نشریه شمـاره ۵، بهار و تابستان ۱۳۹۴، صفحات ۷۸-۶۵

نشریه مدیریت بیابـان

www.isadmc.ir

انجمن علمی مدیریت و کنترل مناطق بیابانی ایران

ارزیابی روند تغییرات کمی و کیفی آب زیرزمینی دشت کاشان

ریحانه مسعودی[۱]، غلامرضا زهتابیان[۲*]، حسن احمدی[۳]، آرش ملکیان[۴]

۱. دانشجوی دکتری بیابانزدایی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران.
۲. استاد دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران.
۳. استاد دانشگاه آزاد اسلامی- واحدعلوم تحقیقات، تهران، ایران.
۴. دانشیار دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران.
* نویسنده مسئول: *ghzehtab@ut.ac.ir*

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۲/۰۲ **تاریخ پذیرش:۱۳۹۲/۱۱/۲۰**

چکیده

در این پژوهش، به منظور تعیین تغییر کمی و کیفی آب زیرزمینی دشت کاشان از دو شاخص افت آب زیرزمینی و هدایت الکتریکی *(EC)* بهره‌گیری شد. هیدروگرافهای تراز آب با روش تیسن[1] و برپایهٔ دادهای چاه‌های پیزومتری ترسیم شدند. نقشه خطوط هم افت، هم ارتفاع و هم *EC* با بهره‌گیری از سیستم اطلاعات جغرافیایی *(GIS[2])* ترسیم شدند. نتایج حاصل از نقشه‌ها نشان می‌دهد که جریان آب از قسمت جنوبی دشت که اراضی کشاورزی قرار دارند به سمت شمال دشت است و به کویر تخلیه می‌شود. هم چنین رابطهٔ بین هدایت الکتریکی با آنیون‌ها و کاتیون‌های اصلی (Hco_3^-, So_4^{2-}, Na^+, Cl^-, K^+, Mg^{2+}, Ca^{2+}) بررسی شد. شاخص معیار بارش سالانه *(SIAP[3])* محاسبه شده برای پنج ایستگاه هواشناسی نشان می‌دهد که بیشترین درصد فراوانی متعلق به بارش نرمال است. بیشترین مقدار افت و برداشت آب به طور میانگین در بخش‌های جنوبی و جنوب شرقی دشت رخ داده است که می‌تواند به علت تمرکز زمین‌های کشاورزی در این دو منطقه باشد. هدایت الکتریکی در همهٔ قسمت‌ها (به غیراز آنیون بی‌کربنات) با غلظت یون‌های اصلی موجود در آب رابطه مستقیم دارد. هیدروگرافهای تراز آب زیرزمینی نشان می‌دهد که طی ۱۹ سال به مقدار۱۰/۰۲ متر سطح آب کاهش یافته است که به نوبهٔ خود موجب کاهش کیفیت آب زیرزمینی شده است.

واژگان کلیدی: آب زیرزمینی، افت، هیدروگراف واحد، هدایت الکتریکی(*EC*).

---

[1] - *Theissen*
[2] - *Geographic information system(GIS)*
[3] - *Standard index of annual precipitation*

■ **مقدمه**

در سال‌های گذشته افزایش جمعیت و به تبع آن گسترش صنایع و کشاورزی، هم چنین کاهش بارش‌های آسمانی نیاز به مدیریت صحیح منابع موجود را افزایش داده است. از آنجایی که در کشور ما به خصوص در قسمت‌های مرکزی و شرقی منابع آب سطحی محدود است، بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی افزایش قابل ملاحظه ای یافته است. متأسفانه در سال‌های اخیر حتی در بعضی مناطق بهره‌برداری از این منابع بیشتر از تغذیه می‌باشد که ادامه این روند می‌تواند سبب نابودی منابع آب زیرزمینی گردد *(Niamnsi & Mbue, 2009)*. کاهش آب‌های زیرزمینی می‌تواند بر روی دیگر منابع طبیعی نیز مؤثر باشد.

دشت کاشان در منطقه‌ای خشک قرار دارد و مقدار بارش‌های آن کم است و به علت محدود بودن منابع آب‌های سطحی، تنها منابع آبی قابل استفاده آن، آب زیرزمینی است. رفیعی امام و همکاران (۱۳۸۳) افزایش بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی و افت سطح سفره را عامل مؤثر بر خشک شدن و شور شدن چاه ها در کویر دامغان می‌دانند. شمسی پور و حبیبی (۱۳۸۶) با بررسی مقدار افت آب زیرزمینی دشت‌های شمال همدان طی مدت ۱۷ سال آماری متغییرهای اقلیمی و پدیده خشکسالی را در کاهش سطح آب زیرزمینی موثر دانستند. خسروشاهی (۱۳۸۷) در پژوهش‌های خود به این نکته اشاره می‌کند که درکشور حدود ۷۴/۶ میلیارد مترمکعب آب از طریق چاه‌ها، چشمه‌ها و قنات‌ها استحصال می‌شود (آمار سال آبی۸۲-۱۳۸۱) و کشاورزی با اختصاص سهم ۹۵ درصدی و برداشت بیش از ۸۰ درصد از منابع آب زیرزمینی نقش عمده‌ای در تغییرات کمی و کیفی آبخوان‌ها دارد.

رحمانی و همکاران (۱۳۸۸) با مطالعه بر روی دشت نیریز استان فارس، علت افت زیرزمینی را برداشت زیاد، خصوصیات اکولوژیکی گونه تاغ و کاهش بارندگی اعلام کردند. چیت سازان و همکاران(۱۳۸۸) در مطالعات خود به اثر خشکسالی‌های اخیر بر روی نزول سطح آب زیرزمینی و پایین آمدن کیفیت آبخوان دشت خویس در شمال خوزستان اشاره نمودند. برنا و همکاران(۱۳۸۹) در تحقیقی با مقایسه شاخص‌های معیار بارش سالانه (*SIAP*)، درصد از نرمال (*PN*[1])، و ناهنجاری بارش (*RAI*[2])، وضعیت خشکسالی را در آبادان و دزفول بررسی کردند. محمدی و همکاران (۱۳۹۰) با ارزیابی کمی و کیفی منابع آب زیرزمینی آبخوان‌های ساوه و اراک به این نتیجه رسیدند که کیفیت آب زیرزمینی در فصل‌های تر نسبت به فصل‌های خشک و در چاه‌های با عمق کمتر نامناست‌تر است. در پژوهشی دیگر، زارع ابیانه و همکاران (۱۳۹۱) نوسان‌های سطح آب زیرزمینی آبخوان دشت ملایر را به علت کاهش بارندگی‌ها، برداشت بی رویه و حفاری‌های غیرمجاز، اعلام کردند. آذره و همکاران (۱۳۹۳) با بررسی تغییر مکانی و زمانی سطح آب زیرزمینی در دشت گرمسار از بین روش‌های درون یابی همانند کریجینگ و *IDW* با توان‌های یک و سه، روش کریجینگ را بهترین روش میان یابی برای پهنه‌بندی سطح آب زیرزمینی اعلام نمودند.

سیستم اطلاعات جغرافیایی *(GIS)* در این راستا می‌تواند نقش به سزایی را ایفا نماید. *Albertson and Hennington* (۱۹۹۵) با بهره‌گیری از *GIS* تحلیل منابع آب زیرزمینی را بررسی کردند *Barca and Passarella* (۲۰۰۷) با بهره‌گیری از *GIS* و روش درون یابی کریجینگ، نقشه ریسک نیترات در ایتالیا را تهیه و نشان دادند که روش کریجینگ روش مناسبی برای مطالعهٔ آب زیرزمینی است. اکبری و همکاران (۱۳۸۸)، با بهره گیری از سیستم اطلاعات جغرافیایی *GIS* به بررسی سطح آب زیرزمینی در دشت مشهد طی بیست سال پرداختند و افت متوسط سالانه ۶۰ سانتی‌متر را برآورد کردند آنها افزایش تعداد چاه‌ها در منطقه و خشکسالی را از جمله عوامل موثر در افت بیان کردند.

