



(مدلهای تحلیل پوششی داده‌های پویا)

محمدرضا کریمی

دانشجوی دکتری مهندسی صنایع گرایش کیفیت و بهره‌وری دانشگاه آزاد تهران جنوب

چکیده

بحث پویایی و تغییراتی که در دوره‌های مختلف زمانی ممکن است رخ دهد یک مبحث مهم در تمامی انواع مدلهای تحقیق در عملیات به شمار می‌رود. در خصوص مدلهای تحلیل پوششی داده‌ها نیز چنین امری مصداق دارد. این مدل پس از کار پیشگامانه فارل (۱۹۵۷) و بسط و توسعه آن توسط چارلز و همکاران (۱۹۷۸) مشمول تغییر و تحولات بسیاری بنا بر اقتضائات صنعت گردید. یکی از این تحولات حرکت به سمت پویایی این مدلها می‌باشد به این صورت که توالی زمانی در مدلهای تحلیل پوششی زمانی به عنوان یک اصل در نظر گرفته شده است. در تحقیق حاضر به مروری بر جدیدترین و جامع‌ترین تحقیقات در حوزه تحلیل پوششی داده‌های پویا پرداخته شده و کاربرد پویایی در مدلهای مختلف تبیین شده است.

واژگان کلیدی: مدل، تحلیل پوششی، داده، پویا



مقدمه

ارزیابی کارایی واحدهای مختلف یکی از دغدغه‌های مهم فعالیتهای صنعتی و خدماتی می باشد چرا که آنها می بایست از میزان کارایی واحدهای تحت مدیریت خود آگاه بوده و بر اساس آن تصمیم گیری های لازم را انجام دهند. ارزیابی کارایی بر اساس میزان مصرف منابع و کارایی منابع اندازه گیری می شود به این صورت که یک واحد صنعتی یا خدماتی تا چه میزان از منابع خود استفاده بهینه کرده و چه میزان از منابع آن بلااستفاده مانده است. از اینرو ارزیابی کارایی همواره حائز اهمیت است. تکنیکهای بسیاری برای ارزیابی کارایی وجود دارد که یکی از مهمترین آنها که باعث تغییر و تحولات بسیاری در حوزه ارزیابی کارایی گردید تکنیک تحلیل پوششی داده ها. بود این تکنیک یک روش ناپارامتری در تحقیق در عملیات و اقتصاد می باشد که به سنجش عملکرد سازمانهای خدماتی و تولیدی از جمله کارخانه ها، حمل و نقل، بانکها، بیمارستانها و حتی کتابخانه ها و بسیاری از موارد مشابه می پردازد. فرض این روش این است که سنجش کارایی فنی نیازمند یک مجموعه از اوزان برای واحدهای تصمیم گیری است. مدل اولیه توسط فارل (۱۹۵۷) پیشنهاد شد اما چارلز و همکاران (۱۹۷۸) این مدل را با پیاده سازی آن برای سنجش کارایی مدارس توسعه داده اند و نتیجه کار آنها یک مدل ورودی محور بود که محبوبترین تکنیک تحلیل پوششی داده ها تا کنون بوده است. این تکنیک فرض می کند که تعداد واحد تصمیم گیری وجود دارد که هر یک از تعدادی ورودی برای تولید خروجی استفاده می کنند. مدل ورودی محور به اندازه گیری کارایی نسبی با مقایسه با گروهی از سایر واحدهای تصمیم گیری می پردازد که از نهاده و ستانده یکسانی بهره مند می باشند.

اما در ادامه بانکر و همکاران (۱۹۸۴) مدل جدیدی را تحت عنوان مدل خروجی محور ارائه کردند که با فرض بازده به مقیاس متغیر شکل گرفت. در ادامه تحولات بسیاری در این مدل مشاهده شد مدلهایی نظیر اسلک محور، یا انواع مدلهای فازی، ستانده نامطلوب و ... نیز به مدل تحلیل پوششی داده ها اضافه شد و باعث تغییرات بسیاری در مدل اولیه گردید به گونه ای که این مدل هم اکنون قابل استفاده در بسیاری از صنایع بوده و عملکرد مثبتی را از دیدگاه محققین و متخصصین و شاغلین در صنایع و خدمات نشان داده است.

یکی از رویکردها و مدلهای مهم تحلیل پوششی داده ها مدل پویا می باشد که در آن زمان و توالی زمانی به صورت مرحله ای حائز اهمیت می باشد در این مدلها دوره زمانی به عنوان یک اندیس لحاظ شده و در کنار سایر اندیسهایی نظیر واحد تصمیم گیری، ورودی، خروجی و همچنین متغیرهای میانی مطرح می باشد. در این مقاله تلاش می شود مروری بر تحلیل پوششی داده های پویا صورت گرفته و مقالات انجام شده در این حوزه مورد بررسی قرار گیرند. در ادامه ابتدا مرور ادبیات به صورت کلی ارائه می شود سپس بحث پویایی در مقالات مختلف بررسی شده و در انتها نیز نتیجه گیری ارائه می گردد.

