# ارائه‌ی مدل تحلیل پوششی داده‌های چندمرحله‌ای برای ارزیابی شبکه‌ی زنجیره‌ی تأمین پایدار شرکت‌های تولیدکننده‌ی لاستیک

# Provide a Multi- Stage Data Envelopment Model to Assess the Sustainable Supply Chain Network of Rubber Producing Companies

**چکیده:**

در دنیای امروزی سازمان‌ها برای بقا باید هزینه‌های خود را کاهش دهند و بهره‌وری خود را بهبود بخشند. یک تلاش که می‌تواند برای افزایش بهره‌وری انجام شود، عملکرد مدیریت زنجیره‌ی تأمین است. هم‌چنین پایداری در زنجیره‌ی تأمین که چالش‌های جدی زیست‌محیطی را درنظر می‌گیرد، با تولید محصولات سبز، از ایجاد هر نوع آلودگی بر زندگی انسان‌ها جلوگیری می‌کند. هدف اصلی این مقاله ارائه‌ی مدل تحلیل پوششی داده‌های چندمرحله‌ای، برای ارزیابی شبکه‌ی زنجیره‌ی تأمین پایدار شرکت‌های تولیدکننده‌ی تایر است. روش انجام پژوهش حاضر تحلیلی- توصیفی‌ست و ازنظر هدف، کاربردی‌ست. یکی از روش‌هایی که می‌تواند برای ارزیابی عملکرد تأمین‌کننده‌ی پایدار مورداستفاده قرار گیرد، تحلیل پوششی داده‌های چندمرحله‌ای‌ست. جامعه‌ی پژوهش این تحلیل، ۱۰ شرکت تولیدکننده‌ی تایر و لاستیک است و عملکرد این شرکت‌ها طی سه سال ۱۳۹۲، ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴، در این تحلیل موردبررسی قرارگرفته است. بر اساس نتیجه‌های به‌دست‌آمده، در سال ۱۳۹۲، لاستیک سیمرغ و لاستیک پارس رتبه‌ی یک، در سال ۱۳۹۳ لاستیک بارز، کویر تایر و لاستیک پارس رتبه‌ی یک و در سال ۱۳۹۴، لاستیک بارز، کویر تایر، لاستیک پارس و ایران تایر رتبه‌ی یک را به‌دست آورده‌اند.

**واژه‌های کلیدی:** تحلیل پوششی داده‌ها، شبکه‌ی زنجیره‌ی تأمین، توسعه‌ی پایدار، ارزیابی عملکرد.

**نوع مقاله:** پژوهشی

محمدرضا فتحی[1]و*، محمدحسن ملکی[2] و
مریم رحیمی زاویه[3]
۱- استادیار دانشکده‌ی مدیریت و حسابداری، پردیس فارابی دانشگاه تهران،ایران
۲- استادیار دانشکده‌ی اقتصاد و مدیریت، دانشگاه قم، ایران
۳- کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، دانشکده‌ی اقتصاد و مدیریت، دانشگاه قم، ایران

* عهده‌دار مکاتبات:
Reza.fathi@ut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۷/۴/۲۱
تاریخ بازنگری: ۹۷/۷/۲۱
تاریخ پذیرش: ۹۷/۷/۲۲

## مقدمه

هرساله بیش از یک میلیارد تایر بانام تجاری جدید، توسط حدود ۵۰۰ شرکت تولیدکننده‌ی تایر، در سراسر جهان تولید می‌شود. هم‌چنین هرساله میلیون‌ها تایر فرسوده، با به‌خطر انداختن سلامتی و آسیب‌های زیست‌محیطی در محیط رها می‌شوند. مواد شیمیایی که از تایرهای قدیمی جدا می‌شوند، برای آب‌وهوا، سلامتی انسان و محیط‌زیست خطرناک‌اند. شرکت‌های تولیدکننده‌ی تایر باید چاره‌ای برای حفظ سلامت انسان و محیط‌زیست بیندیشند. مدیریت زنجیره‌ی تأمین یک ابزار پژوهشی‌ست که در

دهه‌ی گذشته، به‌طور گسترده‌ای مورداستفاده قرارگرفته است. زنجیره‌ی تأمین ، ازجمله طراحی فراورده، تأمین منابع و انتخاب مواد، فرایندهای تولید، تحویل فراورده‌ی نهایی به مصرف‌کنندگان و هم‌چنین مدیریت پایان عمر فراورده، پس از عمر مفید آن است. ازآنجاکه تحلیل پوششی داده‌ها توانایی توصیف عملکرد و بهره‌وری، باوجود اقدام‌های بسیار را دارد، می‌تواند- فراتر از ارزیابی هریک از اعضا به‌صورت جداگانه و به‌کار بردن هریک به‌عنوان جعبه‌ی سیاه جداگانه- به‌طور بالقوه انتخاب مناسبی در ارزیابی زنجیره‌ی تأمین باشد؛ به‌همین دلیل طراحی شیوه‌ای‌ای برای به کمترین میزان رساندن هزینه‌های کل تولید تایر و جلوگیری از آسیب‌های زیست‌محیطی با کمک زنجیره‌ی تأمین، فرمول‌نویسی شده با ترکیب توزیع، تولید و حمل‌ونقل فراورده‌های لاستیکی، اهمیت دارد.

همان‌طور که بیان شد با رشد سریع صنعتی‌شدن دنیای امروزی، تأثیرهای زیست‌محیطی و بوم‌شناختی بر فراورده‌ها، موضوعی بسیار مهم است. توجه صِرف به تأثیرهای زیست‌محیطی بر تصمیم‌گیری‌های صنعتی و پیامدهای بوم‌شناختی آن، موجب آسیب‌پذیری بیش‌تر انسان‌ها و دیگر موجودات زنده می‌شود و آن‌ها را با خطرهایی چون گرمای زمین و جو، سَمی بودن محیط‌زیست آن‌ها، نقصان لایه‌ی اُزون و کاهش منابع طبیعی تهدید می‌کند؛ بنابراین تصمیم‌گیران صنعتی و خودِ این تصمیم‌ها، نقش مهمی در جلوگیری از آسیب‌های زیست‌محیطی ایفا می‌کنند.

اولین و مهم‌ترین مرحله برای تلاش در پیش‌گیری از آسیب‌های زیست‌محیطی و بوم‌شناختی، تجزیه‌وتحلیل تأثیر محصولات، با دیدگاهی کل‌نگر، بر محیط‌زیست است. در گذشته مدیریت زنجیره‌ی تأمین، در پی یکپارچه‌سازی اعضای زنجیره‌ی تأمین و هماهنگی بین آن‌ها، با هدف بهبود عملکرد کسب‌وکار، در راستای ارتقای بهره‌وری و کسب سود بیشتر بود و مدیران زنجیره‌ی تأمین خواستار انجام بهتر خدمات و تحویل سریع‌تر کالا، کاهش هزینه‌ها و افزایش کیفیت بودند؛ اما بهبود عملکرد زیست‌محیطی زنجیره‌ی تأمین و اهمیت هزینه‌های اجتماعی، آسیب‌های بوم‌شناختی و تخریب محیط‌زیست لحاظ نمی‌شد. درک جنبه‌های گوناگون پایداری، عملیات زنجیره‌ی تأمین و سیاست‌های تصمیم‌گیران و ارتباط آن‌ها با اندازه‌گیری عملکرد به‌طور فزاینده‌ای در دهه‌ی گذشته موردبررسی قرارگرفته است [۱].

جهانی‌شدن برای بهبود عملکرد زیست‌محیطی و اجتماعی و هم‌چنین بهره‌وری اقتصادی، فشارهای گوناگونی به شرکت‌های چندملیتی وارد می‌کند؛ اگرچه ممکن است این فشارها تا حدودی متناقض باشند. همان‌طور که ستین کایا و همکارانش (۲۰۱۱ میلادی) استدلال می‌کنند هم دانشگاهیان و هم متخصصان، خواستار ترکیب جنبه‌های پایداری در مدل‌های مدیریت زنجیره‌ی تأمین هستند. آن‌ها هم‌چنین نشان داده‌اند که علت بسیاری از شکست‌ها، وجود نداشتن هدف‌های پایداری در دیدگاه شرکت است. بر اساس چارچوب پایداری سه‌بعدی (خط پایین سه‌گانه) که با اقتصاد (سود)، محیط‌زیست (سیاره) و جامعه (مردم) سروکار دارد [۲]، شرکت‌ها متوجه ابتکارهای بزرگ و کوچک پتانسیل سودآور خود برای ایجاد جریان‌های جدید درآمد که در جهان رقابتی شده‌اند، خواهند بود. بااین‌حال چنین دیدگاهی، بدون ارزیابی عملکرد سازمانی به‌صورت کمی و کیفی، به‌طور کامل سودمند نخواهد بود. معرفی چارچوب‌های سنجش عملکردهای بسیار در طول دو دهه‌ی گذشته، نیاز به توسعه‌ی شاخص‌های عملکرد کلیدی، برای اندازه‌گیری پیشرفت اجرای پایدار شیوه‌های مدیریت زنجیره‌ی تأمین را نشان می‌دهد [۳]. علاوه بر این اهمیت ارزیابی پایداری به دانشگاه محدود نشده است [۴] و بسیاری از شیوه‌ها توسط سازمان‌ها و اتحادیه‌ها در مورد ارکان سه‌گانه‌ی توسعه‌ی پایدار انجام‌شده است [۵].

