

الگوسازی صلاحیتهای اعضای هیئت علمی برای آموزش پایداری با استفاده از تحلیل پویاییهای سیستم

الهام فهام^۱ و میثم رجبی نهوجی^۲

چکیده: تحقیق حاضر به منظور بررسی مسئله عدم ارتقای صلاحیتهای اعضای هیئت علمی برای آموزش پایداری و ارائه راهکارهایی برای بهبود آن صورت گرفته است. با توجه به ماهیت مسئله از روش تحلیل پویاییهای سیستم استفاده شد. بر اساس مراحل روش تحقیق، پیمایشی در میان اعضای هیئت علمی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران با سابقه کار ۲۰ سال و کمتر از طریق پرسشنامه و مصاحبه انجام شد. به منظور تشریح مسئله تحقیق و تدوین فرضیات پویا از تحلیل لایه لایه‌ای علتها استفاده شد. بر مبنای شناخت مسئله، الگوی پویای صلاحیتهای اعضای هیئت علمی برای آموزش پایداری تدوین شد که با آن مسئله تحقیق توصیف و با استفاده از شبیه‌سازی، رفتار آن در افق زمانی ۲۰ سال آینده پیش‌بینی می‌شود. الگو دارای هشت حلقه بازخوردی تقویت‌کننده و چهار حلقه بازخوردی متعادل‌کننده است. پس از اطمینان از اعتبار الگو، شش سازکار برای ارتقای صلاحیتهای اعضای هیئت علمی از بطن الگو استخراج شد و به منظور بررسی آثار آنها بر مسئله، در محیط شبیه‌سازی و آزمون شدند. این سازکارها شامل در نظر گرفتن دو واحد درسی اجباری برای دانشجویان تازه وارد در خصوص آشنایی با مفاهیم پایه صلاحیتهای پایداری، برگزاری دوره‌های آموزشی - مهارتی در خصوص راهبردهای مناسب آموزش پایداری ویژه اعضای هیئت علمی، بازنگری در محتوای دروس تخصصی الزامی رشته‌های مختلف آموزشی، برگزاری جلسات گفت‌وگوی راهبردی، تغییر نظام ارتقای اعضای هیئت علمی از طریق در نظر گرفتن امتیازهای ویژه برای تحقیقات مبتنی بر پایداری و تغییر نظام ارتقا مبتنی بر فرایندهای آموزشی هستند.

واژه‌های کلیدی: آموزش پایداری، صلاحیت، هیئت علمی، الگوی پویا، شبیه‌سازی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران.

۱. دکترای تخصصی آموزش کشاورزی، دانشکده اقتصاد و توسعه کشاورزی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. faham@ut.ac.ir

۲. دانشجوی دکتری، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران. m_rjabih@yahoo.com

(دریافت مقاله: ۱۳۹۳/۱/۹)

(پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۵/۳۰)

۱. مقدمه

در دهه گذشته مفهوم آموزش پایداری/ آموزش برای توسعه پایدار به طور چشمگیر گسترش یافته و از حمایت بین‌المللی محکمی برخوردار شده است. مهم‌ترین و مشهورترین اقدام بین‌المللی اخیر اعلام سالهای ۲۰۱۴ تا ۲۰۰۵ میلادی به نام دهه آموزش برای توسعه پایدار، در سازمان ملل متحد است. این دهه اوج اقداماتی است که در سطح بین‌المللی از سال ۱۹۸۰، زمانی که برای نخستین بار اصطلاح توسعه پایدار معرفی شد در خصوص توسعه پایداری، انجام شده است و هدف از آن، درگیر کردن افراد برای پذیرش رفتارها و اقدامات جدید به منظور ارتقای پایداری از طریق آموزش است [۲۲]. آموزش پایداری به منظور شکل‌گیری مجدد چگونگی تفکر در باره آموزش در محتوای جهانی مفهوم‌سازی شد. اگرچه این آموزش از جنبشهای زیست‌محیطی آغاز شد، اما مشوق همکاری میان بخشهای مختلف از قبیل حفاظت از محیط‌زیست، توسعه اقتصادی، توسعه اجتماعی و حقوق بشر است که آموزش در خصوص موضوعات پایداری را جست‌وجو می‌کنند [۱۷].

شبکه‌های ذی‌نفع بین‌المللی از قبیل مرکز فرهنگی اقیانوسیه برای یونسکو، کمیته آژانس داخلی برای دهه آموزش برای توسعه پایدار، اقدام جوانان برای تغییر و انجمن آموزش صلاحیتهای برای توسعه پایدار، هر کدام دیدگاه متفاوتی از آموزش پایداری دارند و با توجه به زمینه‌های مشترک، این آموزش می‌تواند این‌گونه تعریف شود: آموزش پایداری فرایند دگرگونی و اندیشمندانه است که تلفیق ارزشها و ادراکات پایداری را نه فقط در نظامهای آموزشی، بلکه در زندگی شخصی و حرفه‌ای روزمره هر فرد می‌طلبد. همچنین، این آموزش ابزار توانمند کردن افراد با دانش و مهارتهای جدید برای کمک به حل موضوعات مشترکی است که زندگی جمعی اجتماع جهانی حال و آینده را به چالش می‌کشد. این نوع آموزش رهیافتی فراگیر برای کسب عدالت اجتماعی و اقتصادی و احترام به زندگی و نیز ابزاری برای بهبود کیفیت آموزش و تغییر گرایش برنامه‌های آموزشی موجود به‌شمار می‌رود [۲۳]. آموزش پایداری آموزش مهندسی را بسیار درگیر می‌کند، زیرا پارادایم جدید آموزش مهندسی با این حقیقت هماهنگ است که تقاضاهای حال و آینده حل مسائلی را در بر می‌گیرد که با ارزشها، نگرشها و رفتار انسان و همچنین، روابط متقابل و پویاییهای نظامهای اجتماعی، سیاسی، محیطی و اقتصادی در یک زمینه جهانی سروکار دارند [۱۵].

بر این اساس، اگر آموزش باید به‌سوی پایداری گرایش پیدا کند، لازمه این امر کسب صلاحیتهای مورد نیاز برای آموزشگران است، صلاحیتهایی ویژه برای توانمند کردن فراگیران برای درک جهانی که در آن زندگی می‌کنیم و عمل بر اساس این درک و توجه به پیچیدگی و ارتباطات درونی میان جنبه‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی. این صلاحیتهای اغلب به‌عنوان صلاحیتهای آموزش پایداری ارجاع داده می‌شوند [۱۸]. در بسیاری از کشورها ظرفیت‌سازی برای آموزش آموزشگران تقاضای بالایی دارد که

شامل آموزش فرایندهای تدریس و یادگیری، فرایندهای تغییر گرایش برنامه درسی و تلفیق محتوای آموزش پایداری در آن است، به‌ویژه در کشورهای کمتر توسعه یافته که مهم‌ترین چالش برای حرکت به سوی آموزش پایداری، نبود نیروی انسانی است و بنابراین، ظرفیت‌سازی آموزشگران برای آموزش پایداری بسیار مورد نیاز است [۲۳].

در تحقیقات مربوط به آموزش پایداری یکی از مؤلفه‌های گرایش نظام آموزش عالی به سوی آموزش پایداری، صلاحیت اعضای هیئت علمی ذکر شده است [۱۶، ۱۸ و ۲۵]. در بسیاری از تحقیقات نیز به سطح آگاهی و تواناییهای محدود اعضای هیئت علمی در خصوص آموزش پایداری اشاره شده است [۲۰ و ۲۳]. سلرز [۱۶] در الگوی خود به صلاحیتهای آموزشگران برای آموزش پایداری شامل صلاحیت کسب دانش پایداری، صلاحیت ارزش و اخلاق پایداری، صلاحیت مرتبط با تفکر سیستمی، صلاحیت مرتبط با احساس و صلاحیت مرتبط با اقدام اشاره کرده که در بخشی از تحقیق حاضر از این الگو استفاده شده است.

بررسی سوابق موضوع نشان داد که تحقیقاتی در زمینه صلاحیتهای اعضای هیئت‌علمی برای آموزش پایداری، به‌خصوص با رویکرد پویاییهای سیستم، صورت نگرفته است. بنابراین، محققان سعی کرده‌اند که از ادبیات نظری تحقیق به‌عنوان سرخهای اکتشاف فرضیات تشکیل دهنده الگو استفاده کنند. در ادامه برخی از تحقیقاتی که به نحوی نقش هدایتگر را در این تحقیق ایفا کرده‌اند، بیان شده است.

