مطالعات مدیریت راهبردی
شماره ۱۴ ـ تابستان ۱۳۹۲
ص‌ص ۵۲ ـ ۳۵

شبیه‌سازی الگوی پویای رفتاری سهام در بورس اوراق بهادار تهران

محمدهاشم موسوی حقیقی*، فیروزه ستوده**

چکیده

این پژوهش رفتار سهام صنایع ملی مس ایران را در بازار بورس شبیه‌سازی نموده و امکان پیش‌بینی و تحلیل نوسانات آتی قیمت این سهم را برای سیاست‌گذران و ذی‌نفعان فراهم کرده است. برای الگوسازی رفتار سهم، عوامل اثرگذار بر قیمت سهم در بازار بورس و عوامل مؤثر در قیمت محصول در بازار شناسایی شده‌اند. در گام بعد نمودارهای علی و معلولی هر بخش براساس روش‌شناسی پویایی‌های سیستم ترسیم شده است. سپس الگوی تحقیق بااستفاده از رویکرد پویایی‌های سیستم و بااستفاده از نرم‌افزار Vensim DSS مورد شبیه‌سازی و تحلیل قرار گرفته است. نتایج حاکی از آن است که مهم‌ترین عامل اثرگذار بر نوسانات قیمت سهام، هزینهٔ تولید و پس‌ازآن قیمت جهانی مس می‌باشد. در نهایت نیز سناریوهای مختلف از قبیل اجرای فاز دوم هدفمندسازی یارانه‌ها، نوسانات قیمت جهانی و نسبت P/E سهم برای پیش‌بینی نوسانات آتی قیمت سهم مطرح و نتایج آن‌ها مورد تحلیل قرار گرفت.

کلیدواژه‌ها: شبیه‌سازی؛ پویایی‌های سیستم؛ رفتار سهام؛ صنایع مس.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۱/۱۰/۱۱، تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۲/۰۲/۳۰

* عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس.
** دانشجوی دکتری، دانشگاه شیراز (نویسنده مسئول).
Email: frz_std86@yahoo.com

۱. مقدمه

باتوجه 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].

بدون شک بیشترین میزان سرمایه از طریق بازارهای بورس در سرتاسر جهان مبادله می‌شود و اقتصادهای ملی به‌شدت متأثر از عملکرد بازارهای بورس است [۱].

درطول سال‌های اخیر بازارهای مالی جهان همواره با نوسانات عدم اطمینان قابل توجهی مواجه بوده‌اند. به‌نحوی که عدم اطمینان موجود در بازده دارایی‌های سرمایه‌گذاری شده، بسیاری از سرمایه‌گذاران و تحلیل‌گران مالی را نگران ساخته است [۵].

به‌عبارتی تحول و پویایی جزء جدایی‌ناپذیر زندگی امروز شده که قابلیت پیش‌بینی را برای تصمیم‌گیرندگان خصوصاً در سیستم‌های اقتصادی کاهش داده است. سیستمی بودن پدیده‌های اقتصادی از دیرباز توسط صاحب‌نظران زیادی ازجمله فارستر (۱۹۹۹) و ریچاردسون (۱۹۹۳) مورد توجه قرار گرفته است [۷،۱۰].

روش پویائی‌های سیستم بر مبنای دیدگاه سیستمی عوامل مؤثر در پویایی پدیده‌ها را شناسایی و مورد تحلیل قرار می‌دهد. هدف اصلی در این رویکرد شناسایی الگوهای رفتاری پدیده در طول زمان بااستفاده از روابط علت و معلولی متقابل بین اجزای مختلف یک پدیده می‌باشد. در این پژوهش شرکت ملی مس به‌عنوان یکی از بزرگ‌ترین شرکت‌های بورس اوراق بهادار از لحاظ ارزش بازار مورد مطالعه قرار گرفته است. این شرکت از شرکت‌های مهم و تاثیرگذار بازار سرمایه محسوب می‌شود و همچنین یکی از لیدرهای اصلی بازار مس در کشور است. این شرکت تحت نماد اختصاری "فملی" در گروه فلزات اساسی قرار دارد که با ۲۲ شرکت فعال در بازار، بالغ بر ۲۱ درصد از کل ارزش بورس تهران را در اختیار داشته و بزرگ‌ترین صنعت بازار سرمایه محسوب می‌گردد. شرکت ملی صنایع مس ایران بیش از ۷٪ این صنعت را در اختیار دارد و بزرگ‌ترین شرکت این صنعت محسوب می‌شود. باتوجه به اثرگذاری قابل توجه این سهام بر شاخص کل و اهمیت آن در بازار سرمایهٔ سهام شرکت ملی مس ایران جهت شبیه‌سازی در این پژوهش انتخاب شده است.

بر این اساس هدف این پژوهش شبیه‌سازی رفتار سهام صنایع ملی مس ایران در بازار بورس اوراق بهادار و امکان پیش‌بینی نوسانات آتی قیمت سهم می‌باشد. نتایج این تحقیق الگویی از نوسانات

قیمتی سهم را در اختیار تصمیم‌گیرندگان بازار سرمایه قرار داده و ابزار مفیدی برای تصمیم‌سازی سهامداران این صنعت می باشد.

۲. مبانی و چارچوب نظری تحقیق

به‌دلیل اهمیت زیاد بازار سرمایه در دنیا، مطالعات متنوعی پیرامون پیش‌بینی روندها در این بازار صورت گرفته است. در ادامه به ذکر برخی از تحقیقاتی که به شبیه‌سازی نوسانات در بورس اوراق بهادار پرداخته‌اند اشاره می‌کنیم:

تهرانی و همکاران به مدل‌سازی و پیش‌بینی نوسانات شرطی و غیرشرطی بازده سهام در بورس بااستفاده از روش CGRACH پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد؛ عملکرد مدل میانگین متحرک ۲۵۰ روزه، هموارسازی نمایی و CGARCH[1] طبق معیار RMSE[2] از دیگر مدل‌ها بهتر است. همچنین مدل‌های غیرشرطی عملکرد بهتری نسبت به مدل‌های شرطی داشته‌اند [۳].

