بکارگیری رویکرد تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی جهت اولویت‌بندی عوامل موثر بر انتخاب ارزهای دیجیتال مورد استفاده در حسابرسی دیجیتال دستگاه‌های اجرایی کشور

داود زارع خانقاه[۱]
علی محمدی[۲]
محمد ایمانی برندق[۳]
امیر نجفی[۴]

چکیده:

با توجه به اینکه پیشرفت‌های فنون رایانه ای حسابرسی بخصوص حسابرسی دیجیتال راهنمای بزرگی برای حسابرسان می‌باشد، همچنین حسابرسان نیازمند رویکرد جدید حسابرسی برای جمع‌آوری شواهد دیجیتالی می‌باشند. این رویکرد باید اطلاعات مهم و حساس را نشان دهد، مهمترین فاکتور در حسابرسی دیجیتال، شناسایی و ارزیابی ارزهای دیجیتال می‌باشند. ارزهای دیجیتال اخیرا از اقبال بالایی بین مردم و شرکت‌ها به منظور محلی برای سرمایه گذاری برخوردار شده اند. بیت کوین به عنوان یکی از مهم ترین ارزهای دیجیتال در سال‌های اخیر به عنوان منبع سرمایه گذاری و سود مورد توجه بسیاری از مردم و شرکت‌ها قرار گرفته است. به منظور شناسایی عوامل موثر بر پیش‌بینی قیمت ارزهای دیجیتال مشتری، امروزه ضمن بهره‌گیری از تکنیک‌های آماری، اقدام به نظرسنجی از خبرگان می‌کنند. در این تحقیق ضمن شناسایی معیارهای موثر، از تحلیل شبکه‌ای فازی برای محاسبه اوزان معیارها و گزینه‌ها استفاده شده است. این تحقیق از لحاظ نتیجه کاربردی و از لحاظ هدف توصیفی-تبیینی می‌باشد. جامعهٔ آماری تحقیق شامل افراد و خبرگان فعال در حوزه ارزهای دیجیتال می‌باشد که به شیوه نمونه‌گیری تصادفی و تمام‌شماری انتخاب شده‌اند و حجم نمونه به ترتیب ۳۰۶ و ۳۰ نفر می‌باشد. ابزار جمع‌آوری اطلاعات پرسشنامه و مصاحبه می‌باشد که دارای روایی و پایایی مناسب می‌باشد. تجزیه و تحلیل اطلاعات مبتنی بر مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره بوده و نرم‌افزارهای Expert Choice و SPSS برای انجام محاسبات استفاده شده است. براساس محاسبات صورت گرفته، وزن معیارهای موثر محاسبه شده و برمبنای آن، از بین ارزهای دیجیتال، اتریوم به عنوان گزینه برتر در زمینه خرید

۱. دانشجوی دکترای تخصصی حسابداری، گروه حسابداری، واحد زنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، زنجان، ایران.
۲. استادیار، گروه حسابداری، واحد زنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، زنجان، ایران. نویسنده مسئول، ایمیل: ali_mohammadi93@yahoo.com
۳. دانشیار، گروه حسابداری، واحد زنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، زنجان، ایران.
۴. دانشیار، گروه مهندسی صنایع، واحد زنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، زنجان، ایران

[Downloaded from danesh.dmk.ir on 2023-11-15]

ارزهـای دیجیتال مورد استفاده در حسابرسی دیجیتـال دستگاه‌های اجرائی کشور شناخته شده است.

کلمات کلیدی: ارز دیجیتال، تصمیم‌گیری چندمعیاره، فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی.

۱- مقدمه

بازارهـای مالی به عنوان منبعی برای جذب سرمایه می‌توانند نقش مهمی در اقتصاد کشورها داشتـه باشنـد. با توجه بـه اینکه بازرهای مالی مقـدار و حجم بالایی از نقدینگـی را خود جای میدهنـد، می‌تواننـد با تصمیماتی که در این بازارها گرفته می‌شود تاثیرات بالایی بر رشد یا رکود اقتصـادی و بـه تبع آن زندگی اجتماعی در جامعه داشته باشند[۱و۳]. از این رو بررسی بازارهای مالی که در دنیای امروز و با پیشرفت‌های چشمگیر تکنولوژی ایجاد شده اند امری مهم و حیاتی بـرای اقتصاد هر دولت و کشـوری می‌باشد. باید توجه نمود که اگر کشـوری میخواهد در سطح جهانـی رشد اقتصادی داشته باشد نیاز دارد که این بازارها و فرصت‌ها و تهدیدات بالقوه و بالفعل آنها را شناسایی کند[۳و۵].

ارزهـای دیجیتال به عنوان تکنولوژی نویـن در سالهای اخیر به منظور ارایه خدمات مالی در بسـتر فضای مجازی ارایـه گردیده اند به گونه ای از آن به عنـوان راه حلی برای افزایش سرعت تراکنش‌هـای مالی در هر نقطه ای که دسترسی به اینترنت دارد، می‌توان نام برد[۴و۷]. ارزهای دیجیتـال در عرصه جهانی به رقیبی برای روش‌های بانکداری سنتی تبدیل شده است و از آن به تهدیـد برای این صنعت یاد می‌شوک که توانایی از میان برداشتن سیستم‌های بانکداری سنتی را دارا می‌باشد[۱۱و۱۲].

ارزهـای دیجیتـال بر پایه فناوری بلاک چین ایجاد گردیده انـد. فناوری بلاک چین در اصل ایـن امکـان را فراهم می‌نماید کـه بتوان پول را بدون واسطه و مستقیـم از نقطه ای به نقطه ای (از شخصـی بـه شخصی) دیگر با هزینه کمتر و در زمان کوتاه تری انجـام داد. از این رو ارزهای دیجیتـال در اصل پول الکترونیک می‌باشد که ساختـار و فرآیند پیچیده تری نسبت به پول‌های فیـات دارند[۸و۹]. به عنوان ارایه آماری باید خاطر نشان کرد تا پایان سال ۲۰۱۷ میلادی تعداد ارزهای دیجیتال بالغ بر ۲۵۰۰ واحد می‌باشد که این امر با توجه به پیشرفت روز افزون تکنولوژی بـا سرعت بسیار زیـادی در حال رشد می‌باشد[۱۰و۱۱]. علاوه بر نکـات اشاره شده مزیت اصلی ارزهای دیجیتال را در شفافیت و عدم تمرکز توصیف نمود؛ شفافیت از این رو می‌باشد که تمامی تراکنش‌های انجام شده در بستر بلاک چین کاملا شفاف در فضای مجازی قابل دسترسی می‌باشد و عـدم تمرکـز به این دلیل می‌باشد که هیچ دولت و نهـادی مالکیت مستقیم بر این تکنولوژی نداشته و ارزهای دیجیتال هیچ بستر و جایگاه فیزیکی در هیچ نقطه ای ندارند و در فضای مجازی گسترده می‌باشند که این ویژگی منجر به آزادی افراد در معامله بدون فشار و سیاست‌های دولتی می‌گردد[۱۲و ۱۳].

[Downloaded from danesh.dmk.ir on 2023-11-15]

هـدف اصلی این تحقیق ارائه مدلی جهت شناسایـی معیارهای اصلی موثر بر انتخاب ارزهای دیجیتـال و وزن‌دهـی و اولویت بندی آن‌هـا می‌باشد و هدف فرعی تحقیـق، رتبه‌بندی ارزهای دیجیتـال برمبنای میزان تغییرات در طول زمان می‌باشد. به این منظور ترکیبی از تحلیل عاملی اکتشافـی و فرآینـد تحلیل شبکه‌ای فازی بـه کار گرفته شده است. با استفـاده از تحلیل عاملی معیارهـا در پنج بُعد اصلی شناسایی شده است و سپس بـا روش ANP فازی معیارها وزن‌دهی و اولویت‌بنـدی شده است. در نهایـت ارزهای دیجیتال براساس میزان تغییـرات در طول زمان، رتبه‌بندی می‌شوند.

