

رصد و دیده‌بانی به‌کارگیری مدل‌های شبیه‌سازی به‌مثابه سیستم پشتیبانی تصمیم در خط‌مشی‌گذاری؛ دلالت‌هایی برای مجلس شورای اسلامی



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

تاریخ انتشار:

۱۴۰۵/۰۳/۱۹

شماره مسلسل:

۲۱۵۹۹



مرکز پژوهش‌های
مجلس شورای اسلامی

عنوان گزارش:

رصد و دیده‌بانی به‌کارگیری مدل‌های شبیه‌سازی به‌مثابه سیستم پشتیبانی تصمیم در
خط‌مشی‌گذاری؛ دلالت‌هایی برای مجلس شورای اسلامی

نوع گزارش: طرح/لایحه راهبردی نظارتی پیش‌نویس قانونی

نام دفتر:

مطالعات حکمرانی (گروه سیاست‌پژوهی و آزمایشگاه حکمرانی)

تهیه و تدوین کنندگان:

فاطمه دیانت، مریم محمدی

مدیر مطالعه:

حسین بابایی مجرد

ناظر علمی:

مهدی عبدالحمید

اظهار نظر کنندگان:

حسن کریمی فرد (دفتر مطالعات سیاسی)، محمد موسوی صالح (دفتر مطالعات مدیریت)

گرافیک و صفحه‌آرایی:

سیده فاطمه ابوطالبی

انسیه بهابزرگی

ویراستار ادبی:

-

واژه‌های کلیدی:

۱. رصد و دیده‌بانی

۲. حکمرانی شواهد محور

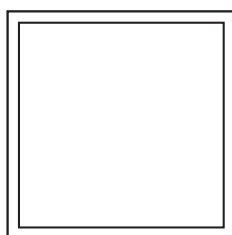
۳. آزمایشگاه حکمرانی

۴. مدل‌سازی

۵. شبیه‌سازی

تاریخ شروع مطالعه:

۱۴۰۴/۰۱/۱۵



فهرست مطالب

۷	چکیده
۸	خلاصه مدیریتی
۱۰	۱. مقدمه
۱۲	۲. پیشینه
۱۲	۲-۱. سوابق مطالعاتی در مرکز
۱۴	۲-۲. سوابق تقنینی به همراه آسیب‌شناسی
۱۸	۳. خط مشی گذاری عمومی به‌عنوان مسئله تصمیم‌گیری
۱۸	۳-۱. خط‌مشی‌های عمومی از نوع مسائل پیچیده
۲۰	۳-۲. رویکردهای ارزیابی آثار تصمیمات بر سیستم هدف
۲۱	۴. مدل‌سازی و کارکرد آن در خط‌مشی‌گذاری
۲۲	۴-۱. انواع مدل‌ها در رویکرد آزمایشی
۲۳	۴-۲. مدل‌های شبیه‌سازی
۲۴	۴-۳. مدل‌های شبیه‌سازی به‌عنوان روشی برای حل مسائل پیچیده نظیر خط‌مشی‌گذاری
۲۷	۵. انواع مدل‌ها و روش‌های شبیه‌سازی قابل استفاده در خط‌مشی‌گذاری
۳۰	۵-۱. شبیه‌سازی عامل‌بنیان
۳۰	۵-۲. سیستم‌های پویا
۳۰	۶. ویژگی‌های مسائل خط‌مشی‌گذاری با قابلیت کاربست مدل‌های شبیه‌سازی
۳۲	۷. موضوعات موجود در حکمرانی قابل تحلیل با کاربست مدل‌های شبیه‌سازی
۳۲	۷-۱. روش بررسی
۳۳	۷-۲. کلمات کلیدی به کار رفته برای شناسایی مقالات مرتبط
۳۳	۷-۳. حوزه‌های خط‌مشی‌گذاری احصا شده
۳۴	۷-۴. بررسی فراوانی تعداد مقالات در حوزه‌های موضوعی
۴۲	۸. آسیب‌شناسی و چالش‌های به‌کارگیری مدل‌های شبیه‌سازی در حل مسائل حکمرانی
۴۵	۹. راه‌های برون‌رفت از چالش‌ها و نیازمندی‌های کاربست مدل‌های شبیه‌سازی در حکمرانی
۴۵	۹-۱. راهکارهای پیشنهادی برای ارتقای فرهنگ استفاده از سیستم‌های پشتیبان تصمیم
۴۶	۹-۲. راهکارهای پیشنهادی برای افزایش کیفیت داده‌ها
۴۶	۹-۳. راهکارهای پیشنهادی برای افزایش اعتبار مدل‌سازی و دقت نتایج
۴۷	۹-۴. راهکارهای پیشنهادی برای انتخاب درست روش پشتیبان تصمیم در تصمیم‌گیری و خط‌مشی‌گذاری
۴۷	۹-۵. راهکارهایی برای داشتن نگاه تکاملی و بلندمدت به مدل‌سازی
۴۷	۹-۶. راهکارهایی برای کاربردی نمودن نتایج شبیه‌سازی
۴۸	۹-۷. راهکارهایی برای اجتناب از اتکای صرف بر نتایج شبیه‌سازی
۴۸	۹-۸. راهکارهایی برای کاهش هزینه‌ها و هم‌افزایی
۴۸	۹-۹. توصیه‌هایی برای تحقیقات آتی
۵۱	۱۰. پیوست‌ها
۵۴	منابع و مأخذ

فهرست جداول

جدول ۱. اهمیت مطالعات انجام شده مرتبط در مرکز پژوهش‌های مجلس	۱۲
جدول ۲. اهمیت قوانین و مقررات مرتبط با خط‌مشی‌گذاری شواهد محور در حکمرانی و اداره کشور	۱۵
جدول ۳. مقایسه ویژگی‌های روش‌های مختلف شبیه‌سازی	۲۹
جدول ۴. مراحل تفکیک و تحلیل کلمات کلیدی	۳۳
جدول ۵. کلمات کلیدی استفاده شده برای جستجوی مقالات	۳۳
جدول ۶. دسته‌بندی حوزه‌های مختلف کاربردی کلمات کلیدی و سایر حوزه‌های تفکیک شده برای تحلیل کلمات	۳۴
جدول ۷. فراوانی کلمات کلیدی در حوزه‌های موضوعی مختلف	۳۵
جدول ۸. روند فراوانی کلمات کلیدی در هر حوزه در بازه زمانی ۲۰۰۹ تا ۲۰۲۴ و نرخ رشد مرکب سالیانه ۵ و ۱۵ ساله	۳۸
جدول ۹. کلمات کلیدی و فراوانی آنها در دسته حکمرانی و سیاست	۳۹
جدول ۱۰. فراوانی کلمات کلیدی دسته حکمرانی در سال‌های مختلف براساس روش‌های شبیه‌سازی	۴۰
جدول ۱۱. فراوانی کلمات کلیدی دسته اهداف شبیه‌سازی	۴۱
جدول ۱۲. توصیه‌های سیاستی	۴۹
جدول ۱. پیوست. پنج کلمه با بیشترین تکرار در هر دسته	۵۱

فهرست شکل‌ها

شکل ۱. چرخه خط‌مشی‌گذاری	۱۸
شکل ۲. پنج مرحله چرخه خط‌مشی‌گذاری و ارتباط آنها با مراحل حل مسئله کاربردی	۱۹
شکل ۳. انواع رویکردهای ارزیابی آثار برنامه‌ها در تصمیم‌گیری	۲۰
شکل ۴. ابزارهای تحلیلی در هر مرحله از چرخه خط‌مشی	۲۳
شکل ۵. دسته‌بندی رویکردهای مدل‌سازی و شبیه‌سازی	۲۹
شکل ۶. روند زمانی تغییرات فراوانی کلمات کلیدی هر دسته در بازه ۲۰۰۹ تا ۲۰۲۴	۳۷
شکل ۷. روند فراوانی کلمات کلیدی در هر یک از دسته‌ها در پنج سال ۲۰۲۰ تا ۲۰۲۴	۳۷
شکل ۸. روند تغییرات فراوانی کلمات کلیدی دسته حکمرانی و سیاست طی زمان	۴۰



رصد و دیده‌بانی به‌کارگیری مدل‌های شبیه‌سازی به‌مثابه سیستم پشتیبانی تصمیم در خط‌مشی‌گذاری؛ دلالت‌هایی برای مجلس شورای اسلامی

Doi: [10.22034/mrc.report.21599](https://doi.org/10.22034/mrc.report.21599)

چکیده



تصمیم‌گیری و قانونگذاری چنانچه مبتنی بر سعی و خطا و بدون ارزیابی نتایج اجرای تصمیمات صورت پذیرد، در صورت شکست علاوه بر تحمیل هزینه‌های قابل توجه، اعتماد و سرمایه اجتماعی را به شدت کاهش می‌دهد. انجام ارزیابی می‌تواند به شناخت عمیق‌تر از آثار احتمالی تصمیمات بیانجامد. با افزایش تعداد متغیرهای تصمیم‌گیری به خصوص در سطوح کلان، توانایی ذهن انسانی حتی با وجود جلسات مشورتی، برای تحلیل روابط میان متغیرها و پیش‌بینی آثار رفته‌رفته کاهش یافته و تصمیم‌گیری نیازمند بهره‌گیری از ابزارهای تحلیلی مناسب است. به‌کارگیری مدل‌های شبیه‌سازی در مسائل حکمرانی به‌عنوان رویکردی نوین در خط‌مشی‌گذاری شواهدمحور و آینده‌نگر، بینش‌های ارزشمندی در اختیار تصمیم‌گیران قرار می‌دهد تا به‌نحوی مؤثر به طراحی و تدوین طرح‌ها، لوایح، خط‌مشی‌ها یا اصلاح قوانین موجود بپردازند و جهت‌گیری‌های مناسبی را در ارتباط با آنها اتخاذ کنند. امروزه آزمایش تصمیمات و خط‌مشی‌ها با سرعت، دقت و سهولت بیشتر و همچنین هزینه و زمان به‌مراتب کمتر جایگزین رویکردهای مبتنی بر سعی و خطا شده و از نابسامانی‌ها و اتلاف سرمایه‌های انسانی و مالی در سطوح کلان، جلوگیری می‌کند. این گزارش تلاش دارد با بررسی مقالات و گزارش‌های انجام شده به‌رصد مسائل قانونگذاری و حکمرانی که قابلیت کاربست مدل‌های شبیه‌سازی در ارزیابی آنها وجود دارد، بپردازد. همراه با رصد چنین مسائلی، چالش‌های کاربست مدل‌های شبیه‌سازی در این مسائل استخراج می‌شود و در نهایت برای برون‌رفت از آنها، راهکارهایی ارائه می‌شود.



بیان / شرح مسئله

مسائل موجود در حکمرانی در تمامی سیستم‌های حاکمیتی در دنیا، شامل طیف وسیعی از موضوعات هستند که اکثر آنها با عوامل اجتماعی پیوند خورده‌اند. وجود عامل انسانی در این مسائل موجب پیچیدگی آنها می‌شود. از طرفی با در نظر گرفتن ماهیت متغیر رویدادهای محیطی که بر خط‌مشی‌گذاری مؤثر بوده و بعضاً مسائل جدید خط‌مشی‌گذاری ناشی از همین تغییرات می‌باشند، ضرورت استفاده از روش‌های پشتیبان تصمیم که نوآورانه‌تر باشند را بیشتر نمایان می‌کنند. حکمرانی در ایران نیز از مسائل فوق‌الذکر مستثنا نیست و باید توجه داشت تصمیماتی که مربوط به مسائل حکمرانی هستند به دلیل دامنه اثربخشی وسیع خود، هزینه زیادی در اجرا خواهند داشت و در صورتی که جوانب تصمیمات به درستی بررسی نشود احتمال به وجود آمدن آسیب‌های جبران‌ناپذیر افزایش می‌یابد. حداقل آسیب مرتبط با تصمیمات سنسجیده یا کمتر سنسجیده شده از دست رفتن منابع مالی و سرمایه‌ای است. این گزارش می‌کوشد با شناسایی حوزه‌هایی از مسائل حکمرانی که امکان بهره‌گیری از مدل‌های شبیه‌سازی به عنوان ابزاری نوآورانه در فرایند تصمیم‌گیری برای رویارویی با پیچیدگی آنها وجود دارد، دلالت‌هایی را برای مجلس شورای اسلامی ارائه نماید.

نقطه نظرات / یافته‌های کلیدی

به دلیل پیچیدگی موجود در مسائل حکمرانی در بسیاری از منابع مربوط به ادبیات این موضوع به مفاهیمی نظیر سیستم‌های پیچیده اشاره شده است و راه‌حلی‌هایی که برای پشتیبانی تصمیم این نوع از سیستم‌ها به کار گرفته می‌شود برای مسائل حکمرانی نیز استفاده شده است. مطالعات مختلفی در جهان به کار بست مدل‌سازی شبیه‌سازی به عنوان یکی از انواع سیستم‌های پشتیبان تصمیم در رویارویی با مسائل حکمرانی پرداخته‌اند که می‌توان از تجربیات و درس‌آموخته‌های آن برای بهبود کیفیت حکمرانی در ایران استفاده نمود.

با بررسی مقالاتی که کلمات کلیدی مرتبط با شبیه‌سازی و حوزه‌های خط‌مشی‌گذاری داشته‌اند، مشخص شد تعداد این مقالات رشد مرکب سالیانه بیش از ۳ درصدی در بازه ۱۵ ساله اخیر داشته است. همچنین سه رویکرد اصلی نیز برای دسته‌بندی مدل‌های شبیه‌سازی شامل: ۱. رویکردهای فرایندی (شامل شبیه‌سازی گسسته پیشامد)، ۲. رویکردهای مبتنی بر عامل (شامل شبیه‌سازی عامل بنیان و شبیه‌سازی چندعاملی) و ۳. رویکردهای مبتنی بر پویایی (شامل سیستم‌های پویا و پویایی‌های سیستم) شناسایی شد. با بررسی فراوانی کلمات کلیدی مقالات مشخص شد بیشترین سهم کاربرد مربوط به شبیه‌سازی عامل بنیان یا رویکرد مبتنی بر عامل است که در آن قابلیت شبیه‌سازی عامل انسانی بیش از سایر روش‌ها وجود دارد.

بر اساس تحلیل کلمات کلیدی مقالات احصا شده مهم‌ترین حوزه‌های موضوعی به ترتیب عبارت‌اند از مسائل موجود در حوزه فناوری و نوآوری، مدیریت، فرهنگی و اجتماعی، سلامت، حمل‌ونقل، انرژی، نرم‌افزار، ارتباطات، رسانه، اقتصاد، جمعیت‌شناسی، محیط‌زیست، مسکن و برنامه‌ریزی شهری، فلسفه و دین، آموزش، توسعه و پایداری، امنیت، زیست‌شناسی، غذا و کشاورزی، عدالت، گردشگری، قوانین و مقررات و حقوق. برخی از حوزه‌ها نیز مانند هوش مصنوعی (که بخشی از حوزه فناوری و نوآوری است) و حوزه سلامت رشد قابل توجهی نسبت به سایر حوزه‌ها داشته‌اند.

با وجود آنکه روش‌های شبیه‌سازی تا به امروز عمر قابل توجهی داشته‌اند اما همچنان بین مباحث علمی استفاده از آن و کاربرد آن در عمل فاصله زیادی وجود دارد. بخشی از این فاصله را می‌توان به دلیل عدم شناخت کافی قابلیت‌های این حوزه دانست که نیاز به معرفی بیشتر این روش و کاربردهای آن در حوزه حکمرانی را پررنگ‌تر می‌کند. با وجود مزایای متعدد استفاده از مدل‌های شبیه‌سازی برای حل مسائل

حکمرانی، چالش‌هایی نیز در به‌کارگیری آنها در این حوزه وجود دارد که کاربرد آن را محدود می‌کند. براساس نتایج تحقیقات انجام شده پژوهشگران و تجربیات سیاست‌پژوهان، انواع مختلفی از چالش‌ها در به‌کارگیری مدل‌های شبیه‌سازی در حل مسائل حکمرانی وجود دارند که می‌توان به چالش امکان در تضاد قرار گرفتن با اندیشه مدیریتی، چالش داده‌های کافی و باکیفیت یا دشواری در دسترسی به آنها، چالش کم‌توجهی به اعتبارسنجی نتایج مدل‌ها و به‌روز نگه داشتن آنها در سالیان آتی، چالش کمبود نیروی انسانی متخصص مکفی، چالش چندرشته‌ای بودن فرایند مدل‌سازی، چالش فقدان آگاهی از طرز کار سیستم‌های پشتیبان تصمیم یا عدم دانش درباره چگونگی دستیابی به خروجی‌ها از ورودی‌های اعمال شده به آن و دیگر چالش‌ها از قبیل اداری و ارتباطی و تعامل با ذی‌نفعان اشاره کرد.

پیشنهاد راهکار تقنینی، نظارتی یا سیاستی

امید است ضمن توجه دادن مسئولان به مزایا و نقش کاربست چنین روش‌هایی در پاسخ‌گویی به ابهامات حوزه تصمیم‌گیری، روند مطالعات کارشناسی در حوزه‌های احصا شده که به‌کارگیری شبیه‌سازی برای آنها مناسب‌تر است، با استفاده از ظرفیت جامعه پژوهشی تسهیل شود. در مطالعات بعدی، این مسائل می‌توانند با موضوعات و مسائل مطرح در کمیسیون‌های مجلس شورای اسلامی که از طریق سامانه مرکز پژوهش‌ها قابل دستیابی هستند تقاطع‌گیری شوند. ضمن آنکه می‌توان طرح‌ها و لوایحی که مدت زمان زیادی در میان مسیر ارجاع از شورای نگهبان و مجلس شورای اسلامی و ... معطل مانده‌اند و با انجام شبیه‌سازی امکان صرفه‌جویی در این رفت و برگشت‌ها وجود دارد شناسایی شوند و اقدامات لازم برای تحلیل آنها با مدل‌های پشتیبان تصمیم انجام شود.

در ادامه راهکارهایی برای توسعه مدل‌های شبیه‌سازی برای ارتقای نظام تصمیم‌گیری و متعاقباً حل مسائل پیچیده در حوزه‌های احصا شده، ارائه می‌شود:

- لزوم آگاه‌سازی خط‌مشی‌گذاران با مزایای استفاده از مدل‌های شبیه‌سازی به‌عنوان پشتیبان تصمیم در بررسی سیستم‌های پیچیده و ارتقای سطح فرهنگ استفاده از سیستم‌های پشتیبان تصمیم در عرصه خط‌مشی‌گذاری از طریق مواردی همچون ارائه نتایج شبیه‌سازی سناریوهای تصمیم و ارزیابی نتایج آن به مسئولین یا طراحان دوره‌های آموزشی برای به‌کارگیری بهینه‌تر از سیستم‌های پشتیبان تصمیم؛
- ارتقای کیفیت داده‌های مورد نیاز در مدل‌های شبیه‌سازی و در تصمیم‌گیری از طریق بهبود تبادل داده میان مالکان و مصرف‌کنندگان داده یا ایجاد سازوکارهایی برای دسترسی به داده‌های با کیفیت مانند بانک جامع اطلاعات برای محققان؛
- توجه به اعتبارسنجی مدل‌سازی و افزایش دقت نتایج مدل‌ها که برای این مهم استفاده از ظرفیت متخصصان این حوزه، ایجاد شبکه شبیه‌سازی میان بازیگران دانشگاهی و حاکمیتی و ایجاد مراکز ناظر فنی غیر ذی‌نفع برای ایفای این نقش توصیه می‌شود؛
- انتخاب روش صحیح پشتیبان تصمیم متناسب برای تصمیم‌گیری و خط‌مشی‌گذاری با هر نوع مسئله. مثلاً مسائل حوزه نرم‌افزار به روش عامل‌بنیان؛

- وجود نگاه تکاملی و بلندمدت در به‌کارگیری روش‌های مدل‌سازی شبیه‌سازی و توسعه مدل‌ها در تکمیل مدل‌های قبلی؛
- به‌روز نگه داشتن مدل‌ها و انجام تحقیقات آتی براساس نتایج حاصل شده از مدل‌سازی‌های قبلی و تربیت نیروی انسانی متخصص در حوزه مدل‌سازی؛

- همراه نمودن و به‌کارگیری نتایج شبیه‌سازی در کنار سایر روش‌های علمی از قبیل مدل‌های بهینه‌سازی، مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، مدل‌های نظریه بازی و غیره متناسب با پیچیدگی هر موقعیت برای دریافت خروجی‌های بهتر.



۱. مقدمه

خط‌مشی‌ها در واقع تکنیک‌های حکمرانی هستند [۱]. برای شناخت مفهوم خط‌مشی (به‌عنوان ابزار حکمرانی) نیاز است ابتدا مفهوم حکمرانی درک شود. نظریات متفاوتی در خصوص تعریف حکمرانی وجود دارد.

حکمرانی مجموعه‌ای از روش‌های متعدد است که افراد حقیقی و حقوقی دولتی و خصوصی با استفاده از آنها امور مشترک خود را مدیریت می‌کنند. حکمرانی فرایندی مستمر است که ممکن است منافع متضاد یا متنوعی از افراد را در خود لحاظ کند و تحت آن اقدامات مشارکتی بین افراد انجام شود. هدف از حکمرانی هدایت، راهبری و تنظیم مقررات فعالیت‌های شهروندان از طریق قدرت سیستم‌ها و روابط مختلف برای به حداکثر رساندن منافع عمومی است [۲]. حاکمیت در این راستا و برای رسیدن به اهداف خود، از ابزارهایی نظیر خط‌مشی‌گذاری استفاده می‌کند [۱].

حکمرانی را می‌توان به‌عنوان یک پدیده تعاملی درک کرد که در آن بازیگران دولتی، خصوصی و غیرانتفاعی برای ایجاد و اجرای خط‌مشی‌های عمومی با یکدیگر تعامل دارند.

همچنین حکمرانی مربوط به سیستم‌های پیچیده شامل بازیگران زیاد و ارتباطات بین آنهاست که ماهیت اجتماعی آن موجب می‌شود مشکلات پیچیده‌ای که اصطلاحاً «مشکلات بدخیم» عنوان شده‌اند در این مفهوم بروز پیدا کنند [۳]. دولت‌های محلی و سیاستمداران از این جهت که تصمیم‌هایشان در خصوص زیرساخت‌ها که تأثیر زیادی بر جامعه دارند، عواقب فاجعه‌باری در به هم زدن تعادل اقتصادی و اجتماعی نداشته باشد تحت فشار هستند. ضمن اینکه دامنه تأثیر تصمیمات محدود به محیط ملی نیست و در مناسبات جهانی و دریافت بازخورد از آنها نیز مؤثر هستند [۴]. علاوه بر موضوعات فوق باید توجه داشت که تغییرات جهانی اجتماعی و فناوری، ارتباط بین حاکمیت و جامعه را که زمانی ثابت به نظر می‌رسید دچار تغییر کرده است. امروزه برای شهروندان علاوه بر موفقیت تصمیمات اتخاذ شده در دستیابی به اهداف تعیین شده، اعتماد به خط‌مشی‌ها و وجود شفافیت در رویارویی با مسائل نیز اهمیت دارد. آنها خواستار مشارکت در طراحی و اجرای این خط‌مشی‌ها هستند. بنابراین آنها نیازمند ابزارهای تحلیلی پیشرفته‌ای هستند که هم‌زمان هم خط‌مشی‌گذاری را بهبود ببخشد و هم فرصت‌های نوآورانه‌ای را برای در نظر گرفتن دیدگاه عمومی ایجاد کند [۴].

با توضیحات و تعاریف فوق می‌توان چنین جمع‌بندی کرد که:

۱. حکمرانی مفهومی فراتر از کارکرد حاکمیت یا دولت است و به دلیل ابعاد زیاد مسائل عمومی نیاز است بازیگران مختلفی در رسیدن به راه‌حل مسائل دخیل باشند.

۲. حاکمیت و دولت با اینکه تنها بازیگر عرصه حکمرانی نیستند، اما بازیگری بسیار قوی هستند و با همین ویژگی تا حد زیادی در بسیاری از حوزه‌ها تعیین‌کننده زمینه و شیوه حکمرانی خواهند بود؛ لذا مسئولیت ویژه‌ای دارند.

۳. راه‌حل‌ها و نقش اصلی حاکمیت در عرصه حکمرانی در قالب خط‌مشی‌ها بروز پیدا می‌کنند. لذا شیوه خط‌مشی‌گذاری به نوعی شیوه حکمرانی را بروز می‌دهد و به تبع مشکلاتی که در هر مرحله از چرخه خط‌مشی‌گذاری بروز پیدا کند ناظر به شیوه حکمرانی خواهد بود.

۴. مسائلی که حکمرانی با آن روبه‌روست پیچیده و چندوجهی هستند. خط‌مشی‌ها به‌عنوان راه‌حل این مسائل مطرح می‌شوند؛ لذا برای حل مسائل و خط‌مشی‌گذاری باید از روش‌های متناسب با پیچیدگی مسائل بهره برد.

۵. با توجه به تحولات سریع جهانی و ظهور فناوری‌های نوین، خواسته‌های اجتماعی نیز در حال تغییر است و پیچیدگی مسائل حکمرانی را بیشتر می‌کند. به این دلیل در آینده استفاده از ابزارهای فناورانه که بتوانند مسائل اجتماعی مرتبط با حکمرانی

را به‌عنوان یک سیستم پیچیده حل کنند ضرورت بیشتری خواهد یافت.

۶. برای حل مسائل حکمرانی باید بازیگران مختلفی را در فرایند خط‌مشی‌گذاری دخیل نمود. بخشی از این موضوع از طریق دخیل کردن روش‌های علمی در خط‌مشی‌گذاری قابل تأمین است.

۷. خط‌مشی‌گذاری صرفاً محدود به مرحله تصمیمات حاکمیتی نیست و نیازمند مراحل اجرا و ایجاد اطمینان از متناسب بودن خط‌مشی مصوب با مسئله و همچنین نحوه اجرای آن نیز هست.

