فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار
شماره چهلم / پائیز ۱۳۹۸

ارزیابی عملکرد سهام طی دوره های زمانی مختلف تحت شرایط عدم قطعیت: رویکرد تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای فازی

پژمان پیکانی[۱]
عمران محمدی[۲]
فرهاد حسین زاده لطفی[۳]
رضا تهرانی[۴]
محسن رستمی مال خلیفه[۵]

تاریخ دریافت مقاله : ۹۸/۰۵/۱۲ تاریخ پذیرش مقاله : ۹۸/۰۵/۱۶

چکیده

هدف از پژوهش پیش رو، ارائه مدل تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای فازی با هدف ارزیابی عملکرد مالی سهام در خلال دوره‌های زمانی مختلف تحت عدم قطعیت داده‌ها می‌باشد. به عبارت دیگر در این تحقیق تلاش می‌شود تا یک رویکرد نوین ارزیابی عملکرد سهام با قابلیت پیاده سازی در حضور داده‌های پانل غیر قطعی ارائه گردد. زیرا بهره‌گیری از اطلاعات مربوط به چند دوره زمانی مختلف به جای یک دوره زمانی و هم چنین در نظر گرفتن عدم قطعیت موجود در داده‌ها، می‌توانند منجر به نتایج قابل اتکاتری در فرایند ارزیابی عملکرد سهام گردند. لازم به توضیح است که در مدل سازی و ارائه رویکرد مذکور، از روش‌های تحلیل پوششی داده‌ها، تحلیل پنجره‌ای و برنامه‌ریزی امکانی بهره گرفته شده است. در نهایت نیز به منظور آشنایی با چگونگی پیاده‌سازی رویکرد پیشنهادی پژوهش، مدل تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای فازی بر روی پنج سهم از صنعت فرآورده‌های شیمیایی در بورس اوراق بهادار تهران برای چهار دوره زمانی از سال ۱۳۹۲ الی سال ۱۳۹۵ اجرا و نتایج مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌اند که حاکی از کارآمدی رویکرد مذکور می‌باشند.

کلمات کلیدی

ارزیابی سهام، تحلیل پوششی داده‌ها، تحلیل پنجره‌ای، برنامه‌ریزی ریاضی فازی.

طبقه بندی موضوعی: G11، C61، C67

۱- گروه مهندسی صنایع، دانشکده صنایع، دانشگاه علم و صنعت، تهران، ایران. pejman.peykani@yahoo.com
۲- گروه مهندسی صنایع، دانشکده صنایع، دانشگاه علم و صنعت، تهران، ایران. e_mohammadi@iust.ac.ir
۳- گروه ریاضی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.(نویسنده مسئول) farhad@hosseinzadeh.ir
۴- گروه مدیریت مالی، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران. rtehrani@ut.ac.ir
۵- گروه ریاضی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران. mohsen_rostamy@yahoo.com

مقدمه

ارزیابی عملکرد سهام با هدف شناسایی سهام مطلوب به منظور سرمایه‌گذاری، همواره یکی از مسائل جذاب و پرکاربرد در بازارهای سرمایه می‌باشد. از این رو سرمایه‌گذاران و محققان حوزه مالی، همواره به دنبال ارائه مدل‌ها و رویکردهایی هستند که نتایج حاصله از آنها از جامعیت و قابلیت اطمینان هر چه بیشتری در فرایند ارزیابی سهام برخوردار باشد. با توجه به اینکه سهام دارای جنبه های مختلفی هم چون بازدهی، ریسک، نقدینگی، سودآوری، رشد، فعالیت، اهرمی و دیگر ویژگی‌های مالی است، لذا استفاده از رویکردی مناسب که توانایی در نظر گرفتن شاخص ها و معیار های چند گانه در فرآیند سرمایه‌گذاری را دارا باشد، ضرورت می یابد.

رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها یکی از کارآمدترین و پرکاربردترین روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره می‌باشد که می‌تواند در جهت نیل به هدف ارزیابی همه جانبه سهام مورد استفاده قرار گیرد. این روش، یک رویکرد ناپارامتریک و مبتنی بر برنامه‌ریزی ریاضی است که اولین بار توسط چارنز و همکاران (۱۹۷۸) بر اساس تعمیم ایده فارل (۱۹۵۷) از یک ورودی و خروجی به چندین ورودی و خروجی، به منظور ارزیابی عملکرد مجموعه‌ای از واحدهای تصمیم گیرنده متجانس ارائه شده است.

لازم به ذکر است که نتایج حاصل از رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها نسبت به تغییرات داده، بسیار حساس می باشند و کوچک ترین تغییری در داده‌ها ، حتی می تواند منجر به تغییرات چشم گیری در نتایج گردد. لذا با توجه به عدم قطعیت و تغییر پذیری حاکم بر داده‌های موجود در بازار های مالی، ارائه رویکردی نوین که بتواند این نقطه ضعف را برطرف نماید، می تواند منجر به افزایش قابلیت اطمینان و اعتبار نتایج حاصله از ارزیابی سهام گردد. از این رو در این پژوهش به منظور برطرف نمودن این نقطه ضعف، از دو رویکرد پرکاربرد دیگر نیز در کنار روش تحلیل پوششی داده‌ها بهره گرفته می شود.

رویکرد اول، روش تحلیل پنجره‌ای می‌باشد که این امکان را فراهم می کند تا از داده‌های پانل به جای داده‌های مقطعی در فرایند ارزیابی سهام استفاده شود. بدین ترتیب با در نظر گرفتن اثر تغییرات زمان و لحاظ نمودن داده‌های چند دوره زمانی به جای تنها یک دوره، نتایج قابل اتکاتری حاصل می‌گردد.

رویکرد دوم نیز برنامه ریزی ریاضی فازی می‌باشد که با استفاده از آن تلاش می گردد تا عدم قطعیت موجود در داده‌های مالی در فرآیند ارزیابی سهام، لحاظ گردند. زیرا همان طور که پیش تر نیز مطرح شد، عدم قطعیت موجود در بازار های مالی، امری اجتناب نا پذیر است. از این رو تلفیق مدل های قطعی تحلیل پوششی داده‌ها و مفاهیم فازی در قالب مدل تحلیل پوششی داده‌های فازی، این امکان را فراهم می کند که بتوان کارایی سهام را در حضور داده‌های نادقیق و فازی نیز ارزیابی نمود.

با توجه به توضیحات ارائه شده، هدف از این پژوهش ارائه یک مدل تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای فازی مبتنی بر برنامه ریزی امکانی با قابلیت استفاده در حضور داده‌های پانل و غیر قطعی به طور همزمان می‌باشد. زیرا نتایج حاصل از مدل پیشنهادی تحلیل پوششی داده‌ها با توجه به در نظر گرفتن چند دوره زمانی به جای یک دوره و هم چنین عدم قطعیت موجود در داده‌ها در محاسبه کارایی و ارزیابی سهام، از اعتبار و اتکای بیشتری برخوردار خواهند بود.

ساختار پژوهش پیش رو بدین صورت است که در ادامه در بخش ۲ به معرفی پیشینه پژوهش پرداخته می‌شود. هم چنین در بخش ۳ مروری ادبیاتی از مهم‌ترین مطالعات صورت گرفته در حوزه ارزیابی عملکرد سهام با استفاده از تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای آورده می‌شود. سپس در بخش ۴ مدل تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای فازی مبتنی بر برنامه‌ریزی امکانی با استفاده از اندازه اعتبار ارائه می‌گردد. در ادامه در بخش ۵ به بررسی و تحلیل نتایج حاصل از حل مدل پیشنهادی پژوهش با استفاده از یک مطالعه موردی واقعی پرداخته می‌شود. در نهایت نیز در بخش ۶، نتیجه‌گیری و پیشنهادات آتی ارائه می‌گردند.

