

## مدل اعتماد مبتنی بر شبکه های بیزی در شبکه های اجتماعی

وحید حسین نژاد<sup>۱</sup>، علی اصغر پور حاجی کاظم<sup>۲\*</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، ۲- استادیار، گروه مهندسی کامپیوتر، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

(دریافت: ۹۶/۰۱/۲۰، پذیرش: ۹۶/۰۶/۲۲)

### چکیده

شبکه های اجتماعی، شبکه هایی هستند که در محیط اینترنت به وجود آمده اند و هدف از تأسیس این گونه شبکه ها کمک به برقراری ارتباط میان افراد مختلف از جوامع گوناگون است. شبکه های اجتماعی به شکلی توسعه یافته اند که تمام اطلاعات موجود در آن مورد اعتماد هر فردی نیست، شبکه ای محبوب است که، توان ارائه اطلاعات مورد اعتماد هر شخص را به او ارائه نماید. اگر شخص یا کاربر اطلاعاتی را از دیگران دریافت کند، باید مطمئن باشد که اطلاعات نادرست را از کاربران بدخواه دریافت نکرده است. برای حل این مسائل مدل های اعتماد فراوانی توسعه یافته اند. با توجه به اینکه اعتماد در واقع با احتمالات سروکار دارد، شبکه بیزی نیز برای حل مسائل از احتمالات استفاده می کند، پس شبکه بیزی می تواند به کمک محاسبه اعتماد بیاید. در این پژوهش، مدل پیشنهادی (BTSN) یعنی مدلی برای محاسبه اعتماد به کمک شبکه های بیزی برای شبکه های اجتماعی ارائه شده است. این مدل قادر به محاسبه دقیق اعتماد بوده و می تواند در ابعاد بزرگتر به کمک شبکه های اجتماعی بیاید، در ادامه عملکرد و روش کار مورد بررسی قرار گرفته است.

### واژه های کلیدی: مدل اعتماد، شبکه بیزی، شبکه های اجتماعی

### ۱- مقدمه

مجموعه داده های موجود در این شبکه ها تست می کنند، و سپس به دلخواه با لینک مستقیم یکی را انتخاب می کنند. سپس محاسبه استنتاج اعتماد در آن لینک ها انجام می شود، و در نهایت نتیجه ارزش استنتاج اعتمادشان و ارزش اعتماد واقعی از لینک های مستقیم، برای تعیین صحت روش استنتاج اعتماد مورد مقایسه قرار می گیرند.

شبکه بیزی، نمایش معنی دار رابطه های نامشخص مابین پارامترها، در یک حوزه است. شبکه بیزی، گراف جهتدار غیرحلقوی از گره ها برای نمایش روابط احتمالی مابین متغیرها است و از نودها برای نمایش متغیرهای تصادفی استفاده می کند. این شبکه، یک رابط شبکه ای است که از روش های آماری برای نشان دادن روابط احتمال بین عامل های مختلف استفاده می کند و پایه نظری آن قاعده بیز است. شبکه های بیزی یک روش انعطاف پذیر برای ارائه اعتماد متمایز و ترکیب جنبه های مختلف اعتماد دارند.

در بخش اول توضیحاتی در خصوص مبانی، مفهوم اعتماد و مفاهیم شبکه های اجتماعی، تجزیه و تحلیل مدل های شبکه های اجتماعی، مطرح است. سپس در بخش دوم مفهوم شبکه بیزی، در بخش سوم مدل پیشنهادی یعنی مدلی برای محاسبه اعتماد بر اساس شبکه های بیزی در این نوع شبکه ها را ارائه و مورد

با توجه به گسترش اینترنت در سال های اخیر، شبکه های اجتماعی نیز توسعه یافته اند و بسیاری از افراد را به خود جذب نموده است. از ویژگی های این محیط، سهولت در برقراری ارتباط های اجتماعی است. در کنار هر رابطه، بحث و موضوع اعتماد به آن رابطه نیز مطرح بوده است. یک محیط و جامعه به مقدار زیادی بر پایه اعتماد بین اعضایش استوار است و طبیعی است که شبکه های اجتماعی نیز از این امر مستثنی نبوده و نیستند. شبکه های اجتماعی را می توان با یک گراف مدل کرد بطوری که راس های این گراف کاربران و ارتباط بین این راس ها یال های گراف را تشکیل می دهد. بحث اساسی در هر سامانه مبتنی بر اعتماد در این شبکه ها، این است که چگونه اعتماد بین مردم را که در شبکه به طور مستقیم متصل نیستند را محاسبه نماییم. مثلاً اگر شخصی به نام علی به شخصی به نام حسن، و حسن به شخصی به نام حسین وصل باشد علی چگونه می تواند به حسین اعتماد کند؟.

روش های استنتاج اعتماد، زیادی گسترش یافته اند که نقاط قوت و ضعفی دارند. این رویه ها، درستی خود را با در نظر گرفتن

\* رایانامه نویسنده مسئول: a.pourhajikazem@iaut.ac.ir

مورد تاریخچه و رفتارهای مشاهده‌شده قبلی نگهداری کند. در تمامی این شبکه‌ها که اعتماد را پیاده‌سازی نمودند، کاربران یک امتیاز بدون تاریخچه یا محتوای روشن به همسایگان خود اختصاص می‌دهند و در نتیجه بسیاری از اطلاعات لازم برای یک سامانه‌ای مثل مارش از دست می‌رود. برای به‌دست آوردن اطلاعات متنوع مورد نیاز پیاده‌سازی سامانه مارش، کاربران باید مقدار زیادی اطلاعات وارد سامانه کنند که در آن صورت پیچیدگی داده‌هایی که برای مدل مارش مورد نیاز است رضایت‌بخش نخواهد بود. به همین دلیل بسیاری از اطلاعات موردنیاز در شبکه اجتماعی برخط وجود ندارد و نمی‌توان از این مدل استفاده کرد [۵].

موی، اعتماد را به‌عنوان «اعتقاد شخصی یک عامل، درباره رفتار آینده عاملی دیگر، براساس سابقه تعاملات آنها» تعریف می‌کند [۶].

*اعتماد اجتماعی* به گروهی از عوامل بستگی دارد که به سادگی قابل مدل شدن در یک سامانه محاسباتی نیست عواملی روانی که در طول عمر رخ می‌دهد، مانند: تجربه‌های قبلی با دوستان با اشخاص، نظراتی که از فعالیت‌های یک شخص گرفته شده، تأثیر نظرات دیگران، شایعه، انگیزه به‌دست آوردن منافع با گسترش اعتماد، که این‌ها تنها تعداد کمی از این عوامل هستند. اعتماد به‌عنوان یک امتیاز بین افراد در شبکه‌های اجتماعی استفاده می‌شود که این تعریف باید متمرکز و ساده باشد [۷]. قدرت دوستی بین کاربران می‌تواند با زمان تغییر کند [۸]، یک اعتماد خوب می‌تواند با سابقه تعاملات طولانی‌مدت ایجاد شود [۹] که این تعاملات می‌تواند حاصل تعاملات مستقیم و یا تعاملات غیرمستقیم از منابع قابل اعتماد باشد. مفهوم اعتماد در زمینه مختلفی مطرح می‌شود. برای مثال، ممکن است شخصی به نام علی به شخصی به نام حسن از نظر مشورت پزشکی اعتماد نداشته باشد اما اعتمادی زیادی در رابطه با تعمیر ماشین داشته باشد [۱۱] و [۱۳]. زمینه‌ای که اعتماد در آن مطرح می‌شود و معنای اعتماد را می‌رساند زمینه اعتماد گویند. اگر در شبکه‌های اجتماعی، مقادیر اعتماد توسط کاربران در چند زمینه مختلف بیان شده است برای استنتاج اعتماد در یک زمینه خاص، فقط باید مقادیر اعتمادی که در آن زمینه توسط کاربران اعلام شده است در نظر گرفت.

