

سورة الاحقاف



دانشکده کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی منابع طبیعی - مدیریت مناطق بیابانی

بررسی تأثیر عوامل اقلیمی و انسانی بر افت سطح آب‌های زیرزمینی و

پیامدهای آن بر افزایش هزینه‌های پمپاژ و انتشار گازهای گلخانه‌ای

مطالعه موردی: دشت‌های بحرانی استان فارس

به کوشش

آمنه اسدآبادی

استاد راهنما

دکتر علی‌مراد حسن لی

آبان ماه ۱۳۹۳

بسمه نام خدا

اظہارنامہ

اینجانب آمنہ اسدآبادی (۹۱۳۰۰۱۵) دانشجوی رشته مهندسی منابع طبیعی گرایش مدیریت مناطق بیابانی دانشکده‌ی کشاورزی اظہار می‌کنم کہ این پایان نامہ حاصل پژوهش خودم بودہ و در جاهایی کہ از منابع دیگران استفادہ کردہ‌ام، نشانی دقیق و مشخصات کامل آن را نوشتہ‌ام. همچنین اظہار می‌کنم کہ تحقیق و موضوع پایان نامہ‌ام تکراری نیست و تعہد می‌نمایم کہ بدون مجوز دانشگاه دستاوردهای آن را منتشر ننمودہ و یا در اختیار غیر قرار ندم. کلیہ حقوق این اثر مطابق با آیین نامہ مالکیت فکری و معنوی متعلق بہ دانشگاه شیراز است.

نام و نام خانوادگی: آمنہ اسدآبادی

تاریخ و امضا: ۱۳۹۳/۸/۶



A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Aminah Asadabadi', enclosed within a circular scribble.

به نام خدا

بررسی تأثیر عوامل اقلیمی و انسانی بر افت سطح آب های زیرزمینی و پیامدهای آن بر افزایش  
هزینه های پمپاژ و انتشار گازهای گلخانه ای  
مطالعه موردی: دشت های بحرانی استان فارس

به کوشش  
آمنه اسدآبادی

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

در رشته

مهندسی منابع طبیعی\_ مدیریت مناطق بیابانی

از دانشگاه شیراز

شیراز

جمهوری اسلامی ایران

ارزیابی کمیته ی پایان نامه با درجه ی عالی

دکتر علی مراد حسن لی، استاد بخش مهندسی منابع طبیعی و محیط زیست (استاد راهنما)

دکتر مسعود مسعودی، دانشیار بخش مهندسی منابع طبیعی و محیط زیست (استاد مشاور)

دکتر سید علی اکبر موسوی، دانشیار بخش مهندسی آب (استاد مشاور)

دکتر حسین صادقی، استادیار بخش مهندسی منابع طبیعی و محیط زیست (داور داخلی)

آبان ۱۳۹۳

تقدیم به پدر و مادر عزیزم

آنان که وجودم جزئیۀ وجودشان نیست

تقدیم به همسر

که همیشه تکیه گاه من بوده

و تقدیم به استاد ارجمندم

او که آموخت مرا تا میاموزم...

## سپاسگزاری

به مصداق «من لم یشکر المخلوق لم یشکر الخالق» بسی شایسته است از استاد فرهیخته و فرزانه **جناب آقای دکتر علی مراد حسن لی** که با کرامتی چون خورشید، سرزمین دل را روشنی بخشیدند و گلشن سرای علم و دانش را با راهنمایی های کارساز و سازنده بارور ساختند؛

تقدیر و تشکر از **پدر و مادر عزیزم**، که همواره بر کوتاهی و درستی من، قلم عفو کشیده و کریمانه از کنار غفلت هایم گذشته اند و در تمام عرصه های زندگی یار و یابوری بی چشم داشت برای من بوده اند؛

تقدیم به **همسرم** که درسایه همیاری و همدلی او به این منظور نائل شدم.

از استاد فرزانه و دلسوز؛ **جناب آقای دکتر مسعودی**، و از استاد صبور؛ **جناب آقای دکتر موسوی** که زحمت مشاوره این رساله را متقبل شدند؛ کمال تشکر و قدردانی را دارم.

