Archive of SID

شبیه‌سازی بازار سهام با توجه به ویـژگیـهای ساختـاری بـازار سهـام تـهران

سعید مشیری [*]
امیربهداد سلامی [**]

شبیه‌سازی طی دو دهۀ اخیر با رشدی شتابان در علوم اجتماعی و اقتصاد مورد استفاده قرار گرفته است. روش شبیه‌سازی بازیگر مدار امکان ایجاد فضای مصنوعی برای تقابل و تعامل تعداد زیادی از بازیگران در محیط رایانه را فراهم می‌آورد. بر همین اساس با توجه به مدل‌های موجود در ادبیات این حوزه و ویژگیهای جدید، بازار سهام تهران شبیه‌سازی شده است. آزمونهای اولیه نشان

[*]. دکتر سعید مشیری؛ عضو هیأت علمی دانشگاه علامه طباطبایی.
E.mail: smoshiri@mun.com
[**]. دکتر امیربهداد سلامی؛ پژوهشگر آزاد.
E. mail: absalami@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

می‌دهد که این مدل به خوبی توانسته است مشخصات آماری موجود در سری زمانی قیمتها و بازدهیهای بازارهای بین‌المللی و بازار سهام تهران را بازتولید نماید.

کلید واژه‌ها:

بازار سهام تهران، شبیه‌سازی بازیگر مدار، اقتصاد مالی، مدل اقتصادسنجی، تعیین قیمت

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

شبیه‌سازی، روشی جدید برای انجام تحقیقها و پژوهشهای علمی است که در کنار دو روش استاندارد استقرا و قیاس و بیشتر برای تجزیه و تحلیل الگوهای غیرخطی بکار می‌رود. استقرا، کشف الگوهایی در داده‌های تجربی است. ولی قیاس تنظیم یک مجموعه از فروض و اصول بدیهی و استنتاج منطقی پیامدها است. تجزیه و تحلیل داده‌های سری زمانی اقتصادی یک نمونه از بکارگیری روش استقرا و کشف تعادلها در نظریه بازیها با استفاده از اصل بدیهی انتخاب عقلانی، یک مثال خوب برای استفاده از روش قیاس در اقتصاد ریاضی است.

شبیه‌سازی، مشابه قیاس با تعیین یک مجموعه از فروض آغاز می‌شود. اما در شبیه‌سازی برخلاف قیاس، نظریه‌ای اثبات نمی‌شود. شبیه‌سازی داده‌هایی ایجاد می‌کند که می‌توان آنها را بطور استقرایی تحلیل کرد. اما برخلاف یک استقرای نوعی، داده‌های شبیه‌سازی از یک مجموعه قواعد مشخص و تعریف شده می‌آیند و نه از اندازه‌گیری مستقیم جهان واقعی. در حالی که استقرا، برای پیدا کردن الگوها در داده‌ها و قیاس، برای کشف پیامدهای فروض بکار می‌روند، شبیه‌سازی به درک شهودی مناسبات درونی یک سیستم کمک می‌کند.

در اقتصاد پذیرفته شده است که افراد رفتاری عقلانی دارند؛ اما این رفتار با توجه به اینکه در اغلب اوقات تمام اطلاعات مورد نیاز در دسترس نیست در عمل این رفتار دچار محدودیت می‌شوند. بنابراین افراد در راستای بهینه‌سازی رفتارهای خود ناگزیر از تقابل با دیگران و محیط هستند و لاجرم رفتاری تطبیقی را اتخاذ می‌کنند. اینگونه سیستم‌ها را که به تعامل اجزای تشکیل دهندهٔ خود وابسته هستند را نمی‌توان با مطالعه مجزای اجزای آن و بطور تحلیلی بررسی کرد. بنابراین اغلب، شبیه‌سازی به‌عنوان یک راه قابل قبول و ممکن برای مطالعه جمعیتی از بازیگران که بجای رفتار عقلانی بطور تطبیقی عمل می‌کنند، شناخته می‌شود.

با توجه به موارد بالا و اینکه عمر زیادی از شبیه‌سازیهای اقتصادی در جهان نمی‌گذرد، دراین مقاله سعی شده است ضمن معرفی هر چه بیشتر رویکرد شبیه‌سازی در اجرای تحقیقهای علمی در حوزهٔ اقتصاد، یک مدل شبیه‌سازی از یکی از اصلی‌ترین زیر

www.SID.ir

Archive of SID

بخشهای اقتصاد؛ یعنی بازار مالی و بازار سهام تهران با توجه به ویژگیهای ساختاری آن، ارائه شود. در ادامه؛ ابتدا مفاهیم روش شبیه‌سازی، توضیح داده شده و سپس به «شبیه‌سازی بازیگر مدار» و جایگاه آن در بازارهای مالی پرداخته می‌شود. در بخش چهارم مدل ساده‌سازی شده از بازار سهام تهران ارائه و در انتها؛ نتایج آماری ارائه خواهد شد.

شبیه سازی[1]

در یک بیان کلی، شبیه‌سازی را می‌توان تقلید و تکرار سیستم‌های حقیقی با استفاده از ابزارهایی مانند رایانه یا ازطریق ایجاد وضعیتها و وسایل مشابه دانست. شبیه‌سازی امروزه کاربردهای بسیاری در حوزه‌ها و علوم گوناگون دارد و به‌عنوان یک روش پرطرفدار و قدرتمند در حل مسائل شناخته می‌شود. در واقع، شبیه‌سازی فرآیند طراحی یک مدل یا الگو از یک سیستم حقیقی یا تخیلی و انجام آزمونی مختلف با استفاده از آن است. هدف شبیه‌سازی درک رفتار سیستم یا ارزیابی استراتژی‌های بکار گرفته شده در سیستم است.

استفاده از شبیه‌سازی رایانه‌ای از اوایل دهۀ ۱۹۵۰ بطور جدی آغاز شد. تا اواخر دهۀ ۱۹۶۰ اینگونه شبیه‌سازی با توجه به نیاز به استفاده از رایانه‌های بزرگ و متخصصین آموزش‌دیده، بسیار گران و در نتیجه، استفاده از آنها بسیار محدود بود. در آن زمان برای برنامه‌نویسی از زبانهای Fortran و Assembler که انعطاف کمی داشتند، استفاده می‌شد. در دهۀ ۱۹۷۰ و اوایل دهۀ ۱۹۸۰ با توجه به پیشرفت رایانه‌ها و ارزان‌تر شدن آن، شبیه‌سازی گسترش بیشتری یافت؛ ولی بیشتر در صنایع بزرگ هوایی و خودرو و نظایر آنها بکار گرفته می‌شد. این روند در دهۀ ۱۹۹۰ با سرعت بیشتری ادامه یافت؛ بطوریکه این اواخر، شبیه‌سازی مورد توجه و استفادۀ سازمانها و شرکتهای کوچک نیز قرار گرفته است. در حال حاضر شبیه‌سازی به یک ابزار تحقیق استاندارد تبدیل شده، مدل‌سازیهای رایانه‌ای بویژه از نوع بازیگرمدار از سیستم‌های اجتماعی- اقتصادی رواج یافته و شبیه‌سازیهای تقابلی مبتنی بر شبکه با گسترش اینترنت[2] در حال شکل‌گیری و مطرح شدن است.

---

[1]. مطالب این بخش و بخش بعد بطور عمده از زیگلر (۲۰۰۵) و زیگلر و ساریوگیان (۲۰۰٤) اقتباس شده است.

[2]. Web Based Interactive Simulations

www.SID.ir

Archive of SID

امروزه شبیه‌سازی رایانه‌ای به‌صورت مدلی که از زبان ریاضی برای تبیین رفتار یک سیستم استفاده می‌کند، در اقتصاد نیز رواج یافته و در تحلیلهای عددی بکار می‌رود. این فرآیند به پیدایش علم اقتصاد محاسباتی انجامیده، که مدل‌های اقتصادی پیچیده را با روشهای محاسباتی و عددی حل می‌کند.

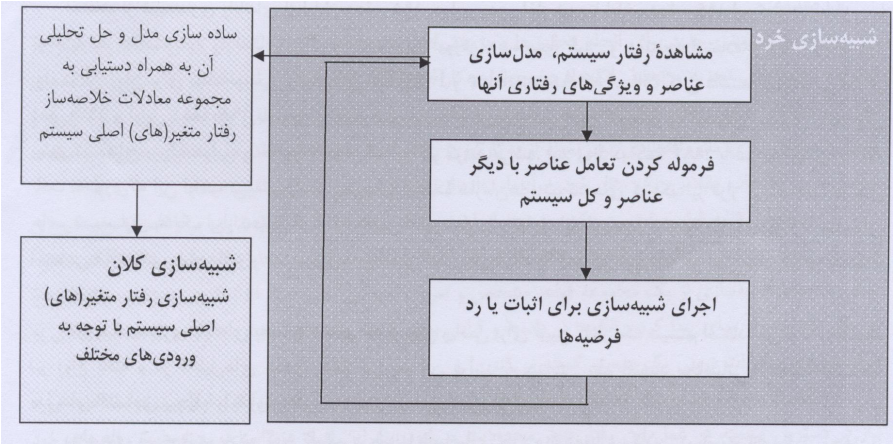
روشهای شبیه‌سازی به دو گونه تقسیم می‌شوند: شبیه‌سازی خرد و شبیه‌سازی کلان. در شبیه‌سازی خرد، محقق با توجه به فرضیات خود پس از مشاهده و مطالعهٔ سیستم حقیقی به طراحی کوچکترین اجزای آن سیستم و متعاقب آن نحوهٔ تعامل این اجزا با یکدیگر و سازوکاری که با استفاده از آن تعاملهای موجود به نتیجه(ها) منجر می‌شود، می‌پردازد و در ادامه به مدل اجازه می‌دهد تا تحت آن قواعد و در بستر رایانه‌ای به تولید انواع خروجیهای طراحی شده بپردازد و در نهایت خروجیها را به‌عنوان یک مشاهدهٔ جدید تحلیل می‌کند. درصورت نیاز، فرضیه، تعدیل شده و فرآیند مذکور تکرار می‌شود. این نوع از نگرش «شبیه‌سازی خرد» و کوچکترین اجزا در اصطلاح نامیده می‌شوند. هرگاه تنها کوچکترین جزء همان سیستم تحت بررسی باشد به آن شبیه‌سازی اتمی اطلاق می‌شود در غیر اینصورت، به آن شبیه‌سازی ترکیبی می‌گویند.

برخی مواقع، تقابلهای تعریف شده به سادگی و با تحلیل ریاضی به یک یا چند معادلهٔ نهایی قابل تقلیل[1] هستند. این معادلات در واقع بیانگر رفتار متغیر(های) تجمعی (نظیر قیمت، تورم، نرخ بیکاری) در طول زمان هستند. در این حالت، تنها نیاز به طراحی برنامه‌ای برای بازسازی خروجیهای حاصل از دریافت مقادیر مختلف ورودیها (که می‌توانند اعداد تصادفی نیز باشند) است. این نوع از مدل‌ها مجموعه‌ای موسوم به «شبیه‌سازی کلان» را تشکیل می‌دهند. در بسیاری از مدل‌ها نیز آنچه اتفاق می‌افتد با توجه به نگرشی بینابین این دو نوع نگرش حدی است. شکل زیر مطالب فوق را خلاصه می‌کند.

[1]. Reduced Forms

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱. شبیه‌سازی خرد در مقابل شبیه‌سازی کلان

شبیه سازی بازیگرمدار

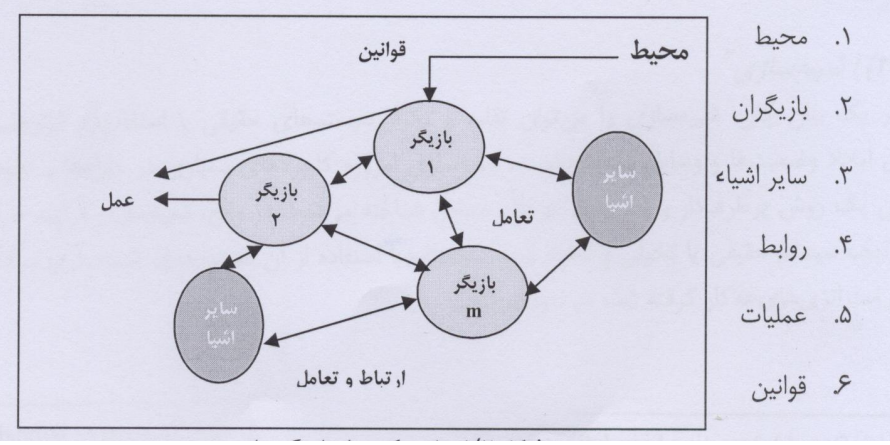
یک نوع مهم شبیه‌سازی در علوم اجتماعی، شبیه‌سازی بازیگرمدار است. در این نوع از شبیه‌سازی تعداد زیادی بازیگر در حال تقابل که خط سیر واحدی را دنبال نمی‌کنند در یک محیط رایانه‌ای که نتیجهٔ فعالیت آنها را در یک یا چند متغیر انعکاس می‌دهد، معرفی می‌شود. شبیه‌سازی چند بازیگره می‌تواند مدل‌های بسیار متنوعی از افراد، شامل افراد بسیار ساده و پیچیده را پوشش دهد. این نوع از شبیه‌سازی در زمرهٔ شبیه‌سازی خرد ترکیبی قرار می‌گیرد.

