



# بررسی بکارگیری مهندسی ارزش در کاهش هزینه ها در پروژه های عمرانی و ارائه راهکاری برای بهینه سازی هزینه

علی پروری

عضو هیئت علمی، گروه عمران، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خمین، خمین ایران

مجید دالایی

دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت ساخت، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خمین، خمین ایران

فصلنامه علمی تخصصی

مهندسی و مدیریت ساخت

سال سوم، شماره دهم،

پاییز و زمستان ۱۳۹۷

نویسنده مسئول: علی پروری

آدرس ایمیل:

Aliparvari@iaukhomein.ac.ir

## چکیده:

مهندسی ارزش تلاشی سازمان یافته برای تحلیل عملکرد سیستم‌ها، تجهیزات، خدمات و مؤسسات به منظور نیل به عملکرد واقعی با کمترین هزینه در طول عمر پروژه است که سازگار با کیفیت و ایمنی مورد نظر باشد. مهندسی ارزش یکی از تکنیک‌های بهبود و حل مسئله می‌باشد که کارایی آن در طول بیش از نیم قرن استفاده در زمینه‌های مختلف صنعتی، خدماتی، عمرانی و ساخت به اثبات رسیده است. گسترش کاربرد مهندسی ارزش در طراحی و اجرای پروژه‌های عمرانی نشان از توانمندی این رویکرد در کاهش هزینه افزایش و بهبود کیفی پروژه و ایجاد ارزش افزوده دارد که می‌تواند در انجام موفقیت آمیز پروژه‌های عمرانی که بخش بودجه و هزینه نقش اساسی در آن ایفا می‌نماید، داشته باشد و سبب ارتقاء موثر کیفیت و کاهش هزینه را در پی دارد. در این مقاله به روش رویکرد مهندسی ارزش در طراحی و اجرای پروژه‌های عمرانی پرداخته شده است. نتایج به دست آمده از فرض‌های تحقیق بیانگر آن است که فرض تایید شده است. همچنین با طراحی شبکه عصبی صحت آزمون‌های آماری مشخص گردید.

**کلمات کلیدی:** مهندسی ارزش، پروژه‌های عمرانی، کاهش هزینه، طول عمر پروژه

## Investigating of value engineering in reducing costs in development projects and providing a solution for cost optimization

Ali Parvari

Faculty Member, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Islamic Azad University, Khomein Branch, Khomein Iran

Majid Dalaei

Master student, Faculty of Civil Engineering, Islamic Azad University of Khomein Branch, Khomein, Iran



V. 03 No. 10 -  
autumn 2018  
& winter 2019

Corresponding author:

Ali Parvari

Email address:

Aliparvari@iaukhomein.  
ac.ir

مهندسی ارزش راهی است به سوی ایجاد تعادل بین هزینه‌ها و کارکردهای یک محصول یا پروژه می‌باشد. مهندسی ارزش با حفظ کارکردها، روش‌هایی را در اختیار قرار می‌دهد که هزینه‌های اضافی را حذف نموده و روش‌های کم هزینه‌تر را با کیفیت و کارکرد بالاتر جایگزین روش‌های قبلی می‌گردد. بکارگیری مهندسی ارزش برای افراد حرفه‌ای دست اندرکار صنعت ساختمان که از جانب دولت در پروژه‌های عمرانی فعالیت دارند، بسیار حائز اهمیت می‌باشد. با این وجود باید توجه داشت مدیریت ارزش فرآیندی عام برای حل مسأله است که می‌توان آن را در تمام تصمیم‌سازی‌های مدیریتی به کار گرفت. در صنعت ساخت فرآیندها و روش‌های مرتبط با مدیریت ارزش به عنوان ابزار پشتیبانی تصمیم‌سازی در پروژه به کار می‌رود و علاوه بر این با افزایش مقبولیت، در زمینه‌های دیگری مانند برنامه‌ریزی راهبردی، فرآیندهای تجاری، استمرار رقابت‌های تجاری، مدیریت تغییرات سازمانی و ... نیز کاربرد گسترده‌ای یافته است. مهندسی ارزش در خلال جنگ جهانی دوم مطرح گردید، در طی جنگ به علت کمبود منابع، ضرورت تغییر مواد اولیه مورد مصرف و طرح‌ها به وقوع پیوست و در کارخانه جنرال موتور آمریکا مورد استفاده قرار گرفت. این ایده اولین بار در سال ۱۹۴۷ توسط لارنس مایلز مطرح گردید. او معتقد بود: تحلیل ارزش یک روش خلاق و سازمان یافته است که هدف آن شناسایی هزینه‌های غیرضروری است، در تعریف انجمن مهندسی ارزش آمریکا SAVE آمده است: مهندسی ارزش مجموعه تکنیک‌های سیستماتیک و کاربردی است که برای تشخیص کارکرد یک محصول یا خدمت و تولید یا ایجاد آن کارکرد با حداقل هزینه، به کار می‌رود. امروزه مهندسی ارزش در جهت تولید ایده‌ها و راهکارهای جدید و بالا بردن ارزش پروژه در طیف وسیعی از پروژه‌ها از قبیل پروژه‌های ساختمانی صنعتی استفاده می‌شود و موجبات کاهش هزینه‌ها را به طور چشم‌گیری فراهم آورده است در زمینه‌ی پیشرفت‌های حاصله در بخش‌های تولیدی، در سال‌های گذشته، مهندسی ارزش نقش قابل توجهی را ایفا کرده است [۱]. مهندسی ارزش رویکردی است سیستماتیک برای رسیدن به کارکرد مطلوب یک سیستم، فرآیند تولید محصول یا خدمت در پایین‌ترین سطح هزینه، بطری که با این کمینه‌سازی هزینه، به کیفیت، قابلیت اطمینان، اجرا و ایمنی مذکور آسیبی وارد نشود. مهندسی ارزش در عمل به شرح مطالعه ارزش بر روی یک پروژه یا محصول در حال ساخت می‌پردازد. این اهداف در زیر به صورت خلاصه آمده است [۲]:

۱. کاهش هزینه اولیه	۲. کاهش هزینه عملیاتی
۳. کاهش زمان	۴. کم کردن اشتباهات و خطاها طرح
۵. برآوردن رضایت کارفرما	۶. افزایش کیفیت
۷. بهبود موارد زیست محیطی	

## ۲- پیشینه تحقیق

در این مقاله برای انتخاب سازه نگهبان در یک پروژه مطالعه موردی در شهر مشهد، از تکنیک مهندسی ارزش استفاده شود. نتایج پیاده‌سازی گام‌های مهندسی ارزش در پروژه مورد نظر نشان می‌دهد که روش مهار متقابل با

