نشریه علمی مهندسی فناوری اطلاعات مکانی

سال هشتم، شماره نخست، بهار ۱۳۹۹

Vol.8, No.1, Spring 2020

۳۹ -۶۱

مقاله پژوهشی

DOR: 20.1001.1.20089635.1399.8.1.3.3

مدل‌سازی عدم‌قطعیت در یک سیستم توصیه‌گر گردشگری گروهی بر مبنای معیار شباهت پیرسون، شبکه بیزین و الگوریتم خوشه‌بندی نگاشت خودسازمان‌دهنده

سمیه علیاری[۱]، نجمه نیسانی سامانی[۲*]، محمدرضا جلوخانی نیارکی[۲]

۱- کارشناسی ارشد سنجش از دور و *GIS*، گروه سنجش از دور و *GIS* ، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران

۲- دانشیار گروه سنجش از دور و *GIS* ، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۰۴/۱۹ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۰۲/۲۰

چکیده

امروزه گردشگری گروهی یکی از مهمترین رویکردهای موجود در سیستم‌های توصیه‌گر گردشگری می‌باشد. این سیستم‌ها با وجود تناقضات احتمالی میان سلایق افراد گروه، درصدد ارائه پیشنهادات مشترک به تمامی اعضای گروه هستند و توصیه‌هایی را پیشنهاد می‌کنند که جلب رضایت گروهی از کاربران را به جای رضایت فردی در نظر دارد. پرداختن به مسأله عدم قطعیت ناشی از ابهام در تعلق یک فرد به یک گروه گردشگری در این سیستم‌ها، مسأله دیگری که کمتر مورد توجه قرار گرفته است. این نوع عدم قطعیت عموما بعلت عدم وجود اطلاعات کامل در رابطه با نظرات همه اعضای گروه و عدم قطعیت در فرآیند ترکیب نظرات افراد ایجاد می‌شود. هدف این پژوهش، ایجاد ساختار توصیه-گری گروهی و مدل‌سازی عدم قطعیت می‌باشد و برای این منظور، یک الگوریتم توصیه‌گر گروهی مبتنی بر شبکه بیزین، معیار شباهت پیرسون و الگوریتم خوشه‌بندی نقشه خودسازنده توسعه داده شده است. با استفاده از شبکه‌ی بیزین و روابط احتمالاتی، عدم قطعیت موجود مدل‌سازی گردیده و برای گروه‌های تشکیل شده، ترجیحات گردشگری آنها تخمین زده می‌شود. همچنین با استفاده از دخالت پارامتر درجه ارتباط در محاسبه شباهت بین کاربران، اثر نبود اطلاعات کافی در مورد نظر کاربران در مرحله امتیازدهی معیارها نیز کمرنگ‌تر گردیده و با ایجاد گروه‌بندی افرادی که دارای شباهت ذاتی بیشتری بوده، ارائه پیشنهادات به افراد دارای سلایق مشابه در قالب یک گروه، صورت گرفته است. در ادامه جاذبه‌های گردشگری متناسب به گروهی از کاربران پیشنهاد داده شده و در نهایت جاذبه‌های گردشگری پیشنهادی متناسب با هر گروه و مسیرهای بهینه بین آنها با استفاده از نقشه گوگل ارائه گردیده است. نتایج حاصل نشان می دهد که خطا در بدترین حالت بر اساس نرخ واقعی ۱٫۲۶۳ و در بهترین حالت ۰٫۰۳۲ می‌باشد. همچنین درصد موفقیت نیز در سطوح بالای رضایت یعنی کمینه ۵۹٫۵۰۹ و بیشینه ۷۵٫۳۵۳ موفقیت الگوریتم توصیه‌گری گروهی را خاطر نشان می‌کند.

کلید واژه‌ها : گردشگری گروهی، عدم قطعیت، شبکه بیزین، الگوریتم خوشه‌بندی نقشه خودسازنده، توصیه‌گری.

* نویسنده مکاتبه کننده: تهران، خیابان وصال شیرازی، نبش کوچه آذین، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران.

تلفن: ۶۱۱۱۳۵۳۶-۰۲۱

Email: nneysani@ut.ac.ir

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2025-07-04]

[DOR: 20.1001.1.20089635.1399.8.1.3.3]

[DOI: 10.29252/jgit.8.1.39]

۱- مقدمه

در حوزه گردشگری، مسأله‌ای که کمتر مورد توجه قرار گرفته است، توجه به این موضوع است که اکثر سفرهای تفریحی به صورت گروهی و یا خانوادگی اتفاق می‌افتد [۱]. این نوع فعالیت‌ها به دلیل ماهیتشان، بیشتر به صورت گروهی انجام می‌شوند و طی آن، گروهی از افراد در کنار یکدیگر و به صورت دسته‌جمعی سفر می‌کنند. این فرآیند، گردشگری گروهی نامیده می‌شود. از مسائل مهم در این نوع گردش‌ها، در نظر گرفتن سلایق و رضایت تمامی افراد در بازدید از جاذبه-ها و مکان‌های گردشگری، به منظور توصیه‌گری جاذبه-های گردشگری می‌باشد [۲]. به همین جهت در برنامه‌ریزی‌های سفر برای گروهی از افراد که در قالب یک تور گردشگری سفر می‌کنند، باید این موضوع را در نظر گرفت و به رضایت عمومی افراد در بازدید از مکان-ها توجه نمود. سیستم‌هایی که به این منظور توسعه می‌یابند، با وجود تناقضات احتمالی میان سلایق افراد گروه، درصدد ارائه پیشنهادات مشترک به تمامی اعضای گروه با هدف حداکثر رضایت افراد هستند و توصیه‌هایی را پیشنهاد می‌کنند که جلب رضایت گروهی از کاربران را به جای رضایت فردی کاربران در نظر دارد[۳]. پیشنهادات مسافرتی که توسط اینگونه سیستم‌ها ارائه می‌شود، می‌بایست اولویت‌ها و علایق اکثریت اعضای گروه را فراهم کند [۴].

اکثر کارهایی که تا به امروز بر روی سیستم‌های توصیه‌گر در حوزه گردشگری صورت گرفته است، بر روی پیشنهاددهی اقلام[1] به کاربران منفرد متمرکز شده‌اند[۵]. بیشتر این سیستم‌ها به صورت خدمات‌دهی انفرادی طراحی شده‌اند. داشتن سامانه توصیه‌گر مکانی، که به گروهی از کاربران در قالب یک تور گردشگری بگوید کدام مکان‌ها در یک شهر معین، طبق اطلاعات و سلایق آنها مورد علاقه آنها است، مفید می‌باشد. وجود چنین سیستم‌هایی باعث راحتی گردشگران می‌شود؛ از اینرو ایجاد ساختارهای توصیه‌گری گروهی در این شاخه از گردشگری، می‌تواند در پیشرفت صنعت گردشگری عامل مهمی تلقی شود.

در ادبیات سیستم‌های توصیه‌گر گروهی، به مسأله مدیریت عدم قطعیت آنچنان که باید توجه نشده است، هرچند که این مسأله در چارچوب تصمیم‌های گروهی وجود دارد. بطور کل در فرآیندهای گروهی، رفتارهای دارای عدم قطعیت بیشتری دیده می‌شود. پایه و مفهوم عدم قطعیت بر اساس نبود اطلاعات کافی پیرامون تمام یا بخشی از پدیده مورد بررسی می‌باشد. عدم قطعیت نقطه مقابل قطعیت می‌باشد[۳]. در یک فرآیند توصیه-گری برای گروه، دو نوع منشأ عدم قطعیت متفاوت بروز می‌کند: اولین عدم قطعیت موجود در این فرآیندها، عدم قطعیت مربوط به زمان اعلام نظرات کاربران (برای مثال نظرات کاربران درباره یک معیار گردشگری) و یا به بیان دیگر، عدم وجود اطلاعات کامل در رابطه با نظرات همه‌ی اعضای گروه می‌باشد و دومین منشأ عدم قطعیت، عدم قطعیتی است که در فرآیند ترکیب نظرات افراد یا اعلام نظر نهایی به طور ذاتی وجود دارد[۷]. مسأله موردنظر در این تحقیق عدم قطعیت مرتبط با نبود اطلاعات کافی در رابطه با امتیازدهی کاربران و عدم قطعیت ناشی از ترکیب و تلفیق نظرات، در توسعه یک الگوریتم توصیه‌گر می‌باشد.

هدف این پژوهش، ایجاد ساختار توصیه‌گری گروهی و مدل‌سازی عدم قطعیت می باشد و برای این منظور، یک الگوریتم توصیه‌گر گروهی مبتنی بر شبکه بیزین، معیار شباهت پیرسون و الگوریتم خوشه بندی نقشه خودسازنده[2] توسعه داده شده است. آنچه که به عنوان نوآوری در این پژوهش مطرح است، مدلسازی عدم قطعیتی است که ناشی از عدم داشتن اطلاعات کافی در مورد ترجیحات کاربران و مدل‌سازی عدم

[1] *Items*

[2] *Self-Organizing Map (SOM)*

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2025-07-04]
[DOR: 20.1001.1.20089635.1399.8.1.3.3]
[DOI: 10.29252/jgit.8.1.39]

قطعیت ناشی از ترکیب و تلفیق نظـرات، بـا اسـتفاده از شبکه بیزین می باشد. همچنین خوشـه‌بنـدی افـراد بـا استفاده از الگوریتم خوشه‌بندی نقشـه خودسـازنده، بـر اساس ویژگی‌هـای شخصـیتی‌شـان، بطوریکـه افـراد بـا ویژگی‌های مشابه در گروه‌های شبیه به هم قرار بگیرند، از دیگر جنبه‌های نوآوری این تحقیق مـی‌باشـد. دلیـل استفاده از این الگوریتم، این موضـوع مـی‌باشـد کـه بـه علت استفاده از تابع همسایگی، شباهت بـین ورودی‌هـا را که اغلب پیچیده بوده به خوبی درک کرده و آن‌هـا را در خوشه‌های متمایزی دسته‌بنـدی مـی‌کنـد. در واقـع رقابت بین نورون‌ها خوشه بندی با قطعیت بالا را ایجـاد می‌کند که برتری ایـن الگـوریتم نسـبت بـه روش‌هـای خوشه بندی دیگر را مشـخص مـی‌کنـد. فرضـیات ایـن تحقیق وجود عدم قطعیت ناشی از نبود اطلاعات کـافی در مورد نظرات کاربران، وجود عدم قطعیـت در مراحـل فرآیند توصیه‌گری و تشکیل گروه براساس ویژگـی‌هـای شخصیتی شبیه به هم- یعنی تشـکیل گـروه‌هـایی کـه دارای شباهت ذاتی بیشتری هستند، می‌باشند.

در بخش اصلی این تحقیق ، بـا اسـتفاده از جـدول ارجحیـت (جـدول امتیـازدهی افـراد بـه هـر دسـته از معیارهای گردشگری)، مدل شبکه بیزین ایجاد شد؛ بـه اینصورت که در آن هرگردشگر به عنـوان یـک گـره در شـبکه در نظرگرفتـه و بـا اسـتفاده از معیـار شـباهت پیرسون، میزان شباهت بین افراد محاسبه شـد، سـپس مؤلفه‌های همکـاری تشـکیل و در ادامـه گـروه‌هـایی از گردشگران با بیشترین میـزان شـباهت در ویژگـی‌هـای شخصیتی و علایق گردشگری، بـا اسـتفاده از الگـوریتم نقشه خودسازنده خوشه بندی تشکیل و ساختار شـبکه ایجاد گردید. سپس با اسـتفاده از روابـط احتمـالاتی در شبکه بیزین، نرخ برای گروه‌های تشکیل شده در رابطـه با هر دسته از معیارهای گردشـگری تخمـین زده شـد. منظور از تخمین نرخ، محاسبه امتیاز هر گروه برای هر دسـته از معیارهـای گردشـگری مـی‌باشـد. در نهایـت جاذبه‌های گردشگری متناسب با سلایق گروه، با توجـه به امتیازهای محاسـبه شـده بـرای هـر گـروه، بـه آنهـا پیشـنهاد داده شـد. در ادامـه، جاذبـه‌هـای گردشـگری پیشنهادی متناسب گروه، بـر روی نقشـه گوگـل نشـان داده شد و با الگوریتم مسیریابی مناسب، بهترین مسـیر پیشنهادی بین جاذبه‌ها ارائـه گردیـد. در ایـن تحقیـق، منطقه ۱۲ تهران به دلیل بافت تاریخی و وجود بناهـای قـدیمی و گردشـگری در آن بـه عنـوان منطقـه مـورد مطالعه انتخاب شده است.