مبانی نظری پژوهش

در این بخش مدل ها، رویکردها و روابطی که در ادامه و در ارائه مدل پیشنهادی پژوهش مورد استفاده قرار خواهند گرفت شامل مدل تحلیل پوششی داده‌ها ، رویکرد تحلیل پنجره‌ای و اندازه اعتبار از برنامه ریزی امکانی، به ترتیب معرفی و توضیح داده خواهند شد.

تحلیل پوششی داده‌ها

مدل CCR اولین مدل در تحلیل پوششی داده‌ها می‌باشد که توسط چارنز و همکاران (۱۹۷۸) معرفی شد و نام آن برگرفته از حروف اول اسامی ارائه کنندگان آن است. به منظور آشنایی با چگونگی مدل سازی رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها ، فرض کنید اطلاعات مربوط به n واحد تصمیم گیرنده $(j=1,2,...,n)$ با m ورودی $(i=1,2,...,m)$ و s خروجی $(r=1,2,...,s)$ مختلف وجود دارد. هم چنین v_i و u_r به ترتیب نشان دهنده وزن ورودی i ام و خروجی r ام می باشند. در این صورت مدل (۱) نشان دهنده فرم مضربی مدل CCR در ماهیت ورودی برای واحد تصمیم گیرنده تحت بررسی (DMU_o) می‌باشد:

$$\text{Max} \sum_{r=1}^{s} y_{ro} u_r \qquad (1)$$

$$\text{S.t.} \quad \sum_{r=1}^{s} y_{rj} u_r - \sum_{i=1}^{m} x_{ij} v_i \le 0, \quad \forall j$$

$$\sum_{i=1}^{m} x_{io} v_i = 1$$

$$u_r, v_i \ge 0, \quad \forall r, i$$

لازم به ذکر است که مدل CCR دارای فرض بازده به مقیاس ثابت است و در مدل‌هایی که دارای فرض بازده به مقیاس ثابت می باشند، در مقایسه با مدل های دارای فرض بازده به مقیاس متغیر هم چون مدل BCC که توسط بنکر و همکاران(۱۹۸۴) ارائه گردید، تعداد واحدهای کارا و هم چنین مقدار کارایی واحدها کمتر یا مساوی می‌باشد.

تحلیل پنجره‌ای

رویکرد تحلیل پنجره‌ای اولین بار توسط چارنز و همکاران (۱۹۸۵) به منظور محاسبه کارایی در حضور داده‌های پانل ارائه گردید. لازم به توضیح است که روش تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای بر اساس میاتگین متحرک عمل می نماید و به منظور تحلیل روند عملکرد یک واحد در طول زمان، ابزاری کارآمد می‌باشد. در این روش، هر واحد تصمیم گیرنده در هر یک از دوره های زمانی متفاوت، به عنوان یک واحد مستقل در نظر گرفته می شود. به منظور آشنایی با این رویکرد، فرض کنید اطلاعات مربوط به هر یک از m ورودی و s خروجی تمامی n واحد تصمیم گیرنده به جای یک دوره زمانی در t دوره زمانی $(t=1,2,...,T)$ موجود باشد. در این صورت با در نظر گرفتن پنجره g_k که نشان دهنده پنجره‌ای است که از زمان g $(1\le g\le T)$ شروع می گردد و دارای عرض k $(1\le k\le T-g)$ می‌باشد ، مدل تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای به منظور محاسبه کارایی واحد تحت بررسی در پنجره مورد نظر g_k به صورت مدل (۲) ارائه می‌گردد:

$$\text{Max} \sum_{r=1}^{s} y_{rog_k} u_r \qquad (۲)$$

$$\text{S.t.} \quad \sum_{r=1}^{s} y_{rjt} u_r - \sum_{i=1}^{m} x_{ijt} v_i \le 0, \quad \forall j,t \in \dagger_{g_k}$$

$$\sum_{i=1}^{m} x_{iog_k} v_i = 1$$

$$u_r, v_i \ge 0, \quad \forall r,i$$

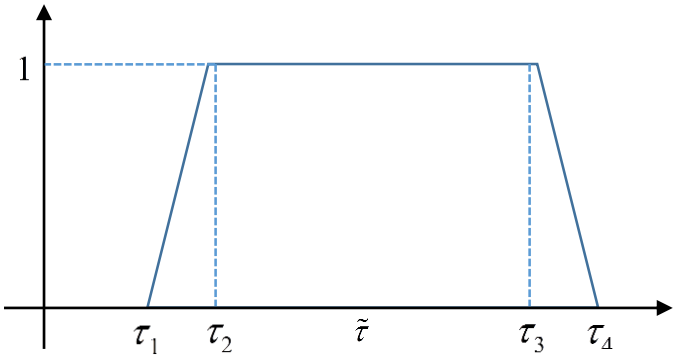
لازم به توضیح است که در مدل (۲)، $\dagger_{g_k}$ نشان دهنده مجموعه واحد های تصمیم گیرنده موجود در پنجره g_k می‌باشد و هم چنین مدل مذکور تحت فرض بازده به مقیاس ثابت ارائه شده است.

اندازه اعتبار

در مدل برنامه ریزی خطی فازی، ضرایب فازی و محدودیت های مدل می توانند به ترتیب به عنوان متغیرهای فازی و رویدادهای فازی در نظر گرفته شوند (حاتمی ماربینی و همکاران، ۲۰۱۱). از این رو، احتمال وقایع فازی یعنی محدودیت های فازی را می توان با استفاده از نظریه امکان و اندازه های مختلف تعیین نمود (امروزنژاد و توانا، ۲۰۱۴).

یکی از این اندازه‌ها، اندازه اعتبار است که ترکیبی از دو اندازه امکان و الزام می‌باشد به منظور تعریف اندازه اعتبار، با در نظر گرفتن یک فضای احتمالی به صورت $(\Omega, P(\Omega), Pos)$ که در آن Ω مجموعه جهانی غیر تهی حاوی تمام حوادث احتمالی، $P(\Omega)$ مجموعه قدرت آن و Pos امکان وقوع آن می‌باشد، اندازه اعتبار برای مجموعه $\{\text{A}\}$ در فضای امکان $(\Omega, P(\Omega), Pos)$، به صورت میانگین دو اندازه امکان و الزام یعنی $Cr\{\text{A}\} = 1/2(Pos\{\text{A}\} + Nec\{\text{A}\})$ تعریف می‌شود (پیکانی و همکاران، ۲۰۱۸).

در ادامه روابط مربوط به چگونگی تبدیل محدودیت‌های شانسی تصادفی به معادل قطعیشان در یک سطح اطمینان مورد نظر تحت اندازه اعتبار ارائه می گردد. لازم به ذکر است که در تمامی روابطی که در ادامه این بخش ارائه می گردند، γ و $\tilde{\tau}$ به ترتیب نشان دهنده یک عدد قطعی و یک عدد فازی ذوزنقه‌ای به صورت $\tilde{\tau}(\tau_1, \tau_2, \tau_3, \tau_4)$ با شرایط $\tau_1 < \tau_2 < \tau_3 < \tau_4$ می باشند. در شکل (۱) ساختار یک عدد فازی ذوزنقه‌ای مشاهده می‌گردد.