این گزارش می‌کوشد با توجه به بررسی آخرین مطالعات انجام شده در دنیا در استفاده از مدل‌های شبیه‌سازی در حل مسائل حکمرانی به‌عنوان یکی از ابزارهای تحلیلی سیستم‌های پیچیده، به این پرسش پاسخ دهد که چه دسته موضوع‌هایی از مسائل حکمرانی وجود دارند که مدل‌های شبیه‌سازی می‌توانند برای بررسی به آنها ورود نمایند و همچنین مناسب‌ترین مدل‌های شبیه‌سازی برای رویارویی با هر دسته موضوعی چیست. با این هدف به رصد و دیده‌بانی مسائل موجود در عرصه قانونگذاری که قابلیت به‌کارگیری مدل‌های شبیه‌سازی در آنها وجود دارد پرداخته می‌شود و دلالت‌هایی برای مجلس شورای اسلامی برای کاربری آن ارائه می‌شود تا در ادامه بتوان در گزارش‌های آتی با استفاده از مناسب‌ترین مدل‌های شبیه‌سازی، به تجزیه و تحلیل مسائل مطرح در مجلس شورای اسلامی که امکان شبیه‌سازی برای آنها وجود دارد، اقدام و سیستم‌های پشتیبانی تصمیم برای آنها را طراحی نمود.

روش‌شناسایی حوزه‌های موضوعی خط‌مشی‌گذاری که امکان به‌کارگیری مدل‌سازی شبیه‌سازی در آنها به‌عنوان پشتیبان تصمیم وجود دارد از طریق تحلیل کلمات کلیدی مقالات این حوزه است. منبع اصلی استخراج اطلاعات مقالات و کلمات کلیدی، پایگاه اطلاعاتی اسکوپوس بوده و کلمات کلیدی مقالات منتشر شده در بازه زمانی ۲۰۰۹ تا ۲۰۲۴ (به مدت ۱۵ سال) دسته‌بندی شده و فراوانی آنها محاسبه شده است. دسته‌های موضوعی مبتنی بر کلمات کلیدی که فراوانی قابل توجهی داشته‌اند احصا شده‌اند.

با انجام این امر که در راستای مسئله‌شناسی و اطلاع‌رسانی نیازهای مطالعاتی حوزه حکمرانی به جامعه پژوهشی است، امید است ضمن توجه دادن مسئولان به مزایا و نقش کاربری چنین روش‌هایی در پاسخگویی به ابهامات حوزه تصمیم‌گیری، روند مطالعات کارشناسی در این حوزه تسهیل شود. اهداف این گزارش عبارت‌اند از:

- رصد و دیده‌بانی مسائل حکمرانی قابل بررسی با ابزار مدل‌های شبیه‌سازی،
- اطلاع‌رسانی نیازهای مطالعاتی حوزه حکمرانی به جامعه پژوهشی و تسهیل روند مدل‌سازی و مطالعات کارشناسی در این حوزه،
- ترویج و معرفی ابزارهای شبیه‌سازی به‌عنوان یکی از سیستم‌های پشتیبانی تصمیم و تثبیت جایگاه استفاده از رویکردهای مدل‌سازی در تحلیل مسائل کلان خط‌مشی‌گذاری،
- یافتن چالش‌های استفاده از مدل‌سازی شبیه‌سازی در خط‌مشی‌گذاری و تصمیم‌سازی و ارائه راهکارهایی برای رفع آن.



۲-۱. سوابق مطالعاتی در مرکز

پیش از این در چندین گزارش به کاربردی‌ترین مدل‌سازی به مثابه سیستم پشتیبانی تصمیم و توصیه‌هایی برای استفاده از آن در فرایند خط‌مشی‌گذاری و قانونگذاری پرداخته شده است. خلاصه‌ای از مطالعاتی که در مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی از انواع مدل‌ها برای تصمیم‌گیری استفاده شده است یا مدل‌هایی برای تصمیم‌گیری در آنها معرفی شده‌اند در جدول ۱ آورده می‌شود.

جدول ۱. اهم مطالعات انجام شده مرتبط در مرکز پژوهش‌های مجلس

عنوان گزارش	شماره مسلسل	دفتر	سال	توضیحات
ارائه مدلی برای ارزیابی احکام برنامه پنج‌ساله توسعه	۹۹۳۲	دفتر مطالعات برنامه و بودجه	۱۳۸۸	چارچوب مدلی توصیفی-تحلیلی برای سنجش احکام برنامه ارائه شده است.
بحران ارزی در اقتصاد ایران	۱۴۵۶۱	دفتر مطالعات اقتصادی معاونت پژوهش‌های اقتصادی	۱۳۹۴	با استفاده از مدل اقتصادسنجی و بهره‌گیری از شواهد تجربی، آثار تحریم‌های اقتصادی و حجم بالای سفته‌بازی بر شکل‌گیری بحران پولی به‌خصوص بحران ارزی در اقتصاد ایران بررسی و سعی شده است در جهت مقابله با آنها، راهکارهایی ارائه شود.
نقش و کاربرد شبیه‌سازی در ارتقای کیفیت تصمیم‌گیری، خط‌مشی‌گذاری و قانونگذاری	۱۸۲۹۸	دفتر مطالعات بنیادین حکمرانی	۱۴۰۱	به بررسی جایگاه و اهمیت استفاده از مدل‌های شبیه‌سازی در ارتقای کیفیت خط‌مشی‌گذاری‌ها و تدوین قوانین مبتنی بر شواهد پرداخته شده است و دستاوردهای استفاده از آن مواردی همچون کاهش هزینه‌های اقتصادی و اجتماعی تصمیمات پیش‌بینی نشده، پیش‌بینی رفتار عامل‌های مختلف مؤثر بر مسئله و پیامدهای احتمالی تصمیمات، توانمندسازی قانونگذاران در مواجهه با آثار پیش‌بینی نشده اقدامات، ایجاد سرمایه اجتماعی در قانونگذاری‌ها از طریق ارائه اطلاعات مناسب به جامعه و ذی‌نفعان در رابطه با پیامد تصمیمات، جلوگیری از اتخاذ تصمیمات و قانونگذاری‌های اشتباه زده جناحی و تسهیل فرایند تصمیم‌گیری در مسائل عمومی بر شمرده شده است.
بررسی و شبیه‌سازی شواهد محور طرح ساماندهی، تأمین و تربیت نیروی انسانی آموزشی و پرورشی وزارت آموزش و پرورش	۱۹۳۲۲	دفتر مطالعات بنیادین حکمرانی	۱۴۰۲	در این گزارش برای تحلیل و برنامه‌ریزی میزان جذب و تربیت نیروی انسانی مورد نیاز در دانشگاه فرهنگیان از روش مدل‌سازی پویایی‌های سیستم استفاده شده است.
مدل‌های مورد استفاده در آزمایشگاه‌های حکمرانی و بررسی سه نمونه پیاده‌سازی شده در حوزه‌های سلامت، انرژی و منابع انسانی آموزش و پرورش	۲۰۳۱۵	دفتر مطالعات حکمرانی	۱۴۰۳	در این گزارش با توجه به این واقعیت که آزمون راهکارها و خط‌مشی‌ها، بسته به هر مسئله نیازمند مدل‌های متناسب با خود است، برخی از مدل‌های مرتبط همچون مدل‌های شبیه‌سازی، مدل‌های بهینه‌سازی، مدل‌های تصمیم‌گیری چندین معیاره، مدل‌های مبتنی بر هوش مصنوعی و مدل اقتصادسنجی معرفی شده است.

عنوان گزارش	شماره مسلسل	دفتر	سال	توضیحات
پویایی‌شناسی مسائل و نابسامانی‌های فضای مجازی در ایران	۱۹۸۸۵	دفتر مطالعات آموزش و فرهنگ	۱۴۰۳	به ارائه مدل‌هایی مفهومی برای چالش‌های کشور و شناسایی عوامل مؤثر بر آنها پرداخته شده است.
مفهوم‌سازی کل‌نگر بحران آب با استفاده از پویایی‌شناسی سیستم‌ها (سلسله گزارش‌های پویایی‌شناسی چالش‌های کشور)	۱۹۳۴۲	دفتر مطالعات زیربنایی	۱۴۰۲	
پویایی‌شناسی بهره‌وری پایدار در بخش کشاورزی	۱۹۹۰۹	دفتر مطالعات زیربنایی	۱۴۰۳	
پویایی‌شناسی آلودگی هوا	۱۹۱۴۸	دفتر مطالعات زیربنایی	۱۴۰۲	
شبیه‌سازی و ابعاد آن در سناریوهای نظامی آمریکا و رژیم صهیونیستی علیه جمهوری اسلامی ایران	۱۲۳۵۴	دفتر مطالعات سیاسی	۱۳۹۱	از شبیه‌سازی به‌عنوان یکی از فناوری‌های مورد استفاده توسط نیروهای مسلح و کارشناسان سیاسی برای طراحی استراتژی‌های دفاعی و امنیتی یاد می‌شود که در مواقعی کاربرد دارند که خط‌مشی‌گذاران در آنها با نوعی خلأ اطلاعاتی مواجه هستند و استفاده از آن گمانه‌زنی در خصوص سناریوهای غافلگیرکننده و پیش‌آگاهی متولیان امر برای مهار تهدیدات را در پی دارد. در این گزارش از نمونه موضوعات امنیتی، دفاعی و سیاسی که فنون شبیه‌سازی در آنها به‌کاربرده شده و نتایج آن مورد استفاده قرار گرفته است به افق تحریم‌های احتمالی علیه ایران، رفتار کشورهای مختلف در قبال بیداری اسلامی در خاور میانه، نحوه نقش آفرینی روسیه در معادلات امنیتی آسیای میانه و قفقاز، واکنش بازیگران منطقه‌ای و جهانی در صورت اجرای سناریو تهاجم نظامی به ایران، رفتار آتی گروه‌های ۱+۵ در مذاکرات هسته‌ای، آینده خط‌مشی‌های نظامی آمریکا و ناتو در محیط پیرامونی ایران و جایگاه رژیم صهیونیستی در تحولات خصمانه و اشنگتن علیه تهران اشاره شده است.
طراحی سیستم پشتیبان هوشمند قانون‌گذاری: معرفی مفهوم تحلیل داده‌محور خط‌مشی (کاربست هوش مصنوعی و فناوری مبتنی بر داده در تحلیل خط‌مشی)	۱۹۸۱۰	دفتر مطالعات بنیادین حکمرانی	۱۴۰۳	به مفهوم‌شناسی و بیان کارکردهای رویکرد تحلیل داده‌محور خط‌مشی به‌عنوان رویکرد مدنظر در تحلیل‌های داده‌محور متناسب با حل مسائل بخش عمومی پرداخته شده است. با تمرکز بر خط‌مشی‌گذاری داده‌محور نمونه‌هایی از به‌کارگیری مدل در سایر کشورها معرفی شده است. علاوه بر این سیستم‌های پشتیبان تصمیم فعلی مجلس معرفی شده‌اند که می‌توانند زیرساخت تأمین اطلاعات برای تحلیل‌های داده‌محور با استفاده از مدل‌سازی و شبیه‌سازی را فراهم کند.
شبیه‌سازی مالی قرارداد فاز ۱۱ پارس جنوبی	۱۶۰۰۵	دفتر مطالعات انرژی، صنعت و معدن	۱۳۹۷	تلاش شده است با مدل شبیه‌سازی رژیم مالی قرارداد و باتوجه به ابعاد پروژه شامل ملاحظات فنی، پروفایل تولید، قیمت گاز، هزینه‌های پروژه، درآمدهای پروژه و مؤلفه‌ها و پارامترهای مالی و اقتصادی قرارداد توسعه میدان، به ارزیابی اقتصادی و مالی قرارداد پرداخته شود و تحلیل حساسیت متغیرهای مدل نسبت به تغییرات پارامترهایی نظیر قیمت نفت یا هزینه‌های سرمایه‌گذاری انجام پذیرد.



عنوان گزارش	شماره مسلسل	دفتر	سال	توضیحات
مدل مدیریت منابع انرژی	۱۳۷۸۱	دفتر مطالعات انرژی، صنعت و معدن	۱۳۹۳	با استفاده از روش مدل‌سازی برنامه‌ریزی خطی در ریاضیات، الگوی بهینه استفاده و بهره‌برداری از منابع انرژی در جهان تحت سه شاخص پایداری منابع انرژی، شاخص‌های مالی بهره‌برداری و شاخص کاهش تخریب محیط زیستی ارائه می‌شود.
بهنگام‌سازی جدول داده-ستانده، ماتریس حسابداری و طراحی الگوی CGE و کاربردهای آنها در سیاست‌گذاری اقتصادی-اجتماعی	۱۳۷۱۴	دفتر مطالعات اقتصادی	۱۳۹۳	به روش‌های به‌کار بستن مدل‌های تعادل عمومی قابل محاسبه ^۱ و بررسی روش مناسب برای اقتصاد ایران پرداخته شده است.
راهنمای اقتصاددانان تجربه‌گر، اقتصادسنجی تقریباً بی‌ضرر	۱۶۴۵۷	معاونت پژوهش‌های اقتصادی	۱۳۹۸	مدل‌های اقتصادسنجی را ابزاری برای سنجش علیت‌ها و میزان آثار آنها و پیش‌بینی متغیرها، نه تنها در حوزه‌های مختلف علوم اقتصادی نظیر اقتصاد کار، اقتصاد فقر، اقتصاد درمان بلکه در حوزه‌های علوم اجتماعی و خط‌مشی‌گذاری عمومی معرفی می‌کند.

مأخذ: یافته‌های پژوهش.

۲-۲. سوابق تقنینی به همراه آسیب‌شناسی

در رابطه با ایجاد یا یکپارچه‌سازی سیستم‌های اطلاعاتی کلان و افزایش شفافیت داده‌ها و اطلاعات و ایجاد زیرساخت‌های لازم جهت نیل به خط‌مشی‌گذاری شواهد محور تصویب قوانینی نظیر [قانون انتشار و دسترسی آزاد به اطلاعات](#) (مصوب ۶ بهمن ۱۳۸۷) و [قانون مدیریت داده‌ها و اطلاعات ملی \(مدام\)](#) (مصوب در ۱۰ آبان ۱۴۰۱) نشان‌دهنده شکل‌گیری رویکرد خط‌مشی‌گذاری شواهد محور در کشور است که این رویکرد در برنامه توسعه پنجم و ششم توسعه و هم‌اکنون قانون برنامه هفتم پیشرفت (در آن به هوشمندسازی و تحقق دولت الکترونیک اشاره شده است)، دنبال می‌شود. مهم‌ترین قوانین و مقررات مصوبی که مرتبط با این حوزه هستند یا امکان بهره‌گیری از مدل‌سازی شبیه‌سازی در نیل به اهداف آنها وجود دارد در جدول ۲ قابل مشاهده هستند.

1. Computable General Equilibrium (CGE)

جدول ۲. اهم قوانین و مقررات مرتبط با خط‌مشی‌گذاری شواهد محور در حکمرانی و اداره کشور

نام سند	مرجع تصویب	تاریخ تصویب	شماره ماده / صفحه	نکات برجسته / نقاط ضعف و قوت / پیامدهای اجرا
<u>قانون انتشار و دسترسی آزاد به اطلاعات</u>	مصوبات مجلس شورا	مصوب ۶ بهمن ۱۳۸۷	ماده (۵)	مؤسسات عمومی مکلف‌اند اطلاعات موضوع این قانون را در حداقل زمان ممکن و بدون تبعیض در دسترس مردم قرار دهند.
			ماده (۵) - تبصره	اطلاعاتی که متضمن حق و تکلیف برای مردم است باید علاوه بر موارد قانونی موجود از طریق انتشار و اعلان عمومی و رسانه‌های همگانی به آگاهی مردم برسد.
<u>قانون مدیریت داده‌ها و اطلاعات ملی (مدام)</u>	مصوبات مجلس شورا	مصوب ۱۰ آبان ۱۴۰۱	ماده (۱)	الف- دستگاه‌ها و نهادهای مشمول این قانون: دستگاه‌ها و نهادهای موضوع ماده (۱) قانون احکام دائمی برنامه‌های توسعه کشور مصوب ۱۳۹۵ / ۱۰ / ۱۱ و ماده (۲۹) قانون برنامه پنج‌ساله ششم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران مصوب ۱۳۹۵ / ۱۲ / ۱۴ - به‌جز استثنائات آن - و دبیرخانه شورای عالی مناطق آزاد تجاری - صنعتی و ویژه اقتصادی و سازمان‌های مناطق آزاد تجاری - صنعتی. ب- ارائه‌دهندگان خدمات ذیل تنظیم‌گران بخشی: آن دسته از ارائه‌دهندگان خدمات که به‌موجب قوانین و مقررات مربوط به صدور پروانه‌های کاربری (اپراتوری) و یا قوانین و مقررات مربوط به اصناف، اتحادیه‌ها یا شوراهای صادرکننده انواع موافقت‌نامه اصولی، تأسیس شده یا می‌شوند و فعالیت می‌کنند. پ- پایگاه داده‌ها و اطلاعات پایه: کلیه پایگاه‌های داده‌ها و اطلاعاتی که در ایجاد و ارائه خدمات الکترونیکی و هوشمند و اجرای فرایندهای الکترونیکی نقش پایه‌ای داشته و ارائه این خدمات و اجرای فرایندهای الکترونیکی وابسته به یکی یا ترکیبی از اطلاعات و داده این پایگاه‌ها پایه است. ت- داده‌ها و اطلاعات ملی: داده‌ها و اطلاعات دستگاه‌ها و نهادهای مشمول این قانون و یا هر داده و اطلاعاتی که به موجب قوانین و مقررات در اختیار دستگاه‌ها و نهادهای مشمول این قانون قرار دارند. ث- داده‌ها: مجموعه‌ای از اعداد و حروف و علائم و نشانه‌هایی هستند که به‌صورت قرار دادی در ابزارهای الکترونیکی یا رومی یا توسط هر نوع فناوری جدید ارتباطاتی و اطلاعاتی تولید می‌شوند. ج- اطلاعات: مجموعه‌ای از داده‌ها که طی عملیات منطقی، پردازش می‌شوند.
			ماده (۲)	سیاست‌گذاری و تصویب راهبردهای کلان نظام تولید، نگهداری، پردازش، دسترسی، یکپارچه‌سازی، تبادل و امنیت داده‌ها و اطلاعات ملی با هدف افزایش قدرت حکمرانی، ساماندهی و انسجام بخشی به نظام تبادل داده‌ها و اطلاعات، گسترش تبادل اطلاعات میان دستگاه‌ها و نهادهای مشمول این قانون و تسهیل دسترسی به اطلاعات پایه برای کسب و کارهای بخش خصوصی بر عهده «شورای عالی فضای مجازی» است.
<u>قانون برنامه سوم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران</u>	مصوبات مجلس شورا	مصوب ۱۷ فروردین ۱۳۷۹	ماده (۱) - بند «ب» - مورد ۶	اصلاح و مهندسی مجدد سیستم‌ها، روش‌ها و رویه‌های مورد عمل در دستگاه‌های اجرایی کشور با گرایش ساده‌سازی مراحل انجام کار، خودکارسازی عملیات و کاهش میزان ارتباطات متدان با مراجه‌کنندگان، افزایش رضایت مراجعان، کاهش هزینه‌های اداری و اقتصادی نمودن فعالیت‌ها.
			ماده (۳) - بند «الف»	سازمان امور اداری و استخدامی کشور مکلف است به‌منظور بهینه‌سازی و اصلاح ترکیب نیروی انسانی دستگاه‌های اجرایی، توزیع مناسب نیروی انسانی در مناطق مختلف کشور و بهبود ارائه خدمات دولتی، برنامه جامع نیروی انسانی بخش دولتی تدوین و جهت تصویب به هیئت‌وزیران تقدیم کند.



نام سند	مرجع تصویب	تاریخ تصویب	شماره ماده / صفحه	نکات برجسته / نقاط ضعف و قوت / پیامدهای اجرا
قانون برنامه چهارم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران	مصوبات مجلس شورا	مصوب ۱۱ شهریور ۱۳۸۳	ماده (۳)	قیمت فروش بنزین، نفت گاز، نفت سفید، نفت کوره و سایر فرآورده‌های نفتی، گاز، برق و آب، همچنین نرخ خدمات فاضلاب، ارتباطات تلفن و مرسولات پستی در سال اول برنامه چهارم، قیمت‌های پایان شهریور ۱۳۸۳ خواهد بود. برای سال‌های بعدی برنامه چهارم، تغییر در قیمت کالاها و خدمات مزبور طی لوابیجی که حداکثر تا اول شهریور هر سال تقدیم می‌شود، پیشنهاد و به تصویب مجلس شورای اسلامی می‌رسد. پیشنهاد هر قیمتی می‌باید همراه با توجیه اقتصادی، اجتماعی باشد.
			ماده (۳) - تبصره «ه»	مدوا سیمای جمهوری اسلامی ایران موظف است از طریق شبکه‌های سراسری و استانی خود نسبت به تنویر افکار عمومی در خصوص ضرورت اعمال مصرف بهینه در مصداق ماده واحده اقدام و گزارش عملکرد خود را ماهانه به کمیسیون‌های برنامه و محاسبات و انرژی مجلس شورای اسلامی تقدیم نماید.
			ماده (۵) - بند «ب»	سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور مکلف است نسبت به برررسی عملکرد دستگاه‌های اجرایی در زمینه شاخص‌های بهره‌وری و رتبه‌بندی دستگاه‌های اجرایی اقدام نموده و تخصیص منابع مالی برنامه چهارم توسعه و بودجه‌های سنواتی را با توجه به برآوردهای مربوط به ارتقای بهره‌وری کل عوامل تولید و همچنین میزان تحقق آنها به عمل آورده و نظام نظارتی فعالیت‌ها، عملیات و عملکرد مدیران و مسئولین را بر اساس ارزیابی بهره‌وری متمرکز نماید.
			ماده (۱۷) - بند «الف»	اجرای مفاد تبصره «۱» ماده (۱۰۶) و ماده (۱۰۷) قانون برنامه سوم توسعه در طول اجرای برنامه چهارم توسعه و با اصلاح ساختار مصرف آب و استقرار نظام بهره‌برداری مناسب و با استفاده از روش‌های نوین آبیاری و کم‌آبیاری، راندمان آبیاری و به تبع آن کارایی آب به ازای یک متر مکعب در طی برنامه بیست و پنج درصد (۲۵٪) افزایش یافته و با اختصاص به محصولات با ارزش اقتصادی بالا و استفاده بهینه از آن موجبات افزایش بهره‌وری آب را فراهم سازد.
			ماده (۱۷) - بند «ز» - تبصره	قانون الحاق یک بند و دو تبصره به ماده (۱۳۳) قانون برنامه سوم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران مصوب ۱۳۸۰/۸/۶ (موضوع تعیین الگو و هزینه‌های مازاد بر الگوی مصرف آب) برای دوره برنامه چهارم (۱۳۸۸ - ۱۳۸۴) تفهیم می‌شود.
			ماده (۳۳) - بند «ب»	دولت مکلف است نسبت به هدفمندسازی و ساماندهی یارانه‌ها و جواز صادراتی در قالب حمایت‌های مستقیم و غیرمستقیم اقدام نماید.
			ماده (۴۱) - بند «ب»	تنظیم تعرفه‌های واردات نهاده‌های کالایی تولید (ماشین‌آلات و مواد اولیه) مبتنی بر حمایت منطقی و منطبق با مزیت‌های رقابتی از تولید داخلی آنها و در جهت تسهیل فعالیت‌های تولیدی صادران گرا.
			ماده (۴۵) - بند «ه»	توسعه ساختارها و زیربنای لازم برای رشد فعالیت‌های دانیای محور در بخش دولتی و خصوصی به ویژه ایجاد و گسترش پارک‌ها و مراکز رشد علم و فناوری.
			ماده (۴۶)	انجام پژوهش‌های کاربردی در خصوص حل مشکلات کشور
			ماده (۷۲) - بند «الف» و «ب»	دولت مکلف است به منظور توزیع متناسب جمعیت و فعالیت‌ها در پهنه سرزمین، با هدف استفاده کارآمد از قابلیت‌ها و مزیت‌های کشور، با استفاده از مطالعات انجام شده، سند ملی آمایش سرزمین مشتمل بر سطوح ذیل را از ابتدای برنامه چهارم به مرحله اجرا درآورد: الف - سطح کلان شامل: ۱ - چشم‌انداز بلندمدت توسعه فضایی کشور، در چارچوب سیاست‌های کلی نظام تحلیل شرایط منطقه‌ای و بین‌المللی و امکانات، محدودیت‌ها و مزیت‌های سرزمین. ۲ - راهبردهای کلی توزیع جمعیت در سرزمین، الگوی اسکان و نظام شهری و روستایی کشور. ب - سطح بخشی شامل: ۱ - راهبردهای هماهنگ و سازگار بلندمدت توسعه و توزیع فضایی بخش‌های مختلف اقتصادی - اجتماعی و فرهنگی منطبق با ویژگی‌های سرزمین.
			ماده (۷۳) (اصلاحی) ۱۳۸۴/۴/۲۱	دولت موظف است ظرف سال اول برنامه طرح جامع تقسیمات کشوری را که دربردارنده شاخص‌های ناظر بر بازنگری واحدهای تقسیماتی موجود برای ایجاد سطوح تقسیماتی جدید و با جهت‌گیری عدم تمرکز و تفویض اختیار به مدیران محلی و تقویت نقش استانداران به‌عنوان نمایندگان عالی دولت تهیه و جهت تصویب به مجلس شورای اسلامی تقدیم نماید.
			ماده (۱۳۶) - بند «الف»	به‌منظور ایجاد زمینه مناسب برای رشد و توسعه کشور، افزایش کارایی و بهره‌وری دستگاه‌های اجرایی، تقویت امور حاکمیتی دولت و توسعه مشارکت مردم در امور کشور، نحوه اجرای وظایف مذکور در ماده (۱۳۵) این قانون به طریق ذیل پالایش و اصلاح می‌شود: الف - امور حاکمیتی دولت توسط دستگاه‌های دولتی و عنداللزوم با جلب مشارکت مردم انجام می‌شود و دستگاه‌های اجرایی ذی‌ربط در ابعاد منابع انسانی، فناوری انجام کار، تجهیزات و تخصیص منابع، تقویت و توسعه کیفی خواهند یافت.



