sina-pub.ir

پیش بینی هزینه نگه داری تجهیزات ساخت و ساز: مقایسه بین شبکه عصبی رگرسیون عمومی و مدل های سری های زمانی باکس–جنکینز

چکیده

این مقاله یک مطالعه قیاسی را در خصوص کاربرد مدل های شبکه عصبی رگرسیون عمومی و مدل های سری های زمانی باکس جنکینز برای پیش بینی هزینه نگه داری تجهیزات ساخت و ساز ارایه می کند. مقایسه فوق بر اساس فرض تحلیل سری های زمانی عمومی می باشد که بر اساس آن مشاهدات سری های زمانی دارای همبستگی های سریالی در سری های زمانی و همبستگی های متقابل با سری های زمانی توضیحی می باشد. هر دو مدل های شبکه عصبی رگرسیون عمومی و مدل های سری های زمانی باکس–جنکینز قادر به توصیف رفتار و پیش بینی هزینه های نگه داری تجهیزات و ناوگان های مختلف با سطوح قابل قبول صحت می باشند. پیش بینی با مدل های شبکه عصبی رگرسیون عمومی چند متغیره به طور معنی داری پس از استفاده از داده های مصرف سوخت موازی به صورت سری های زمانی توضیحی بهبود یافت. پیش بینی دقیق هزینه های نگه داری تجهیزات در آینده موجب تسهیل کار های پشتیبان تصمیم گیری نظیر برنامه ریزی منبع و بودجه، تعویض تجهیزات و تعیین نرخ درونی هزینه استفاده از تجهیزات می شود.

کلمات کلیدی : تجهیزات ساخت و ساز، مدیریت نگه داری، تحلیل سری های زمانی، شبکه عصبی رگرسیون عمومی

1- مقدمه

مدیریت هزینه نگه داری تجهیزات ساخت و ساز یک وظیفه مهم و خطیر برای پیمانکاران در صنعت ساخت و ساز به خصوص برای افرادی که در کار های ساخت و ساز سنگین با استفاده زیاد از تجهیزات می باشند محسوب می شود. تجهیزات ساخت و ساز، کارکرد های مختلفی نظیر زمین روبی، بالابردن و لجستیک دارند و در معرض طیف وسیعی از کار های نگه داری می باشند که شامل نگه داری پیشگیرانه، نگه داری پیش بینانه و اجرای تعمیر در زمان کار می باشند. از این روی وارستر(2) خاطر نشان کرده است که هزینه بخش تعمیر و کار بین 15 و 20

sina-pub.ir

درصد کل بودجه هزینه کل بوده و براورد آن سخت است و از این روی تصمیمات مربط به هزینه های تعمیر بر طول عمر یک ماشین و دستکاه اثر دارد. هزینه های نگه داری به طور معنی داری بسته به ویژگی های تجهیزات، راهبرد های نگه داری، پیمانکاران، شرایط کار و مهارت های اپراتور ها متغیر بوده و موجب شده اند تا مالکیت تجهیزات و هزینه های عملیاتی برای تصمیمات مدیریتی سخت باشد. یکی از وظایف خطیر مدیریت، پیش بینی هزینه های نکه داری تجهیزات در سطوح مختلف سازمان مالک تجهیزات است. پیش بینی دقیق هزینه های نگه داری تجهیزات در افق برنامه ریزی موجب تسهیل برنامه ریزی بودجه برای عملیات تجهیزات، تخصیص منابع نگه داری ، تعمیر و تجهیزات و تصمیمات جایگزینی می شود. مدل سازی هزینه های نگه داری تجهیزات نشان دهنده رفتار پویای هزینه های نگه داری تجهیزات می باشند که در این رابطه تصمیمات مدیریتی را می توان در خصوص تغییرات هزینه نگه داری اتخاذ کرد.

از دیرباز، مالکان تجهیزات در صنعت ساخت و ساز(پیمانکاران، سازمان دولتی و شرکت های اجاره تجهیزات)، هزینه های نگه داری تجهیزات را بر اساس تجربه قبلی پیش بینی می کنند.ضرایب تعدیل را می توان در مقادیر معیار برای توجیه اثر از عوامل مختلف مربوط به تجهیزات (سن، شرایط سلامت، تاریخ تعمیر و نگهداری، و غیره)، محیط زیست (حجم کار، شرایط کار، و غیره)، و سازمان (تجهیزات سیاست مدیریت، ماهیت کسب و کار، و غیره) استفاده کرد. با این حال پیش بینی قضاوت هزینه های نکه داری اینده بر اساس دانش شخصی، تجربه و شهود به دلیل ماهیت تصادفی خرابی تجهیزات غیر قابل اطمینان است. بدون اجماع در خصوص روش شناسی میان متخصصان صنعتی، مدل سازی آماری هزینه نگه داری تجهیزات ساخت و ساز می تواند یگ رویکرد کمی را برای پیش بینی هزینه های نگه داری در افق برنامه ریزی ارایه کند.

تحقیقات قبلی در این زمینه که از رگرسیون خطی یا غیر خطی با حداقل مربعات معمولی استفاده کرده اند، توسط مانکیس و دراکاتوس(3)، ادواردز (4-6)، ادواردز و هولت(7) و گیلیسپی و هید(8) انجام شده اند. به غیر از مدل های رگرسیون سنتی، استفاده از رویکرد سری زمانی در این زمینه و یا در رشته های مربوطه اطلاعاتی را در خصوص دست یابی به یک مدل خوب از هزینه نگه داری تجهیزات ارایه می کند. مور(9) به این نتیجه رسید که سری های زمانی هزینه های نگه داری دارای خود همبستگی ذاتی در میان سری های هزینه مشاهده شده است. ادواردز و همکاران(4) از میانگین متحرک مرکزی برای تحلیل سری های زمانی هزینه نگه داری تجهیزات ساخت

sina-pub.ir

و ساز استفاده کرده و روند تغییرات آن را تحلیل کردند. زایو و همکاران(10) یک مدل میانگین متحرک اتورگرسیو را ایجاد کرده اند که موسوم به مدل باکس- جنکینز برای مدل سزای خرابی تجهیزات بر اساس داده های تبدیل شده است. همه این تلاش ها برای توصیف و پیش بینی رفتار عملکرد تجهیزات و هزینه نگه داری با استفاده از مدل های پیش بینی سری های زمانی و نتایج درجات مختلف صحت انجام شده اند.

