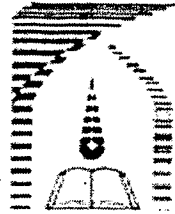


۱۳۸۳

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

۱۳۸۳



دانشگاه تربیت مدرس

دانشگاه تربیت مدرس

دانشکده فنی و مهندسی

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد مهندسی صنایع - مهندسی صنایع

پیش‌بینی تقاضای متناوب با استفاده از شبکه‌های

عصبی مصنوعی

بهمن رستمی تبار

استاد راهنما:

دکتر محمدرضا امین‌ناصری

استاد مشاور:

دکتر رضا برادران کاظم زاده

۱۳۸۷ / ۱۲ / ۰۵

مهر ۱۳۸۶

۹۳۲۴۷

کتابخانه تخصصی مهندسی صنایع
تربیت مدرس



بسمه تعالی

تاییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان

آقای بهمن رستمی تبار پایان نامه ۶ واحدی خود را با عنوان پیش بینی تقاضای متناوب با استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی در تاریخ ۱۳۸۶/۷/۲۳ ارائه کردند.

اعضای هیات داوران نسخه نهایی این پایان نامه را از نظر فرم و محتوا تایید کرده و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه کارشناسی ارشد مهندسی صنایع - مهندسی صنایع پیشنهاد می کنند.

عضو هیات داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضا
استاد راهنما	دکتر محمد رضا امین ناصری	دانشیار	
استاد مشاور	دکتر رضا برادران کاظم زاده	استادیار	
استاد ناظر	دکتر غلامعلی منتظر	استادیار	
استاد ناظر	دکتر عباس کرامتی	استادیار	
مدیر گروه (یا نماینده گروه تخصصی)	دکتر غلامعلی منتظر	استادیار	

این نسخه به عنوان نسخه نهایی پایان نامه / رساله مورد تایید است.
امضای استاد راهنما:

دستور العمل حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهشهای علمی دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه: با عنایت به سیاست های پژوهشی دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسانها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران لازم است اعضای هیات علمی دانشجویان دانش آموختگان و دیگر همکاران طرح در مورد نتایج پژوهشهای علمی که تحت عناوین پایان نامه رساله و طرحهای تحقیقاتی با هماهنگی دانشگاه انجام شده است موارد ذیل را رعایت نمایند:

ماده ۱: حقوق مادی و معنوی پایان نامه ها / رساله های مصوب دانشگاه متعلق به دانشگاه است و هر گونه بهره برداری از آن باید با ذکر نام دانشگاه و رعایت آیین نامه ها و دستورالعمل های مصوب دانشگاه باشد.

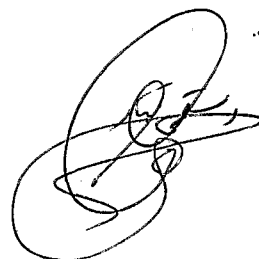
ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان نامه / رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی می باید به نام دانشگاه بوده و استاد راهنما نویسنده مسئول مقاله باشند.

تبصره: در مقالاتی که پس از دانش آموختگی بصورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان نامه / رساله نیز منتشر می شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.

ماده ۳- انتشار کتاب حاصل از نتایج پایان نامه / رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی دانشگاه باید با مجوز کتبی صادره از طریق حوزه پژوهشی دانشگاه و بر اساس آیین نامه های مصوب انجام می شود.

ماده ۴- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه در جشنواره های ملی، منطقه ای و بین المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان نامه / رساله و تمامی طرح های تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق حوزه پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ۵- این دستورالعمل در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ ۱۳۸۴/۴/۲۵ در شورای پژوهشی دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب لازم الاجرا است و هر گونه تخلف از مفاد این دستورالعمل، از طریق مراجع قانونی قابل پیگیری خواهد بود.



