



گزارش نهایی طرح

# عوامل موثر بر کیفیت و آب زمین شیمی منابع آب زیرزمینی دشت سراوان، جنوب شرقی ایران

مجری پروژه:  
رضا جهانشاهی

تاریخ تنظیم:  
مهرماه ۱۴۰۲

## چکیده

این تحقیق به مطالعه هیدروشیمی و کیفیت منابع آب زیرزمینی در منطقه سراوان، واقع در استان سیستان و بلوچستان پرداخته است. جهت حرکت آب زیرزمینی در دشت سراوان از شمال غرب به سمت جنوب شرق می‌باشد و با توجه به هیدروگراف میانگین سطح ایستابی، تراز سطح آب زیرزمینی (از سال ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۹) کاهش حدوداً ۸ متری داشته است. بر اساس آنالیز سری‌های زمانی، زمان تأخیر بین بارش و اثر آن بر سطح ایستابی حدوداً یک یا دو ماه محاسبه شده است که نشان‌دهنده نفوذپذیری نسبتاً خوب در آبخوان آبرفتی است. با توجه به نقشه‌های هم‌ارزش هدایت الکتریکی، تغییرات کیفیت آب زیرزمینی از غرب به شرق در این مناطق رخ داده است و آب‌زیرزمینی قنوات کیفیت بهتری نسبت به چاه‌های بهره‌برداری برخوردار هستند. در آب‌زیرزمینی مناطق مورد مطالعه سه رخساره آب  $\text{NaCl}$ ,  $\text{NaSO}_4$  و  $\text{NaCl}(\text{HCO}_3)$  وجود دارد. به‌طور کلی روند افزایش کلراید و سدیم از منابع آب قنوات به منابع آب چاه در منطقه مورد مطالعه رخ داده است. همچنین افزایش عمق چاه سبب افزایش درصد کلراید و سدیم شده است. بر مبنای نقشه‌های پراکندگی دبی و برداشت از آبخوان، متوسط میزان از منابع آب زیرزمینی در غرب دشت بیشتر از شرق منطقه می‌باشد. براساس نتایج حاصل از تحلیل عاملی، دو عامل اصلی مؤثر بر کیفیت آبخوان شناسایی شده‌اند که عامل اول انحلال کانی‌ها می‌باشد که کیفیت منابع آب را کنترل می‌کند و عامل دوم عوامل کنترل‌کننده اسیدیته/قلیائیت منابع آب می‌باشد. طبق بررسی مقادیر اندیس اشباع کانی‌ها در منطقه، اکثر نمونه‌های آب زیرزمینی، نسبت به انیدریت، ژپس، آراگونیت و هالیت تحت اشباع و آب زیرزمینی تمایل به حل کردن این سه کانی دارد و بر شیمی آب زیرزمینی تأثیر می‌گذارند. با این وجود اکثر نمونه‌ها نسبت به کلسیت و دولومیت فوق اشباع و اشباع و این کانی‌ها تمایل به ته‌نشست در منطقه مورد مطالعه دارند.

**کلمات کلیدی:** آب زمین شیمی، اندیس اشباع، تحلیل آماری

## فهرست مطالب

| عنوان                                                             | صفحه |
|-------------------------------------------------------------------|------|
| فصل اول: منطقه مورد مطالعه و کلیات تحقیق.....                     | ۱    |
| ۱-۱- مقدمه.....                                                   | ۲    |
| ۲-۱- معرفی مناطق مطالعاتی.....                                    | ۲    |
| ۱-۲-۱- آب و هوای منطقه.....                                       | ۳    |
| ۳-۱- ضرورت و سابقه انجام تحقیق:.....                              | ۴    |
| ۴-۱- اهداف تحقیق.....                                             | ۱۳   |
| فصل دوم: مبانی تحقیق.....                                         | ۱۵   |
| ۱-۲- مقدمه.....                                                   | ۱۶   |
| ۲-۲- هیدروشیمی.....                                               | ۱۶   |
| ۳-۲- خصوصیات کلی آب.....                                          | ۱۶   |
| ۱-۳-۲- pH.....                                                    | ۱۶   |
| ۲-۳-۲- هدایت الکتریکی (EC).....                                   | ۱۷   |
| ۴-۲- نمایش داده‌های هیدروشیمیایی و تعیین تیپ‌های آب زیرزمینی..... | ۲۰   |
| ۱-۴-۲- نمودار پایپر.....                                          | ۲۰   |
| ۲-۴-۲- نمودار استیف.....                                          | ۲۰   |
| ۳-۴-۲- اندیس اشباع.....                                           | ۲۱   |
| ۵-۲- تحلیل سری زمانی.....                                         | ۲۱   |
| ۶-۲- تحلیل عاملی.....                                             | ۲۱   |
| ۷-۲- تحلیل خوشه‌ای.....                                           | ۲۲   |
| فصل سوم: روش تحقیق و یافته‌ها.....                                | ۲۳   |
| ۱-۳- مقدمه.....                                                   | ۲۴   |
| ۲-۳- مطالعات کتابخانه‌ای.....                                     | ۲۴   |
| ۱-۲-۳- داده‌های آنالیز کیفی و کمی آب.....                         | ۲۴   |
| ۲-۲-۳- نقشه‌های زمین‌شناسی.....                                   | ۲۸   |
| ۳-۲-۳- تعیین جهت جریان آب زیرزمینی.....                           | ۲۹   |
| ۳-۳- تعیین تیپ منابع آب.....                                      | ۲۹   |
| ۴-۳- تعیین اندیس اشباع کانی‌ها.....                               | ۲۹   |
| ۵-۳- محاسبات تحلیل سری زمانی.....                                 | ۲۹   |
| فصل چهارم: بررسی و تحلیل یافته‌ها.....                            | ۳۰   |
| ۱-۴- مقدمه.....                                                   | ۳۱   |
| ۲-۴- جهت جریان آب زیرزمینی.....                                   | ۳۱   |
| ۳-۴- میزان برداشت از آب زیرزمینی.....                             | ۳۲   |

|                                                        |           |
|--------------------------------------------------------|-----------|
| ۴-۴- رابطه تغییرات بارندگی و سطح ایستابی.....          | ۳۴        |
| ۵-۴- رابطه تغییرات سطح ایستابی و کیفیت آب.....         | ۳۴        |
| ۶-۴- آب‌زمین‌شیمی منابع آب زیرزمینی.....               | ۳۵        |
| ۶-۴-۱- رخساره نمونه‌های آب منطقه.....                  | ۳۵        |
| ۶-۴-۲- پراکندگی خصوصیات فیزیکوشیمیایی در منابع آب..... | ۳۶        |
| ۶-۴-۳- رابطه یون‌های اصلی با کلراید.....               | ۴۳        |
| ۶-۴-۴- نسبت‌های یونی.....                              | ۴۳        |
| ۶-۴-۵- ارزیابی شاخص اشباع کانی.....                    | ۴۵        |
| ۷-۴- تحلیل آماری.....                                  | ۴۷        |
| ۸-۴- تحلیل خوشه‌ای.....                                | ۴۹        |
| <b>فصل پنجم: نتایج و پیشنهادات.....</b>                | <b>۵۰</b> |
| ۵-۱- نتیجه‌گیری.....                                   | ۵۱        |
| ۵-۲- پیشنهادات.....                                    | ۵۱        |
| مراجع.....                                             | ۵۲        |

## فهرست جدول ها

| عنوان جدول                                                                                                                                                          | صفحه |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| جدول ۱-۳. خصوصیات فیزیکوشیمیایی نمونه‌های آب زیرزمینی در منطقه مورد مطالعه (هدایت الکتریکی برحسب میکروموهس بر سانتی‌متر و غلظت یون‌ها براساس میلی‌گرم در لیتر)..... | ۲۶   |
| جدول ۲-۳. مقادیر متوسط تراز سطح ایستابی در چاه‌های مشاهده‌ای در سال ۱۳۹۹ (شرکت سهامی آب منطقه‌ای استان سیستان و بلوچستان، ۱۳۹۹).....                                | ۲۷   |
| جدول ۳-۳. مقادیر بارندگی سالانه در دو ایستگاه باران سنج هوشک و جالق (شرکت سهامی آب منطقه‌ای استان سیستان و بلوچستان، ۱۳۹۹).....                                     | ۲۸   |
| جدول ۱-۴. ضریب همبستگی پیرسون بین پارامترهای فیزیکوشیمیایی منابع آب منطقه مورد مطالعه.....                                                                          | ۴۸   |
| جدول ۲-۴. عامل‌های استخراجی و مقادیر واریانس آن‌ها.....                                                                                                             | ۴۸   |
| جدول ۳-۴. ضرایب تحلیل عاملی.....                                                                                                                                    | ۴۸   |

## فهرست شکل ها

| صفحه    | عنوان شکل                                                                                                                                         |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ۲۵..... | شکل ۳-۲. نقشه پراکندگی چاه‌های مشاهده‌ای و محل‌های نمونه‌برداری در منطقه مورد مطالعه.....                                                         |
| ۲۸..... | شکل ۳-۳. نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه (باز ترسیم شده از نقشه ۱/۲۵۰۰۰ سراوان، ۱۳۷۲).....                                                      |
| ۳۱..... | شکل ۴-۱. نقشه هم‌پتانسیل و خطوط جریان آب زیرزمینی در سال ۱۳۹۹ در دو منطقه سراوان و سیب‌سوران.....                                                 |
| ۳۲..... | شکل ۴-۲. اختلاف خطوط هم‌پتانسیل سطح ایستابی بین سال ۱۳۹۴ و ۱۳۹۹ در دشت سراوان و سیب‌سوران.....                                                    |
| ۳۳..... | شکل ۴-۳. نقشه پراکندگی پارامترهای دبی (الف)، ساعت کارکرد (ب) و تخلیه سالانه (ج) چاه‌های بهره‌برداری در مناطق مورد مطالعه.....                     |
| ۳۴..... | شکل ۴-۴. پراکندگی تأخیر زمانی بین تغییرات بارندگی و سطح ایستابی آب‌های زیرزمینی در مناطق مورد مطالعه.....                                         |
| ۳۵..... | شکل ۴-۵. نمودار تغییرات زمانی هدایت الکتریکی، بارش و سطح ایستابی در مناطق مورد مطالعه.....                                                        |
| ۳۷..... | شکل ۴-۶. نمودار پایپر نمونه‌های کلی آب زیرزمینی در مناطق مورد مطالعه.....                                                                         |
| ۳۸..... | شکل ۴-۷. نقشه پراکندگی نوع آب زیرزمینی در مناطق مورد مطالعه.....                                                                                  |
| ۳۸..... | شکل ۴-۸. نقشه پراکندگی EC و pH در آب زیرزمینی مناطق مورد مطالعه.....                                                                              |
| ۴۰..... | شکل ۴-۹. نقشه پراکندگی کلسیم، منیزیم، سدیم و پتاسیم در آب زیرزمینی مناطق مورد مطالعه.....                                                         |
| ۴۲..... | شکل ۴-۱۰. نقشه پراکندگی کلراید، کربنات، بی‌کربنات و سولفات در آب زیرزمینی مناطق مورد مطالعه.....                                                  |
| ۴۳..... | شکل ۴-۱۱. نمودار تغییر یون‌های اصلی در برابر کلرید در منابع آب منطقه مورد مطالعه.....                                                             |
| ۴۴..... | شکل ۴-۱۲. نمودار نسبت مولی Na/Cl در مقابل Cl و نقشه پراکندگی آن.....                                                                              |
| ۴۵..... | شکل ۴-۱۳. نمودار نسبت‌های یونی یون‌های اصلی.....                                                                                                  |
| ۴۶..... | شکل ۴-۱۴. مقادیر اندیس اشباع کانی‌های انیدریت (الف)، ژپس (ب)، هالیت (ج)، آراگونیت (د)، دولومیت (ه) و کلسیت (و) در مقابل افزایش شوری منابع آب..... |
| ۴۷..... | شکل ۴-۱۵. اندیس اشباع در مقابل pH انیدریت (الف)، ژپس (ب)، هالیت (ج)، آراگونیت (د)، دولومیت (ه) و کلسیت (و).....                                   |
| ۴۹..... | شکل ۴-۱۶. نمودار خوشه‌ای یون‌های اصلی موجود در منطقه مورد مطالعه.....                                                                             |

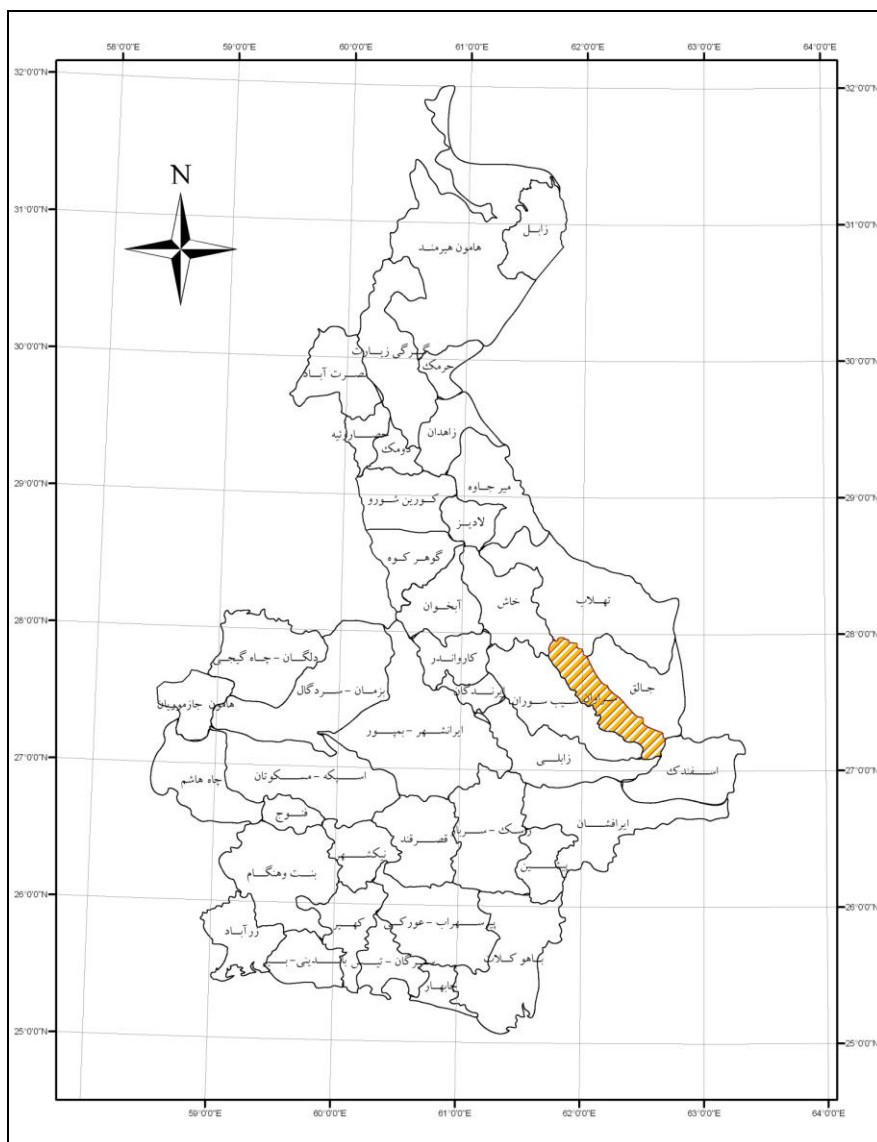
## فصل اول

### منطقه مورد مطالعه و کلیات تحقیق

حیات بدون آب برای موجودات کره زمین ممکن نمی‌باشد و وجود آب به اندازه کافی و دارای کیفیت مطلوب لازمه‌ی ادامه حیات تمام موجودات کره‌ی زمین می‌باشد. آب نه تنها برای شرب، کشاورزی و کارهای روزمره کاربرد دارد بلکه برای حل مشکلات صنایع نقش اصلی و عمده دارد. آب‌های زیرزمینی یکی از مهمترین منابع تامین آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک هستند، با توجه به محدودیت منابع آب در کل دنیا، مطالعه کیفیت آب در جهت شناسایی و استفاده هر چه بهتر آن کمک می‌کند. در بسیاری از دشتهای ایران به دلیل برداشت بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی در جهت توسعه کشاورزی کیفیت آب زیرزمینی کاهش یافته است.

## ۱-۲- معرفی مناطق مطالعاتی

دشت سراوان و جالق در محدوده طول جغرافیایی  $61^{\circ}50'$  تا  $62^{\circ}28'$  درجه و عرض  $27^{\circ}15'$  تا  $27^{\circ}49'$  درجه در شرق استان سیستان و بلوچستان و در جنوب شرقی ایران واقع شده‌اند. این دو منطقه در حوزه آبریز ماشکیل با وسعت تقریبی ۲۸۱۵ کیلومتر مربع قرار گرفته‌اند. رودخانه فصلی سیمیش تنها رودخانه فصلی بوده که از ارتفاعات بادامکوه (با ارتفاع حداکثر ۲۶۱۸ متر) واقع در ۳۸ کیلومتری شمال باختری سراوان سرچشمه می‌گیرد و پس از عبور از خط العقر دشت سراوان در جنوب خاوری آن با رودخانه روتک تلاقی نموده و پس از پیوستن شاخه اصلی ماشکیل، رودخانه ماشکیل را تشکیل می‌دهد (شکل ۱-۱) (شرکت آب منطقه‌ای استان سیستان و بلوچستان، ۱۳۹۷).



شکل ۱-۱ موقعیت محدوده مورد مطالعه (شرکت سهامی آب منطقه‌ای استان سیستان و بلوچستان، ۱۳۹۷)

#### ۱-۲-۱ آب و هوای منطقه

آب و هوای شهرستان سراوان گرم و خشک، بیابانی، کویری و کم باران است در زمستان هوا معتدل و متوسط بارندگی در سال ۱۰۰ میلیمتر است. بسیاری از روستاها دارای خاک مرغوب و حاصلخیزی می‌باشند. کوه‌های بیرک زابلی، کوه سفید گشت و کوه سرخ در بزم پشت از مرتفع‌ترین کوه‌های این شهرستان محسوب می‌شوند. رشته کوه سیاهان طولانی‌ترین رشته کوه در این شهرستان می‌باشد که از نزدیکی‌های تفتان شروع و تا ناهوک در محدوده پاکستان ادامه دارد. رودخانه ماشکیل نیز مهم‌ترین رود شهرستان سراوان است که از دامنه جنوبی شهرستان از نزدیکی خاش سرچشمه می‌گیرد و از بخش زابلی، جنوب سیب و سوران، شمال بزم‌پشت، جنوب اسفندک و کوهک عبور می‌کند (لشکرپور، ۱۳۹۶).

#### ۱-۲-۱ بارش و دما

میانگین بارندگی سالانه منطقه حدود ۱۱۹/۸ میلیمتر است. همچنین متوسط درجه حرارت سالانه ۲۰/۲ درجه سانتیگراد و میانگین رطوبت نسبی سالانه آن حدود ۲۷ درصد می باشد (شرکت آب منطقه‌ای استان سیستان و بلوچستان، ۱۳۹۷).

#### ۱-۲-۲ زمین شناسی مناطق مورد مطالعه

حوزه آبریز سراوان یا سیمیش رود از نظر زمین‌شناسی جزء حوزه فلیشی خاور ایران است و عمده نهشته‌های آن از جنس فلیش است. محدوده سراوان از دیدگاه زمین شناختی در زون مکران در جنوب فرورفتگی جازموریان قرار دارد. مرز غربی این منطقه گسل میناب، مرز جنوبی آن دریای عمان و مرز شرقی آن گسل چمن در کشور پاکستان می‌باشد. در حد شمالی آن گسل‌ها و تراستهایی با روند شرقی - غربی وجود دارند که گسل بشاگرد یکی از مهمترین آنها است. در امتداد این شکستگی‌ها، با بیرون‌زدگی‌های وسیع نمایان می‌باشد. قدیمی‌ترین سنگ‌های منطقه را آمیزه‌های رنگی تشکیل می‌دهند که به کرتاسه فوقانی پالئوسن تعلق دارند. بر روی تشکیلات زمین شناختی یاد شده، رسوبات ضخیم فلیش مانند ائوسن و الیگوسن وجود دارد که تناوبی از شیل، ماسه سنگ، مارن، فورش سنگ و کنگلومرا می‌باشد. ضخامت این رسوبات به بیش از ۵۰۰۰ متر نیز می‌رسد و دچار چین‌خوردگی شدیدی شده‌اند (سازمان سهامی آب منطقه‌ای استان سیستان و بلوچستان، ۱۳۹۷).

#### ۱-۲-۳ هیدرولوژی

محدوده مورد مطالعه با مساحت حدود ۲۸۱۵ کیلومتر مربع جزء حوضه های آبریز بزرگ تقسیم بندی می شود. ارتفاع متوسط این حوزه ۱۳۷۳ متر و شیب متوسط آن حدود ۸/۵ درصد می باشد. رودخانه سیمیش رودخانه اصلی این حوضه می باشد که در طول دشت سراوان از سمت شمال به سمت جنوب شرق جریان دارد و از ارتفاعات شمال حوضه سرچشمه می گیرد. این رودخانه یک رودخانه فصلی است که منابع تغذیه کننده آن بارش‌های منطقه و قنات‌های زیادی هستند که این قنات‌های بخشی از دبی پایه رودخانه را تامین می کنند. به منظور مطالعات هیدرولوژی منطقه از آمار و اطلاعات ایستگاه هیدرومتری اسفندک که در فاصله نزدیکی نسبت به حوضه قرار دارد، استفاده شده است. ایستگاه هیدرومتری اسفندک یکی از ایستگاههای سازمان آب منطقه ای سیستان و بلوچستان می باشد که بر اساس تجهیزات، یک ایستگاه

درجه یک محسوب می گردد که بر روی رودخانه تشکیل نصب شده است (شرکت سهامی آب منطقه‌ای استان سیستان و بلوچستان، ۱۳۹۷).

### ۱-۳- ضرورت و سابقه انجام تحقیق:

از آنجایی که در منطقه سراوان و جالق توسعه شهرنشینی و کشاورزی وابسته به منابع آب زیرزمینی می‌باشد، بررسی عوامل موثر بر کیفیت منابع آب اهمیت زیادی دارد. براین اساس بر مبنای داده‌های سطح ایستایی، کیفی و کمی منابع آب زیرزمینی در دشت سراوان (و دشت سیب‌سوران و منطقه جالق جهت مقایسه با دشت سراوان) پژوهش انجام شده است. در ارتباط با پژوهش‌های مشابه در ایران و جهان سعی شده است به‌طور خلاصه به برخی از آن‌ها اشاره شود:

لشکری و لشکری پور (۱۳۹۰) به بررسی کیفیت دشت ایرانشهر و تاثیر سازند زمین‌شناسی بر کیفیت آب با نمونه‌برداری از ۲۲ حلقه چاه انتخابی پرداختند. در این تحقیق با توجه به موضوع گسترش اراضی کشاورزی و اینکه متوسط بارندگی سالیانه برابر ۱۰۲ میلی‌متر بوده و شرایط آب و هوایی گرم و خشک در منطقه حاکم است آب‌های زیرزمینی تنها منبع تامین آب هستند در اثر برداشت بی‌رویه از آبخوان تغییرات کیفی آب‌های زیرزمینی در این دشت قابل محسوس می‌باشد و همچنین تغییرات تیپ آب ممکن است متاثر از عوامل زمین-شناسی و بعضا تبادل کاتیونی با سازندهای مجاور باشد.

خردنارویی و همکاران (۱۳۹۹) مطالعاتی را در آبخوان دشت ایرانشهر با هدف بررسی تاثیر خشکسالی بر سطح آب زیرزمینی انجام دادند. برای انجام این پژوهش از آمار بارندگی ایستگاه‌های بارش در منطقه و داده‌های تراز سطح آب زیرزمینی مرتبط به ۲۴ حلقه چاه پیژومتری استفاده شد. نتایج نشان داد که خشکسالی نرمال، متوسط و شدید در منطقه حاکم بوده است و همچنین سطح آب زیرزمینی آبخوان به طور متوسط حدود ۲/۵ متر کاهش یافته است.

القمدی<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۲۳) تأثیر تغییر اقلیم بر خواص هیدروشیمیایی و کیفیت آب‌های زیرزمینی برای اهداف خانگی و آبیاری در محیط خشک منطقه البهء، عربستان سعودی را مورد مطالعه قرار دادند. که دلیل آن بهره‌برداری بیش از حد از آب‌های زیرزمینی، افزایش دما و کاهش بارندگی منجر به پایین آمدن کیفیت آب‌های زیرزمینی شده و متعاقباً بر سلامت انسان و بهره‌وری کشاورزی تأثیر می‌گذارد. بنابراین، برای ارزیابی مناسب بودن آب‌های زیرزمینی برای مصارف خانگی و آبیاری، نمونه‌های آب زیرزمینی از ۸۸ نقطه در منطقه

---

<sup>۱</sup> Alghamdi et al, 2023

صراط البهاء عربستان سعودی جمع‌آوری شد. نتایج نشان داد که اکثر نمونه‌های آب زیرزمینی دارای خطرات شوری متوسط تا زیاد بودند. بنابراین توصیه می‌شود که شیوه‌های مدیریتی مناسب برای بهینه‌سازی استفاده از آب‌های زیرزمینی و کاهش پتانسیل تاثیر بیشتر در کیفیت آب اعمال می‌شود. تخلیه آب‌های زیرزمینی باید کنترل شود و به شدت از حفر چاه‌های جدید جلوگیری شود.

روزرخ و همکاران (۱۳۹۶) مطالعه‌ای با هدف بررسی ویژگی‌های هیدروژئوشیمیایی و طبقه‌بندی کیفی منابع آب زیرزمینی دشت هرزندات انجام دادند. با توجه به منابع محدود آبی در منطقه، ۱۶ نمونه آب از چاه‌ها، چشمه‌ها و قنوات جمع‌آوری شد. نتایج حاکی از آن بود که اغلب آب‌های کیفیت پایین از نظر شرب، کشاورزی و صنعت در بخش‌های مرکزی و شمالی دشت قرار دارند و نتایج دیاگرام پایپر نشان داد که تیپ آب شور در منابع آب زیرزمینی منطقه تیپ غالب است و از لحاظ مصارف صنعتی برخی از منابع آب دارای خاصیت رسوبگذاری و بخشی نیز خورنده هستند.

احمدی و همکاران (۱۳۹۶) ارزیابی کیفی منابع آب زیرزمینی منطقه معدنی اردستان، استان اصفهان را انجام دادند؛ طبق نمودار شولر و ویلکوکس، کیفیت آب زیرزمینی در بیشتر مناطق برای کشاورزی و آشامیدن مناسب است؛ اما با توجه به پتانسیل تولید زهاب اسیدی در اثر اکسایش کانی‌هایی همانند پیریت در هنگام استخراج ماده معدنی در آینده، ممکن است کیفیت منابع آب اردستان تحت تأثیر قرار گیرد.

قره محمودلو و همکاران (۱۳۹۹) تکامل هیدروژئوشیمیایی و کاهش کیفیت آب رودخانه گرگانرود را بررسی کردند. بدین منظور از نتایج آنالیز ۱۱ پارامتر فیزیکی و شیمیایی مربوط به ۴ ایستگاه هیدرومتری در طی یک دوره ده ساله استفاده شد. نتایج نشان داد که واکنش آب-سنگ، تبخیر و نفوذ آب شور دریای خزر از مهمترین عوامل کنترل‌کننده‌ی شیمی آب رودخانه هستند. همچنین تیپ غالب آب رودخانه در حاشیه ارتفاعات، بیکربناته و با ورود به دشت، تمایل به رسیدن به بلوغ کامل یعنی تیپ کلروهدسیدیک دارد.

بیابانگرد و همکاران (۱۳۸۸) به بررسی هیدروژئوشیمی چشمه‌های معدنی آتشفشان تفتان و ارتباط آنها با توده‌های سنگی سخت منطقه پرداختند. با توجه به اینکه منطقه تفتان به دلیل بارش برف و باران زیاد نسبت به مناطق اطراف از نظر پراپی بسیار اهمیت دارد، بررسی انجام شده در این تحقیق نشان داد که تغییرات موجود در کاتیون‌ها و آنیون‌های منیزیم، کلسیم، سدیم، پتاسیم، سولفات، نیتрат، بی‌کربنات، کلر و جز ملکولی سیلیس به طور کلی متأثر از ترکیب شیمیایی سنگ‌های آتشفشانی هستند. به همین دلیل آب بسیاری از چشمه‌های معدنی هم متأثر از سنگ‌شناسی منطقه می‌باشد.

حسینی و همکاران (۱۳۹۸) کیفیت منابع آب زیرزمینی در آبخوان حسن آباد را در طول دوره آماری ۱۳۸۴-۱۳۹۶ مورد بررسی قرار دادند. بر طبق این تحقیق سطح آب زیرزمینی در طی این سال‌ها حدود پنج متر کاهش یافته و با توجه به کاهش نزولات جوی و برداشت بی رویه از آب‌های زیرزمینی سطح ایستابی کاهش یافته است. با توجه به کاهش بارندگی و زمان ماندگاری بالای آب‌های زیرزمینی در اعماق زیاد، احتمال وجود آب زیرزمینی با میزان مواد محلول بالا در عمق آبخوان، افزایش هدایت الکتریکی و کاهش کیفیت آب منطقه بخصوص در چاه‌های شمال و شمال غربی منطقه مشهود است.

جعفری و رضایی (۱۳۸۹) مطالعه‌ای در ارتباط با آب زمین‌شیمی آبخوان شاهرود و بررسی عوامل کنترل-کننده آلودگی نیترات انجام دادند. بدین منظور از ۵۸ حلقه چاه نمونه‌برداری و پارامترهای صحرایی، یون‌های اصلی و نیترات اندازه‌گیری شده است. در این تحقیق ارتباط معنی‌دار کاربری زمین و بافت خاک با غلظت نیترات و روابط معنی‌دار نیترات با هدایت الکتریکی، یون‌های اصلی و PH به وضوح نقش اصلی نشت فاضلاب شهری در آلودگی نیترات آبخوان را تایید می‌کند.

جیواندام<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۲) مطالعاتی در ارتباط با هیدروژئوشیمی و آلودگی آب‌های زیرزمینی در منطقه کودالر در جنوب هندوستان انجام دادند. در این تحقیق ۴۷ نمونه آب زیرزمینی از منطقه کودالر جمع‌آوری شد. از ۴۷ نمونه آب جمع‌آوری شده ۱۵ نمونه غلظت بالای نیترات را نشان می‌دادند و فرآیندهای هیدروژئوشیمیایی و آلودگی میکروبی به عنوان عوامل کاهش کیفیت آب شناسایی شدند.

خاولا و محمد<sup>۲</sup> (۲۰۲۰) هیدروشیمی آب زیرزمینی در مناطقی با فعالیت‌های کشاورزی شدید در منطقه ساحلی تونس را بررسی کردند. جهت انجام این تحقیق از ۴۶ نمونه آب استفاده شد و نتایج نشان‌دهنده‌ی شوری بالا و غلظت زیاد عناصر کمیاب در آب زیرزمینی منطقه بود. همچنین غلظت عناصر کادمیوم و نیترات بالاتر از حد مجاز برای آبیاری در منطقه تونس بود.

