

اخلاق در پژوهش عملیاتی و توسعه پایدار

دکتر عادل آذر، سید مهدی میرمهدی

گروه مدیریت، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

(تاریخ دریافت: ۹۰۸۲۶، تاریخ پذیرش: ۹۱۰۱۷)

چکیده

زمینه: چالش‌های موجود و پیش روی بشر امروز، از قبیل مسائل اقتصادی، محیطی و اجتماعی، از چالش‌های مهم قرن جدید هستند. به‌منظور حل این مشکلات از سوی صاحب‌نظران، توسعه پایدار مطرح گردیده است. به منظور رسیدن به توسعه پایدار لزوم توجه علوم مختلف به این مقوله احساس می‌شود، تحقیق در عملیات نیز در راستای وظایف اخلاقی خود بایستی امروزه بیش از گذشته، با توجه به پیچیدگی‌های مسائل جامعه، نقش خود را در فرایند تصمیم‌گیری سیاست‌گذاران توسعه پایدار ایفا کند.

روش کار: در این مطالعه مروری ضمن پرداختن به مسائل مربوط به توسعه پایدار و پیچیدگی‌های جهان امروز به این امر توجه شده است که رویکردهای سنتی تحقیق در عملیات جوابگوی مسائل پیچیده و ساختار نیافته امروزی نیست و نقش دو رویکرد پیشرفته تحقیق در عملیات در کمک به توسعه پایدار معرفی گردیده است.

یافته‌ها: مطالعه حاضر با مروری بر ادبیات پیرامون اخلاقیات در تحقیق در عملیات و علم مدیریت، کمکی که با لحاظ اخلاقیات در این حوزه به توسعه پایدار می‌شود، مشخص گردیده است. همچنین دو رویکرد تصمیم‌گیری چند معیاره با لحاظ کردن ابعاد مختلفی همچون محیطی، اجتماعی و اقتصادی در مواجهه با مسائل توسعه پایدار و پویایی سیستم با قابلیت بررسی اثرات بلندمدت تصمیمات سیاست‌گذاران بر محیط و جامعه معرفی گردیده است.

نتیجه‌گیری: رویکردهای سنتی و تک‌بعدی تحقیق در عملیات جوابگوی مسائل پیچیده اجتماعی و اخلاقی امروز بشر نیستند. می‌توان دو رویکرد پیشرفته تصمیم‌گیری‌های چند معیاره و پویایی سیستم را در زمینه حل مسائل مرتبط با توسعه پایدار استفاده کرد. جامعه تحقیق در عملیات و متخصصان آن موظف به توسعه و به کارگیری فنونی هستند که جوابگوی این مسائل انسانی و اجتماعی باشد.

کلیدواژه‌ها: اخلاق، پویایی سیستم، تحقیق در عملیات، تصمیم‌گیری چند معیاره، توسعه پایدار.

سر آغاز

فزاینده منابع آب شیرین، فرسایش منابع خاک، تخریب جنگل‌ها، نابودی تنوع زیستی، و بداخلاقی حاکم بر الگوهای پیشین توسعه در آغاز مورد توجه آگاهان و متخصصان امر قرار گرفت. بر اثر تلقی‌های ایدئولوژیک در سال‌های پایانی دهه ۱۹۸۰، پارادایم‌های توسعه از تسلط گفتمانی فرو غلتیدند و عملاً به بن بست رسیدند. بنابراین، برآیند این مشکلات، پارادایم قدیم

تقریباً از آغاز دهه ۱۹۷۰، مفروضات پارادایم توسعه، مورد تردید جدی قرار گرفت. مشکلات عدیده‌ای که گریبانگیر بشر شده بود از جمله فقر فزاینده، نابرابری، قربانی شدن آدمیان، فجایع زیست محیطی از قبیل آلودگی در سطح محلی و جهانی، کمپایی

توسعه را با چالش اساسی مواجه کرد و منجر به مطرح شدن پارادایم جدید توسعه از سوی صاحب نظران به عبارتی توسعه پایدار گردید. هرچند توسعه پایدار مفهوم کاملاً جدیدی نیست و از قدیم‌الایام، بسیاری از مردم از محدودیت‌های محیطی آگاهی داشته و برخی راهبردهای بقا و تکامل موفقیت‌آمیز همچون مدیریت بهینه و حسن تدبیر مناسب را به کار می‌گرفتند (۱). اما در دهه‌های اخیر توسعه پایدار^۱ به عنوان یک پارادایم مطرح توسعه خود را در تمام ابعاد اجتماعی، اقتصادی، سیاسی، فرهنگی و زیست محیطی تحمیل کرد (۲). وجود انواع آلودگی‌ها، فرسایش خاک، گسترش فقر و نابرابری، رشد روز افزون مهاجرت به شهرها و حاشیه نشینی، کاهش زیستگاه‌های مناسب، شیوع بیماری‌های نو پدید همچون ایدز و ناهنجاری‌های اجتماعی و غیره از چالش‌هایی است که جامعه جهانی در آستانه هزاره سوم با آن روبه‌رو شده است (۳). پایان قرن بیستم و آغاز قرن بیست و یکم نه تنها یک نقطه تحول است بلکه جهان طبیعی ما بیشتر و بیشتر به سمت ناپایداری پیش می‌رود و انسان‌ها امروز می‌توانند تأثیر فراوانی بر روی محیط بگذارند. اگر به آینده نگاه کنیم، متوجه می‌شویم که زندگی انسان با خطرهای فراوانی مواجه می‌شود، اینکه چگونه انرژی تمیز تولید کنیم، اینکه چگونه از تمام شدن مواد خام جلوگیری کنیم، نمونه‌های مختلفی از آلودگی‌ها، فقدان آب، فرسایش، قطع درختان جنگلی، انتشار گازهای گل‌خانه‌ای، افزایش دمای هوا در جو، رواج بیماری‌های خطرناک، مسائل مربوط به دستکاری تنوع زیستی و ژنتیکی، بعلاوه نگرانی عوامل مربوط به رفتار انسان همچون ناتوانی، تعارض، تروریسم، فساد، فقدان اطلاعات، فقدان تحصیلات، فقر، بیکاری، بی‌سوادی، تهاجم فرهنگی، سوءاستفاده از قدرت، فقدان آزادی و... زندگی بشریت را با مسائل جدی مواجه کرده است. تضمین توسعه پایدار در چنین شرایطی بسیار مشکل است. البته علوم و فناوری می‌توانند سهم بزرگی را در این زمینه بازی کنند. برای مثال موفقیت در تولید انرژی بدون آلودگی و با قیمت مناسب می‌تواند بسیاری از مشکلات پیش رو را حل کند. به‌هرحال در دهه‌های بعدی مدیریت مناسب متغیرهای انسانی و فیزیکی از اهمیت بالایی برخوردار است. برای پاسخ به این چالش‌ها

همچنین از تحقیق در عملیات و علم مدیریت نیز از آنجا که یک ابزار مهم الگوسازی و تصمیم‌گیری هستند انتظار می‌رود و جامعه تحقیق در عملیات بایستی به دنبال توسعه روش‌ها و فونونی باشد که بتواند جوابگوی مسائل اخلاقی در دنیای امروز باشد (۴). در سال‌های اخیر پیشرفت‌های فراوانی در زمینه فنون کمی تصمیم‌گیری، تحقیق در عملیات^۲ و علم مدیریت از نظر کاربردی و نظری رخ داده و حوزه‌های مختلفی از مسائل اجتماعی و انسانی را در بر گرفته است. تحقیق در عملیات به دلیل ماهیت ویژه خود و نقشی که در تسهیل فرایند تصمیم‌گیری دارد، می‌تواند امروزه بیش از هر زمان دیگر، جهت رفع مشکلات پیش روی آینده جهان و توسعه پایدار مورد استفاده قرار گیرد (۵ و ۶).