توجه به شرایط موجود بهترین گزینه برای اجرا می‌باشد. همچنین با توجه به اینکه تکنیک مهندسی ارزش تمامی کارکردها و هزینه‌ها مورد تحلیل و بررسی قرار می‌دهد و ضمن افزایش ارزش سرمایه‌گذاری، کارکردها، کیفیت و مطلوبیت سناریو مورد انتخاب را به نحو چشمگیری بهبود می‌بخشد، لذا به کارگیری این تکنیک در مساله انتخاب سازه نگهبان نتایج خوبی در پی داشته است و می‌تواند به عنوان ابزاری کارآمد در موضوع پرچالش انتخاب سازه نگهبان در اختیار کارفرمایان قرار گیرد [۳]. این مقاله با محوریت بررسی کارکرد مهندسی ارزش در پیشرفت سه اصل کاهش هزینه و زمان با حفظ و ارتقا کیفیت مشخصا در خصوص ساختمان‌هایی با ابعاد و کاربری اداری تجاری، تفریحی انجام پذیرفته است و مطالعات آن در ابتدا بصورت کتابخانه‌ای سپس میدانی و تهیه پرسشنامه از متولیان و مدیران و تیم‌های مهندسی ارزش انجام شده و جامعه آماری آن چند پروژه در حال اجرا و تمام شده در تهران میباشد نتایج پژوهش حکایت از کاهش هزینه‌های اجرا تا ۱۰ درصد مبلغ اولیه پیمان و کاهش زمان اجرا تا ۲۵ درصد زمان اولیه محاسبه شده دارد و بهبود کیفیت حاصل استفاده از این رویکرد در پروژه‌های مذکور بدیهی و غیرقابل انکار است [۴]. هدف از انجام این مقاله بررسی عوامل موثر در بکارگیری مهندسی ارزش در پروژه‌های ساخت مسکن و بررسی مشکلات و موانع کاربرد این تکنیک در زمینه‌های قوانین و مقررات، ساختار مجموعه‌های کارفرمایی، پیمانکاران، مشاوران طرح و مشاوران ارزش، و آرایه‌ی راهکارهای بهینه جهت بهبود مهندسی ارزش است. روش تحقیق این مقاله اسنادی-تحلیلی و روش گردآوری اطلاعات آن به صورت کتابخانه‌ای می‌باشد [۵]. در این مقاله با استفاده از تشکیل ماتریس احتمال و شدت اثر که اطلاعات آن به وسیله تکمیل شدن پرسشنامه توسط متخصصان این حوزه بدست آمده و استفاده از شبیه‌سازی مونت کارلو به منظور تولید داده‌های بیشتر، اولویت بندی ریسک‌های پروژه‌های آبیاری تحت فشار انجام گردیده است. پس از انجام اولویت بندی، چهار ریسکی که درجه سختی بیشتری دارند، مشخص شدند و پیشنهادات لازم در جهت مقابله و پاسخ به آنها ارائه گردید. ریسک با بیشترین سختی، عدم تعامل بین کارفرما و بهره‌بردار برای اطلاع دقیق از نیازها و شرایط کار می‌باشد که از نتایج شبیه‌سازی بدست آمده است [۶]. در این مقاله به شرح مراحل استفاده از این فرآیند برای ایجاد صرفه جویی در هزینه‌های پروژه مقاوم‌سازی چندین برج در پروژه مسکونی آبشار استان اصفهان با استفاده از آیین‌نامه‌های مختلف بارگذاری می‌پردازیم و ضمن معرفی مختصر پروژه مورد نظر، روند انجام مطالعه ارزش را بر روی آن شرح می‌دهیم. از دستاوردهای دیگر انجام این پروژه، پی بردن به این نکته است که مهندسی ارزش می‌تواند به جای بهبود کارکردها، کل سیستم را در جهت بهبود تغییر دهد [۷]. هدف اصلی از مقاله پیش رو، شناسایی مهمترین فاکتورهای اثرگذار بر ترکیب سید پروژه‌های سازمان‌های پروژه محور با تمرکز بر یک دستگاه اجرایی داخل کشور است تا بتواند به عنوان ابزاری با در اختیار قرار دادن نتایج حاصله مدیران و فعالان ذیربط را در دستیابی به چشم‌انداز سازمانی یاری رساند. برای تحقق هدف تحقیق با انجام مطالعات

کتابخانه‌های شناخت لازم در خصوص ماهیت پورتفولیو پروژه، مدیریت پورتفولیو ارتباط آن با ارزش کسب و کار سازمان، ضرورت و نقش به روز رسانی های ترکیب پروژه فراهم گردید. سپس با تمرکز بر چشم انداز سازمان مورد بررسی، برنامه استراتژیک سازمان مدون شده و فاکتورهای موثر در برنامه استراتژیک که مرتبط با مدیریت پورتفولیو پروژه ها بود با بکارگیری مهندسی ارزش استخراج گردید [۸]. در این تحقیق ضمن بررسی مقالات و کتابها و استانداردهای معتبر از طریق مطالعات کتابخانه‌ای، ارایه و تحلیل وضع موجود مهندسی ارزش در پروژه های ساختمانی مختلف، بررسی موانع پیش روی به کارگیری این متدولوژی صورت پذیرفته و راهکارهای اجرایی برای رفع این آسیب ها و استفاده درست و نتیجه بخش از مهندسی ارزش پیشنهاد شده است [۹]. در مقاله حاضر سیر استقرار نظام بودجه ریزی عملیاتی در شهرداری تهران مورد بررسی قرار گرفته و ضمن ارزیابی تاثیر این روش بودجه ریزی بر بهبود عملکرد فعالیت ها و خدمات در نهاد عمومی مدیریتی شهرداری، راهکارهای اتخاذ شده توسط نهاد سیاستگذاری شورای اسلامی شهر تهران بر مبنای اصول مهندسی ارزش برای کاهش هزینه ها و افزایش ارزش فعالیت ها و خدمات و ارتقای پاسخگویی و شفافیت مالی و عملیاتی نهاد عمومی شهرداری تهران ارایه شده است. نتایج مطالعه نشان داده است که نظام بودجه ریزی بر مبنای عملکرد در صورتی که به صورت یک زنجیره متصل با نظام فنی و اجرایی، نظام پایش برنامه پنج ساله، نظام پذیرش پروژه ها و نظام کنترل پروژه ها و سیستم بهای تمام شده در سیستم مدیریتی شهرداری تهران به صورت مستمر و تدریجی در سیستم های کنترلی مدیریت شهری پیاده سازی شود می تواند با ایجاد ارتباط بین شاخص های عملکردی و تخصیص بهینه منابع به بهبود بهره وری عملکرد شهرداریها منجر گردد. همچنین به کارگیری سیستم مهندسی ارزش در دیدگاه کلان مدیریت شهری در اقداماتی مانند فرآیند تصویب بودجه در شورای شهر می تواند فرصت مناسبی برای ایجاد هم افزایی در طرح های منفصل و استفاده از ایده های خلاقانه و ساختار شکن برای افزایش کارایی طرح ها و کاهش هزینه های مدیریت شهری و افزایش سرمایه مالی و اجتماعی شهر فراهم کند [۱۰].

### ۳- روش تحقیق

در این پژوهش نوع تحقیق بر مبنای هدف از نوع تحقیقات کاربردی است. در پژوهش کاربردی محقق پس از طی مراحل مختلف تحقیق و آزمون فرضیات مطرح شده به نتایجی دست می‌یابد که نهایتاً تلاش می‌شود که در راستای نتایج بدست آمده پیشنهادهای برای جامعه آماری تحقیق ارائه شود. پژوهش حاضر باتوجه به هدف از نوع تحقیقات کاربردی واز نظر روش توصیفی علمی می باشد.

#### ۳-۱- متغیرهای تحقیق

در این تحقیق دو نوع متغیر در نظر گرفته شده است. متغیر مستقل عبارت است مهندسی ارزش، فاز اطلاعات، فاز عملکرد، فاز توسعه، فاز ارائه و متغیر وابسته عبارت است کاهش هزینه.