سوبارائو<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۱۷) مطالعه‌ای در ارتباط با هیدروشیمی و ارزیابی کیفیت آب‌های زیرزمینی برای نوشیدن و کشاورزی را در یک شهر در شمال هند انجام داد. نمونه‌ها از یک منطقه نیمه‌خشک در شمال هند طبق استاندارد انجمن بهداشت آمریکا مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. نتایج حاصله طبیعت شور آب زیرزمینی منطقه را به غلظت بالای نمک‌های محلول نسبت داد. اکثریت نمونه‌ها غلظت فلوراید زیر حد مجاز

---

<sup>۱</sup> Jeevanandam et al, ۲۰۱۲

<sup>۲</sup> Khawla and Mohamed, ۲۰۲۰

<sup>۳</sup> Subba Rao et al, ۲۰۱۷

WHO<sup>۱</sup> و BIS<sup>۲</sup> (۱ میلی گرم در لیتر) را نشان داد و آبیاری برای اکثر محصولات کشاورزی به جز گونه‌های حساس مناسب تشخیص داده شد.

برهان<sup>۳</sup> (۲۰۱۸) خصوصیات شیمیایی و ارزیابی کیفیت آب‌های زیرزمینی منطقه آدیگرات، در شمال ایتوبی را بر طبق استانداردهای کیفیت WHO بررسی کرد. در این تحقیق ۲۲ نمونه آب از نظر پارامترهای فیزیکی و شیمیایی، کاتیون و آنیون، سختی و سایر پارامترها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. آب منطقه با توجه به PH, ES, TDS و سختی برای مصارف آشامیدن مناسب است. با توجه به شاخص کیفیت ۴۵ درصد از نمونه‌ها نشان داد که آب زیرزمینی منطقه در طبقه‌بندی عالی و ۵۵ درصد منعکس‌کننده طبقه ضعیف و نامناسب هستند.

مرزوقی<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۱۹) مطالعه‌ای در ارتباط با هیدروشیمیایی و میکروبیولوژی آب‌های زیرزمینی منطقه نیمه‌خشک بنیوف، جنوب غربی الجزایر انجام داد. این تحقیق با ۴۲ نمونه برای تجزیه و تحلیل فیزیکی و شیمیایی و ۲۸ نمونه برای آنالیزهای میکروبیولوژی انجام گرفت. نتایج آنالیزها که با روش آماری و تحلیل خوشه‌ای انجام شده بود نشان داد که فقط ۱۹ درصد نمونه‌ها دارای غلظت بالای نیترات هستند و میزان ES<sup>۵</sup> بین ۳۲۰ تا ۷۶۰۰ است. آنالیزهای میکروبیولوژی هم حضور باکتری‌ها را در آب‌های منطقه مشخص کرد.

بنادلانو<sup>۶</sup> و همکاران (۲۰۲۲) ویژگی‌های هیدروشیمیایی آبخوان کم عمق منطقه نیمه خشک واقع در شمال غربی الجزایر و شناسایی عوامل اصلی حاکم بر کیفیت آب زیرزمینی را بررسی کردند. این تحقیق از ۳۳ نمونه آب حاصل شده، نشان داد با توجه به میزان بارندگی کم و برداشت زیاد از منابع آب و فعالیت‌های انسانی بخصوص کشاورزی بر کیفیت آب منطقه تاثیر گذاشته و آب‌های منطقه دارای کلراید بسیار بالا می‌باشند. عوامل طبیعی که بر شیمی آب منطقه تاثیر گذاشته عبارتند از هوازدگی سنگ‌های کربناته و سیلیکات‌ها، انحلال و تبخیر هالیت و تبخیر و تبادل کاتیونی.

---

<sup>۱</sup> World Health Organization

<sup>۲</sup> Bank for International Settlements

<sup>۳</sup> Brhane, ۲۰۱۸

<sup>۴</sup> Merzougui et al, ۲۰۱۹

<sup>۵</sup> Environmental Security

<sup>۶</sup> Benadella et al, ۲۰۲۲

گائو و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۲۰) به بررسی خصوصیات هیدروژئوشیمیایی و ارزیابی کیفیت آب در منطقه شهری شیان پرداخت. برای این منظور از ۹۷ نمونه آب زیرزمینی برای آنالیز فیزیکی و شیمیایی استفاده شد که نتایج حاصله نشان داد که آب در منطقه مورد مطالعه عمدتاً از نوع  $\text{HCO}_3\text{-Ca}$  و  $\text{HCO}_3\text{-Ca.Mg}$  می‌باشند که توسط فرآیندهای برهمکنش آب و سنگ، تبخیر و تبادل کاتیونی کنترل می‌شود. برخی از نمونه‌ها که علاوه بر همکنش آب و سنگ تحت تاثیر فعالیتهای انسانی هستند از نوع  $\text{SO}_4\text{-Na}$  می‌باشند. با توجه به استاندارد آب آشامیدنی وضعیت کل آب‌های زیرزمینی منطقه خوب توصیف شد در حالیکه تنها ۹.۴ درصد نمونه‌ها از کیفیت متوسط تا ضعیف برخوردار بودن و برای آشامیدن مناسب نمی‌باشند.

شانگ<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۲۰) به دلیل آلودگی آب‌های زیرزمینی در منطقه ساحلی تایلند و بنگلادش به مطالعه تطبیقی تکامل هیدرووشیمیایی و کیفیت آب‌های زیرزمینی این مناطق پرداخت. در طی بررسی از ۷۴ نمونه آب زیرزمینی مشخص شد که در خلیج بانکوک افزایش آلودگی فلوراید و افزایش  $\text{Na}$  و  $\text{K}$  وجود دارد. اما در جنوب بنگلادش فاکتورهای تاثیرگذار در میزان آلودگی، آلاینده‌های کشاورزی و صنعتی می‌باشند که برای بهبود شرایط افزایش ظرفیت تامین آب آشامیدنی سطحی و کاهش بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی در اولویت قرار دارد؛ همچنین کنترل دقیق تولید و تصفیه زباله‌های خانگی و صنعتی و کشاورزی پیشنهاد می‌شود. در خلیج بانکوک کاهش بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی الزامی است.

مارگانینگروم<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۲۳) در جزیره پاری اندونزی آلودگی آب‌های زیرزمینی کم عمق و ارزیابی تغییرات کیفیت آن را انجام داده‌اند. تغییرات در کیفیت آب با استفاده از روش‌های سنتی آنالیز هیدرووشیمیایی (نمودار شولر، پایپر و گیبس) و نسبت‌های یونی مورد ارزیابی قرار گرفت. هر چاه به طور کلی رفتار متفاوتی را در برابر تغییرات نشان داده است. این تغییرات توسط عوامل مختلف تبخیر، زمین شناسی، ویژگی های آبخوان، جزر و مد، جهت باد و ارتفاع موج کنترل می شود. این عوامل باعث نوسانات سطح مشترک آب زیرزمینی و آب دریا می شود و بر میزان آب باران و آب دریا که به لایه سفره آب شیرین منتقل می شود تأثیر می گذارد. این حجم آب منتقل شده بر روند هوازدگی سنگ، انحلال و رقیق شدن آلاینده ها در آب های زیرزمینی کم عمق تأثیر می گذارد.

---

<sup>۱</sup> Gao et al, ۲۰۲۰

<sup>۲</sup> Xiong et al, ۲۰۲۰

<sup>۳</sup> Marganingrum et al, ۲۰۲۳

فیجانی<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۲۳) ارزیابی اثر فعالیت‌های انسانی و تغییرات محیطی بر خصوصیات هیدروشیمیایی آب زیرزمینی دشت گرمسار را بررسی کردند. از این رو، هدف اصلی تحقیق بررسی فرآیندهای شیمیایی کنترل کننده هیدروشیمی و ارزیابی کیفیت آب زیرزمینی برای تعیین مناسب بودن آن برای آبیاری و مصارف شرب و خطرات بالقوه سلامت انسان است. نتایج تجزیه و تحلیل نشان داد که رایج‌ترین نوع آب، نوع کلرید سدیم (۸۲ درصد) در دشت گرمسار و پس از آن نوع مخلوط کلسیم-منیزیم-کلر (۱۸ درصد) است که نشان می‌دهد نوشیدن این آب ممکن است سلامت انسان را به خطر بیاندازد، بنابراین برای حفاظت پایدار از کیفیت آبهای زیرزمینی دشت گرمسار قبل از استفاده برای مصارف آبیاری و شرب، راهکارهای تصفیه آب ضروری است.

تاشان<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۲۲) در منطقه مدیترانه مرکزی با استفاده از ادغام شاخص کیفیت آب، روش‌های هوش مصنوعی و GIS برآورد کیفیت آب‌های زیرزمینی را انجام داده‌اند: نمونه‌های آب زیرزمینی از ۳۷ ایستگاه نمونه برداری مختلف برای این منظور جمع‌آوری و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در برآورد تمامی پارامترهای کیفی آب آبیاری، مدل ANN<sup>۳</sup> در مقایسه با مدل ANFIS<sup>۴</sup> عملکرد بسیار بالاتری داشته است. نقشه‌های توزیع فضایی برای شاخص‌های کیفیت آب آبیاری اندازه‌گیری شده و مدل ANN با استفاده از روش درونیابی IDW<sup>۵</sup> تولید شد. توزیع مکانی شاخص‌های کیفی آب زیرزمینی نشان داد که MR<sup>۶</sup> در اکثر مناطق مورد مطالعه بالاتر از حد مجاز بوده و سایر معیارهای کیفی در محدوده مجاز قرار دارند. مشخص شده است که نقشه‌های درونیابی به دست آمده در نتیجه روش‌های هوش مصنوعی در مقایسه با نقشه‌های مشاهده شده از حساسیت مناسبی برخوردار هستند. بر اساس یافته‌های حاضر، مدل‌های ANN می‌توانند به عنوان ابزاری کارآمد برای تخمین شاخص‌های کیفی آب زیرزمینی در بخش‌های نمونه‌برداری نشده از منطقه مورد مطالعه و سایر مناطق با شرایط مشابه مورد استفاده قرار گیرند.

---

<sup>۱</sup> Fijani et al, ۲۰۲۳

<sup>۲</sup> Taşan et al, ۲۰۲۲

<sup>۳</sup> Artificial neural network

<sup>۴</sup> Adaptive neuro-fuzzy Inference system

<sup>۵</sup> Inverse Distance Weighted

<sup>۶</sup> Magnesium ratio

بیسواس<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۲۳) در بنگال غربی، هند برای بررسی خطر سلامتی انسان ناشی از آرسنیک و فلوراید بالا به ارزیابی هیدروشیمیایی سفره های آب زیرزمینی ساحلی پرداخته‌اند. آسیب‌پذیری آب‌های زیرزمینی در مناطق ساحلی از نظر قرار گرفتن در معرض As، F و NO<sub>3</sub>- به سرعت در حال رشد است. از این رو، مطالعه حاضر بر ارزیابی کیفیت آب‌های زیرزمینی، غنای اکولوژیکی و منابع انسانی در نواحی ساحلی بنگال غربی با استفاده از تکنیک‌های CD<sup>۲</sup>، GWQI<sup>۳</sup>، ERI<sup>۴</sup> و HRI<sup>۵</sup> مبتنی بر میدان متمرکز بود. پس از ارزیابی آسیب‌پذیری آب‌های زیرزمینی، بیان می‌شود که تقریباً ۴۰ تا ۵۰ درصد از مساحت آب‌های زیرزمینی دو منطقه ساحلی انتخاب شده از نظر کیفیت ضعیف تا بسیار ضعیف است، اکولوژی آب‌های زیرزمینی در معرض تهدید است و سلامت انسان برای اقلیم خشک و مرطوب با خطر جدی مواجه است. یافته‌های این مطالعه برای مدیریت و کنترل آسیب‌پذیری آب‌های زیرزمینی در مناطق ساحلی برای دانشمندان، سیاست‌گذاران و محققان آب و همچنین به روشی پایدار مفید خواهد بود.

روی و همکاران (۲۰۲۲) به بررسی هیدروژئوشیمی و ارزیابی کیفیت آب‌های زیرزمینی و تأثیر آن بر سلامت انسان در شمال تریپورا، هند پرداخته‌اند. سطح بسیار بالایی از آلودگی آب‌های زیرزمینی در ایالت‌های شمال شرقی به ویژه در ناحیه تریپورای شمالی مشاهده شده است. برای تحقیق، در مجموع ۳۵ نمونه آب زیرزمینی از ناحیه تریپورای شمالی جمع‌آوری شده است. رخساره‌های هیدروژئوشیمی از طریق نمودار پایپر منعکس کننده Ca<sup>۲+</sup>-Mg<sup>۲+</sup>-HCO<sub>3</sub> و Na<sup>+</sup>-HCO<sub>3</sub> به عنوان انواع آب غالب است. این مطالعه پیشنهاد می‌کند که تصفیه و مدیریت پایدار منابع آب زیرزمینی برای کاهش آلودگی فلزات قبل از استفاده عمومی اجباری است.

فرهاتی<sup>۷</sup> و همکاران (۲۰۲۳) تجزیه و تحلیل هیدروشیمیایی کیفیت آب زیرزمینی در حوضه مرکزی هدنه، الجزایر در شناسایی منشأ کانی‌سازی و تمایز بین طبقات مختلف کیفیت آب زیرزمینی را انجام داده‌اند. در این منطقه شوری آب زیرزمینی از شمال به جنوب افزایش می‌یابد که رخساره‌های کلرید، کلسیم و سولفات منیزیم

---

<sup>۱</sup> Biswas et al, ۲۰۲۳

<sup>۲</sup> Degree of contamination

<sup>۳</sup> Groundwater quality Index

<sup>۴</sup> Ecological richness Index

<sup>۵</sup> Health risk Index

<sup>۶</sup> Roy et al, ۲۰۲۲

<sup>۷</sup> Ferhati et al, ۲۰۲۳

۸۴ درصد موارد را نشان می‌دهند، رخساره‌های سولفات سدیم با ۱۴ درصد و بقیه (۲ درصد) توسط رخساره‌های بی‌کربنات شناسایی می‌شوند. در نتیجه، این بررسی نشان می‌دهد که تکنیک‌های آماری چند متغیره یک ابزار اکتشافی قابل تحسین برای تفسیر شاخص‌های اطلاعاتی پیچیده کیفیت آب و مدیریت پایدار و مؤثر کیفیت آب می‌باشد.

لالیتا<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۲۱) خصوصیات هیدروشیمیایی و کیفیت آب زیرزمینی در دشت‌های رودخانه‌ای دلتایی کاووری جنوب هند را بررسی کردند. آب‌های زیرزمینی بسته به عوامل طبیعی و انسانی در سطح محلی و منطقه‌ای به شدت از نظر کمی و کیفی تغییر می‌کند و بر مناسب بودن آنها برای اهداف نوشیدن و آبیاری تأثیر می‌گذارد. در مجموع ۵۰ نمونه آب زیرزمینی جمع‌آوری شده و برای یون‌های اصلی و فرایندهای هیدروشیمیایی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج نشان داد که یک توالی یونی  $Cl Na > Na + > HCO_3^- > Mg^{2+} > Ca^{2+} > CO_3^{2-} > SO_4^{2-} > K$  وجود دارد. بیشتر نمونه‌های آب زیرزمینی برای آشامیدن و آبیاری مناسب هستند به جز تعداد کمی با محتوای  $Na +$  و  $Cl^-$  بالاتر ناشی از اختلاط نمک از منابع دریایی آنفلوویو یا جریان برگشت کشاورزی.

استنلی<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۲۱) ارزیابی هیدروشیمیایی کیفیت آب زیرزمینی برای شرب و آبیاری در مناطقی از ساحل جنوب غربی تامیل نادو، هند را انجام داد. در این منطقه سفره‌های زیرزمینی ساحلی آن به ویژه به دلیل نفوذ آب‌های دریایی در معرض خطر هستند. برای ارزیابی کیفیت آب برای آشامیدن و آبیاری به ترتیب از شاخص کیفیت آب آشامیدنی بر اساس آن ۱۱ پارامتر و از شاخص کیفیت آب آبیاری بر اساس  $Na, EC$ ، نسبت جذب سدیم و شاخص نفوذ پذیری استفاده شد. این نتایج نشان می‌دهد که رخساره هیدروشیمیایی غالب برای آب‌های زیرزمینی در هر دو ماه از نوع  $Na-K-Cl-SO_4$  و از نوع  $Ca-Mg Cl-SO_4$  است. نمودار USSSL تأیید می‌کند که بیشتر نمونه‌های آب مربوط به شوری متوسط کم و خطرات کم سدیم است. نسبت  $Cl^- / HCO_3^-$  نشان می‌دهد که اکثر نمونه‌ها نفوذ آب دریا کم تا متوسط را دارند.

او<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۲۰) شیمی آب زیرزمینی و شاخص کیفیت در جهت بررسی خطر سلامتی منابع آب حوضه اردوس در شمال غربی چین را مورد مطالعه قرار دادند. در این مطالعه، ۳۵ نمونه آب زیرزمینی از بخشی از شهرستان دینگبیان جمع‌آوری شد و از نظر ۱۷ پارامتر فیزیکوشیمیایی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

<sup>۱</sup> Lalith et al, ۲۰۲۱

<sup>۲</sup> Stanly et al, ۲۰۲۱

<sup>۳</sup> Wua et al, ۲۰۲۰

نتایج نشان می‌دهد که آب‌های زیرزمینی در منطقه مورد مطالعه کمی قلیایی است. نتایج WQI<sup>۱</sup> نشان می‌دهد که آب بی کیفیت و آب بسیار بی کیفیت به ترتیب ۱۱.۴۳٪ و ۱۴.۱۷٪ از کل آب‌های زیرزمینی نمونه‌برداری شده را تشکیل می‌دهند که برای نوشیدن مناسب نیستند. از نظر خطر سدیم، تقریباً نیمی از نمونه‌های آب زیرزمینی برای آبیاری مناسب نیستند.

جایکواد<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۲۰) هیدروشیمی آب‌های زیرزمینی بخشی از ساحل غربی هند را با استفاده از روش‌های آماری و شاخص کیفیت آب انجام دادند. ۲۲ نمونه آب زیرزمینی نماینده در فصل قبل از مونسون و پس از مونسون در سال ۲۰۱۱ جمع‌آوری شد. نتایج تحلیلی ترتیب غالب کاتیونها را به عنوان  $Ca > Na > Mg > K$  و برای آنیونها،  $HCO_3 > Cl > SO_4 > NO_3$  نشان می‌دهد. حدود ۹۵ درصد نمونه‌های آب درجه کیفی عالی دارند.

#### ۴-۱- اهداف تحقیق

۱. بررسی تغییرات سطح ایستابی منطقه مورد مطالعه

۲. بررسی عوامل موثر بر کیفیت منابع آب زیرزمینی

#### ۵-۱- معرفی گزارش تحقیق

تحقیق حاضر در قالب ۵ فصل مجزا، اما مرتبط، ارائه گردیده است و دربردارنده اطلاعات و موضوعات زیر می‌باشند:

##### □ فصل اول (کلیات تحقیق)

این فصل با عنوان "معرفی تحقیق" ارائه گردیده است و کلیاتی از تحقیق در قالب آن بیان شده است. طرح مسئله، معرفی منطقه مورد مطالعه، ضرورت و اهمیت موضوع تحقیق، اهداف انجام تحقیق، سوابق مطالعاتی و شرح مختصری پیرامون ساختار گزارش تحقیق، در این فصل آورده شده است.

##### □ فصل دوم (مبانی تحقیق)

این فصل، به مرور کلیاتی در خصوص مفاهیم مطرح در این تحقیق پرداخته است.

##### □ فصل سوم (روش تحقیق و یافته‌ها)

---

<sup>۱</sup> Water quality Index

<sup>۲</sup> Gaikwad et al, ۲۰۲۰

در این فصل روش‌های به کار گرفته‌شده اعم از جستجوی کتابخانه‌ای جمع‌آوری آمار و اطلاعات موردنیاز و انجام محاسبات و تفاسیر لازم جهت به اهداف تحقیق، در ضمن معرفی یافته‌های هر مرحله از فعالیت‌های تحقیق، بیان گردیده است.

#### □ فصل چهارم (بررسی و تحلیل یافته‌ها)

این فصل به بررسی و تحلیل در مورد یافته‌های تحقیق پرداخته است. در این فصل، میزان روایی یافته‌های تحقیق، از جنبه‌های گوناگون مورد آنالیز و تفسیر قرار گرفته است.

#### □ فصل پنجم (نتایج و پیشنهادات)

این فصل که آخرین فصل گزارش است؛ به نتیجه‌گیری از کارهای انجام گرفته و نتایج حاصله در طی انجام تحقیق، پرداخته است. علاوه بر آن، در انتهای این فصل، بر اساس تجربیات به دست آمده در حین انجام تحقیق، پیشنهادهایی جهت کمک به مطالعات بعدی، از طریق بهبود روشهای به کار گرفته شده یا به رهگیری از روش‌های دیگر، گنجانده شده است.

## فصل دوم

### مبانی تحقیق

## ۲-۱- مقدمه

در این فصل به بیان مفاهیم پایه‌ای مربوط به روش و هدف‌های تحقیق پرداخته می‌شود و مطالب مربوط به هیدروشیمی، خصوصیات کیفی آب و مفاهیم مورد نیاز دیگر بیان شده است.

## ۲-۲- هیدروشیمی

کیفیت آب‌های زیرزمینی می‌تواند تحت تأثیر فرآیندهای کوه‌زایی و فعالیت‌های انسانی قرار گیرد. هنگامی که آب زیرزمینی از طریق آبخوان از مناطق تغذیه به مناطق تخلیه جریان می‌یابد، ویژگی‌های آن به دلیل تماس با سنگ‌ها و رسوبات سفره، تغذیه مصنوعی، اختلاط و سایر فرآیندها تغییر می‌کند که این آب‌ها را برای مصارف شرب و حتی آبیاری مناسب نمی‌باشد. درک عوامل مهم مؤثر بر هیدروشیمی آب‌های زیرزمینی برای حفاظت و نگهداری از این منبع ارزشمند آبی بسیار مهم است (فیجانی،<sup>۱</sup> ۲۰۲۲). تغییرات در شیمی آب‌های زیرزمینی می‌تواند توسط عوامل زیادی از جمله هوازدگی، انحلال، تبادل یونی، تبخیر آب‌های زیرزمینی به دلیل اثرات تغییرات آب و هوا، فعالیت‌های انسانی و شور شدن به دلیل نفوذ آب دریا ایجاد شود (مارگانینگروم<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۲۳، به نقل از رائو<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۲۰).

## ۲-۳- خصوصیات کلی آب

### ۲-۳-۱- pH

پارامتر pH معیار نشان داد فعالیت یون هیدروژن است و مقادیر پایین اسیدیته کمتر از ۴، خورندگی را نشان می‌دهد که تمایل به انحلال فلزات و سایر موادی که در تماس با آن می‌باشد، را دارد. مقادیر بالای pH، به‌ویژه بالاتر از ۸/۵ آب قلیایی را نشان می‌دهد که در مجاورت گرما می‌تواند، رسوب تشکیل دهد. اسیدیته اثر مهمی در تصفیه و مصرف آب دارد (تاد<sup>۴</sup>، ۲۰۰۵).

---

<sup>۱</sup> Fijani

<sup>۲</sup> Marganingrum et al

<sup>۳</sup> Rao et al

<sup>۴</sup> Todd

## ۲-۳-۲- هدایت الکتریکی (EC)

مواد محلول در آب یون‌هایی را آزاد می‌کنند که می‌توانند یک جریان الکتریکی را برقرار نمایند. در نتیجه، هدایت الکتریکی معرف مقدار مواد محلول در آب است. مقدار بزرگتر هدایت، نشان‌دهنده آبی یا مواد معدنی بیشتر می‌باشد (تاد<sup>۱</sup>، ۲۰۰۵).

با اندازه‌گیری هدایت الکتریکی یک نمونه آب زیرزمینی می‌توان به سرعت مقدار کل مواد جامد محلول را تعیین کرد. با توجه به اینکه هدایت الکتریکی به راحتی قابل اندازه‌گیری است لذا نتایج این پارامتر می‌تواند شاخص جامعی از کل مواد جامد محلول در آب باشد. به‌طور تقریبی میزان هدایت الکتریکی اغلب آب‌های طبیعی در دامنه ۱۰۰ تا ۵۰۰ میکروزیمنس بر سانتیمتر قرار دارد (تاد، ۲۰۰۵).

## ۲-۳-۳ کل مواد جامد محلول (TDS)

کل مواد جامد محلول معیاری است از مقدار کل ماده معدنی حل شده در آب می‌باشد. لذا پارامتر بسیار مفیدی در ارزیابی کیفیت آب می‌باشد آب با TDS کمتر از ۵۰۰ میلی گرم در لیتر برای مصارف خانگی و بسیاری از فرآیندهای صنعتی بسیار مناسب است (تاد، ۲۰۰۵).

## ۲-۴- مهمترین عناصر شیمیایی محلول در آب

- منیزیم (Mg)

منیزیم سومین عنصر فراوان در ترکیب کل زمین (بالای سیلیسیم) و در پوسته، ششمین عنصر می‌باشد. گوشته زمین بیشتر از سیلیکات‌های منیزیم مانند اولیوین و پیروکسین تشکیل شده است. منیزیم مانند آلومینیم عنصری بسیار الکتروپوزیو است، و مانند آن باید از الکترولیز نمک‌های مذاب استخراج شود. کاربرد آن در آلیاژهای سبک و به ویژه هواپیماسازی است. اکسید MgO ماده دیرگداز بسیار مفیدی است و به عنوان آستر کوره‌های صنعتی دما بالا، کاربرد گسترده‌ای دارد، برای مثال در کوره‌های بلند تولید آهن. همچنین منیزیم جزء سازنده‌ای از سبزینه که برای فتوسنتز گیاهان سبز ضروری است، می‌باشد (مر ۱۳۸۲ ص ۲۴۴-۲۴۵). غلظت منیزیم در آب طبیعی معمولاً کمتر از ۵۰ میلی‌گرم در لیتر است، آب دریا حاوی بیش از ۱۰۰۰

---

<sup>۱</sup> Todd

میلی گرم در لیتر می باشد و شورابه ها ممکن است حاوی بیش از ۵۷ گرم در لیتر منیزیم داشته باشند (هم<sup>۱</sup>، ۱۹۸۵).

#### - کلسیم (Ca)

کلسیم عنصری غالب در محیط طبیعی و از نظر فراوانی در پوسته زمین پنجمین عنصر (بین آهن و منیزیم) است. این عنصر در تمام آب های طبیعی رایج بوده و برای تمام شکل های حیات ضروری است. بیشتر کلسیم زمین در کانی های سیلیکاتی و معمولاً به صورت ترکیب با عناصر دیگر مانند سدیم، منیزیم و آلومینیوم یافت می شود. ذخائر گسترده کلسیم به صورت کربنات یعنی سازای اصلی سنگ آهک، گل سفید و دولومیت که دیگر کانی اصلی پوسته است، وجود دارد. کلسیم در تمام موجودات زنده وجود دارد و عنصری ضروری است (مر ۱۳۸۲ ص ۱۴۵).

#### - پتاسیم (K)

یکی دیگر از عناصر محلول در آب پتاسیم می باشد و بسیار شبیه سدیم عمل می کند، پتاسیم جز فلزات قلیایی است که به دلیل غلظت پایین آن در محیط های آبی همراه با سدیم مورد بررسی قرار می گیرد (هم<sup>۲</sup>، ۱۹۸۵). منابع عمومی پتاسیم دار، کانی های سیلیکاته، اورتوکلاز، میکروکلین، نفلین، لوسیت و بیوتیت در سنگ های آذرین و دگرگونی است. هر چند پتاسیم تقریباً همانند سدیم در سنگ های رسوبی و دگرگونی وجود دارد ولی غلظت های آن در آب های زیرزمینی ۰/۱ یا حتی ۰/۰۱ سدیم است و دامنه تغییرات آن در آب شرب بین ۱ ppm تا کمتر تا حدود ۱۵ ppm می باشد (مقیم ۱۳۸۵).

#### - سدیم (Na)

فراوان ترین عنصر قلیایی رایج در پوسته و فراوان ترین یون فلزی در آب دریا عنصر سدیم است. یون سدیم در آب اقیانوس ها به صورت غالب و در آب شیرین به نسبت فراوان است؛ که از راه تشکیل نهشته های تبخیری، بیشتر به صورت هالیت (سنگ نمک یا نمک طعام NaCl)، و یا به صورت ترکیب های کربناتی، سولفاتی، براتی و ترکیب های دیگر از آب دریا خارج می شود (مر ۱۳۸۲). بر خلاف کلسیم منیزیم و سیلیس، سدیم به عنوان یک عنصر اصلی کانی های تشکیل دهنده سنگها به شمار نمی آید و فرسایش فلدسپارهای پلاژیوکلاز منشأ اولیه سدیم در آب های زیرزمینی است. انحلال سنگ نمک در مناطق دارای رسوبات تبخیری باعث افزایش غلظت

---

<sup>۱</sup> Hem

<sup>۲</sup> Hem

سدیم در آبهای زیرزمینی می‌شود و همچنین از طریق تبادل یونی کانی‌های رسی تحت شرایط خاص مقدار زیادی سدیم در محیط آبی آزاد می‌شود (علیزاده ۱۳۸۵).

-کلراید (CL)

کلر عنصری مهم در محیط طبیعی است که تقریباً فقط به صورت یون کلرید وجود دارد. کلر در آب بسیار محلول است و به آسانی در واکنش‌های هوازدگی طبیعی از سنگ‌ها شسته می‌شود. ذخائر کلریدی که بیشتر هالیت می‌باشد، به‌وسیله تبخیر تشکیل شده و منبع اصلی عنصر کلر است. کلر برای ساختن سفیدکننده‌ها و در ضدعفونی کردن آب آشامیدنی استفاده می‌شود، اما کاربرد اصلی آن در ساختن ترکیب‌های آلی کلره‌شده مانند ونیل کلرید برای تولید پلاستیک‌های پلی‌وینیل کلرید (PVC) است (مر ۱۳۸۲ ص ۱۸۷).

- سولفات ( $\text{SO}_4$ )

منابع سولفات‌دار سنگ‌ها عبارتند از کانی‌های گوگرددار در سنگ‌های آذرین و دگرگونی، گچ، انیدریت و سدیم سولفات موجود در بعضی از سنگ‌های رسوبی است. همچنین کانی‌های سولفیددار نظیر پیریت در موقع اکسایش، سولفات محلول آب زیرزمینی را افزایش می‌دهند. مقدار سولفات در نزولات جوی حدود ۲ ppm است اما مقدار آن در طول حرکت آب زیرزمینی دارای تغییرات زیاد ناشی از رسوبگذاری، انحلال است (مقیم ۱۳۸۵). سولفات یک کمپلکس یونی می‌باشد که مهمترین کمپلکس آن در آب‌های طبیعی از نوع  $\text{CaSO}_4$  و  $\text{NaSO}_4$  است (هم ۱۹۸۵).

- کربنات و بیکربنات ( $\text{HCO}_3$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ )

مهمترین آنیون موجود در آب‌های طبیعی بیکربنات می‌باشد. منشأهای کربنات و بیکربنات آب‌های زیرزمینی دی‌اکسیدکربن اتمسفر، دی‌اکسیدکربن تولیدشده به‌وسیله موجودات زنده ذره‌بینی در خاک یا به‌وسیله واکنش‌های احیای سولفات، انحلال سنگ‌های کربناته از جمله کلسیت، دولومیت و ناکولیت هستند. بیکربنات سدیم و پتاسیم به صورت جامد موجودند، اما بیکربنات‌های کلسیم و منیزیم تنها به‌صورت محلول وجود دارند (هنسلو<sup>۱</sup> ۱۹۹۵). بیشتر منبع طبیعی هر دوی آن‌ها آهک و دولومیت می‌باشد. غلظت کربنات در آب زیرزمینی معمولاً کمتر از ۱۰ میلی‌گرم در لیتر است؛ همچنین آب با سدیم بالا ممکن است حاوی بیش از ۵۰ میلی‌گرم در لیتر کربنات باشد. معمولاً غلظت بی‌کربنات در آب طبیعی کمتر از ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر

---

<sup>۱</sup> Hem

<sup>۲</sup> Hounslow

می‌باشد؛ اگر بیکربنات در آب‌های مخلوط شده با دی‌اکسید کربن همراه باشد ممکن است غلظت آن از ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر تجاوز کند، آب‌های دارای مقادیر زیاد بیکربنات و مواد قلیایی در بسیاری از صنایع نامطلوب به شمار می‌آیند (هم<sup>۱</sup>، ۱۹۸۵).