به منظور حمایت از توسعه پایدار لزوم رعایت اصول اخلاقی در علوم مختلف احساس می‌شود. این تحقیق به دنبال جواب سؤالات زیر است:

ماهیت مسائل توسعه پایدار چگونه است؟

تحقیق در عملیات چه رویکردهایی را در مواجهه با مسائل ارائه می‌کند؟

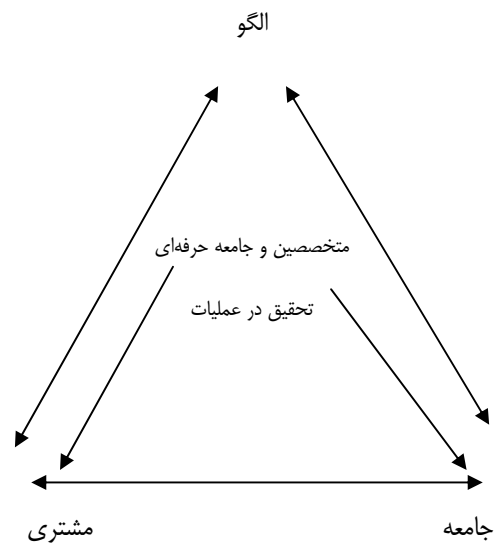
کدام رویکردهای تحقیق در عملیات برای حل مسائل توسعه پایدار مناسب است؟

اخلاق در تحقیق در عملیات

اخلاق شامل معیارهایی می‌شود که به وسیله آن می‌توان در خصوص درستی یا نادرستی اعمال انسان قضاوت کرد. در دهه‌های اخیر توجه به مسائل اخلاقی در علوم مختلف همواره مورد تأکید قرار گرفته است. از سوی جامعه تحقیق در عملیات نیز لزوم توجه به اخلاق در الگوسازی و تحقیق در عملیات نیز تأکید شده است و راهنمایی‌ها و نظام نامه‌های اخلاقی، طی این دهه‌های اخیر از سوی محققان و انجمن‌های تخصصی این رشته جهت لحاظ کردن مسائل اخلاقی و در ساخت الگوها ارائه شده و متخصصان را به شفافیت و صداقت در کار تشویق کرده‌اند. از سویی دیگر این انجمن‌های تخصصی، متخصصان تحقیق در عملیات را به سمت مسائل تصمیم‌گیری که در آن ابعاد اخلاقی مشهود باشد سوق داده‌اند. این ابعاد اخلاقی در

قلمرو مسائلی مربوط به مسئولیت‌های اجتماعی و توسعه پایدار است که با موضوعاتی همچون عدالت اجتماعی، آلودگی، ضایعات، تعهدات زیست محیطی و مدیریت مواد خام در ارتباط است. در این تحقیق به ماهیت این مسائل و اینکه کدامیک از رویکردهای تحقیق در عملیات به حل این مسائل اخلاقی کمک می‌نماید، پرداخته می‌شود.

روند توسعه اخلاق در تحقیق در عملیات



نگاره ۱. سه عنصر اخلاقی در الگوسازی (۱۴)

اولین بار کنت بولدینگ در ۱۹۶۶ با تأکید بر کلام مسیح که فرموده بود «نزدیکانتان را همچون خودتان دوست بدارید» بیان کرد بایستی علاوه بر حداکثر سود و حداقل کردن هزینه، به منافع ذی‌نفعان نیز توجه شود. از دیدگاه او تحقیق در عملیات به دلیل فراهم کردن اطلاعات و نتایج بهینه می‌تواند به‌عنوان ابزاری نوید بخش برای اخلاق به کار گرفته شود. یکی از فیلسوفان تحقیق در عملیات نسبت‌گرایی تحقیق در عملیات را یک مسئله جدی دانسته و در پایان مقاله خود به این پرداخته که تحقیق در عملیات بایستی به قوانین اخلاقی کانت احترام گذاشته شود: «بایستی تنها تصمیماتی را گرفت که در آن به انسان به عنوان یک هدف نگاه شود نه به عنوان وسیله». سال

۱۹۷۱ از سوی جامعه تحقیق در عملیات امریکا گزارشی ارائه شد که در آن کدها و راهنمایی‌هایی به منظور استفاده در تحقیق در عملیات و علم مدیریت معرفی شده بود (۷). پس از آن یکی از محققان که از دانشجویان دکتری چرچمن و همکار او در تألیف کتاب تحقیق در عملیات بود، سال ۱۹۷۴ در مقاله خود با عنوان «انقلاب سیستم» عنوان کرد شرکت‌ها بایستی به مسئولیت‌های اجتماعی توجه و منافع تمامی ذی‌نفعان خود را اعم از کارکنان، مشتریان، عرضه‌کنندگان، سرمایه‌گذاران، وام‌دهندگان، بدهکاران و همچنین بخش عمومی را حداکثر کنند (۸). سپس محقق دیگری در مقاله‌ای راهنمایی‌های اخلاقی جهت مشاوره در علم مدیریت ارائه کرد (۹). در اواخر قرن بیستم بحث و مناظره صاحب‌نظران پیرامون اصول و کدهای اخلاقی مناسب در گرفت (۷). ابتدا پیرامون این بحث شد که معیارها بایستی نه تنها سود بلکه ارزش‌های اصلی تصمیم‌گیرندگان را نیز منعکس نمایند (۱۰). سپس پیشنهاد گردید تصمیمات بایستی براساس سه قطب اثرگذار بر آن یعنی منطقی، ذهنیت و اخلاق توازن یابد. همچنین به منظور افزایش تعهدات جامعه تحقیق در عملیات و علم مدیریت سوگندنامه پیشنهاد شد (۱۱ و ۱۲). در تحقیقی تحلیلی‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره را به عنوان یک ابزار مناسب تحقیق در عملیات جهت در نظر گرفتن منافع مختلف ذی‌نفعان و همچنین اخلاقیات معرفی شده است (۱۳). در تحقیقی دیگر داده‌های تاریخی مبنی بر رشد توجه اخلاق در بین جامعه تحقیق در عملیات را منتشر شد و با تأکید بر رشد نامتعادل جهان امروز، با فشاری فعالیت‌های انسانی که محیط را در معرض خطر قرار داده، کدهای رفتار اخلاقی در حرفه تحقیق در عملیات و علم مدیریت توصیه شد. همچنین تأکید گردید، اخلاق در تحقیق در عملیات در ارتباط با سه عنصر، الگو، مشتری و جامعه و ارتباطی که متخصصین تحقیق در عملیات با این سه عنصر دارند معنی پیدا می‌کند (۱۴).

در مورد ارتباطی که متخصصین با الگو و مشتری دارند، اشاره به این دارد که الگوساز بایستی صداقت در کار داشته باشد و منصفانه واقعیت‌ها را تا آنجا که ممکن است وارد الگو کند، از داده‌های دقیق استفاده کند، نتایج حاصل از الگو و محدودیت‌های آن را بدون کم و کاست و واضح به کاربر آن

ارائه دهد. و ارتباط با جامعه به معنای این است که متخصصین تحقیق در عملیات در حین ساخت الگو نبایستی تنها خود را به تشخیص مسئله مشتری محدود کنند بلکه باید تأثیری که نتایج حل مسئله بر روی جامعه و محیط می‌گذارد نیز در نظر گیرند (۱۴).

