

ارزیابی گروه‌ها و شبکه‌های اجتماعی با استفاده از الگوریتم تاپسیس

پریسا کایدانی^۱، سیدمرتضی موسوی^۲، جواد اکبری^۳

^۱ دانشجوی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک

^۲ استادیار دانشگاه آزاد اسلامی اراک

^۳ استادیار دانشگاه آزاد اسلامی اراک

نام و نشانی ایمیل نویسنده مسئول:

پریسا کایدانی

parisakaydani@gmail.com

چکیده

شبکه‌های اجتماعی مبتنی بر وب شکل ویژه‌ای از شبکه‌های اجتماعی هستند که تعداد و دامنه آن‌ها از دهه ۱۹۹۰ افزایش یافته است. پیچیدگی این شبکه‌ها از نظر بزرگی و نحوه تعاملات باعث می‌شود که برای بررسی آن‌ها به روش‌های تحلیلی شبکه‌ی اجتماعی روی آوریم. یکی از این تحلیل‌ها، ساختاریابی اجتماع می‌باشد که طی آن گروه‌بندی‌های موجود در شبکه‌ی اجتماعی را استخراج می‌شود. تاکنون تحقیقات گسترده‌ای در مورد تشخیص گروه در شبکه‌های اجتماعی ارائه شده است. مسئله بهبود تشخیص گروه در شبکه‌های اجتماعی به صورت یک مسئله بهینه‌سازی ارائه می‌شود اما حل آن از پیچیدگی بالایی برخوردار است. در این پژوهش، ما با استفاده از الگوریتم TOPSIS که یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره است، برای تشخیص رتبه‌بندی در ۱۰ شبکه اجتماعی استفاده کرده و نتایج را مورد بررسی قرار داده ایم، همچنین در ادامه نتایج را با الگوریتم ترکیبی تاپسیس فازی اصلاح کرده ایم. در پایان ملاحظه می‌شود اگر بعضی از معیارها از انواع هزینه‌ای باشند و هدف کاهش آن‌ها و برخی دیگر از نوع سود بوده و هدف افزایش آنها باشد، روش تاپسیس به آسانی جواب ایده‌آل را که ترکیبی از بهترین مقادیر قابل دست‌یابی همه معیارهاست می‌تواند پیدا کند.

واژگان کلیدی: شبکه‌های اجتماعی، روش‌های چندمعیاره، تکنیک تاپسیس، الگوریتم ترکیبی تاپسیس فازی.

مقدمه

به هر ساختار اجتماعی از افراد که بر اساس یک رابطه اجتماعی ایجاد می‌شود، یک شبکه اجتماعی می‌گوییم. بنابراین هر شبکه اجتماعی شامل مجموعه‌ای از انسان‌ها و روابط اجتماعی بین آن‌هاست. شبکه اجتماعی از دو عنصر تشکیل شده است: موجودیت‌های شرکت کننده در ارتباط و ارتباط بین این موجودیت‌ها. برای مدل کردن شبکه‌های اجتماعی بین افراد، از یک ساختار گراف استفاده می‌شود. معنای عمومی جامعه در شبکه‌های اجتماعی، گرد آمدن تعدادی گره (اعضا) می‌باشد به گونه‌ای که بیشترین تعاملات را با یکدیگر داشته باشند.

شبکه‌های اجتماعی به دو نوع برخط و برون خط تقسیم می‌شود. از شبکه‌های برون خط مانند شبکه دوستان، شبکه همکاران و شبکه همکلاسی‌ها و از شبکه‌های برخط می‌توان به شبکه‌های اجتماعی نظیر فیس بوک، توییتر و گوگل پلاس اشاره کرد. پژوهش‌ها در این حوزه از دهه چهل به بعد با تعریف ابزارهایی چون گراف اجتماعی شتاب بیشتری گرفت. در سال ۱۹۹۴ واسرمن با چاپ کتاب تحلیل شبکه‌های اجتماعی این زمینه از علم را وارد دوره جدیدی کرد، و پس از آن شبکه‌های اجتماعی به صورت جدی در زیرمجموعه‌های علوم اجتماعی و ریاضی مورد بررسی قرار گرفت.

بحث‌های جسته و گریخته‌ای از سال ۱۹۶۰ در مورد شبکه‌های اجتماعی برخط به راه افتاد. نخستین شبکه اجتماعی در سال ۱۹۹۷ با نام سیکس دیگریز راه اندازی شد. اما انقلاب عظیم در سال ۲۰۰۲ به بعد با شبکه‌هایی نظیر فرنداستر اورکات و لینکداین روی وب قرار گرفتند. پدیده بزرگ دیگر شبکه اجتماعی فیس بوک بود که بعد از ده سال این شبکه اجتماعی با بیش از یک میلیارد نفر عضو به بزرگترین کشور چند ملیتی جهان تبدیل شده است.

امروزه شبکه‌های اجتماعی روی تلفن همراه همچون وایبر و تلگرام نیز از محبوب‌ترین شبکه‌های اجتماعی می‌باشند. کاربران این شبکه‌ها می‌توانند پیام‌ها، تصاویر، ویدئوها و اسناد (همه انواع پرونده‌ها پشتیبانی می‌شود) خودویرانگر و رمزنگاری شده تبادل کنند. گروه‌ها یکی از بخش‌های اصلی پیام رسان شبکه‌های اجتماعی روی تلفن همراه هستند به طوری که کاربران می‌توانند با پیوستن به گروه‌ها به صورت چند طرفه با دیگران ارتباط برقرار کنند.

