

## بررسی روند تغییرات کیفی منابع آب زیرزمینی دشت ایوانکی

ناصر عبادتی\*

استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر

(تاریخ دریافت ۱۳۹۴/۰۹/۱۱؛ تاریخ تصویب ۱۳۹۴/۱۲/۲۵)

### چکیده

بررسی روند تغییرات کیفی منابع آب زیرزمینی دشت ایوانکی برای مدیریت منابع آبی مشترک استان سمنان و تهران ضرورت دارد. بدین منظور واحدهای سنگ‌شناسی و موقعیت گسل‌ها با استفاده از نقشه‌های زمین‌شناسی و پیمایش میدانی مطالعه و با شناسایی موقعیت چاه‌های آب و همچنین بهره‌برداری از نتایج تجزیه نمونه‌های آب منطقه انجام شد و سپس نقشه‌های هم‌غلظت کلر، سولفات، سدیم و... ترسیم شد. تحلیل عملکرد گسل‌ها و تفسیر نقشه‌های رسم‌شده نشان داد که بیشترین تمرکز شوری در بخش شرقی و جنوبی دشت بوده است و روند تغییرات آن‌ها، از ارتفاعات به سمت مرکز و غرب محدوده بوده که منطبق با مسیر رودخانه اصلی است. با توجه به نتایج کیفی آب، نواحی شرقی و جنوبی دشت تیپ کلوروسدیم دارند و غالب آب‌های نمونه‌برداری شده با کیفیتی در حد متوسط تا کاملاً نامطبوع قرار دارند. این آب‌ها از نظر بی‌کربنات و منیزیم وضعیت مناسب‌تری نسبت به سایر یون‌ها دارند. بهترین کیفیت آب در مناطق غربی و بدترین آن‌ها در مناطق شرقی و جنوبی که به توده‌های تبخیری نزدیک هستند، قرار دارد. با رسم نمودار ویلکوکس مشخص شد نواحی شرقی و جنوبی در بدترین طبقه‌بندی ویلکوکس قرار گرفته‌اند و از نظر مصارف کشاورزی، مناسب نیستند. آب نواحی مرکزی دشت شوری و هدایت الکتریکی کمتر و برای کشاورزی وضعیت مطلوب‌تری دارند.

**کلیدواژگان:** آبخوان، ایوانکی، کیفیت آب، هیدروژئولوژی.

## مقدمه

ساختارهای زمین‌شناسی نقش کنترلی مهمی بر تغییرات کمی آب زیرزمینی دارند. کیفیت آب زیرزمینی در مناطق مختلف مجاور سازندهای تبخیری بیانگر آن است که تأثیر سازندها و ساختارهای زمین‌شناسی و عوامل هیدرولوژی بسیار متفاوت است. با مطالعه زمین‌شناسی هیدرولوژی و هیدروشیمی و تجزیه نمونه‌های آب چاه‌ها در این نوع مناطق نتیجه گرفته می‌شود که وجود سازندهای تبخیری در کیفیت آب بیشتر مناطق بسیار تأثیرگذار است. پژوهشگران متعددی به بررسی مسئله مدیریت منابع آب و رابطه آن با سنگ‌شناسی پرداختند [۱۵، ۲۳، ۲۴]. در اینجا به برخی پیشینه‌های مطالعات مرتبط اشاره می‌شود.

در پژوهشی استخراج بیش از حد آب‌های زیرزمینی و تأثیر آن در جنوب غربی ابودی بررسی شد و نتیجه گرفتند تکتونیک منطقه و توپوگرافی تأثیر بسزایی در تغییرات کمی و کیفی آب منطقه داشته است [۲۰].

حیدری‌زاده و همکارانش (۱۳۹۱) برای مشخص کردن لایه‌هایی که در شیمی آب رودخانه کارده تأثیر دارند و اهمیت آن‌ها با استفاده از روش‌های استکیومتری و نسبت یونی به این نتیجه دست یافتند که وجود واحدهای کربناته و تبخیری که قسمت عمده این حوضه را پوشانده‌اند و قدرت انحلالی زیادی دارند سبب شده است که غلظت کاتیون‌های کلسیم و منیزیم و آنیون‌های بی‌کربنات و سولفات در آب این رودخانه بسیار زیاد شود و قسمت عمده یون‌های موجود در آب این رودخانه را تشکیل دهند [۴]. لشکری و همکارانش (۱۳۹۰) به منظور بررسی کیفیت آب زیرزمینی دشت ایرانشهر با نمونه‌برداری از ۲۲ حلقه چاه انتخابی موجود در آبخوان این دشت و تشخیص تیپ آب نشان داد که در بخش‌هایی از آبخوان، سنگ‌شناسی روند تغییرات تیپ آب را تحت تأثیر قرار داده است و ارتباط آب زیرزمینی با سازندهای زمین‌شناسی مجاور در افزایش مواد جامد محلول در آب شده است [۹]. قاسمی و همکارانش (۱۳۹۲) در بررسی کیفیت شیمیایی منابع آب حوضه آبریز شورلق سرخس در استان خراسان رضوی، به این نتیجه دست یافتند که تفاوت در نوع سازندهای موجود در حوضه سبب تفاوت بسیاری در کیفیت آب زیرزمینی شده است [۷]. معیری و همکارانش (۱۳۸۵) با بررسی پدیده دی‌پایرسم و تأثیر آن

بر آلودگی رودخانه شور دهرم که از مهم‌ترین منابع آب‌های سطحی در استان فارس است به این نتیجه رسیدند که در مجموع حدود ۹۵ درصد از شوری رودخانه از گنبد‌های نمکی به همراه سازندهای تبخیری شور و چشمه‌های شوری که خود از گنبد‌های نمکی سرچشمه می‌گیرند است و سبب غیرقابل مصرف شدن آب چه از نظر شرب و چه از نظر کشاورزی می‌شود [۱۰]. بررسی ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، و بیولوژیکی نمونه‌های آب در منطقه شوبکا (Shoubak) در جنوب اردن نشان داد که دلایل شوری آب زیرزمینی در این دشت مختلف و ناشی از انحلال هالیتوژن‌های اطراف، افزایش ناگهانی کلرید سدیم در برخی از قسمت‌های دشت و تشکیل تیپ آب کلروره سدیک است که آب منطقه را در رده غیرقابل شرب قرار داده است [۲۲]. در پژوهش دیگری کیفیت شیمیایی آب زیرزمینی دشت ایلام برای مصارف شرب، صنعت و کشاورزی بررسی شد و نتایج آنالیزها نشان داد که از جهت شرق به غرب دشت و با تغییر جنس سازندهای زمین‌شناسی و گسترش سازند تبخیری گچساران، کیفیت آب به شدت تنزل می‌یابد [۸]. مطالعاتی در خصوص کیفیت آب زیرزمینی در دشت عباس در جنوب شرق استان ایلام و شمال غرب استان خوزستان توسط کلانتری در سال ۱۳۸۷ انجام شده است. نتایج آنالیز شیمیایی نمونه‌ها نشان می‌دهد که انحلال مواد متشکله سازندهای تغذیه‌کننده آبخوان همچون ژئوسوانیدریت و نیز عوامل تبخیر، افت سطح ایستابی و احتمالاً نفوذ شوراب‌های نفتی از میدانی که در مجاورت مرزهای جنوبی دشت قرار گرفته است، عوامل شوری آب زیرزمینی دشت محسوب می‌شود [۳]. خاشعی در سال ۱۳۷۸ با بررسی منابع آب دشت بجنستان تأکید می‌کند که این دشت در مجاورت منطقه کویری واقع شده است و بررسی‌ها نشان داده است وجود پهنه‌های نمکی و حرکت آبشور کویر به سمت دشت سبب شوری بیش از حد آب‌های زیرزمینی در این دشت شده است.

