مقدمه ای بر مدل‌سازی عامل محور و شبیه سازی و کاربرد آن در مدیریت اراضی

زهره علیجانی [۱]، فریدون سرمدیان [۲]
۱- دانشجوی دکتری دانشگاه تهران، ۲- استاد دانشگاه تهران

چکیده
امروزه فقدان اراضی مناسب و نابودی منابع طبیعی یکی از نگرانی های بشر می باشد. تغییر در کاربری/پوشش اراضی[۲۷] (LUCC) یکی از عمیق ترین تغییرات بشر بر روی سیستم های زمینی است. این پدیده یک فرایند پیچیده است که شامل عاملان و فاکتورها در سطوح مکانی و اجتماعی مختلف می باشد. این امر محققین را بر آن واداشته تا بدنبال روش هایی در جهت رسیدن به نقطه ی تعادل خاک و اراضی باشند. مدلسازی عامل محور یک روش متداول برای تجزیه و تحلیل و شبیه سازی LUCC در نتیجه ی تصمیم گیری های فردی می باشد. این روش نسبت به روش های معمول دارای مزیت هایی است که در مقاله به آن اشاره شده است.

واژه های کلیدی: مدلسازی، عامل، کاربری اراضی، شبیه سازی

مقدمه
اراضی به عنوان یکی از اصلی ترین منابع طبیعی، لحظه به لحظه در حال تغییر می باشد. این تغییرات که در نتیجه ی دخالت انسان بر اکوسیستم است بیشتر مربوط به تغییر الگوهای کاربری اراضی است که اهمیت زیادی در مطالعات زیست محیطی دارد. یکی از مهم ترین دگرگونی های تحت تاثیر بشر بر روی سیستم های زمینی، تغییر در کاربری/ پوشش اراضی است (Vitousek et al., ۱۹۹۷). این تغییر نتیجه ی تعامل بین انسان و محیط زیست در یک زمان مشخص می باشد. کاربری اراضی کشاورزی و یا دیگر تاسیسات تولیدی به منظور رفاه انسان و در جهت تامین نیازهای آن به کار میرود اما همچنین سبب تغییر در توابع زیست محیطی به مرور زمان میشود. در واقع تغییر در کاربری/ پوشش اراضی، اغلب منجر به خسارات زیست محیطی می گردد که به سختی قابل بازگرداندن هستند. در واقع بشر به منظور رفع نیازهای خود، به طور آگاهانه و ناآگاهانه سبب تخریب و نابودی منابع طبیعی می گردد.

چالشی که در این رابطه بسیار باعث نگرانی بشر میشود، نابودی کامل اراضی با همین روند در چند سال آتی و لذا محرومیت نسل های آینده از منابع طبیعی است که خود منجر به نابودی کامل بشر می گردد. لذا این مسئله متخصصان و مسئولان را بر آن واداشته تا با مطالعه و بررسی شرایط موجود، راهکارهایی را در جهت رسیدن به نقطه پایدار و تعادل خاک و اراضی پیدا کنند و کاربری ها را به آن سمت سوق دهند. از طرفی با توجه به پیچیدگی روابط انسان با اکوسیستم و رفتاری که بشر میتواند هر لحظه بر روی اکوسیستم داشته باشد، پیش بینی یک مدل معقول که بتواند نتیجه ی رفتار انسان بر اکوسیستم را - با روندی که در حال حاضر طی میکند - در چند سال آینده نشان دهد و متعاقبا برنامه ریزی صحیح در جهت استفاده از منابع طبیعی با هدف حفظ و حراست آن، امری بسیار پیچیده است.