۲- پیشینه تحقیق

سفر کردن، فعالیتی است که معمولا شامل یک گروه از افراد (خانواده، دوستان و غیره) می‌شود[۸]. همچنین با توجه به افزایش میزان تمایل افراد به سفرهای گروهی، علاوه بر سامانه‌هایی که توصیه‌های سفر را برای کاربران منفرد ارائه می‌دهند، به سامانه-هایی که توصیه‌های مسافرتی را برای گروهی از کاربران ارائه دهند؛ نیاز می‌باشد. گارسیا۱و همکاران، یک سرویس مبتنی بر وب به نام ای-توریسم ۲ که پیشنهاداتی در جهت فعالیت‌های گردشگری را برای تورهای گردشگری در شهر والنسیای اسپانیا ارائه می-دهد، طراحی کرده‌اند. این سیستم، یک سیستم پیشنهاددهنده گروهی برای گردشگری است که پیشنهادات را بر اساس سلیقه گروه، طبقه بندی‌های جمعیت شناختی‌شان و همچنین مکان‌هایی که کاربران در سفرهای قبلی بازدید کرده‌اند، ارائه می‌دهد. این سیستم علاوه بر ارائه پیشنهادات برای گروهی از کاربران، قادر به ارائه پیشنهادات در خصوص فعالیت-های گردشگری به کاربران منفرد نیز می‌باشد [۸]. سیستم هرمس۳ که توسط کریستنسن و همکاران ارائه شده است، جاذبه‌های گردشگری را برای افراد و گروه-های کاربر پیشنهاد می‌کند. رویکرد پیشنهادی در نظر گرفته شده به این صورت است که کاربران ترجیحات خود را در رابطه با فعالیت‌ها و محل‌های اقامتی که

[1] *Garcia*
[2] *e-Tourism*
[3] *Hermes*

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2025-07-04]
[DOR: 20.1001.1.20089635.1399.8.1.3.3]
[DOI: 10.29252/jgit.8.1.39]

تمایل دارند در تور گنجانده شود، بیان می‌کنند. ویژگی‌هایی که توسط هرکاربر در مورد اولویت‌هایش بیان می‌گردد، به عنوان نقطه شروع برای ارائه پیشنهادات در نظر گرفته می‌شود. برای ایجاد توصیه-های گروهی، یک نمایه گروهی با تجزیه و تحلیل همه نمایه‌های فردی ایجاد می‌شود. در نهایت بر اساس نمایه گروهی، مجموعه‌ای از ترجیحات، پیشنهاد می‌گردد [۶]. سیستم انجمن تصمیم‌گیری سفر[1] به گروه‌هایی از کاربران به منظور رسیدن به یک توافق درباره‌ی ویژگی-های مطلوب یک سفر گروهی، کمک می‌کند. در این سیستم، کاربران ترجیحات خود را با مجموعه‌ای از ویژگی‌ها (مانند امکانات ورزشی، اتاق و غیره) بیان می‌کنند. سپس سیستم برای هر ویژگی، ترجیحات فردی همه اعضا را تجمیع کرده و به این ترتیب پیشنهادات متناسب با علایق همه افراد را ارائه می‌نماید [۹]. سیستم مشارکتی توصیه های مسافرتی[2] نیز به گروه‌هایی از کاربران برای انتخاب بسته تعطیلات سفر گروهی کمک می‌کند. در این سیستم، نمایه گروه با ترکیب مدل‌های کاربران فردی ایجاد می‌شود [۱۰].

نوئن[3] و ریچی[4] یک الگوریتم توصیه‌گر مبتنی بر تلفن همراه را در زمینه‌ی گردشگری ارائه دادند. در این کار عمدتا بر گفتگو بین اعضای گروه تأکید شده است که طی آن ترجیحات اعضای گروه شکل می‌گیرد. الگوریتم پیشنهادی از بازخورد کاربران درطی گفتگوی گروهی استخراج می‌شود. [۱۱]. سیستم توصیه‌گری که توسط فنزا[5] و همکارانش در سال ۲۰۱۱ تعریف شد، با استفاده از الگوریتم ک-میانگین[6] و فازی ک-میانگین[7] به گروه‌بندی افراد پرداخته است. نتیجه این الگوریتم، یک خوشه‌بندی فازی از مجموعه اشیاء در خوشه‌های متفاوت می‌باشد، به طوری که هر شی، دارای درجه عضویت بین صفر و یک به هر خوشه می-باشد. این الگوریتم هم برای کاربران و هم برای جاذبه-های گردشگری به کار رفته است. پس از تعریف خوشه-ها، سیستم قادر به استنتاج قوانینی است که میزان تناسب کاربران جدید و نقاط گردشگری جدید را به خوشه‌های مختلف برآورد می‌کند[۱۲]. در سیستم پیشنهاد دهنده *SAMAP* شباهت بین کاربران بر اساس ترجیحات و علایق بیان شده کاربران تخمین زده می-شود؛ به اینصورت که سیستم با مقایسه علایق کاربر هدف با سایر کاربران در رابطه با معیارهای گردشگری، استنتاج می‌کند که کاربر مورد نظر در کدام دسته قرار خواهد گرفت. به عنوان مثال سیستم استنتاج می‌کند کاربری که سینما را دوست دارد بیشتر شبیه به کاربری می باشد که از تئاتر لذت می‌برد تا کاربری که فعالیت-های ورزشی را ترجیح می‌دهد، در نتیجه این کاربر در گروه دارای سلایق مشابه با خود قرار می‌گیرد [۱۳]. مشتاقی و همکاران در سال ۲۰۱۷، یک سیستم راهنمای تور بافت آگاه برای گردشگران گروهی را برای کلانشهر اصفهان ارائه دادند. در این تحقیق، سیستم با استفاده از اطلاعاتی مانند اولویت‌ها و علایق گردشگران و علایق عمومی در بازدید از جاذبه‌ها، به ارائه پیشنهاد برای بازدید از مکان‌ها پرداخته است. به منظور افزایش رضایت جمعی افراد، ابتدا سیستم به گروه‌بندی اشخاص با استفاده از الگوریتم خوشه‌بندی فضایی مبتنی بر چگالی پرداخته و سپس برای پیشنهاد بهترین مکان‌ها متناسب با سلیقه گروهی گردشگران از الگوریتم بهینه سازی هوش ذرات[8] استفاده کرده است [۲].

فرآیندهای توصیه‌گری، به دلیل عدم وجود ارتباط روشن و دقیق بین ترجیحات کاربر و جاذبه‌های گردشگری و همچنین وجود اطلاعات ناکافی از علایق کاربران و همچنین تلفیق و ترکیب نظرات کاربران،

[1] *Travel Decision Forum*
[2] *Collaborative Advisory Travel System (CATS)*
[3] *Nguyen*
[4] *Ricci*
[5] *Fenza*
[6] *K-means*
[7] *Fuzzy k-means*
[8] *Particle Swarm Optimization (PSO)*

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2025-07-04]
[DOR: 20.1001.1.20089635.1399.8.1.3.3]
[DOI: 10.29252/jgit.8.1.39]

مسئله‌ای پیچیده می‌باشد. برخی از تکنیک‌ها در زمینه هوش مصنوعی به منظور نمایش و استنتاج تقریبی این روابط مبهم و غیرقطعی و به منظور مدیریت این عدم قطعیت‌ها توسعه داده شده اند [۱۴]. یک راه کنترل این عدم قطعیت، استفاده از شبکه‌های بیزین و روابط احتمالاتی آن می‌باشد[۱۵]. یک مثال ساده استفاده از شبکه بیزین که توسط شیو[1] و همکاران در سال ۲۰۱۲ ارائه شده است. در این تحقیق، احتمال جاذبه‌های گردشگری مورد علاقه برای هر گردشگر با استفاده از شبکه بیزین محاسبه می‌شود، به اینصورت که در آن تعدادی از ویژگی‌های کاربر مانند سن، ملیت، وضعیت اشتغال، درآمد، انگیزه سفر، هدف سفر و نوع مسافر به طور مستقیم بر روی اینکه یک نقطه گردشگری خاص چقدر برای یک کاربر خوشایند می‌باشد، تأثیر می‌گذارند [۱۶]. وانگ[2] و همکاران در سال ۲۰۱۶ یک سیستم توصیه گر گروهی تحت اینترنت با تلفیق دو مدل امتیاز مشارکت عضو[3] (*MCS*) و میانگین امتیاز محلی مبتنی بر فاصله منهتن[4] (*MLA*) توسعه دادند[۱۷]. خزاعی و علیمحمدی در سال ۲۰۱۹، یک سیستم توصیه‌گر گروهی بر اساس شبکه اجتماعی مکان مبنا بصورت زمینه آگاه و الگوریتم قدم زدن تصادفی توسعه دادند. در رویکرد پیشنهادی سه زمینه کاربران (روابط اجتماعی فعلی و ترجیحات شخصی)، مکانی (نوع مکان، محبوبیت مکان، ظرفیت و نزدیکی مکانی) و محیطی (آب و هوا و روزهای هفته) درنظر گرفته می‌شوند [۱۸]. آر[5] و همکاران در سال ۲۰۲۰ یک سیستم تصمیم گیری گروهی را با استفاده از روش یادگیری عمیق پیاده سازی نمودند. در این تحقیق، رابطه غیرخطی کاربران و آیتمها با استفاده از یک شبکه عصبی عمیق مدلسازی شد[۱۹]. پاژلو- هولگورا[6] و همکاران در سال ۲۰۲۰ یک روش مشارکتی با استفاده از سنتز سطح بالا[7] انجام دادند. که با توجه به موفقیت بالای این سیستم‌ها مبحث عدم قطعیت در آنها نادیده گرفته شده است[۲۰].

یکی دیگر از گزینه‌های معمول برای مدیریت عدم قطعیت استفاده از متغیر فازی می‌باشد [۱۴]. مجموعه-های فازی و استدلال فازی می‌تواند برای نشان دادن ترجیحات کاربر و محاسبه چگونگی تناسب آنها با ویژگی‌های جاذبه گردشگری به منظور تعیین درجه عضویت هرکاربر به گروه‌های مختلف کاربران استفاده گردد [۲۱]. برخی دیگر از سیستم‌های توصیه‌گر گردشگری نیز ازرویکردهای دانش مبنا[8] استفاده می-کنند. برای مثال، در سیستم کانسرت[9]، قوانینی وجود دارد که رویدادهایی وابسته به ترجیحات کاربر را استخراج می‌کند [۲۲].

بررسی تحقیقات نشان می دهد که عموما چهار روش اصلی برای الگوریتم‌های خوشه‌بندی در سیستم‌های توصیه‌گر شامل الگوریتم‌های خوشه‌بندی تفکیکی، الگوریتم‌های خوشه‌بندی سلسله مراتبی، الگوریتم‌های خوشه‌بندی برمبنای چگالی و الگوریتم‌های خوشه‌بندی برمبنای مدل وجود دارد. برخی از این مدل‌ها قابلیت مدیریت عدم قطعیت را داشته و برخی مستقل از عدم قطعیت در نظر گرفته می‌شوند که در این میان خوشه‌بندی‌های مبتنی بر مدل در تصمیم گیریهای گروهی نتایج بهتری را دربرداشته‌اند. الگوریتم خوشه‌بندی نقشه خودسازنده ابزار قدرتمندی برای نمایش داده های چند بعدی در فضاهای با ابعاد پایین، خوشه بندی و پردازش اطلاعات می باشند[۲۳].

