

# ارزیابی کیفیت آب زیرزمینی دشت الشتر برای استفاده در کشاورزی و شرب

آرش هاشم خانی<sup>۱</sup>، حسین اسلامی<sup>۲</sup>

۱- دانشجوی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شوشتر، گروه علوم آب، شوشتر، ایران

۲- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شوشتر، گروه علوم آب، شوشتر، ایران، eslamyho@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۵/۱۶

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۳/۱۱

## چکیده

استفاده از آبهای زیرزمینی به دلیل کاهش آبهای سطحی رو به فزونی گذاشته است بنابراین برای استفاده باید کیفیت این آبها را از نظر کشاورزی و شرب بررسی نمود. در این تحقیق، خصوصیات شیمیایی آبهای زیرزمینی دشت الشتر در شمال غرب استان لرستان با توجه به مناسب بودن آب برای شرب و کشاورزی مورد بررسی قرار گرفته است. ۳۶ نمونه آب زیرزمینی برداشت و از لحاظ نسبت جذب سدیم، هدایت الکتریکی، TDS، pH، کلسیم، منیزیم، بی کربنات، کلر، سدیم، پتاسیم، کاتیون، آنیون و سولفات آنالیز شیمیایی گردید. مقادیر آنالیز شده با دیاگرامهای شولر و ویلکوکس مقایسه و مشاهده گردید که اکثر نمونهها از لحاظ شرب و کشاورزی مناسب هستند. با توجه به نمودار شولر وضعیت کیفی آب زیرزمینی الشتر در وضعیت خوب قرار دارد و کاملاً برای شرب مناسب است. همچنین نتایج نشان داد که همه نمونهها در طبقه C2S1 قرار گرفتند که در محدوده کمی شور - مناسب برای کشاورزی ارزیابی شدند.

واژه های کلیدی: کیفیت آب، کشاورزی، ویلکوکس، شرب، شولر، دشت الشتر

## مقدمه

راه توسعه کشاورزی و سلامت انسان به خصوص در اراضی خشک می باشد. آبهای طبیعت در جریان حرکت و یا در هنگام خروج از زمین مقدار عناصر خارجی به حالت محلول و معلق دارا می باشند. این عناصر می توانند از نظر مصرف مناسب و یا نامناسب حرکتی خطرناک باشند، لذا بررسی عناصر موجود در آب قبل از مصرف آن ضروری است (غفوری و مرتضوی، ۱۳۷۱) حدود ۵۵ درصد نیاز آبی کشور از آبهای زیرزمینی تامین می شود (صداقت، ۱۳۷۲). برخلاف بسیاری از منابع آب سطحی، آب زیرزمینی طبیعی تعداد کمی از مواد جامد معلق، غلظت کمی از باکتری و ویروس که اغلب با غلظت ناچیزی از نمکهای معدنی محلول می باشد، این ویژگیها آب زیرزمینی را به منبع ایده آل برای حیات بشری تبدیل

منابع آب زیرزمینی در ایران و بسیاری از کشورهای دیگر که آب و هوایی مشابه دارند، از جمله مهمترین منابع آب مورد استفاده در کشاورزی و شرب محسوب می شود. از سوی دیگر خطر آلودگی کمتر این منابع نسبت به دیگر روشهای استحصال آب، باعث گشته است که حتی در مناطقی که کمبودی از لحاظ آب سطحی احساس نمی شود نیز استفاده از این منابع رونق داشته باشد. کیفیت آبهای زیرزمینی همچون آب سطحی دائماً در حال تغییر است (مهدهوی، ۱۳۸۱ و علیزاده، ۱۳۸۶). البته لازم به ذکر است که این تغییر نسبت به آبهای سطحی بسیار کندتر صورت می گیرد. تغییر کیفیت آبهای زیرزمینی و شور شدن منابع آب در حال حاضر خطری بزرگ در

کاتیون و آنیون‌ها و نیز تغییر در میزان pH منطقه محسوب می‌شوند که در ادامه با توجه به نوع خاکی که در آن کشاورزی صورت می‌گیرد این امر تشدید می‌یابد، چرا که در خاک‌های کشاورزی پدیده آبشویی بدلیل وجود روش‌های سنتی که در این منطقه وجود دارد احتمال وقوع بیشتری را به خود اختصاص داده است و بدین صورت عناصر را به بخش‌های زیرین و در نهایت به آب‌های زیرزمین موجود در منطقه منتقل می‌نماید.

ابراهیم پور و همکاران (۱۳۹۱) کیفیت فیزیکی شیمیایی آب کشاورزی دشت شهرکرد را بررسی نمودند. در این آنالیز کیفیت بر اساس RSC از لحاظ استاندارد ملی کشور در همه منابع مناسب بود و به جز دو منبع که آبی شور ولی بلا مانع برای کشاورزی دارند مابقی از لحاظ شوری محدودیتی برای کشاورزی ندارند. درویشی و همکاران (۱۳۹۱) کیفیت شیمیایی آب شرب روستایی شوشتر را بررسی کردند. نتایج حاصل از ۱۱ نمونه آب از نظر کیفی در طبقه‌بندی شولر در وضعیت خوب تا قابل قبول قرار گرفت و از نظر مقایسه با استاندارد ملی نیز، کیفیت آب شرب روستاهای فوق به جز در مورد کدورت که در ۵ روستا بالاتر از ۵NTU بود مابقی پارامترها کم‌تر از حد مجاز بوده و شرایط استاندارد را دارا می‌باشند.

