چشم‌انداز مدیریت صنعتی
شماره ۱۱ ـ پاییز ۱۳۹۲
ص‌ص ۶۱ – ۳۹

انتخاب سبد پروژه برپایه سنجش کارایی بااستفاده از مدل شبکه‌های عصبی مصنوعی

دکتر بهروز دری*، ساسان مظاهری**

چکیده

مدیریت سبد پروژه با این موضوع سروکار دارد که شرکت‌ها نه‌تنها باید روی مدیریت مستقل پروژه‌ها و اهداف خاص متمرکز شوند، بلکه باید پروژه‌ها را به‌عنوان یک نهاد واحد و اهداف مشترک مدیریت کنند. عدم وجود فرآیند نظام‌مند انتخاب و حذف پروژه‌ها در شرکت‌ها و سازمان‌ها موجب می‌شود پروژه‌ها به‌صورت غیرتخصصی و سلیقه‌ای انتخاب شوند. شناسایی عوامل کلیدی مؤثر در انتخاب پروژه های مناسب برای تشکیل سبد و روش‌های ریاضی و سیستماتیک انتخاب پروژه‌ها کوششی ارزشمند و مفید خواهد بود و به شرکت‌ها و سازمان‌ها در راستای انتخاب و اجرای پروژه‌های مناسب کمک خواهد کرد. در این تحقیق، با شناسایی معیارهای کلیدی ارزیابی پروژه‌های سازمان، رویکردی برای ارزیابی و انتخاب پروژه‌ها ارائه شده است. در این مدل دومرحله‌ای، ابتدا پروژه‌ها به‌صورت منفرد براساس مقایسات زوجی و قضاوت‌های گروهی مورد ارزیابی قرارمی‌گیرند و درقالب سبد پروژه ترکیب می‌شوند، سپس کارایی هریک از این سبدها بااستفاده از مدل شبکه عصبی مصنوعی محاسبه می‌شود، سبدهای متشکل از پروژه‌های سازمان براین‌اساس رتبه‌بندی می‌شوند و درنهایت نتایج حاصل از شبکه عصبی با خروجی روش‌های تحلیل پوششی داده‌ها و روش حداقل مربعات معمولی اصلاح‌شده مقایسه می‌شود.

کلیدواژه‌ها: انتخاب سبد پروژه؛ شبکه عصبی مصنوعی؛ مقایسات زوجی؛ کارایی.

تاریخ دریافت مقاله: ۹۲/۲/۷، تاریخ پذیرش مقاله: ۹۲/۶/۱۰.

* دانشیار، دانشگاه شهید بهشتی.
** کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی (نویسنده مسئول).
E-mail: Mazaheri.sasan@gmail.com

۱. مقدمه

مدیریت سبد پروژه[1] یکی از جدیدترین روش‌هایی است که در مدیریت پروژه‌ها در تجارت و کسب‌وکار امروزی استفاده می‌شود. مدیریت سبد پروژه روشی مطمئن است که شرکت‌ها به‌کار می‌بندند تا منابع کمیاب خود را با بیشترین ارزش خروجی ممکن به‌کار گیرند و باعث حرکت سازمان به سمت تعالی می‌شود. این رویکرد برگرفته از دانش مدیریت پروژه است؛ با این مضمون که در این سیستم، مدیریت بر ترکیبی از پروژه‌ها با اهداف و شرایط خاص منظور است و سطحی بالاتر از مدیریت پروژه در سازمان تلقی می‌شود.

به مجموعه‌ای از پروژه‌ها که در یک واحد اقتصادی و تحت اهداف استراتژیک یکسان و منابع مشترک در حال ادامه فعالیت هستند، یک سبد پروژه گفته می‌شود. مقدار منابع مالی پروژه‌ها اغلب کاملاً محدود است و پروژه‌ها تحت مدیریت یکسان برای جذب این منابع محدود و کمیاب با یکدیگر رقابت می‌کنند [۵]. اجزای یک سبد باید قابلیت کمی شدن داشته باشند؛ یعنی قابل اندازه‌گیری، رتبه‌بندی و اولویت‌بندی باشند. نکته قابل توجه در مورد سبد پروژه‌ها این است که اجزای آن (پروژه‌ها) همواره نباید به یکدیگر وابسته و مرتبط باشند. سبد نمایانگر مجموعه‌ای از پروژه‌ها در سازمان در یک مقطع خاص زمانی است که بر اهداف استراتژیک سازمان تأثیر می‌گذارد و متقابلاً از آن هم تأثیر می‌پذیرد [۶].

باتوجه به محدودیت منابع مالی و سرمایه‌ای سازمان، اولویت‌بندی علمی پروژه‌ها به‌جای اولویت‌بندی شهودی، اقدامی مؤثر و ضروری در پیشبرد اهداف استراتژیک سازمان به شمار می‌آید. در این میان، تصمیم‌گیری راجع به انتخاب پروژه‌ها و تعیین اولویت نسبی از اهمیت ویژه برخوردار است [۱].

چگونگی انتخاب پروژه‌ها از میان گزینه‌های موجود، مسئله انتخاب سبد پروژه‌ها را فراهم می‌آورد. انتخاب سبد پروژه به‌عنوان یکی از فرآیندهای اصلی مدیریت سبد پروژه یک فعالیت دوره‌ای برای انتخاب یک سبد مناسب از پروپوزال‌های پروژه‌های موجود و یا پروژه‌های درحال اجرای سازمانی است [۲].

۲. مبانی نظری و پیشینه پژوهش

یافتن پاسخ این سؤال که «کدام پروژه ایجاد مزیت، بهره‌برداری بهتر از زمان و کارایی سرمایه را درپی دارد؟» یک استراتژی در انتخاب و مدیریت سبد پروژه در هر سازمان است. هم تحقیقات تجربی و هم تحقیقات دانشگاهی بر اهمیت انتخاب پروژه و فرآیند اولویت‌بندی در مدیریت سبد پروژه تأکید کرده‌اند [۷، ۸، ۹، ۱۰]. این تحقیقات استدلال می‌کنند که تلاش‌های

1. Project Portfolio Management (PPM)

سازمانی درجهت انتخاب ترکیب پروژه‌های موردنیاز و باتوجه به درنظرگرفتن توان درونی و امکان بیرونی [۱۱] و با درنظرگرفتن اهرم منابع استراتژیک [۱۲، ۱۳]، درجهت سود بردن از پروژه‌های منفرد و تمام سبد پروژه‌ها شکل می‌گیرند.

ادبیات پیرامون مدیریت سبد پروژه به‌صورت فزاینده‌ای به بحث دررابطه با لزوم هم‌سویی مدیریت سبد پروژه درجهت دستیابی به استراتژی سازمانی می‌پردازد. در بسیاری از متون، بر نکات حیاتی زیر دررابطه با مدیریت سبد پروژه تأکید می‌شود [۱۴، ۱۵]:

۱. هم‌سو بودن با استراتژی سازمانی: این مورد یک معیار بسیار مهم در راستای دستیابی به استراتژی سازمانی است. استراتژی به‌وسیله پروژه‌ها اجرا و پیاده‌سازی می‌شود و اگر این پروژه‌ها با استراتژی سازمانی هم‌سو نباشند، طبیعتاً درراستای پیاده‌سازی استراتژی سازمانی کمکی نخواهند کرد. کوپر (۲۰۰۰) استدلال می‌کند که استراتژی سازمانی باید در سبد پروژه و تخصیص منابع پروژه‌ها بروز یابد [۱۶].

۲. حداکثر کردن ارزش: منابع یک سازمان محدود است و هدف سازمان این است که از این منابع به‌گونه‌ای بهره‌برداری کند که حداکثر ارزش از یک سبد پروژه حاصل شود. طبیعتاً سازمان از برخی از شاخص‌های مالی، همچون ارزش خالص فعلی و نرخ بازگشت سرمایه، استفاده می‌کند. در برخی موارد، همچون مدل رتبه‌بندی وزنی، سازمان می‌تواند معیارها را برپایه حداکثر ارزش پروژه‌ها پیش‌توسعه دهد؛ اگرچه همان‌گونه که بلام کویست و مولر (۲۰۰۶) اشاره می‌کنند، روش‌های قدیمی‌تر به‌واسطه انقضای زمانی، کمتر موردقبول واقع می‌شوند [۱۷].

۳. تعادل: همچون سرمایه‌گذاری مالی، سبد پروژه نیاز به تعادل دارد (کوپر و همکاران ۲۰۰۰). هدف اصلی، متعادل کردن ریسک و بازگشت است؛ منفعت کوتاه‌مدت و بلندمدت است [۱۶].

