

## بررسی کیفیت شیمیایی منابع آب منطقه معدن مرمریت نیزه آب (درج)

شرفی کاظم<sup>۱</sup>، مظاهری سیداحمد<sup>۲</sup>، عابدی علیرضا<sup>۳</sup>، زهانی قاینی مهسا<sup>\*</sup>  
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد زمین شناسی زیست محیطی، دانشگاه فردوسی مشهد  
۲- عضو هیات علمی گروه زمین شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه فردوسی مشهد  
۳- دانشجوی دکتری زمین شناسی اقتصادی، دانشگاه فردوسی مشهد

Mahsa.zohani@gmail.com

### چکیده

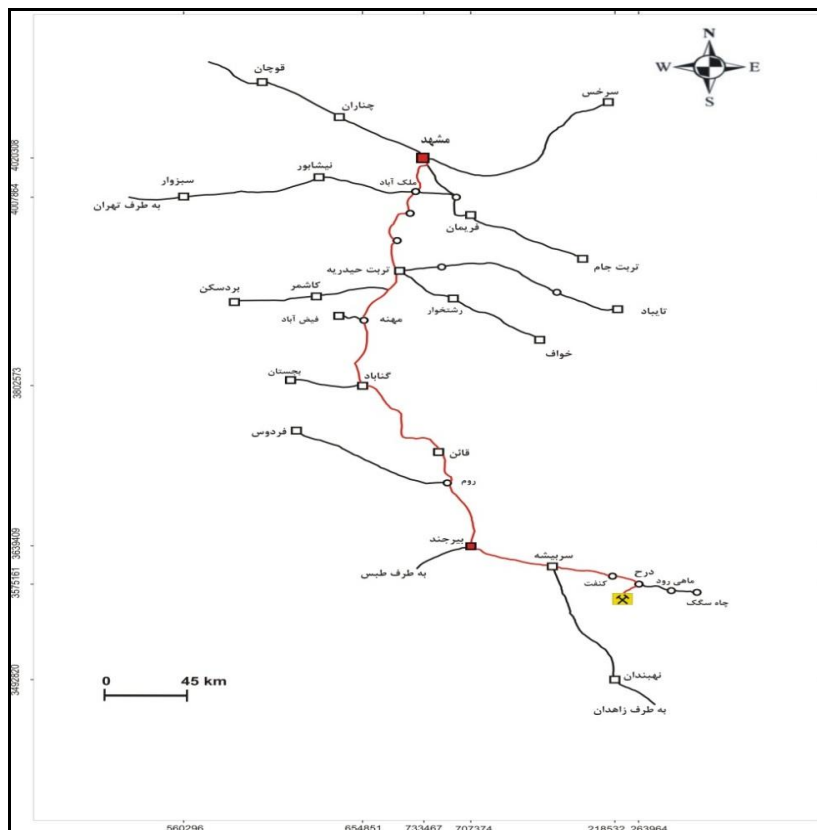
مطالعه حاضر جهت بررسی کیفی و طبقه بندی شیمیایی منابع آب محدوده معدن مرمریت نیزه آب انجام گرفته است. بدین منظور تعداد ۸ نمونه آب از منابع آب منطقه برداشت و برای پارامترهای هیدروژنوشیمیایی، شامل کاتیون ها و آنیون های اصلی، اسیدیته (pH)، هدایت الکتریکی (EC)، ذرات معلق (TDS) و دما مورد آنالیز قرار گرفت. با استفاده از نرم افزار AQ - QA نمودار های مرتبط رسم گردید. کیفیت آب از نظر شرب نا مناسب تا غیر قابل استفاده تشخیص داده شد، و بر اساس شاخص کیفی آب شدیداً آلوده می باشند. از نظر کشاورزی نیز آب ها در محدوده ی خیلی شور و نامناسب برای کشاورزی بودند. بر اساس نمودار پایپر تیپ آب های منطقه از نوع بیکربناته - سدیک و سولفات - سدیک می باشند.

