

ارایه یک رویکرد نوین، مبتنی بر کشف جوامع و گره‌های تأثیر گذار در شبکه‌های پیچیده (مورد مطالعاتی سینمای ایران پس از انقلاب اسلامی)

مرضیه حدادی

گروه مهندسی کامپیوتر، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی کرج، ایران

پست الکترونیکی: Ma.haddadi@iau.ir

جواد محمدزاده*

دانشیار، گروه مهندسی کامپیوتر، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی کرج، ایران

پست الکترونیکی: j.mohammadzadeh@kiauo.ac.ir

چکیده

گره‌های تأثیرگذار، نقش مهمی در هدایت رشد صنعت سینما ایفا می‌کنند. با استفاده از الگوریتم خوشه‌بندی لووین، شش جامعه اصلی در شبکه شناسایی شد و معیار ماژولاریتی ۰/۹ به دست آمد. یافته‌های این پژوهش بینش‌های ارزشمندی در مورد ساختار شبکه پیچیده سینمای ایران ارایه می‌دهد و می‌تواند به سیاست‌گذاران و سازمان‌های فعال در حوزه سینما در جهت بهبود برنامه‌ریزی و توسعه کمک کند.

واژه‌های کلیدی: شبکه‌های پیچیده، گراف، لووین،

سینما، هنرپیشه

۱. مقدمه

صنعت فیلم نقش به‌سزایی در شکل‌دهی و تأثیرگذاری در جنبه‌های مختلف زندگی و دنیای کنونی داشته است [۱]. فیلم از بدو پیدایش، مخاطبان را مجذوب خود کرده است؛ همچنین همیشه صنعت فیلم بستری برای داستان‌سرایی، سرگرمی و بیان فرهنگی بوده است [۲]. این صنعت در

شبکه‌های پیچیده در حوزه رسانه و سینما، یکی از ابزارهای مهم در تحلیل روابط اجتماعی و ارتباطات رسانه‌ای محسوب می‌شوند. این پژوهش با هدف کشف جوامع و بررسی میزان نفوذپذیری هنرپیشه‌های فعال در سینمای پس از انقلاب اسلامی ایران انجام شده است. در این مطالعه، با تحلیل روابط بین هنرپیشه‌ها و فیلم‌های سینمایی، رویکردی نوین برای شناسایی گره‌های کلیدی در گراف ارایه شده است. ابتدا مفاهیم و انواع شبکه‌های پیچیده معرفی شده و سپس روش‌های تحلیل گراف، از جمله معیارهای مرکزیت و پیچ‌رنک، مورد بررسی قرار گرفته‌اند. روش تحقیق بر اساس پیمایش و پیاده‌سازی گرافی متشکل از فعالیت هنرپیشه‌ها در سینمای ایران بوده است. داده‌های حاصل نشان می‌دهد که شبکه مورد بررسی شامل ۷۶۳۴ گره و ۱۶۸۶۴ ارتباط با میانگین درجه ۲/۵ است. است که بیانگر سطح بالای ارتباطات در این شبکه است. تحلیل مرکزیت نشان داد که برخی هنرپیشه‌ها به‌عنوان

* نویسنده مسئول

طول سالیان به پدیده‌های جهانی تبدیل شده است و سرمایه‌گذاری‌های فزاینده‌ای را جذب و همکاری‌های بین‌المللی را تقویت کرده است [۳]. در سال‌های اخیر سرمایه‌گذاری در صنعت فیلم، افزایش چشمگیری داشته است. این روند را می‌توان به عوامل متعددی، از جمله پیشرفت در فناوری، تقاضای فزاینده برای محتوای متنوع و جهانی شدن روزافزون بازار فیلم نسبت داد. در نتیجه سودبران به ظرفیت و سودآوری عظیم صنعت فیلم پی برده‌اند و همین موضوع منجر به افزایش تعامل مالی از سوی نهادهای مختلف شده است [۴].

از دیگر مشخصه‌های مهم یک فیلم هنرپیشه‌ها هستند. مدیران مالی، نمایش‌دهندگان، رسانه‌های خبری و مخاطبان سینما همگی تحت تأثیر ستارگان یک فیلم هستند [۵]. ستارگان سینمایی در صنعت فیلم‌سازی اهمیت بسیاری دارند و فقط گروه کوچکی از آن‌ها قادرند تا میلیون‌ها دلار درآمد برای یک فیلم خلق کنند [۶].

با این حال، به‌رغم اهمیت روزافزون همکاری‌ها و سرمایه‌گذاری‌های مشترک در صنعت فیلم، این حوزه همچنان به تحلیل، بررسی و پیش‌بینی جامع نیاز دارد. برای درک بهتر، نتایج و ظرفیت این مشارکت‌ها تجزیه و تحلیل‌های کمی و مبتنی بر داده بسیار مهم است. متأسفانه چنین تحلیل‌هایی اغلب وجود ندارد و توانایی صنعت را برای تصمیم‌گیری آگاهانه و بهینه‌سازی فرصت‌های مشترک محدود می‌کند [۷].

از طرفی تحلیل شبکه‌های اجتماعی، رویدادها و پدیده‌ها را از دریچه روابط و ارتباطات می‌بیند [۸]. این تحلیل، تشخیص می‌دهد که ساختارها و الگوهای تعامل اجتماعی می‌توانند بر جریان اطلاعات، نفوذ، منابع و حتی گسترش رفتارها یا ایده‌ها تأثیر به‌سزایی بگذارند [۹]. محققان با تجزیه و تحلیل ساختار و ویژگی‌های شبکه‌های اجتماعی، می‌توانند الگوهای پنهان را کشف کنند، هنرپیشه‌ها یا گره‌های کلیدی را شناسایی نمایند، جریان‌های اطلاعاتی را تجزیه و تحلیل و نتایج را در نظام‌های پیچیده اجتماعی،

اقتصادی و فرهنگی پیش‌بینی کنند [۱۰].

یافتن رؤس تأثیرگذار در یک شبکه اجتماعی کاربردهای عملی زیادی در بازاریابی، سیاست و حتی کنترل بیماری‌ها دارد. در چنین شبکه‌هایی، رؤس غالباً قادر به اثرگذاری بر روی رؤس همسایه خود هستند و یک رأس تحت تأثیر می‌تواند یک رفتار یا ویژگی را از رؤس همسایه خود کسب کند. به عنوان مثال، شخصی که با افرادی که از یک وبگاه خبری خاص بازدید می‌کنند دوست است، احتمال دارد که شروع به بازدید آن وبگاه کند. بعضی از رؤس یک شبکه از بقیه رؤس تأثیرگذارتر هستند.

یافتن رؤسی که دارای بیشترین تأثیرگذاری هستند مورد توجه مدیران و تحلیلگران شبکه‌های اجتماعی است. مدیران بازاریابی ممکن است علاقه‌مند به یافتن افراد تأثیرگذار و ارایه پیشنهاد تخفیف خرید یا محصولات رایگان خود به آنان باشند، به این امید که این افراد دوستان خود را ترغیب به خرید این محصولات کنند. عاملین سیاسی نیز مایل به یافتن افراد تأثیرگذار برای گسترش انتشار پیام‌های خود هستند [۱۱].

هدف از این پژوهش واکاوی و بررسی میزان نفوذ هنرپیشه‌ها در سینمای پس از انقلاب اسلامی ایران در صنعت فیلم و همچنین کشف جوامع از طریق تحلیل شبکه‌های پیچیده است. در استفاده از تحلیل شبکه‌های پیچیده هدف مشخصی در نظر گرفته شده است.

بخش بعدی این پژوهش شامل مروری بر ادبیات پژوهش است. در بخش روش‌شناسی رویکرد و منابع داده‌های استفاده شده برای تجزیه و تحلیل شبکه‌های پیچیده تشریح می‌شود. در بخش بعد، نتایج تفسیر و مفاهیم آنها بررسی و راه‌های بالقوه برای پژوهش‌های بیشتر مطرح می‌شود و سرانجام در بخش نتایج، یافته‌ها و تحلیل‌ها بر اساس روش‌شناسی کاربردی ارایه خواهد شد.

پژوهش‌های مرتبط

در زمینه تحلیل شبکه‌های اجتماعی در سینما، کارهای

شبکه، روندها و تنوع برنامه‌ها را بررسی می‌کند. این تحقیق نشان می‌دهد که چگونه داده‌ها و شبکه‌ها می‌توانند به سیاست‌گذاری و نوآوری در صنعت فیلم کمک کنند.

در این مقاله [۱۶]، تحلیل شبکه‌های سینمایی با استفاده از نظریه گراف بررسی می‌شود. این مقاله با استفاده از نظریه گراف برای مدل‌سازی روابط بین فیلم‌ها، کارگردان‌ها، نویسندگان و بازیگران، تحلیل‌های مختلف گرافی، از جمله تحلیل مرکزیت، درجه و خوشه‌بندی را ارائه می‌دهد. در این مقاله عمدتاً به شناسایی ساختارهای درونی شبکه سینما از جمله تحلیل نحوه تاثیرگذاری فیلم‌ها و هنرمندان بر یکدیگر تاکید دارد و به ایجاد یک نقشه تصویری از شبکه سینمایی با استفاده از نظریه گراف می‌پردازد.

در نهایت می‌توان گفت دو مقاله [۱۴] و [۱۶] هر دو به تحلیل شبکه‌های سینمایی می‌پردازند، اما مقاله [۱۴] بیشتر بر روی تحلیل معنایی و بصری متمرکز است، در حالی که مقاله [۱۶] بیشتر به روابط ساختاری در صنعت سینما و نقشه‌های گرافی توجه دارد.

مقالات [۱۵] و [۱۲] هر دو از رویکردهای پیچیده‌تری برای تحلیل ساختارهای اجتماعی و فرهنگی سینما استفاده می‌کنند، اما اولی به جشنواره‌ها و دومی به سینمای هالیوود پرداخته است.