به‌علاوه پیش‌بینی بازده سهام در بازار بورس و اوراق بهادار تهران بااستفاده از نسبت‌های حسابداری با رویکرد شبکه عصبی توسط آذر و کریمی نیز صورت گرفته است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که بااستفاده از نسبت‌های حسابداری تاحدودی می‌توان بازده سهام را پیش‌بینی اما عملکرد شبکه‌های عصبی مصنوعی از رگرسیون حداقل مربعات بهتر است [۲].

راهداری و همکاران، تأثیر نوسان قیمت جهانی را بااستفاده از رویکرد پویایی سیستم بر قیمت سهام، در بازار بورس اوراق بهادار تهران مورد آزمون قرار داده اند. نتایج این تحقیق حاکی از آن بود که قیمت سهم تا حد زیادی تحت تأثیر نوسان در قیمت جهانی می‌باشد [۹].

توما (۲۰۰۳) بااستفاده از چندین مدل توزیع خطای تعمیم یافته را بر پویایی نوسان در بازار سهام مصر در فاصله ۱۹۹۳ تا ۲۰۰۱ بررسی کرد. نتایج این تحقیق وجود تغییرات معنی‌دار در فرایند نوسان شرطی را نشان می‌دهند [۱۲].

پان و ژانگ (۲۰۰۵) بااستفاده از مدل‌های خطی به پیش‌بینی دو شاخص سهام در بازار سهام چین پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد؛ که بسته به نوع معیار ارزیابی، قدرت پیش‌بینی مدل‌ها با هم متفاوت است اما در کل عملکرد مدل گام تصادفی از کلیهٔ مدل‌های دیگر بدتر است [۸].

1. Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity
2. Root Mean Squares Method (RMSE)

آتسالاکیس (۲۰۰۹) نیز در مقالهٔ خود به پیش‌بینی روندهای کوتاه‌مدت بازار بورس بااستفاده از روش‌های فازی و شبکهٔ عصبی پرداخته است. در نهایت نیز برای بررسی کارایی مدل، شاخص بورس‌های مطرح دنیا توسط آن مورد آزمون قرار گرفته و کاربرد مناسب آن تأیید گردید [۶].

۳. روش‌شناسی تحقیق

این تحقیق از نظر هدف کاربردی ـ توسعه‌ای می‌باشد. به‌منظور بررسی رفتار سهم در بازار بورس اوراق بهادار تهران از الگوی پویایی‌های سیستم بهره گرفته شده است. این الگو نخستین بار توسط جی فارستر توسعه یافت [۷]. این رویکرد مبتنی بر یک فرضیهٔ پویاست که در این مورد خاص تغییرات قیمتی سهم در طول زمان در نظر گرفته خواهد شد. درواقع هنر الگوسازی به روش پویایی سیستم، پوشش و نمایش فرآیند بازخورد است که همراه با ساختار متغیرهای سطح و حالت، تاخیر زمانی و توابع غیرخطی، دینامیک سیستم را تعریف می کند. همه دینامیک‌ها از دو نوع حلقهٔ بازخوردی مثبت (خودتقویت‌کننده[1]) و منفی (خوداصلاح‌کننده[2]) به‌وجود می‌آیند. حلقه‌های منفی هدف‌جو هستند و توازن و پایداری را در سیستم تولید می‌کنند درحالی که حلقه‌های مثبت موجب تشدید و تقویت یک فرایند در سیستم می‌شوند [۱۱].

گام‌های مدل‌سازی در این روش به‌شرح زیر می‌باشد:

ـ تعریف مسئله
ـ تعیین فرضیه‌های پویا
ـ شبیه‌سازی و فرموله کردن الگو
ـ آزمون
ـ طراحی و ارزیابی سیاست‌ها

الگوی پویایی سیستم امکان وارد کردن متغیرهای کیفی و کمّی را به‌طور هم‌زمان در سیستم فراهم می‌کند. 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 روی کل سیستم درنظر گرفته می‌شود [۴].

الگوی پیشنهادی تحقیق. به‌منظور بسط مدل دو زیر سیستم معرفی شده‌اند:

ـ بخش بازار سهام (در اینجا سهام شرکت ملی صنایع مس ایران)
ـ بخش قیمت‌گذاری.

1. Reinforcing
2. Self-Balancing

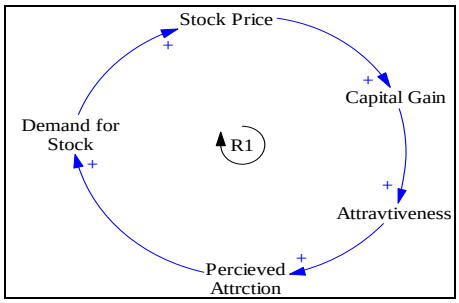
تعامل این دو بخش با یکدیگر رفتار قیمت سهم را در بازار مشخص می نماید. در جدول ۱ متغیرهای الگوی تحقیق معرفی شده‌اند.

جدول ۱. معرفی متغیرهای الگوی تحقیق

قیمت سهم	Stock Price
تقاضا برای سهم	Demand for Stock
جذابیت ادرک شده	Perceived attraction
جذابیت سهم	Attractiveness
سود سرمایه	Capital Gain
نسبت P/E (قیمت به سودسهم) گروه	P/E Normal
شاخص گروه فلزات اساسی	Group Index
قیمت جهانی مس	World Price
قیمت داخلی مس	Domestic Copper Price
تقاضای برآورده شده از محل تولیدات داخلی	Demand Fulfilled By Domestic Products
تقاضای برآورده شده از محل واردات	Demand Fulfilled By Imported Products
کل تقاضای مس	Total Demand for Copper
هزینهٔ تولید داخلی مس	Domestic copper cost
تعداد سهام	Number of Shares
دریافتی سهم (سود هر سهم)	Earning
عرضهٔ سهم	Stock Supply
تأخیر زمانی	Delay