هدف اصلی شبیه‌سازی بازیگر مدار، فراهم آوردن امکان شناخت بیشتر پدیده‌های اقتصادی و اجتماعی است. در شبیه‌سازی بازیگر مدار مانند سایر مدل‌های اقتصادی تلاش بر این است که مدل شامل متغیرهای اصلی و تعاملات بین آنها بوده؛ ولی تا حد ممکن ساده باشد. مسلم است که ورود اجزای دیگر به دقت و درستی مدل می‌افزاید، اما از طرف دیگر آن را پیچیده ساخته و درک و تشخیص درست ارتباط بین عوامل و نتایج را دشوار می‌کند.

یک مدل چند بازیگره شامل تعریف عناصر نام برده شده در شکل زیر است:

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲. اجزای یک مدل بازیگر مدار

مهمترین عنصر یک مدل بازیگرمدار همانطورکه انتظار می‌رود، بازیگر نام دارد. یک بازیگر یک شیء نرم‌افزاری است که خود مختار بوده و دارای هدف و تمایل مشخص، درک محیط اطراف، توانایی عمل متناسب با محیط، توانایی تعدیل و تطبیق رفتار با شرایط جدید، توانایی ارتباط و تعامل با سایر بازیگران و در پاره‌ای از موارد توانایی تولید مثل است.

بازیگران در یک محیط تعریف شده مانند بازار، باتوجه به قوانین و قواعد خاص، مانند قواعد مربوط به خرید و فروش سهام، با یکدیگر تعامل؛ و برای مثال، خرید و فروش می‌کنند که نتیجهٔ آن به‌صورت عمل تعریف می‌شود. یک مدل شبیه‌سازی بازیگرمدار باید بتواند تمامی عناصر مدل و ارتباطات بین آنها را به زبان ریاضی تعریف و باتوجه به ورودیها، خروجیهای لازم را ارائه دهد.

متأسفانه، یک زبان برنامه‌نویسی رایانه‌ای که بتواند تمام پیش‌نیازهای طراحی یک شبیه‌سازی مانند ساختار خوب، کار راحت، امکان اعمال تعدیلهای جزئی و کلی، عیب‌یابی سریع و آسان، توانایی گرافیکی بالا، آشنا از دید برنامه‌نویسان را بطور یکجا فراهم آورد، وجود ندارد. بنابراین، تبدیل مدل ریاضی و اقتصادی به یک الگوریتم رایانه‌ای کار ساده و راحتی نیست.

بطور خلاصه، انواع ابزارهای نرم‌افزاری برای شبیه‌سازی:

www.SID.ir

Archive of SID

۱. زبانهای عمومی برنامه‌نویسی مانند C , Fortran و JAVA
۲. صفحه‌گسترده‌ها و VBA مثل Excel و E-Views
۳. زبانهای شبیه‌سازی مثل GPSS، SIMSCRIPT، SLAM و SIMAN
۴. بسته‌های نرم‌افزاری پشتیبان مانند SWARM، RePast، SimulLink و LSD

شبیه‌سازی بازیگر مدار در اقتصاد و بازارهای مالی

امروزه، روشهای بازیگر مدار در بسیاری از محیط‌های مختلف اقتصادی بکار گرفته شده‌اند. اما، بازارهای مالی به علت ویژگیهای پویایی جالبی که دارند در این زمینه بیشتر مورد توجه بوده‌اند. در این بازار، مقادیر انبوهی از اطلاعات، واقعیتها و داده‌ها با کیفیت اطلاعاتی، ویژگیهای رفتاری متنوع و تواتر بالا ایجاد و نگهداری می‌شود که برای مطالعه بسیار لازم هستند. بعلاوه، این بازارها به خوبی سازمان یافته و در آنها تحت یک نظارت متمرکز، محصولاتی همگن در قالب روشی به نسبت کارآمد مورد معامله قرار می‌گیرند. علاوه بر این، با توجه به اینکه در بازارهای مالی قیمتها بیش از سایر بازارها منعکس‌کنندهٔ اطلاعات مربوط به عرضه و تقاضا هستند، این بازارها از لحاظ نحوهٔ تشکیل قیمت و پایداری بازار مورد توجه اقتصاددانان قرارگرفته است.

از طرف دیگر، با استفاده از روشهای آماری، نشان‌داده شده که فرآیند حاکم بر متغیرهای مطرح بازارهای مالی غیرخطی است. برای نشان دادن این واقعیات معیارهایی نظیر میانگین، میانه، واریانس، بیشینه، کمینه، ضریب چولگی و ضریب کشیدگی توزیع بازدهیهای روزانهٔ مشاهده شده در چند بازار سهام بین‌المللی، در کنار معیار ضریب همبستگی بین مربع باوقفهٔ بازدهیها و بازدهیهای جاری آنها، در جدول زیر آورده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. مشخصه‌های آماری بازدهیهای روزانهٔ سهام منتخب و شاخص سهام از ۱۹۸۶ تا ۲۰۰۰

سهم	میانگین	میانه	کمینه	بیشینه	واریانس	چولگی	کشیدگی	$Corr(r_t^2,r_{t-1})$
لندن	۰,۰٤۱	۰,۰۲۷	(۱۳,۰۲۹)*	۷,۵۹	۰,۸٤۵	(۱,۵۹)	۲۷,٤۱	(۰,۱۹۹)
آمستردام	۰,۰۳۸	۰,۰۲۹	(۱۲,۷۸)	۱۱,۱۸	۱,۲۷۹	(۰,٦۹۳)	۱۹,۷۹	(۰,۰٤۹)
پاریس	۰,۰۲٦	۰	(۱۰,۱٤)	۸,۲۲	۱,٤۳۷	(۰,۵۲۹)	۱۰,۵٦۰	(۰,۰٤۲)
فرانکفورت	۰,۰۳۵	۰,۰۲٦	(۱۳,۷۱)	۷,۲۸	۱,۵۲	(۰,۹٤٦)	۱۵,۰٦	(۰,۰۹۵)
توکیو	۰,۰۰۵	۰	(۱٦,۱۳)	۱۲,٤۳	۱,۰۲	(۰,۲۱۳)	۱٤,۸۰	(۰,۱۳)

منبع: ***فرانسس و دیجک (۲۰۰۱)***.

*. اعداد داخل پرانتز منفی هستند.

همانطور که جدول نشان می‌دهد ضریب کشیدگی بازارهای سهام منتخب همه بزرگتر از ۳ است که حکایت از توزیعی با دنبالهٔ ضخیم می‌کند. در توزیع با دنبالهٔ ضخیم مشاهده‌های بزرگ، بسیار بیشتر از آن چیزی که از توزیع نرمال انتظار داریم و مدل‌های سنتی اقتصاد مالی ارائه می‌دهند، اتفاق می‌افتند. بنابر آنچه در نمونه‌های ارائه شدهٔ فوق نشان داده شد، امکان مشاهدهٔ بسیار زیاد بازدهیهای بزرگ در بازارهای سهام است.

معیار ضریب چولگی، تقارن توزیع را می‌سنجد. توزیعهای متقارنی مانند توزیع نرمال دارای ضریب چولگی صفر هستند. اگر ضریب چولگی توزیع بازدهیهای تحقق یافته منفی باشد، نشان‌دهندهٔ این واقعیت است که توزیع به‌سمت چپ و بازدهیهای منفی چولگی داشته و بازدهیهای منفی بزرگ بیشتر از بازدهیهای مثبت و با شدت بیشتری اتفاق می‌افتند، و برعکس. آمار جدول بالا، مبین این واقعیت در بازارهای بین المللی اشاره شده است.

دیگر ویژگی قابل بررسی این است که اغلب مشاهده شده که نوسانات شدید (بازدهیهای بزرگ) به دنبال بروز یک بازدهی منفی در بازار به وجود آمده است. محاسبه $corr(\rho_t^2,\rho_t)$ به ما در این بررسی یاری می‌رساند. منفی بودن این ضریب، نشان‌دهندهٔ این مطلب است.

www.SID.ir

Archive of SID

مثالهایی از مدل‌های چند بازیگر که واقعیات مشاهده شدهٔ مشابه بازارهای مالی را نمایش می‌دهند؛ لوکس[1] (۱۹۹۸)، لوکس و مارچسی[2] (۲۰۰۱)، فارمر[3] (۱۹۹۸)، بورن هولت[4] (۲۰۰۱)، کالدارلی و دیگران[5] (۱۹۹۷)، و یوسفمیر و دیگران[6] (۱۹۹۷)، می‌باشند.

بازار مالی مدل لوکس (۱۹۹۸) دو گروه از بازیگران را در مدل مشارکت می‌دهد: معامله‌گرهای اخلالی و بنیادگراها. اتخاذ تصمیم معامله‌گران اخلالی بر پایهٔ الگوهای قیمتی گذشته و دیدگاه اکثریت بازار (رفتار سایر بازیگران) که به اثر گله‌ای (توده‌ای) یا «کارناوالی»[7] مشهور است، قرار دارد. بازیگران اخلالی خود به دو دستهٔ خوش‌بین و بدبین تقسیم می‌شوند. خوش‌بین‌ها به مسیر رو به بالای قیمتها اعتقاد دارند؛ در حالی که بدبین‌ها، برعکس، پیش‌بینی می‌کنند که قیمتهای بازار کاهش خواهد یافت. بنیادگراها انتظار دارند قیمت بازار گرایشی ذاتی به تبعیت از ارزش بنیادی دارایی داشته باشد. اگر قیمت حقیقی بازار بالاتر (پایین‌تر) از ارزش بنیادی تخمینی بود، یک بنیادگرا دارایی را می‌فروشد (می‌خرد). به‌عنوان یک ویژگی قابل توجه، بازیگران می‌توانند بین گروههای مختلف تغییر موضع دهند؛ یعنی یک معامله‌گر اخلالی بدبین می تواند یک بنیادگرا شود. در هر دوره، بازیگران سفارشات خرید و فروش خود را به بازار اعلام می‌کنند. تعدیل قیمت بازار نیز توسط یک بازارساز با هدف حذف عدم توازن تقاضا و عرضه، صورت می‌گیرد. به این‌ترتیب، مدل بازیگرمدار لوکس تمام واقعیات عنوان شده در بازارهای مالی را بطور درونزا به واسطهٔ تقابلات بین بازیگران، ایجاد می‌نماید.

لوکس و مارچسی (۲۰۰۱) اعتقاد دارند که منبع خوشه شدگی نوسان (آمدن تغییرات بزرگ از پی تغییرات بزرگ و توالی تغییرات کوچک برای یک دوران قابل قبول) و توزیع بازدهیهای با کشیدگی بالا تغییر موضع بازیگران بین گروههای نمودارگرا و بنیادگرا است؛ همچنین اندازهٔ گروه بازیگران اخلالی عامل تعیین‌کننده‌ای در ثبات بازار است. وقتی نسبت

1. T. Lux, (1998).
2. T. Lux and M. Marchesi, (2001).
3. J. D. Farmer, (1998).
4. S. Bornholdt, (2001).
5. G. Caldarelli and et. al., (1997).
6. M. Youssefmir and et. al., (1997).
7. Bandwagon or Herd Effect

www.SID.ir

Archive of SID

معامله‌گران اخلالی به یک مقدار بحرانی نزدیک شود، آشفتگی ظهور می‌کند. اما، در بازارهایی که قیمت، پیرامون ارزش بنیاد گراها سیر می‌کند، پویایی بازار یک تعادل سراسری ایستا دارد.

