

ارائه مدلی پویا جهت قیمت گذاری معاملات آتی برای دارایی با سود نقدی معین

رضا تهرانی^۱

امیرعلی عباس زاده اصل^۲

مسعود فکری^۳

تاریخ پذیرش: ۹۳/۲/۲۰

تاریخ دریافت: ۹۳/۱/۱۵

چکیده

برای تجزیه و تحلیل سیستم ها، روش های متفاوتی وجود دارد. یکی از روش های نوین و بسیار موثر در این زمینه تفکر سیستمی می باشد. می توان این گونه بیان کرد که رویکرد سیستمی، مدعی ارائه روشی برای برخورد اصولی تر با پیچیدگی های دنیای کنونی است. در واقع رویکرد System Dynamics عبارت است از ارائه مدلی پویا از یک فرآیند در دنیای واقعی و تجزیه و تحلیل عوامل مربوط به آن مدل به صورت سیستماتیک، یعنی نشان دهنده تاثیر تغییرات هر عامل تاثیرگذار در هر لحظه بر کل سیستم می باشد. در این مقاله ابتدا با بررسی عوامل مختلف تاثیرگذار روی قیمت آتی دارایی که شامل سود نقدی است، مدلی پویا ارائه شده و نحوه قیمت گذاری و فرصت های آربیتراژگری برای استفاده از عدم قیمت گذاری صحیح شبیه سازی می شوند. سپس با ارائه ی سناریوهایی، تاثیر تغییرات عوامل مختلف اثرگذار بر سیستم و فرصت های آربیتراژگری که حاصل از این تغییرات می باشند، بررسی می شوند.

واژه های کلیدی: رویکرد سیستمی، قیمت آتی، دارایی با سود نقدی، آربیتراژگری، شبیه سازی.

۱- دانشیار دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، ایران

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع- مهندسی مالی دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، ایران (مسئول مکاتبات)

Amir.Abbaszadeh@ut.ac.ir

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع دانشکده فنی دانشگاه تهران، ایران

۱- مقدمه

قراردادهای آتی به عنوان یکی از ابزارهای مشتقه شناخته می‌شوند. این ابزارها در سال‌های اخیر جایگاه ویژه‌ای در بازارهای مالی پیدا کرده‌اند. بازارهای کلایی در دنیا به دو دسته طبقه‌بندی می‌شوند: بازار نقدی که کالا در آن به صورت نقدی مورد داد و ستد قرار می‌گیرد و بازار مشتقه که در آن ابزارهای مالی مبتنی بر تعهد خرید و فروش مورد داد و ستد قرار می‌گیرد.

قرارداد آتی قراردادی است که در آن فروشنده تعهد می‌کند در سررسید تعیین شده، تعداد معینی از سهم پایه را به قیمتی که در زمان انعقاد قرارداد تعیین می‌شود، بفروشد و در مقابل خریدار متعهد می‌شود آن سهام را در تاریخ سررسید خریداری کند. تعداد سهام مشخص شده در هر قرارداد بیانگر اندازه قرارداد است و تمامی آنها، سهام شرکتی است که در نماد معاملاتی قرارداد آتی مشخص شده است. این نماد به صورت ترکیبی از علامت اختصاری سهم پایه، سال و ماه سررسید قرارداد می‌باشد. هر نماد معاملاتی در دوره مشخصی از سال معامله شده و پس از آن وارد دوره تحویل می‌گردد که این دوره پس از آخرین روز معاملاتی آغاز و تا انتهای ماه قرارداد ادامه دارد و طی آن تسویه فیزیکی یا نقدی برای قرارداد صورت می‌گیرد. برای معاملات این قراردادها، محدودیت‌های قیمتی و حجمی وجود دارد. به طوریکه در هر روز معاملاتی نوسان قیمتی در دامنه مشخصی صورت می‌گیرد و ورود سفارش در هر روز تنها در دامنه نوسان قیمت، مجاز است. همچنین هر کارگزار و مشتری ملزم است در لحظه، سقف موقعیت‌های تعهدی باز به ازای هر نماد معاملاتی را رعایت نماید. موقعیت

تعهدی که در بازار تسویه نهایی نشده است را موقعیت تعهدی باز گویند.

با انعقاد قرارداد آتی، خریدار و فروشنده می‌توانند قیمت سهام را برای زمان آینده تثبیت کنند و بنابراین از ریسک نوسانات مربوط به قیمت جلوگیری نمایند. این قراردادها به عنوان ابزار پوشش ریسک در مدیریت پرتفوی به حساب می‌آیند. سرمایه‌گذاران با پرداخت بخشی از ارزش قرارداد، مالک سهام پایه خواهند شد، لذا معامله قراردادهای آتی به دلیل این ویژگی اهرمی، سود و زیان بالایی به همراه دارد. قیمت این قراردادها، براساس اقدامات شرکت منتشرکننده سهم پایه مثل افزایش سرمایه و تقسیم سود تعدیل می‌شوند. با این حال، توقف‌های طولانی، نوسانات شدید قیمت سهم بعد از بازگشایی نماد و صف‌های سنگین خرید و فروش در نماد معاملاتی سهم بر ریسک این قراردادها می‌افزایند. قرارداد آتی پس از آخرین روز معاملاتی، وارد دوره تحویل می‌شود و سرمایه‌گذار در صورتی که در طی دوره معامله موقعیت تعهدی خود را نبسته باشد باید اقدام به تسویه نماید.

یکی از مباحث مهم در بحث قراردادها و پیمان‌های آتی، قیمت‌گذاری این قراردادها می‌باشد، به طوری که اگر قیمت این قراردادها به طور صحیح تعیین نشود، باعث ایجاد فرصت‌های آربیتراژگری می‌شود. برای تجزیه و تحلیل این فرصت‌های آربیتراژگری که در پی عدم قیمت‌گذاری صحیح قراردادها به وجود می‌آیند، می‌توان از رویکرد سیستم‌های پویا بهره برد. در تفکر سیستمی با استفاده از ابزارها و فرآیندهای معرفی شده، درک رفتار سیستم‌های پیچیده ممکن شده و به تبع آن در تصمیم‌گیری‌ها، سیاست‌های مناسب اتخاذ می‌شود تا بتوان تغییرات را در مسیر صحیح هدایت نمود. برای

T: دوره زمانی پیمان آتی یا قرارداد آتی تا تاریخ تحویل (به صورت سال) یا همان مدت زمان باقیمانده تا سررسید
 r: نرخ سالیانه بهره بدون ریسک که به صورت بهره مرکب
 D: سود نقدی معین برای سهم
 S₀: قیمت جاری دارایی پایه در قرارداد آتی یا پیمان آتی

F₀: قیمت قرارداد آتی یا پیمان آتی در حال حاضر
 اینک با توجه به موارد ذکر شده قیمت قرارداد آتی یا پیمان آتی عبارت است از:

$$F_0 = (S_0 - D)e^{rT} \quad \text{رابطه ۱}$$

فروش استقراضی:

به طور معمول سرمایه گذاران به دنبال انتخاب و خرید یک دارایی مالی و نگهداری آن برای مدتی مناسب و سپس فروش به قیمت بالاتر به منظور کسب سود می باشند. فروش استقراضی در نقطه مقابل این استراتژی قرار دارد. بر اساس تعریف کمیسیون بورس اوراق بهادار آمریکا، فروش استقراضی در حقیقت فروش اوراق بهاداری است که فروشنده صاحب و مالک آن نیست، بلکه فروش سهامی است که توسط فروشنده از کارگزار خود قرض گرفته شده است و فروشنده سهام استقراضی بعداً به وسیله خرید سهام یا با استفاده از سهامی که متعلق به خودش است، سهام قرض گرفته شده را به قرض دهنده باز می گرداند.

فروشنندگان استقراضی امیدوارند که از کاهش قیمت آن دارایی پس از فروش و تا قبل از خرید مجدد آن سود کنند. از آنجایی که پس از کاهش قیمت، بایستی بهای کمتری را هنگام خرید مجدد آن

بررسی رفتار سیستم در سیستم دینامیک از ابزارهایی برای ساخت مدل های ریاضی استفاده می شود. سیستم دینامیک بر پایه تئوری دینامیک غیرخطی و کنترل بازخوردی در ریاضیات، فیزیک و مهندسی مورد استفاده قرار می گیرد. با توجه به اینکه در سیستم دینامیک ابزارهای فوق برای مدل نمودن رفتار انسان مورد استفاده قرار می گیرند لذا سیستم دینامیک براساس علوم جامعه شناسی، اقتصاد و سایر علوم اجتماعی بنا نهاده شده است. در واقع در رویکرد سیستم های پویا، ما همه عوامل مربوط به یک مساله را به عنوان یک سیستم واحد در نظر می گیریم که تغییرات هر عامل در سیستم باعث تغییر کل سیستم می شود.

۲- مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش

قیمت گذاری قرارداد آتی برای دارایی با سود نقدی معین:

یکی از حالات تعیین قیمت قرارداد یا پیمان آتی حالتی است که دارایی پایه که از نوع دارایی سرمایه ای می باشد، سود نقدی دارد. مفروضاتی که در مدل به کار می بریم عبارت اند از:

- افراد در انجام معاملات هزینه های معاملاتی ندارند.
- مالیات بر سود معاملات، برای تمامی مشارکت کنندگان در بازار یکسان است.
- مشارکت کنندگان در بازار میتوانند با همان نرخ بهره هایی که وام میدهند، وام بگیرند.
- مشارکت کنندگان در بازار به محض ایجاد فرصت های آربیتراژی، میتوانند از آن بهره مند شوند.

و علائم مورد استفاده عبارت اند از:

دارایی بپردازند. همچنین در صورتی که قیمت افزایش یابد، فروشنده استقراضی متحمل ضرر می شود (چراکه مجبور است آن دارایی را در قیمتی بالاتر از آنچه که فروخته خریداری کند). این ضرر محدود به کل بهای دارایی فروخته شده است. دیگر هزینه های فروش استقراضی، هزینه قرض گیری دارایی و ... است. از دید ریاضی، فروش استقراضی برابر با خرید دارایی با حجم منفی است.