## ۲-۵- نمایش داده‌های هیدروشیمیایی و تعیین تیپ‌های آب زیرزمینی

برای بررسی کامل داده‌های شیمیایی از روش‌های ترسیمی چون نقشه‌های پراکندگی و نمودارهای شیمیایی استفاده می‌شود. مزیت ترسیم نقشه‌های پراکندگی و بررسی تغییرات شیمیایی این است که می‌توان اطلاعات جامعی از منطقه و داده‌ها بدست آورد. برای تعیین تیپ آب زیرزمینی و غالب بودن آنیون و کاتیون کشیدن نمودارها از اهمیت زیادی برخوردارند.

### ۲-۵-۱- نمودار پایپر

یکی از نمودارهایی که بیشترین مزیت در ارائه و مقایسه آنالیزهای کیفی آب دارد، نمودار مثلثی پایپر است. در این نمودار کاتیون‌ها به صورت درصدی از کل کاتیون‌ها در واحد میلی‌اکی‌والان در لیتر و به صورت یک نقطه در مثلث سمت چپ و آنیون‌ها نیز به‌طور مشابه به صورت درصدی از کل آنیون‌ها به شکل نقطه در مثلث سمت راست ترسیم شده‌اند. این دو نقطه سپس با موازات اضلاع لوزی ترسیم شده تا یکدیگر را در نقطه‌ای در داخل لوزی قطع نمایند. این نقطه منحصربه‌فرد به کل توزیع یونی نسبت داده می‌شود. همچنین در اطراف این نقطه، یک دایره نیز می‌توان ترسیم کرد که مساحتش متناسب با کل مواد جامد محلول می‌باشد (تاد، ۲۰۰۵).

### ۲-۵-۲- نمودار استیف

نمودار استیف جزء نمودارهای الگویی است که برای ارائه آنالیزهای شیمیایی توسط چهار محور موازی می‌باشد. غلظت کاتیون‌ها در سمت چپ محور عمودی که در نقطه صفر می‌گذرد و آنیون‌ها در سمت راست ترسیم شده است. واحد تمامی مقادیر میلی‌اکی‌والان در لیتر می‌باشد. زمانی که نقاط به هم متصل می‌شوند

---

<sup>۱</sup> Hem

یک الگوی پلیگونی بی‌نظمی را شکل می‌دهند، به‌طوری‌که آب‌های با کیفیت مشابه شکل مشخصی را ایجاد می‌کنند (تاد<sup>۱</sup>، ۲۰۰۵).

## ۲-۵-۳- اندیس اشباع

جهت تعیین حالت تحت اشباع، اشباع و فوق اشباع یک کانی در آب از اندیس اشباع استفاده می‌شود. برای محاسبه اندیس اشباع احتیاج به یک واکنش برگشت‌پذیر است.

## ۲-۵- تحلیل سری زمانی

به آمار جمع‌آوری شده مربوط به متغیری که قرار است پیش‌بینی شود و در دوره‌های زمانی گذشته موجود است؛ اصطلاحاً سری زمانی گفته می‌شود. اگر داده‌ها به صورت دنباله‌وار و پشت سر هم به همان صورتی که اتفاق افتاده‌اند ثبت شود؛ یک سری زمانی را ایجاد می‌کند؛ اما اگر برای داده‌ها یک حد مشخص را ملاک گرفته و فقط داده‌هایی که بالاتر از آن هستند در نظر گرفته شود در این صورت بعضی از داده‌ها ممکن است حذف شوند. در چنین وضعیتی سری داده‌ها را داده‌های جزئی گویند. در این سری‌ها ممکن است داده‌های مربوط به برخی از سالها به‌کلی حذف شوند. در صورتی که شاید بهتر باشد برای هر سال حداقل یک داده در تجزیه و تحلیل دخالت داشته باشد. برای رفع این مشکل از سری‌های مقادیر حدی یا اکستریم مانند سری‌های حداکثرها یا سری‌های حداقلها استفاده می‌شود که بسته به هدف بزرگترین یا کوچکترین عدد برای هر سال در نظر گرفته می‌شود (علیزاده، ۱۳۸۵).

## ۲-۶- تحلیل عاملی

یکی از روش‌های آماری برای تجزیه اطلاعات موجود در مجموعه داده‌ها، روش تجزیه عاملها یا تحلیل عاملی است. این روش برای تعیین تأثیرگذارترین متغیرها در زمانی که تعداد متغیرهای مورد بررسی زیاد و روابط بین آن‌ها ناشناخته باشد، استفاده می‌شود. در این روش متغیرها در عامل‌هایی قرار می‌گیرند، به‌طوری‌که از عامل اول به عامل‌های بعدی درصد واریانس کاهش می‌یابد، از این‌رو متغیرهایی که در عامل‌های اولی قرار می‌گیرند، تأثیرگذارترین هستند. تجزیه عاملی در واقع گسترش تجزیه مؤلفه‌های اصلی است (زارع چاهوکی، ۱۳۸۹).

---

<sup>۱</sup> Todd

## ۷-۲- تحلیل خوشه‌ای

تجزیه و تحلیل خوشه‌ای، یک ابزار شناخته‌شده به منظور طبقه‌بندی نمونه‌های آب زیرزمینی از طریق شباهت‌ها و با توجه به ویژگی‌های هیدروشیمیایی آن‌ها است. هر گروه یک فرآیند هیدروشیمیایی خاص را نشان می‌دهد. داده‌ها بر اساس فاصله آن‌ها از مرکز خوشه طبقه‌بندی و به نزدیک‌ترین خوشه متصل می‌شوند. این روش تکرار می‌شود تا زمانی که مجدداً داده از یک خوشه به خوشه دیگر جایگزین نشود (کازاکیس<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۷). تحلیل خوشه‌ای به روش‌های متنوعی صورت می‌گیرد. یکی از این روش‌ها، روش HCA<sup>۲</sup> است. از ویژگی‌های مهم این روش ارائه نمودار گرافیکی دندوگرام است. در این روش تعداد خوشه‌ها توسط نرم‌افزار به صورت خودکار صورت می‌گیرد. از مزایای دیگر این روش این است که یک نمونه به تنهایی می‌تواند تشکیل یک خوشه را بدهد (ایراوان<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۰۹).

---

<sup>۱</sup> Kazakis et al., ۲۰۱۷

<sup>۲</sup> Hierarchical cluster analysis

<sup>۳</sup> Irawan et al., ۲۰۰۹

## فصل سوم

### روش تحقیق و یافته‌ها

### ۳-۱- مقدمه

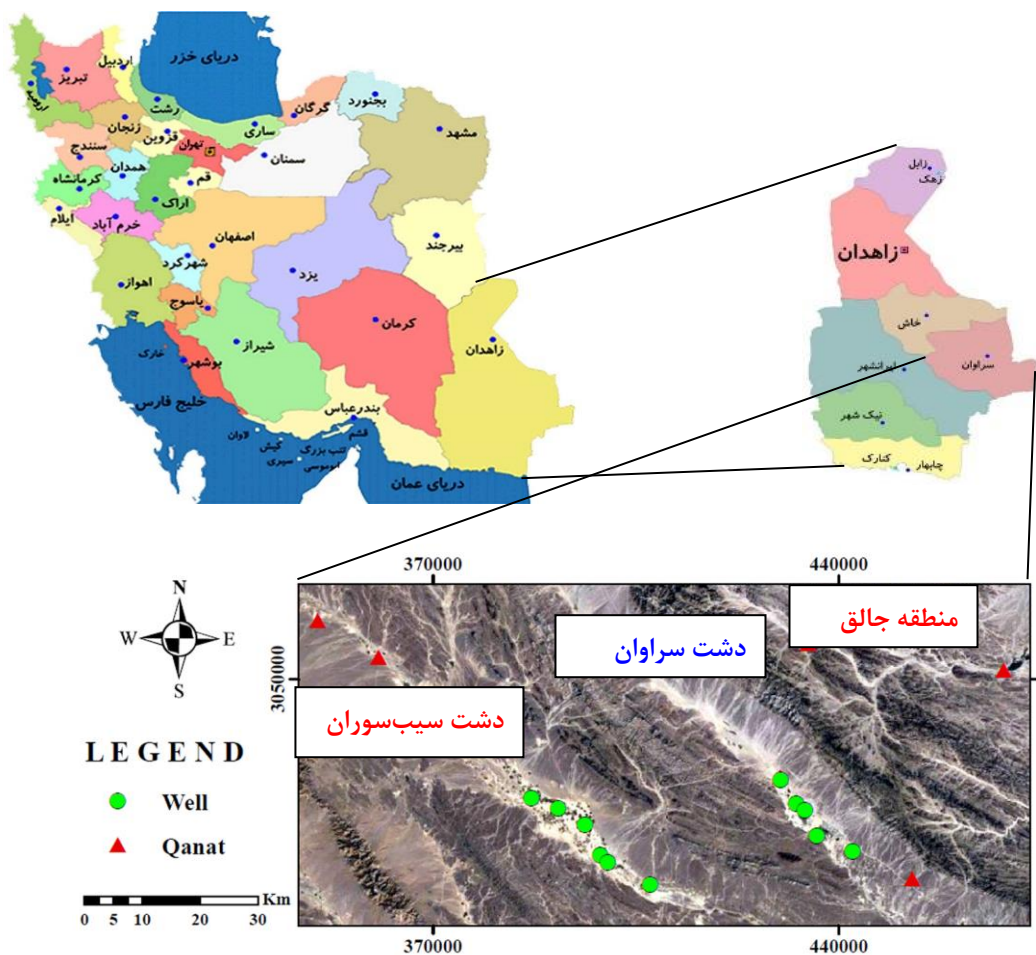
در این فصل برای رسیدن به اهداف تحقیق به جمع‌آوری اطلاعات اولیه و مطالعات کتابخانه‌ای پرداخته شده است که برای بررسی و تجزیه و تحلیل داده‌های اولیه از نرم‌افزارهای مختلف استفاده شده است.

### ۳-۲- مطالعات کتابخانه‌ای

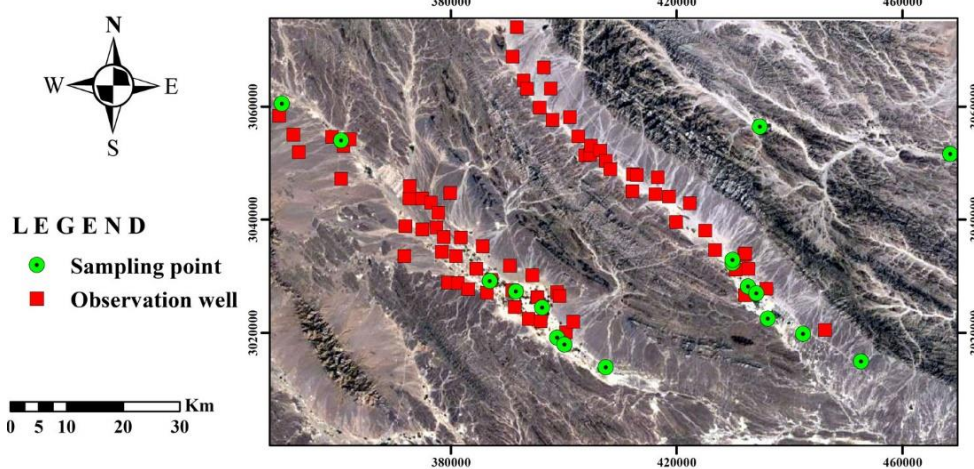
جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز که شامل اطلاعات هیدروژئولوژی، هیدروشیمی و نقشه‌های زمین‌شناسی و گزارشات است؛ به شرح زیر می‌باشد:

#### ۳-۲-۱- داده‌های آنالیز کیفی و کمی آب

جهت انجام این پژوهش در دشت سراوان، دشت سیب‌سوران و منطقه جالق از داده‌های کیفی نتایج آنالیز شیمیایی منابع آب زیرزمینی در ۱۷ محل نمونه‌برداری شده از چاه‌های نیمه‌عمیق و قنات‌های منطقه (شکل ۳-۱ و جدول ۳-۱)، داده کمی تراز سطح ایستابی ۵۴ حلقه چاه مشاهده‌ای (شکل ۳-۲ و جدول ۳-۲)، میزان برداشت و ساعت کارکرد (جدول پیوست) و مقادیر بارش ایستگاه هوشک و جالق (جدول ۳-۳) استفاده شده است.



شکل ۱-۳. نقشه پراکندگی محل‌های نمونه‌برداری منابع آب از چاه‌ها و قنات‌ها در منطقه مورد مطالعه



شکل ۲-۳. نقشه پراکندگی چاه‌های مشاهده‌ای و محل‌های نمونه‌برداری در منطقه مورد مطالعه

جدول ۳-۰. خصوصیات فیزیکوشیمیایی نمونه‌های آب زیرزمینی در منطقه مورد مطالعه (هدایت الکتریکی برحسب میکروموهس بر سانتی‌متر و غلظت یون‌ها براساس میلی‌گرم در لیتر)

| محل     | Na    | K    | Ca   | Mg   | Cl    | HCO <sub>3</sub> | CO <sub>3</sub> | SO <sub>4</sub> | EC      | pH   |
|---------|-------|------|------|------|-------|------------------|-----------------|-----------------|---------|------|
| W1      | ۲۸/۴۸ | ۰/۳۷ | ۱/۷۷ | ۱/۰۳ | ۱۹/۹۱ | ۷/۶۳             | ۰               | ۳/۵۰            | ۳۸۱۲/۸۱ | ۷/۴۲ |
| W2      | ۷۷/۸  | ۰/۸۴ | ۱/۹۴ | ۲/۱۴ | ۴۶/۱۸ | ۸/۱۲             | ۰/۰۹            | ۱۶/۱۸           | ۹۵۱۱/۳۶ | ۷/۶۹ |
| W3      | ۲۰/۱۹ | ۰/۲۵ | ۱/۴۳ | ۰/۷۵ | ۱۴/۵۰ | ۶/۲۶             | ۰/۰۰            | ۲/۰۵            | ۲۷۳۵/۴۹ | ۷/۳۸ |
| W4      | ۱۴/۹۰ | ۰/۱۹ | ۰/۹۸ | ۰/۴۹ | ۹/۵۴  | ۶/۴۶             | ۰/۰۰            | ۱/۰۵            | ۲۰۱۵/۹۴ | ۷/۴۵ |
| W5      | ۱۰/۸۲ | ۰/۱۴ | ۱/۱۶ | ۰/۶۳ | ۵/۰۱  | ۶/۳۲             | ۰/۰۰            | ۱/۶۴            | ۱۶۲۷/۲۳ | ۷/۵۲ |
| چاه W6  | ۱۴/۰۶ | ۰/۱۸ | ۰/۷۳ | ۰/۶۲ | ۱۰/۲۸ | ۳/۰۷             | ۰/۰۰            | ۱/۸۳            | ۱۹۰۵    | ۷/۷۴ |
| W7      | ۲۱/۳۳ | ۰/۲۹ | ۱/۴۲ | ۱/۱۸ | ۱۷/۹۷ | ۳/۴۳             | ۰               | ۲/۷۶            | ۲۹۹۲/۱۸ | ۷/۶۲ |
| W8      | ۲۶/۷۹ | ۰/۳۷ | ۱/۶۲ | ۲/۰۸ | ۲۴/۶۰ | ۳/۳۴             | ۰/۰۰            | ۳/۳۴            | ۳۷۸۶    | ۷/۵۵ |
| W9      | ۲۵/۰۶ | ۰/۳  | ۱/۵۰ | ۱/۱۸ | ۲۰/۹۳ | ۳/۵۵             | ۰/۰۲            | ۳/۱۳            | ۳۳۳۷/۱۹ | ۷/۴۹ |
| W10     | ۴۳/۱۸ | ۰/۵۲ | ۲/۵۶ | ۲/۲۶ | ۳۳/۸۴ | ۵/۸۶             | ۰/۰۰            | ۶/۸۵            | ۵۷۳۱/۷  | ۷/۴۱ |
| W11     | ۲۳/۸۳ | ۰/۳۰ | ۱/۱۲ | ۰/۸۶ | ۱۵/۵۴ | ۵/۵۷             | ۰/۰۱            | ۳/۵۳            | ۳۱۰۵/۱  | ۷/۶۱ |
| قنات Q1 | ۹/۱۶  | ۰/۱  | ۰/۵۰ | ۰/۲۵ | ۶/۳۱  | ۳/۰۷             | ۰/۰۲            | ۰/۷۰            | ۱۲۴۳/۱  | ۷/۸۷ |
| Q2      | ۴/۲۱  | ۰/۰۷ | ۰/۴۳ | ۰/۲۴ | ۲/۲۵  | ۲/۴۶             | ۰/۰۱            | ۰/۴۹            | ۶۱۵/۸۸  | ۷/۹۱ |
| Q3      | ۶/۱   | ۰/۰۹ | ۰/۶۹ | ۰/۶۵ | ۳/۵۰  | ۳/۹۸             | ۰/۰۰            | ۰/۷۱            | ۹۶۶/۷۳۱ | ۷/۸۲ |
| Q4      | ۱۸/۳  | ۰/۲۴ | ۰/۹۸ | ۱/۴۱ | ۱۳/۰۰ | ۴/۸۳             | ۰/۰۱            | ۲/۷۶            | ۲۶۱۳/۸۲ | ۷/۸  |
| Q5      | ۲/۸۷  | ۰/۰۶ | ۰/۵۴ | ۰/۲۶ | ۱/۲۹  | ۲/۷۹             | ۰/۰۱            | ۰/۲۶            | ۴۹۲/۸۱۱ | ۷/۶۶ |
| Q6      | ۶/۰۲  | ۰/۰۹ | ۰/۶۶ | ۰/۳۸ | ۳/۰۳  | ۳/۴۶             | ۰/۰۱            | ۰/۸۸            | ۸۸۴/۳۶۸ | ۷/۵۹ |

جدول ۲-۳. مقادیر متوسط تراز سطح ایستابی در چاه‌های مشاهده‌ای در سال ۱۳۹۹ (شرکت سهامی آب منطقه‌ای استان سیستان و بلوچستان، ۱۳۹۹)

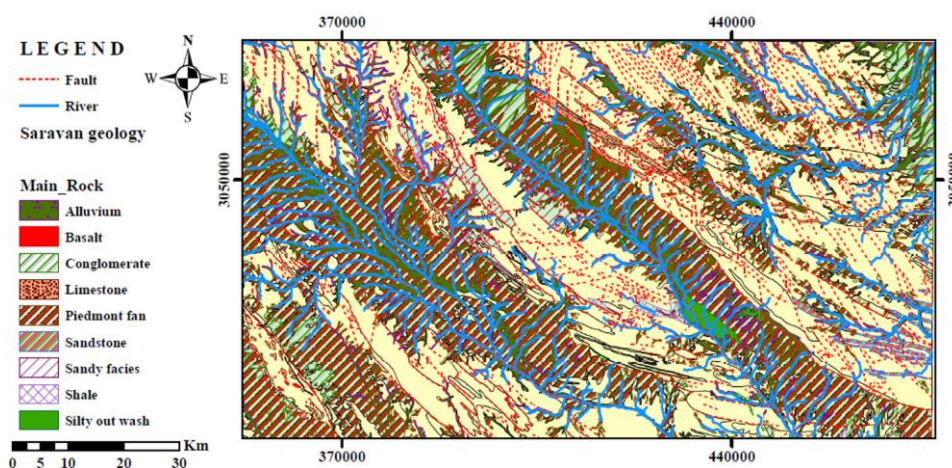
| محل | تراز سطح آب<br>(m) | محل | تراز سطح آب<br>(m) |
|-----|--------------------|-----|--------------------|
| P1  | ۱۳۴۵/۸۰            | P28 | ۱۲۷۲/۰۲            |
| P2  | ۱۳۵۶/۹۴            | P29 | ۱۱۰۸/۲۰            |
| P3  | ۱۳۳۲/۳۹            | P30 | ۱۲۰۰/۴۶            |
| P4  | ۱۳۲۵/۳۹            | P31 | ۱۲۰۸/۰۵            |
| P5  | ۱۳۱۳/۱۹            | P32 | ۱۲۲۸/۴۵            |
| P6  | ۱۲۹۳/۲۵            | P33 | ۱۱۷۷/۸۰            |
| P7  | ۱۲۷۶/۶۱            | P34 | ۱۲۰۲/۴۷            |
| P8  | ۱۲۷۲/۸۲            | P35 | ۱۱۵۵/۹۰            |
| P9  | ۱۲۵۵/۱۴            | P36 | ۱۱۵۵/۹۹            |
| P10 | ۱۲۴۴/۱۵            | P37 | ۱۱۶۷/۶۵            |
| P11 | ۱۲۴۲/۶۱            | P38 | ۱۱۸۹/۱۶            |
| P12 | ۱۲۲۳/۸۳            | P39 | ۱۱۴۹/۸۶            |
| P13 | ۱۲۱۶/۹۳            | P40 | ۱۱۴۷/۵۷            |
| P14 | ۱۲۱۳/۱۷            | P41 | ۱۱۵۲/۳۷            |
| P15 | ۱۲۱۱/۵۳            | P42 | ۱۱۳۸/۵۸            |
| P16 | ۱۲۰۳/۶۰            | P43 | ۱۱۴۵/۲۶            |
| P17 | ۱۱۸۸/۳۵            | P44 | ۱۱۱۹/۱۳            |
| P18 | ۱۱۹۴/۵۴            | P45 | ۱۱۱۶/۴۶            |
| P19 | ۱۱۷۶/۲۴            | P46 | ۱۱۴۳/۱۹            |
| P20 | ۱۱۶۷/۹۰            | P47 | ۱۱۱۷/۶۴            |
| P21 | ۱۱۵۶/۶۹            | P48 | ۱۱۱۴/۰۴            |
| P22 | ۱۱۴۸/۴۲            | P49 | ۱۱۳۱/۳۳            |
| P23 | ۱۱۵۸/۲۲            | P50 | ۱۱۱۱/۱۶            |
| P24 | ۱۱۵۳/۵۹            | P51 | ۱۱۰۷/۶۹            |
| P25 | ۱۱۴۹/۷۹            | P52 | ۱۱۲۰/۵۷            |
| P26 | ۱۳۳۸/۶۰            | P53 | ۱۱۰۸/۵۷            |
| P27 | ۱۳۳۶/۲۰            | P54 | ۱۱۱۵/۵۳            |

جدول ۳-۳. مقادیر بارندگی سالانه در دو ایستگاه باران سنج هوشک و جالق (شرکت سهامی آب منطقه‌ای استان سیستان و بلوچستان، ۱۳۹۹)

| سال بارندگی | هوشک  | جالق  |
|-------------|-------|-------|
| ۱۳۸۱        | ۸/۸۶  | ۱۲/۸۷ |
| ۱۳۸۲        | ۰/۴۵  | ۰/۳۳  |
| ۱۳۸۳        | ۱۰/۶۲ | ۱۲/۵  |
| ۱۳۸۴        | ۰/۹۱  | ۴/۰۸  |
| ۱۳۸۵        | ۱۲/۷۵ | ۲۰/۷۹ |
| ۱۳۸۶        | ۷/۷۰  | ۱۰/۶۶ |
| ۱۳۸۷        | ۸/۱۶  | ۹/۱۶  |
| ۱۳۸۸        | ۸/۴۵  | ۸/۵۸  |
| ۱۳۸۹        | ۹/۰۸  | ۸/۶۶  |
| ۱۳۹۰        | ۵/۵   | ۵/۲۹  |
| ۱۳۹۱        | ۹/۲   | ۱۲/۳۳ |
| ۱۳۹۲        | ۱۳/۱۸ | ۱۱/۴۱ |
| ۱۳۹۳        | ۶/۳۳  | ۵/۱۲  |
| ۱۳۹۴        | ۱۰/۰۱ | ۵/۷۰  |
| ۱۳۹۵        | ۵     | ۵/۳۳  |
| ۱۳۹۶        | ۳/۷۷  | ۴     |
| ۱۳۹۷        | ۸/۸۹  | ۱۲/۰۴ |

### ۳-۲-۲- نقشه‌های زمین‌شناسی

از نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ شیت سراوان (سازمان زمین‌شناسی کشور، ۱۳۹۵) جهت باز ترسیم در محیط GIS استفاده شده است (شکل ۳-۳).



شکل ۳-۳. نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه (باز ترسیم شده از نقشه ۱:۲۵۰۰۰ سراوان، ۱۳۷۲)

### ۳-۲-۳- تعیین جهت جریان آب زیرزمینی

جهت تهیه نقشه مسیر جریان و خطوط هم-پتانسیل آب زیرزمینی (شکل ۴-۱، شکل ۴-۲) با استفاده از داده‌های تراز سطح ایستابی چاه‌های مشاهده‌ای، از نرم‌افزارهای Surfer و GIS استفاده شده است (پیوست ۲).

### ۳-۳- تعیین تیپ منابع آب

برای تعیین تیپ آب‌های زیرزمینی از نمودارهای پایپر در محیط نرم‌افزار RockWork بهره برده شده است.

### ۳-۴- تعیین اندیس اشباع کانی‌ها

با استفاده از غلظت یون‌های اصلی و خصوصیت pH، اندیس اشباع برخی از کانی‌ها در آب زیرزمینی منطقه مورد مطالعه با مدل‌سازی هیدروشیمیایی معکوس در نرم‌افزار PhreeQC محاسبه شده است.

### ۳-۵- محاسبات تحلیل سری زمانی

در تحلیل سری‌های زمانی بارش و تراز سطح آب زیرزمینی (شکل ۴-۵) منطقه مورد از تابع چگالی طیف متقابل و کوهرنسی از طریق نرم افزار SPSS استفاده شده است (پیوست ۲).

## فصل چهارم

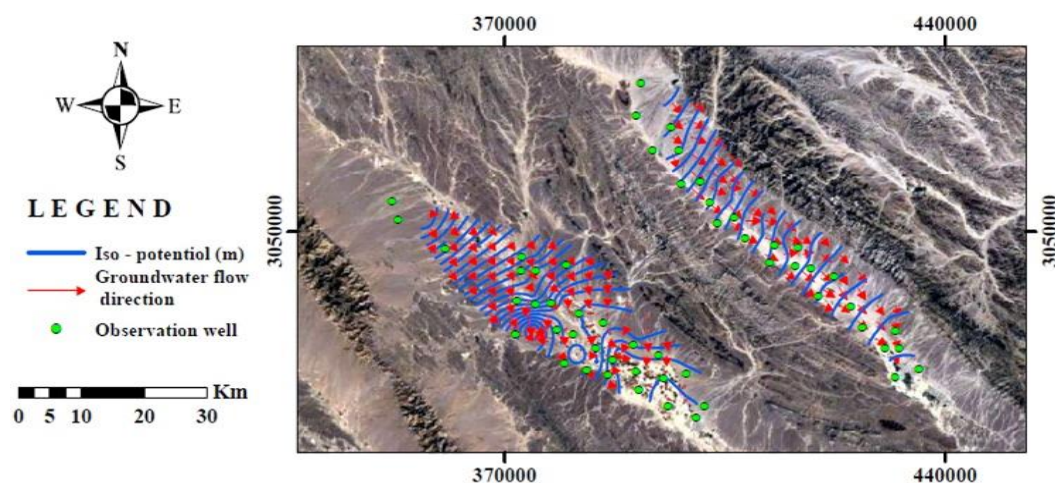
### بررسی و تحلیل یافته‌ها

#### ۴-۱- مقدمه

در این فصل به بررسی یافته‌های پژوهش از منطقه مورد مطالعه پرداخته شده است و مباحث آن شامل جهت جریان آب زیرزمینی، آنالیز سری زمانی تغییرات سطح ایستابی و تجزیه و تحلیل هیدروشیمی می‌باشد.

#### ۴-۲- جهت جریان آب زیرزمینی

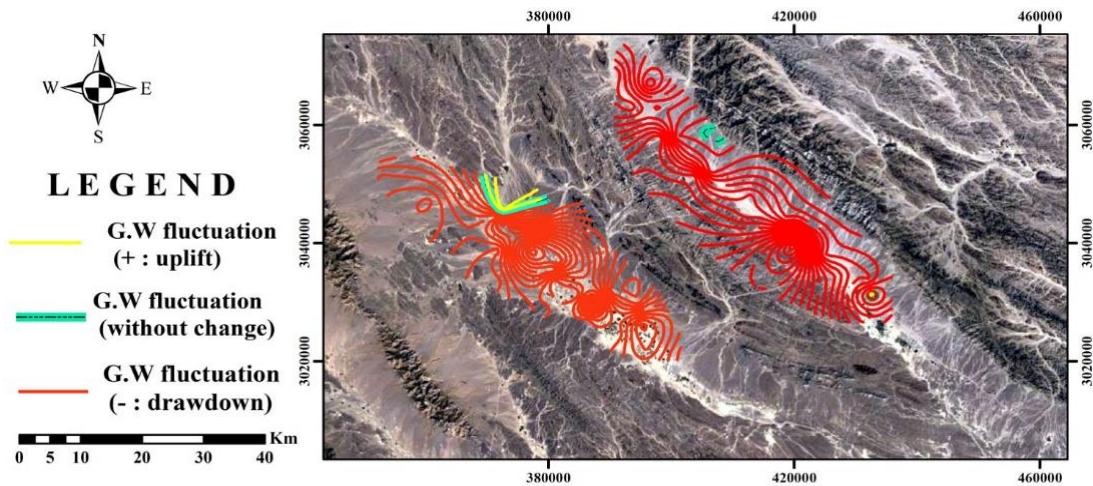
نقشه خطوط هم‌پتانسیل و جهت جریان آب زیرزمینی براساس متوسط سطح ایستابی چاه‌های مشاهده‌ای در دشت سراوان و دشت سیب‌سوران در سال ۱۳۹۹ ترسیم شده است (جدول ۳-۲) (شکل ۴-۱). بطور کلی در هر دو منطقه آب زیرزمینی از شمال غربی به سمت جنوب شرقی جریان دارد. این جهت جریان‌ها از توپوگرافی سطح زمین تبعیت کرده است (جدول ۲ پیوست).



