



فصلنامه علمی پژوهشی دانش سرمایه‌گذاری
سال سوم / شماره دوازدهم / زمستان ۱۳۹۳

مدل سازی مبتنی بر عامل در بازار های مالی

حمید رضا وکیلی فرد

دانشیار ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات ، تهران ، ایران

مهدی خوشنود

عضو هیات علمی گروه حسابداری ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودسر و املش (مسئول مکاتبات)

M_khoshnood2011@yahoo.com

حیدر فروغ نژاد

دانشکده فنی و حرفه ای سما، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اندیشه، اندیشه، ایران

محمد اصولیان

دکتری مالی از دانشگاه شهید بهشتی

تاریخ دریافت: ۹۳/۲/۱۶ تاریخ پذیرش: ۹۳/۶/۴

چکیده

پس از تشبیت دو پارادایم اصلی مالی کلاسیک و رفتاری در نیمه دوم بیستم بروز مسائلی کارایی بخشی از پژوهشها در بازار های مالی را تحت تاثیر قرار داد مسائلی مانند پیچیدگی رفتارهای سرمایه گذاران ، گذشته نگر بودن داده ها ، وجود قوانین محدود کننده در خصوص محرمانه بودن حسابها و اطلاعات مالی شخصی سرمایه گذاران باعث ایجاد رویکردی جدید در حوزه مطالعات مالی با استفاده از مفاهیم هوش مصنوعی و شبیه سازی و ایجاد بازارهای مالی مصنوعی شد که مدل سازی مبتنی بر عامل (مدل سازی عامل گرا) نام گرفته است . در پژوهش حاضر رویکرد مبتنی بر عامل و کاربرد های آن در بازار های مالی ، نرم افزارهای مهم در خصوص ایجاد بازار های مالی مصنوعی و چگونگی به کارگیری مدل های مبتنی بر عامل در مالی کلاسیک و رفتاری مورد بحث قرار خواهد گرفت بر اساس نتایج پژوهش رویکرد مدل سازی مبتنی بر عامل در کنار پارادایم مالی کلاسیک و رفتاری باعث افزایش دقت و کارآمدی در مطالعات مربوط به بازار های مالی شده است.

واژه های کلیدی: تورش های رفتاری ، رویکرد مبتنی بر عامل ، مالی رفتاری ، هوش مصنوعی ، برنامه نویسی شیء گر.

۱- مقدمه

در هر کشوری بازار مالی آن یکی از بازارهایی مهم برای تامین مالی کوتاه مدت و بلند مدت بنگاههای تجاری است که در این خصوص بازار سرمایه به طور عام و بازارهای بورس اوراق بهادار وظیفه تخصیص بهینه منابع را به عهده دارند بخش مهم بازار بورس اوراق بهادار بازار ثانویه آن است که بازیگران بسیاری در آن فعالیت می‌کنند سرمایه‌گذاران فردی و نهادی، سوداگران (سفته‌بازان)^۲، پوشش دهندگان ریسک (هجرها) و ... فعال هستند و در این بازار تعداد زیادی ابزار مالی^۳ مورد معامله قرار می‌گیرد پارامتری که در این معاملات بسیار مهم است قیمت و قیمت‌گذاری اوراق بهادار مبادله شده است. تا دهه هشتاد میلادی پارادایم مسلط در خصوص قیمت‌گذاری اوراق بهادار «فرضیه بازار کارا» (EMH)^۴ بود که بر مبنای انسان عاقل اقتصادی و بیشینه‌سازی مطلوبیت مورد انتظار طراحی شده است (راعی و فلاح پور، ۱۳۸۳، ۸۰) اما از اواخر دهه هشتاد میلادی طی مطالعاتی که فاما، دی بونت، شیرلر، تیورسکی، کانمن، و ... انجام دادند متوجه شدند که استثناهایی در تئوری-های رایج سنتی در حوزه بازارهای مالی وجود دارد به عنوان مثال حباب‌های قیمتی در بازارها ایجاد می‌شدند (اسلامی بید گلی، ۱۳۸۷، ۷۲) و یا اینکه بسیاری مواقع تمامی اطلاعات مرتبط در قیمت‌ها منعکس نمی‌گردید و گاهی اوقات سرمایه‌گذاران انتخاب‌هایی انجام می‌دادند که با بیشینه‌سازی مطلوبیت مورد انتظار سازگار نبود همچنین فاما، کانمن، تیورسکی و اسمیت مقالاتی را در دهه هشتاد انتشار دادند که انحرافات متعدد قیمت‌گذاری در بازارهای مالی را نشان می‌داد (تلنگی، ۱۳۸۳، ۵) که با ادامه مطالعات در دهه ۹۰ میلادی پارادایم جدیدی در حوزه مالی شکل گرفت که بعدها به مالی رفتاری^۵ مشهور شد در واقع پارادایم مالی رفتاری بر دو پایه اساسی بنا نهاده شد که عبارتند از محدودیت در آربیتراژ و خطا (تورش) ۶‌های رفتاری سرمایه‌گذاران (سعیدی و فرهانیان، ۱۳۹۰، ۲۲۷) بخشی از مالیه رفتاری که مربوط به تورش یا خطای تصمیمی‌گیری سرمایه‌گذاران است مورد بررسی فراوانی در بازارهای مالی دنیا از جمله ایران قرار گرفته است و وجود تورش‌های رفتاری در بسیاری از تصمیمات سرمایه‌گذاران تایید گردیده است اما پژوهشگران در بررسیهای دقیق‌تر از چگونگی رفتارهای سرمایه‌گذاران و واکنش آنها و نیز تاثیر این تورش‌های تصمیمی‌گیری در روند کل بازار با محدودیتهایی مواجه بوده‌اند به عنوان مثال قوانین مربوط به محرمانه بودن اطلاعات حسابهای شخصی هیچ‌گاه به پژوهشگران اجازه نداده است که به بررسی دقیق و جزئی‌تر واکنش و تصمیمات سرمایه‌گذاران در قبال رویداد‌های بازار بپردازند که با پیشرفتهای بزرگی که در حوزه دانش مهندسی نرم افزار و ظهور پارادام شبیه‌سازی و مدل‌سازی مبتنی بر عامل (مدل‌سازی عامل‌گرا)^۷ اتفاق افتاده است می‌توان در حوزه مالی رفتارهای سرمایه‌گذاران و تاثیر و چگونگی خطاهای تصمیمی‌گیری آنها

را مدل‌سازی کرده و تحلیل بهتر و دقیق‌تری ارائه داد به عبارت دیگر با ابزارهای موجود امکان شناسایی و دقیق و پیش‌بینی رفتار بازیگران و تاثیرات رفتارهای آنها و همچنین بحرانهای بازارهای مالی وجود ندارد و بیشتر تحقیقات در این خصوص گذشته نگر بوده و پس از رویداد به بررسی آن می‌پردازند اما مدل‌سازی و شبیه‌سازی که در رویکرد مدل‌سازی بر مبنای عامل وجود دارد به محققان کمک می‌کند که فرایندهای تصمیم‌گیری و رفتاری بازیگران بازار را مدل‌سازی و شبیه‌سازی کرده و به مطالعه و تحلیل و پیش‌بینی دقیق‌تر در بازارهای مالی بپردازند در واقع هدف مقاله حاضر این است که به معرفی این رویکرد و ابزارهای آن در بازار مالی بپردازد ..