[1] *Hsu*
[2] *Wang*
[3] *Member Contribution Score*
[4] *Manhattan Distance-based Local Average Rating*
[5] *R*
[6] *Pajuelo-Holguera*
[7] *High-level synthesis*
[8] *Rule-base*
[9] *CONCERT*

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2025-07-04]
[DOR: 20.1001.1.20089635.1399.8.1.3.3]
[DOI: 10.29252/jgit.8.1.39]

۳- مبانی نظری

این بخش به بیان مبانی نظری تحقیق شامل شبکه بیزین، سیستم‌های توصیه‌گری گروهی و شبکه عصبی خودسازنده می‌پردازد.

۳-۱- شبکه بیزین

شبکه بیزین یک ساختمان داده می‌باشد که نشان‌دهنده وابستگی های فرض شده بین متغیرها است و توزیع توأم کامل را با توجه به این فرض های وابستگی بطور دقیق تأیین می کند. این شبکه یک گراف جهت دار می باشد که رئوس آن شامل اطلاعات مقادیر احتمالات شرطی هستند وگراف هیچ دور جهت‌داری ندارد. این شبکه شامل اجزا و خصوصیات زیر است [۲۴].

۱) یک مجموعه از متغیرهای تصادفی، مجموعه رئوس گراف را تشکیل می‌دهند که این متغیرها می‌توانند گسسته یا پیوسته باشند. هر یک از متغیرها در شبکه بیزین با یک گره[1] نشان داده می‌شود و به نوعی یک گره یک متغیر را در وضعیت مدل شده نشان می‌دهد. یک متغیر می‌تواند هر چیزی باشد، مثل وقوع زلزله، به صدا در آمدن زنگ و میزان بارندگی، شرایط جاده و غیره.

۲) گره‌ها برای نشان دادن رابطه علت و معلولی با پیکان جهت‌دار به هم وصل می‌شوند. این پیکان‌ها یال[2] نامیده می‌شوند. جهت پیکان در جهت رابطه بین علت و معلول است. یعنی اگر یک پیکان از گره فرضی X به گره Y کشیده شود، نشان‌دهنده تأثیر مستقیم گره X بر روی گره Y می‌باشد.

۳) وقتی دو گره با یک یال به هم وصل می‌شوند گره‌ی علت، والد[3] یا پدر و گره های معلول فرزند نامیده می‌شوند. گره‌های فرزند به والدین خود وابسته شرطی هستند و یا هر گره X_i یک توزیع احتمال شرطی دارد که تاثیر گره‌های والد بر روی این گره را بصورت عددی نشان می‌دهند.

۳-۲- سیستم‌های توصیه‌گر گروهی

علاوه بر فرآیندهای توصیه‌گری فردی در زندگی روزمره، شرایط بسیاری را می‌توان یافت که نیاز به پیشنهاد گروهی دارد، مانند پیشنهاد یک فیلم برای تماشا به گروهی از دوستان، پیشنهاد رستوران‌ها، برنامه‌های تلویزیونی، فیلم‌ها، موسیقی، پیشنهاد یک شهر برای مقصد سفر خانواده و یا پیشنهاد مکان‌های گردشگری برای یک تور گردشگری گروهی. پیشنهادات در این حوزه‌ها، اغلب توسط گروهی از مردم استفاده می‌شود و نه بصورت انفرادی[۳]. در مقابل سیستم‌های توصیه‌گر فردی متداول که برای ارائه پیشنهاد به کاربران منفرد[4] طراحی شده‌اند، سیستم‌های توصیه‌گر گروهی به ارائه لیست توصیه به بیش از یک فرد می‌پردازند [۲۵]. این سیستم‌ها با وجود تفاوت‌ها میان سلایق افراد گروه، درصدد ارائه پیشنهادات مشترک به تمامی اعضای گروه با درنظر گرفتن موضوع رضایت گروهی هستند[۳]. ارائه پیشنهادات به گروه‌هایی از کاربران، چالش‌های جدیدی را در حوزه پژوهشی سیستم‌های توصیه‌گر ایجاد کرده است؛ زیرا که ایده تولید مجموعه‌ای از توصیه‌هایی که باید رضایت گروهی از کاربران با سلایق متفاوت را جلب نماید، به خودی خود چالش برانگیز می‌باشد [۹]. از مسائل مهم در سیستم‌های توصیه‌گر گروهی، نمایش پویایی و تنوع گروه‌ها و توانایی ایجاد یک مدل برای توصیف آنها می‌باشد. تکنیک‌های توصیه‌گر گروهی به طور سنتی فرض می‌کنند که کاربران افراد مستقل هستند و اثرات تعامل اجتماعی و روابط میان کاربران را نادیده می‌گیرند؛ ولی در یک فرآیند تصمیم‌گیری گروهی واقعی، کاربران تمایل دارند نه تنها ترجیحات خودشان را، بلکه نظرات ارائه شده توسط اعضای نزدیک به خود را نیز مشاهده نمایند. همچنین مشکل چگونگی شناسایی و

[1] *Nodo*
[2] *Edge*
[3] *Parent*
[4] *Individual User*

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2025-07-04]
[DOR: 20.1001.1.20089635.1399.8.1.3.3]
[DOI: 10.29252/jgit.8.1.39]

ساختاردهی کاربران خواهان دریافت لیست توصیه و چگونگی تولید توصیه‌هایی برای یک گروه با توجه به تأثیر اجتماعی و روابط میان اعضای گروه به جای اولیت‌های فردی مسأله‌ای است که در سال‌های گذشته به آن توجه شده است [۲۶] .

تاکنون سیستم‌های توصیه‌گر در زمینه‌های مختلفی نظیر پیشنهاد صفحات وب‌سایت‌ها [۲۷]، گردشگری[۸] ، موسیقی[۲۸] ، رستوران [۲۹] ، فیلم-ها [۳۰] و برنامه‌های تلویزیونی [۳۰]، طراحی شده اند. بر اساس مطالعات صورت گرفته در بحث سیستم-های توصیه‌گر گروهی، می‌توان افراد را در چهار دسته کلی از گروه‌ها قرار داد [۲۵].

- گروه‌های مقرر[1]: تعدادی از افراد به طور صریح با توجه به علایق مشترک بسیار، به عضویت گروه مشخصی در می‌آیند.
- گروه‌های مناسبتی[2]: تعدادی از افراد که بنا به موقعیتی نظیر بازدید از یک موزه، در کنار هم قرار می‌گیرند.
- گروه‌های تصادفی: تعدادی از افراد در زمان خاص و محیط خاصی قرار می‌گیرند که بطور صحیح علایق مشترکی میان آنها وجود ندارد.
- گروه‌های شناسایی شده به صورت خودکار: گروه‌هایی که بر اساس ترجیحات اعضا و اطلاعات در دسترس، به طور خودکار شناسایی می‌شوند.

در تحقیق حاضر گروه‌های تصادفی مد نظر قرار گرفته و اثرات تعامل اجتماعی و روابط میان کاربران در فرآیند ارائه توصیه گروهی در نظر گرفته نشده است.

۳-۳- معیار شباهت پیرسون

برای محاسبه میزان شباهت، از معیار شباهت پیرسون با اندک تغییراتی استفاده شده است که در رابطه (۱) ارائه شده است. بکارگیری معیاربهبود یافته دقت بالاتری را نسبت به روش متداول فراهم می‌نماید[۳۱]:

این معیار از حاصلضرب دو مؤلفه همبستگی بین امتیازات داده شده به یک آیتم توسط دو کاربر و درجه شباهت میان کاربران تشکیل شده است:

مؤلفه اول : ($abs\left(PCC\left(U_a\ ،\ U_b\right)\right)$): همبستگی بین امتیازات داده شده به یک آیتم توسط دو کاربر: هدف از محاسبه این معیار، محاسبه میزان همبستگی بین نظرات کاربران و یافتن کاربران مشابه بر اساس میانگین امتیازات آنها ($\overline{r}$) می‌باشد، که با استفاده از رابطه (۲)، محاسبه می‌گردد[۳۱].

در صورت کسر، r_{xs} به معنی امتیازی است که کاربر X به نوع معیار گردشگری S داده است و r_{ys} به معنی امتیازی است که کاربر Yبه نوع معیار گردشگری S داده است، S_{xy} نیز به معنای نوع معیار گردشگری است که توسط دو کاربر X , Y امتیاز دهی شده اند. در مخرج کسر نیز، مجموع امتیازات داده شده توسط یک کاربر به صورت نرمال شده ضرب در نمره کاربر دوم قرار می‌گیرد[۳۱].

مؤلفه دوم($\boldsymbol{D(U_a\ ،\ U_b)}$): میزان درجه شباهت میان دو کاربر: به منظور محاسبه این مؤلفه نیز از رابطه (۳) استفاده می‌شود. در این رابطه، $I(U_a)$ مجموعه‌ای از معیارهای گردشگری امتیاز داده شده توسط کاربر U_a و $I(U_b)$ مجموعه‌ای از معیارهای گردشگری امتیاز داده شده توسط کاربر U_b می‌باشند. در نهایت مقدار بدست آمده از طریق این رابطه در مقدار محاسبه شده از رابطه پیرسون ضرب می‌گردد. مقادیر حاصل نشان دهنده میزان تشابه بین دو کاربر می‌باشد. بعد از محاسبه میزان شباهت بین گره‌های (کاربران) اولیه با استفاده از معیار شباهت پیشنهادی، به منظور انتخاب مشابه‌ترین گره(کاربر)ها، دو پارامتر تعداد همسایه (k) و حد آستانه (T) را در نظر گرفته و با توجه به این پارامترها، اقدام به ایجاد یال (لینک) بین گره‌ها می‌گردد و بدین صورت مؤلفه‌های همکاری (V) تشکیل می‌شود. حد آستانه عموما بصورت تجربی

[1] *Established*
[2] *Occasional*

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2025-07-04]
[DOR: 20.1001.1.20089635.1399.8.1.3.3]
[DOI: 10.29252/jgit.8.1.39]

تعیین می‌شود و در واقع حد آستانه شباهت در نظر گرفته می‌شود.

رابطه(۱)
$$sim\left(x.\,y\right) = abs\left(PCC\left(U_a\,.\,U_b\right)\right) \times D\left(U_a\,.\,U_b\right)$$

رابطه(۲)
$$abs\left(PCC\left(U_a\,.\,U_b\right)\right) = \frac{\sum_{s\in S_{xy}}(r_{xs}-\overline{r_x})(r_{ys}-\overline{r_y})}{\sqrt{\sum_{s\in S_{xy}}(r_{xs}-\overline{r_x})^2}\sqrt{\sum_{s\in S_{xy}}(r_{ys}-\overline{r_y})^2}}$$

رابطه(۳)
$$D\left(U_a\,.\,U_b\right) = \frac{|I(U_a)\cap I(U_b)|}{|I(U_b)|}$$

۴-۳- شبکه عصبی مصنوعی خودسازنده

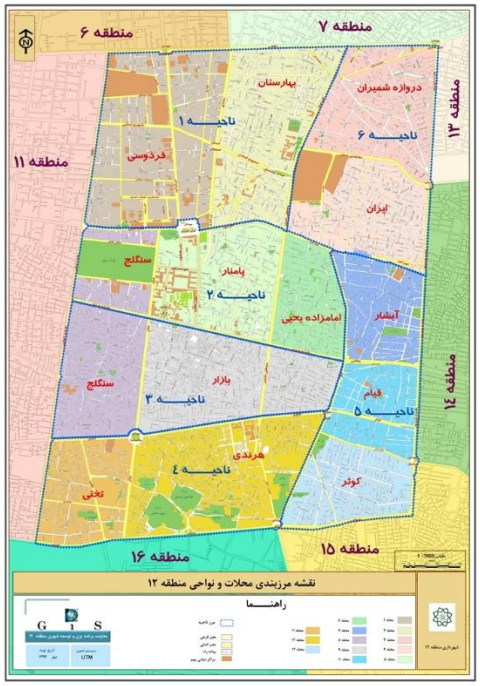
در شبکه عصبی مصنوعی خودسازنده، یادگیری از نوع نظارت نشده می‌باشد. بدین معنی که جواب مطلوب در دسترس شبکه نیست و مجموعه آموزشی تنها شامل ورودی‌ها می‌باشد. در شبکه عصبی مصنوعی خودسازنده معمولاً تعدادی نرون مصنوعی در یک توپولوژی مسطح کنار یکدیگر چینش می‌شوند. این نرون‌ها با رفتار متقابل روی همدیگر، فضای ورودی با ابعاد اختیاری را به یک نقشه گسسته یک یا دو بعدی (موسوم به نقشه مشخصات) نگاشت می‌کنند.