در منابع موجود، روش‌های تحلیلی گوناگون و رویکردهای ریاضی برای رویارویی با ارزیابی پایداری وجود دارد. سایسانا و تارانتولا بر ویژگی‌های شاخص‌های کامپوزیت تمرکز می‌کنند [۶]. آن‌ها شاخص یا مقیاس را به‌عنوان داده‌هایی تعریف می‌کنند که آنچه را در سیستم پویا اتفاق می‌افتد، خلاصه یا برجسته می‌کند. درنتیجه یکپارچه‌سازی سامان‌مند مجموعه‌ای از شاخص‌ها که برای آن هیچ راه آشکاری برای وزن کردن وجود ندارد، شاخص نامیده می‌شود. آن‌ها چندین روش ریاضی و آماری را برای تعیین CIها فهرست می‌کنند. در میان این روش‌ها، تحلیل پوششی داده‌ها یکی از روش‌های مؤثر برای ارزیابی عملکرد نهادهاست (سازمان‌های منفرد یا زنجیره‌های همکاری کسب‌وکار). تحلیل پوششی داده‌ها که به‌صورت سامان‌مند توسط چارنز و همکارانش توسعه‌یافته است (۱۹۷۸)، یک روش غیر پارامتری برای ارزیابی کارایی نسبی مجموعه‌ای از واحدهای تصمیم‌گیری قابل‌مقایسه توسط برنامه‌ریزی ریاضی‌ست. این رویکرد به هیچ تصمیم‌گیرنده‌ای برای تعیین وزن نیاز که به هر شاخص متصل شود، ندارد. نه‌تنها وزن شاخص‌ها به‌طور مستقیم از داده‌های موجود در تحلیل پوششی داده‌ها مشتق می‌شود، بلکه هم‌چنین این روش قادر به تشخیص نهادهای معیار بر اساس امتیاز کارایی و هم‌چنین شناسایی منابع و مقدار ناکارآمدی تحلیل پوششی داده‌های ناکارآمد است [۷]؛ بنابراین موضوع اصلی در این پژوهش ارائه‌ی مدل تحلیل پوششی داده‌های چندمرحله‌ای، برای ارزیابی عملکرد شبکه‌ی زنجیره‌ی تأمین پایدار است. مهم‌ترین هدف‌هایی که این پژوهش در پی آن است، به‌شرح زیر است:

۱- تعیین مدل مناسب برای ارزیابی شبکه‌ی زنجیره‌ی تأمین پایدار
۲- تعیین واحدهای کارا و ناکارا
۳- تعیین کارایی هرکدام از واحدها بر اساس تحلیل پوششی‌چندمرحله‌ای
۴- تعیین معیارهای اصلی ورودی و خروجی برای ارزیابی شبکه‌ی زنجیره‌ی تأمین پایدار.

## پیشینه‌ی پژوهش

گفته شده است مشکل‌های ارزیابی عملکرد زنجیره‌ی تأمین، با فعالیت‌های پیوند چندلایه و ارتباط‌های چندگانه مشکل‌های ذاتی پیچیده دارد. تجزیه‌وتحلیل پوشش داده‌ها برای ارزیابی عملکرد نسبی واحدهای سازمانی به نام واحدهای تصمیم‌گیری مورداستفاده قرارگرفته است. بااین‌حال، مدل‌های تحلیل پوششی داده‌های معمولی نمی‌توانند طبیعت پیچیده‌ی زنجیره‌های عرضه را با فعالیت‌های ارتباطی داخلی درنظر بگیرند [۸]. بهره‌گیری از سیستم سنجش عملکرد یک ضرورت اجتناب‌ناپذیر برای هر مدیریت زنجیره‌ی تأمین، برای هدایت عملیات کسب‌وکار به‌سوی بیشترین بهره‌وری‌ست؛ به‌ویژه در سال گذشته به‌دلیل نیاز نی‌نفعان گوناگون در ترکیب ارزیابی شیوه‌های پایداری در عملیات زنجیره‌ی تأمین علاقه‌ی روبه‌رشدی وجود داشته است.

پارادایم پایداری خواستار متعادل‌سازی نیازهای اجتماعی، زیست‌محیطی و اقتصادی‌ست [۹]. مدیریت زنجیره‌ی تأمین پایدار در دهه‌ی گذشته توجه زیادی نسبت به شرکت‌های بزرگ و علمی داشته است. ارزیابی و ارزیابی عملکرد تأمین‌کننده‌ی پایدار، نقش مهمی در ایجاد مدیریت زنجیره‌ی تأمین پایدار مؤثر دارد. یکی از روش‌هایی که می‌تواند برای ارزیابی و ارزیابی عملکرد عرضه‌کننده‌ی پایدار مورداستفاده قرار گیرد، تجزیه‌وتحلیل پوشش داده‌هاست [۱۰]. در مدیریت سازمانی نوین، زنجیره تأمین پایداری یک مفهوم مشخص از استراتژی توسعه‌ی پایدار است که به‌صورت مصنوعی، چالش‌های جدی زیست‌محیطی و منابع را درنظر می‌گیرد.

برای زنجیره‌ی تأمین پایدار، تهیه‌ی سبز جزء مهمی‌ست و

به‌طور چشم‌گیری به بهبود عملکرد زیست‌محیطی شرکت‌ها می‌انجامد. در تهیه‌ی سبز، انتخاب تأمین‌کننده یک موضوع حیاتی‌ست. برای ارزیابی علمی و تعیین تأمین‌کنندگان، تحت محیط زنجیره‌ی تأمین پایدار، فرایند انتخاب اولیه‌ی تأمین‌کنندگان سبز را معرفی و یک روش تجزیه‌وتحلیل پوشش داده‌های سامان‌مند ارائه می‌شود[۱۱] . مدیریت زنجیره‌ی تأمین سبز ، به یک روش برای بهبود عملکرد محیطی تبدیل‌شده است. تحت‌فشارهای ذی‌نفعان، نیروها و مقررات، شرکت‌ها باید اقدام مدیریت زنجیره‌ی تأمین سبز را بهبود بخشند. این کار با شیوه‌هایی مانند خرید سبز، طراحی سبز، بازیابی محصول و همکاری با مشتریان و تأمین‌کنندگان انجام می‌شود. همان‌طور که شرکت‌ها مدیریت زنجیره‌ی تأمین سبز را ارتقا می‌دهند، عملکرد اقتصادی و عملکرد محیطی آن‌ها افزایش می‌یابد. ازاین‌رو، ارزیابی مدیریت زنجیره‌ی تأمین سبز برای هر شرکت بسیار مهم است.

یکی از روش‌هایی که می‌تواند برای ارزیابی مدیریت زنجیره‌ی تأمین سبز مورداستفاده قرار گیرد، تجزیه‌وتحلیل پوشش داده‌هاست[۱۲]. در مقاله‌ی طراحی شبکه‌ی زنجیره‌ی تأمین چند دوره‌ای و چندمحصولی، با استفاده از رویکرد ترکیبی برنامه‌ریزی ریاضی چندهدفه و تحلیل پوشش داده‌ها، برای افزایش کارایی شبکه‌ی زنجیره‌ی تأمین پیشنهادی، مدل چند دوره‌ای و چندمحصولی با هدف‌های چندگانه به‌طور هم‌زمان درنظر گرفته‌شده است. برای طراحی شبکه، از مدل برنامه‌ریزی ریاضی چندهدفه‌ی عدد صحیح مختلط استفاده‌شده است و هدف‌های مسئله شامل کمترین میزان کردن هزینه‌ی تولید، کاهش زمان ارسال فراورده‌ها و افزایش قابلیت اطمینان زنجیره‌ی تأمین است .[۱۳]

یو و شارما در سال ۲۰۱۳ میلادی، مدل تراکم تجزیه‌وتحلیل داده‌های چندمرحله‌ای را بررسی کردند. این مقاله یک مدل تراکم تجزیه‌وتحلیل داده‌های چندمرحله‌ای، برای اندازه‌گیری کارایی و تراکم زنجیره‌ی تأمین را توسعه می‌دهد. گفته می‌شود که فروپاشی زمانی اتفاق می‌افتد که خروجی ممکن است با کاهش یک یا چند ورودی، بدون بهبود هر ورودی یا خروجی افزایش یابد. کااو در سال ۲۰۱۴ میلادی، تجزیه‌ی کارایی برای سیستم‌های چندمرحله‌ای در تجزیه‌وتحلیل پوششی داده‌ها را بیان کرد. در این حالت مدل‌های تجزیه‌وتحلیل پوششی داده‌های معمول فقط ورودی‌های ارائه‌شده به سیستم و خروجی‌های تولیدشده از سیستم را در اندازه‌گیری کارایی، صرف‌نظر از عملیات فرایندهای داخلی درنظر می‌گیرند [۱۴]. نتیجه‌های به‌دست‌آمده گاهی گمراه‌کننده هستند. در ادامه خلاصه‌ای از پژوهش‌های انجام‌شده در قالب جدول (۱) ارائه می‌شود.

مدیریت زنجیره‌ی تأمین نتیجه‌ی تکامل مدیریت انبارداری‌ست که عبارت است از فرایند برنامه‌ریزی، اجرا و کنترل عملیات مرتبط با زنجیره‌ی تأمین، در بهینه‌ترین حالت ممکن و دربرگیرنده‌ی تمامی جابه‌جایی‌ها و ذخیره‌ی مواد اولیه، موجودی هنگام کار و محصول تمام‌شده از نقطه‌ی شروع اولیه تا نقطه‌ی مصرف. مدیریت زنجیره‌ی تأمین تلفیقی‌ست از هنر و علم که درباره‌ی بهبود دسترسی به مواد اولیه، ساخت محصولات یا خدمات و انتقال آن به مشتری به‌کار می‌رود.

دو رکن از مدیریت زنجیره‌ی تأمین پایدار، مدیریت زنجیره‌ی تأمین زیست‌محیطی و مدیریت زنجیره‌ی تأمین با مسؤولیت اجتماعی‌ست؛ بنابراین پایداری در زنجیره‌ی تأمین، از ضرورت‌های یک زنجیره‌ی کار است؛ درواقع توسعه‌ی پایدار بر پایه‌ی هوشیاری انسان نسبت به خودش و نسبت به منابع طبیعی کره‌ی زمین استوار است و خواستار یک سبک از زندگی پایدار برای همه‌ی انسان‌هاست و مخالف مصرف بیش‌ازاندازه، اتلاف منابع و بی‌توجهی به نسل‌های آینده و قطع رابطه با گذشته است. بسیاری از شکست‌ها به‌دلیل وجود نداشتن هدف‌های پایدار در دیدگاه شرکت است.