لوین (۲۰۰۳) احتیاجات زیر را به این لیست اضافه می‌کند [۱۸]:

۱. متناسب بودن با فرهنگ و ارزش سازمانی؛

۲. شراکت مستقیم و یا غیرمستقیم درراستای ایجاد جریان نقدی سازمان؛

۳. بهره‌برداری بهینه از منابع سازمان (سرمایه، منابع انسانی و فیزیکی)؛

۴. بودن درراستای توسعه بلندمدت، نه فقط سود تجاری کوتاه‌مدت.

در مرور ادبیات موضوع، این نکته مشهود است که مدیریت سبد پروژه «پلی است میان استراتژی و عمل» و سازمان را قادر می‌کند که چشم‌انداز سازمانی را به واقعیت و یا اجرای موفقیت‌آمیز استراتژی سازمانی تبدیل کند [۱۹]. رشد در هر سازمانی، نتیجه پروژه‌های موفق خلق محصول و یا خدمت جدید است [۲۰].

کللاند (۱۹۹۹) معتقد است که عنصر اساسی در طراحی و پیاده‌سازی پروژه‌ها «استراتژی سازمانی» است. درارتباط با این نظر، ولرایت و کلارک (۱۹۹۲) نیز اهمیت مجموعه کارایی از

پروژه‌ها را در یک سبد پروژه درجهت آینده سازمان و رشد فوق‌العاده بازار شناسایی کرده‌اند؛ هرچند سنجش کارایی یک سبد پروژه درجهت هم‌سویی با استراتژی سازمانی با درنظرگرفتن پویایی استراتژی و تغییرات فوق‌العاده، کار آسانی نیست و ازسوی‌دیگر مفهوم استراتژی به‌تنهایی بسیار انتزاعی و مبهم است [۲۱]. کندال و رولین (۲۰۰۳) بیان کرده‌اند که اهداف استراتژیک تجارت می‌تواند اشکال متفاوتی، همچون بهبود سودآوری، افزایش سهم بازار، بهبود سرویس و یا نفوذ به بازارهای جدید، داشته باشد [۱۳].

از دید استراتژیک، دیتریچ و لهتونن (۲۰۰۵) بیان کردند که موفقیت سبد پروژه درنهایت باتوجه به دستیابی به مزیت رقابتی پایدار، قضاوت می‌شود. بااین‌حال، دستیابی به سبد پروژه کارا در عمل کار آسانی نیست. مشکلات پیش‌روی انتخاب یک سبد پروژه شامل موارد زیر است [۲۲]:

مشکل اول این است که ازجنبه اهداف درتضاد هستند؛ برخی قابل‌لمس هستند و برخی غیرقابل‌لمس و مقایسه این موارد کار ساده‌ای نیست [۷،۱۴]. مشکل دوم این است که ارتباطات نامعلومی بین پارامترهای پروژه، ازجمله هزینه و ریسک، وجود دارد [۲۳]. موضوع انتخاب صحیح پروژه‌ها درراستای پیاده‌سازی استراتژی سازمانی بسیار چالش‌برانگیز است. سومین مشکل این است که برخی از پروژه‌ها با هم ارتباط متقابل وسیعی دارند و سازمان قادر نخواهد بود یک پروژه را با دیگر پروژه‌ها بسنجد؛ ولی دررابطه با سنجش مجموعه‌ها این توان را خواهد داشت [۱۴].

ابزارها و تکنیک‌های مورداستفاده برای تسهیل ارزیابی شاخص‌های کمی و کیفی برای پروژه‌های منفرد و یا مجموعه‌ای از پروژه‌ها نتایجی را ارائه می‌دهند که با مشارکت تیم انتخاب درجهت انتخاب سبد پروژه استفاده می‌شوند. ابزارها و تکنیک‌ها به گروه‌ها و رویکردهایی شامل روش‌های مالی (ارزش خالص فعلی، نرخ بازگشت و ...)، رویکردهای استراتژیک و یا مدل‌های ترکیبی تقسیم می‌شوند. مدل‌های ترکیبی عموماً به دو دسته اصلی مدل‌های عددی، غیرعددی و چک‌لیست تقسیم می‌شوند [۱۵، ۲۴، ۲۵].

در مرور ادبیات تعداد زیادی از روش‌ها و مدل‌ها درراستای انتخاب سبد پروژه‌ها ارائه شده است؛ برای نمونه، تیلور (۲۰۰۶) روی مدلی عددی و غیرعددی شامل چهار ویژگی اساسی بحث کرده است: واقعیت‌نگری، توانایی، انعطاف، آسانی استفاده، کارایی هزینه، آسانی کامپیوتری‌شدن [۲۵]. پنج ویژگی اول توسط سادر (۱۹۷۳) ارائه شده است و ششمین مورد توسط مردیت و مانتل (۲۰۰۰). در بحث روی مدل‌های انتخاب سبد پروژه، مردیت و مانتال (۲۰۰۰) دو شرح را برای مدل امتیازبندی وزنی خود ارائه کرده‌اند: مدل باید به تیم انتخاب این توان را دهد که یک تصمیم کلیدی دررابطه با پشتیبانی یا رد کردن پروژه‌ها برپایه اهداف چندگانه سازمان داشته باشد؛ به‌راحتی توان تطبیق با تغییرات در رویکرد و محیط را دارد [۲۴]. آرچر و قاسم‌زاده (۱۹۹۹)

یک مرور وسیع بر ابزارها و مدل‌های انتخاب سبد پروژه داشته‌اند [۵]. آن‌ها به بررسی مزایا و معایب هر گروه از ابزارها و تکنیک‌های انتخاب سبد پروژه پرداخته‌اند؛ برای نمونه، مزیت مدل‌های قیاسی شامل آسان بودن فهم، آسان بودن استفاده و امکان ترکیب تحلیل‌های کمی و کیفی است و معایب آن‌ها شامل درنظرنگرفتن شفاف ریسک، نیاز به تکرار تمام فرآیند در صورت حذف و یا اضافه کردن پروژه، سختی استفاده به‌واسطه افزایش تعداد پروژه‌ها و ناتوانی در پروژه‌های مطلوب‌تر در واقعیت است.

هوانگ و همکاران (۲۰۰۸) از روش تحلیل سلسله‌مراتبی فازی برای انتخاب و اولویت‌بندی پروژه‌های تحقیق و توسعه استفاده کردند. هوانگ با استفاده از نظر خبرگان توانست در چهار سطح معیارهایی را برای انتخاب این نوع پروژه‌ها ارائه دهد و سپس آن‌ها را وزن‌دهی کند و وزن هریک را به‌دست آورد [۲۶]. مید و پرسلی (۲۰۰۲) با روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای، (ANP) مسئله انتخاب پروژه تحقیق و توسعه را مدل کرده‌اند [۲۷]. کالانتن و همکاران (۲۰۰۲) برای انتخاب اولیه (فیلتر سبد) و انتخاب پروژه از روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی سود برده‌اند و آن را برای سیستم های اطلاع‌رسانی پیچیده سفارش کرده‌اند [۲۸]. جیانگ و کلین (۱۹۹۹) با روش تحلیلی و اخذ توافق جمعی از طریق پرسش‌نامه و جلسه عمومی، باتأکید بر معیارهای استراتژیک سازمان، سازکاری برای انتخاب پروژه ارائه داده‌اند [۲۹]. کوکاگلو و همکاران (۱۹۹۴) سیستم پشتیبانی تصمیم پیشنهادی خود را براساس ترکیبی از فنون امتیازدهی و مقایسه زوجی (PCM) و روش مصالحه احتمالی (PROTRADE) بنانهاده‌اند. در سیستم پیشنهادی آن‌ها پروژه‌های تحقیق و توسعه در یک محیط تصمیم‌گیری تقریباً ساخت‌یافته انتخاب می‌شوند [۳۰].

قربانی و ربانی (۲۰۰۹) نیز یک مدل چندهدفه را برای انتخاب پروژه ارائه داده‌اند که در آن دو هدف ماکسیمم کردن سود و مینیمم کردن مجموع انحراف مطلق منابع اختصاص داده شده میان‌دوره‌های زمانی متوالی در نظر گرفته شده است و درآن زمانبندی پروژه درنظر گرفته شده است [۳۱]. چو و همکاران (۱۹۹۶) در سیستم پشتیبانی تصمیم خود از مدل برنامه‌ریزی پویا برای مصالحه بین بودجه و زمان انتخاب پروژه‌های تحقیق و توسعه سود برده‌اند. آن‌ها غیر از احتمال موفقیت فنی به سایر معیارهای انتخاب پروژه توجه نکرده‌اند [۳۲].

