



## اثرات توسعه شهری بر منابع آب شهر کرمان

سارا حاج ملک<sup>۱\*</sup>، ناصر حافظی مقدس<sup>۲</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد زمین شناسی زیست محیطی دانشگاه صنعتی شاهرود، ۲- دانشگاه صنعتی شاهرود

E-mail: S.hadjmalek@yahoo.com

### چکیده

در مقاله حاضر اثرات شهرسازی بر منابع آب در دشت کرمان شامل اثر بر تراز آب زیر زمینی، رواناب سطحی، تخییر از سفره بررسی شده است. نتایج این بررسی نشان می دهد که برداشت بیش از اندازه از سفره آب زیرزمینی دشت کرمان، منجر به حدود ۹۲/۱۹ مترافست سطح آب در یک بازه زمانی ۲۰ ساله شده است، از طرفی حجم فاضلاب شهری وارد شده به سفره آب، در محدوده شهر کرمان در سال آبی ۱۳۸۳-۱۳۸۴ حدود ۷/۳۷۷ میلیون متر مکعب می باشد که برابر با ۸۵ درصد از آب مصرفی در شهر و ۱۵ درصد از تغذیه سفره بوسیله نزولات جوی می باشد. نفوذ فاضلاب شهری منجر به بالا آمدن تراز آب زیرزمینی به مقدار متوسط ۴/۳۳ متر در طی ۲۰ سال در مرکز شهر شده که می تواند منجر به کاهش مقاومت زمین، افزایش خورندگی خاک گردد. همچنین شهر سازی منجر به کاهش متوسط ضریب نفوذ آبخوان دشت کرمان از ۸/۳۰ در سال ۱۳۴۶ به ۰/۰۸ در سال ۱۳۸۱ شده است.

واژگان کلیدی: شهر کرمان، توسعه، منابع آب

### مقدمه

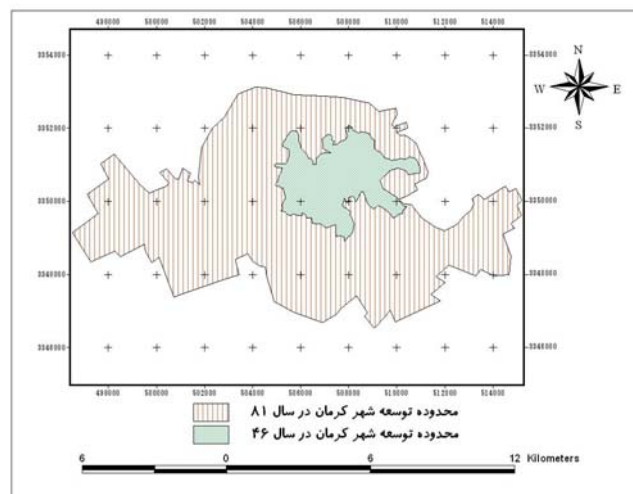
تأثیرات مختلف شهرسازی بر روی منابع آب زیرزمینی یکی از موضوعات مورد علاقه محققین در سراسر دنیا در طول دو دهه گذشته بوده است ((Farlane(1984), Morris et al,(1994), Klimas(1995), Cronin et al,(2003)). این مسئله بیشتر به خاطر توسعه سریع و وسیع شهرنشینی در آخرین ربع قرن بیستم بوده، که ایجاد منابع آلاینده جدید و افزایش نیاز آبی از مشخصات این پدیده است، گسترش شهرها باعث ایجاد شرایط جدیدی مانند تبدیل قسمت زیادی از سطح زمین به سطوح نفوذ ناپذیر، تغییر الگوی آبراهه‌ای، برداشت مداوم و بیش از حد از سفره آب زیرزمینی می شود (خزائی، ۱۳۸۰). بررسی اثرات شهرسازی بر منابع آب در کشور ایران، با توجه به محدود بودن این منابع و عدم گسترش سیستم فاضلاب، از اهمیت و حساسیت بیشتری برخوردار است. بیش از ۸۰ درصد شهرهای کشور بر روی سفره‌های آبرفتی بنا شده‌اند و در حال حاضر در اغلب شهرها دفع فاضلاب توسط چاه‌های جذبی صورت می گیرد که این امر منجر به ورود پساب خانگی و صنعتی به سفره آب زیرزمینی شده و در نتیجه آلودگی سفره را در پی دارد. رشد جمعیت شهری در مناطق خشک و نیمه خشک جنوب شرق ایران با میزان ۷/۵ تا بیش از ۱۳ درصد صورت می پذیرد، که در ایران و حتی جهان در میان شهرهای با رشد سریع جمعیت محسوب می شود، در نتیجه شهرهایی که اغلب بر روی آبخوان‌های آبرفتی آزاد بنا شده‌اند، به سرعت گسترش پیدا می کنند از این رو گسترش شهر بر سطح آب زیرزمینی وضعیت جریان و کیفیت آب در سفره زیرین خود، تأثیر خواهد گذاشت. میزان تأثیرات بستگی به عواملی مانند: شرایط اقتصادی، آب و هوایی، هیدرولوژی و هیدروژئولوژی منطقه دارد (خزاعی، ۱۳۸۰).