اگرچه تحلیل سری های زمانی با استفاده از مدل های باکس جنگینز انجام شده اندف شبکه های عصبی مصنوعی برای مدل سازی سری های زمانی و تحلیل به دلیل کاربرد آن برای شناسایی روابط غیر خطی میان داده های سری زمانی استفاده شده اند. استفاده از شبکه عصبی مصنوعی در مدل سازی و در پیش بینی هزینه نگه داری تجهیزات ساخت و ساز رایج شده است. ادواردز وهمکاران از پرسپترون چند لایه ای برای پیش بینی ارز شهای اینده هزینه نگه داری تجهیزات ساخت و ساز استفاده کرده اند. هانگ و پای 13 اقدام به مدل سازی و پیش بینی اطمینان پذیری موتور با استفاده از اشکال مختلف مدل ها کردند که شامل شبکه های عصبی رگرسیون، ماشین بردار پشتیبان و ARMA بوده و سپس عملکرد آنها را در پیش بینی متریک های پایایی موتور مقایسه کردند.

بر طبق گفته مور(9)، که نشان داد سری های زمانی هزینه نگه داری تجهیزات دارای خود همبستگی بالایی در میان داده های مشاهده شده است، هدف این مطالعه توسعه و مقایسه مدل های سری های زمانی با استفاده از مدل های باکس –جنکینز و GRNN می باشد که یک مدل پیش بینی مبتنی بر یادگیری ماشینی است. این مطالعه یک مدل سازی تک متغیره را از سری های زمانی هزینه نگه داری با استفاده ازARMA و GRNN انجام داده است. اثر مصرف سوخت ر روی مدل سازی هزینه نگه داری هر دو اتورگرسیون برداری و GRNN برای ارزیابی عملکرد مدل های پیش بینی پس از استفاده از متغیر توضیحی استفاده کرده اند. در نهایت، عملکرد مدل های سری های زمانی سنتی و مدل های GRNN مقایسه شده و مزایا و معایب آن ها بحث شد.

2- مرور منابع

هزینه نگه داری تجهیزات ساخت و ساز شامل موارد زیر است 1- نگه داری منظم که اشاره به روان کننده ها، خنک کننده ها و فیلتر ها و کنترل منظم شرایط تجهیزات دارد2- نگه داری پیش بین که در آن تجهیزات بر

sina-pub.ir

اساس نیاز نگه داری می شوند و 3- نگه داری صحیح و تعمیرات اضطراری که در آن تجهیزات تعمیر شده و به شرایط کاری پس از تجزیه غیر منتظره در طی عملیات اعمال می شود.

مدل پیش بینی صحیح مربوط به هزینه های نگه داری برای تصمیمات مختلف در مدیریت تجهیزات نظیر تخصیص، تعمیرف جایگزینی و بازنشستگی مهم است زیرا هزینه های نگه داری تجهیزات یک بخشی از هزینه چرخه حیات قطعه تجهیزات است. از این روی تحقیقات زیادی به مدل سازی هزینه های نکه داری تجهیزات در ساخت و ساز، صنایع تولیدف نظامی و لجستیک نسبت داده شده است.

برخی از مدل های پیش بینی هزینه برای تجهیزات ساخت و ساز توسط ادواردز و همکاران(4-7) توسعه یافته است که از فنون رگرسیون مختلف برای مدل سازی هزینه نگه داری استفاده کرده اند. همه متغیر ها مهم می باشند با این حال مهارت اپراتور یک عامل توضیحی نیست. در تحقیق دیگر توسط ادواردز و همکاران(4)ف ترکیبی از تحلیل سری های زمانی و براورد معادله مکعب در مدل استفاده شده است. ادوادز و هالت یک مدل تصادفی را ارایه کرده اند که از اعداد تصادفی برای پیش بینی هزینه رویداد های نکه داری استفاده می کنند.

مطالعاتی بر روی مدیریت چرخه حیات و نیز پیش بینی هزینه عملیاتی تجهیزات ساخت و ساز انجام شده است. کلیپسی و هید(8) رگرسیون اماری هزینه چرخه حیات تجهیزات سنگین را با استفاده از هزینه نیروی کار، هزینه نگه داری و هزینه سوخت و ساز برای عملیات تجهیزات انجام دادند. مدل لگاریتمی هزینه چرخه حیات به صورت تابعی از هزینه سوخت خوبی برازش رضایت بخشی را نشان می دهد. از سوی دیگر، هزینه سوخت عملیات تجهیزات به برازش بهتر با داده های مشاهده هزینه دست پیدا می کنند.

متیو و. کندی(14) یک چارچوب نظری را برای جایگزینی تجهیزات بهینه برای دست یابی به مزیت خالص حاصل از تجهیزات توسعه دادند و نشان دادند که نرخ خرابی اساسا در حال افزایش است. مانتکیس و دراکاوس(3) یک مدل پیش بین هزینه عملیاتی را به صورت تابعی از ساعات عملیاتی، ظرفیت موتور و قدرت ماشین دپو ارایه کرده اند. دپو یک مدل رگرسیون خطی را برای هزینه های تگه داری تجهیزات ارایه کرده است.

به علاوه تحقیقات زیادی در خصوص نگه داری و هزینه چرخه عمر تجهیزات و کارخانه و نیز ویژگی های صنایع دیگر ارایه شده است که اطلاعاتی را در خصوص مدل سازی هزینه های نگه داری تجهیزات ارایه می کند. موکوس و لاونیس(169) یک رویکرد مبتنی بر الگوریتم را برای بهینه سازی هزینه نگه داری چرخه عمر ارایه کرده اند. لی

sina-pub.ir

و همکاران مدل رگرسوین حداقل مربعات جزیی را برای پیش بینی هزینه تکه داری با نمونه های کم تر ارایه کرده اند.

3- تحلیل سری های زمانی

روش های مدل سازی سری های زمانی معمولا متکی به روابط خطی میان مشاهدات متوالی است. باکس جنکینز و مدل های ARMA به صورتز یر بیان می شوند

$$y_t = C + \left(\phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + \ldots + \phi_p y_{t-p}\right) \quad (1)$$

که

y_t	ارزش مدل سازی شده
y_{t-i}, y_{t-j}	ارزش های مشاهده شده تاریخی
ϕ_i	پارامتر های اتورگرسیو
θ_j	پارامتر های میانگین متحرک
ε_t	جمله خطا
C	ثابت

بخش اول شامل ارزش های قبلی مربوط به سری های زمانی است و موسوم به بخش اتورگرسیو است. این بخش به بررسی رابطه بین Yt و ارز شهای تاریخی آن می پردازد. این بخش منعکس کننده رابطه بین جمله خطا و yt است.

