

صلى الله عليه وسلم



دانشکده کشاورزی

گروه مهندسی آب

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته منابع آب

عنوان

مطالعه روند تغییرات ترکیب شیمیایی آب زیر زمینی

(مطالعه موردی: دشت نجف آباد)

استاد راهنما

دکتر یعقوب دین پژوه

استادان مشاور

دکتر اسماعیل اسدی

دکتر رسول میرعباسی نجف آبادی

پژوهشگر

علی کلاهدوزان

مرداد ۱۳۹۳

تقدیم به

پدرم و مادرم

تمام کسانم

برادرانم حسین و جواد

تقدیر و سپاس

باسپاس از پروردگار جهانیان که قدرت آموختن را به بشر ارزانی کرد. اینک که این پژوهش به پایان رسیده است بر خود تکلیف می‌دانم از اساتید گرامی که با کثرت دستی از محضرشان کسب فیض نمودم قدردانی و تشکر کنم و برایشان توفیق روز افزون از محضر خالق یکتا خواهان باشم.

مراتب قدردانی خود را از استاد راهنمای ارجمندم جناب آقای دکتر یعقوب دین‌پژوه و اساتید مشاور بنده جناب آقای دکتر رسول میرعباسی نجف آبادی و جناب آقای دکتر اسماعیل اسدی که در اجرای این پروژه، دلسوزانه و با صبر و حوصله بسیار راهنما و مشاور بنده چه از نظر علمی و چه از نظر اخلاقی بودند تقدیر و برای ایشان آرزوی توفیق می‌کنم.

از سرکار خانم دکتر صابره دبندی که زحمت داوری پایان نامه را بر عهده گرفتند کمال تشکر را دارم.

از سرکار خانم دکتر فرزاد انشور و ثونی که با تمام وجود و مخلصانه به من کمک کردند کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از اساتید محترم گروه آب آقیانان دکتر احمد فخری فرد، دکتر محمد علی قربانی و دکتر امیر حسین ناظمی که در طی دوران تحصیل در مقطع کارشناسی ارشد در محضرشان کسب علم نمودم، بسیار سپاسگزارم.

از کارشناس شرکت آب منطقه‌ای استان اصفهان جناب آقای مهندس دربی نجف آبادی که در طول انجام این پژوهش از پیچ‌لگی فروگذار نکردند، کمال تشکر را دارم.

علی کلایدوزان

مرداد ۱۳۹۳

نام خانوادگی: کلاهدوزان	نام: علی
عنوان پایان نامه: مطالعه روند تغییرات ترکیب شیمیایی آب زیر زمینی (مطالعه موردی: دشت نجف آباد)	
استاد راهنما: دکتر یعقوب دین پژوه اساتید مشاور: دکتر اسماعیل اسدی و دکتر رسول میرعباسی نجف آبادی	
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد	رشته: مهندسی آب
دانشکده: کشاورزی	تاریخ فارغ التحصیلی: مرداد ۱۳۹۳
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد	رشته: مهندسی آب
دانشگاه: تبریز	تعداد صفحات: ۱۷۱
واژه‌های کلیدی: تحلیل روند، تراز آب زیرزمینی، کیفیت آب زیرزمینی، همگنی روند، آزمون پتیت، دشت نجف آباد،	
چکیده	
<p>در این مطالعه، روند تراز آب زیرزمینی ۳۳ ایستگاه پیژومتری در مقیاس ماهانه در دشت نجف آباد در دوره آماری ۱۳۹۱-۱۳۷۴ با آزمون ناپارامتری مان-کندال مرتبه ۱، ۲ و ۴ مورد بررسی قرار گرفت. برای هر سری زمانی شیب خط روند با استفاده از روش تخمین گر Sen محاسبه شد. همگنی روند تغییرات تراز آب زیرزمینی با روش وان بل و هوقس مورد آزمون قرار گرفت. نتایج نشان داد که در همه ایستگاه‌های نزدیک رودخانه زاینده رود تراز آب زیرزمینی (به جز ایستگاه-شرق تیران) دارای روند منفی است. در بیش از ۴۸ درصد ایستگاه‌ها روند منفی ($P < 0.01$) معنی‌دار با روش مان-کندال مرتبه ۴ مشاهده شد. نتایج مربوط به نقشه‌های روند نشان داد بیشترین روند تغییرات در محل شبکه‌های آبیاری و زهکشی و در امتداد رودخانه زاینده رود است. بررسی شیب خط روند نشان داد که بطور متوسط تراز آب زیرزمینی در دشت نجف آباد حدود ۳۲ سانتی متر در سال افت دارد. بیشترین افت تراز آب زیرزمینی متعلق به ایستگاه کهریز سنگ جدید بوده که دارای شیب منفی ۵/۹۲ متر در سال می باشد. نتایج آزمون همگنی نشان داد که روند تراز آب زیرزمینی در ماه‌های مختلف همگن، ولی در ایستگاه‌های مختلف غیرهمگن می باشد. نتایج آزمون پتیت برای متغیر تراز آب زیرزمینی نشان داد که تراز آب زیرزمینی در سال‌های ۱۳۷۸ تا ۱۳۸۱ به صورت پرش رو به پایین رخ داده است که در این بازه رودخانه زاینده رود خشک و در منطقه خشکسالی رخ داده است. در بخش دیگر این پژوهش تجزیه و تحلیل روند تغییرات کیفی آب زیرزمینی با توجه به اطلاعات ۱۵ و ۲۰ ایستگاه پیژومتری به ترتیب در ماه پر آب و کم آب در دشت نجف آباد در دوره آماری ۱۳۹۱-۱۳۷۴ با آزمون ناپارامتری مان-کندال مرتبه ۲ مورد بررسی قرار گرفت. قبل از تجزیه و تحلیل روند اثر خود همبستگی معنی‌دار مرتبه اول از سری داده‌ها حذف گردید. متغیرهای کیفی مورد بررسی شامل مجموع آنیون‌ها و کاتیون‌ها، pH، TH، EC، SO_4^{2-}، %Na، Na^+، Mg^{2+}، TDS، SAR، Cl^- و HCO_3^- می‌باشد که در هر سال ۲ بار اندازه گرفته شده است. نقشه‌های روند برای آماره Z مان-کندال در سطح ۵ درصد رسم شد. نتایج مربوط به این نقشه‌ها نشان داد که بیشترین روند تغییرات پارامترهای کیفی در راستای رودخانه زاینده رود و محل شبکه‌های آبیاری و زهکشی بود. برای هر سری زمانی شیب خط روند با استفاده از روش تخمین گر Sen محاسبه شد. نتایج نشان داد که روند تغییرات غلظت اکثر متغیرهای کیفی آب در تمام ایستگاه‌ها به جز جلال آباد افزایشی است. شیب خط روند برای هر سری زمانی با روش تخمین گر Sen مشخص و نتایج بصورت نمودار باکس‌ویسکر نشان داده شده است. نتایج آزمون پتیت نشان داد که در سال‌های ۱۳۷۸ تا ۱۳۸۲ بیشترین پرش در سری زمانی مربوط به پارامترهای کیفیت آب زیرزمینی در این دشت وجود دارد. همچنین بیشترین روند تغییرات کیفیت آب زیرزمینی در ماه پر آب و کم آب در راستای رودخانه زاینده رود و شبکه‌های آبیاری و زهکشی است. علت اصلی افزایش غلظت متغیرهای کیفی مورد مطالعه در آب زیرزمینی، به عواملی مانند خشک شدن رودخانه زاینده رود و برداشت بی رویه از آب زیر زمینی دشت نجف آباد (مخصوصاً در محل شبکه‌های آبیاری و زهکشی) در سال‌های اخیر نسبت داده شد.</p>	

