

# بررسی ویژگی‌های کیفی و هیدروشیمیایی آب رودخانه چهل چای، حوضه رودخانه گرگانرود، استان گلستان

نقی شاملو

Email: [naghi.shamlu@yahoo.com](mailto:naghi.shamlu@yahoo.com)

افشین قشلاقی، عبدالرضا کابلی

Email: [qishlaqi@shahroodut.ac.ir](mailto:qishlaqi@shahroodut.ac.ir), [kaboli1355@yahoo.com](mailto:kaboli1355@yahoo.com)

## چکیده

رودخانه چهل چای از رودخانه های جاری در حوضه گرگانرود است. در این مطالعه برای ارزیابی کیفی آب رودخانه چهل چای ۱۶ نمونه آب از شاخه های اصلی و شاخه های فرعی آن از جمله نرماب برداشت شد. پس از اندازه گیری غلظت آنیون ها و کاتیون های اصلی با روش های استاندارد، وضعیت کیفی و قابلیت آن برای مصارف شرب و کشاورزی مورد بررسی قرار گرفت. بررسی هیدروشیمی نمونه های آب منطقه مورد مطالعه نشان دهنده ی تاثیر منابع عمدتاً طبیعی بر میزان این پارامترها است به طوری که غلظت بیشتر آنیونها و کاتیونها اصلی و همچنین شاخصهای کیفی آب (pH و TDS) در طول رودخانه رود مشخصی را نشان نمی دهند. ترسیم نمودار پایپرنشان می دهد که تیپ غالب نمونه های آب این رودخانه بی کربناته کلسیک است که اثر فرایند انحلال سنگ را بر شیمی رودخانه نشان می دهد. مطالعه نمونه های آب رودخانه چهل چای بر اساس سختی و درصد سدیم نشان می دهد که اکثر نمونه های آب مورد مطالعه در رده بسیار سخت (۳۰۰-۱۵۰) و از نظر درصد سدیم (۴۰-۲۰) بطور کلی در رده قابل قبول قرار میگیرند. براساس نمودار ویلکاکس و شولر نیز تقریباً همه نمونه های آب مورد مطالعه در رده ی مناسب برای کشاورزی و شرب قرار میگیرند.

## کلمات کلیدی

رودخانه چهل چای، هیدروشیمی، مصارف شرب و کشاورزی

# **Investigation on the Hydrochemical quality characteristics of the Chehel-Chay river, The river basin Gorgan-Rood Golestan Province**

**Naghi shamloo**

*Email: Naghi.shamloo@yahoo.com*

**Afhsin qishlaghi, Abdoreza Kaboli**

*Email: qishlaghi@shahroodut.ac.ir, kaboli1355@yahoo.com*

## **Abstract**

The Chehel- Chay stream is one the main branch of Grogan-Rood river. The main aim of this study is to evaluate the quality and hydrochemistry characteristics of Chehel- Chay stream. To this end, 16 water samples were collected of the main river channel and tributaries (Narmab) and concentrations of major anions and cations along with hydrochemical parameters (EC, TDS, pH) were measured by standard methods. In addition, suitability of water samples in terms of irrigation and drinking purposes were determined by Wilcox and Schoeller diagrams. The obtained results indicate that there is no obvious trend in cation-anion content of water samples along the stream, suggesting the strong effects of natural processes (e.g. rock weathering). Based on piper diagram, all water samples are hydrochemically of bicarbonate-calcic type, confirming the rock dissolution as main controlling process on river water chemistry. In this study, it is also found that most of water samples fall in very hard class (with hardness of 150-300) and acceptable in terms of Na%. According to piper diagram indicates that the predominant type of water samples from the river is a calcic carbonate. According to Wilcox and Schoeller diagrams, respectively, all water samples were found as suitable for irrigation and drinking uses.