مشابه طراحی لوکس (۱۹۹۸)، فارمر (۱۹۹۸) یک بازار مالی که در آن پویایی قیمت توسط تقابل سرمایه‌گذاران ارزشی (بنیادگراها) و دنباله‌روهای روند (نمودارگراها) ایجاد می‌شود را بررسی کرد. سرمایه‌گذاران ارزشی قیمت جاری بازار را با ارزش بنیادی دارایی مقایسه می‌کنند. در حالیکه، دنباله‌روها به قواعد تکنیکی متکی هستند. رفتار هر بازیگر توسط یک قاعدهٔ معامله توضیح داده می‌شود. یک بازارساز سفارشات را دریافت و عرضه و تقاضا را از طریق تعدیل قیمت بازار متوازن می‌سازد. تقابل بازیگران ارزشی (بنیادی) با دنباله‌رو (نمودارگرا) موجب پیدایش پدیده‌های مشاهده شده نظیر دنبالهٔ ضخیم در توزیع بازدهی‌های لوگاریتمی، همبستگی بین حجم معاملات با نوسان بازار و نوسان زمانی اختلاف قیمت و ارزش دارایی می‌شود.

علاوه بر این، «کالدارلی و دیگران» (۱۹۹۷) تعاملات میان بازیگران در یک بازار سهام مصنوعی -که هیچ عامل خارجی در آن حضور ندارد- را مطالعه کردند. بازیگران فقط به قواعدی براساس الگوهای گذشتهٔ قیمتها تکیه دارند و قیمتها در واکنش به مازاد بازار تعدیل می‌شوند. خروجی اصلی این مدل، سری‌های زمانی قیمت بازار است که ویژگیهای آماری قابل مقایسه‌ای با رفتار داده‌های دنیای واقعی دارند؛ برای مثال، بازده‌های سری‌های زمانی ایجاد شده دارای ویژگیهای مقیاس[1] مشابه بازارهای حقیقی سهام یا ارز هستند و دنبالهٔ توزیع بازدهیها دارای ویژگی قانون نمایی است. این سری‌های زمانی همچنین سقوط‌های یکبارهٔ قیمتها را نیز نمایش می‌دهند. این ویژگیها در نتیجهٔ فعالیت معاملاتی جمعی بازیگران ظاهر می‌شوند. به موجب نتیجه‌گیری نویسندگان، آماره‌های مشاهده شده در بازارهای حقیقی در اصل به‌واسطهٔ تقابل بین معاملات تکنیکی سفته بازان بدون توجه به متغیرهای بنیادی اقتصادی پدید می‌آیند.

مدل «یوسفمیر و هابرمن» (۱۹۹۷) بازیگرانی را معرفی می‌کند که رفتارشان برای دستیابی به منابع محدود در محیطی غیر قابل پیش‌بینی تغییر می‌کند. فرض می‌شود که

[1]. Scaling Properties

www.SID.ir

Archive of SID

بازیگران با هدف بیشینه‌سازی مطلوبیت برپایهٔ عقلانیت محدود یا اطلاعات و دانش ناقص و توام با تأخیر دربارهٔ وضعیت جاری سیستم تصمیم می‌گیرند. آنها یافتند که نوساناتی پیرامون یک تعادل پایدار وجود دارد که ناشی از تغییرات رفتار بازیگران است؛ اما بعضی اوقات دیر یا زود، جنب و جوشی در بازار رخ می دهد که بعد از مدتی پایان می‌یابد؛ یعنی به یکباره بازار از حالت با نوسان ملایم به ورطهٔ یک دوران پرتلاطم موقتی- که بازدهیهای بزرگ مثبت و منفی پشت سر یکدیگر وقوع می‌یابند- وارد می‌شود. ایشان نتیجه گرفتند که رفتار و تقابلات بازیگران می‌تواند خوشه‌شدگی نوسان مشاهده شده در برخی از سری‌های زمانی اقتصادی مانند بازدهیهای سهام و نرخهای ارز را توضیح دهد.

«دی‌لامازا و یورت»[1] (۱۹۹۵) یک شبیه سازی بازار سهام با بازیگرانی که استراتژی‌های تجاری آنها براساس الگوریتم ژنتیک تعدیل و بهبود می‌یابند، ارائه کردند. هر بازیگر از دید خود و با توجه به الگوهای گذشته یک قیمت برای سهام محاسبه و آن را برای خرید یا فروش اعلام می‌کند. قیمت تعادلی بازار برابر میانهٔ این قیمتها در نظر گرفته شده است. بازیگرانی که قیمتی بالاتر (پایین‌تر) از قیمت تعادلی حدس زده‌اند، یک سهم می‌خرند (می‌فروشند). با شبیه‌سازی این مدل نویسندگان دریافتند که با شرایطی معین، برخی از معامله‌گرها در طول یک دورهٔ زمانی طولانی سودهای باثباتی کسب می‌کنند. این نتایج می‌تواند موفقیت مدیران سرمایه‌گذاری در دنیای واقعی را -که از روشهایی غیر از بهینه‌یابی بهره می‌برند- توجیه کند.

«باک و دیگران»[2] (۱۹۹۶) بازار سهامی مصنوعی ایجاد کردند که در آن بازیگرانی با رفتار مقلدانه معرفی شده‌اند. در این مدل، دو نوع بازیگر وجود دارد؛ بازیگران اخلالی و بازیگران عقلانی. تجار اخلالی الگوهای گذشتهٔ قیمت را در نظر می‌گیرند و همچنین ممکن است از رفتار سایر بازیگران نیز تقلید نمایند. بازیگران عقلانی تابع مطلوبیت خود را بر اساس تحلیل بنیادی سهام تحت معامله بهینه می‌سازند. تقابل میان بازیگران یک سری قیمت بازار تولید می کند که ویژگیهای آماری مشابه با مشاهدات عملی دارند. نتیجهٔ عمدهٔ دیگر این

[1]. M. Delamaza and D. Guret, (1995).
[2]. P. Bak and et. al., (1996).

www.SID.ir

Archive of SID

است که اگر جمعیت نسبی معامله‌گرهای عقلانی کوچک باشد، اغلب حبابهای قیمت اتفاق می‌افتند و قیمتها از دامنهٔ قابل قبول و توجیه پذیر تحلیلهای بنیادی خارج می‌شود. در واقع، رفتار مقلدانهٔ بازیگران توضیحی برای انحراف قیمت بازار از ارزش واقعی است.

«جوشی و دیگران»[1] (۲۰۰۰) با طراحی یک بازار سهام مصنوعی از نوع معرفی شده در مؤسسهٔ سانتافه نشان دادند که در قالب یک معمای زندانی چند نفره که در آن ورود قواعد تجارت تکنیکی به مجموعهٔ قواعد تجاری بازیگر یک استراتژی باشد، معامله بر اساس قواعد تکنیکی در بازار شایع می‌شود.

«چن و دیگران»[2] (۲۰۰۱) یک بازار سهام مصنوعی را با فرآیند یادگیری طبق الگوریتم ژنتیک طراحی کردند. سری قیمتهای مصنوعی ایجاد شده در این بازار از یک فرآیند گام تصادفی تبعیت می‌کند و در نتیجه؛ بر شکل قوی بازارهای کارا تایید می‌شود. نکتهٔ جالب این است که نوسانهای تصادفی قیمت در این بازار توسط تقابل بازیگرانی که کارایی بازار را باور ندارند، خلق می‌شود. نتایج این تحقیق همچنین نشان می‌دهد که برخی از بازیگران در کوتاه‌مدت می‌توانند بازار را از کارایی انداخته و از این طریق سود کسب کنند. این یافته را می‌توان توضیحی برای وجود پدیده‌های خلاف قاعده در کوتاه‌مدت دانست.

طراحی مدل

چارچوب اولیهٔ این مدل برپایهٔ کار «رابرتو و دیگران»[3] (۲۰۰۳) قرار دارد که با توجه به برخی ابتکارهای ارائه شده در کارهای دیگران و در نظر گرفتن برخی از ویژگیهای شناخته شده در بازار سهام تهران، تعدیل شده است.

در این مدل، برخلاف رابرتو و دیگران (۲۰۰۳)، هیچ تضمینی برای تحقق تمامی سفارشهای موجود در قیمتهای اعلام شده، وجود ندارد. به‌عبارت دیگر، برخی از افراد در انتهای روز با آنکه قیمت پیشنهادی آنها با قیمت اعلام شده تطابق دارد، موفق به خرید یا فروش نمی‌شوند. همچنین، قیمت بطور مستقیم از طریق ایجاد تلاقی بین منحنی عرضه و

[1]. S. Joshi and et. al., (2000).
[2]. S. Chen and et. al., (2001).
[3]. M. Raberto and et. al., (2003).

www.SID.ir

Archive of SID

تقاضا بدست نمی‌آید، بلکه بطور غیرمستقیم، از راه تطبیق سفارشهای موجود در فهرست انتظار معامله، و میانگین‌گیری از قیمتهای اعمال شده در هر مبادله، محاسبه می‌شود. این سازوکار به این معنا است که عدم تعادل در عرضه و تقاضا به یکباره با تعدیل مناسب در قیمتها از بین نمی‌رود. به این‌ترتیب، تا اندازه‌ای سعی شده سازوکار تعیین قیمت در این مدل با سازوکار موجود در بازار اوراق بهادار تهران مشابه باشد.

در مدل حاضر، پس از جمع‌آوری تمامی پیشنهادهای خرید و فروش، نهاد ناظر اقدام به تقابل سفارشهای سازگار با یکدیگر می‌کند. برای توزیع منصفانهٔ اضافه رفاه پدید آمده این کار به طریقی تصادفی صورت می‌پذیرد. به این منظور، طی فرآیندی که در ادامه، عنوان خواهد شد، بازیگران علاوه بر قیمتهای پیشنهادی یک عدد که بیان‌کننده «اولویت زمانی» آنها در اعلام سفارش به بازار است را نیز به نهاد ناظر ارائه می‌دهند. این عدد، در طول شبیه‌سازی و برای هر دور معامله بطور تصادفی به بازیگران نسبت داده می‌شود. به جهت ساده‌سازی مدل رایانه‌ای، ابتدا تطبیق از کمترین پیشنهاد فروش و بیشترین پیشنهاد خرید موجود آغاز می‌شود و تا زمانی که این پیشنهادها با یکدیگر سازگارند، با همین رویه ادامه می‌یابد.

در سازوکار دنیای حقیقی آنی بودن معامله سفارشهای سازگار، مانع از تجمع و معطلی سفارشها می‌شود. ازآنجا که ایجاد سازوکار مبادلهٔ آنی بر پیچیدگیهای برنامهٔ رایانه‌ای می‌افزاید، راه حل این است که قیمت هر مبادله برابر با قیمتی باشد که فرد با اولویت جلوتر پیشنهاد داده است. در انتها، زمانی که دیگر هیچ دو سفارش سازگاری برای آن روز وجود نداشت، قیمت آن روز با توجه به میانگین وزنی قیمتهای مبادلات منفرد با رعایت حجم مبنا مطابق بازار سهام تهران، محاسبه و به سیستم و بازار اعلام می‌شود. این، اولین فرق اساسی و ساختاری این مدل با مدل مارچسی و دیگران (۲۰۰۰)، رابرتو و دیگران (۲۰۰۳) و سایر مدل‌های موجود است. به‌علاوه، برخلاف مدل ایشان، تمامی سفارشهایی که در قیمت تعادلی بازار تحقق نیافته‌اند، منقضی نمی‌شوند؛ بلکه این امکان وجود دارد که طی فرآیندی، به دورهٔ بعد منتقل شوند.

www.SID.ir

Archive of SID

در آغاز شبیه‌سازی، قیمت جاری $p(0)$ (و قیمتهای گذشتهٔ مورد نیاز محاسباتی بازیگران) از طریقی برونزا به‌سیستم تحمیل می‌شود و به هر تاجر میزانی اولیه نقدینگی و سهام داده می‌شود. این مقادیر می‌تواند برای همهٔ تجار مساوی باشد و یا اینکه فرق کند. اما، باتوجه به اینکه مدل طوری طراحی شده که هر بازیگر می‌تواند فقط یک سهم در روز معامله کند، تفاوت در مقادیر اولیه، نقش آفرین نخواهد بود و با توجه به معیار برازندگی انتخابی حتی می‌تواند گمراه کننده نیز باشد. بنابراین این مقدارها برای همهٔ افراد، یکسان در نظرگرفته‌شده است.

