

ارائه یک توصیه‌گر مبتنی بر AHP بمنظور فراهم نمودن مشاوره جهت سرمایه‌گذاری در بازارهای بورس کالا، سهام و اوراق بهادار

علیرضا صالحان^۱، امیدرضا باقری^۲ و محسن کاهانی^۳

^۱ عضو هیات علمی گروه کامپیوتر، مجتمع آموزش عالی تربت حیدریه، salehan.alireza@stu.um.ac.ir

^۲ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه کامپیوتر، دانشگاه فردوسی مشهد، orbsim@um.ac.ir

^۳ دانشیار، عضو هیات علمی گروه کامپیوتر، دانشگاه فردوسی مشهد، kahani@um.ac.ir

چکیده - یکی از چالش‌های اساسی در زمینه سرمایه‌گذاری در بازارهای بورس کالا و اوراق بهادار، تنوع تعداد اقسام و نیز سهام عرضه شده و همچنین نوسانات زیادی است که در این بازارها رخ می‌دهد. لذا اتخاذ یک تصمیم درست و انتخاب یک آیتم سودآور جهت سرمایه‌گذاری در آن، یکی از مسائل مهم برای رسیدن به موفقیت در این نوع بازارها می‌باشد. در این مقاله با استفاده از پروسه تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، سیستم توصیه‌گری معرفی می‌گردد که قابلیت عرضه یکسری توصیه‌ها به کاربران جهت سرمایه‌گذاری در یک بازار خاص و یا خرید یک آیتم مشخص را دارا است. این سیستم توصیه‌گر که از نوع سیستم‌های پالایش همکاری می‌باشد، براساس یکسری معیارها از جمله شاخص قیمت، شاخص تعداد معاملات، قیمت هر آیتم (که می‌تواند کالا یا سهام باشد)، سود هر آیتم، برتری شرکت‌های حاضر در بورس نسبت به یکدیگر و در نهایت امتیازاتی که کاربران قبلی نسبت به این شرکت‌ها ابراز نموده‌اند، افراد را قادر می‌سازد تا با توجه به توصیه‌های ارائه شده، یک یا چند آیتم را انتخاب و در آنها سرمایه‌گذاری نمایند. در پایان مقاله عملکرد سیستم پیشنهادی مورد ارزیابی قرار گرفته است.

کلید واژه‌ها - سرمایه‌گذاری، بازارهای بورس کالا و سهام، سیستم‌های توصیه‌گر، پروسه تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، پالایش همکاری (CF).

یکی از روش‌های تسهیل در فرآیند تصمیم‌گیری، پروسه تحلیل سلسله مراتبی یا AHP (Analytic Hierarchy Process) می‌باشد که در اواخر دهه هفتاد میلادی معرفی شده است [1]. هدف AHP یافتن آیتم‌های کاندید از بین مجموعه‌ای از انتخابها می‌باشد؛ بطوریکه این آیتم‌های منتخب حداکثر میزان رضایتمندی کاربران را براساس معیارهای مختلف فراهم نمایند. معیارهای مورد بحث در این پروسه، به ماهیت بستر پیاده‌سازی وابسته هستند.

در این مقاله، سیستم توصیه‌گر جدیدی معرفی می‌شود که با استفاده از روش توصیه مبتنی بر پالایش همکاری یا CF (Collaborative Filtering) و نیز براساس AHP و با در نظر گرفتن یکسری معیارهای شاخص در سرمایه‌گذاری، پیشنهاداتی را برای سرمایه‌گذاران جهت خرید از بورس فراهم می‌نماید؛ بطوریکه افراد می‌توانند با در نظر گرفتن توصیه‌های فراهم شده، یک خرید امن از بورس را تجربه کنند. سایر بخش‌های مقاله به این ترتیب سازماندهی شده‌اند: در بخش دوم مقاله، مهمترین کارهایی که در زمینه سیستم‌های توصیه‌گر مبتنی بر AHP انجام شده‌اند، بررسی می‌گردد. در بخش سوم، روش پیشنهادی مورد