تقدیم به

پدر و مادر عزیز و

خانواده دلسوزم

تشکر و قدردانی

برخود لازم می‌دانم از تمام عزیزانی که در انجام هر چه بهتر این تحقیق مرا یاری نموده‌اند، تشکر و قدردانی کنم. قبل از همه از استاد راهنمای ارجمندم، جناب آقای دکتر محمدرضا امین ناصری که در طول این دوره همواره با راهنمایی و حمایت‌های بی‌دریغ خود مرا در تحمل مشکلات و انجام هر چه بهتر این تحقیق استوارتر ساخت، تشکر و قدردانی می‌کنم. همچنین تقدیر و سپاس خود را از آقای دکتر Argirios Syntetos و دکتر مصطفی ستاک به جا می‌آورم که تجربیات خود را در زمینه‌های مختلف در اختیارم قرار دادند. از دوستم، مهندس فرید رضانی که مرا در انجام هر چه بهتر این تحقیق یاری نمودند کمال تشکر و قدردانی را دارم.

چکیده:

پیش‌بینی تقاضا یکی از مهمترین موضوعات مدیریت موجودی است و برای تصمیم‌گیری اثربخش در حوزه مدیریت موجودی، پیش‌بینی تقاضا برای دوره‌های آتی ضروری است. همچنین تمایل به استفاده از روش‌هایی که منجر به افزایش دقت پیش‌بینی می‌شوند، همواره مورد توجه حوزه‌های مدیریت، اقتصاد و مهندسی بوده است. یکی از موضوعات پیش‌بینی تقاضا در حوزه پیش‌بینی تقاضای متناوب و ناهموار است، که به دلیل ویژگی‌های خاص آن‌ها از پیچیده‌گی‌هایی برخوردار است. از طرفی فرض‌های پیوستگی و نرمال بودن توزیع تقاضا در این الگوها برقرار نبوده و چندین محقق نشان داده‌اند که روش‌های سنتی مورد استفاده منجر به تصمیمات غیردقیق می‌شوند. شبکه عصبی در دهه‌های اخیر به عنوان ابزاری قدرتمند جهت پیش‌بینی در حوزه‌های مختلف مورد استفاده قرار گرفته است. در این تحقیق پیش‌بینی تقاضای ناهموار با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی مد نظر قرار گرفته است. رویکردهای شبکه عصبی برازشی تعمیم یافته (GRNN)، شبکه عصبی بازگشتی المان (RNN)، شبکه عصبی با ورودی تأخیریافته (IDNN) و رویکردی ترکیبی بر مبنای شبکه عصبی پرسپترون چند لایه و روشی بازگشتی (HB) مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. با توجه به حجم کم اطلاعات مورد استفاده در آموزش شبکه‌ها، از الگوریتم کالیبراسیون تطبیقی (Adaptive Calibration) استفاده شده است. این تکنیک قابلیت تطبیق‌پذیری شبکه را افزایش داده و ضعف کمبود داده‌های مورد استفاده را تا حد زیادی برطرف می‌کند. با استفاده از داده‌های واقعی ۳۰ نوع قطعه یدکی از مجتمع پتروشیمی اراک، پیش‌بینی‌های انجام گرفته با مقادیر واقعی مورد مقایسه قرار گرفته و عملکرد روش‌های کروسون (CR)، تقریب Syntetos-Boylan (SBA) و شبکه عصبی پرسپترون ۳ لایه ارائه شده بوسیله Gutierrez و همکاران در سال ۲۰۰۷ (MLP) با نتایج روش‌های ارائه شده در این تحقیق مقایسه شده‌اند. بطور کلی نتایج نشان دهنده برتری مدل‌های ارائه شده در این تحقیق نسبت به روش‌های دیگر، براساس معیارهای عملکرد آماری MAPE اصلاح شده، MASE، PB، GMAMAE و معیار تعریف شده در این تحقیق یعنی TDE، می‌باشد.

کلمات کلیدی: پیش‌بینی، شبکه عصبی، تقاضای ناهموار، قطعات یدکی

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

.....	چکیده
۱.....	فصل اول
۱.....	۱- کلیات
۱.....	۱-۱- مقدمه
۲.....	۱-۲- بیان مسئله
۵.....	۱-۳- هدف از تحقیق
۵.....	۱-۴- متدولوژی تحقیق
۷.....	۱-۵- جنبه جدید بودن و نوآوری
۸.....	۱-۶- ساختار تحقیق
۹.....	فصل دوم
۹.....	۲- مرور ادبیات
۹.....	۲-۱- مقدمه
۹.....	۲-۲- ویژگی‌های تقاضای متناوب
۱۳.....	۲-۳- علل وقوع تقاضای ناهموار
۱۴.....	۲-۴- روش‌های پیش بینی تقاضای متناوب
۱۶.....	۲-۴-۱- روش‌های مبتنی بر هموارسازی نمایی
۱۶.....	۲-۴-۱-۱- روش هموارسازی نمایی ساده