جدول ۱- پژوهش‌های انجام‌شده درزمینه‌ی تحلیل پوششی داده‌ها

| زمینه‌ی مرحله‌ها | تک‌مرحله‌ای | دومرحله‌ای | چندمرحله‌ای | مجموع |
|---|---|---|---|---|
| مدیریت زنجیره‌ی تأمین | تلوری و بیکر (۲۰۰۲) [۱۵] ، تلوری و سرکیس (۲۰۰۲)[۱۶] ، وانگ و وانگ (۲۰۰۷) [۱۷] | امیرتیموری و خوش‌اندام (۲۰۱۱)[۱۸]، کاستلی و همکاران (۲۰۰۴) [۱۹]، چن و همکاران (۲۰۰۶) [۲۰]، چن و ژو (۲۰۰۴) [۲۱]، چیلینگریان و شرمن (۲۰۱۱) [۲۲]، کوک و هابابو (۲۰۰۱) [۲۳]، کوک و همکاران (۲۰۰۰)[۲۴]، کوک و همکاران (۲۰۱۰) [۲۵]، گولانی و همکاران (۲۰۰۶) [۲۶]، کایو (۲۰۰۹) [۲۷]، کایو و هویانگ (۲۰۰۸) [۲۸]، لیانگ و همکاران (۲۰۰۸) [۲۹]، لیانگ و همکاران (۲۰۰۶) [۳۰]، پارادی و همکاران (۲۰۱۱) [۳۱]، سیفورد و ژو (۱۹۹۹) [۳۲]، سکستون و لوییس (۲۰۰۳) [۳۳]، یانگ و همکاران (۲۰۱۱) [۳۴]، ژو (۲۰۰۰) [۳۵]، چن و همکاران (۲۰۱۱) [۳۶] | اوکی و همکاران (۲۰۱۰) [۳۷]، فار و همکاران (۲۰۰۷) [۳۸]، کایو (۲۰۰۹) [۳۹]، لوییس و سکستون (۲۰۰۴) [۴۰]، ترونت و همکاران (۲۰۰۱) [۴۱] | ۲۹ |
| مدیریت زنجیره‌ی تأمین پایدار | بی و سرکیس (۲۰۱۲)[۴۲]، بلو (۲۰۰۹) [۴۳]، بلامکارد و هویارو (۲۰۱۳) [۴۴]، چانگ و همکاران (۲۰۱۳) [۴۵]، ساریکا و اور (۲۰۰۷) [۴۶]، سرکیس (۲۰۰۶) [۴۷]، سرکیس و وینرچ (۲۰۰۱)[۴۸]، سوییشی و گوتو (۲۰۱۲) [۴۹]، وزکرو همکاران (۲۰۱۲) [۵۰]، زو (۲۰۱۰) [۵۱]، زانک و همکاران (۲۰۰۸) [۵۲] | | میرهدایتی و همکاران (۲۰۱۴)[۱۲]، نوری و همکاران (۲۰۱۳) [۵۳]، ژو و همکاران (۲۰۰۸) [۵۴] | ۱۶ |
| **کل** | **۱۵** | **۲۱** | **۹** | **۴۵** |

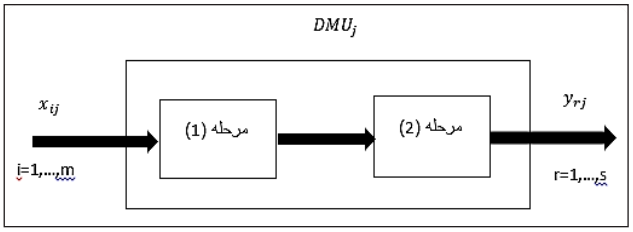
## روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر ازنظر هدف، کاربردی و ازنظر روش، به‌صورت تحلیلی توصیفی انجام می‌گیرد. جامعه‌ی آماری در این پژوهش شرکت‌های تولیدکننده‌ی لاستیک است و با استفاده

از گفت‌وگوی حضوری و پرسش‌نامه در میان خبرگان، به جمع‌آوری داده‌ها پرداخته شد. در ادامه پژوهش بر اساس مرحله‌هایی که در شکل (۱) آمده، انجام پذیرفته است.

شکل ۱- مرحله‌های انجام پژوهش

در این پژوهش از روش تحلیل پوششی داده‌های چندمرحله‌ای استفاده‌شده است. در این بخش، مدل تحلیل پوششی داده‌های دومرحله‌ای چن و ژو (۲۰۰۴ میلادی) بازبینی می‌شود. چن و ژو (۲۰۰۴ میلادی) یک مدل کارایی توسعه دادند که مرز کارایی شناخته‌شده برای یک فرایند دومرحله‌ای با اندازه‌های میانی به هم مرتبط می‌شوند. آن‌ها کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده در فرایند دومرحله‌ای که خروجی مرحله‌ی اول، ورودی مرحله‌ی دوم است را شناسایی کردند. چنانچه در شکل (۲) نشان داده‌شده است، اولین مرحله از $DMU_j$، ورودی‌های $x_{ij}$ (i=1, …, m) را برای تولید خروجی‌های $z_{dj}$ (d=1, …, D) به‌کار می‌برد. خروجی‌های مرحله‌ی اول $z_{dj}$ اندازه‌های میانی هستند که به‌عنوان ورودی مرحله‌ی دوم برای تولید خروجی‌های نهایی $y_{rj}$ (r= 1, …, s) به‌کار می‌روند.




شکل ۲- مدل DEA دومرحله‌ای چن و ژو

Max $w_1\alpha - w_2\beta$
s.t.

(stage 1)

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_{ij} \le \alpha x_{ip}, \quad i = 1, \dots, m,$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j z_{dj} \le \check{z}_{dp} \quad d = 1, \dots, D,$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1,$$

$\lambda j \ge 0$, j=1 …, n,

(stage 2)

$$\sum_{j=1}^{n} \mu_j z_{dj} \le \check{z}_{dp}, \quad d = 1, \dots, D,$$

$$\sum_{j=1}^{n} \mu_j y_{rj} \ge \beta y_{rp}, \quad r = 1, \dots, s,$$

$$\sum_{j=1}^{n} \mu_j = 1,$$

$\mu j \ge 0$, j=1 … n .

که α و β به ترتیب امتیازهای کارایی مربوط به مرحله‌ی ۱ و ۲ هستند. به‌علاوه، $W_1$ و $W_2$ وزن‌هایی هستند که ارجحیت کلی برای دو مرحله را نشان می‌دهند. λj و μj بردارهای چگالی هستند. فرض کنید $\bar{n}$ تعداد واحدهای تصمیم‌گیرنده‌ی قابل‌مقایسه برای ارزیابی وجود دارد. هر واحد تصمیم‌گیرنده $\bar{m}$ منابع ورودی گوناگون را مصرف می‌کند و S مقدار خروجی گوناگون را تولید می‌کند. توجه داشته باشید که این مقدارهای

ورودی و خروجی می‌تواند به‌عنوان مقدارهای شاخص‌ها یا اندازه‌گیری‌هایی تفسیر شود که واحدهای تصمیم‌گیرنده بیان‌شده را توصیف می‌کند. در این مطالعه فرض بر این است که همه‌ی $x_{ij}$ و $Y_{rj}$ها مقدارهای غیر منفی هستند [۵۵]:

$$\text{Min } \theta_p$$

$$\sum_{j\in\mathbb{J}} x_{ij}\lambda_j \le \theta_p x_{ip} \qquad \forall i\epsilon\mathbb{I}$$

s.t.

$$\sum_{j\in\mathbb{J}} y_{rj}\lambda_j \ge y_{rp} \qquad \forall r\in\mathbb{R}$$

$$\lambda_j \ge 0 \quad j\in\mathbb{J}$$

اگرچه $\theta_p$ یک متغیر نامحدود در (۱) است، می‌توان نشان داد که $\theta_p^*\in(0,1]$ [۵۵]. در مدل تحلیل پوششی داده‌های اساسی در بالا، فرض بر این است که تمام ورودی‌ها می‌توانند متنوع و به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم در اختیار مدیریت باشند که ورودی‌های اختیاری نامیده می‌شوند. در وضعیت عملی، چند متغیر وجود دارد که ممکن است تحت کنترل مدیریت نباشد. این متغیرها ورودی‌های غیر اختیاری یا اگزوژن نامیده می‌شوند. برای نمونه اقدام‌های واسطه‌ها که اعضای دو مرحله‌ی گوناگون از زنجیره‌ی تأمین را ارتباط می‌دهد و می‌تواند در این طبقه‌بندی قرار داده شود. اتخاذ رویکرد ارائه‌شده توسط بنکر و موری (۱۹۸۶)، مدل (۱) می‌تواند اصلاح شود تا شامل ورودی‌های غیر اختیاری به‌شرح زیر شود [۵۶]:

$$\text{Min } \theta_p - \varepsilon\left(\sum_{i\in Dis(\mathbb{I})} s_i^- + \sum_{r\in\mathbb{R}} s_r^+\right)$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{j\in\mathbb{J}} x_{ij}\lambda_j + s_i^- = \theta_p x_{ip} \quad \forall i\in Dis(\mathbb{I})$$

$$\sum_{j\in\mathbb{J}} x_{ij}\lambda_j + s_i^- = x_{ip} \quad \forall i\in Non(\mathbb{I})$$

$$\sum_{j\in\mathbb{J}} y_{rj}\lambda_j - s_r^+ = y_{rp} \quad \forall r\in\mathbb{R}$$

$$\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \ge 0 \quad \forall j \in \quad \forall i\in\mathbb{I} \quad \forall r\in\mathbb{R}$$

در مدل بالا $i\in Dis(\mathbb{I})$ و $i\in Non(\mathbb{I})$، به ترتیب نشان‌دهنده‌ی شاخص‌های ورودی‌های اختیاری و غیر اختیاری هستند، تا زمانی که:

$$\text{Dis (I)} \cup \text{Non (I)} = \phi \quad \text{و} \quad \text{I=DIS (I)} \cap \text{Non (I)}$$

متغیرهای $S^-_i$ و $S^+_r$ نشان‌دهنده‌ی متغیرهای کسادی هستند که میزان کمبود $DMU_p$ را نشان می‌دهند. اگرچه کسادی‌های متناظر با $i\in Non(\mathbb{I})$ به تابع هدف وارد نمی‌شوند، اما با تأثیر و تغییر متغیرهای $\lambda_j$، بر بهره‌وری تأثیر می‌گذارند.

## تجزیه‌وتحلیل‌داده‌ها

در حال حاضر، پایداری در زنجیره‌ی تأمین شرکت‌های تولیدکننده‌ی تایر در سه سال ۱۳۹۲، ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ موردبررسی قرارگرفته است. بدین ترتیب داده‌های ده شرکت تولیدکننده‌ی تایر، با گفت‌وگو با افراد خبره جمع‌آوری‌شده است. در جدول‌های (۲) تا (۴) داده‌های مربوط به سه دوره ارائه‌شده است.