#### ۳-۲- جامعه آماری

جامعه آماری تحقیق حاضر شامل کلیه کارکنان

پروژه کوی کوثر اراک به تعداد ۱۳۶ نفر می باشند.

### ۳-۳-آزمون پایایی

یک مقیاس یا آزمون زمانی دارای پایایی است که در شرایط ثابت از انجام مکرر آن نتایج یکسان حاصل گردد. پایایی آزمون بیانگر قابلیت اعتماد به نتایج آزمون است. قابلیت اعتماد عبارت است از همبستگی میان یک مجموعه از نمرات و مجموعه دیگری از نمرات در یک آزمون که به صورت مستقل بر یک گروه آزمودنی به دست آمده باشد. برای محاسبه ضریب قابلیت اعتماد پرسشنامه به عنوان ابزار اندازه گیری اطلاعات از روش های مختلفی استفاده می شود [۳۵]. در این پژوهش برای ارزیابی ضریب پایایی پرسشنامه از روش آلفای کرونباخ استفاده شده است که مهم ترین روش برای مقیاس های رتبه ای (رتبیبی) می باشد. ضریب آلفای کرونباخ بیانگر میزان همپوشانی و همسویی سوالات می باشد و میزان دقت و آگاهی پاسخ دهندگان را نیز مشخص می نماید که برای محاسبه آلفای کرونباخ از فرمول زیر استفاده می شود [۱۲]:

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left( 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right)$$

$\alpha$ : ضریب پایایی پرسشنامه

K: تعداد سوالات پرسشنامه

$S_i^2$ : واریانس پاسخ های داده شده به سوال iam

$S_t^2$ : واریانس کل پاسخ های پرسشنامه

جدول ۱- مقدار آلفای کرونباخ برای سوالات پژوهش

مؤلفه های پرسشنامه	تعداد سوالات	آلفای کرونباخ
مهندسی ارزش	۴	۰,۸۶۳
فاز اطلاعات	۴	۰,۸۲۳
فاز عملکرد	۳	۰,۸۷۷
فاز توسعه	۴	۰,۷۶۵
فاز ارائه	۳	۰,۷۹۸
کاهش هزینه	۴	۰,۸۵۶
مجموع	۲۲	۰,۸۸۳

مقدار آلفای کرونباخ پرسشنامه این پژوهش با استفاده از ۳۰ پرسشنامه نمونه آماری در نرم افزار SPSS محاسبه شده است که مقدار کلی آن ۰,۸۸۳ می باشد و با توجه به نتایج جدول بالا و همچنین مقدار آلفای کرونباخ کل سوالات پرسشنامه (که بیش از ۷۰ درصد است) مشخص می گردد که پرسشنامه پژوهش بصورت کلی و در هریک از مؤلفه ها از پایایی مناسب برخوردار می باشد.

#### ۳-۴- نمونه و تعیین حجم نمونه

در این تحقیق براساس فرمول کوکران برای جامعه محدود در سطح خطای ۵ صدم ودقت برآورد ۷ صدم بادر نظر گرفتن

مقدار ۵ صدم برای نسبت موفقیت حجم نمونه ۱۰۱ به دست آمد. در نهایت باتوجه به بررسی های به عمل آمده از کل کارکنان که ۱۳۶ نفر می باشند تعداد ۱۰۱ نفر از کارکنان به عنوان نمونه انتخاب و پرسش نامه هابین آن ها توزیع گردید که در آخر با برگشت تمامی پرسش نامه هاتجزیه و تحلیل های لازم صورت پذیرفته است.

### ۳-۵- روش گرد آوری داده ها

روش مورد استفاده در این پژوهش پرسشنامه بوده است. که محقق با استفاده از پرسش نامه و توزیع آن در عرصه و میدان تحقیق به جمع آوری داده ها اقدام نموده است.

### ۳-۶- ابزار گرد آوری داده ها و ویژگی های آن

جدول ۲- طیف لیکرت

خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
۱	۲	۳	۴	۵

این مقیاس، شامل مجموعه ای از سوالات است که بارنگرشی یا ارزشی همه آن ها تقریباً برابرتلقی شده اند. پاسخگو مقیاسی را که بین دو حدنهایی مانند،

جدول ۳- منابع مورد استفاده جهت استخراج پرسش نامه پژوهش

متغیر/ متغیرهای مورد بررسی	تعداد سوالات	منابع مورداستفاده
مهندسی ارزش	۴	براساس پرسش نامه (نژاد ایرانی و همکاران، ۱۳۹۲)
فاز اطلاعات	۴	براساس پرسش نامه (نژاد ایرانی و همکاران، ۱۳۹۲)
فاز عملکرد	۳	براساس پرسش نامه (نژاد ایرانی و همکاران، ۱۳۹۲)
فاز توسعه	۴	براساس پرسش نامه (نژاد ایرانی و همکاران، ۱۳۹۲)
فاز ارائه	۳	براساس پرسش نامه (نژاد ایرانی و همکاران، ۱۳۹۲)
کاهش هزینه	۴	براساس پرسش نامه (سهیلی اصفهانی و همکاران، ۱۳۹۴)

### ۳-۷- روش تجزیه و تحلیل داده ها

از آن جایی که مقاله حاضر جنبه آماری دارد، بنابراین از شیوه تجزیه و تحلیل کمی که به روش آماری نیز شهرت دار و یکی از طرق مهم تجزیه و تحلیل است، استفاده شده است. استفاده از روش های آماری به دوشکل توصیفی و استنباطی انجام گرفته است. در مقاله حاضر، در سطح توصیفی، با استفاده از مشخصات آماری نظیر فراوانی، درصد، میانگین و انحراف معیار به تجزیه و تحلیل اطلاعات نمونه پرداخته و در سطح استنباطی جهت تعمیم نتایج به جامعه نیز متناسب با داده ها و مفروضات اساسی آزمون آماری، از آزمون های آماری استفاده شده است. آمار توصیفی برای تبیین وضعیت پدیده یا مسأله یا موضوع مورد مطالعه، مورد استفاده قرار می گیرد. در واقع ویژگی های موضوع مورد مطالعه رابه زبان آمارتصویرسازی و توصیف می کند. در تحلیل آمار استنباطی از آزمون رگرسیون استفاده خواهد شد.

شماره دو  
پاییز و زمستان  
۱۳۹۷

### ۴- تحلیل اطلاعات

در این مقاله نیز به اقتضای ماهیت، عمده ترین ابزار گردآوری اطلاعات، پرسشنامه بوده است، که توسط کارکنان شرکت ساختمانی واقع در پروژه کوی کوثر اراک پاسخ داده می شود. این پرسشنامه شامل دویخش می باشد بخش اول شامل سوالات فردی و اطلاعات دموگرافیک پاسخ گویان نظیر سن، تحصیلات و... بوده است و بخش دوم پرسشنامه شامل سوالاتی است که متناسب بامتغیرهای پژوهش از منابع مختلف گردآوری شده اند. پرسشنامه مورد استفاده شامل ۴۶ سؤال می باشد که به همراه منابع مورد استفاده در جدول زیر قید شده اند. و همگی سوالات براساس طیف پنج گزینه ای لیکرت طراحی شده اند و از خیلی کم تا خیلی زیاد مطابق زیر ارزش گذاری گردیده اند:

### ۴-۱- خصوصیات توصیفی نمونه

در این قسمت ابتدا شرح مختصری از داده های جمعیت شناختی افراد پاسخگو و نمودارهای مربوط به آن ارائه شده و سپس با استفاده از جداول مربوطه داده ها توصیف می شوند.