شبکه عصبی مصنوعی[1] نامی نوین در علوم مهندسی است که به‌طور ابتدایی و آغازین در سال ۱۹۶۲ توسط فرانک روزن بلات و در شکل جدی و تأثیرگذار در سال ۱۹۸۶ توسط رومل‌هارت و مک‌کلند با ابداع و ارائه مدل پرسپترون بهبودیافته به جهان معرفی شد. این شیوه از ساختاری نرونی و هوشمند با الگوبرداری مناسب از نرون‌های موجود در مغز انسان می‌کوشد از طریق توابع تعریف‌شده ریاضی رفتار درون‌سلولی نرون‌های مغز را شبیه‌سازی کند و ازطریق

1. Arfificial Neural Network

وزن‌های محاسباتی موجود در خطوط ارتباطی نرون‌های مصنوعی، عملکرد سیناپسی را در نرون‌های طبیعی به مدل درآورد. ماهیت و ذات تجربی و منعطف این روش باعث می‌شود در مسائلی مانند مقوله پیش‌بینی که چنین نگرشی در ساختار آن‌ها مشاهده می‌شود و از رفتاری غیرخطی و لجام‌گسیخته برخوردار هستند، به‌خوبی قابل استفاده باشد [۳].

تا حدود یک دهه قبل، کاربردهای مربوط به روش‌های محاسبه کارایی فنی به‌گونه‌ای بود که روش‌های برنامه‌ریزی ریاضی را به‌صورت غیرتصادفی و روش‌های اقتصادسنجی را به‌صورت پارامتریک استفاده می‌کردند و این یک نتیجه منحرف‌کننده دربرداشت. اگر قرار باشد که تحلیل کارایی به‌صورت جدی انجام گیرد، ارزیابی عملکرد تولیدکننده باید هم ازلحاظ خطای آماری و هم ازلحاظ خطای تصریح قابل اطمینان باشد و به‌نظرنمی‌رسد که هیچ‌یک از این روش‌ها از بعد توجه به هر دو نوع خطا قابل اطمینان باشند. شبکه‌های عصبی می‌تواند جایگزینی مناسب برای روش‌های سنتی ناپارامتریک، مانند تحلیل پوششی داده‌ها و مدل‌های اقتصادسنجی برای تخمین توابع غیرخطی تولید و محاسبه کارایی باشد [۳۳].

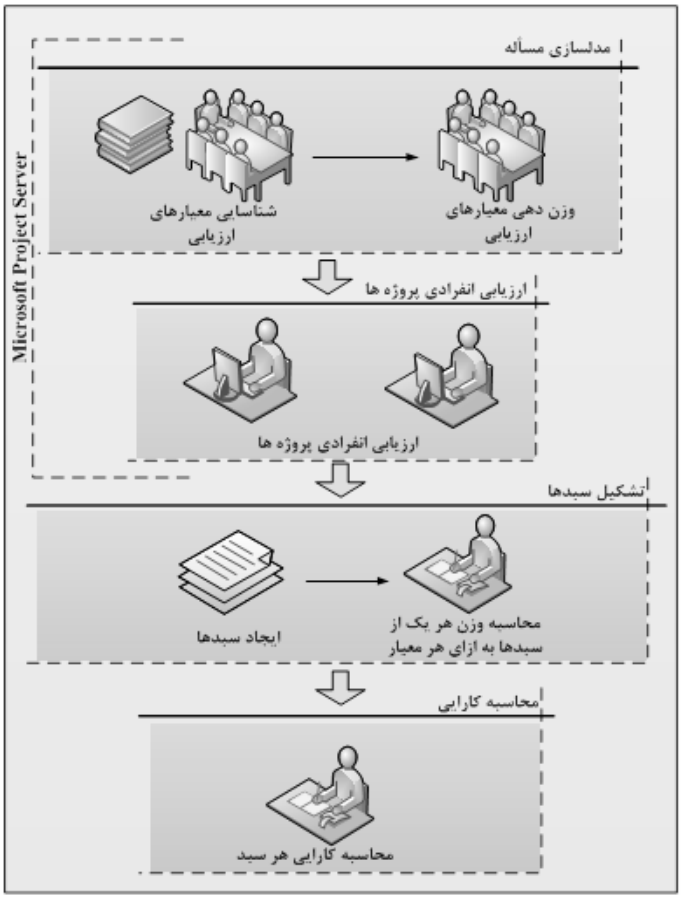
مدل شبکه‌های عصبی در موارد متعددی در پیش‌بینی کارایی و اندازه‌گیری کارایی استفاده شده است. کاستا و مارکلوس (۱۹۹۷) با ارائه مدلی با دو ورودی و یک خروجی، کارایی متروی لندن در یک بازه ۲۴ساله را بااستفاده از مدل شبکه عصبی اندازه‌گیری کردند و شباهت این روش را با روش‌های محاسبه کارایی دیگر، همچون تحلیل پوششی داده‌ها و حداقل مربعات معمولی اصلاح‌شده، نشان دادند [۳۴]. پندهار و رودگر (۲۰۰۳) بااستفاده از خروجی روش تحلیل پوششی داده‌ها، به آموزش شبکه عصبی پرداختند. نتایج نشان داد توان شبکه برای پیش‌بینی واحدهای کارا بالاتر از واحدهای ناکاراست [۳۵]. آزاده و همکاران (۲۰۰۶، ۲۰۰۷، ۲۰۱۰، ۲۰۱۱) بااستفاده از شبکه عصبی مدلی را برای ارزیابی کارایی واحدهای تصمیم‌گیری ارائه داده‌اند. نتایج نشان داد الگوریتم ارائه‌شده کارایی را بسیار نزدیک به نتایج واقعی تخمین می‌زند. آن‌ها در این مطالعات نتیجه گرفتند که الگوریتم ارائه‌شده نتایج بهتری را نسبت به سایر روش‌های متداول محاسبه کارایی ارائه می‌دهد [۳۳، ۳۶، ۳۷، ۳۸، ۳۹].

۳. روش شناسی پژوهش

مدل پیشنهادی. در ادبیات مدیریت سبد پروژه، تلاش‌های فراوانی در ارائه مدل‌هایی برای ارزیابی و انتخاب و شناسایی عواملی برای عملیاتی کردن آن صورت گرفته است که هم‌پوشانی‌هایی با یکدیگر نیز دارند.

معیارهای موردنظر برای سنجش کارایی سبد پروژه در این پژوهش، براساس مرور ادبیات موضوع و خروجی جلسات در سطوح کارشناسی و مدیریتی هستند. در گام بعد، برای امتیازدهی

به هریک از این معیارها با تشکیل جلسات در سطوح مدیریتی و تبادل‌نظر، مقایسات زوجی بین ین معیارها صورت گرفته و وزن هریک از این معیارها محاسبه شده است. شکل ۱ چارچوب ارائه‌شده این پژوهش برای سنجش کارایی سبد پروژه را نشان می‌دهد:



شکل ۱. چارچوب ارائه‌شده پژوهش برای انتخاب سبد پروژه

ارزیابی انفرادی پروژه‌ها. در این گام، براساس ورودی‌های هریک از پروژه‌ها و خروجی موردانتظار برای آن‌ها ارزیابی هریک از پروژه‌ها در قالبی منفرد انجام می‌پذیرد. هریک از این ورودی و خروجی‌ها به‌گونه‌ای تعریف می‌شوند که در گام بعد مشکلی درراستای محاسبه اوزان تجمعی وجود نداشته باشد. برای انجام این ارزیابی نیز از ساختار Microsoft Project Server و تعاریف جریان کاری انجام‌شده برای انجام سنجش موردنظر در یکی از شرکت‌های سرمایه‌گذاری در حوزه نفت و گاز بهره گرفته شده است.

تشکیل سبد. در این گام، هدف ایجاد سبدها به‌عنوان واحدهایی برای ارزیابی است. یک سبد از مجموعه‌ای از پروژه‌های کاندید که در کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند تشکیل شده است. برای نشان‌دادن فرآیند ایجاد خواهیم داشت: $G=\{1,2,3,\ldots,n\}$ که G بیان‌کننده گروهی از پروژه-های کاندید خواهد بود و Q_K نشان‌دهنده گروهی از پروژه‌ها در سبد k که عضوی از G است: ($Q_k \subset G$). بردار z_k مشخص‌کننده انتخابی خاص از پروژه‌ها در سبد k است (اگر پروژه‌ای در سبد وجود داشته باشد، درایه متناظر آن پروژه در بردار z_k برابر یک خواهد بود و درغیراین‌صورت $z_k=0$).