مرور ادبیات

در این بخش مهمترین مقالات در حوزه تحلیل پوششی داده ها که از سال ۲۰۱۹ تا ۲۰۲۳ ارائه شده اند مرور می شود. نکته قابل توجه این است که مفهوم پویایی در مدل تحلیل پوششی داده ها یک مفهوم جدید بوده و بیشتر در مقالات جدیدتر ارائه می شود از اینرو مقالات قدیمی تر در این بخش از تحلیل و مرور ادبیات مورد بررسی قرار نمی گیرند و صرفا به مقالات جدید بسنده می شود. چن^۱ و همکاران (۲۰۱۹) از یک مدل شبکه ای پویای نامطلوب اصلاح شده برای تحلیل کارایی انرژی چین، محیط، سلامت و ارتباطات رسانه ای پرداختند که از آن می توان دریافت که مرحله کارایی تولید شهری بهتر از مرحله عملیات

¹ Huaming Chen 1, Jia Liu 1, Ying Li 2,*, Yung-Ho Chiu 3 and Tai-Yu Lin

سلامت بوده و کارایی انرژی بین نواحی چین به شدت متفاوت بود. نوروزیان ملکی^۲ و همکاران (۲۰۲۰) متمرکز بر نیاز مدیران جهت تعیین مؤثرترین سیاستها به منظور پاسخدهی به تغییرات تقاضای مسافرت می باشد. محققین یک چارچوب جدید را برای دستیابی به این هدف با عمل ترکیبی از رویکردهای پویایی سیستم و تکنیک تحلیل پوششی داده ها ارائه می کنند. کیانی ماوی و کیانی ماوی^۳ (۲۰۲۱) ارائه گر یک تکنیک جدید بر اساس برنامه ریزی ارمانی جهت یافتن یک مجموعه از اوزان در تحلیل پوششی داده های پویای رابطه ای می باشد. به منظور تأیید کاربرد پذیری روش پیشنهادی نوآوری زیستی ۲۷ عضو اتحادیه اروپا در طی دوره های ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۳ در سطح می ارزیابی می شود. سان و ونگ^۴ (۲۰۲۱) به تبیین تغییرات کارایی زیست محیطی بر اساس شاخصه های نهاده ستانده و مدل رگرسیون توبیت می پردازد. مقیاس اقتصادی، تراکم جمعیت، قوانین دولتی، نوآوری فنی و میزان پذیرش به عنوان عوامل اثرگذار مثبت شناسائی شدند در حالیکه ساختار صنعت و شدت منابع دارای اثر منفی بر کارایی زیست محیطی بودند.

چنگ^۵ و همکاران (۲۰۲۲) به بررسی سیستمهای سلامت استانی در چین با استفاده از رویکرد تحلیل پوششی داده های شبکه ای پویا می پردازند تمرکز این تحقیق بر بهبود کارایی در سیستم مراقبت درمانی استانی و در دو بخش داخلی مجزا بود. بخش اداری در مدیریت مالی درگیر می باشد در حالیکه بخش خدمات درمانی ارائه گر خدمات درمانی پزشکی می باشد. لیم^۶ و همکاران (۲۰۲۲) متمرکز بر محدودیت نامطلوب در توصیف قراردادی محدودیتهای بودجه در تحلیل پوششی داده های پویا می باشد. به شکل ویژه اشکار می شود که در مدلهای موجود امکانات تولید با توجه به مفروضات همراه کننده دست کم گرفته شده و در نتیجه مدلهای منجر به معیارهای کارایی بیش از حد می شود. پیکانی^۷ و همکاران (۲۰۲۲) به دنبال ارائه یک رویکرد تحلیل پوششی داده های افق فازی مبتنی بر اعتبار به عنوان روشی نوین برای ارزیابی عملکرد پویای بیمارستانها در طی دوره های مختلف تحت ابهام داده و متغیرهای زبانی می باشد. ونگ و رن^۸ (۲۰۲۲) از تحلیل پوششی داده های شبکه ای پویای مبتنی بر Slack برای محاسبه کارایی نوآوری تکنولوژی سبز بخشی، میان دوره ای و کلی استفاده می کند. نتایج نشان می دهد که وابستگی مکانی قوی نمرات کارایی وجود داشته و ۶۰ درصد امار تجمیعی را تشکیل می دهد. هوانگ^۹ و همکاران (۲۰۲۲) به تقسیم بندی فرایند عملیات کلی پارکهای جنگی به فرایندهای خدمت و تولید می پردازد. از مدل تحلیل پوششی داده های شبکه ای پویای مبتنی بر Slack اصلاح شده برای سنجش کارایی خدمات و تولید پارکهای جنگی در سطح استانی در طی دوره ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۸ می پردازد.

کازلو^{۱۰} و همکاران (۲۰۲۳) یک مدل شبکه ای پویا را برای محاسبه کارایی زمینهای کشاورزی در طی ۶ سال ارائه می کند. این مدل به روش کشاورزی هر ساله توجه دارد که بخش ورودی مستقیم آن در یک سال استفاده شده و بخش دیگر در سالهای بعدی. فوکویاما^{۱۱} و همکاران (۲۰۲۳) به ادبیات تحلیل کارایی به دو روش کمک می کند. بر اساس تحقیقات موجود در تحلیل پوششی داده های شبکه ای پویا ارائه گر یک ساختار متوالی است که شامل مشخصه های نقش دوگانه عوامل تولید است. تلاشهایی برای تکمیل پیشنهاد تحقیق از طریق یک تحلیل علی معلولی رفتاری ارائه می شود. آپاراچیو^{۱۲} و همکاران (۲۰۲۳) به تحقیق در مورد مسئولیت اجتماعی یکپارچه و سنجش ناکارایی بنگاهها با ارائه روشی جدید جهت ارزیابی محاسبه ناکارایی فعالیتها کمک می کند. یک رویکرد جدید به ما هیت نادقیق مسئولیت اجتماعی یکپارچه از طریق روش

