

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشکده منابع طبیعی و کویر شناسی  
گروه آبخیزداری

## پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد  
مهندسی منابع طبیعی - آبخیزداری

بررسی تأثیر خشکسالی اقلیمی بر شدت و تأخیر زمانی خشکسالی هیدرولوژیکی  
با استفاده از شاخص GRI (مطالعه موردی دشت یزد - اردکان)

### استادان راهنما:

دکتر حسین ملکی نژاد  
دکتر محمد رضا اختصاصی

### استاد مشاور:

مهندس محمدعلی امیربیک

### پژوهش و نگارش:

محمد اکرامی

مهرماه ۱۳۹۰

این ناچیز را اگر قدری است

تقدیم می‌کنم به

مولایم حضرت بقیة الله الاعظم (عج)

آن منجی عالم بشریت که امید به ظهورش، مایه آرامش دل‌های بی‌قرار منظرانش می‌باشد.

تقدیم می‌کنم به

پدر و مادر عزیزم،

آنان که راه زندگی را به من آموختند، عزیزی که وجودم برایشان همه رنج بود و وجودشان برایم همه مهر،

مویشان همه سپیدی گرفت تا رویم سپید بماند، آنان که راستی قائم در سنگستی قاتشان تجلی یافت.

در برابر وجود کریشان زانوی ادب بر زمین می‌نهم و بادی ملو از عشق و محبت بردستانشان بوسه می‌زنم.

تقدیم می‌کنم به

بهترین‌های بی‌بدیل زندگیم

برادر بزرگوار و خواهر مهربانم که دعای خیرشان همواره بدرقه راهم بوده است.

## سپاس:

پروردگارا، من شروع سایش را به حمد تو می‌کنم و به نعمت و احسانت راه حق و صواب را می‌جویم و یقین دارم که تو

مهربانترین مهربانان عالمی «فزای از دعای افتتاح»

با سپاس از خداوند منان

که فرصت حیات را به این حقیر ارزانی داشت و در تمامی مراحل یاری ام نمود

تا این پایان نامه را به اتمام رسانم

امید دارم که این پژوهش مورد رضای حق تعالی

و موجب خوشنودی حضرت صاحب الزمان (عج) قرار گیرد.

## تقدیر و تشکر:

اکنون که در سایه عنایت و الطاف خداوندی توفیقی حاصل شد، بر خود لازم می دانم که؛  
مراتب سپاس و قدردانی خود را محضراستید راهنمای محترم جناب آقای دکتر حسین ملکی نژاد و جناب آقای  
دکتر محمد رضا اختصاصی تقدیم نمایم، بزرگوارانی که افتخار دانشجویی و کسب علم از محضرشان را داشته ام و در  
تمامی مراحل این پایان نامه از پیچ کوششی دینغ نورزیده اند و همواره اینجانب را از رهنمودهای علمی و نیز  
حسن اخلاقی بی نظیرشان بهره مند ساخته اند.

مراتب احترام و تشکر خود را به محضر جناب آقای مهندس محمد علی امیریکلی، استاد محترم مشاور  
تقدیم می دارم که نظرات و راهنمایی های بجا و ارزنده شان در تهیه این پایان نامه راهگشا بوده است.



## چکیده

خشکسالی در هر رژیم آب و هوایی ممکن است اتفاق بیفتد و نشان دهنده انحراف از شرایط متوسط یا عادی می‌باشد. در دهه‌های اخیر در بین حوادث طبیعی که جوامع انسانی را تحت تأثیر قرار داده‌است، فراوانی پدیده خشکسالی از نظر شدت، مدت، وسعت، تلفات جانی، خسارات اقتصادی و اثرات اجتماعی درازمدت بر جامعه، بیشتر از سایر بلایای طبیعی بوده است. این پدیده به تدریج و در یک دوره زمانی نسبتاً طولانی عمل کرده و اثرات آن ممکن است پس از چند سال و با تأخیر بیشتری نسبت به سایر حوادث طبیعی ظاهر گردد. هدف از این تحقیق، بررسی رابطه و تعیین شدت و تأخیر زمانی، بین وقوع خشکسالی اقلیمی و خشکسالی هیدرولوژیکی در دشت یزد- اردکان می‌باشد. این دشت یکی از مهمترین مراکز جمعیتی ایران مرکزی را تشکیل می‌دهد و قرارگیری بزرگ‌ترین شهرهای استان یزد در پهنه این دشت، همچنین جای داشتن بزرگ‌ترین ذخیره آبی استان در آبخوان‌های این دشت، اهمیت آن را دوچندان کرده است. به منظور بررسی و پایش شدت و مدت خشکسالی اقلیمی از شاخص استاندارد بارش (SPI) و جهت بررسی خشکسالی هیدرولوژیکی از شاخص منابع آب زیرزمینی (GRI) و شاخص استاندارد جریان رودخانه (SSFI) استفاده گردید. شاخص‌های مذکور در مقیاس زمانی ماهانه و سالانه محاسبه و رابطه بین این شاخص‌ها بررسی گردید. نتایج نشان داد که در طی ۵۰ سال اخیر، وضعیت خشکسالی اقلیمی نسبت به ترسالی اقلیمی، در محدوده مورد مطالعه، حدود  $1/3$  برابر بوده است و تکرار خشکسالی اقلیمی در دهه اخیر نسبت به چهار دهه گذشته، ۴ برابر شده است. نتایج بررسی تغییرات سطح آب زیرزمینی در ۴ دهه اخیر حاکی از روند نزولی آن بوده و متوسط افت سالانه سطح ایستابی، حدود  $0/5$  متر در سال است. نتایج بررسی رابطه بین شاخص SPI و GRI ماهانه نشانگر وجود رابطه معنادار در سطح ۱ درصد بین آن‌ها می‌باشد و اینکه با افزایش پایه زمانی، ضریب همبستگی نیز افزایش می‌یابد. نتایج مطالعات نشان داد که بین وقوع خشکسالی اقلیمی و هیدرولوژیکی در مقیاس سالانه تأخیر زمانی وجود دارد و میزان تأخیر زمانی بین خشکسالی‌های اقلیمی و هیدرولوژیکی در قنوات دشتی و تراز سطح ایستابی سفره، حدود ۲ سال و در برخی از قنوات کوهپایه‌ای حدود ۱ سال برآورد شد. همچنین نتایج بررسی رابطه بین خشکسالی اقلیمی و هیدرولوژیکی در رودخانه‌ها و چشمه‌های مورد مطالعه، نشان‌دهنده عدم تأخیر زمانی بین آن‌ها می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** خشکسالی اقلیمی، خشکسالی هیدرولوژی، SPI، GRI، دشت یزد- اردکان





# فهرست مطالب

صفحه

عنوان

## فصل اول: مقدمه و کلیات

۲	۱-۱. مقدمه.....
۴	۲-۱. ضرورت انجام تحقیق.....
۷	۳-۱. اهداف تحقیق.....
۸	۴-۱. فرضیه های تحقیق.....
۸	۵-۱. کاربرد نتایج تحقیق.....
۹	۶-۱. کلیات.....
۱۰	۱-۶-۱. تفاوت خشکی با خشکسالی.....
۱۰	۲-۶-۱. خشکسالی.....
۱۲	۱-۲-۶-۱. خشکسالی هواشناسی (اقلیمی).....
۱۳	۲-۲-۶-۱. خشکسالی هیدرولوژیکی.....
۱۴	۳-۲-۶-۱. خشکسالی ژئوهیدرولوژیکی (خشکسالی آبهای زیر زمینی).....
۱۴	۴-۲-۶-۱. خشکسالی کشاورزی.....
۱۵	۵-۲-۶-۱. خشکسالی اقتصادی و اجتماعی.....
۱۶	۳-۶-۱. ویژگی های زمانی و مکانی خشکسالی.....
۱۶	۱-۳-۶-۱. آغاز و خاتمه خشکسالی.....
۱۷	۲-۳-۶-۱. شدت خشکسالی.....
۱۷	۳-۳-۶-۱. فراوانی خشکسالی.....
۱۸	۴-۳-۶-۱. وسعت منطقه ای خشکسالی.....
۱۸	۵-۳-۶-۱. دوره تناوبی رخداد خشکسالی.....
۱۹	۴-۶-۱. شاخص های ارزیابی و پایش خشکسالی.....

- ۲۰ ..... ۱-۴-۶-۱. شاخص استاندارد بارش (SPI).....
- ۲۱ ..... ۲-۴-۶-۱. شاخص شدت خشکسالی پالمر (PDSI).....
- ۲۱ ..... ۳-۴-۶-۱. شاخص خشکسالی احیایی (RDI).....
- ۲۱ ..... ۴-۴-۶-۱. شاخص رطوبت محصول (CMI).....
- ۲۲ ..... ۵-۴-۶-۱. شاخص ذخیره آب سطحی (SWSI).....
- ۲۲ ..... ۶-۴-۶-۱. شاخص سطح آب استاندارد (SWI).....
- ۲۲ ..... ۷-۴-۶-۱. شاخص پوشش گیاهی بهنجار شده (NDVI).....
- ۲۳ ..... ۸-۴-۶-۱. شاخص دهک‌ها (DECILE).....
- ۲۳ ..... ۹-۴-۶-۱. شاخص خشکسالی رطوبت خاک (SMDI).....
- ۲۳ ..... ۱۰-۴-۶-۱. شاخص خشکسالی محصول ویژه (CSDI).....
- ۲۴ ..... ۱۱-۴-۶-۱. شاخص بارش مؤثر (ERI).....
- ۲۴ ..... ۱۲-۴-۶-۱. شاخص نابهنجاری یا بی‌نظمی بارش (RAI).....
- ۲۴ ..... ۱۳-۴-۶-۱. شاخص درصدی از نرمال (PN).....
- ۲۵ ..... ۱۴-۴-۶-۱. شاخص بارش سراسری یا کلی.....

## فصل دوم: پیشینه تحقیق

- ۲۸ ..... ۱-۲. مطالعات انجام شده در جهان.....
- ۲۸ ..... ۱-۱-۲. برخی پژوهش‌های مرتبط با خشکسالی هواشناسی در جهان.....
- ۳۰ ..... ۲-۱-۲. برخی پژوهش‌های مرتبط با خشکسالی هیدرولوژیکی در جهان.....
- ۳۱ ..... ۲-۲. مطالعات انجام شده در ایران.....
- ۳۱ ..... ۱-۲-۲. برخی پژوهش‌های مرتبط با خشکسالی هواشناسی در ایران.....
- ۳۴ ..... ۲-۲-۲. برخی پژوهش‌های مرتبط با خشکسالی هیدرولوژیکی در ایران.....

## فصل سوم: مواد و روش‌ها

- ۳-۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه ..... ۴۰
- ۳-۲. وضعیت عمومی حوزه آبخیز دشت یزد- اردکان ..... ۴۲
- ۳-۳. وضعیت سفره های آب زیرزمینی ..... ۴۴
- ۳-۳-۱. وضعیت منابع آب زیر زمینی و تخلیه سالیانه در آبخوان یزد- اردکان ..... ۴۴
- ۳-۳-۲. ارزیابی بیلان منابع آب زیر زمینی در آبخوان یزد- اردکان ..... ۴۵
- ۳-۴. مطالعه زمین شناسی ..... ۴۶
- ۳-۵. جمع آوری و پالایش داده ها و اطلاعات آماری مورد نیاز ..... ۴۷
- ۳-۵-۱. آمار و اطلاعات بارندگی ..... ۴۸
- ۳-۵-۲. آمار و اطلاعات چاه‌های پیژومتری ..... ۵۱
- ۳-۵-۳. آمار و اطلاعات قنوت ..... ۵۵
- ۳-۵-۴. آمار و اطلاعات رودخانه‌ها ..... ۵۸
- ۳-۵-۵. آمار و اطلاعات چشمه‌ها ..... ۵۸
- ۳-۶. روش تحقیق ..... ۶۱
- ۳-۶-۱. بررسی صحت داده‌ها و اطلاعات ..... ۶۱
- ۳-۶-۲. شاخص‌های مورد استفاده در تحقیق ..... ۶۲
- ۳-۶-۲-۱. شاخص بارش استاندارد ..... ۶۳
- ۳-۶-۲-۲. شاخص GRI ..... ۶۶
- ۳-۶-۲-۳. شاخص جریان رودخانه استاندارد ..... ۶۸

## فصل چهارم: نتایج و بحث

- ۴-۱. خشکسالی اقلیمی (هواشناسی) ..... ۷۲
- ۴-۱-۱. بررسی روند بارش در محدوده مورد مطالعه ..... ۷۲
- ۴-۱-۲. برآورد خشکسالی اقلیمی با استفاده از شاخص SPI ..... ۷۷

۳-۱-۴	بررسی توالی خشکسالی اقلیمی به روش میانگین متحرک ۵ و ۷ ساله بارش	۸۰
۴-۱-۴	سابقه تاریخی وقوع خشکسالی در دشت یزد-اردکان	۸۵
۲-۴	خشکسالی هیدرولوژیکی	۸۸
۱-۲-۴	بررسی تغییرات سطح آب زیرزمینی	۸۸
۲-۲-۴	بررسی هیدروگراف سطح آب زیرزمینی دشت یزد-اردکان	۹۲
۳-۴	بررسی رابطه بین خشکسالی اقلیمی و هیدرولوژیکی	۹۵
۱-۳-۴	بررسی رابطه بین بارندگی و تراز سطح آب زیرزمینی	۹۵
۲-۳-۴	بررسی رابطه بین شاخص های SPI و GRI	۹۵
۴-۴	تأثیر خشکسالی اقلیمی بر منابع آب سطحی (رودخانه‌ها)	۱۰۲
۵-۴	بررسی روند تغییرات آبدهی قنات دشت یزد- اردکان	۱۰۶
۶-۴	بررسی خشکسالی‌های اقلیمی و هیدرولوژی بر اساس آبدهی قنات	۱۱۱
۱-۶-۴	خشکسالی اقلیمی و آبدهی قنات دشتی	۱۱۱
۲-۶-۴	خشکسالی اقلیمی و آبدهی قنات کوهپایه ای	۱۱۴
۷-۴	خشکسالی اقلیمی و آبدهی چشمه ها	۱۱۷
<b>فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادها</b>		
۱-۵	نتیجه گیری:	۱۲۱
۲-۵	پیشنهادها	۱۲۶
	فهرست منابع	۱۲۹

# فهرست شکل‌ها

## عنوان

## صفحه

- شکل ۳-۱. موقعیت کشوری و استانی محدوده مطالعاتی دشت یزد- اردکان ..... ۴۱
- شکل ۳-۲. نقشه موقعیت ایستگاه‌های هواشناسی دشت یزد- اردکان با توجه به جدول ۳-۳ ..... ۵۰
- شکل ۳-۳. نقشه موقعیت مکانی چاه‌های پیزومتری با توجه به جدول‌های ۳-۴ تا ۳-۶ ..... ۵۴
- شکل ۳-۴. نقشه موقعیت مکانی قنوات انتخابی حوزه مطالعاتی با توجه به جدول‌های ۳-۷ و ۳-۸ ..... ۵۷
- شکل ۳-۵. نقشه موقعیت مکانی ایستگاه‌های هیدرومتری حوزه مطالعاتی با توجه به جدول ۳-۹ ..... ۵۹
- شکل ۳-۶. نقشه موقعیت مکانی چشمه‌های حوزه دشت یزد- اردکان با توجه به جدول ۳-۱۰ ..... ۶۰
- شکل ۳-۷. نمونه‌ای از داده‌های اصلاح شده مربوط به عمق سطح آب در پیزومتر جمشید امانت ..... ۶۲
- شکل ۳-۸. نمودار جریانی مراحل کلی انجام تحقیق ..... ۶۹
- شکل ۴-۱. روند خطی تغییرات بارش در ایستگاه اشکذر ..... ۷۲
- شکل ۴-۲. روند خطی تغییرات بارش در ایستگاه فهرج ..... ۷۳
- شکل ۴-۳. روند خطی تغییرات بارش در ایستگاه تنگ چنار مهریز ..... ۷۳
- شکل ۴-۴. روند خطی تغییرات بارش در ایستگاه فخرآباد مهریز ..... ۷۴
- شکل ۴-۵. روند خطی تغییرات بارش در ایستگاه منشاد ..... ۷۴
- شکل ۴-۶. روند خطی تغییرات بارش در ایستگاه طزنج ..... ۷۵
- شکل ۴-۷. روند خطی تغییرات بارش در ایستگاه محمدآباد ..... ۷۵
- شکل ۴-۸. روند خطی تغییرات بارش در ایستگاه اسلامیه تفت ..... ۷۶
- شکل ۴-۹. روند خطی تغییرات بارش در ایستگاه یزد ..... ۷۶
- شکل ۴-۱۰. تغییرات شاخص SPI در مقیاس زمانی ۳ ماهه در ایستگاه یزد ..... ۷۷
- شکل ۴-۱۱. تغییرات شاخص SPI در مقیاس زمانی ۶ ماهه در ایستگاه یزد ..... ۷۸
- شکل ۴-۱۲. تغییرات شاخص SPI در مقیاس زمانی ۱۲ ماهه در ایستگاه یزد ..... ۷۸
- شکل ۴-۱۳. تغییرات شاخص SPI در مقیاس زمانی ۲۴ ماهه در ایستگاه یزد ..... ۷۹
- شکل ۴-۱۴. تغییرات شاخص SPI در مقیاس زمانی ۴۸ ماهه در ایستگاه یزد ..... ۷۹

- شکل ۴-۱۵. تغییرات شاخص SPI در مقیاس زمانی سالانه در ایستگاه یزد ..... ۸۰
- شکل ۴-۱۶. میانگین متحرک ۵ ساله در ایستگاه یزد ..... ۸۱
- شکل ۴-۱۷. میانگین متحرک ۷ ساله در ایستگاه یزد ..... ۸۱
- شکل ۴-۱۸. میانگین متحرک ۵ ساله در ایستگاه اشکذر ..... ۸۲
- شکل ۴-۱۹. میانگین متحرک ۷ ساله در ایستگاه اشکذر ..... ۸۲
- شکل ۴-۲۰. میانگین متحرک ۵ ساله در ایستگاه خویدک ..... ۸۳
- شکل ۴-۲۱. میانگین متحرک ۷ ساله در ایستگاه خویدک ..... ۸۳
- شکل ۴-۲۲. میانگین متحرک ۵ ساله در ایستگاه پاچنار تفت ..... ۸۴
- شکل ۴-۲۳. میانگین متحرک ۷ ساله در ایستگاه پاچنار تفت ..... ۸۴
- شکل ۴-۲۴. شاخص SPI سالانه ایستگاه سینوپتیک یزد در بازه زمانی ۴۹ ساله (۸۹-۱۳۴۰) ..... ۸۵
- شکل ۴-۲۵. توزیع فراوانی سال هایی با خشکسالی متوسط تا بسیار شدید (۸۹-۱۳۴۰) ..... ۸۶
- شکل ۴-۲۶. درصد فراوانی وقوع خشکسالی شدید و بسیار شدید ماهانه (۸۹-۱۳۵۹) ..... ۸۷
- شکل ۴-۲۷. درصد فراوانی وقوع خشکسالی شدید و بسیار شدید ماهانه (۸۹-۱۳۴۰) ..... ۸۷
- شکل ۴-۲۸. شاخص GRI ماهانه مربوط به تغییرات سطح آب در چاه پیزومتری آب انبارک ..... ۸۹
- شکل ۴-۲۹. شاخص GRI سالانه مربوط به تغییرات سطح آب در چاه پیزومتری آب انبارک ..... ۸۹
- شکل ۴-۳۰. شاخص GRI ماهانه مربوط به تغییرات سطح آب در چاه پیزومتری اکتشافی دهنو ..... ۹۰
- شکل ۴-۳۱. شاخص GRI سالانه مربوط به تغییرات سطح آب در چاه پیزومتری اکتشافی دهنو ..... ۹۰
- شکل ۴-۳۲. شاخص GRI ماهانه مربوط به تغییرات سطح آب در چاه پیزومتری شحنه ..... ۹۱
- شکل ۴-۳۳. شاخص GRI سالانه مربوط به تغییرات سطح آب در چاه پیزومتری شحنه ..... ۹۱
- شکل ۴-۳۴. تغییرات تراز سطح آب زیرزمینی دشت یزد- اردکان نسبت به سال (۶۰-۱۳۵۹) ..... ۹۲
- شکل ۴-۳۵. روند تغییرات تراز آب زیرزمینی از سال ۸۹-۱۳۵۳ در چاه های پیزومتری مختلف ..... ۹۴
- شکل ۴-۳۶. هیدروگراف دشت یزد - اردکان از سال ۱۳۵۳ تا ۱۳۸۸ ..... ۹۴
- شکل ۴-۳۷. رابطه بین SPI 3 ماهه و GRI ماهانه پیزومتر آب انبارک ..... ۹۷
- شکل ۴-۳۸. رابطه بین SPI 6 ماهه و GRI ماهانه پیزومتر آب انبارک ..... ۹۷

- شکل ۴-۳۹. رابطه بین 12 SPI ماهه و GRI ماهانه پیزومتر آب انبارک..... ۹۸
- شکل ۴-۴۰. رابطه بین 24 SPI ماهه و GRI ماهانه پیزومتر آب انبارک..... ۹۸
- شکل ۴-۴۱. رابطه بین 48 SPI ماهه و GRI ماهانه پیزومتر آب انبارک..... ۹۹
- شکل ۴-۴۲. رابطه بین SPI سالانه و GRI ماهانه پیزومتر آب انبارک..... ۱۰۰
- شکل ۴-۴۳. تأثیر خشکسالی اقلیمی بر آبدهی رودخانه منشاد..... ۱۰۳
- شکل ۴-۴۴. همبستگی شاخص SPI و SSFI در رودخانه منشاد..... ۱۰۳
- شکل ۴-۴۵. تأثیر خشکسالی اقلیمی بر آبدهی رودخانه طزرجان..... ۱۰۳
- شکل ۴-۴۶. همبستگی شاخص SPI و SSFI در رودخانه طزرجان..... ۱۰۴
- شکل ۴-۴۷. تأثیر خشکسالی اقلیمی بر آبدهی رودخانه فخرآباد..... ۱۰۴
- شکل ۴-۴۸. همبستگی شاخص SPI و SSFI در رودخانه فخرآباد..... ۱۰۴
- شکل ۴-۴۹. تأثیر خشکسالی اقلیمی بر آبدهی رودخانه ده بالا..... ۱۰۵
- شکل ۴-۵۰. همبستگی شاخص SPI و SSFI در رودخانه ده بالا..... ۱۰۵
- شکل ۴-۵۱. تأثیر خشکسالی اقلیمی بر آبدهی رودخانه بنادک سادات..... ۱۰۵
- شکل ۴-۵۲. همبستگی شاخص SPI و SSFI در رودخانه بنادک سادات..... ۱۰۶
- شکل ۴-۵۳. میانگین سالانه دبی قنات سرچشمه زارچ (قنات دشتی)..... ۱۰۷
- شکل ۴-۵۴. روند خطی تغییرات سالانه دبی قنات سرچشمه زارچ (قنات دشتی)..... ۱۰۷
- شکل ۴-۵۵. میانگین سالانه دبی قنات خضرآباد (قنات کوهپایه ای)..... ۱۰۸
- شکل ۴-۵۶. روند خطی تغییرات سالانه دبی قنات خضرآباد (قنات کوهپایه ای)..... ۱۰۸
- شکل ۴-۵۷. روند تغییرات میانگین سالانه دبی قنات های موجود در دشت یزد-اردکان..... ۱۰۹
- شکل ۴-۵۸. روند تغییر آبدهی قنات کبک آباد تنگ چنار از سال ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۰..... ۱۱۰
- شکل ۴-۵۹. رابطه بین خشکسالی اقلیمی و آبدهی قنات تقی آباد اردکان..... ۱۱۱
- شکل ۴-۶۰. رابطه بین خشکسالی اقلیمی و آبدهی قنات کچیپ اردکان..... ۱۱۲
- شکل ۴-۶۱. رابطه بین خشکسالی اقلیمی و آبدهی قنات یخدان میبد..... ۱۱۲
- شکل ۴-۶۲. رابطه بین خشکسالی اقلیمی و آبدهی قنات سرچشمه زارچ..... ۱۱۳

- شکل ۴-۶۳. رابطه بین خشکسالی اقلیمی و آبدهی قنات بغداد آباد مهریز ..... ۱۱۴
- شکل ۴-۶۴. رابطه بین خشکسالی اقلیمی و آبدهی قنات باقی آباد ده بالا ..... ۱۱۵
- شکل ۴-۶۵. رابطه بین خشکسالی اقلیمی و آبدهی قنات خضر آباد ..... ۱۱۵
- شکل ۴-۶۶. رابطه بین خشکسالی اقلیمی و آبدهی قنات نو هنزا ..... ۱۱۶
- شکل ۴-۶۷. رابطه بین خشکسالی اقلیمی و آبدهی چشمه تامهر ..... ۱۱۷
- شکل ۴-۶۸. رابطه بین خشکسالی اقلیمی و آبدهی چشمه غربالبیز ..... ۱۱۸
- شکل ۴-۶۹. رابطه بین خشکسالی اقلیمی و آبدهی چشمه طزنج ..... ۱۱۸



## فهرست جدول‌ها

عنوان	صفحه
جدول ۱-۱. طبقه بندی وسعت خشکسالی از نظر سابرامانیام.....	۱۸
جدول ۱-۳. وضعیت تخلیه آب زیرزمینی دشت یزد- اردکان تا پایان سال آبی ۱۳۸۸-۱۳۸۷.....	۴۴
جدول ۲-۳. نتایج محاسبات بیلان آبخوان یزد- اردکان سال ۸۹-۱۳۸۸.....	۴۵
جدول ۳-۳. مشخصات ایستگاه های هواشناسی مورد بررسی.....	۴۹
جدول ۴-۳. لیست چاه های پیزومتری دارای آمار بلند مدت در دشت یزد - اردکان .....	۵۱
جدول ۵-۳. لیست چاه های پیزومتری دارای آمار کوتاه مدت در دشت یزد - اردکان.....	۵۲
جدول ۶-۳. ادامه لیست چاه های پیزومتری دارای آمار کوتاه مدت در دشت یزد- اردکان.....	۵۳
جدول ۷-۳. لیست قنوات انتخابی کوهپایه ای موجود در محدوده دشت یزد - اردکان.....	۵۵
جدول ۸-۳. لیست قنوات انتخابی دشتی موجود در محدوده دشت یزد - اردکان.....	۵۶
جدول ۹-۳. اسامی مهمترین رودخانه ها و ایستگاه‌های هیدرومتری دشت یزد - اردکان.....	۵۸
جدول ۱۰-۳. لیست اسامی چشمه‌های مهم موجود در محدوده دشت یزد - اردکان.....	۵۸
جدول ۱۱-۳. طبقه بندی خشکسالی اقلیمی بر اساس شاخص SPI.....	۶۵
جدول ۱۲-۳. طبقه بندی خشکسالی هیدرولوژیکی بر اساس شاخص SSFI.....	۶۸
جدول ۱-۴. درصد فراوانی طبقات مختلف خشکسالی در دوره آماری (۸۹-۱۳۵۹).....	۸۸
جدول ۲-۴. متوسط تغییرات سالانه افت سطح آب زیر زمینی در بازه های زمانی مختلف.....	۹۳
جدول ۳-۴. ضرایب همبستگی بین بارندگی سالانه یزد و تراز آب زیرزمینی در پیزومتر ها.....	۹۵
جدول ۴-۴. ضرایب همبستگی بین شاخص های SPI و GRI ماهانه (۱۳۸۹-۱۳۵۳).....	۹۶
جدول ۵-۴. ضرایب همبستگی بین شاخص SPI و GRI سالانه در بازه زمانی (۸۹-۱۳۵۳).....	۱۰۰

- جدول ۴-۶. ضرایب همبستگی شاخص SPI و GRI سالانه با تأخیرهای متفاوت (۸۹-۱۳۵۳)..... ۱۰۱
- جدول ۴-۷. ضرایب همبستگی شاخص SPI و GRI سالانه با تأخیرهای متفاوت (۸۹-۱۳۷۹)..... ۱۰۱
- جدول ۴-۸. ضریب همبستگی بین شاخص SPI و SSFI رودخانه های محدوده مورد مطالعه..... ۱۰۲
- جدول ۴-۹. ضریب همبستگی شاخص SPI و GRI آبدهی برخی قنوات دشتی (۸۹-۱۳۸۱)..... ۱۱۴
- جدول ۴-۱۰. ضریب همبستگی شاخص SPI و GRI برخی از قنوات کوهپایه ای (۸۹-۱۳۸۱)..... ۱۱۶

فصل اول

مقدمه و کلیات

## ۱-۱. مقدمه

آن‌گاه که زمین آفریده شد، داغ بود و گداخته، سپس سرد و فسرده شد و آب بود که بر آن زندگانی آورد و رستن و حیات از آن سرچشمه گرفت، با قدرت و اراده لایزال الهی، لذا آب ماده‌ای است حیات‌بخش که زندگی بی آن ممکن نیست. در مورد اهمیت و ارزش آب همین بس که خداوند در قرآن کریم می‌فرماید: (( و جعلنا من الماء کل شیء حی )) . کسانی که از فضا به کره زمین نگاه می‌کنند آن را یک سیاره آبی رنگ و پر از آب می‌بینند. بیش از ۶۰ درصد کره‌ی زمین را آب فرا گرفته و خشکی‌ها یک سوم بقیه را تشکیل می‌دهند. اما متأسفانه بیش از ۶۰ درصد خشکی‌ها را نیز بیابان و کویر درنوردیده و تقریباً از حیات گیاهی و جانوری خالی می‌باشد، در واقع با وجود حجم زیاد آب، در این کره، آب شیرین کم‌یاب و کمیاب است، و با وجود حجم عظیم آب در جهان، تنها دو درصد از آن شیرین و قابل شرب است و بیش از دو سوم این مقدار ناچیز به صورت یخ‌های قطبی دور از دسترس است (صمدی بروجنی و همکاران، ۱۳۸۹). اساساً آب در هر کشور و منطقه‌ای به عنوان یک سرمایه‌ی ملی محسوب می‌شود و دارای چنان ارزشی است که زندگی انسان به آن بستگی دارد، و موضوع تأمین آب از سال‌های متمادی از مشغولیت‌های عمده‌ی مردمان هر سرزمینی بوده است. شاید افزایش جمعیت انسان و احساس دسترسی ایمن‌تر به منابع آب باعث شد تا انسان از دیر باز تا کنون به فکر بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی با استفاده از کندن زمین یا به عبارتی بهتر، حفر چاه بیفتد.

آب‌های زیرزمینی یا از طریق چشمه‌ها به سطح زمین راه می‌یابد و یا از طریق حفر چاه و قنات به بهره‌برداری می‌رسد. متداول‌ترین سازه آبی که در گذشته، ایرانیان با احداث آن از منابع آب‌های زیرزمینی بهره‌برداری می‌نمودند، قنات (کاریز) می‌باشد. بسیاری از دانشمندان، کاریزهای ایران را از جمله عجایب جهان شناخته‌اند. سوابق تاریخی نشان می‌دهد که این شیوه بهره‌برداری از آب زیرزمینی از کشور ایران به دیگر نقاط جهان (بویژه مناطق خشک و کم باران) نیز راه یافته است (سمساریزدی، ۱۳۸۳).

از هزاره نخست پیش از میلاد، چاه‌های افقی یا قنات‌ها بطور گسترده‌ای برای تهیه آب و آبیاری در خاورمیانه و غرب آسیا و به ویژه ایران استفاده شده و تا به امروز نیز قنات‌ها اهمیت و