



دانشگاه شاهرز

دانشکده کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی کشاورزی
(آبیاری و زهکشی)

تحلیل احتمالی خشکسالی هواشناسی با استفاده از شاخص های
SPI و RDI و روش زنجیره های مارکوف

به وسیله ی:

توحید فرنود

استاد راهنما:

دکتر داور خلیلی

دی ماه ۱۳۸۸

به نام خدا

تحلیل احتمالی خشکسالی هواشناسی با استفاده از شاخص های RDI و SPI و روش
زنجیره های مارکوف

به وسیله ی:

توحید فرنود

پایان نامه

ارائه شده به تحصیلات تکمیلی دانشگاه به عنوان بخشی از فعالیت های
تحصیلی لازم برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته ی:

مهندسی آبیاری و زهکشی

از دانشگاه شیراز

شیراز

جمهوری اسلامی ایران

ارزیابی شده توسط کمیته پایان نامه با درجه: عالی

..... دکتور داور خلیلی، دانشیار بخش مهندسی آب (رئیس کمیته)

..... دکتور علی اکبر کامگار حقیقی، استاد بخش مهندسی آب (استاد مشاور)

..... دکتور شاهرخ زند پارسا، استادیار بخش مهندسی آب (استاد مشاور)

دی ماه ۱۳۸۸

صلى الله عليه وسلم


به نام خدا

اظہارنامہ

اینجانب **توحید فرنود** دانشجوی رشته ی مهندسی کشاورزی گرایش آبیاری و زهکشی دانشکده ی کشاورزی اظہار می کنم کہ این پایان نامہ حاصل پژوهش خودم بوده و در جاهایی کہ از منابع دیگران استفاده کرده ام، نشانی دقیق و مشخصات کامل آن را نوشته ام. همچنین اظہار می کنم کہ تحقیق و موضوع پایان نامہ ام تکراری نیست و تعهد می نمایم کہ بدون مجوز دانشگاه دستاوردهای آن را منتشر ننموده و یا در اختیار غیر قرار ندهم. کلیہ حقوق این اثر مطابق با آیین نامہ مالکیت فکری و معنوی متعلق بہ دانشگاه شیراز است.

نام و نام خانوادگی: **توحید فرنود**

تاریخ و امضا:



تقدیم به خانواده عزیزم

که همواره مرهون زحمات بی دریغشان بوده ام

و تقدیم به استاد گرامی آقای دکتر خلیلی

به خاطر تمامی محبت هایشان

سپاسگزاری

سپاس خداوندی را که بنده اش را به شرف علم مفتخر ساخته و توفیقات روزافزون خود را نصیبم کرد. سپاس رب الاربابی را که خانواده ای مهربان و فداکار به بنده عطا فرمود و استادانی دلسوز و فرزانه را فرا راهم قرار داد. باشد که با کمال بخشیدن به قوه ی عاقله خود آگاهانه و عالمانه قدم در راه معرفتش نهیم و شناخت مخلوقاتش را مقدمه ای بر شناخت ذات لایزالش قرار دهیم.

از باب من لم یشکر المخلوق لم یشکر الخالق بر خود واجب می دانم که از تمام اساتید و معلمانم که بنده را از الفبای علم به مراحل جمله سازی و مفهوم سازی رساندند کمال تشکر و قدردانی را به عمل آورم. همچنین از استاد گرانقدر و صبورم جناب آقای دکتر خلیلی که در مراحل مختلف این تحقیق کمک های زیادی به بنده کردند تشکر و قدردانی می نمایم. از اساتید مشاورم آقایان دکتر کامگار حقیقی و دکتر زند پارسا نیز که بنده را در انجام هر چه بهتر این پایان نامه یاری نمودند تشکر و قدردانی می نمایم.

از خانواده بزرگوaram که تمامی این مدت یار و پشتیبان من بوده اند تشکر و قدردانی می نمایم. پروردگارا ! همه ی ما را در مسیر علم ثابت قدم نگه دار و در مسیر تقرب خویش پایدار ساز.