برخی از محققان بر تأثیر باورهای آموزشگر بر عملیات تدریس وی تأکید می‌کنند [۱۰]. همچنین، ارتباط میان باورها و عمل، پویاست [۱۵]. کاریو و میچل [۶] به این موضوع پرداخته‌اند که در خصوص آموزش پایداری، اعضای هیئت‌علمی برای درک مفهوم پایداری/ توسعه پایدار تلاش می‌کنند و در پی دستیابی به دانش پایداری هستند. ولازکوئز و همکاران [۲۵] در مطالعه‌ای تأکید کرده‌اند که زمان محدودیتی را برای اعضای هیئت‌علمی به‌منظور تلفیق موضوعات پایداری درون برنامه درسی و استفاده از روشهای تدریس اعضای هیئت‌علمی ایجاد می‌کند که آنها نمی‌توانند از تواناییهای خود برای آموزش پایداری استفاده کنند یا انگیزه‌ای برای کسب آن نخواهند داشت. در این خصوص، برخی از اعضای هیئت‌علمی نیز معتقدند که برنامه درسی پر حجم مانعی برای ارائه دانش پایداری در زمینه تخصصی است و برخی نیز توانایی برقراری ارتباط میان محتوای درسی خود و محتوای پایداری را ندارند و محتوای پایداری را بخش مجزایی از محتوای درسی خود می‌دانند [۲۰]. فین [۹] بیان می‌کند که باورها و نگرشهای آموزشگر همراه با راهبردهای تدریس انتخاب شده، بر طرح برنامه درسی و بر اهداف اکتسابی دانشجویان تأثیرگذار است. بسیاری از محققان تأکید کرده‌اند که آموزشگران برای افزایش نتایج یادگیری باید به روشهای تدریس خود توجه کنند و دانش آنها در خصوص راهبردهای تدریس در

۹۲ الگوسازی صلاحیتهای اعضای هیئت علمی برای آموزش پایداری با استفاده از تحلیل پویاییهای سیستم

به کارگیری آنها اهمیت دارد [۹، ۱۱، ۱۳ و ۲۱]. سوانسبورگ و همکاران [۱۹] و استرلینگ و توماس [۱۷] بر توسعه همکاری میان رشته‌ای در میان اعضای هیئت علمی تأکید کرده‌اند. لیپس کومبی و مکاران [۱۲] نیز در تحقیق خود به توسعه حرفه‌ای اعضای هیئت علمی برای ورود به موضوعات آموزش پایداری اشاره کرده‌اند. فرر بالاس و همکاران [۸] به آزادی عمل اندک و مهارت‌های چندرشته‌ای در میان اعضای هیئت علمی اشاره کرده‌اند. همچنین، برخی از محققان به نبودن موضوع آموزش پایداری در سیاست‌های دانشگاه، که می‌تواند اهمیت آموزش پایداری را برای اعضای هیئت علمی و تلاش برای کسب صلاحیتهای لازم به منظور اقدام به آن را آشکار کند، اشاره کرده‌اند [۱۴ و ۲۴].

از آنجایی که ارتقای صلاحیت آموزشگران برای آموزش پایداری موضوعی است که تحقیقات راجع به آن در سطح ملی و بین‌المللی مغفول مانده است، تحقیق حاضر با هدف تدوین الگوی پویای صلاحیتهای اعضای هیئت علمی برای آموزش پایداری و ارائه سازکارهای مناسب برای ارتقای این صلاحیتها انجام شده است.

۲. روش تحقیق و فرایند الگوسازی

تحقیق حاضر از نظر هدف کاربردی بود، زیرا نتایج آن برای برنامه‌ریزان آموزش عالی و اعضای هیئت علمی قابل استفاده است و از نظر میزان نظارت و درجه کنترل متغیرها غیرآزمایشی بود، زیرا کلیه متغیرهای مورد نظر در وضعیتی طبیعی مطالعه می‌شد؛ همچنین، از نظر نحوه گردآوری داده‌ها از نوع پیمایشی بود. در این تحقیق پیمایش پدیده و پیمایش جامعه صورت گرفته است.

در تحقیق حاضر از روش‌شناسی "پویاییهای سیستم"^۱ بهره گرفته شده است. شایان ذکر است که پویاییهای سیستم در واقع، تعمیمی از روش مورد کاوی محسوب می‌شود که اصولاً در باره مسئله‌ای مشخص بحث می‌کند [۱]. از آنجایی که در روش‌شناسی این تحقیق به مورد کاوی نیاز است، مورد مطالعه "پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران" در نظر گرفته شد، زیرا دانشگاه تهران به‌عنوان نماد آموزش عالی ایران در سند چشم‌انداز ۱۴۰۴ معرفی شده است؛ با توجه به موضوع تحقیق، شروع هرگونه تغییرات برای تسریع در روند آموزش پایداری برای پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران مناسب بود تا بتواند به‌عنوان الگویی در این زمینه مورد توجه سایر دانشکده‌های کشاورزی و منابع طبیعی قرار گیرد. روش‌شناسی پویاییهای سیستم فرایند پنج مرحله‌ای را برای الگوسازی پیشنهاد می‌کند.

الگوی ارائه شده در این مقاله طی فرایند زیر ایجاد شده است. با توجه به پنج گام اجرایی روش‌شناسی پویایی‌های سیستم، در هر گام مراحل اجرایی تحقیق و روشهای کسب، استخراج و تحلیل داده‌ها در آن گام توضیح داده شده است.

۳. گام اول: تعریف دقیق مسئله (انتخاب مرز مسئله)

الف. انتخاب موضوع: مسئله چیست؟

چرا کسب صلاحیت اعضای هیئت علمی برای آموزش پایداری با روند کند و تقریباً ثابتی همراه است؟

ب. متغیرهای کلیدی: متغیرهای کلیدی که باید در نظر بگیریم، کدام است؟

صلاحیتهای اعضای هیئت علمی برای آموزش پایداری

پ. افق زمانی: چه مدت زمانی را در آینده باید در نظر بگیریم؟ چقدر به عقب برگردیم تا بتوانیم

ریشه‌های مشکل را شناسایی کنیم؟

در تحقیق حاضر مدت زمانی که در آینده در نظر گرفته شده است، ۲۰ سال و مدت زمانی که برای شناسایی مشکل در نظر گرفته شده است، ۲۰ سال اخیر است؛ به عبارتی، مبدأ سال ۱۳۷۰ در نظر گرفته شده است. در واقع، زمانی در نظر گرفته شد که آموزش پایداری در آموزش عالی را مجامع بین‌المللی مطرح کردند و در عمل دانشگاههای مختلف در جهان آن را به کار بستند (سال ۱۹۹۰).

ت. تعریف پویا از مسئله (رفتارهای مرجع): رفتار تاریخی مفاهیم و متغیرهای کلیدی چیست؟

در آینده رفتار آنها ممکن است چگونه باشد؟

رفتار مرجع مجموعه‌ای از نمودارها و داده‌های تشریحی است که پیشرفت رفع مشکل را در طول زمان نشان می‌دهد. چگونگی سنجش متغیر کلیدی که برای فهم مسئله و طراحی سیاستها به منظور حل مسئله مهم است، در ادامه توضیح داده شده است. نتایج و الگوی رفتاری متغیر کلیدی در بخش نتایج ارائه شده است.

• نحوه بررسی رفتار مرجع (الگوی رفتاری صلاحیتهای اعضای هیئت علمی برای آموزش پایداری)

متغیر کلیدی بررسی شده در این تحقیق صلاحیتهای اعضای هیئت علمی برای آموزش پایداری است که بر اساس الگوی CSCT^۱ [۱۶] مؤلفه‌های این صلاحیت شامل صلاحیت کسب دانش پایداری، صلاحیت

1. Curriculum, Sustainable Development, Competences, Training (CSCT)

۹۴ الگوسازی صلاحیتهای اعضای هیئت علمی برای آموزش پایداری با استفاده از تحلیل پویایهای سیستم

ارزش و اخلاق پایداری، صلاحیت مرتبط با تفکر سیستمی، صلاحیت مرتبط با احساس و صلاحیت مرتبط با اقدام، با ابزار پرسشنامه سنجیده شده است.

در این تحقیق برای تعیین اعتبار محتوایی و ظاهری پرسشنامه‌های اعضای هیئت علمی از نظرهای اصلاحی اعضای هیئت علمی بهره گرفته شد. در خصوص سنجش قابلیت اعتماد سازه‌های مورد سنجش در پرسشنامه اعضای هیئت علمی، به دلیل پایین بودن حجم نمونه، امکان بهره‌گیری از تحلیل عاملی تأییدی با استفاده از نرم‌افزار لیزرل فراهم نبود و از این رو، برای سنجش پایایی پرسشنامه به محاسبه ضریب آلفای کرونباخ بسنده شد. نتایج جدول ۱ نشان می‌دهد که سازه‌های مورد بررسی از پایایی مناسبی برخوردار بوده‌اند.

جدول ۱: میزان آلفای کرونباخ سازه‌های مورد سنجش در پرسشنامه اعضای هیئت علمی

نام سازه	مقیاس	امتیاز	تعداد گویه	آلفای کرونباخ
صلاحیت کسب دانش پایداری	فاصله‌ای	۰-۱۰	۵	۰/۸۲
صلاحیتهای ارزش و اخلاق پایداری	فاصله‌ای	۰-۱۰	۱۴	۰/۹۲
صلاحیت مرتبط با تفکر سیستمی	فاصله‌ای	۰-۱۰	۱۵	۰/۹۶
صلاحیت مرتبط با احساس	فاصله‌ای	۰-۱۰	۹	۰/۹۶
صلاحیت مرتبط با اقدام	فاصله‌ای	۰-۱۰	۱۱	۰/۹۲

• جامعه آماری و نمونه مورد مطالعه برای بررسی رفتار مرجع

برای بررسی الگوی رفتاری متغیر کلیدی "صلاحیتهای اعضای هیئت علمی به‌منظور آموزش پایداری" به داده‌های مقطع زمانی نیاز است. از آنجایی که برای شناسایی ریشه‌های مسئله ۲۰ سال اخیر در نظر گرفته شده است، بر اساس سال جذب اعضای هیئت علمی در پردیس، ۲۰ سال گذشته به چهار دوره زمانی ۱۳۷۰-۷۵، ۸۰-۱۳۷۵، ۸۵-۱۳۸۰ و ۹۰-۱۳۸۵ تقسیم شد. همچنین، این پیشفرض در نظر گرفته شد که در خصوص صلاحیتهای آموزش پایداری در اعضای هیئت علمی از زمان جذب تا زمان اجرای این تحقیق تغییر چندانی در آنها صورت نگرفته است. شواهدی که برای این پیشفرض وجود دارد، آن است که دوره‌های آموزشی در خصوص موضوعات آموزش پایداری برای آنها در نظر گرفته نشده است.

