

## به کارگیری سیستم خبره فازی - آماری در آنالیز و مدیریت جریان‌های وجوه نقد تحت شرایط عدم اطمینان

علی اصغر انواری رستمی<sup>۱</sup>، وحید بقایی<sup>۲\*</sup>، سعید قربانی<sup>۳</sup>، جواد معصومی<sup>۴</sup>

۱- استاد، مدیر گروه حسابداری دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

۲- کارشناس ارشد حسابداری دانشگاه تربیت مدرس تهران، ایران

۳- دکتری حسابداری

۴- کارشناس ارشد حسابداری دانشگاه امام خمینی (ره) قزوین

دریافت: ۸۹/۸/۵

پذیرش: ۹۰/۶/۱۹

### چکیده

«انسان‌ها بر مبنای قواعدی که استنتاج می‌کنند ممکن است آنچه را که بر زبان می‌آورند همان استنتاجشان نباشد اما ربات‌ها و ماشین‌های هوشمند بر مبنای قواعد استنتاج، همانی را بازگو می‌کنند که استنتاج کرده‌اند. آن‌ها انسان نیستند که دروغ هم بگویند !!!!!!!».

در دنیای ابهام‌آمیز و بدون اطمینانی به سر می‌بریم، عوامل بیرونی که بر تصمیم‌های ما اثرگذارند هر یک با احتمالات مختلفی مورد انتظارند و ترکیب تصمیم اتخاذی ما با عواملی که رخ می‌دهند، پیامدها یا نتایج تصمیم ما را می‌سازند. پس در چنین دنیای مبهمی، به کارگیری ابزارهای توانمند که به زبان طبیعی نزدیک بوده و توانایی استنتاج به سبک و شیوه ذهن انسان، اما با داده‌هایی بیش‌تر و روابطی پیچیده‌تر را داشته باشند، می‌توانند ما را به سوی اخذ تصمیم‌های مناسب رهنمون سازند.

هدف این مقاله نشان دادن چگونگی به کارگیری مفهوم مجموعه‌های فازی در تجزیه و تحلیل و مدیریت جریان‌های نقد می‌باشد و سپس به اتخاذ رویکرد منطق فازی برای تجزیه و تحلیل آسان



روابط میان متغیرهای عدم اطمینان بر روی تصمیم‌گیری با به‌کارگیری مجموعه‌ای از تکنیک‌های ریاضی می‌پردازد.

اهمیت بسیار بالای وجوه نقد و جریان‌های آن برای واحدهای تجاری به‌عنوان یکی از مهم‌ترین منابع سازمانی، بر هیچ کس پوشیده نیست و در این مقاله تلاش بر آن است تا با به‌کارگیری ابزاری به نام سیستم خبره فازی، تصمیم‌گیرندگان واحدهای تجاری را در جهت رساندن به اهداف خود در زمینه مطلوبیت‌های نقدی و مدیریت هر چه بهتر این منبع، رهنمون سازند. مبنای اطلاعاتی ما در این مقاله برای نشان دادن شکل عملی هدف مزبور در یک دنیای واقعی تجاری، اطلاعات صورت جریان وجوه نقد تهیه شده بر مبنای استانداردهای حسابداری ایران به‌وسیله شرکت‌های بورسی می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** تصمیم‌گیری، سیستم خبره فازی- آماری، صورت جریان وجوه نقد، استانداردهای حسابداری ایران.

## ۱- مقدمه

وجه نقد منبعی است که در دنیای تجارت، آغازگر چرخه تجاری بوده است و آخر این چرخه به آن ختم می‌شود، همان مطلوبی که با توجه به ویژگی‌های آن، کارایی‌اش در دنیای تجارت برای همه بدیهی است. حال اگر بتوان شرایطی را فراهم آورد که هر چه بهتر بتوان این منبع مهم را آنالیز و کنترل نمود، بستر تجاری را برای نیل به اهداف آن مناسب‌تر خواهد ساخت. اما یکی از منابع اطلاعاتی که می‌توان درباره این منبع سراغی از آن در گزارش‌های مالی گرفت، صورت جریان وجوه نقد است.

صورت جریان وجوه نقد اطلاعات مفیدی در مورد شیوه‌های ایجاد و مصرف وجه نقد به‌وسیله واحد تجاری ارائه می‌کند. اطلاعات راجع به جریان‌های ورودی و خروجی وجه نقد طی دوره به استفاده‌کنندگان کمک می‌کند تا عواملی هم‌چون مخاطره، نقدینگی واحد تجاری و توان آن برای بازپرداخت بدهی‌ها، انعطاف‌پذیری مالی و رابطه بین سود و جریان‌های نقدی واحد تجاری را مورد ارزیابی قرار دهند. وجه نقد امکان دستیابی به منافع اقتصادی را فراهم می‌کند. ارزیابی فرصت‌ها و



مخاطرات فعالیت تجاری و وظیفه مباشرت مدیریت مستلزم درک ماهیت فعالیت تجاری از جمله نحوه ایجاد و مصرف وجه نقد به وسیله واحد تجاری است [۱].

برای کمک به امر تصمیم‌گیری در شرایط عدم اطمینان، علمی به نام آمار پا به عرصه وجود گذاشت تا با تبیین احتمالات رخداد هر پدیده‌ای به مسائل تصمیم‌گیری در زمینه‌های مختلف کمک کند. با وجود آن که مدل‌های احتمالی و تصادفی زیادی برای تجزیه و تحلیل متغیرهای عدم اطمینان وجود دارد، برخی مدیران به دلیل پیچیدگی بیش از حد آن یا گران تمام شدن آن برای شرکت‌های کوچک یا متوسط، آن‌ها را به کار نمی‌گیرند و نیز برخی مدیران به دلیل عدم وجود هر گونه تجربه در به کارگیری تجزیه و تحلیل‌های دقیق آماری و ریاضی، ممکن است توانایی توجیه به کارگیری مدل‌های احتمالی پیشرفته را نداشته باشند [۲، صص ۱۱۵۵-۱۱۶۳].

علاوه بر آن به کارگیری مدل‌های احتمالی و شبیه‌سازی در دسترس به دلیل دارا بودن مفروضات پایه‌ای دارای محدودیت می‌باشند. مدل‌های احتمالی مستلزم مفروضات مربوط به توزیع استاندارد مثل توزیع نرمال می‌باشند، مورد غیر قابل انعطافی که با شرایط پویای تجاری، ناسازگاری دارد [۳، صص ۲۹-۴۰]. بنابراین مدیران به یک روش عملی و ساده که بتواند این پیچیدگی‌ها را حداقل کرده و امکان تصمیم‌گیری را در شرایط عدم اطمینان فراهم سازد، نیاز دارند.

برای دستیابی به روش مذکور می‌توان از منطق فازی در ارتباط با مفاهیم ذاتاً مبهم و گنگ استفاده کرد [۴، ص ۲] مثل این که چه سطحی از جریان وجه نقد خوب است، در جایی که سطح جریان وجه نقد قابلیت تفسیر داشته باشد. شناسایی تمامی این روابط پیچیده دارای اهمیت به‌سزایی برای مدیران جهت موفقیت آن‌ها در برنامه‌ریزی و کنترل می‌باشد [۲، صص ۱۱۵۵-۱۱۶۳]. نخست با شناسایی این روابط، مدیران می‌توانند خود را بر استراتژی‌هایی که در خلق حداکثری وجه نقد برای اهداف تجاریشان یاری می‌رساند، متمرکز کنند. بنابراین تکنیکی را باید به کار گرفت که بتواند فراهم‌کننده بازه‌ای قابل اتکا از برآوردهای این جریان‌ها برای فرایند برنامه‌ریزی باشد که در نتیجه آن می‌توان اختلاف‌های میان موارد برنامه‌ریزی شده و نتایج واقعی را به‌طور قابل ملاحظه‌ای حداقل کرد.



هدف این مقاله به کارگیری منطق فازی برای استدلال‌های انسانی در تجزیه و تحلیل و مدیریت جریان‌های نقدی است. در شرایط عدم اطمینان استدلال و تفکرات یک شخص شامل فاکتورهای مبهم می‌باشد. یک شخص معمولاً با اصطلاحات غیردقیق مثل بالا و پایین، سریع و تند، سنگین و سبک، گمانه‌زنی و تفکر می‌کند [۵، صص ۴۲۷-۴۵۵]. اگر مدل تصمیم‌برخی ابهامات را در بر نگیرد، وضعیت واقعی به‌درستی نشان داده نخواهد شد و تصمیم‌گیری با امکان اشتباه روبه‌رو خواهد بود. یک سیستم خبره فازی اطلاعات غیردقیق را با تلاش برای به‌کارگیری دانش در یک سبک مشابه به آنچه که نشانگر ذهن یک انسان است، به‌صورت یک مدل در می‌آورد و در نتیجه شناخت مدل از یک مسئله را بهبود می‌بخشد [۶، صص ۶۲۳-۶۲۸؛ ۷]. در نتیجه منطق فازی منجر به یک سیستم هوشمند جدید شبیه به انسان می‌شود که ممکن است در فهم فرایند تصمیم‌گیری در مورد جریان‌های نقد به کار برده شود [۸].