فروش استقراضی همواره محدود به دارایی هایی است که در بازار های اوراق بهادار، کالا و ارز مبادله می شوند و حجم ورود و خروج این دارایی ها در آن بازار، باید همواره قابل کنترل باشد، تا خرید مجدد دارایی قرض گرفته شده در زمان لازم امکان پذیر باشد. چون این نوع دارایی ها مثلی هستند، هر دارایی از همان نوع که خریداری شود می تواند به قرض دهنده به عنوان عوض قرض داده شود.

پیشینه پژوهش

در سال ۱۸۴۸ در شیکاگو تولیدکنندگان گندم برای فروش محصولات خود نیاز به بازاری داشتند تا معاملات نقدی را انجام دهند یعنی گندم بدهند و به جای آن پول دریافت کنند. به تدریج کشاورزان (فروشنندگان) و دلانان (خریداران) تصمیم به نوعی تعهد برای دریافت وجه نقد خود در آینده گرفتند و زمینه معاملات آتی را پایه ریزی کردند بدین معنی که تولیدکننده موافقت می کرد که محصول خود را به خریدار در تاریخ آینده (تاریخ تحویل کالا) با قیمت توافق شده بفروشد. در این راستا کشاورز از قبل می دانست که وجه خود را دریافت خواهد نمود و دلال نیز از قیمت کالا با خبر شده و این معامله برای هر دو طرف سودمند بود. زیرا خیال طرفین از تغییرات

قیمتی در آینده آسوده می شد. بنابراین این نوع قراردادها به سرعت رایج شد و حتی این قراردادها قبل از تاریخ تحویل چندین بار دست به دست می شدند. اگر دلالی احساس می کرد نیازی به گندم ندارد، قرارداد خود را به فردی که گندم نیاز داشت می فروخت، مشابه آن نیز، تولیدکننده ای که قصد عدم تحویل گندم را داشت مسئولیت تحویل واقعی گندم را می توانست به دیگری منتقل کند. قیمت قرارداد بستگی به وضعیت و حرکت قیمت گندم و سیستم عرضه و تقاضا در بازار داشت. این قراردادها با اندکی تغییرات به سرعت تبدیل به ابزاری حمایتی برای طرفین معامله در شرایطی که بازار بر خلاف نظر آنها حرکت می کرد، شد. مثلاً در شرایط بد آب و هوا، افرادی که قرارداد فروش گندم منعقد کرده اند، علاقه مند هستند، قراردادهای ارزشمند خود را بدلیل کاهش عرضه گندم، نگه دارند، برخلاف آن، چنانچه تولید مازاد بر تقاضا باشد، ارزش قراردادهای فروش نیز کاهش می یابد. به علاوه، این وضعیت، معامله گرانی را که قصد خرید و فروش گندم برای تحویل فیزیکی را نداشته اند و صرفاً بعنوان پذیرش ریسک قیمت گندم و کسب سود وارد معامله شده اند نیز ترغیب می کرد. در نتیجه معامله به شکل قراردادهای آتی و مزایای فراوان آن، زمینه ورود کالاهای دیگر نیز فراهم شد و شرایطی را ایجاد کرد که شکل قراردادهای آتی استاندارد و قانونمند شدند و به دنبال آن بورس اوراق مشتقه CBOT در سال ۱۸۴۸ در آمریکا شکل گرفت.

در مورد پیشینه تاریخی تحقیق می توان گفت که در ایران با استفاده از رویکرد تفکر سیستمی مطالعات چندانی در مورد فرصت های آربیتراژگری بازار آتی صورت نگرفته و تحقیق ارائه شده رویکرد جدیدی برای تحلیل فرصت های آربیتراژگری می



باشد. البته از سری تحقیقات صورت گرفته با رویکرد سیستم‌های پویا در زمینه‌های مالی می‌توان به مقاله آقای یو (Jiong You, 2004) اشاره کرد که در آن به ایجاد یک مدل سیستمی پویا در زمینه بازارهای آتی پرداخته است. همچنین آقای مانتل و همکارانش (Rolf R Mantel, 1994) به بحث‌های کنترلی در زمینه مالی با استفاده از رویکرد سیستم‌های پویا پرداخته‌اند.

۳- مدل‌های پژوهش و نحوه اندازه‌گیری آن‌ها

۳-۱- مدل‌ها و سیستم‌های پویا

مدل تصویر ساده شده‌ای از جهان واقعی است که در حد فهم سازنده آن از واقعیت شکل می‌گیرد. مهمترین هدف از مدلسازی، کسب دانش در مورد رفتار سیستم واقعی است. در واقع مدل ابزار مناسبی برای بررسی تصمیمات مختلف و آثار و نتایج حاصل از آن‌ها می‌باشد. همچنین در مواردی که انجام آزمایش در سیستم‌های فیزیکی ممکن نباشد و یا آزمایش سیستم‌های واقعی هزینه بالایی داشته باشد معمولاً از مدل استفاده می‌شود. از دیگر اهداف مدلسازی، اتخاذ تصمیمات مناسب در کوتاهترین زمان است. زیرا با استفاده از مدل روابط درون سیستم ترسیم شده و به این ترتیب رفتار سیستم را می‌توان پیش بینی کرد.

۳-۲- طبقه بندی مدل‌ها

طبقه بندی بر اساس نحوه مدل سازی

مدل‌های مادی: این مدل‌ها بیشتر در علوم تجربی مورد استفاده قرار می‌گیرند و نمایش کوچکی از سیستم واقعی هستند. آزمایشاتی که در علوم

مختلف از جمله فیزیک، شیمی، زیست شناسی و... انجام می‌گیرد از این دسته است.

مدل‌های ذهنی: مدلی که در ذهن از واقعیات

بیرون ساخته می‌شود، مدل ذهنی نامیده می‌شود مانند تفکر درباره اقتصاد یک کشور و مجسم نمودن آن در ذهن. این مدل‌ها محدود و ضعیف می‌باشند؛ زیرا تعداد عواملی که می‌توان به طور همزمان در یک مدل ذهنی مجسم نمود محدود می‌باشد، بنابراین استنتاج حاصل از این مدل‌ها غیرقابل اعتماد است. از سوی دیگر انتقال این مدل‌ها به دیگران نیز دشوار است. لذا این مدل‌ها به خودی خود معمولاً ارزش استفاده ندارند؛ بلکه پایه‌ای برای مدل‌های دقیقتر از جمله مدل‌های ریاضی می‌باشند.

مدل‌های تشریحی: در این مدل‌ها، ذهنیات

شخص در قالب عبارات و جملات در آمده و به صورت مکتوب ارائه می‌شود. علوم اجتماعی و سیاسی معمولاً در این قالب ارائه می‌شوند. استنتاج از این مدل‌ها نیز ضعیف است.

مدل‌های ریاضی: در اینگونه مدل‌ها، عوامل و

روابط بین پارامترهای مدل با علائم ریاضی نشان داده می‌شود. در اینگونه مدل‌ها هیچگونه ابهامی وجود ندارد و تعداد عوامل مدل می‌تواند زیاد باشد و از این نظر هیچگونه محدودیتی در آن وجود ندارد. نتایج حاصل از این مدل‌ها دقیق است و چون براساس منطق ریاضی به دست آمده قابل استفاده می‌باشد. از خصوصیات این مدل‌ها، پیچیدگی آن‌ها، نسبت به انواع دیگر مدل‌ها می‌باشد.

طبقه بندی بر اساس محتوا

مدل‌های علی: روابط علت و معلولی میان

پدیده‌ها را بیان می‌کنند. دو عامل A , B دارای رابطه



طبقه بندی بر اساس نوع کاربرد

مدل‌های شبیه سازی: در این مدل‌ها، وضعیت فعلی سیستم با توجه به روندها و رفتارهای گذشته مدل می‌شود تا درک بهتری از رفتار سیستم واقعی حاصل شود. در مدل‌های فوق معمولاً برای سیستم هدفی تعریف می‌شود و سایر متغیرها برای رسیدن به آن هدف تغییر می‌کنند. این مدل‌ها را اصطلاحاً مدل‌های هدف محور می‌نامند.

مدل‌های بهینه یابی: این مدل‌ها در صدد پاسخگویی به این سؤال هستند که چگونه می‌توان به حالت مطلوب در بهترین شرایط آن دست یافت. در این مدل‌ها نیز با شناخت رفتار سیستم، نقاط بهینه یک منطقه‌ی موجه با توجه به یک تابع هدف از پیش تعیین شده، شناخته می‌شود.

البته طبقه بندی‌های زیاد دیگری مانند ایستا یا پویا بودن و . . . وجود دارد که به مدل‌های اشاره شده اکتفا می‌کنیم. مدل مورد استفاده ما در این مقاله از نوع مدل ریاضی و علی برای شبیه سازی است.

۳-۳- بازخورد در سیستم‌های دینامیک

هنر سیستم دینامیک ترسیم رفتار سیستم با استفاده از مدلسازی فرایندهای بازخوردی داخل سیستم از طریق ساختارهای حالت جریان، تأخیرهای زمانی و روابط غیر خطی میباشد. اغلب رفتارهای پیچیده سیستم بدلیل تعاملات (بازخوردها) بین اجزاء سیستم است و نه بدلیل پیچیدگی اجزاء آنها. رفتارهای سیستم متأثر از دو نوع بازخورد است. بازخوردهای مثبت و منفی. بازخورد مثبت منجر به تقویت هر آنچه در سیستم رخ میدهد می‌شوند ولی بازخوردهای منفی در جهت تعادل اتفاقات داخل سیستم رفتار می‌کنند. بازخورد مفهومی است که در

علی معلولی هستند، اگر تغییر در A موجب تغییر در B گردد به شرطی که سایر عوامل ثابت باشند. روابط علت و معلولی می‌توانند مثبت و منفی باشند. اگر علت در یک جهت حرکت کند و معلول هم در همان جهت حرکت نماید در آن صورت به آن یک رابطه‌ی علت و معلولی مثبت گفته می‌شود. اگر علت در یک جهت حرکت کند و معلول در جهت مخالف آن حرکت نماید به آن یک رابطه‌ی علت و معلولی منفی گفته می‌شود.

