

## مدل‌سازی عامل بنیان، رویکردی نوین

### در مدل‌سازی مسائل پیچیده اخلاقی

دکتر عادل آذر\*، آرش صادقی

گروه مدیریت، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه تربیت مدرس

#### چکیده

زمینه: امروزه ضرورت توجه به ابعاد اخلاقی در بسیاری از مسائل تصمیم‌گیری که در سطوح مختلف جهانی، کشوری، منطقه‌ای و یا سازمانی مطرح می‌شود به امری انکارناپذیر تبدیل شده است. تحولاتی نظیر جهانی‌سازی، گسترش ارتباطات، ظهور و توسعه شرکت‌های بزرگ چند ملیتی، بازارهای بزرگ مالی و ... موجب درهم تنیده شدن منافع جوامعی شده است که پیش از این تأثیرگذاری چندانی برهم نداشته‌اند. از این رو در دوران ما نتیجه اقدامات و تصمیمات جوامع مختلف بیش از هر زمان دیگری بر جوامع دیگر و همچنین بر نسل‌های آتی تأثیرگذار است. لحاظ کردن مسائل اخلاقی در تحقیق در عملیات به عنوان ابزاری قدرتمند در پشتیبانی از تصمیم‌گیری به سیاست‌گذاران و مدیران کمک می‌کند تا با در نظر گرفتن منافع همه ذی‌نفعان تصمیم‌گیری نمایند.

**روش کار:** این مقاله مروری، پس از تبیین مفهوم و ابعاد اخلاق در علم مدیریت و تصمیم‌گیری، به توضیح پیش‌نیازهای لازم برای مدل‌سازی مسائل با ابعاد اخلاقی و کاربرد روش‌های تحقیق در عملیات (OR) در مدل‌سازی این مسائل تشریح می‌گردد و به‌طور خاص، روش مدل‌سازی عامل بنیان (ABM) به عنوان یک روش نظام‌مند قدرتمند در مدل‌سازی این‌گونه مسائل معرفی می‌شود.

**نتیجه‌گیری:** اغلب روش‌های کلاسیک OR که عموماً در مسائل بهینه‌سازی مورد استفاده قرار می‌گیرند برای مسائل جدید با مضامین اخلاقی قابل استفاده نیستند و لازم است روش‌ها و ابزارهای جدیدتری برای مدل‌سازی و حل این‌گونه مسائل توسعه یابد. در این مقاله روش مدل‌سازی عامل بنیان به عنوان ابزاری قدرتمند برای مدل‌سازی مسائل اخلاقی و علوم اجتماعی پیشنهاد شده است.

**کلید واژه‌ها:** اخلاق، تحقیق در عملیات، شبیه‌سازی، علم مدیریت، مدل‌سازی عامل بنیان

#### سرآغاز

حمل‌ونقل و مسائل جایابی و غیره. ارزش‌ها و عقاید ذی‌نفعان مختلف در این‌گونه مسائل اغلب یا نادیده گرفته می‌شود یا از حداقل اهمیت برخوردار است. مدل‌ها اغلب اوقات به‌طور کامل یا به مقدار زیادی ایستا هستند و تنها به میزان ناچیز به سایر مسائل مرتبط شده‌اند یا آنکه اصلاً مرتبط نشده‌اند. در حل این‌گونه مسائل عموماً فنون و مهارت‌های ریاضی مورد نیاز

در اغلب موارد از تحلیل‌گران OR خواسته می‌شود که تا در تصمیم‌گیری‌ها یا سیاست‌گذاری‌هایی یاری‌رسان باشند که در آنها مسأله به خوبی مشخص شده است. عموماً این مسائل شامل بهینه‌سازی می‌باشند، مثل مدیریت زنجیره تأمین،

\* نویسنده مسؤول: نشانی الکترونیکی: Azara@Modares.ac.ir

موضوعی حیاتی برای نوع بشر تبدیل گشته است. این مسائل با عنوان «توسعه پایدار» مورد مطالعه قرار می‌گیرند.

امروزه مشکلات اساسی جوامع نوین، رو به اتمام بودن منابع، تغییرات جهانی (نظیر آب و هوا) و نابرابری‌های اجتماعی و اقتصادی در جهان است. به نظر می‌رسد تنها راه ممکن برای نجات بلند مدت نوع بشر، اتخاذ ارزش‌های اخلاقی در بستر توسعه پایدار باشد (۲).

مدل‌سازی عامل بنیان<sup>۱</sup> (ABM) رویکردی جدید به مدل‌سازی نظام‌هایی است که از عامل‌های مستقل در تعامل با هم تشکیل شده‌اند مدل‌سازی عامل بنیان یک پارادایم جدید مدل‌سازی است و یکی از جذاب‌ترین پیشرفت‌ها در مدل‌سازی از زمان پیدایش پایگاه‌های داده محسوب می‌شود. تا جایی که ادعا می‌شود ABM می‌تواند طرز تفکر ما را نسبت به تبیین پدیده‌های اجتماعی تغییر دهد (۷).

### اخلاق در علم مدیریت

یکی از مهم‌ترین و بغرنج‌ترین مشکلات علم مدیریت بحث اخلاق است. چراکه بیانگر تقابل بین عملکرد اقتصادی (که به وسیله درآمد، هزینه‌ها و سودها اندازه‌گیری می‌شود) و عملکرد اجتماعی (که در قالب تعهدات داخل و خارج سازمانی به دیگران بیان می‌شود) می‌باشند (۸). به عبارتی برای اتخاذ یک رویکرد اخلاقی در مدیریت باید بین عملکرد اقتصادی و عملکرد اجتماعی توازن و تعادل ایجاد شود.

هدف مشترک فیزیک و علم مدیریت<sup>۲</sup> (MS/OR) مدل‌سازی دنیای واقعی به منظور توصیف، درک و مدیریت پدیده‌هاست؛ با این تفاوت که علم فیزیک به مدل‌سازی پدیده‌های دنیای طبیعی و علم مدیریت نظام‌های انسانی را مدل‌سازی می‌نماید (۹).

از آنجا که پدیده‌های طبیعی و قوانین مرتبط با آن دارای تغییرپذیری زیادی نیستند و نسبتاً ایستا هستند، مدل‌های تقریبی زیادی برای این‌گونه پدیده‌ها ساخته شده و اثر بخشی این مدل‌ها با توجه به پیشرفت‌های مستمر در علوم مهندسی و فیزیک مشهود و قابل اثبات است. اما دنیای واقعی انسانی

است. در مسائل اخلاقی ابعاد تازه‌ای ظاهر می‌شوند، بسیاری از این‌گونه مسائل در تعارض بین جنبه‌های اقتصادی، اجتماعی و محیطی پدیدار می‌شوند (۱).