۴- روش تحقیق

در این بخش ابتدا منطقه مورد مطالعه و سپس متدولوژی پیشنهادی بیان می‌گردد.

۴-۱- منطقه مورد مطالعه

در این تحقیق منطقه ۱۲ تهران با توجه به بافت تاریخی آن به عنوان منطقه‌ای که دارای جاذبه‌ها و مکان‌های گردشگری فراوانی می‌باشد انتخاب گردیده است (شکل (۱)). داده‌های مکانی مورد استفاده جهت نمایش جاذبه‌های گردشگری و مسیریابی، اطلاعات مربوط به مکان‌های گردشگری این منطقه از شهر تهران می‌باشد. این اطلاعات بر اساس نقشه جامع و کامل ارائه شده توسط نقشه گوگل در نظر گرفته شده است. حداقل و حداکثر مقداری مختصاتی در سیستم *UTM WGS 84*، بترتیب (۵۳۶۷۲۴٫۶۱۵، ۳۹۴۶۱۵۷٫۶۷۹) و (۵۴۰۵۳۴٫۶۲۳ ، ۳۹۵۰۹۹۹٫۲۵۴) می باشد. این منطقه دارای۲۰۶ مرکز مذهبی، ۱۹ مرکز فرهنگی، ۴۸ مرکز تفریحی و ۲۹ مکان تاریخی می باشد.



شکل۱ : نقشه محلات منطقه ۱۲ تهران

۴-۲- روش پیشنهادی

در این تحقیق در ابتدا با استفاده از جدول ارجحیت (جدول امتیازدهی افراد به هر دسته از معیارهای گردشگری)، مدل شبکه بیزین ایجاد می‌شود؛ به اینصورت که در آن هرگردشگر به عنوان یک گره در شبکه در نظرگرفته می‌شود و با استفاده از معیار شباهت پیرسون، میزان شباهت بین افراد محاسبه،

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2025-07-04]
[DOR: 20.1001.1.20089635.1399.8.1.3.3]
[DOI: 10.29252/jgit.8.1.39]

سپس مؤلفه‌های همکاری تشکیل مـی‌شـود و در ادامـه گروه‌هایی از گردشگران با بیشترین میـزان شـباهت در ویژگی‌های شخصیتی و علایق، بـا اسـتفاده از الگـوریتم خوشه‌بندی نقشه خودسـازنده تشـکیل مـی‌گردنـد. در نهایت ساختار شبکه ایجـاد مـی‌گـردد و بـا اسـتفاده از روابط احتمالاتی به تخمین نرخ برای گروه‌های تشـکیل شده در رابطـه بـا هـر دسـته از معیارهـای گردشـگری پرداخته خواهد شد. این بخش به معنی محاسبه امتیـاز هر گروه برای هر دسته از معیارهای گردشگری می‌باشد و در نهایت جاذبه‌های گردشگری مناسب برای هر گروه با توجه به امتیازهای محاسبه شده هر گروه در رابطه با هر دسـته از معیارهـای گردشـگری، بـه آنهـا پیشـنهاد خواهد شد. در قسمت دوم کـار، بـه برنامـه‌ریـزی سـفر برای گروه‌هـای تشـکیل شـده پرداختـه و جاذبـه‌هـای گردشگری پیشنهادی بر روی نقشـه گوگـل نشـان داده خواهد شد و در نهایت با الگـوریتم مسـیریابی مناسـب، مسیریابی بین جاذبه‌های گردشـگری صـورت گرفتـه و بهترین مسیر پیشنهادی ارائه خواهـد شـد. جـدول(۱)، خصوصـیات جمعیـت آمـاری را نشـان مـی‌دهـد.

جدول۱ : ویژگی‌های در نظر گرفته شده کاربران و تعداد آنها (جمع کل در هر ویژگی ۱۲۰ نفر است)

جنسیت		سن		نوع شخصیت افراد		وضعیت اشتغال	
مرد	۵۳	زیر ۳۰ سال	۴۳	درونگرا	۱۲	محصل	۳۸
		بین ۳۰ تا ۵۰ سال	۵۲	تجربه پذیر	۶۸	کارمند	۶۷
زن	۶۷	بالای ۵۰ سال	۲۵	برونگرا	۴۰	بازنشسته	۱۵

متغیر جنسیت با دو مقدار زن و مرد، متغیر سن بـا سه مقدار در بازه زیر ۳۰ سال، بین ۳۰ تـا ۵۰ سـال و بالای ۵۰ سال، نوع شخصیت نیز در سه مقدار درونگرا[1]، درونگرا[1]، تجربه پذیر[2] و برونگرا[3] ، وضـعیت اشـتغال بـا سه مقدار محصل، کارمنـد و بازنشسـته در نظـر گرفتـه شده است.در این فرم، علاوه بر ویژگـی‌هـای شخصـیتی افراد، میزان علاقه آنها به چهـار معیـار گردشـگری نیـز منظور شده است.کاربران نظر خود را در رابطه با چهـار معیار گردشگری شـامل تـاریخی، فرهنگـی، مـذهبی و تجاری بیان می‌کنند. آرای کاربران در مورد هـر یـک از معیارهای گردشگری بصورت امتیازدهی از مقدار ۱ تا ۵ عنوان می‌شود. مقدار ۱ به معنی عدم علاقه، مقدار ۲ به معنی نسبتا بی علاقه، معیار ۳ بـه معنـی بـی تفـاوت و مقدار ۴ به معنی نسبتا علاقه‌مند و مقـدار ۵ بـه معنـی علاقه کامل به معیار مورد نظر مـی‌باشـد. در نهایـت بـا استفاده از این آرا، جدولی ایجاد می‌شود که بـه جـدول ارجحیـت معـروف اسـت. جـدول(۲)، نمونـه‌ای از ایـن جدول را نشان می‌دهد.

در فرآیند ایجاد ساختار توصیه‌گری گروهی، هدف، تشکیل شکلی مانند شکل(۲) است، که بر مبنای تشکیل شبکه بیزین می‌باشد. در این شکل منظور از U_i کاربران، V_i ارتباط میان کاربران و G_i گروههای تشکیل شده می‌باشد و هر U_i دارای معیارهای I می‌باشد.

در شـکل (۳)، نمـودار مراحـل ایجـاد یـک فرآینـد توصیه‌گری را از بخش ابتدایی تـا زمـان تشـکیل گـروه نشان داده شده است

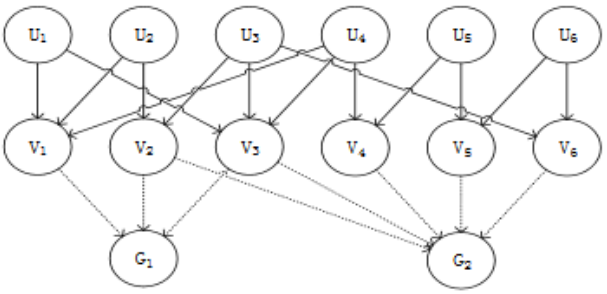
[1] *Introverted*
[2] *Experienced*
[3] *Extravagant*

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2025-07-04]
[DOR: 20.1001.1.20089635.1399.8.1.3.3]
[DOI: 10.29252/jgit.8.1.39]

جدول۲: جدول ارجحیت

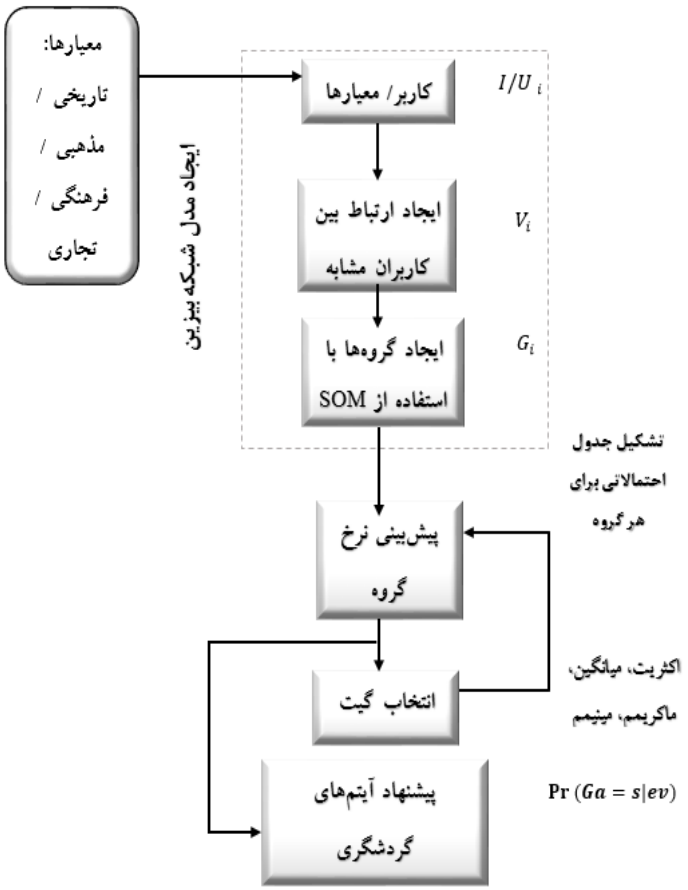
دانش پیشین	معیار تجاری	معیار فرهنگی	معیار مذهبی	معیار تاریخی
کاربر ۱	۱	۵	۲	۴
کاربر ۲	۳	۰	۳	۵
کاربر ۳	۴	۲	۵	۳
کاربر ۴	۵	۲	۳	۳
کاربر ۵	۵	۱	۱	۲
کاربر ۶	۱	۵	۲	۱
کاربر ۷	۲	۳	۱	۵
کاربر ۷	۲	۱	۲	۵
کاربر ۹	۳	۴	۵	۲
کاربر۱۰	۴	۱	۲	۵

.



شکل۲: ساختار تشکیل گروه

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2025-07-04]
[DOR: 20.1001.1.20089635.1399.8.1.3.3]
[DOI: 10.29252/jgit.8.1.39]



شکل۳ : فرآیند ایجاد ساختار سیستم توصیه‌گر گروهی

در این شکل منظور از U_i کاربران، I آیتمها، V_i ارتباط میان کاربران و G_i گروه‌های تشکیل شده می باشد. با توجه به نمودار شکل۳، مجموعه پارامترهای معیارهای گردشگری مورد نظر[1] ، کاربران[2]، ارتباطات یا لینک‌های بین کاربران[3]، گروه[4] وجود داردکه در مدلسازی بیزی مورد نظر، ساختاری مانند$I \to U \to V \to G$ ایجاد می‌شود.

قسمت $I \to U$: در این بخش، مدل کردن پایگاه داده‌ای از نظرات کاربران به نوع آیتم‌گردشگری مدنظر است که به دنبال آن، جدولی از نظرات کاربران ایجاد می‌شود که به جدول ارجحیت۵ (جدول امتیازدهی (بین ۱ تا ۵) گردشگران به هر دسته از معیارهای گردشگری) معروف است. بر مبنای این جدول و به منظور ایجاد گره‌های اولیه برای شبکه، هر کاربر به عنوان یک گره در شبکه در نظر گرفته می‌شود، سپس احتمالات پیشین برای هر گره محاسبه می‌شود.