## چکیده

بررسی تأثیر عوامل اقلیمی و انسانی بر افت سطح آب های زیرزمینی و پیامدهای آن بر

افزایش هزینه های پمپاژ و انتشار گازهای گلخانه ای

مطالعه موردی: دشت های بحرانی استان فارس

به کوشش

آمنه اسدآبادی

منابع آب زیرزمینی در مناطق خشک و نیمه خشک از جمله ایران یکی از مهمترین منابع آب مورد نیاز بخش های کشاورزی، شرب و صنعت می باشد که از اهمیت زیادی برخوردار است. حفر چاه های بی رویه، پیدایش شیوه های سریع حفر چاه و پمپاژ بیش از ظرفیت پایدار سفره های زیرزمینی با پیدایش موتورهای نیرومند دیزلی و برقی موجب تخلیه بیش از تغذیه طبیعی در بسیاری از نقاط کشور شده است. پیامدهای آن موجب افزایش هزینه های پمپاژ، نشست زمین، کاهش کیفیت آب و بروز مشکلات کم آبی شده است. از مهم ترین عوامل موثر بر افت و خیزهای تراز سطح آب زیرزمینی می توان به بارش، دما، خشکسالی ها و برداشت بی رویه از آبخوان ها اشاره کرد. در این پژوهش، ابتدا تأثیر پارامترهای بارندگی، دما و خشکسالی با شاخص SPI بر تغییرات سطح آب زیرزمینی بر پنج دشت در شمال، جنوب، غرب، شرق و مرکز استان سپس تأثیر بارندگی و خشکسالی با شاخص دمارتن بعنوان عوامل اقلیمی و میزان برداشت به عنوان عامل انسانی بر افت سطح آب زیرزمینی در ۲۷ دشت استان بررسی شده است. نتایج تجزیه و تحلیل نشان داد افت سطح آب در ۲۷ دشت استان بیشتر تحت تأثیر عامل اقلیمی بوده است تا عوامل انسانی. مبنای برآورد انرژی مورد نیاز و هزینه برق برای الکتروپمپ ها و نفت و گاز برای موتور پمپ های دیزلی بر اساس میانگین سطح آب پیژومترهای هر دشت و دبی هر چاه نیز میانگین دبی هر دشت برای دو سال ۸۳ و ۸۸ در نظر گرفته شد. مقایسه هزینه ها نشان داد که افت سطح آب زیرزمینی باعث افزایش هزینه و انتشار گاز کربنیک می شود و الکتروپمپ ها نسبت به موتور پمپ های دیزلی مقرون به صرفه ترند. برآورد میزان انتشار گاز کربنیک توسط موتور پمپ ها نشان داد در دشت هایی که انتشار گاز کربنیک در سال ۸۸ کمتر از سال ۸۳ بوده، به دلیل کاهش کارکرد سالانه و یا کاهش دبی پمپاژ بوده است.

واژه های کلیدی: آب های زیرزمینی، خشکسالی، تغییر اقلیم، هزینه های پمپاژ، گازهای گلخانه ای

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۲	فصل اول: مقدمه.....
۲	۱-۱- گرمایش جهانی و محدودیت منابع آب .....
۴	۲-۱- وضعیت آب‌های زیرزمینی و دلایل ناپایداری .....
۹	۳-۱- خشکسالی .....
۱۱	۴-۱- ویژگی‌های زمانی، مکانی و شاخص‌های خشکسالی .....
۱۳	۵-۱- افت سطح آب زیرزمینی و افزایش هزینه‌ها .....
۱۵	۶-۱- افت سطح آب زیرزمینی و هزینه‌های تحمیلی انرژی .....
۱۵	۷-۱- افت سطح آب زیرزمینی و افزایش گازهای گلخانه‌ای .....
۱۶	۸-۱- فرضیات .....
۱۶	۹-۱- اهداف اصلی .....
۱۸	فصل دوم: مروری بر پژوهش‌های پیشین.....
۱۸	سابقه تحقیق .....
۲۹	فصل سوم: مواد و روش .....
۲۹	۱-۳- مقدمه .....
۲۹	۲-۳- موقعیت جغرافیایی منطقه .....
۳۲	۳-۳- افت سطح آب زیرزمینی و رابطه آن با خشکسالی، بارندگی و دما .....
۳۴	۴-۳- بررسی تاثیر عوامل اقلیمی و انسانی بر سطح آب زیرزمینی .....
۳۵	۱-۴-۳- ضریب اقلیمی دومارتن .....
۳۸	۲-۴-۳- عامل انسانی (تخلیه یا پمپاژ از چاه) .....
۳۹	۳-۴-۳- تهیه مدل چندگانه رگرسیون خطی .....
۳۹	۵-۳- توان مصرفی موتور پمپ و الکتروپمپ .....