مثالی از این‌گونه تعارض‌ها، تصمیم‌گیری در مورد توسعه یک فرودگاه محلی است که تعدادی شرکت هواپیمایی مسؤول انجام آن هستند. تعارض در اینجا مابین کارمندان، رضایت مسافران و غیره از یکسو و افزایش CO<sub>2</sub>، مصرف انرژی، آلودگی صوتی و غیره از سوی دیگر است. در این‌گونه مسائل ارزش‌های اخلاقی و اعتقادات تصمیم‌گیرندگان و ذی‌نفعان از اهمیت بسیاری برخوردار است. به علاوه جنبه‌های دیگری وجود دارد که لحاظ کردن آنها در مدل‌سازی قابل چشم‌پوشی نیست. چرا که دراز مدت ممکن است منجر به نتایجی بر روی جامعه، به‌عنوان یک کل شوند (۲).

اتخاذ یک رویکرد فلسفی، عقلایی، منفعت‌گرایانه و محاسباتی محض برای فهم چگونگی برخورد انسان‌ها با مسائل پیچیده اخلاقی که در دنیای واقعی با آن روبرو می‌شوند، روش صحیحی نیست (۳)، چرا که روشی که مردم به صورت روزمره برای حل مسائل، با محتوای اخلاقی اتخاذ می‌کنند از عقلانیت کامل فاصله دارد و غالباً تصمیم‌گیری افراد بیش از آن که با در نظر گرفتن علم اخلاق انجام شود، با محاسبات سرانگشتی صورت می‌گیرد (۴).

موضوع «مسائل اخلاقی در مدل‌سازی به وسیله فنون تحقیق در عملیات»، توسط پژوهشگران مختلف به خوبی مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است. علاوه بر این، مقالات (۵) و (۶) به بحث در خصوص اعتبار و مشروعیت کار تحلیلگر و ابهامات اخلاقی موجود در ارتباط بین تحلیلگر، مدل OR، تصمیم‌گیرنده و ذی‌نفعان پرداخته است. همچنین آذر و همکاران در مقاله (۶) مطالعات انجام شده در خصوص «اخلاق در OR و مدل‌سازی» را بررسی و مرور کرده‌اند.

در این تحقیق به بررسی موضوع «تحقیق در عملیات و مدل‌سازی برای مسائل اخلاقی» پرداخته شده است و این‌که ابزارهای OR به چه نحوی می‌توانند در حل مسائل اخلاقی جوامع نوین بشری کارگشا باشند. مسائل اخلاقی دنیای امروز به

بار چگونه به وجود آمده اند جلوگیری می‌کند. در اغلب موارد انسان‌ها به سرعت نسبت به محتوای یک عبارت اخلاقی، به‌وسیله قبول یا رد آن واکنش نشان می‌دهند، اما تمرکز بر روی فرایند تفکری که منشأ اتخاذ آن راه‌حل بوده برای آنها بسیار دشوار است (۱۴). این وضعیت در مورد فرایندهای فنی که در آنها تمرکز بیشتر بر روی رویکرد روش شناسانه به مسأله است تا نتیجه فنی، برعکس می‌باشد.

بدیهی است که همه شرایط بالا باعث پیچیده‌تر شدن فرایند حل مسائل اخلاقی می‌شود.

بحث اخلاق در مدل‌سازی به بررسی مباحثی همچون کدها و معیارهای اخلاقی برای الگوسازان و همچنین صحت و درستی مدل (شامل صحت مستندات و مفروضات) می‌پردازد. توافق بر چنین کدهای اخلاقی از این جهت حائز اهمیت است که در هنگام مدل‌سازی و تحلیل مسأله، نه تنها خواسته و هدف کاربران باید مورد توجه قرار گیرد، که باید حوزه‌ای که مسأله در آن مطرح شده نیز مورد مطالعه قرار گیرد و به آثار و پیامدهای مسأله بر روی جامعه، محیط و به طور کلی ذی‌نفعان نیز توجه شود (۶).

آذر و همکاران (۶) به سه حوزه مهمی که ملاحظات اخلاقی باید در آنها اعمال شوند اشاره می‌نمایند:

ملاحظات اجتماعی: طی فرایند تصمیم‌گیری علاوه بر منافع و اهداف تصمیم‌گیرندگان لازم است منافع تمامی افراد درگیر و ذی‌نفع در تصمیم‌گیری؛ که به نوعی از پیامدهای تصمیم متأثر می‌گردند نیز مورد توجه قرار گیرد. به عبارت دیگر با این نگاه برخلاف روند معمول در OR هدف تنها حداکثر نمودن مطلوبیت تصمیم‌گیرنده نخواهد بود (۱۵ و ۹).

ملاحظات زیست محیطی: پیشرفت‌های سریع فناوری و دستاوردهای امروز بشر عموماً به قیمت تخریب و آسیب‌های جبران‌ناپذیر به محیط‌زیست حاصل شده است و ادامه این روند تهدیدی بزرگ برای محیط‌زیست و به طبع آن حیات انسان بر روی کره زمین محسوب می‌شود. در نظر گرفتن این ملاحظات در حل مسائل انسانی به امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر تبدیل گشته و لذا در حل این‌گونه مسائل به‌وسیله

به‌دلیل اضافه شدن عنصر «انسان» بسیار پویاتر و پیچیده‌تر از دنیای طبیعی است و از این حالت ثبات برخوردار نیستند. همین امر موجب پیچیدگی هرچه بیشتر مسائل انسانی می‌شود. برای تصمیم‌گیری درخصوص این‌گونه مسائل باید عواملی نظیر ترجیحات تصمیم‌گیرنده، پیچیدگی فزاینده به دلیل قوانین جدید، مشتریان جدید و ابزارهای تولید جدید را در نظر گرفت (۶).

در هر صورت تصمیم‌گیری اخلاقی مستقل یا عقلایی، بسیار دشوارتر از تفکر مستقل در باب مسائل فنی است. این امر به‌دلیل شرایط زیر به‌وجود می‌آید (۱۰ و ۲):

۱- دشواری توافق بر سر تعریف «درست» و «غلط» چون افراد و گروه‌هایی که از یک سری اصول اخلاقی منفعت می‌برند اغلب آن را از لحاظ اخلاقی «صحیح» ارزیابی می‌کنند درحالی‌که افرادی که از آن اصول منفعت نمی‌برند آنها را از لحاظ اخلاقی «غلط» ارزیابی می‌کنند. این مسأله جهان شمول بودن اصول اخلاقی را نشان می‌دهد.