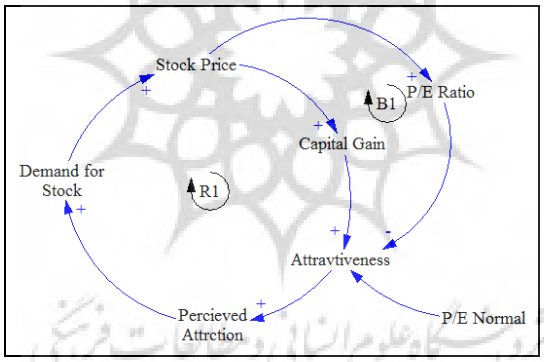
بخش بازار. در حلقهٔ اول (شکل۱)، تغییرات میزان جذابیت سرمایه‌گذاری در سهم باتوجه به قیمت آن نشان داده شده است. به این ترتیب که افزایش قیمت سهم منجر به افزایش سود سرمایه و بازدهی سهم می گردد. افزایش سود سرمایه نیز جذابیت سهم را افزایش می‌دهد. پس‌از مدتی همگان متوجه جذابیت سهم شده و درنتیجه جذابیت درک شده نیز افزایش خواهد یافت.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



شکل ۱. حلقه جذابیت سهم

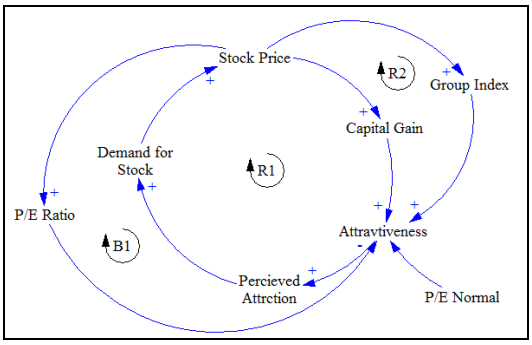
در حلقهٔ بعد (شکل ۲) که یک حلقهٔ تعادلی به‌حساب می‌آید رشد قیمت محدود می‌گردد. این مکانیزم به‌دلیل تأثیر متغیر نسبت P/E (نسبت قیمت به سود سهم) به‌وجود می‌آید. این نسبت نشان‌دهندهٔ ترکیب سود و ریسک سرمایه‌گذاری است. در این الگو، متغیر سود سهم عاملی است که بین دو حلقهٔ بازار سهام و بخش قیمت‌گذاری ارتباط برقرار می‌سازد. با افزایش قیمت سهم، نسبت P/E افزایش می‌یابد؛ چنانچه این نسبت از P/E نرمال (P/E صنعت) فراتر رود، جذابیت سهم و جذابیت ادراک شده[۱] کاهش خواهد یافت. درنتیجه تقاضا برای سهم نیز کاهش پیدا می‌کند و به این ترتیب یک حلقهٔ تعادلی شکل می‌گیرد.



شکل۲. حلقه تعادلی قیمت

۱. منظور از جذابیت ادراک شده آن است که مشتریان میزان جذابیت سهم در بازارسهام را با تأخیر درک می‌کنند. به‌عبارتی زمانی‌که ارزش ذاتی سهم افزایش می‌یابد، همهٔ مشتریان درمورد ان موضوع آگاهی ندارند و اندکی زمان می‌برد تا مشتریان جذابیت سهم را درک نمایند.

مطابق شکل شماره ۳، علاوه بر عوامل یادشده شاخص گروه فلزات اساسی نیز متغیری اثرگذار بر جذابیت سهم در نظر گرفته شده است که خود، تحت تأثیر قیمت سهم می‌باشد.



شکل۳. حلقه مربوط به قیمت سهام در بازار بورس

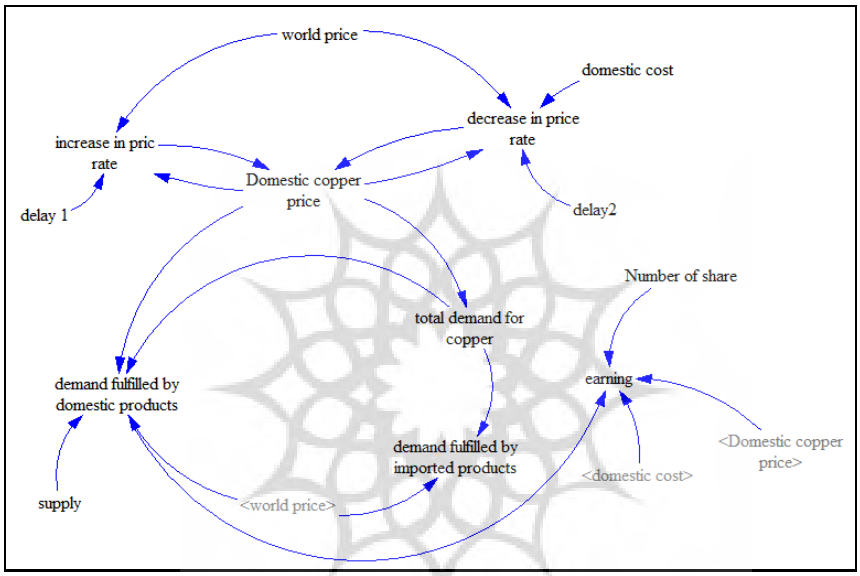
بخش قیمت‌گذاری. در این بخش، پویایی قیمت‌گذاری مس باتوجه به هزینه‌های داخلی، قیمت جهانی و تأثیر آنها بر سود فرموله شده است (شکل شماره۴).

استراتژی قیمت‌گذاری مبتنی بر ایجاد تعادل بین قیمت داخلی مس و قیمت جهانی مس می‌باشد. چناچه قیمت جهانی مس بیش از قیمت داخلی باشد، در این‌صورت قیمت‌های داخلی افزایش خواهند یافت تا این شکاف از بین برود. اما در صورتی‌که قیمت داخلی بیش‌از قیمت جهانی باشد، قیمت داخلی با نرخی کاهشی به سمت قیمت جهانی خواهد رفت. نکتهٔ مهم آن است که تأخیر موجود در زمان افزایش قیمت داخلی (در شرایطی که قیمت جهانی بیش‌از قیمت داخلی باشد) و در زمان کاهش قیمت داخلی متفاوت است. به این معنا که در زمان فزونی قیمت جهانی از قیمت داخلی، قیمت‌های داخلی به‌سرعت خود را با قیمت جهانی تطبیق می‌دهند. اما در نقطهٔ مقابل، زمانی‌که قیمت جهانی کاهش می یابد، قیمت‌های داخلی به‌کندی کاهش پیدا می‌کنند. این همان اثر چرخ‌دنده‌ای[1] در تئوری‌های اقتصاد کلان است که قیمت‌ها در بالارفتن انعطاف‌پذیر اما در پایین آمدن سخت عمل می‌کنند. از این رو در الگو، دو پارامتر متفاوت تأخیر۱ (برای زمان افزایش قیمت جهانی) و تأخیر ۲ (برای زمان کاهش قیمت جهانی) در نظر گرفته شده‌اند که تأخیر ۱ یک سوم تأخیر۲ در نظر گرفته شده است.