۴۰	..... ۶-۳ میزان انرژی مصرفی
۴۴	..... ۷-۳ برآورد هزینه‌ها
۴۴	..... ۱-۷-۳ اطلاعات لازم جهت تخمین هزینه‌ها
۴۴	..... ۲-۷-۳ هزینه‌های انرژی
۴۵	..... ۸-۳ برآورد مقدار انتشار گازهای گلخانه‌ای
۴۸	..... <b>فصل چهارم: نتایج</b>
۴۸	..... ۱-۴ تاثیر خشکسالی، بارندگی و دما بر افت سطح آب زیرزمینی
۴۸	..... ۱-۱-۴ دشت ارسنجان
۵۱	..... ۲-۱-۴ دشت لامرد
۵۴	..... ۳-۱-۴ دشت کازرون
۵۷	..... ۴-۱-۴ دشت کوار مهارلو
۵۹	..... ۵-۱-۴ دشت دهبید
۶۲	..... ۲-۴ بررسی تاثیر عوامل اقلیمی و انسانی بر سطح آب زیرزمینی
۷۷	..... ۳-۴ برآورد توان، انرژی مصرفی و هزینه‌ها در موتور پمپ‌های دیزلی
۸۰	..... ۴-۴ برآورد توان، میزان انرژی مصرفی و هزینه‌ها در الکترو پمپ‌ها
۸۳	..... ۵-۴ برآورد انتشار گاز دی اکسید کربن (گاز کربنیک) در موتور پمپ‌های دیزلی
۸۶	..... ۶-۴ میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای در الکتروپمپ‌ها
۹۰	..... <b>فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادها</b>
۹۵	..... منابع و ماخذ

## فهرست جدول‌ها

عنوان	صفحه
جدول ۳-۱ وضعیت دشت‌های استان فارس .....	۳۱
جدول ۳-۲ طبقه بندی شاخص‌های SPI .....	۳۴
جدول ۳-۳ طبقه بندی دومارتن .....	۳۶
جدول ۳-۴ ایستگاه‌های باران سنجی مورد مطالعه با مشخصات جغرافیایی .....	۳۷
جدول ۳-۵ نمونه‌ای از داده‌های مورد نیاز برای تعیین تاثیر بارندگی و ضریب دومارتن بر افت سطح آب زیرزمین در دشت دهبید .....	۳۸
جدول ۳-۶ اطلاعات مورد نیاز برای محاسبه هزینه و سوخت مصرفی برای موتور پمپ‌های دیزلی .....	۴۲
جدول ۳-۷ اطلاعات مورد نیاز برای محاسبه هزینه و سوخت مصرفی برای الکتروپمپ‌ها .....	۴۳
جدول ۳-۸ نرخ حامل‌های انرژی برای بخش کشاورزی در ایران .....	۴۵
جدول ۴-۱ تاثیر پذیری هر دشت از ایستگاه‌های مجاور خود و روند تغییرات بارندگی برای هر دشت .....	۶۶
جدول ۴-۲ تاثیر پذیری هر دشت از ایستگاه‌های مجاور خود و روند تغییرات ضریب دومارتن برای هر دشت .....	۶۸
جدول ۴-۳ ضریب همبستگی (Correlation) بین متغیرهای وابسته و مستقل .....	۷۳
جدول ۴-۴ مدل سازی (Model Summary) از متغیرهای وابسته و مستقل .....	۷۴
جدول ۴-۵ آنالیز (ANOVA) متغیرهای وابسته و مستقل .....	۷۴
جدول ۴-۶ ضرایب تاثیر .....	۷۵
جدول ۴-۷ برآورد سوخت مصرفی و هزینه پمپاژ در موتور پمپ‌های دیزلی .....	۷۷
جدول ۴-۸ برآورد مقدار برق مصرفی و هزینه‌ها در الکتروپمپ‌ها .....	۸۰
جدول ۴-۹ انتشار گاز گلخانه‌ای در موتور پمپ‌های دیزلی .....	۸۳
جدول ۴-۱۰ میزان انتشار گاز کربنیک در الکتروپمپ‌ها .....	۸۶