در ادامه به مواردی اشاره می‌شود که نشان از نیاز به منطق و چارچوبی جدید است که توان و قابلیت حل مسائل مختلف دنیای واقعی ما انسان‌ها را داشته باشد. به عقیده برتراند راسل «تمام منطق سنتی بنا به عادت فرض را بر آن می‌گذارد که نمادهای دقیقی به کار گرفته شده است. به این دلیل موضوع در مورد این زندگی خاکی قابل به کارگیری نیست بلکه فقط برای یک زندگی ماوراءالطبیعه معتبر است» یا از دیدگاه کاسکو در حالی‌که در تمامی جهان حتی یک پدیده را نمی‌توان یافت که صد در صد درست یا صد در صد نادرست باشد، علم با ابزار ریاضی خود همه پدیده‌های جهان را سیاه و سفید بیان می‌کرد، در این‌جا بود که علم دچار اشتباه شد [۹].

در سال‌های اخیر استفاده از مفهوم «منطق فازی» بسیار فراگیر شده است. استفاده از این تکنیک بویژه در مواقعی که اجبار به استفاده از عبارات‌های کلامی «کیفی و نادقیق» مانند خیلی خوب، تا حدی خوب، بد، کمی بد و امثال آن وجود دارد، مخصوصاً در تحلیل مسائل اقتصادی، بسیار امیدبخش بوده است [۱۰، صص ۱۴۱-۱۶۱].

عمده مقالات کار شده با کاربست منطق فازی یا سیستم‌های هوشمند به بررسی جریان‌های نقدی پروژه‌ها یا بودجه‌بندی‌های سرمایه‌ای پروژه‌ها پرداخته‌اند، مثل کارهای انجام شده



به وسیله چوی و چن (۱۹۹۴) یا به وسیله بوزبین و الحاق (۱۹۹۹) است. اما نوآوری و ابتکار تحقیق حاضر علاوه بر به کارگیری از دو حوزه منطق نوین فازی و آمار از حوزه های تصمیم گیری در مدیریت، حسابداری و سیستم های هوشمند نیز استفاده کرده و ترکیب همه این حوزه ها، تحلیل گری بسیار مناسبی را در اختیار گذاشته است. هم چنین از یکی از صورت های مالی اساسی برای جریان های نقدی کل شرکت استفاده شده است و فقط به موارد تحلیل پروژه ها توجه نشده است.

## ۲- روش شناسی

بر اساس استانداردهای حسابداری ایران صورت جریان وجوه نقد باید منعکس کننده جریان های نقدی در طول دوره با سرفصل های اصلی زیر باشد:

- فعالیت های عملیاتی؛

- بازده سرمایه گذاری ها و سود پرداختی بابت تأمین مالی؛

- مالیات بر درآمد؛

- فعالیت های سرمایه گذاری؛

- فعالیت های تأمین مالی.

اما دو سرفصل دیگر، یعنی نقد ابتدای دوره و تعدیلات ناشی از تغییرات نرخ ارز با سرفصل های اصلی فوق ترکیب شده و در نهایت مانده نهایی جریان نقد انتهای دوره را می سازند.

عوامل مؤثر و تشکیل دهنده صورت جریان وجوه نقد تهیه شده بر مبنای استانداردهای حسابداری ایران از رابطه زیر به دست می آید:

$$EC = FC + OCF + RIFCF + TCF + ICF + FCF + ARC$$

جایی که EC نشان دهنده وجه نقد انتهای دوره، FC نشانگر وجه نقد ابتدای دوره، OCF نشانگر وجه نقد ناشی از فعالیت های عملیاتی، RIFCF نشانگر جریان وجه نقد ناشی از بازده

سرمایه‌گذاری‌ها و سود پرداختی بابت تأمین مالی، TCF نشانگر جریان وجه نقد ناشی از مالیات بر درآمد و ICF نشانگر جریان وجه نقد ناشی از فعالیت‌های سرمایه‌گذاری، FCF نشانگر جریان وجه نقد ناشی از فعالیت‌های تأمین مالی و در نهایت ARC نشان‌دهنده تعدیلات نرخ ارز وجه نقد می‌باشد.

شرکت‌ها به‌طور معمول اطلاعات دقیقی راجع به اجزای جریان‌های نقد به‌خصوص جریان‌های نقد ناشی از فعالیت‌های عملیاتی آینده ندارند. معمولاً مدیران و گردانندگان شرکت‌ها، ارزش متغیرها را بر مبنای تجربه، حدس‌ها و سلیقه‌های شخصی تعیین می‌کنند. برای مثال، کارشناسان مربوط به فروش و جمع‌آوری نقد ممکن است معتقد باشند که بازه جریان‌های نقد ناشی از فعالیت‌های عملیاتی بین ۱۳۰ تا ۲۰۰ میلیارد ریال منطقی است. پس با توجه به عدم اطمینانی که نسبت به آینده وجود دارد، پیش‌بینی به شکل بازه، خیلی راحت‌تر و دارای انحراف کم‌تر از واقعیت خواهد بود. توابع عضویت سایر متغیرهای ورودی و خروجی به‌وسیله کارشناسان مربوط قابل تعیین است که در جدول‌های ۱ و ۲ ارائه می‌شود. از آنجایی که این متغیرها به‌صورت ذهنی تعیین می‌شوند اغلب دارای نتایج عدم اطمینان بالایی هستند، پس آثار متفاوتی روی جریان‌های نقد بر جا می‌گذارند؛ به‌عنوان مثال سطوح متغیرهای ورودی را در شکل زبان‌شناختی می‌توان به صورت پایین، متوسط و بالا طبقه‌بندی کرد، در صورتی که سطوح متغیر خروجی را با حساسیت بیش‌تر به خیلی پایین، پایین، متوسط، بالا و خیلی بالا طبقه‌بندی کرد.

در این مقاله برای تعیین بازه‌های هر کدام از متغیرها، از مبحث چندک‌های علم آمار استفاده شده است تا نظرات شخصی به کار برده نشود و چون مبنای عملی ما شرکت‌های سیمانی عضو بورس اوراق بهادار تهران می‌باشند، استفاده از یک مبنای علمی مشترک می‌تواند مبنای قابلیت مقایسه و قابلیت اتکا را در سطح کلی (در این جا صنعت) بالاتر ببرد. البته لازم به ذکر است که در این مقاله قصد ارائه یک راه‌حل واحد و کلی نیست بلکه برای نشان دادن شکل عملی استفاده از سیستم خبره فازی در یک محیط واقعی از مبانی که هم علمی و هم قابلیت پذیرش بالایی دارند، استفاده می‌شود.



باید این نکته را نیز خاطر نشان ساخت، همان طور که پیش از این اشاره شد سیستم خبره فازی سعی دارد استنتاجی شبیه به استنتاج انسان ( بر مبنای قواعد تجربی) ارائه کند، پس هر فرد استفاده کننده از این سیستم در زمینه های مختلف می تواند با توجه به تجربیات، سلیقه ها و انتظارات خود به تبیین بازه متغیرها و قواعد استنتاج آن بپردازد و تلاش ما در این مقاله عملی کردن این خواسته در یک فضای مالی واقعی است .