با پیش‌فرض استقلال پروژه‌ها از یکدیگر و بدون اثر متقابل و با درنظرگرفتن مقدار ورودی i برای سبد k و مقدار خروجی r، مقدار خروجی مورد انتظار این سبد است که این مقادیر بااستفاده از یک تابع تجمعی ساده و بااستفاده از ورودی‌ها و خروجی‌های پروژه‌های منفرد محاسبه می-شود:

$$\hat{x}_{ik} = \sum_{j=1}^{n_p} x_{ij} z_{jk} \qquad \forall i,r,k.$$

$$\hat{y}_{rk} = \sum_{i=1}^{n_p} y_{ri} z_{jk} \qquad \forall i,r,k.$$

ساختار شبکه عصبی مصنوعی برای سنجش کارایی. یک شبکه عصبی معمولاً از سه لایه ورودی، پنهان و خروجی تشکیل شده است. لایه ورودی فقط اطلاعات را دریافت می‌کند و مشابه متغیر مستقل عمل می‌کند؛ لذا تعداد نرون‌های لایه ورودی براساس طبیعت مسئله تعیین می‌شود و به تعداد متغیرهای مستقل بستگی دارد. لایه خروجی نیز مانند متغیر وابسته عمل می‌کند و تعداد نرون‌های آن به تعداد متغیر وابسته بستگی دارد. برخلاف لایه‌های ورودی و خروجی، لایه پنهان هیچ مفهومی را نشان نمی‌دهد و فقط یک نتیجه میانی در فرآیند محاسبه ارزش خروجی هستند. بهترین روش برای تعیین تعداد نرون بهینه، روش آزمون و خطا است [۴].

در استفاده از شبکه عصبی دو مرحله مجزا وجود دارد که به صورت مکمل، باعث استفاده از شبکه می‌شوند. درابتدا سلول‌های شبکه آموزش می‌بینند و از این طریق اوزان مناسب تعیین می‌شوند. پس از آموزش شبکه، نوبت به آن می‌رسد که شبکه آموزش‌یافته استفاده شود. در این مرحله، اوزان خطوط اتصال ثابت هستند و تنها با دادن ورودی‌های جدید، خروجی‌های مربوطه حاصل می‌شوند [۴].

برای مقایسه قدرت پیش‌بینی و انتخاب بهترین شبکه از میان شبکه‌های مختلف، معیارهای مختلفی ازقبیل MAE، ME، MAPE و MSE وجود دارد. از این میان، معیار MSE معیار عمومی برای استفاده در انواع مسائل است و معیارهای دیگر حالت تعمیم‌یافته این معیار برای

کاربرد در مسائل خاص هستند. در این پژوهش از معیار MAPE (میانگین مربعات خطا) استفاده شده است و از طریق رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^{n} \left| \frac{x_i - x'}{x_i} \right|^2}{n}$$

الگوریتم محاسبه کارایی فنی. در این بخش، از یک الگوریتم شبکه عصبی که توسط آزاده و همکاران ارائه شده است، برای اندازه‌گیری کارایی واحدها در دوره فعلی استفاده می‌شود [۳۳، ۳۶، ۳۷، ۳۸، ۳۹] که از مراحل زیر تشکیل شده است:

۱. تعیین متغیرهای ورودی (s) و خروجی (p) مدل؛

۲. جمع‌آوری مجموعه داده‌ها (S) برای تمامی دوره‌ها که بیان‌کننده روابط داده–ستاده واحدهای تصمیم‌گیرنده (DMU) است. بنابر فرض n واحد تصمیم‌گیرنده وجود دارد و داده‌های دوره جاری (S_c) که ارزیابی باید روی آن انجام شود، به مجموعه S تعلق ندارد؛

۳. تقسیم S به دو زیرمجموعه مجزای داده‌های آموزش (S_1) و داده‌های آزمون (S_2)؛

۴. استفاده از روش شبکه عصبی برای تخمین روابط بین داده‌ها و ستاده‌ها که شامل مراحل زیر است:

ـ تعیین ساختار شبکه و پارامترهای آموزش؛

ـ آموزش شبکه بااستفاده از S_1؛

ـ ارزیابی شبکه بااستفاده از S_2؛

ـ تکرار مراحل بالا با ساختارها و پارامترهای متفاوت؛

انتخاب بهترین ساختار برای شبکه بااستفاده از خطای مجموعه آزمایش (MAPE).

۱. اجرای شبکه عصبی مصنوعی برای S_c؛

۲. محاسبه اختلاف بین kامین خروجی واقعی($P_{real(ik)}$ برای مدل ورودی‌محور و $C_{real(ik)}$ برای مدل خروجی‌محور) و *k*امین خروجی مدل ANN ($P_{ANN(ik)}$ برای مدل ورودی‌محور و $C_{ANN(ik)}$ برای مدل خروجی‌محور) در دوره‌ای که مقرر است کارایی واحدهای تصمیم‌گیری را ارزیابی کنیم؛

$$E_{ik} = P_{real(ik)} - P_{ANN(ik)} \qquad i = 1,2,...,n \qquad for\ input-oriented$$

$$E_{ik} = C_{ANN(ik)} - C_{real(ik)} \qquad i = 1,2,...,n \qquad for\ output-oriented$$

۳. انتقال تابع مرزی شبکه عصبی به سمت بالا برای به‌دست‌آوردن اثر بزرگ‌ترین جمله خطای

مثبت؛

$$E'_{ik} = E_{ik} \Big/ P_{(ANN)ik} \qquad i = 1,2,...n \qquad for\, inut - oriented$$

$$E'_{ik} = E_{ik} \Big/ C_{(ANN)ik} \qquad i = 1,2,...,n \qquad for\, outut - oriented$$

بزرگ‌ترین E'_i نشان‌دهنده DMU با بهترین عملکرد است.

$$E'_{*k} = \max_i (E'_{ik} | i = 1,2,...,n) \qquad k = 1,2,...,m$$

مقدار انتقال برای هریک از DMUها متفاوت است و به شکل زیر محاسبه می‌شود:

$$Sh_{ik} = E_{*k} * P_{(ANN)ik} \Big/ P_{(ANN)ik^*} \qquad i = 1,2,...,n \qquad for\, input - oriented$$

$$Sh_{ik} = E_{*k} * C_{(ANN)ik} \Big/ C_{(ANN)ik^*} \qquad i = 1,2,...,n \qquad for\, outut - oriented$$

مقدار مورد انتظار kامین خروجی (ورودی) برای واحد تصمیم‌گیری iام برابر خواهد بود با:

$$Ps_{ik} = P_{(ANN)ik} + Sh_{ik}$$
$$Cs_{ik} = C_{(ANN)ik} - Sh_{ik}$$

۴. محاسبه کارایی واحدهای تصمیم‌گیری.

کارایی(F_i) هر واحد عددی بین ۰ و ۱ است و از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$E_i = (k\sum P_{ik}^2)^{1/2} \Big/ (k\sum Ps_{ik}^2)^{1/2} \qquad i = 1,2,...,n \qquad for \;\; input - oriented$$

$$E_i = (k\sum Cs_{ik}^2)^{1/2} \Big/ (k\sum C_{ik}^2)^{1/2} \qquad i = 1,2,...,n \qquad for \;\; output - oriented$$

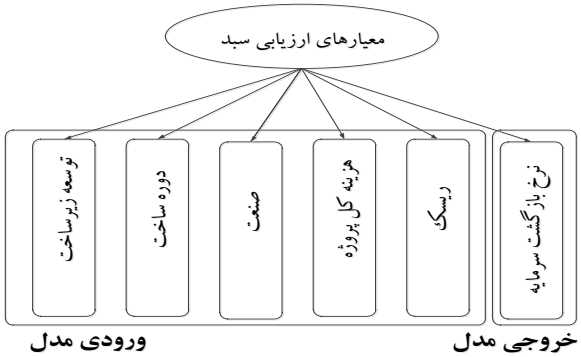
$$F_i = E_i \Big/ \max\{E_i | 1 = 1,...,n\} \qquad i = 1,2,...,n$$

پس ازآشنایی با متدولوژی تحقیق و معرفی مراحل آن، در این بخش طی یک برنامه‌ی عملیاتی منسجم که در چارچوب متدولوژی ذکر شده است، به جمع‌آوری و طبقه‌بندی اطلاعات می‌پردازیم و سپس با حل مدل، اطلاعات و داده‌ها را تجزیه و تحلیل می‌کنیم.

