



پایان نامه کارشناسی ارشد  
در رشته زمین شناسی - آب شناسی

عنوان:

ارزیابی شاخص های خشکسالی و بررسی تطابق شدت خشکسالی با وضعیت منابع آب زیرزمینی  
در استان یزد

توسط:

علیرضا نسیمی

استاد راهنما:

دکتر ضرغام محمدی

بهمن ۱۳۹۰

بسم الله الرحمن الرحيم

به نام خدا

## اظہار نامہ

اینجانب علیرضا نسیمی (۸۸۰۴۳۲) دانشجوی رشته‌ی زمین‌شناسی گرایش آب‌شناسی دانشکده‌ی علوم پایه اظہار می‌کنم که این پایان‌نامه حاصل پژوهش خودم بوده و در جاهایی که از منابع دیگران استفاده کرده‌ام، نشانی دقیق و مشخصات کامل آن را نوشته‌ام. همچنین اظہار می‌کنم که تحقیق و موضوع پایان‌نامه تکراری نیست و تعهد می‌نمایم که بدون مجوز دانشگاه دستاوردهای آن را منتشر ننموده و یا در اختیار غیر قرار ندهم. کلیه حقوق این اثر مطابق با آیین‌نامه مالکیت فکری و معنوی متعلق به دانشگاه شیراز است.

نام و نام خانوادگی:

تاریخ و امضا:

## به نام خدا

ارزیابی شاخص‌های خشکسالی و بررسی تطابق شدت خشکسالی با وضعیت منابع آب زیرزمینی  
در استان یزد

به کوشش

علیرضا نسیمی

پایان نامه

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

در رشته‌ی:

زمین‌شناسی - آب‌شناسی

از دانشگاه شیراز

شیراز

جمهوری اسلامی ایران

ارزیابی کمیته‌ی پایان نامه، با درجه‌ی: عالی

..... دکت‌ر ضرغام محمدی، استادیار بخش علوم زمین (استاد راهنما)

..... دکت‌ر عزت اله رئیسی، استاد بخش علوم زمین (استاد مشاور)

..... دکت‌ر نوذر سامانی، استاد بخش علوم زمین (استاد مشاور)

..... دکت‌ر محمد زارع، دانشیار بخش علوم زمین (استاد مشاور)

بهمن ماه ۱۳۹۰

## سپاسگزاری

حمد و سپاس ایزد منان را که با الطاف بیکران خود، توفیق انجام این پژوهش را به من ارزانی داشت. در این جا لازم است از استاد راهنمایم، جناب آقای دکتر ضرغام محمدی، به خاطر حمایت‌هایی که در طی این دو سال از من کردند، تشکر نمایم. همچنین این پایان نامه را به پدر و مادر عزیزم که همواره فداکارانه از من حمایت کردند، تقدیم می‌کنم.

## چکیده

# ارزیابی شاخص‌های خشکسالی و بررسی تطابق شدت خشکسالی با وضعیت منابع آب زیرزمینی در استان یزد

به کوشش

علیرضا نسیمی

پدیده خشکسالی به خاطر وضعیت خاص اقلیمی و توزیع مکانی و زمانی بارش در ایران نمود بیشتری داشته و اثرات قابل توجهی را در ابعاد مختلف به خصوص در مناطق خشک و نیمه خشک مانند استان یزد دارد. این تحقیق با هدف بررسی، محاسبه و ارزیابی شاخص‌های خشکسالی در استان یزد و پیشنهاد شاخص خشکسالی مناسب جهت پهنه‌بندی خشکسالی در استان یزد انجام شده است. بررسی‌های انجام شده حاکی از وجود ۸۸ ایستگاه باران‌سنجی زیر نظر شرکت سهامی آب منطقه‌ای یزد با طول آماری یک تا ۳۸ سال و تعداد ۱۲۱ ایستگاه باران‌سنجی زیر نظر اداره کل هواشناسی یزد با طول آماری یک تا ۴۹ سال است. از آنجایی که جهت انجام محاسبات شاخص‌های خشکسالی و قیاس آن‌ها نیاز به طول آماری مناسب (حداقل ۲۵ ساله) و دوره آماری مشترک بین ایستگاه‌ها است، تعداد ۲۴ ایستگاه باران‌سنجی که دارای توزیع مکانی مناسب در سطح استان یزد می‌باشند و طول آماری مشترک بالغ بر ۲۵ سال دارند، جهت محاسبات اولیه انتخاب شدند. سپس همگنی داده‌ها به روش آزمون توالی (Run

