



مجموعه مقالات چهارمین کنگره بین المللی جغرافیدانان جهان اسلام (ICIWG 2010)

مدیریت منابع آبی، چالشها و راهکارها (مطالعه موردی: استان کرمان)

علیرضا شاهی دشت

دانشگاه شهید باهنر کرمان

دکتر احمد عباس نژاد

عضو هیأت علمی دانشگاه شهید باهنر کرمان

(E-mail: ali.shahidasht@yahoo.com)

چکیده

مدیریت منابع آبی مستلزم ارزیابی دقیق حجم ذخایر آبی و میزان دسترسی به آن در هر منطقه و شناخت فرآیندهای محیطی حاکم بر این منابع است. در دهه‌های اخیر وجود فن‌آوریهای جدید و افزایش تقاضا، اضافه برداشت از منابع آب زیرزمینی دشتهای استان کرمان و ایجاد معضلات فراوان زیست محیطی را در پی داشته است. بر اساس محاسبات انجام شده تمامی دشتهای استان کرمان طی سالیان گذشته دارای افت مداوم سطح آب زیرزمینی بوده‌اند، بطوریکه از سال آبی ۸۰-۸۱ تا ۸۵-۸۶ سطح آب زیرزمینی استان بطور متوسط سالیانه ۹۰ سانتیمتر افت داشته است. پمپاژ بیش از حد از سفره‌های آب زیرزمینی این استان پیامدهای زیست محیطی همچون تغییر کیفیت آب زیرزمینی، خشک شدن منابع برداشت آب (چاهها، چشمه‌ها و قنوت)، نشست زمین و ایجاد درز و شکاف در سطح زمین و ابنیه و خسارت به تأسیسات، به خطر افتادن اکوسیستم منطقه و... را بدنبال داشته است. این موضوع حاکی از آن است که اقدامات مدیریتی که تاکنون در این استان انجام شده کافی نبوده و ادامه روند کنونی تخلیه آبخوانها، علاوه بر تشدید اثرات نامطلوب زیست محیطی، سبب بروز مشکلات و اختلال‌های اقتصادی و اجتماعی در سطح استان خواهد شد. در این پژوهش راهکارهای مختلف برون رفت از مشکلات پیش رو مورد بررسی قرار گرفته و مهمترین راهکارهای قابل اجرا در استان کرمان معرفی شده‌اند. **کلمات کلیدی:** اضافه برداشت، افت سطح آب زیرزمینی، استان کرمان، نشست زمین، مدیریت منابع آبی.

Groundwater Resource Management, Problems and Remedies (Case Study: Kerman Province)

Ali Reza Shahidasht

Shahid Bahonar University

Ahmad Abasnejad

Shahid Bahonar University

Abstract

Prerequisite water Resources management is subtle evaluation of water quantity and recognition of process happening in the environment. In the past decades, new technologies as well as the ever increasing demand for water has led to drilling more and wells and over extraction of groundwater in Kerman province and several environment problems. Based on these, in all plains, groundwater levels have been declining during the recent past years, so that from 2001-2002 to 2006-2007 hydrological year, on average, water tables have been declining 90 cm each year. Also, over pumping has led to several environmental impacts including groundwater quality degradation,

dry-up of discharge points (Wells, Springs and Qantas), ground subsidence, the occurrence of cracks and joints in buildings, and, lastly, threatening ecosystems and gardens. These problems indicate actions doing in this province were scrimpy and if no drastic actions being undertaken, the province will not only be faced with the above-mentioned environmental impacts much more severely, but also encounter economic and social problems. Finally, in this research, a complete list of suggestions has been put forward to combat the threatening problems.

Key words: over abstraction, water table decline, Kerman Province, ground subsidence, water Resources management.

۱ مقدمه

ما در جهانی زندگی می‌کنیم که با کمبود آب روبروست، کمبودی که هرساله بدلیل افزایش تقاضا بیشتر نمود پیدا می‌کند. افزایش تقاضا خود معلول افزایش جمعیت، رشد صنایع، گسترش شهرنشینی و جهت‌گیری مصرف‌گرایی و بالا رفتن بهداشت و رفاه عمومی است. تمامی این عوامل سبب شده شرایط به گونه‌ای رقم بخورد که رودخانه‌های مهم جهان پیوسته در حال خشک شدن باشند و سطح آب در آبخوانهای تمام قاره‌ها به علت رشد تقاضای آب پیوسته سقوط نماید. پمپاژ بیش از حد پدیده جدیدی است که در دهه‌های اخیر و با پیدایش موتورهای نیرومند دیزلی و برقی بوجود آمده است. تخلیه بیش از میزان تغذیه طبیعی یا مصنوعی آبخوانها و پیامدهای آن نظیر افزایش هزینه‌های استحصال آب، نشست زمین و کاهش کیفیت آب اکنون در اکثر کشورهای دنیا از جمله آمریکا، هند و چین یعنی سه کشوری که در مجموع نیمی از غله جهان را تولید می‌کنند بسیار رایج است. میزان افت سطح آب زیرزمینی در شمال چین به حدی زیاد است که چاههای زیادی خشک شده‌اند (براون، ۱۳۸۱). همچنین اضافه برداشت و پیامدهای آن به یکی از معضلات جدی کشورهای ایتالیا، ژاپن، انگلستان، چین، تایلند، تایوان و مکزیک تبدیل شده است (Kaiser and Skiller, 2003).

