارشناسی ارشد علم سنجی دانشگاه یزد

### چکیده

هدف اصلی پژوهش حاضر بررسی روابط معنایی میان موضوعات مطرح در مدارک علمی فارسی در حوزه گرمایش جهانی می‌باشد. این پژوهش، تحلیل هم‌رخدادی واژگان را از طریق فنون تحلیل شبکه‌های اجتماعی و خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی مورد توجه قرار داده است. طبقه‌بندی موضوعات با استفاده از روش خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی "پیوند درون‌گروهی" و میزان شباهت موضوعی مدارک مرتبط با محاسبه شاخص دربردارندگی مشخص شده است. جامعه آماری شامل تمامی مقاله‌های مجله‌ها (۲۰۳ مقاله) و پایان‌نامه‌های فارسی (۲۵۶ پایان‌نامه) در حوزه گرمایش جهانی است که به ترتیب در پایگاه استنادی علوم جهان اسلام (آی‌اس‌سی) و پایگاه پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک) در بازه زمانی ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۲ نمایه شده‌اند.

یافته‌ها نشان می‌دهد که روند رشد تولیدات علمی در حوزه گرمایش جهانی در فاصله سال‌های ۱۳۹۲-۱۳۸۳ دارای سیر صعودی است. دو نمودار خوشه‌ای ماحصل سنجش هم‌رخدادی بین موضوعات در زمینه گرمایش نشان می‌دهند که تعداد اصطلاحات موضوعی مقاله‌ها ۷۷ موضوع است که در ۱۴ خوشه قرار گرفته‌اند و نیز تعداد اصطلاحات به دست آمده از پایان‌نامه‌ها ۹۷ موضوع است که در ۱۹ خوشه قرار گرفته‌اند. در نمودار روابط سلسله‌مراتبی موضوعات پایان‌نامه‌ها دو موضوع "گازهای گلخانه‌ای و تغییرات دمایی" و در نمودار روابط سلسله‌مراتبی موضوعات مقاله‌ها دو موضوع "گازهای گلخانه‌ای و تغییر اقلیم" زمینه اصلی کل موضوعات هستند. محاسبه شاخص دربردارندگی نشان داد که ۳۷ درصد از موضوع‌های مقاله‌ها در پایان‌نامه‌ها وجود دارد. از لحاظ ساختار خوشه‌بندی، این دو نوع مدرک نیز شباهتی در اندازه صفر داشتند. شباهت بین اعضای شبکه‌های آگوی موضوعات پرنفوذ به جز مورد "مدیریت انرژی" بقیه موارد تقریباً بستگی زیادی به هم داشتند. موضوعات هسته در زمینه گرمایش جهانی عبارتند از: "گازهای گلخانه‌ای، تغییر اقلیم، تغییرات دمایی، پوشش گیاهی، دی‌اکسیدکربن، شبیه‌سازی انرژی، آلایندگی‌های زیست محیطی، مدیریت انرژی، تولیدات کشاورزی، ترسیب کربن، ارزیابی اقتصادی، مصرف انرژی، مدیریت منابع آب، مدل‌گردش عمومی جو، مصالح ساختمانی". به طور کلی، تحلیل هم‌رخدادی واژگان می‌تواند به درک ساختار روابط موضوعی در یک حوزه کمک کند. بنابراین با استفاده از نتایج برگرفته از این پژوهش می‌توان از وضعیت جاری، موضوعات پژوهشی و رابطه بین آنها، اصطلاحات مهم حوزه گرمایش جهانی تحلیل‌های واضح و قابل قبولی را ارائه داد. و در عرصه سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی علم در این حوزه نقش مهمی را ایفا کرد.

**واژگان کلیدی:** خوشه‌بندی، گرمایش جهانی، نقشه علم، روابط معنایی، تحلیل هم‌رخدادی واژگان، تحلیل شبکه‌های اجتماعی.

## مقدمه

گرمایش جهانی در حقیقت افزایش میانگین درجه حرارت زمین در نزدیکی سطح آن است. تشدید روزافزون معضلات زیست محیطی همچون گرمایش جهانی، کاهش منابع آب و نابودی تنوع زیستی در قرن آتی، به یکی از مهمترین دغدغه‌های بسیاری از کشورهای جهان و سازمانهای بین‌المللی تبدیل شده است. این بحرانها به قدری گسترش یافته‌اند که دیگر راهی جز پیشگیری از شدت این تغییرات برای بشر نمانده است. این پدیده تأثیرات بسیار متفاوتی بر روی اجزاء مختلف سیستم کره زمین داشته و با روند رو به رشد خود طی سالهای آتی مشکلات بسیاری را برای موجودات زنده در پی خواهد داشت (خوش اخلاق و دیگران، ۱۳۹۴).

از دیرباز بحث روابط معنایی بین اصطلاحات موضوعی در حوزه‌های مختلف علم مورد توجه بوده است. این روابط می‌تواند معنا و محتوای یک حوزه از علم را مشخص سازد. فنون یا رویکردهای متعددی می‌تواند روابط بین موضوعات یک حوزه از علم را مشخص کند. نمونه‌ای از این رویکردها خوشه‌بندی و تحلیل شبکه‌های اجتماعی است. این فنون با تحلیل روابط درون واژگانی امکان درک محتوای یک حوزه از دانش را ممکن می‌سازند. یکی از روش‌های تحلیل واژگانی بررسی هم‌رخدادی اصطلاحات موجود در مدارک مرتبط با حوزه مورد مطالعه است. در این روش مهم‌ترین کلمات یا کلمات کلیدی مدارک برای مطالعه ساختار مفهومی یک حوزه دانش استفاده می‌شود. هم‌رخدادی کلیدواژه‌ها در عنوان، چکیده یا متن مقالات بررسی می‌شود. این هم‌رخدادی، میزان ارتباط شناختی میان یک مجموعه مدارک را نشان می‌دهد. بر اساس روش تجزیه و تحلیل هم-رخدادی واژگان، می‌توان موضوعات علمی را استخراج و ارتباط میان آن‌ها را به صورت مستقیم از محتوای موضوعی کشف کرد (کالون، لو و ریپ<sup>۱</sup>، ۱۹۸۶، نقل در صدیقی، ۱۳۹۳). شناسایی و اولویت‌بندی موضوعی پژوهش‌ها در حوزه گرمایش جهانی حائز اهمیت است. به عبارتی برخورداری پژوهشگران از منطق علمی (اطلاعات کمی-

کیفی) حافظ چارچوب‌هایی است که هر سیستم برای تعالی پژوهشگران باید از آن تبعیت کند؛ لذا بررسی پژوهش‌های انجام شده در این حوزه، توصیف چگونگی پژوهش‌ها، گرایش‌های موضوعی و پژوهشی خلاءهای موجود را شناسایی می‌کند و باعث ارتقای پژوهش‌های پیش رو، آسیب‌شناسی و ممانعت از موازی‌کاری در پژوهش‌های آینده خواهد شد؛ همچنین تلفیق نتایج پژوهشی و دستیابی به نتایجی مشترک نیز در ارائه راهبردهایی در حوزه مسائل گرمایش جهانی مؤثر است و این امر از یک سو درک و فهم حقیقی مشکلات اساسی را میسر می‌کند و از سوی دیگر پژوهشگران را یاری می‌نماید تا با دقت نظر و تیزبینی، ضمن داشتن پایه‌های نظری محکم و علمی، اطلاعات پژوهشی را بررسی نمایند.

بنابراین لازم است که جهت بهره‌وری بیشتر از قابلیت‌های پژوهشی و همچنین ارائه پیشنهادهایی به منظور کمک به مدیران در سیاست‌گذاری علمی در حوزه گرمایش جهانی، تصویری از ساختار علمی این حوزه در ایران مشخص شود. از این رو مسئله این پژوهش نامشخص بودن روابط بین موضوعات مطرح در متون مرتبط به حوزه گرمایش جهانی در مدارک علمی (زبان فارسی) ایران است. به عبارتی مشخص نیست که گرایشها و دسته‌های موضوعی مطرح در متون مرتبط به این حوزه چگونه است. خوشه‌های موضوعی شکل گرفته در نقشه علمی بروندادهای نویسندگان کدامند. چه موضوعاتی مورد توجه بوده و چه موضوعاتی به مرور زمان اهمیت خود را از دست داده‌اند. اولویت‌های پژوهشی در این حوزه چیست.

## هدف پژوهش:

هدف اصلی پژوهش حاضر بررسی روابط معنایی میان موضوعات مطرح در مدارک علمی فارسی در حوزه گرمایش جهانی و ترسیم نقشه علمی آن با استفاده از بروندادهای علمی این حوزه بر اساس روش تحلیل هم‌رخدادی واژگان می‌باشد.

به منظور دستیابی به هدف پژوهش، در این مقاله سعی می‌شود به پرسش‌های زیر پاسخ داده شود:

حوزه مدیریت دانش، میلوجویک<sup>۵</sup> و لیدسدورف<sup>۶</sup> (۲۰۱۳) در زمینه پژوهش‌های سنجشی، آربارت<sup>۷</sup> و دیگران (۲۰۱۳) در زمینه اکولوژی، لیو<sup>۸</sup> و همکاران (۲۰۱۴) در زمینه تعامل انسان و کامپیوتر، راویکومار<sup>۹</sup> و همکاران (۲۰۱۴) در حوزه علم سنجی، اگری<sup>۱۰</sup> (۲۰۱۴) در حوزه محیط زیست، جان<sup>۱۱</sup> و دیگران (۲۰۱۴) در حوزه تجارت و محیط زیست، هو<sup>۱۲</sup> و دیگران (۲۰۱۵) در زمینه ارزیابی چرخه حیات. و در ایران؛ افقهی و باقری (۱۳۸۷) به بررسی روند موضوعی تحقیقات رشته کتابداری و اطلاع‌رسانی بر اساس اسنادهای ۲۰۰۵-۱۹۹۶ در مقالات سالنامه آریست بین سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۶ پرداختند نتایج نشان داد که بیشترین گرایش به موضوع «ذخیره و بازیابی اطلاعات کامپیوتری» با فراوانی ۸۳۹ (۱۸ درصد) و کمترین گرایش به «ساختمان کتابخانه» با فراوانی ۱ (۰.۲ درصد) است. تیمور پور و دیگران (۱۳۸۸) در حوزه فناوری نانو، توکلی زاده راوری و نجابتیان (۱۳۸۹) در زمینه روانشناسی، صدیقی و جلالی منش (۱۳۹۱) در حوزه مدیریت دانش، ناصری جزه، طباطبائیان و فاتح راد (۱۳۹۱) در حوزه مدیریت فناوری، احمدی و کوکبی (۱۳۹۴) در زمینه مدیریت اطلاعات و مدیریت دانش با استفاده از تحلیل هم‌رخدادی واژگان به تحلیل موضوعات پرداختند. در مجموع، بررسی پیشینه‌ها نشان می‌دهد که تحلیل هم‌رخدادی واژگان روشی مناسب برای ترسیم ساختار علم و ترسیم نقشه‌های موضوعی است و در حوزه‌های گوناگون از این روش برای خوشه‌بندی زمینه‌های موضوعی اصلی و ترسیم نقشه‌های موضوعی استفاده شده است و کارهای تحلیلی مناسبی نیز انجام شده است. اما تا کنون پژوهش مستقل و جامعی، به منظور مطالعه روند پژوهش در حوزه گرمایش جهانی انجام نشده است. این پژوهش در صدد است با نگاهی تحلیلی زمینه‌های پژوهشی و خوشه‌بندی زمینه‌های موضوعی اصلی حوزه گرمایش