با توجه به تعاریف و مراجعه به اذهان می‌توان تعاریف گوناگونی را ارائه نمود، و این تعاریف متفاوت از آنجایی سرچشمه می‌گیرد که مسئله اعتماد به عوامل و پارامترهای گوناگونی وابسته است البته ضریب تأثیر این عوامل قطعاً متفاوت از هم

بررسی قرار داده شد، ضمناً نام این مدل BTSN نام‌گذاری شد و در نهایت در بخش چهارم با ارایه نتایج و نتیجه‌گیری‌های لازم، همراه با چند پیشنهاد برای کارهای آتی ارائه شد.

## ۲- پیش‌زمینه

اولین قدم برای استنتاج اعتماد، داشتن تعریف مناسبی از اعتماد است. این تعریف باید همانند مفهوم اعتماد کردن ذهن انسان‌ها باشد و از طرفی بتوان از آن در یک شبکه اجتماعی سود جست. اعتمادی که مفهومی انتزاعی است، ارائه تعریف ساده و مناسب از آن امکان‌پذیر نیست. در این بخش به بیان تعریفی از اعتماد و ویژگی‌های آن پرداخته می‌شود.

### ۲-۱- تعاریف برای اعتماد

کاوری اعتماد را به شکل تابعی پیوسته معرفی نمود که از ترکیب سه مؤلفه، تاریخچه اعتماد و میزان اعتماد فعلی و میزان تطبیق‌پذیری اعتماد نسبت به تغییرات به‌دست می‌آید [۱].

لومان، اعتماد را به‌صورت راه حلی برای مشکلات خاصی از ریسک تعریف می‌کند. این تعریف مشابه تعریف ارائه‌شده توسط دوچ و همکارانش است؛ به این معنی که سناریوی استفاده از اعتماد یکسان است [۲].

زستومپکا تعریف ساده‌ای مشابه با دوچ ارایه کرد که "اعتماد شرطی درباره اقدامات محتمل آینده دیگران است." دو مؤلفه اصلی این تعریف، اعتقاد و تعهد است. یعنی یک شخص اعتقاد دارد که شخص مورد اعتماد در یک روش معینی عمل خواهد کرد [۳].

گلبک، اعتماد را اینگونه تعریف می‌کنند: «اعتماد به یک شخص، تعهد به عمل بر اساس این اعتقاد است که اقدامات آینده آن شخص منجر به یک نتیجه خوب می‌شود». تعریف مناسب اعتماد برای شبکه‌های اجتماعی می‌تواند این گونه باشد که «اعتماد به یک شخص، اعتقاد درباره اقدامات آینده او، براساس سابقه تعاملاتش است که اغلب در زمینه‌های خاصی منجر به نتیجه خوب می‌شود» [۴].

مارش رسمی‌سازی اعتماد را به‌عنوان یک مفهوم محاسباتی در رساله دکترای خود در دانشگاه بیان کرد. این مدل بر پایه عوامل اجتماعی و روانی بنیان نهاده شده که به این تعریف بسیار رجوع می‌گردد. این تعریف کاملاً نظری و پیاده‌سازی آن دشوار است. لذا، برای استفاده در شبکه‌های اجتماعی مناسب نیست زیرا تمرکزش روی عامل‌هایی است که می‌توانند اطلاعاتی را در

### ۲-۳- رویه‌های استنتاج اعتماد

سازوکارهای بسیار متفاوتی برای استنتاج اعتماد وجود دارد که توسط محققان در سراسر جهان پیشنهاد شده است و این نشان از محبوبیت این موضوع دارد. ما در این بخش تعدادی از الگوریتم‌ها و مدل‌های مهمتر استنتاج اعتماد را شرح می‌دهیم و به بیان ویژگی‌های آنها می‌پردازیم.

*اعتماد/ادوگاتو:* لیون اعتماد را با استفاده از مدل جریان شبکه به‌طور خودکار برای یک فرد در یک شبکه بر روی وب انجام می‌دهد. ادوگاتو یک وب سایت است. سنجهی اعتماد استفاده از اظهارات دعوت‌کننده گروه برای تعیین عضویت در یک گروه است. هر کاربر در سایت دارای رتبه اعتماد محاسبه‌شده از گره‌های معتبر است. گواهی کاربران در سه سطح است. ادوگاتو یک لیست کامل از تمام اعضای خود را نگه می‌دارد دسترسی به ارسال و ویرایش اطلاعات وب سایت توسط گواهی‌نامه کنترل می‌شود. سنجه اعتماد ادوگاتو که یک سنجه جهانی است بسیار مقاوم در برابر حمله است. با شناسایی گره‌های فردی به‌عنوان "بد" کاهش سنجه یک بخش غیرقابل اطمینان از شبکه را در پی دارد. محاسبات براساس گره‌های خوب انجام می‌شود، پس شبکه به‌عنوان مجموعه امن باقی خواهد ماند [۱۰].

*گسترش‌یافته اعتماد/ادوگاتو:* به‌صورت موثر روابط اجتماعی وزن دار را با سنجه اعتماد ادوگاتو ترکیب می‌کند و یک ظرفیتی را از طریق یک شبکه شخصی هم براساس فاصله، و همچنین براساس قدرت روابط انتشار می‌دهد و یک سنجه اعتماد محلی نیز می‌باشد [۱۱].

*الگوریتم موج‌دار:* در این الگوریتم ارزش‌های اعتماد از طریق مسیرهای کوتاه‌تر در نظر گرفته می‌شود یعنی فقط کوتاه‌ترین مسیر از مبدا به مقصد بررسی می‌شود. این ممکن است باعث شود اطلاعاتی مفیدی که از گره‌هایی در مسیرهای طولانی باشد حذف شود، به‌ویژه که در اکثریت موارد ممکن است اعتماد در مسیرهای دیگر بیشتر باشد، این الگوریتم از مهمترین الگوریتم‌های اعتماد در شبکه‌های اجتماعی است [۴]. این روش مقدار اعتماد را با اعدادی در محدوده صفر تا ده در نظر می‌گیرد. این مدل ساده است و پیچیدگی کم آن اجازه مقیاس‌پذیری بالا در کاربردها را می‌دهد.

*سانی:* از روش نمونه‌برداری احتمالی برای تخمین اطمینان کاربر در اطلاعات اعتماد از منابع طراحی شده، استفاده می‌کند. این روش، یک تخمینی از اعتماد را فقط براساس منابع اطلاعاتی با تخمین اطمینان بالا محاسبه می‌کند. با وجود مسیرهای

است. نهایتاً تعریفی که بنظر صحیح‌تر است که تمامی عوامل را جهت محاسبه اعتماد اعمال نماید. ولی با توجه به پیچیده‌تر شدن بحث پیاده‌سازی قطعاً امکان دخالت دادن همه عوامل وجود ندارد، لذا با توجه به مطالب ارائه‌شده می‌توان یک تعریف بدین شرح ارائه کرد: اعتماد مولفه ایست که رابطه مستقیم با مولفه نزدیکی دارد. نزدیکی را می‌توان همشهری بودن، هم رشته بودن، همکار بودن و امثال آن ذکر کرد.