(Test) بررسی شد و نقاط گسستگی فاقد آمار به روش EM الگوریتم تکمیل شد. در مرحله بعد شاخص‌های خشکسالی متعددی شامل بارش استاندارد سه ماهه، شش ماهه، نه ماهه، دوازده ماهه، هجده ماهه، دو ساله، چهار ساله، انحراف از میانگین، درصد از نرمال و دهک‌ها بر اساس اطلاعات مذکور محاسبه شدند. در این شرایط از یک سو بر اساس ارزیابی انجام شده در دشت معرف (یزد- اردکان) شاخص‌های انحراف از میانگین، درصد از نرمال و دهک‌ها امکان مقایسه مکانی را ندارند و از سوی دیگر بررسی روش‌های مختلف انتخاب شاخص خشکسالی مناسب نشان داد که انتخاب شاخص خشکسالی مناسب باید با توجه به هدف (وضعیت منابع آب) باشد که شاخص بارش استاندارد این توانایی را دارد. لذا، به تطابق تغییرات سطح ایستابی و دوره‌های زمانی مختلف شاخص بارش استاندارد پرداخته شد و شاخص بارش استاندارد ۱۲ ماهه (SPI 12) به‌عنوان شاخص مناسب انتخاب شد. اما باید در نظر داشت که از یک سو شاخص بارش استاندارد دوازده ماهه با توجه به تطابق با وضعیت منابع آب، امکان مقایسه مکانی و مدیریت خشکسالی به‌عنوان شاخص خشکسالی مناسب انتخاب شده است و از سوی دیگر شاخص بارش استاندارد، شاخصی است که به صورت ذاتی خشکسالی را به صورت ماهانه بیان می‌کند. همچنین از یک سو می‌توان با جمع جبری مقادیر SPI در ماه‌های مختلف یا فصول مختلف به میزان خشکسالی پی‌برد و از سوی دیگر با توجه به وضعیت بارش استان یزد که در بیش از نیمی از ماه‌ها مقدار بارش ماهانه صفر ثبت شده است و در واقع توزیع بارش ماهانه در استان یزد به سمت راست چولگی دارد، نیاز به بررسی خشکسالی به صورت سالانه است. لذا، در این تحقیق از میانگین شاخص بارش استاندارد دوازده ماهه برای یک سال آبی استفاده شده است که هم بیانگر وضعیت سطح ایستابی در آن سال باشد و هم از مقایسه میانگین بارش در ماه‌های هر سال با دوازده ماه گذشته حاصل شده است و بنابراین با بارش در سال گذشته همبستگی بالا و منفی دارد. در پایان نقشه پهنه‌بندی خشکسالی استان یزد بر اساس روش‌های مختلف زمین‌آماری رسم شد. همچنین بررسی نقشه پهنه‌بندی خشکسالی استان یزد در یک سال حدواسط، آسیب‌پذیری منابع آب شهرهای یزد، تفت، مهریز، بافق، نایبندان و خراتق را نشان داد.

## فهرست مطالب

عنوان.....	صفحه.....
فصل اول: مقدمه.....	۱
۱-۱- کلیات.....	۱
۲-۱- ضرورت تحقیق.....	۳
۳-۱- اهداف تحقیق.....	۵
۴-۱- ساختار موضوعات ارائه شده در رساله.....	۶
فصل دوم: مروری بر پیشینه تحقیقات و مفاهیم پایه‌ای.....	۸
۱-۲- مقدمه.....	۸
۲-۲- تعاریف خشکسالی.....	۸
۳-۲- انواع خشکسالی.....	۱۲
۱-۳-۲- خشکسالی هواشناسی.....	۱۲
۲-۳-۲- خشکسالی کشاورزی.....	۱۵
۳-۳-۲- خشکسالی هیدرولوژیکی.....	۱۶
۴-۳-۲- خشکسالی اجتماعی- اقتصادی.....	۱۷