² Pegah Norouzian-Malekia, Hamidreza Izadbakhsha, Morteza Saberi b, Omar Hussainc, Mustafa Jahangoshai Rezaee d

and Nasim GhanbarTehrani

³ Reza Kiani Mavi*, Neda Kiani Mavi

⁴ Yifang Sun^{1,2} & Ninglian Wang

⁵ Yusi Cheng¹ | Xuejie Bai² | Yung-Ho Chiu

⁶ Dong-Joon Lim*, Moon-Su Kim and Kyu-Won Lee

⁷ Pejman Peykani 1, Elaheh Memar-Masjed 2, Nasim Arabjazi 3 and Mirpouya Mirmozaffari

⁸ Qian Wang, Shuming Ren

⁹ Xiu-juan Huang a, Ran An b, Ming-Miin Yu c,*, Fang-fang He

¹⁰ Shahin Rajaei Qazlue¹, Ahmad Mehrabian^{2*}, Kaveh Khalili-Damghani³, Mohammad Amirkhan

¹¹ Hirofumi Fukuyama a, Mike Tsionas b, Yong Tan

¹² Juan Aparicio a, Magdalena Kapelko b,*, Lidia Ortiz



تحلیل پوششی داده‌های فازی توجه داشته و با کمک به وابستگی پویای تصمیمات تولید بنگاه از طریق هزینه‌های تعدیل کمک می‌کند.

همانگونه که مشاهده می‌شود در بین تحقیقات فوق همگی متمرکز بر استفاده از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها و همچنین در نظر گرفتن پویایی در آن می‌باشند به این صورت که تحلیل پوششی داده‌ها از بعد زمانی مورد توجه و بررسی قرار می‌گیرد اما در بین مقالات مرور شده تعدادی از آنها مدل خود را به صورت شبکه‌ای طراحی کرده‌اند به این صورت که خروجی مرحله اول به عنوان ورودی مرحله دوم در نظر گرفته شده و از سوی دیگر ورودی مرحله دوم می‌تواند مستقل از مرحله اول نیز باشد این تحقیقات شامل هوانگ و همکاران (۲۰۲۲) و نگ و رن (۲۰۲۲) و چن و همکاران (۲۰۱۹) و همچنین کازلو و همکاران (۲۰۲۳) و چنگ و همکاران (۲۰۲۲) می‌باشد که این تحقیقات تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای و پویایی را با یکدیگر ترکیب کرده و به یک مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای پویا دست یافته‌اند. در بین مقالات فوق دو تحقیق پیکانی و همکاران (۲۰۲۲) و آپاراچو و همکاران (۲۰۲۳) بر اساس ورودیهای غیر قطعی و مشخصا فازی عمل نموده‌اند به این صورت که با استفاده از مجموعه‌های فازی مدل تحلیل پوششی داده‌های پویای خود را ارائه نموده‌اند. و نگ و رن (۲۰۲۲) و هوانگ و همکاران (۲۰۲۲) نیز دو تحقیقی هستند که مبتنی بر اسلک عمل کرده‌اند و وجه تمایز این تحقیقات با سایر تحقیقات انجام شده در حوزه مدلسازی تحلیل پوششی داده‌های پویا تمرکز بر اسلک می‌باشد.

پویایی در ارزیابی کارایی و مدل‌های تحلیل پوششی

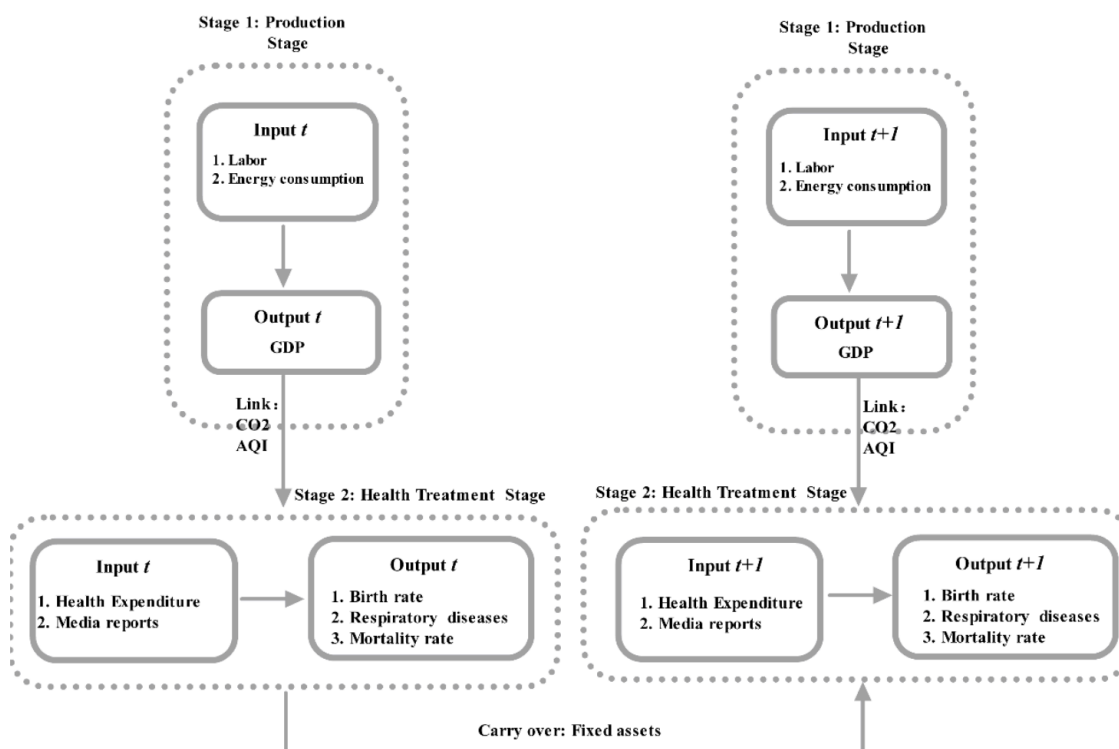
مدل‌های تحلیل پوششی کلاسیک و شبکه‌ای به محاسبه کارایی واحدهای تصمیم‌گیری در زمان خاص خود پرداخته و به کارایی واحدهای تصمیم‌گیری در طی زمان توجهی ندارند. اما مدل‌های پویا این مسئله را رفع می‌کنند هدف اصلی این مدل‌ها در نظر گرفتن کارایی واحدهای تصمیم‌گیری در افق برنامه‌ریزی بلندمدت است بنابراین در مدل‌های پویا افق برنامه‌ریزی، زمان و بلندمدت بودن مطرح می‌باشد. تفاوت اصلی و ویژگی بارز ساختار مدل‌های پویا با رویکردهای پیشنهادی لحاظ کردن عناصر گذار بین مشاهدات بعدی فعالیتها می‌باشد که وابستگی بین دوره‌ها را تثبیت می‌کند.