۲- برخی راه‌حلهایی که برای مسائل اخلاقی در نظر گرفته می‌شود، ممکن است با برخی ارزش‌های اخلاقی دیگر در تضاد باشد در این حالت تصمیم‌گیرنده مجبور است یک اصل اخلاقی را بر دیگری ترجیح دهد.

۳- مسائل اخلاقی دنیای واقعی اغلب با احساسات شدیدی همراه است که این‌گونه احساسات در مسائل فنی دیده نمی‌شود. فاصله گرفتن از این احساسات کار آسانی نیست، به‌ویژه آنکه تصمیم‌گیرنده خود نیز با این احساسات درگیر است (۱۱ و ۳).

۴- اقتدار و نفوذ به‌شدت بر تصمیم‌گیری و حل مسائل اخلاقی تأثیرگذار است. اطاعت و پیروی از مراکز اقتدار، موجب تفکر غیرعقلایی می‌شود (۱). تمایل ما برای اطاعت آنقدر قوی است که حتی می‌تواند موجب شود کارهایی را انجام دهیم که از نظر اخلاقی غلط می‌دانیم (۱۲).

۵- افراد در گروه‌ها و یا سازمان‌ها به راحتی با اکثریت تطبیق می‌یابند (۱۲) و موقعیتی را اتخاذ می‌کنند که تعداد افراد بیشتری در آن هستند (۱۳).

۶- مضامین عبارات اخلاقی بر ادراک اخلاقی ما مسلط است و از جست‌وجوی بیشتر برای دریافتن این موضوع که آنها نخستین

برای معیارهای اخلاقی پیاده‌سازی نمود، این امر تضمینی بر اجرای اخلاقی مدل‌سازی نخواهد بود چراکه به دلیل پیچیدگی نظام‌های انسانی و همچنین ذهنی بودن و دخالت احساسات در مسائل اخلاقی با مشکلاتی مواجه می‌گردیم که با اتکای صرف بر اصول انجام کار قابل حل نیستند. این مشکلات را می‌توان در سه دسته طبقه‌بندی کرد (۱۷و۱):

مشکلات مربوط به مدل‌سازی از دنیای واقعی برای نمونه ابهام، زمان، قلمرو و ماهیت واقعیت  
مشکلات مربوط به طراحی ابزارهای پشتیبانی از تصمیم  
مشکلاتی که در روابط اجتماعی میان جامعه، تصمیم‌گیرندگان و محققین تحقیق در عملیات نهفته شده‌اند.  
پیروی از اصول انجام کار اگرچه نقطه شروع مناسبی است اما نمی‌تواند فعالان تحقیق در عملیات را از مواجهه با این مشکلات رها سازد (۱۷).

### پیش‌نیازهایی برای مدل‌سازی مسائل تصمیم‌گیری اخلاقی

بررسی مسائل اخلاقی به دلیل اینکه با موضوعات زیادی مرتبط هستند و تأثیرات بلندمدت و بعضاً ناشناخته زیادی دارند بسیار دشوارتر از مسائل منطقی است و مهارت‌های متفاوتی را نیز طلب می‌کند. اما مسأله اصلی در ابتدا راهکارها و نوآوری‌ها نیست، بلکه مشکل اصلی مشخص کردن زمینه انسانی، معین کردن ذی‌نفعان و ارزش‌های اخلاقی ایشان و تحلیل نظام‌مند و عمیق همه ارتباطات و پیوستگی‌های این مسائل با جامعه است (۲). از این رو پیش از مدل‌سازی مسائل اخلاقی لازم است موارد زیر به طور جدی مورد توجه قرار گیرند.

### مشخص کردن اصول اخلاقی

در مواجهه با هر مسأله اخلاقی در نخستین گام لازم است که تحلیلگر و تصمیم‌گیرنده بر روی اصول اخلاقی که فرایند تصمیم‌گیری را هدایت می‌کند توافق نمایند. اما فرایند اکتشاف اصول اخلاقی اغلب مواقع سخت و خسته کننده است. دلیل اصلی آن است که اصول اخلاقی در یک زمینه مشخص، به حدی عمومی است که استنباط مسیر صحیح برای عمل در یک

OR نیز لحاظ کردن ابعاد زیست محیطی ضرورتی انکارناپذیر است.

توجه به نسل‌های آینده: پیشرفت‌های بشر تاکنون بدون در نظر گرفتن جدی منافع نسل‌های آتی صورت گرفته است، به این ترتیب هر نسل از انسان‌ها بدون توجه به نسل‌های بعد از خود از همه منابع در دسترس برای پیشرفت و حداکثر نمودن منافع خود استفاده کرده است. امروزه مسأله روبه اتمام بودن منابع در کنار مسائل زیست‌محیطی بیش از هر زمان دیگری نگران‌کننده است و به تهدیدی بزرگ و سرنوشت‌ساز برای نسل‌های آتی تبدیل شده است. در مدل‌سازی مسائل انسانی به وسیله OR، توجه به این بعد ضروری است

از سوی دیگر برنز (۱۶) اخلاق در OR و علم مدیریت را با سه شاخص احترام<sup>۳</sup>، مدیریت چند معیاره<sup>۴</sup> و شادابی<sup>۵</sup> تبیین می‌کند. در ادامه به توضیح هر یک از این پارامترها پرداخته می‌شود:

**احترام:** حداقل چهار جامعه اصلی در فرایند تصمیم‌گیری درگیر هستند: صنعت، اقتصاد، دولت و مردم. رفتار اخلاقی مستلزم احترام هریک از این جوامع به سایرین در هنگام تصمیم‌گیری است.

**مدیریت چند معیاره:** هر جامعه اهداف و معیارهای بهینگی منحصر به فرد خود را دارد و در نتیجه جواب بهینه هر جامعه نیز با جوامع دیگر متفاوت است. از این رو در مدل‌سازی توجه به تمامی اهداف و معیارهای همه جوامع یک‌پارچه کردن است. ما نیاز به «راه حل‌های مبتنی بر توافق»<sup>۶</sup> داریم و نه «راه حل‌های بهینه»<sup>۷</sup>. تاکنون تنها ابزار دستیابی به توافق تحلیل‌های چند معیاره می‌باشد. تصمیم‌گیری اخلاقی متضمن نگاه «کثرت‌گرا»<sup>۸</sup> و مدیریت چند معیاره است.

**شادابی:** در تصمیم‌گیری اخلاقی احساس رضایت همه جوامع درگیر در مسأله نسبت به تصمیمی که بر روی آن توافق حاصل می‌شود بسیار حائز اهمیت است. اگر یکی از گروه‌های درگیر در مسأله نسبت به توافق انجام شده احساس خرسندی و رضایت نداشته باشد، تلاش خواهد کرد تا تصمیم را به سمت حالت بهینه خود سوق دهد و این شروع تنش و اختلاف خواهد بود.

