

یک رویکرد DEA (تحلیل پوششی داده ها) برای انتخاب تامین کننده با فرایند

تحلیل سلسله مراتبی و ملاحظات مربوط به ریسک

چکیده :

انتخاب تامین کننده یک مسئله مهمی است که به مدت سالیان متمادی، مدیران زنجیره تامین به آن مواجه بوده اند. انتخاب تامین کنندگان مناسب، همانند انتخاب تنها بر اساس قیمتی که آن ها پیشنهاد می کنند، دیگر آسان نیست. معیار های کمی و کیفی بسیاری وجود دارند که بایستی مد نظر قرار بگیرند. بنابر این نیاز مبرمی به رویکردی که بتواند این معیار ها را پوشش دهد، وجود دارد. به علاوه، از آنجا که امروزه زنجیره های تامین روز به روز اهمیت بیشتری پیدا می کنند، در نظر گرفتن ریسک های تامین نامناسب در ارزیابی عرضه کننده ها اهمیت زیادی دارد. این مقاله یک رویکردی را ارائه می کند که این رویکرد عمدتاً بر تحلیل پوششی داده ها برای تحلیل و مقایسه کارایی نسبی تامین کننده ها متمرکز است. چون تحلیل پوششی داده ها تنها قادر به پوشش دادن ویژگی های کمی است، فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) برای کمک به تحلیل کیفی استفاده می شود. ریسک ها در عین حال در ارزیابی تامین کننده ها در نظر گرفته می شوند. هدف رویکرد پیشنهادی، ارائه یک رویکرد جامع برای رسیدگی به مسئله انتخاب تامین کننده است.

کلمات کلیدی : تصمیم گیری چند معیاره، AHP، تحلیل پوششی داده ها، ملاحظات ریسک، انتخاب تامین کننده

1- مقدمه

انتخاب تامین کننده یک مسئله رایجی است که بسیاری از شرکت ها در طول سالیان متمادی با آن مواجه بوده اند (1). انتخاب تامین کننده مناسب می تواند یک فرایند واقعاً سخت باشد زیرا معیار های بسیاری وجود دارند که بایستی در نظر گرفته شوند و ارزیابی آن ها نیز کار ساده ای نیست (1). انتخاب تامین کننده دیگر همانند گزینش یک تامین کننده مناسب بر اساس قیمت هایی که آن ها پیشنهاد می کنند ساده نیست. هم چنین، تصمیم گیرنده ممکن است مطمئن نباشد که برای ارزیابی تامین کننده ها، چگونه یک معیار مناسب را انتخاب کند (2). به علاوه،

حتی اگر تصمیم گیرنده دارای معیار های صحیح در ذهن خو باشد، او ممکن است از ابزار های واقعی برای ارزیابی این معیار ها و انتخاب تامین کننده واقعی (2) آگاه نباشد.

انتخاب تامین کننده، فرایندی است که به موجب آن، شرکت ها بایستی ابتدا تامین کننده ها را شناسایی کنند، سپس آن ها را ارزیابی کرده و در نهایت با آن ها ارتباط برقرار کنند (3). این فرایند معمولاً مستلزم حجم زیادی از منابع مالی شرکت بوده و لذا یک فرایند حیاتی و مهم است (3). این فرایند شامل مقایسه کلی تامین کنندگان مختلف با استفاده از یک مجموعه معیار ها و شاخص ها برای ارزیابی قابلیت ها و مهارت های آن هاست (4). به علاوه، در دنیای به شدت رقابتی امروز، تولید کالاهای کم هزینه و با کیفیت بالا بدون انتخاب مناسب تامین کننده ها غیر ممکن است (5). در واقع، انتخاب تامین کننده، یکی از مهم ترین مولفه ها در مدیریت زنجیره تامین می باشد که به موجب آن، موفقیت کوتاه و بلند مدت شرکت ها به شدت بستگی به انتخاب صحیح تامین کنندگان آن دارد (4). از این روی، انتخاب تامین کننده نقش مهمی در اطمینان از بقای شرکت ایفا می کند (6).

ارزیابی مسئله انتخاب تامین کننده مستلزم هر دوی شاخص های کمی و کیفی برای ارابه یک ارزیابی جامع تر از تامین کننده ها می باشد (2). تحلیل پوششی داده ها (DEA)، که یک روش تحلیل تصمیم متداول است، قادر به اندازه گیری اثر بخشی و کارایی تامین کننده هاست (7). با این حال، یکی از نقاط ضعف روش تحلیل پوششی داده ها، نیاز به داده های کمی است (4). در واقع، تحلیل پوششی داده ها در تحلیل های خود از ویژگی های کیفی بهره نمی برد.

از سوی دیگر، فرایند تحلیل سلسله مراتبی را می توان برای نسبت دادن (تخصیص) مقادیر (که این مقادیر موسوم به اوزان هستند) به ویژگی های کیفی استفاده کرد (4). این موجب می شود تا ویژگی های کیفی به شاخص های کمی تبدیل شوند و شاخص های کمی را می توان در مدل تحلیل پوششی داده ها استفاده کرد. تلفیق روش تحلیل سلسله مراتبی و تحلیل پوششی داده ها به تصمیم گیرنده امکان مقایسه کارایی تامین کننده ها را بر اساس ویژگی های کمی و کیفی می دهد. بنابر این، این مقاله، کاربرد رویکرد تحلیل سلسله مراتبی - تحلیل پوششی داده ها را برای حل مسئله انتخاب تامین کننده توصیه می کند.

ما، علاوه بر تاکید ویژه بر روش انتخاب مناسب ترین تامین کننده، بایستی ویژگی های مناسب را برای ارزیابی تامین کننده ها شناسایی کنیم. در راس معیار های معمولی نظیر کیفیت و خدمات مورد استفاده برای ارزیابی

تامین کننده، این مقاله، استفاده از ریسک ها را پیشنهاد می کند که ناشی از اختلالات بالقوه در تامین به عنوان معیاری برای ارزیابی تامین کننده است. از آنجا که زنجیره های تامین روز به روز پیچیده تر می شوند، مسئله ریسک معمولا یکی از نگرانی های مدیران زنجیره تامین (8-9) است. از این روی، ریسک ها نیز نقش مهمی در ارزیابی تامین کننده ها ایفا می کنند به طوری که تصمیم گیرنده قادر است تا ریسک های عرضه که موجب اختلال بالقوه در عملیات آن ها می شود را در نظر بگیرند.

این مقاله شش ویژگی کیفی و سه ویژگی کمی را به عنوان معیار های انتخاب تامین کننده پیشنهاد می کند. فرایند تحلیل سلسله مراتبی برای سنجش کمی ویژگی های کیفی استفاده می شود. اوزان فرایند تحلیل سلسله مراتبی که به ویژگی های کیفی نسبت داده می شود، با یک دیگر با ویژگی های کمی برای مدل تحلیل پوششی داده ها استفاده می شود. به علاوه، به جای استفاده از مدل تحلیل پوششی داده ها، این مقاله، استفاده از مدل تحلیل پوششی داده ها با کارایی بالا را پیشنهاد می کند که به تخصیص نمراتی که می توانند تامین کننده ها را متمایز تر کند، کمک می کند.