۲- مروری بر ادبیات تحقیق

۲-۱- ارزهای دیجیتال

ارز دیجیتال به یک انتخاب مبتکرانه سرمایه گذاری و به یک راه سرمایه گذاری معتبر تبدیل شـده است.خصوصیات قابل توجه ارز دیجیتـال، غیر متمرکزی و گشودگی آن است.ارز دیجیتال یک شبکه غیر متمرکز و نظیر به نظیر است که انتقال مالکیت را بدون یک تنظیم کننده مرکزی فراهم می‌کند. غیر متمرکزی به ارز دیجیتال این امکان را می‌دهد که امنیت بهتر و تسویه حساب سریـع تری داشته باشد.در مقایسه با بازارهای مالی دیگر بـازار ارز دیجیتال، بیشتر در یادگیری رفتـار خـود بازار نقش دارد. گشوگی به این معنی است که بازار قابل دسترس تر است و داده‌های ایـن بازار ثروتمندتر است. معامـلات در بازار ارز دیجیتال در اینترنت انجـام می‌شوند و بنابراین بازار در تمام طول روز باز است. این بازارهای بدون توقف، برای سیستم ما به منظور یادگیری در چهارچوب زمانی کوتاه تر ایده آل هستند[۱۵و۱۶].

سکـه دیجیتال یا Coin نوعی دارایی است که همواره بـر پایه بلاک چین خود بوده و برای ذخیـره ارزش استفـاده می‌شود. کوین‌ها معمولا ارزهای بومی یـک بلاک چین هستند. از مطرح ترین کوین‌ها می‌توان بـه بیت کوین (BTC)، لایـت کوین (LTC) و اتریـوم (ETH) اشاره کرد[۸و۱۷].

۲-۲- تصمیم‌گیری چندمعیاره[1]

تصمیم‌گیری فرآیند حل مسئله است که در آن یک راه از بین راه‌های گوناگون برای به دست آوردن یـک پایان نتیجه بخش و قابل اجرا، انتخاب می‌شود. اغلب مسائل تصمیم‌گیری در دنیای واقعـی دارای معیارهای سنجـش متفاوت، متضاد و چندگانه هستنـد. چنانچه در تصمیم‌گیری، عوامـل کیفـی متعـدد و متضاد مـورد ارزیابی قرار گیرنـد و راهکار مناسب از بیـن چند گزینه انتخـاب شود، این نـوع تصمیم‌گیری را تصمیم‌گیری چندمعیاره می‌نامنـد[۳۱]. از نظر بسیاری از دانشمنـدان علم مدیریت، تصمیم‌گیری جوهرهٔ اصلی مدیریـت می‌باشد. سایمون، نظریه‌پرداز بـزرگ، مدیریت را مترادف با تصمیم‌گیری می‌دانـد و این می‌تواند اهمیت تصمیم‌گیری را نشان

1. Multi-Criteria Decision Making (MCDM)

[Downloaded from danesh.dmk.ir on 2023-11-15]

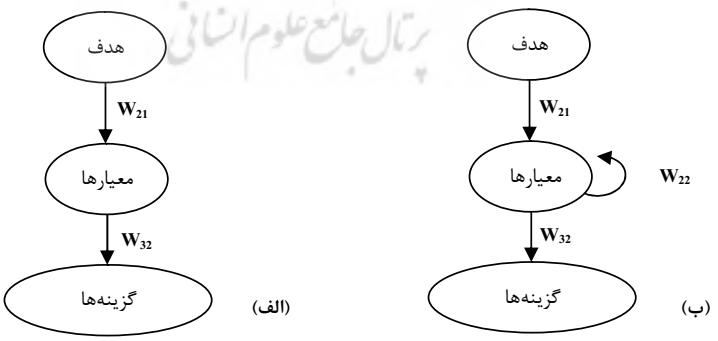
دهـد. فرآیند تصمیم‌گیری بنا به نظر جان دیویی، می‌توانـد در سه مرحله خلاصه گردد: مشکل کجاست؟ راه‌حل‌ها کدامند؟ بهترین راه‌حل کدام است[۳۲]؟

محققین در دهه‌های اخیر توجه خود را معطوف به مدل‌های چند معیاره برای تصمیم‌گیری‌های پیچیده کرده‌اند. در این تصمیم‌ها به جای استفاده از یک معیار سنجش بهینگی از چندین معیار سنجش ممکن است استفاده گردد. از دیدگاه کلی مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره به دو دسته اصلی ذیل تقسیم می‌شونـد: مدلهای چندهدفه[1] و مدلهای چندشاخصه[2]، به طوری که مدل‌های چندهدفـه به منظور طراحی و مدل‌هـای چندشاخصه برای انتخاب گزینه برتر استفاده می‌شوند. از آنجایـی تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی، وزن عوامل و ارزش‌های مورد ارزیابی خود را به وسیله اعـداد فازی یا متغیرهای زبانی بیان می‌کند، لذا مدل‌هـای این تصمیم‌گیری نیز به دلیل روبه‌رو شـدن با شرایط عـدم قطعیت، به وسیله اعداد فازی یا متغیرهـای زبانی بیان می‌گردد[۱۶]. در تحقیـق حاضر، با توجه به الگوریتم پیشنهادی، از مدل‌های این نوع مدل تصمیم‌گیری که شامل فرآینـد تحلیـل شبکه فازی جهت تعییـن وزن معیارها و رتبه‌بندی گزینه‌هـا می‌باشد، استفاده می‌شود.

۲-۳- فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی

فرآینـد تحلیل شبکه‌ای فازی توسط «ساعتی» پایه‌ریزی شـد و به عنوان تعمیمی از فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی[3] ارائه شد. همانطور که فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی بستری برای ساختارهای سلسله‌مراتبی با روابط یک سویه فراهم می‌کند، فرآیند تحلیل شبکه نیز روابط پیچیده داخلی بین سطح‌هـای مختلف تصمیم و معیارها را اجـازه می‌دهد[۳۳] [۳۴]. رویکرد فیدبک فرآیند تحلیل شبکه، جایگزین کردن سلسله مراتب شکل ۱.(الف) با شبکه‌ها در شکل ۱.(ب) می‌باشد [۳۳].

شکل ۱. ساختار سلسله‌مراتبی (الف) و شبکه‌ای (ب)



1. Multi-Objective Decision Making (MODM)
2. Multi- Attribute Decision Making (MADM)
3. Analytic Hierarchy Process (AHP)

[Downloaded from danesh.dmk.ir on 2023-11-15]

در سال‌هـای اخیر روش فرآینـد تحلیل شبکه به عنوان روش مشـروح و مبسوطی در بحث تصمیم‌گیـری چندمنظوره و برای حـل مسایل پیچیدۀ تصمیم‌گیری مطـرح بوده است. رویکرد بازخوردی فرآیند تحلیل شبکه، ساختار سلسله‌مراتبی را با ساختار شبکه‌ای جایگزین کرده است کـه روابط ما بین سطوح را نمی‌توان به سادگـی بالا-پایین، غالب-مغلوب یا مستقیم-غیرمستقیم تصـور کرد. بـرای نمونه می‌توان گفت نه تنهـا اهمیت بین معیارهـا مشخص‌کنندۀ اهمیت بین گزینه‌هـا در سلسله مراتب اسـت بلکه اهمیت گزینه‌ها نیز ممکن اسـت در اهمیت بین معیارها تأثیرگـذار باشد. بنابراین ارائه ساختار سلسله‌مراتبی بـا روابط خطی بالا و پایین نمی‌تواند دربارۀ سیستم‌هـای پیچیـده مناسب باشد[۳۳]. در تحقیقـات مشابهی که در ایـران انجام شده است، حمیـدی، غیب‌دوسـت و رمضانیـان[۲۰] از روش ANP فازی و تاپسیس فـازی جهت تحلیل کیفیـت خدمات الکترونیک در بخش مراقبت‌هـای بهداشتی استفاده کرده‌اند. در تحقیق دیگری حمیـدی و همکاران[۳۵] با استفاده از روش‌های ISM و ANP فازی، به اولویت‌بندی و ارزیابی تأمین‌کنندگان در شرکت آذین تنه پرداخته‌اند. میرفخرالدینی و امیری[۳۶] با ترکیبی از رویکرد ANP فازی، BSC و تاپسیس فازی، به ارائه راهکار جهت ارتقاء خدمات الکترونیکی در بانک‌های دولتی منتخـب استان فارس پرداخته‌اند. همچنین محمدنژاد چاری و صفائی قادیکلایی[۳۷] از روش ANP فـازی جهت شناسایـی و رتبه‌بندی معیارهای انتخاب تأمیـن کنندگان در زنجیرۀ تامین لارج استفاده نموده‌اند.

