

A Model for Investigation of the Intensity of Trust Relationships' Strength among Users in Social Media

Rojiar Pirmohammadiani¹, Shahriar Mohammadi²

Abstract: Although trust relations among users in social media are the evidence of social influence, but the level of this impact depends on strength of trust among users. Therefore, in this paper we study the effect of trust relationships' strength among users through the development of matrix factorization method. Matrix factorization is a method to predict the rate that user assign to the products. For this purpose, based on similarity factors the strength of trust relationship is measured, then this feature as an effective parameter was added to matrix factorization. The proposed model is applied on Epinions data set. The weight of trust relationships' strength parameter is determined through the proposed model. Based on the results, by adding the strength of trust relationship the error rate is reduced. Furthermore, if the strength of trust between users is larger than 0.8, the error reduction will be more significant. Improving the results through more accurate estimation shows that this effect is set correctly.

Key words: *Matrix factorization, Social influence, Social media, Trust relationships' strength.*

-
1. *Ph.D. Candidate in Information Technology Engineering, Dep. of Industrial, K.N. Toosi University of Technology, Tehran, Iran*
 2. *Assistant Prof. of Information Technology, Dep. of Industrial, K.N. Toosi University of Technology, Tehran, Iran*
-

Submitted: 07 / June / 2016

Accepted: 09 / April / 2017

Corresponding Author: *Rojiar Pirmohammadiani*

Email: *Rpirmohamadiani@mail.kntu.ac.ir*

ارائه مدلی برای بررسی اثرگذاری شدت اعتماد میان کاربران در محیط رسانه‌های اجتماعی

روجیار پیرمحمدیانی^۱، شهریار محمدی^۲

چکیده: اگرچه روابط اعتماد بیان شده میان کاربران در محیط رسانه‌های اجتماعی گواهی بر وجود اثرگذاری اجتماعی در آنهاست، میزان این اثرگذاری، به شدت اعتماد میان کاربران بستگی دارد. از این رو، در این مقاله از طریق توسعه روش تجزیه ماتریس، میزان اثرگذاری شدت اعتماد میان کاربران در پیش‌بینی امتیازهایی که کاربران به محصولات می‌دهند، بررسی شده است. برای این منظور ابتدا از طریق عوامل مبتنی بر شباهت، شدت اعتماد میان کاربران اندازه‌گیری شد، سپس این خصیصه به‌عنوان پارامتر اثرگذار به مدل تجزیه ماتریس اضافه شد. مدل پیشنهادی بر داده‌های جمع‌آوری شده از وبسایت نقد و بررسی محصولات اپنیونز، اعمال گردید. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، با اضافه کردن پارامتر شدت اعتماد، میزان خطا کاهش می‌یابد و چنانچه وزن اعتماد بین کاربران از ۰/۸ بزرگ‌تر باشد، میزان کاهش خطا چشمگیرتر خواهد بود. بهبود نتایج به‌دست‌آمده از طریق تخمین دقیق‌تر امتیازها، گواهی بر تعیین درست این اثرگذاری‌هاست.

واژه‌های کلیدی: اثرگذاری اجتماعی، رسانه‌های اجتماعی، شدت روابط اعتماد، مدل تجزیه ماتریس.

۱. دانشجوی دکتری مهندسی فناوری اطلاعات - گرایش تجارت الکترونیک، دانشکده صنایع، دانشگاه صنعتی

خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، ایران

۲. استادیار گروه فناوری اطلاعات، دانشکده صنایع، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۰۳/۱۸

تاریخ پذیرش نهایی مقاله: ۱۳۹۶/۰۱/۲۰

نویسنده مسئول مقاله: روجیار پیرمحمدیانی

E-mail: Rpirmohamadiani@mail.kntu.ac.ir

مقدمه

در سال‌های اخیر با گسترش مفاهیم وب ۲/۰، زیرساخت‌هایی در فضای اینترنت به وجود آمده تا کاربران بتوانند محتوای مد نظر خود را ایجاد کنند، با یکدیگر به اشتراک بگذارند و به راحتی با سایر کاربران ارتباط برقرار کنند. به مجموعه این برنامه‌های کاربردی مبتنی بر اینترنت، رسانه‌های اجتماعی گفته می‌شود (کاپلان و هانلین، ۲۰۱۰). یکی از قوی‌ترین پلت‌فرم‌های تعامل تجارت اجتماعی، وبسایت‌های نقد و بررسی است. از جمله این سایت‌ها می‌توان به اپینونز^۱ و یلپ^۲ اشاره کرد که به عنوان پورتال‌های نظردهی، کسب‌وکارهای ارزشمندی را برای خود ایجاد کرده‌اند. همچنین بخشی از محبوبیت و موفقیت وبسایت‌هایی مانند آمازون را نیز می‌توان به نظردهی جامع درباره محصولات مختلف نسبت داد (وانگ، مای و چیانگ، ۲۰۱۳). در این وبسایت‌ها کاربران در خصوص محصولات، به نوشتن و خواندن نظرها می‌پردازند. در این حالت اطلاعات و محتوای تولیدی توسط کاربران در قالب رتبه‌بندی و ارزیابی محصولات روی تصمیم‌های کاربران و امتیازهایی که به محصولات می‌دهند، تأثیرگذار است. مطابق نظرخواهی انجام شده در سال ۲۰۱۳ میان کاربران آمریکایی فیس‌بوک، ۶۴ درصد این کاربران اعتقاد داشتند که شبکه‌های اجتماعی بر تصمیم آنها برای خرید تأثیر داشتند و ۵۹ درصد نیز معتقد بودند که این اثرگذاری بسیار شایان توجه بوده است.^۳ همچنین بررسی انجام شده توسط سایت بیزریت نشان می‌دهد ۵۹ درصد مشتریان اطلاعات به دست آمده توسط مشتریان را در رابطه با محصولات و خدمات ارزشمند می‌دانند؛^۴ به گونه‌ای که اگر تبلیغ‌ها و پیام‌های کلامی مربوط به این محصول در داخل رسانه‌های اجتماعی مثبت باشد و اغلب کاربران به یک محصول امتیاز بالایی داده باشند، این باور در کاربر تقویت می‌شود که آن محصول یا خدمت کیفیت مناسبی دارد و نیازهای کاربران را به نحو مطلوبی برآورده می‌کند و کاربران دیگر این محصول را مطمئن می‌دانند. به تبع آن، کاربر امتیاز بیشتری به محصول می‌دهد و تمایل به خرید نیز در او افزایش می‌یابد (پیرمحمدیانی، محمدی و حسینی، ۱۳۹۲). حاجلی (۲۰۱۴)، نیلور، لامبرتون و وست (۲۰۱۲)، یانگ (۲۰۱۲)، لی و سونگ (۲۰۱۰)، سیا و همکاران (۲۰۰۹)، تأثیرات کلی تبلیغات کلامی در محیط رسانه‌های اجتماعی را بررسی کرده‌اند.

1. Epinions

2. Yelp

3. <http://www.convinceandconvert.com/the-socialhabit/11shocking-new-social-media-statistics-in-america>.

4. WWW. bizrate.com

حجم اطلاعات تولیدشده در رسانه‌های اجتماعی بسیار زیاد است. در این میان تنها بخشی از اطلاعاتی که کاربران به آن اعتماد دارند، در رفتارها و تصمیم‌های بعدی آنها اثرگذار است. در واقع افراد قابل اعتماد یک فرد، سطح بالاتری از اثرگذاری را روی آن فرد منعکس می‌کنند، زیرا ارتباطات قوی و مشابهت در ارجحیت‌ها از دلایل شکل‌گیری رابطه شبکه‌ای و اعتماد بین کاربران رسانه‌های اجتماعی است (پیرمحمدیانی و محمدی، ۱۳۹۳).

اعتماد، در شکل‌گیری و تصمیم به خرید کاربران نقش مهمی دارد. از این رو، مقالات بسیاری به موضوع اعتماد توجه کرده‌اند. اغلب تحقیقاتی که در این حوزه انجام شده است، تلاش کرده‌اند با استفاده از پرسشنامه، اطلاعاتی درباره تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم اعتماد بر تصمیم به خرید کاربران به دست آورند (حاجلی، ۲۰۱۴؛ چاو و نگای، ۲۰۱۱؛ برتراند، ۲۰۱۳؛ دوو، والدن و لی، ۲۰۱۲؛ کیم، فرین و راو، ۲۰۰۹؛ فورمن، گوس و وینسنفلد، ۲۰۰۸؛ آواد و راگووسی، ۲۰۰۸) یا عوامل اثرگذار بر اعتماد کاربران شبکه‌های اجتماعی را در نمونه آماری جمع‌آوری شده، بررسی کنند (ابزری، قربانی، خواجه‌زاده و مکینیان، ۱۳۹۰؛ عسگری و حیدری، ۱۳۹۴؛ حقیقی و منتظر، ۱۳۹۴). اما اندازه اعتماد کاربران به یکدیگر متفاوت است. با توجه به تعاملات کاربران با یکدیگر، سطوح متفاوتی از اعتماد بین آنها شکل می‌گیرد. از این رو باید اثرگذاری شدت اعتماد بین کاربران بر برداشت کاربران از محصولات و امتیازی که کاربران به محصولات می‌دهند، به دقت بررسی شود؛ اما این موضوع در تحقیقات گذشته لحاظ نشده است. در واقع، مفهوم اعتماد در حالت کلی بیان شده و شدت اعتماد میان کاربران که عامل تعیین‌کننده برای اثرگذاری کاربران بر یکدیگر است، کمتر در کانون توجه قرار گرفته است. همچنین با توجه به اینکه تحقیقات گذشته بر پایه پرسشنامه و روش‌های توصیفی بوده است، نتوانسته‌اند وزن این پارامترها را دقیق و با توجه به داده‌های موجود و تراکنش‌های انجام شده بین کاربران تعیین کنند و تجزیه و تحلیل‌های انجام شده در این حوزه بسیار اندک است. مقاله حاضر این گپ‌ها را بررسی کرده است. در این مقاله یک مدل ریاضی ارائه شده است که از طریق توسعه روش‌های پیش‌بینی امتیازهای کاربران به محصولات، میزان اثرگذاری شدت اعتماد بین کاربران را به‌طور دقیق تعیین می‌کند. روش تجزیه ماتریس، یکی از روش‌های رایج برای تخمین امتیازی است که کاربران به محصولات می‌دهند. در روش تجزیه ماتریس استاندارد، این امتیازها با توجه به اولویت‌ها و ارجحیت‌های کاربران تخمین زده می‌شود. در این مقاله تلاش شده است از طریق توسعه پارامترهای مربوط به روش تجزیه ماتریس و اضافه کردن معیار شدت اعتماد، امتیازهایی که کاربران به محصولات می‌دهند به‌طور دقیق‌تری تخمین زده شود. بنابراین دو سناریوی زیر مطرح شده است:

۱. تخمین امتیازی که کاربران به محصولات می‌دهند با استفاده از روش تجزیه ماتریس استاندارد و بدون پارامتر شدت اعتماد.
۲. تخمین امتیازی که کاربران به محصولات می‌دهند با استفاده از روش تجزیه ماتریس توسعه داده شده و دخالت پارامتر شدت اعتماد.

