

بررسی افت آب‌های زیرزمینی در دشت کاشان با استفاده از GIS

مرتضی خداقلی، استادیار اقلیم‌شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف‌آباد
 زهرا سادات جلالی چیمه، دانشجوی دکتری اقلیم‌شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف‌آباد

چکیده

حوضه آبریز دشت کاشان یکی از مناطق بحرانی پس از پیروزی انقلاب اسلامی و به‌ویژه در سال‌های اخیر است. به دلیل عدم مدیریت مصرف منابع آب زیرزمینی در این حوضه، افت آب تسریع شده و بخش کشاورزی آسیب دیده است. منابع آب‌های زیرزمینی یکی از مهم‌ترین و با ارزش‌ترین منابع آب کشور به‌ویژه در بخش کشاورزی است که بیش از نود درصد مورد مصرف قرار می‌گیرد. افزایش جمعیت و توسعه اقتصادی و اجتماعی کشور در دو دهه گذشته موجب افزایش مداوم تقاضای آب گشته و موجب شده است بعضی از آبخوان‌های مهم کشور با افت شدید سطح آب زیرزمینی مواجه شوند. ارائه راهکارهایی جهت ایجاد تعادل بین تغذیه و تخلیه آب‌های زیرزمینی، جلوگیری از شور شدن آب و خاک منطقه دشت کاشان و نحوه مدیریت مصرف بهینه منابع آب از اهداف این پژوهش است. بیلان آبی ایستگاه سینوپتیک کاشان به روش تورنت وایت محاسبه و دلایل افت کشاورزی بررسی و جهت جریان آب‌های زیرزمینی با استفاده از نرم‌افزار surfer در سی سال اخیر محاسبه شد. همچنین احیای سطح آب‌های زیرزمینی با توجه به مدیریت مصرف، همبستگی بین آب‌های زیرزمینی و بارش، رابطه رگرسیونی آب‌های زیرزمینی و بارش ارزیابی و روش‌های نوین آبیاری بررسی شد. نتایج نشان می‌دهد که در دهه ۵۰ افت آب‌های زیرزمینی خیلی کم بوده است. ولی از دهه ۶۰ به بعد که دشت کاشان یکی از دشت‌های ممنوعه اعلام شد، به‌ویژه در دهه ۸۰، افت شدید آب‌های زیرزمینی (۵۰ الی ۶۰ متر) در اکثر قسمت‌های دشت شدت یافته است. در نتیجه باید از حفر چاه در بسیاری از مناطق دشت کاشان جلوگیری کرد.

کلیدواژه‌ها: آب زیرزمینی، کشاورزی، مدیریت، حوضه آبریز دشت کاشان.

افزایش جمعیت و توسعه اقتصادی و اجتماعی کشور در دو دهه گذشته موجب افزایش مداوم تقاضای آب گشته و موجب شده است بعضی از آبخوان‌های مهم کشور با افت شدید سطح آب زیرزمینی مواجه شوند

مقدمه

بحران آب زودتر از اغلب کشورهای جهان دامن‌گیر کشور خشک ایران شده است. کم‌آبی چندساله اخیر اگرچه در نگاه بسیاری امری گذرا تلقی می‌شود، ولی در حقیقت می‌توان آن را پیش‌قراول بحران گسترده آب دانست که در صورت نداشتن برنامه‌ریزی منسجم، لطمات جبران ناپذیری را بر بیکره آسیب‌پذیر اقتصاد کشور وارد خواهد ساخت. کشور ما به دلیل دارا بودن اقلیمی نیمه‌بیابانی در وضعیت خشک به سر می‌برد و پراکندگی و نوسان قابل ملاحظه بارش در کشور مزید بر علت شده است تا بیشتر اوقات با کمبود آب در کشور مواجه باشیم. میانگین بارش جهانی ۸۰۰ میلی‌متر در سال است. اما کشور ما تنها ۲۵۲/۲ میلی‌متر میانگین سالانه بارندگی دارد و این رقم کمتر از یک‌سوم بارش‌های جهانی است. مشکلات ناشی از برداشت بی‌رویه آب‌های زیرزمینی باعث بروز پیامدهایی مثل نشست زمین می‌شود. نشست زمین در اثر افت سطح آب‌های زیرزمینی در برخی استان‌های ایران از جمله استان‌های کرمان، یزد، خراسان، همدان و سیستان گزارش شده است. برای مثال در منطقه رفسنجان به ازای هر ۱۰ متر افت سطح آب زیرزمینی، سطح زمین حدود ۴۲ سانتی‌متر نشست می‌کند (بلورچی، ۱۳۸۷).