## **Key words**

Chehel Chay stream, Hydrochemistry, suitability, irrigation and drinking purposes,

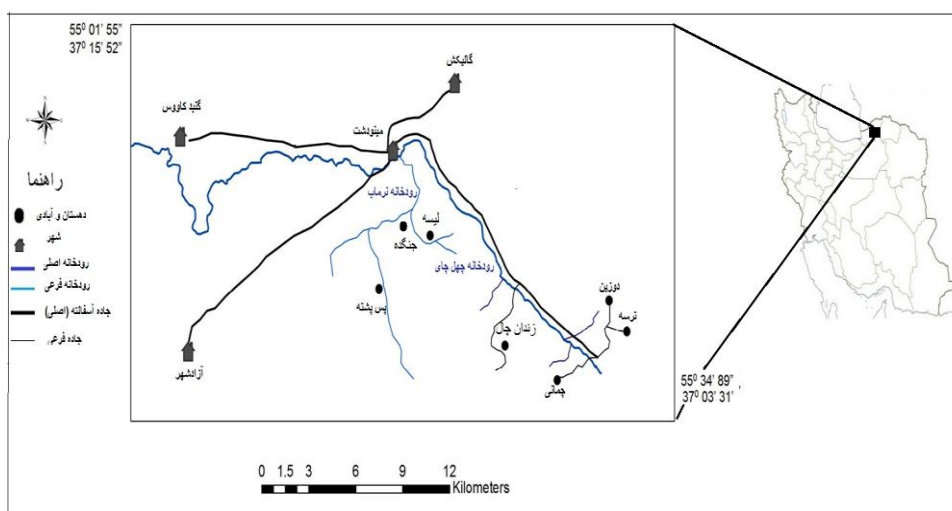
## مقدمه

آبهای سطحی در طول تاریخ، نقش مهمی در توسعه تمدنهای بشری داشته‌اند. حدود یک سوم آب آشامیدنی مورد نیاز جهان از منابع آب های سطحی مانند رودخانه‌ها، کانال‌ها و دریاچه‌ها به دست می‌آید [3]. علاوه بر آب آشامیدنی، بخش زیادی از آب مورد نیاز در بخش های صنعت و کشاورزی نیز بوسیله رودخانه ها و منابع آب سطحی تامین می شود. به دلیل اهمیت رودخانه ها در تامین نیاز های آبی جوامع انسانی، بررسی و پایش ویژگی های کیفی رودخانه ها از نظر هیدروشیمیایی و زیست محیطی بسیار حائز اهمیت است. رودخانه چهل چای از رودخانه های جاری در حوضه گرگانرود است و از آب آن برای تامین آب شرب و کشاورزی این منطقه استفاده می شود. این مطالعه با هدف بررسی ویژگی های هیدروشیمیایی و کیفی این رودخانه انجام گرفته است.

### ۱. مواد و روش ها

#### ۱.۱. منطقه مورد مطالعه

رودخانه چهل چای از رودخانه های جاری در حوضه رودخانه گرگانرود است. زیر حوضه این رودخانه بین دو زیر حوضه قلی تپه و نرماب قرار می گیرد. مختصات جغرافیایی این زیر حوضه بین  $55^{\circ} 25' 53''$  تا  $55^{\circ} 17' 44''$  طول شرقی و  $37^{\circ} 12' 36''$  تا  $37^{\circ} 13' 65''$  عرض شمالی است. رودخانه چهل چای بعد از طی فاصله ی ۴۰ کیلومتر از محل منشأ، به شهرستان مینودشت رسیده و حدود ۲ کیلومتر از مسیر آن از محدوده این شهر عبور می یابد و در نهایت در پایین دست شهر گنبد کاووس وارد رودخانه گرگانرود می شود. شکل ۱ موقعیت رودخانه و راههای دسترسی به آن را نشان می دهد.