مقاله [۱۵] بر روی تنوع فرهنگی و ارزش عمومی تأکید دارد، در حالی که مقاله [۱۲] به شناسایی روابط اثرگذار در داخل صنعت سینما می‌پردازد. در ادامه در جدول ۱ به مقایسه جامع در مورد چهار پژوهش پیشین در موضوع مقاله پرداخته شده است:

برخلاف سایر مقالات که بیشتر بر مبنای پیش‌بینی فیلم‌ها و توصیه‌های مبتنی بر داده‌های سینمایی تمرکز دارند، هدف کشف و تحلیل شبکه‌های پیچیده سینمایی در ایران است. این مقاله با تمرکز بر تحلیل شبکه‌های پیچیده و استفاده از داده‌های سینمای ایران پس از انقلاب اسلامی از لحاظ روش‌شناسی و نوآوری تفاوت‌های بارزی با مقالات

متعدد وجود دارد که بر ارتباطات بین بازیگران و فیلم‌ها تمرکز دارند. برخی از تحقیقات به تجزیه و تحلیل شبکه‌های همکاری بازیگران در صنایع سینمایی مختلف پرداخته‌اند. یک تحقیق تحلیل شبکه‌های اجتماعی بازیگران در صنعت سینما و بُن‌سازهای OTT (مانند نتفلیکس^۱) انجام داده است که از روش‌های مختلفی مانند تحلیل مرکزیت، پیش‌بینی همکاری‌ها و شناسایی جوامع استفاده کرده است. کیم و همکاران در این مقاله [۱۲] ارتباط بین کلمات کلیدی که معمولاً در عناوین فیلم یافت می‌شود و بازده مربوط به سرمایه‌گذاری (ROI) و معیارهای عملکرد را بررسی می‌کنند. در مقاله اهمیت بازاریابی راهبردی در صنعت فیلم در حال گسترش جهانی را برجسته می‌کند. هدف از این تحقیق ارائه بینش‌هایی برای تصمیم‌گیرندگان صنعت بوده است.

گیری و همکاران در این مقاله [۱۳] الگوهای پنهان در داده‌های فیلم را کشف و از کوتاه‌ترین مسیر بین بازیگران و پیش‌بینی همکاری‌های آینده صحبت شده است. تجزیه و تحلیل خوشه‌ای فیلم‌ها را بر اساس معیارهای مختلف طبقه‌بندی کرده و در نهایت خوشه‌های عایق و لیبرال را نشان می‌دهد و بازیگران متقاطع را که بخش‌های مختلف صنعت را پر می‌کنند، شناسایی می‌کند. این مطالعه نشان می‌دهد که بازیگران عمدتاً در گروه‌های زبان همکاری می‌کنند و از مرزهای ملی فراتر می‌روند. این پروژه بینشی را در مورد پویایی در حال تحول صنعت فیلم و تأثیر سیستم عامل‌های OTT، به نفع متخصصان صنعت، محققان و علاقه‌مندان ارائه می‌دهد.

در مقاله [۱۴] یک مدل شبکه چند لایه را با استفاده از شاخص‌های بصری و معنایی متنی معرفی می‌کند. این روش به تحلیل نقش شخصیت‌ها و ساختار داستان فیلم‌ها می‌پردازد و از شبکه‌های اجتماعی و گراف‌های چندلایه استفاده می‌کند.

این مقاله [۱۵] پژوهش بر تحلیل داده‌های ۱۳ ساله جشنواره‌های فیلم متمرکز است و با استفاده از روش‌های

جدول ۱: مقایسه مقالات پیشینه پژوهش

ویژگی	Movienet [۱۴]	Film Festival Circuit [۱۵]	Social Networks in the Cinema Industry [۱۲]	Graph Theory and Cinema [۱۶]
تمرکز اصلی	تحلیل شخصیت‌ها و روابط در فیلم‌ها	تحلیل ساختار شبکه‌ای جشنواره‌های فیلم	تحلیل روابط بین بازیگران و فیلم‌ها در سینمای هالیوود	تحلیل روابط و سینمایی و هنرمندان با استفاده از نظریه گراف
روش	شبکه‌های چندلایه، تحلیل گراف، شاخص‌های بصری و معنایی	تحلیل طولی و خوشه‌بندی، شبکه‌های جشنواره‌ها	تحلیل مرکزیت و پیچ رنگ، خوشه‌بندی، گراف سینمایی	نظریه گراف تحلیل مرکزیت و درجه، خوشه‌بندی
انواع داده‌ها	داده‌های بصری و معنایی از فیلم‌ها	داده‌های طولی جشنواره‌ها از پایگاه Cinando	داده‌های سینمای هالیوود (بازیگران، کارگردان‌ها، فیلم‌ها)	داده‌های تاریخی سینما، بُن‌سازهای نقد فیلم
نتایج کلیدی	پیش‌بینی رفتار کاربران و شناسایی روابط شخصیت‌ها	شناسایی جوامع و تجزیه و تحلیل تنوع فرهنگی	شناسایی گره‌های تاثیرگذار در سینما، خوشه بندی جوامع	شناسایی الگوهای همکاری و رقابت بین افراد سینما

دیگر دارد. در حالی که بیشتر مقالات به تحلیل سینماهای جهانی یا صنعت هالیوود پرداخته‌اند، در این مقاله سعی شده است با استفاده از الگوریتم‌های پیشرفته و داده‌های بومی به تحلیل دقیق‌تری از جامعه ایران پرداخته و این امر برای پیش‌بینی روند رشد صنعت سینما و راهبردهای سینمایی مفید خواهد بود. از طرفی با توجه به این که برخی از هنرپیشه‌های سینمای ایران در بازه زمانی بعد از انقلاب اسلامی دیگر در سینمای ایران حضور نداشته‌اند، در این مقاله به جمع‌آوری فیلم‌های سینمایی و هنرپیشه‌ها در بازه زمانی بعد از انقلاب اسلامی تاکنون پرداختیم تا با توجه به اهداف مقاله، بتوانیم برای پیش‌بینی روند رشد صنعت سینما و راهبردهای سینمایی مفیدتر واقع شویم.

۱-۲- طبقه‌بندی شبکه‌های پیچیده

حوزه طبقه‌بندی شبکه‌های پیچیده در سال‌های گذشته یکی از حوزه‌های بسیار فعال بوده است. طبقه‌بندی شبکه‌های پیچیده اطلاعات بسیار سودمندی را در اختیار ما قرار می‌دهد. به گونه‌ای که به‌دست آوردن یک ساختار طبقه‌بندی بهینه، کمک به‌سزایی در حل مسایل حقیقی می‌کند.

شبکه‌های پیچیده در حال حاضر در بسیاری از زمینه‌های علوم، مورد مطالعه قرار گرفته و بسیاری از سامانه‌های طبیعی می‌توانند توسط آنها شرح داده شوند.

بسیاری از پدیده‌های دنیای واقعی توسط شبکه‌های پیچیده مدل‌سازی و تعریف شده‌اند [۱۷].

شبکه‌های اجتماعی، شبکه‌های اطلاعاتی و شبکه‌های زیستی از این قبیل شبکه‌های پیچیده هستند. شبکه‌های پیچیده را می‌توان به عنوان گراف با مجموعه‌ای از گره‌ها و یال‌های میان آنها تعریف کرد. برای مثال در شبکه‌های اجتماعی افراد به عنوان گره‌ها و ارتباطات اجتماعی آنها (مانند دوستی‌ها) به عنوان یال‌ها میان گره‌ها تعریف می‌شوند [۱۸].

در این شبکه‌ها، جامعه به مجموعه‌ای از گره‌ها گفته می‌شود که تراکم یال‌های داخلی آنها (گره‌های داخل جامعه) زیاد و تراکم یال‌های متقابل آنها کم باشد. مسئله تشخیص جامعه نقش مهمی برای درک ساختار و عملکرد شبکه‌های پیچیده دارد [۱۹]. برای مثال کشف جامعه در شبکه‌های اجتماعی برخط بر اساس ویژگی‌های مشترک کاربران مانند سرگرمی‌ها می‌تواند خدمات ارایه شده توسط شبکه‌های اجتماعی را بهبود ببخشد [۲۰].

یک شبکه مجموعه‌ای از گره‌ها با یال‌هایی است که این عناصر را به هم متصل می‌کنند. هر شبکه را می‌توان با $G = (V, E)$ نشان داد که در آن V مجموعه گره‌های شبکه و E مجموعه یال‌های شبکه است. یک شبکه پیچیده دارای ویژگی‌های توپولوژیکی مشخص است. ویژگی‌هایی که در شبکه‌های ساده از قبیل گراف‌های تصادفی رخ نمی‌دهند

ولی اغلب در گراف‌های سیستم‌های دنیای واقعی رخ می‌دهند [۲۱].

شبکه‌های رایانه‌ای، شبکه‌های فناوری، شبکه‌های مغزی و شبکه‌های اجتماعی از این قبیل شبکه‌ها هستند. دو ویژگی مشترک شبکه‌های پیچیده عبارت است از: (۱) آنها بزرگ هستند، از صدها و هزاران یا بیشتر عنصر تشکیل شده‌اند و (۲) الگوهای اتصالات آنها نه کاملاً منظم و نه کاملاً تصادفی است [۲۲].

جوامع در شبکه‌ها گروه‌هایی مجزا از گره‌ها هستند که ارتباطات میان گره‌ها در داخل جامعه‌ای که به آن تعلق دارند زیاد و ارتباطات آنها با سایر جوامع کم است. کشف جوامع مهمترین راه برای استخراج و استفاده از اطلاعات شبکه‌ها است. هر چند از نظر محاسباتی کشف جوامع در شبکه‌های بزرگ مقیاس غیرقابل حل است. [۲۳].

