

# یافتن گره‌های پرنفوذ جهت انتشار رفتار



## اعتماد در شبکه‌های اجتماعی

مینا عباسپور اورنگی و سید علیرضا هاشمی گلپایگانی\*

دانشکده مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران

### چکیده

اعتماد یکی از مهم‌ترین موضوعات مطرح‌شده در حوزه شبکه‌های اجتماعی است. اغلب اوقات نحوه اعتماد همه کاربران در این شبکه‌ها به صورت یکسان در نظر گرفته می‌شود. در حالی که کاربران شبکه‌های اجتماعی می‌توانند نظرات متفاوتی در نحوه اعتماد به سایرین داشته باشند و ممکن است فاکتورهای مختلفی را در اعتماد به سایر اعضا در نظر بگیرند. همچنین کاربران می‌توانند بر روی نظرات یکدیگر اثر گذاشته و باعث تغییر رفتار دیگر کاربران در اعتماد کردن به افراد شوند. به همین دلیل، سازوکار و شیوه تأثیرگذاری کاربران بر روی نظر و رفتار اعتماد به یکدیگر و شرایط تغییر حالات رفتاری، از اهمیت زیادی برخوردار خواهد بود. هدف ما در این مقاله در مرحله نخست در نظر گرفتن رفتار متفاوت کاربران شبکه‌های اجتماعی در نحوه اعتماد کردن آن‌ها به سایر کاربران است. برای این منظور سه حالت رفتاری مهم در نحوه اعتماد کاربران در نظر گرفته شده است. در هر کدام از این حالات ویژگی‌های مختلف رفتاری و عملکردی کاربران مبنای محاسبه اعتماد هستند که بر مبنای باور ذهنی افراد شکل می‌گیرند. در مرحله بعدی نحوه انتشار رفتار اعتماد کاربران در شبکه اجتماعی هدف و نوآوری این مقاله است. برای این منظور، سه سناریوی مختلف برای اثرگذاری و انتشار رفتار گره‌ها در نظر گرفته شده است. به دنبال آن به بیشینه‌سازی اثر و یافتن افراد پرنفوذ جهت انتشار رفتار اعتماد در شبکه‌های اجتماعی پرداخته شده است. برای این منظور بر روی ساختار شبکه اجتماعی افراد تمرکز شده و تأثیرگذارترین افراد با توجه به سناریوهای مختلف انتشار تعیین شده‌اند. نتایج به دست آمده نشان‌دهنده وجود اختلاف در میزان اعتماد در هر کدام از حالات‌های مختلف رفتاری است که دارای تطابق بیشتری با واقعیت است. با بررسی آزمایش‌ها به این نتیجه می‌رسیم که در مدل پیشنهادی، انتخاب گره شروع از هر اجتماع با ۴۸/۱۴ درصد دارای تأثیر بهتری در بهبود رفتار، دامنه و سرعت انتشار و گره با بیشترین درجه با ۳۷/۰۳ درصد نسبت به روش‌های متداول دارای جواب بهتری در تغییر رفتار است.

واژگان کلیدی: رفتار اعتماد، انتشار اعتماد، گره‌های پرنفوذ، شبکه‌های اجتماعی، تحلیل شبکه‌ای

## Identifying Influential Nodes to Diffuse the Trusting Behavior in Social Networks

Mina Abbaspour Orangi & Seyyed Alireza Hashemi Golpayegani\*

Department of Computer Engineering and Information Technology, Amirkabir University of Technology, Tehran, Iran

### Abstract

Trust is one of the most important cornerstones in social networks' discussions. mostly the way that users of these networks trust each other are considered identical, while these users can have different approaches and considerations in trusting others. Meanwhile, users can impress each other and change their trusting patterns in other users. As a result, the mechanism and manner of impressing opinion trust behavior and conditions of behavioral modes changing have a place of importance to be considered. The question is that, how we can consider different behavior of users and their impression in trusting others? In the first step, the main purpose of this paper is to spotlight social networks' different

\* Corresponding author

\* نویسنده عهده‌دار مکاتبات

user behavior in trusting other users. For this purpose, the three most important behavioral modes in users trust are considered. In each of these modes, behavioral and functional characteristics of users are the basis of calculating trust, which is based on mental beliefs of them. These modes are named as optimistic, moderate, and pessimistic trusting modes. In optimistic mode, we suppose that users think positively and consider low level of activities and signs in trusting others. Here, negative interactions have little impact on users mind. In moderate mode, we suppose that users are not as optimistic as mode A and consider all the interactions and signs when they want to trust others. Here, any negative action can destroy the trust of users and has a greater impact on users. Finally, in pessimistic mode, we suppose that users are pessimistic and hardly trust someone. In this mode, the interactions that happened more recently have more value than those happened in the past.

In the next step, the purpose and innovation of this paper is the way that the trust behavior of users spreads. Three different scenarios are considered for the impressing and spreading of nodes behavior, purposely. In each scenario, different states for users and different purposes for diffusion are defined. Next, it is followed by maximizing of impression and finding more impressive agents in diffusing trust behavior through social networks. For this purpose, it's focused on the structure of users social networks, and the most impressive ones are determined through different diffusion scenarios. The findings of this article appear a significant discrepancy in the amount of trust in each of the different behavioral modes, which is more acceptable in the real world. Analyzing test results leads us to the fact that in the presented model, choosing the start node from each community with 48.14 percent in behavior improvement and diffusion speed and the nodes with the highest degree with 37.03 percent in behavior changing has much more reasonable results than usual models.

**Keywords:** Trusting behavior, Trust diffusion, Influential nodes, Social networks, Social network analysis.

تعریف که منجر به نتایج مثبتی برای اعضای شبکه می‌شود [6].

در یک اجتماع یک عضو ممکن است بر اساس تعاملات مختلفی که با سایر اعضا دارد رفتارهای مختلفی را در طول زمان داشته باشد؛ بنابراین امکان دارد رفتار یک فرد به‌مرورزمان دچار تغییراتی شود. افراد برای تأثیرپذیری از نظر دیگران و قانع‌شدن برای تغییر رفتار نیاز به تعامل با کاربران زیادی دارند [7]. بسیاری از رفتارها از طریق ارتباطات اجتماعی منتشر می‌شوند؛ بنابراین ساختار شبکه‌ای که نشان‌دهنده ارتباط بین افراد مختلف است، اثرگذاری بالایی در انتشار رفتار دارد [8]. در این مقاله سه رفتار متفاوت برای اعتماد کاربران در نظر گرفته شده است. در مرحله بعدی نحوه اثرگذاری کاربران بر رفتار سایر کاربران بررسی شده است که این اثرگذاری، انتشار رفتار اعتماد نام‌گذاری شده است.

در فرآیند انتشار ساختار شبکه و روابط بین افراد دارای اهمیت زیادی است. همچنین سازوکارهای انتشار تحت تأثیر گروه کوچکی از گره‌ها قرار دارد [9]؛ بنابراین تأثیر انتخاب گره‌های اولیه برای انتشار یک رفتار خاص می‌تواند متفاوت باشد. برای دستیابی به تأثیر بیشینه می‌توان گروه کوچکی از گره‌ها را انتخاب کرد و آن‌ها را تحت تأثیر قرارداد؛ سپس از طریق آن‌ها بر نظر سایر گره‌ها اثر گذاشت. انتخاب چنین گره‌هایی یکی از موضوعات چالش‌برانگیز است [10]. مسأله یافتن گره‌های پرنفوذ در بخش‌های مختلفی نظیر بازاریابی و ویروسی [11]

## ۱- مقدمه

آقای بارنز مفهوم شبکه‌های اجتماعی را برای نخستین‌بار مطرح کردند. شبکه‌های اجتماعی به‌وسیله مدل ایشان به‌صورت گراف متصل در نظر گرفته شده است که گره‌ها نشان‌دهنده موجودیت‌ها و یال‌ها نشان‌دهنده وابستگی و تعاملات بین گره‌ها هستند [1]. شبکه‌های اجتماعی مبتنی بر وب از اواسط ۱۹۹۰ رشد گسترده‌ای را در تعداد و زمینه‌های مختلف داشته‌اند [2]. به‌طورکلی شکل‌گیری اجتماعات بستگی به اعتماد بین اعضای آن اجتماع دارد [3] که این مسأله در شبکه‌های اجتماعی نیز صدق می‌کند. با گسترش شبکه‌های اجتماعی و مسائل موجود در حوزه حریم خصوصی، ساخت جوامع اعتماد در این شبکه‌ها به موضوع مهمی تبدیل شده است [4]. اعتماد باور و اطمینان نسبت به یک موجودیت است که در این حالت انتظار داریم در محیطی که توانایی کنترل و نظارت بر آن محیط را نداریم، آن موجودیت مطابق با انتظارات ما عمل کند [5].

در شبکه‌های اجتماعی مبتنی بر وب هدف به‌الزام ساخت اعتماد نسبت به سایر اعضا نیست، بلکه با توجه به داده‌هایی که در دسترس قرار دارند، می‌توانیم محاسباتی را برای میزان اعتماد داشته باشیم [2]. امروزه افراد می‌توانند به اشتراک ایده‌ها، تفکرات و دانش خود با دوستان و آشنایانی که در شبکه‌های اجتماعی دارند، بپردازند. درنتیجه در حوزه شبکه‌های اجتماعی اعتماد با غنای تعاملات و مشارکت بین اعضا در شبکه اجتماعی

و بازاریابی هدفمند [12] مورد استفاده قرار گرفته است. در مباحث بیان شده افزایش انتشار محتوا بین کاربران شبکه‌های اجتماعی از اهداف کلیدی در نظر گرفته شده است. محتوا می‌تواند مواردی نظیر عکس، فیلم، متن را شامل شود. موضوع مورد توجه در این مقاله انتشار رفتار است. برای انتشار رفتار می‌توان انتشار رفتار در خرید و فروش، علایق، نگرش‌ها و رفتار اعتماد را در نظر گرفت. به‌طور کلی هدف این مقاله پیشنهاد روشی برای یافتن گره‌های پرنفوذ جهت انتشار رفتار اعتماد هست.

به همین منظور در ادامه در بخش ۲ به بیان کامل مسأله می‌پردازیم و در بخش ۳ مروری به کارهای مرتبط در دو حوزه انتشار اعتماد و یافتن گره‌های پرنفوذ خواهیم داشت. در بخش ۴ راه‌کار پیشنهادی ارائه شده و در بخش ۵ نتایج و تحلیل‌های مرتبط ارائه خواهند شد و در نهایت مقاله در بخش ۶ جمع‌بندی می‌شود.