## مواد و روش‌ها

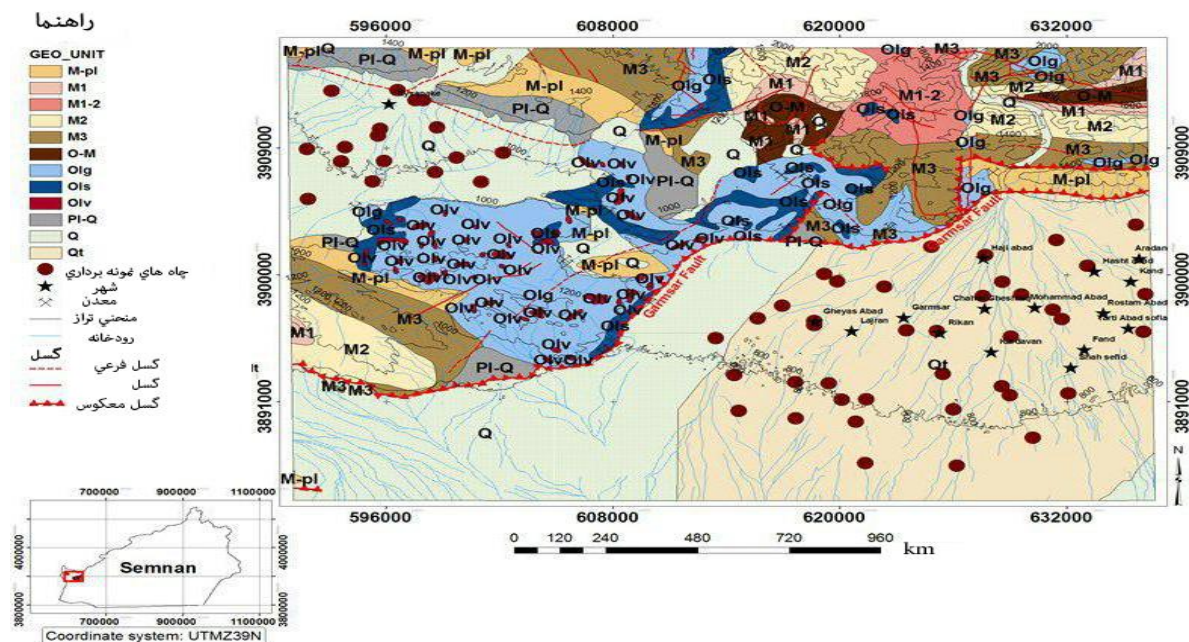
ابتدا با جمع‌آوری داده‌های زمین‌شناسی و هیدروژئولوژی مطالعات صحرائی اقدام به تعیین موقعیت توده‌های تبخیری و سنگ‌های تخریبی شد و به وسیله آن سازندهای

تا ۵۰-۵۱ طول شرقی و ۱۵-۳۵ تا ۲۳-۳۵ عرض شمالی در غرب حوضه آبریز مرکزی قرار دارد [۲ و ۱۳]. حوضه آبریز دشت ایوانکی از شمال به ارتفاعات دریاچه تاروعین و ورزان، از غرب به ارتفاعات مشرف به رودخانه دماوند، از شرق به ارتفاعات مشرف به رودخانه حبله رود و از جنوب به تشکيلات گچی و نمکی کوه سرخ محدود می‌شود. روند شیب عمومی حاکم در دشت از شمال به جنوب و با دو شیب جزئی غربی شرقی است [۶]. دشت گرمسار نیز یکی از محدوده‌های مهم واقع در حوضه آبریز مرکزی ایران از نظر منابع آبی است که اهمیت ویژه‌ای در تأمین آب شرب و کشاورزی منطقه و به‌ویژه غرب استان سمنان دارد. این منطقه در طبقه‌بندی‌های مختلف اقلیمی غالباً جزء مناطق خشک تا نیمه‌خشک با ویژگی سرد در مناطق شمالی محسوب می‌شود. ریزش‌های جوئی مهم‌ترین و درعین حال از تغییرپذیرترین عوامل اقلیمی هستند و نوع مقدار و شدت آن‌ها برای مناطق و ماه‌های مختلف سال متفاوت است. براساس آمار جمع‌آوری شده ایستگاه باران‌سنجی ایوانکی متوسط بارندگی ۲۳ ساله برابر ۱۴۵ میلی‌متر در سال بوده است که دوره ترسالی آن با میزان بارندگی ۲۰۵ میلی‌متر، بیشترین مقدار بارندگی سالانه و ۷۸/۵ میلی‌متر کمترین بارندگی سالانه را نشان می‌دهد [۱۲].

اثرگذار بر کیفیت منابع آبی شناسایی و تکتونیک و ساختارهای زمین‌شناسی نیز برای تغییرات کمی آب بررسی شدند. در مرحله بعد نسبت به شناسایی چاه‌های آب موجود در منطقه اقدام و موقعیت آن‌ها روی نقشه‌ها آورده شد و سعی شد در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) کلیه اطلاعات پایه وارد شود. با نمونه‌برداری از آب چاه‌ها و با بهره‌گیری از ارقام و نتایج تجزیه شیمیایی آب چاه‌های انتخابی که توسط شرکت آب منطقه‌ای استان سمنان تهیه شده است، وضعیت آبرفت و آبخوان دشت گرمسار و ایوانکی، عمق برخورد به آب، میزان تخلیه و بهره‌برداری سالانه و تراز سطح آب زیرزمینی دشت تحلیل و بررسی شده است و از داده‌های موجود در ۲۴ حلقه چاه بهره‌برداری و پیرومتر دشت ایوانکی استفاده و نقشه‌های کیفی آب و نمودارهای کیفی مختلف ترسیم شده‌اند و با توجه به آن‌ها به تفسیر کیفی منابع آب زیرزمینی براساس استانداردهای بهداشت جهانی پرداخته شده است [۲۵، ۲۶].

### ژئومورفولوژی و موقعیت زمین‌شناسی

شهر ایوانکی در فاصله ۶۰ کیلومتری جنوب شرقی تهران و ۲۵ کیلومتری غرب گرمسار قرار گرفته است. ارتفاع متوسط دشت ۱۰۲۰ متر بوده و در محدوده جغرافیایی ۲۰-۵۱



شکل ۱. نقشه زمین‌شناسی محدوده ایوانکی و گرمسار همراه با چاه‌های بهره‌برداری شده

آبرفتی دوره کواترنری در جنوب غربی دشت و در دامنه مخروطافکنه جاجرود و ورامین احتمالاً بستر اولیه رودخانه جاجرود در زمان‌های قبل بوده است. تماس سازندهای جنوب شرقی حوضه آبریز از سنگ رسی و مارن با سازند گچ و نمک اغلب به صورت گسلی و در جهات مختلف گسترش دارند و همچنین بخشی از واحدهای آبرفتی دشت ایوانکی که مخازن اصلی آب‌های زیرزمینی ناحیه را تشکیل می‌دهند ناشی از حمل مواد به دست آمده از تخریب کنگلومرای، ماسه‌سنگ‌ها، توف‌ها و سایر سنگ‌های قدیمی‌تر که توسط رودخانه نمرود و سایر مسیل‌های دیگر در منطقه به جای گذاشته شده‌اند.