۱. مقدمه

امروزه در سرتاسر جهان، تالارهای بورس بعنوان محکی برای ارزیابی میزان رشد اقتصادی به شمار می‌آیند. بگونه‌ای که مشارکت بیشتر در آنها، منجر به جمع‌آوری سرمایه‌های سرگردان شده و استفاده از این سرمایه‌ها در جهت رونق واحدهای تولیدی کوچک و بزرگ نیز باعث رشد چشم‌گیر اقتصاد یک کشور می‌گردد. یکی از مشکلاتی که در زمینه سرمایه‌گذاری در بورس پیش روی سرمایه‌گذاران قرار دارد، تردیدهای فراوان در هنگام خرید کالا، سهام و اوراق بهادار است. بطوریکه گاهی اوقات تنوع فراوان در آیتم‌ها و نیز نوسانات شدید بازار، منجر به سردرگمی خریداران و نیز خریدهای نادرست شده و در نتیجه دلیل ضرر و زیان‌های پدیدار شده برای سرمایه‌گذاران، بازار بورس با افزایش بی‌اعتمادی و یا کاهش سرمایه‌گذاری مواجه خواهد شد. حال چنانچه بتوان از ابزاری مکانیزه استفاده نمود تا تصمیم‌گیری در جهت خرید کالا، سهام و اوراق بهادار تسهیل گردد، این امر مشارکت افراد در بازارهای بورس را افزایش داده و منجر به رونق اقتصادی جامعه می‌گردد.

بحث قرار گرفته است. در بخش چهارم، ارزیابی روش پیشنهادی و پیاده‌سازی آن و در بخش پنجم نتیجه‌گیری ارائه شده است.

۲. کارهای وابسته

تاکنون سیستم‌های توصیه‌گر متفاوتی مطرح شده‌اند که با استفاده از تکنیک AHP، توصیه‌هایی را برای آسان نمودن فرآیند تصمیم‌گیری عرضه داشته‌اند. توصیه‌هایی که این نوع سیستم‌ها فراهم می‌آورند، طیف وسیعی از خدمات شامل انتخاب و خرید محصولات مختلف، توصیه‌های توریستی و مدیریت ارتباط با مشتریان هدف را در بر می‌گیرد که همه این خدمات تحت وب و بصورت اینترنتی پیاده‌سازی شده‌اند تا کاربران آنها بتوانند فارغ از هر مکان جغرافیایی، از مزایای سیستم بهره‌مند گردند.

در [2] یک سیستم توصیه‌گر تطبیقی مبتنی بر AHP معرفی شده است که کاربران را در یافتن اقلام مورد علاقه در بین مجموعه‌ای از کالاهای موجود در یک بازار الکترونیکی کمک می‌نماید. در این مقاله برای ارزیابی نظرات کاربران راجع به اقلام، از یک روش فازی بهره گرفته شده و بر مبنای داده‌های جمع‌آوری شده، تکنیک AHP بر روی داده‌ها اعمال شده است. خروجی این پروسه، توصیه‌هایی است که برای کاربران فراهم می‌گردد. در [3] نیز سیستم توصیه‌گری معرفی شده است که با استفاده از مدل‌سازی ریاضی و تکنیک AHP، قابلیت انتخاب آسان محصولات را برای مشتریان فراهم می‌کند؛ بطوریکه مشتریان در هنگام مواجهه با طیف وسیعی از محصولات، بتوانند یک انتخاب مناسب را انجام دهند.

در [4] با استفاده از ترکیب AHP و نیز شبکه‌های بی‌زین، سیستم توصیه‌گری معرفی شده است که می‌تواند جاذبه‌های توریستی را به گردشگران معرفی نماید. در این سیستم با توجه به نظرات سایر کاربران راجع به جاذبه‌های یک شهر و همچنین با توجه به علاقه‌مندیهای کاربر فعلی، سیستم توصیه‌هایی را مبنی بر جاذبه‌های شهر مقصد به کاربر عرضه می‌کند.

اما در [5] توصیه‌گری معرفی شده است که با ترکیب تکنیکهای AHP و داده‌کاوی، چرخه حضور مشتریان در سیستم را بررسی و میزان وفاداری هر یک از آنها به سازمان را ارزیابی می‌نماید. نتایجی که توسط این سیستم در قالب توصیه فراهم می‌شوند، مدیران سازمان را در اتخاذ تصمیمات بهتر در تعامل با مشتریان یاری می‌رسانند.

