

رسالة محمد

جمهوری اسلامی ایران
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری



دانشگاه اراک

دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی گروه مهندسی آب
کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی

عنوان:

تأثیر توام خشکسالی و برداشت بی‌رویه بر افت سطح آب زیرزمینی و کیفیت آبخوان دشت ساوه

استاد راهنما:

دکتر سید اسدالله محسنی موحد

استاد مشاور:

مهندس مجتبی مرادی

پژوهشگر:

زهرا پاک

زمستان ۱۳۹۳

تقدیم به:

خدای را بسی شاکرم که از روی کرم، پدر و مادری فداکار نصیبم ساخته تا در سایه درخت پر بار وجودشان بیاسایم و از ریشه آنها شاخ و برگ گیرم و از سایه وجودشان در راه کسب علم و دانش تلاش نمایم. والدینی که بودنشان تاج افتخاری است بر سرم و نامشان دلیلی است بر بودنم چرا که این دو وجود، پس از پروردگار مایه هستی ام بوده اند دستم را گرفتند و راه رفتن را در این وادی زندگی پر از فراز و نشیب به من آموختند. آموزگارانی که برایم زندگی؛ بودن و انسان بودن را معنا کردند حال این برگ سبزی است تحفه درویش تقدیم آنان.....

و

تقدیم به خواهرم:

که وجودش شادی بخش و صفایش مایه آرامش من است.



سپاسگزاری

سپاس آفریدگاری را که گل آدمی را با کیمیای عشق سرشت تا ژرفای زیبایی و شکوه معشوق ازلی را دریابد. به ذات اعلی و اقدس او ستایش آورده ام که دیده کوتاه بین ما یارای دیدارش ندارد و فکر کودک ما از عهده تعریف و توصیفش بر نیاید.

پس از پروردگار بر خود لازم می دانم که نهایت سپاس و امتنان قلبی خود را از پدر و مادر عزیزم که سهم بسزایی در پیشرفت های زندگیم داشته اند و منش زندگی و مسیر بهتر زیستن را به من آموخته اند کمال تشکر را دارم و خواهرم که همراه همیشگی و پشتوانه ی زندگیم است و از استاد با کمالات و شایسته؛ جناب آقای دکتر محسنی موحد که در کمال سعه صدر، با حسن خلق و فروتنی، از هیچ کمکی در این عرصه بر من دریغ نمودند و زحمت راهنمایی این رساله را بر عهده گرفتند؛ و همچنین آقای مهندس مرادی که مشاوره این پایان نامه را بر عهده داشتند، و از استاد فرزانه و دلسوز؛ جناب آقای دکتر ناصر گنجی خرم دل که زحمت داوری این رساله را متقبل شدند؛ کمال تشکر و قدردانی را دارم، باشد که این خردترین، بخشی از زحمات آنان را سپاس گوید.



چکیده

تاثیر توام خشکسالی و برداشت بی‌رویه بر افت سطح آب زیرزمینی و کیفیت آبخوان دشت ساوه

بعضی از مناطق کشورمان دارای آب و هوای گرم و خشک است. دشت ساوه جزء یکی از این مناطق می‌باشد. اهمیت موضوع کم‌آبی در دشت ساوه نگرانی‌هایی را بوجود آورده است، که انجام این تحقیق را بیش از پیش لازم کرده است. هدف از این تحقیق که در قالب طرح تحقیقاتی شرکت آب منطقه‌ای استان مرکزی می‌باشد، عبارت است از بررسی وضعیت فعلی آبخوان و به روز شدن اطلاعات، در ادامه تحقیقات قبلی. لازم به ذکر است مطالعات قبلی، پیش از سال ۸۷ بوده و تحقیق حاضر سال‌های ۸۷ تا ۹۲ را نیز شامل می‌شود.

برای بررسی مسئله بحران آبی دشت ساوه عوامل مختلفی در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفته است. از جمله این عوامل می‌توان خشکسالی هواشناسی، برداشت بی‌رویه از آبخوان و حفر چاه‌های غیرمجاز، وجود گسل ساوه، احداث سد الغدیر و شبکه‌های آبیاری و زهکشی را نام برد. در هر منطقه گرم و خشک نمی‌توان وجود و تاثیر خشکسالی را نادیده گرفت. با رسم نمودارهای فراوانی خشکسالی مشخص شد برخلاف شاخص spi ، czi ، zsi ، $mczi$ که خشکسالی نزدیک به نرمال را نشان می‌دهند، فراوانی شاخص pn خشکسالی شدیدی را در همه ایستگاه‌ها (به جز تفرش که نرمال است) نشان می‌دهد. در بررسی کیفیت آبخوان از نظر هدایت الکتریکی با نرم افزار زمین آماری GS^+ ، مدل گوسی بهترین نتیجه را از نظر برازش منحنی‌ها و کمترین خطا را داشته و مدل مناسب برای محدوده مورد مطالعه می‌باشد. نتایج این مطالعات حاکی از آن است که استفاده از روش کریجینگ نسبت به سایر روش‌ها در تخمین توزیع کیفیت آب زیرزمینی مناسب‌تر بوده و موجب ارائه دقیق‌تر مقادیر می‌شود. با بررسی پارامترهای کیفی با نرم افزار $AqQa$ و ترسیم نمودارهای مختلف مشخص گردید در روش‌های شعاعی و استیف کمترین و بیشترین آنیون‌ها و کاتیون‌ها همانند یکدیگر می‌باشند. دیاگرام پایپر نتایج نشان دهنده این است که آب‌های موجود در محدوده مورد مطالعه از نوع رخساره کلسیکی بوده و نمودار دیورف بیانگر این مطلب است که افزایش ناگهانی میزان کل مواد جامد محلول و نزدیک به تیپ بی کربناته، نشان از اختلاط آب چاه‌ها با منبعی دیگر دارد. منفی شدن بیلان کل محدوده مطالعاتی، کاهش تراز آب زیرزمینی از میانگین تراز سفره (۹۳۴/۷ متر)، افت شدید هیدروگراف واحد آبخوان در دهه اخیر با شیب منفی ۱۷٪ حکایت از برداشت بی‌رویه از آبخوان دارد بطوریکه پیش‌بینی می‌شود با همین روند تا پایان دهه بعد سطح آب زیرزمینی بطور متوسط ۲۵ متر دیگر افت کند. افت چاه‌های آب در سمت جنوب گسل ساوه خیلی بیشتر از سمت شمال است و باعث می‌شود اثر سد در بخش جنوبی خیلی محسوس‌تر باشد لذا می‌توان احداث سد ساوه روی رودخانه قره‌چای را نیز یکی دیگر از دلایل افت سطح آب زیرزمینی در آبخوان دشت ساوه دانست. بعد از آب‌گیری از سد ساوه در سال ۱۳۷۴ افت سطح آب زیرزمینی در آبخوان دشت ساوه به طور چشم‌گیری افزایش یافته است. بررسی و طراحی درست شبکه‌های آبیاری و زهکشی با حداکثر راندمان می‌تواند موجب صرفه‌جویی در مصرف آب‌های موجود در پشت سد شود. استفاده از روش‌های نوین آبیاری، ذخیره درست آب‌های سطحی در راستای توسعه پایدار، جلوگیری از برداشت‌های بی‌رویه و پلمب چاه‌های غیرمجاز و مدیریت بهره‌برداری و نگهداری از آب‌های موجود، راه‌حل‌های لازمی است که برای حفظ و حراست از ذخایر آبی بایستی توسط دولت و مسئولین به مرحله اجرا درآید.