**کلمات کلیدی:** شاخص کیفی، نمودار پایپر، کیفیت شیمیایی، درج

### ۱- مقدمه

کیفیت آب از جمله مسائلی است که با سلامتی، بهداشت فردی و عمومی جامعه نسبت مستقیم دارد. اهمیت کنترل آبهای سطحی و زیرزمینی بر هیچ کس پوشیده نیست، لزوم پایش آب و تأمین شرایط بهداشتی و استاندارد برای آشامیدن موجب شده است که کنترل کیفیت آب از اهمیت بالایی برخوردار باشد (پناهی ت. و همکاران، ۱۳۸۷). کشور ایران در منطقه خشک و نیمه خشک جهان واقع شده است و کمبود منابع آب با کیفیت مناسب یکی از موانع توسعه اقتصادی و کشاورزی در کشور ما می باشد، که شناخت کیفیت و کمیت آب را ضروری می نماید. ارزیابی کیفیت منابع آب یکی از مباحث بسیار مهم در طرح های توسعه منابع آب کشور می باشد، در حالی که همگام با توسعه ی منابع آب فعالیت گسترده ای برای تغییرات کیفی آب با توجه به روند تخریبی و روبه رشدشان امری اجتناب ناپذیر است (حیدری م. و نوری ح، ۱۳۸۸).

معدن مرمریت نیزه آب در گستره ای بین طولهای جغرافیایی  $33^{\circ} 12' 43''$  تا  $60^{\circ} 13' 45''$  شرقی و عرضهای جغرافیایی  $33^{\circ} 10' 43''$  تا  $32^{\circ} 10' 43''$  شمالی واقع شده است. برای رسیدن به این منطقه بایستی ابتدا مسیر آسفالته بیرجند به سریشه (۶۰ کیلومتر) و سپس سریشه به روستای درج (۷۰ کیلومتر) طی و سپس در مسیر خاکی جاده عشایری و جاده خاکی اختصاصی معدن (۳۰ کیلومتر) طی طریق نمائیم (شکل ۱).



شکل ۱-۱) راه های دسترسی به منطقه

منطقه ی مورد مطالعه تقریباً در مرکز نقشه ی ۱:۱۰۰۰۰۰ پرنگ قرار دارد. این منطقه در زون ساختاری نهبندان - خاش یا حوضه ی فلیشی شرق ایران قرار دارد. که از دیدگاه های مختلف زمین شناسی بویژه تکتونیک ، یکی از پر تکاپو ترین پهنه های ساختاری ایران است. وجود زون های فلیشی و افیولیتی که خاستگاه های تکتونیک فعال مانند راندگی ها و روراندگی ها، کافتی شدن و نهشتگی های همزمان با کوهزایی ها که با تشکیل توریدایت ها و رسوبات فلیشی همراه است، از ویژگی های این زون محسوب می شود (نبوی م ح.، ۱۳۵۵). منطقه ی مورد نظر در قسمت شرقی یال ناودیس موسم به باران قرار دارد و در شرق منطقه آمیزه های رنگی مشاهده می شود. بررسی بخش های مختلف این ذخیره معدنی بیانگر وجود رگه های قرمز و زرد رنگی است که رآلگار و اورپیمنت می باشند. در این میان با توجه به آنکه یکی از شکل های تشکیل این کانی در محیط های آب گرم دمای پایین می باشد ، شرایط منطقه موجود منطبق با شکل گیری کانی فوق محسوب می گردد. لیتولوژی غالب منطقه در قسمت غربی عمدتاً از کنگلومرا، ماسه سنگ، مارن، سیلتستون، گچ و سنگ آهک های نومولیت دار با سن پالئوژن است. توده ی معدنی مورد نظر نیز در قسمت شرقی با توده های مارنی کنتاکت دارد که مرز بین آنها را گسل تشکیل می دهد. در قسمت شرقی منطقه سنگ های فوق مافیک عمدتاً هارزبورژیت و لرزولیت دیده می شود. در بعضی از نقاط هم توده های آندزیت و آندزیت بازالت رخنمون دارند. فعالیت های ماگمایی قسمت شرقی منطقه باعث ایجاد دگرگونی در ذخیره ی معدنی شده است. وبعد از گسلش سیالات حاصل از این فعالیت ها رگه های زرنیخ را تشکیل داده است.