جدول ۱ توابع عضویت متغیرهای ورودی

| متغیر ورودی                                                                   | سطح (صدک)                | بازه (میلیون ریال)    |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------------|
| (۱) وجه نقد ابتدای دوره                                                       | پایین ( min تا صدک ۳۳)   | ۲,۶۴۴ – ۱۶,۵۰۹        |
|                                                                               | متوسط (صدک ۳۳ تا صدک ۶۷) | ۱۶,۵۰۹ – ۳۱,۴۵۴       |
|                                                                               | بالا (صدک ۶۷ تا Max)     | ۳۱,۴۵۴ – ۲۳۲,۷۲۵      |
| (۲) جریان وجه نقد ناشی از فعالیت های عملیاتی                                  | پایین ( min تا صدک ۳۳)   | ۶۱,۶۹۸ – ۱۳۵,۲۷۷      |
|                                                                               | متوسط (صدک ۳۳ تا صدک ۶۷) | ۱۳۵,۲۷۷ – ۲۰۵,۵۲۸     |
|                                                                               | بالا (صدک ۶۷ تا Max)     | ۲۰۵,۵۲۸ – ۸۲۹,۴۱۱     |
| (۳) جریان وجه نقد ناشی از بازده سرمایه گذاری ها و سود پرداختی بابت تأمین مالی | پایین ( min تا صدک ۳۳)   | (۴۲۷,۰۱۰) – (۱۱۴,۰۰۵) |
|                                                                               | متوسط (صدک ۳۳ تا صدک ۶۷) | (۱۱۴,۰۰۵) – (۷۴,۰۷۸)  |
|                                                                               | بالا (صدک ۶۷ تا Max)     | (۷۴,۰۷۸) – (۷,۶۰۴)    |
| (۴) جریان وجه نقد ناشی از مالیات بر درآمد                                     | پایین ( min تا صدک ۳۳)   | (۴۶,۶۲۴) – (۲۳,۴۷۱)   |
|                                                                               | متوسط (صدک ۳۳ تا صدک ۶۷) | (۲۳,۴۷۱) – (۱۵,۹۱۰)   |
|                                                                               | بالا (صدک ۶۷ تا Max)     | (۱۵,۹۱۰) – ۰          |
| (۵) جریان وجه نقد ناشی از فعالیت های سرمایه گذاری                             | پایین ( min تا صدک ۳۳)   | (۸۱۷,۲۴۰) – (۲۹۲,۷۳۹) |
|                                                                               | متوسط (صدک ۳۳ تا صدک ۶۷) | (۲۹۲,۷۳۹) – (۱۵۲,۳۲۳) |
|                                                                               | بالا (صدک ۶۷ تا Max)     | (۱۵۲,۳۲۳) – (۷۰,۹۱۱)  |
| (۶) جریان وجه نقد ناشی از فعالیت های تأمین مالی                               | پایین ( min تا صدک ۳۳)   | (۵۸,۹۷۶) – ۷,۳۷۶      |
|                                                                               | متوسط (صدک ۳۳ تا صدک ۶۷) | ۷,۳۷۶ – ۱۹۶,۵۷۷       |
|                                                                               | بالا (صدک ۶۷ تا Max)     | ۱۹۶,۵۷۷ – ۴۶۴,۲۹۸     |
| (۷) تعدیلات نرخ ارز                                                           | پایین ( min تا صدک ۶۷)   | ۰                     |
|                                                                               | بالا (صدک ۶۷ تا Max)     | ۰ – ۸۸۲               |



## جدول ۲ توابع عضویت متغیر خروجی

| متغیر خروجی         | سطح (صدک)                   | بازه (میلیون ریال) |
|---------------------|-----------------------------|--------------------|
| وجه نقد انتهای دوره | بسیار پایین (min تا صدک ۲۰) | ۲,۱۴۸ - ۳,۳۵۱      |
|                     | پایین (صدک ۲۰ تا صدک ۴۰)    | ۳,۳۵۱ - ۱۱,۷۴۴     |
|                     | متوسط (صدک ۴۰ تا صدک ۶۰)    | ۱۱,۷۴۴ - ۱۸,۲۷۴    |
|                     | بالا (صدک ۶۰ تا صدک ۸۰)     | ۱۸,۲۷۴ - ۴۸,۳۲۳    |
|                     | بسیار بالا (صدک ۸۰ تا max)  | ۴۸,۳۲۳ - ۷۵,۶۶۰    |

این متغیرهای زبانی با اطلاعات غیر قطعی و در ماهیت مبهم سازگار هستند، در صورتی که تجزیه و تحلیل‌های کمی متداول و سستی نتوانست برخی بی‌دقتی‌ها را نشان دهد. مفهوم مجموعه فازی اجازه عملیات ریاضی را روی این دانش (آگاهی) یا اطلاعات مبهم را می‌دهد [۱۱، صص ۴۵۷-۴۷۰].

توابع مجموعه فازی به‌عنوان ارزش‌های مبهم در ارتباط با طبقات جریان وجه نقد ناشی از فعالیت‌های عملیاتی و دیگر متغیرهای مربوط به‌کار رفته است. این‌جا، سطوح جریان وجوه نقد ناشی از فعالیت‌های عملیاتی (OCF) نشان داده شده به‌وسیله مجموعه‌های فازی این چنین تعریف می‌شود:

جایی که  $OCF_i$  زیرمجموعه مبهمی از سطوح جریان وجوه نقد ناشی از فعالیت‌های عملیاتی،  $i$  شاخصی از سطوح قیمت و  $i=1, 2, 3$  به‌ترتیب نماینده پایین، متوسط و بالا می‌باشند. این سطوح جریان وجوه نقد ناشی از فعالیت‌های عملیاتی نشانگر اصطلاحات زبان‌شناختی هستند تا اصطلاحات کمی که دارای خواص مجموعه‌های فازی هستند. به‌طور مشابه، ۶ متغیر ورودی باقیمانده به سه بخش (پایین، متوسط و بالا) تقسیم شده‌اند. وجه نقد انتهای دوره دارای پنج زیر شاخه (خیلی پایین، پایین، متوسط، بالا و خیلی بالا) است. توابع عضویت<sup>۱</sup> را هم‌چنین می‌توان به شکل نموداری رسم کرد که آن‌ها در برخی موارد در محاسبه



حد و مرز عدم اطمینان مشترک می‌باشند. بر مبنای مفاهیم عمومی پذیرفته شده به وسیله مدیران فروش، توابع عضویت برای تعیین سطوح قیمتی و دیگر متغیرها (شکل‌های ۱ تا ۸) در مجموعه‌های فازی به کار برده می‌شود؛ به عنوان مثال برای تعیین درجه عضویت جریان وجوه نقد ناشی از فعالیت‌های عملیاتی تابع زیر به کار برده می‌شود:

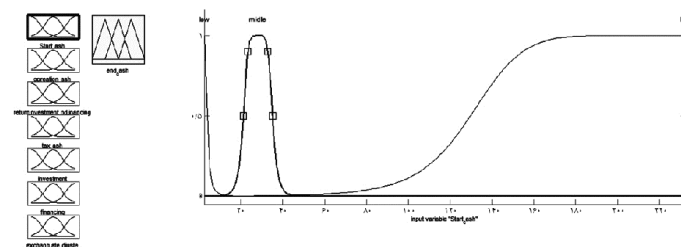
Middle operation cash flow:

$$OCF_2 = \sum_{i=1}^n \mu_{OCF_2}(x_i)/(x_i) = (x ; 135.2, 170, 205.2) = 0/135.2 + 1/170 + 0/205.2$$

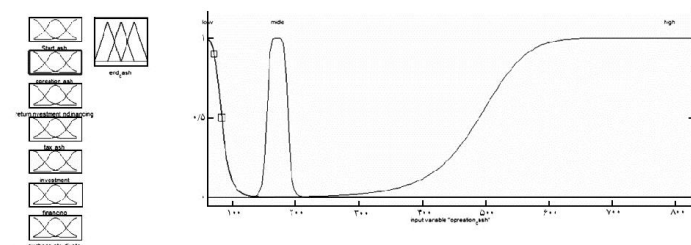
جایی که  $x_i$ ، عنصری از زیر شاخه فازی است،  $OCF_i$  و  $\mu_{OCF_i}(x_i)$  نشان گر تناظر ارزش عضویت در ارتباط با جریان وجوه نقد ناشی از فعالیت‌های عملیاتی متوسط می‌باشد. برای مثال مبلغ ۱۷۰ میلیارد ریال را در نظر بگیرد،  $OCF$  به وسیله فرمول زیر نشان داده شده است.

$$OCF = [OCF_1, OCF_2, OCF_3] = 0/170, 1/170, 0/170$$

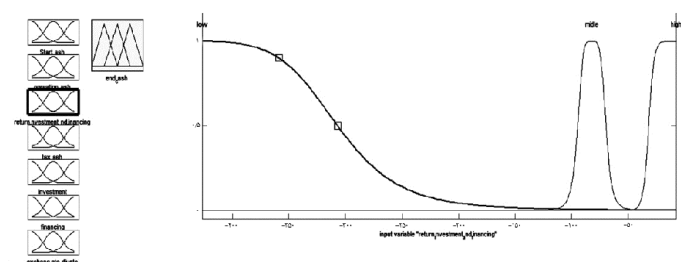
بنابراین ارزش عضویت یا درجه تعلق<sup>۱</sup> به مجموعه، برای مبالغ جریان‌های نقد عملیاتی پایین و بالا برابر با ۰ است. سطح متوسط به ارزش عضویتی برابر با ۱ تخمین زده شده است. به طور مشابه سایر سطوح وجه نقد عملیاتی به صورتی که در شکل ۲ نشان داده شده است، تعریف می‌شوند.