نام سند	مرجع تصویب	تاریخ تصویب	شماره ماده / صفحه	نکات برجسته / نقاط ضعف و قوت / پیامدهای اجرا
قانون برنامه پنج‌ساله پنجم توسعه جمهوری اسلامی ایران	مصوبات مجلس شورا	مصوب ۱۵ دی ۱۳۸۹	ماده (۱۸۵) - بند «الف»	تدوین مدل ملی شاخص‌های پایداری به منظور بهره‌برداری بهینه از منابع طبیعی و پایه و تعیین شاخص‌های پایداری و کمی نمودن آن برای سال‌های برنامه.
			ماده (۱۳۳)	تنوع در عرضه انرژی کشور، بهینه‌سازی تولید و افزایش راندمان نیروگاه‌ها، کاهش اتلاف و توسعه تولید هم‌زمان برق و حرارت.
			ماده (۱۴۵) - بند «الف»	رعایت الگوی کشت بهینه ملی
قانون برنامه پنج‌ساله ششم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران	مصوبات مجلس شورا	مصوب ۱۶ فروردین ۱۳۹۶	ماده (۴۶)	به منظور رونق تولید، نوسازی صنایع، حمایت هدفمند از صنایع دارای اولویت سیاست‌های کلی اقتصاد مقاومتی و همچنین توسعه صادرات غیرنفتی، دولت و دستگاه‌های اجرایی ذی‌ربط به شرح زیر اقدام می‌کنند: الف - وزارت صنعت، معدن و تجارت مکلف است حداکثر ظرف مدت شش ماه پس از لازم‌الاجرا شدن این قانون، فهرست اولویت‌های صنعتی (با اولویت صنایع معدنی) را با رعایت ملاحظات آمایش سرزمینی و تعادل بخشی منطقه‌ای به تصویب هیئت وزیران برساند.
			ماده (۶۵) - بند «ث»	دولت موظف است با تشویق خیرین و واقفین و رفع موانع موجود، به گونه‌ای برنامه‌ریزی نماید تا سهم وقف و خیریه از تأمین مالی دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی و پژوهشی و فناوری افزایش یابد.
			ماده (۸۰) - بند «پ» - ردیف ۳	برنامه‌ریزی برای مدیریت و توزیع متناسب فعالیت، جمعیت و مهاجرت در کشور و ممانعت از توسعه حاشیه‌نشینی با رویکرد تقویت مبادی مهاجرت، به گونه‌ای که سالیانه ده درصد (۱۰٪) نسبت به ساماندهی مناطق و کاهش جمعیت حاشیه‌نشینی اقدام شود.
			ماده (۱۰۶) - بند «ت» - ردیف ۲	برنامه‌ریزی و زمینه‌سازی برای کاهش جرم و جنایت با هدف کاهش ده درصدی (۱۰٪) سالیانه در مصادیق مهم آن توسط دستگاه‌های ذی‌ربط. ۳- برنامه‌ریزی برای مبارزه همه‌جانبه با مواد مخدر و روان‌گردان‌ها و مدیریت مصرف آنها با هدف کاهش بیست و پنج درصدی (۲۵٪) اعتیاد توسط دستگاه‌های مربوطه در طول اجرای قانون برنامه. ۴- برنامه‌ریزی برای پیشگیری و مقابله با قاچاق کالا و ارز از مبادی ورودی تا محل عرضه آن در بازار به نحوی که سالیانه حداقل ده درصد (۱۰٪) ورود قاچاق کاهش یابد.
قانون برنامه پنج‌ساله هفتم پیشرفت جمهوری اسلامی ایران	مصوبات مجلس شورا	مصوب ۱۸ تیر ۱۴۰۳	ماده (۳۳)	تهیه برنامه تولید (الگوی کشت) توسط وزارت جهاد کشاورزی به منظور افزایش ضریب خودکفایی و بهره‌برداری بهینه و یکپارچه از منابع و عوامل تولید، به ویژه منابع آب و خاک و نیز بهبود معیشت کشاورزان، روستاییان و عشایر؛ برنامه تولید بهینه (الگوی کشت) بر اساس شرایط اقلیمی و آب و خاک، محدودیت‌های کشت محصولات غیر راهبردی در اراضی مستعد محصولات راهبردی، کشت متر اکم محصولات راهبردی در دشت‌های حاصلخیز و مستعد، مزیت‌های نسبی، ارزش افزوده، شرایط اقتصادی و شرایط آب و هوایی و حد بهینه آن در کشور تعیین می‌شود.
			ماده (۴۶) - بند «الف» - ردیف ۲	پیگیری اجرای طرح‌های بهینه‌سازی انرژی در بخش‌های عرضه و مصرف انرژی توسط سازمان بهینه‌سازی و مدیریت راهبردی انرژی.
			ماده (۱۰۷) - بند «ث»	اقدامات لازم را برای توسعه دولت هوشمند به منظور ارتقای شاخص‌های ملی و بین‌المللی از جمله شاخص بین‌المللی توسعه دولت الکترونیک.

مأخذ: همان.

۳. خط‌مشی‌گذاری عمومی به‌عنوان مسئله تصمیم‌گیری



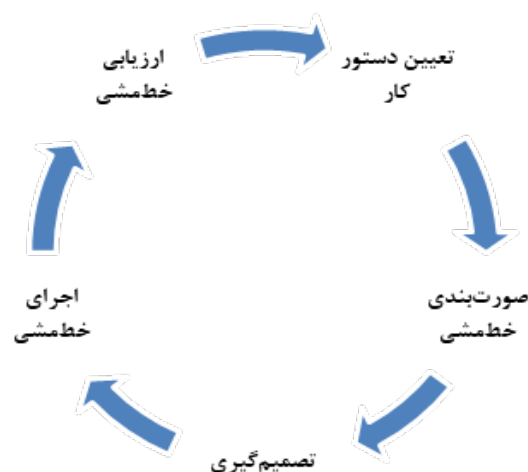
۳-۱. خط‌مشی‌های عمومی از نوع مسائل پیچیده

در خصوص خط‌مشی‌های عمومی تعاریف مختلفی ارائه شده است. «به بیان کلی خط‌مشی‌های عمومی ابزارهایی برای کنترل اجتماعی هستند که توسط سیستم‌های سیاسی مدرن تعریف شده‌اند و هدف آنها تنظیم حقایق عمومی و کاربرد منابع است [۵].» «خط‌مشی عمومی اقدامی است که از اختیارات دولتی برای تخصیص منابع در حمایت از یک ارزش ترجیحی استفاده می‌کند. این اقدامات شامل شفاف‌سازی ارزش‌های عمومی، تعهدات مالی و خدماتی و اعطای حقوق و مزایا است. این اقدامات شامل اعمال قدرت عمومی است و یکی از فرایندهای اصلی را تشکیل می‌دهد که از طریق آن جوامع به مسائل عمده اجتماعی، اقتصادی، زیست‌محیطی و سیاسی پاسخ می‌دهند» [۶].

در کتاب «راهنمای ابزارهای خط‌مشی‌گذاری» [۱]، خط‌مشی‌گذاری به‌عنوان تکنیک‌های حکمرانی معرفی شده است. این تکنیک‌ها به نحوی شامل استفاده از اقتدار دولت یا محدودیت آگاهانه آن برای دستیابی به اهداف دولت می‌باشند. خط‌مشی‌گذاری عمومی به مفهوم انتخاب از بین جعبه ابزار خط‌مشی‌ها است و طراحی خط‌مشی به معنی درک و تحلیل گزینه‌های بالقوه ابزار درگیر در فعالیت اجراست. در همین کتاب به این نکته اشاره شده است که با توجه به اینکه تنوع بالایی در انواع خط‌مشی‌ها وجود دارد، باید بررسی شود که کدام موارد واقعاً مؤثر هستند و به این ترتیب خروجی‌های فرایند خط‌مشی‌گذاری به چند نوع قابل مدیریت محدود می‌شوند.

بنابراین حکمرانی یک فرایند است و خط‌مشی‌ها نیز ابزارهای آن هستند. فرایند خط‌مشی‌گذاری معمولاً به شکل چرخه ترسیم می‌شود. این دیدگاه به تحلیل‌گران اجازه می‌دهد که هر مرحله از این چرخه را به‌طور جداگانه بررسی و تحلیل نمایند. فرایند خط‌مشی‌گذاری به صورت شکل ۱ قابل ترسیم است و شامل ۵ مرحله است: ۱. تعیین دستور کار، ۲. صورت‌بندی، ۳. تصمیم‌گیری، ۴. اجرا^۴ و ۵. ارزیابی^۵ (شکل ۱) [۱].

شکل ۱. چرخه خط‌مشی‌گذاری [۱]



1. Agenda-Setting
2. Formulation
3. Decision-Making
4. Implementation
5. Evaluation

در شکل ۲ ارتباط چرخه خط‌مشی‌گذاری با مراحل متناظر در حل مسئله کاربردی آورده شده است. با توجه به شکل ارائه شده می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که چرخه خط‌مشی‌گذاری حالت خاصی از حل مسئله است که به حوزه خط‌مشی‌گذاری عمومی اختصاص یافته است و خط‌مشی‌های عمومی و استفاده از آنها در حکمرانی از جنس مسائل تصمیم‌گیری هستند [۱].

شکل ۲. پنج مرحله چرخه خط‌مشی‌گذاری و ارتباط آنها با مراحل حل مسئله کاربردی [۱]



از دیدگاه سیستمی، مسائل مربوط به خط‌مشی‌گذاری عمدتاً از نوع سیستم‌های پیچیده می‌باشند و در مقالات و متون متعددی نیز با صراحت به پیچیده بودن مسائل خط‌مشی‌گذاری اشاره شده است [۷] و [۳]. برای مثال کنش‌ها و تعاملات اجتماعی که توسط میلیون‌ها نفر و به طرق مختلف و با ابزارهای سنتی یا دیجیتال انجام می‌شود، یا فرایندهای اقتصادی که در آنها بازیگران اقتصادی بسیار ناهمگن از طریق معاملات، روابط مالکیت، رقابت و همیاری تعامل می‌کنند، دو نمونه از سیستم‌های پیچیده هستند. خط‌مشی‌ها نیز که مجموعه‌ای از اقدامات برای بهبود زندگی اجتماعی و فرایندهای اقتصادی و نمونه‌ای بارز کنترل آنها هستند و بر فضای اجتماعی، اقتصادی و سیاسی اثرگذار و نیازمند شناخت صحیح از این فضا هستند، از نوع پیچیده می‌باشند [۷].

بنابراین روش‌های مربوط به تحلیل سیستم‌های پیچیده قابل به‌کارگیری در تحلیل خط‌مشی‌گذاری‌ها نیز هستند. خط‌مشی‌ها محصول تعامل عوامل و نهادها در زمان و مکان مشخصی هستند که در آن دانش از وضعیت فعلی، تنها دیدگاه‌های ناقصی از وضعیت‌های آینده سیستم ارائه می‌دهد [۷].

در تصمیمات خط‌مشی‌گذاری ذی‌نفعان مختلفی درگیر هستند که منافع متفاوتی دارند. این تفاوت می‌تواند موجب تنش بین ذی‌نفعان شود. در شرایط عدم شناخت از روش‌های علمی مناسب یا فقدان اعتماد به آنها برای پشتیبانی نمودن تصمیمات، تصمیمات معمولاً به صورت شهودی اخذ می‌شوند و به بیشتر شدن تنش‌ها دامن می‌زنند [۴].

در یک جمع‌بندی ویژگی‌های مشترک و شباهت‌های بین سیستم‌های پیچیده و مسائل مربوط به خط‌مشی‌گذاری به شرح زیر است [۱]:

■ لزوم ایجاد تعادل بین ابعاد مختلف مسئله از جمله منافع، فشار، بوروکراسی و شواهد،

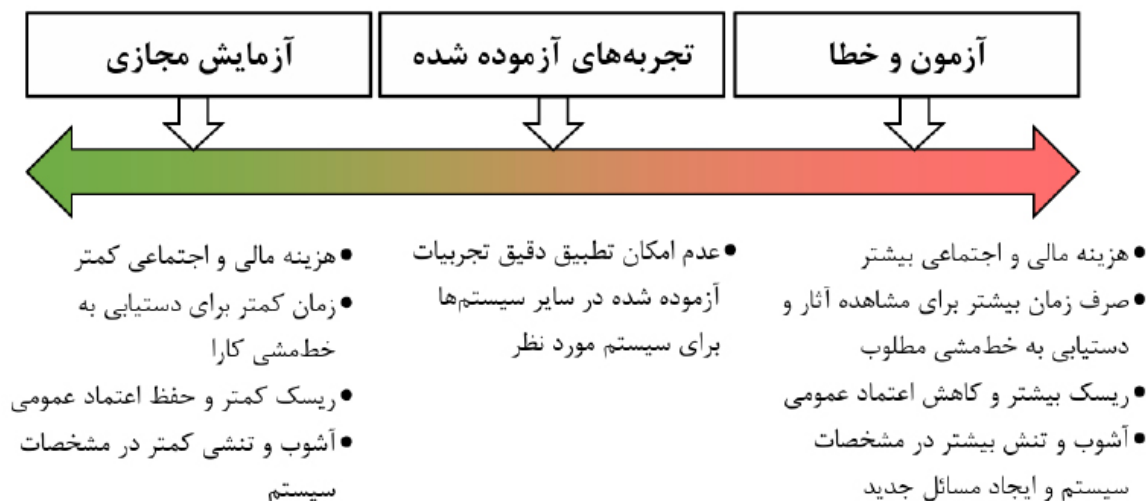


- وجود اختلاف نظر در اولویت‌ها، اهداف مورد نظر، روش‌های موجود و خروجی‌ها،
- تعامل عوامل ناهمگون از جمله: شهروندان، گروه‌های اجتماعی، بوروکرات‌ها، طرف‌های ذی‌نفع، لابی‌گران، فعالان، رهبران و محیط زمینه‌ای آنها،
- به وجود آمدن نتایج جدید و غیرخطی حاصل از تعامل بین بازیگران طی زمان و مکان‌های مختلف،
- وجود واکنش‌های متفاوت افراد به این دلیل که در سیستم سود یا زیان می‌کنند،
- وجود تکامل، یادگیری، سازگاری و تغییر در سیستم،
- دشوار بودن پیش‌بینی نتایج،
- درک یک سازوکار تضمین‌کننده درک کل سیستم نیست. به عبارتی کل سیستم چیزی بیشتر و متفاوت از جمع اجزای آن است،
- در هم تنیدگی خط‌مشی‌گذاری با سیستم اجتماعی و نیاز به داشتن دیدگاه مفهومی از سیستم و استفاده از روش مناسب در زمان مداخلات سیاسی،
- وجود چند راه‌حل برای یک مسئله که ممکن است در آنها (بسته به نحوه تعامل، واکنش، مشارکت یا همکاری طرفین) تناقض هم وجود داشته باشد. (برخی از مسائل خط‌مشی‌گذاری راه‌حل خطی دارند، مانند کنترل ترافیک، اما برخی پیچیده هستند و راه‌حل غیرخطی دارند، مانند خشونت اجتماعی. مسائل پیچیده لزوماً یک راه‌حل ندارند)،
- عدم توانایی در به‌کارگیری آزمون‌های واقعی در مسائل مربوط به علوم اجتماعی به صورتی که هیچ آسیبی به شهروندان وارد نشود (مانند آزمایش یک دارو به صورت کنترل شده که تضمین اخلاقی برای آن اخذ می‌شود).

۲-۳. رویکردهای ارزیابی آثار تصمیمات بر سیستم هدف

طیفی از رویکردها برای ارزیابی آثار برنامه‌های مختلف بر سیستم هدف به کار می‌روند که در گزارش «مدل‌های مورد استفاده در آزمایشگاه‌های حکمرانی و بررسی سه نمونه پیاده‌سازی شده در حوزه‌های سلامت، انرژی و منابع انسانی آموزش و پرورش» [۸] به تعدادی از آنها اشاره شده است. تصمیم‌گیران می‌توانند با کمک هر یک از ابزارهای موجود در این طیف، آثار اجرای برنامه‌های مورد نظر خود را قبل از اجرا، حین اجرا و بعد از اجرای آنها بر سیستم هدف مشاهده کنند. این طیف را می‌توان به صورت شماتیک در شکل ۳ ترسیم کرد.

شکل ۳. انواع رویکردهای ارزیابی آثار برنامه‌ها در تصمیم‌گیری [۸]



رویکرد تجربه‌های آزموده شده عمدتاً بر تجربه سایر کشورها و حوزه‌ها در خط‌مشی‌گذاری تکیه دارد. این رویکرد مزیت مهمی که نسبت به رویکرد آزمون و خطا دارد جلوگیری از هزینه‌ها و هدررفت فرصت‌هاست. اما به دلیل اینکه شرایط تجربه‌شده قبلی کاملاً منطبق با شرایط فعلی که خط‌مشی‌گذاری باید برای آن اجرا شوند، نیستند خطاهای زیادی دارد. رویکرد آزمایش مجازی اما از بسیاری از جهات برتری بیشتری نسبت به رویکرد تجربه‌های آزموده شده دارد. ماهیت آزمایشگاه حکمرانی و بالطبع ابزارهایی که در آن برای پشتیبانی از تصمیمات حوزه حکمرانی به کار گرفته می‌شوند در دسته ابزارهای آزمایشی قرار می‌گیرد. در رویکرد روش‌های آزمایشی، تصمیم‌گیرنده در فرایند انتخاب گزینه پیشنهادی، سعی می‌نماید مدلی از مسئله واقعی را ایجاد نماید، متغیرهای مؤثر بر آن را لحاظ نماید و به تجزیه و تحلیل آن مدل در شرایط و گزینه‌های پیشنهادی بپردازد. این روش مزایای دیگری همچون استفاده از مدل در طراحی گزینه پیشنهادی دیگر، پیش‌بینی پذیری رفتارهای سیستم، ارتقای شناخت از سیستم و بهبود مستمر [۸] را به همراه دارد.

۴. مدل‌سازی و کارکرد آن در خط‌مشی‌گذاری

اساساً مدل‌ها برای درک بهتر سیستم‌های واقعی به وجود آمده‌اند. مدل‌سازی به‌عنوان ساخت یک نمایش ساده‌شده از بخشی از دنیای واقعی تعریف می‌شود که تنها شامل برخی از عناصر است که مطالعه بر آنها تمرکز دارد. بنابراین برای یک سیستم در دنیای واقعی می‌توان مدل‌های مختلف و متنوعی را برای اهداف مختلف ساخت که هر یک از آنها شامل زیرمجموعه‌ای متفاوت از عناصر آن سیستم باشد که بر بخش خاصی از آنها تمرکز دارد و احتمالاً سطح جزئیات متفاوتی با یکدیگر دارند [۹].

بر اساس تعریف فوق به خوبی می‌توان انطباق مدل‌سازی بر رویکرد آزمایشی و ارتباط آن با مسائل پیچیده و کاربرد آن در آزمایشگاه حکمرانی را درک کرد. مدل به‌عنوان یک دنیای مصنوعی به کاربر فرصت بی‌سابقه‌ای برای آزمایش مداخلات و با هدف افزایش عملکرد آن می‌دهد. به این ترتیب می‌توان آن را به‌عنوان یک آزمایشگاه ایمن از خطرات محیط واقعی در راستای آزمایش فرضیه‌ها و پیش‌بینی‌ها در نظر گرفت [۹]. از مدل‌های اجتماعی می‌توان برای بررسی ماهیت خط‌مشی و آثار دقیق تغییرات ساختاری استفاده کرد. این مدل‌ها معمولاً در خط‌مشی‌های دولتی در زمینه‌های مختلف مانند مالیات، تأمین اجتماعی و رفاه به کار گرفته شده‌اند [۶].

مدل‌سازی امکان درک بهتر یک سیستم پیچیده و ارتباط و گفتگوی اساسی‌تر در مورد آن را بین محققان و متخصصان علاقه‌مند فراهم می‌کند. این رویکرد می‌تواند برای اهداف پیش‌بینی، برنامه‌ریزی و پشتیبانی از تصمیم‌گیری در مسائل خط‌مشی‌گذاری با پیچیدگی زیاد و همچنین برای آموزش، در صورتی که دسترسی به سیستم واقعی پرهزینه یا غیرممکن باشد، مورد استفاده قرار گیرد. مدل‌سازی به کاربران این امکان را می‌دهد که با پیچیدگی دنیای واقعی به شیوه‌ای مؤثر و تدریجی برخورد نمایند. مدل‌سازی ممکن است به‌عنوان یک رویکرد ساده به سیستم مورد بررسی شروع شود و به تدریج بهبود یابد، زیرا درک ما از سیستم خاصی که با آن سروکار داریم در حال افزایش است. این «بهبود تدریجی» تقریباً خوبی از مسائل بسیار پیچیده را ممکن می‌سازد [۹].

فرایند مدل‌سازی شامل ایجاد بازنمایی‌های انتزاعی و ساده‌شده از سیستم‌های واقعی یا نظری، ثبت ویژگی‌های اساسی آنها از طریق مدل‌های ریاضی، منطقی و محاسباتی است [۱۰]. مدل‌سازی سه مرحله کلی دارد. ۱. نگاشت یک سیستم دنیای واقعی بر روی یک مدل ساده شده (فرایند انتزاع)، ۲. تجزیه و تحلیل رفتار سیستم و بهینه‌سازی آن، ۳. نگاشت بهبودهای مدل به سیستم واقعی [۹].



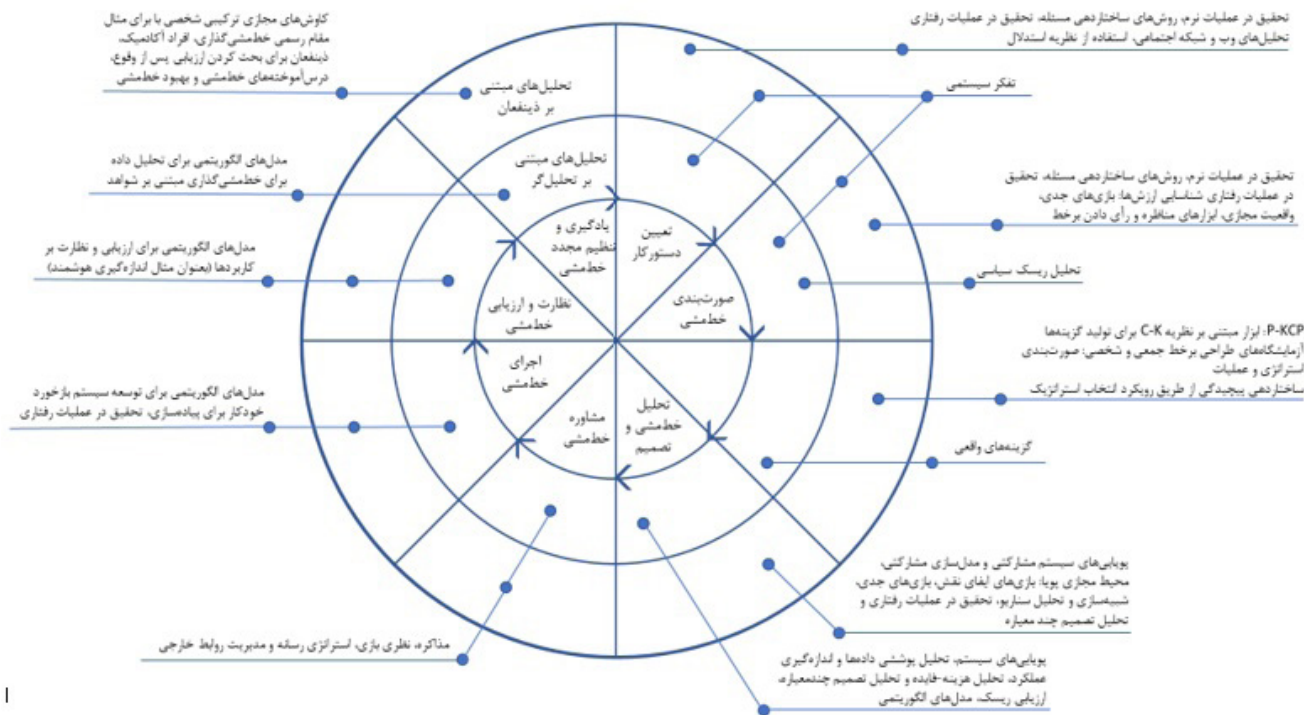
۴-۱. انواع مدل‌ها در رویکرد آزمایشی

انواع مختلفی از مدل‌ها برای این رویکرد در حل مسائل پیچیده وجود دارند. برخی از این مدل‌ها در مطالعات گوناگونی معرفی و کارکردهای آنها توضیح داده شده است [۷] و [۸]. کلیدی‌ترین و بهترین معیار برای گزینش ابزار مناسب برای مدل‌سازی، سودمندی آن مدل برای ارائه تحلیل‌های موردنیاز و اثربخش بودن آن است. نوع مدل را هدف مسئله، شرایط خاص هر مسئله و نوع نگاه مدل‌ساز، تعیین می‌کند. بنابراین ابزارها و روش‌های موجود در آزمایشگاه حکمرانی، نسبت به یکدیگر برتری‌ای ندارند [۷] و همان‌طور که برای حل یک مسئله بهینه‌سازی ممکن است گاهی راه‌حلی تصادفی و فراابتکاری و گاهی برای مسئله دیگری از راه‌حلی تقریبی استفاده نمود، هر مسئله نیز راهکار مختص خود را می‌طلبد و لزوماً هر مسئله‌ای را با نوع خاصی از روش‌شناسی نمی‌توان مورد بررسی قرار داد و مدل‌ساز باید بتواند در مواجهه با مسائل پیچیده و مبهم سازمانی، راه‌حل متناسب را از میان روش‌های مختلف انتخاب کند و در فرایند تصمیم‌گیری از آنها بهره‌بردارد. در همین رابطه در گزارش «فراتحلیل مطالعات مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی درباره برنامه پنجم توسعه» [۱۱] به غلبه رویکردهای کمی و تکنیک‌های اقتصادسنجی بر تحلیل‌های خط‌مشی‌گذاری که می‌تواند به فرایند برنامه‌ریزی آسیب‌بزند، اشاره شده است که نشان‌دهنده آن است که در برخی مواقع سعی شده تنها با یک کلید به حل تمامی مسائل و مشکلات پرداخته شود.