گره‌ها، پیوندها و ویژگی‌ها از اجزای اصلی تحلیل شبکه‌های اجتماعی هستند. گره‌ها که به عنوان بازیگر شبکه یا رئوس نیز شناخته می‌شوند، نشان‌دهنده افراد، گروه‌ها یا سازمان‌های درون شبکه هستند. پیوندها که به آنها لبه یا روابط نیز گفته می‌شود، نشان‌دهنده اتصالات یا تعاملات بین گره‌ها هستند. این پیوندها می‌تواند جهت‌دار (یک‌طرفه) یا بی‌جهت (دوجانبه) باشد [۲۳].

۲-۲- یافتن رئوس تاثیرگذار

پژوهش‌های بسیاری روش‌های یافتن رئوس تأثیرگذار در شبکه‌های اجتماعی را مطالعه کرده‌اند. کیم و همکاران در [۲۴] مسئله انتخاب همسایگان مؤثر هر گره را مورد بررسی قرار داده‌اند. نویسندگان این مقاله به‌طور تجربی طراحی راهبردهای مؤثرتر انتخاب همسایگان به‌منظور پیشینه‌سازی انتشار اطلاعات را مطالعه کرده‌اند. نتایج این مقاله نشان می‌دهند که یک راهبرد مؤثر در این رابطه، استفاده از اطلاعات درجه رئوس برای انتشار کوتاه مدت، و استفاده از روش انتخاب تصادفی برای انتشار بلند مدت است. بدین ترتیب، حداقل نیمی از شبکه پوشش داده می‌شود

یکی از روش‌های یافتن گره‌های تأثیرگذار روش پیشنهادی توسط کمپ و همکاران در [۲۵] است. این روش که اولین بار در سال ۲۰۰۳ برای یافتن گره‌های پرنفوذ معرفی شد، از زمان اجرای بالایی برخوردار است و برای شبکه‌های بزرگ مقیاس‌پذیر نیست. یکی از روش‌های جایگزین روش حریصانه، شناسایی اجتماعات در شبکه‌ها و سپس انتشار اثر است، به طوری که مطمئن باشیم در هر اجتماع یا خوشه حداقل یک رأس اولیه فعال‌شده وجود دارد. مزیت این روش نسبت به الگوریتم حریصانه مقیاس‌پذیر بودن و سرعت بهبود یافته آن در انتخاب رئوس اولیه است.

وانگ و همکاران در [۲۶] الگوریتم حریصانه مبتنی بر اجتماعات برای یافتن بهترین k رأس تأثیرگذار در شبکه‌های اجتماعی تلفن همراه ارائه داده‌اند. نتایج آزمایش‌های تجربی این مقاله نشان می‌دهند که الگوریتم پیشنهادی سریع‌تر از الگوریتم معمولی حریصانه اجرا می‌کند و خطای آن نیز قابل چشم‌پوشی است.

کمپ و همکاران در [۲۷] نیز با توجه به مدل انتشار اثر دهان به دهان، حداکثرسازی انتشار یک نوآوری یا رفتار را درون یک شبکه اجتماعی بررسی کرده‌اند. در این مقاله، یک مدل طبیعی و کلی از انتشار اثر به نام مدل آبشاری کاهش‌یافته ارائه شده است که تعمیمی از مدل‌های استفاده شده در جوامع اجتماعی و اقتصادی است. همچنین، نویسندگان این مقاله مسئله انتخاب مجموعه هدف برای فعال‌سازی اولیه را نیز مطالعه کرده‌اند، به طوری که آبشار شروع شده از این مجموعه اولیه فعال تا حد ممکن بزرگ باشد. در این مقاله با استفاده از پارامتری کردن دوباره فضای احتمال، اثبات شده است که تعداد مورد انتظار رئوس تأثیریافته تابعی یکنواخت و زیرپیمانه‌ای از مجموعه هدف است.

۲-۳- یافتن اجتماعات

در تجزیه و تحلیل شبکه‌های اجتماعی مفهوم جامعه به گروه‌ها یا زیرمجموعه‌هایی از گره‌ها اشاره دارد که در

استفاده می‌کنند) دو رأس یا با هم پیوند دارند یا نه). هدف این امر با توجه به نوع الگوریتم متفاوت است، اما معمولاً هدف از آن حداکثرسازی تعداد پیوندها در درون اجتماعات و حداقل‌سازی آن‌ها در میان اجتماعات است. در این مقاله، از روش کشف اجتماعات لووین^۲ استفاده شده است.

روش لووین

معمولاً محتوای ساختارهای اجتماعی به‌صورت شبکه‌های پیچیده نشان داده می‌شوند که توپولوژی راس‌های به هم پیوسته از ترکیب سازمان یافته و تصادفی به‌دست می‌آید [۳۱]. الگوریتم لووین روشی فراابتکاری^۳ است که برای تشخیص گروه‌های داخل گراف معرفی شده است که به هر گروه استخراج شده، یک جامعه گفته می‌شود و این الگوریتم یک روش خوشه‌بندی پایین به بالا است [۳۲]. در این الگوریتم از پارامتری به نام پیمانی^۴ برای تعیین میزان کیفیت جوامع استفاده می‌شود که حداکثرسازی آن اهمیت ویژه‌ای دارد. در نهایت جوامعی را انتخاب می‌کند که با راس هدف ادغام می‌شوند و جوامعی با پیمانی بالا را ایجاد می‌کند. با این که محاسبه پیمانی در گراف‌های خیلی بزرگ دشوار است، یکی از مزایای اصلی روش لووین چالش گراف‌های بزرگ و سرعت اجرای آن است [۳۲] و محدودیت روش‌های دیگر باعث معرفی لووین شده است [۳۳]. الگوریتم لووین به صورت حریصانه برای بیشینه‌سازی پیمانی عمل می‌کند، که سریع‌ترین و موثرین الگوریتم برای کشف جوامع است. الگوریتم به دو گام تقسیم می‌شود و به طور متناوب تکرار می‌شود. فرض می‌کنیم که الگوریتم با شبکه وزن‌داری که دارای N گره باشد، شروع شده است. ابتدا هر گره را در جامعه‌ای جداگانه قرار می‌دهد و سپس همسایگان را برای هر گره بررسی می‌کند و میزان پیمانی ارزیابی می‌شود که این کار با حذف گره از جامعه و قرار گرفتن در جامعه همسایه انجام می‌شود. در نهایت گره هدف در جامعه‌ای

داخل به‌طور متراکم و از خارج به‌صورت پراکنده، به هم متصل هستند. جوامع، خوشه‌هایی از گره‌ها هستند که در مقایسه با گره‌های خارج از جامعه، پیوندهای قوی‌تری را بین خود نشان می‌دهند. شناسایی و درک جوامع در یک شبکه می‌تواند بینش‌هایی را در مورد ساختار اجتماعی، زیرگروه‌ها و جریان اطلاعاتی یا نفوذ در داخل شبکه ارایه دهد [۲۸].

یک جامعه مجموعه‌ای از اشیاء است که در مقایسه با سایر اشیاء در آن مجموعه، روابط نزدیک‌تری را با یکدیگر نشان می‌دهند. افراد در درون یک جامعه بیشتر با اعضای درون گروه تعامل دارند تا با افراد خارج از گروه. نزدیکی موجودیت‌ها را در یک جامعه می‌توان با تجزیه و تحلیل شباهت یا فاصله آن‌ها از یکدیگر ارزیابی کرد [۲۹]. در موضوع شبکه اجتماعی می‌توان یک جامعه را به یک خوشه در شبکه تشبیه کرد [۳۰].

وانگ و همکاران روشی به نام «الگوریتم حریصانه مبتنی بر اجتماعات برای یافتن K رأس از تأثیرگذارترین رئوس» ارایه داده‌اند که شبکه را به تعدادی اجتماع تقسیم می‌کند و سپس تعدادی از این اجتماعات را برای یافتن K رأس از تأثیرگذارترین رئوس انتخاب می‌کند [۲۶]. ساختار اجتماعات یکی از ویژگی‌های اصلی شبکه‌های اجتماعی است: افراد درون هر اجتماع با یکدیگر ارتباط مکرر دارند؛ اما افراد اجتماعات مختلف ارتباط کمتری با یکدیگر دارند و بنابراین کمتر احتمال دارد که بر یکدیگر اثر بگذارند. این ویژگی اظهار می‌دارد که ممکن است یافتن رئوس تأثیرگذار درون اجتماعات (به جای کل شبکه) تقریب خوبی برای این مسئله باشد.

فرآیند یافتن اجتماعات در یک شبکه مشابه خوشه‌بندی در داده‌کاوی است. هدف خوشه‌بندی، در یک گروه قرار دادن نمونه‌ها به طریقی است که فاصله درون گروه‌ها حداقل و فاصله میان آن‌ها حداکثر شود. در خوشه‌بندی معمولاً از یک تابع فاصله میان هر زوج از نمونه‌ها استفاده می‌شود. الگوریتم‌های یافتن اجتماعات از ساختار پیوندها

2-Louvain

3-Meta Heuristic

4-Modularity

و به صورت سلسله‌مراتبی عمل می‌کند تا جوامع نهایی در طی فرایندی تکراری ادغام ایجاد می‌شوند. ارتفاع سلسله مراتب با توجه به تعداد دوره‌ها تعیین می‌شود که معمولاً تعداد کمی است. این الگوریتم مزیت‌هایی دارد از جمله بصری بودن مراحل که به راحتی اجرا می‌شوند و خروجی آن بدون نظارت است. الگوریتم سریع عمل می‌کند و بهره پیمانی را به سادگی توسط رابطه فوق محاسبه می‌کند و پس از چندین دوره تعداد جوامع را با روش ادغام کاهش می‌دهد که بیشترین زمان اجرایی آن مربوط به اولین تکرار در گام اول است [۳۴].