در مدل‌های شبکه‌ای پویا که شکل ارتقا یافته و قویتری از مدل‌های تحلیل پوششی داده‌های پویای کلاسیک می‌باشد هر دوره زمانی متشکل از یک ساختار شبکه‌ای برای مشاهده جزئیات هر دوره است. وقتی که ابعاد پویا و شبکه‌ای با هم جمع شود یک تحلیل جامع تر امکان پذیر می‌شود که در آن تعاملات بین دوره‌ای و بخشی در برآوردهای کارایی منعکس می‌شود. بنابراین تفاوت مدل شبکه‌ای پویا با مدل پویای کلاسیک این است که بین دوره‌ها و بخشها در مدل شبکه‌ای تعامل ایجاد می‌شود و بر این اساس کارایی برآورد می‌شود در حالیکه در مدل شبکه‌ای کلاسیک اینچنین نیست.

تحقیق چن و همکاران (۲۰۱۹) به تحلیل هزینه دولت بر مراقبت درمانی و پوشش رسانه‌ای از طریق تحلیل محیطی و انرژی می‌پردازند. برای این منظور یک مدل تحلیل پوششی داده‌های دو مرحله‌ای استفاده شد. این مدل نه فقط کارایی تولید موجود را حفظ کرده بلکه حفاظت از سلامت را نیز در نظر می‌گیرد. از تحلیل پوششی داده‌های ایستا برای تحلیل کارایی انرژی و الیاندگی زیست محیطی استفاده شد. به علاوه تحلیل کارایی زیست محیطی و انرژی با کمک تحلیل پوششی داده‌های سنتی تک مرحله‌ای قادر به در نظر گرفتن مسائل رسانه‌ای یا سلامت عمومی نبود بنابراین در عوض یک رویکرد سنتی از یک مدل شبکه‌ای پویای نامطلوب اصلاح شده برای بررسی کارایی ارتباطات رسانه‌ای، سلامت محیط و انرژی در چین بهره گرفته شد. بنابراین در این مقاله به علاوه بررسی کارایی زیست محیطی و انرژی سنتی و عوامل ارتباطات رسانه‌ای و سلامت نیز لحاظ شد و در ادامه از مدل شبکه‌ای پویای نامطلوب اصلاح شده معایب مرتبط با تحلیل‌های ایستا پیشگیری شد.

بنابراین پویایی در تحقیق چن و همکاران (۲۰۱۹) به این صورت در نظر گرفته می‌شود که دو مرحله وجود دارد نهاده‌های مرحله اول مصرف انرژی و نیروی کار بوده و ستانده تولید ناخالص داخلی بود در حالیکه متغیرهای پیوندی به مرحله دوم نشر

آلایندگی بوده و نهاده مرحله دوم هزینه سلامت، گزارش رسانه و ستانده نرخ تولد، بیماری و نرخ مرگ و میر بودند. چارچوب این مدل پویا به شکل ذیل می باشد.



شکل ۱ مدل تحلیل پوششی داده های پویا (چن و همکاران، ۲۰۱۹)

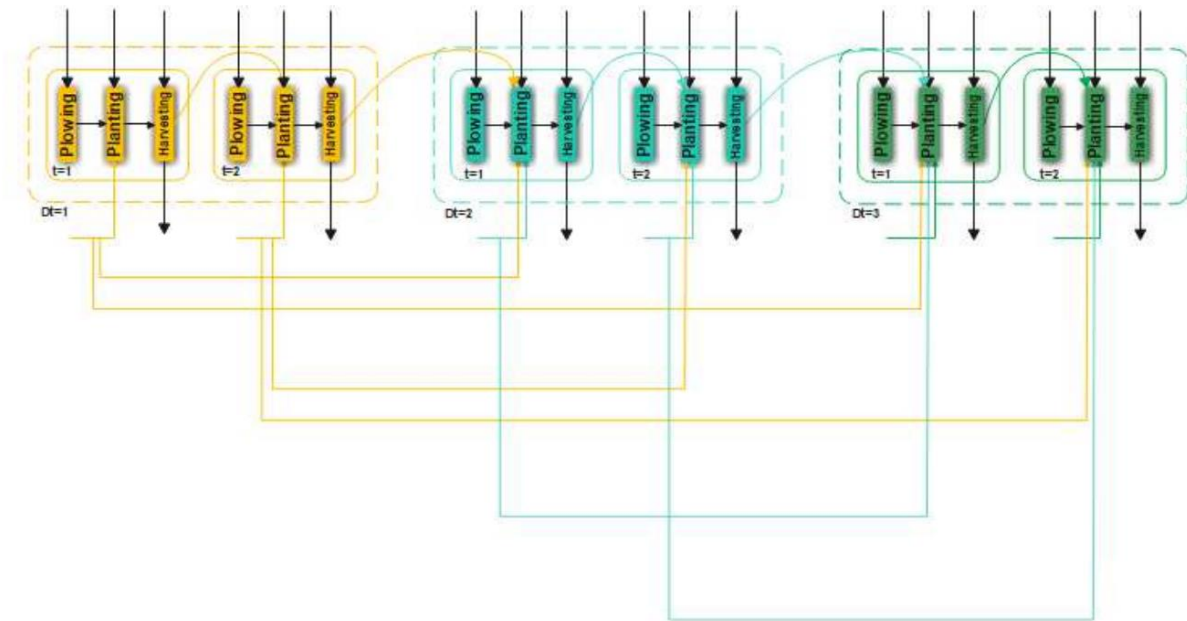
در تحقیق چن و همکاران (۲۰۱۹) تعدادی واحد تصمیم گیری وجود دارد که هر یک دارای k بخش و t دوره می باشد. هر یک از واحدهای تصمیم گیری دارای یک نهاده و ستانده در دوره زمانی t و یک پیوند حامل به مرحله $n+1$ می باشد.

