

شبیه‌سازی قیمت سهام از منظر عوامل داخلی و خارجی مؤثر بر سیستم با استفاده از رویکرد پویایی‌شناسی سیستمی

محمد هاشم موسوی حقیقی^۱، مجتبی خلیفه^{۲*}، بهزاد صفایی^۳، حامد صابری^۴

۱- استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، شیراز، ایران.

musavee@yahoo.com

۲- دانشجوی دکتری مدیریت سیستم‌ها بخش مدیریت دانشکده اقتصاد و مدیریت دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.

m_khalifeh61@yahoo.com

۳- دانشجوی دکتری مدیریت سیستم‌ها بخش مدیریت دانشکده اقتصاد و مدیریت دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.

behzad.safaei@gmail.com

۴- دانشجوی دکتری مدیریت سیستم‌ها بخش مدیریت دانشکده اقتصاد و مدیریت دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.

saberi_sa@yahoo.com

چکیده

موسوی و ستوده (۱۳۹۲) رفتار قیمت سهام صنایع ملی مس ایران را در بازار بورس از منظر خارجی شبیه‌سازی کرده‌اند. الگوی این پژوهش از نتایج این مطالعه حاصل شده و امکان پیش‌بینی و تحلیل نوسان‌های آینده قیمت این سهم و همچنین ارزش ذاتی سهام را برای سیاست‌گذاران و صاحبان منافع (از منظر عوامل داخلی و خارجی) فراهم کرده است. برای الگوسازی رفتار سهم، عوامل اثرگذار بر قیمت سهم در بورس اوراق بهادار و عوامل مؤثر در قیمت محصول شرکت در بازار، شناسایی و نمودارهای علی و معلولی هر بخش براساس روش‌شناسی پویایی‌های سیستم ترسیم شده است. متغیرهای مالی در سه بخش قیمت‌گذاری، قیمت و تأمین مالی از طریق بدهی بررسی شده است. الگوی سیستمی پژوهش با استفاده از این رویکرد و با نرم‌افزار Vensim DSS شبیه‌سازی و تحلیل شده است. نتایج نشان می‌دهد عرضه سهم، در بخش قیمت سهم، بیشترین تأثیر و تأمین مالی از طریق بدهی‌ها، در قیمت ذاتی سهم اثرگذاری مثبت دارد.

واژه‌های کلیدی: پویایی‌های سیستم، قیمت سهام، ارزش ذاتی سهام، بازار سرمایه، صنایع ملی مس ایران.

مقدمه

با توجه به اهمیت و گسترش روزافزون بازارهای سرمایه در تجهیز و جمع‌آوری سرمایه‌های کوچک فردی به سمت فعالیت‌های تولیدی، شناسایی رفتار سرمایه‌گذاران و متغیرهای تأثیرگذار بر قیمت و بازده سهام در این بازارها اهمیت زیادی پیدا کرده است [۲]. اقتصادهای ملی به شدت از عملکرد بورس‌های اوراق بهادار متأثر هستند؛ به گونه‌ای که بدون شک بیشترین میزان سرمایه از طریق این بازارها در سراسر جهان مبادله می‌شود [۱]. انجام پروژه‌های صنعتی به تهیه منابع مالی و وجوه نقد لازم، نیازمند است و در این راستا شرکت‌ها ناگزیر از استفاده از سازوکارهای تأمین مالی هستند. بدهی یکی از روش‌های تأمین منابع مالی است که باعث می‌شود مدیران مالی از آن در ساختار سرمایه خود استفاده کنند و با استفاده خردمندانه از آن، به دنبال افزایش ارزش شرکت باشند. هرچند که استفاده از بدهی ارزان قیمت ممکن است باعث کاهش هزینه سرمایه شرکت شود، امکان دارد موجب افزایش ریسک مالی و هزینه ورشکستگی نیز شود [۳۸]. دیدگاه‌های متفاوتی در خصوص اهرم مالی و تأثیر آن بر ارزش شرکت وجود دارد؛ از جمله به نظریه MM^۱ می‌توان اشاره کرد که مودیلیانی و میلر ارائه کردند. آن‌ها ابتدا در سال ۱۹۵۸ به این نتیجه رسیدند که در صورت نبود مالیات، بین ارزش شرکت و نسبت بدهی رابطه‌ای وجود ندارد؛ اما در سال ۱۹۶۳ بیان کردند استفاده از بدهی، استفاده از صرفه‌جویی‌های مالیاتی (تخفیف در پرداخت مالیات به علت وجود بدهی) را امکان‌پذیر می‌کند و این صرفه‌جویی باعث افزایش جریان نقدی پس از کسر مالیات و در نهایت،

باعث افزایش ارزش شرکت می‌شود [۱۲، ۲۵، ۳۱، ۳۲، ۴۱].

در طول سال‌های اخیر، بازارهای مالی جهان همواره با نوسان‌های عدم اطمینان در خور توجهی مواجه بوده‌اند؛ به گونه‌ای که این عدم اطمینان موجود در بازده دارایی‌های سرمایه‌گذاری شده، نگرانی‌های بسیاری را برای سرمایه‌گذاران و تحلیل‌گران مالی ایجاد کرده است [۱۶]. در دهه اخیر، استفاده از الگوهای سری زمانی غیرخطی نسبت به الگوهای خطی در الگوسازی متغیرهای مالی (پیش‌بینی قیمت سهام، ارزش شرکت و ...) افزایش در خور توجهی داشته و به ظهور دیدگاه بی‌نظمی و پویایی‌های غیرخطی منجر شده است. بیشتر مطالعاتی که در خصوص پیش‌بینی قیمت سهام و بررسی ارزش شرکت انجام شده است، بیشتر از روندهای خطی، غیرخطی خودتوضیح انتقال هموار (STAR)^۲ و یا شبکه‌های عصبی استفاده کرده‌اند و تمامی عوامل تأثیرگذار را به صورت پویا و سیستمی ملاحظه نکرده‌اند. برخلاف سایر روش‌های اشاره شده، پویایی‌شناسی سیستم از جمله روش‌های ریاضی است که بر پایه ساختار مدار کنترلی بنا شده است و امکان مطالعه ساختار و رفتار سیستم‌های پیچیده اقتصادی، اجتماعی و ... را فراهم می‌کند که در دنیای واقعی، خطی نیستند. این رویکرد با نگاهی پویا در برخورد با زمان، توجه به عدم قطعیت در پارامترها و ملاحظه روابط بین متغیرها، بررسی تأخیرات زمانی، انجام ذخیره‌سازی‌های لازم و از همه مهم‌تر نشان‌دادن آثار بازخوردی متغیرها در طول زمان و نیز به کارگیری معادلات دیفرانسیل، تلاش می‌کند رفتارها براساس متغیرهای الگو، در سیستم مد نظر بخوبی درک و

پیش‌بینی شوند؛ بنابراین با توجه به پویایی و عدم قطعیت بازار سرمایه و نیز ارتباطات متقابل متغیرها با یکدیگر، ضرورت بررسی ساختار سرمایه شرکت و منابع سرمایه و آثار آن بر ارزش شرکت و قیمت سهام به صورت سیستمی پویا و با در نظر گرفتن روابط علی و معلولی بسیار احساس می‌شود. از این رو، در این پژوهش با توجه به اثرگذاری در خور توجه سهام شرکت صنایع ملی مس ایران بر شاخص کل و اهمیت آن در بازار سرمایه، سهام این شرکت برای شبیه‌سازی انتخاب شده است. بر این اساس، هدف این پژوهش، شبیه‌سازی رفتار سهام صنایع ملی مس ایران در بورس اوراق بهادار و امکان پیش‌بینی نوسان‌های آینده قیمت سهم و ارزش ذاتی سهام مد نظر با استفاده از رویکرد پویایی‌شناسی سیستمی است. در این راستا با استفاده از روش پویایی‌های سیستم و با دیدگاهی نوین و به کارگیری حلقه‌های علی و معلولی، در قالب سه زیرالگوی قیمت‌گذاری، قیمت سهام و هزینه سرمایه کل، رفتارهای متغیرهای مالی شرکت صنایع ملی مس ایران بررسی و توافق ۱۴۱۱ شبیه‌سازی شده است.