در این تحقیق به بررسی اثرات توسعه شهر کرمان بر منابع آب این شهر پرداخته می شود. شهر کرمان با موقعیت جغرافیایی ۳۰° ۵۶' تا ۳۰° ۳۰' طول شرقی و ۵۷° ۳۰' تا ۳۰° ۳۰' عرض شمالی، در زون ایران مرکزی و در شمال دشت کرمان

قرار گرفته است (حسن زاده، ۱۳۸۵). شهر کرمان، مرکز استان کرمان با مساحت ۲/۱۰ کیلومتر مربع و جمعیت آن در سال ۱۳۸۵ حدود ۵۲۹۷۴۸ نفر، یکی از بزرگ ترین شهرهای کشور است (سازمان برنامه و بودجه استان کرمان، ۱۳۸۶). شهر کرمان در دشتی با ارتفاع متوسط ۱۷۵۰ متر از سطح دریا و هم جوار با ارتفاعات قرار گرفته و دارای آب و هوای خشک می باشد. متوسط ریزش های جوی در شهر کرمان، سالانه ۱۴۴/۶ میلی متر برآورد شده است.

### روند گسترش شهر

تپه های قلعه دختر و قلعه اردشیر و شهرک جماران و فریزن قدیمی ترین هسته های سکونت در شهر کرمان می باشند، که به عنوان مقر سیاسی - نظامی مورد استفاده بوده اند. در این منطقه روند شهرنشینی تا اواخر قرن سیزدهم هجری شمسی بسیار پایین بوده و شهر کرمان در داخل حصار دور شهر، که بافت قدیم را محصور کرده، قرار داشته است. از سال ۱۳۰۰ هجری شمسی به بعد، همزمان با رشد شهرنشینی در بسیاری از شهرهای ایران، در پی یکسری تحولات اقتصادی، سیاسی و فرهنگی، شهر کرمان نیز از قالب حصار بافت قدیم خارج شده و با توجه به رشد بالا جمعیت و مهاجرت در سال های اخیر توسعه چشمگیری داشته است (زنگی آبادی، ۱۳۷۰). Steven و Roger در سال ۱۹۶۸ میلادی، وسعت شهر را حدود ۴/۵ کیلومتر مربع در سال ۱۳۴۶ تخمین زده اند، در حالیکه وسعت کنونی آن در سال ۱۳۸۱، حدود ۱۰/۲ کیلومتر مربع می باشد. (نقشه ۱).



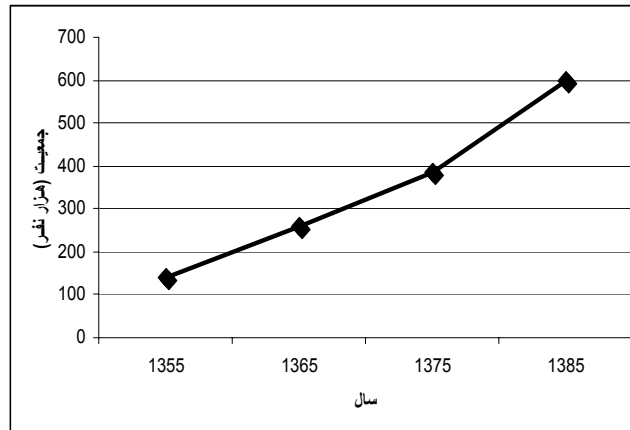
نقشه ۱) محدوده شهر کرمان در سال های ۱۳۴۶ و ۱۳۸۱ هجری شمسی (حسن زاده، ۱۳۸۵)