به مدل‌های علی که به تشریح این روابط می‌پردازند مدل‌های مفهومی نیز گفته می‌شود. در این مدل‌ها موضوع مورد نظر از دیدگاه پدیده شناسی مورد بررسی قرار گرفته و روابط اجزای درون سیستم به طور جزئی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

مدل‌های توصیفی: در این مدل‌ها روابط بین

پدیده‌ها به صورت تجربی مشاهده می‌شود. به عنوان مثال در یک مدار الکتریکی با تغییر ولتاژ، جریان نیز تغییر خواهد کرد. رسم داده‌های حاصل از این آزمایش با استفاده از یک رگرسیون خطی ساده نشان می‌دهد که جریان متناسب با ولتاژ تغییر می‌کند، اما بیان این موضوع به این معنا نیست که ولتاژ و جریان با یکدیگر رابطه‌ی علت و معلولی دارند. این رابطه تنها ارتباط ورودی و خروجی را بدون توجه به فرآیندهای درونی سیستم بررسی می‌کند. یعنی این مدل‌ها به سیستم به عنوان یک جعبه سیاه نگاه می‌کنند و به اجزاء درون سیستم و ارتباط آنها با یکدیگر نمی‌پردازند. در این مدل‌ها رابطه‌ی ورودی و خروجی بر پایه همبستگی آماری است که از طریق روش‌هایی از قبیل تکنیک‌های رگرسیون شکل می‌گیرد.

معلولی نحوه تأثیر علت بر معلول را نمایش می‌دهند و ابزاری مناسب برای ترسیم ساختار بازخوردی سیستم‌ها می‌باشند.

۳-۵- نمودارهای حالت-جریان

نمودارهای علی و معلولی بر ساختار بازخوردی یک سیستم توجه دارد و نمودارهای حالت-جریان به ساختارهای فیزیکی بوجود آورنده آن ساختار بازخوردی تمرکز می‌نماید. در نمودار حالت-جریان متغیرهای حالت نشان دهنده وضعیت سیستم از قبیل تعداد جمعیت، موجودی مواد، بدهی‌ها و ارزش دفتری سرمایه می‌باشد، در صورتی که متغیرهای نرخ نشان دهنده نرخ تغییرات سیستم همانند مرگ و میر، نرخ تولید، نرخ دریافت وام و بازپرداخت آن و نرخ سرمایه‌گذاری و استهلاك سرمایه. در سیستم‌ها بر اساس متغیرهای حالت، تصمیم‌ها اتخاذ شده و با تغییر متغیرهای جریان آن تصمیمات اعمال می‌شود.

۴- روش‌شناسی پژوهش

با توجه به رابطه‌ی قیمت قراردادآتی، اگر این مقدار برای معاملات به درستی محاسبه نشود، آن‌گاه فرصت آربیتراژگری به وجود می‌آید. چه این قیمت بیشتر از حد استاندارد و چه کمتر از آن محاسبه شود، استفاده از فرصت‌های آربیتراژگری باعث همگرایی این قیمت‌ها شده تا در نهایت فرصت آربیتراژگری از بین برود. این موضوع با توجه به موضوعات ارائه شده در بخش سیستم‌های پویا و جریان‌های علی معلولی و بازخوردهای مثبت و منفی قابل اثبات است. در شکل ۱ دیاگرام علی معلولی این موضوع رسم شده است.

سایر رشته‌ها نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. به عنوان مثال در مباحث کیفیت و در چرخه دمینگ شوارت (Plan-Do-Check-Act) از این مفهوم برای بیان چرخه بهبود کیفیت استفاده شده است.

در حلقه تصمیم تنها ورودی برای اتخاذ تصمیم، اطلاعات جهان واقعی نیست، بلکه قوانین و سیاستهای تصمیم نیز از ورودی‌های دیگرند که در نهایت تصمیم را می‌سازند. قوانین و سیاستهای تصمیم متأثر از مدل‌های ذهنی تصمیم‌گیرنده هستند. در سیستم داینامیک، مدل ذهنی همان برداشت‌های شخص از مجموعه شبکه علل و تأثیرات آن‌ها می‌باشد که مشخص میکند سیستم چگونه عمل می‌کند.

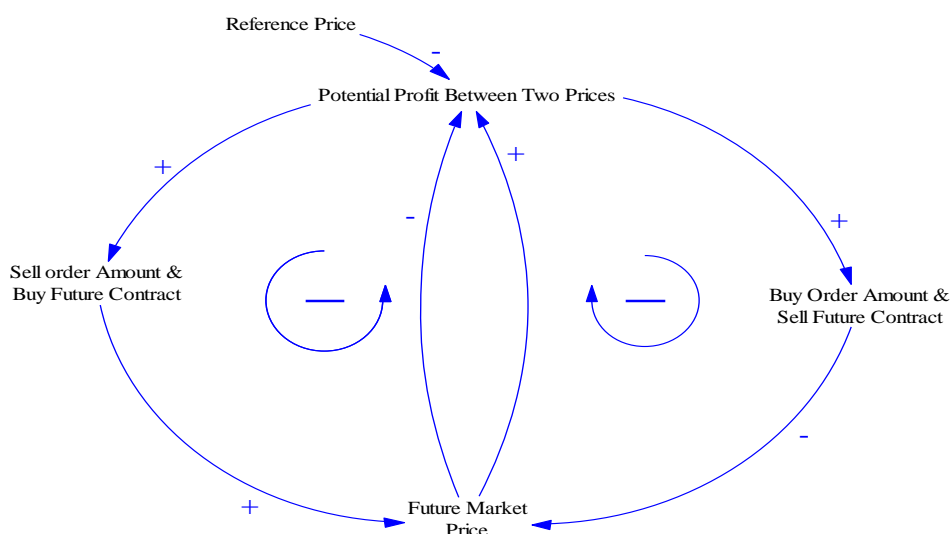
۳-۴- قدم‌های مدل‌سازی

در مدل‌سازی قدم اول شناخت دقیق صورت مسئله و مشتری مدل می‌باشد. قدم‌های بعدی مدل‌سازی معمولاً یک حالت متداول و ساخت یافته ندارد، چرا که مدل‌سازی خلق کردن است و این مسئله نیز حالت ذاتی و فطری دارد. ولی می‌توان فرآیند ساخت مدل را به چند مرحله تقسیم نمود:

- تشریح دقیق صورت مساله
- تعیین ثنوری و فرضیه دینامیک در مورد علل بروز مساله
- ساخت یک مدل شبیه سازی
- تست مدل برای اطمینان از صحت عملکرد
- طراحی سیاستهای مختلف و ارزیابی آنها با مدل

نمودارهای علی و معلولی

نمودارهای مرز مدل و زیرسیستم‌ها مرز مدل و معماری اصلی مدل را نشان می‌دهند، ولی ارتباطات بین متغیرها را نشان نمی‌دهند. نمودارهای علی و



شکل ۱: دیاگرام علی معلولی آربیتراژگری در قرارداد آتی

همان طور که از شکل مشخص است دو عمل آربیتراژگری باعث ایجاد بازخوردهای منفی شده و این جریان تا جایی ادامه پیدا می‌کند که قیمت‌ها به سطحی برسند که فرصت‌های آربیتراژگری از بین بروند. اما دو حالت آربیتراژگری مورد نظر که برای تجزیه و تحلیل مورد استفاده قرار می‌گیرند، عبارت‌اند از:

الف: قیمت قرارداد آتی بزرگتر از مقدار استاندارد باشد:

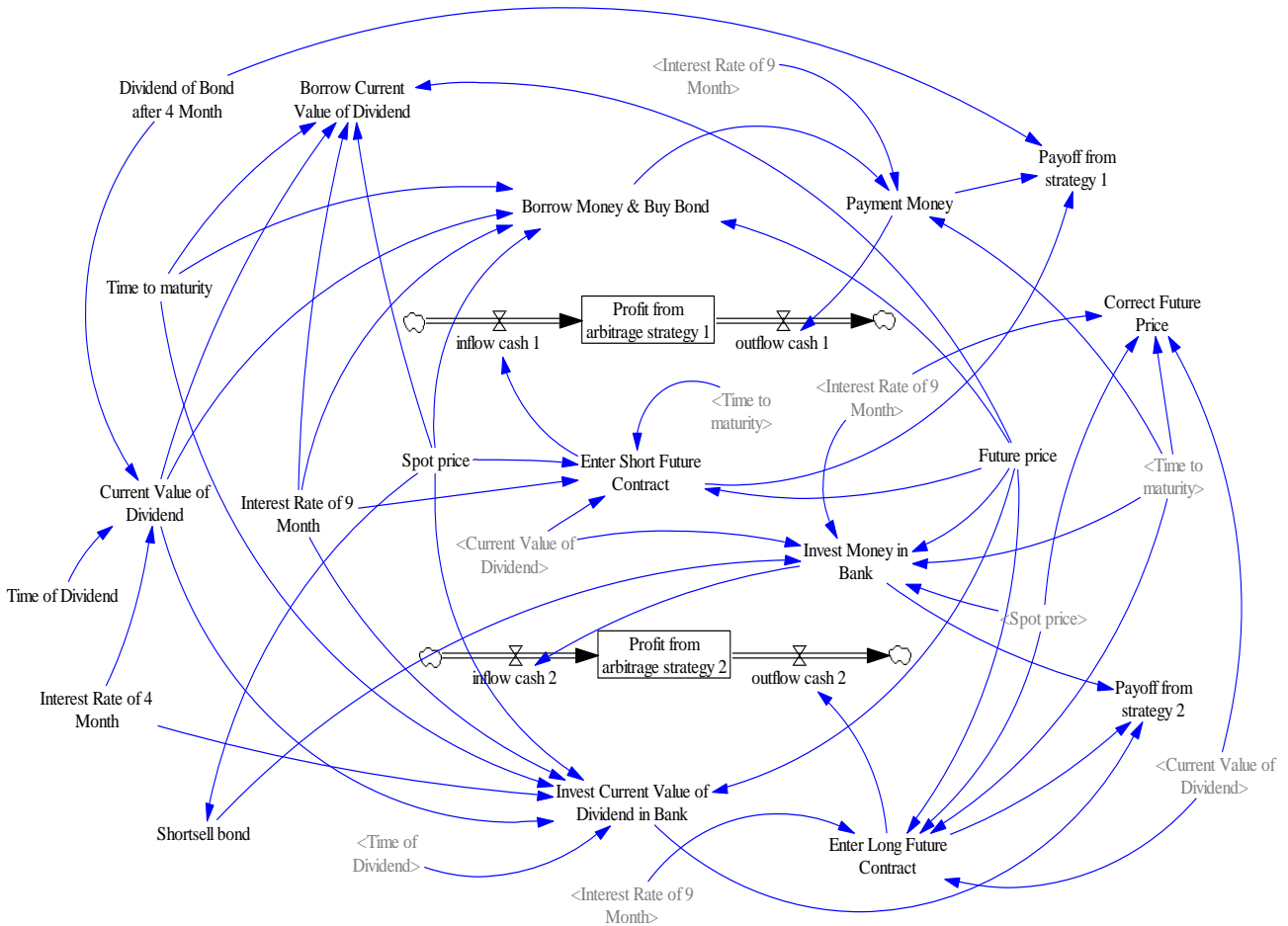
- فروش اوراق قرضه به قیمت S_0
- سرمایه‌گذاری ارزش جاری سود در مدت زمان پرداخت سود و بهره پرداختی برای سود
- سرمایه‌گذاری باقی پول حاصل از فروش با نرخ بهره r و مدت زمان T
- ورود به موضع معاملاتی خرید در پیمان آتی در زمان سررسید، مبلغ نقدی سرمایه‌گذاری شده به اندازه $(S_0 - D)e^{rT}$ رشد می‌کند و معامله‌گر دارایی را هم می‌تواند به قیمت F_0 بازخرید کند و در نتیجه سرمایه‌گذار در مقایسه با موقعیت سرمایه‌گذاری که دارایی پایه را نفروخته و نگه داشته است، به سودی معادل $(S_0 - D)e^{rT} - F_0$ دست می‌یابد.