شکل ۱- عدد فازی با تابع توزیع ذوزنقه ای

هم چنین ضابطه یک عدد فازی ذوزنقه ای به صورت رابطه (۳) می‌باشد. توجه به این نکته ضروری است که عدد فازی ذوزنقه ای دارای کاربرد فراوان می‌باشد و در صورتی که $\tau_2 = \tau_3$ قرار داده شود، تبدیل به عدد فازی مثلثی می‌گردد.

$$\mu(\tau) = \begin{cases} \dfrac{\tau - \tau_1}{\tau_2 - \tau_1}, & if\ \tau_1 \le \tau \le \tau_2\ ; \\ 1, & if\ \tau_2 \le \tau \le \tau_3\ ; \\ \dfrac{\tau_4 - \tau}{\tau_4 - \tau_3}, & if\ \tau_3 \le \tau \le \tau_4\ ; \\ 0, & otherwise\ . \end{cases} \qquad (۳)$$

اکنون با در نظر گرفتن عدد فازی ذوزنقه ای $\tilde{\tau}$ در فضای امکان $(\Omega, P(\Omega), Pos)$، رخدادهای فازی $\{\tilde{\tau} \le \gamma\}$ و $\{\tilde{\tau} \ge \gamma\}$ بر اساس اندازه اعتبار با استفاده از روابط (۴) و (۵) به صورت زیر محاسبه می‌گردند:

$$Cr\{\tilde{\tau} \le \gamma\} = \begin{cases} 0, & if\ \tau_1 \ge \gamma\ ; \\ \dfrac{\gamma - \tau_1}{2(\tau_2 - \tau_1)}, & if\ \tau_1 \le \gamma \le \tau_2\ ; \\ \dfrac{1}{2}, & if\ \tau_2 \le \gamma \le \tau_3\ ; \\ \dfrac{\gamma - 2\tau_3 + \tau_4}{2(\tau_4 - \tau_3)}, & if\ \tau_3 \le \gamma \le \tau_4\ ; \\ 1, & if\ \tau_4 \le \gamma\ . \end{cases} \qquad (۴)$$

$$Cr\{\tilde{\tau} \geq \gamma\} = \begin{cases} 1, & if\ \tau_1 \geq \gamma; \\ \dfrac{2\tau_2 - \tau_1 - \gamma}{2(\tau_2 - \tau_1)}, & if\ \tau_1 \leq \gamma \leq \tau_2; \\ \dfrac{1}{2}, & if\ \tau_2 \leq \gamma \leq \tau_3; \\ \dfrac{\tau_4 - \gamma}{2(\tau_4 - \tau_3)}, & if\ \tau_3 \leq \gamma \leq \tau_4; \\ 0, & if\ \tau_4 \leq \gamma. \end{cases} \quad (۵)$$

هم چنین بر اساس اندازه اعتبار، به منظور تبدیل نمودن یک محدودیت شانسی فازی به معادل قطعی آن در یک سطح اطمینان مشخص α، از روابط (۶) و (۷) به صورت زیر استفاده می‌شود:

$$Cr\{\tilde{\tau} \leq \gamma\} \geq \alpha \Leftrightarrow \begin{cases} (2-2\alpha)\,\tau_3 + (2\alpha - 1)\,\tau_4 \leq \gamma & if\ \alpha > 0.5; \\ (1-2\alpha)\,\tau_1 + 2\alpha\,\tau_2 \leq \gamma & if\ \alpha \leq 0.5. \end{cases} \quad (۶)$$

$$Cr\{\tilde{\tau} \geq \gamma\} \geq \alpha \Leftrightarrow \begin{cases} (2\alpha - 1)\,\tau_1 + (2-2\alpha)\,\tau_2 \geq \gamma & if\ \alpha > 0.5; \\ 2\alpha\,\tau_3 + (1-2\alpha)\,\tau_4 \geq \gamma & if\ \alpha \leq 0.5. \end{cases} \quad (۷)$$

همان طور که در روابط (۶) و (۷) ملاحظه می شود، روابط مربوط به معادل قطعی محدودیت‌های شانسی فازی به ازای اینکه سطوح اطمینان بیشتر یا کمتر از ۰٫۵ باشند، تفاوت دارد.

پیشینه پژوهش

در این بخش به بررسی برخی از مهم‌ترین تحقیقات صورت گرفته داخلی و بین المللی در زمینه به کارگیری تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای به منظور ارزیابی عملکرد سهام پرداخته می‌شود. در نهایت نیز وجه تمایز تحقیق پیش رو با مطالعات پیشین جمع بندی و ارائه می‌گردد.

محمدی و دستیار (۱۳۹۲) به ارزیابی کارایی و رتبه بندی شرکت‌های داروسازی فعال در بورس اوراق بهادار تهران در بازه زمانی ۱۳۸۷ الی ۱۳۹۱ با استفاده از رویکرد ترکیبی تحلیل پنجره‌ای و تحلیل پوششی داده‌ها پرداخته‌اند. طحاری مهرجردی و همکاران (۱۳۹۲) با بهره‌گیری از تحلیل پوششی داده‌های بازه‌ای و تحلیل پنجره‌ای، کارایی مالی بانک‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران را طی بازه زمانی ۱۳۸۴ الی ۱۳۸۸ مورد ارزیابی و بررسی قرار دادند. علی نژاد ساروکلائی و افشار زیدآبادی (۱۳۹۳) به ارزیابی عملکرد و تحلیل صورت‌های مالی ۱۰۰ شرکت پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران برای سال‌های ۱۳۸۵ الی ۱۳۹۰ با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌های مبتنی بر زمان

پرداخته‌اند. هم چنین در پژوهشی مشابه، علی نژاد ساروکلائی و ساعتی (۱۳۹۵) نیز به ارائه رویکرد تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای با هدف به کارگیری آن در تجزیه و تحلیل صورت‌های مالی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران اقدام نمودند. لازم به توضیح است که بدین منظور ۱۰۰ شرکت به صورت تصادفی از بین تمامی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران انتخاب و داده‌های مربوط به سال های ۱۳۸۴ الی ۱۳۸۹ مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

دستگیر و همکاران (۲۰۱۲) به ارزیابی صورت‌های مالی ۱۰۰ شرکت پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران در بازه زمانی ۲۰۰۵ الی ۲۰۱۰ با استفاده از رویکرد تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای پرداخته‌اند. لازم به ذکر است که آنها در پژوهش خویش از مدل BCC در ماهیت خروجی استفاده نموده‌اند. رنجبر و همکاران (۲۰۱۳) با به کارگیری رویکرد ترکیبی تحلیل پوششی داده‌ها و تحلیل پنجره‌ای، اقدام به ارزیابی عملکرد شرکت‌های پتروشیمی پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران نموده‌اند.گاردیجان و اسکرینجاریک (۲۰۱۵) با استفاده از رویکرد تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای اقدام به تشکیل و بهینه سازی سبد سهام در بورس اوراق بهادار زاگرب کرده اند. پاروپاتی و چری (۲۰۱۷) به ارزیابی عملکرد ۴۰ شرکت فناوری اطلاعات فعال در بورس اوراق بهادار ملیبا بهره‌گیری از رویکرد ترکیبی تحلیل پوششی داده‌ها و تحلیل پنجره‌ای بر اساس داده‌های مستخرج از سری زمانی مربوط به سال‌های ۲۰۰۷ الی ۲۰۱۶ پرداخته‌اند.