۴- روش تحقیق

ایـن تحقیق از نوع پیمایشی با دو هدف توصیف و تبیین می‌باشد، و براساس نتیجه کاربردی است. همچنین تحقیق حاضـر براساس زمان مقطعی، براساس دخالت پژوهشگر از نوع تحقیقات غیرآزمایشی و براساس داده‌ها، یک تحقیق کمّی است.

جامعه آمـاری این تحقیق بـرای پرسشنامه استاندارد-ترکیبی معیارهـا، افراد فعال در حوزه ارزهـای دیجیتـال می‌باشد که یک جامعۀ نامحـدود به شمار می‌رود. حجم نمونـه با استفاده از فرمـول کوکران ۳۰۳ نفر برآورد شده است. به منظور انتخاب نمونه، از روش نمونه‌گیری تصادفی استفاده شده است. جامعۀ آماری تحقیق برای دو پرسشنامه دیگر (مقایسه‌های زوجی شاخص‌ها و مقایسۀ گزینه‌ها بر مبنای شاخص‌ها)، شامل خبرگان فعال در حوزه ارزهای دیجیتال می‌باشد که تعداد آنها ۳۰ نفر بوده و به دلیل حجم کم آنها، از نمونه‌گیری به شیوۀ تمام‌شماری استفاده شده است. ابزار گردآوری داده‌ها شامل پرسشنامه، اسناد و مدارک و مصاحبه می‌باشد. پرسشنامه‌های استفاده شده در این پژوهش، عبارتند از:

پرسشنامـه شمـاره (۱): به منظور شناسایی و ارزیابی شاخص‌هـای موثر بر ارزهای دیجیتال مـورد استفاده قرار گرفته است که شامـل دو بخش عمومی با ۶ سوال جمعیت‌شناختی، و بخش تخصصـی با ۲۳ سوال با مقیاس درجه‌بندی پنج گزینه‌ای لیکـرت با تقسیم‌بندی خیلی زیاد(۵)

[Downloaded from danesh.dmk.ir on 2023-11-15]

زیاد(۴) متوسط(۳) کم(۲) اصلاً(۱)، در حوزه انتظارات می‌باشد. این پرسشنامه استاندارد-ترکیبی می‌باشد و نخستین بار توسط بحرانی و همکارانش[۱۸] مورد استفاده قرار گرفته است.

پرسشنامه شماره (۲) و (۳): پرسشنامه شماره (۲) به منظور تعیین وزن شاخص‌های معیارها براساس مقایسات دودویی بین شاخص‌ها، و پرسشنامه شماره (۳) به منظور مقایسه دودویی ارزها براساس شاخص‌های مطروحه و رتبه‌بندی آنها، که بر مبنای روش ANP مورد استفاده قرار گفته است.

در پرسشنامه‌های مذکور، دو ویژگی روائی و پایایی لحاظ گردیده است. روش مورد استفاده جهت تأمین روائی مبتنی بر روش اعتبارسنجی محتوا و روایی سازه می‌باشد و برای پایایی از ضریب آلفای کرونباخ استفاده گردیده است. به منظور تجزیه و تحلیل اطلاعات از روش‌های آماری مبتنی بر آمار توصیفی و روش‌های تصمیم‌گیری مبتنی بر روش تحلیل شبکه‌ای فازی استفاده شده است. مراحل اصلی تحقیق در شکل (۲) نشان داده شده است.

شکل ۲. مدل مفهومی تحقیق

[Downloaded from danesh.dmk.ir on 2023-11-15]

لازم بـه ذکـر است که هر یـک از بخشهای الگوی مذکـور را می‌توان براسـاس فرمول‌های ارائـه شـده ارزیابی نمود. براسـاس این الگو ابعاد اصلـی انتظارات مشتریان بـا استفاده از روش تحلیـل عاملی اکتشافی مشخص می‌شود. بدین ترتیـب می‌توان تعداد محدودی عامل را از میان تعـداد زیـادی متغیرهای همپوش استخراج نمود. سنجش در هر یـک از عوامل گزینه‌ها، مبتنی بـر نظرات خبرگـان براساس پرسشنامه می‌باشد. برای جمع‌بنـدی و نتیجه‌گیری از ارزیابی‌ها در جهت رتبه‌بندی مناطق، می‌توان از تکنیک‌های مختلفی که مهمترین آن فرآیند تحلیل شبکه‌ای می‌باشد استفاده نمود.

۴-۱- گامهای فرآیند تحلیل شبکه فازی

مرحله ۱: ساخت مدل و تبدیل مسئله/ موضوع به یک ساختار شبکه‌ای

مسئله باید به شکل روشن بیان شده، مانند یک شبکه به یک سیستم عقلایی مجزا شود. این ساختـار شبکه‌ای می‌تواند توسط تصمیم‌گیرنده‌ها در جلسـات طوفان ذهنی یا هر روش مناسب دیگری چون روش دلفی، یا روش گروه اسمی[1] به دست آورد. در این مرحله موضوع/مسئله مورد نظر به یک ساختار شبکه‌ای که در آن گره‌ها به عنوان خوشه‌ها مطرح هستند، تبدیل می‌شود.

مرحله ۲: تشکیل ماتریس مقایسه دودویی و تعیین بردارهای اولویت

مقایسـات زوجی، ارتباط تمام معیارها و گروه‌هـای مقایسه شده با یکدیگر هستند. مقایسات زوجی جهت ایجاد وابستگی در مقیاسی که در جدول (۲) نشان داده شده است، آورده می‌شود.

جدول ۲. مقیاس مقایسه‌ای

مقیاس زبانی برای اهمیت	مقیاس زبانی برای عملکرد	مقیاس مثلثی فازی	مقیاس متقابل مثلثی فازی
اهمیت برابر	خیلی کم	(۱، ۱، ۱)	(۱، ۱، ۱)
اهمیت کم	کم	(۲، ۳، ۴)	(۱/۲، ۱/۳، ۱/۴)
اهمیت قوی	متوسط	(۴، ۵، ۶)	(۱/۴، ۱/۵، ۱/۶)
اهمیت خیلی قوی	زیاد	(۶، ۷، ۸)	(۱/۶، ۱/۷، ۱/۸)
اهمیت کامل و مطلق	خیلی زیاد	(۸، ۹، ۱۰)	(۱/۸، ۱/۹، ۱/۱۰)

در ماتریس مقایسات زوجی، امتیاز aij نشان‌دهندهٔ اهمیت ردیف، یعنی مولفه (i) ، به ستون، یعنـی مولفـه (j)، می‌باشد که با $aij = wi/wj$ نشان داده می‌شـود. ارزش متقابل aij با $(aij/1)$ استفـاده می‌شـود. وقتی که مولفـه j مهم‌تر از مولفهٔ i هست، ماتریـس مقایسه A به صورت زیر می‌باشد[۳۸].

۱. روش گـروه اسمـی (Nominal Group Technique) روشـی است که در آن اعضای گـروه، بدون اینکه فردی بخواهد نظر خود را بر دیگران تحمیل کند، دربارهٔ موضوع مورد نظر بحث کرده ونهایتاً به اجماع می‌رسند.

[Downloaded from danesh.dmk.ir on 2023-11-15]

$$A = \begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \cdots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & \cdots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \cdots & w_n/w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \cdots & 1 \end{bmatrix}. \quad (۱)$$

در ایـن قسمت، بـردار اهمیت داخلی[1] محاسبـه می‌شود که نشانگر اهمیـت نسبی (ضریب اهمیت) عناصر یا خوشه‌هاست، که از طریق رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

$$Aw = \lambda_{\max} w, \quad (۲)$$

که در آن:

A: ماتریس مقایسه دودویی معیارها،

W[2]: بردار ویژه (ضریب اهمیت) و

λmax: بزرگترین مقدار ویژهٔ عددی است.