## فهرست نمودار ها

عنوان	صفحه
نمودار (۱-۴) تغییرات سطح آب زیرزمینی و تغییرات میانگین بارندگی در دشت ارسنجان .....	۴۹
نمودار(۲-۴) تغییرات سطح آب زیرزمینی و تغییرات میانگین دما در دشت ارسنجان.....	۵۰
نمودار(۳-۴) تغییرات سطح آب زیرزمینی و تغییرات میانگین شاخص SPI در دشت ارسنجان..	۵۱
نمودار(۴-۴) تغییرات سطح آب زیرزمینی و تغییرات میانگین بارندگی در دشت لامرد .....	۵۲
نمودار(۵-۴) تغییرات سطح آب زیرزمینی و تغییرات میانگین دما در دشت لامرد .....	۵۳
نمودار(۶-۴) تغییرات سطح آب زیرزمینی و تغییرات میانگین شاخص SPI در دشت لامرد .....	۵۳
نمودار(۷-۴) تغییرات سطح آب زیرزمینی و تغییرات میانگین بارندگی در دشت کازرون .....	۵۵
نمودار(۸-۴) تغییرات سطح آب زیرزمینی و تغییرات میانگین دما در دشت کازرون .....	۵۶
نمودار(۹-۴) تغییرات سطح آب زیرزمینی و تغییرات میانگین شاخص SPI در دشت کازرون .....	۵۶
نمودار(۱۰-۴) تغییرات سطح آب زیرزمینی و تغییرات میانگین بارندگی در دشت کوار مهارلو...	۵۷
نمودار(۱۱-۴) تغییرات سطح آب زیرزمینی و تغییرات میانگین دما در دشت کوار مهارلو.....	۵۸
نمودار(۱۲-۴) تغییرات سطح آب زیرزمینی و تغییرات میانگین شاخص SPI در دشت کوار مهارلو .....	۵۹
نمودار(۱۳-۴) تغییرات سطح آب زیرزمینی و تغییرات میانگین بارندگی در دشت دهبید.....	۶۰
نمودار(۱۴-۴) تغییرات سطح آب زیرزمینی و تغییرات میانگین دما در دشت دهبید .....	۶۱
نمودار(۱۵-۴) تغییرات سطح آب زیرزمینی و تغییرات میانگین شاخص SPI در دشت دهبید ...	۶۱
نمودار(۱۶-۴) روند تغییرات ضریب اقلیمی دومارتن ایستگاه دهبید .....	۶۳
نمودار(۱۷-۴) تغییرات بارندگی ایستگاه دهبید .....	۶۴
نمودار(۱۸-۴) تغییرات ضریب اقلیمی دومارتن ایستگاه لامرد .....	۶۵
نمودار(۱۹-۴) تغییرات بارندگی ایستگاه لامرد .....	۶۵
نمودار(۲۰-۴) تغییرات تراز سطح آب دشت دهبید .....	۷۱
نمودار(۲۱-۴) تغییرات تراز سطح آب دشت لامرد .....	۷۱
نمودار(۲۲-۴) میانگین افت سالانه سطح آب زیرزمینی در دشت های استان فارس .....	۷۲
نمودار(۲۳-۴) میانگین هزینه پمپاژ آب زیرزمینی توسط موتورپمپ های دیزلی در دشت های	

- استان فارس در سال ۸۳ و ۸۸ ..... ۷۸
- نمودار(۴-۲۴) هزینه کل پمپاژ آب زیرزمینی توسط موتورپمپ های دیزلی در دشت ..... ۷۹
- نمودار(۴-۲۵) میانگین هزینه ی برق در الکتروپمپ ها در برخی دشت های استان فارس در  
سال های ۸۳ و ۸۸ ..... ۸۱
- نمودار(۴-۲۶) هزینه کل مصرف برق در الکتروپمپ ها در برخی دشت های استان فارس در  
سال های ۸۳ و ۸۸ ..... ۸۲
- نمودار(۴-۲۷) میانگین مقدار گاز کربنیک در موتورپمپ های دیزلی در برخی دشت های  
استان فارس در سال های ۸۳ و ۸۸ ..... ۸۴
- نمودار(۴-۲۸) مقدار گاز کربنیک در موتورپمپ های دیزلی در برخی از دشت های استان  
فارس در سال های ۸۳ و ۸۸ ..... ۸۵
- نمودار(۴-۲۹) میانگین انتشار گاز کربنیک در الکتروپمپ ها در برخی از دشت های استان  
فارس در سال های ۸۳ و ۸۸ ..... ۸۷
- نمودار(۴-۳۰) انتشار کل گاز کربنیک در الکتروپمپ ها در برخی از دشت های استان فارس در  
سال های ۸۳ و ۸۸ ..... ۸۸