کلمات کلیدی: افت آب زیرزمینی، گسل ساوه، سد الغدیر، کیفیت آب زیرزمینی، خشکسالی

	فصل اول: مقدمه
۲-۱-۱-۱	مقدمه..... ۲
۲-۱-۲	اهداف تحقیق..... ۲
۳-۱-۳	اهمیت موضوع تحقیق..... ۳
۳-۱-۴	ویژگی های جغرافیایی دشت ساوه..... ۳
۳-۱-۴-۱	موقعیت جغرافیایی ساوه..... ۳
۳-۱-۴-۲	کلیات منطقه مورد بررسی..... ۵
۳-۱-۴-۳	مشخصات عمومی منطقه..... ۷
۳-۱-۴-۴	زمین شناسی عمومی و تکتونیک منطقه..... ۷
۳-۱-۴-۴-۱	مناطق رانده جنوب غرب..... ۸
۳-۱-۴-۴-۲	منطقه رانده شده شمالی..... ۹
۳-۱-۴-۴-۳	زیر مجموعه فروافتاده دشت های ساوه و نوبران..... ۱۰
۳-۱-۴-۴-۳-الف	MC (رس، ماسه سنگ و سازند گچ و نمک میوسن)..... ۱۰
۳-۱-۴-۴-۳-ب	PLC (سازند آواری و کنگلومرایی هزار دره)..... ۱۰
۳-۱-۴-۴-۳-ج	Q _{t1} - (آبرفت های قدیمی)..... ۱۰
۳-۱-۴-۴-۳-د	Q _{t2} (آبرفت های عهد حاضر و آبخوان ها)..... ۱۱
۳-۱-۴-۵	مطالعات ژئوفیزیک انجام شده در منطقه..... ۱۱
۳-۱-۴-۶	نوع آبخوان..... ۱۱
۳-۱-۴-۷	وضعیت منابع آب زیرزمینی..... ۱۱
۳-۱-۴-۷-۱	چاه ها..... ۱۲
۳-۱-۴-۷-۲	قنوات..... ۱۲
۳-۱-۴-۷-۳	چشمه ها..... ۱۲
۳-۱-۴-۸	مشخصات سد الغدیر ساوه..... ۱۳
۳-۱-۴-۹	مشخصات گسل ساوه..... ۱۳

فصل دوم: بررسی منابع

۱-۲- بررسی منابع	۱۶
فصل سوم: مواد و روش ها	
۱-۳- مفهوم و تعاریف خشکسالی	۲۵
۱-۱-۳- انواع خشکسالی ها	۲۶
۱-۱-۳-۱- تعریف خشکسالی از دیدگاه های مختلف	۲۶
۱-۱-۳-۲- تفاوت خشکی و خشکسالی	۳۰
۱-۱-۳-۲- شاخص های خشکسالی	۳۰
۱-۱-۳-۳- شاخص های خشکسالی هواشناسی	۳۳
۱-۱-۳-۳-۱- شاخص بارندگی استاندارد شده	۳۳
۱-۱-۳-۳-۲- شاخص درصدی از نرمال	۳۵
۱-۱-۳-۳-۳- شاخص Z چینی (CZI)، شاخص Z چینی اصلاح شده (MCZI)، شاخص عدد Z (ZSI)	۳۶
۱-۱-۳-۳-الف- شاخص Z-Score (ZSI)	۳۷
۱-۱-۳-۴- مشخصه های خشکسالی	۳۸
۱-۱-۳-۵- خشکسالی و مدیریت	۳۹
۱-۱-۳-۶- ارزیابی اثرات خشکسالی	۴۰
۱-۱-۳-۶-۱- تعیین وضعیت اولیه یا شروع مطالعه	۴۰
۱-۱-۳-۶-۲- پیش بینی آینده در صورت عدم وقوع خشکسالی	۴۱
۱-۱-۳-۶-۳- پیش بینی وضعیت آینده در صورت وقوع خشکسالی	۴۱
۱-۱-۳-۷- پیامد اثرات خشکسالی	۴۱
۱-۱-۳-۸- تفاوت پایش با پیش بینی	۴۲
۱-۲-۳- داده ها و پایش پردازش داده ها	۴۴
۱-۲-۳-۱- بررسی همگنی داده های بارندگی دشت ساوه	۴۴
۱-۲-۳-۱-۱- بررسی کنترل کیفی داده ها	۴۶
۱-۲-۳-۲- بررسی صحت و سقم داده ها	۴۶