٤. تجزیه‌وتحلیل یافته‌ها

مورد مطالعاتی. در این پژوهش از اطلاعات مربوط به پروژه‌های موجود در سبد یک شرکت فعال در حوزه نفت و گاز استفاده کرده‌ایم. برای جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات برای تجزیه و تحلیل، از ابزار Microsoft Project Server استفاده کردیم. جامعه آماری پژوهش شامل تمامی کارشناسان و مدیران سازمان است که با مفاهیم مدیریت پروژه آشنا بودند و بر پروژه‌های سازمان تسلط کامل داشتند.

تشکیل مدل و ساختاردهی به مسئله. در این گام، مسئله به‌طور شفاف بیان می‌شود و فاکتورهای آن ارزیابی می‌شوند. مدل به‌کارگرفته‌شده برای ارزیابی و انتخاب سبد پروژه براساس شش فاکتور زیر است که حاصل مرور ادبیات موضوع و نظرات کارشناسان و مدیران سازمان است (شکل ۲):



شکل ۲. معیارهای ارزیابی پروژه‌ها و ورودی‌ها و خروجی‌های مدل شبکه عصبی

انجام مقایسات زوجی برای ارزیابی معیارها. ماتریس‌های مقایسه زوجی برای تشکیل بردار اوزان یا اولویت تشکیل می‌شوند. مقایسات صورت‌گرفته در این ماتریس‌ها از نوع ماتریس‌های به‌کارگرفته‌شده در تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها است. نتایج حاصل از این ماتریس‌ها، بردار وزن

است. چنانکه می‌دانیم، تعداد مقایسات زوجی صورت‌گرفته در این ماتریس‌ها برابر m(m-1)/2 است که m برابر تعداد سطرها یا ستون‌ها است.

طیف ارائه‌شده برای انجام مقایسات زوجی مطابق با جدول ۱ است:

جدول ۱. طیف ارائه‌شده برای مقایسات زوجی

امتیاز	ارزش ارزیابی
۹	کاملاً مرجح
۶	خیلی مرجح
۳	مرجح
۱	ترجیح یکسان

نتایج حاصل از مقایسات زوجی و وزن هریک از معیارها مطابق جدول ۲ است:

جدول ۲. نتایج حاصل از مقایسات زوجی معیارها

معیار	وزن
ریسک	٪۳۲/۲۵
نرخ بازگشت سرمایه	٪۳۲/۲۵
هزینه کل پروژه	٪۱۵/۰۳
صنعت	٪۳/۰۸
دوره ساخت	٪۷/۵۲
توسعه زیرساخت	٪۹/۰۷

ارزیابی انفرادی پروژه‌ها. در این گام، امتیاز انفرادی هریک از پروژه‌ها به‌ازای هریک از معیارها محاسبه می‌شود. برای هریک از معیارهای پیش‌تر بیان‌شده طیفی وزنی براساس نظرات مدیران و کارشناسان ارائه شده است. جدول ۳

جدول ۳. طیف ارائه‌شده برای ارزیابی پروژه‌ها

طیف وزنی ارائه‌شده برای محاسبه وزن هر پروژه را بیان می‌کند:

جدول ۳. طیف ارائه‌شده برای ارزیابی پروژه‌ها

ارزش ارزیابی	امتیاز
بسیار زیاد	۹
زیاد	۶
متوسط	۳
کم	۱
بدون ارزش	۰

برای محاسبه وزن هر پروژه باید اطلاعات کیفی پروژه‌ها به اطلاعات کمی تبدیل می‌شدند و برای انجام این کار مهم، اطلاعات کیفی پروژه‌ها براساس طیف ارائه‌شده در وزن‌دهی به اطلاعات کمی پروژه‌ها تبدیل شد.

جدول ۴. طیف ارائه‌شده برای هریک از معیارهای ارزیابی

جدول ۴ و جدول ۵ بیانگر وزن‌دهی صورت‌گرفته برای معیارهای کیفی است:

جدول ۴. طیف ارائه‌شده برای هریک از معیارهای ارزیابی

ارزش ارزیابی	هزینه کل پروژه	ریسک	نرخ بازگشت	توسعه زیرساخت	صنعت	دوره ساخت
بسیار زیاد	بیشتر از ۳ میلیون دلار	۱۰/۳ و بیشتر	بیش از ۲۵٪	بدون اهمیت	سایر	کمتر از ۶ ماه
زیاد	از ۲ تا ۳ میلیون دلار	بین ۱۰/۳ و ۷/۳	۲۰٪ تا ۲۴/۹۹٪	نه چندان بااهمیت	پایین‌دستی پترشیمی	۶ ماه تا یک سال
متوسط	از ۱ تا ۲ میلیون دلار	بین ۷/۳ و ۵/۳	۱۵٪ تا ۱۹/۹۹٪	مهم	برق و انرژی‌های نو	۱ تا ۲ سال
کم	از ۰/۵تا ۱ میلیون دلار	بین ۵/۳ و ۳/۳	۱۰٪ تا ۱۴/۹۹٪	بسیار مهم	نفت و گاز	۲ تا ۳ سال
بدون ارزش	کمتر از ۰/۵میلیون دلار	کمتر از ۳/۳	۰ تا ۱۰٪	فوق العاده مهم	بالادستی پالایشگاه و پتروشیمی	بیش از ۳ سال

جدول ۵. ارزیابی انجام‌شده برای هریک از پروژه‌ها

پروژه	هزینه کل پروژه	ریسک	نرخ بازگشت سرمایه	توسعه زیرساخت	صنعت	دوره ساخت
۱	زیاد	متوسط	زیاد	کم	کم	کم
۲	کم	متوسط	متوسط	کم	کم	زیاد
۳	بسیار زیاد	کم	بسیار زیاد	متوسط	بسیار زیاد	کم
۴	متوسط	متوسط	متوسط	بسیار زیاد	کم	کم
۵	کم	کم	زیاد	کم	کم	کم
۶	زیاد	کم	زیاد	کم	کم	کم
۷	زیاد	متوسط	زیاد	متوسط	کم	کم

با انجام محاسبات و ضرب وزن هر پروژه در وزن معیار، وزن معیارها برای پروژه‌ها مطابق به‌دست خواهد آمد:

جدول ۶. وزن هر پروژه به‌ازای هر معیار

پروژه	هزینه کل پروژه	ریسک	نرخ بازگشت سرمایه	توسعه زیرساخت	صنعت	دوره ساخت
۱	۰/۹۰۱۸	۰/۹۶۷۵	۱/۹۳۵	۰/۰۹۰۷	۰/۰۳۸۸	۰/۰۷۵۲
۲	۰/۱۵۰۳	۰/۹۶۷۵	۰/۹۶۷۵	۰/۰۹۰۷	۰/۰۳۸۸	۰/۴۵۱۲
۳	۱/۳۵۲۷	۰/۳۲۲۵	۲/۹۰۲۵	۰/۲۷۲۱	۰/۳۴۹۲	۰/۰۷۵۲
۴	۰/۴۵۰۹	۰/۹۶۷۵	۰/۹۶۷۵	۰/۸۱۶۳	۰/۰۳۸۸	۰/۰۷۵۲
۵	۰/۱۵۰۳	۰/۳۲۲۵	۱/۹۳۵	۰/۰۹۰۷	۰/۰۳۸۸	۰/۰۷۵۲
۶	۰/۹۰۱۸	۰/۳۲۲۵	۱/۹۳۵	۰/۰۹۰۷	۰/۰۳۸۸	۰/۰۷۵۲
۷	۰/۹۰۱۸	۰/۹۶۷۵	۲/۹۰۲۵	۰/۲۷۲۱	۰/۰۳۸۸	۰/۰۷۵۲

تشکیل سبد. در این گام، مطابق آنچه بیان کردیم، به تشکیل سبدها می‌پردازیم. در مجموع از ۷ پروژه موردبررسی ۱۲۷ سبد ایجاد می‌شود.