انشاء الله

چکیده

تحلیل احتمالی خشکسالی هواشناسی با استفاده از شاخص های RDI و SPI و روش زنجره های مارکوف

به وسیله:

توحید فرنود

خشکسالی مشخصه نرمال و طبیعی از اقلیم است که بطور مجازی در تمام رژیم های اقلیمی اتفاق می افتد. خشکسالی هواشناسی بصورت یک دوره زمانی مشخص می باشد که در آن دوره بارندگی کمتر از یک مقدار ویژه است. در این تحقیق با کمک شاخص های خشکسالی (SPI, RDI)، خشکسالی هواشناسی برای ۱۰ ایستگاه سینوپتیک منتخب کشور که دارای آماری بیش از ۳۰ سال می باشند (با توجه به تنوع اقلیم) با استفاده از مدل زنجره های مارکوف مدل سازی گردید. از شاخص های خشکسالی به منظور تعیین دوره های تر و خشک و همچنین طبقه بندی کلاس های مختلف شدت خشکسالی استفاده شد. یکی از روش های آماری که امروزه جهت مدل سازی و ویژگیهای بارشی، دوره های تر و خشک، زیاد مورد استفاده قرار می گیرد، مدل زنجره ی مارکوف است. به منظور توصیف احتمالی پدیده خشکسالی و شناخت رفتارهای شاخص های فوق و تعیین پایش خشکسالی در کلاس های متفاوت شدت و مشخص نمودن بهترین شاخص خشکسالی در ایستگاهها، از مدل زنجره های مارکوف استفاده شد. برای این منظور، از مقادیر شاخص های خشکسالی، به عنوان ورودی های مدل زنجره ی مارکوف استفاده کرده و خشکسالی ها به کلاس های مختلفی از شدت طبقه بندی گردید. سپس مدل های مختلفی از زنجره های مارکوف را برای شاخص های مذکور تشکیل شد و برای هر یک از این مدل ها، ماتریس احتمال انتقال مارکوف محاسبه شد. با کمک این ماتریس ها، احتمال انتقال کلاس های مختلف، احتمال وقوع شدت در هر کلاس، زمان رسیدن کلاس های خشکسالی به ترسالی، میانگین دوره تناوب در هر کلاس شدت و بیشترین دوره تناوب در هر کلاس شدت محاسبه شد. همچنین برای تعیین مناسب ترین مدل و حالت شاخص های خشکسالی، اقدام به انجام آزمون های انتخاب بهترین مدل شد که در این پژوهش از تست های AIC و BIC و LR استفاده گردید. مناسب ترین حالت و مرتبه ی زنجره ی مارکوف با در نظر گرفتن شاخص های خشکسالی SPI و RDI ارائه شد و مشخص گردید که در هر ایستگاه سینوپتیک کشور با توجه به شرایط موجود در آن باید از چه شاخص، کدام حالت و مرتبه چندم مدل زنجره های مارکوف استفاده شود. نتایج این تحقیق نشان داد که با توجه به شرایط اقلیمی و نوع کاربرد، ممکن است شاخص SPI و یا شاخص RDI مناسب باشد. همچنین با توجه به نتایج، می توان برداشت کرد که در بسیاری از مناطق باید از مدل مارکوف مرتبه اول استفاده شود.

فهرست مطالب

عنوان.....	صفحه.....
فصل اول.....	۱.....
مقدمه.....	۱.....
۱- مقدمه.....	۲.....
۱-۱- پیشگفتار.....	۲.....
۱-۲- مفهوم خشکسالی.....	۴.....
۱-۳- ابعاد خشکسالی.....	۵.....
۱-۳-۱- خشکسالی هواشناسی.....	۶.....
۱-۳-۲- خشکسالی هیدرولوژیکی.....	۷.....
۱-۳-۳- خشکسالی کشاورزی.....	۸.....
۱-۳-۴- خشکسالی اجتماعی-اقتصادی.....	۸.....
۱-۴- ویژگیهای زمانی و مکانی خشکسالی.....	۹.....
۱-۴-۱- آغاز و خاتمه خشکسالی.....	۹.....
۱-۴-۲- شدت خشکسالی.....	۹.....
۱-۴-۳- فراوانی خشکسالی.....	۹.....
۱-۵- پایش خشکسالی و مدل زنجیره های مارکوف.....	۱۰.....
۱-۶- کاربرد زنجیره مارکوف.....	۱۰.....
۱-۷- استقلال داده ها.....	۱۱.....
۱-۸- معیار های انتخاب مدل.....	۱۲.....
۱-۸-۱- معیارهای AIC و BIC.....	۱۳.....
۱-۹- هدف تحقیق.....	۱۳.....