از سوی دیگر، مسئله تحقیق دارای سرشتی تأخیردار است؛ به‌عبارتی، تغییر در آن زمانبر است. با وجود چنین ماهیتی از مسئله، در انتخاب اعضای هیئت علمی اعضایی که ۲۰ سال و کمتر سابقه جذب در پردیس را دارند، به‌عنوان جامعه آماری انتخاب شدند که ۱۵۹ نفر را شامل شد. با در نظر گرفتن متغیر سال جذب اعضای هیئت علمی در پردیس، به‌عنوان متغیر مورد سنجش برای تعیین انحراف معیار

در فرمول کوکران، ۴۰ نفر به‌عنوان نمونه انتخاب شدند. با توجه به چهار بازه زمانی در نظر گرفته شده و حجم جامعه آماری در هر بازه زمانی، از نمونه‌گیری طبقه‌ای تصادفی متناسب استفاده شد که بر این اساس، برای بازه زمانی ۷۵-۱۳۷۰، ۱۰ عضو هیئت‌علمی، برای بازه زمانی ۸۰-۱۳۷۵، ۷ عضو هیئت‌علمی، برای بازه زمانی ۸۵-۱۳۸۰، ۹ عضو هیئت‌علمی و برای بازه زمانی ۹۰-۱۳۸۵، ۱۴ عضو هیئت‌علمی به‌عنوان نمونه انتخاب شدند. با توجه به آنکه تعداد نمونه به‌دست آمده از فرمول کوکران با نظر متخصصان روش‌شناسی پویایی‌های سیستم در خصوص تعداد نمونه مورد بررسی مطابقت داشته است، بنابراین، همان تعداد نمونه به‌دست آمده از فرمول کوکران پذیرفته شد.

۴. گام دوم: ایجاد فرضیه پویا

الف. ایجاد فرضیه اولیه بر اساس تشریح مسئله

روشهای تشریح مسئله که در این تحقیق به کار گرفته شده‌اند و در واقع، اولین گام در شناسایی فرضیات پویاست، به قرار زیر است:

۱. ادبیات نظری مسئله

محققان با مطالعه ادبیات علمی مسئله، راجع به موضوعاتی که می‌توانند مرزهای مسئله را تا حدودی تشریح کنند، شناخت پیدا کردند.

۲. تحلیل لایه لایه‌ای علتها^۱

این تحلیل شامل چهار سطح است: لیتانی^۲، علل اجتماعی، گفتمان/ جهان‌بینی و اسطوره/ استعاره. سطح نخست؛ یعنی لیتانی دیدگاه بدون پرسش از واقعیت است. سطح دوم سطح علت‌های اجتماعی و دورنمای نظام‌مند است. داده و اطلاعات لیتانی در سطح دوم شرح داده و پرسش می‌شود. در سطح سوم فرضیه‌های عمیق‌تر، استدلالی، جهان‌بینی و ایدئولوژیک ناخودآگاه مشخص می‌شوند. در این سطح می‌توان به اکتشاف این امر پرداخت که چگونه ذینفعان مختلف لیتانی و نظام را می‌سازند. سطح چهارم اسطوره/ استعاره است که ابعاد احساسی ناخودآگاه را بیان می‌دارد؛ به‌عبارتی، این سطح بیشتر به گشودن فضای حال و گذشته برای خلق آینده‌های بدیل می‌پردازد [۲].

1. Causal Layered Analysis (CLA)

2. Litany

۳. الگوی سه لایه مطالعه شاکله (چارچوب زمینه، بازی و بازیگر) از دیگر روشهای تشریح مسئله که در این تحقیق از آن بهره گرفته شده است، الگوی سه لایه مطالعه شاکله [۳] است. این الگو دارای سه مؤلفه شامل زمینه، بازیگران و بازی است. در تحلیل لایه لایه‌های علتها و الگوی سه لایه‌ای مطالعه شاکله از ابزار "مصاحبه و ثبت روایت" استفاده شده است، به این نحو که با افراد درگیر در مسئله، اعضای هیئت علمی و دانش‌آموختگان مصاحبه صورت گرفته است. سه روش ذکر شده برای کمک به فرایند ذهنی پژوهشگران در اکتشاف فرضیات پویا استفاده شده‌اند.

ب. تدوین فرضیات پویا

در این مرحله نقشه‌های ساختار علی بر اساس فرضیه‌های اولیه، متغیرهای کلیدی، رفتارهای مرجع و دیگر داده‌های در دسترس تدوین می‌شوند. وجود بازخورد در روابط علت و معلولی موجب ایجاد حلقه‌های (فرضیه‌های) علی می‌شود. این حلقه‌ها الگوهای رفتاری متفاوتی دارند که در یک تقسیم‌بندی کلی به حلقه‌های تقویت‌کننده و متعادل‌کننده تقسیم می‌شوند. حلقه‌های تقویت‌کننده معادل بازخورد مثبت و حلقه‌های متعادل‌کننده معادل بازخورد منفی هستند [۴].

۵. گام سوم: فرموله کردن الگوی شبیه‌سازی

برای بررسی رفتار سیستم در طول زمان به شبیه‌سازی متغیرها و روابط آنها در رایانه نیاز است. نرم‌افزار ونسیم^۱ ابزار شبیه‌سازی قدرتمندی برای الگو سازی، آزمون الگو و تحلیل حساسیت سیستم‌های پیچیده پویاست. در مرحله شبیه‌سازی لازم است نمودارهای حالت - جریان^۲ (SFD)، منطبق بر الگوی پویا، در محیط نرم‌افزار بسط داده و اهرمهای سیاستگذاری در سناریوهای مختلف اضافه شود. این نمودارها معادل حلقه‌های علی در شبیه‌سازی هستند و تقریباً تمام جزئیات لازم برای نگارش نظام‌مند معادلات را دارند. متغیرهای نمودارهای جریان در پویاییهای سیستم به سه گروه زیر تقسیم می‌شوند:

- متغیرهای حالت یا انباشت^۳: این متغیرها به عناصری در سیستم مربوط می‌شوند که مقدار آنها در جریان یک دوره زمانی شکل می‌گیرد. برخی از متغیرهای حالت در الگو شامل صلاحیتهای اعضای هیئت علمی برای آموزش پایداری، دانش پنهان و آشکار اعضای هیئت علمی در خصوص راهبردهای تدریس و یادگیری، حجم محتوای پایداری، پویاییهای فرایند تدریس و

1. Ventana Simulation Environment (Vensim)
2. Stock Flow Diagram (SFD)
3. Stock or Level Variables

یادگیری در کلاس، صلاحیتهای پایداری دانشجویان، تعداد اهداف آموزشی و حجم همکاریهای میان رشته‌ای است.

• متغیرهای نرخ^۱ یا جریان: هر متغیر حالت به وسیله مجموعه‌ای از متغیرهای نرخ تغییر می‌کند. متغیر نرخ نشان‌دهنده میزان تغییر یک متغیر در واحد زمان است. برخی از متغیرهای نرخ در الگو شامل افزایش حجم محتوای پایداری، افزایش اعتقاد اعضای هیئت‌علمی به آموزش پایداری، تقاضای آموزش اعضای هیئت‌علمی، تولید مقالات و افزایش صلاحیتهای پایداری دانشجویان است.

• متغیرهای کمکی^۲: این متغیرها واسط بین متغیرهای اصلی در الگو هستند. برای ایجاد ارتباطات و شفافیت، تعریف متغیرهای کمکی می‌تواند کمک‌رسان باشد. برخی از متغیرهای کمکی در الگو شامل سیاست آموزشی پردیس در خصوص آموزش پایداری، استفاده اعضای هیئت‌علمی از راهبردهای تدریس و یادگیری مناسب آموزش پایداری، بازنگری در محتوای دروس، امکانات آموزشی و انگیزه استفاده از راهبردهای تدریس و یادگیری مناسب آموزش پایداری است. پس از ترسیم نمودار حالت - جریان برای فرموله کردن نمودارهای حالت - جریان از روش درون‌یابی و وزن‌دهی بهره گرفته شد.