در سال ۲۰۰۹، نیز شاهد مقالات زیادی در زمینه‌های مختلف اخلاق در علم مدیریت در یکی از معتبرترین مجلات در این حوزه به نام امگا بودیم، در مطالعه‌ای مروری بر تلاش‌های صورت گرفته از طرف جامعه تحقیق در عملیات در ایجاد کدها و راهنمایی‌های اخلاقی تأکید و مقایسه آن با جوامع حرفه‌ای مرتبط انجام شد و نشان داده شد جامعه تحقیق در عملیات تاکنون در پاسخ به این حوزه خیلی موفق نبوده و نیازمند تلاش‌های بیشتر است (۱۵). همچنین در تحقیقی دیگر، مجموعه‌ای از معیارهای ارزیابی در مطالعات تحقیق در عملیات و مجموعه‌ای از معیارهای اخلاقی در ارزیابی فرایندهای درونی و یک مجموعه از معیارهای نتیجه‌گرا جهت ارزیابی تعاملات بین مشتری و دیگر سهامداران ارائه گردید (۱۶).

در تحقیقی چالش‌های امروزی در رسیدن به توسعه پایدار مطرح گردید، و به نقش تحقیق در عملیات با توجه به ماهیت اخلاقی آن در حل این مسائل و توجه به نسل‌های آینده تأکید گردید (۱۷). در مطالعه‌ای دیگر به نقش تحقیق در عملیات در ارزیابی اثرات ناشی از اقدامات محیطی پرداخته شد و تحلیل‌های هزینه منفعت و تحلیل‌های چند معیاره در این زمینه مناسب دیده شد (۱۸). همچنین به اهمیت تحقیق در عملیات در مطالعات صلح پرداخته شده است و اشاره گردید، می‌توان به واسطه روش‌های موجود در این علم به آزادی بشر و جهانی صلح‌آمیز کمک کرد (۱۹).

در سال ۲۰۱۱ سه تحقیق به چشم می‌خورد، در مطالعه‌ای به بررسی تاریخچه کاربرد تحقیق در عملیات در جنوب آفریقا، به نقش آن در توسعه کشورها به ویژه استفاده از آن در مناطق کمتر توسعه یافته، تأکید می‌گردد (۲۰). در تحقیق دیگر به مفهوم و روش‌شناسی کاربرد نظریه سیستم‌ها در تحقیق در عملیات و علم مدیریت پرداخته شد، و این علم را جهت برنامه‌ریزی و کنترل در توسعه پایدار مناسب دانستند (۲۱).

همچنین نقش تحقیق در عملیات در توسعه کشورها به صورت مروری بررسی و اهمیت آن در مواجهه با مسائل پیش روی بشر همچون فقر پر رنگ گردیده است و به ضرورت ایجاد جامعه‌های علمی فعال در این زمینه تأکید گردید (۲۲).

ماهیت مسائل در توسعه پایدار

بزرگ‌ترین و مهم‌ترین مسائل زندگی واقعی، مسائل پیچیده اجتماعی همچون مسائل محیط جهانی، سیل، ترافیک، مسائل عرضه آب، بیکاری، فقر، مسائل بهداشتی و ... است. مسائل پیچیده اجتماعی اغلب مزمن و ساختار نیافته هستند و تحلیل و هدایت آنها مشکل است و اغلب این مسائل، مبهم، متناقض و مسیر مشخصی ندارند و همچنین تأثیر زیادی روی جامعه می‌گذارند (۲۳). این گونه مسائل بین رشته‌ای هستند و موضوع مطالعه در رشته‌های مختلف می‌باشند و روش حل آنها نیز ماهیت چند رشته‌ای دارد. یک نمونه از این مسائل پیچیده، مسئله HIV و ایدز است که رشته‌های مختلفی درگیر آن هستند، همچون مراکز پزشکی، سیاسی، آموزشی، روان‌شناسی، اقتصادی و ...، اگر چه یک مسئله پیچیده اجتماعی ماهیت بین رشته‌ای دارد اما به منظور حل آن بایستی چندین رشته مختلف درگیر آن شوند و این به معنی این است که به یک دانش یکپارچه از زمینه‌های مختلف علمی به منظور هدایت این مسائل نیاز است (۲۴). شکی وجود ندارد که در قرن جدید با مسائلی مواجهیم که حل آن بسیار مشکل است و به نظر می‌رسد شکاف بین پیچیدگی‌های مسائل و ظرفیت انسان‌ها رو به رشد است. بدین‌وسیله برای مواجهه با این مسائل، دانش، نظریات، روش‌ها و ابزارهای مناسب نیاز است. بدین منظور تلاش‌ها و همکاری‌های دانشگاهی در زمینه‌های طبیعی، اجتماعی، انسانی و علوم مهندسی احساس می‌شود (۲۳). هر روز قوانین ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی جدیدتر ایجاد می‌شود، هر روز فرصت‌های جدید، نیازهای جدید، چارچوب جدید و تقاضاهای جدید ایجاد می‌شود و همچنین هر روز فناوری‌های جدید آشکار می‌شوند. ارزیابی و بررسی چنین سیستم‌هایی بسیار مشکل است. از سوی آینده غیرقابل پیش‌بینی و عدم قطعیت در محیط بسیار فراوان است و تصمیم‌گیرندگان نیاز به یک دیدگاه و روش دارند که

چگونه تصمیمات مناسب اتخاذ کنند و این را در علم تحقیق در عملیات می‌توان دید (۱۳). برای هر مسئله‌ای در مواجهه با بشریت، چشم انداز مدیریت شامل گذشته، حال و آینده، بلندمدت و کوتاه‌مدت است که بسیاری از متغیرهای تصمیم مرتبط با هم در آن درگیرند. آینده غیر قابل پیش‌بینی است، ارزیابی آن آشوبناک و حتی فاجعه‌انگیز است، گسسته و ساختارهای آن متغیر، نوآوری‌های آن پیش‌بینی نشده و عامل‌های جدید آن می‌توانند در هر زمان پدیدار شوند (۱۴). تحقیق در عملیات در این بین شیوه مناسبی است که نه تنها در زمینه‌های فنی بلکه در زمینه‌های اجتماعی نیز می‌تواند به کار گرفته شود (۲۳). همانطور که فیزیک موقعیت‌های جهان طبیعی را الگوسازی می‌کند، تحقیق در عملیات نیز الگوسازی نظام‌های انسانی را انجام می‌دهد. تحقیق در عملیات نقش مهمی در این زمینه در آینده بازی خواهد کرد، زیرا سیستم‌های انسانی خصوصاً سیستم‌های اجتماعی و اقتصادی روزبه‌روز پیچیده‌تر می‌شوند (۱۳). استفاده از تحقیق در عملیات در مسائل اجتماعی می‌تواند نقش مؤثری در زمینه اقدامات توسعه داشته باشد. یک موضوع مهم در سطوح راهکار این است که متخصصین تحقیق در عملیات می‌توانند نقش محوری در ایجاد و ارزیابی مسیرهای توسعه که شامل سیاست‌های آموزشی و فناوری است، بازی کنند (۲۵). یکی از چالش‌های قابل توجه متخصصین تحقیق در عملیات این است که چگونه به تصمیم‌گیرندگان در زمینه تصمیم‌گیری سیستم‌های انسانی کمک کنند. البته جامعه اقتصادی، فنی، سیاسی و انجمن‌های مردمی نیز خود در این زمینه مسئولیت دارند و ضرورتاً باید تأکید کنیم که هر کدام از این‌ها در این زمینه ذینفع هستند. از طرفی توصیه می‌شود جامعه تحقیق در عملیات و علم مدیریت دائم به دنبال راهکارهای جدید و رویکردهای مناسب الگوسازی به منظور جواب دادن به این سؤالات اخلاقی باشند (۱۴). در ادامه به معرفی سه رویکرد مختلف تحقیق در عملیات در مواجهه با مسائل و اینکه کدام رویکردها جهت حل این مسائل پیچیده در توسعه پایدار مناسبند، پرداخته می‌شود.