پس از خوشه‌بندی شبکه، به معیارهایی برای تعیین بهترین رئوس اولیه برای فعال‌سازی نیاز داریم. در انجام این تحقیق، از چهار نوع مرکزیت رأس برای تعیین این رئوس استفاده شده است. مرکزیت یک رأس، مکان ساختاری آن رأس برای یافتن اهمیت نسبی آن در گراف را تعریف می‌کند. انواع مختلفی از معیارهای مرکزیت یک رأس برای یافتن اهمیت آن در ساختار شبکه اجتماعی وجود دارد که در ادامه به چهار مورد به کار رفته در این مقاله اشاره می‌شود.

شاخص‌های مرکزیت، اهمیت یا برجستگی گره‌ها را در یک شبکه اندازه‌گیری می‌کند. این شاخص‌ها گره‌هایی را شناسایی می‌کنند که دارای موقعیت‌های مرکزی هستند و تاثیر مهمی در جریان اطلاعات، نفوذ یا ارتباطات دارند. برخی از شاخص‌های مرکزیت که معمولاً استفاده می‌شوند عبارتند از: مرکزیت درجه، مرکزیت بینابینی و مرکزیت نزدیکی [۳۵].

مرکزیت درجه، مرکزیت درجه به تعداد پیوندهایی که روی یک گره حادث می‌شود، گفته می‌شود. در یک شبکه جهت‌دار معمولاً دو معیار جداگانه برای مرکزیت درجه تعریف می‌شود که عبارتند از درجه ورودی و درجه خروجی. بر این اساس، درجه ورودی تعداد روابطی است که به گره هدایت می‌شوند و درجه خروجی تعداد روابطی است که گره‌های دیگر را هدایت می‌کند.

قرار می‌گیرد که بالاترین نرخ پیمانی را داشته باشد و در غیر این صورت در جامعه جاری باقی می‌ماند [۳۴]. این فرایند به طور متناوب برای تمام گره‌های شبکه اجتماعی تکرار می‌شود تا بهبود جدیدی حاصل نشود و گام اول فرایند به پایان برسد. گام اول زمانی متوقف می‌شود که بیشینه محلی پیمانی به دست آید و جابه‌جایی ترکیب‌ها، پیمانی را افزایش ندهد. بررسی ترتیب گره‌ها در خروجی الگوریتم ممکن است روی بار محاسباتی موثر باشد که نیاز به مطالعه بیشتری دارد.

کیفیت کارایی الگوریتم لووین در کشف جوامع با استفاده از نرخ پیمانی ∇Q به دست می‌آید که با جابه‌جایی گره i به جامعه c توسط رابطه زیر محاسبه شده است

$$\nabla Q = \left[\frac{\sum_{in} + k_{in}}{r_m} - \left(\frac{\sum_{in} + k_i}{r_m} \right)^2 \right] - \left[\frac{\sum_{in}}{r_m} - \left(\frac{\sum_{tot}}{r_m} \right)^2 - \left(\frac{k_i}{r_m} \right)^2 \right] \quad (1)$$

$\sum_{in}$ مجموع وزن پیوندهای داخل جامعه c است، $\sum_{tot}$ مجموع وزن پیوندهای متصل شده به گره‌های درون جامعه c است. مجموع وزن پیوندهای مرتبط به گره i است. k_{in} مجموع وزن پیوندها از گره i به گره‌های داخل c است و m مجموع وزن تمام پیوندهای شبکه است. وقتی Q گره i از جامعه حذف می‌شود و عبارت مشابهی برای ارزیابی تغییرات پیمانی به کار گرفته می‌شود. تغییرات پیمانی با حذف گره i از جامعه و قرار گرفتن در جامعه همسایگی سنجیده می‌شود [۳۴].

گام دوم الگوریتم شامل ایجاد شبکه جدیدی از گره‌ها است که در مرحله اول جامعه خود را پیدا کرده‌اند. زمانی که فاز دوم انجام می‌شود، می‌توان فاز اول الگوریتم را مجدداً به شبکه وزن‌دار ایجاد شده اعمال کرد تا تکرار شود. ترکیب این دو گام «دوره» تعریف شده است. تعداد متا-جوامع در هر دوره کاهش می‌یابد همچنین بیشترین بار محاسباتی در دوره اول است. این دوره‌ها تا زمانی که دیگر تغییری ایجاد نشود و بیشترین پیمانی به دست آید، ادامه می‌یابند. این الگوریتم بیانگر شبکه‌های پیچیده است

سایر گره‌ها تعامل داشته باشد. مرکزیت بینابینی به صورت زیر تعریف می‌شود [۳۸].

$$C_c(v) = \frac{1}{\text{average}_u(L(v,u))} = \frac{nL}{\sum_{u \in V} d(v,u)} \quad (۴)$$

که در آن nL تعداد گره‌هایی را که از v و $L(v,u)$ قابل دسترسی هستند برای این نوع گره‌ها تعریف می‌کند. در اینجا، $C_c(v)$ یک معیار است که نشان می‌دهد چقدر سریع اطلاعات از گره v به سایر گره‌های قابل دسترس توزیع می‌شود.

پیچ‌رنگ^۸ یک الگوریتم معتبر است که برای رتبه‌بندی صفحات وب و یا گره‌ها در شبکه‌های پیچیده استفاده می‌شود. این الگوریتم توسط لری پیچ و سرگئی برین، بنیان‌گذاران گوگل، برای بهبود نتایج جستجو در وب طراحی شده است. پیچ‌رنگ نه تنها تأثیر یک گره خاص را بر اساس تعداد پیوندهای ورودی (یا اتصالات) به آن، بلکه کیفیت و میزان تأثیرگذاری این پیوندها را نیز در نظر می‌گیرد. پیچ رنگ برای استفاده از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$PR(V) = (1 - d) + d \sum_{i \in L(v)} \frac{PR(i)}{C(i)} \quad (۵)$$

در این فرمول d فاکتور تخفیف^۹، که معمولاً مقدار $۰/۸۵$ در نظر گرفته می‌شود. $PR(i)$ پیچ‌رنگ گرهی که به v پیوند داده است، $C(i)$ تعداد پیوندهای خروجی از گره i است. یک صفحه دارای رتبه بالا است اگر تعداد گره‌های زیادی به آن اشاره کنند یا گره اشاره کننده دارای رتبه بالایی باشد [۳۹].

آتوریتی^{۱۰} و هاب^{۱۱} دسته‌بندی گره‌هایی هستند که در شبکه‌های جهت‌دار استفاده می‌شوند. هاب گرهی است که لبه‌های زیادی به بیرون دارد. همچنین می‌توانید یک هاب را به عنوان یک گره در نظر بگیرید که گره شروع بسیاری از لبه‌ها است. از طرف دیگر، یک آتوریتی گرهی است که

هنگامی که روابط برخی از جنبه‌های مثبت از قبیل دوستی یا همکاری است، درجه ورودی به عنوان محبوبیت و درجه خروجی به عنوان جمع‌گرایی تفسیر می‌شود. فرمول مرکزیت درجه در نظریه گراف‌ها برای سنجش اهمیت یا مرکزیت یک راس در یک گراف استفاده می‌شود. مرکزیت درجه گره v به صورت زیر تعریف می‌شود [۳۶]

$$CD(v) = \deg(v) \quad (۲)$$

که در آن $CD(v)$ مرکزیت درجه راس v است. و $\deg(v)$ درجه راس v است که به تعداد یال‌های متصل به آن راس اشاره دارد.

این روش به سادگی تعداد همسایه‌های مستقیم یک راس را اندازه‌گیری می‌کند و به گراف‌ها اجازه می‌دهد تا نقاط مهم یا مرکزی را شناسایی کنند.

مرکزیت بینابینی^۶ معیار مهم در تحلیل شبکه است که نشان می‌دهد یک گره (یا راس) چه میزان در میانجی‌گری مسیرهای بین دیگر گره‌ها قرار دارد. این معیار به طور خاص در تحلیل ساختار شبکه‌ها و شناسایی گره‌های کلیدی در شبکه‌های اجتماعی، اطلاعاتی و غیره کاربرد دارد. مرکزیت بینابینی به صورت زیر تعریف می‌شود [۳۷]:

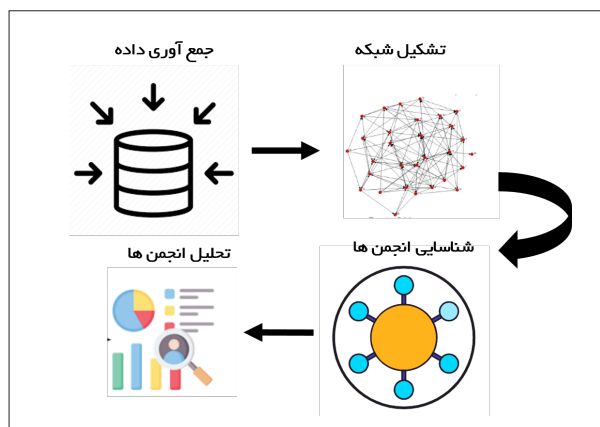
$$C_B(v) = \sum_{s \neq v \neq t \in V} \frac{\sigma_{st}(v)}{\sigma_{s,t}} \quad (۳)$$

که در آن $C_B(v)$ مرکزیت بینابینی راس v است و مقدار کنترلی را که گره v بر روی اتصالات گره‌های دیگر در شبکه اعمال می‌کند، نشان می‌دهد. s, t هر دو گره‌های دیگر در شبکه هستند. σ_{st} نشان‌دهنده تعداد کوتاه‌ترین مسیرها از s به t است. $\sigma_{st}(v)$ کوتاه‌ترین مسیر از s به t است که از v عبور می‌کند.