پمپاژ بیش از حد از سفره‌های آب زیرزمینی در ایران نیز امری رایج است و این بدلیل قراردادن این سرزمین در مناطق خشک و بیابانی کره زمین و وجود تبخیر زیاد و بارندگی بسیار کم است (بارندگی در ایران کمتر از یک سوم میانگین بارندگی در سطح دنیا است). در شرایط کنونی بیش از ۲۵٪ آبخوانهای کشور (۱۶۵ آبخوان از ۶۲۹ آبخوان) بدلیل برداشت بیش از حد در شرایط بحرانی قرار دارند و تعداد آنها روز به روز در حال افزایش است (عباس‌پور و عنایی، ۱۳۸۰). استان کرمان که در جنوب شرقی ایران بین مختصات جغرافیایی ۳۰°-۵۴° تا ۴۸°-۵۹° طول شرقی و ۲۴°-۲۶° تا ۵۷°-۳۱° عرضهای شمالی واقع شده است، با وسعتی معادل ۱۷۵۰۶۹ کیلومترمربع پهناورترین استان کشور بوده و دارای آب و هوای خشک تا فرا خشک است. از مشخصات بارز این منطقه رطوبت و بارندگی کم، تبخیر بالقوه فوق‌العاده زیاد و اختلاف زیاد درجه حرارت در فصول تابستان و زمستان و در طول شبانه روز است. نواحی مختلف استان تحت تأثیر عوامل منطقه‌ای متعددی قرار دارد که از جمله این عوامل می‌توان به وجود امتداد رشته کوههای زاگرس و کوههای مرکزی، واقع شدن کویر لوت در شرق، عرض جغرافیایی پایین، مدت زیاد تابش خورشید، فیزیوگرافی منطقه، تأثیر توده‌های هوایی مختلف و ... اشاره نمود. بر اساس اطلاعات اداره هواشناسی استان (۱۳۸۴) متوسط بارندگی در گستره استان کرمان حدود ۱۴۵ میلیمتر در سال است که این مقدار ۵۸٪ متوسط بارش سالانه کشور (بارش سالانه کشور ۲۵۱ میلیمتر است) و حدود ۱۹ درصد میانگین بارش جهانی (بارش جهانی: ۷۵۰ میلیمتر) است. بیشترین میزان بارندگی استان

به میزان حدود ۵۰۰ میلیمتر در قله کوههای هزار- لاله زار صورت می گیرد و کمترین مقدار بارش مربوط به بیابانهای پست و کم ارتفاع لوت واقع در شمال خاوری (در حدود ۲۰ میلیمتر در سال) می باشد. بر اساس اطلاعات مرکز آمار ایران (۱۳۸۶) جمعیت این استان ۲۵۸۴۸۳۴ نفر است که ۳/۴٪ از جمعیت کل کشور را شامل می شود.

۲ منابع آب زیرزمینی استان

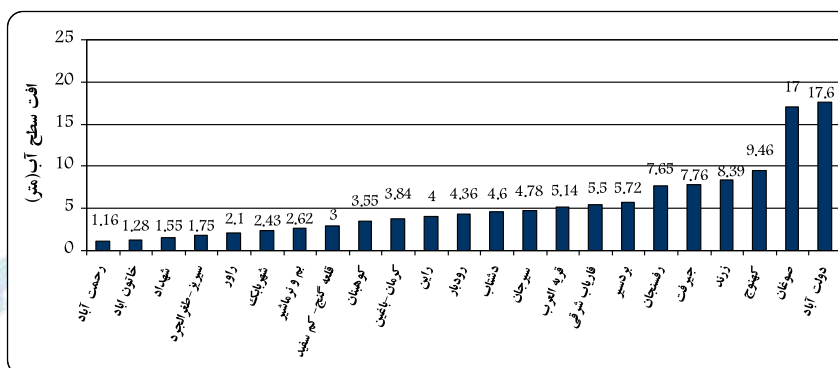
حجم متوسط نزولات جوی وارده به استان حدود ۲۵ میلیارد مترمکعب در سال است که ۷۵٪ نزولات به علت خشکی و تبخیر شدید بلافاصله از دسترس خارج می گردند. بر اساس آخرین آماربرداری انجام گرفته، در سطح این استان ۲۹۱۴۷ حلقه چاه عمیق و نیمه عمیق، ۱۹۳۰ رشته قنات و ۱۱۷۱ دهنه چشمه وجود دارد و بیش از ۹۵٪ آب استحصالی از منابع زیرزمینی در بخش کشاورزی مصرف می شود (شرکت سهامی آب منطقه ای کرمان، ۱۳۸۷).

در حال حاضر متوسط هدایت الکتریکی آب چاههای استان حدود ۲۸۶۰ میکروموس بر سانتیمتر می باشد که بهترین کیفیت در دشتهای صوغان، ساردوئیه، دهکهان، بافت، سلطانی، رابر و بزنجان وجود دارد و بدترین کیفیت آب زیرزمینی مربوط به دشتهای راور، سیریز- طغرالجرد، کرمان، رفسنجان، زرنده و سیرجان است. بر اساس مطالعات انجام گرفته شوری آب برخی مناطق در دشتهای استان مانند حاشیه غربی دشت سیرجان، نوق و انار در رفسنجان و سیریز، به حدی بالا است که مشکلات جدی را برای ساکنین این مناطق ایجاد کرده و حتی حیات گیاهان و جانوران را نیز در معرض خطر جدی قرار داده است.