در سناریوی دوم، برای پیش‌بینی امتیاز هر کاربر به یک کالا، دو پارامتر اثرگذار است. پارامتر نخست با توجه به ارجحیت‌های کاربر u و خصیصه‌های محصول i تعیین می‌شود. این پارامترها در روش استاندارد تجزیه ماتریس نیز در نظر گرفته شده‌اند. دوم، امتیازی که کاربر u به محصول i می‌دهد، از کاربرانی که کاربر u به آنها اعتماد دارد نیز تأثیر می‌پذیرد. میزان این اثرگذاری، به شدت اعتماد بین کاربران بستگی دارد. شباهت میان کاربران، مبنایی مهم برای استنتاج شدت ارتباط بین کاربران است. از این رو در مقاله حاضر، شدت اعتماد میان کاربران مبتنی بر عامل شباهت محاسبه می‌شود. میانگین شدت اعتماد کاربر u با کاربرانی که به آنها اعتماد کرده است، به‌عنوان عاملی اثرگذار به مدل تجزیه ماتریس، اضافه شده و این حالت با سناریوی نخست مقایسه می‌شود. بهبود نتایج به‌دست‌آمده از طریق تخمین دقیق‌تر این امتیازها، گواهی بر تعیین درست اثرگذاری پارامترهای مختلف و از جمله اعتماد است که هدف اصلی این مقاله نیز محسوب می‌شود. همچنین در این مقاله فرض شده است، کاربر u به‌طور برابر از طرف همه کاربران تحت تأثیر قرار نمی‌گیرد و تعدادی از این کاربران بر تخمین رتبه کاربر مد نظر تأثیر بیشتری می‌گذارند. به همین دلیل، پس از تعیین وزن پارامتر اعتماد، میزان اثرگذاری به‌ازای شدت اعتمادهای مختلف به‌طور دقیق‌تر بررسی شده است.

روش پیشنهادی روی داده‌های جمع‌آوری شده از سایت اپنیونز اعمال شد. با توجه به روش پیشنهادشده، وزن هر یک از عامل‌ها به‌درستی تعیین می‌شود. همچنین در این مدل میزان اعتماد بین کاربران اندازه‌گیری شده است و می‌توان به‌صورت دقیق تعیین کرد کدام کاربران اثرگذاری بیشتری دارند. در واقع این مقاله از طریق تخمین دقیق‌تر امتیازهایی که کاربران به محصولات می‌دهند و تعیین کاربرانی که بر این امتیازدهی تأثیر بیشتری دارند، راهنمایی‌هایی برای مدیریت بهتر کاربران در رسانه‌های اجتماعی برای کسب‌وکارها فراهم می‌کند.

در ادامه و در بخش پیشینه پژوهش، موضوع اعتماد به شکل کلی دسته‌بندی شده و پژوهش‌ها و مقاله‌های معتبر و مرتبط به هر یک از این دسته‌ها، بررسی شده‌اند. بخش پیشینه نظری پژوهش، به بررسی نظریه هوموفیلی، به‌عنوان منطق سنجش شباهت در شبکه می‌پردازد و معیارهای ساختاری و زمینه‌ای مبتنی بر شباهت را بیان می‌کند. بخش روش پژوهش، به ارائه چارچوب پیشنهادی از طریق توسعه روش تجزیه ماتریس اختصاص دارد و روش‌های تجزیه

ماتریس و محاسبه شدت اعتماد میان کاربران رسانه‌های اجتماعی را تشریح می‌کند؛ سپس مجموعه داده استفاده شده در این مقاله توصیف شده و نتایج به دست آمده از پیاده‌سازی چارچوب پیشنهادی ارائه می‌شود. در پایان نیز ضمن بیان نتیجه‌گیری، پیشنهادهایی برای تحقیقات آتی مطرح خواهد شد.

پیشینه پژوهش

رسانه‌های اجتماعی یکی از عوامل اصلی اثرگذار بر تصمیم به خرید کاربران و تکرار استفاده آنها از محصولات و خدمات است؛ ولی پایه این اثرگذاری‌ها بر اساس اعتماد است (فتحیان و حسینی، ۱۳۹۳). در این رابطه، بررسی اعتماد به عنوان پیش‌نیازی برای رفتار اجتماعی کاربران، به ویژه در زمینه تصمیم‌گیری‌های مهم در مواجهه با حجم عظیم و اغلب غیرقابل اطمینان اطلاعات در محیط وب، ضرورت دارد. در سال‌های اخیر مطالعات زیادی در زمینه اعتماد موجود بین کاربران رسانه‌های اجتماعی انجام گرفته است که در آنها دو نوع اعتماد وجود دارد: ۱. اعتماد کاربران به سازمان و کسب‌وکار و ۲. اعتماد موجود بین کاربران رسانه‌های اجتماعی (تن و ساترلند، ۲۰۰۴). اعتماد کاربران به سازمان و کسب‌وکار، بیان‌کننده اعتماد به شرکت و سازمان است. در این حالت فرد اعتقاد دارد که سازمان بر اساس منافع او عمل می‌کند. این اعتماد جنبه‌های مختلف کارکردی سازمان را دربرمی‌گیرد. در واقع کاربران باید به شرکت‌هایی که محصولات و خدمات خود را از طریق اینترنت عرضه می‌کنند، به اندازه کافی اعتماد داشته باشند تا با آنها ارتباط برقرار کرده و اطلاعات مالی و شخصی خود را با این شرکت‌ها مبادله کنند (وانگ و امورین، ۲۰۰۵).

مقاله‌های زیادی مسائل و پارامترهای مؤثر بر اعتماد سازمانی را بررسی کرده‌اند. حقیقی و منتظر (۱۳۹۴)، نشان دادند که به‌طور کلی ویژگی‌های وبگاه، ویژگی‌های فناورانه، ویژگی‌های امنیتی و ویژگی‌های فردی و اجتماعی، در شکل‌گیری اعتماد کاربران شبکه‌های اجتماعی بر خط اهمیت بیشتری دارند. عسگری و حیدری (۱۳۹۴)، عوامل مؤثر بر اعتماد و رضایت مشتری در بخش تجارت الکترونیک را بررسی کردند. ابزری و همکارانش (۱۳۹۰)، ضمن معرفی مدلی برای عوامل اثرگذار بر ایجاد اعتماد در اینترنت، با استفاده از تکنیک تحلیل سلسله‌مراتبی این عوامل را رتبه‌بندی کردند. بر اساس نتایج به دست آمده از تجزیه و تحلیل عوامل مؤثر بر ایجاد اعتماد در محیط اینترنت، میزان اهمیت عوامل به ترتیب عبارت‌اند از: عوامل مربوط به تکنولوژی؛ وجود شرایط شکل‌گیری اعتماد؛ کیفیت بالای اطلاعات؛ کیفیت بالای مبادله الکترونیکی؛ ویژگی‌های رفتاری کاربران؛ قابلیت‌های شرکت عرضه‌کننده محصولات یا خدمات از طریق اینترنت.

اعتماد موجود بین کاربران رسانه‌های اجتماعی، رسانه‌های اجتماعی آنلاین و انجمن‌های اشتراک‌گذاری اطلاعات با محوریت نظرات، مشارکت‌ها یا فعالیت‌های انجمن کاربری اداره می‌شوند. به‌طور مسلم، تمام اطلاعات و محتوای موجود در این برنامه‌ها مورد اعتماد و دلخواه هر فردی نیست. در نسل قدیم، اعتماد به محتوای سایت در اعتبار خود سایت خلاصه می‌شد؛ در حالی که در وب اجتماعی، اعتماد به محتوا مستلزم اعتماد به تولیدکننده آن است (آواد و راگووسی، ۲۰۰۸). به همین دلیل، در ساختار وب اجتماعی کاربران اهمیت زیادی دارند؛ زیرا اعتماد به کاربر فراهم‌کننده اطلاعات، به اندازه قابلیت اطمینان و صحت خود اطلاعات دارای ارزش است (برتراند، ۲۰۱۳). مدل‌های محاسباتی زیادی برای ارزیابی و پیش‌بینی قابلیت اعتماد کاربران در روابط اجتماعی آنلاین ارائه شده است. هر یک از این مدل‌ها که از جنبه‌های گوناگون دسته‌بندی می‌شوند، به عوامل متفاوتی در محاسبه مقادیر اعتماد توجه می‌کنند (تانگ، ژاو، هو و لیو، ۲۰۱۳).