بسیاری از مدل هایی که تاکنون در پاسخ به مشکلات مربوط به انسان و محیط زیست به کار برده شده اند، جهان بیوفیزیکی را ثابت در نظر گرفته اند، بنابراین در ارزیابی اثرات زیست محیطی فعالیت های انسان در سطح سیمای اراضی یا مقیاس های بزرگتر، ضعیف عمل میکنند (Kaimowitz and Angelson, ۱۹۹۸; Verbug et al., ۲۰۰۳). روشی که امروزه می تواند به این کاستی ها پاسخ دهد و ذهن درگیر انسان را در حل معضلات مربوط به منابع زمینی التیام بخشد، مدلسازی عامل محور و شبیه سازی[۲۸] (ABMS) می باشد. در علوم مربوط به منابع طبیعی و کشاورزی، این روش ها با این هدف رو به کار آمده اند تا تکامل توأم سیستم ه ای انسانی و سیمای اراضی را بر اساس تعاملات بین کنشگران انسانی و محیط زیستشان به خوبی بیان کنند (Verburg et al., ۲۰۰۵; Parker et al., ۲۰۰۳; Batty, ۲۰۰۱; Berger, ۲۰۰۱). این مدل ها میتوانند پویایی و چگونگی نیروهای وارد شده به اراضی را نشان دهند و مشخص کنند که چطور تصمیمات کشاورزان و زمین داران ممکن است روی جهت گیری آینده تاثیر بگذارد (Verburg et al., ۲۰۰۵).

با توجه به مطالب ذکر شده، هدف این مطالعه تنها معرفی یکی از روش های نوین در مطالعه تغییرات خاک و اراضی در سطح اکوسیستم به منظور دستیابی به بهترین مدیریت اراضی می باشد.

معرفی مدلسازی عامل محور و شبیه سازی

[۲۷] Change in land use/cover
[۲۸] Agent based modeling and simulation

شبیه سازی، به معنای نمایش عملکردهای سیستم‌های دنیای واقعی توسط محاسبات ریاضی است. این روش به ما کمک می‌کند تا سیستم‌های پیچیده را بدون دخالت در دنیای واقعی همانندسازی کنیم. بر اساس اطلاعات بدست آمده از شبیه‌سازی و با ساخت یک مدل می‌توان روند و نحوه کار یک سیستم را در آینده مشخص کرد. مدلسازی عامل محور و شبیه سازی یک روش جدید برای مدلسازی سیستم هایی است که دربرگیرنده عامل های مستقل و دارای اثر متقابل اند که این عامل ها قادر به تشخیص اند و روی محیط شبیه سازی شده شان عمل میکنند. در واقع مدل های عامل محور، تعاملات و تداخلات بین عامل ها را شبیه سازی می کنند. در مدل، مجموعه ای از قوانین حاکم بر هر نوع رفتارِ عامل می باشند.

هنوز توافق جهانی در صحت تعریف واژه "عامل" وجود نَدارد. بعضی از مدلسازان، هر نوع مولفه مستقلی (نرم افزار، مدل، فرد و ...) را یک عامل در نظر می گیرند (Bonabeau, ۲۰۰۲). بعضی ها نیز معتقدند که رفتار یک مولفه برای اینکه عامل شناخته شود بایستی قابل انطباق باشد؛ یعنی مولفه ای برچسب عامل را میگیرد که از محیط پیرامونش آموزش گیرد و رفتارش را در پاسخ به آن تغییر دهد. یک عامل لزوماً یک فرد نیست. یک عامل میتواند هر سطحی از سازمان را دربر گیرد (یک گروه، یک روستا و...). مثلا در سطح کوچک و مزرعه ای، کشاورز می تواند یک عامل باشد و یا در سطح وسیع تر، عامل ها ممکن است کشاورزان، موسسات دولتی، سازمان های حفاظت از محیط زیست یا توسعه دهندگان روستایی باشند. عامل ها در هر نقطه با توجه به وضعیت خود، محیط و قوانینِ رفتاری عمل می کنند. به عنوان مثال، یک کشاورز ممکن است به دلایل بسیار تصمیم به خرید یک قطعه زمین بگیرد یا نگیرد. تصمیم گیری ممکن است بر اساس عوامل مختلفی چون نیاز، خوش بینی راجع به اقتصاد یا تورم، اشتغال فعلی، وضعیت مالی و یا با هدف یک معامله خوب باشد. عامل ها به طور مستقیم با سایر عامل ها تداخل می کنند و این تداخل به احتمال زیاد رفتار آن ها را تغییر خواهد داد.