هرچند پیروی از اصول تحقیق در عملیات برای فعالیت در قلمرو اخلاقیات ضروری است اما حتی اگر بتوان این اصول را

تصمیم‌گیری لازم است که منافع فاصله‌دار نسل‌های آتی را نیز مدنظر قرار می‌دهند.

### جمع‌آوری دانش بین رشته‌ای

از آن جایی که هر فرایند تصمیم‌گیری اخلاقی، با ذی‌نفعان مختلف، جنبه‌های مختلف و همین‌طور روابط داخلی پیچیده نظامی سر و کار دارد، بنابراین از رشته‌های مختلف و علوم مختلفی که با مسأله در ارتباط است باید کسب دانش صورت گیرد (۲۰). برای مثال، برای یک مسأله جایابی برای نیروگاه هسته‌ای از اطلاعات مختلفی از رشته‌های اقتصاد، جامعه‌شناسی، علوم سیاسی، آب‌شناسی زمین‌شناسی و غیره باید استفاده شود (۲).

### درک روابط داخلی نظام‌مند

لایه دیگری از پیچیدگی مسائل اخلاقی از تعداد زیاد نظام‌های دارای روابط داخلی که با مسأله در ارتباطند ناشی می‌شود، همین امر موجب ایجاد عدم قطعیت و ابهام زیادی درخصوص چگونگی تأثیر بر نسل‌های آتی می‌شود، چرا که اغلب بر روی چندین نسل تأثیر می‌گذارند. بنابراین تحلیل‌های نظامی یکی دیگر از ملزومات در مسائل اقتصاد جهانی و محیطی است (۱).

### مدل‌سازی مسائل اخلاقی به‌وسیله فنون تحقیق در

#### عملیات (OR)

فنون OR که منحصراً برای مسایل بهینه‌سازی عددی ایستا که به خوبی تعریف شده باشند به‌کار می‌روند، با نیازهای جدید همخوان نیستند و به همین دلیل لازم است تا فنون جدیدی توسعه یابد یا احیا شود و مورد استفاده قرار گیرد، گاه لازم است این فنون به تنهایی به‌کار روند و گاه به‌صورت ترکیبی مورد استفاده قرار گیرند.

یکی از رایج‌ترین روش‌هایی که برای مدل‌سازی و حل مسائل چند بعدی مورد استفاده قرار می‌گیرد روش‌های تحلیل چند معیاره می‌باشد. این روش و توسعه‌های بعدی آن به مدل‌سازی گروهی، نظام‌های پشتیبانی از تصمیم گروهی،

موقعیت به خصوص در زندگی حقیقی کاری دشوار است. اما واقعیت آن است که در یک سطح کلی دانستن اینکه چه چیز «درست» و چه چیز «غلط» است، در حل مسائل غامض اخلاقی چندان مفید نمی‌باشد. حتی اگر ما می‌دانستیم که واقعاً اصول صحیح اخلاقی چه چیزهایی هستند، این برای هدایت تصمیمات ما کافی نبود. علاوه‌براین شرایط پایداری لازم است تا بتوان اصول کارکردی اخلاق را ایجاد کرد و این موضوع در دنیای بسیار دگرگون شونده و متغیر ما صادق نیست (۲).

بنابراین مشخص است که موضوع اصلی، چگونگی برخورد با تعارضات اخلاقی و چگونگی دستیابی به شایستگی اخلاقی برای مواجهه با این مسائل است. مشخص است که تصمیم‌گیری‌هایی که با مسائل فنی یا مسائل طبیعی سر و کار دارند نیز ساده نیستند. شواهد فراوانی از مطالعات روانشناسی وجود دارد که نقصان عقلانیت افراد را در برخورد با مسائل فنی، منطقی و ریاضی اثبات می‌کند (۱۸).

### ارزیابی زمینه تصمیم‌گیری

ارزش‌های اخلاقی بسیار وابسته به زمینه‌های غالب جغرافیایی، بوم‌شناختی، اقتصادی، تاریخی، مذهبی و غیره هستند و این دلیل غیرممکن بودن تعریف و تعیین ارزش‌های اخلاقی جهان شمول است (۱).

### همکاری و مشارکت ذی‌نفعان

در اخلاقیات نوین تشخیص منافع کسانی که از تصمیم متأثر می‌شوند، برای مشخص کردن اصول اخلاقی امری ضروری است (۱۹)، لذا در مسائلی که محتوای اخلاقی دارند لازم است که همه ذی‌نفعان مشارکت داده شوند. از سویی جهانی‌سازی و ارتباطات داخلی جوامع نوین منجر به پیچیده‌تر شدن نتایج تصمیمات شده است. امروزه تصمیمات بسیار بیشتر از گذشته بر روی افرادی که در جوامع دیگر زندگی می‌کنند و همچنین بر روی نسل‌های بعدی تأثیر می‌گذارد و از نظر اخلاقی دلیل موجهی برای توجه کمتر به منافع آنان نسبت به منافع و تمایلات کسانی که در حال حاضر زندگی می‌کنند و در همان جامعه هستند وجود ندارد. لذا مشارکت کنندگان در فرایند

می‌کند و براساس مجموعه‌ای از قوانین تصمیم‌گیری می‌کند. عامل‌ها می‌توانند رفتارهای متناسب با نظامی که جزئی از آن هستند را انجام دهند(۲۲).

### عامل‌ها و ویژگی‌های آنها

در مورد تحلیل نظامی، نمی‌توان این نکته را نادیده گرفت که جوامع انسانی و سازمان‌ها، از خانواده‌ها گرفته تا سازمان‌های چند ملیتی و شهرها، دارای ویژگی‌های ساختاری و پویای عمومی یکسان با نظام‌های زنده هستند و این امر علی‌رغم اینکه انسان موجودی مختار و صادق است. تحقیقات اخیر، وجود خصوصیات جهانی در نظام‌های زنده، که می‌توان آنها را با عنوان «ویژگی‌های نوظهور»<sup>۱۸</sup>، گروه‌بندی کرد، را ثابت کرده است. «ویژگی‌های نوظهور» به این معناست که رفتار یک نظام که به وسیله تعداد زیادی از اجزاء که «عامل» نامیده می‌شوند به وجود می‌آید، از رفتار اجزاء به تنهایی قابل استنباط نیست(۲۳ و ۲۴).