انواع مختلفی از مدل‌ها قابل ذکر هستند. لیستی از انواع مدل‌ها که در ادبیات موضوع خط‌مشی‌گذاری استفاده می‌شوند به این شرح هستند: مدل‌های اقتصادسنجی،^۱ مدل‌های اقتصاد کلان،^۲ مدل‌های تعادل اقتصادی،^۳ مدل‌های بهینه‌سازی،^۴ مدل‌های شبیه‌سازی، مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره،^۵ مدل‌های شبیه‌سازی عامل‌بنیان،^۶ مدل‌های نظریه بازی،^۷ مدل‌های آماری،^۸ مدل‌های برپایه هوش مصنوعی^۹ (مدل‌های داده‌کاوی^{۱۰} و مدل‌های مبتنی بر شبکه عصبی^{۱۱})، مدل‌های صفحه گسترده،^{۱۲} مدل‌های تصادفی،^{۱۳} مدل‌های تحلیل‌های بینش رفتاری،^{۱۴} مدل‌های توصیفی،^{۱۵} تجزیه و تحلیل سناریو،^{۱۶} تجزیه و تحلیل ریسک^{۱۷} و گزینه‌های واقعی^{۱۸} [۸] و اهمیت این متدولوژی‌ها در ایجاد ارتباط بین علم و تصمیمات خط‌مشی‌گذاری است. در شکل ۴ نیز (که از کتاب «راهنمای ابزارهای خط‌مشی‌گذاری» [۱] برگرفته شده است) تلاش شده است انواع مدل‌های مورد کاربرد در چرخه خط‌مشی‌گذاری با توجه به نیاز هر مرحله آورده شود.

1. Econometric Models
2. Macroeconomic Models
3. Economic Equilibrium Models
4. Optimization Models
5. Multi-Criteria Decision-Making Models
6. Agent-Based Simulation Models
7. Game Theory Models
8. Statistical Models
9. Artificial Intelligence-Based Models
10. Data Mining Models
11. Neural Network-Based Models
12. Spreadsheet Models
13. Stochastic Models
14. Behavioral Insight Analysis Models
15. Descriptive Models
16. Scenario Analysis
17. Risk Analysis
18. Real Options

شکل ۴. ابزارهای تحلیلی در هر مرحله از چرخه خط‌مشی [۱]



۴-۲. مدل‌های شبیه‌سازی

مدل‌های شبیه‌سازی به‌عنوان پشتیبان تصمیم از ابزارهای مرتبط با تصمیم‌گیری هستند. با توجه به ماهیت انعطاف‌پذیر و مبتنی بر شواهد مدل‌سازی شبیه‌سازی، با به‌کارگیری آنها درک بهتری از کل سیستم و اثرسنجی تصمیمات بر آنها فراهم می‌شود. علاوه بر این، می‌توان گزینه‌های متعددی را شبیه‌سازی کرد و در عین حال از موقعیت‌های واقعی پرخطر اجتناب کرد. هفت هدف کلی برای مدل‌های شبیه‌سازی وجود دارد: پیش‌بینی، توضیح، توصیف، کاوش نظری، تصویرسازی، قیاس و یادگیری اجتماعی [۱].

شبیه‌سازی از نرم‌افزارهای کامپیوتری برای مدل‌سازی عملکرد و تکامل فرایندها، سیستم‌ها یا رویدادهای «دنیای واقعی» استفاده می‌کند [۹]. به‌طور خاص، شبیه‌سازی شامل ایجاد یک نمایش محاسباتی از منطق و قوانین اساسی است که نحوه تغییر سیستم را تعریف می‌کند مثلاً از طریق معادلات دیفرانسیل^۱، نمودارهای جریان^۲، ماشین‌های حالت^۳، دستگاه خودکار سلولی^۴ و غیره). سپس این نمایش‌ها در نرم‌افزار

۱. Differential Equations: در ریاضیات معادلات دیفرانسیل یک یا چند تابع و مشتقات آنها را به هم مرتبط می‌کنند. توابع عموماً نشان‌دهنده کمیت‌های فیزیکی، مشتقات نشان‌دهنده نرخ تغییرات آنها و معادلات دیفرانسیل، نشان‌دهنده رابط‌های بین این دو می‌باشند. چنین روابطی در مدل‌های ریاضی و قوانین علمی رایج هستند؛ بنابراین، معادلات دیفرانسیل نقش برجسته‌ای در بسیاری از رشته‌ها از جمله مهندسی، فیزیک، اقتصاد و زیست‌شناسی همچون در پیش‌بینی آثار بلندمدت سیاست‌های مالیاتی بر رشد اقتصادی ایفا می‌کنند.

۲. Flowchart: نمودار جریان (یا فلوچارت) نموداری است که مراحل یک فرایند را نشان می‌دهد. فلوچارت‌ها اغلب برای تجسم توالی اقدامات یا اطلاعات مورد نیاز و برای اهداف آموزشی، مستندسازی، برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری استفاده می‌شوند. آنها اغلب از نمادها، شکل‌ها و فلش‌ها برای نشان دادن چگونگی منتهی شدن یک مرحله به مرحله دیگر استفاده می‌کنند.

۳. State Machine: ماشین حالت یک مدل انتزاعی ریاضی است که برای طراحی الگوریتم‌ها استفاده می‌شود. یک ماشین حالت مجموعه‌ای از ورودی‌ها را فرامی‌خواند و بر اساس آن ورودی‌ها به حالت متفاوتی تغییر می‌کند. حالت، توصیفی از وضعیت سیستمی است که منتظر اجرای یک انتقال است.

۴. Cellular Automata: رویکردی برای مدل‌سازی است که طراحی اولیه آن مربوط به تحلیل فرایندهای انتشار از طریق تماس است در زمانی که وضعیت عامل‌ها را می‌توان با مجموعه‌ای متناهی از حالت‌ها توصیف کرد. اتوماتای سلولی را می‌توان به‌عنوان یک مورد خاص از مدل‌سازی مبتنی بر عامل در نظر گرفت که در آن عامل‌ها ثابت و غیرمتحرک هستند و روابط آنها از یک ماتریس مجاورت پیروی می‌کند. سلولار اتوماتا بیشتر برای تحلیل فضایی مورد استفاده قرار می‌گیرد و کاربرد آن در کاربری زمین و فضا، توسعه شهری و حمل‌ونقل مناسب است.



کدگذاری می‌شوند که به‌طور مکرر تحت شرایط مختلف (مثلاً ورودی‌های مختلف، فرضیات جایگزین، ساختارهای مختلف) اجرا می‌شود و تغییرات وضعیت سیستم را در طول زمان (پیوسته یا گسسته) محاسبه می‌کند. بنابراین، در حالی که سایر روش‌های تحقیق با هدف پاسخ به سؤالات «چه اتفاقی افتاده است، چگونه و چرا» (تلاش برای درک گذشته) انجام می‌شود، شبیه‌سازی عمدتاً با هدف پاسخ به سؤال «چه می‌شد اگر؟» (یعنی اگر تغییرات خاصی در ساختار یا قوانین سیستم رخ دهد، چه اتفاقی خواهد افتاد، تلاش برای «حرکت به جلو» به آینده) انجام می‌شود [۹]. برای اجرای شبیه‌سازی‌ها از مدل‌های کامپیوتری، آزمایش شبیه‌سازی کامپیوتری^۱ و فرامدل‌ها^۲ استفاده می‌شود [۱۲]. ویژگی‌های مختلفی که شبیه‌سازی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد عبارت‌اند از: آزمایش ایده‌های جدید، پیش‌بینی تأثیر خط‌مشی یا فناوری، توسعه یک نظریه، تعیین نیاز به سازوکاری که به‌طور خاص تصمیم‌گیری را هدف قرار می‌دهد، پیش‌بینی جهت‌گیری‌های آینده، بررسی سناریوهای چه می‌شود اگر،^۳ آزمایش مواردی که منتقدان پیشنهاد می‌دهند، تأثیر متغیرها و فرضیات مختلف یا هر عاملی که در یک آزمایش شبیه‌سازی وجود دارد [۱۳].

البته معایبی نیز برای شبیه‌سازی قابل ذکر است. شبیه‌سازی‌ها مدل هستند و انتزاعی از پدیده‌های پیچیده‌ای که مدل‌سازان برای به دست آوردن بینش و خروجی‌های سیستماتیک اجرا می‌کنند. مدل‌ها از آنجا که مبتنی بر فرضیات، نظریه‌ها و ساده‌سازی‌ها هستند، مورد انتقاد قرار می‌گیرند. با این حال، به‌طور کلی، آنها مفید تلقی می‌شوند [۱].

در طول شبیه‌سازی، از مدل‌های شبیه‌سازی برای انجام آزمایش‌های مجازی، بررسی رفتار سیستم در شرایط مختلف و تجزیه و تحلیل نتایج استفاده می‌شود. کاربردهای معمول شبیه‌سازی‌ها شامل درک بهتر سیستم، مقایسه بین برنامه‌ها و سناریوهای مختلف قبل از اجرا، پیش‌بینی رفتار، کمک به فرایندهای تصمیم‌گیری و توسعه ابزارهای جدید برای بررسی پدیده‌هاست [۱۰]. به‌طور خلاصه، مدل‌سازی ابزارهای مفهومی ایجاد می‌کند، در حالی که شبیه‌سازی از آنها برای کسب بینش در مورد رفتار سیستم‌های نمایش داده شده استفاده می‌کند [۱۰].

۴-۳. مدل‌های شبیه‌سازی به‌عنوان روشی برای حل مسائل پیچیده نظیر خط‌مشی‌گذاری

در مدل‌سازی می‌توان از راه‌حل‌های تحلیلی استفاده کرد که منجر به معادله $Y=f(X)$ می‌شود که خروجی Y را به ورودی X متصل می‌کند، اما اگر این کار امکان‌پذیر نیست یا بسیار دشوار است، از شبیه‌سازی استفاده می‌شود [۹]. به همین دلیل می‌توان شبیه‌سازی را به‌عنوان ابزار مناسبی برای تحلیل مسائل خط‌مشی‌گذاری استفاده کرد [۷].

اهمیت به‌کارگیری شبیه‌سازی در تصمیم‌گیری توسط خط‌مشی‌گذاران به قدری است که بعضاً به‌عنوان بهترین روش برای خط‌مشی‌گذاران در تصمیم‌گیری معرفی شده است [۹]. از مهم‌ترین دغدغه‌هایی که در خصوص مسائل خط‌مشی‌گذاری به علت حساسیت آن وجود دارد امکان ارزیابی آثار آن است. در همین رابطه شبیه‌سازی به‌عنوان یکی از امیدوارکننده‌ترین تکنیک‌ها برای ارزیابی خط‌مشی‌ها معرفی شده است. ارزیابی خط‌مشی قبل و بعد از اجرای خط‌مشی رویکرد حیاتی برای مدیریت کارآمدتر خط‌مشی‌های عمومی است و مزیت شبیه‌سازی این است که فرصتی را برای آزمایش و تفسیر بهتر واقعیت فراهم می‌کند. با استفاده از آن می‌توان صحنه‌های متعددی را شبیه‌سازی کرد، در عین حال از موقعیت‌های واقعی پرخطر اجتناب کرد و همچنین امکان پیش‌بینی آینده را نیز فراهم آورد [۵].

مراحل کلی مدل‌سازی برای ارزیابی خط‌مشی‌های عمومی به ترتیب زیر است:

۱. Computer Simulation Experiment: اجرای یک مدل شبیه‌سازی برای کل حالت‌های ممکن ورودی‌ها غیر عملی است زیرا اطلاعات ورودی در دسترس نیست و منابع محاسباتی کافی نیستند. به این دلیل از ورودی‌ها نمونه‌گیری می‌شود و اصطلاحاً آزمایش‌های شبیه‌سازی برای آن نمونه اجرا می‌شود. به‌منظور انتخاب ورودی‌های بهینه برای رسیدن به جواب مناسب این آزمایش‌ها طراحی می‌شوند.

2. Metamodel
3. What-if

۱. جمع‌آوری داده‌ها (در خصوص خط‌مشی‌های انتخاب‌شده)؛
 ۲. ساخت مدل‌های شبیه‌سازی برای تحلیل اثربخشی آن خط‌مشی‌ها و تأثیر آنها در جامعه؛
 ۳. و در نهایت، اعتبارسنجی که در آن نتایج مدل‌ها با مقایسه آن با واقعیت سال‌های گذشته تأیید می‌شوند تا صحنه آینده در رابطه با آن خط‌مشی‌ها پیش‌بینی شود [۵].
- کارکرد اصلی مدل‌سازی شبیه‌سازی، پشتیبان تصمیم است. در حوزه خط‌مشی‌گذاری عمومی این کارکرد نمودهای مختلفی پیدا می‌کند. به‌عنوان مثال در تصمیماتی که به‌منظور مدیریت بحران در بلایای طبیعی و غیرطبیعی باید اخذ شود، برنامه‌های شبیه‌سازی اضطراری^۱ می‌تواند به‌عنوان پشتیبان تصمیم عمل کند.
- مدل‌سازی شبیه‌سازی می‌تواند ارزش‌های مختلفی را به همراه داشته باشد که در مقاله «مفهوم‌سازی ارزش مدل‌سازی شبیه‌سازی برای مشارکت عمومی با خط‌مشی: مروری انتقادی بر ادبیات [۱۴]» به آنها اشاره شده است:
۱. مدل‌ها، مسائل پیچیده را شبیه‌سازی کرده و به حل آنها کمک می‌کنند (کارکرد به‌عنوان پشتیبان تصمیم).
 ۲. مدل‌ها ابزاری برای مشارکت جامعه در خط‌مشی‌گذاری را فراهم می‌کنند.
 ۳. مدل‌ها به‌عنوان ابزاری برای ایجاد وفاق عمل می‌کنند.
 ۴. مدل‌ها به‌عنوان فناوری‌های سبک که آثار اجتماعی ایجاد می‌کنند عمل می‌کنند [۵].
- استفاده از مدل‌سازی در خط‌مشی‌گذاری عمومی مزایا و کارکردهای متعددی دارد که در ادامه موارد آن ذکر می‌شود:
- کمک به خط‌مشی‌گذاران در درک بهتر رفتار سیستم و چالش‌ها و اهداف متعدد در یک مسئله پیچیده (صرفاً اعداد خروجی مهم نیستند) [۱]، [۱۳] و [۱۴].
 - شناسایی فرصت‌هایی برای مداخله یا اقدامی که ممکن است توسط رویکردهای سنتی «مبتنی بر شواهد» یا هزینه/فایده نادیده گرفته شده باشند و انتخاب استراتژی‌های مداخله مؤثرتر.
 - امکان بررسی چگونگی اولویت‌گذاری دستور کارهای مختلفی که باید یکی از آنها انتخاب شوند، به‌عنوان مثال نداشتن این اولویت‌بندی در سطوح مختلف اجرایی دولت، ممکن است تأثیر نتایج خط‌مشی‌گذاری مطلوب را تضعیف کند [۱۴].
 - افزایش اعتماد و تسهیل رسیدن به آرمان «شفافیت» و اجتناب از مدل «جعبه سیاه» به‌نحوی که ساختار مدل، فرضیات و محدودیت‌های آن را برای ارزیابی خارجی در دسترس قرار می‌دهد تا به تفسیر نتایج مدل کمک کند [۴] و [۱۴].
 - ایجاد فرصت بازاندیشی در فرضیات بدیهی مسئله که موجب مولد و تحول‌آفرین بودن مدل‌ها می‌شود.
 - یک مدل نقش یک فرد خارجی را ایفا می‌کند که به تعامل متخصصان خط‌مشی‌کمک می‌کند و شرکت‌کنندگان را آزاد می‌گذارد تا آشکارا انتقادات خود را بیان کنند و با مسائل حساس روبرو شوند.
 - مدل‌های خوب به‌عنوان بخشی از یک علم تطبیق‌پذیر بسیج می‌شوند که در آن می‌توان آنها را به‌عنوان مسیری برای گفتگو و درک عمیق‌تر از مداخلات و آثار آنها در نظر گرفت [۱۴].
 - برای توصیف و درک نظری پدیده‌های اجتماعی و روان‌شناختی که خط‌مشی‌های عمومی دخیل هستند، تکنیک‌های نظریه‌پردازی و مدل‌سازی رایج به‌اندازه کافی مؤثر نیستند و نمی‌توانند فرایندهای پیچیده و تعاملی و پویا را درک کنند. اما شبیه‌سازی اجتماعی می‌تواند در این زمینه راهگشا باشد [۱۳].
 - داشتن محدودیت‌های کمتر در بررسی فرصت‌ها نسبت به سایر مدل‌های سنتی ریاضی [۴].
 - افزایش کیفیت خط‌مشی‌های دولت و همچنین امکان مشارکت مردم به‌صورت فعال در فرایند خط‌مشی‌گذاری [۴].



- امکان برقراری ارتباط بین گروه‌ها که به‌عنوان یک زبان مشترک بین آنها عمل می‌کند و بالطبع تقویت ارتباط بین آنها در حل مسائل طراحی شده به‌صورت سیستماتیک و همچنین افزایش داده‌های در دسترس و قدرت محاسباتی. در این حالت نیاز به گروه‌های بین‌رشته‌ای وجود دارد [۱].
- امکان انجام آزمایش برای گزینه‌های مختلف در محیط شبیه‌سازی امن، کم‌ریسک و کم‌هزینه برای مسائل مربوط به علوم اجتماعی و اخذ تصمیمات آگاهانه‌تر و به‌موقع [۹] و [۱۳].
- تمرکز بر پیش‌بینی، تحلیل مسیرهای آینده و انجام این کار از طریق مقایسه با جایگزین‌های موجود، به اصطلاح خلاف واقع‌ها [۱].
- امکان ارزیابی سناریوهای ممکن، توضیح پیامدهای گسترده و ترسیم فضای احتمالات به منظور پیش‌بینی نتایج اقدامات خط‌مشی‌گذاری [۱] و [۹].
- امکان ایجاد یادگیری اجتماعی از طریق به اشتراک گذاشتن اطلاعات، مفاهیم و معانی در مورد یک مشکل مشترک [۱].
- حتی افرادی که تجربه گسترده‌ای در این زمینه ندارند نیز می‌توانند از آن استفاده کنند: همه بسته‌های نرم‌افزاری شبیه‌سازی مدرن شامل یک رابط کاربری گرافیکی هستند که امکان نمایش (مدل‌سازی) سیستم/فرایند مورد نظر کاربر و همچنین نمایش گرافیکی نتایج شبیه‌سازی را فراهم می‌کند [۹].
- امکان بررسی مسائل غیرساختار یافته با بازیگران و ابعاد متعدد، تضاد منافع و عدم قطعیت.
- ماهیت انعطاف‌پذیر و تکرارپذیر.
- ماهیت مبتنی بر شواهد (بر این جنبه برای کاربرد آن در خط‌مشی‌گذاری عمومی تأکید بسیار شده است).
- امکان دسترسی تمامی ذی‌نفعان به آن [۱۳].
- کارکرد دیگر و بسیار مهم شبیه‌سازی در خط‌مشی‌گذاری امکان افزایش مشارکت عمومی در تصمیم‌گیری است [۹]. همان‌طور که در سرفصل تعریف حکمرانی نیز اشاره شد این موضوع در حکمرانی در حال حاضر اهمیت بالایی برای جوامع دارد و از مسائلی است که نیاز و مطالبه آن طی زمان رشد داشته است. به این کارکرد در مقالات متعددی نیز پرداخته شده است [۴]، [۹] و [۱۴]. چالش‌هایی در خط‌مشی‌گذاری وجود دارند که باید مشارکت جامعه حل شوند. در حل این مسائل ایجاد تعادل بین نظرات شهروندان و اقدامات معتبر برای عبور روان از یک مرحله گذار بسیار مهم است. اتخاذ رویکردهای مشارکتی، مانند مدل‌سازی مشارکتی، افراد و جوامع را توانمند می‌سازد و با بهره‌گیری از خرد جمعی و تخصص، تصمیم‌گیری فراگیر را تقویت کرده و راه‌حل‌های پایدار را توسعه دهند [۱۵].
- با تمرکز بر مدل‌سازی مشارکتی در خط‌مشی‌گذاری عمومی نیز می‌توان مزایا و کارکردهای زیر را ذکر کرد:
- امکان استفاده از اطلاعات سطح فردی برای رسیدن به تصویر بزرگ‌تری از مدل. به عبارتی استفاده از مفهوم «بسیج دانش»^۲ با هدف اثرگذاری «کاربران نهایی» (یعنی تصمیم‌گیرندگان) مدل در فرایند توسعه مدل.
- افزایش اعتماد به خروجی‌های مدل، تضمین توجه به مسائل عملی در اجرا یا ارزیابی خط‌مشی و همچنین قابلیت ترجمه یافته‌های مدل در صورتی که خط‌مشی‌گذاران، محققان و متخصصان عملی (مثلاً پزشکان) به‌عنوان ذی‌نفع در مدل‌سازی مشارکت کنند.
- ایجاد فرصت‌هایی برای ظرفیت‌سازی از نظر دانش و تخصص در علوم سیستم‌ها و روش‌های مدل‌سازی و بهبود سواد در تفسیر نتایج مدل و توانمندسازی کاربران نهایی برای ارزیابی بهتر مدل‌ها در آینده.
- افزایش یادگیری اجتماعی بین بازیگران مختلف در سیستم و افزایش سرمایه اجتماعی از طریق یک فرایند تعاملی و تکراری.
- ترویج درک مشترک از مشکلات پیچیده بین بازیگران مختلف در سیستم از موضوع مدل‌سازی شده - چه اجرای خط‌مشی باشد و چه

1. Counterfactuals
2. Knowledge Mobilisation

بررسی اجمالی یک سیستم – به‌عنوان یک نتیجه ذاتاً مطلوب فرایند مدل‌سازی.

■ مشارکت در گفتگوها و تقویت ارتباط بین متخصصان و عموم مردم.

■ امکان ایجاد مشارکت در گروه‌های به‌حاشیه رانده شده جامعه.

■ امکان استفاده از تجربه و دانش شرکت‌کنندگان از جامعه به‌عنوان متخصصانی در بافت محلی و تاریخی. چنین گروه‌هایی ممکن است به‌واسطه تجربه‌شان، به‌عنوان مثال افرادی با تجربه شخصی سوء‌مصرف مواد و خشونت خانگی، یا به‌واسطه رابطه‌شان با مکان و تجربه ابتکارات تاریخی (به‌عنوان مثال، مردمان ملت‌های نخستین) شناسایی شوند.

■ تسهیل ارتباطات و فراهم کردن فرصت‌هایی برای مذاکره در مورد اختلافات و ایجاد اجماع بین گروه‌های ذی‌نفع متمایز.

■ مدل‌ها به‌عنوان بستری و زبان مشترکی برای تقویت روابط بین جوامع دانش مختلف (به‌عنوان مثال دانشگاهیان و خط‌مشی‌گذاران یا نهادهایی که سابقه تاریخی تخصص و مخالف با هم دارند) از طریق مذاکره در مورد اختلاف یا آشتی دادن دیدگاه‌های مختلف بین شرکت‌کنندگان عمل می‌کنند. (این مهم است زیرا مدل‌سازی اغلب برای پرداختن به مسائل پیچیده و درهم‌ریخته استفاده می‌شود و شرکت‌کنندگان دانش قبلی غنی، اما اغلب جزئی از وضعیت را با خود به همراه می‌آورند).

■ انعطاف‌پذیر بودن مدل موجب می‌شود افراد با تخصص‌ها و پیشینه‌های مختلف به‌طور مؤثرتری ارتباط برقرار کنند و در فعالیت‌های هماهنگ شرکت کنند [۱۴].

■ امکان به‌کارگیری نوآوری در تصمیمات خط‌مشی‌گذاری با دخیل کردن نظرات جامعه در طراحی مدل و تعریف ورودی‌ها و همچنین ارزیابی مدل با استفاده از داده‌های باز [۱۶].

۵. انواع مدل‌ها و روش‌های شبیه‌سازی قابل استفاده در خط‌مشی‌گذاری

روش‌های اصلی در خصوص مدل‌های شبیه‌سازی که در اکثر منابع موجود در ادبیات موضوع شبیه‌سازی به‌کار برده می‌شود به این شرح قابل اشاره هستند: ۱. گسسته پیشامد، ۲. سیستم‌های پویا، ۳. پویایی‌های سیستم، ۴. شبیه‌سازی عامل‌بنیان، ۵. مونت کارلو، ۶. سلولار اتوماتا و ۷. شبیه‌سازی عددی،^۶ ریز شبیه‌سازی^۷ یا شبیه‌سازی ریاضی^۸ [۹] و [۱۲].

روش مونت کارلو با وجود اینکه غالباً به‌عنوان یک شبیه‌سازی ذکر می‌شود اما در واقعیت روشی برای بررسی مدل‌ها در سناریوهای مختلف است و مدل‌سازی را در فرایند خود ندارد. سلولار اتوماتا نیز حالت خاصی از شبیه‌سازی عامل‌بنیان است. نوع دیگری از شبیه‌سازی با عنوان شبیه‌سازی چندعامله^۹ نیز که در ادبیات موضوع پر تکرار است در همین دسته جای می‌گیرد. سیستم‌های پویا و پویایی‌های سیستم شباهت زیادی به یکدیگر دارند. هر دو رویکردی مبتنی بر پویایی دارند و براساس حوزه کاربرد، دو عنوان مختلف دارند. شبیه‌سازی عددی، ریز شبیه‌سازی و شبیه‌سازی ریاضی نیز روش نسبتاً ساده‌تری است که معادلات تحلیلی غیرقابل حل را به‌صورت عددی حل می‌کند. این روش، کاربرد ساده قوانین شناخته شده، که معمولاً قوانین احتمالی هستند، در حالت‌های شناخته شده است تا محقق بتواند مسیر و نتایج را در آینده مشاهده کند. به‌عنوان مثال شبیه‌سازی عددی، برای درک آثار یک تغییر معین در مالیات بر بخش‌ها یا مالیات‌دهندگان خاص مفید

1. Discrete Event Simulation
2. Dynamic Systems
3. System Dynamics
4. Agent-based Simulation
5. Montecarlo
6. Numerical Simulation
7. Microsimulation
8. Mathematical Simulation
9. Multi-agent-based Simulaiton



است. ریزش‌سازیه‌سازی تنها آثار مستقیم، یعنی تأثیر مالیات‌ها بر بازار را در نظر می‌گیرد، اما واکنش متقابل، یعنی تأثیر غیرمستقیم داشتن بازاری متفاوت از بازار اصلی را در نظر نمی‌گیرد [۷].