پژوهشگران تاریخچه مدل‌سازی مبتنی بر عامل را به ۴۰ سال قبل زمانی که اولما ۸ بحث اتوماتای سلولی ۹ (CA) را مطرح کرد مربوط می‌دانند اتوماتا یک روش خود کار برای یادگیری ماشین است توماس شلینگ ۱۰ (۱۹۷۱) از پیشگامان ارائه بحث استفاده از مدل‌سازی مبتنی بر عامل در علوم اجتماعی است مدل توماس شلینگ نشان می‌داد که چگونه ممکن است افراد کمی که به صورت کاملاً غیر عمدی همسایه و محل‌هایشان را تفکیک کنند ۱۱ منجر به شکل‌گیری الگوی بسیار قوی از جدایی نژادی یا مالی در جوامع شهری شود. مدل او از این قرار است که فرض کنید افراد تمایل دارند تا حداقلی از همسایه‌های آنان شبیه به خودشان باشند. این افراد حتی اصرار ندارند که اکثریت همسایه‌هایشان مثل خودشان باشند و مثلاً به این که فقط ۳۰٪ آن‌ها مشابه باشند راضی هستند. فرض کنید که سیستم از یک وضعیت شروع می‌کند و یکی از افراد یک نژاد به هر دلیلی محل زندگی‌اش را به طور کاملاً تصادفی تغییر می‌دهد. این تغییر محل زندگی باعث می‌شود تا چگالی افراد هم‌سان برای افراد دور و بر محل زندگی قبلی او و برای افراد غیرهم‌سان در محل زندگی جدید کم شود و برای برخی افراد زیر حد بحرانی قابل تحمل برسد. خود همین زنجیره‌ای از جا به جایی‌های بعدی را ایجاد می‌کند که نهایتاً ممکن است به شکل یک جدایی ملموس در سطح کلان به تعادل برسد. امروزه شبیه‌سازی از شکل‌های مختلف توضیح شلینگ و مدل‌های جدایی (افتراق) را در نرم افزارهای مختلف برنامه‌نویسی مبتنی بر عامل مشاهده می‌کنیم در واقع شلینگ را باید یکی از کسانی دانست که ایده‌های اولیه‌ای برای توسعه شبیه‌سازی عامل محور ارائه دادند (دیکسیت، ۲۰۰۷، ۲۲۷) پس از آن محققانی نظیر آکس لورد در سال ۱۹۸۴ مدل ساده تعاملات استراتژیک را ارائه داد و در ساهای دهه ۹۰ میلادی آکس لورد و اپستین شروع به شبیه‌سازی تعاملات در سطح کل جوامع نمودند (جانستون، ۲۰۱۳، ۷) مدلسازی مبتنی بر عامل مدل‌سازی مبتنی بر عامل دیدگاه و اندیشه‌ای برای تعیین نتایج رفتاری‌های گروهی افراد در سطح سیستم باشد (نورت و مکال، ۲۰۰۷) هدف اولیه مدل‌سازی و شبیه‌سازی مبتنی بر عامل در علوم اجتماعی، پیش‌بینی نیست بدین معنی که پروسه‌های اجتماعی معمولاً آنقدر پیچیده هستند که امکان همانندسازی دقیق آنها وجود ندارد هدف اصلی مدلسازی

مبتنی بر عامل کمک به ایجاد تئوری‌های جدید و یا فرمالایز کردن تئوری‌های قبلی است در واقع با توجه به پروسه فرمالایز کردن که شامل فرمول‌بندی یک تئوری به طوری که یکپارچگی و تمامیت آن حفظ شود است شبیه‌سازی و مدل‌سازی کامپیوتری در علوم اجتماعی همان نقش ریاضیات در علوم طبیعی را بازی می‌کند اما مدل‌ها در علوم اجتماعی واضح‌تر و رسا‌تر بوده و انتزاع کمتری نسبت به معادلات ریاضی دارند و امکان مدل‌کردن عامل‌هایی با عقلانیت محدود که با توجه به موقعیت و میزان دانشی که دارند تصمیم می‌گیرند وجود دارد ضمن اینکه در این روش مدل‌سازی محدودیتی در تعداد المان‌های استفاده شده برای عامل‌ها وجود ندارد چون با وجود پردازنده‌های قوی، می‌توان میلیون‌ها عامل با المان‌های زیاد را به طور همزمان شبیه‌سازی کرد (آموزگار، ۱۳۹۱، ۵۲). مدل‌سازی مبتنی بر عامل به مدلسازان اجازه می‌دهد که قواعد رفتاری و وضعیتی را که افراد در آن قرار می‌گیرند را مشخص کرده و در نهایت با اجرای مدل‌سازی و یا شبیه‌سازی رفتار افراد و گروه‌ها را در خروجی مدل مشاهده نمایند. همچنین مدل‌سازی مبتنی بر عامل می‌تواند از ایجاد مدل‌های قطعی و تصادفی سلسله‌مراتبی پشتیبانی کند جایی که نتایج در سطوح بالاتر بر روی کنش‌ها و واکنش‌های سطوح پایین‌تر به سادگی قابل‌چشم‌پوشی نیست از دیگر ویژگی‌های مدل‌سازی مبتنی بر عامل اینست که از ایجاد و مطالعه سیستم‌های جامع با سطوح چندگانه که سطوح بالاتر و پایین‌تر به طور همزمان یکدیگر را تحت تاثیر قرار می‌دهند پشتیبانی می‌کند (وان هوستین، ۲۰۰۳، ۲۸). در مدل‌های مبتنی بر عامل، عموماً عامل‌ها نماینده تصمیم‌گیران در سیستم هستند عامل‌ها در هر وضعیتی گرایش دارند که انطباقی و انعطاف‌پذیر رفتار کنند عامل‌ها معمولاً در سیستم به صورت مجزا قابل‌شناسایی هستند به هر حال لازم نیست که عامل‌ها به صورت کاملاً جدا از یکدیگر قابل تفکیک باشند بلکه مرزهای جداکننده عامل‌ها می‌تواند مبهم باشد همچنین عامل‌ها می‌توانند بخش قابل توجهی از داده‌ها را با یکدیگر به اشتراک بگذارند.

مفهوم کلی عامل را می‌توان از اصطلاح عقلانیت محدود هربرت سایمون (۱۹۵۷) برداشت کرد از دیدگاه هربرت سایمون عقلانیت محدود به این معناست که عامل‌ها فقط می‌توانند از بخش محدودی از اطلاعات را استفاده کنند به عبارتی آنها نمی‌توانند در مدت زمان نامحدود به بررسی گزینه‌ها پرداخته و تصمیم‌گیری کنند و این موضوع در تضاد کامل با مفروضات پارادایم سنتی مانند اقتصاد نئوکلاسیک قرار دارد که بر اساس آنها تصمیم‌گیران برای استفاده از اطلاعات نامحدود برای تصمیم‌گیری زمان نامحدود دارند عامل‌ها علاوه بر اینکه عقلایی محدود رفتار می‌کنند فقط می‌توانند از اطلاعات محلی^{۱۲} استفاده نمایند (نورت و مکال، ۲۰۰۷، ۱۷). البته در اینجا منظور از محلی معنای جغرافیایی و فیزیکی آن نیست بلکه به این معناست که هر عامل یک حوزه پیرامونی دارد که به طور بالقوه و محدود می‌تواند از آن اطلاعات کسب کند حوزه پیرامونی عامل می‌تواند از لحاظ جغرافیایی نزدیک آن باشد و یا

دور از آن مانند سیستم تلفن، ای ملی و شبکه جهانی وب. فاکتور کلی و عمومی برای محلی بودن اینست که هر عامل تعدادی منابع اطلاعاتی داشته که عامل به طور همزمان نمیتواند از همه آنها به طور نامحدود استفاده نماید بلکه به برخی دسترسی سریع تر داشته و از آنها استفاده می نماید. عامل ها عموماً انطباق پذیر بوده و از تجربیات شان یاد می گیرند و این یاد گیری می تواند عمیق باشد به این معنا که عامل ها در طول زمان می توانند استراتژی های رفتاری جدیدی از خود بروز دهند و ممکن است این یادگیری خیلی عمیق نباشد.