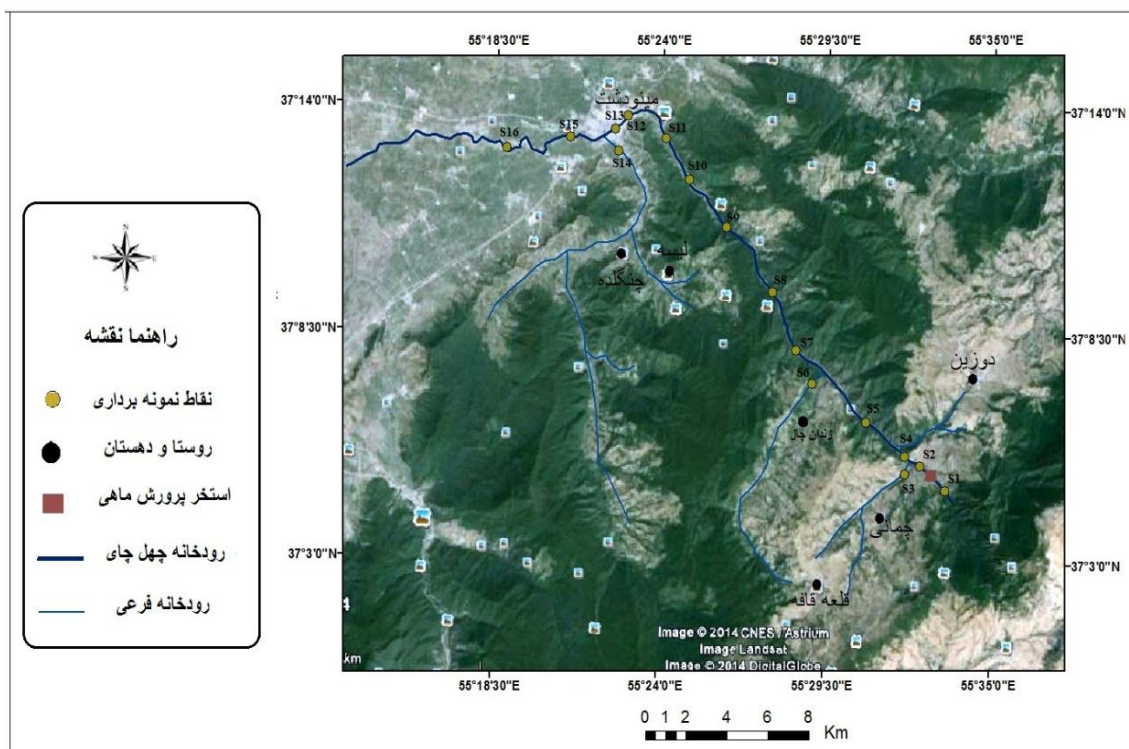


شکل ۱: راههای دسترسی به منطقه مورد مطالعه

#### ۲.۱. روش نمونه برداری و آنالیز نمونه ها

در این تحقیق به منظور بررسی کیفیت رودخانه چهل چای، پس از انجام مطالعات اولیه و بازدید از منطقه، تعداد ۱۶ نمونه آب در طول رودخانه برداشت گردید (شکل ۲). مقادیر pH و EC در محل و هنگام نمونه برداری اندازه گیری شدند. نمونه های آب در بطری های پلاستیکی ۱۵۰۰ میلی لیتری جمع آوری و سپس برای انجام آنالیز یونهای اصلی و TDS به آزمایشگاه شرکت آب منطقه ای واقع در استان گلستان ارسال گردیدند. در این آزمایشگاه غلظت کلسیم،

منیزیم، بی کربنات و کلراید توسط روش تیتراسیون، غلظت سدیم و پتاسیم با روش نورسنجی شعله و غلظت سولفات با استفاده از روش اسپکتروفتومتری اندازه گیری شدند.