بـرای محاسبه بردار ویژه W، ساعتی چندین روش ارائه کرده است. در صورتی که محاسبات قرار است بدون استفاده از نرم‌افزار خاصی انجام شوند، بهتر است از روش تقریب میانگین هندسی استفاده شود[۳۹]. بنابراین در این مرحله بردارهای اولویت داخلی مورد محاسبه قرار می‌گیرند.

مرحله ۳: تشکیل سوپرماتریس و تبدیل آن به سوپرماتریس حد

بـرای دستیابی به اولویت‌های کلـی[3] در یک سیستم با تأثیرات متقابل، بردارهای اولویت‌های داخلی (یعنی wهـای محاسبه‌شده)، در ستون‌های مناسب یک ماتریس وارد می‌شوند. در نتیجه یـک سوپرماتریس (درواقع یک ماتریس تقسیم‌بنـدی شده[4]) که هر بخش از این ماتریس ارتباط بیـن دو خوشه در یک سیستم را نشان می‌دهد، بـه دست می‌آید. سوپرماتریس مربوط به حالت شبکه‌ای را می‌توان به شرح ذیل ارائه کرد:

1. Local priority Vector
2. eigenvector
3. Global priorities
4. Partitioned Matrix

[Downloaded from danesh.dmk.ir on 2023-11-15]

$$W = \begin{array}{c} \\ \text{هدف (G)} \\ \text{معیار (C)} \\ \text{گزینه (A)} \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{ccc} \text{G} & \text{C} & \text{A} \end{array} \\ \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ W_{21} & W_{22} & 0 \\ 0 & W_{32} & I \end{pmatrix} \end{array}$$

$W21$: برداری است که تأثیر هدف بر روی معیارها را نشان می‌دهد.

$W22$: برداری است که تأثیر وابستگی بین معیارها را نشان می‌دهد.

$W32$: برداری است که تأثیر معیارها بر روی هر یک از گزینه‌ها را نشان می‌دهد.

I[1]: ماتریس یکه است. اگر یک رابطهٔ متقابل از عناصر در داخل گروه و یا بین گروه‌ها وجود داشته باشد، مقدار صفر در سوپرماتریس می‌تواند به وسیله یک ماتریس جایگزین شود[۳۸].

این نوع ماتریس را سوپرماتریس اولیه می‌نامند. با جایگزینی بردار اولویت‌های داخلی (ضرایب اهمیت) عناصر و خوشه‌ها در سوپرماتریس اولیه، سوپرماتریس ناموزون[2] به دست می‌آید.

در مرحلهٔ بعد، سوپرماتریس موزون[3] از طریق ضرب مقادیر سوپرماتریس ناموزون در ماتریس خوشه‌ای[4] محاسبه می‌شود. سپس از طریق نرمالیزه کردن سوپرماتریس موزون، سوپرماتریس از نظر ستونی به حالت تصادفی[5] تبدیل می‌شود[۴۰].

در مرحله سوم (و نهایی)، سوپرماتریس حد[6] با به توان رساندن تمامی عناصر سوپرماتریس موزون تا زمانی که واگرایی[7] حاصل شود (از طریق تکرار[8])، یا به عبارت دیگر تمامی عناصر سوپرماتریس همانند هم شوند، محاسبه می‌شود:

(۳)

$$\lim_{k\to\infty} W^k$$

مرحله ۴: انتخاب گزینه برتر

اگر سوپرماتریس تشکیل‌شده در مرحلهٔ سوم، کل "شبکه" را در نظر گرفته باشد، یعنی گزینه‌ها نیز در سوپرماتریس لحاظ شده باشد، اولویت کلی گزینه‌ها از ستون مربوط به گزینه‌ها در سوپرماتریس حد نرمالیزه شده قابل حصول است. اگر سوپرماتریس، فقط بخشی از شبکه که وابستگی متقابل دارند را شامل شود و گزینه‌ها در سوپرماتریس در نظر گرفته نشوند[9]، محاسبات

1. Identify
2. Unweighted Super Matrix
3. Weighted Super Matrix
4. Cluster Matrix
5. Stochastic
6. Limit Super Matrix
7. Convergence
8. Iteration

۹. معمولاً در مواردی که تعداد گزینه‌ها زیاد است، برای این که ابعاد سوپرماتریس بیش از معمول بزرگتر نباشد، گزینه‌ها در سوپرماتریس لحاظ نمی‌شوند.

[Downloaded from danesh.dmk.ir on 2023-11-15]

بعدی لازم است صورت بگیرد تا اولویت کلی گزینه‌ها به دست آید. گزینه‌ای که بیشترین اولویت کلی را داشته باشد، به عنوان برترین گزینه برای موضوع مورد نظر انتخاب می‌شود[۴۱].

در ایـن تحقیـق، روش لگاریتم حداقل مربعـات برای تخمین جهـت اولویت‌بندی فازی wi استفـاده شـده است. فرآیند تحلیل شبکـه را می‌توان برای محاسبه اهمیـت نسبی از معیارها و زیرمعیارها و برتری گزینه‌ها به کار برد. روش لگاریتم حداقل مربعات برای محاسبه وزن‌های فازی مثلثی را می‌توان به شرح زیر نشان داد[۴۲]:

$$\widetilde{W} = \left(W_k^l, W_k^m, W_k^u\right) \quad k = 1,2,3,\ldots,n,$$

به طوری که:

$$W_k^s = \frac{\left(\prod_{j=1}^{n} a_{kj}^s\right)^{1/n}}{\sum_{i=1}^{n}\left(\prod_{j=1}^{n} a_{ij}^m\right)^{1/n}}, \quad s \in \{l,m,u\}.$$

۵- یافته‌های تحقیق

الگوی مورد نظر در ارزهای دیجیتال بیت کوین (BTC)، لایت کوین (LTC) و اتریوم (ETH) مورد آزمون قرار گرفته است. به منظور تأیید روائی پرسشنامه از اعتبارسنجی محتوا استفاده شده است که عمدتاً مبتنی بر نظرسنجی خبرگان می‌باشد. در خصوص سنجش روایی سازه، از تحلیل عاملی اکتشافی استفاده شده است. نتایج تحلیل عاملی در جدول (۳) نشان داده شده است. مقدار شاخـص KMO بایستی حداقل برابر ۰/۵، سطح معنـاداری آزمون بارتلت کوچکتر از ۰/۰۵ و بار عاملی مربوطه بالاتر از ۰/۵ باشد[۴۳]. مقدار آماره KMO که در این پژوهش برابر ۰/۸۳۴ است و در دامنه مجاز ۰/۶ تا ۱ قرار دارد، بیانگر کفایت نمونه‌برداری است و معناداری آزمون بارتلت بیانگر مجاز بودن انجام تحلیل عاملی است. با توجه به بارهای عاملی برآورد شده، پنج معیار مورد تأیید نهایی قرار گرفت که این معیارها عبارتند از: بازار املاک، بازار دلار، بازار طلا، بازار نفت، بازار اتر.

جدول ۳: نتایج آزمون KMO و بارتلت

آزمون اندازه‌گیری بسندگی نمونه کایزد ـ مایر ـ الکین		۰/۸۳۴
آزمون کُرویت بارتلت	Approx. Chi-Square	۶۷۴۰/۳۶۰
	df	۱۱۲۸
	.Sig	۰/۰۰۰

[Downloaded from danesh.dmk.ir on 2023-11-15]

بـــرای تعیین پایایی پرسشنامه از آزمـــون آلفای کرونباخ استفاده شده است که مقدار آن ۰/۹ برآورد شد. همچنین مقادیر آلفای کرونباخ برای هریک از ابعاد پنج‌گانهٔ بیش از ۰/۷ محاسبه شده اســت. تجزیه و تحلیل اطلاعات مبتنی بر مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی می‌باشد و از بسته آماری *SPSS* و نرم‌افزار تحت وب *ANP* فازی برای انجام محاسبات استفاده شده است.