شکل ۴-۱. نقشه هم‌پتانسیل و خطوط جریان آب زیرزمینی در سال ۱۳۹۹ در دو منطقه سراوان و سیب‌سوران

متوسط تغییرات سطح ایستابی بین سال ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۹ در منطقه سراوان و سیب‌سوران (شکل ۴-۲) نشان می‌دهد بطور کلی در کل منطقه افت سطح ایستابی تا  $-7/88$  متر اتفاق افتاده است. بیشترین افت در دشت سیب‌سوران منطقه دیده می‌شود که بیشترین برداشت آب زیرزمینی نیز طی این سال‌ها در این قسمت

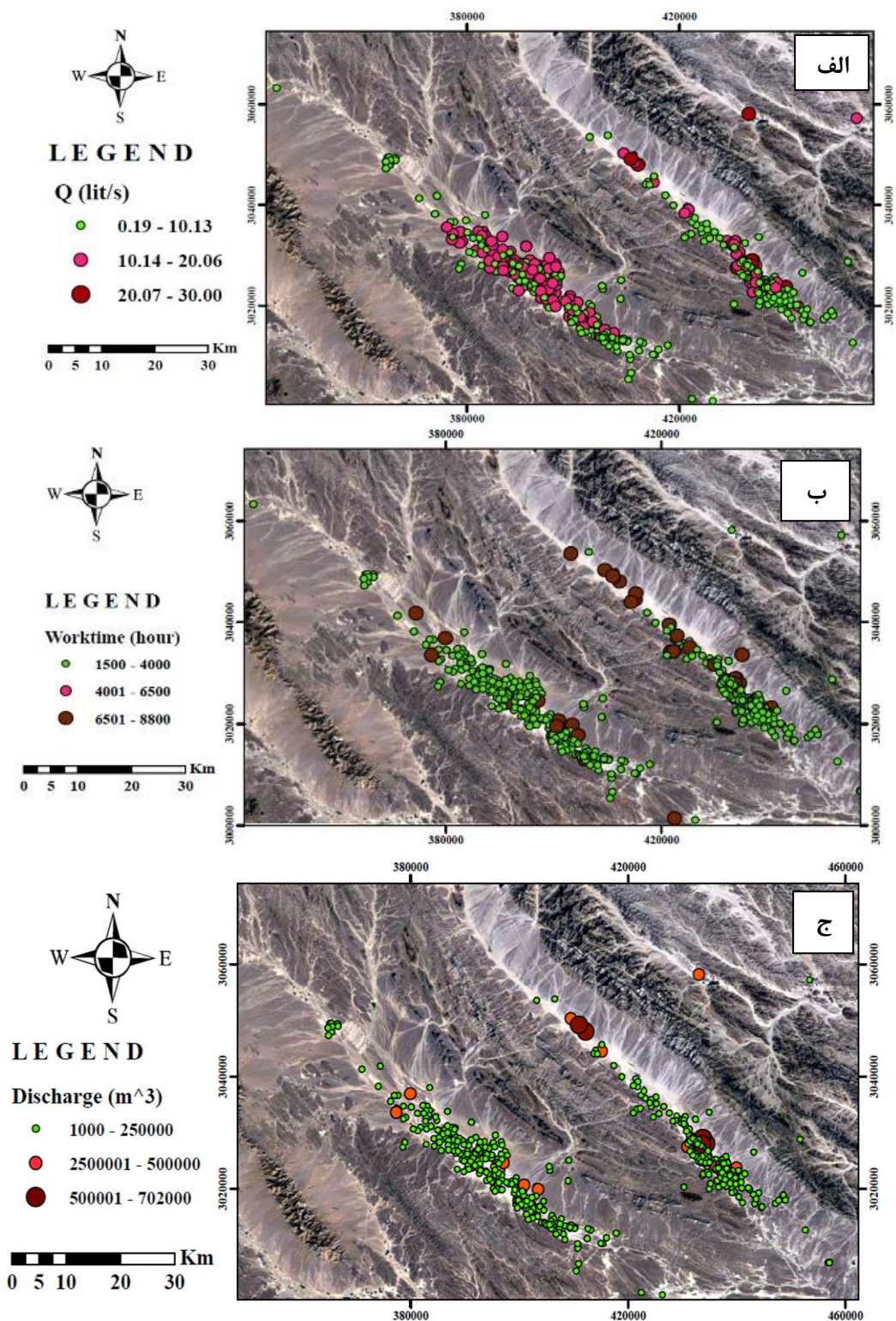
از منطقه مورد مطالعه می‌باشد. در قسمت شرق اختلاف افت زیاد نمی‌باشد چون برداشت آب زیرزمینی در این قسمت از منطقه کمتر بوده است (پیوست ۲).



شکل ۲-۴. اختلاف خطوط هم‌پتانسیل سطح ایستابی بین سال ۱۳۹۴ و ۱۳۹۹ در دشت سراوان و سیب‌سوران

### ۳-۴- میزان برداشت از آب زیرزمینی

نقشه پراکندگی دبی، ساعت کارکرد و تخلیه سالانه از چاه‌های بهره‌برداری در منطقه مورد مطالعه در شکل ۳-۴ ارائه شده است. در قسمت دشت سراوان دبی چاه‌های بهره‌برداری از مقادیر ۰/۱۹ تا ۳۰ لیتر بر ثانیه و در دشت سیب‌سوران از مقادیر ۱۰/۱۴ تا ۲۰/۰۶ لیتر بر ثانیه متغیر می‌باشد. لذا بیشترین دبی خروجی چاه‌ها در غرب یا دشت سیب‌سوران می‌باشد. بیشتر ساعت کارکرد در سال در غرب و شرق منطقه در حدود ۴۰۰-۱۵۰۰ است. تخلیه سالانه در مناطق مورد مطالعه عمدتاً مقادیر ۲۵۰۰-۱۰۰۰ مترمکعب را به خود اختصاص داده است (جدول ۱ پیوست).

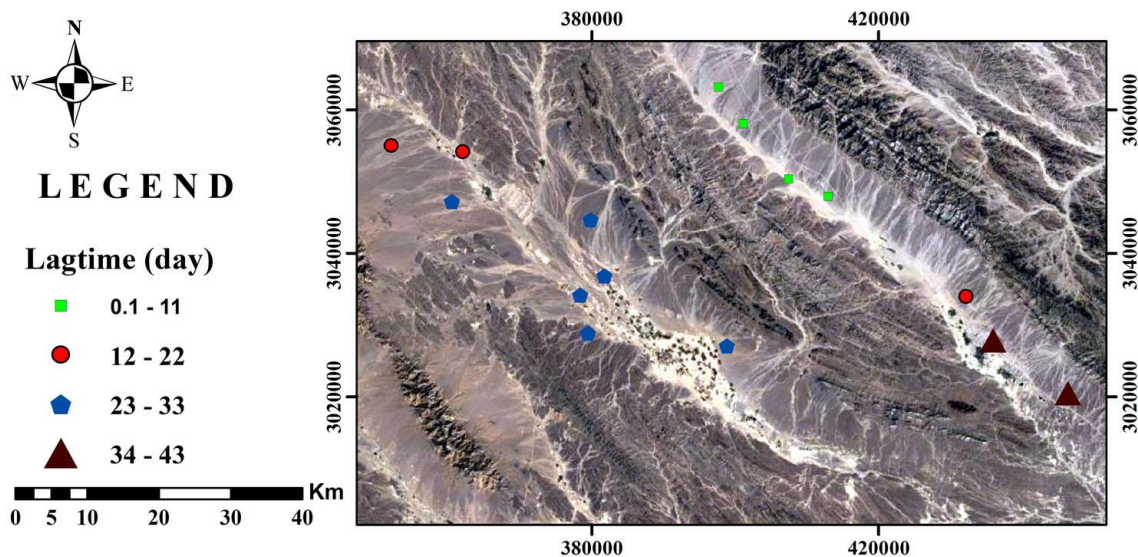


شکل ۴-۳. نقشه پراکندگی پارامترهای دبی (الف)، ساعت کارکرد (ب) و تخلیه سالانه (ج) چاههای بهره‌برداری

در مناطق مورد مطالعه

#### ۴-۴- رابطه تغییرات بارندگی و سطح ایستابی

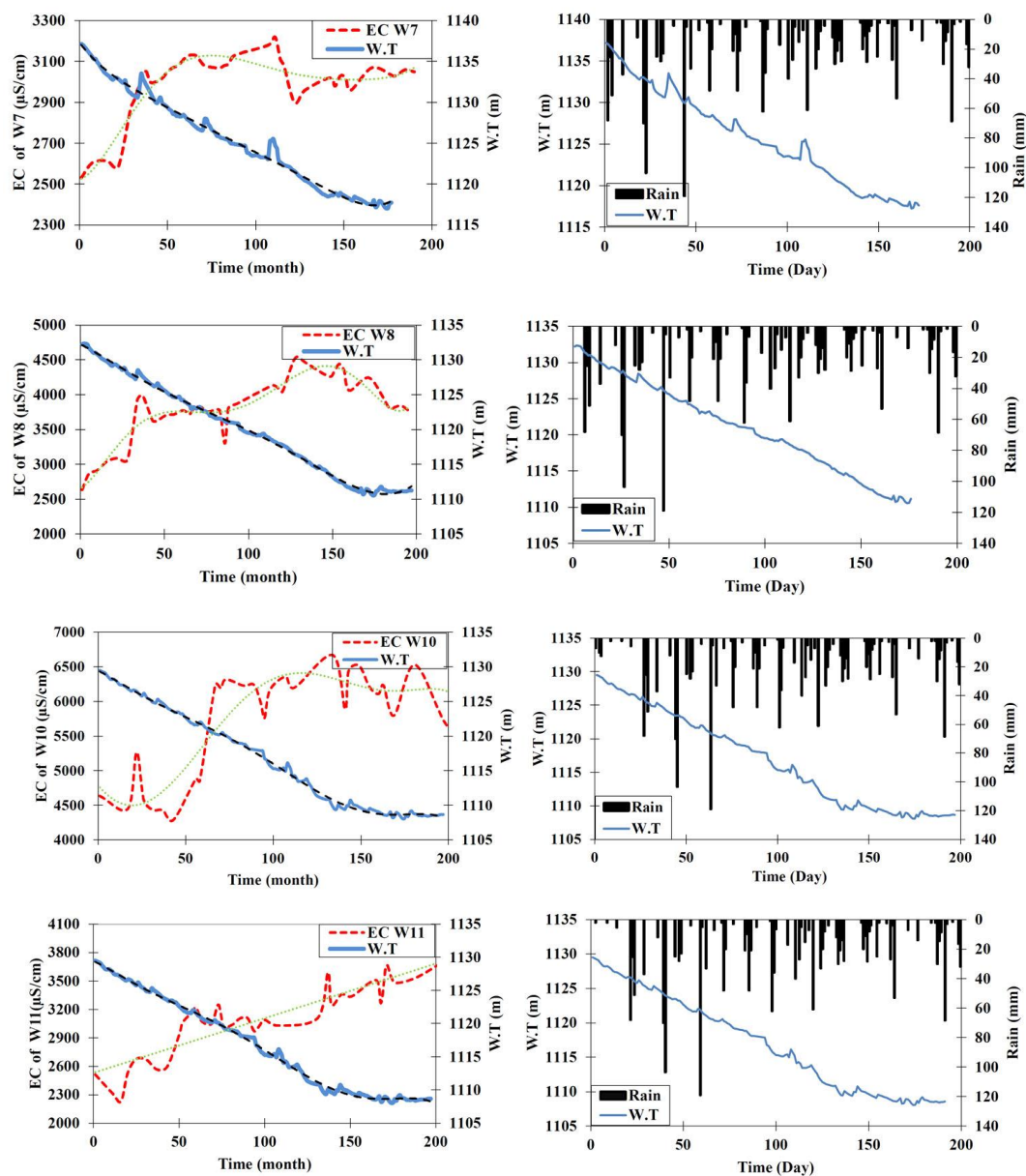
پراکندگی تأخیر زمانی بین اثر بارندگی بر سطح ایستابی آب‌های زیرزمینی در شکل ۴-۴ نشان داده شده است. کمترین تأخیر زمانی (حدوداً کمتر از ۱۱ روز) در بالادست دشت سراوان دیده می‌شود و بطور کلی به سمت پایین دست مناطق مطالعاتی و همچنین در محدوده نواحی مسکونی تأخیر زمانی افزایش یافته است. این افزایش تأخیر زمانی احتمالاً به دلیل کاهش اندازه ذرات و کاهش نرخ نفوذ در پایین دست و همچنین توسعه شهرنشینی (مناطق با پوشش سیمان، آسفالت و ایزوگام) ایجاد شده است.



شکل ۴-۴. پراکندگی تأخیر زمانی بین تغییرات بارندگی و سطح ایستابی آب‌های زیرزمینی در مناطق مورد مطالعه

#### ۴-۵- رابطه تغییرات سطح ایستابی و کیفیت آب

تغییرات زمانی، بارش، سطح ایستابی و هدایت الکتریکی آب زیرزمینی برخی از چاه‌های مشاهده‌ای منطقه مورد مطالعه از سال ۱۳۸۱ تا سال ۱۳۹۹ در شکل ۴-۵ ترسیم شده است. در میزان تغییرات زمانی بارش روند فصلی مشاهده می‌شود اما روند کاهشی یا افزایش طی مدت دیده نمی‌شود. در حالی که به‌خوبی روند کاهشی سطح ایستابی در مناطق مورد مطالعه رخ داده است. همچنین دیده می‌شود هم‌زمان با کاهش سطح تراز آب زیرزمینی در اثر برداشت از دو آبخوان سراوان و سیب‌سوران، روند افزایش هدایت الکتریکی (افزایش شوری) و یا کاهش کیفیت آب زیرزمینی اتفاق افتاده است (جدول ۴ پیوست).



شکل ۴-۵. نمودار تغییرات زمانی هدایت الکتریکی، بارش و سطح ایستابی در مناطق مورد مطالعه

#### ۴-۶- آب‌زمین‌شیمی منابع آب زیرزمینی

##### ۴-۶-۱- رخساره نمونه‌های آب منطقه

با استفاده از نمودار پایپر (شکل ۴-۶ الف) (جدول ۳-۱) مشخص است که در آب‌زیرزمینی مناطق مورد مطالعه سه رخساره آب  $\text{NaCl}$ ,  $\text{NaSO}_4$  و  $\text{NaCl}(\text{HCO}_3)$  وجود دارد. به‌طور کلی دیده می‌شود روند افزایش کلراید و سدیم از منابع آب قنات به منابع آب چاه در مناطق مورد مطالعه رخ داده است. به منظور اثر عمق چاه بر تیپ آب زیرزمینی، نوع چاه کم عمق و نیم عمیق نمونه‌های آب بر روی نمودار پایپر در

شکل ۴-۶ ب مشخص شده است. بر اساس آن دیده می‌شود که افزایش عمق چاه سبب افزایش درصد کلراید و سدیم شده است. نقشه پراکندگی رخساره نمونه‌های آب در شکل ۴-۷ نشان می‌دهد که تیپ کلروسدیک عمدتاً در محدوده سراوان و جالق و رخساره کلرو-بیکربنات سدیک در دشت سیب‌سوران گسترش یافته است.

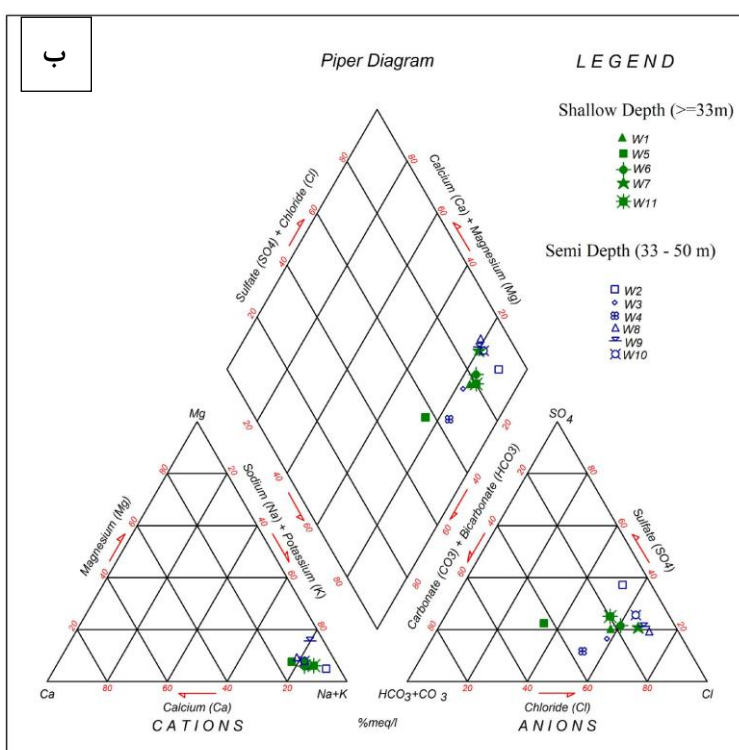
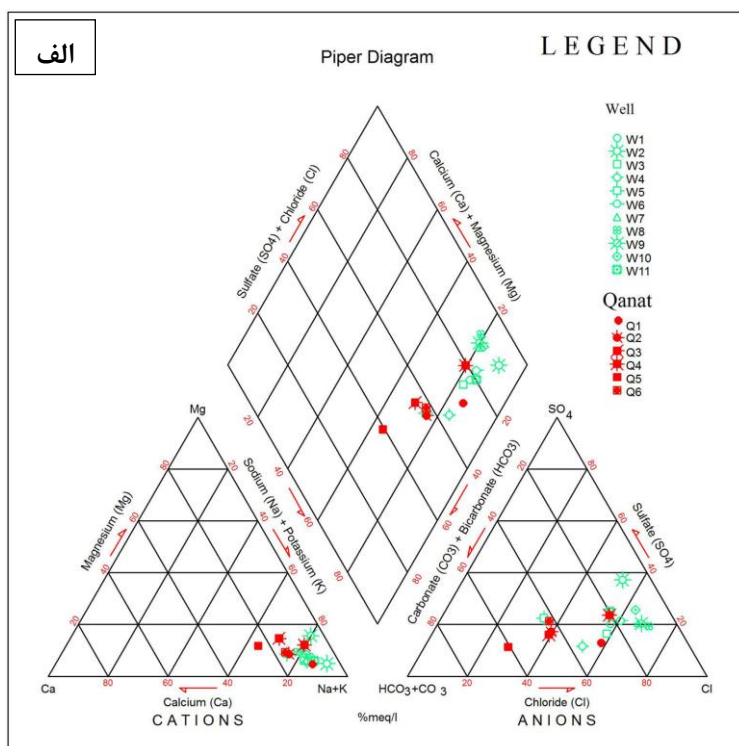
#### ۴-۶-۲- پراکندگی خصوصیات فیزیکوشیمیایی در منابع آب

##### - هدایت الکتریکی (EC)

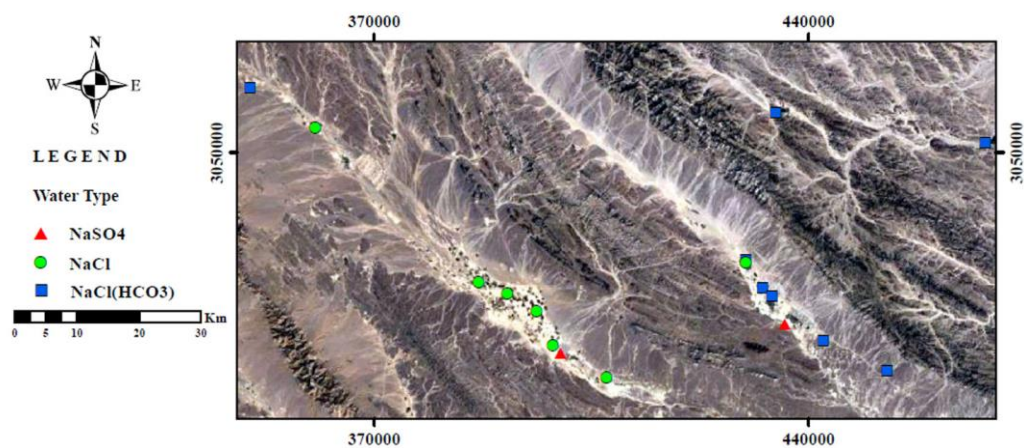
هدایت الکتریکی آب زیرزمینی (شکل ۴-۸ الف) در مناطق مورد مطالعه حدوداً بین ۵۰۰ تا ۹۵۰۰ میکروزیمنس بر سانتی‌متر متغیر می‌باشد. کمترین مقدار هدایت الکتریکی در قنات Q5 در شرق منطقه سراوان و بیشترین مقدار آن در چاه W2 در دشت سراوان مشاهده می‌شود.

##### - pH

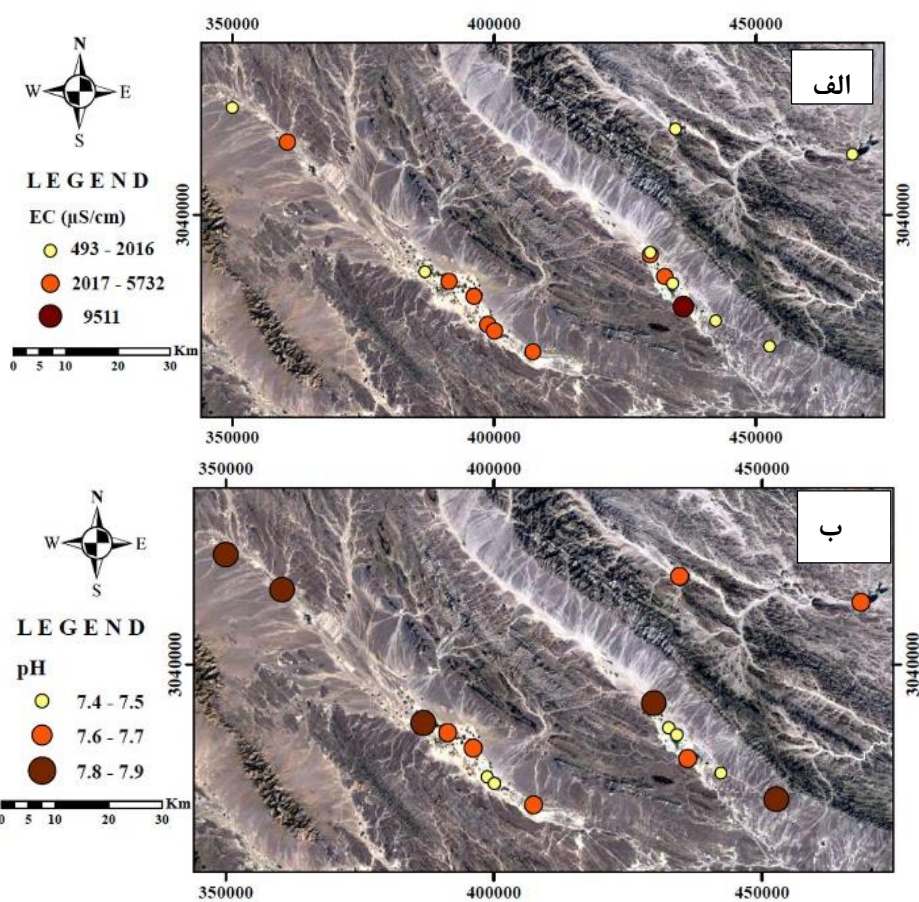
مقدار pH منابع آب محدوده مطالعاتی ۷/۴ تا ۷/۹ متغیر است و بطور کلی از بالادست به سمت پایین دست دو دشت کاهش آن دیده می‌شود (شکل ۴-۸ ب).



شکل ۴-۶. نمودار پایپر نمونه‌های کلی آب زیرزمینی در مناطق مورد مطالعه



شکل ۴-۷. نقشه پراکندگی نوع آب زیرزمینی در مناطق مورد مطالعه



شکل ۴-۸. نقشه پراکندگی EC و pH در آب زیرزمینی مناطق مورد مطالعه

#### - کلسیم ( $Ca^{2+}$ )

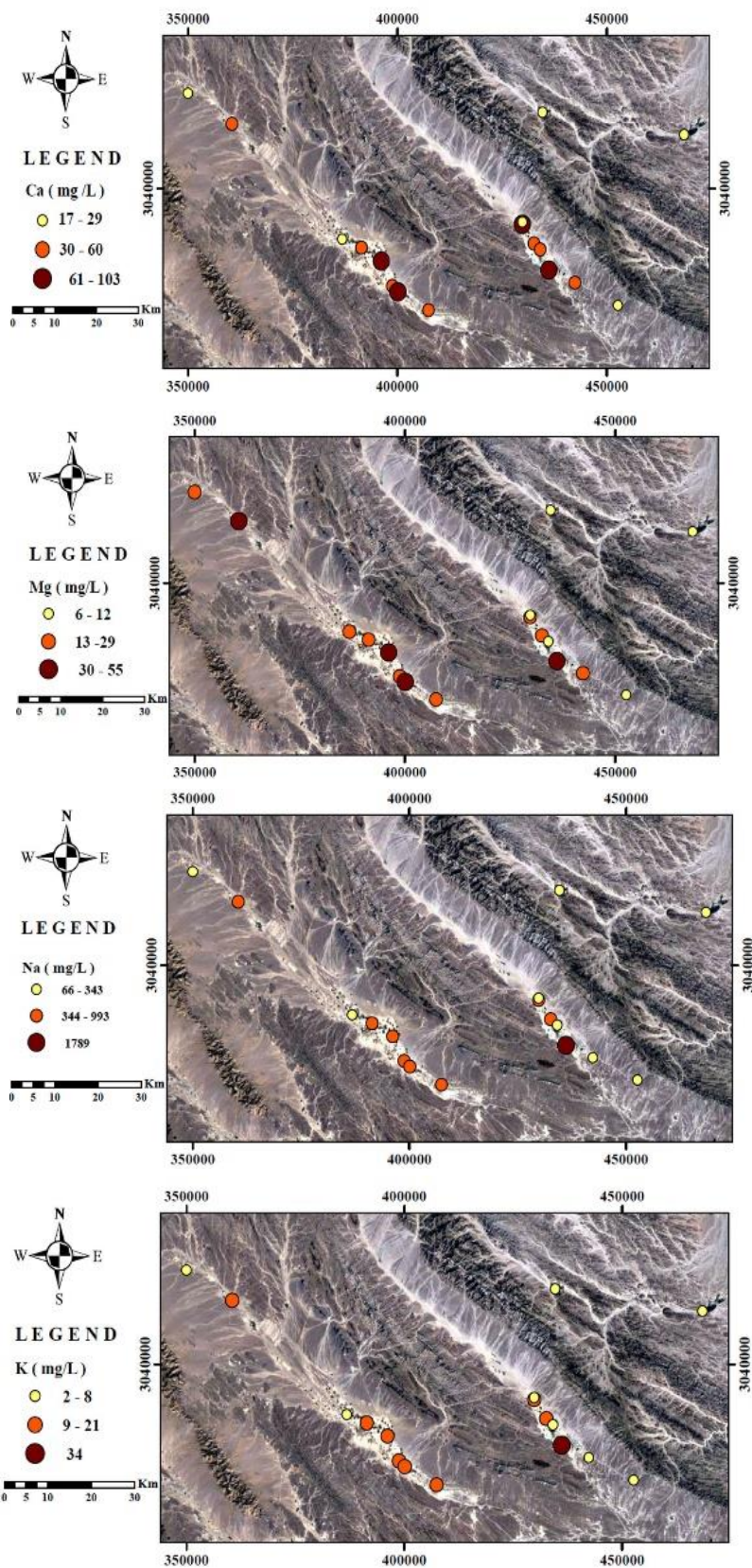
در آب زیرزمینی مناطق مورد مطالعه، کلسیم غلظتی بین ۱۷/۳۴ تا ۱۰۲/۶۲ میلی گرم در لیتر دارد. کمترین غلظت در قنات Q2 و بیشترین غلظت مربوط به چاه W10 می باشد (شکل ۹-۴). پراکندگی غلظت کلسیم در منطقه جالق کمتر بوده و در دو منطقه سراوان و سیب سوران تفاوت چندانی با هم ندارند.

#### - منیزیم ( $Mg^{2+}$ )

در آب زیرزمینی مناطق مطالعاتی منیزیم از غلظت ۵/۸۶ تا ۵۴/۹۱ میلی گرم در لیتر متغیر است. مشابه با کلسیم کمترین غلظت یون منیزیم در قنات Q2 و بیشترین غلظت به چاه W10 مربوط می شود (شکل ۹-۴).

#### - سدیم ( $Na^{+}$ ) و پتاسیم ( $K^{+}$ )

در منطقه مطالعاتی یون سدیم از غلظت ۶۶/۰۱ تا ۱۷۸۹/۴ میلی گرم در لیتر در منابع آب زیرزمینی تغییر کرده است و یون پتاسیم غلظتی بین ۲/۴۸ تا ۳۳/۶۳ میلی گرم در لیتر دارد. نقشه پراکندگی این دو مشابه هدایت الکتریکی است و از هدایت الکتریکی پیروی می کند (شکل ۹-۴).



شکل ۴-۹. نقشه پراکندگی کلسیم، منیزیم، سدیم و پتاسیم در آب زیرزمینی مناطق مورد مطالعه

#### - کلراید ( $Cl^-$ )

در منابع آب مناطق مطالعاتی یون کلراید از غلظت ۴۶/۰۵ تا ۱۶۳۹/۶۱ میلی گرم در لیتر در حال تغییر است (شکل ۴-۱۰). کمترین و بیشترین غلظت به ترتیب مربوط به قنات Q5 و چاه W2 در قسمت شرق و مرکز منطقه مطالعاتی می باشد. بطور کلی در آب زیرزمینی منطقه سیب سوران، کلراید بیشتری نسبت به منطقه سراوان دیده می شود.

#### - کربنات ( $HCO_3^-$ )

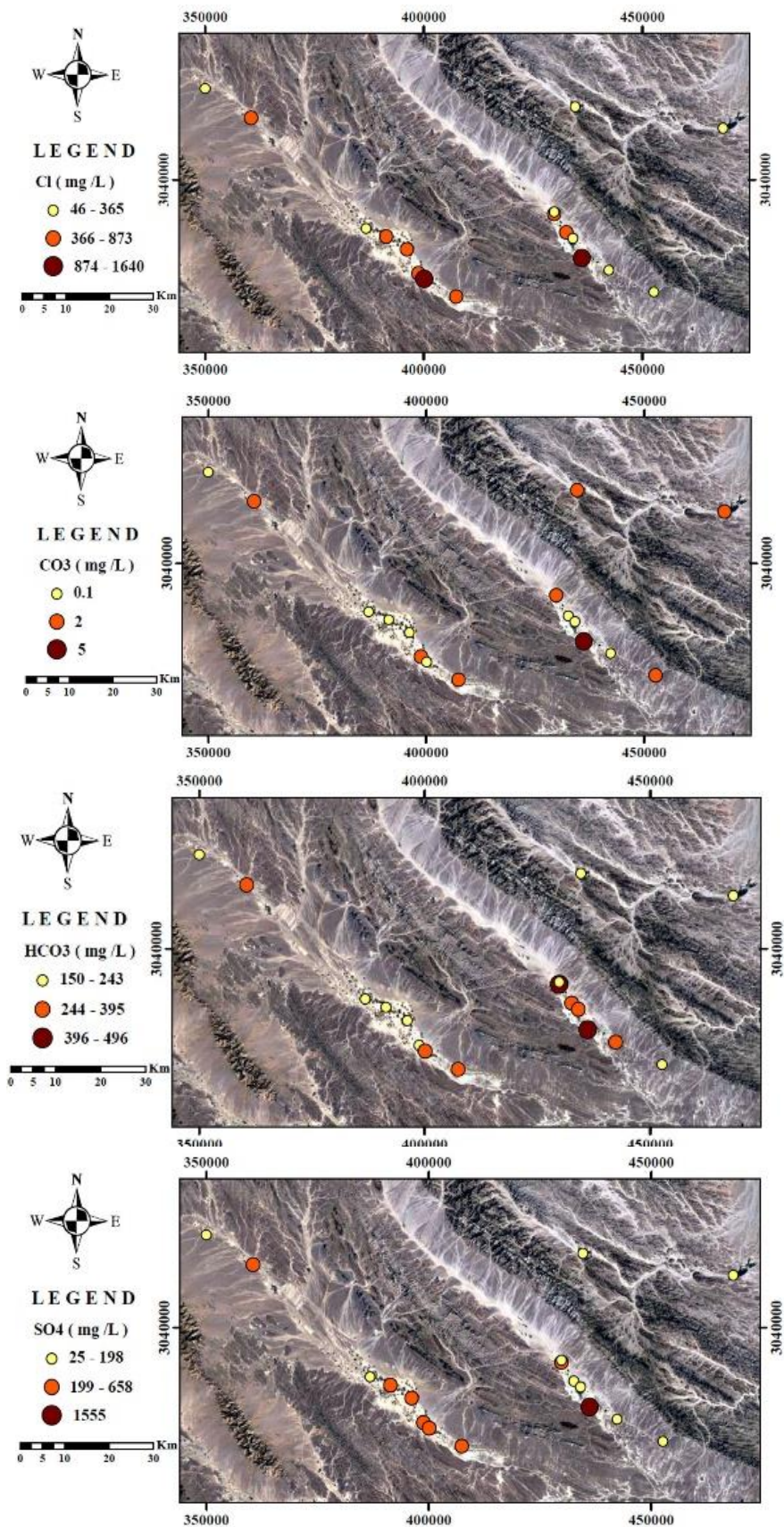
در آب زیرزمینی منطقه مورد مطالعه یون کربنات از غلظت ۰/۰۰۱ میلی گرم تا ۵/۴۵ میلی گرم در لیتر متغیر است. نقشه پراکندگی یون کربنات (شکل ۴-۱۰) نشان می دهد که دو دشت از شمال غرب به جنوب شرق روند افزایشی دارد و در چاه W2 بیشترین غلظت و در چاه های W1 و W7 کمترین غلظت دیده می شود.