شکل ۲: موقعیت منطقه و ایستگاههای نمونه برداری

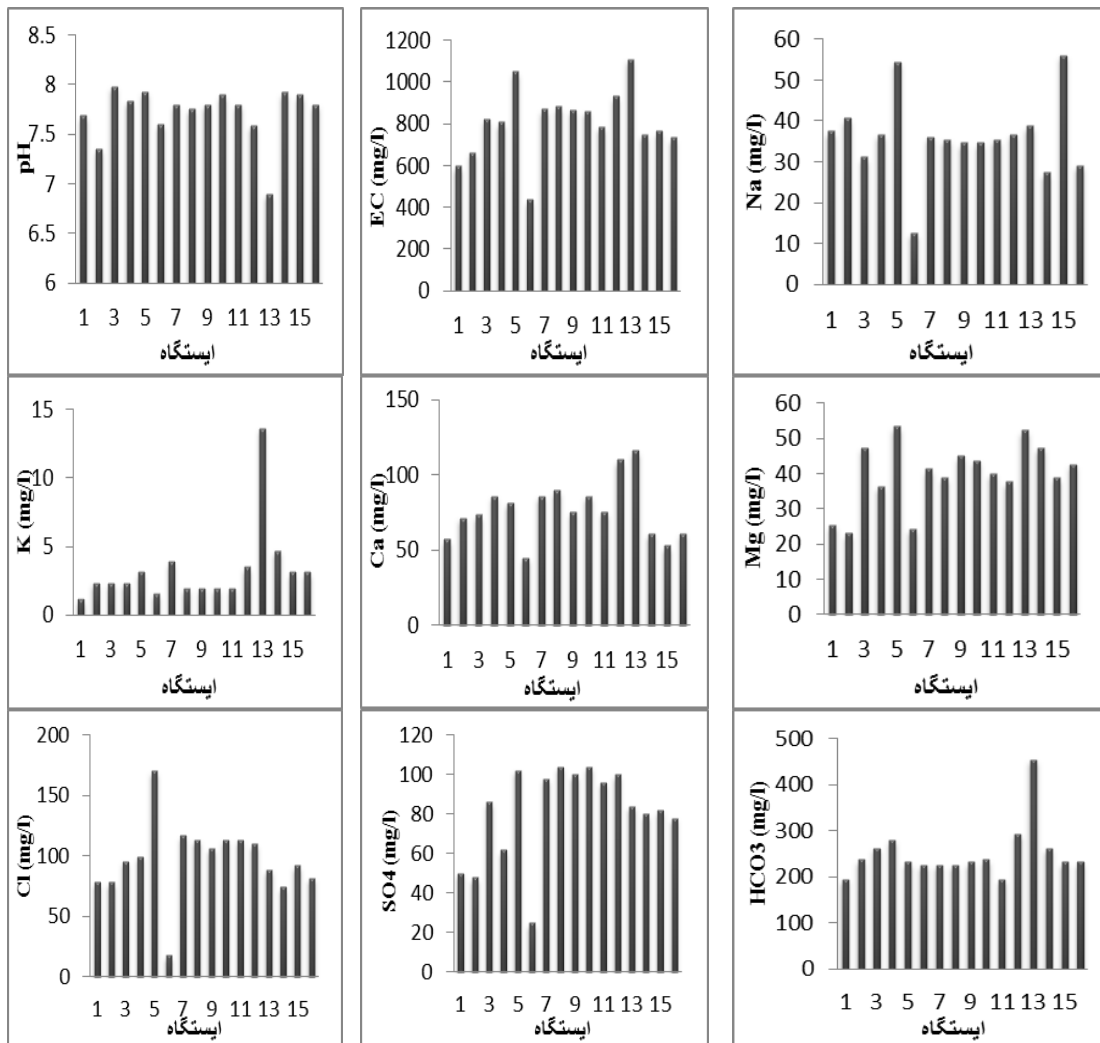
## ۲. نتایج و بحث

در جدول (۱) غلظت آنیون ها و کاتیون های اصلی به همراه برخی از پارامترهای کیفی اندازه گیری شده (شامل pH، TDS و EC) آورده شده است.

جدول ۱: خلاصه آماری غلظت آنیون و کاتیون های اصلی pH رودخانه چهل چای

پارامتر	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	واریانس
EC ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )	۴۳۶	۱۱۱۰	۸۰۸/۵	۱۵۷/۶۱	۲۴۶۹۸/۱۳
TDS (mg/l)	۶/۹	۷/۹۸	۷/۶۹	۹۸/۹۰	۱۰۴۳۳/۷۳
$\text{K}^+$ (mg/l)	۱/۱۷	۱۳/۶۵	۳/۷۴	۲/۸۱	۸/۴۷
$\text{Na}^+$ (mg/l)	۱۲/۶۵	۵۶/۱۲	۳۵/۹۵	۹/۵۹	۹۸/۲۰
$\text{Mg}^{2+}$ (mg/l)	۲۳/۰۸	۵۳/۴۶	۳۹/۶۹	۸/۸۳	۸۳/۳۰
$\text{Ca}^{2+}$ (mg/l)	۴۴/۸۵	۱۱۶/۲۲	۷۷/۱۴	۱۸/۶۹	۳۷۲/۹۹
Cl <sup>-</sup> (mg/l)	۱۷/۷۲	۱۷۰/۱۶	۹۶/۵۰	۳۰/۲۸	۹۷۸/۰۸
$\text{SO}_4^{2-}$ (mg/l)	۲۵	۱۰۴	۷۹/۳۳	۲۲/۸۱	۵۵۵/۰۹
$\text{HCO}_3^-$ (mg/l)	۱۹۵/۲۳	۴۵۷/۵۷	۲۵۹/۹۷	۵۸/۸۹	۳۶۹۹/۸۸
pH	۶/۹	۸/۲۶	۷/۸۴	۰/۳۰	۰/۰۹۷