## ۲- بیان مسأله

خانم گلبیک اعتماد را باوری تعریف کرده است که در آن اعمال فرد معتمد نتایج خوبی را دارد. نتایج خوب بسته به نظر افراد می‌تواند متفاوت باشد. از آنجایی که علایق، اولویت‌ها و نظرات هر کاربر می‌تواند با دیگران در تضاد باشد، مقدار اعتماد هر کاربر نیز می‌تواند متفاوت باشد [2]. کاربران شبکه‌های اجتماعی رفتارها و علائم مختلفی را در اعتماد به دیگران در نظر می‌گیرند و رفتار این افراد در نحوه اعتماد کردن می‌تواند با یکدیگر متفاوت باشد. برخی از کاربران ممکن است به‌آسانی به کسانی که با آن‌ها در ارتباط هستند، اعتماد کنند و برخی ممکن است این‌گونه نباشند. همچنین رفتار کاربران در نحوه اعتماد کردن، ممکن است به‌مرور زمان در اثر تعاملات مختلف با کاربران دیگر دچار تغییراتی شود. میزان این تغییرات بستگی به ارتباطات بین گره‌ها و تغییرات صورت گرفته در رفتار سایر گره‌ها دارد. سؤالات اصلی پژوهش به شرح زیر است:

- چه حالت‌های رفتاری را برای اعتماد بین کاربران شبکه‌های اجتماعی می‌توان در نظر گرفت؟
- چگونه رفتار اعتماد اشخاص یک جامعه به سایر افراد جامعه انتشار پیدا می‌کند و باعث تغییر رفتار آن‌ها می‌شود؟
- انتخاب کدام افراد برای تأثیرگذاری در رفتار اعتماد باعث انتشار بیشتر هر یک از رفتارهای اعتماد بین اعضای جامعه می‌شود؟

به‌طور کلی هدف این مقاله ارائه راه‌کاری جهت انتشار رفتار اعتماد و پیدا کردن گره‌های پرنفوذ جهت افزایش این انتشار است. برای حل مسائل مطرح شده مفروضات زیر را در نظر گرفته‌ایم:

- اعتماد بین افراد از طریق تعاملات انجام شده بین افراد در شبکه اجتماعی به‌دست می‌آید. به‌عبارتی دیگر مدل رفتار اجتماعی افراد بر رفتار اعتماد افراد در شبکه‌های اجتماعی تأثیرگذار است. برای این منظور اعتماد افراد را بر اساس رفتارهای اجتماعی بیان کرده‌ایم.
- اعضا و به‌عبارتی گره‌های موجود در شبکه اجتماعی ثابت در نظر گرفته شده است و به‌مرور زمان تغییر نمی‌کنند، ولی با توجه به اینکه میزان اعتماد بین گره‌ها دچار تغییر می‌شود و این تغییر بر روی یال‌ها و ارتباطات بین گره‌ها اثرگذار است، امکان حذف یک یال و از بین رفتن اعتماد بین دو گره وجود دارد.
- سه نوع روش اعتماد کردن را بین اعضای شبکه اجتماعی در نظر گرفته‌ایم که اعتماد به حالت خوش‌بینانه، میانه‌رو و بدبینانه است.
- نحوه تغییر رفتار هر فرد اعتمادشونده تابع رفتار افراد پیرامون است و مدل اعتماد یک فرد بر اساس نحوه و میزان اعتماد به او تغییر پیدا می‌کند.
- در هر گام انتشار هر گره با یک حالت به همه اعتماد می‌کند.
- برای حل مسأله مورد نظر از داده‌های شبکه‌های اجتماعی که دارای تعداد روابط و فعالیت‌های اجتماعی صورت گرفته بین دوه‌دوی اعضای شبکه باشند، استفاده کرده‌ایم.

همچنین برای حل مسأله گام‌های زیر را طی کرده‌ایم:

۱. سه حالت مختلف را برای نحوه اعتماد کاربران در شبکه‌های اجتماعی تعریف کرده‌ایم.
۲. روش انتشار جدیدی برای اثرگذاری روی نظر اعتماد کاربران معرفی کرده‌ایم به صورتی که نحوه اثرگذاری با سه حالت مختلف رفتاری بیان شده را نشان دهد.
۳. سناریوهای انتشار مختلفی را برای انتشار حالت‌های مختلف رفتاری طبق مدل ارائه شده تعریف کرده‌ایم.
۴. با استفاده از چندین روش مختلف در انتخاب گره‌های شروع انتشار، نحوه اثرگذاری گره‌ها را بر روی حالت رفتاری یکدیگر بررسی کرده‌ایم.
۵. آزمایش‌ها و ارزیابی‌های خود را با استفاده از داده‌های شبکه اجتماعی توئیت‌ر انجام داده‌ایم.

روشی که در این مقاله معرفی می‌کنیم ریشه در حوزه‌های اعتماد و انتشار آن در شبکه‌های اجتماعی و نحوه یافتن گره‌های پرنفوذ دارد. برای این منظور خلاصه‌ای از کارهای انجام‌شده در حوزه این مفاهیم در این بخش آورده شده است:

#### ۳-۱- اعتماد و مدل‌های انتشار آن

در کارهای گذشته، به‌صورت کلی به حوزه اعتماد و مدل‌های انتشار آن پرداخته شده و روند یکسانی برای محاسبه اعتماد در همه گره‌ها در نظر گرفته شده است. در مرجع [4] یک مدل اعتماد برای شبکه‌های اجتماعی معرفی شده است. در این مدل گره‌ها از لحاظ اعتماد دارای اعتماد مشارکتی و محبوبیت هستند که از روابط به‌دست می‌آیند. از نقاط قوت و ضعف مدل اعتماد اجتماعی در نظر گرفته‌شده در این مقاله می‌توان به مزیت در نظر گرفتن رفتارها (تعاملات)، محتوا و فاکتور زمانی اشاره کرد. باین‌حال در این مقاله از رفتارهای مثبت در تعاملات اجتماعی صحبت شده و از تعاملاتی که نشان‌گر رفتار منفی باشند و باعث عدم اعتماد شوند بحثی صورت نگرفته است. در مقاله [13]، مدل اعتمادی پیشنهاد شده است که سه نوع اطلاعات تعاملی آشکار و پنهان اعتماد و اطلاعات عدم اعتماد را در محاسبه اعتماد در نظر می‌گیرد. از مزیت‌های این مدل در نظر گرفتن همه انواع تعاملات در محاسبه اعتماد است. از معایب این مدل می‌توان به این مورد اشاره کرد که برای در نظر گرفتن نبود اعتماد از اطلاعات آشکار نبود اعتماد کاربران در داده‌ها استفاده شده است و به استخراج روابطی که نشان‌دهنده عدم اعتماد در تعاملات کاربران باشند، پرداخته نشده است. در [14] با استفاده از ارتباطات مشاهده‌شده در شبکه‌های اجتماعی و بدون در نظر گرفتن اطلاعات معنایی، به یافتن راه‌حل برای محاسبه اعتماد پرداخته شده است. در این مقاله دو رفتار خاص نشان‌دهنده اعتماد هستند: گفتگو و انتشار. از معایب این مدل می‌توان به این مورد اشاره کرد که برای در نظر گرفتن عدم اعتماد از اطلاعات آشکار عدم اعتماد کاربران در داده‌ها استفاده شده است و به استخراج روابطی که نشان‌دهنده عدم اعتماد در تعاملات کاربران باشند، پرداخته نشده است. روش ارائه‌شده در مقاله [15] یک روش انتشار عمومی به نام شین است که از پارادایم احتمالاتی برای برآورد اعتماد، با مقایسه ارزیابی‌های انجام‌شده توسط آشنایان مشترک

اعتمادکننده و فرد معتمد، استفاده می‌کند. در مقاله [16] علائم اعتمادی که در شبکه‌های اجتماعی نظیر فیس‌بوک در نظر گرفته می‌شوند، آورده شده است و در [17] به بیان فاکتورهای اعتماد در تجارت اجتماعی<sup>۱</sup> پرداخته شده است. در مقاله [18] برای پیاده‌سازی استراتژی‌های پیشنهادی برای اندازه‌گیری اعتماد بر اساس انتشار آن، از الگوریتم یادگیری تقویتی<sup>۲</sup> استفاده شده است. در زمینه یادگیری تقویتی هر استراتژی با تعریف مناسب هدف بلندمدت و سامانه پاداش مدل‌سازی می‌شود.

مبحث انتشار اعتماد در مقاله [6] آورده شده است. انتشار اعتماد در این مقاله مبتنی بر سه عامل کلیدی است: تراکم تعاملات<sup>۳</sup>، درجه جدایی<sup>۴</sup> و از بین رفتن اثر دوستی<sup>۵</sup>. در این مقاله از داده‌های آشکار برای محاسبه اعتماد استفاده شده است، در صورتی که استفاده از داده‌های ضمنی می‌تواند نتایج بهتری داشته باشد. در مرجع [19] به چگونگی ایجاد اعتماد بین دو کاربر و اعتماد دیگران به هر یک پرداخته شده است. در این مقاله میزان اعتماد یک فرد به دیگری به میزان اعتماد آن فرد به او بستگی دارد و چهار مدل اعتماد بر اساس اعتماد همسایه‌های هر کاربر تعریف شده است. در نهایت میانگین وزن‌دار هر چهار مدل اعتماد تعریف‌شده به‌عنوان اعتماد نهایی هر کاربر در نظر گرفته شده است. موضوعی که در این مقاله مورد بحث واقع نشده است، یافتن گره‌های پرنفوذ برای افزایش اثرگذاری است. همچنین در مقاله [20] شبکه‌های اعتماد از نظر توپولوژیکی مورد بررسی قرار گرفته‌اند. در مقاله [21] نیز نحوه انتشار اعتماد و شهرت و تأثیر این دو در تصمیم‌گیری مورد بحث است. در این مقاله اعتماد به‌صورت احساس امنیت و یا ناامنی نسبت به یک نفر و یا یک چیز در یک شرایط خاص تعریف شده است. نبود اعتماد در این مقاله از موضوعات مورد بحث است که از نتایج خروجی‌های منفی به‌دست می‌آید. در این مقاله شهرت به‌صورت باور عمومی افراد نسبت به یک نفر تعریف می‌شود. برای محاسبه شهرت بعد از انجام هر تراکنش، کیفیت تراکنش توسط عامل‌ها رتبه‌بندی می‌شود. رتبه و میزان شهرت همه عامل‌ها جمع‌آوری، ذخیره و بین همه عامل‌ها به اشتراک گذاشته می‌شود. موضوعی که در این مقاله مورد بحث نیست، یافتن گره‌های پرنفوذ برای افزایش اثرگذاری است.

<sup>1</sup> Social commerce

<sup>2</sup> Reinforcement learning algorithm

<sup>3</sup> Density of interactions

<sup>4</sup> Degree of separation

<sup>5</sup> Decay of friendship effect

## ۲-۳- روش تعیین گره‌های پرنفوذ

با گسترش سریع شبکه‌های اجتماعی نحوه شناسایی گروه کوچکی از گره‌ها برای افزایش تأثیر انتشار به مسأله مهمی تبدیل شده است [22]. درک ساختار شبکه، عملکردها و روابط آن‌ها توجه زیادی را به خود جلب کرده است. پیدا کردن گره‌های پرنفوذ ارزش عملی زیادی دارد و در مباحثی از قبیل کنترل شایعه، گسترش بیماری و ایجاد ابزار بازاریابی جدید مطرح شده است. در محیط شبکه‌های اجتماعی اندازه‌گیری تأثیر انتشار گره‌ها موضوع حیاتی به شمار می‌آید که باعث مسأله افزایش تأثیر<sup>۱</sup> می‌شود. افزایش تأثیر چگونگی افزایش نفوذ را با انتخاب گروه کوچکی از گره‌ها تعیین می‌کند. افزایش تأثیر (IM) را می‌توان در سه گروه طبقه‌بندی کرد [23]: روش‌های مبتنی به مرکزیت که شاخص‌های مرکزیت پایه از شبکه را در نظر می‌گیرند، روش‌های اکتشافی که انتشاردهنده‌ها را یکی‌یکی برحسب معیار اکتشافی انتخاب و متدهای حریصانه که از جستجوی جامع<sup>۲</sup> برای انتخاب انتشاردهنده‌ها استفاده می‌کنند که از لحاظ عملکرد عالی است، ولی پیچیدگی محاسباتی زیادی دارند و برای شبکه‌های با مقیاس بزرگ استفاده نمی‌شوند.