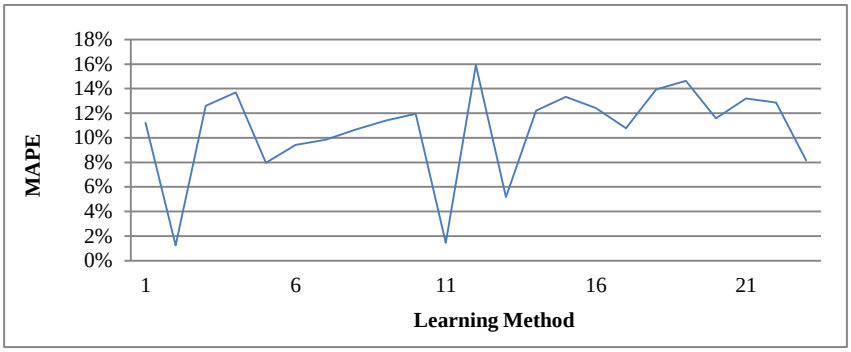
محاسبه کارایی. همان‌گونه که پیش‌تر اشاره کردیم، در این قسمت برای محاسبه کارایی هریک از سبدها (واحدهای تصمیم‌گیری) از روش ارائه‌شده توسط آزاده و همکاران [۳۳، ۳۶، ۳۷، ۳۸، ۳۹] برای سنجش کارایی واحدهای تصمیم‌گیری استفاده می‌کنیم.

باتوجه به اینکه تابع تولید موردنظر در این مطالعه پنج متغیر مستقل و یک متغیر وابسته دارد، در این بخش باید به‌دنبال ایجاد یک شبکه عصبی باشیم که شامل پنج ورودی و یک خروجی باشد و بتواند مقادیر متغیر وابسته را به‌خوبی پیش‌بینی کند. فرایند یافتن چنین شبکه‌ای شامل جست‌وجو در میان انواع و اقسام شبکه‌ها با ساختارها و پارامترهای متفاوت تا جایی است که نتایج راضی‌کننده حاصل شود. جدول ۷ نشان‌دهنده ۲۳ ساختار متفاوت از شبکه‌های عصبی پیشخور است که دو لایه مخفی دارد و تعداد نرون‌های این لایه بین ۲ تا ۲۹ نرون متغیر است.

جدول ۷. نتایج حاصل از اجرای شبکه عصبی

ردیف	الگوی یادگیری	تابع انتقال لایه اول	تابع انتقال لایه دوم	تعداد نرون در لایه مخفی	خطا
۱	GDM	Tansig	Purelin	۲	٪۱۱/۳۳
۲	LM	Tansig	Purelin	۶	٪۱/۲۳
۳	GDX	Tansig	Purelin	۲۷	٪۱۲/۶۱
۴	B	Tansig	Purelin	۱۹	٪۱۲/۷۱
۵	BFG	Tansig	Purelin	۱۸	٪۷/۹۶
۶	CGB	Tansig	Purelin	۱۱	٪۹/۴۳
۷	CGF	Tansig	Purelin	۲۱	٪۹/۸۵
۸	CGP	Tansig	Purelin	۳	٪۱۰/۶۸
۹	GD	Tansig	Purelin	۲	٪۱۱/۴۰
۱۰	GDA	Tansig	Purelin	۱۴	٪۱۱/۹۵
۱۱	LM	Logsig	Logsig	۱۶	٪۱/۴۶
۱۲	B	Logsig	Logsig	۲۶	٪۱۵/۹۲
۱۳	BFG	Logsig	Logsig	۱۵	٪۵/۱۷
۱۴	CGB	Logsig	Logsig	۱۲	٪۱۲/۲۱
۱۵	CGF	Logsig	Logsig	۱۲	٪۱۳/۳۳
۱۶	CGP	Logsig	Logsig	۴	٪۱۲/۴۱
۱۷	GD	Logsig	Logsig	۱۰	٪۱۰/۷۸
۱۸	GDA	Logsig	Logsig	۱۹	٪۱۳/۹۳
۱۹	GDM	Logsig	Logsig	۲۲	٪۱۴/۶۲
۲۰	GDX	Logsig	Logsig	۱۶	٪۱۱/۵۸
۲۱	OSS	Logsig	Logsig	۲۷	٪۱۳/۲۰
۲۲	SCG	Logsig	Logsig	۸	٪۱۲/۷۸
۲۳	RP	Logsig	Logsig	۲۸	٪۸/۱۶

نمودار خطای ۲۳ الگوی یادگیری در شکل ۳ نمایش داده شده است.



شکل ۳. خطای الگوهای یادگیری

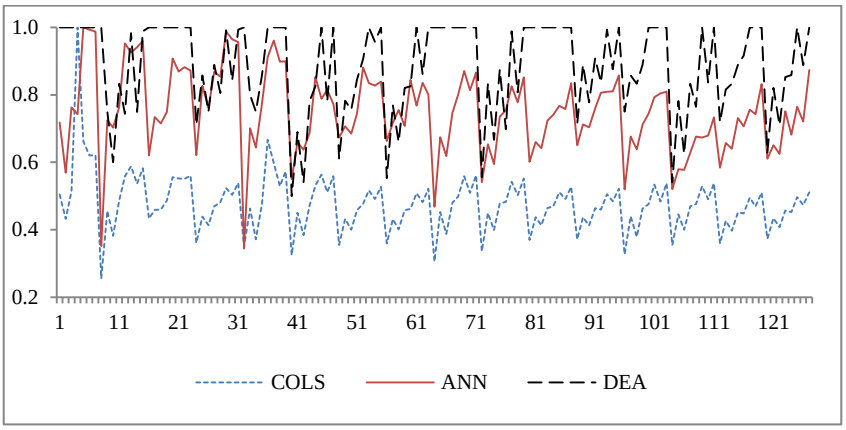
الگوی یادگیری trainlm با ۶ نرون داخلی، کمترین میزان خطا را دارد.

کارایی سبدها. جدول ۸ بیانگر ۱۰ سبد با بیشترین کارایی بااستفاده از هریک از روش‌های DEA، COLS و ANN است.

جدول ۸. نتایج کارایی بااستفاده از روش شبکه عصبی

شماره سبد	سبد	ANN	سبد	DEA	سبد	COLS
۱	۰۰۰۰۱۰۱	٪۱۰۰	۰۰۰۰۰۰۱	٪۱۰۰	۰۰۰۰۱۰۰	٪۱۰۰
۲	۰۰۰۰۱۱۰	٪۹۹/۳۷	۰۰۰۰۰۱۰	٪۱۰۰	۰۱۰۰۱۰۰	٪۶۶/۶۹
۳	۰۰۰۰۱۱۱	٪۹۸/۸۰	۰۰۰۰۰۱۱	٪۱۰۰	۰۰۰۰۱۰۱	٪۶۶/۱۷
۴	۰۰۱۱۱۰۱	٪۹۸/۸۰	۰۰۰۰۱۰۰	٪۱۰۰	۰۰۰۰۱۱۱	٪۶۲/۰۹
۵	۰۰۱۱۱۰۱	٪۹۶/۴۵	۰۰۰۰۱۰۱	٪۱۰۰	۰۰۰۰۱۱۰	٪۶۲/۰۴
۶	۰۱۰۰۱۰۱	٪۹۶/۰۸	۰۰۰۰۱۱۰	٪۱۰۰	۰۱۰۰۱۰۱	٪۵۹/۷۲
۷	۰۰۰۱۱۱۱	٪۹۶/۰۴	۰۰۰۰۱۱۱	٪۱۰۰	۰۰۰۱۱۰۱	٪۵۸/۷۹
۸	۰۰۱۱۱۱۱	٪۹۵/۶۱	۰۰۰۱۰۰۰	٪۱۰۰	۰۰۰۱۱۱۱	٪۵۸/۲۰
۹	۰۰۰۱۱۰۰	٪۹۵/۲۲	۰۰۱۰۰۰۰	٪۱۰۰	۰۱۰۰۱۱۱	٪۵۷/۲۹
۱۰	۰۰۰۱۱۱۰	٪۹۴/۰۸	۰۰۱۰۰۰۱	٪۱۰۰	۰۱۰۱۱۰۱	٪۵۶/۲۹

شکل ۴ کارایی محاسبه‌شده برای تمامی سبدها را با هرسه روش نشان می‌دهد.



شکل ۴. کارایی محاسبه‌شده با هرسه روش

بررسی نتایج حاصل از روش‌های محاسبه کارایی. در این بخش از تحقیق، برای بررسی نتایج حاصل از روش‌های شبکه عصبی، تحلیل پوششی داده‌ها و حداقل مربعات معمولی اصلاح‌شده، به تحلیل و بررسی نتایج حاصل از سه مدل می‌پردازیم.