برطبق الگوی علمی نوین جهان، جهانی که ما در آن زندگی می‌کنیم به عنوان یک ساختار طبقه‌ای که از تعداد زیادی سطوح ایجاد شده است متصور می‌شود(۲۵). در این صورت نهادهای موجود در هر سطح، سطح بالاتر را ایجاد می‌کنند و یا اینکه جزئی از سطح بالاتر هستند. ذرات بنیادین اتم‌ها را شکل می‌دهند، اتم‌ها مولکول‌ها را تشکیل می‌دهند و مولکول‌ها هر آنچه در دنیا هست را شکل می‌دهند.

از آن جمله، مولکول‌های پیچیده بنیادین سلول‌های زنده را شکل می‌دهند، سلول‌ها بافت‌های زنده و ارگان‌های آنها را شکل می‌دهند، ارگان‌های زنده زیست‌بوم‌ها را تشکیل می‌دهند. نوروها که نوع خاصی از سلول‌ها هستند مغز انسان را تشکیل می‌دهند که قابلیت خود آگاهی دارد. انسان‌ها گروه‌ها، جوامع و تمدن‌ها را تشکیل می‌دهند(۲۶).

اگرچه هیچ توافق همه‌گیری در مورد تعریف دقیق عبارت «عامل» (Agent) وجود ندارد، اما تعاریف موجود بیش از آنکه با هم اختلاف داشته باشند دارای اشتراک هستند. برخی از صاحب‌نظران مدل‌سازی هرگونه جزء مستقل نظیر نرم‌افزار، الگو، افراد و غیره را «عامل» در نظر می‌گیرند(۲۲).

ابزارهای مذاکره و غیره خارج از جریان اصلی بهینه‌سازی OR قرار دارند. یک دلیل آن این است که این فنون پایه ریاضیاتی ضعیفی دارند و مسائل بهینه‌سازی برداری بد تعریفی را ارائه می‌دهند.

متأسفانه تفکر نظامی و شبکه‌ای در گذشته و در حال حاضر هم بوسیله تحلیل‌گران نادیده گرفته شده و هم توسط تصمیم‌گیرندگان. این امر می‌تواند عامل ناموفق بودن بسیاری از تصمیمات در گذشته باشد. چرا که بسیاری از تعاملات پیچیده در زمان و فضا نادیده گرفته شده است.

از این رو برای مدل‌سازی مسائل پیچیده با ابعاد اخلاقی لازم است رویکردهای نظامی نظیر پویایی نظام‌ها<sup>۹</sup>، مدل‌سازی نظام نرم<sup>۱۰</sup>، نظام‌های زیستی پویایی غیرخطی<sup>۱۱</sup>، مدل‌سازی مبتنی بر عامل (عامل بنیان)<sup>۱۲</sup>، الگوریتم‌های محاسبات تکاملی<sup>۱۳</sup>، تئوری دنیای کوچک<sup>۱۴</sup>، سیاست‌های سازگار<sup>۱۵</sup>، و ... تکامل و ارتقاء یابند(۲).

در ادامه به معرفی مدل‌سازی عامل بنیان به عنوان یکی از راهکارهای مطرح و قدرتمند در مدل‌سازی مسائل پیچیده اخلاقی با رویکرد نظامی می‌پردازیم.

### مدل‌سازی عامل بنیان

یکی از فنون جدید و بسیار مهم نظامی مدل‌سازی عامل بنیان (ABM) می‌باشد که توسط مؤسسه «سانتا فه» توسعه داده شده است. ABM بر این فرض بنا نهاده شده است که رفتار عامل‌های<sup>۱۶</sup> در تعامل با یکدیگر را که در مقابل یک واقعه یا تصمیم قرار گرفته‌اند، می‌توان به وسیله مجموعه‌ای از قوانین شبیه‌سازی کرد(۲۱). مدل‌سازی عامل بنیان با رویکردهای معمول در علوم که یا مبتنی بر استقراء هستند و یا استنتاج متفاوت است. در عوض هدف مدل‌سازی ABM تحلیل رفتارهای به شدت غیر قابل پیش‌بینی و غیر شهودی برای مشاهده مدل‌های رفتار جمعی عامل‌ها و تحلیل نحوه با تأثیر قرار دادن یا تغییر دادن آنهاست.

در مدل‌سازی عامل بنیان یک نظام به صورت مجموعه‌ای از نهادهای<sup>۱۷</sup> تصمیم‌گیرنده مستقل که به آنها «عامل» گفته می‌شود مدل‌سازی می‌شود. هر عامل موقعیت خود را ارزیابی

رفتار یک جزء مستقل می‌تواند گستره وسیعی از قوانین تصمیم‌گیری ابتدایی واکنشی تا هوشمندی انطباق‌پذیر پیچیده را شامل شود. گروهی دیگر معتقدند که برای این که بتوانیم یک جزء از نظام را «عامل» بنامیم، رفتار آن جزء باید انطباق‌پذیر باشد (۲۷).

عنوان «عامل» به مؤلفه‌هایی از نظام اطلاق می‌شود که بتوانند به‌صورتی از محیط خود بیاموزند و در پاسخ به محیط رفتارهای خود را تغییر دهند. عامل‌ها هم باید دارای قوانین پایه‌ای برای رفتار باشند و هم در یک سطح بالاتر مجموعه‌ای از «قوانین برای تغییر در قوانین موجود» داشته باشند (۲۸). قوانین پایه‌ای به عامل اجازه می‌دهند که در برابر محیط واکنش نشان دهد درحالی که «قوانین برای تغییر قوانین» باعث انطباق عامل با محیط می‌شود.

همچنین بر رفتارهای مستقل، به‌عنوان ویژگی ضروری عامل‌ها تأکید می‌شود. ویژگی اساسی عامل‌ها قابلیت تصمیم‌گیری مستقل آنهاست و این امر مستلزم این است که عامل به جای منفعل بودن فعال باشد (۲۹).

یک عامل به وسیله ویژگی‌های زیر تعیین می‌شود (۳۰):

فعالیت<sup>۱۹</sup>: هر عامل براساس قوانین شبیه‌سازی و رفتار برنامه‌ریزی شده خودش به‌صورت مستقل عمل می‌کند. این قوانین و رفتارها می‌توانند یک یا چند تا از ویژگی‌های زیر را داشته باشند:

- حرکت به سوی هدف یا هدفمندی<sup>۲۰</sup>: هر عامل به‌صورتی عمل می‌کند که به یک هدف مشخص نایل شود.

- واکنش / ادراک<sup>۲۱</sup>: هر عامل محیط اطراف خود را احساس می‌کند و نقشه‌ای ایجاد می‌کند که او را از محیط اطرافش آگاه می‌سازد.