منطقه کاشان یکی از مناطق کم‌باران ایران به‌شمار می‌رود به طوری که میزان بارندگی سالانه در کاشان کمتر از ۱۴۰ میلی‌متر است. بنابراین میزان بارندگی در دشت کاشان معادل ۵۵ درصد متوسط ایران است

حوضه آبریز دشت کاشان در ناحیه گرم و خشک واقع شده و میزان بارش سالانه آن بسیار کم است، ولی با وجود ممنوع بودن، هم‌چنان برداشت‌های بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی صورت می‌گیرد، به طوری که در سال ۱۳۴۴ میزان تخلیه سالانه آب‌های زیرزمینی ۷۰ میلیون متر مکعب بوده ولی این مقدار در سال ۱۳۸۸ به ۴۰۰ میلیون متر مکعب رسید و باعث وارد آمدن خسارت‌های فراوانی به‌ویژه به بخش کشاورزی کاشان که مصرف آب‌های زیرزمینی را به خود اختصاص می‌دهد، گردید. هم‌چنین نقشه‌های سطح ایستابی و جریان آب زیرزمینی نشان‌دهنده حرکت آب‌های شور به سمت آب‌های شیرین در منطقه است. این عوامل دست‌به‌دست هم داده و باعث خشک شدن چاه‌های نیمه عمیق و قنوت منطقه، افت سطح آب، کاهش مداوم میزان ذخیره، افزایش شوری آب، نشست زمین و... شده است (کمیتة تحقیقات شرکت آب و فاضلاب کاشان، ۱۳۸۷). در این بحث سعی می‌شود به این سؤالات پاسخ داده شود:

۱. آیا نوسانات اقلیمی بر نوسانات سفره‌های آب زیرزمینی کاشان تأثیر می‌گذارد؟
۲. آیا جهت حرکت آب‌های زیرزمینی دشت کاشان در سی سال گذشته تغییر محسوسی داشته است؟
۳. آیا افت آب‌های زیرزمینی بیشتر از نوسان بارندگی یا مدیریت آب‌های زیرزمینی تأثیر می‌پذیرد؟

روش تحقیق

تحقیق شامل دو سری عملیات است: عملیات کتابخانه‌ای و عملیات میدانی.

در عملیات کتابخانه‌ای مرز حوضه آبخیز، تعداد چاه‌های موجود، آبدهی چاه‌ها، حجم برداشت ماهانه و سالانه کل چاه‌ها، سطح اراضی آبی، انواع محصولات، نیاز آبی و مقدار برداشت آب برای کشاورزی و زراعت در سال، شبکه چاه‌های پیژومتری، تغییرات سطح آب‌های زیرزمینی از طریق چاه‌های پیژومتری و مشاهده‌ای، تغییرات سالانه سطح اراضی آبی، بارندگی‌های سالانه، میانگین متحرک‌های چندساله، تغییرات شاخص‌های هیدرولوژیکی از جمله دبی در سال‌های مختلف، و تهیه نقشه تغییرات سطح اراضی آبی، نقشه هم‌باران، در صورت دسترسی ارزان به داده‌های ماهواره‌ای بررسی و انجام می‌شوند. در نهایت پس از کنترل و انجام عملیات میدانی،

میزان همبستگی بین آب‌های زیرزمینی با بارش سالانه، بارش در متحرک‌های چندساله، حجم برداشت سالانه آب از سفره‌های آب زیرزمینی مشخص می‌شود. در عملیات میدانی، از شبکه چاه‌های موجود و چاه‌های پیژومتری بازدید و با کشاورزان مصاحبه می‌شود و ارتفاع رقوم سطح آب‌های زیرزمینی در ماه‌های تحقیق ثبت و یادداشت و با بازدید صحرایی، زمینه تصحیح و زمین مرجع‌سازی تصاویر ماهواره‌ای انجام می‌شود. در این پژوهش برای تعیین جهت جریان آب‌های زیرزمینی اطلاعات سطح آب مربوط به دوره آماری ۱۳۵۳ تا ۱۳۸۸ از ۶۰ چاه پیژومتری از سازمان آب منطقه‌ای دریافت شد. به‌منظور تهیه نقشه‌های جهت جریان (ایزوپیز) ابتدا موقعیت چاه‌ها، با استفاده از نرم‌افزار گوگل ارث^۱، روی تصاویر ماهواره‌ای مشخص و با استفاده از نرم‌افزار آکسل^۲، سورفر^۳ و سیستم اطلاعات جغرافیایی^۴ روی نقشه پیاده و جهت جریان آب براساس سطح ایستابی در موقعیت‌های متفاوت ترسیم می‌شود. برای تعیین افت آب‌های زیرزمینی در دهه‌های ۵۰ و ۸۰ ابتدا سطح آب‌های زیرزمینی را با استفاده از تکنیک سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) پهنه‌بندی می‌کنند و با استفاده از نرم‌افزار گلوبال میر^۵، نقشه‌های افت آب‌های زیرزمینی ترسیم می‌شوند.