فهرست مطالب

صفحه

۱- مقدمه.....	۱
۱-۱- سوالات تحقیق.....	۲
۲-۱- فرضیات تحقیق.....	۲
۳-۱- سابقه علمی و پیشینه تحقیق.....	۳
۲- مواد و روش‌ها.....	۱۹
۱-۲- کلیات.....	۱۹
۲-۲- داده‌های مورد استفاده.....	۱۹
۱-۲-۲- داده‌های هواشناسی.....	۲۰
۱-۲-۲-۱- داده‌های مربوط به بارندگی.....	۲۰
۲-۲-۲-۲- داده‌های مربوط به درجه حرارت هوا.....	۲۳
۲-۲-۲-۳- داده‌های مربوط به تبخیر از تشت.....	۲۳
۲-۲-۲-۲- داده‌های مربوط به تراز سطح آب زیرزمینی.....	۲۶
۲-۲-۲-۳- داده‌های کیفی آب زیرزمینی.....	۲۶
۲-۲-۳-۱- بررسی کیفیت شیمیایی آب زیرزمینی دشت نجف آباد.....	۳۲
۲-۲-۳-۱-۱- هدایت الکتریکی آب زیرزمینی (EC).....	۳۲
۲-۲-۳-۱-۲- نسبت جذب سدیم آب زیرزمینی (SAR).....	۳۴
۲-۲-۳-۱-۳- مقدار کل مواد جامد حل شده در آب زیرزمینی (TDS).....	۳۶
۲-۲-۳-۱-۴- سختی کل در آب زیرزمینی (TH).....	۳۷
۳-۲- زمین شناسی دشت نجف آباد.....	۳۹
۴-۲- روش‌های مورد استفاده.....	۳۹
۲-۴-۱- نحوه تشخیص معنی داری ضریب خود همبستگی.....	۴۰
۲-۴-۲- روش مان- کندال (MK1).....	۴۱
۳-۴-۲- آزمون مان- کندال اصلاح شده (MK2).....	۴۳
۴-۴-۲- شیب خط روند (تخمین گر Sen).....	۴۴

- ۴۴-۲-۴-۵- آزمون مان- کندال با لحاظ کردن ضریب هارست.....
- ۴۶-۲-۴-۶- آزمون همگنی روند.....
- ۴۹-۲-۴-۷- آزمون پتیت.....
- ۵۰-۲-۴-۸- نقشه‌های روند.....
- ۵۳-۳- نتایج و بحث.....
- ۵۳-۳-۱- نتایج متغیر تراز آب زیرزمینی.....
- ۵۳-۳-۱-۱- نتایج آزمون Z مان- کندال برای متغیر تراز آب زیرزمینی.....
- ۵۹-۳-۱-۲- نقشه‌های روند تغییرات تراز آب زیرزمینی.....
- ۶۷-۳-۱-۳- نتایج شیب خط روند برای متغیر تراز آب زیرزمینی.....
- ۷۱-۳-۱-۴- نتایج آزمون همگنی برای متغیر تراز آب زیرزمینی.....
- ۷۱-۳-۱-۴-۱- نتایج آزمون همگنی کل.....
- ۷۱-۳-۱-۴-۲- نتایج آزمون همگنی.....
- ۷۴-۳-۱-۴-۳- نتایج آزمون همگنی زمانی تراز سطح ایستابی دشت نجف آباد.....
- ۷۴-۳-۱-۴-۴- نتایج آزمون همگنی مکانی تراز سطح ایستابی دشت نجف آباد.....
- ۷۵-۳-۱-۴-۵- نتایج آزمون روند همگنی برهم کنش ماهها و ایستگاهها.....
- ۷۸-۳-۱-۴-۶- نتایج کل همگنی روند برای متغیر تراز آب زیر زمینی.....
- ۸۰-۳-۱-۵- آزمون پتیت.....
- ۹۰-۳-۱-۶- بررسی نقشه های هم پتانسیل تراز آب زیرزمینی دشت نجف آباد.....
- ۹۳-۳-۲- نتایج روند تغییرات متغیرهای هواشناسی در دشت نجف آباد.....
- ۹۳-۳-۲-۱- روند تغییرات بارندگی دشت نجف آباد.....
- ۹۴-۳-۲-۲- روند تغییرات متغیر درجه حرارت هوا در دشت نجف آباد.....
- ۹۵-۳-۲-۳- روند متغیر تبخیر از تشت دشت نجف آباد.....
- ۹۶-۳-۳- نتایج بررسی روند تغییرات متغیرهای کیفی آب زیرزمینی.....
- ۹۶-۳-۳-۱- نتایج آماره Z مان- کندال متغیرهای کیفی آب زیرزمینی دشت نجف آباد.....
- ۹۹-۳-۳-۱-۱- روند تغییرات پارامتر EC.....