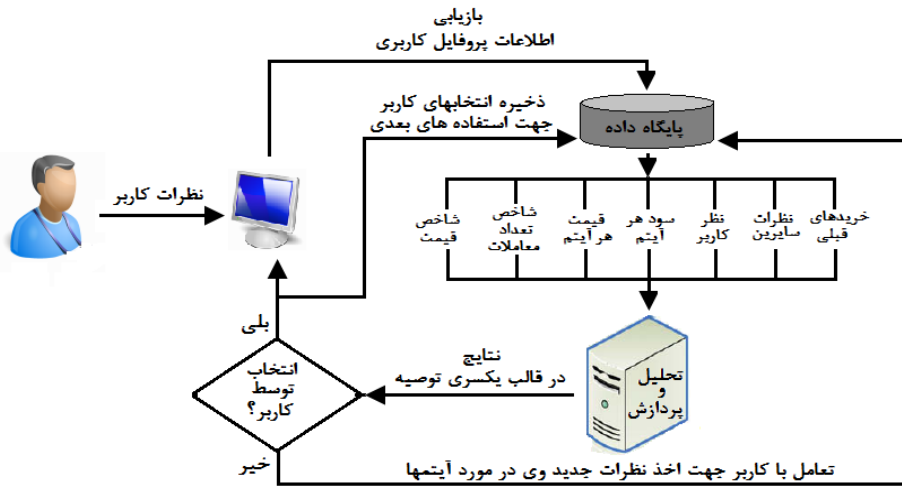
۳. راهکار پیشنهادی

این بخش به بیان جزئیات سیستم پیشنهادی اختصاص دارد. هدف اصلی از ارائه این سیستم، راحتی سرمایه‌گذاران در هنگام خرید از بورس می‌باشد. این سیستم که شامل چهار بخش استخراج داده‌های ورودی، الگوریتم پالایش همکارانه، تحلیل و پردازش داده‌ها و نهایتاً نمایش نتایج خروجی می‌باشد، قادر است تا با استفاده از روش AHP و براساس یکسری معیارها از جمله شاخص قیمت، شاخص تعداد معاملات، قیمت هر آیت، سود هر آیت، برتری شرکت‌های حاضر در بورس نسبت به هم و در نهایت امتیازاتی که سایر کاربران نسبت به کالاها یا سهام شرکت‌ها ابراز نموده‌اند، یک مقایسه و تحلیل را انجام داده و در نهایت یکسری توصیه را برای کاربران فراهم نماید. هنگامی که یک کاربر از این سیستم استفاده می‌کند، سیستم با در نظر گرفتن کلیه معیارهای فوق و همچنین سرمایه‌گذاری‌های قبلی کاربر، یک تحلیل و پردازش را به انجام رسانیده و نتایج پردازش را بصورت رتبه‌بندی شده به کاربران توصیه می‌نماید. حال کاربر قادر است از این نتایج، یک یا چند مورد را انتخاب و آنها را در قالب یک سبد سهام خریداری کند. در پایان این تراکنش، خریدهای کاربر برای استفاده‌های بعدی سیستم ذخیره خواهد شد. شکل (۱)، شمایی ساده و کلی از عملکرد سیستم پیشنهادی را به تصویر کشانیده است. در ادامه این بخش، ساختار راهکار پیشنهادی به تفصیل مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

۳-۱. استخراج داده‌های ورودی

در سیستم پیشنهادی همانگونه که در شکل (۱) نشان داده شده است، پارامترهای مختلفی حضور دارند که استفاده از مجموعه آنها، کیفیت توصیه‌های خروجی سیستم را افزایش می‌دهد. در این بخش، این معیارها و نحوه استخراج آنها مورد بحث قرار خواهد گرفت. این معیارها همواره در پایگاه داده‌های بازارهای بورس موجود بوده و در اینجا فرض بر آن است که این معیارها از پایگاه داده‌های بازار بورس به پایگاه داده سیستم تزریق می‌شوند.

شاخص قیمت (Price Index): منظور از شاخص قیمت، تغییرات قیمت یک کالا یا سهم در زمان t نسبت به قیمت اولیه آن می‌باشد. در این مقاله برای محاسبه دقیق‌تر این شاخص، در هر لحظه حاصلضرب تعداد آیت (که می‌تواند کالا یا سهام باشد) در قیمت هر آیت در نظر گرفته شده است. معادله (۱)، چگونگی محاسبه شاخص قیمت را نشان می‌دهد که در آن، منظور از p_{it}