- عقلانیت محدود<sup>۲۲</sup>: به‌طور کلی، هدفمندی در عامل‌ها بر اساس «اصل انتخاب عقلایی» عمل می‌کند که عموماً دلالت بر دسترسی نامحدود به اطلاعات و منابع محاسباتی دارد. با این حال شواهد تجربی نشان داده است که تصمیم‌گیری غیر بهینه به واقعیت نزدیک تر است. بنابراین برای ایجاد قدرت پیش‌بینی بیشتر، عامل‌ها می‌توانند به وسیله منابع انرژی و قدرت تحلیل مقید و محدود گردند.

- تعامل<sup>۲۳</sup>: در ادامه اصل عقلانیت محدود، عامل‌ها ممکن است با هم تعامل داشته باشند و یا با عامل‌های دیگر تبادل اطلاعات نمایند. این تعاملات ممکن است بر روی رفتار و عملکرد عامل تأثیر گذار باشد.

- حرکت<sup>۲۴</sup>: تعامل با سایر عامل‌ها و با محیط در صورتی که عامل بتواند فضای مدل را جست‌وجو نماید به شدت ارتقا می‌یابد.

- سازگاری<sup>۲۵</sup>: تغییر حالت فعلی یک عامل براساس تعامل با محیط و یا سایر عامل‌ها شکل کارآمدی از یادگیری و حافظه را برای عامل ایجاد می‌کند. این سازگاری می‌تواند برای یک سطح از عامل‌های منفرد یا برای گروهی از عامل‌های در همسایگی هم و براساس سطح جمعیتی کل مجموعه عامل‌ها اتفاق افتاد.

- استقلال<sup>۲۶</sup>: هر عاملی برای فعالیت به گونه‌ای که در بالا تعریف شد آزاد است و می‌تواند به‌طور مستقیم تصمیم‌گیری کند.

- ناهمگنی<sup>۲۷</sup>: اگرچه هر عامل به‌عنوان عضوی از مجموعه محدود شده مدل‌های معمول آغاز به فعالیت می‌کند اما به‌طور مستقل از طریق فعالیت مستقل به‌صورتی که در بالا بیان شد توسعه می‌یابد.

لازم به ذکر است که نهادهای موجود در هر سطح تنها گروه‌های ساده‌ای از نهادهای سطح پایین‌تر و یا مجموعه ساده اجزای آنها نیستند، بلکه یک کل پیچیده‌تر هستند که روابط داخلی و ساختارهای تعاملی، ویژگی‌ها و قواعد جدیدی را در آنها ایجاد کرده است. علمی که به بررسی این ساختارها می‌پردازد علم جدیدی است که «علم پیچیدگی»<sup>۲۸</sup> یا «تئوری پیچیدگی» نام دارد. به‌طور کلی پیچیدگی در صدد مطالعه نظام‌های پیچیده انطباق‌پذیر<sup>۲۹</sup> است، نظام‌هایی که از تعداد زیادی اجزاء ساده، نوعاً غیرخطی و متعامل تشکیل شده‌اند که به آنها توانایی سازگار شدن با محیط دائماً متغیر خود را می‌دهد.

موضوع پیچیدگی تاکنون کمتر مورد بررسی قرار گرفته است. تنها پس از پیشرفت‌های اخیر در توسعه علوم محاسباتی تحقیقات شبیه‌سازی در سطح کلان امکان‌پذیر شده است، در نتیجه بحث پیچیدگی در کانون توجه تحقیقات علمی قرار گرفته است.

## ویژگی‌های اساسی مدل‌های عامل بنیان

آنچه موجب جذابیت مدل‌های عامل بنیان می‌شود آن است که نتیجه سطح تجمعی اغلب نه شفاف است و نه قابل انتظار؛ حتی در بسیاری موارد وقتی فرض‌های اولیه در مورد ویژگی‌های عامل‌های منفرد بسیار ساده است نیز این موضوع صحت دارد (۳۱).

در ساده‌ترین سطح، یک مدل عامل بنیان از یک منظومه از عامل‌ها و روابط بین آنها تشکیل شده است. حتی یک مدل عامل بنیان ساده نیز می‌تواند مدل‌های رفتاری پیچیده‌ای را به نمایش بگذارد و اطلاعات ارزشمندی در رابطه با پویایی نظام‌های دنیای واقعی که مدل درصدد بازنمای آن است فراهم آورد. علاوه بر این عامل‌ها قابلیت رشد و ارتقا دارند که به آنها اجازه می‌دهد رفتارهای پیش‌بینی نشده‌ای را انجام دهند. به عبارت دیگر ویژگی‌های سطح تجمعی بیشتر از آنکه از قوانین رفتاری عامل‌های منفرد ناشی شود، از پیچیدگی شبکه تعاملات بین این عامل‌ها ناشی می‌شود.

## مدل‌سازی عامل بنیان در علوم اجتماعی و مسایل با مضامین اخلاقی:

اگرچه ABM در چارچوب علوم طبیعی تدوین و توسعه پیدا کرد اما کاربرد شبیه‌سازی عامل بنیان در علوم اجتماعی از دهه ۱۹۹۰ به شدت رشد پیدا کرد. باید بر این نکته تأکید کرد که هدف اصلی ABM و شبیه‌سازی در علوم اجتماعی و مسایل با مضامین اخلاقی، پیش‌بینی نیست؛ فرایندهای اجتماعی اغلب آنقدر پیچیده هستند که تصور حالتی که بیشترین احتمال وقوع را دارد در آنها به سختی امکان پذیر است. در نتیجه در مورد مدل‌های عامل بنیان نمی‌توان برای مدل درجه صحت<sup>۳۰</sup> که برای اهداف پیش‌بینی لازم است را تعریف کرد (۲۶).

به‌عنوان یک مثال از ABM، مسأله ازدحام جمعیت را در نظر بگیریم (۳۲). این یک مسأله حیاتی در حوزه توسعه پایدار در شهرهای بزرگ است و همچنین می‌توان آن را با عنوان «مسأله اخلاقی» نیز گروه‌بندی کرد.

هدف شبیه‌سازی ABM در این‌گونه مسائل تحلیلی توسعه پایدار، نه مثل اقتصادسنجی، پیش‌بینی است، نه مثل روش‌های

کلاسیک OR. بهینه‌سازی است، بلکه شبیه‌سازی در این جا به منظور درک بهتر رفتار جمعی رانندگان و بهبود وضعیت است. همچنین در پژوهشی دیگر «مرکز اخلاق کاربردی» دانشگاه بریتیش کلمبیا در کانادا، قصد دارد تا حیطه‌کاری تئوری بازی‌ها را به وسیله ABM گسترش دهد. با این کار می‌توان رفتار «عامل‌ها عقلایی»<sup>۳۳</sup> را با «عامل‌های اخلاقی»<sup>۳۳</sup> مورد مقایسه قرار داد. هدف از این کار یافتن قوانینی است که به کمک آنها بتوان رفتار انسانها را جهت بهبود جامعه هدایت کرد. این مرکز هدف از انجام این مطالعات را به صورت زیر بیان کرده است:

«هدف کشف حقیقت‌های ذاتی وجود انسان نیست، بلکه هدف ایجاد سازوکارهایی برای حمایت از تعاملاتی است که به صورت متقابل، سودمند و عادلانه باشند» (۳۳).