#### - بی کربنات ( $CO_3^{2-}$ )

در منابع آب زیرزمینی یون بی کربنات از غلظت ۱۵۰/۳۵ تا ۴۹۵/۷۶ میلی گرم در لیتر در حال تغییر است (شکل ۴-۱۰). بیشترین غلظت مربوط به چاه W1 و W2 و کمترین غلظت مربوط به قنات Q2 است.

#### - سولفات ( $SO_4^{2-}$ )

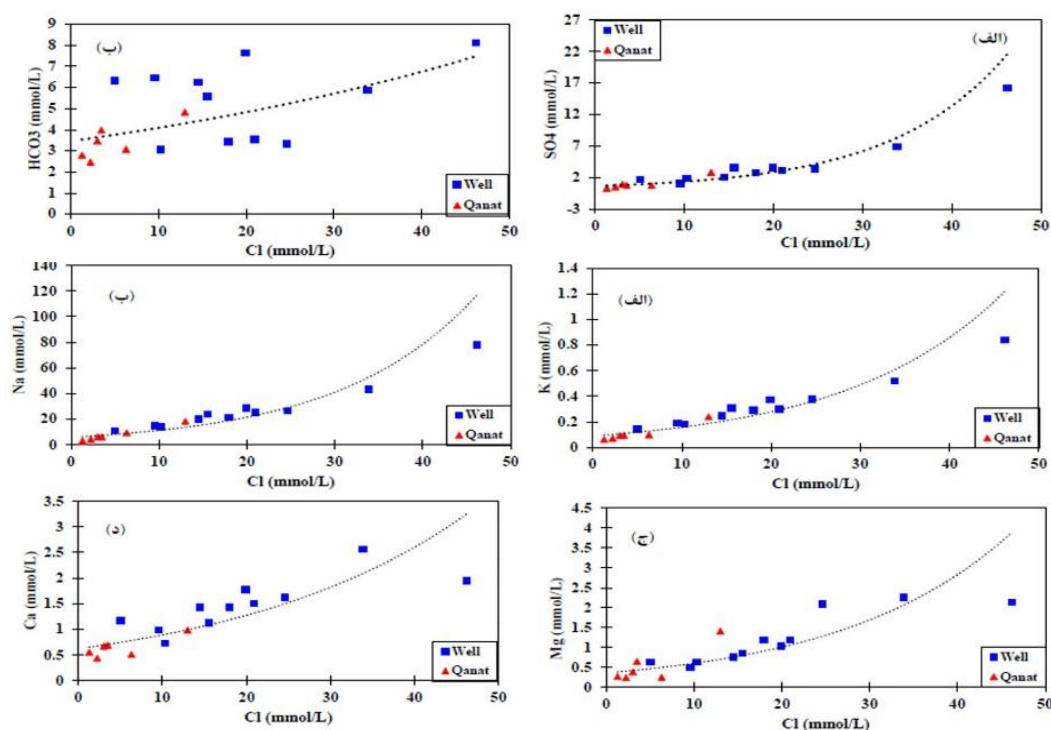
بازه مقدار یون سولفات در آب زیرزمینی مناطق مورد مطالعه از غلظت ۲۵/۳۱۵ تا ۱۵۵۵/۰۲ میلی گرم در لیتر تغییر یافته است. بیشترین غلظت یون سولفات در چاه W2 و کمترین آن در قنات Q5 دیده می شود (شکل ۴-۱۰). نقشه پراکندگی این یون نشان می دهد هر چند حداکثر غلظت این یون در منطقه سراوان دیده می شود اما بطور کلی منابع آب محدوده سیب سوران سولفات بیشتری در مقایسه با منطقه سراوان دارد.



شکل ۴-۱۰. نقشه پراکندگی کلراید، کربنات، بی کربنات و سولفات در آب زیرزمینی مناطق مورد مطالعه

#### ۴-۶-۳- رابطه یون‌های اصلی با کلراید

به دلیل ویژگی پایستار یون کلراید و عدم شرکت در واکنش‌های شیمیایی، می‌توان غلظت کلراید را معیاری جهت طول مسیر آب زیرزمینی در نظر گرفت. براین اساس نمودارهای دو متغیره غلظت یون کلراید با غلظت یون‌های اصلی ترسیم شده است (شکل ۴-۱۱). یون‌های سولفات، پتاسیم، سدیم، منیزیم و کلسیم روند افزایشی نسبتاً خوبی با یون کلراید دارند. در حالیکه برای یون کربنات روند افزایشی با شیب کم‌تر دیده می‌شود. علت آن می‌تواند به دو دلیل باشد: ۱- انحلال کانی‌های کربنات‌دار در طول مسیر آب زیرزمینی؛ آب نسبت به بیکربنات یا کربنات در مقایسه با کلراید زودتر به حالت اشباع می‌رسد و بعد از مدتی انحلال بی‌کربنات و کربنات رخ نمی‌دهد و یا حتی تمایل به رسوب دیده می‌شود ۲- تغییرات pH باعث تغییر در مقدار بی‌کربنات می‌شود.

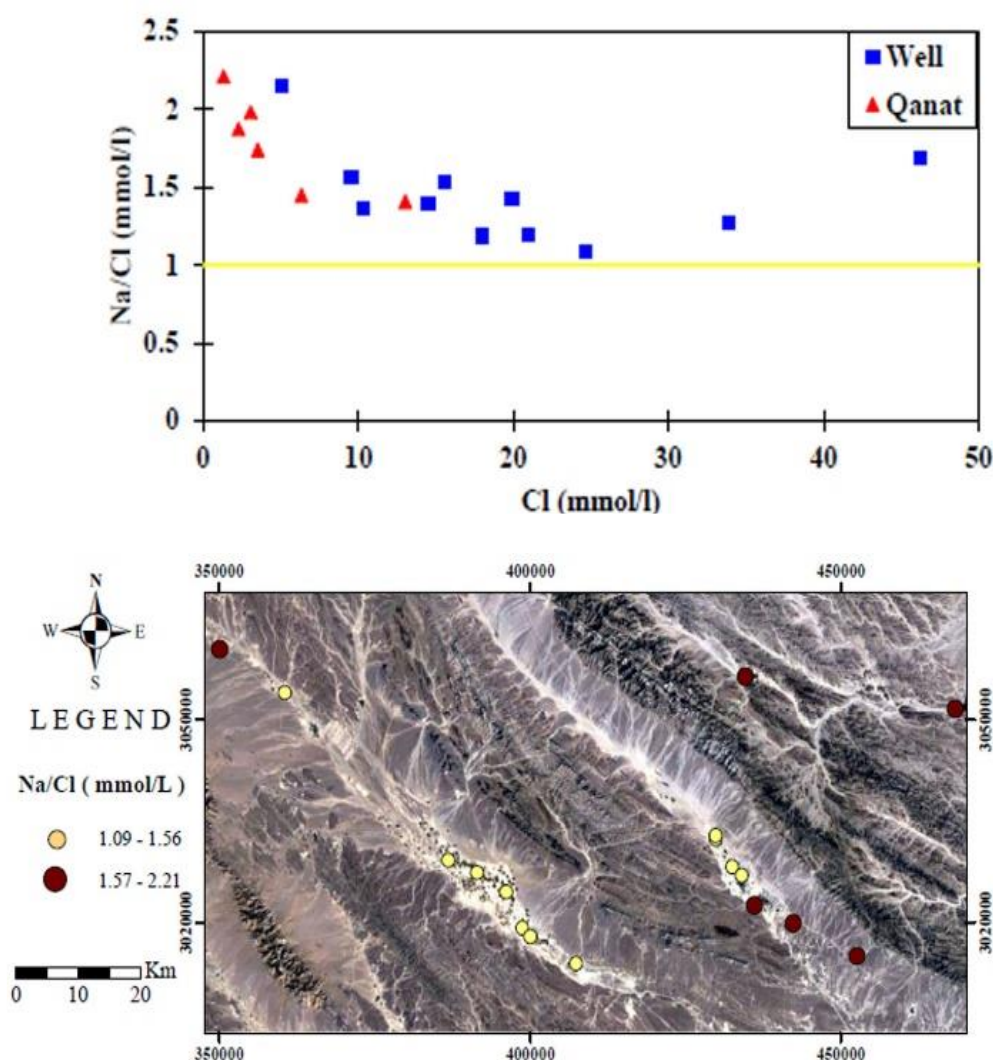


شکل ۴-۱۱. نمودار تغییر یون‌های اصلی در برابر کلرید در منابع آب منطقه مورد مطالعه

#### ۴-۶-۴- نسبت‌های یونی

جهت فهم تأثیر فرآیندهای هیدروژئوشیمیایی بر کیفیت آب زیرزمینی منطقه مورد مطالعه نسبت‌های یونی مد نظر قرار گرفته است. از مقدار نسبت مولی  $Na/Cl$  می‌توان به منشأ سدیم در آب زیرزمینی منطقه پی برد.

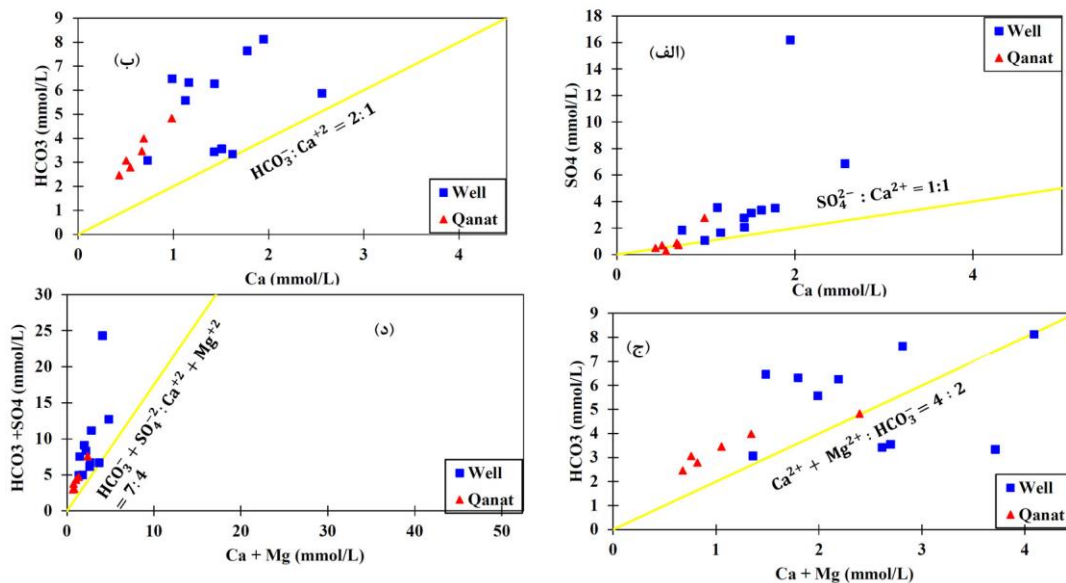
در شکل ۴-۱۲ مشاهده می‌شود که نسبت مولی  $\text{Na/Cl}$  بیشتر نمونه‌ها بالای عدد ۱ می‌باشند و این نشان می‌دهد به جز هالیت منشاهای دیگری سبب ورود سدیم به آب زیرزمینی منطقه شده است؛ که محتمل‌ترین آن هوازگی‌های سیلیکاتهای سدیم‌دار می‌باشد. نقشه پراکندگی این نسبت در شکل ۴-۱۲ بیان می‌کند در منطقه سراوان اثر هوازگی سیلیکات‌ها بر شیمی آب زیرزمینی بیش از منطقه سیب‌سوران است.



شکل ۴-۱۲. نمودار نسبت مولی  $\text{Na/Cl}$  در مقابل  $\text{Cl}$  و نقشه پراکندگی آن

در شکل ۴-۱۳ (الف) نمودار سولفات در مقابل کلسیم نشان می‌دهد که نمونه‌های آب زیرزمینی منطقه مورد مطالعه بالای خط نسبت ۱:۱ قرار گرفته‌اند. لذا به جز انحلال ژئپس بخشی از کلسیم در منابع دیگر به آب زیرزمینی ورود کرده است. نمودار کلسیم در مقابل بی‌کربنات در شکل ۴-۱۳ ب و ج نیز بیان می‌کند

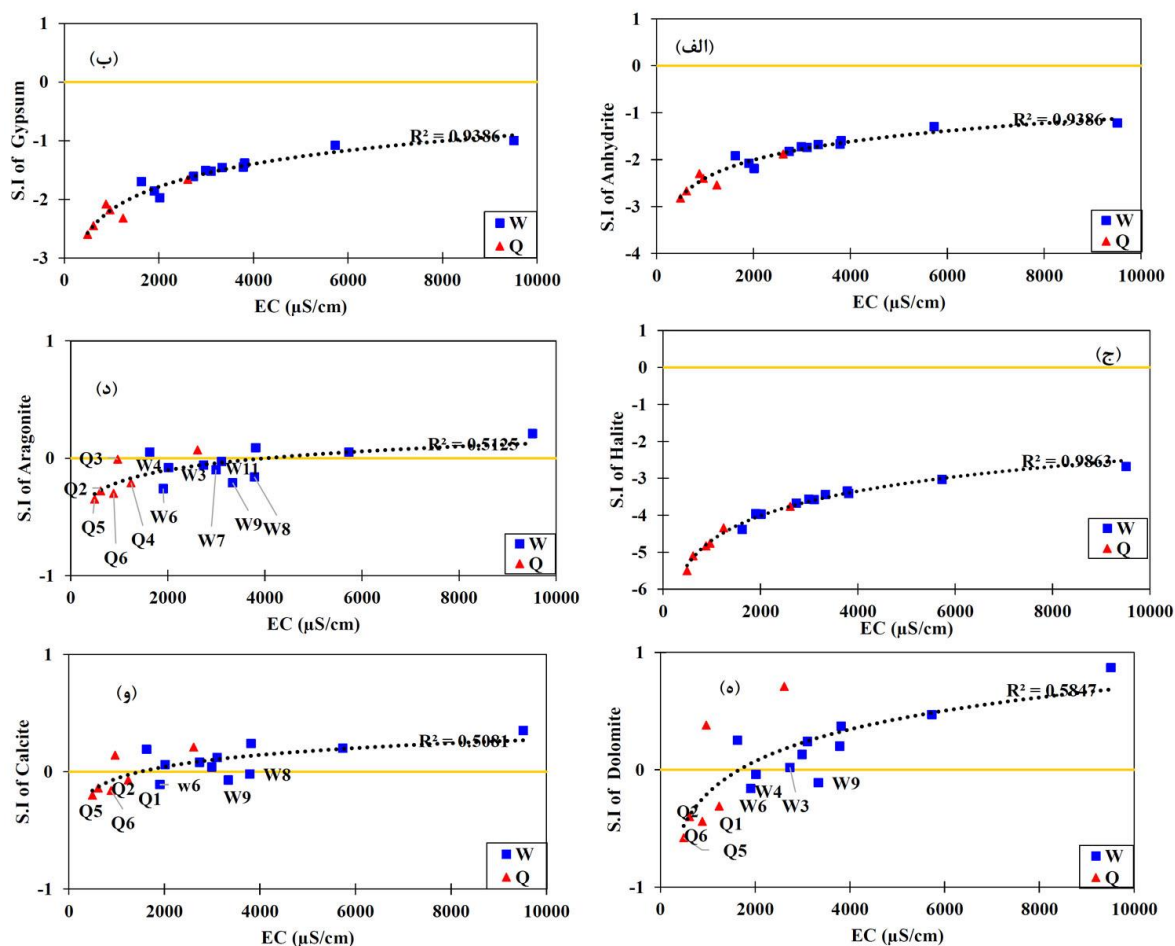
انحلال کلیست و دولومیت نیز همه کلسیم و منیزیم آب زیرزمینی را تامین نمی‌کند. شکل ۹-۱۳ د نشان می‌دهد انحلال هم زمان ژئیس کلسیت و دولومیت و همچنین سلیکات‌های کلسیم‌دار در منطقه رخ داده است.



شکل ۴-۱۳. نمودار نسبت‌های یونی یون‌های اصلی

#### ۴-۶-۵- ارزیابی شاخص اشباع کانی

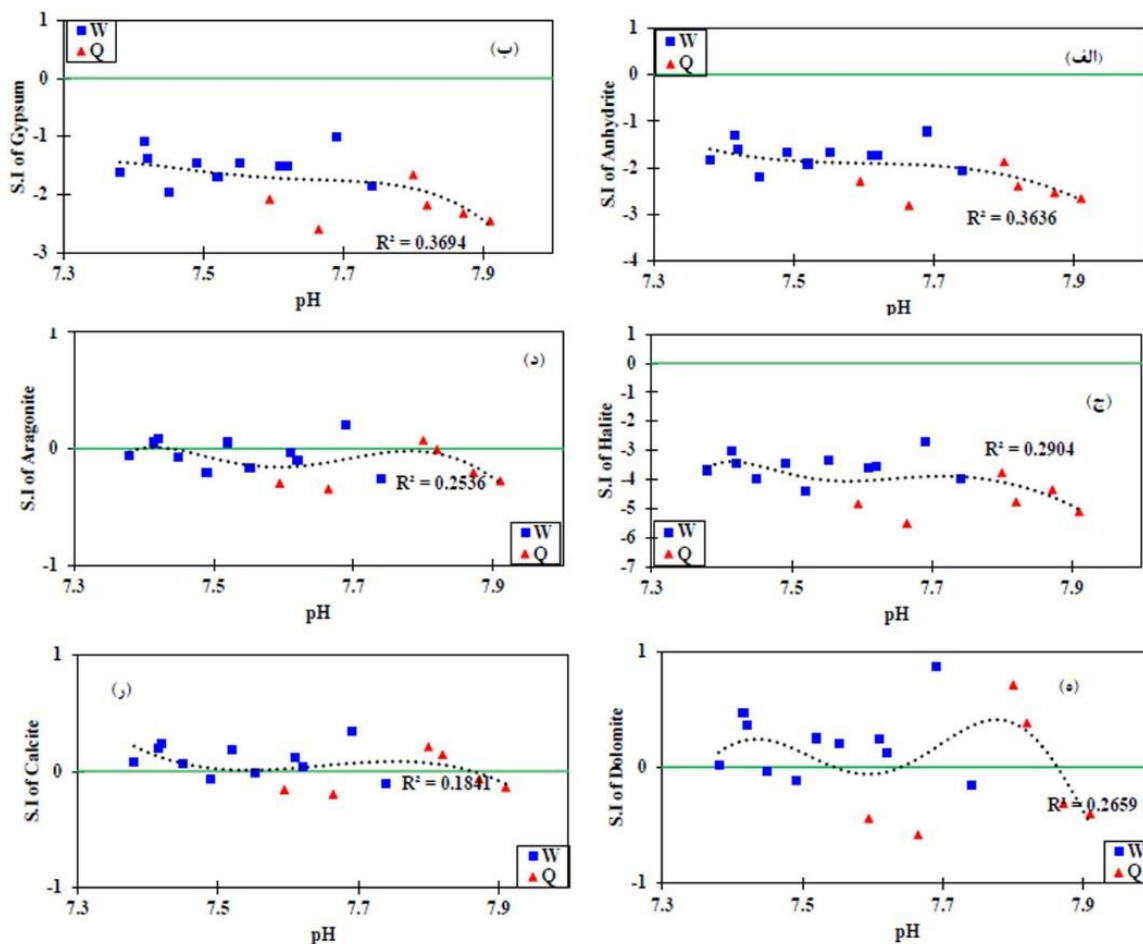
با محاسبه اندیس اشباع برخی از کانی‌های معمول موجود در واحدهای زمین شناسی دیده می‌شود که در آب زیرزمینی منطقه مورد مطالعه کانی‌های انیدریت، ژئیس و هالیت اندیس اشباع منفی داشته و تمایل به انحلال دارند (شکل ۴-۱۴). در حالی که کانی‌های کربناته آراگونیت، دولومیت و کلسیت در بیشتر موارد به حالت اشباع و یا فوق اشباع هستند (شکل ۴-۱۴). کانی آراگونیت در محل قنات‌های Q2، Q3، Q54 و Q6 و چاه‌های W3، W4، W6، W7، W8، W9 و W11 تحت اشباع می‌باشد و لذا حل شدن این کانی در آب زیرزمینی رخ می‌دهد (شکل ۴-۱۴). کانی دولومیت در نمونه قنات‌های Q1، Q2، Q5 و Q6 و چاه‌های W4، W6 و W9 حالت تحت اشباع دارند و در چاه W3 این کانی بصورت اشباع می‌باشد (شکل ۴-۱۴). کانی کلسیت در نمونه‌های Q1، Q2 و Q6، Q5، W6، W8 و W9 تحت اشباع دیده می‌شوند (شکل ۴-۱۴). بطور کلی با افزایش شوری منابع آب، افزایش اندیس اشباع کانی‌ها رخ داده است و این اندیس‌ها در منابع آب چاه‌ها بیش از منابع آب قنوات می‌باشد.



شکل ۴-۱۴. مقادیر اندیس اشباع کانی‌های انیدریت (الف)، ژیپس (ب)، هالیت (ج)، آراگونیت (د)، دولومیت (ه)

و کلسیت (و) در مقابل افزایش شوری منابع آب

رابطه اندیس اشباع کانی‌ها با افزایش مقدار pH در منابع آب در شکل ۴-۱۵ ارائه شده است. بطور کلی یک رابطه معکوس دیده می‌شود. به عبارت دیگر با افزایش قلیایت منابع آب کاهش اندیس اشباع و یا افزایش تمایل به انحلال بیشتر شده است



شکل ۴-۱۵- اندیس اشباع در مقابل pH انیدریت (الف)، ژیپس (ب)، هالیت (ج)، آراگونیت (د)، دولومیت (ه) کلسیت (و)

#### ۷-۴- تحلیل آماری

ضرب همبستگی بین پارامترهای فیزیکوشیمیایی منابع آب منطقه مورد مطالعه به روش پیرسون در جدول ۴-۱ ارائه شده است. پارامترهایی که ضریب همبستگی آن‌ها بالای ۰/۶ است؛ دارای همبستگی نسبتاً خوبی می‌باشند. یون سولفات بیشترین ضریب همبستگی مثبت را با یون‌های Na، K، Ca، Mg، Cl،  $\text{HCO}_3$  و  $\text{CO}_3$  به ترتیب برابر با ۰/۹۷۷، ۰/۹۵۶، ۰/۶۴۹، ۰/۷۹۵، ۰/۹۱، ۰/۶۰۲ و ۰/۷۸۴ دارد. pH با همه عناصرها رابطه منفی دارند به جز یون بی‌کربنات که کمترین مقدار در بین یون‌ها را دارا می‌باشد. کلراید با همه یون‌ها رابطه مثبت دارد اما بیشترین ضریب همبستگی با یون پتاسیم می‌باشد.

جدول ۴-۱. ضریب همبستگی پیرسون بین پارامترهای فیزیکوشیمیایی منابع آب منطقه مورد مطالعه

|      | Na     | K      | Ca     | Mg     | Cl     | Hco3   | Co3   | So4    | pH |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|----|
| Na   | ۱      |        |        |        |        |        |       |        |    |
| K    | ۰/۹۹۴  | ۱      |        |        |        |        |       |        |    |
| Ca   | ۰/۷۶۸  | ۰/۸۲   | ۱      |        |        |        |       |        |    |
| Mg   | ۰/۸۵۶  | ۰/۸۸۹  | ۰/۸۹۱  | ۱      |        |        |       |        |    |
| Cl   | ۰/۹۷۱  | ۰/۹۸۵  | ۰/۸۷   | ۰/۹۲۴  | ۱      |        |       |        |    |
| Hco3 | ۰/۶۴۶  | ۰/۶۳۸  | ۰/۵۴۸  | ۰/۴۵۸  | ۰/۵۵۶  | ۱      |       |        |    |
| Co3  | ۰/۶۸۲  | ۰/۶۱۱  | ۰/۱۱۵  | ۰/۳۴۸  | ۰/۵۴۳  | ۰/۲۸۹  | ۱     |        |    |
| So4  | ۰/۹۷۷  | ۰/۹۵۶  | ۰/۶۴۹  | ۰/۷۹۵  | ۰/۹۱   | ۰/۶۰۲  | ۰/۷۸۴ | ۱      |    |
| pH   | -۰/۲۷۸ | -۰/۳۲۲ | -۰/۶۵۱ | -۰/۳۲۱ | -۰/۳۵۶ | -۰/۵۴۹ | ۰/۲۸  | -۰/۱۳۴ | ۱  |

برای بررسی تاثیرگذاری عوامل روی ترکیب آب زیرزمینی از روش تحلیل عاملی استفاده شده است. در منطقه مورد مطالعه ۲ عامل موثر، که مقادیر ۸۸/۴۳۸ تغییرات واریانس کل آن می‌باشد، شناسایی شده‌اند (جدول ۴-۲). از این مقدار ۷۰/۰۸۰ درصد مربوط به یک عامل می‌باشد. در عامل اول همه یون‌ها به جز کربنات بار بالایی دارند. لذا عامل اول انحلال کانی‌ها می‌باشد که کیفیت منابع آب را کنترل می‌کند. با توجه به بار عاملی بالای pH در عامل دوم، این مولفه عوامل کنترل کننده اسیدیت/قلیات منابع آب می‌باشد؛ که معمولاً انحلال کانی‌های کربناته را شامل می‌شود.

جدول ۴-۲. عامل‌های استخراجی و مقادیر واریانس آن‌ها

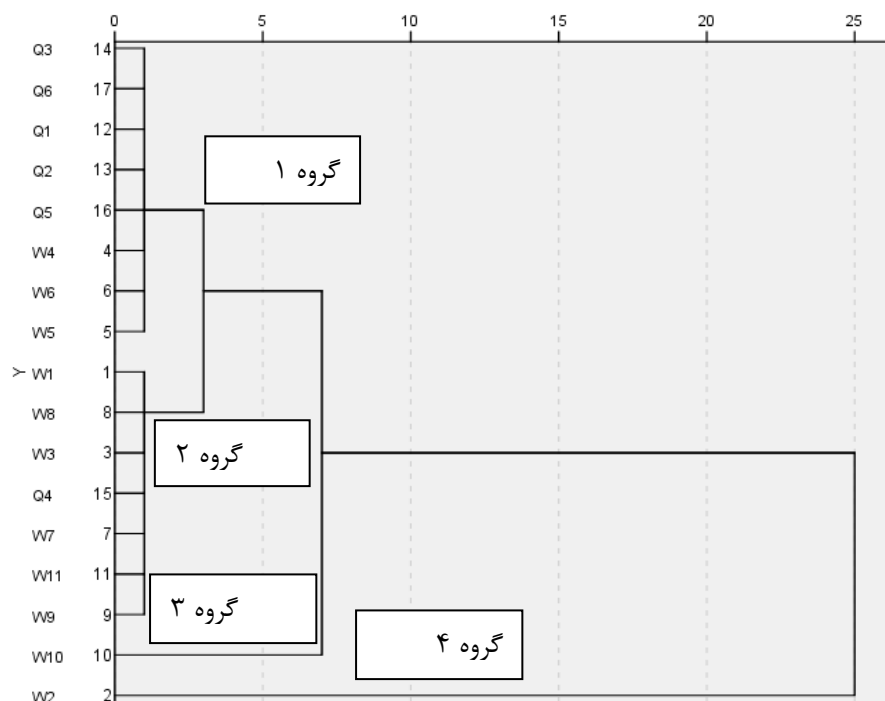
| Component | Eigenvalues | % of Variance | Cumulative % |
|-----------|-------------|---------------|--------------|
| ۱         | ۶/۳۰۷       | ۷۰/۰۸۰        | ۷۰/۰۸۰       |
| ۲         | ۱/۶۵۲       | ۱۸/۳۵۹        | ۸۸/۴۳۸       |

جدول ۴-۳. ضرایب تحلیل عاملی

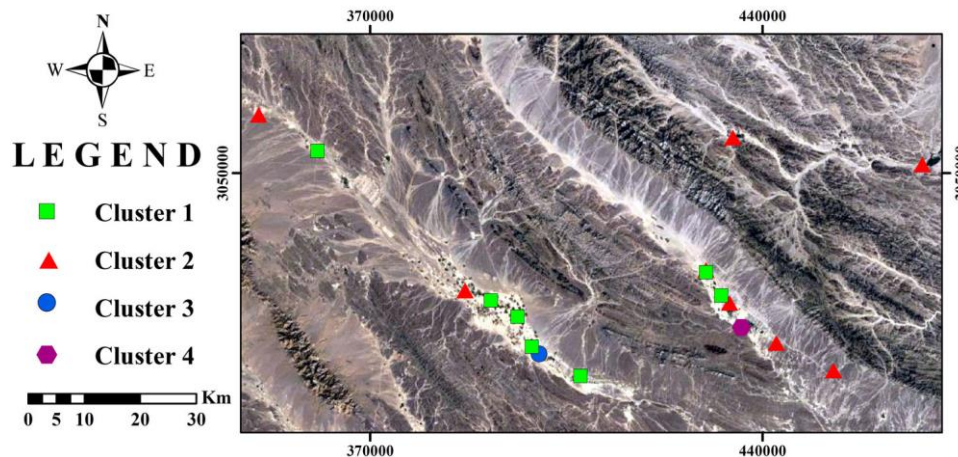
|      | Component |        |
|------|-----------|--------|
|      | ۱         | ۲      |
| Na   | ۰/۹۸۶     | ۰/۱۵۲  |
| K    | ۰/۹۹۲     | ۰/۰۷۹  |
| Ca   | ۰/۸۵۵     | -۰/۴۳۳ |
| Mg   | ۰/۹۰۱     | -۰/۰۸۳ |
| Cl   | ۰/۹۸۰     | ۰/۰۱۸  |
| HCO3 | ۰/۶۸۷     | -۰/۲۶۸ |
| CO3  | ۰/۵۷۴     | ۰/۷۴۴  |
| SO4  | ۰/۹۴۰     | ۰/۳۱۲  |
| pH   | -۰/۴۰۱    | ۰/۸۴۰  |

#### ۸-۴- تحلیل خوشه‌ای

در تحلیل خوشه‌ای طبقه‌بندی نمونه‌های آب زیرزمینی از طریق شباهت‌ها با توجه به ویژگی‌های هیدروشیمیایی انجام شده است (شکل ۴-۱۶ و ۴-۱۷) گروه اول چاه‌های W4، W6، W5 و قنات‌های Q1، Q2، Q3، Q6 و Q5 با تیپ آب  $\text{NaCl (HCO}_3\text{)}$ ، گروه دوم شامل چاه‌های و قنات W7، W1، W9، W8، W3، Q4 و W11 با تیپ آب  $\text{NaCl}$ ، گروه سوم چاه W2 و گروه چهارم چاه W10 با تیپ آب  $\text{NaSO}_4$  تشخیص داده شده است.