۴-۱-۱- توصیف جمعیت نمونه بر حسب وضعیت سن از تعداد ۱۰۱ نفر، ۸ نفر بین ۲۰-۲۲ سال، ۴۵ نفر بین ۲۸-۳۱، ۳۲ نفر بین ۳۹-۴۶، ۴ نفر بین ۴۷-۵۴ و ۱۲ نفر ۵۵ سال و بالاتر بوده اند.

جدول ۴- توزیع فراوانی پاسخ گویان بر حسب سن

ردیف	وضعیت سن	فراوانی	درصد فراوانی
۱	۲۲-۳۰	۸	۷,۹
۲	۳۱-۳۸	۴۵	۴۴,۶
۳	۳۹-۴۶	۳۲	۳۱,۶
۴	۴۷-۵۴	۴	۴,۰
۵	۵۵ به بالا	۱۲	۱۱,۹
	جمع	۱۰۱	۱۰۰

جدول ۵- توزیع نسبی پاسخ گویان بر حسب تاهل

ردیف	وضعیت تاهل	فراوانی	درصد فراوانی
۱	مجرد	۲۶	۲۵,۷
۲	متاهل	۷۵	۷۴,۳
	جمع	۱۰۱	۱۰۰

از تعداد ۱۰۱ نفر، ۲۶ نفر مجرد و ۷۵ متاهل بوده اند.  
۴-۱-۲ -توصیف جمعیت نمونه بر حسب تحصیلات

جدول ۶- توزیع فراوانی پاسخ گویان بر حسب تحصیلات

ردیف	سطح تحصیلات	فراوانی	درصد فراوانی
۱	زیر دیپلم	۲	۲
۲	دیپلم	۶	۵,۹
۳	کارדانی	۱۰	۹,۹
۴	کارشناسی	۵۶	۵۵,۵
۵	کارشناسی ارشد	۲۷	۲۶,۷
	جمع	۱۰۱	۱۰۰

۴-۱-۳ -تحلیل استنباطی فرض های تحقیق

روش تجزیه و تحلیل داده ها و آزمون فرضیه بدین گونه است که داده های اولیه جمع آوری شده و متغیرهای پژوهش محاسبه می گردند. از آن جا که در این تحقیق محقق در نظر دارد تاثیر متغیرهای مستقل بر روی متغیر وابسته را بررسی کند، از رگرسیون خطی برای بررسی رابطه بین متغیر وابسته و متغیر مستقل استفاده می شود. قبل از استفاده از رگرسیون خطی می بایست شرایطی محقق شود که در ادامه به این شرایط و آزمون هایی که این مفروضات را مورد ارزیابی قرار می دهد اشاره می کنیم.

۱- میانگین خطاها صفر باشد.

۲- واریانس خطاها صفر باشد.

برای بررسی دو شرط مذکور از هیستوگرام و نمودار p-p باقی مانده استفاده می گردد. شکل هیستوگرام تقریباً باید از شکل منحنی نرمال تبعیت کند.

۳- بین خطاهای مدل همبستگی وجود نداشته باشد. جهت بررسی وجود همبستگی میان خطاها از آزمون دوربین واتسون (DW) میگردد.

۴- متغیر وابسته دارای توزیع نرمال باشد.

جهت بررسی نرمال بودن متغیر وابسته از آزمون کلموگروف- اسمیرنوف و شاپیرو ویلک استفاده می گردد. بعد از آزمون فرضیات لازم، با استفاده از آزمون رگرسیون خطی معنی داری کل مدل رگرسیون مورد آزمون قرار می گیرد که این کار توسط جدول آنالیز واریانس صورت می گیرد، سپس باید معنی داری ضریب متغیر مستقل بررسی شود که این کار با استفاده از جدول ضرایب صورت می گیرد. بدین ترتیب که اگر  $\text{sig}$  محاسبه شده از معادله رگرسیون کوچکتر از مقدار بحرانی  $0.05$  باشد مدل رگرسیونی معنادار خواهد بود. با توجه به این که متغیر وابسته در تمامی فرضیه ها ایجاد همدلی سازمانی می باشد. ابتدا شرط نرمال بودن داده ها را برای متغیر وابسته با استفاده از آزمون کلموگروف - اسمیرنوف و شاپیرو ویلک بررسی نموده و در ادامه سه شرط دیگر رگرسیون خطی را برای هر یک از متغیرهای مستقل بررسی می نماییم. در صورت تحقق شرایط آزمون رگرسیون فرضیه ها را انجام می دهیم.

۴-۱-۴ آزمون کولموگروف- اسمیرانف و شاپیرو ویلک

ای در جامعه بطور نسبی در نظر گرفته شوند که آن را نسبت مورد انتظار می نامند. اگر داده ها نرمال باشند از ضریب همبستگی اسپیرمن استفاده می کنیم در غیر این صورت از آزمون های دیگر استفاده خواهد شد که طبق جدول زیر متغیر وابسته (کاهش هزینه) از توزیع نرمال تبعیت می کند که در ادامه با استفاده از رگرسیون خطی ساده و چند متغیره به بررسی رابطه متغیرها می پردازیم. نکته قابل اشاره این که برای تست نرمالیتی روی نمونه های بین ۳ تا ۲۰۰۰ تایی از آزمون شاپیرو ویلک و برای نمونه های با حجم بیشتر از ۲۰۰۰ از آزمون کولموگروف و اسپیرمن استفاده می گردد. که در این تحقیق ملاک عمل آزمون شاپیرو ویلک می باشد.

آزمون کولموگروف- اسمیرانف و شاپیرو ویلک این آزمون ها از نوع ناپارامتری هستند و برای ارزیابی همقواری متغیرهای رتبه ای در دو نمونه (مستقل و یا غیر مستقل) و یا هم قواری توزیع یک نمونه با توزیعی که برای جامعه فرض شده است، به کار می روند. این آزمون ها در مواردی به کار می روند که متغیرها رتبه ای باشند و توزیع متغیر رتبه ای را در جامعه بتوان مشخص نمود. این آزمون ها از طریق مقایسه توزیع فراوانی های نسبی مشاهده شده در نمونه با توزیع فراوانی های نسبی جامعه انجام می گیرد. این آزمون ها ناپارامتری هستند و بدون توزیع است اما باید توزیع متغیر در جامعه برای هر یک از رتبه های مقیاس رتبه

H0: متغیر Y (کاهش هزینه) از توزیع نرمال برخوردار است.  
H1: متغیر Y (کاهش هزینه) از توزیع نرمال برخوردار نیست.