مدلسازی عامل محور به دو بخش تک عاملی و چند عاملی تقسیم می شود. مدل های تک عاملی توسط اکولوژیست ها توسعه یافته و مدل های چند عاملی بیشتر تحت تاثیر علوم اجتماعی و کامپیوتر است. مدل های تک عاملی تلاش بر معرفی مفهوم فرد به منظور فهم نقش ناهمگنی دارد اما مدلسازی چند عاملی تاکید بیشتری به فرایندهای تصمیم گیری عامل ها و سازمان اجتماعی ای که در آن این افراد گنجانده شده اند، دارد. در هر منطقه ای با توجه به شرایط حاکم بر محیط زیست و تعداد عاملان مورد مطالعه، باید یک مدل کاربردی و مدیریتی طراحی شده و سپس با وارد کردن تمام مشخصات مربوط به عامل و محیط زیست، نرم افزار توانایی ایجاد سناریو های مدیریتی مختلفی را با تغییر عامل ها خواهد داشت. در نتیجه میتوان با آزمون و خطا، بهترین برنامه ی مدیریتی را در جهت حفظ منابع اراضی انتخاب نمود.

ابزار های مدلسازی عامل محور

بسته های نرم افزاری متعددی برای ساخت مدل های عامل محور وجود دارد (Swarm, MASON, NetLogo, RePast, MetaABM, Breve). رایج ترین این نرم افزارها شامل(Wilensky, ۱۹۹۹) Repast Simphony (North et al., ۲۰۰۷) ، NetLogo و (Minar et al., ۱۹۹۶) Swarm می باشد. این نرم افزارها بر حسب سهولت استفاده، اجرا و پتانسیل باهم فرق دارند. بنابراین مدل ها اغلب بر حسب دستوراتی به کار برده میشوند تا احتیاجات خاصی را برآورده کنند (Parket et al., ۲۰۰۸; Millington et al, ۲۰۰۸). NetLogo و StarLogo هرکدام یک زبان و محیط برنامه نویسی سطح بالایی را برای ساخت مدل های عامل محور فراهم میکنند. نت لوگو در دانشگاه Northwestern روی پلت فرم جاوا و اسکالا توسعه یافته است. اسکالا یک زبان برنامه نویسی کاربردی است که در ماشین مجازی جاوا ساخته شده است. برنامه نت لوگو به یک زبان تفسیری سطح بالا نوشته میشود. اغلب مدل ها در نت لوگو به دلیل دستور ساده و سهولت استفاده اش پیش الگو شده و سپس در Swarm بارگیری میشوند. Swarm یکی از قدیمی ترین ابزارآلات مدلسازی عامل محور است و هزاران نمونه از کاربرد آن در مدلسازی و چندین بسته ابزار جدیدتر بر اساس آن وجود دارد. اسناد و مقالات تحقیقی در مورد Swarm، بسیاری از مفاهیم پایه ای و ایده ها را در مورد ABM بنا کرده است و مطالعه این موارد، مقدمه ی خوبی را در زمینه رو به رشد مدلسازی عامل محور فراهم میکند. در حالیکه نت لوگو و استارلوگو از پلت فرم های شبیه ساز سطح بالا هستند که یک محیط بسته و زبان مرسوم سطح بالا فراهم میکند، Swarm و RePast از سیستم های چارچوبی و کتابخانه ای هستند (Railbacks et al., ۲۰۰۶). در چنین سیستم هایی، مدل با استفاده از زبان های سطح پایین مثل جاوا در یک چارچوب مفهومیِ ساخته شده برای سازمان دهی و توسعه مدل، ساخته میشود.