پیشینه پژوهش

در خصوص بازار سرمایه، اهرم‌های مالی، قیمت سهام و ارزش شرکت، به نظریه‌های مختلف با دیدگاه‌های متفاوتی می‌توان اشاره کرد. برخی از این نظریه‌ها وجود بدهی در ساختار سرمایه شرکت‌ها را عامل افزایش دهنده و برخی دیگر، عامل کاهنده ارزش شرکت می‌دانند [۵]؛ از جمله نظریه سنتی و نظریه MM [۲۷]. گفتنی است قسمتی از مبانی نظری این مطالعه بر پایه این دو نظریه بنا شده است. بر اساس رویکرد سنتی، در کوتاه‌مدت با افزایش اهرم و ترکیب یک منبع مالی

ارزان‌قیمت و گران‌قیمت، هزینه سرمایه شرکت کاهش می‌یابد؛ اما در بلندمدت، افزایش هزینه بهره همراه با افزایش هزینه سهام باعث افزایش هزینه سرمایه و کاهش ارزش شرکت می‌شود [۱۳]. مودلیانی و میلر (۱۹۶۳) تلاش می‌کردند نظریه خود را در مجموعه‌های صنایع انرژی اثبات کنند و به این نتیجه رسیدند که بین اهرم و هزینه سرمایه، ارتباط عمیقی وجود دارد [۳۲، ۴۱]. آن‌ها در همان سال، فرض نبود هزینه مالیات را کنار گذاشتند و اهمیت منافع سپر مالیاتی بدهی بدون ریسک را معرفی کردند؛ بنابراین اهرم مالی، منافی را برای شرکت به وجود می‌آورد. مودیلیانی و میلر (۱۹۶۳) استدلال کردند به دلیل این صرفه‌جویی، هرچه بدهی بیشتر باشد، مالیات پرداختی کمتر و سود خالص بیشتر می‌شود و ارزش بازار شرکت افزایش می‌یابد [۱۲، ۳۲].

ماندهر^۱ (۲۰۱۱) نشان داد ارتباط بین اهرم و ارزش شرکت تحت تأثیر نسبت پرداخت قرار می‌گیرد [۳۳]. فوسو^۲ (۲۰۱۳) با استفاده از پانل دیتا، ۲۵۷ شرکت آفریقای جنوبی را در سال‌های ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۹ بررسی کرد و به این نتیجه رسید که اهرم مالی، تأثیر مثبت و معناداری بر عملکرد شرکت خواهد داشت [۲۵]. فلد و همکاران^۳ (۲۰۱۱) ۴۶ مطالعه را در راستای تأثیر مالیات بر تأمین مالی بدهی شرکت‌ها بررسی کردند و با استفاده از روش متا رگرسیون دریافتند مقیاس‌هایی همچون نرخ نهایی مالیات شبیه‌ساز شده، از تورش‌های روبه‌پایین در برآورد واکنش بدهی نسبت به مالیات جلوگیری می‌کند [۲۳]. به هر حال، مطالعات متعددی حاکی از تأثیر منفی [۲۰، ۲۶، ۲۹]، تأثیر مثبت [۱۹]،

1. Mondher
2. Fosu
3. Feld, Heckemeyer & Overesch

۳۰، ۴۲] و تأثیر نداشتن [۳۷] اهرم بر وضعیت شرکت وجود دارد.

برخی از پژوهشگران، به اثر اهرمی فعالیت‌های تأمین مالی بر قیمت سهام توجه کردند. عبادی دولت‌آبادی (۱۳۸۱) اثر روش‌های تأمین مالی بر بازده و قیمت سهام شرکت‌ها را بررسی کرد و نتیجه گرفت انتشار سهام نسبت به وام بلندمدت، اثر بیشتری بر قیمت سهام دارد [۱۱]. از طرف دیگر، نتایج پژوهش دهقانی فیروزآبادی (۱۳۸۳) برای بررسی اثر انتشار سهام و دریافت وام بر قیمت سهام شرکت‌ها نشان می‌دهد دریافت وام و ایجاد بدهی در شرکت، اثری بر قیمت سهام ندارد [۶].

در این میان، برای پیش‌بینی قیمت سهام در بورس‌های اوراق بهادار دنیا از روش‌های مختلفی نظیر تحلیل رگرسیون‌ها و سری‌های زمانی استفاده شده است [۴، ۹، ۱۸، ۲۲، ۲۸]. در سال‌های اخیر بسیاری از مطالعات انجام شده، رفتار غیرخطی قیمت سهام را در سطح بین‌المللی با خودتوضیح انتقال هموار (STAR) بررسی کرده‌اند. مک میلان^۱ (۲۰۰۷) در مطالعه‌ای که در راستای بررسی تأثیر حجم معاملات در پیش‌بینی بازده با استفاده از الگوهای غیرخطی انجام داد، الگوهای خودتوضیح انتقال هموارنمایی و منطقی^۲ (ESTR) و^۳ (LSTR)، الگوی خودتوضیح آستانه‌ای (TAR)^۴ و^۵ AR را برای پیش‌بینی بازده به کار گرفت و به این نتیجه رسید که الگوی LSTAR عملکرد بهتری نسبت به سایر الگوها ارائه می‌دهد [۳۴]. عباسی و باقری (۱۳۹۰) نیز با هدف پیش‌بینی بازده

سهام، توانایی الگوهای ARMA، TAR و LSTAR را در ۲۶ شرکت در سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۸ با یکدیگر مقایسه کردند و به این نتیجه رسیدند که الگوهای غیرخطی از قدرت پیش‌بینی بیشتری نسبت به مدل ARMA برخوردارند [۱۰]. همچنین نکتاریوس و همکاران^۶ (۲۰۰۲) بازده سهام انگلستان را در قالب الگوی رگرسیون انتقال هموار^۷ (STR) الگوسازی کردند. نتایج نشان داد الگوی STR، پویایی درون‌نمونه‌ای را بهتر از الگوهای خطی توصیف می‌کند [۳۵]. پان و ژانگ^۸ (۲۰۰۵) نیز با استفاده از الگوهای خطی، دو شاخص سهام را در بازار سرمایه چین پیش‌بینی کرده‌اند. نتایج نشان داد بسته به نوع معیار ارزیابی، قدرت پیش‌بینی الگوها با هم متفاوت است؛ اما در کل، عملکرد الگوی گام تصادفی از کلیه الگوهای دیگر بدتر است [۳۶]. آتسالاکیس^۹ (۲۰۰۹) نیز در مقاله روندهای کوتاه‌مدت، بورس اوراق بهادار را با استفاده از روش‌های فازی و شبکه عصبی بررسی کرده است و برای بررسی کارایی الگو، شاخص بورس‌های مطرح دنیا را آزمود و بر کاربرد مناسب آن تأیید کرد [۱۷]. همچنین سینایی و همکاران (۱۳۸۴) با استفاده از الگوی شبکه عصبی مصنوعی MLP^۸ و مدل ARIMA^۹ شاخص بورس اوراق بهادار تهران را پیش‌بینی کردند. نتایج این پژوهش نشان داد شبکه‌های عصبی، عملکرد بهتری نسبت به الگوی خطی ARIMA برای پیش‌بینی شاخص قیمت دارند [۷]. آذر و کریمی (۱۳۸۸) با هدف پیش‌بینی بازده سهام با استفاده از نسبت‌های حسابداری، توانایی شبکه عصبی

1. Mc Millan
2. Exponential Smooth Transition Regression
3. Logistic Smooth Transition Regression
4. Threshold Autoregressive
5. Autoregressive

6. Nektarios, Denise & Marianne
7. Smooth Transition Regression
8. Multilayer Perceptron
9. Autoregressive Integrated Moving Average

مطالعه با نگاهی ابتکاری و نوآورانه در این خصوص می‌تواند ثمربخش باشد.

مبانی نظری

پویایی‌شناسی‌های سیستمی^۱ برای شناسایی و تبیین رفتار غیرخطی سیستم‌های پیچیده و چگونگی تعامل آن‌ها با یکدیگر مطرح شده‌اند. فارستر^۲ (۱۹۹۷) معتقد بود فقط با استفاده از روش‌های کمی، تمامی موضوعات علمی را نمی‌توان تحلیل کرد؛ چون بعضی از مسائل، قابل کمی شدن نیستند و روابط بین آن‌ها خطی نیست [۲۴]؛ اما پویایی‌شناسی سیستمی با تمرکز بر فرایند بازخور و روابط علی و معلولی^۳، به شناخت و تبیین روابط بین سیستم‌های مختلف می‌تواند دست یابد. در الگوهای ریاضی، امکان ویرایش پارامترهای کیفی وجود ندارد؛ اما در الگوهای پویا با نوشتن معادلات غیردقیق برای متغیرهای کیفی و شبیه‌سازی عددی آن، تأثیر این متغیرها بر کل سیستم می‌تواند در نظر گرفته شود [۸]. اساس الگوسازی به روش پویایی سیستم، پوشش و نمایش فرایند بازخورد است که همراه با ساختار متغیرهای سطح و حالت، تأخیر زمانی و توابع غیرخطی، پویایی سیستم را تعریف می‌کند. در این روش فرض می‌شود رفتار سیستم براساس شبکه به هم پیوسته‌ای از حلقه‌های بازخور تعیین می‌شود [۲۱].