تنها مشاهدات تاریخی سری های زمانی به عنوان ورودی ای برای پیش بینی در معادله 1 بوده و به صورت سری های زمانی تک متغیره استفاده می شوند. مدل های سری های زمانی چند متغیره را می توان با سری های زمانی توضیحی در مدل برای توجیه اثرات متغیر های مستقل استفاده کرد. برای مثال، VAR یک مدل سری زمانی چند متغیره است

sina-pub.ir

$$Y_t = C + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t \qquad (2)$$

که Y_t یک بردار $k \times 1$ با K مشاهده در زمان t از سری های زمانی k، ε_t جمله خطا و ϕ_i پارامتر های ااتورگرسیو خطی است. در این راستا، var روابط خطی yt را در نظر می گیرد. تست های آماری برای شناسایی ماهیت مدل های سری های زمانی می باشند. به علاوه، تبدیل داده های سری های زمانی خام لازم است. تست متعارف برای وجود ریشه واحد در سری های زمانی، تست دیکی فولر تعمیم یافته است.

برای مدل سری های زمانی چند متغیره VAR، سری های زمانی چند گانه در مدل بایستی برای بخش هم انباشتگی از ایستایی سری های زمانی تست شود. هم انباشتگی دو یا چند سری زمانی به معنی ترکیبی خطی این سری های زمانی است. هم انباشتگی سری های زمانی دارای رابطه تعادل بلند مدت می باشد. معیار های اطلاعاتی برای تست تکراری ساختار مدل سری های زمانی استفاده می شوند به طوری که مدل با برازش خوب ارایه می شود. از این روی صحت مدل کاندید اندازه گیری شده و در بر گیرنده یک جمله خطا می باشد که با افزایش پارامتر ها افزایش می یابد. AIC به صورت زیر است

$$AIC = 2k - 2\ln(L) \qquad (3)$$

احتمال حداکثر درست نمایی را می توان به صورت زیر بدست اورد

$$L = N \ln\left(\frac{S}{N}\right) \qquad (4)$$

که N تعداد مشاهدات و S مجموع مربعات مدل درون نمونه ای است. حداقل مقدار AIC از مدل کاندید مناسب ترین ساختار برای مدل ARMA و VAR است.

4- شبکه عصبی رگرسیون عمومی

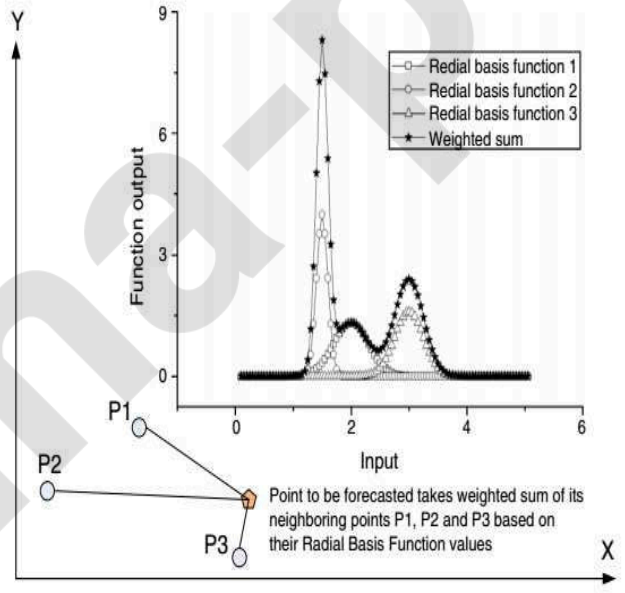
4-1 مرور اجمالی

sina-pub.ir

GRNN یا شبکه عصبی رگرسیون عمومی توسط اسپشت (24) برای تصریح روابط غیر خطی بین یک متغیر هدف و مجموعه ای از متغیر های توضیحی می باشد. اصل شبکه عصبی رگرسیون عمومی در شکل 1 نشان داده شده است. مقدار هدف متغیر پیش بینی شده با میانگین گیری وزنی از نقاط همچوار بدست می اید. سطح اثر نقاط همسایه بر اساس تابع شعاعی بدست می اید. و این در حالی است که مقدار سیگمای کوچک موجب می شود تا منحنی کوچک تر باشد. در استفاده از مدل شبکه عصبی رگرسیون عمومی یک مقدار بهینه از سیگما از طریق بهینه سازی تعیین می شود.

مزیت های استفاده از شبکه عصبی رگرسیون عمومی شامل صحت، توانایی مدل سازی از مجموعه داده کوچک و توانایی مدیریت داده های پرت می باشد. شبکه عصبی رگرسیون عمومی به عنوان یک الگوریتم داده برای بررسی روابط میان داده ها در سری های زمانی، و متغیر های مداخله استفاده شده اند

$$Y_t = f\begin{pmatrix} Y_{t-1}, Y_{t-2}, \ldots\ldots, Y_{t-n} \\ X_{1(t-1)}, X_{1(t-2)}, \ldots\ldots, X_{1(t-n_1)} \\ X_{2(t-1)}, X_{2(t-2)}, \ldots\ldots, X_{2(t-n_2)} \\ \ldots\ldots \end{pmatrix} \qquad (5)$$



شکل 1: مجموع وزنی توابع پایه شعاعی برای پیش بینی متغیر هدف

sina-pub.ir

که

Y_t	مشاهده فعلی
Y_{t-i}	مشاهده قبلی
X_i	سری های زمانی
$X_{i\ (t-j)}$	مشاهده تاریخی
n_i	ارزش های تاخیری همبسته

معادله (5) فرض می کند که ارزش فعلی مشاهده مربوط به N مشاهده می باشد/ رابطه غیر خطی واقعی را می توان با استفاده از GRNN بررسی کرد. تعمیم شبکه عصبی رگرسیون عمومی دارای چهار لایه است 1- لایه ورودی، 2- لایه الگو 3- لایه جمع 4- لایه خروجی

1- داده های سری های زمانی مشاهده شده در امتداد مشاهدات موازی . فرضیه سوخت فعلی مربوط به مشاهدات تاریخی و عوامل مربوطه است. هر نورون ورودی دامنه مقادیر متغیر ورودی را با تفریق میانه استاندارد سازی می کند

2- ارزش سیگمای بهینه برای مجموعه داده های اموزشی با استفاده از یک روش حذف تعیین می شود که خطا را با ایجاد یک مدل اندازه گیری می کند. این روش برای همه ردیف ها تکرار می شود. سیگمای بهینه برای کمینه سازی خطای پیش بینی مدل استفاده می شود