با توجه به اهمیت شناسایی و محدودیت این منابع و ضرورت مدیریت صحیح، هدف از این پژوهش بررسی نوسان‌های کمی و کیفی آب زیرزمینی دشت کاشان و تأثیر خشکسالی بر آن است. در این راستا، تعیین میزان افت آب زیرزمینی در اثر برداشت از آبخوان‌ها و تعیین

---

[1] - *Percent of Normal*

[2] - *Rainfall Anomaly Index*

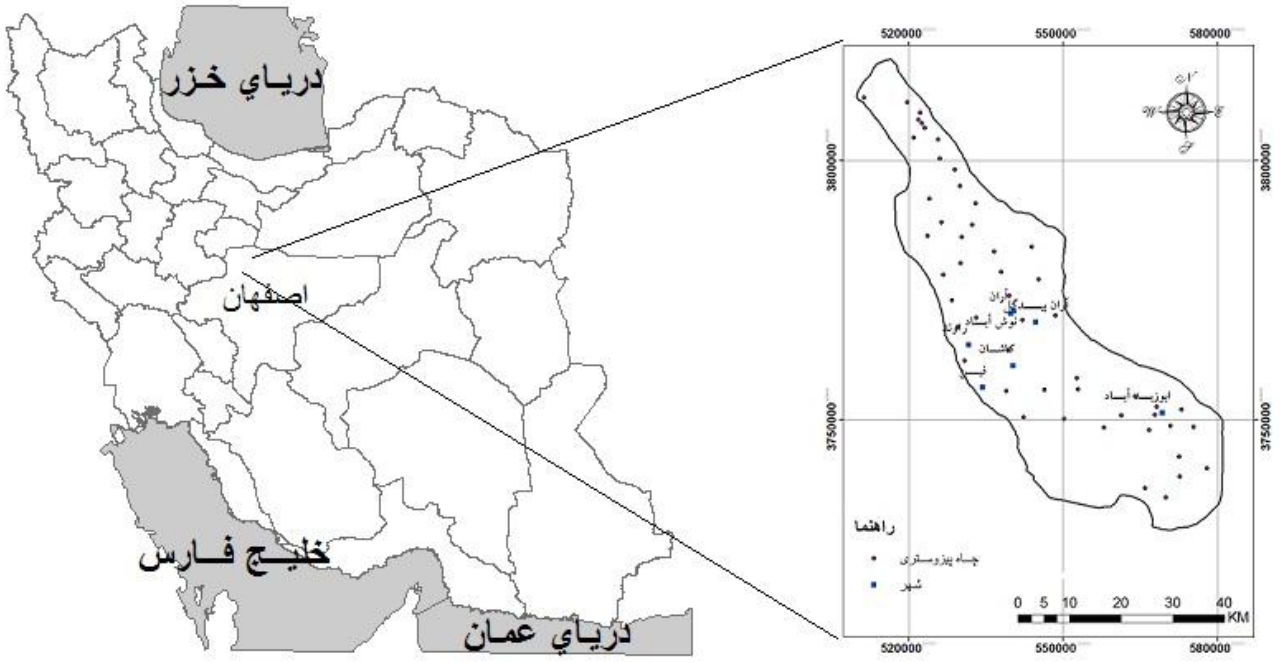
میزان کیفیت آب از مهمترین مواردی است که باید مورد ارزیابی قرارگیرد.

■ مواد و روش‌ها

منطقه مورد بررسی

دشت کاشان، به وسعت ۱۴۷۴ کیلومتر مربع، شهر کاشان، بخش مرکزی آن، شهر آران و بیدگل، همه بخش‌های آن و اراضی کشاورزی واقع در دشت را شامل می‌شود. این دشت در دامنه کوه‌های کرکس و حاشیه کویر مرکزی ایران در حدود ۲۴۰ کیلومتری جنوب تهران و بین طول‌های جغرافیائی ′ ۵۱°۵۴ و ′ ۵۱°۰۵ و عرض‌های ′ ۳۳°۴۵ و ′ ۳۴°۲۳ قرار دارد (شکل ۱). حوزه آبخیز کاشان از نظر زمین شناسی به دو قسمت مجزا منطقه کوهستانی و دشت تقسیم می‌شود. منطقهٔ کاشان با میانگین بارش سالانه ۱۵۰میلی متر در اطراف کاشان و هم جواری با ایران مرکزی و دوری ازدریاها دارای آب و هوای بیابانی است.

اقلیم منطقه برپایهٔ روش دومارتن با ضریب ۴/۸ جزء مناطق خشک یا بیابانی شدید طبقه بندی می‌گردد از سوی دیگر نواحی کوهستانی جنوب دشت کاشان از اقلیم ویژه ای برخوردار است که از نقطه نظر طبقه بندی دومارتن جزء مناطق نیمه خشک محسوب می گردد. مهمترین عامل تخلیه سفره آب زیرزمینی در دشت کاشان چاه‌های عمیق می‌باشد و بیشترین تعداد حلقه چاه و برداشت در این محدوده مربوط به چاه‌های کشاورزی است. یکی دیگر از عوامل تخلیه مخزن آب‌های زیرزمینی در دشت کاشان، قنوات می‌باشد که امروزه بیشتر آنها به علت حفر چاه‌های عمیق و نیمه عمیق در منطقه و هزینه کمتر نگهداری آنها، خشک گردیده‌اند.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد بررسی

روش پژوهش

در این پژوهش برای بررسی شاخص‌های اقلیمی منطقه و بررسی اثر نوسان‌های اقلیمی روی کیفیت و کمیت آب زیرزمینی ازدادهای پنج ایستگاه هواشناسی موجود استفاده شد. ویژه‌گی‌های ایستگاه‌های مورد بررسی در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱. مشخصات ایستگاه‌های هواشناسی

نام ایستگاه	نوع ایستگاه	طول جغرافیایی (درجه و دقیقه)	عرض جغرافیایی (درجه و دقیقه)	ارتفاع (از سطح دریا به متر)
کاشان	سینوپتیک	۵۱ ۲۷	۳۳ ۵۹	۹۸۲/۳۸
فین	تبخیرسنج	۵۱ ۲۲	۳۳ ۵۶	۱۰۵۰
ابیانه	تبخیرسنج	۵۱ ۳۵	۳۳ ۳۴	۲۲۳۴
آران	تبخیرسنج	۵۱ ۳۰	۳۴ ۰۴	۹۸۰
راوند	تبخیرسنج	۵۱ ۲۲	۳۴ ۰۱	۱۰۰۰

سپس شاخص معیار بارش سالانه *SIAP* از رابطه شماره (۱) محاسبه گردید.

$$SIAP = (Pi - \overline{P})/SD \qquad (۱)$$

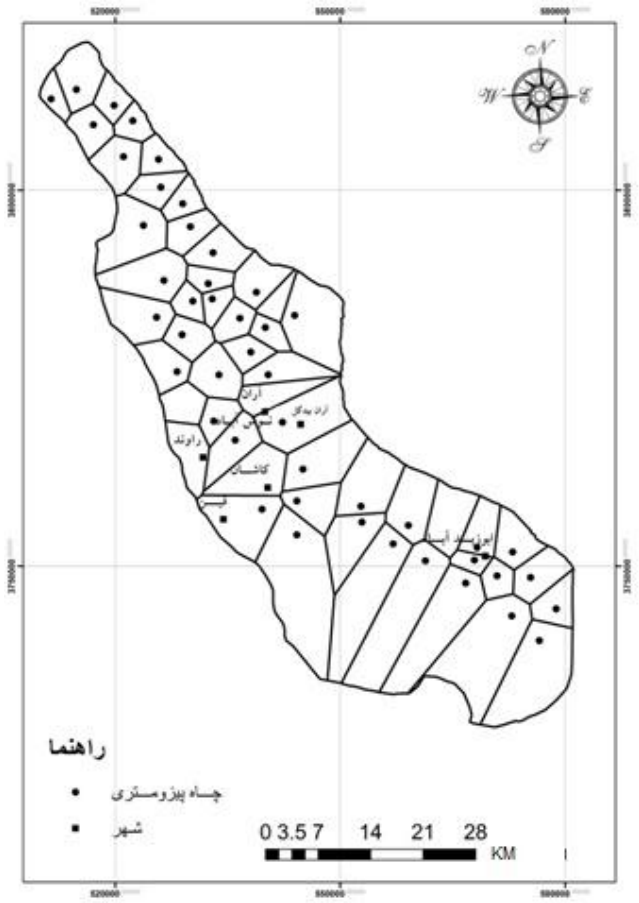
که در آن:

Pi = مجموع بارش در یک سال معین

$\overline{P}$ = میانگین بارش

SD = انحراف معیار بارش

در مرحلهٔ بعد، برای بررسی نوسان‌های سطح آب زیرزمینی دشت کاشان، ابتدا آمار مربوط به ۵۳ چاه پیزومتر در ۱۹ سال جمع آوری شد. سپس، منطقهٔ مورد بررسی بر پایهٔ توزیع چاه‌های مشاهده‌ای، تیسن بندی شد (شکل۲) و ارتفاع آب متوسط محاسبه و هیدروگراف واحد دشت از مهر ۱۳۶۹ تا شهریور ۱۳۸۸ ترسیم گردید (شکل ۴).



شکل ۲. تیسن بندی دشت کاشان بر اساس ۵۳ چاه پیزومتری

هدف از تهیه هیدروگراف آبخوان، به دست آوردن دید کلی از روند تغییرات سطح آب زیرزمینی است. به دلیل آن که چاه‌های پیزومتری موجود، نمی‌توانند تمامی سطح آبخوان را پوشش دهند، به کمک مدل تیسن، برای هر چاه با توجه به موقعیت و تراکم چاه‌های اطراف، سطحی در نظر گرفته می‌شود. این مساحت‌ها باید به گونه‌ای باشند که جمع همه آنها، برابر با سطح کل آبخوان گردد. رابطه ۲ بیانگر مطالب بالا می‌باشد

$$A = \Sigma\, ai \qquad (۲)$$

A= مساحت آبخوان

a_i= مساحت پلیگون iام

با این روش هیدروگراف برپایهٔ میانگین‌گیری وزنی است به‌طوری‌که وزن هر پیزومتر، از تقسیم مساحت هر پلی گون تیسن به مساحت کل آبخوان محاسبه می‌شود (رابطه۳).

$$wi = \frac{ai}{A} \qquad (۳)$$

Wi = وزن به دست آمده برای هر چاه

در مرحله بعد برای به دست آوردن ارزش عددی هیدروگراف آبخوان، باید وزن به دست آمده Wiرا در تراز آب زیرزمینی هر چاه در ماه‌های مختلف h_{ji} ضرب و سپس تمامی اعداد به دست آمده در ماه‌های (j) برابر جمع شدند، در نتیجه تراز آب زیرزمینی آبخوان در ماهJ ام با رابطه۴ به دست می‌آید.

$$\sum(hji \times wi) \qquad (۴)$$ = تراز آب زیرزمینی آبخوان در ماه J ام

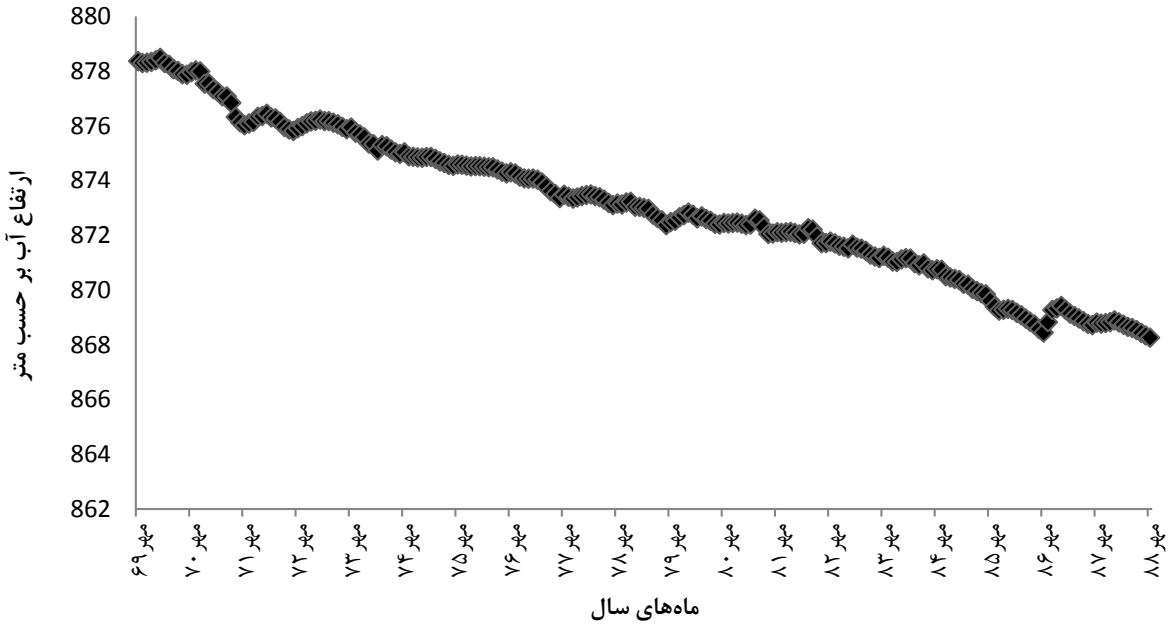
در پایان با رسم نموداری که محور x آن ماه‌های سال و محور y آن تراز آب زیرزمینی باشد، هیدروگراف واحد هر سال و هیدرو گراف ۱۹ سال در محیط $Excel$ رسم گردید و مقدار افت میانگین سالانه و ماهانه برای هر سال محاسبه شد. در این پژوهش با بهره‌گیری از سیستم اطلاعات جغرافیایی(GIS) و روش ابی کریجینگ نقشه‌های هم افت آب زیرزمینی برای سه دوره (۷۰-۱۳۶۹)، (۸۷-۱۳۷۰) و (۸۸-۱۳۸۷) رسم گردید و هم چنین به منظور استحصال نتایج بهتر و نشان دادن مسیر جریان آب، نقشه خطوط هم ارتفاع آب نیز ترسیم شد.

با توجه به این نکته که کیفیت آب معرف ویژگی‌های آب می‌باشد (مظفری زاده و چیت سازان، ۱۳۸۶) و بررسی کیفیت و روند تغییرات آن در مناطق خشک جزء گام‌های آغازین بررسی منابع آب است، از بین متغیرهای کیفی آب، شاخص EC با توجه به آمار موجود در منطقه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و با بهره گیری از GIS نقشه خطوط هم EC با بهره گیری از نتایج تجزیه و تحلیل ۲۵ نمونه از۲۵ چاه، برای منطقه مورد بررسی تهیه شد. البته به منظور بررسی روند کیفی آب از نقشه‌های تهیه شده سال‌های قبل در تجزیه و تحلیل استفاده شد هم چنین برای بررسی رابطهٔ بین هدایت الکتریکی با آنیون‌ها و کاتیون‌های اصلی، همبستگی بین نمونه‌های آب سال ۱۳۸۵ مورد بررسی قرار گرفت و نتایج در شکل (۱۲) رسم شد.

■ نتایج

براساس هیدروگراف واحد دشت کاشان سطح آب زیرزمینی دارای روند نزولی است و طی مدت ۱۹ سال ۱۰/۰۲ متر افت نموده است، به گونه‌ای که میزان افت متوسط سالانه ۵۲ سانتیمتر بوده است (شکل ۳).