### زمین شناسی سطحی شهر کرمان

شهر کرمان بر روی نهشته های آبرفتی ریز دانه سیلتی و رسی قرار دارد. گمانه های سطحی حفر شده در سطح شهر، حداقل دو لایه ریز دانه را نشان می دهد. لایه فوقانی شامل تناوب رس، سیلت و رس سیلتی با مقاومت کم می باشد. حداکثر ضخامت این لایه ۶ متر اندازه گیری شده است. افق زیرین از رس پیش تحکیم یافته با پلاستیسیته کم تا متوسط (CL) تشکیل شده است. بر اساس آنالیز اشعه X (X-Ray) تعدادی از نمونه های خاک در محدوده شهر کرمان خاک های رسی متشکل از حدود ۲۵ درصد مونت موریلونیت، ۱۰ درصد کلریت، ۵۰ درصد میکا، ۱۵ درصد کائولن می باشد. کانی های کوارتز، فلدسپار و کلسیت نیز مقادیر ناچیزی را نشان می دهد (Beckett, 1985)، بنابراین با توجه به شرایط خاک در سطح شهر کرمان، پدیده های نشست



تحکیم، انقباض و انبساط در اثر از دست دادن و جذب آب دور از انتظار نمی باشد. در زیر لایه های سطحی، لایه ای از ماسه-ریزدانه (حدود ۹۰ درصد)، رس و سیلت (حدود ۱۰ درصد) تا عمق ۴۵ متر قرار گرفته است. روند رشد جمعیت شهر کرمان طی دوره ۳۰ ساله (از ۱۳۵۵ تا ۱۳۸۵) در شکل انشان داده شده است.



شکل ۱) روند رشد جمعیت در شهر کرمان

محدوده شهر کرمان از نظر جایگاه زمین شناسی در پهنه ایران مرکزی و در مرز مشترک زون سنندج- سیرجان و ایران مرکزی قرار دارد. این پهنه از لحاظ تکتونیکی بسیار فعال بوده و در طول تاریخ زمین شناسی خود تحولات پیچیده ای را پشت سر گذاشته است که آثار آن را می توان به صورت چین خوردگی و گسلش شدید مشاهده نمود. از جمله مهم ترین گسل های اطراف دشت کرمان، که به نوعی فرونشست دشت رانیز کنترل می کنند، می توان به گسل زنگی آباد، گسل لکرکوه، گسل انار و گسل دره کمال آباد اشاره نمود (مهندسین مشاور آب و توسعه پایدار، ۱۳۸۵).

#### مشخصات آبخوان دشت کرمان

بر پایه کاوش های ژئوفیزیکی و نتایج حفاری های اکتشافی در بخش های مختلف دشت، ویژگی های آبخوان دشت کرمان را می توان به صورت جدول ۱ گروه بندی کرد (مهندسین مشاور آب و توسعه پایدار، ۱۳۸۵).