فصل دوم.....	۱۵
مروری بر پژوهش‌های گذشته.....	۱۵
۲- مروری بر پژوهش‌های گذشته.....	۱۶
فصل سوم.....	۲۱
اصول نظری پژوهش.....	۲۱
۳- اصول نظری پژوهش.....	۲۲
۱-۳- ایستگاه‌های سینوپتیک مورد مطالعه.....	۲۲
۲-۳- شاخص‌های خشکسالی.....	۲۲
۳-۳- شاخص‌های مورد استفاده در تحقیق.....	۲۳
۱-۳-۳- شاخص بارندگی استاندارد شده (SPI).....	۲۳
۲-۳-۳- شاخص RDI.....	۲۵
۴-۳- طبقه بندی خشکسالی به کلاس‌های مختلفی از شدت.....	۲۶
۵-۳- زنجیره‌های مارکوف.....	۲۷
۱-۵-۳- مدل زنجیره‌های مارکوف.....	۲۸
۲-۵-۳- ماتریس احتمال انتقال زنجیره مارکوف.....	۲۹
۶-۳- مواد و روشها.....	۳۲
۱-۶-۳- ماتریس‌های احتمال انتقال زنجیره‌های مارکوف ۴ و ۵ حالت از مرتبه اول.....	۳۲
۲-۶-۳- ماتریس‌های احتمال انتقال زنجیره‌های مارکوف ۴ و ۵ حالت از مرتبه دوم.....	۳۴
۳-۶-۳- تعیین احتمال هر کلاس خشکسالی با استفاده از زنجیره‌های مارکوف.....	۳۶
۴-۶-۳- تعیین زمان رسیدن کلاس‌های خشکسالی به کلاس تر سالی با کمک شاخص‌ها.....	۳۶
۵-۶-۳- تعیین میانگین دوره‌ی تناوب در هر کلاسی از شدت.....	۳۷
۳-۶-۷- آزمون استقلال Chi Square.....	۳۷
از فرمول Chi Square ۳-۶-۸- محاسبه.....	۳۸
۹-۶-۳- معادلات لازم جهت محاسبه آزمون‌های AIC، BIC و LR.....	۳۸
۱۰-۶-۳- تعیین مناسب‌ترین مرتبه و حالت شاخص خشکسالی در هر ایستگاه.....	۳۹

فصل چهارم.....	۴۰
نتایج و بحث.....	۴۰
۴- نتایج و بحث.....	۴۱
۱-۴- ایستگاه های سینوپتیک مورد مطالعه.....	۴۱
۲-۴- شاخص های خشکسالی.....	۴۲
۳-۴- احتمال وقوع خشکسالی در هر کلاس خشکسالی.....	۴۳
۴-۴- ماتریس احتمال انتقال زنجیره مارکوف.....	۴۸
۱-۴-۴- ماتریس احتمال انتقال ۴ حالت- مرتبه اول (First order- 4 State) با توجه به شاخص SPI ۳ ماهه.....	۴۸
۲-۴-۴- ماتریس احتمال انتقال ۴ حالت-مرتبه اول (First order-4 state) با توجه به شاخص SPI ۶ ماهه.....	۵۱
۳-۴-۴- ماتریس احتمال انتقال ۴ حالت-مرتبه اول (First order-4 state) با توجه به شاخص SPI ۱۲ ماهه.....	۵۴
۴-۴-۴- ماتریس احتمال انتقال ۴ حالت- مرتبه اول (First order- 4 State) با توجه به شاخص RDI ۳ ماهه.....	۵۶
۵-۴-۴- ماتریس احتمال انتقال ۴ حالت- مرتبه اول (First order- 4 State) با توجه به شاخص RDI ۶ ماهه.....	۵۹
۶-۴-۴- ماتریس احتمال انتقال ۴ حالت-مرتبه اول (First order-4 state) با توجه به شاخص RDI ۱۲ ماهه.....	۶۲
۷-۴-۴- ماتریس احتمال انتقال ۵ حالت- مرتبه اول (First order- 4 State) با توجه به شاخص SPI ۳ ماهه.....	۶۴
۸-۴-۴- ماتریس احتمال انتقال ۵ حالت- مرتبه اول (First order- 5 State) با توجه به شاخص SPI ۶ ماهه.....	۶۷
۹-۴-۴- ماتریس احتمال انتقال ۵ حالت- مرتبه اول (First order- 5 State) با توجه به شاخص SPI ۱۲ ماهه.....	۷۰
۱۰-۴-۴- ماتریس احتمال انتقال ۵ حالت- مرتبه اول (First order- 5 State) با توجه به شاخص RDI ۳ ماهه.....	۷۲
۱۱-۴-۴- ماتریس احتمال انتقال ۵ حالت- مرتبه اول (First order- 5 State) با توجه به شاخص RDI ۶ ماهه.....	۷۵

