بررسی تغییرات کمی و کیفی آب زیرزمینی دشت همدان - بهار

عادل قاسمی[۱]، حمید زارع ابیانه[۲]، امیرمنصور شهسوار[۳]*، بهروز یعقوبی کیکله[۴]

چکیده

به منظور بررسی وضعیت آبخوان، تغییرات کمی و کیفی مد نظر قرار گرفت. تغییرات کمی با قرائت سطح آب هر چاه در ماه‌های مختلف سال و پلیگون‌بندی آن‌ها در یک دوره ۱۵ ساله (۱۳۸۵-۱۳۷۰) تعیین گردید. نتایج نشان داد سطح آب زیرزمینی دشت دارای حدود ۱۱ متر افت است. چاه‌ها از نظر کیفی براساس دیاگرام ویلکوکس در دو گروه کیفی (گروه اول EC≤۷۵۰μmohs/cm و گروه دوم EC>۷۵۰μmohs/cm) دسته‌بندی شدند. نتایج کیفی آب نشان داد با توجه به همجواری آبخوان با مناطق مسکونی و صنعتی کیفیت در راستای جریان از جنوب شرق حوضه به شمال شرق به کلاس C_3S_1 کاهش یافته است لذا استفاده این آب‌ها از نظر مصارف کشاورزی فاقد مشکل می‌باشد. از دیدگاه آبشناسی (پی‌پر)، دو تیپ بی‌کربنات کلسیم و سدیم با دو منشاء متفاوت برای آب‌های دشت قابل تمیز است. تأثیرپذیری کیفی آب زیرزمینی از زمان و مکان نمونه‌برداری‌ها با اعمال طرح آماری بلوک کامل تصادفی چند مشاهده‌ای بر ۲ تیمار (چاه‌های گروه ۱ و ۲) و ۳۰ تکرار (محل چاه‌ها) در قالب ۳ بلوک زمانی پی‌گیری شد. نتایج نشان داد کیفیت آب از نظر مکانی در سطح ۱ درصد دارای اختلاف معنی‌دار ولی از نظر زمانی در سطح ۱ درصد معنی‌دار نبود. بررسی پارامترهای کیفی علی‌رغم عدم معنی‌داری زمانی، نشان از کاهش کیفیت آب در طول زمان به خاطر کاهش حجم ذخایر آبخوان داشت. همچنین مقایسه‌ی میانگین داده‌ها با آزمون دانکن انجام شد و حاکی از این است که تمامی صفات مورد مطالعه در چاه‌های گروه ۱ از میانگین کم‌تری برخوردار بوده است.

کلمه‌های کلیدی: دشت همدان- بهار، دیاگرام پی‌پر، دیاگرام ویلکوکس، کیفیت آب زیرزمینی

۱- کارشناس ارشد آبیاری و زهکشی دانشگاه بوعلی‌سینا. Adel.ghasemi@gmail.com

۲- استادیار گروه آبیاری دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی‌سینا. Zare_h2000@yahoo.com

۳- مربی گروه خاک‌شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودهن. مسئول مکاتبه. Mansoorshahsavar_amir@ yahoo.com

۴- کارشناس دفتر مطالعات شرکت سهامی آب منطقه ای همدان. Yaghoobi909@gmail.com

فصلنامه علمی پژوهشی گیاه و زیست بوم. تاریخ دریافت : بهار ۱۳۸۸ تاریخ پذیرش : پاییز ۱۳۸۸

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

شناخت آب از نظر کیفیت، کمیت و چگونگی حصول آن قدمی اساسی برای بهینه‌سازی مصرف است (Roux *et al*., 2007). آب‌های زیرزمینی به دلیل ارتباطات هیدروژئولوژی با دیگر منابع آبی همواره در معرض آلودگی با روند تخریبی هستند (زارعی و آخوندعلی، ۱۳۸۵ ؛ معاضد و حنیفه‌لو، ۱۳۸۵). آب‌های آلوده در آبیاری مزارع به لحاظ ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی متفاوت، تأثیرات گوناگونی در خاک‌های کشاورزی ایجاد می‌کند (Almeida *et al*., 2007 ; Kumar *et al*., 2007). به عنوان نمونه هر چه مقدار سدیم در آب بالاتر باشد، آب کیفیت پایین‌تری برای کشاورزی خواهد داشت (Younger & Casey, 2003).

بنابراین از لحاظ کشاورزی افزایش میزان سدیم نسبت به عناصر کلسیم و منیزیم موجب پراکندگی ذرات خاک، کاهش نفوذپذیری و قابلیت زهکشی آن می‌شود. معیارهای گوناگونی مانند دیاگرام ویلکوکس و پی‌پر برای ارزیابی کیفی آب‌ها پیشنهاد شده‌اند. دیاگرام ویلکوکس بر اساس هدایت الکتریکی املاح محلول در آب و نسبت سدیم قابل جذب آب و پی‌پر بر اساس موقعیت مکانی برخی کاتیون‌ها و آنیون‌های اصلی نظیر Na^{+}، K^{+}، Mg^{2+}، Ca^{2+}، SO_4^{2-}، Cl^{-}، CO_3^{2-} و HCO_3^{-} برای تعیین تیپ و رخساره آب می‌باشند (قاسمی و همکاران، ۱۳۸۶ ; صداقت، ۱۳۷۲ ؛ Fetter,. 1988). معاضد و حنیفه‌لو (۱۳۸۵) مبنای بسیاری از شاخص‌های کیفی آب را درصد ترکیبات محلول، میزان مواد معلق، نوع و مقدار یون‌های موجود در آب دانسته‌اند. آنان با استفاده از پارامترهای هدایت الکتریکی املاح، نسبت سدیم جذبی و رهنمودهای Ayers & Westcott (1985) روند تغییرات مکانی کیفی آب رودخانه کارون از شوشتر تا اهواز را بررسی و نتیجه گرفتند کیفیت آب در سال ۱۳۸۴ در طول رودخانه دارای محدودیت‌هایی بوده است. زارعی و آخوندعلی (۱۳۸۵) روند کیفی و رخساره‌های هیدروشیمیایی منابع آب سطحی و زیرزمینی سد ابوالعباس ۲ (خوزستان) را در سال ۱۳۸۴ با نمودارهای ویلکوکس و پی‌پر بررسی کردند. مستکملی و ترشیزیان (۱۳۷۹) با مطالعه کیفیت آب رودخانه‌های حوضه آبریز شیرین‌دره در استان خراسان شمالی از راه نمودارهای پی‌پر و استیف، تیپ و رخساره شیمیایی آب را سولفاته منیزیک تشخیص دادند. محمدزاده و همکاران (۱۳۷۸) با بررسی هدایت الکتریکی املاح لایه آبدار دشت شیروان- قوچان نتیجه گرفتند کیفیت آب در جهت جریان آب زیرزمینی از شرق به غرب کاهش یافته است.

آن‌ها علت کاهش را گسترش شهر در راستای جریان آب زیرزمینی (راستای شرقی - غربی) و تأثیر آب‌های نامطلوب سطحی و فاضلاب‌های شهری دانسته‌اند. ضیاء و اصغری‌مقدم (۱۳۸۲) نشان دادند منابع آب زیرزمینی بخش شمالی دشت بیرجند با تیپ کلره دارای محدودیت شرب و کشاورزی است در حالی‌که کیفیت آب‌های بخش

Archive of SID

www.SID.ir

جنوبی با تیپ سولفاته و کلره مطلوب‌تر است. قاسمی و همکاران (۱۳۸۶) کاربری کشاورزی و شرب رودخانه‌های آبشینه و عباس آباد همدان را فاقد مشکل ارزیابی کردند. Rao (1998) یک برنامه‌ی کامپیوتری را به نام MHPT.BAS براساس دیاگرام هیل-پی‌پر در جهت توصیف مشخصه‌های شیمیایی آبخوان حوضه رودخانه وامشادها[1] را در هندوستان بسط و توسعه داد. مطالعه‌های Mahbub *et al* (2008) در ناحیه‌ی آبیاری شمال شرقی عربستان به مساحت ۹۰ کیلومتر مربع نشان داد تیپ و رخساره آب زیرزمینی کلراته سولفاته است. مطالعه‌های محققینی نظیر Reluy *et al* (2004) ، حاج‌رسولیها و همکاران (۱۹۹۱) و زارع‌ابیانه و همکاران (۲۰۰۵)، نشان‌دهنده‌ی اهمیت وجود داده‌های کیفی است. یکی از روش‌های نیل به پایش کیفی، ایجاد شبکه کنترل کیفی آب با کارآیی مناسب می‌باشد، به گونه‌ای که متغیرهای کیفی برداشتی در مکان‌های مختلف بیان‌گر بیش‌ترین تغییرات در سیستم مورد مطالعه باشد. برای این منظور می‌توان تأثیرپذیری کیفی آبخوان را از عوامل مکانی و زمانی بررسی کرد.