جدول ۱) تقسیم بندی رسوبات آبخوان دشت کرمان

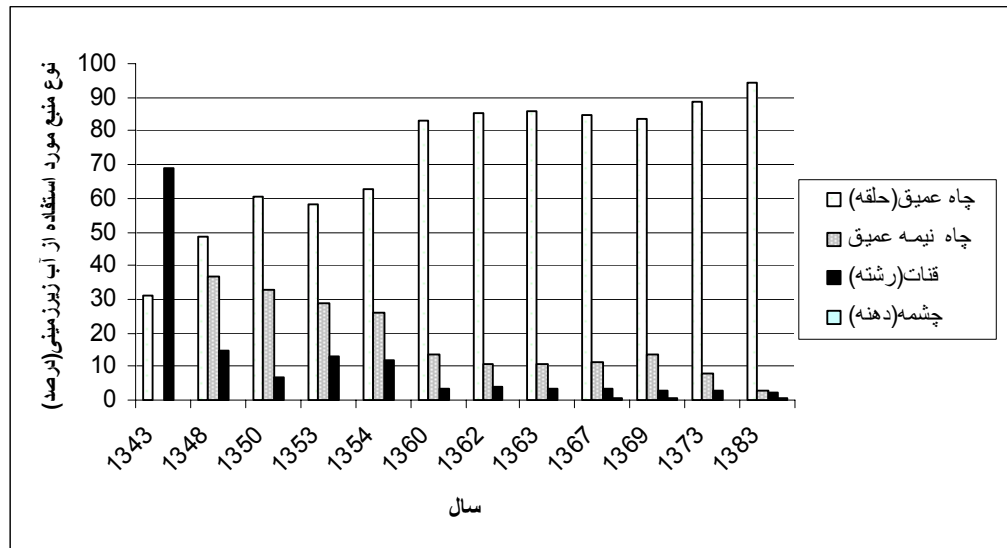
نوع رسوبات	مقاومت مخصوص اهم متر	سایر خصوصیات
آبرفت های جوان و ترانس های جدید	۱۰۰ - ۲۰۰ مقاومت در بستر رودخانه	در قسمت سطحی، خاک زراعی با بافت ریز و در عمق از لایه های شن، ماسه و رس تشکیل شده است. در جنوب و جنوب شرق دشت بخش در سطح نهشته های بادی وجود دارد.
آبرفت های جوان و مخروط افکنه	۲۰ - ۱۰۰	بخش اصلی دشت را این رسوبات تشکیل می دهند و منبع ذخیره اصلی منابع آب زیرزمینی به شمار می روند. ضخامت رسوبات ۳۰ تا ۳۰۰ متر است و شامل تناوب شن، ماسه و لایه های رسی ضخیم می باشد.
رسوبات آبرفتی قدیم	۱۵ - ۳۰	رسوبات آبرفتی سخت شده، در برخی موارد به صورت کنگلومرا با سیمان شدگی ضعیف، بر روی سنگ کف قرار دارند، و قابلیت نفوذ خوبی دارند و تا حدی آبدار هستند.

قابل ذکر است که در زیر رسوبات شهر کرمان، بخصوص لایه‌های ریز دانه رسی، کانی‌های تبخیری وجود دارد که به سمت شهرک الغدیر، هوانیروز و فرودگاه بر تعداد آنها افزوده می‌شود و در محل چاله اختیارآباد و روستای اختیارآباد به حداکثر خود می‌رسند. چاه‌های کم عمق جهت آبیاری فضای سبز در شهر، بیشتر در این لایه‌ها حفر شده است و با پمپاژ آب به سطح، چون آب در داخل سفره جایگزین می‌گردد و غیراشباع از این املاح می‌باشد، انحلال آنها را سرعت می‌بخشد و سبب تراکم رسوبات و نشست در این مناطق می‌گردد (حسن زاده، ۱۳۸۵).