در این مدل فرض می‌شود بازیگران سرمایه‌شان را به صورت پول نقد یا سهام نگهداری می‌کنند. تصمیم به مبادلهٔ بازیگران در این مدل بطور کامل تصادفی نیست. قیمتها نیز با توجه به سازوکاری که در بالا به آن اشاره شد به شکل تطبیق سفارشهای سازگار و میانگین‌گیری از قیمت مبادلات تعیین می‌شود. در ابتدا استراتژی افراد بطور تصادفی به آنها داده می‌شود؛ اما برخلاف مدل رابرتو (۲۰۰۳) که این استراتژی‌ها تا پایان دست نخورده باقی می‌مانند، در اینجا شیوه‌ای برای انتخاب استراتژی از میان استراتژی‌های موجود، برای بازیگران طراحی شده است.

بر خلاف رابرتو (۲۰۰۳) پیشنهادهای قیمت خرید و فروش بطور کامل تصادفی نخواهد بود. نکتهٔ آخر اینکه، بازیگرهای معرفی شده در این مدل با آنچه در رابرتو (۲۰۰۳) (که آنها نیز با کمی تغییر مدل شده‌اند) آمده است، اندکی متفاوت است. بطور مشخص، بازیگران آگاه به مدل افزوده شده و نوع جدیدی از بازیگرها به نام معامله‌گران نمودارگرا از ادغام بازیگران شتابی و مخالف بازار معرفی شده‌اند. در زیر انواع بازیگران و فرآیند تصمیم‌گیری ایشان در بازار توضیح داده می‌شود.

انواع بازیگران و فرآیند تصمیم‌گیری آنها

در این مدل چهار نوع بازیگر با ویژگیهای متمایز معرفی شده و ترکیب بازیگران نیز درآغاز شبیه‌سازی تعیین شده است. در هر دورهٔ زمانی (که می‌تواند معادل یک روز قلمداد شود) هر بازیگر با احتمال برابر، تمایل به معامله نشان می‌دهد و هر یک از آنها در ابتدا میزان

www.SID.ir

Archive of SID

مساوی سهم و وجه نقد در اختیار دارند. انواع بازیگران و فرآیند تصمیم‌گیری آنها در بازار به شرح زیر است.

تجار تصادفی

معامله‌گران تصادفی نماینده آن دسته از فعالان در بازار هستند که به علت نیاز نقدینگی وارد معامله می‌شوند. اگر معامله‌گری تصادفی آماده باشد تا سفارشی را به بازار اعلام کند، آن سفارش به احتمال ۵۰٪ خرید و به احتمال ۵۰٪ فروش خواهد بود. حال فرض کنید، معامله‌گر تصادفی i پیشنهاد فروش یک سهم از کل سهام در اختیار را در زمان $t+1$ به بازار ارائه دهد. سفارش وی حاوی یک حد قیمت فروش، s_i، خواهد بود. اگر قیمت پیشنهاد خرید تمامی سفارشهای بازار از آن کمتر بود، معامله‌ای روی سفارش وی صورت نمی‌گیرد و سفارش وی تا اعلام انصراف یا تعدیل سفارش از سوی وی، در دستور کار بازار باقی می‌ماند. حد قیمت فروش به‌صورت زیر محاسبه می‌شود.[1]

$$s_i = p(t)\times[1-(RND - Risk_i)\times\gamma]$$

$Risk_i$ پارامتری است که ریسک‌گریزی افراد را نشان می‌دهد و دارای مقدار مثبت کوچکتر از یک با میانگین ۰/۵ است. هرچه این عدد بزرگتر باشد، نشان‌دهندهٔ شدت ریسک‌گریزی بیشتری است. RND یک عدد تصادفی با توزیع یکنواخت بین صفر و یک است. این عبارت بیان می‌کند، هرچه درجهٔ ریسک‌گریزی افراد تصادفی بیشتر باشد، احتمال اینکه قیمت پیشنهاد فروشی بالاتر از قیمت جاری ارائه دهند، بیشتر است. البته باید خاطر نشان شود، فرد پیش از آنکه پیشنهاد فروش دهد، بررسی می‌کند که آیا موجودی سهام دارد یا خیر. γ نیز یک ضریب تعدیل کوچک است (در این مقاله ۰/۲۵) که باعث می‌شود قیمتهای پیشنهادی این نوع از بازیگران در دامنه‌ای مورد پذیرش و مؤثر قرار بگیرد.

[1]. Valente, (2000).

www.SID.ir

Archive of SID

سفارشهای خرید با قیمتهای پیشنهادی b نیز بطور متقارن با سفارشهای فروش به صورت زیر ارائه می‌شوند:

$$b_i = p(t) \times [1 + (RND - Risk_i) \times \gamma]$$

فرد در صورتی پیشنهاد خرید می‌دهد که حداقل به میزان دو برابر ارزش جاری سهم وجه نقد داشته باشد.

با توجه به سازوکار ارائهٔ پیشنهاد قیمتهای خرید و فروش، مشاهده می‌شود که رفتار معامله‌گران تصادفی متجانس نیست. منشأ این رفتار نامتجانس دو چیز است: ۱. عدم تجانس در ضریب ریسک‌پذیری، ۲. اندازهٔ پارامترهای تصادفی.

معامله‌گران نمودارگرا

معامله‌گران نمودارگرا یا نمودارگرایان آن گروه از معامله‌گرانی هستند که بر مبنای روند مشاهده شده در قیمتها، تصمیم به معامله می‌گیرند. در این پژوهش این معامله‌گران در مقاطع مختلف دیدگاههای خوش‌بینانه یا بدبینانه نسبت به تداوم روند بدست می‌آورند و بر آن اساس تصمیم‌گیری می‌کنند. تمامی نمودارگرایان در ابتدا، به روند مشاهده شده در قیمتها خوش‌بین هستند. اما اگر این روند، مدتی -که از دید آنها طولانی است- ادامه یابد، نسبت به آن بدبین می‌شوند. بنابراین، به بازیگران نمودارگرا دو نوع حافظه داده شد: حافظهٔ خوش‌بینی و حافظهٔ بدبینی. حافظهٔ خوش‌بینی کوتاه‌مدت‌تر از حافظهٔ بدبینی است. به این ترتیب که اولی یک تا پنج دوره و دومی دو تا ده دوره را پوشش می‌دهند. تصمیم به خرید یا فروش نمودارگراها در این مدل در چهار حالت زیر تعریف شده است:

الف) سرعت رشد قیمت، این اواخر زیاد؛ ولی در بازهٔ زمانی بلندمدت کمتر از میزانی آستانه‌ای بوده است. در این حالت بازیگر درصورت در اختیار داشتن وجه نقد کافی (در اینجا پنج برابر قیمت سهم) خریدار سهم خواهد بود. خلاصهٔ فرمول‌بندی شدهٔ این مطلب به صورت زیر است:

www.SID.ir

Archive of SID

اگر $D(t) > (1 + mar_i \times memo_i)$ و بطور همزمان $D'(t) < (1 + mar_i \times pmemo_i)$، آنگاه خرید.

در اینجا mar_i حاشیهٔ سود دوره‌ای مورد توجه بازیگر، $memo_i$ و $pmemo_i$ به ترتیب حافظهٔ کوتاه‌مدت و بلندمدت فرد است و $D(t)$ و $D'(t)$ نسبتهای قیمت جاری و قیمتی در گذشته و گذشتهٔ دور، به تشخیص بازیگر i و با توجه به حافظه‌ای که دارند، می‌باشد.

ب) سرعت رشد قیمت این اواخر کم؛ ولی با توجه به گذشته و آستانه‌های موجود، شدید بوده است. در این حالت بازیگر تصمیم به فروش می‌گیرد. به‌عبارت دیگر:

اگر $D(t) < (1 + mar_i \times memo_i)$ و بطور همزمان $D'(t) > (1 + mar_i \times pmemo_i)$، آنگاه فروش.

ج) سرعت کاهش قیمت دوران اخیر کم؛ ولی در طولانی مدت‌تر شدید است. با این شرایط معامله‌گر تبدیل به خریدار می‌شود؛ زیرا به تداوم کاهش قیمت شک می‌کند. پس:

اگر $D(t) > (1 - mar_i \times memo_i)$ و به‌طور همزمان $D'(t) < (1 - mar_i \times pmemo_i)$، آنگاه خرید.

د) قیمت بازار طی چند دورهٔ گذشته به‌شدت کاهش داشته؛ اما این کاهش در دوران طولانی‌تر زیاد نبوده است. در این حالت معامله‌گر تصمیم به فروش می‌گیرد. بنابراین:

اگر $D(t) < (1 - mar_i \times memo_i)$ و به‌طور همزمان $D'(t) > (1 - mar_i \times pmemo_i)$، آنگاه فروش.

در بقیهٔ حالات ممکن، فرد به علت ناکافی بودن علائم یکسو، از مبادله صرفنظر می‌کند. مانند قبل، پس از اینکه بازیگر موضع خود را مشخص ساخت، باید قیمت مورد قبول خود را نیز اعلام کند. اگر این اعلام بدون محدودیت از طرف بازار قابل دریافت باشد، نحوهٔ آن به شکل زیر است:

در حالتی که خوش‌بینی حاصل می‌شود به هنگام خرید پیشنهاد قیمت $b_i = p(t)(1 + mar_i)$ و پیشنهاد فروش $s_i = p(t)(1 - mar_i)$ داده می‌شود. و در حالت بروز بدبینی قیمتی بین قیمت جاری و قیمت دورهٔ مورد مقایسهٔ کوتاه‌مدت، برای مثال

www.SID.ir

Archive of SID

میانگین آنها ملاک قرار می‌گیرد. به این ترتیب، پیشنهاد بازیگران به هنگام رشد بیش از حد قیمت، از قیمت جاری کمتر است و در زمان افت شدید قیمت، از قیمت جاری بیشتر است. به عبارت دیگر، در حالت رشد سریع قیمتها معامله‌گر سعی در فروش هر چه سریع‌تر و در هنگام سقوط شدید قیمتها، سعی در خرید فوری سهام دارد. این نحوهٔ فرمول‌بندی تصمیم‌گیری نمودارگرایان، در واقع سعی در نمایش حالات هیجانی ترس و طمع که در مواقع تغییرات شدید قیمت در بازار مشاهده می‌شود دارد.

بنیادگراها

معامله‌گرهای بنیادی یا بنیادگراها اعتقاد دارند که قیمت بنیادی یک سهم تابعی از عواملی مانند نسبت p/E، بازدهٔ سرمایه‌گذاری[1]، بازدهٔ سهم[2]، و مشخصه‌های اقتصادی محیط کسب و کار بنگاه است. این افراد معتقدند، قیمت سهام در بلندمدت به سمت قیمت بنیادی آن گرایش دارد. در نتیجه، هنگامی که قیمت یک سهم بالاتر از ارزش بنیادی آن است، خواهان فروش آنند و درصورتی که قیمت کمتر از ارزش بنیادی باشد، تمایل دارند، آن را بخرند. درواقع در بازارهای حقیقی، بنیادگراها نمایندهٔ معامله‌گرانی هستند که رفتار سفته‌بازانهٔ کوتاه‌مدت از خود نشان نمی‌دهند، اما تلاش می‌کنند هر از چندگاهی، عوایدی پایدار از حرکات سفته‌بازانهٔ بازار بدست آورند.

یک بنیادگرا پیشنهاد خرید یا فروش را همواره با توجه به قیمت بنیادی آن (p_f) ارائه می‌دهد. در اینجا فرض می‌شود که قیمت بنیادی برای همهٔ بنیادگراها یکسان است و بطور برونزا به سیستم، به‌عنوان یک اطلاعات عمومی، اعلام می‌شود. اما تمامی بنیادگراها نسبت به تغییرات قیمت بنیادی بطور همزمان آگاه نمی‌شوند. به این‌ترتیب، بنیادگراها به دو گروه تقسیم می‌شوند؛ آنها که زودتر از دیگران تغییرات قیمت بنیادی را مشاهده می‌کنند (محارم یا آگاهان) و آنهایی که با تأخیر، بعد از انتشار عمومی از آن مطلع می‌شوند.