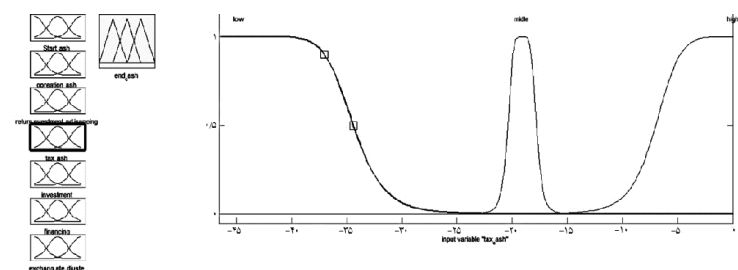
شکل ۱ توابع عضویت سطوح وجه نقد ابتدای دوره



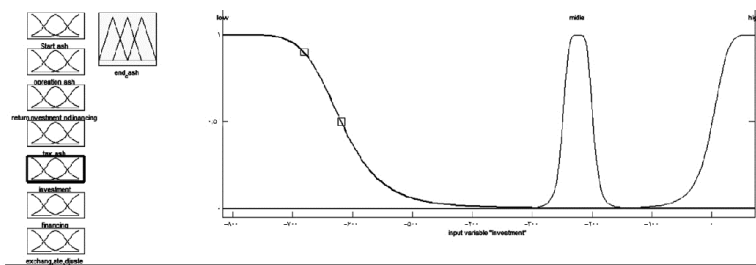
شکل ۲ توابع عضویت سطوح وجه نقد ناشی از فعالیت‌های عملیاتی



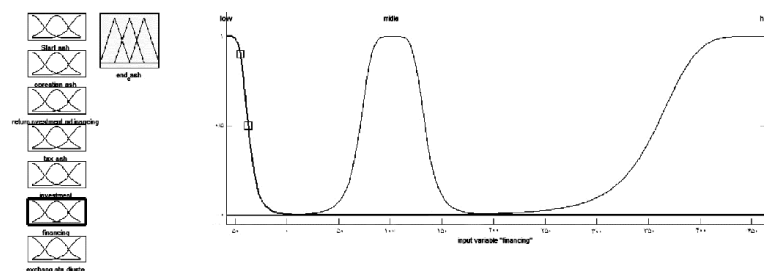
شکل ۳ توابع عضویت سطوح وجه نقد ناشی از بازده سرمایه‌گذاری و سود پرداختی بابت تأمین مالی



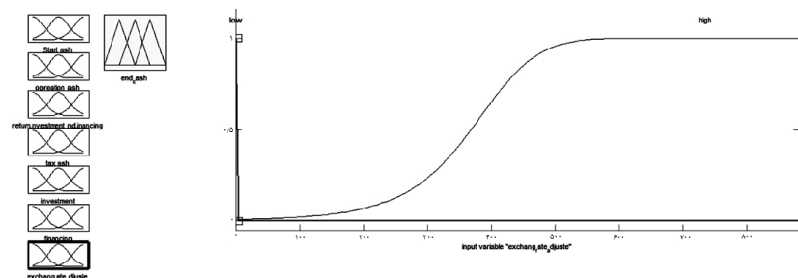
شکل ۴ توابع عضویت سطوح وجه نقد ناشی از مالیات بر درآمد



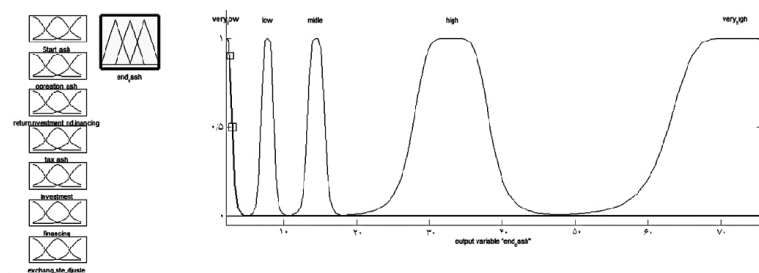
شکل ۵ توابع عضویت سطوح وجه نقد ناشی از سرمایه گذاری



شکل ۶ توابع عضویت سطوح وجه نقد ناشی از تأمین مالی



شکل ۷ توابع عضویت سطوح وجه نقد ناشی از تعدیلات نرخ ارز



شکل ۸ توابع عضویت سطوح وجه نقد انتهای دوره

### ۳- قوانین فازی<sup>۱</sup>

در این‌جا ما با نظر اندرسون که معتقد است حتی فکر و ذهن انسان را می‌توان در قالب قواعد و قوانینی بیان کرد، موافق هستیم [۱۲]. قبل از توسعه سیستم خبره فازی، نیاز به ایجاد قوانین

#### 1. Fuzzy Rules



فازی وجود دارد. تعداد کل قوانین به تعداد محدودیت‌های بر سر راه هر یک از مجموعه‌های فازی بستگی دارد. از این رو تعداد قوانین فازی برای تعیین سطح، وجه نقد انتهای دوره می‌تواند از این موارد استنتاج شود: وجه نقد ابتدای دوره (سه سطح)، جریان وجه نقد ناشی از فعالیت‌های عملیاتی (سه سطح)، جریان وجه نقد ناشی از بازده سرمایه‌گذاری‌ها و سود پرداختی بابت تأمین مالی (سه سطح)، جریان وجه نقد ناشی از مالیات بر درآمد (سه سطح)، جریان وجه نقد ناشی از فعالیت‌های سرمایه‌گذاری (سه سطح)، جریان وجه نقد ناشی از فعالیت‌های تأمین مالی (سه سطح) و تعدیلات نرخ ارز با توجه به میزان آن و بازه‌های تعیین شده (دو سطح) که نتایج، ترکیبی از ۲۵ قانون مجزا (جدول ۳) تشکیل شده است. می‌دانیم حرف فصل در زبان طبیعی حرف «یا» (or) و حرف عطف در زبان طبیعی حرف «و» (and) می‌باشد. برای نشان دادن فصل منطقی از «V» و عطف منطقی از علامت «^» استفاده می‌شود. با مختصری تأمل می‌توان دریافت که  $(p \wedge q)$  را به  $(p \times q)$ ،  $(p \vee q)$  را به  $(p + q)$  در ریاضیات (اعداد بر مبنای ۲)، تعبیر کرد [۱۳].

قوانین توصیف شده مبنایی برای یک سطح وجه نقد انتهایی بر مبنای درجات نقد ابتدای دوره، نقد عملیاتی، نقد بازده سرمایه‌گذاری و تأمین مالی، نقد ناشی از مالیات، نقد سرمایه‌گذاری، نقد تأمین مالی و تعدیلات نرخ ارز می‌باشد. یک قانون از جدول ۳ می‌تواند به این شکل استخراج شود:

$$\text{IF } (FC = \text{high}) \vee (OCF = \text{high}) \vee (RIFCF = \text{high}) \vee (TCF = \text{low}) \vee (ICF = \text{low}) \vee (FCF = \text{high}) \vee (ARC = \text{high}) \text{ RESULT } (EC = \text{very high})$$

#### ۴- سیستم خبره فازی

سیستم خبره یکی از مهم‌ترین زیرمجموعه‌های هوش مصنوعی است که وظایفی مانند یک متخصص در زمینه خاص را انجام می‌دهد. سیستم‌های خبره برنامه‌های کامپیوتری هستند که



برای در دسترس قرار گرفتن مهارت‌های یک خبره برای افراد غیر خبره طراحی می‌شود [۱۴] یا به تعبیری دیگر منظور از سیستم‌های خبره فازی، سیستم‌های خبره‌ای هستند که مجموعه‌های فازی یا منطق فازی را در پردازش‌ها و ارائه نتیجه یا نمایش دانش به کار می‌گیرند [۱۵]؛ به طور مثال سیستم خبره می‌تواند برخی کمک‌ها را که یک معاون یا مشاور به مدیر ارائه می‌کند، انجام دهد.

رایج‌ترین نوع هوش مصنوعی سیستم‌های خبره می‌باشد. سیستم خبره یک بسته نرم‌افزاری تصمیم‌گیری است که می‌تواند با کسب دانش به توانمندی یک فرد خبره در تصمیم‌گیری دست پیدا کند [۱۶].