بخش بعدی مرتبط با مسأله $U \to V$ است. این بخش به تشکیل مولفه‌های همکاری مربوط می‌شود. برای این منظور ابتدا شبیه‌ترین گره‌ها (کاربران) را پیدا کرده و بعد از یافتن شبیه‌ترین کاربران به کاربر مورد نظر، یک لینک ارتباطی بین آنها در نظر گرفته می‌شود. در مؤلفه همکاری، وجود لینک به معنی وجود ارتباط

[1] *Item (I)*
[2] *User(U)*
[3] *(V)*
[4] *Group (G)*
[5] *Preference*

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2025-07-04]
[DOR: 20.1001.1.20089635.1399.8.1.3.3]
[DOI: 10.29252/jgit.8.1.39]

بین دو کاربر می‌باشد. پس هرگاه وابستگی یا شباهت میان خصوصیات دو کاربر U_a و U_b یافت شد، با یک لینک در شبکه دو گره به یکدیگراتصال داده می‌شوند. تعریف پارامتر V به این دلیل است که از ایجاد چرخه در گراف جلوگیری شود. همچنین با توجه به اینکه شبکه بیز یک مدل ارتباطی جهت‌دار است، گره میانی V (مؤلفه همکاری) می‌تواند از خراب شدن و پیچیدگی ساختار شبکه جلوگیری نماید. محاسبه میزان شباهت، از طریق معیار شباهت پیرسون مطابق روابط (۱، ۲ و ۳) انجام می‌شود.

در قسمت $V \rightarrow G$، گروه‌های مناسب از کاربران که دارای خواستگاه مشترکی هستند، ایجاد می‌شوند. در این مقاله با استفاده از الگوریتم خوشه‌بندی نقشه خودسازنده، گروه‌ها تشکیل شده‌اند.

تخمین نرخ برای گروه: در نهایت بعد از تشکیل گروه‌ها، نرخ‌ها (امتیازهای هر گروه) تخمین زده خواهد شد. برای محاسبه احتمال نرخ مورد نظر از قواعد بیز استفاده می‌گردد. با توجه به شبکه بیز تشکیل شده در مراحل پیشین، می‌توان احتمال هر یک از گره‌ها را با توجه به والدهای آن در مرحله قبلی محاسبه کرد. به طور کلی به منظور محاسبه احتمال نرخ یک گروه برای یک نوع معیار گردشگری، با توجه به جدول ارجحیت، نیاز به محاسبه سه مقدار احتمالی مختلف با استفاده از روش بیز می‌باشد؛ به این معنی که برای محاسبه امتیاز داده شده توسط یک گروه، نیاز است تا مجموعه‌ای از احتمالات محاسبه گردد.

الف- محاسبه احتمال دانش پیشین مسأله: این احتمال از روی مجموعه داده موجود محاسبه می‌شود. تعداد نوع معیار گردشگری دارای امتیاز S به تعداد کل معیار گردشگری است که کاربر رأی داده است.

ب- مرحله بعد در رابطه با نحوه محاسبه احتمال مؤلفه های همکاری می‌باشد. هدف بدست آوردن مقدار احتمال $Pr(Va \mid P.a.(Va))$ است. یعنی به دست آوردن مقدار احتمال Va به شرط والدین آنها.

ج- در مرحله‌ی آخر مقدار ارزش گروه تشکیل شده ($\Pr(Ga \mid Pa(Ga))$) با توجه به والدهایش با استفاده از رابطه (۴) محاسبه می‌گردد.

$$P(Gi = k \mid pa(Gi)) = f\left(k, pa(Gi)\right) \quad \text{رابطه(۴)}$$

طبق قاعده بیز برای یافتن احتمال شرطی از ضرب احتمال دانش پیشین در ضرب احتمالات شرطی، در نهایت مجموع تمامی احتمالات ممکن حاصل می‌گردد. به این ترتیب برای هر گروه، اگر نرخ‌هایی با امتیاز بالا مانند ۴ و ۵ برای آیتم مورد نظر تخمین زده شد، آن آیتم پیشنهاد داده می‌شود.

۵- پیاده‌سازی الگوریتم و نتایج

برای بررسی و ارزیابی عملکرد رویکرد توصیه‌گر پیشنهادی، پیاده‌سازی فرآیند توصیه‌گری گروهی تحت مجموعه‌ای از تکنولوژی‌ها ارائه شده است. این تکنولوژی‌ها در مراحل منطق و نمایش بکار گرفته شده‌اند. هسته اصلی رویکرد پیشنهادی، با استفاده از پردازش‌هایی که مبتنی بر نرم افزار بیزسرور[1] است به همراه استفاده از زبان برنامه نویسی پایتون صورت گرفته است.

در بخش نمایش، نقشه‌ها و شبکه راه‌ها از سرویس نقشه گوگل بازیابی می‌گردد. برای این منظور از بسته *GDS*[2]استفاده شده است. *GDS* نقشه گوگل یک کنترل دسکتاپی *NET*. ای است که می‌تواند در برنامه-های دارای فرم مبتنی بر *NET*. فراخوانی گردد. این نقشه به فرم برنامه اتصال می‌یابد و از طریق فرم، نقشه گوگل به صورت تعاملی در دسترس قرار می‌گیرد. این مرحله با استفاده از محیط برنامه نویسی ویژوال استودیو و زبان برنامه نویسی سی‌شارپ اجرا شده است. جهت نمایش نقشه شهر به همراه مکان‌های گردشگری انتخاب شده و مسیر بین آنها، در این تحقیق رابط برنامه نویسی کاربردی[3] نقشه گوگل جهت محاسبه

[1] *Bayes Server*
[2] *Gds.GoogleMap.UltimatePlus*
[3] *API*

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2025-07-04]
[DOR: 20.1001.1.20089635.1399.8.1.3.3]
[DOI: 10.29252/jgit.8.1.39]

کوتاه‌ترین مسیر به کار گرفته شد. قابل ذکر است که رابط برنامه نویسی کاربردی نقشه گوگل با استفاده از الگوریتم دایجسترا کوتاه‌ترین مسیر را بر اساس کمترین زمان تعیین می‌نماید.

۵-۱- داده مورد استفاده

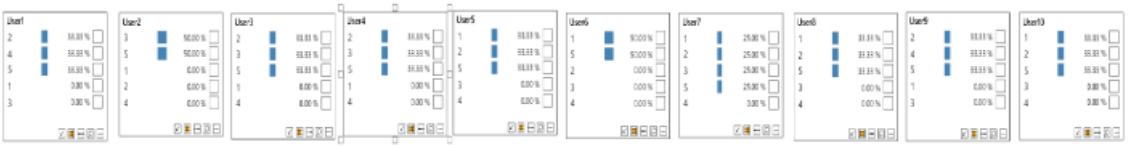
مجموعه داده مورد استفاده در پژوهش حاضر با استفاده از توزیع پرسشنامه جمع‌آوری شده است. جامعه آماری مورد استفاده شامل ۱۲۰ نمونه بوده است. با توجه به اینکه متوسط گردشگر سالیانه در منطقه مورد نظر ۱۲۰۰ می‌باشد، ده درصد کل جامعه بعنوان نمونه مورد نیاز در نظر گرفته شد. در گردآوری جامعه آماری مورد نظر سعی شده است که افراد از همه محدوده‌های سنی، تیپ های شخصیتی و نوع اشتغال قرار داده شود.

۵-۲- ایجاد گره‌های اولیه و مؤلفه‌های همکاری

با توجه به جدول ارجحیت، دانش پیشین برای هر گره محاسبه و باتوجه به دانش پیشین، گره‌های شبکه استخراج گردید. مقادیر دانشن پیشین در جدول(۳)، و در شکل (۴)، گره‌ها برای ۱۰ کاربر اول مجموعه داده نشان داده شده است.

جدول۳ : مقادیر مربوط به دانش پیشین نظرات کاربران

دانش پیشین	۱	۲	۳	۴	۵
کاربر ۱	۰	۰٫۳۳	۰	۰٫۳۳	۰٫۳۳
کاربر ۲	۰	۰	۰٫۶۶	۰	۰٫۳۳
کاربر ۳	۰	۰٫۳۳	۰٫۳۳	۰	۰٫۳۳
کاربر ۴	۰	۰٫۳۳	۰٫۳۳	۰	۰٫۳۳
کاربر ۵	۰٫۳۳	۰٫۳۳	۰	۰	۰٫۳۳
کاربر ۶	۰٫۶۶	۰	۰	۰	۰٫۳۳
کاربر ۷	۰٫۲۵	۰٫۲۵	۰٫۲۵	۰	۰٫۳۳
کاربر ۷	۰٫۳۳	۰٫۳۳	۰	۰	۰٫۲۵
کاربر ۹	۰	۰٫۳۳	۰	۰٫۳۳	۰٫۳۳
کاربر۱۰	۰٫۳۳	۰٫۳۳	۰	۰	۰٫۳۳



شکل۴ : ۱۰ گره تشکیل‌دهنده شبکه بیز با دانش پیشین

شکل(۵) شماتیکی از کاربران سیستم و نحوه تشکیل گره‌های اولیه از ۱۲۰ کاربر، را نمایش می‌دهد. همانطور که دیده می‌شود تعداد کاربران در هر گره و همچنین ویژگی‌ها و اولویت‌هایشان متفاوت است.

با توجه به دانش پیشین و با استفاده از روابط مربوط به محاسبه گره‌های مشابه بر اساس روابط پیرسون و درجه ارتباط، میزان تشابه بین کاربران محاسبه می‌شود. جدول(۴) ، نتایج میزان شباهت که از حاصلضرب مقادیر حاصل از رابطه پیرسون و درجه ارتباط، که در رابطه(۱) ارائه شده است را برای ۱۰ کاربر اول نشان می‌دهد.

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2025-07-04]
[DOR: 20.1001.1.20089635.1399.8.1.3.3]
[DOI: 10.29252/jgit.8.1.39]

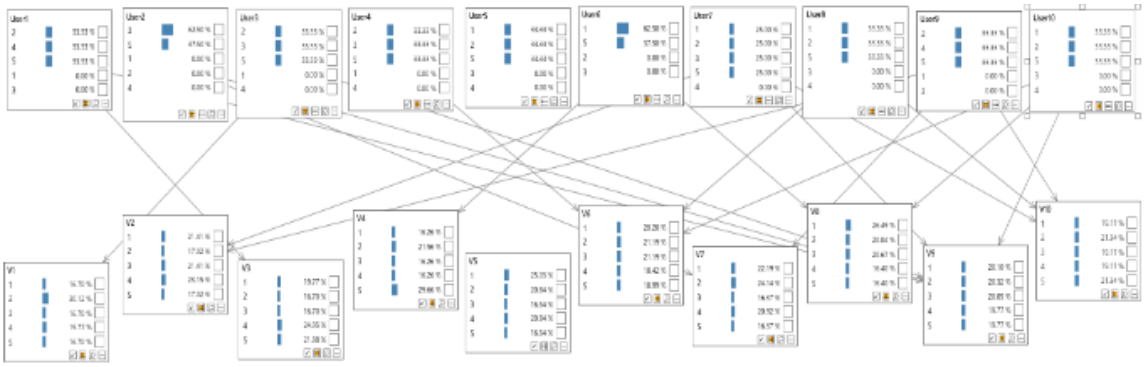
شکل ۵: گره‌های تشکیل‌دهنده شبکه استخراج شده از مجموعه داده‌های کل کاربران