جدول ۲- داده‌های مربوط به سال ۱۳۹۲

| Name | DMU | $X_1^{sup}$ | $X_2^{sup}$ | $Y_1^{sup}$ | $Z^{sup\text{-}man}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| آرتاویل | $DMU_1$ | ۹۱۲،۴۶۰،۰۳۰،۱۰۲ | ۱،۶۷۷،۱۲۱،۲۰۰ | ۱۲۶۰ | ۹۹۹.۹۱۳ |
| سیمرغ | $DMU_2$ | ۱۳۲،۴۰۹،۵۵۵،۰۷۳ | ۱،۷۸۸،۵۱۹،۰۱۰ | ۱۲۲۰ | ۹۹۹،۹۴۲ |
| بارز | $DMU_3$ | ۲۳۲،۴۷۷،۷۰۰،۰۰۰ | ۳،۹۸۰،۰۰۰،۰۰۰ | ۱۳۰۲ | ۹۹۹،۹۸۰ |
| کویرتایر | $DMU_4$ | ۱۹۱،۳۷۱،۱۰۰،۰۰۰ | ۲،۱۶۸،۹۹۰،۶۲۰ | ۱۲۸۰ | ۹۹۹،۹۶۳ |
| ایران‌یاسا | $DMU_5$ | ۲۱۷،۵۳۵،۰۰۰،۰۰۰ | ۱،۶۹۲،۵۱۵،۰۰۰ | ۱۲۵۰ | ۹۹۹،۹۲۱ |
| لاستیک پارس | $DMU_6$ | ۱۳۰،۱۵۷،۱۰۰،۰۰۰ | ۷،۷۱۶،۰۰۰،۰۰۰ | ۱۲۵۳ | ۹۹۹،۹۳۳ |
| ایران تایر | $DMU_7$ | ۲۳۰،۵۶۶،۷۰۰،۰۰۰ | ۳،۰۱۴،۶۸۹،۰۰۰ | ۱۲۹۵ | ۹۹۹،۹۵۹ |

ادامه‌ی جدول ۲-

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| دنا | $DMU_8$ | ۱،۸۵۲،۶۶۳،۴۴۴،۲۹۷ | ۵،۱۶۷،۲۰۹،۶۹۰ | ۱۳۰۳ | ۹۹۹,۹۸۲ |
| کیان تایر | $DMU_9$ | ۱،۷۷۳،۴۱۵،۲۹۰،۰۰۰ | ۱،۲۶۰،۰۰۰،۰۰۰ | ۱۲۱۷ | ۹۹۹,۹۴۱ |
| یزد تایر | $DMU_{10}$ | ۱،۰۹۰،۵۵۳،۲۴۰،۰۰۰ | ۱،۷۹۰،۳۵۰،۰۰۰ | ۱۲۶۹ | ۹۹۹,۹۲۵ |
| **Name** | **DMU** | $X_1^{man}$ | $X_2^{man}$ | $X_3^{man}$ | $Y_1^{man}$ |
| آرتاویل | $DMU_1$ | ۲۶۰،۱۱۵،۰۰۰ | ۲،۲۲۳،۷۷۹،۸۰۰ | ۸،۹۹۰،۰۰۰،۰۰۰ | ۰,۰۶۵۲ |
| سیمرغ | $DMU_2$ | ۱۵۰،۷۹۰،۰۰۰ | ۲،۵۶۹،۴۴۵،۲۳۰ | ۶،۷۷۳،۰۰۰،۰۰۰ | ۰,۰۶۹۹ |
| بارز | $DMU_3$ | ۱۱۱،۹۱۷،۰۰۰ | ۴،۰۱۵،۰۰۰،۰۰۰ | ۸،۸۱،۲۵۰،۰۰۰ | ۰.۰۷۸۹ |
| کویرتایر | $DMU_4$ | ۲۲۶،۷۱۵،۰۰۰ | ۲،۵۴۵،۸۹۰،۰۰۰ | ۱۰،۱۰۰،۰۰۰،۰۰۰ | ۰,۰۷۱۵ |
| ایران‌یاسا | $DMU_5$ | ۱۹۸،۷۵۵،۰۰۰ | ۱،۹۹۱،۷۱۲،۰۰۰ | ۷،۹۹۵،۶۲۸،۰۰۰ | ۰,۰۶۷۰ |
| لاستیک پارس | $DMU_6$ | ۶۳۴،۰۰۰،۰۰۰ | ۸،۰۱۵،۰۰۰،۰۰۰ | ۹،۶۴۵،۰۰۰،۰۰۰ | ۰,۰۷۹۹ |
| ایران تایر | $DMU_7$ | ۴۹۰،۵۰۰،۰۰۰ | ۳،۴۱۰،۱۲۱،۰۰۰ | ۸،۵۸۰،۰۰۰،۰۰۰ | ۰,۰۷۶۳ |
| دنا | $DMU_8$ | ۲۷۵،۳۹۰،۰۰۰ | ۵،۲۶۰،۵۵۰،۰۰۰ | ۷،۸۷۶،۷۰۰،۰۰۰ | ۰,۰۶۸۰ |
| کیان تایر | $DMU_9$ | ۴۱۱،۶۷۰،۰۰۰ | ۱،۵۰۲،۷۰۰،۰۰۰ | ۵،۹۸۰،۰۰۰،۰۰۰ | ۰,۰۶۲۷ |
| یزد تایر | $DMU_{10}$ | ۶۶،۰۰۰،۰۰۰ | ۱،۹۹۷،۴۱۰،۰۰۰ | ۸،۸۴۹،۰۰۰،۰۰۰ | ۰,۰۶۴۱ |
| **NAME** | **DMU** | $Z^{man-dis}$ | $X_1^{dis}$ | $X_2^{dis}$ | $Y_1^{dis}$ |
| آرتاویل | $DMU_1$ | ۱۰۰۰۰ | ۳،۲۲۰،۰۰۰،۰۰۰ | ۵۱،۱۱۲،۱۹۰،۲۱۶ | ۴۲ |
| سیمرغ | $DMU_2$ | ۷۰۰۰ | ۳،۴۷۹،۰۰۰،۰۰۰ | ۱۷،۵۱۲،۳۹۱،۰۱۷ | ۳۵ |
| بارز | $DMU_3$ | ۶۰۰۰۰ | ۵،۱۰۰،۰۰۰،۰۰۰ | ۲۰۳،۱۶۶،۰۰۰،۰۰۰ | ۵۰ |
| کویرتایر | $DMU_4$ | ۱۰۰۰۰ | ۳،۳۳۵،۶۰۲،۰۰۰ | ۱۰،۳۷۷،۵۰۰،۰۰۰ | ۱۵ |
| ایران‌یاسا | $DMU_5$ | ۷۰۰۰ | ۲،۵۴۹،۴۱۶،۰۰۰ | ۱۷،۳۶۰،۷۷۳،۰۰۰ | ۸۱ |
| لاستیک پارس | $DMU_6$ | ۸۰۰۰ | ۸،۹۰۰،۰۰۰،۰۰۰ | ۱۰۷،۰۳۵،۰۰۰،۰۰۰ | ۹ |
| ایران تایر | $DMU_7$ | ۸۰۰۰ | ۴،۱۱۳،۰۰۰،۰۰۰ | ۱۹،۴۲۳،۸۹۰،۰۰۰ | ۳۱ |
| دنا | $DMU_8$ | ۹۰۰۰ | ۶،۰۸۹،۳۴۰،۰۰۰ | ۷،۴۵۷،۱۲۵،۰۶۸ | ۵۳ |
| کیان تایر | $DMU_9$ | ۶۰۰۰ | ۲،۱۰۶،۲۳۰،۰۰۰ | ۱۰،۱۱۳،۷۹۰،۰۰۰ | ۴۰ |
| یزد تایر | $DMU_{10}$ | ۸۰۰۰ | ۲،۸۴۳،۸۷۰،۰۰۰ | ۱۰،۲۳۱،۶۶۹،۰۰۰ | ۳۸ |
| **Name** | **DMU** | $Z^{dis-ret}$ | $X_1^{ret}$ | $Y_1^{ret}$ | |
| آرتاویل | $DMU_1$ | ۲۰ | ۸،۴۴۳،۲۳۹،۸۸۱ | ۳ | |
| سیمرغ | $DMU_2$ | ۲۵ | ۵،۷۸۸،۴۳۰،۱۶۳ | ۲ | |
| بارز | $DMU_3$ | ۱۵ | ۳،۹۴۵،۱۰۰،۰۰۰ | ۴ | |
| کویرتایر | $DMU_4$ | ۱۴ | ۸،۴۶۰،۲۲۱،۹۱۷ | ۴ | |
| ایران‌یاسا | $DMU_5$ | ۲۵ | ۷،۸۹۰،۰۰۰،۰۰۰ | ۳ | |
| لاستیک پارس | $DMU_6$ | ۳۰ | ۵،۹۲۳،۰۰۰،۰۰۰ | ۳ | |
| ایران تایر | $DMU_7$ | ۲۱ | ۴،۶۶۳،۷۸۰،۰۰۰ | ۲ | |
| دنا | $DMU_8$ | ۲۰ | ۸،۴۶۰،۵۹۹،۲۰۳ | ۴ | |
| کیان تایر | $DMU_9$ | ۱۵ | ۵،۳۱۹،۷۴۰،۰۰۰ | ۲ | |
| یزد تایر | $DMU_{10}$ | ۲۵ | ۶،۴۴۳،۰۵۰،۰۰۰ | ۲ | |