همان طور که در مرور ادبیات صورت گرفته در این بخش نیز ملاحظه می‌شود، تا کنون به ارائه تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای غیر قطعی با هدف ارزیابی عملکرد سهام تحت عدم قطعیت داده‌ها توجه کافی نشده است. از این رو در هدف از پژوهش پیش رو توجه به این نکته مهم می‌باشد تا با در نظر گرفتن همزمان عدم قطعیت داده‌ها در کنار استفاده از داده‌های پانل، اعتبار و ضریب اطمینان نتایج حاص از ارزیابی عملکرد سهام افزایش یابند. لازم به ذکر است که سوالات اصلی پژوهش پیش رو عبارتند از:

- آیا استفاده از داده‌های چند دوره زمانی به جای تنها یک دوره، منجر به نتایج قابل اتکاتری در مورد ارزیابی سهام تحت بررسی می‌گردد؟
- در نظر گرفتن عدم قطعیت و استفاده از مفاهیم فازی، چه تاثیری بر نتایج ارزیابی و رتبه بندی سهام مورد نظر دارد؟
- وضعیت هر یک از سهام به ازای خوشبینانه‌ترین و بدبینانه‌ترین حالات عدم قطعیت داده‌های مالی، چگونه می‌باشد ؟

مدل تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای مبتنی بر برنامه ریزی امکانی

اکنون پس از آشنایی با مفاهیم و تعاریف مقدماتی در بخش پیشین، در این بخش مدل تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای فازی با استفاده از رویکرد برنامه ریزی امکانی ارائه شده توسط زاده (۱۹۷۸) و در نظر گرفتن مدل مضربی CCR ورودی محور به عنوان مدل پایه طی چندین گام ارائه می گردد. در گام اول، مدل CCR پنجره‌ای غیر قطعی که در آن ورودی ها و خروجی ها، دارای عدم قطعیت و ضابطه فازی ذوزنقه ای می باشند به صورت مدل (۸) در نظر گرفته می‌باشد:

$$\text{Max} \sum_{r=1}^{s} \tilde{y}_{rog_k} u_r \qquad (۸)$$

$$\text{S.t.} \quad \sum_{r=1}^{s} \tilde{y}_{rjt} u_r - \sum_{i=1}^{m} \tilde{x}_{ijt} v_i \le 0, \quad \forall j,t \in \dagger_{g_k}$$

$$\sum_{i=1}^{m} \tilde{x}_{iog_k} v_i = 1$$

$$u_r, v_i \ge 0, \quad \forall r,i$$

در گام بعدی به منظور برخورد با عدم قطعیت موجود در داده‌ها، مدل (۸) به مدل (۹) تبدیل می‌گردد. بدین صورت که با استفاده از متغیر Θ اقدام به تبدیل تابع هدف به محدودیت می شود و هم چنین محدودیت مربوط به ورودی‌های واحد تحت بررسی نیز از مساوی به کوچکتر یا مساوی تبدیل می‌گردد.

$$\text{Max } \Theta \qquad (۹)$$

$$\text{S.t.} \quad \sum_{r=1}^{s} \tilde{y}_{rog_k} u_r \ge \Theta$$

$$\sum_{r=1}^{s} \tilde{y}_{rjt} u_r - \sum_{i=1}^{m} \tilde{x}_{ijt} v_i \le 0, \quad \forall j,t \in \dagger_{g_k}$$

$$\sum_{i=1}^{m} \tilde{x}_{iog_k} v_i \le 1$$

$$u_r, v_i \ge 0, \quad \forall r,i$$

لازم به توضیح است که مدل های (۸) و (۹) در بهینگی دارای جواب بهینه یکسان می‌باشند (پیکانی و همکاران، ۲۰۱۹). سپس به منظور برخورد با عدم قطعیت موجود در محدودیت‌های شانسی فازی در مدل تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای فازی و تبدیل آنها به معادل قطعی‌شان از برنامه‌ریزی محدودیت شانسی ارائه شده توسط چارنز و کوپر (۱۹۵۹) و اندازه اعتبار بهره‌گرفته می‌شود.

$$\text{Max } \Theta \qquad (۱۰)$$

$$\text{S.t. } Cr\left\{\sum_{r=1}^{s}\tilde{y}_{rog_k}u_r \geq \Theta\right\} \geq \alpha_0$$

$$Cr\left\{\sum_{r=1}^{s}\tilde{y}_{rjt}u_r - \sum_{i=1}^{m}\tilde{x}_{ijt}v_i \leq 0\right\} \geq \alpha_{jt}\ ,\quad \forall j,t \in \dagger_{g_k}$$

$$Cr\left\{\sum_{i=1}^{m}\tilde{x}_{iog_k}v_i \leq 1\right\} \geq \alpha_{n+1}$$

$$u_r\ , v_i \geq 0,\quad \forall r,i$$

در مدل (۱۰)، α نشان دهنده سطوح اطمینان ارضای تابع هدف و محدودیت‌ها می باشد. اکنون با استفاده از روابط (۶) و (۷)، به قطعی سازی محدودیت‌های شانسی فازی تحت سطح اطمینان مورد نظر با استفاده از اندازه اعتبار پرداخته می شود.

همان طور که در بخش پیشین ملاحظه گردید، به ازای اینکه سطوح اطمینان بیشتر از ۰,۵ باشند یا کمتر، روابط مربوط به معادل قطعی محدودیت های شانسی فازی تفاوت دارد. لذا در ادامه مدل قطعی تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای فازی با استفاده از اندازه اعتبار به ازای هر دو حالت ارائه می‌شود. بدین ترتیب با فرض اینکه سطوح اطمینان مورد نظر کمتر از ۰,۵ باشند، مدل (۱۱) به صورت زیر حاصل می‌گردد:

$$\text{Max } \Theta \qquad (۱۱)$$

$$\text{S.t. } \sum_{r=1}^{s}\left(\left(2\alpha_0\right)y^3_{rog_k} + \left(1-2\alpha_0\right)y^4_{rog_k}\right)u_r \geq \Theta$$

$$\sum_{r=1}^{s}\left(\left(1-2\alpha_{jt}\right)y^1_{rjt} + \left(2\alpha_{jt}\right)y^2_{rjt}\right)u_r - \sum_{i=1}^{m}\left(\left(2\alpha_{jt}\right)x^3_{ijt} + \left(1-2\alpha_{jt}\right)x^4_{ijt}\right)v_i \leq 0\ ,\quad \forall j,t \in \dagger_{g_k}$$

$$\sum_{i=1}^{m}\left(\left(1-2\alpha_{n+1}\right)x_{iog_k}^{1}+\left(2\alpha_{n+1}\right)x_{iog_k}^{2}\right)v_i \le 1$$

$$u_r\ , v_i \ge 0\ ,\quad \forall r,i$$

هم چنین در حالتی که سطوح اطمینان مورد نظر تصمیم گیرنده بیشتر از ۰,۵ باشند، از مدل (۱۲) به صورت زیر به منظور محاسبه کارایی استفاده می‌شود:

۱)

$$\text{Max } \Theta$$

۲)

$$\text{S.t. } \sum_{r=1}^{s}\left(\left(2\alpha_0-1\right)y_{rog_k}^{1}+\left(2-2\alpha_0\right)y_{rog_k}^{2}\right)u_r \ge \Theta$$

$$\sum_{r=1}^{s}\left(\left(2-2\alpha_{jt}\right)y_{rjt}^{3}+\left(2\alpha_{jt}-1\right)y_{rjt}^{4}\right)u_r-\sum_{i=1}^{m}\left(\left(2\alpha_{jt}-1\right)x_{ijt}^{1}+\left(2-2\alpha_{jt}\right)x_{ijt}^{2}\right)v_i \le 0\ ,\ \forall j,t \in \dagger_{g_k}$$

$$\sum_{i=1}^{m}\left(\left(2-2\alpha_{n+1}\right)x_{iog_k}^{3}+\left(2\alpha_{n+1}-1\right)x_{iog_k}^{4}\right)v_i \le 1$$

$$u_r\ , v_i \ge 0\ ,\quad \forall r,i$$

در نهایت مدل تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای فازی مبتنی بر برنامه‌ریزی امکانی تحت اندازه اعتبار به ازای هر دو حالت سطوح اطمینان کمتر یا بیشتر از ۰,۵، به ترتیب در قالب مدل‌های (۱۱) و (۱۲) حاصل می‌گردد. لازم به ذکر است که با توجه به میزان محافظه‌کاری، سخت‌گیری و ریسک‌پذیری تصمیم گیرنده، می‌توان از هر یک از مدل‌های مذکور به ازای سطح اطمینان مورد نظر استفاده نمود.