جدول۴: مقادیر شباهت محاسبه شده میان کاربران

تشابه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
۱	۱	۰٫۲۹	۱	۰٫۲۷	۰٫۲۷	۰٫۲۹	۰٫۴۷	۰٫۱۵	۰٫۵	۰٫۰۵
۲	۰٫۲۹	۱	۰٫۲۹	۰٫۲۹	۰٫۲۸	۰٫۱۱	۰٫۷۲	۰٫۴۹	۰٫۵۹	۰٫۴۹
۳	۱	۰٫۲۹	۱	۰٫۲۷	۰٫۲۷	۰٫۲۹	۰٫۴۷	۰٫۱۵	۰٫۵	۰٫۰۵
۴	۰٫۲۷	۰٫۲۹	۰/۲۷	۱	۰٫۴۳	۰٫۷۶	۰٫۲۷	۰٫۰۵	۰٫۰۲	۰٫۱۵
۵	۰٫۲۷	۰٫۲۸	۰/۲۷	۰٫۴۳	۱	۰٫۱۵	۰٫۰۳	۰٫۲۴	۰٫۱۲	۰٫۰۳
۶	۰٫۲۹	۰٫۱۱	۰/۲۹	۰٫۷۶	۰٫۱۵	۱	۰/۱	۰٫۶۹	۰٫۲۹	۰٫۵۲
۷	۰٫۶۳	۰٫۹۷	۰٫۶۳	۰٫۳۷	۰٫۰۴	۰٫۱۴	۱	۰٫۶۱	۰٫۹۴	۰٫۶۹
۸	۰٫۱۵	۰٫۴۹	۰/۱۵	۰٫۰۵	۰٫۲۴	۰٫۶۹	۰٫۴۶	۱	۰٫۴۷	۰٫۶۳
۹	۰/۵	۰٫۵۹	۰٫۵	۰٫۰۲	۰٫۱۲	۰٫۲۹	۰٫۷	۰٫۴۷	۱	۰٫۸۴
۱۰	۰/۰۵	۰٫۴۹	۰٫۰۵	۰٫۱۵	۰٫۰۳	۰٫۵۲	۰٫۴۷	۰٫۶۳	۰٫۸۴	۱

با توجه به مقادیر جدول تشابه، با در نظر گرفتن حداکثر مقدار ۳ برای تعداد همسایه‌ها و حد آستانه ۰/۰۵، تنها کاربران شماره ۳ و ۹ به عنوان همسایه‌های کاربر شماره یک خواهند بود که مقادیر تعداد همسایگی و حد آستانه بصورت تجربی حاصل شده‌اند. تعداد همسایگان بیشتر از سه موجب اتلاف هزینه بیشتر و تعداد همسایگان کمتر باعث تصمیم‌گیری نامناسب می‌شود. این قضیه در مورد حد آستانه نیز صادق است. به همین صورت این رویه برای دیگر کاربران نیز تکرار می‌گردد تا شکل(۶) که ساختار شبکه است، حاصل گردد.

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2025-07-04]
[DOR: 20.1001.1.20089635.1399.8.1.3.3]
[DOI: 10.29252/jgit.8.1.39]



شکل۶: گره‌های ورودی و مؤلفه‌های همکاری

۵-۳- محاسبه احتمالات مؤلفه‌های همکاری

بعد از تشـکیل شـبکه بیـز، احتمـالات مؤلفـه‌هـای همکاری محاسبه می‌شود. بـا اسـتفاده از نـرم‌افـزار بیـز سرور مقادیر هر کدام از احتمالات شـرطی مولفـه‌هـای همکاری محاسبه شـده اسـت. مقـدار احتمـال شـرطی مولفه‌های همکاری V_1 و V_2 و V_3 با توجـه بـه والـدهای آنها که به ترتیب کاربران ۳، (۹ و ۷) و کاربر ۱ هستند در شکل(۷)، (الف تـا ج)، ارائـه شـده اسـت. در مرحلـه تخمین نرخ گروه، این احتمالات به صورت سلسله‌وار در تخمین نرخ گروه منظور می‌گردند.

۵-۴- گروه

تشکیل گـروه‌هـا بـا توجـه بـه ویژگـی‌هـای فـردی کاربران و بـا اسـتفاده از الگـوریتم خوشـه‌بنـدی نقشـه خودسازنده انجام شده است. ویژگی‌های فردی در نظـر گرفته شده به عنوان معیار برای خوشه‌بندی کاربران در جدول (۵) نشـان داده شـده اسـت. بـا اسـتفاده از ایـن الگوریتم، مجموعه داده به ۱۷ گروه تقسیم‌بنـدی شـده است؛ یک گروه با ۲ عضو کمتـرین تعـداد اعضـا و یـک گروه با ۲۰ عضو بیشترین تعـداد اعضـا را شـامل شـده است.

۵-۵- برآورد نظر گروه

در این مرحله اگر نرخ به دست آمده مقدار بالایی مانند ۴ یا ۵ باشد، این معیار مناسب برای پیشنهاد شدن است؛ اما اگر مقداری کمی مانند ۱ یا ۲ را دریافت کرده باشد، این معیار توصیه نمی‌شود. علت این نوع تصمیم‌گیری و توصیه معیار آن است که پیشنهادات با بیشترین احتمال به نظرات کاربران نزدیک باشند. بعنوان نمونه در گروه ۱۵ با دو عضو، معیار مذهبی برای این گروه مقدار امتیاز ۱را دریافت کرده؛ درنتیجه جاذبه‌های مذهبی به این گروه پیشنهاد نمی‌شود و در مقابل معیار فرهنگی با امتیاز ۵، توصیه می‌گردد. جدول(۶)، احتمالات محاسبه شده برای آیتم مذهبی را نشان می‌دهد. به منظور تصمیم‌گیری در مورد نظر گروه، با توجه به مقادیر ستون آخر جدول، با استفاده از معیارهای اکثریت، خروجی نظرات برای آیتم مذهبی، برابر ۱ خواهد بود[1]. برای آیتم فرهنگی نیز همانند آیتم مذهبی، این احتمالات محاسبه شده‌اند که نتایج در جدول (۷)، ارائه شده است.

[1] *Ga<1,1,1,1,1,3,1,1,1,2,2,1,2,1,1,1,2,1,1,1,1,3,1,1>*

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2025-07-04]
[DOR: 20.1001.1.20089635.1399.8.1.3.3]
[DOI: 10.29252/jgit.8.1.39]

P (V1 | User3)

	User3	V1 = 1	V1 = 2	V1 = 3	V1 = 4	V1 = 5
	2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.6
	3	0.1	0.1	0.1	0.6	0.1
	5	0.1	0.6	0.1	0.1	0.1
	1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

(الف) احتمالات V_1 به شرط والدهای آنها

P (V2 | User7, User9)

	User7	User9	V2 = 1	V2 = 2	V2 = 3	V2 = 4	V2 = 5
	1	2	0.1	0.1	0.35	0.1	0.35
	1	4	0.1	0.1	0.35	0.1	0.1
	1	5	0.1	0.1	0.6	0.1	0.1
	1	1	0.15	0.15	0.4	0.15	0.15
	1	3	0.15	0.15	0.4	0.15	0.15
	2	2	0.1	0.1	0.35	0.1	0.35
	2	4	0.1	0.1	0.35	0.1	0.1
	2	5	0.1	0.1	0.6	0.1	0.1
	2	1	0.15	0.15	0.4	0.15	0.15
	2	3	0.15	0.15	0.35	0.15	0.15
	3	2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.35
	3	4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	3	5	0.1	0.1	0.35	0.1	0.1
	3	1	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
	3	3	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
	5	2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.6
	5	4	0.15	0.15	0.15	0.15	0.4
	5	5	0.1	0.1	0.35	0.1	0.35
	5	1	0.15	0.15	0.15	0.15	0.35
	5	3	0.15	0.15	0.15	0.15	0.4
	4	2	0.15	0.15	0.15	0.15	0.4
	4	4	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
	4	5	0.15	0.15	0.4	0.15	0.15
	4	1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
▶	4	3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

(ب) احتمالات V_2 به شرط والدهای آنها

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2025-07-04]
[DOR: 20.1001.1.20089635.1399.8.1.3.3]
[DOI: 10.29252/jgit.8.1.39]

P (V3 | User1)

	User1	V3 = 1	V3 = 2	V3 = 3	V3 = 4	V3 = 5
	2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.6
	4	0.1	0.1	0.6	0.1	0.1
	5	0.1	0.6	0.1	0.1	0.1
	1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

(ج) احتمالات V_3 به شرط والدهای آنها

شکل ۷: احتمالات منتسب

جدول۵ : گروه‌های تشکیل شده

گروه‌ها	۱۷	۱۶	۱۵	۱۴	۱۳	۱۲	۱۱	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱
تعداد اعضا	۱۲	۴	۲	۷	۷	۸	۳	۴	۸	۱۰	۸	۶	۳	۲۰	۷	۷	۴

جدول۶: احتمالات محاسبه شده برای آیتم مذهبی

					Ga			
ردیف	V1	V2	Ga=1	Ga=2	Ga=3	Ga=4	Ga=5	Round
۱	۱	۱	۰/۲	۰	۰	۰	۰	۱
۲	۱	۲	۰/۱	۰/۱	۰	۰	۰	۱
۳	۱	۳	۰/۳۵	۰	۰/۳۵	۰	۰	۱
۴	۱	۴	۰/۱	۰	۰	۰/۱	۰	۱
۵	۱	۵	۰/۱	۰	۰	۰	۰/۱	۱
۶	۲	۱	۰/۳۵	۰/۳۵	۰	۰	۰	۱
۷	۲	۲	۰	۰/۷	۰	۰	۰	۱
۸	۲	۳	۰	۰/۶	۰/۶	۰	۰	۳
۹	۲	۴	۰	۰/۳۵	۰	۰/۳۵	۰	۲
۱۰	۲	۵	۰	۰/۳۵	۰	۰	۰/۳۵	۲
۱۱	۳	۱	۰/۱	۰	۰/۱	۰	۰	۱
۱۲	۳	۲	۰	۰/۱	۰/۱	۰	۰	۱
۱۳	۳	۳	۰	۰	۰/۷	۰	۰	۲
۱۴	۳	۴	۰	۰	۰/۱	۰/۱	۰	۱
۱۵	۳	۵	۰	۰	۰/۱	۰	۰/۱	۱
۱۶	۴	۱	۰/۱	۰	۰	۰/۱	۰	۱
۱۷	۴	۲	۰	۰/۱	۰	۰/۱	۰	۱
۱۸	۴	۳	۰	۰	۰/۳۵	۰/۳۵	۰	۲
۱۹	۴	۴	۰	۰	۰	۰/۲	۰	۱
۲۰	۴	۵	۰	۰	۰/۱	۰	۰/۱	۱
۲۱	۵	۱	۰/۱	۰	۰	۰	۰/۱	۱
۲۲	۵	۲	۰	۰/۱	۰	۰	۰/۱	۱
۲۳	۵	۳	۰	۰	۰/۳۵	۰	۰/۳۵	۳
۲۴	۵	۴	۰	۰	۰	۰/۱	۰/۱	۱
۲۵	۵	۵	۰	۰	۰	۰	۰/۲	۱
کیت								

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2025-07-04]
[DOR: 20.1001.1.20089635.1399.8.1.3.3]
[DOI: 10.29252/jgit.8.1.39]

با توجه به مقادیر ستون روند جدول اگر از گیت یا معیار بیشینه استفاده شود، خروجی برابر با ۵، اگر از گیت میانگین استفاده شود خروجی برابر با ۳، اگر از گیت اکثریت استفاده شود خروجی برابر با ۵ است؛ در نتیجه نظر گروه و یا امتیاز داده شده به آیتم فرهنگی برای گروه مورد نظر، مقدار ۵ می‌باشد. لذا این آیتم به گروه پیشنهاد داده می‌شود. بعد از توصیه فرهنگی، جاذبه‌هایی که در این دسته قرار می‌گیرند، به همراه ساعات باز و بسته شدن آنها مطابق شکل (۸) به گروه پیشنهاد داده می‌شود.