- ۱۲-۴-۴- ماتریس احتمال انتقال ۵ حالت- مرتبه اول (First order- 5 State) با توجه به شاخص RDI ۱۲ ماهه ۷۸
- ۱۳-۴-۴- ماتریس احتمال انتقال چهار حالت- مرتبه دوم (Second order- 4 State) با توجه به شاخص SPI سه ماهه ایستگاه انزلی ۸۰
- ۱۴-۴-۴- ماتریس احتمال انتقال پنج حالت- مرتبه دوم (Second order- 5 State) با توجه به شاخص SPI سه ماهه ایستگاه انزلی ۸۱
- ۱۵-۴-۴- ماتریس احتمال انتقال چهار حالت- مرتبه دوم (Second order- 4 State) با توجه به شاخص RDI سه ماهه ایستگاه انزلی ۸۲
- ۱۶-۴-۴- ماتریس احتمال انتقال پنج حالت- مرتبه دوم (Second order- 5 State) با توجه به شاخص RDI سه ماهه ایستگاه انزلی ۸۳
- ۵-۴- زمان رسیدن کلاس های خشکسالی به کلاس تر سالی با کمک شاخص هاو زنجیره مارکوف ۸۳
- ۶-۴- بیشترین دوره تناوب در هر کلاس خشکسالی ۹۰
- ۷-۴- میانگین دوره ی تناوب در هر کلاسی از شدت ۹۵
- ۸-۴- مقایسه رفتار دو شاخص SPI و RDI در مورد میانگین دوره تناوب کلاس های مختلف خشکسالی در دوره ۳ ماهه و ۴ حالت زنجیره مارکوف ۱۰۲
- ۹-۴- مقایسه رفتار دو شاخص SPI و RDI در مورد میانگین دوره تناوب کلاس های مختلف خشکسالی در دوره ۶ ماهه و ۴ حالت زنجیره مارکوف ۱۰۵
- ۱۰-۴- مقایسه رفتار دو شاخص SPI و RDI در مورد میانگین دوره تناوب کلاس های مختلف خشکسالی در دوره ۱۲ ماهه و ۴ حالت زنجیره مارکوف ۱۰۹
- ۱۱-۴- مقایسه رفتار دو شاخص SPI و RDI در مورد میانگین دوره تناوب کلاس های مختلف خشکسالی در دوره ۳ ماهه و ۵ حالت زنجیره مارکوف ۱۱۳
- ۱۲-۴- مقایسه رفتار دو شاخص SPI و RDI در مورد میانگین دوره تناوب کلاس های مختلف خشکسالی در دوره ۶ ماهه و ۵ حالت زنجیره مارکوف ۱۱۶
- ۱۳-۴- مقایسه رفتار دو شاخص SPI و RDI در مورد میانگین دوره تناوب کلاس های مختلف خشکسالی در دوره ۱۲ ماهه و ۵ حالت زنجیره مارکوف ۱۲۰
- ۱۴-۴- مقایسه دو شاخص SPI و RDI در مورد زمان رسیدن کلاس های خشکسالی به کلاس تر سالی در دوره ۳ ماهه و ۴ حالت زنجیره مارکوف ۱۲۳