براین اساس، هر رابطه‌ی علی به صورت مثبت (حلقه‌های تقویت‌کننده^۴) یا منفی (حلقه‌های متعادل‌کننده^۵) می‌تواند در سیستم اثرگذار باشد. با توجه به کاربرد الگوی پویایی‌شناسی سیستمی در کاربرد مسائل

را در مقایسه با رگرسیون حداقل مربعات در دو صنعت سیمان و دارو بررسی کردند. نتایج خاص نشان داد شبکه‌های عصبی می‌تواند خطای پیش‌بینی بازده سهام را نسبت به روش‌های خطی مانند رگرسیون کاهش دهد [۱، ۱۵]. تقی‌زاده مهرجردی و همکاران (۱۳۹۲) نیز با استفاده از الگوهای شبکه‌ی عصبی مصنوعی، شبکه‌ی عصبی فازی و الگوریتم ژنتیک، کارایی بانک‌های دولتی و خصوصی را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که الگوی شبکه‌ی عصبی فازی نسبت به سایر الگوها، بیشترین دقت را در پیش‌بینی دارد [۳]. موسوی و ستوده (۱۳۹۲) شبیه‌سازی رفتار سهام صنایع ملی مس ایران در بازار بورس اوراق بهادار و امکان پیش‌بینی نوسان‌های آینده قیمت سهم را فقط براساس قیمت‌گذاری خارجی مدنظر قرار داده‌اند. نتایج این پژوهش، الگویی را از نوسان‌های قیمتی سهم در اختیار تصمیم‌گیرندگان بازار سرمایه قرار می‌دهد و ابزار مفیدی برای تصمیم‌گیری سهامداران این صنعت فراهم می‌کند [۱۵]. همچنین موسوی و خلیفه (۱۳۹۴) تأثیر اهرم مالی را بر ارزش شرکت شبیه‌سازی کردند و این نتیجه حاصل شد که افزایش اهرم مالی، نقش چندانی در ارزش شرکت ندارد [۱۴]؛ بنابراین، ملاحظه می‌شود بیشتر پژوهش‌هایی که در خصوص پیش‌بینی قیمت سهام و بررسی ارزش شرکت انجام شده است، از روندهای خطی و یا شبکه‌های عصبی استفاده کرده‌اند و تمامی عوامل تأثیرگذار را به صورت پویا و سیستمی، ملاحظه و بررسی کرده‌اند. همچنین طبق بررسی‌های انجام‌شده تاکنون - چه در مطالعات داخلی و چه در مطالعات خارجی - موضوع این پژوهش، با رویکرد پویایی‌شناسی سیستمی بررسی نشده است که این

1. System Dynamics
2. Forrester
3. Cause and Effect Relationships
4. Reinforcing Loops
5. Balancing Loops

صورت‌های مالی حسابرسی شده شرکت ملی صنایع مس ایران و سایت‌های بورس اوراق بهارار تهران^۵ بر مبنای یک عقب‌گرد^۳ ۱۲ ساله - جمع‌آوری و استخراج شده است.

روش پژوهش

با توجه به موضوع پژوهش و الگوی پویایی‌شناسی سیستم، متغیرهای متعددی در الگوی این مطالعه به کار رفته است. متغیرهای این الگو به تفکیک، متغیرهای درون‌زا^۴ و برون‌زا^۵ به شرح جدول شماره یک هستند.

مختلف، استرمن^۱ (۲۰۰۰) برای اجرای این روش، ۵ مرحله را پیشنهاد می‌کند که عبارتند از: ۱. بیان مسأله و افق پژوهش؛ ۲. تعریف متغیرهای کلیدی و تعریف روابط علی و معلولی بین متغیرها؛ ۳. طراحی نمودارهای پویایی‌های سیستم و تعیین وضعیت متغیرهای نرخ و حالت؛ ۴. شبیه‌سازی و اعتبارسنجی نتایج الگو؛ ۵. ارزیابی سیاست‌ها و عملکردها (سناریوسازی) [۳۹]. از این رو، با توجه به هدف این مطالعه و با استفاده از الگوی پیشنهادی فوق، مراحل زیر انجام شده است.

با توجه به موضوع و مبانی نظری پژوهش و نیل به اهداف پژوهش، الگوی پویایی‌شناسی سیستمی با استفاده از نرم‌افزار Vensim DSS^۲ طراحی و تجزیه و تحلیل شده است. همچنین مرز مفهومی الگو که نقش اهرم مالی بر ارزش و قیمت سهام شرکت ملی مس ایران بوده است نیز ارزیابی شده است.

افق زمانی در نظر گرفته شده برای این پژوهش، یک دوره ۳۱ ساله است که از سال ۱۳۸۰ شروع و تا سال ۱۴۱۱ ادامه می‌یابد. با توجه به اینکه داده‌های واقعی برخی از متغیرهای الگو (حسابرسی شده) تا سال ۱۳۹۱ در دسترس است، برای سنجش اعتبار الگو، نتایج شبیه‌سازی از سال ۱۳۸۰ تا سال ۱۳۹۱ با داده‌های واقعی مقایسه می‌شوند؛ سپس عملیات شبیه‌سازی تا سال ۱۴۱۱ ادامه می‌یابد. مرز مفهومی الگو، بررسی نقش قیمت جهانی و هزینه سرمایه کل بر ارزش و قیمت سهام شرکت ملی مس ایران است. لازم به توضیح است داده‌های اشاره شده در سال ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۱ و از

3. Backcasting
4. Indigenous
5. Exogenous

1. Sterman

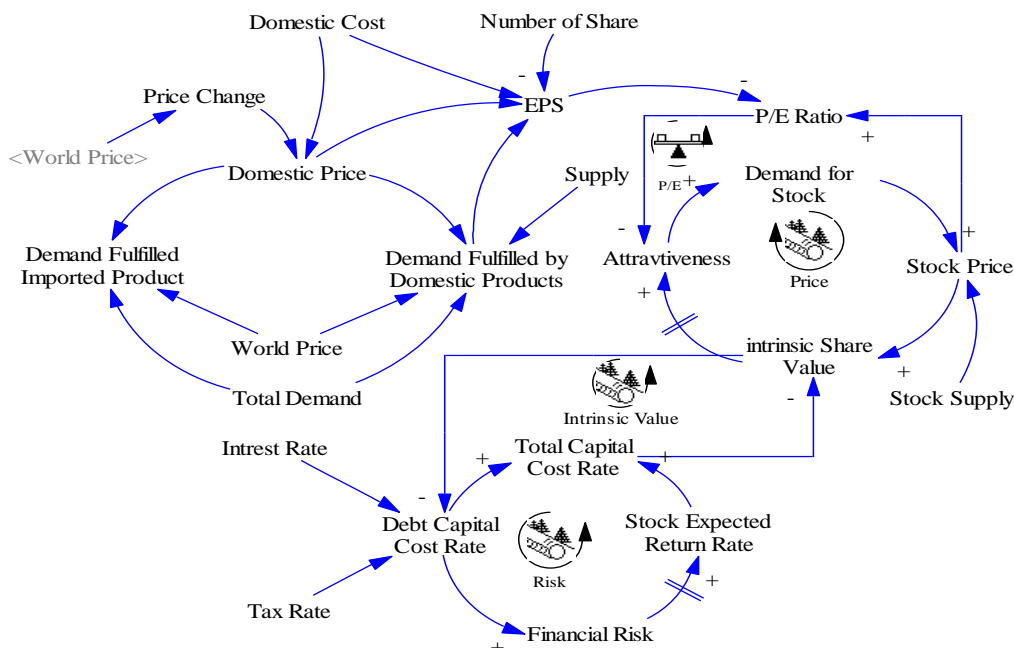
۲. برای اطلاعات بیشتر در مورد نرم‌افزار و توانایی‌های آن می‌توان به سایت www.vensim.com مراجعه شود

جدول (۱) معرفی متغیرهای مورد استفاده الگوی سیستمی پژوهش

متغیر			ردیف	متغیر			ردیف
نوع	لاتین	فارسی		نوع	لاتین	فارسی	
درونزا	Company financial risk	ریسک مالی شرکت	۱۵	برونزا	Domestic Price	قیمت داخلی	۱
درونزا	Change in stock expected return rate	تغییر در نرخ بازده مورد انتظار سهام	۱۶	درونزا	Debt	بدهی	۲
درونزا	Stock expected return rate	نرخ بازده مورد انتظار سهام	۱۷	برونزا	Deman Fullfilled by Domestic Product	تقاضای پوشش داده شده با تولید داخلی	۳
برونزا	Tax Rate	نرخ بهره	۱۸	برونزا	World Price	قیمت جهانی	۴
برونزا	Total Demand	تقاضای کل	۱۹	برونزا	Normal P/E ratio	نسبت قیمت به درآمد نرمال	۵
برونزا	Debt	بدهی	۲۰	درونزا	EPS	سود هر سهم	۶
برونزا	Number of shares	تعداد سهام	۲۱	درونزا	P/E ratio	نسبت قیمت به درآمد	۷
برونزا	Delays	تاخیرات	۲۲	درونزا	Stock attractiveness	جذابیت سهام	۸
برونزا	Stock supply	عرضه سهام	۲۳	درونزا	Stock demand	تقاضای سهام	۹
برونزا	Time	زمان	۲۴	درونزا	Net price change	خالص تغییر قیمت	۱۰
برونزا	Normal P/E ratio	نسبت قیمت به درآمد نرمال	۲۵	درونزا	Stock market price	قیمت بازار سهام	۱۱
درونزا	Change in fix financial costs	تغییر در هزینه ثابت مالی	۲۶	برونزا	Interest Rate	نرخ بهره	۱۲
درونزا	Intrinsic share value	ارزش ذاتی سهام	۲۷	درونزا	Debt capital cost rate	نرخ هزینه سرمایه بدهی	۱۳
درونزا	Intrinsic share value change	تغییرات ارزش ذاتی سهام	۲۸	درونزا	Total capital cost rate	نرخ هزینه سرمایه کل	۱۴

برای تبیین ارتباط بین متغیرها در روش پویایی‌شناسی سیستمی، ابتدا ارتباط این متغیرها براساس روابط علت و معلولی نشان داده می‌شود؛ سپس برای انجام عملیات شبیه‌سازی، این متغیرها در قالب

متغیرهای نرخ و حالت، گروه‌بندی می‌شوند. در نمودار شماره یک، کل الگوی علت و معلولی در یک نگاه نشان داده شده است.