در این پژوهش پایش کمی و کیفی آب دشت بهار به عنوان مهم‌ترین منبع آب کشاورزی و شرب شهرستان همدان با معیارهای توصیفی گوناگون و ایجاد یک طرح آماری، مطالعه و بررسی شده است.

مواد و روش‌ها

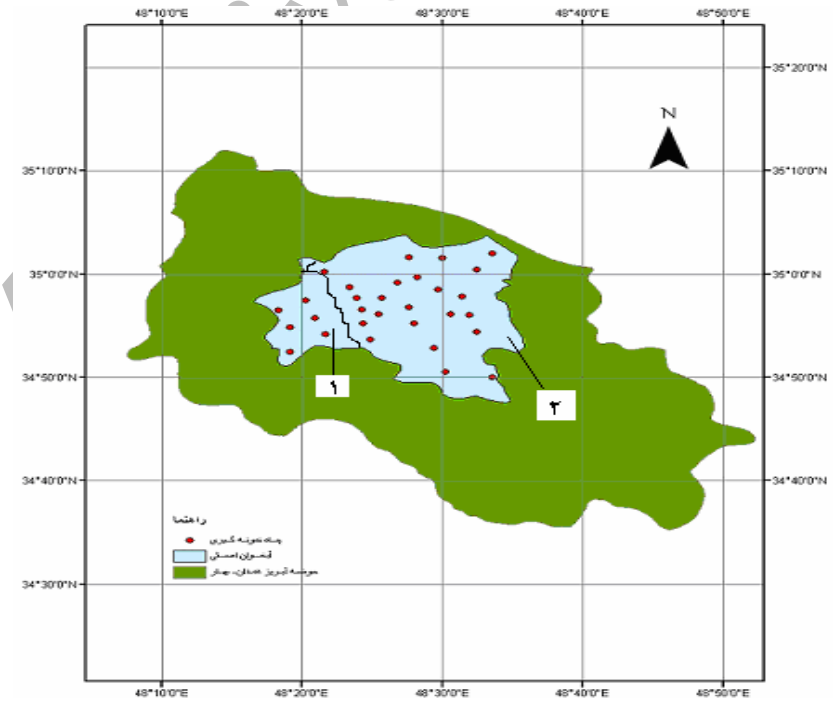
پتانسیل فراوان آبخوان دشت همدان- بهار در تأمین آب شرب و کشاورزی منطقه و استعداد فراوان اراضی کشاورزی دشت موجب شده است که وضعیت کمی و کیفی آینده دشت در هاله‌ای از ابهام باشد. مطالعه‌ی بالا با داده‌های کمی و کیفی آبخوان دشت همدان- بهار انجام شد. حوضه آبریز دشت همدان- بهار موسوم به سیمینه رود باس وسعت ۲۴۷۵ کیلومتر مربع در دامنه شمالی ارتفاعات الوند واقع شده‌است. وسعت دشت ۸۸۰ کیلومتر مربع و گسترش آبخوان اصلی ۵۲۰ کیلومتر مربع می‌باشد. حوضه از معبر باریکی در شمال شرقی دشت (اراضی کوشک‌آباد) با دشت کبودرآهنگ و قهاوند ارتباط هیدروژئولوژیک دارد. تغذیه آبخوان آب زیرزمینی ریزش‌های جوی و آبراهه‌های زیاد منشعب از دامنه الوند کوه است (بی‌نام، ۱۳۸۵-۱۳۸۴). به علاوه، تغذیه از راه تخلیه‌ی فاضلاب‌های مسکونی شهر همدان در مناطق شهرک فرهنگیان، جورقان و مریانج نیز انجام می‌شود. در انجام این بررسی ۳۰ حلقه چاه نمونه‌برداری در سطح حوضه در دو گروه ۱ و ۲ بر اساس شوری دیاگرام ویلکوکس، انتخاب

1- Vamshadhara

Archive of SID

www.SID.ir

شدند (شکل ۱). کیفیت آب چاه‌های گروه ۱ شامل دو کلاس آبیاری C_1 و C_2 ($EC\leq ۷۵۰$ میکروموس بر سانتی‌متر) و گروه ۲ در دو کلاس C_3 و C_4 ($EC>۷۵۰$ میکروموس بر سانتی‌متر) بودند. انتخاب محل چاه‌ها بر اساس حضور منابع آلاینده، توزیع آن‌ها، محل‌های تغذیه و تخلیه حوضه و موجودیت چاه‌ها از راه کلاس‌های کیفی نمودار ویلکوکس صورت گرفت. گروه اول چاه‌های W_1 (گنج‌تپه)، W_2 (محدوده آب‌های شهر)، W_3 (بند سوم بهار)، W_4 (غرب بهار)، W_5 (بین بهار و کریم‌آباد) و W_6 (کریم‌آباد) بودند. گروه دوم شامل: W_7 (شمال بهادربیک)، W_8 (باباعلی)، W_9 (صالح‌آباد)، W_{10} (ارومند)، W_{11} (کشتارگاه)، W_{12} (پلیس‌راه)، W_{13} (ینگیجه‌ی یکن‌آباد)، W_{14} (علی‌آباد گرچاقه)، W_{15} (شهرک فرهنگیان)، W_{16} (مریانج)، W_{17} (جورقان)، W_{18} (قاسم‌آباد)، W_{19} (ده‌پیاز)، W_{20} (بهرام‌آباد)، W_{21} (کارخانه شیشه)، W_{22} (امزاجرد)، W_{23} (دستجرد)، W_{24} (حسام‌آباد)، W_{25} (لالجین)، W_{26} (هارون‌آباد)، W_{27} (هارون‌آباد تغذیه مصنوعی)، W_{28} (جمشیدآباد لالجین)، W_{29} (لتگاه)، W_{30} (کارخانه قند حسین‌آباد) می‌باشند. شکل ۱ موقعیت جغرافیایی دشت و چاه‌های نمونه‌برداری و جدول ۱ مختصات مکانی و شماره‌ی چاه‌ها را در محدوده‌ی طول ۴۸°۱۷′-۳۳′E و عرض ۳۴°۴۹′N تا ۳۵°۲′ نشان می‌دهد. دشت تحت پوشش سه ایستگاه هواشناسی بهادربیک (اقلیم‌شناسی)، سد اکباتان (آب‌شناسی) و اکباتان (سینوپتیک) است. میانگین ۵ ساله پارامترهای اقلیمی دشت برای سه مقطع زمانی در فاصله سال‌های ۱۳۷۰ تا ۱۳۸۵ شامل بیش‌ترین و کم‌ترین میانگین دما، تبخیر و بارندگی در جدول ۲ آورده شده است (بی‌نام، ۱۳۸۶).