۱۵-۴- مقایسه دو شاخص SPI و RDI در مورد زمان رسیدن کلاس های خشکسالی به کلاس تر سالی در دوره ۶ ماهه و ۴ حالت زنجیره مارکوف.....	۱۲۷
۱۶-۴- مقایسه دو شاخص SPI و RDI در مورد زمان رسیدن کلاس های خشکسالی به کلاس تر سالی در دوره ۱۲ ماهه و ۴ حالت زنجیره مارکوف.....	۱۳۰
۱۷-۴- مقایسه دو شاخص SPI و RDI در مورد زمان رسیدن کلاس های خشکسالی به کلاس تر سالی در دوره ۳ ماهه و ۵ حالت زنجیره مارکوف.....	۱۳۴
۱۸-۴- مقایسه دو شاخص SPI و RDI در مورد زمان رسیدن کلاس های خشکسالی به کلاس تر سالی در دوره ۶ ماهه و ۵ حالت زنجیره مارکوف.....	۱۳۸
۱۹-۴- مقایسه دو شاخص SPI و RDI در مورد زمان رسیدن کلاس های خشکسالی به کلاس تر سالی در دوره ۱۲ ماهه و ۵ حالت زنجیره مارکوف.....	۱۴۱
۲۰-۴- مقایسه میانگین های دوره تناوب کلاس های مختلف خشکسالی ۴ حالت.....	۱۴۵
۲۱-۴- مقایسه میانگین های دوره تناوب کلاس های مختلف خشکسالی ۵ حالت.....	۱۴۸
۲۲-۴- مقایسه حداکثر های دوره تناوب کلاس های مختلف خشکسالی ۴ حالت.....	۱۵۱
۲۳-۴- مقایسه حداکثر های دوره تناوب کلاس های مختلف خشکسالی ۵ حالت.....	۱۵۴
۲۴-۴- مقایسه زمان های رسیدن به کلاس ترسالی ۴ حالت.....	۱۵۷
۲۵-۴- مقایسه زمان های رسیدن به کلاس ترسالی ۵ حالت.....	۱۶۰
۲۶-۴- آزمون Chi Square.....	۱۶۳
۲۷-۴- تعیین مناسب ترین مرتبه و حالت و شاخص خشکسالی در هر ایستگاه.....	۱۶۳
فصل پنجم.....	۱۷۱
بحث و نتیجه گیری کلی.....	۱۷۱
۱-۵- بحث.....	۱۷۲
۲-۵- نتیجه گیری کلی و پیشنهادات.....	۱۷۳
۱-۲-۵- نتیجه گیری.....	۱۷۳
فصل ششم.....	۱۷۵
منابع.....	۱۷۵

فهرست جدول ها

عنوان.....	صفحه
جدول (۱-۳): طبقه بندی دوره های تر و خشک بر اساس شاخص SPI.....	۲۵
جدول (۲-۳): نوع اول طبقه بندی دوره های تر و خشک بر اساس شاخص SPI و RDI ...	۲۷
جدول (۳-۳): نوع دوم طبقه بندی دوره های تر و خشک بر اساس شاخص SPI و RDI ...	۲۷
جدول ۴-۱ : نام و مشخصات ایستگاه های سینوپتیک مورد مطالعه.....	۴۲
جدول ۴-۳: احتمالات کلاس خشکسالی ۶ ماهه و ۴ حالتی برای شاخص SPI.....	۴۳
جدول ۴-۴: احتمالات کلاس خشکسالی ۱۲ ماهه و ۴ حالتی برای شاخص SPI.....	۴۳
جدول ۴-۵- احتمالات کلاس خشکسالی ۳ ماهه و ۴ حالتی برای شاخص RDI.....	۴۴
جدول ۴-۶: احتمالات کلاس خشکسالی ۶ ماهه و ۴ حالتی برای شاخص RDI.....	۴۴
جدول ۴-۷: احتمالات کلاس خشکسالی ۱۲ ماهه و ۴ حالتی برای شاخص RDI.....	۴۵
جدول ۴-۸: احتمالات کلاس خشکسالی ۳ ماهه و ۵ حالتی برای شاخص SPI.....	۴۵
جدول ۴-۹: احتمالات کلاس خشکسالی ۶ ماهه و ۵ حالتی برای شاخص SPI.....	۴۶
جدول ۴-۱۰: احتمالات کلاس خشکسالی ۱۲ ماهه و ۵ حالتی برای شاخص SPI.....	۴۶
جدول ۴-۱۱: احتمالات کلاس خشکسالی ۳ ماهه و ۵ حالتی برای شاخص RDI.....	۴۷
جدول ۴-۱۲: احتمالات کلاس خشکسالی ۶ ماهه و ۵ حالتی برای شاخص RDI.....	۴۷
جدول ۴-۱۳: احتمالات کلاس خشکسالی ۱۲ ماهه و ۵ حالتی برای شاخص RDI.....	۴۸