از دیگر پارامتر های مهم در مدل سازی بر مبنای عامل محیط^{۱۳} است برعکس عامل، محیط در تصمیم گیری مشارکت مستقیم ندارد هر چند تعامل در محیط می تواند منجر به تکامل و تغییر در طول زمان باشد به هر حال محیط می تواند شکلی از حافظه برای ذخیره سازی اطلاعات مربوط به نتایج رفتارهای گذشته عامل باشد که تصمیم گیری آتی آن عامل را تحت تاثیر قرار خواهد داده های مربوط به عامل ها می تواند گسسته یا پیوسته باشد و می تواند تحت تاثیر رفتارها و تعاملات عامل ها در محیط قرار گیرد و همچنین رفتارها و کنش های عامل ها می تواند به طور همزمان یا غیر همزمان جایگزین گردد.

از پایه های مهم شکل گیری مدل سازی بر مبنای عامل، برنامه ریزی شی^{۱۴} گرا بوده است در برنامه ریزی شیء گرا، شیء ها در واقع همان اجرای مختلف برنامه یا نرم افزار می باشند که داده ها را در توابع به روش های ویژه ترکیب می کنند (جانسون، ۲۰۱۳، ۶)

۲- روش شناسی پژوهش

این مقاله پس از تبیین مفهوم و ابعاد عامل و تشریح رویکرد مبتنی بر عامل می پردازد و به طور خاص کاربردهای این رویکرد را در بازار های مالی بررسی می کند و در نهایت رویکرد مدل سازی مبتنی عامل را به عنوان ابزاری برای تحلیل و پیش بینی دقیق تر در پارادایم های مالی کلاسیک و رفتاری معرفی می نماید لذا پژوهشی که مقاله حاضر از آن استخراج گردیده از لحاظ هدف پژوهش توصیفی، از لحاظ فرایند اجرای پژوهش کیفی و از لحاظ نتایج پژوهش کاربردی می باشد.

۳- مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش

۳-۱- مبانی نظری

پیچیده تر شده سیستم ها و تعاملات نیاز بیشتری به بررسی و تحلیل داشته و پیشرفتهای در علوم مختلف نیاز به ابرارها و روشهای جدید را اجتناب ناپذیر می نماید مبانی و چارچوب نظری مدل سازی

بر مبنای عامل به چهار نظریه مرتبط است که عبارتند از نظریه بازی^{۱۵}، نظریه سیستم های پیچیده^{۱۶}، جامعه شناسی محاسباتی^{۱۷} و سیستم های چند عاملی^{۱۸}.

• نظریه بازی

نظریه بازی که توسط امیل بورل و سپس وان نیومن و مونگسترن ارائه شده در مطالعه طیف گسترده‌ای از موضوعات کاربرد دارد. از جمله نحوه تعامل تصمیم گیرندگان در محیط رقابتی به شکلی که نتایج تصمیم هر عامل موثر بر نتایج کسب شده سایر عوامل می باشد. در واقع ساختار اصلی نظریه بازی ها در بیشتر تحلیلها شامل ماتریسی چند بعدی است که در هر بعد مجموعه ای از گزینه ها قرار گرفته‌اند که درآرایه های این ماتریس نتایج کسب شده برای عوامل در ازاء ترکیب های مختلف از گزینه های مورد انتظار است. یکی از اصلی ترین شرایط بکارگیری این نظریه در تحلیل محیط های رقابتی، وفاداری عوامل متعامل در رعایت منطق بازی است. در صورتی که این پیش شرط به هر دلیل رعایت نگردد، یا بایستی در انتظار نوزایی ساختار جدید دیگری از منطق تحلیلی بازیگران متعامل بود و یا به دلیل عدم پیش بینی نتایج بازی و یا گزینه های مورد انتظار سیستم تصمیم گیرنده به سراغ سایر روش های تحلیل در یک چنین محیط های تصمیم گیری رفت. هر چه قدر توان پیش بینی گزینه ها و نتایج حاصل از انتخاب آنها بیشتر باشد، عدم قطعیت در این تکنیک کاهش می یابد. نوعی از بازی نیز وجود دارد که به دلیل اینکه امکان برآورد احتمال وقوع نتایج در آنها وجود ندارد به بازی های ابهام شهرت دارند.

نظریه بازی در ابتدا برای درک مجموعه بزرگی از رفتارهای اقتصادی به عنوان مثال نوسانات شاخص سهام در بورس اوراق بهادار و افت و خیز بهای کالاها در بازار مصرف کنندگان ایجاد شد. تحلیل پدیده‌های گوناگون اقتصادی و تجاری نظیر پیروزی در یک مزایده، معامله، داد و ستد، شرکت در یک مناقصه، از دیگر مواردی است که نظریه بازی در آن نقش ایفا می‌کند. پژوهش‌ها در این زمینه اغلب بر مجموعه‌ای از راهبردهای شناخته شده به عنوان تعادل در بازی‌ها استوار است. این راهبردها اصولاً از قواعد عقلانی به نتیجه می‌رسند. مشهورترین تعادل‌ها، تعادل نش است. براساس نظریه تعادل نش، اگر فرض کنیم در هر بازی با استراتژی مختلط، بازیکنان به طریق منطقی و معقول راهبردهای خود را انتخاب کنند و به دنبال حد اکثر سود در بازی هستند، دست کم یک راهبرد برای به دست آوردن بهترین نتیجه برای هر بازیکن قابل انتخاب است و چنانچه بازیکن راه کار دیگری به غیر از آن را انتخاب کند، نتیجه بهتری به دست نخواهد آورد (مجید زاده، ۱۳۸۷، ۴۷)

• نظریه سیستم‌های پیچیده

نظریه سیستم‌های پیچیده و نظریه آشوب، دارای مجموعه‌ای از اصول و قضایای اساسی است که مبنای تحلیلی آن را شکل می‌بخشد. به همین سبب می‌توان از آنها به عنوان مبنایی جهت مدل‌سازی تحلیلی در حوزه مطالعات منطق‌های استفاده کرد. بر اساس نظریه پیچیدگی و آشوب، سیستم پیچیده مجموعه‌ای از کارگزارانی است که از نقطه تعادلی فاصله دارند و از طریق بازخوران‌های مثبت و منفی با یکدیگر در تعامل بوده و به هم وابسته هستند و ضمن پویایی، به صورت شبکه‌های تکاملی متجلی می‌شوند. علاوه بر آن به صورت هندسی مشخص سامان یافته‌اند و رفتارهای آنها ناگهانی و تغییرات آنها دفعی است و در نهایت این که از قانون توزیع قدرت پیروی می‌کنند. به طور کلی اصول اساسی متعددی، در قالب اجزاء تشکیل‌دهنده مدل مذکور می‌توان تشخیص داد که تعدادی از آن عبارتند از اصل شاخه‌ای شدن نظم^{۱۹} (شکل‌گیری نظم‌های فرعی به دلیل انرژی‌های ناشی از محیط) اصل وابستگی حساس^{۲۰} (تغییر بسیار زیاد در سیستم در مقابل تغییرات جزئی متغیرهای تأثیرگذار) اصل جاذبه‌های غریب^{۲۱}، اصل کنترل چرخه‌ای^{۲۲} (در کنترل چرخه‌ای، کنترل نه در کنترل‌کننده و نه در کنترل شونده است بلکه بین آن دو قرار می‌گیرد و مشترک بین آن دو است) اصل تکامل در سیستم‌های پیچیده، اصل ثبات پویا^{۲۳} (ثبات دینامیک بوده و الگوها در پاسخ به زمینه‌ها به وجود می‌آیند. ثبات دینامیک در درون خود تغییر از یک وضعیت به وضعیت جدید را نیز در بر دارد) اصل سیاستگذاری در وضعیت غیر خطی و ریسک (ویژگی دیگر سیستم‌های پیچیده غیر خطی، به مدل سیاستگذاری در درون آنها مرتبط است. سیاستگذاری و مدل‌های مرتبط با آن بر اساس متغیرهای مختلف متفاوت می‌باشند. بر این اساس انواع مختلفی از سیاستگذاری را می‌توان تشخیص دادمانند سیاستگذاری محافظه‌کارانه که مبتنی بر حفظ وضع موجود و بر اساس حفظ ثبات پایدار مبتنی است، سیاستگذاری انقلابی که مبتنی بر ایجاد نقطه تعادلی نوین می‌باشد سیاستگذاری بخشی و جامع را می‌توان تشخیص داد) تمامی مدل‌های سنتی سیاستگذاری بر نوعی ثبات پایدار در سیستم بنیان نهاده شده‌اند. به عبارتی مدل خطی سیاستگذاری از جمله مدل‌های حاکم در سیستم‌های سنتی است. این در حالی است که در سیستم‌های پیچیده، مدل‌های غیر خطی سیاستگذاری به عنوان مدل کلی سیاستگذاری مطرح می‌گردد از سیاستگذاری، تأکید بر بازیهی استراتژیک نابرابر و تعارضات نامتقارن می‌باشد) و در نهایت اصل عدم تقارن قدرت^{۲۴} (یکی از مهمترین متغیرها در سیستم‌های پیچیده و آشوب عدم تقارن قدرت در میان واحدهای تشکیل‌دهنده آن می‌باشد. در چنین سیستم‌هایی هرکدام از واحدها بر اساس نقش و کارکرد در شبکه، دارای بُعد خاصی از قدرت می‌باشند. ابعاد نظامی، اقتصادی، قدرت نرم، قدرت هوشمند، قدرت واسطه‌گری شبکه‌ای، قدرت در قالب ایفای مرکزیت در شبکه