شکل ۱: شمایی کلی از عملکرد سیستم پیشنهادی

در معادله فوق، منظور از قیمت آیتم i در لحظه t و منظور از p_{i0} ، قیمت همین آیتم در زمان شروع می‌باشد. چنانچه PPI در زمان t کمتر از یک شود، این امر بیانگر کاهش قیمت آیتم i نسبت به اولین عرضه آن در تالار بورس می‌باشد. سود هر آیتم (Earning Per Share): این معیار که یکی از فاکتورهای مهم جهت انتخاب یک شرکت برای سرمایه‌گذاری و همچنین ارزشیابی آیتم‌های آن شرکت می‌باشد، همان سودی است که مدیران هر شرکت برای هر آیتم در ابتدای سال مالی تخمین می‌زنند. در سیستم پیشنهادی آخرین سودی که برآورد شده است، براساس معادله (۴) مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این معادله، ابتدا سود هر کدام از آیتم‌ها بصورت جداگانه محاسبه شده و سپس بر مجموع سود بدست آمده برای همه آیتم‌های غیر هممنوع تقسیم می‌گردد. نتیجه حاصل، تناسب سود بدست آمده برای هر آیتم را مشخص می‌نماید. در این معادله پارامتر $TE_{it'}$ سود کل برای همه آیتم‌های از نوع i در زمان قبل از t (ابتدای سال مالی قبل از لحظه t)، پارامتر $NA_{it'}$ تعداد آیتم‌های i عرضه شده در همان سال مالی قبل از t ، و پارامتر $\sum_{j=1}^n \left(\frac{TE_{jt'}}{NA_{jt'}}\right)$ مجموع سودهای بدست آمده برای آیتم‌های 1 تا n را نشان می‌دهند.

$$EPS_{i,t'} = \frac{\frac{TE_{it'}}{NA_{it'}}}{\sum_{j=1}^n \left(\frac{TE_{jt'}}{NA_{jt'}}\right)} \quad (4)$$

نتیجه معادله (۴) برای معیار $EPS_{i,t'}$ دربرگیرنده مقداری بین صفر تا یک می‌باشد (البته نه خود صفر و یک، بلکه بازه بین صفر تا یک را شامل می‌شود). هر چقدر مقدار بدست آمده برای این معیار بیشتر باشد، میزان سودمندی آیتم جهت سرمایه‌گذاری بیشتر خواهد بود.

و p_{i0} ، برتریب قیمت آیتم i در زمان t و قیمت آن در ابتدای ورود به بورس و منظور از q_{i0} و q_{it} ، تعداد آیتم i در زمان t و زمان ورود به بورس می‌باشد.

$$PI_{i,t} = \frac{p_{it} \times q_{it}}{p_{i0} \times q_{i0}} \quad (1)$$

چنانچه مقدار PI کمتر از یک باشد، با یک رشد منفی در قیمت آیتم و در صورتیکه مقدار آن بیشتر از یک باشد، با یک رشد مثبت مواجه خواهیم بود.

شاخص تعداد معاملات (Index of Number of Trades): این شاخص نشان‌دهنده تعداد خرید و فروش‌هایی است که در آخرین عرضه آیتم در تالار بورس صورت گرفته‌اند. بمنظور رسیدن به یک تناسب جهت استفاده از این معیار در سیستم، در این مقاله شاخص تعداد معاملات با بکارگیری معادله (۲) محاسبه می‌گردد که منظور از NT_{it} ، تعداد معاملات آیتم i در آخرین عرضه (بعنوان مثال زمان t) و منظور از NA_{it} ، حجم کل سهام عرضه شده برای یک آیتم در تالار و طی آخرین عرضه می‌باشد.

$$INT_{i,t} = \frac{NT_{it}}{NA_{it}} \quad (2)$$

این آیتم می‌تواند مقداری بین صفر تا یک را به خود بگیرد که صفر بودن آن بدین معناست که در لحظه t هیچ معامله‌ای بر روی این آیتم صورت نگرفته است. یک بودن آن هم بیانگر فروش همه مقادیر عرضه شده از این آیتم در زمان t می‌باشد.

قیمت هر آیتم (Price Per Item): این معیار، قیمت هر واحد از آیتم i در زمان t نسبت به قیمت اولیه آن در زمان شروع را نشان می‌دهد و محاسبه آن با استفاده از معادله (۳) امکان‌پذیر است.

$$PPI_{i,t} = \frac{p_{it}}{p_{i0}} \quad (3)$$

بررسی قرار می‌گیرد. نتایج بررسی در قالب یک امتیاز بین یک تا نه برای هر آیتام محاسبه می‌گردد.