در مقاله [24] به مسأله یافتن گره‌های پرنفوذ با افزایش تأثیر به‌وسیله گروهی از گره‌ها و کاهش تأثیر به‌وسیله گروهی دیگر پرداخته شده است. در این مقاله حالتی رقابتی بین گره‌ها ایجاد شده و فضای واقعی‌تری از تأثیرگذاری و مزایای آن برای گروه‌های مختلف نشان داده شده است. در مقاله [9] چگونگی یافتن گره‌های پرنفوذ برای افزایش انتشار در شبکه‌های پیچیده مطرح است. راه‌حلی که برای یافتن این گره‌ها در این مقاله ارائه شده یک راه‌حل مرکزیت نیمه محلی است. برای تشخیص گره‌های پرنفوذ، روابط اعضای شبکه‌های اجتماعی با یکدیگر و اطلاعاتی که توسط اعضا به اشتراک گذاشته می‌شود، مهم است. یکی از مهم‌ترین عوامل در انتشار پیام، ویژگی‌های شخصیتی افراد است. در مقاله [11] از دو ویژگی شخصیتی بازبودن<sup>۳</sup> و برون‌گرا بودن<sup>۴</sup> برای اعضای شبکه استفاده شده است. در این مقاله افزایش انتشار محتوا مورد بحث و انتشار رفتار به‌عنوان ملاک کار در نظر گرفته نشده است.

در مقاله [10] مسأله افزایش تأثیر در شبکه اعتماد بررسی شده و فرایند انتشار با در نظر گرفتن تأثیر مثبت و منفی اعتماد به‌دست‌آمده از همسایه‌ها طراحی شده است. از معایب این مدل می‌توان به مقیاس‌پذیری نبودن آن اشاره کرد که باعث عدم کارایی الگوریتم در شبکه‌های بزرگ می‌شود. همچنین در مقاله [25] از روابط اعتماد ایجادشده به‌وسیله تعاملات صورت‌گرفته بین افراد برای یافتن تأثیرگذاری افراد در مبحث سامانه‌های توصیه‌گر مبتنی بر مکان استفاده شده است. در این مقاله درجه‌ای از اعتماد برای هر جفت از افراد تعریف شده است که بر مبنای ارتباط بین افراد و میزان قوی‌بودن آن رابطه شکل می‌گیرد. اعتماد با میزان تأثیرگذاری افراد رابطه مستقیم دارد. میزان تأثیرگذاری افراد نیز بر مبنای علایق، ترجیحات و انتخاب‌های افراد شکل می‌گیرد. در این مقاله تأثیرگذاری در انتشار بر مبنای اعتماد بین گره‌ها تعیین شده و انتشار اعتماد و رفتار مورد بحث واقع نشده است. در مقاله [26] انتشار اطلاعات بر اساس روابط اعتماد و نبود اعتماد مورد بحث است که از مزایای این کار است؛ ولی به مبحث انتشار رفتار اعتماد در این مقاله پرداخته نشده است.

در مقاله [27] از روش مبتنی بر اعتماد برای یافتن گره‌های پرنفوذ در شبکه‌های اجتماعی استفاده شده است. در این مقاله اثرگذاری بین گره‌ها با توجه به روابط اعتماد مستقیم و غیرمستقیم بین آن‌ها انتشار پیدا کرده است. برای این منظور، از اعتماد برای احتمال انتشار اثرگذاری از یک گره به گره دیگر استفاده شده است. در انتها، پرنفوذترین گره‌ها برای فعال‌سازی گره‌های بیشتر در کل شبکه یافت شده‌اند. همان‌طور که قابل ملاحظه است در این مقاله نیز انتشار اعتماد مد نظر نیست بلکه یافتن گره‌های پرنفوذ برای افزایش انتشار اثرگذاری مورد بحث است. در مقاله [28] نیز از روابط اجتماعی و شباهت بین افراد برای مسأله افزایش تأثیر استفاده شده و فرایند انتشار با در نظر گرفتن آن‌ها صورت گرفته است. بحث صورت‌گرفته در این مقاله نیز استفاده از اعتماد برای انتشار اثرگذاری بین گره‌ها است.

با مطالعه پژوهش‌های موجود نتایج زیر به‌دست می‌آید:

- در بیش‌تر پژوهش‌های مطالعه‌شده روش یکسانی برای محاسبه میزان اعتماد گره‌ها در نظر گرفته شده است.
- در پژوهش‌های موجود روشی که در آن اثرگذاری رفتاری گره‌ها بررسی شده باشد، وجود ندارد.

<sup>1</sup> Influence maximization

<sup>2</sup> Brute force

<sup>3</sup> Openness

<sup>4</sup> Extroversion



- در پژوهش‌های موجود، در حوزه مسائل مربوط به یافتن گره‌های پرنفوذ انتشار محتوا مورد توجه قرار گرفته و انتشار رفتار ملاک نیست.
- از نوآوری‌های این مقاله می‌توان به واقعیت وجود تفاوت در نحوه اعتماد کاربران، اثرگذاری در تغییر رفتار اعتماد گره‌ها و انتشار رفتار اشاره کرد.

## ۲-۴- محاسبه حالت‌های اعتماد بر اساس

### تعاملات گره‌ها

در این مقاله برای محاسبه میزان اعتماد و انواع تعاملاتی که در محاسبه اعتماد می‌توان از آن‌ها استفاده کرد از منطق حاکم در مقاله [4] استفاده شده است. با این تفاوت که در این مقاله، اعتماد با توجه به نگرش افراد به سه حالت مهم تقسیم‌بندی شده و برای نشان‌دادن ارزش تعاملات در هر کدام از حالت‌ها از ضرایب مختلف استفاده شده است. حالت‌های مختلف رفتاری در نحوه اعتماد کردن افراد به صورت زیر است:

### حالت اعتماد خوش‌بینانه

در این حالت رفتاری، فرض بر این است که گره‌ها در رابطه با اعضایی که با آن‌ها ارتباط دارند، مثبت‌اندیش هستند و به آسانی به آن‌ها اعتماد می‌کنند. در این حالت کوچک‌ترین رفتاری که نشان‌دهنده اعتماد است، می‌تواند اعتماد طرف مقابل را جلب کند؛ بنابراین گره‌ها برای اعتماد به دیگران به تعداد کمی از علائم و تعاملاتی که نشان‌دهنده اعتماد در شبکه‌های اجتماعی هستند، توجه می‌کنند. همچنین تعاملات منفی تأثیر کمی بر روی نظر کاربران دارند. در نتیجه در این مدل می‌توانیم به بیان این نکته بپردازیم که تعاملات و علائم مثبت در اعتماد کردن، تأثیر بیشتری از تعاملات منفی در ذهن کاربران دارند و منجر به افزایش اعتماد می‌شوند. اگر  $U$  را به عنوان مجموعه‌ای از کاربران در یک شبکه اجتماعی در نظر بگیریم، در این صورت رابطه (۱) مقدار اعتمادی را که کاربر  $u_i \in U$  نسبت به کاربر  $u_j \in U$  در حالت اعتماد خوش‌بینانه دارد نشان می‌دهد:

$$TA_{ij} = \frac{\sum_{xePIA} (NA_{ij}^{+*wap})}{\sum_{xePIA} (NA_{ij}^{+*wap}) + \sum_{xeNIA} (NA_{ij}^{-*wan})} \quad (1)$$

$$, TA_{ij} > \sigma_1$$

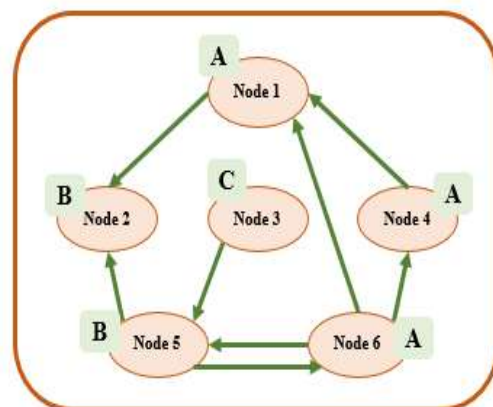
در این رابطه  $PIA$  و  $NIA$  نشان‌دهنده مجموعه فعالیت‌های مثبت و منفی در نظر گرفته شده در حالت رفتاری  $A$  هستند. متغیر  $x$  برای نشان‌دادن فعالیت‌های موجود در این مجموعه‌ها است.  $NA_{ij}^{+}$  نشان‌دهنده تعداد تعاملات مثبت صورت گرفته بین کاربر  $u_i$  با کاربر  $u_j$  در

## ۴- راه حل پیشنهادی

در مدل ارائه شده، اعتماد یک باور ذهنی است که بر اساس رفتارها و تجربیاتی که از تعاملات با افراد مختلف داریم شکل می‌گیرد. اعتماد بین گره‌ها به صورت جهت‌دار از گره مبدأ به گره مقصد در نظر گرفته شده است که بر اساس میزان و تنوع تعاملات بین دوجه‌دوی کاربران محاسبه می‌شود.

### ۴-۱- استخراج شبکه

در این پژوهش از مدل مبتنی بر تئوری گراف استفاده شده است. شبکه اجتماعی در مدل ما دارای چهار مؤلفه است:  $SN = (V, E, T, M)$  که در آن  $V$  نشان‌دهنده مجموعه کاربران در یک شبکه،  $E \subseteq V \times V$  نشان‌دهنده مجموعه یال‌های جهت‌دار بین دوجه‌دوی کاربران،  $M$  نشان‌دهنده حالت اعتماد کاربر در مجموعه  $\{A, B, C\}$ ،  $TM: E \rightarrow [0, 1]$  نشان‌دهنده مقدار اعتماد  $t$  بر مبنای حالت اعتماد  $M$  برای هر یال  $e \in E$  بین دو کاربر است. شکل (۱) مثالی از شبکه اجتماعی بیان شده است.



(شکل-۱): شبکه اجتماعی با گره‌ها و ارتباطات بین آن‌ها (مدل رفتار اعتماد هر گره در مربع کنار آن گره آمده است)  
(Figure-1): Our social network with nodes, their relationships, and trusting modes (trusting mode of each node is written in squares)

در این شکل گره‌ها و روابط بین آن‌ها نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، روابط به صورت جهت‌دار هستند و از سمت فرد اعتمادکننده به سمت فرد

حالت اعتماد A است. همچنین  $NA_{ijA}^-$  نشان‌دهنده تعداد تعاملات منفی بین دو کاربر است  $wa_N$  و  $wa_P$  ضرایبی هستند که برای نشان‌دادن اهمیت تعاملات مثبت و منفی در این حالت به کار می‌روند.  $\sigma_1$  نیز نشان‌دهنده عاملی است که محدوده مقدار اعتماد به‌دست‌آمده را مشخص می‌کند. با توجه به این‌که در حالت خوش‌بینانه قرار داریم مقدار اعتماد بین هر دو گره بزرگ‌تر از مقدار  $\sigma_1$  تخمین زده می‌شود.

