

سیستم خبره فازی پیش بینی نرخ رشد قیمت طلا در بازار ایران

نویسندگان: 1- آمنه خدیور*، 2- سارا آقابابایی، 2- فاطمه آقابابایی، 3- امین قاضی

(1) استادیار گروه مدیریت، دانشگاه الزهراء(س)، تهران، ج.ا.ایران، khadivar @alzahra.ac.ir

(2) مدیریت فناوری اطلاعات، دانشگاه الزهراء(س)، ج.ا.ایران، aghababaei_s@yahoo.com

(3) کارشناس ارشد مدیریت فناوری اطلاعات، دانشگاه پیام نور، تهران، ج.ا.ایران،

faghababaei110@gmail.com

(4) کارشناسی مهندسی تکنولوژی نرم افزار، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ج.ا.ایران،

aminghazi69@gmail.com

چکیده

طلا همواره به عنوان فزای گرانبها مورد توجه بشر بوده است، بنابراین پیش بینی قیمت آن از اهمیت فراوانی برخوردار است. برای پیش بینی قیمت طلا از روش های آماری مانند رگرسیون، ARIMA، نمو هموار، میانگین متحرک استفاده شده و همچنین اخیراً شاهد رشد روش های مبتنی بر هوش مصنوعی در پیش بینی تغییرات قیمت این فلز گرانبها می باشیم. در این مقاله، پس از بررسی اهمیت تاریخی طلا در مالیه بین الملل، رابطه ارزش دلار و طلا، عوامل موثر بر نوسانات طلا به سراغ جمع آوری متغیرهای مهم در ارزیابی نرخ رشد قیمت طلا رفته و با نظرسنجی از خبرگان به تعیین میزان تاثیرگذاری هر یک از شاخص ها در نرخ رشد قیمت طلا به شیوه دلفی فازی پرداخته شده است. دانش به دست آمده در قالب قواعد یک سیستم خبره فازی طراحی و پیاده سازی شده است. در نهایت سیستم پیشنهادی در بازار طلای ایران اعتبار سنجی و آزمون شد. از ویژگی های برجسته این پژوهش، می توان به کار گیری مفاهیم فازی هم در مرحله جمع آوری اطلاعات و هم در طراحی سیستم اشاره نمود. همچنین نکته قابل تامل دیگر در طراحی این سیستم خبره، استفاده از دانش خبرگان در بازار طلای ایران در طراحی پایگاه دانش این سیستم است که موجب طراحی یک سیستم خبره فازی بومی خاص این کشور به منظور پیش بینی قیمت طلا در این بازار گردیده است. زیرا دانش تجربی و کیفی خبرگان فعال در بازار طلا می تواند به عنوان منبع قابل توجهی در پیش بینی قیمت طلا مد نظر قرار گیرد.

کلید واژه ۱۵: منطق فازی، دلفی فازی، قیمت طلا، پیش بینی، روش سنتی دلفی

نوآوری در مدیریت سیستم‌ها و فناوری اطلاعات با رویکرد هوشمندی کسب و کار Innovation in IS/IT Management with BI Approach

1- مقدمه

در فاصله دو جنگ جهانی، تراکم ذخایر رسمی طلا در بانک‌های مرکزی به عنوان سلاحی در مقابل رقابت‌های اقتصادی و وسیله‌ای برای کسب امنیت مالی در دنیای بی‌ثبات افزایش یافت. بعد از جنگ جهانی دوم، طلا در کنار دلار به عنوان ذخیره قدرتمند بین‌المللی در سیستم برتن وودز، نقش قابل‌ملاحظه‌ای در مالیه بین‌المللی ایفا نمود. [1]

تا کنون پژوهش‌های فراوانی پیرامون عوامل تاثیرگذار بر قیمت طلا و همچنین تکنیک‌های پیش‌بینی نرخ رشد قیمت طلا انجام شده است.

در تحقیقاتی که مورد مطالعه و دسترسی ما قرار گرفتند و در ادامه به آنها اشاره خواهد شد، به این موضوع توجه نشده بود که دانش تجربی و کیفی خبرگان فعال در بازار طلا می‌تواند به عنوان منبع قابل‌توجهی در پیش‌بینی قیمت طلا مدنظر قرار گیرد. بنابر این در این مقاله رویکرد سیستم‌خبره‌فازی برای پیش‌بینی قیمت طلا استفاده خواهد شد چرا که به نظر می‌رسد تعداد زیادی از عوامل تاثیرگذار بر قیمت این کالا کیفی و تجربی بوده و دانش تجربی خبرگان این حوزه درباره نحوه تاثیرگذاری متغیرها، ماهیتی مبهم و فازی دارند.

در این پژوهش، ضمن ارائه پرسشنامه به افراد خبره برای میزان تاثیرگذاری عوامل موثر بر قیمت طلا و بررسی موقعیت آن در ایران با استفاده از روش دلفی فازی، در مرحله بعد با استفاده از نظرات خبرگان در دلفی فازی، اقدام به طراحی سیستم خبره فازی با استفاده از دانش خبرگان داخلی در بازار طلای ایران برای پیش‌بینی قیمت طلا خواهد شد.

2- پیشینه پژوهش

سرفراز و افسر، در پژوهشی اقدام به طراحی شبکه عصبی فازی به منظور پیش‌بینی قیمت طلا نمودند و عواملی چون نرخ جهانی طلا و نرخ تورم در این امر دخیل دانسته‌اند. [2]

پژوهشی دیگر، به بررسی رابطه نرخ ارزهای مطرح و قیمت دلار پرداخته و به بیان رابطه تنگاتنگ این دو می‌پردازد. هرچند این پژوهشگران اظهار داشته‌اند در پژوهشی که در گذشته انجام داده‌اند، رابطه معنی‌داری بین این دو مشاهده نشده است. [3] همچنین در مقاله دیگری، به ارائه مدلی برای پیش‌بینی قیمت طلا و نقره بر مبنای تابع زیان نامتقارن پرداخته شده. [4] شفییعی و توپال نیز در پژوهشی به پیش‌بینی قیمت طلا و بررسی بازار جهانی آن پرداخته‌اند. در این پژوهش متغیرهایی مانند نرخ تورم، قیمت نفت و میزان تقاضای صنایع وابسته به طلا موثر دانسته شده در طول سال‌های گذشته به بررسی میزان تاثیر خرد کدام پرداخته شده. [5] در پژوهش دیگری در کشور تایوان به بررسی رابطه بین قیمت طلا، قیمت نفت و ارزش دلار پرداخته شده و نتیجه گرفته‌اند بین قیمت نفت