## ۲- مواد و روش ها

نمونه برداری از آب های سطحی و زیرزمینی شامل رودخانه، چشمه و چاه در منطقه ی مورد مطالعه در آذرماه ۱۳۹۰ انجام شد. نمونه های آب در محل نمونه برداری فیلتر (۰/۴۵ میکرومتر) شده و در بطری های ۵۰۰ میلی لیتری (از هر محل دو بطری) جمع آوری شد. سپس با استفاده از اسید نیتریک خالص pH نمونه های آب مرتبط با کاتیون های اصلی (Ca, Mg, Na, K) به کمتر از ۲ رسانده شد و تا زمان انجام آنالیز در دمای کمتر از ۴ درجه ی سانتیگراد نگهداری شد. پارامتر های هدایت الکتریکی (EC)، اسیدیتته (pH) و درجه حرارت (T) در محل اندازه گیری شد. اندازه گیری آنیون ها و کاتیون ها در محل آزمایشگاه ژئوشیمی دانشکده ی علوم دانشگاه فردوسی انجام شد.

## ۳- بحث و نتایج

نتایج حاصل از تجزیه کاتیون ها و آنیون ها به همراه پارامتر های اندازه گیری شده در عملیات صحرایی در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- نتایج آنالیز مربوط به منابع آبی منطقه ی معدن مرمریت نیزه آب آذر ماه ۱۳۹۰ (TDS و سایر آنیون ها و کاتیون - ها بر حسب میلی گرم بر لیتر و EC بر حسب میکرو زیمنس بر سانتی متر و دما (T) بر حسب درجه سانتی گراد)

سرد نمونه	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	pH	EC	T	TDS
NW1	۱۶۱/۳	۱۶۵/۴	۲۴۰۰	۱۶/۲	۰	۶۸۹/۳	۲۳۰۰	۲۱۰۰	۷/۳	۱۱۱۰۰	۱۵	۷۸۳۲
NW2	۱۰۳/۷	۱۴۹/۱	۱۰۶۷/۵	۹/۶	۰	۴۵۱/۴	۱۵۰۰	۱۱۰۰	۸/۲	۶۳۰۰	۹/۲	۴۳۸۱/۳
NW3	۱۹۹/۷	۲۴۲/۳	۱۹۶۰	۱۳/۳	۰	۳۳۵/۵	۳۴۰۰	۱۳۰۰	۷/۷	۶۵۵۰	۱۲/۱	۷۴۵۰/۸
NW4	۱۴۲/۱	۱۰۷/۲	۶۷۰/۱	۷/۸	۶	۲۰۱/۳	۱۲۰۰	۳۴۴	۸/۵	۲۶۰۰	۱۸/۹	۲۳۲۸/۸
NW5	۱۷۶/۸	۱۱۱/۸	۷۵۶	۱۰/۶	۰	۳۴۱/۶	۱۷۰۰	۵۶۶/۶	۸/۲	۳۷۷۰	۸/۱	۳۰۹۷/۴
NW6	۷/۷	۱۱۱/۸	۶۵۵۰/۱	۵۰۶	۸۴۰	۹۰۲۰	۲۱۰۰	۵۸۰۰	۸/۱	۱۰۰۰	۳	۲۴۰۹۶
NW7	۴۹/۹	۶۷/۶	۳۰۴۰/۲	۳۵۳/۵	۰	۹۶۰۰	۴۰۰	۳۴۰۰	۶/۴	۱۰۰۰	۱۷/۲	۱۶۹۱۱
NW8	۳۴۵/۶	۸۳/۹	۲۰۲۰/۵	۵۴/۶	۴۵	۰	۴۶۰۰	۱۵۰۰	۸/۸	۹۵۰	۲/۲	۸۶۰۴۶

## ۳-۱- تعیین شاخص کیفی آب (WQI)

شاخص AWQI ابزاری مفید برای به دست آوردن که برای محاسبه ی آن از مقادیر کاتیون ها (Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>) و آنیون های اصلی (Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) و پارامتر هایی مانند مقدار کل مواد جامد (TDS) و اسیدیتته (pH) استفاده می شود (Ketata R. at al., 2008). روش محاسبه مقدار متوسط وزن دار شاخص کیفی آب به صورت زیر می باشد (Jerome C. and Piuse A., 2010)

$$AWQI = \frac{\sum (q_i W_i)}{\sum (W_i)} \quad (1)$$

$$q_i = 100 * (V_i / S_i) \quad (2)$$

$$q_i \text{ pH} = 100[(V_{\text{pH}} - 7) / (8.5 - 7)], \quad W_i = K / S_i \quad (3)$$

q<sub>i</sub>: نرخ کیفی آ<sub>i</sub> امین پارامتر و مقدار (N, ..., 3, 2, 1) = i

W<sub>i</sub>: وزن واحدی که برای آ<sub>i</sub> امین پارامتر در نظر گرفته می شود (جدول ۲)

V<sub>i</sub>: مقدار اندازه گیری شده ی پارامتر آ<sub>i</sub>

S<sub>i</sub>: مقادیر استاندارد مجاز برای پارامتر (جدول ۲)  
K: ثابت تناسب و برابر با یک در نظر گرفته می شود.