شکل ۱- موقعیت محدوده مورد مطالعه و چاه‌های اندازه‌گیری

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۱- موقعیت جغرافیایی چاه‌های نمونه‌برداری

کد چاه	نام محلی	موقعیت جغرافیایی*		سطح آب متر	کد چاه	نام محلی	موقعیت جغرافیایی*		سطح آب متر
		طول	عرض				طول	عرض	
W_1	گنج‌تپه	۲۶۹۰۶۵*	۳۸۶۸۴۳۳	۳۸/۷	W_{16}	مریانج	۲۶۸۶۱۵	۳۸۵۸۲۸۴	۷/۴
W_2	محدوده آب‌های شهر	۲۷۱۰۵۲	۳۸۶۸۴۳۳	۵۲/۹	W_{17}	جورقان	۲۷۵۵۹۳	۳۸۶۲۶۷۳	۵/۴
W_3	بند سوم بهار	۲۶۳۴۹۳	۳۸۶۹۱۲۱	۲۳/۶	W_{18}	قاسم‌آباد	۲۷۴۶۸۴	۳۸۵۶۷۲۷	۶/۸
W_4	غرب بهار	۲۶۲۱۰۰	۳۸۶۸۵۰۰	۱۴/۵	W_{19}	دهپیاز	۲۷۳۱۰۰	۳۸۶۴۷۰۵	۱۶/۲
W_5	بین بهار-کریم‌آباد	۲۶۲۶۰۲	۳۸۶۹۴۴۵	۱۴/۵	W_{20}	بهرام‌آباد	۲۷۲۷۱۰	۳۸۶۷۵۰۵	۳۱/۴
W_6	کریم آباد	۲۶۰۰۱۵	۳۸۷۲۲۰۵	۱۶/۳	W_{21}	کارخانه شیشه	۲۷۶۶۴۲	۳۸۶۸۷۱۵	۳۶
W_7	شمال بهادربیک	۲۵۶۹۴۰	۳۸۷۱۶۱۴	۴/۹	W_{22}	امزاجرد	۲۷۴۱۱۰	۳۸۶۹۲۱۰	۳۱
W_8	باباعلی	۲۴۵۴۵۸	۳۸۶۸۷۵۴	۶/۴	W_{23}	دستجرد	۲۷۳۶۶۱	۳۸۷۳۶۲۰	۲۰/۵
W_9	صالح‌آباد	۲۵۶۵۳۷	۳۸۶۸۲۱۲	۱۱/۱	W_{24}	حسام‌آباد	۲۶۶۱۱۵	۳۸۷۲۹۰۰	۳۲/۹
W_{10}	ارومند	۲۵۵۸۷۵	۳۸۶۶۲۹۱	۳/۹	W_{25}	لالجین	۲۶۸۸۸۰	۳۸۷۴۳۲۱	۲۲/۹
W_{11}	کشتارگاه	۲۶۰۸۳۵	۳۸۶۵۶۵۶	۱۶/۴	W_{26}	هارون‌آباد	۲۶۲۹۱۳	۳۸۷۵۵۷۶	۴۱/۹
W_{12}	پلیس‌راه	۲۶۵۵۰۰	۳۸۶۲۷۰۰	۱۶/۱	W_{27}	هارون‌آباد تغذیه مصنوعی	۲۶۲۴۵۹	۳۸۷۶۴۱۴	۳۷/۵
W_{13}	ینگیجه یکن‌آباد	۲۶۸۷۹۲	۳۸۶۱۳۹۹	۱۲/۵	W_{28}	جمشیدآباد لالجین	۲۶۸۶۳۱	۳۸۷۹۹۷۰	۱۴/۳
W_{14}	علی‌آباد گرچاقه	۲۷۲۳۸۵	۳۸۵۹۷۱۰	۱۴/۳	W_{29}	لتگاه	۲۷۵۴۸۸	۳۸۷۳۹۰۱	۶
W_{15}	شهرک فرهنگیان	۲۷۳۳۴۳	۳۸۵۶۳۹۴	۱۳/۱	W_{30}	کارخانه قند	۲۷۸۱۲۰	۳۸۷۷۱۲۴	۳/۳

*مختصات براساس UTM

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲ - متوسط پارامترهای اقلیمی حاکم بر دشت به تفکیک ایستگاه‌ها

سال آبی	ایستگاه	حداکثر دما (C°)	حداقل دما (C°)	متوسط دما (C°)	بارش (mm/year)	تبخیر (mm/year)
	فرودگاه	۱۸/۵	۲/۷	۱۰	۳۲۱/۹	۱۳۵۷/۷
۷۵-۷۴ تا	سد اکباتان	۳۸	۱/۳	۱۰/۶	۳۲۴/۶	۱۷۷۲/۵
۷۱-۷۰	بهادربیک	۱۰/۳	۶/۶	۹/۳	۳۴۵	۱۳۳۷/۹
	میانگین	۲۲/۳	۳/۵	۹/۹	۳۳۰/۵	۱۴۸۹/۳
	فرودگاه	۱۹/۸	۳/۷	۱۱/۸	۲۷۱/۶	۱۷۵۱/۸
۸۰-۷۹ تا	سد اکباتان	۳۸	۳/۴	۱۱/۵	۳۰۹/۴	۱۶۸۵/۳
۷۶-۷۵	بهادربیک	۱۴	۶/۵	۱۱/۳	۲۷۳/۷	۱۷۰۷/۱
	میانگین	۲۳/۹	۴/۵	۱۱/۵	۲۸۴/۹	۱۷۱۴/۸
	فرودگاه	۲۰/۷	۳/۶	۱۲/۴	۲۵۴/۱	۱۷۳۷/۳
۸۵-۸۴ تا	سد اکباتان	۱۸/۹	۴/۱	۴/۱	۳۶۹	۱۵۵۹/۳
۸۱-۸۰	بهادربیک	۱۳/۱	۶	۹	۳۴۵/۴	۱۶۴۸/۷
	میانگین	۱۷/۶	۴/۶	۸/۵	۳۲۲/۸	۱۶۴۸/۴

وضعیت سطح ایستابی و افت آبخوان در خلال سال‌های آبی ۱۳۷۱-۱۳۷۰ لغایت ۱۳۸۶-۱۳۸۵ برای ۳۰ حلقه چاه مشاهداتی در محدوده‌ی اصلی آبخوان به شکل هیدروگراف واحد محاسبه شد. برای این امر، ابتدا چاه‌های موجود پلیگون‌بندی و سپس مجموع حاصل ضرب مساحت هر چاه در عمق سطح ایستایی نسبت به مجموع مساحت هر چاه، معادل سطح ایستایی لحاظ شد.

نمونه‌برداری‌های کیفی به شکل لحظه‌ای برای سه زمان شهریور ۱۳۸۴، فروردین و شهریور ۱۳۸۵ بر اساس روش‌های استاندارد نمونه‌برداری آب و فاضلاب انجام شد (سبزعلی‌پور و همکاران، ۱۳۸۶). از هر چاه پس از حدود ۱۰ دقیقه پمپاژ، یک نمونه آب برداشت و جهت تجزیه شیمیایی به آزمایشگاه ارسال شد. پارامترهای کیفی شامل هدایت الکتریکی املاح محلول در آب (EC)، اسیدیته (pH)، یون‌های بی‌کربنات (HCO_3^{1-})، کلر (Cl^-)، سولفات (SO_4^{2-})، درصد سدیم (Na^+) نسبت جذبی سدیم آب (SAR)، سختی (TH) و باقیمانده جامد املاح (TDS) بودند. برای تعیین منشاء آلودگی در منطقه، اقدام به بررسی کلر و سولفات شد زیرا در بین تشکیل دهنده‌های شیمیایی کلراید (Cl^-) در درجه اول و سولفات (SO_4^{2-}) در درجه دوم به عنوان ردیاب در تعیین منشاء آلودگی آب اهمیت دارند (Berndand & Charls, 1986 ; Domenico & Schwarts, 1997).

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج شیمیایی آبخوان برای تشخیص تیپ آب و کاربری کشاورزی در قالب نمودارهای پی‌پر تیپ ۲ و ویلکوکس قابل تفسیر است (Ayers & Westcott, 1985). در نمودار پی‌پر تیپ ۲ مثلث آنیون‌ها و کاتیون‌ها هر کدام شامل ۵ تیپ آب است که از اتصال ۵۰٪ اضلاع متقابل به همدیگر حاصل می‌شوند. میدان لوزی پی‌پر با ۸ منطقه رخساره آب که ۴ رخساره از اتصال نقاط ۱۰ درصد به موازات اضلاع لوزی و ۴ رخساره دیگر از اتصال نقاط ۵۰٪ بدست می‌آیند (Kehew, 2001). از ترکیب توأم شوری و سدیم توسط آزمایشگاه شوری خاک آمریکا روشی با کاربرد وسیع برای طبقه‌بندی آب‌های آبیاری ارائه شده است، که در آن از معیار هدایت الکتریکی برای شوری آب و از معیار نسبت جذب سدیم برای قلیائیت استفاده شده است. در این روش از دو نمایه شوری (C) و قلیائیت (S) در ۴ گروه و از ترکیب دو نمایه فوق، شانزده طبقه آب حاصل می‌شود. ایجاد نمودارهای پی‌پر و ویلکوکس از طریق نرم‌افزار GWW ver.1.10 در نسخه تحت ویندوز آن انجام شد (قاسمی و همکاران، ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷).