نوآوری در مدیریت سیستم‌ها و فناوری اطلاعات با رویکرد هوشمندی کسب و کار Innovation in IS/IT Management with BI Approach

و دو متغیر دیگر وابستگی چندانی وجود نداشته و لازم است سیاست‌گذاری‌ها در عرصه انرژی مستثنی از بازار طلا و ارز باشد. [6] بسیاری از پژوهش‌ها بر نقش قالب دلار در قیمت طلا تاکید فراوان دارند [7]. معاملات طلا در هر جای دنیا انجام گیرد، ارزش آن بر حسب دلار و یا به صورت پول ملی کشور مزبور تعیین می‌شود. چنانچه ارزش طلا بر حسب پول ملی یک کشور تعیین گردد، این محاسبه از طریق نرخ برابری دلا و پول ملی، و دلار و طلا تعیین می‌شود. به عنوان مثال، اگر هر اونس طلا برابر 350 دلار آمریکا باشد، قیمت آن در ژاپن برابر با مقدار ین معادل 350 دلار و در اروپا برابر مقدار یورو معادل 350 دلار است [8]. بنابراین ارزش طلا در جهان بر اساس نرخ برابری آن با دلار و نرخ برابر دلار با پول ملی یک کشور تعیین می‌شود. در نتیجه قیمت طلا علاوه بر سایر عوامل مرتبط، متأثر از ارزش دلار نیز هست. ارزش دلار خود تحت تاثیر مسائل داخلی و خارجی آمریکا، کسری تراز پراخت، کسری بودجه، نرخ تورم، و نرخ بهره (سیاست‌های پولی و ملی آمریکا) و سیاست خارجی این کشور قرار دارد.

3- معیارهای مهم در نرخ رشد قیمت طلا در ایران

در این پژوهش، معیارهای برگرفته از پژوهش‌های پیشین را در قالب سه متغیر، به تایید دو تن از خبرگان در مورد بازار ایران رسانده و پس از آن به کمک روش دلفی فازی میزان اهمیت و تاثیر گذاری هر یک را بر روی قیمت طلا در بازار ایران بدست آوردیم. البته در مرحله اول، طبق روال اکثر پژوهش‌های مبتنی بر روش دلفی، از خبرگان خواسته شد علاوه بر متغیرهای موجود در پرسشنامه در صورتی که خود متغیرهای دیگری را در افزایش قیمت دخیل می‌دانند پیشنهاد دهند. که چند تن از خبرگان، 4 متغیر جدید تحریم‌ها، سیاست‌های افزایشی بانک مرکزی، وقایع ناگوار سیاسی جهان مانند جنگ‌ها و افزایش بحران اقتصادی اقتصادهای بزرگ را در بازار ایران تعیین کننده دانستند که در مراحل بعدی در اختیار خبرگان قرار گرفت و توافق خبرگان بر روی این متغیرها گویای اهمیت و تاثیر گذاری آن‌ها در بازار طلای ایران می‌باشد.

این معیارها و همچنین منابع آن‌ها، به تفکیک در جدول شماره 1 قابل مشاهده می‌باشند:

جدول 1: عوامل تاثیرگذار در نرخ رشد قیمت طلا در بازار ایران در پژوهش‌های پیشین

منبع	عوامل تاثیرگذار
Hesiao, et al. , 2013 sjaastad, 2008	1- افزایش ارزش دلار

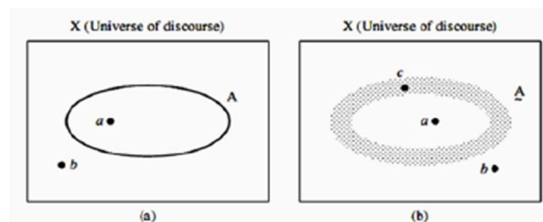
نوآوری در مدیریت سیستم‌ها و فناوری اطلاعات با رویکرد هوشمندی کسب و کار

Innovation in IS/IT Management with BI Approach

Bogner,Stephan,2003 Dhar,V.& chou,D, 2001	
Shafiee,Topal,2010 سر فراز و افسر، 1384	2- افزایش نرخ تورم
Pierdzioch et al. , 2013 سر فراز و افسر، 1384	3- افزایش قیمت انس جهانی
پیشنهاد و اجماع خبرگان بازار داخلی	4- افزایش تحریم های خارجی
پیشنهاد و اجماع خبرگان بازار داخلی	5- سیاست های افزایش قیمت بانک مرکزی
پیشنهاد و اجماع خبرگان بازار داخلی	6- وقایع ناگوار سیاسی جهان مانند جنگ ها
پیشنهاد و اجماع خبرگان بازار داخلی	7- افزایش بحران اقتصادی اقتصادهای بزرگ

4- منطق فازی و مجموعه‌های فازی

لفظی زاده، به عنوان نخستین کسی که مفهوم منطق فازی را در سال 1965 ارائه نموده است، این مفهوم را این گونه توضیح می‌دهد: منطق فازی به معنای "محاسبات با واژگان" است [9]. در شکل 2 محدوده مجموعه‌های کلاسیک و فازی به تصویر کشیده شده است [10]. در یک مجموعه فازی، میزان عضویت اعضا در مجموعه را با عددی بین صفر و یک نشان می‌دهند، که درجه عضویت اعضا در مجموعه را با عددی بین صفر و یک نشان می‌دهند که درجه عضویت نامیده می‌شود [11]. به منظور رویارویی با ابهام موجود در تفکر بشری، پروفیسور لطفی زاده تئوری مجموعه‌های فازی را معرفی نمود. ویژگی عمده تئوری مجموعه‌های فازی، قابلیت آن در تبیین داده های مبهم است. همچنین عملگرهای ریاضی را قادر به عمل در محدوده های فازی و مبهم می نمایند. چنین مجموعه ای با توابع عضویتی مشخص می شود که به هر عضو درجه عضویتی بین صفر و یک را نسبت می دهند. در بسیاری موارد، در صورتی که ماهیت فازی تصمیم گیری‌های انسانی در نظر گرفته نشود، ممکن است تصمیم گیری با شکست مواجه شود. مجموعه‌های فازی و منطق فازی، ابزارهای ریاضی نیرومندی در جهت حل مسائل در صنعت، طبیعت و علوم انسانی هستند و تصمیم گیری عقلایی را در نبود اطلاعات کامل و دقیق ممکن می نمایند [12].