نمودار (۱) الگوی علت و معلولی پژوهش



شرکت تحمیل می‌کند. این حلقه در نمودار شماره دو نمایش داده شده است و رابطه شماره یک برای محاسبه نرخ هزینه سرمایه کل تدوین شده است.

$$\text{Total capital cost rate} = f(\text{Stock Expected Return Rate, Debt Capital Cost Rate}) \quad (1)$$

ب. حلقه تقویت کننده قیمت (Price):

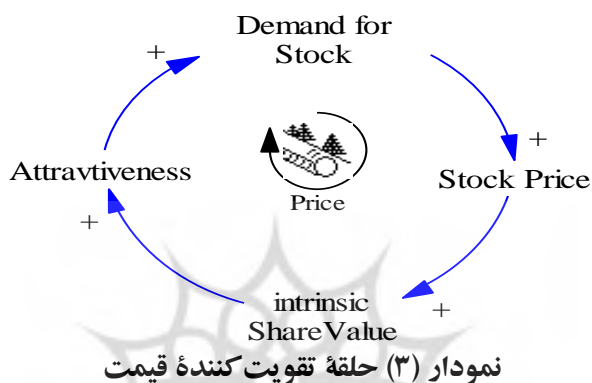
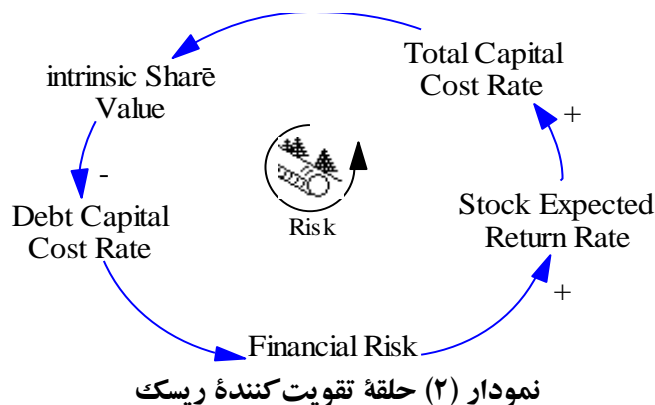
هنگامی که جذابیت یک سهم بالا می‌رود، تقاضا برای آن سهم افزایش پیدا می‌کند، به تبع آن قیمت سهام و سود سرمایه‌ای شرکت افزایش می‌یابد و این موضوع به افزایش ارزش شرکت منجر می‌شود. این مهم، خود مجدداً باعث افزایش جذابیت سهام می‌شود. این حلقه در نمودار شماره سه نمایش داده شده است و رابطه شماره دو برای محاسبه میزان جذابیت سهام تدوین شده است.

$$\text{Attractiveness} = f(\text{P/E ratio, Intrinsic Company Value, Delay}) \quad (2)$$

هم‌اکنون لازم است هر یک از حلقه‌ها به‌طور جداگانه توضیح داده شود. حلقه‌های با علامت  را حلقه‌های منفی یا حلقه‌های تعادلی و حلقه‌های با علامت  را حلقه‌های مثبت یا حلقه‌های تقویت کننده می‌نامند. در این قسمت تک‌تک حلقه‌های مثبت و منفی استفاده شده در پژوهش که در نمودار شماره یک آورده شده است، به‌طور مجزا تشریح می‌شود.

الف. حلقه تقویت کننده ریسک (Risk):

این حلقه مشاهده می‌شود افزایش ریسک مالی شرکت که در نتیجه اهرم‌های مالی ایجاد شده است، نرخ بازده مورد انتظار سهامداران را افزایش می‌دهد و این امر، موجب افزایش هزینه سرمایه کل می‌شود. با این اتفاق، ارزش سهام شرکت با نرخ بیشتری تنزیل می‌شود و کاهش می‌یابد. به‌طور حتم این موضوع، نرخ هزینه سرمایه بلدهی را بالا می‌برد و ریسک بیشتری را به



سرمایه است که برای خرید سهام به کار می‌رود. به‌طور کلی این نسبت بیان می‌کند چه مدت به طول می‌انجامد تا سرمایه سرمایه‌گذار، دوباره به او بازگردانده شود؛ بنابراین، هرچه این نسبت بالاتر رود و یا فراتر از P/E نرمال (P/E صنعت) روند رشد داشته باشد، جذابیت سهم برای خریدار سهام کاهش می‌یابد. این حلقه متذکر می‌شود در صورتی که جذابیت سهام کاهش یابد، تقاضا برای آن سهم کاهش می‌یابد و با این امر، قیمت بازار سهام و نسبت P/E کاهش می‌یابد. این حلقه در نمودار شماره پنج نمایش داده شده است و رابطه شماره چهار برای محاسبه ارزش ذاتی شرکت تدوین شده است.

$$P/E = \text{Stock Price} / \text{EPS} \quad (4)$$

ج. حلقه تقویت کننده ارزش سهام شرکت

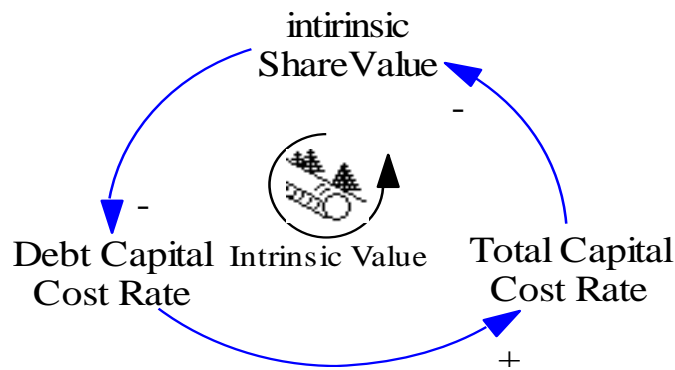
(Intrinsic Value): با توجه به رابطه مستقیم نرخ هزینه سرمایه بدهی و نرخ هزینه سرمایه کل، افزایش یکی باعث افزایش دیگری می‌شود؛ از این رو، با افزایش نرخ هزینه سرمایه کل، ارزش سهام شرکت با نرخ بیشتری تنزیل می‌شود و کاهش آن را به همراه دارد. در ادامه با کاهش ارزش سهام شرکت، تأمین مالی از طریق بدهی، گران‌تر می‌شود و نرخ هزینه سرمایه بدهی افزایش می‌یابد. این حلقه در نمودار شماره چهار، نمایش داده شده است و رابطه شماره سه برای محاسبه ارزش ذاتی شرکت تدوین شده است.

$$\text{Intrinsic Company Value} = \text{Integ} \quad (3)$$

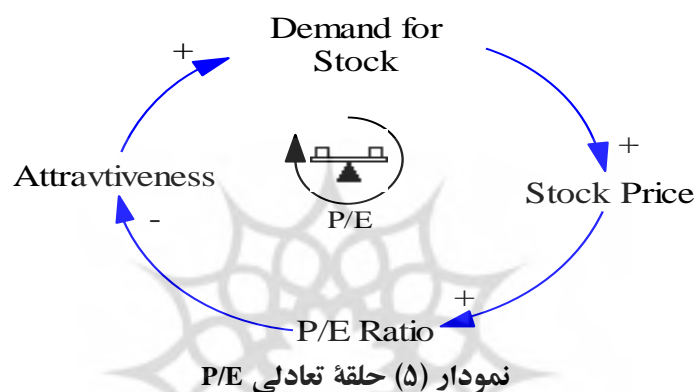
(Increase Price Value Change-decrease Price Value Change)

د. حلقه تعادلی قیمت به سود (P/E): نسبت

P/E یکی از شاخص‌های مهم و تعیین کننده در بازار



نمودار (۴) حلقه تقویت کننده ارزش سهام شرکت



نمودار (۵) حلقه تعادلی P/E

طراحی نمودار پویایی‌های سیستم و تعیین وضعیت متغیرهای نرخ و حالت

با توجه به روابط بین متغیرها، در این مرحله ارتباط سیستمی کلیه متغیرهای تعریف شده در قالب روابط علت و معلولی و همچنین وضعیت هر متغیر در نمودار پویایی‌های سیستم (نمودار شماره شش) مشخص می‌شود. متغیرهای مورد استفاده در این الگو، به سه گروه تقسیم می‌شوند: الف. متغیرهای حالت^۱: این متغیرها، نشان‌دهنده انباشت در یک دوره زمانی هستند و در طول زمان براساس متغیر نرخ، افزایش و یا کاهش می‌یابند؛ مانند متغیر قیمت بازار سهام؛ ب. متغیرهای نرخ^۲: این متغیرها تعیین کننده متغیرهای حالت در سیستم هستند؛ مانند متغیرهای خالص تغییر قیمت؛ ج.