جدول ۳- داده‌های مربوط به سال ۱۳۹۳

| Name | DMU | $X_1^{sup}$ | $X_2^{sup}$ | $Y_1^{sup}$ | $Z^{sup-man}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| آرتاویل | $DMU_1$ | ۹۵۳،۳۳۹،۵۱۸،۲۱۱ | ۲،۰۶۱،۶۱۶،۱۱۰ | ۱۲۷۴ | ۹۹۹,۹۲۹ |
| سیمرغ | $DMU_2$ | ۱۵۲،۸۴۳،۳۷۰،۹۷۵ | ۲،۱۵۴،۵۶۶،۱۶۹ | ۱۲۳۰ | ۹۹۹,۹۴۷ |
| بارز | $DMU_3$ | ۲۹۹،۲۵۶،۶۰۰،۰۰۰ | ۲،۹۵۰۰۰۰،۰۰۰ | ۱۳۰۰ | ۹۹۹,۹۷۳ |
| کویرتایر | $DMU_4$ | ۱۶۶،۸۹۲،۵۰۰،۰۰۰ | ۲،۱۵۴،۵۶۶،۱۶۹ | ۱۲۸۶ | ۹۹۹,۹۶۶ |
| ایران‌یاسا | $DMU_5$ | ۲۲۳،۰۱۱،۰۰۰،۰۰۰ | ۱۲،۴۳۱،۲۱۹،۷۸۰ | ۱۲۶۰ | ۹۹۹,۹۴۹ |
| لاستیک پارس | $DMU_6$ | ۱۳۹،۸۰۲،۵۱۰،۰۰۰ | ۹،۸۸۰،۰۰۰،۰۰۰ | ۱۲۵۰ | ۹۹۹,۹۵۱ |
| ایران تایر | $DMU_7$ | ۲۱۸،۹۹۰،۷۳۱،۰۰۰ | ۳،۰۰۳،۲۱۸،۰۰۰ | ۱۲۹۹ | ۹۹۹,۹۷۰ |
| دنا | $DMU_8$ | ۱،۱۱۶،۰۷۴،۱۹۵،۵۱۷ | ۵،۱۵۴،۵۶۶،۱۶۹ | ۱۳۰۰ | ۹۹۹,۹۹۱ |
| کیان تایر | $DMU_9$ | ۱،۸۰۵،۹۹۱،۷۰۰،۰۰۰ | ۱،۷۷۵،۸۰۰،۰۰۰ | ۱۲۲۰ | ۹۹۹,۹۲۳ |
| یزد تایر | $DMU_{10}$ | ۱،۰۶۳،۲۲۸،۶۹۰،۰۰۰ | ۲،۳۸۹،۷۰۰،۰۰۰ | ۱۲۶۵ | ۹۹۹,۹۲۷ |
| **Name** | **DMU** | $X_1^{man}$ | $X_2^{man}$ | $X_3^{man}$ | $Y_1^{man}$ |
| آرتاویل | $DMU_1$ | ۲۸۳،۳۴۱،۹۰۰ | ۲،۲۲۱،۷۱۱،۹۵۰ | ۱۰،۲۲۴،۰۰۰،۰۰۰ | ۰,۰۶۵۹ |
| سیمرغ | $DMU_2$ | ۱۹۲،۴۷۲،۵۰۰ | ۲،۵۴۹،۸۳۷،۳۳۶ | ۱۱،۷۸۶،۵۰۰،۰۰۰ | ۰,۰۶۸۱ |
| بارز | $DMU_3$ | ۱۱۹،۷۵۰،۰۰۰ | ۳،۲۵۶،۰۰۰،۰۰۰ | ۹،۵۳۰،۲۹۰،۰۰۰ | ۰,۰۷۷۰ |
| کویرتایر | $DMU_4$ | ۲۰۵،۵۰۰،۰۰۰ | ۲،۳۱۳،۴۵۱،۰۹۷ | ۱۳،۱۵۷،۸۰۰،۰۰۰ | ۰,۰۷۲۳ |
| ایران‌یاسا | $DMU_5$ | ۲۱۶،۸۹۰،۰۰۰ | ۱،۴۳۷،۸۷۲،۷۰۹ | ۸،۸۷۰،۰۰۰،۰۰۰ | ۰,۰۶۹۵ |
| لاستیک پارس | $DMU_6$ | ۷۷۹،۰۰۰،۰۰۰ | ۹،۸۸۳،۰۰۰،۰۰۰ | ۸،۹۲۰،۰۰۰،۰۰۰ | ۰,۰۷۵۳ |
| ایران تایر | $DMU_7$ | ۴۲۳،۷۵۰،۰۰۰ | ۳،۷۱۵،۰۰۰،۰۰۰ | ۱،۰۱۴،۸۸۰،۰۰۰ | ۰,۰۷۵۷ |
| دنا | $DMU_8$ | ۱۹۲،۴۷۲،۵۰۰ | ۵،۵۶۰،۷۹۲،۴۲۱ | ۱،۱۱۰،۹۰۰،۰۰۰ | ۰,۰۶۸۰ |
| کیان تایر | $DMU_9$ | ۴۲۳،۸۹۰،۰۰۰ | ۱،۹۳۰،۰۰۰،۰۰۰ | ۷،۸۷۱،۰۰۰،۰۰۰ | ۰,۰۶۳۲ |
| یزد تایر | $DMU_{10}$ | ۶۱،۰۰۰،۰۰۰ | ۲،۵۴۴،۲۰۰،۰۰۰ | ۹،۲۵۶،۲۰۰،۰۰۰ | ۰,۰۶۳۸ |
| **Name** | **DMU** | $Z^{man-dis}$ | $X_1^{dis}$ | $X_2^{dis}$ | $Y_1^{dis}$ |
| آرتاویل | $DMU_1$ | ۱۰۰۰۰ | ۳،۱۱۳،۴۰۳،۱۹۵ | ۶۰،۲۳۳،۶۱۸،۱۹۵ | ۴۲ |
| سیمرغ | $DMU_2$ | ۱۰۰۰۰ | ۳،۴۴۹،۵۸۰،۲۵۱ | ۲۳،۸۸۶،۱۴۵،۹۱۲ | ۳۵ |
| بارز | $DMU_3$ | ۸۰۰۰ | ۴،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰ | ۲۵۵،۹۶۱،۰۰۰،۰۰۰ | ۵۴ |
| کویرتایر | $DMU_4$ | ۱۲۰۰۰ | ۲،۹۹۳،۶۸۴،۵۱۴ | ۱۵،۵۸۹،۲۰۰،۰۰۰ | ۱۵ |
| ایران‌یاسا | $DMU_5$ | ۶۰۰۰ | ۲،۰۰۱،۳۶۱،۸۰۱ | ۲۱،۵۵۹،۰۱۴،۰۰۰ | ۸۵ |
| لاستیک پارس | $DMU_6$ | ۶۰۰۰ | ۱۰،۹۲۱،۰۰۰،۰۰۰ | ۱۳۵،۱۵۹،۰۰۰،۰۰۰ | ۹ |
| ایران تایر | $DMU_7$ | ۹۰۰۰ | ۴،۱۰۰،۰۰۰،۰۰۰ | ۲۱،۵۵۶،۹۰۰،۰۰۰ | ۳۱ |
| دنا | $DMU_8$ | ۱۱۰۰۰ | ۶،۰۱۷،۳۵۹،۱۱۷ | ۹،۲۶۶،۱۸۳،۲۳۵ | ۵۳ |
| کیان تایر | $DMU_9$ | ۶۰۰۰ | ۲،۷۲۵،۰۰۰،۰۰۰ | ۱۰،۲۲۳،۸۸۵،۰۰۰ | ۴۱ |
| یزد تایر | $DMU_{10}$ | ۸۰۰۰ | ۳،۲۳۳،۰۰۰،۰۰۰ | ۱۱،۱۵۵،۳۲۰،۰۰۰ | ۳۸ |
| **Name** | **DMU** | $Z^{dis-ret}$ | $X_1^{ret}$ | $Y_1^{ret}$ | |
| آرتاویل | $DMU_1$ | ۲۰ | ۱۱،۱۲۱،۴۱۷،۳۴۰ | ۳ | |
| سیمرغ | $DMU_2$ | ۲۵ | ۸،۱۹۹،۱۷۱،۲۱۸ | ۳ | |
| بارز | $DMU_3$ | ۱۵ | ۳،۷۱۸،۷۰۰،۰۰۰ | ۴ | |

ادامه‌ی جدول ۳-

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| کویرتایر | $DMU_4$ | ۱۴ | ۸،۱۷۹،۱۸۸،۲۱۸ | ۴ | |
| ایران‌یاسا | $DMU_5$ | ۲۵ | ۷،۲۱۱،۱۰۰،۰۰۰ | ۳ | |
| لاستیک پارس | $DMU_6$ | ۳۰ | ۶،۳۰۰،۰۰۰،۰۰۰ | ۳ | |
| ایران تایر | $DMU_7$ | ۲۱ | ۴،۴۳۰،۵۱۲،۰۰۰ | ۳ | |
| دنا | $DMU_8$ | ۲۰ | ۸،۱۹۹،۱۷۱،۲۱۸ | ۴ | |
| کیان تایر | $DMU_9$ | ۱۵ | ۵،۲۱۱،۰۹۰،۰۰۰ | ۳ | |
| یزد تایر | $DMU_{10}$ | ۲۵ | ۶،۲۲۰،۷۸۰،۰۰۰ | ۲ | |