شکل 2: مقایسه مجموعه های کلاسیک و فازی

نوآوری در مدیریت سیستم‌ها و فناوری اطلاعات با رویکرد هوشمندی کسب و کار Innovation in IS/IT Management with BI Approach

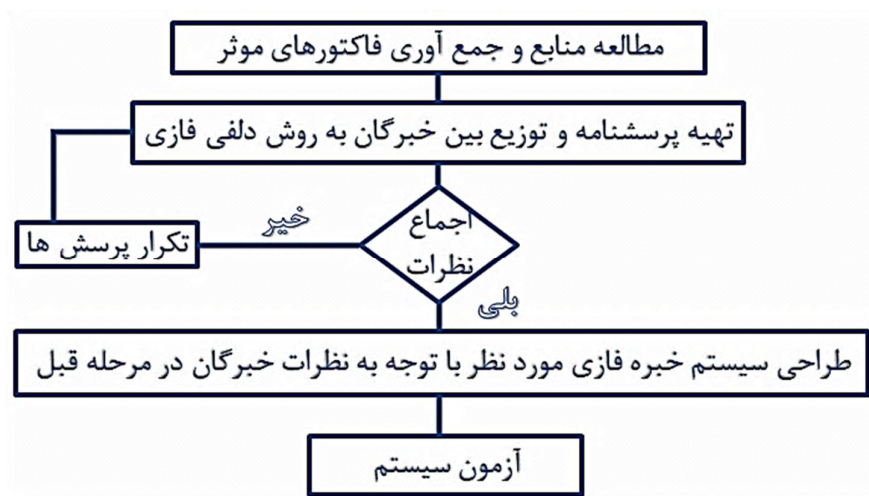
5- سیستم‌های خبره فازی

استفاده گسترده از سیستم‌های استنتاج فازی، با نام‌هایی نظیر سیستم‌های خبر فازی، سیستم‌های بر پایه قواعد فازی، حافظه‌های ترکیبی فازی یا سیستم‌های فازی شناخته می‌شوند. به طور معمول، سیستم خبره فازی یا به صورت عمومی‌تر، یک سیستم فازی، از پنج بخش تشکیل شده [9، ص 618].

فازی کننده: ورودی‌های عددی را به درجات مطابق با متغیرهای زبانی تبدیل می‌کند.
فرهنگ لغات: توابع عضویت مجموعه‌های فازی استفاده شده در قواعد فازی را شرح می‌دهد.
پایگاه قواعد: در بردارنده قواعد اگر-آنگاه می‌باشد.
تصمیم گیرنده: قواعد استنتاج را بر روی ورودی‌ها به کار می‌گیرد.
غیر فازی کننده: قواعد فازی استنتاج را به خروجی‌های عددی تبدیل می‌کند.

6- روش شناسی پژوهش

پژوهش حاضر، ابتدا استفاده از نظرات خبرگان با بکارگیری شیوه دلفی فازی، در خصوص میزان تاثیرگذاری هر یک از فاکتورها گرفته شده است. در نهایت، براساس یافته‌های روش دلفی فازی در مورد میزان لازم برای هر یک از عوامل مختلف، اقدام به طراحی و اعتبار سنجی سیستم خبره فازی نرخ رشد قیمت طلا گردیده است. نوع پژوهش حاضر از نقطه نظر هدف، کاربردی و از نقطه داده، توصیفی می‌باشد.



شکل 1: مراحل طراحی سیستم خبره پیش بینی نرخ رشد ارزش طلا

نوآوری در مدیریت سیستم‌ها و فناوری اطلاعات با رویکرد هوشمندی کسب و کار

Innovation in IS/IT Management with BI Approach

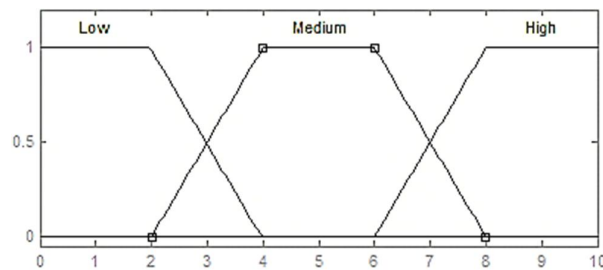
7- جامعه آماری خبرگان

جامعه آماری پژوهش، خبرگان در صنعت فروش طلا، که همگی بصورت خصوصی فعالیت می‌کردند. از این تعداد 37,5٪ نیز، دارای مدرک سیکل، 50٪ دارای مدرک دیپلم و فوق دیپلم و 12,5٪ دارای مدرک لیسانس می‌باشند. همچنین میانگین سن خبرگان 35,6 می‌باشد و کل خبرگان در صرافی طلا فعالیت می‌کنند. پرسش نامه‌های مربوط به روش دلفی فازی به شیوه دستی طراحی شده و پس از گرفتن موافقت از خبرگان، در اختیار آنان قرار گرفته است.

همچنین به منظور دستیابی به خبرگان امر، از روش نمونه گیری غیر خطی گلوله برفی استفاده شد.

8- شرح روش دلفی فازی

بسیاری از مشکلات در تصمیم گیری‌ها، مربوط به اطلاعات ناقص و بی‌دقت است. همچنین تصمیم‌های اتخاذ شده خبرگان، بر اساس صلاحیت فردی آنان و به شدت ذهنی است. بنابراین بهتر است داده‌ها به جای اعداد قطعی با اعداد فازی نمایش داده شوند [13]. در این پژوهش، برای نظر سنجی از خبرگان، از متغیرهای زبانی در سه طیف کم، متوسط و زیاد استفاده شده که در یک، بازه عددی از یک تا ده، نگاشت می‌شوند:



شکل 3: تابع عضویت متغیرهای زبانی

نوبت به عوامل مختلف تاثیرگذاری بر روی طلا می‌رسد. به این منظور، هر خیره، در هر تکرار دلفی فازی، بایستی مقدار تاثیرگذاری لازم را مشخص کند. این سطوح، همان گونه که در اکثر شیوه‌های دلفی مرسوم است، به صورت متغیرهای زبانی در سه گزینه (کم، متوسط، زیاد) در اختیار خبرگان قرار گرفتند. مقادیر عددی آنها در قالب اعداد فازی، به صورت اعداد فازی دوزنقه ای به صورت زیر تعریف شد:

$$\text{کم} = (0, 2, 4, 0); \quad \text{متوسط} = (3, 4, 5, 7); \quad \text{زیاد} = (6, 8, 10, 10)$$

نوآوری در مدیریت سیستم‌ها و فناوری اطلاعات با رویکرد هوشمندی کسب و کار Innovation in IS/IT Management with BI Approach

در پایان هر مرحله، میانگین فازی مربوط به هر پرسش، طبق مراحل زیر محاسبه شده و با میانگین مرحله قبلی مقایسه می‌شود. پاسخ خای دریافت شده از هر یک از خبرگان در هر تکرار:

$$A^{(i)} = (a_1^{(i)}, a_2^{(i)}, a_3^{(i)}, a_4^{(i)}), \quad i = 1, 2, \dots, n$$

میانگین نظرات خبرگان در هر مرحله به صورت اعداد فازی:

(1)

$$\begin{aligned} A_m &= (a_{m1}, a_{m2}, a_{m3}, a_{m4}) \\ &= \left(\frac{1}{n} \sum a_1^{(i)}, \frac{1}{n} \sum a_2^{(i)}, \frac{1}{n} \sum a_3^{(i)}, \frac{1}{n} \sum a_4^{(i)} \right) \end{aligned}$$

محاسبه اختلاف بین میانگین دو مرحله متوالی:

(2)

$$\begin{aligned} s(A_{m2}, A_{m1}) &= \left| \frac{1}{3} [(m_{21} + m_{22} + m_{23} + m_{24}) \right. \\ &\quad \left. - (m_{11} + m_{12} + m_{13} + m_{14})] \right| \end{aligned}$$

در پایان هر مرحله، اگر تفاوت دو میانگین در دو مرحله متوالی از مقدار $\alpha = 0,2$ بیشتر باشد، بایستی یک مرحله دیگر نیز از خبرگان، نظرسنجی به عمل آید تا نتایج به ثبات نسبی برسند. بسیاری از اهل فن، رسیدن پاسخ‌ها به ثبات نسبی را شرط خاتمه روش دلفی دانسته‌اند که مستلزم کم شدن تفاوت مقدار میانگین‌ها از یکدیگر به اندازه کافی است [14]. همچنین بسیاری از صاحب نظران، بیان کرده‌اند که بعدها اگر لازم شود، پیش بینی را می‌توان با تکرارهای مجدد، دوباره ارزیابی نمود [15]. اما در بسیاری از پژوهش‌ها، این مقدار، برابر با 0,2 انتخاب می‌شود [16]. در پژوهش حاضر نیز، این مقدار مبنای قرار داده شده و پس از سه بار تکرار، نظرات به ثبات نسبی رسیدند. خروجی این مرحله از پژوهش، در نهایت بازه لازم در مقیاس 0 تا 10 است.

7-1- خلاصه گام‌های اجرای روش دلفی فازی

در مرحله اول، طبق فرمول شماره 1، به محاسبه میانگین فازی نظرات خبرگان در مرحله اول نظرسنجی پرداختیم. در مرحله دوم، ضمن ارائه آماری از پاسخ‌های خبرگان در مرحله پیشین برای هر مهارت، از خبرگان خواسته شد نظر خود را در مورد میزان لازم هر مهارت در هر گروه شغلی، با واژه‌های کم، متوسط و زیاد بیان نمایند. در ضمن به خبرگان توصیه شد در صورت صلاح دید، پاسخ‌ها را به میانگین پاسخ‌های مرحله پیشین نزدیک نمایند. پس از آن، طبق فرمول شماره 1،

نوآوری در مدیریت سیستم‌ها و فناوری اطلاعات با رویکرد هوشمندی کسب و کار Innovation in IS/IT Management with BI Approach

میانگین فازی دوزنقه‌ای یافته‌های حاصل از مرحله دوم محاسبه شد که به دلیل رعایت اختصار، تنها به ذکر تفاوت میانگین‌های فازی مراحل 1 و 2 و مراحل 2 و 3 و همچنین مراحل 3 و 4 می‌پردازیم. در صورتی که اختلاف میانگین‌های دو مرحله متوالی در این روش کوچکتر یا مساوی مقدار $\alpha=0,2$ شود، پاسخ‌ها به ثبات رسیده و در غیر این صورت، برای مهارت‌های باقی مانده، بار دیگر پرسش نامه‌های دلفی فازی را بین خبرگان پخش می‌نماییم.

جدول 2: تفاوت میانگین‌های مراحل اول و دوم دلفی فازی

عوامل تاثیر گذار	
افزایش ارزش دلار	0,8
افزایش تورم	0,5
افزایش قیمت انس جهانی	0
افزایش تحریم‌های خارجی	--
سیاست‌های افزایش قیمت بانک مرکزی	--
وقایع ناگوار سیاسی جهان مانند جنگ‌ها	--
افزایش بحران اقتصادی اقتصادهای بزرگ	--

در پایان مرحله سوم دلفی فازی، همانطور که در جدول شماره 3 مشاهده می‌شود، مقدار اختلاف میانگین فازی تمامی پاسخ‌ها، بطور قابل قبولی نرسیده و نیازی به تکرار است:

جدول 3: اختلاف میانگین‌های مراحل دوم و سوم

عوامل تاثیر گذار	
افزایش ارزش دلار	0,2
افزایش تورم	0
افزایش قیمت انس جهانی	--
افزایش تحریم‌های خارجی	--
سیاست‌های افزایش قیمت بانک مرکزی	0
وقایع ناگوار سیاسی جهان مانند جنگ‌ها	0,2
افزایش بحران اقتصادی اقتصادهای بزرگ	--

نوآوری در مدیریت سیستم‌ها و فناوری اطلاعات با رویکرد هوشمندی کسب و کار Innovation in IS/IT Management with BI Approach

در پایان مرحله سوم دلفی فازی، همانطور که در جدول شماره 4 مشاهده می شود، مقدار اختلاف میانگین فازی تمامی پاسخ ها، بطور قابل قبولی رسیده و پاسخ ها به پایداری رسیده اند و نیازی به تکرار نیست:

جدول 4: اختلاف میانگین های مراحل سوم و چهارم

عوامل تاثیر گذار	
1- افزایش ارزش دلار	0
2- افزایش نرخ تورم	--
3- افزایش انس جهانی	--
4- افزایش تحریم های خارجی	--
5- سیاست های افزایش قیمت بانک مرکزی	--
6- وقایع ناگوار سیاسی جهان مانند جنگ ها	0
7- افزایش بحران اقتصادی اقتصادهای بزرگ	--

8- معماری سیستم خبره فازی پیشنهادی

اجزای سیستم خبره فازی پیشنهادی برای پیش بینی نرخ رشد قیمت طلا به صورت زیر است:
1- پایگاه دانش: برای شکاف دهی به پایگاه دانش این سیستم، از قواعد به فرم اگر - آنگاه استفاده شده است. در قواعد به کار رفته در پایگاه دانش این سیستم، 9 متغیر مهم در نرخ رشد قیمت طلا و رابطه آن ها با تاثیر نهایی مشاهده می شوند.

2- متغیرهای ورودی موتور استنتاج سیستم خبره: متغیرهای ورودی موتور استنتاج این سیستم خبره، نمره هر یک از 11 عامل تاثیر گذار در پیش بینی نرخ قیمت طلا است که از کاربر گرفته می شوند.

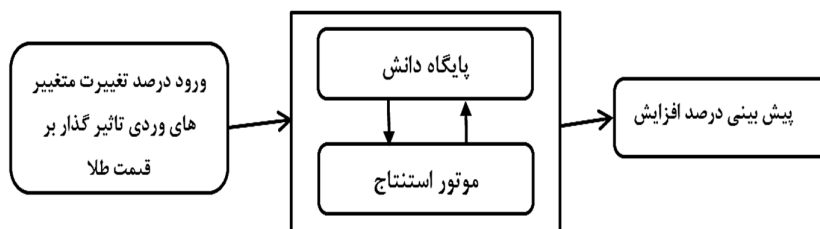
3- متغیر خروجی سیستم خبره: خروجی این سیستم میزان تاثیر گذاری عامل مورد نظر است.

4- موتور استنتاج: وظیفه موتور استنتاج بررسی قواعد موجود در پایگاه دانش و انتخاب قاعده های مناسب است که با توجه به پارامترهای ورودی ارضا می شوند. در این سیستم، پس از دریافت میزان تاثیر گذاری عامل مربوطه در عوامل 11 گانه و نگاشت آن ها با توابع مورد نظر، قواعد مناسب اگر - آنگاه انتخاب شده و فرآیند استنتاج بر اساس این قواعد ادامه می یابد.

5- ابزار مورد استفاده برای پیاده سازی: از میان ابزارهای متداول موجود برای طراحی سیستم های خبره، با توجه به قابلیت های موجود در آن ها، برای طراحی سیستم خبره فازی مورد نظر این

نوآوری در مدیریت سیستم‌ها و فناوری اطلاعات با رویکرد هوشمندی کسب و کار Innovation in IS/IT Management with BI Approach

پژوهش، از جعبه ابزار نرم افزار متلب استفاده شد. در شکل 4، معماری کلی این سیستم را که انتظار می رود در نهایت به آن برسیم مشاهده می کنیم:



شکل 5: معماری کلی سیستم خبره فازی نرخ رشد قیمت طلا

8-1- طراحی سیستم خبره فازی پیش بینی نرخ رشد قیمت طلا

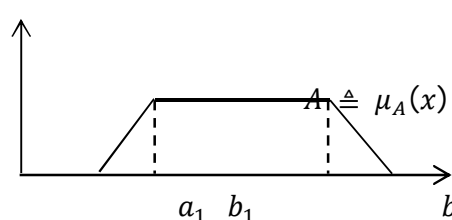
در این بخش، به بیان ویژگی‌ها و شیوه طراحی سیستم خبره فازی در پیش بینی نرخ رشد قیمت طلا خواهیم پرداخت. در طراحی این سیستم خبره، از جعبه ابزار منطق فازی نرم افزار متلب و سیستم فازی ممدنی استفاده شده که تنظیمات مربوط به عملگرها و تنظیمات متغیرهای ورودی و متغیرهای خروجی در آن، در زیر آمده است:

AND method: min// OR method: max// Implication: min// Aggregation: max// Defuzzification: centroid

8-2- تعریف و طراحی توابع ورودی سیستم

در این سیستم، از توابع عضویت مثلثی و ذوزنقه‌ای برای ورودی و خروجی استفاده شده که متداول تر می‌باشند. تعاریف ریاضی مربوط به درجه عضویت در توابع عضویت مثلثی و ذوزنقه‌ای که در این پژوهش استفاده شده اند، در ادامه آمده است.

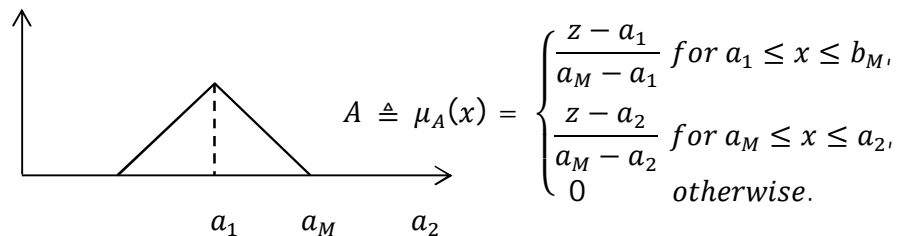
عدد فازی ذوزنقه‌ای نوعی A را می توان به صورت زیر تعریف نمود:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} \frac{x-a_1}{b_1-a_1} & \text{for } a_1 \leq x \leq b_1, \\ 1 & \text{for } b_1 \leq x \leq b_2, \\ \frac{x-a_2}{b_2-a_2} & \text{for } b_2 \leq x \leq a_2, \\ 0 & \text{otherwise.} \end{cases}$$