[1]. Return On Investment (ROI)
[2]. Return On Equity (ROE)

www.SID.ir

Archive of SID

سفارش خرید بازیگر بنیادی i درصورتی که قیمت جاری سهم از $1+Alpha_i$ برابر p_f کمتر بود، صورت می‌پذیرد، $p(t) < p_f/(1+Alpha_i)$. سفارش فروش نیز هنگامی صورت می‌پذیرد که قیمت جاری از $1+Alpha_i$ برابر قیمت بنیادی بیشتر باشد، $p(t) > p_f \times (1+Alpha_i)$. پارامتر $Alpha_i$ بیانگر آستانهٔ قابل قبول انحراف قیمت بازار از قیمت بنیادی سهم از دید معامله‌گر بنیادگرای i است. قیمتهای پیشنهادی خرید یا فروش هر دو به‌صورت: $b_i = p(t)\times(1-Risk_i/2)+p_f \times Risk_i/2$, s_i ارائه می‌شود. بنابراین، $p(t) < b_i < p_f$ و $p_f < s_i < p(t)$ و هرچه فرد ریسک‌پذیرتر باشد، قیمت پیشنهادی وی به قیمت بازار نزدیکتر است تا به قیمت بنیادی.

بازیگران آگاه

در اغلب بازارها افرادی مشاهده می‌شوند که با تکیه بر اطلاعات خصوصی و محرمانه‌شان از وضعیت بنگاه و سهام مربوط به آن معامله می‌کنند. این معامله‌گران در اصل بنیادگرا هستند؛ زیرا به دنبال اطلاعات بنیادی‌اند. آنها در واقع کسانی هستند که زودتر از بقیهٔ فعالان بازار از تغییرات بنیادی در قیمت سهم خبردار می‌شوند و درپاره‌ای از موارد قدرت انحصاری در تعیین قیمت بازار را نیز دارند (تعداد سهام یا وجه نقد در اختیار آنها بالاست). این مزیت اطلاعاتی در بازار تهران به‌شدت وجود دارد و استفاده از آن نیز توسط پاره‌ای از افراد دنبال می‌شود. ورود این دسته از بازیگران به مدل می‌تواند یکی از اصلی‌ترین تمایز این مدل با مدل‌های مشابه در امر شبیه‌سازی بازارهای مالی قلمداد شود.

در اینجا یک الگوی سادهٔ رفتاری به شرح زیر برای این گروه تعریف شده است. فرض می‌شود که بازیگران آگاه، پنج دوره قبل از انتشار اخباری که دلالت بر افزایش (کاهش) قیمت بنیادی سهم از تاریخی معین دارد، باخبر می‌شوند. ایشان به محض خبردار شدن، اقدام به عملیات متناسب با آن می‌کنند تا از تغییرات حاصله منتفع شوند. اگر قیمت جاری کمتر از قیمت بنیادی اعلام شده در آینده بود (با در نظر گرفتن بازده دارایی بدون ریسک) اقدام به خرید می‌کنند و اگر قیمت جاری بیش از قیمت بنیادی آینده باشد فرد درصدد فروش آن برمی‌آید. تا اینجا ایشان مانند بنیادگراها عمل می‌کنند؛ اما قدرت انحصاری این گروه در

www.SID.ir

Archive of SID

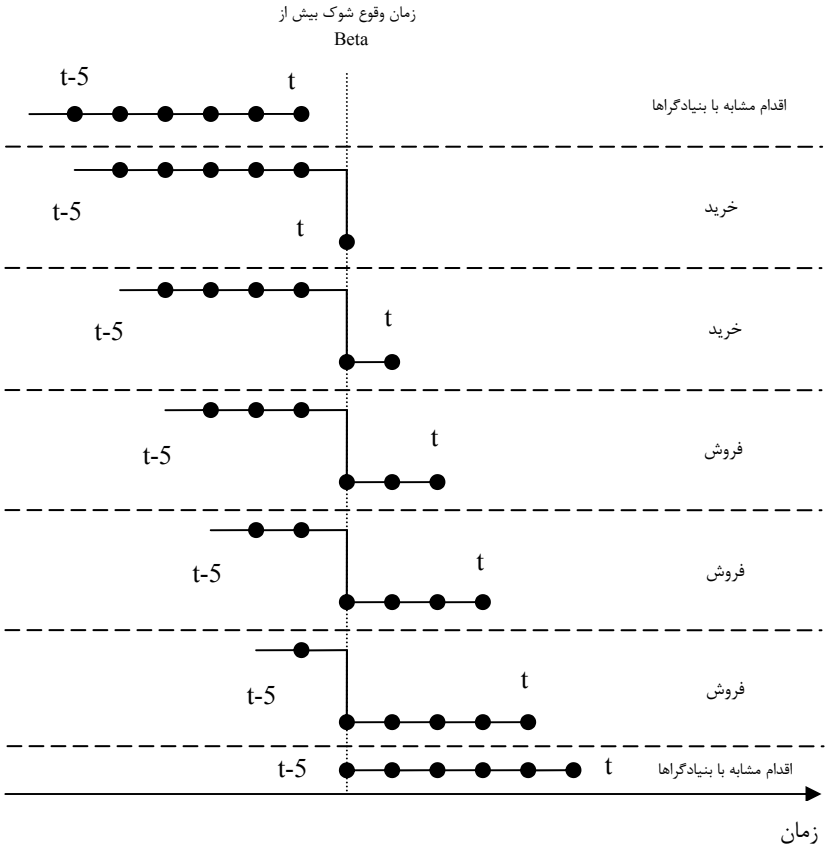
پاره‌ای از مواقع (حالتی که تغییر آتی شدید باشد) به آنها این امکان را می‌دهد تا بازار را گمراه ساخته و از این طریق سود بیشتری را برای خود لحاظ بدارند. در این صورت، آنها ابتدا برخلاف آنچه می‌دانند عمل می‌کنند تا باعث شوند قیمت در مسیری متفاوت از آنچه که اتفاق خواهد افتاد، حرکت کند. آنگاه در فرصتی مناسب قبل از فرارسیدن موعد، حرکتی وارونه را آغاز می‌کنند. از آنجا که سایر فعالان بازار از قصد دستکاری قیمت توسط بازیگران آگاه اطلاعی ندارند، متوجه تغییرات دستکاری شده در قیمتها نشده و تحت تأثیر آنها واکنش نشان می‌دهند[1].

برای مثال، یک معامله‌گر آگاه (که در قالب چند بازیگر مشابه که همزمان و هم‌جهت عمل می‌کنند مدل شده است) را در نظر بگیرید که زمانی که قیمتهای بنیادی جاری به اندازهٔ پارامتر $Beta_i$ از قیمتهای بنیادی پنج و دو دورهٔ گذشته بیشتر (کمتر) بود اقدام به فروش (خرید) می‌نماید و هرگاه پس از آن قیمت بنیادی جاری با قیمت بنیادی دو دورهٔ پیش مساوی شد، عملیات معکوس را انجام می‌دهد. به این ترتیب از طریق پیشنهاد قیمت و حجم معامله‌ای که به بازار ارائه می‌دهد، به بازار تحرک بخشیده و باعث کاهش (افزایش) تصنعی قیمت در بازار می‌شود و در مرحلهٔ بعد از افزایش قیمت، با فروش مجدد سهام خریداری شده و بخشی از سهام موجود خود در قیمت بازار، سود کسب می‌نماید. یک معامله‌گر آگاه در سایر حالتها؛ یعنی ۱. حالتی که تغییری در قیمتهای بنیادی رخ نداده باشد و؛ ۲. حالتی که تغییرات قیمت بنیادی شدید نباشد، مشابه یک بنیادگرای غیر آگاه رفتار می‌کند. شکل زیر استراتژی بازیگران آگاه را به هنگام دستکاری قیمت، توضیح می‌دهد.

[1]. این نحوه تصمیم‌گیری بازیگران آگاه و واکنش بازار را می‌توان با در نظر گرفتن احتمالی که سایرین برای عملیات گمراه‌کنندهٔ این افراد قائلند پیچیده‌تر کرد که به مطالعات بعدی موکول می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳. مراحل زمانی اقدامات یک معامله‌گر آگاه انحصارگر در زمان دستکاری قیمت

مطالب بالا را می‌توان به‌صورت زیر خلاصه کرد:

الف) هرگاه $p_f(t) > p_f(t-5)\times(1+Beta_i)$ و بطور همزمان $p_f(t) > p_f(t-2)$ بود (یعنی در اوایل آگاهی از تغییر) آنگاه فروش.

ب) هرگاه $p_f(t) > p_f(t-5)\times(1+Beta_i)$ و بطور همزمان $p_f(t) = p_f(t-2)$ بود (یعنی در اواخر آگاهی از تغییر) آنگاه خرید.

www.SID.ir

Archive of SID

ج) هرگاه $p_f(t) < p_f(t-5)\times(1-Beta_i)$ و بطور همزمان $p_f(t) < p_f(t-2)$ بود (یعنی در اوایل آگاهی از تغییر) آنگاه خرید.

د) هرگاه $p_f(t) < p_f(t-5)\times(1-Beta_i)$ و بطور همزمان $p_f(t) = p_f(t-2)$ بود (یعنی در اواخر آگاهی از تغییر) آنگاه فروش.

پیشنهاد قیمت خرید یا فروش اولیهٔ یک معامله‌گر آگاه به هنگام آغاز استراتژی دستکاری قیمت به صورتی است که بر بازار اثرگذار باشد. بنابراین به‌ترتیب پیشنهادها اینگونه طراحی شده‌اند: برای پیشنهاد خرید داریم $b_i = p(t)(1+\gamma\times Beta_i)$ و برای پیشنهاد فروش $s_i = p(t)(1-\gamma\times Beta_i)$. این افراد به هنگام عملیات معکوس، پیشنهادهای خود را با قیمت بازار ارائه می‌دهند. در اینجا نیز اندازهٔ γ برابر ۰/۲۵ و مقدار $Beta_i$ برای همه یکسان فرض شد تا همزمانی را تضمین کند. البته، تحت شرایط خاص یک بازیگر آگاه متقلب ممکن است ضرر نیز بکند و این یک ویژگی مثبت این مدل است.

مکانیزم تسویه بازار و تعیین قیمت

اگر در مرحلهٔ زمانی $t+1$، تمامی معامله‌گرها B سفارش خرید و S سفارش فروش به بازار ارائه کرده باشند، هر سفارش خرید به‌صورت یک سه‌تایی مرتب، (a_i^b, b_i, o_i)، $i \in (1,...,N)$، که بیانگر مقدار سهم مورد تقاضا، قیمتهای پیشنهادی و زمان ثبت سفارش بازیگر است و هر سفارش فروش به‌شکل یک سه‌تایی مرتب دیگر، (a_j^s, s_j, o_j)، $j \in (1,...,N)$، که بیانگر مقدار سهام عرضه شده، قیمت پیشنهادی و زمان ثبت آن است، در نظر گرفته می‌شود. این سفارشها بر اساس قیمتهای حدی‌شان به ترتیب نزولی برای پیشنهادهای خرید و به ترتیب صعودی برای پیشنهادهای فروش از بالا به پایین، ردیف می‌شوند. اگر پیشنهادهای قیمتی مشابه بودند، پیشنهادها براساس زمان ارائه پیشنهاد -که در سیستم طراحی شده، تصادفی است- اولویت‌دار می‌شوند. سفارش‌های قابل تطبیق از نظر قیمت مشخص می‌شوند.

به این‌ترتیب، دو ستون برای قیمتها پدید می‌آید: یکی نزولی (پیشنهادهای خرید) و دیگری صعودی (پیشنهاد های فروش). پیشنهاد دهنده‌ها نیز که هر یک خواهان مبادلهٔ یک

www.SID.ir

Archive of SID

سهم هستند، مشخص می‌شوند. به این ترتیب، تعیین می‌شود که کدام بازیگر باید با کدام بازیگر مبادله را انجام دهند. تطبیق سفارشها از بالای دو فهرست شروع می‌شود و تا جایی که پیشنهاد خرید از پیشنهاد فروش بزرگتر است، ادامه می‌یابد. قیمت مبادله برابر پیشنهاد قیمت آن فردی که زودتر سفارش خود را ابلاغ کرده تعیین می‌شود و یک سهم از فروشنده به خریدار و معادل پولی آن از خریدار به فروشنده منتقل می‌شود و تعداد سهام و میزان نقدینگی آنها به‌هنگام می‌شود.

میانگین قیمت مبادله‌های ثبت شده، قیمت بازار برای آن دوره (روز) را تعیین می‌کند. بازیگران براساس قیمت تعیین شده برای بازار، عملکرد خود را که ناشی از بکارگیری استراتژی خاص می‌باشد، ارزیابی می‌کنند. در یک دوره ممکن است به برخی از سفارشها ترتیب اثر داده نشود که در این حالت، بازیگران در دورهٔ بعد نسبت به ملغی ساختن یا حفظ اینگونه پیشنهادها تصمیم می‌گیرند. همچنین حجم مبادلات برابر تعداد دفعات مبادله در هر دور از بازار قرار داده می‌شود.