جدول ۲ نشان دهندهٔ مقدار افت آب زیرزمینی براساس هیدروگراف واحد سال به سال است. نتایج حاصل از جدول مذکور نشان می‌دهد که در سال ۷۱-۱۳۷۰ سطح آب ۱/۸۴ متر افت کرده است و هم چنین سال ۸۷-۱۳۸۶ فاقد افت آب می‌باشد و سطح آب زیرزمینی به میزان ۲۶ سانتی‌متر افزایش یافته است.



شکل ۳. هیدروگراف واحد دشت کاشان از مهر۱۳۶۹ لغایت مهر۱۳۸۸

جدول ۲. مقادیر افت آب زیرزمینی ۱۹ سال

سال	افت آب زیرزمینی(به متر)	سال	افت آب زیرزمینی(به متر)
۶۹ – ۷۰	- ۰/۵۰	۷۹ – ۸۰	- ۰/۰۹
۷۰ – ۷۱	- ۱/۸۴	۸۰ – ۸۱	- ۰/۳۹
۷۱ – ۷۲	- ۰/۲۱	۸۱ – ۸۲	- ۰/۳۹
۷۲ – ۷۳	- ۰/۰۳	۸۲ – ۸۳	- ۰/۵۹
۷۳ – ۷۴	- ۰/۹۶	۸۳ – ۸۴	- ۰/۵۳
۷۴ – ۷۵	- ۰/۴۹	۸۴ – ۸۵	- ۰/۹۱
۷۵ – ۷۶	- ۰/۳۲	۸۵ – ۸۶	- ۱/۰۳
۷۶ – ۷۷	- ۰/۹۴	۸۶ – ۸۷	۰/۲۶
۷۷ – ۷۸	- ۰/۳۸	۸۷ - ۸۸	- ۰/۴۶
۷۸ – ۷۹	- ۰/۷۹		

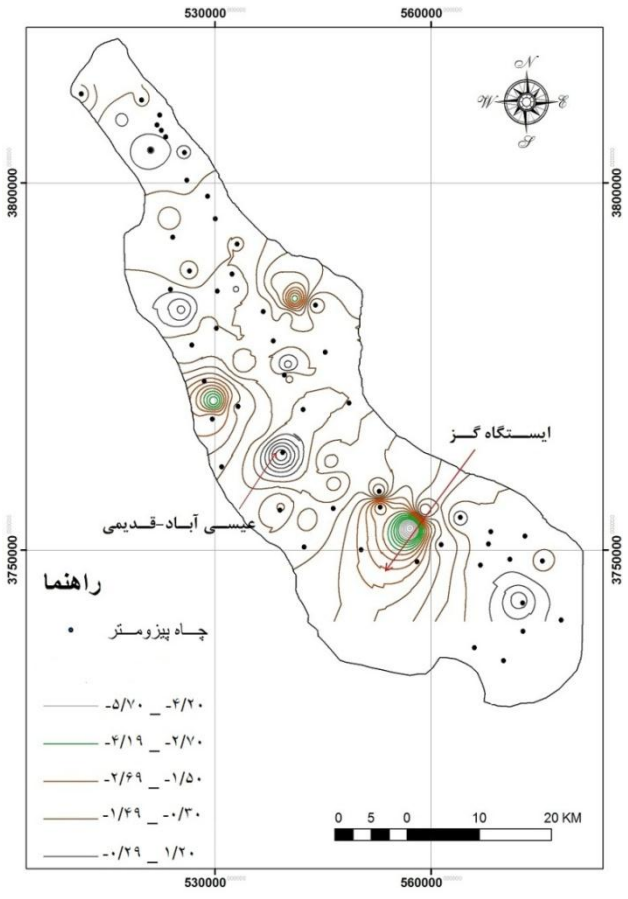
با بهره‌گیری از نقشه‌های هم افت رسم شده سه دوره ذکر شده (شکل‌های ۴ ، ۵ و ۶)، می‌توان مناطقی از آبخوان که آب زیرزمینی افت یا صعود داشته را مشخص کرد و مناطق حساس به کاهش یا افزایش تغذیه را نشان داد. نقاطی که دارای خط هم میزان صفر هستند بیانگر آن است که در طی دوره هیچ گونه تغییر در تراز آب رخ نداده است و تغییرات بیلان آب زیرزمینی در این نقاط صفر می‌باشد. مناطقی که خطوط هم میزان منفی دارند نشان دهنده افت تراز در اثر اضافه برداشت از آب زیرزمینی یا کاهش در تغذیه آبخوان می‌باشد. مناطقی که خط هم میزان مثبت دارند نشان دهنده صعود تراز آب زیرزمینی می باشد. با توجه به شکل (۴) حداکثر افت در ایستگاه گز به میزان ۵/۷۵ متر است و بعد از آن ایستگاه‌های اطراف نیز مانند اکتشافی جعفر آباد دارای بیشترین افت می‌باشند، که می‌تواند به علت پمپاژ زیاد و تغذیه کم آبخوان باشد. بر اساس شکل (۵) در طی ۱۷

سال حداکثر افت به میزان ۱/۲۰۹ متر و در ایستگاه گز و حوالی آن و در شمال دشت در جنوب غرب حسین آباد میش مست افزایش آآب به میزان ۰/۲۳۹ متر مشاهده می‌گردد. به طور کلی در بیشتر مناطق افزایش افت آب نسبت به سال ۷۰-۱۳۶۹ مشاهده شد ولی باز هم افت در جنوب دشت بیشتر و به سمت شمال دشت کاهش می‌یابد. بر اساس شکل (۶) بیشترین افت به مقدار ۲/۳۵ متر در ایستگاه امین آباد و در مزرعه درم فاقد افت است و به میزان ½ متر افزایش آب مشاهده شد.

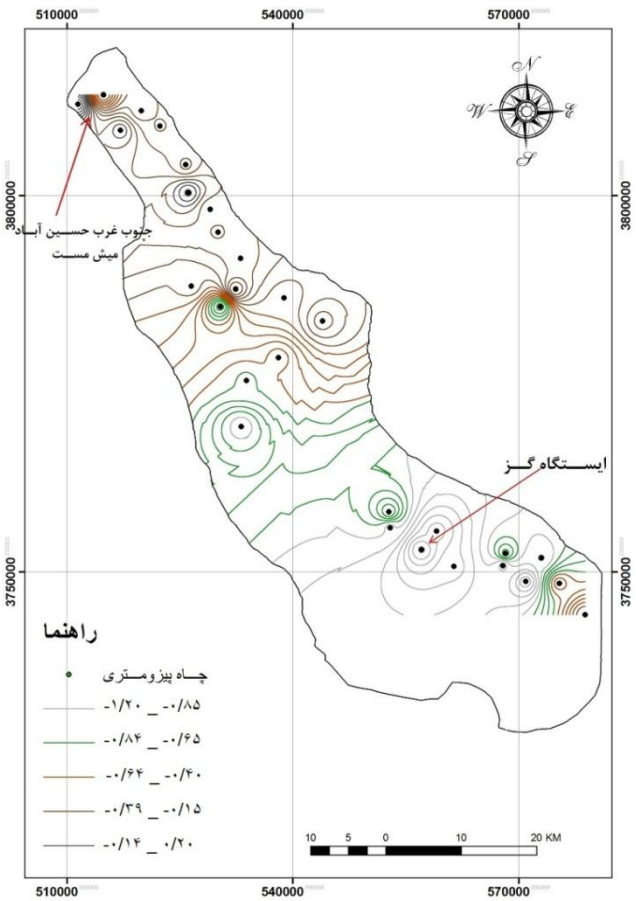
به منظور دریافت نتیجه بهتر و مشخص کردن مسیر جریان آب، نقشهٔ خطوط هم ارتفاع آب و هم پتانسیل برای سال‌های ۷۰-۱۳۶۹ و ۸۸-۱۳۸۷ رسم شد (شکل‌های ۷و ۸).