1. Ratchet Effect

نکتهٔ مهم دیگر ارتباط بین قیمت داخلی و هزینهٔ داخلی است. براساس اصول حسابداری شرکت‌ها و منطق اقتصادی، قیمت داخلی هرگز کمتر از هزینه‌های داخلی نخواهد بود.

مفهوم مهم دیگری که در الگو به آن پرداخته شده، تأثیر قیمت داخلی بر تقاضای برآورده شده از محل واردات و تقاضای برآورده شده از محل تولیدات داخلی است. در این پژوهش میزان تقاضا برای مس ثابت در نظر گرفته شده است. اولویت آن است که نیاز داخلی با کم‌ترین هزینه برآورده گردد. درنتیجه نسبت قیمت جهانی به قیمت داخلی عاملی است که میزان تقاضا برای تولیدات داخلی را تعیین می کند. درنهایت، تقاضای برآورده شده از محل محصولات داخلی و تعداد سهام، سود هر سهم را شکل می‌دهد که عاملی تعیین‌کننده در نسبت P/E می‌باشد.



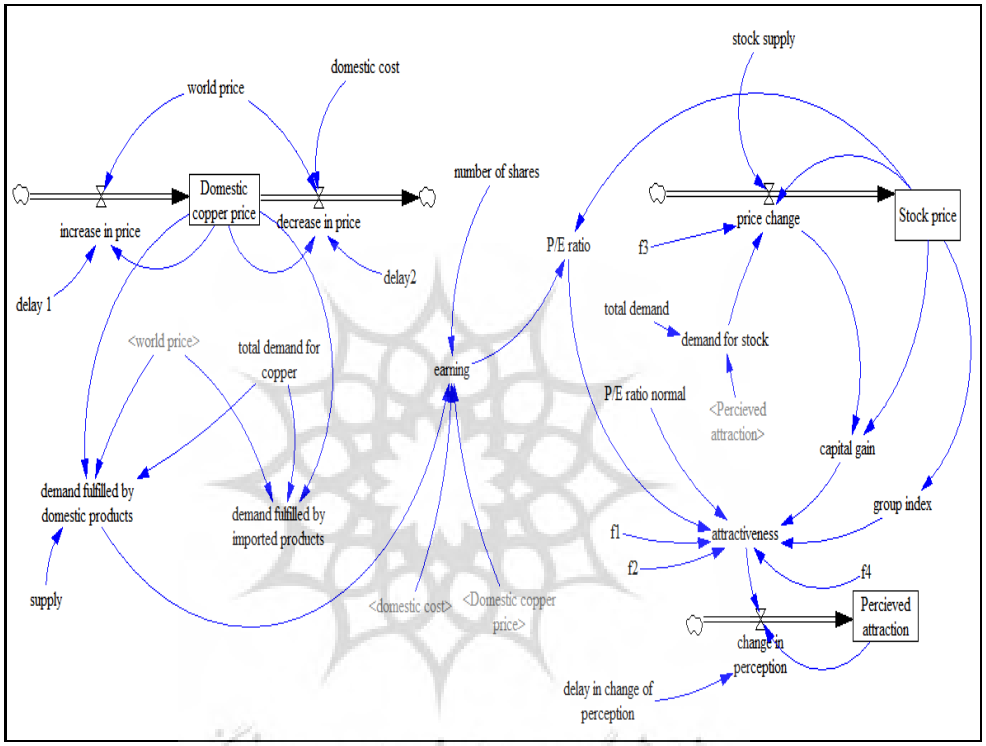
شکل۴. حلقهٔ بخش قیمت‌گذاری

الگوی شبیه‌سازی. درشکل ۵ الگوی اصلی تحقیق ترسیم شده است. همان‌طور که در بخش‌های پیشین نیز اشاره شد، الگوی پژوهش از دو زیرالگوی بازار سهام و بخش قیمت‌گذاری تشکیل شده است که توسط متغیر سود با یکدیگر مرتبط هستند. قیمت سهم موجب پویایی بازار سهام می‌گردد که در الگو توسط حلقه‌های مثبت و منفی مشخص شده‌اند.

در طراحی این الگو مفروضاتی به‌شرح زیر در نظر گرفته شده است.

ـ "عرضهٔ سهم" و " کل تقاضا برای سهم" در این بخش برای یک دورهٔ کوتاه و میان‌مدت ثابت در نظر گرفته شده است.

ـ تأثیر عرضه و تقاضای سهم بر تغییرات قیمت سهم توسط تابع f3 نشان داده شده است. به این معنا که تغییرات قیمت سهم، تابعی از نسبت عرضه به تقاضا می‌باشد. زمانی که این نسبت یک باشد، مقدار تابع، صفر خواهد بود و درنتیجه تغییری در قیمت رخ نخواهد داد و زمانی که این نسبت کمتر از یک باشد (فزونی تقاضا بر عرضه) قیمت افزایش خواهد یافت.



شکل ۵. الگوی اصلی تحقیق

ـ جذابیت سهم متأثر از نسبت P/E، P/E نرمال، سود سرمایه و شاخص گروه فلزات اساسی می‌باشد. تأثیر نسبت P/E از طریق تابع f2 نشان داده شده است که بیان می‌نماید جذابیت سهم تابعی است از نسبت P/E به P/E نرمال. همچنین حداکثر مقدار این تابع (f2) زمانی‌است که P/E مقدار صفر را اختیار می‌کند و با افزایش P/E مقدار تابع کاهش می‌یابد. زمانی که نسبت P/E به P/E نرمال به

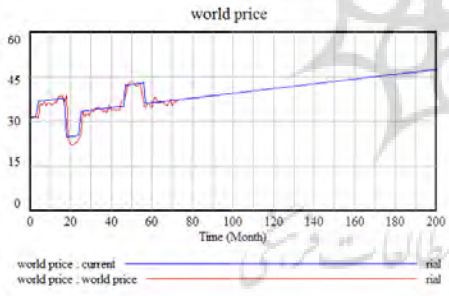
حداکثر برسد، جذابیت سهم در حداقل مقدار خود خواهد بود. تابع f1 نیز تأثیر سود سرمایه‌گذاری را بر جذابیت سهم نشان می‌دهد. تابع f1 تابعی افزایشی بوده که تأثیر مستقیم و مثبت تغییرات سود سرمایه‌گذاری بر جذابیت سهم را نشان می‌دهد. اثر شاخص گروه نیز بر جذابیت سهم از طریق تابع f4 نشان داده شده است که حاکی از وجود رابطهٔ مستقیم و مثبت بین دو متغیر (شاخص گروه و جذابیت سهم) می‌باشد.