جدول ۷- آزمون شاپیرو ویلک

نام متغیر	شاپیرو ویلک		
	آماره	درجه آزادی	سطح معنی داری
کیفیت خدمات الکترونیک	۰٫۹۸۲	۱۰۱	۰٫۱۷۴
نرمال / غیرنرمال			نرمال

کاهش هزینه های پروژه های عمرانی) مهندسی ارزش بر کاهش هزینه های پروژه های عمرانی اثر دارد. (۱)

باتوجه به خروجی نگاره (Sig > ۰٫۵/۰) می باشد بنابراین فرض H0 H1 حاکی از نرمال بودن داده ها رد خواهد شد. آزمون اول تحقیق (بررسی رگرسیون مهندسی ارزش بر

$$\begin{cases} H_0 : \beta_1 = 0 \\ H_1 : \beta_1 \neq 0 \end{cases}$$

جدول ۸- خلاصه مدل متغیر مهندسی ارزش بر کاهش هزینه های پروژه های عمرانی

متغیر وابسته	متغیر مستقل	ضریب همبستگی	ضریب تعیین	ضریب تعیین تعدیل شده	برآورد استاندارد شده خطا
کاهش هزینه ها	مهندسی ارزش	۰٫۵۲۶	۰٫۲۷۷	۰٫۲۶۹	۲٫۴۶۹۵۰

جدول ۹- آنالیز واریانس متغیر مهندسی ارزش بر کاهش هزینه های پروژه های عمرانی

مدل	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	سطح معناداری
رگرسیون	۲۳۱٫۰۲۶	۱	۲۳۱٫۸۸۳	۳۷٫۸۸۳	۰٫۰۰۰
باقی مانده	۶۰۳٫۷۴۷	۹۹	۶٫۰۹۸		
کل	۸۳۴٫۷۷۲	۱۰۰			

جدول ۱۰- ضرایب تاثیر مهندسی ارزش بر کاهش هزینه های پروژه های عمرانی

مدل	ضرایب غیر استاندارد		ضریب استاندارد	آماره t	سطح معناداری
	B ضریب	خطای استاندارد			
مقدار ثابت	۶٫۰۱۷	۱٫۰۲۶		۵٫۸۶۵	۰٫۰۰۰
مهندسی ارزش	۰٫۵۱۴	۰٫۰۸۴	۰٫۵۲۶	۶٫۱۵۵	۰٫۰۰۰

شماره دو پاییز و زمستان ۱۳۹۷

با توجه به جدول شماره (۱۰) سطح معنی داری این دو شاخص کمتر از ۰۵/۰ است؛ بنابراین بین این دو متغیر تأثیر مستقیم وجود دارد و مقدار ضریب تعیین برابر با ۰.۲۷۷ است و این بدان معنی است که رگرسیون مهندسی ارزش به تنهایی حدود ۰.۲۷۷ درصد از کل تغییرات را توجیه می‌کند و ما بقی سهم سایر متغیرها است. مقدار سطح معنی داری در جدول آنالیز واریانس برابر ۰.۰۰۰ داده شده بنابراین فرض "رگرسیون معنی دار نیست" را با اطمینان ۹۵ درصد رد می‌کنیم. هم چنین در جدول ضرایب دومین مقدار سطح معنی داری برابر ۰.۰۰۰ است پس فرض  $H_0: \beta_1 = 0$  را با اطمینانی بالاتر از ۹۵/۰

رد می‌کنیم. لذا می‌توانیم ادعا کنیم که: مهندسی ارزش بر کاهش هزینه‌های پروژه‌های عمرانی تأثیر دارد. معادله خط رگرسیون به صورت زیر می‌باشد. (۲)

$$Y = 6/017 + 0.514X$$

آزمون دوم تحقیق (بررسی رگرسیون شاخص فاز اطلاعات بر کاهش هزینه‌های پروژه‌های عمرانی) فرضیه ششم: فاز اطلاعات در مهندسی ارزش بر کاهش هزینه‌های پروژه‌های عمرانی تأثیر دارد. (۳)

$$\begin{cases} H_0: \beta_1 = 0 \\ H_1: \beta_1 \neq 0 \end{cases}$$

جدول ۱- خلاصه مدل متغیر فاز اطلاعات بر کاهش هزینه‌های پروژه‌های عمرانی

متغیر وابسته	متغیر مستقل	ضریب همبستگی	ضریب تعیین	ضریب تعیین تعدیل شده	برآورد استاندارد شده خطا
کاهش هزینه‌های پروژه‌های عمرانی	فاز اطلاعات	۰.۵۷۱	۰.۳۲۶	۰.۳۱۹	۲,۳۸۴۷۸

جدول ۲- جدول آنالیز واریانس متغیر فاز اطلاعات بر کاهش هزینه‌های پروژه‌های عمرانی

مدل	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	سطح معناداری
رگرسیون	۲۷۱,۷۴۱	۱	۲۷۱,۷۴۱	۴۷,۷۸۱	۰,۰۰۰
باقی مانده	۵۶۳,۰۳۲	۹۹	۵,۶۸۷		
کل	۸۳۴,۷۷۲	۱۰۰			

جدول ۱۳- جدول ضرایب متغیر فاز اطلاعات بر کاهش هزینه‌های پروژه‌های عمرانی

مدل	ضرایب غیر استاندارد		ضریب استاندارد	تآماره t	سطح معناداری
	B ضریب	خطای استاندارد			
مقدار ثابت	۴,۷۴۸	۱,۰۹۷		۴,۳۳۰	۰,۰۰۰
فاز اطلاعات	۰,۶۲۳	۰,۰۹۰	۰,۵۷۱	۶,۹۱۲	۰,۰۰۰

تأثیر دارد.

معادله خط رگرسیون به صورت زیر می‌باشد. (۴)

$$Y = 4/748 + 0.623X$$

۴-۱-۵ آزمون سوم تحقیق (بررسی رگرسیون شاخص به فاز عملکرد بر کاهش هزینه‌های پروژه‌های عمرانی) فاز عملکرد در مهندسی ارزش بر کاهش هزینه‌های پروژه‌های عمرانی تأثیر دارد. (۵)

با توجه به جدول شماره (۱۲)، سطح معنی داری این دو شاخص کمتر از ۰۵/۰ است؛ بنابراین بین این دو متغیر تأثیر مستقیم وجود دارد و مقدار ضریب تعیین برابر با ۰.۳۲۶ است و این بدان معنی است که رگرسیون فاز اطلاعات به تنهایی حدود ۰.۳۲۶ درصد از کل تغییرات را توجیه می‌کند و ما بقی سهم سایر متغیرها است. مقدار سطح معنی داری در جدول آنالیز واریانس برابر ۰.۰۰۰ داده شده بنابراین فرض "رگرسیون معنی دار نیست" را با اطمینان ۹۵ درصد رد می‌کنیم. هم چنین در جدول ضرایب دومین مقدار سطح معنی داری برابر ۰.۰۰۰ است پس فرض  $H_0: \beta_1 = 0$  را با اطمینانی بالاتر از ۹۵/۰ رد می‌کنیم. لذا می‌توانیم ادعا کنیم که: فاز اطلاعات در مهندسی ارزش بر کاهش هزینه‌های پروژه‌های عمرانی

$$\begin{cases} H_0 : \beta_1 = 0 \\ H_1 : \beta_1 \neq 0 \end{cases}$$

جدول ۱۴- خلاصه مدل متغیر فاز عملکرد هزینه های پروژه های عمرانی

متغیر وابسته	متغیر مستقل	ضریب همبستگی	ضریب تعیین	ضریب تعیین تعدیل شده	برآورد استاندارد شده خطا
کاهش هزینه ها	فاز عملکرد	۰,۸۳۰	۰,۶۸۹	۰,۶۸۵	۱,۶۲۰۴۰