- ۱۷-۲-۴-۱-۲- کروتون و روش‌های اصلاحی آن.....
- ۲۱-۲-۴-۲- خودراه انداز (Bootstrapping).....
- ۲۳-۳-۴-۲- رویکرد بیزی.....
- ۲۵-۴-۴-۲- شبکه عصبی مصنوعی.....
- ۲۶-۵-۲- مرور ادبیات پیش‌بینی تقاضای متناوب.....
- ۳۵-۶-۲- معیارهای آماری جهت ارزیابی پیش‌بینی تقاضای متناوب.....
- ۴۱- فصل سوم.....
- ۴۱- شبکه‌های عصبی مصنوعی.....
- ۴۱-۱-۳- مقدمه.....
- ۴۳-۲-۳- مبانی زیست‌شناختی شبکه‌های عصبی.....
- ۴۵-۳-۳- ساختار شبکه‌های عصبی مصنوعی.....
- ۵۰-۴-۳- یادگیری در شبکه.....
- ۵۴-۱-۴-۳- الگوریتم پس انتشار خطا (BP).....
- ۵۶-۱-۱-۴-۳- تنظیم پارامترهای لایه خروجی.....
- ۵۸-۲-۱-۴-۳- تنظیم پارامترهای لایه مخفی.....
- ۶۰-۵-۳- شبکه عصبی پایه شعاعی (RBNN).....
- ۶۲-۱-۵-۳- شبکه عصبی برازشی تعمیم یافته (GRNN).....
- ۶۳-۱-۱-۵-۳- مبانی ریاضی حاکم بر GRNN.....
- ۶۵-۶-۳- شبکه پرسپترون چندلایه (Multiple Layer Perceptron, MLP).....
- ۶۷-۷-۳- شبکه عصبی تأخیر زمانی (Time Delay Neural Network, TDNN).....

۶۹	۸-۳- شبکه عصبی بازگشتی (Reccurent Neural Network, RNN)
۷۲	فصل چهارم
۷۲	متدولوژی و ارائه مدل های پیشنهادی
۷۲	۴-۱- مقدمه
۷۲	۴-۲- متدولوژی
۷۳	۴-۲-۱- جمع آوری داده ها
۷۵	۴-۲-۲- دسته بندی تقاضا
۷۹	۴-۳- روش های پیش بینی استفاده شده در تحقیق
۷۹	۴-۳-۱- روش کروسون (CR) و تقریب Syntetos & Boylan (SBA)
۸۱	۴-۳-۱-۱- مقادیر اولیه پیش بینی
۸۳	۴-۳-۱-۲- ثابت هموارسازی نمایی
۸۶	۴-۳-۲- شبکه های عصبی مصنوعی مورد استفاده
۸۶	۴-۳-۲-۱- شبکه عصبی برارزشی تعمیم یافته (GRNN)
۸۷	۴-۳-۲-۱-۱- رویکرد اول (GRNNW)
۹۰	۴-۳-۲-۱-۲- رویکرد دوم (GRNNA)
۹۲	۴-۳-۲-۲- ساختار شبکه های عصبی بازگشتی (RNN) و تأخیر زمانی (TDNN)
۹۳	۴-۳-۲-۲-۱- تعداد گره های ورودی
۹۴	۴-۳-۲-۲-۲- تعداد گره های خروجی
۹۵	۴-۳-۲-۲-۳- نرمال سازی داده ها
۹۶	۴-۳-۲-۲-۴- تابع تبدیل
۹۷	۴-۳-۲-۲-۵- داده های آموزش و آزمایش