### ۲-۲- خاصیت‌ها

اعتماد، با توجه به محیطی که در آن مورد استفاده قرار می‌گیرد، ممکن است خصوصیات متفاوتی داشته باشد. با این حال در اکثر موارد، به خصوص در محیط‌های توزیع‌شده و شبکه‌های اجتماعی، از ویژگی‌های مشخصی پیروی می‌کند. در این بخش به برخی از مهم‌ترین ویژگی‌های اعتماد اشاره می‌شود [۱۰ و ۱۴].

*انتقال‌پذیری:* اعتماد از دیدگاه ریاضی به‌طور کامل انتقال‌پذیری نیست. برای مثال اگر شخصی به نام حسن کاملاً به شخصی به نام علی اعتماد داشته باشد و شخصی به نام علی نیز کاملاً به شخصی به نام حسین اعتماد داشته باشد، لزوماً نمی‌توان نتیجه گرفت که حسن به حسین اعتماد دارد.

*پویایی:* با گذشت زمان و همچنین تغییرات در رفتار یک فرد، ممکن است اعتماد به او کم یا زیاد شود. به‌عنوان مثال وقتی به کسی در یک زمینه خاصی اعتماد می‌کنیم، پس از تعامل با وی، ممکن است احساس ناراضی‌تی کنیم، بنابراین مقدار اعتمادمان در این زمینه کاهش می‌یابد. پس ناراضی‌تی باعث کاهش اعتماد می‌شود. عوامل محیطی نظیر زمان و مکان نیز ممکن است در میزان اعتماد ما به سایرین تاثیرگذار باشد. این عوامل از یک محیط به محیط دیگر ممکن است متفاوت باشد [۸ و ۱۰].

*ترکیب‌پذیری:* حالتی را در نظر بگیرید که چندین نفر شخصی به نام داود را بشناسند و به او به میزان‌های متفاوت اعتماد داشته باشند، در این شرایط شخصی به نام علی باید اطلاعات به‌دست‌آمده از افراد مختلف را با هم ترکیب کند تا به این نتیجه برسد که تا چه حد می‌تواند به داود اعتماد کند. پس، ترکیب‌پذیری یکی از ویژگی‌های مهم اعتماد است [۸ و ۱۰].

*شخصی بودن:* خاصیت دیگر اعتماد که در شبکه‌های اجتماعی مهم است شخصی بودن آن است. اعتماد به‌طور ذاتی یک نظر شخصی است. معمولاً دو نفر راجع به قابل اعتماد بودن یک شخص سوم، نظرات متفاوتی دارند زیرا هر شخص، علایق، الویت‌ها و نظراتی دارد که می‌تواند با علایق، الویت‌ها و نظرات دیگران در تناقض باشد.

شبکه اعتماد مقاومتی: از یک مفهوم شبکه مقاومتی که مشابه با ایده مقاومت الکترونیکی است، استفاده می‌کند. شبکه مقاومتی مجموعه‌ای از مقاومت‌های است که مقدار اعتماد را به‌عنوان معکوس مقاومت ارائه می‌کنند. در این الگوریتم، شبکه اعتماد روی شبکه مقاومتی نگاشت می‌شود و یک منبع ولتاژ  $U$  و  $V$  متصل می‌کند در حالی که جریان الکتریکی بین  $U$  و  $V$  وجود دارد. این به‌عنوان روابط اعتماد از  $U$  به  $V$  تفسیر می‌شود. اگر یک مقاومتی بین  $U$  و  $V$  وجود داشته باشد، سپس مجموع جریان‌های موجود از  $U$  به  $V$  کاهش می‌یابد. مقدار اعتماد بالاتر، مقدار مقاومت پایین‌تر دارد. این الگوریتم برعکس الگوریتم موجی، مسیرهای طولانی را نیز در نظر می‌گیرد و مرور کامل‌تری روی مقادیر اعتماد دارد. این الگوریتم خیلی ساده است و پیچیدگی زمانی آن چندجمله‌ای است بنابراین مقیاس‌پذیری بالایی دارد.

مدل اعتماد بیزی برای شبکه‌های نظیر به نظیر: در مدل اعتماد از آنجا که اعتماد چهره چندگانه است، هنوز محققان نیاز به ایجاد اعتماد متفاوت، حتی در متن یکسان با وجود جنبه‌های مختلف رفتارهای یک عوامل دارند. علت این است که نیازهای مختلف در موقعیت‌های مختلف متفاوت است. یک روش انعطاف‌پذیر برای ارائه اعتماد متمایز و ترکیب جنبه‌های مختلف اعتماد مبتنی بر شبکه بیزی برای به اشتراک‌گذاری فایل نرم در شبکه‌های نظیر به نظیر ارائه شده است [۱۹]. روش کار و کلیت روش فوق با روش ارائه‌شده نویسندگان تفاوت‌های عمده‌ای را شامل می‌شود، مثلاً در فضای کاری شبکه اجتماعی و شبکه نظیر به نظیر، میزان اعتماد به فایل ارسالی از یک سو در مقابل اعتماد جهت دوست‌یابی و گسترش اعتماد به محتوای ارسالی از سوی یک کاربر ناشناس قرار می‌گیرد و در واقع همان دوست‌یابی یا همان کاربرشناسی است. جنبه دیگر تفاوت در نوع فاکتورها و عوامل دخیل در محاسبه اعتماد است همانند کیفیت، سرعت دانلود در مقابل سن، تعداد دوستان، شغل و... و در نهایت "سایر تفاوت‌ها موجود که این دو روش را کاملاً" از هم متمایز می‌کند.

### ۳- آشنایی با شبکه‌های بیزی

امروزه بسیاری از مشکلات انسان‌ها، با کمک هوش مصنوعی حل می‌شود. یکی از مهمترین خصوصیات این مشکلات وجود عدم قطعیت در آنها است. روش‌های زیادی در هوش مصنوعی برای کنترل عدم قطعیت پیشنهاد شده‌اند که اکثر آنها بر پایه نظریه احتمالات و نظریه فازی بنا نهاده شده‌اند. در این قسمت یک روش برای کنترل عدم قطعیت در مسائل بر پایه نظریه احتمالات

طولانی، تخمین اعتماد با دقت بالاتری به دست می‌آید. این الگوریتم، با الگوریتم موجی که فقط از کوتاه‌ترین مسیرها استفاده می‌کند قابل مقایسه است. وقتی این الگوریتم با داده‌های شبکه اجتماعی فیلم تراست تست شد، نشان داد در مقابل الگوریتم موجی دقت بالاتری دارد [۱۴].

الگوریتم مولتراس: [۱۲] این الگوریتم دو مرحله دارد: مرحله اول، دورها در شبکه حذف می‌شود و در مرحله دوم، یک پیمایش روی شبکه اجتماعی تغییر یافته انجام می‌دهد که ابتدا از راس مبدا شروع کرده، میزان اعتماد را سطح به سطح تا رسیدن به افق اعتماد انجام می‌دهد. ضعف‌های این روش این است که ممکن است تعداد زیادی از یال‌های نشان‌دهنده اعتماد حذف شوند و نیز با توجه به سطح‌بندی در محاسبه اعتماد، نقش گروه‌های دوستی را نادیده می‌گیرد. این روش بر روی داده‌های وب سایت مول اسکینگ آزمایش گردید. این سایت از سامانه ارزش‌گذاری اعتماد درباره حقیقی [۱۰] استفاده می‌کند که یک به معنای اعتماد کامل و صفر به معنای عدم اعتماد است. یال‌ها بین اعضا به‌صورت جهت‌دار هستند یعنی اعتماد متقارن نیست.