۵-۱- گامهای حل مسئله به روش فرآیند تحلیل شبکه ای فازی یا FANP

ابتـــدا مسئله را به شکل یک ساختار شبکه‌ای در می‌آوریم که این ساختار متشکل از معیارها و گزینه‌هـــا بـــرای انتخاب بهتریـــن ارز و موثرترین عامل توسط روش فرآینـــد تحلیل شبکه فازی می‌باشد.

بـــه منظـــور دستیابی به هدف تحقیـــق پرسشنامه‌های مقایسات زوجـــی، در طیف نه تایی از اهمیت برابر تا کاملاً زیاد، طراحی و بین خبرگان توزیع شد. هر کدام از اعداد این طیف بیانگر سه عدد هستند که در جدول (۴) آمده است.

جدول ۴. طیف فازی و عبارت کلامی متناظر

کد	عبارات کلامی	عدد فازی
۱	ترجیح برابر	(۱,۱,۱)
۲	ترجیح کم تا متوسط	(۱,۱/۱,۵/۵)
۳	ترجیح متوسط	(۲,۲,۱)
۴	ترجیح متوسط تا زیاد	(۳,۳/۴,۵)
۵	ترجیح زیاد	(۴,۴,۳/۵)
۶	ترجیح زیاد تا خیلی زیاد	(۴,۳/۵,۵)
۷	ترجیح خیلی زیاد	(۵,۵/۶,۵)
۸	ترجیح خیلی زیاد تا کاملاً زیاد	(۷,۶,۵)
۹	ترجیح کاملاً زیاد	(۹,۷,۵)

اتریوم *A1*، لایت کوین *A2*، و بیت کوین *A3* نشان داده شده است.

در این قسمت با توجه به شکل (۳)، جداول مقایسات زوجی انجام شده و براساس روش اصلاح شـــدهٔ سمی[1] و همکارانـــش[۴۵] وزن مؤلفه‌ها محاسبه شده و در نهایت اولویت‌بندی می‌شوند. در این تحقیق به منظور محاسبه سازگاری از روش گوگوس و بوچر استفاده شده است که توضیحات آن در زیر آمده است.

۵-۱-۱- روش بررسی سازگاری گوگوس و بوچر

گوگـــوس و بوچر[۴۶] پیشنهاد دادند برای بررسی سازگاری، دو ماتریس (عدد میانی و حدود

1. Semih onut

[Downloaded from danesh.dmk.ir on 2023-11-15]

عـدد فازی) از هـر ماتریس فازی مشتق و سپـس سازگاری هر ماتریـس براساس روش ساعتی محاسبه شود. مراحل محاسبه نرخ سازگاری ماتریس‌های فازی مقایسات زوجی به قرار زیر است:

مرحلـه ۱: در مرحلـه اول ماتریس مثلثی فازی به دو ماتریـس تقسیم می‌شود. ماتریس اول از اعـداد میانی قضاوت‌های مثلثی تشکیل می‌شود $A^m = [a_{ijm}]$ و ماتریس دوم شامل میانگین هندسی حدود بالا و پایین اعداد مثلثی می‌شود $A^g = \sqrt{a_{iju}.a_{ijl}}$.

مرحله ۲: بردار وزن هر ماتریس با استفاده از روش ساعتی به ترتیب زیر محاسبه می‌شود.

(۶)

$$w_i^m = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n}\frac{a_{ijm}}{\sum_{i=1}^{n} a_{ijm}} \quad \text{که در آن} \quad w^m = [w_i^m]$$

(۷)

$$w_i^g = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n}\frac{\sqrt{a_{iju}.a_{ijl}}}{\sum_{i=1}^{n}\sqrt{a_{iju}.a_{ijl}}} \quad \text{که در آن} \quad w^g = [w_i^g]$$

مرحله ۳: بزرگترین مقدار ویژه برای هر ماتریس با استفاده از روابط زیر محاسبه می‌شود.

(۸)

$$\lambda_{\max}^m = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} a_{ijm}\left(\frac{w_j^m}{w_i^m}\right)$$

(۹)

$$\lambda_{\max}^g = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}\sqrt{a_{iju}.a_{ijl}}\left(\frac{w_j^g}{w_i^g}\right)$$

مرحله ۴: شاخص سازگاری با استفاده از روابط زیر محاسبه می‌شود.

(۱۰)

$$CI^m = \frac{(\lambda_{\max}^m - n)}{(n-1)}$$

(۱۱)

$$CI^g = \frac{(\lambda_{\max}^g - n)}{(n-1)}$$

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

[Downloaded from danesh.dmk.ir on 2023-11-15]

مرحلـه ۵: برای محاسبه نرخ ناسازگـاری (CR)، شاخص CI بر مقدار شاخص تصادفی (RI) تقسیـم می‌شود. در صورتی که مقدار حاصل کمتـر از ۰/۱ باشد، ماتریس سازگار و قابل استفاده تشخیـص داده می‌شود. ساعتی برای به‌دسـت آوردن مقادیر شاخص‌هـای تصادفی (RI)، ۱۰۰ ماتریس را با اعداد تصادفی و با شرط متقابل بودن ماتریس‌ها تشکیل داده و مقادیر ناسازگاری و میانگیـن آن‌ها را محاسبه نمود. اما از آنجـا که مقادیر عددی مقایسات فازی همواره عدد صحیح نیستنـد و حتـی در این صورت هم میانگین هندسی، آن‌ها را عمومـاً به اعداد غیرصحیح تبدیل می‌کنـد، حتی در صـورت استفاده از مقیاس (۹-۱) ساعتی نیـز نمی‌توان از جدول شاخص‌های تصادفی (RI) ساعتی استفاده کرد. بنابراین گوگوس و بوچر با تولید ۴۰۰ ماتریس تصادفی مجدداً جدول شاخص‌های تصادفی (RI) را برای ماتریس‌های مقایسات زوجی فازی تولید کردند.

جدول ۵. شاخص‌های تصادفی (RI)

اندازه ماتریس	R^m	R^g
۱	۰	۰
۲	۰	۰
۳	۰/۴۸۹۰	۰/۱۷۹۶
۴	۰/۷۹۳۷	۰/۲۶۲۷
۵	۱/۰۷۲۰	۰/۳۵۹۷
۶	۱/۱۹۹۶	۰/۳۸۱۸
۷	۱/۲۸۷۴	۰/۴۰۹۰
۸	۱/۳۴۱۰	۰/۴۱۶۴
۹	۱/۳۷۹۳	۰/۴۳۴۸
۱۰	۱/۴۰۹۵	۰/۴۴۵۵
۱۱	۱/۴۱۸۱	۰/۴۵۳۶
۱۲	۱/۴۴۶۲	۰/۴۷۷۶
۱۳	۱/۴۵۵۵	۰/۴۶۹۱
۱۴	۱/۴۹۱۳	۰/۴۸۰۴
۱۵	۱/۴۹۸۶	۰/۴۸۸۰

برای تولید ماتریس‌های تصادفی ابتدا مقدار میانی عدد فازی مثلثی به صورت تصادفی در بازه $[\frac{1}{9},9]$ و بـه صـورت متقابل تولید شد. سپس مقدار حد پایین هر عدد مثلثی در بازه [مقدار میانی تولیـد شده و $\frac{1}{9}$] و مقدار حد بالای آن در بـازه [$\frac{1}{9}$ و مقدار میانی تولید شده] به صورت تصادفی تولیـد و در نهایت با تقسیم ماتریس تصادفی حاصل به دو ماتریس حد میانی و میانگین هندسی

[Downloaded from danesh.dmk.ir on 2023-11-15]

حـدود بالا و پاییـن، مقدار شاخص تصادفی آن‌ها بـه دست آمد. نکته قابل توجـه این‌که مقدار ناسازگاری در ستون RI^m بیشتر از RI^g است. این تفاوت بدین جهت است که دامنه اعداد تصادفی تولید شده برای حد میانی $[\frac{1}{9},9]$ است اما دامنه اعداد تصادفی حدود بالا و پایین بر اساس عدد میانی تولید شده، محدودتر است و بنابراین احتمال کمتری برای ناسازگاری در آن‌ها وجود دارد.