- ۹۷.....۴-۳-۲-۲-۶- تعداد نورون‌های لایه مخفی
- ۹۹.....۴-۳-۲-۲-۷- نرخ یادگیری
- ۱۰۰.....۴-۳-۲-۲-۸- وزن‌های اولیه
- ۱۰۰.....۴-۳-۲-۲-۹- معیار توقف
- ۱۰۱.....۴-۳-۲-۲-۱۰- تعیین تأخیر مناسب در مورد شبکه‌های TDNN
- ۱۰۱.....۴-۳-۲-۲-۱۱- الگوریتم کالیبراسیون تطبیقی
- ۱۰۳.....۴-۳-۳- رویکرد ترکیبی بر مبنای شبکه عصبی مصنوعی
- ۱۰۴.....۴-۳-۳-۱- ساختار شبکه عصبی
- ۱۰۵.....۴-۳-۳-۱- ورودی‌ها و خروجی شبکه
- ۱۰۶.....۴-۳-۳-۲- توابع تبدیل لایه‌ها و تعداد گره‌ها
- ۱۰۷.....۴-۳-۳-۲- روش سنتی مورد استفاده جهت ترکیب با شبکه عصبی
- ۱۱۰.....۴-۳-۴- معیارهای آماری ارزیابی عملکرد مورد استفاده
- ۱۱۰.....۴-۳-۴-۱- MAPE
- ۱۱۰.....۴-۳-۴-۲- MASE
- ۱۱۱.....۴-۳-۴-۳- Percentage Best
- ۱۱۱.....۴-۳-۴-۴- GMAMAE
- ۱۱۲.....۴-۳-۴-۵- خطای مجموع تقاضا (TDE)
- ۱۱۳..... فصل پنجم
- ۱۱۳..... ۵- اجرای مدل‌ها و اعتبارسنجی
- ۱۱۳..... ۵-۱- مقدمه
- ۱۱۴..... ۵-۲- دسته‌بندی تقاضا

۱۱۵	۳-۵- نتایج پیش‌بینی رویکردهای مورد استفاده.....
۱۴۶	۴-۵- مقایسه نتایج رویکردهای ارائه شده با روش کروسون (CR).....
۱۵۸	۵-۵- مقایسه نتایج رویکردهای ارائه شده با تقریب Boylang Syntetos (SBA).....
۱۷۰	۶-۵- مقایسه نتایج رویکردهای ارائه شده با روش Gutierrez و همکاران.....
۱۸۳	فصل ششم.....
۱۸۳	۶- جمع‌بندی و پیشنهاد.....
۱۸۳	۶-۱- مقدمه.....
۱۸۳	۶-۲- خلاصه کار انجام شده.....
۱۸۴	۶-۳- نتایج.....
۱۸۷	۶-۴- پیشنهاد تحقیقات آتی.....
۱۸۹	مراجع و مآخذ.....
۱۹۲	واژه‌نامه.....

فهرست جدول‌ها

۷۸	جدول ۴-۱- مشخصات داده‌های تحقیق
۸۴	جدول ۴-۲- مقادیر ثابت هموارسازی برای روش CR
۸۵	جدول ۴-۳- مقادیر ثابت هموارسازی برای روش SBA
۱۱۶	جدول ۵-۱- مقادیر پیش‌بینی شده برای قطعه ۷۶۰۶۵۴۰۲۲۱
۱۱۷	جدول ۵-۲- مقادیر پیش‌بینی شده برای قطعه ۷۶۶۲۷۰۰۱۲۱
۱۱۸	جدول ۵-۳- مقادیر پیش‌بینی شده برای قطعه ۷۶۶۲۸۰۲۵۴۱
۱۱۹	جدول ۵-۴- مقادیر پیش‌بینی شده برای قطعه ۷۶۶۵۷۰۷۰۸۱
۱۲۱	جدول ۵-۵- مقادیر پیش‌بینی شده برای قطعه ۷۶۳۴۸۴۲۱۲۱
۱۲۱	جدول ۵-۶- مقادیر پیش‌بینی شده برای قطعه ۵۸۰۰۱۶۷۰۹۱
۱۲۲	جدول ۵-۷- مقادیر پیش‌بینی شده برای قطعه ۷۴۱۳۱۱۳۰۵۱
۱۲۳	جدول ۵-۸- مقادیر پیش‌بینی شده برای قطعه ۷۴۱۳۱۱۳۰۴۱
۱۲۴	جدول ۵-۹- مقادیر پیش‌بینی شده برای قطعه ۷۴۱۳۱۱۳۰۶۱
۱۲۵	جدول ۵-۱۰- مقادیر پیش‌بینی شده برای قطعه ۷۵۰۱۰۱۰۶۲
۱۲۶	جدول ۵-۱۱- مقادیر پیش‌بینی شده برای قطعه ۷۵۵۶۳۵۱۲۴۲
۱۲۷	جدول ۵-۱۲- مقادیر پیش‌بینی شده برای قطعه ۷۵۳۷۳۲۱۱۶۸
۱۲۸	جدول ۵-۱۳- مقادیر پیش‌بینی شده برای قطعه ۷۵۷۲۰۴۱۰۲۲
۱۲۹	جدول ۵-۱۴- مقادیر پیش‌بینی شده برای قطعه ۷۶۳۴۳۹۱۱۰۱
۱۳۰	جدول ۵-۱۵- مقادیر پیش‌بینی شده برای قطعه ۷۵۸۹۷۸۵۰۲۲
۱۳۱	جدول ۵-۱۶- مقادیر پیش‌بینی شده برای قطعه ۳۱۳۷۱۰۰۳۱۳
۱۳۲	جدول ۵-۱۷- مقادیر پیش‌بینی شده برای قطعه ۲۲۵۲۳۵۴۸۸۳
۱۳۳	جدول ۵-۱۸- مقادیر پیش‌بینی شده برای قطعه ۲۲۳۹۱۲۵۵۱۲