اعتماد اجتماعی: اعتماد اجتماعی توسط کاورلی در سال ۲۰۰۸ ارائه شد [۱۳] که چارچوب جامع اعتماد مبتنی بر شهرت است. دو ویژگی اصلی این روش، بازنگری پویای اعتماد با جدایی روابط کیفی از اعتماد است و شامل روش‌های بازخورد از کاربر مشخص، برای انطباق با شبکه اجتماعی است. اعتماد اجتماعی مقدار اعتماد را از میان بازنگری‌های پویای مقادیر اعتماد مطابق با سه مؤلفه زیر به روزرسانی می‌کند: میزان اعتماد فعلی، تاریخچه اعتماد و میزان سازگاری اعتماد نسبت به تغییرات. منظور از تاریخچه اعتماد اتفاقاتی است که قبلاً در اثر اعتماد بین دو کاربر به‌وجود آمده است. میزان سازگاری اعتماد در واقع مدلی است که تغییرات ناگهانی در اعتماد را مهار می‌کند. نتایج نشان می‌دهد این روش بر ضد کاربران بدخواه قوی‌تر عمل می‌کند.

مدل گوها و همکاران: یک مدل تبلیغ برای اعتماد و بی‌اعتمادی پیشنهاد می‌کنند. عوامل از فرم درخواست دامنه "وب اعتماد" برای تولید توصیه استفاده می‌کند. در مدل پیشنهادی، توصیه‌ها تنها از عوامل قابل‌اعتماد و داده‌ها نیز از روش‌های گرفته‌شده برای تولید توصیه به عوامل استفاده می‌کنند (روند توصیه شفاف برای کاربر). مشکل مهم در این روش زودگذری از بی‌اعتمادی است، مشکل اصلی این است که برای مثال وقتی شخصی به نام علی به شخصی به نام حسین اعتماد ندارد و حسین به شخصی به نام داود، نمی‌توان گفت علی به داود اعتماد ندارد.

که یک مقدار اعتماد بین دو گره (کاربر) را بر اساس ویژگی‌ها و متریک‌های مشخص فراهم می‌کند. این مقدار اعتماد، می‌تواند برای انتخاب یک دوست یا یک کاربر جهت تبادل اطلاعات به کار رود. به عبارتی این مدل یک ابزار در اختیار مدیران سایت (شبکه اجتماعی) قرار می‌دهد تا کاربران از این ابزار جهت محاسبه میزان اعتماد فی‌مابین استفاده کنند. هر کاربر می‌تواند پس از اطلاع از میزان اعتماد بین خود و کاربر طرف مقابل، در جهت افزایش و یا کاهش تعامل فی‌مابین اقدام نماید. این ابزار می‌تواند در جهت افزایش تعداد کاربران سایت و نیز بهبود در تعاملات بین کاربران، یعنی واقعی‌تر کردن تعاملات تاثیر به سزایی ایجاد نماید. BTSN از بخش‌های مختلفی تشکیل شده است که عبارتند از:

- تولید مجموعه داده (دیتاست)

- ایجاد ساختار شبکه بی‌بی با استفاده از الگوریتم آموزش ساختار
- محاسبه توزیع‌های احتمالی شرطی برای هر گره در شبکه با استفاده از الگوریتم آموزش پارامتر
- تخمین مقادیر پارامترهای موجود
- محاسبه اعتماد
- تولید مجموعه داده

در این مرحله پس از بررسی و مطالعه کتب و مقالات در زمینه اعتماد، برای شناخت و شناسایی پارامترهای دخیل در محاسبه اعتماد در نهایت پارامترهای موجود در مقاله منبع [۱۵] جهت تولید مجموعه داده مورد نیاز مورد استفاده قرار گرفت. سپس به بررسی مجموعه داده‌های موجود در فضای مجازی پرداخته شد اما متأسفانه هیچ یک از مجموعه داده‌های موجود مطابق و یا حتی نزدیک به خواسته نویسندگان این مقاله نبوده است. ایده بعدی که به نظر می‌رسید تعامل و گفتگو با مدیران سایت‌های شبکه‌های اجتماعی بود، این تعامل با چندین سایت معتبر صورت گرفت اما متأسفانه پاسخی علیرغم تاکید بر اینکه هدف از درخواست تست و آزمایش برای امور پژوهشی است، دریافت نگردید فقط یک مدیر سایت بود که پاسخ‌های برای درخواست‌های ما صورت داد. پاسخ درخواست مبلغ بسیار بالایی برای فروش مجموعه داده پیشنهاد نمود اما خرید این مجموعه داده به دلیل قطعی و نهایی نشدن و به عبارتی تردید در رسیدن به نتیجه مطلوب در پایان پروژه، معقول نبود. فلذا ایده بعدی طراحی پرسشنامه بود و در نهایت پرسشنامه‌ای با دقت بالا تهیه گردید، پرسشنامه‌ها توزیع شد البته در حین پاسخ‌گویی تاکید بر پاسخ‌گویی دقیق مورد تاکید قرار گرفت، پس از جمع‌آوری نتایج به‌دست‌آمده پس از ثبت در سامانه به‌صورت مجموعه داده تولید

به نام شبکه‌های بی‌بی بررسی خواهد شد. در بسیاری از سامانه‌های هوشمند، نیاز به جواب درخواست‌هایی است که احتمال وقوع یک رویداد را براساس تعدادی از مشاهدات می‌خواهند. مثلاً در یک سامانه تصمیم‌یار دندانپزشک، احتمال خرابی دندان براساس مشاهداتی مانند دندان درد و رنگ بیرونی دندان مطلوب است. به‌عنوان مثال دیگر، در سامانه‌های دسته‌بندی احتمال عضویت یک شی در هر یک از دسته‌ها بر اساس ویژگی‌های شی مورد نظر است. به فرآیند جواب دادن به درخواست‌ها، استنتاج می‌گویند و هر فرآیند استنتاج نیاز به داده‌هایی در مورد قلمرویی دارد که قصد کنترل عدم قطعیت آن را داریم. شبکه بی‌بی یک گراف جهت‌دار است که رؤس آن شامل اطلاعات مقادیر احتمالات شرطی هستند. بطور دقیق‌تر این شبکه شامل اجزا و خصوصیات زیر است:

الف- یک مجموعه از متغیرهای تصادفی، مجموعه رؤس گراف را تشکیل می‌دهند که این متغیرها می‌توانند گسسته یا پیوسته باشند.

ب- یک مجموعه از یال‌های جهت‌دار که اگر یک یال از راس  $X$  به راس  $Y$  باشد،  $X$  را والد  $Y$  می‌نامیم.