3- فاصله اقلیدسی به عنوان تابع فاصله از نقطه X به نقطه مشاهده شده استفاده می شود

$$D_i = \sqrt{(X-X_i)^T(X-X_i)} = \sqrt{\sum_{i=1}^{n}(X-X_i)^2} \qquad (6)$$

4- مجموع وزنی نقاط مشاهده شده تعیین می شود

$$S_w = \sum_{i}^{n} y_i e^{\left(\frac{-D_i^2}{2\sigma^2}\right)} \qquad (7)$$

5- مجموع اوزان از همه نقاط مشاهده شده

sina-pub.ir

$$S_s = \sum_{i}^{n} e^{\left(\frac{-D_i^2}{2\sigma^2}\right)} \qquad (8)$$

6- مقدار پیش بینی شده متغیر هدف را می توان با میانگین گیری بدست اورد

$$y = \frac{S_w}{S_s}. \qquad (9)$$

5- بیان مسئله

پیش بینی هزینه نگه داری یک فرایند مهم برای پیمانکاران در مدیریت یک ناوگان تجهیزاتی است. پیش بینی صحیح هزینه نگهداری بر اساس پرونده های تاریخی مبنایی برای برنامه ریزی بودجه، جایگزینی تجهیزات، براورد قیمت است. پیمانکار ، هزینه نکه داری تجهیزات با پیش بینی قضاوت بر اساس داده های تاریخی در سطوح مختلف براورد می کند. مدل سازی هزینه های نگه داری تجهیزات ساخت و ساز به پیمانکار امکان درک بهتر مکانیسم تغیرات داده های هزینه های و پیش بینی با استفاده از داده های تاریخی در سیستم اطلاعات مدیریت تجهیزات را می دهند. پیش بینی بر روی گروه های تجهیزات مختلف و در سطوح سازمانی مختلف مطلوب است.

1- گروه های تجهیزات: هزینه های نگه داری ماهانه گروه های تجهیزات

2- ناوگان تجهیزات در سطح تقسیم. هزینه نگه داری ماهانه

مدل های مختلف برای پیش بینی هزینه بر روی گروه های تجهیزات و تقسیم عملیاتی پیمانکار اثبات شده است و از حیث پیچیدگی، قابلیت همکاری و صحت پیش بینی برای شناسایی مدل های مناسب برای نگه داری هزینه در سناریو های مختلف مطلوب بوده است.

6- مدل سازی و تحلیل هزینه های نگه داری تجهیزات ساخت

6-1 داده ها

داده های مربوط به هزینه نگه داری مدل سازی تجهیزات ساخت و ساز از دیتابیس نگه داری پیمانکار جمع اوری می شود که در بخش های عملیاتی مختالف به اشتراک گذاشته می شوند. این دیتابیس داده های خام در مورد هزینه های نکه داری کل را برای مدل سازی ارایه می کند. اکثریت هزنیه های نگه داری کل مربوط به هزینه های

sina-pub.ir

جاری تعمیر می باشند. شکل 3 یک مثالی از رفتار سری های زمانی هزینه های نکه درای تجهیزات ئ مصرف سوخت را نشان می دهد. از دیرباز، مالکان تجهیزات در صنعت ساخت و ساز (پیمانکاران، سازمان دولتی و شرکت های اجاره تجهیزات)، هزینه های نگه داری تجهیزات را بر اساس تجربه قبلی پیش بینی می کنند.ضرایب تعدیل را می توان در مقادیر معیار برای توجیه اثر از عوامل مختلف مربوط به تجهیزات (سن، شرایط سلامت، تاریخ تعمیر و نگهداری، و غیره)، محیط زیست (حجم کار، شرایط کار، و غیره)، و سازمان (تجهیزات سیاست مدیریت، ماهیت کسب و کار، و غیره) استفاده کرد. با این حال پیش بینی قضاوت هزینه های نکه داری اینده بر اساس دانش شخصی، تجربه و شهود به دلیل ماهیت تصادفی خرابی تجهیزات غیر قابل اطمینان است. بدون اجماع در خصوص روش شناسی میان متخصصان صنعتی، مدل سازی آماری هزینه نگه داری تجهیزات ساخت و ساز می تواند یگ رویکرد کمی را برای پیش بینی هزینه های نگه داری در افق برنامه ریزی ارایه کند.

2-6 تست ایستایی

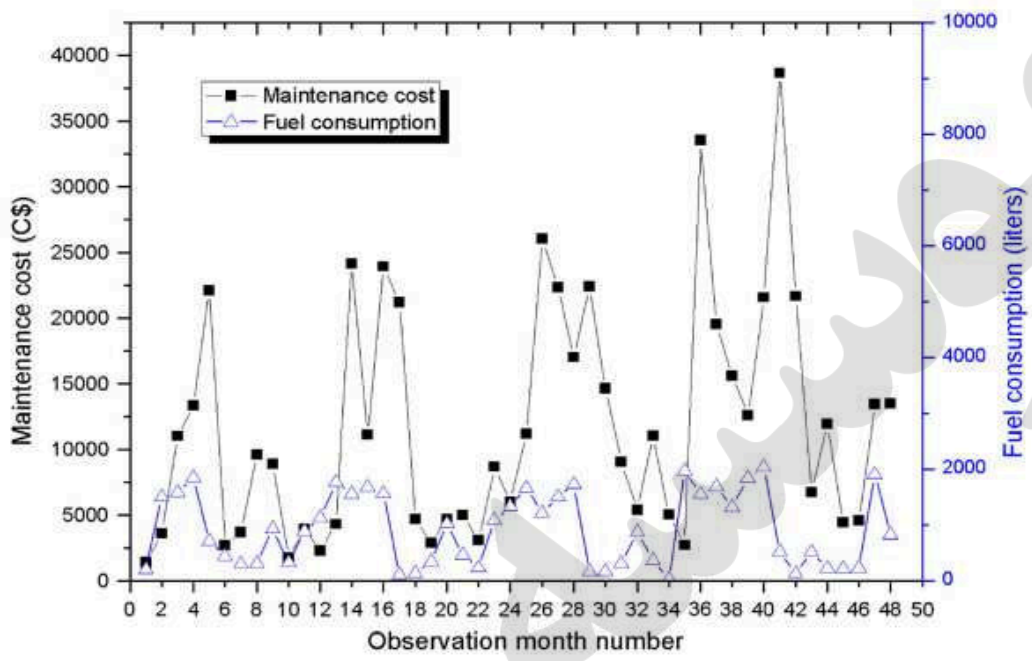
در تحلیل سری های زمانی سنتی، داده های سری زمانی با میانگین و واریانس پایدار هستند. این معیار ها برای مدل های خطی مهم می باشند. از این روی مدل ARMA و VAR یک گام مهم در تحلیل سری زمانی است، این مطالعه از ADF برای بررسی وچود ریشه واحد در سری های زمانی هزینه نگه داری استفاده می کند. جدول 1 نتایج اماره تی سری های زمانی هزینه نگه داری را نشان می دهد

3-6 مدل سازی سری های زمانی تک متغیره

برای مدل های تک متغیره برای هزینه نگه داری تجهیزات ساخت و ساز، RMA و GRNN استفاده می شود و این منعکس کننده مشاهدات قبلی است.