مطالعه موردی

در این بخش، به چگونگی پیاده سازی و کاربرد رویکرد ارائه شده در پژوهش با هدف ارزیابی عملکرد سهام با هدف در نظر گرفتن دوره های زمانی مختلف و عدم قطعیت موجود در داده‌ها پرداخته می شود. بدین منظور داده‌های مربوط به پنج سهم از صنعت فرآورده های شیمیایی در بورس اوراق بهادار تهران برای چهار دوره زمانی از سال ۱۳۹۲ الی سال ۱۳۹۵ استخراج گردیده اند و هر سهم در هر دوره زمانی به عنوان یک واحد تصمیم گیرنده در نظر گرفته می‌شود.

لازم به ذکر است که نسبت جاری، گردش مجموع دارایی‌ها و نسبت بدهی به ارزش ویژه به عنوان ورودی‌های مدل و هم چنین بازده دارایی‌ها (ROA) و بازده حقوق صاحبان سهام (ROE) به عنوان

خروجی‌های مدل در نظر گرفته شده‌اند. در ادامه در جداول (۱) الی (۶)، نتایج مربوط به کارایی هر پنج سهم با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای فازی مبتنی بر برنامه ریزی امکانی به ترتیب به ازای سطوح اطمینان ٪۰، ٪۲۰، ٪۴۰، ٪۶۰، ٪۸۰ و ٪۱۰۰ ارائه شده‌اند:

جدول ۱- نتایج مربوط به کارایی سهام بر اساس مدل تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای فازی به ازای سطح اطمینان ٪۰

سهام	پنجره‌ها	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۴	۱۳۹۵	میانگین
سهم ۱	پنجره ۱	۱,۳۹۳۱۷	۲,۲۵۵۷۶			۱,۸۲۴۴۶
	پنجره ۲		۲,۲۵۵۷۶	۱,۲۰۷۷۸		۱,۷۳۱۷۷
	پنجره ۳			۲,۷۷۸۸۹	۲,۶۶۵۳۹	۲,۷۲۲۱۴
	میانگین	۱,۳۹۳۱۷	۲,۲۵۵۷۶	۱,۹۹۳۳۳	۲,۶۶۵۳۹	۲,۰۹۲۷۹
سهم ۲	پنجره ۱	۲,۲۶۱۴۷	۲,۷۷۱۰۹			۲,۵۱۶۲۸
	پنجره ۲		۲,۷۷۱۰۹	۱,۱۵۵۳۲		۱,۹۶۳۲۰
	پنجره ۳			۱,۷۰۸۱۱	۰,۳۰۳۱۶	۱,۰۰۵۶۳
	میانگین	۲,۲۶۱۴۷	۲,۷۷۱۰۹	۱,۴۳۱۷۱	۰,۳۰۳۱۶	۱,۸۲۸۳۷
سهم ۳	پنجره ۱	۱,۰۶۷۹۶	۲,۷۸۰۹۳			۱,۹۲۴۴۴
	پنجره ۲		۲,۷۸۰۹۳	۰,۷۷۵۸۱		۱,۷۷۸۳۷
	پنجره ۳			۱,۱۴۷۰۲	۰,۷۴۲۱۴	۰,۹۴۴۵۸
	میانگین	۱,۰۶۷۹۶	۲,۷۸۰۹۳	۰,۹۶۱۴۱	۰,۷۴۲۱۴	۱,۵۴۹۱۳
سهم ۴	پنجره ۱	۲,۳۶۵۸۷	۲,۷۷۴۰۵			۲,۵۶۹۹۶
	پنجره ۲		۲,۷۷۳۵۵	۲,۴۴۸۷۳		۲,۶۱۱۱۴
	پنجره ۳			۲,۷۷۶۷۳	۲,۷۸۲۴۸	۲,۷۷۹۶۰
	میانگین	۲,۳۶۵۸۷	۲,۷۷۳۸۰	۲,۶۱۲۷۳	۲,۷۸۲۴۸	۲,۶۵۳۵۷
سهم ۵	پنجره ۱	۲,۰۶۲۲۳	۲,۷۹۱۴۴			۲,۴۲۶۸۳
	پنجره ۲		۲,۷۹۱۴۴	۲,۷۸۱۲۵		۲,۷۸۶۳۴
	پنجره ۳			۲,۷۸۳۴۷	۲,۴۹۹۳۴	۲,۶۴۱۴۰
	میانگین	۲,۰۶۲۲۳	۲,۷۹۱۴۴	۲,۷۸۲۳۶	۲,۴۹۹۳۴	۲,۶۱۸۱۹

جدول ۲- نتایج مربوط به کارایی سهام بر اساس مدل تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای فازی به ازای سطح اطمینان ٪۲۰

سهام	پنجره ها	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۴	۱۳۹۵	میانگین
سهم ۱	پنجره ۱	۱,۰۸۲۹۹	۱,۷۵۲۹۰			۱,۴۱۷۹۵
	پنجره ۲		۱,۷۵۲۹۰	۰,۹۳۶۸۲		۱,۳۴۴۸۶
	پنجره ۳			۲,۱۵۸۲۵	۲,۰۷۱۶۸	۲,۱۱۴۹۷
	میانگین	۱,۰۸۲۹۹	۱,۷۵۲۹۰	۱,۵۴۷۵۴	۲,۰۷۱۶۸	۱,۶۲۵۹۲
سهم ۲	پنجره ۱	۱,۷۵۳۷۶	۲,۱۵۵۳۲			۱,۹۵۴۵۴
	پنجره ۲		۲,۱۵۵۳۲	۰,۹۰۰۲۲		۱,۵۲۷۷۷
	پنجره ۳			۱,۳۲۹۹۱	۰,۲۳۵۰۶	۰,۷۸۲۴۸
	میانگین	۱,۷۵۳۷۶	۲,۱۵۵۳۲	۱,۱۱۵۰۷	۰,۲۳۵۰۶	۱,۴۲۱۶۰
سهم ۳	پنجره ۱	۰,۸۳۰۱۷	۲,۱۶۲۶۶			۱,۴۹۶۴۱
	پنجره ۲		۲,۱۶۲۶۶	۰,۶۰۱۹۸		۱,۳۸۲۳۲
	پنجره ۳			۰,۸۸۹۳۱	۰,۵۷۶۰۴	۰,۷۳۲۶۸
	میانگین	۰,۸۳۰۱۷	۲,۱۶۲۶۶	۰,۷۴۵۶۵	۰,۵۷۶۰۴	۱,۲۰۳۸۰
سهم ۴	پنجره ۱	۱,۸۴۰۰۹	۲,۱۵۹۷۶			۱,۹۹۹۹۲
	پنجره ۲		۲,۱۵۹۶۷	۱,۹۰۳۷۸		۲,۰۳۱۷۲
	پنجره ۳			۲,۱۵۹۲۰	۲,۱۵۷۷۵	۲,۱۵۸۴۸
	میانگین	۱,۸۴۰۰۹	۲,۱۵۹۷۱	۲,۰۳۱۴۹	۲,۱۵۷۷۵	۲,۰۶۳۳۷
سهم ۵	پنجره ۱	۱,۶۰۳۳۴	۲,۱۶۹۸۴			۱,۸۸۶۵۹
	پنجره ۲		۲,۱۶۹۸۴	۲,۱۵۹۹۶		۲,۱۶۴۹۰
	پنجره ۳			۲,۱۶۰۲۰	۱,۹۳۴۸۰	۲,۰۴۷۵۰
	میانگین	۱,۶۰۳۳۴	۲,۱۶۹۸۴	۲,۱۶۰۰۸	۱,۹۳۴۸۰	۲,۰۳۲۹۹