سنگ کف دشت (Bed Rock) از کنگلومرای هزاردره بوده است که توسط رسوبات مخروطافکنه نمارک و مسیل‌های دیگر پوشیده شده است. ضخامت آبرفت متفاوت، در قسمت شمالی دشت حدود ۳۰۰ متر و جنوب دشت بسیار ناچیز است و به حدود ۵۰ متر می‌رسد. این آبرفت‌ها مربوط به کواترنری هستند [۱۲] فرسایش تشکیلات کنگلومرا و ماسه‌سنگی در شمال و مرکز دشت درجه نفوذپذیری بالایی دارد و به همین علت در این قسمت از دشت، چاه‌ها تراکم و آبدهی نسبتاً زیادی دارند. در قسمت انتهایی به دلیل اینکه نوع آبرفت از منشأ کوه‌های مارنی و رسی و گچی جنوبی دشت هستند، نفوذپذیری کمی دارد.

#### تعیین پارامترهای کیفی آب

نتایج تجزیه شیمیایی آب چاه‌های نمونه برداری شده در جدول ۱ تغییرات کلی فیزیکی شیمیایی را نشان می‌دهد و به موارد مهم آن به شرح آتی پرداخته می‌شود. سعی شده است تحلیل‌های آماری نیز به منظور مقایسه و روایی نتایج انجام گیرد (جدول‌های ۲ و ۳):

- هدایت الکتریکی (EC): بررسی‌ها نشان می‌دهند که روند افزایش هدایت الکتریکی EC از ناحیه شمالی ورودی آب زیرزمینی به سمت مرکزی و جنوبی دشت است، همچنین نفوذ جبهه‌های آب نسبتاً شور از نواحی شمالی غربی و خروجی دشت ایوانکی سبب بالا بردن مقدار هدایت الکتریکی آب در منطقه مرکزی دشت شده است. به طور کلی، مقدار هدایت الکتریکی آب در مقاطع ورودی به دلیل تغذیه سازندهای حاشیه کمترین مقدار و در مقاطع

قدیمی‌ترین سنگ‌هایی که در منطقه رخنمون دارند به ائوسن - الیگوسن تعلق دارند. در هیچ‌جا یک ردیف رسوبی منظم دیده نمی‌شود که بتوان ارتباط قدیمی‌ترین سنگ‌های ناحیه را با سنگ‌های رخنمون یافته که شامل مجموعه تبخیری همراه با سنگ‌های آذرین است و همچنین ارتباط مجموعه اخیر را نسبت به سنگ‌های جوان‌تر سازند قم و سازند قرمز فوقانی مقایسه کرد. در ناحیه مطالعه شده علاوه بر دیاپیرهای نمکی، سازند قرمز فوقانی و رسوبات عهد حاضر گسترش دارند. اما به طور کلی، سازندهای این ناحیه به ترتیب شامل سازند تخریبی و تبخیری قرمز زیرین، سازند آهکی قم، سازند تخریبی و تبخیری قرمز فوقانی، کنگلومرای هزاردره و رسوبات عهد حاضر ناحیه هستند [۱]. در ناحیه گرمسار (کوه کلرز) سازند قم به دو بخش تقسیم شده است که به وسیله لایه ژیبسی از هم جدا می‌شود و سن میوسن پیشین دارد. همچنین رخنمون‌های آهکی سازند قم در شمال منطقه (شمال بنه کوه) رخنمون شایان توجهی دارد (شکل ۱).

تکتونیک منطقه ایوانکی، گرمسار و نواحی اطراف بیانگر این مسئله است که گنبد‌های نمکی این ناحیه در ارتباط مستقیم با روند گسل‌های منطقه و از عوامل اصلی حرکت نمک روی سطح زمین هستند. این گونه حرکات از خواص مهم نمک به شمار می‌روند که بر اثر نیروی ثقل و اختلاف ارتفاع دیاپیرها با دشت‌های مجاور پدید آمده و نمک به طرف پایین جریان پیدا کرده است [۶]. شایان ذکر است آبخوان منتهی به دشت ایوانکی از شمال به گسل‌راندگی مشاء فشم و در شمال شرق به گسل گرمسار در شمال گرمسار محدود بوده است و با روند غربی و شرقی در جنوب ورامین به گسل پیشوا می‌رسد، که این گسل نیز در امتداد غربی به گسل کهریزک می‌پیوندد [۶]. از گسل‌های مهم دیگر گسل ایوانکی نیز هست که با طول تقریبی ۷۵ - ۸۰ کیلومتر از جنوب شرق تهران (مسگرآباد) تا شرق ایوانکی ادامه می‌یابد و در مجموع این عملکرد گسل‌ها سبب شده‌اند آبخوان دشت ایوانکی به صورت ناودیدی با محور شرقی - غربی شکل بگیرد که بر اثر عملکرد جریان‌های سیلابی شدید ابتدا سنگ‌ها تخریب شده و سپس در جریان‌های آرام به وسیله رسوبات جدید حاصل از تخریب ارتفاعات پر شده است و سفره آب زیرزمینی دشت ایوانکی را به وجود آورده‌اند. وجود تراس

جدول ۱. نتایج تجزیه شیمیایی آب چاه‌های نمونه‌برداری [۱۱]

شماره نمونه	X	Y	EC	T.D.S	pH	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
W1	581325	3904475	۶۷۸	۴۵۲	۷/۸	۲/۵	۱/۳	۳/۰۰	۳/۳	۲/۱	۱/۳
W2	582500	3904425	۱۷۸۹	۱۱۹۰	۷/۹	۶	۵	۷/۰۰	۳/۵	۱۱/۵	۲/۷۵
W3	585150	3915750	۸۸۵۰	۵۹۱۰	۷/۸	۱۹/۵	۱۶	۵۳/۰۰	۲/۵	۷۳/۵	۱۱/۵
W4	587150	3909700	۴۰۵۰	۲۷۰۰	۷/۶	۱۰/۵	۱۰	۱۹/۵۰	۲/۱	۲۵/۲	۱۲/۲
W5	587450	3914325	۱۴۲۴۰	۹۴۸۰	۸/۱	۲۰	۱۸	۱۰۹/۰۰	۲/۴	۱۰۵	۳۸
W6	589525	3908875	۲۸۴۰	۱۸۸۹	۸	۱۲	۸/۸	۸/۰۰	۲/۶	۱۳	۱۲/۴
W7	590700	3912075	۵۷۷۰	۳۸۵۹	۷/۸	۷/۵	۹/۵	۴۰/۷۰	۲/۵	۴۴/۵	۱۱/۵
W8	591825	3908925	۲۷۰۰	۱۸۰۰	۷/۹	۸/۵	۸	۱۱/۰۰	۳/۶	۱۳	۱۰/۶
W9	591875	3905375	۲۲۳۰	۱۴۸۴	۸	۷/۶	۷/۸	۷/۰۰	۳/۵	۱۰/۵	۸/۶
W10	593100	3913050	۶۱۲۰	۴۰۷۰	۷/۸	۱۵/۵	۱۱	۳۴/۱۰	۲/۱	۴۶/۲	۱۳/۱
W11	593175	3916200	۷۲۱۰	۴۸۰۰	۸	۲۲/۴	۱۶/۶	۳۳/۵۰	۲/۴	۴۶/۵	۲۲/۹
W12	593600	3908050	۳۰۱۰	۲۰۱۰	۸/۹	۸/۶	۵/۶	۱۵/۹۰	۲/۷	۱۵/۶	۱۲/۲
W13	593825	3909050	۲۴۹۰	۱۶۶۰	۸	۱۲/۲	۹/۶	۳/۲۰	۳/۵	۱۲/۲	۸/۸
W14	595275	3906625	۴۳۹۰	۲۹۲۰	۸/۱	۱۱/۲	۸/۵	۲۳/۷۰	۴/۴	۲۷/۸	۱۰/۳
W15	595575	3909875	۲۲۳۰	۱۴۸۵	۷/۹	۷/۸	۶/۴	۸/۳۰	۳/۲	۸/۸	۱۰/۷
W16	595900	3908075	۲۱۱۰	۱۴۰۵	۷/۸	۵/۲	۷/۴	۸/۶۰	۲/۵	۹/۵	۹/۵
W17	596600	3913100	۲۵۲۰	۱۶۷۰	۸	۶/۶	۴/۴	۱۴/۲۰	۳/۴	۱۰/۵	۱۱/۳
W18	597550	3912375	۵۲۶۰	۳۵۰۰	۷/۸	۱۲/۲	۱۰/۵	۲۹/۷۰	۲/۴	۲۴/۵	۲۶/۱
W19	597950	3912375	۱۸۹۰	۱۲۶۰	۸/۱	۶/۵	۴	۸/۳۰	۲/۵	۸/۵	۸/۵
W20	598575	3907275	۴۵۰۰	۳۰۰۰	۸	۱۳/۶	۱۲/۵	۱۹/۱۰	۲/۵	۲۴/۵	۱۷/۶
W21	598700	3910450	۲۴۲۰	۱۶۱۰	۸/۲	۸/۲	۷	۹/۴۰	۲/۸	۱۰/۲	۱۲/۴
W22	599725	3908325	۲۲۰۰	۱۴۶۶	۸/۱	۵/۵	۵/۲	۱/۳۰	۲/۵	۹/۵	۱۰/۲
W23	601025	3906600	۲۳۰۰	۱۵۳۰	۷/۹	۵/۵	۴/۸	۱۲/۷۰	۲/۵	۱۱	۹
W24	602175	3908650	۶۳۸۰	۴۲۵۰	۷/۷	۱۰/۵	۸/۴	۴۴/۶۰	۲/۴	۵۳/۵	۸/۱