ـ همان‌طور که در بخش قبل نیز مطرح شد، دو تأخیر زمانی در قیمت داخلی مس مؤثر هستند: اول تأخیر زمانی در کاهش قیمت و دوم تأخیر زمانی در افزایش قیمت. براساس تجربیات بازار، تأخیر در کاهش قیمت سه برابر تأخیر در افزایش قیمت تعیین شده است [۹].

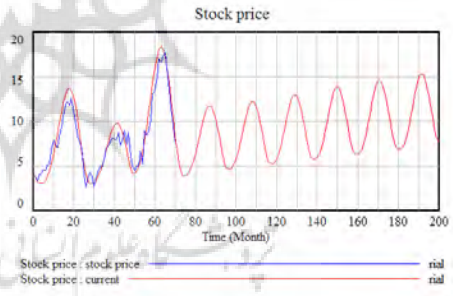
٤. تحلیل یافته‌ها

به‌منظور الگوسازی رفتار سهم در بازار بورس، داده‌های مورد نیاز از وب سایت‌های مرتبط و در برخی موارد نیز از طریق مصاحبه با صاحب‌نظران به‌دست آمد و سپس در قالب روابط ریاضی و منطقی، ارتباط بین متغیرها برقرار گردید. نتایج شبیه‌سازی، رفتار متغیرهای مختلف را در بازه زمانی ۲۰۰ ماهه نشان می‌دهد.

داده‌های گردآوری‌شده دربردارندهٔ اطلاعات سهم در بازر بورس و اوراق بهادار تهران از سال ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۱ می‌باشند (لازم به ذکر است که در هر دو نمودار مقادیر current که با رنگ قرمز مشخص شده‌اند حاکی از رفتار شبیه‌سازی شده برای متغیر مورد نظر می‌باشد).



شکل۷. نتایج شبیه‌سازی و داده‌های واقعی برای قیمت جهانی مس



شکل۶. نتایج شبیه‌سازی و داده‌های واقعی برای قیمت سهام ملی مس ایران

شکل شماره ۶ نشان‌دهندهٔ تطابق مناسب داده‌های واقعی از سال ۱۳۸۵ (اولین سال حضور سهام شرکت ملی مس ایران در بورس) با مقادیر شبیه‌سازی شده است. همان‌طور که از نظر منطقی نیز پیش‌بینی می‌شد رفتار قیمتی سهم به‌صورت سینوسی نوسان کرده و درنهایت روندی افزایشی دارد. علت بروز رفتار سینوسی را می‌توان در قالب سیاست‌هایی نظیر افزایش سرمایه و یا نقش تعدیل‌کنندگی نسبت P/E و مقایسهٔ آن با نسبت P/E نرمال تفسیر نمود. زیرا درصورت افزایش قیمت سهم، نسبت P/E افزایش یافته، زمانی‌که این نسبت بیش از P/E نرمال باشد سهامداران قیمت سهم را بیش از ارزش واقعی خود قلمداد کرده و درنتیجه تقاضا برای آن کاهش می‌یابد و به تبع آن، قیمت سهم سیر نزولی پیدا می‌کند. شکل ۷ روند قیمت جهانی مس و مقادیر شبیه‌سازی شده را نشان می‌دهد. همان‌طور که در نمودار مشخص شده است، روند افزایشی را می‌توان برای قیمت جهانی مس پیش‌بینی نمود.

اعتبارسنجی نتایج شبیه‌سازی. به‌منظور اعتبارسنجی الگوی سیستمی، خروجی به‌دست‌آمده با داده‌های واقعی مقایسه شده و از معیار میانگین مربعات خطا و آزمون UT (U-Theil) بهره گرفته شده است.

به‌منظور محاسبه RMSPE[1] فرمول زیر به‌کار رفته است. دراین روش میانگین انحراف داده‌های شبیه‌سازی شده (y^s) از داده‌های اصلی (y^a) محاسبه می‌گردد و θ بیانگر تعداد مشاهدات می‌باشد.

$$RMSPE = \sqrt{\frac{1}{\theta}\sum_{i=1}^{\theta}\left(\frac{y^s_{T+i} - y^a_{T+i}}{y^a_{T+i}}\right)^2} * 100$$ رابطه (۱)

روش دیگر برای سنجش انحراف مقادیر شبیه‌سازی‌شده از داده‌های واقعی، محاسبه UT است که طبق رابطهٔ زیر بدست می‌آید:

$$UT = \sqrt{\frac{\frac{1}{\theta}\sum_{i=1}^{\theta}(y^s_{T+i} - y^a_{T+i})^2}{\frac{1}{\theta}\sum_{i=1}^{\theta}(y^s_{T+i})^2 + \frac{1}{\theta}\sum_{i=1}^{\theta}(y^a_{T+i})^2}}$$ رابطه (۲)

1. Root Mean Squers Percentage Error (RMSPE)

مقدار UT همواره بین ۱ و صفر خواهد بود، هرچه این مقدار به صفر نزدیک‌تر باشد، مقادیر شبیه‌سازی شده و واقعی انحراف کمتری از یکدیگر دارند. به‌منظور تعیین منابع انحراف نیز از آزمون‌های U استفاده شده است به‌گونه‌ای که همواره رابطهٔ زیر بین این سه آزمون برقرار است:

$$U^m + U^s + U^c = 1$$ رابطه (۳)