جدول ۴- داده‌های مربوط به سال ۱۳۹۴

| Name | DMU | $X_1^{sup}$ | $X_2^{sup}$ | $Y_1^{sup}$ | $Z^{sup-man}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| آرتاویل | $DMU_1$ | ۹۷۰،۰۰۱،۹۴۱،۹۰۸ | ۲،۵۸۹،۱۱۸،۵۴۲ | ۱۲۸۰ | ۹۹۹,۹۳۰ |
| سیمرغ | $DMU_2$ | ۱۲۰،۷۱۶،۰۹۲،۴۲۵ | ۱،۵۶۰،۱۲۰،۷۶۳ | ۱۲۷۵ | ۹۹۹,۹۱۹ |
| بارز | $DMU_3$ | ۳۴۵،۱۷۱،۵۰۰،۰۰۰ | ۷،۷۷۸،۰۰۰،۰۰۰ | ۱۳۰۵ | ۹۹۹,۹۸۷ |
| کویرتایر | $DMU_4$ | ۱۵۳،۸۵۸،۱۰۰،۰۰۰ | ۲،۲۰۹،۷۵۵،۶۱۹ | ۱۲۹۲ | ۹۹۹,۹۴۱ |
| ایران‌یاسا | $DMU_5$ | ۲۵۰،۸۰۰،۰۰۰،۰۰۰ | ۱۰،۵۵۳،۲۵۰،۰۱۰ | ۱۲۶۶ | ۹۹۹,۹۷۶ |
| لاستیک پارس | $DMU_6$ | ۱۵۰،۰۴۴،۹۱۰،۰۰۰ | ۸،۶۱۶،۰۰۰،۰۰۰ | ۱۲۵۴ | ۹۹۹,۹۷۹ |
| ایران تایر | $DMU_7$ | ۲۵۳،۳۱۰،۹۰۰،۰۰۰ | ۱،۱۱۰،۸۹۰،۰۰۰ | ۱۳۰۰ | ۹۹۹,۹۸۰ |
| دنا | $DMU_8$ | ۱،۵۴۵،۶۷۱،۲۱۹،۳۰۳ | ۲،۲۲۳،۵۹۱،۱۰۲ | ۱۳۰۰ | ۹۹۹,۹۹۱ |
| کیان تایر | $DMU_9$ | ۱،۹۹۵،۷۸۰،۳۰۰،۰۰۰ | ۱،۶۷۵،۸۹۰،۰۰۰ | ۱۲۲۵ | ۹۹۹,۹۴۴ |
| یزد تایر | $DMU_{10}$ | ۱،۱۱۲،۶۸۰،۵۰۰،۰۰۰ | ۴،۹۹۱،۶۶۹،۵۰۰ | ۱۲۷۹ | ۹۹۹,۹۲۶ |
| **Name** | **DMU** | $X_1^{man}$ | $X_2^{man}$ | $X_3^{man}$ | $Y_1^{man}$ |
| آرتاویل | $DMU_1$ | ۲۷۹،۰۹۰،۰۰۰ | ۲،۷۴۱،۲۲۵،۶۱۱ | ۱۱،۲۲۱،۰۰۰،۰۰۰ | ۰,۰۶۶۳ |
| سیمرغ | $DMU_2$ | ۱۰۱،۶۶۰،۰۰۰ | ۱،۸۱۵،۲۰۹،۸۰۰ | ۱۱،۹۹۰،۰۰۰،۰۰۰ | ۰,۰۶۸۶ |
| بارز | $DMU_3$ | ۱۶۶،۱۳۰،۰۰۰ | ۷،۹۸۰،۰۰۰،۰۰۰ | ۱۰،۰۸۹،۰۰۰،۰۰۰ | ۰,۰۷۷۹ |
| کویرتایر | $DMU_4$ | ۲۴۳،۷۱۰،۰۰۰ | ۲،۲۷۳،۵۲۴،۱۱۰ | ۱۳،۹۶۰،۰۰۰،۰۰۰ | ۰,۰۷۳۵ |
| ایران‌یاسا | $DMU_5$ | ۲۴۱،۶۶۷،۰۰۰ | ۱۰،۴۱۸،۵۵۹،۰۰۰ | ۹،۲۲۶،۷۵۰،۰۰۰ | ۰,۰۷۱۰ |
| لاستیک پارس | $DMU_6$ | ۷۰۸،۰۰۰،۰۰۰ | ۹،۰۱۰،۰۰۰،۰۰۰ | ۹،۸۹۰،۲۰۰،۰۰۰ | ۰,۰۷۵۵ |
| ایران تایر | $DMU_7$ | ۵۰۲،۲۳۱،۰۰۰ | ۱،۳۱۵،۶۰۰،۰۰۰ | ۱۱،۴۳۵،۰۰۰،۰۰۰ | ۰,۰۷۴۹ |
| دنا | $DMU_8$ | ۲۰۹،۴۲۳،۸۰۰ | ۲،۴۱۱،۵۹۱،۳۰۰ | ۱۱،۹۹۶،۰۰۰،۰۰۰ | ۰,۰۶۸۲ |
| کیان تایر | $DMU_9$ | ۴۷۰،۹۰۰،۰۰۰ | ۱،۸۸۰،۰۰۰،۰۰۰ | ۹،۶۷۰،۰۰۰،۰۰۰ | ۰,۰۶۳۰ |
| یزد تایر | $DMU_{10}$ | ۷۵۱،۵۰۰،۰۰۰ | ۵،۱۱۰،۴۶۷،۲۵۰ | ۹،۰۲۰،۰۰۰،۰۰۰ | ۰,۰۶۴۱ |
| **NAME** | **DMU** | $Z^{man-dis}$ | $X_1^{dis}$ | $X_2^{dis}$ | $Y_1^{dis}$ |
| آرتاویل | $DMU_1$ | ۱۱۰۰۰ | ۳۶۰،۳،۴۸۸،۹۰۰ | ۶۹،۵۲۹،۰۱۵،۷۲۶ | ۴۶ |
| سیمرغ | $DMU_2$ | ۱۲۰۰۰ | ۲،۴۴۱،۷۶۳،۲۴۰ | ۲۹،۲۹۰،۴۲۲،۳۰۲ | ۳۵ |
| بارز | $DMU_3$ | ۱۱۰۰۰ | ۸،۸۰۰،۰۰۰،۰۰۰ | ۳۱۷،۵۹۲،۰۰۰،۰۰۰ | ۵۴ |
| کویرتایر | $DMU_4$ | ۱۵۰۰۰ | ۲،۹۸۳،۵۶۶،۳۰۵ | ۱۳،۰۲۱،۹۰۰،۰۰۰ | ۱۷ |
| ایران‌یاسا | $DMU_5$ | ۸۰۰۰ | ۱۲،۰۰۲،۰۰۰،۰۰۰ | ۲۰،۳۹۰،۰۰۰،۰۰۰ | ۹۶ |

ادامه‌ی جدول ۴-

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ۹ | ۱۱۴،۱۷۵،۵۶۰،۰۰۰ | ۹،۸۵۵،۰۰۰،۰۰۰ | ۸۰۰۰ | $DMU_6$ | لاستیک پارس |
| ۳۱ | ۳۸،۹۹۰،۵۰۰،۰۰۰ | ۲،۰۳۰،۴۴۹،۱۵۰ | ۱۰۰۰۰ | $DMU_7$ | ایران تایر |
| ۵۳ | ۱۳،۹۲۱،۲۹۲،۲۹۰ | ۲،۹۱۱،۵۱۰،۰۰۰ | ۱۰۰۰۰ | $DMU_8$ | دنا |
| ۴۷ | ۱۰،۴۴۰،۶۷۰،۰۰۰ | ۲،۶۳۰،۰۰۰،۰۰۰ | ۸۰۰۰ | $DMU_9$ | کیان تایر |
| ۴۱ | ۱۱،۸۹۰،۰۰۰،۰۰۰ | ۵،۹۸۰،۲۲۱،۷۸۰ | ۸۰۰۰ | $DMU_{10}$ | یزد تایر |
| | $Y_1^{ret}$ | $X_1^{ret}$ | $Z^{dis-ret}$ | DMU | Name |
| | ۳ | ۱۰،۰۱۶،۴۲۷،۳۴۷ | ۲۰ | $DMU_1$ | آرتاویل |
| | ۲ | ۷،۲۲۳،۴۴۲،۹۰۰ | ۲۵ | $DMU_2$ | سیمرغ |
| | ۳ | ۳،۸۵۵،۴۰۰،۰۰۰ | ۱۵ | $DMU_3$ | بارز |
| | ۴ | ۸،۰۰۱،۲۲۴،۳۰۵ | ۱۴ | $DMU_4$ | کویرتایر |
| | ۲ | ۸،۹۲۵،۱۵۵،۰۰۰ | ۲۵ | $DMU_5$ | ایران‌یاسا |
| | ۲ | ۶،۸۳۰،۵۰۰،۰۰۰ | ۳۰ | $DMU_6$ | لاستیک پارس |
| | ۳ | ۴،۸۳۰،۶۹۵،۰۰۰ | ۲۱ | $DMU_7$ | ایران تایر |
| | ۴ | ۸،۷۷۰،۲۲۱،۰۱۵ | ۲۰ | $DMU_8$ | دنا |
| | ۳ | ۵،۵۵۰،۷۷۱،۰۰۰ | ۱۵ | $DMU_9$ | کیان تایر |
| | ۳ | ۶،۸۹۰،۷۰۰،۰۰۰ | ۲۵ | $DMU_{10}$ | یزد تایر |

در قسمت تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با استفاده از اطلاعات شاخص‌های مربوط به سال‌های ۱۳۹۱، ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ که در جدول‌های پیشین ارائه‌شده، با استفاده از نرم‌افزار GAMS و با استفاده از دو روش Non- cooperative و Centralized، کارایی و عملکرد هر یک از شرکت‌های تولیدکننده‌ی تایر محاسبه و رتبه‌بندی شده است؛ که نتیجه‌های به‌دست آمده از تجزیه‌وتحلیل داده‌ها به‌صورت جدول (۵) است.

جدول ۵- نتیجه‌ها داده‌ها مربوط به سال‌های ۱۳۹۲، ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴

| | | Sup | Man | Dis | Ret | Non-Cop | Cent | Rank |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱۳۹۲ | DMU01 | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | ۰٫۵۱۴ | ۰٫۷۲۷ | ۰٫۸۷۹ | ۷ |
| ۱۳۹۲ | DMU02 | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | ۰٫۸۰۷ | ۱ | ۱ |
| ۱۳۹۲ | DMU03 | ۰٫۸۰۰ | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | ۰٫۷۲۹ | ۰٫۹۵ | ۳ |
| ۱۳۹۲ | DMU04 | ۰٫۹۱۶ | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | ۰٫۷۷۵ | ۰٫۹۷۹ | ۲ |
| ۱۳۹۲ | DMU05 | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | ۰٫۶۵۱ | ۰٫۸۲۰ | ۰٫۹۱۳ | ۵ |
| ۱۳۹۲ | DMU06 | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | ۰٫۷۰۴ | ۱ | ۱ |
| ۱۳۹۲ | DMU07 | ۰٫۸۰۵ | ۰٫۷۷۵ | ۰٫۶۵۵ | ۱٫۰۳۰ | ۰٫۵۳۵ | ۰٫۷۹۷ | ۸ |
| ۱۳۹۲ | DMU08 | ۰٫۳۲۵ | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | ۰٫۵۶۰ | ۰٫۵۹۲ | ۰٫۷۲۱ | ۹ |
| ۱۳۹۲ | DMU09 | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | ۰٫۵۹۴ | ۰٫۸۰۹ | ۰٫۸۹۸ | ۶ |
| ۱۳۹۲ | DMU10 | ۰٫۸۶۲ | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | ۰٫۸۹۸ | ۰٫۷۹۲ | ۰٫۹۴ | ۴ |
| ۱۳۹۳ | DMU01 | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | ۰٫۳۸۳ | ۰٫۶۸۵ | ۰٫۸۴۶ | ۸ |