جدول ۳- جدول آنالیز واریانس تاثیر متغیر فاز عملکرد بر کاهش هزینه های پروژه های عمرانی

مدل	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	سطح معناداری
رگرسیون	۵۷۴,۸۲۷	۱	۵۷۴,۸۲۷	۲۱۸,۹۲۲	۰,۰۰۰
باقی مانده	۲۵۹,۹۴۵	۹۹	۲,۶۲۶		
کل	۸۳۴,۷۷۲	۱۰۰			

جدول ۴- جدول ضرایب تاثیر متغیر فاز عملکرد بر کاهش هزینه های پروژه های عمرانی

مدل	ضرایب غیر استاندارد		ضریب استاندارد	آماره t	سطح معناداری
	B ضریب	خطای استاندارد			
مقدار ثابت	۱,۹۴۹	۰,۷۰۸		۲,۷۵۲	۰,۰۰۷
فاز عملکرد	۱,۰۸۰	۰,۰۷۳	۰,۸۳۰	۱۴,۷۹۶	۰,۰۰۰

با توجه به جدول شماره (۱۶) سطح معنی داری این دو شاخص کمتر از ۰۵/۰ است؛ بنابراین بین این دو متغیر تاثیر مستقیم وجود دارد و مقدار ضریب تعیین برابر با ۰,۶۸۹ است و این بدان معنی است که رگرسیون فاز عملکرد به تنهایی حدود ۰,۶۸۹ درصد از کل تغییرات را توجیه می کند و ما بقی سهم سایر متغیرها است. مقدار سطح معنی داری در جدول آنالیز واریانس برابر ۰۰۰/۰ داده شده بنابراین فرض "رگرسیون معنی دار نیست" را با اطمینان ۹۵ درصد رد می کنیم. هم چنین در جدول ضرایب دومین مقدار سطح معنی داری برابر ۰۰۰/۰ است پس فرض  $H_0: \beta_1 = 0$  را با اطمینانی بالاتر از ۹۵/۰ رد می کنیم. لذا می توانیم ادعا کنیم که: فاز عملکرد در مهندسی ارزش بر کاهش هزینه های پروژه های عمرانی تأثیر دارد. معادله خط رگرسیون به صورت زیر می باشد. (۶)

$$Y = 1/949 + 1/080X \text{ فاز عملکرد}$$

۴-۱-۶- آزمون چهارم تحقیق (بررسی رگرسیون شاخص فاز توسعه بر کاهش هزینه های پروژه های عمرانی) شماره دو پاییز وزمستان ۱۳۹۷ هزینه های پروژه های عمرانی تأثیر دارد. (۷)



$$\begin{cases} H_0 : \beta_1 = 0 \\ H_1 : \beta_1 \neq 0 \end{cases}$$

جدول ۵- خلاصه مدل متغیر فاز توسعه بر کاهش هزینه‌های پروژه‌های عمرانی

متغیروابسته	متغیرمستقل	ضریب همبستگی	ضریب تعیین	ضریب تعیین تعدیل شده	برآورد استاندارد شده خطا
کاهش هزینه‌ها	فاز توسعه	۰,۸۵۳	۰,۷۲۷	۰,۷۲۵	۱,۵۱۵۹۹

جدول ۶- آنالیز واریانس تاثیر متغیر فاز توسعه بر کاهش هزینه‌های پروژه‌های عمرانی

مدل	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	سطح معناداری
رگرسیون	۶۰۷,۲۴۸	۱	۶۰۷,۲۴۸	۲۶۴,۲۲۵	۰/۰۰۰
باقی مانده	۲۲۷,۵۲۴	۹۹	۲,۲۹۸		
کل	۸۳۴,۷۷۲	۱۰۰			

جدول ۷- ضرایب تاثیر متغیر فاز توسعه بر کاهش هزینه‌های پروژه‌های عمرانی

مدل	ضرایب غیراستاندارد		ضریب استاندارد	آماره t	سطح معناداری
	B ضریب	خطای استاندارد			
مقدار ثابت	۲,۸۱۹	۰,۵۹۳		۴,۷۵۱	۰,۰۰۰
فاز توسعه	۰,۸۰۶	۰,۰۵۰	۰,۸۵۳	۱۶,۲۵۵	۰,۰۰۰

با توجه به جدول شماره (۱۹) ، سطح معنی داری این دو شاخص کمتر از ۰۵/۰ است؛ بنابراین بین این دو متغیر تاثیر مستقیم وجود دارد و مقدار ضریب تعیین برابر با ۰.۷۲۷ است و این بدان معنی است که رگرسیون فاز توسعه به تنهایی حدود ۰.۷۲۷ درصد از کل تغییرات را توجیه می‌کند و ما بقی سهم سایر متغیرها است. مقدار سطح معنی داری در جدول آنالیز واریانس برابر ۰۰۰/۰ داده شده بنابراین فرض "رگرسیون معنی دار نیست" را با اطمینان ۹۵ درصد رد می‌کنیم. هم چنین در جدول ضرایب دومین مقدار سطح معنی داری برابر ۰۰۰/۰ است پس فرض  $H_0: \beta_1 = 0$  را با اطمینانی بالاتر از ۹۵/۰ رد می‌کنیم. لذا می‌توانیم ادعا کنیم که : فاز توسعه در مهندسی ارزش بر کاهش هزینه‌های پروژه‌های عمرانی تأثیر دارد. معادله خط رگرسیون به صورت زیر می‌باشد. (۸)

$$Y = 6.819 + 0.806X$$

۴-۱-۷- آزمون پنجم تحقیق (بررسی رگرسیون شاخص فاز ارائه بر کاهش هزینه‌های پروژه‌های عمرانی) فاز ارائه در مهندسی ارزش بر کاهش هزینه‌های پروژه‌های عمرانی تأثیر دارد. (۹)

$$\begin{cases} H_0 : \beta_1 = 0 \\ H_1 : \beta_1 \neq 0 \end{cases}$$

جدول ۲۰- خلاصه مدل متغیر فاز ارایه بر کاهش هزینه های پروژه های عمرانی

متغیر وابسته	متغیر مستقل	ضریب همبستگی	ضریب تعیین	ضریب تعیین تعدیل شده	برآورد استاندارد شده خطا
کاهش هزینه ها	فاز ارائه	۰,۵۷۷	۰,۳۳۲	۰,۳۲۶	۲,۳۷۲۴۵

جدول ۸- آنالیز واریانس تاثیر متغیر فاز ارایه بر کاهش هزینه های پروژه های عمرانی

مدل	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	سطح معناداری
رگرسیون	۲۷۷,۵۵۱	۱	۲۷۷,۵۵۱	۴۹,۳۱۲	۰/۰۰۰
باقی مانده	۵۵۷,۲۲۱	۹۹	۵,۶۲۸		
کل	۸۳۴,۷۷۲	۱۰۰			

جدول ۲۲- ضرایب تاثیر متغیر فاز ارایه بر کاهش هزینه های پروژه های عمرانی

مدل	ضرایب غیر استاندارد		ضریب استاندارد	t آماره	سطح معناداری
	B ضریب	خطای استاندارد			
مقدار ثابت	۴,۹۱۹	۱,۰۵۶		۴,۶۵۸	۰/۰۰۰
فاز ارائه	۰,۷۸۹	۰,۱۱۲	۰,۵۷۷	۷,۰۲۲	۰/۰۰۰