ملکیان و میردشتوان (۱۳۹۴) در آبخوان دشت هشتگرد با استفاده از داده‌های کیفی برداشت شده از ۴۱ حلقه چاه پیزومتری منطقه، مقادیر پارامترهای کیفی گوناگون در هر چاه بررسی شد. سپس، به کمک روش‌های زمین آماری کریجینگ، کوکریجینگ و IDW بهترین مدل برای پهنه بندی کیفی آبخوان انتخاب شد سپس، از میان پارامترهای کیفی دو پارامتر SAR و EC برای تعیین کیفیت آب آبیاری به روش ویلکوکس انتخاب شد و نقشه‌های پهنه بندی بر اساس این دو پارامتر با استفاده از امکانات زمین آماری نرم افزار ArcGIS نسخه ۱۰ تهیه شد. نتایج تعیین کیفیت آب آبیاری در آبخوان نشان داد که ۹۹ درصد

می‌کند. متأسفانه ارتباط مسیرهای حرکتی آب زیرزمینی در چرخه هیدرولوژی به سطح زمین امکان آلوده شدن آن توسط بشر را فراهم می‌آورد که از ارزش آن می‌کاهد. بنابراین تبعات آلودگی زیرزمینی و حفاظت آب زیرزمینی از آلودگی خود دلیل مهم دیگری بر مطالعه آب زیرزمینی است. هجوم بشر به منابع آب زیرزمینی منجر به ورود مقادیر قابل توجهی از آلودگی در اثر دفع بی‌دقت فاضلاب‌های انسانی و تصادفاً دفع فاضلاب‌های صنعت و معدن و فعالیت‌های نفتی نظیر نشت از تانک‌های ذخیره، خطوط لوله انتقال یا حوضچه‌های فاضلاب و فعالیت‌های روزمره نظیر کشاورزی و دفع فاضلاب‌های جامد می‌باشد (طاهری، ۱۳۸۴). در سالهای اخیر به علت تغییرات اقلیمی استفاده از آب‌های زیر زمینی در کشاورزی و شرب بسیار بیشتر شده است در نتیجه باید در مدیریت این آبها نهایت دقت مبذول گردد. یکی از راههای استفاده ی موثر از این آبها شناخت کیفیت این آبها در رابطه با کشاورزی و شرب است. برای هر برنامه ریزی صحیح و دقیق در درجه ی اول نیاز به اطلاعات دقیق می باشد و با شناخت ویژگی های کیفی این آبها در رابطه با کشاورزی و شرب می توان به طور بهینه از آنها استفاده کرد. برای بررسی کیفیت آب برای شرب معیارهای مختلفی وجود دارد که یکی از معیارهای متداول نمودار شولر است. نمودار ویلکوکس نیز روشی معتبر برای بررسی کیفی آب جهت کشاورزی است. میزان EC و SAR بعنوان شاخص‌های شوری و قلیاییت در روش ویلکوکس مورد بررسی قرار می‌گیرند. نقش سدیم در محاسبه SAR و نقش مؤثر آن در پراکندگی ذرات خاک، می‌تواند میزان فرسایش آبی را افزایش دهد. همچنین تجمع املاح محلول (که از طریق اندازه‌گیری هدایت الکتریکی تعیین می‌گردد) در مناطق نیمه خشک سبب جذب کاتیون‌هایی مانند سدیم بر روی ذرات خاک می‌گردد.

زمین‌های کشاورزی به دلیل استفاده از کودهای شیمیایی مناطق مستعدی جهت انباشت بسیاری از

کشاورزی و کیفیت آب زیرزمینی دشت الشتر از حیث پارامترهای موثر بر سلامتی انسان برای شرب با توجه به نمودار شولر مورد ارزیابی قرار گرفته است.