در بخش بعدی، یک مرور منابع مختصر به خلاصه سازی مطالعات مربوطه در زمینه رویکرد تحلیل سلسله مراتبی و تحلیل پوششی داده ها در این مقاله می پردازد. در سومین بخش، رویکرد تحلیل سلسله مراتبی - تحلیل پوششی داده ها همراه با ویژگی های کمی و کیفی پیشنهادی به طور مفصل توضیح داده می شوند. یک مثال گویا در بخش بعدی ارائه شده است تا مخاطبان و خوانندگان مقاله یک تصویر شفاف تر در خصوص شیوه کارکرد روش حاصل کنند. در بخش پنجم یک بحثی در خصوص نتایج و محدودیت های رویکرد ارائه می شود. در نهایت، برای خلاصه سازی محتوی این مقاله، نتیجه گیری کلی ارائه می شود.

2- مرور منابع مختصر

روش تحلیل پوششی داده ها و فرایند تحلیل سلسله مراتبی، از روش های رایج تصمیم گیری در مسائل انتخاب تامین کننده است (1-2). سایر روش های تصمیم گیری برای انتخاب تامین کننده شامل روش های رسته ای، تحلیل خوشه ای، سیستم های استدلال مبتنی بر مورد (CBR)، مدل های هزینه کل مالکیت (TCO)، برنامه نویسی ریاضی و غیره (1-2) می باشند. در این بخش ما مرور منابعی را ارائه می کنیم که عمدتاً بر تحلیل پوششی داده ها و فرایند تحلیل سلسله مراتبی در انتخاب تامین کننده متمرکز است.

الف: کاربرد فرایند تحلیل سلسله مراتبی به مسئله انتخاب تامین کننده

تحلیل سلسله مراتبی، همراه با برخی از نسخه های آن به عنوان یک روش تصمیم گیری برای انتخاب تامین کننده (10) پیشنهاد شد. چهار معیار یعنی، "کیفیت، قیمت، سرویس و تحویل" در مثال (10) استفاده شدند. این مقاله مزایا و عملی بودن استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی را به عنوان رویکردی برای انتخاب تامین کننده نشان داد (10). یک مدل انتخاب تعاملی برای تعیین روابط خریدار-تامین کننده، تدوین معیارها و در نهایت، پیاده سازی فرایند تحلیل سلسله مراتبی جهت شناسایی مناسب ترین تامین کنندگان (11) پیشنهاد شد. روش تحلیل سلسله مراتبی فازی نیز برای ارزیابی تامین کننده ها استفاده شد (12). آن ها حاکی از عملی بودن استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی در مسائل انتخاب تامین کننده از طریق اعتبار سنجی یک مطالعه موردی بودند (12). یک روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی رای دهی برای انتخاب تامین کنندگان استفاده شد (13). رتبه بندی و رای دهی ناگوشی با AHP در روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی رای دهی پیشنهادی ترکیب شد (13). گفته می شود که این روشی ساده تر نسبت به روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی است (13). ریسک های زنجیره تامین با کاربرد AHP برای منبع یابی ارزیابی شد (14). یک مطالعه موردی بر روی یک شرکت تولیدی آمریکایی انجام شده و پتانسیل این روش را به عنوان روش کاربردی و عملی برای شرکت ها، نشان داد. روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی برای ارزیابی تامین کننده ها بر اساس ریسک تامین استفاده شد (15). معیارهای مورد استفاده شامل "قابلیت اطمینان تامین کننده، ریسک کشور، قابلیت اطمینان حمل و نقل و قابلیت اطمینان تامین کنندگان" (15). یک مطالعه موردی بر روی شرکت تولیدی میدوست انجام شده و نتایج نشان داد که فرایند تحلیل سلسله مراتبی یک روش مناسب است که می تواند تامین کننده ها را بر اساس ریسک ها و خطرات تامین (عرضه) رتبه بندی کند (15). فرایند تحلیل سلسله مراتبی برای بررسی بازخورد های جمع اوری شده از شرکت های تولیدی مصاحبه شده (16) استفاده شد. شش معیار یعنی قابلیت اطمینان تامین کننده، کیفیت محصول، زمان انتظار، قیمت محصول، سهولت و هزینه حمل و نقل و سابقه تامین کننده (16) استفاده شدند. نتایج نشان داد تصمیم گیرنده ها اهمیت بیشتری را برای سه معیار قابلیت اطمینان تامین کننده، کیفیت محصول و سابقه تامین کننده (16) قائل هستند. بررسی کاربرد رویکرد های مبتنی بر فرایند تحلیل سلسله مراتبی برای ارزیابی تامین کننده ها نیز انجام شد (17). 4 معیار مورد استفاده در رویکرد ها شامل کیفیت محصول و فرایند،

سطح خدمات، مدیریت و نوآوری و موقعیت مالی (17) می باشند. علاوه بر ارزیابی تامین کننده ها با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی، این مقاله نقاط قوت و ضعف مدل های انتخاب تامین کننده را برای ارزیابی تامین کننده موانعی که مانع از اتخاذ این روش ها توسط شرکت ها می شود مشخص کرده است (17).

ب: استفاده از مدل تحلیل پوششی داده ها در مسئله انتخاب تامین کننده

مدل تحلیل پوششی داده ها برای انجام مقایسه عملکرد بر اساس عملکرد های تامین کننده ها استفاده شد (18). نتایج نشان داد که تحلیل پوششی داده ها یک رویکرد موثر برای بهبود کارایی کلی تامین کنندگان است (18). تحلیل پوششی داده ها برای ارزیابی تامین کننده ها بر اساس نتایج نظر سنجی های نرمال جمع اوری شده پیشنهاد شد (19). هم چنین الگوبرداری برای بهبود تامین کنندگان ناکارآمد استفاده شد (19). یک روش تحلیل پوششی داده ها بر اساس هزینه کل مالکیت (TCO) برای انتخاب تامین کننده (20) استفاده شد. نتایج نشان داده است که فنون حسابداری مدیریت نظیر TCO بایستی با رویکرد ارزیابی نظیر تحلیل پوششی داده ها تلفیق شود تا یک تحلیل جامع برای مسئله انتخاب تامین کننده (20) در اختیار بگذارد. یک مدل بهینه سازی خطی وزنی، که ویژگی های رویکرد تحلیل پوششی داده ها را نیز دارد پیشنهاد شد (21). تفاوت در این مدل این است که به تصمیم گیرنده امکان رتبه بندی اهمیت نسبی معیار های مورد استفاده در مدل (21) را می دهد. این مدل برای انتخاب تامین کننده، مدلی عملی و مفید است (21). مدل ترکیبی با تحلیل پوششی داده ها، درخت تصمیم گیری و شبکه عصبی برای انتخاب تامین کننده تدوین شد (22). تحلیل پوششی داده ها برای استخراج امتیازات کارایی برای حفظ هر دو درخت تصمیم و شبکه عصبی استفاده می شود (22). مدل آموزشی قادر است تا عملکرد تامین کنندگان جدید (22) را پیش بینی کند. نتایج مدل آموزشی، پتانسیل کاربرد را به تامین کنندگان جدیدی که تصمیم گیرندگانی با دانش محدود هستند، نشان داده است (22).