با محاسبه نرخ ناسازگاری بر ای دو ماتریس بر اساس روابط زیر آن‌ها را با آستانه ۰/۱ مقایسه می‌کنیم:

(۱۲)

$$CR^g = \frac{CI^g}{RI^g}$$

(۱۳)

$$CR^m = \frac{CI^m}{RI^m}$$

در صورتـی که هر دوی ایـن شاخص‌ها کمتر از ۰/۱ بودند، ماتریس فـازی سازگار است. در صورتی که هر دو بیشتر از ۰/۱ بودند، از تصمیم‌گیرنده تقاضا می‌شود تا در اولویت‌های ارائه شده تجدیدنظر نماید و در صورتی که CR^m (CR^8) تنها بیشتر از ۰/۱ بود، تصمیم‌گیرنده تجدید نظر در مقادیر میانی (حدود) قضاوت‌های فازی را انجام می‌دهد.

۵-۱-۲- مراحل به‌دست آوردن وزن مؤلفه‌ها با تحلیل شبکه‌ای فازی

براساس سوپرماتریس، مراحل محاسبه وزن مؤلفه‌ها عبارتند از:

مرحله اول: جهت تجمیع نظرات خبرگان، از مقایسات زوجی پاسخ‌دهندگان میانگین هندسی گرفته می‌شود.

مرحلـه دوم (محاسبه بردار ویژه): برای محاسبه بردار ویژه هر یک از جداول مقایسات زوجی تجمیع شده، طبق رابطه ۱۴ از روش لگاریتمی حداقل مجذورات، استفاده می‌شود.

(۱۴)

$$w_k^s = \frac{\left(\prod_{j=1}^{n} a_{kj}^s\right)^{1/n}}{\sum_{i=1}^{n}\left(\prod_{j=1}^{n} a_{ij}^m\right)^{1/n}}, \quad s \in \{l,m,u\}$$

به‌طوری‌که:

(۱۵)

$$\widetilde{w}_k = (w_k^l, w_k^m, w_k^u) \quad k = 1,2,3,\ldots,n$$

[Downloaded from danesh.dmk.ir on 2023-11-15]

جداول زیر میانگین هندسی نظرات خبرگان را نشان می‌دهد. در ستون آخر این جدول، بردار ویژه نشان داده شده است.

جدول ۶. میانگین مقایسات زوجی (w۲۲)

مقایسه زوجی	بازار املاک	بازار دلار	بازار طلا	بازار نفت	بازار اتر	بردار ویژه
بازار املاک	(۱،۱،۱)	(۰/۱،۹۱۷/۱،۰۰۷/۲۲۳)	(۱/۱،۰۰۷/۱،۱۵۵/۳۳۳)	(۱/۱،۰۹۸/۱،۲۶/۴۸۱)	(۰/۰،۱۹۷/۰،۲۲/۲۵۲)	(۰/۰،۱۹۷/۰،۲۲/۲۵۲)
بازار دلار	(۰/۰،۸۱۸/۱،۹۹۳/۰۹)	(۱،۱،۱)	(۰/۰،۷۵۲/۰،۸۰۵/۹۹۲)	(۰/۰،۸۲۴/۱،۹۳/۱۲۶)	(۱/۱،۰۱۲/۱،۱۴۴/۳۵۹)	(۰/۰،۱۷۴/۰،۱۹۳/۲۲)
بازار طلا	(۰/۰،۷۵/۰،۸۶۶/۹۹۳)	(۱/۱،۰۰۸/۱،۲۴۳/۳۳)	(۱،۱،۱)	(۱/۱،۱۱۴/۱،۲۷۳/۴۳۷)	(۱/۱،۱۵۱/۱،۳۴۸/۵۱۴)	(۰/۰،۱۹۸/۰،۲۲۵/۲۴۶)
بازار نفت	(۰/۰،۶۷۵/۰،۷۹۴/۹۱۱)	(۰/۱،۸۸۸/۱،۰۷۶/۲۱۴)	(۰/۰،۶۹۶/۰،۷۸۵/۸۹۸)	(۱،۱،۱)	(۱/۱،۰۱۱/۱،۰۹۷/۲۸۲)	(۰/۰،۱۶۸/۰،۱۸۷/۲۰۹)
بازار اتر	(۰/۰،۷۴۴/۱،۸۹۹/۰۶)	(۰/۰،۷۳۶/۰،۸۷۴/۹۸۸)	(۰/۰،۶۶۱/۰،۷۴۲/۸۶۹)	(۰/۰،۷۸/۰،۹۱۲/۹۸۹)	(۱،۱،۱)	(۰/۰،۱۵۵/۰،۱۷۵/۱۹۵)
$CR^m=0.004$ $CR^g=0.009$						

مرحله سوم (تشکیل ماتریس‌های بـردار ویژه (W_{ij})): این ماتریس‌ها شامل بردارهای ویژه‌ای هستند که از مقایسات زوجیِ مرحله دوم به‌دست آمده‌اند.

به طور کلی می‌توان این ماتریس‌ها را به دو دسته تقسیم کرد:

۱. ماتریس‌هایـی که شامل بردارهای ویـژه‌ای هستند که روابط بین سطحی (عمودی) را نشان می‌دهنـد. اگر بیـن دو مؤلفه رابطهٔ بین سطحی وجود نداشته باشـد در محل تلاقی آن دو مؤلفه در ماتریس مقدار (۰،۰،۰) قرار می‌گیرد. در سایر درایه‌ها هم با توجه به رابطه عمودی مؤلفه‌ها، مقادیر بردار ویژهٔ به‌دست آمده از مرحله دوم قرار می‌گیرد.

۲. ماتریس‌هایـی که شامل بردارهای ویژه‌ای هستند که روابـط افقی (درون سطحی) را نشان می‌دهـد. این ماتریس‌ها مربعی بوده و قطر اصلی آن (۱،۱،۱) است. اگر بین دو مؤلفه رابطهٔ درون سطحـی وجود نداشته باشد در محل تلاقی آن دو مؤلفـه در ماتریس مقدار (۰،۰،۰) قرار می‌گیرد. در سایر درایه‌ها هم با توجه به رابطه افقی مؤلفه‌ها، مقادیر بردار ویژه به‌دست آمده قرار می‌گیرد.

- توجه شود اگر در ماتریس بردار ویژه درون سطحی، یک یا چند درایه در قطر اصلی (۱،۱،۱) نشـود بدین دلیل است که در آن ستون نرمال‌سـازی صورت گرفته است. نرمال سازی بدین صـورت است که تمامی اعـداد فازی آن ستون بر جمع مقادیر میانـی اعداد فازی آن ستون تقسیم می‌شوند.

[Downloaded from danesh.dmk.ir on 2023-11-15]

جدول ۷. وزن فازی ماتریس (W_{21})

	مقایسه زوجی
بازار املاک	(۰/۰,۱۹۷/۰,۲۲/۲۵۲)
بازار دلار	(۰/۰,۱۷۴/۰,۱۹۳/۲۲)
بازار طلا	(۰/۰,۱۹۸/۰,۲۲۵/۲۴۶)
بازار نفت	(۰/۰,۱۶۸/۰,۱۸۷/۲۰۹)
بازار اتر	(۰/۰,۱۵۵/۰,۱۷۵/۱۹۵)

مرحلــه چهارم (محاسبه اوزان نهایی سطوح): بــرای محاسبه وزن نهایی مؤلفه‌های هر سطح (W_i^*) می‌بایست حاصلضرب ماتریس بردار ویژه روابط درونی در بردار ویژه همان سطح را در وزن نهایی سطح بالاتر ضرب کنیم.

(۱۶)

$$W_i^* = W_{ii} \times W_{i(i-1)} \times W_{i-1}^*$$

در صورتیکه برای یک سطح ماتریس W_{ii} وجود نداشت، لازم است یک ماتریس یکه هم درجه جایگزین آن گردد. به عبارت دیگر می‌بایست از فرمول زیر استفاده نمایید.