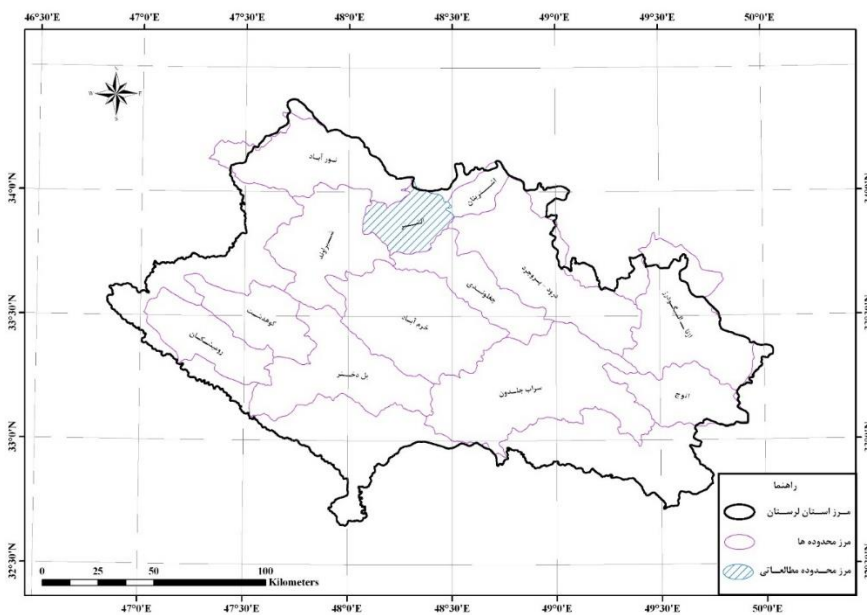
### مواد و روش ها

محدوده مطالعاتی الشتر دارای ۸۱۱ کیلومتر مربع مساحت است که از این مقدار ۱۵۹ کیلومترمربع دشت با متوسط ارتفاع ۱۶۲۰ متر و ۶۵۲ کیلومترمربع ارتفاعات با متوسط ارتفاع ۲۲۴۰ متر می‌باشد و از نظر جغرافیائی در مختصات ۲-۴۸ تا ۳۱-۴۸ طول شرقی و ۳۴-۴۳ تا ۳۴-۰۵ قرار دارد. از نظر تقسیمات هیدرولوژیکی، محدوده مطالعاتی الشتر شامل حوزه آبریز رودخانه آب الشتر تا محل الحاق به رودخانه هررود می‌باشد و رودخانه الشتر نیز یکی از شاخه‌های اولیه تشکیل دهنده رودخانه کشکان می‌باشد، که خود از شاخه‌های مهم رودخانه کرخه می‌باشد و از حوزه‌های ۳۰ گانه کشور و جزء حوزه آبریز خلیج فارس و دریای عمان (حوزه شماره ۲ از حوزه‌های ۶ گانه اصلی کشور) محسوب می‌گردد.

سطح آبخوان بر اساس روش طبقه بندی ویلکوکس برای تعیین کیفیت آب آبیاری در رده خوب (C2S1) و ۱ درصد از سطح آبخوان در رده متوسط (C3S1) قرار می‌گیرد.

المدرسی و همکاران (۲۰۱۵) کیفیت آب زیرزمینی حوزه دشت یزد اردکان را برای شرب در طول دروه آماری ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۳ با استفاده از مدل‌سازی شولر و به کمک روش درون‌یابی کریجینگ در محیط GIS مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که کیفیت آب شرب از جنوب غربی این دشت به طرف شمالی شرقی کاهش پیدا می‌کند. تقریباً ۳۰٪ مناطق تحت بررسی در شرایط خوب و قابل قبول قرار دارند. همچنین کیفیت آب آشامیدنی ۵۷٪ مناطق در شرایط ضعیف و نامطلوب قرار داشته و ۱۳٪ مابقی با کیفیت متوسط در میان منطقه مورد بررسی قرار داشت.

در این تحقیق تأثیر میزان EC و SAR بعنوان شاخص‌های شوری و قلیائیت در منطقه مورد مطالعه در زمینه کیفیت آب زیرزمینی جهت استفاده در



شکل ۱- نقشه موقعیت محدوده مطالعاتی در استان لرستان

سدیم محلول SSP، شاخص نمک و استفاده از دیاگرام ویلکوکس وجود دارد. معمول ترین روشی که برای ارزیابی اثرات سدیم بر نفوذپذیری به کار می‌رود، استفاده از نسبت جذب سدیم (SAR) است.  $(SAR = Na / \sqrt{(Ca + Mg) / 2})$  که در آن غلظت یونها بر حسب (meq.l) می‌باشد. همانطور که در بالا ذکر شد، شور و سدیمی شدن خاکها و تجمع املاحی چون کلورها و سولفات‌ها از فرآیندهایی است که عملکرد گیاهان را در مناطق خشک و نیمه خشک تحت تأثیر قرار می‌دهد. لذا به منظور مدیریت بهتر منابع آب و خاک و برنامه‌ریزی صحیح جهت حصول عملکرد حداکثر در گیاهان زراعی، تعیین میزان عناصری نظیر سدیم و کلر در آب آبیاری ضروری به نظر می‌رسد. از آنجایی که تخمین میزان کلر و تعیین نسبت جذب سدیم (SAR)، و در نتیجه غلظت سدیم، کلسیم و منیزیم بسیار وقت گیر و هزینه برتر از اندازه‌گیری شوری آب است و یافتن راهکاری که بتوان میزان SAR و کلر آب را تخمین مکانی زد، لازم و ضروری به نظر می‌رسد. بنابراین نیاز به روش‌هایی احساس می‌شود که بتواند براحتی سطح گسترده‌ای از مناطق را پایش کرده و روند تغییرات شوری را مورد بررسی قرار دهد. مهم‌ترین معیارهای کیفی در طبقه بندی آب از نظر کشاورزی شوری و مقدار سدیم موجود در آن می‌باشد. روش طبقه بندی ویلکوکس و استفاده از نمودار آن کاربردی ترین روش برای طبقه بندی آب از نظر کشاورزی در مطالعات هیدرولوژی است. در این طبقه بندی آب‌ها از نظر قابلیت هدایت الکتریکی (EC) و نسبت جذب سدیم (S.A.R) به چهار گروه مطابق جدول شماره ۱ تقسیم شده‌اند:

بارندگی متوسط سالانه محدوده ۵۵۴ میلی‌متر می‌باشد. رژیم بارندگی مدیترانه‌ای است و بیشترین بارشها در فصل سرد سال و کمترین بارشها در فصل گرم سال رخ می‌دهد. ۸۶ درصد بارندگی سالانه در ماههای آذر لغایت اردیبهشت ماه مشاهده شده است. نوع اقلیم بر اساس سیستم دوماتن مرطوب است. در این تحقیق اطلاعات کیفی آب زیرزمینی از سازمان آب لرستان تهیه شده و با استفاده از نمودار ویلکوکس تناسب کیفی آب زیرزمینی دشت الشتر برای کشاورزی و با مقایسه با نمودار شولر جهت استفاده در شرب بررسی شد. استانداردهای مختلفی جهت طبقه بندی آب آشامیدنی از طرف سازمان بهداشت جهانی و محققین دیگر ارائه شده که دیاگرام شولر به دلیل کاربرد بیشتر و سهولت استفاده، متداول تر می‌باشد. در نمودار شولر برای هر یک از مقادیر کاتیون‌ها (Ca، Na، K، Mg) و آنیون‌ها (HCO<sub>3</sub>، SO<sub>4</sub>، NO<sub>3</sub>، Cl) و نیز درجه سختی آب (TH) محور جداگانه‌ای در نظر گرفته شده است که با تعیین آن‌ها در آزمایشگاه و اتصال نقاط متناظرشان روی این محورها می‌توان به درجه تناسب آب برای شرب پی برد (مهندسين مشاور پنگاوران، ۱۳۸۸).

پس از جمع آوری و تجزیه و تحلیل آمار و اطلاعات مربوط به کمیت و کیفیت آب‌های زیرزمینی در محل ۳۶ چاه انتخابی و مشاهده‌ای، پارامترهای کیفی مورد استفاده روش شولر به نمودار شولر منتقل شده و کیفیت آب جهت شرب مشخص گردید.

در شرایط خشک ممکن است مقداری از یونهای سدیم در آبیاری بارانی روی گیاه تجمع پیدا کرده و جذب گیاه گردد و ایجاد سمیت نماید. بنابراین سدیم یکی از عوامل اصلی تعیین کیفیت آب آبیاری محسوب می‌شود. برای بیان سدیم روشهای متفاوتی نظیر درصد

جدول ۱- طبقه‌بندی آب از نظر کشاورزی بر اساس معیار ویلکوکس

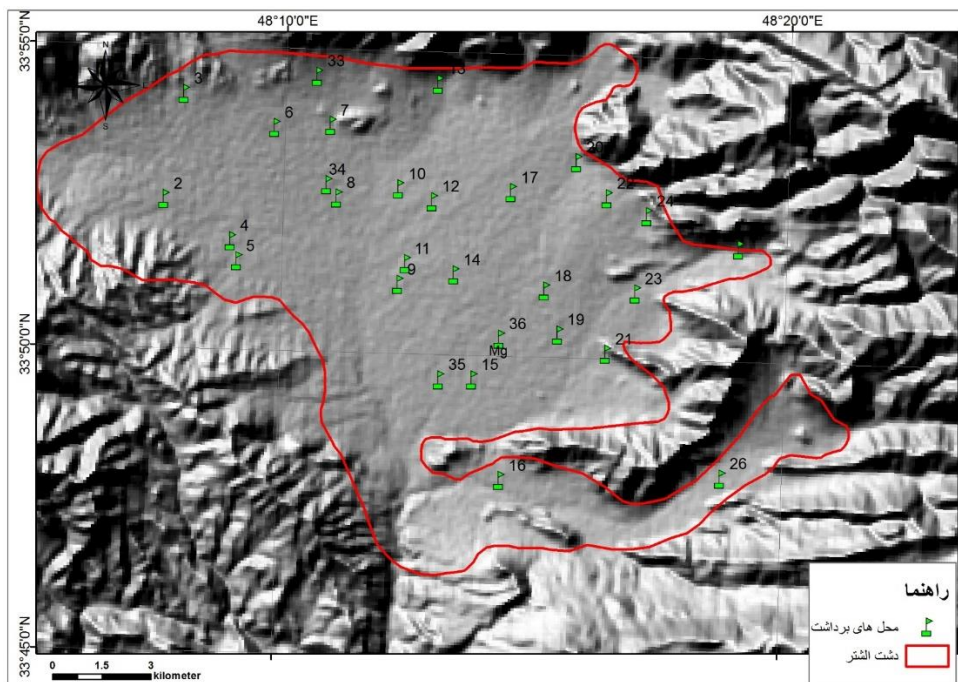
| طبقه                   | حدود EC   | طبقه                   | حدود S.A.R |
|------------------------|-----------|------------------------|------------|
| C <sub>1</sub> عالی    | ۰-۲۵۰     | S <sub>1</sub> عالی    | ۰-۱۰       |
| C <sub>2</sub> خوب     | ۲۵۰-۷۵۰   | S <sub>2</sub> خوب     | ۱۰-۱۸      |
| C <sub>3</sub> متوسط   | ۷۵۰-۲۲۵۰  | S <sub>3</sub> متوسط   | ۱۸-۲۶      |
| C <sub>4</sub> نامناسب | ۲۲۵۰-۵۰۰۰ | S <sub>4</sub> نامناسب | ۲۶-۳۲      |

از تلفیق این دو عامل، آب‌ها به ۱۶ طبقه تقسیم می‌شوند که از C<sub>1</sub>-S<sub>1</sub> (عالی) شروع و به C<sub>4</sub>-S<sub>4</sub> (نامناسب) ختم می‌گردند (مهندسی مشاور پنگاوران، ۱۳۸۸).