## فهرست شکل‌ها

صفحه

عنوان

شکل ۱-۱ عوامل سرمایه‌ای و جاری هزینه‌های پمپاژ ..... ۱۴

# فصل اول

## مقدمه

### ۱-۱ گرمایش جهانی و محدودیت منابع آب

یکی از مهم‌ترین مسائل قرن حاضر، مسئله گرمایش جهانی است. گرمایش جهانی به دلیل اثر گلخانه‌ای تشدید می‌شود و انتظار می‌رود موجب تغییراتی در متغیرهای اقلیمی مختلف نظیر دما، بارش، رطوبت هوا و تابش خورشیدی گردد (گویال، ۲۰۰۴).<sup>۱</sup>

تغییر اقلیم عبارت است از تفاوت بین مقادیر میانگین دراز مدت یک متغیر اقلیمی از قبیل دما، رطوبت، باد، فشار هوا، ساعات آفتابی، تشعشع خورشید و... دلیل اصلی پدیده تغییر اقلیم، انتشار بیش از حد گازهای گلخانه‌ای در جو می‌باشد. تغییرات اقلیمی ناشی از افزایش غلظت گازهای گلخانه‌ای به ویژه دی‌اکسید کربن، باعث تغییراتی در رژیم بارش، سرعت باد، تابش خورشیدی رسیده به سطح زمین و دمای هوا می‌شود. علت افزایش گازهای گلخانه‌ای خصوصاً دی‌اکسید کربن (به عنوان مؤثرترین گاز گلخانه‌ای در تغییر اقلیم) در سال‌های اخیر عمدتاً افزایش سوخت‌های فسیلی، احتراق و جنگل زدایی است (طبری و همکاران، ۱۳۸۶).

تغییر اقلیم پدیده‌ای جهانی و گسترده است که در کل کره زمین در حال رخ دادن است. مهم‌ترین پیامد تغییر اقلیم، افزایش دمای کره زمین می‌باشد که باعث وقوع خشکسالی‌های هواشناسی و هیدرولوژی در سطح کره زمین شده و گسترش خشکی‌ها را در پی داشته است.

---

<sup>1</sup>Goyal

تغییر اقلیم و افزایش گرمایش جهانی در مناطق عرض‌های میانی باعث گسترش خشکسالی‌ها و تداوم آن‌ها شده و این تغییر، باعث نایکنواختی توزیع بارش می‌شود و بر منابع آب سطحی و زیرزمینی تأثیر می‌گذارد (خسروی و همکاران، ۱۳۸۹). افزایش دما و کاهش بارش می‌تواند اثرات زیانباری بر منابع آبی داشته باشد. چرا که اثر تغییر اقلیم هم بر تقاضای آب (به خاطر افزایش دما و ناهنجاری‌های بارش) و هم بر عرضه آب (موازنه در تبخیر و تعرق و ریزش) موثر می‌باشد (بصیری و همکاران، ۱۳۸۵).

عواملی همچون رشد جمعیت، نیاز به غذای بیش‌تر، ضرورت ارتقای سطح بهداشت و رفاه اجتماعی، توسعه صنعتی و حفاظت از اکوسیستم‌ها، تقاضای آب را روز به روز بیش‌تر می‌کند. علاوه بر محدودیت مقدار منابع آب، هزینه‌های استحصال آب و محدودیت منابع مالی نیز طرح‌های توسعه منابع آب جدید را با مشکل و محدودیت مواجه کرده است (بانک جهانی، ۲۰۰۴)<sup>۲</sup>