در سال ۲۰۰۸، مدل اعتماد لیو برای پیش‌بینی اعتماد یک کاربر به کاربر دیگر با استفاده از روش دسته‌بندی بردارهای ماشین معرفی شد (لیو، ۲۰۰۸). در این مدل ویژگی‌های مورد سنجش از تعاملات کاربر با کاربر مربوطه و سایر کاربران استخراج شده و به‌عنوان ورودی، مبنای تصمیم‌گیری قرار می‌گیرد. در تحقیقی که موتسوا و همکارانش (۲۰۰۹) انجام دادند، ارتباط دوسویه بین اعتماد و رتبه‌بندی‌های کاربران ارزیابی شده است. در این مقاله برای پیش‌بینی اعتماد، روی رفتار کاربران تمرکز شده و به کمک داده‌های رتبه‌بندی و مرور محصولات مختلف، دقت پیش‌بینی در اعتماد افزایش یافته است. بورزمک (۲۰۰۹)، از درخت تصمیم برای پیش‌بینی اعتماد در شبکه‌های اجتماعی استفاده کرده است. در این مدل علاوه بر انتشار اعتماد در شبکه‌های اعتماد، به انتشار اعتماد مبتنی بر شباهت نیز توجه شده است. از این رو، مدل پیشنهادشده وی، می‌تواند برای کاربران تازه‌واردی که روابط اعتماد محدودتری دارند، مؤثرتر عمل کند. با این حال ویژگی‌های به‌کاررفته در این مدل بسیار ساده‌اند و نتایج به‌دست‌آمده دقت کافی ندارند. تانگ و همکارانش (۲۰۱۴)، از نظریه هموفیلی برای پیش‌بینی اعتماد استفاده کردند. در این مقاله مسئله پیش‌بینی اعتماد در قالب مسئله بهینه‌سازی در ترکیب با نظریه هموفیلی لحاظ شده است. نتایج اجرای الگوریتم روی دو مجموعه داده واقعی، نشان‌دهنده بهبود دقت مدل‌های پیش‌بینی اعتماد است.

با توجه به پژوهش‌های پیشین، مقالات حوزه اعتماد در سه دسته کلی «بررسی تأثیر رابطه اعتماد موجود بین فرد دریافت‌کننده و فرد ارسال‌کننده تبلیغات کلامی بر تمایل به خرید»، «شناسایی و رتبه‌بندی عوامل اثرگذار بر اعتماد کاربران در شبکه‌های اجتماعی الکترونیکی» و

«مدل‌های پیش‌بینی اعتماد»، دسته‌بندی شده‌اند. این دسته‌بندی و مقاله‌های مربوط به هر دسته در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱. خلاصه مطالعات پیشین در زمینه اعتماد آنلاین

موضوع	نویسنده (نویسندگان)
بررسی تأثیر رابطه اعتماد موجود بین فرد دریافت‌کننده و فرد ارسال‌کننده تبلیغات کلامی بر تمایل به خرید	حاجلی (۲۰۱۴)
	چاو و نگای (۲۰۱۱)
	باتراند (۲۰۱۳)
	دوو، والدن و لی (۲۰۱۲)
	کیم، فرین و راو (۲۰۰۹)
	فورمن، گوس و وینسفلد (۲۰۰۸)
	آواد و راگووسی (۲۰۰۸)
شناسایی و رتبه‌بندی عوامل اثرگذار بر اعتماد کاربران در شبکه‌های اجتماعی الکترونیکی	حقیقی و منتظر (۱۳۹۴)
	عسگری و حیدری (۱۳۹۴)
	ابزری، قربانی، خواجهزاده و مکینیان (۱۳۹۰)
	وانگ و امورین (۲۰۰۵)
مدل‌های پیش‌بینی اعتماد	تانگ، ژائو، هو و لیو (۲۰۱۴)
	بورزمک (۲۰۰۹)
	موتسوا (۲۰۰۹)
	لیو (۲۰۰۸)

همان‌طور که در جدول ۱ نشان داده شده است، هر یک از پژوهش‌های یادشده بعد خاصی از اعتماد را در نظر گرفته‌اند و آن را در مطالعه خود تشریح کرده‌اند. مقاله‌های اشاره‌شده در دو گروه نخست، از نظر ماهیت و روش پژوهش، توصیفی - پیمایشی هستند؛ زیرا تلاش می‌کنند با استفاده از پرسشنامه، اطلاعاتی درباره تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم اعتماد بر تصمیم به خرید کاربران یا عوامل اثرگذار بر اعتماد کاربران شبکه‌های اجتماعی و بخش تجارت الکترونیک را در نمونه آماری جمع‌آوری شده، به دست آورند.

در گروه سوم مقاله‌ها، مدل‌هایی برای پیش‌بینی رابطه اعتماد میان کاربران پیشنهاد شده است، اما اثرگذاری شدت اعتماد بین کاربران بر برداشت کاربران از محصولات و امتیازی که کاربران به محصولات می‌دهند، در تحقیقات گذشته لحاظ نشده و در این حوزه تجزیه و تحلیل از نوع کمی بسیار اندک است. مقاله موجود این گپ‌ها را بررسی کرده است.

پیشینه نظری پژوهش

زمانی که کاربران درباره محصولات تولید در شبکه کاربران همسایه‌یشان، نظری را منتشر می‌کنند، طی پروسه انتشار، شدت اعتماد بین کاربران با همسایه‌هایشان بر میزان موفقیت این کمپین‌ها اثر می‌گذارد. معیارهای مختلفی برای تعیین شدت اعتماد وجود دارد. نظریه‌های اجتماعی می‌توانند به ما در فهم بهتر ارتباطات اجتماعی کمک کنند (یونگ و تران، ۲۰۱۳). نظریه هموفیلی، مهم‌ترین نظریه اجتماعی برای استنتاج شدت ارتباطات میان کاربران است (تانگ و همکاران، ۲۰۱۴). تئوری هموفیلی در ارتباطات اجتماعی بیان می‌کند که کاربران مشابه به احتمال زیاد روابط اجتماعی برقرار می‌کنند. در این حالت، هدف بررسی و محاسبه میزان اهمیت ویژگی‌های مشترک اعتمادکننده و اعتمادشونده نظیر مشخصه‌های آماری، ویژگی‌های شبکه‌ای، ترجیحات و روش‌های مشترک در قضاوت دیگران بر شکل‌گیری اعتماد و شدت اعتماد بین کاربران است. این شباهت می‌تواند از جنبه زمینه‌ای یا ساختاری مطرح شود (ذوالفقار و آقای، ۲۰۱۲).

شباهت زمینه‌ای بین زوج کاربران، از بازخوردها و رتبه‌بندی آنها بر مجموعه موضوعات مشترک به دست می‌آید که بسته به نوع سیستم می‌تواند شامل کالاهای مشترک، اطلاعات یا سرویس‌های مشترک باشد. در این رابطه، مجموعه آیت‌هایی که توسط هر دو کاربر i و j رتبه‌بندی شده‌اند با $RS(i, j)$ نشان داده می‌شوند که برابر است با اشتراک بین مجموعه آیت‌هایی که توسط هر کاربر $R(i)$ رتبه‌بندی شده است.

$$RS(i, j) = R(i) \cap R(j) \quad \text{رابطه ۱}$$

برای محاسبه شباهت روی مجموعه مشترک $RS(i, j)$ ، آیت‌های رتبه‌بندی شده توسط هر کاربر به شکل بردارهای جداگانه نمایش داده می‌شود، سپس از فاصله اقلیدسی بین دو بردار برای سنجش شباهت استفاده می‌شود. در این حالت، اگر تابع فاصله مقدار کوچکی داشته باشد، نحوه ارزیابی دو کاربر نسبت به دیگران مشابه است. رابطه ۲ چگونگی محاسبه شباهت مبتنی بر داده‌های رتبه‌بندی را نمایش می‌دهد.

$$SimilarityScore(i, j) = \left(\frac{|RS(i, j)|}{|R(i) \cup R(j)|} \right) \times \left(1 - \frac{1}{N} \sqrt{\sum_{k \in RS(i, j)} (R_{ik} - R_{jk})^2} \right) \quad \text{رابطه ۲}$$

در رابطه بالا، تعداد آیت‌ها در مجموعه مشترک نیز اهمیت دارد. واضح است که در حالتی که مقدار شباهت یکسان است، هرچه تعداد عناصر مجموعه مشترک بیشتر باشد، شباهت بین دو

فرد مقدار بیشتری خواهد بود. از بخش نخست رابطه بالا برای در نظر گرفتن این فاکتورها استفاده شده است (پراساد، سرینیواس، کوماری و راجو، ۲۰۰۹).

شباهت ساختاری به شیوه‌ای از محاسبه شباهت بین زوج کاربران اشاره می‌کند که مبتنی بر توپولوژی مشابه در شبکه تعریف می‌شود. در این حالت، اگر زوج کاربر مد نظر با مجموعه یکسانی از افراد در شبکه ارتباط داشته باشند، شبیه تلقی می‌شوند. از جمله این متریک‌ها می‌توان به متریک رتبه شباهت^۱ اشاره کرد. ایده اصلی مدل رتبه شباهت این است که دو شی، اگر به اشیای مشابهی لینک داده باشند، به هم شبیه‌اند. به‌طور دقیق‌تر، شی a و شی b شبیه‌اند، اگر به ترتیب به اشیای c و d مرتبط باشند که آن دو نیز به هم شبیه‌اند که محاسبه آن مبتنی بر رابطه ۳ است.

$$Score(i, j) = C \cdot \frac{\sum_{a \in \Gamma(i)} \sum_{b \in \Gamma(j)} score(a, b)}{|\Gamma(i)| \cdot |\Gamma(j)|} \quad \text{رابطه ۳}$$

$$Score(i, j) = 0; \text{ where } \Gamma(i) = \emptyset \text{ or } \Gamma(j) = \emptyset$$

رابطه ۳، یک رابطه بازگشتی است که در آن $\Gamma(i)$ نشان‌دهنده مجموعه همسایگان کاربر I و c ثابتی در بازه (۰, ۱) است که به‌عنوان ضریب تنزیل^۲ به کار می‌رود و معمولاً مقداری برابر ۰/۸ دارد. اگر در رابطه بالا $i = j$ باشد، رتبه شباهت مقداری برابر ۱ خواهد داشت. خروجی رابطه، مقداری در بازه [۰, ۱] است (چن، ۲۰۱۳).