ب: قیمت قرارداد آتی کوچکتر از مقدار استاندارد باشد:

- وام گرفتن به اندازه S_0 با نرخ بهره r به مدت T برای خرید اوراق قرضه
- سرمایه‌گذاری ارزش جاری سود در مدت زمان پرداخت سود و بهره پرداختی برای سود
- سرمایه‌گذاری باقی مانده پول با نرخ بهره r به مدت T
- فروش پیمان آتی نتیجه آن‌که معامله‌گر با گذشت زمان T ، یک سکه طلا را به قیمت F_0 می‌فروشد و مبلغ

با توجه به شکل Profit from arbitrage strategy 1 و Profit from arbitrage strategy 2 برابر مقدار تجمعی سود حاصل در طول دوره مدل سازی بوده که به عنوان متغیر سطح تعریف شده اند و در واقع کل سود برابر با مقدار نهایی این دو متغیر است، ولی Payoff from strategy 1 و Payoff from strategy 2 عایدی را در هر معامله نشان می دهند.

اینک با توجه به فرصت های آربیتراژگری و استفاده از رابطه تعیین قیمت قرارداد آتی، مدل پویای قیمت گذاری قرارداد آتی ایجاد می شود. این مدل در شکل شماره ۲ نشان داده شده است. همان طور که در شکل ۲ مشخص است عایدی حاصل از دو استراتژی آربیتراژگری توسط مدل محاسبه می شود، همچنین قیمت صحیحی که برای معاملات باید در نظر گرفته شود نیز محاسبه می شود.



شکل ۲: مدل پویای قیمت گذاری معاملات آتی و فرصت های آربیتراژگری

محاسبه می شوند. روابط استفاده شده در مدل عبارت اند از:

بعد از ایجاد مدل باید روابط بین متغیرها برای شبیه سازی مدل وارد شود، این روابط از فرمول قیمت گذاری معاملات آتی و فرصت های آربیتراژگری

- (01) Borrow Current Value of Dividend=IF THEN ELSE(Future price>(Spot price-Current Value of Dividend)*EXP(Interest Rate of 9 Month*Time to maturity), Current Value of Dividend, 0)
- (02) "Borrow Money & Buy Bond"=IF THEN ELSE(Future price>(Spot price-Current Value of Dividend)*EXP(Interest Rate of 9 Month*Time to maturity), Spot price-Current Value of Dividend, 0)
- (03) Correct Future Price=(Spot price-Current Value of Dividend)*EXP(Interest Rate of 9 Month*Time to maturity)
- (04) Current Value of Dividend=Dividend of Bond after 4 Month*EXP(-Interest Rate of 4 Month*Time of Dividend
- (05) Dividend of Bond after 4 Month=400
- (06) Enter Long Future Contract= -IF THEN ELSE(Future price<(Spot price-Current Value of Dividend)*EXP(Interest Rate of 9 Month*Time to maturity), Future price , 0)
- (07) Enter Short Future Contract = IF THEN ELSE (Future price > (Spot price - Current Value of Dividend)*EXP(Interest Rate of 9 Month*Time to maturity), Future price, 0)
- (08) FINAL TIME = 52 The final time for the simulation.
- (09) Future price=2211.16
- (10) inflow cash 1=Enter Short Future Contract
- (11) inflow cash 2=Invest Money in Bank
- (12) INITIAL TIME = 0 The initial time for the simulation.
- (13) Interest Rate of 4 Month=0.3
- (14) Interest Rate of 9 Month=0.4
- (15) Invest Current Value of Dividend in Bank=IF THEN ELSE(Future price<(Spot price-Current Value of Dividend)*EXP(Interest Rate of 9 Month*Time to maturity), Current Value of Dividend*EXP(Interest Rate of 4 Month *Time of Dividend), 0)
- (16) Invest Money in Bank=IF THEN ELSE(Future price<(Spot price-Current Value of Dividend)*EXP(Interest Rate of 9 Month*Time to maturity), (Shortsell bond-Current Value of Dividend)*EXP(Interest Rate of 9 Month*Time to maturity), 0)
- (17) outflow cash 1=-Payment Money
- (18) outflow cash 2=-Enter Long Future Contract
- (19) Payment Money=-"Borrow Money & Buy Bond"*EXP(Interest Rate of 9 Month*Time to maturity)
- (20) Payoff from strategy 1=Enter Short Future Contract+Payment Money+(Dividend of Bond after 4 Month -Dividend of Bond after 4 Month)
- (21) Payoff from strategy 2=Invest Money in Bank+Enter Long Future Contract+(Invest Current Value of Dividend in Bank-Invest Current Value of Dividend in Bank)
- (22) Profit from arbitrage strategy 1= INTEG (inflow cash 1-outflow cash 1,0)
- (23) Profit from arbitrage strategy 2= INTEG (inflow cash 2-outflow cash 2,0)
- (24) SAVEPER =TIME STEP The frequency with which output is stored.
- (25) Shortsell bond=Spot price
- (26) Spot price=2000
- (27) Time of Dividend= 4/12
- (28) TIME STEP = 1 The time step for the simulation.
- (29) Time to maturity=0.75

در مدل برای یک مثال خاص در نظر گرفته شده و شبیه سازی طی این اطلاعات انجام گرفته است. ابتدا قیمت آتی به گونه‌ای وارد شده است که که هیچ‌گونه فرصت آربیتراژی وجود نداشته و عایدی حاصل از دو استراتژی برابر صفر می‌باشد. سپس تحت سناریوهایی عایدی حاصل از

۵- نتایج حاصل از شبیه‌سازی و تجزیه و تحلیل

داده‌ها

در قسمت قبل مدل پویای قیمت گذاری معاملات آتی و فرصت‌های آربیتراژی ایجاد شده و روابط بین متغیرها وارد مدل شد. اعداد وارد شده

استراتژی‌ها در هنگام تغییرات عوامل موثر بر قیمت گذاری، با فرض اینکه قیمت آتی با اعمال این تغییرات ثابت بماند، تجزیه و تحلیل می‌شود. هم‌چنین فرصت‌های آربیتراژی نیز برای کسی در نظر گرفته شده است که کاملاً بر بازار آگاه بوده و از هر استراتژی در جایگاه خودش استفاده می‌کند.

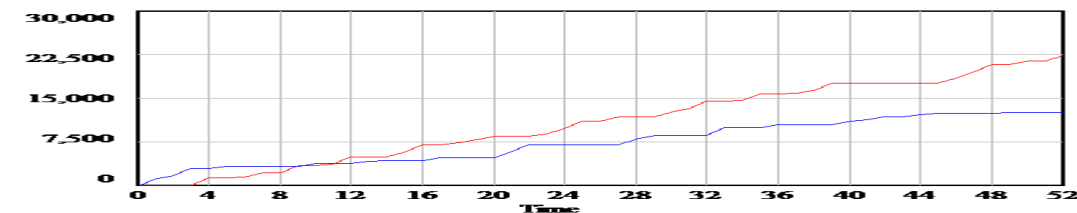
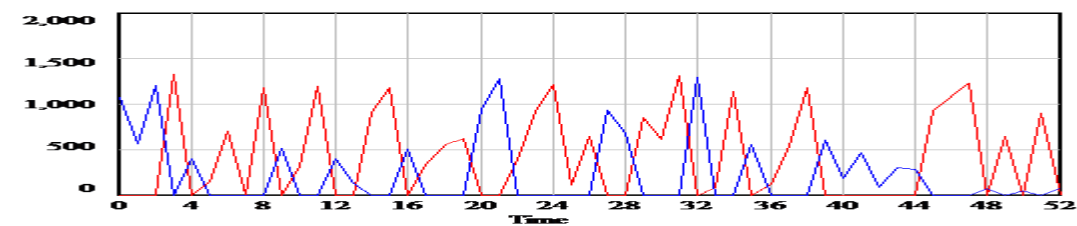
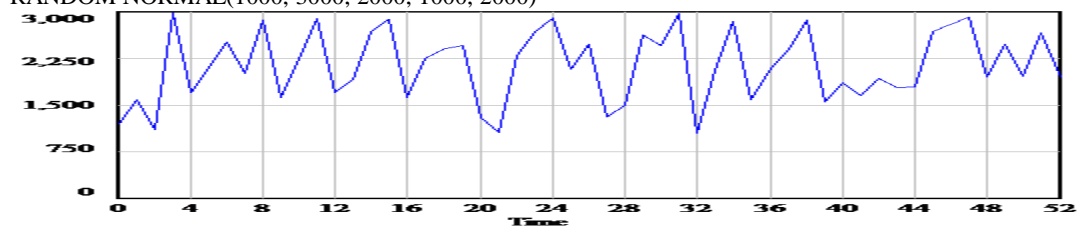
سناریو ۱: تغییر قیمت نقدی