۱. روند پژوهش و رشد تولیدات علمی در حوزه گرمایش جهانی در پایان‌نامه‌ها و مقاله‌ها چگونه است؟  
 ۲. دسته بندی (خوشه‌بندی) موضوعات در حوزه گرمایش جهانی در پایان‌نامه‌ها و مقاله‌ها بر چه توزیعی منطبق است؟  
 ۳. شباهت واژگانی پایان‌نامه‌ها و مقاله‌ها در زمینه گرمایش جهانی چه میزان است؟  
 ۴. ساختار خوشه‌های موضوعی پایان‌نامه‌ها و مقاله‌ها در زمینه گرمایش جهانی چه میزان با هم شباهت دارد؟  
 ۵. اعضای شبکه آگوی<sup>۱</sup> (خصوصی) موضوعات پر اهمیت در پایان‌نامه‌ها و مقاله‌ها در زمینه گرمایش جهانی چه میزان با هم شباهت دارند؟  
 ۶. موضوعات هسته در حوزه گرمایش جهانی در پایان‌نامه‌ها و مقاله‌ها از نگاه پارامترهای تحلیل شبکه‌های اجتماعی کدامند؟

### پیشینه پژوهش

روش هم‌رخدادی واژگانی اولین بار برای ترسیم پویایی علم پیشنهاد شد. کالون و دیگران (۱۹۸۶) کتابی تحت عنوان «ترسیم دینامیک علم و فناوری» منتشر نمودند که کار برجسته‌ای در زمینه تحلیل هم‌واژگانی بشمار می‌رود. پس از انتشار این کتاب، روش تحلیل هم‌واژگانی در پژوهش‌های محققان کشورهای مختلف به نحو قابل ملاحظه‌ای مورد توجه قرار گرفته است. برای مثال، چن<sup>۲</sup> و همکارانش (۲۰۰۸) با تحلیل متن و ارجاعات مقاله‌ها منتشر شده در سالهای ۱۹۸۵ تا ۲۰۰۷ مرتبط با مهندسی دانش، ساختارهای مفهومی موضوعات این حوزه را با تحلیل خوشه بندی مشخص کرده و با استفاده از نقشه‌های مفهومی و دیداری‌سازی شبکه، الگوهای برجسته و روندهای در حال ظهور آن را نشان داده‌اند. همچنین سو و لی<sup>۳</sup> (۲۰۱۱) در حوزه نانو کامپوزیت‌های هادی، لی و چن<sup>۴</sup> (۲۰۱۲) در

<sup>5</sup> Milojevic

<sup>6</sup> Leydesdorf

<sup>7</sup> R. Borrett

<sup>8</sup> Liu

<sup>9</sup> Ravikumar

<sup>10</sup> Xie

<sup>11</sup> Jun

<sup>12</sup> Hou

<sup>1</sup> Ego

<sup>1</sup> Chen

<sup>3</sup> Lee and Su

<sup>3</sup> Lee and chen

جهانی را به کمک روش تحلیل هم‌رخدادی واژگان، شناسایی نماید.

### روش پژوهش:

پژوهش حاضر توصیفی با رویکرد علم‌سنجی انجام شده است. و از طریق هم‌رخدادی واژگانی، خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی و فنون تحلیل شبکه‌های اجتماعی به بررسی روابط معنایی میان موضوعات مطرح در مدارک علمی فارسی در حوزه گرمایش جهانی می‌پردازد.

جامعه آماری پژوهش شامل تمامی مقاله‌های مجله‌ها و پایان‌نامه‌های فارسی حوزه گرمایش جهانی است که به ترتیب در "پایگاه استنادی علوم جهان اسلام" و "پایگاه پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران" در بازه زمانی ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۲ نمایه شده‌اند. در روش تحلیل هم‌رخدادی، از «متن کامل مدارک» یا از «عنوان و چکیده مدارک» برای تحلیل استفاده می‌شود. گرچه تحلیل کل متن مدارک، نتایج دقیق‌تری را در پی خواهد داشت اما به دلیل در دسترس نبودن نرم افزار متن‌کاوی در این پژوهش، از عنوان و چکیده منابع برای تحلیل‌ها استفاده شد.

اجرای این پژوهش در چند مرحله صورت گرفت که به تفصیل در ذیل شرح داده می‌شود:

مرحله نخست جمع‌آوری داده‌ها: در این مرحله، با جستجوی واژه «گرمایش جهانی» و واژه‌های مرتبط نظیر «گرمایش زمین» و «گرم شدن کره زمین» استفاده شد و مدارک مرتبط از میان یافته‌های جست‌وجو انتخاب شدند. در نهایت ۲۰۳ مقاله و ۲۵۶ پایان‌نامه شناسایی شد.

مرحله دوم استخراج کلیدواژه‌ها: در این مرحله کلیدواژه‌های نویسندگان به صورت دستی استخراج و به مدارکی که فاقد کلیدواژه بود، با توجه به عنوان مدارک کلیدواژه اختصاص داده شد.

مرحله سوم یکدست‌سازی کلیدواژه‌ها: پس از جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز، با توجه به حجم زیاد کلیدواژه‌ها و مشکلات زبان کنترل نشده، لازم بود نوعی کنترل و یکدست‌سازی روی کلیدواژه‌ها صورت گیرد. از این‌رو، نیاز به یک روندی احساس شد که بتوان مشکل عدم یکدست‌سازی را حل نموده و این گستردگی را کاهش داد

به عبارتی دیگر نوعی نرمال‌سازی<sup>۱</sup> باید انجام می‌گرفت. از پیش‌نیازهای یکدست‌سازی کلیدواژه‌ها، در اختیار داشتن اصطلاحنامه حوزه مورد بررسی است. اصطلاحنامه، مجموعه‌ای از لغات به همراه تعاریف و روابط میان آنها و یک ابزار مناسب برای نمایش دانش استخراج شده از یک مجموعه متون است (مشکانی ناظمی، ۱۳۸۸، نقل شده در حاضری و دیگران ۱۳۹۴). در پژوهش حاضر به دلیل عدم وجود یک اصطلاحنامه کامل در حوزه گرمایش جهانی از فهرست سرعنوانهای موضوعی فارسی و نیز از نظر استادان و متخصصان این حوزه استفاده شد. گاهی نیز برای شناسایی مفهوم برخی از کلیدواژه‌ها جستجوهای در اینترنت صورت گرفت.

مرحله چهارم تشکیل ماتریس هم‌رخدادی: برای تشکیل ماتریس هم‌رخدادی با استفاده از نرم‌افزار راور ماتریس (توکلی‌زاده راوری، ۱۳۹۳)، تعداد ۷۸ کلیدواژه برای مقاله‌ها و تعداد ۹۷ کلیدواژه برای پایان‌نامه‌ها که دارای بیشترین رخداد (سه و بیش از سه بار به کار رفته بود) بودند، انتخاب شدند. ماتریس هم‌رخدادی این موضوعات به تفکیک مقاله‌ها و پایان‌نامه‌ها در نرم‌افزار راور ماتریس تهیه و نتیجه محاسبه این هم‌رخدادی در یک ماتریس مربع، معروف به ماتریس هم‌رخدادی آورده شد. جدول ۱ نمونه‌ای از یک ماتریس ۵ در ۵ را نشان می‌دهد.

نقطه تلاقی دو ستون افقی و عمودی، بسامد مدارکی (بسامد هم‌رخدادی) است که دو اصطلاح مورد نظر هم‌زمان در آنها وجود دارد. به طور مثال اگر در جدول ۱ از ردیف پنجم «اکوسیستم» و از ستون «دوم آمایش» انتخاب شود، مشاهده می‌شود که ۴ مدرک در آن مجموعه وجود داشته است که هم‌زمان حاوی این دو اصطلاح بوده‌اند.

مرحله پنجم خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی: در ادامه به کمک نرم‌افزار SPSS با استفاده از روش "پیوند درون گروهی"<sup>۲</sup> نمودار سلسله‌مراتبی دو گروه داده‌ها ترسیم شد. روش خوشه‌بندی "پیوند درون گروهی" برای ترکیب خوشه‌ها در این تحقیق مناسب‌تر تشخیص داده شد. در این روش سعی می‌شود مشاهدات طوری در خوشه‌ها قرار

1. Normalized

2. Within-groups linkage

گیرند که معدل فاصله نقاط داخل خوشه‌ها از یکدیگر به کمترین مقدار برسد.

جدول ۱- نمونه‌ای از یک ماتریس هم‌رخدادی ۵×۵

اکوسیستم	انرژی	ارزیابی اقتصادی	آمایش	آلاینده‌ها	آلاینده‌ها
۰	۲	۰	۰	۱۰	آلاینده‌ها
۴	۰	۰	۴	۰	آمایش
۰	۰	۱۲	۰	۰	ارزیابی اقتصادی
۰	۰	۱۰	۰	۲	انرژی
۴	۰	۰	۴	۰	اکوسیستم

فرمول ۲: مرحله اول (مقایسه خوشه‌بندی  $i$  با  $j$ )

$$\frac{\int ID(t_i; t_j)}{n(i)}$$

فرمول ۳: مرحله دوم (مقایسه خوشه‌بندی  $j$  با  $i$ )

$$\frac{\int ID(t_j; t_i)}{n(j)}$$

اگر  $i$  را معادل خوشه‌های مقاله‌ها و  $j$  را معادل خوشه‌های پایان‌نامه‌ها بدانیم، برای سنجش شباهت خوشه‌بندی مقاله‌ها با پایان‌نامه‌ها از فرمول ۲ و بر عکس از فرمول ۳ استفاده شد. این کار عملاً میزان شباهت ساختار هم‌جواری این دو را مشخص ساخت. از آنجا که نتیجه این فرمول‌ها، عددی بین صفر و یک است، با ضرب آن در ۱۰۰، می‌توان درصد شباهت را محاسبه کرد (ذوالفقاری و دیگران، زودآیند).