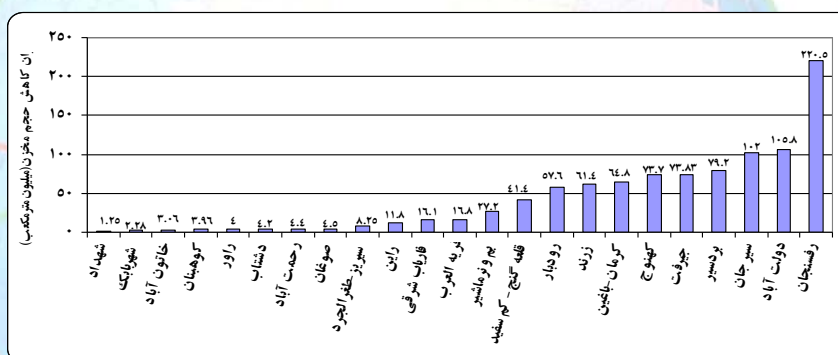
۳ اضافه برداشت ها و پیامدهای آن

روند بهره برداری از منابع آب زیرزمینی استان طی سالیان گذشته به گونه ای بوده است که با رشد جمعیت و افزایش تقاضا و همچنین با پیشرفت تجهیزات حفاری روز به روز بر تعداد چاههای عمیق استان و میزان تخلیه سفره های آب زیرزمینی افزوده شده است. بر اساس اطلاعات شرکت آب منطقه ای کرمان (۱۳۸۷) تعداد چاههای استان قبل از سال ۱۳۵۰، ۱۱۸۳ حلقه بوده که در سال ۱۳۸۵ به ۲۹۱۴۷ حلقه رسیده است، یعنی طی ۳۵ سال ۲۷۹۴۶ حلقه به چاههای بهره برداری استان افزوده شده است. از روند تغییرات تعداد چشمه و قنات در استان آمار دقیقی وجود ندارد ولی آنچه مسلم است افزایش پمپاژ آب از چاههای نیمه عمیق و عمیق سبب افت سطح آب زیرزمینی و خشک شدن تعداد زیادی از چشمه ها و قنات شده است. با توجه به بارش کم و عدم تغذیه مناسب و کافی آبخوانها، برداشت آب در دشتهای استان کرمان همواره بیش از میزان تغذیه بوده و بر اساس محاسبات انجام شده در اکثر دشتهای شاهد افت مداوم سطح آب زیرزمینی هستیم، بطوریکه از سال آبی ۸۱-۸۰ تا ۸۶-۸۵ سطح آب زیرزمینی دشتهای استان بطور متوسط هر ساله ۹۰ سانتیمتر افت داشته است و در مجموع سطح آب در این مدت ۵/۴۴ متر سقوط کرده است. در این بین دشتهای دولت آباد و صوغان با بیش از ۱۷ متر بیشترین و دشت رحمت آباد با ۱/۱۶ متر کمترین میزان افت سطح آب زیرزمینی را داشته اند (شکل ۱). طی این مدت دشت رفسنجان با کاهش حجمی معادل ۱۶۰۶/۵ میلیون مترمکعب بیشترین میزان کاهش حجم مخزن را در بین دشتهای استان داشته و پس از آن کاهش حجم مخزن در آبخوانهای دشتهای کهنوج، دولت آباد، سیرجان و شهر بابک بیش از سایر دشتهای بوده است. کمترین میزان کاهش حجم مخزن نیز در دشتهای شهداد، راور و

رحمت آباد اتفاق افتاده است (شکل ۲). وضعیت دشتهای مهم استان طی این دوره به گونه ای بوده است که ۵/۳۳٪ از حجم آبخوان دشت کرمان، ۵/۴٪ از حجم آبخوان دشت زرنده، ۷/۵۲٪ از حجم آبخوان دشت رفسنجان، ۵/۰۵٪ از حجم آبخوان دشت سیرجان و ۴/۴٪ از حجم آبخوان دشت جیرفت کاسته شده است. طی این سالها با پایین رفتن سطح آب زیرزمینی بسیاری از قنوات، چشمه ها و چاههای استان نیز خشک گردیده اند.



شکل ۱- میزان افت سطح آب زیرزمینی دشتهای استان از سال ۸۰-۸۱ تا ۸۵-۸۶



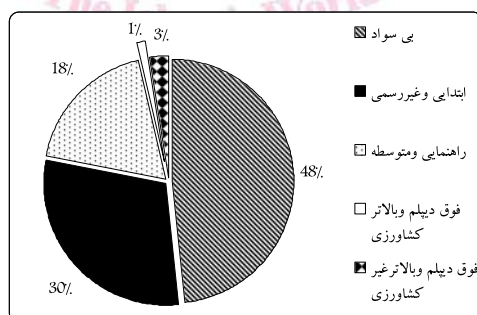
شکل ۲- میزان کاهش حجم ذخایر آبی آبخوانهای استان طی سالهای ۸۰-۸۱ تا ۸۵-۸۶

میزان انرژی مصرف شده جهت استحصال آب زیرزمینی طی دوره ۸۰-۸۱ تا ۸۵-۸۶ نزدیک به ۶۰۰,۰۰۰ گیگاژول (معادل سوخت ۱۶,۴۰۰,۰۰۰ لیتر گازوئیل و یا معادل مصرف ۶,۹۵۰,۰۰۰ کیلووات ساعت نیروی برق) افزایش یافته است. با توجه به مطالب عنوان شده و از آنجا که استخراج آبهای زیرزمینی یکی از علل اصلی فرونشست زمین است، وقوع این پدیده در دشتهای استان کرمان بدلیل افت مداوم سطح ایستابی و تخلیه آبخوانها، نشست زمین یکی از پدیده های شایع است. در حال حاضر شواهد این پدیده نظیر ایجاد درز و شکاف در سطح زمین، ایجاد ترک در دیوارها، بالا آمدن لوله جدار چاهها و ایجاد فروچاله ها و... به وفور در دشتهای استان مشاهده می گردند. متوسط هدایت الکتریکی آب زیرزمینی استان نیز از سال آبی طی ۶ سال گذشته حدود ۵۳ میکروموس بر سانتیمتر افزایش یافته و به ۲۸۶۰ میکروموس بر سانتیمتر رسیده است. در حال حاضر پیشروی جبهه آب شور (به ویژه در حاشیه کفه نمک سیرجان) از معضلاتی است که بدلیل برداشت بیش از حد مجاز از سفره ها و معکوس شدن شیب هیدرولیکی در برخی دشتهای استان با آن مواجه هستیم. همچنین رهاکردن چاههایی که آب آنها شور و غیر قابل استفاده شده است و ادامه برداشت از چاههای دارای آب با کیفیت بهتر

عدم آگاهی از روشهای حفظ منابع با کمترین هزینه و نیز آشنا بودن با عواقب تهي شدن آبخوانها از مهمترین علل برداشتهای بی‌رویه از منابع در کشور است. از دیگر از علل برداشتهای بیش از حد مجاز بویژه در کشاورزی نگرش رسیدن به سود بیشتر بدون توجه به حفظ محیط‌زیست و منابع است. در این نگرش از کاهش میزان سود در آینده بدلیل آسیب به محیط‌زیست و منابع کاملاً غفلت می‌شود. متأسفانه این نوع نگرش در میان مردم رواج بسیار دارد. وقتی یک منبع در بین عده‌ای مشترک است سهم هر فرد از منافع حاصل از آن معمولاً بیش از سهم وی در لطامات حاصل از آن است. بدین معنا که اکثر سود حاصله نصیب فرد استفاده کننده از منابع می‌گردد، در عوض هزینه آسیب ناشی از استفاده بیش از حد از منابع، نصیب تمامی افراد جامعه شده و دولت نیز برای جبران خسارات هزینه می‌کند. بهره‌برداران ترجیح می‌دهند بدنبال سود بیشتر بوده و در حد امکان و توانایی خود به تخلیه و آلودگی منابع و تخریب محیط زیست بپردازند و به عواقب آن نیز نمی‌اندیشند.