### بیان آبی آبخوان دشت کرمان

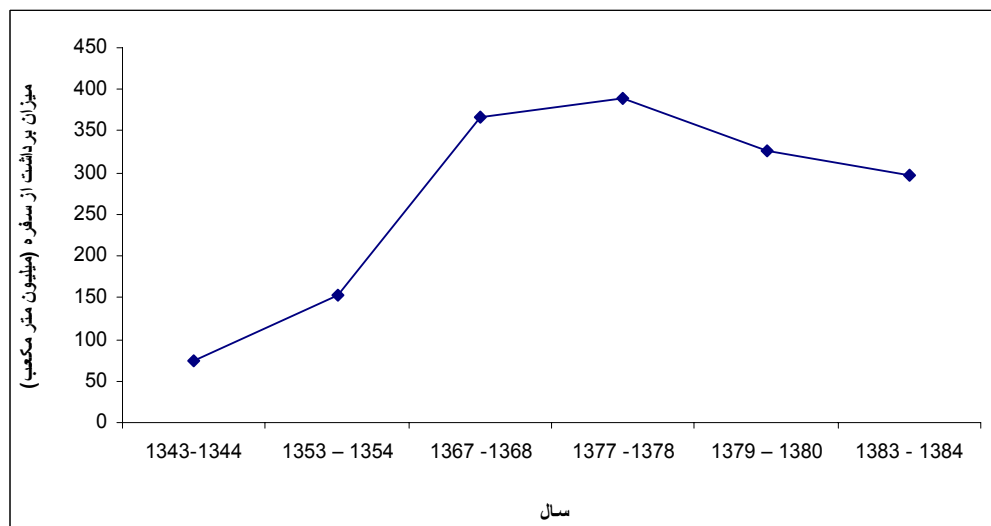
بهره‌برداری از اولین چاه عمیق در شهر کرمان از سال ۱۳۳۰ هجری شمسی آغاز شد (مهندسین مشاور آب و توسعه پایدار، ۱۳۸۵). با حفر اولین چاه عمیق، به مرور بر تعداد چاه‌های عمیق افزوده گردید. در شکل ۲ نمودار نحوه برداشت آب توسط چشمه، قنات و چاه‌های عمیق و نیمه عمیق در دشت کرمان نشان داده شده است. ملاحظه می‌گردد که در ابتدا بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی در شهر کرمان، قنات و چاه نیمه عمیق بوده است، ولی با افت سطح آب، قنات و چاه نیمه عمیق توانایی انتقال آب را از لایه‌های زیرین را نداشته بنابراین به مرور زمان چاه‌های عمیق مهم‌ترین منبع تامین آب زیرزمینی محسوب شدند. استفاده از قنات و چاه نیمه عمیق برای به دست آوردن آب، صدمه ای به سفره وارد نمی‌کند ولی به علت در دسترس بودن آب قنات و عمق کم چاه‌های نیمه عمیق و همچنین عدم محافظت از آنها، امکان آلودگی آب حاصل از این منابع بیشتر است اما از طرفی استفاده از چاه عمیق، صدمات غیر قابل جبرانی به سفره وارد نموده است. با توجه به آمار و گزارشات (مهندسین مشاور آب و توسعه پایدار، ۱۳۸۵)، مجموعاً ۱۰۹ میلیون متر مکعب آب در سال به دشت کرمان وارد می‌شود، در حالی که مطابق آمار سال ۱۳۸۴-۱۳۸۳ حجم کل آب برداشت شده از سفره حدود ۲۴۳/۸۱ میلیون متر مکعب یا حدود ۲/۵ برابر میزان تغذیه از سفره می‌باشد. حجم جریان خروجی از آبخوان نیز، حدود ۱۰ درصد از تغذیه ناشی از جریان آب ورودی زیرزمینی را شامل می‌شود. اختلاف مقدار تغذیه و تخلیه سفره آب زیرزمینی، منجر به پایین رفتن سطح آب و تبعات منفی آن در سال‌های اخیر شده است.

شکل ۲) تغییر الگوی نوع منبع مورد استفاده برای استحصال آب زیرزمینی در شهر کرمان



### اثرات برداشت بی رویه از سفره آب زیرزمینی

اولین اثر گسترش شهر، برداشت بی رویه از سفره، به علت افزایش جمعیت، رشد صنعت و کشاورزی و به تبع آن افزایش تقاضا برای مصرف آب بوده است. در دشت کرمان در پی اضافه برداشت از سفره، سطح آب زیرزمینی شدیداً افت داشته است. افت سطح آب زیرزمینی، صدمات غیر قابل جبرانی مانند نشست زمین، نفوذ آب شور به داخل سفره و در نتیجه کاهش کیفیت آب را در پی دارد. شکل ۳، میزان برداشت از سفره آب دشت کرمان، را طی سالهای ۱۳۴۳ تا ۱۳۸۴ نشان داده است (گزارش امور مطالعات منابع آب شهر کرمان، ۱۳۸۵) در جدول ۲ مقادیر افت سطح آب زیرزمینی و به تبع آن کاهش حجم مخزن آب و در نهایت کاهش تجمعی حجم سفره آب زیرزمینی ( $\sum \Delta V$ ) در طی سالهای آماری ۱۳۶۶-۱۳۸۴ نشان داده شده است. ملاحظه می گردد که در مدت ۲۰ سال تراز آب زیر زمینی حدود ۱۹/۹۲ متر افت داشته است (شکل ۴).



شکل ۳) میزان برداشت از سفره آب زیرزمینی شهر کرمان

(گزارش امور مطالعات منابع آب شهر کرمان، ۱۳۸۵)

از سال ۱۳۷۹ تاکنون، به علت جلوگیری و عدم برداشت از چاه‌های غیر مجاز و بهره‌برداری کنترل شده از چاه‌های مجاز، میزان برداشت از سفره کاهش پیدا کرده است در اثر افت سطح آب، حجم مخزن سفره آب زیرزمینی کاهش می‌یابد. به منظور محاسبه تغییرات سالانه حجم مخزن، می‌توان از رابطه (۱) استفاده کرد (گزارش امور مطالعات منابع آب شهر کرمان، ۱۳۸۵).

