

طراحی مدل تحلیل آینده‌نگر جهت ارزیابی عملکرد کمی سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان

مدیریت

اطلاعات

دوره ۵، شماره ۲

پاییز و زمستان ۱۳۹۸

بابک سهرابی

استاد، گروه مدیریت فناوری اطلاعات، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

ایمان رئیسی وانانی

دانشیار، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران.

مهدی کیایی

کارشناسی ارشد، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

چکیده: یکی از عوامل اصلی شکل‌گیری سیستم‌های برنامه‌ریزی منابع سازمانی، الزام یکپارچگی در سطوح داخلی و خارجی سازمان به‌منظور زنده ماندن در بازارهای رقابتی است. این سیستم‌ها از یک‌سو با کمک به افزایش سرعت و دقت ثبت اطلاعات سازمان‌ها و فراهم آوری امکان گزارش‌گیری سریع از اطلاعات ثبت‌شده برای مدیران از سویی دیگر، توانسته‌اند محبوبیت زیادی را در سازمان‌ها کسب کنند. ثبت، نگهداری و بازیابی اطلاعات یکپارچه و قابل‌اعتماد در سراسر سازمان عامل دیگری است که بر نفوذ این‌گونه سیستم‌ها در سازمان‌ها اثرگذار بوده است. با این حال بحث در مورد هزینه‌های سنگین خریداری و پیاده‌سازی این‌گونه سیستم‌ها میان واحدهای مالی و فناوری اطلاعات سازمان‌ها همواره چالشی بر سر راه توسعه استفاده از نرم‌افزارهای برنامه‌ریزی منابع سازمانی در سازمان‌ها بوده است؛ بنابراین در چنین شرایطی ارائه شواهدی دال بر کارآمدی یا ناکارآمدی این‌گونه سیستم‌ها در قالب یک مدل تحلیلی با رویکرد آینده‌نگر و با استفاده از شاخص‌های کمی جهت رفع تضادهای مذکور ضروری به نظر می‌رسد. باید بپذیریم که اگر دورنمایی شفاف، اطلاعات دقیق و کمی مبتنی بر شاخص‌های عملکردی سازمان، در اختیار افراد تصمیم‌گیرنده در سازمان قرار گیرد، دیگر اختلاف بر سر چنین مسائلی بی‌معنا خواهد شد؛ اما سؤال دیگری مطرح می‌شود و آن اینکه چه ابزاری توان فراهم ساختن چنین اطلاعات ارزشمندی را دارد؟ مدل‌های آینده‌نگر در ترسیم تصویر احتمالی از آینده، با توجه به شرایط و متغیرهای موجود، بسیار توانمند بوده و با ایجاد یک دورنمای قابل‌پذیرش از سوی تمامی ذینفعان، می‌تواند راهگشای مسئله ما باشد و اماواگرهای استفاده یا عدم استفاده از سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان که ناشی از نبود اطلاعاتی دقیق و کمی که بتواند منفعت یا مضرات احتمالی را شفاف و با خط‌کشی از جنس شاخص‌های عملکردی کمی سازمانی بیان کند را به پایان رساند. پژوهش حاضر داده‌های کمی موثق و دستکاری‌نشده سازمانی خام موجود در پایگاه داده سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان را استخراج کرده و مدلی تحلیلی آینده‌نگر کمی را بر مبنای آن طراحی نموده است تا بتواند پاسخی شفاف، اطلاعاتی دقیق و کمی مبتنی بر شاخص‌های عملکردی سازمان به سؤالات موجود بدهد. کاری که مشابه آن در خصوص این مسئله پیش‌تر مشاهده نشده است.

کلیدواژه‌ها: تحلیل آینده‌نگر، تحلیل داده، شاخص‌های کمی، شاخص‌های عملکرد سازمانی، شبکه عصبی، نرم‌افزار برنامه‌ریزی منابع سازمان.

مقدمه

در چند دهه‌ی اخیر حجم داده‌های سازمانی به شدت رشد کرده است؛ به نحوی که دیگر ثبت و ضبط این اطلاعات با روش‌های سنتی دستی به هیچ وجه مقدور نیست. از این رو سیستم‌های نرم‌افزاری با پیشرفت فناوری‌های رایانه‌ای ایجاد شدند تا به کمک آن‌ها بتوان این فرآیند را با سرعت بیشتر و در عین حال دقیق‌تر به انجام رساند. از طرفی در عصر حاضر رهبری اقتضایی و تصمیم‌گیری سریع توسط مدیریت ارشد سازمان‌ها ظاهراً امری اجتناب‌ناپذیر هست. سیستم‌های نرم‌افزاری برنامه‌ریزی منابع سازمانی در گام بعد به دنبال رفع این نیازمندی سازمان‌ها، امکان گزارش‌گیری‌های متنوع و متناسب با نیازمندی مدیران سازمان را فراهم نمودند (کنث^۱ ۲۰۰۶).

از طرفی به علت پیچیدگی‌های فراوان طراحی این گونه نرم‌افزارها و بزرگ‌مقیاسی^۲ آن‌ها، بهای تمام‌شده تولید و در نهایت استقرار این نرم‌افزارها مبالغ هنگفتی است. همین امر موجب بالا بودن بهای فروش و استقرار نرم‌افزارهای برنامه‌ریزی منابع سازمان است (کومار^۳ ۲۰۰۲).

تأکید مدیران ارشد سازمان‌ها در جهت کاهش هزینه‌های واحدهای سازمانی، علی‌الخصوص واحدهای ستادی برای افزایش کارایی سازمانی از یک سو و از سوی دیگر لزوم افزایش سرعت و دقت در ثبت، ضبط و گزارش‌گیری از اطلاعات سازمانی به صورت بهنگام برای تصمیم‌گیری در شرایط متغیر و پویای عصر حاضر را می‌توان عمده‌ترین دلیل ایجاد این مسئله عنوان کرد (چاتزگلو و چاتزودس^۴ ۲۰۱۷).

اختلاف نظر بر سر هزینه زایی یا سودآور بودن نرم‌افزارهای برنامه‌ریزی منابع سازمان می‌تواند عواقبی را برای سازمان‌ها در پی داشته باشد. اختلاف شدید و مقاومت در برابر ورود این گونه نرم‌افزارها به سازمان گاهی موجب خروج مدیران کلیدی و قطع همکاری آن‌ها با سازمان در شرایط حساس بازار شده است. گاهی عدم استفاده از این نرم‌افزارها در صنعتی که غالب رقبای سازمان مدت‌هاست از این نرم‌افزارها بهره می‌برند، موجب ایجاد اختلافی معنادار در عملکرد سازمان در مقایسه با رقبایش شده است. همچنین عدم حمایت مدیریت ارشد از پیاده‌سازی درست این سیستم‌ها به دلیل عدم اعتماد به ارزش آفرینی‌اش برای سازمان، پروژه راه‌اندازی سیستم با شکست مواجه شده و هزینه‌ی هنگفت انجام‌شده برای خرید این گونه سیستم‌ها موجهی از انتقادات و تردیدها را در ارتباط با ارزش آفرینی این سیستم‌ها ایجاد کرده است (یومبله^۵ ۲۰۰۳).

حال مسئله‌ای که در بسیاری از سازمان‌ها مطرح است این است که آیا هزینه‌ی زیاد خرید و پیاده‌سازی این گونه نرم‌افزارها توجیه قابل قبولی دارد؟ آیا این نرم‌افزارها آن قدری برای سازمان موجب سودآوری می‌شوند که مدیران ارشد سازمان برای خرید آن‌ها ترغیب شوند؟ چگونه می‌توان میزان تأثیرات مثبت یا منفی این نرم‌افزارها را برای سازمان محاسبه نمود و بر اساس نتایج آن تصمیم‌گیری کرد؟ بنابراین در چنین

1. Kenneth
2. Big Scale
3. Kumar
4. Chatzoglou and Chatzoudes
5. Umble

شرایطی امکان استفاده از یک راهکار کمی و تحلیلی برای پاسخ شفاف به این سؤالات ضروری به نظر می‌رسد.

پیشینه پژوهش

در ابتدا ضروری به نظر می‌رسد تا خلاصه‌ای از کارهای پیشین انجام شده در این ارتباط را به صورت یک جدول ارائه نمود. جدول ذیل، کارهای انجام شده در خصوص ارزیابی عملکرد سازمان در استقرار سیستم‌های برنامه‌ریزی منابع سازمان را نمایش می‌دهد.