### نتایج

انواع مختلفی از روابط برای پیش‌بینی مقادیر EC و SAR در آب زیرزمینی پیشنهاد شده‌اند. یکی از

موثرترین این روش‌ها بدست آوردن چند نمونه به عنوان داده‌های معلوم و بدنبال آن پیش‌بینی اطلاعات مربوط به آن داده در سرتاسر محدوده مطالعاتی است. برای به دست آوردن روابط و روابط پایه، از نتایج ۳۶ نمونه تجزیه شیمیایی آب از نقاط مختلف دشت الشتر که در چاه‌های حفر شده در دشت بود، استفاده شده است. که موقعیت ایستگاه‌ها در شکل ۲ ارائه شده است.

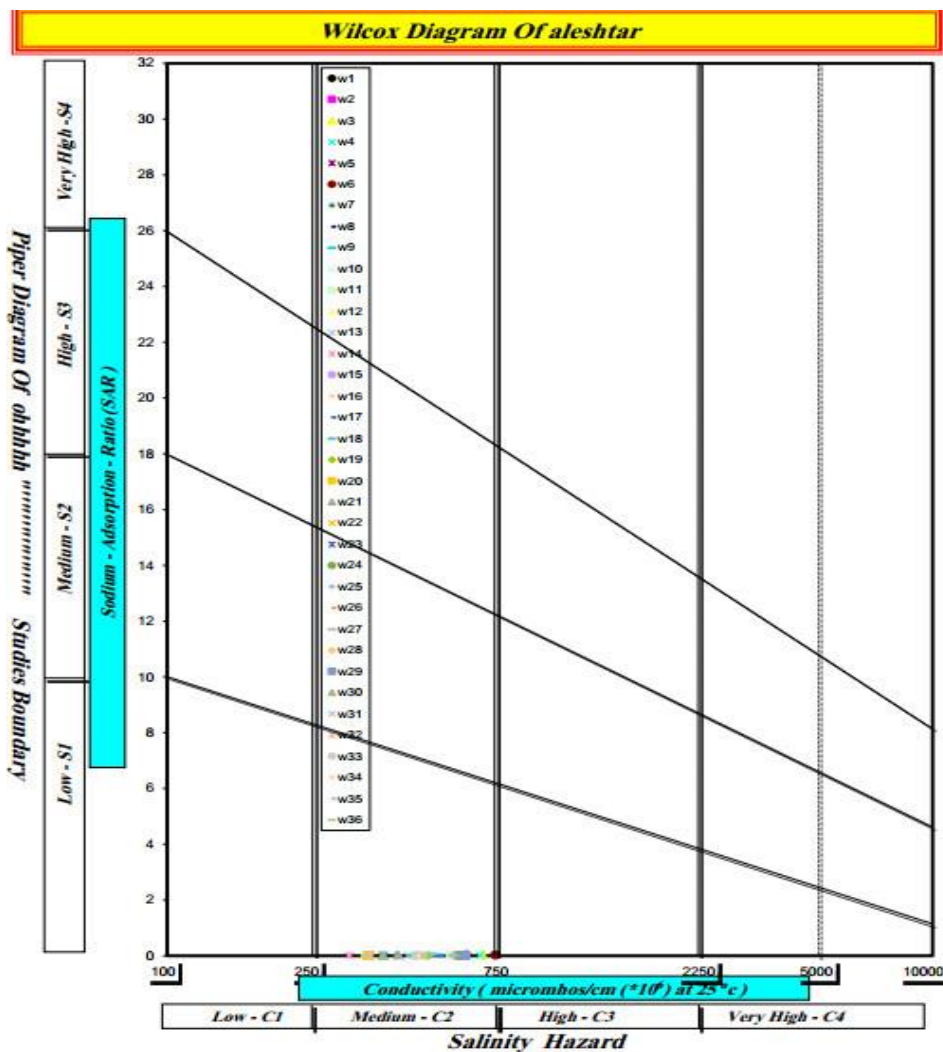


شکل ۲- نقشه چاه‌های برداشت نمونه از آب زیرزمینی دشت الشتر

شده است. مطابق این بررسی کیفیت شیمیایی منابع آب حوزه جهت مصارف کشاورزی دارای تغییرات وسیعی بوده و در کلاس‌های مختلف قرار می‌گیرند که کلاس هر یک از نمونه‌های اخذ شده از منابع آب و تناسب آن جهت بکارگیری جهت مصارف کشاورزی در جدول شماره ۲ درج گردیده است.

### طبقه‌بندی کیفیت شیمیایی منابع آب حوزه براساس نمودار ویلکوکس

جهت تعیین کیفیت شیمیایی آب برای مصارف کشاورزی، در این بخش از تحقیق از نمودار ویلکوکس استفاده گردید که موقعیت نمونه‌های اخذ شده در این طبقه‌بندی در نمودار ویلکوکس (شکل ۳) نمایش داده



شکل ۳- نمودار ویلکوکس برای تعیین کیفیت شیمیایی منابع آب حوزه مورد مطالعه جهت مصارف و آبیاری

همانطور که دیاگرام ویلکوکس نشان می‌دهد کیفیت آب کشاورزی نمونه‌های آب زیرزمینی دشت اشتهر در رده C2S1 قرار دارند.