مرحله هفتم: تعیین موضوعات هسته و ترسیم نقشه روابط موضوعی: برای تعیین پرنفوذترین موضوعات در زمینه گرمایش جهانی بر اساس سنجش مرکزیت بینابینی از نرم افزار یو.سی.آی.نت (نسخه ۶/۵۱۰) استفاده شد. مرکزیت بینابینی، نقطه‌ای است که بینابین بسیاری از جفت نقاط دیگر باشد در واقع نقاطی واسطه‌ای هستند که راه‌های ارتباطی نقاط دیگر از آنها می‌گذرد مرکزیت بینابینی به طور خلاصه عبارت است از تعداد اصطلاحاتی در شبکه که یک اصطلاح به طور غیر مستقیم از طریق خطوط مستقیم به آنها متصل شده است (عصاره و دیگران ۱۳۹۱). علاوه بر تعیین پرنفوذترین موضوعات برای هر یک از ۷ اصطلاحی که در بالاترین مرکزیت بینابینی قرار داشتند، نقشه شبکه خصوصی (اگو) ترسیم شد. وقتی که روی یک عامل (در اینجا

مرحله ششم تعیین شاخص دربردارندگی: برای سنجش شباهت بین واژگان موضوعی حاصل از پایان‌نامه‌ها و مقاله‌ها از شاخص دربردارندگی استفاده شد. این شاخص را می‌توان یک شاخص نامتقارن دانست که شباهت دو دسته را به صورت یک طرفه نشان می‌دهد. پیش فرض این شاخص این است که شباهت الف با ب مساوی با شباهت ب با الف نیست. اساس کار آن فرمول زیر است: (ماکرهچی<sup>۱</sup>، ۲۰۱۱) فرمول ۱: محاسبه شاخص شباهت

$$ID(t_i; t_j) = \frac{\|t_i \cap t_j\|}{\|t_j\|} = \frac{n(t_i, t_j)}{n(t_j)}, \quad ID(t_i; t_j) \neq ID(t_j; t_i)$$

$ID(t_i; t_j)$ : شاخص شباهت (تبعیت) خوشه  $i$  به خوشه  $j$

$\|t_i \cap t_j\|$ : مجموع اشتراکات خوشه  $i$  و خوشه  $j$

$\|t_j\|$ : مجموع اعضای خوشه  $j$

$n(t_i, t_j)$ : تعداد مولفه‌های مشترک  $t_i$  و  $t_j$

$n(t_j)$ : تعداد مولفه‌های  $t_j$

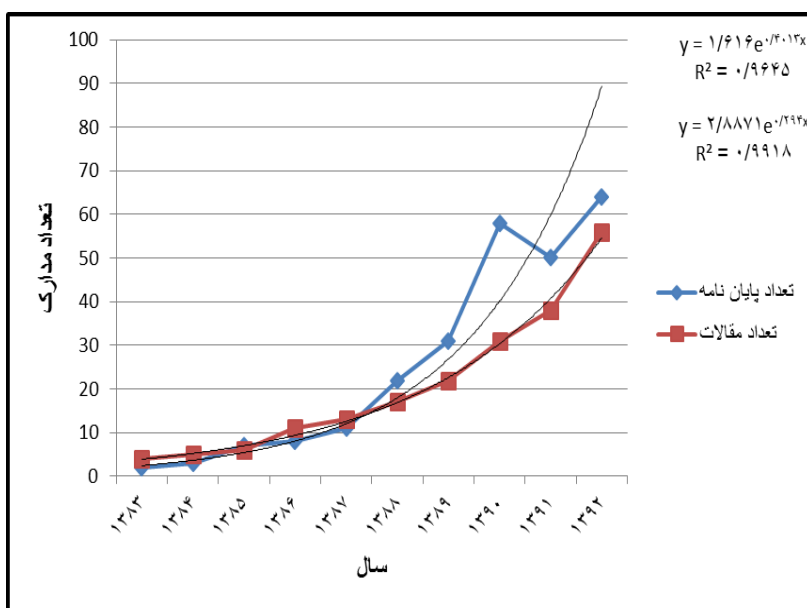
برای محاسبه شباهت ساختار هم‌جواری بین دو خوشه‌بندی موضوعی که از مقاله‌ها و پایان‌نامه‌ها حاصل شده بود، فرمول شاخص دربردارندگی در دو مرحله بسط داده شد: در مرحله اول  $\int ID(t_i; t_j)$  (مجموع شباهت خوشه‌های خوشه‌بندی  $i$  با خوشه‌بندی  $j$ ) و در مرحله بعد،  $\int ID(t_j; t_i)$  (مجموع شباهت خوشه‌های خوشه‌بندی  $j$  با خوشه‌بندی  $i$ ) محاسبه شد. در مرحله اول، پس از محاسبه مجموع شباهت‌ها، نتیجه به دست آمده بر تعداد خوشه‌های خوشه‌بندی  $i$  و در مرحله دوم، نتیجه حاصل از شباهت  $j$  به  $i$  بر تعداد خوشه‌بندی  $j$  تقسیم شد.

<sup>1</sup>. Makrehchi

### یافته‌ها

مقایسه روند پژوهش و رشد تولیدات علمی در حوزه گرمایش جهانی در مقاله‌ها و پایان‌نامه‌ها نتایج حاصل از تحلیل داده‌ها نشان داد روند رشد تولیدات علمی در حوزه گرمایش جهانی در فاصله سال‌های ۱۳۹۲-۱۳۸۳ دارای سیر صعودی است.

اصطلاح موضوعی) در شبکه تمرکز شود، آن عامل اصطلاحاً آگو نامیده می‌شود. شبکه خصوصی یک عامل زمانی ایجاد می‌شود که در یک شبکه، تنها آن عامل و عامل‌هایی که مستقیماً به آنها ارتباط دارند، حضور پیدا می‌کنند (بورگاتی و فوستر، ۲۰۰۳). نهایتاً نقشه روابط موضوعی با استفاده از نقشه روابط موضوعی کلیدواژه‌ها ترسیم شد.



نمودار ۱- روند رشد تولیدات علمی در حوزه گرمایش جهانی در مقالات و پایان‌نامه‌ها در بازه زمانی ۱۳۸۳-۱۳۹۲

### خوشه‌بندی موضوعات در حوزه گرمایش جهانی در

#### پایان‌نامه‌ها و مقاله‌ها

به منظور تعیین دسته‌های موضوعی دو گروه (مقاله‌ها و پایان‌نامه‌ها)، نمودار روابط سلسله مراتبی آنها با روش خوشه‌بندی "پیوند درون گروهی" ترسیم شد.

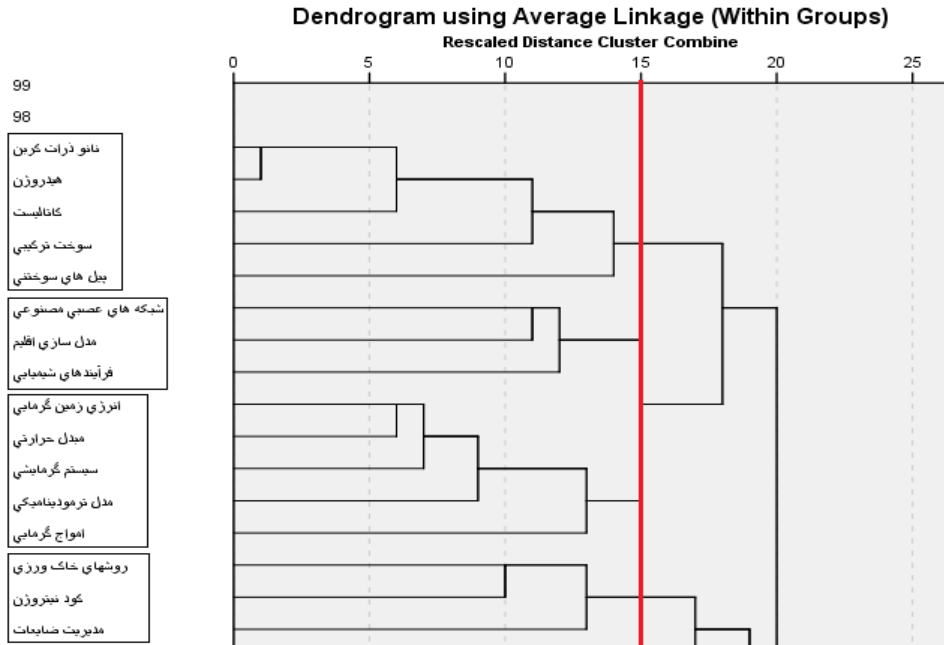
در نمودارهای ۲ و ۳ خطوطی که در فاصله ۱۵ بر نمودارها عمود شده است خط شاخص تفسیر است که توسط متخصص موضوعی رسم شده است. مستطیل‌ها نشان دهنده دسته‌های بوجود آمده بر اساس این خوشه‌بندی هستند.