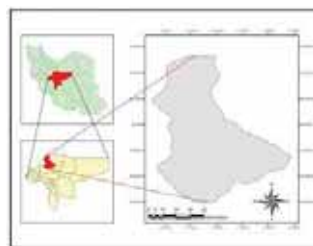
موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

حوضه آبریز کاشان بین طول‌های جغرافیایی ۵۲°۰۶' و ۵۴°۰۵' عرض‌های جغرافیایی ۳۶°۳۳' و ۳۴°۳۰' قرار دارد. این حوضه شامل دو منطقه دشت، ارتفاعات و کوهپایه است. منطقه دشت خود به دو بخش تقسیم می‌شود: بخشی از آن اراضی بایر و شوره‌زار در برمی‌گیرد که شامل مناطق کویری حاشیه دریاچه نمک است. در این بخش به علت وجود نداشتن روستا و اراضی کشاورزی و ضعیف بودن منطقه از لحاظ پتانسیل آب‌های زیرزمینی بهره‌برداری چندانی از منابع آب انجام نمی‌شود. بخش دیگر که مستعد کشاورزی است به دشت کاشان شهرت دارد (خراسانی‌زاده و همکاران، ۱۳۸۶).

این دشت به وسعت ۱۴۷۴ کیلومتر مربع، شامل شهرستان کاشان و بخش مرکزی آن و شهرستان آران و بیدگل و همه بخش‌های آن و اراضی کشاورزی واقع در دشت است. تقریباً تمام بهره‌برداری از آبخوان آبرفتی دشت کاشان نیز در همین محدوده انجام می‌گیرد. براساس روش دومارتن، دشت کاشان با ضریب خشکی ۴/۸ جزء مناطق خشک یا بیابانی شدید به حساب می‌آید. از سوی دیگر نواحی کوهستانی جنوب دشت کاشان از اقلیم خاصی برخوردار است که از نقطه‌نظر طبقه‌بندی دومارتن جزء مناطق نیمه خشک به‌شمار می‌آید.

از مهم‌ترین چشمه‌سارها در این دشت چشمه فین است که در دامنه کوه دندانه و هفت کتل ظاهر می‌شود. علاوه بر این که فین علیا و فین سفلا با آب آن سیراب می‌شود، روستاهای دیگر نیز از آب این

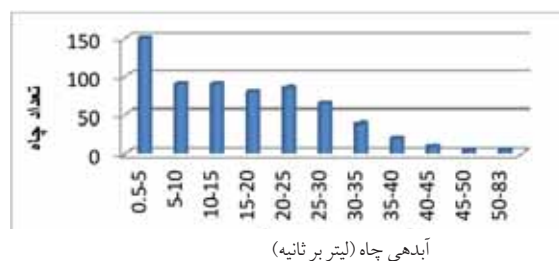
چشمه بهره‌مند می‌شوند (خراسانی‌زاده و همکاران، ۱۳۸۶).



موقعیت دشت کاشان



با توجه به اینکه منطقه کاشان فاقد منابع آبی قابل توجه است بخار آب مورد نیاز از بیرون اقلیم وارد می‌شود و در فصل گرم تحت تأثیر پرفشار جنب حاره است و در فصل سرد زیر نفوذ بادهای غربی قرار می‌گیرد و شرایط صعود را ایجاد می‌کند. بارش سالانه ایستگاه کاشان حدود ۱۳۸ میلی‌متر است. بیشترین بارش مربوط به زمستان است. حوضه کاشان در حوضه آبریز کویر مرکزی ایران واقع شده و جزئی از حوضه دریاچه نمک است. مساحت حوضه بالغ بر یک میلیون هکتار است. میزان نزولات جوی در این حوضه بالغ بر یک میلیارد متر مکعب است. توزیع سطح بارش در سطح دشت کاشان یکنواخت نیست. از آنجا که منابع آب‌های زیرزمینی کاشان را چاه‌ها و قنوات و چشمه‌ها تشکیل می‌دهند، بهره‌برداری از این منابع در طی سال‌های ۱۳۴۴ تا ۱۳۸۸ افزایش داشته است. نتایج این روند سیر نزولی آبدی قنوات منطقه و خشک شدن آن‌ها بوده است (سازمان آب منطقه‌ای، ۱۳۸۹). برحسب آبدی مشخص است که تعداد ۳۳۰ حلقه از چاه‌ها دبی کمتر از ۱۵ لیتر بر ثانیه دارند (خراسانی‌زاده و همکاران، ۱۳۸۸).