ساختارهای جدید

از ویژگیهای ساختاری بازار تهران، قوانین مربوط به اجرای محدودهٔ مجاز نوسان قیمت و سهام شناور به‌عنوان معیار پذیرش تغییرات روزانهٔ قیمت از اثرگذارترین هستند. اعمال این ویژگیها در مدل تغییراتی به شرح ذیر ایجاد می‌کند:

نخست؛ معرفی محدودهٔ مورد پذیرش تغییرات قیمت بطور خودکار باعث می‌شود که افراد پیشنهاد قیمت خود را فقط در چارچوب آن محدوده ارائه دهند. به این ترتیب، ابتدا بازیگران با توجه به فرآیندهای تصمیم‌گیری تعیین شده در مدل، قیمتهای پیشنهادی را ارائه می‌کنند. اگر قیمتهای پیشنهادی در محدودهٔ مورد پذیرش بود، همان رویه را پی می‌گیرند و در غیر این‌صورت پیشنهاد قیمتی معادل یکی از دو حد را به بازار اعلام می‌نمایند؛ برای مثال، اگر آخرین قیمت تعیین شده در بازار ۱۰۰ باشد و بنا بر قانون فوق قیمت دور بعد نتواند بیش از ۱۰۵ یا کمتر از ۹۵، تعیین شود. در صورتی که پیشنهاد قیمت یک بازیگر از طریق استراتژی وی ۱۱۰ تعیین شده باشد، لاجرم آنرا ۱۰۵ اعلام می‌نماید و برعکس.

www.SID.ir

Archive of SID

دوم؛ اگر نقش سهام شناور در تعیین قیمت سهم را اینگونه تعریف کنیم: «... حداقل تعداد سهام مبادله شده مورد نیاز برای پذیرفته شدن قیمت میانگین به عنوان قیمت پایان دوره است .... و درصورتی که تعداد مبادلات از این حداقل کمتر باشد به همان نسبت، تغییرات محاسبه شده برای آن دوره قابل قبول می‌باشد»، قیمت پایان روز (دوره) در صورت محقق شدن شرط، همان میانگین قیمت مبادلات آن روز است در غیر این‌صورت به طریق زیر محاسبه می‌شود:

قیمت‌پایان دوره= قیمت دور قبل +(نسبت تعداد مبادلات به سهام شناور×(میانگین قیمت مبادلات-قیمت دور قبل))

به این ترتیب، با توجه به این ویژگی جدید بازار تهران مدل بگونه‌ای طراحی شده که بازیگران در اعلام پیشنهادها مطابق قاعدهٔ فوق عمل کنند و قیمت بازار نیز با ضابطهٔ مطرح شده، محاسبه شود.

تحول بازار

همانطور که در سازوکار تعیین قیمت عنوان شد، بازیگران یک معیار برازندگی برای ارزیابی عملکرد خود دارند. بطور ساده این معیار نسبت ثروت حال حاضر به ثروت اولیه‌شان است. سیستم، طوری طراحی شده که در هر دور برای مثال؛ بطور متوسط ۵ درصد از افراد به ارزیابی عملکرد و در صورت لزوم تغییر استراتژی خود بپردازند. به این ترتیب در این حالت، بطور متوسط هر بیست دور یکبار افراد به ارزیابی مجدد خود خواهند پراخت. هر بار که نوبت ارزیابی می‌رسد، معامله‌گر از میان سایر معامله‌گرها یکی را بطور تصادفی انتخاب می‌کند[1]. با این توضیح که احتمال انتخاب هر فرد متناسب با عملکرد وی است؛ یعنی افراد موفق با احتمال بیشتری مورد مقایسه قرار می‌گیرند؛ زیرا موفقیت به‌تدریج برای آنها شهرت ایجاد می‌کند. درصورتی که عملکرد بازیگر انتخاب شده از عملکرد معامله‌گر مد نظر با توجه به

[1]. معامله‌گرهای آگاه جزو این انتخاب قرار نمی‌گیرند.

www.SID.ir

Archive of SID

ضریبی از پیش تعیین شده بهتر بود، برای دورهٔ بعد استراتژی آن بازیگر توسط معامله‌گر دنبال می‌شود. در غیر این‌صورت اگر عملکرد وی از یک پارامتر مشخص کمتر بود از میان استراتژی‌های غیر دستکارانه و متقلبانه، یکی را بطور تصادفی انتخاب می‌کند و اگر عملکردی بهتر از آن بازیگر منتخب دارا بود، رویهٔ گذشتهٔ خود را ادامه می‌دهد. به این ترتیب، بازار با توجه به تحول ایجاد شده در بازیگرانش متحول می‌شود که این می‌تواند به تشکیل روندهای نوظهور و غیر منتظره کمک نماید.

بنابراین، مدل جدید چندین وجه متمایز نسبت به کارهای موجود در کارنامهٔ اینگونه مطالعات دارد که جدا از نتایج بدست آمده از آن، مسیرهای جدیدی را برای گسترش و بهبود چنین مدل‌هایی می‌گشاید؛ به‌طور خلاصه این ویژگیهای اضافه شده عبارتند از:

- معرفی انواع جدیدی از بازیگران، بطور مشخص بازیگران تکنیکی با تعریف ویژهٔ آن و بازیگران آگاه.
- امکان بررسی اثر شوک‌ها بر قیمت بازار از طریق تغییردادن قیمت بنیادی، با این فرض که هر شوک غیرنظارتی؛ اعم از شوک‌های اقتصاد کلان، بازارمحصول بنگاه، تغییرات فناورانه، تصمیمات سیاسی داخلی و بین‌المللی، بلایای طبیعی و از این دست، همگی خود را در شکل تغییر در ارزش بنیادی بنگاه منعکس می‌سازند.
- روشهای قیمت‌دهی با توجه به محدودیت سقف و کف نوسانات که از سوی نهاد ناظر اعمال می‌شود. این تغییر از ویژگیهای ساختاری بازار تهران اقتباس شده است.
- مکانیزم تسویه و تطبیق سفارشهای ارائه شده به بازار که تا جای ممکن به بازار تهران نزدیک شده است.
- سازوکار تعیین‌قیمت روز بازار باتوجه به مقایسهٔ میزان حجم مبادلات و سهام شناور.

پس از طراحی و فرموله کردن یک مدل نوبت به اجراهای چندبارهٔ شبیه‌سازی و تحلیل نتایج بدست آمده در قالب مقایسه آن با مشاهدات برگرفته از دنیای واقعی و سایر بررسیهای آماری است. از طریق تغییر دادن پارامترهای مدل و اجزایی نظیر ترکیب استراتژی تصمیم‌گیری معامله‌گرها، امکان بررسی پیامدهای ناشی از تغییرات هدفمند نیز امکان‌پذیر می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

اجرای شبیه‌سازی و تفسیر نتایج

ساختارها، متغیرها و پارامترهای مدلی که در بخش پیشین بسط یافت بطور خلاصه در شکل (۴) آمده است. این شکل نشان می دهد که اجزای کلی و جزئی چه جایگاهی دارند و ارتباط آنها با یکدیگر چگونه است.

براین اساس، ساختار بازار سهام تهران به دو زیر شاخه ساختار بازیگران و محیط بازار تقسیم شده است. گروه بازیگران، با احتمالی برابر که توسط طراح و کاربر برنامهٔ شبیه‌سازی قابل تعیین و تغییر است، در هر دور (روز) معاملاتی سفارشی را به بازار ارائه می‌دهند.[1] آنها سفارش خود را درصورت برآورده نشدن چند دوره نگه می‌دارند. سفارشهای آنها محدود به دامنه‌ای است که با سقف و کف تغییرات مجاز قیمت معین می‌شود و وجوه نقد همهٔ بازیگران در هر دوره بازدهی ثابتی برابر بهره دریافت می‌دارد. در مدل و برنامهٔ تهیه شده، این موارد نیز قابل تنظیم است. در واقع، می‌توان تعیین کرد که آیا محدودهٔ مجاز نوسان قیمت وجود داشته باشد یا خیر و در صورت مثبت بودن پاسخ، دامنهٔ آن چقدر باشد و نرخ بهره در اقتصاد چه میزان در نظر گرفته شود.

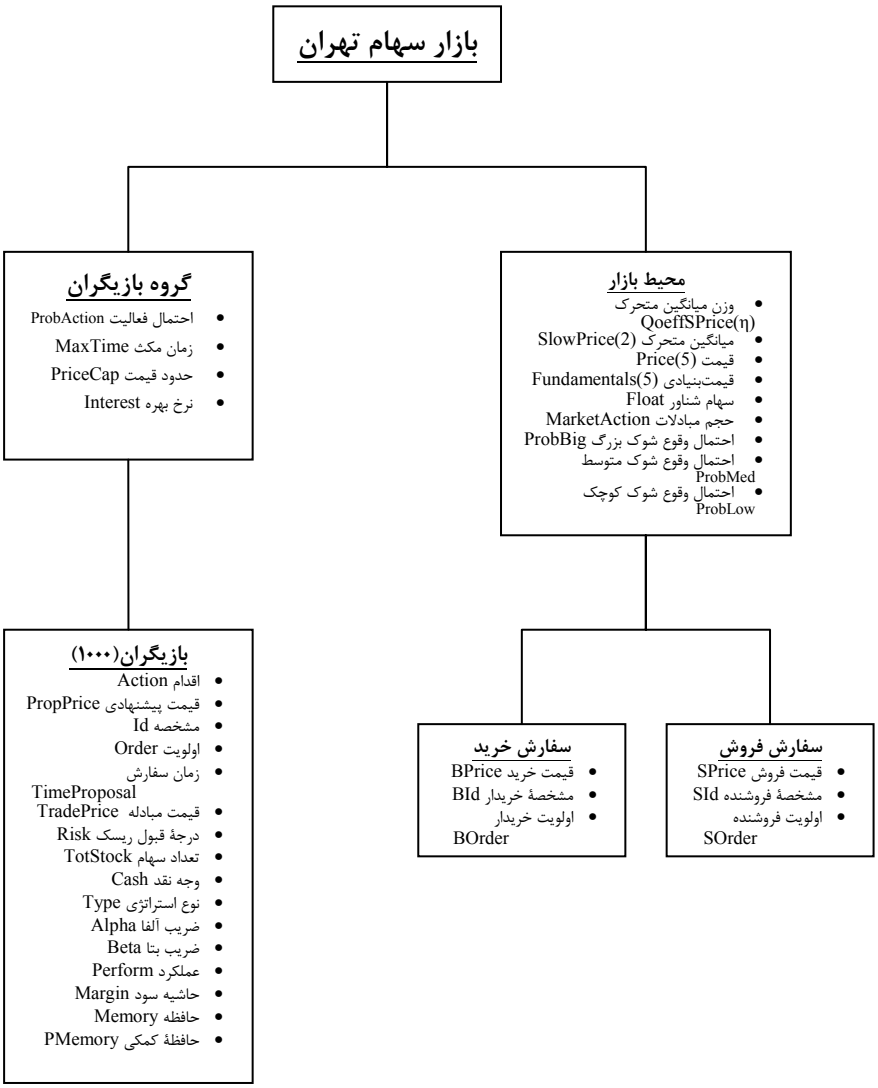
در این مدل هزار بازیگر حضور دارند و برای هریک متغیری با نام «اقدام» تعریف شده که موقعیت فرد در انجام مبادله را بیان می‌کند. درصورتی که بازیگر، خریدار باشد؛ مقدار آن ۱+ و اگر فروشنده باشد ۱- است. اگر بازیگر شرایط را برای اعلام سفارش مناسب تشخیص ندهد، مقدار آن «صفر» خواهد بود. مقدار اولیهٔ اقدام برای تمام بازیگران صفر فرض می‌شود؛ اما با شروع شبیه‌سازی و درطول آن، مقدار آن باتوجه به موضع معامله‌گران تغییر خواهد کرد. پیشنهاد قیمت هر بازیگر در ابتدا بطور طبیعی برای همهٔ معامله‌گرها یکسان و برابر صفر در نظر گرفته شده است و در هر دوره برای وی بطور مجزا ثبت می‌شود. افراد با توجه با شناسه(Id)شان که از یک تا هزار به آنها اختصاص یافته است، از یکدیگر بازشناخته می‌شوند. هر بازیگر یک متغیر تصادفی دارد که در هر دور از معاملات درصورت ابلاغ پیشنهادی به بازار،

[1]. M. Raberto, S. Cincotti, S. M. Focardi and M. Marchesi, "Traders' Long-Run Wealth in an Artificial Financial Market"., ***Computational Economics***, No. 22, (2000), pp. 255-272.

www.SID.ir

Archive of SID

اولویت زمانی وی در مبادله را نمایانگر می‌سازد و میزان آن، دوره به دوره توسط برنامه بطور تصادفی، تعیین می‌شود.