از آن‌جایی که هدف کود، سموم و آفت‌کش‌ها برای افزایش تولید از سوی کشاورزان و آلودگی‌های ناشی از واحدهای صنعتی و مسکونی می‌تواند اثرات دراز مدت و ناشناخته‌ای در آلودگی زمانی و مکانی ذخایر آب زیرزمینی داشته‌باشد، بنابراین ضمن بررسی وضعیت کمی سفره‌ی آب زیرزمینی دشت همدان- بهار، تأثیرپذیری وضعیت کیفی سفره در قالب یک طرح آماری بررسی شد.

تشخیص تأثیرپذیری، با تجزیه‌ی واریانس داده‌ها در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی چند مشاهده‌ای با ۲ تیمار عوامل مکانی (منطقه ۱ و منطقه ۲، از شکل ۱) و ۳۰ تکرار (جدول ۲) در ۳ بلوک زمانی (شهریور ۱۳۸۴، فروردین و شهریور ۱۳۸۵) انجام شد.

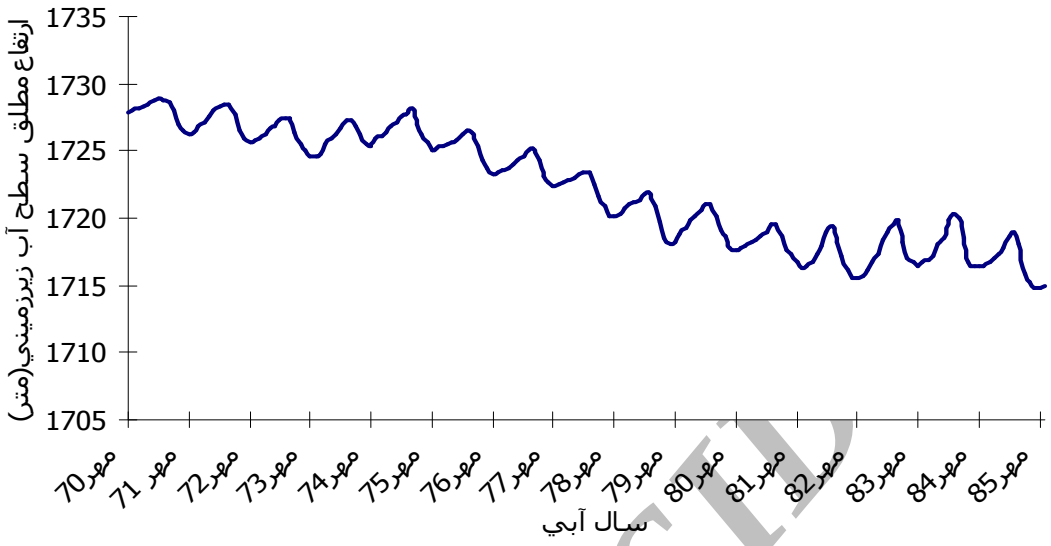
نتایج

۱- کمیت آب زیرزمینی

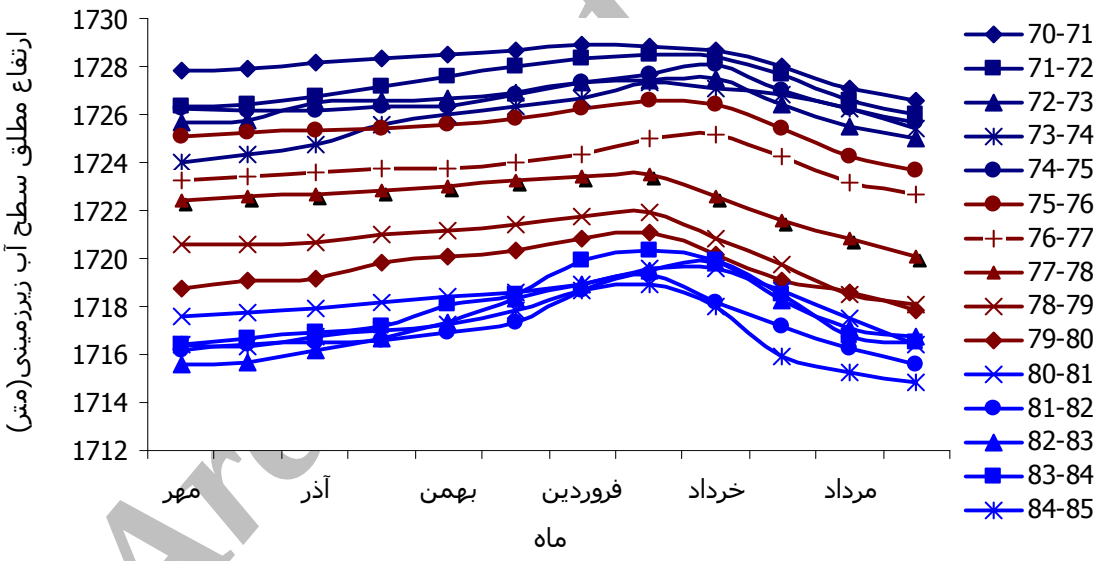
هیدروگراف واحد سطح آب زیرزمینی دشت همدان- بهار در یک دوره‌ی ۱۵ ساله در شکل ۲ و روند ماهانه‌ی آن نیز در شکل ۳ به تفکیک سال آبی آمده است. روند کلی هیدروگراف آب زیرزمینی دشت نزولی و نشانگر افتی مداوم و کاهش ذخایر آب زیرزمینی (شکل‌های ۲ و ۳) است که حکایت از بیلان منفی آبخوان به دلیل بهره‌برداری بی‌رویه دارد. هیدروگراف واحد آبخوان (شکل ۲) در سه مقطع زمانی ۱۳۷۵-۱۳۷۰، ۱۳۸۰-۱۳۷۵ و ۱۳۸۵-۱۳۸۰ قابل بررسی است. همان گونه که شکل ۳ نشان می‌دهد افت در دوره زمانی ۱۳۷۵-۱۳۷۰ (پنج سال اول) دارای روند کندی نسبت به پنج سال دوم (۱۳۸۰-۱۳۷۵) است.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲- هیدروگراف آب زیرزمینی دشت همدان - بهار در سال آبی ۸۵-۱۳۷۰



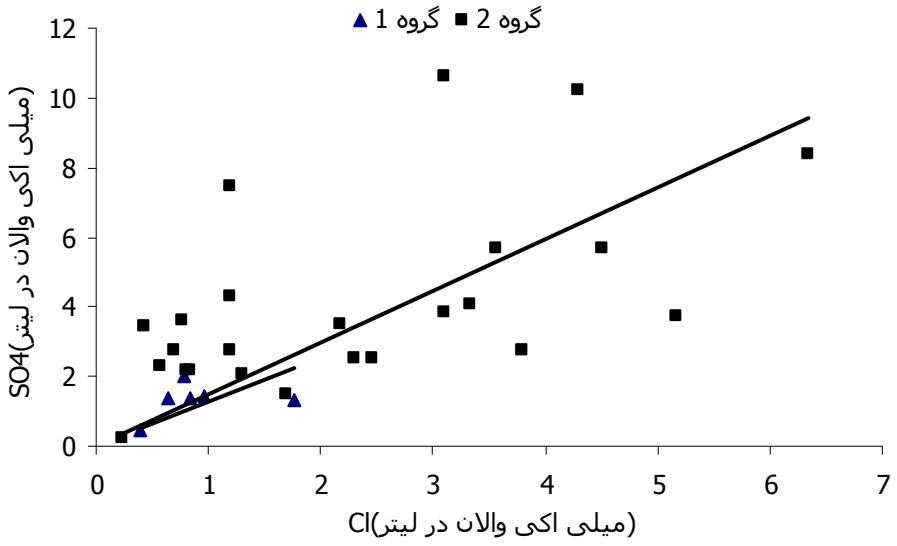
شکل ۳- هیدروگراف ماهیانه آب زیرزمینی دشت همدان - بهار به تفکیک سال‌های آبی

در پنج ساله دوم (۱۳۸۰-۱۳۷۵) سطح آب زیرزمینی ۸/۱۷ متر افت داشته است که ۶/۳۳ متر آن از مهر ۱۳۷۷ تا شهریور ۱۳۷۹ رخ داده است (شکل ۳). این امر نشان دهنده‌ی کاهش نگران‌کننده‌ی ذخایر آب زیرزمینی منطقه طی پنج سال بالا است. روند منفی تغییرات سطح آبخوان در دوره‌ی پنج سال سوم (۱۳۸۵-۱۳۸۰) با توجه به شکل ۲ و به صورت جزئی‌تر در شکل ۳ قدری کنترل شده و حتی در بعضی سال‌ها (۱۳۸۲ و ۱۳۸۴) روند مثبت است.

www.SID.ir

۲- کیفیت آب زیرزمینی

با ترسیم مقادیر یون سولفات در برابر یون کلراید چاه‌های هر دو گروه در شکل ۴ مشاهده شد که در گروه ۲ روند همبستگی دارای همخوانی مناسب‌تری نسبت به گروه ۱ است.