با توجه به جدول شماره (۲۲) ، سطح معنی داری این دو شاخص کمتر از ۰۵/۰ است؛ بنابراین بین این دو متغیر تاثیر مستقیم وجود دارد و مقدار ضریب تعیین برابر با ۰.۳۳۲ است و این بدان معنی است که رگرسیون فاز ارائه به تنهایی حدود ۰.۳۳۲ درصد از کل تغییرات را توجیه می کند و ما بقی سهم سایر متغیرها است. مقدار سطح معنی داری در جدول آنالیز واریانس برابر ۰۰۰/۰ داده شده بنابراین فرض "رگرسیون معنی دار نیست" را با اطمینان ۹۵ درصد رد می کنیم. هم چنین در جدول ضرایب دومین مقدار سطح معنی داری برابر ۰۰۰/۰ است پس فرض  $H_0: \beta_1 = 0$  را با اطمینانی بالاتر از ۹۵/۰ رد می کنیم. لذا می توانیم ادعا کنیم که : فاز ارائه در مهندسی ارزش بر کاهش هزینه های پروژه های عمرانی تاثیر دارد. معادله خط رگرسیون به صورت زیر می باشد. (۱۰)

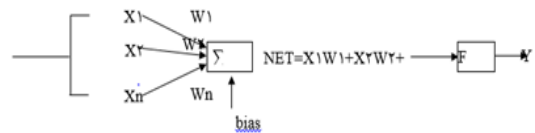
$$Y = 4/919 + 0/789X$$

جدول ۲۳- خلاصه نتایج حاصل از آزمون فرضیات تحقیق

فاز	فرضیات	تاثیر گذاری	نتیجه فرض
۱	مهندسی ارزش بر کاهش هزینه های پروژه های عمرانی اثر دارد .	موثر	تأیید
۲	فاز اطلاعات در مهندسی ارزش بر کاهش هزینه های پروژه های عمرانی اثر دارد.	موثر	تأیید
۳	فاز عملکرد در مهندسی ارزش بر کاهش هزینه های پروژه های عمرانی اثر دارد.	موثر	تأیید
۴	فاز توسعه در مهندسی ارزش بر کاهش هزینه های پروژه های عمرانی اثر دارد.	موثر	تأیید
۵	فاز ارائه در مهندسی ارزش بر کاهش هزینه های پروژه های عمرانی اثر دارد.	موثر	تأیید

## ۵- بررسی صحت نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از شبکه عصبی

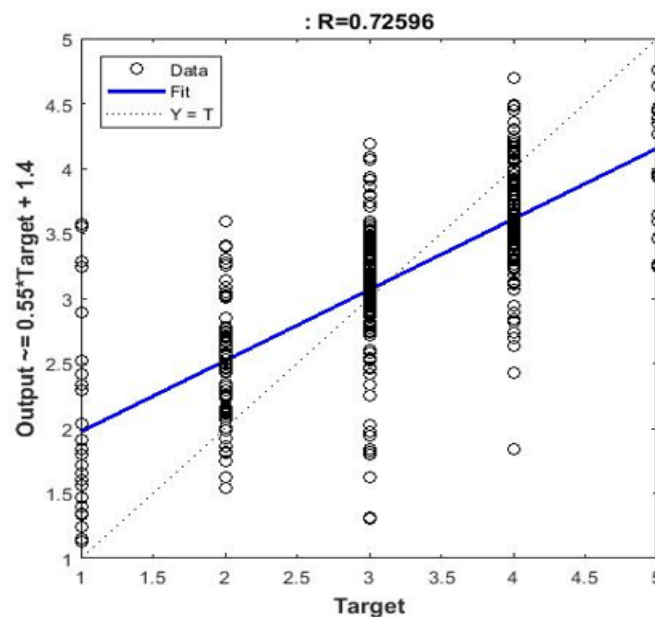
شبکه‌های عصبی مصنوعی از سه نوع لایه ورودی، میانی و خروجی تشکیل شده‌اند. داده‌های ورودی از طریق لایه ورودی وارد شبکه شده و پس از عبور از اتصالات و پردازش توسط نورون‌ها از لایه خروجی شبکه خارج می‌شود. شکل ۶، مدلی از شبکه عصبی را نشان می‌دهد. در اینجا دسته‌ای از ورودی‌های که به صورت  $X_1, X_2, \dots, X_n$  نشان داده شده‌اند، به سلول عصبی اعمال می‌شوند. این ورودی‌ها در مجموع به عنوان یک بردار در نظر گرفته می‌شوند که مشابه علائمی هستند که به سلول عصبی بیولوژیکی فرستاده می‌شوند. هر سیگنال قبل از اینکه به واحد جمع که با علامت  $\Sigma$  نشان داده شده است، اعمال شود، در یک وزن مربوط به خود  $W_1, W_2, \dots, W_n$  ضرب می‌گردد. واحد جمع، تمام ورودی‌های وزن‌دار را بصورت جبری جمع و خروجی را تولید می‌کند که با NET نشان داده می‌شود. معمولاً سیگنال NET توسط تابع تحریک مورد پردازش قرار می‌گیرد تا سیگنال خروجی سلول عصبی تولید شود.



شکل ۶- نورون با یک بردار ورودی

شبکه‌های عصبی از نظر تعداد لایه‌ها به دو دسته تقسیم می‌شوند. دسته اول، شبکه‌های عصبی تک لایه و دسته دوم شبکه‌های عصبی چند لایه هستند. در این پژوهش، برای ساخت مدل از شبکه‌های عصبی چند لایه استفاده می‌شود. شبکه‌های چند لایه بسیار قدرتمند هستند. به عنوان مثال، یک شبکه دو لایه با لایه اول سیگموئید و لایه دوم خطی می‌تواند هر تابع دلخواهی را با تعداد محدود

نقاط ناپیوستگی تخمین بزند. معمولاً یک شبکه به کمک تعدادی از زوج‌های آموزشی یادگیری می‌گردد. هنگامی که تمام مجموعه اطلاعات به شبکه داده شد، بیان می‌شود که یک اپوک تکمیل شده است و مجدداً اطلاعات از اول به شبکه داده می‌شوند. ورودی شبکه در این پژوهش، پاسخ‌های داده شده به سوالات پرسشنامه هستند که وابسته به دیدگاه هر متخصص از ۱ تا ۵ در تغییر می‌باشند. بعد از وارد کردن ورودی و هدف مورد نظر برای آموزش شبکه عصبی، باید طراحی شبکه‌های مختلف و آموزش آن‌ها انجام شود. در طراحی شبکه باید تعداد لایه‌های مخفی، تعداد گره‌های موجود در هر یک از لایه‌ها، توابع تحریک و نوع آموزش شبکه را مشخص نمود. پس از مشخص شدن این موارد، می‌توان پارامترهای آموزش را تعیین کرد. در این پژوهش جهت طراحی شبکه از نرم‌افزار MATLAB و همچنین از شبکه عصبی چند لایه پیشخور با تابع تانژانت سیگموئید استفاده شده است. پس از طراحی شبکه، ارزیابی صورت می‌گیرد. در این مرحله باید خروجی هر یک از شبکه‌ها با تابع هدف مقایسه گردد و شبکه‌هایی که پاسخ‌های نزدیک‌تری به تابع هدف داده‌اند، انتخاب گردند. در نهایت مقایسه‌ای بین شبکه‌های مختلف صورت می‌گیرد و یکی که نسبت به بقیه بهتر آموزش دیده است، به عنوان مدل مورد نظر انتخاب می‌گردد. پرسشنامه‌هایی که به عنوان هدف در نظر گرفته می‌شوند، به صورت تصادفی انتخاب شده‌اند. با مقایسه ضریب تعیین، مجموع مربعات و همچنین میانگین مربعات خطا حاصل از پیاده‌سازی روش شبکه عصبی بر روی داده‌های پرسشنامه (به ترتیب با مقادیر ۰.۷۲، ۰.۳ و ۰.۴۳) و مقادیر حاصل از رگرسیون خطی (به عنوان مثال، مقادیر ضریب تعیین ۰.۷۲، مجموع مربعات ۲۲۷.۵۲ و میانگین مربعات خطا ۲.۲۹ در فاز توسعه) برای آزمون هر فرضیه در این پژوهش نشان داده شد که نتایج حاصل از رگرسیون خطی با شبکه عصبی سازگاری دارد. شکل ۷ مدل رگرسیونی حاصل از پیاده‌سازی شبکه عصبی روی داده‌های پرسشنامه را نشان می‌دهد.