### حالت اعتماد میانه‌رو

در این حالت رفتاری، فرض بر این است که کاربران به‌اندازه حالت نخست خوش‌بینانه نیستند و نیاز به در نظر گرفتن تعاملات و علائم بیشتری برای اعتماد کردن دارند. به همین دلیل کاربران تمام تعاملات و فعالیت‌های صورت گرفته را بین خودشان و فردی که به آن اعتماد می‌کنند، در نظر می‌گیرند. در این حالت رفتاری، هر عملی که موجب از بین رفتن اعتماد کاربران شود تأثیر زیادی بر روی نظر کاربر خواهد داشت [29]. در اینجا نیز PIB و NIB نشان‌دهنده مجموعه فعالیت‌های مثبت و منفی در نظر گرفته‌شده در حالت رفتاری B هستند. همچنین  $NA_{ijB}^+$  و  $NA_{ijB}^-$  نشان‌دهنده تعداد تعاملات مثبت و منفی در هر یک از مجموعه‌ها در حالت اعتماد B هستند. میزان اعتماد کاربر  $u_i$  به کاربر  $u_j$  با استفاده از رابطه (۲) محاسبه می‌شود:

$$TB_{ij} = \frac{\sum_{x \in PIB} (NB_{ij}^+ * w_{bp})}{\sum_{x \in PIB} (NB_{ij}^+ * w_{bp}) + \sum_{x \in NIB} (NB_{ij}^- * w_{bn})} \quad (2)$$

$$\sigma_2 < TB_{ij} \leq \sigma_1$$

در این رابطه  $\sigma_1$  و  $\sigma_2$  برای تعیین محدوده اعتماد به کار می‌روند. با توجه به اینکه در حالت اعتماد سخت‌گیرانه‌تری قرار داریم، میزان اعتماد بین دو محدوده  $\sigma_1$  و  $\sigma_2$  در نظر گرفته می‌شود و انتظار مقدار اعتماد پایین‌تری را در این حالت داریم.

### حالت اعتماد بدبینانه

در این حالت رفتاری کاربران نسبت به سایرین بدبین هستند و به‌سختی به دیگران اعتماد می‌کنند. از آنجایی که یکی از جنبه‌های مهم اعتماد مبتنی بر فاکتور زمان بودن آن است در این حالت عنصر زمان را نیز به حالت دوم اضافه کرده‌ایم. رفتار افراد ممکن است در طول زمان عوض شود و در این حالت رفتاری تمامی تعاملات افراد دارای ارزش یکسان نیستند. تعاملاتی که در زمان نزدیک‌تر اتفاق می‌افتند ارزش بیشتری نسبت به تعاملات رخ داده در زمان‌های گذشته دارند [4]. در این حالت به‌علت دید

بدبینانه افراد، سخت‌گیری زیادی در محاسبه میزان اعتماد اعمال شده به همین دلیل با توجه به ارزش تعاملات در زمان‌های مختلف و کاهش اعتماد منفی در طی زمان، از عنصر زمان استفاده شده است. اگر فعالیت‌های افراد دارای زمان انجام باشند و کل زمان را به T بازه زمانی تقسیم کنیم، آن‌گاه مقدار اعتمادی که کاربر  $u_i$  به کاربر  $u_j$  در زمان t دارد با استفاده از رابطه (۳) محاسبه می‌شود:

$$TC_{ijt} = \frac{\sum_{x \in PIC} \sum_{l=1}^T (NC_{ijt}^+ * \lambda^{T-l}) * w_{cp}}{\sum_{x \in PIC} \sum_{l=1}^T (NC_{ijt}^+ * \lambda^{T-l}) * w_{cp} + \sum_{x \in NIC} \sum_{l=1}^T (NC_{ijt}^- * \lambda^{T-l}) * w_{cn}} \quad (3)$$

$$0 \leq \lambda \leq 1, \quad 0 < TC_{ijt} \leq \sigma_2$$

در این حالت رفتاری  $\lambda$  مقداری بین صفر و یک است و هر چه  $\lambda$  به یک نزدیک‌تر می‌شود، تعاملاتی که در زمان اخیر اتفاق افتاده‌اند، ارزش بیشتری دارند. پارامترهای دیگر همانند حالت اعتماد دوم هستند و تنها تفاوت اضافه‌شدن زمان به روابط حالت دوم است.

## ۳-۴- محاسبه تأثیر گره‌ها در تغییر

### حالت‌های اعتماد

هر کاربری دارای رفتاری در اعتماد کردن است که در این پژوهش تعداد حالت‌های اعتماد را سه حالت در نظر گرفتیم. با تغییر حالت و رفتار هر گره، میزان اعتمادی که نسبت به همسایگان آن گره وجود دارد تغییر پیدا می‌کند. در مدل انتشار ارائه‌شده در این مقاله فرض بر این است که هر گره تحت تأثیر گره‌های همسایه در نحوه اعتماد نسبت به خودش است. در نتیجه هر گره رفتار خود را با توجه به گره‌هایی که دارای یک حالت رفتاری مشخص با بیشترین میزان اعتماد نسبت به او هستند، تغییر می‌دهد. برای نشان‌دادن مقدار تأثیر دریافتی هر کاربر از همسایه‌هایش، میانگین میزان اعتماد همسایه‌های با حالت رفتاری یکسان را نسبت به هر کاربر محاسبه می‌کنیم که در رابطه (۴) آورده شده است. بدین ترتیب میزان تأثیر همه کاربرانی که با یک حالت رفتاری به یک گره اعتماد می‌کنند، در نظر گرفته می‌شود:

$$AI_{jm} = \sum_{\text{for trusters of each mode}} T_{ijm} / N_{ijm} \quad (4)$$

در این رابطه m نشان‌دهنده مدل رفتار اعتماد کاربران،  $T_{ijm}$  نشان‌دهنده مقدار اعتماد فرد اعتمادکننده در یک حالت رفتاری و  $N_{ijm}$  نشان‌دهنده تعداد گره‌های موجود در هر حالت است که بر روی گره z تأثیر می‌گذارند.

برای این‌که بتوانیم مقدار تأثیرات هر حالت رفتاری به‌دست‌آمده از فرمول (۴) را با یکدیگر مقایسه کنیم، باید

مقادیر به دست آمده را در بازه خود نرمال سازی کنیم. از فرمول (۵) برای نرمال سازی مقدار اعتماد هر حالت رفتاری استفاده می کنیم:

$$N_m = (AI_{jm} - \sigma_{\min-m}) * 100 / \sigma_{\max-m} - \sigma_{\min-m} \quad (5)$$

در این فرمول میانگین تأثیر هر حالت رفتاری بر روی گره اعتماد شونده است.  $\sigma_{\max-m}$  و  $\sigma_{\min-m}$  نیز کمترین و بیشترین مقداری است که هر حالت رفتاری می تواند داشته باشد.

با توجه به این که افراد به رفتارها و رخدادهای منفی توجه بیشتری دارند، تغییر حالت رفتاری از حالت خوش بینانه به حالت بدبینانه راحت تر صورت می گیرد. با اعمال تغییر جزئی در فرمول نرمال سازی و اضافه کردن ضربی، میزان تأثیر هر کدام از حالت های رفتاری افزایش و یا کاهش داده می شود. با استفاده از این روش میزان تأثیر کاربران با حالت اعتماد C بیشتر از میزان تأثیر کاربران با حالت اعتماد B و تأثیر کاربران با حالت اعتماد B بیشتر از تأثیر حالت اعتماد A در نظر گرفته می شود. خلاصه ای از مدل انتشار و تغییر وضعیت گره ها بین حالت های مختلف در جدول (۱) آورده شده است:

(جدول ۱): تغییر رفتار گره ها با مقایسه تأثیر میانگین نرمال

شده در هر حالت رفتاری

(Table-1): Behavior change of the nodes by comparing their normalized average impact in each trusting mode

حالت گره ها		
حالت ابتدایی	مقایسه	حالت نهایی
Mode A or Mode B or Mode C	$N_A > N_B, N_A > N_C$	Mode A
	$N_B > N_A, N_B > N_C$	Mode B
	$N_C > N_A, N_C > N_B$	Mode C

همان طور که در جدول (۱) ملاحظه می شود، گره ها دارای یکی از سه رفتار A، B و یا C در حالت ابتدایی هستند؛ سپس با میزان تأثیری که از همسایه های خود دریافت می کنند، یکی از سه حالت رفتاری را در مراحل بعدی به دست می آورند.

#### ۴-۴- تعیین سناریوهای انتشار رفتار

حالت های رفتاری مختلفی می توانند برای انتشار رفتار اعتماد در بین گره های موجود در شبکه تعریف شوند که در این قسمت توضیح داده می شوند.

##### ۴-۴-۱- سناریوی نخست انتشار

در این سناریو فرض بر این است که همه کاربران دارای حالت رفتاری C هستند و به صورت سخت گیرانه به سایر کاربران اعتماد می کنند؛ سپس با انتخاب بعضی از گره ها و انتشار رفتار اعتماد خوش بینانه از طریق آن ها حالت

رفتاری گره های همسایه به سمت اعتماد خوش بینانه تغییر داده می شود و منجر به ایجاد دید مثبت تری در کل شبکه اجتماعی می شود؛ بنابراین هدف ما در این سناریو ایجاد اعتماد بیشتر از طریق تأثیرگذاری مجموعه ای از گره ها در کل شبکه اجتماعی است.

#### ۴-۴-۲- سناریوی دوم انتشار

در این سناریو فرض بر این است که هر گره ای دارای حالت رفتاری مختلفی در نحوه اعتماد کردن است. با توجه به اینکه حالت رفتاری گره ها متفاوت است، هر کدام از آن ها می توانند بر روی نظر سایر کاربران تأثیرگذار باشند و منجر به گسترش اعتماد و یا نبود اعتماد در شبکه شوند. با توجه به مطالب بیان شده، در این سناریو از بین کسانی که دارای دید منفی هستند، گره هایی به عنوان گره شروع انتخاب می شوند؛ سپس با فرض تغییر رفتار گره های شروع میزان تأثیرپذیری از رفتار این گره ها توسط گره های همسایه بررسی می شود. درواقع هدف، مشخص کردن افرادی است که تأثیرگذاری بیشتری بر رفتار سایر کاربران شبکه دارند.