جدول ۱۴-۴: زمان رسیدن کلاس های خشکسالی به کلاس تر سالی با کمک شاخص	۳months, 4state, SPI	۸۴
جدول ۱۵-۴: زمان رسیدن کلاس های خشکسالی به کلاس تر سالی با کمک شاخص	6months, 4state, SPI	۸۴
جدول ۱۶-۴: زمان رسیدن کلاس های خشکسالی به کلاس تر سالی با کمک شاخص	12months, 4state, SPI	۸۵
جدول ۱۷-۴: زمان رسیدن کلاس های خشکسالی به کلاس تر سالی با کمک شاخص	3months, 4state, RDI	۸۵
جدول ۱۸-۴: زمان رسیدن کلاس های خشکسالی به کلاس تر سالی با کمک شاخص	6months, 4state, RDI	۸۶
جدول ۱۹-۴: زمان رسیدن کلاس های خشکسالی به کلاس تر سالی با کمک شاخص	12months, 4state, RDI	۸۶
جدول ۲۰-۴: زمان رسیدن کلاس های خشکسالی به کلاس تر سالی با کمک شاخص	3months, 5state, SPI	۸۷
جدول ۲۱-۴: زمان رسیدن کلاس های خشکسالی به کلاس تر سالی با کمک شاخص	6months, 5state, SPI	۸۷
جدول ۲۲-۴: زمان رسیدن کلاس های خشکسالی به کلاس تر سالی با کمک شاخص, 5state	12months, SPI	۸۸
جدول ۲۳-۴: زمان رسیدن کلاس های خشکسالی به کلاس تر سالی با کمک شاخص	3months, 5state, RDI	۸۸
جدول ۲۴-۴: زمان رسیدن کلاس های خشکسالی به کلاس تر سالی با کمک شاخص	6months, 5state, RDI	۸۹
جدول ۲۵-۴: زمان رسیدن کلاس های خشکسالی به کلاس تر سالی با کمک شاخص	12months, 5state, RDI	۸۹

- جدول ۲۶-۴: مقادیر بیشترین دوره تناوب در هر کلاس با توجه به شاخص SPI سه ماهه ۴،
 ۹۰ حالته
- جدول ۲۷-۴: مقادیر بیشترین دوره تناوب در هر کلاس با توجه به شاخص RDI سه ماهه ۴
 ۹۰ حالته
- جدول ۲۸-۴: مقادیر بیشترین دوره تناوب در هر کلاس با توجه به شاخص SPI شش ماهه ۴
 ۹۱ حالته
- جدول ۲۹-۴: مقادیر بیشترین دوره تناوب در هر کلاس با توجه به شاخص RDI شش ماهه ۴
 ۹۱ حالته
- جدول ۳۰-۴: مقادیر بیشترین دوره تناوب در هر کلاس با توجه به شاخص SPI دوازده ماهه ۴
 ۹۲ حالته
- جدول ۳۱-۴: مقادیر بیشترین دوره تناوب در هر کلاس با توجه به شاخص RDI دوازده ماهه
 ۹۲ حالته
- جدول ۳۲-۴: مقادیر بیشترین دوره تناوب در هر کلاس با توجه به شاخص SPI سه ماهه ۵،
 ۹۳ حالته
- جدول ۳۳-۴: مقادیر بیشترین دوره تناوب در هر کلاس با توجه به شاخص RDI سه ماهه ۵،
 ۹۳ حالته
- جدول ۳۴-۴: مقادیر بیشترین دوره تناوب در هر کلاس با توجه به شاخص SPI شش ماهه ۵،
 ۹۴ حالته
- جدول ۳۵-۴: مقادیر بیشترین دوره تناوب در هر کلاس با توجه به شاخص RDI شش ماهه ۵،
 ۹۴ حالته
- جدول ۳۶-۴: مقادیر بیشترین دوره تناوب در هر کلاس با توجه به شاخص SPI دوازده ماهه ۵،
 ۹۵ حالته
- جدول ۳۷-۴: مقادیر بیشترین دوره تناوب در هر کلاس با توجه به شاخص RDI دوازده ماهه
 ۹۵ حالته ۵،