$$\Delta V = A.S.\Delta H \quad (1)$$

$\Delta V$ : تغییر حجم مخزن (میلیون متر مکعب)

$A$ : مساحت دشت بر حسب کیلومتر مربع که برابر است با ۱۳۳۹ کیلومتر مربع

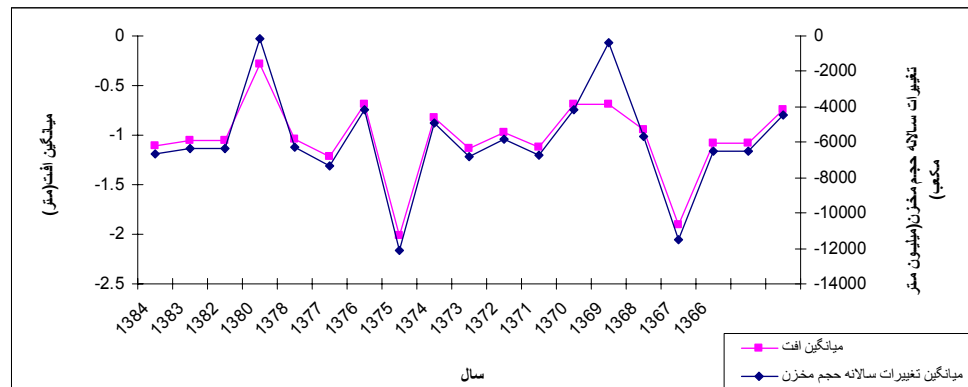
$S$ : ضریب ذخیره که در دشت کرمان به طور متوسط ۴/۵ محاسبه شده است (مهندسين مشاور آب و توسعه پایدار، ۱۳۸۵).

$\Delta H$ : میانگین نوسان سطح ایستابی در زمان  $t$  (در طول یک سال آبی) بر حسب متر

جدول (۲) مقادیر افت سطح آب زیرزمینی و کاهش حجم مخزن آب در طی سال‌های آماری ۱۳۶۶-۱۳۸۴

سال	۱۳۶۶	۱۳۶۷	۱۳۶۸	۱۳۶۹	۱۳۷۰	۱۳۷۱	۱۳۷۲	۱۳۷۳	۱۳۷۴
$\Delta H$	-۰/۷۴	-۱/۰۸	-۱/۰۸	-۱/۹۱	-۰/۹۴	-۰/۶۹	-۱/۱۲	-۰/۹۷	-۱/۱۳
$\Delta V$	-۴۴۵/۸	-۶۵۰/۷	-۶۵۰/۷	-۱۱۵/۰۹	-۵۶۶/۳	۴۱۵/۷	-۶۷۴/۸	-۵۸۴/۴	-۶۸۰/۸
$\Sigma \Delta V$	-۴۴۵/۸	-۱۰۹۶/۶	-۱۷۴۷/۳	-۲۸۹۸/۲	-۳۴۶۴/۷	-۳۵۰۶/۲	-۴۵۹۶/۸	-۵۱۸۱/۳	-۵۸۶۲/۲

سال	۱۳۷۵	۱۳۷۶	۱۳۷۷	۱۳۷۸	۱۳۷۹	۱۳۸۰	۱۳۸۱	۱۳۸۲	۱۳۸۳	۱۳۸۴
$\Delta H$	-۰/۸۲	-۲/۰۱	-۰/۶۹	-۱/۲۲	—	-۱/۴۰	-۰/۲۸	-۱/۰۶	-۱/۰۶	-۱/۱۱
$\Delta V$	-۴۹۴	-۱۲۱/۱	-۴۱۵/۷	-۷۳۵/۱	—	-۶۲۶/۶	۱۶۸/۷	-۶۳۸/۷	-۶۳۸/۷	-۶۶۸/۸
$\Sigma \Delta V$	-۶۳۵۶/۲	-۷۵۶۷/۴	-۷۹۸۳/۱	۸۷۱۸/۲	—	-۹۳۴۴/۹	-۹۳۶۱/۸	-۱۰۱۶۹/۲	-۱۰۸۰۷/۹	-۱۱۴۷/۷



شکل ۴) تغییرات حجم سفره آب زیرزمینی دشت کرمان از سال ۱۳۶۵ تا ۱۳۸۴

یکی از پیامدهایی افت سطح آب زیرزمینی، کاهش توانایی سفره زیرزمینی برای ذخیره آب است. به عبارت دیگر پایین رفتن سطح آب منجر به فشردگی آبرفت و کاهش تخلخل مفید آن خواهد شد لذا ضریب ذخیره سفره کاهش می یابد. این پدیده منجر به کاهش آبدهی چاه ها و قنوات می شود، هم چنین باعث نوسانات شدید تراز آب زیرزمینی در اثر تغذیه و یا تخلیه اندک می گردد.