هدف الگوهای سنتی تحقیق در عملیات دستیابی به یک جواب بهینه فارغ از احساسات، ادراکات و ارزش‌های انسانی است. براین اساس وظیفه اخلاقی الگوساز عینیت‌گرایی، بیان شفاف مفروضات الگو، جمع‌آوری داده‌های صحیح، بیان شفاف نتایج الگو، بیان توانایی‌ها و محدودیت‌های الگو و دستیابی به نتایجی تکرارپذیر و اجتناب از هر گونه جانبداریست (۲۶). اما در مواجهه با مسائل پیچیده اجتماعی و حل آنها که از مسئولیت‌های اخلاقی مهم جامعه امروز است به دلیل روابط متعدد و ساختار چند بعدی و مبهم آنها غالباً ناکارا هستند (۲۷).

الگوهای سنتی، توانایی مواجهه با معیارهای متفاوت در بهینه‌سازی مسائل را ندارند و این عامل خود دلیلی مهم برای ناکارآمدی آنها در حل مسائل توسعه پایدار هست. برای روشن شدن موضوع، مثالی کاملاً فرضی را در نظر بگیرید: فرض کنید در شهری چهار گزینه به منظور احداث یک کارخانه صنعتی وجود دارد. جدول ۱، سود هر کارخانه و میزان انتشار گازهای گل‌خانه‌ای که از کار کردن هر یک از کارخانه‌ها ایجاد می‌شود نشان داده شده است.

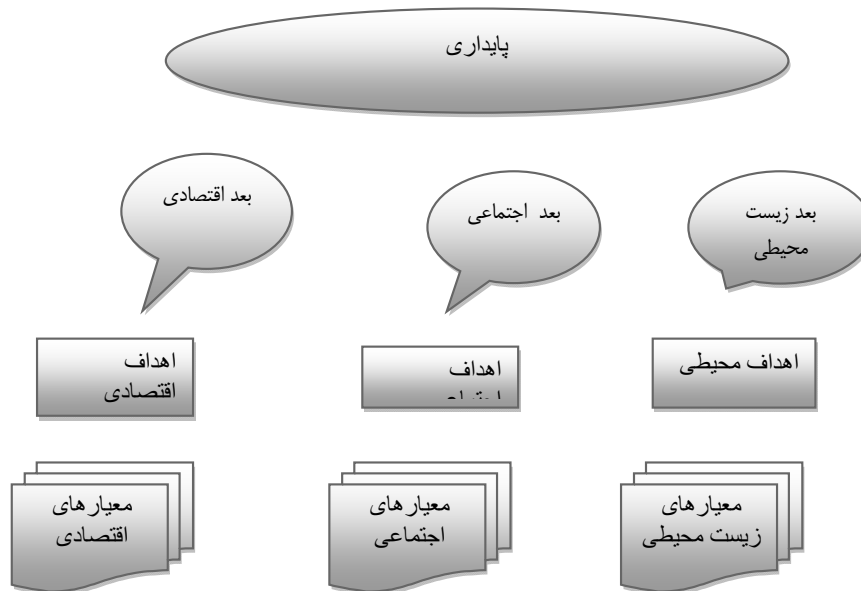
جدول ۱. مشخصات مثال فرضی

کارخانه	انتشار گازهای گل‌خانه‌ای (GWP)	سود اقتصادی (میلیارد ریال)
الف	۴۰۰	۲۰
ب	۶۵۰	۴۰
ج	۳۵۰	۱۵
د	۴۵۰	۲۵

براساس رویکرد سنتی اگر تنها معیار سود اقتصادی را در نظر بگیریم واضح است که گزینه ۲ بهترین گزینه است اما در صورتی که معیارهای اخلاقی در توسعه پایدار را مدنظر قرار دهیم تصمیم‌گیری پیچیده‌تر می‌شود. بدین ترتیب این رویکرد قابلیت حل مسائل توسعه پایدار را ندارد.

رویکرد تصمیم‌گیری چند معیاره

رویکرد سنتی تحقیق در عملیات



نگاره ۲. ساختار سلسله مراتبی و چند معیاره از مسائل سیاست‌گذاری در توسعه پایدار (۳۰)

مشکلات تکنیکی عديده‌ای در الگوسازی جهان طبیعی روبه‌رو هستیم و به این منظور، مواجهه با این پدیده‌های اجتماعی نیاز به راهکارهای مناسب دارد. یک چالش بزرگ برای متخصصین، توسعه روش‌هایی است که قابلیت مواجهه با هر سه مسئله پیچیدگی، عدم قطعیت، ارزش‌های چندگانه و اثرات سیاسی را به طور همزمان داشته باشد (۲۹). در بررسی عملی سیستم‌های عمومی، نظریه تصمیم‌گیری چند معیاره یکی از مناسب‌ترین ابزارهای سیاست‌گذاری است، از آن‌جا که به ما اجازه می‌دهد دامنه وسیعی از معیارها (از اثرات محیطی تا برابری توزیع و غیره) و نه تنها بیشینه کردن سود را در نظر بگیریم. بهینه‌سازی اقتصادی تنها و حتی مهم‌ترین شرط نیست. سیاست‌گذاران نیک‌اندیش همواره یک راه حل بهینه متوازن را پیشنهاد می‌کنند. بدین‌وسیله تصمیم‌گیری چند معیاره می‌تواند به‌عنوان ابزاری برای جمع‌کردن زبان‌های مختلف علمی در یک چهارچوب انتخاب عمومی باشد، ابزار مفیدی که فرض‌های اخلاقی و توجه جامعه متمدن به منافع نسل‌های را در الگوسازی اعمال می‌کند (۳۰).

بدین‌وسیله به‌منظور مدیریت و برنامه‌ریزی در توسعه پایدار، بهینه‌سازی اقتصادی تنها شرط پایداری نیست. بلکه بایستی سه

گروه مهمی از مسائل تصمیم‌گیری هستند که در آنها بهینه‌یابی را باید با توجه به وجود «چند معیار» مختلف و عموماً متعارض با هم، انجام داد. تصمیم‌گیری در این‌گونه مسائل را اصطلاحاً تصمیم‌گیری چند معیاره^۲ یا اختصاراً MCDM می‌نامند (۲۸). سه موضوع اساسی که در ادبیات مربوط به برنامه‌ریزی محیطی به چشم می‌خورد به‌صورت زیر است:

پیچیدگی و عدم قطعیت که اشاره به غیرقابل پیش‌بینی بودن پدیده‌های طبیعی و اجتماعی دارد.

ارزش‌های چندگانه و اغلب متعارض دارند.