مرکزیت نزدیکی^۷ به این معنی است که مجموع فاصله یک گره از گره دیگر در مقایسه با سایر گره‌ها کمتر است. در این حالت گره در مرکز توجه سایر گره‌ها قرار دارد و نزدیکی فاصله سبب می‌شود تا گره بتواند سریع‌تر با

8-Page Rank
9-Damping factor
10-Authorities
11-Hub

6-Betweenness centrality
7-Closeness Centrality



شکل ۱: فرایند مدل پیشنهادی

درجه، مرکزیت نزدیکی. همچنین به محاسبه پیچ رنگ و چندی^{۱۳} می پردازیم. در سطح کلان ویژگی های شبکه سراسری، مانند تراکم کلی شبکه، درجه، و لبه ها را بررسی می کنیم. این معیارها در مورد ساختار کلی شبکه و حضور جوامع یا خوشه های منسجم در آن بینشی جدید ارایه می کند. برای شناسایی گروه های منسجم از هنرپیشه های سینما در شبکه ارتباطی از الگوریتم های تشخیص جامعه که بخشی از تجزیه و تحلیل شبکه است استفاده می کنیم. تشخیص جامعه به ما کمک می کند تا دسته هایی از هنرپیشه هایی را شناسایی کنیم که شباهت های موضوعی را در بازی در فیلم به اشتراک می گذارند. درک این جوامع الگوهای موجود همکاری و سرمایه گذاری مشترک را در صنعت فیلم روشن خواهد کرد.

۴- نتایج مدل

۴-۱- جمع آوری داده

در این مطالعه داده های فیلم از وبگاه ویکی پدیا و با استفاده از کتابخانه های پایتون^{۱۴} جمع آوری شده است با توجه به بازه زمانی موردنظر (۲۲ بهمن ۱۳۵۷ تا ۲۹ اسفند ۱۴۰۲)، سعی شده است تا تمامی فیلم های سینمایی پس از انقلاب اسلامی ایران به همراه هنرپیشه های آن جمع آوری شوند. در نتیجه مجموعه داده قابل توجهی از ۲۴۱۴ فیلم سینمایی و ۵۲۴۸ هنرپیشه استخراج شد.

لبه های زیادی به آن اشاره دارد. همچنین می توان اتوریته را به عنوان یک گره در نظر گرفت که گره انتهایی بسیاری از لبه ها است. تعداد یال های از پیش تعیین شده ای وجود ندارد که یک گره را به یک هاب یا یک مرجع تبدیل کند. به شبکه بستگی دارد. علاوه بر این، به یاد داشته باشید که همه گره ها در یک شبکه جهت دار یک هاب یا یک مرجع نیستند.

۳- روش شناسی

مراحل این تحقیق براساس شرح زیر است:

۳-۱- جمع آوری داده

اولین مرحله این مطالعه جمع آوری داده های مربوط به فیلم های سینمایی و هنرپیشه ها پس از انقلاب اسلامی ایران است که از وبگاه ویکی پدیا گرفته شده است. داده های جمع آوری شده به عنوان پایه ای برای تجزیه و تحلیل های بعدی خواهد بود.

۳-۲- تشکیل شبکه

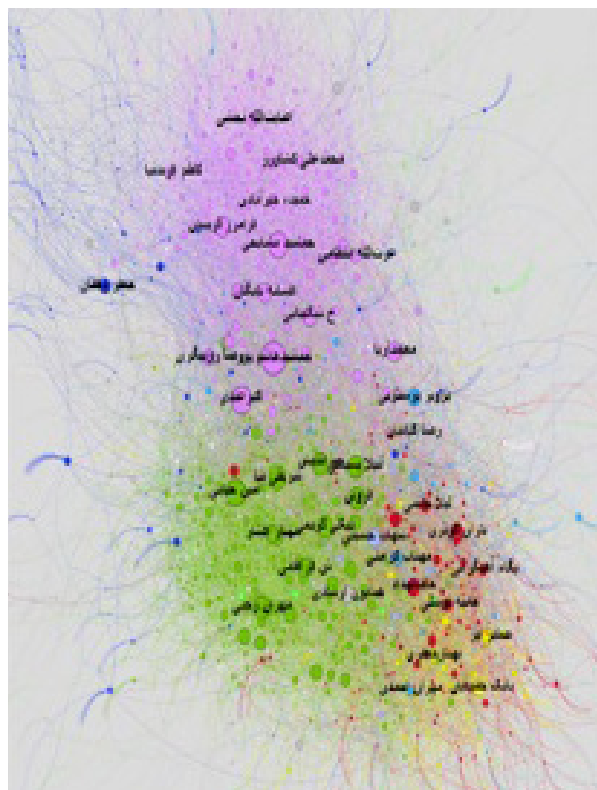
با توجه به قرار دادن گره ها و یال های ارتباطی اقدام به ساخت یک شبکه ارتباطی کرده که پیوند هنرپیشه های سینما و فیلم های سینمایی را به صورت بصری نشان می دهد. در این پژوهش برای تجسم شبکه از نرم افزار گفی^{۱۲} استفاده شده است. با استفاده از گره ها و یال ها به صورت ورودی گفی یک نمودار شبکه تولید می کند. در آن شبکه هنرپیشه ها به عنوان گره نشان داده می شوند و اتصالات (یال ها) بین گره ها نشانگر میزان ارتباط بین هنرپیشه ها و فیلم های سینمایی است.

۳-۳- تجزیه و تحلیل شبکه

در این مرحله، به تحلیل شبکه در دو سطح خرد و کلان می پردازیم. در سطح خرد، روی ویژگی های گره های (هنرپیشه ها) منفرد در شبکه تمرکز می کنیم؛ مانند مرکزیت

13-Modality
14-Python

12-<https://gephi.org>



شکل ۲: شمای کلی از شبکه هنرپیشه‌ها

مقدار آلفای $0/9$ و آستانه $0/6$ به شبکه اعمال شده است که آستانه باعث می‌شود گره‌هایی که ارتباط ضعیف‌تری دارند، حذف و ارتباطات قوی‌تر در شبکه باقی بمانند. با اعمال الگوریتم لووین، جوامع استخراج شده و در شکل ۲ وضعیت ارتباط بین هنرپیشه‌ها و فیلم‌های سینمایی نمایش داده شده است که می‌توان خروجی کلی گراف از سینمای پس از انقلاب اسلامی ایران و هنرپیشه‌های آن باشد. با بررسی این گراف می‌تواند دید کلی از میزان فعالیت هنرپیشه‌ها در سینمای پس از انقلاب اسلامی ایران را ترسیم کند.

میزان کیفیت جوامع با بهره‌گیری از معیار پیمانی ارزیابی شده است که $0/9$ به‌دست آمده است. حال با تحلیل هر جامعه، بیان می‌شود که همسایگی ترکیب‌هایی که در یک جامعه قرار گرفته‌اند دارای فاز ترکیبی یکسانی هستند و عناصری مشابه در هر ترکیب وجود دارد.

معیار پیمانی الگوریتم لووین [۳۱] برای ارزیابی کیفیت جوامع در این پژوهش استفاده شده است که به عنوان یکی

جدول ۲: پارامترهای مورد نیاز برای الگوریتم لووین

نام پارامتر	توضیح پارامتر
آلفا	میزان تاثیر معیار شباهت ساختاری و محتوایی را تعیین می‌کند
آستانه	تعیین حد مناسب برای حذف ارتباطات ضعیف

۲-۴- آماده‌سازی گره و یال‌ها

در این مرحله هنرپیشه‌ها و فیلم‌های سینمایی به‌عنوان گره و حضور هر هنرپیشه در هر فیلم به عنوان یال ارتباطی در نظر گرفته شد.

دو پارامتر مهم در الگوریتم لووین در این پژوهش نیاز به تنظیم دارد که با روش آزمون و خطا به‌دست آمده است تا کیفیت جوامع استخراجی بهینه شود. در این پژوهش مقدار آلفا این پارامترها در جدول زیر نمایش داده شده است:

آلفا: این پارامتر تعادل بین بهینه‌سازی مدولاریتی و تفکیک‌پذیری جوامع کوچک را تنظیم می‌کند. به طور پیش‌فرض، مقدار آلفا معمولاً ۱ در نظر گرفته می‌شود، که به این معناست که بهینه‌سازی مدولاریتی و اندازه جوامع به طور برابر در نظر گرفته می‌شود. با تغییر این پارامتر می‌توان توجه بیشتری به جوامع بزرگ‌تر یا کوچک‌تر جلب کرد. با توجه به داده‌ها و نتایج به‌دست آمده مقدار آلفا را $1/5$ و مقدار تفکیک‌پذیری را $0/1$ در نظر گرفتیم.

آستانه: این پارامتر برای تعیین این که آیا یک جامعه باید ادغام یا تقسیم شود، استفاده می‌شود. معمولاً این آستانه به صورت پویا در حین فرآیند بهینه‌سازی مدولاریتی تنظیم می‌شود. مقدار آستانه در این پژوهش ۱ در نظر گرفته شد.

۴-۳- تشکیل شبکه

با استفاده از نرم‌افزار گفی و یال‌ها و گره‌های آماده شده در مرحله قبل، شبکه ترسیم شد. این شبکه از ۷۶۳۴ گره و ۱۶۸۶۴ ارتباط تشکیل شده است. این شبکه با میانگین درجه $205/2$ سطح قابل توجهی از ارتباط را نشان می‌دهد.

جدول ۳: مرکزیت درجه هنرپیشه‌ها

درجه	نام گره	شماره	درجه	نام گره	شماره
۹۰	جمشید هاشم‌پور	۲۷۲۱	۵۷	نیکی کریمی	۳۴۷۲
۷۵	اکبر عبدی	۲۶۳۵	۵۶	گوهر خیراندیش	۲۴۷۹
۷۱	جمشید مشایخی	۲۵۰۴	۵۴	شقایق فراهانی	۴۲۹۳
۷۰	امین حیایی	۳۴۸۴	۵۲	خسروشکیبایی	۲۵۵۲
۶۱	محمدرضا شریفی نیا	۳۴۲۲	۵۱	فاطمه معتمدآریا	۲۵۰۷
۶۰	آتیلا پسیانی	۲۹۴۲	۵۱	افسانه باغان	۲۶۹۸
۶۰	مهران رجبی	۴۶۱۵	۴۹	شهاب حسینی	۴۸۷۲
۵۸	فرامرز قریبیان	۲۴۳۶	۴۸	باران کوثری	۳۵۷۶
۵۷	محمدرضا فروتن	۳۴۳۱	۴۷	مهناز افشار	۴۵۶۶

استفاده از معیارهای مرکزیت است. این معیارها به منظور شناسایی عناصر مهم و تأثیرگذار در شبکه از دیدگاه‌های مختلف محاسبه می‌شوند. همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، می‌توانیم ۲۰ هنرپیشه برتر را با بالاترین مقدار در مرکزیت درجه و مرکزیت نزدیکی مشاهده کنیم. این هنرپیشه‌ها نقش مهم و تأثیر قابل توجهی در شبکه دارند و آنها را به کانون‌های اصلی برای بررسی بیشتر و درک پویایی شبکه تبدیل می‌کنند.