امکان مدل‌سازی از بالا به پایین تأثیرات با مدل‌های عامل بنیان در شبیه‌سازی فرایندهای اجتماعی حائز اهمیت بسیار زیادی است. چرا که افراد در جامعه می‌توانند مدل و ساختار سطح جامعه را جذب نمایند به این دلیل که این مدل‌ها و ساختارها دارای تأثیر بازخورد<sup>۳۴</sup> بر روی رفتار افراد هستند (۳۴).

مزیت‌های ABM نسبت به سایر راهکارهای مدل‌سازی را می‌توان در سه دسته طبقه‌بندی کرد (۲۲):

تبیین و توصیف پدیده‌های نوظهور  
ارائه یک توصیف طبیعی از نظام  
انعطاف‌پذیری

واضح است که مهم‌ترین مزیت ABM قابلیت پرداختن به پدیده‌های نوظهور است. پدیده‌های نوظهور از تعامل عامل‌های منفرد ناشی می‌شوند. طبق تعریف این پدیده‌ها را نمی‌توان به اجزای نظام تقلیل داد. به عبارت دیگر به دلیل وجود تعامل بین اجزاء، کل چیزی فراتر از جمع ساده اجزاء آن می‌باشد. در واقع یک پدیده نوظهور خصوصیتی دارد که آن را از خصوصیات اجزای آن مجزا می‌کند. این خصوصیات باعث پیچیدگی و دشواری درک و پیش‌بینی این‌گونه پدیده‌ها می‌شود، به صورتی که گاه درک شهودی پدیده‌های نوظهور غیرممکن می‌شود (۲۲).

شبیه‌سازی به‌عنوان سومین روش توصیف پدیده‌های اجتماعی شناخته می‌شود. دو روش دیگر عبارت‌انداز استدلال کلامی<sup>۳۵</sup> و استدلال ریاضی<sup>۳۶</sup> (۳۵). شبیه‌سازی توسط رایانه انجام می‌گیرد و به‌طور خاص برای توصیف نظام‌های پیچیده‌ای مناسب است که در آنها رفتار سطح جمعی لزوماً برابر جمع اجزاء نیست. یکی از جذابترین و پیشرفته‌ترین رویکردهایی که تاکنون برای شبیه‌سازی نظام‌های پیچیده به کار گرفته شده است مدل‌سازی عامل بنیان می‌باشد. اگرچه در مسائل اجتماعی و انسانی توصیف پدیده‌ها همراه با جزئیات بسیار دشوار است اما استفاده از عامل‌های هوشمند با ویژگی‌هایی که به آنها اشاره گردید، به‌عنوان اجزاء اصلی سازنده الگو، پژوهشگر را قادر می‌سازد تا به مطالعه رفتارها و پدیده‌های پیچیده اجتماعی مثل اخلاقیات بپردازد.

یکی از دلایلی که موجب شهرت ABM شده است سادگی به‌کارگیری آن است. به‌دلیل سادگی استفاده از این تکنیک، ممکن است این شبهه پیش آید که تسلط به مفاهیم آن نیز آسان است، اما لازم است در اینجا تأکید شود که اگرچه ABM از لحاظ کاربردی ساده است. اما از لحاظ مفهومی بسیار عمیق می‌باشد. این ترکیب غیرمعمول سادگی و پیچیدگی گاه منجر به استفاده غیرصحیح از ABM می‌شود (۲۲). علاوه بر این به‌دلیل تعداد نسبتاً زیاد پارامترهای مدل و حجم زیاد داده‌های تولید شده از مدل برای هر ترکیب پارامتر، نتایج ضعیف هستند، به این معنا که اغلب فهمیدن اینکه نتایج مدل تنها ایجازی از ترکیب مشخص پارامترهاست و یا نتایجی حقیقتاً معنی‌دار، کار آسانی نیست (۳۴).

### نتیجه‌گیری و پیشنهادها:

تحقیق در عملیات به مدیران کمک می‌کند تا در مورد آنچه باید انجام دهند، تصمیم‌گیری نمایند. اما ارزیابی تصمیمات مدیران عموماً برحسب میزان کارایی و اثربخشی سنجیده می‌شود، نه براساس اخلاقی بودن. با این حال قدرت و نفوذ سازمان‌های بزرگ و چند ملیتی و بازارهای عظیم مالی و ارتباط آنها با مشکلات اقتصادی و مسائل مربوط به توسعه پایدار موجب درک اهمیت و توجه به رویکردهای اخلاقی شده است.

امروزه در اکثر تحقیقاتی که در حوزه OR انجام می‌گیرد، در فرایند مدل‌سازی و تحلیل تلاش می‌شود، هر مسأله پیچیده‌ای به یک چارچوب مشخص و قابل حل تبدیل شود. چنین رویکردی منجر به نادیده انگاشتن و یا ساده‌سازی بیش از حد مسائل اخلاقی می‌شود. به این ترتیب بسیاری از ابعاد در تحلیل‌ها مورد غفلت قرار می‌گیرند. هدف اصلی از توسعه یا تلفیق روش‌های جدید OR تلاش در جهت رفع این نواقص و دستیابی به تحلیل واقعی‌تر و نزدیک‌تر به دنیای واقعی است که بتواند منعکس‌کننده پیچیدگی‌های مسائل اجتماعی و اخلاقی باشد. امرزه شبیه‌سازی‌های رایانه‌ای تبدیل به روش مهمی برای ایجاد نظریه‌های جدید و ارزیابی آنها در حوزه علوم اجتماعی شده است.