پیچیدگی این شبکه‌ها از نظر بزرگی و نحوه تعاملات باعث می‌شود که برای بررسی آنها به روش‌های تحلیلی شبکه‌ی اجتماعی (SNA) روی آوریم. منظور از تحلیل شبکه‌ها، مطالعه و تجزیه و تحلیل آنهاست. روش‌های تحلیل شبکه در ابتدا ریشه در جامعه‌شناسی و ریاضی (نظریه گراف) داشتند، اما امروزه در سایر علوم نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. با استفاده از تحلیل شبکه‌های اجتماعی می‌توانیم به اطلاعات مفیدی از قبیل میانگین دوستان یک فرد در یک شبکه دوستی، یا میانگین فاصله هر دو نفر در یک شبکه همکاران دست یابیم. با رشد ساختارهای اجتماعی در اینترنت نیاز به تحلیل ابعاد مختلف شبکه‌های اجتماعی بیشتر شده است یکی از این تحلیل‌ها ساختاریابی اجتماع می‌باشد که طی آن گروه بندی‌های موجود در شبکه‌ی اجتماعی را استخراج می‌شود. در تحقیقات اخیر روش‌هایی برای ساختاریابی شبکه‌های اجتماعی ارائه شده است.

شعاع، قطر، توزیع درجات، توزیع درجات گره‌های متصل، ویژگی استقلال از مقیاس، اشتراک پذیری، ضریب خوشه بندی، مرکزیت ارتباطی، ماجولاریتی و مولفه همبندی را می‌توان از مهم‌ترین عناصری که در تحلیل شبکه‌های اجتماعی به کار می‌روند دانست. براساس انواع مختلف گراف انواع مختلفی از انجمن‌یابی‌ها وجود دارد. برای مثال الگوریتم‌های خاصی برای گراف‌های جهت دار، گراف‌های بدون جهت و گراف‌های وزن دار ارائه شده یا الگوریتم‌های ارائه شده برای گونه‌های دیگر برای این نوع از گراف‌ها نیز سازگار شده‌اند. علاوه بر نوع گراف که تعیین کننده نوع الگوریتم‌های مورد استفاده است، خود گروه‌های تشکیل شده در گراف‌ها نیز به دو نوع تقسیم می‌شوند. گروه‌های غیرهمپوشان و گروه‌های همپوشان.

اغلب شبکه‌های اجتماعی برخط دارای گروه‌های همپوشان (یک راس می‌تواند به بیش از یک گروه تعلق داشته باشد) هستند. گراف‌های تولید شده توسط مدل‌ها و همچنین گراف فیسبوک دارای گروه‌های همپوشان هستند. معروفترین الگوریتم تعریف شده برای گروه‌های همپوشان الگوریتم پالا می‌باشد.

بنابراین بررسی ساختاری، مدل و رتبه‌بندی این گونه شبکه‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. یکی از الگوریتم‌های ساخت یافته برای این مسئله تاپسیس است. در این تحقیق مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد و با استفاده از آن شبکه‌های اجتماعی را مورد تجزیه و تحلیل قرار داده و ویژگی‌های آن‌ها را به دست آورده می‌شود.

نخستین مدل ارائه شده در زمینه مدل‌سازی شبکه‌های پیچیده را می‌توان گفت، مدل گراف تصادفی اردوشرنی می‌باشد. این مدل که در سال ۱۹۵۹ ارائه شد در بین تمامی مدل‌ها ساده‌ترین مدل می‌باشد. الگوریتم تکامل آن به شکل زیر است:

برای تولید یک گراف تصادفی اردوش‌رنی n یال به تصادف انتخاب می‌کنیم. گراف دودویی که معادل گراف اردوش‌رنی هست را نیز می‌توان به این صورت تعریف کرد: با شروع از N راس برای هر جفت از راس‌ها یالی با احتمال p اضافه می‌شود که احتمال اینکه گرافی با N راس n یال به عنوان گراف حاصل از الگوریتم گراف تصادفی دودویی باشد، برابر است با:

$$P(G) = p^n (1 - p)^{\frac{N(N-1)}{2} - n} \quad (1)$$

که در آن G گراف مورد نظر است.

با اتکا به این ویژگی گراف‌ها اردوش و رنی به محاسبه برخی از ویژگی‌های آماری گراف تصادفی پرداختند. مهم‌ترین هدف نظریه گراف تصادفی مشخص کردن این موضوع است که در چه احتمال p برخی از ویژگی‌های مورد نظر پدیدار می‌شوند. بزرگ‌ترین یافته اردوش و رنی این بود که تعداد زیادی از مهم‌ترین ویژگی‌های نظریه گراف به صورت ناگهانی پدیدار می‌شوند. بدین معنا که تقریباً همه گراف‌های حاصل از فرایند مدل‌سازی اردوش‌رنی با یک احتمال خاص، یا دارای ویژگی خاصی (مثلاً وجود مسیری بین هر دو راس) هستند، یا هیچکدام دارای این ویژگی نیستند.