جدول ۲- کیفیت شیمیائی آب نمونه های منتخب حوزه آبخیز مورد مطالعه برای مصارف کشاورزی براساس نمودار ویلکوکس

| علامت اختصاری | SAR | EC  | کلاس آب | کیفیت آب برای کشاورزی        |
|---------------|-----|-----|---------|------------------------------|
| 1             | 0.4 | 606 | C2-S1   | کمی شور - مناسب برای کشاورزی |
| 2             | 0.2 | 591 | C2-S1   | کمی شور - مناسب برای کشاورزی |
| 3             | 0.3 | 665 | C2-S1   | کمی شور - مناسب برای کشاورزی |
| 4             | 0.5 | 657 | C2-S1   | کمی شور - مناسب برای کشاورزی |
| 5             | 0.1 | 336 | C2-S1   | کمی شور - مناسب برای کشاورزی |
| 6             | 0.7 | 720 | C2-S1   | کمی شور - مناسب برای کشاورزی |
| 7             | 0.1 | 397 | C2-S1   | کمی شور - مناسب برای کشاورزی |
| 8             | 0.1 | 463 | C2-S1   | کمی شور - مناسب برای کشاورزی |
| 9             | 0.1 | 511 | C2-S1   | کمی شور - مناسب برای کشاورزی |
| 10            | 0.1 | 482 | C2-S1   | کمی شور - مناسب برای کشاورزی |
| 11            | 0.1 | 552 | C2-S1   | کمی شور - مناسب برای کشاورزی |
| 12            | 0.1 | 446 | C2-S1   | کمی شور - مناسب برای کشاورزی |
| 13            | 0.1 | 427 | C2-S1   | کمی شور - مناسب برای کشاورزی |
| 14            | 0.0 | 299 | C2-S1   | کمی شور - مناسب برای کشاورزی |
| 15            | 0.1 | 570 | C2-S1   | کمی شور - مناسب برای کشاورزی |
| 16            | 0.1 | 579 | C2-S1   | کمی شور - مناسب برای کشاورزی |
| 17            | 0.1 | 511 | C2-S1   | کمی شور - مناسب برای کشاورزی |
| 18            | 0.1 | 436 | C2-S1   | کمی شور - مناسب برای کشاورزی |
| 19            | 0.1 | 480 | C2-S1   | کمی شور - مناسب برای کشاورزی |
| 20            | 0.0 | 334 | C2-S1   | کمی شور - مناسب برای کشاورزی |
| 21            | 0.1 | 402 | C2-S1   | کمی شور - مناسب برای کشاورزی |
| 22            | 0.1 | 455 | C2-S1   | کمی شور - مناسب برای کشاورزی |
| 23            | 0.1 | 367 | C2-S1   | کمی شور - مناسب برای کشاورزی |
| 24            | 0.2 | 580 | C2-S1   | کمی شور - مناسب برای کشاورزی |
| 25            | 0.1 | 601 | C2-S1   | کمی شور - مناسب برای کشاورزی |
| 26            | 0.1 | 442 | C2-S1   | کمی شور - مناسب برای کشاورزی |
| 27            | 0.1 | 559 | C2-S1   | کمی شور - مناسب برای کشاورزی |
| 28            | 0.2 | 599 | C2-S1   | کمی شور - مناسب برای کشاورزی |
| 29            | 0.2 | 600 | C2-S1   | کمی شور - مناسب برای کشاورزی |
| 30            | 0.1 | 366 | C2-S1   | کمی شور - مناسب برای کشاورزی |
| 31            | 0.1 | 472 | C2-S1   | کمی شور - مناسب برای کشاورزی |
| 32            | 0.1 | 339 | C2-S1   | کمی شور - مناسب برای کشاورزی |
| 33            | 0.2 | 448 | C2-S1   | کمی شور - مناسب برای کشاورزی |
| 34            | 0.1 | 456 | C2-S1   | کمی شور - مناسب برای کشاورزی |
| 35            | 0.6 | 489 | C2-S1   | کمی شور - مناسب برای کشاورزی |
| 36            | 0.1 | 330 | C2-S1   | کمی شور - مناسب برای کشاورزی |

جهت بررسی نسبی تغییرات کلاس منابع آب حوزه  
 دیگرام ویلکوکس محاسبه گردیده که نتایج آن در  
 درصد قرارگیری نمونه‌ها در هر یک از کلاس‌های  
 جدول ۳ درج گردیده است.

جدول ۳- درصد هر یک از کلاس‌های طبقه بندی ویلکوکس برای مصارف کشاورزی در محدوده حوزه  
 آبخیز مورد مطالعه

| C4 |    |    |    | C3 |    |    |    | C2 |    |    |     | C1 |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|
| S4 | S3 | S2 | S1 | S4 | S3 | S2 | S1 | S4 | S3 | S2 | S1  | S4 | S3 | S2 | S1 |
| 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 100 | 0  | 0  | 0  | 0  |

و کلاس تناسب کاتیونها، آنیون‌ها و پارامترهای مزبور  
 و طبقه‌بندی یاد شده تعیین و در جدول ۴ درج شده  
 است و نمودار شولر برای پارامترهای مورد نظر در  
 شکل ۴ ارایه شده است. با توجه به نمودار مشخص  
 می‌شود که کیفیت آب زیرزمینی دشت جهت شرب  
 خوب بوده و کاملاً قابل شرب است.