اطلاعات به دست آمده از نمودارهای ۲ و ۳ نشان می‌دهند که تعداد اصطلاحات موضوعی پایان‌نامه‌ها ۹۷ موضوع است که در ۱۹ خوشه قرار گرفته‌اند و نیز تعداد اصطلاحات به دست آمده از مقاله‌ها ۷۷ موضوع است که در ۱۴ خوشه قرار گرفته‌اند. در نمودار ۲ دو موضوع "آلاینده‌های زیست

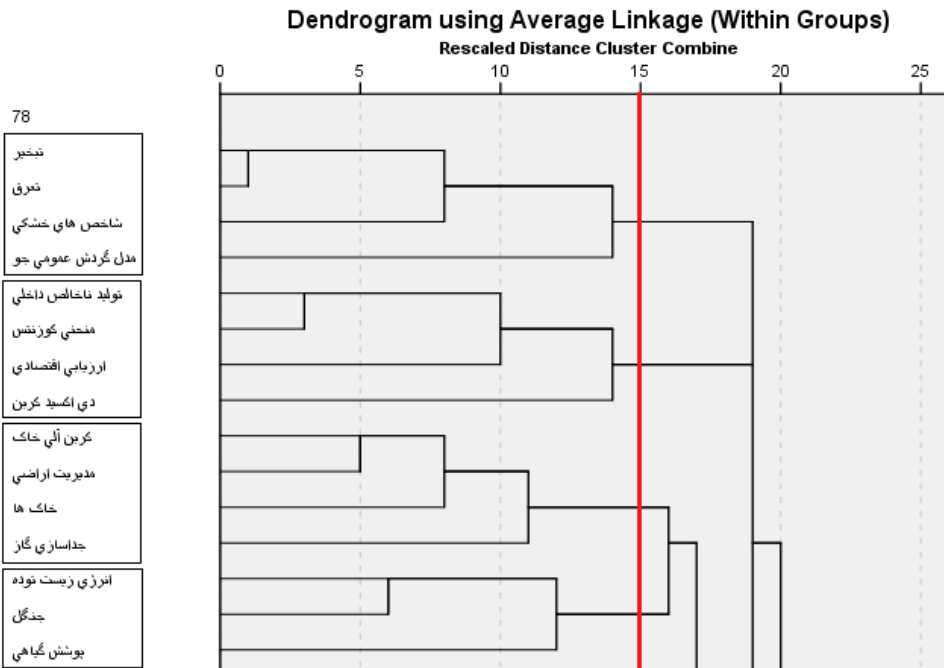
همان‌گونه که در نمودار ۱ منعکس شده، روند رشد تولیدات علمی در این حوزه از یک رابطه نمایی برخوردار است. اگر لگاریتم طبیعی یک را به توان نمای تابع، یعنی  $0.294$  برسانیم عدد  $1/341$  حاصل می‌شود که برابر با ضریب رشد تعداد مقالات هر سال نسبت به سال قبل از آن است. به عبارتی، تعداد مقالات تولیدی هر سال  $1/341$  برابر تعداد مقالات تولید شده در سال قبل از خود است. و در مورد پایان‌نامه‌ها اگر لگاریتم طبیعی یک را به توان نمای تابع، یعنی  $0.401$  برسانیم عدد  $1/493$  حاصل می‌شود که برابر با ضریب رشد تعداد پایان‌نامه‌های هر سال نسبت به سال قبل از آن است. به عبارتی، تعداد پایان‌نامه‌های تولیدی هر سال برابر تعداد پایان‌نامه‌های تولید شده در سال قبل از خود است.

گلخانه‌ای" و "تغییر اقلیم" زمینه اصلی کل موضوعات هستند. ۵ خوشه اول هر یک از نمودارهای سلسله مراتبی پایان‌نامه‌ها و مقاله‌ها در جدول ۲ نشان داده شده‌است (اطلاعات کامل جدول در قسمت پیوست آمده است).

محیطی" و "مصرف انرژی" زمینه اصلی ۱۱ خوشه اول، و "ترسیب کربن"، "ارزیابی اقتصادی" و "پوشش گیاهی" زمینه اصلی ۱۸ خوشه اول، دو موضوع "گازهای گلخانه‌ای" و "تغییرات دمایی" زمینه اصلی کل موضوعات هستند. همچنین در نمودار ۳ دو موضوع "گازهای



نمودار ۲: قسمتی از نمودار سلسله مراتبی موضوعات مرتبط با پایان‌نامه‌ها



نمودار ۳: قسمتی از نمودار سلسله مراتبی موضوعات مرتبط با مقاله‌ها

جدول ۲- خوشه‌های موضوعی در حوزه گرمایش جهانی

مقالات			پایان‌نامه‌ها		
عنوان خوشه	اعضای خوشه	نام خوشه	عنوان خوشه	اعضای خوشه	نام خوشه
رطوبت، خشکی و گردش جو	تبخیر تعرق شاخص‌های خشکی مدل گردش عمومی جو	خوشه اول	سوخت	نانو ذرات کربن هیدروژن کانالیست سوخت ترکیبی پیل‌های سوختنی	خوشه اول
ارزیابی اقتصادی با محوریت دی‌اکسیدکربن	تولید ناخالص داخلی منحنی کوزنتس ارزیابی اقتصادی دی‌اکسید کربن	خوشه دوم	مدل‌سازی اقلیمی	شبکه‌های عصبی مصنوعی مدل‌سازی اقلیم فرآیندهای شیمیایی	خوشه دوم
مدیریت خاک	کربن آلی خاک مدیریت اراضی خاک‌ها جداسازی گاز	خوشه سوم	انرژی گرمایی	انرژی زمین گرمایی مبدل حرارتی سیستم گرمایشی مدل ترمودینامیکی امواج گرمایی	خوشه سوم
انرژی زیست توده و جنگل با محوریت پوشش گیاهی	انرژی زیست توده جنگل پوشش گیاهی	خوشه چهارم	مدیریت خاک	روشهای خاک‌ورزی کود نیتروژن مدیریت ضایعات	خوشه چهارم
عملیات ترسیب کربن	عملیات بیولوژیکی عملیات مکانیکی ترسیب کربن	خوشه پنجم	چرخه حیات و پسماندها	پسماند شهری منابع آب ارزیابی چرخه حیات	خوشه پنجم

گردش جو (۲) ارزیابی اقتصادی با محوریت دی‌اکسیدکربن (۳) مدیریت خاک (۴) انرژی زیست توده و جنگل با محوریت پوشش گیاهی (۵) عملیات ترسیب کربن (۶) رطوبت، حرارت و مصالح ساختمانی (۷) تغییرات دمایی و خشکسالی (سناریوها) (۸) برنامه‌ریزی شهری و آلاینده‌های زیست محیطی (۹) سرمایه اجتماعی و چرخه حیات (۱۰) مدل‌سازی جوی و جریان‌ات آب (۱۱) برداشت، آبیاری و شوری‌زایی در کشاورزی (۱۲) قوانین و مقررات محیط زیست (۱۳) انرژی خورشیدی و فسیلی با محوریت تولیدات کشاورزی (۱۴) مدیریت آب، انرژی و اکوسیستم. عناوین خوشه‌های بدست آمده طبقه‌بندی کلی‌تر را در حوزه گرمایش جهانی نشان می‌دهد.

عناوین خوشه‌های تشکیل شده بر اساس نمودار سلسله مراتبی پایان‌نامه‌ها عبارتند از: (۱) سوخت (۲) مدل‌سازی اقلیمی (۳) انرژی گرمایی (۴) مدیریت خاک (۵) چرخه حیات و پسماندها (۶) ژئوشیمیایی سیالات (۷) دامپروری و مرتع (۸) محیط زیست: مباحث حقوقی و توسعه (۹) اکوسیستم اراضی و خاک (۱۰) محیط زیست: مباحث اجتماعی، مدیریتی و اقتصادی (۱۱) گاز و توسعه صنعتی (۱۲) تولید انرژی، سرمایه‌گذاری و گرمایش (۱۳) سوخت، تولید و مدیریت انرژی (۱۴) رطوبت و فضای سبز (۱۵) عناصر شیمیایی و تولیدات کشاورزی (۱۶) انرژی خورشیدی و الکتریکی (۱۷) مصالح ساختمانی و نور (۱۸) گازها و عناصر فلزی (۱۹) مدل‌ها و روشهای مرتبط با بارش آب. همچنین خوشه‌های اصلی تشکیل شده مقالات عبارتند از: (۱) رطوبت، خشکی و



### مطالعه شباهت و ازگانی بین پایان‌نامه‌ها و مقاله‌ها در حوزه گرمایش جهانی

مقایسه خوشه‌های دو مورد (پایان‌نامه‌ها و مقالات) در مرحله قبل نشان می‌دهد که ۳۶ اصطلاح موضوعی بین پایان‌نامه‌ها و مقاله‌ها مشترک می‌باشند. محاسبه شاخص دربردارندگی نشان می‌دهد که ۳۷ درصد از موضوعات مقاله‌ها در پایان‌نامه‌ها وجود دارد. به عبارتی ۳۷ درصد از موضوعات مقاله‌ها شبیه پایان‌نامه‌ها است و ۶۳ درصد متفاوت از پایان‌نامه‌ها است. این در حالی است که ۴۶ درصد از موضوعاتی که در پایان‌نامه‌ها وجود دارد مقاله‌ها نیز وجود دارد. بنابراین ۴۶ درصد از موضوعات پایان‌نامه‌ها شبیه مقاله‌ها است و ۵۴ درصد متفاوت از مقاله‌ها است.

مقایسه هم‌جواری دو خوشه بر اساس فرمول‌های ۲ و ۳ نشان داد که از لحاظ ساختار هم‌جواری شباهت این دو صفر است، این در حالی است که بین این دو ۳۶ موضوع مشترک وجود دارد.

در مرحله بعد از طریق پارامتر مرکزیت بینابینی، پرنفوذترین موضوعات در مقاله‌ها و پایان‌نامه‌ها مشخص گردید. جدول ۳، بیست مورد اول هر یک از دو نوع مدرک را که بالاترین مرکزیت بینابینی را داشته‌اند، نشان می‌دهد. با مقایسه پرنفوذترین کلیدواژه‌های پایان‌نامه‌ها و مقاله‌ها در جدول ۳ مشخص گردید که تعداد ۷ موضوع پرنفوذ از ۲۰ مورد اول هر یک از این دو نوع مدرک مشترک است. بر این اساس، شبکه آگوی هر یک از این ۷ مورد کلیدواژه برای پایان‌نامه‌ها و مقاله‌ها تعیین شد.