پ: تلفیق تحلیل پوششی داده ها و فرایند تحلیل سلسله مراتبی: رویکرد های مشابه در خصوص انتخاب تامین کننده

برخی رویکرد ها وجود دارند که دو فنون فوق الذکر (تحلیل پوششی داده ها و فرایند تحلیل سلسله مراتبی) را برای مسئله انتخاب تامین کننده تلفیق کرده اند. پاراگراف زیر خلاصه ای از کار های انجام شده بر روی رویکرد تحلیل پوششی داده ها-فرایند تحلیل سلسله مراتبی را برای انتخاب تامین کننده ارائه می کند. فرایند تحلیل

سلسله مراتبی پوشش داده‌ها (DEAHIP) که توسط رحمانتان (23) توسعه یافته است در یک مطالعه موردی انتخاب تامین کننده در ترکیه (24) به کار برده شد. اوزان استخراج شده از تحلیل پوششی داده‌ها برای ترکیب اوزان محلی برای AHP و استخراج اوزان نهایی استفاده می‌شود (23). اگرچه DEAHIP یک روش سخت و مشکل است، با این حال نشان داده شده است که می‌تواند تصمیمات بهتر در مقایسه با رویکرد AHP در اختیار بگذارد (24). مدل تصمیم‌گیری مشابه با هر دو تحلیل پوششی داده‌ها و فرایند تحلیل سلسله مراتبی نیز برای انتخاب تامین کننده توسعه یافت (25). مدل تحلیل پوششی اولیه برای تولید اوزان محلی استفاده می‌شود که این اوزان توسط AHP ترکیب می‌شوند (25). این مدل در یک مطالعه موردی پیاده‌سازی شده و نتایج نشان داد که مسئله معکوس شدن رتبه در روش پیشنهادی اتفاق نمی‌افتد (25).

با این حال، تعداد کمی از مطالعات وجود دارند که بر رویکرد AHP-DEA برای انتخاب تامین کننده تاکید می‌کنند. DEA با AHP و TOC برای حل مسئله انتخاب تامین کننده ترکیب شد (26). AHP برای ارزیابی ویژگی‌های کیفی نظیر کیفیت، فناوری و خدمات (26) استفاده شد. TOC به عنوان یک ویژگی کمی استفاده شده و تنها ورودی برای مدل DEA بود. تحلیل پوششی داده‌ها، امتیازات کارایی نسبی تامین کننده‌ها را محاسبه می‌کند. این چارچوب AHP-TCO-DEA قابل توسعه است به طوری که می‌تواند رفتار ریسک تامین کنندگان را نیز شامل شود (26). تلفیق فرایند تحلیل شبکه (ANP) که شکل تصمیم یافته‌ای از AHP است با تحلیل پوششی داده‌ها برای انتخاب تامین کنندگان مناسب پیشنهاد شد (4). فرایند تحلیل شبکه برای ارزیابی تامین کنندگان بر اساس ویژگی‌های کیفی آن‌ها استفاده شد. نتایج رویکرد فرایند تحلیل شبکه همراه با ویژگی‌های کمی در مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها استفاده می‌شود (4). به طور مشابه، مطالعه دیگری بر روی تلفیق ANP با DEA برای ارزیابی تامین کننده‌ها (27) وجود داشت. اوزان مربوط به رویکرد فرایند تحلیل شبکه به عنوان اوزان معیارهای مطلوب در مدل تحلیل پوششی داده‌ها استفاده شد (27). به علاوه، شاخص‌های سبز در معیارها برای در نظر گرفتن ملاحظات پایداری و زیست محیطی در نظر گرفته شدند (27).

ت: ویژگی‌های کیفی و کمی برای تجزیه و تحلیل

ویژگی‌های کیفی و کمی مورد استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی، تحلیل پوششی داده‌ها و روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره دیگر برای انتخاب تامین کننده در منابع در جدول زیر خلاصه شده است. توجه کنید

که برخی از منابع و مطالعات معیار های خود را به صورت " ذهنی و عینی " به جای " کیفی و کمی " تعریف کرده اند. در طبقه بندی نشان داده شده در جدول 1، معیار های ذهنی به صورت کیفی و معیار های عینی به صورت کمی در نظر گرفته می شوند. علاوه بر این، تنها معیار های اصلی در جدول 1 نشان داده شده اند. زیر معیار های معیار های اصلی در این جا نشان داده نشده اند زیرا ماهیت یکسانی با معیار های اصلی دارند.

جدول 1: جدول مربوط به خلاصه ویژگی ها

مقاله	ویژگی های مورد استفاده برای تحلیل
لیو و همکاران (2000) (18)	کمی: تنوع عرض، کیفیت، شاخص قیمت، عملکرد تحویل، عامل فاصله
ناراسیمان و همکاران (2001) (19)	کیفی: سیستم ها و عملیات مدیریت کیفیت، مستند سازی و خود-حسابرسی، ظرفیت تولید/فراوری، مدیریت شرکت، قابلیت های طراحی و توسعه، قابلیت کاهش هزینه، کیفیت، قیمت، تحویل، عملکرد کاهش هزینه و سایرین
چان (2003) (11)	کیفی: ظرفیت تولید، ظرفیت فنی، ظرفیت فناوری، ظرفیت مدیریت، درجه همکاری، درجه نزدیکی، عملکرد مالی و تاریخچه عملکرد، کمی: هزینه، کیفیت و ظرفیت طراحی
لیو و های (2005) (13)	کیفی: نظم و مدیریت کمی: کیفیت، تحویل، پاسخگویی، ظرفیت فنی، تسهیلات، امور مالی
گارفامی (2006) (20)	کمی: هزینه تولید، هزینه کیفیت، هزینه فناوری، هزینه خدمات پس از فروش، قیمت و واحد ارقام
حق و خان (2006) (12)	کیفی: کیفیت، ظرفیت تولید، خدمات، ظرفیت فنی و مهندسی و ساختار کسب و کار کمی: تحویل و قیمت
رحمانتان (2007) (26)	کیفی: کیفیت، فناوری و خدمات کمی: هزینه کل مالکیت
حسن و همکاران 2008	کیفی: توانایی فراوری/اصلاح محصول، واکنش زمان بندی، عوامل انسانی و عوامل بهبود چابکی کمی: قیمت خالص، زمان انتظار، سطح خدمات و کیفیت
ها و کریشنان (2008) (28)	کیفی: کیفیت (تجهیزات تولید، قصد مدیریت کیفیت) و مدیریت و سازمان دهی (کنترل سازمان دهی، برنامه های کسب و کار و ارتباط مشتری) کمی: کیفیت (برایند سیستم کیفیت، ادعاها، بهبود کیفیت)، تحویل و مدیریت و سازمان دهی (حسابرسی داخلی، مدیریت داده ها)

کم: تنوع عرضه، کیفیت، فاصله، تحویل و شاخص قیمت	نگ(2008)(21)
کیفی: قابلیت اطمینان تامین کننده، ریسک کشور، ریسک حمل و نقل و قابلیت اطمینان تامین کنندگان	لیواری(2008)(15)
کم: عملیات و سیستم های مدیریت کیفیت، مستند سازی و خود حسابرسی، قابلیت تولید/فراوری، مدیریت شرکت، قابلیت های طراحی و توسعه، قابلیت کاهش هزینه، کیفیت، قیمت، تحویل، عملکرد کاهش هزینه و سایرین	وو(2009)(22)
کیفی: پروفایل تامین کننده، مدیریت ریسک، رابطه بلند مدت و خدمات، کم: هزینه	ونی و همکاران(2012)(25)
کیفی/کم: سهولت و هزینه حمل نقل، تجربه تامین کننده، زمان انتظار، اطمینان پذیری تامین کننده، قیمت محصول و کیفیت محصول	شاهرودی و همکاران(2012)(16)
کیفی: تولید و ساختار سازمان، ظرفیت پیاده سازی تامین کننده، سیستم کیفیت و مسائل زیست محیطی	کو و لین(2012)(27)
کیفی: حجم محصول، تحویل، روش پرداخت، تنوع عرضه کننده، قابلیت اطمینان، تجربه در بخش، رابطه کسب و کار اولیه، مدیریت و موقعیت جغرافیایی	کاراسک و دورسان(2015)
کیفی: راحتی (پشتیبانی فنی و خدمات) کم: راحتی (سفارش دهی آنلاین)، خدمات مشتری، سود اوری مالی، رشد، نوآوری، موجودی، کیفیت و ریسک	کریشنادورجان و همکاران(2015)(30)
کیفی: مدیریت خرید، مدیریت فرایند، کنترل کیفیت، مدیریت عملیات و مدیریت هزینه	لی و همکاران(2015)(31)

به علاوه، مرور منابع انجام شده توسط هو و همکاران(2010) نشان داد که مورد از رایج ترین معیار ها برای ارزیابی تامین کننده شامل کیفیت، تحویل و قیمت/هزینه است(2). هم چنین نتیجه گرفته شد که رویکرد سنتی انتخاب تامین کننده ها تنها بر اساس کم ترین پیشنهاد هزینه دیگر یک شیوه موثر در مدیریت زنجیره تامین مدرن نیست(2).