روش‌شناسی پژوهش

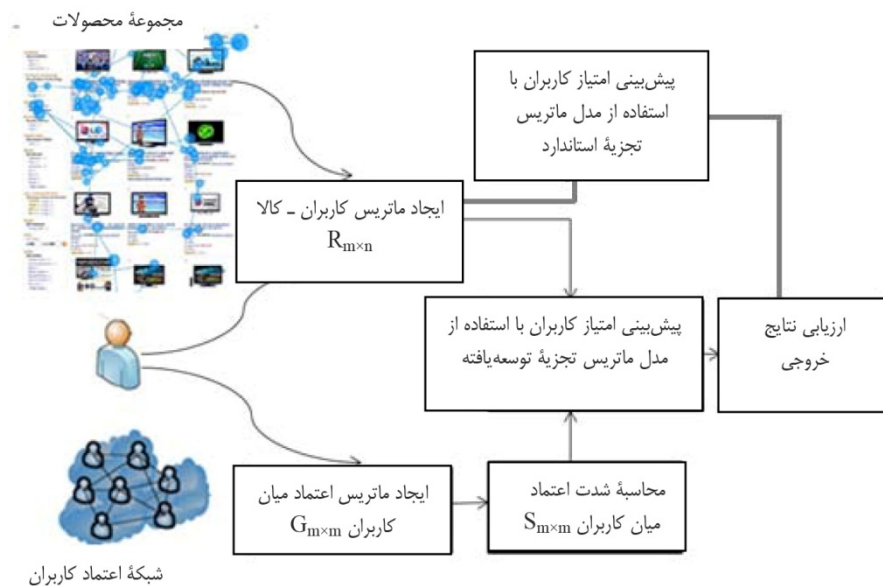
پژوهش حاضر از لحاظ هدف، کاربردی است. بر اساس مدل ارائه‌شده در این مقاله، برای هر کاربر، می‌توانیم کاربران معتمدی را پیدا کنیم که میزان اثرگذاری آنها بر امتیاز اختصاص‌یافته از طرف آن کاربر بیشتر باشد؛ این کار به سازمان‌ها در درک بهتر ترجیحات کاربر مد نظر کمک می‌کند. این پژوهش راهکارهایی برای بهبود پیش‌بینی امتیاز کاربران ارائه می‌دهد که می‌تواند در سیستم‌های پیشنهاددهنده مؤثر باشد. روش و ابزار گردآوری اطلاعات در این پژوهش به‌واسطه بررسی پیشینه پژوهش و استفاده از داده‌های ثانویه و مطالعه مقاله‌ها، کتاب‌ها و پایان‌نامه‌های داخلی و خارجی مرتبط، کتابخانه‌ای است. شایان ذکر است که برای پیاده‌سازی روش پیشنهادی از زبان پایتون استفاده شده است.

1. Semirank
2. Decay Factor

چارچوب پیشنهادی پژوهش

در وبسایت‌های نقد و بررسی، محصولات مختلف در گروه‌های متنوعی مانند فیلم، وسایل الکترونیکی، لوازم خانگی و غیره دسته‌بندی شده‌اند. در این وبسایت‌ها، کاربران درباره محصولات به نوشتن نظر یا خواندن آنها می‌پردازند و با دادن امتیازهایی در بازه ۱ تا ۵ محصولات را رتبه‌بندی می‌کنند. همچنین برخی از این وبسایت‌ها امکانی فراهم آورده‌اند تا کاربران میزان اعتماد خود را به کاربران دیگر بیان کنند. سازوکار اعتماد به این شکل است که کاربران به افراد مورد اعتماد امتیاز ۱ و به کاربرانی که اعتماد ندارند امتیاز ۱- اختصاص می‌دهند. این اطلاعات در پروفایل مربوط به کاربران موجود است (شرچان، نپال و پاریس، ۲۰۱۳).

البته وجود اعتمادی که به صورت ۱ و ۱- در میان کاربران بیان می‌شود، نمی‌تواند شدت و میزان اثرگذاری را به درستی نشان دهد، زیرا اعتماد کاربران به یکدیگر متفاوت است. در واقع می‌توان دسته‌بندی‌ای شامل اعتماد با اثرگذاری بیشتر و اثرگذاری کمتر برای رابطه اعتماد در نظر گرفت. بر اساس این شدت اعتماد، ما برای هر کاربر می‌توانیم کاربران معتمدی پیدا کنیم که میزان اثرگذاری آنها بر امتیاز اختصاص یافته از طرف آن کاربر بیشتر باشد و این در درک بهتر ترجیحات کاربر مد نظر به ما کمک می‌کند. در شکل ۱ چارچوب لحاظ شده در این مقاله نشان داده شده است.



شکل ۱. چارچوب پیشنهادی

روش تجزیه ماتریس یکی از روش‌های رایج برای تخمین امتیاز کاربران به محصولات است. این تکنیک در روش‌های مربوط به سیستم‌های پیشنهاددهنده کاربرد بسیاری دارد. این روش در مقالات آمازرو و همکاران (۲۰۱۰)، عثمانلی (۲۰۱۰)، کورن و بل (۲۰۱۰) و وزالیس، مارکوس و مارگریتیس (۲۰۱۰) بررسی شده است. این ماتریس همه امتیازهایی را که مجموعه‌ای از کاربران به محصولات متفاوت داده‌اند، شامل می‌شود. در این روش کاربران و کالاها به فضای ویژگی‌های پنهان در ابعاد دیگری تبدیل می‌شوند تا از این طریق امتیازهایی را که کاربران به محصولات می‌دهند، از طریق مشابهت میان کاربران و محصولات در این فضای خاص برآورد شود. از این رو یکی از ورودی‌های اصلی مربوط به مدل ماتریس تجزیه امتیازهای داده‌شده از طرف کاربران به محصولات مختلف است که از طریق داده‌های مربوط به فعالیت کاربران در داخل رسانه‌های اجتماعی به دست می‌آید (ویدلی، ۲۰۱۳).

در این مقاله، در سناریوی نخست با توجه به روش ماتریس تجزیه استاندارد، امتیاز کاربران به محصولات برآورد می‌شود. در سناریوی دوم از طریق اضافه کردن معیار شدت اعتماد، مدل تجزیه ماتریس توسعه می‌یابد؛ به گونه‌ای که اگر کاربران مورد اعتماد u ، امتیاز بالایی به محصول i داده باشند، کاربر u نیز احتمالاً تمایل خواهد داشت که امتیاز بالایی به محصول i بدهد. برای این منظور ابتدا از طریق فاکتورهای مبتنی بر شباهت، شدت اعتماد میان کاربران اندازه‌گیری شد (شدت اعتماد عددی بین ۱ تا صفر است)؛ سپس میانگین شدت اعتماد کاربر u با کاربرانی که به آنها اعتماد کرده‌اند، به عنوان یک پارامتر اثرگذار، به مدل تجزیه ماتریس اضافه گردید. به همین دلیل، علاوه بر داده‌های امتیازدهی، از داده‌های مربوط به شبکه اعتماد کاربران نیز استفاده می‌شود. در روش تجزیه ماتریس، از طریق وزنی که به پارامترهای اثرگذار اختصاص یافته، تأثیر این پارامترها بر پیش‌بینی دقیق‌تر امتیازها بررسی می‌شود. مقداری که به‌ازای آن کمترین مقدار خطا محاسبه شده است، وزن پارامتر شدت اعتماد را تعیین می‌کند. پس از تعیین وزن پارامتر شدت اعتماد، به مقایسه نتایج به دست آمده از دو سناریو پرداخته می‌شود. نتایج به دست آمده از طریق تخمین دقیق‌تر این امتیازها، گواهی بر تعیین درست اثرگذاری پارامترهای مختلف و از جمله اعتماد است که هدف اصلی این مقاله نیز محسوب می‌شود.

فرض می‌کنیم کاربر u به‌طور برابر از طرف همه کاربران تحت تأثیر نبوده و تعدادی از این کاربران بر تخمین رتبه کاربر مد نظر تأثیر بیشتری می‌گذارند. برای این منظور شدت اعتماد کاربر u با کاربرانی که به آنها اعتماد کرده، محاسبه شده است. مجموعه کاربران مورد اعتماد کاربر u با توجه به شدت اعتمادی که ایجاد می‌کنند به گروه‌های مختلف دسته‌بندی می‌شوند و در یک بررسی دقیق‌تر، هر بار گروه با شدت اعتماد مشخص را بررسی می‌کنیم. از این طریق

میزان اثرگذاری کاربران با شدت اعتماد متفاوت بر امتیازی که کاربر به محصولات می‌دهد، لحاظ شده است. در ادامه هر یک از بخش‌های چارچوب پیشنهادی تشریح می‌شود.

روش تجزیه ماتریس

در حالت کلی، سیستم امتیازدهی محصولات، شامل مجموعه‌ای از کاربران و مجموعه‌ای از محصولات است. کاربران، ترجیحات خود را درباره محصولات مختلف از طریق امتیازهایی که به آنها می‌دهند، بیان می‌کنند. این امتیازها در یک محدوده مشخص و در قالب ماتریس $R_{M \times N}$ بیان می‌شوند، در این ماتریس، $M = |u|$ معرف تعداد کاربران و $N = |i|$ نشان‌دهنده تعداد محصولات است. هر یک از عناصر r_{ui} در ماتریس R بیان‌کننده رتبه‌ای است که کاربر u به عنصر i داده است. همچنین در نمایش دیگری، امتیازهای مشاهده‌شده در قالب مجموعه O نمایش داده می‌شود که اعضای آن سه‌تایی (u, i, r_{ui}) هستند (آمازون و همکاران، ۲۰۱۰).

در روش‌های تجزیه ماتریس در فضای جدید، ارتباط بین کاربران و کالاها مفهوم جدیدی پیدا می‌کند. برای مثال، هر کاربر u با یک بردار p_u و هر کالای i با یک بردار q_i مشخص می‌شود. مقدار بردارهای جدید q_i ، شامل توسعه کالاهای تجزیه‌شده و p_u شامل توسعه کاربران علاقه‌مند به کالاها می‌شود. همچنین $q_i^T p_u$ ارتباط بین کاربر u و کالای i را که میزان علاقه‌مندی کاربر به کالا است، بیان می‌کند. امتیاز تقریبی کاربر u به کالای i را که مقدار واقعی r_{ui} است، از فرمول زیر به دست می‌آورند (کورن و بل، ۲۰۱۰).

$$\bar{r}_{ui} = q_i p_u \quad \text{رابطه ۴}$$

چالش اصلی در این روش‌ها، محاسبه تبدیل هر کالا و کاربر به بردار جدید p_u و q_i است. ماتریس $R_{M \times N}$ با استفاده از الگوریتم‌هایی شبیه SVD به سه ماتریس S ، $P_{M \times k}$ و $Q_{k \times N}$ تبدیل می‌شود که ماتریس S به تعداد k بعد کاهش پیدا می‌کند. محاسبه نهایی از نتیجه ضرب دو ماتریس $R = P \times Q^T$ است و با توجه به آنها برای هر کاربر و کالا می‌توان امتیاز را محاسبه کرد. برای امتیازدهی اختصاصی رابطه ۵ برقرار است.

$$\hat{r}_{ui} = \sum_{k=1}^k p_{uk} q_{ik} \approx r_{ui} \quad \text{رابطه ۵}$$

که در آن q_{ik} و p_{uk} عنصرهایی از Q و P هستند.