در حالت ایده آل $U^s = U^m = ۰$ و $U^c=1$ خواهد شد. U^m بیانگر سهمی از خطاست که به‌عنوان خطای سیستماتیک شناخته می‌شود. U^s خطای مربوط به اختلاف معیار داده‌ها و U^c نیز سهم خطای غیر سیستماتیک را نشان می‌دهد که فرمول آن‌ها به‌صورت زیر می‌باشد [۱۱].

$$U^m = (\bar{Y}^s - \bar{Y}^a)^2 / [\frac{1}{\theta}\sum_{i=1}^{\theta}(Y_{T+i}^s - Y_{T+i}^a)^2]$$ رابطه (۴)

$$U^s = (SDS - SDA)^2 / [\frac{1}{\theta}\sum_{i=1}^{\theta}(Y_{T+i}^s - Y_{T+i}^a)^2]$$ رابطه (۵)

$$U^c = [2*(1-r)*(SDS*SDA)] / [\frac{1}{\theta}\sum_{i=1}^{\theta}(Y_{T+i}^s - Y_{T+i}^a)^2]$$ رابطه (۶)

که $\bar{Y}^s$ و $\bar{Y}^a$ به‌ترتیب میانگین داده‌های شبیه‌سازی‌شده و واقعی، SDS و SDA به‌ترتیب انحراف معیار داده‌های شبیه‌سازی‌شده و واقعی و r ضریب هم بستگی بین داده‌های واقعی و شبیه‌سازی‌شده می‌باشد.

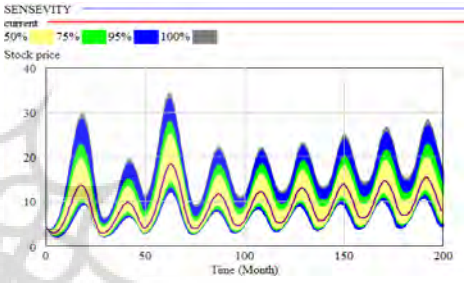
جدول زیر نتایج آزمون‌های آماری را برای دو متغیر قیمت‌های جهانی و قیمت سهام در بازار بورس نشان می‌دهد. نتایج حاکی از مناسب بودن برازش داده‌های شبیه‌سازی‌شده با داده‌های واقعی است. در اینجا باتوجه به نتایج جدول شماره ۲ و قبولی الگو در تست‌های سیستمی می‌توان از نتایج الگو برای سناریوسازی و ارائه پیشنهادات اصلاحی استفاده نمود.

جدول۲. نتایج آزمون‌های آماری مربوط به اعتبار سنجی الگو

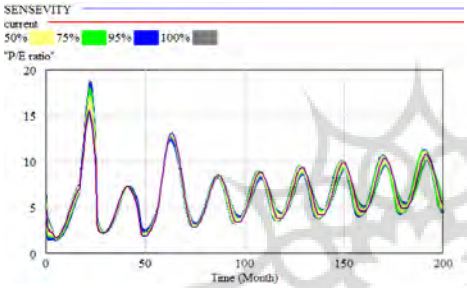
نام آزمون	RMSPE	UT	U^m	U^s	U^c	$U^m + U^s + U^c$
قیمت سهام در بازار بورس	۰/۱	۰/۰۹	۰/۰۷	۰/۲	۰/۷۳	۱
قیمت جهانی مس	۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۱۲	۰/۱۵	۰/۷۳	۱

تحلیل حساسیت. تحلیل حساسیت یکی از بخش‌های مهم در الگوهای پویایی شناسی سیستم محسوب می‌شوند. تحلیل حساسیت درحقیقت نشان‌دهندهٔ میزان حساسیت متغیرهای کلیدی تحقیق، نسبت به پارامترهای تحقیق می‌باشد. بنابراین پارامترهای تحقیق را به یک اندازه تغییر داده و اثر آن را بر متغیرهای کلیدی بررسی می‌نماییم.

در این بخش حساسیت قیمت سهم و نسبت P/E، نسبت به تعداد سهم مورد بررسی قرار گرفت. به این منظور تعداد سهم را ۵۰ درصد تغییر داده و اثر آن را بر قیمت سهم و نسبت P/E سهم مورد بررسی قرار گرفته است. همان‌طور که در شکل ۸ دیده می‌شود سیاست‌هایی نظیر افزایش سرمایه که منجر به افزایش تعداد سهم می‌گردد می‌تواند تأثیر بسزایی در رفتار سهم داشته باشد. در حالی‌که این سیاست تأثیر چندانی در نوسانات نسبت P/E نخواهد داشت. زیرا قیمت نیز به تبع سود هر سهم کاهش یافته و درنتیجه این نسبت تغییر چندانی نخواهد کرد (شکل شماره ۹).



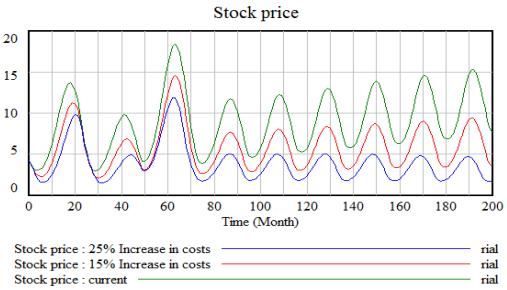
شکل۸. تحلیل حساسیت نوسانات قیمت سهم در بازار بورس نسبت به نوسانات تعداد سهم



شکل ۹. تحلیل حساسیت نسبت به P/E نسبت به نوسانات تعداد سهم

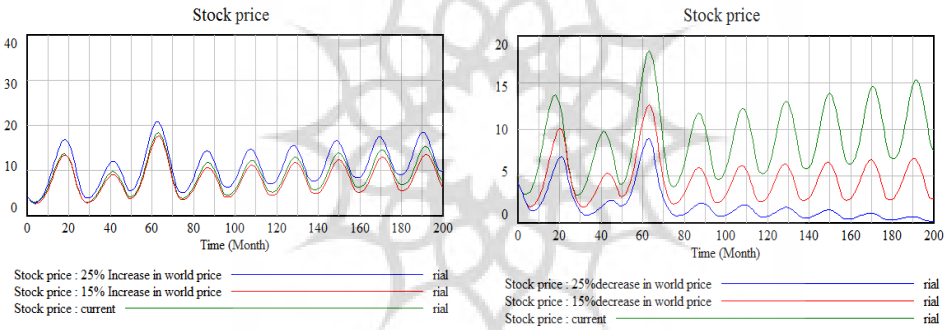
سناریوهای پیشنهادی. به‌منظور پیش‌بینی رفتارهای محتمل الگو چند سناریو پیشنهاد شده است:
الف) درحالت اول تأثیر اجرای فاز دوم هدفمندسازی یارانه‌ها و افزایش ۱۵درصدی (نمودار قرمز رنگ) و ۲۵ درصدی (نمودار آبی رنگ) در هزینه‌های تولید بر نوسانات قیمت سهم در بازار مد نظر قرار گرفت. همان‌طور که در نمودار شکل ۱۰ نشان داده شده است رفتار سینوسی سهم همچنان پایدار مانده اما شاهد کاهش چشمگیر قیمت سهم در بازار خواهیم بود.