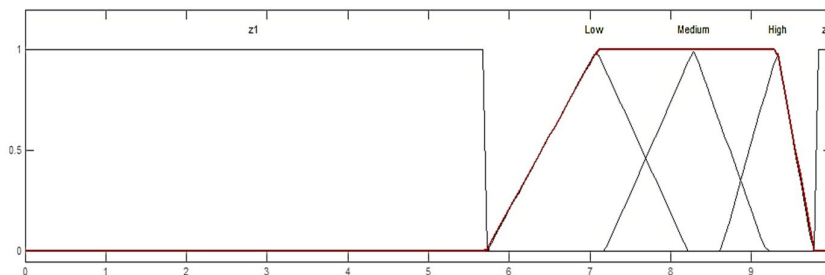
نوآوری در مدیریت سیستم‌ها و فناوری اطلاعات با رویکرد هوشمندی کسب و کار

Innovation in IS/IT Management with BI Approach

همچنین تعریف ریاضی عدد فازی مثلثی نوعی A نیز چنین است:



پس از اتمام دلفی فازی و توافق خبرگان، به منظور طراحی سیستم خبره فازی بر مبنای دانش خبرگان امر، اقدام به طراحی توابع عضویت ورودی در بازه تعریف شده توسط خبرگان که گویای میزان اهمیت هر ورودی است، می‌نماییم. همانطور که در شکل 6 قابل مشاهده است، تعریف این توابع را در مورد متغیر ارزش دلار می‌بینیم:



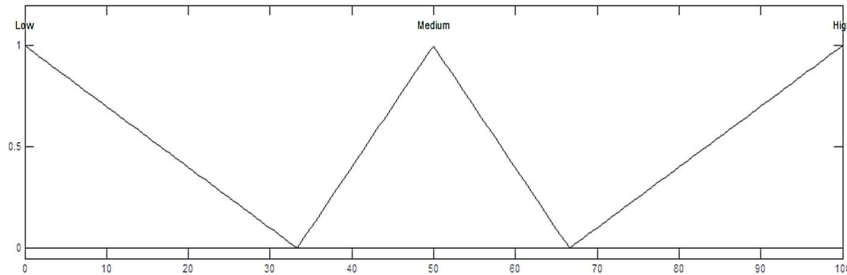
شکل 6: نمونه ای از طراحی توابع عضویت مربوط به میزان تاثیرگذاری ارزش دلار در نرخ رشد قیمت طلا در محدوده تعریف شده توسط خبرگان

3-8- تعریف و طراحی تابع خروجی سیستم

در صورتی که متغیر ورودی در بازه‌ای که توسط خبرگان مقبول دانسته شده، مقداری داشته باشد، خروجی آب بر روی این توابع که در مقیاس 1 تا 100 تعریف شده، نگاشت خواهد شد. و در صورتی که امتیاز اختصاص یافته به مهارت متقاضی خارج از این بازه باشد، امتیازی در رابطه با این مهارت نصیب متقاضی نشده و امتیاز متقاضی بر روی تابع عضویت خروجی Zero نگاشت خواهد شد.

نوآوری در مدیریت سیستم‌ها و فناوری اطلاعات با رویکرد هوشمندی کسب و کار

Innovation in IS/IT Management with BI Approach



شکل 7: تابع عضویت متغیر خروجی پیش بینی نرخ رشد قیمت طلا

8-3- تعریف قواعد استنتاج فازی در سیستم خبره پیش بینی نرخ رشد قیمت

طلا

قواعد استنتاج در این سیستم خبره بسیار ساده و بوده و دارای وزن یکسانی می‌باشند که در ادامه قابل مشاهده اند:

1. If (Dollar is low) or (Inflation is low) or (Worldounces is low) or (Externalsanctions is low) or (Centralbankpolicy is low) or (Geopoliticaevents is low) or or (Goldmining is low) or then (Prediction is low) (1)
2. If (Dollar is Medium) or (Inflation is Medium) or (Worldounces is Medium) or (Externalsanctions is Medium) or (Centralbankpolicy is Medium) or (Geopoliticaevents is Medium) then (Prediction is Medium) (1)
3. If (Dollar is High) or (Inflation is High) or (Worldounces is High) or (Externalsanctions is High) or (Geopoliticaevents is High) or (Coinsales is High) or (Recession is High) then (Prediction is High) (1)
4. If (Dollar is z1) or (Inflation is z1) or (World_ounces is z1) or (Externalsanctions is z1) or (Centralbankpolicy is z1) or (Geo-politicaevents is z1) or (Recession is z1) then (prediction is zero) (1)
5. If (Dollar is z2) or (Inflation is z2) or (World_ounces is z2) or (Externalsanctions is z2) or (Centralbankpolicy is z2) or (Geo-politicaevents is z2) or (Recession is z2) then (prediction is zero2) (1)

9- نمونه‌ای از استنتاج به وسیله سیستم خبره پیش بینی نرخ رشد طلا در ایران

در ادامه نمونه ای از شیوه استنتاج سیستم خبره مورد نظر قابل مشاهده می باشد. مثالی درصد تغییر در ورودی های فرضی این سیستم (نمره دهی در مقیاس 0 تا 10) به منظور بررسی نحوه استنتاج و تعیین درصد تغییرات نرخ طلا به عنوان متغیر خروجی، به شرح زیر است:

نوآوری در مدیریت سیستم‌ها و فناوری اطلاعات با رویکرد هوشمندی کسب و کار Innovation in IS/IT Management with BI Approach

افزایش ارزش دلار = 3 // افزایش نرخ تورم = 3,5 // افزایش انس جهانی = 1 // افزایش تحریم‌های خارجی = 0,5 // سیاست‌های افزایش قیمت بانک مرکزی = 0 // وقایع ناگوار سیاسی جهان مانند جنگ‌ها = 0 // افزایش بحران اقتصادی اقتصادهای بزرگ // 2

با توجه به این ورودی‌ها، سیستم افزایش قیمتی برابر با 12,8% را پیش‌بینی می‌نماید که شیوه استنتاج و نمودارها در شکل زیر مشخص می‌باشند:



شکل 8: نمونه طرز کار سیستم

10- اعتبار سنجی سیستم خبره پیش‌بینی نرخ رشد طلا در ایران

به منظور اعتبار سنجی سیستم لازم است خروجی‌های سیستم با ورودی‌های متفاوت، با نتایج حاصل از محاسبات دستی بر طبق قواعد تعریف شده در سیستم خبره مطابقت داشته باشند که همانطور که در ادامه می‌بینید، تفاوت اندک میان این دو، گویای صحت کار سیستم بر طبق قواعد تعریف شده آن می‌باشد.