- جدول ۵- ۱۹ - مقادیر پیش‌بینی شده برای قطعه ۲۲۸۰۱۲۲۰۵۳..... ۱۳۴
- جدول ۵- ۲۰ - مقادیر پیش‌بینی شده برای قطعه ۲۲۴۵۴۳۶۹۳۳..... ۱۳۵
- جدول ۵- ۲۱ - مقادیر پیش‌بینی شده برای قطعه ۵۸۰۰۱۶۷۱۰۱..... ۱۳۶
- جدول ۵- ۲۲ - مقادیر پیش‌بینی شده برای قطعه ۵۸۰۰۱۲۲۰۹۱..... ۱۳۷
- جدول ۵- ۲۳ - مقادیر پیش‌بینی شده برای قطعه ۷۴۳۶۲۰۰۰۹۱..... ۱۳۸
- جدول ۵- ۲۴ - مقادیر پیش‌بینی شده برای قطعه ۷۴۳۶۴۰۰۷۶۱..... ۱۳۹
- جدول ۵- ۲۵ - مقادیر پیش‌بینی شده برای قطعه ۵۸۰۱۱۰۹۰۸۱..... ۱۴۰
- جدول ۵- ۲۶ - مقادیر پیش‌بینی شده برای قطعه ۷۵۲۵۱۶۳۰۸۲..... ۱۴۱
- جدول ۵- ۲۷ - مقادیر پیش‌بینی شده برای قطعه ۷۶۰۶۸۴۱۱۲۱..... ۱۴۲
- جدول ۵- ۲۸ - مقادیر پیش‌بینی شده برای قطعه ۷۶۱۳۲۸۰۲۰۲..... ۱۴۳
- جدول ۵- ۲۹ - مقادیر پیش‌بینی شده برای قطعه ۵۸۰۰۱۲۲۰۵۱..... ۱۴۴
- جدول ۵- ۳۰ - مقادیر پیش‌بینی شده برای قطعه ۷۵۵۶۳۵۱۲۸۲..... ۱۴۵
- جدول ۵- ۳۱ - معیار A-MAPE روش‌های پیش‌بینی مختلف (مقایسه با CR)..... ۱۴۸
- جدول ۵- ۳۲ - معیار MASE روش‌های پیش‌بینی مختلف (مقایسه با CR)..... ۱۵۰
- جدول ۵- ۳۳ - معیار TDE روش‌های پیش‌بینی مختلف (مقایسه با CR)..... ۱۵۳
- جدول ۵- ۳۵ - معیار PB برای RNN و CR..... ۱۵۶
- جدول ۵- ۳۴ - معیار PB برای GRNNA و CR..... ۱۵۶
- جدول ۵- ۳۶ - معیار PB برای IDNN و CR..... ۱۵۷
- جدول ۵- ۳۷ - معیار PB برای HB و CR..... ۱۵۷
- جدول ۵- ۳۸ - معیار A-MAPE روش‌های پیش‌بینی مختلف (مقایسه با SBA)..... ۱۵۹
- جدول ۵- ۳۹ - معیار MASE روش‌های پیش‌بینی مختلف (مقایسه با SBA)..... ۱۶۲
- جدول ۵- ۴۰ - معیار TDE روش‌های پیش‌بینی مختلف (مقایسه با SBA)..... ۱۶۶