این نکته که سود بیشتر همواره در گرو برداشت بیشتر از منابع و آلوده کردن آن نیست، باید بعنوان یک فرهنگ عمومی درآید. انجام اقدامات فرهنگی و آگاهی بخشی با توجه به اعتقادات مذهبی جامعه می‌تواند راهگشای مهمی در حل مسائل باشد. بخصوص آنکه آب در فرهنگ و اعتقادات مردم این مرز و بوم از جایگاه ویژه‌ای برخوردار بوده و دین اسلام بر استفاده صحیح از منابع آبی و در نظر گرفتن حقوق دیگران در استفاده از آنها بسیار سفارش کرده است. در سالهای اخیر نمونه‌ای از برنامه‌های تعلیمی در این زمینه در کشور پاکستان از طریق امام جمعه شهرها، پیشوایان محلی و دانش‌آموزان مدارس انجام شده است که نتایج آن نشان می‌دهد تعداد معترضین به کمبود آب، در شهرها ۳۲٪ و در بخش آبیاری ۲۶٪ کاهش یافته است (خسرو جردی و همکاران، ۱۳۸۷). مهمترین پیامی که در این زمینه منتشر شد این بود که «خوردن حق دیگران یک گناه و از نظر اخلاقی زشت است».

افزایش سطح سواد کشاورزان و حمایت و تشویق فارغ التحصیلان دانشگاهی جهت فعالیت در بخش کشاورزی یکی از مهمترین روشهای فرهنگی مدیریت منابع است. روش سنتی کشاورزی دیگر جوابگوی نیازهای جوامع با توجه به رشد جمعیت و امکان رسیدن به توسعه پایدار نیست و ادامه روشهای سنتی علاوه بر کاهش تولید، سبب افزایش مصرف آب و کاهش میزان ذخایر آبی و همچنین آلودگی منابع نیز می‌شود. بنابراین جهت استفاده از روشهای نوین آبیاری و بکارگیری روشهای علمی در کشاورزی نیاز به بکارگیری افراد متخصص در این امر است. هم اکنون تنها ۱٪ از کشاورزان استان کرمان دارای تحصیلات فوق دیپلم و بالاتر در رشته کشاورزی هستند و حدود ۷۸٪ کشاورزان بی‌سواد یا دارای تحصیلات ابتدائی می‌باشند (شکل ۳). در جدول (۱) نیز میزان سطح سواد و مدرک تحصیلی کشاورزان در هر یک از شهرستانهای استان کرمان آورده شده است.



شکل ۳- نمودار میزان سطح سواد کشاورزان در استان کرمان (معاویت برنامه و بودجه استان، ۱۳۸۵)

جدول ۱- بهره‌برداران کشاورزی متعلق به اشخاص حقیقی برحسب وضع سواد و مدرک تحصیلی بهره‌بردار و شهرستان (معاونت برنامه و بودجه استان، ۱۳۸۵)

بسیار سواد برحسب مدرک تحصیلی									
شهرستان		شهرستان		شهرستان		شهرستان		شهرستان	
سهم	شاخص	سهم	شاخص	سهم	شاخص	سهم	شاخص	سهم	شاخص
شهرستان	از استان	شهرستان	از استان	شهرستان	از استان	شهرستان	از استان	شهرستان	از استان
۶۶۷۱	۶۶۲	۲۹۶۰	۱۹۲	۴۶۸۶۲	۶/۹۴	۷۶۸۱۶	۸/۱۵	۱۲۴۷۸۱	۹/۹۱
۹/۹۲	۶۶۲	۶/۴۹	۱۹۲	۳۲۵۴	۶/۹۴	۶۲۵۹	۸/۱۵	۱۲۳۶۴	۹/۹۱
۳/۳	۲۲۰	۴/۰۵	۱۲۰	۱۹۰۵	۴/۰۷	۳۵۰۸	۴/۵۷	۵۳۶۴	۴/۳
۷/۷۲	۵۱۵	۱۵/۲۴	۴۵۱	۵۵۵۰	۱۱/۸۴	۷۷۹۹	۱۰/۱۵	۱۴۷۲۰	۱۱/۸
۱۲/۹۷	۸۶۵	۱۹/۲۲	۵۶۹	۴۴۳۳	۹/۴۶	۵۸۶۰	۷/۶۳	۱۲۳۷۲	۹/۹۱
۱/۹۹	۱۳۳	۱/۵۲	۴۵	۱۰۳۵	۲/۲۱	۲۴۴۰	۳/۱۸	۲۱۴۷	۱/۷۲
۱۷/۹۳	۱۱۹۶	۱۸/۴۸	۵۴۷	۱۰۶۹۵	۲۲/۸۲	۱۵۲۸۱	۱۹/۸۹	۱۵۵۰۹	۱۲/۴۳
۱۲/۹۵	۸۶۴	۶/۱۱	۱۸۱	۴۰۳۹	۸/۶۲	۷۹۳۹	۱۰/۳۴	۸۲۳۶	۶/۶
۹/۲۸	۶۱۹	۳/۹۹	۱۱۸	۳۴۰۶	۷/۲۷	۴۶۹۲	۶/۱۱	۶۸۵۳	۵/۴۹
۹/۷۷	۶۵۲	۵/۳۴	۱۵۸	۲۹۲۰	۶/۲۳	۳۵۸۷	۷/۶۷	۵۹۹۰	۴/۸
۳/۲۲	۲۱۵	۵/۴۴	۱۶۱	۱۸۲۹	۳/۹	۴۲۸۷	۵/۵۸	۹۲۳۳	۷/۴
۸/۲۳	۵۴۹	۶/۰۱	۱۷۸	۴۱۲۱	۸/۷۹	۶۶۷۷	۸/۶۹	۹۲۱۴	۷/۳۸
۱/۶۹	۱۱۳	۵/۳۷	۱۵۹	۲۶۶۹	۵/۷	۶۳۴۷	۸/۲۶	۱۸۲۱۴	۱۴/۶
۱/۰۵	۷۰	۲/۷۴	۸۱	۱۰۰۷	۲/۱۵	۲۱۴۱	۲/۷۹	۴۵۶۵	۳/۶۶

۲-۴-۲- راهکارهای عملیاتی

با توجه به اینکه استان کرمان از دریاچه‌های آب شیرین و رودخانه‌های بزرگ دور است، بنابراین عملاً استفاده از منابع آب جایگزین در این استان امکان پذیر نمی‌باشد و تنها راه ممکن جهت کاهش مشکلات، مدیریت صحیح و استفاده بهینه از منابع موجود است. مدیریت منابع آبی به معنی استفاده دقیق از آب و حفاظت منابع آبی است که کمیت و کیفیت آب را شامل می‌شود و می‌توان آن را به دو روش فعال و انفعالی تقسیم‌بندی نمود. روش فعال خود قابل تفکیک به روشهای: جلوگیری از هدر رفت آبهای سطحی، حفاظت از آبخوانها و صرفه‌جویی و حفاظت آب در مصرف است.