۶. گام چهارم: آزمون الگوی شبیه‌سازی (آزمودن / اعتبارسنجی)

پس از فرایند شبیه‌سازی، در این مرحله اعتبار الگو از نظر علمی با توجه به روشهای مشخصی ارزیابی می‌شود. در این تحقیق برای اعتبارسنجی ساختاری فرضیات پویا و الگوی به‌دست آمده، اصلاح فرضیات و دستیابی به فرضیات جدید و آشکار شدن ابعاد دیگری از مسئله تحقیق از چندین جلسه مصاحبه گروه‌های کانونی بهره گرفته شد که جلسه با مشارکت متخصصان مدیریت سیستم در دانشگاه شهید بهشتی و اعضای هیئت‌علمی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی مهم‌ترین آنها بوده است. همچنین، ادبیات موضوع نیز به‌عنوان بخشی از اعتبارسنجی الگو به‌شمار می‌آید. آزمون سازگاری ابعادی نیز که در آن ابعاد متغیرها در معادلات بررسی می‌شوند، در زمان فرموله کردن الگو انجام شده است. اعتبارسنجی رفتاری نیز بر اساس آزمونهای رفتاری شامل آزمون باز تولید رفتار و آزمون حساسیت پارامتری بررسی و در بخش نتایج ارائه شده است.

1. Rate Variables

2. Auxiliary Variables

۹۸ الگوسازی صلاحیتهای اعضای هیئت علمی برای آموزش پایداری با استفاده از تحلیل پویاییهای سیستم

۷. گام پنجم: تدوین و ارزیابی سیاست

سیاستهایی که طی مراحل مختلف در ذهن پژوهشگر شکل گرفته و همچنین، سیاستهایی که الگو در خود گنجانده است، لازم است مشخص شود که از طریق چه متغیرها یا تغییر در روابط متغیرها مسئله را تحت تأثیر قرار داده و الگوی اثر سیاست بر مسئله چگونه است. این سیاستها باید در محیط نرم افزار ونسیم شبیه سازی و نتایج به دست آمده ارزیابی شود.

۸. یافته ها

الف. الگوی رفتاری صلاحیت اعضای هیئت علمی برای آموزش پایداری در بازه زمانی

۱۳۷۰-۹۰

به منظور مشخص کردن وضعیت کلی صلاحیت اعضای هیئت علمی برای آموزش پایداری، وزن پنج صلاحیت مورد بررسی در بخشهای پیشین یکسان در نظر گرفته شده است؛ بنابراین، میزان میانگین پنج صلاحیت به عنوان وضعیت کلی صلاحیت اعضای هیئت علمی برای آموزش پایداری در نظر گرفته شده است. در چهار بازه زمانی در نظر گرفته شده (۱۳۷۰-۷۵، ۱۳۷۰-۸۰، ۱۳۷۵-۸۰، ۱۳۸۰-۸۵ و ۱۳۸۵-۹۰) میانگین صلاحیت اعضای هیئت علمی به ترتیب ۶/۲۸، ۶/۴۲، ۶/۷۵ و ۵/۹۸ بوده است و میانگین کلی صلاحیتهای اعضای هیئت علمی برای آموزش پایداری در بازه زمانی ۱۳۷۰-۹۰، ۶/۳۶ از ۱۰ امتیاز است. از آنجایی که روند تغییرات صلاحیت اعضای هیئت علمی در بازه زمانی ۱۳۷۰-۹۰ به عنوان رفتار مرجع سیستم در طول بازه زمانی مذکور برای شبیه سازی الگو در نظر گرفته شده است، نمودار ۱ بیانگر الگوی رفتاری متغیر مذکور است.



نمودار ۱: روند تغییرات صلاحیت اعضای هیئت علمی برای آموزش پایداری در بازه زمانی ۱۳۷۰-۹۰

ب. فرضیات پویا

بر اساس روشهای توضیح داده شده در گام دوم، هشت فرضیه بازخوردی تقویت‌کننده و چهار فرضیه بازخوردی متعادل‌کننده تدوین شد. شکل‌گیری هر یک از فرضیه‌ها برگرفته از روایتی است که به اختصار در ادامه به آن اشاره شده است. بر اساس روایت مستتر در هر یک از فرضیات، عنوان مناسبی برای آنها انتخاب شده است. همچنین، روابط موجود در برخی از فرضیات پویای تحقیق یا کلیت مفهومی فرضیات در برخی از مطالعات پیشین تأیید شده که به آنها نیز اشاره شده است. حلقه‌های ذکر شده در نمودار ۲ ارائه شده‌اند.

حلقه بازخوردی توانمندسازی پداگوژیکی (R۱)

اعضای هیئت‌علمی قادرند دانش در خصوص راهبردهای تدریس و یادگیری مناسب آموزش پایداری را از منابع مختلف، چه به صورت دانش پنهان و چه به صورت دانش آشکار، کسب کنند. زمانی که آنها دانش لازم را داشته باشند، از این راهبردها استفاده می‌کنند که این امر سبب افزایش تجربه آنها می‌شود و افزایش تجربه نیز می‌تواند برای آنها با افزایش دانش همراه باشد [۹، ۱۱، ۱۳ و ۲۱].

حلقه بازخوردی افزایش کسب صلاحیتهای اعضای هیئت‌علمی برای آموزش پایداری (R۲)

زمانی که سیاستهای آموزشی در پردیس بر آموزش پایداری مبتنی باشد، سیستم ارتقا نیز تغییر می‌یابد و بنابراین، اعضای هیئت‌علمی به تغییر در فرایندهای آموزشی خود گرایش می‌یابند و این امر سبب می‌شود تا آنها توانمند شوند. از سوی دیگر، سیاستهای آموزشی را اعضای هیئت‌علمی تعریف و بازنگری می‌کنند، پس زمانی که اعضای هیئت‌علمی صلاحیتهای آموزش پایداری را داشته باشند، سیاستهای آموزشی بیش از قبل بر آموزش پایداری مبتنی خواهند شد [۱۲].

حلقه بازخوردی افزایش برگزاری دوره‌های آموزشی در خصوص آموزش پایداری (R۳)

زمانی که در سیاستهای آموزشی پردیس موضوعات مربوط به آموزش پایداری رؤیت نشود، بنابراین، نمی‌توان انتظار داشت که اهداف آموزشی موجود در سرفصلهای مصوب رشته‌های آموزشی بر آموزش پایداری مبتنی باشند. در این هنگام، اعضای هیئت‌علمی نیز با اهداف و موضوعات آموزش پایداری درگیر نمی‌شوند، زیرا وجود چنین اهدافی در سرفصل مصوب رشته یکی از شیوه‌های جلب توجه اعضای هیئت‌علمی به این امر خواهد بود. درگیر نشدن با چنین موضوعاتی تقاضایی را برای برگزاری دوره‌های آموزشی مربوط ایجاد نخواهد کرد. زمانی که تقاضایی برای ارائه دوره نباشد، دوره‌ای تشکیل نخواهد شد. کاهش برگزاری دوره‌های آموزش پایداری کاهش تعداد اعضای هیئت‌علمی آموزش دیده در این زمینه را به همراه دارد. بنابراین، شاهد صلاحیتهای پایین اعضای هیئت‌علمی در خصوص آموزش پایداری خواهیم بود. از آنجایی که اعضای هیئت‌علمی تصمیم‌گیران و سیاستگذاران پردیس هستند، افزایش

۱۰۰ الگوسازی صلاحیتهای اعضای هیئت علمی برای آموزش پایداری با استفاده از تحلیل پویاییهای سیستم

صلاحیتهای آموزش پایداری در آنها گرایش سیاستهای پردیس را به سوی آموزش پایداری سوق خواهد داد [۸، ۲۰ و ۲۵].

حلقه باز خوردی افزایش همکاری میان رشته‌ای گروههای آموزشی (R۴)

زمانی که گروههای آموزشی از ارزش و اهمیت یکدیگر مطلع نیستند، نمی توان انتظار داشت که همکاری میان رشته‌ای در میان اعضای هیئت علمی شکل گیرد یا افزایش یابد. زمانی که سیاستهای آموزشی پردیس مبتنی بر آموزش پایداری باشد، در آن صورت برای رسیدن به همکاری میان رشته‌ای که از صلاحیتهای اعضای هیئت علمی نیز به شمار می رود، گروههای آموزشی باید قابلیت گفت و گوی خود را توسعه دهند. هر چه گفت و گوی میان گروههای آموزشی افزایش یابد، درک متقابل آنها از جایگاه یکدیگر افزایش می یابد و حیطه‌های مشترک برای همکاری با یکدیگر آشکار می شود [۸، ۱۷ و ۱۹].

حلقه باز خوردی ارتقای اعضای هیئت علمی از طریق تغییر کیفیت تحقیقات (R۵)

زمانی که ارتقای مرتبه علمی اعضای هیئت علمی بر مبنای تعداد مقاله‌های چاپ شده صورت گیرد و با توجه به تغییرات سریعی که در سیاستهای ارتقای مرتبه علمی در خصوص نوع مقاله‌ها وجود دارد، به نوعی اعضای هیئت علمی، خواسته یا ناخواسته، به اجرای تحقیقات صرفاً با هدف چاپ مقاله گرایش می یابند و بنابراین، اعضای هیئت علمی در تولید علم بدون ارزش افزوده مهارت پیدا می کنند. پس، به دلیل تمرکز بر کمیت، کیفیت تحقیقات کمتر مورد توجه قرار می گیرد. از آنجایی که در سیستم ارتقا تعداد مقالات چاپ شده ملاک است، چنین اقدامی دارای امتیاز است و ارتقای مرتبه اعضای هیئت علمی بدین روند تداوم می یابد.