اثرات سیاسی

پیچیدگی، چند ارزشی و اثرات سیاسی مسائل به ندرت جدای از هم اتفاق می‌افتند و روش‌های ساده به ندرت جوابگوی این مسائل هستند. در اغلب موارد مسائل بسیار پیچیده، چند ارزشی و با دریافت‌های متفاوت از اثرات سیاسی هستند. و این بدین معنی است که تحقیق در عملیات به عنوان یک رشته با چالش‌های متفاوتی روبه‌رو است. توسعه روش‌هایی که بتواند به طور همزمان با این سه چالش مواجه شود، به‌طور مشخص با توجه به پیچیدگی‌های فزاینده و بین رشته‌ای اگر بخواهیم سیستم خبره‌ای از تحقیق در عملیات بدین منظور ارائه دهیم با

بعد محیط، جامعه و اقتصاد در کنار هم دیگر باشند. در شکل زیر، نمایی از ساختار سلسله مراتبی پایداری با توجه به روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره نمایش داده شده است:

از نمونه تحقیقاتی که به صورت عملی در کشورهای مختلف در مواجه با مسائل توسعه پایدار انجام گردیده، می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: از برنامه‌ریزی‌های چند معیاره به منظور بررسی سیاست‌های برنامه‌ریزی پایداری استفاده شد (۳۱). استفاده از یک الگوی چند هدفه به منظور تصمیم‌گیری در سرمایه‌گذاری‌های محیطی (۳۲). از تحلیل‌های چند معیاره به منظور مدیریت سبک سرمایه‌گذاری در مسئولیت‌های اجتماعی استفاده گردید (۳۳). از تحلیل‌های چند معیاره و تحلیل سناریو به منظور بررسی آینده انرژی پایدار استفاده کردند، که در آن پنج سناریو انرژی‌های تجدیدپذیر برای استرالیا تا سال ۲۰۲۰ بر اساس معیارهای پایداری ارزیابی شد (۳۴) فرایند تحلیل سلسله مراتبی^۴ را با هدف مینیمم کردن سرایت بیماری در جنوب آفریقا به‌کار گرفته و در قالب دو مطالعه موردی شرح شد که چگونه تحلیل سلسله مراتبی می‌تواند در حمایت از تصمیمات محیطی و همچنین توسعه کشورها استفاده کرد (۳۵). کاربردی عملی از تحلیل سلسله مراتبی به منظور تصمیم‌گیری در کشاورزی ارائه گردید (۳۶). به منظور برنامه‌ریزی در آبیاری پایدار در حوزه کشاورزی از شبکه‌های عصبی مصنوعی و تحلیل‌های چند معیاره استفاده گردید (۳۷). ابزارهای تصمیم‌گیری چندمعیاره را به منظور بهبود کارایی استفاده از تجهیزات بیمارستانی در توسعه کشورها پیشنهاد داده شد (۳۸). از تصمیم‌گیری‌های چند معیاره و متغیرهای زبانی به منظور اولویت‌بندی فناوری‌های پایدار انرژی استفاده گردید (۳۹).

در اینجا یک نمونه عملی از کاربرد تصمیم‌گیری‌های چند معیاره به منظور ارزیابی عملکرد مناطق مختلف اسپانیا در هر یک از ابعاد مربوط به توسعه پایدار آورده شده است (۳۰). شاخص‌های انتخاب شده جهت ارزیابی در جدول ۲ مشخص گردیده است، نتایج کسب شده از این تحقیق به تصمیم‌گیرنده گان در چگونگی سیاست‌گذاری و تخصیص بودجه در هر یک از مناطق کمک شایانی می‌کند، در بعد زیست محیطی شاخص‌ها شامل: نواحی کشاورزی، نواحی جنگلی، زباله‌های جمع آورنده، مناطق

متأثر از آتش‌سوزی جنگل، زباله‌های جدا شده و جدا نشده شهری، کل آب تازه عرضه شده عمومی، سرمایه‌گذاری در جمع‌آوری فاضلاب و تصفیه آن، جمعیت مبتلا به بیماری‌های تنفسی است. در بعد اجتماعی شاخص‌ها شامل: سالمندی جمعیت، میزان مرگ‌ومیر نوزادها، تراکم جمعیت، نرخ خام تولد، تعداد تخت‌های بیمارستان، تعداد پزشکان، جمعیت مبتلا به اختلالات رفتاری و روانی، مشارکت در انتخابات عمومی، جمعیت در زندان‌ها است و در بعد اقتصادی شاخص‌ها شامل: استخدام، تولید ناخالص داخلی، اتباع خارجی با تحصیلات آموزش عالی، جمعیت استخدامی در صنایع HI-TECH، در خواست ثبت اختراع به EPO و مجموع هزینه‌ای داخلی تحقیق و توسعه می‌باشد. نتایج کسب شده از این تحقیق به تصمیم‌گیرنده گان در چگونگی سیاست‌گذاری و تخصیص بودجه در هر یک از مناطق کمک شایانی می‌کند (۳۰).

جدول ۲- شاخص‌های انتخاب شده برای هر یک از ابعاد توسعه پایدار (۳۰)

ابعاد	شاخص
زیست محیطی	نواحی کشاورزی
	نواحی جنگلی
	زباله‌های جمع آوری شده
	مناطق متأثر از آتش‌سوزی جنگل
	زباله‌های جدا شده و جدا نشده شهری
	کل آب تازه عرضه شده عمومی
اجتماعی	سرمایه‌گذاری در جمع‌آوری فاضلاب و تصفیه آن
	جمعیت مبتلا به بیماری‌های تنفسی
	سالمندی جمعیت
	میزان مرگ و میر نوزادها
	تراکم جمعیت
	نرخ خام تولد
اجتماعی	تعداد تخت‌های بیمارستان

	<p>تعداد پزشکان</p> <p>جمعیت مبتلا به اختلالات رفتاری و روانی</p> <p>مشارکت در انتخابات عمومی</p> <p>جمعیت در زندان</p>
اقتصادی	<p>استخدام</p> <p>تولید ناخالص داخلی</p> <p>اتباع خارجی با تحصیلات آموزش عالی</p> <p>جمعیت استخدامی در صنایع HI-TECH</p> <p>در خواست ثبت اختراع به EPO</p> <p>مجموع هزینه‌های داخلی تحقیق و توسعه</p>

گرفته تا پویایی بیماری سخت همچون دیابت، از جنگ‌های سرد بین امریکا و شوروی سابق تا مبارزه بین ایدز و سیستم ایمنی انسان را شامل می‌شود. پویایی‌شناسی سیستم را می‌توان برای هر سیستم پویایی به ویژه در حوزه اجتماعی برای هر نسبت زمانی و مکانی به کار برد. در دنیای تجاری و سیاست‌گذاری عمومی، پویایی‌شناسی سیستم در صنایع گوناگونی از جمله صنایع هواپیمایی تا فلزی مانند روی و در مواردی از جمله ایدز تا اصلاحات رفاهی به کار می‌رود (۴۱).

الگوهای پویایی سیستم نیز مانند هر الگوی دیگر بازنمایی از سیستم دنیای واقعی است. این الگو رفتار سیستم‌های پیچیده را تحت شرایط آزمایشی مختلف بررسی می‌کند. این الگو از هر سه شیوه معمولی ارتباطی یعنی کلمات، گرافیک و ریاضیات، برای بازنمایی سیستم بهره می‌گیرد. همان‌طور که در شکل ۳ نشان داده شده است، الگوی پویایی‌های سیستم، با توجه به سطح شفافیتی که از سیستم مشاهده می‌کند، یک توالی منطقی را در استفاده از این شیوه‌های ارتباطی به کار می‌گیرد (۴۲).