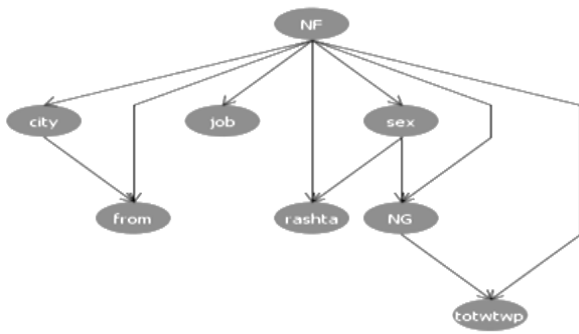
ج- هر گره  $X_i$ ، یک توزیع احتمال شرطی  $P(X_i | \text{rentsa}P)$  دارد که تاثیر گره‌های والد بر روی این گره را بصورت عددی نشان می‌دهند.

ه- گراف، هیچ دور جهت‌داری ندارد و در واقع، یک گراف بدون دور جهت‌دار است. ساختار شبکه بی‌بی نشان‌دهنده وابستگی‌های شرطی در قلمرو است. به‌صورت شهودی، معنی یک یال از  $X$  به  $Y$  وجود تاثیر مستقیم  $X$  بر  $Y$  و یا وابستگی مستقیم  $Y$  به  $X$  است. باید توجه داشت که تعیین این وابستگی‌های مستقیم برای یک فرد خبره کار مشکلی نیست و به همین دلیل معمولاً در صورت وجود فرد خبره تعیین ساختار شبکه آنچنان سخت نیست. پس از تعیین ساختار و تعیین توزیع شرطی مربوط به گره‌ها، ساختمان داده شبکه بی‌بی کامل می‌شود و با استفاده از آن می‌توان توزیع توأم را به‌دست آورد.

#### ۴- مدل اعتماد پیشنهادی (BTSN)

شبکه‌های اجتماعی یک چارچوب مجازی را برای به اشتراک‌گذاری و ایجاد فضای دوستی و تبادل اطلاعات در سراسر پهنه گیتی فراهم می‌کند. اعتماد به‌عنوان یک فاکتور مهم در این عرصه، شناخته شده است. ما یک روش جدید را معرفی می‌کنیم

که ساختار حاصل از اجرای آن در شکل (۱) نشان داده شده است. خلاصه آنکه پس از ایجاد تغییرات لازم در مجموعه داده مذکور پس از گسسته‌سازی در نرم‌افزار وکا و اجرای الگوریتم k2 بر روی آن، گراف زیر به دست آمد.



شکل (۱): ساختار شبکه بیزی ایجاد شده توسط الگوریتم k2

#### ۴-۲- آموزش پارامتری شبکه بیزی

گام بعدی در مدل‌سازی یک مسئله با استفاده از شبکه بیزی پس از ایجاد ساختار شبکه، آموزش پارامترهای یک شبکه بیزی، توزیع احتمال شرطی را برای هر یک از گره‌های آن مشخص می‌کند. همانطور که در بخش گسسته‌سازی نیز اشاره شد، آموزش پارامتر در مدل BTSN با استفاده از الگوریتم موجود در بسته گسسته‌سازی نرم برای جعبه ابزار متلب برای شبکه بیزی انجام شده است [۱۸]. این بسته به‌عنوان یک واسط بین شبکه بیزی گسسته و مجموعه داده‌های پیوسته مورد استفاده قرار می‌گیرد. آموزش پارامتر پس از گسسته‌سازی نرم که هر مورد آموزش در مجموعه داده پیوسته را به یک مشاهده نرم تبدیل می‌کند، انجام می‌گیرد. الگوریتم آموزش پارامتر استفاده‌شده در بسته گسسته‌سازی نرم برای جعبه ابزار متلب برای شبکه بیزی، یک تغییر برای الگوریتم تخمین احتمال بیشینه است. تغییر مذکور، الگوریتم MLE را قادر می‌سازد که مشاهدات نرم را به‌عنوان ورودی دریافت کند. الگوریتم MLE بر اساس مفهوم استقلال سراسری و استقلال محلی عمل می‌کند [۱۸].

استقلال سراسری بیان می‌کند که پارامتر برای متغیرهای متعدد مستقل هستند و همچنین استقلال محلی بیان می‌کند که عدم قطعیت پارامترها برای پیکربندی‌های مختلف مستقل هستند. الگوریتم MLE ابتدا توزیع توام را تخمین زده و سپس توزیع احتمال شرطی را برای هر یک از گره‌ها شبکه بیزی گسسته ساخته شده محاسبه می‌کند. این جدول که جدول احتمال شرطی نامیده می‌شود، به دست می‌آید. الگوریتم آموزش پارامتر فوق با استفاده از مجموعه داده مذکور، بر روی شبکه

گردید. شایان ذکر است در صورت درخواست از سوی خوانندگان مقاله پرسشنامه به آدرس ایمیلشان قابل ارسال است.

#### ۴-۱- ایجاد ساختار شبکه بیزی

ساختار یک شبکه بیزی باید گویای وابستگی‌های کیفیتی بین متغیرهای شبکه باشد، دو گره مختلف در ساختار یک شبکه بیزی در صورتی که یکی متأثر از دیگری باشد، باید با یک یال جهت‌دار متصل باشند. ایجاد ساختار یا توپولوژی شبکه، اولین گام در مدل‌سازی یک مسئله با استفاده از توپولوژی شبکه بیزی است. در مدل اعتماد پیشنهادی از روش‌های آموزش ساختار از داده برای ایجاد ساختار شبکه بیزی استفاده شده است. الگوریتم آموزش ساختار و آموزش پارامتر در شبکه‌های بیزی برای انجام عمل آموزش نیاز به یک مجموعه داده دارند. با در نظر گرفتن این موضوع که BTSN، شبکه بیزی ایجادشده باید گویای وابستگی‌های احتمالی بین پارامترهای موجود در شبکه‌های اجتماعی باشد، مجموعه داده مورد استفاده برای آموزش ساختار و پارامتر شبکه بیزی مورد نظر نیز باید حاوی مقادیر پارامترهای موجود مختلفی باشد.

از مجموعه داده پرسشنامه که توسط دانشجویان دانشگاه تهیه شد برای آموزش ساختار و پارامتر شبکه بیزی استفاده شد، این مجموعه داده شامل پارامترهای زیر است: جنسیت (sex)، محل تولد (from)، محل زندگی (city)، شغل (job)، رشته (reshta)، دوستان نزدیک (NF)، نام گروه‌های عضو (NG)، تعداد لایک‌ها (totwtwp).

در مدل BTSN الگوریتم K2 برای آموزش ساختار شبکه بیزی مورد استفاده قرار گرفته است [۱۷]. الگوریتم k2 الگوریتمی است که بیش از سایر رویکردها برای آموزش ساختار در شبکه‌های بیزی مورد استفاده قرار گرفته است [۱۶]. k2 یک الگوریتم آموزش ساختار مبتنی بر امتیاز است که از یک رویکرد حریم‌بانه برای آموزش ساختار شبکه از داده بهره می‌برد. k2 با در دست داشتن مجموعه داده آزمایشی سعی در پیدا کردن ساختاری برای شبکه دارد که احتمال اخیر را بیشینه کند. مدل BTSN برای آموزش ساختار شبکه بیزی از مجموعه داده‌های به دست آمده از پرسشنامه‌ها از میزکار وکا استفاده می‌کند. وکا الگوریتم‌های مختلفی را برای آموزش شبکه‌های بیزی ارائه می‌کند که الگوریتم k2 را نیز شامل می‌شود. برای به دست آوردن ساختار شبکه بیزی در مدل BTSN الگوریتم k2 از وکا بر روی مجموعه داده موجود اعمال شده است. برای این منظور الگوریتم k2 ابتدا با یک ترتیب اولیه تصادفی برای گره‌ها مقادیردهی شده

$T_{ij}$ : مقدار اعتماد  $i$  به  $z$ ،  $PI$ : پروفایل کاربر،  $NF$ : تعداد دوستان،  $GIC$ : تعداد گروه‌ها،  $WTWP$ : تعداد لایک‌ها،  $tot$ : تعداد کل است. توجه لازم به ذکر است که مجموع ضرایب مساوی یک است، و در واقع هر ضریب به نسبت اهمیت پارامتر افزایش پیدا می‌کند.