بروز تغییرات اقلیمی و تأثیر آن بر منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی به همراه مدیریت نامناسب منابع آبی، موجب شده که آسیب‌پذیری جوامع از این تغییرات، افزایش یابد و بدون شک، تشدید بحران‌های آبی نیز موجب افزایش هرچه بیش‌تر آسیب‌پذیری خواهد گردید. با توجه به گرمایش جهانی و افزایش پدیده تبخیر، روز به روز نیاز به منابع آبی بیش‌تر می‌شود (کشاورز و همکاران، ۱۳۸۹). آب‌های زیرزمینی به رغم اهمیت، در مقایسه با منابع آب‌های سطحی کم‌تر در ارزیابی تأثیرات تغییر اقلیم مورد توجه قرار گرفته‌اند (حسن لی، ۱۳۹۰). یکی از راهکارهای افزایش امنیت آب در کشور به جای اتکای تنها به آب‌های زیرزمینی، تنوع بخشی به منابع تامین آب است (حسن لی و شفیع، ۱۳۸۹).

---

<sup>2</sup>Internal World Bank Report



## ۲-۱ وضعیت آب‌های زیرزمینی و دلایل ناپایداری

آب‌های زیرزمینی یکی از منابع با ارزش، بخصوص در مناطق خشک و نیمه خشک محسوب می‌شود. بر اساس تعریف فینائو (۱۹۹۸)<sup>۳</sup> آب زیرزمینی آن بخش از آب زیرسطحی است که فشاری بیش از فشار اتمسفر را داراست و به سمت چاه یا حفره‌های دیگر جریان می‌یابد. این آب‌ها حدود ۴ درصد از مجموعه آب‌هایی را که فعالانه در سیکل هیدرولوژی دخالت دارند را تشکیل می‌دهد. با این وجود، حدود ۵۰ درصد از جمعیت دنیا، از نظر آب شرب متکی به همین منابع آبی زیرزمینی می‌باشند. این رقم در ایران به مراتب بالاتر از ۵۰ درصد می‌باشد می‌توان گفت اکثر شهرها و روستاهای کشور، آب مورد نیاز شرب و کشاورزی خود را از طریق منابع زیرزمینی تأمین می‌کنند (علیزاده، ۱۳۸۹). استان فارس یکی از استان‌هایی است که در مقایسه با سایر استان‌های کشور با مشکل بیلان منفی آب دشت‌ها روبرو است. این استان ۸۰ درصد آب مصرفی خود را از منابع آب زیرزمینی تأمین می‌کند که عمدتاً با بیلان منفی روبرو هستند. در ۶۷ دشت از مجموع ۹۰ دشت کشاورزی استان فارس، بیلان آب زیرزمینی منفی است (فتحی و زیبایی، ۱۳۸۹).

منابع آب زیرزمینی از دیرباز به دلیل ضریب اطمینان بالاتر و نوسانات کمتر به عنوان یک منبع مطمئن مورد استفاده بوده است، اما در دهه‌های اخیر بر اثر برداشت بیش‌تر از تغذیه، با کاهش کمی و کیفی روبرو شده است. آب زیرزمینی از یک سو به دلیل شیرین بودن، ترکیبات ثابت شیمیایی، دمای ثابت، ضریب آلودگی کم‌تر و سطح اطمینان بیش‌تر، یک منبع قابل اتکا به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک محسوب می‌شود و از سوی دیگر یک پدیده مهم و موثر در توسعه اقتصادی، تنوع اکولوژیکی و سلامت جامعه به حساب می‌آید (مادانک و همکاران، ۲۰۰۸).<sup>۴</sup>

منابع آب زیرزمینی یکی از مهم‌ترین و ارزان‌ترین منابع آب به شمار می‌روند، که شناخت صحیح و بهره برداری اصولی از آن‌ها می‌تواند در توسعه پایدار فعالیت‌های اجتماعی و اقتصادی یک منطقه به ویژه مناطق خشک و نیمه خشک نقش بسزایی داشته باشد. عدم

<sup>۳</sup>Finau

<sup>۴</sup>Madank

شناخت صحیح و بهره برداری بی رویه از این منابع، خسارات جبران ناپذیری مانند افت شدید سطح آب زیرزمینی، نشست زمین<sup>۵</sup>، کاهش دبی چاه‌ها و قنوت، تغییرات الگوی جریان آب زیرزمینی مانند پیشروی جبهه‌های آب شور و تداخل آب‌های شور را به دنبال خواهد داشت. به همین منظور برای آگاهی از وضعیت منابع آب زیرزمینی و مدیریت بهینه آن لازم است بررسی دقیقی از نوسانات سطح آب زیرزمینی انجام شود (ایزدی و همکاران، ۱۳۸۷).