حلقه باز خوردی افزایش بازنگری در محتوای دروس (R۶)

هنگامی که زمان کل تدریس با افزایش بازنگری در محتوای دروس افزایش می یابد، انگیزه تلفیق محتوای پایداری افزوده می شود که افزایش حجم محتوای پایداری در سرفصلهای دروس، اعضای هیئت علمی را به استفاده از راهبردهای تدریس و یادگیری مناسب آموزش پایداری ترغیب می کند. از آنجایی که به کارگیری راهبردهای مذکور زمانبر است، بازنگری در محتوای دروس را بیشتر می طلبد [۲۰].

حلقه باز خوردی افزایش انگیزه استفاده از راهبردهای تدریس و یادگیری مناسب آموزش

پایداری (R۷)

انگیزه بهبود کیفیت عملکرد در اعضای هیئت علمی جوان و میانسال سبب می شود تا آنها به دنبال بهبود کیفیت از طریق استفاده از راهبردهای تدریس و یادگیری جدید باشند. از آنجایی که به کارگیری راهبردهای تدریس و یادگیری مناسب آموزش پایداری افزایش پویایی و دینامیکهای کلاسی را به همراه دارد، محسوس شدن نتایج به کارگیری این راهبردها خود سبب افزایش انگیزه بهبود کیفیت در اعضای هیئت علمی و افزایش انگیزه استفاده از راهبردهای مذکور می شود.

حلقه باز خوردی افزایش اعتقاد اعضای هیئت علمی به آموزش پایداری (R۸)

اعتقاد اعضای هیئت علمی به آموزش پایداری سبب می شود تا آنان اعتقادات خود را در عمل نیز نشان دهند که یکی از این موارد استفاده از راهبردهای تدریس و یادگیری مناسب آموزش پایداری است. استفاده از این راهبردها سبب افزایش صلاحیتهای پایداری دانشجویان می شود. با تأخیری چندساله، با رو به رو شدن اعضای هیئت علمی با پیامدهای مثبتی که در جامعه با تصمیم هایی که دانشجویان دیروز، به عنوان مدیران و فعالان امروز، در هر زمینه می گیرند، اعتقاد آنها به عمل افزایش می یابد. تأخیر مذکور می تواند تأخیری ۱۰ ساله فرض شود، زیرا بعد از تصمیم گیری حرفه ای دانش آموختگان، تا پیامدهای تصمیم مشخص شود، مدت زمان طولانی را به دنبال خواهد داشت. در تفسیری دیگر می توان بیان داشت که دانشجویان امروز اعضای هیئت علمی فردا خواهند بود. بنابراین، تا اتمام دوران تحصیلات تکمیلی دانش آموخته کارشناسی و جذب در دانشگاه به عنوان عضو هیئت علمی، حداقل ۷ سال زمان نیاز است. با این تفاسیر، میانگین تأخیر دو تفسیر مذکور را مد نظر قرار داده و بازه زمانی تأخیر ۹ سال در نظر گرفته شده است [۸].

حلقه باز خوردی متعادل کننده تلفیق محتوای پایداری (B۱)

زمانی که انگیزه استفاده از راهبردهای تدریس و یادگیری مناسب آموزش پایداری در اعضای هیئت علمی افزایش می یابد، آنها به استفاده از این راهبردها ترغیب می شوند. از آنجایی که اجرای این راهبردها در کلاس به زمان بیشتری نسبت به راهبردهای متعارف نیاز دارند، اعضای هیئت علمی در زمان تدریس متعارف خود محتوای کمتری را منتقل می کنند و این امر سبب می شود تا انگیزه آنها برای جست و جوی ارتباط محتوای تدریس خود با محتوای پایداری کاهش یابد و بنابراین، برای ارائه سرفصلهای تدریس خود در زمان تدریس متعارف حجم محتوای پایداری را کاهش می دهند. کاهش حجم سرفصلهای مرتبط با پایداری به کاهش انگیزه استفاده از راهبردهای تدریس و یادگیری مناسب آموزش پایداری در اعضای هیئت علمی منجر خواهد شد [۲۰ و ۲۵].

حلقه باز خوردی متعادل کننده کسب دانش پداگوژیکی (B۲)

زمانی که اعضای هیئت علمی راهبردهای جدید مناسب آموزش پایداری را تجربه می کنند، این امر سبب افزایش دانش آنها در خصوص راهبردهای تدریس و یادگیری مناسب آموزش پایداری می شود. این افزایش تا زمانی تداوم می یابد که فرد نیاز به کسب دانش را در خود احساس کند. هنگامی که عضو هیئت علمی احساس کند از نظر دانش در زمینه راهبردهای تدریس و یادگیری مناسب آموزش پایداری اشباع شده است، تجربه کردن راهبردهای جدید در وی کاهش می یابد، زیرا دیگر نیاز به کسب دانش پداگوژیکی را در خود احساس نمی کند.

۱۰۲ الگوسازی صلاحیتهای اعضای هیئت علمی برای آموزش پایداری با استفاده از تحلیل پویایبهای سیستم

حلقه باز خوردی همسویی سیاستها با انتظارات دانشجو (B۳)

از آنجایی که دانشجویان در زمان آموزش عمومی خود (دوران قبل از دانشگاه)، منحصراً با روشهای آموزش یکسویه آموزش می بینند، به این روشها عادت می کنند و بنابراین، آنها در حین تحصیل در دانشگاه نیز با این روشها راحت تر هستند، حتی در صورت تغییر در روشهای تدریس و یادگیری در نظر خود با نوعی بحران و سردرگمی رو به رو می شوند. این انتظار آنها از آموزش انتظاری ناپایدار است. بنابراین، از اعضای هیئت علمی که از این روشهای آموزشی استفاده می کنند، رضایت دارند. رضایت دانشجو از عضو هیئت علمی سبب می شود تا ارتقای مرتبه علمی اعضای هیئت علمی که با همان روشهای آموزش سنتی فعالیت می کنند، به خوبی صورت گیرد. زمانی که اعضای هیئت علمی هم تمایلی از سوی دانشجویان برای تغییر راهبردهای آموزشی خود دریافت نمی کنند و هم با تداوم وضعیت فعلی ارزشیابی آنها از سوی دانشجویان با روند مناسبی صورت می گیرد، بنابراین، تمرکز آنها بر فرایندهای مؤثر آموزشی از قبیل استفاده از راهبردهای تدریس و یادگیری مناسب آموزش پایداری یا برنامه درسی پنهان کاهش می یابد. از آنجایی که منافع گروهی تصمیم گیرندگان مطرح است، گرایش سیاستهای آموزشی پردیس در خصوص آموزش پایداری نیز به واسطه کاهش در تمرکز بر فرایندهای آموزش پایداری از سوی اعضای هیئت علمی کاهش می یابد [۱۴، ۲۰ و ۲۴].

حلقه باز خوردی متعادل کننده پویایبهای فرایند تدریس و یادگیری در کلاس (B۴)

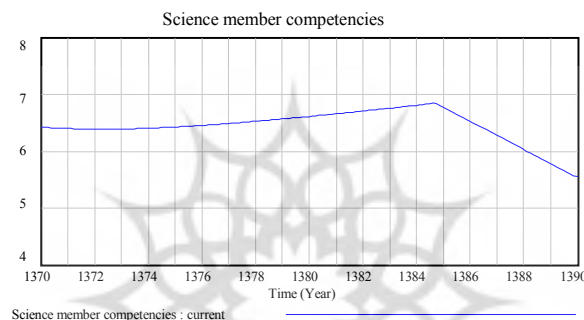
با افزایش امکانات آموزشی پویایبهای فرایند تدریس و یادگیری در کلاس افزایش می یابد، از سوی دیگر، امکانات آموزشی با محدودیت رو به رو هستند و بنابراین، محدودیت امکانات آموزشی بر پویایبهای فرایند تدریس و یادگیری تأثیر گذار است.

پ. تدوین الگوی پویا (نمودار علت - معلولی)

با توجه به فرضیات پویای تدوین شده، نمودار حلقه بسته الگوی پویای صلاحیتهای اعضای هیئت علمی برای آموزش پایداری به صورت نمودار ۲ است. برای تدوین ساختار کلی الگو، فرضیات پویا از طریق متغیرهای مشترک خود به یکدیگر پیوند خورده و حلقه بسته الگو را تشکیل داده اند.

ث. ۱. آزمون بازتولید رفتار مرجع

این آزمون به این سؤال پاسخ می دهد که رفتار الگو تا چه حد با رفتاری که از سیستم واقعی مشاهده می شود، همخوانی دارد؟ در این تحقیق الگوی تدوین شده باید رفتار متغیر کلیدی را دوباره تولید کند. پس از شبیه سازی الگو در محیط نرم افزار ونسیم، متغیر صلاحیتهای اعضای هیئت علمی برای آموزش پایداری، که به عنوان رفتار مرجع الگو انتخاب شده بود، رفتاری مشابه پیش بینی محقق را نشان داد که این امر دلیلی بر صحت الگو است. بازتولید رفتار صلاحیتهای اعضای هیئت علمی برای آموزش پایداری حاکی از آن است که رفتار شبیه سازی این متغیر با رفتار مرجع آن مشابه است (نمودار ۴).