جدول ۱. کارهای انجام شده در خصوص ارزیابی عملکرد سازمان در استقرار سیستم‌های ERP

سال انتشار	ویژگی‌های مورد استفاده	هدف	رویکرد / ابزار مورد استفاده	مرجع
۲۰۱۸	ویژگی‌های مالی و حسابداری	اکتشاف فواید حسابداری ERP	رویکرد کمی	گوماس ^۱ و دیگران (۲۰۱۸)
۲۰۱۸	ویژگی‌های منابع انسانی	اثرات ERP بر مدیریت منابع انسانی ^۳	پرسشنامه	پریاکوشواها ^۲ و دیگران
۲۰۱۸	۱- منافع اطلاعاتی ۲- منافع ارتباطی ۳- منافع رشد و یادگیری ۴- منافع استراتژیک	بررسی مزایای ناشی از اجرای ERP در توانمندسازی شرکت‌های صنعتی	طبقه‌بندی و مطالعه تجربی	روحانی و مهری (۱۳۹۷)
۲۰۱۷	اثربخشی سیستم‌های اطلاعاتی حسابداری	یافتن ارتباط بین معیارهای کیفی موفقیت سیستم‌های اطلاعاتی	تحقیق میدانی	شگری ^۴ و دیگران (۲۰۱۷)
۲۰۱۷	نظرات استفاده‌کنندگان	بررسی نقش عوامل مختلف در تحقق مزایای پیاده‌سازی سیستم‌های ERP	مدل مفهومی، تحقیق میدانی	دزدار (۱۳۹۶)
۲۰۱۶	عملکرد سازمانی	اندازه‌گیری عملکرد ERPها بر اساس تأثیر آن بر عملکرد سازمان	کارت امتیازی متوازن، فازی	شنا یونگ-چی ^۵ و دیگران

1. Goumas
2. Priya Kushwaha
3. Human resource management
4. Shagari
5. Yung-Chi

سال انتشار	ویژگی‌های مورد استفاده	هدف	رویکرد / ابزار مورد استفاده	مرجع
			یکپارچه غیر افزودنی ^۱	
۲۰۱۵	نسبت‌های مالی ^۳	بررسی اثرات سیستم‌های ERP بر عملکرد سازمان‌های بزرگ	مقایسه	ولگاریس ^۲ و دیگران
۲۰۱۴	گزارش‌های حسابداری مدیریت ^۴	بررسی تأثیر ERP بر حسابداری مدیریت در سازمان‌های ایرانی	تحقیق میدانی با پرسشنامه	عباسی و دیگران (۱۳۹۳)
۲۰۱۳	ویژگی‌های مالی و حسابداری	بررسی مزایای حسابداری مرتبط با رضایت کاربران ERP	مقایسه	کانلو ^۵ و دیگران (۲۰۱۳)
۲۰۱۲	ویژگی‌های مالی و حسابداری	تجزیه و تحلیل تأثیر پیاده‌سازی ERP ها بر سودآوری شرکت‌ها	پرسشنامه	لورکا ^۶ و دیگران (۲۰۱۲)

گوماس و همکارانش در مقاله‌ای که در سال ۲۰۱۸ منتشر شده است، تنها بر روی فواید حسابداری ناشی از سیستم‌های برنامه‌ریزی سازمان تمرکز کرده، آن‌ها را دسته‌بندی کرده و همانند پژوهش حاضر با نمره دهی این نمره‌ها در صنایع مختلف و البته در حوزه شرکت‌های کوچک و متوسط مقیاس، آن‌ها را با یکدیگر مقایسه نموده و صناعی که بیشتر از وجود سیستم ERP بهره‌مند شده‌اند را معرفی می‌نماید (گوماس ۲۰۱۸)؛ اما همچنان بررسی جامع واحدهای مختلف و حوزه‌های عملکردی متأثر از پیاده‌سازی این سیستم‌ها به صورت یکپارچه در این پژوهش دیده نمی‌شود.

باهیر و ساندو در مقاله‌ای دیگر به دنبال نشان دادن حلقه‌ی اتصالی میان پذیرش نرم‌افزارهای برنامه‌ریزی منابع سازمان در سازمان‌ها و عملکرد مالی آن‌ها می‌باشند. در این مقاله پذیرش نرم‌افزارهای برنامه‌ریزی منابع سازمان را به‌عنوان یکی از مصادیق فناوری به مدل پذیرش فناوری^۷ مربوط می‌کند و

1. Non-Additive Fuzzy Integral
2. Voulgaris
3. Financial Ratios
4. Management Accounting
5. Kanellou
6. Lorca
7. Technology Acceptance Model

سپس سعی در نشان دادن رابطه‌ی مثبت میان این مدل و عملکرد مالی سازمان‌ها دارد (باهیر^۱ و همکاران ۲۰۱۵).

آن‌ها بیان می‌کنند که بازده سرمایه‌گذاری^۲ همواره یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های هر سازمانی است و بازده سرمایه‌گذاری بروی این سیستم‌ها موضوعی است که به آن پرداخته نشده است. ادعای محققان بر این است که با استفاده از مدل پذیرش فناوری می‌توانند رابطه‌ی پذیرش و پیاده‌سازی موفق سیستم‌های یکپارچه را با عملکرد مالی سازمان‌ها پیوند دهند و فضای خالی چنین بررسی‌هایی را پر نمایند (باهیر و همکاران ۲۰۱۵).

به‌رحال آنچه این مقاله در مورد آن صحبت می‌کند بازهم با استفاده از سایر مطالعات و قرائن و شواهد کیفی، سعی در اثبات رابطه‌ی مثبت به‌کارگیری از سیستم‌های برنامه‌ریزی منابع سازمان با عملکرد واحدهای سازمانی دارد و خود نویسنده بیان می‌دارد که این مقاله می‌تواند زمینه‌ای برای پژوهش‌های آتی‌ای باشد که مزایای محسوس و نامحسوس نرم‌افزارهای برنامه‌ریزی منابع سازمان را به زبان اعداد و ارقام درمی‌آورند (باهیر و همکاران ۲۰۱۵).

روحانی و مه‌ری در مقاله‌ای که در سال ۲۰۱۸ میلادی منتشر شده است با مطالعه بر روی شرکت‌های صنعتی، منافع پیاده‌سازی سیستم‌های یکپارچه و راه‌های دستیابی به این منافع را بررسی نموده‌اند. در این مقاله سی‌ویک منفعت بالقوه‌ی پیاده‌سازی نرم‌افزارهای یکپارچه برای سازمان‌ها معرفی و در ۴ گروه دسته‌بندی شده‌اند:

- منافع اطلاعاتی^۳
- منافع ارتباطی^۴
- منافع رشد و یادگیری^۵
- منافع استراتژیک^۶

در ادامه گروه‌های اول، دوم و چهارم از منافع به‌عنوان رایج‌ترین منافع مورد انتظار میان سازمان‌ها از سیستم‌های برنامه‌ریزی منابع سازمان معرفی می‌گردد (روحانی و همکاران ۱۳۹۷).

در پژوهش مذکور برای محاسبه‌ی میزان تأثیرگذاری منافع معرفی شده بر روی پیاده‌سازی سیستم‌های برنامه‌ریزی منابع سازمان از محاسبات ضریب رگرسیون استفاده شده است (روحانی و همکاران ۱۳۹۷).

این مقاله همچنین بیان می‌کند که با این دسته‌بندی می‌توان به این شفافیت رسید که از پیاده‌سازی نرم‌افزارهای برنامه‌ریزی منابع سازمان چه انتظاراتی می‌توان داشت (روحانی و همکاران ۱۳۹۷).

شاخص‌های کمی عملکرد سازمانی از جمله منافع استراتژیک سازمان‌ها به شمار می‌روند. در مطالعه‌ی حاضر با الهام گرفتن از این منافع دسته‌بندی شده، سعی نمودیم تا ارزیابی دقیق‌تر و بررسی شفاف‌تری از

1. Bazhair
2. Return on Investment
3. Informative
4. Communicative
5. Growth and Learning
6. Strategic

میزان تأثیرگذاری پیاده‌سازی نرم‌افزارهای برنامه‌ریزی منابع سازمان بر روی منافع استراتژیک سازمان‌ها را ارائه نماییم و وارد حوزه‌های ریزتر و خردتر عملیاتی شدیم و با فراتر رفتن از محاسبات رگرسیون و به کمک تکنیک شبکه عصبی سعی بر ارائه یک مدل تحلیلی آینده‌نگر داریم. درواقع در پژوهش حاضر سعی بر شفاف نمودن اثرات کمی بالفعل شده‌ای بودیم که در پژوهش پیشین از آن‌ها به‌عنوان منفعت بالقوه یاد شده است.

به‌عنوان نتیجه‌ی این بخش، می‌توان به این نکته اشاره نمود که تلاش‌های پیشین چند خلأ مشخص دارند که پژوهش حاضر سعی بر رفع آن‌ها و ارائه‌ی یک جواب کامل‌تر داشته است. خلأهای مذکور عبارت‌اند از:

- ۱- استفاده از روش‌های کیفی برای ارزیابی و اثر سنجی و عدم وجود راهکارهای کمی جهت شفاف‌سازی بیشتر اثرات در پژوهش‌هایی که تمام واحدهای عملکردی را موردبررسی قرار داده‌اند.
- ۲- محدود بودن حوزه‌های عملکردی موردبررسی در پژوهش‌هایی که رویکرد کمی داشته‌اند در ساحتی که حرف از جامع بودن سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان است. در این پژوهش از رویکردی کمی، متغیرهایی کمی بهره‌جستیم تا بتوان به کمک آن‌ها اثر سنجی را در تمامی حوزه‌های عملکردی انجام داده و درنهایت به نتیجه‌ای کامل‌تر از تلاش‌های پیشین برسیم. خروجی مورد انتظار ما، یک مدل تحلیلی آینده‌نگر جهت اثر سنجی سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان است که حوزه‌های عملکردی مختلف مانند مالی، فروش، تدارکات، انبار و ... را نیز پوشش می‌دهد.