برای ARMA، هر دو ترتیب میانگین متحرک و اتورگرسیو بایستی تعیین شوند. AIC در این مطالعه برای تعیین تاخیر استفاده می شود. برای ترتیب اتورگرسیو P و میانگین متحرک q، ماکزیمم مقدار 12 است. هر ترکیب p و q در ARMA در برابر AIC تست می شود و مدل با ترکیبی از مقدار AIC تعیین می شود.

sina-pub.ir



شکل 3: رفتار نوسان هزینه نگهداری و مصرف سوخت تجهیزات

جدول 1: نتایج ازمون ریشه واحد برای نگه درای و سری های زمانی مصرف سوخت

گروه	ADF	مقدار p
هزینه نگه داری کامیون	−0.876	0.331
هزینه نگه داری لدر	−0.539	0.478
هزینه نگهداری ناوگان a	−0.032	0.666
هزینه نگهداری b	−0.213	0.604
	−0.913	0.314
	−1.164	0.219
	−0.654	0.428
	−0.716	0.401

4-6 مدل سازی سری های زمانی چند متغیره بامصرف سوخت

جدا از رابطه تاخیری از سری های زمانی معین، عوامل دیگر اثر معنی داری بر روی ارزش های اینده هزینه نگهداری تجهیزات ساخت و ساز دارد. هید و همکاران خاطر نشان کرده اند که هزینه سوخت برای مدل سازی هزینه چرخه حیات تجهیزات سنگین مهم است. با این حال، یک مانع مهم استفاده از هزینه سوخت به عنوان ورودی برون زا این است که هزینه واحد سوخت مشابه با قیمت نفت خام نوسان دارد و از این روی هزینه سوخت منعکس نده مصرف سوخت دقیق و مصرف تجهیزات نیست. در این مطالعه، مصرف سوخت، به جای سری های زمانی هزینه سوخت، برای تسهیل مدل سازی هزینه نگه داری تجهیزات ساخت و ساز استفاده می شود.

sina-pub.ir

پویایی بلند مدت سری های زمانی را می توان حفظ کرد زیرا هزینه نگه داری و سری های زمانی مصرف سوخت بر اساس تست ADF ایستا می باشند در این صورت تست های هم انباشتگی بایستی انجام شود. از این روی VAR ساده می تواند چهار جزء سری زمانی را مدل سازی کند. مشابه با روش تعیین تاخیر در روش تک متغیره، دامنه اتو رگرسیو VAR با AIC تعیین می شود.. این طول تاخیر از ترتیب اتورگرسیو VAR پیرویمی کند.

5-6 اعتبار سنجی مدل

کافیلد(23) تاکید کرده اند که مدل های پیش بینی و روش های مختلف بایستی بر اساس پیش بینی های برون نمونه ای مقایسه شود. بر اساس پیش بینی و مقادیر مشاهده شده دیتاست، مدل با اندازه گیری درصد خطای مطلق پیش بینی در دیتاست ارزیابی می شود. MAPE به صورت زیر تعریف می شود.

$$MAPE = \frac{\sum_{t=N-M+1}^{N} \left| \frac{X_t - X_{t-1}}{X_t} \right|}{M} \qquad (10)$$

که

N	تعداد مشاهدات در سری های زمانی
M	تعداد داده های ارزیابی
x_t	مقدار مشاهده شده در زمان تی
x_{t-1}	مقدار پیش بینی شده

MAPE خطای درصد میانگین مطلق اندازه گیری شده در مشاهدات رزرو شده است به طوری که عملکرد مدل های سری های زمانی را می توان ارزیابی و مقایسه کرد. مدل پیش بینی با انحراف کم تر بین مقادیر واقعی و پیش بینی شده ارایه شده است.

7- مقایسه ARMA، VAR و GRNN

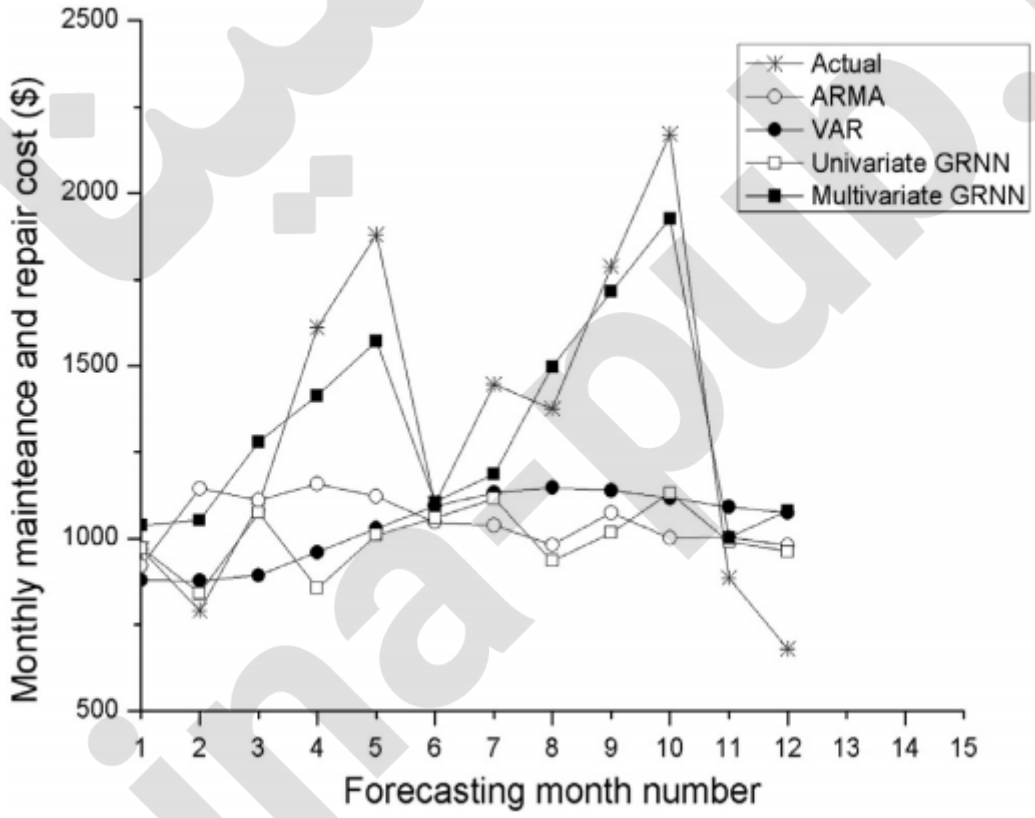
جدول 4 مقایسه از نتایج MAPE را که در دوره های پیش بینی هزینه نگه داری اندازه گیری شده است نشان می دهد. شکل 4-7 نتایج پیش بینی را در مقایسه با سری های زمان واقعی هزینه نگه داری نشان می دهد. علی

sina-pub.ir

رغم تفاوت در صحت، چهار سری زمانی قادر به پیش بینی شاخص سری های زمانی هزینه های نگه داری نجهیزات ساخت و ساز می باشند.