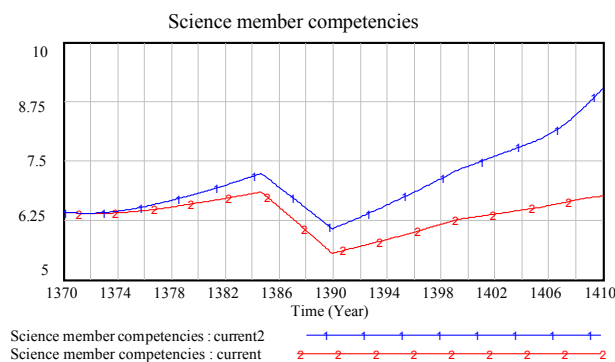


نمودار ۴: شبیه سازی صلاحیتهای اعضای هیئت علمی برای آموزش پایداری بر اساس شرایط فعلی

ث. ۲. آزمون حساسیت پارامتری

نتایج این آزمون نیز صحت الگو را تأیید کرد. بر اساس این آزمون تغییرات کوچک و قابل پیش بینی در پارامترهای الگو، در حالت عادی نباید تغییرات شدید و غیرقابل پیش بینی در رفتار الگو ایجاد کند. برای این منظور، متغیر بیرونی آموزش حرفه های اعضای هیئت علمی در الگو در نظر گرفته شد و با اعمال تغییرات در آنها آزمون حساسیت پارامتری صورت گرفت. چنانچه شاخص آموزش حرفه های اعضای هیئت علمی ۳۰ درصد افزایش یابد، پیش بینی می شود که رفتار متغیر مرجع افزایش اندک و بهبود نسبی داشته باشد که پس از شبیه سازی، خروجی الگو بر این پیش بینی صحت گذاشت. رفتار شبیه سازی متغیر مرجع صلاحیت اعضای هیئت علمی بر اساس افزایش در شاخص آموزش حرفه های اعضای هیئت علمی به عنوان یک متغیر بیرونی (وضعیت $CURRENT^2$) در نمودار ۵ نشان داده شده است.

۱۰۶ الگوسازی صلاحیتهای اعضای هیئت علمی برای آموزش پایداری با استفاده از تحلیل پویاییهای سیستم



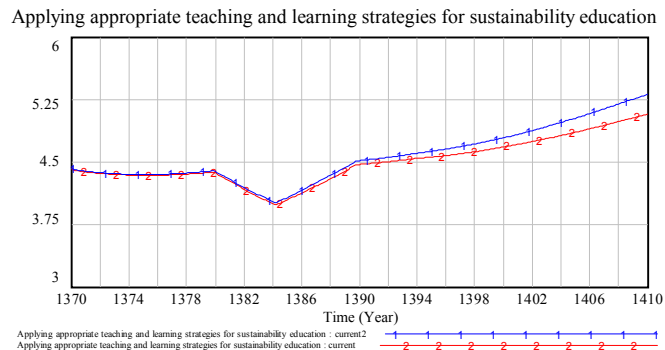
نمودار ۵: شبیه‌سازی صلاحیتهای اعضای هیئت علمی برای آموزش پایداری بر اساس افزایش ۳۰ درصدی در شاخص آموزش حرفه‌ای اعضای هیئت علمی در خصوص آموزش پایداری

ج. شناسایی و آزمون سازکارها

با توجه به بررسی صورت گرفته، هر یک از حلقه‌های علی - معلولی نشان دهنده عوامل و فرایندی است که باید برای حل مسئله مورد توجه قرار گیرند. بر اساس الگوی تدوین شده، سازکارهای اساسی به‌منظور ارتقای صلاحیتهای اعضای هیئت علمی برای آموزش پایداری از بطن الگو استخراج شده است که پس از ارائه سازکارها، آزمون آنها بر اساس تغییرات پارامتری یا ساختاری در الگو صورت گرفته است تا مشخص شود که با اعمال هر یک از سازکارها در الگوی شبیه‌سازی شده از واقعیت، چه تغییراتی رخ می‌دهد. در تمام نمودارهای این بخش روندی که شماره یک بر روی آن درج شده است، به وضعیتی مربوط می‌شود که راهکار اعمال شده است (CURRENT²) و روندی که شماره دو بر روی آن درج شده است، به وضعیت متعارف سیستم قبل از اعمال راهکار مربوط می‌شود (CURRENT). مهم‌ترین سازکارها به شرح زیر است:

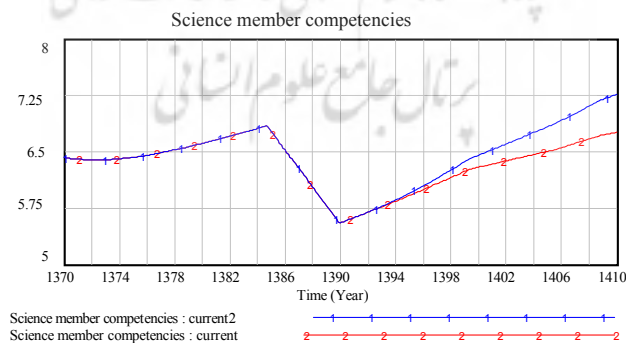
- در نظر گرفتن دو واحد درسی اجباری برای دانشجویان تازه‌وارد به‌منظور آشنایی آنها با مفاهیم پایه صلاحیتهای پایداری

سازکار مذکور مستخرج از حلقه R4 است. سازکار مذکور با اضافه کردن متغیر بیرونی " واحد درسی اجباری " در الگو به‌صورت اثرگذاری بر متغیر شکاف انتظار ناپایداری واقعیت دانشجوی آزمون شد که رفتار یکی از متغیرهای الگو در نمودار ۶ ارائه شده است. این سازکار از طریق آشنا کردن دانشجویان با مفاهیم صلاحیتهای پایداری سبب کاهش شکاف انتظار ناپایداری - واقعیت دانشجوی می‌شود، بنابراین، دانشجو دیگر پذیرای ارائه روشهای متعارف اعضای هیئت علمی نخواهد بود که این امر بر رضایت دانشجو از عضو هیئت علمی و به‌کارگیری راهبردهای تدریس و یادگیری مناسب آموزش پایداری تأثیرگذار است. همچنین، این سازکار از طریق تغییر سیاستهای آموزشی بر تغییر نظام ارتقای متعارف اعضای هیئت علمی نیز اثر می‌گذارد.



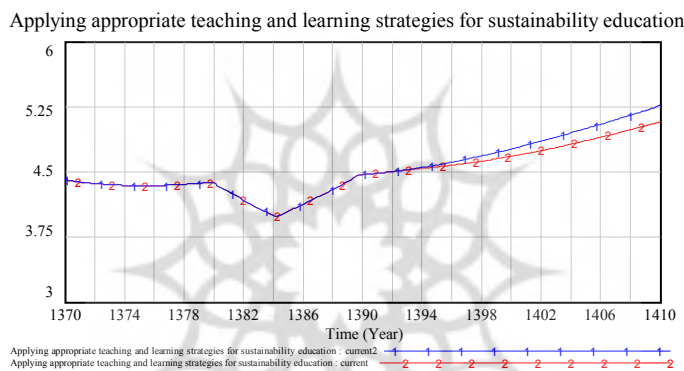
نمودار ۶: تغییر راهبردهای تدریس و یادگیری مناسب آموزش پایداری بر اساس سازگار اول

- برگزاری دوره‌های آموزشی - مهارتی در خصوص راهبردهای مناسب آموزش پایداری ویژه اعضای هیئت‌علمی سازگار مذکور از حلقه‌های R1 و R3 استخراج شده است. آزمون سازگار مذکور بدین صورت انجام گرفت که به شاخص آموزش حرفه‌ای اعضای هیئت‌علمی ۵۰ درصد افزوده شد. نتایج نشان داد که در صورت افزایش دوره‌های آموزشی ویژه اعضای هیئت‌علمی، رفتار متغیرهای الگو در طول افق زمانی ۲۰ سال آینده بهبود را تجربه خواهند کرد (نمودار ۷). اعضای هیئت‌علمی برای به‌کارگیری راهبردها نیاز دارند تا صلاحیت‌های آموزش پایداری را در خود تقویت کنند و از آنجایی که این صلاحیت‌ها به‌صورت خود محور تقویت می‌شود، بنابراین، با آشنا کردن آنها با صلاحیت‌های لازم برای آموزش پایداری در دوره‌های آموزشی - مهارتی مذکور، می‌توان این صلاحیت‌ها را نیز افزایش داد.



