نشریه علمی-پژوهشی مهندسی و مدیریت آبخیز
جلد ۱۱، شماره ۱، ۱۳۹۸، صفحات ۷۶-۸۷

Journal of Watershed Engineering and Management
Volume 11, Issue 1, 2019, Pages 76-87
DOI: 10.22092/ijwmse.2018.115137.1347

بررسی اثرات تغییرات کاربری اراضی بر کیفیت آب حوزه آبخیز زرینه‌رود، آذربایجان غربی

حبیب نظرنژاد*[۱]، طیبه ایرانی[۲] و میرحسن میربعقوب‌زاده[۳]

[۱ و ۳] استادیار، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه و [۲] کارشناس‌ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۵/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۱/۱۲

چکیده

کاربری اراضی به نوع استفاده از زمین در وضعیت موجود گفته می‌شود که در بر گیرنده تمامی کاربری‌ها در بخش‌های مختلف می‌شود. در این پژوهش، تغییر سطح کاربری‌های موجود در حوضه زرینه‌رود در سه دوره زمانی (۱۳۶۶، ۱۳۸۳ و ۱۳۹۲)، با استفاده از سنجنده‌های TM و OLI ماهواره لندست ۵ و ۸ و تأثیر آن بر کیفیت آب بررسی شد. نتایج بیانگر تغییرات کاربری اراضی در حوضه به‌سمت کاهش مرتع و افزایش زراعت می‌باشد. برای بررسی کیفیت شیمیایی آب کشاورزی از دیاگرام ویلکوکس و آب شرب از دیاگرام شولر استفاده شد. بر اساس دیاگرام ویلکوکس فقط سال ۱۳۸۳ (دوره خشک) در طبقه C3-S1 و بقیه سال‌ها در طبقه C2-S1 قرار گرفته است. بر اساس دیاگرام شولر، سال ۱۳۸۳ (دوره خشک) در رده شرب قابل قبول قرار داشته و بقیه سال‌ها در رده قابلیت شرب خوب قرار گرفته است و هیچ محدودیتی از نظر شرب ندارند. بررسی کیفیت آب رودخانه زرینه‌رود، کاهش کیفیت آب را، به‌صورت افزایش در مشخصه‌های EC، TDS و SAR در سال ۱۳۸۳ نشان می‌دهد که حاکی از کاهش کیفیت آب رودخانه در نتیجه تغییر کاربری اراضی است که با وقوع خشکسالی در سال آبی ۸۴-۸۳ مطابقت داشت.

واژه‌های کلیدی: دیاگرام شولر، دیاگرام ویلکوکس، سطح کاربری، سنجنده TM، سنجنده OLI

مقدمه

امروزه تخریب محیط زیست یکی از مشکلات جوامع انسانی ناشی از مدیریت نامناسب در حوزه‌های آبخیز است. بهینه‌سازی کاربری اراضی یکی از استراتژی‌های مناسب برای دستیابی به توسعهٔ پایدار و کاهش هدررفت منابع است. کاربری اراضی در مفهوم کلی آن به نوع استفاده از زمین در وضعیت موجود گفته می‌شود که در بر گیرنده تمام کاربری در بخش‌های مختلف کشاورزی، منابع طبیعی و صنعت می‌شود (Ahmadi، ۱۹۹۵). تغییرات کاربری اراضی می‌تواند تأثیر بسیاری را بر اقتصاد و شرایط اجتماعی و فرهنگی در سطح محلی و حتی منطقه‌ای در پی داشته باشد. درک مسئله چگونگی تغییر کاربری اراضی برای مدیریت‌های کلان و برنامه‌ریزی‌های آتی یک منطقه بسیار مهم می‌باشد (Ebrahimi و Mohammadi، ۲۰۰۷). مسئله مهم در مطالعات آبخیزداری، ارزیابی ارتباط بین کاربری اراضی و ویژگی‌های پوشش زمین و کیفیت آب‌های سطحی است (King و همکاران، ۲۰۰۵؛ Tong و Chen، ۲۰۰۲). تغییر کاربری اراضی یکی از اقدامات انسان