### واژه‌نامه

- مدل‌سازی عامل بنیان
1. Agent-Based Modelling  
علم مدیریت و تحقیق در عملیات
  2. Management Science/ Operational Research
  3. Respect  
احترام  
مدیریت چند معیاره
  4. Multicriteria management
  5. Happiness  
شادابی  
راه حل‌های مبتنی بر توافق
  6. Compromise solutions
  7. Optimal solutions  
راه‌حل‌های بهینه
  8. Pluralistic  
کثرت‌گرا
  9. System Dynamic  
پویایی نظام‌ها  
مدل‌سازی سیستم نرم
  10. Soft system modeling  
سیستم(نظام)های زیستی پویایی غیر خطی
  11. Non-linear dynamic biological systems  
مدل‌سازی مبتنی بر عامل (عامل بنیان)
  12. Agent-based modelling (ABM)  
الگوریتم‌های محاسبات تکاملی
  13. Evolutionary computing algorithms
  14. Small world theory  
نظریه دنیای کوچک

4. Sunstein, C. R. (2005) Moral heuristics, *Behavioral and Brain Sciences* 28: 531-573.
5. Walker, W. E. (2009) Does the best practice of rational-style model-based policy analysis already include ethical considerations?, *Omega* 37: 1051-1062.
۶. آذر عادل، ربیعہ مسعود، قیطاسی فاطمه. اخلاق در علم مدیریت. فصلنامه اخلاق در علوم و فناوری. ۱ و ۲، ۱۳۸۷، ۶۱-۷۰
7. Epstein, J. M., and Axtell, R. L. (1996 ) *Growing Artificial Societies: Social Science from the Bottom Up*, Vol., MIT Press, Cambridge, MA:
۸. هس مر ال تی. ترجمه سید محمد اعرابی و داود ایزدی. اخلاق در مدیریت. چاپ دوم. انتشارات دفتر پژوهش های فرهنگی. ۱۳۸۲، ۳۲-۳۴
9. Brans, J. P. (2002) Ethics and Decisions: the OATH of PROMETHEUS, *European Journal of Operational Research* 140: 191-196.
10. Kavathatzopoulos, I. (2004) Making ethical decisions in professional life., *How professionals make decisions: 277-288*.
11. De Martino B, K. D., Seymour B, Dolan JR. (2006) Frames, biases, and rational decision-making in the human brain., *Science* 313: 684-687.
12. Asch, S. (1956) Studies of independence and conformity: a minority of one against a unanimous majority, *Psychological Monographs* 70: 416.
13. Sia CL, T. B., Wei KK. (2002) Group polarization and computer mediated communication: effects of communication cues, social presence, and anonymity, *Information Systems Research* 13: 70-90.
14. Habermas J. , E. z. D. (1991) Notes on discourse ethics:
15. Brans, J. P. (2002) Ethics and decision, *European Journal of Operational Research* 136: 340-352.
16. Brans, J. P. (2004) The management of the future Ethics in OR: Respect, multicriteria management, happiness, *European Journal of Operational Research* 153 466-467.
۱۷. آذر عادل، قره ولی لو مریم، هادی زاده میلاد. ملاحظات اخلاقی در مدلسازی. فصلنامه اخلاق در علوم و فناوری. ۱ و ۲، ۱۳۸۹، ۱-۶
15. Adaptive policies سیاست‌های سازگار
16. Agent عامل
17. Entity نهاد
18. Emergence ویژگی‌های نوظهور
19. Activity فعالیت
20. Goal-direction هدفمندی
- واکنش / ادراک
21. Reactivity/Perceptivity
22. Bounded rationality عقلانیت محدود
23. Interactivity تعامل
24. Mobility حرکت
25. Adaption سازگاری
26. Autonomy استقلال
27. Heterogeneity ناهمگنی
- علم پیچیدگی
28. Science of Complexity نظام‌های پیچیده انطباق‌پذیر
29. Complex Adaptive Systems
30. Level of accuracy درجه صحت
31. System Attractor جاذب نظامی
32. Rational Agents عامل‌ها عقلایی
33. Ethical Agents عامل‌های اخلاقی
34. Feedback باز خورد
- استدلال کلامی
35. Verbal Argumentation استدلال ریاضی
36. Mathematical Argumentation

## منابع

1. Rauschmayer, F., Kavathatzopoulos, I., Kunsch, P., and Le Menestrel, M. (2009) Why good practice of OR is not enough - ethical challenges for the OR practitioner, *Omega* 37: 1089-1099.
2. Kunsch, P. L., Kavathatzopoulos, I., and Rauschmayer, F. (2009) Modelling complex ethical decision problems with operations research, *Omega* 37: 1100--1108.
3. Greene JD, N. L., Engell AD, Darey JM, Cohen JD. . (2004) The neural bases of cognitive conflict and control in moral judgment, *Neuron* 44: 389-400.

27. Mellouli, S., Moulin, B., and Mineau, G. (2004) Laying down the foundations of an agent modelling methodology for fault-tolerant multi-agent systems, pp 519-519, Springer.
28. Casti, J. L. (1997) *Would-be worlds: How simulation is changing the frontiers of science*, Vol., John Wiley & Sons Inc:
29. Jennings, N. R. (2000) On agent-based software engineering, *Artificial intelligence 117*: 277-296.
30. Getchell, A. (2008) Agent-based Modeling:
31. Srbljinovic, A., and Skunca, O. (2004) An introduction to agent based modelling and simulation of social processes, *interdisciplinary description of complex systems 1*: 1-8.
32. De Smet, Y., Springael, J., and Kunsch, P. L. (2002) Towards statistical multicriteria decision modelling : a model and its application, *Journal of Multicriteria Decision Aid 11/6*: 305-313.
33. Danielson, D. (2002 ) Modeling ethical mechanisms, Center for Applied Ethics, University of British Columbia, Canada.
34. Srbljinovic, A., and Skunca, O. (2004) An introduction to agent based modelling and simulation of social processes, *Arxiv preprint cond-mat/0409312*:
35. Remondino, M. (2003) Multi-Agent Based Modelling: from Social Simulation to Real Time Strategy Games, *GAME-ON 2003*: 135-139.
18. CR, S. (2005) Moral heuristics, *Behavioral and Brain Sciences 28*: 531-573.
19. Webler T, R. O. (1995) A brief primer on participation: philosophy and practice, *Fairness and competence in citizen participation*: 17-34.
20. Muller-Merbach, H. (2009) The inter disciplinary generalist, *Omega 37/3*: 37/33.
21. Axelrod, R. (1997) *The Complexity of Cooperation: Agent-Based Models of Competition and Collaboration*, Vol., Princeton Univ. Press, Princeton, NJ:
22. Bonabeau, E. (2002 ) Agent-based modeling: Methods and techniques for simulating human systems, *PNAS 99* 7280-7287.
23. Holland, J. H. (1999) *Emergence-from chaos to order*, Vol., Cambridge, MA: The Perseus Books Group:
24. Kauffman, S. (1995) *At home in the universe-the search for laws of self-organization and complexity*, Vol., Oxford University Press, Oxford, UK:
25. Laszlo , E. (1996) *the systems view of the world*, Vol., Hampton Press, Cresskill:
26. Srbljinovic, A., and Skunca, O. (2003) An introduction to agent based modelling and simulation of social processes, *interdisciplinary description of complex systems 1*: 1-8.