برای انجام محاسبات دستی، برای یک تابع عضویت مثلثی فازی نوعی، فرمول ریاضی درجه عضویت زیر را داریم:

$$A \triangleq \mu_A(x) = \begin{cases} \frac{x-a_1}{a_M-a_1} & \text{for } a_1 \leq x \leq a_M, \\ \frac{x-a_2}{a_M-a_2} & \text{for } a_M \leq x \leq a_2, \\ 0 & \text{otherwise,} \end{cases} \quad (3)$$

و همچنین برای غیر فازی سازی، به روش مرکز ثقل، با توجه به فرمول زیر عمل خواهیم کرد:

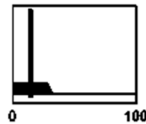
$$FD = \frac{\sum \mu \cdot D}{\sum \mu} = \frac{\mu l \cdot D_l + \mu m \cdot D_m + \dots}{\mu_l + \mu_m + \dots}$$

نوآوری در مدیریت سیستم‌ها و فناوری اطلاعات با رویکرد هوشمندی کسب و کار

Innovation in IS/IT Management with BI Approach

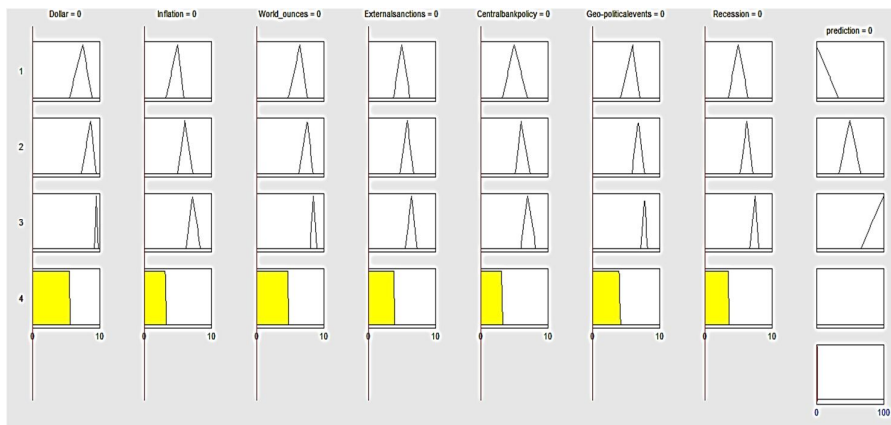
(4)

برای مثال در محاسبه سیستم برای ورودی‌های مثال پیشین، سطح زیر نمودار به صورت شکل زیر می‌باشد. جواب بدست آمده، بسیار نزدیک به جواب محاسبه شده توسط قواعد نوشته شده در موتور استنتاج سیستم خبره است (مقدار بدست آمده توسط سیستم استنتاج فازی در این نمونه 11,6 می‌باشد) و می‌توان گفت پاسخ بدست آمده، درستی قواعد و طرز کار سیستم را تأیید می‌کند.



شکل 8: نمونه استنتاج به وسیله سیستم خبره

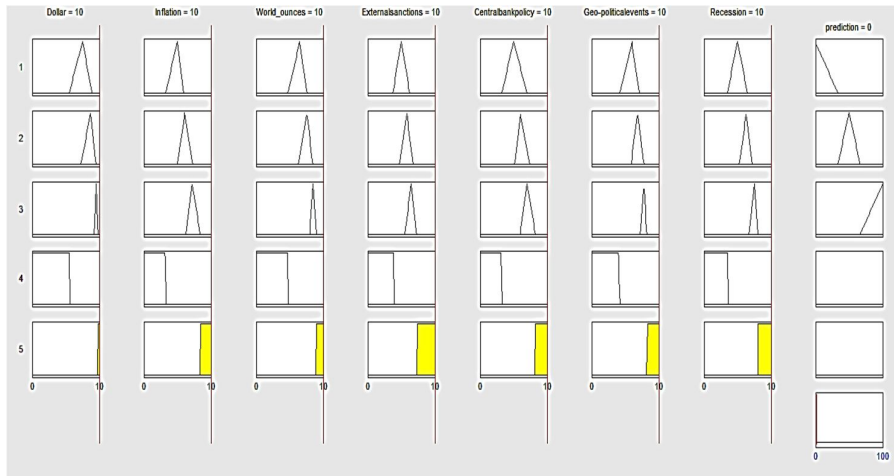
همچنین نکته دیگر در مورد مقادیر آستانه حد اکثر و حد اقل برای ورودی‌های سیستم (در اینجا مقادیر 0 و 10) می‌باشد. در ادامه نتیجه خروجی مربوط به این دو مقدار قابل مشاهده می‌باشند.



شکل 9: نمونه خروجی سیستم خبره در حالت خاص صفر بودن تمامی ورودی‌ها که مقدار قابل قبول صفر را نشان می‌دهد.

نوآوری در مدیریت سیستم‌ها و فناوری اطلاعات با رویکرد هوشمندی کسب و کار

Innovation in IS/IT Management with BI Approach



شکل 10: نمونه خروجی سیستم خبره در حالت خاص ده بودن تمامی ورودی‌ها که مقدار قابل قبول صفر را نشان می‌دهد.

همان گونه که در شکل‌ها قابل مشاهده است، برای مقادیر ورودی صفر (یعنی هنگامی که هیچ گونه تغییری در ورودی‌های سیستم مشاهده نشده باشد)، پیش‌بینی میزان تغییرات هم در خروجی مقدار صفر را نشان می‌دهد. همچنین هنگامی که تمامی ورودی‌ها مقادیر حد اکثری را به خود می‌گیرند، سیستم مقدار خروجی قابل قبول صفر را نشان می‌دهد. که مورد تایید است. زیرا ورودی‌ها در هر دو حالت خارج از بازه تعریف شده تاثیر گذار توسط خبرگان بوده‌اند.