و...ازجمله مواردی است که هرکدام از واحدهای سیستم پیچیده ممکن است به یک یا بخشی از آنها دست یابند. به این ترتیب هم ترازوی در قدرت مشابه کمتر مشاهده می‌گردد (قاسمی، ۱۳۹۰، ۱۳۴)

• جامعه‌شناسی محاسباتی

بیش‌تر پدیده‌های اجتماعی پیچیده در جهان امروز، مانند تروریسم نژادی، نابرابری اجتماعی، و جدایی‌گزینی قومی، پیامد شکل‌های پیچیده تعامل میان عامل‌های اجتماعی هستند. مشاهده روش‌مند و تجربی این تعاملات دشوار است جامعه‌شناسی محاسباتی دیدگاهی نوین است که با استفاده از تکنیک‌های پیشرفته رایانه‌ای برای مدل‌سازی و شبیه‌سازی، تعاملات عامل‌ها را بررسی می‌کند. این دیدگاه جدید، تبیین پیدایش الگوهای کلان اجتماعی را فراهم می‌کند. مدل‌سازی عامل‌محور روشی است برای انجام بررسی‌های تحلیلی و شناخت مکانیسم‌های اجتماعی موثر، در موقعیت‌های گوناگون تجربی، مانند بازارها، شهرها و سازمان‌ها (اصغر پور ماسوله، ۱۳۹۱، ۷)

• سیستم‌های چندعامله

یک سیستم چندعامله، سیستمی است که از چندین عامل هوشمند تعاملی تشکیل شده باشد. از سیستم‌های چندعامله می‌توان برای حل مسئله‌هایی استفاده کرد که حل آن برای یک عامل منفرد یا یک سیستم یکپارچه مشکل یا غیرممکن است. هوشمندی می‌تواند شامل رویکردهای جستجو، یافتن و پردازش روش‌مند، کاربرد، رویه‌ای، یا الگوریتمی باشد. موضوع‌هایی که تحقیق سامانه‌های چندعامله در آن‌ها می‌تواند رویکرد مناسبی ارائه کند شامل مبادلات برخط، پاسخدهی به فجایع و مدل‌سازی ساختارهای اجتماعی است.

سیستم چندعامله روش‌های نوینی برای حل مسایل محاسباتی و پیاده‌سازی پروژه‌های نرم‌افزاری رایانه‌ای ارائه می‌دهند. از آنجا که در این گونه سامانه‌ها مجموعه‌ای متشکل از چندین عامل سیستم را به وجود می‌آورد، دستیابی و نیل به اهدافی امکان‌پذیر می‌گردد که به وسیله سیستم‌های تک‌عامله میسر نیست. این سیستم در اکثر شرایط کار می‌کند. به این معنا که چون مغز متفکر واحد ندارد و تصمیم‌گیری توزیع‌شده است، چنانچه حتی بخشی از سیستم نیز از کار بیافتد باز هم سیستم به کار خود ادامه می‌دهد در ضمن این سیستم برای محیط‌هایی با مقیاس وسیع^{۲۵} و محیط‌های ناشناخته^{۲۶} نیز گزینه مناسبی نسبت به سیستم‌های تک‌عامله به شمار می‌آید. زیرا محیط سریع‌تر و بهتر پویا می‌شود (ولدریچ، ۲۰۰۲، ۳۹)

• مفروضات

در مدل‌سازی مبتنی بر عامل (مانند افراد، گروه‌ها، سازمانها، جمعیت حشرات، گروه زنبور عسل، رباتها) مفروضاتی در خصوص عامل‌ها و تعامل آنها با یکدیگر در محیط در نظر گرفته می‌شود:

- عامل یک موجودیت با اهداف و رفتارهای منحصر به خود است .
- عامل استقلال داشته و توانایی تطبیق و تعدیل رفتار هایش را دارد .
- برخی از ابعاد کلیدی رفتارهای عامل قابل توصیف است .
- ساز و کارهایی که عامل‌ها با هم تعامل می‌کنند قابل توصیف است .
- عامل‌ها می‌توانند همگون یا ناهمگون باشند .
- فرایند اجتماعی و پیچیده اجتماع عامل‌ها را می‌توان از پایین به بالا ایجاد و تحلیل کرد.

۲-۳- مرور پژوهش‌های پیشین

یکی از مدل‌های اولیه مبتنی بر عامل در بازارهای مالی در بازار سهام توسط کیم و مارکویتز^{۲۷} ارائه شده است انگیزه عمده آنها از این مطالعه سقوط بازار سهام آمریکا در ۱۹۸۷ بود این سقوط در بازار سهام به وسیله داده‌ها و مدل‌های موجود به خوبی توضیح داده نمی‌شد کیم و مارکویتز به وسیله مدلسازی مبتنی بر عامل که انجام دادند به جستجوی ارتباط میان عامل‌های مرتبط با استراتژی‌های بیمه پرتفوی و نوسان بازار سهام پرداختند کیم و مارکویتز مبانی تئوریک دلایل سقوط بازار سهام آمریکا در سال ۱۹۸۷ را توسعه دادند مدل‌های دیگری در سال‌های بعد از آن توسط محققانی نظیر لوی و سولومون (۱۹۹۴)، سولومون - لوی و هونگ (۱۹۹۶) با همکاری تعدادی از فیزیکدانان ارائه شد که همگی به توسعه مدل‌سازی بر مبنای عامل در بازارهای مالی پرداختند (سامانیدو^{۲۸} و همکاران، ۲۰۰۷، ۱۲) فارمر در سال ۲۰۰۱ طی پژوهشی مدل‌های مبتنی بر عامل را برای سرمایه‌گذاری در بازارهای مالی ارائه داد این مدل‌ها مباحث مالی کلاسیک (استاندارد) و مالی رفتاری را مد نظر قرار داده و در تعاریف و رفتارهای عامل‌ها اعمال کرده بود (فارمر، ۲۰۰۱، ۶۶)