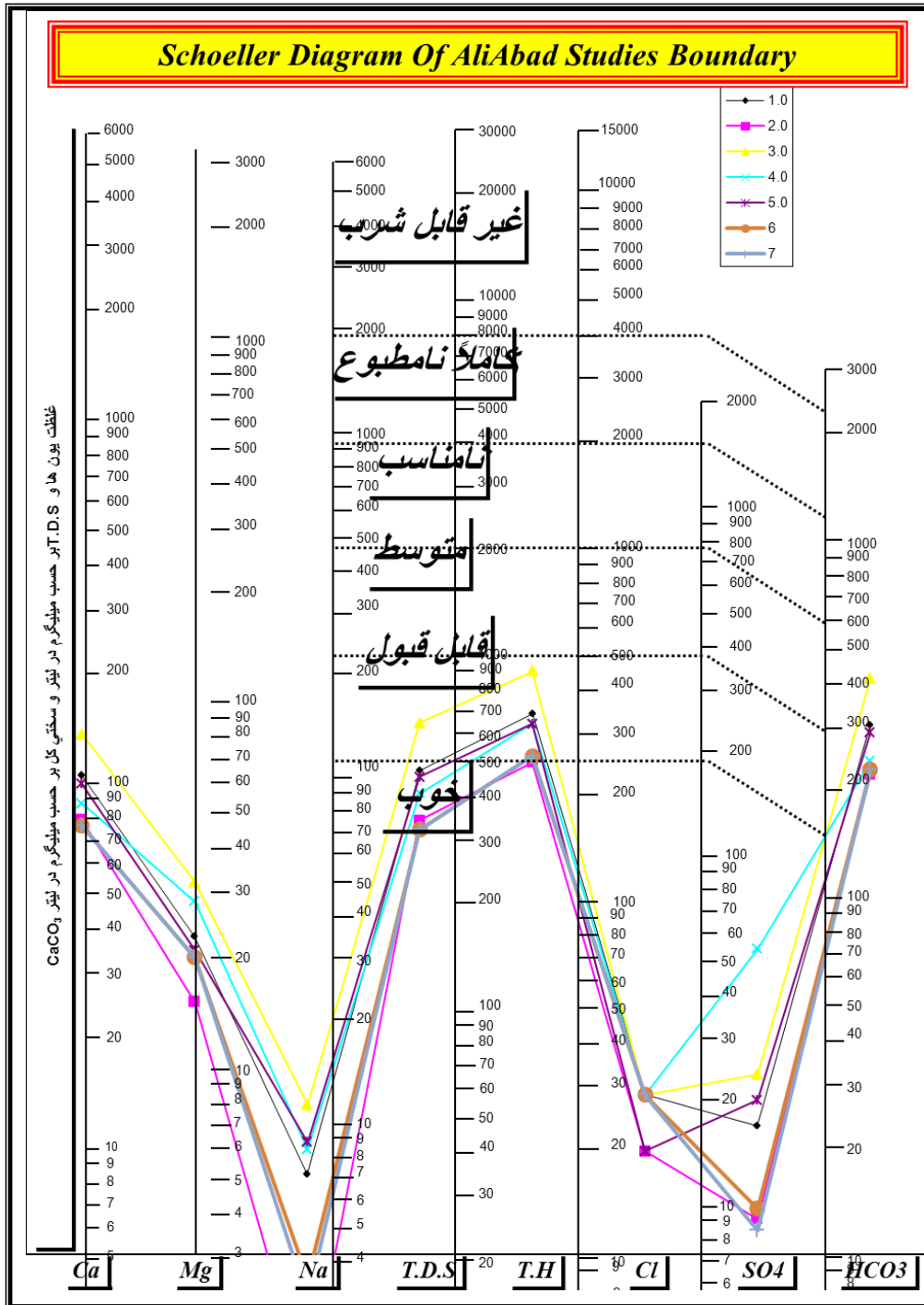
مطابق نتایج مندرج در این جدول تمامی نمونه‌های  
 آب حوزه در کلاس C2S1 قرار می‌گیرند و در رده آب  
 های مناسب محسوب می‌گردند.

بررسی کیفیت آب زیرزمینی جهت شرب  
 به منظور تعیین تأثیر TDS، Th، Ph، Na<sup>+</sup>، Cl<sup>-</sup>  
 و SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> در طبقه‌بندی به روش نمودار شولر درصد

جدول ۴- درصد هر یک از کلاس‌های طبقه بندی شولر بر اساس کاتیونها، آنیونها و پارامترهای مختلف  
 برای مصارف شرب دشت الشتر

| طبقه بندی آب   | TDS | TH    | PH  | Na  | Cl  | So <sub>4</sub> |
|----------------|-----|-------|-----|-----|-----|-----------------|
| خوب            | 100 | 85.71 | 100 | 100 | 100 | 100             |
| قابل قبول      | 0   | 14.29 | 0   | 0   | 0   | 0               |
| متوسط          | 0   | 0     | 0   | 0   | 0   | 0               |
| نامناسب        | 0   | 0     | 0   | 0   | 0   | 0               |
| کاملاً نامطبوع | 0   | 0     | 0   | 0   | 0   | 0               |
| غیر قابل شرب   | 0   | 0     | 0   | 0   | 0   | 0               |





شکل ۴- نمودار شولر برای تعیین کیفیت شیمیایی آب زیرزمینی دشت الشتر جهت مصارف شرب

### نتیجه گیری

داشته است که در کنار سایر فرآیندهای طبیعی رخ داده باعث تغییر در ترکیب آب زیرزمینی می شود. مشکل آلودگی آب زیرزمینی در شهری چون الشتر که بروی سفره های آبرفتی واقع شده است شدیدتر می باشد. بطور طبیعی سفره های آبرفتی آلودگی وارده