در سال ۷۰-۱۳۶۹، بیشترین تراز سطح آب۹۷۶/۲ متر در فروردین ماه در پیزومتر جنوب حسین آباد در جنوب دشت و کمترین آن ۸۰۲/۹۲ متر در پیزومتر آب شیرین در شمال دشت می‌باشد. هم چنین با توجه به آمار موجود و شکل سطح ایستابی آبخوان در اسفند ۱۳۸۸حداکثر ارتفاع سطح آب در پیزومتر شجاع آباد-چالقره به میزان ۱۱۹۹/۴۶ و کمینه آن در پیزومتر آب شیرین و به میزان ۸۰۰/۸۷ می‌باشد.

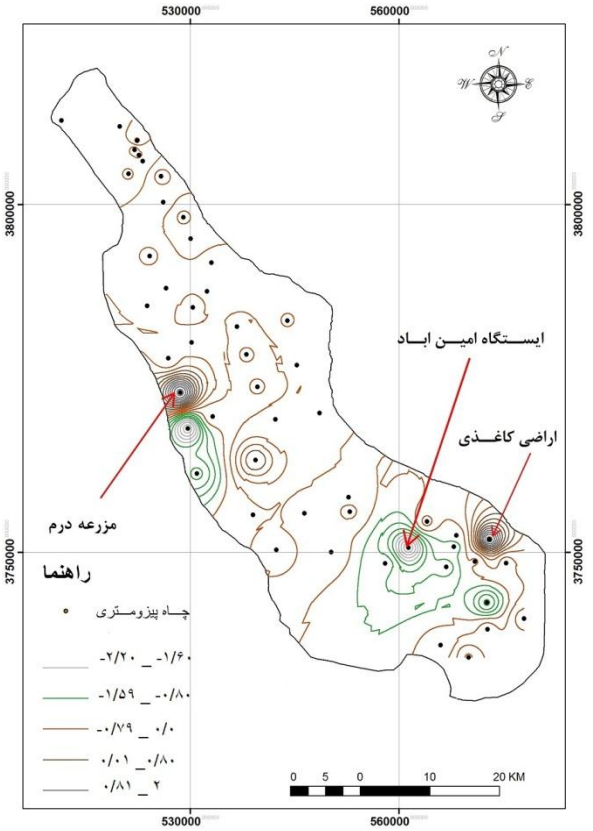
شکل۹ نشان دهندهٔ افت آب زیرزمینی و خشکسالی بر حسب سال است. همان‌طورکه مشاهده می‌شود در برخی از سال‌ها با کاهش بارندگی و بروز خشکسالی، افت آب زیرزمینی نیز افزایش می‌یابد لیکن بررسی‌های انجام شد رابطه معنی داری را بین مقدار افت اب زیرزمینی و *SIAP* نشان نداد. هم چنین نتایج به دست آمده از شاخص خشکسالی*SIAP* نشان می‌دهد که در تمامی ایستگاه‌های هواشناسی بیشترین درصد فراوانی در طی دوره آماری مربوط به بارش نرمال می‌باشد (شکل۱۰).