- ۱۰۱.....۲-۱-۳-۳-۳ روند تغییرات (TDS).....
- ۱۰۱.....۳-۱-۳-۳-۳ روند تغییرات (pH).....
- ۱۰۲.....۴-۱-۳-۳-۳ روند تغییرات SO₄.....
- ۱۰۲.....۵-۱-۳-۳-۳ روند تغییرات کلر.....
- ۱۰۳.....۶-۱-۳-۳-۳ روند تغییرات HCO₃.....
- ۱۰۴.....۷-۱-۳-۳-۳ روند تغییرات کل آنیون‌ها.....
- ۱۰۴.....۸-۱-۳-۳-۳ روند تغییرات پتاسیم.....
- ۱۰۵.....۹-۱-۳-۳-۳ روند تغییرات سدیم.....
- ۱۰۶.....۱۰-۱-۳-۳-۳ روند تغییرات منیزیم.....
- ۱۰۷.....۱۱-۱-۳-۳-۳ روند تغییرات کل کلسیم.....
- ۱۰۷.....۱۲-۱-۳-۳-۳ روند تغییرات کل کاتیون‌ها.....
- ۱۰۸.....۱۳-۱-۳-۳-۳ روند تغییرات درصد سدیم.....
- ۱۰۸.....۱۴-۱-۳-۳-۳ روند تغییرات (SAR).....
- ۱۰۹.....۱۵-۱-۳-۳-۳ روند تغییرات (TH).....
- ۱۲۵.....۲-۳-۳-۳-۳ نتایج شیب خط روند متغیرهای کیفی آب زیرزمینی دشت نجف آباد.....
- ۱۲۷.....۳-۳-۳-۳-۳ بررسی نمودار باکس ویسکر در مورد برخی از متغیرهای کیفی آب زیرزمینی.....
- ۱۲۷.....۱-۳-۳-۳-۳ متغیر هدایت الکتریکی (EC).....
- ۱۲۸.....۲-۳-۳-۳-۳ متغیر SAR.....
- ۱۲۸.....۳-۳-۳-۳-۳ متغیر Cl⁻.....
- ۱۲۹.....۴-۳-۳-۳-۳ متغیر HCO₃⁻.....
- ۱۲۹.....۵-۳-۳-۳-۳ متغیر Ca^{۲+}.....
- ۱۳۰.....۶-۳-۳-۳-۳ متغیر مجموع آنیون‌ها.....
- ۱۳۱.....۷-۳-۳-۳-۳ متغیر TH.....
- ۱۳۱.....۸-۳-۳-۳-۳ متغیر PH.....
- ۱۳۲.....۹-۳-۳-۳-۳ متغیر TDS.....

- ۱۳۲..... SO_4^{-2} متغیر ۱۰-۳-۳-۳
- ۱۳۳.....متغیر درصد سدیم ۱۱-۳-۳-۳
- ۱۳۳..... Na^+ متغیر ۱۲-۳-۳-۳
- ۱۳۴..... Mg^{+2} متغیر ۱۳-۳-۳-۳
- ۱۳۴.....متغیر مجموع کاتیون‌ها ۱۴-۳-۳-۳
- ۱۳۵.....متغیر پتاسیم ۱۵-۳-۳-۳
- ۱۴۳.....نتایج آزمون پتیت ۴-۳-۳-۳
- ۱۴۳.....ماه پر آب (فروردین) ۱-۴-۳-۳
- ۱۴۵.....ماه کم آب (شهریور) ۲-۴-۳-۳
- ۱۵۳.....پهنه بندی برخی پارامترهای کیفی آب زیر زمینی دشت نجف آباد ۵-۳-۳-۳
- ۱۵۵.....جمع بندی و نتیجه گیری ۴-۳-۳-۳
- ۱۶۰.....پیشنهادات ۵-۳-۳-۳
- ۱۶۱.....منابع و مآخذ ۴-۳-۳-۳
- ۱۷۲.....واژه نامه ۴-۳-۳-۳