چنگ و همکاران (۲۰۲۲) مقاله دیگری است که به بحث تحلیل پوششی داده های پویا می پردازد. در این تحقیق دو بخش و دوره زمانی از سالهای ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۷ وجود دارد. دومولفه اصلی نواحی مراقبت درمانی و مدیریت فرایند مراقبت درمانی استانی را شکل می دهد. تعداد ورودی ها و خروجی در هر بخش تعیین شده است. مقدار مسئولین اداری و تعداد مسئولین نگهداری نشانگر ورودی نیروی کار به بخش مدیریت می باشد. به علاوه نسبت درآمد پزشکی به هزینه های پزشکی به عنوان ستانده ای از این بخش در نظر گرفته می شود. اما با توجه به تحدب مسئله در زمانی که استفاده از یک نسبت به صورت ورودی یا خروجی در مدل های تحلیل پوششی داده ها می باشد این نسبت به دو بخش تفکیک می شود. صورت کسر به عنوان ستانده و مخرج به عنوان نهاده می باشد.

در تحقیق کازلو و همکاران (۲۰۲۳) یک ساختار متمایز برای هر واحد تصمیم گیری وجود دارد که شامل چهار مرحله به هم متصل بوده و همین امر پویایی شبکه ای مدل این تحقیق را تبیین می کند. هر مرحله دارای یک دوره دو ساله را در بر می گیرد که شامل چهار مرحله یکسان با اجرای فرایندهای مشابه می باشد. در یک مرحله دو زیر مرحله به صورت متوالی به هم متصل می باشند. زیر مرحله ۱ ولیه به توصیف فرایند تولید در مزرعه اول می پردازد در حالیکه مرحله دوم ترسیم کننده فرایند تولید در مزرعه دوم می باشد. در هر زیر مرحله یک سری از سه فرایند کاشت داشت و برداشت به صورت متوالی اجرا می شود. مرحله کاشت ۱ نهاده را به p معیار واسطه تبدیل می کند. این واسطه ها از مرحله کاشت به مرحله برداشت منتقل می شود در مرحله برداشت P معیار واسطه F نهاده اضافی و یک نهاده نوع دوم برای تولید معیارهای واسطه استفاده می شود. این معیارهای

واسطه سپس به مرحله برداشت منتقل می‌شود. در طی مرحله کاشت درصدی از نهاده نوع دوم اضافی به مرحله بعدی ارسال می‌شود در مرحله برداشت معیارهای واسطه و نهادهای اضافی برای تولید ستانده استفاده می‌شود.

مدل شبکه ای پویای تحقیق کازلو و همکاران (۲۰۲۳) به شرح ذیل می‌باشد



شکل ۲ مدل شبکه ای پویا (کازلو و همکاران، ۲۰۲۳)

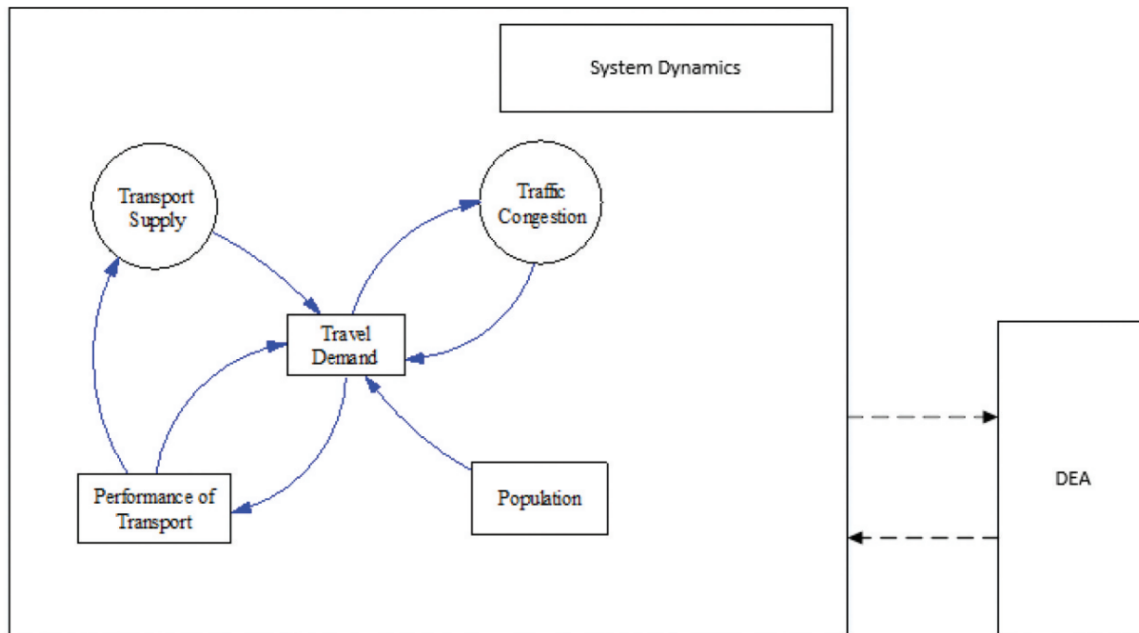
تحقیق نوروزیان ملکی و همکاران (۲۰۲۰) رویکردی متفاوت نسبت به تحقیقات مشابه داشت و از ترکیب پویایی سیستم و تحلیل پوششی داده‌ها برای انتخاب مناسبترین سیاستها استفاده می‌کنند. مدل پویایی سیستم به پیش بینی تقاضای سفر با در نظر گرفتن وابستگی‌های بین سه خرده سیستم زیر می‌پردازد