تجزیه و تحلیل شاخص‌های مرکزیت در این شبکه، ظرفیت‌های همکاری چشمگیر و قابلیت سرمایه‌گذاری هنرپیشه‌های مختلف را نشان می‌دهد. مرکزیت درجه تعداد اتصال‌های یک گره (هنرپیشه) را در شبکه اندازه‌گیری می‌کند.

در این شبکه تعداد موضوعات مشترک بین فیلم نشان داده شده است. جمشید هاشم‌پور، با بالاترین درجه مرکزیت است و این موضوع به این معنی است که در تعداد قابل توجهی از فیلم‌های سینمایی همکاری کرده است. اکبر عبدی، جمشید مشایخی، امین حیایی، محمدرضا شریفی‌نیا به ترتیب با مرکزیت درجه بعدی در جدول ۳ نشان داده شده‌اند. مرکزیت نزدیکی میزان سرعت دسترسی یک هنرپیشه به هنرپیشه‌های دیگر در فیلم‌های سینمایی را در شبکه اندازه‌گیری می‌کنند.

جدول ۴ نیز مرکزیت بینابینی را در بین گره‌ها نشان می‌دهد. هنرپیشه‌هایی که شاخص مرکزی بالایی دارند، نه تنها به چشم‌انداز تولید و ارتقای فیلم کمک قابل توجهی

از اصلی‌ترین معیارهای ارزیابی کیفیت روش‌های کشف جوامع است [۳۴]. حداکثر مقدار پیمانی زمانی به‌دست می‌آید که تمام رؤس درون هر جامعه به هم متصل باشند و یالی جوامع خارجی را به هم متصل نکند [۳۴]. یکی از ویژگی‌های اساسی پیمانی امکان مقایسه جوامع متفاوت با تعداد جوامع مختلف است. از آنجا که لزوماً الگوریتم‌های مختلف تعداد جوامع یکسانی را تولید نمی‌کنند، بسیاری از معیارهای موجود جوابگوی مقایسه روش‌های مختلف نیستند و امکان استفاده از آنها برای ارزیابی این روش وجود ندارد. بنابراین وقتی از روش الگوریتم لووین سلسله مراتبی پایین به بالا استفاده می‌شود، می‌توان روند تغییرات پیمانی را هنگام تقسیم یا ترکیب جوامع بررسی کرد و جوامعی که این کیفیت را به حداکثر ممکن می‌رسانند به عنوان بهترین حالت نهایی در نظر گرفته شوند. پیمانی هر خوشه یک مقدار اسکالر بین ۱- و ۱ است که تراکم پیوندهای داخل جوامع را در مقایسه با پیوندهای خارج از جوامع اندازه‌گیری می‌کند [۴۰، ۴۱]. مطالعاتی که انجام شده است مقدار پیمانی بین ۰/۳ و ۰/۷ ساختار جوامع قدرتمندی را نشان می‌دهد که هر چه این معیار به مقدار ۱ نزدیک شود ارزش بیشتری از جوامع را بیان می‌کند [۴۰]. میزان کیفیت الگوریتم روش پیشنهادی این پژوهش که به صورت بهبود یافته عمل می‌کند ۰/۹ است.

۴-۴- تحلیل خرد شبکه

رویکرد بسیار مؤثر برای تحلیل سطح خرد شبکه‌ها

جدول ۴: مرکزیت نزدیکی هنرپیشه‌ها

BN	نام گره	شماره	BN	نام گره	شماره
۱	نیکی کریمی	۳۴۷۲	۱	جمشیدهاشم‌پور	۲۷۲۱
۱	گوهر خیراندیش	۲۴۷۹	۱	اکبر عبدی	۲۶۳۵
۱	شقایق فراهانی	۴۲۹۳	۱	جمشیدمشایخی	۲۵۰۴
۱	خسروشکیبایی	۲۵۵۲	۱	امین حیایی	۳۴۸۴
۱	فاطمه معتمدآریا	۲۵۰۷	۱	محمدرضا شریفی نیا	۳۴۲۲
۱	افسانه بايگان	۲۶۹۸	۱	آتیلا پسیانی	۲۹۴۲
۱	شهاب حسینی	۴۸۷۲	۱	مهران رجبی	۴۶۱۵
۱	باران کوثری	۳۵۷۶	۱	فرامرز قریبیان	۲۴۳۶
۱	مهناز افشار	۴۵۶۶	۱	محمدرضا فروتن	۳۴۳۱

جدول ۵: پیج رنک شبکه

شماره	پیج رنک	نام گره
۵۵۶	۰/۰۰۱۴۳۲۳۰	نرگس
۱۴۰۰	۰/۰۰۱۲۸۰۱۷	استخوان‌های بابام
۵۹۴	۰/۰۰۱۲۷۱۹۹	سایه خیال
۲۲۹۹	۰/۰۰۱۲۵۶۴۵	ردکاپت
۱۶	۰/۰۰۱۱۹۳۸۷	تحفه‌ها
۱۷۴۹	۰/۰۰۱۱۴۹۳۴	زمان معکوس
۸۸۱	۰/۰۰۱۱۴۰۱۰	آخر بازی
۱۶۶۳	۰/۰۰۱۰۸۲۴۰۷۴۸۵	رستاخیز

می‌کنند، بلکه در تقویت همکاری سینمایی و سرمایه‌گذاری در این صنعت به‌عنوان نقش کلیدی عمل می‌کنند. مرکزیت آنها بر ظرفیت آنها برای شکل‌دادن به روندها و به اشتراک گذاشتن تخصص در آموزش و ارتقای سینمای تأکید می‌کند.

پیج‌رنک: همان‌طور که توضیح دادیم الگوریتم پیج‌رنک رتبه هر گره را با اختصاص وزن به پیوندی که به آن گره داده شده است به دست می‌آورد. مقدار وزن به کیفیت گرهی که پیوند در آن قرار گرفته بستگی دارد. در این صورت پیوندهای گره‌های مهم‌تر وزن بیشتری می‌گیرند. براساس الگوریتم پیج‌رنک، همان‌طور که در جدول ۵ نشان داده شده است، فیلم‌های نرگس، استخوان‌های بابام، سایه خیال، ردکاپت، تحفه‌ها بیشترین پیج‌رنک را داشته‌اند و این بدین معنی است که گره‌هایی که به عنوان هنرپیشه به این فیلم‌ها متصل شده‌اند بیشتر بوده است.

اکبر عبدی، گوهر خیراندیش، داریوش ارجمند، از هنرپیشه‌های بودند که در فیلم استخوان‌های بابام بازی کرده‌اند.

۴-۵- تشخیص و تجزیه و تحلیل جامعه

در این تحقیق، به تحلیل جوامع و خوشه‌ها در شبکه‌های پیچیده سینمای ایران پرداخته شده است. شناسایی جوامع با استفاده از الگوریتم‌های تشخیص جامعه، این امکان را فراهم می‌آورد که خوشه‌های منسجم و متمایز از هنرپیشه‌ها شناسایی شوند. این خوشه‌ها نمایانگر

هنرپیشه‌هایی هستند که تلاش‌های خلاقانه و رویکردهای مشابهی در تخصص خود دارند. شناسایی این خوشه‌ها به ما این امکان را می‌دهد که پیوستگی و ظرفیت همکاری در حوزه هنرپیشگی و صنعت فیلم را بهتر درک کنیم. جدول ۶، جزئیات مربوط به گره‌های موجود در هر جامعه را بیان می‌کند. براساس داده‌های استخراج شده از ژانر فیلم‌ها و هنرپیشه‌ها، ویژگی‌های غالب ژانرها و مضامین تولیدات هر جامعه شناسایی شده و به تفکیک نام‌گذاری شده‌اند:

جامعه یک: جامعه فرهنگی و پیشکسوتان

فیلم‌های این جامعه عمدتاً در ژانرهای^{۱۵} اجتماعی، مذهبی و فرهنگی تولید شده‌اند. هنرپیشه‌های این جامعه از پیشکسوتان سینما هستند که نقش مهمی در ترویج ارزش‌ها، باورها و رفتارهای اجتماعی دارند و به‌طور چشمگیری بر رشد ابعاد فکری، فرهنگی و اجتماعی جامعه تأثیر می‌گذارند

۱۵- ژانر اصطلاحی ادبی است که برای توصیف محتوای رسانه‌ای به کار می‌رود و ویژگی‌های اصلی مشابهی مانند فرم، محتوا، موضوع و مانند این‌ها را در بر دارد.

جامعه دو: کمدی

این جامعه فیلم‌هایی از ژانرهای مختلف کمدی به‌ویژه کمدی درام، کمدی علمی-تخیلی، کمدی ماجراجویی و کمدی عاشقانه را در بر می‌گیرد.