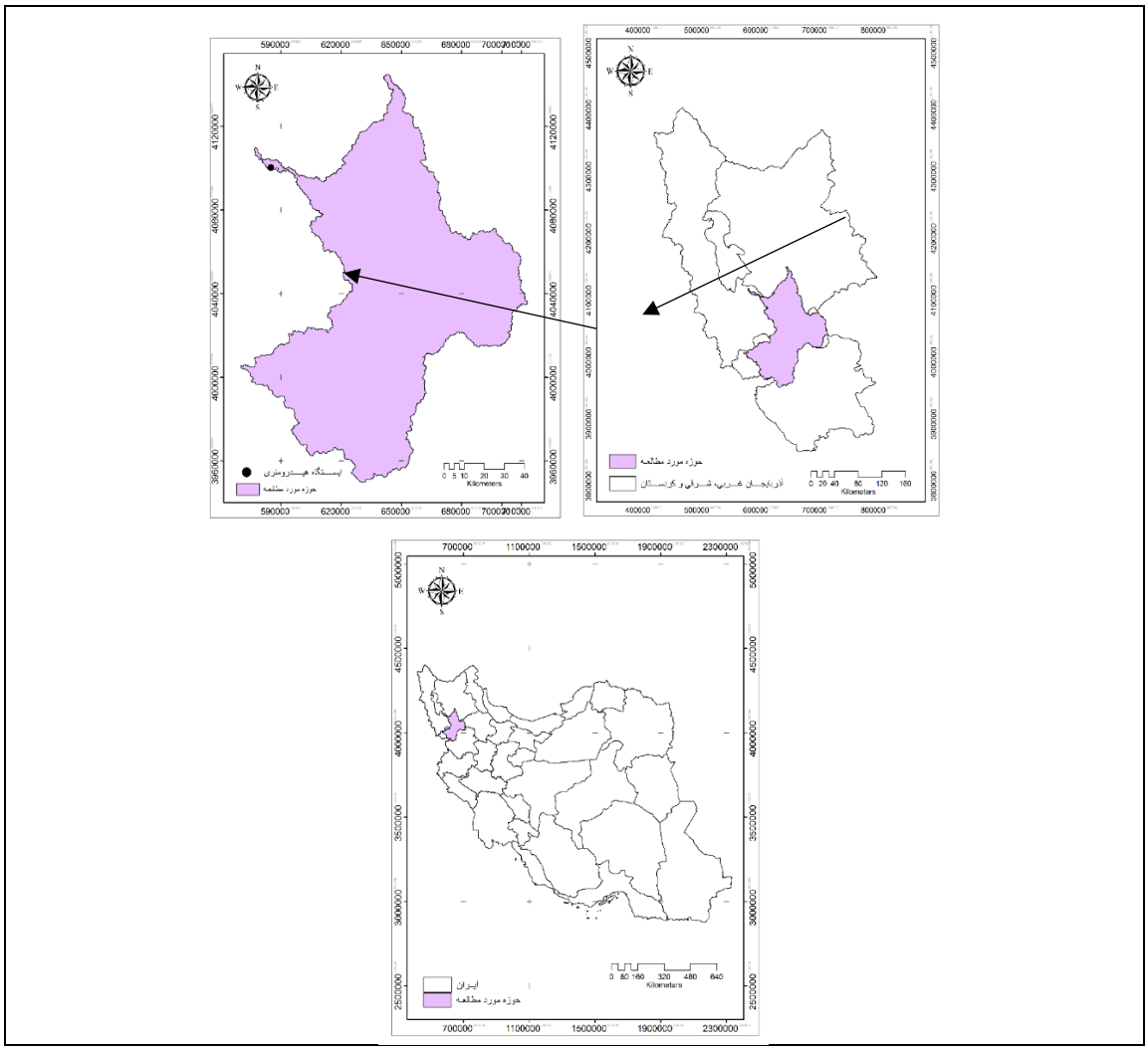
* مسئول مکاتبات: h.nazarnrjad@urmia.ac.ir