روش‌شناسی تحقیق

مطالعه حاضر با روش تحقیق توصیفی اکتشافی و با متدولوژی CRISP-DM انجام خواهد گرفت و با استفاده از تجربیات ده شرکت مطرح در صنایع مختلف داخلی کشور ایران انجام خواهد گرفت. روش کریسپ، طبق تعریف شرکت آی‌بی‌ام به معنی «فرآیند استاندارد بین‌صنعتی برای داده‌کاوی است که راهی تضمین‌شده برای صنایع در فعالیت‌های داده‌کاوی ارائه می‌دهد». این روش فعالیت‌های داده‌کاوی را به شش فاز تقسیم می‌کند که در ادامه به آن اشاره‌شده و گام‌های اجرایی پژوهش منطبق با این شش گام توضیح داده خواهد شد.

۱- فهم کسب‌وکاری

هدف و خروجی این مرحله درک نیازمندی‌های کسب‌وکار است. در این مرحله ورودی‌ها، تجربیات مشتریان سیستم‌های برنامه‌ریزی منابع سازمان و بررسی مطالعات پیشین در راستای شناسایی انتظارات واحدهای مختلف سازمان از این‌گونه سیستم‌ها بوده تا بتوان به فهم درستی از کسب‌وکار دست‌یافت.

۲- درک داده‌ها

در این مرحله، اطلاعات و فهم شکل گرفته در مرحله اول پژوهش، به‌عنوان ورودی مورد استفاده قرار گرفت. همچنین آشنایی با ساختار پایگاه داده سیستم ERP نیز در این مرحله انجام گرفت و امکان استخراج اطلاعات مورد نیاز برای محاسبه متغیرهای کمی شناسایی شده بررسی گردید. در نهایت متغیرهای کمی شناسایی شده به‌عنوان خروجی این مرحله از پژوهش به دست آمد.

۳- آماده‌سازی داده‌ها

ورودی این مرحله داده‌های استخراج شده از پایگاه داده مشتریان سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان است. در این قسمت به آماده‌سازی و پیش‌پردازش داده‌ها می‌پردازیم. نسبت‌های عملکردی توسط ابزارهای مخصوص پرسشگری و محاسباتی از پایگاه داده مشتریان مورد نظر جمع‌آوری شده و سپس ذخیره می‌شوند. در پیش‌پردازش زوائد داده‌ای در این پژوهش همانند داده‌های غیر کمی، اعداد مبهم و غیره حذف می‌شوند.

۴- مدل‌سازی

این قسمت خود شامل دو مرحله می‌شود:

مهندسی ویژگی‌ها: در این قسمت سعی می‌شود تا بهترین ویژگی‌ها برای نسبت‌های عملکردی که قابلیت ایجاد تصویری واضح از یک واحد سازمانی را دارند، انتخاب شوند. متغیرهایی که شناسایی شده بودند با مصاحبه ساختارمند جهت وزن دهی سنجش اثرگذاری بر روی کارایی کلی سازمان بین طیف کم (۰.۲۵) - متوسط (۰.۵) - زیاد (۰.۷۵) و بسیار زیاد (۱) توزیع شدند. ایجاد مدل: در این قسمت از مدل‌های مختلف آماری مانند رگرسیون خطی، بردار ماشین پشتیبان، تحلیل همبستگی و غیره برای ایجاد مدل استفاده می‌گردد.

۵- ارزیابی مدل

مدل ایجاد شده در مرحله پیش جهت ارزیابی وارد این مرحله می‌شود. برای ارزیابی مدل حاصله از روش اعتبارسنجی متقابل پنج لایه استفاده شده است. ابزار مورد استفاده نیز نرم‌افزار داده‌کاوی و کا است که نتایج حاصل از آن در ادامه پژوهش ذکر خواهد شد.

۶- پیاده‌سازی مدل

پیاده‌سازی در سه مرحله صورت می‌گیرد. در فاز اول با استفاده از مفهوم همبستگی و تکنیک‌های مربوط به آن وابستگی میان متغیرهای مستقل و وابسته که همان شاخص هزینه زایی سازمان است، سنجیده می‌شود و سپس متغیرهای غیر اثرگذار بر روی متغیر وابسته شناسایی و حذف می‌شوند. سپس در فاز دوم از مفهوم تکنیک شبکه عصبی و پیش‌بینی آینده‌نگر با استفاده از ابزارهای مرتبط همانند نرم‌افزار وکا، به پیش‌بینی مقدار شاخص هزینه زایی و کارایی برای سال‌های آتی می‌پردازیم. در نهایت در فاز سوم از

پیاده‌سازی، با استفاده از تحلیل حساسیت، اثرات تغییر چند متغیری که بیشترین اثرگذاری بر روی متغیر وابسته دارند را بررسی کرده و علل احتمالی این اثرگذاری را تفسیر می‌نماییم.

مراحل اجرایی پژوهش

۱- فهم تجاری

هدف از این مرحله درک نیازمندی‌های کسب‌وکار است. همان‌طور که در سطور بالا تبیین شده برای کسب‌وکارها وجود سیستمی که بتواند سودآوری یا هزینه زایی سیستم‌های ERP را برای سازمان‌ها معین کند بسیار ضروری است. (بابائی و غلامی ۱۳۹۴)؛ بنابراین حوزه‌های سازمانی کلیدی که وابستگی بیشتری با سیستم ERP دارند شامل واحدهای مالی، خزانه‌داری، فروش، انبار، تدارکات و منابع انسانی به‌عنوان واحدهای اثرپذیر تر شناسایی و انتظارات کلی این واحدها از یک سیستم یکپارچه مشخص گردید. همچنین مفاهیم کارایی و بهره‌وری مدنظر هر کدام از این واحدها نیز توصیف و تبیین گردید.

۱-۱- فهم اهداف کسب‌وکار

برای کسب کارهای بزرگ که وابستگی بالایی به سیستم‌های نرم‌افزاری دارند و کارایی سازمان آن‌ها متأثر از سیستم‌هایش است، اثر سنجی سیستم جامع برنامه‌ریزی منابع سازمان که هم‌زمان تمامی یا اغلب فعالیت‌های سازمان را تحت پوشش خود قرار می‌دهد اهمیت ویژه‌ای می‌یابد (دزدار ۱۳۹۶)؛ بنابراین هدف اصلی برای این کسب‌وکارها در این پژوهش تشخیص میزان اثرگذاری سیستم ERP پیاده‌سازی شده بر شاخص هزینه زایی و کارایی سازمان است.

۱-۲- مشخص کردن سناریوهای موفقیت پروژه

بر اساس مصاحبه‌هایی که با خبرگان و مدیران واحدهای سازمان انجام شد مشخص شده که برای این کسب‌وکارها سیستمی قابل قبول است که بتواند پس از پیاده‌سازی، به‌صورت میانگین هزینه زایی سازمان را ۲۰ درصد کاهش یا به‌عبارت‌دیگر کارایی سازمان را ۲۰ درصد افزایش دهد.

۲- فهم داده‌ها

در این مرحله و با کمک اطلاعات به‌دست‌آمده در مرحله پیش، متغیرهای هزینه زایی و کارایی واحدها شناسایی شد. همچنین آشنایی با ساختار پایگاه داده نرم‌افزار راهکاران شرکت همکاران سیستم نیز در این مرحله انجام گرفت و امکان استخراج اطلاعات موردنیاز برای محاسبه شاخص‌های کمی شناسایی شده بررسی گردید. درنهایت جدول متغیرهای کمی شناسایی شده به‌عنوان خروجی این مرحله ارائه گردید.

۲-۱- جمع آوری اولیه داده‌ها

داده‌های اصلی این پژوهش مقادیر کمی مربوط به زمان، نسبت، تعداد و مقادیر ریالی است که همگی از جنس عددی^۱ هستند.

۲-۲- توضیح داده‌ها

در این پژوهش ما از داده‌های مربوط به مازول‌های دفتر کل، دریافت و پرداخت، فروش، انبار و حسابداری انبار، تدارکات و سرمایه انسانی نرم‌افزار راهکاران شرکت همکاران سیستم استفاده خواهیم نمود.

جدول ۲. حوزه صنعت نمونه‌ها

ردیف	نام صنعت	تعداد نمونه
۱	پتروشیمی	۷
۲	پخش	۳

۲-۳- بررسی داده‌ها

پس از دریافت داده به توصیف تعداد ردیف‌های به‌دست‌آمده از سال یازدهم قبل از پیاده‌سازی تا سال چهارم بعد از پیاده‌سازی می‌پردازیم. در جدول زیر تعداد داده‌های موجود در هر سال مشاهده می‌شود.