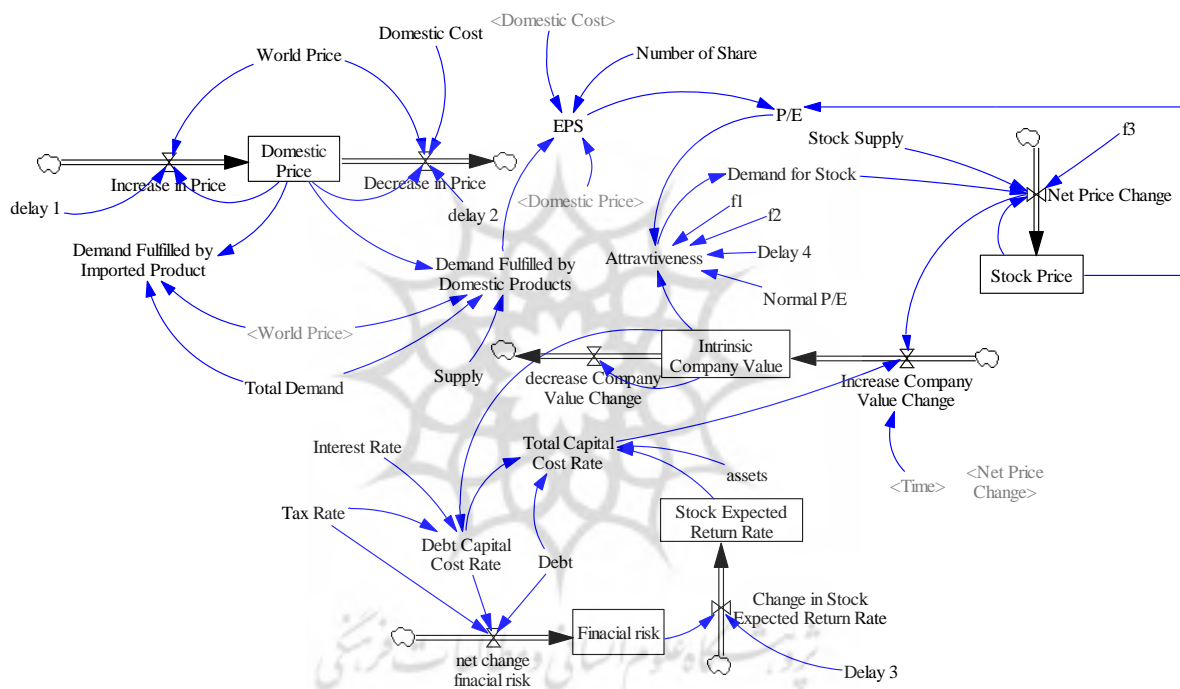
متغیرهای کمکی^۳: این متغیرها حاوی متغیرهای دیگر هستند و مقدار آنها از مقدار متغیرها در دوره‌های زمانی قبل مستقل است؛ مانند متغیر نرخ هزینه سرمایه شرکت. البته باید اشاره کرد در طراحی این الگو، مفروضه‌هایی به شرح زیر در نظر گرفته شده است: * "عرضه سهام" و "کل تقاضا برای سهام" برای یک دوره بلندمدت ثابت در نظر گرفته شده است؛ * تأثیر عرضه و تقاضای سهام بر تغییرات قیمت سهام با تابع f3 نشان داده شده است؛ به این معنا که تغییرات قیمت سهام، تابعی از نسبت عرضه به تقاضا است. زمانی که این نسبت یک است، مقدار تابع، صفر خواهد بود و در نتیجه تغییری در قیمت رخ نخواهد داد

1. State Variables
2. Rate Variables

3. Auxiliary Variables

* همان‌طور که در بخش قبل نیز مطرح شد، دو تأخیر در الگوی ارائه‌شده موجود است که براساس تجربه‌های بورس اوراق بهادار، تأخیر در شکل‌گیری انتظارات سهامداران متناسب با افزایش ریسک مالی، دو دوره و تأخیر در تغییر جذابیت سهام و ادراک آن به لحاظ تغییرات در ارزش شرکت، یک دوره لحاظ شده است.

و زمانی که این نسبت کمتر از یک است (فزون‌ی تقاضا بر عرضه) قیمت، افزایش خواهد یافت؛
* جذابیت سهام از نسبت P/E ، P/E نرمال، تغییر در ارزش شرکت و تأخیر در تغییر جذابیت سهام متأثر است. تأثیر نسبت P/E از طریق تابع $f1$ نشان داده شده است که جذابیت سهام را تابعی از نسبت P/E به P/E نرمال معرفی می‌کند. تابع $f2$ نیز تأثیر تغییرات ارزش ذاتی شرکت را بر جذابیت سهام نشان می‌دهد.



نمودار (۶) الگوی سیستمی جریان و حالت پژوهش

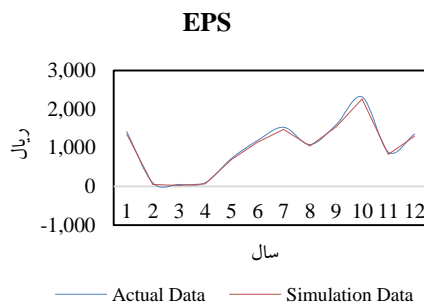
با نرم‌افزار Vensim DSS انجام شد که نتایج آن‌ها به شرح زیر است:

آزمون رفتار مجدد: هدف از این آزمون، مقایسه نتایج شبیه‌سازی با داده‌های واقعی برای اطمینان از صحت عملکرد رفتار الگو است. به عبارتی دیگر، در این حالت رفتار شبیه‌سازی شده برای الگو بازتولید می‌شود تا با داده‌های واقعی مقایسه شود. همان‌طور که

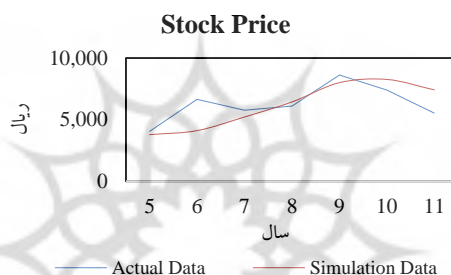
شبیه‌سازی و اعتبارسنجی الگوی پژوهش

پس از تعریف روابط بین متغیرها، اعتبار الگوی طراحی‌شده، ارزیابی شد تا از عملکرد مطلوب آن اطمینان حاصل شود. برای الگوسازی رفتار متغیرهای الگوی پژوهش، داده‌های لازم از وب‌سایت‌های مرتبط به دست آمد و سپس در قالب روابط ریاضی و منطقی، بین متغیرها ارتباط برقرار شد. برای اطمینان از اعتبار عملکرد الگو و روابط تعریف‌شده، آزمون‌های متعددی

در نمودارهای شماره هفت و هشت ملاحظه می‌شود، اطلاعات واقعی و نتایج شبیه‌سازی متغیرهای EPS و قیمت سهام شرکت در سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۱ نشان داده شده است. این نمودارها نشان می‌دهد رفتار متغیرهای مورد بررسی، بخوبی شبیه‌سازی شده است.



نمودار (۷) آزمون رفتار الگو براساس EPS



نمودار (۸) آزمون رفتار الگو براساس هزینه بدهی

در این فرمول: y_{T+i}^s نتایج شبیه‌سازی متغیر الگو، y_{T+i}^a داده‌های واقعی، نشان‌دهنده تعداد مشاهدات است. براین اساس، هرچه میزان RMSPE به صفر نزدیک‌تر باشد، به مفهوم خطای کمتر و نزدیک بودن به صد درصد نیز نشان‌دهنده خطای بیشتر است [۳۹].