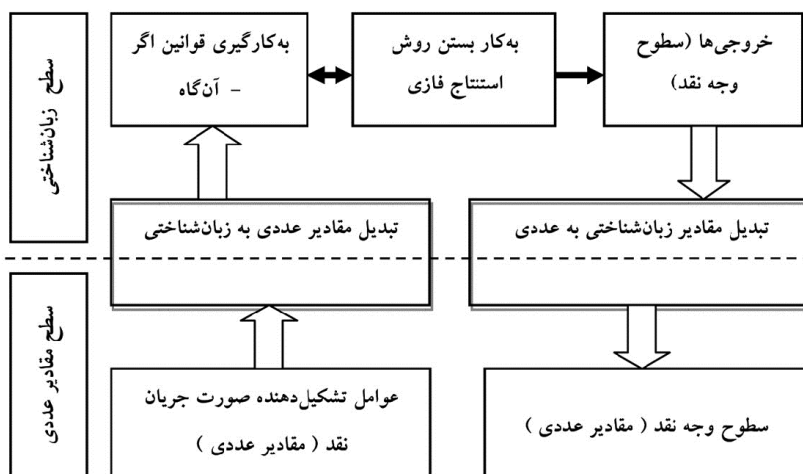
برای رسیدن به یک تصویر کامل از سیستم خبره فازی، یک نمودار استنتاجی به منظور تفسیر و تعریف جزئیات مورد نیاز می‌باشد که فرایند آن در شکل ۹ نشان داده شده است. ورودی‌های مشخص شامل وجه نقد ابتدای دوره، جریان وجه نقد ناشی از فعالیت‌های عملیاتی، جریان وجه نقد ناشی از بازده سرمایه‌گذاری‌ها و سود پرداختی بابت تأمین مالی، جریان وجه نقد ناشی از مالیات بر درآمد، جریان وجه نقد ناشی از فعالیت‌های سرمایه‌گذاری، جریان وجه نقد ناشی از فعالیت‌های تأمین مالی و تعدیلات نرخ ارز برای تعیین ارزش طبقات وجه نقد انتهایی می‌باشند. این ارزش‌ها از سطح عددی (کمی) به سطح توصیفی (زبان شناختی) تبدیل شده‌اند. با توجه به آن، قوانین فازی به کار گرفته شد و روش استنتاجی فازی-ممدانی<sup>۱</sup> به اجرا در آمد که نتیجه آن یک خروجی (وجه نقد انتهایی) بود. پس از به دست آمدن تمامی خروجی‌ها فرایندی به اجرا درآمد تا مقادیر کمی برای وجه نقد استخراج شود که به این فرایند دی‌فازی کردن<sup>۲</sup> می‌گویند (شکل ۳۱).

1. Mamdani's Fuzzy Inference Method  
2. Defuzzification



جدول ۳ آرایش قواعد مربوط به متغیر خروجی در نمونه بررسی شده

| شماره قاعده | ارزش زبان شناختی متغیر ورودی شماره ۱ | ارزش زبان شناختی متغیر ورودی شماره ۲ | ارزش زبان شناختی متغیر ورودی شماره ۳ | ارزش زبان شناختی متغیر ورودی شماره ۴ | ارزش زبان شناختی متغیر ورودی شماره ۵ | ارزش زبان شناختی متغیر ورودی شماره ۶ | ارزش زبان شناختی متغیر ورودی شماره ۷ | خروجی       |
|-------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-------------|
| ۱           | بالا                                 | بالا                                 | بالا                                 | پایین                                | پایین                                | بالا                                 | بالا                                 | بسیار بالا  |
| ۲           | بالا                                 | بالا                                 | بالا                                 | پایین                                | پایین                                | بالا                                 | پایین                                | بالا        |
| ۳           | بالا                                 | بالا                                 | پایین                                | بالا                                 | متوسط                                | بالا                                 | پایین                                | متوسط       |
| ۴           | بالا                                 | بالا                                 | پائین                                | پایین                                | متوسط                                | پایین                                | پایین                                | بسیار بالا  |
| ۵           | بالا                                 | متوسط                                | متوسط                                | بالا                                 | متوسط                                | متوسط                                | پایین                                | پایین       |
| ۶           | بالا                                 | متوسط                                | متوسط                                | بالا                                 | متوسط                                | پایین                                | پایین                                | بسیار پایین |
| ۷           | بالا                                 | متوسط                                | پایین                                | بالا                                 | پایین                                | متوسط                                | پایین                                | بالا        |
| ۸           | بالا                                 | متوسط                                | پایین                                | متوسط                                | بالا                                 | متوسط                                | پایین                                | متوسط       |
| ۹           | بالا                                 | پایین                                | پایین                                | پایین                                | بالا                                 | متوسط                                | بالا                                 | بسیار بالا  |
| ۱۰          | متوسط                                | بالا                                 | متوسط                                | پایین                                | بالا                                 | پایین                                | پایین                                | متوسط       |
| ۱۱          | متوسط                                | بالا                                 | پایین                                | پایین                                | پایین                                | بالا                                 | بالا                                 | بسیار بالا  |
| ۱۲          | متوسط                                | متوسط                                | بالا                                 | بالا                                 | پایین                                | بالا                                 | پایین                                | بسیار پایین |
| ۱۳          | متوسط                                | متوسط                                | بالا                                 | متوسط                                | بالا                                 | پایین                                | پایین                                | متوسط       |
| ۱۴          | متوسط                                | متوسط                                | پایین                                | متوسط                                | متوسط                                | بالا                                 | پایین                                | پایین       |
| ۱۵          | متوسط                                | پایین                                | بالا                                 | بالا                                 | متوسط                                | متوسط                                | پایین                                | متوسط       |
| ۱۶          | متوسط                                | پایین                                | بالا                                 | متوسط                                | بالا                                 | پایین                                | پایین                                | پایین       |
| ۱۷          | متوسط                                | پایین                                | متوسط                                | پایین                                | متوسط                                | بالا                                 | پایین                                | پایین       |
| ۱۸          | پایین                                | بالا                                 | متوسط                                | بالا                                 | پایین                                | متوسط                                | پایین                                | بالا        |
| ۱۹          | پایین                                | بالا                                 | متوسط                                | متوسط                                | بالا                                 | پایین                                | پایین                                | بسیار بالا  |
| ۲۰          | پایین                                | بالا                                 | متوسط                                | متوسط                                | پایین                                | بالا                                 | پایین                                | بالا        |
| ۲۱          | پایین                                | متوسط                                | بالا                                 | متوسط                                | پائین                                | متوسط                                | پایین                                | بسیار پایین |
| ۲۲          | پایین                                | پایین                                | بالا                                 | بالا                                 | بالا                                 | پایین                                | پایین                                | بسیار پایین |
| ۲۳          | پایین                                | پایین                                | بالا                                 | متوسط                                | بالا                                 | پایین                                | پایین                                | پایین       |
| ۲۴          | پایین                                | پایین                                | متوسط                                | بالا                                 | متوسط                                | بالا                                 | پایین                                | بالا        |
| ۲۵          | پایین                                | پایین                                | پایین                                | پایین                                | بالا                                 | متوسط                                | پایین                                | بسیار پایین |



شکل ۹ سیستم خبره فازی

#### ۴-۱- سیستم‌های استنتاج فازی

استنتاج فازی، فرایند فرموله کردن ورودی در نظر گرفته شده برای یک خروجی با استفاده از منطق فازی است. پس از آن نگاشت یک مبنا از این که تصمیم ما چه می‌تواند باشد یا این که الگوی تصمیم‌گیری چه باشد، برای ما مهیا می‌کند. فرایند استنتاج فازی شامل توابع عضویت، عملگرهای منطق فازی و قوانین اگر - آنگاه می‌شود [۱۷].

#### ۴-۱-۱ انواع سیستم استنتاج فازی

دو نوع سیستم استنتاج فازی در جعبه ابزار منطق فازی وجود دارد: ۱- نوع ممدانی<sup>۱</sup> و ۲- نوع سوگنو<sup>۲</sup>.

1. Mamdani  
2. Sugeno



این دو نوع از سیستم‌های استنتاجی تا حدودی در روش تعیین خروجی‌ها با هم تفاوت دارند و در بقیه مراحل مشترک می‌باشند. روش ممدانی که معمولاً در سیستم استنتاج فازی به کار گرفته می‌شود، به وسیله ابراهیم ممدانی در سال ۱۹۷۵م. به عنوان یک کوشش برای کنترل ترکیب موتور بخار و بویلر (جوش آورنده) با استفاده از ترکیب قواعد کنترل زبانی که در تجربیات عملگرهای انسانی وجود دارد، به کار گرفته شد. تلاش ممدانی براساس مقاله‌ای از لطفی‌زاده - که در مورد الگوریتم فازی برای سیستم‌های مختلط و فرایند تصمیم‌گیری نوشته شده بود، صورت گرفت. استنتاج‌های نوع ممدانی مستلزم آن است که تابع عضویت خروجی، مجموعه فازی باشد [۱۷].