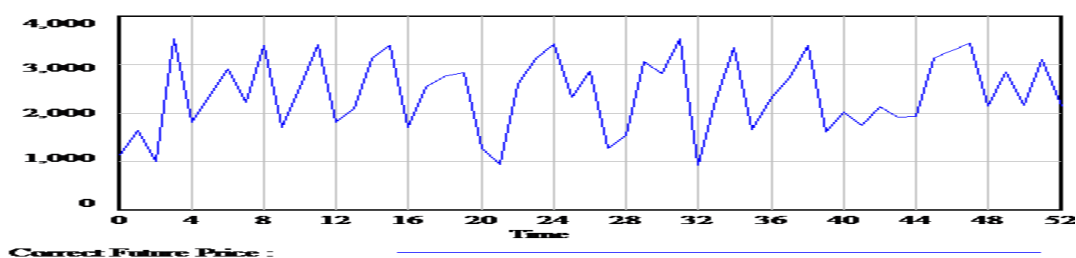
یکی از عوامل تاثیرگذار بر تعیین قیمت معاملات آتی قیمت نقدی دارایی در حال حاضر است. با توجه به فرمول قیمت نقدی دارایی تاثیر مستقیمی بر

قیمت آتی داشته و با تغییرات آن قیمت آتی نیز باید تغییر کند. اگر با تغییر قیمت نقدی دارایی قیمت آتی ثابت بماند، فرصت‌های آربیتراژی ایجاد شده و سبب کسب سود از این فرصت‌ها می‌شود. شکل ۳ تغییرات قیمت نقدی و در نتیجه عایدی کسب شده از استراتژی‌ها، عایدی تجمعی و روند تصحیح قیمت را نشان می‌دهد. تغییرات قیمت آتی از توزیع نرمال پیروی کرده و داده‌ها به صورت تصادفی از این توزیع با استفاده از نرم‌افزار Vensim انتخاب شده‌اند.

دستور مورد استفاده در Vensim :

RANDOM NORMAL({min} , {max} , {mean} , {stdev} , {seed})
RANDOM NORMAL(1000, 3000, 2000, 1000, 2000)





شکل ۳: نمودارهای تغییرات قیمت نقدی، عایدی استراتژی‌ها، عایدی تجمعی و روند قیمت آتی

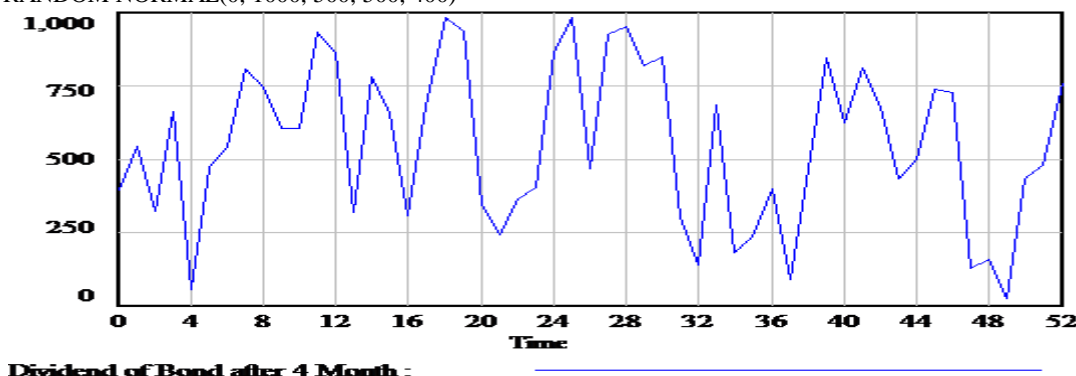
سناریو ۲: تغییر مقدار سود دارایی

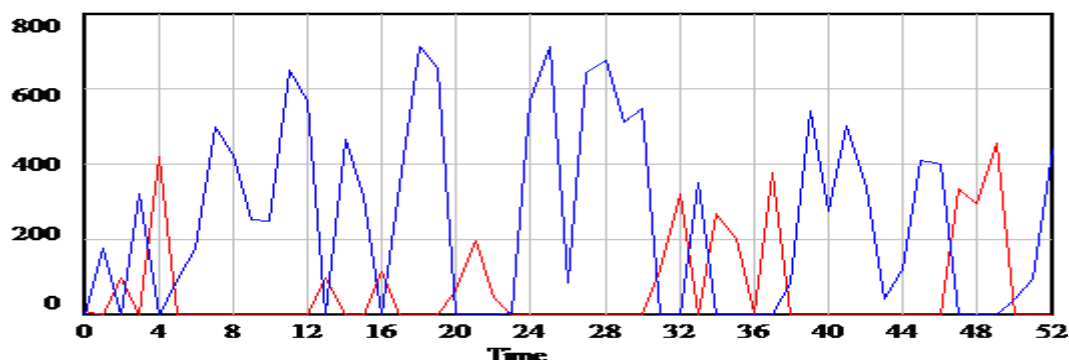
یکی دیگر از عوامل تاثیرگذار بر تعیین قیمت معاملات آتی مقدار سود نقدی معین برای دارایی می‌باشد. با توجه به فرمول، سود نقدی دارایی تاثیر معکوسی بر قیمت آتی داشته و با تغییرات آن قیمت آتی باید در جهت مخالف تغییر کند. اگر با تغییر سود نقدی دارایی، قیمت آتی ثابت بماند فرصت‌های آربیتراژگری ایجاد شده و سبب کسب سود از این فرصت‌ها می‌شود. شکل ۴ تغییرات سود نقدی و در نتیجه عایدی کسب شده از استراتژی‌ها، عایدی تجمعی و روند تصحیح قیمت آتی را نشان می‌دهد. تغییرات سود نقدی از توزیع نرمال پیروی کرده و داده‌ها به صورت تصادفی از این توزیع با استفاده از نرم‌افزار Vensim انتخاب شده‌اند.

با توجه به شکل ۳ مشاهده می‌شود که تغییرات Spot Price تاثیر مستقیمی در روند قیمت گذاری و هم‌چنین استفاده از فرصت‌های آربیتراژگری دارد. با مقایسه شکل‌ها مشاهده می‌شود در مواقعی که قیمت نقدی از حد خاصی بالاتر رفته از استراتژی اول استفاده شده و وقتی که پایین‌تر از مقدار استاندارد آمده، استراتژی دوم سودده شده است. در نمودار آخر شکل نیز می‌بینیم که روند قیمت‌گذاری صحیح معاملات آتی کاملاً تحت تاثیر قیمت نقدی بوده و رفتاری مشابه رفتار آن دارد که حاکی از رابطه مستقیم بین این دو متغیر می‌باشد.

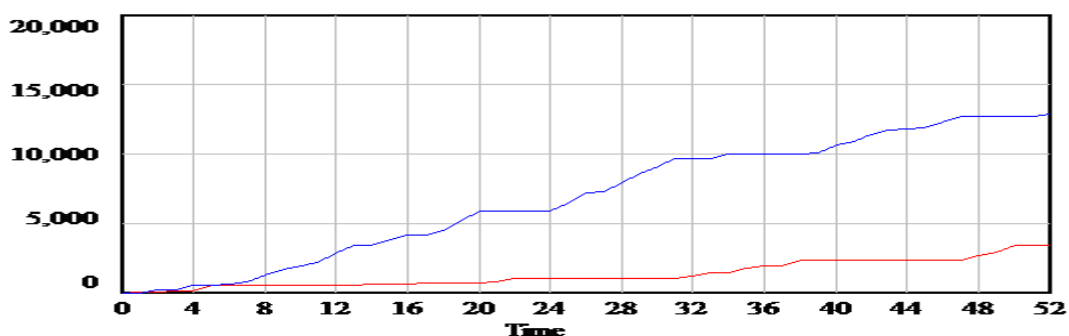
دستور مورد استفاده در Vensim :

```
RANDOM NORMAL( {min} , {max} , {mean} , {stdev} , {seed} )
RANDOM NORMAL(0, 1000, 500, 500, 400)
```

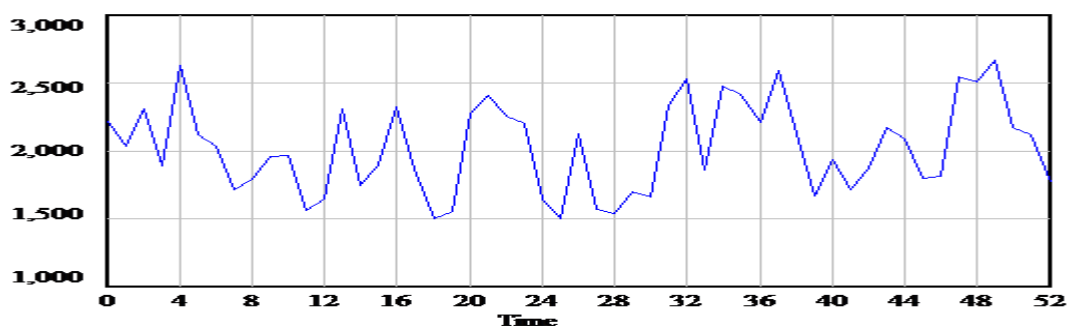




Payoff from strategy 1 : _____
 Payoff from strategy 2 : _____



Profit from arbitrage strategy 1 : _____
 Profit from arbitrage strategy 2 : _____



Correct Future Price : _____

شکل ۴ : نمودارهای تغییرات سود نقدی ، عایدی استراتژی ها، عایدی تجمعی و روند قیمت آتی

از طریق استراتژی دوم می توان سود کسب کرد و اگر از مقدار خاصی کاهش یابد از طریق استراتژی اول می توان سود کسب کرد.