در لیتر در جنوب شرق در دامنه ارتفاعات شمال غرب دشت تا ۷ هزار میلی‌گرم در لیتر در حاشیه پهنه کویری میانه دشت افزایش می‌یابد. منابع آب‌های زیرزمینی این ناحیه برحسب مقدار باقی‌مانده املاح خشک (T.D.S) در حد نامناسب تا غیرقابل شرب بوده و تنها در بخش محدودی از نواحی شمال شرق و شمال غرب حوضه این منابع از نظر مصرف شرب در حد نسبتاً مناسب هستند.

- تغییرات سختی کل (TH): روند تغییرات مقدار سختی کل (TH) منابع آب‌های زیرزمینی این دشت نیز همانند روند تغییرات مقدار دیگر پارامترهای کیفی، در پهنه‌های آبرفتی نواحی شمال غرب و شرق دشت یکسان نیست و در هر ناحیه منطبق بر شرایط مورفولوژیکی دشت و خصوصیات هیدرودینامیکی و ساختاری آبخوان است. در نواحی شمال غرب و غرب حوضه، این تغییرات از حاشیه ارتفاعات به طرف نواحی مرکزی دشت است و در مجموع از

خروجی آب زیرزمینی به دلیل کاهش قطر دانه‌بندی و گسترش نهشته‌های ریزدانه رسی و به تبع افزایش زمان تماس آب با لایه‌های مختلف منطقه، افزایش می‌یابد. البته میانگین هدایت الکتریکی میکروموس بر سانتی‌متر ۴۳۵۷ برای دشت ایوانکی بیانگر کیفیت آبی نامناسب دشت و تأثیر عوامل آلاینده گچی در نمکی و سفره آب زیرزمینی دشت است [۱۰].

- باقی‌مانده املاح خشک (T.D.S): روند تغییرات مقدار باقی‌مانده املاح خشک (T.D.S) منابع آب‌های زیرزمینی در پهنه‌های آبرفتی نواحی شمال غرب و شرق حوضه یکسان نیست و در هر ناحیه منطبق بر شرایط مورفولوژیکی دشت و خصوصیات هیدرودینامیکی و ساختاری آبخوان است. در نواحی شمال غرب و غرب حوضه، این تغییرات از حاشیه ارتفاعات به طرف نواحی مرکزی دشت است و در مجموع از حدود ۱۰۰۰ میلی‌گرم

عموماً در حد بسیار سخت بوده و تنها در بخش محدودی از نواحی شمال غرب حوضه این منابع در حد نرم بوده و برای مصارف بهداشت خانگی مناسباند [۲۵، ۲۶].

حدود ۵۰ میلی گرم در لیتر در جنوب شرق دامنه ارتفاعات شمال غرب دشت تا ۲۵۰۰ میلی گرم در لیتر در حاشیه پهنه کویری میانه دشت افزایش می یابد. منابع آب های زیرزمینی این ناحیه برحسب مقدار سختی کل (TH)

جدول ۲. تحلیل آماری نتایج تجزیه شیمیایی نمونه برداری ها

پارامتر	EC	T.D.S	PH	Ca	Mg	Na	K	HCO <sub>3</sub>	CO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>
تعداد نمونه ها	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰
میانگین حسابی	۷۹۹۵/۵	۵۳۲۶	۷/۸۲	۰	۳۳/۱۲	۱۱۵۵	۱۰۵۵/۲	۱۳۲۷	۵۸۵/۶	۰	۱۸۵۴/۵
انحراف معیار	۲۱۳۱/۷	۱۴۲۰/۷	۰/۱۲	۰	۵/۵۴	۴۱۷/۸	۹۴۳/۷۴	۴۵۵/۴	۲۶۸/۷	۰	۸۲۳/۱۱
ضریب تغییرات (درصد)	۲۶/۶۶	۲۶/۶۷	۱/۵۳	-	۱۶/۷۳	۳۶/۱۸	۸۹/۴۴	۳۴/۳۲	۴۵/۸۸	-	۴۴/۳۸
حداکثر	۱۳۷۸۰	۸۱۸۰	۸	۰	۴۶/۸	۲۲۴۳	۴۶۹۹/۵	۲۱۱۱	۱۱۷۶	۰	۴۳۶۸
حداقل	۶۱۱۰	۴۰۶۰	۷/۶	۰	۲۷/۶	۲۶۴/۵	۲۸۰/۸	۵۳۶/۸	۲۲۵	۰	۸۳۰/۴
مد	مد ندارد	مد ندارد	۷/۸	۰	۳۰	۹۷۷/۵	۸۹۷	۱۷۳۹	۴۵۰	۰	مد ندارد
میانه	۷۴۸۵	۴۹۵۵	۷/۸	۰	۳۰	۱۱۲۷	۸۳۲/۶۵	۱۴۲۱	۵۱۱/۵	۰	۱۷۱۶
دامنه تغییرات	۷۶۷۰	۵۱۲۰	۰/۴	۰	۱۹/۲	۱۹۷۸	۴۴۱۸/۷	۱۵۷۴	۹۵۱	۰	۳۵۳۷/۶
چولگی	۱/۸۷	۱/۸۷	-۰/۱۲	۰	۱/۴۵	۰/۴۵	۳/۳۱	-۰/۳۲	۰/۹۵	۰	۱/۹۲
واریانس	۵E+۰۶	۲E+۰۶	۰/۰۲	۰	۳۰/۶۸	۲E+۰۵	۸۹۰۶۳۸	۲E+۰۵	۷۲۱۷۲	۰	۶۷۷۵۰۸