۱-۲-۴-۱ جلوگیری از هدر رفت آبهای سطحی

از مهمترین راهکارهای کنترل آبهای سطحی که هم اکنون در سطح استان در حال انجام است، ایجاد سد است. بدلیل بارندگی بسیار کم در گستره استان کرمان و نتیجتاً پتانسیل کم تولید جریانات سطحی و به دلیل اینکه راه حل‌های سازه‌ای بحران آب از جمله سدسازی در کشور به زودی پایان می‌یابد، این عمل روش مفیدی برای آینده به نظر نمی‌رسد. همچنین باید در نظر داشت که احداث سد خود پیامدهای زیست محیطی فراوانی بدنبال دارد.

۲-۲-۴-۲ حفاظت از آبخوانها

مهمترین اقداماتی که می‌تواند به حفاظت از آبخوانها کمک نماید شامل موارد زیر است:

- ۱- تغذیه مصنوعی آبخوانها: به دلیل افت شدید سطح آب، تغذیه آبخوانهای استان کرمان به ویژه در مناطقی که با پیشروی آب شور مواجه است لازم و ضروری بنظر می‌رسد. برای جلوگیری از کاهش ذخایر آبی و پیشروی بیشتر آب شور می‌توان اقداماتی نظیر تغییر محل چاههای بهره‌برداری و تغذیه مصنوعی در

مناطقى كه رسوبات دانه درشت هستند را انجام داد. با استفاده از چند روش ميتوان اقدام به تغذيه مصنوعى آبخوان نمود كه پخش آب در سطح زمين، استفاده از گودالهاى طبيعى جهت نفوذ آب، استفاده از حوضچه‌هاى تغذيه، افزايش نفوذ طبيعى آب در بستر رودخانه‌ها و مسيلها، تزريق آب به آبخوانها توسط چاههاى تزريقى و ايجاد ترانشه‌هاى افقى در زمين از برجسته‌ترين آنها هستند. در اين ميان تنها روشهاى استفاده از گودالها و افزايش نفوذ از طريق بستر رودخانه‌ها و مسيلها داراى كارايى بالا بوده و جهت تغذيه آبخوانها توصيه مى‌شوند. ساير روشها را دليل راندمان پايين، ته نشست رسوبات ريز و يا هزينه بالا در استان كرمان نمى توان اجرا نمود.

۲- بررسى و اجراى پروژه بارورى ابرها: اين روش به صرف هزينه‌هاى بالا نياز دارد و توانايى كنترل ميزان و محل بارش به سختى امكان پذير است ولى در صورت امكان روش مناسبى محسوب مى‌شود.

۳- انتقال آب از حوزه‌هاى مجاور با توجه به صرفه اقتصادى آن: اين كار مى‌تواند در کاهش برداشت آب از آبخوان نقش موثرى داشته باشد ولى از آنجاى كه غالب دشته‌هاى استان داراى اقليم خشك و بيابانى مى‌باشند، حوزه‌هاى مجاور هر دشت نيز وضعيتى مشابه دارند، عملاً آبى براى انتقال وجود ندارد مگر انتقال از حوزه‌هاى خيلى دورتر كه داراى شرايط آب و هوايى بهتر هستند كه اين طرح نيز هزينه‌هاى زيادى را دربر دارد.

۴- شناخت آلاينده‌ها و جلوگيرى از نفوذ آلودگى به آبهاى زيرزمينى: مهمترين منابع آلودگى سفره‌هاى آب زيرزمينى در استان كرمان عبارتند از:

الف- معادن و صنايع بزرگ: استخراج معادن و آلودگى منابع آبى با فلزات سنگين ناشى از معدنكارى و صنايع از مهمترين مباحث آلودگى محيط زيست بويژه آبهاى سطحى و زيرزمينى است. وجود صنايع مس، آهن و زغالسنگ و معادن مختلف در استان كرمان و قرارگيرى اغلب آنها در مناطق تغذيه رودخانه‌ها و آبخوانها سبب شده اين استان از مستعدترين مناطق در معرض خطر اين نوع آلودگيها در سطح كشور باشد.

ب- صنايع كوچك: شامل زباله‌ها و فاضلابهاى صنعتى هستند كه در صورت دفن غيربهداشتى يا تزريق در چاهها، آبهاى زيرزمينى را آلوده مى‌نمايند.

ج- زباله‌ها و فاضلابهاى شهرى: يكى از عوارض توسعه شهرها و افزايش جمعيت ساكن در آنها توليد فاضلاب و زباله در حجم بسيار زياد است. دفع ناصحيح زباله و نفوذ شيرابه‌هاى توليد شده از آنها به منابع آبى آسيب رسانده و آنها را آلوده مى‌نمايد. در حال حاضر تزريق فاضلاب شهر كرمان به آبخوان در نواحى شمال شرقى اين دشت (قسمت شمالى و شمال غربى شهر كرمان) سبب بالا آمدگى سطح آب زيرزمينى و آلودگى آن شده است.

د- استفاده از كودهاى شيميايى و حشره‌كشها: استفاده گسترده از كودهاى شيميايى و حشره‌كشها نيز از ديگر عوامل آلودگى منابع آبى است و سلامت محيط زيست را با چالشهاى جدى مواجه کرده است.

كاهش توليد آلودگى در مبداء، دور كردن صنايع از مناطق تغذيه آبخوانها، جمع آورى، انتقال و تصفيه پسابها، بررسى راهكارهاى كاهش توليد زباله و دفع بهداشتى و اصولى آنها، جاگزين كردن كودهاى شيميايى با كودهاى گياهمى و حيوانى و استفاده از فن‌آورى‌هاى بيوتكنولوژى در صنايع و جهت دفع آفات از مهمترين راهكارهاى كاهش آلودگى منابع آبى است.