#### ۴-۴-۳- سناریوی سوم انتشار

در این سناریو فرض بر این است که همه گره ها دارای حالت اعتماد خوش بینانه هستند؛ سپس رخداد رویدادی در شبکه منجر به تغییر نظر تعدادی از افراد در شبکه می شود و حالت رفتاری آن ها را به حالت اعتماد بدبینانه تغییر می دهد. این تغییر نظر به سایر گره های شبکه انتشار پیدا می کند و مدل رفتاری آن ها را نیز تغییر می دهد. سؤالی که در این سناریو مطرح است، این است که چگونه می توانیم جلوی این انتشار رفتار بدبینانه را بگیریم. درواقع در این سناریو هدف تعیین نقاط کلیدی در انتشار رفتار اعتماد بدبینانه است تا به نحوی از انتشار این رفتار جلوگیری شود.

#### ۴-۵- تعیین گره های منتخب برای شروع انتشار

در این بخش به نحوه تعیین گره های شروع برای تأثیرگذاری در رفتار سایر گره ها پرداخته می شود. گره های منتخب برای شروع انتشار باید با توجه به نحوه انتشار رفتار اعتماد که در بخش ۴-۱ مطرح شد، گزینش شوند و نحوه محاسبه اعتماد باید بر اساس تعاملات صورت گرفته بین کاربران باشد. برای این منظور از روش های مبتنی بر مرکزیت برای انتخاب گره های شروع برای انتشار رفتار



استفاده کرده و نحوه اثرگذاری هر روش را با طراحی آزمایش‌های مختلف و مقایسه آن‌ها با یکدیگر نشان داده‌ایم [30].

#### ۱-۵-۴- انتخاب مبتنی بر مرکزیت درجه

درجه یک، گره تعداد گره‌هایی است که با آن گره در همسایگی مستقیم قرار دارند. هرچه قدر درجه یک گره بیشتر باشد، اهمیت آن بیشتر می‌شود. در این پژوهش با توجه به اینکه به مطالعه رابطه اعتماد بین گره‌ها پرداخته شده است، درجه ورودی<sup>۱</sup> و درجه خروجی<sup>۲</sup> گره‌ها دارای معنای متفاوتی هستند و اهمیت آن دو در انتخاب گره‌های شروع جهت انتشار رفتار اعتماد متفاوت است.

درجه خروجی هر گره در شبکه اجتماعی مطالعه شده نشان‌دهنده تعداد کسانی است که یک گره نسبت به آن‌ها با مدل رفتاری اعتماد دلخواه A، B و یا C اعتماد دارد. درنتیجه با توجه به مدل انتشار بیان‌شده، این گره می‌تواند بر روی نظر کسانی که با آن‌ها در ارتباط است تأثیرگذار باشد [31]. همچنین درجه ورودی هر گره نشان‌دهنده تعداد گره‌هایی است که در تعیین مدل اعتماد یک فرد تأثیرگذار هستند. با توجه به اهمیت درجه خروجی هر گره در تأثیرگذاری بر نظر سایر گره‌ها می‌توان از این معیار جهت انتخاب گره‌های شروع برای انتشار استفاده کرد.

#### ۲-۵-۴- انتخاب مبتنی بر مرکزیت بینابینی

بینابینی نسبت تعداد دفعاتی است که یک گره بر روی کوتاه‌ترین مسیر میان گره‌های مختلف یک گراف قرار می‌گیرد. بینابینی یک گره خاص در شبکه عبارت است از تعداد کوتاه‌ترین مسیرهای میان گره‌های شبکه که از یک گره خاص رد می‌شوند. بینابینی یک گره نشان‌دهنده توانایی آن گره برای تسهیل گسترش ارتباط بین سایر عناصر گره‌های یک گراف است. در مباحث مربوط به جامعه‌شناسی فرض بر این است که گره‌ای با کوتاه‌ترین مسیر نسبت به گره‌های دیگر در یک شبکه احتمال بیشتری برای تأثیرگذاری بر آن‌ها دارد [32]. بینابینی گره‌ها نیز از معیارهای مهم جهت انتخاب گره‌های شروع برای انتشار است.

#### ۳-۵-۴- انتخاب مبتنی بر مرکزیت بردار ویژه<sup>۳</sup>

مرکزیت بردار ویژه یک معیار اندازه‌گیری است که میزان نفوذ یک گره را در شبکه بیان می‌کند. در مرکزیت بردار ویژه یک گره وقتی پرنفوذ است که با افرادی که پرنفوذ

هستند، ارتباط داشته باشد. مرکزیت بردار ویژه نیز از ویژگی‌هایی است که می‌توان جهت انتخاب گره‌های شروع برای انتشار رفتار استفاده کرد.

#### ۴-۵-۴- انتخاب مبتنی بر ضریب خوشه‌بندی<sup>۴</sup>

ضریب خوشه‌بندی معیاری است که درجه تمایل گره‌ها به ایجاد خوشه با یکدیگر را در یک گراف اندازه می‌گیرد. در شبکه‌های اجتماعی گره‌ها تمایل به ایجاد گره‌های بافتی دارند که به وسیله ارتباط به‌نسبه پرتراکم مشخص می‌شوند. جهت انتخاب گره‌های شروع برای مدل انتشار رفتار می‌توان از این معیار نیز استفاده کرد و گره‌های پرتراکم را تحت تأثیر قرار داد تا تأثیرگذاری نهایی افزایش یابد [33].

#### ۵-۵-۴- انتخاب گره‌های تأثیرگذار از هر اجتماع

شناسایی اجتماعات در شبکه‌های اجتماعی رویکرد دیگری است که در بسیاری از مقالات به‌منظور بهبود الگوریتم‌ها استفاده می‌شود. در مقاله [34] از تشخیص اجتماعات به‌منظور بهبود الگوریتم حریصانه استفاده شده است. به این صورت که ابتدا با توجه به چگونگی انتشار اثر در شبکه به تشخیص اجتماعات پرداخته شده است. در مرحله بعدی الگوریتم حریصانه یافتن افراد پرنفوذ در هرکدام از اجتماعات برای یافتن  $k$  گره از هر اجتماع اجرا شده است.

شناسایی گره‌های پرنفوذ اجتماعات نیز می‌تواند برای انتخاب گره‌های شروع برای انتشار رفتار به کار رود. همچنین برای یافتن گره‌های شروع هر اجتماع نیز می‌توان از مرکزیت درجه و بینابینی استفاده کرد. یکی از روش‌های شناسایی اجتماعات استفاده از الگوریتم Walktrap است. الگوریتم Walktrap با استفاده از قدم‌زدن‌های تصادفی زیر گراف‌های متصل شبکه را پیدا می‌کند.

ایده استفاده‌شده در این الگوریتم این است که قدم‌زدن‌های تصادفی به‌جای پریدن به جوامع دیگر، در یک جامعه قرار می‌گیرند. این الگوریتم برای شبکه‌های با اندازه بزرگ مناسب است [35].

شکل (۲) روش حل مسأله مطرح‌شده در مقاله را نشان می‌دهد. همان‌طور که در این شکل مشاهده می‌شود، گراف روابط گره‌ها، مدل رفتاری گره‌ها و تعاملات مثبت و منفی بین دوبه‌دوی گره‌ها محاسبه می‌شود و به‌عنوان ورودی در فرآیند انتشار مورد استفاده قرار می‌گیرد. در مرحله بعدی شبکه‌هایی با تعداد گره‌های مختلف استخراج شده و برای انجام آزمایش‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند.

<sup>1</sup> In-degree

<sup>2</sup> Out-degree

<sup>3</sup> Eigenvector centrality

<sup>4</sup> Clustering coefficient

داده‌ها برحسب برچسب زمانی به چهار بازه تقسیم شده‌اند. سه مجموعه داده از این شبکه برای انجام آزمایش‌ها استخراج شده‌اند. مجموعه نخست شامل دوهزار گره و ۶۴۸۹۴ یال، مجموعه دوم شامل ۳۹۷۴ گره و ۶۵۲۱۱ یال و مجموعه سوم شامل ۹۷۷ گره و ۸۳۵۵ یال است. این مجموعه داده‌ها بر اساس تراکم تعاملات بین کاربران انتخاب شده‌اند، به گونه‌ای که شامل تعاملات مختلف بین دوهوی کاربران باشند؛ همچنین مجموعه داده‌های انتخاب شده شامل گره‌های متصل هستند. علت استفاده از سه مجموعه داده مختلف، در نظر گرفتن شبکه‌هایی با اندازه متفاوت است تا نتایج دقیق‌تری حاصل شود. هر کدام از مجموعه داده‌ها شامل موارد زیر هستند:

- اطلاعات ریتوئیت بین دوهوی کاربران
- اطلاعات پاسخ بین دوهوی کاربران
- اطلاعات اشاره کردن بین دوهوی کاربران
- اطلاعات پیروی کاربران

علاوه بر موارد یادشده داده‌های دیگری نیز به صورت ضمنی استخراج شده‌اند که هر کدام نشان‌دهنده اعتماد یا نبود اعتماد بین دو کاربر هستند. کلیه فعالیت‌های استفاده شده برای تعیین اعتماد و عدم اعتماد در هر کدام از حالت‌های رفتاری در جدول (۲) آورده شده‌اند:

(جدول-۲): فعالیت‌های در نظر گرفته شده در هر کدام از

حالت‌های اعتماد

(Table-2): Activities that show trust and distrust in each trusting mode

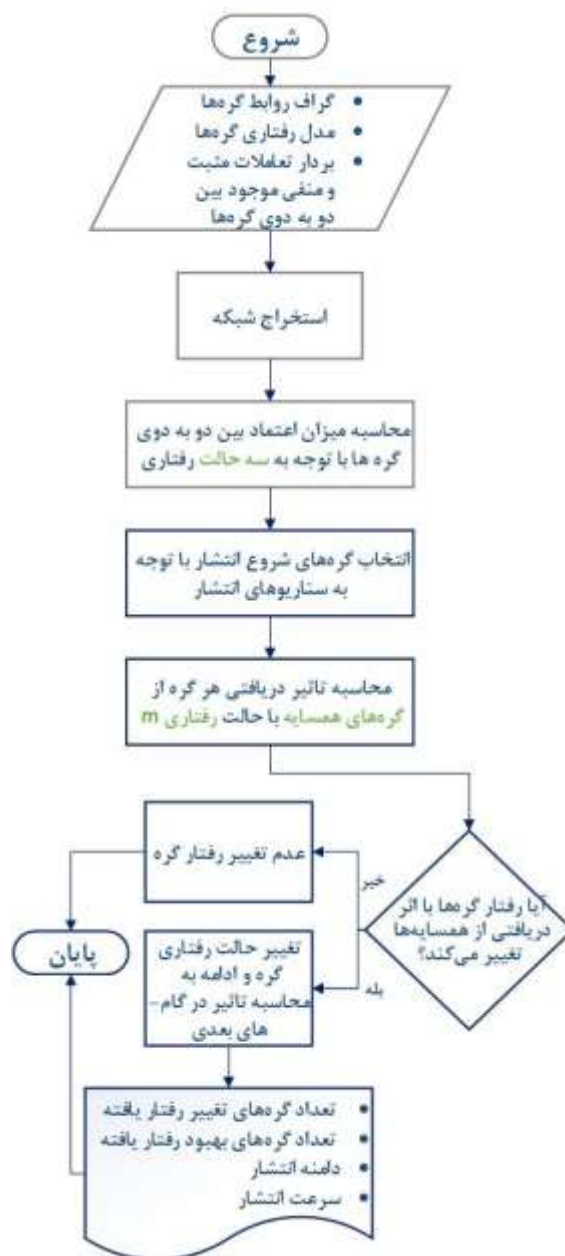
تقسیم‌بندی فعالیت‌ها	فعالیت‌های موجود و استخراج شده	حالت‌های اعتماد
فعالیت‌های نشان‌دهنده رفتار اعتماد	پیروی کردن <sup>۱</sup>	A, B, C
	همسایه مشترک	A, B, C
	پاسخ دادن <sup>۲</sup>	B, C
	ریتوئیت کردن <sup>۳</sup>	B, C
	اشاره کردن <sup>۴</sup>	B, C
	اشاره کردن و پاسخ گرفتن	B, C
	تعداد ریتوئیت مشترک	B, C
فعالیت‌های	عدم پاسخ	A, B, C
	عدم ریتوئیت	A, B, C

<sup>1</sup> follow

<sup>2</sup> Reply

<sup>3</sup> retweet

<sup>4</sup> mention



(شکل-۲): روش حل مسأله

(Figure-2): Problem solving method

در مرحله بعدی، گره‌های شروع انتشار با روش‌های مختلف انتخاب می‌شوند و تأثیر آن‌ها در فرآیند انتشار مورد بررسی قرار می‌گیرد.