#### ۴-۵- شبیه سازی و نتایج آزمایشات

در این بخش نحوه شبیه‌سازی مدل اعتماد پیشنهادی و همچنین نحوه انجام آزمایش‌های مختلف برای ارزیابی آن ارائه می‌گردد. برای انجام تمامی آزمایش‌ها از یک لپ‌تاب با پردازنده سه هسته ای  $2/5$  گیگا هرتز با  $4$  گیگا بایت حافظه اصلی استفاده کردیم. برای انجام آزمایش‌ها از یک مجموعه داده که از طریق پرسشنامه که شرح مبسوط تولید آن در فصل گذشته آمد، استفاده نمودیم. یکی از اصلی‌ترین اهداف الگوریتم‌های استنتاج در شبکه‌های بی‌سیم میزان صحت مقادیر تخمین‌زده شده است. بنابراین، هدف اصلی این آزمایش بررسی کارایی مدل  $BTSN$  در تخمین مقادیر اعتماد و سایر پارامترها است. برای انجام این آزمایش دو سناریوی آزمایش مختلف در نظر گرفته شده است.

هر سناریو شامل یک پرسش است که به‌عنوان مشاهده به مدل  $BTSN$  داده می‌شود. هر پرسش شامل دو دسته از متغیرها است: متغیرهای مشاهده‌شده و متغیرهای پرسش. در هر سناریوی آزمایش، در مرحله اول بر روی کل گره‌ها و در مرحله دوم  $70\%$  درصد گره‌ها، از مجموعه داده موجود انتخاب کرده و پس از آموزش، کلیه مراحل ذکرشده در فصل قبل بر روی داده‌ها صورت می‌دهیم و سپس از بین  $10$  گره به‌صورت کاملاً تصادفی فرض کردیم که متغیرهای پرسش مربوط به آن سناریو مشاهده نشده‌اند. البته در مرحله دوم  $10$  گره، متغیر پرسش از  $30\%$  درصد مجموعه داده انتخاب شده است که هیچ‌گونه عملیاتی بر روی آن صورت نگرفته است. بنابراین، مدل  $BTSN$  برای تخمین مقادیر متغیرهای پرسش در هر سناریو مورد استفاده قرار گرفته است. پس از تخمین مقادیر متغیرهای پرسش در سناریو، مقادیر تخمینی با مقادیر واقعی آنها مقایسه شده‌اند. متغیرهای مشاهده‌شده آنهایی هستند که مقادیر آنها مشخص است و متغیرهای پرسش آنهایی هستند که می‌خواهیم مقادیر آنها را تخمین بزنیم. در سناریو اول پارامتر تعداد دوستان و در سناریو دوم پارامتر تعداد گروه‌ها به‌عنوان متغیر پرسش و مابقی پارامترها در هر دو سناریو به‌عنوان متغیرهای مشاهده‌شده در نظر گرفته شده‌اند. همچنین با مقایسه مقدار واقعی و تخمینی اعتماد چهار جدول زیر به‌دست آمده است.

بی‌سیم به‌دست آمده از آموزش ساختار در مرحله قبل اعمال شده است. جزئیات بیشتر در رابطه با نحوه محاسبه توزیع‌های شرطی توسط  $MLE$  تغییر یافته دریافت می‌شود.

#### ۴-۳- الگوریتم استنتاج (تخمین)

پس از مراحل آموزش، شبکه بی‌سیم آموزش‌دیده‌شده را می‌توان برای تخمین داده‌های دیده‌نشده استفاده کرد. مرحله تخمین در شبکه‌های بی‌سیم معمولاً استنتاج نامیده می‌شود. استنتاج در شبکه‌های بی‌سیم با تشخیص احتمالات مختلف مورد علاقه از مدل مذکور سروکار دارد. به‌عبارت دیگر الگوریتم استنتاج با در دست داشتن مشاهداتی برای یک زیرمجموعه از متغیرها، مقادیر سایر متغیرهای دامنه را محاسبه می‌کند. بسته گسسته‌سازی نرم برای  $BNT$  که بیشتر برای آموزش پارامتر شبکه بی‌سیم ساخته شده مورد استفاده قرار گرفت، همچنین شامل الگوریتم‌هایی است که از گسسته‌سازی نرم برای استنتاج در شبکه‌های بی‌سیم گسسته استفاده می‌کنند. در مدل  $BTSN$  نیز از الگوریتم‌های فوق در این بسته برای استنتاج استفاده شده است.

#### ۴-۴- میزان اعتماد

برای محاسبه میزان اعتماد بین کاربران از مقادیر تخمین‌زده‌شده توسط مدل  $BTSN$  استفاده می‌کنیم. میزان اعتماد کل بر اساس پارامترها را می‌توان از رابطه (۳) به‌دست آورد [۱۵]. در رابطه فوق مشخص می‌گردد که اعتماد محاسبه‌شده عددی بین صفر و یک خواهد بود که مقدار یک برای آن به معنی اعتماد کامل است. پس با جایگذاری مقادیر در فرمول زیر می‌توان مقدار صریح (واقعی) اعتماد را به‌دست آورد. ممکن است برخی مقادیر توسط کاربران پر نشود و این قطعاً به مقدار به‌دست‌آمده اعتماد آسیب خواهد زد، فلذا باید توان حدس مقادیر را داشته باشیم. البته حدس مقادیر صحیح و به‌عبارتی خیلی نزدیک، لازم و ضروری است.

این فرمول ریاضی از منبع [۱۵] مقاله به‌دست آمده است، البته رابطه‌های مشابه دیگری نیز در سایر مقالات وجود دارد. اثبات صحت رابطه ساده است به‌طوری که در به‌دست آوردن مقدار اعتماد ما انسان‌ها عملاً تمامی مولفه‌ها را در نظر می‌گیریم. تفاوت این رابطه با رابطه سایر مقالات در تعداد مولفه‌ها (پارامترها) است و ما با توجه به شرایط خودمان برای بدست آوردن مقادیر صحیح توسط پرسشنامه اقدام به گزینش پارامترها نموده‌ایم.

$$T_{ij} = \alpha \cdot \frac{\sum PI}{totpi} + \beta \cdot \frac{\sum WTWP}{totwtwp} + \gamma \cdot \frac{\sum NF}{totnf} + \varepsilon \cdot \frac{\sum GIC}{totgic} \quad (1)$$