سناریو ۳: تغییر مقدار نرخ بهره

نرخ بهره زمان قرارداد تا سررسید، یکی دیگر از عوامل تاثیرگذار بر تعیین قیمت معاملات آتی مقدار

با توجه به شکل ۴ مشاهده می شود که تغییرات سود نقدی تاثیر معکوسی در روند قیمت گذاری معاملات آتی دارد. با مقایسه شکل ها مشاهده می شود که با افزایش سود نقدی قیمت آتی کاهش و با کاهش سود نقدی قیمت آتی افزایش می یابد. پس اگر با تغییر سود قیمت آتی ثابت بماند فرصت های آربیتراژگری به وجود می آید. اگر سود افزایش یابد

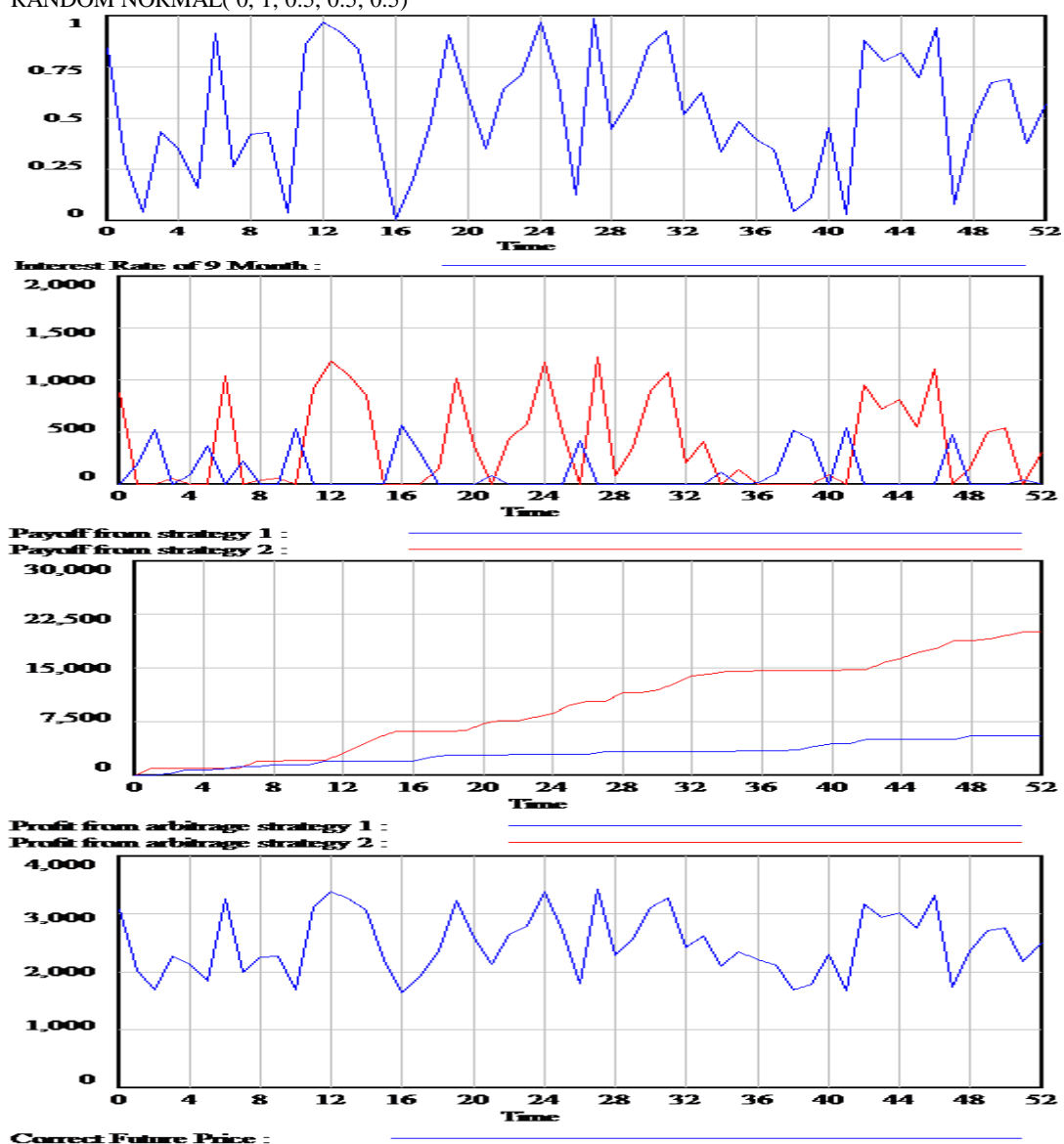
شکل ۵ تغییرات نرخ بهره و در نتیجه عایدی کسب شده از استراتژی‌ها، عایدی تجمعی و روند تصحیح قیمت آتی را نشان می‌دهد. تغییرات نرخ بهره از توزیع نرمال پیروی کرده و داده‌ها به صورت تصادفی از این توزیع با استفاده از نرم‌افزار Vensim انتخاب شده‌اند.

سود نقدی معین برای دارایی می‌باشد. با توجه به فرمول سود نقدی دارایی تاثیر مستقیمی بر قیمت آتی داشته و با تغییرات آن قیمت آتی در جهت موافق با آن تغییر می‌کند. اگر با تغییر نرخ بهره، قیمت آتی ثابت بماند فرصت‌های آربیتراژگری ایجاد شده و سبب کسب سود از این فرصت‌ها می‌شود.

دستور مورد استفاده در Vensim :

RANDOM NORMAL({min} , {max} , {mean} , {stdev} , {seed})

RANDOM NORMAL(0 , 1 , 0.5 , 0.5 , 0.5)



شکل ۵ : نمودارهای تغییرات نرخ بهره، عایدی استراتژی‌ها، عایدی تجمعی و روند قیمت آتی

توجه به ماهیت معادله قیمت گذاری معاملات آتی برای دارایی با سود نقدی معین، رفتار سررسید قرارداد آتی نیز همانند رفتار نرخ بهره خواهد بود و افزایش آن باعث افزایش مقدار قیمت آتی و کاهش آن باعث کاهش مقدار قیمت آتی می شود. شکل ۶ تغییرات نرخ بهره و در نتیجه عایدی کسب شده از استراتژی‌ها، عایدی تجمعی و روند تصحیح قیمت آتی را نشان می دهد. تغییرات سررسید قرارداد آتی از توزیع نرمال پیروی کرده و داده‌ها به صورت تصادفی از این توزیع با استفاده از نرم افزار Vensim انتخاب شده اند.

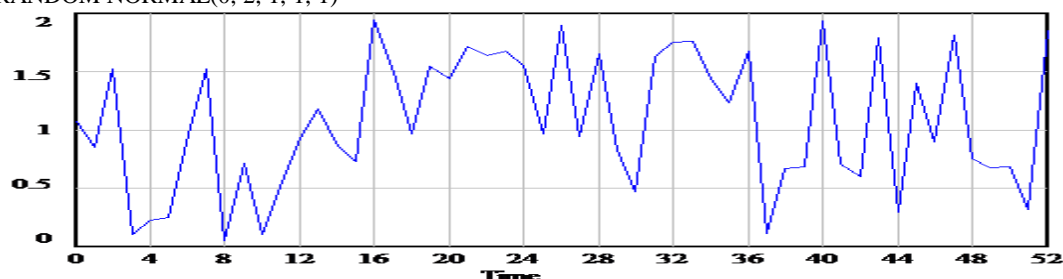
با توجه به شکل ۵ مشاهده می شود که تغییرات نرخ بهره تاثیر مستقیمی در روند قیمت گذاری معاملات آتی دارد. با مقایسه شکل‌ها مشاهده می شود که با افزایش سود نقدی، قیمت آتی افزایش و با کاهش سود نقدی قیمت آتی کاهش می یابد. پس اگر با تغییر سود قیمت آتی ثابت بماند فرصت‌های آربیتراژگری به وجود می آید. اگر سود افزایش یابد از طریق استراتژی دوم می توان سود کسب کرد و اگر از مقدار خاصی کاهش یابد از طریق استراتژی اول می توان سود کسب کرد.

سناریو ۴: تغییر سررسید قرارداد آتی

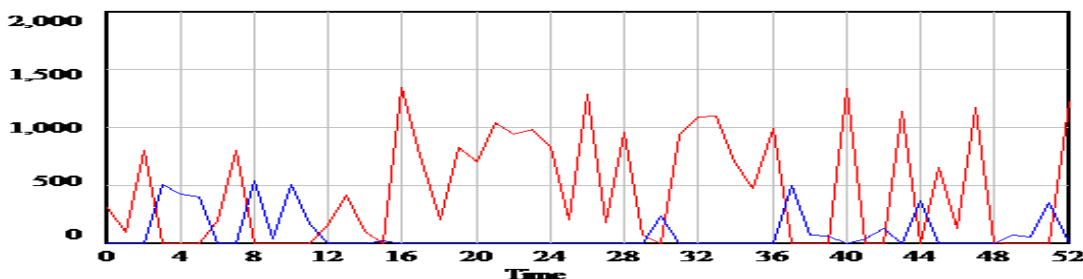
سررسید قرارداد آتی نیز یکی از عوامل تاثیرگذار بر تعیین قیمت معاملات آتی برای دارایی می باشد. با

دستور مورد استفاده در Vensim :

RANDOM NORMAL({min} , {max} , {mean} , {stdev} , {seed})
RANDOM NORMAL(0, 2, 1, 1, 1)