پرتال جامع علوم انسانی



شکل۱۰. شبیه‌سازی سناریوی افزایش هزینه تولید

ب) در حالت دوم احتمال افزایش و کاهش ۱۵ و ۲۵ درصدی قیمت جهانی مس مورد بررسی قرار گرفت. همان‌طور که در شکل ۱۲ دیده می‌شود، درصورت افزایش قیمت جهانی شاهد افزایش ناچیز قیمت سهم در بازار خواهیم بود (خطوط آبی افزایش ۲۵ درصدی و خطوط قرمز افزایش ۱۵درصدی را نشان می‌دهد)؛ اما مطابق شکل ۱۱ کاهش قیمت جهانی افت شدید قیمت سهم در بازار را به‌دنبال خواهد داشت.

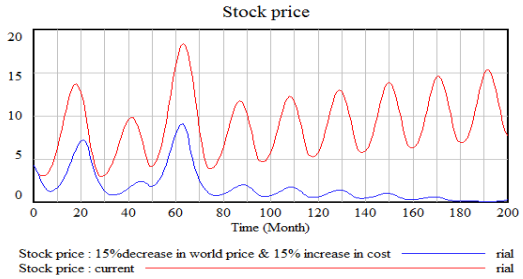


شکل۱۱. شبیه سازی سناریوی کاهش قیمت جهانی مس

شکل۱۲. شبیه‌سازی سناریوی افزایش قیمت جهانی مس

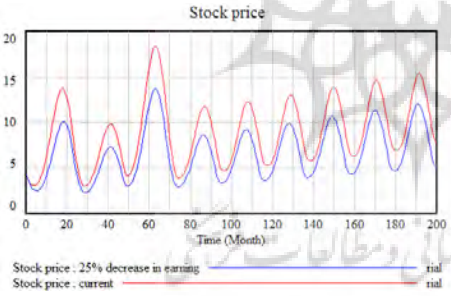
ج) در حالت سوم کاهش قیمت جهانی مس و افزایش هزینهٔ تولید را به‌طور توأم درنظر گرفته‌ایم. همان‌طور که در شکل ۱۳ دیده می‌شود رفتار سهم درصورت بروز چنین تغییراتی به‌صورت نوسانی میرا در خواهد آمد و سطح قیمت‌ها نیز نسبت به حالت اولیه به‌وضوح کاهش خواهد یافت. رفتار نوسانی میرا در این حالت بیانگر کاهش شدیدی در دامنه نوسان قیمتی سهم می‌باشد. به این معنا که چنانچه کاهش قیمت جهانی و افزایش هزینهٔ تولید به‌طور هم‌زمان اتفاق بیفتد، قیمت سهام به‌شدت کاهش یافته و از آن پس شاهد افزایش اندک و نوسانات ناچیزی در رفتار سهام خواهیم بود.

همان‌طور که ملاحظه می‌شود بیشترین کاهش قیمت در این حالت رخ می‌دهد و جایگاه سهم به‌شدت در بازار متزلزل خواهد شد.

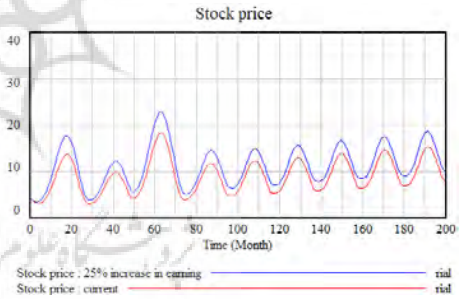


شکل۱۳. شبیه‌سازی سناریوی کاهش قیمت جهانی مس و افزایش هزینه‌های تولید

د) در حالت چهارم به نقش متغیر سودآوری شرکت در نوسانات قیمت سهام پرداخته شده است. به این منظور رفتار سهم را در شرایط افزایش و کاهش ۲۵ درصدی در سود شرکت شبیه‌سازی کرده‌ایم. همان‌طور که نتایج تحلیل نشان می‌دهند قیمت سهم کاملاً متناسب با سودآوری شرکت نوسان می‌کند. نکتهٔ قابل توجه آن است که واکنش نوسانات قیمتی به کاهش سودآوری بیش‌از افزایش سودآوری است. همان‌گونه که در شکل ۱۵ ملاحظه می‌گردد تفاوت بین سطح قیمت‌ها در حالت کاهش سودآوری بیش‌از شرایط افزایش سودآوری (شکل شماره ۱۴) است.



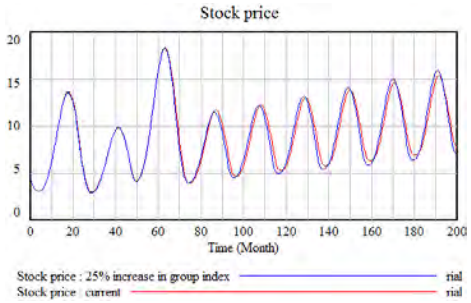
شکل۱۵. شبیه‌سازی سناریوی کاهش ۲۵ درصدی در سود



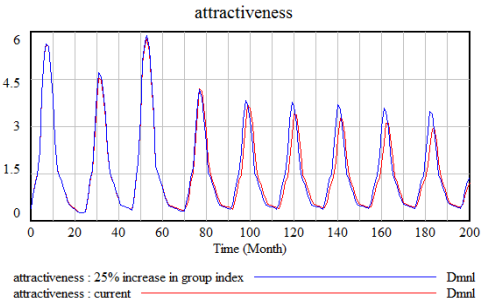
شکل۱۴. شبیه‌سازی سناریوی افزایش ۲۵ درصدی در سود

ه) در حالت پنجم نقش شاخص گروه فلزات اساسی را بر جذابیت سهم و درنهایت رفتار قیمت سهم در نظر گرفته‌ایم. شاخص گروه فلزات اساسی در برگیرندهٔ رفتار قیمتی سایر شرکت‌های حاضر در

گروه فلزات اساسی می‌باشد. همان‌گونه که در شکل شماره ۱۶ پیداست، افزایش ۲۵ درصدی شاخص گروه فلزات موجب افزایش جذابیت سهم شده است و همان‌طور که در شکل شماره ۱۷ نشان داده شده است، این افزایشِ جذابیت خصوصاً در بلندمدت باعث افزایش اندکی در قیمت سهم خواهد شد.