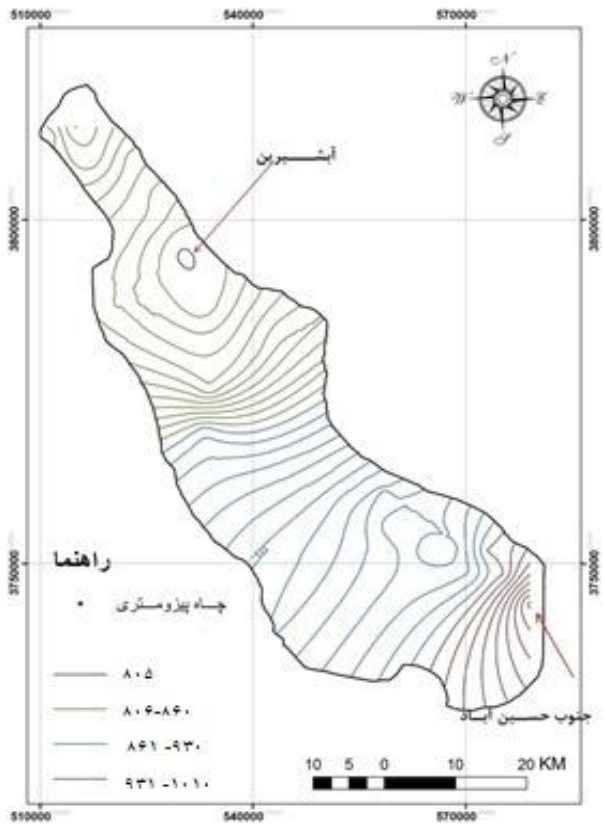
شکل ۴. نقشه هم افت آب سال ۷۰-۱۳۶۹



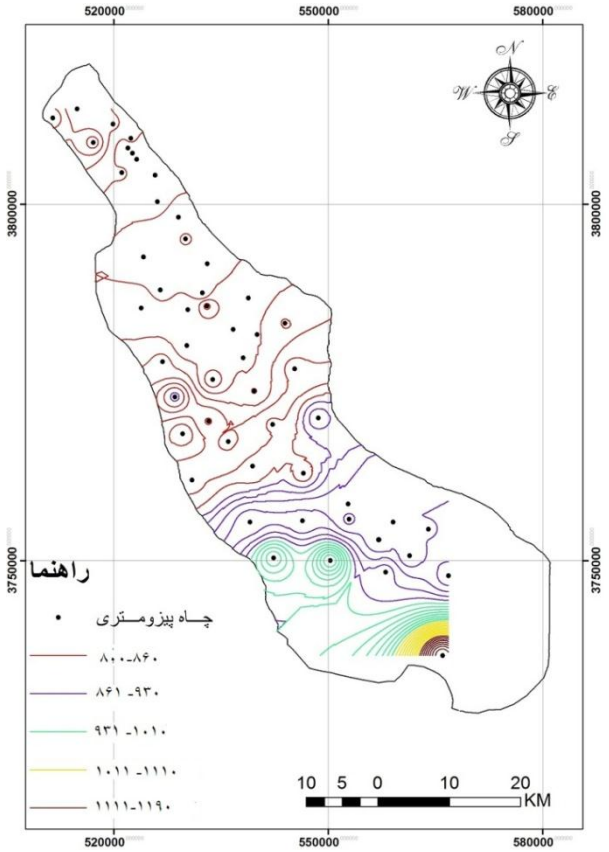
شکل ۵. نقشه هم افت آب سال ۸۷-۱۳۷۰



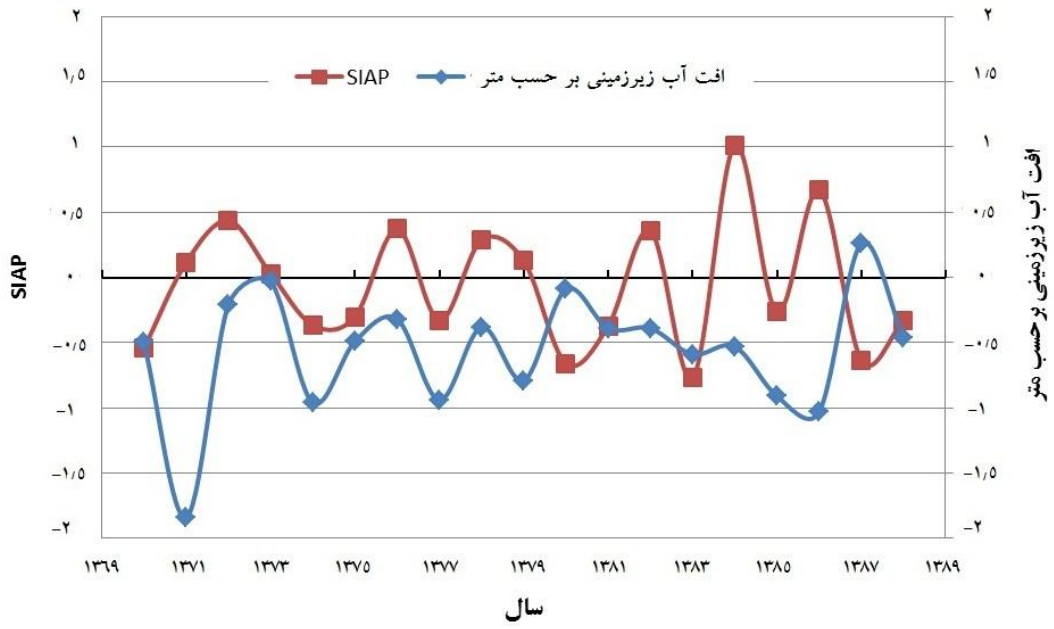
شکل۶. نقشه هم افت آب سال ۸۸-۱۳۸۷



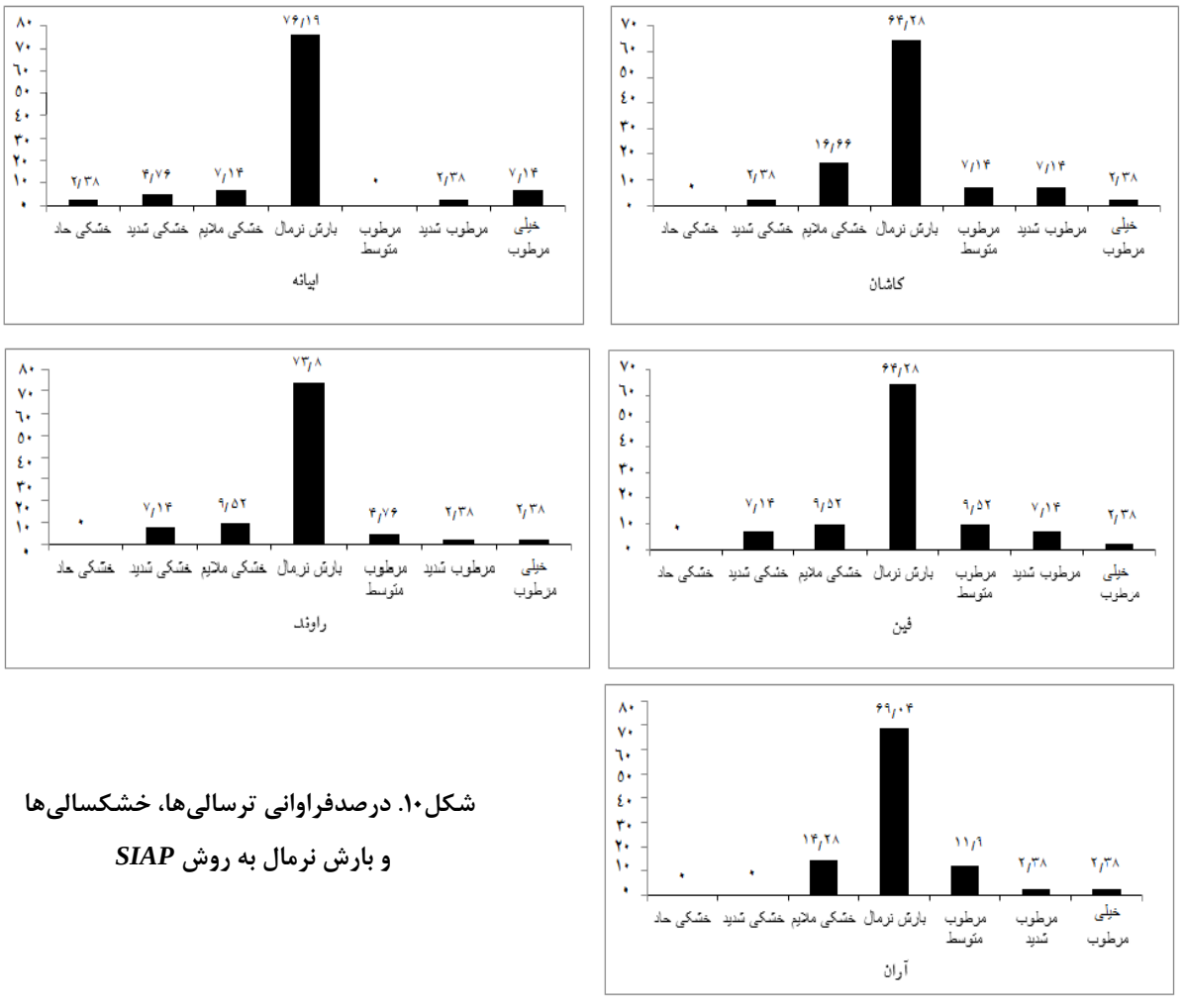
شکل۷. نقشه خطوط هم ارتفاع آب سال۱۳۶۹-۱۳۷۰



شکل ۸. نقشه خطوط هم ارتفاع آب سال۱۳۸۸-۱۳۸۷



شکل ۹. مقایسه افت آب زیرزمینی و شاخص *SIAP* در دوره مطالعاتی



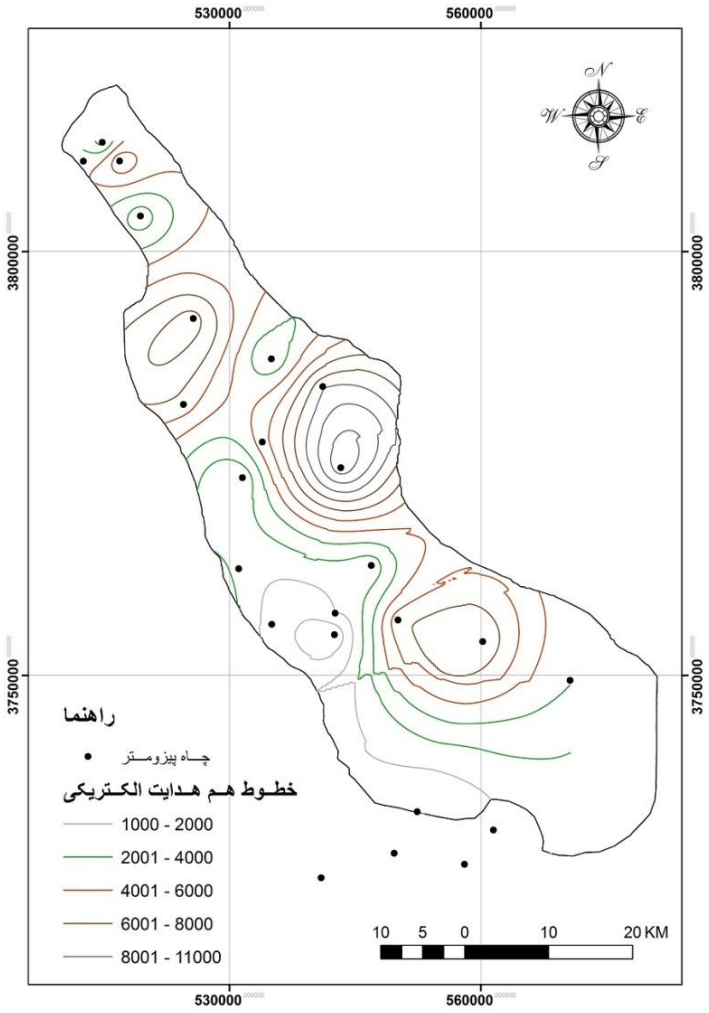
شکل ۱۰. درصدفراوانی ترسالی‌ها، خشکسالی‌ها و بارش نرمال به روش *SIAP*

برای بررسی هدایت الکتریکی دشت کاشان و تغییرات زمانی و مکانی آن نقشهٔ منحنی‌های هم ارزش هدایت الکتریکی با توجه به آمارهای موجود به طور میانگین برای یک دوره ۶ ساله رسم گردید (شکل۱۱).