در سال‌های اخیر در حوزه مالی و به طور خاص مالی رفتاری نیز مطالعات فراوانی در خصوص مدل‌سازی بر مبنای عامل صورت گرفته است لوریک^{۲۹} طی پژوهشی با استفاده از شبیه‌سازی مبتنی بر عامل و ایجاد بازار مالی مصنوعی تعدادی از تورش‌های رفتاری را مورد بررسی قرار داد (لوریک، ۲۰۱۱، ۱۰۲) فو سی تحقیقی را با عنوان " استفاده از تئوری‌های مالی رفتاری در یک بازار مالی مصنوعی مبتنی بر عامل" انجام داد او در این تحقیق از مدل بازار مالی مصنوعی آدریانز^{۳۰} که در سال ۲۰۰۸ ارائه شده بود استفاده کرد همچنین او در این پژوهش با استفاده از شبیه‌سازی از دو دسته سرمایه‌گذاران بنیادی^{۳۱} و حداقل‌واریانس^{۳۲} و دو عامل^{۳۳} بازار ساز^{۳۴} و ناظر (تنظیم‌کننده)^{۳۵} برای بررسی تورش زیان‌گریزی استفاده کرد (فو سی، ۲۰۱۰، ۸۵) شیموکاو^{۳۶} و همکاران طی پژوهشی به تشریح رویکرد مبتنی بر عامل و استفاده از آن در بازار مالی پرداختند آنها در بازار مالی توکیو به

بررسی و مقایسه برخی از تورش‌های رفتاری با استفاده از مدل مبتنی بر عامل و داده‌های ۱۲۰۰ روزه بازار مالی واقعی پرداختند (شیموکاوا و همکاران، ۲۰۱۰، ۲۰۰۰) اوتکین ۳۶ نیز در سال ۲۰۱۲ یک مدل مبتنی بر عامل را در بازار نزدیک ۳۷ مورد بررسی قرار داد و در این پژوهش فرایند تصمیم‌گیری عوامل بازار را مدلسازی کرد (اوتکین، ۲۰۱۲، ۴۶) فران وسترهوف با ارائه یک مدل مبتنی بر عامل رفتارها و عملکردهای معامله‌گران بنیادی ۳۸ و تکنیکی ۳۹ را مورد بررسی قرار داد هدف این محقق توسعه یک مدل بازار مالی مبتنی بر عامل با تعامل مستقیم میان بازیگران بازار بوده است (وسترهوف، ۲۰۰۹، ۱۷۲) لی بارن ۴۰ داده‌های تجربی را با نتایج خروجی از مدل‌های مبتنی بر عامل با تاکید بر مالی رفتاری مقایسه نمود (لی بارن، ۲۰۰۴، ۳۰) چن و لیاو تحقیقات انجام شده در حوزه شناخت پدیده‌های بازارهای مالی را به سه گروه تقسیم کرده‌اند که عبارتند از: مدل‌های عوامل عقلایی ۴۱، مدل‌های رفتاری ۴۲ و مدل‌های مبتنی بر عامل ۴۳. آنها در این پژوهش عنوان می‌کنند که مدل مبتنی بر عامل رویکرد جالبی است که به وسیله آن می‌توان شناخت بهتری از پدیده‌های مهم بازار مالی بدست آورد از دیدگاه آنها مدل‌های تحلیلی رفتاری نقطه شروعی را برای رویکرد مبتنی بر عامل فراهم می‌کنند اما مدل‌های مبتنی بر عامل به ما این امکان را می‌دهد که تشخیص دهیم که آیا تورش رفتاری یک معامله‌گر می‌تواند در یک بازار پیچیده رقابتی ایجاد شود، باقی بماند و تاثیر گذار باشد یا خیر (چن و لیاو، ۲۰۰۴، ۱۲۱) ۴۴ و همکاران شواهد تجربی در بازارهای مالی را با مدل‌های بازار مالی مبتنی بر عامل مقایسه نمودند آنها مدل بازار مالی مصنوعی خود را با متغیرهایی مانند کارایی قیمت در بازار، پویایی توزیع ثروت میان عاملها، هوش مصنوعی ۴۵، حجم معاملات و فاصله قیمتی درخواست خرید و فروش ۴۶ مورد آزمایش قرار داده و بهبود بخشیدند (چن و همکاران، ۱۹۹۹، ۱۶۱) به طور خلاصه می‌توان گفت اولین مدل مبتنی بر عامل در سال ۱۹۷۸ در مطالعات شلینگ ۴۷ وجود دارد پس از آن می‌توان به مطالعات اپستین و آکستل در سال ۱۹۹۶، مارچیس در سال ۱۹۹۹، دارلی و همکاران در سال ۲۰۰۱، دارلی در سال ۲۰۰۴، آکستا در سال ۲۰۰۵ در این خصوص اشاره کرد (اوتکین، ۲۰۱۲، ۴۷) تا آنجا که هم‌اکنون از رویکرد مدلسازی مبتنی بر عامل در بازارهای مالی خصوصا در حوزه رفتاری به عنوان رویکرد تکمیل‌کننده رویکردهای عقلایی و رفتاری نام برده می‌شود (چن و لیاو، ۲۰۰۴، ۱۲۴) و بالاخره یکی از پژوهشهای مهمی که در خصوص کاربرد مدل سازی مبتنی بر عامل در بازارهای مالی انجام شده مطالعات ترنر است او طی پژوهشی به بررسی بحرانهای مالی و سقوط در بازارهای سهام با استفاده از مدل سازی بر مبنای عامل پرداخت او در این پژوهش با در نظر گرفتن اهرم به ارائه مدل سقوط بازارهای سهام و محاسبه ریسک سیستمیک نمود (ترنر، ۲۰۱۱، ۲۳).

۴- نتایج نظری پژوهش

۴-۱- عامل^{۴۸}

کامپیوترها از اوایل ۱۹۵۰ تا امروزه یک مسیر بسیار طولانی را پیموده‌اند چنانکه امروزه باعث تغییر بسیاری در الگوی زندگی ما شده‌اند این سیستم‌های پیچیده امروزی را که ما را در زندگی روزمره یاری داده و قادر به واکنش، یادگیری و انطباق خود با محیط هستند و می‌توانند با یکدیگر تعامل برقرار کنند عامل می‌نامند به عبارت ساده‌تر عامل یک سیستم کامپیوتری یا نرم‌افزار است که از سوی کاربر خود عمل می‌کند و برای تحقق اهداف و مقاصد کاربر به صورت خود مختار تلاش می‌نماید یک عامل معمولاً موجودیتی منفرد نیست بلکه در یک محیط قرار گرفته و به طور مستمر با محیط و دیگر موجودیتها از جمله انسانها تعامل برقرار می‌کند آنچه عامل‌ها را از دیگر قطعات نرم‌افزاری متمایز می‌کند این است که محاسبه، صرفاً محاسبه نیست بلکه محول‌سازی و تعامل نیز هست برنامه‌های نرم‌افزاری نیازمند این هستند که کار واگذار شده به عهده‌شان و همچنین مراحل دقیقی که باید اجرا کنند برایشان کاملاً توضیح داده شود اما برای عامل‌ها گفتن هدف کافی است آنها چگونگی رسیدن به آنرا می‌دانند و در سایه بهره‌مندی از هوشمندی، قادر به تحقق هدف با کمترین دخالت از سوی کاربر هستند. از دیدگاه تاریخی عامل‌ها و سیستم‌های چند عاملی از هوش مصنوعی^{۴۹} و هوش مصنوعی توزیع شده^{۵۰} نشأت گرفته‌اند (فسلی، ۱۳۸۹، ۲۹) به طور کلی می‌توان گفت که عامل‌ها در دیدگاه مدل‌سازی مبتنی بر عامل ویژگی‌هایی از قبیل خودکفایی^{۵۱}، خود مختاری^{۵۲}، پویایی^{۵۳} (دارای حالت و وضعیت است که در طول زمان تغییر می‌کند)، اجتماعی^{۵۴}، اصلاح پذیر^{۵۵}، هدف‌گرا^{۵۶} هستند (عسکری، ۲۰۰۹، ۱۸) در واقع یک عامل جدای از قواعد و رفتارهایی که از خود بروز می‌دهد تعامل بسار قوی با دیگر عامل‌ها و همچنین با محیط برقرار می‌کند عامل‌ها در یک بازار مالی شامل سرمایه‌گذاران، بازارسازها، نهاد ناظر، سوداگران و ... می‌باشد به طور خلاصه می‌توان گفت:

Function + memory = object

Object + autonomy = agent

در واقع یک عامل ساده به صورت ریاضی به عنوان یک تابع عامل تعریف می‌گردد که هر رشته مفاهیم

را به عمل ممکن که عامل قادر به انجام آن است نگاشت می‌کند: $f: P^* \rightarrow A$

۴-۲- مقایسه عامل و شیء^{۵۷}

همانطور که عنوان شد پایه مدل‌سازی بر مبنای عامل، برنامه ریزی شیء‌گرا بوده است تفاوتی که میان عامل و شیء وجود دارد، این است که یک عامل علاوه بر مفاهیمی همچون خصلت و متد شامل حالات ذهنی مانند مفاهیم نقشه و هدف است، مورد تفاوت دیگر نحوه ارتباطات در شیء و عامل است،

عاملها از یک روش با معنی و با ساختار پیغام مبادله میکنند و از پروتکل و همکاری استفاده میکنند در حالی که در شیء فقط بیدار کردن یک متد یا انتقال ساده یک داده است. که براساس خصوصیات آن دو در نمایشهای مختلف استوار است. در ابتدا از روی تعریف آن دو میتوان در جدول زیر خصوصیات آن دو را بیان نمود:

جدول شماره (۱) مقایسه شی و عامل

خصوصیت	شیء	عامل
یک انتزاع از سیستم	هست	هست
قابلیت نگه داری اطلاعات	دارد	دارد
یک عمل هدایت شده	هست	خودمختار
رفتار	دارد	دارد
هویت اختصاصی	دارد	دارد
اجتماعی	نیست	هست
هدف گرا	نیست	هست
ارتباطات	بر اساس تعریف کاربر	قانونمند
تداوم زمانی	ندارد	دارد
حالت	ندارد	دارد

بر اساس جدول شماره (۱) می توان گفت که تفاوت عامل و شیء در تعریف اینست که یک عامل تمامی خصوصیات یک شیء را دارد ، اما علاوه بر آن خصوصیات عامل دارای ارتباطات اجتماعی قانونمند است و خودمختاری آن بر اساس یک هدف است و در موقعیتهای زمانی خاص بر اساس حالات خود واکنش نشان میدهد. یک عامل تداوم زمانی دارد که یک شیء از آن بی بهره است. هردوی شیء و عامل در محیط هستند، هردو میتوانند واکنشی باشند، عاملها خودمختار هستند، عاملها میتوانند چند هدف داشته باشند، عاملها اجتماعی هستند و قواعد گفتگو دارند. به این ترتیب میتوان گفت که یک عامل به شکلی فعالتر میتواند موجودیتهایی را که در محیط اطراف ما وجود دارند را مدلسازی نماید(عبدالله زاده و علیرضایی، ۱۳۹۰، ۳۴)

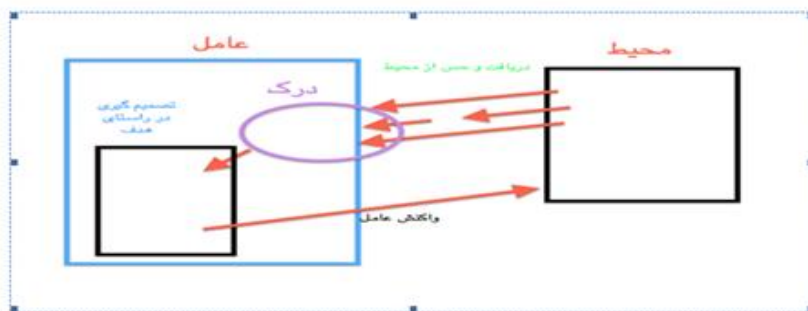
۳-۴- زمینه‌های بروز و لزوم مدل‌سازی بر مبنای عامل در بازارهای مالی

در سالهای اخیر مدل‌سازی مبتنی بر عامل در بازارهای مالی گسترش زیادی پیدا کرده و در کنار پارادایم مالی کلاسیک و رفتاری بخش زیادی از پژوهش‌ها را به خود اختصاص داده است از دلایل این گسترش می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- پیچیده‌تر شدن سیستمهایی که نیاز به شناخت و تحلیل دارند.
- تمرکز زدایی در تصمیم‌گیری‌ها
- محدودیتهای روشهای سیستمی
- به هم وابسته‌تر شدن سیستمها و زیر ساختها
- وجود ابزارهای جدید برای شبیه‌سازی سیستمهای پیشرفته
- متنوع‌تر شدن عامل‌ها و محیط‌های آنها
- سیستمها و شبکه‌های اجتماعی
- شناخت وجود انواع خطاهای تصمیم‌گیری در بین سرمایه‌گذاران
- محدودیت دسترسی به اطلاعات و حسابهای شخصی سرمایه‌گذاران
- جهانی شدن بازارهای مالی و تاثیر بازارهای مختلف بر یکدیگر
- تبدیل به اوراق بهادار کردن دارایی‌ها و وابستگی زنجیر وار اوراق ارزش بسیاری از اوراق مالی به یکدیگر
- امکان تهیه مدل‌های فرایندی و با مقیاس‌های دقیقتر
- امکان تهیه مدل‌های منعطف‌تر از نظر مشابه با دنیای واقعی در مقایسه با مدل‌های تحلیل و مدل‌های سیستم دینامیک
- قابلیت استفاده از نظریه‌ها و دیدگاههای متنوع موجود در علوم انسانی و اجتماعی
- قابلیت تهیه مدل‌های فضایی که تعامل بین انسان و محیط را شبیه‌سازی می‌نمایند.

۴-۴- اجزای اصلی یک مدل مبتنی بر عامل:

یک مدل مبتنی بر عامل از چهار جزء اصلی ساخته می‌شود که عبارتند از عامل، محیط، زمان و تعامل میان عامل‌ها



منبع: عبدالله زاده و علیرضایی، پردیس دانشگاه تهران، ۱۳۹۰

۴-۵- فرایند مدل سازی بر مبنای عامل :

- طراحی مدل مفهومی
- انتخاب پایگاه برنامه نویسی
- طراحی موجول تصمیم‌گیری عامل (agent)
- تعریف و تبیین تعاملات زمانی و مکانی Agent ها
- ورود داده های دنیای واقعی
- اجرای مدل در دفعات مختلف
- تحلیل فضایی و غیر فضایی داده های خروجی
- مقایسه خروجی های مدل با داده های واقعی

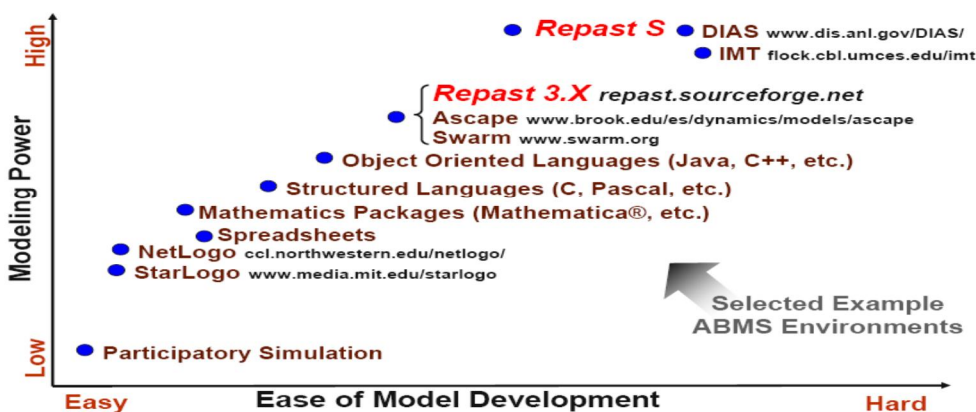
۴-۶- مقایسه مدل سازی سنتنی و رایج با Agent-Based Modeling (مکال و نورث ۲۰۰۶، ۱۱)

در بسیاری از مطالعات طی ده های گذشته از مدل سازی استفاده شده است اما با مدل سازی مبتنی بر عامل تفاوت‌های اساسی داد فرق این دو نوع مدل سازی در جدول زیر ارائه شده است :