باین‌حال برای شبیه‌سازی سیستم‌های پیچیده اجتماعی - فنی (اجتماعی - تکنیکی^۱)، سه الگو و مفهوم (پارادایم) اصلی شامل پویایی سیستم، شبیه‌سازی گسسته پیشامد^۲ و مدل‌سازی عامل‌بنیان پیشنهاد شده است [۱۷]. در گزارش «مدل‌های مورد استفاده در آزمایشگاه‌های حکمرانی و بررسی سه نمونه پیاده‌سازی شده در حوزه‌های سلامت، انرژی و منابع انسانی آموزش و پرورش» [۸] نیز ۵ رویکرد کلی برای شبیه‌سازی سیستم‌های اقتصادی اجتماعی پیشنهاد شده که عبارت‌اند از: سیستم‌های پویا،^۳ پویایی‌های سیستم،^۴ شبیه‌سازی گسسته پیشامد،^۵ مدل‌سازی عامل‌بنیان،^۶ و شبیه‌سازی چندین عامله^۷ که دو مورد از آنها شباهت زیادی به دیگری دارند. شبیه‌سازی پویایی‌های سیستم و سیستم‌های پویا رویکرد از بالا به پایین دارند، در حالی که مدل‌سازی عامل‌بنیان و شبیه‌سازی چندین عامله دیدگاهی از پایین به بالا داشته و سعی در شبیه‌سازی عامل‌ها و نه کل سیستم را دارند و برای هر عامل قواعد^۸ تصمیم‌گیری تعریف می‌نمایند. هر یک از این رویکردها مزایا و معایبی دارد که بسته به مسئله مورد مطالعه به کار گرفته می‌شوند و در مواقعی می‌توان از ترکیب رویکردها برای فائق آمدن بر ضعف‌ها بهره برد.

بنابراین با توجه به توضیحات فوق می‌توان سه رویکرد اصلی را شناسایی کرد و مبتنی بر آن مدل‌های شبیه‌سازی را دسته‌بندی کرد.

■ رویکردهای فرایندی (شامل شبیه‌سازی گسسته پیشامد)،

■ رویکردهای مبتنی بر عامل (شامل شبیه‌سازی عامل‌بنیان و شبیه‌سازی چندعاملی)،

■ رویکردهای مبتنی بر پویایی (شامل سیستم‌های پویا و پویایی‌های سیستم).

شکل ۵ برای نشان دادن دسته‌بندی شبیه‌سازی کامپیوتری به صورت شماتیک قابل مشاهده است. در این تصویر روش‌ها براساس رویکرد مدل‌سازی بالا به پایین و پایین به بالا تفکیک شده‌اند. همچنین برخی از تفاوت‌های روش‌های معروف‌تر شبیه‌سازی در جدول ۳ به صورت خلاصه آورده شده‌اند.

1. Socio-Technical

۲. الگویی مناسب برای مدل‌سازی جزئیات اجزای فیزیکی یک سیستم پیچیده است. باین‌حال، معمولاً این شبیه‌سازی برای نهادها و موضوعات اجتماعی و مدل نمودن پیچیدگی‌های آن، مورد توجه قرار نمی‌گیرد.

3. Dynamic Systems (DS)

4. System Dynamics (SD)

5. Discrete Event Simulation (DES)

6. Agent Based Modeling (ABM)

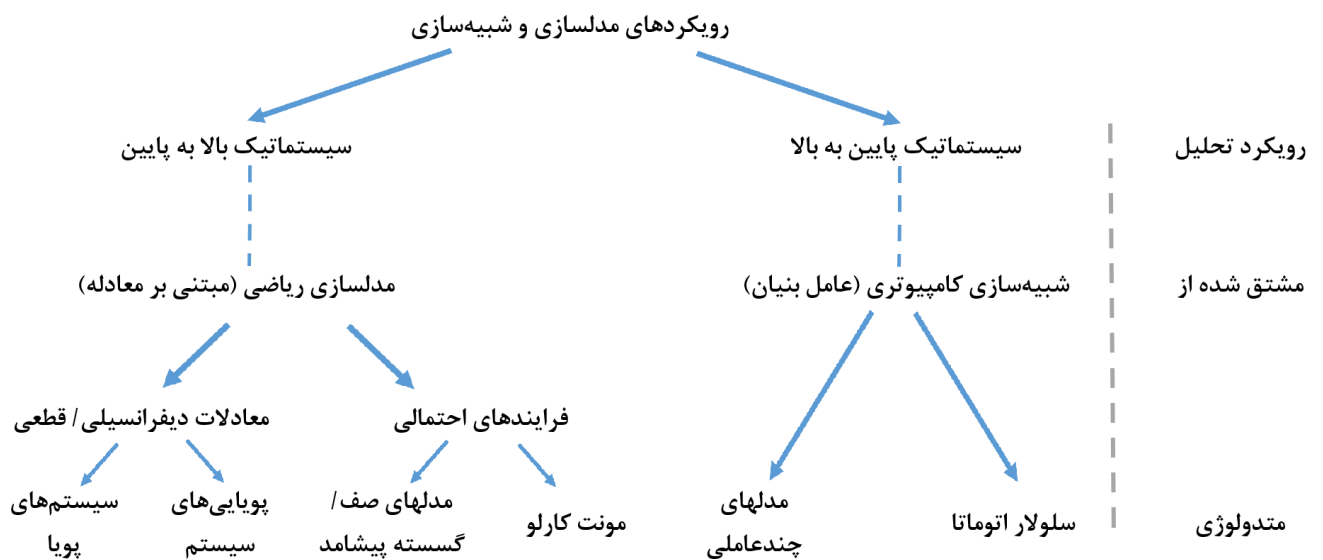
7. Multi Agent Simulation or Systems (MAS)

8. Rule

جدول ۳. مقایسه ویژگی‌های روش‌های مختلف شبیه‌سازی [۹]

متدولوژی	زمان	شبیه‌سازی	فرایند/سیستم	سطح
مدل‌های صف	گسسته	پویا	احتمالی	خرد ^۱ - میانی ^۲
مونت کارلو	گسسته	پویا	احتمالی	خرد
پویایی‌های سیستم	پیوسته	پویا	قطعی	کلان ^۳
سیستم‌های پویا	پیوسته	پویا	قطعی	خرد
سلولار اتوماتا	گسسته	پویا	قطعی	میانی - کلان
عامل بنیان	گسسته	پویا	قطعی	میانی - کلان

شکل ۵. دسته‌بندی رویکردهای مدل‌سازی و شبیه‌سازی [۹]



با بررسی مقالات مشاهده می‌شود که در برخی از آنها بر استفاده از انواع شبیه‌سازی عامل بنیان در خط‌مشی‌گذاری تأکید شده است. به‌عنوان نمونه در مقاله «مدل‌سازی و شبیه‌سازی تأثیر خط‌مشی‌های عمومی بر زیرساخت‌های ناملموس» [۴] بهترین روش در مقایسه با تحلیل‌های مبتنی بر قضاوت کارشناسی و مدل‌های اقتصادسنجی، شبیه‌سازی چندعاملی دانسته شده است که آینده‌نگرانه‌تر است. در مقاله‌های «مقایسه خط‌مشی‌ها و علیت در یک مدل مبتنی بر عامل [۱۸]» و «شبیه‌سازی‌ها به‌عنوان ابزاری برای گفتگو: تقویت مشارکت جامعه و فرایندهای دمکراتیک محلی [۱۵]» نیز بر اهمیت استفاده از شبیه‌سازی عامل بنیان در تصمیم‌گیری توسط خط‌مشی‌گذاران تأکید شده است.

مبتنی بر شواهد و بررسی تعداد زیادی از مقالات، هرچند که برای انواع مختلف مدل‌های ذکر شده می‌توان کاربردهای مختلفی در مقالات پیدا کرد اما در ادبیات مرتبط با شبیه‌سازی خط‌مشی، غالباً دو روش عامل بنیان و سیستم‌های پویا بسیار پرکاربرد هستند. شواهد این موضوع

1. Micro
2. Meso
3. Macro



در بخش‌های آتی آورده می‌شود. به این دلیل توضیحاتی در خصوص این دوروش جداگانه ذکر می‌شود.

۵-۱. شبیه‌سازی عامل بنیان

مدل‌سازی عامل بنیان به‌عنوان یک روش، ویژگی‌هایی دارد که احتمالاً آن را به روشی در حوزه سیستم‌های پیچیده تبدیل می‌کند که بیشترین ارتباط را با خط‌مشی‌گذاری دارند. این روش انعطاف‌پذیر، سازگار با تحلیل تجربی، مقرون به صرفه و مناسب برای سناریوهای تحلیلی دائماً در حال تغییر است. مدل‌سازی عامل بنیان همچنین در تعدادی از رشته‌های مختلف در حوزه مطالعات خط‌مشی از جمعیت‌شناسی گرفته تا انسان‌شناسی اعمال می‌شود و همچنین در اقتصاد و سیاست بین‌الملل به رسمیت شناخته شده و کاربرد دارد [۷].

شبیه‌سازی چندعاملی نوعی از شبیه‌سازی عامل بنیان است که کاربرد زیادی در خط‌مشی‌گذاری داشته است. شبیه‌سازی چندعاملی را می‌توان در تحقیقات اقتصادی به روش‌های مختلفی یافت: نمونه‌هایی از مدل‌های مفهومی، نگاشت مدل‌های اقتصادی، تا مدل‌های عامل بنیان، که به جنبه‌های فرعی اقتصاد مانند آثار اهرمی در بازارهای مالی اختصاص دارند. علاوه بر این، برخی رویکردهای پراکنده برای مدل‌سازی اقتصاد «به‌عنوان یک کل» وجود دارد [۴].

۵-۲. سیستم‌های پویا

سیستم‌های پویا یک رویکرد مدل‌سازی است که در آن جریان‌های زمان‌بندی شده بین موجودی‌های مدل و کنترل ورودی متغیرها که حالت احتمالی دارد انجام می‌شود و هدف آن تطبیق یک تحلیل سیستمی با بازخورد است. در چنین شرایطی، هر موجودیتی یک ساختار انتزاعی است که امکان شبیه‌سازی ریاضی حالت‌های آینده سیستم را فراهم می‌کند. با این حال، برخلاف شبیه‌سازی عامل بنیان ناهمگونی در هر موجودیت و نمایش فضایی وجود ندارد. از تفاوت‌های سیستم‌های پویا و شبیه‌سازی عامل بنیان می‌توان به کاربرد آنها در سطوح تجزیه و تحلیل اشاره کرد. در شبیه‌سازی عامل بنیان تحلیل ظهور ویژگی‌های جدید در سطوح بالاتر با استفاده از اصول اولیه دشوار است اما در سیستم‌های پویا این تحلیل از ویژگی‌ها و خواص اصلی است [۷].

۶. ویژگی‌های مسائل خط‌مشی‌گذاری با قابلیت کاربست مدل‌های شبیه‌سازی

اصلی‌ترین ویژگی قابل ذکر برای کاربست مدل‌سازی در مسائل حکمرانی، پیچیدگی است. اما باید معنای این پیچیدگی بررسی شده و ابعاد و مؤلفه‌های آن مشخص شود.

می‌توان ویژگی‌های زیر را برای نوع خاصی از مسائل خط‌مشی‌گذاری استخراج کرد که انواع مدل‌های شبیه‌سازی می‌توانند با بهره‌گیری از قابلیت‌های خود برای رویارویی با چالش‌های این نوع مسائل به کار گرفته شوند.

- محدود نبودن نتیجه تصمیمات، به نحوی که حتی نتایج آن محدود به داخل مرزهای کشور هم نباشد؛
- مطالبه عمومی برای شفافیت بیشتر به منظور افزایش اعتماد به حاکمیت؛
- نیاز به درک متقابل بین مردم و حاکمیت؛
- مطالبه مشارکت بیشتر در طراحی و اجرای خط‌مشی‌ها از جانب مردم؛
- نیاز به تکامل قوانین مطابق با نیازهای جامعه؛
- نیاز به ایجاد فرصت‌های نوآورانه برای مشارکت افکار عمومی؛
- نیاز به در نظر گرفتن کلیه گروه‌های ذی‌نفع و داشتن ابعاد مختلف؛

- داشتن ابعاد مالی و اجتماعی پرهزینه و آثار عمیق آن بر زندگی افراد و جامعه؛
- داشتن پویایی و پیچیدگی زیاد به‌نحوی که با مدل‌های سنتی خطی قابل حل نباشد.
- تصمیمات خط‌مشی‌گذاری در محیط واقعی تغییر ایجاد می‌کنند. مدل‌سازی با قابلیت یادگیری و اصلاح و به‌روزرسانی برآوردها براساس نتایج قبلی، می‌تواند در فرایند طراحی مجدد خط‌مشی نقش داشته باشد [۴].
- مدل‌های شبیه‌سازی به‌عنوان یک از ابزارهای خط‌مشی‌گذاری به کار گرفته می‌شوند و بهره‌گیری از آن در مسائل خط‌مشی‌گذاری با ویژگی‌های زیر که در ادامه توصیف می‌شود، پیشنهاد شده است:
- در هم‌تنیدگی مسائل خط‌مشی‌گذاری با سیستم اجتماعی؛
- نیاز به داشتن دیدگاهی مفهومی از سیستم برای ارائه راه‌حل؛
- نیاز به استفاده از روش مناسب در زمان مداخلات سیاسی؛
- برخی از مسائل خط‌مشی‌گذاری راه‌حل خطی دارند، مانند کنترل ترافیک، اما برخی پیچیده هستند و راه‌حل غیر خطی دارند مانند خشونت اجتماعی؛
- وجود گزینه‌های متعدد به‌عنوان راه‌حل مسائل پیچیده که بعضاً با یکدیگر در تناقض هستند [۱].
- ویژگی‌هایی نیز به‌عنوان انتظاراتی که مدل‌سازی خط‌مشی باید در رویارویی با مسائل حوزه حکمرانی برآورده کند به شرح زیر قابل ذکر هستند:
- بازیگران متعددی از سازمان‌ها و گروه‌های ذی‌نفع مختلف وجود دارند؛
- بازیگران مختلف در سناریوهای مختلف برای منابع یکسان رقابت می‌کنند؛
- در ارزیابی خط‌مشی عمومی باید نقش بازیگران مختلف در نظر گرفته شوند؛
- با توجه به تضاد منافع موجود، نیاز به استفاده از چندین ابزار و روش برای نمایش وضعیت سیستم در محیط مجازی است [۱۳].
- در توضیح و توصیف مسائل خط‌مشی‌گذاری در حوزه چالش‌های اجتماعی موارد زیر قابل ذکر هستند:
- بزرگ بودن برخی از چالش‌ها مانند تغییرات اقلیمی و همه‌گیری کووید-۱۹ که نیازمند خط‌مشی‌گذاری هستند؛
- مسئول بودن حاکمیت در قبال حل این مسائل؛
- وجود ذی‌نفعان متنوع؛
- پیچیدگی در پدیده‌ها و دشواری در تدوین راه‌حل؛
- دشواری در شناخت مشکل واقعی و درک کاملی از چالش، زیرا که انتخاب خط‌مشی مناسب، ابتدائاً وابسته به درک کامل از چالش است؛
- ارتباط شدید آنها با مسائل و چالش‌های اجتماعی. چالش‌ها فراتر از مسائل هستند و شامل مشکلات مختلفی هستند که اغلب در طول فرایند خط‌مشی‌گذاری کشف می‌شوند؛
- چندوجهی بودن مسائل و وجود دیدگاه‌های مختلف ذی‌نفعان و بازیگران در مورد آن و مرتبط بودن آنها به چند حوزه؛
- حل نشدن کامل مسئله با یک راه‌حل؛
- دشواری در یافتن راه‌حلی که به شیوه‌ای مناسب مشکل واقعی را حل کند (به دلیل پیچیدگی)؛
- اولویت‌بندی و ایجاد تعادل بین جنبه‌های مختلف مسائل اهمیت دارد و هدف اصلی فرایند خط‌مشی‌گذاری است؛ لذا راه‌حل‌ها شامل انتخاب جنبه‌های مهم هستند.
- در طول مسیر خط‌مشی‌گذاری نتایج و آثار خط‌مشی‌ها و متغیرهای بیرونی، شرایط سیستم را تغییر می‌دهند و این سؤال مداوم مطرح می‌شود که «باید روی کدام مشکل تمرکز کرد و کدام یک مهم‌ترین است؟»؛



- مسائل خط‌مشی‌گذاری همانند سیستمی پیچیده هستند که دارای اجزاء، ارتباطات و تعاملات بسیار زیادی است، به این دلیل کل سیستم قابل درک نیست و نمی‌توان مسئله را به یک بازیگر یا یک محیط تقلیل داد [۱۹].
- خلاصه ویژگی‌های آن دسته از مسائل حکمرانی که چالش‌های آنها با استفاده از مدل‌های شبیه‌سازی قابل رویارویی است به صورت موارد زیر قابل ذکر است:
۱. مسائلی که درک کاملی از آن لازم است. در صورت شناسایی ناقص یک مسئله، راهکارهای ارائه شده برای مواجهه ناکارا خواهد بود. شبیه‌سازی به شناخت مسئله و مجموعه متغیرهای مداخلاتی در آن کمک می‌کند [۱۹].
 ۲. تنوع ذی‌نفعان و تعدد متغیرهای مسئله، بالا باشد [۴]، [۱۳] و [۱۹]؛
 ۳. خط‌مشی‌هایی که سطح اثرگذاری آنها، کلان و فراتر از اثرگذاری بر سطح شهر، استان یا حتی کشور باشد [۴]؛
 ۴. اقداماتی که اجرای آنها از ابعاد مالی و اجتماعی پرهزینه باشد و امکان بازگشت‌پذیری آنها کم یا پرهزینه و زمان‌بر باشد [۴]؛
 ۵. تصمیماتی که آثار ماندگاری دارند [۴]؛
 ۶. در بررسی طرح‌ها و لوایحی که آثار بازخوردی میان اجزای آن، قابل انتظار است و با نگاهی خطی نتوان مسئله را تحلیل نمود. مسائلی که ضرورت تفکر و عقلانیت سیستمی در بررسی و تحلیل کاربردی در آنها احساس می‌شود؛ بنابراین تصمیماتی که آثار آن سلسله‌وار در سیستم تکثیر نشود و شرایط مسئله را تغییر ندهد کاربرد [۱]، [۴] و [۱۹].
 ۷. مسائلی که در آنها تعارض منافع و رقابت میان ذی‌نفعان آن زیاد است [۱۳] و [۱۹]؛
 ۸. مسائلی که رفتار جامعه برابر با برآیند مجموع رفتارهای تک‌تک اجزاء آن نباشد [۱] و [۱۹]؛
 ۹. مسائلی که ذی‌نفعان توانایی توافق بر سر راه‌حلی مشترک نداشته باشند [۱]، [۱۳] و [۱۹].

۷. موضوعات موجود در حکمرانی قابل تحلیل با کاربری مدل‌های شبیه‌سازی

موضوعاتی که حکمرانان و خط‌مشی‌گذاران با آنها مواجه هستند تنوع بسیار زیادی دارند. در این بخش تلاش شده است با بررسی وسیع آماری بر کلمات کلیدی مقالات مرتبط با خط‌مشی‌گذاری و روش‌های مختلف شبیه‌سازی، فراوانی استفاده از روش‌های مختلف شبیه‌سازی در حل مسائل حکمرانی طبق تجربه چندساله پژوهش‌های جهانی استخراج شود. از نتایج حاصل از این بررسی می‌توان در شناسایی حوزه‌های خط‌مشی‌گذاری که کاربری شبیه‌سازی برای تجزیه و تحلیل مسائل مرتبط با آنها مفید است و ظرفیت بیشتری دارد، استفاده کرد.

۷-۱. روش بررسی

روش بررسی در گزارش حاضر مرور مستندات و بررسی آماری کلمات کلیدی مقالات مرتبط منتشر شده است. منبع اصلی استخراج اطلاعات مقالات و کلمات کلیدی پایگاه داده اسکوپوس^۱ بوده است. اطلاعات مقالات منتشر شده در بازه زمانی ۲۰۰۹ تا ۲۰۲۴ (به مدت ۱۵ سال) با کلمات کلیدی مرتبط از این پایگاه دریافت شدند. سپس مرحله به مرحله خالص‌سازی، تفکیک و تحلیل شدند. خلاصه مراحل طی شده در جدول ۴ آورده شده است.

1. Scopus

جدول ۴. مراحل تفکیک و تحلیل کلمات کلیدی

ردیف	شرح مرحله	تعداد
۱	جستجو و دریافت اطلاعات مقالات اسکوپوس برای ۱۵ سال (از ۲۰۰۹ تا ۲۰۲۴) با کلمات کلیدی مشخص در عنوان، چکیده و کلمات کلیدی نویسنده مقالات	۹۲۵۶۶ مقاله
۲	تفکیک کلمات کلیدی و ثبت آنها در قالب پایگاه داده‌ای که قابل بررسی آماری باشد.	۴۳۲۰۴۰۷ کلمه
۳	تهیه لیستی از کل کلمات کلیدی مقالات، حذف کلمات کلیدی تکراری و تهیه لیست یکتا از کل کلمات کلیدی به منظور محاسبه فراوانی	۱۴۰۰۸۲۴ کلمه
۴	یکسان‌سازی بخشی از کلماتی که در آنها یک مفهوم با چند نوع املا، مختلف نوشته شده‌اند	-
۵	محاسبه فراوانی استفاده از کلمات کلیدی یکتا	-
۶	دسته‌بندی کلمات کلیدی بالای ۵۰ تکرار	۶۹۹ کلمه و ۲۹ دسته
۷	بررسی آماری اطلاعات	-

مأخذ: یافته‌های پژوهش.

۲-۷. کلمات کلیدی به کار رفته برای شناسایی مقالات مرتبط

کلمات کلیدی برای جستجوی مقالات استفاده شده، به شرح جدول ۵ است. شایان ذکر است که برای جستجو، اطلاعات کلیه مقالاتی که حتی یک مورد از مجموعه کلمات زیر در کلمات کلیدی نویسنده، عنوان مقاله، چکیده یا کلمات کلیدی ذکر شده بودند استخراج شدند.

جدول ۵. کلمات کلیدی استفاده شده برای جستجوی مقالات

Dynamics (پویایی‌ها)	Dynamic System (سیستم پویا)	agent-based (عامل بنیان)	Simulation (شبیه‌سازی)
individual-based (مبتنی بر فرد)	Discrete Event (گسسته پیشامد)	scenario analysis (تحلیل سناریو)	dynamic modeling (مدل‌سازی پویا)
multi-agent (چندعامله)	policy making (خط‌مشی‌گذاری)	evidence-based policy (خط‌مشی مبتنی بر شواهد)	system dynamics (پویایی‌های سیستم)

مأخذ: همان.

۳-۷. حوزه‌های خط‌مشی‌گذاری احصا شده

حوزه‌های احصا شده برای کلمات کلیدی به صورت بررسی کلمات پرتکرار و دسته‌بندی آنها انتخاب شده‌اند. پس از دسته‌بندی مقدار قابل توجهی از آنها، اصلاحاتی در عنوان حوزه‌ها ایجاد شد و نهایتاً ۲۹ حوزه اصلی شناسایی شدند. این موارد در جدول ۶ قابل مشاهده‌اند. عمده حوزه‌ها در مقالات بررسی شده همچون آموزش، انرژی، محیط‌زیست، کشاورزی، سلامت، نوآوری و مسائل اجتماعی در کنار کلمه خط‌مشی به کار می‌روند و در کلمات کلیدی نیز تکرار شده‌اند. در موارد دیگری مانند دسته غیر کاربردی، روش شبیه‌سازی بنا به هدف و نیاز تحلیلی این مقالات در حوزه‌ها قرار گرفته‌اند.

در خصوص دسته‌بندی کلمات کلیدی نکته‌ای که باید ذکر شود آن است که برخی از کلمات کلیدی چند داشته و می‌توانستند در چند دسته موضوعی قرار داده شوند. به‌عنوان مثال برنامه‌ریزی هم می‌تواند در دسته مدیریت قرار بگیرد و هم در دسته اهداف شبیه‌سازی. در این حالت دسته‌ای که نزدیکی و احتمال بیشتری داشته است انتخاب شده است؛ یا دسته هوش مصنوعی زیرمجموعه دسته مباحث نظری و تحلیل علمی است. اما به دلیل اینکه بسیاری از کلمات کلیدی مختص این حوزه بوده‌اند و فراوانی قابل توجهی داشته است برای آن، دسته جداگانه‌ای در نظر گرفته شده است.



جدول ۶. دسته‌بندی حوزه‌های مختلف کاربردی کلمات کلیدی و سایر حوزه‌های تفکیک شده برای تحلیل کلمات

ردیف	عنوان حوزه	ردیف	عنوان حوزه	ردیف	عنوان حوزه
حوزه‌های خطمشی‌گذاری					
۱	ارتباطات	۹	حقوق	۱۷	غذا و کشاورزی
۲	اقتصاد	۱۰	نرم‌افزار	۱۸	محیط زیست
۳	امنیت	۱۱	حمل و نقل	۱۹	فرهنگی و اجتماعی
۴	انرژی	۱۲	رسانه	۲۰	فلسفه و دین
۵	مدیریت	۱۳	مسکن و برنامه‌ریزی شهری	۲۱	فناوری و نوآوری
۶	آموزش	۱۴	زیست‌شناسی	۲۲	قوانین و مقررات
۷	توسعه و پایداری	۱۵	سلامت	۲۳	گردشگری
۸	جمعیت‌شناسی	۱۶	عدالت		
سایر حوزه‌ها برای تحلیل کلمات					
۲۴	مباحث نظری و تحلیل علمی	۲۶	حکمرانی و خطمشی‌گذاری	۲۸	روش شبیه‌سازی
۲۵	هوش مصنوعی	۲۷	اهداف شبیه‌سازی	۲۹	غیرکاربردی

مأخذ: همان.

۴-۷. بررسی فراوانی تعداد مقالات در حوزه‌های موضوعی

۴-۷-۱. فراوانی کلمات کلیدی مرتبط با روش‌های مختلف شبیه‌سازی در هر حوزه

برای اینکه مشخص شود سهم هر یک از روش‌های شبیه‌سازی در حوزه‌های موضوعی شناسایی شده، چقدر است جدول ۷ تهیه شد. این جدول نتایج کل ۱۵ سال بررسی شده را به صورت جمع‌بندی شده نمایش می‌دهد. همان‌طور که مشخص است شبیه‌سازی عامل‌بنیان در اکثر دسته‌ها بیشترین سهم را داشته است. سهم کلی این روش شبیه‌سازی از کل حوزه‌ها ۸۳ درصد است. بعد از آن سیستم‌های پویا با سهم ۱۱ درصد بیشترین کاربرد را داشته است. نهایتاً هم شبیه‌سازی گسسته پیشامد با سهم ۶ درصد کمترین سهم را دارد. غیر از دسته توسعه و پایداری که در آن فراوانی کلمات کلیدی مقالاتی که از سیستم‌های پویا استفاده کرده‌اند با مقالاتی که از روش عامل‌بنیان استفاده کرده‌اند اختلاف کمی دارند (به واسطه دید کلان مورد نیاز)، در باقی حوزه‌ها این اختلاف زیاد است. در خصوص شبیه‌سازی گسسته پیشامد نیز تنها در دسته مدیریت، هوش مصنوعی و فناوری و نوآوری تعداد کلمات کلیدی مقالات بیش از روش سیستم‌های پویا است. این در حالی است که در تمام حوزه‌ها نیز کاربرد روش عامل‌بنیان بسیار بیشتر از گسسته پیشامد است.