جدول ۳. داده‌های موجود در هر سال

ردیف	سال	تعداد ردیف داده‌ها
۱	۱۱-	۱۳۷۰
۲	۱۰-	۲۴۷۱
۳	۹-	۵۴۷۹
۴	۸-	۵۴۷۸
۵	۷-	۶۸۴۸
۶	۶-	۸۲۱۹
۷	۵-	۸۲۱۶
۸	۴-	۸۲۱۹
۹	۳-	۸۲۱۹
۱۰	۲-	۸۲۱۷
۱۱	۱-	۹۵۸۹
۱۲	۱	۱۰۹۵۸
۱۳	۲	۱۰۹۵۹
۱۴	۳	۴۱۱۰
۱۵	۴	۱۳۷۰

همچنین لازم به ذکر است که در این تحقیق چون تمرکز بر روی اثر سنجی پیاده‌سازی نرم‌افزار راهکاران بروی متغیرهای هزینه زایی و کارایی است، سال‌ها و داده‌ها به دودسته قبل و بعد از پیاده‌سازی تقسیم شده‌اند. علامت منفی در مورد سال‌ها نمایانگر سال‌های پیش از پیاده‌سازی است. از میان کلیه ردیف‌های داده‌ای نیز ۷۲۶۰۶ رکورد مربوط به سال‌های پیش از پیاده‌سازی نرم‌افزار راهکاران و تعداد ۲۷۳۹۹ رکورد داده‌ای نیز مربوط به سال‌های پس از پیاده‌سازی می‌باشند.

۲-۴- بررسی کیفیت داده‌ها

در این قسمت به ازای تمامی متغیرهای پژوهش، وجود داده‌های (null) بررسی شد و معلوم گردید که از بین داده‌های موجود ۲۳۲۸۷ رکورد دارای تغییری می‌باشند که مقدار آن پوچ می‌باشند. تمامی این ردیف داده‌ها از مجموعه داده‌ها حذف گردید. وجود داده‌ی پوچ در مجموعه داده‌ها به یکی از دو دلیل زیر برمی‌گردد:

- عدم تقارن اطلاعات موجود در پایگاه داده شرکت‌های مختلف به ازای سال‌های موردبررسی و نبود اطلاعات لازم جهت محاسبه متغیر موردنظر در یکی از شرکت‌ها در یک سال معین
- عدم امکان محاسبه یک متغیر در پیش از سال‌های پیاده‌سازی نرم‌افزار به دلیل نبود اطلاعات منتقل شده به سیستم جدید در برخی از شرکت‌ها

از آنجایی که پس از ارائه مدل در مورد شرکت‌های جدید، داده‌ها به ازای همان یک شرکت موجود و متغیرهای مرتبط با سال‌های گذشته نیز قابل دریافت از واحدهای مرتبط با هر یک از آن متغیرها است، فلذا وجود داده‌های پوچ و بررسی تأثیر آن‌ها بر مدل بی‌فایده بوده و به همین دلیل این ردیف‌های داده‌ای حذف گردیدند.

۳- آماده‌سازی داده‌ها

در این گام داده‌های موردنظر طی چند مرحله آماده‌سازی شدند که توضیحات آن ذیلاً ارائه می‌گردد.

۱-۳- انتخاب مجموعه داده‌ای

از بین داده‌های موجود در پایگاه داده، داده‌های مربوط به سال یازدهم قبل از پیاده‌سازی تا سال چهارم بعد از پیاده‌سازی و همچنین داده‌های مرتبط با متغیرهای شناسایی شده استخراج شدند که در نهایت مشخص گردید امکان محاسبه برخی از متغیرها به دلیل ثابت نبودن فرآیند ثبت اطلاعات مربوط به آن متغیرها در نرم‌افزار راهکاران و همچنین سفارشی بودن فرآیند طراحی شده توسط هر شرکت، امکان استخراج اطلاعات مربوط به آن‌ها امکان‌پذیر نیست.

۲-۳- محاسبه مقادیر متغیرها

در این مرحله داده‌هایی که در مرحله قبل با استفاده از دستورات پرسشگری از پایگاه داده شرکت‌ها استخراج شده بودند به نرم‌افزار اکسل منتقل شده و به ازای هر متغیر یک فایل صفحه گسترده و به ازای هر

شرکت یک برگه^۱ جهت محاسبه مقدار هر متغیر ایجاد گردید. داده‌ها در نرم‌افزار اکسل به ازای سالی که عملیات مرتبط با آن متغیر در آن سال انجام شده است عدد ارجاع دهنده‌ی سال دریافت نمودند. به‌این ترتیب که عملیات مربوط به یازدهمین سال پیش از استقرار نرم‌افزار برنامه‌ریزی منابع سازمان عدد ۱۱- و عملیات مربوط به چهارمین سال پس از پیاده‌سازی، عدد ۴ را به‌عنوان عدد ارجاع دهنده به سال عملیات دریافت نمودند. همچنین با استفاده از دستور شرطی «اگر آنگاه»^۲ در این نرم‌افزار، داده‌ها به دودسته‌ی پیش از پیاده‌سازی و پس از پیاده‌سازی با مقادیر صفر و یک شماره دهی شدند. درنهایت مقادیر نهایی هر متغیر به ازای هر ردیف از داده‌های استخراج شده محاسبه گردید.

۳-۳- تمیز سازی داده‌ها

در این مرحله ردیف داده‌هایی که به دلیل عدم وجود داده در سلول موردنظر محاسبه نشده بودند از مجموعه داده‌ها حذف شدند.

۳-۴- نام‌گذاری

تمامی متغیرها با الهام از نام ستون‌ها و جداول متناظر آن‌ها در پایگاه داده به زبان فارسی و به‌اختصار نام‌گذاری شدند.

۳-۵- تجمیع اطلاعات متغیرها

در این قسمت مقادیر متغیرهای هر شرکت از برگه‌های مختلف با یکدیگر تجمیع و همچنین مقادیر متغیرهای متخلف در ستون‌های متناظر باهم در کنار هم قرار گرفتند تا فایلی نهایی اطلاعات متغیرها به ازای سال ۱۱- الی سال ۴+ در یکجا تجمیع شوند.

۴- مدل‌سازی

در این مرحله ابتدا برای سازمان متغیری به نام شاخص هزینه زایی تعریف گردید. این متغیر به‌سان پدیدار سازنده‌ی هزینه زایی سازمان است که مقداری بین صفر تا صد را به خود اختصاص می‌دهد. هر چه مقدار این شاخص به صفر نزدیک شود بدان معنی است که سازمان به سمت کارایی بیشتر در حال حرکت است و هر چه این مقدار به عدد صد نزدیک‌تر شود، سازمان هزینه زایی بیشتری را در عملکرد خود نشان خواهد داد. پس در این مرحله ابتدا متغیر وابسته‌ی مدل به نام شاخص هزینه زایی تعریف و ایجاد گردید.

برای آنکه مدل ابتدایی و اولیه را طراحی نماییم از مفهوم رگرسیون خطی و تحلیل همبستگی بهره جستیم تا متغیرهایی که بیشترین اثرگذاری را بر روی شاخص هزینه زایی دارند انتخاب و سایر متغیرها را جهت ساده‌سازی مدل و نیز افزایش دقت آن حذف نماییم. برای انجام این تحلیل، از بخش تحلیل داده‌ی^۳ نرم‌افزار مایکروسافت اکسل بهره گرفتیم.

1. Sheet
2. If Formula
3. Data Analysis Tool Pack

برای آنکه مقدار متغیر وابسته را به ازای هر ردیف از داده‌ها به دست آوریم، در گام اول به سراغ صد نفر از مدیران و خبرگان واحدهای کسب‌وکاری ذکرشده هر سازمان رفته و با مصاحبه‌ای ساختاریافته و هدفمند از آنان خواستیم تا به متغیرهای شناسایی شده مربوط به واحد خود بر اساس اهمیت و اثرگذاری آن‌ها بر هزینه زایی سازمان، عنوان اهمیت کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد بدهند و به ترتیب ضریب ۰.۲۵، ۰.۵، ۰.۷۵ و ۱ را برای هر کدام از این عناوین در مدل در نظر گرفتیم. سپس به کمک ضرایب به‌دست‌آمده برای هر ستون (متغیر) بر اساس ضریب متناظرش، مقدار حداکثر را متناسب با برد تابع (شاخص هزینه زایی) محاسبه نموده و مقادیر هر متغیر را با استفاده از دامنه جدید به‌دست‌آمده محاسبه نموده و وارد جدول جدیدی نمودیم. سپس مقدار اولیه متغیر وابسته را با استفاده از جمع جبری مقادیر هر متغیر در هر ردیف داده‌ای محاسبه نمودیم. در گام نهایی مقدار ضریب همبستگی هر متغیر مستقل با متغیر وابسته‌ی محاسبه‌شده را به کمک رگرسیون خطی محاسبه نمودیم. برای انتخاب متغیرها ضریب ۰.۲۵ را ملاک قرار داده و متغیرهای مستقلی که بیش از این مقدار با متغیر وابسته همبستگی داشتند را برای مدل نهایی نگهداشته و سایر متغیرهای مستقل را به جهت ارتباط کم با متغیر وابسته و ساده‌سازی مدل حذف نمودیم. بدین ترتیب نه متغیری که در جدول ذیل ملاحظه می‌شود، جهت مدل‌سازی برگزیده شدند.