آب‌های زیرزمینی یک امتیاز بزرگ محسوب می‌شوند. به این دلیل که اگر جهان تنها به آب-های سطحی متکی باشد، هزینه تصفیه حدود ۲۰ برابر افزایش می‌یابد. به همین دلیل استفاده از آب‌های زیرزمینی اغلب مقرون به صرفه است (فینائو، ۱۹۹۸). آب زیرزمینی یک عنصر مهم چرخه هیدرولوژیکی است و یک منبع حیاتی برای طبیعت، اکوسیستم‌های ساحلی و برای ذخیره آب به ویژه برای آب آشامیدنی است. تغذیه آب زیرزمینی به چند متغیر مخصوصاً بارش بستگی دارد. مشاهدات امروزی، تغذیه کم‌تر آب زیرزمینی را بخاطر تغییرات اقلیمی و استخراج بیشتر آب از سفره‌ها نشان می‌دهد (طبری و همکاران، ۱۳۸۶).

منشأ اصلی آب‌های زیرزمینی بارش است به عبارت دیگر آب‌های زیرزمینی جزئی از چرخه طبیعی آب محسوب می‌شوند. آب باران ممکن است مستقیماً یا از طریق رودخانه‌ها و دریاچه‌ها به زمین نفوذ کند. قسمتی از آب‌های زیرزمینی در اثر ذوب برف و یخ سطح زمین و نفوذ آب حاصله به داخل زمین تأمین می‌شود (صداقت، ۱۳۸۲).

آب رودها از منابع مهم تغذیه زیرزمینی هستند، که با کاهش حجم بارندگی یا خشک شدن آب رودخانه‌ها بر اثر خشکسالی این منبع تغذیه آب‌های زیرزمینی نیز کاهش می‌یابد یا به طور کلی قطع می‌شود. 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). نزولات جوی با نفوذ عمقی به لایه‌های زیرین زمین به مرور زمان منابع آب‌های زیرزمینی را تشکیل می‌دهند. این منابع در درون درز و شکاف و حفره‌های سنگ‌ها یا در فضای خلل و فرج مواد آبرفتی قرار می‌گیرند. حدود یک سوم جمعیت جهان وابسته به آب‌های زیرزمینی است و بیش از ۷۰ درصد منابع آب زیرزمینی به مصرف کشاورزی می‌رسد. بنابراین توسعه

<sup>5</sup>Land subsidence

کشاورزی و صنعت باعث افزایش برداشت از منابع زیرزمینی شده و برداشت بی رویه از مخازن آب زیرزمینی موجب می شود که میزان تغذیه آبخوان جوابگوی برداشت نباشد و سطح آب زیرزمینی افت نماید. افت سطح آب زیرزمینی مشکلاتی همچون خشک شدن چاه‌های آب، کاهش دبی رودخانه‌ها و دریاچه‌ها، تنزل کیفیت آب، افزایش هزینه پمپاژ و نشست زمین را بدنبال دارد (صمدی بروجنی و ابراهیمی، ۱۳۸۹).

ما در جهانی زندگی می کنیم که در بسیاری از نقاط آن با کمبود آب روبرو است، کمبودی که هر ساله به دلیل افزایش تقاضا بیش تر نمود پیدا می کند. افزایش تقاضا خود معلول افزایش جمعیت، رشد صنایع، گسترش شهرنشینی و بالا رفتن بهداشت و رفاه عمومی است. این عوامل سبب خشک شدن رودخانه‌ها و سطح آب آبخوان‌ها به علت رشد تقاضای آب می شود (شاهی دشت و عباس نژاد، ۱۳۸۹).