- ۵- توجه ویژه به قنات بعنوان ساختارهای سازگار با محیط زیست: برای این منظور باید اقداماتی نظیر لایروبی و مرمت قنات، جلوگیری از صدور مجوز ساخت و ساز در حریم قنات، حفر چاه تزریقی در نزدیکی مادرچاه و هدایت آب از سایر نقاط به آن و ممانعت از ورود فاضلابها و پسابها به قنات انجام گیرد.
- ۶- جلوگیری از ساخت و ساز در مناطق تغذیه ای آبخوانها: ساخت و ساز در محل تغذیه آبخوان علاوه بر افزایش خطر سیل خیزی و کاهش تغذیه آبخوان، آلودگی آبهای زیرزمینی را نیز بدنبال دارد.
- ۷- انجام بررسیهای مستمر و دقیق جهت تعیین ویژگیهای کمی و کیفی آبخوانها و ایجاد بانک اطلاعاتی برای مدیریت آبهای زیرزمینی و تأمین اطلاعات بهنگام آبخوانها و منابع تخلیه.
- ۸- اصلاح قوانین موجود و تدوین قوانین ویژه از طریق مجاری قانونی: قوانین باید به گونه ای وضع شوند که هرگونه اقدام در آلودگی منابع آبی و برداشتهای غیرمجاز و بیش از حد از آبخوانها بعنوان جرم شناخته شده و مستوجب جرایم نقدی سنگین و حبس باشد. منابع آبی باید بطور واقعی بعنوان منابع ملی شناخته شوند و حق استفاده از آن برای تمامی افراد جامعه یکسان باشد و استفاده بیشتر از منابع آبی مستلزم اخذ مجوزهای لازم و پرداخت قیمت واقعی آب باشد. همچنین هر فرد و یا گروه غیردولتی و مردمی حق شکایت از افراد یا مراجع متخلف را داشته باشد.
- ۹- تدوین برنامه های منطقه ای با همکاری سازمانهای بین المللی در مورد منابع آب.
- ۴-۲-۳-۷-۵-۳- صرفه جویی و حفاظت آب در مصرف
- با توجه به اینکه بیشترین میزان مصرف آبهای زیرزمینی استان مربوط به بخش کشاورزی است، حفاظت آب در کشاورزی و بهبود روشهای آبیاری می تواند صرفه جویی عظیمی در برداشت از منابع آبی استان باشد. پیشنهادهایی که در این زمینه می توان ارائه کرد به شرح ذیل می باشند:
- ۱- عدم صدور مجوزهای جدید حفاری و کف شکنی، جلوگیری از بهره برداری غیرمجاز، جلوگیری از حفر چاههای عمیق در جبهه تغذیه ای دشتهای.
- ۲- کنترل میزان برداشت آب از طریق کنترل میزان انرژی تحویلی، نصب دورسنج روی موتورپمپها و نصب کنتورهای حجمی.
- ۳- بهره وری چند جانبه از چشمه ها و قنات و جلوگیری از هدر رفت آب قنات در ماههای غیرزراعی با استفاده از راهکارهایی همچون احداث سد زیرزمینی در محل تره کار قنات و یا ایجاد حوضچه های پرورش ماهی و تغذیه آبخوان.
- ۴- قیمت گذاری بر آب مصرفی در بخش کشاورزی و تعیین مالیات بر درآمد آب جهت ترغیب کشاورزان به حفاظت آب بخصوص در مجاور مراکز پر جمعیت. همچنین استفاده از سیاستهای تشویقی برای کشاورزانی که میزان محصول تولیدی آنها به ازای واحد آب مصرفی بیشتر باشد.
- ۵- کاهش تلفات انتقال آب از شبکه های آبیاری سنتی از طریق اجرای طرحهای پوشش نهرها و لوله گذاری.
- ۶- سیاستگذاری در جهت تغییر تدریجی مصرف آب از بخش کشاورزی به بخش صنعت در مناطق بحرانی.
- ۷- اجرای روشهای آبیاری قطره ای و بارانی در مزارع و باغات با در نظر گرفتن شرایط اقلیمی، خاک و نوع گیاه به منظور افزایش کارایی مصرف آب (کیلوگرم محصول تولیدی به ازای هر مترمکعب آب مصرفی) و

فراهم نمودن تسهیلات بانکی جهت اجرای این طرحها. آبیاری تحت فشار از مفیدترین روشهای کاهش مصرف آب است که در دنیا سابقه بیش از نیم قرن دارد، در حالی که تنها در ۳/۲٪ از اراضی زیرکشت کشور و ۲/۵٪ اراضی زیرکشت استان کرمان از سیستم آبیاری تحت فشار استفاده می‌گردد (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان کرمان، ۱۳۸۱).

۸- جلوگیری قاطع از افزایش سطح زیرکشت پس از اجرای طرح‌های آبیاری تحت فشار، به ویژه در دشتهای بحرانی.

۹- بهبود شرایط خاک و کاهش رواناب: برای این منظور بهتر است در صورت امکان در مزارع و باغات از مالچ استفاده شود تا آب را اطراف گیاه نگه دارد.

۱۰- انجام آبیاری به موقع: با استفاده از فن‌آوری‌های نوین، زمان و مقدار نیاز گیاه به آب را سنجیده و در مواقع نیاز، زمینها را آبیاری نمود تا هم آب کمتری مصرف شود و هم محصول بهتر و بیشتری تولید گردد. انجام آبیاری در شب یا صبح زود که تبخیر به حداقل می‌رسد نیز در صرفه‌جویی آب مفید است.

۱۱- مطالعه و تحقیق در مورد ایجاد نژادهای گیاهی پرمحصول و مقاوم توسط کارشناسان علوم گیاهی و مهندسين ژنتیک.

۱۲- تغییر الگوی کشت و تهیه الگوی کشت بهینه با توجه شرایط زمین و اقلیم منطقه: از آنجا که اکثر زمینهای دشتهای بزرگ استان زیرکشت پسته است، کشاورزان با حداکثر توان خود اقدام به تخلیه آبخوانها و آبیاری زمینهای خود کرده و با توجه به سودآوری آن هیچ گونه توجهی به عواقب نامطلوب آن از جمله آسیب به منابع آبی (که نه تنها متعلق به تمامی ساکنین منطقه بلکه سرمایه‌ای ملی است) ندارند. تغییر الگوی کشت و جایگزینی محصولات سازگار با شرایط آبی و خاکی منطقه که نیاز آبی کمتری داشته در عین حال دارای بازدهی بالا باشند، می‌تواند راهگشای بسیاری از مسائل باشد.