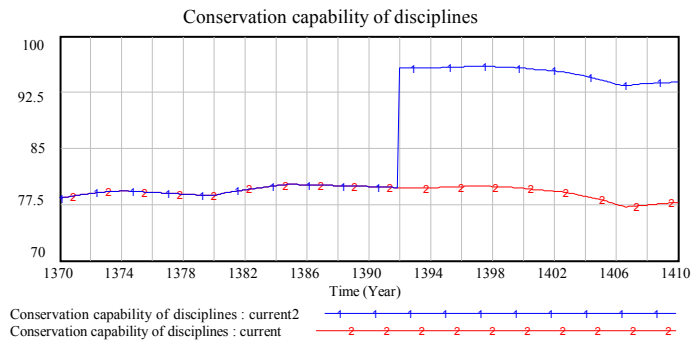
نمودار ۷: تغییر صلاحیت‌های اعضای هیئت‌علمی برای آموزش پایداری بر اساس سازگار دوم

• بازنگری در محتوای دروس تخصصی الزامی رشته‌های مختلف آموزشی این سازکار از حلقه B1 و R6 نشئت می‌گیرد. آزمون سازکار مذکور از طریق اضافه کردن متغیر بیرونی "زمان بازنگری" به الگو انجام شده است که شبیه‌سازی سازکار نشان دهنده بهبود رفتار متغیرهای الگو بوده است که برای نمونه، رفتار یکی از متغیرها در نمودار ۸ ارائه شده است. با اجرای فرایند بازنگری، سهم زمانی بیشتری برای آموزش پایداری [از نظر محتوا و اجرای راهبردها] فراهم می‌شود. از سوی دیگر، به‌کارگیری راهبردهای تدریس و یادگیری مناسب آموزش پایداری انگیزه بازنگری را در اعضای هیئت علمی با توجه به آزادی عملی که برای تغییر سرفصلهای دروس در زمان تدریس دارند، افزایش می‌دهد.



نمودار ۸: تغییر راهبردهای تدریس و یادگیری مناسب آموزش پایداری بر اساس سازکار سوم

• برگزاری جلسات گفت‌وگوی راهبردی این سازکار از حلقه R4 نشئت گرفته است. آزمون سازکار مذکور از طریق وارد کردن متغیر بیرونی "شرکت کردن اعضای هیئت علمی در جلسات گفت‌وگوی راهبردی" با اثر بر قابلیت گفت‌وگوی گروهی آموزشی در الگو صورت گرفته است (نمودار ۹). محاوره‌های راهبردی میان اعضای هیئت علمی گروههای مختلف و همچنین، میان دانشجویان گروههای مختلف موجب پیدایش الگوی ذهنی مشترک می‌شود. الگوی ذهنی مشترک سبب پیدایش زبان مشترک و در نهایت، کمتر شدن چسبندگی اطلاعات در درون بدنه پردیس می‌شود. بنابراین، می‌توان انتظار داشت که در زمان تدوین سیاستها، به‌دلیل الگوی ذهنی مشترک، سیاستهای آموزشی مبتنی بر آموزش پایداری افزایش یابد.

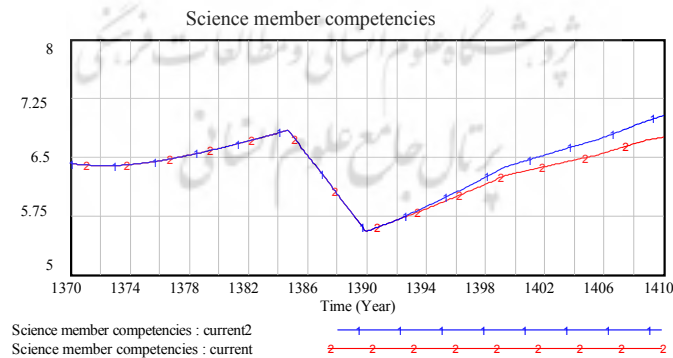


نمودار ۹: تغییر قابلیت گفت‌وگوی گروههای آموزشی بر اساس سازکار چهارم

- تغییر نظام ارتقای اعضای هیئت‌علمی از طریق در نظر گرفتن امتیازهای ویژه برای تحقیقات

مبتنی بر اصول پایداری

سازکار مذکور از حلقه‌های R2 و R5 برمی‌آید. برای آزمون سازکار مذکور با اضافه کردن متغیر بیرونی "تغییر در امتیاز تحقیقات" و ایجاد تغییر به میزان ۳۰ درصد، تغییرات رفتاری در متغیرها مشاهده می‌شود (نمودار ۱۰). این سازکار با تغییر در نظام ارتقای متعارف اعضای هیئت‌علمی سبب کاهش سرعت ارتقا مبتنی بر تعداد مقالات چاپ شده خواهد شد و مهارت در تولید علم بدون ارزش افزوده را در اعضای هیئت‌علمی کاهش می‌دهد. بنابراین، نسبت مقالات بی‌کیفیت به کل مقالات کاهش می‌یابد که این امر بر نیاز به تغییر نظام ارتقا دامن خواهد زد.

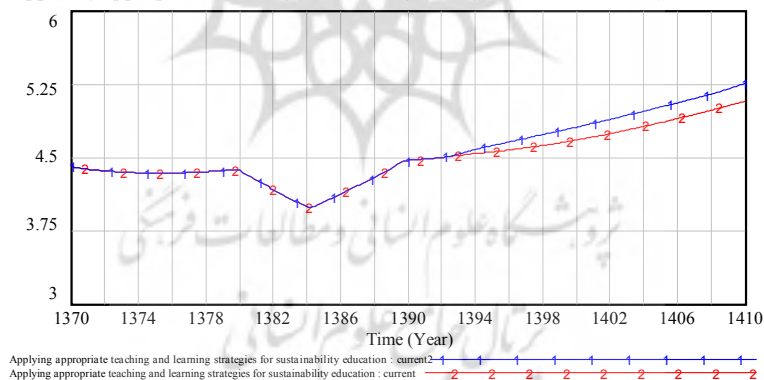


نمودار ۱۰: تغییر صلاحیتهای اعضای هیئت‌علمی برای آموزش پایداری بر اساس سازکار پنجم

۱۱۰ الگوسازی صلاحیتهای اعضای هیئت علمی برای آموزش پایداری با استفاده از تحلیل پویاییهای سیستم

• تغییر نظام ارتقای مرتبه اعضای هیئت علمی مبتنی بر فرایندهای آموزشی این سازکار برگرفته از حلقه‌های R2 و B3 است. آزمون سازکار با اضافه کردن متغیر "تغییرات در گویه‌های مرتبط با فرایندهای آموزشی در نظام ارتقای مرتبه اعضای هیئت علمی" در الگو و وارد کردن آن بر متغیر نظام ارتقای متعارف مرتبه اعضای هیئت علمی صورت گرفته است. اگر گویه‌های مذکور ۳۰ درصد تغییر کند و اقدامات آموزشی مبتنی بر آموزش پایداری را در نظام ارتقای مرتبه اعضای هیئت علمی بررسی کنند، در این صورت تغییراتی در رفتار متغیرهای الگو صورت می‌گیرد که یکی از مهم‌ترین آن به صورت نمودار ۱۱ خواهد بود. تغییر در نظام ارتقای متعارف اعضای هیئت علمی که بر فرایندهای آموزشی مبتنی هستند، سبب می‌شود که برخی از اعضای هیئت علمی با وجود مقاومت برای تغییر، به منظور به‌کارگیری راهبردهای تدریس و یادگیری مناسب آموزش پایداری برانگیخته شوند. از آنجایی که برخی از اعضای هیئت علمی جهان بینی سلسله مراتبی دارند و برای آنها امور زمانی معنا پیدا می‌کند که دنباله‌رو قواعد باشند، بنابراین، نیاز است که عادت‌ها به وسیله قوانین شکسته شود. همچنین، با تغییر نظام ارتقا و افزایش انگیزه استفاده از راهبردها در اعضای هیئت علمی، نیاز به کسب صلاحیت برای آموزش پایداری در اعضای هیئت علمی افزایش می‌یابد.

Applying appropriate teaching and learning strategies for sustainability education



نمودار ۱۱: تغییر راهبردهای تدریس و یادگیری مناسب آموزش پایداری بر اساس سازکار ششم

۹. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

این تحقیق اولین الگو با رویکرد پویاییهای سیستم در زمینه سیاستگذاری و ارزیابی سیاستها در حوزه صلاحیتهای اعضای هیئت علمی برای آموزش پایداری بود که از نظر ساختار و شبیه‌سازی به دلیل پویا

۱۱۲ الگوسازی صلاحیتهای اعضای هیئت علمی برای آموزش پایداری با استفاده از تحلیل پویاییهای سیستم

شبیه‌سازی و معادله‌نویسی معطوف است که می‌توان طی مطالعات دیگر روابط با خطای کمتر جایگزین معادلات فعلی شود. همچنین، محققان می‌توانند مرز الگو را وسیع‌تر در نظر بگیرند و متغیر برونزای تحقیق حاضر را به‌صورت درونزا به الگو اضافه کنند و آن را توسعه دهند. ویژگی دیگر الگو آن است که محقق می‌تواند سازکارهای مستخرج از الگو را در قالب راهکارهای اجرایی شفاف‌سازی و عملیاتی کند. راهکارهای اجرایی هر یک از سازکارها در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲: راهکارهای اجرایی سازکارهای ارتقای صلاحیتهای اعضای هیئت علمی برای آموزش پایداری