- جدول ۴۲-۵- معیار PB برای GRNNA و SBA ۱۶۸
- جدول ۴۱-۵- معیار PB برای RNN و SBA ۱۶۸
- جدول ۴۳-۵- معیار PB برای HB و SBA ۱۶۹
- جدول ۴۴-۵- معیار PB برای IDNN و SBA ۱۶۹
- جدول ۴۵-۵- معیار A-MAPE روش‌های پیش‌بینی مختلف (مقایسه با MLP) ۱۷۲
- جدول ۴۶-۵- معیار MASE روش‌های پیش‌بینی مختلف (مقایسه با MLP) ۱۷۴
- جدول ۴۷-۵- معیار TDE روش‌های پیش‌بینی مختلف (مقایسه با MLP) ۱۷۹
- جدول ۴۸-۵- معیار PB برای RNN و MLP ۱۸۱
- جدول ۴۹-۵- معیار PB برای GRNNA و MLP ۱۸۱
- جدول ۵۰-۵- معیار PB برای HB و MLP ۱۸۲
- جدول ۵۱-۵- معیار PB برای IDNN و MLP ۱۸۲

فهرست شکل‌ها

- شکل ۱-۱- فلوچارت روش انجام تحقیق ۶
- شکل ۲-۲- الگوی تقاضای متناوب ۱۰
- شکل ۱-۲- الگوی تقاضای با قاعده ۱۰
- شکل ۳-۲- پرسپترون ۳ لایه مورد استفاده بوسیله Gutierrez و همکاران ۳۴
- شکل ۱-۳- شبکه با دو نورون ۴۴
- شکل ۲-۳- یک نورون با R ورودی و یک خروجی ۴۵
- شکل ۳-۳- شبکه عصبی با چند لایه ۴۶
- شکل ۳-۴- تابع تبدیل خطی ۴۸
- شکل ۳-۵- تابع تبدیل لگاریتم زیگموئیدی ۴۹
- شکل ۳-۶- تابع تبدیل تانژانت زیگموئیدی ۴۹
- شکل ۳-۷- تابع تبدیل خطی مثبت ۴۹
- شکل ۳-۸- تابع تبدیل خطی اشباع شده متقارن ۵۰
- شکل ۳-۹- فرآیند یادگیری در شبکه عصبی ۵۱
- شکل ۳-۱۰- فرآیند توسعه یک برنامه شبکه عصبی ۵۲
- شکل ۳-۱۱- ساختار شبکه پایه شعاعی ۶۱
- شکل ۳-۱۲- معماری شبکه عصبی برازشی تعمیم یافته ۶۲
- شکل ۳-۱۴- خط تأخیر ترتیبی ۶۷
- شکل ۳-۱۵- شماتیک یک IDNN با یک لایه مخفی ۶۸
- شکل ۳-۱۶- ساختار شبکه بازگشتی المان ۷۰
- شکل ۲-۴- رویکرد طبقه‌بندی William ۷۵
- شکل ۳-۴- رویکرد طبقه‌بندی Eaves ۷۶