مرحله ۲: نظرات بررسی شده بر اساس میزان تشابه شان با نظر فعلی کاربر جاری، با یکدیگر ترکیب می‌شوند. در این مرحله در ابتدا امتیاز هر آیتام را بر اساس نظرات سایر کاربران بدست می‌آوریم. معادله (۶) چگونگی محاسبه امتیاز آیتام i را بر اساس نظرات سایر کاربران نشان می‌دهد.

$$P_i = \frac{\sum_{k=1}^n P_{ik}}{n} \quad (۶)$$

که در آن n تعداد کل سایر کاربران و P_{ik} امتیاز آیتام i ام توسط کاربر k ام می‌باشد و حاصل می‌تواند یک عدد پیوسته بین یک تا نه باشد. ذکر این نکته الزامی است که نظرات قبلی کاربر جاری نیز در این مرحله با توجه به ثبت آنها در سیستم، به عنوان یکی از نظرات در محاسبه P_i لحاظ می‌گردد. سپس با توجه به میانگین امتیاز یک آیتام توسط سایر کاربران و امتیاز فعلی ارائه شده به آیتام توسط کاربر جاری، امتیاز نهایی هر آیتام را با استفاده از معادله (۷) محاسبه می‌کنیم.

$$FP_i = \frac{P_i + CP_i}{2} \quad (۷)$$

در معادله فوق CP_i امتیاز کنونی کاربر جاری به آیتام i می‌باشد. دقت شود که در نهایت مقدار امتیاز نهایی آیتام i به یک عدد گسسته در بازه یک تا نه گرد خواهد شد.

۳-۳. تحلیل و پردازش داده‌ها

پس از آنکه کلیه داده‌های ورودی در دو بخش قبلی استخراج و امتیازات آیتامهای مختلف نیز براساس نظرات کلیه کاربران با تأکیدی بر نظر کاربر جاری محاسبه گردید، این داده‌ها به بخش تحلیل و پردازش سیستم ارسال می‌شوند. در ادامه با استفاده از تکنیک AHP، یک ارزیابی از این معیارها صورت گرفته و توصیه‌های سیستم حاصل می‌گردند. قبل از اعمال تکنیک AHP، لازم است تا مقدار بدست آمده برای هر کدام از این معیارها به عددی بین یک تا نه تبدیل شده و سپس کار تحلیل آغاز گردد. با توجه به اینکه هر کدام از معیارها داده‌ای بین صفر تا یک و همچنین نظرات نیز داده‌ای بین صفر تا نه را تولید می‌کنند، لذا تبدیل این داده‌ها به عدد صحیحی بین یک تا نه ساده و می‌تواند با توجه به سطح حساسیتهای مختلف در سیستم تفاوت نماید. تکنیک AHP که در این سیستم از آن بهره گرفته شده است، شامل سه مرحله بصورت زیر می‌باشد:

مرحله ۱: مقایسه دو به دو معیارها و مقایسه زوج آیتامها بر اساس هر کدام از معیارها: در این مرحله بر مبنای هر کدام از

نظر کاربر جاری (Current User Advice): اما معیار دیگری که در رتبه‌بندی نتایج نقش مهمی را دارا می‌باشد، نظر کاربر جاری نسبت به مجموعه آیتامها و نیز شرکت‌های عرضه‌کننده این آیتامهاست. کاربر پس از ورود به سیستم، نظرات و علائق خود به هر کدام از شرکت‌های موجود در تالار بورس را در قالب یک امتیاز بین یک تا نه (وابسته به سطح علاقه‌مندی) وارد می‌کند تا این امتیاز در مرحله بعدی (الگوریتم پالایش همکارانه) مورد استفاده قرار گیرد. چنانچه کاربر به شرکتی امتیاز ندهد، امتیاز صفر برای آن شرکت در نظر گرفته خواهد شد.

نظرات سایر کاربران (Other Users Advice): این معیار که مشابه معیار قبلی است، برای مشخص نمودن امتیازات داده شده به شرکت‌های حاضر در بورس توسط سایر کاربران، در مرحله بعد مورد استفاده قرار می‌گیرد.

خریده‌های قبلی کاربر (Current User Previous Purchases): چنانچه در ورود قبلی کاربر به سیستم، یک یا چند توصیه انتخاب شده باشد و بر مبنای آنها کاربر خریدی را انجام داده باشد، این خریده‌ها در پروفایل کاربر ذخیره شده‌اند. برای فراهم نمودن توصیه‌ها در این مرحله، علاوه بر معیارهای قبلی، نسبت خرید هر کدام از آیتامها به کل آیتامهای خریداری شده نیز محاسبه می‌شود تا نتیجه، تمایل کاربر به یک یا چند آیتام خاص را مشخص کند. این محاسبه براساس معادله (۵) صورت می‌پذیرد.

$$CUPP_i = \frac{pp_i}{app} \quad (۵)$$

در این معادله، منظور از pp_i خریده‌های قبلی آیتام i توسط کاربر جاری و منظور از app ، کل آیتامهای قبلی خریداری شده توسط کاربر می‌باشد. نتیجه برای هر آیتام می‌تواند مقداری بین صفر (عدم خرید) تا یک (همواره خرید این نمونه) داشته باشد.