(۱۷)

$$W_i^* = I \times W_{i(i-1)} \times W_{i-1}^*$$

جدول (۸) اوزان نهایی معیارها را نشان می‌دهد.

جدول ۸. ماتریس اوزان نهایی معیارها

مولفه	وزن فازی نهایی	وزن قطعی نهایی مولفه‌ها
بازار املاک	(۰/۰,۱۹۷/۰,۲۲/۲۵۲)	۰/۲۲۱
بازار دلار	(۰/۰,۱۷۴/۰,۱۹۳/۲۲)	۰/۱۹۴
بازار طلا	(۰/۰,۱۹۸/۰,۲۲۵/۲۴۶)	۰/۲۲۴
بازار نفت	(۰/۰,۱۶۸/۰,۱۸۷/۲۰۹)	۰/۱۸۸
بازار اتر	(۰/۰,۱۵۵/۰,۱۷۵/۱۹۵)	۰/۱۷۵

در مرحلــه بعدی فرآیند تصمیم، از تصمیم‌گیران خواسته می‌شود با مقایسه دودویی گزینه‌ها

[Downloaded from danesh.dmk.ir on 2023-11-15]

براساس معیارها به صورت جداگانه در یک طیف نه تایی ماتریس تصمیمی را طراحی کنند. هدف از این کار نمایش کارکرد هر گزینه با توجه به هر معیار است.

جدول ۹. میانگین مقایسات زوجی نسبت به بازار املاک

بازار املاک	A1	A2	A3	بردار ویژه
A1	(۱,۱,۱)	(۱/۱,۲۹۲/۱,۵۲۲/۷۲)	(۱/۱,۱۱۹/۱,۲۶۵/۴۷۶)	(۰/۰,۳۷۲/۰,۴۱/۴۴۹)
A2	(۰/۰,۵۸۱/۰,۶۵۷/۷۷۴)	(۱,۱,۱)	(۰/۱,۹۸۲/۱,۰۸۱/۳۰۳)	(۰/۰,۲۷۳/۰,۲۹۴/۳۳)
A3	(۰/۰,۶۷۷/۰,۷۹۱/۸۹۴)	(۰/۰,۷۶۷/۱,۹۲۵/۰۱۸)	(۱,۱,۱)	(۰/۰,۲۶۵/۰,۲۹۷/۳۱۹)
$CR_m = 0.008$			$CR^g = 0.023$	

جدول ۱۰. میانگین مقایسات زوجی نسبت به دلار

بازار دلار	A1	A2	A3	بردار ویژه
A1	(۱,۱,۱)	(۱/۱,۳۷۶/۱,۶۱۳/۸۳۶)	(۱/۱,۲۰۲/۱,۴۱۹/۵۷۱)	(۰/۰,۳۸۶/۰,۴۳۱/۴۶۵)
A2	(۰/۰,۵۴۵/۰,۶۲/۷۲۷)	(۱,۱,۱)	(۰/۱,۹۲۸/۱,۰۰۲/۱۶۵)	(۰/۰,۲۶/۰,۲۷۹/۳۰۹)
A3	(۰/۰,۶۳۶/۰,۷۰۵/۸۳۲)	(۰/۰,۸۵۹/۱,۹۹۸/۰۷۷)	(۱,۱,۱)	(۰/۰,۲۶۷/۰,۲۹۱/۳۱۵)
$CR^m = 0.002$			$CR^g = 0.01$	

جدول ۱۱. میانگین مقایسات زوجی نسبت به طلا

بازار طلا	A1	A2	A3	بردار ویژه
A1	(۱,۱,۱)	(۱/۱,۵۱۵/۲,۷۶۴/۰۸۳)	(۱/۱,۱۴۲/۱,۳۱۵/۵۵۹)	(۰/۰,۳۹۲/۰,۴۳۲/۴۸۳)
A2	(۰/۰,۴۸/۰,۵۶۷/۶۶)	(۱,۱,۱)	(۰/۰,۸۲۷/۱,۹۳۱/۱۲۲)	(۰/۰,۲۴/۰,۲۶۴/۲۹۵)
A3	(۰/۰,۶۴۱/۰,۷۶۱/۸۷۵)	(۰/۱,۸۹۱/۱,۰۷۴/۲۰۹)	(۱,۱,۱)	(۰/۰,۲۷۱/۰,۳۰۵/۳۳۲)
$CR^m = 0.006$			$CR^g = 0.019$	

[Downloaded from danesh.dmk.ir on 2023-11-15]

جدول ۱۲. میانگین مقایسات زوجی نسبت به نفت

بازار نفت	A1	A2	A3	بردار ویژه
A1	(۱,۱,۱)	(۱/۱,۵۹۳/۲,۸۰۶/۰۴۹)	(۱/۱,۳۰۱/۱,۴۶۷/۶۶۳)	(۰/۰,۴۱۳/۰,۴۴۸/۴۸۷)
A2	(۰/۰,۴۸۸/۰,۵۵۴/۶۲۸)	(۱,۱,۱)	(۰/۰,۷۹۵/۱,۸۷۸/۰۱۸)	(۰/۰,۲۳۶/۰,۲۵۵/۲۷۹)
A3	(۰/۰,۶۰۱/۰,۶۸۱/۷۶۸)	(۰/۱,۹۸۳/۱,۱۳۹/۲۵۸)	(۱,۱,۱)	(۰/۰,۲۷۲/۰,۲۹۸/۳۲)
$CR^m = 0.001$			$CR^g = 0.003$	

جدول ۱۳. میانگین مقایسات زوجی نسبت به اتر

بازار اتر	A1	A2	A3	بردار ویژه
A1	(۱,۱,۱)	(۱/۱,۴۹۹/۱,۷۳۷/۸۹۲)	(۱/۱,۳۴۲/۱,۵۸/۷۴۱)	(۰/۰,۴۰۸/۰,۴۵۳/۴۸۱)
A2	(۰/۰,۵۲۸/۰,۵۷۶/۶۶۷)	(۱,۱,۱)	(۰/۱,۹۵۷/۱,۰۶۴/۱۹۹)	(۰/۰,۲۵۸/۰,۲۷۵/۳)
A3	(۰/۰,۵۷۴/۰,۶۳۳/۷۴۵)	(۰/۰,۸۳۴/۱,۹۴/۰۴۵)	(۱,۱,۱)	(۰/۰,۲۵۳/۰,۲۷۲/۲۹۸)
$CR^m = 0.003$			$CR^g = 0.008$	

با تکرار مراحل دو تا چهار و انجام محاسبات مربوطه، وزن نهایی و رتبه‌بندی گزینه‌ها (ارزهای دیجیتال) به دست می‌آید (جدول ۱۴).

جدول ۱۴. ماتریس اوزان نهایی گزینه‌ها نسبت به مقایسه زوجی

مولفه		وزن فازی نهایی گزینه‌ها	وزن قطعی نهایی گزینه‌ها	اولویت‌بندی براساس وزن قطعی
A1	اتریوم	(۰/۰,۳۵۱/۰,۴۳۳/۵۳)	۰/۴۳۶	۱
A2	لایت کوین	(۰/۰,۲۲۶/۰,۲۷۳/۳۴۱)	۰/۲۷۷	۳
A3	بیت کوین	(۰/۰,۲۳۷/۰,۲۹۳/۳۵۶)	۰/۲۹۴	۲

۶- نتیجه‌گیری

هدف پژوهش حاضر اولویت‌بندی معیارهای موثر بر ارزهای دیجیتال با استفاده از رویکرد تصمیم‌گیری چندمعیاره می‌باشد که بطور خلاصه در سه مرحله انجام گرفته است:

مرحله اول؛ شناسایی ابعاد اصلی موثر بر ارزهای دیجیتال.

مرحله دوم؛ تعیین وزن ابعاد معیارها و اولویت‌بندی آن با استفاده از *ANP* فازی.

[Downloaded from danesh.dmk.ir on 2023-11-15]

مرحله سوم؛ رتبه‌بندی ارزهای دیجیتال.