۱. جامعه
۲. عملکرد حمل و نقل
۳. تراکم ترافیک

خرده سیستم عملکرد حمل و نقل بر سایر عوامل نظیر عرضه حمل و نقل اثر می‌گذارد که آن نیز بر تقاضای سفر اثرگذار است. در زمانی که سرمایه گذاری در حمل و نقل صورت گیرد عملکرد آن بهبود می‌یابد. سپس عرضه خدمات حمل و نقل به وسیله آن حالت افزایش می‌یابد. این امر باعث افزایش هم تقاضا و هم ظرفیت آن حالت برای تحقق تقاضای پیش بینی شده سفر می‌شود که جذابیت حالت حمل و نقل می‌باشد. به بیان دیگر جذابیت یک حالت حمل و نقل بر تمایل جمعیت به انتخاب آن بر اساس سطوح مزایایی اثر می‌گذارد که به آن ارائه میشود. برای مثال سرمایه گذاری در حمل و نقلو بهبود عملکرد آن نظیر شبکه ریلی و فراوانی قطارها ارائه گر سطحی کمتر از زمان و دسترسی پذیری به مکان بیشتر می‌باشد.

با در نظر گرفتن تعامل سه خرده سیستم اصلی تاثیر آنها بر تقاضای سفر تعیین می‌شود که اجازه پیش بینی دقیقتر تقاضای سفر را می‌دهد. بر اساس تعیین تقاضای سفر اثربخشی ۲۳ سیاست مورد نظر در انتقال تقاضای سفر از حالات شخصی به عمومی حمل و نقل با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها تعیین می‌شود. در این مرحله نیز اثربخشی هر حالت حمل و نقل

نقش مهمی را در زمان تعیین بهترین سیاستها جهت تحقق تقاضای سفر برنامه ریزی شده ایفا می کند. رویکرد پیشنهادی برای تعیین اثر بخشی هر سیاست مطالعه شده شبیه سازی می شود.



شکل ۳. مدل ترکیبی پویایی سیستم و تحلیل پوششی داده ها (نوروزیان ملکی و همکاران، ۲۰۲۰)

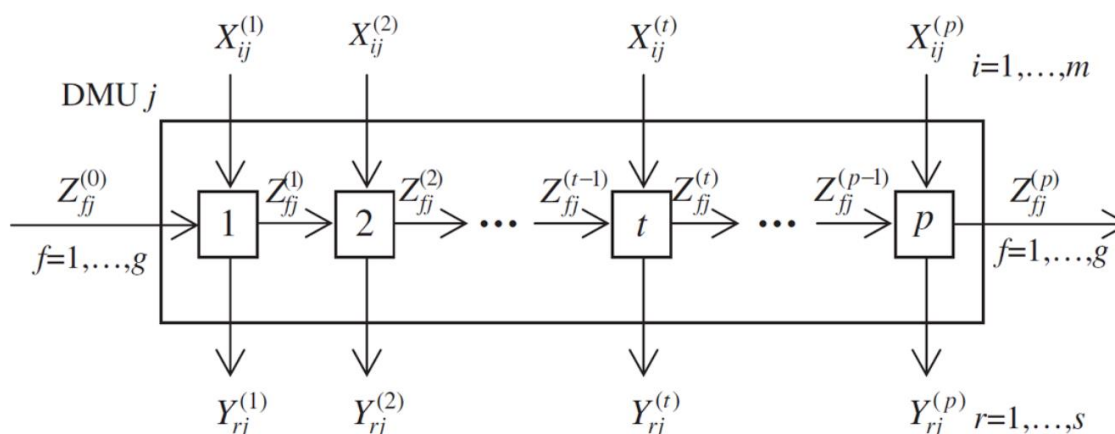
تحقیق کیانی ماوی و کیانی ماوی (۲۰۲۱) یک مدل تحلیل پوششی داده های پویا را ارائه می کنند. در این مدل مجموعه ای از واحدهای تصمیم گیری وجود دارد که دارای نهاده ای در دوره زمانی مشخص و ستانده ای در دوره زمانی بوده و بین این دو پیوند وجود دارد. کل میزان ستانده و نهاده در دوره های زمانی به صورت زیر نشان داده می شود.

$$\bar{X}_{ij} = \sum_{t=1}^P X_{ij}^{(t)}, \bar{Y}_{rj} = \sum_{t=1}^P Y_{rj}^{(t)}$$

(۱)

این مقاله فرض می کند که تمامی داده های نهاده، حامل و ستانده داده های مثبت و مطلوب می باشند.

چنین بر می آید که دو دوره متوالی به وسیله جریانانی به هم متصل می باشند بخشی از کل این جریان در دوره بعدی به عنوان نهاده د ر نظر گرفته می شود. این جریان بخشی است که برای تولید در دوره بعدی مصرف می شود در شکل ذیل این ساختار پویا نشان داده شده است.