۴۷	۲-۱-۲-۳- الف- آزمون نرمال بودن داده ها.....
۵۰	۲-۱-۲-۳- ب- بررسی استقلال و روند داده ها.....
۵۱	۲-۱-۲-۳- ج- بررسی همگنی در داده های بارندگی.....
۵۲	۲-۱-۲-۳- د- بررسی تصادفی بودن داده ها(آزمون گردش).....
۵۴	۳-۳- بررسی تغییرات کمی آب زیرزمینی دشت ساوه.....
۵۴	۱-۳-۳- روش میان یابی کریجینگ.....
۵۶	۴-۳- بررسی تعیین پتانسیل مجاز بهره برداری از سفره های آب زیرزمینی.....
۵۶	۱-۴-۳- مروری بر تعاریف ارائه شده برای آبدهی مطمئن.....
۵۷	۱-۱-۴-۳- آبدهی پایدار.....
۵۸	۲-۴-۳- منبع آب سفره.....
۶۰	۳-۴-۳- نتایج و اثرات بهره برداری از آب های زیرزمینی.....
۶۱	۴-۴-۳- مفهوم بهره برداری بیش از حد و پتانسیل مجاز برداشت از سفره.....
۶۳	۵-۴-۳- تعیین آبدهی مطمئن.....
۶۴	۱-۵-۴-۳- روش های کلاسیک تعیین آبدهی مطمئن.....
۶۵	۵-۳- بررسی هدایت الکتریکی آب زیرزمینی با استفاده از نرم افزار زمین آماری (GS ⁺).....
۶۸	.....
۶۹	۱-۵-۳- ویژگی های تغییر نما.....
۷۰	۲-۵-۳- مدل های تئوری تغییر نما.....
۷۱	۳-۵-۳- آزمون نرمال بودن داده های کیفی.....

فصل چهارم: نتایج و بحث

۷۵	۱-۴- نتایج حاصل از پیش پردازش داده ها.....
۷۷	۱-۱-۴- نتایج انجام آزمون ها.....
۷۷	۱-۱-۴- روش بررسی داده ها.....
۹۱	۲-۴- تحلیل نتایج خشکسالی.....
۱۱۱	۱-۲-۴- بررسی شاخص های خشکسالی همراه با مزایا و معایب آن ها.....

۳-۴- تحلیل نتایج کمی آب زیرزمینی	۱۲۸
۱-۳-۴- بررسی شاخص خشکسالی SPI با تراز آب زیرزمینی.....	۱۴۱
۲-۳-۴- نتایج بیلان آبی دشت.....	۱۴۴
۱-۲-۳-۴- بیلان آب زیرزمینی	۱۴۴
۲-۲-۳-۴- بیلان آب سطحی	۱۴۵
۳-۳-۴- تحلیل نتایج بررسی تعیین پتانسیل مجاز بهره‌برداری از سفره‌های آب زیرزمینی	۱۴۷
۴-۳-۴- تحلیل نتایج بررسی تاثیر شبکه های آبیاری و زهکشی و سد الغدیر بر منابع آب زیرزمینی دشت ساوه.....	۱۴۸
۱-۴-۳-۴- بهره برداری از منابع آب زیرزمینی دشت ساوه	۱۴۸
۴-۴- بررسی نتایج تغییرات کیفیت آب زیرزمینی دشت و کموگراف آن	۱۵۴
۱-۴-۴- نتایج بررسی هدایت الکتریکی آب زیرزمینی با استفاده از نرم افزار زمین آماری GS ⁺	۱۵۶
۱-۱-۴-۴- انتخاب مدل تغییرنما.....	۱۵۸
۲-۱-۴-۴- منحنی ارزیابی متقابل	۱۵۹
۲-۴-۴- استفاده از مطالعات هیدروژئوشیمی برای بررسی کیفیت آب زیرزمینی دشت ساوه	۱۶۵
۱-۲-۴-۴- تاثیر سازندها در تغییرات کیفی منابع آب دشت ساوه.....	۱۶۵
۲-۲-۴-۴- مقایسه پارامترهای کیفی آب زیرزمینی آبخوان‌های دشت ساوه	۱۸۱
فصل پنجم: نتیجه گیری	
۱-۵- نتیجه گیری	۱۸۵
۲-۵- راهکارها و پیشنهادات.....	۱۹۰
پیوست ها.....	۱۹۲
پیوست الف.....	۱۹۲
پیوست ب	۲۶۳

فهرست اشکال

عنوان	صفحه
شکل ۱-۱- نقشه موقعیت منطقه مورد مطالعه.....	۴
شکل ۲-۱- نقشه موقعیت چاه های مورد مطالعه.....	۵
شکل ۳-۱- تغییرات تراز آب زیرزمینی دشت ساوه طی سال های ۹۲-۱۳۷۰.....	۶
شکل ۱-۳- خلاصه مراحل آماری پردازش اطلاعات داده های بارندگی.....	۴۵
شکل ۲-۳- مشخصات جغرافیایی ایستگاه های منتخب دشت ساوه.....	۴۶
شکل ۳-۳- فاکتورهایی که عکس العمل یک سفره تحت بهره برداری را کنترل می کنند	
.....	۵۹
شکل ۴-۳- نمونه ای از یک واریوگرام و مشخصه های مربوط به آن.....	۷۰
شکل ۱-۴- مقایسه ارقام ماهیانه شاخص pn در ایستگاه ساوه سال های ۱۳۷۵-۱۳۸۸	
.....	۹۱
شکل ۲-۴- الف- مقایسه ارقام ۳ ماهه شاخص CZI در ایستگاه ساوه سال های ۱۳۷۵-۱۳۸۸	
.....	۹۱
شکل ۲-۴- ب- مقایسه ارقام ۶ ماهه شاخص CZI در ایستگاه ساوه سال های ۱۳۷۵-۱۳۸۸	
.....	۹۲
شکل ۲-۴- ج- مقایسه ارقام ۹ ماهه شاخص CZI در ایستگاه ساوه سال های ۱۳۷۵-۱۳۸۸	
.....	۹۲
شکل ۲-۴- د- مقایسه ارقام ۱۲ ماهه شاخص CZI در ایستگاه ساوه سال های ۱۳۷۵-۱۳۸۸	
.....	۹۲
شکل ۳-۴- مقایسه کلی ارقام ماهیانه ۳، ۶، ۹، ۱۲ شاخص CZI در ایستگاه ساوه سال های ۱۳۷۵-۱۳۸۸	
.....	۹۳
شکل ۴-۴- الف- مقایسه ارقام ۳ ماهه شاخص $mczi$ در ایستگاه ساوه سال های ۱۳۷۵-۱۳۸۸	
.....	۹۳
شکل ۴-۴- ب- مقایسه ارقام ۶ ماهه شاخص $mczi$ در ایستگاه ساوه سال های ۱۳۷۵-۱۳۸۸	
.....	۹۳
شکل ۴-۴- ج- مقایسه ارقام ۹ ماهه شاخص $mczi$ در ایستگاه ساوه سال های ۱۳۷۵-۱۳۸۸	
.....	۹۴

عنوان	صفحه
شکل ۴-۴-د- مقایسه ارقام ۱۲ ماهه شاخص mczi در ایستگاه ساوه سال های ۱۳۷۵-۱۳۸۸	۹۴
شکل ۴-۵- مقایسه کلی ارقام ماهیانه ۳، ۶، ۹، ۱۲ شاخص mczi در ایستگاه ساوه سال های ۱۳۷۵-۱۳۸۸	۹۴
شکل ۴-۶-الف- مقایسه ارقام ۳ ماهه شاخص spi در ایستگاه ساوه سال های ۱۳۷۵-۱۳۸۸	۹۵
شکل ۴-۶-ب- مقایسه ارقام ۶ ماهه شاخص spi در ایستگاه ساوه سال های ۱۳۷۵-۱۳۸۸	۹۵
شکل ۴-۶-ج- مقایسه ارقام ۹ ماهه شاخص spi در ایستگاه ساوه سال های ۱۳۷۵-۱۳۸۸	۹۵
شکل ۴-۶-د- مقایسه ارقام ۱۲ ماهه شاخص spi در ایستگاه ساوه سال های ۱۳۷۵-۱۳۸۸	۹۶
شکل ۴-۷- مقایسه کلی ارقام ماهیانه ۳، ۶، ۹، ۱۲ شاخص spi در ایستگاه ساوه سال های ۱۳۷۵-۱۳۸۸	۹۶
شکل ۴-۸-الف- مقایسه ارقام ۳ ماهه شاخص zsi در ایستگاه ساوه سال های ۱۳۷۵-۱۳۸۸	۹۶
شکل ۴-۸-ب- مقایسه ارقام ۶ ماهه شاخص zsi در ایستگاه ساوه سال های ۱۳۷۵-۱۳۸۸	۹۷
شکل ۴-۸-ج- مقایسه ارقام ۹ ماهه شاخص zsi در ایستگاه ساوه سال های ۱۳۷۵-۱۳۸۸	۹۷
شکل ۴-۸-د- مقایسه ارقام ۱۲ ماهه شاخص zsi در ایستگاه ساوه سال های ۱۳۷۵-۱۳۸۸	۹۷
شکل ۴-۹- مقایسه کلی ارقام ماهیانه ۳، ۶، ۹، ۱۲ شاخص zsi در ایستگاه ساوه سال های ۱۳۷۵-۱۳۸۸	۹۸
شکل ۴-۱۰- مقایسه هیستوگرام فراوانی طبقات خشکسالی و ترسالی شاخص mczi در ایستگاه تفرش	۹۸

صفحه	عنوان
۹۹	شکل ۴-۱۱- مقایسه هیستوگرام فراوانی طبقات خشکسالی و ترسالی شاخص spi در ایستگاه تفرش
۹۹	شکل ۴-۱۲- مقایسه هیستوگرام فراوانی طبقات خشکسالی و ترسالی شاخص zsi در ایستگاه تفرش
۹۹	شکل ۴-۱۳- مقایسه هیستوگرام فراوانی طبقات خشکسالی و ترسالی شاخص czi در ایستگاه تفرش
۱۰۰	شکل ۴-۱۴- مقایسه هیستوگرام فراوانی طبقات خشکسالی و ترسالی شاخص pn در ایستگاه تفرش
۱۰۰	شکل ۴-۱۵- مقایسه هیستوگرام فراوانی طبقات خشکسالی و ترسالی شاخص mczi در ایستگاه ساوه
۱۰۰	شکل ۴-۱۶- مقایسه هیستوگرام فراوانی طبقات خشکسالی و ترسالی شاخص spi در ایستگاه ساوه
۱۰۱	شکل ۴-۱۷- مقایسه هیستوگرام فراوانی طبقات خشکسالی و ترسالی شاخص czi در ایستگاه ساوه
۱۰۱	شکل ۴-۱۸- مقایسه هیستوگرام فراوانی طبقات خشکسالی و ترسالی شاخص zsi در ایستگاه ساوه
۱۰۱	شکل ۴-۱۹- مقایسه هیستوگرام فراوانی طبقات خشکسالی و ترسالی شاخص pn در ایستگاه ساوه
۱۰۲	شکل ۴-۲۰- مقایسه هیستوگرام فراوانی طبقات خشکسالی و ترسالی شاخص mczi در ایستگاه رازین
۱۰۲	شکل ۴-۲۱- مقایسه هیستوگرام فراوانی طبقات خشکسالی و ترسالی شاخص spi در ایستگاه رازین
۱۰۲	شکل ۴-۲۲- مقایسه هیستوگرام فراوانی طبقات خشکسالی و ترسالی شاخص zsi در ایستگاه رازین
۱۰۳	شکل ۴-۲۳- مقایسه هیستوگرام فراوانی طبقات خشکسالی و ترسالی شاخص czi در ایستگاه رازین

عنوان	صفحه
شکل ۴-۲۴- مقایسه هیستوگرام فراوانی طبقات خشکسالی و ترسالی شاخص pn در ایستگاه رازین	۱۰۳
شکل ۴-۲۵- مقایسه هیستوگرام فراوانی طبقات خشکسالی و ترسالی شاخص mczi در ایستگاه پیک زرنند	۱۰۳
شکل ۴-۲۶- مقایسه هیستوگرام فراوانی طبقات خشکسالی و ترسالی شاخص spi در ایستگاه پیک زرنند	۱۰۴
شکل ۴-۲۷- مقایسه هیستوگرام فراوانی طبقات خشکسالی و ترسالی شاخص zsi در ایستگاه پیک زرنند	۱۰۴
شکل ۴-۲۸- مقایسه هیستوگرام فراوانی طبقات خشکسالی و ترسالی شاخص czi در ایستگاه پیک زرنند	۱۰۴
شکل ۴-۲۹- مقایسه هیستوگرام فراوانی طبقات خشکسالی و ترسالی شاخص pn در ایستگاه پیک زرنند	۱۰۵
شکل ۴-۳۰- مقایسه هیستوگرام فراوانی طبقات خشکسالی و ترسالی شاخص mczi در ایستگاه کریم آباد	۱۰۵
شکل ۴-۳۱- مقایسه هیستوگرام فراوانی طبقات خشکسالی و ترسالی شاخص spi در ایستگاه کریم آباد	۱۰۵
شکل ۴-۳۲- مقایسه هیستوگرام فراوانی طبقات خشکسالی و ترسالی شاخص czi در ایستگاه کریم آباد	۱۰۶
شکل ۴-۳۳- مقایسه هیستوگرام فراوانی طبقات خشکسالی و ترسالی شاخص zsi در ایستگاه کریم آباد	۱۰۶
شکل ۴-۳۴- مقایسه هیستوگرام فراوانی طبقات خشکسالی و ترسالی شاخص pn در ایستگاه کریم آباد	۱۰۶
شکل ۴-۳۵- مقایسه هیستوگرام فراوانی طبقات خشکسالی و ترسالی شاخص mczi در ایستگاه امام آباد	۱۰۷
شکل ۴-۳۶- مقایسه هیستوگرام فراوانی طبقات خشکسالی و ترسالی شاخص spi در ایستگاه امام آباد	۱۰۷

فهرست اشکال

عنوان	صفحه
شکل ۴-۳۷- مقایسه هیستوگرام فراوانی طبقات خشکسالی و ترسالی شاخص ZSI در ایستگاه امام آباد.....	۱۰۷
شکل ۴-۳۸- مقایسه هیستوگرام فراوانی طبقات خشکسالی و ترسالی شاخص CZI در ایستگاه امام آباد.....	۱۰۸
شکل ۴-۳۹- مقایسه هیستوگرام فراوانی طبقات خشکسالی و ترسالی شاخص pn در ایستگاه امام آباد.....	۱۰۸
شکل ۴-۴۰- مقایسه هیستوگرام فراوانی طبقات خشکسالی و ترسالی شاخص mczi در ایستگاه بند عباسی.....	۱۰۸
شکل ۴-۴۱- مقایسه هیستوگرام فراوانی طبقات خشکسالی و ترسالی شاخص spi در ایستگاه بند عباسی.....	۱۰۹
شکل ۴-۴۲- مقایسه هیستوگرام فراوانی طبقات خشکسالی و ترسالی شاخص ZSI در ایستگاه بند عباسی.....	۱۰۹
شکل ۴-۴۳- مقایسه هیستوگرام فراوانی طبقات خشکسالی و ترسالی شاخص CZI در ایستگاه بندعباسی.....	۱۰۹
شکل ۴-۴۴- مقایسه هیستوگرام فراوانی طبقات خشکسالی و ترسالی شاخص pn در ایستگاه بندعباسی.....	۱۱۰
شکل ۴-۴۵- نمودار مقایسه کلی طبقات فراوانی شاخص pn در ایستگاه های دشت ساوه.....	۱۱۰
شکل ۴-۴۶- نمودار مقایسه شاخص های CZI و SPI ۳ ماهه ایستگاه ساوه طی سال های ۱۳۷۵-۸۸.....	۱۱۳
شکل ۴-۴۷- نمودار مقایسه شاخص های MCZI و SPI ۳ ماهه ایستگاه ساوه طی سال های ۱۳۷۵-۸۸.....	۱۱۳
شکل ۴-۴۸- نمودار مقایسه شاخص های ZSI و SPI ۳ ماهه ایستگاه ساوه طی سال های ۱۳۷۵-۸۸.....	۱۱۴
شکل ۴-۴۹- نمودار مقایسه شاخص های ZSI و CZI ۳ ماهه ایستگاه ساوه طی سال های ۱۳۷۵-۸۸.....	۱۱۴

فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۱۱۵	شکل ۴-۵۰- نمودار مقایسه شاخص های $mczi$ و zsi ۳ ماهه ایستگاه ساوه طی سال های ۱۳۷۵-۸۸
۱۱۵	شکل ۴-۵۱- نمودار مقایسه شاخص های CZI و SPI ۶ ماهه ایستگاه ساوه طی سال های ۱۳۷۵-۸۸
۱۱۵	شکل ۴-۵۲- نمودار مقایسه شاخص های $MCZI$ و SPI ۶ ماهه ایستگاه ساوه طی سال های ۱۳۷۵-۸۸
۱۱۶	شکل ۴-۵۳- نمودار مقایسه شاخص های ZSI و SPI ۶ ماهه ایستگاه ساوه طی سال های ۱۳۷۵-۸۸
۱۱۶	شکل ۴-۵۴- نمودار مقایسه شاخص های ZSI و CZI ۶ ماهه ایستگاه ساوه طی سال های ۱۳۷۵-۸۸
۱۱۶	شکل ۴-۵۵- نمودار مقایسه شاخص های $mczi$ و zsi ۶ ماهه ایستگاه ساوه طی سال های ۱۳۷۵-۸۸
۱۱۷	شکل ۴-۵۶- نمودار مقایسه شاخص های CZI و SPI ۹ ماهه ایستگاه ساوه طی سال های ۱۳۷۵-۸۸
۱۱۷	شکل ۴-۵۷- نمودار مقایسه شاخص های $MCZI$ و SPI ۹ ماهه ایستگاه ساوه طی سال های ۱۳۷۵-۸۸
۱۱۷	شکل ۴-۵۸- نمودار مقایسه شاخص های ZSI و SPI ۹ ماهه ایستگاه ساوه طی سال های ۱۳۷۵-۸۸
۱۱۸	شکل ۴-۵۹- نمودار مقایسه شاخص های ZSI و CZI ۹ ماهه ایستگاه ساوه طی سال های ۱۳۷۵-۸۸
۱۱۸	شکل ۴-۶۰- نمودار مقایسه شاخص های $mczi$ و zsi ۹ ماهه ایستگاه ساوه طی سال های ۱۳۷۵-۸۸
۱۱۸	شکل ۴-۶۱- نمودار مقایسه شاخص های CZI و SPI ۱۲ ماهه ایستگاه ساوه طی سال های ۱۳۷۵-۸۸
۱۱۹	شکل ۴-۶۲- نمودار مقایسه شاخص های $MCZI$ و SPI ۱۲ ماهه ایستگاه ساوه طی سال های ۱۳۷۵-۸۸

فهرست اشکال

عنوان	صفحه
شکل ۴-۶۳- نمودار مقایسه شاخص های ZSI و SPI ۱۲ ماهه ایستگاه ساوه طی سال های	۱۳۷۵-۸۸ ۱۱۹
شکل ۴-۶۴- نمودار مقایسه شاخص های ZSI و CZI ۱۲ ماهه ایستگاه ساوه طی سال های	۱۳۷۵-۸۸ ۱۱۹
شکل ۴-۶۵- نمودار مقایسه شاخص های mczi و ZSI ۱۲ ماهه ایستگاه ساوه طی سال های	۱۳۷۵-۸۸ ۱۲۰
شکل ۴-۶۶- مقایسه شاخص های ZSI ، MCZI ، CZI و SPI با مقیاس ۳ ماهه در ایستگاه ساوه	..... ۱۲۱
شکل ۴-۶۷- مقایسه شاخص های ZSI ، MCZI ، CZI و SPI با مقیاس ۶ ماهه در ایستگاه ساوه	..... ۱۲۱
شکل ۴-۶۸- مقایسه شاخص های ZSI ، MCZI ، CZI و SPI با مقیاس ۹ ماهه در ایستگاه ساوه	..... ۱۲۱
شکل ۴-۶۹- مقایسه شاخص های ZSI ، MCZI ، CZI و SPI با مقیاس ۱۲ ماهه در ایستگاه ساوه	..... ۱۲۲
شکل ۴-۷۰- طبقه بندی سالانه ارزش شاخص خشکسالی SPI ایستگاه امام آباد	..... ۱۲۲
شکل ۴-۷۱- طبقه بندی سالانه ارزش شاخص خشکسالی SPI ایستگاه بندعباسی	..... ۱۲۴
شکل ۴-۷۲- طبقه بندی سالانه ارزش شاخص خشکسالی SPI ایستگاه ساوه ....	..... ۱۲۵
شکل ۴-۷۳- نمودار بررسی تغییرات ارتفاع مطلق آب زیرزمینی با شاخص خشکسالی spi ایستگاه امام آباد (۷۰-۷۱ لغایت ۸۸-۸۹)	..... ۱۲۷
شکل ۴-۷۴- نمودار بررسی تغییرات ارتفاع مطلق آب زیرزمینی با شاخص خشکسالی spi ایستگاه بندعباسی (۷۰-۷۱ لغایت ۸۸-۸۹)	..... ۱۲۷
شکل ۴-۷۵- نمودار بررسی تغییرات ارتفاع مطلق آب زیرزمینی با شاخص خشکسالی spi ایستگاه ساوه (۷۵-۷۶ لغایت ۸۸-۸۹)	..... ۱۲۸
شکل ۴-۷۶- هیدروگراف آبخوان در ۱۰ سال اول و دوم	..... ۱۲۹
شکل ۴-۷۷- میانگین تغییر سطح ایستابی آبخوان دشت ساوه سال های ۹۲-۱۳۷۰	..... ۱۳۰

شکل ۴-۷۸- نمودار میانگین تجمعی تغییرات سطح آب زیرزمینی از مهر ۷۰ تا مهر ۹۲	۱۳۰
شکل ۴-۷۹- نمودار میانگین تغییر حجم آبخوان دشت ساوه از سال ۷۱ تا مهر ۹۲	۱۳۱
شکل ۴-۸۰- نقشه سه بعدی ایزوپیزومتريك دشت ساوه- سال ۸۷	۱۳۲
شکل ۴-۸۱- نقشه سه بعدی ایزوپیزومتريك دشت ساوه- سال ۸۸	۱۳۳
شکل ۴-۸۲- نقشه سه بعدی ایزوپیزومتريك دشت ساوه- سال ۸۹	۱۳۳
شکل ۴-۸۳- نقشه سه بعدی ایزوپیزومتريك دشت ساوه- سال ۹۰	۱۳۴
شکل ۴-۸۴- نقشه سه بعدی ایزوپیزومتريك دشت ساوه- سال ۹۱	۱۳۴
شکل ۴-۸۵- نقشه سه بعدی ایزوپیزومتريك دشت ساوه- سال ۹۲	۱۳۵
شکل ۴-۸۶- نمودار مقایسه ماهانه تغییرات تراز آب زیرزمینی با شاخص خشکسالی spi سه ماهه ایستگاه ساوه (۱۳۷۵-۱۳۸۸)	۱۴۱
شکل ۴-۸۷- نمودار مقایسه ماهانه تغییرات تراز آب زیرزمینی با شاخص خشکسالی spi سه ماهه ایستگاه امام آباد (۱۳۷۵-۱۳۸۸)	۱۴۱
شکل ۴-۸۸- نمودار مقایسه ماهانه تغییرات تراز آب زیرزمینی با شاخص خشکسالی spi سه ماهه ایستگاه بندعباسی (۱۳۷۵-۱۳۸۸)	۱۴۲
شکل ۴-۸۹- نمودار مقایسه دبی سالیانه با شاخص خشکسالی spi سالانه ایستگاه بندعباسی (۱۳۷۵-۱۳۸۸)	۱۴۳
شکل ۴-۹۰- نمودار مقایسه ای تغییرات تراز آب زیرزمینی با دبی سالیانه ایستگاه خروجی از سد الغدير (ایستگاه بندعباسی)	۱۴۳
شکل ۴-۹۱- نمودار تراز آبدهی مطمئن به روش صفر	۱۴۷
شکل ۴-۹۲- حجم تخلیه منابع آب زیرزمینی از دشت ساوه طی سال های آماربرداری	۱۴۹
شکل ۴-۹۳- مقایسه تغییرات بارندگی و دبی سالیانه در ایستگاه بند عباسی	۱۵۲
شکل ۴-۹۴- تغییر تراز سطح آب زیرزمینی در چاه های اطراف گسل ساوه	۱۵۳
شکل ۴-۹۵- نمای شماتیک از گسل ساوه و عمق آب زیرزمینی در اطراف گسل	۱۵۴
شکل ۴-۹۶- نمودار کموگراف دشت ساوه (۱۳۹۰-۱۳۸۵)	۱۵۵

صفحه	عنوان
۱۵۷	شکل ۴-۹۷- نمونه‌ای از داده‌های تبدیل شده بر مبنای تبدیل ۰-۱ و هیستوگرام آن
۱۵۷	شکل ۴-۹۸- نمونه‌ای از داده‌های تبدیل شده بر مبنای تبدیل (Log Transform) و هیستوگرام آن
۱۵۸	شکل ۴-۹۹- نمونه‌ای از داده‌های تبدیل شده بر مبنای تبدیل (Squar- Root Transform) و هیستوگرام آن
۱۵۹	شکل ۴-۱۰۰- اندیس‌های آماری مربوط به مدل تغییر نما گوسی مربوط به ماه‌های سال ۱۳۸۵ لغایت ۱۳۹۰
۱۶۰	شکل ۴-۱۰۱- نمودار نتایج ارزیابی متقابل با روش کریجینگ نقطه‌ای (۸۵ لغایت ۹۰)
۱۶۱	شکل ۴-۱۰۲- نمودار نتایج ارزیابی متقابل با روش وزنی فاصله معکوس (۸۵ لغایت ۹۰)
۱۶۱	شکل ۴-۱۰۳- نمودار نتایج ارزیابی متقابل با روش وزنی فاصله مستقیم (۸۵ لغایت ۹۰)
۱۶۲	شکل ۴-۱۰۴- نقشه دو بعدی EC با روش کریجینگ نقطه‌ای (۸۵ لغایت ۹۰)
۱۶۳	شکل ۴-۱۰۵- نقشه دو بعدی EC با روش وزنی فاصله معکوس (۸۵ لغایت ۹۰) ..
۱۶۴	شکل ۴-۱۰۶- محل تراکم چاه‌های کیفی ماه‌های سال ۸۵ لغایت ۹۰
۱۶۹	شکل ۴-۱۰۷- نمودار استیف نمونه شماره ۱- اردیبهشت ۹۱
۱۶۹	شکل ۴-۱۰۸- نمودار استیف نمونه شماره ۶- اردیبهشت ۹۱
۱۷۰	شکل ۴-۱۰۹- نمودار شعاعی نمونه شماره ۱- اردیبهشت ۹۱
۱۷۰	شکل ۴-۱۱۰- نمودار شعاعی نمونه شماره ۶- اردیبهشت ۹۱
۱۷۱	شکل ۴-۱۱۱- نمودار ترکیبی پارامترهای کیفی منیزیم و کلسیم- اردیبهشت ۹۱ ..
۱۷۱	شکل ۴-۱۱۲- نمودار ترکیبی پارامترهای کیفی سدیم و کلر- اردیبهشت ۹۱
۱۷۲	شکل ۴-۱۱۳- نمودار ترکیبی پارامترهای کیفی سدیم و کل مواد جامد محلول- اردیبهشت ۹۱
۱۷۲	شکل ۴-۱۱۴- نمودار ترکیبی پارامترهای کیفی سدیم و سولفات- اردیبهشت ۹۱ ..
۱۷۳	شکل ۴-۱۱۵- نمودار دیورف- اردیبهشت ۹۱

فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۱۷۴	شکل ۴-۱۱۶- نمودار پایپر- اردیبهشت ۹۱.....
	شکل ۴-۱۱۷- نمودار مقایسه ترکیبی پارامترهای مختلف کیفی با تمام نمونه ها- اردیبهشت ۹۱
۱۷۵	.....
۱۷۵	شکل ۴-۱۱۸- نمودار استیف نمونه شماره ۱- مهر ۹۱.....
۱۷۶	شکل ۴-۱۱۹- نمودار استیف نمونه شماره ۶- مهر ۹۱.....
۱۷۶	شکل ۴-۱۲۰- نمودار شعاعی نمونه شماره ۱- مهر ۹۱.....
۱۷۷	شکل ۴-۱۲۱- نمودار شعاعی نمونه شماره ۶- مهر ۹۱.....
۱۷۷	شکل ۴-۱۲۲- نمودار ترکیبی پارامترهای کیفی سدیم و سولفات- مهر ۹۱.....
	شکل ۴-۱۲۳- نمودار ترکیبی پارامترهای کیفی سدیم و کل مواد جامد محلول- مهر ۹۱
۱۷۸	.....
۱۷۸	شکل ۴-۱۲۴- نمودار ترکیبی پارامترهای کیفی منیزیم و کلسیم- مهر ۹۱.....
۱۷۹	شکل ۴-۱۲۵- نمودار ترکیبی پارامترهای کیفی سدیم و کلر- مهر ۹۱.....
۱۸۰	شکل ۴-۱۲۶- نمودار دیورف - مهر ۹۱.....
۱۸۰	شکل ۴-۱۲۷- دیاگرام پایپر- مهر ۹۱.....
	شکل ۴-۱۲۸- نمودار مقایسه ترکیبی پارامترهای مختلف کیفی با تمام نمونه ها- مهر ۹۱
۱۸۱	.....
۱۸۲	شکل ۴-۱۲۹- میانگین سالانه پارامترهای کیفی دشت ساوه.....

فهرست جداول

صفحه	عنوان
۱۳	جدول ۱-۱- تعداد و میزان تخلیه منابع آبی در سال های آماری مختلف
۱۴	جدول ۱-۲- مشخصات آبخوان دشت ساوه.....
۳۴	جدول ۱-۳- طبقه بندی بارندگی استاندارد شده
۳۶	جدول ۲-۳- طبقه بندی شاخص درصداز نرمال
۳۸	جدول ۳-۳- طبقه بندی شاخص ZSI
۴۵	جدول ۳-۴- مشخصات جغرافیایی ایستگاه های منتخب دشت ساوه
۷۶	جدول ۱-۴- آمار توصیفی ایستگاه ساوه(۸۸-۱۳۷۵).....
۷۶	جدول ۲-۴- آزمون های نرمالی ایستگاه ساوه(۸۸-۱۳۷۵).....
۷۹	جدول ۳-۴- آزمون همبستگی کندال ایستگاه ساوه(۸۸-۱۳۷۵).....
۸۳	جدول ۴-۴- آزمون همبستگی اسپیرمن ایستگاه ساوه(۸۸-۱۳۷۵).....
۸۷	جدول ۵-۴- رتبه های آزمون Friedman ایستگاه ساوه(۸۸-۱۳۷۵).....
۸۸	جدول ۶-۴- تعیین کمترین و بیشترین میزان بارندگی سالیانه ایستگاه های موجود دشت ساوه
۸۹	جدول ۷-۴- نتایج آزمون Runs Test ایستگاه های دشت ساوه.....
۱۲۳	جدول ۸-۴- طبقه بندی سالانه ارزش شاخص خشکسالی SPI ایستگاه امام آباد
۱۲۴	جدول ۹-۴- طبقه بندی سالانه ارزش شاخص خشکسالی SPI ایستگاه بندعباسی
۱۲۶	جدول ۱۰-۴- طبقه بندی سالانه ارزش شاخص خشکسالی SPI ایستگاه ساوه... ..
۱۳۶	جدول ۱۱-۴- نام و مختصات ایستگاه های پیژومتری سال ۸۷-۹۰ دشت ساوه... ..
۱۳۶	جدول ۱۲-۴- نام و مختصات ایستگاه های پیژومتری سال ۹۱ دشت ساوه.....
۱۳۸	جدول ۱۳-۴- نام و مختصات ایستگاه های پیژومتری سال ۹۲ دشت ساوه.....
۱۴۶	جدول ۱۴-۴- مقدار پارامترهای استفاده شده در بیلان.....
۱۴۸	جدول ۱۵-۴- تعداد، نوع و میزان تخلیه از چاه های دشت ساوه در سال های آماربرداری شده
۱۵۱	جدول ۱۶-۴- تعداد و میزان تخلیه منابع آبی در سال های آماری مختلف
۱۵۱	جدول ۱۷-۴- آماربرداری سال ۱۳۸۷ دشت ساوه.....
۱۶۶	جدول ۱۸-۴- رده بندی آب بر اساس TDS
۱۶۶	جدول ۱۹-۴- تعیین نوع تیپ آب در مهرماه و اردیبهشت ۹۱.....