با استفاده از فنون MCDM در تحقیق در عملیات رتبه کل و رتبه براساس ابعاد مختلف در میزان دستیابی به توسعه پایدار هر یک از مناطق در جدول ۳، مشخص شده است:

رویکرد پویایی سیستم

پویایی سیستم^۵ برای اولین بار در دهه ۱۹۵۰ توسط فارستر در دانشگاه MIT ابداع شد. این روش بر پایه ساختار کنترلی بنا شده است و امکان مطالعه ساختار و رفتار سیستم‌های پیچیده اقتصادی، اجتماعی، زیستی و فنی را فراهم می‌کند (۴۰). پویایی‌شناسی سیستم دامنه وسیعی از راهکارها در سطح شرکت

الگوسازی پویایی سیستم از ۵ مرحله تشکیل شده

است (۴۱):

گام اول تشریح مسئله: در این گام به بررسی مرزهای موضوع مورد بررسی و چرایی مسئله پرداخته می‌شود، متغیرهای مرتبط با موضوع شناسایی، اهداف مسئله تعیین، چگونگی رفتار تاریخی

وضعیت مسأله در دنیای واقعی	بازنمایی
غیر شفاف	کلمات
شفافیت	گرافیک
شفاف	ریاضیات
	غیر دقیق
	دقت
	دقیق

نگاره ۳. شیوه‌های ارتباطی و بازنمایی سیستم دنیای واقعی (۴۲)

جدول ۳. رتبه کلی و رتبه هر یک از ابعاد توسعه پایدار (۳۰)

رتبه اقتصادی	رتبه اجتماعی	رتبه محیطی	رتبه کل	مناطق
۱	۴	۵	۱	مادرید
۲	۱	۱	۲	ناوارا
۳	۷	۷	۳	کتالونیا
۴	۵	۳	۴	ریویا
۹	۱۴	۲	۵	جزایر بالی آریس
۵	۸	۶	۶	پیس واسکو
۱۱	۳	۴	۷	مورسیا
۶	۶	۱۷	۸	والنسیا
۷	۱۲	۱۰	۹	آراگون
۱۲	۱۰	۹	۱۰	کانتبریا
۸	۱۳	۱۵	۱۱	کاستیا و لئون
۱۰	۱۵	۱۳	۱۲	جزایر قناری
۱۴	۱۷	۱۴	۱۳	آستوریاس
۱۶	۹	۱۱	۱۴	آندلوچا
۱۵	۱۱	۱۲	۱۵	کاستیا-لامانچا
۱۷	۲	۸	۱۶	اکستریمدورا
۱۳	۱۶	۱۶	۱۷	گالیسیا

که سادگی نمی‌توان آن را ارزیابی کرد و بایستی آن را الگوسازی کرد.

گام چهارم) آزمون الگو: با نوشتن اولین معادله تست الگو نیز شروع می‌شود، بخشی از آزمون، مقایسه رفتار شبیه‌سازی شده با رفتار واقعی سیستم است، اما آزمون، بیشتر در برگزیده تکرار و انعکاس رفتار گذشته است. در این گام حساسیت رفتار الگو و سیاست‌های توصیه شده باید از لحاظ عدم قطعیت در فرضیه‌ها، هم پارامتری و هم ساختاری ارزیابی شود و تست شرایط مرزی بایستی صورت پذیرد.

گام پنجم) طراحی و ارزیابی سیاست: طراحی به منزله طراحی یک ساختار و یک راهکار جدید و یا تغییر قواعد تصمیم‌گیری است و از طریق تغییر در ارزش پارامترهای مختلف در الگو می‌توان سیاست‌های مختلفی را طراحی کرد. همچنین یک روش طراحی سیاست، تغییر حلقه‌های بازخوردی غالب در الگو است.

متغیرها که بررسی رفتار مسئله و یا متغیر مورد نظر در طول زمان می‌باشد و افق زمانی به گونه‌ای که با نگاه به گذشته در طول افق زمانی بتوان علل و نحوه رخداد پدیده مورد مطالعه را دریافت، مشخص می‌گردد.

گام دوم) تدوین فرضیه پویا: یک فرضیه پویا نظریه‌ای کارآمد از چگونگی بروز مسئله است که در فرایند الگوسازی پویایی سیستم، پس از تشریح و تعیین مرزهای مسئله به منظور شرح رفتار مسئله‌ساز ارائه می‌گردد. این مسئله پویاست چون باید توضیحی از مشخصه پویایی مسأله بر حسب بازخوردهای مهم و ساختار انباشت و جریان سیستم ارائه نماید.

گام سوم) تدوین یک الگو شبیه‌سازی: پس از اینکه فرضیه و نظریه اولیه برای علت رفتار مسئله ایجاد شد باید بتوان آن را آزمون کرد. برخی مواقع می‌توان با استفاده از داده‌های واقعی و یا آزمایش فرضیات فوق در جهان واقعی آن تست کرد. ولی اغلب مواقع الگوی مفهومی ایجاد شده به قدری پیچیده است

محققان بر ترکیب پویایی سیستم و اخلاق تأکید کرده‌اند و اعتقاد دارند، الگوهای پویایی سیستم و شبیه‌سازی آن اغلب قادرند درک مناسبی از دو راهی‌های اخلاقی یا ارزشی، بین ابعاد مختلف یا مقیاس‌های زمانی بدست آورند که اینها در این سیستم دیگر متعارض نیستند، به خاطر این که در یک سیستم دینامیکی اینها به صورت غیرقابل مجزا به هم ارتباط دارند. و همچنین پویایی سیستم این امکان را فراهم می‌کند که مدل را قبل از به کار گرفتن آن در دنیای واقعی آزمایش کنیم به جای اینکه آن را بر روی مردم آزمایش کنیم که عملی غیر اخلاقی است (۴۳).

اگر تصمیم‌گیری اخلاقی یا تصمیم‌گیری پایدار به‌عنوان تصمیم‌گیری جهانی با در نظر گرفتن ابعاد کوتاه‌مدت و بلندمدت اقتصادی، محیطی، فرهنگی و اجتماعی تعریف شود، پویایی سیستم بدون شک در این زمینه بسیار مناسب است. زیرا از تصمیم‌گیری‌های اخلاقی یا تصمیم‌گیری‌های توسعه پایدار حمایت می‌کند. پویایی سیستم این امکان را فراهم می‌کند کل سیستم مدل شده که از ارتباط علی بین جنبه‌ها و ابعاد مختلف سیستم تشکیل شده است را شبیه سازی کند و پیامد راهکارها و سیاست‌های مختلف را در طی زمان نشان دهد. ممکن است تصمیمی موجب افزایش رشد اقتصادی شود اما، سطح سلامتی جامعه در بلند مدت به خطر اندازد و بهره‌وری را کاهش دهد که پویایی سیستم در این زمینه ما را از پیامدهای تصمیمات اشتباه با خبر می‌کند. به‌علاوه پویایی سیستم بوسیله نشان دادن اینکه انتخاب‌های ما می‌تواند بر روی مسیر آینده تأثیرگذار باشد، ابزاری قدرتمند جهت بهبود در مشارکت عمومی در تصمیمات محیطی و توسعه پایدار است (۴۳ و ۴۴).

از نمونه تحقیقاتی که پیرامون مسائل توسعه پایدار در کشورهای مختلف انجام شده است به موارد زیر می‌توان اشاره کرد:

از الگوی پویایی سیستم به منظور توسعه شهری استفاده و سیاست‌های تصفیه آلودگی شهری تاییه بررسی گردید (۴۵).
از الگوسازی پویایی سیستم به منظور تصمیم‌گیری کلان در تعیین راهکاری در زنجیره عرضه غذا استفاده کردند (۴۶)
همچنین همکاران جهت مقابله با بیماری ایدز از روش پویایی

سیستم استفاده شد و برنامه‌ها و سیاست‌های پیشگیری بیماری HIV را مورد بررسی قرار گرفت (۴۷) از الگوی پویایی سیستم به منظور بررسی کاهش آلودگی در بازار برق استفاده شد (۴۸).
یک الگوی پویایی سیستم برای بازار برق آلمان استفاده شد و تحلیلی از ابعاد مختلف اقتصادی و محیطی مربوط به اثر قیمت برق بر انتشار CO2 انجام گردید (۴۹).