فیلم‌های کمدی به‌عنوان بخش پرطرفدار سینمای ایران به‌شمار می‌روند. این فیلم‌ها غالباً به تسکین استرس و ایجاد فضای روانی مثبت برای مخاطبان کمک می‌کنند. بررسی پرفروش‌ترین فیلم‌های تاریخ سینمای ایران نیز حاکی از جذابیت فیلم‌های کمدی در میان طیف‌های مختلف اجتماعی است. جامعه‌شناسی شوخ طبعی نیز به‌عنوان یکی از حوزه‌های جدید در مطالعات جامعه‌شناختی محسوب می‌شود که با توجه به کثرت تولید سالانه فیلم‌های طنز و کمدی در ایران، می‌توان برای تحلیل جامعه‌شناختی آن و سرمایه‌گذاری در این ژانر از این جامعه بهره برد [۴۲]. فیلم‌هایی چون زن‌ها فرشته‌اند، نوک برج، ازدواج در وقت اضافه، آتش بس ۱ و ۲، آدم باش، آذر شهدخت پرویز و دیگران، قاعده بازی، اخراجی‌های ۱ و ۲ و ۳ در این جامعه قرار می‌گیرند.

جامعه سه: درام

فیلم‌های درام یکی از ژانرهای مهم در صنعت سینما هستند. انواع ژانر درام، از جمله درام خانوادگی، درام رازآلود، درام عاشقانه، درام کمدی در این جامعه گنجانده می‌شود. تمرکز اصلی این جامعه بر روی تعاملات انسانی، مشکلات اجتماعی، روان‌شناسی شخصیت‌ها و احساسات انسانی است. این نوع فیلم‌ها به‌طور عمده به جنبه‌های عمیق و پویای انسانی می‌پردازند و تمایل دارند داستان‌های پرشور و احساسی را به نمایش بگذارند. این جامعه هنرپیشه‌هایی چون باران کوثری، حامد بهداد، هدیه تهرانی، هانیه توسلی، لیلا حاتمی، پگاه آهنگرانی را شامل می‌شود. فیلم‌های درام معمولاً به شخصیت‌ها و رویدادهای زندگی واقعی یا داستان‌های خیالی عمیق‌تر می‌پردازند و توانایی نشان دادن تغییرات و تحولات شخصیت‌ها در طول زمان

را دارند. ژانر درام از نظر هنری و فرهنگی تأثیرات بزرگی بر جامعه دارد. این ژانر قدرتی خاص دارد که می‌تواند از طریق داستان‌گویی و شخصیت‌های آن تغییرات و تأثیرات عمیقی در انسان‌ها و جوامع ایجاد کند.

جامعه چهار: هیجان جویی

این جامعه متشکل از فیلم‌هایی از جمله بحران، حمله به اچ ۳، بلمی به‌سوی ساحل، پرواز در شب، خیابان یک طرفه، قتل آنلین است.

این فیلم‌ها بر مضامین ژانرهای هیجانی و اکشن از جمله ژانر جنگی-جنگی، درام-جنگی، اکشن-ماجراجویی، جنگی-دفاع مقدس، اکشن، اکشن-جنایی، جاسوسی، ترسناک، وحشت مانند رویارویی، درگیری‌های مسلحانه و تجارب نزدیک به مرگ به هم مرتبط هستند. اعضای این جامعه می‌توانند در تولیدات مشترک همکاری کنند.

جامعه پنج: اجتماعی

این جامعه، که اغلب شامل فیلم‌های اجتماعی و درام خانوادگی است، در برخی مواقع با جامعه درام پیوسته و تنیده است. این ژانر به مسایل اجتماعی، اقتصادی و چالش‌های زنان در جامعه ایران پرداخته و به‌طور عمده، فیلم‌هایی را شامل می‌شود که نقدهایی به وضعیت موجود ارائه می‌دهند.

جامعه شش: سیاسی و فرهنگی

این جامعه کوچک شامل فیلم‌هایی همچون بادیگارد، دوئل، آژانس شیشه‌ای، خانه کاغذی، جشن دلتنگی، چپ دست، آدم برفی، آینه شمعدون و غیره است. این جامعه شامل فیلم‌هایی است که به مسایل سیاسی و فرهنگی در سطح جهانی و محلی می‌پردازند. فیلم‌ها در این جامعه اغلب دارای مضامین سیاسی و اجتماعی هستند و از سینما به‌عنوان وسیله‌ای برای بررسی مسایل جهانی مانند ژئوپلیتیک و عدالت اجتماعی استفاده می‌شود.

جدول ۶: اصلی‌ترین گره‌های حاضر در مهمترین خوشه‌ها

رنگ	شماره جامعه	چگالی	مهمترین هنرپیشه‌ها
	۸	٪ ۱۵/۵۹	جمشید هاشم‌پور، اکبر عبدی، جمشید مشایخی، فرامرز قریبیان، خسرو شکیبایی، عزت‌الله انتظامی محمدعلی کشاورز و فاطمه معتمد آریا
	۹۶	٪ ۱۲/۷۶	امین حیایی، محمدرضا شریفی‌نیا، آتیلا پسیانی، مه‌رمان رجبی، محمدرضا فروتن، نیکی کریمی، گوهر خیراندیش، شقایق فراهانی، مه‌ناز افشار، همایون ارشادی
	۱۶۶	٪ ۷/۲۶	باران کوثری، حامد بهداد، هدیه تهرانی، هانیه توسلی، لیلا حاتمی، پگاه آهنگرانی
	۲۶	٪ ۶/۵	جعفر دهقان، محمد کاسبی، رویا نونهالی، حمید گودرزی
	۴۹	٪ ۵/۵۷	بابک حمیدیان، صابر ابر، به‌ناز جعفری، شاه‌رخ فروتنیان، مهدی احمدی
	۱	٪ ۳/۳۷	پرویز پرستویی، مه‌تاب کرامتی، مه‌رمان احمدی، پریش نظریه، مریم بوبانی، محمدرضا داوودنژاد، حسین سلیمانی

۵- نتیجه‌گیری

یافتن رؤس تأثیرگذار در شبکه‌های پیچیده، یکی از مسایل کلیدی است که در حوزه‌های مختلفی از جمله بازاریابی، سیاست‌گذاری، و تحلیل‌های اجتماعی کاربرد گسترده‌ای دارد. در این مطالعه، شبکه ارتباطی میان ۵۲۴۸ هنرپیشه و ۲۴۱۴ فیلم سینمایی در بازه زمانی پس از انقلاب اسلامی ایران تحلیل شد. برای شناسایی جوامع مجزا در این شبکه، از الگوریتم کشف اجتماعات لووین استفاده شد که نتایج آن نشان‌دهنده کیفیت بالای استخراج جوامع است. معیار پیمانی لووین برای این داده‌ها مقدار ۰/۹ به‌دست آمد که حاکی از توانایی بالای این الگوریتم در شناسایی جوامع منسجم با اتصال درونی قوی بین گره‌ها است.

در گام نخست، ویژگی‌های ساختاری گره‌ها تحلیل و شباهت‌ها بر اساس خصوصیات آن‌ها محاسبه شد. این تحلیل منجر به ایجاد شبکه‌ای با آنتروپی بالا در گره‌ها شد که نشان‌دهنده پیچیدگی و تنوع ارتباطات در این شبکه است. کیفیت جوامع استخراج شده با استفاده از معیار پیمانی بررسی شد و نتایج حاکی از وجود خوشه‌هایی با پیوندهای درونی قوی است. این ارزیابی‌ها همچنین نشان می‌دهند که الگوریتم لووین در مقیاس‌های بزرگ‌تر نیز به‌خوبی عمل می‌کند و کیفیت خود را حفظ می‌کند، که این ویژگی در تحقیقات مربوط به شبکه‌های پیچیده از اهمیت بالایی برخوردار است.

تحلیل‌های انجام شده نشان می‌دهند که شبکه هنری ایجاد شده، دارای ساختاری به هم پیوسته با همکاری‌های گسترده و هم‌گرایی قابل توجه در مفاهیم سینمایی است. بررسی چگالی این شبکه پیچیده نشان داد که خوشه‌های شماره ۸ و ۹۶ (رنگ بنفش و سبز) به‌عنوان گره‌های کلیدی و تأثیرگذار در این شبکه شناخته شدند. این خوشه‌ها با نمرات برجسته خود، به‌ویژه در روندهای محرک و پیش‌رو در صنعت بازیگری و سینما ظاهر شدند. نتایج نشان می‌دهند که خوشه شماره ۸، که شامل پیشکسوتان سینما است، نقش مهمی در انتقال فرهنگ و آموزش ایفا می‌کند، در حالی که خوشه‌های دیگر نشان‌دهنده نوآوری و همکاری‌های مؤثر در صنعت فیلم هستند.

همچنین، الگوریتم‌های کشف اجتماع توانستند خوشه‌هایی را شناسایی کنند که بر اساس رویکردهای خلاقانه مشابه در ژانرهای مختلف سینما، مانند جامعه «هیجان‌جویی» (که عمدتاً فیلم‌های اکشن تولید می‌کند) و جوامع درام-اجتماعی، به هم پیوسته‌اند. این تحلیل‌ها تأثیرگذاری و همکاری‌های مشترک در این جوامع را برای تقویت سرمایه‌گذاری و تولیدات مشترک آشکار می‌کنند. به‌ویژه، تحلیل‌های دقیق‌تر می‌توانند به سیاست‌گذاران فرهنگی و مدیران صنعت سینما کمک کنند تا تصمیمات آگاهانه‌تری در زمینه تمرکز بر همکاری‌ها و سرمایه‌گذاری‌های هدفمند اتخاذ کنند.

work of papers in all sessions of IIIEC th Iranian International” Conference Industrial Engineering Conference, Mashhad.

[11] Scripps, J. 2013. “Discovering Influential Nodes in Social Networks through Community Finding. in WEBIST,” Grand Valley State University, Allendale.

[12] Kim, J. M., Xiao, X., & Im, I. K. 2002. “Hollywood movie data analysis by social network analysis and text mining,” International Journal of Electronic Commerce Studies. Vol 11. No 1. Pp: 75- 92.

[13] Giri, S., Chaudhary, S., & Gautam, B. 2024. “Analyzing Social Networks of Actors in Movies and TV Shows,” arxiv.