بر این اساس می توان به این نتیجه رسید که ویژگی ها و معیار هایی نظیر کیفیت، خدمات و اطمینان پذیری اغلب به عنوان معیار هایی برای انتخاب تامین کننده در سرتاسر سال های متمادی در نظر گرفته می شود. ویژگی هایی نظیر محیط و ریسک کم تر دیده شده و علی رغم روند رو به رشد افزایش تقاضا برای بخش تولید و نیز به دلیل افزایش پیچیدگی در زنجیره تامین که منجر به وقوع بالای ریسک های زنجیره تامین شده است، نادیده

گرفته می شود (8-9). همان طور که قبلا در بخش 1 گفته شد، مدیریت ریسک زنجیره تامین برای یک شرکت بسیار مهم است زیرا اختلالات ناشی از ریسک اثر نامطلوبی بر روی عملیات آن داشته و در واقع، ریسک ها بایستی به عنوان معیار اصلی در ارزیابی تامین کننده ها در نظر گرفته شود.

3- رویکرد AHP-DEA در انتخاب تامین کننده

الف: فرایند تحلیل سلسله مراتبی

فرایند تحلیل سلسله مراتبی توسط ساعتی (33-34) به عنوان ابزاری قوی برای تصمیم گیری معرفی شد. AHP، به تصمیم گیرنده امکان می دهد تا گزینه ها را بر اساس معیار های مختلف از طریق قضاوت شخصی خود مقایسه کنند. این معیار ها ممکن است قابل کمی سازی باشند یا غیر قابل کمی سازی باشند. از این روی تصمیم گیرنده یک مقایسه زوجی در یک ماتریس بر اساس مقیاس زیر معرفی شده توسط ساعتی (34-35) انجام می دهد:

جدول 2: مقیاس شدت اهمیت ساعتی

شدت اهمیت	تعریف	توضیح
1	اهمیت برابر	دو فعالیت سهم برابری در هدف دارند
3	اهمیت متوسط	تجربه و قضاوت به طور خفیفی معمولا به نفع یک فعالیت خاص نسبت به فعالیت دیگر است
5	اهمیت قوی	تجربه و قضاوت به شدت به نفع یک فعالیت خاص نسبت به فعالیت دیگر است
7	اهمیت بسیار قوی	یک فعالیت قویا مطلوب بوده و غالبیت آن عملا اثبات می شود
9	اهمیت بسیار زیاد	شواهد مطلوب به یک فعالیت نسبت به دیگری، دارای صراحت بسیار بالایی است
2-4-6-8	مقادیر متوسط بین قضاوت های مجاور	وقتی که مصالحه لازم است
متقابل	در صورتی که فعالیت اداری یکی از مقادیر فوق در مقایسه با فعالیت	-

	z باشد، انگاه z دارای یک مقدار دوسویه در مقایسه با i خواهد بود.	
--	---	--

ماتریس مقایسه زوجی متناظر (n در n) به صورت زیر خواهد بود

$$\begin{pmatrix} 1 & \dots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/a_{n1} & \dots & 1 \end{pmatrix}$$

که

$$a_{ii} = 1 \text{ for } i = 1, \dots, n;$$

$$\text{با } i \neq j \text{ است } a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}} \text{ for } i, j = 1, \dots, n$$

از آنجا که انسان قادر به قضاوت های کامل نیست، یک مقدار عدم پایداری در این مقایسات ممکن است رخ دهد. نیازی به انجام صحت سنجی پایداری برای اطمینان از این که قضاوت در دامنه ثبات قابل قبولی هستند، نیاز است (35). شاخص پایداری به گفته ساعتی، بایستی در ابتدا به صورت زیر محاسبه شود (35)

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (1)$$

که

N اندازه ماتریس و λ_{max} مقدار ویژه غالب واقعی است

با استفاده از شاخص پایداری، نسبت پایداری را می توان به صورت زیر نوشت (35)

$$CR = \frac{CI \text{ of } A}{RI \text{ for size } n} \quad (2)$$

که RI، شاخص تصادفی است که می توان آن را از جدول 3 (35) بدست آورد

جدول 3: شاخص های تصادفی برای ماتریس های با اندازه های متفاوت

اندازه ماتریس (n)	شاخص تصادفی (RI)
3	0.58
4	0.90

5	1.12
6	1.24
7	1.32
8	1.41
9	1.45

یک قاعده سرانگشتی (تجربی) این است که مقدار CR کم تر از 0.1 باشد که برابر با تناقض 10 درصدی است (35).

ب: تحلیل پوششی داده ها

تحلیل پوششی داده ها، کارایی جایگزین ها موسوم به واحد های تصمیم گیری را ارزیابی می کند (36). تحلیل پوششی داده ها یک ابزار تصمیم گیری مفید می باشد زیرا قادر به تحلیل انواع مختلف داده ها صرف نظر از واحد های اندازه گیری آن ها می باشد. اندازه گیری برای کارایی بر اساس مفهوم ساخت یک مرز کارآمد است. خوانندگان علاقه مند می توانند به مقاله سفورد (37) برای کسب اطلاعات بیشتر در زمینه تحلیل مرز در تحلیل پوششی داده ها مراجعه می کنند.

کارایی به صورت خروجی وزنی به ورودی وزنی (7-26) تعریف می شود. نسبت کارایی عمومی برای واحد تصمیم گیری نسبت به واحد تصمیم گیری آزمایشی را می توان به صورت (4-7) بیان کرد

$$E_{ab} = \frac{\sum_y O_{by} v_{ay}}{\sum_x I_{bx} u_{ax}} \quad (3)$$

که

E_{ab} کارایی یک واحد تصمیم گیری b با استفاده از اوزان DMUa آزمایشی می باشد

O_{by} خروجی y برای خروجی y است

v_{ay} وزن برای DMU آزمایشی برای خروجی y می باشد.