است که می‌تواند بر کیفیت آب تأثیرگذار باشد. به‌طوری که یکی از مهمترین تأثیرات فعالیت بشری در بروز سیل، تغییر کاربری اراضی و عدم تطابق آن با توانایی اراضی است (Nazarnejad و همکاران، ۲۰۱۲). از آنجا که نوع کاربری اراضی می‌تواند به دو صورت مثبت و منفی بر کیفیت آب تأثیرگذار باشد، از این‌رو، ضرورت دارد تا به میزان تأثیر و سهم مشارکت هر یک از انواع مختلف کاربری اراضی، به‌ویژه در مناطقی که آب برای مصارف شرب و خانگی از منابع آب سطحی تأمین می‌شود، توجه خاص صورت پذیرد (Salajegheh و همکاران، ۲۰۱۱). کاربری اراضی صنعتی اثر منفی بر کیفیت آب داشته که تنها در مقیاس‌های کوچک‌تر نمود پیدا می‌کند. در هر مقیاس، کاربری اراضی و متغیرهای هیدرولوژیکی می‌تواند در مناطق شهری بیش از ۵۰ درصد و در مراکز صنعتی بیش از ۷۰ درصد تغییر در کیفیت آب را توضیح دهد. به همین دلیل، اثر کاربری اراضی و شرایط هیدرولوژیکی بر کیفیت آب متنوع است. کاربری اراضی و پوشش زمین و منابع آب با هم در ارتباط هستند (Gyawali و همکاران، ۲۰۱۳). تغییر کاربری و پوشش اراضی LU/LC[1] شامل بررسی تحلیل پیامدها بر منابع آب است (Zhang و همکاران، ۲۰۱۴). بنابراین، شناسایی تغییرات مکانی و زمانی آلودگی‌ها و منابع آلاینده در حوضه‌ها و بررسی کاربری اراضی می‌تواند سرآغاز اقدامات مدیریتی در حوزه‌های آبخیز باشد. در طی سالیان متمادی، محققان مختلف، تحقیقات گسترده‌ای در زمینه تاثیر تغییر کاربری اراضی بر کیفیت آب حوزه‌های آبخیز در سراسر دنیا انجام داده‌اند و به نتایج مشابهی دست یافته‌اند. Salajegheh و همکاران (۲۰۱۱) اثر تغییرات کاربری اراضی و آثار آن بر پارامترهای کیفیت آب رودخانه‌های حوزه آبخیز کرخه را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد که تغییرات کاربری اراضی در این حوضه باعث کاهش شدید کیفیت آب رودخانه‌ها شده است. Solaimanisardo (۲۰۱۳) در تجزیه شیمیایی و روندیابی شاخص‌های کیفیت شیمیایی آب رودخانه چم‌انجیر خرم‌آباد به این نتیجه رسید که آب این رودخانه بر اساس نمودار شولر در دسته خوب و قابل قبول از نظر شرب قرار دارد و مانعی برای نوشیدن ندارد. Meneses و همکاران (۲۰۱۵) تأثیر تغییر کاربری اراضی و پوشش زمین بر پارامترهای کیفیت آب‌های سطحی در حوزه آبخیز Zêzere را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که کاربری اراضی و تغییرات پوشش اراضی بر کیفیت آب تاثیر داشته، به‌طور عمده در تخریب سطح آب ناشی از رواناب سطحی از مناطق ساختمانی و کشاورزی مؤثر است و تخلیه فاضلاب‌ها و پراکندگی شهری عواملی هستند که باعث افزایش pH آب شده است. Cunha و همکاران (۲۰۱۶) تأثیر کاربری اراضی بر کیفیت آب‌های سطحی جهت تأمین آب آشامیدنی در پر جمعیت‌ترین ایالت برزیل (سائو پائولو) را بررسی کردند. در این مطالعه برای ارزیابی کیفیت آب برای آشامیدن از داده‌های بلندمدت از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۴ استفاده شد. برای این پژوهش بیش از ۵۰ نقطه از رودخانه که در نواحی صنعتی، شهری، کشاورزی یا جنگلی قرار داشتند و از لحاظ زمانی، فصلی و تأثیر پوشش زمین مورد بررسی گرفت. نتایج حاصل نشان داد که بهترین کیفیت آب ابتدا در نواحی جنگلی سپس در مناطق شهری، کشاورزی، صنعتی قرار دارد. در این پژوهش، اثر تغییر کاربری اراضی بر کیفیت آب حوزه آبخیز زرینه‌رود مورد بررسی قرار گرفت. هدف از مطالعه حاضر، بررسی اثرات تغییرات کاربری اراضی بر پارامترهای کیفیت آب از دیدگاه شرب و کشاورزی در حوزه آبخیز زرینه‌رود می‌باشد.