افزایش سریع وسعت و جمعیت شهرها در طی چند دهه گذشته از یک طرف سبب برداشت زیاد از منابع آب زیرزمینی شده و از طرف دیگر تخلیه فاضلاب شهری به سفره آب زیرزمینی آلودگی سفره را به همراه

قبول و مناسب برای کشاورزی نمودار ویلکوکس بوده که بر مبنای EC و SAR کیفیت آب برای کشاورزی طبقه بندی می شود. در این تحقیق ۳۶ نمونه آب زیرزمینی از چاههای مورد بهره برداری تهیه شده و مورد ارزیابی با استفاده از نمودار ویلکوکس قرار گرفت. نتایج نشان داد که همه نمونه های مورد بررسی در کلاس C2S1 قرار گرفتند و از نظر کیفی در طبقه کمی شور - مناسب برای کشاورزی قرار گرفتند. بنابراین استفاده از آبهای زیرزمینی دشت الشتر برای کشاورزی محدودیتی نداشته ولی با توجه به استفاده از کودهای شیمیایی و استفاده فزاینده از این آبها، باید ملاحظات لازم برای آینده اندیشیده شود. همچنین بر اساس نمودار شولر نیز به لحاظ کیفیت شرب، کیفیت خوبی از نمودار مربوطه قابل استناد خواهد بود و آب زیرزمینی دشت الشتر کاملاً قابل شرب است.

#### تقدیر و تشکر

این مقاله از پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر استخراج شده است.

به سفره را کاهش می دهند اما در صورتی که حجم آلودگی وارده بیش از ظرفیت تصفیه طبیعی خاک باشد، موجب آلودگی منابع آب زیرزمینی خواهد شد که در دشت مذکور بدلیل استفاده از روش های سنتی کشاورزی حجم زیادی از کاتیون و آنیون ها را در منطقه وارد می سازند آنچنان که در بخش های مرکزی دشت که جنس آن آبرفت است بیشترین مقدار کاتیون و آنیون را به خود اختصاص داده است. افزایش سطح آب و کاهش ضخامت منطقه غیر اشباع از جمله دلایل دیگر گسترش سریع آلودگی است که در منطقه مطالعاتی مستقیماً توسط پساب های کشاورزی و نیز زهکشی آب از بخش های مرتفع به راحتی خود را به آبخوان دشت الشتر برساند.

به دلیل کمبود آبهای سطحی، از آبهای زیرزمینی جهت کشاورزی در دشت الشتر استفاده می شود. به دلیل استفاده از کودهای شیمیایی و آلودگیهای دیگر، آب زیرزمینی دشت الشتر در معرض آلودگی قرار دارند. بطور کلی برای استفاده از آب زیرزمینی جهت کشاورزی و شرب باید کیفیت این آب ها با توجه به معیارهای جهانی بررسی شوند. یکی از معیارهای مورد

#### منابع

- ۱- ابراهیم پور، م. عارف، ف. رضاپوریان، س. ۱۳۹۱. اندازه گیری شاخص های شیمیایی آب آشامیدنی شهرکرد، اولین همایش ملی مهندسی آب و محیط زیست، دانشگاه آزاد واحد شوشتر.
- ۲- درویشی، گ. معاضد، ه. دریگوند، ا. (۱۳۹۱). بررسی کیفیت شیمیایی آب شرب روستایی شهرستان شوشتر، اولین همایش ملی مهندسی آب و محیط زیست، دانشگاه آزاد واحد شوشتر.
- ۳- صداقت محمود، ۱۳۷۲، زمین و منابع آب، انتشارات دانشگاه پیام نور
- ۴- طاهری تیزرو، ع. ۱۳۸۴. آب های زیرزمینی، انتشارات دانشگاه رازی، چاپ اول، ص ۲۸۲.
- ۵- عادل، محسن، ۱۳۸۹، تحلیل کیفی منابع آب شهرستان گرگان با استفاده از GIS. مجموعه مقالات همایش ملی علوم ژئوماتیک، سازمان نقشه برداری، اردیبهشت ۸۹.
- ۶- علیزاده، ا. ۱۳۸۶. اصول هیدرولوژی کاربردی، انتشارات آستان قدس رضوی.
- ۷- غفوری م. و مرتضوی ر. (۱۳۷۴) "آب شناسی"، انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ایران
- ۸- ملکیان، آ. و م. میردشتوان، ۱۳۹۴. بررسی کیفیت آب زیرزمینی جهت مصارف کشاورزی بر اساس تحلیل های زمین آماری (مطالعه موردی: دشت هشترگرد استان البرز)، مجله مرتع و آبخیزداری، دوره ۶۸ شماره ۴، صفحه ۸۲۰-۸۰۹

- ۹- مهدوی، محمد. ۱۳۸۱. هیدرولوژی کاربردی، جلد اول، چاپ چهارم، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۱۰- مهندسین مشاور پنگاوران. ۱۳۸۸. مطالعات نیمه تفصیلی منابع آب زیرزمینی محدوده مطالعاتی سمنان، شرکت مدیریت منابع آب ایران، شرکت سهامی آب منطقه‌ای سمنان.

11- Almodaresi S A, Derakhshan Z, Faramarzian M, Miri M, Shokouhi M R. 2015. The Zoning of groundwater Quality for Drinking Purpose Using Scholler Model and Geographic Information System (GIS). Journal of Community Health Research; 4 (2) :138-147  
URL: <http://jhr.ssu.ac.ir/article-1-262-fa.html>