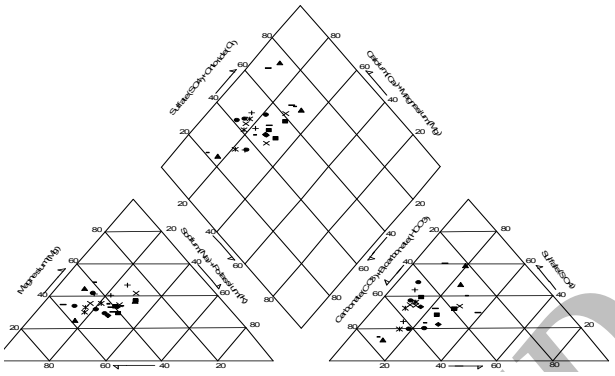


شکل ٤ - همبستگی کلر و سولفات در چاه‌های گروه ۱ و گروه ۲

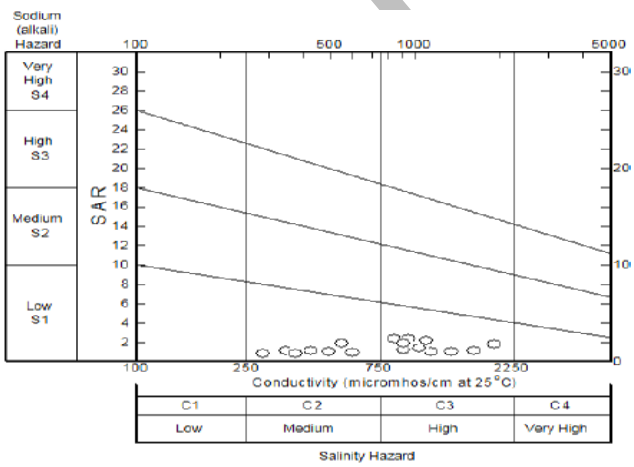
بررسی تیپ و رخساره آب‌ها (شکل ۵) نشان می‌دهد که در ۷۰٪ از موارد، آب دارای تیپ بی‌کربنات کلسیک، ۱۵٪ بی‌کربنات سدیک، ۳٪ سولفات کلسیک، ۶٪ بی‌کربنات منیزیک، ۳٪ سولفات سدیک و ۳٪ کلرات کلسیک است. موقعیت نمونه‌ها در شکل ۵ نشان دهنده‌ی تیپ بی‌کربنات کلسیک و تیپ بی‌کربنات سدیک می‌باشد و روی این دیاگرام حداقل دو منشاء متفاوت برای آب‌های زیرزمینی منطقه قابل تشخیص است.

در دیدگاه ویلکوکس، موقعیت نمونه‌های برداشتی (شکل ۶) به نحوی است که بیش‌تر نمونه‌ها در بخش C_2-S_1 و C_3-S_1 قرار دارند. شکل ۶ بیانگر عدم محدودیت شوری و قلیائیت برای مصرف کشاورزی است.

Archive
www.SID.ir



۵- نمودار پی‌پر تیپ ۲



شکل ٦- نمودار ویلکوکس نمونه آب‌های دشت بهار

نتایج تجزیه‌ی واریانس کیفی داده‌ها از نظر مکان و زمان نمونه‌برداری در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج جدول۳ می‌تواند نشان دهد که آیا کیفیت آب دشت متأثر از زمان و مکان است یا خیر؟ همان طور که جدول ۳ نشان می‌دهد، عامل مکان اثر معنی‌داری بر تمامی پارامترها به جز اسیدیته و پتاسیم داشته است. در حالی که عامل زمان اثر معنی‌داری را نشان نمی‌دهد.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۳ - تجزیه واریانس مکانی و زمانی پارامترهای کیفی آب زیرزمینی دشت همدان بهار

عامل	صفات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F_{VALUE}	Pr>F
مکان	هدایت الکتریکی	۱	۳۷۷۹۷۹۰/۴۰	۳۷۷۹۷۹۰/۴۰	۲۳/۴۲**	۰/۰۰۰۱
	باقیمانده املاح	۱	۱۶۹۸۰۹۳/۷۶	۱۶۹۸۰۹۳/۷۶	۲۳/۱۷**	۰/۰۰۰۱
	اسیدیته	۱	۰/۱۳۲۲۵	۰/۱۳۲۲۵	۲/۳۱ns	۰/۱۳۲۳
	بی‌کربنات	۱	۱۸/۳۱۵	۱۸/۳۱۵	۱۱/۳۴**	۰/۰۰۱۱
	کلر	۱	۲۸/۵۶۱	۲۸/۵۶۱	۱۲/۲۵**	۰/۰۰۰۷
	سولفات	۱	۹۹/۶۰۳۳	۹۹/۶۰۳۳	۱۶/۵۵**	۰/۰۰۰۱
	کل آنیون‌ها	۱	۳۸۴/۳۱۷	۳۸۴/۳۱۷	۲۲/۷**	۰/۰۰۰۱
	کلسیم	۱	۶۵/۴۵	۶۵/۴۵	۲۷/۳۹**	۰/۰۰۰۱
	منیزیم	۱	۱۶/۸۶۹۶	۱۶/۸۶۹۶	۵/۹*	۰/۰۱۷۲
	سدیم	۱	۲۳/۸۶۵۱	۲۳/۸۶۵۱	۷/۳۶**	۰/۰۰۸۰
	پتاسیم	۱	۰/۰۰۹۹	۰/۰۰۹۹	۳/۴۱ns	۰/۰۶۸۱
	کل کاتیون‌ها	۱	۲۷۵/۳۴۵۰	۲۷۵/۳۴۵۰	۱۵/۴۲**	۰/۰۰۰۲
	درصد سدیم	۱	۸۵۷/۵۴۸۹	۸۵۷/۵۴۸۹	۱۰/۷۳**	۰/۰۰۱۵
	قلیائیت	۱	۵/۹۳۸۲	۵/۹۳۸۲	۱۴/۵۳**	۰/۰۰۰۳
	سختی کل	۱	۴۴۷۲۵۲/۰۰۲	۴۴۷۲۵۲/۰۰۲	۲۳/۷۹**	۰/۰۰۰۱
	سختی موقت	۱	۴۴۷۲۵۲/۰۰۲	۴۴۷۲۵۲/۰۰۲	۱۲/۶۹**	۰/۰۰۰۶
زمان	هدایت الکتریکی	۲	۱۴۱۲۴۱/۳۵۵	۷۰۶۲۰/۶۷	۰/۴۴ns	۰/۶۴۷۱
	باقیمانده املاح	۲	۵۷۳۹۸/۷۲	۲۸۶۹۹/۳۶	۰/۳۹ns	۰/۶۷۷۲
	اسیدیته	۲	۰/۱۵۹۱۳۵	۰/۰۷۹۵۶	۱/۳۹ns	۰/۲۵۴۹
	بی‌کربنات	۲	۹/۳۸۶	۴/۶۹۳	۲/۹ns	۰/۰۶۰۲
	کلر	۲	۱/۲۲۴۳	۰/۶۱۲۱	۰/۲۶ns	۰/۷۶۹۷
	سولفات	۲	۰/۶۹۵۴	۰/۳۴۷۷۷	۰/۰۶ns	۰/۹۴۳۹
	کل آنیون‌ها	۲	۲۱/۱۵۸۲	۰/۵۷۹۱	۰/۶۲ns	۰/۵۳۷۷
	کلسیم	۲	۶/۱۲۶۸	۳/۰۶۳۴	۱/۲۸ns	۰/۲۸۲۷
	منیزیم	۲	۱۹/۷۹۲۶	۹/۸۹۶۳	۳/۴۶ns	۰/۰۳۵۸
	سدیم	۲	۱۱/۲۶۷۳	۵/۶۳۳۶	۱/۷۴ns	۰/۱۸۲۰
	پتاسیم	۲	۰/۰۰۴۸۶	۰/۰۰۲۴۳	۰/۸۴ns	۰/۴۳۶۲
	کل کاتیون‌ها	۲	۲۵/۶۷۱۴	۱۲/۸۳۵۷	۰/۷۲ns	۰/۴۹۰۲
	درصد سدیم	۲	۵۳۰/۷۰۷۵	۲۶۵/۳۵۳۷	۳/۳۲ns	۰/۰۴۰۹
	قلیائیت	۲	۱/۰۴۴۰۲	۰/۵۲۲۰۱	۱/۲۸ns	۰/۲۸۳۹
	سختی کل	۲	۱۵۵۵۰/۰۲۲۲	۷۷۷۵/۰۱۱	۰/۴۱ns	۰/۶۶۲۶
	سختی موقت	۲	۱۸۳۴۷/۶۲	۹۱۷۳/۸۱۱	۲/۳۲ns	۰/۱۰۴۰