فهرست جداول

صفحه

- جدول ۱-۲ - نمونه‌ای از مقدار بارندگی ثبت شده (ایستگاه تیران)..... ۲۲
- جدول ۲-۲ - میانگین درجه حرارت هوا (ایستگاه تیران)..... ۲۴
- جدول ۳-۲ - نمونه‌ای از جدول مقدار تبخیر از تشتک (ایستگاه تیران)..... ۲۵
- جدول ۴-۲ - مشخصات ایستگاه‌های پیژومتری مربوط به اندازه گیری تراز آب زیر زمینی..... ۲۷
- جدول ۵-۲ - نمونه داده های تراز آب زیر زیرزمینی در چاه اندازه گیری اراضی شمال مزرعه اسلام آباد واقع در دشت نجف آباد..... ۲۸
- جدول ۶-۲ - مشخصات ایستگاه‌های پیژومتری دشت نجف آباد مربوط به متغیرهای کیفی در ماه پر آب..... ۳۱
- جدول ۷-۲ - مشخصات ایستگاه‌های پیژومتری دشت نجف آباد مربوط به متغیرهای کیفی در ماه کم آب..... ۳۱
- جدول ۸-۲ - مشخصات آماری متغیرهای کیفی مورد بررسی برای ایستگاه‌های منتخب در دشت نجف آباد..... ۳۲
- جدول ۹-۲ - مقادیر متغیر هدایت الکتریکی در ماه پربارش (فروردین) در ۱۴ ایستگاه مورد بررسی دشت نجف آباد..... ۳۳
- جدول ۱۰-۲ - طبقه بندی آب از نظر هدایت الکتریکی..... ۳۴
- جدول ۱۱-۲ - مقادیر متغیر نسبت جذب سدیم در ماه پربارش در ۱۴ ایستگاه مورد بررسی دشت نجف آباد..... ۳۵
- جدول ۱۲-۲ - طبقه بندی آب بر اساس نسبت جذب سدیم..... ۳۵
- جدول ۱۳-۲ - طبقه بندی آبها بر اساس دو شاخص EC و SAR..... ۳۶
- جدول ۱۴-۲ - مقادیر متغیر TDS ثبت شده در ماه پربارش در ۱۴ ایستگاه مورد بررسی دشت نجف آباد..... ۳۷
- جدول ۱۵-۲ - طبقه بندی آبها از نظر سختی یا TH..... ۳۸
- جدول ۱۶-۲ - جدول داده‌ها برای متغیرهای مختلف مورد بررسی در آزمون مان - کندال..... ۴۱
- جدول ۱۷-۲ - جدول آماره Z مان - کندال..... ۴۷
- جدول ۱-۳ - مقادیر ضرایب خود همبستگی مرتبه اول برای متغیر تراز آب زیرزمینی دشت نجف آباد (۱۳۹۱-۱۳۷۴)..... ۵۶
- جدول ۲-۳ - مقادیر آماره Z آزمون مان - کندال برای متغیر تراز آب زیرزمینی دشت نجف آباد در شش ماه اول سال (۱۳۷۴-۱۳۹۱)..... ۵۷
- جدول ۳-۳ - مقادیر آماره Z آزمون مان - کندال برای متغیر تراز آب زیرزمینی دشت نجف آباد (۱۳۹۱-۱۳۷۴)..... ۵۸
- جدول ۴-۳ - مقایسه مان - کندال مرتبه ۲ و ۴..... ۵۹
- جدول ۵-۳ - مقادیر آماره β شیب خط روند آزمون مان - کندال (متر در سال) تراز آب زیرزمینی دشت نجف آباد (۱۳۹۱-۱۳۷۴)..... ۷۰
- جدول ۷-۳ - مقادیر Z_{gk2} برای ۳۳ ایستگاه در خصوص متغیر تراز آب زیرزمینی دشت نجف آباد (۱۳۹۱-۱۳۷۴)..... ۷۲
- جدول ۸-۳ - مقادیر $Z_{gk} - Z_{.2}$ برای ۳۳ ایستگاه در خصوص متغیر تراز آب زیرزمینی دشت نجف آباد (۱۳۹۱-۱۳۷۴)..... ۷۳
- جدول ۹-۳ - مقادیر $Z_{g.} - Z_{.2}$ برای ماه‌های مختلف سال برای ۳۳ ایستگاه در خصوص متغیر تراز آب زیرزمینی دشت نجف آباد..... ۷۴
- جدول ۱۰-۳ - مقادیر $Z.k - Z_{.2}$ برای ۳۳ ایستگاه اندازه گیری تراز آب زیرزمینی دشت نجف آباد..... ۷۶