ادامه‌ی جدول ۵-

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۶ | ۰٫۸۹۲ | ۰٫۷۴۷ | ۱٫۰۰۰ | ۰٫۶۴۲ | ۱٫۰۰۰ | ۰٫۹۲۵ | ۱٫۰۰۰ | DMU02 | ۱۳۹۳ |
| ۱ | ۱ | ۰٫۷۱۱ | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | DMU03 | ۱۳۹۳ |
| ۱ | ۱ | ۰٫۸۸۲ | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | DMU04 | ۱۳۹۳ |
| ۴ | ۰٫۹۳۲ | ۰٫۷۵۹ | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | ۰٫۷۳۰ | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | DMU05 | ۱۳۹۳ |
| ۱ | ۱ | ۰٫۶۹۸ | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | DMU06 | ۱۳۹۳ |
| ۳ | ۰٫۹۳۴ | ۰٫۷۳۸ | ۱٫۰۰۰ | ۰٫۷۳۵ | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | DMU07 | ۱۳۹۳ |
| ۷ | ۰٫۸۸۹ | ۰٫۷۱۷ | ۱٫۰۰۰ | ۰٫۵۵۶ | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | DMU08 | ۱۳۹۳ |
| ۵ | ۰٫۹۰۸ | ۰٫۸۶۶ | ۰٫۶۵۶ | ۰٫۹۷۶ | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | DMU09 | ۱۳۹۳ |
| ۲ | ۰٫۹۶۲ | ۰٫۷۸۴ | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | ۰٫۸۴۷ | DMU10 | ۱۳۹۳ |
| ۷ | ۰٫۷۴۶ | ۰٫۷۰۳ | ۰٫۴۶۶ | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | ۰٫۵۱۸ | DMU01 | ۱۳۹۴ |
| ۲ | ۰٫۹۴۷ | ۰٫۸۳۹ | ۰٫۷۸۹ | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | DMU02 | ۱۳۹۴ |
| ۱ | ۱ | ۰٫۶۳۹ | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | DMU03 | ۱۳۹۴ |
| ۱ | ۱ | ۰٫۸۸۰ | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | DMU04 | ۱۳۹۴ |
| ۵ | ۰٫۸۰۷ | ۰٫۶۹۲ | ۰٫۶۳۹ | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | ۰٫۵۹۰ | DMU05 | ۱۳۹۴ |
| ۱ | ۱ | ۰٫۷۵۷ | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | DMU06 | ۱۳۹۴ |
| ۱ | ۱ | ۰٫۹۴۵ | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | DMU07 | ۱۳۹۴ |
| ۴ | ۰٫۸۹۷ | ۰٫۷۵۴ | ۱٫۰۰۰ | ۰٫۵۸۶ | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | DMU08 | ۱۳۹۴ |
| ۳ | ۰٫۹۲۴ | ۰٫۸۳۹ | ۱٫۰۰۰ | ۰٫۶۹۵ | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | DMU09 | ۱۳۹۴ |
| ۶ | ۰٫۷۷۹ | ۰٫۶۹۶ | ۱٫۰۰۰ | ۰٫۸۳۲ | ۱٫۰۰۰ | ۱٫۰۰۰ | ۰٫۲۸۵ | DMU10 | ۱۳۹۴ |

در این بخش، یک مطالعه‌ی موردی برای ۳ دوره‌ی زمانی استفاده‌شده است. این مجموعه داده‌ها از ۱۰ شرکت تولیدکننده‌ی تایر در ایران جمع‌آوری شده‌اند و شامل تمام ارکان سه‌گانه‌ی پایداری و شامل تعدادی از شاخص‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی مستقیم و هم‌چنین شاخص‌های واسطه‌ای که چهار شریک را متصل می‌کند هستند. این چهار شریک عبارت‌اند از: یک تأمین‌کننده، یک تولیدکننده، یک توزیع‌کننده و یک خرده‌فروش. ما از این مطالعه‌ی موردی برای نشان دادن عملی بودن مدل خود و چگونگی استفاده از آن برای اندازه‌گیری عملکرد پایداری شبکه‌های چندمرحله‌ای استفاده می‌کنیم. DMU2 و DMU6 در سال ۱۳۹۲، DMU3، DMU4 و DMU6 در سال ۱۳۹۳ و در سال ۱۳۹۴، DMU3، DMU4، DMU6 و DMU7، DMUهای کارآمد است که رتبه‌ی یک را به خود اختصاص دادند.

## نتیجه‌گیری

همان‌طور که پیش‌ازاین نیز اشاره شد، هدف نهایی از این پژوهش، ارزیابی پایداری در زنجیره‌ی تأمین شرکت‌های تولیدکننده‌ی لاستیک است. یکی از مهم‌ترین و پیچیده‌ترین موضوع‌های در سال‌های اخیر، استفاده‌ی روزافزون از محصولات لاستیکی، با توجه به افزایش تولید خودروست؛ مواد شیمیایی که از تایرهای فرسوده جدا می‌شوند، برای سلامتی انسان، آب‌وهوا و محیط‌زیست خطرناک‌اند. تصمیم‌گیری درباره‌ی اجرای طراحی پایدار سبب کاهش اثرهای مخرب زیست‌محیطی‌ست. این مقاله، شیوه‌های زنجیره‌ی تأمین را ارزیابی می‌کند و مدل تحلیل پوششی داده‌های چندمرحله‌ای ارائه‌شده است. علاوه بر این، این شرط که برابری نتیجه‌های به‌دست‌آمده با دو روش متمرکز و غیرتعاونی را تضمین می‌کند، شرح داده‌شده است. از همه مهم‌تر، رویکرد تحلیل

پوششی داده‌های چندمرحله‌ای توسعه‌یافته می‌تواند بهره‌وری زنجیره‌ی تأمین (پایدار) را ارزیابی کند. زمانی که تعداد دلخواهی از تأمین‌کنندگان، تولیدکنندگان، توزیع‌کنندگان و خرده‌فروشان وجود دارند، امکان وزن‌های نابرابر بین مرحله‌های ارزیابی و هم‌چنین ورودی‌های جدید به مرحله‌های واسطه را مجاز می‌کند؛ بنابراین در این پژوهش تلاش شد تا با بررسی ادبیات موضوع و پژوهش‌های پیشین، سایر جنبه‌های پایداری را شناسایی کرده تا از آسیب‌های زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی جلوگیری شود. در این راستا با بررسی گزارش‌های سالیانه‌ی هیأت‌مدیره به مجمع عمومی و ارائه‌ی پرسش‌نامه به افراد خبره و باسابقه‌ی فعال در شرکت‌های تولید لاستیک، داده‌هایی جمع‌آوری شد. انجام هر پژوهشی بدون شک با مانع‌ها و مشکل‌هایی هرچند کوچک همراه است. پژوهش حاضر نیز از این قاعده مستثنا نبوده و در طول زمان اجرای آن با مانع‌ها روبه‌رو شد. بیان این مانع‌ها و مشکل‌ها می‌تواند در اجرای بهتر پژوهش‌های مشابه مفید واقع شود. در ادامه تعدادی از این موارد بیان می‌شود.

- محدود بودن منابع فارسی و انگلیسی (اعم از پایان‌نامه، مقاله و کتاب) درباره‌ی روش تحلیل پوششی داده‌های چندمرحله‌ای
- افرادی که درزمینه‌ی کاربرد روش پژوهش حاضر در حوزه‌ی تحلیل پوششی داده‌های چندمرحله‌ای دارای داده‌های تئوریک و کاربردی باشند، اندک بودند.
- در حال حاضر، در همه‌ی شرکت‌های تولیدکننده، پایداری در زنجیره‌ی تأمین اِعمال نشده است، درنتیجه سبب ایجاد محدودیت در جمع‌آوری نتیجه‌ها می‌شود IRM

## مراجع

1. Hassini, E., Surti, C., & Searcy, C. (2012). A literature review and a case study of sustainable supply chains with a focus on metrics. International Journal of Production Economics, 140 (1), 69- 82.
2. Elkington, J. (1997), "Cannibals with forks: The triple bottom line of 21st century business", Capstone, Oxford University Press.
3. Tajbakhsh, A., & Hassini, E. (2015). A data envelopment analysis approach to evaluate sustainability in supply chain networks. Journal of Cleaner Production, 105, 74- 85.
4. Mincer, J., )2008(. The color of money: sustainability has become more than a buzzword among corporations. It has become smart business. Wall Str. J. Retrieved from this online source: http://online.wsj.com/article/ SB122305414262702711.html.
5. UNESCO. (2012). Education for Sustainable Development in Action.
6. Saisana, M., Tarantola, S., )2002(. State- of- the- Art Report on Current Methodologies and Practices for Composite Indicator Development. European Commission, Joint Research Centre, Institute for the Protection and the Security of the Citizen, Italy.
7. Cooper, W. W., Seiford, L. M., Tone, K., (2007) Data Envelopment Analysis: a Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-solver Software. Springer, USA.
8. Tavana, M., Mirzagoltabar, H., Mirhedayatian, M., Farzipoor Saen, R., Azadi, M., )2013(. A New Network Epsilon-Based DEA Model for Supply Chain Performance Evaluation, Computers and Industrial Engineering, 66(2), 501- 513.
9. Tajbakhsh, A., Elkafi Hassini, (2014). A data envelopment analysis approach to evaluate sustainability in supply chain networks, Journal of Cleaner Production.
10. Azadi, M., Mostafa Jafarian, Reza Farzipoor Saen, Seyed Mostafa Mirhedayatian, (2015). A new fuzzy DEA model for evaluation of efficiency and effectiveness supplier sin sustainable supply chain management context, Computers & Operations Research, 54, 274- 285.
11. Ping Shi, Bo Yan, Song Shi, Chenxu Ke, (2014). A decision support system to select suppliers for a sustainable supply chain

based on a systematic DEA approach, Information Technology and Management, 16(1), 39- 49.