۲-۲. الگوریتم پالایش همکارانه

در این مرحله با استفاده از الگوریتم پالایش همکارانه نظر فعلی کاربر جاری و همچنین نظرات قبلی او (اطلاعات ذخیره شده در پروفایلش) با نظرات سایر کاربران مقایسه شده و اطلاعات ترکیبی بدست آمده با ضرایب خاصی جهت استفاده در مرحله بعدی محاسبه می‌شوند. مراحل انجام الگوریتم پالایش همکارانه که در این سیستم استفاده شده است، به صورت زیر می‌باشد:

مرحله ۱: پروفایل سایر کاربرانی که نظرات قبلی آنها با نظرات ثبت شده و به دست آمده از کاربر جاری مشابهت دارد، مورد

الگوریتم CF و ۳. روش ترکیبی ارائه شده در این مقاله بررسی و نتیجه در قالب نمودار ارائه گردید.

۴-۱. نحوه پیاده‌سازی

جهت پیاده‌سازی روش، برنامه‌ای تحت وب با استفاده از php نسخه 5.3.5 و پایگاه داده mysql نسخه 5.1.54 تحت سیستم عامل لینوکس توزیع ubuntu نسخه LTS 10.04 فراهم گردیده است. پس از ثبت نام یک کاربر در سایت، پروفایلی مختص به او در پایگاه داده سیستم ایجاد می شود. در ابتدا سطح حساسیت معیارها توسط کاربر به سیستم وارد شده و سپس کاربر اقدام به امتیازدهی آیت‌های مختلف ارائه شده توسط شرکت‌های موجود در بازار بورس می نماید. پس از انجام این مراحل، کاربر از سیستم درخواست ارائه توصیه می کند. سیستم نیز با توجه به نظرات ارائه شده توسط کاربر و همچنین نظرات سایر کاربران که در پایگاه داده سیستم ثبت شده و همچنین با در نظر گرفتن سایر معیارهای ثبت شده در پایگاه داده، از الگوریتم پالایش همکارانه استفاده کرده و نظرات کاربران قبلی و کاربر جدید را با یکدیگر ترکیب می کند. سپس با بهره‌گیری از روش AHP و داده‌های بدست آمده از مراحل قبل، توصیه‌هایی را درخور کاربر جاری و به صورت اولویت‌دار به او ارائه می کند. در انتها انتخاب تعدادی از این توصیه‌ها توسط کاربر جاری نیز به عنوان نظرات جدید وی در پروفایل مربوط به او ذخیره می گردد.

۴-۲. تست روش پیشنهادی

جهت تست روش پیشنهادی همانطور که در بالا مطرح گردید، از نظرات ارائه شده توسط بیست کاربر آزمایشی در سیستم با استفاده از داده‌های واقعی ده سهام مختلف موجود در بازار بورس ایران بهره گرفته شده است. روال تست روش پیشنهادی شامل سه مرحله می شود:

مرحله ۱: در این مرحله چون نظرات کاربران برای اولین بار وارد سیستم می شود، تنها با استفاده از روش AHP و با در نظر گرفتن معیارهای موجود در پایگاه داده سیستم، آیت‌های موجود رتبه بندی شده و در قالب توصیه‌هایی به کاربر جاری پیشنهاد می گردند. کاربر جاری یک یا چند آیت را جهت خرید تعیین می کند و سیستم اطلاعات دریافت شده از او را در پروفایل کاربری برای استفاده‌های بعدی ذخیره می کند. پس از ارائه توصیه‌های ذکر شده به کاربر جاری، سیستم میزان رضایت‌مندی کاربر جاری را از پیشنهادات ارائه شده در قالب امتیازی بین یک تا نه جویا می شود. میزان رضایت‌مندی کل کاربران در این مرحله به

معیارهای بیان شده، جدولی برای همه آیت‌ها ایجاد و بصورت دو به دو مقایسه می شوند.

مرحله ۲: انجام یک سری محاسبات روی نتایج مرحله قبل جهت تولید اولویت‌ها: محاسبات مذکور شامل نرمال کردن مقادیر هر یک از معیارها و بدست آوردن میانگین مقادیر نرمال شده برای تمامی معیارهای هر آیت خاص می باشد.