جدول 4: عملکرد پیش بینی جهار مدل

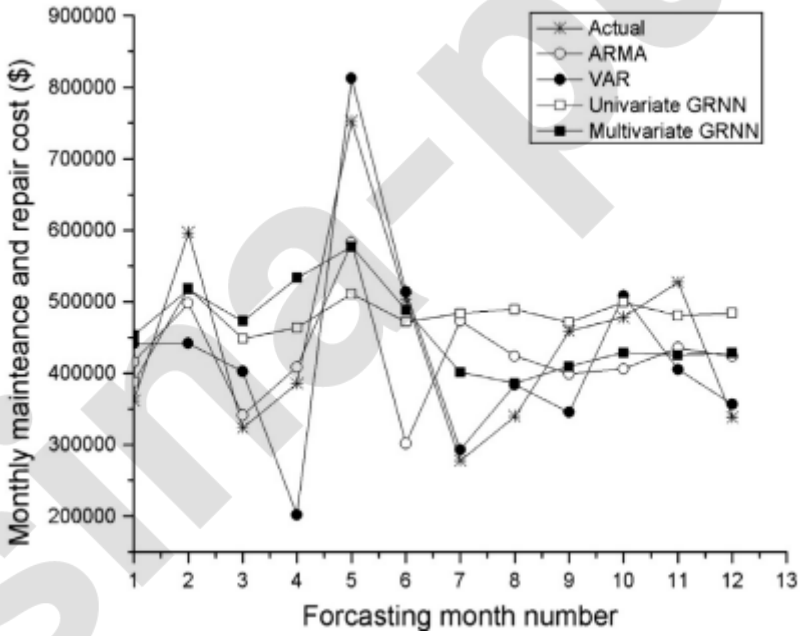
تعداد مشاهدات در سری های زمانی				
تعداد داده های ارزیابی	27.65%	27.46%	25.43%	16.68%
مقدار مشاهده شده در زمان تی	19.26%	34.78%	20.85%	18.19%
	22.61%	17.31%	24.56%	22.88%
مقدار پیش بینی شده	22.69%	23.42%	24.78%	23.67%
	23.05%	25.74%	23.90%	20.36%



شکل 4: عملکرد پیش بینی مدل های مختلف برای نکه داری و هزینه تعمیر کامیون

sina-pub.ir

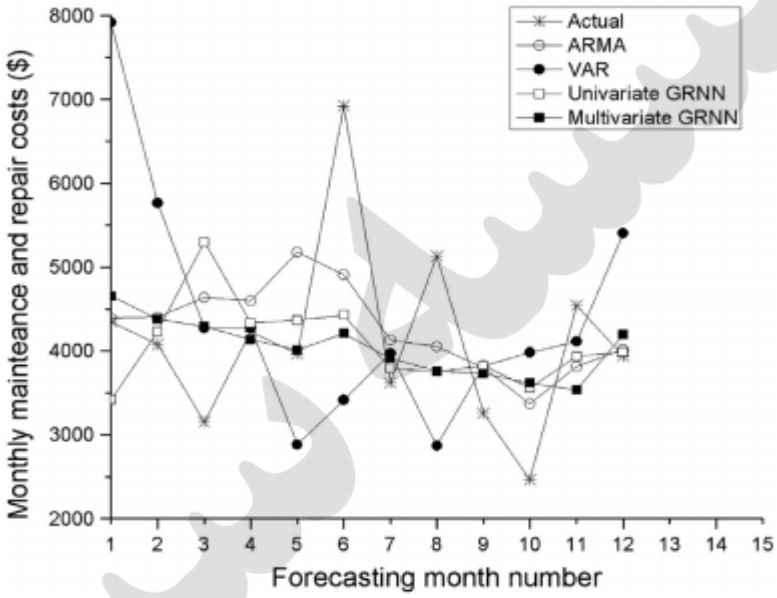
با این حال، GRNN چند متغیره عملکرد بهتری از سایر مدل ها دارد. مدیریت هزینه نگه داری تجهیزات ساخت و ساز یک وظیفه مهم و خطیر برای پیمانکاران در صنعت ساخت و ساز به خصوص برای افرادی که در کار های ساخت و ساز سنگین با استفاده زیاد از تجهیزات می باشند محسوب می شود. تجهیزات ساخت و ساز، کارکرد های مختلفی نظیر زمین روبی، بالابردن و لجستیک دارند و در معرض طیف وسیعی از کار های نگه داری می باشند که شامل نگه داری پیشگیرانه، نگه داری پیش بینانه و اجرای تعمیر در زمان کار می باشند. از این روی وارستر(2) خاطر نشان کرده است که هزینه بخش تعمیر و کار بین 15 و 20 درصد کل بودجه هزینه کل بوده و براورد آن سخت است و از این روی تصمیمات مربط به هزینه های تعمیر بر طول عمر یک ماشین و دستکاه اثر دارد. هزینه های نگه داری به طور معنی داری بسته به ویژگی های تجهیزات، راهبرد های نگه داری، پیمانکاران، شرایط کار و مهارت های اپراتور ها متغیر بوده و موجب شده اند تا مالکیت تجهیزات و هزینه های عملیاتی برای تصمیمات مدیریتی سخت باشد. یکی از وظایف خطیر مدیریت، پیش بینی هزینه های نکه داری تجهیزات در سطوح مختلف سازمان مالک تجهیزات است. پیش بینی دقیق هزینه های نگه داری تجهیزات در افق برنامه ریزی موجب تسهیل برنامه ریزی بودجه برای عملیات تجهیزات، تخصیص منابع نگه داری ، تعمیر و تجهیزات و تصمیمات جایگزینی می شود. مدل سازی هزینه های نگه داری تجهیزات نشان دهنده رفتار پویای هزینه های نگه داری تجهیزات می باشند که در این رابطه تصمیمات مدیریتی را می توان در خصوص تغییرات هزینه نگه داری اتخاذ کرد.