در سال ۱۹۹۹ باربارزی و آلبرت [۲] مدل جدیدی را ارائه دادند که توزیع درجات نمایی را دارا بود. این مدل از الحاق امتیازی استفاده می‌کرد. وجود الحاق امتیازی باعث به وجود آمدن گراف‌هایی می‌شود که هم دارای توزیع درجات توانی هستند، و هم خاصیت استقلال از مقیاس را از خود بروز می‌دهند:

در مدل الحاق امتیازی فرض بر این است که احتمال اتصال راسی به راس i متناسب با درجه k راس i است. این مدل با مدل اردوش‌رنی دو تفاوت عمده دارد: نخست آنکه در مدل الحاق امتیازی $\Pi(k)$ (احتمال اینکه راس i دارای درجه k باشد) وابسته به k است. در حالی که در مدل اردوش‌رنی این مقدار $\Pi(k) = p$ می‌باشد. دوم آنکه، تابع $\Pi(k)$ برای مدل الحاق امتیازی بر حسب k خطی است. یکی دیگر از نخستین مدل‌های ارائه شده برای شبکه‌های اجتماعی، مدل DEB است که اولین مدلی بود که از جستجوی محلی برای ایجاد یال‌های جدید استفاده کرد. از مهم‌ترین عوامل کوتاه بودن مسیر بین راس‌ها (قطب) حضور راس‌هایی است که درجه بسیار بالا دارند. نخستین بار دیویدسون و همکاران (۲۰۰۱) مدلی ارائه دادند که به جستجوی محلی می‌پرداخت و ضریب خوشه‌بندی بزرگی داشت. الگوریتم تکامل مدل DEB را می‌توان به صورت زیر تشریح کرد:

این مدل از یال‌افزایی استفاده می‌کند. یعنی دو نفر توسط یک دوست مشترک به هم معرفی می‌شوند. همچنین این مدل از حذف یال استفاده می‌کند. طریقه حذف، درج یال‌ها و تکامل مدل به صورت زیر است. در هر مرحله:

- ۱- یک راس به تصادف انتخاب شده و دو دوست خود را به تصادف انتخاب کرده و در صورتی که آن دو راس با هم در ارتباط نباشند، یالی بینشان رسم می‌شود. در حالتی که راس انتخابی کمتر از دو همسایه داشت، او خودش را به یک راس دیگر معرفی می‌کند. یعنی یک راس به تصادف انتخاب می‌کند و در صورت عدم وجود یال بینشان، یالی بین این دو راس ایجاد می‌شود.
- ۲- یک راس به تصادف انتخاب می‌شود، با احتمال p به همراه کلیه یال‌هایش از گراف حذف می‌شود. چون در این مدل تعداد راس‌ها ثابت است بلافاصله یک راس به گراف اضافه می‌شود، و یک یال بین این عضو جدید و یکی از اعضای قدیمی که به تصادف انتخاب می‌شوند، ایجاد می‌شود.

این مدل با هدف شبیه‌سازی خاصیت جهان کوچک مدلی را طراحی کرد، و توانست این نیازها را برآورده کند. یک سال بعد از ارائه این مدل توسط دیویدسون و همکاران، واسکوز نشان داد که جستجوی محلی همچنین می‌تواند باعث ضریب خوشه‌بندی بالا و همبستگی درجه-درجه یا همان شرکت‌پذیری گراف می‌شود [۳].

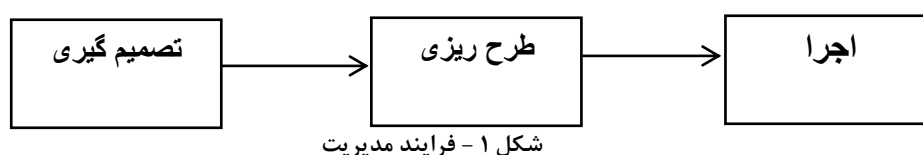
در این پژوهش، سعی داریم، با استفاده از الگوریتم تاپسیس برای تشخیص گروه در یک شبکه اجتماعی را ارائه داده و ساختار دو الگوریتم تصمیم‌گیری برای رتبه‌بندی را مورد بررسی قرار دهیم که الگوریتم اول تاپسیس وزن‌دار بوده و الگوریتم دوم تاپسیس از نوع فازی است. با استفاده از روش تاپسیس می‌توان معیارهای کمی و کیفی که در ارزیابی به صورت همزمان دخالت دارند، با در نظر گرفتن تعداد قابل توجهی از آن‌ها، به سادگی و با سرعت مناسب معیارها اعمال شوند و فاصله بهترین جواب و بدترین جواب را با در نظر گرفتن نزدیکی مبنی بر جواب بهینه، به طور همزمان در نظر می‌گیرد. همچنین می‌خواهیم با بکارگیری الگوریتم وزن‌دار تاپسیس انتخاب شاخص‌های تصمیم‌رتبه‌بندی شبکه‌های اجتماعی را ارزیابی کرده و اگر بعضی از معیارها از انواع هزینه‌ای باشند و هدف کاهش آن‌ها و برخی دیگر از نوع سود بوده و هدف افزایش آن‌ها باشد، به آسانی جواب ایده‌آل را که ترکیبی از بهترین مقادیر قابل دست‌یابی همه معیارها می‌باشد با استفاده از آن پیدا کنیم.