I_{bx} ، ورودی x برای DMU b است

u_{ax} ، وزن برای DMUa آزمایشی برای ورودی x است

مدل تحلیل پوششی داده ها اولین بار توسط چارنز، کوپر و رادز در 1978 معرفی شد. این که موسوم به مدل CCR است، فرمولاسیون مدل برای واحد تصمیم گیری به صورت زیر است (39)

$$\max E_{aa} = \frac{\sum_y O_{ay} v_{ay}}{\sum_x I_{ax} u_{ax}} \quad (4)$$

به طوری که

$$\begin{aligned} E_{ab} &\leq 1 \quad \forall b \\ u_{ax}, v_{ay} &\geq 0 \end{aligned}$$

که در آن E_{ab} مشابه با جمله معادله 3 است. متغیرهای تصمیم مدل (4) u_{ax} و v_{ay} است

فرمول 4 که کارایی DMU a را توجیه می کند به صورت غیر خطی است. فرمول زیر در (5) برنامه نویسی خطی معادل (4) است

$$\max \sum_y O_{ay} v_{ay}$$

به طوری که

$$\begin{aligned} \sum_y O_{by} v_{ay} &\leq \sum_x I_{bx} u_{ax} \quad \forall b \\ \sum_x I_{ax} u_{ax} &= 1 \\ u_{ax}, v_{ay} &\geq 0 \end{aligned}$$

تبدیل به یک برنامه نویسی خطی با برابر قرار دادن مخرج با مقدار 1 است که با قید $\sum_x I_{ax} u_{ax} = 1$ نشان داده می شود

مقدار کارایی بهینه بدست آمده از مدل CCR برابر با 1 است (26). منظور این است که این احتمال وجود دارد یک سری واحد های تصمیم گیری با مقدار ماکزیمم 1 حاصل می شوند. این زمانی رخ می دهد که واحد های تصمیم گیری بر روی مرز بهینه قرار گرفته و تحت غالبیت سایر واحد ها نباشد (4). این مسئله موجب می شود تا تصمیم گیرنده نتواند کارآمدترین واحد تصمیم گیری را انتخاب کند.

برای غلبه بر این مسئله، تغییر مدل CCR اولیه موسوم به مدل CCR ابرکارایی (کارایی برتر) توسط اندرسن و پترسون در 1993(40) پیشنهاد شد

$$\max \sum_y O_{ay} v_{ay} \quad (6)$$

به طوری که

$$\begin{aligned} \sum_y O_{by} v_{ay} &\leq \sum_x I_{bx} u_{ax} \quad \forall b, b \neq a \\ \sum_x I_{ax} u_{ax} &= 1 \\ u_{ax}, v_{ay} &\geq 0 \end{aligned}$$

مدل ارائه شده در (6) تفاوت چندانی از مدل (5) ندارد. تنها تفاوت در این است که دومین قید شامل همه واحد های تصمیم گیری به جز واحد تصمیم گیری آزمایشی است (که DMU a در این مورد می باشد). این مدل یکی از اهداف مطالعاتی ما در این مقاله است.

پ: ویژگی های پیشنهادی

ما شش معیار کیفی موثر در انتخاب تامین کننده را شناسایی کرده ایم. این معیارها بر اساس مرور منابع استخراج شده اند و قادر به پوشش دادن نیازهای مدیران زنجیره تامین در ارزیابی تامین کننده است. معیارهای پیشنهادی برای انتخاب تامین کننده شامل موارد زیر است: کیفیت، خدمات، اعتبار، مدیریت، محیط و ریسک. جدول زیر خلاصه ای از مفهوم هر یک از معیارها را نشان می دهد:

معیارها	توضیح
کیفیت (41)	استاندارد ها از جمله دوام و انطباق کالاهای تولید شده توسط تامین کننده
خدمات (42)	حساسیت و پاسخگویی: میزان سرعت پاسخ گویی تامین کننده به سوالات و سفارشات. این خود شامل انعطاف پذیری نیز می باشد که اشاره به توانایی تامین کننده برای در نظر گرفتن تغییرات نظیر مقابله با تغییرات ناگهانی در ظرفیت تولید به دلیل افزایش تقاضا و یا رسیدگی به سفارشی سازی طرح های محصولات دارد

اعتبار(43)	اطمینان پذیری ادراک شده تامین کننده و وضعیت قوی او در بازار. این مبنایی برای اعتماد مشتریان و سطح تعهد مشتریان به تامین کننده است
مدیریت(44)	ساختار سازمانی نظیر تعداد کارکنان و سطح مهارت های فنی آن ها و آموزش و پیاده سازی در شرکت نظیر سیستم برنامه ریزی تولید. به طور کلی، این اثر بخشی عملیات تامین کننده است
محیط(45)	تلاش های تامین کننده برای سبز بودن در طراحی محصول و سازگاری تولیدات آن ها با محیط زیست از طریق کاهش الودگی
ریسک(14-15)	ریسک هایی که می توانند ناشی از اختلال در زنجیره تامین باشند. مثال هایی از این ریسک ها شامل ریسک لجستیک، ریسک تحویل سفارش، بلایای طبیعی، تصادفات، بی ثباتی سیاسی و غیره

بر اساس مرور منابع انجام شده، نتایج نشان داد که معیار های کیفیت، خدمات و اعتبار و مدیریت، از ویژگی های مهمی هستند که به طور رایج برای ارزیابی استفاده می شوند. ما تصمیم گرفتیم تا معیار های محیط و ریسک ها را نیز اضافه کنیم زیرا آن ها در سال های اخیر توجه زیادی را به خود جلب کرده اند.

از آنجا که گرمایش جهانی به دلیل انتشار الاینده ها و پسماند های حاصل از تولید، تهدید آمیز تر به نظر می رسد، از این روی، برداشتن گام هایی در راستای اقدامات سبز و کاهش انتشار گاز های گلخانه ای مهم به نظر می رسد(32). در واقع، مدیران زنجیره تامین بایستی تلاش کنند تا عملکرد زیست محیطی را در ارزیابی تامین کننده ها(45) در نظر بگیرند زیرا موجب می شود تا تولید کننده ها تشویق به انجام اقدامات سبز تر شوند. علاوه بر این، همان طور که در بخش 1 گفته شد، ملاحظات مربوط به ریسک در ارزیابی تامین کننده ها ضروری است. در نظر گرفتن ریسک ها برای عملکرد و رقابت پذیری شرکت مهم است زیرا اختلالات تامین امروزه رایج بوده و ناشی از همه نوع منبعی می باشند از جمله بلایای طبیعی، تروریسم و غیره(14). هم چنین AHP قادر به پوشش خطرات و ریسک ها بر اساس سلايق تصمیم گیرنده و ارزیابی خطرات برای زنجیره تامین است(14). از اینرو در نظر

گرفتن ریسک ها به عنوان یک معیار در رویکرد ما، به تصمیم گیرنده امکان می دهد تا مسئله خطرات تامین را در ارزیابی تامین کننده در نظر بگیرد.

ارزیابی معیار "ریسک ها" در رویکرد AHP برای تامین کننده ها مشابه با ارزیابی شونهر می باشد که در آن تامین کننده ها، در مقایسه با عملکرد آن ها با توجه به ریسک ها زوجی می باشد (14). برای مثال، در صورتی که تامین کننده A "بسیار بهتر" از تامین کننده J از حیث عملکرد با توجه به "ریسک ها" باشد، تامین کننده A نمره 9 را نسبت به تامین کننده J به خود اختصاص می دهد.

این معیار های ذکر شده در جدول 4 در AHP برای مقایسه زوجی استفاده خواهد شد. توجه کنید که این معیار ها، ویژگی های کیفی هستند و از این روی کاربرد AHP مناسب خواهد بود.