11- آزمون سیستم خبره پیش‌بینی نرخ رشد طلا در ایران

برای آزمون و محاسبه میزان خطای سیستم، خروجی‌های سیستم را با مقادیر واقعی قیمت طلا مقایسه نموده و خطاهای MAD، RMSE، MES را محاسبه نمودیم [17][18][19][20]. این محاسبات در قابل جدول زیر به منظور مقایسه میزان خطای سیستم قابل مشاهده می‌باشند:

MES	RMSE	MAD	نوع خطا
$\frac{\sum_{k=1}^n (y_t - y'_t)^2}{n}$	$\sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n (y_t - y'_t)^2}{n}}$	$\frac{\sum_{k=1}^n y_t - y'_t }{n}$	فرمول
3,35	1,39	1,71	مقدار خطا

12- نتیجه گیری

در این پژوهش، با انتخاب 7 عامل تاثیرگذار در رشد قیمت طلا از بین عوامل بسیاری که در کشور ایران باعث تغییر قیمت این عنصر کم یاب می‌شود. کار خود را شروع کردیم. در ادامه با عینی کردن داده‌های ذهنی خبرگان به کمک روش دلفی فازی، میزان تاثیر برای هر عامل در قالب بازه ای با مقیاس صفر تا ده پیشنهاد داده شد.

پس از محاسبه‌ی بازه مجاز برای هر عامل به کمک طی مراحل در روش دلفی فازی، سیستم خبره فازی به منظور پیش بینی نرخ رشد قیمت طلا طراحی شد. توابع عضویت متغیرهای ورودی در این سیستم، تماماً در بازه تعریف شده توسط خبرگان تعریف شده و بر این اساس اقدام به نوشتن قواعد این سیستم فازی به فرم (اگر-آنگاه) شد. همچنین برای طراحی این سیستم، از جعبه ابزار منطق فازی در نرم افزار متلب استفاده شده و سیستم فازی مورد استفاده در این پژوهش، سیستم مددانی می‌باشد. پس از طراحی سیستم، اقدام به اعتبار سنجی و آزمون سیستم گردید. میزان درستی توابع عضویت و همچنین شیوه محاسبات آن، با مقایسه خروجی‌های سیستم با مقادیر واقعی قیمت‌ها و محاسبه خطاهای آماری، آزمون گردید.

از جمله یافته‌های این پژوهش، می‌توان دستیابی به بازه مقادیر تاثیر گذار هر یک از متغیرهای ورودی بر افزایش قیمت طلا را نام برد. با استفاده از این سیستم میتوان پیش بینی های هوشمندانه تری را برای افراد سرمایه گذار در این زمینه و همچنین فعالان بازار طلای ایران ارائه داد.

13- پیشنهاد برای تحقیقات آتی

می‌توان به منظور توسعه این سیستم، به بررسی میزان تاثیر سایر متغیرهای احتمالی نظیر میزان برداشت از معادن طلا، فلزات جایگزین و غیره نیز پرداخت. همچنین می‌توان به همین طریق سیستم را به منظور پیش بینی قیمت سایر فلزات نظیر آهن و مس نیز توسعه داد.

می‌توان از روش‌های ترکیبی و استفاده از الگوریتم‌های هوشمند در طراحی چنین سیستمی بهره گرفت.

نوآوری در مدیریت سیستم‌ها و فناوری اطلاعات با رویکرد هوشمندی کسب و کار

Innovation in IS/IT Management with BI Approach

فهرست منابع

- [1] Werbos, P.J. (1974). Beyond Regression: New Tools for Prediction and Analysis in the Behavioral Sciences. Cambridge, MA: Harvard University, Ph.D. dissertation.
- [۲] سرافراز لیلا، افسر امیر (۱۳۸۴). "بررسی عوامل موثر بر قیمت طلا و ارائه مدل پیش بینی بر مبنای شبکه های عصبی فازی". فصلنامه پژوهش های اقتصادی، شماره ۱۶.
- [3] Sjaastad Larry A. (2008). The price of gold and the exchange rates: Once again. Resources Policy 33 118-124
- [4] Pierdzioch Christian, Rulke Jan-Christiph, Stadtmann George, (2013). A note on forecasting the price of gold and silver: Asymmetric loss and forecast rationality. A Quarterly Review of Economics and Finance, 53 294-301.
- [5] Shafiee Shahriar, Topal Erkan. (2010). An overview of global gold market and gold price forecasting. Resource Policy, 35 178-189.
- [6] Chang Hsiao-Fen, Huang Liang-Chou. (2013). Ming-Chin Chin, Interactive relationships between crude oil prices, gold prices, and the NT-US dollar exchange rate—A Taiwan study. Energy Policy 63 441-448.
- [7] Bogner, Stephan. (2003). "Gold vs. US Dollar".
- [8] Dhar, V. & Chou, D. (2001). A comparison of nonlinear methods for predicting earnings surprises and returns. IEEE Transactions on Neural Networks, 12(4) 907-921.
- [9] Haji Alireza, Assadi Morteza (2009). "Fuzzy expert systems and challenge of new product pricing". Computers & Industrial Engineering, 56, Pp 616-630.
- [10] Timothy J. Ross, (2010). Fuzzy logic with engineering applications. A John Wiley and Sons, Ltd.
- [۱۱] عطایی محمد (۱۳۸۹). تصمیم گیری چند معیار فازی، انتشارات دانشگاه صنعتی شاهرود.
- [12] Kardaras Dimitris K., Karakostas Bill, Mamakou Xenia J. (2013), "Content presentation personalisation and media adaptation in tourism websites using Fuzzy Delphi Method and Fuzzy Cognitive Maps". Expert Systems with Applications, 40, Pp2331-2342
- [۱۳] جعفری نیلوفر، منتظر غلامعلی (۱۳۸۶). "استفاده از روش دلفی فازی برای تعیین سیاست های مالیاتی کشور". پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی، پورتال جامع علوم انسانی، ۵.
- [14] Bojadziev George, Bojadziev Maria (2007). "fuzzy logic for business, finance, and management (2nd edition)". World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.
- [۱۵] آنر عادل، فرجی حجت (۱۳۸۹). علم مدیریت فازی، تهران: موسسه کتاب مهربان نشر.

نوآوری در مدیریت سیستم‌ها و فناوری اطلاعات با رویکرد هوشمندی کسب و کار Innovation in IS/IT Management with BI Approach

[۱۶] خان محمدی سهراب، رضایی کامران، جاسبی جواد، تدین شبنم (۲۰۱۰). "بکارگیری روش دلفی فازی برای انتخاب یک گروه از آلام های سیستم قدرت بر مبنای مدل تخمین ریسک جهت اولویت بندی آنها". بیست و پنجمین کنفرانس بین المللی برق، ۴.

[۱۷] <http://www.tala.ir/showpic.php?id=972>

[۱۸] <http://www.tgju.org>

[۱۹] <http://tahlilfx.com>

[۲۰] <http://www.talanews.com>