۲- مطالب اصلی

۲-۱- تعریف مفاهیم اولیه

۱-۲-۱- تکنیک تاپسیس

تکنیک تاپسیس اولویت‌بندی براساس شباهت به راه حل ایده‌آل، یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره است. از این تکنیک می‌توان برای رتبه‌بندی و مقایسه گزینه‌های مختلف و انتخاب بهترین گزینه و تعیین فواصل بین گزینه‌ها و گروه‌بندی آن‌ها استفاده نمود. بسیاری از صاحب‌نظران مدیریت معتقدند که کانون اصلی مدیریت را تصمیم‌گیری تشکیل می‌دهد. در واقع آن‌ها انجام وظایفی چون برنامه‌ریزی، سازماندهی و کنترل را چیزی جز تصمیم‌گیری نمی‌دانند:



تعداد شاخص‌های تصمیم‌گیری، تنوع معیارهای کمی و کیفی و لزوم در نظر گرفتن همزمان آن‌ها، اهمیت اثرات و پیامدهای تصمیم و عواملی نظیر آن بر پیچیدگی تصمیم‌ها می‌افزاید. از این رو بالاخص در دو دهه اخیر، روش‌های ریاضی و دانش کامپیوتر در حل مسائل تصمیم‌گیری به یاری آنان شتافته و تکنیک‌ها و فنون تصمیم‌گیری چندمعیاره و سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری را ایجاد نموده‌اند.

۲-۲-۱- تصمیم‌گیری چندمعیاره

تصمیم‌گیری چند معیاره را می‌توان مجموعه‌ای از روش‌ها و رویه‌هایی تعریف نمود که سعی دارند بر روی چندین شاخص یا معیار اغلب ناسازگار، تحلیلی مناسب جهت انتخاب یک گزینه انجام دهند. تصمیم‌گیری چند معیاره اساساً شامل دو شاخه بهینه‌سازی چند معیاره و تحلیل تصمیم چندمعیاره است.

۳-۲-۱- معیارهای تصمیم‌گیری

در بسیاری از موارد نتیجه‌گیری‌ها وقتی مطلوب و مورد رضایت تصمیم‌گیرنده است که تصمیم‌گیری بر اساس چندین معیار بررسی و تجزیه و تحلیل شده باشند. برای مثال در انتخاب شغل معیارهایی مانند درآمد ماهانه، جغرافیای محل کار، موقعیت اجتماعی و ... مورد توجه قرار می‌گیرد.

در حالت کلی در تعیین گزینه‌های مختلف منظور از معیار عواملی است که تصمیم‌گیرنده به منظور افزایش مطلوبیت و رضایت خود، مد نظر قرار می‌دهد. معیار در تصمیم‌گیری ممکن است شاخص یا هدف ارائه گردد.

۲-۲- مسئله

شبکه‌های اجتماعی مبتنی بر وب شکل ویژه‌ای از شبکه‌های اجتماعی هستند که تعداد و دامنه آن‌ها از دهه ۱۹۹۰ افزایش یافته است و به رسانه ارتباطی جریان اصلی برای افراد و سازمان‌ها تبدیل شده است. این محبوبیت از نیروی محرکی برای ایجاد تعداد زیادی از شبکه‌های اجتماعی بر روی جوامع خاص مورد نظر وب بوده است. استفاده از شبکه‌های اجتماعی مبتنی بر وب در ابتدا به ارتباط افراد با دوستان و خانواده‌هایشان محدود می‌شود. رشد پدیده‌ای کاربران شبکه‌های اجتماعی در زمان‌های اخیر غیرقابل مشاهده نیست. دولت‌ها و بنگاه‌های اقتصادی شروع به کشف استفاده بالقوه از شبکه‌های اجتماعی به عنوان پایگاه‌ها برای تحویل و بهبود خدماتشان کرده‌اند. یکی از ویژگی‌های مهم شبکه‌های اجتماعی در این است که به مکانی برای اشتراک‌گذاری دانش تبدیل شده‌اند. تنوع کاربران و دانش به اشتراک گذاشته شده در شبکه‌های اجتماعی بسیار زیاد بوده، از این رو می‌توان به اهمیت و ضرورت این شبکه‌ها به عنوان ابزاری در جهت بهبود آموزش و یادگیری توجه نمود.

تاکنون تحقیقات گسترده‌ای در مورد شبکه‌های اجتماعی ارائه شده است. پیچیدگی این شبکه‌ها از نظر بزرگی و نحوه تعاملات باعث می‌شود که برای بررسی آن‌ها به روش‌های تحلیلی شبکه‌ی اجتماعی روی آوریم. شبکه‌های اجتماعی اینترنتی مصداقی از این شبکه‌های پیچیده هستند. با رشد ساختارهای اجتماعی در اینترنت نیاز به تحلیل ابعاد مختلف شبکه‌های اجتماعی بیشتر شده است. تکنیک تاپسیس اولویت‌بندی براساس شباهت به راه حل ایده‌آل، یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره است. از این تکنیک می‌توان برای رتبه‌بندی و مقایسه گزینه‌های مختلف و انتخاب بهترین گزینه و تعیین فواصل بین گزینه‌ها و گروه بندی آن‌ها استفاده نمود. معنای عمومی گروه در شبکه‌های اجتماعی، مجموعه‌ای گره می‌باشد به گونه‌ای که اعضای این گروه بیشترین تعاملات را با یکدیگر داشته باشند و روابط خارج از گروه آن‌ها کمتر است. در این پژوهش قصد داریم، الگوریتمی را برای تشخیص گروه در یک شبکه اجتماعی ارائه دهیم.