جدول ۳- مرکزیت بینابینی موضوعات در مقاله‌ها و پایان‌نامه‌ها (۲۰ مورد اول)

ردیف	پایان‌نامه‌ها	مرکزیت بینابینی	مقاله‌ها	مرکزیت بینابینی	نرمال شده	بینابینی
۱	گازهای گلخانه‌ای	۱۰۸۳/۶۹۰	تغییر قلم	۲۳/۷۶۵	۳۶/۳۵۹	۱۰۳۶/۲۲۶
۲	تغییرات دمایی	۴۷۶/۱۵۶	گازهای گلخانه‌ای	۱۰/۴۴۲	۲۵/۵۵۷	۷۲۸/۳۸۳
۳	دی‌اکسیدکربن	۲۹۳/۵۸۰	دی‌اکسیدکربن	۶/۴۳۸	۳/۷۳۲	۱۰۶/۳۴۵
۴	آلاینده‌های زیست‌محیطی	۲۵۸/۲۷۸	تولیدات کشاورزی	۵/۶۶۴	۳/۱۹۶	۹۱/۰۸۷
۵	پوشش گیاهی	۲۴۸/۸۱۱	محیط زیست	۵/۴۵۶	۳/۱۹۴	۹۱/۰۲۹
۶	شبیه‌سازی انرژی	۲۲۳/۱۶۵	برنامه‌ریزی شهری	۴/۸۹۴	۲/۶۹۳	۷۶/۷۶۰
۷	مصرف انرژی	۱۵۹/۰۳۷	خشکسالی	۳/۴۸۸	۲/۴۹۸	۷۱/۲۰۵
۸	مدیریت انرژی	۱۴۵/۲۰۸	خاک‌ها	۳/۱۸۴	۲/۲۵۷	۶۴/۳۲۱
۹	ترسیب کربن	۱۲۵/۸۷۴	روند بارش	۲/۷۶۰	۲/۲۲۸	۶۳/۴۸۴
۱۰	ارزیابی اقتصادی	۱۰۸/۷۷۱	شبکه‌های آبیاری	۲/۳۸۵	۲/۱۳۹	۶۰/۹۷۵
۱۱	تولیدات کشاورزی	۸۲/۵۶۶	مدل‌گردش عمومی جو	۱/۸۱۱	۲/۱۲۱	۶۰/۴۶۱
۱۲	معماری پایدار	۷۲/۴۶۲	ارزیابی اقتصادی	۱/۵۸۹	۱/۹۱۱	۵۴/۴۵۷
۱۳	مدل‌سازی اقلیم	۶۶/۲۸۱	مدیریت انرژی	۱/۴۵۴	۱/۷۸۵	۵۰/۸۶۹
۱۴	منابع آب	۶۴/۹۸۰	مصالح ساختمانی	۱/۴۲۵	۱/۷۴۸	۴۹/۸۰۹
۱۵	سوخت‌های فسیلی	۶۰/۱۱۶	مدیریت منابع آب	۱/۳۱۸	۱/۶۷۰	۴۷/۶۰۴
۱۶	کاتالیست	۵۴/۷۰۴	ترسیب کربن	۱/۲۰۰	۱/۶۳۹	۴۶/۷۱۳
۱۷	جذب دی‌اکسید کربن	۵۳/۶۹۴	توسعه پایدار	۱/۱۷۷	۱/۶۱۱	۴۵/۹۱۹
۱۸	نیروگاه‌ها	۴۶/۴۸۵	انرژی	۱/۰۱۹	۱/۵۶۷	۴۴/۶۴۷
۱۹	انرژی زیست‌توده	۴۶/۱۸۴	سناریوهای انتشار	۱/۰۱۳	۱/۳۵۴	۳۸/۵۹۳
۲۰	مدیریت منابع آب	۴۵/۸۱۵	کشاورزی	۱/۰۰۵	۱/۲۶۷	۳۶/۱۲۱

جدول ۴- اعضای شبکه آگوی هفت موضوع مشترک بین پایان‌نامه‌ها و مقاله‌ها.

شبهات موضوعات مقاله‌ها به پایان‌نامه‌ها	شبهات موضوعات مقاله‌ها	اعضای مشترک شبکه آگو	تعداد اعضای شبکه آگو در مقاله‌ها	تعداد اعضای شبکه آگو در پایان‌نامه‌ها	نام شبکه آگو
۲۴ ÷ ۴۶ = ۰/۵۲	۲۴ ÷ ۶۷ = ۰/۳۵	انرژی زیست توده، پوشش گیاهی، تولیدات کشاورزی، ارزیابی اقتصادی، دی اکسید کربن، جداسازی گاز، مدیریت اراضی، ارزیابی چرخه حیات، نیروگاه‌ها، سیستم حمل و نقل، آلاینده‌های زیست محیطی، انرژی تجدیدپذیر، انرژی خورشیدی، سوخت‌های فسیلی، مصالح ساختمانی، مدیریت منابع آب، توسعه پایدار، روند بارش، مدیریت انرژی، مدل گردش عمومی جو، سناریوهای انتشار، اکوسیستم، ترسیب کربن، تولید ناخالص داخلی	۴۶	۶۷	گازهای گلخانه‌ای
۸ ÷ ۱۷ = ۰/۴۷	۸ ÷ ۳۹ = ۰/۲۰	گازهای گلخانه‌ای، تزریق گاز، ترسیب کربن، انرژی زیست توده، سیستم حمل و نقل، تولید ناخالص داخلی، ارزیابی اقتصادی، تغییرات دمایی	۱۷	۳۹	دی‌اکسیدکربن
۳ ÷ ۱۵ = ۰/۲	۳ ÷ ۳۱ = ۰/۰۹	گازهای گلخانه‌ای، مدیریت منابع آب، روند بارش	۱۵	۳۱	مدیریت انرژی
۶ ÷ ۱۳ = ۰/۴۶	۶ ÷ ۲۶ = ۰/۲۳	گازهای گلخانه‌ای، پوشش گیاهی، دی اکسید کربن، توسعه پایدار، انرژی زیست توده، تولیدات کشاورزی	۱۳	۲۶	ترسیب کربن
۵ ÷ ۱۴ = ۰/۳۵	۵ ÷ ۲۸ = ۰/۱۷	گازهای گلخانه‌ای، دی اکسید کربن، تولید ناخالص داخلی، مصرف انرژی، سیستم حمل و نقل	۱۴	۲۸	ارزیابی اقتصادی
۶ ÷ ۲۱ = ۰/۲۸	۶ ÷ ۱۵ = ۰/۴	گازهای گلخانه‌ای، انرژی زیست توده، ترسیب کربن، مصرف انرژی، شبیه‌سازی انرژی، پوشش گیاهی	۲۱	۱۵	تولیدات کشاورزی
۵ ÷ ۱۶ = ۰/۳۱	۵ ÷ ۲۱ = ۰/۲۳	گازهای گلخانه‌ای، مدیریت انرژی، تولیدات کشاورزی، اکوسیستم، مدل گردش عمومی جو	۱۶	۲۱	مدیریت منابع آب

گلخانه‌ای"، ۵۲ درصد از موضوعات مقاله‌ها همان چیزی است که در شبکه آگوی "گازهای گلخانه‌ای" پایان‌نامه‌ها وجود دارد. اما ۳۵ درصد از اعضای آگوی پایان‌نامه‌ها شبیه اعضای آگوی مقاله‌ها است. از این نظر، بستگی مقاله‌ها به پایان‌نامه‌ها ۵۲ درصد و بستگی پایان‌نامه‌ها به مقاله‌ها ۳۵ درصد است.

همان‌گونه که جدول ۴ نشان می‌دهد، به جز مورد "مدیریت انرژی" بقیه موارد تقریباً بستگی زیادی به هم دارند. اعضای شبکه آگوی "مدیریت انرژی" به تفکیک در مقاله‌ها و پایان‌نامه‌ها در جدول ۵ آورده شده است.

در جدول ۴، شباهت نامتقارن بین هفت موضوعی که در هر دو نوع مدرک پرنفوذ تشخیص داده شده بودند، نشان داده می‌شود. به این صورت که در ستون چهارم از راست، اعضای مشترک شبکه آگوی هر یک از هفت موضوع پرنفوذ پایان‌نامه‌ها و مقاله‌ها آمده است و در دستون آخر، شباهت نامتقارن آن دو شبکه آگو، بر اساس شاخص دربردارندگی سنجیده شده است. که نشان می‌دهد چه نسبت از اعضای هر یک از آگوهای مقاله‌ها در پایان‌نامه‌ها و چه نسبت از اعضای هر یک از پایان‌نامه‌ها در مقاله‌ها وجود دارد. اگر این نسبت را در ۱۰۰ ضرب کنیم، درصد بستگی نشان داده می‌شود. مثلاً در شبکه آگوی مربوط به اصطلاح "گازهای

جدول ۵- اعضای شبکه آگوی مدیریت انرژی در پایان‌نامه‌ها و مقاله‌ها.

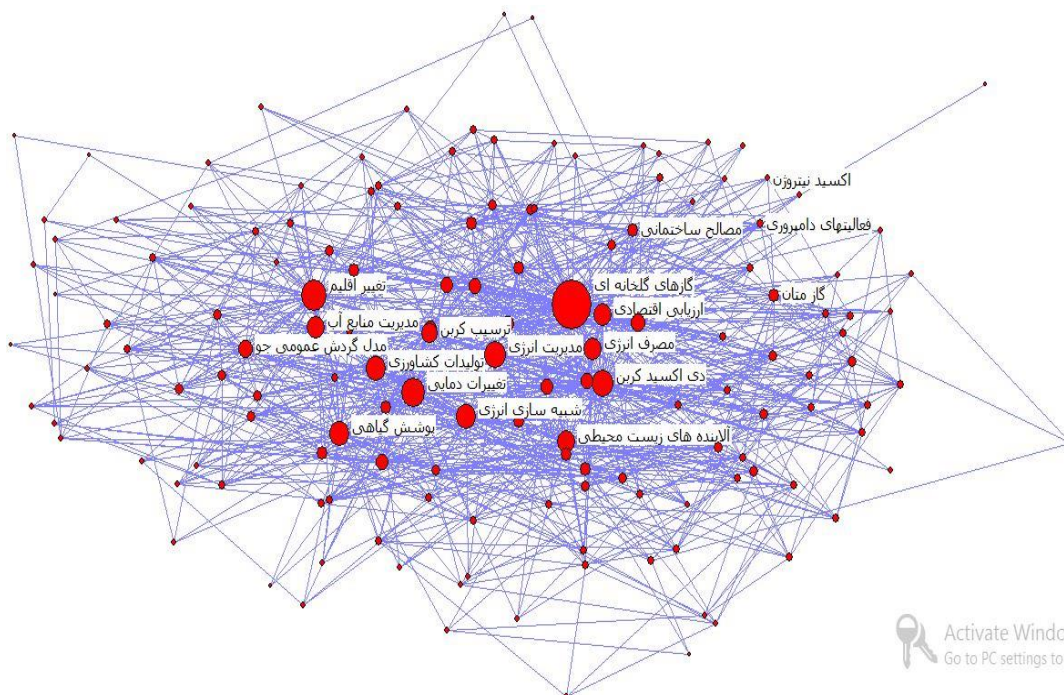
اعضای شبکه آگوی مدیریت انرژی در مقاله‌ها	اعضای شبکه آگوی مدیریت انرژی در پایان‌نامه‌ها
گازهای گلخانه‌ای، دی‌اکسیدکربن، ترسیب کربن، محیط زیست، آمایش، ازدیاد برداشت، اکوسیستم، توسعه پایدار، مدیریت منابع آب، تغییر اقلیم، انرژی تجدیدپذیر، طراحی پایدار، مصالح ساختمانی، مقررات زیست محیطی، روند بارش.	گازهای گلخانه‌ای، تولیدات کشاورزی، تغییرات دمایی، مدل Lars-wg، ارزیابی اثرات تغییر اقلیم، روند بارش، مدل گردش عمومی جو، شبکه‌های عصبی مصنوعی، مواد آلی خاک، شبیه‌سازی انرژی، انرژی خورشیدی، معماری پایدار، سیستم حمل و نقل، منابع آب، سیستم هیبریدی، تولید برق، سیستم گرمایشی، مصرف انرژی، ارزیابی اقتصادی، نیروگاه‌ها، اتانول، تولید ناخالص داخلی، بازیافت انرژی، برنامه‌ریزی پایدار، توسعه صنعتی، آلاینده‌های زیست محیطی، احتراق، اثرات زیست محیطی، سیستم اطلاعات جغرافیایی، روش‌های خاک‌ورزی، مدیریت منابع آب.