تحلیلی از آینده ممکن برای بنگلادش را تحلیل کرده و مورد بررسی قرار دادند. الگوی آنها پارامترهای تولید اقتصادی، ذخایر ملی، جمعیت‌شناختی، کشاورزی، انرژی، سلامت، تحصیلات و محیط‌زیست را شامل می‌شد (۵۰) برای شهرهای توسعه یافته با ترکیب عناصری که در ادبیات پویایی شهری استفاده می‌شد، یک الگوی پویایی سیستم ارائه شد (۵۱). کاری بر روی یک الگوی عمومی برای توسعه پایدار و گوناگونی توسعه ارائه شد (۵۱). یک کاربرد پویایی سیستم که روی جمعیت روستایی و از بین رفتن محیط زیست در فلسطین انجام شد، اندرکنش پویایی بین عامل‌ها و عملگرها در توسعه سیاست نشان داده شد (۵۲). مشخص گردید بدون در نظر گرفتن عامل‌هایی مثل رشد جمعیت‌ها، محدودیت‌های حاصلخیزی زمین و توزیع درآمد بین قسمت‌های مزرعه در مناطق روستایی، غالباً سیاست‌هایی که در صدد حذف فقر محیطی است شکست می‌خورد و نتیجه گرفت که این الگو عملکرد تنها زمانی می‌تواند قابل فهم باشند که ساختارهایی که زیر مجموعه آن هستند به صورت پویا در نظر گرفته شود و از نتایج شبیه سازی استفاده کند و فقط تحت یک بررسی دقیق و مفهومی و عملکرد پویایی مربوط به آن است که می‌توانیم به جایی برسیم که برای ما مطلوب است (۵۳).

نتیجه‌گیری

ادبیات تحقیق در عملیات و اخلاق خیلی گسترده نیست، با این وجود شروع آن به دهه ۱۹۶۰ می‌رسد، و در دهه اخیر توجه بیشتری به این مبحث شده است و همچنان شاهد افزایش تحقیقات پیرامون آن می‌باشیم. با مطالعه دقیق تحقیقات انجام شده در طی این سال‌ها، دو رویه به چشم می‌خورد، رویه اول

مستقل برای مواجهه با پدیده‌های پیچیده و غیرقطعی،
تصمیم‌گیران و سیاست‌گذاران توسعه پایدار را یاری دهد.

واژه نامه

1.Sustainable Development	توسعه پایدار
2.Operational Research (OR)	تحقیق در عملیات
3. Multi Ceriteria Decision Making	تصمیم‌گیری چند معیاره
	فرایند تحلیل سلسله مراتبی
4.Analytical Hierarchy Process (AHP)	
5. System Dynamic	پویایی سیستم

منابع

۱. بارو جی (۱۳۷۶). توسعه پایدار: مفهوم، ارزش و عمل، ترجمه سید علی بدری. تحقیقات جغرافیایی، (۱۲(۱): ۴۳-۶۷.
2. Mebratu D (1998). Sustainability and sustainable development Historical and conceptual review. Environmental Impact Assessment Review 18(2): 493-520.
۳. پور اصغر سنگاچین، فرزام زحمت کش، ممتاز جواد (۱۳۸۷). ارزیابی راهبردی محیط زیستی، رهیافتی جهت ارتقای شاخص‌های توسعه پایدار. نشریه علمی محیط و توسعه، سال اول، شماره دوم.
4. Gass SI (2009). Ethical guidelines and codes in operations research. Omega 37: 1044-1050.
۵. آذر عادل، ربیعہ مسعود، قیطاسی فاطمه (۱۳۸۷). اخلاق در علم مدیریت، اخلاق در علوم و فناوری، ۱ و ۲: ۶۹-۶۱.
۶. آذر عادل، قره ولی لو مریم، هادی زاده میلاد (۱۳۸۹). ملاحظات اخلاقی در مدلسازی، اخلاق در علوم و فناوری، ۱ و ۲: ۱-۱.
7. Wenstop F (2010). Operations research and ethics: development trends 1966-2009. Intl.Trans.in Op. Res 17: 413-426.
8. Ackoff RL(1974) The Systems revolution Long Range Planning 7: 2-20.

مربوط به تحقیقاتی می‌شود که سعی بر تبیین اصول اخلاقی در تحقیق در عملیات و علم مدیریت دارند، که بیشتر اینها مربوط مطالعات قدیمی‌تر است. رویه دیگر که در سال‌های اخیر در این حوزه بیشتر به چشم می‌خورد، مربوط به مطالعاتی است که به معرفی رویکردهای مناسب در برخورد با مسائل توسعه پایدار و سعی در جلب حمایت متخصصان تحقیق در عملیات به منظور توسعه روش‌ها و اقداماتی است که به حل مشکلات جهان امروز و توسعه پایدار بپردازد. اخلاقیات و توسعه پایدار از چالش‌های مهم قرن جدید هستند، مسائل قرن جدید از مسائل مربوط به محیط و زیستی گرفته تا مسائل اجتماعی و فرهنگی، بشریت را با تهدید مواجهه کرده است. پرداختن بیشتر ادبیات تحقیق در عملیات در سال‌های اخیر پیرامون این زمینه نیز نشان از اهمیت این موضوع می‌باشد. از ویژگی‌های مسائل توسعه پایدار می‌توان به عدم قطعیت، ساختار نیافتگی و ابهام آن اشاره کرد. بدین طریق لزوم توجه بیشتر جامعه علمی به ویژه متخصصان تحقیق در عملیات و علم مدیریت را به منظور ارائه راه حل و مدیریت این مسائل احساس می‌شود. امروزه متخصصان تحقیق در عملیات بیش از گذشته موظف به توسعه روش‌ها و فنون پیشرفته و تحقیقات کاربردی هستند که بتوان از طریق آن به حل مشکلات حال و آینده بشر نائل گشت. در این تحقیق نشان داده شده ماهیت مسائل توسعه پایدار پیچیدگی، ساختار نیافتگی و عدم قطعیت آن است. و سه رویکرد، سنتی، تصمیم‌گیری چند معیاره و پویایی سیستم معرفی گردید که رویکرد سنتی به دلیل تک بعدی بودن قابلیت مواجهه با مسائل توسعه پایدار را ندارد. در مقابل دو رویکرد تصمیم‌گیری چند معیاره و پویایی سیستم در این زمینه معرفی گردید. تصمیم‌گیری چند معیاره امکان بررسی ابعاد مختلف پدیده‌های پیچیده اجتماعی، اقتصادی و محیطی را در تصمیم‌گیری‌ها فراهم می‌کند. پویایی سیستم نیز با قابلیت استفاده در سیستم‌های پیچیده انسانی و اجتماعی امکان شناخت بهتر از اثرات بلند مدت تصمیمات سیاست‌گذاران بر روی سیستم‌های انسانی و مدیریت بهتر آنها را فراهم می‌نماید. در رویکرد پویایی سیستم‌ها، روابط غیر خطی و متقابل عناصر در قالب نمودار جریان و رفتارهای غیر خطی اندازه‌گیری می‌شوند و می‌تواند با ارائه سناریوهای