مرحله ۳: بررسی میزان سازگاری نتایج بدست آمده: در انتها در صورت عدم وجود سازگاری در نتایج بدست آمده، سیستم مجدداً تعاملی را با کاربر انجام داده و با در نظر گرفتن معیارهای جدید و همچنین با اعمال تغییرات در داده‌های ورودی، مراحل فوق را جهت رسیدن به میزان سازگاری مورد نظر تکرار می کند. در این مرحله تنها آیت‌هایی مدنظر قرار می گیرند که نتایج به ازای آنها ناسازگار بوده است.

۴-۳. نمایش نتایج خروجی

خروجی بخش قبل، توصیه‌هایی است که در جهت تصمیم‌گیری هر چه بهتر کاربر برای خرید مجموعه‌ای از آیت‌ها فراهم می شوند. این توصیه‌ها بصورت رتبه‌بندی شده برای کاربر نمایش داده شده و کاربر می تواند براساس علاقه خود و همچنین رتبه هر توصیه، گزینه‌هایی را انتخاب و نسبت به خرید کالا یا سهام وابسته به این توصیه‌ها از بازار بورس اقدام نماید. چنانچه کاربر توصیه‌های فراهم شده را مفید دانسته و گزینه‌هایی را انتخاب کند، مجموعه انتخاب‌های وی جهت استفاده‌های بعدی در پایگاه داده سیستم ذخیره می شوند. اما ممکن است هیچکدام از توصیه‌ها رضایت‌مندی کاربر را فراهم نکنند و بدین منظور سیستم مجدداً تعاملی را با کاربر انجام داده و نظرات وی در مورد کالا یا سهام عرضه شده همچنین شرکت‌های عرضه کننده این اقلام را جویا می شود. این داده‌های جدید باعث فراهم شدن توصیه‌های جدید می شوند. خروجی جدید فقط هنگامی ظاهر خواهد شد که یا سایر معیارها تغییر نموده و یا اینکه کاربر نظر خود نسبت به اقلام سیستم را تغییر دهد.

۴-۴. ارزیابی روش پیشنهادی

جهت ارزیابی کارایی روش ارائه شده در این مقاله، پس از پیاده‌سازی آن، از داده‌های واقعی ده سهام مختلف در بازار بورس ایران و از بیست کاربر آزمایشی جهت ارائه نظر و طی کردن مراحل نرم افزار و درخواست توصیه‌های مورد نظر از نرم افزار استفاده گردید. در انتها نیز سطح رضایت‌مندی کاربران در سه حالت مختلف استفاده از: ۱. تنها روش پروسه AHP، ۲. تنها

اجرای نرم‌افزار در بازه‌های زمانی مختلف و متغیر وابسته، متوسط میزان سطح رضایت‌مندی کاربران تست شده در نظر گرفته شده است. همانطور که پیش‌بینی می‌شد، روش تلفیقی با بهره‌گیری از روش AHP و الگوریتم پالایش همکارانه سطح رضایت‌مندی کاربران مورد نظر را به میزان قابل توجهی افزایش داده است.

۵. نتیجه‌گیری

در این مقاله روشی ارائه گردید که با استفاده از AHP و CF، قابلیت فراهم نمودن یکسری توصیه‌ها برای سرمایه‌گذاران بازارهای بورس را دارا می‌باشد. این روش که بصورت یک سیستم تحت وب پیاده‌سازی شده است، می‌تواند شاخص‌های آماری مختلفی را از پایگاه داده مرتبط استخراج نموده و براساس این داده‌ها و همچنین نظراتی که کاربر جاری و سایر کاربران در مورد کالاها، سهام و اوراق عرضه شده در بورس از خود ارائه نموده‌اند، توصیه‌هایی را در جهت ساده نمودن فرآیند خرید و راهنمایی سرمایه‌گذاران عرضه نماید. توصیه‌های فراهم شده توسط این روش، خریداران بورس را از سردرگمی خلاص کرده و آنها را قادر می‌سازد تا براساس میزان موجودی و سرمایه خود، بر روی کالاها یا سهامی که شانس بیشتری برای کسب سود دارند، سرمایه‌گذاری نمایند. ارزیابی روش بیانگر این مطلب است که توصیه‌های فراهم شده از سطح اعتماد بالایی برخوردار بوده و تنها یکسری نوسانات شدید و غیر قابل پیش‌بینی، می‌تواند معادلات استنتاج شده توسط سیستم پیاده‌سازی شده را بهم بزند. با توجه به فراگیر شدن سیستم‌های مکانیزه تصمیم‌یار در امور مختلف روزمره، بهره‌گیری از این سیستم از یکسو نقش موثری در افزایش اعتماد سرمایه‌گذاران به بازارهای بورس داشته و از سوی دیگر، میزان سود حاصل شده از سرمایه‌گذاری توسط افراد را افزایش خواهد داد.