در تصویر ۱ دایره‌ها نشانگر یک اصطلاح موضوعی در زمینه گرمایش جهانی می‌باشد. هر چه دایره‌ها بزرگتر باشد نشان از آن است که این اصطلاح موضوعی در زمینه گرمایش جهانی مرتبط با موضوع پژوهش، مرکزیت بالاتری از جنبه ایجاد ارتباط بین سایر موضوعات دارد. خطوط بین این دایره‌ها نشانگر ارتباط بین اصطلاحات موضوعی و نوشته‌های روی این نقشه‌ها، عناوین اصطلاحات موضوعی هستند که در بالای سمت راست گره مربوط به خود قرار

موضوع "مدیریت انرژی" در مقالات با ۱۵ موضوع و در پایان‌نامه‌ها با ۳۱ موضوع ارتباط دارد. سه موضوع "گازهای گلخانه‌ای، مدیریت منابع آب و روند بارش" بین هر دو شبکه خصوصی مشترک است.

**شناسایی موضوعات هسته در حوزه گرمایش جهانی**  
به منظور شناسایی موضوعات هسته در حوزه گرمایش جهانی شبکه کلی آن با استفاده از نرم‌افزار نت دراو ترسیم شد (نقشه ۱).

گرفته‌اند. به علت شلوغی و غیرقابل تشخیص بودن نقشه فقط عناوین موضوعات هسته آمده است.



نقشه ۱- کلی روابط موضوعی در زمینه گرمایش جهانی بر اساس سنجه مرکزیت بینایی

بررسی نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که روند تولیدات علمی داخلی ایران در حوزه گرمایش جهانی از یک رابطه نمایی و رشد صعودی برخوردار بوده است (نمودار ۱). همسو با این پژوهش رشد منابع علمی در سایر حوزه‌های موضوعی نظیر: حوزه ارزیابی چرخه حیات (هو و دیگران، ۲۰۱۵)، حوزه مدیریت دانش (صدیقی و جلالی‌منش ۱۳۹۱)، حوزه ماساژ درمانی (مهدی‌زاده مرقی، نظری و مینایی ۱۳۹۲) و حوزه اطلاع‌سنجی (صدیقی، ۱۳۹۳) مورد تأیید قرار گرفته است.

نتیجه حاصل از دو نمودار خوشه‌ای حاصل سنجش هم‌رخدادی بین موضوعات را می‌توان دسته‌بندی مفاهیم گرمایش جهانی به لحاظ مفهومی و معنایی در نظر گرفت زیرا مقولاتی که از نظر مفهومی با یکدیگر نزدیکی دارند، در این خوشه‌بندی، در یک دسته قرار گرفته‌اند. عناوین خوشه‌های بدست آمده بیانگر ساختار اصلی داده‌هاست که حوزه موضوعی گرمایش جهانی را به گروه‌های با معنی و منطقی تقسیم کرده است. در نمودار روابط سلسله مراتبی موضوعات پایان‌نامه‌ها دو موضوع "گازهای گلخانه‌ای و

مرکزی‌ترین مباحث در حوزه گرمایش جهانی از جنبه مرکزیت بینایی عبارتند از: "گازهای گلخانه‌ای، تغییر اقلیم، تغییرات دمایی، پوشش گیاهی، دی‌اکسیدکربن، شبه‌سازی انرژی، آلاینده‌های زیست محیطی، مدیریت انرژی، تولیدات کشاورزی، ترسب کربن، ارزیابی اقتصادی، مصرف انرژی، مدیریت منابع آب، مدل گردش عمومی جو، مصالغ ساختمانی". این اصطلاحات موضوعی، موضوعات هسته در شبکه هستند و نقش محوری در تولید متون حوزه گرمایش جهانی دارند. همچنین در پیوند بین اصطلاحات و تراکم شبکه نقش با اهمیتی دارند. به عبارت دیگر وجود یا عدم وجود این اصطلاحات موضوعی، ارتباطات یا قطع ارتباطات بین موضوعات را باعث می‌شوند.

## بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر به منظور مشخص نمودن وضعیت دانش کشور در زمینه گرمایش جهانی در بازه زمانی ۱۳۸۳-۱۳۹۲ انجام شده است.

زاده راوری (۲۰۰۷)، چنین بینشی را در زمینه واژگان‌های کنترل شده مطرح می‌کند که قابل تعمیم به خوشه‌بندی نیز هست: "در حقیقت واژگان‌های کنترل شده موضوعی، سؤالاتی را نشان می‌دهند که یک پایگاه اطلاعاتی می‌تواند به آنها پاسخ دهد... بنابراین تعداد توصیف‌گرهایی که به یک مدرک در یک پایگاه اطلاعاتی داده شده است نشان می‌دهد که چه تعداد سؤال توسط این مدارک موجود پاسخ داده می‌شود. ... پس اصطلاح نامه‌ها مجموعه‌ای فشرده از سؤالاتی هستند که می‌توان از طریق ادبیات منتشره به آنها پاسخ داد". با چنین بینشی، وقتی که ساختار هم‌جواری یا همان اعضای خوشه‌های دو خوشه‌بندی، شباهتی در حد صفر دارند، به این معناست که مسائل مطرح در دو گروه مدارک کاملاً از هم متفاوت است. یعنی در حوزه گرمایش جهانی پایان‌نامه‌ها به مسائلی متفاوت از مقالات پرداخته‌اند. از بررسی شبکه خصوصی مدیریت انرژی مشخص شد که "مدیریت انرژی" در مقالات و پایان‌نامه‌ها با موضوعاتی متفاوت در ارتباط است. تأکید پژوهش‌ها بیشتر در بهبود عملکرد انرژی شامل کارایی، استفاده و مصرف انرژی با پیامدهای محیط زیست می‌باشد.

نقشه مرکزیت بینابینی موضوعات نشان می‌دهد مرکزی‌ترین مباحث در حوزه گرمایش جهانی عبارتند از: "گازهای گلخانه‌ای، تغییر اقلیم، تغییرات دمایی، پوشش گیاهی، دی‌اکسیدکربن، شبیه‌سازی انرژی، آلاینده‌های زیست محیطی، مدیریت انرژی و ...

موضوعات هسته در این پژوهش با موضوعات هسته در پژوهشی مشابه از (هو و دیگران، ۲۰۱۵) در چهار موضوع "گازهای گلخانه‌ای، دی‌اکسید کربن، تغییر اقلیم و مصرف انرژی" همسو است. اما نکته قابل توجه در این پژوهش مشخص شدن موضوعاتی (گاز متان، اکسید نیتروژن و فعالیتهای دامپروری) است که در حاشیه قرار گرفته‌اند. مهم‌ترین گازهای گلخانه‌ای دی‌اکسیدکربن، متان و اکسید نیتروژن هستند هر گاز گلخانه‌ای اثر گرمایشی منحصر بفردی دارد. برخی از گازها اثراتشان بدتر از دی‌اکسیدکربن است. در خصوص فعالیتهای دامپروری بر اساس گزارشی از "رابرت گودلند و جف آنهانگ"<sup>۱</sup> با عنوان «دام و تغییر آب

تغییرات دمایی" و در نمودار روابط سلسله مراتبی موضوعات مقاله‌ها دو موضوع "گازهای گلخانه‌ای و تغییر اقلیم" زمینه اصلی کل موضوعات هستند این نتیجه دور از انتظار نیست. امروزه تغییر اقلیم از شایع‌ترین مباحث علمی و حتی سیاسی-اجتماعی است. علل و عوامل تغییر اقلیم را می‌توان به علل طبیعی و انسانی نسبت داد. علل طبیعی عملکردی بلند مدت و سابقه‌ای دیرینه از قبیل چرخه فعالیت‌های خورشیدی، فوران‌های آتشفشانی، عوامل ژئودتیک و استاتیک و ... دارند. عوامل انسانی نیز که در دهه‌های اخیر شکل و شتاب گرفته‌اند ناشی از فعالیت‌های انسانی (صنعتی، کشاورزی، تغییر کاربری اراضی و ...) و در رأس آن انتشار گازهای گلخانه‌ای‌اند. انتشار گازهای گلخانه‌ای با حجم زیاد در گستره وسیع، بیلان انرژی و به تبع آن متوسط دمای کره زمین را تحت تأثیر قرار داده و به گرم شدن هوا با سرعت زیاد در دهه‌های اخیر منجر شده است. یافته‌های دیگر پژوهش‌ها (خوش اخلاق و دیگران، ۱۳۹۴) نیز موید همین نکته است.

مقایسه خوشه‌های دو گروه منابع (پایان‌نامه‌ها و مقالات) نشان داد که ۳۶ اصطلاح موضوعی بین پایان‌نامه‌ها و مقالات مشترک می‌باشند. محاسبه شاخص دربردارندگی نشان داد که تفاوت واژگانی بین پایان‌نامه‌ها و مقالات وجود دارد. به عبارتی، این دسته از مدارک به مسأله گرمایش جهانی نگاهی متفاوت داشته‌اند. به نظر می‌رسد دلیل این تفاوت وجود تولیدات علمی مستخرج از مؤسسات پژوهشی اقلیم‌شناسی وابسته به سازمان هواشناسی کشور است که به صورت مقاله چاپ می‌شود و تا حدودی با تولیدات علمی دانشگاه‌ها تفاوت دارد.