برای تخمین پارامترهای Q و P ، ابتدا دو ماتریس با مقادیر تصادفی مقادیری اولیه می‌شوند، سپس مقدار خطای بین امتیازهای مشاهده‌شده و تخمین زده‌شده $(e_{ui} = r_{ui} - \hat{r}_{ui})$ در یک

روند بازگشتی کاهش می‌یابد. یکی از ماتریس‌ها ثابت می‌ماند و ماتریس دیگر به‌روز می‌شود. این مسئله بهینه‌سازی می‌تواند به صورت رابطه ۶ نمایش داده شود.

$$\min \frac{1}{2} \sum_{(u,i,r) \in O} (r_{ui} - \sum_{k=1}^k p_{uk} q_{ik})^2 + \frac{\beta}{2} (\sum_{u,k} p^2 uk + \sum_{i,k} q^2 ik) \quad \text{رابطه ۶}$$

در معادله بالا، بخش نخست، امتیاز مشاهده شده توسط کاربر و عبارت دوم با ضریب B یک تعدیل کننده درجه دو است که از جهش یک‌باره مقادیر p_{uk} و q_{ik} جلوگیری می‌کند. همچنان که پیش از این اشاره شد، این معادله پایه‌ای برای مسئله تخمین امتیازهاست (وزالیس و همکاران، ۲۰۱۰). فرایند توضیح داده شده، مربوط به روش تجزیه ماتریس حالت استاندارد است که در بسیاری از سیستم‌های پیشنهاددهنده نیز استفاده می‌شود. حال با توجه به مدل پیشنهادی خود، سایر پارامترهای اثرگذار را به معادله اضافه می‌کنیم.

محاسبه شدت اعتماد میان کاربران مبتنی بر فاکتور شباهت زمینه‌ای

برای توسعه تجزیه ماتریس حالت استاندارد، اثرگذاری کاربران مورد اعتماد در وب سایت‌های نقد و بررسی در نظر گرفته شده است. برای این منظور، ماتریس G را که یک ماتریس $M \times M$ است و شبکه اعتماد بین کاربران را بیان می‌کند، در نظر می‌گیریم. این شبکه اعتماد از ارتباطات صریح میان کاربران شکل گرفته است. g_{uv} عناصر داخل ماتریس G را نشان می‌دهد که اگر رابطه اعتمادی بین کاربران وجود داشته باشد به آن مقدار ۱ و در غیر این صورت مقدار صفر اختصاص داده می‌شود (تانگ و همکاران، ۲۰۱۴).

در مقاله فاضلی، لونی، بلوجین، دراچسلا و اسلویپ (۲۰۱۴)، مقادیر اعتماد صریح بیان شده میان کاربران در قالب ماتریس G لحاظ شده و به ماتریس تجزیه اضافه شده است. هدف از مقاله حاضر تنها روابط اعتماد صریح بیان شده میان کاربران نیست، بلکه شدت این روابط مد نظر است. به همین دلیل اگر روش معناداری برای اندازه‌گیری شدت رابطه اعتماد بین کاربران در نظر گرفته شود، می‌توان کاربرانی که اثرگذاری بیشتری دارند را از کاربران کمتر اثرگذار تفکیک کرد و از این طریق دقت روش پیشنهادی را افزایش داد. برای این منظور، در گام نخست باید شدت اعتماد میان کاربران محاسبه شود. از این رو، علاوه بر ماتریس G، ماتریس S را نیز در نظر می‌گیریم که S نیز یک ماتریس $M \times M$ است و شدت اعتماد میان کاربران را نشان می‌دهد.

همان‌طور که در بخش پیشینه نظری تحقیق بیان شد، نظریه هموفیلی مهم‌ترین نظریه برای استنتاج شدت ارتباطات میان کاربران است (تانگ، چانگ و لیو، ۲۰۱۴). این شباهت می‌تواند از

جنبه زمینهای یا ساختاری مطرح شود. شباهت زمینهای بین زوج کاربران از بازخوردها و رتبه‌بندی آنها در مجموعه موضوعات مشترک به دست می‌آید که بسته به نوع سیستم می‌تواند شامل کالاهای مشترک، اطلاعات یا سرویس‌های مشترک باشد. حال آنکه شباهت ساختاری، مبتنی بر توپولوژی مشابه در شبکه تعریف می‌شود. روابط مربوط به این معیارها نیز در رابطه‌های ۱، ۲ و ۳ بیان شده است. معیارهای مختلف مربوط به محاسبه شدت اعتماد، بررسی شدند تا مشخص شود کدام معیار، برای مدل پیشنهادی بهتر است.

در روش استاندارد تجزیه ماتریس برای پیش‌بینی امتیاز یک کاربر به یک کالا، ترجیحات کاربر u و خصیصه‌های محصول i در نظر گرفته شده است. هدف مقاله حاضر، افزودن معیار شدت اعتماد به ماتریس تجزیه به منظور بررسی تأثیر آن بر دقت پیش‌بینی امتیازهای داده شده به محصولات است. از این رو، لحاظ کردن شباهت در رتبه‌دهی شبکه کاربران مورد اعتماد، در کنار رتبه‌هایی که کاربر مد نظر به محصول داده است، برای بهبود دقت پیش‌بینی مؤثرتر خواهد بود. بنابراین از میان معیارهای شباهت معرفی شده، شباهت زمینهای فاکتور مناسب‌تری برای لحاظ کردن در مدل پیشنهادی است. مطابق رابطه ۱ و ۲، برای شباهت زمینهای، شدت ارتباط بین کاربران زیاد است، اگر هر دو امتیاز بالا یا پایینی به محصول بدهند (امتیازهای داده شده مشابه باشد) یا دو کاربر رتبه‌های متفاوتی داده باشند، شدت ارتباط بین آنها کم خواهد بود.

توسعه روش تجزیه ماتریس از طریق اضافه کردن پارامتر شدت اعتماد

با توجه به توضیحات، فرض شده است امتیازی که یک کاربر به یک کالا تخصیص می‌دهد، تحت تأثیر علاقه ذاتی خود کاربر و میزان اثرگذاری سایر کاربران روی آن کاربر قرار می‌گیرد. بر اساس این توضیحات، معادله مربوط به حالت استاندارد تجزیه ماتریس را مطابق رابطه ۷ بسط می‌دهیم.

$$\hat{r}_{ui} = \alpha \sum_{k=1}^k p_{uk} q_{ik} - (1 - \alpha) \frac{\sum_{\forall u, g_{uv} > 0} S_{uv} r_{ui}}{\sum_{\forall u, g_{uv} > 0} S_{uv}} \quad (\text{رابطه ۷})$$

مطابق رابطه ۷، برای پیش‌بینی امتیاز یک کاربر به یک کالا، دو پارامتر اثرگذار است. میزان اثرگذاری این دو پارامتر از طریق ضریب α مشخص شده است. پارامتر نخست با توجه به ترجیحات کاربر u و خصیصه‌های محصول i تعیین می‌شود. به این پارامترها در روش استاندارد تجزیه ماتریس نیز توجه شده است. از سوی دیگر، امتیازی که کاربر u به محصول i می‌دهد تحت تأثیر کاربرانی که کاربر u به آنها اعتماد دارد، قرار می‌گیرد؛ به طوری که اگر کاربران مورد اعتماد u امتیاز بالایی به محصول i داده باشند، کاربر u نیز احتمالاً تمایل خواهد داشت که امتیاز

بالایی به محصول i بدهد. همچنین فرض شده است کاربر u به طور برابر از طرف همه کاربران تأثیر نمی‌پذیرد و تعدادی از این کاربران بر تخمین رتبه کاربر مد نظر تأثیر بیشتری می‌گذارند. میزان این اثرگذاری به شدت اعتماد بین کاربران بستگی دارد که مبتنی بر فاکتور شباهت محاسبه می‌شود. در این رابطه، S_{uv} شدت اعتماد مربوط به کاربرانی را نشان می‌دهد که کاربر u به آنها اعتماد کرده است. مقدار این پارامتر با توجه به رابطه ۵ محاسبه می‌شود. R_{vi} معرف امتیازهایی است که کاربران مورد اعتماد u به محصولات متفاوت داده‌اند. در صورتی که کاربر مد نظر به هیچ کاربر دیگری اعتماد نداشته باشد، پارامتر دوم خودبه‌خود حذف می‌شود. برای حل این مشکل، یک کاربر دیگر به نام Z در نظر گرفته شده است. این کاربر، مورد اعتماد همه کاربران است ($g_{uz} = 1, \forall u$). همچنین کاربر Z کلیه محصولات را رتبه‌بندی کرده است. برای هر محصول، امتیازی که کاربر فرضی Z به محصولات اختصاص می‌دهد با میانگین امتیازهای داده‌شده به آن محصول برابر است. میانگین امتیازات داده‌شده با توجه به رابطه ۸ محاسبه می‌شود. در این رابطه، X یک متغیر گسسته است که امتیاز کاربر Z به ازای هر محصول را نشان می‌دهد. این امتیازها در بازه ۱ تا ۵ قرار دارند. $E(X)$ ، میانگین مقدار مورد انتظار برای متغیر X و برابر با مجموع حاصل ضرب احتمال وقوع هر یک از امتیازهای ممکن در مقدار آن امتیاز است. از طریق تعریف این متغیر می‌توان اثر امتیاز کلی داده شده به یک محصول در شبکه را نیز بر نمره داده‌شده به آن محصول از طرف کاربر در نظر بگیریم (ویدلی، ۲۰۱۳).

$$E(X) = \sum_{X=r \min}^{r \max} X \cdot P(X) \quad \text{رابطه ۸}$$

با توجه به رابطه جدید تعریف‌شده برای مقدار \hat{r}_{ui} ، مسئله بهینه‌سازی توضیح داده شده برای حالت توسعه‌یافته روش تجزیه ماتریس، مطابق رابطه ۹ خواهد بود.

$$\min \frac{1}{2} \sum_{(u,i,r) \in O} (r_{ui} - \alpha \sum_{k=1}^k p_{uk} q_{ik} - (1-\alpha) \frac{\sum_{\forall v, g_{uv} > 0} S_{uv} r_{ui}}{\sum_{\forall v, g_{uv} > 0} S_{uv}})^2 + \frac{\beta}{2} (\sum_{u,k} p^2 uk + \sum_{i,k} q^2 ik) \quad \text{رابطه ۹}$$

در ادامه، نتایج به دست آمده از حالت توسعه‌یافته روش تجزیه ماتریس بررسی می‌شود و با حالت استاندارد روش تجزیه ماتریس و نیز، حالتی که در آن فقط روابط اعتماد صریح لحاظ شده است، مقایسه خواهد شد.