در رابطه با ویژگی های کمی، ما این سه معیار را پیشنهاد کردیم: قیمت، زمان انتظار و هزینه های تحویل. جدول زیر خلاصه ای از مفاهیم و معانی هر معیار را نشان می دهد

جدول 5: ورودی ها و توضیح مربوط به آنها

ورودی	توضیح
قیمت	مبلغ پرداختی داده شده به تامین کننده توسط مشتری به ازای کالا و خدمات
زمان انتظار	زمان بین شروع و تکمیل معامله. این شامل زمان تحویل کالاهاست.
هزینه های تحویل	هزینه مورد نیاز برای کالاهای انتقال داده شده از تامین کننده به مشتری

ت: رویکرد تحلیل پوششی داده (DEA) ابرکاری (کارایی برتر) - AHP

AHP برای انجام مقایسه زوجی بر روی معیار های کیفی تامین کننده ها اعمال می شود. اوزان استخراج شده از AHP برای هر معیار به عنوان خروجی هایی برای مدل DEA استفاده خواهد شد. به عبارت دیگر، منظور از این

است که معیارها برای انتخاب تامین کننده در واقع خروجی های مدل DEA می باشند. استفاده از AHP موجب کمی سازی این معیارهای کیفی می شود به طوری که می توان آن ها را برای مدل DEA مورد استفاده قرار داد. توجه کنید که ورودی های مدل تحلیل پوششی داده ها، معیارهای قابل کمی هستند که وقتی مقادیر آن ها کوچک تر باشد بهتر هستند. برای مثال، در صورتی که مقدار قیمت محصول کم تر باشد، این برای مشتری بهتر است. دلیل این ویژگی برای ورودی ها این است که چون کارایی نسبت ورودی به خروجی است، داشتن مقادیر کوچک تر ورودی، در واقع منجر به کارایی بالاتر می شود. به طور مشابه، مفهوم قابل تعمیم به خروجی ها است به طوری که هر چه اوزان AHP بالاتر باشد، خروجی ها بهتر خواهند بود. این نشان می دهد که چرا اوزان AHP به عنوان خروجی در مدل استفاده می شوند. به علاوه، برای اجتناب از شمارش مضاعف، خروجی ها و ورودی ها طوری انتخاب می شوند که دو به دو سازگار باشند.

با این ورودی و خروجی ها، مقادیر عینی را می توان از مدل DEA استخراج کرد. بر اساس مقادیر عینی استخراج شده که مقادیر کارایی برای هر تامین کننده می باشند، تصمیم گیرنده قادر است تا تامین کننده را رتبه بندی کند و مناسب ترین را انتخاب کند.

یک مثال در این رابطه در بخش بعدی برای نشان دادن این که چگونه رویکرد DEA ابرکارایی (کارایی برتر) - AHP برای انتخاب تامین کننده استفاده می شود، نوشته شده است.

4- یک مثال گویا

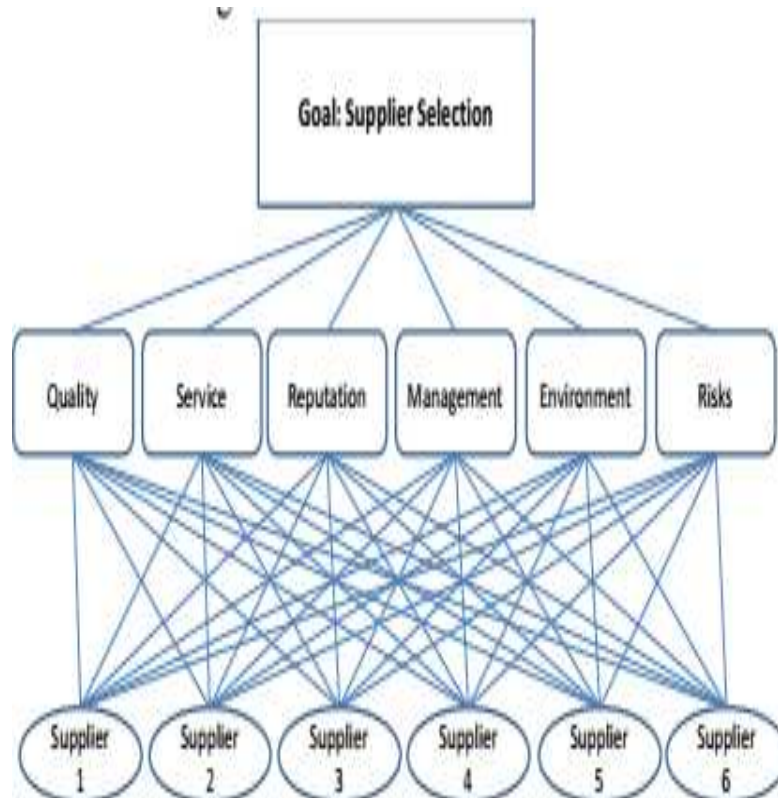
همان طور که در مرور منابع نشان داده شده است هر دو DEAHHP و ANP-DEA، رویکردهای مشابه برای انتخاب تامین کننده می باشند. راماناتهان، یک رویکرد DEAHHP را توسعه داده است که دارای یک مثال گویا برای اثبات مقایسه جایگزین هاست (23). رویکرد ANP-DEA پیشنهادی توسط حسن از یک مورد گویا برای نشان دادن این که رویکرد چگونه کار می کند استفاده کرده است. به طور مشابه، این مقاله یک رویکرد گویا را برای نشان دادن شیوه کارکرد رویکرد ما در انتخاب تامین کننده ارائه کرده است.

فرض کنید که شرکت مورد نظر یک شرکت تولیدی کوچک است که قطعات مورد نیاز را برای تولید محصولات خود منبع یابی می کند. یک مدیر زنجیره تامین که تصمیم گیرنده نیز است، با مسئله انتخاب تامین کننده مواجه

است که شامل 6 تامین کننده است. فرض کنید که S1-S2-S3-S3=4-S5-S6 به ترتیب تامین کننده 1، تامین کننده 2، تامین کننده 3، تامین کننده 4، تامین کننده 5 و تامین کننده 6 باشد.

الف: AHP و اوزان

سلسله مراتب AHP برای این 6 تامین کننده مشابه زیر است



هدف: انتخاب تامین کننده					
کیفیت	خدمات	اعتبار	مدیریت	محیط	ریسکها
تامین کننده 1	تامین کننده 2	تامین کننده 3	تامین کننده 4	تامین کننده 5	تامین کننده 6

شکل 5: سلسله مراتب AHP برای 6 تامین کننده

برای هر معیار، مقایسه زوجی در میان 6 تامین کننده انجام شد. در زیر، مثالی از مقایسه زوجی برای معیار کیفیت ارائه شده است

کیفیت

	S1	S2	S3	S4	S5	S6
S1	1	2	4	1/3	1/2	2
S2	1/2	1	2	1/6	1/3	1/2
S3	1/4	1/2	1	1/5	1/4	1/2
S4	3	6	5	1	2	4
S5	2	3	4	1/2	1	3
S6	1/2	2	2	1/4	1/3	1

مقدار ویژه برای ماتریس، 6.134 با CI برابر با 0.027 و CR برابر با 0.022 است. از این روی، ناپیوستگی در طیف 10 درصد و قابل قبول است.