جدول ۳. مقادیر کلاس مؤلفه های مختلف برحسب ppm

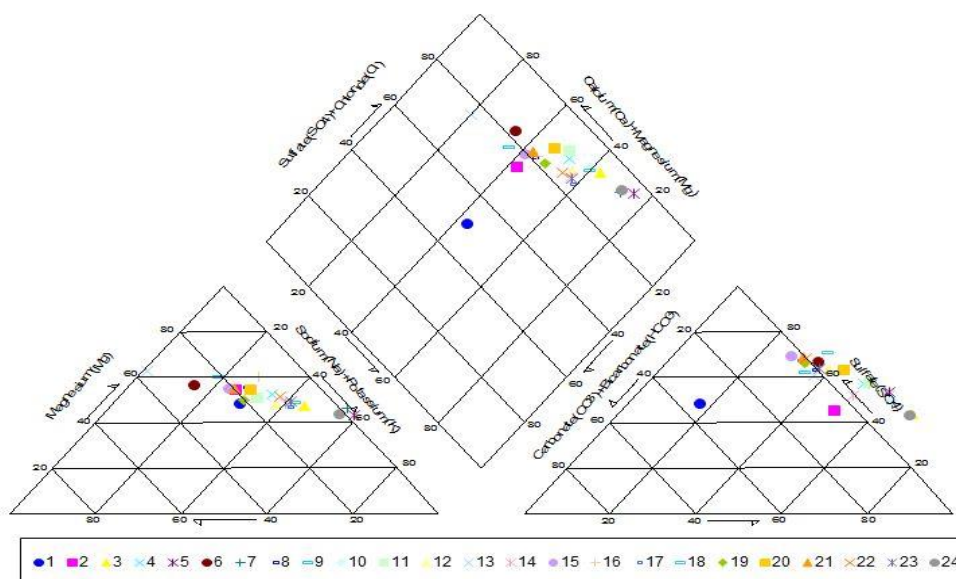
درصد	EC	T.D.S	Ca	Mg	Na	K	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	TH	SAR
۵	۶۱۴۸	۴۰۹۸	۰	۲۸/۷۴	۵۹۲/۳	۴۲۱/۶	۵۷۷/۳۷	۰	۱۰۴۲	۱۱۸/۳	۲۰/۹۹
۱۰	۶۲۵۸	۴۱۷۲	۰	۲۹/۸۸	۶۶۱/۳	۴۵۳/۶	۶۳۴/۴	۰	۱۱۹۹	۱۲۳	۲۵/۵۱
۲۵	۶۵۵۵	۴۳۶۷/۵	۰	۳۰	۹۷۷/۵	۶۲۲/۱	۱۰۵۲/۳	۰	۱۳۵۱	۱۲۳/۵	۳۷/۷۴
۵۰	۷۴۸۵	۴۹۵۵	۰	۳۰	۱۱۲۷	۸۳۲/۷	۱۴۲۱/۳	۰	۱۷۱۶	۱۲۳/۵	۴۲/۰۴
۷۵	۸۵۶۵	۵۷۱۰	۰	۳۴/۲	۱۲۹۴	۱۲۲۵	۱۷۰۶/۵	۰	۲۰۲۶	۱۴۰/۷	۴۹/۳۳
۹۰	۹۹۲۸	۶۶۰۶	۰	۴۲/۱۲	۱۶۲۶	۱۴۶۳	۱۸۳۱/۲	۰	۲۵۲۱	۱۷۳/۳	۶۳/۲۴
۹۵	۱۳۲۶۷	۸۸۳۸	۰	۴۳/۳۸	۱۶۹۶	۲۰۲۴	۱۸۵۵/۶	۰	۳۵۶۵	۱۷۸/۵	۶۵/۸۸

## بحث و نتایج

### تیپ آب زیرزمینی

نوع سولفات تبدیل و در نهایت در نواحی تبخیری زهکش و خروجی دشت به نوع کلروره تغییر می یابد. بررسی نتایج تجزیه شیمیایی نمونه های دشت ایوانکی نشان می دهد که تیپ آب زیرزمینی در نواحی ورودی آب زیرزمینی (حوالی ایوانکی) از نوع سولفات بوده است که بر اثر حرکت و مخلوط شدن با آب های ورودی از جبهه های شرقی، جنوبی، و شمال غربی دشت به کلرور تغییر یافته است.

به منظور بررسی تحول آنیون های موجود در آب زیرزمینی تشخیص منابع تغذیه و کنترل جهت جریان تیپ آب زیرزمینی در یک منطقه بررسی می شود. تیپ آب زیرزمینی در یک منطقه عموماً در مناطق تغذیه از نوع بی کربناته است و طی حرکت از لایه های قابل نفوذ ترکیب با کانی های موجود و تبادلات یونی با سنگ های بستر به



شکل ۳. نمودار پایپر تهیه شده برای تیپ آب دشت ایوانکی

بزرگ‌تر شود مقدار شوری آب بیشتر می‌شود و برای زراعت مناسب نیستند و باید به طریقی در شرایط خاص از آب این ردیف‌ها در مصارف کشاورزی استفاده کرد. بررسی‌ها نشان داد بیش از ۵۶/۵۲ درصد آب‌های به‌دست‌آمده از چاه‌های انتخابی دشت برای کشاورزی در ردیف مشکوک تا نامناسب و ۲۱/۷۴ درصد در ردیف خوب تا قابل قبول و ۱۷/۲ درصد در ردیف نامناسب قرار می‌گیرد.

جدول ۴. درصد هریک از کلاس‌های طبقه‌بندی براساس نمودار شولر برای مصارف شرب

طبقه‌بندی آب	TDS	TH	pH	Na	Cl	So <sub>4</sub>
خوب	۰	۱۰۰	۱۰۰	۰	۱۰۰	۰
قابل قبول	۰	۰	۰	۰	۰	۰
متوسط	۰	۰	۰	۵	۰	۰
نامناسب	۰	۰	۰	۱۰	۰	۱۰
کاملاً نامطبوع	۹۰	۰	۰	۸۰	۰	۷۵
غیر قابل شرب	۱۰	۰	۰	۰	۰	۱۵

جدول ۵. طبقه‌بندی آب کشاورزی آبخوان ایوانکی

کلاس	تعداد	درصد	کیفیت
C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	۱	۴/۳۳	خوب
C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>	۵	۲۱/۷۴	خوب تا قابل قبول
C <sub>4</sub> S <sub>1</sub>	۱۳	۵۶/۵۲	مشکوک تا نامناسب
C <sub>5</sub> S <sub>1</sub>	۲	۸/۶	نامناسب
C <sub>3</sub> S <sub>2</sub>	۱	۴/۳	نامناسب
C <sub>5</sub> S <sub>3</sub>	۱	۴/۳	نامناسب