- جدول ۳۸-۴: مقادیر میانگین دوره تناوب در هر کلاس با توجه به شاخص SPI سه ماهه ۴،
 ۹۶.....حالته
- جدول ۳۹-۴: مقادیر میانگین دوره تناوب در هر کلاس با توجه به شاخص RDI سه ماهه ۴،
 ۹۶.....حالته
- جدول ۴۰-۴: مقادیر میانگین دوره تناوب در هر کلاس با توجه به شاخص SPI شش ماهه ۴،
 ۹۷.....حالته
- جدول ۴۱-۴: مقادیر میانگین دوره تناوب در هر کلاس با توجه به شاخص RDI شش ماهه ۴،
 ۹۷.....حالته
- جدول ۴۲-۴: مقادیر میانگین دوره تناوب در هر کلاس با توجه به شاخص SPI دوازده ماهه ۴،
 ۹۸.....حالته
- جدول ۴۳-۴: مقادیر میانگین دوره تناوب در هر کلاس با توجه به شاخص RDI دوازده ماهه ۴،
 ۹۸.....حالته
- جدول ۴۴-۴: مقادیر میانگین دوره تناوب در هر کلاس با توجه به شاخص SPI سه ماهه ۵،
 ۹۹.....حالته
- جدول ۴۵-۴: مقادیر میانگین دوره تناوب در هر کلاس با توجه به شاخص RDI سه ماهه ۵،
 ۹۹.....حالته
- جدول ۴۶-۴: مقادیر میانگین دوره تناوب در هر کلاس با توجه به شاخص SPI شش ماهه ۵،
 ۱۰۰.....حالته
- جدول ۴۷-۴: مقادیر میانگین دوره تناوب در هر کلاس با توجه به شاخص RDI شش ماهه ۵،
 ۱۰۰.....حالته
- جدول ۴۸-۴: مقادیر میانگین دوره تناوب در هر کلاس با توجه به شاخص SPI دوازده ماهه ۵،
 ۱۰۱.....حالته
- جدول ۴۹-۴: مقادیر میانگین دوره تناوب در هر کلاس با توجه به شاخص RDI دوازده ماهه ۵،
 ۱۰۱.....حالته
- جدول ۵۰-۴: نتایج آزمونهای انتخاب مناسب ترین مدل۱۶۴

- جدول ۴-۵۱: نتایج آزمونهای انتخاب مناسب ترین مدل..... ۱۶۵
- جدول ۴-۵۲: نتایج آزمونهای انتخاب مناسب ترین مدل..... ۱۶۶
- جدول ۴-۵۳: نتایج آزمونهای انتخاب مناسب ترین مدل..... ۱۶۷
- جدول ۴-۵۴: نتایج آزمونهای انتخاب مناسب ترین مدل..... ۱۶۸
- جدول ۴-۵۵: نتایج آزمونهای انتخاب مناسب ترین مدل..... ۱۶۹
- جدول ۴-۵۶: مناسب ترین حالت و مرتبه مارکوف برای شاخص ها در ایستگاههای منتخب
کشور..... ۱۷۰