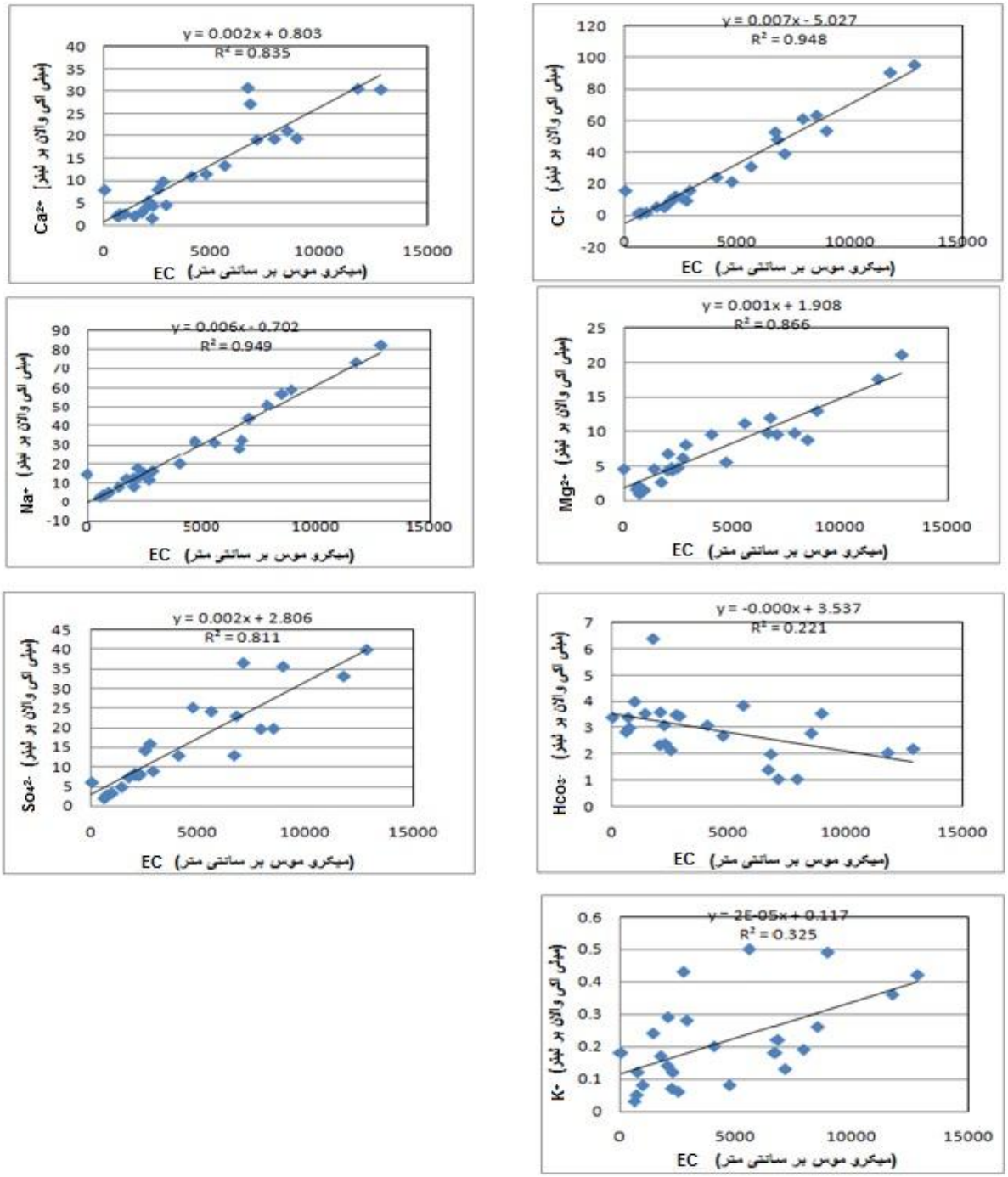
از نقشهٔ خطوط هم EC به دست آمده و نقشه‌های موجود دوره‌های قبلی می‌توان دریافت که در قسمت شمال آران و بیدگل منحنی‌های بسته‌ای ایجاد شده است که مقدار EC نسبت به اطراف آن افزایش یافته است. هم چنین، مقدار EC در مناطق تتماج، جوینان و جهق پایین و در قسمت جنوب دشت حدود ۶۰۰ تا ۹۰۰ می‌باشد. که این می‌تواند به علت نزدیکی این مناطق به کوهستان باشد زیرا آب های کوهستانی دارای مواد جامد به جای مانده کمتری نسبت به مناطق کویری که بارش کمتر و تبخیر بیشتری دارند برخوردارند.

یافته‌های همبستگی بین شاخص هدایت الکتریکی با آنیون‌های و کاتیون‌های (شکل۱۲) نشان داد که هدایت الکتریکی در تمام موارد به غیر از آنیون بی‌کربنات با غلظت یون‌های اصلی موجود در آب رابطه مستقیم دارد.

به عبارت دیگر با افزایش EC، آنیون‌ها و کاتیون‌های مربوطه نیز افزایش می‌یابند. هدایت الکتریکی در تمام موارد با غلظت آنیونها و کاتیونهای اصلی در آب همبستگی مثبتی را نشان می دهد. این همبستگی در مورد یونهای سدیم و کلر حداکثر و در مورد دو یون پتاسیم و بی کربنات حداقل است. همچنین بین EC و کاتیون‌های منیزیم و کلسیم نیز همبستگی زیادی برقرار است.



شکل ۱۱. نقشه خطوط هم *EC*



شکل ۱۲. رابطهٔ بین هدایت الکتریکی با آنیون‌ها و کاتیون‌های اصلی

■ بحث و نتیجه گیری

یافته‌های حاصل از هیدروگراف‌های ترسیمی نشان داد که، تغییرات سطح آب زیرزمینی در دشت کاشان در بیشتر سال‌ها آبی از مهرماه تا شهریورماه سال بعد، سطح آب زیرزمینی از بیشینه مقدار خود به حداقل ارتفاع می‌رسد و متاسفانه این تغییر طی مراحل بعد جبران نمی‌شود. در بیشتر مناطق آبخوان دشت کاشان با افت سطح آب همراه است و مقدار افت آب طی دورهٔ مورد بررسی به‌طور میانگین افزایش یافته است. طی دورهٔ مورد بررسی، افت در جنوب دشت بیشتر و به سمت شمال

دشت کاهش می‌یابد و می‌تواند به این علت باشد که مناطق نزدیک به حاشیهٔ کویر که در شمال دشت قرار گرفته‌اند به علت بد بودن کیفیت آب، کمترین مقدار برداشت را دارند و به علت تمرکز بیشتر اراضی کشاورزی در جنوب و جنوب شرقی دشت، این مناطق دارای بیشترین برداشت و افت آب می‌باشند به صورتیکه آمار موجود نشان داد که در برخی جاها چاه‌ها خشک و چاه پیزومتری جدید جایگزین شده است. رحمانی و همکاران (۱۳۸۸)، رفیعی امام و همکاران(۱۳۸۳)، زارع ابیانه و همکاران (۱۳۹۱)، ابراهیمی و همکاران(۱۳۸۸) و اکبری و همکاران (۱۳۸۸) نیز در پژوهش‌های خود به این مهم دست یافتند که برداشت بی رویه از منابع، یکی از مهمترین عوامل تأثیرگذار در افت آب زیرزمینی می‌باشد. خطوط جریان و هم پتانسیل نیز نشان دادند که جریان آب از قسمت جنوب دشت به سمت شمال دشت میرود و در منطقه آب شیرین به کویر می‌ریزد.