** معنی‌دار در سطح ۱ درصد، * معنی‌دار در سطح ۵ درصد و ns عدم معنی‌داری

Archive of SID

www.SID.ir

برای مقایسه‌ی میانگین صفات (کیفی) مورد بررسی از آزمون مقایسه‌ای دانکن استفاده شد. نتایج بدست آمده از این قسمت در جدول ۴ ارائه شده است. با انجام آزمون مقایسه‌ی دانکن مشخص شد که تمامی صفات مورد مطالعه در چاه‌های گروه ۱ از میانگین کم‌تری برخوردار بوده است. به عبارت دیگر آب چاه‌های گروه ۱ از کیفیت مطلوب‌تری برخوردار می‌باشند که نتایج شکل ۴ را تأیید می‌کند.

جدول ٤ - مقایسه میانگین‌های صفات مورد بررسی به روش آزمون دانکن

صفات	گروه ۱	گروه ۲	میانگین مربعات خطاMSE
هدایت الکتریکی	۶۱۰/۱b	۱۱۲۳/۱ a	۱۶۱۴۱۲/۱
باقیمانده املاح	۶۲۱/۶۳b	۷۳۵/۰۳a	۷۳۲۸۱/۹۸
اسیدیته	۷/۸۱a	۷/۹۱a	۸۴/۰۵۷۲
بی‌کربنات	۳/۷۴b	۴/۸۷a	۱/۶۱۵۶
کلر	۰/۸۸b	۲۹/۲a	۲/۳۳
سولفات	۱/۴۷b	۴/۱۰a	۶/۰۱
کل آنیون‌ها	۶/ ۱ b	۱۱/۲۷a	۱۶/۹۲
کلسیم	۲/۸۷b	۵a	۲/۳۸۹
منیزیم	۲/۵۲b	۳/۶۱a	۲/۸۵
سدیم	۱/۳۸b	۲/۶۶a	۳/۲۴
پتاسیم	۰/۰۲۲a	۰/۰۴۹a	۰/۰۰۲
کل کاتیون‌ها	۶/۸۱b	۱۱/۱۸a	۱۷/۸۵
درصد سدیم	۱۴/۰۵b	۲۱/۷۶a	۷۹/۹۴
قلیائیت	۰/۵۴b	۱/۱۸a	۰/۴۰۸۵
سختی کل	۲۵۴/۳۳b	۴۳۰/۵۷a	۱۸۸۰۳/۶۷
سختی موقت	۱۷۹/۷۲b	۲۳۸/۷۱a	۳۹۴۸/۸۷

بحث

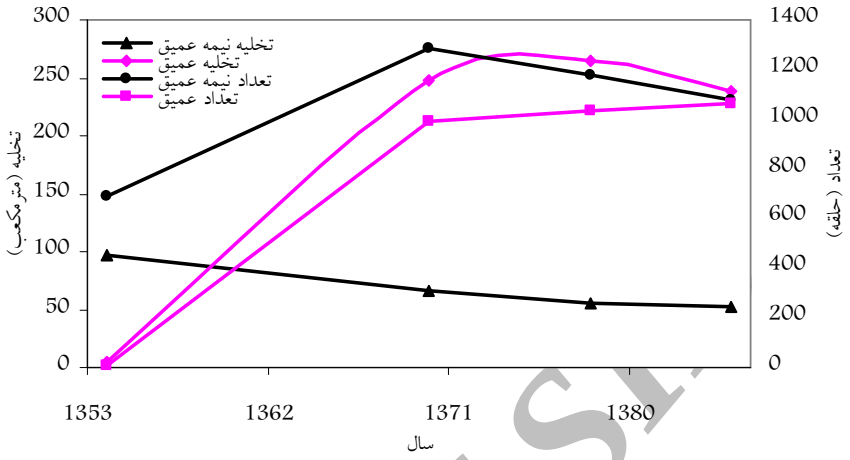
۱- کمیت آب زیرزمینی

برای یافتن علت روند هیدروگراف واحد آب زیرزمینی دشت در سال‌های ۱۳۷۵-۱۳۷۰، تراکم چاه‌ها و مقادیر تجمعی برداشت از چاه‌ها در وهله نخست مد نظر قرار گرفت (شکل ۷). ممکن است کاهش برداشت آب زیرزمینی از چاه‌های نیمه عمیق از جمله عوامل مؤثر باشد. از دیگر عوامل بارش‌های نسبتاً مناسب سال‌های قبل از ۱۳۷۰

Archive of SID

www.SID.ir

است که سبب تغذیه آبخوان شده است. به طوری که متوسط بارش ایستگاه‌های فرودگاه، سد اکباتان و بهادربیک در سال‌های ۱۳۷۰-۱۳۶۵ معادل ۳۰۲/۹ میلی‌متر بود.



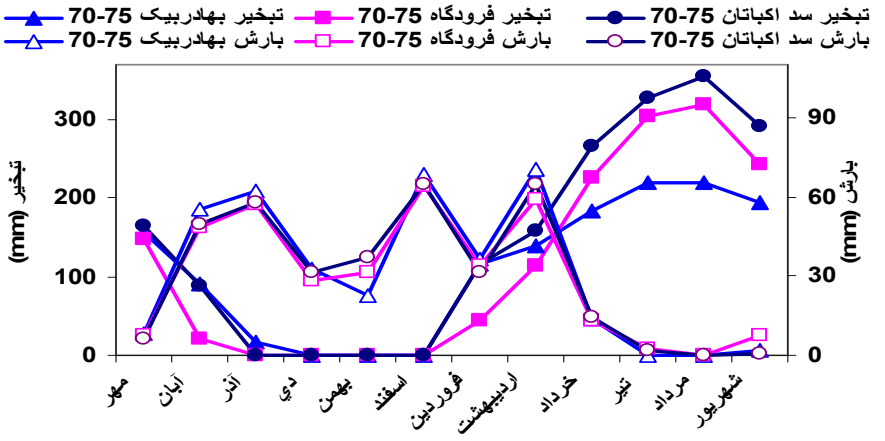
شکل ۷- میزان تخلیه آب زیرزمینی به تفکیک نوع منبع

در پنج سال دوم (۱۳۸۰- ۱۳۷۵)، علت چنین افت شدیدی می‌تواند در ادامه‌ی روند افزایشی تعداد چاه‌های عمیق (شکل ۷) به واسطه‌ی نیاز به آب بیش‌تر به همراه شرایط اقلیمی خشک دشت (شکل ۸) و بروز خشکسالی‌ها باشد. زارع‌ابیانه و همکاران (۱۳۸۳) نشان دادند منطقه‌ی همدان از اثرات نامطلوب خشکسالی در طی این دوره در امان نبوده است. در تأیید این مطلب می‌توان به میانگین بارش ۲۸۴/۹ میلی‌متری هر سه ایستگاه در دوره ۵ ساله ۱۳۸۰-۱۳۷۵ به عنوان دوره‌ای کم‌باران در مقابل میانگین دراز مدت ۴۱۶/۳ میلی‌متر اشاره داشت (زارع‌ابیانه و همکاران، ۱۳۸۳). به عبارت دیگر کاهش ۳۱/۵ درصدی بارش در رژیم بارش برفی بارانی در کنار اقلیم خشک حاکم بر دشت قابل بررسی است. ضمن آن‌که در رژیم بارشی بالا رواناب حاصل از ذوب برف پتانسیل بالاتری از آب‌های سطحی ورودی به دشت بهار را به عنوان منبع تغذیه کننده آبخوان تشکیل می‌دهد که به علت کاهش بارش‌ها از پتانسیل یاد شده کاسته شده‌است.