جدول ۳- نتایج مربوط به کارایی سهام بر اساس مدل تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای فازی به ازای سطح اطمینان ٪۴۰

سهام	پنجره ها	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۴	۱۳۹۵	میانگین
سهم ۱	پنجره ۱	۰,۸۴۶۷۹	۱,۳۶۹۹۳			۱,۱۰۸۳۶
	پنجره ۲		۱,۳۶۹۹۳	۰,۷۳۰۸۲		۱,۰۵۰۳۸
	پنجره ۳			۱,۶۸۶۱۵	۱,۶۱۹۵۳	۱,۶۵۲۸۴
	میانگین	۰,۸۴۶۷۹	۱,۳۶۹۹۳	۱,۲۰۸۴۹	۱,۶۱۹۵۳	۱,۲۷۰۵۳
سهم ۲	پنجره ۱	۱,۳۶۸۶۱	۱,۶۸۵۸۴			۱,۵۲۷۲۳
	پنجره ۲		۱,۶۸۵۸۴	۰,۷۰۵۴۲		۱,۱۹۵۶۳
	پنجره ۳			۱,۰۴۱۲۱	۰,۱۸۳۳۹	۰,۶۱۲۳۰
	میانگین	۱,۳۶۸۶۱	۱,۶۸۵۸۴	۰,۸۷۳۳۲	۰,۱۸۳۳۹	۱,۱۱۱۷۲
سهم ۳	پنجره ۱	۰,۶۴۹۱۷	۱,۶۹۲۵۴			۱,۱۷۰۸۵
	پنجره ۲		۱,۶۹۲۵۴	۰,۴۷۰۰۰		۱,۰۸۱۲۷
	پنجره ۳			۰,۶۹۳۷۲	۰,۴۴۹۸۰	۰,۵۷۱۷۶
	میانگین	۰,۶۴۹۱۷	۱,۶۹۲۵۴	۰,۵۸۱۸۶	۰,۴۴۹۸۰	۰,۹۴۱۲۹
سهم ۴	پنجره ۱	۱,۴۳۹۵۰	۱,۶۹۲۰۲			۱,۵۶۵۷۶
	پنجره ۲		۱,۶۹۲۰۲	۱,۴۸۸۹۴		۱,۵۹۰۴۸
	پنجره ۳			۱,۶۸۸۹۲	۱,۶۸۴۷۳	۱,۶۸۶۸۳
	میانگین	۱,۴۳۹۵۰	۱,۶۹۲۰۲	۱,۵۸۸۹۳	۱,۶۸۴۷۳	۱,۶۱۴۳۶
سهم ۵	پنجره ۱	۱,۲۵۳۹۱	۱,۶۹۶۶۷			۱,۴۷۵۲۹
	پنجره ۲		۱,۶۹۶۶۷	۱,۶۹۰۲۸		۱,۶۹۳۴۸
	پنجره ۳			۱,۶۹۱۱۷	۱,۵۰۷۷۸	۱,۵۹۹۴۷
	میانگین	۱,۲۵۳۹۱	۱,۶۹۶۶۷	۱,۶۹۰۷۳	۱,۵۰۷۷۸	۱,۵۸۹۴۱

جدول ۴- نتایج مربوط به کارایی سهام بر اساس مدل تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای فازی به ازای سطح اطمینان ٪۶۰

سهام	پنجره ها	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۴	۱۳۹۵	میانگین
سهم ۱	پنجره ۱	۰,۲۹۷۵۸	۰,۶۹۵۶۲			۰,۴۹۶۶۰
	پنجره ۲		۰,۶۹۵۶۲	۰,۲۵۷۰۶		۰,۴۷۶۳۴
	پنجره ۳			۰,۵۹۵۳۱	۰,۵۶۷۹۱	۰,۵۸۱۶۱
	میانگین	۰,۲۹۷۵۸	۰,۶۹۵۶۲	۰,۴۲۶۱۸	۰,۵۶۷۹۱	۰,۵۱۸۱۸
سهم ۲	پنجره ۱	۰,۴۸۱۸۳	۰,۵۹۴۳۷			۰,۵۳۸۱۰
	پنجره ۲		۰,۵۹۴۳۷	۰,۲۵۰۰۸		۰,۴۲۲۲۲
	پنجره ۳			۰,۳۶۸۲۳	۰,۰۶۳۴۲	۰,۲۱۵۸۳
	میانگین	۰,۴۸۱۸۳	۰,۵۹۴۳۷	۰,۳۰۹۱۶	۰,۰۶۳۴۲	۰,۳۹۲۰۵
سهم ۳	پنجره ۱	۰,۲۲۸۸۱	۰,۸۵۸۲۶			۰,۵۴۳۵۴
	پنجره ۲		۰,۸۵۸۲۶	۰,۱۶۶۰۸		۰,۵۱۲۱۷
	پنجره ۳			۰,۲۴۴۵۴	۰,۱۵۸۵۰	۰,۲۰۱۵۲
	میانگین	۰,۲۲۸۸۱	۰,۸۵۸۲۶	۰,۲۰۵۳۱	۰,۱۵۸۵۰	۰,۴۱۹۰۸
سهم ۴	پنجره ۱	۰,۵۰۵۰۳	۰,۸۵۷۴۰			۰,۶۸۱۲۲
	پنجره ۲		۰,۸۵۷۴۰	۰,۵۲۰۲۴		۰,۶۸۸۸۲
	پنجره ۳			۰,۵۹۲۰۳	۰,۵۹۷۲۷	۰,۵۹۴۶۵
	میانگین	۰,۵۰۵۰۳	۰,۸۵۷۴۰	۰,۵۵۶۱۴	۰,۵۹۷۲۷	۰,۶۵۴۹۰
سهم ۵	پنجره ۱	۰,۴۴۳۰۵	۰,۵۹۳۹۶			۰,۵۱۸۵۰
	پنجره ۲		۰,۵۹۳۹۶	۰,۵۹۲۶۱		۰,۵۹۳۲۹
	پنجره ۳			۰,۵۹۲۹۳	۰,۵۳۰۱۱	۰,۵۶۱۵۲
	میانگین	۰,۴۴۳۰۵	۰,۵۹۳۹۶	۰,۵۹۲۷۷	۰,۵۳۰۱۱	۰,۵۵۷۷۷

جدول ۵- نتایج مربوط به کارایی سهام بر اساس مدل تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای فازی به ازای سطح اطمینان ٪۸۰