### جدول ۲- مقادیر استاندارد و وزن واحد در نظر گرفته شده برای پارامترهای مورد استفاده در تعیین AWQI

\*براساس WHO \*\*\* براساس استاندارد ۱۰۵۳ ملی ایران

پارامترها	مقدار استاندارد	وزن واحد
pH*	۶-۸/۵	۰/۰۰۵
TDS*	۶۰۰ (mg/l)	۰/۰۰۱۷
Ca <sup>2+</sup> *	۷۵ (mg/l)	۰/۰۱۳۳
Mg <sup>2+</sup> **	۳۰ (mg/l)	۰/۰۳۳
Na <sup>+</sup> *	۲۰۰ (mg/l)	۰/۰۰۵
K <sup>+</sup> *	۱۲ (mg/l)	۰/۰۸۳
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> *	۱۲۰ (mg/l)	۰/۰۰۸۳
Cl <sup>-</sup> *	۲۵۰ (mg/l)	۰/۰۰۴
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> *	۲۵۰ (mg/l)	۰/۰۰۴

اگر مقدار AWQI بدست آمده برابر با صفر باشند نشان دهنده ی عدم وجود آلاینده و اگر برابر با ۱۰۰ باشد به این معنی است که تمام آلاینده ها به حد مجاز رسیده اند، و مقادیر بالاتر از ۱۰۰ آلودگی می باشند. با توجه به نتایج موجود در جدول ۳ مقادیر شاخص کیفی آب همه ی نمونه ها بالاتر از ۱۰۰ است که بیانگر آلودگی شدید بوده و از نظر آشامیدن مناسب نمی باشد.

### جدول ۳- مقادیر AWQI محاسبه شده برای منابع آب

S.DI	NW1	NW2	NW3	NW4	NW5	NW6	NW7	NW8
WQI	۲۹۰/۲۹	۱۸۴/۴۱	۲۸۹/۷۷	۱۴۳/۶۹	۱۸۳/۲۶	۲۸۸۳/۱	۲۱۲۶/۹	۴۷۰/۰۹

### ۳-۲- بررسی کیفیت آب محدوده مطالعاتی از نظر کشاورزی

مقدار سدیم و املاح موجود در آب مهمترین معیارهای کیفی در طبقه بندی آب از نظر کشاورزی می باشند. به عنوان مثال، سدیم موجود در آب های شور و یون کلسیم موجود در خاک جایگزین یکدیگر شده که در نتیجه نفوذ پذیری خاک کاهش یافته، که در نهایت رشد گیاه نیز کاهش خواهد یافت (مقیمی ه، ۱۳۸۵). با توجه به میزان سدیم، کلسیم و منیزیم و با استفاده از رابطه ی ۴ میزان جذب سدیم محاسبه می گردد.

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}} \quad (4)$$

با توجه به میزان سدیم، آبهای کشاورزی در چهار گروه S1 تا S4 طبقه بندی می گردند (جدول ۴). در کلاس S1 میزان سدیم کم بوده و تقریباً برای آبیاری کلیه گیاهان از نظر میزان درصد جذب سدیم مناسب ترین می باشد. در کلاس S4 میزان سدیم بسیار زیاد بوده و در شرایط ویژه ای می توان آن را برای مصارف کشاورزی استفاده نمود. کیفیت منابع آب براساس هدایت

الکتریکی نیز در کلاس C1 تا C4 طبقه بندی می شوند (جدول ۵). در جدول ۶ نتایج بررسی منابع آب برای کشاورزی بیان شده است.