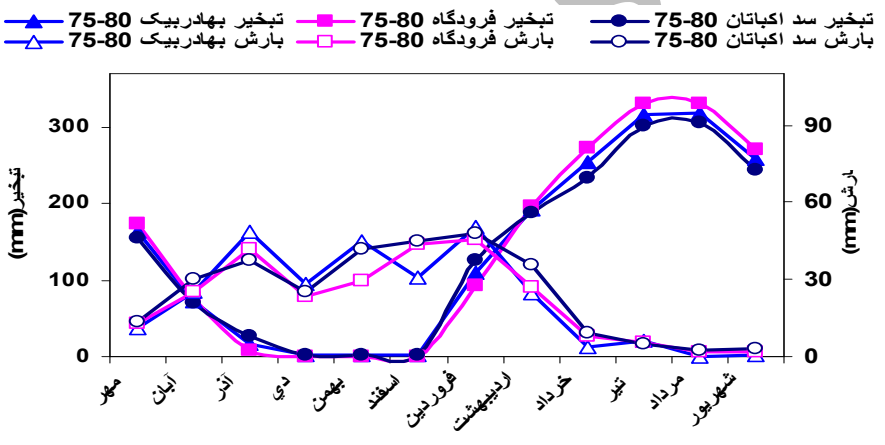
در این دوره آبخوان از تغذیه کم‌تری برخوردار بوده است (شکل ۸ ب) اقلیم‌نمای (ترنت وایت) حاکم بر دشت حاصل از میانگین تبخیر و بارش دراز مدت سه ایستگاه موجود در دشت بهار در دوره‌ی ۸۰-۷۵ را نشان می‌دهد. برای درک بهتر وضعیت اقلیمی دشت، اقلیم‌نما برای دو مقطع زمانی دیگر یعنی ۷۵-۷۰ و ۸۵-۸۰ نیز ارائه شده است. در شکل ۸ ملاحظه می‌شود در بخشی از فصول پاییز و بهار و در تمام فصل تابستان تبخیر بر بارندگی فزونی دارد. بنابراین به طور نسبی در نیمی از ایام سال، خشکی بر دشت حاکم و تغذیه به آبخوان در کم‌ترین مقدار است.

Archive of SID
www.SID.ir

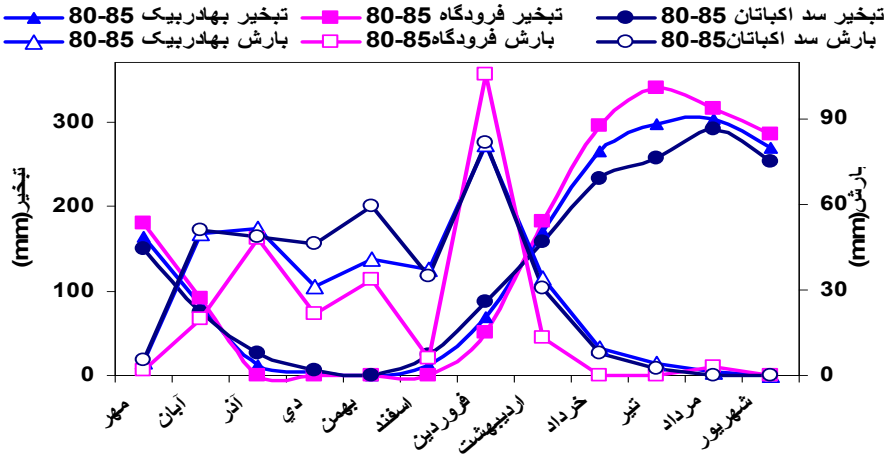
الف)



ب)



ج)



شکل ۸ - نمودار اقلیمی ترنت وایت در سطح دشت بهار

www.SID.ir

افت کم‌تر در پنج سال سوم می‌تواند به علت بارش‌های مناسب (میانگین ۳۲۲/۸ میلی‌متر در این دوره)، کاهش برداشت آب از راه چاه‌های عمیق و نیمه‌عمیق (شکل ۷)، انجام طرح‌های آبخوان‌داری (مانند تغذیه مصنوعی هارون‌آباد در شمال‌شرقی دشت) و در آخر مدیریت مناسب حاکم بر آبخوان باشد.

۲- کیفیت آب زیرزمینی

با توجه به شکل ۴ تأثیرپذیری کم‌تر گروه ۱ و بیش‌تر گروه ۲ از منشاء آلودگی قابل مشاهده است (اصغری‌مقدم و محمدی، ۱۳۸۲). در توجیه شکل ۴ می‌توان گفت احتمال آلودگی بیش‌تر در چاه‌های گروه دوم به علت واقع بودن در مسیر جریان به سوی شمال شرقی دشت و وجود نتایج آلاینده مانند کارخانجات و تخلیه فاضلاب‌های شهری در محل‌های شهرک فرهنگیان، جورقان و مریانج، منطقی به نظر می‌رسد. کیفیت مناسب چاه‌های گروه ۱ به علت دور بودن از منابع آلاینده شهری و صنعتی و اجرای طرح‌های تغذیه مصنوعی در آن است. مشابه چنین نتیجه‌ای از سوی محمدزاده و همکاران (۱۳۷۸) در آلودگی لایه آبدار دشت شیروان - قوچان به واسطه‌ی قرارگرفتن جهت شرقی - غربی جریان گزارش شده است. هر چند آلودگی فعلی سفره برای مصرف کشاورزی محدودیتی ندارد، اما شاید در آینده خطرساز باشد. بایستی در نظر داشت که افت سطح آب نیز سبب افت کیفی سفره شده است زیرا تعداد چاه‌های با $EC>750\mu mohs/cm$ بسیار بیش‌تر از تعداد چاه‌های $EC\leq750\mu mohs/cm$ می‌باشد.

وجود تیپ کلسیت آب در مقابل تیپ سدیک می‌تواند توجیه‌گر قلیائیت آب (کلاس S_1) باشد. ضمن این‌که کلاس‌های شوری آب را بیش‌تر می‌توان ناشی از تخلیه پساب‌های شهری در حاشیه دشت و پساب‌های کارخانه قند و کشتارگاه همدان دانست. همان گونه که قبلاً نیز اشاره شد جهت عمومی جریان در امتداد جنوب شرقی به شمال شرقی دشت است (شکل ۱). لذا وجود کلاس C_3 شوری می‌تواند ناشی از عامل بالا باشد (محمدزاده و همکاران، ۱۳۷۸).

عدم اختلاف کیفی نمونه‌های آب از نظر زمانی (جدول ۳) بدان معنی نیست که وضعیت کیفیت آب ثابت مانده است بلکه بررسی میانگین پارامترهای کیفی در سه بلوک زمانی نشان دهنده‌ی تغییر برای ازدیاد و کاهش کیفیت آب داشت. به طور نمونه هدایت الکتریکی در شهریور ۸۴ ، فروردین و شهریور ۸۵ به ترتیب ۱۰۱۹/۹۷۷،۱۲/۴۳، ۱۰۵۷/۱۳ میکروموس بر سانتی‌متر بود. چنین روند افزایشی در مورد سایر پارامترها نیز مشاهده شد.