- شکل ۴-۴ رویکرد طبقه بندی Syntetos-Boylan..... ۷۷
- شکل ۴-۵- محاسبه مقدار اولیه اندازه تقاضا..... ۱۲
- شکل ۴-۶- محاسبه مقدار اولیه فواصل بین تقاضاها..... ۱۲
- شکل ۴-۷- پنجره متحرک به طول ۵ پیرو جهت استخراج ورودیهای شبکه..... ۱۱
- شکل ۴-۸- فلوجارت روش ترکیبی مورد استفاده..... ۱۰۹
- شکل ۵-۱- مقایسه مقادیر پیش‌بینی شده با مقادیر واقعی برای قطعه ۷۶۰۶۵۴۰۲۲۱..... ۱۱۶
- شکل ۵-۳- مقایسه مقادیر پیش‌بینی شده با مقادیر واقعی برای قطعه ۷۶۶۲۸۰۲۵۴۱..... ۱۱۸
- شکل ۵-۲- مقایسه مقادیر پیش‌بینی شده با مقادیر واقعی برای قطعه ۷۶۶۲۷۰۰۱۲۱..... ۱۱۸
- شکل ۵-۴- مقایسه مقادیر پیش‌بینی شده با مقادیر واقعی برای قطعه ۷۶۶۵۷۰۷۰۸۱..... ۱۱۹
- شکل ۵-۵- مقایسه مقادیر پیش‌بینی شده با مقادیر واقعی برای قطعه ۷۶۳۴۸۴۲۱۲۱..... ۱۲۰
- شکل ۵-۶- مقایسه مقادیر پیش‌بینی شده با مقادیر واقعی برای قطعه ۵۸۰۰۱۶۷۰۹۱..... ۱۲۱
- شکل ۵-۷- مقایسه مقادیر پیش‌بینی شده با مقادیر واقعی برای قطعه ۷۴۱۳۱۱۳۰۵۱..... ۱۲۲
- شکل ۵-۸- مقایسه مقادیر پیش‌بینی شده با مقادیر واقعی برای قطعه ۷۴۱۳۱۱۳۰۴۱..... ۱۲۳
- شکل ۵-۹- مقایسه مقادیر پیش‌بینی شده با مقادیر واقعی برای قطعه ۷۴۱۳۱۱۳۰۶۱..... ۱۲۴
- شکل ۵-۱۰- مقایسه مقادیر پیش‌بینی شده با مقادیر واقعی برای قطعه ۷۵۰۱۰۱۱۰۶۲..... ۱۲۶
- شکل ۵-۱۱- مقایسه مقادیر پیش‌بینی شده با مقادیر واقعی برای قطعه ۷۵۵۶۳۵۱۲۴۲..... ۱۲۷
- شکل ۵-۱۲- مقایسه مقادیر پیش‌بینی شده با مقادیر واقعی برای قطعه ۷۵۳۷۳۲۱۱۶۸..... ۱۲۸
- شکل ۵-۱۳- مقایسه مقادیر پیش‌بینی شده با مقادیر واقعی برای قطعه ۷۵۷۲۰۴۱۰۲۲..... ۱۲۹
- شکل ۵-۱۴- مقایسه مقادیر پیش‌بینی شده با مقادیر واقعی برای قطعه ۷۶۳۴۳۹۱۱۰۱..... ۱۳۰
- شکل ۵-۱۶- مقایسه مقادیر پیش‌بینی شده با مقادیر واقعی برای قطعه ۷۵۸۹۷۸۵۰۲۲..... ۱۳۱
- شکل ۵-۱۶- مقایسه مقادیر پیش‌بینی شده با مقادیر واقعی برای قطعه ۳۱۳۷۱۰۰۳۱۳..... ۱۳۲
- شکل ۵-۱۷- مقایسه مقادیر پیش‌بینی شده با مقادیر واقعی برای قطعه ۲۲۵۲۳۵۴۸۸۳..... ۱۳۳