جدول ۷. فراوانی کلمات کلیدی در حوزه‌های موضوعی مختلف

دسته اصلی	گسسته‌پیشامد	سیستم‌های پویا	عامل بنیان	جمع
مباحث نظری و تحلیل علمی	۴۱	۸۸	۵۳۱	۶۶۰
فناوری و نوآوری	۲۸	۱۴	۲۳۳	۲۷۵
هوش مصنوعی	۸	۴	۱۸۹	۲۰۱
مدیریت	۳۰	۲۰	۱۷۱	۲۲۱
فرهنگی و اجتماعی	۱	۸	۱۴۴	۱۵۳
سلامت	۵	۲۳	۸۹	۱۱۷
حمل و نقل	۳	۱۷	۸۳	۱۰۳
انرژی	۰	۲۲	۷۲	۹۴
نرم‌افزار	۰	۰	۶۹	۶۹
ارتباطات	۴	۳	۴۸	۵۵
رسانه	۰	۱	۴۷	۴۸
اقتصاد	۰	۱۲	۴۶	۵۸
جمعیت‌شناسی	۲	۲	۳۵	۳۹
محیط زیست	۰	۱۳	۳۲	۴۵
مسکن و برنامه‌ریزی شهری	۱	۳	۲۷	۳۱
فلسفه و دین	۲	۲	۲۳	۲۷
آموزش	۱	۴	۲۳	۲۸
توسعه و پایداری	۱	۲۱	۲۲	۴۴
امنیت	۱	۱	۱۴	۱۶
زیست‌شناسی	۰	۰	۹	۹
غذا و کشاورزی	۰	۳	۶	۹
عدالت	۰	۱	۴	۵
گردشگری	۰	۰	۱	۱
قوانین و مقررات	۰	۰	۱	۱
حقوق	۰	۰	۰	۰
جمع	۱۲۸	۲۶۲	۱۹۱۹	۲۳۰۹
درصد	٪۶	٪۱۱	٪۸۳	٪۱۰۰

مأخذ: همان.



براساس این جدول بیشترین کلمات کلیدی در دسته مباحث نظری و تحلیل علمی قرار گرفته‌اند. در این دسته عمدتاً کلمات کلیدی‌ای قرار دارند که عنوان یک مفهوم، تکنیک یا الگوریتم نظری یا علمی مانند الگوریتم ژنتیک، نظریه بازی‌ها و داده‌های بزرگ هستند. دلیل داشتن رتبه اول این موضوع گستردگی مباحث این حوزه است و همچنین این موضوع قابل برداشت است که شبیه‌سازی در کنار سایر روش‌ها قرار می‌گیرد و موجب می‌شود تحلیل‌های قوی‌تری حاصل شود. این موضوع قوت شبیه‌سازی را در ایفای نقش پشتیبان تصمیم به خوبی نشان می‌دهد. سهم «فناوری و نوآوری» و «هوش مصنوعی» نیز در این دسته‌بندی قابل توجه است. به دلیل ارتباط بسیار نزدیک هوش مصنوعی با عامل بنیان‌ها و اینکه هر دو به علم سیستم‌ها ارتباط زیادی دارند رتبه هوش مصنوعی در این جدول سوم است. سه سطر اول که سهم قابل توجهی از کل فراوانی را دارند حوزه کاربردی مشخصی ندارند و غالباً نظری و علمی هستند. یکی از دلایل این پدیده می‌تواند این واقعیت باشد که به دلیل شکافی که بین علم شبیه‌سازی و کاربرد آن در واقعیت هست، بسیاری از مطالعات منتشر شده به مباحث نظری حوزه شبیه‌سازی پرداخته‌اند.

در حوزه‌های «مدیریت» و «فرهنگی و اجتماعی» با توجه به اینکه عنصر اصلی انسان است و سیستم‌های مربوط به عوامل انسانی پیچیدگی دارند، کاربردی‌تر بودن شبیه‌سازی مخصوصاً در عامل بنیان مشهود است. کمترین کاربرد نیز مربوط به حوزه‌های گردشگری، قوانین و مقررات و حقوق است. در دسته حقوق هیچ کلمه کلیدی قرار ندارد. در واقع در کلمات کلیدی مقالات این دسته به دلیل اینکه هیچ یک از روش‌های شبیه‌سازی صراحتاً عنوان نشده‌اند، فراوانی نیز برای آنها نمایش داده نشده است. این جدول صرفاً فراوانی کلمات کلیدی مقالاتی را نمایش می‌دهد که در عنوان، چکیده یا کلمات کلیدی آنها نام روش شبیه‌سازی آورده شده باشد.

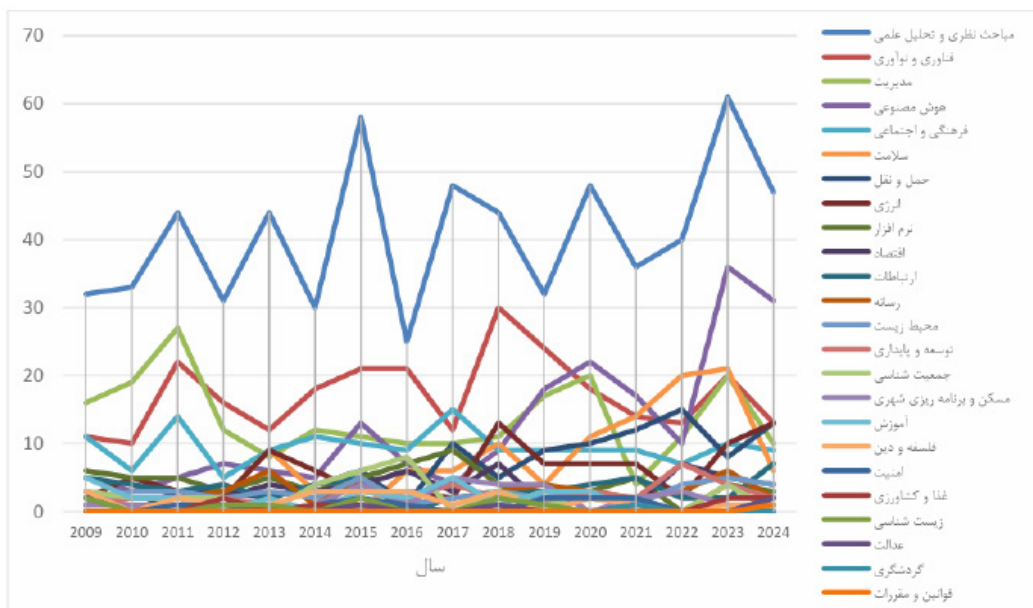
جدول ۸ کاربرد کلمات کلیدی در هر حوزه را در بازه زمانی ۱۵ ساله نمایش می‌دهد. شکل ۶ نیز نمودار روند زمانی تغییرات فراوانی هر یک از دسته‌ها را در بازه ۱۵ ساله نمایش می‌دهد. جدول ۸ و شکل ۶ نیز صرفاً مقالاتی را نمایش می‌دهد که در آنها صراحتاً نوعی از روش شبیه‌سازی در عنوان، چکیده یا کلمه کلیدی ذکر شده باشد. در جدول ۸ به منظور محاسبه رشد از نرخ رشد مرکب سالانه^۱ ۵ و ۱۵ ساله استفاده شده است. این نرخ صرفاً ابتدا و انتهای بازه را ملاک محاسبه قرار می‌دهد که به منظور کاهش خطای ناشی از نوسانات مقطعی برای هر دسته میانگین موزون ۳ ساله محاسبه شده و سپس نرخ رشد براساس آن محاسبه شده است. دو ستون انتهایی جدول نرخ‌های مذکور را نمایش می‌دهند. نرخ رشد ۵ ساله مربوط به دسته هوش مصنوعی، سلامت، محیط‌زیست، توسعه و پایداری، غذا و کشاورزی و عدالت قابل توجه است. نرخ رشد منفی ۵ ساله برای حوزه‌های فناوری و نوآوری، فرهنگی و اجتماعی، نرم‌افزار، مسکن و برنامه‌ریزی شهری، فلسفه و دین و زیست‌شناسی نیز قابل توجه است. در حوزه حمل‌ونقل با وجود اینکه نرخ رشد ۱۵ ساله عدد بالایی بوده است اما نرخ رشد ۵ سال آخر کاهش یافته است. در برخی از حوزه‌ها نیز به دلیل اینکه در برخی از سال‌های مبدأ یا آخر بازه زمانی مورد بررسی فراوانی وجود ندارد امکان محاسبه نرخ رشد وجود نداشته است.

در صورتی که در کنار نرخ رشد، فراوانی کلی هر دسته را نیز لحاظ کنیم، نرخ رشد بالای دسته‌های عدالت و غذا و کشاورزی قابل اغماض است. همین حالت برای نرخ رشد پایین دسته‌های فلسفه و دین، زیست‌شناسی و مسکن و برنامه‌ریزی شهری وجود دارد.

1. Compound Annual Growth Rate (CAGR)

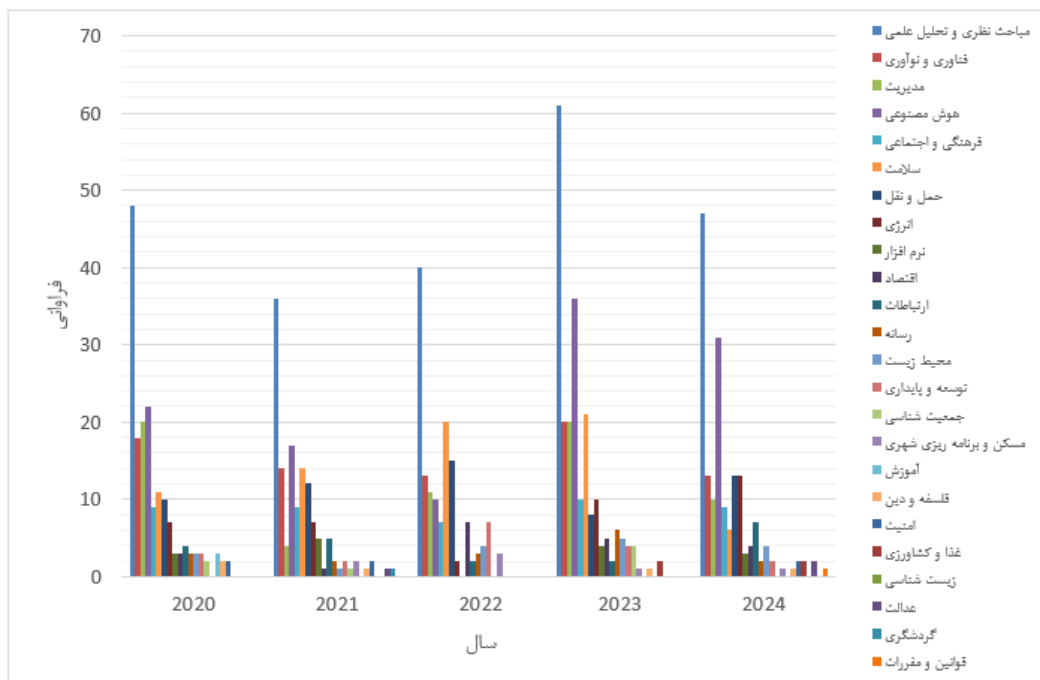


شکل ۶. نمودار روند زمانی تغییرات فراوانی کلمات کلیدی هر دسته در بازه ۲۰۰۹ تا ۲۰۲۴



مأخذ: یافته‌های پژوهش.

شکل ۷. نمودار فراوانی کلمات کلیدی در هر یک از دسته‌ها در پنج سال ۲۰۲۰ تا ۲۰۲۴



مأخذ: همان.

در شکل ۷، نمودار فراوانی کلمات کلیدی در هر یک از دسته‌ها در ۵ سال آخر در قالب نمودار ستونی آورده شده و به این ترتیب فراوانی دسته‌ها قابل مقایسه هستند. در جدول ۱ پیوست این گزارش بیشترین کلمات کلیدی استفاده شده در هر یک از دسته‌ها قابل مشاهده است.

جدول ۸. روند فراوانی کلمات کلیدی در هر حوزه در بازه زمانی ۲۰۰۹ تا ۲۰۲۴ و نرخ رشد مرکب سالیانه ۵ و ۱۵ ساله

دسته اصلی	۲۰۰۹	۲۰۱۰	۲۰۱۱	۲۰۱۲	۲۰۱۳	۲۰۱۴	۲۰۱۵	۲۰۱۶	۲۰۱۷	۲۰۱۸	۲۰۱۹	۲۰۲۰	۲۰۲۱	۲۰۲۲	۲۰۲۳	۲۰۲۴	جمع کل	نرخ رشد ساله ۱۵	نرخ رشد ساله ۵
مباحث نظری و تحلیل علمی	۳۲	۳۳	۴۴	۳۱	۴۴	۳۰	۵۸	۲۵	۴۸	۴۴	۳۲	۴۸	۳۶	۴۰	۶۱	۴۷	۶۵۳	۲٫۴٪	۳٫۶٪
فناوری و نوآوری	۱۱	۱۰	۲۲	۱۶	۱۲	۱۸	۲۱	۲۱	۱۲	۳۰	۲۴	۱۸	۱۴	۱۳	۲۰	۱۳	۲۷۵	۰٫۵٪	-۷٫۰٪
مدیریت	۱۶	۱۹	۲۷	۱۲	۸	۱۲	۱۱	۱۰	۱۰	۱۱	۱۷	۲۰	۴	۱۱	۲۰	۱۰	۲۱۸	-۳٫۱٪	۱٫۵٪
هوش مصنوعی	۵	۳	۵	۷	۶	۷	۱۳	۷	۴	۹	۱۸	۲۲	۱۷	۱۰	۳۶	۳۱	۱۹۸	۱۴٫۷٪	۲۰٫۰٪
فرهنگی و اجتماعی	۱۱	۶	۱۴	۵	۹	۱۱	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۷	۱۰	۹	۱۵۲	-۱٫۳٪	-۴٫۷٪
سلامت	۱	۲	۲	۲	۹	۳	۰	۶	۶	۱۰	۴	۱۱	۱۴	۲۰	۲۱	۶	۱۱۷	۱۸٫۸٪	۱۸٫۶٪
حمل و نقل	۰	۰	۳	۳	۲	۴	۶	۱	۱۰	۵	۹	۱۰	۱۲	۱۵	۸	۱۳	۱۰۱	۲۱٫۱٪	۸٫۴٪
انرژی	۲	۵	۳	۲	۹	۶	۳	۳	۲	۱۳	۷	۷	۷	۲	۱۰	۱۳	۹۴	۷٫۳٪	۲٫۶٪
نرم افزار	۶	۵	۵	۳	۵	۳	۵	۳	۴	۴	۲	۳	۵	۰	۴	۳	۶۹	-۶٫۲٪	-۱۴٫۱٪
اقتصاد	۲	۲	۲	۲	۴	۳	۴	۶	۳	۷	۱	۳	۱	۷	۵	۴	۵۶	۷٫۸٪	۷٫۸٪
ارتباطات	۵	۴	۳	۴	۲	۴	۵	۰	۲	۳	۳	۴	۵	۲	۲	۷	۵۵	-۰٫۷٪	۶٫۶٪
رسانه	۳	۲	۲	۳	۶	۱	۵	۱	۲	۳	۴	۳	۳	۲	۶	۲	۴۸	۳٫۵٪	۴٫۱٪
محیط زیست	۱	۳	۳	۲	۳	۲	۵	۱	۲	۳	۲	۳	۱	۴	۵	۴	۴۴	۴٫۹٪	۱۳٫۲٪
توسعه و پایداری	۱	۲	۲	۲	۱	۲	۳	۲	۴	۲	۱	۲	۲	۷	۴	۲	۳۸	۷٫۶٪	۱۳٫۲٪
جمعیت‌شناسی	۳	۲	۲	۲	۰	۴	۰	۸	۰	۳	۱	۲	۱	۲	۰	۰	۳۸	-۴٫۲٪	۰٫۰٪
مسکن و برنامه‌ریزی شهری	۱	۱	۱	۱	۰	۴	۱	۴	۵	۴	۴	۰	۲	۳	۱	۱	۳۰	۴٫۰٪	-۱۷٫۴٪
آموزش	۵	۲	۲	۰	۲	۰	۳	۲	۵	۱	۳	۳	۰	۰	۰	۰	۲۸		
فلسفه و دین	۳	۰	۲	۱	۱	۳	۳	۱	۳	۳	۰	۲	۱	۰	۱	۱	۲۵	-۶٫۸٪	-۱۲٫۹٪
امنیت	۲	۰	۱	۱	۰	۱	۲	۰	۰	۰	۲	۲	۲	۰	۰	۲	۱۶	-۳٫۱٪	۰٫۰٪
غذا و کشاورزی	۰	۰	۰	۲	۰	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۲	۹		۳۲٫۰٪
زیست‌شناسی	۲	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۲	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۹		-۱۰۰٫۰٪
عدالت	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۲	۵		۱۴٫۹٪
گردشگری	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱		۰٫۰٪
قوانین و مقررات	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱		۰٫۰٪
جمع کل	۱۱۲	۱۰۱	۱۴۵	۱۰۲	۱۲۴	۱۱۲	۱۷۱	۱۱۴	۱۴۰	۱۶۸	۱۴۴	۱۷۳	۱۳۷	۱۴۴	۲۲۰	۱۷۳	۲۲۸۰	۳٫۲٪	۳٫۵٪

مأخذ: همان.

۲-۴-۷. بررسی دسته حکمرانی و خط‌مشی‌گذاری

دسته حکمرانی و سیاست به کلماتی اختصاص دارد که در جدول ۹ آورده شده است.

جدول ۹. کلمات کلیدی و فراوانی آنها در دسته حکمرانی و سیاست

فراوانی	کلمه کلیدی	ردیف	فراوانی	کلمه کلیدی	ردیف	فراوانی	کلمه کلیدی	ردیف
۱	policy change (تغییر خط‌مشی)	۱۷	۳	government policy (خط‌مشی دولت)	۹	۵۲	public policy (خط‌مشی‌گذاری عمومی)	۱
۱	evidence-based policy (خط‌مشی مبتنی بر شواهد)	۱۸	۳	Power (قدرت)	۱۰	۴۰	Policy (خط‌مشی)	۲
۱	policy implementation (پیاده‌سازی خط‌مشی)	۱۹	۳	policy implications (کارکردهای خط‌مشی)	۱۱	۳۷	policy evaluation (ارزیابی خط‌مشی)	۳
۱	public sector (بخش عمومی)	۲۰	۳	local government (دولت محلی)	۱۲	۲۵	Decsion-making (تصمیم‌گیری)	۴
۱	Government (دولت)	۲۱	۳	policy design (طراحی خط‌مشی)	۱۳	۱۲	policy analysis (تحلیل خط‌مشی)	۵
۱	Multi-agent decision making (تصمیم‌گیری چندعامله)	۲۲	۲	evidence-based decision making (تصمیم‌گیری مبتنی بر شواهد)	۱۴	۱۱	polycymaking (خط‌مشی‌گذاری)	۶
		۲۳	۲	e-government (دولت الکترونیک)	۱۵	۵	Governance (حکمرانی)	۷
۱	political science (علوم سیاسی)		۱	Voting (رای‌گیری)	۱۶	۵	Institutions (مؤسسات)	۸

مأخذ: همان.

با این فرض که مقالاتی که حاوی کلمات کلیدی جدول ۹ هستند ارتباط مستقیم با کاربرد حکمرانی و خط‌مشی‌گذاری دارند، با توجه به هدف گزارش حاضر این دسته به‌طور جداگانه بررسی شد. فراوانی کلمات ذکر شده در جدول ۹ صرفاً مربوط به مقالاتی است که در عنوان، چکیده یا کلمه کلیدی آنها عنوان یکی از ۳ روش شبیه‌سازی آورده شده باشد.

جدول ۱۰ فراوانی کلمات کلیدی جدول ۹ را در سال‌های ۲۰۰۹ تا ۲۰۲۴ و براساس هر روش شبیه‌سازی نمایش می‌دهد، نتایج نشان‌دهنده تفاوت قابل ملاحظه استفاده از مدل‌سازی عامل‌بنیان و سیستم‌های پویا نسبت به شبیه‌سازی گسسته پیشامد است که به‌واسطه اقتضات مسائل حکمرانی برای در نظر گرفتن عوامل متعدد اجتماعی (مدل‌سازی عامل‌بنیان) و همچنین دید کلان‌مورد نیاز (سیستم‌های پویا) قابل توجیه است. نمودار تغییرات زمانی آن نیز در شکل ۸ قابل مشاهده است.

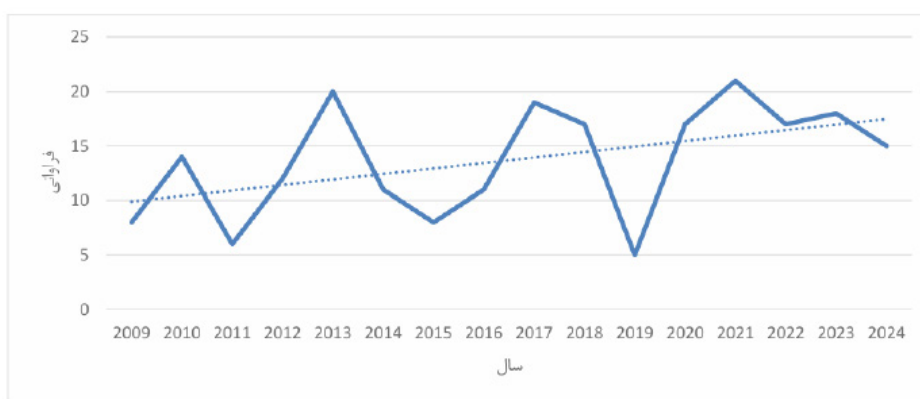


جدول ۱۰. فراوانی کلمات کلیدی دسته حکمرانی در سال‌های مختلف بر اساس روش‌های شبیه‌سازی

سال	عامل بنیان	سیستم‌های پویا	گسسته پیشامد	جمع سه روش
۲۰۰۹	۸	۰	۰	۸
۲۰۱۰	۶	۸	۰	۱۴
۲۰۱۱	۳	۳	۰	۶
۲۰۱۲	۸	۴	۰	۱۲
۲۰۱۳	۸	۱۲	۰	۲۰
۲۰۱۴	۶	۴	۱	۱۱
۲۰۱۵	۳	۵	۰	۸
۲۰۱۶	۶	۵	۰	۱۱
۲۰۱۷	۱۰	۹	۰	۱۹
۲۰۱۸	۶	۱۰	۱	۱۷
۲۰۱۹	۴	۱	۰	۵
۲۰۲۰	۸	۸	۱	۱۷
۲۰۲۱	۱۱	۷	۳	۲۱
۲۰۲۲	۱۱	۶	۰	۱۷
۲۰۲۳	۸	۱۰	۰	۱۸
۲۰۲۴	۶	۹	۰	۱۵
جمع کل	۱۱۲	۱۰۱	۶	۲۱۹

مأخذ: همان.

شکل ۸. نمودار تغییرهای فراوانی کلمات کلیدی دسته حکمرانی و سیاست طی زمان



مأخذ: همان.

همان‌طور که در نمودار شکل ۸ مشخص است رشدی خطی برای استفاده از مدل‌های شبیه‌سازی برای این دسته قابل مشاهده است.

۳-۴-۷. بررسی دسته اهداف شبیه‌سازی

دسته اهداف شبیه‌سازی حاوی کلماتی است که مدل‌های شبیه‌سازی به‌منظور بهینه‌سازی، کاهش یا افزایش آنها تهیه می‌شوند. جدول ۱۱ کلمات کلیدی این دسته به همراه فراوانی آنها در مقالات مرتبط با شبیه‌سازی را نمایش می‌دهد.

جدول ۱۱. فراوانی کلمات کلیدی دسته اهداف شبیه‌سازی

فراوانی	کلمه کلیدی	ردیف	فراوانی	کلمه کلیدی	ردیف
۴	Vulnerability (آسیب‌پذیری)	۱۴	۱۹	decision support system (سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری)	۱
۴	Conflict resolution (حل تعارض)	۱۵	۱۲	resource allocation (تخصیص منابع)	۲
۴	collision avoidance (اجتناب از برخورد)	۱۶	۱۱	decision support (پشتیبانی تصمیم‌گیری)	۳
۴	load balancing (متعادل‌سازی بار)	۱۷	۹	Scheduling (زمان‌بندی)	۴
۳	path planning (برنامه‌ریزی مسیر)	۱۸	۹	Calibration (کالیبراسیون)	۵
۳	Planning (برنامه‌ریزی)	۱۹	۹	Forecasting (پیش‌بینی)	۶
۳	Reliability (قابلیت اطمینان)	۲۰	۶	Resilience (تاب‌آوری)	۷
۲	Prevention (پیش‌گیری)	۲۱	۶	Routing (مسیریابی)	۸
۲	fault detection (تشخیص خطا)	۲۲	۶	Robustness (استحکام)	۹
۲	Accessibility (دسترسی‌پذیری)	۲۳	۶	Adaptation (سازگاری)	۱۰
۲	Fault tolerance (تحمل خطا)	۲۴	۶	Organization (سازمان‌دهی)	۱۱
۱	Safety (ایمنی)	۲۵	۶	Prediction (پیش‌بینی)	۱۲
۱	Impact Evaluations (ارزیابی تأثیر)	۲۶	۴	crisis management (مدیریت بحران)	۱۳

مأخذ: همان.

ردیف اول و سوم این دسته مربوط به کلمات پشتیبان تصمیم است. این نتیجه در محتوای فصول پیشین نیز مورد اشاره قرار گرفت و به نحوی نتایج حاصل شده آن را تأیید می‌کند.