نتیجه گیری

به طور کلی برتری این روش نسبت به روشهای سنتی و معمول را می توان در چند مورد خلاصه نمود:

از نظر نظری، این روش بر پایه نظریه نظام‌های پیچیده که یکی از حوزه های جدید مطالعاتی در علوم طبیعی- انسانی است، پایه‌ریزی گردیده است. در بخش روش‌شناسی تحقیق، برخلاف روش‌های معمول، بررسی پدیده ها در حالتی ایستا صورت نمی‌گیرد. این روش برخلاف روش‌های معمول به دنبال پیدا نمودن عامل‌ها و تعاملات عامل‌ها (مسأله‌ای که در تحقیقات کنونی کمتر به آن توجه شده است)، تصمیم‌گیری‌ها و رفتارهایی که خروجی این تصمیم‌گیری است، می باشد. سومین برتری این روش نسبت به روش‌های موجود، توانایی شبیه سازی و ارائه مدلی است که می‌توان با تغییر در متغیرهای ورودی و نوع تعاملات بین عامل‌های آن، به صورت واقعی تغییر در رفتار کنشگران اصلی نظام را مشاهده و در نتیجه پیامد آن بر سطح سیستم بوم شناختی آن نظام را پیش‌بینی نمود.

منابع

Batty M. ۲۰۰۱. Editorial : agent-based pedestrian modeling.Environment and Planning, ۲۸ (۳) : ۳۲۱-۳۲۶.

Berger T. ۲۰۰۱. Agent-based spatialmodels applied to agriculture: a simulation tool for technology diffusion, resource use changes and policy analysis. Agricultural Economics, ۲۵: ۲۴۵-۲۶۰.

Bonabeau E. ۲۰۰۲. Agent-based modeling: methods and techniques for simulating human systems. PNAS, ۹۹ (۲):۷۲۸۰-۷۲۸۷.

Kaimowitz D. and Angelsen D. ۱۹۹۸. Economic Models of Tropical Deforestation: A Review. Centre for International Forestry Research (CIFOR), Bogor.

Minar N., Burkhart R., Langton C. and Askenazi M. ۱۹۹۶. The Swarm simulation system: A toolkit for building multi-agent simulations. Working Paper, ۹۶-۰۶-۰۴۲, Santa Fe Institute, Santa Fe.

North M. J., Collier N. T. and Vos J. R. ۲۰۰۷. Experiences creating three implementations of the repast agent modeling toolkit. ACM Transactions on Modelling and Computer Simulation, ۱۶(۱):۱-۲۵.

Parker D.C., Manson S.M., Janssen M.A., Hoffmann M.J. and Deadman P. ۲۰۰۳. Multi-Agent Systems for the Simulation of Land-Use and Land-Cover Change: A Review. Annals of the Association of American Geographers, ۹۳:۲:۳۱۴-۳۳۷.

Railsback S.F., Lytinen S.L. and Jackson S.K. ۲۰۰۶. Agent-based simulation platforms: review and development recommendations. Simulation, ۸۲: ۶۰۹-۶۲۳.

Verburg P., Kok K. and Veldkamp T. ۲۰۰۵. Pixels or agents? Modelling land-use and land-cover change. IHDP Newsletter, ۳: ۸-۹.

Verburg P.H., de Groot W.T. and Veldkamp A.J. ۲۰۰۳. Methodology for multi-scale land use change modeling: concepts and challenges. In: Dolman, A.J., Verhagen, A. (Eds.), Global Environmental Change and Land Use. Kluver Academic Publishers, Dordrecht.

Vitousek P.M., Mooney H.A., Lubchenko J. and Melillo J.M. ۱۹۹۷. Human domination of Earth's ecosystems. Science ۲۷۷: ۴۹۴-۴۹۹.

Wilensky U. ۱۹۹۹. NetLogo, http://ccl.northwestern.edu/netlogo/ Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling (CCL). Northwestern University, Evanston.

Abstract

Today, lack of suitable land and degradation of natural resources are one of the concerns of mankind. Change in land use/cover (LUCC) is one of the most profound human-induced alterations of the Earth's system. It is a complex process that includes actors and factors at different social and spatial levels. This has led researchers to seek ways to reach the point of soil and land balance. A common approach to analyse and simulate LUCC as the result of individual decisions is agent-based modelling (ABM). This method has the advantages compared to conventional methods that are mentioned in this article.