22. White L, Smith H, Currie, C (2011). OR in developing countries: A review. *European Journal of Operational Research* 208: 1–11.
23. DeTombe D (2002). Complex Societal Problems in Operational Research. *European Journal of Operational Research* 140: 232–240.
24. Ravn HF, Victor R, Vidal V (1986). Operational Research for Developing Countries: A Case of Transfer of Technology, *J. Opl Res. Soc* 37(2): 205-210.
25. DeTombe D (2001). Introduction to the field of methodology for handling complex Societal problems. *European Journal of Operational Research* 128: 231-232.
26. Wallace WA (1994). *Ethics in Modeling*. Elsevier Science Ltd. Oxford. UK.
۲۷. آذر عادل، هادی‌زاده میلاد، قره‌ولی‌لو مریم (۱۳۸۹). تحقیق در عملیات، ابزاری کارآمد در مدلسازی مسائل اخلاقی. اخلاق در علوم و فناوری، در دست چاپ.
۲۸. آذر عادل، رجب‌زاده علی (۱۳۸۸). تصمیم‌گیری کاربردی (رویکرد MADM). چاپ سوم، تهران: انتشارات نگاه دانش.
29. Midgley G, Reynolds M (2004). Systems/Operational Research and Sustainable development: Toward a new agenda. *Sustainable Development* 12: 56–64.
30. Munda G (2007). Social multi-criteria evaluation for a sustainable economy. Springer-Verlag, Heidelberg, New York.
31. Henn A, Patz R (2007). A multi criteria approach for corporate decisions in Sustainable planning polics. *Intl.Trans. in Op. Res* 14(1): 15–23.
32. Higgins A, Hajkowitz S, Bui E (2008). A multi-objective model for environmental investment decision making. *Computers & Operations Research* 35: 253–266.
33. Hallerbach W, Ning H, Soppe A, Spronk J (2004). A framework for managing a portfolio of socially Responsible investments. *European Journal of Operational Research* 153: 517–529.
34. Kowalski K, Stagl S, Madlener R, Omann I (2009). Sustainable energy futures: Methodological challenges in combining scenarios And participatory multi-criteria analysis. *European Journal of Operational Research* 197: 1063–1074.
9. Maclagan P (1989). Methodology choice and consulting ethics in management science. *Omega* 17: 397–407.
10. Rauschmayer F (2001). Reflections on ethics and MCA in environmental decisions. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis* 10: 65–74.
11. Brans JP (2002). Ethics and decision. *European Journal of Operational Research* 136: 340–352.
12. Brans JP (2002). Ethics and Decisions: the OATH of PROMETHEUS. *European Journal of Operational Research* 140: 191-196.
13. Brans JP (2004). The management of the future: Ethics in OR: Respect, multicriteria management, happiness. *European Journal of Operational Research* 153: 466–467.
14. Brans JP, Gallo G (2007). Ethics in OR/MS: Past, present and future. *Annals of Operations Reseach* 153: 165–178.
15. Gass SI (2009). Ethical guidelines and codes in operations research. *Omega* 37: 1044–1050.
16. Walker WE (2009). Does the best practice of rational-style model-based policy analysis already in clued ethical considerations? *Omega* 37:1051–1072.
17. Brans JP, Kunsch PL (2010). Ethics in OR and sustainable development. *International Transactions in Operational Research* 17: 427-444.
18. Climaco J, Craveirinha J (2010). On the role of OR practice in strategic environmental impact assessment. *International Transactions in Operational Research* 17: 445-456.
19. Bartolucci V, Gallo G (2010). OR/MS contributions to peace studies. *International Transactions in Operational Research* 17: 475-483.
20. Smith DK (2011). A bibliography of applications of operational research in sub-Saharan Africa. *Intl. Trans. in Op. Res* 18: 149–182.
21. Batanovic V, Guberinic S, Petrovic R (2011). System theoretic approach to sustainable development problems. *Yugoslav Journal of Operations Research* 21(1): 1-10.

- strategic Supply chain management of food chains. *Journal of Food Engineering* 70: 351–364.
47. Miller RL, Levine R, Khamarko K, Valenti MT, McNall MA (2006). Recruiting clients to a community-based HIV-prevention: program A dynamic model. Department of Psychology Michigan State University Psychology Building East Lansing, MI 48824.
 48. Kunsch PL, Springael J, Brans J-P (2004). The zero-emission certificates: A novel CO₂-pollution Reduction instrument applied to the electricity market, *European Journal of Operational Research* 153: 386–399.
 49. Jäger T, Schmidt S, Karl U (2009). A System Dynamics model for the German Electricity Market: An analysis of economic and environmental policy related impacts on electricity prices and CO emissions. *International Conference on Policy Modeling*. Ottawa, Canada, June, 24-26.
 50. Radzicki MJ, Trees WS (1995). A systems dynamics approach to sustainable cities. *Systems Dynamics Proceedings* 1: 191-210.
 51. Choucri N, Berry R (1995). Sustainability and diversity of development: Toward a generic model. *System Dynamics Proceedings* 1: 30-39.
 52. Kelly KL (1998). A systems approach to identifying decisive information for Sustainable development, *European Journal of Operational Research* 109: 452-464.
 53. Parayno PP (1996). Rural poverty and environmental degradation in the Philippines: A system dynamics approach Paper presented at the Fourth Meeting of the International Society for Ecological Economics.
 35. Brent AC, Rogers DEC, Ramabitsa-Siimane TSM, Rohwer MB (2007). Application of the analytical hierarchy process To establish health care waste management systems That minimize infection in developing countries. *European Journal of Operational Research* 181: 403–424.
 36. Alphonse CB (1997). Application of the Analytic Hierarchy Processing culture in Developing countries. *Agricultural Systems* 53: 97–112.
 37. Raju KS, Kumar DN, Duckstein L (2006). Artificial neural networks and multi criteria on analysis for Sustainable irrigate on planning. *Computers & Operations Research* 33: 1138–1153.
 38. DeMoraes L, Garcia R, Ensslin L, daConceição MJ, deCarvalho SM (2010). The multicriteria analysis for construction of benchmarkers to support the clinical engineering in the health care technology management. *European Journal of Operational Research* 200: 607–615.
 39. Doukas HC, Andreas, BM, Psarras JE (2007). Multi-criteria decision aid for the formulation Of sustainable technological energy priorities Using linguistic variables. *European Journal of Operational Research* 182: 844–855.
 40. Forrester JW (1971). *Principles of systems*. Productivity Press, Cambridge.
 41. Sterman JD (2000). *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*. Boston: Irwin/McGraw-Hill.
 ۴۲. سوشیل (۱۳۸۷). پویایی‌های سیستم. ترجمه تیموری ابراهیم، نورعلی علیرضا، ولیزاده نریمان، چاپ اول، تهران: انتشارات دانشگاه علم و صنعت.
 43. Pruyt E, Kwakkel J (2007). Combining System Dynamics and Ethics Towards More Science. 25th International Conference of the System Dynamics Society, July 29 – August 2, Boston.
 44. Stave K (2002). Using system dynamics to improve public participation in environmental decisions. *System Dynamics Review* 18(2): 139–167.
 45. Chen MC, Ho TP, Jan CJ (2006). A System Dynamics Model of Sustainable Urban Development: Assessing Air Purification Policies at Taipei City. *Asian Pacific Planning Review* 4(1): 29-52.
 46. Georgiadis P, Vlachos D, Iakovou E (2005). A system dynamics modeling framework for the