نمودار ۱: چاه‌ها براساس آبدی

در دشت کاشان دو چشمه به نام‌های چهل چشمه و چشمه سلیمانیه (فین) وجود دارد که آماربرداری شده‌اند. چشمه سلیمانیه فین آهکی و یکی از چشمه‌های پر آب در ایران است که دبی ۳۲۰ لیتر در ثانیه دارد. چهل چشمه نیز آهکی است و در منطقه دهنار دبی ۱۶ لیتر بر ثانیه دارد. مجموع تخلیه سالانه این چشمه‌ها برابر ۱۰/۱۲ میلیون متر مکعب است (خراسانی‌زاده و همکاران، ۱۳۸۸). توسعه سطح زیر کشت در دشت کاشان با تغییر نسبت نوع محصولات کشاورزی نیز همراه بوده است. برای نمونه در منطقه ابوزیدآباد در سال ۱۳۵۵ بیش از ۶۰ درصد از اراضی کشاورزی زیر کشت گندم و جو بوده، در حالی که در سال زراعی ۸۹-۸۸ این میزان کمتر از ۴۰ درصد بوده است. نیاز خالص آبی محصولات باغی و زراعی در مناطق دشت‌های مختلف ایران را سازمان هواشناسی کشور برآورد کرده است. با استفاده از نتایج این برآورد و مطابق نظر کارشناسان اداره جهاد کشاورزی کاشان، راندمان آبیاری در کل دشت کاشان ۳۳ درصد در نظر گرفته شده است. نتایج به‌دست آمده در جدول ۱ براساس مقدار آبی که برای آبیاری هر کیلوگرم محصولات عمده باغی و زراعی در این دشت مصرف می‌شود مرتب شده است. البته بخشی از آب مصرفی، صرف رشد گیاه و درخت و پرورش محصول می‌شود و بخش قابل توجهی از آن تبخیر و بخشی دوباره به سفره نفوذ پیدا می‌کند. مقادیر نشان داده شده در جدول ۱ بیانگر مصرف بسیار بالای آب محصولات باغی و زراعی در دشت کاشان به ازای هر کیلوگرم محصول تولیدی

جدول ۱: آب مصرف شده به ازای هر کیلوگرم محصول در دشت کاشان

نام محصول	آب مصرفی در سال به ازای هر هکتار (متر مکعب)	عملکرد محصول (هکتار/کیلوگرم)	آب مصرف شده برای هر کیلوگرم محصول (کیلوگرم)
انار	۲۴۱۵۰	۱۴۰۰۰	۱۳۷۰
پسته	۲۷۰۰۰	۱۴۰۰۰	۱۹۰۰۰
بادام	۲۲۵۰۰	۱۰۰۰	۲۲۵۰۰
گل محمدی	۱۲۰۰۰	۴۰۰۰	۳۰۰۰
جو	۷۵۰۰	۳۵۰۰	۲۱۴۰
گندم	۱۰۵۰۰	۳۶۰۰	۲۹۱۵
هندوانه	۱۶۵۰۰	۳۰۰۰۰	۵۵۰
خریزه	۱۵۰۰۰	۳۰۰۰۰	۵۰۰

به دلیل شرایط اقلیمی و نرخ تبخیر بسیار بالاست (خراسانی، ۱۳۸۶).

منطقه کاشان یکی از مناطق کم‌باران ایران به‌شمار می‌رود به‌طوری که میزان بارندگی سالانه در کاشان کمتر از ۱۴۰ میلی‌متر است. بنابراین میزان بارندگی در دشت کاشان معادل ۵۵ درصد متوسط ایران است.

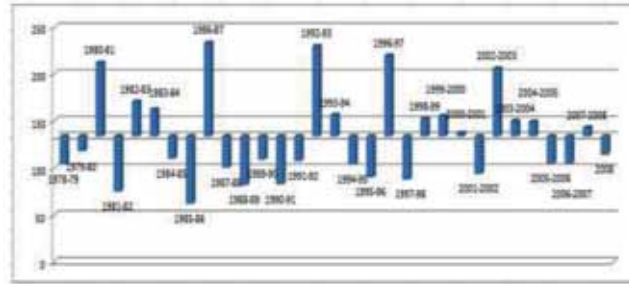
ماه‌های خرداد تا مهر جزء ماه‌های خشک و ماه‌های دی تا اردیبهشت، آبان و آذر جزء ماه‌های مرطوب به‌حساب می‌آیند. بررسی بیان آبی کاشان براساس روش تورنت وایت نشان می‌دهد که این ایستگاه با بارش سالانه حدود ۱۴۰ میلی‌متر دارای پتانسیل تبخیر

کاربرد روش‌های نوین آبیاری، راندمان کاربرد آب را در مقایسه با روش‌های سنتی (آبیاری غرقابی و جوی پشته) به‌طور چشم‌گیر افزایش می‌دهد

آب‌های شیرین هستیم. این عامل بر کشاورزی دشت کاشان تأثیر بسزایی داشته است.