ب. شناسایی ریشه‌های خطا: روش دیگر برای سنجش انحراف مقادیر شبیه‌سازی شده از داده‌های واقعی، محاسبه UT^3 است که طبق رابطه شماره شش به دست می‌آید.

$$UT = \sqrt{\frac{\frac{1}{\theta} \sum_{i=1}^{\theta} (y_{T+i}^s - y_{T+i}^a)^2}{\frac{1}{\theta} \sum_{i=1}^{\theta} (y_{T+i}^s)^2 + \frac{1}{\theta} \sum_{i=1}^{\theta} (y_{T+i}^a)^2}} \quad (۲)$$

آزمون محاسبه میزان خطا: علاوه بر بازتولید رفتار الگو برای اطمینان از نتایج شبیه‌سازی شده، خطای متغیرهای کلیدی نیز براساس روش‌های زیر محاسبه شد:

الف. حداقل خطای مجددورات (RMSPE):^۲

براساس این شاخص هرچه میزان تفاوت بین داده‌های واقعی و شبیه‌سازی شده کمتر باشد، به نتایج شبیه‌سازی بیشتر می‌توان اعتماد کرد. میزان خطا در این روش براساس رابطه شماره پنج محاسبه می‌شود.

$$RMSPE = \sqrt{\frac{1}{\theta} \sum_{i=1}^{\theta} \left(\frac{y_{T+i}^s - y_{T+i}^a}{y_{T+i}^a} \right)^2} * 100 \quad (۵)$$

\bar{Y}^a متوسط اطلاعات واقعی، \bar{Y}^s متوسط اطلاعات شبیه‌سازی و همچنین SDS^5 و SDA^6 به ترتیب، انحراف معیار داده‌های شبیه‌سازی شده و واقعی و r ضریب همبستگی بین داده‌های واقعی و شبیه‌سازی شده است. نتایج حاصل از آزمون‌های محاسبه خطا در جدول شماره ۲ دو بر حسب متغیرهای کلیدی الگو نشان داده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود میزان خطا در کلیه متغیرهای مورد بررسی در سطح قابل قبولی است.

مقدار UT همواره بین صفر و یک خواهد بود؛ هرچه این مقدار به صفر نزدیک‌تر باشد، مقادیر شبیه‌سازی شده و واقعی، انحراف کمتری از یکدیگر دارند. با توجه به اهمیت خطا در پیش‌بینی، شناخت منابع خطا و کاهش آن می‌تواند در افزایش اعتماد به نتایج الگو بسیار مؤثر باشد. تیل^۱ (۱۹۹۶) ریشه‌های خطا را ناشی از سه عامل می‌داند: ۱. خطای مبنا؛ زمانی که خروجی‌های الگو با داده‌ها با هم سنخیت نداشته باشند که به آن خطای سیستماتیک می‌گویند؛ ۲. خطای انحراف؛ زمانی که واریانس‌های داده‌های واقعی و شبیه‌سازی با هم تفاوت زیادی داشته باشند؛ ۳. خطای نابرابری کوواریانس‌ها؛ زمانی که نتایج الگو و داده‌ها با هم همبستگی نداشته باشند که در اصطلاح خطای غیر سیستماتیک نامیده می‌شود [۴۰]. برای محاسبه ریشه‌های خطا از رابطه شماره ۷ استفاده می‌شود.

$$U^m + U^s + U^c = 1 \quad (7)$$

در حالت بهینه هرچقدر میزان خطای سیستماتیک و غیر سیستماتیک کمتر شود، به مفهوم صحت عملکرد الگوی شبیه‌سازی است؛ به عبارت دیگر، در حالت ایدئال $U^c = 1$ و $U^s = U^m = 0$ خواهد شد و مجموع این خطاها باید برابر یک باشد [۳۹]. متغیرهای فوق از روابط هشت، نه و ده به دست می‌آید.

$$U^m = (\bar{Y}^s - \bar{Y}^a)^2 / \left[\frac{1}{\theta} \sum_{i=1}^{\theta} (Y_{T+i}^s - Y_{T+i}^a)^2 \right] \quad (8)$$

$$U^s = (SDS - SDA)^2 / \left[\frac{1}{\theta} \sum_{i=1}^{\theta} (Y_{T+i}^s - Y_{T+i}^a)^2 \right] \quad (9)$$

$$U^c = [2 * (1-r) * (SDS * SDA)] / \left[\frac{1}{\theta} \sum_{i=1}^{\theta} (Y_{T+i}^s - Y_{T+i}^a)^2 \right] \quad (10)$$

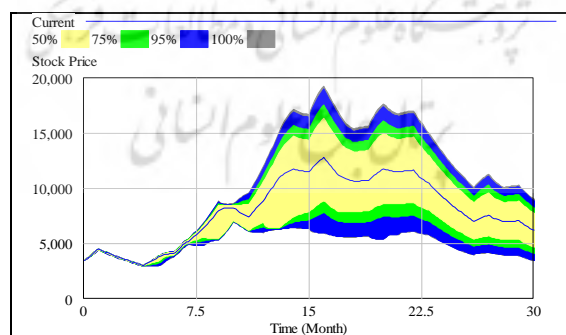
جدول (۲) نتایج آزمون‌های آماری اعتبارسنجی الگو

آزمون	نسبت P/E	قیمت سهام
RMSPE	۰/۲۰۵۶	۰/۲۲
UT	۰/۱۴۱۵	۰/۱۴۴۵
U^m	۰/۰۱۴	۰/۰۳۵
U^s	۰/۰۸۶	۰/۳۴۵
U^c	۰/۹۰	۰/۶۲
$U^m + U^s + U^c$	۱	۱

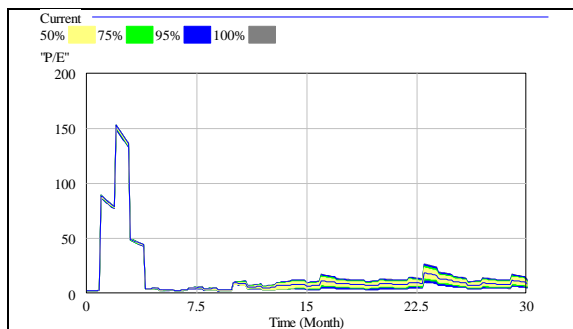
همان‌طور که در نمودار شماره ۹ ملاحظه می‌شود اثر این تغییر بر قیمت سهام شرکت بسیار است. می‌توان گفت سیاست‌هایی نظیر افزایش سرمایه که به افزایش تعداد سهم منجر می‌شود، تأثیر بسزایی در رفتار قیمتی سهم می‌تواند داشته باشد؛ اما با توجه به نمودار شماره ۱۰ این تغییر، تأثیر چندانی در نوسان‌های نسبت P/E نخواهد داشت؛ زیرا قیمت نیز به تبع سود هر سهم کاهش می‌یابد و در نتیجه این نسبت، تغییر چندانی نخواهد کرد.

تحلیل حساسیت^۱: تحلیل حساسیت، یکی از بخش‌های مهم الگوهای پویایی‌شناسی سیستم محسوب می‌شود و نشان‌دهنده میزان حساسیت متغیرهای کلیدی پژوهش، نسبت به پارامترهای پژوهش است؛ بنابراین، پارامترهای پژوهش را به یک اندازه تغییر می‌دهد و اثر آن را بر متغیرهای کلیدی بررسی می‌کند.

در این بخش، حساسیت قیمت سهام و نسبت P/E نسبت به تغییرات عرضه سهم سنجیده خواهد شد. برای این منظور در عرضه سهم به میزان ۱۰ درصد تغییر داده می‌شود و اثر آن بر متغیرهای مذکور بررسی می‌شود.



نمودار (۹) تغییرات قیمت سهام نسبت به نوسان‌های عرضه سهم

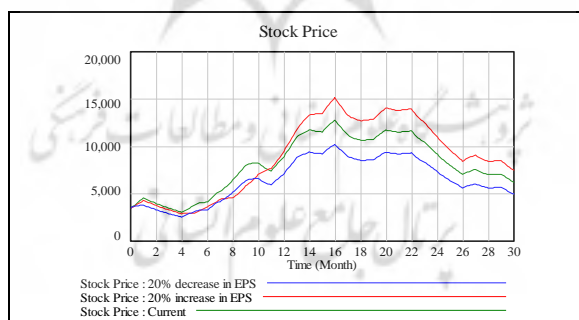


نمودار (۱۰) تغییرات P/E سهام نسبت به نوسان‌های عرضه سهام

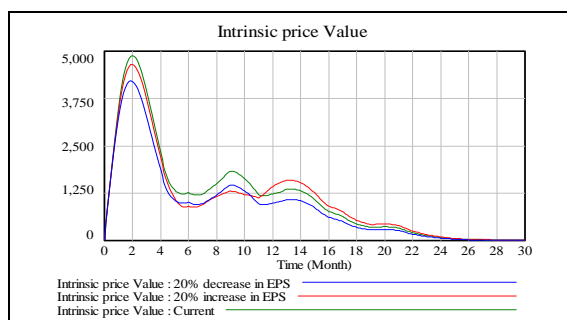
سیاست‌گذاری برای بهینه‌سازی متغیرهای کلیدی الگو

هدف این مرحله، بهینه‌سازی روند تغییرات متغیرهای کلیدی برحسب سیاست‌های مختلف است؛ بنابراین، متغیرهایی که روند افزایشی/کاهشی آن‌ها بهینه نیست، ارزیابی می‌شود. البته باید اشاره کرد برای پیش‌بینی رفتارهای محتمل الگو در آینده، دو سناریو پیشنهاد شده است که با توجه به متغیرهای اثرگذار و سناریوهای مختلف، نتایج الگو برحسب چند متغیر اصلی ارزیابی می‌شود:

الف. در حالت اول، نقش متغیر سودآوری شرکت در نوسان‌های قیمت سهام و ارزش ذاتی سهام بررسی شده است. به این منظور، رفتار سهم در شرایط افزایش و کاهش ۲۰ درصدی در سود شرکت شبیه‌سازی شده است. همان‌طور که نتایج تحلیل نشان می‌دهد قیمت سهم متناسب با سودآوری شرکت نوسان می‌کند. نکته در خور توجه آن است که واکنش نوسان‌های ارزش ذاتی به تغییر سودآوری نسبت به تغییرات قیمت سهام کمتر است. دو نمونه از نتایج تغییرات، در نمودارهای شماره ۱۱ و ۱۲ مشاهده می‌شود.