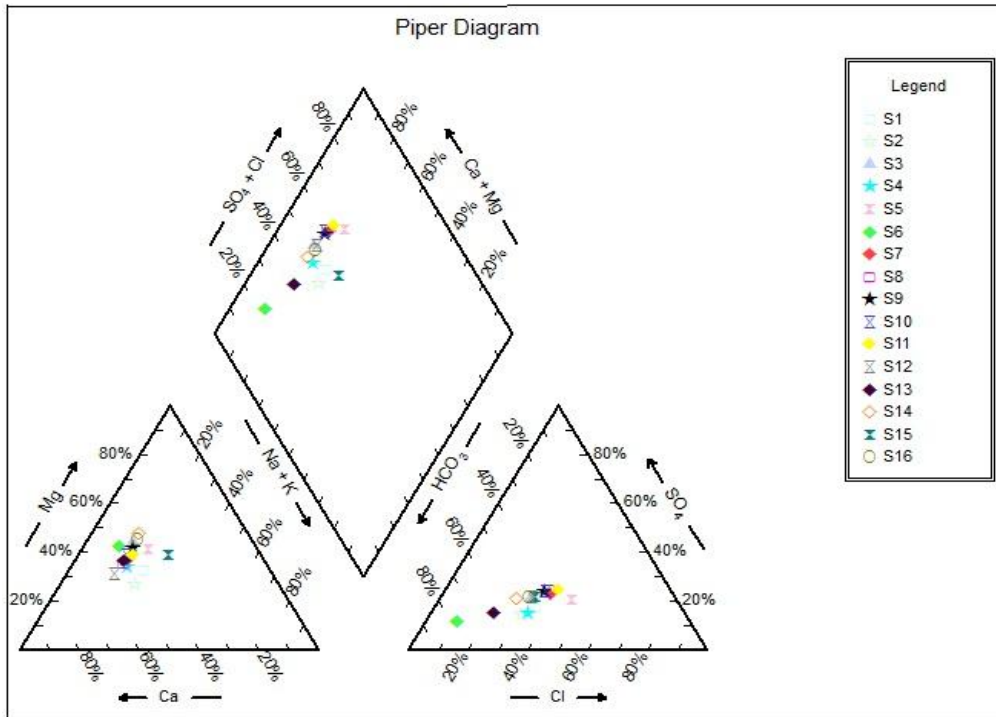
بررسی تغییرات این پارامترها در طول رودخانه نشان می دهد (شکل ۳)، که تغییرات آنیون ها، کاتیون ها و پارامترهای کیفی در طول رودخانه چهل روند مشخصی را ندارند. علت این امر می تواند به یکسان بودن ویژگیهای زمین شناسی منطقه و نوسانات طبیعی آب رودخانه در طول آن نسبت داد. با این حال غلظت برخی کاتیونهای چون سدیم و سولفات در ایستگاههای انتهایی افزایش نسبی میابد که احتمالا به ورود فاضلابهای شهری مربوط می باشد این تغییرات تحت تاثیر زمین شناسی منطقه از جمله سازند آهکی روته و دورود و فعالیت های کشاورزی در بالادست و ورود فاضلاب های شهری و خانگی در پایین دست رودخانه قرار گرفته اند. و همچنین بطور کلی این تغییرات به نوسانات طبیعی رودخانه نیز مربوط می باشد.



شکل ۳: تغییرات آنیونها، کاتیونها و پارامترهای کیفی در طول رودخانه (S3 و S6 نمونه های شاخه فرعی)، (S12 و S13 نمونه های فاضلاب) و S14 نمونه رودخانه نرماب

## ۱.۲. تعیین تیپ و رخساره نمونه های آب

در این مطالعه برای تعیین تیپ و رخساره نمونه های مورد مطالعه از نمودار پایپر استفاده شد (شکل ۴). بر اساس این نمودار تیپ غالب نمونه های آب رودخانه چهل چای بی کربنات کلسیک می باشد.