جدول ۴- طبقه بندی آب جهت کشاورزی براساس نسبت جذب سدیم و یا خطر قلیایی شدن (Ackah M. et al., 2011)

SAR	کلاس	کیفیت آب
۱۰ <	S <sub>۱</sub>	عالی
۱۰-۱۸	S <sub>۲</sub>	خوب
۱۸-۲۶	S <sub>۳</sub>	نسبتاً خوب
>۲۶	S <sub>۴</sub>	ضعیف

جدول ۵ - طبقه بندی آب جهت کشاورزی براساس هدایت الکتریکی (Ackah M. et al., 2011)

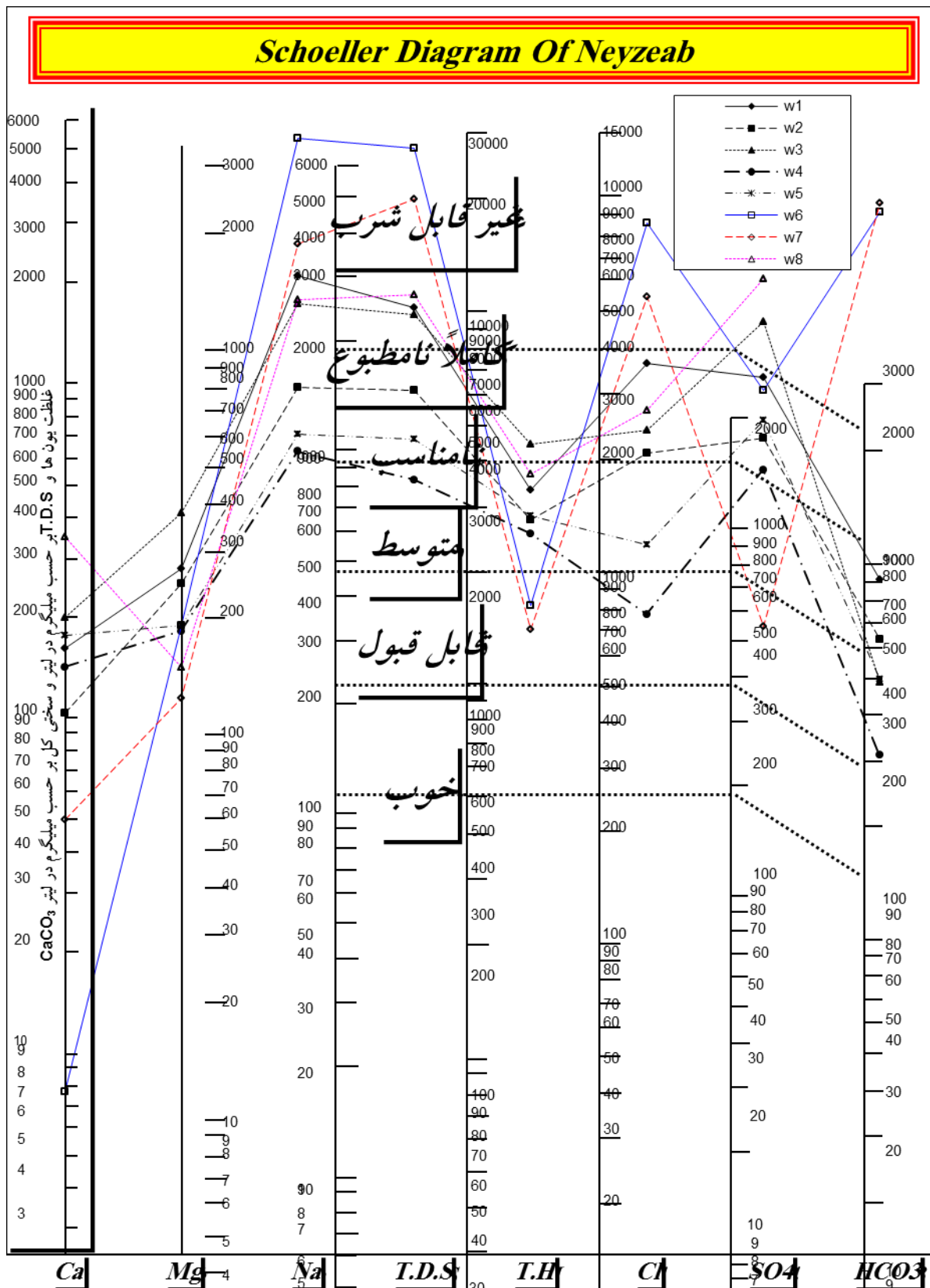
EC(μs/cm)	کلاس	کیفیت از نظر خطر برای آب
۱۰۰-۲۵۰	C <sub>۱</sub>	کم
۲۵۰-۷۵۰	C <sub>۲</sub>	متوسط
۷۵۰-۲۲۵۰	C <sub>۳</sub>	زیاد
>۲۲۵۰	C <sub>۴</sub>	خیلی زیاد