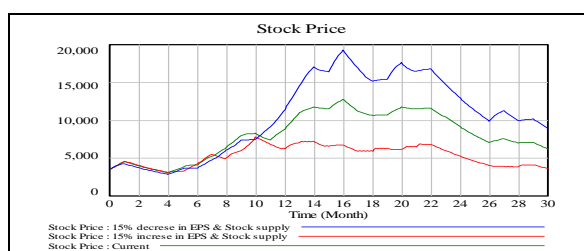
نمودار (۱۱) تغییرات EPS بر قیمت سهام



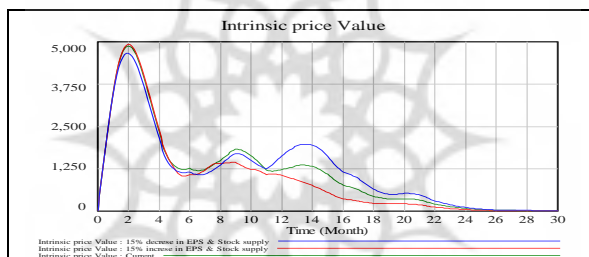
نمودار (۱۲) تغییرات EPS بر ارزش ذاتی سهام

کاهش عرضه سهم در افزایش قیمت سهام، بسیار بیشتر از کاهش سود هر سهم در کاهش قیمت سهام است. روند مذکور نیز در تغییرات ارزش ذاتی سهام ملاحظه می‌شود، با این نکته که در دوره‌های دوازده تا شانزده، نوسان‌ها کمی شدیدتر است. دو نمونه از نتایج تغییرات در نمودارهای شماره ۱۳ و ۱۴ مشاهده می‌شود.

ب. در حالت دوم، وضعیتی بررسی می‌شود که در آن هم‌زمان سود هر سهم و عرضه سهم به میزان ۱۵ درصد افزایش و ۱۵ درصد کاهش می‌یابد. شبیه‌سازی الگو برای سال‌های آینده نشان می‌دهد افزایش عرضه سهم در کاهش قیمت سهام، بیشتر از اثر افزایش سود هر سهم در افزایش قیمت سهام اثر دارد. همچنین اثر



نمودار (۱۳) تغییرات هم‌زمان عرضه سهم و EPS بر قیمت سهام



نمودار (۱۴) تغییرات هم‌زمان عرضه سهم و EPS بر تغییرات ارزش ذاتی سهام

در صورتی که با توجه به شبیه‌سازی انجام‌شده، این موضوع برای متغیر نسبت P/E کمتر دیده می‌شود. تجزیه و تحلیل انجام‌شده نشان می‌دهد نقش سود هر سهم در نوسان‌های قیمت سهام بسیار اثرگذار است و افزایش ۲۰ درصدی در سود هر سهم، قیمت سهام را در دوره‌های ۱۵ و ۱۶ تا مرز ۱۵۰۰۰ ریال افزایش می‌دهد. با این روند، یکی از عوامل مهم در ایجاد جذابیت سهام و همچنین ایجاد تقاضا برای سهام پوشش داده می‌شود. گفتنی است نوسان‌های ۲۰ درصدی سود هر سهم، آثار چندانی بر ارزش ذاتی سهام در دوره آینده ایجاد نکرد. بررسی‌های انجام‌شده نشان می‌دهد نوسان‌های قیمت سهام و سود هر سهم،

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این پژوهش سعی شد با استفاده از رویکرد پویایی‌شناسی سیستمی، ساختار سرمایه شرکت ملی صنایع مس ایران بررسی شود. این الگو با استفاده از روش پویایی‌شناسی سیستمی، روابط علی و معلولی را بخوبی در بخش‌های اثرگذاری (بخش تأمین مالی از طریق بدهی، بخش قیمت و بخش قیمت‌گذاری) که در تصمیم‌گیری و رفتار سهامداران مهم است، نمایان می‌کند. این مطالعه با رویکردی غیرخطی، رفتار متغیرهای سیستم تا سال ۱۴۱۱ را شبیه‌سازی کرده است. با توجه به مطالعه انجام‌شده، مشخص شد قیمت سهام حساسیت زیادی به عرضه سهم نشان می‌دهد؛

- Listed in Tehran Stock Exchange, Ms.C. Thesis, Shahid Beheshti University.
- [3] Taghizadeh, M. R., Fazel Y. A. & Mohebbi, R. (2012). Modeling and predicting the efficiency of public and private banks in Iran using an artificial neural network models, fuzzy neural networks and genetic algorithms, *Journal of Asset Management and Financing*, Vol. 1, No, 2:103-126.
- [4] Jahankhani A. (1996). A survey on the factors affecting stock price and a review on the process of stock price change in Tehran Stock Exchange, *Journal of Contex*, No. 65:13-16.
- [5] Saedi, R. Khalifeh Soltani S. A. & Akhlaghi, H. (2014). The Investigation of Factors Affecting the Capital Structure using the Tobit Models: An Empirical Examination of Static Trade-Off, Pecking Order and Agency Costs Theories, *Journal of Asset Management and Financing*, Vol. 2, No. 1:37-54.
- [6] Dehghani F. H. (2003). A Survey on the Effect of Stock Issuance and the Loan on the Stock Price in the Companies Listed in Tehran Stock Exchange, Ms.C. Thesis, Emam Sadegh University.
- [7] Sinaei, H., Mortazavi, S. & Teimoori Asl, Y. (2004). Forecasting Tehran exchange price index using neural network, *Journal of the Accounting and Auditing Review*, Vol. 12, No. 41:53-89.
- [8] Sheikh Khozani, Z., Hosseini, K. & Rahimian, M. (2010). System Dynamic Modeling of Multipurpose Reservoir Operation to Estimate the Optimal Height of the DAM, *Journal of Modeling in Engineering*, Vol. 8, No. 21:57-66.
- [9] Safarnavadeh, M. (2000). Forecasting Stock Price in Tehran Stock Exchange, MS.C. Thesis, Emam Sadegh University.
- [10] Abbasi, E. & Bagheri, S. (2012). Forecasting of stock returns with non linear models and the role of trading volume in improving the performance of these models, *Journal of Financial Research*, Vol. 13, No. 32:91-108.
- [11] Ebadi Dolatabady, M. (2001). A Survey on the Effect of Financing Methods on Stock Price and Return of the Companies Listed in Tehran Stock Exchange, Ms.C. Thesis, University of Mazandaran .

تغییرات خود را بیشتر از طرف بخش قیمت می‌گیرد؛ اما تغییر در ارزش ذاتی سهام، نوسان‌های خود را بیشتر از قسمت تأمین مالی شرکت دریافت می‌کند. نتیجه مهم این پژوهش، اثرگذاری در خور توجه عرضه سهام نسبت به نوسان‌های سود هر سهم و بازار جهانی بر قیمت سهام است. همان‌طور که طی سیاست‌های اجرا شده مشاهده شد، تأثیرگذاری عرضه سهام در کاهش یا افزایش قیمت سهام بیشتر از تأثیرگذاری سود هر سهم (که خود متأثر از بخش قیمت‌گذاری است) بر افزایش یا کاهش قیمت سهام بود. البته باید گفت کاهش هم‌زمان ۱۵ درصد در عرضه سهام و سود هر سهم، قیمت سهام را بخصوص در دوره‌های ۱۵ و ۱۶ تا مرز ۲۰۰۰۰ ریال افزایش می‌دهد؛ اما اثر آن بر افزایش قیمت ذاتی سهام فقط در دوره‌های ۱۳ و ۱۴ کمی شدت می‌گیرد.