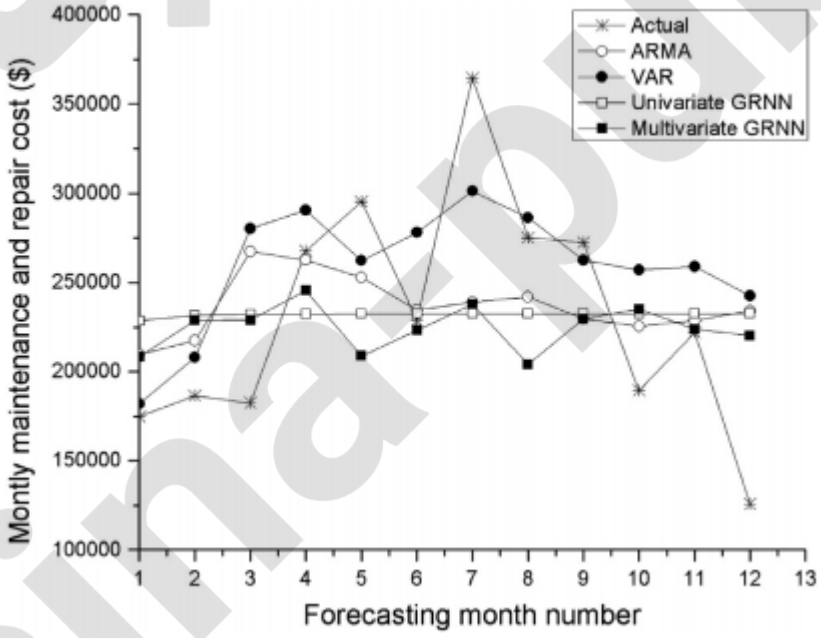
شکل 6: عملکرد پیش بینی مدل های مختلف برای هزینه نگه داری و تعمیر ناوگان A

sina-pub.ir

پارادایم تحلیل سری زمانی و رویکرد شبکه عصبی دارای کارای متفاوت در مدل سازی تک و چند متغیره است. برای رویکرد تک متغیره، عملکرد ARMA مشابه با GRNN است در حالی که برای رویکرد چند متغیره، مدل GRNN بهتر از مدل های VAR است.



شکل 5: عملکرد پیش بینی مدل های مختلف برای هزینه نگه داری و تعمیر میانگین لدر



شکل 7: عملکرد پیش بینی مدل های مختلف برای هزینه نگه داری و تعمیر ناوگان ب

8- اثر مصرف سوخت بر روی مدل سازی سری های زمانی

sina-pub.ir

مقدار سوخت مصرف شده با تجهیزات ساخت و ساز را می توان به صورت شاخص خرابی و پوسیدگی تجهیزات محاسبه کرد که بر نرخ استهلاک و هزینه های نگه داری تجهیزات در طی ساخت و ساز اثر دارد. برخی از مدل های پیش بینی هزینه برای تجهیزات ساخت و ساز توسط ادواردز و همکاران(4-7) توسعه یافته است که از فنون رگرسیون مختلف برای مدل سازی هزینه نگه داری استفاده کرده اند. همه متغیر ها مهم می باشند با این حال مهارت اپراتور یک عامل توضیحی نیست. در تحقیق دیگر توسط ادواردز و همکاران(4)ف ترکیبی از تحلیل سری های زمانی و براورد معادله مکعب در مدل استفاده شده است. ادوادز و هالت یک مدل تصادفی را ارایه کرده اند که از اعداد تصادفی برای پیش بینی هزینه رویداد های نکه داری استفاده می کنند.

مطالعاتی بر روی مدیریت چرخه حیات و نیز پیش بینی هزینه عملیاتی تجهیزات ساخت و ساز انجام شده است. کلیپسی و هید(8) رگرسیون اماری هزینه چرخه حیات تجهیزات سنگین را با استفاده از هزینه نیروی کار، هزینه نگه داری و هزینه سوخت و ساز برای عملیات تجهیزات انجام دادند. مدل لگاریتمی هزینه چرخه حیات به صورت تابعی از هزینه سوخت خوبی برازش رضایت بخشی را نشان می دهد. از سوی دیگر، هزینه سوخت عملیات تجهیزات به برازش بهتر با داده های مشاهده هزینه دست پیدا می کنند.

متیو و کندی(14) یک چارچوب نظری را برای جایگزینی تجهیزات بهینه برای دست یابی به مزیت خالص حاصل از تجهیزات توسعه دادند و نشان دادند که نرخ خرابی اساسا در حال افزایش است. مانتکیس و دراکاوس(3) یک مدل پیش بین هزینه عملیاتی را به صورت تابعی از ساعات عملیاتی، ظرفیت موتور و قدرت ماشین دپو ارایه کرده اند. دپو یک مدل رگرسیون خطی را برای هزینه های تگه داری تجهیزات ارایه کرده است. به علاوه تحقیقات زیادی در خصوص نگه داری و هزینه چرخه عمر تجهیزات و کارخانه و نیز ویژگی های صنایع دیگر ارایه شده است که اطلاعاتی را در خصوص مدل سازی هزینه های نگه داری تجهیزات ارایه می کند. موکوس و لاونیس(169) یک رویکرد مبتنی بر الگوریتم را برای بهینه سازی هزینه نگه داری چرخه عمر ارایه کرده اند. لی و همکاران مدل رگرسوین حداقل مربعات جزیی را برای پیش بینی هزینه تکه داری با نمونه های کم تر ارایه کرده اند.

جدول 5: میانگین MAPE پیش بینی در خصوص گروه تجهیزات فردی

sina-pub.ir

Model types	ARMA	VAR	Univariate GRNN	Multivariate GRNN
Equipment group	23.46%	31.12%	23.14%	17.44%
Equipment fleet	22.65%	20.37%	24.67%	23.28%