ساختار اجرایی تحقیق

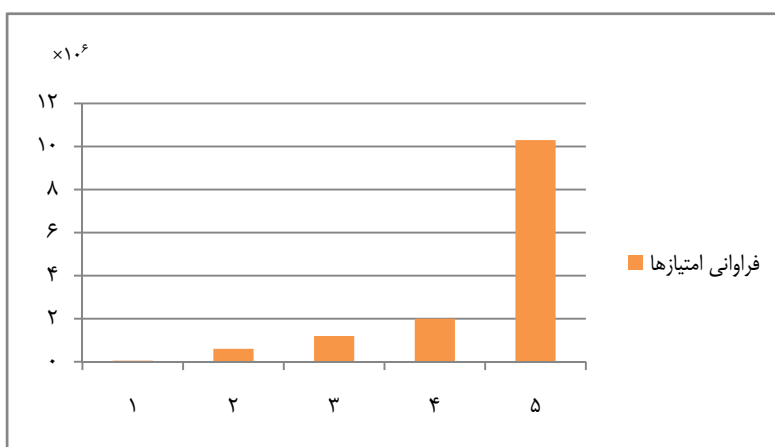
در این بخش، ابتدا داده‌های استفاده‌شده معرفی می‌شوند، سپس نتایج به دست آمده از حالت توسعه‌یافته روش تجزیه ماتریس، نشان داده خواهد شد.

مجموعه داده

چارچوب پیشنهادی، با استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده از وبسایت نقد و بررسی محصولات اپینونز پیاده‌سازی شده است. داده‌های مورد نیاز شامل داده‌های مرتبط با نظرات مانند نام کاربر، نام محصول، دسته و گروه محصول و رتبه محصول است. همچنین داده‌های مرتبط با پروفایل کاربران و داده‌های مرتبط با شبکه اجتماعی کاربران که بیان‌کننده ارتباطات اعتماد و عدم اعتماد بین کاربران است نیز لازم است. ویژگی‌ها و خصیصه‌های آماری مربوط به این داده‌ها در جدول ۲ درج شده است. شکل ۲ نیز فراوانی مربوط به امتیازهای اختصاص داده شده به محصولات را نشان می‌دهد. داده‌های موجود، به دو بخش داده‌های آموزش (۸۰ درصد) و داده‌های آزمایش (۲۰ درصد) دسته‌بندی شده‌اند.

جدول ۲. خصیصه‌های آماری مجموعه داده جمع‌آوری شده

مشخصات داده	تعداد
کاربران	۱۲۰۴۹۲
محصولات	۷۵۵۷۶۰۰
رتبه‌بندی‌ها	۱۳۶۶۸۳۲۰
اعتماد	۸۴۱۳۷۲



شکل ۲. نمودار توزیع رتبه

یافته‌های پژوهش

در این مقاله، تلاش شده است میزان اثرگذاری شدت اعتماد میان کاربران از طریق تأثیر آن بر تخمین امتیاز کاربران بررسی شود. بنابراین روش پیشنهادی خود را که حاصل توسعه ماتریس تجزیه از طریق اضافه کردن شدت اعتماد مبتنی بر شباهت است (رابطه ۹)، در نظر می‌گیریم. به منظور ارزیابی، کارایی الگوریتم پیشنهادی را با دو روش زیر که در مطالعات قبلی ارائه شده است، مقایسه خواهیم کرد:

۱. روش تجزیه ماتریس حالت استاندارد (روابط اعتماد اصلاً لحاظ نشده است): $\times 10^6$
۲. روش تجزیه ماتریس مبتنی بر اعتماد صریح (روابط اعتماد میان کاربران به شکل صفر و ۱ در نظر گرفته شده، اما شدت اعتماد میان کاربران لحاظ نشده است).

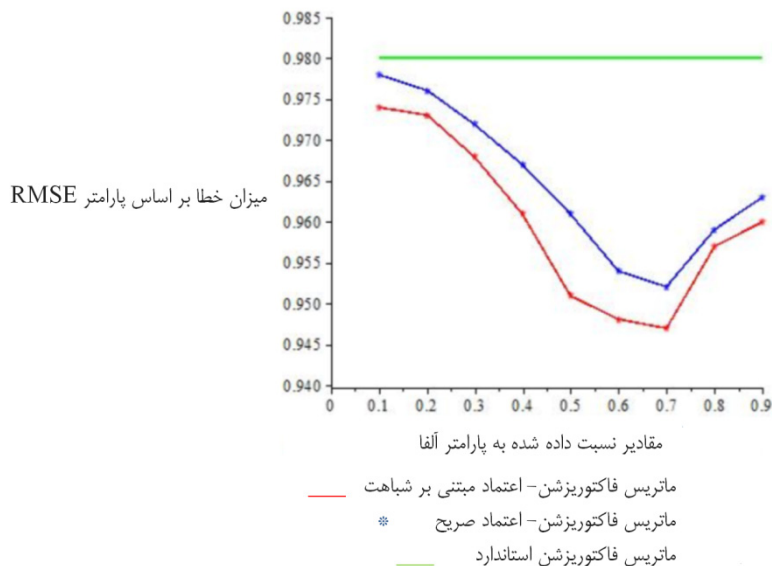
همچنین در این مطالعه از معیارهای ارزیابی مختلفی شامل، میانگین قدر مطلق خطا (MAE) و انحراف جذر میانگین مربعات (RMSE) استفاده شده است. این معیارها رایج‌ترین معیارهای اندازه‌گیری دقت روش تجزیه ماتریس هستند که اختلاف میان مقدار پیش‌بینی شده (\hat{r}_{ui}) امتیاز کاربر u به کالای i و مقدار واقعی امتیاز کاربر u به کالای i (r_{ui}) را مطابق رابطه‌های ۱۰ و ۱۱ محاسبه می‌کنند. در این روابط، T مجموعه آزمایش است (فاضلی و همکاران، ۲۰۱۴).

$$MAE = \frac{\sum_{(u,i,r) \in T} |r_{ui} - \hat{r}_{ui}|}{|T|} \quad \text{رابطه ۱۰}$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{(u,i,r) \in T} (r_{ui} - \hat{r}_{ui})^2}{|T|}} \quad \text{رابطه ۱۱}$$

با توجه به داده‌های آموزش، مقادیر پارامترهای P و Q تعیین می‌شود. همزمان با یادگیری مقادیر P و Q ، می‌توانیم مقدار امتیازها را هم تخمین بزنیم. در مدل پیشنهادی، یکی از پارامترهایی که به تنظیم دستی نیاز دارد، α است که میزان اثرگذاری پارامترهای مختلف را تعیین می‌کند. برای α مقادیر متفاوت ۰/۱، ۰/۲، ۰/۳، ۰/۴، ۰/۵، ۰/۶، ۰/۷، ۰/۸، ۰/۹ در نظر گرفته شده است تا تأثیر آن بر کارایی بررسی شود. همچنین برای پارامترهای β و k مقادیر $\beta = 0/01$ و $k = 20$ در نظر گرفته می‌شود. در شکل ۳، نتایج سه روش متفاوت تجزیه ماتریس روی داده‌های آزمایش نمایش داده شده است. کارایی این سه روش با استفاده از معیارهای میانگین مجذور مربعات و میانگین قدرمطلق خطا با یکدیگر مقایسه شده‌اند. نمودار سبز رنگ

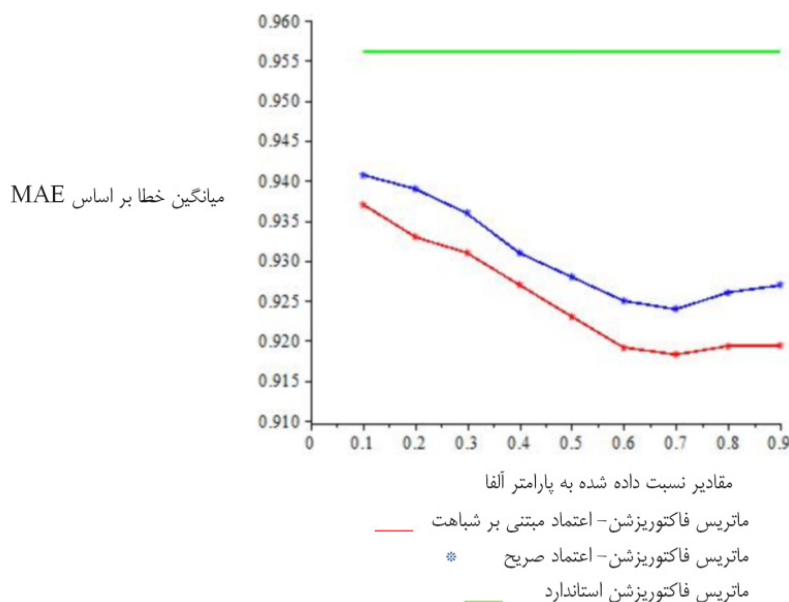
نتایج حالت استاندارد روش تجزیه ماتریس، نمودار آبی رنگ مربوط به روش تجزیه ماتریس مبتنی بر اعتماد صریح و نمودار قرمز رنگ مربوط به حالت توسعه یافته روش تجزیه ماتریس با استفاده از شدت اعتماد مبتنی بر شباهت است. میانگین مجذور مربعات خطا در حالت استاندارد روش تجزیه ماتریس ۹۸ درصد، در روش تجزیه ماتریس مبتنی بر اعتماد صریح در بازه ۹۶/۳ درصد تا ۹۷/۸ درصد و در روش تجزیه ماتریس با استفاده از شدت اعتماد مبتنی بر شباهت این مقدار در بازه ۹۶ درصد تا ۹۷/۴ درصد قرار گرفته است.