شکل ۴-۱۶. نمودار خوشه‌ای یون‌های اصلی موجود در منطقه مورد مطالعه



شکل ۴-۱۷. نقشه پراکندگی براساس طبقه‌بندی خوشه‌ای بر مبنای یون‌های اصلی در منطقه مورد مطالعه

## فصل پنجم

### نتایج و پیشنهادات

## ۵-۱- نتیجه‌گیری

۱. حرکت و جهت جریان آب زیرزمینی از توپوگرافی سطح زمین در دو منطقه سراوان و سیب‌سوران پیروی کرده و از طرف شمال‌غربی به سوی جنوب‌شرقی است.
۲. در مناطق مورد مطالعه برداشت آب، تخلیه سالانه و دبی در مرکز و قسمت شهرنشینی بیشتر می‌باشد و دلیل حفر چاه‌های زیاد در منطقه، افت سطح ایستابی رخ داده است.
۳. میزان دبی چاه‌های بهره‌برداری، ساعت کارکرد و برداشت سالیانه در آبخوان سیب‌سوران بیش از دشت سراوان می‌باشد و به همین دلیل در دشت سیب‌سوران بیشترین تغییرات زمانی و مکانی سطح ایستابی ایجاد شده است.
۴. رخساره کلروره بیشترین گسترش را آب زیرزمینی مناطق مورد مطالعه دارد.
۵. کاهش کیفیت آب زیرزمینی در منطقه بیشتر در مرکز قسمت شهرنشینی دو دشت می‌باشد و در قنات‌ها کیفیت آب بهتر از چاه‌های منطقه می‌باشد.
۶. بر اساس نمودارهای دو متغیره غلظت یون کلراید در آب زیرزمینی منطقه مورد مطالعه با غلظت یون‌های سولفات، پتاسیم، سدیم، منیزیم و کلسیم روند افزایشی نسبتاً خوبی با یون کلراید دارند. در حالیکه برای یون کربنات روند افزایشی با شیب کم‌تر دیده می‌شود.
۷. عامل اصلی کنترل کننده کیفیت منابع آب زیرزمینی در مناطق مطالعاتی تاثیر واحدهای زمین شناسی می‌باشد که در ادامه بر اثر عوامل انسانی (برداشت آب زیرزمینی) نرخ کاهش کیفیت آب زیرزمینی را تشدید کرده است.

## ۵-۲- پیشنهادات

۱. به منظور کاهش اثرات نامطلوب برداشت از منابع آب در مناطق مورد مطالعه، محدودیت عدم پمپاژ آب زیرزمینی از چاه W2 اعمال گردد.
۲. مطالعات و طرح‌های آبخیزداری در بالادست این دو منطقه، جهت مهار سیلاب‌ها و نفوذ آن به آبخوان مورد بررسی قرار گیرد.

## مراجع

- احمدی، سمانه؛ جهانشاهی، رضا؛ معینی، وحید؛ مالی، سپیده، (۱۳۹۶) ارزیابی کیفی منابع آب زیرزمینی منطقه معدنی اردستان، استان اصفهان.
- بیابانگرد، حبیب؛ مرادیان، عباس، بوالی، یعقوب؛ (۱۳۸۸)، نشریه علوم زمین، شماره ۷۳.
- حسینی، مهدیه؛ جهانشاهی، رضا؛ اسدی، ناصر؛ نصیری، محمدعلی، (۱۳۹۸) بررسی کیفی منابع آب زیرزمینی در محدوده‌ی حسن آباد-ده چاه، شمال شرق نی ریز، استان فارس.
- جعفری، فاطمه؛ رضایی، محسن، (۱۳۸۹) ارزیابی هیدروژئوشیمیایی آبخوان آبرفتی دشت قوچان شیروان، نخستین کنفرانس پژوهش های کاربری منابع آب ایران.
- خردناروئی، صابره؛ روحی‌مقدم، عین‌الله؛ نهتانی، محمد؛ سرگزی، حسین، (۱۳۹۹) بررسی تاثیر خشکسالی بر کیفیت آبخوان دشت ایرانشهر با استفاده از شاخص و روش شولر SPI، نشریه علوم و مهندسی آبخیزداری.
- روزرخ، جمیل؛ اصغری مقدم، اصغر؛ ندیری، عطاالله، (۱۳۹۶) بررسی ویژگی‌های هیدروژئوشیمیایی و طبقه بندی کیفی منابع آب زیرزمینی دشت هرزندات برای مصارف مختلف با استفاده از روش‌های هیدرووشیمیایی.
- زارع چاهوکی، محمد. علی، روش‌های تحلیل چند متغیره در نرم افزار SPSS، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران. ۱۳۸۹، ۳۶ صفحه.
- سازمان سهامی شرکت آب منطقه‌ای استان سیستان و بلوچستان، گزارش منطقه دشت سراوان و مناطق اطراف، ۱۳۹۷.
- افتخارنژاد. ج؛ مک کال. ج؛ ۱۳۷۲. نقشه ۱/۲۵۰۰۰ سراوان
- .علیزاده، امین، اصول هیدرولوژی کاربردی، ۱۳۸۵، مشهد، دانشگاه امام رضا (ع).
- لشکری پور، محبوبه، پهنه‌بندی وضعیت فیزیکی و شیمیایی منابع آب زیرزمینی ایرانشهر و سراوان از سال ۸۷ تا ۹۵ و مدلسازی و پیش بینی روند تغییرات کمی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، ۱۳۹۶.
- لشکری، مهدی؛ لشکری‌پور، غلامرضا، (۱۳۹۰) بررسی کیفیت آب زیرزمینی دشت ایرانشهر و تاثیر سازند زمین‌شناسی بر کیفیت آب، سی امین گردهمایی علوم زمین.
- قره محمودلو، مجتبی؛ جندقی، نادر؛ صیادی، مریم، (۱۳۹۹) تکامل هیدرووشیمیایی و کاهش کیفیت آب رودخانه گرگانرود.

- Alghamdi, Abdulaziz G., Anwar A. Aly, Mosaed A. Majrashi, and Hesham M. Ibrahim. "Impact of climate change on hydrochemical properties and quality of groundwater for domestic and irrigation purposes in arid environment: A case study of Al-Baha region, Saudi Arabia." *Environmental Earth Sciences* 82, no. 1 (2023): 39.
- Benadela, Laouni, Belkacem Bekkoussa, and Laouni Gaidi. "Multivariate analysis and geochemical investigations of groundwater in a semi-arid region, case of superficial aquifer in Ghriss Basin, Northwest Algeria." *Journal of Groundwater Science and Engineering* 10, no. 3 (2022): 233-249.
- Biswas, Tanmoy, Subodh Chandra Pal, and Asish Saha. "Hydro-chemical assessment of coastal groundwater aquifers for human health risk from elevated arsenic and fluoride in West Bengal, India." *Marine Pollution Bulletin* 186 (2023): 114440.
- Brhane, Grmay Kassa. "Characterization of hydro chemistry and groundwater quality evaluation for drinking purpose in Adigrat area, Tigray, northern Ethiopia." *Water Science* 32, no. 2 (2018): 213-229.
- Busico, Gianluigi, Nerantzis Kazakis, Nicolò Colombani, Micòl Mastrocicco, Konstantinos Voudouris, and Dario Tedesco. "A modified SINTACS method for groundwater vulnerability and pollution risk assessment in highly anthropized regions based on NO<sub>3</sub><sup>-</sup> and SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> concentrations." *Science of the total environment* 609 (2017): 1512-1523.
- Ferhati, Ahmed, Ratiba Mitiche-Kettab, Nour El Houda Belazreg, Hakim Djafer Khodja, Salim Djerbouai, and Mahmoud Hasbaia. "Hydrochemical analysis of groundwater quality in central Hodna Basin, Algeria: a case study." *International Journal of Hydrology Science and Technology* 15, no. 1 (2023): 22-39.
- Gaikwad, Satyajit K., Ajaykumar K. Kadam, Ritish R. Ramgir, Akanksha S. Kashikar, Vasant M. Wagh, Avinash M. Kandekar, Suryakant P. Gaikwad, Ramdas B. Madale, Namdev J. Pawar, and Kishor D. Kamble. "Assessment of the groundwater geochemistry from a part of west coast of India using statistical methods and water quality index." *HydroResearch* 3 (2020): 48-60.
- Gao, Yanyan, Hui Qian, Wenhao Ren, Haike Wang, Fengxia Liu, and Faxuan Yang. "Hydrogeochemical characterization and quality assessment of groundwater based on integrated-weight water quality index in a concentrated urban area." *Journal of cleaner production* 260 (2020): 121006.
- Fijani, Elham, and Sahar Meysami. "Assessment of Hydrochemical Characteristics and Groundwater Suitability for Drinking and Irrigation Purposes in Garmsar Plain, Iran." *Geopersia* 13, no. 1 (2023): 83-102.
- Irawan, Dasapta Erwin, Deny Juanda Puradimaja, Sudarto Notosiswoyo, and Prihadi Soemintadiredja. "Hydrogeochemistry of volcanic hydrogeology based on cluster analysis of Mount Ciremai, West Java, Indonesia." *Journal of hydrology* 376, no. 1-2 (2009): 221-234.

- Jeevanandam, M., Ramasamy Nagarajan, M. Manikandan, M. Senthilkumar, Seshachalam Srinivasalu, and M. V. Prasanna. "Hydrogeochemistry and microbial contamination of groundwater from lower ponnaiyar basin, cuddalore district, Tamil Nadu, India." *Environmental Earth Sciences* 67 (2012): 867-887.
- Khawla, Khaskhoussy, and Hachicha Mohamed. "Hydrogeochemical assessment of groundwater quality in greenhouse intensive agricultural areas in coastal zone of Tunisia: Case of Teboulba region." *Groundwater for sustainable development* 10 (2020): 100335.
- Lalitha, Manickam, Subramanian Dharumarajan, Beeman Kalaiselvi, Khandal Shivanand, Arti Koyal, Seenipandi Kaliraj, and Rajendra Hegde. "Hydrochemical characterization and groundwater quality in Cauvery deltaic fluvial plains of Southern India." *Environmental Science and Pollution Research* (2021): 1-16.
- Marganingrum, Dyah, Mochamad Furqon Azis Ismail, and Diana Rahayuning Wulan. "Assessment of shallow groundwater contamination on Pari Island, Indonesia." *Environmental Monitoring and Assessment* 195, no. 1 (2023): 87.
- Roy, Biplab, Malay Pramanik, and Ajay Kumar Manna. "Hydrogeochemistry and quality evaluation of groundwater and its impact on human health in North Tripura, India." *Environmental Monitoring and Assessment* 195, no. 1 (2023): 39.
- Stanly, Rajkumar, Srinivas Yasala, D. Hudson Oliver, Nithya C. Nair, Karthikeyan Emperumal, and Arunbose Subash. "Hydrochemical appraisal of groundwater quality for drinking and irrigation: a case study in parts of southwest coast of Tamil Nadu, India." *Applied Water Science* 11 (2021): 1-20.
- Subba Rao, N., Deepali Marghade, A. Dinakar, I. Chandana, B. Sunitha, B. Ravindra, and T. Balaji. "Geochemical characteristics and controlling factors of chemical composition of groundwater in a part of Guntur district, Andhra Pradesh, India." *Environmental earth sciences* 76 (2017): 1-22.
- Tasan, Sevda. "Estimation of groundwater quality using an integration of water quality index, artificial intelligence methods and GIS: Case study, Central Mediterranean Region of Turkey." *Applied Water Science* 13, no. 1 (2023).
- Todd, D. K., *Ground water hydrology*. John Wiley and Sons, Inc, New York, 2005.
- Wu, Jianhua, Yuxin Zhang, and Hui Zhou. "Groundwater chemistry and groundwater quality index incorporating health risk weighting in Dingbian County, Ordos basin of northwest China." *Geochemistry* 80, no. 4 (2020): 125607.
- Xiong, Gui-Yao, Guang-Quan Chen, Xing-Yong Xu, Wen-Quan Liu, Teng-Fei Fu, Somkiat Khokiattiwong, Narumol Kornkanitnan et al. "A comparative study

on hydrochemical evolution and quality of groundwater in coastal areas of Thailand and Bangladesh." *Journal of Asian Earth Sciences* 195 (2020): 104336.

پیوست

جدول ۱ پیوست: مقادیر دبی چاه‌های بهره‌برداری، تخلیه سالیانه، دبی و ساعت کارکرد در منابع آب زیرزمینی

دشت سراوان در سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۹

| Name | Utm X  | Utm Y   | ساعت کارکرد(ساعت) | دبی<br>(لیتر بر<br>ثانیه) | تخلیه سالیانه<br>(مترمکعب) |
|------|--------|---------|-------------------|---------------------------|----------------------------|
| W1   | ۴۲۱۷۹۴ | ۳۰۳۸۰۷۴ | ۱۵۰۰              | ۷                         | ۳۷۸۰۰                      |
| W2   | ۴۲۵۶۸۵ | ۳۰۳۳۳۱۹ | ۱۵۰۰              | ۱/۶۹                      | ۹۱۲۶                       |
| W3   | ۴۳۱۳۱۳ | ۳۰۳۰۵۸۵ | ۳۰۰۰              | ۱۵                        | ۱۶۲۰۰۰                     |
| W4   | ۴۳۳۵۳۷ | ۳۰۲۵۷۱۲ | ۳۰۰۰              | ۴                         | ۴۳۲۰۰                      |
| W5   | ۴۳۸۴۴۶ | ۳۰۲۲۱۹۳ | ۳۰۰۰              | ۱                         | ۱۰۸۰۰                      |
| W6   | ۴۲۷۶۴۵ | ۳۰۳۳۴۲۷ | ۱۵۰۰              | ۱/۶۹                      | ۹۱۲۶                       |
| W7   | ۴۳۸۰۱۸ | ۳۰۲۱۵۳۸ | ۸۷۶۰              | ۰/۲۹                      | ۹۱۴۵                       |
| W8   | ۴۳۴۵۲۰ | ۳۰۲۶۵۸۷ | ۳۰۰۰              | ۱۵                        | ۱۶۲۰۰۰                     |
| W9   | ۴۴۲۳۵۰ | ۳۰۱۹۸۲۴ | ۳۰۰۰              | ۱۵                        | ۱۶۲۰۰۰                     |
| W10  | ۴۲۱۸۰۸ | ۳۰۳۹۰۲۴ | ۳۰۰۰              | ۱۲                        | ۱۲۹۶۰۰                     |
| W11  | ۴۳۰۷۷۲ | ۳۰۳۰۲۱۲ | ۳۰۰۰              | ۱۴                        | ۱۵۱۲۰۰                     |
| W12  | ۴۳۶۱۸۳ | ۳۰۲۵۱۹۴ | ۳۰۰۰              | ۱۰                        | ۱۰۸۰۰۰                     |
| W13  | ۴۳۷۴۹۸ | ۳۰۲۲۶۱۶ | ۳۰۰۰              | ۵                         | ۵۴۰۰۰                      |

ادامه‌ی جدول ۱ پیوست:

| Name | Utm X  | UtmY    | ساعت<br>کارکرد(ساعت) | دبی (لیتر بر<br>ثانیه) | تخلیه سالیانه<br>(مترمکعب) |
|------|--------|---------|----------------------|------------------------|----------------------------|
| W14  | 440972 | 3020042 | 3000                 | 3                      | 32400                      |
| W15  | ۴۳۳۷۹۵ | ۳۰۲۸۶۹۷ | ۷۵۰۰                 | ۲۶                     | ۷۰۲۰۰۰                     |
| W16  | ۴۳۷۲۱۸ | ۳۰۲۴۴۲۵ | ۳۰۰۰                 | ۱۰                     | ۱۰۸۰۰۰                     |
| W17  | ۴۳۳۴۱۴ | ۳۰۲۴۵۴۹ | ۳۰۰۰                 | ۱۶                     | ۱۷۲۸۰۰                     |
| W18  | ۴۳۷۸۶۲ | ۳۰۲۲۲۵۰ | ۳۰۰۰                 | ۳                      | ۳۲۴۰۰                      |
| W19  | ۴۲۵۱۹۴ | ۳۰۳۶۲۶۹ | ۱۵۰۰                 | ۳                      | ۱۶۲۰۰                      |
| W20  | ۴۲۹۸۷۳ | ۳۰۳۲۳۳۱ | ۳۰۰۰                 | ۱۰                     | ۱۰۸۰۰۰                     |
| W21  | ۴۳۱۴۳۵ | ۳۰۲۶۶۱۷ | ۳۰۰۰                 | ۱۰                     | ۱۰۸۰۰۰                     |
| W22  | ۴۳۸۴۶۱ | ۳۰۲۲۹۱۵ | ۳۰۰۰                 | ۲                      | ۲۱۶۰۰                      |
| W23  | ۴۴۴۷۲۶ | ۳۰۱۶۷۰۹ | ۳۰۰۰                 | ۰/۸۵                   | ۹۱۲۶                       |
| W24  | ۴۳۵۱۹۲ | ۳۰۲۴۷۳۷ | ۳۰۰۰                 | ۸                      | ۸۶۴۰۰                      |
| W25  | ۴۴۱۰۸۴ | ۳۰۱۷۴۶۰ | ۱۵۰۰                 | ۱/۰۱                   | ۵۴۵۴                       |
| W26  | ۴۳۸۱۱۱ | ۳۰۲۰۳۷۷ | ۳۰۰۰                 | ۳                      | ۳۲۴۰۰                      |
| W27  | ۴۱۴۱۱۰ | ۳۰۴۴۶۱۰ | ۱۵۰۰                 | ۰/۵۱                   | ۲۷۵۴                       |
| W28  | ۴۱۷۴۱۳ | ۳۰۴۱۸۸۳ | ۱۵۰۰                 | ۱/۰۱                   | ۵۴۵۴                       |
| W29  | ۴۱۱۴۱۰ | ۳۰۴۹۸۴۷ | ۱۵۰۰                 | ۱/۶۹                   | ۹۱۲۶                       |

ادامه‌ی جدول ۱ پیوست:

| Name | Utm x  | UtmY    | ساعت<br>کارکرد(ساعت) | دبی (لیتر بر<br>ثانیه) | تخلیه سالیانه<br>(مترمکعب) |
|------|--------|---------|----------------------|------------------------|----------------------------|
| W30  | 448656 | 3018837 | 1500                 | 42/1                   | 7668                       |
| W31  | ۴۰۶۵۲۶ | ۳۰۵۳۷۸۱ | ۱۵۰۰                 | ۱/۶۸                   | ۹۰۷۲                       |
| W32  | ۴۱۱۶۳۱ | ۳۰۴۸۴۲۴ | ۱۵۰۰                 | ۲۰                     | ۱۰۸۰۰۰                     |
| W33  | ۴۱۸۹۳۴ | ۳۰۳۹۸۹۱ | ۱۵۰۰                 | ۰/۴۷                   | ۲۵۳۸                       |
| W34  | ۴۴۱۵۰۲ | ۳۰۲۲۶۱۲ | ۱۵۰۰                 | ۰/۱۹                   | ۱۰۲۶                       |
| W35  | ۴۴۴۱۱۷ | ۳۰۱۹۲۳۶ | ۱۵۰۰                 | ۱/۳۵                   | ۷۲۹۰                       |
| W36  | ۴۵۷۳۳۱ | ۳۰۱۱۰۲۹ | ۱۵۰۰                 | ۰/۶۸                   | ۳۶۷۲                       |
| W37  | ۴۱۲۲۷۱ | ۳۰۴۸۰۰۱ | ۷۵۰۰                 | ۲۵                     | ۶۷۵۰۰۰                     |
| W38  | ۴۴۰۴۲۵ | ۳۰۱۸۵۰۱ | ۱۵۰۰                 | ۰/۹۵                   | ۵۱۳۰                       |
| W39  | ۴۲۱۰۴۰ | ۳۰۳۳۴۶۵ | ۱۵۰۰                 | ۰/۶۸                   | ۳۶۷۲                       |
| W40  | ۴۱۳۷۶۲ | ۳۰۴۴۰۴۸ | ۱۵۰۰                 | ۱/۶۹                   | ۹۱۰۹                       |
| W41  | ۴۳۰۳۳۲ | ۳۰۳۱۵۲۸ | ۳۰۰۰                 | ۸                      | ۸۶۴۰۰                      |
| W42  | ۴۳۶۱۶۶ | ۳۰۲۳۵۱۲ | ۳۰۰۰                 | ۵                      | ۵۴۰۰۰                      |
| W43  | ۴۱۴۴۱۷ | ۳۰۴۳۹۸۹ | ۸۷۶۰                 | ۰/۲۴                   | ۷۵۶۹                       |
| W44  | ۴۲۶۶۱۲ | ۳۰۳۴۶۰۳ | ۱۵۰۰                 | ۱/۶۹                   | ۹۱۲۶                       |
| W45  | ۳۸۷۹۲۱ | ۳۰۲۹۹۲۹ | ۳۰۰۰                 | ۱۰/۹۵                  | ۱۱۸۲۶۰                     |

ادامه‌ی جدول ۱ پیوست:

| Name | Utm x  | UtmY    | ساعت<br>کارکرد(ساعت) | دبی (لیتر بر<br>ثانیه) | تخلیه سالیانه<br>(مترمکعب) |
|------|--------|---------|----------------------|------------------------|----------------------------|
| W46  | 385618 | 3026759 | 3000                 | 3/7                    | 78840                      |
| W47  | ۳۸۴۹۹۸ | ۳۰۳۰۴۰۳ | ۳۰۰۰                 | ۱۰/۹۵                  | ۱۱۸۲۶۰                     |
| W48  | ۳۸۳۷۹۵ | ۳۰۳۱۱۱۰ | ۳۰۰۰                 | ۸/۳                    | ۸۹۶۴۰                      |
| W49  | ۴۰۱۰۶۳ | ۳۰۱۷۶۱۱ | ۳۰۰۰                 | ۳/۶۵                   | ۳۹۴۲۰                      |
| W50  | ۳۸۶۷۴۴ | ۳۰۳۳۷۲۴ | ۳۰۰۰                 | ۱۴/۶                   | ۱۵۷۶۸۰                     |
| W51  | ۳۹۱۹۶۲ | ۳۰۲۹۰۳۳ | ۳۰۰۰                 | ۱۰/۹۵                  | ۱۱۸۲۶۰                     |
| W52  | ۳۸۸۵۹۱ | ۳۰۲۳۴۲۵ | ۳۰۰۰                 | ۷/۳                    | ۷۸۸۴۰                      |
| W53  | ۳۸۴۸۸۹ | ۳۰۳۲۰۸۵ | ۳۰۰۰                 | ۱۳/۱۴                  | ۱۴۱۹۱۲                     |
| W54  | ۳۹۲۰۲۴ | ۳۰۲۴۱۸۹ | ۳۰۰۰                 | ۲۰                     | ۲۱۶۰۰۰                     |
| W55  | ۳۹۰۸۷۹ | ۳۰۲۴۵۲۶ | ۳۰۰۰                 | ۹/۸۶                   | ۱۰۶۴۳۴                     |
| W56  | ۳۹۹۴۶۳ | ۳۰۲۱۸۶۵ | ۳۰۰۰                 | ۱۳/۱۴                  | ۱۴۱۹۱۲                     |
| W57  | ۳۹۴۰۳۶ | ۳۰۲۱۴۵۶ | ۳۰۰۰                 | ۱۸/۲۵                  | ۱۹۷۱۰۰                     |
| W58  | ۳۹۶۲۱۴ | ۳۰۲۱۷۰۲ | ۳۰۰۰                 | ۱۰/۹۵                  | ۱۱۸۲۶۰                     |
| W59  | ۴۱۳۲۱۲ | ۳۰۱۲۵۷۴ | ۳۰۰۰                 | ۱/۰۹                   | ۱۱۸۲۶                      |
| W60  | ۴۰۰۳۴۹ | ۳۰۱۷۶۲۶ | ۳۰۰۰                 | ۷/۳                    | ۷۸۸۴۰                      |
| W61  | ۳۷۸۷۳۵ | ۳۰۳۴۶۵۲ | ۳۰۰۰                 | ۱۰/۹۵                  | ۱۱۸۲۶۰                     |

ادامه‌ی جدول ۱ پیوست:

| Name | Utmx   | UtmY    | ساعت<br>کارکرد(ساعت) | دبی (لیتر بر<br>ثانیه) | تخلیه سالیانه<br>(مترمکعب) |
|------|--------|---------|----------------------|------------------------|----------------------------|
| W62  | 377704 | 3036565 | 1500                 | 69/1                   | 9126                       |
| W63  | ۳۶۵۱۲۷ | ۳۰۴۹۳۹۴ | ۳۰۰۰                 | ۶/۵۷                   | ۷۰۹۵۶                      |
| W64  | ۳۹۶۷۴۱ | ۳۰۲۱۶۱۶ | ۳۰۰۰                 | ۷/۳                    | ۷۸۸۴۰                      |
| W65  | ۳۸۲۲۳۵ | ۳۰۳۴۷۶۵ | ۳۰۰۰                 | ۱۰/۹۵                  | ۱۱۸۲۶۰                     |
| W66  | ۳۹۵۹۸۲ | ۳۰۲۴۶۵۹ | ۳۰۰۰                 | ۹/۸۶                   | ۱۰۶۴۳۴                     |
| W67  | ۳۶۶۶۵۳ | ۳۰۴۸۹۱۷ | ۳۰۰۰                 | ۵/۸۴                   | ۶۳۰۷۲                      |
| W68  | ۳۶۵۲۹۹ | ۳۰۴۸۳۶۷ | ۳۰۰۰                 | ۱۳/۱۴                  | ۱۴۱۹۱۲                     |
| W69  | ۳۷۸۹۵۹ | ۳۰۲۸۲۱۵ | ۱۵۰۰                 | ۰/۶۷                   | ۳۶۱۸                       |
| W70  | ۴۰۰۸۶۳ | ۳۰۲۰۶۲۴ | ۷۵۰۰                 | ۱۵                     | ۴۰۵۰۰۰                     |
| W71  | ۴۰۷۳۲۴ | ۳۰۱۲۸۲۰ | ۳۰۰۰                 | ۱/۴۶                   | ۱۵۷۶۸                      |
| W72  | ۳۸۴۳۲۶ | ۳۰۲۸۸۸۰ | ۳۰۰۰                 | ۱۰/۹۵                  | ۱۱۸۲۶۰                     |
| W73  | ۴۱۷۲۸۸ | ۳۰۰۸۷۷۸ | ۱۵۰۰                 | ۰/۷۴                   | ۳۹۹۶                       |
| W74  | ۴۰۱۲۰۳ | ۳۰۱۷۰۸۳ | ۳۰۰۰                 | ۸                      | ۸۶۴۰۰                      |
| W75  | ۳۹۴۹۷۲ | ۳۰۲۵۹۵۵ | ۳۰۰۰                 | ۸/۷۶                   | ۹۴۶۰۸                      |
| W76  | ۳۹۹۳۷۳ | ۳۰۱۷۱۹۴ | ۳۰۰۰                 | ۳/۶۵                   | ۳۹۴۲۰                      |
| W77  | ۳۹۰۷۰۹ | ۳۰۲۷۶۲۹ | ۳۰۰۰                 | ۱۰/۹۵                  | ۱۱۸۲۶۰                     |
| W78  | ۳۸۶۴۷۵ | ۳۰۲۹۰۶۷ | ۳۰۰۰                 | ۱۰/۲۲                  | ۱۱۰۳۷۶                     |

ادامه‌ی جدول ۱ پیوست:

| Name | Utmx    | UtmY    | ساعت<br>کارکرد(ساعت) | دبی (لیتر بر<br>ثانیه) | تخلیه سالیانه<br>(مترمکعب) |
|------|---------|---------|----------------------|------------------------|----------------------------|
| W79  | ۳۹۴۳۹۷  | ۳۰۲۲۵۶۱ | ۳۰۰۰                 | ۶/۵۷                   | ۷۰۹۵۶                      |
| W80  | ۳۷۱۰۴۶  | ۳۰۴۱۲۷۲ | ۳۰۰۰                 | ۷/۳                    | ۷۸۸۴۰                      |
| W81  | ۳۹۹۰۳۷  | ۳۰۱۹۱۴۱ | ۳۰۰۰                 | ۱/۴۶                   | ۱۵۷۶۸                      |
| W82  | ۳۹۰۶۸۴  | ۳۰۲۳۴۰۸ | ۱۵۰۰                 | ۱/۶۹                   | ۹۱۲۵                       |
| W83  | ۳۶۴۸۰۰  | ۳۰۴۸۶۰۲ | ۳۰۰۰                 | ۰/۸۵                   | ۹۱۲۶                       |
| W84  | ۴۰۵۹۲۳  | ۳۰۱۴۱۶۳ | ۳۰۰۰                 | ۱۰                     | ۱۰۸۰۰۰                     |
| W85  | ۳۹۸۶۷۳  | ۳۰۲۰۷۹۳ | ۳۰۰۰                 | ۱۰/۹۵                  | ۱۱۸۲۶۰                     |
| W86  | ۴۰۲۴۴۵۳ | ۳۰۱۴۷۳۱ | ۳۰۰۰                 | ۴/۳۸                   | ۴۷۳۰۴                      |
| W87  | ۳۷۴۴۳۸  | ۳۰۴۱۷۹۹ | ۷۵۰۰                 | ۲                      | ۵۴۰۰۰                      |
| W88  | ۴۰۵۵۸۹  | ۳۰۱۳۳۸۷ | ۳۰۰۰                 | ۱/۰۹                   | ۱۱۷۷۲                      |
| W89  | ۳۸۲۸۷۴  | ۳۰۲۷۸۵۷ | ۳۰۰۰                 | ۵/۱۱                   | ۵۵۱۸۸                      |
| W90  | ۳۸۹۸۰۲  | ۳۰۲۲۹۵۵ | ۳۰۰۰                 | ۱۰/۹۵                  | ۱۱۸۲۶۰                     |
| W91  | ۳۷۴۰۶۶  | ۳۰۳۸۱۹۰ | ۱۵۰۰                 | ۱/۴۸                   | ۷۹۹۲                       |
| W92  | ۴۰۴۵۲۶  | ۳۰۱۷۷۱۴ | ۷۵۰۰                 | ۵/۵                    | ۱۴۸۵۰۰                     |
| W93  | ۳۹۵۵۸۱  | ۳۰۲۹۴۷۱ | ۳۰۰۰                 | ۱۰/۹۵                  | ۱۱۸۲۶۰                     |