مهم‌ترین علت پایین بودن عملکرد سالیانه محصولات کشاورزی کمبود آب در حوضه آبریز دشت کاشان است. هم‌چنین بیشتر کشاورزان (۹۸ درصد) از شیوه آبیاری غرقابی استفاده می‌کنند و از دیگر شیوه‌های آبیاری از جمله بارانی، نشتی و شیاری استفاده نمی‌شود. استفاده از شیوه‌های آبیاری سنتی یکی از عوامل مهم عدم مدیریت مصرف آب‌های زیرزمینی است که باعث هدر رفتن آب بسیار می‌شود. استفاده از شیوه‌های کشت سنتی در منطقه از جمله کربندی یکی از عوامل عدم مدیریت مصرف آب‌های زیرزمینی است که می‌توان علت آن را گران بودن یا دسترسی نداشتن به امکانات و ماشین‌آلات مکانیزه و آشنا نبودن و آموزش ندیدن کشاورزان در استفاده از این امکانات دانست. از مهم‌ترین دلایل تمایل نداشتن کشاورزان به ادامه کار، کمبود آب و کاهش سطح آب‌های زیرزمینی در سال‌های اخیر است. هم‌چنین توجه نداشتن و حمایت نکردن مسئولان از کشاورزان و محصولات کشاورزی و باغبانی، کمبود وسایل و امکانات کشاورزی پیشرفته و مکانیزه، هزینه‌های زیاد کارگری، وجود واسطه‌ها و دلالتان در خرید و فروش محصولات کشاورزی و هزینه‌های بالای حمل و نقل را می‌توان از جمله این دلایل برشمرد.

یکی از مهم‌ترین عوامل افت کشاورزی دشت کاشان را می‌توان کمبود آب در این منطقه دانست. این کمبود آب از یک طرف به دلیل گرم و خشک و پایین بودن متوسط بارش سالیانه و از طرف دیگر برداشت بیش از حد از منابع آب زیرزمینی است. با افزایش جمعیت، حفر چاه‌های عمیق در دشت کاشان برای استفاده کشاورزی رواج پیدا کرد. این عامل در کنار خشک‌سالی‌های بعدی باعث افت شدید سطح آب‌های زیرزمینی شد. این عوامل دست به دست هم داده و خسارات جبران‌ناپذیری را به بخش کشاورزی منطقه وارد کرده و باعث رغبت نداشتن کشاورزان به ادامه کار در این بخش شده‌اند. از دیگر عوامل افت کشاورزی در دشت کاشان افت کیفی آب است که از جمله این عوامل کیفی می‌توان به مهم‌ترین مسئله یعنی شور شدن آب‌های زیرزمینی اشاره کرد. حفر بی‌رویه چاه و تخلیه بیش از حد آب‌های زیرزمینی باعث از میان رفتن تعادل بین تغذیه و خروجی آبخوان و در نتیجه افت سطح آب شده و جهت جریان آن تغییر کرده، به گونه‌ای که در سال‌های اخیر سرازیر شدن آب‌های



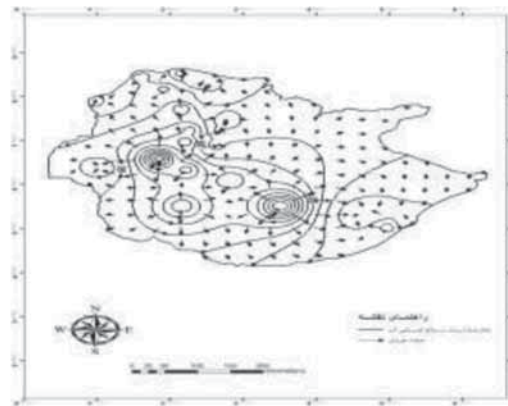
نمودار ۲: تعیین سال‌های خشک و مرطوب بین سال‌های ۱۹۷۸-۲۰۰۸

بیش از ۱۱۰۰ میلی‌متر است. پتانسیل ارتفاع آب تبخیر شده بیش از ۸ برابر بارش است.

افزایش تعداد چاه‌ها و برداشت بیش از حد آب‌های زیرزمینی باعث برهم خوردن تعادل بین ورودی‌ها و خروجی‌های آبخوان شده و در نتیجه جهت جریان آب تغییر کرده و به تدریج جهت جریان حرکتی عکس داشته است و ما شاهد حرکت آب‌های شور به سمت



نقشه جهت جریان آب‌های زیرزمینی در سال ۱۳۵۳



نقشه جهت جریان آب‌های زیرزمینی در سال ۱۳۸۸

شور به طرف آب‌های شیرین کشاورزی حوضه آبریز دشت کاشان را تحت تأثیر قرار داده است.