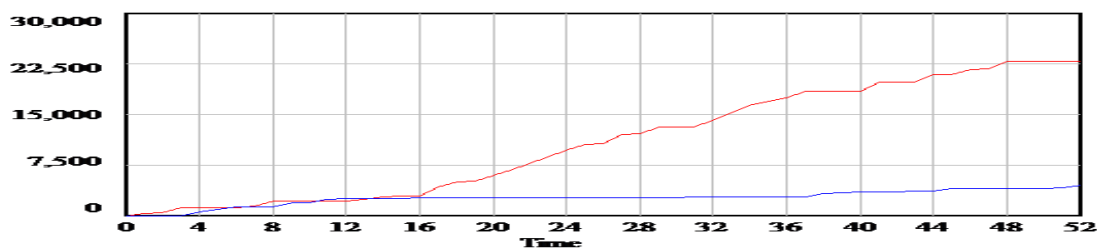


Time to maturity :

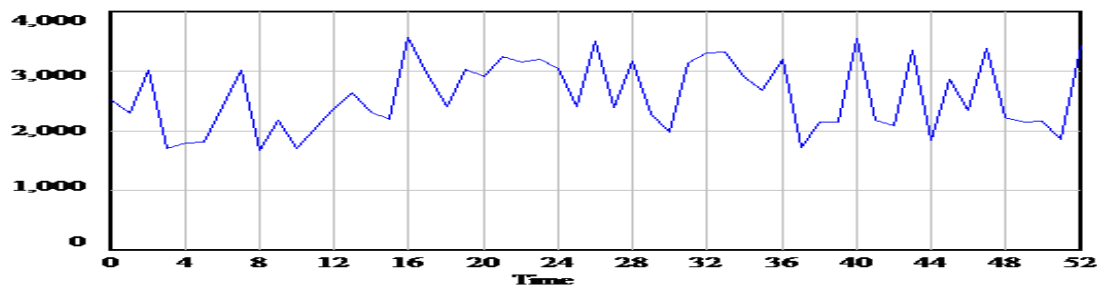


Payoff from strategy 1 :
Payoff from strategy 2 :





Profit from arbitrage strategy 1 :
Profit from arbitrage strategy 2 :



Correct Future Price :

شکل ۶: نمودارهای تغییرات سررسید، عایدی استراتژی‌ها، عایدی تجمعی و روند قیمت آتی

سود باعث افزایش ارزش فعلی جریان‌های نقدی سود شده و در نتیجه باعث کاهش مقدار آتی می‌شود. کاهش نرخ بهره سود باعث کاهش ارزش فعلی جریان‌های نقدی سود شده و در نتیجه باعث افزایش مقدار آتی می‌شود. شکل ۷ تغییرات نرخ بهره و در نتیجه عایدی کسب شده از استراتژی‌ها، عایدی تجمعی و روند تصحیح قیمت آتی را نشان می‌دهد. تغییرات نرخ بهره سود قرارداد آتی از توزیع نرمال پیروی کرده و داده‌ها به صورت تصادفی از این توزیع با استفاده از نرم‌افزار Vensim انتخاب شده‌اند.

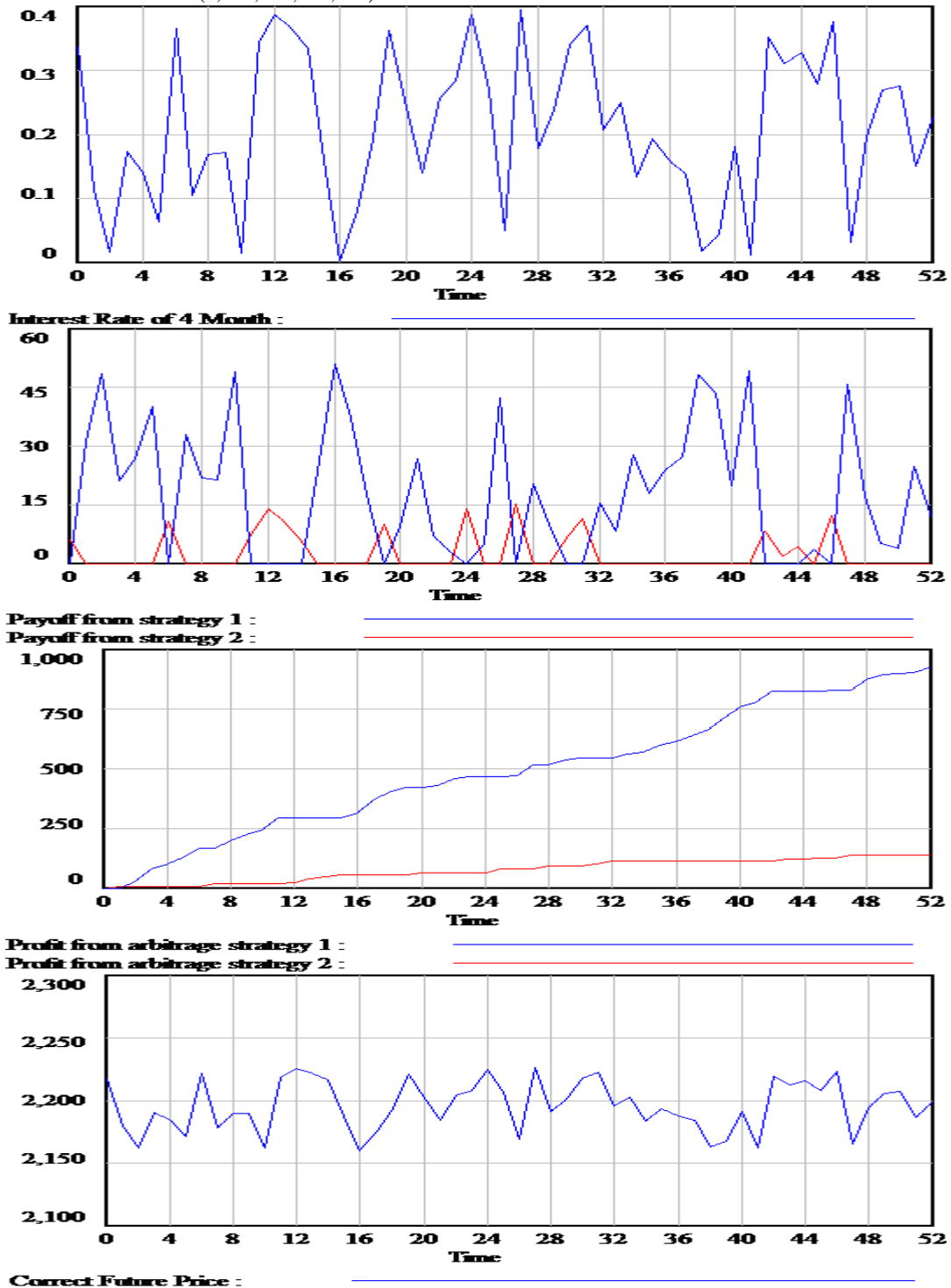
با توجه به شکل ۶ مشاهده می‌شود که تغییرات سررسید تاثیر مستقیمی در روند قیمت گذاری معاملات آتی دارد. با مقایسه شکل‌ها مشاهده می‌شود که با افزایش سررسید، قیمت آتی افزایش و با کاهش سود نقدی قیمت آتی کاهش می‌یابد. پس اگر با تغییر سود، قیمت آتی ثابت بماند، فرصت‌های آربیتراژگری به وجود می‌آید. اگر سررسید قرارداد آتی افزایش یابد از طریق استراتژی دوم می‌توان سود کسب کرد و اگر از مقدار خاصی کاهش یابد از طریق استراتژی اول می‌توان سود کسب کرد.

سناریو ۵: تغییر نرخ بهره سود

تغییر نرخ بهره سود باعث تغییر ارزش فعلی و جریان‌های نقدی سود می‌شود. این تغییر رفتاری همانند رفتار تغییر مقدار خود سود داشته که با قیمت آتی نسبتی معکوس دارد. افزایش نرخ بهره

دستور مورد استفاده در Vensim :

RANDOM NORMAL({min} , {max} , {mean} , {stdev} , {seed})
RANDOM NORMAL(0, 0.4, 0.2, 0.2, 0.2)



شکل ۷: نمودارهای تغییرات نرخ بهره سود، عایدی استراتژی ها، عایدی تجمعی و روند قیمت آتی

همانند رفتار تغییر مقدار خود سود داشته که با قیمت آتی نسبتی معکوس دارد. افزایش سررسید سود باعث افزایش ارزش فعلی جریانات نقدی سود شده و در نتیجه باعث کاهش مقدار آتی می شود. کاهش سررسید سود باعث کاهش ارزش فعلی جریانات نقدی سود شده و در نتیجه باعث افزایش مقدار آتی می شود. شکل ۸ تغییرات نرخ بهره و در نتیجه عایدی کسب شده از استراتژی‌ها، عایدی تجمعی و روند تصحیح قیمت آتی را نشان می دهد. تغییرات سررسید سود قرارداد آتی از توزیع نرمال پیروی کرده و داده‌ها به صورت تصادفی از این توزیع با استفاده از نرم افزار Vensim انتخاب شده‌اند.

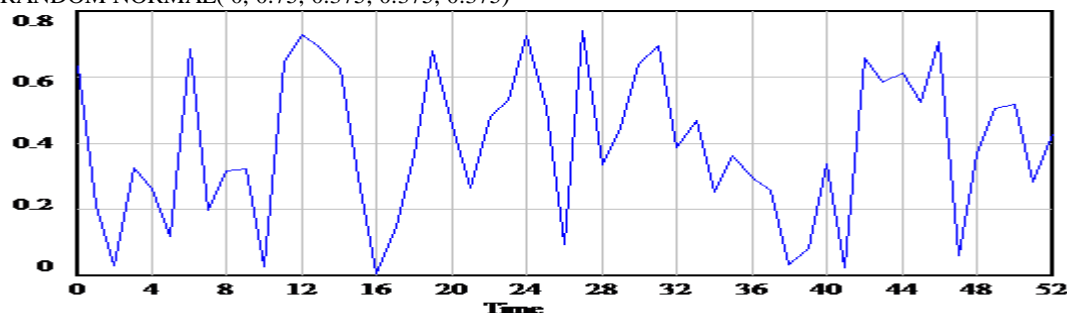
با توجه به شکل ۷ مشاهده می شود که تغییرات نرخ بهره سود تاثیر مستقیمی بر جریانات فعلی سود و در نتیجه تاثیر معکوسی در روند قیمت گذاری معاملات آتی دارد. با مقایسه شکل‌ها مشاهده می شود که با افزایش نرخ بهره، سود نقدی قیمت آتی، کاهش و با کاهش نرخ بهره، سود نقدی قیمت آتی، افزایش می یابد. پس اگر با تغییر نرخ بهره سود، قیمت آتی ثابت بماند، فرصت‌های آربیتراژگری به وجود می آید. اگر نرخ بهره سود افزایش یابد از طریق استراتژی دوم می توان سود کسب کرد و اگر از مقدار خاصی کاهش یابد از طریق استراتژی اول می توان سود کسب کرد.