۳-۲ راه حل پیشنهادی

در این مقاله بررسی‌های زیادی انجام شده، معروف‌ترین شبکه‌های اجتماعی را برای تشکیل ماتریس شاخص‌گذاری انتخاب شده است. طبق امار بدست آمده از سایت ویکی پدیا شبکه‌های اجتماعی Facebook، Twitter، Myspace، LinkedIn، YouTube، Google+، Telegram و Pinterest در بین کل کاربران کشورها از محبوبیت بیشتر برخوردارند. البته شرایط خاص اینترنت در بعضی کشورها، آمار شاخص‌ها را دچار سردرگمی می‌کند و نمی‌توان نتایج تحقیق را در همه کشورها درست در نظر گرفت. در این پژوهش، شاخص‌ها (رضایت‌مندی، کیفیت سرویس، امنیت اطلاعات، نوآوری و ایده نو و نحوه ثبت نام (مشکلات در ثبت نام می‌باشد)) را طبق نظرات کاربران ایرانی در نظر گرفته شده است، لذا با نظرخواهی در چند کلاس دانشگاه در یک جامعه آماری حدود ۱۰۰ نفره، شاخص‌ها را مقدار-دهی شده که بجز شاخص تعداد کاربران که کمی است، سایر شاخص‌ها نمره‌ای از ۱ تا ۱۰۰ دارند و به صورت کیفی می‌باشند.

۳-۲-۱ مدل تصمیم‌گیری و رتبه‌بندی تاپسیس

این مدل توسط هوانگ و یون در سال ۱۹۸۱ پیشنهاد شد و یکی از بهترین مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه است. این تکنیک بر این مفهوم استوار است که گزینه انتخابی، باید کمترین فاصله را با راه حل ایده‌آل مثبت (بهترین حالت ممکن) و بیشترین فاصله را با راه حل ایده‌آل منفی (بدترین حالت ممکن) داشته باش [۴]. در روش تاپسیس، گزینه انتخاب شده می‌باید کوتاه‌ترین فاصله را از جواب ایده‌آل و دورترین فاصله را از ناکارآمدترین جواب داشته باشد.

در این روش، ماتریس $n \times m$ که دارای m گزینه و n شاخص می‌باشد مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. گزینه: هر موضوع مورد بررسی، یک گزینه محسوب می‌شود. شاخص: ویژگی‌ها یا پارامترهای عملکردی که برای انتخاب گزینه‌های تصمیم‌گیری مطرح است. از امتیازات مهم این روش آن است که به طور همزمان می‌توان از شاخص‌ها و معیارهای عینی و ذهنی استفاده نمود. معیارهای کمی و کیفی را توأم در مبحث مکان‌یابی دخالت می‌دهد. خروجی آن می‌تواند ترتیب اولویت گزینه‌ها را مشخص و این اولویت را به صورت کمی بیان کند. تضاد و تطابق بین شاخص‌ها را در نظر می‌گیرد. روش کار ساده و سرعت آن مناسب است. نتایج این مدل کاملاً منطبق با روش‌های تجربی است.

۳-۲-۲ مراحل ریاضی روش تاپسیس

- ۱- تشکیل ماتریس داده‌ها بر اساس m گزینه و n شاخص
- ۲- استاندارد نمودن داده‌ها و تشکیل ماتریس استاندارد از طریق رابطه زیر:

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m a_{kj}^2}} \quad (2)$$

- ۳- تعیین وزن هر یک از شاخص‌ها w_i بر اساس

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (3)$$

در این راستا شاخص‌های دارای اهمیت بیشتر از وزن بالاتری برخوردارند. در واقع ماتریس (V) حاصلضرب مقادیر استاندارد هر شاخص در اوزان مربوط به خود می‌باشد

۴- تعیین معیار فاصله‌ای برای آلترناتیو S_i^* ایده‌آل و آلترناتیو حداقل S_i^- :

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2}$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2}$$
(۴)

۵- تعیین ضریبی که برابر است با فاصله‌ی آلترناتیو حداقل، تقسیم بر مجموع فاصله‌ی آلترناتیو حداقل S_i^- و فاصله‌ی آلترناتیو ایده‌آل S_i^* که آن را با C_i^* نشان داده و از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود.

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^*}$$
(۵)

۶- رتبه بندی آلترناتیوها بر اساس میزان C_i^*

۳- آزمایشات

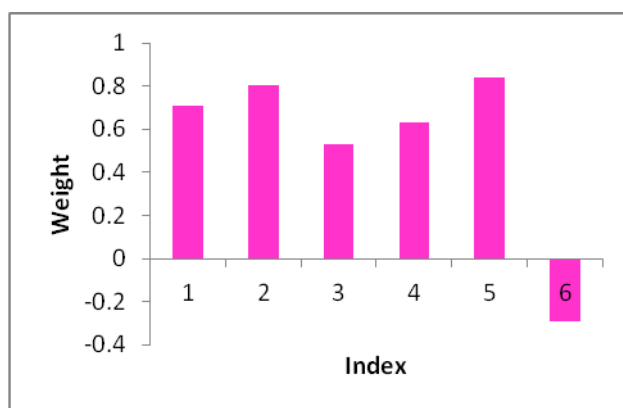
در آخرین بررسی‌ها توسط سازمان‌های مربوطه، شاخص‌های ارزیابی شبکه‌های اجتماعی عبارتند از: تعداد کاربران، امنیت اطلاعات، رضایت‌مندی‌های کاربران (رضایت‌مندی کاربر از یک شبکه اجتماعی خود می‌تواند دارای آیتم‌های: میزان موفقیت، زمانبندی، استفاده از جستجو به جای هدایت، میزان خطای کاربران، مقیاس کارایی سیستم، انتظارات و عملکردهای گزارش شده، رضایت‌مندی کلی، سرویس‌های ارائه شده و کیفیت سرویس‌ها، نحوه ثبت نام کاربران، نوآوری و ایده نو)