Archive of SID

www.SID.ir

با توجه به افت ۱۱ متری سطح آب زیرزمینی طی ۱۵ سال می‌توان نتیجه گرفت که مسئولین اجرایی استان ضرورت اعمال مدیریت صحیح و حساب شده و صرفه‌جویی در آب برداشتی را درک نکرده‌اند. به دیگر عبارت آگاهی‌ها و نگرش‌های مردم و مسئولین در رفتار آن‌ها باید به سمت صرفه‌جویی باشد.

کیفیت آب زیرزمینی دشت بهار به واسطه‌ی تغذیه منابع آلاینده شهری و صنعتی مانند کارخانه شیشه و کشتارگاه به کلاس C_2S_1 و C_3S_1 کاهش یافته است. می‌توان نتیجه گرفت برای اطمینان از سلامت آب شرب و کاستن از هزینه‌های تصفیه لازم است تا از چاه‌های گروه اول برای شرب استفاده شوند. ضمن آن که اجرای طرح‌های تغذیه مصنوعی ضمن افزایش ذخایر آب زیرزمینی سبب بهبود کیفیت آب نیز می‌شوند. بنابراین لازم است تا طرح‌های تغذیه مصنوعی با اهمیت بیش‌تری دنبال شوند.

در حال حاضر، مدیریت آب در همدان بر پایه‌ی مدیریت بحران می‌باشد که باید از این نوع مدیریت دور و به سمت برنامه‌ریزی بلند مدت پایدار سوق داده شود. بنابراین تسریع در اجرای طرح تصفیه فاضلاب و جایگزینی آن با آب کشاورزی گام مهمی در این زمینه است.

منابع

اصغری مقدم،ا.، و ع.محمدی. ۱۳۸۲. علل شوری سفره‌های آب زیرزمینی دشت شبستر. .مجله دانش کشاورزی. دانشکده کشاورزی. دانشگاه تبریز. شماره ۳ جلد ۱۳. صفحه‌های۷۸-۶۹.

بی‌نام. ۱۳۸۶. اداره کل هواشناسی استان همدان، سالنامه هواشناسی.

بی‌نام. ۱۳۸۵. گزارش مطالعه‌های آب‌های زیرزمینی چهار دشت همدان در سال آبی ۱۳۸۵-۱۳۸۴، دفتر مطالعات منابع آب استان همدان، امور آب استان همدان.

زارع ابیانه،ح.، ع.ا.محبوبی، و م.ر.نیشابوری. ۱۳۸۳. بررسی خشکسالی و روند آن در منطقه همدان براساس شاخص‌های آماری خشکسالی. پژوهش و سازندگی. شماره ۶۴. ص. ۵-۱.

زارعی،ح.، و ع.م.آخوندعلی. ۱۳۸۵. بررسی کیفی منابع آب حوضه آبریز سد مخزنی و شبکه آبیاری و زهکشی ابوالعباس ۲. مجموعه مقالات همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، جلد سوم، صفحه‌های۱۶۲۶-۱۶۲۰.

Archive of SID

www.SID.ir

سبزعلی‌پور،س.، ن.جعفرزاده، م.منوری، و ز.مجتهدزاده. ۱۳۸۶. بررسی پارامترهای کیفی پساب در واحد الفین پتروشیمی بندر امام. مجله آب و فاضلاب. سال هجدهم، شماره ۶۳، صفحه‌های. ۴۹-۳۹.

صداقت،م. ۱۳۷۲. زمین و منابع آب (آب‌های زیرزمینی)، انتشارات دانشگاه پیام نور.

ضیا،ح.، و ا.اصغری‌مقدم. ۱۳۸۲. بررسی خواص هیدروشیمیابی منابع آب زیرزمینی دشت بیرجند. مجموعه مقالات بیست و دومین گردهمایی علوم زمین.

قاسمی،ع.، ح.زارع ابیانه، و ن.سپهری. ۱۳۸۶. بررسی کیفی آب رودخانه‌های آبشینه و عباس‌آباد در استان همدان. مجموعه مقالات سومین کنفرانس سراسری آبخیزداری و مدیریت منابع آب و خاک. دانشگاه شهید باهنر کرمان. صفحه‌های۳۸۱-۳۷۸.

قاسمی،ع.، ح.زارع ابیانه، و ص.معروفی. ۱۳۸۷ . بررسی وضعیت آب‌های زیرزمینی دشت همدان - بهار درسال‌های ۸۴ و ۸۵. دومین همایش و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیط زیست. دانشگاه تهران.

محمدزاده،ح.، ر.کاظمی‌گلیان، و ح.علایی. ۱۳۷۸. بررسی هیدروشیمیایی آب‌های زیرزمینی دشت شیروان و نقش آن در توسعه و گسترش شهر شیروان. مجموعه مقالات سومین همایش انجمن زمین شناسی ایران. شیراز.

مستکملی،ا.، و ح.ترشیزیان. ۱۳۷۹. مطالعه هیدروشیمی رودخانه‌های واقع در حوزهٔ آبریز شیرین‌دره. مجموعه مقالات نوزدهمین گردهمایی علوم زمین. سازمان زمین شناسی کشور. تهران.

معاضد،ه.، و ا.حنیفه‌لو. ۱۳۸۵. ارزیابی فاضلاب‌های ورودی و خروجی تصفیه‌خانه فاضلاب غرب شهر اهواز برای استفاده مجدد در کشاورزی. مجموعه مقالات همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی. دانشگاه شهید چمران. اهواز. جلد سوم. صفحه‌های ۱۵۶۷-۱۵۶۲.

Almeida,C., S.Quintar, and P.Gonzalez. 2007. Assessment of irrigation water quality. A proposal of a quality profile. Environ. Monit. Assess. J, 15(3): 56-67.

Ayers,R.S., and D.W.Westcott. 1985. Water quality for agriculture. FAO Irrigation and Drainage paper 29, Rev. 1. Food and Agriculture Organization of the United Nation, Rome.

Archive of SID

www.SID.ir

Bernd,C.R., and W.K.Charls. 1986. Geochemistry of salt water beneath the rolling plauns, north-central Texas. Groundwater, Vol. 24, pp. 735-742.

Domenico,P.A., and F.W.Schwarts. 1997. Physical and chemical hydrogeology. John Wiley and Sons, Inc.

Fetter,C.W. 1988. Applied Hydrology, 2nd Ed., Macmillan Pub. Co.

Hajrasuliha, S., Cassel, D.K. and Rezainejad, Y. 1991. Estimation of chloride ion concentration in saline soils from measurement of electrical conductivity of saturated soil extracts. Geoderma 49: 117-127.

Kehew,A.E. 2001. Applied Chemical Hydrogeology. Prentice-Hall, Inc., 368p.

Kumar,M., K.Kumari, A.L.Ramantadan. 2007. A comparative evaluation of groundwater suitability for irrigation and drinking purposes in two intensively cultivated districts of Punjab, India, Environ. Geolo. J, 53(3):553-574.

Mahbub,H., A.Sayed Munaf, and A,Walid. 2008. Cluster analysis and quality assessment of logged water at an irrigation project, eastern Saudi Arabia. Journal of Environmental Management 86: 297–307.

Qian,Y.L., and B.Mecham. 2005. Long-term effects of recycled wastewater irrigation on soil chemical properties on golf course fairways. Agron. J, 97:717-721.

Rao,N.S. 1998. MHPT. BAS: A computer program for modified Hill-Piper diagram for classification groundwater. Computers and Geosciences 24(10): 991-1008.

Archive of SID

www.SID.ir

Reluy,F.V., J.M.P.Becares, R.D.Z,Hernandez, and J.S,Diaz. 2004. Development of an equation to relate electrical conductivity to soil and water salinity in a Mediterranean agricultural environment. Australian J. of Soil Res., 42: 381-388.

Roux,P., C.C.Preez, and M.G.Strydo. 2007. Significance of soil modifiers in naturally degraded Vertisols of the Peninsular Indian in redefining the sodic soils. Geoderma J, 136(1-2): 210-228.

Younger.P., and V.Casey. 2003. A simple method for determining the suitability of brackish ground waters for irrigation. Water lines J, 22(2): 11-13.

Zare Abyaneh,H., A.H.Nazemi, M.R.Neyshabori, K.**Mohammadi, and** G.H.**Majzoobi.** 2005. Estimation in saline waters from electrical conductivity measurement. J. of Agricultural Sciences, Ankara University. 11(1): 110-114.

Archive of SID

www.SID.ir