۱۳- گسترش کشاورزی مصنوعی و آبکشت‌ها و همچنین استفاده از فاضلابهای خانگی که مراحل اولیه تصفیه را گذرانده‌اند، بویژه در آبکشت‌ها و استخرهای پرورش ماهی. استفاده از فاضلابهای تصفیه شده دو حسن مهم دارد یکی جلوگیری از آلودگی آبهای سطحی و زیرزمینی و دیگری تأمین بخشی از آب مورد نیاز.

۱۴- تبدیل مالکیت‌های جزئی و فردی به مالکیت‌های تعاونی: ایجاد تعاونی زمین‌داران و تبدیل مالکیت‌های جزئی و فردی به مالکیت‌های تعاونی علاوه بر علمی کردن کشاورزی، هزینه‌های اجرای طرح‌هایی همچون تغییر روش آبیاری، افزایش راندمان آبیاری و افزایش درآمدهای خالص در هکتار و... را کاهش خواهد داد. متأسفانه بدلیل عدم اعتماد افراد به یکدیگر، عدم وجود قوانین لازم و کافی جهت تشکیل تعاونی‌ها و وجود تفکر تاریخی تملک زمینها توسط دولت یا افراد سودجو، مردم تمایل چندانی به این کار ندارند که باید با تدوین قوانین و برنامه‌های لازم و افزایش آگاهی مردم نسبت به افزایش سود حاصل از تعاونی‌ها و چگونگی انتخاب و نظارت بر مدیران تعاونی‌ها از طریق خود زمین‌داران، نگرش مردم به این مسئله را تغییر داد. مسلماً بدلیل سوء استفاده برخی افراد از تشکیل برخی تعاونی‌ها و تصاحب زمینها توسط دولت و مالکین بزرگ در حکومت‌های گذشته، این کار نیاز به زمان دارد.

۱۵- خرید و انتقال آب صرفه‌جویی شده در زمینهای کشاورزی از کشاورزان به جهت تأمین آب مصرفی شهرها و جبران هزینه‌های صرف شده در صرفه‌جویی.

۱۶- تمرکززدایی از چاهها به منظور جلوگیری از افت محلی سطح آب.

مصرف آب در منازل بسیار کمتر از بخش کشاورزی است ولی بدلیل تمرکز این نوع مصرف در مناطق شهری، کمبود آب مشکلات عمده‌ای را ایجاد می‌نماید. جهت حفاظت آب در مصارف خانگی باید اقداماتی نظیر تعمیر و اصلاح سیستم لوله‌کشی شهرها و منازل و تبلیغ و ترویج روشهای صرفه‌جویی به اجرا گذاشته شود. در صنایع و معادن نیز اقداماتی نظیر استفاده از برجهای خنک‌کننده، بازیافت و تصفیه پساب کارخانجات و بازچرخش آب در درون واحد خود و بکارگیری ابزارها و فرآیندهای کم مصرف می‌تواند مفید واقع شود. در جدول (۲) خلاصه‌ای از راهکارهای پیشنهادی ارائه و به جهت تشخیص اهمیت و امکان اجرای آنها در استان کرمان با توجه به شرایط زمین‌شناسی و اقلیمی این استان با هم مقایسه شده‌اند.

در کنار راهکارهای مطرح شده باید به مهار رشد جمعیت، ترویج الگوی صحیح مصرف، بهبود راههای ارتباطی روستایی و فراهم کردن امکانات مناسب آموزشی و بهداشتی در روستاها برای کاهش مهاجرت به شهرها و ارائه خدمات بیمه محصولات کشاورزی جهت کاهش معضلات اقتصادی و اجتماعی در زمان کم آبی توجه شود.

با توجه به اینکه تا کنون روشهای فعال بخوبی مورد استفاده قرار نگرفته و از آن طریق از افت مداوم سطح آبهای زیرزمینی استان جلوگیری نشده است، ممکن است در عمل روش انفعالی صورت گیرد. اگرچه در روش انفعالی مسئولین اقدامی انجام نمی‌دهند و هزینه‌ای صرف نمی‌شود ولی در نهایت به علت خشک شدن بعضی از منابع برداشت و کاهش آبدی آنها، تعادل جدیدی برقرار می‌شود که دارای آثار سوئی از جمله خشک شدن باغات و مزارع فراوان و خسارات اقتصادی حاصل از آن، آسیب شدید به آبخوانها، نشست زمین به میزان بیشتر و در مناطق بیشتر، هجوم بیشتر آبهای شور انتهای دشتهای و یا آبخوانهای شور تحتانی موجود در بعضی از دشتهای، آسیب بیشتر به اکوسیستمهای منطقه، کاهش منابع آب مورد نیاز و بروز پاره‌ای مشکلات اجتماعی است.

۳-۴ اقدامات انجام شده در استان کرمان

در سالهای اخیر طرح تعادل بخشی منابع آب زیرزمینی توسط شرکت آب منطقه‌ای کرمان در دست اقدام بوده و بیشترین رویکرد آن آگاهی بخشی و هشدار به کشاورزان در زمینه افت سطح آبهای زیرزمینی و همچنین جلوگیری از برداشتهای غیرمجاز در کشاورزی بوده‌است. مهمترین اقدامات انجام شده اطلاع‌رسانی از طریق رسانه‌های گروهی، ابلاغ غیرشرعی بودن بهره‌برداری‌های غیرمجاز، برگزاری کارگاههای آموزشی برای بخشی از کشاورزان و انجام اقدامات قانونی علیه متخلفین است. لازم به ذکر است انجام این اقدامات تا کنون کافی نبوده و نتوانسته است از ادامه افت سطح آبهای زیرزمینی دشتهای استان جلوگیری نماید.