جدول ۴. متغیرهای انتخاب‌شده برای مدل‌سازی

ردیف	متغیرها	ضریب همبستگی	توضیحات
۱	میزان هزینه کاغذبازی‌های اداری	0.608	کاهش کاغذبازی‌های اداری ناشی از سیستماتیک شدن درخواست‌ها و حذف برگه‌های کاغذی مربوط به مرخصی، درخواست کالا و ...
۲	میزان کنترل اقلام مصرفی مراکز هزینه	0.6	افزایش کنترل اقلام مصرفی مراکز هزینه
۳	میزان هزینه‌های نرم‌افزاری و سخت‌افزاری	0.561	صرفه‌جویی در هزینه‌های نرم‌افزاری و سخت‌افزاری به جهت یکپارچگی نرم‌افزار و کاهش هزینه گزار سیستم‌های جزیره‌ای
۴	کارایی واحد فروش در خصوص توزیع محصولات	0.529	افزایش کارایی واحد فروش در خصوص توزیع محصولات (با استفاده از برنامه‌ریزی سیستماتیک موزعین در موبایل با تبلت)
	توزیع محصولات		
۵	طول زمان فرآیند بررسی درخواست خرید	0.494	کاهش بروکراسی اداری در فرآیند درخواست خرید
۶	میزان هزینه سوخت موزعان	0.485	افزایش کارایی واحد توزیع با استفاده از برنامه‌ریزی اتوماتیک و بهینه مسیرهای موزعین
۷	مقدار هزینه‌ی اضافه‌کار	0.391	صرفه‌جویی در هزینه‌های غیرضروری اضافه‌کار به کمک برقراری ارتباط آنلاین با بیرون از مکان فیزیکی سازمان

افزایش کارایی امور مربوط به ثبت اطلاعات خودکار فروش در سیستم مربوطه	0.391	کارایی در ثبت اطلاعات فروش	۸
افزایش کارایی واحد بازاریابی با استفاده از کاتالوگ‌های آنلاین	0.274	کارایی واحد بازاریابی	۹

در نهایت مدل نهایی محاسبه متغیر وابسته یا همان شاخص هزینه زایی سازمان استفاده از این نه متغیر مستقل و یک متغیر وابسته تدوین گشت. ضرایب اهمیت هر متغیر همچنان برای تعیین دامنه هر متغیر مستقل در نظر گرفته شد و مقدار شاخص هزینه زایی با استفاده از جمع جبری این نه ستون (متغیر) باز محاسبه شد. به این ترتیب مجموعه داده‌ای نهایی و مدل تدوین شده ما برای انجام کار ارتباطی و پیش‌بینی آینده‌نگر با استفاده از الگوریتم شبکه عصبی آماده شد.

۵- ارزیابی مدل

برای ارزیابی مدل حاصله از روش ارزیابی متقابل پنج برابری^۱ استفاده شده است. لازم به ذکر است این روش ارزیابی برای حالت‌هایی که ما با داده‌های غیر متوازن^۲ سروکار داریم، بسیار مناسب بوده و باعث می‌شود ما برآورد بهتری از معیارهای کارایی مدل مانند دقت و صحت داشته باشیم. روش کار بدین صورت است که در حالت ۵ برابری یک پنجم داده‌ها برای تست و یک پنجم داده‌ها برای آموزش مدل استفاده می‌شود و این کار پنج بار صورت می‌گیرد و در نهایت میانگین نتایج گزارش می‌شود. همچنین از دیگر مزایای این روش می‌توان به جلوگیری کردن از اثرات بیش برآزش^۳ نام برد، بدین صورت که ما در مرحله تست از داده‌هایی استفاده می‌کنیم که در آموزش مدل از آن‌ها استفاده نکرده‌ایم.

همچنین برای ارزیابی داخلی مدل نیز از بیست درصد داده‌هایی که در آموزش مدل مورد استفاده قرار نگرفته‌اند استفاده می‌شود. همچنین برای ارزیابی مدل از معیارهای زیر استفاده شده است:

جدول ۵: معیارهای مورد استفاده در ارزیابی مدل

معیار ارزیابی	ردیف
Correlation coefficient	1
Relative absolute error	2
Root mean squared error	3

۵-۱- ضریب همبستگی

میزان همبستگی بین متغیرها را در مدل به ما نشان می‌دهد. ضریب همبستگی پیرسون مقداری بین -۱ تا +۱ را نشان می‌دهد. مقدار نزدیک به یک یا منفی یک نشانگر همبستگی بالای متغیرها در جهت مستقیم

- 1.5-Fold Cross Validation
- 2.Unbalance
- 3.Over Fitting

یا معکوس بوده و هر چه این مقدار به صفر نزدیک شود نشانگر ارتباط ضعیف و همبستگی پایین میان متغیرهاست.

۲-۵- خطای مطلق نسبی

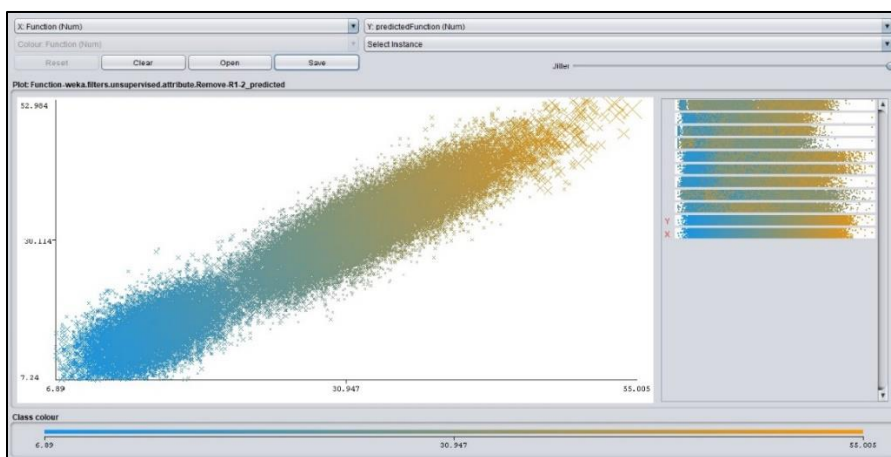
که از طریق تقسیم قدر مطلق تفاوت میان مقدار واقعی و مقدار پیش‌بینی شده بر مقدار واقعی متغیر به دست می‌آید. یک منهای این خطا مقدار دقت پیش‌بینی را نشان می‌دهد.

۳-۵- ریشه میانگین مربع خطاها

انحراف استاندارد از باقیمانده‌ها (خطاهای پیش‌بینی) را نشان می‌دهد. مربع خطاهای پیش‌بینی را میانگین گرفته و سپس از آن جذر گرفته می‌شود.

۶- پیاده‌سازی

در شکل زیر شمای کلی نتایج حاصل از اجرای ارزیابی متقابل پنج مرحله‌ای نمایش داده شده است.



شکل ۱. شمای کلی نتایج حاصل از اجرای ارزیابی متقابل پنج مرحله‌ای

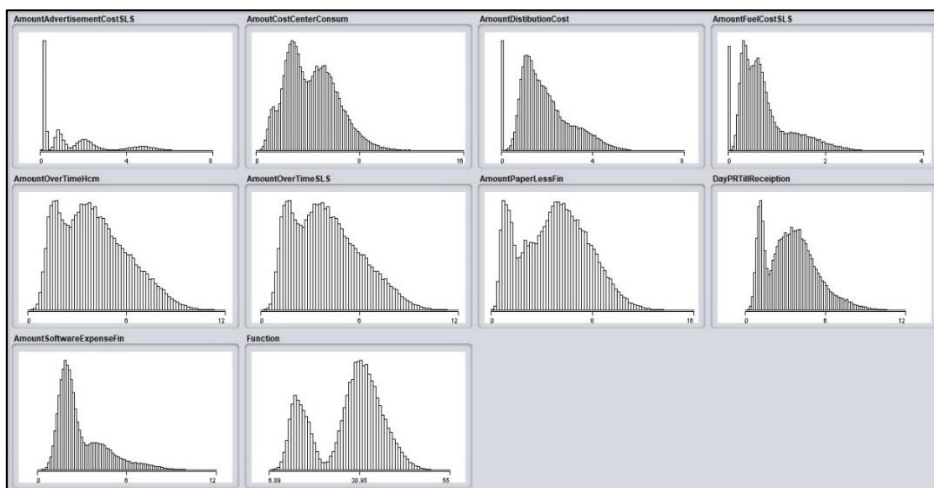
همان‌طور که در تصویر مشخص است محور افقی مقادیر واقعی و محور عمودی مقادیر پیش‌بینی شده را نمایش می‌دهد. جدول ذیل نیز مقادیر مربوط به معیارهای ارزیابی مدل را نمایش می‌دهد:

جدول ۶. مقادیر مربوط به معیارهای ارزیابی مدل

مقدار	معیار ارزیابی	ردیف
0.9999	Correlation coefficient	۱
1.18%	Relative absolute error	۲
0.1093	Root mean squared error	۳

همان‌طور که در جدول بالا ملاحظه می‌شود هر سه معیار نشانگر آن است که متغیرهای مدل دارای همبستگی بسیار بالایی با یکدیگر هستند و دقت مدل نیز در حدود ۹۸.۸۲٪ ارزیابی شده است. فلذا با این مقادیر می‌توان نتیجه گرفت مدل‌سازی به‌خوبی صورت گرفته و مرحله ارزیابی مدل به پایان می‌رسد. حال باید دید آیا پس از پیاده‌سازی و اجرای مدل و با استفاده پیش‌بینی آینده‌نگر، آیا سناریوی موفقیت پروژه که همان کاهش بیست‌درصدی هزینه زای سازمان با استفاده از مدل تعبیه‌شده است، محقق گشته است یا خیر.

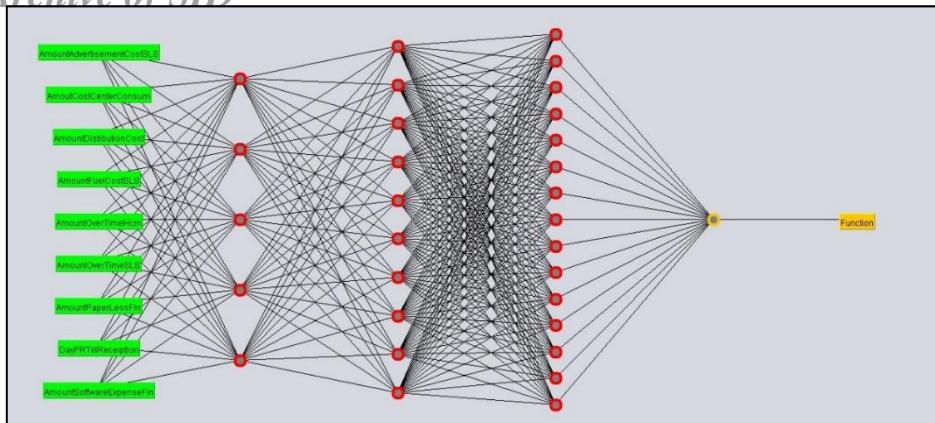
در این مرحله مدل طراحی شده توسط زبان برنامه‌نویسی جاوا^۱ و با استفاده از نرم‌افزار وکا^۲ پیاده‌سازی شد. در این مرحله از الگوریتم شبکه عصبی ادراک‌کننده چندلایه^۳ استفاده کرده‌ایم. در این روش‌ها فرض بر این استوار است که شبکه‌های عصبی قادر به یادگیری ارتباطات نهفته میان متغیرها می‌باشند و بر اساس این ارتباط قادر است تا مقدار متغیر وابسته را محاسبه و پیش‌بینی نماید. برای این منظور ابتدا داده‌ها را به فرمت مختص نرم‌افزار وکا، arff تبدیل کرده و وارد نرم‌افزار نمودیم. شکل زیر پراکندگی نه متغیر مستقل و متغیر وابسته را نشان می‌دهد.



شکل ۲. پراکندگی نه متغیر مستقل و متغیر وابسته

این مرحله از چندین گام تشکیل شده است. ابتدا شبکه عصبی داده‌های ورودی را دریافت می‌کند؛ سپس در سه لایه پنهان برآزش بر روی داده‌ها صورت گرفته و در نهایت مقادیر پیش‌بینی شده متغیر وابسته به‌عنوان خروجی ایجاد می‌گردد. شکل زیر شمای این مدل را به نمایش می‌گذارد.

1. Java
2. Weka
3. Multilayer Perceptron Neural Network



شکل ۳. شمای مدل شبکه عصبی استفاده‌شده

۱-۶- طراحی مرحله آموزش

داده‌های موجود به دودسته داده‌های آموزش^۱ و آزمایش^۲ تقسیم شدند. ابتدا مدل با استفاده از ۷۰ درصد داده‌های موجود آموزش داده شد.

۲-۶- طراحی مرحله آزمایش

برای فراهم کردن داده‌های آزمایش، قبل از آموزش مدل ۳۰ درصد از داده‌ها به‌عنوان داده‌های آزمایش در نظر گرفته شدند.

۳-۶- بهبود تنظیمات پارامترها

مدل طراحی شده با تنظیمات اولیه زیر ایجاد شد:

جدول ۷. تنظیمات اولیه مدل

تعداد رقم اعشار	تعداد Nodes	تعداد Hidden Layers	مقدار Momentum	مقدار Learning rate	تعداد گام‌ها	ابعاد ماتریس متغیرها
۶	۱۰،۵ ۱۵	۳	۰،۲	۰،۳	۲۰	۱۰

در ایجاد تمامی مدل‌های شبکه عصبی مرحله تنظیم پارامترها از اهمیت به‌سزایی برخوردار است. به‌عبارت‌دیگر، آزمون‌وخطا در دستیابی به بهترین تنظیمات جزو لاینفک طراحی مدل‌های شبکه عصبی است. در این قسمت با تغییر دادن پارامترهای مدل از جمله تعداد لایه‌ها، تعداد نودها، تعداد گام‌ها و نرخ

1. Train
2. Test

یادگیری و اجرای مدل و ارزیابی نتایج حاصله، بهترین تنظیمات انتخاب می‌شوند. در جدول زیر به تعدادی از این پارامترها و نتایج حاصل از آن اشاره شده است.

جدول ۸. مدل‌های اجرا شده با پارامترهای مختلف

ردیف	نرخ یادگیری	تعداد لایه‌ها	تعداد نودها	تعداد گام	خطای مطلق نسبی
۱	0.3	3	5,10,15	15	1.28%
۲	0.3	3	4,8,12	15	45%
۳	0.3	3	5,10,15	20	1.03%
۴	0.3	3	4,8,12	20	10%
۵	0.3	4	4,8,12,8	15	21%
۶	0.3	4	5,10,10,5	15	18%
۷	0.3	4	4,8,12,8	20	21%
۸	0.3	4	5,10,15,10	20	16%
۹	0.2	3	5,10,15	15	6.58%
۱۰	0.2	3	4,8,12	15	6.54%
۱۱	0.2	3	5,10,15	20	6.25%
۱۲	0.2	3	4,8,12	20	5.57%
۱۳	0.2	4	4,8,12,8	15	6.54%
۱۴	0.2	4	5,10,10,5	15	5.05%
۱۵	0.2	4	4,8,12,8	20	5.57%
۱۶	0.2	4	5,10,15,10	20	1.74%

لازم به ذکر است که بهترین نتایج مدل با تنظیمات زیر حاصل شد:

جدول ۹: تنظیمات بهترین مدل اجرا شده

نرخ یادگیری	تعداد لایه‌ها	تعداد نودها	تعداد گام	خطای مطلق نسبی
0.3	3	5,10,15	20	1.03%

۶-۴- تحلیل حساسیت

در آخرین مرحله از گام پیاده‌سازی، پس از تشکیل مجدد ماتریس همبستگی میان نه متغیر منتخب با متغیر وابسته، چهار متغیر مستقل که بیشترین همبستگی با متغیر وابسته را داشتند، انتخاب شدند و بر روی آن‌ها تحلیل حساسیت صورت گرفت. اینجا نیز از همان ابزار یادشده استفاده شد تا تنها تحلیل حساسیت را بروی متغیرهای مستقلی انجام دهیم که بیشترین اثرگذاری را بر روی متغیر وابسته دارند. به این ترتیب چهار متغیر زیر برای تحلیل حساسیت انتخاب شدند:

جدول ۱۰: متغیرهای منتخب برای تحلیل حساسیت

عنوان متغیر	ضریب همبستگی
میزان هزینه کاغذبازی‌های اداری	0.88
مقدار هزینه‌ی اضافه‌کار	0.68
کارایی واحد فروش در خصوص توزیع محصولات	0.65
کارایی واحد بازاریابی	0.59

مقادیر هر کدام از متغیرهای مذکور -۲۰٪، -۱۰٪، +۱۰٪ و +۲۰٪ تغییر داده شد و هر بار مجموعه داده‌ای جدید شکل گرفته وارد نرم‌افزار شد و مقادیر جدید شاخص هزینه زایی (متغیر وابسته) به کمک الگوریتم آموزش دیده، پیش‌بینی شد و میزان تغییرات این متغیر نسبت به متغیر مستقل سنجیده شد. میزان تغییرات شاخص هزینه زایی به ازای تغییر هر یک از متغیرهای مستقل موجود در جدول ذیل مشاهده می‌شود.