جدول (۱): نتایج سناریو دوم مرحله اول

میزان اعتماد کاربر x به y	مقدار واقعی	مقدار تخمینی
۱ به ۲	۰/۵۳۰۰۰۰	۰/۵۳۰۰۸۷
۲ به ۶۰	۰/۴۱۲۷۹۱	۰/۴۰۷۶۵۲
۱۴ به ۱۹	۰/۷۷۰۰۰۰	۰/۷۶۸۱۰۵
۱۴ به ۱	۰/۵۰۱۶۶۷	۰/۵۰۱۷۴۹
۵۵ به ۴	۰/۷۷۷۱۲۱	۰/۷۷۷۰۳۵
۴ به ۵۵	۰/۴۰۲۸۷۹	۰/۴۰۲۸۷۹
۲۲ به ۶۷	۰/۴۴۵۰۰۰	۰/۴۴۵۰۰۲
۶۷ به ۲۲	۰/۳۷۵۰۰۰	۰/۳۷۵۰۱۷
۶ به ۱۲	۰/۵۰۷۷۷۸	۰/۵۰۷۷۷۸
۳۳ به ۲	۰/۴۳۹۷۹۹	۰/۴۳۹۸۶۸

جدول (۲): نتایج سناریو اول مرحله اول

میزان اعتماد کاربر x به y	مقدار واقعی	مقدار تخمینی
۱ به ۲	۰/۵۳۰۰۰۰	۰/۵۳۱۴۳۸
۲ به ۶۰	۰/۴۱۲۷۹۱	۰/۴۲۰۸۷۷
۱۴ به ۱۹	۰/۷۷۰۰۰۰	۰/۷۶۶۲۷۰
۱۴ به ۱	۰/۵۰۱۶۶۷	۰/۵۰۲۴۶۱
۵۵ به ۴	۰/۷۷۷۱۲۱	۰/۷۷۶۸۵۳
۴ به ۵۵	۰/۴۰۲۸۷۹	۰/۴۰۳۰۲۹
۲۲ به ۶۷	۰/۴۴۵۰۰۰	۰/۴۴۴۷۶۳
۶۷ به ۲۲	۰/۳۷۵۰۰۰	۰/۳۷۵۶۰۲
۶ به ۱۲	۰/۵۰۷۷۷۸	۰/۵۰۸۲۰۷
۳۳ به ۲	۰/۴۳۹۷۹۹	۰/۴۴۱۱۴۵

جدول (۳): نتایج سناریو اول مرحله دوم

میزان اعتماد کاربر x به y	مقدار واقعی	مقدار تخمینی
۴۸ به ۶۷	۰/۴۹۷۵۰۰	۰/۵۳۱۴۳۸
۶۶ به ۶۷	۰/۶۷۱۱۵۴	۰/۶۸۰۴۹۱
۶۰ به ۶۷	۰/۵۰۵۰۰۰	۰/۵۰۴۷۶۳
۵۵ به ۶۷	۰/۶۲۲۸۵۷	۰/۶۲۲۷۰۵
۳ به ۹	۰/۴۸۴۲۱۶	۰/۴۸۴۲۳۵
۸ به ۲	۰/۴۷۸۲۳۳	۰/۴۷۸۲۳۳
۹ به ۱۴	۰/۷۶۴۴۴۴	۰/۷۶۴۲۹۳
۱۹ به ۱	۰/۷۸۹۲۸۶	۰/۷۷۴۹۸۵
۷ به ۳	۰/۶۵۰۰۰۰	۰/۶۵۰۰۳۴
۹ به ۲۰	۰/۵۹۱۶۶۷	۰/۶۴۱۶۸۶

جدول (۴): نتایج سناریو دوم مرحله دوم

میزان اعتماد کاربر x به y	مقدار واقعی	مقدار تخمینی
۲۱ به ۲	۰/۴۹۷۵۰۰	۰/۵۳۰۰۸۷
۲۰ به ۲۱	۰/۶۷۱۱۵۴	۰/۶۵۶۷۲۱
۱۴ به ۲۱	۰/۵۰۵۰۰۰	۰/۴۸۴۰۶۷
۹ به ۲۱	۰/۶۲۲۸۵۷	۰/۴۷۶۵۶۷
۳ به ۹	۰/۴۸۴۲۱۶	۰/۴۸۴۳۶۶
۸ به ۲	۰/۴۷۸۲۳۳	۰/۴۷۸۳۴۳
۹ به ۱۴	۰/۷۶۴۴۴۴	۰/۷۶۴۵۰۸
۱۹ به ۱	۰/۷۸۹۲۸۶	۰/۸۰۷۱۲۸
۷ به ۳	۰/۶۵۰۰۰۰	۰/۶۵۰۱۵۳
۹ به ۲۰	۰/۵۹۱۶۶۷	۰/۴۱۶۶۶۷

برای بررسی میزان صحت مقادیر تخمینی اعتماد توسط مدل BTSN از آزمون ویلکاکسن-من-ویتنی یک آزمون ناپارامتری است که به بررسی تفاوت بین دو گروه مستقل داده می پردازد. جدول های (۵ و ۶) نتایج حاصل از آزمون ویلکاکسن-من-ویتنی را در سناریوی آزمایش مورد نظر نشان می دهند. چنانچه از نتایج آزمون ویلکاکسن-من-ویتنی پیاداست، فرضیه تهی  $H_0$  برای هیچکدام از انواع آزمایش در هیچکدام از سناریوهای آزمایش رد نشده است. رد نشدن فرضیه تهی  $H_0$  بیانگر این موضوع است که تمامی مقادیر تخمین زده شده توسط مدل BTSN تفاوت معنی داری با مقادیر واقعی شان ندارند.

جدول (۵): نتایج آماری آزمایش ویلکاکسن-من-ویتنی برای سناریوی اول و دوم مرحله اول

نوع آزمایش	p-value	قاعده تصمیم گیری	فرضیه $H_0$ رد شود؟
سناریوی اول	۰/۹۶۹۸	$۰/۹۶۹۸ < ۰/۰۵$	خیر
سناریوی دوم	۰/۹۰۹۷	$۰/۹۰۹۷ < ۰/۰۵$	خیر

جدول (۶): نتایج آماری آزمایش ویلکاکسن-من-ویتنی برای سناریوی اول و دوم مرحله دوم

نوع آزمایش	p-value	قاعده تصمیم گیری	فرضیه $H_0$ رد شود؟
سناریوی اول	۰/۸۷۹۸	$۰/۸۷۹۸ < ۰/۰۵$	خیر
سناریوی دوم	۰/۴۹۶۱	$۰/۴۹۶۱ < ۰/۰۵$	خیر

#### ۴-۶- مقایسه روش پیشنهادی با سایر روش های

##### موجود

هر مدل روش خاص و مولفه و پارمترهای خود را دارد، و این مقایسه بین مدل ها را مشکل می کند. در این قسمت مدل



پیشنهادی را با مدل‌های موجود و مطالعه‌شده در این پایان‌نامه از جنبه‌های متفاوت مقایسه می‌شود این مقایسه در جدول (۷)

جدول (۷): مقایسه روش‌ها

معیار الگوریتم	طول مسیر	ارزش گذاری	پیچیدگی محاسباتی	دقت
موجی	کوتاه ترین مسیر	[۰-۱۰]	O(E+V)	کم
ادوگاتو	بر اساس فاصله	[۰-۱]	-	-
گسترش یافته ادوگاتو	بر اساس ظرفیت (فاصله و قدرت)	[۰-۱]	-	-
سانی	-	[۰-۱]	-	نسبت به موجی بالا
گوها	کوتاه ترین مسیر	[۰-۱]	-	-
مولتراست	همه میسرها	[۰-۱]	چند جمله ای	بالا
شبکه مقاومتی	کوتاه ترین یا قوی ترین مسیر	[۰-۱۰]	چند جمله ای	بالا
مدل پیشنهادی (BTSN)	مسیر تاثیر ندارد	[۰-۱]	چند جمله ای	بالا

## ۵- نتیجه‌گیری و کارهای آتی

کلید شبکه اجتماعی است، لذا استفاده از این مدل برای مدیران شبکه‌های اجتماعی پیشنهاد می‌گردد. ترکیب شبکه عصبی و بیزین می‌تواند به‌عنوان مدلی جدید و احتمالاً بهینه‌تر و دقیق‌تر برای محاسبه اعتماد پیشنهاد گردد.