12. Mirhedayatian, S. M., Azadi, M., Farzipoor Saen, R., (2014). A novel network data envelopment analysis model for evaluating green supply chain management, International journal of production economics, 147, 544- 554.

۱۳- عباس شول، مقصود امیری، لعیا الفت، کاوه خلیلی دامغانی، ۱۳۹۳. طراحی شبکه زنجیره‌ی تأمین چند دوره‌ای و چندمحصولی با استفاده از رویکرد ترکیبی برنامه‌ریزی ریاضی چندهدفه و تحلیل پوششی داده‌ها.

14. Chiang Kao, (2014). Efficiency decomposition for general multi-stage systems in data envelopment analysis, European Journal of Operational Research, 232 (1), 117- 124.
15. Talluri, S., Baker, R. C., (2002). A multi- phase mathematical programming approach for effective supply chain design. European Journal of Operational Research. 141 (3), 544- 558.
16. Talluri, S., Sarkis, J., (2002). A model for performance monitoring of suppliers. Int. J. Prod. Res, 40 (16), 4257- 4269.
17. Wong, W.P., Wong, K. Y., (2007). Supply chain performance measurement system using DEA modeling. Ind. Manag. Data Syst. 107 (3), 361- 381.
18. Amirteimoori, A., Khoshandam, L., (2011). A data envelopment analysis approach to supply chain efficiency. Adv. Decis. Sci. 2011, 1- 8.
19. Castelli, L., Pesenti, R., Ukovich, W., (2004). DEA-like models for the efficiency evaluation of hierarchically structured units. European Journal of Operational Research, 154 (2), 465e476.
20. Chen, Y., Liang, L., Yang, F., (2006a). A DEA game model approach to supply chain efficiency. Ann. Oper. Res. 145 (1), 5- 13.
21. Chen, Y., Zhu, J., (2004). Measuring information technology's indirect impact on firm performance. Inf. Technol. Manag. 5 (1- 2), 9- 22.
22. Chilingerian, J.A., Sherman, H.D., (2011). Health-care applications: from hospitals to physicians, from productive efficiency to quality frontiers. In: Handbook of Data Envelopment Analysis, 5(1- 2), 445- 493.
23. Cook, W.D., Hababou, M., (2001). Sales performance measurement in bank branches. Omega 29 (4), 299- 307.
24. Cook, W.D., Hababou, M., Tuenter, H. J., (2000). Multicomponent efficiency measurement and shared inputs in data envelopment analysis: an application to sales and service performance in bank branches. J. Prod. Anal, 14 (3), 209- 224.
25. Cook, W. D., Liang, L., Zhu, J., (2010). Measuring performance of two-stage network structures by DEA: a review and future perspective, Omega 38 (6), 423- 430.
26. Golany, B., Hackman, S.T., Passy, U., (2006). An efficiency measurement framework for multi- stage production systems. Ann. Oper. Res. 145 (1), 51- 68.
27. Kao, C., (2009a). Efficiency decomposition in network data envelopment analysis: a relational model. European Journal of Operational Research, 192 (3), 949- 962.
28. Kao, C., Hwang, S. N., (2008). Efficiency decomposition in two- stage data envelopment analysis: an application to non- life insurance companies in Taiwan. European Journal of Operational Research, 185 (1), 418- 429.
29. Liang, L., Cook, W. D., Zhu, J., (2008). DEA models for two-stage processes: game approach and efficiency decomposition. Nav. Res. Logist. 55 (7), 643- 653.
30. Liang, L., Yang, F., Cook, W. D., Zhu, J., (2006). DEA models for supply chain efficiency evaluation. Ann. Oper. Res. 145 (1), 35- 49.
31. Paradi, J. C., Rouatt, S., Zhu, H., (2011). Two-stage evaluation of bank branch efficiency using data envelopment analysis, Omega 39 (1), 99- 109.
32. Seiford, L.M., Zhu, J., (1999). Profitability and marketability of the top 55 US commercial banks. Manag. Sci, 45 (9), 1270- 1288.
33. Sexton, T. R., Lewis, H.F., (2003). Two- stage DEA: an application to major league baseball. J. Prod. Anal. 19 (2- 3), 227- 249.
34. Yang, F., Wu, D., Liang, L., Bi, G., Wu, D. D., (2011). Supply chain DEA: production possibility set and performance evaluation model. Ann. Oper. Res. 185 (1), 195- 211.
35. Zhu, J., 2000. Multi- factor performance measure model with an application to fortune 500 companies. European Journal of

Operational Research, 123 (1), 105- 124.
36. Chen, C., Zhu, J., Yu, J. Y., Noori, H., (2012). A new methodology for evaluating sustainable product design performance with two-stage network data envelopment analysis. European Journal of Operational Research, 221 (2), 348- 359.
37. Aoki, S., Naito, A., Gejima, R., Inoue, K., Tsuji, H., (2010). Data envelopment analysis for a supply chain. Artif. Life Robotics 15 (2), 171- 175.
38. Fare, R., Grosskopf, S., Whittaker, G., (2007). Network DEA. Modeling Data Irregularities and Structural Complexities in Data Envelopment Analysis, 209e240.
39. Kao, C., 2009a. Efficiency decomposition in network data envelopment analysis: a relational model. European Journal of Operational Research, 192 (3), 949- 962.
40. Lewis, H. F., Sexton, T. R., (2004). Network DEA: efficiency analysis of organizations with complex internal structure. Comput. Oper. Res. 31 (9), 1365- 1410.
41. Troutt, M. D., Ambrose, P. J., Chan, C. K., (2001). Optimal throughput for multistage input-output processes. Int. J. Oper. Prod. Manag. 21 (1/2), 148- 158.
42. Bai, C., Sarkis, J., (2012). Performance measurement and evaluation for sustainable supply chains using rough set and data envelopment analysis, Sustain. Supply Chains, 223- 241.
43. Belu, C., (2009). Ranking corporations based on sustainable and socially responsible practices. A data envelopment analysis (DEA) approach. Sustain. Dev, 17 (4), 257- 268.
44. Blancard, S., Hoarau, J. F., (2013). A new sustainable human development indicator for small island developing states: a reappraisal from data envelopment analysis Econ. Model. 30, 623-635.
45. Chang, D. S., Kuo, L. C. R., Chen, Y. T., (2013). Industrial changes in corporate sustainability performance- an empirical overview using data envelopment analysis. J. Clean. Prod. 56, 147- 155.
46. Sarica, K., Or, I., (2007). Efficiency assessment of Turkish power plants using data envelopment analysis. Energy, 32 (8), 1484- 1499.
47. Sarkis, J., (2006). The adoption of environmental and risk management practices: relationships to environmental performance. Ann. Oper. Res. 145 (1), 367- 381.
48. Sarkis, J., Weinrach, J., (2001). Using data envelopment analysis to evaluate environmentally conscious waste treatment technology. J. Clean. Prod. 9 (5), 417- 427.
49. Sueyoshi, T., Goto, M., (2012). Environmental assessment by DEA radial measurement: US coal-fired power plants in ISO (Independent System Operator) and RTO (Regional Transmission Organization). Energy Econ. 34 (3), 663- 676.
50. Vazquez-Rowe, I., Villanueva- Rey, P., Iribarren, D., Teresa Moreira, M., Feijoo, G., (2012). Joint lifecycle assessment and data envelopment analysis of grape production for vinification in the Rias Baixas appellation (NW Spain). J. Clean. Prod. 27, 92- 102.
51. Xue, Y., (2010). Performance evaluation of green supply chain. In: E-Business and Information System Security, International Conference. IEEE, pp. 1- 4.
52. Zhang, B., Bi, J., Fan, Z., Yuan, Z., Ge, J., (2008). Eco- efficiency analysis of industrial system in China: a data envelopment analysis approach. Ecol. Econ. 68 (1), 306- 316.
53. Nouri, J., Hosseinzadeh Lotfi, F., Atabi, F., Sadeghzadeh, S. M., Moghaddas, Z., (2013). An analysis of the implementation of energy efficiency measures in the vegetable oil industry of Iran: a data envelopment analysis approach. J. Clean. Prod. 52, 84- 93.
54. Zhou, P., Ang, B. W., Poh, K. L., (2008). A survey of data envelopment analysis in energy and environmental studies. Eur. J. Oper. Res. 189 (1), 1-18.
55. Cooper, W.W., Seiford, L.M., Tone, K., (2007). Data Envelopment Analysis: a Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA- solver Software. Springer, USA.
56. Banker, R. D., Morey, R.C., (1986). Efficiency analysis for exogenously fixed inputs and outputs. Oper. Res. 34 (4), 513- 521.

# Provide a Multi- Stage Data Envelopment Model to Assess the Sustainable Supply Chain Network of Rubber Producing Companies

M.R. Fathi[1,*], M.H. Maleki and M. Rhimi-Zavieh

1. Assistant Prof., Faculty of Management and Accounting, Farabi Campus, Tehran University, Iran
2. Assistant Prof., Faculty of Economics and Management, University of Qom, Iran
3. Master of Industrial Management, Faculty of Economics and Management, Qom University, Iran

*Corresponding author Email: Reza.fathi@ut.ac.ir

Recieved: July 2018, Revised: October 2018, Accepted: October 2018

**Abstract:** In today's world, organizations need to reduce their costs and improve their productivity to survive. An effort that can be made to increase productivity is the performance of supply chain management. Sustainability in the supply chain, which takes into account the serious environmental challenges, prevents the production of any kind of pollution from human life by producing green products. The main purpose of this paper is to provide a Multi-Stage Data Envelopment Model to Assess the Sustainable Supply Chain Network of Rubber Producing Companies. The methodology of this research is analytical-descriptive and in terms of purpose is applied. One of the techniques that can be used to evaluate the performance of a stable supplier is data envelopment analysis. The research community in this study is 10 rubber companies whose performance has been evaluated over the past three years in 2013, 2014 and 2015. Based on the results, in 2013, Simorgh and Pars tires were ranked one, in 2014, Barez Tire and Pars Rubber ranked one, and in 2015, Barez Tire, Kavir Tire, Pars Tire and Iran Tire ranked one.

**Keywords:** Data envelopment analysis, Supply chain network, Sustainable development, Performance evaluation