#### طبقه‌بندی آب از نظر شرب

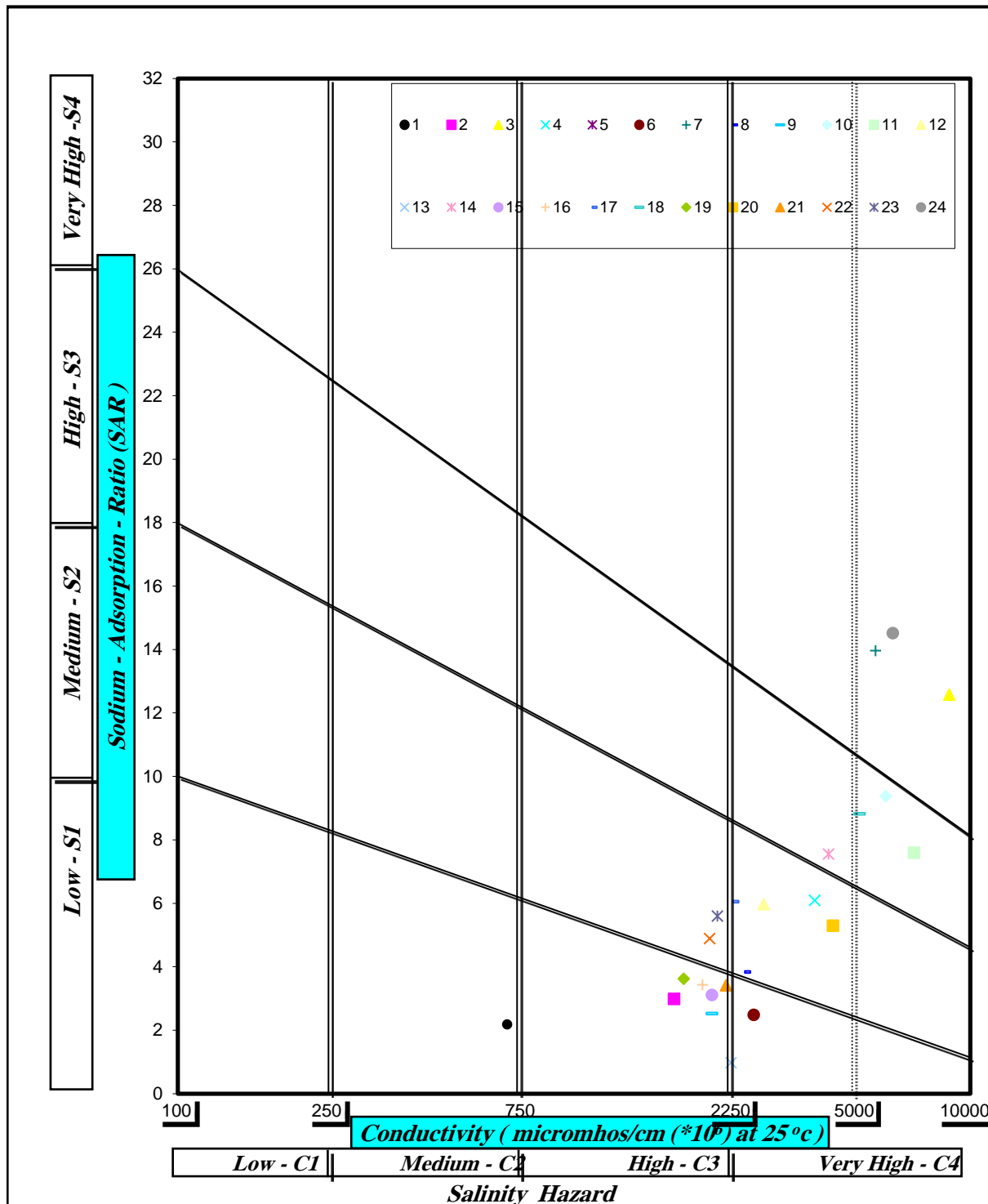
با توجه به نتایج آنالیز شیمیایی و براساس نمودار شولر ۶ منبع انتخابی ۵ نمونه از چاه‌های منابع آب شرب بررسی و ملاحظه شد که آب شرب شهر ایوانکی در حد نامطلوب و از نوع کلروره و آب شرب شورقازی در حد خوب است. با توجه به نمودار شولر بیشتر آب‌های یادشده از نظر مصرف شرب در ردیف آب‌های قابل قبول تا نامناسب قرار می‌گیرند [۱۲] به‌طوری‌که در محدوده شمالی دشت (ایوانکی) از نوع خوب تا قابل قبول، در نواحی مرکزی از نوع قابل قبول تا نامناسب و آب‌های متوسط و در نواحی غربی و جنوب غربی از نوع نامناسب تا بد است.

#### طبقه‌بندی آب از نظر کشاورزی

مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده آب برای مصارف کشاورزی نسبت جذب سدیم به هدایت الکتریکی است [۵]. شکل ۴ طبقه‌بندی آب کشاورزی (نمودار ویلکوکس) را در دشت ایوانکی نشان می‌دهد. بر این اساس نمونه آب‌های نواحی شمالی و مرکزی دشت ایوانکی عموماً در کلاس C<sub>3</sub>S<sub>1</sub> قرار می‌گیرند که هدایت الکتریکی ۷۵۰ تا ۲۲۵۰ و شوری نسبتاً زیاد دارند و در صورتی که زمین از نظر دانه‌بندی و قابلیت نفوذ خاک مناسب باشد می‌تواند برای مصرف کشاورزی استفاده شود. همچنین آب‌های مناطق شرقی و جنوبی دشت عمدتاً در کلاس C<sub>4</sub>S<sub>1</sub> در ردیف آب‌های نامناسب قرار دارند و در این آب‌ها هر چقدر اندیس S

مرکزی دشت در مناطقی که از تغذیه حوضه نمازک بهره‌مند می‌شود کمتر است و به همین دلیل محصولات زراعی در این مناطق راندمان بهتری دارد.

در بیشتر مناطق حاشیه شرقی و جنوبی و به‌ویژه مناطق متأثر از مسیل‌های چن‌داب و کروس نسبت جذب سدیم بسیار بالاست و برای گیاهان زراعی و نیز خاک کشاورزی چندان مناسب نیست. این مقدار در بخش‌های



شکل ۴. نمودار ویلکوکس تهیه‌شده از نمونه‌های آب برای طبقه‌بندی مصارف کشاورزی



جدول ۶. طبقه‌بندی کیفیت آب برای کشاورزی به تفکیک چاه‌ها

چاه	SAR	EC	کلاس آب	کیفیت آب برای کشاورزی
۱	۲/۱۸	۶۷۸	C2-S1	کمی شور- مناسب برای کشاورزی
۲	۲/۹۸	۱۷۸۹	C3-S1	شور- قابل استفاده برای کشاورزی
۳	۱۲/۵۸	۸۸۵۰	C4-S4	خیلی شور- برای کشاورزی نامناسب
۴	۶/۰۹	۴۰۵۰	C4-S2	خیلی شور- برای کشاورزی نامناسب
۵	۲۵/۰۱	۱۴۲۴۰	C4-S4	خیلی شور- برای کشاورزی نامناسب
۶	۲/۴۸	۲۸۴۰	C4-S1	خیلی شور- برای کشاورزی نامناسب
۷	۱۳/۹۶	۵۷۷۰	C4-S4	خیلی شور- برای کشاورزی نامناسب
۸	۳/۸۳	۲۷۰۰	C4-S2	خیلی شور- برای کشاورزی نامناسب
۹	۲/۵۲	۲۲۳۰	C3-S1	شور- قابل استفاده برای کشاورزی
۱۰	۹/۳۷	۶۱۲۰	C4-S3	خیلی شور- برای کشاورزی نامناسب
۱۱	۷/۵۹	۷۲۱۰	C4-S3	خیلی شور- برای کشاورزی نامناسب
۱۲	۵/۹۷	۳۰۱۰	C4-S2	خیلی شور- برای کشاورزی نامناسب
۱۳	۰/۹۷	۲۴۹۰	C4-S1	خیلی شور- برای کشاورزی نامناسب
۱۴	۷/۵۵	۴۳۹۰	C4-S3	خیلی شور- برای کشاورزی نامناسب
۱۵	۳/۱۱	۲۲۳۰	C3-S1	شور- قابل استفاده برای کشاورزی
۱۶	۳/۴۳	۲۱۱۰	C3-S1	شور- قابل استفاده برای کشاورزی
۱۷	۶/۰۵	۲۵۲۰	C4-S2	خیلی شور- برای کشاورزی نامناسب
۱۸	۸/۸۲	۵۲۶۰	C4-S3	خیلی شور- برای کشاورزی نامناسب
۱۹	۳/۶۲	۱۸۹۰	C3-S1	شور- قابل استفاده برای کشاورزی
۲۰	۵/۲۹	۴۵۰۰	C4-S2	خیلی شور- برای کشاورزی نامناسب
۲۱	۳/۴۱	۲۴۲۰	C4-S1	خیلی شور- برای کشاورزی نامناسب
۲۲	۴/۸۹	۲۲۰۰	C3-S2	شور- قابل استفاده برای کشاورزی
۲۳	۵/۶	۲۳۰۰	C4-S2	خیلی شور- برای کشاورزی نامناسب
۲۴	۱۴/۵۱	۶۳۸	C4-S4	خیلی شور- برای کشاورزی نامناسب