حوضه آبریز دشت کاشان وابستگی زیادی به آب‌های زیرزمینی دارد و در آن کمتر از آب‌های سطحی استفاده می‌شود که این امر دو عامل انسانی و طبیعی دارد. عامل انسانی شامل افزایش جمعیت، عدم مدیریت در ذخیره کردن و استفاده از آب‌های سطحی از جمله عدم پوشش آنها، نبود شیب مناسب و نیز درست مکان‌یابی و تعبیه نشدن استخرهای ذخیره آب و... است. از عوامل طبیعی می‌توان به نامنظم بودن بارش، پایین بودن بارش سالانه، دمای بالا، تبخیر بسیار زیاد و... اشاره کرد. برای دست‌یابی به عملکرد بهینه آب در بخش کشاورزی حوضه آبریز دشت کاشان، یکی از گزینه‌های نوشناخته به کارگیری روش‌های نوین آبیاری است. کاربرد روش‌های نوین آبیاری، راندمان کاربرد آب را در مقایسه با روش‌های سنتی (آبیاری غرقابی و جوی پشته) به‌طور چشم‌گیر افزایش می‌دهد. از جمله این روش‌ها، آبیاری قطره‌ای و آبیاری بارانی و آبیاری با فاضلاب‌های تصفیه شده است. در آبیاری قطره‌ای در مصرف آب صرفه‌جویی می‌شود. آبیاری بارانی، سیستم زیرزمینی تراواست که بیشتر در مناطق گرم و خشک مانند دشت کاشان از آن استفاده می‌شود. از فاضلاب‌های تصفیه شده برای آبیاری مناطق خشک و نیمه خشک استفاده می‌شود و می‌تواند بخشی از کمبود آب مورد نیاز منطقه را تأمین کند. در آینده نزدیک استفاده از این قبیل آب‌ها برای مصارف آبیاری فضاهای

با توجه به اینکه منطقه کاشان فاقد منابع آبی قابل توجه است بخار آب مورد نیاز از بیرون اقلیم وارد می‌شود و در فصل گرم تحت تأثیر پرفشار جنب حاره است و در فصل سرد زیر نفوذ بادهای غربی قرار می‌گیرد و شرایط صعود را ایجاد می‌کند. بارش سالانه ایستگاه کاشان حدود ۱۳۸ میلی‌متر است. بیشترین بارش مربوط به زمستان است

سبز، زمین‌های ورزشی یا گیاهانی که به‌طور مستقیم مورد مصرف خوراکی قرار نمی‌گیرند، افزایش خواهد یافت. از مزیت‌های این روش آن است که چون فاضلاب همیشه تولید می‌شود، موارد کاربرد آن نیز همیشگی است (همایی و پذیرا، ۱۳۸۹).

نتیجه‌گیری

با توجه به آنچه گذشت و براساس نتایج به‌دست‌آمده از تجزیه و تحلیل داده‌ها و یافته‌های تحقیق، نوسان‌های اقلیمی بر نوسان‌های