شکل ۴. سیستم پویا با جریان‌های متصل (کیانی ماوی و کیانی ماوی، ۲۰۲۱)

تحقیق هوانگ و همکاران (۲۰۲۲) تحقیق دیگری است که به موضوع تحلیل پوششی داده‌های پویا به منظور ارزیابی کارایی پارکهای جنگلی به عنوان واحدهای تصمیم‌گیری می‌پردازد. در این تحقیق هر پارک جنگلی هم فرایند خدمت و هم تولید را انجام می‌دهد. در طی فرایند تولید عوامل ویژه‌ای برای تولید ستانده واسطه استفاده می‌شود که بلافاصله به نهاده‌ای در ارتباط با نهاده‌های ویژه برای فرایند خدمت جهت تولید ستانده نهایی تبدیل می‌شود به علاوه هم فرایندهای خدماتی و هم فرایند تولید شامل ایتمهایی می‌باشد که در دوره پیشین پایان نیافته و به عنوان متغیرهای انتقالی یا حامل شناخته می‌شوند.

این تحقیق نه فقط با بخشهای متعدد متصل به وسیله پیوندهای ساختار شبکه‌ای در هر دوره مواجه است بلکه به اثرات پویای فعالیتهای متصل بر عملکرد پارک جنگلی توجه دارد. به علاوه این رویکرد به مدلهای غیر اسلک محور برای محاسبه نهاده مازاد و ستانده توجه دارد. این تحقیق ترکیبی از مدل تحلیل پوششی داده‌های اسلک محور پویا برای پر کردن شکاف در حوزه‌های در نظر گرفته نشده در ادبیات کارائی عاملیت پارک جنگلی می‌باشد. بنابراین این مدل می‌تواند برای ارزیابی کارائی بخشی اعمال می‌شود یعنی کارائی فرایند تولید پارک جنگلی و کارائی فرایند خدمت، کارائی دوره و کارائی کلی در یک پیاده‌سازی یکپارچه

ونگ و رن (۲۰۲۲) از روش اسلک محور شبکه‌ای پویا برای ارزیابی کارائی نوآوری تکنولوژی سبز استفاده می‌کند. این تحقیق از ترکیب عناصر پویا و شبکه‌ای در یک چارچوب نظری اسلک محور به منظور حداقل سازی نهاده و حداکثر سازی ستانده از چشم‌انداز پویا استفاده می‌کند. این روش ترکیبی از مدل اسلک محور پویا و مدل اسلک محور شبکه‌ای است و به اندازه‌گیری نمره کارائی کلی سیستماتیک در طی کل دوره‌های چندگانه، تغییر پویا در نمره کارائی میان دوره‌ای و تغییر پویا در نمره کارائی زیرساختاری می‌پردازد.

عملیات نوآوری به صورت مستقل در دوره‌های متعدد در نظر گرفته شده و نمرات کارائی آنها در هر دوره به طور مجزا اندازه‌گیری می‌شود. به منظور ارزیابی کارائی کلی نوآوری محققان اغلب به محاسبه میانگین حسابی نمرات کارائی چند دوره‌ای می‌پردازد. بر خلاف مدلهای قبلی روش اسلک محور شبکه‌ای پویا می‌تواند ارائه‌گر یک نمره کارائی کلی سیستماتیک در کل دوره‌های متعدد باشد به بیان دیگر یک رابطه منطقی بین مقادیر کارائی بخشی دوره‌ای و کلی وجود دارد.



از سوی دیگر با توجه به مشخصه های پویا، روش اسلک محور شبکه ای پویا می تواند مراحل شبکه ای را از طریق حامل ها بین دوره های فرعی جهت برآورد تغییر پویا در نمره کارایی میان دوره ای متصل نماید. از سوی دیگر در خصوص ساختار شبکه ای روش اسلک محور شبکه ای پویا می تواند بخشهای میان دوره ای متصل شده به وسیله پیوند با ساختار شبکه جهت دستیابی به تغییر پویا در نمره کارائی هر بخش را محاسبه کند.

نتیجه گیری

در این مقاله به تحلیل پیرامون مدل های تحلیل پوششی داده های پویا پرداخته شد. مهمترین مقالات در این حوزه مورد مرور و بازنگری قرار گرفت. تمامی تحقیقات متمرکز بر مدل تحلیل پوششی داده های پویا بودند که برخی به صورت شبکه ای و برخی به صورت فازی و برخی نیز اسلک محور و همچنین با ستانده نامطلوب عمل کرده بودند. نتایج نشان می دهد مدل تحلیل پوششی داده های پویا برای چارچوبهای زمانی و مدل های دارای توالی زمانی دارای کاربرد بسیاری بوده و علیرغم اینکه اغلب تحقیقات در این حوزه مختص ۵ سال اخیر می باشد انتظار می رود در آینده نزدیک حجم ملاحظات تحقیقاتی به حوزه تحلیل پوششی داده های پویا به شکل قابل توجهی افزایش یابد چرا که ارزیابی مدل های زمان محور کاربرد بیشتری یافته و تحلیل پوششی داده های پویا می تواند در این راستا مورد استفاده قرار گیرد از سوی دیگر مدل های شبکه ای در کنار مدل های پویا می توانند ترکیب خوبی را ایجاد نمایند که هم مرحله ای بودن و هم توالی زمانی را در مدل های خود لحاظ کرده باشند. در این نوع مدل ها ورودی مرحله بعدی می تواند خروجی مرحله قبلی یا یک نهاده مستقل باشد به هر روی با ترکیب مدل های پویا و شبکه ای می توان مدل های قویتری از تحلیل پوششی داده ها ارائه کرد.