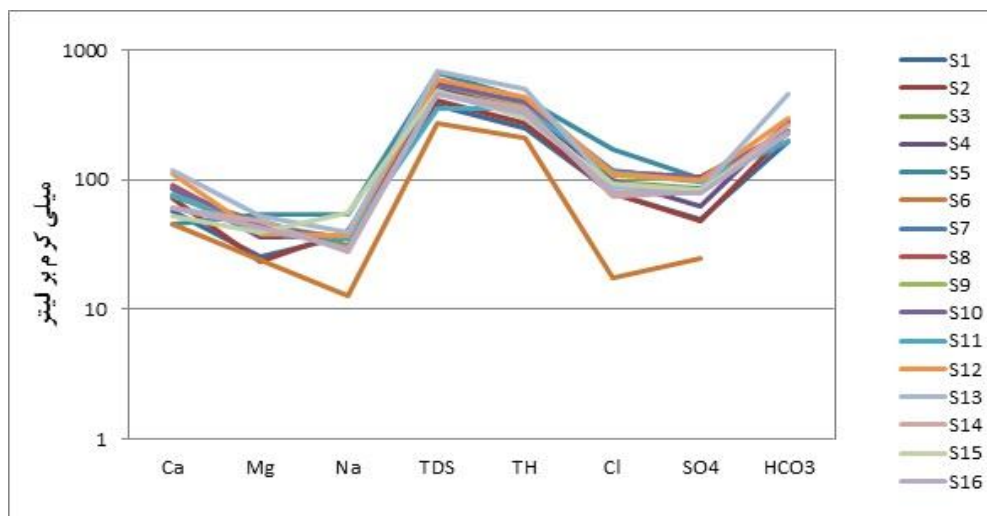


شکل ۴: نمودار پایپر نمونه های آب رودخانه چهل چای (S3 و S6 نمونه های شاخه فرعی)، (S12 و S13 نمونه های فاضلاب) و (S14 نمونه رودخانه نرماب)

در ایستگاه S5 ترکیب شیمیایی آب رودخانه کلروه منیزیک است، که تحت تاثیر شیب کم رودخانه، تبخیر بالا و وجود کانی های تبخیری مانند هالیت و همچنین سازند خوش ییلاق (آهکی و آهک دولومیتی) است. ایستگاه های S14، S15 و S16 داری تیپ بی کربناته و رخساره منیزیک می باشند. وجود سازند های روته، خوش ییلاق و دورود باعث شده که تیپ و رخساره آب در اکثر ایستگاه ها، از نوع بی کربناته کلسیک باشد.

## ۲.۲. بررسی کیفیت آب رودخانه از لحاظ شرب

یکی از معیارهای طبقه بندی آب از لحاظ شرب، نمودار شولر می باشد. این نمودار بر حسب املاح و یون های عمده مورد نیاز انسان، طبق استاندارد پیشنهادی مراکز علمی- پژوهشی جهان، طراحی و تنظیم شده است. این نمودار برای تعیین قابلیت شرب نمونه های آب بر اساس غلظت یون های عمده به کار می رود [1].



شکل ۵: نمودار شولر برای نمونه های آب رودخانه چهل جای

همانطور که در شکل ۵ مشاهده می شود، تمام نمونه های آب بر اساس این نمودار در رده سخت تا بسیار سخت قرار می گیرند، که این نشان دهنده انحلال سنگ های کربناته کنترل کننده اصلی ترکیب شیمیایی رودخانه است. همچنین با توجه به این نمودار تمام نمونه های مورد مطالعه در رده متوسط تا قابل قبول برای شرب قرار می گیرند.

### ۳.۲. پارامترهای کیفیت آب برای مصارف کشاورزی

از مهمترین پارامترهای که جهت تعیین کیفیت آب کشاورزی استفاده مورد استفاده قرار می گیرند، می توان به سختی کل (Total Hardness)، نسبت جذب سدیم (Sodium Absorption Ratio) و درصد سدیم (Sodium Percent) اشاره کرد (Srinivasamoorthy et al., 2013).

#### ▪ سختی کل (TH)

سختی کل (TH) مجموع غلظت یونهای کلسیم و منیزیم است. سختی آب شامل دو نوع سختی دائم یا سختی غیرکربناته (Noncarbonated Hardness) و سختی موقت یا کربناته (carbonated Hardness) است (Hounslow, 1995).

$$TH(mg/l) = 2.497Ca^{2+} + 4.115Mg^{2+} \quad (1)$$

جدول ۲: رده بندی آب بر اساس سختی کل (TH)

محدوده	رده
< ۷۵	نرم
۷۵ - ۱۵۰	متوسط
۱۵۰ - ۳۰۰	سخت
> ۳۰۰	بسیار سخت

بر اساس محاسبات انجام شده با استفاده از فرمول بالا، نمونه های S1، S2، S3 و S15 دارای سختی بین ۱۵۰ - ۳۰۰ به عبارتی در رده سخت قرار گرفته و بقیه نمونه ها دارای سختی بیشتر از ۳۰۰ هستند که

در رده بسیار سخت قرار می گیرند، عبور رودخانه چهل چای از سازند های آهکی روته و خوش بیلاق، باعث افزایش نسبی میزان سختی شده است.