مواد و روش‌ها

حوضه مورد پژوهش: حوضه زرینه‌رود بزرگ‌ترین زیرحوضه درجه ۲ از حوضه دریاچه ارومیه است که در موقعیت '۷۸ °۴۵ تا '۳۷ °۴۷ طول شرقی و '۱۸ °۳۶ تا '۴۴ °۳۶ عرض شمالی قرار دارد. وسعت این حوضه بالغ بر ۱۱۷۲۵ کیلومتر مربع می‌باشد. رودخانه زرینه-رود قبل از سد زرینه‌رود در بالادست از چهار شاخه اصلی به نام‌های سقزچای، جیغاتوچای، خرخره‌چای و ساروق‌چای تشکیل می‌شود. در شکل ۱، موقعیت جغرافیایی حوزه آبخیز زرینه و ایستگاه هیدرومتری نظام‌آباد در خروجی حوضه نشان داده شده است.

[1] Land Use and Land Cover change



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی حوزه آبخیز زرینه‌رود

روش پژوهش: در این پژوهش، تصاویر ماهواره‌ای Landsat4، Landsat5 و Landsat8 سنجنده TM و OLI مورد استفاده قرار گرفت. این تصاویر مربوط به سال‌های ۱۹۸۷ سنجنده TM، سال ۲۰۰۳ سنجنده TM و سال ۲۰۱۳ سنجنده OLI می‌باشند. جهت پردازش تصاویر از نرم‌افزار ENVI4.7 استفاده شد. پس از تهیه تصاویر ماهواره‌ای، ابتدا تصاویر مورد نظر موازییک شده و تصحیحات هندسی و رادیومتریک انجام گرفت. باندهای تصویر به‌وسیله نرم‌افزار ENVI به‌صورت RGB ترکیب شدند و بهترین ترکیب باند (RGB) برای سال ۱۹۸۷، ترکیب باندی ۷۴۲؛ برای سال ۲۰۰۳، ترکیب باندی ۷۴۲ و برای سال ۲۰۱۳، ترکیب باندی ۷۵۳ انتخاب شد. با روش طبقه‌بندی نظارت شده، حداکثر شدت احتمال[1]، نقشه کاربری اراضی حوزه آبخیز زرینه برای چهار طبقه کاربری اراضی شامل زراعت، مراتع، آب، و باغ طبقه‌بندی شد و در مرحله پس پردازش ضریب کاپا[2]، دقت کاربر و دقت تولید کننده برای هر کاربری محاسبه شد. در طبقه‌بندی داده‌ها در روش مقایسه، پس از طبقه‌بندی از روش نظارت شده و الگوریتم حداکثر احتمال با توجه به اینکه از قوانین احتمالات استفاده می‌کند، از نتایج دقیق‌تری نسبت به سایر روش‌های طبقه‌بندی برخوردار است. طبقه‌بندی ماکزیمم احتمال متداول‌ترین روش طبقه‌بندی به طریقه با نظارت است که برای طبقه‌بندی داده‌های ماهواره‌ای به‌کار می‌رود.

[1] Maximum likelihood
[2] Kappa coefficient

در این روش، هر پیکسل با بیشترین احتمال به طبقه متناظر تعلق می‌یابد (Alavipanah، ۲۰۱۶).

برای تعیین میزان دقت طبقه‌بندی، غالباً از معیار ضریب کاپا که با استفاده از المان‌های ماتریس خطا به‌دست می‌آید، استفاده می‌شود. این ضریب نقش شانس و توافق اتفاقی[1] را در طبقه‌بندی کاهش می‌دهد.