- جدول ۱۱-۳- مقادیر $Zgk - Z.k - Zg. - Z.2$ برای ۳۳ ایستگاه اندازه گیری تراز آب زیرزمینی دشت نجف آباد..... ۷۷
- جدول ۱۲-۳- جدول نتایج آزمون کل همگنی روند..... ۷۹
- جدول ۱۳-۳- نتایج آزمون همگنی برای متغیر تراز آب زیرزمینی دشت نجف آباد (۱۳۷۴-۱۳۹۱)..... ۸۰
- جدول ۱۴-۳- نتایج آزمون پتیت برای متغیر تراز آب زیرزمینی دشت نجف آباد (۱۳۷۴-۱۳۹۱)..... ۸۱
- جدول ۱۵-۳- نتایج آزمون پتیت برای تراز آب زیرزمینی نجف آباد..... ۸۲
- جدول ۱۶-۳- نتایج آزمون پتیت برای تراز آب زیرزمینی نجف آباد..... ۸۳
- جدول ۱۷-۳- نتایج آزمون پتیت برای تراز آب زیرزمینی نجف آباد..... ۸۴
- جدول ۱۸-۳- نتایج آزمون پتیت برای تراز آب زیرزمینی نجف آباد..... ۸۵
- جدول ۱۹-۳- مقادیر آماره Z آزمون مان- کندال برای متغیر بارندگی دشت نجف آباد (۱۳۷۴-۱۳۹۰)..... ۹۴
- جدول ۲۰-۳- مقادیر آماره β شیب خط روند آزمون مان- کندال (میلیمتر در سال) متغیر بارندگی دشت نجف آباد (۱۳۷۴-۱۳۹۰)..... ۹۴
- جدول ۲۱-۳- مقادیر ضریب همبستگی اول برای متغیر بارندگی دشت نجف آباد (۱۳۷۴-۱۳۹۰)..... ۹۴
- جدول ۲۲-۳- مقادیر آماره Z آزمون مان- کندال برای متغیر درجه حرارت دشت نجف آباد (۱۳۷۴-۱۳۹۰)..... ۹۵
- جدول ۲۳-۳- مقادیر آماره β شیب خط روند آزمون مان- کندال (میلیمتر در سال) متغیر درجه حرارت دشت نجف آباد (۱۳۷۴-۱۳۹۰)..... ۹۵
- جدول ۲۴-۳- مقادیر ضریب همبستگی اول برای متغیر درجه حرارت دشت نجف آباد (۱۳۷۴-۱۳۹۰)..... ۹۵
- جدول ۲۵-۳- مقادیر آماره Z آزمون مان- کندال برای متغیر تبخیر دشت نجف آباد (۱۳۴۵-۱۳۹۰)..... ۹۶
- جدول ۲۶-۳- مقادیر آماره β شیب خط روند آزمون مان- کندال (میلیمتر در سال) متغیر تبخیر دشت نجف آباد (۱۳۹۰-۱۳۴۵)..... ۹۶
- جدول ۲۷-۳- مقادیر ضریب همبستگی اول برای متغیر تبخیر دشت نجف آباد (۱۳۴۵-۱۳۹۰)..... ۹۶
- جدول ۲۸-۳- نتایج روند تغییرات برخی از متغیرهای کیفی آب زیرزمینی دشت نجف آباد (۱۳۷۴-۱۳۹۱) با آزمون ناپارامتری مان- کندال برای ماه پر آب (فروردین)..... ۹۷
- جدول ۲۹-۳- نتایج روند تغییرات برخی از متغیرهای کیفی آب زیرزمینی دشت نجف آباد (۱۳۷۴-۱۳۹۱) با آزمون ناپارامتری مان- کندال برای ماه کم آب (شهریور)..... ۹۸
- جدول ۳۰-۳- تعداد سری‌های معنی دار متغیرهای کیفی دشت نجف آباد..... ۹۹
- جدول ۳۱-۳- تعداد سری‌های معنی دار متغیرهای کیفی دشت نجف آباد..... ۹۹
- جدول ۳۲-۳- مقادیر آماره β شیب خط روند سریهای زمانی متغیرهای کیفی (بر حسب واحد متغیر در سال) آب زیرزمینی دشت نجف آباد (۱۳۷۴-۱۳۹۱)..... ۱۲۵
- جدول ۳۳-۳- مقادیر آماره مربوط به β شیب خط روند سری‌های زمانی متغیرهای کیفی (بر حسب واحد متغیر در سال) آب زیرزمینی دشت نجف آباد (۱۳۷۴-۱۳۹۱)..... ۱۲۶

جدول ۳-۳۴- نتایج آزمون پتیت برای متغیرهای کیفی آب زیرزمینی دشت نجف آباد برای ماه پر آب (فروردین) (۱۳۹۱)-	۱۳۷
جدول ۳-۳۵- نتایج آزمون پتیت برای متغیرهای کیفی آب زیرزمینی دشت نجف آباد برای ماه پر آب (فروردین) (۱۳۹۱)-	۱۴۸
جدول ۳-۳۶- نتایج آزمون پتیت برای متغیرهای کیفی آب زیرزمینی دشت نجف آباد برای ماه کم آب (شهریور) (۱۳۹۱)-	۱۴۹
جدول ۳-۳۷- نتایج آزمون پتیت برای متغیرهای کیفی آب زیرزمینی دشت نجف آباد برای ماه کم آب (شهریور) (۱۳۹۱)-	۱۵۰
جدول ۳-۳۸- کیفیت آب بر اساس نمودار USSL	۱۵۵
جدول ۳-۳۹- مقادیر مساحت و درصد مساحتها بر طبق نمودار USSL	۱۵۵