در دهه ۱۹۸۰ ژاپنی‌ها از این سیستم برای کنترل استفاده کردند و تا سال ۱۹۹۰ بیش از ۱۰۰ محصول با کاربردهای کنترل فازی ارائه دادند [۸]. در واقع بهترین کاربران این منطق چشم بادامی‌های جنوب شرق آسیا و به خصوص ژاپنی‌ها بودند که کلمه فازی در سال ۱۹۹۰ در ژاپن به عنوان کلمه سال شناخته شد، خود گواه این مدعاست.

سیستم نوع سوگنو برای اولین بار به وسیله تاکاگی سوگنو در سال ۱۹۸۵ مطرح شد و تفاوت آن با روش ممدانی این است که در این نوع سیستم استنتاج توابع عضویت خروجی خطی و ثابت در نظر گرفته می‌شوند.

سیستم‌های استنتاج فازی کاربردهای موفقیت‌آمیزی در کنترل خودکار، طبقه‌بندی اطلاعات، تصمیم‌گیری تحلیلی، سیستم‌های خبره و هوشمندی کامپیوتری دارند [۱۸].

در این مقاله با توجه به این که متغیرهای خروجی ثابت و خطی نیستند، از روش ممدانی استفاده شده است.

## ۵- تجزیه و تحلیل وجه نقد انتهایی در ارتباط با عوامل تشکیل دهنده آن

همان‌طور که پیش از این نیز اشاره شد، وجه نقد اصلی‌ترین منبع برای یک واحد تجاری با توجه به ویژگی‌های آن می‌باشد پس مدیران و گردانندگان یک واحد تجاری برای رسیدن به

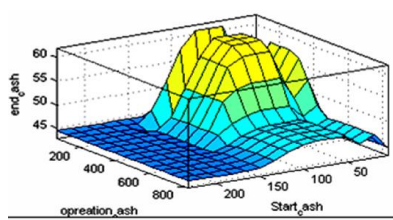
اهداف مطلوب خود باید فهم و درک مناسبی از جریان‌های این منبع و عوامل اثرگذار روی آن داشته باشند. آن‌ها برای فهم (اطلاع) کامل از تأثیر هر یک از عوامل مختلف بر سطح جریان وجه نقد ملزم به آزمایش سهم هر یک از عوامل به‌طور جداگانه می‌باشند.

در قسمت‌های قبلی به عواملی که بر مبنای استانداردهای حسابداری (ایران) بر این جریان اثرگذارند، اشاره شد، اما مجریان باید تجزیه و تحلیل‌های در دسترس داشته باشند که اجازه پیش‌بینی صحیح و منطقی از تأثیر تغییر در هر یک از این عوامل روی تصویر وجه نقد را داشته باشد. بنابراین باید سؤال‌های معینی برای برنامه‌ریزی دوره آینده پاسخ داده شود، مثل این که باید تأکید روی افزایش یا کاهش کدام یک از متغیرها مؤثر باشد (براساس قواعد به‌دست آمده از تجربیات) تا بتوان به مطلوبیت‌های نقدی دست پیدا کرد؛ به‌عنوان نمونه اگر براساس شرایطی نتوان عواملی مثل تعدیلات نرخ ارز یا وجه نقد ابتدای دوره را دست‌کاری کرد، می‌توان با اعمال سیاست‌های مناسب روی عوامل مؤثر دیگر مثل وجه نقد عملیاتی یا تأمین مالی یا سایر عوامل متمرکز شد و تعیین کرد که این دست‌کاری در چه سطحی می‌تواند مؤثر باشد و درواقع آلترناتیوهای مختلفی را با توجه به اهداف مدیریتی پیشنهاد و آن‌ها را برای انتخاب بهترین استراتژی یاری کرد.

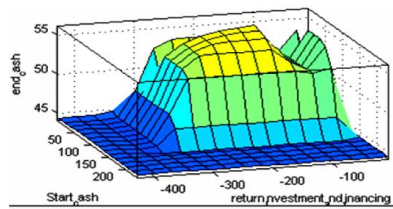
به عبارت دیگر اکنون با پاسخ به این سؤالات، سعی در عینی کردن سطوح وجه نقد انتهایی به‌عنوان یک تابع پیوسته‌ای از پارامترهای ورودی آن وجود دارد. هر یک از شکل‌های ۱۰ تا ۳۰ نشان‌دهنده رابطه زوجی تغییرات متغیرهای ورودی با میزان تغییر وجه نقد انتهایی می‌باشند. در چنین فضای سه بعدی می‌توان به‌راحتی تأثیر زوجی متغیرها را روی متغیر خروجی مشاهده کرد. این مورد نیز از دیگر امکاناتی است که می‌توان با این سیستم استنتاج فراهم کرد تا تجزیه و تحلیل‌های مدیران به سهولت و عینی‌تر انجام شود. از منظر دیگری نیز می‌توان به این شکل‌ها نگاه کرد؛ یعنی در شرایطی که تنها توان اعمال تغییرات روی دو متغیر باشد می‌توان با بررسی فضای سه بعدی مربوط به آن دو متغیر، نتایج اعمال تغییرات خود را در آن بررسی و شرایط انتخاب را بهتر و آسان‌تر کرد. به‌عنوان نمونه به شکل‌های ۱۰ تا ۱۵ توجه شود، نکته بسیار جالبی که از آن برداشت می‌شود این است که نقش و سهم وجه نقد



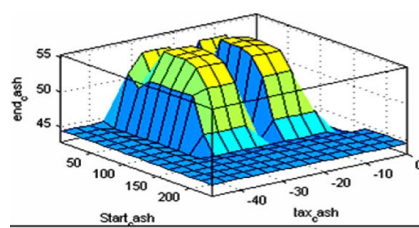
ابتدای دوره در شرکت‌های سیمانی ایران بسیار بالاست چون براساس این شکل‌ها در یک مقایسه زوجی بر مبنای استنتاج فازی برای رسیدن به سطوح بالای وجه نقد اعمال تغییرات در این متغیر کارسازتر از دیگر متغیرهاست. با دقیق شدن بر شکل‌های دیگر نیز می‌توان به نظرات و اطلاعات مناسب دیگری نیز دست پیدا کرد.



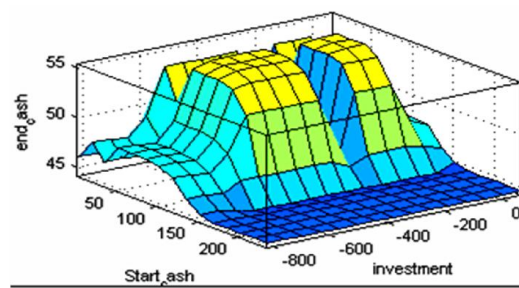
شکل ۱۰ رابطه زوجی متغیرهای شماره ۱ و ۲ با متغیر خروجی



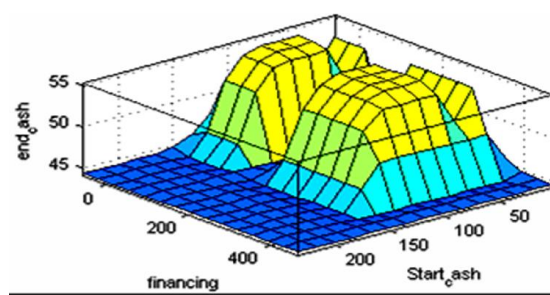
شکل ۱۱ رابطه زوجی متغیرهای شماره ۱ و ۳ با متغیر خروجی



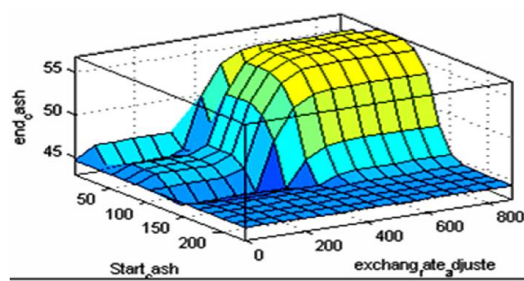
شکل ۱۲ رابطه زوجی متغیرهای شماره ۱ و ۴ با متغیر خروجی



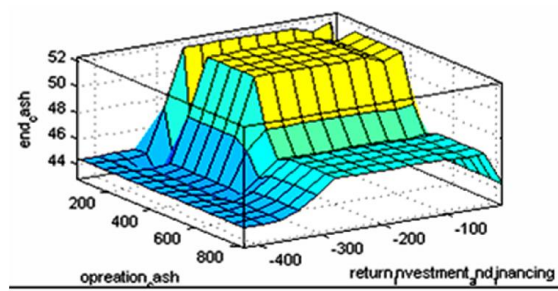
شکل ۱۳ رابطه زوجی متغیرهای شماره ۱ و ۵ با متغیر خروجی