جدول ۱۱. میزان تغییر شاخص هزینه زایی به ازای تغییر سایر متغیرها

میزان هزینه کاغذبازی‌های اداری	مقدار هزینه‌ی اضافه‌کار			کارایی واحد فروش در خصوص توزیع محصولات				کارایی واحد بازاریابی				تغییرات حساسیت	
	20%	10%	-10%	-20%	20%	10%	-10%	-20%	20%	10%	-10%		-20%
3.35%	3.07%	1.54%	-1.54%	-3.08%	1.33%	0.66%	-0.66%	-1.33%	0.92%	0.46%	-0.46%	-0.92%	هزای متغیر طبیعی

تفسیر نتایج

اگر مقادیر پیش‌بینی شده توسط شبکه عصبی را در کنار سال‌های مربوط به هر کدام از آن‌ها قرار دهیم به نتایج جالبی می‌رسیم که خلاصه این اطلاعات در جدول ذیل ارائه شده است.

جدول ۱۲. خلاصه نتایج اجرای مدل

کد سال	میانگین هزینه زایی	تغییرات هزینه زایی	میانگین وزنی هزینه زایی
-11	16.836957		26.36
-10	13.426972	-20%	
-9	28.488415	112%	
-8	14.246656	-50%	
-7	13.437388	-6%	

کد سال	میانگین هزینه زایی	تغییرات هزینه زایی	میانگین وزنی هزینه زایی
-6	21.457513	60%	
-5	22.980450	7%	
-4	21.345890	-7%	
-3	29.202051	37%	
-2	32.184021	10%	
-1	32.907030	2%	
1	33.333101	1%	30.87
2	32.502850	-2%	
3	23.599703	-27%	
4	17.130724	-27%	
			17.11%

اگر به هنگام آماده‌سازی داده‌ها تنها به برچسب قبل و بعد از پیاده‌سازی نرم‌افزار راهکاران اکتفا می‌کردیم، ملاحظه می‌شد که عدد شاخص هزینه زایی سازمان از ۲۶.۳۶ به ۳۰.۸۷ افزایش یافته و به سمت عدد ۱۰۰ که نشان‌گر بیشترین میزان هزینه زایی و کمترین میزان کارایی است در حال حرکت است! در یک نگاه، در این صورت می‌گفتیم پس از پیاده‌سازی سیستم ERP کارایی سازمان حدود ۱۷ درصد کاهش یافته است و عملکرد سازمان بدتر شده است! حال نکته‌ای که پاسخی روشن و منطقی به این نظریه را بیان می‌دارد آن است که اگر مقادیر پیش‌بینی‌شده را علاوه بر برچسب قبل و بعد از پیاده‌سازی با برچسب سال مربوط به هر یک نیز در نظر بگیریم، نتایج کاملاً متفاوتی حاصل می‌شود. در این صورت همان‌طور که در جدول بالا ملاحظه می‌شود، در مقایسه سال به سال نمره عملکرد شرکت‌ها و تغییرات سال به سال دیده می‌شود که در اولین سال از پس پیاده‌سازی نمره هزینه زایی سازمان تقریباً ثابت مانده و تنها درصد بسیار کمی هزینه زایی سازمان افزایش پیدا کرده است که می‌توان آن را ناشی از یکی از دلایل زیر دانست:

- هزینه خریداری، نصب و پیاده‌سازی این سیستم خود عاملی است تا هزینه‌های سازمان در همان سال اول افزایش قابل توجهی داشته باشد.
- ورود یک نرم‌افزار با سطح فنی بالا نسبت به نرم‌افزارهای جزیره‌ای سطح پایین پیشین در یک سازمان، عموماً زمان زیادی نیاز دارد تا همه‌ی کاربران و واحدهای ذی‌نفع با فواید کامل و مزایای این نرم‌افزارها آشنایی پیدا کنند و در نتیجه برای فعال شدن مزایای بالقوه این نرم‌افزارها و پدیدار شدن آثار آن بر کارایی و هزینه زایی سازمان باید کمی انتظار کشید! برای مثال شاید سازمانی با وجود پیاده‌سازی این نرم‌افزار در سازمان خود، هنوز امور مربوط به درخواست کالا از انبار، درخواست مرخصی و ... خود را علاوه بر ثبت سیستمی به صورت سنتی و با چاپ و مصرف کاغذ متعدد نیز هم‌زمان پیش ببرد تا زمانی که متوجه امکان اسکن کردن و استفاده از امضای الکترونیکی درخواست‌ها و اسناد در نرم‌افزار آشنا شود؛ بنابراین نه تنها با پیاده‌سازی، زمان

رسیدگی و هزینه‌های مرتبط با این درخواست‌ها، کاهش نمی‌یابد، بلکه در سال اول ممکن است این زمان و هزینه‌ها افزایش و کارایی سازمان موقتاً بدتر شود.

همان‌طور که در ادامه ملاحظه می‌شود از سال دوم که فرهنگ استفاده از چنین سیستمی بیش‌ازپیش در سازمان‌ها جا می‌افتد و واحدهای مختلف به مزایای این سیستم برای انجام کاراتر فعالیت‌ها و وظایف خود پی می‌برند و در نتیجه شاخص هزینه زایی رو به بهبود می‌رود. می‌توان گفت که با ورود به سال سوم و با گذشت مدت‌زمان دو سال از پیاده‌سازی نرم‌افزار ERP در سازمان، ملاحظه می‌شود که این سیستم به مرحله بلوغ خود در سازمان رسیده و مزایای بالقوه آن بالفعل گشته و کارایی سازمان در دو سال پیاپی به‌طور میانگین ۲۷ درصد نسبت به سال قبل از خود بهبود یافته است.

در خصوص نتایج حاصل از تحلیل حساسیت نیز اولین نکته‌ای که مشاهده می‌شود همبستگی مثبت متغیرهای مستقل با متغیر وابسته است؛ و از آنجایی متغیرهای انتخابی ما نیز همگی از جنس هزینه بودند، نتایج حاصل نیز مطابق با انتظار ما بود. همان‌طور که در جدول فوق ملاحظه می‌شود، شاخص هزینه زایی بیشترین میزان حساسیت را نسبت به تغییرات متغیر مربوط به کاغذبازی‌های اداری نشان داده است. به این ترتیب می‌توان گفت اگر سازمانی بر روی این نکته تمرکز نموده و به کمک زیرساخت بسیار قدرتمندی که سیستم ERP جهت مستندسازی آنلاین اسناد، مدارک و درخواست‌ها و همچنین استفاده از امضای الکترونیک فراهم کرده است، بتواند هزینه‌های کاغذبازی اداری خود را کاهش دهد، کارایی سازمانش مقدار قابل توجهی بهبود می‌یابد. تنها ۲۰ درصد کاهش هزینه‌های کاغذبازی در سازمان می‌تواند هزینه زایی کل سازمان را ۳۳۶٪ بهبود ببخشد که عددی چشمگیر است. البته باید در نظر داشت که این امکان دقیقاً همچون یک شمشیر دو لبه است و اگر اشتباه رایج بسیاری از مشتریان سیستم‌های برنامه‌ریزی منابع سازمان که بر این باور غلط هستند که باید از تمامی فرم‌های سیستم نسخه چاپی تهیه نمود، حتی اگر این فرم‌ها تعدادشان چهار برابر تعداد سیستم‌های سنتی باشد و هرچند که مطابق فرآیندهای سازمان آن‌ها تنها به تهیه یک نسخه چاپی نیاز باشد، آنگاه کارایی سازمان نیز با همان نسبت بهبود، بدتر خواهد شد! باید در نظر داشت که نرم‌افزار ERP یک سیستم جامع است و بر این مبنای طراحی شده است که پاسخگوی نیاز بزرگ‌ترین شرکت‌ها و با پیچیده‌ترین فرآیندها باشد و لذا الزامی برای استفاده از تمام ظرفیت فرآیندی آن برای اغلب فعالیت‌های سازمان‌ها وجود ندارد.