با توجه به لزوم تعریف مرز و محدوده پژوهش در روش پویایی‌شناسی سیستم، تعداد محدودی متغیر در این پژوهش بررسی شد. پژوهش‌های آینده، متغیرهای دیگری نظیر سیاست‌های تقسیم سود را می‌توانند بررسی کنند. همچنین الگوسازی و پیش‌بینی رفتار سهم در این پژوهش صرفاً با روش پویایی‌شناسی سیستم بررسی شد. پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آینده از چند روش به‌طور هم‌زمان بهره گرفته شود و نتایج پیش‌بینی با تلفیق در الگوی پویایی‌شناسی سیستمی با یکدیگر مقایسه و تحلیل شوند.

منابع

- [1] Azar, A. & Karimi, S. (2010). Neural Network Forecasts of Stock Return Using Accounting Ratios, *Journal of Financial Research*, Vol. 11, No. 28: 4-20.
- [2] Babaeian, A. & Arabmazar, M. (1379). Analytical Survey of the Relationship between Balance Sheet Accounts Change and Stock Return among the Companies

- System Dynamic in Education Project, Massachusetts Institute of Technology.
- [25] Fosu, S. (2013). Capital structure, product market competition and firm performance: Evidence from South Africa. *The Quarterly Review of Economics and Finance*. 53, 140° 151.
- [26] Ghosh, S. (2008). Leverage, foreign borrowing and corporate performance: Firm level evidence for India. *Applied Economics Letters*. 15, 607° 616.
- [27] Huang, G., & Song, F. M. (2006). The determinants of capital structure: Evidence from China. *China Economic*. 17, 14-36.
- [28] Jaffe, j., Keim, D., & Westerfield, R. (1989). Earnings yields, market values and stock returns. *Journal of Finance*. 44, 135-148.
- [29] King, M. R., & Santor, E. (2008). Family values: Ownership structure, performance and capital structure of Canadian firms. *Journal of Banking & Finance*. 32, 2423° 2432.
- [30] Margaritis, D., & Psillaki, M. (2010). Capital structure, equity ownership and firm performance. *Journal of Banking & Finance*. 34, 621° 632.
- [31] Modigliani, F., & Miller, M. (1958). The cost of capital, corporation finance and theory of investment. *American Economic Review*. 48(3): 261° 297.
- [32] Modigliani, F., & Miller, M. (1963). Corporate income taxes and the cost of capital: A correction. *American Economic Review*. 53(3): 433° 443.
- [33] Mondher, K. (2011). A re-examination of the MM capital structure irrelevance theorem: A partial payout approach. *International Journal of Business and Management*. 6(10): 193-204.
- [34] Mc Millan, D. G. (2007). Nonlinear forecasting of stock returns: Does volume help. *International Journal of forecasting*. 23, 115-126.
- [35] Nektarios, A., Denise, R., & Marianne, S. (2002). Smooth transition regression models in UK stock returns. *working paper*.
- [36] Pan H, Zhang Z. (2005). Forecasting financial volatility: Evidence from chine s stock market, Working papers in economics and finance, No 06/02, University of Durham.
- [12] Fathi, S., Abzari, M. & Habibi, S. (2014). Determinants of Capital Structure: Meta-analysis, *Journal of Asset Management and Financing*, Vol. 2, No. 1:55-74.
- [13] Ghalibaf Asl, h. (2000). Financial Management, Tehran: Pouran Pajoohesh.
- [14] Mousavi Haghghi, M. & Khalifeh, F. (2014). Simulating the effect of financial leverage model on company value via system dynamics approach (Case study: National Iranian copper industries company), *Asset Management and Financing*, In Press.
- [15] Mousavi Haghghi, M. H. & Sotoudeh, F. (2012). Simulating the Stock Dynamic Behavior in Tehran Stock Exchang, Vol. 4, No. 14:35-52.
- [16] Alexander C. (1999). *Risk management and analysis, measuring and modelling financial risk*. NewYork: John Wiley and Sons.
- [17] Atsalakis, G. (2009). Forecasting stock market short-term trends using a neuro-fuzzy based methodology. *Expert Systems with Applications*. 36(7): 10696° 10707.
- [18] Banz, R., & Breen, W. (1986). Sample-dependent results using accounting and market data: some evidence. *Journal of Finance*. 41, 779-793.
- [19] Berger, A. N., & Bonaccorsi di Patti, E. (2006). Capital structure and firm performance: A new approach to testing agency theory and an application to the banking industry. *Journal of Banking & Finance*. 30, 1065° 1102.
- [20] Bhagat, S., & Bolton, B. (2008). Corporate governance and firm performance. *Journal of Corporate Finance*. 14, 257° 273.
- [21] By.j., & Labak, h. (1996). Feedback and behavioral system. *Journal of System Review*. 15, 56-68.
- [22] Fama, E., & French, K. (1988). Permanent and temporary components of stock prices. *Journal of Political Economy*. 96, 246-273.
- [23] Feld, L. P., Heckemeyer, J. H., & Overeschc, M. (2011). Capital structure choice and company taxation: a metastudy, *ZEW Discussion Paper*. 11, 1-60.
- [24] Forrester, J. W. (1997). *Building a system dynamic model*. Prepared for the MIT

- [41] Tudor, E., Andrei, A. M., Badescu, A., & Georgescu, I. (2014). Modigliani-Miller theorem and its implications on Romanian agricultural policies. *Procedia Economics and Finance*. 13, 101° 108.
- [42] Weill, L. (2008). Leverage and corporate performance: Does institutional environment matter? *Small Business Economics*. 30, 251° 265.
- [43] www.irbourse.com.
- [44] www.tsetmc.com.
- [37] Phillips, P. A., & Sipahioglu, M. A. (2004). Performance implications of capital structure: Evidence from quoted U.K. organisations with hotel interests. *The Service Industries Journal*. 24, 31° 51.
- [38] Ravalli, J., & Seidner, A. G. (2000). How to manage investment risk. *Journal of Financial Management*. 13, 76-79.
- [39] Sterman, J. (2000). *Business dynamics, systems thinking and modeling for a complex world*. McGraw-Hill publication.
- [40] Theil, H. (1966). *Applied economic forecasting*. Amsterdam: North Holland Publishing.



فرمول

مهم‌ترین فرمول‌های الگوی سیستمی جریان و حالت پژوهش به شرح زیر ارائه می‌شود.

- (01) $Attractiveness = ((f1("P/E"/"Normal P/E") * f2(Intrinsic Company Value / 1e+013)) / Delay 4) / 2$
- (02) $Change\ in\ Stock\ Expected\ Return\ Rate = ((Financial\ risk / 1e+013)) / Delay\ 3$
- (03) $Decrease\ in\ Price = IF\ THEN\ ELSE\ (World\ Price < Domestic\ Price, IF\ THEN\ ELSE\ (World\ Price < Domestic\ Cost, (Domestic\ Price - Domestic\ Cost) / delay2, (Domestic\ Price - World\ Price) / delay\ 2), 0)$
- (04) $Decrease\ Price\ Value\ Change = DELAY1\ (Intrinsic\ Company\ Value, 1)$
- (05) $Demand\ Fulfilled\ by\ Domestic\ Products = MIN\ (Supply, Total\ Demand * World\ Price / (Domestic\ Price + World\ Price))$
- (06) $Demand\ Fulfilled\ by\ Imported\ Product = Total\ Demand * Domestic\ Price / (Domestic\ Price + World\ Price)$
- (07) $Domestic\ Cost = 22 + RAMP\ (0.076, 0, 30)$
- (08) $Domestic\ Price = INTEG\ (Increase\ in\ Price - Decrease\ in\ Price, 27)$
- (09) $Increase\ in\ Price = IF\ THEN\ ELSE\ (World\ Price > Domestic\ Price, (World\ Price - Domestic\ Price) / delay\ 1, 0)$
- (24) $Increase\ Price\ Value\ Change = Stock\ Price / ((1 + Total\ Capital\ Cost\ Rate)^{Time})$
- (10) $Intrinsic\ Company\ Value = INTEG\ (Increase\ Price\ Value\ Change - decrease\ Price\ Value\ Change, 1)$
- (11) $Net\ change\ financial\ risk = (Debt\ Capital\ Cost\ Rate / (1 - Tax\ Rate)) * Debt$
- (12) $Net\ Price\ Change = f3\ (Stock\ Supply / Demand\ for\ Stock) * Stock\ Price$
- (13) $Normal\ P/E = 4 + RAMP\ (0.02, 0, 20)$
- (14) $"P/E" = Stock\ Price / EPS$
- (15) $Stock\ Expected\ Return\ Rate = INTEG\ (Change\ in\ Stock\ Expected\ Return\ Rate / 100, 0.25)$
- (16) $Total\ Capital\ Cost\ Rate = ((assets - Debt) / assets) * Stock\ Expected\ Return\ Rate + (Debt / assets) * Debt\ Capital\ Cost\ Rate$
- (17) $World\ Price = 31.3835 + RAMP\ (0.08, 0, 30) + STEP(5, 4) + STEP(-13, 18) + STEP(8, 25)$