جدول ۶- مقادیر SAR به همراه هدایت الکتریکی و کیفیت آب برای کشاورزی در محدوده مطالعاتی

کد نمونه	SAR	EC	کلاس آب	کیفیت برای کشاورزی
NW1	۳۱/۷۲	11100	C4-S4	خیلی شور - برای کشاورزی نامناسب
NW2	۱۵/۷۲	6300	C4-S4	خیلی شور - برای کشاورزی نامناسب
NW3	۲۲/۰۵	6550	C4-S4	خیلی شور - برای کشاورزی نامناسب
NW4	۱۰/۳۳	2600	C4-S3	خیلی شور - برای کشاورزی نامناسب
NW5	۱۰/۹۵	3770	C4-S3	خیلی شور - برای کشاورزی نامناسب
NW6	۱۳۰/۱۴	1000	C3-S4	خیلی شور - برای کشاورزی نامناسب
NW7	۶۵/۸۸	1000	C3-S4	خیلی شور - برای کشاورزی نامناسب
NW8	۲۵/۲۹	9500	C4-S4	خیلی شور - برای کشاورزی نامناسب

### ۳-۳- نمودار شولر:

نمودار شولر نموداری لگاریتمی است که نتایج شیمیایی آب ها را به صورت خطوط شکسته نشان داده و برای بررسی کیفیت آب از لحاظ مصارف آشامیدنی به کار می رود (صداقت م، ۱۳۸۶). این نمودار عناصر سمی و آلودگی های باکتریایی را نشان نمی دهد. بر اساس نمودار شولر شکل ۲ منابع آب منطقه در محدوده ی نامناسب تا غیر قابل شرب قرار می گیرند.



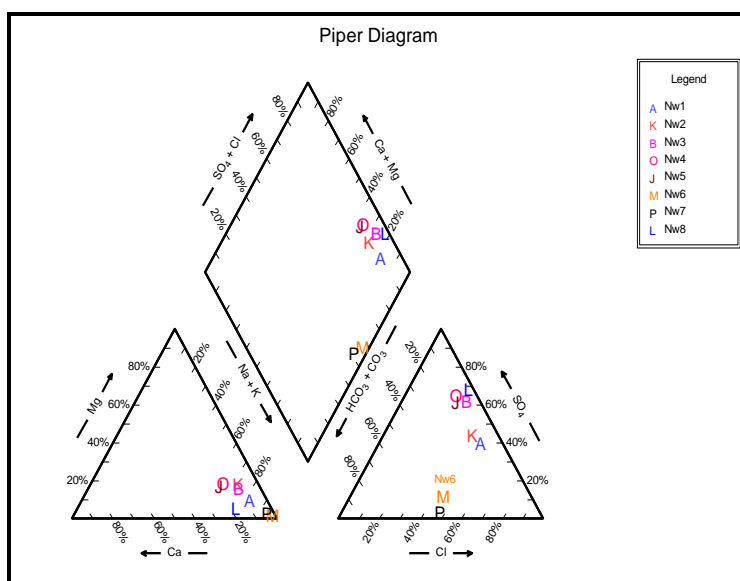
شکل ۲- نمودار شولر منابع آب محدوده مورد مطالعه

### ۳-۴- بررسی تیپ آب

نمودار پایپر عمدتاً جهت تعیین نوع آب، رخساره های هیدروژشیمیایی و مسیر های تکامل ژئوشیمیایی در آبخوان ارائه می گردند (Fetter C W., 1990). این دیاگرام مشخصات شیمیایی آب را بر حسب غلظت نسبی اجزا آن و نه بر حسب غلظت مطلق آن ها نشان می دهد (صداقت م، ۱۳۸۶). در شکل ۳ نمودار پایپر منابع آب نشان داده شده است. بجز نمونه های NW6 و NW7 که تیپ آب آن ها بیکربناته - سدیک می باشند، دیگر منابع آب در تیپ سولفات - سدیک جای دارند. آنیون های غالب در نمونه های آب کلر و سولفات بوده و کاتیون غالب سدیم است. فراوانی کاتیون ها و آنیون های غالب در منابع آب منطقه در جدول ۶ آمده است.