شکل ۳. مقایسه کارایی روش‌های متفاوت تجزیه ماتریس با استفاده از معیار میانگین مجذور مربعات خطا

در شکل ۴، کارایی این سه روش با استفاده از معیار میانگین قدر مطلق خطا با یکدیگر مقایسه شده است. میانگین قدر مطلق خطا در حالت استاندارد روش تجزیه ماتریس ۹۵/۵ درصد، در روش تجزیه ماتریس مبتنی بر اعتماد صریح در بازه ۹۲/۷ درصد تا ۹۴ درصد و در روش تجزیه ماتریس با استفاده از شدت اعتماد مبتنی بر شباهت این مقدار در بازه ۹۱/۹ درصد تا ۹۳/۷ درصد قرار گرفته است.

همان‌طور که از نتایج مشخص است، در حالت کلی با لحاظ کردن روابط اعتماد در روش تجزیه ماتریس، نتایج بهبود پیدا می‌کند؛ به طوری که روش تجزیه ماتریس مبتنی بر اعتماد صریح با اختلاف میانگین قدر مطلق خطای ۲ درصد و میانگین مجذور مربعات خطای ۱ درصد، خطای کمتری نسبت به روش تجزیه ماتریس حالت استاندارد دارد و روش تجزیه ماتریس با استفاده از اعتماد مبتنی بر شباهت با اختلاف میانگین قدر مطلق خطای ۲/۷ درصد و میانگین مجذور مربعات خطای ۱/۳ درصد، خطای کمتری نسبت به روش تجزیه ماتریس حالت استاندارد دارد.



شکل ۴. مقایسه کارایی روش‌های متفاوت تجزیه ماتریس با استفاده از معیار میانگین قدر مطلق خطا

همچنین روش تجزیه ماتریس با استفاده از اعتماد مبتنی بر شباهت نسبت به روش تجزیه ماتریس مبتنی بر اعتماد صریح، نتیجه بهتری را نشان می‌دهد؛ به طوری که روش تجزیه ماتریس با استفاده از اعتماد مبتنی بر شباهت با اختلاف میانگین قدر مطلق خطای ۰/۵۵ درصد و میانگین مجذور مربعات خطای ۰/۳۵، خطای کمتری نسبت به روش تجزیه ماتریس مبتنی بر اعتماد صریح دارد. نتایج کلی در جدول ۳ بیان شده است.

یکی از پارامترهایی که نیاز دارد به صورت دستی تنظیم شود، α است که میزان اثرگذاری پارامترهای مختلف را تعیین می کند. برای α مقادیر متفاوت ۰/۱، ۰/۲، ۰/۳، ۰/۴، ۰/۵، ۰/۶، ۰/۷، ۰/۸، ۰/۹ در نظر گرفته شده است.

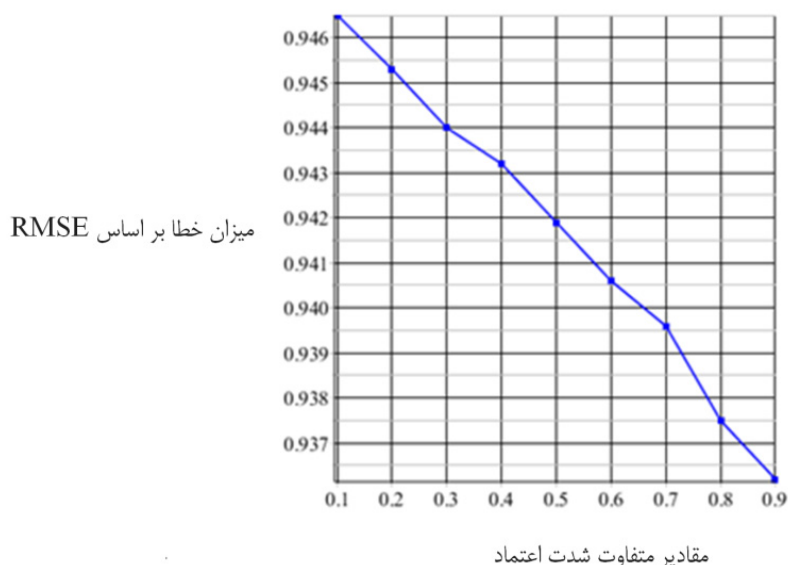
جدول ۳. نتایج کلی روش های متفاوت تجزیه ماتریس

مقادیر نسبت داده شده به آلفا	میانگین قدر مطلق خطا		میانگین مجذور خطا	
	ماتریس فاکتوریزشن - اعتماد صریح	ماتریس فاکتوریزشن - اعتماد مبتنی بر شباهت	ماتریس فاکتوریزشن - اعتماد صریح	ماتریس فاکتوریزشن - اعتماد مبتنی بر شباهت
۰/۱	۰/۹۴۰	۰/۹۳۷	۰/۹۷۸	۰/۹۷۴
۰/۲	۰/۹۳۳	۰/۹۳۳	۰/۹۷۶	۰/۹۷۳
۰/۳	۰/۹۳۶	۰/۹۳۱	۰/۹۷۲	۰/۹۶۸
۰/۴	۰/۹۳۱	۰/۹۲۷	۰/۹۶۷	۰/۹۶۱
۰/۵	۰/۹۲۸	۰/۹۲۳	۰/۹۶۱	۰/۹۵۱
۰/۶	۰/۹۲۵	۰/۹۱۹	۰/۹۵۴	۰/۹۴۸
۰/۷	۰/۹۲۴	۰/۹۱۸	۰/۹۵۲	۰/۹۴۷
۰/۸	۰/۹۲۶	۰/۹۱۹	۰/۹۵۹	۰/۹۵۷
۰/۹	۰/۹۲۷	۰/۹۱۹	۰/۹۶۳	۰/۹۶۰

بهترین نتایج به ازای $\alpha = 0/5$ تا $\alpha = 0/8$ به دست آمده است. در مجموعه داده مورد بررسی، کمترین مقدار خطا به ازای $\alpha = 0/7$ به دست آمد؛ یعنی امتیازهایی که کاربران به محصولات تخصیص می دهند به اندازه ۰/۷ به ترجیحات کاربر u و خصیصه های محصول i بستگی دارد و به اندازه ۰/۳ تحت تأثیر کاربرانی قرار می گیرد که کاربر u به آنها اعتماد دارد.

در بخش قبل، در رابطه ۹ کلیه کاربران مورد اعتماد لحاظ شدند و مشاهده شد که با اضافه کردن پارامتر شدت اعتماد، میزان خطا کاهش یافت و کمترین مقدار خطا به ازای $\alpha = 0/7$ به دست آمد. در این بخش درصدد بررسی این موضوع هستیم که کدام یک از کاربران قابل اعتماد در کاهش خطا بیشترین تأثیر را می گذارد. برای این منظور یک متغیر آستانه ای γ تعریف می کنیم و در رابطه ۹ فقط کاربرانی را در نظر می گیریم که شدت اعتماد محاسبه شده برای آنها از این آستانه بیشتر باشد. به بیانی اگر $s_{uv} \geq \gamma$ ، امتیازی که کاربر v به محصول i اختصاص داده است به امتیازی که کاربر u به محصول i می دهد، تأثیرگذار خواهد بود. از این رو مقدار α تغییر

نمی‌کند ($\alpha = 0.7$) و مقادیر متفاوت γ برای بررسی تأثیر آن بر کارایی لحاظ می‌شود. با توجه به شکل ۵، چنانچه وزن اعتماد بین کاربران از 0.8 بزرگ‌تر باشد، میزان تأثیرگذاری چشمگیرتر خواهد بود. بهبود نتایج به دست آمده از طریق تخمین دقیق‌تر این امتیازها، گواهی بر تعیین درست این اثرگذاری‌هاست.



شکل ۵. مقایسه کارایی روش توسعه یافته تجزیه ماتریس مثبتی بر شباهت به‌زای $\alpha=0.7$ با استفاده از معیار میانگین مجذور مربعات خطا

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

این اعتقاد وجود دارد که محتوایی که از طریق کاربران قابل اعتماد یک فرد در محیط رسانه‌های اجتماعی تولید می‌شود، تأثیر بیشتری بر تصمیم خرید آن کاربران دارد. در بسیاری از وبسایت‌های نقد و بررسی محصولات، داده‌های مستقیمی در رابطه با خرید کاربران برای بررسی این اثرگذاری وجود ندارد؛ اما این اعتماد در امتیازی که کاربران به محصولات می‌دهند

نیز اثرگذار است. از این رو امتیازهایی که کاربران به محصولات می‌دهند، پارامترهای مناسبی برای بررسی این اثرگذاری محسوب می‌شوند.

در این مقاله از طریق توسعه الگوریتم ماتریس تجزیه پیشنهادی، وزن اثرگذاری پارامتر شدت اعتماد در تخمین امتیاز کاربران به صورت دقیق تعیین شده است. همچنین ارتباط شدت اعتماد بین کاربران با میزان شباهت آنها به یکدیگر بررسی شد. در واقع این مقاله از طریق تخمین دقیق تر امتیازهایی که کاربران به محصولات می‌دهند و تعیین کاربرانی که بر این امتیازدهی تأثیر بیشتری دارند، به مدیریت کاربران رسانه‌های اجتماعی در کسب و کار کمک می‌کند. از مزیت‌های دیگر روش پیشنهاد شده این است که در مقاله حاضر، از معیار شباهت (معیار غیر صریح برای استنتاج شدت روابط اعتماد میان کاربران)، استفاده شده است. از این رو در وبسایت‌هایی که داده‌های مربوط به اعتماد صریح میان کاربران وجود ندارد هم می‌توان از این روش استفاده کرد.