سناریو ۶: تغییر سررسید سود

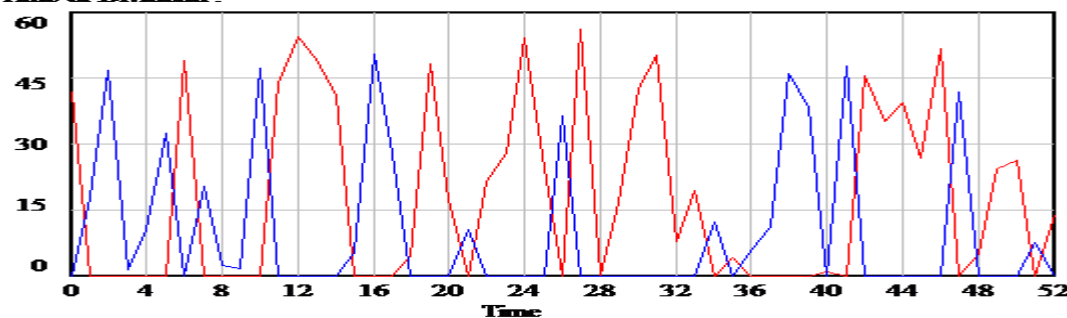
تغییر سررسید سود باعث تغییر ارزش فعلی و جریانات نقدی سود می شود. این تغییر رفتاری

دستور مورد استفاده در Vensim :

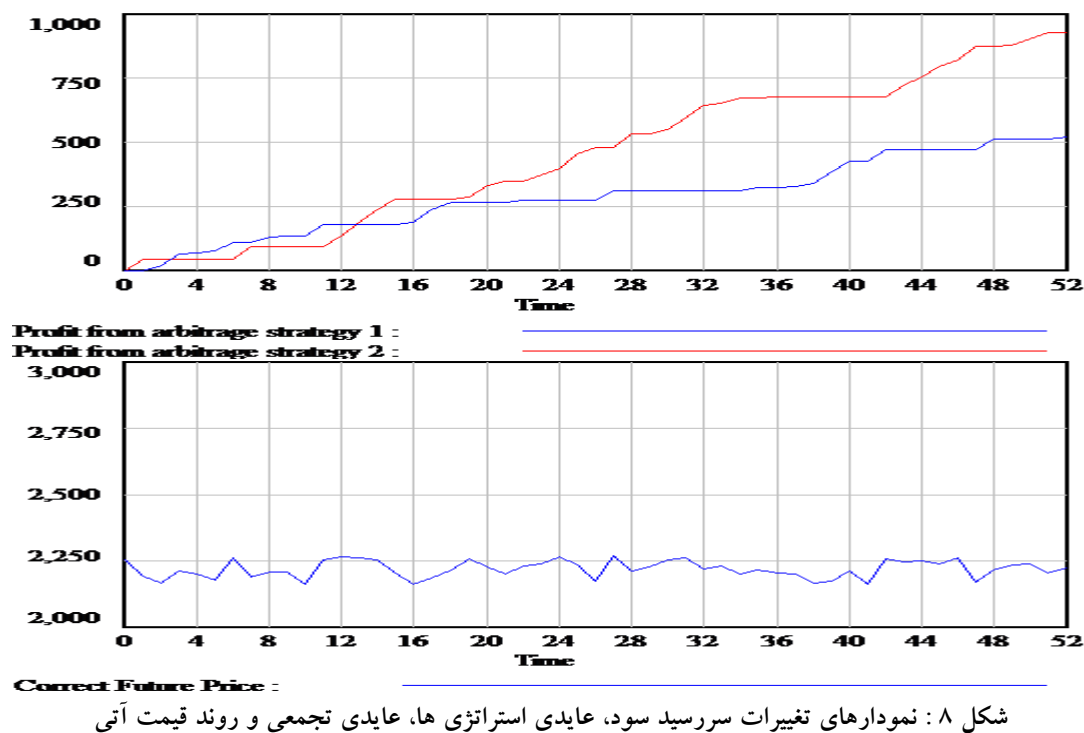
RANDOM NORMAL({min} , {max} , {mean} , {stdev} , {seed})
 RANDOM NORMAL(0, 0.75, 0.375, 0.375, 0.375)



Time of Dividend :



Payoff from strategy 1 :
 Payoff from strategy 2 :



شکل ۸: نمودارهای تغییرات سررسید سود، عایدی استراتژی‌ها، عایدی تجمعی و روند قیمت آتی

سناریوی آربیتراژگری، یکی در حالتی که قیمت قرارداد آتی بیشتر از حد استاندارد تعیین شده باشد و دیگری در حالتی که قیمت قرارداد آتی کم‌تر از حد استاندارد تعیین شده باشد و با استفاده از حالت تعادلی مابین این دو فرصت آربیتراژگری، به دست آمد. سپس با معرفی انواع مدل‌ها و سیستم‌های پویا و حلقه‌های بازخوردی، نحوه به تعادل رسیدن قیمت آتی با رویکرد تفکر سیستمی ارائه شد. با بسط این مدل و افزودن متغیرهای مساله مدل پویای قیمت گذاری قرارداد آتی برای دارایی با سود نقدی معین و فرصت‌های آربیتراژگری حاصله از آن ایجاد شد. پس از آن رابطه بین متغیرها در مدل وارد شده و با معرفی سناریوهایی تغییرات هریک از عوامل تاثیر گذار بر قیمت آتی و فرصت‌های آربیتراژی حاصل شده از این تغییرات در صورتی که قیمت آتی ثابت بماند ارائه گردید. در نهایت برای هر سناریو تجزیه و تحلیل نمودارهای آن سناریو

با توجه به شکل ۸ مشاهده می‌شود که تغییرات سررسید سود تاثیر مستقیمی بر جریان‌های فعلی سود و در نتیجه تاثیر معکوسی در روند قیمت گذاری معاملات آتی دارد. با مقایسه شکل‌ها مشاهده می‌شود که با افزایش سررسید سود نقدی قیمت آتی کاهش و با کاهش سررسید سود نقدی قیمت آتی افزایش می‌یابد. پس اگر با تغییر سررسید سود، قیمت آتی ثابت بماند فرصت‌های آربیتراژگری به وجود می‌آید. اگر سررسید سود افزایش یابد از طریق استراتژی دوم می‌توان سود کسب کرد و اگر از مقدار خاصی کاهش یابد از طریق استراتژی اول می‌توان سود کسب کرد.

۶- نتیجه‌گیری و بحث

در این مقاله ابتدا رابطه قیمت گذاری معاملات آتی برای دارایی با سود نقدی معین با مفروضات و علائم مربوطه ارائه گردید. این رابطه با معرفی دو

* سعیدنهایی، وحید. و اکبری پوریسار، حسین. (۱۳۸۸). مبانی و رویکردهای تفکر و تحلیل سیستمی. تبریز: انتشارات فراگیران دانش.

* Coyle, R. (1977). management system dynamics, John Wiley & Sons, London.

* Forrester, J.W. (1961). Industrial dynamics, Cambridge, MA, USA, MIT Press.

* Hull, J.(1946). Options, Futures and Other Derivatives. United States of America: Pearson publication.

* Mantel, R.R. Rego, J.C. Goyena, P. (1994). Optimal control modeling with vesim:applications to public finance. International System Dynamic Conference.

* Sterman, John. (2000). Business dynamics: System Thinking and modelig for a complex world, McGraw, hill publication.

* You, J. (2004). A system Dynamics Model of futures market. Department of managemet science. Fudan university, shanghai, china.

صورت گرفته و با بررسی نتایج حاصل از بررسی ها دیدیم که در برخی مواقع با استفاده بجا از فرصت های آربیتراژی می توان سودهای مناسبی به دست آورد. با بررسی سناریوهای تعریف شده مشاهده شد که تغییر قیمت نقدی، تغییر مقدار نرخ بهره، تغییر سررسید تاثیر مستقیمی در روند قیمت گذاری معاملات آتی دارند، هم چنین تغییر سود نقدی، تغییر نرخ بهره سود و تغییر سررسید سود نقدی تاثیر معکوسی در روند قیمت گذاری معاملات آتی دارند، سپس با استفاده از شبیه سازی مشاهده شد که در هر یک از این تغییرات، چه فرصت های آربیتراژی با استفاده از استراتژی های اول و دوم به وجود می آید. در نهایت می توان گفت که قیمت آتی برای دارایی با سود نقدی معین با توجه به تغییرات سایر عوامل اصلاح شده تا از بروز فرصت های آربیتراژی جلوگیری شود.

در مقایسه با پژوهش های انجام شده با رویکرد سیستم های پویا، تحقیق انجام شده موضوع جدیدی است که برای اولین بار به موضوع فرصت های آربیتراژی با رویکرد سیستم های پویا پرداخته است که می توان برای مقالات آتی با بسط مدل موجود و ارائه مدل های جدید، زمینه استفاده از رویکرد سیستمی را در نمونه های واقعی و کاربردی در زمینه قیمت گذاری معاملات آتی، به وجود آورد.

فهرست منابع

* جونز، چارلز بی، (۱۳۹۱)، مدیریت سرمایه گذاری. ترجمه: رضا تهرانی و عسگر نوربخش.

تهران: انتشارات نگاه دانش.

* راعی، رضا. و پویانفر، احمد. (۱۳۹۱). مدیریت سرمایه گذاری پیشرفته. تهران: انتشارات سمت.