ادامه‌ی جدول ۱ پیوست:

| Name | UtmX   | UtmY    | ساعت<br>کارکرد(ساعت) | دبی (لیتر بر<br>ثانیه) | تخلیه سالیانه<br>(مترمکعب) |
|------|--------|---------|----------------------|------------------------|----------------------------|
| W94  | 408182 | 3011836 | 3000                 | 03/8                   | 86724                      |
| W95  | ۳۴۳۵۵۶ | ۳۰۶۳۹۱۷ | ۱۵۰۰                 | ۱/۶۹                   | ۹۱۲۶                       |
| W96  | ۳۷۷۳۷۱ | ۳۰۳۳۵۶۹ | ۷۵۰۰                 | ۱۰                     | ۲۷۰۰۰۰                     |
| W97  | ۴۰۴۵۴۵ | ۳۰۱۶۱۱۱ | ۳۰۰۰                 | ۷/۳                    | ۷۸۸۴۰                      |
| W98  | ۳۸۶۹۳۳ | ۳۰۲۶۹۰۷ | ۳۰۰۰                 | ۱۰/۹۵                  | ۱۱۲۸۶۰                     |
| W99  | ۳۹۹۶۷۸ | ۳۰۱۶۵۳۹ | ۱۵۰۰                 | ۰/۹۴                   | ۵۰۷۶                       |
| W100 | ۳۸۲۴۲۷ | ۳۰۳۳۳۹۵ | ۱۵۰۰                 | ۱/۶۹                   | ۹۱۲۶                       |
| W101 | ۴۱۰۸۱۰ | ۳۰۰۹۳۴۹ | ۱۵۰۰                 | ۱/۶۹                   | ۹۱۲۰                       |
| W102 | ۴۰۹۵۵۳ | ۳۰۱۳۴۱۳ | ۳۰۰۰                 | ۷/۳                    | ۷۸۸۴۰                      |
| W103 | ۴۵۴۲۱۷ | ۳۰۵۶۷۲۷ | ۳۰۰۰                 | ۲۲                     | ۲۳۷۶۰۰                     |
| W104 | ۴۵۴۴۵۲ | ۳۰۵۸۱۸۳ | ۷۵۰۰                 | ۲                      | ۵۴۰۰۰                      |
| W105 | ۴۷۲۲۷۸ | ۳۰۶۳۶۲۵ | ۳۰۰۰                 | ۱۵                     | ۱۶۲۰۰۰                     |
| W106 | ۴۵۳۴۳۹ | ۳۰۵۷۲۰۳ | ۳۰۰۰                 | ۲۰                     | ۲۱۶۰۰۰                     |
| W107 | ۴۵۴۳۱۱ | ۳۰۵۵۴۳۹ | ۱۵۰۰                 | ۱/۳۵                   | ۷۲۹۰                       |
| W108 | ۴۰۵۵۰۴ | ۳۰۲۳۸۹۶ | ۱۵۰۰                 | ۱/۶۹                   | ۹۱۲۶                       |
| W109 | ۴۵۳۴۳۹ | ۳۰۵۷۲۰۳ | ۳۰۰۰                 | ۱                      | ۱۰۸۰۰                      |
| W110 | ۴۳۳۰۸۱ | ۳۰۵۸۱۲۳ | ۳۰۰۰                 | ۲۵                     | ۲۷۰۰۰۰                     |

جدول ۲ پیوست: میانگین تراز سطح ایستایی (بر حسب متر از سطح دریا) در چاه‌های مشاهداتی از سال ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۹ در دشت سراوان

| Name | UtmX   | UtmY    | ۱۳99   | ۱۳98   | ۱۳97   | ۱۳96   | ۱۳95   | ۱۳94   | ۱۳93   | ۱۳92   | ۱۳91   | ۱۳90   | ۱۳89   | ۱۳88   | ۱۳87   | ۱۳86   | ۱۳85   | ۱۳84   | ۱۳83   | ۱۳82   | ۱۳81   |   |
|------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---|
| W1   | ۳۹۰۹۲۷ | ۳۰۶۸۷۹۷ | ۱۳۴۵/۸ | ۱۳۴۴/۶ | ۱۳۴۴/۳ | ۱۳۴۴/۹ | ۱۳۴۵/۴ | ۱۳۴۵/۹ | ۱۳۴۶/۵ | ۱۳۴۶/۱ | ۱۳۴۵/۸ | ۱۳۴۶/۴ | ۱۳۴۵/۵ | ۱۳۴۵/۳ | ۱۳۴۶/۱ | ۱۳۴۴/۷ | ۱۳۴۴/۳ | ۱۳۴۴/۹ | -      | -      | -      |   |
| W2   | ۳۹۱۶۹۹ | ۳۰۷۴۰۳۴ | ۱۳۵۶/۹ | ۱۳۵۷/۳ | ۱۳۵۷/۵ | ۱۳۵۷/۹ | ۱۳۵۸/۱ | ۱۳۵۸/۲ | ۱۳۵۸/۱ | ۱۳۵۷/۸ | ۱۳۵۷/۵ | ۱۳۵۷/۳ | ۱۳۵۷/۱ | ۱۳۵۷/۰ | ۱۳۵۷/۱ | ۱۳۵۷/۸ | ۱۳۵۸/۲ | ۱۳۵۸/۴ | ۱۳۵۸/۳ | ۱۳۵۸/۵ | ۱۳۵۸/۶ |   |
| W3   | ۳۹۲۸۹۱ | ۳۰۶۴۰۹  | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | ۱۳۳۵/۲ | ۱۳۳۵/۳ | ۱۳۳۵/۱ | ۱۳۳۵/۵ | ۱۳۳۴/۹ |   |
| W4   | ۳۹۳۵۰۶ | ۳۰۶۳۱۴۸ | ۱۳۳۲/۳ | ۱۳۳۱/۱ | ۱۳۳۰/۹ | ۱۳۳۱/۷ | ۱۳۳۲/۱ | ۱۳۳۲/۶ | ۱۳۳۲/۰ | ۱۳۳۲/۱ | ۱۳۳۲/۰ | ۱۳۳۲/۳ | ۱۳۳۲/۴ | ۱۳۳۲/۵ | ۱۳۳۲/۶ | ۱۳۳۲/۵ | ۱۳۳۲/۴ | ۱۳۳۲/۸ | ۱۳۳۲/۷ | ۱۳۳۲/۸ | ۱۳۳۲/۹ |   |
| W5   | ۳۹۵۷۴۶ | ۳۰۵۹۸۱۳ | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | ۱۳۱۵/۰ | ۱۳۱۵/۱ | ۱۳۱۴/۷ | ۱۳۱۵/۵ | ۱۳۱۵/۰ |   |
| W6   | ۳۹۶۴۶۰ | ۳۰۶۶۸۹۸ | ۱۳۲۵/۳ | ۱۳۲۶/۰ | ۱۳۲۶/۶ | ۱۳۲۷/۲ | ۱۳۲۷/۶ | ۱۳۲۷/۸ | ۱۳۲۷/۶ | ۱۳۲۷/۳ | ۱۳۲۶/۷ | ۱۳۲۵/۹ | ۱۳۲۵/۶ | ۱۳۲۵/۳ | ۱۳۲۴/۴ | ۱۳۲۴/۳ | ۱۳۲۴/۷ | ۱۳۲۴/۹ | -      | -      | -      |   |
| W7   | ۳۹۷۶۸۷ | ۳۰۶۳۱۷۵ | ۱۳۱۳/۱ | ۱۳۱۳/۵ | ۱۳۱۳/۶ | ۱۳۱۳/۹ | ۱۳۱۳/۹ | ۱۳۱۳/۸ | ۱۳۱۳/۵ | ۱۳۱۳/۱ | ۱۳۱۲/۷ | ۱۳۱۲/۵ | ۱۳۱۲/۳ | ۱۳۱۱/۹ | ۱۳۱۱/۹ | ۱۳۱۲/۰ | ۱۳۱۲/۰ | ۱۳۱۲/۰ | ۱۳۱۲/۲ | -      | -      | - |
| W8   | ۳۹۸۰۳۵ | ۳۰۵۷۶۳۹ | ۱۲۹۳/۲ | ۱۲۹۳/۲ | ۱۲۹۳/۶ | ۱۲۹۴/۴ | ۱۲۹۵/۱ | ۱۲۹۵/۷ | ۱۲۹۶/۱ | ۱۲۹۵/۸ | ۱۲۹۵/۵ | ۱۲۹۵/۵ | ۱۲۹۴/۷ | ۱۲۹۴/۶ | ۱۲۹۳/۹ | ۱۲۹۲/۵ | ۱۲۹۳/۰ | ۱۲۹۳/۶ | ۱۲۹۳/۸ | ۱۲۹۴/۶ | ۱۲۹۴/۵ |   |
| W9   | ۴۰۱۰۸۳ | ۳۰۵۸۱۰۰ | ۱۲۷۶/۶ | ۱۲۷۶/۷ | ۱۲۷۶/۵ | ۱۲۷۶/۸ | ۱۲۷۶/۸ | ۱۲۷۶/۷ | ۱۲۷۶/۳ | ۱۲۷۵/۹ | ۱۲۷۵/۵ | ۱۲۷۵/۳ | ۱۲۷۴/۸ | ۱۲۷۴/۶ | ۱۲۷۵/۶ | ۱۲۷۵/۸ | ۱۲۷۶/۰ | ۱۲۷۵/۷ | ۱۲۷۵/۴ | ۱۲۷۵/۲ | ۱۲۷۴/۸ |   |
| W10  | ۴۰۲۵۹۵ | ۳۰۵۴۷۰۵ | ۱۲۷۲/۸ | ۱۲۷۱/۵ | ۱۲۷۰/۶ | ۱۲۷۲/۰ | ۱۲۷۲/۴ | ۱۲۷۳/۶ | ۱۲۷۵/۲ | ۱۲۷۳/۲ | ۱۲۷۳/۴ | ۱۲۷۴/۵ | ۱۲۷۲/۳ | ۱۲۷۲/۴ | ۱۲۷۳/۳ | ۱۲۷۰/۱ | ۱۲۶۹/۴ | ۱۲۷۰/۸ | -      | -      | -      |   |
| W11  | ۴۰۳۸۱۳ | ۳۰۵۱۳۴۶ | ۱۲۵۵/۱ | ۱۲۵۵/۵ | ۱۲۵۶/۰ | ۱۲۵۶/۶ | ۱۲۵۷/۱ | ۱۲۵۷/۴ | ۱۲۵۷/۵ | ۱۲۵۶/۹ | ۱۲۵۶/۷ | ۱۲۵۶/۴ | ۱۲۵۵/۵ | ۱۲۵۵/۳ | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      |   |
| W12  | ۴۰۴۶۵۱ | ۳۰۵۱۴۸۹ | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | ۱۲۵۶/۰ | ۱۲۵۶/۳ | ۱۲۵۴/۹ | ۱۲۵۵/۱ | ۱۲۵۵/۸ | ۱۲۵۶/۰ | ۱۲۵۶/۳ | ۱۲۵۶/۵ |   |
| W13  | ۴۰۴۸۱۴ | ۳۰۵۳۰۶۸ | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | ۱۲۵۶/۵ | ۱۲۵۶/۴ | ۱۲۵۵/۳ | ۱۲۵۴/۸ | ۱۲۵۵/۶ | ۱۲۵۶/۱ | ۱۲۵۷/۰ | ۱۲۵۶/۷ |   |
| W14  | ۴۰۶۴۲۷ | ۳۰۵۲۲۴۴ | ۱۲۴۴/۱ | ۱۲۴۴/۲ | ۱۲۴۴/۰ | ۱۲۴۴/۲ | ۱۲۴۴/۲ | ۱۲۴۴/۴ | ۱۲۴۴/۳ | ۱۲۴۴/۲ | ۱۲۴۴/۱ | ۱۲۴۴/۰ | ۱۲۴۴/۹ | ۱۲۴۳/۶ | ۱۲۴۳/۳ | ۱۲۴۳/۲ | ۱۲۴۳/۳ | ۱۲۴۳/۸ | ۱۲۴۴/۱ | ۱۲۴۳/۹ | ۱۲۴۴/۱ |   |

ادامہ جدول ۲ پیوست:

| Nam<br>e | UtmX       | UtmY        | ۱۳99       | ۱۳98       | ۱۳97       | ۱۳96       | ۱۳95       | ۱۳94       | ۱۳93       | ۱۳92       | ۱۳91       | ۱۳90       | ۱۳89       | ۱۳88       | ۱۳87       | ۱۳86       | ۱۳85       | ۱۳84       | ۱۳83       | ۱۳82       | ۱۳81       |
|----------|------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| W15      | 40748<br>0 | 305037<br>0 | —          | —          | —          | —          | —          | —          | —          | —          | —          | —          | —          | —          | —          | —          | —          | 9/124<br>1 | 5/124<br>1 | 9/124<br>2 | 8/1242     |
| W16      | 40825<br>4 | 304890<br>4 | /۶<br>1242 | /۸<br>۱۲۴۲ | /۳<br>۱۲۴۳ | /۶<br>۱۲۴۳ | /۰<br>۱۲۴۴ | /۲<br>۱۲۴۴ | /۳<br>۱۲۴۴ | /۷<br>۱۲۴۳ | /۴<br>۱۲۴۳ | /۴<br>۱۲۴۳ | /۳<br>۱۲۴۲ | /۰<br>۱۲۴۲ | /۱<br>۱۲۴۲ | /۲<br>۱۲۴۱ | /۹<br>۱۲۴۰ | ۱۲۴۱/۳     | ۱۲۴۱/۶     | ۱۲۴۱/۹     | ۱۲۴۱/۹     |
| W17      | 41217<br>2 | 304500<br>4 | ۱۲۲۳/۸     | ۱۲۲۴/۱     | ۱۲۲۴/۳     | ۱۲۲۵/۱     | ۱۲۲۵/۶     | ۱۲۲۵/۸     | ۱۲۲۶/۳     | ۱۲۲۵/۴     | ۱۲۲۵/۸     | ۱۲۲۶/۲     | ۱۲۲۴/۹     | ۱۲۲۴/۱     | ۱۲۲۲/۹     | ۱۲۲۲/۹     | ۱۲۲۲/۷     | ۱۲۲۳/۱     | ۱۲۲۳/۳     | ۱۲۲۳/۷     | ۱۲۲۳/۹     |
| W18      | 41224<br>8 | 304800<br>9 | —          | —          | —          | —          | —          | —          | —          | —          | —          | —          | —          | —          | ۱۲۲۴/۵     | ۱۲۲۵/۱     | ۱۲۲۵/۴     | ۱۲۲۵/۹     | ۱۲۲۶/۳     | ۱۲۲۶/۶     | /۹<br>۱۲۲۶ |
| W19      | 41291<br>7 | 304790<br>4 | ۱۲۱۶/۹     | ۱۲۱۷/۸     | ۱۲۱۸/۳     | ۱۲۱۸/۵     | ۱۲۱۸/۷     | ۱۲۱۸/۹     | ۱۲۱۹/۰     | ۱۲۱۹/۰     | ۱۲۱۹/۰     | ۱۲۱۹/۲     | ۱۲۱۹/۳     | ۱۲۱۹/۳     | —          | —          | —          | —          | —          | —          | —          |
| W20      | 41624<br>7 | 304446<br>2 | ۱۲۱۳/۱     | ۱۲۱۳/۲     | ۱۲۱۳/۳     | ۱۲۱۴/۱     | ۱۲۱۴/۸     | ۱۲۱۵/۰     | ۱۲۱۵/۹     | ۱۲۱۵/۷     | ۱۲۱۵/۸     | ۱۲۱۶/۷     | ۱۲۱۵/۷     | ۱۲۱۵/۰     | ۱۲۱۴/۸     | ۱۲۱۴/۱     | ۱۲۱۳/۹     | ۱۲۱۴/۴     | ۱۲۱۴/۸     | ۱۲۱۴/۸     | ۱۲۱۵/۲     |
| W21      | 41665<br>6 | 304743<br>6 | ۱۲۱۱/۵     | ۱۲۱۱/۹     | ۱۲۱۱/۹     | ۱۲۱۲/۴     | ۱۲۱۲/۷     | ۱۲۱۲/۹     | ۱۲۱۳/۰     | ۱۲۱۳/۱     | ۱۲۱۳/۴     | ۱۲۱۳/۳     | ۱۲۱۳/۶     | ۱۲۱۳/۵     | ۱۲۱۳/۲     | ۱۲۱۳/۳     | ۱۲۱۳/۷     | ۱۲۱۴/۸     | —          | —          | —          |
| W22      | 41864<br>6 | 304411<br>4 | ۱۲۰۳/۶     | ۱۲۰۳/۸     | ۱۲۰۳/۶     | ۱۲۰۴/۳     | ۱۲۰۴/۶     | ۱۲۰۴/۹     | ۱۲۰۵/۳     | ۱۲۰۵/۱     | ۱۲۰۵/۳     | ۱۲۰۵/۶     | ۱۲۰۵/۲     | ۱۲۰۵/۲     | ۱۲۰۵/۲     | ۱۲۰۶/۱     | ۱۲۰۵/۹     | ۱۲۰۵/۸     | ۱۲۰۶/۶     | ۱۲۰۶/۸     | ۱۲۰۶/۹     |
| W23      | 41990<br>5 | 303954<br>5 | ۱۱۸۸/۳     | ۱۱۸۸/۵     | ۱۱۸۹/۰     | ۱۱۹۰/۹     | ۱۱۹۲/۵     | ۱۱۹۴/۱     | ۱۱۹۵/۰     | ۱۱۹۴/۲     | ۱۱۹۵/۵     | ۱۱۹۶/۳     | ۱۱۹۴/۲     | ۱۱۹۴/۷     | ۱۱۹۵/۹     | ۱۱۹۰/۰     | ۱۱۸۹/۳     | ۱۱۹۰/۶     | ۱۱۹۰/۵     | ۱۱۹۱/۰     | /۹<br>۱۱۹۱ |
| W24      | 42237<br>1 | 304288<br>5 | ۱۱۹۴/۵     | ۱۱۹۴/۷     | ۱۱۹۴/۸     | ۱۱۹۵/۳     | ۱۱۹۵/۷     | ۱۱۹۶/۰     | ۱۱۹۶/۱     | ۱۱۹۶/۱     | ۱۱۹۶/۳     | ۱۱۹۶/۴     | ۱۱۹۶/۱     | ۱۱۹۶/۰     | ۱۱۹۵/۷     | ۱۱۹۵/۳     | ۱۱۹۵/۲     | ۱۱۹۵/۶     | —          | —          | —          |
| W25      | 42503<br>9 | 303802<br>0 | ۱۱۷۶/۲     | ۱۱۷۶/۵     | ۱۱۷۶/۷     | ۱۱۷۷/۲     | ۱۱۷۷/۴     | ۱۱۷۷/۵     | ۱۱۷۷/۷     | ۱۱۷۷/۸     | ۱۱۷۷/۶     | ۱۱۷۸/۱     | ۱۱۷۷/۶     | ۱۱۷۷/۴     | ۱۱۷۷/۲     | ۱۱۷۷/۲     | ۱۱۷۶/۹     | ۱۱۷۷/۷     | ۱۱۷۷/۷     | ۱۱۷۸/۰     | ۱۱۷۷/۹     |
| W26      | 42685<br>1 | 303459<br>1 | ۱۱۶۷/۲     | ۱۱۶۷/۹     | ۱۱۶۸/۰     | ۱۱۶۹/۰     | ۱۱۷۰/۲     | ۱۱۷۰/۰     | ۱۱۷۱/۴     | ۱۱۷۱/۷     | ۱۱۷۰/۵     | ۱۱۷۱/۱     | ۱۱۶۹/۹     | ۱۱۶۸/۹     | ۱۱۶۸/۹     | ۱۱۶۹/۰     | ۱۱۶۸/۸     | ۱۱۶۹/۲     | ۱۱۶۹/۶     | ۱۱۷۰/۳     | ۱۱۷۰/۵     |
| W27      | 43045<br>4 | 303113<br>2 | ۱۱۵۶/۶     | ۱۱۵۶/۳     | ۱۱۵۶/۱     | ۱۱۵۶/۵     | ۱۱۵۷/۰     | ۱۱۵۷/۳     | ۱۱۵۷/۸     | ۱۱۵۸/۰     | ۱۱۵۷/۸     | /۴<br>۱۱۵۷ | /۹<br>۱۱۵۶ | ۱۱۵۶/۳     | ۱۱۵۶/۹     | ۱۱۵۶/۸     | ۱۱۵۶/۶     | ۱۱۵۷/۳     | ۱۱۵۷/۰     | ۱۱۵۷/۰     | ۱۱۵۷/۰     |
| W28      | ۴۳۱۹۷۱     | ۳۰۳۳۶۹۹     | —          | —          | —          | —          | —          | —          | —          | —          | —          | —          | ۱۱۶۱/۳     | ۱۱۶۱/۵     | ۱۱۶۳/۰     | ۱۱۶۱/۵     | ۱۱۶۱/۷     | ۱۱۶۲/۴     | ۱۱۶۲/۷     | ۱۱۶۳/۰     | ۱۱۶۳/۰     |
| W29      | ۴۳۲۰۹۳     | ۳۰۳۶۶۱۱     | ۱۱۴۸/۴     | ۱۱۴۸/۴     | ۱۱۴۸/۹     | ۱۱۴۸/۹     | ۱۱۴۹/۱     | ۱۱۴۹/۶     | ۱۱۵۰/۰     | ۱۱۴۹/۱     | ۱۱۴۹/۰     | ۱۱۴۹/۳     | ۱۱۴۸/۹     | ۱۱۴۸/۷     | ۱۱۴۹/۳     | ۱۱۴۹/۰     | ۱۱۴۸/۵     | ۱۱۴۹/۰     | ۱۱۴۸/۶     | ۱۱۴۸/۴     | /۶<br>۱۱۴۸ |
| W30      | ۴۳۲۱۵۰     | ۳۰۳۳۹۵۶     | ۱۱۵۸/۲     | ۱۱۵۸/۲     | ۱۱۵۸/۷     | ۱۱۵۸/۹     | ۱۱۵۹/۳     | ۱۱۵۹/۵     | ۱۱۶۰/۳     | ۱۱۶۰/۲     | ۱۱۶۰/۱     | ۱۱۶۰/۵     | ۱۱۶۰/۴     | ۱۱۵۹/۳     | —          | —          | —          | —          | —          | —          | —          |

ادامه‌ی جدول ۲ پیوست :

| Name | UtmX   | UtmY    | ۹۹     | ۹۸     | ۹۷     | ۹۶     | ۹۵     | ۹۴     | ۹۳     | ۹۲     | ۹۱     | ۹۰     | ۸۹     | ۸۸     | ۸۷     | ۸۶     | ۸۵     | ۸۴     | ۸۳     | ۸۲     | ۸۱     |
|------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| W31  | ۴۳۲۶۹۵ | ۳۰۳۱۳۰۶ | ۱۱۵۵/۳ | ۱۱۵۳/۵ | ۱۱۵۳/۷ | ۱۱۵۴/۴ | ۱۱۵۴/۸ | ۱۱۵۵/۰ | ۱۱۵۵/۴ | ۱۱۵۵/۴ | ۱۱۵۵/۴ | ۱۱۵۵/۱ | ۱۱۵۴/۸ | ۱۱۵۴/۷ | ۱۱۵۵/۱ | ۱۱۵۵/۱ | ۱۱۵۵/۲ | ۱۱۵۵/۸ | ۱۱۵۶/۱ | ۱۱۵۶/۰ | ۱۱۵۶/۲ |
| W32  | ۴۳۵۸۸۵ | ۳۰۲۷۷۷۳ | ۱۱۴۹/۷ | ۱۱۴۹/۶ | ۱۱۴۹/۵ | ۱۱۵۰/۳ | ۱۱۵۰/۸ | ۱۱۵۱/۱ | ۱۱۵۱/۵ | ۱۱۵۱/۴ | ۱۱۵۱/۸ | ۱۱۵۱/۲ | ۱۱۵۰/۸ | ۱۱۵۰/۵ | ۱۱۵۰/۸ | ۱۱۵۰/۹ | ۱۱۵۰/۹ | ۱۱۵۱/۴ | ۱۱۵۱/۶ | ۱۱۵۱/۲ | ۱۱۵۱/۳ |
| W33  | ۴۴۶۳۰۴ | ۳۰۲۰۴۲۴ | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | ۱۱۷۳/۱ | ۱۱۷۳/۰ | ۱۱۷۲/۹ | ۱۱۷۲/۹ | ۱۱۷۲/۹ | ۱۱۷۳/۰ | ۱۱۷۰/۶ | ۱۱۶۹/۵ | ۱۱۶۸/۱ | ۱۱۶۶/۴ | ۱۱۶۶/۵ | ۱۱۶۶/۷ |
| W34  | ۳۴۹۶۰۰ | ۳۰۵۸۳۸۰ | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | ۱۳۵۵/۲ | ۱۳۵۶/۲ | ۱۳۵۶/۴ | ۱۳۵۷/۲ | ۱۳۵۷/۶ |
| W35  | ۳۵۲۱۰۰ | ۳۰۵۵۰۰۵ | ۱۳۳۸/۶ | ۱۳۳۸/۰ | ۱۳۳۸/۰ | ۱۳۳۸/۷ | ۱۳۳۹/۳ | ۱۳۳۹/۹ | ۱۳۴۰/۷ | ۱۳۴۰/۶ | ۱۳۴۱/۲ | ۱۳۴۲/۸ | ۱۳۴۲/۸ | ۱۳۴۲/۶ | ۱۳۴۴/۷ | ۱۳۴۱/۸ | ۱۳۴۰/۶ | ۱۳۴۱/۴ | ۱۳۴۱/۲ | ۱۳۴۲/۶ | ۱۳۴۳/۳ |
| W36  | ۳۵۳۰۳۰ | ۳۰۵۱۹۴۰ | ۱۳۳۶/۱ | ۱۳۳۶/۱ | ۱۳۳۶/۵ | ۱۳۳۷/۴ | ۱۳۳۷/۴ | ۱۳۳۹/۱ | ۱۳۴۱/۴ | ۱۳۴۱/۳ | ۱۳۴۲/۵ | ۱۳۴۴/۰ | ۱۳۴۴/۰ | ۱۳۴۵/۱ | ۱۳۴۵/۸ | ۱۳۴۱/۳ | ۱۳۳۹/۶ | ۱۳۳۹/۱ | ۱۳۳۸/۰ | ۱۳۳۹/۳ | ۱۳۳۹/۵ |
| W37  | ۳۵۸۹۴۵ | ۳۰۵۴۶۴۰ | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | ۱۲۹۲/۴ | ۱۲۹۳/۴ | ۱۲۹۳/۵ | ۱۲۹۴/۴ | ۱۲۹۴/۸ |
| W38  | ۳۶۰۵۵۰ | ۳۰۴۷۲۰۰ | ۱۲۷۲/۰ | ۱۲۷۱/۶ | ۱۲۷۲/۱ | ۱۲۷۳/۵ | ۱۲۷۴/۹ | ۱۲۷۶/۱ | ۱۲۷۷/۴ | ۱۲۷۸/۰ | ۱۲۷۸/۷ | ۱۲۷۹/۳ | ۱۲۷۸/۷ | ۱۲۷۸/۰ | ۱۲۷۷/۵ | ۱۲۷۶/۰ | ۱۲۷۴/۹ | ۱۲۷۶/۷ | ۱۲۷۷/۶ | ۱۲۷۷/۲ | ۱۲۸۰/۸ |
| W39  | ۳۶۰۹۸۰ | ۳۰۵۳۰۰۵ | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | ۱۲۸۲/۹ | ۱۲۸۲/۹ | ۱۲۸۲/۷ | ۱۲۸۲/۸ | ۱۲۸۳/۰ |
| W40  | ۳۶۲۰۷۵ | ۳۰۵۴۱۵۰ | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | ۱۲۸۰/۲ | ۱۲۸۰/۶ | ۱۲۸۱/۰ | ۱۲۸۰/۸ | ۱۲۸۰/۵ | ۱۲۸۲/۶ | ۱۲۸۰/۹ | ۱۲۷۹/۶ | ۱۲۸۰/۵ | ۱۲۸۰/۳ | ۱۲۸۰/۸ | ۱۲۸۰/۴ |
| W41  | ۳۷۱۷۵۰ | ۳۰۳۳۴۸۰ | ۱۱۰۸/۲ | ۱۱۰۶/۵ | ۱۱۰۷/۲ | ۱۱۱۰/۳ | ۱۱۰۸/۳ | ۱۱۱۰/۴ | ۱۱۱۲/۳ | ۱۱۰۹/۷ | ۱۲۰۵/۰ | ۱۱۱۱/۶ | ۱۱۱۰/۸ | ۱۱۱۰/۸ | ۱۱۱۱/۴ | ۱۱۰۹/۱ | ۱۱۰۸/۹ | ۱۱۰۹/۰ | ۱۱۰۹/۳ | ۱۱۰۸/۸ | ۱۱۰۷/۹ |
| W42  | ۳۷۱۹۳۲ | ۳۰۳۸۸۲۸ | ۱۲۰۰/۴ | ۱۲۰۰/۶ | ۱۲۰۰/۶ | ۱۲۰۱/۶ | ۱۲۰۲/۱ | ۱۲۰۲/۷ | ۱۲۰۳/۹ | ۱۲۰۳/۷ | ۱۲۰۵/۰ | ۱۲۰۵/۳ | ۱۲۰۴/۵ | ۱۲۰۴/۶ | ۱۲۰۵/۷ | ۱۲۰۲/۵ | ۱۲۰۲/۴ | ۱۲۰۳/۷ | -      | -      | -      |
| W43  | ۳۷۲۵۹۷ | ۳۰۴۳۷۳۶ | ۱۲۰۸/۰ | ۱۲۰۶/۵ | ۱۲۰۷/۱ | ۱۲۰۹/۶ | ۱۲۱۰/۷ | ۱۲۱۳/۵ | ۱۲۱۶/۲ | ۱۲۱۵/۱ | ۱۲۱۷/۰ | ۱۲۱۸/۸ | ۱۲۱۶/۹ | ۱۲۱۷/۹ | ۱۲۲۰/۵ | ۱۲۱۶/۱ | ۱۲۱۵/۴ | ۱۲۱۶/۲ | -      | -      | -      |