هم چنین روند تغییر هدایت الکتریکی به طور کلی به این صورت می‌باشد که در فصل بیشینه آب زیرزمینی EC در کمترین مقدار و در فصل کمینه آب زیرزمینی، بیشترین EC را دارد. در نتیجه افت آب با کیفیت آب رابطهٔمستقیم دارد. در برخی موارد هم که این رابطه صادق نیست می‌تواند به دلیل تأثیر پیچیده بین آب زیرزمینی و سازندهای زمین شناسی یا سایر عوامل نامشخص باشد. هم چنین با نزدیک شدن به سمت شوره زارها مقدار EC افزایش می‌یابد که می‌تواند بیانگر چند عامل باشد. یکی از مهمترین دلیل آن نفوذ آب شور و شورآب‌های موجود در زیر آبخوان به داخل سفره آب شیرین به علت پمپاژ زیاد یا حفر چاه تا سفره تحتانی است. در پایان می‌توان با توجه به رابطهٔ همبستگی موجود بین هدایت الکتریکی و سایر آنیون‌ها و کاتیون‌ها به این نتیجه رسید که در منطقهٔ مورد بررسی با کاهش ارتفاع آب و افزایش افت آب میزان EC، سدیم، کلر و منیزیم افزایش و کیفیت آب کاهش می‌یابد. هم چنین همان‌طورکه چیت سازان و همکاران(۱۳۸۸) نیز در بررسی خود بیان نمودند، کاهش بارندگی و بروز خشکسالی نیز بر روی افت آب زیرزمینی تاثیر دارد و افت زیاد خود باعث کاهش کیفیت آبها می‌گردد که موارد تخریبی دیگری را هم به دنبال دارند.

■ منابع

۱. ابراهیمی، ع. ا.، محمدی، ف.، کاوه، ن. و ملک محمدی، م. (۱۳۸۸). تحلیل و ارزیابی تأثیر خشکسالی برکاهش سطح آب تالاب‌های استان چهار محال و بختیاری با استفاده از تکنیک‌ها *RS, GIS*. پنجمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، گرگان، ایران.

۲. آذره، ع.، رفیعی ساردوئی، ا.، نظری سامانی، ع. ا.، مسعودی، ر. و خسروی، ح. (۱۳۹۳). بررسی تغییرات مکانی و زمانی سطح آب زیرزمینی در دشت گرمسار. دو فصلنامه علمی پژوهشی مدیریت بیابان، سال دوم، شماره ۳، ۱۱-۲۰.

۳. اکبری، م.، جرگه، م. ر. و مدنی سادات، ح. (۱۳۸۸). بررسی افت سطح آب‌های زیرزمینی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: آبخوان دشت مشهد). مجله پژوهشهای حفاظت آب و خاک، جلد شانزدهم، شماره ۴، ۷۸-۶۳.

۴. برنا، ر.، عظیمی، ف. و سعیدی دهکی، ن. (۱۳۸۹). مقایسه شاخص‌های *SIAP*، *PN* و *RAI* در بررسی خشکسالی‌های استان خوزستان با تاکید بر ایستگاه‌های آبادان و دزفول. فصل نامه جغرافیای طبیعی، شماره ۹، ۷۷- ۸۸.

۵. چیت سازان، م.، میرزایی، ی.، محمدی، ح. ر.، شبان، م.، غفاری، ح. ر. و موسوی، ف. (۱۳۸۸). تاثیرخشکسالی بر کمیت و کیفیت منابع آب‌های زیرزمینی (مطاله موردی دشت خویس درشمال خوزستان). دومین همایش ملی اثرات خشکسالی و راهکارهای مدیریت آن، اصفهان، ۷۰ - ۷۷.

۶. خسروشاهی، م. (۱۳۸۷). شاخص‌های مهم بیابان زایی از منظر آب و معرفی زمینه‌های پژوهشی مرتبط با موضوع. فصلنامه جنگل و مرتع، شماره ۷۴، ۲۲- ۱۸.

۷. رحمانی، م.، مصباح، ح.، حسینی مرندی، ح. و نجفی نژاد، ع. (۱۳۸۸). بررسی اثر افت آب زیر زمینی بر ایجاد خندق در دشت نیریز فارس. پنجمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، گرگان،گلستان، ایران.

۸. رفیعی امام، ع.، زهتابیان، غ. ر. و احسانی، ا. ه. (۱۳۸۳). بررسی توسعهٔ مزارع و پوشش گیاهی دست کاشت در حاشیهٔ کویر دامغان. فصلنامه پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، جلد۱۱، شماره۳.

۹. زارع ابیانه، ح.، بیات ورکشی، م. و معروفی، ص. (۱۳۹۱). بررسی نوسانات عمق آب زیرزمینی در دشت ملایر. نشریه دانش آب و خاک، جلد۲۲، شماره ۲، ۱۹۰-۱۷۳.

۱۰. شمسی پور، ع. ا. و حبیبی، ک. (۱۳۸۶). ارزیابی اثرات خشکسالی بر منابع آب‌های زیرزمینی (مطالعه موردی دشت‌های شمال همدان). همایش ژئوماتیک۸۶، سازمان نقشه برداری کشور، تهران.

۱۱. محمدی قلعه نی، م.، ابراهیمی، ک. و عراقی نژاد، ش. (۱۳۹۰). ارزیابی کمی و کیفی منابع آب زیرزمینی (مطالعه موردی: آبخوان‌های ساوه و اراک). مجله دانش آب و خاک، جلد۲۱، شماره۲، ۱۰۸-۹۳.

۱۲. مظفری زاده، ج. و چیت سازان، م.(۱۳۸۶). بررسی تأثیر سازندهای زمین‌شناسی بر روی کیفیت منابع آب زیرزمینی دشت گتوند. اولین همایش زمین شناسی زیست محیطی و پزشکی، دانشگاه شهیدبهشتی، تهران.

13. *Albertson, P.E., Hennington, G.W. (1995). Groundwater analysis using a geographic information system following finite-differenced and element techniques. Engineering geology. U.S.A. 42, 167-173.*

14. *Barca, E. and Passarella, G. (2008). Spatial evaluation of the risk of groundwater quality degradation. A comparison between disjunctive kriging and geostatistical simulation. Environmental Monitoring Assessment, 137, 261-273.*

15. *Hatton, T. and Evans, R. (1998). Dependence of ecosystems on ground-water and its significance to Australia. CSIRO Land & Water Resources Research and Development Commission Occasional Paper No12/98 - Canberra, Australia.*

16. *Niamnsi, Y.N. and Mbue, I.N. (2009). Estimation for ground water balance based on recharge and discharge: a tool for sustainable ground water management, zhongmu county alluvial plain aquifer , Henan province ,china , Journal of American Science,5 (2) 83 – 40.*

No. 4, Spring & Summer, 2015, pp 65-78

Desert Management
www.isadmc.ir

Iranian Scientific Association of Desert Management and Control

Assessment of trends in groundwater quality and quantity of Kashan plain

R. Masoudi[1*], Gh. Zehtabian[2], H. Ahmadi [3], A. Malekian[4]

1. *Ph.D. Student, University of Tehran, Iran Professor, University of Tehran, Iran*
2. *Professor, University of Tehran, Iran*
3. *Professor, Islamic Azad University- Science and Research Branch of Tehran, Iran*
4. *Associate Professor, University of Tehran, Iran*

* *Corresponding author, E-mail: r.masoudi@ut.ac.ir*

Received: 22/04/2013 ***Accepted: 09/02/2014***

Abstract

In this study, the groundwater level depletion and electrical conductivity (EC) were chosen to assess the water quality and quantity changes in Kashan plain, Iran. The relevant hydrographs were drawn using Thiessen polygons based on the piezometric data. Moreover, the groundwater depletion, the elevation contour line and iso- electrical conductivity maps were provided using GIS. Also, the relation between EC and Anions and Cations (such as Ca2+, Mg2+, K+, Cl-, Na+, SO42-, HCO3-) were determined. The calculated Standard Index of Annual Precipitation (SIAP) in five meteorological stations showed that normal precipitation has the most percentage of frequency. Also, the results of drawn maps showed that the groundwater flows from south of the plain towards the Kavir in the north part of the plain. The most depletion of groundwater level and the withdrawal have also occurred in the south and south-eastern parts of the plain mainly due to the concentration of agricultural lands. Electrical conductivity has direct relation with concentration of ions in all cases, except bicarbonate. According to the hydrographs; the average level of groundwater has decreased 10.02 meters over 19 years and the groundwater level depletion has consequently decreased poor water quality.

***Key words**: Groundwater; Depletion; Hydrograph; Electrical conductivity*