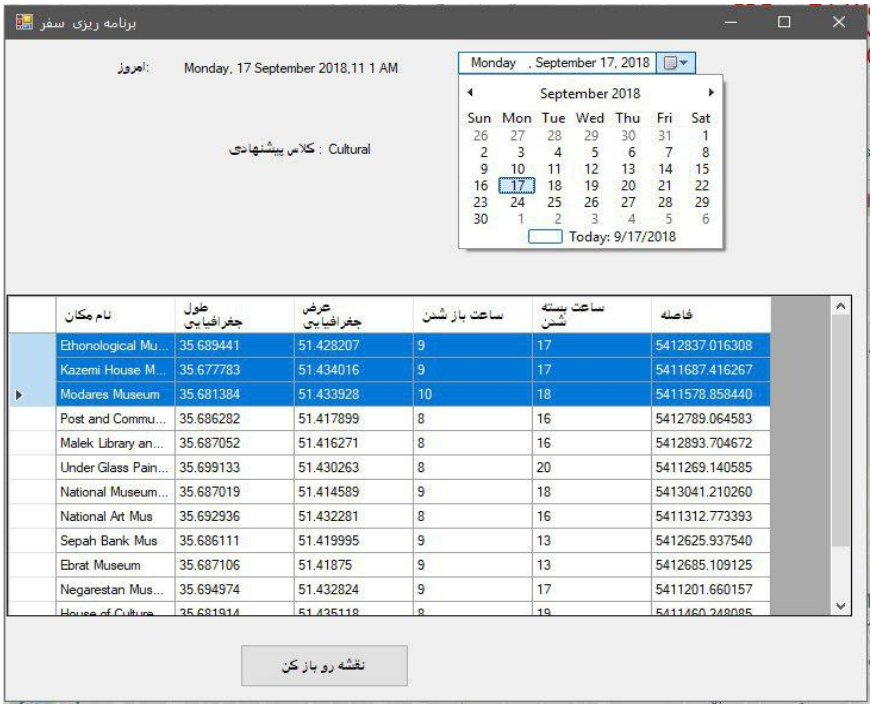
بعد از پیشنهاد جاذبه‌های واقع در آیتم فرهنگی، مسیریابی بهینه بین این جاذبه‌های پیشنهاد شده مطابق شکل ۹ صورت می‌گیرد. مسیریابی با استفاده از الگوریتم دایجسترا کوتاه‌ترین مسیر را بر اساس کمترین زمان تعیین می‌نماید (زمان متوسط پیمودن هر یال مشخص است).

با استفاده از ایجاد ساختار توصیه‌گری گروهی بر اساس شبکه بیزین و محاسبه احتمالات، عدم قطعیت موجود در مراحل فرآیند توصیه‌گری کنترل گردیده و همچنین با استفاده از دخالت پارامتر درجه ارتباط در محاسبه شباهت بین کاربران، اثر نبود اطلاعات کافی در مورد نظر کاربران در مرحله امتیازدهی معیارها نیز کمرنگ‌تر شده است و با ایجاد گروه‌بندی افرادی که دارای شباهت ذاتی بیشتری بوده، ارائه پیشنهادات به افراد دارای سلایق مشابه صورت پذیرفته است که منجر به تجمیع نظرات افراد مختلف، به منظور ارائه پیشنهادات متناسب با آنها گردیده و جاذبه‌های متناسب و نزدیک به سلایق همه افراد حاضر در یک گروه ارائه شده است.

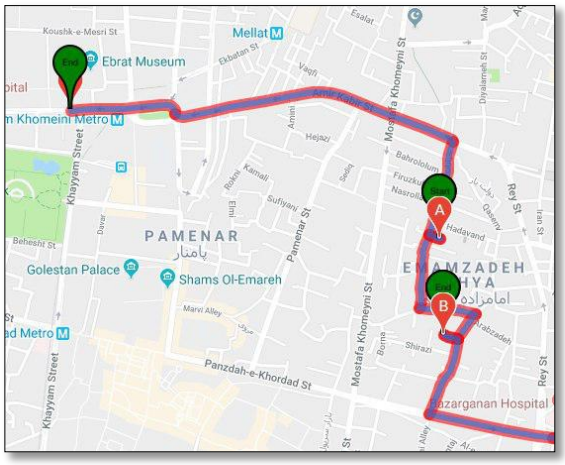
جدول ۷: احتمالات محاسبه شده برای آیتم فرهنگی

			Ga				
ردیف	V1	V5	Ga=1	Ga=2	Ga=3	Ga=4	Ga=5	Round
۱	۱	۱	۰/۴	۰	۰	۰	۰/۵	۳
۲	۱	۲	۰/۱	۰/۱	۰	۰/۲	۰	۱
۳	۱	۳	۰/۳۳	۰	۰/۳۶	۰/۸	۰/۷	۵
۴	۱	۴	۰/۳	۰	۰	۰/۱	۰	۱
۵	۱	۵	۰/۱	۰	۰	۰	۰/۱	۱
۶	۱	۱	۰	۰/۴	۰	۰/۶۱	۰/۳۸	۴
۷	۱	۲	۰	۰/۷	۰	۰/۹	۰/۳	۵
۸	۱	۳	۰	۰/۶	۰/۶	۰	۰/۱	۳
۹	۱	۴	۰/۲	۰/۳۵	۰	۰/۷۵	۰/۴	۵
۱۰	۱	۵	۰	۰/۳۵	۰	۰/۹	۰/۳۵	۵
۱۱	۱	۱	۰/۱	۰	۰/۴	۰	۰/۴	۳
۱۲	۳	۲	۰	۰/۵	۰/۱	۰	۰	۱
۱۳	۳	۳	۰/۵	۰	۰/۷	۰	۰/۶	۵
۱۴	۳	۴	۰	۰	۰	۰/۷	۰/۳	۳
۱۵	۳	۵	۰	۰	۰/۱	۰/۹	۰/۶	۵
۱۶	۴	۱	۰/۷	۰	۰	۰/۱	۰	۱
۱۷	۴	۲	۰	۰/۱	۰	۰/۱	۰	۱
۱۸	۴	۳	۰	۰	۰/۳۵	۰/۳۵	۰/۳	۴
۱۹	۴	۴	۰/۷	۰	۰	۰/۲	۰	۲
۲۰	۴	۵	۰	۰	۰/۱	۰	۰/۱	۱
۲۱	۵	۱	۰/۱	۰	۰/۴	۰	۰/۱	۲
۲۲	۵	۲	۰	۰/۱	۰	۰	۰/۹	۵
۲۳	۵	۳	۰/۳	۰	۰/۳۵	۰	۰/۳۵	۳
۲۴	۵	۴	۰	۰/۳	۰	۰/۵	۰/۶	۵
۲۵	۵	۵	۰/۶	۰	۰	۰/۶	۰/۲	۴
							گیت	

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2025-07-04]
[DOR: 20.1001.1.20089635.1399.8.1.3.3]
[DOI: 10.29252/jgit.8.1.39]



شکل۸: پیشنهاد جاذبه‌ها



شکل۹: مسیریابی بر اساس کوتاه‌ترین مسیر

۵-۶- ارزیابی الگوریتم

برای محاسبه اثر عـدم قطعیـت و محاسـبه دقـت توصیه‌های ارائه شده، دو معیـار اسـتفاده شـده اسـت. معیار درصد موفقیت (S٪) که احتمـال درسـت بـودن پیش‌بینی‌های یک سیستم را اندازه‌گیری مـی‌نمایـد و معیار میانگین مطلق خطا[1] که میانگین مطلـق انحـراف نرخ پیش‌بینی شده و نرخ واقعی گروه را محاسـبه مـی نماید. نرخ واقعی گروه با استفاده از نظر نهایی کاربران گروه پس از تشکیل گروه حاصل می‌شود. جـدول (۸)،

[1] *Mean Absolute Error*

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2025-07-04]
[DOR: 20.1001.1.20089635.1399.8.1.3.3]
[DOI: 10.29252/jgit.8.1.39]

خروجی آزمایشات مختلف بر روی مجموعه داده بیان شده را نشان می‌دهد.

مثبت بودن مقادیر خطا نیز بیانگر این است که در روش پیشنهادی، گروه‌بندی و محاسبه احتمالات پسین روش مناسب بوده است. نتایج این جدول بیانگر این است که هنگام استفاده از مکانیزم گروه‌بندی بیزی، خطا در بدترین حالت بر اساس نرخ واقعی ۱/۲۶۳ و در بهترین حالت ۰/۰۳۲ می باشد. حال آنکه در اکثر موارد نیز دارای خطای۰/۴۴۱ می‌باشد. حال آنکه درصد موفقیت نیز در سطوح بالای رضایت یعنی مینیمم ۵۹/۵۰۹ و اکثریت ۶۸/۶۲۱ می‌باشد. برای مقایسه نتایج با روش‌های خوشه‌بندی مستقل از عدم قطعیت، بجای شبکه بیزین از روش ک-میانگین استفاده شد که مینیمم خطای ۲/۵۲۴ و ماکزیمم خطای ۵/۴۶۶ را نشان داد. همچنین درصد موفقیت نیز در اینحالت حدود ۷ درصد بصورت میانگین کاهش یافت.

جدول۸: مقایسه مقادیر درصد موفغقیت و میانگین خطای مطلق نرخ پیش‌بینی شده

	درصد موفقیت	میانگین مطلق خطا
کمینه	۵۹/۵۰۹	۰/۰۳۲
اکثریت	۶۸/۶۲۱	۰/۴۴۱
میانگین	۶۴/۳۷۰	۰/۴۲۰
بیشینه	۷۵/۳۵۳	۱/۲۶۳

۶- نتیجه‌گیری

امروزه افراد زیادی تمایل به سفرهای گروهی دارند؛ حال آنکه اغلب برنامه‌های گردشگری ارائه شده به دنبال پشتیبانی یک گردشگر هستند و بعد اجتماعی گردشگری را در نظر نمی‌گیرند. در این تحقیق به معرفی یک الگوریتم توصیه‌گر گروهی گردشگری پرداخته شد و سعی گردید الگوریتمی ارائه داده شود که توانایی پشتیبانی گردشگران گروهی را داشته باشد. الگوریتم توصیه‌گر گردشگری پیشنهادی برای یک تور گردشگری، مبتنی بر معیار شباهت پیرسون، مدل سازی شبکه بیزین و الگوریتم خوشه-بندی نقشه خودسازنده ارائه شد. با استفاده از ایجاد ساختار توصیه‌گری گروهی بر اساس شبکه بیزین و محاسبه احتمالات، عدم قطعیت موجود در فرآیند توصیه‌گری گروهی مدل‌سازی گردیده و با ایجاد گروه-بندی افرادی که دارای شباهت ذاتی بیشتری بوده، جاذبه‌های متناسب و نزدیک به سلایق همه افراد حاضر در یک گروه ارائه شده است.