نتایج پژوهش حاضر مؤید آن است که در مجموع معیار «بازار طلا» به عنوان مهمترین عامل موثـر بر ارزهای دیجیتال تعیین شده است. سایر معیارها به ترتیب عبارتند از: بازار املاک و بازار دلار، بازار نفت، بازار اتر. همچنین نتایج تحقیق نشان می‌دهد که با استفاده از روش فرآیند تحلیل شبکهٔ فازی می‌توان امتیازدهی درست برای ارزهای دیجیتال را بدست آورد که در این تحقیق به ترتیـب اتریوم، بیت کوین و لایت کوین رتبه‌بندی شده‌اند و «اتریوم» بیشترین امتیاز را به دست آورده است.

پیشنهـاد می‌شود افـراد و سازمان‌ها با استفـاده از کارت امتیازی متـوازن، که از روش‌های نوین مدیریت استراتژیـک است، اقدام به استخراج ابعاد اصلی ارزهای دیجیتال نمایند. همچنین پیشنهـاد می‌شود جهت اولویت‌بندی معیارها، از سایر روش‌هـای تصمیم‌گیری چندمعیاره نظیر تکنیک دیمتل[1] استفاده شود. استفاده از رویکرد تلفیقی تصمیم‌گیری چند شاخصه فازی و کارت امتیـازی متوازن جهت شناسایی و اولویت‌بنـدی معیارهای موثر بر ارزهای دیجیتال، می‌تواند در پژوهش‌های آتی مورد استفاده قرار گیرد.

فهرست منابع

1. W. Pedrycz, Fuzzy neural networks and neurocomputations, Fuzzy Sets and Systems 56 (1) (1993) 1–28.
2. J. E. Dayhoff, J. M. DeLeo, Artificial neural networks: opening the black box, Cancer: Interdisciplinary International Journal of the American Cancer Society 91 (S8) (2001) 1615–1635.
3. L. A. Zadeh, A fuzzy-algorithmic approach to the definition of complex or imprecise concepts, in: Systems Theory in the Social Sciences, Springer, 1976, pp. 202–282.
4. C.-T. Lin, C. G. Lee, C.-T. Lin, C. Lin, Neural fuzzy systems: a neuro-fuzzy synergism to intelligent systems, Vol. 205, Prentice hall PTR Upper Saddle River NJ, 1996.
5. J. J. Buckley, Y. Hayashi, Fuzzy neural networks: A survey, Fuzzy sets and systems 66 (1) (1994) 1–13.
6.]6[W. Pedrycz, Neurocomputations in relational systems, IEEE Transactions on Pattern Analysis & Machine Intelligence 13 (3) (1991) 289–297.
7. O. Nelles, Nonlinear system identification: from classical approaches to neural networks and fuzzy models, Springer Science & Business Media, 2013.
8. F. Da, Decentralized sliding mode adaptive controller design based on fuzzy neural networks for interconnected uncertain nonlinear systems, IEEE Transactions on Neural Networks 11 (6) (2000) 1471–1480.
9. J. Vieira, F. M. Dias, A. Mota, Neuro-fuzzy systems: a survey, in: 5th WSEAS NNA international conference on neural networks and applications, Udine, Italia, 2004, pp. 1–6.
10. S. Kar, S. Das, P. K. Ghosh, Applications of neuro fuzzy systems: A brief review and future outline, Applied Soft Computing 15 (2014) 243–259.
11. H. Takagi, Fusion technology of fuzzy theory and neural networks-survey and future directions, in: Proceedings 1st International Conference on Fuzzy Logic & Neural Networks, 1990, pp. 13–26.
12. S. Mitra, Y. Hayashi, Neuro-fuzzy rule generation: survey in soft computing framework,

1. DEMATEL

[Downloaded from danesh.dmk.ir on 2023-11-15]

IEEE transactions on neural networks 11 (3) (2000) 748–768.
13. B. M¨oller, M. Beer, Fuzzy randomness: uncertainty in civil engineering and computational mechanics, Springer Science & Business Media, 2013.
14. H. K. Kwan, Y. Cai, A fuzzy neural network and its application to pattern recognition, IEEE transactions on Fuzzy Systems 2 (3) (1994) 185–193. arXiv:1805.03138.
15. M. Knezevic, M. Cvetkovska, T. Han´ak, L. Braganca, A. Soltesz, Artificial neural networks and fuzzy neural networks for solving civil engineering problems, Complexity 2018.
16. O. N. Sayaydeh, M. F. Mohammed, C. P. Lim, A survey of fuzzy min max neural networks for pattern classification: Variants and applications, IEEE Transactions on Fuzzy Systems.
17. S. K. Pal, S. Mitra, Neuro-fuzzy pattern recognition: methods in soft computing, John Wiley & Sons, Inc., 1999.
18. S. Mishra, S. Sahoo, B. K. Mishra, Neuro-fuzzy models and applications, in: Emerging Trends and Applications in Cognitive Computing, IGI Global, 2019, pp. 78–98.
19. K. Shihabudheen, G. Pillai, Recent advances in neuro-fuzzy system: A survey, Knowledge-Based Systems 152 (2018) 136–162.
20. I. krjanc, J. Iglesias, A. Sanchis, D. Leite, E. Lughofer, F. Gomide, Evolving fuzzy and neuro-fuzzy approaches in clustering, regression, identification, and classification: A survey, Information Sciencesdoi: https://doi.org/10.1016/j.ins.2019.03.060.
21. URL http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0020025519302713
22. S. Haykin, Neural networks: a comprehensive foundation, Prentice Hall PTR, 1994.
23. L. V. Fausett, et al., Fundamentals of neural networks: architectures, algorithms, and applications, Vol. 3, Prentice-Hall Englewood Cliffs, 1994.
24. W. S. McCulloch, W. Pitts, A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity, the bulletin of mathematical biophysics 5 (4) (1943) 115–133.
25. D. O. Hebb, The organization of behavior: A neurophysiological approach (1949).
26. F. Rosenblatt, The perceptron: a probabilistic model for information storage and organization in the brain., Psychological review 65 (6) (1958) 386.
27. D. E. Rumelhart, G. E. Hinton, R. J. Williams, Learning representations by back-propagating errors, nature 323 (6088) (1986) 533.
28. W. Pedrycz, F. Gomide, An introduction to fuzzy sets: analysis and design, Mit Press, 1998.
29. D. Nauck, R. Kruse, Neuro-fuzzy systems for function approximation, Fuzzy sets and systems 101 (2) (1999) 261–271.
30. L.-X. Wang, J. M. Mendel, Fuzzy basis functions, universal approximation, and orthogonal leastsquares learning, IEEE transactions on Neural Networks 3 (5) (1992) 807–814.
31. R. Czabanski, M. Jezewski, J. Leski, Introduction to Fuzzy Systems, Springer International Publishing, Cham, 2017, pp. 23–43. doi:10.1007/978-3-319-59614-3_2.
32. URL https://doi.org/10.1007/978-3-319-59614-3_2
33. W. Pedrycz, F. Gomide, Fuzzy systems engineering: toward human-centric computing, John Wiley & Sons, 2007.
34. L. A. Zadeh, Fuzzy sets, Information and control 8 (1965) 3.
35. W. M. Caminhas, H. Tavares, F. A. Gomide, W. Pedrycz, Fuzzy set based neural networks: Structure, learning and application., JACIII 3 (3) (1999) 151–157.
36. W. Pedrycz, Logic-based fuzzy neurocomputing with unineurons, IEEE Transactions on Fuzzy Systems 14 (6) (2006) 860–873.
37. R. R. Yager, A. Rybalov, Uninorm aggregation operators, Fuzzy sets and systems 80 (1) (1996) 111–120.
38. M. Hell, P. Costa, F. Gomide, Nullneurons-based hybrid neurofuzzy network, in: Fuzzy Information Processing Society, 2007. NAFIPS'07. Annual Meeting of the North American, IEEE, 2007, pp. 331–336.

[Downloaded from danesh.dmk.ir on 2023-11-15]