عنوان..... صفحه

۲۰	۴-۲- شاخص‌های خشکسالی
۲۱	۲-۴-۱- شاخص انحراف از میانگین
۲۱	۲-۴-۲- شاخص شدت خشکسالی پالمر
۲۳	۲-۴-۳- شاخص رطوبت محصول
۲۴	۲-۴-۴- شاخص تأمین آب سطحی
۲۵	۲-۴-۵- شاخص درصد از نرمال
۲۶	۲-۴-۶- شاخص دهک‌ها
۲۷	۲-۴-۷- شاخص خشکسالی احیای زمین
۲۸	۲-۴-۸- شاخص بارش مؤثر
۲۹	۲-۴-۹- شاخص بارش استاندارد
۳۱	۲-۴-۱۰- شاخص نمره استاندارد
۳۲	۲-۵-۵- نحوه ارزیابی اثر خشکسالی بر منابع آب
۳۳	۲-۵-۱- سری‌های حداقل سالانه
۳۴	۲-۵-۲- روش حد آستانه
۳۵	۲-۵-۳- الگوریتم پیک متوالی
۳۶	۲-۵-۴- متغیرهای تعیین کننده
۳۶	۲-۶- مطالعات انجام شده پیرامون خشکسالی‌های استان یزد و وضعیت منابع آب
۳۹	۲-۷- روش‌های انتخاب شاخص خشکسالی مناسب
۴۱	۲-۸- تاریخچه پیدایش و تحول سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)
۴۳	۲-۹- سوابق کاربرد روش‌های درون‌یابی (روش‌های کلاسیک و زمین‌آمار)

عنوان ..... صفحه

۴۸	۱۰-۲- جمع‌بندی تحقیقات انجام شده
۵۳	فصل سوم: آمار مورد استفاده و روش تحقیق
۵۳	۱-۳- مقدمه
۵۳	۲-۳- معرفی منطقه مورد مطالعه
۵۶	۳-۳- آمار و اطلاعات موجود
۷۴	۴-۳- تعیین و جداسازی ایستگاه‌های باران‌سنجی منتخب
۸۰	۵-۳- کنترل کیفیت آمارهای موجود
۸۱	۶-۳- بازسازی نواقص آماری و اطلاعات مفقود شده
۸۴	۷-۳- نرمال‌سازی اطلاعات بارش
۹۲	۸-۳- جمع‌بندی
۹۳	فصل چهارم: ارزیابی خشکسالی در دشت معرف (یزد - اردکان)
۹۳	۱-۴- مقدمه
۹۳	۲-۴- بررسی مقادیر شاخص انحراف از میانگین
۱۰۲	۳-۴- بررسی مقادیر شاخص درصد از نرمال (PNI)
۱۱۱	۴-۴- بررسی مقادیر شاخص دهک‌ها (DI)
۱۲۴	۵-۴- بررسی مقادیر دوره‌های زمانی مختلف شاخص بارش استاندارد (SPI)
۱۳۳	۶-۴- جمع‌بندی
۱۳۵	فصل پنجم: انتخاب شاخص خشکسالی مناسب و پهنه‌بندی خشکسالی بر اساس آن
۱۳۵	۱-۵- مقدمه
۱۳۵	۲-۵- روش انتخاب شاخص خشکسالی مناسب
۱۳۶	۳-۵- انتخاب شاخص خشکسالی مناسب با توجه به وضعیت منابع آب

عنوان ..... صفحه

۴-۵- صحت‌سنجی شاخص خشکسالی مناسب با استفاده از اطلاعات بارش .....	۱۴۱
۵-۵- صحت‌سنجی شاخص خشکسالی مناسب با استفاده از هیدروگراف واحد دشت ...	۱۴۳
۶-۵- انتخاب طبقه‌بندی مناسب برای شاخص خشکسالی مناسب (SPI 12) جهت ارزیابی صحیح شدت خشکسالی ماهانه در استان یزد .....	۱۴۶
۷-۵- نحوه تعیین سال خشک، سال تر و سال حدواسط بر اساس خشکسالی سالانه ....	۱۴۹
۸-۵- ترسیم، صحت‌سنجی و ارزیابی نقشه پهنه‌بندی خشکسالی استان یزد بر اساس شاخص مناسب .....	۱۵۲
۹-۵- جمع‌بندی .....	۱۶۲
<b>فصل ششم: نتیجه‌گیری و پیشنهادها.....</b>	<b>۱۶۴</b>
۱-۶- مقدمه .....	۱۶۴
۲-۶- نتیجه‌گیری .....	۱۶۵
۳-۶- پیشنهادها .....	۱۶۸
<b>فهرست منابع .....</b>	<b>۱۷۰</b>

## فهرست جدول‌ها

عنوان.....	صفحه.....
جدول ۱-۲: طبقه‌بندی شاخص انحراف از میانگین .....	۲۱
جدول ۲-۲: طبقه‌بندی شاخص پالمر .....	۲۲
جدول ۳-۲: طبقه‌بندی شاخص رطوبت محصول .....	۲۴
جدول ۴-۲: طبقه‌بندی شاخص ذخیره آب سطحی .....	۲۵
جدول ۵-۲: طبقه‌بندی شاخص درصد از نرمال .....	۲۶
جدول ۶-۲: طبقه‌بندی شاخص دهک‌ها .....	۲۷
جدول ۷-۲: طبقه‌بندی شاخص احیای زمین .....	۲۸
جدول ۸-۲: طبقه‌بندی شاخص بارش مؤثر .....	۲۸
جدول ۹-۲: طبقه‌بندی شاخص بارش استاندارد .....	۳۰
جدول ۱۰-۲: طبقه‌بندی اصلاح شده شاخص بارش استاندارد مرکز ملی کاهش اثرات خشکسالی .....	۳۰
جدول ۱۱-۲: طبقه‌بندی اصلاح شده شاخص بارش استاندارد برای مکزیک .....	۳۱
جدول ۱۲-۲: طبقه‌بندی شاخص نمره استاندارد .....	۳۲

عنوان ..... صفحه

جدول ۱-۳: برآورد جمعیت شهرستان‌های استان یزد در شهریور ۱۳۸۹ ..... ۵۵

جدول ۲-۳: مشخصات ایستگاه‌های باران‌سنجی شرکت سهامی آب منطقه‌ای یزد ..... ۶۰

جدول ۳-۳: مشخصات ایستگاه‌های باران‌سنجی شرکت سهامی آب منطقه‌ای و اداره کل

هواشناسی یزد ..... ۶۶

جدول ۴-۳: مشخصات ایستگاه‌های باران‌سنجی منتخب برای ارزیابی شاخص‌های خشکسالی

در استان یزد ..... ۷۷

جدول ۵-۳: شاخص SPI 3 سال‌های ۴۵ و ۴۶ از دوره آماری ۴۴ ساله (۸۹-۱۳۴۵) ایستگاه

اردکان ..... ۹۱

جدول ۱-۴: مقایسه شدت خشکسالی با استفاده از شاخص‌های انحراف از میانگین، درصد از

نرمال و دهک‌ها در دشت یزد- اردکان ..... ۱۲۱

جدول ۲-۴: مقایسه شدت خشکسالی با استفاده از شاخص‌های انحراف از میانگین، درصد از

نرمال و دهک‌ها در دشت یزد- اردکان ..... ۱۲۲

جدول ۳-۴: مقایسه شدت خشکسالی با استفاده از شاخص‌های انحراف از میانگین، درصد از

نرمال و دهک‌ها در دشت یزد- اردکان ..... ۱۲۳

جدول ۴-۴: مقایسه شدت خشکسالی با استفاده از دوره‌های زمانی مختلف شاخص بارش

استاندارد در دشت یزد- اردکان ..... ۱۳۰

جدول ۵-۴: مقایسه شدت خشکسالی با استفاده از دوره‌های زمانی مختلف شاخص بارش

استاندارد در دشت یزد- اردکان ..... ۱۳۱

جدول ۶-۴: مقایسه شدت خشکسالی با استفاده از دوره‌های زمانی مختلف شاخص بارش

استاندارد در دشت یزد- اردکان ..... ۱۳۲

جدول ۱-۵: طبقه‌بندی شاخص بارش استاندارد ..... ۱۴۹

عنوان ..... صفحه

جدول ۲-۵: طبقه‌بندی پیشنهادی شدت خشکسالی بر اساس میانگین شاخص بارش استاندارد دوازده ماهه در هر سال ..... ۱۵۲

جدول ۳-۵: نتایج حاصل از بررسی RMSE روش‌های مختلف رسم نقشه پهنه‌بندی خشکسالی استان یزد در سال آبی ۱۳۷۹-۸۰ ..... ۱۵۴

جدول ۴-۵: نتایج حاصل از بررسی RMSE روش‌های مختلف رسم نقشه پهنه‌بندی خشکسالی استان یزد در سال آبی ۱۳۷۸-۷۹ ..... ۱۵۵

جدول ۵-۵: نتایج حاصل از بررسی RMSE روش‌های مختلف رسم نقشه پهنه‌بندی خشکسالی استان یزد در سال آبی ۱۳۷۷-۷۸ ..... ۱۵۵

## فهرست شکل‌ها

عنوان.....	صفحه.....
شکل ۱-۲: تحلیل خشکسالی آب‌های زیرزمینی به روش مینیمم سالانه	۳۳
شکل ۲-۲: محاسبه مشخصات خشکسالی به روش حد آستانه	۳۴
شکل ۳-۲: محاسبه مدت کمبود $d_i$ و حجم کمبود $w_{max i}$ به وسیله حد آستانه $Q_0=Q_{90}$	۳۵
شکل ۱-۳: موقعیت جغرافیایی استان یزد و شهرستان‌های آن	۵۶
شکل ۲-۳: نحوه آماده‌سازی آمار و اطلاعات موجود	۵۷
شکل ۳-۳: روش تحقیق	۵۸
شکل ۴-۳: موقعیت ایستگاه‌های باران‌سنجی شرکت سهامی آب منطقه‌ای یزد	۵۹
شکل ۵-۳: موقعیت ایستگاه‌های باران‌سنجی اداره کل هواشناسی یزد	۶۵
شکل ۶-۳: نقشه توزیع مکانی ایستگاه‌های باران‌سنجی منتخب استان یزد	۷۶
شکل ۷-۳: بررسی همگن بودن داده‌های بارش سالانه ایستگاه اردکان در نرم‌افزار SPSS19	۸۱
شکل ۸-۳: بررسی نرمال بودن داده‌های بارش سالانه ایستگاه اردکان در نرم‌افزار SPSS19	۸۵

عنوان ..... صفحه

شکل ۳-۹: بررسی نرمال بودن داده‌های بارش ماهانه ایستگاه اردکان در نرم‌افزار SPSS19  
۸۶ .....

شکل ۳-۱۰: بررسی نرمال بودن خروجی نرم‌افزار Minitab16 از تبدیل باکس- کاکس روی  
داده‌های بارش ماهانه ایستگاه اردکان در نرم‌افزار SPSS19 ..... ۸۷

شکل ۳-۱۱: بررسی نرمال‌سازی داده‌های بارش ماهانه ایستگاه اردکان با تبدیل جانسون در  
نرم‌افزار Minitab16 ..... ۸۸

شکل ۳-۱۲: بررسی نرمال بودن خروجی نرم‌افزار GSlib از داده‌های بارش ماهانه ایستگاه  
اردکان در نرم‌افزار SPSS19 ..... ۹۰

شکل ۴-۱: نمودار سری زمانی شاخص انحراف از میانگین در ایستگاه اردکان ..... ۹۴

شکل ۴-۲: نمودار سری زمانی شاخص انحراف از میانگین در ایستگاه اشکذر ..... ۹۵

شکل ۴-۳: نمودار سری زمانی شاخص انحراف از میانگین در ایستگاه حاجی‌آباد زرین ..... ۹۶

شکل ۴-۴: نمودار سری زمانی شاخص انحراف از میانگین در ایستگاه حسین‌آباد رستاق ..... ۹۷

شکل ۴-۵: نمودار سری زمانی شاخص انحراف از میانگین در ایستگاه خویدک ..... ۹۸

شکل ۴-۶: نمودار سری زمانی شاخص انحراف از میانگین در ایستگاه مزرعه آقا خرانق ..... ۹۹

شکل ۴-۷: نمودار سری زمانی شاخص انحراف از میانگین در ایستگاه مزرعه نو عقدا ..... ۱۰۰

شکل ۴-۸: نمودار سری زمانی شاخص انحراف از میانگین در ایستگاه یزد ..... ۱۰۱

شکل ۴-۹: نمودار سری زمانی شاخص درصد از نرمال در ایستگاه اردکان ..... ۱۰۳

شکل ۴-۱۰: نمودار سری زمانی شاخص درصد از نرمال در ایستگاه اشکذر ..... ۱۰۴

شکل ۴-۱۱: نمودار سری زمانی شاخص درصد از نرمال در ایستگاه حاجی‌آباد زرین ..... ۱۰۵

شکل ۴-۱۲: نمودار سری زمانی شاخص درصد از نرمال در ایستگاه حسین‌آباد رستاق ..... ۱۰۶



عنوان ..... صفحه

- شکل ۴-۱۳: نمودار سری زمانی شاخص درصد از نرمال در ایستگاه خویدک ..... ۱۰۷
- شکل ۴-۱۴: نمودار سری زمانی شاخص درصد از نرمال در ایستگاه مزرعه آقا خرائق ..... ۱۰۸
- شکل ۴-۱۵: نمودار سری زمانی شاخص درصد از نرمال در ایستگاه نو عقدا ..... ۱۰۹
- شکل ۴-۱۶: نمودار سری زمانی شاخص درصد از نرمال در ایستگاه یزد ..... ۱۱۰
- شکل ۴-۱۷: نمودار سری زمانی شاخص دهک‌ها در ایستگاه اردکان ..... ۱۱۲
- شکل ۴-۱۸: نمودار سری زمانی شاخص دهک‌ها در ایستگاه اشکذر ..... ۱۱۳
- شکل ۴-۱۹: نمودار سری زمانی شاخص دهک‌ها در ایستگاه حاجی‌آباد زرین ..... ۱۱۴
- شکل ۴-۲۰: نمودار سری زمانی شاخص دهک‌ها در ایستگاه حسین‌آباد رستاق ..... ۱۱۵
- شکل ۴-۲۱: نمودار سری زمانی شاخص دهک‌ها در ایستگاه خویدک ..... ۱۱۶
- شکل ۴-۲۲: نمودار سری زمانی شاخص دهک‌ها در ایستگاه مزرعه آقا خرائق ..... ۱۱۷
- شکل ۴-۲۳: نمودار سری زمانی شاخص دهک‌ها در ایستگاه مزرعه نو عقدا ..... ۱۱۸
- شکل ۴-۲۴: نمودار سری زمانی شاخص دهک‌ها در ایستگاه یزد ..... ۱۱۹
- شکل ۴-۲۵: بررسی همبستگی شاخص‌های انحراف از میانگین، درصد از نرمال و دهک‌ها در محیط نرم‌افزار SPSS19 برای ایستگاه اردکان ..... ۱۲۰
- شکل ۴-۲۶: نمودار سری زمانی شاخص بارش استاندارد سه ماهه در ایستگاه اردکان ..... ۱۲۵
- شکل ۴-۲۷: نمودار سری زمانی شاخص بارش استاندارد شش ماهه در ایستگاه اردکان ..... ۱۲۵
- شکل ۴-۲۸: نمودار سری زمانی شاخص بارش استاندارد نه ماهه در ایستگاه اردکان ..... ۱۲۶
- شکل ۴-۲۹: نمودار سری زمانی شاخص بارش استاندارد دوازده ماهه در ایستگاه اردکان ..... ۱۲۶
- شکل ۴-۳۰: نمودار سری زمانی شاخص بارش استاندارد هجده ماهه در ایستگاه اردکان ..... ۱۲۷
- شکل ۴-۳۱: نمودار سری زمانی شاخص بارش استاندارد دو ساله در ایستگاه اردکان ..... ۱۲۷

عنوان ..... صفحه

شکل ۴-۳۲: نمودار سری زمانی شاخص بارش استاندارد چهار ساله در ایستگاه اردکان .... ۱۲۸

شکل ۴-۳۳: بررسی همبستگی دوره‌های زمانی مختلف شاخص بارش استاندارد در محیط نرم‌افزار SPSS19 برای ایستگاه اردکان ..... ۱۲۹

شکل ۵-۱: تغییرات سطح ایستابی و روند تغییرات آن در پیزومتر اشکذر دشت یزد- اردکان ..... ۱۳۸

شکل ۵-۲: تغییرات سطح ایستابی پس از حذف روند در پیزومتر اشکذر دشت یزد- اردکان ..... ۱۳۹

شکل ۵-۳: تغییرات سطح ایستابی نسبت به حد آستانه در پیزومتر اشکذر دشت یزد- اردکان ..... ۱۳۹

شکل ۵-۴: نتایج تطابق بین سری زمانی تغییرات سطح ایستابی نسبت به حد آستانه با سری زمانی دوره‌های زمانی مختلف SPI در اشکذر ..... ۱۴۰

شکل ۵-۵: سری زمانی تغییرات سطح ایستابی و SPI 12 ایستگاه اشکذر از مهر ۱۳۸۱ تا اسفند ۱۳۸۸ ..... ۱۴۱

شکل ۵-۶: بررسی ارتباط شاخص خشکسالی مناسب با بارش ماهانه در محیط نرم‌افزار SPSS19 برای ایستگاه اردکان ..... ۱۴۲

شکل ۵-۷: بررسی ارتباط شاخص خشکسالی مناسب با بارش ماهانه در محیط نرم‌افزار Excel2010 برای ایستگاه اردکان ..... ۱۴۳

شکل ۵-۸: تغییرات هیدروگراف واحد دشت یزد- اردکان و روند تغییرات آن در سال آبی ۸۱- ..... ۱۳۸۰

شکل ۵-۹: نتایج تطابق بین سری زمانی ارتفاع هیدروگراف واحد با سری زمانی دوره‌های زمانی مختلف SPI در اشکذر ..... ۱۴۵

عنوان ..... صفحه

شکل ۵-۱۰: نمودار مقدار- فراوانی بارش در ایستگاه اشکذر ..... ۱۴۷

شکل ۵-۱۱: نمودار درصد فراوانی بارش در ایستگاه اشکذر ..... ۱۴۷

شکل ۵-۱۲: نمودار شدت- فراوانی خشکسالی در ایستگاه اشکذر بر اساس شاخص SPI 12

..... ۱۴۸

شکل ۵-۱۳: بررسی ارتباط میانگین شاخص بارش استاندارد دوازده ماهه در هر سال با بارش

سالانه در سال قبل در محیط نرم‌افزار SPSS19 برای ایستگاه اردکان ..... ۱۵۰

شکل ۵-۱۴: بررسی ارتباط میانگین شاخص بارش استاندارد دوازده ماهه در هر سال با بارش

سالانه در سال قبل در محیط نرم‌افزار Excel 2010 برای ایستگاه اردکان ..... ۱۵۰

شکل ۵-۱۵: بررسی ارتباط میانگین شاخص بارش استاندارد دوازده ماهه در هر سال با بارش

سالانه در سال قبل در محیط نرم‌افزار SPSS19 برای ایستگاه یزد ..... ۱۵۱

شکل ۵-۱۶: بررسی ارتباط میانگین شاخص بارش استاندارد دوازده ماهه در هر سال با بارش

سالانه در سال قبل در محیط نرم‌افزار Excel 2010 برای ایستگاه یزد ..... ۱۵۱

شکل ۵-۱۷: نمودار مقادیر مشاهده‌ای در مقابل مقادیر برآورد شده با مدل **Gaussian** روش

درون‌یابی **Ordinary Kriging** برای رسم نقشه پهنه‌بندی خشکسالی استان یزد در سال

آبی ۸۰-۱۳۷۹ ..... ۱۵۶

شکل ۵-۱۸: نمودار مقادیر مشاهده‌ای در مقابل مقادیر برآورد شده با مدل **Gaussian** روش

درون‌یابی **Ordinary Kriging** برای رسم نقشه پهنه‌بندی خشکسالی استان یزد در سال

آبی ۷۹-۱۳۷۸ ..... ۱۵۷

شکل ۵-۱۹: نمودار مقادیر مشاهده‌ای در مقابل مقادیر برآورد شده با مدل **Spherical** روش

درون‌یابی **Ordinary Kriging** برای رسم نقشه پهنه‌بندی خشکسالی استان یزد در سال

آبی ۷۸-۱۳۷۷ ..... ۱۵۷

عنوان ..... صفحه

شکل ۵-۲۰: نقشه پهنه‌بندی خشکسالی استان یزد بر اساس میانگین SPI 12 در سال آبی ۱۳۷۹-۸۰ (وضعیت کم‌آبی آب‌های زیرزمینی) با استفاده از مدل **Gaussian** روش درون‌یابی **Ordinary Kriging** ..... ۱۵۹

شکل ۵-۲۱: نقشه پهنه‌بندی خشکسالی استان یزد بر اساس میانگین SPI 12 در سال آبی ۱۳۷۸-۷۹ (وضعیت پرآبی آب‌های زیرزمینی) با استفاده از مدل **Gaussian** روش درون‌یابی **Ordinary Kriging** ..... ۱۶۰

شکل ۵-۲۲: نقشه پهنه‌بندی خشکسالی استان یزد بر اساس میانگین SPI 12 در سال آبی ۱۳۷۷-۷۸ (وضعیت حدواسط آب‌های زیرزمینی) با استفاده از مدل **Spherical** روش درون‌یابی **Ordinary Kriging** ..... ۱۶۱