جدول ۲- بررسی راهکارهای مدیریتی افت سطح آب زیرزمینی و امکان استفاده آنها برای دشتهای استان کرمان

راهکارها	راه رسیدن به راهکار	امکان اجرا و تأثیر آن در کاهش مشکلات استان کرمان
حفاظت از آبخوانها	تمرکززدائی از چاههای بهره برداری	کم
	ادامه ممنوعیت دشت	قابل ملاحظه
	احیای قنوتات	متوسط
	انتقال آب از حوزههای مجاور	غیر قابل استفاده
	فروش مجوزهای میزان برداشت آب	کم
	باروری ابرها و تولید باران مصنوعی	کم
	جلوگیری از ساخت و ساز در مناطق تغذیه‌ای	کم
	نفوذ آب از بستر رودخانه ها و مسیله‌ها	متوسط
	نفوذ سیلاب در گودالهای طبیعی و قنوت خشک	متوسط
	ایجاد ترانشه جهت نفوذ سیلابها	قابل ملاحظه
تغذیه آبخوان	اجرای سدهای خاکی کوتاه	قابل ملاحظه
	کشاورزی: استفاده از کودهای گیاهی و جانوری و روشهای بیولوژیکی دفع آفات	قابل ملاحظه
	صنایع و معادن	قابل ملاحظه
کاهش تولید آلودگی	بیان مشکلات و افزایش سطح دانش بهره‌برداران	قابل ملاحظه
	تصفیه و استفاده مجدد از فاضلابها و پسابها	متوسط
	بهبود شرایط خاک و استفاده از روشهای نوین آبیاری	قابل ملاحظه
	تغییر الگوی کشت و تولید نژادهای پُر محصول در ازای مصرف کم آب	قابل ملاحظه
	ترویج و توسعه آبکشتها	متوسط
	بهره برداری چند جانبه از منابع آبی	قابل ملاحظه
	کاهش تلفات انتقال آب	قابل ملاحظه
	یکپارچه کردن زمینها و ایجاد مزارع بزرگ	نا مشخص
صرفه جویی و حفاظت آب در مصرف	بهره برداری از آبخوانها	قابل ملاحظه
	تغییر الگوی کشت و تولید نژادهای پُر محصول در ازای مصرف کم آب	قابل ملاحظه
	ترویج و توسعه آبکشتها	متوسط
	بهره برداری چند جانبه از منابع آبی	قابل ملاحظه
	کاهش تلفات انتقال آب	قابل ملاحظه
	یکپارچه کردن زمینها و ایجاد مزارع بزرگ	نا مشخص
	بهره برداری از آبخوانها	قابل ملاحظه
	تغییر الگوی کشت و تولید نژادهای پُر محصول در ازای مصرف کم آب	قابل ملاحظه

۵ نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد پمپاژ بیش از حد از سفره‌آب زیرزمینی در استان کرمان پیامدهای نامطلوب زیست محیطی را بدنبال داشته است که در صورت ادامه روند کنونی و عدم انجام اقدامات جدی و عملی جهت کاهش برداشتهای بی‌رویه و به تعادل رساندن آبخوان، در آینده‌ای نه چندان دور علاوه بر تشدید این پیامدها، شاهد آسیب شدید به کشاورزی منطقه و احتمالاً بوجود آمدن ناامنی‌های اقتصادی و اجتماعی در منطقه خواهیم بود. با توجه به اینکه بیشترین میزان آب برداشتی از منابع آب زیرزمینی صرف آبیاری زمینهای کشاورزی می‌شود، با حفاظت آب در کشاورزی و بهبود روشهای آبیاری علاوه انجام اقداماتی همچون بیان مشکلات و افزایش سطح دانش بهره‌برداران، عدم صدور مجوزهای جدید حفاری، حفاظت از آبخوانها و تغذیه مصنوعی آن، تغییر الگوی کشت و استفاده مجدد از فاضلابها و پسابها، می‌توان میزان افت سطح آب زیرزمینی و پیامدهای ناشی از آن را به حداقل رساند. لازم به ذکر است داشتن انگیزه، تصمیم‌گیری قاطع، عزم جدی و عمومی و بهره‌گیری از دانش روز با ملاحظه شرایط زمانی و مکانی از ضروریات هر اقدام سازنده‌ای است. همچنین بکارگیری یک راهکار به تنهایی نمی‌تواند مثمر ثمر واقع شود، بنابراین راه حل مشکلات، اجرای تلفیقی از راهکارهای قابل اجرا در جهت بهره‌برداری حداکثری از آبهای سطحی به همراه استفاده از انواع روشهای حفاظت از آبخوانها و کاهش و بهینه سازی مصرف می‌باشد.

۶ مراجع

- اداره هواشناسی کرمان، (۱۳۸۴). آمار ایستگاههای سینوپتیک استان کرمان.
- براون، لستر، (۱۳۸۱). "اقتصاد زیست محیطی (راه حل بحران محیط زیست)"، ترجمه حمید طراوتی، ص ۵۸-۵۶.
- خسروجردی، نسرين، جعفرپور، جلال، شریفیان، حمیدرضا، ذاکری، حجت، (۱۳۸۷). "رویکرد فرهنگ اسلامی به استفاده بهینه از منابع آبی از نگاه ابزار و آموزش در جامعه"، مجموعه مقالات همایش ملی نگاه قدسی به آب، دانشگاه صنعت آب و برق شهید عباسپور.
- سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان کرمان، (۱۳۸۱). "وضعیت موجود و دور نمای آب و کشاورزی در استان کرمان"، گروه کارشناسی آب، ص ۶۵ تا ۸۰.
- شرکت سهامی آب منطقه ای کرمان، (۱۳۸۷). "سیمای آب استان"، معاونت مطالعات پایه منابع آب.
- عباس پور، مجید و عنایی، فریده، (۱۳۸۰). "بحران‌های زیست محیطی و برنامه‌ریزی توسعه پایدار در ایران"، مجموعه مقالات اولین همایش ملی بحران‌های زیست محیطی ایران و راهکارهای بهبود آن، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات اهواز: ۲۱۵-۲۰۲.
- معاونت برنامه و بودجه استان کرمان، (۱۳۸۵). معاونت آمار و اطلاعات، "سیمای استان کرمان و شهرستانها"، جلد دوم، ص ۱۱۴-۹۵.
- مرکز آمار ایران، (۱۳۸۶). "شرشماری نفوس و مسکن سال ۱۳۸۵"، پایگاه اطلاع رسانی www.amar.ir.
- Kaiser and Skiller, (2003.) "Options for managing the hidden threat of Aquifer depletion in Texas", pp 250-304.