- شکل ۵ - ۱۸ - مقایسه مقادیر پیش‌بینی شده با مقادیر واقعی برای قطعه ۲۲۳۹۱۲۵۵۱۲..... ۱۳۴
- شکل ۵ - ۱۹ - مقایسه مقادیر پیش‌بینی شده با مقادیر واقعی برای قطعه ۲۲۸۰۱۲۲۰۵۳..... ۱۳۵
- شکل ۵ - ۲۰ - مقایسه مقادیر پیش‌بینی شده با مقادیر واقعی برای قطعه ۲۲۴۵۴۳۶۹۳۳..... ۱۳۶
- شکل ۵ - ۲۱ - مقایسه مقادیر پیش‌بینی شده با مقادیر واقعی برای قطعه ۵۸۰۰۱۶۷۱۰۱..... ۱۳۷
- شکل ۵ - ۲۲ - مقایسه مقادیر پیش‌بینی شده با مقادیر واقعی برای قطعه ۵۸۰۰۱۲۲۰۹۱..... ۱۳۸
- شکل ۵ - ۲۳ - مقایسه مقادیر پیش‌بینی شده با مقادیر واقعی برای قطعه ۷۴۳۶۲۰۰۹۱..... ۱۳۹
- شکل ۵ - ۲۴ - مقایسه مقادیر پیش‌بینی شده با مقادیر واقعی برای قطعه ۷۴۳۶۴۰۰۷۶۱..... ۱۴۰
- شکل ۵ - ۲۵ - مقایسه مقادیر پیش‌بینی شده با مقادیر واقعی برای قطعه ۵۸۰۱۱۰۹۰۸۱..... ۱۴۱
- شکل ۵ - ۲۶ - مقایسه مقادیر پیش‌بینی شده با مقادیر واقعی برای قطعه ۷۵۲۵۱۶۳۰۸۲..... ۱۴۲
- شکل ۵ - ۲۷ - مقایسه مقادیر پیش‌بینی شده با مقادیر واقعی برای قطعه ۷۶۰۶۸۴۱۱۲۱..... ۱۴۳
- شکل ۵ - ۲۸ - مقایسه مقادیر پیش‌بینی شده با مقادیر واقعی برای قطعه ۷۶۱۳۲۸۰۲۰۲..... ۱۴۴
- شکل ۵ - ۲۹ - مقایسه مقادیر پیش‌بینی شده با مقادیر واقعی برای قطعه ۵۸۰۰۱۲۲۰۵۱..... ۱۴۵
- شکل ۵ - ۳۰ - مقایسه مقادیر پیش‌بینی شده با مقادیر واقعی برای قطعه ۷۵۵۶۳۵۱۲۸۲..... ۱۴۶
- شکل ۵ - ۳۱ - مقایسه عملکرد روش‌های پیش‌بینی براساس معیار A-MAPE (مقایسه با CR)..... ۱۴۹
- شکل ۵ - ۳۲ - میانگین A-MAPE برای ۳۰ قطعه مورد بررسی..... ۱۴۹
- شکل ۵ - ۳۳ - مقایسه عملکرد روش‌های پیش‌بینی براساس معیار MASE (مقایسه با CR)..... ۱۵۱
- شکل ۵ - ۳۴ - میانگین MASE برای ۳۰ قطعه مورد بررسی..... ۱۵۲
- شکل ۵ - ۳۵ - مقایسه عملکرد روش‌های پیش‌بینی براساس معیار GMAMAE (مقایسه با CR)..... ۱۵۲
- شکل ۵ - ۳۶ - مقایسه عملکرد روش‌های پیش‌بینی براساس معیار TDE (مقایسه با CR)..... ۱۵۴
- شکل ۵ - ۳۷ - میانگین معیار TDE برای ۳۰ قطعه مورد بررسی..... ۱۵۵
- شکل ۵ - ۳۸ - مقایسه عملکرد روش‌های پیش‌بینی براساس معیار A-MAPE (مقایسه با SBA)..... ۱۶۱
- شکل ۵ - ۳۹ - میانگین معیار A-MAPE برای ۳۰ قطعه مورد بررسی..... ۱۶۱

- شکل ۴۰-۵- مقایسه عملکرد روش‌های پیش‌بینی براساس معیار MASE (مقایسه با SBA)..... ۱۶۴
- شکل ۴۱-۵- میانگین معیار MASE برای ۳۰ قطعه مورد بررسی..... ۱۶۴
- شکل ۴۲-۵- مقایسه عملکرد روش‌های پیش‌بینی براساس معیار GMAMAE (مقایسه با SBA)..... ۱۶۵
- شکل ۴۳-۵- شکل مقایسه عملکرد روش‌های پیش‌بینی براساس معیار TDE (مقایسه با SBA)..... ۱۶۵
- شکل ۴۴-۵- میانگین معیار TDE برای ۳۰ قطعه مورد بررسی..... ۱۶۵
- شکل ۴۵-۵- مقایسه عملکرد روش‌های پیش‌بینی براساس معیار A-MAPE (مقایسه با MLP)..... ۱۷۴
- شکل ۴۶-۵- میانگین معیار A-MAPE برای ۳۰ قطعه مورد بررسی..... ۱۷۴
- شکل ۴۷-۵- مقایسه عملکرد روش‌های پیش‌بینی براساس معیار MASE (مقایسه با MLP)..... ۱۷۸
- شکل ۴۸-۵- میانگین معیار MASE برای ۳۰ قطعه مورد بررسی..... ۱۷۸
- شکل ۴۹-۵- مقایسه عملکرد روش‌های پیش‌بینی براساس معیار GMAMAE (مقایسه با MLP)..... ۱۷۸
- شکل ۵۰-۵- مقایسه عملکرد روش‌های پیش‌بینی براساس معیار TDE (مقایسه با MLP)..... ۱۸۰
- شکل ۵۱-۵- میانگین معیار TDE برای ۳۰ قطعه مورد بررسی..... ۱۸۰

فصل اول

کلیات