شکل ۷- مدل رگرسیونی حاصل از پیاده‌سازی شبکه عصبی روی داده‌های پرسشنامه

## ۷- نتیجه گیری

باتوجه به موضوع تحقیق " بررسی نقش بکارگیری مهندسی ارزش در کاهش هزینه ها در پروژه های عمرانی و ارائه راهکاری برای بهینه سازی هزینه در پروژه های عمرانی " می باشد. نتایج به دست آمده از فرض های تحقیق بیانگر آن است ۵ فرض تایید شده است. امروز در عصری به سر می بریم که به سبب کمبود منابع اقتصادی در دسترس سازمان ها، استفاده مؤثر از این منابع می تواند به عنوان یکی از عناصر اصلی موفقیت سازمان ها تلقی شود و یکی از مهم ترین منابع اقتصادی سازمانی که اهمیت آن به عنوان دارایی و سرمایه سازمانی پذیرفته شده است، نیروی انسانی و منابع است. از این رو، آنچه از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است، شناسایی عوامل در قالب مدلی است که بهره وری نیروی انسانیو منابع را تحت تأثیر قرار می دهد. باتوجه به نتایج به دست آمده از این فرضیه یک مشخص گردید که «مهندسی ارزش» بر «کاهش هزینه های عمرانی» تأثیر دارد. باتوجه به نتایج به دست آمده از فرضیه دو مشخص گردید که «مهندسی ارزش» بر «کاهش هزینه های پروژه های عمرانی» اثر داشته و این فرضیه پذیرفته گردیده است. باتوجه به نتایج به دست آمده از فرضیه سه و چهارم مشخص گردید که «مهندسی ارزش» بر «کاهش هزینه های پروژه های باتوجه به نتایج به دست آمده از فرضیه پنجم مشخص گردید که «مهندسی ارزش» بر «کاهش هزینه های پروژه های عمرانی» اثر داشته است. نتایج حاصل از شبکه عصبی نشان دهنده صحت خروجی تحلیل رگرسیون می باشد.

## منابع

۱- قاسمی، دلوثی و کلاتی. ۱۳۸۹. مقاله «بکارگیری مهندسی ارزش در طراحی و ساخت و بهره برداری پروژه های مسکن مهر»، مجموعه مقالات چهارمین همایش مهندسی ارزش. ۲- قلی پور، یعقوب و بیرقی، حمید، سال ۱۳۸۳ مبانی مهندسی ارزش، انتشارات ترمه. ۳- سیدآبادی، احسان و ایمان شکیباپور، ۱۳۹۶، کاربرد مهندسی ارزش در انتخاب سازه نگهبان، دومین کنفرانس ملی یافته های نوین پژوهشی و آموزشی عمران معماری شهرسازی و محیط زیست ایران، تهران، دبیرخانه دائمی کنفرانس. ۴- باقرزاده، رامتین و صادق اورعی زارع، ۱۳۹۶، کاهش زمان، هزینه و ارتقا کیفیت در پروژه های ساختمانی اداری، تجاری و تفریحی با استفاده از رویکرد مهندسی ارزش، چهارمین کنفرانس بین المللی فناوری های نوین در مهندسی عمران، معماری و شهرسازی، تهران، دانشگاه صالحان. ۵- حاتمی چگنی، رضا و سید میلاد نوالدینی، ۱۳۹۶، ضرورت بکارگیری و تحلیل مهندسی ارزش در مدیریت پروژه های ساختمانی و ارائه راهکارهایی بهینه جهت بهبود مهندسی ارزش، چهارمین کنفرانس بین المللی فناوری های نوین در مهندسی عمران، معماری و شهرسازی، تهران، دانشگاه صالحان. ۶- جوادانیان، علیرضا و ابراهیم علامتیان، ۱۳۹۶، شناسایی و اولویت بندی ریسک های پروژه های آبیاری تحت فشار در مهندسی ارزش با استفاده از روش شبیه سازی مونت

شماره دو  
پاییز و زمستان  
۱۳۹۷

کارلو، دوازدهمین سمپوزیوم پیشرفت های علوم و تکنولوژی کمیسیون چهارم: سرزمین پایدار یافته های نوین در مهندسی عمران و محیط زیست، مشهد، موسسه آموزش عالی خاوران. ۷- فهیمی خامنه، محمد؛ علی اسودی و حجتی، ۱۳۹۶، مهندسی ارزش در پروژه مقاوم سازی در پروژه مسکونی آبشار، دوازدهمین سمپوزیوم پیشرفت های علوم و تکنولوژی کمیسیون چهارم: سرزمین پایدار یافته های نوین در مهندسی عمران و محیط زیست، مشهد، موسسه آموزش عالی خاوران، ۸- اورعی، حمید؛ احسان اثنی عشری و مهدی روانشادنیان، ۱۳۹۶، بکارگیری مهندسی ارزش جهت برنامه ریزی استراتژیک سازمان مطالعه موردی؛ یک دستگاه اجرایی، چهارمین کنفرانس ملی مدیریت ساخت و پروژه، تهران، موسسه آموزش عالی علاءالدوله سمنانی. ۹- پزشکی، افسانه؛ امیرحسین خامنه و فرهام مقدم راد، ۱۳۹۶، بررسی نقش و کاربرد مهندسی ارزش در بهبود طراحی ساختمان، چهارمین کنفرانس ملی مدیریت ساخت و پروژه، تهران، موسسه آموزش عالی علاءالدوله سمنانی. ۱۰- پیری زاده، محبوبه، ۱۳۹۷، ارزیابی نظام بودجه ریزی عملیاتی شهرداری تهران از منظر اصول مهندسی ارزش، اولین همایش بررسی چالش ها و ارائه راهکارهای نوین مدیریت شهری، تهران، سازمان بسیج شهرداری تهران.

-11 Kasabov, N.K. (1998). Foundations of Neural Networks, Fuzzy Systems, and Knowledge Engineering. MIT Press. ISBN 0-262-11212-4

Richard E.T., and et al. (1998). "Relating strategy, structure and performance", Journal of Workplace Learning, 10 (2), 58-75