9- بحث در خصوص پیش بینی هزینه های نگه داری تجهیزات ساخت و ساز

هزینه تجهیزات نگه داری ناوگان ، هزینه نگه داری ترکیبی انواع مختلف تجهیزات در سطح بالا می باشد و این پیش بینی به تنظیم بودجه کمک می کند. علاوه بر برنامه ریزی بودجه و تخصیص منابع، یک پیش بینی دقیق هزینه نگه داری برای تصمیمات مدیریت تجهیزات دیگر اهمیت دارد. مدیریت هزینه نگه داری تجهیزات ساخت و ساز یک وظیفه مهم و خطیر برای پیمانکاران در صنعت ساخت و ساز به خصوص برای افرادی که در کار های ساخت و ساز سنگین با استفاده زیاد از تجهیزات می باشند محسوب می شود. تجهیزات ساخت و ساز، کارکرد های مختلفی نظیر زمین روبی، بالابردن و لجستیک دارند و در معرض طیف وسیعی از کار های نگه داری می باشند که شامل نگه داری پیشگیرانه، نگه داری پیش بینانه و اجرای تعمیر در زمان کار می باشند. از این روی وارستر(2) خاطر نشان کرده است که هزینه بخش تعمیر و کار بین 15 و 20 درصد کل بودجه هزینه کل بوده و براورد آن سخت است و از این روی تصمیمات مربط به هزینه های تعمیر بر طول عمر یک ماشین و دستکاه اثر دارد. هزینه های نگه داری به طور معنی داری بسته به ویژگی های تجهیزات، راهبرد های نگه داری، پیمانکاران، شرایط کار و مهارت های اپراتور ها متغیر بوده و موجب شده اند تا مالکیت تجهیزات و هزینه های عملیاتی برای تصمیمات مدیریتی سخت باشد. یکی از وظایف خطیر مدیریت، پیش بینی هزینه های نکه داری تجهیزات در سطوح مختلف سازمان مالک تجهیزات است. پیش بینی دقیق هزینه های نگه داری تجهیزات در افق برنامه ریزی موجب تسهیل برنامه ریزی بودجه برای عملیات تجهیزات، تخصیص منابع نگه داری ، تعمیر و تجهیزات و تصمیمات جایگزینی می شود. مدل سازی هزینه های نگه داری تجهیزات نشان دهنده رفتار پویای هزینه های نگه داری تجهیزات می باشند که در این رابطه تصمیمات مدیریتی را می توان در خصوص تغییرات هزینه نگه داری اتخاذ کرد. از دیرباز، مالکان تجهیزات در صنعت ساخت و ساز(پیمانکاران، سازمان دولتی و شرکت های اجاره تجهیزات)، هزینه های نگه داری تجهیزات را بر اساس تجربه قبلی پیش بینی می کنند.ضرایب تعدیل را می توان در مقادیر معیار برای

sina-pub.ir

توجیه اثر از عوامل مختلف مربوط به تجهیزات (سن، شرایط سلامت، تاریخ تعمیر و نگهداری، و غیره)، محیط زیست (حجم کار، شرایط کار، و غیره)، و سازمان (تجهیزات سیاست مدیریت، ماهیت کسب و کار، و غیره) استفاده کرد. با این حال پیش بینی قضاوت هزینه های نکه داری اینده بر اساس دانش شخصی، تجربه و شهود به دلیل ماهیت تصادفی خرابی تجهیزات غیر قابل اطمینان است. بدون اجماع در خصوص روش شناسی میان متخصصان صنعتی، مدل سازی آماری هزینه نگه داری تجهیزات ساخت و ساز می تواند یگ رویکرد کمی را برای پیش بینی هزینه های نگه داری در افق برنامه ریزی ارایه کند. تحقیقات قبلی در این زمینه که از رگرسیون خطی یا غیر خطی با حداقل مربعات معمولی استفاده کرده اند، توسط مانکیس و دراکاتوس(3)، ادواردز (4-6)، ادواردز و هولت(7) و گیلیسپی و هید(8) انجام شده اند. به غیر از مدل های رگرسیون سنتی، استفاده از رویکرد سری زمانی در این زمینه و یا در رشته های مربوطه اطلاعاتی را در خصوص دست یابی به یک مدل خوب از هزینه نگه داری تجهیزات ارایه می کند. مور(9) به این نتیجه رسید که سری های زمانی هزینه های نگه داری دارای خود همبستگی ذاتی در میان سری های هزینه مشاهده شده است. ادواردز و همکاران(4) از میانگین متحرک مرکزی برای تحلیل سری های زمانی هزینه نگه داری تجهیزات ساخت و ساز استفاده کرده و روند تغییرات آن را تحلیل کردند. زایو و همکاران(10) یک مدل میانگین متحرک اتورگرسیو را ایجاد کرده اند که موسوم به مدل باکس- جنکینز برای مدل سزای خرابی تجهیزات بر اساس داده های تبدیل شده است. همه این تلاش ها برای توصیف و پیش بینی رفتار عملکرد تجهیزات و هزینه نگه داری با استفاده از مدل های پیش بینی سری های زمانی و نتایج درجات مختلف صحت انجام شده اند.

10- نتیجه گیری

در این مطالعه رویکرد سری های زمانی برای پیش بینی هزینه نکه داری تجهیزات ساخت و ساز با استفاده از سری های زمانی و مدل های GRNN استفاده شد. مقایسه فوق بر اساس فرض تحلیل سری های زمانی عمومی می باشد که بر اساس آن مشاهدات سری های زمانی دارای همبستگی های سریالی در سری های زمانی و همبستگی های متقابل با سری های زمانی توضیحی می باشد. هر دو مدل های شبکه عصبی رگرسیون عمومی و مدل های سری های زمانی باکس-جنکینز قادر به توصیف رفتار و پیش بینی هزینه های نگه داری تجهیزات و ناوگان های مختلف با سطوح قابل قبول صحت می باشند. پیش بینی با مدل های شبکه عصبی رگرسیون عمومی

sina-pub.ir

چند متغیره به طور معنی داری پس از استفاده از داده های مصرف سوخت موازی به صورت سری های زمانی توضیحی بهبود یافت. پیش بینی دقیق هزینه های نگه داری تجهیزات در آینده موجب تسهیل کار های پشتیبان تصمیم گیری نظیر برنامه ریزی منبع و بودجه، تعویض تجهیزات و تعیین نرخ درونی هزینه استفاده از تجهیزات می شود.

اطلاعات بیشتر در خصوص عملیات تجهیزات نظیر مصرف سوخت موجب بهبود صحت پیش بینی هزینه نگه داری می شود زیرا مقدار مصرف سوخت نشان دهنده مدت زمان و کاربار عملیاتی تجهیزات است. تغییر مصرف سوخت منجر به تغیراتی در هزینه های نگه داری می شود. در مقایسه با روش های فعلی برای براورد هزینه نگه داری تجهیزات، رویکرد های مدل سازی سری زمانی مطالعه شده و مدل های مختلف مقایسه می شوند و این نشان می دهد که نتایج پیش بینی برای تصمیمات مدیریتی بهتر نظیر تخصیص منابع تجهیزات، جایگزینی، تعیین نرخ درونی تجهیزات استفاده می شود. با این حال رویکرد های سری زمانی را می توان مکمل با عملیات فعلی استفاده کرد که شامل مدل های باکس جنکینز و مدل های GRNN هستند که تقریب های خوبی از سری های زمانی نگه داری می باشند. تصمیم گیرنده ها اقدام به ارزیابی نتایج پیش بینی بر اساس عملیات فعلی می کنند. تحقیقات بیشتر در این زمینه را می توان به موضوعات حساسیت پارامتر مدل، پیش بینی هزینه نگه داری و غیره، تست های گسترده تر و ارزیابی با استفاده از انواع مدل های پیش بینی نسبت داد.