## ۵- آزمایش‌ها و ارزیابی

### ۵-۱- مجموعه داده

مجموعه داده انتخابی، داده‌های مربوط به شبکه اجتماعی توییتر است که از تارنمای <https://snap.stanford.edu/> دریافت شده است [36]. مجموعه داده Higgs بر روی فرآیند انتشار توئیت‌هایی که پیش از، در طول و بعد از اعلام کشف ذرات جدید با ویژگی‌های ذرات بنیادی گریزان اتم در چهارم جولای ۲۰۱۲، ایجاد شده است.

7	$w_{NC}$
0.7	$\lambda$
4	$T$
0.7	$\sigma_1$
0.35	$\sigma_2$

## ۲-۵- فرآیند طراحی آزمایش‌ها

در این پژوهش آزمایش‌ها باید به گونه‌ای طراحی شوند که K گره پرنفوذ را تحت شرایط زیر بتوان استخراج کرد:

- ۱- انتشار رفتار در شبکه‌هایی با یک الگوی رفتاری
- ۲- انتشار رفتار در شبکه‌ها به‌ازای درصد رفتارهای متفاوت گره‌ها
- ۳- تعیین نقاط کلیدی در انتشار یک الگوی رفتاری و تغییر رفتار برخی گره‌ها جهت جلوگیری از تداوم انتشار (با توجه به سناریو سوم انتشار)
- ۴- انتشار رفتار به‌ازای تعداد گره‌های متفاوت در شبکه‌های متفاوت

آزمایش‌های طراحی شده، برای تحلیل حساسیت بر مبنای تغییر پارامترها کاربرد دارند. در این آزمایش‌ها مقداردهی به پارامترها با توجه به سناریوهای مطرح شده در بخش ۲-۴، صورت گرفته است. هدف این مقاله تحلیل دقت نیست، زیرا شبکه اعتماد برای انجام آزمایش‌ها از داده‌های واقعی استخراج و به‌صورت مرحله‌به‌مرحله ساخته و سپس میزان اعتماد بین دوجه‌دوی گره‌ها محاسبه شده است. به همین دلیل محاسبه میزان اعتماد در حالت واقعی و مقایسه آن با داده‌های حاصل برای تحلیل دقت در این مقاله مورد بحث نیست و می‌توان این بحث را به عنوان کار آینده در نظر گرفت.

## ۳-۵- معیارهای ارزیابی

برای ارزیابی عملکرد مدل پیشنهاد شده در محاسبه اعتماد از دوهزار گره انتخاب شده از مجموعه داده مطرح شده در بخش ۵-۱ استفاده شده است. برای مقایسه مقادیر اعتماد از میانگین مقدار اعتماد گره‌ها در حالت‌های رفتاری بیان شده در بخش ۴-۲ و مدل پیشنهاد شده در مقاله [4] استفاده شده است.

همچنین، چهار معیار برای ارزیابی عملکرد روش‌های پیشنهادی انتخاب گره‌های شروع انتشار استفاده شده است که به این صورت هستند [10]:

- تعداد گره‌های بهبودرفتاریافته در پایان فرآیند انتشار: مجموع تعداد گره‌هایی را که در هر مرحله از انتشار به

A, B, C	عدم اشاره	نشان‌دهنده رفتار
A, B, C	اشاره کردن و پاسخ گرفتن	نبود اعتماد
C	در نظر گرفتن زمان رخداد	زمان رخداد فعالیت‌ها

فعالیت‌هایی که در جدول (۲) نشان‌دهنده رفتار اعتماد کاربران در شبکه اجتماعی هستند، مشارکت اعضای شبکه را در اجتماع نشان می‌دهند. مشارکت اعضا در یک اجتماع نیز نشان‌دهنده اعتمادی است که عضو نسبت به آن اجتماع دارد [4]. همچنین فعالیت‌های تعداد همسایه مشترک و تعداد ریتوئیت مشترک نشان‌دهنده علایق مشترک کاربران هستند و علایق مشترک نیز منجر به ایجاد اعتماد طرفین نسبت به یکدیگر می‌شود [16]. این مجموعه داده متناسب با مفروضات در نظر گرفته شده برای داده است و اطلاعاتی در مورد شبکه ارتباطی افراد و فعالیت افراد در این شبکه در اختیار ما قرار می‌دهد؛ به همین منظور در انجام این پژوهش از آن استفاده شده است. همچنین تقسیم‌بندی فعالیت‌ها بین حالت‌های اعتماد A، B و C طبق مفروضات مسأله صورت گرفته است.

فعالیت‌هایی که به عنوان رفتار عدم اعتماد در نظر گرفته شده‌اند، ممکن است، همیشه نشان‌گر عدم اعتماد نباشند. برای این منظور میزان تأثیر این فعالیت‌ها در حالت اعتماد A کمتر و در حالت B و C که افراد دارای دید منفی هستند، بیشتر در نظر گرفته شده است [37] و بدین ترتیب مقادیر پارامترهای هر مدل تعیین شده‌اند. تعیین پارامترها باید به گونه‌ای باشد تا مقادیر مربوط به میزان اعتماد گره‌ها در هر کدام از حالت‌های اعتماد A، B، C در بازه متفاوت قرار گیرند. تعیین پارامترها بستگی به ساختار شبکه و اطلاعات تعاملی موجود بین کاربران برای محاسبه اعتماد در هر کدام از حالت‌های رفتاری دارد. مقدار داده شده به پارامترها در جدول (۳) آورده شده است. در تخصیص پارامترها تأثیر دید متفاوت افراد و تفکیک میزان اعتماد در هر کدام از حالت‌های مختلف رفتاری اعتماد در نظر گرفته شده است.

(جدول-۳): مقادیر پارامترها

(Table-3): Parameter values

پارامتر	مقادیر تخصیص داده شده
$w_{PA}$	5
$w_{NA}$	1
$w_{PB}$	2
$w_{NB}$	5
$w_{PC}$	1

سمت حالت A یا B تغییر حالت داده‌اند، در نظر گرفته می‌شوند.

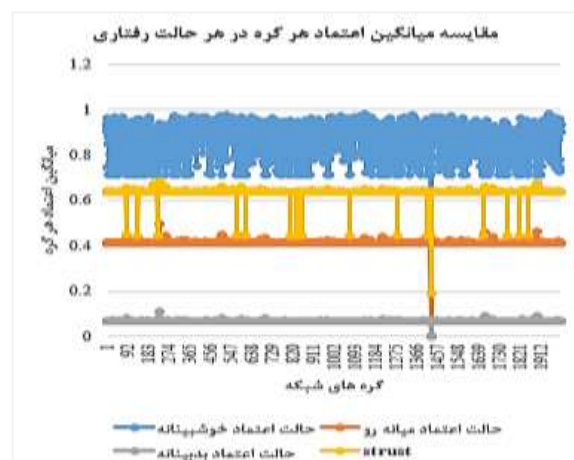
- سرعت بهبود رفتار گره‌ها: با تقسیم تعداد گره‌های فعال شده در کل فرآیند انتشار به تعداد نهایی گام‌ها به دست می‌آید.
- تعداد گره‌های تغییررفتاریافته در پایان فرآیند انتشار: مجموع تعداد گره‌هایی را که در هر مرحله به سمت حالت A یا B تغییر حالت داده‌اند و تا گام نهایی انتشار در آن حالت باقی مانده‌اند، در نظر گرفته می‌شوند.
- دامنه انتشار: تعداد گره‌هایی که در طی فرآیند انتشار دارای رفتار ثابتی نبوده‌اند، دامنه انتشار را نشان می‌دهند.

#### ۴-۵- نتایج آزمایش‌ها

نتیجه حاصل از مقایسه میانگین میزان اعتماد هر گره در حالت‌های رفتاری مختلف در شکل (۳) نشان داده شده است.

همان‌طور که در شکل (۳) مشاهده می‌شود، میانگین میزان اعتماد گره‌ها در حالت خوش‌بینانه به دلیل اعتماد ساده گره‌ها نزدیک به یک است و میانگین میزان اعتماد گره‌ها در حالت میانه‌رو و بدبینانه بسیار کمتر از حالت خوش‌بینانه است.

میانگین میزان اعتماد گره‌ها در حالت اعتماد اجتماعی که در مقاله [4] تشریح شده است، بین حالت خوش‌بینانه و میانه‌رو قرار دارد. درواقع با تعریف انواع حالت‌های مختلف اعتماد و مقایسه آن با موارد مشابه متوجه رفتار مختلف گره‌ها در نحوه اعتمادکردن و میزان اعتماد آن‌ها می‌شویم.



(شکل-۳): مقایسه مقادیر اعتماد هر گره در سه حالت مختلف

رفتاری و اعتماد اجتماعی [4]

(Figure-3): Comparison between trust value of nodes with three different trust modes and social trust (trust)

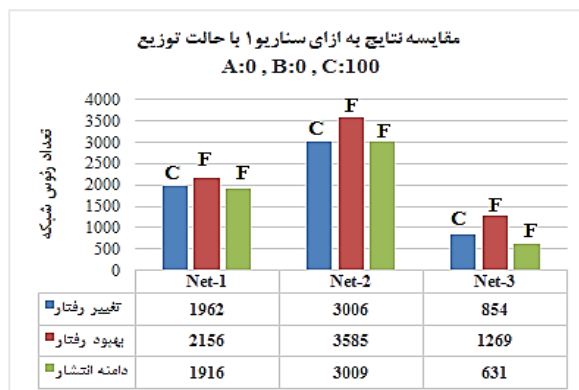
آزمایش‌های طراحی شده برای سه سناریوی بیان شده در بخش ۴-۴ به صورت جدول (۴) هستند.