رشد سریع جمعیت جهان و توسعه کشاورزی در دهه‌های گذشته و جوابگو نبودن میزان آب‌های سطحی به نیازهای بشر منجر به افزایش روند پمپاژ آب و در نتیجه افت سطح آب زیرزمینی و تهی شدن سفره‌ها شده است. تهی شدن سفره‌های آب زیرزمینی و پیامدهای آن از جمله افزایش هزینه‌های استحصال آب، نشست زمین و کاهش کیفیت آب، امروزه به یک مشکل جدی و جهانی تبدیل شده و در مناطق مختلف دنیا گزارش شده است (کیسر و اسکیلر، ۲۰۰۳).<sup>۶</sup> این شرایط در مناطق خشک و نیمه خشک که بخش عمده‌ای از سرزمین ایران هم جز آن است تشدید شده و بصورت یک بحران جدی کشور را تهدید می کند (حسن لی، ۱۳۹۰).

مهم‌ترین مشکلات برداشت بی رویه آب از سفره‌های آب زیرزمینی عبارتند از (فتحی و زیبایی، ۱۳۹۰) :

- احتمال شور شدن سفره‌های آب زیرزمینی ؛ ( به دلیل تداخل آب شور و شیرین<sup>۷</sup> و تشدید این پدیده در بسیاری از مناطق )
- نشست زمین و کاهش ظرفیت ذخیره لایه‌های آب زیرزمینی و در نتیجه تغییر ضرائب هیدرودینامیک سفره‌ها

---

<sup>۶</sup>Kaiser & Skiller

<sup>۷</sup>Intrusion

- افزایش مصرف انرژی و هزینه های پمپاژ

- افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای

برداشت بیش از میزان تغذیه از منابع زیرزمینی، به معنای استخراج و استفاده از آبی است که در طول هزاران سال در لایه‌های آب دار زمین ذخیره شده است. در این شرایط، سطح آب‌های زیرزمینی روز به روز افت کرده و سرانجام به جایی خواهد رسید که آبی برای استخراج وجود نخواهد داشت. آب‌های زیرزمینی تحت تأثیر خشکسالی‌ها و برداشت‌های بی-رویه دچار کاهش سطح و ذخیره شده‌اند. خشکسالی یکی از مرموزترین و از لحاظ اقتصادی، زیان بارترین بلایای طبیعی و پدیده‌ای آرام و مرموز است که به اعتقاد بسیاری از محققین دارای مکانیسمی پیچیده بوده و ماهیت آن نسبت به تمامی حوادث طبیعی کم‌تر شناخته شده است (جوانمرد، ۱۳۸۰).

یکی از پیامدهای برداشت بی‌رویه آب از سفره‌های زیرزمینی، افت ممتد سطح آب و متراکم شدن لایه‌ها و رسوبات سفره است. تراکم سفره<sup>۸</sup> بر خصوصیات هیدرودینامیکی سفره تأثیر گذاشته و باعث کاهش نفوذپذیری و افت ضریب ذخیره آن خواهد شد. این پدیده علاوه بر ناپایداری زمین موجب کاهش دائمی حجم سفره و به هم خوردن تعادل طبیعی آن می‌گردد. در این صورت، سفره آب زیرزمینی از حالت پویا و دینامیک خارج می‌شود. چنین دشت‌هایی مستعدترین مناطق برای وقوع پدیده فرونشست می‌باشند (لشکری پور، ۱۳۸۷). پدیده نشست زمین بطور معمول بلافاصله با خروج سیال رخ نمی‌دهد بلکه در زمان طولانی‌تر از برداشت اتفاق می‌افتد (اسکوت، ۱۹۷۹).<sup>۹</sup> مقدار نشست زمین برای هر ۱۰ متر افت سطح آب بین ۱ تا ۵۰ سانتی متر متغیر است که دامنه این تغییرات به ضخامت و تراکم پذیری لایه‌ها و طول زمان بارگذاری بستگی دارد (لوفگرن، ۱۹۶۹).<sup>۱۰</sup>

کشور ایران با شرایط اقلیمی غالب خشک و نیمه خشک و میانگین بارش سالانه حدود ۲۵۰ میلی متر یکی از کشورهای کم آب جهان محسوب می‌شود (مسعودیان و کاویانی، ۱۳۸۶). کشاورزی با مصرف بیش از ۹۰ درصد منابع آب و برداشت بیش از ۸۰ درصد آن از منابع آب زیرزمینی نقش عمده‌ای در تغییرات کمی و کیفی آبخوان‌ها دارد. ایران رتبه سوم برداشت

<sup>8</sup>Aquifer Compaction

<sup>9</sup>Scott

<sup>10</sup>Lofgren