از سوی دیگر ستانده نامطلوب که کاربرد بسیاری را در صنایع مختلف دارا می باشد می تواند در این مدل ها استفاده شده و به غنای این مدل ها اضافه نماید همچنین عدم قطعیت که عموماً در تحقیقات به صورت عدم قطعیت فازی و با ورودی های فازی می باشد نیز مورد توجه بیشتری قرار می گیرد. تحقیقات آتی به سمت ترکیبی از تمامی این مدل های پویا به صورت شبکه ای یا غیر شبکه ای حرکت می کنند ضمن اینکه مدل های اسلک محور نیز می در بین تحقیقات انجام شده جایگاه ویژه ای دارند.



منابع

Yifang Sun^{1,2} & Ninglian Wang, Eco-efficiency in China's Loess Plateau Region and its influencing factors: a data envelopment analysis from both static and dynamic perspectives, *Environmental Science and Pollution Research* <https://doi.org/10.1007/s11356-021-15278-3>

Cheng, Y., Bai, X., & Chiu, Y.-H. (2023). Performance evaluation for health-care sectors using a dynamic network data envelopment analysis approach. *Managerial and Decision Economics*, 44(4), 2237–2253. <https://doi.org/10.1002/mde.3815> CHENG ET AL. 2253 10991468, 2023, 4, Downloaded from <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/mde.3815> by Universite Lorraine, Wiley Online Library on [23/12/2023]. See the Terms and Conditions

Shahin Rajaei Qazlue¹, Ahmad Mehrabian, Kaveh Khalili-Damghani³, Mohammad Amirkhan, A Dynamic Network Data Envelopment Analysis Model to Calculate the Efficiency of Wheat Farms, *Journal of Applied Dynamic Systems and Control*, Vol.6, No.2, 2023: 29-43

Dong-Joon Lim* , Moon-Su Kim and Kyu-Won Lee, A revised dynamic data envelopment analysis model with budget constraints, *Intl. Trans. in Op. Res.* 29 (2022) 1012–1024 DOI: 10.1111/itor.12810

Huaming Chen ¹, Jia Liu ¹, Ying Li Yung-Ho Chiu ³ and Tai-Yu Lin, A Two-stage Dynamic Undesirable Data Envelopment Analysis Model Focused on Media Reports and the Impact on Energy and Health Efficiency, *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2019, 16, 1535; doi:10.3390/ijerph16091535

Peykani, P.; Memar-Masjed, E.; Arabjazi, N.; Mirmozaffari, M. Dynamic Performance Assessment of Hospitals by Applying Credibility-Based Fuzzy Window Data Envelopment Analysis. *Healthcare* **2022**, *10*, 876. <https://doi.org/10.3390/healthcare10050876>

Qian Wang, Shuming Ren, Evaluation of green technology innovation efficiency in a regional context: A dynamic network slacks-based measuring approach, *Technological Forecasting & Social Change* 182 (2022) 121836

Pegah Norouzian-Maleki , Hamidreza Izadbakhsh , Morteza Saberi , Omar Hussain , Mustafa Jahangoshai Rezaee & Nasim GhanbarTehrani (2020): An integrated approach to system dynamics and data envelopment analysis for determining efficient policies and forecasting travel demand in an urban transport system, *Transportation Letters*, DOI: 10.1080/19427867.2020.1839716

Xiu-juan Huang ^a, Ran An ^b, Ming-Miin Yu ^{c,*}, Fang-fang He, Tourism efficiency decomposition and assessment of forest parks in China using dynamic network data envelopment analysis, *Journal of Cleaner Production* 363 (2022) 132405



Reza Kiani Mavi*, Neda Kiani Mavi, National eco-innovation analysis with big data: A common-weights model for dynamic DEA, [Technological Forecasting & Social Change](#) 162 (2021) 120369

Hirofumi Fukuyama a, Mike Tsionas b, Yong Tan, Dynamic network data envelopment analysis with a sequential structure and behavioural-causal analysis: Application to the Chinese banking industry, [European Journal of Operational Research](#) 307 (2023) 1360–1373

Juan Aparicio a, Magdalena Kapelko b,*, Lidia Ortiz, Enhancing the measurement of firm inefficiency accounting for corporate social responsibility: A dynamic data envelopment analysis fuzzy approach, [European Journal of Operational Research](#) 306 (2023) 986–997

Farrell, M. J. 1957. "The Measurement of Productive Efficiency." *Journal of the Royal Statistical Society: Series A (General)* 120 (3): 253–281

Charnes, A., W. W. Cooper, and E. Rhodes. 1978. "Measuring the Efficiency of Decision Making Units." *European Journal of Operational Research* 2 (6): 429–444.

Banker, R. D., A. Charnes, and W. W. Cooper. 1984. "Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis." *Management Science* 30 (9): 1078–1092.

Abstract

Mohammad Reza Karimi

**PhD student in industrial engineering, quality and
productivity, South Tehran Azad University**

1-1- Abstrac

The discussion of dynamics and changes that may occur in different periods of time is an important topic in all types of operational research models. This is also the case with data envelopment analysis models. After the pioneering work of Farrell (1957) and its expansion and development by Charnes et al. (1978), this model was subject to many changes and developments according to the requirements of the industry. One of these developments is the movement towards the dynamics of these models in such a way that the time sequence is considered as a principle in time envelope analysis models. In the current research, a review of the latest and most comprehensive research in the field of dynamic data coverage analysis has been discussed and the application of dynamics in different models has been explained.

1-2- Keywords: Model, coverage analysis, data, dynamic