مدل ارائه‌شده برای سنجش کارایی ورودی‌ها، شامل ریسک، هزینه کل پروژه، صنعت، توسعه زیرساخت و دوره ساخت و خروجی مدل نرخ بازگشت سرمایه بوده است. باتوجه به محاسبات انجام‌شده نتایج زیر برای هرسه روش به‌دست آمده است (جدول ۹):

جدول ۹. نتایج حاصل از روش‌های محاسبه کارایی

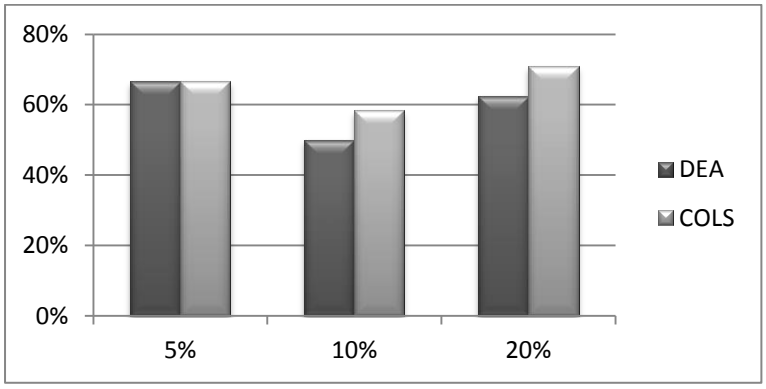
DEA	COLS	ANN	
۰/۸۸۵۲۱۸	۰/۴۷۵۷۶	۰/۷۴۷۹۱۶	میانگین درجات کارایی
1	1	1	ماکسیمم کارایی به‌دست‌آمده
۰/۵	۰/۲۵۵۸۸۱	۰/۳۴۳۹۰۴	مینیمم کارایی محاسبه به‌دست‌آمده

همان‌گونه که در جدول ۱۰ می‌بینیم، در مقایسه نتایج حاصل از هرسه روش محاسبه کارایی، هم‌پوشانی بالایی وجود دارد و در رده ۵ درصد بالای واحدهای کارای به‌دست‌آمده ۶۶/۶۷ درصد بین کارایی محاسبه‌شده بااستفاده از روش شبکه عصبی و روش‌های تحلیل پوششی داده‌ها و حداقل مربعات معمولی اصلاح‌شده هم‌پوشانی دیده می‌شود. با بررسی بیشتر نتایج کارایی به‌دست‌آمده می‌بینیم که در رده ۱۰درصد بالای نتایج کارایی بین روش شبکه عصبی و تحلیل پوششی داده‌ها ۵۰ درصد و بین شبکه عصبی و حداقل مربعات معمولی اصلاح‌شده ۵۸/۳ درصد

کارایی محاسبه می‌شود و برای رده ۲۰ درصد بالای کارایی نیز نتایج در جدول زیر دیده می‌شود (جدول ۱۰، شکل ۵):

جدول ۱۰. هم‌پوشانی به‌دست‌آمده برای رده بالای کارایی محاسبه‌شده

روش	۵ درصد بالا	۱۰ درصد بالا	۲۰ درصد بالا
تحلیل پوششی داده‌ها	٪۶۶/۷	٪۵۰	٪۶۲/۵
حداقل مربعات معمولی اصلاح شده	٪۶۶/۷	٪۵۸/۰۳	٪۷۰/۸

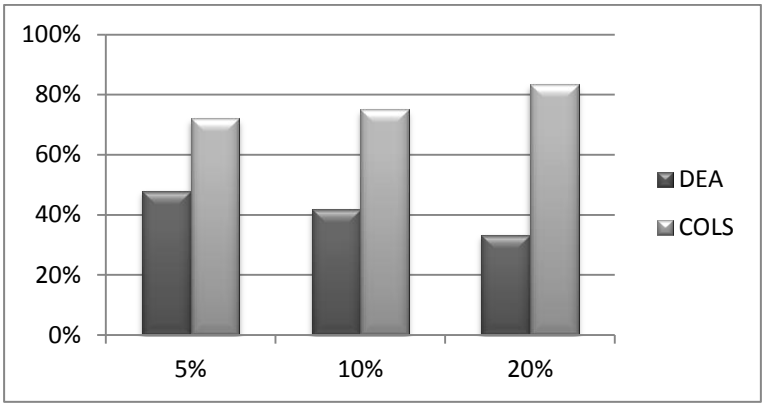


شکل ۵. هم‌پوشانی به‌دست‌آمده برای رده بالای کارایی محاسبه‌شده

در رده ۵ درصد پایین واحدهای کارای به‌دست‌آمده ۳۳/۳۳ درصد بین کارایی محاسبه‌شده بااستفاده از روش شبکه عصبی و روش‌های تحلیل پوششی داده‌ها و ۸۳/۳۳ درصد با روش حداقل مربعات معمولی اصلاح‌شده هم‌پوشانی قابل مشاهده است. بابررسی بیشتر نتایج کارایی به‌دست‌آمده می‌بینیم که در رده ۱۰ درصد پایین نتایج کارایی بین روش شبکه عصبی و تحلیل پوششی داده‌ها ۴۱/۶۷ درصد و بین شبکه عصبی و حداقل مربعات معمولی اصلاح‌شده ۷۵ درصد کارایی محاسبه می‌شود. برای رده ۲۰ درصد پایین کارایی نیز نتایج در جدول زیر دیده می‌شود (جدول ۱۱، شکل ۶):

جدول ۱۱. هم‌پوشانی به‌دست‌آمده برای رده پایین کارایی محاسبه‌شده

روش	۵ درصد پایین	۱۰ درصد پایین	۲۰ درصد پایین
تحلیل پوششی داده‌ها	٪۳۳/۳۳	٪۴۱/۶۷	٪۴۸
حداقل مربعات معمولی اصلاح‌شده	٪۸۳/۳۳	٪۷۵	٪۷۲



شکل ۶. هم‌پوشانی به‌دست‌آمده برای رده پایین کارایی محاسبه‌شده

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

مدیریت سبد پروژه، رویکردی برگرفته از دانش مدیریت پروژه است؛ با این مضمون که در این سیستم، مدیریت بر ترکیبی از پروژه‌ها با اهداف و شرایط خاص است و سطحی بالاتر از مدیریت پروژه در سازمان تلقی می‌شود. در این نظام مدیریتی، هدف اصلی طراحی و اجرای پروژه‌هایی است که بتوانند درنهایت دستیابی سازمان را به اهداف استراتژیک خود آسان کنند.

در این تحقیق، برای محاسبه کارایی از روش شبکه عصبی برای سنجش کارایی واحدهای تصمیم‌گیری استفاده شده است و دانستیم که نتایج حاصل از شبکه عصبی و روش‌های DEA و COLS هم‌پوشانی خوبی دارند که این مورد ضمن تأیید نتایج حاصل از مدل شبکه عصبی و باتوجه به مزیت‌هایی چون سهولت محاسبات، عدم‌نیاز به پیش‌فرض‌های آماری برخلاف COLS، انعطاف‌پذیری روش در تعداد ورودی‌ها و خروجی‌ها و محاسبه کارایی مطلق (برخلاف تحلیل پوششی داده‌ها که کارایی نسبی را محاسبه می‌کند)، برتری نسبی این روش را نشان می‌دهد.

در این تحقیق کوشیدیم درقالب گام‌های مدون و عملی، ترکیبی از پروژه‌های منفرد درقالب سبد پروژه مبتنی‌بر محدودیت‌های منابع سازمان ارائه کنیم. در بسیاری از تحقیقات انجام‌شده دو موضوع محدودیت‌های سازمان و ترکیب پروژه‌ها نادیده گرفته شده است و به‌ویژه در تحقیقات داخلی مدیریت پروژه و انتخاب پروژه فقط به موضوع رتبه‌بندی منفرد پروژه‌ها پرداخته‌اند. همچنین کوشیدیم چارچوبی کلی برای تعیین نوع پارامترها و شاخص‌هایی که در ترکیب پروژه‌ها و حصول نتایج درقالب سبد پروژه دخیل هستند ارائه کنیم که این امر نیز نیازمند بحث و بررسی بیشتر است. موضوع سومی که در این تحقیق دنبال کردیم، اندازه‌گیری کارایی و انتخاب سبد پروژه‌ها بااستفاده از مدل شبکه‌های عصبی مصنوعی بود. در این تحقیق کوشیدیم روش‌هایی را

که صحت آن‌ها قبلاً مورد تأیید قرار گرفته‌اند، وارد حوزه عمل و کاربرد کنیم.
در رابطه با موضوع ارزیابی سبد پروژه‌ها، شناسایی و ارزیابی هر پروژه از اهمیت بسیاری برخوردار است. در این رابطه موارد زیر برای تحقیقات آتی قابل طرح هستند:

ـ پیاده‌سازی مدل ارزیابی و انتخاب سبد پروژه در سایر سازمان‌ها؛
ـ ارزیابی جامع و ارائه سایر مدل‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه برای سنجش اوزان معیارها و پروژه‌ها؛
ـ استفاده از مدل‌های بهینه‌سازی برای ارزیابی سطح سرمایه‌گذاری و استفاده از منابع؛
ـ توسعه مدل ارزیابی سبد پروژه براساس استانداردهای بین‌المللی سبد پروژه؛
ـ حل مسئله با پیش‌فرض دینامیک بودن فضای مسئله؛ به این معنی که در زمان حل مسئله، به وجود سایر پروژه‌های درحال اجرای سازمان توجه شود.