▪ **نسبت جذب سدیم (SAR)**

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

**جدول ۳: رده بندی آب بر اساس SAR**

محدوده	رده
$< 10$	عالی
10 - 18	خوب
18 - 26	مجاز
$> 26$	نامناسب

بر اساس محاسبات انجام شده با استفاده از فرمول بالا، کلیه نمونه های آب رودخانه چهل چای دارای نسبت جذب سدیمی کمتر از ۱۰ بوده و در رده عالی قرار می گیرند.

▪ **درصد سدیم**

سدیم یک شاخص مهم برای ارزیابی آب جهت مصارف آبیاری است. سدیم در آب بر اثر انحلال نمک ها و هوازدگی سنگ های سدیم دار ایجاد می شود (Wen et al., 2008). یون سدیم می تواند با خاک واکنش دهد و میزان نفوذپذیری خاک را کاهش دهند. درصد سدیم از رابطه زیر بدست می آید [2].

$$Na^+ \% = \left( \frac{Na^+ + K^+}{Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^+ + K^+} \right) * 100 \quad (3)$$

**جدول ۴: رده بندی آب ها بر اساس درصد سدیم**

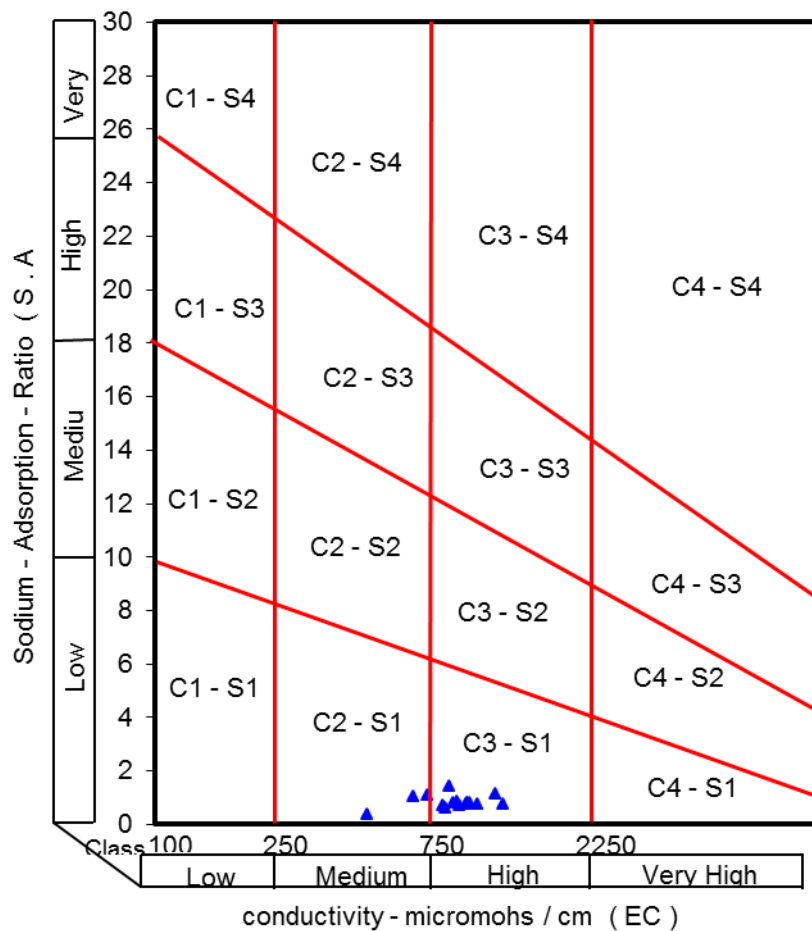
محدوده	رده
$< 20$	عالی
20 - 40	خوب
40 - 60	مجاز
60 - 80	مشکوک
$> 80$	نامناسب

بر اساس محاسبات انجام شده با استفاده از فرمول بالا، نمونه های S1، S2، S5 و S15 در رده بین ۲۰-۴۰ یا به درده خوب قرار گرفته سایر نمونه ها در رده کمتر از ۲۰ یا در رده ی عالی قرار گرفته اند. بطور کلی می توان گفت که همه نمونه ها از نظر درصد سدیم در رده قابل قبول قرار گرفته اند.