در این تحقیق، یک الگوریتم توصیه‌گر گروهی برای یک تور گردشگری با استفاده از تکنیک‌های شبکه بیزین و الگوریتم خوشه‌بندی نقشه خودسازنده توسعه داده شد. تشکیل گروه‌ها با توجه به ویژگی‌های فردی کاربران و با استفاده از الگوریتم خوشه‌بندی *SOM* انجام شده است. این ویژگی‌ها شامل سن، جنسیت، نوع شخصیتی افراد و وضعیت اشتغال آنها می‌باشد. نتایج حاصل از این گروه‌بندی نشان می‌دهد که مجموعه داده به ۱۷ گروه تقسیم‌بندی شده است و یک گروه با ۲ عضو کمترین تعداد اعضا و یک گروه با ۲۰ عضو بیشترین تعداد اعضا را شامل شده است. در هر گروه، هدف، محاسبه نظر گروه در مورد یک معیار، با توجه به احتمالات است. برای این مرحله اگر نرخ به دست آمده مقدار بالایی مانند ۴ یا ۵ باشد، این معیار مناسب برای پیشنهاد شدن است؛ اما اگر مقداری کمی مانند ۱ یا ۲ را دریافت کرده باشد، این معیار توصیه نمی‌شود. بعد از توصیه یک آیتم، جاذبه‌هایی که در این دسته قرار می‌گیرند به همراه ساعات باز و

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2025-07-04]
[DOR: 20.1001.1.20089635.1399.8.1.3.3]
[DOI: 10.29252/jgit.8.1.39]

بسته شدن آنها به گروه پیشنهاد داده مـی‌شـود. بـرای محاسبه اثر عدم قطعیت و محاسبه دقت توصـیه‌هـای ارائه شده، دو معیار استفاده شده اسـت. معیـار درصـد موفقیت که احتمال درست بودن پیش‌بینی‌هـای یـک سیستم را اندازه‌گیری می‌نماید و معیار میانگین مطلق خطا که میانگین مطلق انحراف نرخ پیش‌بینی شـده و نرخ واقعی گـروه را محاسـبه مـی‌نمایـد. مثبـت بـودن مقـادیر خطـا نیـز بیـانگر ایـن اسـت کـه در روش پیشنهادی، گـروه‌بنـدی و محاسـبه احتمـالات پسـین روشی مناسب بوده است. نتایج حاکی از آن اسـت کـه هنگام استفاده از مکانیزم گـروه‌بنـدی بیـزی، خطـا در بدترین حالت بر اساس نرخ واقعی ۱/۲۶۳ و در بهتـرین حالت ۰/۰۳۲ می باشد؛ حال آنکه در اکثـر مـوارد نیـز دارای خطای ۰/۴۴۱ می‌باشد. حال آنکه درصد موفقیت نیز در سطوح بالای رضایت یعنـی مینـیمم ۵۹/۵۰۹ و اکثریـت ۶۸/۶۲۱ مـی‌باشـد. بـرای مقایسـه نتـایج بـا روش‌های خوشه‌بندی مستقل از عدم قطعیـت، بجـای شبکه بیـزین از روش ک-میـانگین اسـتفاده شـد کـه مینیمم خطـای ۲/۵۲۴ و مـاکزیمم خطـای ۵/۴۶۶ را نشان داد. همچنین درصد موفقیت نیز در ایـن حالـت حدود ۷ درصد بصورت میانگین کاهش یافت.

بـرای کارهـای آتـی بـه منظـور بهبـود الگـوریتم پیشنهادی می‌توان بـا اسـتفاده از شـبکه عصـبی بیـز شبکه بیزین را تشکیل داد. همچنین برای گروه‌بنـدی کاربران، می‌توان از سایر الگـوریتم‌هـای خوشـه‌بنـدی استفاده و نتایج مربوط به آنها در گروه‌بندی کاربران را با یکدیگر مقایسه کرد.

مراجع

[1] V. Soltani and M. Kargar, "A mobile-based hybrid advocate for individual and group tourists", International Conference on Development, Focusing on Agriculture, Environment and Tourism, Iran, Tabriz, 2014 (Persian).

[2] N. Mushtaghi, Kh.Vahdatnejad, and G. Ghasemi, "Provide a tour-aware guide system to the field for group tourists", Journal of Tourism Planning and Development, 6 (23), 59-76, 2017 (Persian).

[3] A. Toghyani, A. Rajabzadeh, A. Azar, "Designing a decision-making model in conditions of uncertainty." New researches in decision making, 1 (1), 2016 (Persian).

[4] L. Ardissono, A. Goy, G. Petrone, M. Segnan, and P. Torasso, "Intrigue: personalized recommendation of tourist attractions for desktop and hand held devices". Applied artificial intelligence, 17(8-9), 687-714, 2003.

[5] J. Mast off, "Group recommender systems: aggregation, satisfaction and group attributes", In recommender systems handbook (pp. 743-776). Springer, Boston, MA, 2015.

[6] I. Christensen, S. Schiaffino and M. Armentano, "Social group recommendation in the tourism domain", Journal of Intelligent Information Systems, 47(2), 209-231, 2016.

[7] L. M. de Campos, J.M. Fernández-Luna, J. F. Hate and M.A. Rueda-Morales, "Managing uncertainty in group recommending processes", User Modeling and User-Adapted Interaction, 19(3), 207-242, 2009.

[8] I. Garcia, L. Sebastian and E. Oneida, "On the design of individual and group recommender systems for tourism", Expert systems with applications, 38(6), 7683-7692, 2011.

[9] A. Jameson, "More than the sum of its members: challenges for group recommender systems", In Proceedings of the working conference on Advanced visual interfaces (pp. 48-54). ACM, 2004.

[10] K. McCarthy, L. McGinty, B. Smyth and M.Salamó, "The needs of the many: a case-based group recommender system", In

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2025-07-04]
[DOR: 20.1001.1.20089635.1399.8.1.3.3]
[DOI: 10.29252/jgit.8.1.39]

European Conference on Case-Based Reasoning (pp. 196-210). Springer, Berlin, Heidelberg, 2006.

[11] T.N. Nguyen and F. Ricci, "A chat-based group recommender system for tourism", Information Technology & Tourism, 18(1-4), 5-28, 2018.

[12] G. Fenza, E. Fischetti, D. Furno and V. Loia, "A hybrid context aware system for tourist guidance based on collaborative filtering", In Fuzzy Systems (FUZZ), 2011 IEEE International Conference on (pp. 131-138). IEEE, 2011.

[13] L. Castillo, E. Armengol, E. Onaindía, L. Sebastiá, J. González-Boticario, A. Rodríguez and D.Borrajo, "SAMAP: An user-oriented adaptive system for planning tourist visits", Expert Systems with Applications, 34(2), 1318-1332, 2008.

[14] J. Bores, A. Moren and A. Valles, "Intelligent tourism recommender systems: A survey", Expert Systems with Applications, 41(16), 7370-7389, 2014.

[15] S.K. Andersen, "Probabilistic reasoning in intelligent systems: networks of plausible inference Judea Pearl", Artificial Intelligence,(48)(1), 117-124, 1991.

[16] F.M. Hsu, Y.T. Lin and T.K. Ho, "Design and implementation of an intelligent recommendation system for tourist attractions: The integration of EBM model Bayesian network and Google Maps", Expert Systems with Applications, 39(3), 3257-3264, 2012.

[17] W. Wang, G. Zhang J. Lu, Member contribution-based group recommender system Author links open overlay panel, Decision Support Systems (87), 80-93, 2016.

[18] E. Khazaei and A. Alimohammadi, "Context-Aware Group-Oriented Location Recommendation in Location-Based Social Networks", ISPRS Int. J. Geo-Inf. 8(9), 406, 2019, https://doi.org/10.3390/ijgi8090406.

[19] K. R., P. Kumar, B. Bhasker, "DNNRec: A novel deep learning based hybrid recommender system author links open overlay panel, Expert Systems with Applications, 144, 2020, 113054.

[20] F. Pajuelo-Holguera, J.A. Gómez-Pulido, F. Ortega, J.M. Granado-Criado, "Recommender system implementations for embedded collaborative filtering applications", Microprocessors and Microsystems, 2020, https://doi.org/10.1016/j.micpro.2020.102997.

[21] J. Pinho, B.E. da Silva, M.N. Moreno, A.M. de Almeida and C.L. Martins, "Applying recommender methodologies in tourism sector, highlights in practical applications of agents and multiagent systems", Advances in Intelligent and Soft Computing, 89, 101-108, 2011.

[22] C. Lamsfus, A. Alzua-Sorzabal, D. Martín, Z. Salvador, and A. Usandizag, "Human-centric Ontology-based Context Modelling in Tourism", In KEOD (pp. 424-434), 2009.

[23] A. Sarafrazi, "Mid-century after clustering, assessment and evaluation of approaches and clustering method using MCDA", Researches in science, engineering and technology, June, 4:65-84, 2018.

[24] S.J. Russell, and P. Norvig, "Artificial intelligence: a modern approach", Malaysia; Pearson Education Limited, 2016.

[25] L.Borate, and S.Carta, "State-of-the-art in group recommendation and new approaches for automatic identification of groups", In Information retrieval and mining in distributed environments (pp. 1-20). Springer, Berlin, Heidelberg, 2016.

[26] S. Shang, P. Hui, S.R. Kulkarni and P.W. Cuff , "Wisdom of the crowd: Incorporating social influence in recommendation models", In Parallel and

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2025-07-04]
[DOR: 20.1001.1.20089635.1399.8.1.3.3]
[DOI: 10.29252/jgit.8.1.39]

Distributed Systems (ICPADS), 2011 IEEE 17th International Conference on (pp. 835-840). IEEE, 2011.

[27] S. Pizzutilo, B. De Carols, G. Cozzolongo and F. Ambrose, "Group modeling in a public space: methods, techniques, experiences", In Proceedings of the 5th WSEAS International Conference on Applied Informatics and Communications (pp. 175-180), World Scientific and Engineering Academy and Society (WSEAS), 2005.

[28] J.F. McCarthy and T.D. Antagonist, "Music: an arbiter of group preferences for computer supported collaborative workouts", In Proceedings of the 1998 ACM conference on Computer supported cooperative work (pp. 363-372). ACM, 1998.

[29] J.F. McCarthy, "Pocket restaurantfinder: A situated recommender system for groups", Workshop on Mobile Ad-Hoc Communication at the 2002 ACM Conference on Human Factors in Computer Systems, 2002.

[30] L. Borate and S. Carta, "ART: group recommendation approaches for automatically detected groups". International Journal of Machine Learning and Cybernetics, 6(6), 953-980, 2015.

[31] N. Dharaneeshwaran, A. Srinivasan, S. Nithya, M. Senthilkumar , "Calculating the User-item Similarity using Pearson's and Cosine Correlation Senthilkumar M", International Conference on Trends in Electronics and Informatics, ICEI 2017.

[32] D. Goren-Bar and O. Glinansky, " FIT-recommend in TV programs to family members", Computers & Graphics, 28(2), 149-156, 2004.

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2025-07-04]
[DOR: 20.1001.1.20089635.1399.8.1.3.3]
[DOI: 10.29252/jgit.8.1.39]

K. N. TOOSI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
FACULTY OF GEODESY AND GEOMATICS ENGINEERING

Journal of Geospatial Information Technology
Vol.8 No.1, Spring 2020

Research Paper

Uncertainty Modeling of a Group Tourism Recommendation System Based on Pearson Similarity Criteria, Bayesian Network and Self-Organizing Map Clustering Algorithm

Somayeh Ali-Yari [1], Najmeh Neissani Samani [2]*, Mohammad Reza Jelokhani Nayarki[2]

1- Ms.c of Remote Sensing and GIS, in Department of Remote Sensing and GIS, Faculty of geography, University of Tehran
2- Associate Professor in Department of Remote Sensing and GIS, Faculty of Geography, University of Tehran

Abstract

Group tourism is one of the most important tasks in tourist recommender systems. These systems, despite of the potential contradictions among the group's tastes, seek to provide joint suggestions to all members of the group, and propose recommendations that would allow the satisfaction of a group of users rather than individual user satisfaction. Another issue that has received less attention is the uncertainty of the memberships ambiguity of a tourist to a group in these systems. This kind of uncertainty is generally caused by the lack of complete information about the opinions of all members in a group and the uncertainty in the process of aggregating users' viewpoints. The purpose of this research is to develope a group recommendation system through uncertainty modeling. For this purpose, a recommendation algorithm based on Bayesian network, Pearson similarity factor and Self-Organizing Map (SOM) clustering algorithm have been developed. Using the Bayesian network and probabilistic relationships, the existing uncertainties are modeled and their tourism preferences are estimated for each group. Also, according to the relevance parameter in calculating similarity among users, the effect of insufficient information about users in the criteria scoring phase was further reduced, which leads to provide similar recommendations to more similar individuals in a group. Further, tourist attractions and the optimal routes between them are proposed to each group of users via Google map. The results show that in the worst case the value of mean absolute error (MAE) is equal to 1.263, while it is 0.032 in the best case. Also, the success score demonstrates a high level of satisfaction while the maximum and minimum values are 75.353% and 58.509% respectively, which indicates the success of the developed group recommendation system.

Key words: *Tourism, uncertainty, Bayesian Network, SOM Clustering, recommendation.*

Correspondence Address: *Tehran, Vesal Shirazi St., corner of Azin Alley.*
Tel : *+98 21 61113536.*
Email*: nneysani@ut.ac.ir*

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2025-07-04]

[DOR: 20.1001.1.20089635.1399.8.1.3.3]
[DOI: 10.29252/jgit.8.1.39]