(جدول-۴): مجموعه آزمایش‌های طراحی شده  
(Table-4): the summary of the designed experiments

آزمایش	سناریو	شبکه	درصد A	درصد B	درصد C	نوع انتخاب گره‌ها
1	1	1	0	0	100	A:G
2	1	2	0	0	100	A:G
3	1	3	0	0	100	A:G
4	2	1	10	10	80	A:G
			10	80	10	
			33	33	33	
			10	50	40	
			40	10	50	
			50	40	10	
5	2	2	10	10	80	A:G
			10	80	10	
			33	33	33	
			10	50	40	
			40	10	50	
			50	40	10	
6	2	3	10	10	80	A:G
			10	80	10	
			33	33	33	
			10	50	40	
			40	10	50	
			50	40	10	
7	3	1	90	0	10	A:G
8	3	2	90	0	10	A:G
9	3	3	90	0	10	A:G

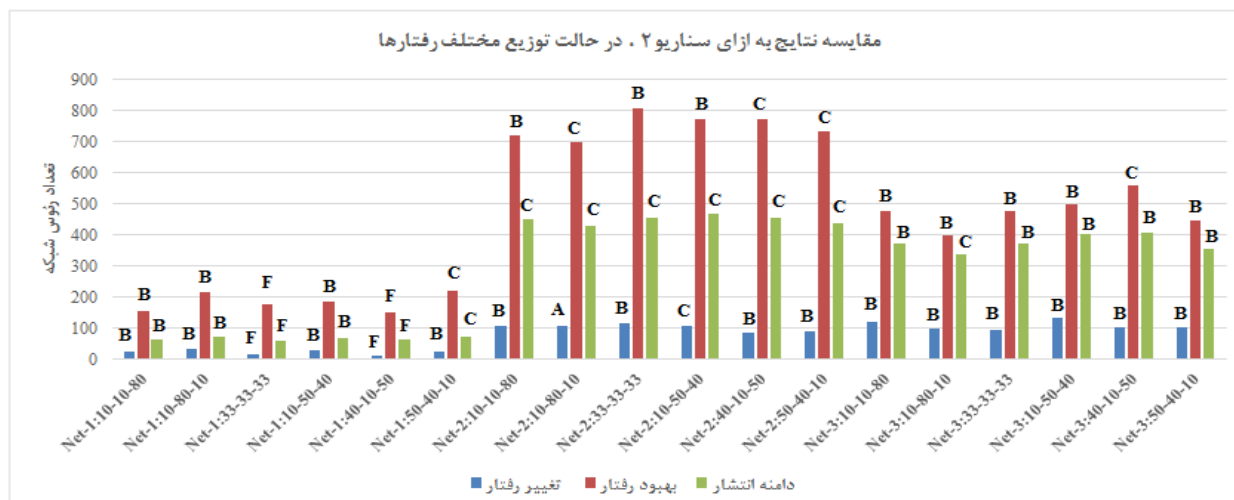
در جدول (۴)، آزمایش‌های ۱، ۲ و ۳ مربوط به سناریوی نخست هستند که در این آزمایش‌ها انتشار رفتار در شبکه‌ای که دارای یک الگوی رفتاری است، صورت می‌گیرد. آزمایش‌های ۴، ۵ و ۶ مربوط به سناریوی دوم هستند که درصد توزیع رفتار A، B و C بین گره‌ها در شبکه متفاوت است. آزمایش‌های ۷، ۸ و ۹ برای تعیین نقاط کلیدی جهت جلوگیری از انتشار رفتار طراحی شده‌اند که مربوط به سناریوی سوم هستند.

در این جدول برای نشان دادن روش‌های انتخاب گره‌های شروع انتشار، از حروف A تا G استفاده کرده‌ایم. این حروف طبق روش‌های بیان شده در بخش ۳-۴ به ترتیب انتخاب به صورت تصادفی، با بالاترین درجه خروجی، بالاترین درجه بینایی، بالاترین بردار ویژه،



(شکل-۴): نتایج آزمایش‌های سناریوی نخست

(Figure-4): Results of the first scenario



(شکل-۵): نتایج آزمایش‌های سناریوی دوم

(Figure-5): Results of the second scenario

در آزمایش‌های مربوط به سناریوی دوم، انتخاب گره‌ها با درجه خروجی بالا در ۷۷/۷۷ درصد موارد تأثیر بهتری در تغییر رفتار، در ۶۱/۱۱ درصد موارد تأثیر بهتری در بهبود رفتار، در ۴۴/۴۴ درصد موارد تأثیر زیادی در دامنه انتشار دارد.

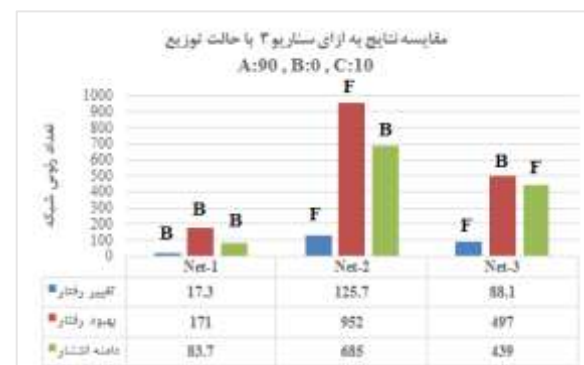
همچنین در آزمایش مربوط به سناریوی سوم انتخاب گره‌ها با درجه خروجی بالا از هر اجتماع در ۶۶/۶ درصد از آزمایش‌ها دارای بهترین تأثیر در تغییر رفتار است. انتخاب گره‌ها با درجه خروجی بالا در این سناریو در ۶۶/۶ درصد موارد تأثیر زیادی در بهبود رفتار و دامنه انتشار دارد.

نتایج مربوط به سرعت انتشار در جدول (۵) آورده شده است.

همان‌طور که در جدول (۵) مشاهده می‌شود انتخاب گره‌ها با درجه خروجی بالا از هر اجتماع بهترین تأثیر را بر سرعت انتشار در سناریوی نخست دارد. همچنین انتخاب گره‌ها با درجه خروجی بالا در ۶۱/۱۱

بالاترین ضریب خوشه‌بندی، بالاترین درجه خروجی از هر اجتماع و بالاترین بینابینی از هر اجتماع را نشان می‌دهند. برای افزایش دقت نتایج حاصل از آزمایش‌ها هرکدام از آن‌ها به تعداد ده بار اجرا شده‌اند و از نتایج به‌دست‌آمده میانگین گرفته شده است.

بهترین روش انتخاب گره‌های شروع برای تغییر و بهبود رفتار و دامنه انتشار در هرکدام از آزمایش‌های مربوط به سناریوهای انتشار در شکل‌های (۴ تا ۶) آورده شده است. این روش‌ها با استفاده از حروف تعیین‌شده در جدول (۴) در بالای هر نمودار میله‌ای مشخص شده‌اند.



(شکل-۶): نتایج آزمایش‌های سناریوی سوم

(Figure-6): Results of the third scenario

شکل‌های (۴ تا ۶) نشان می‌دهند که در آزمایش‌های مربوط به سناریوی نخست انتخاب گره‌ها با بیشترین بینابینی، در صددرصد موارد بهترین تأثیر را در تغییر رفتار گره‌ها دارد. همچنین انتخاب گره‌هایی که درجه خروجی بالایی را در هر اجتماع دارند، در تمامی آزمایش‌ها بهترین نتیجه را در بهبود رفتار و دامنه و سرعت انتشار در این سناریو دارد.



درصد موارد تأثیر بهتری در سناریوی دوم و در ۶۶/۶۶ درصد موارد تأثیر بهتری بر سرعت انتشار در سناریوی سوم دارد.

(جدول-۶): میانگین میزان تأثیرگذاری بهترین روش‌های

انتشار در سه سناریو

(Table-6): The mean value of best diffusion method in three scenarios

میانگین تأثیر	سناریو سوم	سناریو دوم	سناریو اول	روش انتخاب گره	معیارهای مقایسه
37.03	33.3	77.7	0	B	تغییر رفتار
35.18	0	5.5	100	C	
25.9	66.6	11.11	0	F	
42.57	66.6	61.1	0	B	بهبود رفتار
9.25	0	27.7	0	C	
48.14	33.3	11.1	100	F	
37.01	66.6	44.4	0	B	دامنه انتشار
14.81	0	44.4	0	C	
48.14	33.3	11.1	100	F	
27.7	66.6	61.1	0	B	سرعت انتشار
9.25	0	27.7	0	C	
48.14	33.3	11.1	100	F	

همان‌طور که در جدول (۶) مشاهده می‌شود، میانگین میزان تأثیرگذاری گره‌های با درجه خروجی بالا با مقدار  $37/03$  درصد، بالاتر از سایر روش‌هاست. همچنین انتخاب گره‌های با درجه بالا در هر اجتماع با مقدار  $48/14$  درصد، دارای بیشترین میزان تأثیر در بهبود رفتار، دامنه و سرعت انتشار هستند.

## ۶- نتیجه‌گیری و کارهای آینده

در این پژوهش ابتدا به لزوم وجود اعتماد در شبکه‌های اجتماعی پرداخته شد. همچنین معیارهایی که نشان‌دهنده اعتماد بین کاربران شبکه‌ها هستند، مورد مطالعه قرار گرفت. از مطالعات انجام‌شده مشخص شد که روش یکسانی برای محاسبه اعتماد بین همه اعضای شبکه‌ها در نظر گرفته می‌شود که با واقعیت سازگاری ندارد؛ از این‌رو سه رفتار مختلف در نحوه اعتمادکردن افراد در شبکه‌های اجتماعی در نظر گرفته شد. در مرحله بعدی روشی برای انتشار رفتار اعتماد گره‌ها و اثرگذاری آن‌ها بر

(جدول-۵): نتایج مربوط به سرعت انتشار آزمایش‌ها

(Table-5): Results of diffusion speed for the experiments

سرعت انتشار	درصد C	درصد B	درصد A	شبکه	سناریو	آزمایش
F:179	100	0	0	1	1	1
F:298	100	0	0	2	1	2
F:105	100	0	0	3	1	3
B:14.4	80	10	10	1	2	4
B:19.8	10	80	10			
F:16.1	33	33	33			
B:16.9	40	50	10			
F:13.8	50	10	40			
C:20.1	10	40	50	2	2	5
B:65.7	80	10	10			
C:63.7	10	80	10			
B:73.5	33	33	33			
B:70	40	50	10			
C:70.1	50	10	40	3	2	6
C:66.6	10	40	50			
B:43.6	80	10	10			
B:36.3	10	80	10			
B:43.6	33	33	33			
B:45.2	40	50	10	1	3	7
C:50.7	50	10	40			
B:40.7	10	40	50			
B:15.6	10	0	90	2	3	8
F:86.5	10	0	90	3	3	9
B:45.2	10	0	90			