جدول ۶- تیپ هیدروژشیمیایی منابع آب محدوده ی مورد مطالعه

نوع آب	غلظت کاتیون ها	غلظت آنیون ها	کد نمونه
Na - Cl - SO <sub>4</sub>	Na+ K>Mg> Ca	SO <sub>4</sub> > Cl>HCO <sub>3</sub>	NW1
Na - SO <sub>4</sub> - Cl	Na+ K>Mg> Ca	SO <sub>4</sub> > Cl>HCO <sub>3</sub>	NW2
Na - SO <sub>4</sub>	Na+ K>Mg> Ca	SO <sub>4</sub> > Cl>HCO <sub>3</sub>	NW3
Na - Ca-Mg - SO <sub>4</sub>	Na+ K>Ca> Mg	SO <sub>4</sub> > Cl>HCO <sub>3</sub>	NW4
Na - Ca-Mg - SO <sub>4</sub>	Na+ K>Ca> Mg	SO <sub>4</sub> > Cl>HCO <sub>3</sub>	NW5
Na - Cl - HCO <sub>3</sub>	Na+ K>Mg> Ca	HCO <sub>3</sub> >Cl> SO <sub>4</sub>	NW6
Na - Cl - HCO <sub>3</sub>	Na+ K>Mg> Ca	HCO <sub>3</sub> >Cl> SO <sub>4</sub>	NW7
Na - SO <sub>4</sub>	Na+ K>Ca> Mg	SO <sub>4</sub> > Cl>HCO <sub>3</sub>	NW8



شکل ۳- نمودار پایپر منابع آبی محدوده ی معدن مرمریت نیزه آب

### ۴- نتیجه گیری

همانطور که مشاهده شد در این بررسی منابع آبی منطقه از نظر شرب با توجه به مقادیر متوسط وزن دار شاخص کیفی آب همه ی منابع دارای آلودگی شدید بوده و بر طبق نمودار شولر در محدوده ی نامناسب تا غیر قابل شرب قرار می گیرند. از لحاظ

مصارف کشاورزی منابع آب منطقه در رده ی خیلی شور و نامناسب برای کشاورزی قرار می گیرند. بر طبق نمودار پایپر تیپ منابع آبی منطقه از نوع بیکربناته - سدیک و سولفات - سدیک می باشند.

## منابع

- پناهی ت.، ساعتلوغ.، پرویشی م.، و رضایی ع. (۱۳۸۷). "پایش کیفی پارامتر های فیزیکی و شیمیایی چاه های آب قابل شرب شهرستان خوی در سال ۸۶".  
حیدری م.، و نوری ح. (۱۳۸۸). "بررسی کیفیت شیمیایی آبهای سطحی دشت توسیر کان"، سومین همایش و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیط زیست.  
نبوی م ح. (۱۳۵۵). "دیباجه ای بر زمین شناسی ایران"، انتشارات سازمان زمین شناسی کشور، ۱۰۹ ص.  
صداقت م. (۱۳۸۶). "زمین و منابع آب (آب های زیرزمینی)"، انتشارات دانشگاه پیام نور، چاپ ششم.  
مقیمي ه. (۱۳۸۵). "هیدروژئوشیمی"، انتشارات دانشگاه پیام نور، ۲۱۳ ص.  
ناصح، س. (۱۳۸۹). "مکانیابی محل منابع قرضه ریزدانه مناسب برای بازسازی دیوار شهر تاریخی توس"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد.

- Ackah, M. Agyemang, O. Anim, A. K. Osie, J. Bentil, N. O. Kpattah, L. Gyamfi, E. T. and Honson, J. E. K. (2011). "Assessment of groundwater quality for drinking and irrigation: the case study of teiman- oyarifa community. Ga East Municipality", Ghana, Proceedings of the international academy of ecology and environmental sciences, 1(3-4), pp. 186-194.
- Fetter, C. W. (1990). "Applied hydrogeology", 3rd ed, Mac millan publishing company. U. S. A .
- Jerome, C. and Pius, A. (2010). "Evaluation of Water quality index and its impact on the quality of life in an industrial area in Bangallore, South India", American Journal of Scientific and industrial research, 1(3), pp. 595-603.
- Ketata, R. Okbani, M. Gueddari, M. and Bouhlila, R. (2011). " Use of geographical information system and water Quality Index to Assess Groundwater Quality in EL Khir at Deep Aquifer(Enfidha, Tunisian Sahel)", Iranica Journal of Energy & Environment, 2(2):133-144.