ادامه جدول ۲ پیوست:

| Name | UtmX   | UtmY    | ۹۹     | ۹۸     | ۹۷     | ۹۶     | ۹۵     | ۹۴     | ۹۳     | ۹۲     | ۹۱     | ۹۰     | ۸۹     | ۸۸     | ۸۷     | ۸۶     | ۸۵     | ۸۴     | ۸۳     | ۸۲     | ۸۱     |
|------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| W44  | ۳۷۲۶۹۰ | ۳۰۴۵۹۰۰ | ۱۲۲۸/۴ | ۱۲۲۷/۱ | ۱۲۲۶/۹ | ۱۲۲۸/۲ | ۱۲۲۸/۰ | ۱۲۲۷/۴ | ۱۲۲۸/۲ | ۱۲۲۷/۹ | ۱۲۲۸/۵ | ۱۲۲۹/۱ | ۱۲۲۶/۸ | ۱۲۲۶/۸ | ۱۲۲۸/۴ | ۱۲۲۳/۶ | ۱۲۲۲/۹ | ۱۲۲۳/۲ | ۱۲۲۳/۴ | ۱۲۲۳/۵ | ۱۲۲۱/۵ |
| W45  | ۳۷۴۹۰۰ | ۳۰۳۸۲۵۰ | ۱۱۷۷/۸ | ۱۱۷۸/۱ | ۱۱۷۹/۴ | ۱۱۸۰/۹ | ۱۱۸۲/۱ | ۱۱۸۳/۶ | ۱۱۸۴/۹ | ۱۱۸۴/۶ | ۱۱۸۵/۷ | ۱۱۸۷/۳ | ۱۱۸۶/۲ | ۱۱۸۶/۹ | ۱۱۸۹/۹ | ۱۱۸۶/۳ | ۱۱۸۵/۷ | ۱۱۸۶/۹ | ۱۱۸۷/۲ | ۱۱۸۷/۹ | ۱۱۸۸/۶ |
| W46  | ۳۷۴۹۴۵ | ۳۰۴۳۷۲۸ | ۱۲۰۲/۴ | ۱۲۰۱/۹ | ۱۲۰۲/۶ | ۱۲۰۳/۴ | ۱۲۰۴/۱ | ۱۲۰۴/۷ | ۱۲۰۵/۵ | ۱۲۰۵/۷ | ۱۲۰۶/۱ | ۱۲۰۶/۵ | ۱۲۰۶/۳ | ۱۲۰۵/۹ | ۱۲۰۶/۲ | ۱۲۰۲/۴ | ۱۲۰۲/۱ | ۱۲۰۲/۴ | —      | —      | —      |
| W47  | ۳۷۶۴۹۰ | ۳۰۴۳۰۲۰ | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | ۱۱۹۹/۹ | ۱۱۹۹/۹ | ۱۲۰۰/۵ | ۱۱۹۷/۲ |
| W48  | ۳۷۷۴۰۹ | ۳۰۳۸۵۷۲ | ۱۱۵۵/۸ | ۱۱۵۶/۹ | ۱۱۵۸/۶ | ۱۱۶۰/۳ | ۱۱۶۱/۸ | ۱۱۶۳/۷ | ۱۱۶۵/۷ | ۱۱۶۵/۵ | ۱۱۶۶/۴ | ۱۱۶۷/۹ | ۱۱۶۷/۳ | ۱۱۶۸/۰ | ۱۱۷۰/۹ | ۱۱۶۸/۶ | ۱۱۶۸/۴ | ۱۱۶۹/۹ | —      | —      | —      |
| W49  | ۳۷۷۷۸۰ | ۳۰۴۱۱۵۰ | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | ۱۱۹۰/۰ | ۱۱۸۹/۳ | ۱۱۹۰/۰ | ۱۱۹۰/۱ |
| W45  | ۳۷۴۹۰۰ | ۳۰۳۸۲۵۰ | ۱۱۷۷/۸ | ۱۱۷۸/۱ | ۱۱۷۹/۴ | ۱۱۸۰/۹ | ۱۱۸۲/۱ | ۱۱۸۳/۶ | ۱۱۸۴/۹ | ۱۱۸۴/۶ | ۱۱۸۵/۷ | ۱۱۸۷/۳ | ۱۱۸۶/۲ | ۱۱۸۶/۹ | ۱۱۸۹/۹ | ۱۱۸۶/۳ | ۱۱۸۵/۷ | ۱۱۸۶/۹ | ۱۱۸۷/۲ | ۱۱۸۷/۹ | ۱۱۸۸/۶ |
| W46  | ۳۷۴۹۴۵ | ۳۰۴۳۷۲۸ | ۱۲۰۲/۴ | ۱۲۰۱/۹ | ۱۲۰۲/۶ | ۱۲۰۳/۴ | ۱۲۰۴/۱ | ۱۲۰۴/۷ | ۱۲۰۵/۵ | ۱۲۰۵/۷ | ۱۲۰۶/۱ | ۱۲۰۶/۵ | ۱۲۰۶/۳ | ۱۲۰۵/۹ | ۱۲۰۶/۲ | ۱۲۰۲/۴ | ۱۲۰۲/۱ | ۱۲۰۲/۴ | —      | —      | —      |
| W47  | ۳۷۶۴۹۰ | ۳۰۴۳۰۲۰ | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | ۱۱۹۹/۹ | ۱۱۹۹/۹ | ۱۲۰۰/۵ | ۱۱۹۷/۲ |
| W48  | ۳۷۷۴۰۹ | ۳۰۳۸۵۷۲ | ۱۱۵۵/۸ | ۱۱۵۶/۹ | ۱۱۵۸/۶ | ۱۱۶۰/۳ | ۱۱۶۱/۸ | ۱۱۶۳/۷ | ۱۱۶۵/۷ | ۱۱۶۵/۵ | ۱۱۶۶/۴ | ۱۱۶۷/۹ | ۱۱۶۷/۳ | ۱۱۶۸/۰ | ۱۱۷۰/۹ | ۱۱۶۸/۶ | ۱۱۶۸/۴ | ۱۱۶۹/۹ | —      | —      | —      |
| W49  | ۳۷۷۷۸۰ | ۳۰۴۱۱۵۰ | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | ۱۱۹۰/۰ | ۱۱۸۹/۳ | ۱۱۹۰/۰ | ۱۱۹۰/۱ |
| W50  | ۳۷۸۷۳۵ | ۳۰۳۶۹۰۰ | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | ۱۱۶۴/۸ | ۱۱۶۴/۸ | ۱۱۶۵/۹ | ۱۱۶۶/۶ |
| W51  | ۳۷۹۴۶۵ | ۳۰۳۸۸۴۸ | ۱۱۶۷/۶ | ۱۱۶۸/۱ | ۱۱۶۹/۲ | ۱۱۷۰/۱ | ۱۱۷۰/۸ | ۱۱۷۱/۳ | ۱۱۷۱/۶ | ۱۱۷۱/۳ | ۱۱۷۱/۱ | ۱۱۷۱/۱ | ۱۱۷۰/۵ | ۱۱۶۹/۶ | ۱۱۶۸/۷ | ۱۱۶۷/۸ | ۱۱۶۷/۲ | ۱۱۶۸/۰ | —      | —      | —      |

ادامه جدول ۲ پیوست:

| Name | UtmX   | UtmY    | ۹۹     | ۹۸     | ۹۷     | ۹۶     | ۹۵     | ۹۴     | ۹۳     | ۹۲     | ۹۱     | ۹۰     | ۸۹     | ۸۸     | ۸۷     | ۸۶     | ۸۵     | ۸۴     | ۸۳     | ۸۲     | ۸۱     |
|------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| W52  | ۳۷۹۸۵۹ | ۳۰۴۴۷۱۰ | ۱۱۸۹/۱ | ۱۱۹۰/۴ | ۱۱۹۱/۲ | ۱۱۹۱/۸ | ۱۱۹۱/۶ | ۱۱۹۰/۲ | ۱۱۸۸/۹ | ۱۱۸۸/۱ | ۱۱۸۷/۰ | ۱۱۸۷/۴ | ۱۱۸۷/۲ | ۱۱۸۷/۱ | ۱۱۸۷/۵ | ۱۱۸۷/۱ | ۱۱۸۶/۴ | ۱۱۸۷/۱ | —      | —      | —      |
| W53  | ۳۸۰۸۸۰ | ۳۰۳۳۵۰۶ | ۱۱۴۹/۸ | ۱۱۴۹/۸ | ۱۱۵۰/۲ | ۱۱۵۱/۰ | ۱۱۵۱/۱ | ۱۱۵۲/۵ | ۱۱۵۴/۷ | ۱۱۵۴/۶ | ۱۱۵۵/۶ | ۱۱۵۷/۲ | ۱۱۵۷/۰ | ۱۱۵۷/۵ | ۱۱۵۹/۵ | ۱۱۵۹/۱ | ۱۱۵۹/۵ | ۱۱۶۱/۳ | ۱۱۶۱/۹ | ۱۱۶۳/۴ | ۱۱۶۳/۸ |
| W54  | ۳۸۱۲۰۰ | ۳۰۲۸۷۹۰ | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | ۱۱۱۹/۲ | ۱۱۱۹/۳ | ۱۱۲۰/۲ | ۱۱۲۱/۳ |
| W55  | ۳۸۱۷۷۰ | ۳۰۳۶۸۵۰ | ۱۱۴۷/۵ | ۱۱۴۸/۶ | ۱۱۴۹/۷ | ۱۱۵۱/۳ | ۱۱۵۲/۷ | ۱۱۵۴/۳ | ۱۱۵۶/۲ | ۱۱۵۶/۰ | ۱۱۵۶/۸ | ۱۱۵۸/۲ | ۱۱۵۸/۱ | ۱۱۵۸/۷ | ۱۱۶۰/۳ | ۱۱۶۰/۲ | ۱۱۶۰/۵ | ۱۱۶۲/۲ | ۱۱۶۳/۱ | ۱۱۶۴/۳ | ۱۱۶۴/۵ |
| W56  | ۳۸۳۰۶۰ | ۳۰۲۷۶۸۰ | ۱۱۵۲/۳ | ۱۱۵۲/۹ | ۱۱۵۳/۴ | ۱۱۵۴/۶ | ۱۱۵۵/۲ | ۱۱۵۵/۵ | ۱۱۵۷/۰ | ۱۱۵۶/۷ | ۱۱۵۶/۹ | ۱۱۵۷/۶ | ۱۱۵۷/۰ | ۱۱۵۶/۴ | ۱۱۵۷/۰ | ۱۱۵۵/۹ | ۱۱۵۵/۶ | ۱۱۵۷/۳ | ۱۱۵۸/۲ | ۱۱۵۹/۷ | ۱۱۶۰/۶ |
| W57  | ۳۸۴۵۰۲ | ۳۰۳۱۲۵۷ | ۱۱۳۸/۵ | ۱۱۳۸/۵ | ۱۱۳۸/۹ | ۱۱۳۹/۷ | ۱۱۳۹/۹ | ۱۱۴۱/۰ | ۱۱۴۳/۱ | ۱۱۴۳/۰ | ۱۱۴۴/۲ | ۱۱۴۵/۶ | ۱۱۴۵/۹ | ۱۱۴۶/۷ | ۱۱۴۸/۶ | ۱۱۴۸/۵ | ۱۱۴۹/۴ | ۱۱۵۱/۲ | —      | —      | —      |
| W58  | ۳۸۵۶۵۷ | ۳۰۳۵۲۸۵ | ۱۱۴۵/۲ | ۱۱۴۵/۹ | ۱۱۴۶/۸ | ۱۱۴۷/۸ | ۱۱۴۸/۷ | ۱۱۴۹/۷ | ۱۱۵۰/۳ | ۱۱۵۰/۶ | ۱۱۵۱/۳ | ۱۱۵۲/۲ | ۱۱۵۲/۴ | ۱۱۵۳/۱ | ۱۱۵۴/۰ | ۱۱۵۴/۲ | ۱۱۵۴/۶ | ۱۱۵۶/۱ | —      | —      | —      |
| W59  | ۳۸۶۳۸۰ | ۳۰۲۶۹۸۰ | ۱۱۱۹/۱ | ۱۱۲۰/۹ | ۱۱۱۷/۷ | ۱۱۲۰/۴ | ۱۱۲۲/۰ | ۱۱۲۲/۴ | ۱۱۲۹/۹ | ۱۱۲۸/۷ | ۱۱۲۸/۳ | ۱۱۲۸/۵ | ۱۱۲۹/۸ | ۱۱۲۹/۳ | ۱۱۳۱/۴ | ۱۱۳۰/۰ | ۱۱۲۹/۸ | ۱۱۳۳/۴ | ۱۱۳۳/۰ | ۱۱۳۴/۸ | ۱۱۳۵/۰ |
| W60  | ۳۸۷۱۵۱ | ۳۰۲۹۳۲۲ | ۱۱۱۶/۴ | ۱۱۱۷/۳ | ۱۱۱۸/۸ | ۱۱۲۰/۴ | ۱۱۲۱/۹ | ۱۱۲۳/۶ | ۱۱۲۵/۶ | ۱۱۲۵/۵ | ۱۱۲۶/۶ | ۱۱۲۸/۱ | ۱۱۲۸/۷ | ۱۱۲۹/۹ | ۱۱۳۲/۵ | ۱۱۳۳/۰ | ۱۱۳۳/۹ | ۱۱۳۶/۳ | ۱۱۳۷/۷ | ۱۱۳۹/۶ | ۱۱۴۰/۴ |
| W61  | ۳۹۰۴۵۰ | ۳۰۳۱۸۵۰ | ۱۱۴۳/۱ | ۱۱۴۳/۴ | ۱۱۴۳/۵ | ۱۱۴۳/۹ | ۱۱۴۴/۱ | ۱۱۴۴/۳ | ۱۱۴۴/۴ | ۱۱۴۴/۵ | ۱۱۴۴/۹ | ۱۱۴۵/۲ | ۱۱۴۵/۷ | ۱۱۴۶/۳ | ۱۱۴۶/۹ | ۱۱۴۷/۳ | ۱۱۴۷/۷ | ۱۱۴۹/۳ | ۱۱۵۰/۰ | ۱۱۵۰/۶ | ۱۱۵۱/۱ |
| W62  | ۳۹۰۸۴۱ | ۳۰۲۷۵۰۵ | ۱۱۱۷/۶ | ۱۱۱۷/۵ | ۱۱۱۷/۹ | ۱۱۱۸/۵ | ۱۱۱۹/۰ | ۱۱۲۰/۹ | ۱۱۲۳/۵ | ۱۱۲۳/۴ | ۱۱۲۴/۸ | ۱۱۲۶/۳ | ۱۱۲۷/۳ | ۱۱۲۸/۸ | ۱۱۳۱/۰ | ۱۱۳۱/۶ | ۱۱۳۳/۲ | ۱۱۳۵/۹ | —      | —      | —      |
| W63  | ۳۹۱۳۳۹ | ۳۰۲۴۴۹۵ | ۱۱۱۴/۰ | ۱۱۱۴/۲ | ۱۱۱۴/۹ | ۱۱۱۵/۷ | ۱۱۱۶/۶ | ۱۱۱۷/۲ | ۱۱۱۷/۷ | ۱۱۱۷/۵ | ۱۱۱۹/۱ | ۱۱۲۰/۳ | ۱۱۲۱/۱ | ۱۱۲۲/۹ | ۱۱۲۵/۲ | ۱۱۲۵/۴ | ۱۱۲۶/۶ | ۱۱۲۸/۷ | ۱۱۳۱/۰ | ۱۱۳۱/۹ | ۱۱۳۲/۲ |

ادامه جدول ۲ پیوست:

| Name | UtmX    | UtmY    | ۹۹     | ۹۸     | ۹۷     | ۹۶     | ۹۵     | ۹۴     | ۹۳     | ۹۲     | ۹۱     | ۹۰     | ۸۹     | ۸۸     | ۸۷     | ۸۶     | ۸۵     | ۸۴     | ۸۳     | ۸۲     | ۸۱     |
|------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| W64  | ۳۹۳۷۷۰  | ۳۰۲۲۴۰۰ | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | ۱۱۲۵/۱ | ۱۱۲۴/۳ | ۱۱۲۵/۲ | ۱۱۲۶/۲ |
| W65  | ۳۹۴۴۵۶  | ۳۰۳۰۱۵۸ | ۱۱۳۱/۳ | ۱۱۳۱/۴ | ۱۱۳۱/۵ | ۱۱۳۱/۸ | ۱۱۳۲/۱ | ۱۱۳۲/۳ | ۱۱۳۲/۶ | ۱۱۳۲/۹ | ۱۱۳۳/۳ | ۱۱۳۳/۸ | ۱۱۳۴/۴ | ۱۱۳۵/۱ | ۱۱۳۶/۰ | ۱۱۳۶/۷ | ۱۱۳۷/۲ | ۱۱۳۹/۰ | ۱۱۳۴/۱ | ۱۱۳۴/۱ | ۱۱۳۴/۱ |
| W66  | ۳۹۵۳۰۱  | ۳۰۲۶۲۷۰ | ۱۱۱۱/۱ | ۱۱۱۱/۱ | ۱۱۱۱/۵ | ۱۱۱۳/۳ | ۱۱۱۵/۱ | ۱۱۱۶/۹ | ۱۱۱۸/۵ | ۱۱۱۹/۴ | ۱۱۲۱/۰ | ۱۱۲۲/۱ | ۱۱۲۳/۵ | ۱۱۲۵/۱ | ۱۱۲۶/۸ | ۱۱۲۸/۱ | ۱۱۲۹/۵ | ۱۱۳۱/۵ | —      | —      | —      |
| W67  | ۳۹۵۹۴۹  | ۳۰۲۱۹۶۵ | ۱۱۰۷/۶ | ۱۱۰۸/۳ | ۱۱۰۹/۰ | ۱۱۱۰/۰ | ۱۱۱۰/۹ | ۱۱۱۲/۷ | ۱۱۱۴/۴ | ۱۱۱۵/۹ | ۱۱۱۸/۰ | ۱۱۱۹/۳ | ۱۱۲۰/۱ | ۱۱۲۱/۱ | ۱۱۲۲/۳ | ۱۱۲۳/۴ | ۱۱۲۴/۷ | ۱۱۲۶/۷ | —      | —      | —      |
| W68  | ۳۹۸۸۴۳  | ۳۰۲۷۱۱۲ | ۱۱۲۰/۵ | ۱۱۲۱/۱ | ۱۱۲۱/۸ | ۱۱۲۲/۸ | ۱۱۲۳/۹ | ۱۱۲۴/۸ | ۱۱۲۶/۴ | ۱۱۲۶/۵ | ۱۱۲۶/۳ | ۱۱۲۶/۵ | ۱۱۲۷/۳ | ۱۱۲۷/۷ | ۱۱۲۸/۷ | ۱۱۲۹/۹ | ۱۱۳۱/۰ | ۱۱۳۲/۲ | —      | —      | —      |
| W69  | ۳۹۹۲۶۵  | ۳۰۲۶۵۰۰ | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | ۱۱۳۷/۱ | ۱۱۳۷/۰ | ۱۱۳۸/۱ | ۱۱۳۸/۱ |
| W70  | ۴۰۰۴۱۹  | ۳۰۲۰۰۴۰ | ۱۱۰۸/۵ | ۱۱۰۸/۵ | ۱۱۰۸/۹ | ۱۱۰۹/۷ | ۱۱۰۹/۸ | ۱۱۱۱/۶ | ۱۱۱۴/۲ | ۱۱۱۵/۴ | ۱۱۱۸/۰ | ۱۱۱۹/۳ | ۱۱۲۰/۶ | ۱۱۲۲/۱ | ۱۱۲۳/۹ | ۱۱۲۵/۴ | ۱۱۲۶/۸ | ۱۱۲۸/۶ | —      | —      | —      |
| W71  | ۴۰۱۷۲۰  | ۳۰۲۱۹۰۰ | ۱۱۱۵/۵ | ۱۱۱۵/۵ | ۱۱۱۶/۱ | ۱۱۱۶/۹ | ۱۱۱۷/۸ | ۱۲۳۷/۷ | ۱۱۱۸/۹ | ۱۱۱۹/۲ | ۱۱۲۰/۲ | ۱۱۲۱/۴ | ۱۱۲۲/۷ | ۱۱۲۴/۲ | ۱۱۲۵/۸ | ۱۱۲۷/۳ | ۱۱۲۸/۷ | ۱۱۳۰/۹ | ۱۱۳۱/۸ | ۱۱۳۲/۶ | ۱۱۳۳/۴ |
| W72  | ۳۷۸۳۳۵۶ | ۳۰۳۴۲۴۲ | ۱۱۵۵/۹ | ۱۱۵۵/۴ | ۱۱۵۵/۴ | ۱۱۵۷/۶ | ۱۱۵۹/۰ | ۱۱۶۰/۸ | ۱۱۶۳/۸ | ۱۱۶۵/۰ | ۱۱۶۶/۶ | ۱۱۶۶/۰ | ۱۱۶۵/۷ | ۱۱۶۷/۵ | ۱۱۶۷/۱ | ۱۱۶۶/۵ | ۱۱۶۸/۷ | ۱۱۷۰/۰ | ۱۱۷۱/۵ | ۱۱۷۱/۵ | ۱۱۷۱/۸ |

جدول ۳ پیوست: داده‌های هدایت الکتریکی (میکروزیمنس بر سانتی‌متر) و زمان برداشت آب از چاه در منابع آب زیرزمینی دشت سراوان

چاه W7

| EC( $\mu$ S/cm) | سال  | ماه | EC( $\mu$ S/cm) | سال  | ماه | EC( $\mu$ S/cm) | سال  | ماه | EC( $\mu$ S/cm) | سال  | ماه | EC( $\mu$ S/cm) | سال  | ماه |
|-----------------|------|-----|-----------------|------|-----|-----------------|------|-----|-----------------|------|-----|-----------------|------|-----|
| 2531            | 1383 | 9   | 3000            | ۱۳۸۷ | ۵   | 3080            | ۱۳۸۹ | ۹   | ۳۰۸۰            | ۱۳۹۳ | ۶   | ۳۰۷۰            | ۱۳۹۷ | ۸   |
| 2595            | 1384 | 2   | 3010            | ۱۳۸۷ | ۸   | 3070            | ۱۳۹۰ | ۳   | ۲۹۰۰            | ۱۳۹۳ | ۱۲  | ۳۰۳۰            | ۱۳۹۸ | ۸   |
| 2613            | 1384 | ۸   | 3050            | ۱۳۸۷ | ۱۲  | ۳۰۷۰            | ۱۳۹۰ | ۶   | ۲۹۶۰            | ۱۳۹۴ | ۶   | ۳۰۴۰            | ۱۳۹۸ | ۱۱  |
| 2613            | ۱۳۸۵ | ۲   | 3070            | ۱۳۸۸ | ۳   | ۳۰۸۰            | ۱۳۹۰ | ۸   | ۳۰۲۰            | ۱۳۹۵ | ۸   | ۳۰۶۰            | ۱۳۹۹ | ۳   |
| 2585            | 1385 | ۸   | 3080            | ۱۳۸۸ | ۶   | ۳۰۹۰            | ۱۳۹۰ | ۱۱  | ۲۹۸۰            | ۱۳۹۵ | ۱۱  | ۳۰۵۰            | ۱۳۹۹ | ۸   |
| 2870            | ۱۳۸۶ | ۳   | 3110            | ۱۳۸۸ | ۹   | ۳۱۳۰            | ۱۳۹۱ | ۲   | ۳۰۳۰            | ۱۳۹۶ | ۲   | ۳۱۱۰            | ۱۳۹۳ | ۴   |
| 2910            | ۱۳۸۶ | ۵   | 3130            | ۱۳۸۸ | ۱۲  | ۳۱۸۰            | ۱۳۹۲ | ۹   | ۳۰۲۰            | ۱۳۹۶ | ۵   |                 |      |     |
| 3050            | ۱۳۸۶ | ۱۱  | 3130            | ۱۳۸۹ | ۴   | ۳۲۲۰            | ۱۳۹۳ | ۱   | ۲۹۶۰            | ۱۳۹۶ | ۸   |                 |      |     |
| 3000            | ۱۳۸۷ | ۲   | 3110            | ۱۳۸۹ | ۶   | ۳۱۱۰            |      |     | ۳۰۷۰            |      |     |                 |      |     |

ادامه جدول ۴ پیوست:

چاه W8

| ماه | سال  | EC( $\mu$ S/cm) | ماه | سال  | EC( $\mu$ S/cm) | ماه | سال  | EC( $\mu$ S/cm) | ماه | سال  | EC( $\mu$ S/cm) | ماه | سال  | EC( $\mu$ S/cm) |
|-----|------|-----------------|-----|------|-----------------|-----|------|-----------------|-----|------|-----------------|-----|------|-----------------|
| ۸   | ۱۳۹۶ | ۴۰۶۰            | ۱   | ۱۳۹۳ | ۴۱۱۰            | ۶   | ۱۳۸۹ | ۳۷۷۰            | ۲   | ۱۳۸۷ | ۳۶۳۰            | ۵   | ۱۳۸۳ | ۲۶۳۴            |
| ۸   | ۱۳۹۷ | ۴۲۴۰            | ۴   | ۱۳۹۳ | ۴۰۴۰            | ۹   | ۱۳۸۹ | ۳۷۶۰            | ۵   | ۱۳۸۷ | ۳۶۸۰            | ۹   | ۱۳۸۳ | ۲۸۶۱            |
| ۸   | ۱۳۹۸ | ۳۸۰۰            | ۶   | ۱۳۹۳ | ۴۱۵۰            | ۱۲  | ۱۳۸۹ | ۳۷۸۰            | ۸   | ۱۳۸۷ | ۳۷۱۰            | ۲   | ۱۳۸۴ | ۲۹۱۶            |
| ۱۱  | ۱۳۹۸ | ۳۸۲۰            | ۱۲  | ۱۳۹۳ | ۴۵۳۰            | ۳   | ۱۳۹۰ | ۳۷۷۰            | ۱۲  | ۱۳۸۷ | ۳۷۲۰            | ۸   | ۱۳۸۴ | ۳۰۴۴            |
| ۳   | ۱۳۹۹ | ۳۸۴۰            | ۶   | ۱۳۹۴ | ۴۴۶۰            | ۶   | ۱۳۹۰ | ۳۳۰۰            | ۳   | ۱۳۸۸ | ۳۷۶۰            | ۲   | ۱۳۸۵ | ۳۰۹۰            |
| ۸   | ۱۳۹۹ | ۳۷۶۰            | ۸   | ۱۳۹۵ | ۴۲۶۰            | ۸   | ۱۳۹۰ | ۳۸۰۰            | ۶   | ۱۳۸۸ | ۳۷۷۰            | ۸   | ۱۳۸۵ | ۳۰۶۷            |
|     |      |                 | ۱۱  | ۱۳۹۵ | ۴۳۳۰            | ۱۱  | ۱۳۹۰ | ۳۸۵۰            | ۹   | ۱۳۸۸ | ۳۷۲۰            | ۲   | ۱۳۸۶ | ۳۹۳۰            |
|     |      |                 | ۲   | ۱۳۹۵ | ۴۴۴۰            | ۲   | ۱۳۹۱ | ۳۸۸۰            | ۱۲  | ۱۳۸۸ | ۳۸۲۰            | ۵   | ۱۳۸۶ | ۳۹۹۰            |
|     |      |                 | ۵   | ۱۳۹۶ | ۴۳۴۰            | ۱۰  | ۱۳۹۲ | ۴۱۳۰            | ۴   | ۱۳۸۸ | ۳۸۲۰            | ۱۱  | ۱۳۸۶ | ۳۶۳۰            |

ادامه جدول ۴ پیوست:

چاه W10

| ماه | سال  | EC( $\mu$ S/cm) | ماه | سال  | EC( $\mu$ S/cm) | ماه | سال  | EC( $\mu$ S/cm) | ماه | سال  | EC( $\mu$ S/cm) |
|-----|------|-----------------|-----|------|-----------------|-----|------|-----------------|-----|------|-----------------|
| ۱۱  | ۱۳۹۵ | ۶۱۱۰            | ۹   | ۱۳۸۹ | ۶۱۶۰            | ۵   | ۱۳۸۶ | ۴۸۵۰            | ۸   | ۱۳۸۱ | ۴۶۳۷            |
| ۲   | ۱۳۹۶ | ۶۲۳۰            | ۶   | ۱۳۹۰ | ۶۳۶۰            | ۲   | ۱۳۸۷ | ۶۲۵۰            | ۱۲  | ۱۳۸۲ | ۴۴۵۳            |
| ۸   | ۱۳۹۶ | ۵۸۰۰            | ۱۱  | ۱۳۹۰ | ۶۲۰۰            | ۵   | ۱۳۸۷ | ۶۱۹۰            | ۵   | ۱۳۸۳ | ۵۲۶۸            |
| ۸   | ۱۳۹۷ | ۶۵۳۰            | ۹   | ۱۳۹۲ | ۶۶۷۰            | ۸   | ۱۳۸۷ | ۶۳۲۰            | ۹   | ۱۳۸۳ | ۴۵۸۵            |
| ۳   | ۱۳۹۹ | ۵۶۴۰            | ۴   | ۱۳۹۳ | ۵۸۹۰            | ۶   | ۱۳۸۸ | ۶۲۳۰            | ۲   | ۱۳۸۴ | ۴۴۳۸            |
| ۸   | ۱۳۹۹ | ۶۳۹۰            | ۶   | ۱۳۹۳ | ۶۴۴۰            | ۱۲  | ۱۳۸۸ | ۶۲۴۰            | ۸   | ۱۳۸۴ | ۴۴۲۹            |
|     |      |                 | ۱۲  | ۱۳۹۳ | ۶۵۲۰            | ۴   | ۱۳۸۹ | ۵۹۷۰            | ۲   | ۱۳۸۵ | ۴۲۹۱            |
|     |      |                 | ۶   | ۱۳۹۴ | ۶۲۱۰            | ۶   | ۱۳۸۹ | ۵۷۶۰            | ۳   | ۱۳۸۶ | ۴۸۹۰            |

ادامه جدول ۴ پیوست:

چاه W11

| ماه | سال  | EC( $\mu$ S/cm) | ماه | سال  | EC( $\mu$ S/cm) | ماه | سال  | EC( $\mu$ S/cm) | ماه | سال  | EC( $\mu$ S/cm) | ماه | سال  | EC( $\mu$ S/cm) |
|-----|------|-----------------|-----|------|-----------------|-----|------|-----------------|-----|------|-----------------|-----|------|-----------------|
| ۲   | ۱۳۹۶ | ۳۶۶۰            | ۱۱  | ۱۳۹۰ | ۳۰۳۰            | ۶   | ۱۳۸۸ | ۳۰۲۰            | ۳   | ۱۳۸۶ | ۲۹۳۰            | ۲   | ۱۳۸۲ | ۲۵۱۳            |
| ۵   | ۱۳۹۶ | ۳۵۴۰            | ۱۰  | ۱۳۹۲ | ۳۱۱۰            | ۹   | ۱۳۸۸ | ۳۰۵۰            | ۵   | ۱۳۸۶ | ۳۰۶۰            | ۱۲  | ۱۳۸۲ | ۲۳۱۷            |
| ۸   | ۱۳۹۶ | ۳۴۸۰            | ۴   | ۱۳۹۳ | ۳۵۹۰            | ۱۲  | ۱۳۸۸ | ۳۱۰۰            | ۱۱  | ۱۳۸۶ | ۳۱۶۰            | ۵   | ۱۳۸۳ | ۲۲۳۱            |
| ۸   | ۱۳۹۷ | ۳۵۴۰            | ۶   | ۱۳۹۳ | ۳۲۵۰            | ۴   | ۱۳۸۹ | ۳۱۲۰            | ۲   | ۱۳۸۷ | ۳۲۲۰            | ۹   | ۱۳۸۳ | ۲۵۳۱            |
| ۱۱  | ۱۳۹۸ | ۳۷۰۰            | ۱۲  | ۱۳۹۳ | ۳۳۶۰            | ۶   | ۱۳۸۹ | ۳۰۸۰            | ۵   | ۱۳۸۷ | ۳۰۸۰            | ۲   | ۱۳۸۴ | ۲۶۷۷            |
| ۳   | ۱۳۹۹ | ۳۷۳۰            | ۶   | ۱۳۹۴ | ۳۳۴۰            | ۹   | ۱۳۸۹ | ۲۹۷۰            | ۸   | ۱۳۸۷ | ۳۰۵۰            | ۸   | ۱۳۸۴ | ۲۶۶۸            |
| ۸   | ۱۳۹۹ | ۳۶۸۰            | ۸   | ۱۳۹۵ | ۳۵۱۰            | ۱۲  | ۱۳۸۹ | ۳۰۳۰            | ۱۲  | ۱۳۸۷ | ۳۲۵۰            | ۲   | ۱۳۸۵ | ۲۵۶۷            |
|     |      |                 | ۱۱  | ۱۳۹۵ | ۳۲۷۰            | ۳   | ۱۳۹۰ | ۳۰۹۰            | ۳   | ۱۳۸۸ | ۳۰۰۰            | ۸   | ۱۳۸۶ | ۲۵۹۵            |

## ABSTRACT

This research has studied the hydrochemistry and quality of underground water resources in Saravan plain and Jaleq region, located in Sistan and Baluchistan province. According to the hydrograph of the average water table in two regions, the level of the underground water level (from 2014 to 2019) has decreased (-7.88 meters) and the direction of the underground water movement is from northwest to southeast. Based on time series analysis, the delay time between precipitation and its effect on the reservoir level has been calculated to be about one or two months, which indicates relatively good permeability in the alluvial aquifer. According to the electrical conductivity maps, changes in the quality of underground water have occurred from west to east in these areas, and the underground water of qanat's has a better quality than the exploitation wells. In the groundwater of the studied areas, there are three types of water: NaCl, NaSO<sub>4</sub> and NaCl(HCO<sub>3</sub>). In general, there is an increase in chloride and sodium from qanat water sources to well water sources in the studied area. Also, increasing the depth of the well has increased the percentage of chloride and sodium. According to the distribution map of discharge of wells, groundwater exctraton in the west area is mor than the east region. Based on the results of the factor analysis, two main factors affecting the quality of the aquifer have been identified, the first factor is the dissolution of minerals, which controls the quality of water sources, and the second factor is the factors controlling the acidity/alkalinity of water sources. According to the analysis of the saturation index values of minerals in the region, most of the groundwater samples tend to dissolve these three minerals compared to anhydrite, gypsum, aragonite and halite under saturation and groundwater and they affect the chemistry of the groundwater. However, most of the samples are supersaturated and saturated compared to calcite and dolomite, and these minerals tend to settle in the studied area.

**Keywords:** Hydrogeochemistry, Saturation index, Statistical analysis