جدول ۱- جدول شاخص شبکه‌های اجتماعی مورد بحث

SN	تعداد کاربران (۱)	رضایتمندی کاربران (۲)	کیفیت سرویس (۳)	امنیت اطلاعات (۴)	نوآوری و ایده نو (۵)	نحوه ثبت نام (۶)
YouTube	۹۰۰۰۰۰	۷۰	۶۰	۲۰	۳۰	۸۰
Pinterest	۱۵۰۰۰۰	۲۵	۳۰	۳۰	۵۰	۷۰
Google+	۴۵۰۰۰۰	۶۵	۵۵	۳۰	۵۵	۶۰
Instagram	۹۵۰۰۰۰۰	۹۰	۸۰	۶۰	۴۰	۳۰
Telegram	۵۰۰۰۰۰۰	۸۰	۷۰	۵۰	۲۰	۲۰
Facebook	۱۰۰۰۰۰۰۰	۹۵	۹۰	۷۰	۸۰	۸۰
Tumblr	۲۰۰۰۰۰۰	۳۵	۳۵	۳۵	۶۰	۵۰
Twitter	۷۵۰۰۰۰۰	۸۰	۶۵	۴۰	۳۵	۵۵
LinkedIn	۴۰۰۰۰۰۰	۷۰	۸۵	۵۰	۵۵	۶۰
Myspace	۲۵۰۰۰۰۰	۵۰	۵۵	۴۵	۳۰	۳۰

۳-۱ انتخاب وزن هر شاخص

انتخاب وزن برای هر شاخص از مراحل تاثیرگذار در نتیجه تاپسیس می‌باشد. وزن‌ها را برای شاخص‌های شبکه‌های اجتماعی مورد مطالعه طبق نمودار شکل ۲-۵ انتخاب شده‌اند. محور افقی شکل ۲-۵ شماره شاخص است که در جدول ۵-۱ نمایش داده است.



نمودار ۲ - نمودار وزن شاخص‌ها

بیشترین وزن مثبت را به رضایتمندی کاربران و نوآوری نسبت داده‌ایم و بیشترین وزن منفی را به نحوه ثبت نام نسبت داده‌ایم. سایر وزن شاخص‌ها را متعادل در نظر گرفته‌ایم.

۳-۲ فراخوانی الگوریتم تاپسیس و خروجی آن

گام مهم در الگوریتم این است که داده‌ها را نرمالیزه کنیم. (جدول ۳-۵) داده‌های نرمالیزه شده با شاخص‌های مربوطه را نشان

می‌دهد.

جدول ۲ - نرمالیزه شده شاخص‌ها و داده‌های مورد مطالعه

SN	تعداد کاربران	رضایتمندی کاربران	کیفیت سرویس	امنیت اطلاعات	نوآوری و ایده نو	نحوه ثبت نام
YouTube	۰,۰۰۰۷۳۶	۰,۰۰۱۰۱۸	۰,۰۰۰۵۸۴	۰,۰۰۰۷۵۴	۰,۰۰۱۱۵۹	6.75E-09
Pinterest	۰,۰۰۰۶۴۴	۰,۰۰۱۶۹۷	۰,۰۰۰۸۷۶	۰,۰۰۰۳۵۲	۰,۰۰۰۴۱۴	1.12E-09
Google+	۰,۰۰۰۵۵۲	۰,۰۰۱۸۶۶	۰,۰۰۰۸۷۶	۰,۰۰۰۶۴۵	۰,۰۰۱۰۷۷	3.37E-09
Instagram	۰,۰۰۰۲۷۶	۰,۰۰۱۳۵۷	۰,۰۰۱۷۵۲	۰,۰۰۰۹۳۸	۰,۰۰۱۴۹۱	7.12E-08
Telegram	۰,۰۰۰۱۸۴	۰,۰۰۰۶۷۹	۰,۰۰۱۴۶	۰,۰۰۰۸۲۱	۰,۰۰۱۳۲۵	3.75E-09
Facebook	۰,۰۰۰۷۳۶	۰,۰۰۲۷۱۵	۰,۰۰۲۰۴۴	۰,۰۰۱۰۵۶	۰,۰۰۱۵۷۳	7.50E-09
Tumblr	۰,۰۰۰۰۴۶	۰,۰۰۲۰۳۶	۰,۰۰۱۰۲۲	۰,۰۰۰۴۱۱	۰,۰۰۰۵۸	1.50E-09
Twitter	۰,۰۰۰۵۰۶	۰,۰۰۱۱۸۸	۰,۰۰۱۱۶۸	۰,۰۰۰۷۶۲	۰,۰۰۱۳۲۵	5.62E-09
LinkedIn	۰,۰۰۰۵۵۲	۰,۰۰۱۸۶۶	۰,۰۰۱۴۶	۰,۰۰۰۹۹۷	۰,۰۰۱۱۵۹	3.00E-09
Myspace	۰,۰۰۰۲۷۶	۰,۰۰۱۰۱۸	۰,۰۰۱۳۱۴	۰,۰۰۰۶۴۵	۰,۰۰۰۸۲۸	1.87E-09

در گام دوم الگوریتم تاپسیس مقادیر استاندارد هر شاخص در اوزان مختلف را بدست می‌آوریم (جدول ۴-۵) این مقادیر را نشان

می‌دهد.