شکل ۴. ساختار پارامترها و متغیرهای موجود در مدل

www.SID.ir

Archive of SID

زمان سفارش در واقع به آخرین مرحلهٔ زمانی که فرد سفارشی را به بازار اعلام کرده است، اشاره دارد. پس از اینکه معاملهٔ فرد در آن دور از بازار مسجل شد، قیمت معامله‌شده برای وی ثبت می‌شود. هر فرد دارای ویژگیهای خاص جسارت یا ریسک‌پذیری در ارائهٔ پیشنهادهای متفاوت از قیمتهای جاری است. تعیین میزان این دو پارامتر نیز از ضروریتهای تکمیل و استفاده از این مدل است. همچنین افراد از ابتدا با مقداری سهم و وجه نقد مشخص در بازار تعریف می‌شوند و هریک از آنها نوع استراتژی معاملاتی خود را از میان استراتژی‌های تعریف شده انتخاب کرده‌اند که طی مکانیزمی که در بخش قبل به آن اشاره شد، قابل الگوبرداری و تغییر است. این تغییر بستگی به عملکرد معامله‌گر ربط دارد به همین دلیل، همان‌طور که در ادامه اشاره خواهد شد، به هر بازیگر معیار عملکردی تخصیص داده شده که در هر مرحله از بازار اندازهٔ جدید آن ثبت می‌شود. علاوه بر این پارامترها، افراد خواهان حاشیه سود مطمئنی برای کسب سود هستند که با مشاهدهٔ وقوع آن در چند دورهٔ متوالی، نسبت به تکرار آن خوش‌بین یا بدبین می‌شوند. تعداد دوره‌های وقوع چنین پیامدی -که برای فرد مهم است- را حافظه می‌نامیم. حافظه، خود به دو بخش کوتاه‌مدت و بلندمدت تفکیک شده است.

محیط بازار به مجموعهٔ اطلاعات ورودی و خروجی و سازوکار تسویهٔ بازار که ساختار کلان بازار را شکل می‌دهند، اشاره دارد. در این محیط قیمتها محاسبه، ثبت و ارائه می‌شوند. با توجه به این قیمتها و ضریب از پیش تعیین شده، میانگین متحرک قیمتها محاسبه می‌شود. اطلاعات مربوط به قیمتهای بنیادی در این محیط تولید و انتشار می‌یابد. احتمالهایی که تغییرات قیمت بنیادی را پدید می‌آورند نیز از پیش به زیرسیستم بازار از بیرون تزریق می‌شود. میزان سهام شناور و حجم مبادلات بازار نیز در این محیط تعیین می‌گردند؛ اولی، از طریق نهاد ناظر و دومی، از طریق فرآیند تسویهٔ بازار. فرآیند تسویهٔ بازار نیازمند این است که سفارشهای فروش و خرید دریافتی، ابتدا به‌ترتیب مناسبی ردیف شوند، و به خریداران و فروشندگان تخصیص بیابند. به این منظور، قیمتهای خرید و فروش، زمان ارائهٔ سفارش و نام سفارش دهنده در دفتر سفارشها ثبت می‌شوند. علاوه‌بر پارامترها و متغیرهای فوق، وجوه دیگری از مدل را نیز می‌توان تغییر داد؛ برای مثال فرمول‌های تعیین قیمت پیشنهادی بازیگران ثابت نیست و هر زمان که کاربر بخواهد تاجایی که نیازی به تغییر ساختار اصلی

www.SID.ir

Archive of SID

برنامه نباشد، می‌تواند نسبت به تغییر آنها اقدام نماید. در اینجا، مسیر تنظیم پارامترها و شرایط اولیه را با توجه به شکل بالا (شکل ۴. ۱) دنبال می‌کنیم:

گروه بازیگران

همهٔ بازیگران با احتمال ۰/۹۵ تمایل به معامله دارند. احتمال عدم تمایل اشاره به مواقعی دارد که به هر ترتیب معامله‌گر از بازار و شرایط مبادله دور است (مسافرت، بیماری، خراب بودن سیستم ارتباطی، دنبال کردن استراتژی گذری و تأمل بیشتر در بررسی شرایط بازار و سایر موارد). فرض شده است، هر بازیگر بیش از دو دوره بر سفارشی خاص اصرار نمی‌ورزد. بنابراین، اگر سفارش یک معامله‌گر در بازار ترتیب اثر داده نشد، وی حداکثر، دورهٔ بعد با همان سفارش در بازار حضور خواهد داشت وگرنه آنرا ملغی می‌سازد. ابتدا فرض شد که قیمت تا ۰/۹± (۹۰درصد) قیمت جاری مجاز به تغییر باشد. به این ترتیب، با توجه به نحوهٔ پیشنهاددهی قیمت توسط بازیگران- که در دامنه‌ای بسیار محدودتر از این دامنه خواهد بود- در عمل حضور محدودهٔ قیمت حس نخواهد شد. این یک راه برای حذف محدودهٔ قیمت، مشابه دیگر بازارهای جهان است.

بازیگران

همانطور که عنوان شد، اقدام یک فرد می‌تواند خرید (۱+)، فروش (۱-)، و انصراف (صفر) باشد. در ابتدای شبیه‌سازی از آنجا که هیچ یک از بازیگران سفارشی در بازار ندارند، قیمت پیشنهاد فروش برای همهٔ آنها "صفر" است. افراد از شماره‌های یک تا هزار علامتگذاری شده‌اند. با این علامتگذاری می‌توان به هنگام تخصیص سهام یا وجه نقد به فرد و سایر موارد از تغییر در ویژگیها، افراد را برای رایانه مشخص ساخت و از آن خواست تا تغییر در پارامتر مورد نظر را برای کدام بازیگر اجرا نماید. در ابتدای شبیه‌سازی به هر فرد یک عدد تصادفی که از توزیع یکنواخت و در فاصلهٔ صفر و یک انتخاب شده است داده می‌شود. این عدد، اولویت وی را در فهرست خرید یا فروش در مواقعی که افراد پیشنهادهای مشابه‌ای به بازار ارائه کرده‌اند، مشخص می‌سازد. همچنین به هنگام مبادله، مبنایی برای پذیرفتن (عدم پذیرفتن)

www.SID.ir

Archive of SID

قیمت پیشنهادی فرد به عنوان قیمت مبادله با طرف مقابل است. همهٔ افراد؛ ریسک‌گریز، اما با درجات مختلف تصور شده‌اند. عدد مشخص‌ساز این خصیصه از یک توزیع نرمال با میانگین ۰/۵ و انحراف معیار ۰/۱۵ انتخاب شده است. از ابتدا، به افراد تعداد صد سهم و صدهزار واحد پولی داده شده است. از آنجا که افراد در هر دوره از زمان، تنها مجاز به خرید و فروش یک سهم هستند، تفاوت اولیه در سرمایهٔ افراد ویژگی خاصی به مدل اضافه نمی‌کند. ضریب بتا برابر ۰/۲۵ در نظر گرفته شد.

نوع استراتژی تصمیم‌گیری اولیهٔ بازیگران بطور تصادفی باتوجه به یک توزیع یکنواخت از میان استراتژی‌های موجود به آنها تخصیص یافته است. آنها بطور تصادفی همدیگر را یافته و عملکردهای خود را با هم مقایسه می‌کنند و استراتژی برتر را از هم تقلید می‌کنند. ضریب آلفا از توزیعهای نرمال با میانگین ۰/۵ و انحراف معیار ۰/۱۵ انتخاب شد. اندازهٔ عملکرد اولیهٔ تمامی بازیگران یک است و ایشان به هنگام خوش‌بینی یا بدبینی حاشیهٔ سود آمده از توزیع یکنواخت بین صفر و ۰/۰۱ را در روندهای قیمت دنبال می‌کنند و همواره به هنگام بررسی روند گذشتهٔ قیمت، با توجه به یک توزیع احتمال یکنواخت به یک تا پنج دورهٔ قبل برای خوش‌بینی و دو تا ده دورهٔ قبل برای بدبینی، توجه دارند.

محیط بازار

مقادیر اولیه برای قیمت (برای ده دوره) و قیمتهای بنیادی (برای پنج دوره) برابر هزار در نظر گرفته شده است. حجم مبادلات در ابتدا صفر است و پس از شروع، شبیه‌سازی دوره به دوره، مقدار می‌پذیرد. مدل، طوری طراحی شده که ارزش بنیادی سهم با بروز شوک‌هایی دچار تغییر بشود. این شوک‌ها می‌توانند مثبت و منفی بوده و اما با احتمال وقوع مختلف؛ مقادیر کوچک، متوسط و بزرگی به خود بگیرند. در ابتدا فرض شده فقط شوک‌های بزرگ آن هم با احتمال ۰/۰۰۱ در بازار ممکن است و بنابراین احتمال وقوع سایر شوک‌ها صفر گرفته شده است. علاوه بر تنظیمات فوق، سیستم طوری تنظیم شده که هر فرد به احتمال ۰/۰۵ خود را با دیگران مقایسه کرده و در استراتژی تصمیم‌گیری خود تجدید نظر نماید.

www.SID.ir

Archive of SID

پس از اینکه افراد مشخص کردند که آیا مایل به خرید یا فروش هستند قیمت پیشنهادی خود را اعلام می‌کنند. در مدل طراحی شده قیمت باید در یک دامنهٔ تعریف شده توسط ناظرین بازار قرار داشته باشد. این دامنه توسط پارامتر PriceCap مشخص می‌شود؛ به این ترتیب که قیمتهای اعلامی باید در دامنهٔ [قیمت دورهٔ قبل+ PriceCap و قیمت دورهٔ قبل- PriceCap] قرار داشته باشد. با این محدودیت، بازیگران بنیادگرا با توجه به درجهٔ ریسک‌پذیریشان قیمتی بین قیمت جاری و قیمت بنیادی را پیشنهاد می‌دهند (ضریب ریسک‌پذیری به عنوان وزن در یک میانگین وزنی مورد استفاده قرار می‌گیرد). سایر بازیگران نیز با توجه به رابطه‌ای که در بخش قبل معرفی شد، اقدام به اعلام قیمت می‌کنند. ضریب ریسک‌پذیری یا (Risk) بین صفر و یک است و پارامتر تعدیل γ ۰/۲۵، مقادیر پارامترها به گونه‌ای انتخاب شده که دامنهٔ قیمتهای پیشنهادی با دامنهٔ پیشنهادی گروههای دیگر تفاوت زیادی نداشته و هم‌پوشانی داشته باشد.