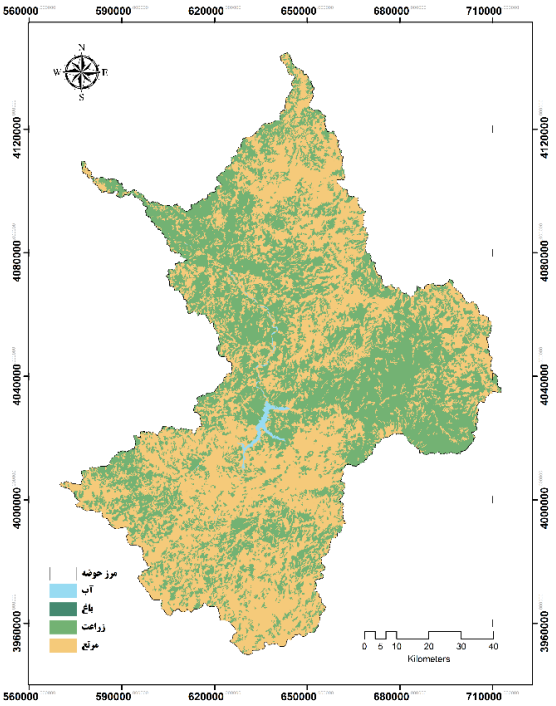
$$K = \frac{N\sum_{i=1}^{r} x_{ii} - \sum_{i=1}^{r}(x_{i+}.x_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^{r}(x_{i+}.x_{+i})} \qquad (۱)$$

که در آن، r تعداد سطرها در ماتریس خطا، x_{ii} تعداد مشاهدات در سطر و ستون i، xi_{+} جمع مشاهدات در سطر i، x_{+i} جمع مشاهدات در ستون i و n تعداد کل مشاهدات است.

در پایان، با استفاده از نرم‌افزار GIS 9.3 مساحت هر کدام از کاربری‌ها و تغییرات کاربری اراضی محاسبه و نقشه کاربری اراضی برای سه سال مورد مطالعه استخراج شد. به‌منظور بررسی کیفیت آب در ایستگاه نظام‌آباد واقع در خروجی حوضه، داده‌های مربوط به این ایستگاه از اداره آب منطقه‌ای استان آذربایجان غربی تهیه شد. از داده‌های مربوط به سال‌های آماری ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۲ برای بررسی تأثیر تغییر کاربری اراضی بر کیفیت آب سطحی زرینه‌رود استفاده شد. سپس، با توجه به داده‌های بارش، دوره‌ای که بدون بارش یا بارش کم بود، به‌عنوان دوره خشک و دوره با بارش ماهانه بالای ۱۰ میلی‌متر به‌عنوان دوره مرطوب در نظر گرفته شد. برای هر دوره (خشک و مرطوب) نمودار میله‌ای، دیاگرام‌های شولر و ویلکوکس در سال‌های مورد مطالعه، برای طبقه‌بندی آب از نظر مصارف شرب و کشاورزی از برنامه Chemistry در محیط اکسل استفاده شد. همچنین، برای بررسی کیفیت آب زرینه‌رود سه پارامتر SAR، TDS و EC مورد بررسی قرار گرفتند. استانداردی که برای آب کشاورزی به‌کار برده می‌شود، نسبت جذب سدیم (SAR) است. دیاگرام ویلکوکس بر اساس دو معیار SAR و EC ارزیابی کیفیت آب از نظر کشاورزی، شوری و قلیایی بودن را با رده‌های مختلف سدیم نشان می‌دهد (Mahdavi، ۲۰۱۳). در نقاط مختلف دنیا، استانداردهای متفاوتی جهت کیفیت آب شرب مورد استفاده قرار می‌گیرد. نمودار شولر صرفاً آنیون‌ها و کاتیون‌های معمول و ویژگی‌های معدنی یک آب را مورد سنجش قرار می‌دهد که در اکثر نقاط دنیا معیاری شناخته شده است (Mahdavi، ۲۰۱۳). با توجه به نقش درجه حرارت در میزان هدایت الکتریکی آب، به ازای افزایش یک درجه سانتی‌گراد، تقریباً دو درصد EC افزایش می‌یابد. بنابراین، در سال‌هایی که خشکسالی رخ می‌دهد و دمای هوا نیز افزایش می‌یابد، می‌توان انتظار داشت که EC افزایش پیدا کند، در واقع تغییرات دبی رودخانه‌ها در افزایش یا کاهش EC نقش به‌سزایی را دارا می‌باشند (Zahedi Kolaki، ۲۰۰۴).