▪ **نمودار ویلکاکس**



سدیم به تنهایی نمی تواند معیار کیفی آب به لحاظ کشاورزی مورد استفاده قرار گیرد ، و بهتر است که تأثیر آن در ارتباط با شوری کل آب در نظر گرفته شود؛ لذا روش طبقه بندی ویلکاکس و استفاده از نمودار آن کاربردیترین روش برای طبقه بندی آب از نظر کشاورزی در مطالعات آبشناسی است، زیرا در نمودار ویلکاکس محور افقی به قابلیت هدایت الکتریکی (Ec) بر حسب میکروزمینس بر سا نتیمتر و محور عمودی به نسبت جذبی سدیمی (SAR) اختصاص دارد. نمودار ویلکاکس توسط نرم افزار Chemistry برای طبقه بندی آب رودخانه چهل چای از نظر مصارف کشاورزی ترسیم گردید



شکل ۶: تعیین کیفیت آب برای کشاورزی بر اساس دیاگرام ویلکاکس

با توجه به دیاگرام ویلکاکس ترسیم شده برای نمونه های آب منطقه مورد مطالعه، ۶۸.۷۸ درصد نمونه ها، در کلاس  $C_3-S_1$  (کمی شور- مناسب برای کشاورزی) و ۳۱.۲۵ درصد از نمونه ها در کلاس  $C_2-S_1$  (کمی شور- مناسب برای کشاورزی) قرار می گیرند. بر اساس دیاگرام ویلکاکس تمام نمونه های آب رودخانه چهل چای، برای مصارف کشاورزی مناسب هستند.

**نتیجه گیری**

بر اساس مطالعه ی انجام شده بر روی نمونه های آب رودخانه چهل چای با استفاده از دیاگرام پایپر، تیپ غالب نمونه های آب مورد مطالعه، بی کربناته کلسیک تعیین گردید. پارامترهای سختی کل (TH)، درصد سدیم ( $\text{Na}^+\%$ ) و نسبت جذب سدیم (SAR) برای نمونه های مورد مطالعه نیز محاسبه گردید، که بر این اساس با استفاده از پارامتر سختی کل مشخص شد که نمونه های ایستگاههای ۱، ۲، ۳ و ۱۵ در رده سخت و سایر نمونه ها در رده بسیار سخت قرار می گیرند، که دلیل آن را می توان به عبور رودخانه از سازند کربناته روته و خوش ییلاق دانست. همچنین از نظر جذب سدیم، همه ی نمونه ها در رده عالی قرار می گیرند. محاسبه در صد سدیم نشان داد که نمونه های ۱، ۲، ۳ و ۱۵ در رده خوب و سایر نمونه ها در رده عالی قرار دارند. بر اساس نمودار ویلکاکس مشخص شد که آب رودخانه چهل چای برای مصارف کشاورزی مناسب است. طبق نمودار شولر نیز تمامی نمونه ها در رده خوب و قابل قبول قرار می گیرند.

[1] کریمی، رامین و شناور، بامشاد؛ ارزیابی کیفیت آب رودخانه زهره خوزستان از لحاظ مصارف شرب، کشاورزی و زیست محیطی، اولین همایش بین المللی بحراهای زیست محیطی و راهکارهای بهبود آن، ۱۳۹۱

[2] Bhardw, V., Singh, D. S., Sing, A. K, *Water quality of the Chhoti Gandak River using principal component analysis, Ganga Plain, India, Journal of Earth System Science. Vol. 119, 2010, pp. 117- 127*

[3] Das, J. and Acharya, B. C, *Hydrochemistry and Assessment of lotic water quality in Cuttack city, India, Water, Air, and Soil Pollution, Vol. 150, 2003, PP. 163–175*

[4] Honslow A.W., *Water quality data: Analysis and Interpretation, firsted Lewis Publishers. 1995, PP. 416*

[5] Srinivasamoorthy, K., Gopinath, M., Chidambaram, S., Vasanthavigar, M., Sarma, V.S., *Hydrochemical characterization and quality appraisal of groundwater from Pungar sub basin, Tamilnadu, India, Journal of King Saud University, in press. 2013.*

[6] Wen X.H. Wu Y. Q. Wu J, *Hydrochemical charateristics of groundwater in the Zhangye Basin, Nortwester China, Envirmental Geology., Vol. 55, 2008, P. 1713 – 1724.*