منابع

۱. الهیاری، مصطفی؛ و اکبری‌مقدم، بیت‌اله (۱۳۸۹). اولویت‌بندی و تصمیم‌گیری در انتخاب پروژه‌های استراتژیک سایپا براساس تکنیک برنامه‌ریزی هوشین با روش AHP . *اصفهان: هشتمین کنفرانس بین المللی مهندسی صنایع.*

۲. رفیعی، حامد؛ معنوی‌زاده، ندا؛ و ربانی، مسعود (۱۳۹۰). ارائه مدل برنامه‌ریزی آرمانی به‌منظور انتخاب پروژه‌ها در حمل‌ونقل ریلی. *حمل‌ونقل و توسعه.* شماره ۴۵ ، ۷۲–۷۷.

۳. البرزی، محمود (۱۳۸۹). آشنایی با شبکه‌های عصبی. تهران: انتشارات دانشگاه صنعتی شریف.

۴. نجفی، بهاءالدین؛ و طرازکار، محمدحسن (۱۳۸۵). پیش‌بینی میزان صادرات پسته ایران: کاربرد شبکه عصبی مصنوعی. *فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی.* شماره ۳۹، ۱۹۱–۲۱۴.

5. Aulto, T. (2000). *Straregies and methods for project portfolio management, seminar in project management*, Helsinki university of technology.

6. Blechfeldt, B., & Eskerod, P. (2008). Project portfolio management -There is more to it than what, *International Journal of Project Management, 26*, 357-365.

7. Archer, N., & Ghasemzedeh F. (1999). An Integrated framework for project portfolio selection, *International journal of Project Management*, *17*, 207-216.

8. Cooper, R., Edgett, S., & Kleinschmidt, E. (1998). Best Practices for Managing R & Portfolios, *Research Technology Management, 41(4)*, 20–33.

9. Artto, K. A., Dietrich, P. H., & Nurminen, M. I. (2004). *Strategy by Implementation of Projects.* Innovations-Project Management Research , PMI.

10. Morris, P., & Jamieson, A. (2004). *Translating Corporate Strategy into Project Strategy: Realizing Corporate Strategy through Project Management*, PMI, USA.

11. Mintzberg, H., Ahlstrand, B., & Lampel, J. (1998). *Strategy Safari: A Guided Tour through the Wilds of Strategic Management*, Free Press , New York.

12. Hamel, G., & Prahalad, C.K. (1993). Strategy as Stretch and Leverage, *Harvard Business Review, 71(2)*, 73-84.

13. Kendall, G. I., & Rollins, S. C. (2003). Advanced Project Portfolio Management and the PMO, Multiplying ROI at Warp Speed, J. Ross.

14. Ghasemzadeh, F., Archer, N., & Iyogun, P. (1999). A Zero-One Model for Project Portfolio Selection and Scheduling. *The Journal of the Operational Research Society, 50 (7)*, 745-755.

15. Cooper, R., Edgett, S., & Kleinschmidt, E. (2001). Portfolio management for new product development: results of an industry practices study, *R&D Management, 31(4)*, 361- 380.

16. Cooper, R., & Kleinschmidt, E. (2000). New Problems, New Solutions: Making Portfolio Management More Effective, *Research Technology Management, 43(2)*, 18-33.

17. Blomquist, T., & Müller, R. (2006). *Middle Managers in Program & Project Portfolio Management: Practices, Roles & Responsibilities*, PA: Project Management Institute, USA.

18. Levine, H. (2003). *Project Portfolio Management: A Practical Guide to*

Selecting Projects, Managing Portfolios and Maximizing Benefits , Jossey-Bass, San Francisco.

19. Morris, P., & Jamieson, A. (2004). *Translating Corporate Strategy into Project Strategy: Realizing Corporate Strategy through Project Management*, PMI, USA.

20. Englund, R., & Graham, R. (1999). From Experience: Linking Projects to Strategy, *Journal of Production and Innovation Management, 16(1)*, 52-64.

21. Wheelwright, S., & Clark, K. (1992). Creating Project Plans to Focus Product Development, *Harvard Business Review, 70(2)*, 70-82.

22. Dietrich, P., & Lehtonen, P. (2005). Successful Management of Strategic Intensions through Multiple Projects - Reflections from Empirical Study, *International Journal of Project Management, 23(5)*, 386-391.

23. Rădulescu, Z., & Rădulescu, M. (2001). Project Portfolio Selection Models and Decision Support, *SIC(National Institute for Research & Development in Informatics, 10(4)*.

24. Meredith, J., & Mantel, J. (2000). *Project Management: A Managerial Approach*, John Wiley & Sons , New York.

25. Taylor, J. (2006). *A Survival Guide for Project Manager*,Broadway, New York: AMACOM.

26. Huang, C.C., Chub, P.Y., & Cciang , Y.H. (2008). A fuzzy AHP application in government-sponsored R&D project selection, *Omega,36(6)*, 1038-1052.

27. Meade, L., & Presley, A. (2002). R&D project selection using the analytic network process, *Engineering Management, IEEE Transactions on, 49(1)*, 59-66.

28. Calantone, R., Benedetto, C., & Schmeidt, J. (1999). Using the analytic hierarchy process in new product screening, *Journal of Product Innovation Management,16(1)*, 65-76.

29. Jiang, J., & Klein, G. (1999). Information system project-selection criteria variations within strategic classes, *Engineering Management, IEEE Transactions on, 46(2)*, 171-176.

30. Kocaoglo, D., & Guven, L., (1994). Strategic R&D program selection and resource allocation with a decision support system application, *Engineering Management Conference, 17-19 October*, Portland State.

31. Ghorbani, S., & Rabbani, M. (2009). A new multi-objective algorithm for a project selection problem, *Advanced Engineering Software, 40(1)*,9-14.

32. Chu, P.Yu., Hsu, Y.L., & Fehling, M. (1996). A decision support system for project portfolio selection, *Computers in Industry, 32(2)*,141-149.

33. Azadeh, A., Ghaderi. F., Anvari, M., & Saberi., M. (2006). Performance assessment of electric power generations using an adaptive neural network algorithm. *Energy Policy, 35(6)*, 3155–3166.

34. Costa, A., & Markellos R. (1997). Evaluating public transport efficiency with neural network models, *Transportation Research, 5(5)*, 301–312.

35. Pendharkar P.C., & Rodger J.A. (2003). Technical efficiency-based selection of learning cases to improve forecasting accuracy of neural networks under monotonicity assumption, *Decission Support System, 36(1)*, 117–136 .

36. Azadeh, A., Ghaderi, S. F., Anvari, M., & Saberi, M. (2007a). Performance

assessment of electric power generations using an adaptive neural network algorithm, *Energy Policy, 35*, 3155-3166.

37. Azadeh, A., Ghaderi, S. F., Anvari, M., Saberi, M., & Izadbakhsh, H. (2007b). An integrated artificial neural network and fuzzy clustering algorithm for performance assessment of decision making units, *Applied Mathematics and Computation, 187(2)*, 584-599.

38. Azadeh, A., Anvari, M., & Saberi, M. (2010). An integrated artificial neural network algorithm for performance assessment and optimization of decision making units, *Expert Systems with Applications, 37(8)*, 5688–5697.

39. Azadeh, A., Anvari, M., & Saberi, M. (2011). An Integrated Artificial Neural Network Fuzzy C-Means-Normalization Algorithm for performance assessment of decision making units: The cases of auto industry and power plant, *Computers & Industrial Engineering, 60(2)*, 328-340.