جمع‌بندی

همان‌طور که انتظار می‌رفت پیاده‌سازی سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان، در ابتدا هزینه‌ی قابل توجهی را در زمینه‌های مالی و غیرمالی برای سازمان دربردارد که حتی ممکن است روند هزینه زایی سازمان را در سال‌های ابتدایی در جهت منفی تحت تأثیر خود قرار دهد. هزینه مالی بالای خریداری و راه‌اندازی این سیستم، نیاز به فرهنگ‌سازی و ایجاد آمادگی در کارکنان واحدهای متأثر، زمان لازم جهت آشنایی کامل با قابلیت‌های این سیستم و انطباق حداکثری فرآیندهای کسب‌وکار با فرآیندهای تعبیه‌شده یا قابل سفارشی‌سازی در سیستم مذکور از جمله عللی است که می‌تواند باعث شود تا در سال‌های ابتدایی، فواید کلیدی آن را نمایان نسازد و اینجاست که تردیدها مبنی بر هزینه زایی صرف این‌گونه سیستم‌ها قوت

می‌گیرد؛ اما همان‌طور که در فصول گذشته بیان شد و نتایج مرتبط نیز ملاحظه گردید، در اینجا باید ضرب‌المثل معروف را به کار بست که: «اندکی صبر، سحر نزدیک است!» تردیدها با ورود سیستم‌های برنامه‌ریزی سازمان به سال‌های بعدی و رسیدن به دوران بلوغ خود، یقیناً برطرف خواهد شد. روند بهبود کارایی سازمان به سبب بالفعل شدن اثرات مثبت استفاده از این سیستم در سازمان کاملاً محسوس می‌گردد و شاخص مربوط به هزینه زایی سازمان که متأثر از متغیرهای متأثر از پیاده‌سازی نرم‌افزار در واحدهای مختلف عملکردی است، با سرعت زیادی رو به بهبودی خواهد رفت. در این زمان، سازمان دارای کارکنانی است که با سیستم مستقرشده کاملاً آخت شده‌اند و می‌توانند با سرعت بسیار بیشتر و نیز دقت بالاتر، وظایف خود را به انجام رسانند. همچنین یکپارچگی اطلاعاتی به مدیران ارشد در تصمیم‌گیری‌های حیاتی سازمان کمک شایانی می‌کند که خود عامل دیگری برای بهبود کارایی سازمانی است. مدیران عملیاتی به راحتی و با فشردن چندین دکمه در رایانه خود، می‌توانند تمام اطلاعات مربوط به عملکرد واحد خود را کنترل کرده و در صورت نیاز جهت جلوگیری از هزینه زایی مراکز و واحدهای مختلف، رفع گلوگاه‌های نمایان شده در ارتباط با فرآیندهای ثبت‌شده در سیستم و ... اقدامات لازم را سریعاً انجام دهند و بدین ترتیب زمان آن‌ها جای یافتن و شناسایی مشکلات، صرف حل مسائل سازمانی و در نتیجه بهبود کارایی سازمان شود. فرآیندهای کسب‌وکاری هر واحد نیز به خوبی در سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان پیاده‌سازی شده و به شکلی کارا به پیش می‌روند. قابلیت‌های مختلف این سیستم‌ها نیز به‌مرور برای واحدهای مختلف آشکار گشته و از آن‌ها بهره‌برداری شده است. در نتیجه همه‌ی موارد فوق، شاخص هزینه زایی نیز در این دوره بهبود قابل توجهی می‌یابد. در نهایت باید گفت زمان آن چیزی است که در مورد چالش اصلی میان مخالفان و موافقان پیاده‌سازی و استفاده از سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان به‌عنوان قاضی عمل کرده و در نهایت رأی را به موافقان می‌دهد!

فهرست منابع

- بابائی، محمدرضا و غلامی، زهرا. ۱۳۹۴. چالش‌های پیاده‌سازی نرم‌افزار برنامه‌ریزی منابع سازمان در سازمان‌های بزرگ ایران. *مجله سیستم‌های اطلاعاتی*، ۵۴، ۱۵-۲۷.
- دردار، شاهین. ۱۳۹۶. ارائه مدل یکپارچه برای تحقق مزایای پیاده‌سازی نرم‌افزار برنامه‌ریزی منابع سازمان. *مجله بین‌المللی سیستم‌های اطلاعاتی کسب‌وکار*، (4) 24، ۴۵۰-۴۲۳.
- روحانی، سعید و مهری، مبین. ۱۳۹۷. توانمندسازی مزایای پیاده‌سازی نرم‌افزارهای برنامه‌ریزی منابع سازمان: مطالعه تجربی بنگاه‌های صنعتی. *مجله سیستم‌ها و فناوری اطلاعات*، (1) 20، ۷۲-۵۴.
- عباسی، سولماز و زمانی، محمود و والمحمدی، چنگیز. ۱۳۹۳. تأثیر پیاده‌سازی سیستم‌های برنامه‌ریزی منابع سازمان بر حسابداری مدیریت در سازمان‌های ایرانی. *آموزش، تجارت و جامعه: مسائل معاصر خاورمیانه*، 7 (4)، ۲۴۵-۲۵۶.
- Bazhair, Ayman Hassan and Sandhu, Kamaljeet .2015. Factors for the Acceptance of Enterprise Chatzoglou, Prodromos and Chatzoudes, Dimitrios .2017. Examining the Antecedents and Outcomes of ERP Implementation Success: An Explanatory Study. *Lecture Notes in Business Information Processing*, Vol. 277, pp. 157-178.
- Goumas, Spyridon, Charamis, Dimitris and Tabouratzi, Efthalia .2018. Accounting Benefits of ERP Systems across the Different Manufacturing Industries of SMEs. *Theoretical Economics Letters*, Vol. 8, pp. 1232-1246.
- Kanellou, Alexandra and Charalambos, Spathis .2013. Accounting benefits and satisfaction in an ERP environment. *International Journal of Accounting Information Systems*, Vol. 14, No. 3, pp. 209-234.
- Kenneth C. Laudon & Jane P. Laudon .2006. *Managing the Digital Firm*. Management Information Systems, the 9th Edition, Pearson.
- Kumar V., Maheshwari B., Kumar U .2002. Enterprise resource planning systems adoption process: A survey of Canadian organizations. *International Journal of Production Research*, Vol. 40, No. 3, pp. 509-523.
- Lorca, Pedro, de Andrés, Javier and Emilio Labra, José .2012. The effects of ERP implementations on the profitability of big firms: The case of Spain. *International Journal of Technology Management*, Vol. 59, No. ½, pp. 22-44.
- Priya Kushwaha, Preeti, Yadav and Jagdish, Prasad .2018. Impact of enterprise resource planning on human resource management in automobile sector: Statistical analysis. *Journal of Statistics and Management Systems*, Vol. 21, No. 4, pp. 601-615.
- Resource Planning (ERP) Systems and Financial Performance. *Journal of Economics, Business and Management*, Vol. 3, No. 1, pp. 21-32.
- Shagari, Ladan, Shamsudeen, Abdullah, Akilah and Mat Saat, Rafeah .2017. Accounting information systems effectiveness: Evidence from the Nigerian banking sector. *Interdisciplinary Journal of Information, Knowledge, and Management*, Vol. 12, pp. 309-335.
- Shena, Yung-Chi, Chen, Pih-Shuw and Wanga, Chun-Hsien .2016. A study of enterprise resource planning (ERP) system performance measurement using the quantitative balanced scorecard approach. *Computers in Industry*, Vol. 75, pp. 127-139.
- Umble E. J., Haft R. R., Umble M M .2003. Enterprise resource planning: implementation procedures and critical success factors. *European Journal of Operational Research*, Vol. 146, No. 2, pp. 241-257.
- Voulgaris, Fotini, Lemonakis, Christos and Papoutsakis, Manos .2015. The impact of ERP systems on firm performance: the case of Greek enterprises. *Global Business and Economics Review*, Vol. 17, No. 1, pp. 112-129.

Designing a predictive analytics model to evaluate the quantitative performance of enterprise resource planning system

Babak Sohrabi

Professor of Information Technology Management, Faculty of Management, University of Tehran¹.

Iman Raeesi Vanani

Associate Professor of Industrial Management, Faculty of Management and Accounting, Allameh Tabataba'i University.

Mahdi Kiaei

Master of Information Technology Management, Faculty of Management, University of Tehran.

Abstract: One key factor in the formation of organizational ERP systems is the requirement of integration at the organization's internal and external levels to survive in competitive markets. These systems have gained a lot of popularity not only by increasing the pace and accuracy of registering the organizational information but also by providing a quick reporting infrastructure. Registration, storing, and recovery of integrated and reliable information throughout the organization is another feature that has affected the penetration of ERP systems in organizations. However, the argument about the high cost of purchasing and implementing such systems between financial and IT departments have always been a challenge in the way of ERP expansion; Therefore, in such a case, it seems necessary to provide evidence of the efficiency or inefficiency of them in the form of an analytical model with a predictive approach and through quantitative indicators to resolve these contradictions. It should be considered that if a clear vision, accurate and quantitative information based on the performance indicators of the organization is given to the decision-makers, the disagreement in such issues will be meaningless. Now, the question is that what tool can provide such valuable information? Predictive models depict the probable future, given the current terms and variables, so that they can solve the issue around using the ERP systems. The present study has extracted the raw, reliable, and not manipulated quantitative data from the ERP system's database and has designed a quantitative predictive analytic model by them to provide clear and accurate answers to existing questions based on quantitative performance indicators. An approach that has not been seen before.

Keywords: Enterprise Resource Planning System, Data mining, Neural Network, Organizational Performance Indicators, Predictive Analytics, Quantitative Indicators.