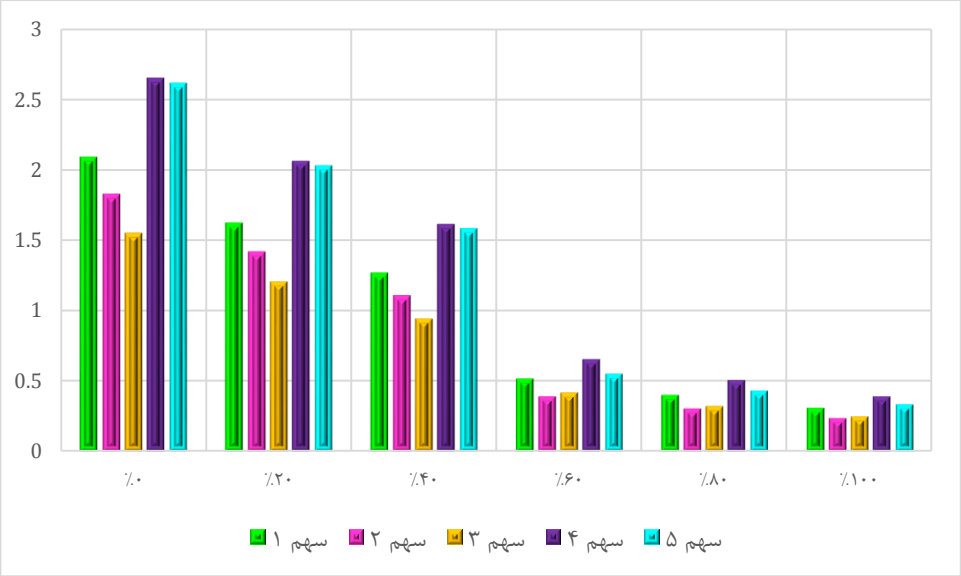
سهام	پنجره ها	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۴	۱۳۹۵	میانگین
سهم ۱	پنجره ۱	۰,۲۳۲۹۱	۰,۵۳۲۸۷			۰,۳۸۲۸۹
	پنجره ۲		۰,۵۳۲۸۷	۰,۲۰۱۵۲		۰,۳۶۷۲۰
	پنجره ۳			۰,۴۶۵۲۶	۰,۴۴۴۲۹	۰,۴۵۴۷۸
	میانگین	۰,۲۳۲۹۱	۰,۵۳۲۸۷	۰,۳۳۳۳۹	۰,۴۴۴۲۹	۰,۴۰۱۶۲
سهم ۲	پنجره ۱	۰,۳۷۷۹۳	۰,۴۶۵۱۵			۰,۴۲۱۵۴
	پنجره ۲		۰,۴۶۵۱۵	۰,۱۹۵۸۵		۰,۳۳۰۵۰
	پنجره ۳			۰,۲۸۷۹۵	۰,۰۴۹۹۱	۰,۱۶۸۹۳
	میانگین	۰,۳۷۷۹۳	۰,۴۶۵۱۵	۰,۲۴۱۹۰	۰,۰۴۹۹۱	۰,۳۰۶۹۹
سهم ۳	پنجره ۱	۰,۱۷۸۹۲	۰,۶۵۷۴۲			۰,۴۱۸۱۷
	پنجره ۲		۰,۶۵۷۴۲	۰,۱۲۹۷۸		۰,۳۹۳۶۰
	پنجره ۳			۰,۱۹۰۸۰	۰,۱۲۳۷۲	۰,۱۵۷۲۶
	میانگین	۰,۱۷۸۹۲	۰,۶۵۷۴۲	۰,۱۶۰۲۹	۰,۱۲۳۷۲	۰,۳۲۳۰۱
سهم ۴	پنجره ۱	۰,۳۹۵۱۹	۰,۶۵۶۸۲			۰,۵۲۶۰۱
	پنجره ۲		۰,۶۵۶۸۲	۰,۴۰۶۹۱		۰,۵۳۱۸۷
	پنجره ۳			۰,۴۶۲۹۵	۰,۴۶۶۵۹	۰,۴۶۴۷۷
	میانگین	۰,۳۹۵۱۹	۰,۶۵۶۸۲	۰,۴۳۴۹۳	۰,۴۶۶۵۹	۰,۵۰۷۵۵
سهم ۵	پنجره ۱	۰,۳۴۶۴۷	۰,۴۶۴۶۳			۰,۴۰۵۵۵
	پنجره ۲		۰,۴۶۴۶۳	۰,۴۶۳۱۷		۰,۴۶۳۹۰
	پنجره ۳			۰,۴۶۳۸۲	۰,۴۱۴۹۳	۰,۴۳۹۳۷
	میانگین	۰,۳۴۶۴۷	۰,۴۶۴۶۳	۰,۴۶۳۴۹	۰,۴۱۴۹۳	۰,۴۳۶۲۸

جدول ۶- نتایج مربوط به کارایی سهام بر اساس مدل تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای فازی به ازای سطح اطمینان ٪۱۰۰

سهام	پنجره ها	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۴	۱۳۹۵	میانگین
سهم ۱	پنجره ۱	۰,۱۸۱۲۵	۰,۴۰۶۸۹			۰,۲۹۴۰۷
	پنجره ۲		۰,۴۰۶۸۹	۰,۱۵۷۱۴		۰,۲۸۲۰۱
	پنجره ۳			۰,۳۶۱۴۹	۰,۳۴۵۵۴	۰,۳۵۳۵۲
	میانگین	۰,۱۸۱۲۵	۰,۴۰۶۸۹	۰,۲۵۹۳۱	۰,۳۴۵۵۴	۰,۳۰۹۸۷
سهم ۲	پنجره ۱	۰,۲۹۴۶۵	۰,۳۶۱۹۰			۰,۳۲۸۲۸
	پنجره ۲		۰,۳۶۱۹۰	۰,۱۵۲۴۹		۰,۲۵۷۲۰
	پنجره ۳			۰,۲۲۳۸۱	۰,۰۳۹۰۲	۰,۱۳۱۴۱
	میانگین	۰,۲۹۴۶۵	۰,۳۶۱۹۰	۰,۱۸۸۱۵	۰,۰۳۹۰۲	۰,۲۳۸۹۶
سهم ۳	پنجره ۱	۰,۱۳۹۱۰	۰,۵۰۴۰۵			۰,۳۲۱۵۸
	پنجره ۲		۰,۵۰۴۰۵	۰,۱۰۰۸۴		۰,۳۰۲۴۵
	پنجره ۳			۰,۱۴۸۰۰	۰,۰۹۶۰۰	۰,۱۲۲۰۰
	میانگین	۰,۱۳۹۱۰	۰,۵۰۴۰۵	۰,۱۲۴۴۲	۰,۰۹۶۰۰	۰,۲۴۸۶۷
سهم ۴	پنجره ۱	۰,۳۰۷۴۳	۰,۵۰۱۸۰			۰,۴۰۴۶۱
	پنجره ۲		۰,۵۰۱۸۰	۰,۳۱۶۴۱		۰,۴۰۹۱۰
	پنجره ۳			۰,۳۵۹۶۲	۰,۳۶۲۴۰	۰,۳۶۱۰۱
	میانگین	۰,۳۰۷۴۳	۰,۵۰۱۸۰	۰,۳۳۸۰۱	۰,۳۶۲۴۰	۰,۳۹۱۵۷
سهم ۵	پنجره ۱	۰,۲۶۹۳۷	۰,۳۶۱۳۵			۰,۳۱۵۳۶
	پنجره ۲		۰,۳۶۱۳۵	۰,۳۶۰۴۷		۰,۳۶۰۹۱
	پنجره ۳			۰,۳۶۰۸۷	۰,۳۲۲۹۱	۰,۳۴۱۸۹
	میانگین	۰,۲۶۹۳۷	۰,۳۶۱۳۵	۰,۳۶۰۶۷	۰,۳۲۲۹۱	۰,۳۳۹۳۹

همان طور که در جداول (۱) الی (۶) نیز ملاحظه می‌شود و از پیش نیز انتظار می رفت، با افزایش سطح اطمینان از صفر به صد درصد، نتایج مربوط به کارایی هر یک سهام کاهش یافته است. به عبارت دیگر خوشبینانه‌ترین و بدبینانه‌ترین نتایج کارایی هر سهم به ترتیب در جداول اول و ششم محاسبه شده