## ۶- مراجع

- [1] J. Caverlee, L. Liu, and S. Webb, "Socialtrust: tamper-resilient trust establishment in online communities," in Proceedings of the 8th ACM/IEEE-CS joint conference on Digital libraries, pp. 104-114, 2008.
- [2] A. Jøsang and S. Pope, "Semantic constraints for trust transitivity," in Proceedings of the 2nd Asia-Pacific conference on Conceptual modelling, vol. 43, pp. 59-68, 2005.
- [3] P. Sztompka, "Trust: A sociological theory," Cambridge University Press, 1999.
- [4] J. A. Golbeck, "Computing and applying trust in web-based social networks," 2005.
- [5] S. P. Marsh, "Formalising trust as a computational concept," 1994.
- [6] L. Mui, M. Mohtashemi, and A. Halberstadt, "A computational model of trust and reputation," in System Sciences, 2002. HICSS. Proceedings of the 35th Annual Hawaii International Conference on, pp. 2431-2439, 2002.
- [7] J. Golbeck, "Trust and nuanced profile similarity in online social networks," ACM Trans. Web, vol. 3, no. 4, p. 12, 2009.
- [8] M. Maheswaran, H. C. Tang, and A. Ghunaim, "Towards a gravity-based trust model for social networking systems," in Distributed Computing Systems Workshops, 2007. ICDCSW'07. 27th International Conference on, p. 24, 2007.
- [9] M. Li and A. Bonti, "T-OSN: a trust evaluation model in online social networks," in Embedded and Ubiquitous Computing (EUC), 2011 IFIP 9th International Conference on, pp. 469-473, 2011.

در این مقاله یک مدل اعتماد جدید مبتنی بر شبکه بیزی برای شبکه‌های اجتماعی ارائه گردید. مدل BTSN یک مدل احتمالی است. در این مدل هر پارامتر موجود به‌عنوان یک متغیر تصادفی در نظر گرفته شده و با استفاده از الگوریتم‌های آموزش ساختار و آموزش پارامتری، تمامی وابستگی‌های احتمالی بین آنها به‌دست می‌آید. پس از آموزش ساختاری و پارامتری، و به‌دست آمدن تمامی وابستگی‌های احتمالی بین آنها، شبکه بیزی ایجاد شده با استفاده از الگوریتم استنتاج، برای تخمین مقادیر پارامترها به‌کار برده شد. با توجه به اینکه محیط شبکه‌های اجتماعی یک محیط کاملاً پویاست و مقادیر برخی از پارامترها در طول زمان دست‌خوش تغییر است، مدل BTSN این امکان را فراهم می‌سازد که با تغییر در مقدار هر یک از پارامترهای موجود، مقادیر سایر پارامترها با استفاده از الگوریتم استنتاج شبکه بیزی ساخته‌شده تخمین زده شوند. تخمین مقادیر جدید برای سایر پارامترها، کاربران را قادر می‌سازد که همیشه میزان اعتماد مورد نیاز خود را هر چه دقیق‌تر محاسبه کنند. نتایج آزمایش‌ها انجام‌گرفته و ارزیابی آنها نشان داد که مقادیر تخمین‌زده‌شده برای پارامترها موجود از دقت بسیار بالایی برخوردار است که منجر به محاسبه دقیق‌تر اعتماد می‌گردد.

می‌توان همین مدل را با پارامترهای متعدد دیگر نیز گسترش داد یعنی بدون تردید افزودن تعداد پارامترهای دیگر به افزایش ضریب دقت محاسبه اعتماد در این مدل خواهد افزود. از طرف دیگر استفاده و تهیه مجموعه داده‌های آنلاین موجود در شبکه‌های اجتماعی به بهبود و هرچه دقیق‌تر شدن مدل پیشنهادی خواهد افزود. این مدل بدون تردید قابل استفاده برای

- [15] S. Fong, Y. Zhuang, M. Yu, and I. Ma, "Quantitative analysis of trust factors on social network using data mining approach," in Future Generation Communication Technology (FGCT), 2012 International Conference on, pp. 70–75, 2012.
- [16] L. Bouchaala, A. Masmoudi, F. Gargouri, and A. Rebai, "Improving algorithms for structure learning in Bayesian Networks using a new implicit score," Expert Syst. Appl., vol. 37, no. 7, pp. 5470–5475, 2010.
- [17] G. F. Cooper and E. Herskovits, "A Bayesian method for the induction of probabilistic networks from data," Mach. Learn., vol. 9, no. 4, pp. 309–347, 1992.
- [18] I. Ebert-Uphoff, "A Probability-Based Approach to Soft Discretization for Bayesian Networks," 2009.
- [19] Y. Wang and J. Vassileva, "Bayesian Network-Based Trust Model," University of Saskatchewan, Computer Science Department, Saskatoon, Saskatchewan, S7N 5A9, Canada, 2003.
- [10] R. Levien, "Attack-resistant trust metrics," in Computing with Social Trust, Springer, pp. 121–132, 2009.
- [11] S. Al-Oufi, H.-N. Kim, and A. El Saddik, "A group trust metric for identifying people of trust in online social networks," Expert Syst. Appl., vol. 39, no. 18, pp. 13173–13181, Dec. 2012.
- [12] P. Massa and P. Avesani, "Trust metrics on controversial users: Balancing between tyranny of the majority," Int. J. Semant. Web Inf. Syst., vol. 3, no. 1, pp. 39–64, 2007.
- [13] J. Caverlee, L. Liu, and S. Webb, "Towards robust trust establishment in web-based social networks with socialtrust," in Proceedings of the 17th international conference on World Wide Web, pp. 1163–1164, 2008.
- [14] U. Kuter and J. Golbeck, "Sunny: A new algorithm for trust inference in social networks using probabilistic confidence models," in AAAI, vol. 7, pp. 1377–1382, 2007.

---

## Bayesian Networks Based Trust Model in Social Networks

V. Hosseinnezhad, A. A. Pourhaji Kazem\*

\*Department of Computer Engineering, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran

(Received: 09/04/2017, Accepted: 13/09/2017)

### ABSTRACT

*Social networks, networks that have come into existence, are on the Internet, whose purpose of the establishment is to communicate with different people from different societies. Social networks are a developed form whose information is not trusted by all individuals. Although, it is a popular network that can provide trusted information for some people. If one or more users receive some information from others, they should assure they have not received incorrect data from malicious users. Solutions to these problems are confidence models. Provided that trust deals with possibilities, Bayesian networks use possibilities to solve problems. As a result, the Bayesian network can improve the calculation of trust. In this study, the proposed model (BTSN) presents a model for calculating confidence using Bayesian networks for social networking. This model is able to calculate the confidence accurately and, in a large scale, can be used in social networks. In addition, the the performance and methods have been studied .*

**Keywords:** Trust Model, Bayesian Network, Social Networks.

---

\* Corresponding Author Email: a.pourhajikazem@iaut.ac.ir