جدول ۷. تعیین کیفیت آب هر یک از چاه‌ها برای مصارف صنعتی [۱۲]

نمونه	قلیائیت برحسب CaO	Ca (mg/l)	ضریب C	pHs	pH	pHs-pH	کیفیت آب برای مصارف صنعتی
۱	۶۹	۵۰	۱۱/۳۹	۷/۸	۷/۸	۰	متعادل
۲	۱۶۱	۱۲۰	۱۱/۳۱	۷	۷/۹	-۰/۹	رسوبگذار
۳	۱۲۱۹	۳۹۰	۱۱/۳۵	۵/۷	۷/۸	-۲/۱	رسوبگذار
۴	۵,۴۴۸	۲۱۰	۱۱/۳۳	۶/۴	۷/۶	-۱/۲	رسوبگذار
۵	۲۵۰۷	۴۰۰	۱۱/۳۶	۵/۴	۸/۱	-۲/۷	رسوبگذار
۶	۱۸۴	۲۴۰	۱۱/۳۲	۶/۷	۸	-۱/۳	رسوبگذار
۷	۹۳۶/۱	۱۵۰	۱۱/۳۴	۶/۲	۷/۸	-۱/۶	رسوبگذار
۸	۲۵۳	۱۷۰	۱۱/۳۲	۶/۷	۷/۹	-۱/۲	رسوبگذار
۹	۱۶۱	۱۵۲	۱۱/۳۲	۶/۹	۸	-۱/۱	رسوبگذار
۱۰	۷۸۴/۳	۳۱۰	۱۱/۳۴	۶	۷/۸	-۱/۸	رسوبگذار
۱۱	۷۷۰/۵	۴۴۸	۱۱/۳۵	۵/۸	۸	-۲/۲	رسوبگذار
۱۲	۳۶۵/۷	۱۷۲	۱۱/۳۳	۶/۵	۷/۹	-۱/۴	رسوبگذار

ادامه جدول ۷. تعیین کیفیت آب هر یک از چاه‌ها برای مصارف صنعتی [۱۲]

کیفیت آب برای مصارف صنعتی	pHs-pH	pH	pHs	ضریب C	Ca (mg/l)	قلیائیت بر حسب CaO	نمونه
رسوبگذار	-۰/۹	۸	۷/۱	۱۱/۳۲	۲۴۴	۷۳/۶	۱۳
رسوبگذار	-۱/۹	۸	۶/۲	۱۱/۳۳	۲۲۴	۵۴۵/۱	۱۴
رسوبگذار	-۱/۱	۷/۹	۶/۸	۱۱/۳۲	۱۵۶	۱۹۰/۹	۱۵
رسوبگذار	-۰/۸	۷/۸	۷	۱۱/۳۲	۱۰۴	۱۹۷/۸	۱۶
رسوبگذار	-۱/۳	۸	۶/۷	۱۱/۳۲	۱۳۲	۳۲۶/۶	۱۷
رسوبگذار	-۱/۷	۷/۸	۶/۱	۱۱/۳۴	۲۴۴	۶۸۳/۱	۱۸
رسوبگذار	-۱/۲	۸/۱	۶/۹	۱۱/۳۱	۱۳۰	۱۹۰/۹	۱۹
رسوبگذار	-۱/۷	۸	۶/۳	۱۱/۳۳	۲۷۲	۴۳۹/۳	۲۰
رسوبگذار	-۱/۴	۸/۲	۶/۸	۱۱/۳۲	۱۶۴	۲۱۶/۲	۲۱
رسوبگذار	-۱/۲	۸/۱	۶/۹	۱۱/۳۲	۱۱۰	۲۵۹/۹	۲۲
رسوبگذار	-۱/۱	۷/۹	۶/۸	۱۱/۳۲	۱۱۰	۲۹۲/۱	۲۳
رسوبگذار	-۱/۷	۷/۷	۶	۱۱/۳۴	۲۱۰	۱۰۲۶/۸	۲۴

### نتیجه‌گیری

غالب آب‌های نمونه‌برداری شده با کیفیتی در رده متوسط تا کاملاً نامطبوع قرار دارند. این آب‌ها از نظر بی‌کربنات و منیزیم وضعیت مناسب‌تری نسبت به سایر یون‌ها دارند. بهترین کیفیت آب در مناطق غربی و بدترین آن‌ها در مناطق شرقی و جنوبی که به توده‌های تبخیری نزدیک هستند، قرار دارد. در بررسی نمودار ویلکوکس مشخص شد نواحی شرقی و جنوبی در بدترین کلاس ویلکوکس قرار گرفته‌اند و از نظر مصارف کشاورزی، مناسب نیستند. آب نواحی مرکزی دشت شوری و هدایت الکتریکی کمتر دارند که برای کشاورزی وضعیت مطلوب‌تری دارند. عوامل اصلی کاهش‌دهنده کیفیت آب در این محدوده به شرح زیر است:

۱. تکتونیک نمک، توسعه گنبد‌های نمکی و سازندهای زمین‌شناسی در منطقه که بیشتر آن‌ها تبخیری و شامل کانی‌های ژپس، نمک هستند. مهم‌ترین این لایه‌ها پهنه‌های نمکی با وسعت زیاد در قسمت شرقی و جنوبی منطقه را تشکیل داده‌اند و در افزایش املاح و شوری منابع آب تأثیر داشته‌اند.

۲. وجود رودخانه‌های شور و آبراهه‌های شمالی محدوده که ارتباط هیدرولیکی با آبخوان منطقه دارند. این رودخانه‌ها با عمل زهکشی از واحدهای آواری و تبخیری در بالادست منطقه و با ته‌نشین کردن املاح در رسوبات

منطقه سبب افزایش غلظت آنیون‌ها و کاتیون‌ها در آبخوان منطقه شده‌اند.

۳. تغذیه طبیعی کم منطقه و اضافه‌برداشت از آب زیرزمینی سبب شده است شیب هیدرولیکی آب زیرزمینی کاهش پیدا کند و آبخوان قادر به تخلیه مؤثر املاح نباشد.
۴. با توجه به نتایج آنالیز شیمیایی و براساس نمودار شولر در محدوده شمالی دشت (ایوانکی) از نوع خوب تا قابل قبول در نواحی مرکزی از نوع قابل قبول تا نامناسب و آب‌های متوسط و در نواحی غربی و جنوب غربی از نوع نامناسب تا بد است.

### سپاسگزاری

بدین وسیله نگارنده از شرکت آب و فاضلاب روستایی استان تهران به دلیل همکاری در آمار چاه‌های روستایی و همچنین از همکاران شرکت آب منطقه‌ای استان سمنان برای در اختیار قرار دادن داده‌های آمار آب‌های زیرزمینی منطقه سپاسگزار است.