شکل ۱-۲- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه.....	۲۱
شکل ۲-۲- موقعیت ایستگاه‌های کیفیت آب زیرزمینی دشت نجف آباد برای ماه پرآب (فروردین).....	۳۰
شکل ۳-۲- موقعیت ایستگاه‌های کیفیت آب زیرزمینی دشت نجف آباد برای ماه کم آب (شهریور).....	۳۰
شکل ۴-۲- نقشه روند هدایت الکتریکی (EC) در آب زیرزمینی دشت نجف آباد برای ماه کم آب.....	۵۱
شکل ۱-۳- نقشه روند تراز آب زیرزمینی دشت نجف آباد در ماه فروردین.....	۶۱
شکل ۲-۳- نقشه روند تراز آب زیرزمینی دشت نجف آباد در ماه اردیبهشت.....	۶۱
شکل ۳-۳- نقشه روند تراز آب زیرزمینی دشت نجف آباد در ماه خرداد.....	۶۲
شکل ۴-۳- نقشه روند تراز آب زیرزمینی دشت نجف آباد در ماه تیر.....	۶۲
شکل ۵-۳- نقشه روند تراز آب زیرزمینی دشت نجف آباد در ماه مرداد.....	۶۳
شکل ۶-۳- نقشه روند تراز آب زیرزمینی دشت نجف آباد در ماه شهریور.....	۶۳
شکل ۷-۳- نقشه روند تراز آب زیرزمینی دشت نجف آباد در ماه مهر.....	۶۴
شکل ۸-۳- نقشه روند تراز آب زیرزمینی دشت نجف آباد در ماه آبان.....	۶۴
شکل ۹-۳- نقشه روند تراز آب زیرزمینی دشت نجف آباد در ماه آذر.....	۶۵
شکل ۱۰-۳- نقشه روند تراز آب زیرزمینی دشت نجف آباد در ماه دی.....	۶۵
شکل ۱۱-۳- نقشه روند تراز آب زیرزمینی دشت نجف آباد در ماه بهمن.....	۶۶
شکل ۱۲-۳- نقشه روند تراز آب زیرزمینی دشت نجف آباد در ماه اسفند.....	۶۶
شکل ۱۳-۳- نمودار باکس ویسکر شیب خط روند تغییرات تراز آب زیرزمینی دشت نجف آباد از ۱۳۷۴ تا ۱۳۹۱.....	۶۹
شکل ۱۴-۳- نمودارهای آزمون پتیت مربوط به تراز آب زیرزمینی در ایستگاه‌های اشترجان، جنوب پلی اکریل و درچه.....	۸۶
شکل ۱۵-۳- نمودارهای آزمون پتیت مربوط به تراز آب زیر زمینی در ایستگاه‌های سیاه افشار، قبرستان اراضی و قبرستان افجد.....	۸۷
شکل ۱۶-۳- نمودارهای آزمون پتیت مربوط به تراز آب زیر زمینی در ایستگاه‌های قلعه سفید، قهدریجان جنب زهکش، قهدریجان جنب کانال.....	۸۸
شکل ۱۷-۳- نمودار های مربوط به آزمون پتیت مربوط به تراز آب زیرزمینی در ایستگاه‌های کروچ شرودان و کهریز سنگ جدید.....	۸۹
شکل ۱۸-۳- منحنی‌های هم‌پتانسیل آب زیرزمینی دشت نجف آباد در مهرماه سال ۱۳۷۴.....	۹۱
شکل ۱۹-۳- منحنی‌های هم پتانسیل آب زیرزمینی دشت نجف آباد در مهرماه سال ۱۳۹۱.....	۹۲
شکل ۲۰-۳- نقشه روند هدایت الکتریکی (EC) در آب زیر زمینی دشت نجف آباد برای ماه پرآب.....	۱۱۰
شکل ۲۱-۳- نقشه روند هدایت الکتریکی (EC) در آب زیر زمینی دشت نجف آباد برای ماه کم آب.....	۱۱۰
شکل ۲۲-۳- نقشه روند کل ماده جامد محلول (TDS) در آب زیرزمینی دشت نجف آباد برای ماه پرآب.....	۱۱۱
شکل ۲۳-۳- نقشه روند کل ماده جامد محلول (TDS) در آب زیرزمینی دشت نجف آباد برای ماه کم آب.....	۱۱۱

- شکل ۳-۲۴- نقشه روند (PH) در آب زیرزمینی دشت نجف آباد برای ماه پرآب.....۱۱۲
- شکل ۳-۲۵- نقشه روند (PH) در آب زیرزمینی دشت نجف آباد برای ماه کم آب.....۱۱۲
- شکل ۳-۲۶- نقشه روند - SO_4 در آب زیرزمینی دشت نجف آباد در ماه پرآب.....۱۱۳
- شکل ۳-۲۷- نقشه روند - SO_4 در آب زیرزمینی دشت نجف آباد برای ماه کم آب.....۱۱۳
- شکل ۳-۲۸- نقشه روند کلر در آب زیرزمینی دشت نجف آباد برای ماه پرآب.....۱۱۴
- شکل ۳-۲۹- نقشه روند کلر در آب زیرزمینی دشت نجف آباد برای ماه کم آب.....۱۱۴
- شکل ۳-۳۰- نقشه روند HCO_3 در آب زیرزمینی دشت نجف آباد برای ماه پرآب.....۱۱۵
- شکل ۳-۳۱- نقشه روند HCO_3 در آب زیر زمینی دشت نجف آباد برای ماه کم آب.....۱۱۵
- شکل ۳-۳۲- نقشه روند کل آنیون‌ها در آب زیرزمینی دشت نجف آباد برای ماه پرآب.....۱۱۶
- شکل ۳-۳۳- نقشه روند کل آنیون‌ها در آب زیرزمینی دشت نجف آباد برای ماه کم آب.....۱۱۶
- شکل ۳-۳۴- نقشه روند پتاسیم در آب زیرزمینی دشت نجف آباد برای ماه پرآب.....۱۱۷
- شکل ۳-۳۵- نقشه روند پتاسیم در آب زیرزمینی دشت نجف آباد برای ماه کم آب.....۱۱۷
- شکل ۳-۳۶- نقشه روند سدیم در آب زیرزمینی دشت نجف آباد برای ماه پرآب.....۱۱۸
- شکل ۳-۳۷- نقشه روند سدیم در آب زیرزمینی دشت نجف آباد برای ماه کم آب.....۱۱۸
- شکل ۳-۳۸- نقشه روند منیزیم در آب زیرزمینی دشت نجف آباد برای ماه پرآب.....۱۱۹
- شکل ۳-۳۹- نقشه روند منیزیم در آب زیرزمینی دشت نجف آباد برای ماه کم آب.....۱۱۹
- شکل ۳-۴۰- نقشه روند کلسیم در آب زیرزمینی دشت نجف آباد برای ماه پر آب.....۱۲۰
- شکل ۳-۴۱- نقشه روند کلسیم در آب زیرزمینی دشت نجف آباد برای ماه کم آب.....۱۲۰
- شکل ۳-۴۲- نقشه روند کل کاتیون‌ها در آب زیرزمینی دشت نجف آباد برای ماه پرآب.....۱۲۱
- شکل ۳-۴۳- نقشه روند کاتیون‌ها در آب زیرزمینی دشت نجف آباد برای ماه کم آب.....۱۲۱
- شکل ۳-۴۴- نقشه روند درصد سدیم در آب زیرزمینی دشت نجف آباد برای ماه پرآب.....۱۲۲
- شکل ۳-۴۵- نقشه روند درصد سدیم در آب زیرزمینی دشت نجف آباد برای ماه کم آب.....۱۲۲
- شکل ۳-۴۶- نقشه روند نسبت جذب سدیم (SAR) سدیم در آب زیرزمینی دشت نجف آباد برای ماه پرآب.....۱۲۳
- شکل ۳-۴۷- نقشه روند نسبت جذب سدیم (SAR) سدیم در آب زیرزمینی دشت نجف آباد برای ماه کم آب.....۱۲۳
- شکل ۳-۴۸- نقشه روند سختی کل (TH) در آب زیر زمینی دشت نجف آباد برای ماه پرآب.....۱۲۴
- شکل ۳-۴۹- نقشه روند سختی کل (TH) در آب زیرزمینی دشت نجف آباد برای ماه کم آب.....۱۲۴
- شکل ۳-۵۰- نمودار باکس ویسکر شیب خط روند متغیر EC در دشت نجف آباد.....۱۳۶
- شکل ۳-۵۱- نمودار باکس ویسکر شیب خط روند متغیر SAR در دشت نجف آباد.....۱۳۶
- شکل ۳-۵۲- نمودار باکس ویسکر شیب خط روند متغیر کلر در دست نجف آباد.....۱۳۷
- شکل ۳-۵۳- نمودار باکس ویسکر شیب خط روند متغیر بی کربنات در دشت نجف آباد.....۱۳۷
- شکل ۳-۵۴- نمودار باکس ویسکر شیب خط روند متغیر کلسیم در دشت نجف آباد.....۱۳۸