- , 'Trust in the Knowledge Society', University of Jyväskylä, Jyväskylä, Finland, 20 September, 2002 and for presentation at Nuffield College, Oxford," no. October, 2017.
- [4] S. Nepal, W. Sherchan and C. Paris, "Strust: a trust model for social networks", in Trust, Security, and Privacy in Computing and Communications (TrustCom), 2011 IEEE 10th International Conference on. IEEE, 2011, pp. 841-846.
  - [5] S. A. Hashemi Golpayegani, L. Esmaeili, S. Mardani, S. M. Mutallebi, "A survey of trust in social commerce" *Latest Trends of E-Systems: concept, development and applications*, Apple Academic Press, Vol. 1, 2015, pp. 3-40.
  - [6] S. Nepal, S. K. Bista, and C. Paris, "Behavior-based propagation of trust in social networks with restricted and anonymous participation," *Comput. Intell.*, vol. 31, no. 4, pp. 642-668, 2015.
  - [7] D. Centola, "The spread of behavior in an online social network experiment", in *science* 329, no 5996, 2010, pp. 1194-1197.
  - [8] D. Centola, M. Eguí, and M. W. Macy, "Cascade dynamics of complex propagation," *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, vol. 374, pp. 449-456, 2007.
  - [9] D. Chen, L. Lü, M. S. Shang, Y. C. Zhang, and T. Zhou, "Identifying influential nodes in complex networks," *Physica a: Statistical mechanics and its applications*, vol. 391, no. 4, pp. 1777-1787, 2012.
  - [10] S. Ahmed and C. I. Ezeife, "Discovering influential nodes from trust network," *In Proceedings of the 28th Annual ACM Symposium on Applied Computing*, pp. 121-128, 2013.
  - [11] I. G. Amnieh and M. Kaedi, "Using estimated personality of social network members for finding influential nodes in viral marketing," *Cybernetics and Systems*, vol. 46, no. 5, pp. 355-378, 2015.
  - [12] Y. Zhang, Z. Wang, and C. Xia, "Identifying key users for targeted marketing by mining online social network," *In 2010 IEEE 24th International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops.*, 2010, pp. 644-649.
  - [13] M. Jang, C. Faloutsos, S. Kim, U. Kang, and J. Ha, "Pin-Trust: fast trust propagation exploiting positive, implicit, and negative information", in *Proceedings of the 25th ACM International on Conference on Information and Knowledge Management. ACM*, 2016, pp. 629-638.
  - [14] S. Adali, et al, "Measuring behavioral trust in social networks", in *Intelligence and Security Informatics (ISI), 2010 IEEE International Conference. IEEE*, 2010, pp. 150-152.

رفتار گره‌های همسایه ارائه شد که از نوآوری‌های موجود در این پژوهش هستند.

برای افزایش تأثیرگذاری بر تغییر رفتار اعتماد گره‌ها، روش‌های مختلفی برای یافتن گره‌های شروع انتشار در نظر گرفته شد. همچنین برای ارزیابی روش‌های مختلف آزمایش‌های متنوع مختلفی طراحی شد تا با توجه به نتایج آن‌ها بهترین روش در انتخاب گره‌های شروع در سناریوهای مختلف تعیین شود. نتایج آزمایش‌ها نشان‌دهنده تأثیر بیشتر انتخاب گره‌ها با درجه خروجی و درجه خروجی بالا در هر اجتماع در انتشار تأثیر است. امروزه با توجه به این‌که بیش‌تر افراد در شبکه‌های اجتماعی عضو هستند، نحوه رفتار اعتماد بین اعضا و انتشار آن به سایرین باعث گسترش روابط و بهره‌وری از مزایای آن در حوزه‌های مختلف می‌شود. مدل انتشار ارائه‌شده در این مقاله فضای واقعی‌تری را از حالت‌های رفتار اعتماد در جامعه پوشش می‌دهد.

از محدودیت‌های این مقاله می‌توان به ضرورت وجود شبکه‌ای که در آن تعداد فعالیت بین دوه‌دوی کاربران مشخص باشد، اشاره کرد. با توجه به نوع شبکه تعداد این فعالیت‌ها می‌تواند متفاوت باشد که در دقت محاسبات صورت گرفته در هرکدام از حالت‌های اعتماد تأثیرگذار است. برای این منظور به‌عنوان کار آینده پیشنهاد می‌کنیم که در محاسبه اعتماد در حالت‌های مختلف رفتاری، علاوه بر تعداد تعاملات از سایر خصوصیات نظیر متن پیام‌ها و رتبه‌بندی‌ها استفاده شود.

همچنین در این مقاله، چند روش مختلف برای در نظرگرفتن گره‌های شروع در انتشار بررسی شد. به‌عنوان کار آینده می‌توان از ترکیب این روش‌ها برای ارزیابی نتایج استفاده کرد. روش ارائه‌شده جهت اثرگذاری بر رفتار اعتماد گره‌ها در شبکه‌های هم‌بند کاربرد بیشتری دارد. ارائه الگوریتمی که بتواند در شبکه‌های ناهم‌بند نیز کار کند، از موضوعات دیگر است.

## 7- References

## ۷- مراجع

- [1] J. Barnes, "Class and committees in a Norwegian island parish," in *Human relations*, 7, no.1, 1954, pp. 39-58.
- [2] J. A. Golbeck, "Computing and applying trust in web-based social networks," Doctoral dissertation, 2005.
- [3] E. Uslander, "The moral foundation of trust the moral foundations of trust \* Eric M. Uslander Department of Government and Politics University of Maryland – College Park College Park, MD 20742 Prepared for the Symposium

- [27] B. Zhang, L. Zhang, C. Mu, Q. Zhao, Q. Song, and X. Hong, "A most influential node group discovery method for influence maximization in social networks: a trust-based perspective," *Data & Knowledge Engineering*, no. 121, pp.71-87, 2019.
- [28] N. Wang, J. Da, J. Li, and Y. Liu, "Influence maximization with trust relationship in social networks", *In 2018 14th International Conference on Mobile Ad-Hoc and Sensor Networks (MSN) 2018, December*, pp. 61-67. IEEE.
- [29] M. Golembiewski, R. T., & McConkie, "The centrality of interpersonal trust in group processes," *Theories of group processes*, vol. 131, p. 185, 1975.
- [30] P. Dey, A. Chatterjee, & S. Roy, "Influence maximization in online social network using different centrality measures as seed node of information propagation", *Sādhanā*, vol. 44(9), pp. 205, Chicago, 2019.
- [31] T. Lappas, E. Terzi, D. Gunopulos, and H. Mannila, "Finding effectors in social networks," *In Proceedings of the 16th ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining*, 2010, pp. 1059-1068.
- [32] Y. Zhang, Z. Wang, and C. Xia, "Identifying key users for targeted marketing by mining online social network," *In 2010 IEEE 24th International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops. WAINA 2010*, pp. 644-649.
- [33] D. B. Chen, H. Gao, L. Lü, and T. Zhou, "Identifying influential nodes in large-scale directed networks: The role of clustering," *PLoS One*, vol. 8, no. 10, pp. 1-10, 2013.
- [34] T. Martin, X. Zhang, and M. E. J. Newman, "Localization and centrality in networks," *Physical review E*, vol. 90, no. 5, pp.052808, 2014.
- [35] Z. Yang, R. Algesheimer, and C. J. Tessone, "OPEN a comparative analysis of community detection algorithms on artificial networks," *Scientific Reports*, no. 6, pp.30750. July, 2016.
- [36] M. De Domenico, A. Lima, P. Mougé and M. Musolesi, "The anatomy of a scientific rumor", *In Scientific reports*, no.3, pp.2980, 2013.
- [37] M. DEUTSCH, "Cooperation and trust. some theoretical notes," in Jones, M.R. (ed) *Nebraska Symposium on Motivation*. Nebraska University Press, 1962.
- [15] C. Hang, Z. Zhang and M. P. Singh, "Shin: generalized trust propagation with limited evidence", *in Computer*, vol. 46, no.3, 2013, pp. 78-85.
- [16] T. Švec and J. Samek, "Trust evaluation on Facebook using multiple contexts", *in 21st Conference on User Modeling, Adaptation, and Personalization*, 2013, pp. 1-10.
- [17] L. Esmaili, M. Mutallebi, S. Mardani, and S. A. H. Golpayegani, "Studying the affecting factors on trust in social commerce", *in International Journal of advanced studies in Computer Science and Engineering*, vol. 4, no. 6, pp. 41-47, 2015.
- [18] Y. Kim and H. Song, "Strategies for predicting local trust based on trust propagation in social networks", *Knowledge-Based Systems*, vol. 24, no. 8, pp. 1360-1371, 2011.
- [19] S.U. Nasir, & T. H. Kim, "Trust Computation in Online Social Networks Using Co-Citation and Transpose Trust Propagation", *IEEE Access*, vol. 8, pp. 41362-41371, 2020.
- [20] S. Agreste, P. De Meo, E. Ferrara, S. Piccolo, and A. Provetti, "Trust networks: topology, dynamics and measurements", *in IEEE Internet Computing 19*, no. 6, 2015, pp. 26-35.
- [21] R. Urena, G. Kou, Y. Dong, F. Chiclana, and E. Herrera-Viedma. "A review on trust propagation and opinion dynamics in social networks and group decision making frameworks," *Information Sciences*, no. 478, pp. 461-475, 2019.
- [22] M. Kimura, K. Saito, R. Nakano, and H. Motoda, "Extracting influential nodes on a social network for information diffusion," *Data Mining and Knowledge Discovery*, vol. 20, no. 1, pp. 70-97, 2010.
- [23] X. Wang, Y. Su, C. Zhao, and D. Yi, "Effective identification of multiple influential spreaders by DegreePunishment," *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, vol. 461, pp. 238-247, 2016.
- [24] K. Tanınmış, N. Aras, & K. I. Altınel, "Influence maximization with deactivation in social networks", *European Journal of Operational Research*, vol. 278(1), pp. 105-119, 2019.
- [25] H. M. Wagih, H. M. Mokhtar, and S. S. Ghoniemy, "Exploring Trusted Relations among Virtual Interactions in Social Networks for Detecting Influence Diffusion," *ISPRS International Journal of Geo-Information*, vol. 8, no. 9, pp. 415, 2019.
- [26] M. Hosseini-Pozveh, K. Zamanifa, & A. Naghsh-Nilchi, "Assessing information diffusion models for influence maximization in signed social networks", *Expert Systems with Applications*, no.119, pp.

مینا عباسپور اورنگی دانش‌آموخته مقطع کارشناسی  
ارشد رشته مهندسی فناوری اطلاعات (تجارت الکترونیک)



دانشگاه صنعتی امیرکبیر و تحصیلات خود را در مقطع کارشناسی ارشد در سال ۱۳۹۷ به پایان رسانده است. موضوعات مورد علاقه ایشان داده‌کاوی، فرآیند انتشار در شبکه‌های اجتماعی و تحلیل شبکه‌های اجتماعی است. نشانی رایانامه ایشان عبارت است از:

**Mina.Abbaspour@aut.ac.ir**



**سید علیرضا هاشمی گلپایگانی**

تحصیلات خود را در مقطع دکترا در رشته مهندسی صنایع در دانشگاه صنعتی امیرکبیر به پایان رسانده و هم اکنون استادیار دانشکده مهندسی رایانه و فناوری اطلاعات دانشگاه صنعتی امیرکبیر است. موضوعات مورد علاقه ایشان تحلیل شبکه‌های اجتماعی، مهندسی خدمات مدیریت الکترونیکی زنجیره تأمین، فرآیندکاوی، امنیت سایبری است. نشانی رایانامه ایشان عبارت است از:

**Sa.Hashemi@aut.ac.ir**