### منابع

[۱]. آقائباتی، سید علی (۱۳۸۳) *دیبچه‌ای بر زمین‌شناسی ایران*. انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، چ اول.

دیاپیریسم و تأثیر آن بر آلودگی رودخانه شور دهرم، پژوهش‌های جغرافیایی، سال چهارم، ش ۵۶، صص ۳۳-۴۵.

[۱۱]. ملکی، سارا، (۱۳۹۴). «بررسی نقش ساختارها و ویژگی‌های سنگ‌شناسی در تغییرات کمی و کیفی منابع آب گرمسار». رساله کارشناسی ارشد زمین‌شناسی محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ۱۲۶ صفحه.

[۱۲]. میرآخورلو، گوهر، (۱۳۸۸). «گزارش پیشنهاد تمديد ممنوعیت دشت ایوانکی»، شرکت آب منطقه‌ای سمنان، اداره مطالعات پایه منابع آب، ش ۴۷۰۸، ۸۹ ص.

[۱۳]. وحدتی هوشمند، بهرام؛ ذبیحی، محمدرضا، (۱۳۸۰). «نقشه زمین‌شناسی چهارگوش گرمسار، مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰». سری اول، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

[14]. Bing, H., Ping H., Zhang, Y.,(2015)".Cyclic freeze-thaw as a mechanism for water and salt migration in soil", Environ Earth Sci jour, 74:675-681, DOI 10.1007/s12665-015-4072-9.

[15]. Ebadati, N.,Behzad, N.,(2008)".Investigating the Pollution of Ground waters in Rey-Varamin (Iran)", IAHR International Groundwater Symposium: Flow and Transport in Heterogeneous Subsurface Formations: Theory, Modeling & Applications, proceeding, Istanbul, Turkey June 18-20, 2008,p.96.

[16]. Jaiswal, R.K., Mukherjee, S., Krishnamurthy, J., Saxena, R. (2003)".Role of remote sensing and GIS techniques for generation of groundwater prospect zones towards rural development-an approach". International Journal of Remote Sensing, 24:993-1008.

[17]. Kanakoudis V., Tsitsifli, S. Samaras P., Zouboulis A.(2015)".Erratum to: Water Pipe Networks Performance Assessment: Benchmarking Eight Cases Across the EU Mediterranean Basin",Water Qual Expo Health (2015) 7:109-DOI 10.1007/s12403-014-0124-8.

[18]. Keshtkara, A.R. Salajeghehb, A. Sadoddinc A., Alland, M.G.,(2013)".Application of Bayesian networks for sustainability assessment in catchment modeling and management (Case study: The Hablehrood river catchment)", Elsevier pub, Ecological Modeling, Vol. 268, pp.48-54.

[۲]. امینی، بهرام (۱۳۷۳) شرح گزارش نقشه زمین‌شناسی چهارگوش تهران مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ سری اول. چ سازمان زمین‌شناسی کشور.

[۳]. چراغی، قاسم؛ کلانتری، نادر؛ الهه، آرام (۱۳۹۰) استفاده از مطالعات هیدروژئوشیمیایی برای تعیین درجه شوری منابع آب زیرزمینی باغچه مجموعه مقالات سی‌امین همایش علوم زمین، ج ۱ ص ۶۵ تا ۷۴.

[۴]. حیدری‌زاده، مجتبی؛ محمدزاده، حسین، (۱۳۹۱) بررسی ارتباط ژئوشیمیایی بین لیتولوژی حوضه آبریز کارستی سد کارده و آب رودخانه کارده (شمال شهر مشهد) مجموعه مقالات پانزدهمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، صص ۸-۱۲.

[۵]. صدیقت، محمود (۱۳۸۵) زمین و منابع آب (آب‌های زیرزمینی)، انتشارات دانشگاه پیام نور.

[۶]. عبادتی، ناصر (۱۳۹۰) «بررسی نشست زمین ناشی از کاهش سطح آب زیرزمینی در دشت ایوانکی گرمسار»، فصلنامه زمین‌شناسی محیط زیست، سال چهارم، ش ۱۱، صص ۸۷ تا ۹۹.

[۷]. قاسمی، علی؛ لشکری‌پور، غلامرضا؛ بنیاسدی، علی؛ حسنی، محمد؛ نعمت‌الهی، محمد، (۱۳۹۲). ارزیابی تأثیر سازندهای زمین‌شناسی بر کیفیت منابع آب حوضه آبریز شورلق سرخس در استان خراسان رضوی، مجموعه مقالات هشتمین همایش انجمن زمین‌شناسی مهندسی و محیط زیست ایران، صص ۱۴۰۶-۱۴۰۸.

[۸]. کریمی، حسین و اصغری، پرویز، (۱۳۹۰) ارزیابی سازندهای زمین‌شناسی به‌منظور تعیین کیفیت آب زیرزمینی دشت ایلام، پانزدهمین همایش علوم زمین، مجموعه مقالات انجمن زمین‌شناسی و دانشگاه تربیت معلم، تهران، ج ۱، صص ۵۶ تا ۶۷.

[۹]. لشکری، محسن؛ لشکری‌پور، غلامرضا، (۱۳۹۰) بررسی کیفیت آب زیرزمینی دشت ایرانشهر و تأثیر سازندهای زمین‌شناسی بر کیفیت آب، مجموعه مقالات سی‌امین گردهمایی علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، صص ۱ تا ۷.

[۱۰]. معیری، مهدی؛ احمدی‌نژاد، یونس، (۱۳۸۵) پدیده

- [19]. Masoudi, M.; Patwardhan, A. M. Gore, S. D., (2006). "A new methodology for producing of risk maps of soil salinity, Case study: Payab Basin, Iran", *Jour.. Appl. Sci. Environ. Mgt.* Vol.10, (3) 9–13.
- [20]. Murad A., Mahgoub F., Hussein S. (2012). "Hydrogeochemical Variations of Groundwater of the Northern Jabal Hafit in Eastern Part of Abu Dhabi Emirate, United Arab Emirates (UAE)". *International Journal of Geosciences*, 2012, 3, 410-429 doi:10.4236/ijg.2012.32046.
- [21]. Nielsen, D. M. (2006). "Practical handbook of environmental site characterization and groundwater monitoring", second edition, Taylor & Francis published, printed in the united states of American. ISBN:1.56670-589-4, 1317p.
- [22]. Omar A. Khashman, A. (2008) "Assessment of the spring water quality in The Shoubak area Jordan", *journal of The environmentalist*, Vol. 28(3), pp 203-215.
- [23]. Rathore, V.S., Nathawata, M.S., Champati, R.P.K. (2008), "Influence of neotectonic activity on groundwater salinity and playa development in the Mendha river catchment, western India", *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 29, No. 13, 10 July 2008, 3975–3986.
- [24]. Sarani, N. Soltani, J. Sarani, S. and Moasheri, A., (2012). "Comparison of artificial neural network and multivariate linear regression model to predict sodium adsorption ratio (Case Study: Sistan River, Iran)", *International Conference on Chemical, Ecology and Environmental Sciences (ICEES'2012)* march 17-18, Bangkok, proceeding, Vol.1 pp.130-134.
- [25]. World health organization: WHO (1993). "Study protocol for the world health organization project to develop a quality of life assessment instrument (WHOQOL)", Division of mental health, Switzerland, special report, *journal. Quality of life research*, Vol.2, pp.153-159.
- [26]. World health organization: WHO, (2004). "Guidelines for drink water", W.H.O, wuliy, Vol. 102 and 3, WHO, GENEVA.