۸. آسیب‌شناسی و چالش‌های به کارگیری مدل‌های شبیه‌سازی در حل مسائل حکمرانی

با توجه به حجم وسیعی از ادبیات مورد بررسی، انواع روش‌های شبیه‌سازی در کنار مزایای بسیاری که به دنبال دارند و در فصول قبلی ذکر شدند، اما با چالش‌هایی همراه هستند. برخی از موارد قابل ذکر که باید مورد توجه قرار بگیرند به شرح زیر هستند:

■ خط‌مشی‌گذاری شواهدمحور مبتنی بر کاربست مدل‌های شبیه‌سازی در بهبود خط‌مشی‌گذاری به‌کندی صورت می‌پذیرد. گاه به‌دلیل بی‌توجهی به برخی الزامات شبیه‌سازی شواهدمحور، امکان در تضاد قرار گرفتن با اندیشه مدیریتی یا عدم تأمین اهداف خاص مدیریتی، اهمیت و ضرورت این ابزار از سوی کارفرما درک نشده یا بهبود یافته دانسته شود. موضوعی که در آن صورت، امکان کاهش اراده کارفرما و حمایت از ادامه فعالیت فرایند شبیه‌سازی از قبیل پیگیری دسترسی به داده یا همراهی در فرایند مدل‌سازی وجود دارد که بالأخص در حکمرانی که دیوانسالاری (بوروکراسی) برای انجام مطالعات پژوهشی بالاتر است، ممکن است به حدی حاد شود که مدلساز از ادامه مدل‌سازی یا توسعه مدل‌سازی‌های مشابه صرف‌نظر نماید [۲۰].

■ یافتن حد مناسب و به‌اندازه برای مدل‌سازی: در مدل‌سازی باید به سطحی از جزئیات پرداخت که به‌اندازه کافی به تحلیل‌گر بینش لازم را منتقل کند و از طرفی به‌قدری پیچیده نباشد که قابل تحلیل و استفاده نباشند. در کتاب «ابزارهای خط‌مشی-مدل‌های شبیه‌سازی به‌مثابه ابزاری برای خط‌مشی‌گذاری» [۱] به این موضوع با عنوان سطح مناسب انتزاع^۱ اشاره شده است. در مقاله «بررسی سیستماتیک کاربردهای مدل‌سازی و شبیه‌سازی عامل‌بنیان برای تحلیل رفتارهای طرفدار محیط‌زیست [۱۰]» نیز به بیانی دیگر به تعیین حد مناسب برای مدل‌سازی اشاره شده است.

■ در شبیه‌سازی مرتبط با خط‌مشی‌گذاری عمدتاً با عنصر انسانی روبرو هستیم: مردم و افراد مانند سیستم‌های موجود در طبیعت لزوماً از قوانین از پیش تعیین شده پیروی نمی‌کنند و ممکن است با تغییراتی که حین شبیه‌سازی اتفاق می‌افتد رفتار خود را تغییر دهند. به‌عبارتی با آنکه عمدتاً برای تعریف متغیرهای ورودی شبیه‌سازی از داده‌های گذشته استفاده می‌شود اما نمی‌توان انتظار داشت که در آینده عیناً همان اتفاقات بیفتد. در کتاب «راهنمای ابزارهای خط‌مشی [۱]» این موضوع به این شکل توضیح داده شده است که خود انسان‌ها سیستم‌های پیچیده‌ای هستند و ممکن است در یک نقش واحد قرار نگیرند. افراد اراده آزاد دارند و ممکن است از نظرات جمعی پیروی کنند. همچنین افراد قادرند هم‌زمان در مقیاس‌های محلی و جهانی و در طیفی بین آنها عمل کنند و اثرگذار باشند. بنابراین به دلیل ضرورت مشخص کردن پارامترهای تعیین‌کننده رفتار، از چالش‌هایی که عمدتاً مرتبط با شبیه‌سازی عامل‌بنیان خواهد بود ساخت مدل‌های محاسباتی برای مطالعه رفتار انسانی است [۱۰].

■ مدل‌ها به‌طور کلی مملو از دیدگاه‌ها، پیش‌زمینه‌ها و ساختارهای ذهنی دانشمندان هستند: دیدگاه‌ها، پیش‌زمینه‌ها، ساختار ذهنی یا خطاهای شناختی بر فرضیات مدل‌سازی تأثیر می‌گذارند [۱].

■ مدل‌سازان و کاربران مدل باید محدودیت‌های مدل را درک کنند و مطمئن شوند که مدل به‌طور کامل آزمایش و بررسی شده است. وقتی مدل روی میز خط‌مشی‌گذاران قرار می‌گیرد، احتمالاً هیچ شخصی با دیدگاه ثالث و بی‌طرف مدل را آزمایش نکرده است. با در نظر گرفتن پیچیدگی مدل و دانش ضمنی از جزئیات و پیچیدگی‌های آن، معمولاً فقط تعداد انگشت‌شماری از افراد می‌توانند مدل را به‌درستی اجرا کنند و این نقش را ایفا کنند. گاهی اوقات، حتی مدل‌ساز هم نمی‌تواند پیاده‌سازی محاسباتی مدل را به‌طور کامل درک کند. استفاده از یک مدل اشتباه برای خط‌مشی‌گذاری موجب سردرگمی بیشتر در تصمیم‌گیری می‌شود. که این به مرور اعتماد تصمیم‌گیران را نسبت به سیستم‌های پشتیبان تصمیم کاهش می‌دهد [۱].

یکی از مشکلاتی که در استفاده از مدل‌های شبیه‌سازی برای حل مسائل خط‌مشی‌گذاری وجود دارد این است که ادبیات بیان مسائل خط‌مشی‌گذاری عمدتاً کیفی و روایی است اما در روش‌های علمی این بیان وجود ندارد و باید شکاف بین این دو حوزه پر شود. به همین دلیل مقالات متعددی در استفاده از مدل‌سازی و شبیه‌سازی برای حل مسائل خط‌مشی‌گذاری تهیه شده‌اند اما در عمل این روش‌ها زیاد به کار گرفته نشده‌اند [۱].

یکی از چالش‌های به‌کارگیری شبیه‌سازی در حل مسائل حکمرانی استفاده از داده‌های کافی، باکیفیت، در دسترس عمیق و مرتبط است. به این منظور باید از استانداردهای لازم پیروی شود [۴].

در بسیاری از مطالعات انجام شده منبع داده به درستی گزارش داده نمی‌شود و به همین دلیل اعتبارسنجی مدل با ابهاماتی روبروست [۱۰] که می‌تواند دلیلی برای کم بودن تحقیقات در ارزیابی خط‌مشی‌ها پس از اجرای آنها باشد. بنابراین استفاده از داده‌های مناسب برای حالتی که شبیه‌سازی به صورت مشارکتی و با داده‌های باز انجام می‌شود، بسیار اهمیت دارد [۴]. ویژگی «باز» شامل چندین جنبه کلیدی است که داده‌ها باید داشته باشند تا ظرفیت کامل خود را برای کاربران آشکار کنند. داده‌ها به خودی خود باید منسجم، نامتناقض، جامع، به موقع و مرتبط باشند. علاوه بر این، باید برای کشف و بازیابی در دسترس باشند، در حالی که دسترسی فیزیکی به آنها تحت کنترل است و پاسخ‌دهندگان محافظت می‌شوند [۴].

یکی از موانع محدودکننده بر سر کاربست مدل‌های شبیه‌سازی در مسائل حکمرانی، دشواری در دسترسی به داده‌های قابل اعتماد است. در برخی موارد داده‌ها و ارقام برای یک شاخص که توسط سازمان‌های مختلف پایش و گردآوری شده‌اند، مشابه نیستند که این موضوع می‌تواند به دلایل مختلفی از قبیل تعاریف متفاوت شاخص‌های قابل اندازه‌گیری یا خطا در اندازه‌گیری باشد. همچنین در خصوص اطلاعات ورودی مدل در بعضی موارد نیاز به ترکیب داده‌هایی از چند حوزه مختلف است. معمولاً اطلاعات توسط مؤسسات مختلف تهیه شده و با توجه به نیاز و رویکردهای هر حوزه به شکل‌های مختلفی ذخیره شده‌اند. همان‌طور که گفته شد ممکن است ارزش‌های دو نهاد مختلف با هم تعارض داشته باشند و این موضوع بر اطلاعات آنها مؤثر باشد [۷]. بنابراین پاک‌سازی، یکسان‌سازی و سنجش درستی داده‌های ورودی به مدل اهمیت دارد.

با وجود اینکه اجرای مدل‌های شبیه‌سازی از اجرای سناریوهای محتمل در دنیای واقعی کم‌هزینه‌تر است، اما همچنان هزینه اجرای برخی مدل‌ها بالاست و به همین دلیل آزمایش‌های شبیه‌سازی طراحی می‌شوند تا تعداد دفعات تکرار مدل‌سازی به صورت بهینه محاسبه شوند [۱۲].

بخش اعتبارسنجی مدل بسیار با اهمیت و از مهم‌ترین چالش‌های اساسی شبیه‌سازی به خصوص مدل‌های شبیه‌سازی عامل‌بنیان است زیرا موردهایی که بتوان با آنها مدل را محک زد کم هستند و همیشه اطلاعات تاریخی که بتوان خروجی‌های مدل‌سازی را با آن تطبیق داد و اعتبارسنجی کرد در دسترس نیستند [۱] و [۱۲]. چنانچه این مسئله به خوبی مورد توجه قرار نگیرد، ممکن است قابلیت اطمینان و اعتبار نتایج تضعیف شود و نتایج مدل قابل اتکا نباشد [۱] و [۱۰].

اخلاق نقش بسیار مهمی در مدل‌سازی شبیه‌سازی دارد. زیرا مسائل مربوط به خط‌مشی‌گذاری با پدیده‌های اجتماعی مرتبط است. در مدل‌سازی باید به احتمال سوگیری‌ها، احترام به حقوق فردی و به حداقل رساندن آسیب‌های اجتماعی توجه کرد. با در نظر گرفتن چالش‌های اخلاقی که در حوزه‌های مورد مطالعه مانند فناوری‌های دیجیتال، یادگیری ماشین و هوش مصنوعی وجود دارد اهمیت پرداختن به اخلاق بیشتر هم می‌شود. باید به این موضوع نیز توجه کرد که یکی از کارکردهای غیرمستقیم مدل‌سازی شبیه‌سازی در بسیاری از موارد اجتناب از مشکلات اخلاقی است که در آزمایش در دنیای واقعی به وجود می‌آیند. اما در صورتی که مدل‌سازی به درستی انجام نشود و نتایج گمراه‌کننده باشند احتمال بروز همان مشکلات اخلاقی بیشتر خواهد شد [۱۰].

یافته‌های شبیه‌سازی باید در چارچوب محدودیت‌های مطالعه، زمینه‌سازی شوند و خطر کاربرد غیرقابل توجیه بدون در نظر گرفتن واکنش‌های منفی احتمالی یا تشدید رفتارهای پرخطر یا معضلات اجتماعی کاهش یابد. بنابراین برای استفاده مؤثر از الگوریتم‌های پشتیبان تصمیم، درک محدودیت‌های آنها بسیار مهم است [۱۰].



- ذی‌نفعان و مدیران با خط‌مشی‌گذاری شواهد محور آشنا نیستند یا نسبت به کارایی آن در تردید هستند. فقدان آگاهی از طرز کار سیستم‌های پشتیبان تصمیم و عدم دانش درباره چگونگی دستیابی به خروجی‌ها از ورودی‌های اعمال شده به آن یا فقدان تجربه فعالیت تخصصی اجرایی با سیستم‌های پشتیبانی تصمیم منجر به ناآگاهی از مزایای استفاده از این سیستم‌ها می‌شود. در بسیاری از مواقع اختلاف هدف و مسئولیت بین کسانی که مدل‌ها را می‌سازند و کسانی که باید از آنها استفاده کنند وجود دارد. کاربران مدل، آموزش کافی در خصوص اینکه چه چیزی از مدل‌ساز دریافت می‌کنند ندیده‌اند. آنها نمی‌دانند که اطلاعات مدل چگونه تولید شده‌اند و متخصصانی که مسئول اطلاعات هستند نیز به دلیل ناآگاهی، ذی‌نفع نبودن یا دلایلی دیگر آن را به درستی انجام نداده‌اند [۲۰].
- در برخی موارد کسانی که حامی مدل‌سازی‌ها هستند اهمیت زیادی نمی‌دهند که چه مدلی تولید می‌شود و چه خروجی دارد. این کار صرفاً به دلیل اینکه مدرن و علمی است انجام می‌شود [۲۰].
- در مدل‌سازی باید به ارتباط بین طرف علمی و طرف خط‌مشی‌گذار توجه کرد. برخی از عواملی که می‌توانند در غیرواقعی بودن مدل‌سازی اثر بگذارند شامل موارد: «روابط فراگیر بین مشتری و تحلیلگر»، «دعواهای دیوانسالاری (بوروکراتیک) داخلی»، «اندیشکده‌ها که به اندازه کافی عاقل هستند که منافع کارفرما را در نتایج دخیل کنند (دستی را که به آنها غذا می‌دهد گاز نگیرند)»، «تصمیم‌گیرندگانی که از سرچشمه‌های خرد تحلیلی دور هستند» و «فقدان بررسی‌ها و ارزیابی‌های مستقل و انتقادی از مدل‌سازی» هستند [۲۰].
- دانشمندان و خط‌مشی‌گذاران در جوامع جداگانه‌ای هستند و موانع ارتباطی زیادی بین آنها وجود دارد [۲۰].
- در بررسی سناریوهای مختلف نیاز است تخصص‌های مختلفی در مدل‌سازی دخیل شوند [۴].
- مانند تمام ابزارهای خط‌مشی‌گذاری، در مواردی مدل‌های شبیه‌سازی ابزار مناسبی برای برآوردن یک هدف مشخص از خط‌مشی‌گذاری نیست؛ لذا باید تناسب بین هدف و ابزار را در نظر گرفت و در صورت وجود این تناسب از شبیه‌سازی استفاده کرد [۱].
- با توجه به اینکه برای کاهش دادن محدودیت‌های دیدگاه از منظر یک ابزار در خط‌مشی‌گذاری بعضاً از چند ابزار مختلف استفاده می‌شود باید به ارتباط و تأثیرگذاری این ابزارها بر هم نیز توجه نمود [۱].
- با توجه به پیچیدگی مسائل خط‌مشی‌گذاری معمولاً درک مناسبی از کل سیستم وجود ندارد. باید توجه داشت که مدل‌های شبیه‌سازی برای حل یک مسئله مشخص طراحی می‌شوند؛ لذا در ابتدا باید مسئله به درستی تعریف شود و گرنه استفاده از مدل‌سازی شبیه‌سازی اثربخش نیست [۱۹].
- ذی‌نفعان احساس می‌کنند که مدل‌های شبیه‌سازی، ملاحظات آنها را در نظر نمی‌گیرند یا منافع آنها را زیر سؤال می‌برند. عدم ارتباط با تمامی ذی‌نفعان (کارفرما، لایه‌های تصمیم‌گیر و لایه‌های اجتماعی) و کسب نکردن نظرات آنها در مراحل مختلف (مرحله تعریف مسئله و چارچوب‌بندی آن، مرحله جمع‌آوری داده، مرحله مدل‌سازی و آزمایش، مرحله ارائه پیشنهاد خط‌مشی و حتی در مرحله اجرایی و عمل به منظور مانیتورینگ و نظارت بر حسن انجام تصمیم)، ممکن است نگاه آنان را به نتایج مدل با تردید همراه سازند. بدون در نظر گرفتن تمامی ملاحظات ذی‌نفعان، ممکن است از نکاتی غفلت شود که اگرچه کم‌اهمیت انگاشته می‌شوند اما در حصول نتیجه نقش پررنگی را ایفا می‌کنند. همچنین لایه‌های اجتماعی در صورت عدم اقناع در راهکار پیشنهادی، ممکن است بر لایه‌های سیاسی فشار وارد نمایند به حدی که گاه گلوگاه اجرای یک تصمیم، نبود اراده مشترک در لایه‌های اجتماعی باشد. از یک تصمیم حوزه‌های مختلفی ممکن است تأثیر بپذیرند. در برخی مواقع مدل‌سازی تمام این حوزه‌های ذی‌نفع را در نظر نمی‌گیرد و تنها مبتنی بر نیاز و درخواست یک حوزه انجام می‌شود. عدم تعامل بین حوزه‌ها، احتمال بیشتر شدن تنش‌ها را افزایش می‌دهد [۴].
- به‌روز نبودن^۲ مدل یا داده‌های آن و از تاریخ گذشته شدن نتایج مدل یکی از دلایل شکست انواع مدل‌های شبیه‌سازی به خصوص مدل‌های طراحی شده دانشگاهی است. مدل‌های ایجاد شده با داده‌های جدید و تغییرات سیستم به‌روز نمی‌شوند و هرچه از زمان ایجاد آنها بگذرد، اعتبار

1. Bureaucratic
2. Over Dated

گزارش و قابل استفاده بودن مدل نیز کاهش می‌یابد. به همین دلیل مدل‌های شبیه‌سازی نیاز دارند طی زمان و با گرفتن خروجی و بازخورد اصلاح شده و بهبود یابند. علاوه بر این فقدان این نگاه به آینده، هزینه‌های مطالعه سیستم‌ها و مدل‌سازی را در بررسی مسائل مختلف بعدی افزایش می‌دهد. در مواقعی که مدل‌سازی برای یک حوزه انجام شده باشد در حالی که بر سایر حوزه‌ها اثرگذار باشد، می‌توان اشتراکاتی در مدل‌سازی هر دو حوزه پیدا کرد و به یک مدل ارتقا یافته دست یافت. این موضوع یکی از دلایل نیاز به مستندسازی مناسب مدل‌هاست [۱۰].

- در بسیاری از مواقع انتخاب رویکرد شبیه‌سازی بر اساس تجربه گذشته مدل‌ساز است. در صورتی که باید متناسب با موضوع این موارد انتخاب شوند [۱۰].

- اتکای بیش از حد به مدل یک چالش است. زیرا عدم قطعیت‌های ذاتی، خطاهای موجود در فرضیات بنیادی یا عوامل کلیدی حذف شده در روند مدل‌سازی، ممکن است تصمیم‌گیران و خط‌مشی‌گذاران را گمراه کرده و به سمت تصمیمات اشتباه سوق دهد [۱۰].
- نبود نیروی انسانی مکفی در شبیه‌سازی مسائل عرصه حکمرانی: برای حل مسائل حکمرانی و بررسی ابعاد آن، نگاهی چند رشته‌ای و میان رشته‌ای و بهره‌گیری از افراد در رشته‌ها و تخصص‌های مختلف نیاز است. به دلیل گستردگی موضوعات و نیاز به بازه زمانی بیشتر، تحقیقات در این زمینه غالباً با نرخی کمتر به انتشار یافته‌ها منجر خواهد شد که یکی از علل اقبال اندک جامعه علمی دانشگاهی خواهد بود. گستردگی دامنه پژوهش و زمان بیشتر، به همراه عدم امکان ارائه و انتشار برخی از موضوعات به گونه‌ای عمومی، سبب شده جامعه علمی با وجود اهمیت بالای این مسائل، نسبت به ورود به این موضوعات بی‌رغبت بوده و همین عامل در بلندمدت سبب کاهش تربیت نیروی انسانی با مهارت در این زمینه خواهد شد. کاهش نیروی انسانی با مهارت در این زمینه می‌تواند خود از عوامل آشنایی پایین تصمیم‌گیران با خط‌مشی‌گذاری شواهدمحور مبتنی بر مدل و استفاده از ابزارهای فناوری مبنای باشد.

۹. راه‌های برون‌رفت از چالش‌ها و نیازمندی‌های کاربری مدل‌های شبیه‌سازی در حکمرانی

راهکارهایی که برای استفاده بهینه از مدل‌سازی شبیه‌سازی و برون‌رفت از چالش‌ها قابل پیشنهاد هستند در چند مجموعه پیشنهاد می‌گردند.

۹-۱. راهکارهای پیشنهادی برای ارتقای فرهنگ استفاده از سیستم‌های پشتیبان تصمیم

بخشی از چالش‌هایی که در کاربرد مدل‌سازی شبیه‌سازی در مسائل خط‌مشی‌گذاری وجود دارد و در سرفصل قبلی به آن اشاره شد به عدم شناخت جامعه خط‌مشی‌گذار و جامعه علمی از تخصص‌ها و نیازهای یکدیگر مربوط است. به این منظور می‌توان پیشنهاد‌های زیر را مطرح کرد:

- برگزاری دوره‌های تخصصی آموزشی درباره ضرورت خط‌مشی‌گذاری علمی و شواهدمحور و چگونگی عملکرد سیستم‌های پشتیبان تصمیم برای کارشناسان و تصمیم‌گیران به عنوان بازوی خط‌مشی‌پژوهی.
- تولید و توسعه سامانه‌های پشتیبان تصمیم در حوزه‌های تخصصی (همچون مدیریت ترافیک، ساماندهی بازار مسکن، تأمین نیروی انسانی، اصلاح الگوی کشت، امور بیمه و بازنشستگی) به منظور آشنایی تصمیم‌گیران از عملکرد چنین سامانه‌ها و مهارت‌افزایی درباره نحوه به کارگیری از آنها در حل مسائل مدیریتی.
- بیان ضرورت و توجیه ذی‌نفعان برای خط‌مشی‌گذاری شواهدمحور مبتنی بر مدل‌های شبیه‌سازی و ایجاد اراده برای پیشبرد آن.
- اولویت‌گذاری و ارزیابی پیشینی طرح‌ها و لوایح وصول شده از طریق کاربری روش‌های آزمایشگاهی و مدل‌سازی.
- ارتباط مداوم با طیف‌های ذی‌نفعان در مراحل مختلف مدل‌سازی به نحوی که به‌طور مداوم فرایند پژوهش به‌سمع و نظر ذی‌نفعان و کارفرما



برسد و ملاحظات و نظرات آنها مورد بررسی قرار بگیرد.

- صرف زمان و هزینه کافی برای درک نیازمندی‌های کارفرمایان توسط مدل‌سازان و تعریف سازوکارهای بازخورد پس از رسیدن به هر مرحله از نتایج؛ این موضوع از طریق برگزاری نشست‌ها و رویدادها برای بیان مسائلی که کارفرمایان در تصمیم‌گیری با آنها مواجه هستند و ارائه نیازمندی‌های خود به مدل‌سازان قابل انجام است.
- استفاده از افراد راهبر در تیم شبیه‌سازی به منظور تعامل با ذی‌نفعان، برگزاری جلسات همفکری، ارائه مستمر فرایند مدل‌سازی به آنها، شناخت امکانات و محدودیت‌های انجام مدل‌سازی، درگیر نمودن ذی‌نفعان برای استفاده از امکانات آنها و رفع موانع.
- امکان حضور مدل‌سازان در جلسات همفکری به منظور درک بهتر مسئله و هضم اطلاعات ارائه‌شده در مصاحبه‌ها در همراهی با ادبیات و داده‌ها و شواهد گردآوری شده برای ترسیم مدل به ساده‌ترین حالت.

۹-۲. راهکارهای پیشنهادی برای افزایش کیفیت داده‌ها

- برطرف نمودن نیازهای داده‌ای از جمله دسترسی به داده‌های مسئله از طریق همکاری ذی‌نفعان برای جمع‌آوری آنها. به منظور دریافت ورودی‌های واقعی و همچنین در نظر گرفتن تغییرات محیطی که بر سیستم‌ها مؤثر هستند، در برخی از چارچوب‌ها از داده‌های باز استفاده شده است. این داده‌ها به صورت مشارکتی از گروه‌های ذی‌نفع مختلف جمع‌آوری می‌شوند و نیاز آنها به مشارکت در خط‌مشی‌گذاری را هم تا حدی برطرف می‌کنند. هر چند استفاده از داده‌های باز در فرایند شبیه‌سازی، ملاحظات و چارچوب‌هایی دارد [۴] که باید در نظر گرفت که در غیر این صورت به کارگیری آنها چالش‌های جدیدی ایجاد می‌کند. به عنوان مثال موضوع زمان را باید در نظر گرفت که به کارگیری از روش‌های مبتنی بر وب^{۲۱} تا حدی می‌تواند سرعت دریافت ورودی‌ها را افزایش دهد.
- به منظور تأمین داده‌های باکیفیت بهتر است از چند منبع مختلف استفاده کرد [۱۰]. هر چه مدل‌ساز سعی کند منابع داده بیشتری را در نظر بگیرد مدل کالیبره‌تر و با واقعیت سازگارتر خواهد بود. به این منظور می‌توان بانک جامعی از اطلاعات که محققان به آن دسترسی داشته باشند را نیز ایجاد نمود.
- تأمین داده‌های مورد استفاده در شبیه‌سازی بسیار با اهمیت است و برای آن باید زمان و هزینه لازم را در نظر گرفت. همچنین در کلیه مدل‌سازی‌ها باید داده‌ها به وضوح معرفی، مستندسازی و گزارش شوند.

۹-۳. راهکارهای پیشنهادی برای افزایش اعتبار مدل‌سازی و دقت نتایج

- داشتن رویکرد مشارکتی در تمامی مراحل ایجاد و استفاده از مدل‌های شبیه‌سازی در تصمیم‌سازی (مرحله تعریف مسئله و چارچوب‌بندی آن، مرحله جمع‌آوری داده، مرحله مدل‌سازی و آزمایش، مرحله ارائه پیشنهاد خط‌مشی و حتی در مرحله اجرایی و عمل به منظور مانیتورینگ و نظارت بر حسن انجام تصمیم): ذی‌نفعان مختلفی که از نتایج تصمیم‌گیری اثر می‌پذیرند باید به درستی شناسایی شده و نظرات آنها در مدل‌سازی در نظر گرفته شود. استفاده از روش‌های مبتنی بر فناوری اطلاعات و ارتباطات مانند وب^۲ می‌تواند مشکلات ارتباطی که بین ذی‌نفعان وجود دارد را تا حدودی برطرف شوند.
- مهم شمردن نظارت بر صحت‌سنجی مدل و الزام به انجام اعتبارسنجی تحقیقات شبیه‌سازی.
- برای افزایش اعتبار مدل‌ها می‌توان نهاد‌های بی‌طرف و ثالثی^۲ را تعیین یا ایجاد نمود که وظیفه اعتبارسنجی مدل و صحت‌گذاری بر

Web ۲: وب ۲،۰ (که با نام‌های وب مشارکتی و وب اجتماعی نیز شناخته می‌شود) به وب‌سایت‌هایی اشاره دارد که بر محتوای تولید شده توسط کاربر، سهولت استفاده، فرهنگ مشارکتی و قابلیت سازگاری با سایر محصولات، سیستم‌ها و دستگاه‌ها برای کاربران نهایی تأکید دارند.