مدل سازی سنتنی	مدل سازی مبتنی بر عامل
قطعی	تصادفی
بالا به پایین	پایین به بالا
مبتنی بر فرمولها و معادلات ریاضی	مبتنی بر عامل های انطباق پذیر
بدون قدرت توضیح دهندگی	دارای قدرت توضیح
تعداد پارامتر ها کم	تعداد پارامتر ها زیاد
مبتنی بر محیط	ایجاد کننده محیط
تعاملات در حد واکنش	قدرت یادگیری عامل ها از تعاملات

۷-۴- برنامه‌ها، زبانها و نرم افزارهای رایج برای مدل سازی عامل محور :

ابزارهای عمومی مدل سازی مبتنی بر عامل شامل نرم افزارهای صفحه گسترده ۵۸، سیستمهای محاسباتی ریاضی مانند Matlab، Mathematica، Octave و زبانهای برنامه نویسی مانند جاوا می باشند همچنین معروفترین نرم افزارهای مدل‌سازی بر مبنای عامل Repast، Sawarm، Netlogo و... می باشند که نمودار زیر قدرت این نرم افزارها و سهولت اجرای آنها را نشان می دهد.



منبع: مکال و نورث، ۲۰۰۶، ۲۶

۵- نتیجه گیری و بحث

بازارهای مالی دائماً شاهد ورود ابزارهای جدید، پیچیدگی بیشتر و افزایش تعداد عوامل موثر و ارائه پارادایم‌های جدید می باشد پژوهشگران در این حوزه دریافته اند که حوزه مطالعات مالی و سرمایه گذاری یک حوزه بین رشته ای است که از علوم مختلف مانند ریاضیات، فیزیک، روانشناسی، عصب شناسی، فناوری اطلاعات، اقتصاد و... می توان در افزایش کارآمدی مطالعات انجام شده و فرمالایز کردن و تئوریزه کردن مطالعات بهره جست کند در حوزه دانش مالی از دهه ۵۰ میلادی که مدل‌ها و تئوری‌های مالی به صورت منسجم توسط دانشمندانی چون مارکویتز، شارپ، لینتنر، راس، بلک و شولز و... در بستر مالی کلاسیک مطرح شد فرض‌های عقلایی بودن عوامل و عدم وجود فرصت آربیتراژ و کارایی بازارهای مالی مورد پذیرش بود تا اینکه در دهه ۸۰ میلادی با افزایش استثناها و خلاف قاعده‌ها ۵۹ پارادایم مالی رفتاری مطرح شد در این پارادایم فرض عدم وجود فرصت آربیتراژ و عقلایی بودن عوامل مورد تردید قرار گرفت و پژوهشهای زیادی توسط محققین انجام

شد تا تورش های رفتاری سرمایه گذاران شناسایی و تبیین شود مساله ای که در پارادایم مالی رفتاری وجود داشت این بود که این پارادایم در شناخت تورش ها و خطاهای سرمایه گذاران موفق بوده اما پیشنهادی برای چگونگی عمل در بازارهای مالی ندارد که برای حل این مساله نوروفابنانس ۶۰ مطرح گردید اما بسیاری از عوامل چه در تئوری های مالی کلاسیک و چه در مالی رفتاری مانع بررسی دقیق تورش ها و عملکرد ها شده است عواملی مانند عدم شناخت دقیق فرایند تصمیم گیری در مالی کلاسیک و عدم امکان دسترسی به حسابهای معاملات سرمایه گذاران به دلایل حریم خصوص باعث شد که شناخت دقیقی از رفتارهای سرمایه گذاران و تاثیر تصمیماتشان بر بازار حاصل نشود لذا جهت رفع این نقص ها رویکرد مدل سازی مبتنی بر عامل مطرح شد که امروزه کاربرد وسیعی در علم مالی دارد در واقع با استفاده از مدلهای ارائه شده توسط محققان یا با ایجاد مدلها و بازارهای مالی مصنوعی و بررسی دقیق رفتار عوامل و مقایسه آن با شواهد تجربی موجود می توان شناخت دقیقی از رفتارهای سرمایه گذاران و میزان تاثیر تورش های رفتاری بر عملکرد بازار پیدا کرد در دهه های گذشته دیدگاههای زیادی در خصوص مدلسازی و شبیه سازی ارائه شده است که از جمله می توان به مدلسازی ریاضی، مایکرو شبیه سازی، سیستم دینامیک، برنامه نویسی شیء گرا و بالاخره مدل سازی مبتنی بر عامل اشاره کرد تفاوتی که مدلسازی مبتنی بر عامل نسبت به سایر دیدگاهها دارد اینست که عامل ها در این نوع مدلسازی به عامل های محیط واقعی بسیار شبیه هستند و دارای حافظه و قدرت یاد گیری و اصلاح رفتارهای خود می باشند و این دقیقا چیزی است که مورد نیاز پژوهشگران چه در مالی کلاسیک و چه در مالی رفتاری می باشد پژوهشها در حوزه مالی همیشه با محدودیتهایی نظیر پیچیدگی رفتارهای سرمایه گذاران، گذشته نگر بودن داده ها، وجود قوانین محدود کننده در خصوص محرمانه بودن حسابها و اطلاعات مالی شخصی سرمایه گذاران و ... مواجهه بوده است که مدلسازی مبتنی بر عامل تا حدود زیادی این مسائل را مرتفع می سازد پژوهشگران می توانند با مدلسازی و شبیه سازی محیط سرمایه گذاری و عامل ها و تعریف تعاملات آنها به کمک نرم افزارهایی مانند نت لوگو^{۶۱} و ری پاست^{۶۲} رفتارها در محیط بازار مالی را مدلسازی کرده و عملکرد بازار بازارها و بازیگران بازار را مورد مطالعه قرار دهند همچنین پژوهشگران با استفاده از مدلسازی مبتنی بر عامل می توانند امکان سقوط بازارهای سهام و نیز ریسک سیستمی^{۶۳} بازار را برآورد نمایند حتی در ساده ترین سطح، یک مدل مبتنی بر عامل در بازارهای مالی از یک منظومه از عامل ها مانند سرمایه گذاران فردی و نهادی، بازارسازان، نهاد های ناظر و ... تشکیل شده است که می تواند مدل های رفتاری پیچیده ای را به نمایش بگذارد و اطلاعات ارزشمندی را در رابطه با پویایی نظام های بازار مالی که مدل در صدد بازنمای آن است فراهم آورد علاوه بر این چون در رویکرد مبتنی بر عامل، عامل ها قابلیت رشد و یادگیری دارند این قابلیت به آنها اجازه می دهد که رفتارهای پیش بینی نشده ای را

انجام دهند به عبارت دیگر ویژگی های سطح جمعی در این رویکرد بیشتر از آنکه از قوانین رفتاری تعریف شده برای عامل های بازار مالی ناشی شود؛ از پیچیدگی شبکه تعاملات بین این عامل ها ناشی می شود بدان معنی که چون بسیاری از رویدادها در بازار های مالی را نمی توان به تنهایی و بدون در نظر گرفتن تعاملات بین عامل ها مورد بررسی قرار داد رویکرد مبتنی بر عامل بسیار مفید خواهد بود و توسعه این رویکرد در حوزه مالی دستیابی به تحلیل واقعی تر و نزدیک تر به دنیای واقعی را تسهیل می کند تحلیلی که بتواند منعکس کننده پیچیدگی های مسائل اجتماعی، اخلاقی و تصمیم گیری های فردی باشد، به طور خلاصه می توان گفت که سه رویکرد در حوزه دانش مالی مطرح شده است: رویکرد مبتنی بر عاملهای عقلایی که مربوط به مالی کلاسیک است و رویکرد مالی رفتاری که به ابعاد روانشناسانه و اجتماعی سرمایه گذاران و تصمیم گیری هایشان می پردازد. رویکرد اول هنجاری^{۶۴} و رویکرد دوم توصیفی^{۶۵} می باشد اما پیشرفت در فناوری اطلاعات و هوش مصنوعی به کمک حوزه مالی آمده و محققان قادرند تا با استفاده از رویکرد سومی به نام مدل‌سازی مبتنی بر عامل و با ایجاد بازار های مالی مصنوعی تحقیقات عمیق تری از بازار های سهام به عمل آورند.