[14] Mourchid, Y., Renoust, B., Roupin, O., Văn, L., Cherifi, H. & El Hassouni, M. 2019. “Movienet: a movie multilayer network model using visual and textual semantic cues,” Applied Network Science. Vol 121.

[15] Zemaityte, V., Karjus, A., Rohn, U., Schich, M. & Ibrus, I. 2024. “Quantifying the global film festival circuit: Networks, diversity, and public value creation,” PLoS ONE. Vol 19. No 3.

[16] Cahya Kamila, I., Bagus Agatha, A., & Megahnia Prihandini, R. 2024. “Graph Theory: Applications in Movie Recommendation Systems (Netflix),” researchgate.

[17] Rezvanian, A., Rahmati M. & Meybodi, M. 2014. “Sampling from complex networks using distributed learning automata,” Physica A Statistical Mechanics and its Application, جلد Vol 396.pp: 224- 234.

[18] Barabási A. & Albert, R. 2002. “Statistical mechanics of complex networks,” Reviews of Modern Physics, Vol 74. Pp: 47- 97.

[19] Rabbany, R., Takaffoli, M., Fagnan, J., Osmar, Z. & Ricardo, J. 2013. “Communities validity: methodical evaluation of community mining algorithms,” Social Network Analysis and Mining. Vol 3. Pp: 1039- 1062.

[20] Wan, B. & Krishnamurthy, J. 2000. “On network-aware clustering of Web clients,” Computer Communication Review. Vol 30. Pp: 97- 110.

[21] Wilhelm, J. K. A. T. & Wilhelm, T. 2008. “What is a complex graph?,” Physica A Statistical Mechanics and its Applications. Vol 387. No 11. Pp: 2652- 2697.

[22] Evans, T. S. 2004. “Complex networks,” Contemporary Physics. Vol 45. No 6. Pp: 455- 474.

[23] Jalilvand khosravi, M. M. A. S. 2020. “identifying and clustering users of VOD platforms using SNA technique: a case study of cinemamarket,” new marketing research journal, Vol 11. Pp: 20-21.

[24] Kim, H. & Yoneki, E. 2012. “Influential neighbours selection for information diffusion in online social networks,” International Conference on Computer Communications and Networks (ICCCN), Germany.

[25] Kempe, D., Kleinberg, J. & Tardos, É. 2003. “Maximizing the spread of influence through a social network”, in Proceedings of the ninth ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining.

[26] Wang, Y. & et al., 2010. “Community-based greedy algorithm for mining top-k influential nodes in mobile social net-

در نهایت، همان‌طور که شبکه‌های سینمایی در طول زمان تکامل می‌یابند، تجزیه و تحلیل‌های آینده می‌تواند ظرفیت‌های در حال رشد و جوامع خلاق جدید را شناسایی کرده و زمینه‌های همکاری‌های بیشتر را فراهم آورد. این پژوهش نشان می‌دهد که استفاده از تکنیک‌های داده‌کاوی و تجزیه و تحلیل شبکه می‌تواند ابزار قدرتمندی برای تصمیم‌گیری‌های راهبردی و توسعه صنعت سینما باشد. این نتیجه‌گیری شامل جزئیات دقیق‌تر و علمی‌تر است و به طور خاص به نحوه عملکرد الگوریتم‌های کشف اجتماع و تأثیر آن‌ها در شناسایی جوامع کلیدی در صنعت سینما پرداخته شده است. همچنین، به تأثیرات فرهنگی و راهبردی این جوامع برای صنعت سینما و تصمیم‌گیرندگان اشاره شده است.

مراجع

- [1] Vlassis, A. 2016. “Soft power, global governance of cultural industries and rising powers: the case of China,” International Journal of Cultural Policy. Vol 22. No. 4. pp. 481- 496.
- [2] Vogel, H. L. 2020. “A guide for financial analysis,” Cambridge university.
- [3] Kokas, A. 2020. “Serious chemistry on set: the molecular structure of film investment in China,” International journal of Cultural Policy. Vol 26. No. 4. pp. 446- 458.
- [4] Behrens, R. Foutz, N., Franklin, M., Funk, J., Gutiérrez-Navratil F. & Hofmann, L. 2020. “Leveraging analytics to produce compelling and profitable film content,” Cultural Economics.
- [5] Liu, Y., XiaohuI, Y., An, A.. & Huang, X. 2013. “Riding the tide of sentiment change: sentiment,” World Wide Web. Vol 16. No 4. Pp: 496- 477.
- [6] Elberse, A. 2007. “The power of stars: Do star actors drive the success of movies?,” Journal of, 71 جلد, Vlo 71. No. 4. Pp: 102- 120.
- [7] Kanani, F., Rasoulia, P., Hafezi, R. & Ahang, S. 2023. “Analysis of the Artificial Intelligence Ecosystem in Iran and Identifying Institutional and Functional Gaps,” Journal of Science and Technology Polic. Vol 16. No. 2. Pp: 59- 77.
- [8] Maghsoud, M., Jalilvand Khosravi, M., & Salavatian, S. 2023. “Analyzing the Ecosystem of Iranian websites for Watching and Downloading videos based on User Behavior,” Iranian Journal of Information Processing and Management .Vol 38. No 3. Pp: 1067- 1094.
- [9] Bayat, A. F. 2021. “The Explanation of National Internet Concept based on Situational Analysis,” Journal of Science and Technology Policy. Pp: 91- 106.
- [10] Maghsoudi, M. A. S. 2021. “Study of co-authorship net-

- جلد ۳، شماره ۲، ص ۷۰-۸۵.
- [43] Jung, K., Heo, W., & Chen, W. 2012. "IRIE: Scalable and Robust Influence Maximization in Social Networks," IEEE 12th International Conference on Data Mining.
- [44] Said, A., Ayaz Abbasi, R., Maqbool, O., Daud, A. & Al-johani, A. "CC-GA:A clustering," R. "CC-GA:A clustering.
- [45] EL-MOUSSAOUI, M., AGOUTI, A., TIKNIQUINE, A. & EL ADNANI, M. 2019 "Acomprehensive Literature reviw on community detection: Approaches and applications," Proccedia Comouter Science. Vol. 151. Pp: 295- 302.
- [46] Gregory, S. 2007. "An Algorithm to Find Overlapping Community Structure in Networks," European Conference on Principles of Data Mining and Knowledge Discovery, Springer.
- [47] Cipolla, S., Durastante, F. & Meini, B. 2024. "Enforcing Katz and PageRank Centrality Measures in Complex Networks," arxiv.org.
- works. in Proceedings," the 16th ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining.
- [27] Kempe, D., Kleinberg, J. & Tardos, E. 2005. "Influential Nodes in a Diffusion Model for Social," International Colloquium on Automata, Languages, and Programming.
- [28] Maghsoudi, M., Shokouhyar, S., Khanizadeh S. & Shokoohyar, S. 2023. "Towards a Taxonomy of Waste Management Research: an application of community detection in keywors network," Jornal of cleaner Ptoduction. Vol 136. Pp: 401.
- [29] Bedi, P. & Sharma, C. 2019. "Community detection in social networks," Wiley Interdisciplinary Reviews: Date Mining and Knowledge Discovery. Vol 3. No 6. Pp: 115- 135.
- [30] Anwar, S., Ayaz Abbasi, R., Maqbool, O., Daud , A. & Aljohani, N. R. 2018. "A clustering coefficient based genetic algorithm for detecting communities in social networks. Vol 63. Pp: 5- 70.
- [31] Newman, M. E. 2004. "Fast algorithm for detecting community structure in networks," Physical Review. Vol 69. No 6.
- [32] Girvan, M. & Newman, M. E. J. 2001. "Community structure in social and biological networks," Proceedings of the national academy of sciences. Vol 99 No. 12. Pp: 7821- 7826.
- [33] Newman, M. 2006. "Modularity and community structure in network," Proceedings of the national academy of sciences. Vol 103. No 23. Pp: 8577- 8582. pp.
- [34] Blondel, V. E. A. 2008. "Fast unfolding of communities in large networks," Journal of statistical mechanics: theory and experiment. Vol 2008. Pp: 10008.
- [35] Kermani, M., Maghsoudi, M. & Sadeghi, M. 2022. "Analyzing the interorganizational collaborations in crisis management in coping with COVID-19 using social network analysis: Case of Iran," Journal of emergency management. Vol 20. No. 3. Pp: 249- 266.
- [36] Newman, M. 2010. Networks: An Introduction, M. Newman, Networks: an introduction: Oxford University Pres.
- [37] Estrada, E. 2007. "Characterization of topological key-stone species local, global and mesoscale centralities in food webs," Ecological Complexity. Vol 4. Pp: 48- 57.
- [38] Mohammadzadeh, J., Ganjtabesh, M. & Nowzari- Dalini, A. 2014. "Topological Properties of RNA Variation Networks over the Space of RNA Shapes," MATCH Communications in Mathematical and in Computer Chemistry. Pp: 8- 10.
- [39] Brin ,S. & Page, L.1998. "The anatomy of a large- scale hypertextual web search engine," in In Proceedings of 7th World Wide Web Conference.
- [40] Zhang, Y., Wen, C., Wang, C., Antonov, S., Antonov, S., Xue, D., Bai ,Y., & Su, Y. 2020. "Phase prediction in high entropy alloys with a rational selection of materials descriptors and machine learning models". Vol 185. Pp: 528- 539.
- [41] Risal, S., Zhu, W., Guillen, P. & Sun, L. 2021. "Improving phase prediction accuracy for high entropy alloys with Machine learning," Computational Materials Science. Vol 12. Pp: 110389
- [۴۲] رضی‌پور، پ.؛ رحمانی فیروزجاه، ع. و ترکمان، ف. ۱۳۹۹ «تحلیلی جامعه شناختی سینمای کمدی در دهه نود»، فصلنامه علمی جامعه شناسی فرهنگ و هنر.