از لحاظ ساختار خوشه‌بندی موضوعی، این دو نوع مدرک نیز شباهتی در اندازه صفر داشتند. در خوشه‌بندی موضوعی کنار هم قرار گرفتن موضوعات در یک خوشه نشان می‌دهد که مجموع آنها، روی هم به یک مسئله بزرگ‌تر مربوط می‌شوند و یک مبحث در حوزه دانش را شکل می‌دهند. لذا، مدارکی که همه این موضوعات یا بخشی از آن را دربردارند، عملاً پاسخ و راه‌حلی برای آن مسئله هستند. خوشه‌بندی موضوعی نشان می‌دهد که در کل مدارک مورد بررسی به چه سؤالاتی پاسخ می‌دهند. توکلی

<sup>1</sup>. robert gidlund & Jeff Anhang

- با توجه به جهانی بودن موضوع گرمایش جهانی لازم است پژوهشگران این حوزه علاوه بر افزایش همکاری‌های علمی در داخل کشور همکاری با سایر کشورهای جهان نیز داشته باشند.

- با توجه به متفاوت بودن موضوع پژوهش در پایان‌نامه‌ها و مقالات پیشنهاد می‌شود دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی نظیر پژوهشکده‌های اقلیم‌شناسی همکاری بیشتری با یکدیگر داشته باشند.

- این پژوهش با استفاده از تحلیل کلیدواژه‌ها و عنوان مدارک انجام شده است. در پژوهش‌های آتی می‌توان، از تمام متن مدارک استفاده کرد که البته این کار، نیازمند در اختیار بودن نرم‌افزارهای خاص متن‌کاوی است.

- در این پژوهش از بین منابع اطلاعاتی، مقالات و پایان‌نامه‌ها بررسی شدند لذا پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آینده از سایر منابع اطلاعاتی نظیر کتاب، مقالات کنفرانس‌ها و ... برای تحلیل استفاده شود.

- داده‌های این پژوهش برگرفته از پایگاه‌های اطلاعاتی علوم جهان اسلام و ایران‌داک بوده است در پژوهش‌های آینده می‌توان از سایر پایگاه‌های اطلاعاتی نظیر آی. اس. آی استفاده نمود

در نهایت می‌توان گفت نتایج کمی، به خودی خود حرفی برای گفتن نداشته و بار ارزشی و معنایی خاصی ندارند. بلکه تفسیر ما از این نتایج است که ملاک ارزیابی‌ها قرار می‌گیرد. لذا در تفسیر این نتایج باید رویکردی چند جانبه داشت تا مشخص شود که معنی این اعداد چیست و آیا نوید آینده‌ای روشن را می‌دهند یا اینکه بیانگر وضعیت نامطلوبی هستند. بنابراین پیشنهاد می‌شود خبرگان این حوزه به بررسی‌های دقیق‌تر نتایج و نقشه‌های حاصل از این پژوهش بپردازند.

## منابع و مأخذ

۱. احمدی، حمید، کوبی، مرتضی (۱۳۹۴). مطالعه‌ای پیرامون پیوند و مرز میان مدیریت اطلاعات و مدیریت دانش بر اساس انتشارات داخلی نویسندگان ایرانی. پردازش و مدیریت اطلاعات، ۳۰(۳)، ۶۴۷-۶۷۶.

و هوا»، می‌توان گفت که تولید گوشت، هر ساله باعث ایجاد بیش از ۵۱ درصد از آلاینده‌های گازهای گلخانه‌ای در سراسر دنیا است. درحالی که بر طبق گزارش سازمان ملل، همه انواع روش‌های حمل و نقل تنها ۱۳ درصد گازهای گلخانه‌ای را تولید می‌کنند. شاید تصور آن برای همه سخت باشد که چطور دام می‌تواند چنین اثر عظیمی بر تغییرات آب و هوا داشته باشد! جواب این معما در پرورش تعداد انبوه این حیوانات نهفته است: انسانها روزانه بیش از ۳۸۰ میلیون و سالانه متجاوز از ۱۴۰ میلیارد حیوان، مصرف می‌کنند که به مقادیر عظیمی از آب، غذا و زمین نیازمند است و اقیانوس‌ها را با آفت‌کشها، کودهای شیمیایی و مدفوع‌ها آلوده می‌کند (گروه تحقیق کانون انسان پاک، زمین پاک، ۱۳۸۹). این سه موضوع از موضوعات مهمی است که در ایران کمتر به آن پرداخته شده است و نیاز است که کاربران و سیاستگذاران دید وسیع‌تری نسبت به تمام جنبه‌های حوزه موضوعی گرمایش جهانی داشته باشند.

کاربرد شبکه‌های موضوعی در درک ساختار یک حوزه از علم اشاره دارند. زیرا، روش تحلیل هم‌واژگانی این امکان را فراهم می‌آورد که ساختار روابط درونی و بیرونی عامل‌های موضوعی، به صورت عینی و بدون کم و زیاد نمایش داده شود (وانگ و اینابا، ۲۰۰۹؛ بردلت، ۲۰۰۶). این مسأله می‌تواند به درک ساختار روابط موضوعی در یک حوزه کمک کند. بنابراین با استفاده از نتایج برگرفته از این پژوهش می‌توان از وضعیت جاری، موضوعات پژوهشی، اصطلاحات مهم و رابطه بین اصطلاحات، تحلیل‌های واضح و قابل قبولی را ارائه داد و به عنوان رابطی بین داده‌های پایگاه و کاربران استفاده کرد. علاوه بر این کاربران و پژوهشگران بهتر می‌توانند از وضعیت پژوهشی و موضوعی این حوزه آگاهی یابند.

با توجه به نتایج پژوهش، پیشنهادهای زیر ارائه می‌شود:

- برخی حوزه‌های مهم و مرتبط با موضوع گرمایش جهانی، که کمتر مورد توجه پژوهشگران بوده است، توجه بیشتری شود.

1. Wang & Inaba

2. Bredillet

۲. افقهی، اسماعیل، معصومه باقری (۱۳۸۷). بررسی روند موضوعی تحقیقات رشته کتابداری و اطلاع‌رسانی بر اساس استنادهای ۱۹۹۶-۲۰۰۵ در مقالات سالنامه آریست در سالهای ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۶. پیام کتابخانه، ۱۴(۴)، ۲۳-۵.
۳. توکلی زاده‌راوری، محمد، مریم نجابتیان (۱۳۸۹). خوشه بندی مبتنی بر مدرک - اصطلاح: هم‌جواری موضوعات روان‌شناسی ازدواج در ادبیات زیست‌پزشکی در دوره‌های زمانی ۱۹۹۰ - ۱۹۹۹ و ۲۰۰۰ - ۲۰۰۸. مدیریت اطلاعات سلامت، ۷(۲)، ۱۸۶-۱۷۲.
۴. توکلی زاده‌راوری، محمد (۱۳۹۳). راور ماتریس: نرم افزار ایجاد ماتریس هم‌رخدادی (نسخه رایگان دوم) [نرم افزار رایانه] یزد، دانشگاه یزد.
۵. تیمور پور، بابک، محمد مهدی سپهری، لیلا پزشک (۱۳۸۸). روشی نوین برای دسته‌بندی هوشمند متون علمی (مطالعه موردی مقالات فناوری نانو متخصصان ایران). فصلنامه علمی - پژوهشی سیاست علم و فناوری، ۲(۲)، ۱۴-۱.
۶. حاضری، افسانه؛ محمد توکلی‌زاده‌راوری، وجیهه ابراهیمی (۱۳۹۴). تعیین طبقات اصلی مرتبط با مدیریت دانش در پایگاه وب‌آوساینس و مطالعه هم‌پوشانی موضوعی آنها. پژوهشنامه پردازش و مدیریت اطلاعات، ۳۰(۴)، ۹۹۷-۱۰۲۳.
۷. خوش‌اخلاق، فرامرز، محمدامین مرادی‌مقدم، محمدامین حیدری، شیرین صفایی، (۱۳۹۴). پیش‌بینی اثر گرمایش جهانی در قلمروهای زیستی (مطالعه موردی: نیمه شرقی زاگرس میانی و غرب بیابان مرکزی ایران). محیط‌شناسی، ۴۱(۲)، ۳۹۸-۴۰۰.
۸. ذوالفقاری، ثریا، محمد توکلی‌زاده‌راوری، احمد میرزائی، فرامرز سهیلی. زودآیند. مطالعه رابطه محتوایی بین مدارک علم و فناوری: مقایسه واژگان مقالات و پروانه‌های ثبت اختراع مرتبط با برق زیر دریایی‌های هوشمند، پژوهشنامه پردازش و مدیریت اطلاعات.
۹. صدیقی، مه‌ری. (۱۳۹۳). بررسی کاربرد روش تحلیل هم‌رخدادی واژگان در ترسیم ساختار حوزه‌های علمی (مطالعه موردی: حوزه اطلاع‌سنجی). پژوهشنامه پردازش و مدیریت اطلاعات، ۳۰(۲)، ۳۷۳-۳۹۶.
۱۰. صدیقی، مه‌ری، عمار جلالی‌منش، (۱۳۹۱). مطالعه روند پژوهش در حوزه مدیریت دانش در بازه زمانی ۲۰۰۱-۲۰۱۰ و ترسیم ساختاری از آن. پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران، ۲۸(۲)، ۳۶۳-۳۹۲.
۱۱. عالی‌جهان، مهدی (۱۳۹۲). آشکار سازی اثر پدیده گرمایش جهانی بر روی دماهای ایران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم انسانی دانشگاه تربیت مدرس.
۱۲. عصاره، فریده، فرامرز سهیلی، عبدالحسین فرج‌پهلوی، عبدالحمید معرف‌زاده (۱۳۹۱). بررسی سنجه مرکزیت در شبکه هم‌نویسندگی مقالات مجلات علم اطلاعات. پژوهشنامه کتابداری و اطلاع‌رسانی، ۲(۲).
۱۳. کیان‌مهر، شیبیا (۱۳۷۶). بررسی روند موضوعی پایان‌نامه‌های کارشناسی ارشد کتابداری و اطلاع‌رسانی دانشگاه‌های مستقر در تهران طی سالهای ۱۳۷۵-۱۳۶۶. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران.
۱۴. گروه تحقیق کانون انسان پاک زمین پاک. ۱۳۸۹. گرمایش جهانی حیات را بر روی زمین مورد تهدید قرار می‌دهد. کانون انسان پاک زمین پاک. سایت: [www.phce.org](http://www.phce.org)
۱۵. موسوی زاده، مریم (۱۳۸۹). بررسی ساختار گرایشهای موضوعی مقالات تألیفی فارسی و انگلیسی حوزه سازماندهی اطلاعات از طریق تحلیل عنوان، چکیده و کلیدواژه‌ها؛ وزن دهی و تحلیل هم‌رخدادی اصطلاحات. پایان‌نامه کارشناسی ارشد کتابداری و اطلاع‌رسانی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی دانشگاه الزهرا (س).
۱۶. ناصری جزه، محمود، مهدی طباطبائی‌راد (۱۳۹۱). ترسیم نقشه دانش مدیریت فناوری در ایران با هدف