جدول ۳ - مقادیر استاندارد هر شاخص در اوزان

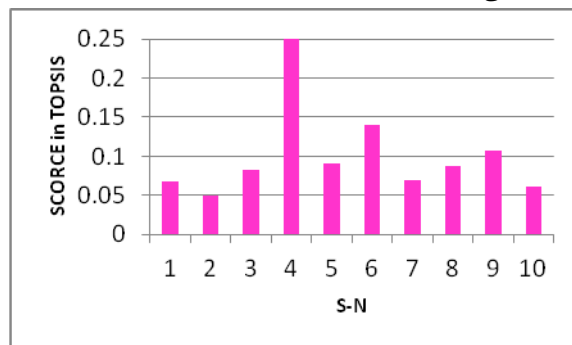
SN	تعداد کاربران	رضایتمندی کاربران	کیفیت سرویس	امنیت اطلاعات	نوآوری و ایده نو	نحوه ثبت نام
YouTube	2.25E-08	4.32E-08	2.84E-08	1.65E-08	2.40E-08	7.23E-23
Pinterest	1.97E-08	7.20E-08	4.26E-08	8.26E-09	8.57E-09	1.20E-23
Google+	1.69E-08	7.92E-08	4.26E-08	1.51E-08	2.23E-08	3.61E-23
Instagram	8.46E-09	5.76E-08	8.52E-08	2.20E-08	3.09E-08	7.63E-22
Telegram	5.64E-09	2.88E-08	7.10E-08	1.93E-08	2.74E-08	4.02E-23
Facebook	2.25E-08	1.15E-07	9.95E-08	2.48E-08	3.26E-08	8.03E-23
Tumblr	1.41E-08	8.64E-08	4.97E-08	9.63E-09	1.20E-08	1.61E-23
Twitter	1.55E-08	5.04E-08	5.68E-08	1.79E-08	2.74E-08	6.02E-23
LinkedIn	1.69E-08	7.92E-08	7.10E-08	2.34E-08	2.40E-08	3.21E-23
Myspace	8.46E-09	4.32E-08	6.39E-08	1.51E-08	1.71E-08	2.01E-23

اما نتایج نهایی خروجی الگوریتم تاپسیس وزن دار در جدول ۶-۵ بدست آمده است. ستون اول جدول رتبه هر شبکه اجتماعی را با توجه به شاخص‌ها نشان می‌دهد. ستون دوم هر گزینه در تشکیل اولیه ماتریس تاپسیس نشان می‌دهد. ستون آخر نمره هر گزینه با توجه به شاخص‌های داده شده به الگوریتم نشان می‌دهد.

جدول ۴ - نتایج الگوریتم تاپسیس در ارزیابی شبکه‌های اجتماعی

RANK	Alter	S-N	Score
۱	۴	Instagram	۰,۲۴۸۳۲۰
۲	۶	Facebook	۰,۱۳۸۸۱۰
۳	۹	LinkedIn	۰,۰۹۸۷۸۹
۴	۵	Telegram	۰,۰۸۷۱۸۱
۵	۸	Twitter	۰,۰۸۵۱۰۹
۶	۳	Google+	۰,۰۸۲۸۵۸
۷	۷	Tumblr	۰,۰۷۴۴۰۰
۸	۱	YouTube	۰,۰۶۷۵۲۰
۹	۱۰	Myspace	۰,۰۶۱۸۴۵
۱۰	۲	Pinterest	۰,۰۵۵۱۷۳

شاید در نگاه اول به شاخص انتظار این نتیجه نیست، ولی این نتیجه تصمیم‌گیری شش معیاره می‌باشد. شش شاخص که با وزن‌های خودشان در تصمیم‌گیری و رتبه‌بندی دخالت می‌کنند.



نمودار ۲ - نمودار نمایش نمره هر شبکه اجتماعی در تاپسیس

شکل ۱-۵ نمودار میله‌ای نمره الگوریتم تاپسیس در هر شبکه را نشان می‌دهد. ملاحظه می‌شود که شبکه شماره ۴ بالاترین نمره را در رتبه‌بندی داشته است.

۴- نتیجه

در این تحقیق ساختار دو الگوریتم تصمیم‌گیری برای رتبه‌بندی را مورد بررسی قرار گرفت که الگوریتم اول تاپسیس وزن‌دار بود و الگوریتم دوم تاپسیس از نوع فازی است. در روش تاپسیس معیارهای کمی و کیفی در ارزیابی به صورت همزمان دخالت دارند، تعداد قابل توجهی معیار در نظر گرفته می‌شود، این روش به سادگی و با سرعت مناسب اعمال می‌گردد، عملکرد سیستم به صورت مطلوب و قابل قبول است، مطلوبیت شاخص‌های مورد نظر در حل مسأله، به طور یکنواخت افزایشی یا کاهش می‌باشد (یعنی هر چه مقدار شاخص بیشتر می‌شود و بالعکس)، اطلاعات ورودی را می‌توان تغییر داد و نحوه پاسخگویی سیستم را بر اساس این تغییرات بررسی کرد، روابط مورد استفاده برای نرمالیزه کردن اطلاعات، محاسبه فواصل، و روش تعیین اوزان شاخص‌ها به صورت اختیاری بوده و قابل تطبیق با نوع اطلاعات موجود در مسأله است، اولویت بندی در این روش با منطق شباهت به جواب ایده‌آل انجام می‌شود. بر این اساس که گزینه انتخابی کوتاه‌ترین فاصله را از جواب ایده‌آل و دورترین فاصله را از بدترین جواب داشته باشد.