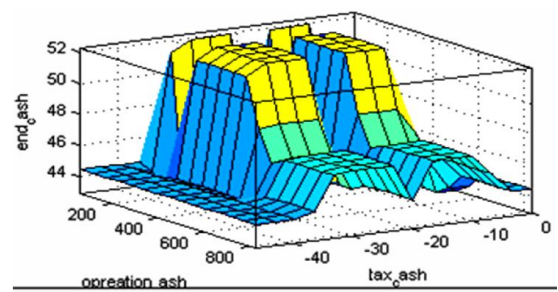
شکل ۱۴ رابطه زوجی متغیرهای شماره ۱ و ۶ با متغیر خروجی



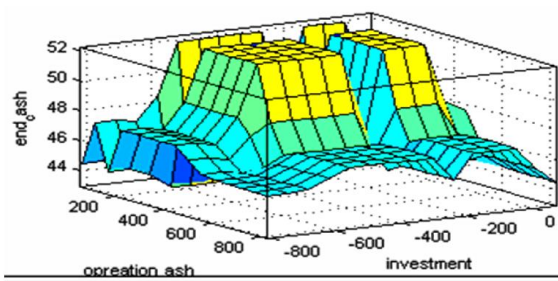
شکل ۱۵ رابطه زوجی متغیرهای شماره ۱ و ۷ با متغیر خروجی



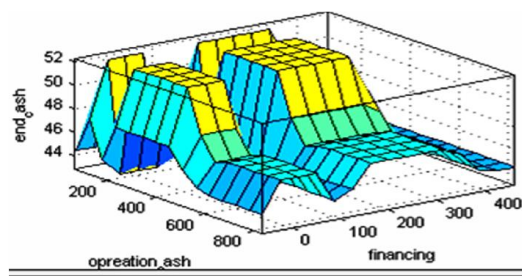
شکل ۱۶ رابطه زوجی متغیرهای شماره ۲ و ۳ با متغیر خروجی



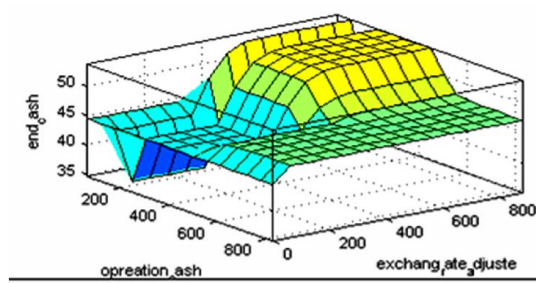
شکل ۱۷ رابطه زوجی متغیرهای شماره ۲ و ۴ با متغیر خروجی



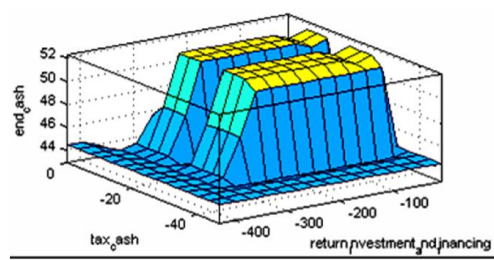
شکل ۱۸ رابطه زوجی متغیرهای شماره ۲ و ۵ با متغیر خروجی



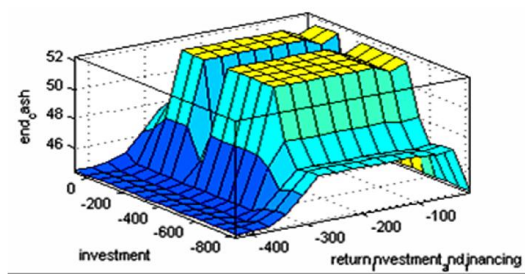
شکل ۱۹ رابطه زوجی متغیرهای شماره ۲ و ۶ با متغیر خروجی



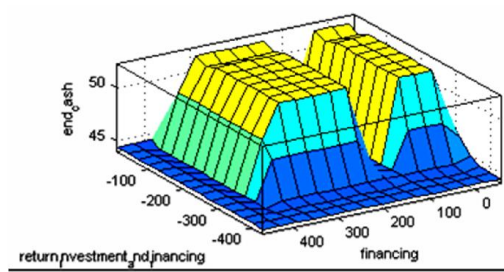
شکل ۲۰ رابطه زوجی متغیرهای شماره ۲ و ۷ با متغیر خروجی



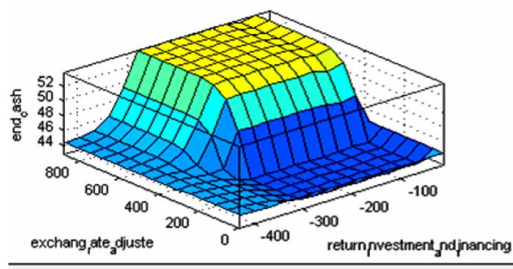
شکل ۲۱ رابطه زوجی متغیرهای شماره ۳ و ۴ با متغیر خروجی



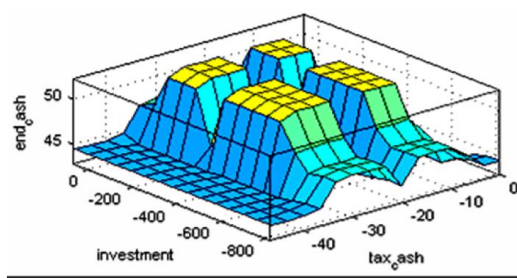
شکل ۲۲ رابطه زوجی متغیرهای شماره ۳ و ۵ با متغیر خروجی



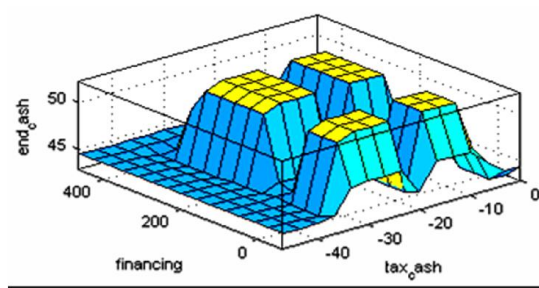
شکل ۲۳ رابطه زوجی متغیرهای شماره ۳ و ۶ با متغیر خروجی



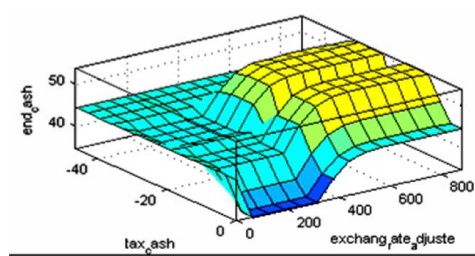
شکل ۲۴ رابطه زوجی متغیرهای شماره ۳ و ۷ با متغیر خروجی



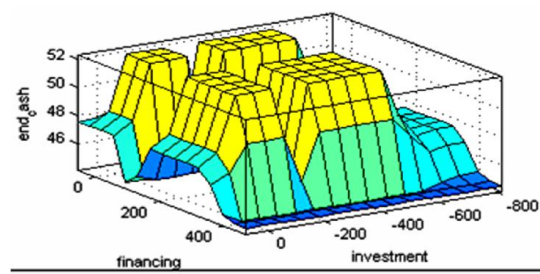
شکل ۲۵ رابطه زوجی متغیرهای شماره ۴ و ۵ با متغیر خروجی



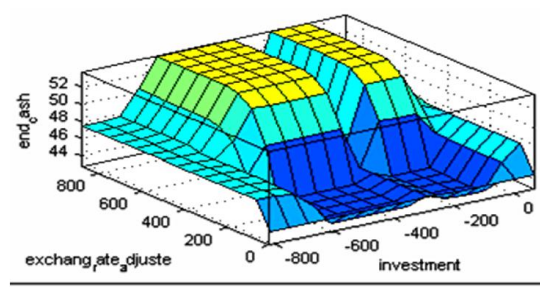
شکل ۲۶ رابطه زوجی متغیرهای شماره ۴ و ۶ با متغیر خروجی



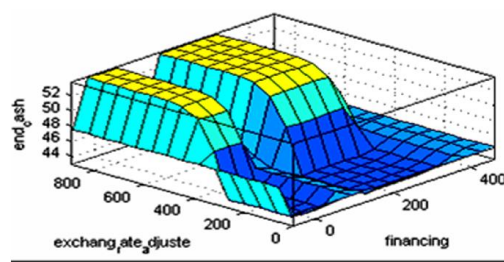
شکل ۲۷ رابطه زوجی متغیرهای شماره ۴ و ۷ با متغیر خروجی