ردیف	سازکار	راهکار
۱	در نظر گرفتن دو واحد درسی اجباری برای دانشجویان تازه‌وارد به‌منظور آشنایی آنها با مفاهیم پایه صلاحیتهای پایداری	وارد کردن واحد مربوط به برنامه آموزشی گروههای آموزشی تأمین اعتبارات آن از طریق معاونت دانشجویی و فرهنگی
۲	برگزاری دوره‌های آموزشی - مهارتی در خصوص راهبردهای مناسب آموزش پایداری ویژه اعضای هیئت علمی	برگزاری دوره‌های کاربردی به‌طوری‌که اعضای هیئت علمی در اجرای راهبردهای مناسب آموزش پایداری توانمند شوند. اجرای دوره‌ها می‌تواند در حال حاضر از درگاه شبکه کیفیت یادگیری و تدریس دانشگاه برنامه‌ریزی شود. در هر دوره آموزشی به یک راهبرد تدریس و یادگیری مناسب آموزش پایداری، به‌طور جامع از لحاظ نظری و عملی پرداخته شود. شرکت در دوره‌ها ابتدا به‌طور داوطلبانه باشد، پس از یک یا دو سال شرکت در دوره‌ها اجباری شود.
۳	بازنگری در محتوای دروس تخصصی الزامی رشته‌های مختلف آموزشی	بازنگری رسمی و غیررسمی در سرفصلهای دروس آموزشی رشته‌ها
۴	برگزاری جلسات گفت‌وگوی راهبردی	برگزاری جلسات گردهمایی اعضای هیئت علمی گروههای مختلف از طریق معاونت آموزشی و پژوهشی به‌منظور بحث در باره اهداف آموزش پایداری و معرفی زمینه‌های پژوهشی گروه‌های خود و تبادل تجارب در خصوص راهبردهای تدریس و یادگیری. وارد کردن نظرهای اعضای هیئت علمی در تدوین سیاستهای آموزشی و پژوهشی پردیس. در نظر گرفتن حق‌التدریس برای آن دسته از اعضای هیئت علمی که با وجود نداشتن سمت در پردیس، زمان خود را صرف تدوین یا اصلاح سیاستهای آموزشی و پژوهشی پردیس می‌کنند.

<p>در نظر گرفتن گرنت خاص برای اجرای تحقیقات پایداری دادن امتیاز ویژه به تحقیقات دارای ارزش افزوده، به طوری که عضو هیئت علمی که برای این گونه تحقیقات زمان بیشتری را صرف می کند، با توجه به متوسط زمان ارزیابی ارتقا، نسبت به سایر اعضای هیئت علمی، متضرر نشود. دادن امتیاز ویژه به اعضای هیئت علمی که پتنتی در زمینه پایداری ثبت می کنند. قرار دادن سقف برای مقالاتی که فقط جنبه نظری دارند.</p>	<p>تغییر نظام ارتقای مرتبه اعضای هیئت علمی ۵ از طریق در نظر گرفتن امتیازهای ویژه برای تحقیقات مبتنی بر اصول پایداری</p>
<p>تغییر در چک لیست ارزیابی اعضای هیئت علمی و اضافه کردن سؤالی در خصوص روشهای تدریس و یادگیری آنها. دادن امتیاز به عضو هیئت علمی ای که از روشهای تدریس و یادگیری مناسب آموزش پایداری استفاده می کند.</p>	<p>تغییر نظام ارتقای مرتبه اعضای هیئت علمی ۶ مبتنی بر فرایندهای آموزشی</p>

مراجع

- سوشیل، س. (۱۹۹۳)، پویاییهای سیستم: رویکردی کاربردی برای مسایل مدیریتی، ترجمه تیموری، ا.، نورعلی، ع. و ولیزاده، ن. (۱۳۸۷)، تهران: انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران، ۴۴۸ ص.
- عنایت‌اله، س. (۲۰۰۷)، تحلیل لایه لایه‌های علتها: نظریه و مورد کاویهای یک روش‌شناسی یکپارچه و متحول‌ساز آینده‌پژوهی، ترجمه منزوی، م. (۱۳۸۸)، تهران: مرکز آینده‌پژوهی علوم و فناوری دفاعی، مؤسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاعی، ۷۹۴ ص.
- فرتوک‌زاده، ح. و وزیری، ج. (۱۳۹۱)، واكوی انباشت سرمایه در ایران: درآمدی بر نظریه گذار، اولین همایش ملی اقتصاد مقاومتی، ۲۸ اردیبهشت ۱۳۹۱، تهران: دانشگاه علم و صنعت ایران.
- فرتوک‌زاده، ح. و رجیبی نهوجی، م. (۱۳۹۱)، مدلسازی پویای ترافیک کلانشهرها به منظور ارایه سیاستهای بهبود حمل و نقل (نمونه موردی کلانشهر تهران)، *پژوهشنامه حمل و نقل*، سال نهم، شماره اول، صص. ۶۳-۸۱.
- مطهری نژاد، حسین. (۱۳۹۲)، روند تکامل آموزش مهندسی در جهان و ایران، *فصلنامه آموزش مهندسی ایران*، سال پانزدهم، شماره ۵۸، صص. ۱-۱۴.
- Carew, A. L. and Mitchell, C. A. (2002), Characterizing undergraduate engineering students' understanding of sustainability, *European Journal of Engineering Education*, Vol. 27, No. 4, pp. 349-361.
- Coriddi, J. (2008), Editorial, *Policy & Practice*, 6, 1-4.
- Ferrer, Balas, D., Adachi, J., Banas, S., Davidson, C. I., Hoshikoshi, A., Mishra, A., Motoda, Y., Onga, M. and Ostwald, M. (2008), An international comparative analysis of sustainability transformation across seven universities, *International Journal of Sustainability in Higher Education*, Vol. 9, No. 3, pp. 295-316.

9. Fien, J. (2006), Education for sustainable development: A perspective for schools, 10th APEID International Conference Learning Together for Tomorrow: Education for Sustainable Development, Bangkok, Thailand.
10. Haney, J., Czerniak, C. M. and Lumpe, A. T. (1996), Teacher beliefs and intentions regarding the implementation of science education reform strands, *Journal of Science Teacher Education*, Vol. 33, No. 9, pp. 971-993.
11. Kolb, A. Y. and Kolb, D. A. (2005), Learning styles and learning spaces: enhancing experiential learning in higher education, *Academy of Management Learning & Education*, Vol. 4, No. 2, pp.193–212.
12. Lipscombe, B. P., Burek, C. V., Potter, A. J., Ribchester, C. and Degg, M. R. (2008), An overview of extra-curricular education for sustainable development (ESD) interventions in UK universities, *International Journal of Sustainability in Higher Education*, Vol. 9, No. 3, pp. 222-234.
13. Litzinger, T. A., Lee, S. H., Wise, J. C. and Felder, R. M. (2007), A psychometric study of the index of learning styles, *Journal of Engineering Education*, Vol. 96, No. 4, pp. 309–319.
14. Noonan, D. and Thomas, I. (2004), Greening universities in Australia: progress and possibilities, *Australian Journal of Environmental Education*, Vol. 20, No. 2, pp. 67–79.
15. Richardson, V. (1996), The role of attitudes and beliefs in learning to teach, In Sikula, J. (Eds.), *Handbook of Research on Teacher Education*, N. Y: Simon and Schuster Macmillan. pp. 102-119.
16. Sleurs, W. (2008), Competencies for ESD (Education for Sustainable Development) teachers: a framework to integrate ESD in the curriculum of teacher training institutes, Comenius 2. 1 project 118277-CP-1-2004-BE-Comenius-C2. 1. 90 p. Available at: www.csct-project.org.
17. Sterling, S. and Thomas, I., (2006), Education for sustainability: the role of capabilities in guiding university curricula, *International Journal of Innovation and Sustainable Development*, Vol. 1, No. 4, pp. 349–370.
18. Stevens, C. (2008), OECD work on competencies for education for sustainable development (ESD) (A background document by the OECD sustainable development advisor), Available at: www.unece.org/env/esd/inf.meeting.docs/EGonInd/8mtg/ESDCompetenciesOECD.pdf
19. Swansborough, S., Turner, D. and Lynch, K. (2007), Active learning approaches to develop skills for sustainability, In Roberts, C. and Roberts, J. (Eds.), *Greener by degrees: exploring sustainability through Higher Education curricula*, Centre for Active Learning (CeAL), University of Gloucestershire, pp. 175-185.
20. The higher education academy of UK. (2006), *Sustainable development in higher education*, York Science Park, Heslington, United Kingdom.
21. Trigwell, K. and Prosser, M. (2004), Development and use of the approaches to teaching inventory, *Educational Psychology Review*, 16, 409–426.
22. UNESCO, (2008), *Education for sustainable development. United Nations Decade (2005–2014)*, Geneva: UNESCO.
23. UNESCO, (2009), *Learning for a sustainable world: review of contexts and structures for education for sustainable development*, Section for DESD

Coordination, Division for the Coordination of United Nations Priorities in Education, UNESCO, 81 p. Available at:
www.unesco.org/education/justpublished_desd2009.pdf

24. Van Dam, Mieras, R. (2006), Learning for sustainable development: Is it possible within the established higher education structures?, In Holmberg, J. and Samuelsson, B. E. (Eds), *Drivers and Barriers for Implementing Sustainable Development in Higher Education*, Education for Sustainable Development in Action, Technical paper 3. UNESCO, pp. 13-18.
25. Velazquez, L., Munguia, N. and Sanchez, M. (2005), Deterring sustainability in higher education institutions: An appraisal of the factors which influence sustainability in higher education institutions, *International Journal of Sustainability in Higher Education*, Vol. 6, No. 4, pp. 383-391.