وزن متناظر به صورت زیر است

S1	0.154
S2	0.072
S3	0.051
S4	0.391
S5	0.236
S6	0.097

با جمع اوری اوزان برای 6 تامین کننده از 6 معیار، ماتریس زیر را داریم که به عنوان خروجی برای مدل تحلیل

پوششی داده ها استفاده می شود

کیفیت	S1	S2	S3	S4	S5	S6
سرویس	0.154	0.072	0.051	0.391	0.236	0.097
اعتبار	0.032	0.427	0.047	0.099	0.283	0.113
مدیریت	0.144	0.048	0.049	0.450	0.226	0.082
محیط	0.034	0.126	0.104	0.457	0.242	0.036
خطرات	0.038	0.229	0.421	0.046	0.093	0.172
	0.101	0.050	0.179	0.032	0.380	0.258

ب: مدل DEA ابرکارایی (کارایی برتر)

قیمت، زمان انتظار و هزینه تحویل برای 6 تامین کننده در جدول 6 خلاصه شده است

جدول 6: داده های ورودی برای 6 تامین کننده

تامین کننده/ ویژگی (واحد)	S1	S2	S3	S4	S5	S6
قیمت (دلار به ازای واحد سفارش داده شده)	1.45	1.20	0.95	1.55	1.65	1.35
زمان انتظار (روز)	2	5	7	4.5	3	4
هزینه تحویل (دلار به ازای واحد سفارش داده شده)	3.50	2.85	4.65	2.30	3.80	4.15

این داده ها به عنوان ورودی برای مدل تحلیل پوششی داده ها مطرح هستند. همان طور که ذکر شده است، مدل 6 به صورت مدل تحلیل پوششی داده ها خواهد بود. مدل تحلیل پوششی داده ها برای m مین تامین کننده به صورت زیر است

$$\max \sum_y O_{my} v_{my} \quad (7)$$

به طوری که

$$\begin{aligned} \sum_y O_{sy} v_{my} &\leq \sum_x I_{sx} u_{mx} \quad \forall s, s \neq m \\ \sum_x I_{mx} u_{mx} &= 1 \\ u_{mx}, v_{my} &\geq 0 \end{aligned}$$

6 معیار برای خروجی وجود دارد و به این ترتیب γ برابر با 6 خواهد بود. به طور مشابه، سه ویژگی برای ورودی وجود دارد و x برابر با 3 است. چون 6 تامین کننده وجود دارد، 6 مدل تحلیل پوششی داده ها وجود خواهد داشت.

توجه کنید که خروجی O_{sy} به صورت زیر است

$$\begin{bmatrix} 0.154 & 0.072 & 0.051 & 0.391 & 0.236 & 0.097 \\ 0.032 & 0.427 & 0.047 & 0.099 & 0.283 & 0.113 \\ 0.144 & 0.048 & 0.049 & 0.450 & 0.226 & 0.082 \\ 0.034 & 0.126 & 0.104 & 0.457 & 0.242 & 0.036 \\ 0.038 & 0.229 & 0.421 & 0.046 & 0.093 & 0.172 \\ 0.101 & 0.050 & 0.179 & 0.032 & 0.380 & 0.258 \end{bmatrix};$$

ورودی I_{sx} به صورت زیر است

$$\begin{bmatrix} 1.45 & 1.2 & 0.95 & 1.55 & 1.65 & 1.35 \\ 2 & 5 & 7 & 4.5 & 3 & 4 \\ 3.5 & 2.85 & 4.65 & 2.3 & 3.8 & 4.15 \end{bmatrix};$$

M مین O_{my} خروجی، m مین ستون خروجی O_{sy} است، m مین ورودی I_{mx} ، m مین ستون ورودی I_{sx} است و u_{mx}, v_{my} شامل متغیر های تصمیم می باشند.

ما مقدار هدف را برای مدل تحلیل پوششی داده ها بدست می آوریم که مبنای رتبه بندی تامین کننده هاست. چون مدل (7) یک مسئله برنامه نویسی خطی است، می توان آن را به آسانی با سالور در اکسل حل کرد. از این روی، نتایج خلاصه شده در جدول 7 را استخراج کردیم.

جدول 7: امتیازات برای شش تامین کننده در رویکرد AHP-DEA

امتیاز (مقدار عینی استخراج شده از مدل DEA ابرکارایی (کارایی برتر)	تامین کننده
0.895	1
2.321	2
2.508	3
3.284	4
2.712	5
0.913	6

بنابر این، بر اساس امتیازات می توان تامین کننده ها را به ترتیب نزولی رتبه بندی کرد: تامین کننده 4- تامین کننده 5- تامین کننده 3- تامین کننده 2- تامین کننده 6 - تامین کننده 1.

الف: اعمال تنها AHP

فرض کنید که Q-S-R-M-E-Rk به ترتیب بیانگر کیفیت، خدمات، اعتبار، مدیریت، محیط و ریسک است. در صورتی که تصمیم گیرنده تصمیم بگیرد که تنها از AHP استفاده کند، او باید مقایسه زوجی را برای شش معیار انجام دهد. فرض کنید که او این کار را انجام دهد و ماتریس مقایسه زوجی به صورت زیر است

	Q	S	R	M	E	Rk
Q	1	3	7	5	3	2
S	1/3	1	3	6	1/3	1/3
R	1/7	1/3	1	1/2	1/4	1/5
M	1/5	1/6	2	1	1/7	1/6
E	1/3	3	4	7	1	1/4
Rk	1/2	3	5	6	4	1

مقدار ویژه برای ماتریس 6.604 با c_i برابر با 0.121 و CR برابر با 0.097 است. از این روی، ناپیوستگی در دامنه ده درصد بوده و قابل قبول است

وزن متناظر به صورت زیر است

$$\begin{matrix} Q \\ S \\ R \\ M \\ E \\ Rk \end{matrix} \begin{pmatrix} 0.342 \\ 0.113 \\ 0.037 \\ 0.042 \\ 0.173 \\ 0.293 \end{pmatrix}$$

بر اساس همه اوزان استخراج شده، امتیازات کل برای تامین کننده ها به صورت زیر است

$$\begin{matrix} S1 \\ S2 \\ S3 \\ S4 \\ S5 \\ S6 \end{matrix} \begin{pmatrix} 0.099 \\ 0.134 \\ 0.154 \\ 0.198 \\ 0.259 \\ 0.156 \end{pmatrix}$$

از این روی، رتبه بندی برای تامین کننده ها به ترتیب نزولی به صورت زیر است: تامین کننده 5، تامین کننده 4، تامین کننده 6، تامین کننده 3، تامین کننده 2 و تامین کننده 1.

ب: تلفیق AHP با تنها مدل CCR پایه

در صورتی که تصمیم گیرنده از مدل CCR اولیه برای بخش تحلیل پوششی داده ها استفاده کند (مدل 5 در بخش 3)، آنگاه مدل DEA به صورت زیر خواهد بود

$$\max \sum_y O_{my} v_{my} \quad (8)$$

به طوری که

$$\begin{aligned} \sum_y O_{sy} v_{my} &\leq \sum_x I_{sx} u_{mx} \quad \forall s \\ \sum_x I_{mx} u_{mx} &= 1 \\ u_{mx}, v_{my} &\geq 0 \end{aligned}$$

این مدل (8) تنها از نظر قید (محدودیت) از مدل (7) متفاوت است. مجدداً، با استفاده از سالور در اکسل، می توان

نتایج خلاصه شده در جدول 8 را استخراج کرد

جدول 8: امتیازات برای شش تامین کننده با استفاده از AHP با مدل DEA پایه

امتیاز (مقدار عینی استخراج شده از مدل DEA پایه)	تامین کننده
0.895	1
1.000	2
1.000	3
1.000	4
1.000	5
0.913	6

تامین کننده های 2-3-4-5 در مرحله اول قرار گرفته و پس از آن ها تامین کننده 6 و در نهایت تامین کننده 1 قرار می گیرد

پ: مقایسه نتایج حاصل از سه رویکرد

همه نتایج در جدول 9 خلاصه شده اند

جدول 9: خلاصه نتایج حاصل از سه رویکرد متفاوت

	AHP	AHP-Basic DEA	AHP-Super Efficiency DEA
Supplier 1	0.099	0.895	0.895
Supplier 2	0.134	1.000	2.321
Supplier 3	0.154	1.000	2.508
Supplier 4	0.198	1.000	3.284
Supplier 5	0.259	1.000	2.712
Supplier 6	0.156	0.913	0.913

تحلیل پوششی داده پایه- فرایند تحلیل سلسله مراتبی، تحلیل پوششی داده های ابرکارایی (کارایی برتر)- فرایند تحلیل سلسله مراتبی

تامین کننده 1 دارای حداقل امتیاز از همه 6 تامین کننده در هر سه نوع رویکرد است. چون تامین کننده 1 دارای امتیاز AHP نسبتاً پایین و ورودی‌های قابل مقایسه است، نمی‌توان انتظار داشت که کم‌ترین رتبه در هر دو مدل تحلیل پوششی داده‌ها وجود داشته باشد. این نشان می‌دهد که تامین کننده 1 می‌تواند یک جایگزین غالب باشد.