سفره‌های آب زیرزمینی کاشان نقش دارد. هم‌چنین جهت حرکت آب‌های زیرزمینی دشت کاشان در سی سال گذشته تغییری محسوس داشته است. افت آب‌های زیرزمینی بیشتر از نوسان بارندگی تأثیر می‌پذیرد تا مدیریت آب‌های زیرزمینی. در نتیجه با استفاده از مدل افت آب‌های زیرزمینی مشخص شد که در دهه ۵۰ دشت کاشان با افت خیلی کم آب‌های زیرزمینی روبه‌رو بوده، ولی از دهه ۶۰ به بعد که دشت کاشان به عنوان یکی از دشت‌های ممنوع اعلام شد، افت آب‌های زیرزمینی در بیشتر قسمت‌های دشت شدت گرفت، به‌ویژه در دهه ۸۰ که ۵۰ تا ۶۰ متر با افت آب روبه‌رو شدیم. در نتیجه باید از حفر چاه در بسیاری از مناطق دشت کاشان جلوگیری کرد. هم‌چنین نقشه‌های جهت جریان آب‌های زیرزمینی نشان‌دهنده تغییر تدریجی جهت حرکت آب‌های زیرزمینی از سال ۱۳۶۳ تا ۱۳۸۸ است. در اثر این تغییر جهت، منابع آب شور از طرف بخش شمالی دشت (دریاچه نمک) به طرف منابع آب شیرین در بخش‌های مرکزی، جنوبی، جنوب شرقی و غربی در حال حرکت‌اند. این در حالی است که در سال ۱۳۵۳ جهت جریان آب‌های زیرزمینی از سمت دشت کاشان به طرف دریاچه نمک بوده است. این افت آب و تغییر جهت جریان آب‌های زیرزمینی از یک طرف به دلیل بی‌نظمی‌های ناشی از اقلیم خشک و نیمه خشک، پایین بودن متوسط بارش سالیانه، بالا بودن میزان تبخیر و از طرف دیگر حفر بی‌رویه چاه‌های عمیق و نیمه عمیق مجاز و غیر مجاز و برداشت بیش از اندازه منابع آب زیرزمینی است به ویژه در بخش کشاورزی که بیش از ۹۰ درصد این منابع آب را به خود اختصاص می‌دهد. نبود تعادل بین ورودی و خروجی منابع باعث شده است که ما شاهد بیلان منفی آب در منطقه باشیم به گونه‌ای که در سال ۱۳۸۸ میزان تغذیه ۴۰۰ میلیون متر مکعب و تخلیه ۴۴۰ میلیون متر مکعب بوده که این نشان‌دهنده ۴۰ میلیون متر مکعب کسری ذخیره مخزن آبخوان آبرفتی حوضه آبریز دشت کاشان است. آمار و ارقام نشان می‌دهند که روند کاهش ذخیره مخزن با شدت بسیار زیاد ادامه دارد. بررسی و تجزیه و تحلیل پرسش‌نامه‌ها نشان می‌دهد که سطح زیر کشت اراضی کشاورزی حوضه آبریز دشت کاشان در حال کم شدن است. بیشتر شیوه‌های آبیاری و الگوهای کشت با وجود امکانات و دستگاه‌های پیشرفته کشاورزی سنتی است که این امر در نوسان‌های آب‌های زیرزمینی بسیار تأثیر داشته است. کمبود آب به عنوان یکی از معضلات اساسی حوضه آبریز دشت کاشان باعث شده است که ما شاهد عدم آبیاری استاندارد و راغب نبودن کشاورزان به ادامه کار در بخش کشاورزی باشیم. در پایان می‌توان گفت که حوضه آبریز دشت کاشان از مناطق بحرانی پس از پیروزی انقلاب اسلامی به‌ویژه در سال‌های اخیر است که به دلیل نبود مدیریت در حوزه مصرف منابع آب زیرزمینی، با خشک شدن چاه‌ها و قنات، شور شدن آب و خاک، نشست زمین، نبود تعادل بین ورودی و خروجی و افت آب

روبه‌روست. با تداوم این وضع و مدیریت نکردن مصرف منابع آب زیرزمینی، ما شاهد مرگ تدریجی و نابودی کشاورزی حوضه آبریز دشت کاشان خواهیم بود. هم‌چنین استفاده بیش از حد آب‌های زیرزمینی و افت آن، پدیده فرو نشست زمین را نیز تشدید می‌کند.

پیشنهادها

با توجه به مطالب گفته شده و نتایج به دست آمده، موارد زیر پیشنهاد می‌شود:

- با توجه به افزایش چاه‌ها باید حفر بی‌رویه چاه‌های عمیق و نیمه‌عمیق مجاز و غیر مجاز در بیشتر مناطق حوضه آبریز دشت کاشان برای جلوگیری از شور شدن آب و خاک، نشست زمین، کاهش مداوم ذخیره آب و افت سطح آب متوقف شود.
- از طریق مدیریت مصرف منابع آب زیرزمینی، سطح آب‌های زیرزمینی حوضه آبریز دشت کاشان احیا شود.
- استفاده از شیوه‌های آبیاری نوین از جمله آبیاری قطره‌ای، آبیاری بارانی، آبیاری زیرزمینی تراوا و کاربرد فاضلاب‌های تصفیه‌شده و آبیاری مزارع در زمان مناسب برای افزایش بازده محصولات و راندمان آبیاری.
- اصلاح شیوه‌های کشت متناسب با شرایط آب‌وهوایی و خاک شور منطقه از جمله کشت نواری که بهترین و مناسب‌ترین روش کشت در زمین‌های شور است.
- با توجه به آب و خاک شور منطقه، کاشت محصولات زراعی شورپسند و مقاوم به شوری از جمله گیاهان مقاوم به شوری زمستانه مانند جو، نخود، اسفناج، چغندر و گیاهان مقاوم به شوری تابستانه مانند یونجه، خیار، خربزه، طالبی و پنبه انجام شود.
- اجرای برنامه‌های آموزشی و ترویجی برای کشاورزان توسط جهاد کشاورزی در زمینه روش‌های نوین آبیاری، شیوه‌های کشت و استفاده از وسایل و امکانات پیشرفته در کشاورزی صورت گیرد.
- با توجه به اینکه هر ساله با رگبارهای شدید به ویژه در فصل بهار، سیلاب‌های قابل توجهی وارد دشت می‌شود، برای تقویت سفره آب زیرزمینی دشت و جلوگیری از ویرانی‌های احتمالی ناشی از آن، مطالعات انجام طرح‌های تغذیه مصنوعی پیشنهاد می‌شود.
- بخش قابل توجهی از جریان‌های سطحی واقع در رودخانه‌های فصلی حوضه آبریز دشت کاشان در فصول تر به هدر می‌رود. با توجه به نیاز شدید آبی در بخش کشاورزی به‌ویژه در فصول خشک، مطالعات احداث سد در ارتفاعات پیشنهاد می‌شود.
- از طریق اعطای وام و تسهیلات برای انجام فعالیت‌های کشاورزی، رغبت و انگیزه در بین کشاورزان ایجاد شود.
- کمیتة بحران آب در دشت کاشان برای رسیدگی به مدیریت مصرف منابع آب به‌ویژه منابع آب زیرزمینی در بخش کشاورزی تأسیس شود.