فهرست شکل ها

عنوان.....	صفحه.....
شکل ۱-۳- ماتریس دو حالته- مرتبه اول.....	۳۰.....
شکل ۲-۳- ماتریس ۴ حالته- مرتبه اول.....	۳۲.....
شکل ۱-۴- مقایسه دو شاخص برای میانگین دوره تناوب در دوره ۳ ماه و ۴ حالته بندر انزلی	۱۰۲.....
شکل ۲-۴- مقایسه دو شاخص برای میانگین دوره تناوب در دوره ۳ ماه و ۴ حالته ایرانشهر.	۱۰۲.....
شکل ۳-۴- مقایسه دو شاخص برای میانگین دوره تناوب در دوره ۳ ماه و ۴ حالته اصفهان..	۱۰۳.....
شکل ۴-۴- مقایسه دو شاخص برای میانگین دوره تناوب در دوره ۳ ماه و ۴ حالته تهران.....	۱۰۳.....
شکل ۵-۴- مقایسه دو شاخص برای میانگین دوره تناوب در دوره ۳ ماه و ۴ حالته شیراز.....	۱۰۳.....
شکل ۶-۴- مقایسه دو شاخص برای میانگین دوره تناوب در دوره ۳ ماه و ۴ حالته مشهد.....	۱۰۴.....
شکل ۷-۴- مقایسه دو شاخص برای میانگین دوره تناوب در دوره ۳ ماه و ۴ حالته کرمانشاه	۱۰۴.....
شکل ۸-۴- مقایسه دو شاخص برای میانگین دوره تناوب در دوره ۳ ماه و ۴ حالته آبادان.....	۱۰۴.....
شکل ۹-۴- مقایسه دو شاخص برای میانگین دوره تناوب در دوره ۳ ماه و ۴ حالته تربت حیدریه	۱۰۵.....
شکل ۱۰-۴- مقایسه دو شاخص برای میانگین دوره تناوب در دوره ۳ ماه و ۴ حالته بوشهر..	۱۰۵.....
شکل ۱۱-۴- مقایسه دو شاخص برای میانگین دوره تناوب در دوره ۶ ماه و ۴ حالته بندر انزلی	۱۰۵.....

- شکل ۱۲-۴- مقایسه دو شاخص برای میانگین دوره تناوب در دوره ۶ ماه و ۴ حالتیته ایرانشهر ۱۰۶
- شکل ۱۳-۴- مقایسه دو شاخص برای میانگین دوره تناوب در دوره ۶ ماه و ۴ حالتیته اصفهان. ۱۰۶
- شکل ۱۴-۴- مقایسه دو شاخص برای میانگین دوره تناوب در دوره ۶ ماه و ۴ حالتیته تهران..... ۱۰۶
- شکل ۱۵-۴- مقایسه دو شاخص برای میانگین دوره تناوب در دوره ۶ ماه و ۴ حالتیته مشهد.. ۱۰۷
- شکل ۱۶-۴- مقایسه دو شاخص برای میانگین دوره تناوب در دوره ۶ ماه و ۴ حالتیته شیراز..... ۱۰۷
- شکل ۱۷-۴- مقایسه دو شاخص برای میانگین دوره تناوب در دوره ۶ ماه و ۴ حالتیته کرمانشاه
۱۰۷.....
- شکل ۱۸-۴- مقایسه دو شاخص برای میانگین دوره تناوب در دوره ۶ ماه و ۴ حالتیته آبادان..... ۱۰۸
- شکل ۱۹-۴- مقایسه دو شاخص برای میانگین دوره تناوب در دوره ۶ ماه و ۴ حالتیته تربت
حیدریه..... ۱۰۸.....
- شکل ۲۰-۴- مقایسه دو شاخص برای میانگین دوره تناوب در دوره ۶ ماه و ۴ حالتیته بوشهر.. ۱۰۸
- شکل ۲۱-۴- مقایسه دو شاخص برای میانگین دوره تناوب در دوره ۱۲ ماه و ۴ حالتیته بندر انزلی
۱۰۹.....
- شکل ۲۲-۴- مقایسه دو شاخص برای میانگین دوره تناوب در دوره ۱۲ ماه و ۴ حالتیته ایرانشهر
۱۰۹.....
- شکل ۲۳-۴- مقایسه دو شاخص برای میانگین دوره تناوب در دوره ۱۲ ماه و ۴ حالتیته اصفهان
۱۰۹.....
- شکل ۲۴-۴- مقایسه دو شاخص برای میانگین دوره تناوب در دوره ۱۲ ماه و ۴ حالتیته تهران ۱۱۰
- شکل ۲۵-۴- مقایسه دو شاخص برای میانگین دوره تناوب در دوره ۱۲ ماه و ۴ حالتیته مشهد. ۱۱۰
- شکل ۲۶-۴- مقایسه دو شاخص برای میانگین دوره تناوب در دوره ۱۲ ماه و ۴ حالتیته شیراز ۱۱۰
- شکل ۲۷-۴- مقایسه دو شاخص برای میانگین دوره تناوب در دوره ۱۲ ماه و ۴ حالتیته آبادان. ۱۱۱
- شکل ۲۸-۴- مقایسه دو شاخص برای میانگین دوره تناوب در دوره ۱۲ ماه و ۴ حالتیته تربت
حیدریه..... ۱۱۱.....