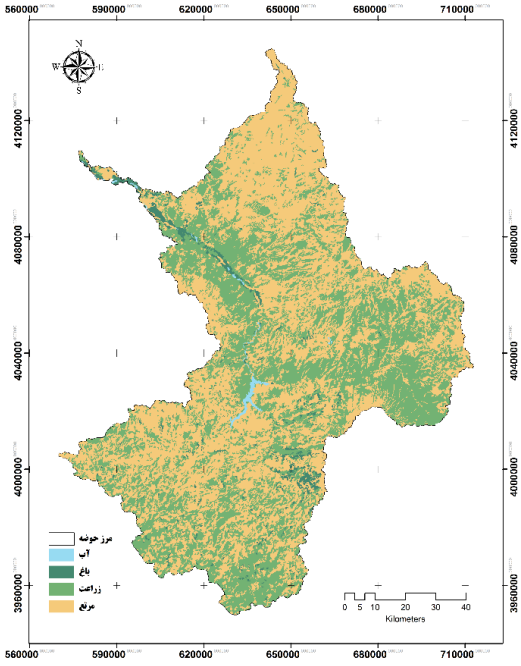
نتایج و بحث

تغییر کاربری اراضی: پس از تهیه نقشه کاربری اراضی سال‌های ۱۹۸۷، ۲۰۰۳ و ۲۰۱۳ و تعیین انواع کاربری‌های مختلف بر روی آن‌ها (شکل‌های ۲، ۳ و ۴) مشخص شد که سطوح کاربری اراضی در هر دوره نسبت به دوره قبل تغییر داشته است.



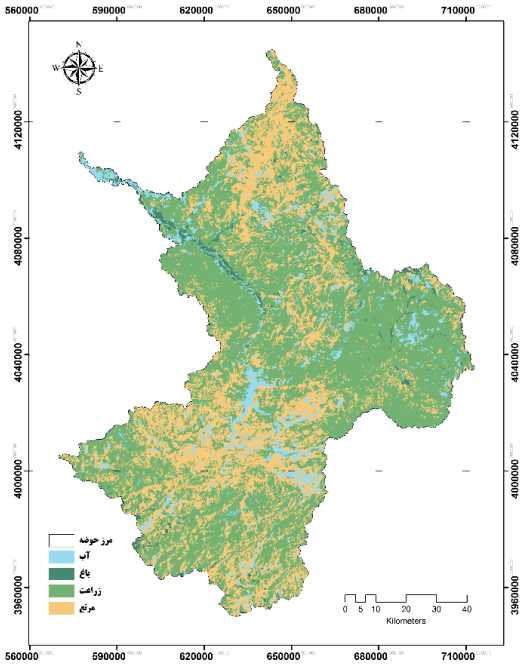
شکل ۲- نقشه کاربری اراضی سال ۱۹۸۷

[1] Chance agreement



شکل ۳- نقشه کاربری اراضی سال ۲۰۰۳

مطابق با جدول ۱، مساحت هر کاربری در نرم‌افزار ArcGIS مورد محاسبه قرار گرفت و مشخص شد که بیشترین روند تغییرات سطوح کاربری اراضی زراعی در سال‌های مورد مطالعه (۱۹۸۷، ۲۰۰۳ و ۲۰۱۳) روند افزایشی و مراتع روند کاهشی داشته است.