شکل۱۶. شبیه‌سازی سناریوی افزایش شاخص گروه فلزات و تاثیر آن بر قیمت سهم



شکل۱۷. شبیه‌سازی سناریوی افزایش شاخص گروه فلزات و تاثیر آن بر جذابیت سهم

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهاد

در این پژوهش بااستفاده از الگوی پویایی‌های سیستم به الگوسازی رفتار سهم در بازار بورس پرداخته شده است. در ادامه نیز رفتارهای محتمل در بازار مورد بررسی قرار گرفت. نتایج تحلیل نشان می‌دهد که هزینه های تولید، قیمت جهانی، سودآوری شرکت و شاخص گروه فلزات عواملی اثرگذار در رفتار سهم می‌باشند. به‌علاوه از میان متغیرهای فوق قیمت جهانی و هزینه‌های تولید به‌عنوان مؤثرترین متغیرها بر قیمت سهم شناسایی شدند. چرا که با تغییر یکسان (تغییر ۲۵درصدی) در این عوامل، واکنش رفتار قیمتی سهام به تغییر در هزینهٔ تولید و قیمت جهانی شدیدتر از سایر متغیرها بوده است. بنابراین توصیه می‌شود مدیران این مجموعه درجهت انتخاب زنجیرهٔ تأمین و سایر هزینه‌های تولید، بهینه‌ترین شیوه را انتخاب نمایند. چنین سیاست‌هایی هم از طریق کاهش هزینهٔ تولید و هم افزایش سودآوریِ شرکت می‌تواند موجب استقبال سهامداران از سهامِ این مجموعه شود. بررسی شاخص گروه فلزات اساسی نیز نشان می‌دهد که افزایش تقاضا در سایر شرکت‌های گروه فلزات اساسی می‌تواند در بلندمدت موجب ترغیب سهامداران به خرید سهام این شرکت شود.

به‌طور کلی باتوجه به نتایج شبیه‌سازی می‌توان گفت واکنش بازار و سهامداران به اخبار منفی بیش‌از اخبار مثبت است. زیرا همان‌گونه که در نمودارهای بخش قبل نشان داده شده است، در اکثر

موارد میزان کاهش قیمت درصورت وجود اخبار منفی بیش‌از افزایش قیمت درصورت وجود اخبار مثبت است.

باتوجه به لزوم تعریف مرز و محدودهٔ تحقیق در روش پویایی شناسی سیستم تعداد محدودی متغیر در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفته است. پژوهش‌های آتی می‌توانند به بررسی متغیرهای دیگری نظیر سیاست‌های تقسیم سود بپردازند. به‌علاوه الگوسازی و پیش‌بینی رفتار سهم در این پژوهش صرفاً توسط روش پویایی سیستم مورد بررسی قرار گرفت؛ پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی از چند روش به‌طور هم‌زمان بهره گرفته شده و نتایج پیش‌بینی با تلفیق در الگوی پویای سیستمی با یکدیگر مقایسه و تحلیل گردند.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

۱. آذر، عادل، کریمی، سیروس (۱۳۸۸). پیش‌بینی بازده سهام با استفاده از نسبت‌های حسابداری یا رویکرد شبکه های عصبی. *تحقیقات مالی*، دوره۱۱، شماره ۲۸.

۲. بابائیان،علی و عرب مازار، محمد (۱۳۷۹). بررسی تحلیلی ارتباط بین تغییرات اقلام ترازنامه با تغییرات بازده سهام در شرکت های بورس تهران. پایان نامه کارشناسی ارشد حسابداری، دانشگاه شهید بهشتی.

۳. تهرانی، رضا، محمدی، شاپور، پور ابراهیمی، محمد رضا (۱۳۸۹). مدل‌سازی و پیش بینی نوسانات بازده در بورس اوراق بهادار تهران. دوره ۱۲، شماره.۳۰

۴. شیخ خوزانی، زهره، حسینی، خسرو، رحیمیان، مهدی (۱۳۸۹). مدل‌سازی بهره برداری از مخازن چند منظوره به روش پویایی سیستم. *مجله مدل سازی در مهندسی*، شماره ۲۱.

5. Alexander, C. (1999). Risk Management and Analysis. Measuring and Modelling Financial Risk, Volume 1, John Wiley and Sons, NewYork, NY.

6. Atsalakis, G., & Kimon, V. (2009). Forecasting stock market short-term trends using a neuro-fuzzy based methodology. *Expert Systems with Applications, 36*.

7. Forrester, J. W., & Brink, H.M. (1999). *Industrial Dynamics*. students edition, MIT Press.

8. Pan. H., & Zhang, Z. (2005). Forecasting financial volatility: Evidence from chine sstock market. *Working papers in economics and finance, 06/02*, University of Durham.

9. Rahdari, H., Forouzan, A., Ramezankhani, A., & Foroughi, P. (2009). Analyzing effect of global steel price fluctuation on Iran s steel maker stock price: A system dynamics approach. *system dynamics conference*.

10. Richardson P. & Pugh, A.L. (1993). *Introduction to system dynamics modeling with dynamo*. second priting, MIT press.

11. Sterman, J. D. (2000). *Business Dynamics*. McGraw-Hill, Boston.

12. Tooma, E.A. (2003). Modeling and Forecasting Egyptian Stock Market Volatility before and after Price Limits. *Working Paper, 0310, Economic* Research Forum, Cairo, Egypt.

-www.irbourse.com

-www.TSETMC.com

–www.nicico.com

-www.kitcometals.com

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی