دانشکده کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد

بررسی روند تغییرات پارامترهای کمی و کیفی منابع آب زیرزمینی تحت شرایط اقلیمی مختلف

محمد نادریان فر

استاد راهنما

دکتر حسین انصاری

استادان مشاور

دکتر کامران داوری- دکتر علی نقی ضیائی

تابستان ۱۳۸۹

تصویب نامه

این پایان نامه با عنوان " **بررسی روند تغییرات پارامترهای کمی و کیفی منابع آب زیرزمینی تحت شرایط اقلیمی مختلف** " توسط **"محمد نادریان فر"** در تاریخ **۱۳۸۹/۶/۲۸** با نمره و درجه ارزشیابی در حضور هیات داوران با موفقیت دفاع شد.

هیات داوران:

ردیف	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	سمت در هیات	امضاء
۱	آقای دکتر حسین انصاری	استادیار	استاد راهنما	
۲	آقای دکتر کامران داوری	دانشیار	استاد مشاور	
۳	آقای دکتر علی نقی ضیائی	استادیار	استاد مشاور	
۴	آقای دکتر بیژن قهرمان	استاد	استاد مدعو	
۵	آقای دکتر کاظم اسماعیلی	استادیار	استاد مدعو	
۶	آقای دکتر سعید رضا خداشناس	استادیار	نماینده تحصیلات تکمیلی	

تعهد نامه

عنوان پایان نامه: **بررسی روند تغییرات پارامترهای کمی و کیفی منابع آب زیرزمینی تحت شرایط اقلیمی مختلف**

اینجانب **محمد نادریان فر** دانشجوی دوره دکتری / کارشناسی ارشد رشته **مهندسی آبیاری و زهکشی**

دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد تحت راهنمایی **دکتر حسین انصاری** متعهد می شوم که:

- تحقیقات ارائه شده در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده و مسئول صحت و اصالت مطالب نگارش شده می باشم.
- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده شده استناد شده است.
- مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط اینجانب یا فرد یگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه فردوسی مشهد می باشد. مقالات مستخرج با نام دانشگاه فردوسی مشهد و یا Ferdowsi University of Mashhad به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تاثیر گذار بوده اند در مقالات مستخرج از رساله رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.

تاریخ

نام و امضاء دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- **کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات ان (مقالات مستخرج ، برنامه های رایانه ای، نرم افزارها و تجهیزات ساخته شده) متعلق به دانشگاه فردوسی مشهد می باشد و بدون اجازه کتبی دانشگاه قابل واگذاری به شخص ثالث نیست.**
- **استفاده از اطلاعات و نتایج موجود و در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نیست.**

تقدیم

سپاسگزاری

خداوند متعال را سپاس می گویم که به من شایستگی قدم نهادن در راه علم و چشیدن شیرینی طعم حقایق را عطا فرمود. به ثمر رسیدن این پایان نامه مرهون کمک و همیاری دوستان و عزیزانی است که لازم می دانم در این جا از آنها تقدیر و تشکر نمایم. **ولیس للانسان ما سعی.**

سر سپاس بر آستان حق تعالی می سایم که توفیق عطا فرمود تا این تحقیق را به اتمام برسانم و گامی هر چند کوچک در جهت خودکفایی بردارم. تلاش خالصانه **پدر، مادر، خواهر، برادرانم و همچنین نامزد مهربانم** و همه ی سرورانی را که یاریم دادند و از لطفشان مستفیض شدم را ارج می نهم و از خداوند منان تمنای بهروزی برای ایشان دارم. اکنون بر خود لازم می دانم که از استاد بزرگوار و فرزانه ام **جناب آقای دکتر حسین انصاری** که در طول انجام این تحقیق از رهنمودهای علمی و عملی ارزشمندشان بهره مند شدم صمیمانه سپاسگزاری نمایم. همچنین از جناب آقای **دکتر کامران داوری و علی نقی ضیائی** به خاطر تجارب ارزنده شان تشکرم. از جناب آقای دکتر **بیژن قهرمان و کاظم اسماعیلی** که زحمت داوری پایان نامه را بر عهده داشتند و نیز از جناب آقای دکتر **سعید رضا خداشناس** به عنوان نماینده تحصیلات تکمیلی تشکرم.

در پایان از تمامی دوستان عزیزم، خانم ها: مژده سالاری و مهدیه مرادی و آقایان: هادی دهقان، علی اسدی، سید محمد کالوندی و عزیز ایزدی کمال تشکر و قدردانی را دارم.

محمد نادریان فر

شهریور ۸۹

چکیده

دشت نیشابور با اقلیم خشک و نیمه خشک و مساحت ۴۱۹۰ کیلومتر مربع، یکی از دشتهایی است که با افزایش برداشت آب زیرزمینی در سالهای اخیر روبرو بوده است. درنتیجه نقش عوامل مدیریتی در این دشت حائز اهمیت می‌باشد. در این تحقیق ابتدا از بین پیزومترهای انتخاب شده در سطح دشت، با استفاده از تحلیل خوشه‌ای به روش "وارد" (Ward)، ۶ پیزومتر امان آباد، حسین آباد جنگل، امیرآباد، راه سلطان آباد نمک، اراضی چاه مهندس و فیلخانه به عنوان معرف هر خوشه انتخاب شدند. در ادامه از آمار و اطلاعات ۲۲ ایستگاه باران‌سنجی و تبخیرسنجی در طول دوره ۸۵-۱۳۵۲ استفاده شد و با روش IDW مقدار متوسط بارندگی و تبخیرتعرق دردشت و خوشه‌های منتخب محاسبه گردید. نتایج آزمون من-کندال نشان داد، که شیب سطح آب زیرزمینی دشت و پیزومترهای منتخب در دوره ۱۳۸۵-۱۳۷۲ دارای روند منفی است. به همین دلیل در ابتدا روند از سطح آب زیرزمینی به روش برون‌یابی روند حذف گردید. نتایج همبستگی پیرسون بین بارش و سطح آب زیرزمینی دشت نشان داد که بارندگی‌ها با تاخیر۱۰ ماهه (R=۰/۵۳۹) بیشترین تاثیر را روی سطح آب زیرزمینی دشت دارند. ولی این همبستگی به صورت سالانه تکرار می‌شود زیرا داده‌های بارندگی اعداد اسکالری هستند که به صورت مجزا مورد بررسی قرار می‌گیرند، لذا برای یافتن اثرات خشکسالی و ترسالی روی سطح آب زیرزمینی از شاخص SPI استفاده شد. نتایج تحلیل‌ها به صورت سری زمانی متوالی نشان داد که، SPI با مقیاس زمانی بلند مدت ۴۲ ماهه از همبستگی بیشتری ($R^2 = ۰/۵۱۹$) با سطح آب زیرزمینی متوسط دشت برخوردار است. که این نتایج برای خوشه‌های منتخب امان آباد، حسین آباد جنگل، امیرآباد، راه سلطان آباد نمک، اراضی چاه مهندس و فیلخانه به ترتیب در مقیاس زمانی، ۳۶ ($R^2 = ۰/۰۶۳$)، ۳۶ ($R^2 = ۰/۲۱۱$)، ۳۶ ($R^2 = ۰/۳۶۲$)، ۵۴ ($R^2 = ۰/۴۰۵$)، ۴۸ ($R^2 = ۰/۲۴۸$)، ۴۲ ($R^2 = ۰/۴۳۴$) ماهه بدست آمد. نتایج تاخیرهای مختلف سطح آب زیرزمینی نشان داد که فقط در خوشه راه سلطان آباد نمک تاثیرگذار است به طوریکه بیشترین همبستگی در مقیاس زمانی ۵۴ ماهه و با یک تاخیر ۶۳ ماهه ($R^2 = ۰/۸۲۵$) بدست آمد. جهت پیش‌بینی سطح آب زیرزمینی، شاخص SEI محاسبه شد و از شاخص SPI و SEI به عنوان ورودی مدل‌های رگرسیونی استفاده شد. نتایج همبستگی بین SPI با مقیاس‌های زمانی مختلف و پارامترهای کیفی متوسط دشت نشان داد که SPI مقیاس زمانی ۱۱ ماهه با ضریب تعیین بیشتر از ۰/۵ بر روی پارامترهای کیفی (شوری و کلر) دشت موثر است. همچنین نتایج نشان داد خشکسالی از عوامل کاهش کیفیت آب زیرزمینی در منطقه می‌باشد ولی به تنهایی عامل بحران نبوده بلکه در کنار آن افت سطح آب زیرزمینی باعث بدتر شدن کیفیت آب شده است.

کلید واژه: بارندگی، برون یابی روند، سطح آب زیرزمینی، شاخص SPI

فهرست مطالب

عنوان صفحه

فصل اول:

مقدمه..... ۱

۱-۱- پیشگفتار..... ۱

۱-۲- ضرورت و اهمیت موضوع..... ۲

۱-۳- اهداف تحقیق..... ۵

۱-۴- فرضیات تحقیق..... ۶

۱-۵- روند تدوین پایان‌نامه..... ۶

فصل دوم: مبانی نظری و مرور منابع..... ۹

۲-۱- مقدمه..... ۹

۲-۲- تعریف و مفهوم خشکسالی..... ۱۰

۲-۳- انواع خشکسالی..... ۱۰

۲-۴- پایش خشکسالی..... ۱۱

۲-۵- اثر شرایط اقلیمی مختلف روی پارامترهای کیفی..... ۱۴

۲-۶- اثر شرایط اقلیمی مختلف روی پارامترهای کمی..... ۱۶

۲-۷- تحلیل عاملی..... ۱۹

فصل سوم: مواد و روش‌ها..... ۲۱

۳-۱- مقدمه..... ۲۱

۳-۲- موقعیت منطقه مورد مطالعه و وضعیت عمومی منطقه..... ۲۱

۳-۳- داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز..... ۲۳

۳-۳-۱- تحلیل خوشه‌ای پیزومترهای موجود در دشت ۲۳

۳-۳-۲- لایه اطلاعات بارندگی حوزه..... ۲۵

۳-۳-۳- پایش خشکسالی..... ۲۶
۳-۳-۳-۱- شاخص SPI..... ۲۶
۳-۳-۳-۲- شاخص SEI..... ۲۸
۳-۳-۴- اطلاعات مربوط به سطح آب زیرزمینی..... ۳۰
۳-۳-۴-۱- هیدروگراف واحد سطح آب زیرزمینی دشت نیشابور..... ۳۰
۳-۳-۴-۲- خوشه‌های منتخب..... ۳۰
۳-۴- مدل‌های مورد استفاده..... ۳۴
۳-۴-۱- تجزیه و تحلیل‌های زمین آماری..... ۳۴
۳-۴-۱-۱- مدل کریجینگ معمولی..... ۳۴
۳-۴-۱-۲- مدل کوکریجینگ..... ۳۶
۳-۴-۱-۳- مدل میان یابی IDW..... ۳۶
۳-۴-۱-۴- مدل میان‌یابی SPLINE..... ۳۷
۳-۴-۲- تحلیل عاملی..... ۳۷
۳-۴-۳- برون یابی روند..... ۳۹
۳-۴-۴- آزمون من-کندال..... ۴۰
۳-۴-۵- پیش‌بینی و ارائه مدل..... ۴۰
۳-۵- معیارهای عملکرد وارزیابی مدل‌ها..... ۴۱
۳-۵-۱- ارزیابی مدل..... ۴۱
فصل چهارم: نتایج و بحث..... ۴۳
۴-۱- مقدمه..... ۴۳
۴-۲- آزمون‌های روند روی سطح آب زیرزمینی و بارندگی دشت..... ۴۴
۴-۲-۱- آبنمود دشت..... ۴۴
۴-۲-۲- خوشه‌های منتخب..... ۴۶

۴-۳- رابطه بین بارندگی و سطح آب زیرزمینی..... ۵۳
۴-۳-۱- رابطه بین بارندگی متوسط دشت با هیدروگراف واحد دشت..... ۵۳
۴-۳-۲- رابطه بین بارندگی متوسط خوشه‌ها با سطح آب زیرزمینی پیزومترهای منخب..... ۵۷
۴-۴- تغییرات زمانی شاخص SPI در مقیاس‌های زمانی مختلف..... ۵۸
۴-۴-۱- تغییرات زمانی SPI متوسط دشت در مقیاس‌های زمانی مختلف..... ۵۸
۴-۴-۲- پایش و ارزیابی شدت دوره‌های خشک دشت نیشابور..... ۶۰
۴-۵- اثر شرایط اقلیمی مختلف روی پارامترهای کمی..... ۶۱
۴-۵-۱- رابطه بین شاخص SPI با سطح آب زیرزمینی دشت (داده‌ها به صورت متوالی)..... ۶۱
۴-۵-۱-۱- متوسط دشت..... ۶۱
۴-۵-۱-۲- خوشه سلطان آباد..... ۶۴
۴-۵-۱-۳- خوشه فیلخانه..... ۶۷
۴-۵-۱-۴- خوشه امان آباد..... ۶۹
۴-۵-۱-۵- خوشه اراضی مهندس..... ۷۱
۴-۵-۱-۶- خوشه جنوب حسین آباد..... ۷۲
۴-۵-۱-۷- خوشه امیر آباد..... ۷۴
۴-۵-۲- رابطه بین شاخص SEI با سطح آب زیرزمینی دشت (داده‌ها به صورت متوالی)..... ۷۵
۴-۵-۳- رابطه بین تغییرات ماهانه و فصلی سطح آب زیرزمینی دشت و شاخص SPI در مقیاس
زمانی مختلف..... ۷۶
۴-۵-۳-۱- متوسط دشت..... ۷۶
۴-۵-۳-۲- خوشه‌های منتخب..... ۷۸
۴-۶- اثر شرایط اقلیمی مختلف روی پارامترهای کیفی..... ۸۱
۴-۶-۱- مقایسه روش‌های پهنه‌بندی..... ۸۲
۴-۶-۲- نقشه‌های پهنه‌بندی پارامترهای کیفی آب زیرزمینی..... ۸۳

۴-۶-۳- بررسی تغییرات مکانی پارامترهای کیفی در دشت و خوشه‌ها..... ۸۷
۴-۶-۴- رابطه شاخص SPI با پارامترهای کیفی..... ۸۸
۴-۶-۵- بررسی روند تغییرات زمانی پارامترهای کیفی..... ۸۸
۴-۶-۶- تحلیل عاملی..... ۹۰
۴-۶-۷- بررسی تاثیر افت سطح آب زیرزمینی روی پارامترهای کیفی..... ۹۳
۴-۷- پیش‌بینی سطح آب زیرزمینی..... ۹۵
۴-۷-۱- پیش‌بینی سطح آب زیرزمینی به صورت سری زمانی..... ۹۵
فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات ۹۹
۵-۱- مقدمه..... ۹۹
۵-۲- خلاصه و نتیجه‌گیری..... ۱۰۰
۵-۲-۱- نتایج حاصل از پارامترهای کمی..... ۱۰۰
۵-۲-۲- نتایج حاصل از پارامترهای کیفی..... ۱۰۲
۵-۳- پیشنهادات..... ۱۰۳
منابع..... ۱۰۵
پیوست شماره ۱- ارزیابی بحران آب در دشت..... I
پیوست شماره ۲- نتایج پیش‌بینی سطح آب زیرزمینی به صورت ماهانه..... VII
پیوست شماره ۳- نتایج پیش‌بینی سطح آب زیرزمینی به صورت فصلی..... XXI
پیوست شماره ۴- اسامی لاتین اشخاص..... XXIII

فهرست جداول.

جدول ۳-۱ پیزومترهای منتخب برای هر خوشه در دشت نیشابور.....۲۴

جدول ۳-۲ طبقه‌بندی شدت خشکسالی و ترسالی بر اساس شاخص تبخیروتعرق استاندارد شده.....۲۹

جدول ۴-۱ نتایج بررسی روند بارندگی و آبنمود دشت نیشابوربا استفاده از آزمون من-کندال.....۴۴

جدول ۴-۲ نتایج آزمون من-کندال بر روی سطح آب زیرزمینی در پیزومترهای منتخب در دشت نیشابور.....۴۶

جدول ۴-۳ همبستگی بین میزان بارندگی ایستگاههای باران سنجی و تبخیر سنجی با متوسط بارندگی دشت.....۵۴

جدول ۴-۴ ضریب همبستگی ورگرسیون خطی بین تغییرات سطح ایستابی با تاخیر۱۰ ماهه و بارندگی.....۵۶

جدول ۴-۵ حداکثر همبستگی بین بارندگی ماهانه و سطح آب زیرزمینی در خوشه‌های مختلف (تاخیر از ۱ تا ۱۲ ماه).....۵۷

جدول ۴-۶ حداکثر همبستگی بین بارندگی ماهانه و سطح آب زیرزمینی در خوشه‌های مختلف (تاخیر از ۱ تا ۴۸ ماه).....۵۸

جدول ۴-۷ شاخص استاندارد شده بارندگی کوچکتر از صفر و تداوم دوره های خشک در طی سالهای۱۳۸۵-۱۳۵۲.....۶۰

جدول ۴-۸ تعداد، تداوم، زمان وقوع و خاتمه دوره های خشک خیلی شدید در دشت نیشابور ۶۱

جدول ۴-۹ حداکثر همبستگی بین شاخص SEI و سطح آب زیرزمینی در خوشه ها به طور همزمان و با تاخیر (تاخیر از ۱تا ۲۴ ماه) ۷۵

جدول ۴-۱۰ حداکثر ضریب همبستگی بین داده های ماه به ماه افت سطح آب زیرزمینی و شاخص SPI در تاخیرهای مختلف.....۷۷

جدول ۴-۱۱ حداکثر ضریب همبستگی بین داده های فصلی افت سطح آب زیرزمینی و شاخص SPI در تاخیرهای مختلف.....۷۸

جدول۴-۱۲ حداکثر ضریب همبستگی بین داده های ماه به ماه افت سطح آب زیرزمینی در خوشه ها و شاخص SPI درتاخیرهای مختلف.....۷۹

جدول ۴-۱۳ حداکثر ضریب همبستگی بین داده های فصلی افت سطح آب زیرزمینی خوشه‌ها و شاخص

SPI در تاخیرهای مختلف..... ۸۱

جدول ۴-۱۴ ضرائب همبستگی پیرسون بین پارامترهای کیفی نمونه‌برداری شده از چاههای کشاورزی در دشت نیشابور (سال ۸۶-۱۳۸۵)..... ۸۲

جدول ۴-۱۵ خلاصه آماری داده های مربوط به EC و SAR در دشت نیشابور در سال ۸۶-۱۳۸۵..... ۸۳

جدول ۴-۱۶ مقایسه روشهای مختلف تخمین در برآورد EC و SAR بر اساس معیارهای مختلف دردوره آماری ۸۶- ۱۳۸۵..... ۸۴

جدول ۴-۱۷ همبستگی حداکثر ماهانه بین شاخص SPI با پارامترهای کیفی در نقاط مختلف دشت..... ۸۸

جدول ۴-۱۸ پارامترهای آماری مولفه‌های فیزیکوشیمیایی دشت نیشابور..... ۹۱

جدول ۴-۱۹ نتایج آزمون من-ویتنی برای مقایسه میانگین پارامترهای کیفی مورد مطالعه در دو سال ۱۳۸۰ و ۱۳۸۵..... ۹۱

جدول ۴-۲۰ نتایج تحلیل عاملی متغیرها در دشت نیشابور..... ۹۲

جدول ۴-۲۱ فرآیندهای موثر بر کیفیت آب زیرزمینی در دشت نیشابور..... ۹۳

جدول ۴-۲۲ ضرایب معادلات مربوط به مدل‌های رگرسیونی در دشت نیشابور..... ۹۵

جدول ۴-۲۳ مقادیر معیارهای عملکرد در نظر گرفته شده برای دوره آزمون و آموزش..... ۹۶

فهرست اشکال

شکل ۳-۱ موقعیت حوضه نیشابور در کشور و نسبت به حوضه‌های استان خراسان رضوی..... ۲۳

شکل ۳-۲ نمایش پیزومترهای موجود و انتخاب شده در سطح دشت..... ۲۴

شکل ۳-۳ پراکندگی ایستگاههای باران‌سنجی و تبخیر سنجی موجود در دشت نیشابور..... ۲۵

شکل ۳-۴ لایه اطلاعاتی خوشه‌بندی شده برای محاسبه متوسط بارندگی..... ۲۶

شکل ۳-۵ هیدروگراف واحد سطح آب زیرزمینی دشت نیشابور در طول دوره آماری ۸۵-۱۳۷۲..... ۳۰

شکل ۳-۶ نوسانات سطح آب زیرزمینی پیزومتر فیلخانه در طول دوره آماری ۸۵-۱۳۷۲..... ۳۱

شکل ۳-۷ سیر نزولی سطح آب زیرزمینی پیزومتر امان آباد در طول دوره آماری ۸۵-۱۳۷۲..... ۳۲

شکل ۳-۸ نوسانات سطح آب زیرزمینی پیزومتر امیرآباد در طول دوره آماری ۸۵-۱۳۷۲..... ۳۲

شکل ۳-۹ سیر نزولی سطح آب زیرزمینی پیزومتر راه سلطان آباد در طول دوره آماری ۸۵-۱۳۷۲..... ۳۳

شکل۳-۱۰ سیر نزولی سطح آب زیرزمینی پیزومتر اراضی چاه مهندس در طول دوره آماری ۸۵-۱۳۷۲..... ۳۳

شکل ۳-۱۱ نوسانات سطح آب زیرزمینی پیزومتر حسین آباد جنگل در طول دوره آماری ۸۵-۱۳۷۲..... ۳۳

شکل ۴-۱ خط روند برازش داده شده بر داده‌های آبنمود دشت نیشابور..... ۴۵

شکل ۴-۲ نوسانات آبنمود دشت نیشابور بعد از حذف روند..... ۴۶

شکل ۴-۳ خط روند برازش داده شده بر داده‌های سطح آب زیرزمینی پیزومتر راه سلطان آباد نمک..... ۴۷

شکل ۴-۴ نوسانات سطح آب زیرزمینی پیزومتر راه سلطان آباد نمک بعد از حذف روند..... ۴۸

شکل ۴-۵ خط روند برازش داده شده بر داده‌های سطح آب زیرزمینی پیزومتر فیلخانه..... ۴۸

شکل ۴-۶ نوسانات سطح آب زیرزمینی پیزومتر فیلخانه بعد از حذف روند..... ۴۹

شکل ۴-۷ خط روند برازش داده شده بر داده‌های سطح آب زیرزمینی پیزومتر امان آباد..... ۴۹

شکل ۴-۸ نوسانات سطح آب زیرزمینی پیزومتر امان آباد بعد از حذف روند..... ۵۰

شکل ۴-۹ خط روند برازش داده شده بر داده‌های سطح آب زیرزمینی پیزومتر اراضی چاه مهندس..... ۵۰

شکل ۴-۱۰ نوسانات سطح آب زیرزمینی پیزومتر اراضی چاه مهندس بعد از حذف روند..... ۵۱

شکل ۴-۱۱ خط روند برازش داده شده بر داده‌های سطح آب زیرزمینی پیزومترحسین آباد جنگل..... ۵۱

شکل ۴-۱۲ نوسانات سطح آب زیرزمینی پیزومتر حسین آباد جنگل بعد از حذف روند.....۵۲
شکل ۴-۱۳ خط روند برازش داده شده بر داده‌های سطح آب زیرزمینی پیزومترامیر آباد.....۵۲
شکل ۴-۱۴ نوسانات سطح آب‌زیرزمینی پیزومتر امیر آباد بعد از حذف روند.....۵۳
شکل ۴-۱۵ متوسط بارندگی سالانه دشت نیشابور در طول دوره آماری ۱۳۵۲-۱۳۸۵.....۵۴
شکل ۴-۱۶ ارتباط بین بارندگی و سطح آب زیرزمینی در تاخیر های مختلف.....۵۵
شکل ۴-۱۷ نمودار خط رگرسیون برازش داده شده بر داده‌های سطح آب زیرزمینی با تاخیر۱۰ ماهه و بارندگی ماهانه دشت.....۵۶
شکل ۴-۱۸ تغییر شکل شاخص SPI در مقیاس های زمانی مختلف.....۵۹
شکل ۴-۱۹ همبستگی بین داده‌های متوالی سطح آب زیرزمینی دشت (استاندارد شده) و شاخص SPI درمقیاس زمانی مختلف.....۶۲
شکل ۴-۲۰ خط رگرسیون برازش داده شده سطح آب زیرزمینی بر شاخص SPI در مقیاس زمانی ۴۲ ماه.....۶۳
شکل ۴-۲۱ تغییر شکل سری زمانی سطح آب زیرزمینی استاندارد شده و SPI در مقیاس ۴۲ ماهه (دوره آماری ۱۳۸۵-۱۳۷۲).....۶۴
شکل ۴-۲۲ همبستگی بین داده‌های متوالی سطح آب زیرزمینی و شاخص SPI در مقیاس های زمانی مختلف.....۶۵
شکل۴-۲۳ خط رگرسیون برازش داده شده سطح آب زیرزمینی بر شاخص SPI در مقیاس زمانی ۵۴ ماه.....۶۶
شکل ۴-۲۴ تغییر شکل سری زمانی سطح آب زیرزمینی استاندارد شده و SPI در مقیاس ۵۴ ماهه (دوره آماری ۱۳۸۵-۱۳۷۲).....۶۶
شکل ۴-۲۵ تغییر شکل سری زمانی سطح آب زیرزمینی استاندارد شده با ۶۳ ماه تاخیرو SPI در مقیاس ۵۴ ماهه (دوره آماری ۱۳۸۵-۱۳۷۲).....۶۶
شکل ۴-۲۶ خط رگرسیون برازش داده شده سطح آب زیرزمینی بر شاخص SPI در مقیاس زمانی ۵۴ ماه با تاخیر ۶۳ ماه.....۶۷

شکل۴-۲۷ همبستگی بین داده‌های متوالی سطح آب زیرزمینی و شاخص SPI در مقیاس‌های زمانی مختلف..... ۶۸
شکل ۴-۲۸ تغییر شکل سری زمانی سطح آب زیرزمینی استاندارد شده و SPI در مقیاس ۴۲ ماهه (دوره آماری ۱۳۸۵-۱۳۷۲)..... ۶۸
شکل ۴-۲۹ همبستگی بین داده‌های متوالی سطح آب زیرزمینی و شاخص SPI در مقیاس های زمانی مختلف..... ۶۹
شکل ۴-۳۰ تغییر شکل سری زمانی سطح آب زیرزمینی استاندارد شده و SPI در مقیاس ۳۶ ماهه (دوره آماری ۱۳۸۵-۱۳۷۲)..... ۷۰
شکل ۴-۳۱ تغییر شکل سری زمانی سطح آب زیرزمینی با تاخیر۳۲ ماهه و SPI در مقیاس ۳۶ ماهه (دوره آماری ۱۳۸۵-۱۳۷۲)..... ۷۰
شکل ۴-۳۲ همبستگی بین داده‌های متوالی سطح آب زیرزمینی و شاخص SPI در مقیاس‌های زمانی مختلف..... ۷۱
شکل ۴-۳۳ تغییر شکل سری زمانی سطح آب زیرزمینی استاندارد شده و SPI در مقیاس ۴۸ ماهه (دوره آماری ۱۳۸۵-۱۳۷۲)..... ۷۲
شکل ۴-۳۴ همبستگی بین داده‌های متوالی سطح آب زیرزمینی و شاخص SPI در مقیاس های زمانی مختلف..... ۷۳
شکل ۴-۳۵ تغییر شکل سری زمانی سطح آب زیرزمینی استاندارد شده و SPI در مقیاس ۳۶ ماهه (دوره آماری ۱۳۸۵-۱۳۷۲)..... ۷۳
شکل ۴-۳۶ همبستگی بین داده‌های متوالی سطح آب زیرزمینی و شاخص SPI در مقیاس های زمانی مختلف..... ۷۴
شکل ۴-۳۷ تغییر شکل سری زمانی سطح آب زیرزمینی استاندارد شده و SPI در مقیاس ۳۶ ماهه (دوره آماری ۱۳۸۵-۱۳۷۲)..... ۷۴
شکل ۴-۳۸ حداکثر همبستگی بین افت سطح آب زیرزمینی و SPI در مقیاس های زمانی مختلف..... ۷۷

شکل ۴-۳۹ حداکثر همبستگی بین افت سطح آب زیرزمینی و SPI در مقیاس‌های زمانی مختلف
الف: پیزومتر فیلخانه، ب: سلطان آباد، پ: امیر آباد، ت: امان آباد، ج: چاه مهندس، چ: حسین آباد جنگل.....۷۹
شکل ۴-۴۰ حداکثر همبستگی فصلی بین افت سطح آب زیرزمینی و شاخص SPI در مقیاس‌های زمانی مختلف
الف: پیزومتر فیلخانه، ب: سلطان آباد، پ: امیر آباد، ت: امان آباد، ج: چاه مهندس، چ: حسین آباد جنگل.....۸۰
شکل ۴-۴۱ نیم‌تغییرنماهای نظری برازش داده شده.....۸۴
شکل ۴-۴۲ الف: نقشه پهنه بندی شده EC به روش کوکریجینگ و مدل نمایی (۱۳۸۵)، ب: نقشه پهنه بندی شده SAR به روش کوکریجینگ و مدل کروی (۱۳۸۵)، پ: نقشه پهنه بندی شده EC به روش کوکریجینگ و مدل نمایی (۱۳۷۸)، ت: نقشه پهنه بندی شده SAR به روش کوکریجینگ و مدل کروی (۱۳۷۸) در دشت نیشابور.....۸۵
شکل ۴-۴۳ متوسط مقادیر الف: پتاسیم، ب: کلر، پ: نسبت جذب سدیم و ت: شوری، برآورد شده در دشت با پهنه‌بندی به روش IDW ۸۷
شکل ۴-۴۴ نقشه های آنومالی مقادیرSAR (الف) و EC (ب) در طول دو دوره متفاوت ۱۳۷۸ و ۱۳۸۵.....۸۹
شکل ۴-۴۵ رابطه بین تغییرات افت سطح آب زیرزمینی و پارامترهای کیفی(EC,SAR) در پیزومتر راه سلطان آباد نمک ۹۴
شکل ۴-۴۶ مقایسه مقادیر پیش‌بینی شده و مشاهده شده در دوره آزمون ۹۷

فصل اول: مقدمه

۱-۱- پیش گفتار

جمعیت جهان تقریبا با رشد سریع ۲۵۰ هزار نفر در روز یا ۹۰ میلیون در سال، در حال افزایش است که در نتیجه آن، فشار بیشتری برای تأمین غذای مورد نیاز بر منابع طبیعی وارد می‌شود. به همین علت بخش کشاورزی که اصلی‌ترین بخش در تامین نیاز غذایی انسان می‌باشد، باید در جهت توسعه پایدار گام بردارد. از دیدگاه سازمان جهانی خواربار و کشاورزی (FAO[1])، توسعه پایدار عبارت است از مدیریت و حفاظت منابع طبیعی پایه و هدایت تحولات فن آوری و نهادی، به طوری‌که از تأمین نیازهای انسانی برای نسل‌های کنونی و آینده بشریت به صورت مستمر و پایدار اطمینان حاصل شود. از طرفی دیگر، بخش کشاورزی نقش حیاتی در اقتصاد ملی هر کشور دارد، به طوری‌که در ایران این بخش حدود ۲۷ درصد تولید ناخالص ملی، ۲۳ درصد اشتغال و تأمین بیش از ۸۰ درصد غذای جامعه را تشکیل می‌دهد. در شرایط خاص اقلیمی ایران که خشکی و پراکنش نامناسب زمانی و مکانی بارندگی، واقعیتی گریز ناپذیراست، کشاورزی پایدار و افزایش تولیدات آن منوط به استفاده صحیح و منطقی از منابع محدود آب و همچنین مدیریت منابع آب بخصوص در زمان بروز خشکسالی، می‌باشد.

1- Food and Agricultural Organization

منابع آب زیرزمینی، بزرگترین ذخیره قابل دسترسی آب شیرین را در مناطق خشک و نیمه خشک تشکیل می‌دهند. در مناطقی که منابع آب سطحی محدود بوده و یا به راحتی در دسترس انسان قرار ندارند، می توان نیاز انسانها را به آب از طریق آبهای زیرزمینی که در همه جا بطور وسیع و گسترده پخش شده اند، برطرف نمود. مکانیسم ها وشرایط مختلف موثر برمنابع آب زیر زمینی، تغییراتی در حجم آب ذخایر زیرزمینی و سطح آب سفره به وجود می آورد که جهت برنامه‌ریزی و مدیریت صحیح، بایستی تحت کنترل دقیق و پیش بینی های به موقع قرار گیرند. در این راستا پیش‌بینی نوسانات سطح آب زیرزمینی از جمله مهمترین راهکارهای مدیریتی است که می‌تواند در این راستا مفید و موثر واقع گردد.

۱-۲- ضرورت و اهمیت موضوع

در دهه های اخیر، آب به عنوان یک موضوع مهم در کانون توجه و محافل علمی قرار گرفته است. رشد روز افزون جمعیت و رقابت بخش های گوناگون مصرف کننده آب از یک سو و از دیگر سو روند رو به گسترش آلودگی آبها، محدودیت منابع آب شیرین را بیش از گذشته تشدید کرده است. در دهه های اخیر، عمدتاً بعلت افزایش مصرف آب از سویی، برداشت بیش از حد مجاز از منابع آب (خصوصاً منابع زیرزمینی) از سوی دیگر و بالاخره عدم استفاه بهینه از آب موجود، پدیده کمبود آب در کشور را نمایان کرده است. همچنین عدم برخورداری از بارندگی کافی با توزیع زمانی و مکانی مناسب، بدلیل موقعیت جغرافیائی و اقلیمی و غلبه خشکی نگران کننده، کمبود آب را بعنوان یک واقعیت انکارپذیر و هراس آور به کشور تحمیل نموده است (حسینی و همکاران، ۱۳۸۴). با پیش بینی دقیق نوسانات سطح آب زیرزمینی می‌توان از آن در برنامه‌ریزی تأمین آب قابل اعتماد و نیز درمدیریت منابع آب استفاده نمود. بر اثر خشکسالی، آب مخازن سدها کاهش می‌یابد، آب چشمه‌ها کم ویا به طور کلی خشک می شود که اثر نامطلوبی بر سفره‌های آب زیرزمینی منطقه تحت تاثیر خود می‌گذارد. با پایین رفتن سطح آب زیرزمینی

در نواحی خشک، علاوه بر پیشروی بیابان (نابود شدن گیاهان طبیعی)، آب شور در چاههای آب شیرین پیشروی می‌کند و آبیاری زیاد با آب شور سرانجام به کویری شدن آن زمین خواهد انجامید (کردوانی، ۱۳۸۰).

خشکسالی (drought) وضعیتی از کمبود بارندگی و افزایش دماست که در هر وضعیت اقلیمی ممکن است رخ دهد. خشکسالی غالباً به عنوان یک پدیده خزنده توصیف می شود و توصیف زمانی و مکانی آن بسیار مشکل است (علیزاده، ۱۳۸۵). دراکوپ و همکاران (۱۹۸۰) که تعاریف خشکسالی را به طور کامل بررسی کردند، و همچنین وایل‌هیت وگلنتز (۱۹۸۵) که به بررسی بیش از ۱۵۰ تعریف پرداختند و در نهایت ۶ طبقه کلی از خشکسالی که عبارت بودند از هواشناسی، کلیماتولوژی، اتمسفری، کشاورزی، هیدرولوژی و منابع آب را مشخص کردند. تمام تعاریف ارائه شده و تحلیل آنها بر این نظر بودند که خشکسالی اولا بر اثر کمبود رطوبت، ناشی از کمبود بارندگی در طول یک دوره زمانی مشخص، که کمبود منابع آبی قابل استفاده را به همراه دارد، بوجود می آید و ثانیاً به دوره‌ای که کمبودها در آن اتفاق افتاده، وابسته‌اند. منابع آبی قابل استفاده شامل رطوبت خاک، آب زیرزمینی، پوشش برف، جریان های رودخانه‌ای و ذخایر آبی است (قهرمان، ۱۳۸۱). خشکسالی هواشناسی زمانی روی می‌دهد که بارندگی سالانه و یا هر بازه زمانی معین (مثلاً ماهانه یا فصلی) کمتر از میانگین دراز مدت آن باشد. ادامه خشکسالی هواشناسی به مدت طولانی سبب بروز خشکسالی هیدرولوژی می‌شود که در این نوع خشکسالی، سطح آب رودخانه ها، مخازن آب، دریاچه‌ها و آبهای زیرزمینی به پایین تر از میانگین دراز مدت افت می‌کند (رضیئی و همکاران، ۱۳۸۶). این پدیده که باعث کاهش منابع آبی می‌شود، باعث بروز آثار بسیار شدید و گسترده بر روی حیات موجودات و اکوسیستم‌های وابسته به آب می‌شود. هم چنین به دلیل پیچیدگی زیاد این پدیده، فهم آن در مقایسه با دیگر بلایای طبیعی مشکل تر بوده و بخش‌های بیشتری را تحت تاثیر خود قرار می‌دهد (تقی زاده و همکاران، ۱۳۸۷). هدف یک شاخص خشکسالی،

تعیین ساده و کمی سه ویژگی یعنی شدت، تداوم و گستردگی مکانی آن است. دوره‌های خشک ممکن است دراثر کمبود باران و کاهش پوشش برف، تقلیل جریان های سطحی و رطوبت خاک و دیگر عوامل متأثر از آن و یا حتی براساس ترکیبی از این عوامل بیان شود، لذا توصیف آن ها از نظر کمی و کیفی طیف وسیعی از داده‌ها را شامل می‌شود. با ارائه یک شاخص که در واقع تابعی از عوامل مختلف محیطی و عوامل متأثر از دوره های خشک است و در نهایت به صورت یک عدد نمایش داده می شود، می توان تصویر جامعی از همه این عوامل را فراهم کرده و از آن برای ارزیابی دوره های خشک وتصمیم گیری دربارهٔ آن استفاده کرد که به مراتب مفیدتر و ساده تر از ردیفهای متعددی از داده‌های متنوع مرتبط با خشکی است (انصاری و داوری، ۱۳۸۶).

دشت نیشابور جزئی از حوضه آبریز کال شور نیشابور است که در دامنه جنوبی ارتفاعات بینالود ودر شمال شرق کویر مرکزی واقع شده و از شمال به خط الرأس بینالود، از شرق به بلندیهای لیلاجوق و یال پلنگ، از جنوب به تپه ماه ورهای نیزه بند-سیاه کوه وکویر نمک و از غرب به حوضه آبریز دشت سلطانیه محدود می‌شود. منابع آبی موجود در دشت شامل رودخانه ها، قناتها، چشمه ها وچاه ها هستند (ولایتی و توسلی، ۱۳۷۰). منبع اصلی تأمین آب مورد نیاز منطقه چاه ها بوده که از آبخانه زیرزمینی دشت نیشابور تغذیه می‌شوند، قنوات نیز در زهکشی آب زیرزمینی نقش دارند. در اثر اضافه برداشتهای زیاد و افت سطح آب زیرزمینی، از سال ۱۳۶۵ این دشت ممنوعه اعلام شده است (حسینی و همکاران، ۱۳۸۴). تداوم این امر از یکسو وعدم توجه دست اندرکاران منابع آب از سوی دیگر سبب شده که منطقه در زمینه منابع آب، وارد بحران شود و این بحران به رغم اعلام ممنوعیت دشت کماکان تداوم یافته است. از جمله پیامدهای افت سطح آب زیرزمینی و کسری مخزن علاوه بر مسائل و مشکلات زیاد اقتصادی و اجتماعی، شور شدن تدریجی آب، نشست سطح زمین، کاهش آبدهی چاه های حفر شده، خشک شدن قناتها، کمبود تأمین آب کافی برای مصارف شرب وصنعتی و... خواهد بود. گرچه رهایی کامل از این بحران و بازگشت به حالت

اولیه غیرمحتمل بنظر می رسد، معهذا پس از مطالعه وبررسی وضعیت کنونی منابع آب و بحران آب، راهکارهای جلوگیری از تشدید بحران وبرون رفت احتمالی از آن قابل ارائه می باشد.

۱-۳- اهداف تحقیق

دشت نیشابور در یکی از مناطقی که دارای اقلیم خشک و نیمه خشک است قرار گرفته است و خشکی جزء فطرت و صفت ذاتی آن می باشد و خشکسالی نیز از جمله بلایایی است که در هر اقلیمی روی می‌دهد. در میان عناصر اقلیمی، بارش بیشترین نوسان را دارد، این مسئله به ویژه در کشور ایران که بارش متوسط سالیانه‌ی آن در حدود ۲۵۰ میلیمتر است اهمیت بیشتری دارد. لذا مشاهدات خشکسالی با شدت‌های مختلف و ترسالی‌های مخرب در ایران امری طبیعی و تقریبا متداول است. بر اساس گزارش سازمان هواشناسی جهانی ۵۰ درصد خسارت وارده ناشی از خشکسالی بوده است (حمیدیان پور، ۱۳۸۴). در مجموع خشکسالی در زمینه‌های مختلف، هم به طور مستقیم و هم به طور غیر مستقیم اثرات زیان بخشی وارد می‌آورد، مهمترین اثر آن بر منابع آب کشور است. برداشت بی‌رویه از سطح آب زیرزمینی و نوسانات آن در نقاط مختلف دشت نیشابور ما را بر آن داشت که به بررسی موارد زیر پرداخته شود:

- اثرات بارندگی بر روی نوسانات سطح آب زیرزمینی (با حذف روند ناشی از اضافه برداشت) دشت نیشابور
- روند تغییرات سطح آب زیرزمینی دشت و عوامل اقلیمی موثر بر آن، با چه مقیاس زمانی مرتبط است.
- بررسی اثرات بارندگی و شرایط اقلیمی بر روی پارامترهای کیفی دشت