- شکل ۳-۵۵- نمودار باکس ویسکر شیب خط روند متغیر مجموع آنیونها در دشت نجف آباد..... ۱۳۸
- شکل ۳-۵۶- نمودار باکس ویسکر شیب خط روند متغیر سختی کل آب در دشت نجف آباد..... ۱۳۹
- شکل ۳-۵۷- نمودار باکس ویسکر شیب خط روند متغیر خاصیت اسیدی در آب زیرزمینی دشت نجف آباد..... ۱۳۹
- شکل ۳-۵۸- نمودار باکس ویسکر شیب خط روند مواد جامد محلول در آب در دشت نجف آباد..... ۱۴۰
- شکل ۳-۵۹- نمودار باکس ویسکر شیب خط روند متغیر کیفی یون سولفات در آب زیرزمینی دشت نجف آباد..... ۱۴۰
- شکل ۳-۶۰- نمودار باکس ویسکر شیب خط روند متغیر درصد سدیم آب زیرزمینی در دشت نجف آباد..... ۱۴۱
- شکل ۳-۶۱- نمودار باکس ویسکر شیب خط روند متغیر یون سدیم در دشت نجف آباد..... ۱۴۱
- شکل ۳-۶۲- نمودار باکس ویسکر شیب خط روند متغیر منیزیم آب زیرزمینی در دشت نجف آباد..... ۱۴۲
- شکل ۳-۶۳- نمودار باکس ویسکر شیب خط روند متغیر مجموع کاتیونهای آب زیرزمینی در دشت نجف آباد..... ۱۴۲
- شکل ۳-۶۴- نمودار باکس ویسکر شیب خط روند متغیر پتاسیم آب زیرزمینی در دشت نجف آباد..... ۱۴۳
- شکل ۳-۶۵- نمودارهای آزمون پتیت برای پارامترهای کلر، EC، SO_4 در ماه پر آب (شکل راست) و در ماه کم آب (شکل چپ) در ایستگاههای جوزدان، اصغر آباد، وبلاشهر، قلعه امیریه، فضل آباد، و تیران..... ۱۵۱
- شکل ۳-۶۶- نمودارهای آزمون پتیت EC، HCO_3 ، مجموع آنیونها در ایستگاههای تیران، قره تپه، صالح آباد، نجف آباد و حاجی آباد..... ۱۵۲
- شکل ۳-۶۷- پهنه بندی دشت براساس نمودار USSSL..... ۱۵۴

فهرست علائم

واحد	شرح	علامت یا حرف
بدون بعد	خاصیت اسیدی	pH
میکروزیمنس بر سانتی متر	هدایت الکتریکی	EC
میلی اکی والان در لیتر	یون سولفات	SO ₄ ⁻
میلی اکی والان در لیتر	بی کربنات	HCO ₃ ⁻
میلی اکی والان در لیتر	سدیم	Na ⁺
بدون بعد	نسبت جذب سدیم	SAR
میلی گرم در لیتر	مقدار مواد جامد حل شده در آب	TDS
بدون بعد	درصد سدیم	Na%
میلی اکی والان در لیتر	کلسیم	Ca ⁺²
میلی اکی والان در لیتر	منیزیم	Mg ⁺
میلی اکی والان در لیتر	پتاسیم	K ⁺
میلی اکی والان در لیتر	کلر	Cl ⁻
میلی گرم بر لیتر (بر مبنای CaCO ₃)	سختی کل	TH
بدون بعد	آماره مان - کندال	Z
واحد متغیر مورد بررسی در سال	شیب خط روند (تخمین گر شیب سن)	β
واحد متغیر مورد بررسی	میانگین	μ
واحد متغیر مورد بررسی	انحراف معیار	σ
بدون بعد	آزمون مان - کندال	MK1
بدون بعد	آزمون مان - کندال با حذف اثر خود همبستگی مرتبه اول	MK2
بدون بعد	ضریب خود همبستگی مرتبه اول	r ₁

فصل اول

مقدمه و پیشینه تحقیق

۱- مقدمه

افزایش جمعیت ایران از طرفی و وقوع خشکسالی‌های مکرر از طرف دیگر مدیریت منابع آب را با چالش جدی مواجه کرده است. بر اثر عوامل تغییر اقلیم و خشک شدن تالاب‌ها و دریاچه‌ها مانند دریاچه ارومیه و منابع آب شیرین مانند رودخانه زاینده رود اهمیت استفاده پایدار از منابع آب زیرزمینی را افزایش داده است به همین دلیل بررسی منابع آب زیرزمینی از نظر کمی و کیفی و ارتباط آن با خشکسالی‌های هواشناسی و خشک شدن منابع آب تاثیرگذار بر روی اقلیم منطقه و تغییرات آب و هوایی خرد برای مدیریت پایدار کشور از اهمیت بسزایی برخوردار است.