اگر بعضی از معیارها از انواع هزینه‌ای باشند و هدف کاهش آن‌ها و برخی دیگر از نوع سود بوده و هدف افزایش آن‌ها باشد، روش تاپسیس به آسانی جواب ایده‌آل را که ترکیبی از بهترین مقادیر قابل دستیابی همه معیارها می‌باشد می‌یابد. سپس با بکارگیری الگوریتم وزن‌دار تاپسیس توانستیم با انتخاب شاخص‌های تصمیم رتبه‌بندی شبکه‌های اجتماعی را ارزیابی کنیم. ملاحظه شد که اگر بعضی از معیارها از انواع هزینه‌ای باشند و هدف کاهش آن‌ها و برخی دیگر از نوع سود بوده و هدف افزایش آن‌ها باشد، روش تاپسیس به آسانی جواب ایده‌آل را که ترکیبی از بهترین مقادیر قابل دستیابی همه معیارها می‌باشد یافت. روش تاپسیس فاصله بهترین جواب و بدترین جواب را با در نظر گرفتن نزدیکی مبنی بر جواب بهینه، به طور همزمان در نظر می‌گیرد.

در پایان می‌توان با به کارگیری الگوریتم تاپسیس فازی در تصمیم‌گیری و رتبه‌بندی شبکه‌های اجتماعی و مقایسه آن با روش تاپسیس وزن‌دار مورد استفاده شده در این تحقیق، استفاده از الگوریتم تاپسیس در ارزیابی سایر قسمت‌های مختلف در شبکه مثل موتور-های جستجوگر، استفاده از الگوریتم تاپسیس در تشخیص گره‌های پیچیده در شبکه، استفاده از الگوریتم رای‌گیری تصمیم‌گیری رای‌گیری فازی در ارزیابی شبکه و مقایسه آن با الگوریتم تاپسیس، در شبیه‌سازی‌ها می‌توان با دخالت دادن شاخص‌های بیشتری از شبکه‌های اجتماعی، انتخاب وزن‌ها از الگوریتم‌های بهینه نظیر ژنتیک و یا اجتماع ذرات و... استفاده نمود سپس با بدست آوردن مقادیر بهینه وزن‌ها از الگوریتم تاپسیس، مقدار دادن به هر یک شاخص‌ها از جامعه آماری بزرگتر جهت ادامه تحقیق استفاده نمود.

منابع و مراجع

- [1] J. Leskovec and C. Faloutsos, "Sampling from large graphs," Proceedings of the 12th ACM SIGKDD, ACM Press, 2006, pp. 631-636.
- [2] A. Mislove, M. Marcon, K. Gummadi, P. Druschel, and B. Bhattacharjee .
- [3] An Analysis of Stochastic Game Theory For Multi Agent Reinforcement Learning [Michael Bowling and Veloso
- [4] L. Lovász, "Random Walks on Graphs: A Survey." Combinatorics, Paul Erdos is Eighty, vol.2, 1993, pp.1-46.
- [5] Shneiderman, B. and Aris, A., "Network visualization with semantic substrates", IEEE Symposium on Information Visualization and IEEE Trans. Visualization and Computer Graphics, Volume 12, Issue 5, 2006, pp. 733-740.
- [6] Halil Bisgin, Nitin Agarwal and Xia owei Xu, "Investigating Homophily in Online Social Network", IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence and Intelligent Web Technology, 2010, pp. 533-536.
- [7] Yuxian Dua, Cai Gaoa, Yong Hub, Sankaran Mahadevan, Yong Denga, "A new method of identifying influential nodes in complex networks based on TOPSIS", Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, Volume 399, 2014, pp. 57-69.
- [8] Tang Xuning, Yang Christopher, "Ranking User Influence in Healthcare Social Media", ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology, Vol. 3, No. 4, 2012, Article No. 73.
- [9] Goyal A., Bonchi F, and Laks V. S. Lakshmanan, "Learning influence probabilities in social networks", WSDM '10 Proceedings of the third ACM international conference on Web search and data mining, 2010, pp. 241-250.
- [10] Qi, X., et al., "Optimal local community detection in social networks based on density drop of subgraphs". Pattern Recognition Letters, 2014. 36: p. 46-53.
- [11] Gong, M., et al., "Novel heuristic density-based method for community detection in networks". Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 2014. 403: p. 71-84.
- [12] Kumar, R., J. Novak, and A. Tomkins, "Structure and evolution of online social networks, in Link mining: models, algorithms, and applications". Springer 2010, p. 337-357.
- [13] Bahrami Bidoni, Z., George, R. "Discovering Community Structure in Dynamic Social Networks using the Correlation Density Rank," SocialCom - Stanford, CA, USA. The Sixth ASE International Conference on Social Computing, 2014.
- [14] Bahrami Bidoni, Z., George, R., & Shujaee, K. "A Generalization of the PageRank Algorithm." ICDS 2014, The Eighth International Conference on Digital Society, pp. 108-113. 2014.