در جدول زیر نتایج بدست آمده از مدل شبیه‌سازی شدهٔ بازار تهران بطور خلاصه آمده است. خود جدول بطور کامل گویای تحولاتی که در ادامه به آنها اشاره شده می‌باشد. لازم به یادآوری است که پس از تهیهٔ نتایج نسخهٔ پایه، نسخه‌های دیگر نیز ایجاد شده و در مجموع برای دستیابی به یک گزینهٔ مناسب بیست نوع تنظیم دیگر امتحان شدند که نتایج پنج مورد از آنها در اینجا در جدول گزارش می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲. نتایج منتخب از برداشتهای مختلف اجرای شبیه‌سازی بازار سهام (الگوی بازار تهران)

اطلاعات	پارامترها	برداشت ۱	برداشت۱۲	برداشت ۱٤	برداشت ۱۵	برداشت ۲۰
پارامترهای بازار	Float	۰	۰	۰	۰	۵۰
	ProbBig	۰	۰,۰۰۲	۰,۰۰۲	۰,۰۰۲	۰,۰۰۲
	ProbMed	۰	۰	۰	۰	۰
	ProbLow	۰	۰	۰	۰	۰
	ProbLearn	۰,۰۲	۰,۰۵	۰,۰۵	۰,۰۵	۰,۰۵
گروه بازیگران	ProbAction	۰,۹۵	۰,۹۵	۰,۹۵	۰,۹۵	۰,۹۵
	MaxTime	۲	۲	۲	۲	۲
	PriceCap	۹	۹	۹	۰,۲	۰,۰۵
	Interest	۰,۰۰۱	۰,۰۰۱	۰,۰۰۱	۰,۰۰۱	۰,۰۰۱
بازیگران منفرد	Risk	Norm(0.5,0.15)	Norm(0.5,0.15)	Norm(0.5,0.15)	Norm(0.5,0.15)	Norm(0.5,0.15)
	Alpha	Norm(0.5,0,15)	Norm(0.5,0,15)	Norm(0.3,0,1)	Norm(0.3,0,1)	Norm(0.3,0,1)
	Beta	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
	Margin	Norm(0.03,0.01)	Norm(0.03,0.01)	Norm(0.03,0.01)	Norm(0.03,0.01)	Norm(0.03,0.01)
	Memory	RND[1, 5]	RND[1, 5]	RND[1, 5]	RND[1, 5]	RND[1, 5]
	PMemory	RND[1, 5]	RND[1, 5]	RND[1, 5]	RND[1, 5]	RND[1, 5]
	Type	(1-200)=F (201-500)=N (501-1000)=C 0=I	انتخاب تصادفی از بین انواع بازیگران شامل بازیگران آگاه	انتخاب تصادفی از بین انواع بازیگران شامل بازیگران آگاه	انتخاب تصادفی از بین انواع بازیگران شامل بازیگران آگاه	انتخاب تصادفی از بین انواع بازیگران شامل بازیگران آگاه
نتایج آماری	میانگین بازده	۰,۰۲۵	-۰,۰۲۳	-۰,۰۳	-۰,۰۲٦	-۰,۰۱۷
	میانه بازده	-۰,۰۳۸	۰,۰۰۷	-۰,۰۱۲	۰,۰۰۲	۰,۰۰۱
	انحراف معیار	۱,۳۹۸	۱,۸۹۲	۱,۹٤	۱,۹۳۱	۰,۸۷۳
	ضریب چولگی	۰,۲۲۰	-۰,۱۷۳	-۰,۲۸۹	-۰,۲۰۲	-۰,۳۳۳
	ضریب کشیدگی	۳,۱٦٦	۷,٦۱۵	۷,۸۲۵	۵,۷۹۸	۲,۱۰۹
	ضریب همبستگی	۰,۰۱٤	-۰,۰٦٦	-۰,۰۹۵	-۰,۰۷۸	-۰,۰۲۷

تعریف طبقه‌بندی اطلاعات، پارامترها مطابق شکل شمارهٔ (۴) و توضیحات آن است. تغییرات ایجاد شده نسبت به نسخه‌های قبلی با تغییر رنگ سلول مربوطه در جدول نشان داده شده است. همانطور که مشخص است نسخ دوازده و چهارده بهترین تشابه را از حیث آماره‌های درجهٔ اول و دوم با بازارهای بین المللی و سهام بازار تهران (جدول شمارهٔ ۳) دارد.

www.SID.ir

Archive of SID

ورود سقف قیمت و سهام شناور در نسخه‌های پانزده و بیست باعث متعادل شدن بازار است؛ اما کماکان نتایج کم و بیش مشابه با بازار تهران را تداعی می‌کند.

نتیجه‌گیری

با کمک این بیست نسخه می‌توان تا حد زیادی توانایی مدل در بررسی و تحلیل حساسیت نسبت به تغییرات پارامترها را نشان داد. همانطور که مشاهده می‌شود ویژگیهای آماری بدست آمده بسیار با آنچه در بازارهای بین‌المللی آمده، مشابه است. ورود ویژگیهای ساختاری بازار تهران نیز در آینده، این امکان را که بتوان سایر ویژگیهای منحصر به فرد سری‌زمانی قیمت و بازدهیهای بازار تهران را باز تولید کرد و از آن طریق بتوان به درک بیشتری از سازوکارهای درونی بازار دست یافت، فراهم شده است. اما به جهت مقایسه جدول (۷) ویژگیهای آماری مشابهی برای برخی از سهام منتخب در بازار تهران آمده است.

همانطور که مشاهده می‌شود، از نظر علامت در بسیاری از موارد ضرایب چولگی منفی هستند اما شدت آنها به مراتب بیش از آن چیزی است که در مدل، بازسازی شده و این امر در مورد ضرایب کشیدگی نیز صادق است. بیشتر ضرایب همبستگی نیز مقادیر منفی را نشان می‌دهند که با بازارهای بین المللی و بازار شبیه‌سازی شدهٔ بالا همخوانی دارد.

به این ترتیب مسیرهای زیر در آینده به عنوان موضوع تحقیق می‌تواند دنبال شود.

- تحلیل حساسیت نتایج با توجه به تغییر شرایط اولیه و مقدار پارامترها.
- واقعی‌تر کردن فرآیندهای تصمیم‌گیری افراد و تنوع بخشی به آن.
- آمار بازدهیها در بازارهای بین المللی مبین وجود روندهای GARCH در آنها است؛ بنابراین می‌توان خروجیهای این مدل را در این راستا ارزیابی کرد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳. مشخصه‌های آماری برخی از سهام برتر بازار سهام تهران درسال ۱۳۸۴-۱۳۸۵

ردیف	نام شرکت	میانگین	میانه	بیشینه	کمینه	انحراف معیار	چولگی	کشیدگی	همبستگی
۱	سیمان‌فارس‌وخوزستان	0,14	0,00	27.63	-48,51	3.01	-6,48	123,74	-0,016
۲	نفت بهران	0,11	0,00	42,62	-55,58	3.32	-6,35	163,23	0,028
۳	سرمایه‌گذاری رنا	0,06	0,00	14,36	-35,00	2.46	-4,73	62,16	0,004
۴	س. گ صنایع بهشهر	-0,04	-0,28	15,97	-41,52	3.71	-4,66	50,93	0,035
۵	شرکت اقتصاد نوین	0,03	-0,03	5,00	-60,09	3.53	-12,93	221,10	-0,026
۶	پتروشیمی خارک	0,21	0,00	37,50	-58,96	2.75	-4,69	216,80	0,028
۷	سرمایه‌گذاری‌مسکن	0,04	0,00	10,78	-52,15	3.20	-11,32	186,28	-0,003
۸	اذر اب	-0,06	0,00	25,71	-67,87	3.98	-7,16	119,41	-0,014
۹	توسعه صنعتی	0,03	0,00	7,69	-46,04	3.06	18,42	494,89	0,014
۱۰	شرکت کف	0,12	0,00	9,73	-39,58	2.89	11,98	233,61	0,016
۱۱	لیزینگ ایران	0,24	0,44	9,95	-68,16	6.50	-7,21	69,95	-0,006
۱۲	الکتریک شرق	0,13	0,00	10,14	-16,91	2.00	-0,83	17,74	-0,012
۱۳	ماشین‌سازی اراک	-0,07	-0,13	66,67	-66,67	5.40	0,77	102,40	0,066
۱۴	سایپا دیزل	0,04	-0,02	33,50	-59,87	4.44	-6,87	91,33	0,001
۱۵	سرمایه‌گذاری‌غدیر	0,13	0,00	19,65	-30,88	2.24	-5,26	73,47	0,066
۱۶	فراورده‌های‌نسوزاذر	-0,18	-0,05	8,04	-35,37	2.77	-3,98	50,88	0,011
۱۷	سرمایه‌گذاری‌ملی	0,05	0,00	8,90	-67,80	2.77	-12,25	262,94	0,002
۱۸	کالسیمین	0,28	0,05	139,93	-47,48	6.41	11,14	286,46	-0,001
۱۹	صنعت و معدن	0,10	0,00	10,06	-48,85	2.27	-9,97	192,18	0,000
۲۰	ایران خودرو	0,02	0,00	35,05	-32,49	2.56	-3,28	82,91	0,043
۲۱	هپکو	0,01	0,00	5,80	-30,31	3.62	-2,39	17,92	0,087
۲۲	معادن روی	0,16	0,00	31,38	-32,66	3.20	-0,95	29,75	0,087

www.SID.ir

Archive of SID

پی‌نوشتها:

1. Bak P., Pazuski M. and Shubik M. "Price Variations in a Stock Market with Many Agents"., ***Santa Fe Institute Working Paper***, No. 96-09-075, (1996).

2. Bornholdt, S. "Expectation Bubbles in a Spin Model of Markets: Intermittency from Frustration Across Scales"., in: ***International Journal of Modern Physics C***, Vol. 12, No. 5, (2001): 667-674.

3. Caldarelli G., Marsili M. and Zhang Y.-C. "A Prototype Model of Stock Exchange"., in: ***Europhisics Letters***, Vol. 40, No. 5, (1997): 479- 484.

4. Chen S.-H., and Yeh C.-H. "Evolving Traders and the Business School with Genetic Programming: A New Architecture of the Agent-Based Artificial Stock Market"., in: ***Journal of Economic Dynamics and Control***, Vol. 25, (2001): 363-393.

5. De la Maza M. and Yuret D. "A Model of Stock Market Partici-Pants"., in: Eds. J. Biethahn and V. Nissen, Evolutionary Algo-rithms in Management Applications, Springer Verlag, Heidelberg, (1995): 290-304.

6. Farmer, J. D. "Market Force, Ecology, and Evolution"., ***Santa Fe Institute Working Paper***, 98-12-116, (1998).

7. Franses P.H. and Dijk D. Van. ***Non Linear Time Series Models in Empirical Finance***. Cambridge University Press., 2001.

8. Gode D. K. and Sunder, S. "Allocative Efficiency of Markets with Zero Intelligence Traders"., ***Journal of Political Economy***, No. 101, (1993): 119-137.

9. Joshi S., Parker J. and Bedau M. A. ***Technical Trading Creates a Prisoner's Dilemma: Results from an Agent-based Model***. in: Proceedings of the 6th International Conference Computational Finance, Eds. Y. Abu-Mostsfa, B. LeBaron, A. W. Lo and A. S. Weigend, MIT Press., 2000.

10. LeBaron B. "A Builder's Guide to Agent Based Financial Markets"., ***Quantitative Finance***, Vol. 1, No.2, (2001): 245-261.

11. Lux T., Chen S. H. and Marchesi M. "Testing for Nonlinear Structure in an Artificial Financial Market"., ***Journal of Economic Behavior and Organization***, Vol. 46, (2001): 327- 342.

12. Lux T. and Marchesi M. "Volatility Clustering in Financial Markets: A Micro-Simulation of Interacting Agents"., ***Journal of Theoretical and Applied Finance***, No. 3, (2001): 675-702.

www.SID.ir

Archive of SID

13. Lux, T. "The Socio-Economic Dynamics of Speculative Markets: Interacting Agents, Chaos, and the Fat Tail of Return Distributions"., ***Journal of Economic Behavior and Organization***, Vol. 33, (1998): 143-165.

14. Marchesi M., Cincotti S., Focardi S. and Raberto M. ***Development and Testing of an Artificial Stock Market***. MDEF 2000: Urbino, September 2000, pp. 28-30. http://www.econ.uniurb.it/bischi/mdef2000/marchesimdef.pdf

15. Murphy, J. J. ***Intermarket Technical Analysis: Trading Strategies for the Global Stock, Bond, Commodity and Currency Markets***, Wiley Finance, New York., 1991.

16. Raberto M., Cincotti S., Focardi S. M and Marchesi M. "Traders' Long-Run Wealth in an Artificial Financial Market"., ***Computational Economics***, No. 22, (2003): 255-272.

17. Shiller R. J. "Human Behavior and the Efficiency of the Financial System"., ***Handbook of Macroeconomics***, Vol. 1, (1997): 1305-40.

18. Tesfatsion L. ***Agent-Based Computational Economics: A Brief Guide to the Literature***. Discussion Paper, Economics Dpt., Iowa State University, Jan. 2000, Reader's Guide to the Social Sciences, Fitzroy-Dearborn, London., 2000.

19. Valente M., Program Codes, www.business.aau.dk/~mv/Lsd/Lsd/ExampeModels/Economics/fin/body_report_fin.html.

20. Youssefmir M. and Huberman B. A. "Clustered Volatility in Multi-Agent Dynamics"., ***Working Paper***, Santa Fe Institute, 95-05-051, (1995).

21. Zeigler B.P. and H.S. Sarioughian. "Approach and Techniques for Building Component Based Simulation Models"., ***Presentation, Arizona Center for Integrative Modelling and Simulation***, (Dec, 2004).

22. www.informs-sim.org.

www.SID.ir