مراجع

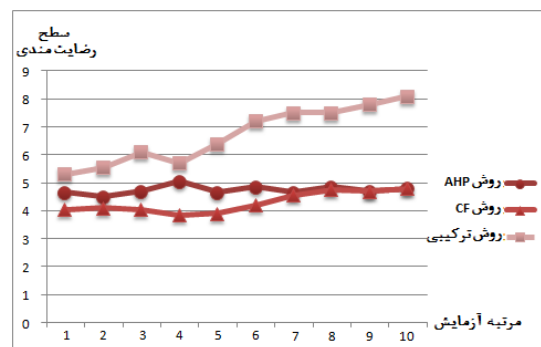
- [1] T.L. Saaty, "The Analytic Hierarchy Process", McGraw-Hill, Inc., 1980.
- [2] C. Schmitt, D. Dengler, M. Bauer, "The MAUT-Machine: an Adaptive Recommender System", in Adaptivität und Benutzermodellierung in interaktiven Software systemen (ABIS), 2002.
- [3] H. Wang, C. T. Wu, "A mathematical model for product selection strategies in a recommender system", Expert Systems with Applications, Vol. 36, No. 3., pp. 7299-7308, 2009.
- [4] Y. Huang, L. Bian, "A Bayesian network and analytic hierarchy process based personalized recommendations for tourist attractions over the Internet", Expert System. Appl, pp. 933-943, 2009.
- [5] T. J. Maciag, D. H. Hepting, "Analysis of User Classifiers for Personalization of Environmental Decision Support System Interfaces", Intelligent Engineering Systems through Artificial Neural Networks, Volume 15, pp. 767-776, 2005.

صورت یک عدد پیوسته در بازه یک تا نه که با S_{AHP} نمایش داده می‌شود، بدست آمده و به شکل زیر محاسبه می‌شود.

$$S_{AHP} = \frac{\sum_{i=1}^{20} S_{AHP,i}}{20} \quad (8)$$

که در آن $S_{AHP,i}$ میزان رضایت‌مندی کاربر i ام می‌باشد. **مرحله ۲:** چون در مرحله قبل نظرات همه کاربران مورد نظر جمع‌آوری و در پایگاه‌داده سیستم ثبت شده است، در اینجا تنها با استفاده از نظرات مذکور و با بهره‌گیری از الگوریتم CF، توصیه‌هایی به کاربر جاری نمایش داده می‌شود. مشابه قبل، کاربر جاری یک یا چند آیتم را سفارش داده و سیستم اطلاعات دریافت شده از او را در پروفایلش ذخیره می‌کند. در ادامه، سیستم میزان رضایت‌مندی کاربر جاری را از توصیه‌های ارائه شده به شکل امتیازی بین یک تا نه دریافت می‌کند. مشابه معادله (۸) در اینجا مقدار S_{CF} با میانگین گرفتن از مقادیر رضایت‌مندی هر یک از کاربران از خروجی‌های این روش، محاسبه می‌گردد.

مرحله ۳: در این مرحله که در حقیقت ترکیبی از روش‌های موجود در مراحل ۱ و ۲ می‌باشد، از معیارهای موجود در پایگاه-داده سیستم به همراه نظرات ارائه شده توسط جمیع کاربران استفاده نموده و با ترکیب روش‌های AHP و الگوریتم پالایش همکارانه، توصیه‌هایی مناسب به کاربر جاری ارائه می‌گردد. پس از آن و مشابه مراحل قبل، سیستم میزان رضایت‌مندی کاربر جاری را از توصیه‌های ارائه شده در قالب امتیازاتی بین یک تا نه دریافت می‌کند. مشابه معادله (۸) در اینجا مقدار S نهایی با میانگین گرفتن از مقادیر رضایت‌مندی هر یک از کاربران از خروجی‌های این روش، بدست می‌آید.



شکل (۲): مقایسه سطح رضایت‌مندی فراهم شده توسط سه روش

برای کاربران

در پایان، در نمودار شکل (۲) مقایسه‌ای از میزان رضایت‌مندی کاربران با استفاده از هر یک از سه روش ذکر شده ارائه گردیده است. در این نمودار متغیر مستقل، تعداد مرتبه‌های