کشور ایران به دلیل واقع شدن در منطقه خشک و نیمه خشک دنیا و مخصوصاً دشت نجف آباد که در منطقه خشک ایران واقع شده است و از کمبود بارش و وقوع خشکسالی‌های متعدد در این مناطق و همچنین خشک شدن منبع مهم آب این منطقه یعنی رودخانه زاینده رود رنج می برد. به همین دلیل این منطقه به منابع آب زیرزمینی برای فعالیت‌های کشاورزی، شرب و صنعت به شدت وابسته است. از این رو بررسی منابع آب زیرزمینی در این منطقه از نظر کمی و کیفی از اهمیت بسزایی برخوردار می‌باشد. وقوع خشکسالی‌های پیاپی با افت تراز آب سفره‌های آب زیرزمینی دشت نجف آباد توأم شده است. به نظر می‌رسد بین خشک شدن رودخانه زاینده رود و تراز آب زیرزمینی و کیفیت آب زیرزمینی منطقه دشت نجف آباد ارتباط وجود داشته باشد. در این پژوهش، روند تغییرات کمی و کیفی آب زیرزمینی در چاه‌های دشت نجف آباد بررسی می‌شود و راهکارهایی مناسب جهت مقابله مدیریت منابع آب زیرزمینی دشت مذکور ارائه می‌گردد.

۱-۱- سوالات تحقیق

- ۱) آیا نوسانات غلظت عناصر شیمیایی در آب زیرزمینی نجف آباد تصادفی است یا خیر؟
- ۲) مقدار تغییر در غلظت عناصر شیمیایی در چاه های پیزومتريك مربوط به سفره آب زیرزمینی نجف آباد در هر سال چقدر است؟
- ۳) تراز آب زیرزمینی در چاه های موجود در دشت نجف آباد در طی زمان چگونه تغییر یافته است؟
- ۴) آیا همگنی روند برای هر پارامتر در ایستگاه های مختلف وجود دارد یا خیر؟ به عبارت دیگر اگر به عنوان مثال تراز سطح آب در یک ایستگاه و یک ماه معین (مثل مهر) رو به پایین است آیا چنین روندی برای تمام ایستگاه ها قابل تعمیم است یا خیر؟
- ۵) سال آغاز شروع تغییر (پرش) روند در دوره مورد مطالعه، چه سالی می باشد؟

۱-۲- فرضیات تحقیق

فرض می شود که تراز آب زیرزمینی دشت نجف آباد تحت تأثیر خشکسالی های دو دهه اخیر افت پیدا کرده است.

فرض می شود که برداشت بی رویه آب از چاه های دشت نجف آباد باعث تشدید افت آب زیرزمینی دشت شده است.

کیفیت آب زیرزمینی در دو دهه اخیر افت پیدا کرده است.

۱-۳- سابقه علمی و پیشینه تحقیق

از آزمون‌های ناپارامتری بویژه آزمون مان-کندال^۱ برای تعیین روند بسیاری از متغیرها از جمله بارش، باد، دما، تبخیر، جریان آبراهه‌ای و سیلاب در مطالعات زیادی استفاده شده است که بطور خلاصه به اهم آن‌ها و مطالعاتی که در سال‌های اخیر انجام گرفته اشاره می‌شود.

در زمینه روند تغییرات زمانی و مکانی بارش مطالعات گسترده‌ای صورت گرفته است که می‌توان به کارهای انجام شده در سال‌های اخیر اشاره کرد.

نصری و مدرس (۱۳۸۶) تحلیل ناحیه‌ای خشکسالی منطقه اردستان (شمال‌شرقی اصفهان) را بر اساس دو شاخص خشکسالی (شاخص دهک‌ها و بارش استاندارد شده) مطالعه نمودند. آن‌ها ابتدا روند بارندگی را با استفاده از آزمون مان-کندال و آزمون همگنی و با استفاده از آزمون توالی برای ۸ ایستگاه در دوره آماری ۱۳۷۸-۱۳۵۳ مطالعه کردند. نتایج نشان داد که منطقه مورد مطالعه از نظر بارندگی همگن و فاقد روند است و خشکسالی در مقیاس منطقه‌ای به طور متوسط بیش از ۶۰ درصد منطقه را دربر می‌گیرد. صبوحی و سلطانی (۱۳۸۷) روند اقلیمی را در شهرهای بزرگ ایران برای ۱۳ ایستگاه سینوپتیک در دوره آماری ۲۰۰۵-۱۹۵۱ برای عوامل اقلیمی بارش، دما، رطوبت نسبی و باد در مقیاس زمانی ماهانه و سالانه مطالعه کردند. نتایج تحلیل روند برای بارش ماهانه بیشتر ایستگاه‌ها در ماه‌های فصل زمستان و بهار روند معنی‌داری را نشان داد. در مقیاس سالانه، متغیر بارش نیز ۲۳٪ روند منفی معنی‌دار و ۷/۱٪ روند معنی‌داری مثبت داشتند. بیشترین روند معنی‌دار در میانگین دمای حداکثر ماهانه در فصل تابستان بود. روند میانگین دما در تمام فصول بجز زمستان و در مقیاس سالانه افزایشی بود. جهانبخش و همکاران (۱۳۸۹) تغییرات بارندگی و دمای حوضه آبریز کرخه را در دوره ۳۰ ساله ۱۳۷۸-۱۳۴۹، برای ۲۱ ایستگاه

^۱ Mann-Kendall