شرایط سفره آب زیرزمینی در زیر دشت کرمان به علت تغذیه از فاضلاب شهری متفاوت از سایر بخش های دشت می باشد. به نحوی که در طی سال های ۱۳۸۴-۱۳۶۸ سطح آب در محدوده شهر تنها به مقدار متوسط ۱۱/۴۰ متر، به طور متوسط سالانه ۰/۶- متر، افت داشته است در صورتی که در بقیه نقاط دشت در مدت مشابه حدود ۱۹/۹۲ متر، سالانه حدود ۰/۹۹- متر، افت داشته است. در شهر کرمان هنوز شبکه فاضلاب راه اندازی نشده است و شیوه دفع فاضلاب در شهر از طریق چاه های جذبی است. علاوه بر آن حدود ۲۶ شهرک در اطراف کرمان احداث شده است که فاقد سیستم دفع فاضلاب هستند. برخی از این شهرک ها، مانند شهرک های خواجو، ایرانمنش، جماران، چمران در داخل و یا در مرکز ناحیه اثر گذار سفره آب زیرزمینی هستند (شرکت عمران علوی ماهان، ۱۳۷۸).

#### اثر بر تبخیر و تعرق

از آنجا که افزایش جمعیت و توسعه شهر کرمان، باعث استفاده بیش از حد از منابع آب شده و در نتیجه سطح آب زیرزمینی شدیداً افت کرده و طبق بررسی های مهندسی مشاور آب و توسعه پایدار در سال ۱۳۸۵، پایین رفتن سطح آب، منجر به کاهش تبخیر شده است. میزان تبخیر از سفره تابع نمایی بوده و با نزدیک شدن سطح آب سفره به سطح زمین میزان تبخیر به شدت افزایش می یابد، به طوری که در عمق ۱۰ سانتی متر از سطح زمین میزان تبخیر از سفره حدود ۶۰ درصد تبخیر از طشتک است، بنابراین بالآمدگی سطح آب در محدوده شهر می تواند سبب افزایش تبخیر در این منطقه شود.

از طرفی رشد شهر باعث کاهش پوشش گیاهی شده است. در قسمت هایی از شهر که در سال های قبل، فعالیت کشاورزی صورت می گرفته است، امروزه تبدیل به ساختمان شده و همین امر کاهش تعرق را در پی داشته است.

### اثر شهرسازی بر رواناب سطحی

توسعه شهر باعث افزایش مناطق نفوذ ناپذیر شده‌اند حجم رواناب را افزایش می‌دهد. مساحت شهر کرمان در سال ۱۳۴۶ حدود ۴/۵ کیلومتر مربع بوده و در سال، ۱۳۸۰، به ۱۰/۲ کیلومتر مربع، رسیده است. کاهش نفوذ را می‌توان با استفاده از ضریب نفوذ پذیری (رابطه ۲)، محاسبه کرد. ضریب نفوذ پذیری برابر است با نسبت سطوح نفوذ ناپذیر به سطوح کل (سلحشور، ۱۳۸۱).

$$\text{ضریب نفوذ} \quad S.S = C/A \quad (2)$$

نفوذ پذیری

A: مساحت حوزه آبریز بر حسب کیلومتر مربع (۵۴۲۰ کیلومتر مربع)

C: مساحت سطح نفوذ ناپذیر شهری

در سال ۱۳۴۶ مساحت شهر ۴/۵ کیلومتر مربع بوده و ضریب نفوذ پذیری از رابطه ۳ حدود ۸/۳۰ دست آمده، حال آن‌که در سال ۱۳۸۱ مساحت به حدود ۱۰/۲ کیلومتر مربع رسیده، این ضریب به حدود ۰/۰۸۶ کاهش یافته است. روان آب سطحی در شهر کرمان در بخش‌های قدیمی شهر توسط چاه‌های جذبی به سفره آب هدایت می‌گردد و با توجه به نفوذ پذیری کم آبرفت سطحی، بخش عمده آن تبخیر می‌گردد.