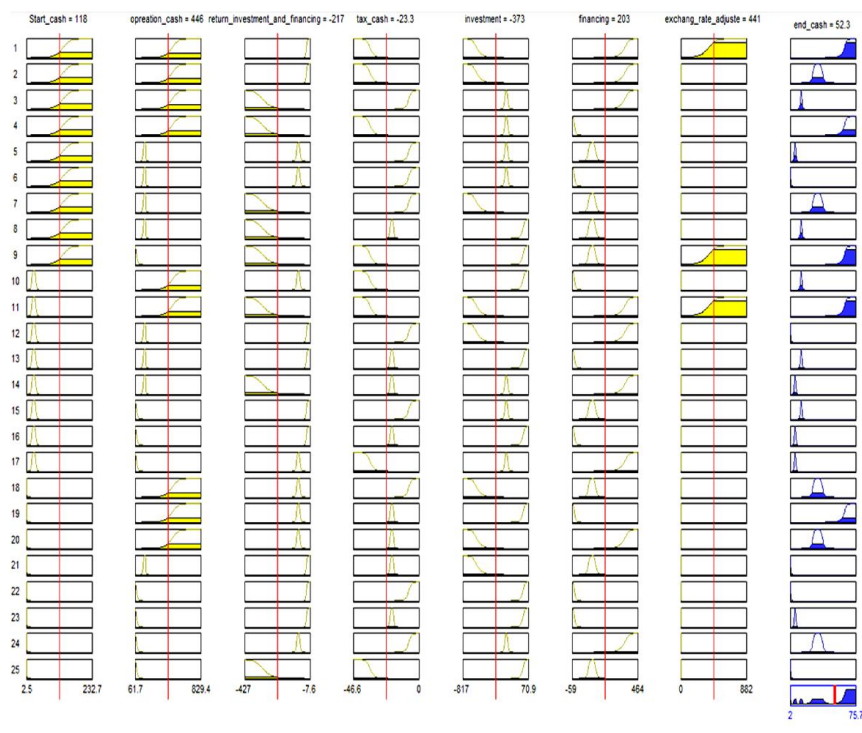
شکل ۲۸ رابطه زوجی متغیرهای شماره ۵ و ۶ با متغیر خروجی



شکل ۲۹ رابطه زوجی متغیرهای شماره ۵ و ۷ با متغیر خروجی



شکل ۳۰ رابطه زوجی متغیرهای شماره ۶ و ۷ با متغیر خروجی



شکل ۳۱. شکل شماتیک قواعد و دی‌فازی<sup>۱</sup> (استنتاج فازی جریان وجوه نقد با ۷ متغیر ورودی)

اما قسمت انتهایی که در این سیستم خبره وجود دارد، قسمت دی‌فازی کردن یا تبدیل سطوح زبان‌شناختی به اعداد قطعی است که در شکل ۳۱ نمایش داده شده است. برای تبدیل اعداد فازی به اعداد قطعی از روش مرکز ناحیه به دلیل سادگی آن و به این جهت که به قضاوت شخصی تحلیل‌گر نیاز ندارد، استفاده شده است [۱۹]. در این قسمت مدیران به‌خوبی با این سیستم استنتاج بر مبنای همان قواعدی که برایش تعریف شده است، راهنمایی می‌شوند، به‌نحوی که می‌توانند هر گونه تغییر را در سطوح مختلف ورودی‌ها با میزان درجه عضویت

1. Defuzzification



خود به شکل عددی (روی شکل خطوط قرمز رنگ) و روی وجه نقد انتهایی (خروجی) ملاحظه کنند و این کاری است که به وسیله این سیستم استنتاج با تبیین روابط میان متغیرها انعکاس داده می شود.

## ۶- نتیجه گیری

عنصری به نام وجه نقد که نقشی کلیدی و بااهمیتی را در دنیای تجارت بازی می کند، برای رسیدن به مطلوبیت ها و اهداف تجاری مستلزم آنالیز و کنترل های لازم می باشد. تجزیه و تحلیل جریان ها و عوامل مؤثر بر وجه نقد یک ابزار مفید مدیریتی است، اما اغلب، تخمین و پیش بینی برای انجام هر چه بهتر امور در این حیطه با ویژگی های عدم اطمینان بسیاری روبه روست، نتیجه آن، مشکلاتی است که در امر تصمیم گیری برای مدیران به وجود می آید. با اتکا به این نکته و برآوردهای به کار رفته در مدل های تجزیه و تحلیل آن، اگر تصور شود ابهام وجود دارد، اما نادیده گرفته شود برای امر تصمیم گیری گمراه کننده خواهد بود.

این مطالعه مدلی را برای تجزیه و تحلیل تأثیر عوامل عدم اطمینان روی وجه نقد نشان داد. در این مدل تئوری مجموعه فازی برای ابهام کمینه بر مبنای قاعده و قانون به کار گرفته شد و سپس یک مکانیسم استنتاج فازی بر مبنای روش استنتاج فازی - ممدانی برای ارزیابی جریان های نقد توسعه داده شد.

مدل طراحی شده نه تنها امر پیش بینی (با دادن امکان برای تعیین بازه متغیرها به جای یک عدد کمی قطعی) را سهولت می بخشد بلکه یک رویکرد عملی برای شرکت ها را جهت تجزیه و تحلیل و تصمیم گیری در شرایط عدم اطمینان را نیز فراهم می کند. نمونه عملی ذکر شده در این تحقیق آشکار کرد که مدل طراحی شده مدیران را توانا می سازد تا به سؤالات خود از راه قوانینی منطقی تجربی یعنی در چه شرایطی (مقدمات)، چه پیامدهایی (نتایج) را می توان انتظار داشت و بدون گسترش دانش کمی را که در مدل های احتمالی ضروری بود، با محاسبات در مدت زمان بسیار کمی پاسخ دهند.



## ۷- منابع

- [۱] کمیته تدوین استانداردهای حسابداری؛ استانداردهای حسابداری (صورت جریان وجوه نقد و مفاهیم نظری گزارش‌گری مالی)، تهران: انتشارات کمیته فنی سازمان حسابرسی، ۱۳۸۶.
- [2] Yuan Fong C.; The use of a fuzzy logic-based system in cost-volume-profit analysis under certainty; *Expert Systems wht Applications*, 36(2), 2009.
- [3] Maloo M.C.; A practical approach for incorporating uncertainty in the conventional cost-volume-profit model; *Akron Business and Economic Review*, 22(4), 1991.
- [4] Lukasiewicz J.; Philosophical remarks on many-valued systems propositional logic, Reprinted in selected works, North-Holland Pub, Co, Amsterdam, North Holland, 1970.
- [5] Black M.; Vagueness: An exercise in logical analysis; *Philosophy of Science*, 4(4), 1937.
- [6] Akhter F.; Hobbs D., Maamar Z.; A fuzzy logic-based system for assessing the level of business-to-consumer (B2C) trust in electronic commerce; *Expert Systems with Applications*, 28(4), 2005.
- [7] Cox E.; The fuzzy systems handbook a practitioner's guide to building, using and maintaining fuzzy systems; Cambridge, Academic Press, 1994.
- [۸] آذر ع.، فرجی ح.؛ علم مدیریت فازی؛ تهران: نشر مهربان، ۱۳۸۷
- [۹] کاسکو ب.؛ تفکر فازی، غفاری و سایرین؛ تهران: انتشارات دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی، ۱۳۸۰.



- [10] Klir J. G.; Where do we stand on measures of uncertainty, ambiguity, fuzziness, and like? *Fuzzy Sets and Systems*, 24, 1987.
- [11] AbouRizk S. M., Sawhney A.; Subjective and interactive duration estimation; *Canadian Journal of Civil Engineering*, 20, 1993.
- [12] Anderson J.R.; Rules of the mind, Lawrence Erlbaum, Mahwah; New Jersey, 1993.
- [۱۳] نبوی ل.؛ مبانی منطق و روش‌شناسی؛ تهران، دفتر نشر آثار علمی دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۸۴.
- [14] William S. and Buckley James J.; Fuzzy expert systems and fuzzy reasoning; John Wiley & Sons inc, New Jersey, 2005.
- [15] Kandel A. ;Fuzzy expert systems; CRC Press inc, 1992.
- [16] Trippi R. R. ; Efraim T. ;Investment management, decision support and expert systems; Boyd & Fraser Publishing Company, 1990.
- [17] Mathworks inc; Fuzzy logic toolbox for use with Matlab; Mathworks inc, 2000.
- [۱۸] شعبانی‌نیا ف.؛ مقدمه‌ای بر منطق فازی با استفاده از متلب؛ تهران: انتشارات خانیان، ۱۳۸۸.
- [۱۹] مؤمنی م.؛ مباحث نوین تحقیق در عملیات؛ تهران: انتشارات دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، ۱۳۸۵.