۱۱. توسعه فعالیت‌های صنعتی با ملاحظه وضع موجود آب صورت پذیرد. قبل از موافقت اصولی با تأسیس صنایع جدید، باید نیازهای آبی آن به دقت بررسی شود.

پی‌نوشت‌ها

1. Google earth
2. Excel
3. Surfer
4. GIS
5. Global Mapper

منابع

۱. بلورچی، محمدجواد و سیاره، علیرضا (۱۳۸۷)، نشست زمین، گروه زمین‌شناسی مهندسی، سازمان زمین‌شناسی کشور.
۲. خراسانی‌زاده، حسین، دلخواه، علی و مزروعی، عباس (۱۳۸۶)، مطالعه مقایسه‌ای مصارف آب کشاورزی و شهری از نظر کمی و کیفی و تأثیر چگونگی برداشت روی منابع آب و پیش‌بینی آینده در دشت کاشان.
۳. حاتمی، علی، کشکول جغرافیایی، ۱۳۹۰.
۴. زهتابیان، غلامرضا و جعفری، رضا (۱۳۸۱)، تعیین شدت تخریب منابع آب در منطقه کاشان با استفاده از مدل بیابان زایی، محیط‌شناسی شماره ۳۰.
۵. سازمان آب منطقه‌ای کاشان، ۱۳۸۸.
۶. سازمان هواشناسی کاشان، ۱۳۹۰.
۷. شائمی، اکبر (۱۳۷۱)، بررسی جنبه‌های بیوکلیمایی پرورش زنبور عسل در ایران (مطالعه موردی استان اصفهان)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس.
۸. صداقت، محمود (۱۳۷۲)، زمین و منابع آب (آب‌های زیرزمینی)، چاپ اول، انتشارات دانشگاه پیام نور.
۹. علیرزاده، امین (۱۳۹۰)، اصول هیدرولوژی کاربردی، چاپ سی و دوم، انتشارات آستان قدس رضوی.
۱۰. فرجی سبکبار، حسنعلی و زراعتی، مرتضی (۱۳۸۷)، «بررسی و مدیریت ریسک سیلاب در منطقه کاشان»، دوره هفدهم، شماره شصت‌وششم، نشریه علمی فنی سازمان جغرافیایی وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح در زمینه مهندسی نقشه‌برداری، دورسنجی و علوم جغرافیایی.
۱۱. کمیته تحقیقات شرکت آب و فاضلاب کاشان، ۱۳۸۷.
۱۲. گیتی، علیرضا و دیگران (۱۳۷۸)، «بررسی روند شور شدن آب‌های زیرزمینی شمال دشت کاشان»، بیابان، جلد چهارم، شماره ۲.
۱۳. مهندسین مشاور کنکاش عمران (۱۳۸۵)، مطالعات تعیین حریم و بستر رودخانه بن‌رود (قصر کاشان)، جلد اول، اداره کل امور آب استان قم.
۱۴. نیک‌اندیش، نسرين (۱۳۸۹)، «پایش خشک‌سالی با استفاده از شاخص‌های آماری به‌ویژه شاخص SPI مطالعه موردی کاشان»، گزارش طرح تحقیقاتی.
۱۵. همایی، مهدی و پذیرا، ابراهیم (۱۳۸۹)، «آبیاری نوین تنها گزینه توسعه پایدار کشاورزی در مناطق نیمه خشک»، گروه پژوهش و تحقیقات وزارت جهاد کشاورزی.
۱۶. ولایتی، سعیدالله (۱۳۷۴)، جغرافیای آب‌ها و مدیریت منابع آب، چاپ اول، انتشارات خراسان.