استفاده از AHP با تحلیل پوششی داده‌های پایه منجر به ایجاد یک دسته از تامین کننده‌ها با مقادیر 1 می‌شود زیرا ماکزیمم مقدار هدف محدود به 1 است. با این حال با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌ها با کارایی برتر، محدودیت دیگر وجود ندارد و روابط بین این موارد از بین می‌رود. به این ترتیب، تصمیم‌گیرنده می‌تواند انتخاب بهتری از میان تامین کننده‌ها داشته باشد.

با مقایسه رویکرد AHP با رویکرد DEA ابرکارایی-AHP، مشخص شد که رتبه تامین کننده‌ها تغییر یافت. برای مثال، تامین کننده 4 با تامین کننده 5 در رویکرد DEA ابرکارایی-AHP علی‌رغم این که تامین کننده 5 دارای امتیاز AHP بالاتر می‌باشند جایگزین شد. منظور این است که داشتن AHP بالاتر متضمن امتیاز DEA بالاتر نیست. امتیاز DEA هنوز وابسته به هر دو خروجی و ورودی‌های متناظر است.

با این حال، لازم به ذکر است که رویکرد AHP تنها قابل تعمیم به 6 معیار کیفی است. در صورتی که به همه معیارها اعمال شود (6 معیار کیفی و سه معیار کمی)، امتیازات حاصله متفاوت خواهد بود. این می‌تواند یک مقایسه منصفانه را با AHP-DEA یا رویکرد DEA ابرکارایی-AHP در اختیار بگذارد. چون امتیازات حاصل از اعمال AHP بر روی معیارهای کیفی و کمی در این رویکرد کاربردی ندارند، از این روی، ما تحلیل AHP مذکور را انجام ندادیم.

ت: محدودیت‌ها و مطالعات آینده

یکی از محدودیت‌ها و معایب بارز رویکرد AHP، مسئله معکوس شدن رتبه است (27-47). از آنجا که رویکرد DEA ابرکارایی-AHP پیشنهادی شامل AHP است و AHP یک روش ایده‌آل نیست، مسئله معکوس شدن رتبه بسیار محتمل است. با این حال، معکوس شدن رتبه منجر به یک مسئله واقعی نمی‌شود زیرا تاثیر آن بر روی تصمیم‌گیری منطقی بسیار بحث‌برانگیز است و وقوع معکوس شدن رتبه در واقعیت به ندرت رخ می‌دهد (48-50-49).

وقتی که تامین کننده های بسیاری برای انتخاب وجود دارند، مسئله بعدیت اجتناب ناپذیر خواهد بود(51). با افزایش شتعداد تامین کننده ها، تعداد مقایسات زوجی نیز به شدت افزایش می یابد. هم چنین چون هر تامین کننده دارای مدل DEA خاص خود است، فرموله کردن و حل تعداد مدل های تحلیل پوششی داده ها به طور متناسب با تعداد تامین کننده ها افزایش می یابد. از این روی داشتن تامین کننده های زیاد به معنی داشتن مدل های تحلیل پوششی زیاد است. در صورتی که مدل ها تعداد زیادی داشته باشند تصمیم گیرنده به مشکل مواجه خواهد شد. با این حال، با توجه به قدرت محاسباتی و سرعت کامپیوتر های مدرن، این مسئله زیاد حاد نیست زیرا کامپیوتر ها قادرند تا به طور کارآمد به تعداد بسیار زیادی از مدل ها رسیدگی کنند(23).

با این وجود، در آینده می توانند شیوه هایی را برای کارآمد تر کردن AHP پیدا کنند زیرا وقتی تعداد تامین کننده ها بیشتر باشد، انجام مقایسات زوجی سخت تر خواهد شد. برای مثال، گزینه های غالب و مناسب ممکن است حذف شوند و در مدل های تحلیل پوششی داده های آینده در نظر گرفته نشوند. هم چنین، یک نیاز ثابت و مبرم به کنترل پایداری و عدم تناقض در ماتریس ها در AHP وجود دارد. این مستلزم این است که تصمیم گیرنده بر روی ماتریس آنقدر کار کند که عدم تناقض و ناپایداری در یک دامنه قابل قبول قرار گیرد. کار بیشتری بایستی برای اطمینان از پایداری و حذف نیاز به کنترل پیوسته، انجام شود. تحلیل حساسیت که در این مقاله بررسی نشد، بایستی انجام شود تا مشخص شود که چگونه متغیر های مهم و خاص (نظیر معیار ها یا ورودی ها) منجر به تولید اوزان خاص در مدل می شوند. ما هم چنین قصد داریم تا با یک شرکت واقعی برای ارزشیابی رویکرد پیشنهادی در آینده ای نزدیک کار کنیم.

6- نتیجه گیری

رویکرد DEA (با کارایی برتر) - AHP، همراه با معیار های کمی و کیفی پیشنهادی، یک رویکرد جامع را برای تصمیم گیرنده در راستای انتخاب بهترین تامین کننده، در اختیار می گذارد. برای این که مدل تحلیل پوششی داده ها موثر واقع شود، ورودی ها و خروجی های مدل بایستی به شکل کمی باشند. این محدودیت تحلیل پوششی داده ها را می توان با استفاده از AHP برای کمی سازی این عوامل کیفی از طریق تخصیص اوزان در فرایند تحلیل حل کرد.

ما هم چنین اقدام به تعریف و پیشنهاد معیار هایی برای مقایسه زوجی فرایند تحلیل سلسله مراتبی کردیم. خروجی ها و ورودی هایی که بایستی در مدل تحلیل پوششی داده ها لحاظ شوند نیز پیشنهاد شدند. یک مثال گویا برای رویکرد پیشنهادی در این مقاله ارائه شد به طوری که خوانندگان می توانند به درک بهتری از شیوه کارکرد رویکرد DEA-ابکارایی- AHP دست پیدا کنند. نتایج AHP، DEA- AHP پایه و DEA-ابکارایی- AHP نیز نشان داده شده و بحث شدند. نتایج نشان داد که رویکرد DEA-ابکارایی- AHP می تواند مناسب ترین شیوه انتخاب تامین کننده باشد. محدودیت ها برای رویکرد نیز بحث شده و اصلاحات احتمالی برای کار های آینده پیشنهاد شد. به علاوه، یک تعداد زیادی از تامین کننده ها همراه با قدرت محاسبه بالای کامپیوتر ها برای رسیدگی به این رویکرد پیشنهادی لازم است. رویکرد DEA-ابکارایی- AHP همراه با معیار های کمی و کیفی پیشنهادی به تصمیم گیرنده ها در رتبه بندی کارآمد تر تامین کننده ها و نیز انتخاب مناسب ترین تامین کننده برای شرکت آن ها کمک می کند.