است. لازم به توضیح است که علاوه بر محاسبه کارایی سهام در دوره های زمانی مختلف، میانگین کارایی به ازای هر دوره و هر پنجره نیز محاسبه شده است. هم چنین میانگین تمامی کارایی های مربوط به هر یک از سهام نیز در گوشه سمت چپ و پایین بخش اختصاص یافته به هر سهم در جدول محاسبه و مشخص شده است که می تواند به عنوان یک معیار کارآمد به منظور رتبه بندی سهام مورد استفاده قرار گیرد. نتایج حاصل از ارزیابی سهام به ازای این معیار در شکل (۲) ارائه شده است:



شکل ۲- نتایج ارزیابی نهایی هر یک از سهام به ازای سطوح اطمینان مختلف

با توجه به شکل (۲)، سهم ۴، سهم ۵، سهم ۱، سهم ۲ و سهم ۳، به ترتیب دارای رتبه اول تا پنجم می‌باشند. هم چنین به وضوح ملاحظه می شود که رتبه بندی مذکور از پایایی و مانایی قابل قبولی برخودار می‌باشد. در پایان این بخش و در پاسخ به سوالات اصلی پژوهش، لازم به توضیح است که بهره‌گیری از داده‌های چند دوره زمانی به جای یک دوره و هم چنین در نظر گرفتن عدم قطعیت موجود در داده‌های مالی به صورت فازی، منجر به نتایج قابل اتکاتری می‌گردد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادهای آتی

در این پژوهش، به ارائه مدل تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای فازی با قابلیت ارزیابی عملکرد سهام طی دوره‌های زمانی مختلف تحت شرایط عدم قطعیت داده‌ها پرداخته شد. لازم به ذکر است که به منظور ارائه مدل مذکور، از تلفیق رویکرد های تحلیل پوششی داده‌ها، تحلیل پنجره‌ای و برنامه‌ریزی امکانی بهره

گرفته شد. هم چنین لازم به توضیح است که در فرآیند مدل‌سازی، از اندازه اعتبار در برنامه‌ریزی امکانی استفاده شد و فرض گردید که داده‌های غیر قطعی دارای تابع توزیع فازی ذوزنقه‌ای می‌باشند. در نهایت نیز به منظور آشنایی با چگونگی پیاده سازی رویکرد پیشنهادی پژوهش در دنیای واقعی، تعدادی سهام از صنعت فرآورده‌های شیمیایی در بورس اوراق بهادار تهران به عنوان مطالعه موردی انتخاب و مدل مذکور با استفاده از داده‌های مربوطه حل و نتایج حاصله مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. لازم به ذکر است که نتایج حاکی از کارآمدی و توانمندی مدل تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای امکانی می‌باشد. بدین صورت که با بهره گیری از رویکرد پیشنهادی تحقیق، می توان هر یک از سهام را به ازای تمامی دوره های زمانی و حالات مختلف عدم قطعیت مورد ارزیابی قرار داد تا تمامی جوانب در ارزیابی نهایی دخیل شده باشند. به منظور پیشنهادها برای مطالعات آتی نیز می توان از اندازه‌های امکان و الزام که به ترتیب دارای رویکرد خوشبینانه و بدبینانه هستند، به منظور مدل سازی تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای فازی بهره گرفت.

فهرست منابع

۱) طحاری مهرجردی، محمد حسین؛ فاضل یزدی، علی؛ زارعی محمود آبادی، محمد. (۱۳۹۲). کاربرد تحلیل ناپارامتریک بازه‌ای و پنجره‌ای به عنوان مکملی برای ارزیابی کارایی مالی(مطالعه موردی: بانک‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران)، دانش مالی تحلیل اوراق بهادار، ۶(۳)، ۲۷-۴۴.

۲) علی نژاد ساروکلائی، مهدی؛ افشار زیدآبادی، فاطمه. (۱۳۹۳). بررسی تطبیقی تحلیل صورت‌های مالی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از مدل تحلیل پنجره‌ای ومدل‌های تحلیل مبتنی بر زمان (مدل CCR خروجی محور)، دانش مالی تحلیل اوراق بهادار، ۷(۱)، ۵۷-۷۰.

۳) علی نژاد ساروکلائی، مهدی؛ ساعتی، صابر. (۱۳۹۵). ارائه مدل تحلیل پوششی داده‌های مبتنی بر زمان در تحلیل صورت‌های مالی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران، تحقیق در عملیات در کاربرد های آن، ۱۳(۴)، ۵۵-۶۵.

٤) محمدی، علی؛ دستیار، هانیه. (۱۳۹۲). ارزیابی کارایی شرکت‌های داروسازی و رتبه بندی آن‌ها با استفاده از رویکرد تحلیل پنجره‌ای داده‌ها، حسابداری سلامت، ۲(۳)، ۲۳-۳۹.

5) Banker, R.D., Charnes, A. and Cooper, W.W. 1984. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. Management science, 30(9), 1078-1092.

6) Charnes, A. and Cooper, W.W. 1959. Chance-constrained programming. Management Science. 6, 73-79.

7) Charnes, A., Clarke, C., Cooper, W. W., and Golany, B. 1985. A development study of DEA in measuring the effect of maintenance units in the US Air Force. Annals of Operations Research, 2, 95-112.

8) Charnes, A., Cooper, W.W. and Rhodes, E. 1978. Measuring the efficiency of decision making units. European journal of operational research, 2(6), 429-444.

9) Dastgir, M., Momeni, M., Daneshvar, S. and Sarokolaei, M.A., 2012. Analyzing Financial Statements by Using Window Data Envelopment Analysis Model (Output Oriented BCC) Evidence from Iran. Journal of Basic and Applied Scientific Research, 12, 12049-12055.

10) Emrouznejad, A. and Tavana, M. eds., 2014. Performance measurement with fuzzy data envelopment analysis. Berlin and Heidelberg: Springer.

11) Farrell, M.J., 1957. The measurement of productive efficiency. Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General), 120(3), 253-290.

12) Gardijan, M. and Škrinjarić, T., 2015. Equity portfolio optimization: A DEA based methodology applied to the Zagreb Stock Exchange. Croatian Operational Research Review, 6(2), 405-417.

13) Hatami-Marbini, A., Emrouznejad, A. and Tavana, M. 2011. A taxonomy and review of the fuzzy data envelopment analysis literature: two decades in the making. European Journal of Operational Research, 214(3), 457-472.
14) Hossein Ranjbar, M., Abedini, B. and Afroomand, E., 2013. Performance evaluation of petrochemical firms accepted in Tehran stock exchange using DEA (window analysis). European Online Journal of Natural and Social Sciences: Proceedings, 2(3), 580-588.
15) Parupati, S.K. and Chary, S., 2017. Financial performance evaluation of IT industry through DEA window analysis approach. Journal of Management, 4(2), 40-49.
16) Peykani, P., Mohammadi, E., Pishvaee, M.S., Rostamy-Malkhalifeh, M., & Jabbarzadeh, A., 2018. A novel fuzzy data envelopment analysis based on robust possibilistic programming: possibility, necessity and credibility-based approaches, RAIRO-Operations Research, 52(4), 1445-1463.
17) Peykani, P., Mohammadi, E., Emrouznejad, A., Pishvaee, M.S., & Rostamy-Malkhalifeh., 2019. Fuzzy data envelopment analysis: an adjustable approach, Expert Systems with Applications, 136, 439-452
18) Zadeh, L.A. 1978. Fuzzy sets as a basis for a theory of possibility. Fuzzy sets and systems. 1, 3-28.