## نتیجه گیری

شهر کرمان مشابه سایر شهرهای بزرگ کشور در چند دهه اخیر، رشد سریعی داشته است. افزایش وسعت شهر و نیز جمعیت شهری همراه با پارامترهای دیگری نظیر بهبود وضعیت بهداشت جامعه منجر به افزایش شدید تقاضای آب برای مصارف آشامیدن، کشاورزی و صنعت گردیده است. برداشت بیش از حد از سفره آب و محدودیت منابع تغذیه کننده سفره از یک-طرف و عدم اقدام جدی جهت تقویت سفره آب زیرزمینی موجب کاهش سالیانه سطح آب زیرزمینی، به میزان سالانه حدود ۰/۹۹- متر در سال و افت حدود ۱۹/۹۲ متر در طی ۲۰ سال گذشته شده است. بررسی حاضر نشان می دهد که به طور سالیانه فاضلاب شهری به سفره آب زیرزمینی در زیر سطح شهر اضافه می شود که سبب بالآمدن سطح آب در محدوده شهری و نیز آلودگی شدید سفره آب گردیده است. پدیده های فوق از طرفی موجب فرونشست محدوده اطراف شهرو آسیب رساندن به تاسیسات شهری و شریان های حیاتی خواهد شد و در محدوده شهر موجب بالآمدن سطح آب و در نتیجه تورم و کاهش مقاومت زمین می گردد.

## منابع

- حسن زاده، رضا، ۱۳۸۵، بررسی شرایط و مسائل زمین شناسی شهری کرمان با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید باهنر کرمان.
- خزائی، اسماعیل، ۱۳۸۰، تاثیر گسترش شهری بر کیفیت آب زیرزمینی زاهدان، مجله آب و فاضلاب شماره ۳۷، صفحه ۳۷-۳۱.
- زندگی آبادی، علی، ۱۳۷۰، جغرافیا و برنامه ریزی شهر کرمان، انتشارات مرکز کرمان شناسی
- سازمان برنامه و بودجه استان کرمان، ۱۳۸۶، سرشماری نفوس و مسکن ۱۳۸۵، انتشارات برنامه و بودجه استان کرمان.
- سلحشور، جمشید، ۱۳۸۱، تاثیر شهر سازی بر سیکل هیدرولوژی، فصلنامه مهتاب قدس، شماره ۱۹، صفحه ۷۸-۷۷.
- شرکت عمران علوی ماهان، ۱۳۷۸، ارزیابی اثرات زیست محیطی پروژه هفت باغ - هفت آسمان، جلد ۳.
- گزارش امور مطالعات منابع آب شهر کرمان، ۱۳۸۵، طرح تحقیقاتی بررسی ناهمواری های زمین شناسی منطقه کرمان.
- مهندسین مشاور آب و توسعه پایدار، ۱۳۸۵، گزارش هیدرولوژی محدوده مطالعاتی کرمان - باغین، شرکت سهامی آب منطقه ای کرمان، معاونت مطالعات پایه منابع آب.
- Beckett, T., 1985, The Soil Of Kerman, Sout Persia, Journal Of Soil Science, Vol 9. No.1.
- Cronin, A. A., Taylor, R. G., Powell, K. L., Barrett, M., H., Trowsdale, S. A., Lerner, D., N2003, Temporal variations in the depth-specific hydrochemistry and sewage-related microbiology of on urban sandstone equifer, Nothingham, United Kingdom. Hydrogeology Journal, 11(2):205-516
- Farlane, D. J., 1984, The effect of urbanization on groundwater quantity and quality in Perth, Western Australia, PhD thesis, university of Western Australia, Australia.
- Klimas, A. A., 1995, Impact of urbanization and Protection of water resources in the Vilnius District, Lithuania. Hydrology Journal. 3(1):24-35
- Morris, B. L., Lawrence, A., R., Stuart, M., 1994, Impact of urbanization on groundwater quality Project summary report. Report WC/94/56, Prepard for the Over Seas Development Administration Project 91/3. British Geological Survey, Keyworth, Nothingham.
- Stevence, Roger, 1971, The Land of the Great Sopyl, Second edition, London, p.222