ما باور داریم که مقدار بهینه α برای پارامتر شدت اعتماد، به ویژگی‌های خاص سیستم مورد بررسی، بستگی دارد. از جمله این ویژگی‌ها می‌توان به چگونگی شکل‌گیری روابط اعتماد میان کاربران و تنوع در اقلام رتبه‌بندی شده توسط کاربران اشاره کرد. این موضوع می‌تواند در تحقیقات آینده به صورت مفصل‌تری بررسی شود. علاوه بر نظریه هموفیلی، نظریه‌های اجتماعی دیگری نیز برای استنتاج شدت روابط وجود دارد که در پژوهش‌های آینده می‌توان تأثیرات آن را بررسی کرد.

منابع

ابزری، م؛ قربانی، ح؛ خواجه‌زاده، س. و مکینیان، ا. (۱۳۹۰). رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر اعتمادسازی در محیط اینترنت با استفاده از تکنیک فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)، نشریه مدیریت فناوری اطلاعات، ۳(۷)، ۱۸-۱.

پیرمحمدیانی، ر. و محمدی، ش. (۱۳۹۳). بررسی سیستماتیک ارتباط بین تبلیغات کلامی و اعتماد در محیط رسانه‌های اجتماعی، دومین همایش ملی پژوهش‌های کاربردی در علوم کامپیوتر و فناوری اطلاعات، تهران.

پیرمحمدیانی، ر؛ محمدی، ش. و حسینی، م. (۱۳۹۲). نقش تجارت اجتماعی بر رفتار و تصمیم‌گیری خرید مشتریان، همایش تخصصی بررسی ابعاد شبکه‌های اجتماعی، تهران.

حقیقی، ا. و منتظر، غ. (۱۳۹۴). شناسایی عوامل مؤثر بر اعتمادسازی در شبکه‌های اجتماعی برخط به کمک روش الکترون فازی، نشریه مدیریت فناوری اطلاعات، ۷(۴)، ۷۴۰-۷۱۵.

عسگری، ن. و حیدری، ح. (۱۳۹۴). ارائه الگویی از عوامل مؤثر بر اعتماد و رضایت مشتری در بخش تجارت الکترونیک (مورد مطالعه: سایت‌های تخفیف گروهی در ایران). *نشریه مدیریت فناوری اطلاعات*، ۷(۳)، ۶۷۴-۶۵۵.

فتحیان، م. و حسینی، م. (۱۳۹۳). بررسی تأثیر اجتماعات مجازی در تقویت رفتار خرید مشتریان. *نشریه مدیریت فناوری اطلاعات*، ۶(۳)، ۴۵۴-۴۳۵.

Abzari, M., Ghorbani, H., Khajeh zadeh, S. & Makinian zadeh, E. (2011). Ranking Factors affecting confidence in the Internet environment using Analytical Hierarchy Process (AHP), *Journal of Information technology management*, 3(7), 1-18. (in Persian)

Almazro, D., Shahatah, G., Albdplkarim, L., Kherees, M., Martinez, R. & Nzopkop, W. (2010). A Survey Paper on Recommender Systems. DBLP. ACM, 29-38.

Asgari, N. & Heidari, H. (2015). Provide a model of factors affecting customer satisfaction and confidence in e-commerce (case study: group discount sites in Iran), *Journal of Information technology management*, 7(3), 655-674. (in Persian)

Awad, N. F. & Ragowsky, A. (2008). Establishing trust in electronic commerce through online word of mouth: An examination across genders. *Journal of Management Information Systems*, 24(4), 101-121.

Bertrand, G. (2013). Social media research: developing a trust metric in the social age. *International Journal of Market Research*, 55(3), 333-335.

Borzymek, P. (2009). Enriching Trust Prediction Model in Social Network with User Rating Similarity. *Computational Aspects of Social Networks*, CASON '09, 40 - 47. DOI: 10.1109/CASoN.2009.30.

Chan, Y. Y. Y., & Ngai, E. W. T. (2011). Conceptualising electronic word of mouth activity: An input-process-output perspective. *Marketing Intelligence and Planning*, 29(5), 488-516.

Chen, L. (2013). *A Social Matching System*. PhD Thesis, Queensland University of Technology.

Dou, X., Walden, J. A., Lee, S. & Lee, J. Y. (2012). Does source matter? Examining source effects in online product reviews. *Computers in Human Behavior*, 28(5), 1555-1563.

Fathian, M. & Hosseini, M. (2014). Investigating the Impact of Virtual Communities on Furtherance of Customers' Buying Behavior. *Journal of Information technology management*, 6 (3), 435-454. (in Persian)

- Fazeli, S., Loni, B., Bellogin, A., Drachsler, H. & Sloep, P. (2014). *Implicit vs. Explicit Trust in Social Matrix Factorization*, ACM. CA, USA.
- Forman, C., Ghose, A. & Wiensfeld, B. (2008). Examining the relationship between reviews and sales: The role of reviewer identity disclosure in electronic markets. *Information Systems Research*, 19(3), 291–313.
- Gu, B., Tang, Q., B. & Whinston, A. (2012). The influence of online word-of-mouth on long tail formation. *Decision Support Systems*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dss.2012.11.004>.
- Haghighi, E. & Montazer, GH. A. (2016). Identifying the Effective Factors in Making Trust in Online Social Networks on the perspective of Iranian experts Using Fuzzy ELECTRE. *Journal of Information technology management*, 7 (4), 715-740. (in Persian)
- Hajli, M. N. (2014). A study of the impact of social media on consumers. *International Journal of Marketing Research*. 56(3), 387-404.
- Hajli, M. N. (2014). The role of social support on relationship quality and social commerce. *Technological Forecasting and Social Change*, 87(0), 17-27.
- IBM system and technology group dept. (2009). *Social commerce defined*. <http://digitalintelligencetoday.com/documents/IBM2009.pdf>
- Kaplan, A. M. & Haenlein, M. (2010). Users of the world, unite! The challenges and opportunities of social media. *Business Horizons*, 53(1), 59–68.
- Kim, D. J., Ferrin, D. L. & Rao, H. R. (2009). Trust and satisfaction, two stepping stones for successful E-commerce relationships: A longitudinal exploration. *Information Systems Research*, 20(2), 237–257.
- Koren, Y. & Bell, R., (2010). *Advanced in Collaborative filtering*, Springer, USA, 145-186.
- Lee, Y. L. & Song, S. (2010). An empirical investigation of electronic word-of-mouth: Informational motive and corporate response strategy. *Computers in Human Behavior*, 26(5), 1073–1080.
- Liu, H. (2008). Predicting trusts among users of online communities: An opinions case study. *ACM Conference on Electronic Commerce (EC'08)*, ACM Press, New York, 310–319.
- Naylor, R. W., Lamberton, C. P. & West, P. M. (2012). Beyond the Like button: The impact of mere virtual presence on brand evaluations and purchase intentions in social media settings. *Journal of Marketing*, 76(6), 105–120.

- Osmanli, O. (2010). *A Singular Value Decomposition Approach for Recommendation Systems*. PhD thesis (MSC), middle East Technical University.
- Pir-Mohamadiani, R. & Mohamadi, sh. (2015). A systematic review of the relationship between E-WOM and trust in social media. *the National Conference on applied research in computer science, and information technology*, Tehran. (in Persian)
- Pir-Mohamadiani, R., Mohamadi, SH. & Hosseini, M. (2013). Examine the role of social commerce on purchasing decisions of customers. *Conference exploring social networks*, Tehran. (in Persian)
- Prasad, R., Srinivas V., Kumari V. & Raju K. (2009). An Effective Calculation of Reputation in P2P Networks. *Journal of Network*, 4(5), 323-342.
- Sherchan, W., Nepal, S. & Paris, C. (2013). A Survey of Trust in Social Networks. *ACM Comput. Surv.* 45(4): 1-33.
- Sia, K. S., Lim, K. H., Leung, K., Lee, M. K. O., Huang, W.W. & Benbasat, I. (2009). Web strategies to promote Internet shopping: Is cultural-customization needed? *MIS Quarterly*, 33(3), 419-512.
- Tan, F. B. F. & Sutherland, P. (2004). Online consumer trust: a multidimensional model. *Journal of Electronic Commerce in Organizations (JECO)*, 2(3), 1-23.
- Tang, J., Gao, H., Hu, X. & Liu, H. (2013). *Exploiting Homophily Effect for Trust Prediction*, WSDM, Rome, Italy, 112-120.
- Tang, J., Yi, Chang, Y. & Liu, H. (2014), Mining Social Media with Social Theories: A Survey. *ACM SIGKDD Explorations Newsletters*, 15(2), 20-29.
- Vozalis, M., Markos, A. & Margaritis, K. (2010). *Collaborative Filtering through SVD-Based and Hierchical NonLinear PCA*. ICANN, Springer, 6352: 395-400.
- Wang, X., Mai, F. & Chiang, R. H. L. (2013). Market Dynamics and User-Generated Content about Tablet Computers, *Marketing Science*, (<http://dx.doi.org/10.1287/mksc.2013.0821>).
- Wang, Y.D. & Emurian, H.H. (2005). An overview of online trust: Concepts, elements, and implications. *Computers in Human Behavior*, 21(1), 105-125.
- Weidele, D. (2013). *Social-aware Matrix Factorization for Recommender Systems*, Universität Konstanz. Master-Studiengang Information Engineering.
- Yang, T. (2012). The decision behavior of Facebook users. *The Journal of Computer Information Systems*, 52(3), 50-59.

Yong, S. K. & Tran, V. L. (2013). Assessing the ripple effects of online opinion leaders with trust and distrust metrics. *Expert Systems with Applications*, (40), 3500–3511.

Zolfaghar, K. & Aghaie, A. (2012). A syntactical approach for interpersonal trust prediction in social web applications: Combining contextual and structural data, *Knowledge-Based Systems*, 26(0), 93-102.