فهرست منابع

- * آذر عادل، صادقی آرش (۱۳۹۱) "مدلسازی عامل بنیان، رویکردی نوین در مدل سازی مسایل پیچیده اخلاقی" فصلنامه اخلاق در علوم و فناوری، شماره ۱
- * آموزگار، مسعود (۱۳۹۱) "مدلسازی عامل گرا و شبیه سازی پدیده های اجتماعی" مجله ریاضی شریف، شماره نخست، ۵۱-۵۴
- * احمد زاده بارفروش احمد، علیرضایی احسان (۱۳۹۰) "بررسی تطبیقی متدولوژی های مبتنی بر عامل" پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ایران
- * اسکاتزونی فلامینیو (۱۳۹۱) مترجم احمد رضا اصغر پور ماسوله "جامعه شناسی عامل محور محاسباتی"، انشارات سنبله، مشهد، ایران
- * اسلامی بیدگلی، غلامرضا، «تئوری و مدیریت مالی رفتاری» انتشارات ترمه، تهران، ۱۳۸۷
- * تلنگی، احمد، ۳۸۳، «تقابل نظریه نوین مالی و مالی رفتاری» تحقیقات مالی، شماره ۱۷
- * راعی، رضا، فلاح پور، سعید، ۳۱۸۳، «مالیه رفتاری، رویکردی متفاوت در حوزه مالی» تحقیقات مالی، شماره ۱۸
- * سعیدی علی، فرهانیان سید محمد جواد «مبانی اقتصاد و مالی رفتاری» انتشارات دانشگاه علوم اقتصادی، تهران، ۱۳۹۰

- * عسکری ، علی (۲۰۰۷) " مروری بر مدلسازی عامل محور و کاربرد های آن در شهرسازی " دانشگاه یور ، تورنتو ، کانادا
- * فسلی ماریا (۱۳۸۹) " فناوری عامل در تجارت الکترونیک " مترجم : داستانی اکبر ، تهران ، انتشارات کیان رایانه سبز
- * فلاح پور ، سعید و عبداللهی ، غلامرضا (۱۳۹۰) « شناسایی و وزن دهی تورش های رفتاری سرمایه گذاران در بورس اوراق بهادار تهران : رویکرد AHP فازی » تحقیقات مالی ، شماره ی ۳۱ ، صص ۹۹ - ۱۲۰
- * قاسمی ، فرهاد (۱۳۹۰) " مبانی نظری ، کارکردی سیستم های پیچیده و آشوب در مطالعات نظم منطقه ای " رهیافت سیاسی بین المللی ، ۱۶۶ - ۱۲۹
- * Chen.S.H , Liao.C.C (2004) "Behavioral Finance and Agent-Based Computational Finance: Toward an Integrated Framework" Department of International Business
- * Chan.T , Lebaron.B , Lo.w , Piggio.T (1999) " Agent – Based Models Of Financial Markets : A Comparison With Experimental Markets " MIT Artificial Market .
- * Farmer D. (2001) "toward agent based models for investment" santafe , new Mexico, 51-70
- * Dixit, Avinash K.,(2013) "Thomas Schelling's Contributions to Game Theory" . Scandinavian Journal of Economics, Vol. 108, No. 2, pp. 213-229
- * 16 – HeathB.,Hill R. and Ciarolla F. (2009) "A survey of agent based modeling practices " journal of artificial societies and social simulation , 12 (4),9, 1-35
- * Heath L. (2010) " The history , philosophy and practice of agent based modeling and development of the conceptual model for simulation diagrams " dissertation , wright state university . u.s.a
- * Helbing.D , BAlietti.S (2012)" "How to Do Agent-Based Simulations in the Future: From Modeling Social Mechanisms to Emergent Phenomena and Interactive Systems Design" Springer-Verlag Berlin Heidelberg , pp 25-70
- * Johnston M. (2013) " Agent analyst : agent Based modeling in arcgis" Ersi press , new York,usa
- * Outkin.V (2012) " An Agent- Based Model of The Nasdaq Stock Market: Historic Validation and Future Directions " Sandia National Labratories
- * Lebaron.B (2004) " Agent-Based Emprical Examples : Matching Stylized Facts With Style " Brandies University , International Business School .
- * Lovric Milan (2011) " Financial Market and Agent Based Artificial Market" Thesis , Erasmus University Rotterdam
- * Macal M. , North J. (2006) introduction to agent based modeling and simulation " us department of energy , usa ,Argonne
- * Ribillye,peng J. ,lung tal (2012) " Understanding agentbased models of financial markets : A bottom-up approach based on order parameters and phase diagram " manyang technological university , singapore.

- * Si.fo (2010) “ Applied Behavioral Finance Theories for An Agent- Based Artificial Financial Market “ Dissertation , Van Tilburg University
- * Shimokava.T , Suzuki.K , Takahashi.S (2010) “ An Agent – Based Approach to Test the Usefulness of the Behavioral Finance in Real Financial Market “ International Journal of Computational Science , Vol 4 (2) , 199-217
- * Thurnue S. (2011) “Systemic financial risk :agent basedmodels to understand the leverage cycle on national scalesand its consequences “ medical university of Vienna , Australia
- * Westerhoff.F (2009) “ A Simple Agent-Based Financial Market Model : Direct Interaction and Comparisons of Trading Profits” Bamberg University
- * Williams S. (2012) “ Agent based modeling : history and application” university of California , 1-43
- * 30-Wooldridge M.,(2002)” An Introduction to Multi Agent Systems”, John Wiley & Sons Ltd, paperback, 366 pages, ISBN 0-471-49691-X

یادداشت‌ها

- 1 .Agent – Based Approach
- 2 .speculators
- 3 . Instruments
- 4 . Efficient Market Hypothesis
- 5 . Behavioral Finance
- 6 . Bias
- 7 . Agent Based Modelling
- 8 .Stanislaw Ulma
- 9 . Cellular Automata
- 10 . Thomas Schelling
- 11 . Housing Segregation
- 12 .Local Information
- 13 .Environment
- 14 .Object Oriented Programming(OOP)
- 15 . Game theory
- 16 . Complex systems theory
- 17 . Computational sociology
- 18 . Multi-agent systems
- 19 . Bifurcation principal
- 20 . Sensitive dependence
- 21 . Strange attractors
- 22 . Circular control
- 23 . Dynamic stability
- 24 . Asymmetric power
- 25 .Large Scale
- 26 .Unknown
- 27 .Kim nad Markowitz
- 28 . E.Samanidou
- 29 . M.Lovric
- 30 . Adriaens
- 31 . Fundamentalists
- 32 .Mean - Variance

- 33 . Agent
- 34 . Market Maker
- 35 . Regulator
- 36 . Outkin
- 37 . NASDAQ
- 38 . Fundamentalists
- 39 . Technical
- 40 . Lebaron
- 41 . Rational Agents Models
- 42 . Behavioral models
- 43 . Agent –Based model
- 44 . Poggio.T
- 45 . AI- Agents
- 46 . Bid/Ask Spreads
- 47 . Schelling
- 48 . Agent
- 49 . Artificial Intelligence
- 50 . Distribute Artificial Intelligence
- 51 . self-contained
- 52 . autonomous
- 53 . dynamic
- 54 . social
- 55 . adaptive
- 56 . goal oriented
- 57 . Object
- 58 . Spreadsheet
- 59 . Anomaly
- 60 . Neurofinance
- 61 . Netlogo
- 62 . Repast
- 63 . Systemic Risk
- 64 . Normative
- 65 . descriptive

Archive of SID