- and environment issue. 3rd international conference on science and social research.
26. Lee, P.C., & Su, H.N. (2011). Quantitative mapping of scientific research-the case of electrical conducting polymer nanocomposite. *Technological forecasting and social change*, 78(1): 132-151.
  27. Lee, M. R., & Chen, T.T. (2012). Revealing research themes and trends in knowledge management: From 1995 to 2010. *Knowledge Based Systems* 28: 47-58. *applications* , 39(12): 11055-11065.
  28. Lio, Y., Goncalves, J., Ferreira, D., Xiao, B., Hosio, S., & Kostakos, V. (2014). CHI 1994-2013: Mapping Two Decades of Intellectual Progress through Co-word Analysis. *HCI Paradigms: Past, Present and Future*, (pp. 3553-3562). Toronto.
  29. Milojevic, S., & Leydesdorf, L. (2013). Information Metrics (iMetrics): A Research Specialty with a Socio-Cognitive Identity. *Scientometrics* , 95(1): 141-157.
  30. Ravikumar, S., Agrahari, A., & Singh, S.N. (2014). *Scientometrics: a co-word analysis of the journal Scientometrics (2005-2010)*. *Scientometrics*.
  31. Tavakolizadeh-Ravari, M. (2007). *Analysis of the long term dynamics in thesaurus developments and its consequences* (Doctoral dissertation, Humboldt-Universität zu Berlin, Philosophische Fakultät I).
  32. Wang, X., & Inaba, M. (2009). *Analyzing Structures and Evolution of Digital Humanities Based on Correspondence Analysis and Co-word Analysis*, *Art research* 9 , 123-134 .
  33. Xie, Y. (2014). Hotspots of ecological and environmental rise research in china based on co-word analysis. *Information & computational science*, 11(4): 1185-1192.
- کمک به سیاست گذاری دانش در این حوزه. سیاست علم و فناوری، (۱)۵، ۴۵-۷۲.
17. Borgatti, S. P., & Foster, P. C. (2003). The network paradigm in organizational research: A review and typology. *Journal of management*, 29 (6), 991-1013.
  18. Borrett, S. R., Moody, J., & Edelman, A. (2013). The rise of network ecology: maps of the topic diversity and scientific collaboration. *Ecological Modelling*, 293, 111-127.
  19. Bredillet, C. (2006). Investigating the future of project management: a co-word analysis approach. *International Research Network for Organizing by Projects-IRNOP7*.
  20. Callon, M., J. Law, and A. Rip (Eds.). 1986a. *Mapping the dynamics of science and technology: Sociology of science in the real world*. London: The Macmillan Press 1, td.
  21. Chen, C., Song, I., Yuan, X., & Zhang, J. (2008). The thematic and citation landscape of data and knowledge engineering (1985-2007). *Data & knowledge engineering* ,67(2): 234-259.
  22. Hou, Q., Mao, G., Zhao, L., & Du, H. (2015). Mapping the scientific research on life cycle assessment: a bibliometric analysis. *Int J Life Cycle Assess*, (2015) 20: 541- 555.
  23. Makrehchi, M., & Reuters, T. (2011). Taxonomy-based Document Clustering. *JDIM*, 9(2), 79-86.
  24. Su, H., & Lee, P. (2010). Mapping knowledge structure by keyword co-occurrence: a first look at journal papers in *Technology Foresight*. *Scientometrics* ,85: 65-79.
  25. Jun, S., Huan, J., Zu-sha, G.U. (2014). *Analysis of knowledge structure on trade*



## پیوست

مقالات			پایان‌نامه‌ها		
عنوان خوشه	اعضای خوشه	نام خوشه	عنوان خوشه	اعضای خوشه	نام خوشه
رطوبت، خشکی و گردش جو	تبخیر تعرق شاخص‌های خشکی مدل گردش عمومی جو	خوشه اول	سوخت	نانو ذرات کربن هیدروژن کاتالیست سوخت ترکیبی پیل‌های سوختی	خوشه اول
ارزیابی اقتصادی با محوریت دی‌اکسید کربن	تولید ناخالص داخلی منحنی کوزنتس ارزیابی اقتصادی دی‌اکسید کربن	خوشه دوم	مدل‌سازی اقلیمی	شبکه‌های عصبی مصنوعی مدل‌سازی اقلیم فرآیندهای شیمیایی	خوشه دوم
مدیریت خاک	کربن آلی خاک مدیریت اراضی خاک‌ها جداسازی گاز	خوشه سوم	انرژی گرمایی	انرژی زمین گرمایی مبدل حرارتی سیستم گرمایشی مدل ترمودینامیکی امواج گرمایی	خوشه سوم
انرژی زیست توده و جنگل با محوریت پوشش گیاهی	انرژی زیست توده جنگل پوشش گیاهی	خوشه چهارم	مدیریت خاک	روشهای خاک‌ورزی کود نیتروژن مدیریت ضایعات	خوشه چهارم
عملیات ترسیب کربن	عملیات بیولوژیکی عملیات مکانیکی ترسیب کربن	خوشه پنجم	چرخه حیات و پسماندها	پسماند شهری منابع آب ارزیابی چرخه حیات	خوشه پنجم
رطوبت، حرارت و مصالح ساختمانی	رطوبت محیطی مصالح ساختمانی درجه حرارت طراحی پایدار روند بارش	خوشه ششم	ژئوشیمیایی سیالات	روش ژئوشیمیایی سیالات جذب دی‌اکسید کربن	خوشه ششم
تغییرات دمایی و خشکسالی (سناریوها)	تخلیه منابع خشکسالی شبه‌سازی انرژی طول دوره رشد خوشه‌بندی سناریوهای انتشار تغییرات دمایی	خوشه هفتم	دامپروری و مرتع	فعالیت‌های دامپروری کاربری مراتع مکانیسم‌های فیزیولوژیکی	خوشه هفتم
برنامه‌ریزی شهری و آلاینده‌های زیست محیطی	آلاینده‌های زیست محیطی هزینه‌ها سیستم حمل و نقل برنامه‌ریزی شهری دمای سطحی سرمایش	خوشه هشتم	محیط زیست، مباحث حقوقی و توسعه	اثرات زیست محیطی حقوق بین الملل توسعه پایدار حفظ محیط زیست	خوشه هشتم
سرمایه اجتماعی و چرخه حیات	ارزیابی چرخه حیات نیروگاه‌ها پسماند شهری جغرافیای سیاسی راهبردها	خوشه نهم	اکوسیستم اراضی و خاک	کاربری اراضی مواد آلی خاک اکوسیستم	خوشه نهم

مقالات			پایان نامه‌ها		
عنوان خوشه	اعضای خوشه	نام خوشه	عنوان خوشه	اعضای خوشه	نام خوشه
	سرمایه اجتماعی				
مدل‌سازی جوی و جریانات آب	جریان‌های خلیج فارس نوسانات جوی جریان رودخانه مدل Lars-wg سیستم اطلاعات جغرافیایی سیلاب مدل بارش رواناب شبکه‌های عصبی مصنوعی	خوشه دهم	محیط زیست: مباحث اجتماعی، مدیریتی و اقتصادی	انرژی تجدیدپذیر سرمایه اجتماعی برنامه‌ریزی پایدار تولید ناخالص داخلی مدل زیست محیطی سیستم حمل و نقل	خوشه دهم
برداشت، آبیاری و شوری‌زایی در کشاورزی	شوری‌زایی گازهای اسیدی تزریق گاز شبکه‌های آبیاری ازدیاد برداشت کشاورزی	خوشه یازدهم	گاز و توسعه صنعتی	اتانول جداسازی گاز احتراق راکتور گاز طبیعی توسعه صنعتی آلاینده‌های زیست محیطی مصرف انرژی	خوشه یازدهم
قوانین و مقررات محیط زیست	تثبیت انتشار توسعه پاک پروتکل کیوتو تجارت انتشار صنایع مقررات زیست محیطی	خوشه دوازدهم	تولید انرژی، سرمایه‌ش و گرمایش	سرمایش سیستم‌های تولید انرژی گرمایش گلخانه تبدیل انرژی تزریق گاز انرژی زیست توده	خوشه دوازدهم
انرژی خورشیدی و فسیلی با محوریت تولیدات کشاورزی	انرژی خورشیدی سلولهای خورشیدی انرژی تجدیدپذیر سوخت‌های فسیلی مصرف انرژی تولیدات کشاورزی	خوشه سیزدهم	سوخت، تولید و مدیریت انرژی	بازیافت انرژی سیستم هیبریدی نوسانات توان تولید برق نیروگاه‌ها سوخت‌های فسیلی مدیریت انرژی	خوشه سیزدهم
مدیریت آب، انرژی و اکوسیستم	آمایش اکوسیستم مدیریت انرژی مدیریت منابع آب توسعه پایدار محیط زیست گازهای گلخانه‌ای تغییر اقلیم	خوشه چهاردهم	رطوبت و فضای سبز	سیستم اطلاعات جغرافیایی فضای سبز رطوبت نسبی تشکیل هیدرات معماری پایدار	خوشه چهاردهم
			عناصر شیمیایی و تولیدات کشاورزی	اکسید نیتروژن کود دامی مدیریت اراضی گاز متان روند بارش تولیدات کشاورزی	خوشه پانزدهم

مقالات			پایان‌نامه‌ها		
عنوان خوشه	اعضای خوشه	نام خوشه	عنوان خوشه	اعضای خوشه	نام خوشه
			انرژی خورشیدی و الکتریکی	انرژی خورشیدی سیستم‌های گرمایش خورشیدی فعالیت‌های خورشیدی واپاشی ذرات پلاسما انرژی الکتریکی شبیه‌سازی انرژی	خوشه شانزدهم
			مصالح ساختمانی و نور	فتو کاتالیست نور مرئی و غیر مرئی مصالح ساختمانی	خوشه هفدهم
			گازها و عناصر فلزی	حذف گاز گلخانه‌ای دی‌اکسید تیتانیوم عناصر فلزی گاز فلر ترسیب کربن ارزیابی اقتصادی پوشش گیاهی	خوشه هجدهم
			مدل‌ها و روشهای مرتبط با بارش آب	مدل Lars-wg مدل بارش رواناب سناریوهای انتشار ارزیابی اثرات تغییر اقلیم مدل گردش عمومی جو الگوی مناسب کشت پیش‌بینی اقلیم مدیریت منابع آب تغییرات دمایی گازهای گلخانه‌ای	خوشه نوزدهم