2. Third Party

خروجی‌های آن را بر عهده داشته باشند که هم در مدل‌سازی تخصص داشته باشند و هم زبان کاربران و نمایندگان را درک کنند.

۹-۴. راهکارهای پیشنهادی برای انتخاب درست روش پشتیبان تصمیم در تصمیم‌گیری و خط‌مشی‌گذاری

■ به دلیل نیازمندی شبیه‌سازی به صرف هزینه و زمان و استفاده از نیروی انسانی متخصص به منظور شناخت جامع سیستم، منطقی است شبیه‌سازی برای آن دسته از مسائلی به کار گرفته شود که هزینه اجرایی آنها زیاد و با ماندگاری و تأثیرگذاری چندین ساله باشد. به عبارتی به کارگیری از مدل‌های شبیه‌سازی برای بررسی مسائلی با اثرگذاری کوتاه‌مدت و میان‌مدت، هزینه‌ساز بوده و مقرون به صرفه نیست و می‌توان از سایر روش‌های تجزیه و تحلیلی همچون مطالعات امکان‌سنجی،^۱ برآورد هزینه-منفعت، آزمایش‌های کنترل شده تصادفی و ... برای ارزیابی استفاده نمود. همچنین در صورت برگزیدن ابزار شبیه‌سازی برای مواجهه با مسئله، از رویکرد مناسب آن بهره‌مند شد.

۹-۵. راهکارهایی برای داشتن نگاه تکاملی و بلندمدت به مدل‌سازی

■ به روزرسانی مدل با همراهی کارفرما به نحوی که داده‌ها به صورتی دوره‌ای جمع‌آوری شوند و با تغییر داده‌ها یا تغییر فرایندهای سیستم، خروجی‌های مدل به روزرسانی گردند (تعمیر جزئی و اساسی در مدل).

■ مدل‌های شبیه‌سازی باید به خوبی مستند شوند. این موضوع برای ارائه درک عمیق و تکرارپذیری آن ضروری است. در مدل‌های عامل‌بنیان نیاز به مستندسازی بیش از سایر روش‌هاست. در غیر این صورت نمی‌توان ارزیابی درستی از صحت مدل داشت [۱۰].

■ طراحی نقشه راه مناسب انجام فرایند شبیه‌سازی باید انجام شده و مدل‌سازی‌ها بر اساس پروتکل‌های استاندارد تعریف شده انجام پذیرند. نبود استانداردهای یکسان سبب ایجاد هرج و مرج در شبیه‌سازی مجدد، اتصال دشوار زیرسیستم‌ها به یکدیگر، به هم ریختگی مدل، عدم مسئولیت‌پذیری و عدم پاسخگویی در باره نتایج زیربخش‌های مدل می‌شود.

۹-۶. راهکارهایی برای کاربردی نمودن نتایج شبیه‌سازی

■ توصیه‌های خط‌مشی‌گذاری برگرفته از شبیه‌سازی حتی‌الامکان با در نظر گرفتن مقدمات اجرایی آن راهکارها باشد تا نتایج شبیه‌سازی کاربردی باشد.

■ در تصمیم‌گیری برای استفاده از مدل‌های شبیه‌سازی ابتدا باید تعریف درستی از مسئله داشت. این موضوع در ادبیات حل مسئله در مرحله پیش از مدل‌سازی مطرح می‌شود و روش‌هایی هم برای آن وجود دارد. در حوزه شبیه‌سازی نیز برخی از مقالات روش‌هایی برای رسیدن به تعریف درست مسئله ارائه شده است. به عنوان مثال در مقاله «توسعه خط‌مشی برای چالش‌های اجتماعی: چارچوب خط‌مشی مدل‌سازی عامل‌بنیان مشارکتی [۱۹]» تلاش شده است که چارچوبی برای رفع این مشکل ارائه شود.

■ با توجه به اختلافی که در زبان و تخصص و رویکرد جامعه علمی و جامعه خط‌مشی‌گذار وجود دارد باید در انتخاب رابط کاربری^۲ دقت کرد که کاربر نهایی بتواند از نتایج آن بهره‌برداری کند. پیشنهاد می‌شود که رابط‌هایی با کاربری‌های سطح آسان تا متوسط انتخاب شوند تا مدل‌ها بتوانند متناسب با هر کاربر در زمینه‌های مرتبط بهره‌برداری و اصلاح شوند [۱۰].

۹-۷. راهکارهایی برای اجتناب از اتکای صرف بر نتایج شبیه‌سازی

■ به منظور اجتناب از خطر اتکای بیش از اندازه به مدل‌های شبیه‌سازی پیشنهاد می‌شود مدل‌ها در کنار روش‌های سنتی استفاده شوند. برای

1. Feasible Study

۲. رابط کاربری، بخش دیدنی و قابل تعامل یک ابزار است که کاربر مستقیماً با آن سروکار دارد هدف از این تعامل، اجازه دادن به اجرا و کنترل ماشین از سوی انسان است.



مثال توصیه می‌شود مدل‌های عامل‌بنیان همراه با روش‌های سنتی به کار گرفته شوند تا سوءگیری مربوط به مطلوبیت اجتماعی آنها کاهش یابد و امکان مقایسه سناریوهای مختلف با هزینه‌های مالی و زمانی کمتر فراهم شود [۱۰].

۹-۸. راهکارهایی برای کاهش هزینه‌ها و هم‌افزایی

■ به دلیل گستردگی متغیرها و پارامترهای اثرگذار و پیچیدگی فرایند شبیه‌سازی بهتر است با توجه به محدودیت منابع از اجرای مطالعات جزیره‌ای بر یک موضوع خاص جلوگیری و در جهت هماهنگ نمودن مطالعات شبیه‌سازی به منظور هم‌افزایی هرچه بیشتر اقدام شود.

■ به منظور امکان استفاده از نتایج تحقیقات و مدل‌سازی‌های انجام شده توسط سایر گروه‌ها می‌توان اطلاعات مدل‌سازی به صورت برخط با حفظ سطوح دسترسی به اشتراک گذاشت. پیشنهاد می‌شود با حفظ سطوح دسترسی کد مدل‌سازی به اشتراک گذاشته شود. برای نمونه یک کتابخانه برای مدل‌سازی شبیه‌سازی عامل‌بنیان ایجاد شود که از طریق آن امکان توسعه، اشتراک‌گذاری و استفاده مجدد از مدل‌ها وجود داشته باشد و به این ترتیب بتوان در حوزه‌های مختلف از نتایج آن استفاده کرد [۱۰].

۹-۹. توصیه‌هایی برای تحقیقات آتی

■ در گزارش حاضر حوزه‌های موضوعی که مدل‌سازی شبیه‌سازی می‌تواند در خط‌مشی‌گذاری آنها کمک کننده باشد معرفی شدند. اما هر یک از این حوزه‌ها می‌تواند شامل هزاران مدل و مسئله باشد. برای تحقیقات آتی می‌توان با کمک خروجی‌های حاصل شده از این گزارش اولویت‌بندی بین حوزه‌های موضوعی انجام داد و هر حوزه را به طور جداگانه مورد بررسی و الگوگیری قرار داد.

■ در پژوهش‌های آتی توصیه می‌شود حوزه‌های احصا شده با سرفصل‌های کمیسیون‌ها و مسائل مزمن موجود و مرتبط با آنها، تقاطع‌گیری شده و سپس شبیه‌سازی مسائل موجود در هر حوزه به عنوان پیشنهاد به کمیسیون‌ها ارائه گردند.

■ با توجه به رشد بالا و فراوانی بسیار کلمات کلیدی مرتبط با حوزه هوش مصنوعی پیشنهاد می‌شود کاربرد این حوزه در خط‌مشی‌گذاری مورد مطالعه جدی قرار گیرد.

جدول ۱۲. توصیه‌های سیاستی

ملاحظات	زمان‌بندی اجرا (کوتاه‌مدت، میان‌مدت، بلندمدت)	دستگاه معین	دستگاه متولی	الزام‌ها و قیود اجرایی	توصیه سیاستی	نوع توصیه		ردیف
						اصلاح	تداوم	
	کوتاه‌مدت تا میان‌مدت	دانشگاه‌ها، پژوهشگاه‌ها، مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، شورای عالی فضای مجازی، معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری	دستگاه‌های تصمیم‌ساز مرتبط موضوعی، مجلس شورای اسلامی، مجمع تشخیص مصلحت نظام، شوراهای عالی	<ul style="list-style-type: none"> برگزاری دوره‌های تخصصی پیرامون معرفی و به‌کارگیری از عملکردهای سامانه‌های پشتیبان تصمیم به‌عنوان بازوی خط‌مشی‌پژوهی در بررسی سیستم‌های پیچیده مهارت‌افزایی در باره نحوه به‌کارگیری از سامانه‌های پشتیبان تصمیم در حل مسائل مدیریتی تولید و توسعه سامانه‌های پشتیبان تصمیم در حوزه‌های تخصصی و ارائه نتایج آن به تصمیم‌گیران تبیین ضرورت خط‌مشی‌گذاری شواهدمحور، توجیه ذی‌نفعان و ایجاد اراده برای پیشبرد آن ارتباط مداوم با ذی‌نفعان در مراحل مختلف مدل‌سازی و بازخورد گرفتن از آنها در مراحل پیاده‌سازی سامانه 	ارتقای سطح شناخت و آگاهی خط‌مشی‌گذاران و جامعه علمی از تخصص‌ها و نیازهای یکدیگر		*	۱
	میان‌مدت	کلیه وزارتخانه‌های مرتبط	شورای عالی فضای مجازی	<ul style="list-style-type: none"> برطرف نمودن نیازهای تحلیلی سازمان‌های تصمیم‌ساز در دسترسی به داده‌های مورد نیاز از طریق حکمرانی بر تعاملات ذی‌نفعان داده و بهبود تبادل داده میان مالکان و مصرف‌کنندگان داده تهیه بانک جامع از اطلاعات موضوعی مورد نیاز سیاست‌پژوهان با رعایت حفظ حریم خصوصی و ملاحظات امنیتی در دسترسی مستندسازی و گزارش دهی نحوه دسترسی به داده 	حکمرانی داده به جهت افزایش کیفیت داده‌های مورد نیاز در مدل‌سازی و تصمیم‌گیری		*	۲
	میان‌مدت	دانشگاه‌ها، پژوهشگاه‌ها، اندیشکده‌ها، معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری	دستگاه‌های تصمیم‌ساز مرتبط موضوعی، مجلس شورای اسلامی، مجمع تشخیص مصلحت نظام، شوراهای عالی	<ul style="list-style-type: none"> رویکرد مشارکتی و استفاده از نظرات ذی‌نفعان در مراحل ایجاد و استفاده از مدل‌های شبیه‌سازی در تصمیم‌سازی استفاده از ظرفیت متخصصین حوزه مربوطه و ایجاد شبکه شبیه‌سازی میان بازیگران دانشگاهی و حاکمیتی انتخاب روش صحیح پشتیبان تصمیم متناسب بر ای تصمیم‌گیری و خط‌مشی‌گذاری با هر نوع مسئله نظارت بر اعتبارسنجی و صحت‌گذاری بر مدل‌های شبیه‌سازی مورد استفاده در تصمیم‌سازی با استفاده از سازوکار، ناظران یا نهادهای بی‌طرف 	افزایش اعتبار مدل‌سازی	*		۳



ملاحظات	زمان‌بندی اجرا (کوتاه‌مدت، میان‌مدت، بلندمدت)	دستگاه معین	دستگاه متولی	الزام‌ها و قیود اجرایی	توصیه سیاستی	نوع توصیه		ردیف
						اصلاح	تداوم	
	میان‌مدت تا بلندمدت	دانشگاه‌ها، پژوهشگاه‌ها، اندیشکده‌ها، معاونت علمی و فناوری ریاست‌جمهوری	دستگاه‌های تصمیم‌ساز مرتبط موضوعی، مجلس شورای اسلامی، مجمع تشخیص مصلحت نظام، شوراهای عالی	<ul style="list-style-type: none"> طراحی روش تحقیق و نقشه راه مناسب انجام فرآیندهای شبیه‌سازی مستندسازی مدل‌های شبیه‌سازی برای درک عمیق و تکرارپذیری آن بهره‌ورسانی مدل حمایت از تربیت نیروی انسانی متخصص در حوزه مدل‌سازی در حوزه‌های مربوطه 	داشتن نگاه تکاملی و بلندمدت در به‌کارگیری از مدل‌سازی	*		۴
	کوتاه‌مدت	دانشگاه‌ها، پژوهشگاه‌ها، اندیشکده‌ها، معاونت علمی و فناوری ریاست‌جمهوری	دستگاه‌های تصمیم‌ساز مرتبط موضوعی، مجلس شورای اسلامی، مجمع تشخیص مصلحت نظام، شوراهای عالی	<ul style="list-style-type: none"> پیوست نمودن مقدمات اجرایی به توصیه‌ها و خط‌مشی‌های برگرفته و حاصل شده از نتایج شبیه‌سازی طراحی رابط‌های کاربری متناسب با تخصص و نیاز کاربران به‌منظور بهره‌برداری و اصلاح مدل 	کاربردی نمودن نتایج شبیه‌سازی		*	۵
	میان‌مدت تا بلندمدت	دانشگاه‌ها، پژوهشگاه‌ها، اندیشکده‌ها، معاونت علمی و فناوری ریاست‌جمهوری	دستگاه‌های تصمیم‌ساز مرتبط موضوعی، مجلس شورای اسلامی، مجمع تشخیص مصلحت نظام، شوراهای عالی	<ul style="list-style-type: none"> با توجه به محدودیت منابع، از اجرای مطالعات جزیره‌ای بر یک موضوع خاص دوری و در جهت هماهنگ نمودن مطالعات شبیه‌سازی به‌منظور هم‌افزایی اقدام نمود. ایجاد کتابخانه‌ای از مدل‌سازی‌های انجام‌شده که امکان توسعه، اشتراک‌گذاری و استفاده مجدد از مدل‌ها با حفظ سطوح دسترسی وجود داشته باشد. 	هم‌افزایی و کاهش هزینه‌ها	*		۶

* تداوم یا تقویت آیتم‌ها یا اقدام‌ها

** اصلاح رویه‌ها یا ایجاد سازوکارها

مأخذ: همان.



جدول ۱ پیوست. پنج کلمه‌بایبشترین تکرار در هر دسته

فر اوانی	کلمه‌کلیدی	دسته اصلی	فر اوانی	کلمه‌کلیدی	دسته اصلی	فر اوانی	کلمه‌کلیدی	دسته اصلی
۳۷	social network (شبکه اجتماعی)	رسانه	۳۰	covid-19 (کووید ۱۹)	سلامت	۶۱	complex systems (سیستم‌های پیچیده)	مباحث نظری و تحلیل علمی
۴	twitter (توییتر)		۱۵	epidemiology (اپیدمیولوژی)		۴۱	evolutionary game (بازی تکاملی)	
۴	social network analysis (تحلیل شبکه اجتماعی)		۱۳	healthcare (مر اقبتهای بهداشتی)		۳۸	modeling (مدل‌سازی)	
۳	social media (رسانه‌های اجتماعی)		۹	cellular automata (اتوماتای سلولی)		۳۶	optimization (بهینه‌سازی)	
۱۴	climate change (تغییرات اقلیمی)	محیط‌زیست	۵	pandemic (همه‌گیر بیماری)	حمل و نقل	۲۵	genetic algorithm (الگوریتم ژنتیک)	فناوری و نوآوری
۵	environment (محیط‌زیست)		۳۲	electric vehicle (خودروهای الکتریکی)		۲۳	smart grids (شبکه‌های هوشمند)	
۵	air pollution (آلودگی هوا)		۱۹	traffic simulation (شبیه‌سازی ترافیک)		۲۱	internet of things (iot) (اینترنت اشیا)	
۴	CO ₂ emissions (انتشار CO ₂)		۱۸	MATSim		۲۱	cloud computing (محاسبات ابری)	
۳	waste management (مدیریت پسماند)		۹	autonomous vehicles (خودروهای خودران)		۱۸	intelligent agent (عامل هوشمند)	
۲	recycling (بازیافت)		۷	intelligent transportation systems (سیستم‌های حمل و نقل هوشمند)		۱۳	ambient intelligence (هوش محیطی)	
۲	natural resources (منابع طبیعی)		۲۴	electricity market (بازار برق)		۱۱	cyber-physical systems (سیستم‌های سایبری-فیزیکی)	
۲	biodiversity (زیستی‌تنوع)		۱۱	microgrid (ریز شبکه)		۱۱	distributed control (کنترل توزیع‌شده)	
۲	carbon emissions (انتشار کربن)		۹	Renewable energy (انرژی تجدیدپذیر)		۱۱	distributed system (سیستم توزیع‌شده)	



فرآوانی	کلمه کلیدی	دسته اصلی	فرآوانی	کلمه کلیدی	دسته اصلی	فرآوانی	کلمه کلیدی	دسته اصلی
۲۲	sustainability (پایداری)	توسعه و پایداری	۷	energy management (مدیریت انرژی)	انرژی	۲۰	cooperation (همکاری)	مدیریت
۸	sustainable development (توسعه پایدار)		۶	energy efficiency (بهره‌وری انرژی)		۱۶	negotiation (مذاکره)	
۳	economic development (توسعه اقتصادی)		۳۲	netlogo (netlogo)	نرم افزار	۱۴	coordination (هماهنگی)	
۲	rural development (توسعه روستایی)		۱۳	gis (gis)		۱۲	supply chain management (مدیریت زنجیره تأمین)	
۱	regional development (توسعه منطقه‌ای)		۱۱	software agents (عامل‌های نرم‌افزاری)		۱۰	performance (عملکرد)	
۱	sustainable development goals (اهداف توسعه پایدار)		۹	agent-oriented software engineering (مهندسی نرم‌افزار عامل‌گرا)		۱۰	supply chain (زنجیره تأمین)	
			۳	software engineering (مهندسی نرم‌افزار)	۱۰	task allocation (تخصیص وظایف)		
۱	development (توسعه)		۸	circular economy (اقتصاد چرخشی)	اقتصاد	۵۱	reinforcement learning (rl) (یادگیری تقویتی)	
۱۸	crowd simulation (شبیه‌سازی جمعیت)	۶	demand response (پاسخ به تقاضا)	۳۲		machine learning (ml) (یادگیری ماشین)		
۱۰	population dynamics (پویایی جمعیت)	۶	e-commerce (الکترونیک تجارت)	۲۷		artificial intelligence (ai) (هوش مصنوعی)		
۷	demography (جمعیت‌شناسی)	۵	Manufacturing (تولید)	۱۷		Multi-agent reinforcement learning (MARL) (یادگیری تقویتی چندعامله)		
۲	ageing (سالمندی)		۴	infrastructure (زیرساخت)		۱۰	Belief-desire-intention (باور-میل-نیت)	



فرآوانی	کلمه کلیدی	دسته اصلی	فرآوانی	کلمه کلیدی	دسته اصلی	فرآوانی	کلمه کلیدی	دسته اصلی
۱	gender (جنسیت)		۳	quality of life (کیفیت زندگی)		۴۵	social simulation (شبیه‌سازی اجتماعی)	فرهنگی و اجتماعی
۱۸	ontology (هستی‌شناسی)	فلسفه و دین	۳	economics (اقتصاد)	اقتصاد	۱۹	opinion dynamics (پویایی‌های نظر)	
۴	Temporal logic (منطق زمانی)		۳	behavioral economics (اقتصاد رفتاری)		۱۳	self-organization (خودسازماندهی)	
۲	religion (دین)		۳	entrepreneurship (کارآفرینی)		۱۱	norms (هنجارها)	
۱	theory of mind (نظریه ذهن)		۱۹	complex network (شبکه پیچیده)	۱۰	social learning (یادگیری اجتماعی)		
۶	security (امنیت)	امنیت	۱۴	network (شبکه)	ارتباطات	۱۰	learning (یادگیری)	آموزش
۶	cybersecurity (سایبری امنیت)		۵	Network topology (توپولوژی شبکه)		۳	education (آموزش)	
۳	privacy (خصوصی حریم)		۴	interaction (تعامل)		۳	knowledge representation (بازنمایی دانش)	
۱	network security (امنیت شبکه)		۴	semantic web (وب معنایی)		۳	e-learning (یادگیری الکترونیکی)	
۴	evolution (تکامل)	زیست‌شناسی	۴	wireless sensor network (شبکه حسگر بی‌سیم)		۲	Collaborative learning (یادگیری مشارکتی)	
۲	ecosystem services (خدمات اکوسیستم)		۲	networked systems (سیستم‌های شبکه‌ای)	۲	higher education (آموزش عالی)		
۲	speciation (گونه‌زایی)		۱۲	smart city (شهر هوشمند)	۱	online learning (یادگیری آنلاین)		
۱	morphology (ریخت‌شناسی)		۸	architecture (معماری)	۱	active learning (al) (یادگیری فعال)		
۲	inequality (نابرابری)	عدالت	۵	land use (کاربری زمین)	مسکن و برنامه‌ریزی شهری	۱	transfer learning (یادگیری انتقالی)	قوانین و مقررات
۱	justice (عدالت)		۴	urban planning (برنامه‌ریزی شهری)		۱	education policy (سیاست آموزشی)	
۱	discrimination (تبعیض)		۱	cities (شهرها)		۱	(Educational Data Mining) (داده‌کاوی آموزشی)	
۱	fairness (انصاف)		۷	agriculture (کشاورزی)		غذا و کشاورزی	۱	
۱	tourism (گردشگری)	گردشگری	۲	food security (امنیت غذایی)				

مأخذ: همان.



- [1] Howlett, M., *The Routledge handbook of policy tools*. 2023, Routledge Abingdon.
- [2] Keping, Y., *Governance and good governance: A new framework for political analysis*. *Fudan Journal of the Humanities and Social Sciences*, 2018. 11(1): p. 1–8.
- [3] Ysa, T., et al., *Governance of addictions: European public policies*. 2014: OUP Oxford.
- [4] Lampoltshammer, T.J., T. Heistracher, and M. Mittlböck, *Modelling and Simulation of the Impact of Public Policies on Intangible Infrastructures. Strengthening Intangible Infrastructures*, 2013: p. 301–318.
- [5] Maria Ruiz, J.I.I., Noemi Zabaleta Etxebarria, *Simulation: A Tool for Decision Making in Public Policies Field*, in *ICERI 2015 8th Annual International Conference of Education, Research, and Innovation*. 2015.
- [6] Brown, L. and A. Harding, *Social modelling and public policy: Application of microsimulation modelling in Australia*. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 2002. 5(4).
- [7] Furtado, B.A., M.A. Fuentes, and C.J. Tessone, *Policy Modeling and Applications: State - of - the - Art and Perspectives*. *Complexity*, 2019. 2019(1): p. 5041681.
- [۸] دیانت، ف.، مدل‌های مورد استفاده در آزمایشگاه‌های حکمرانی و بررسی سه نمونه پیاده‌سازی شده در حوزه‌های سلامت، انرژی و منابع انسانی آموزش و پرورش با شماره مسلسل ۲۰۳۱۵ و کد موضوعی ۳۵۰. دی ماه ۱۴۰۳، دفتر مطالعات حکمرانی: مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی.
- [9] Charalabidis, Y., E. Loukis, and A. Androutsopoulou. *Enhancing participative policy making through modelling and simulation: A state of the art review*. in *Proceedings of the European, Mediterranean and Middle Eastern Conference on Information Systems- Informing Responsible Management: Sustainability in Emerging Economies, EMCIS*. 2011.
- [10] Ribeiro-Rodrigues, E. and A.P. Bortoleto, *A systematic review of agent-based modeling and simulation applications for analyzing pro-environmental behaviors*. *Sustainable Production and Consumption*, 2024. 47: p. 343–362.
- [۱۱] ذاکری، ز.، فراتحلیل مطالعات مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی «درباره برنامه پنجم توسعه» با شماره مسلسل ۱۴۳۵۹ و کد موضوعی ۲۲۰. مرداد ۱۳۹۴، دفتر مطالعات اقتصادی: مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی.
- [12] Carriquiry, A., F.J. Breidt, and P. Lakshminarayan, *Sampling schemes for policy analyses using computer simulation experiments*. 1996.
- [13] Ruiz, M., N. Zabaleta, and U. Elorza. *Decision making through simulation in public policy management field*. in *INTED2016 Proceedings*. 2016. IATED.

- [14] Loblay, V., L. Freebairn, and J.-A. Occhipinti, Conceptualising the value of simulation modelling for public engagement with policy: a critical literature review. *Health Research Policy and Systems*, 2023. 21(1): p. 123.
- [15] Jager, W. and S. Wang. Simulations as a dialogue tool: Strengthening community engagement and local democratic processes. in *Conference of the European Social Simulation Association*. 2023. Springer.
- [16] Ahrweiler, P., et al. Gamification and simulation for innovation. in *Conference of the European Social Simulation Association*. 2023. Springer.
- [17] Behdani, B., Handling disruptions in supply chains: An integrated framework and an agent-based model, in *Infrastructure Systems & Services*. 2013, TU Delft: Next Generation Infrastructures Foundation.
- [18] Alves Furtado, B. and V. Nadalin. Policy Comparisons and Causality in an Agent-Based Model. in *Conference of the European Social Simulation Association*. 2023. Springer.
- [19] Melchior, A., F. Dignum, and P. Yolum. Policy Development for Societal Challenges: The Collaborative Agent Based Modelling Policy Framework. in *Conference of the European Social Simulation Association*. 2023. Springer.
- [20] Mayer, I.S., The gaming of policy and the politics of gaming: A review. *Simulation & gaming*, 2009. 40(6): p. 825–862.

گزیده سیاستی

مدل‌سازی شبیه‌سازی از مهم‌ترین ابزار پشتیبان تصمیم در مسائل پیچیده است. با وجود مزایای فراوان، قدمت زیاد و مطالعات گسترده، همچنان به دلیل شناخت ناکافی و اختلاف همیشگی ادبیات علمی با فضای تصمیم‌گیری قابلیت‌های آن به اندازه کافی بهره‌برداری نشده است.



مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی

تهران، خیابان پاسداران، روبروی پارک نیاوران (ضلع جنوبی، پلاک ۸۰۲)

تلفن: ۷۵۱۸۲۰۰۰ صندوق پستی: ۱۵۸۷۵-۵۸۵۵ پست الکترونیک: mrc@majles.ir

وبسایت: rc.majles.ir