شکل ۴- نقشه کاربری اراضی سال ۲۰۱۳

جدول ۱- مساحت اختصاص یافته به هر کاربری در سال‌های مورد مطالعه

سال	۱۹۸۷ (مساحت)		۲۰۰۳ (مساحت)		۲۰۱۳ (مساحت)	
نوع کاربری	٪	km^2	٪	km^2	٪	km^2
زراعت	۵۰	۵۸۶۲	۵۵/۵	۶۵۰۷	۵۸	۶۸۰۰/۵
باغ	۱/۲	۱۴۰/۸	۲/۵	۲۹۳/۵	۱/۷	۱۹۹
مرتع	۴۸	۵۶۲۸	۴۱/۶	۴۸۷۷	۳۹/۵	۴۶۳۱/۳
آب	۰/۸	۹۳/۸	۰/۴	۴۷/۱	۰/۸	۹۳/۸

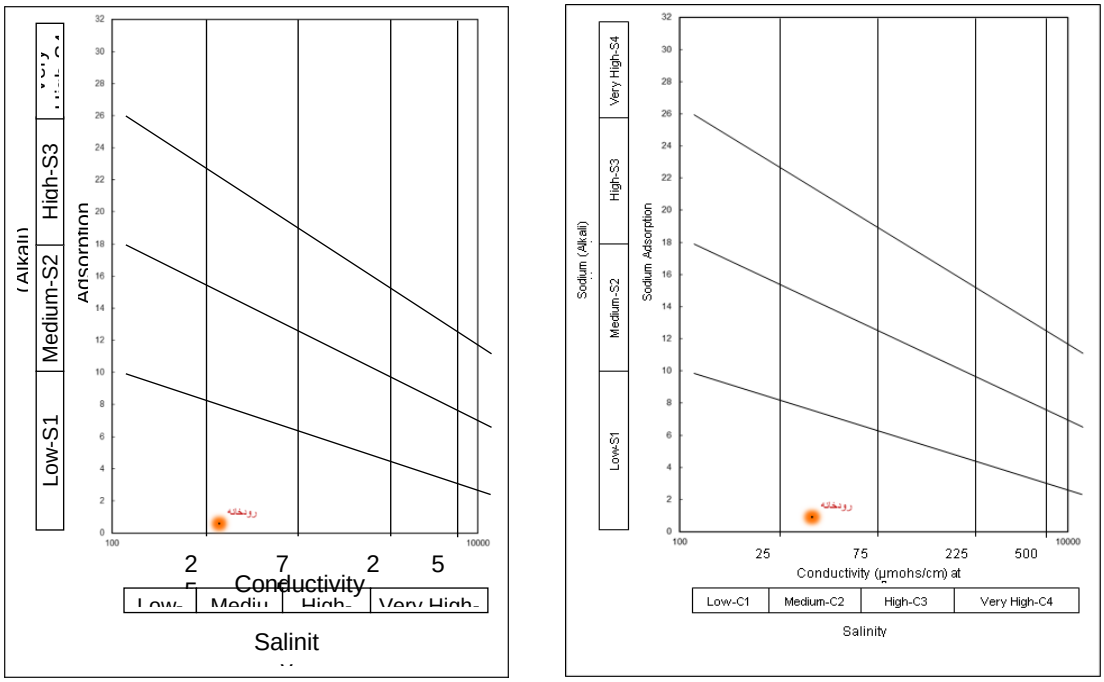
برای تعیین دقت طبقه‌بندی، غالباً از معیار ضریب کاپا با استفاده از المان‌های ماتریس خطا به‌دست می‌آید (Akbari و Shekari abadi، ۲۰۱۴). ضریب کاپا نقش شانس و توافق اتفاقی را در طبقه‌بندی کاهش می‌دهد (Lillesand و همکاران، ۲۰۰۴) (جدول ۲).
نتایج محاسبه ضریب کاپا نشان از طبقه‌بندی قابل قبول نقشه کاربری اراضی حاصل از تصاویر ماهواره‌ای است.

کیفیت آب

دیاگرام ویلکوکس: برای سال‌های ۱۳۶۶، ۱۳۸۳ و ۱۳۹۲ دیاگرام ویلکوکس برای دوره مرطوب و خشک ترسیم شد که در شکل ۵، ۶ و ۷ نشان داده شده است.

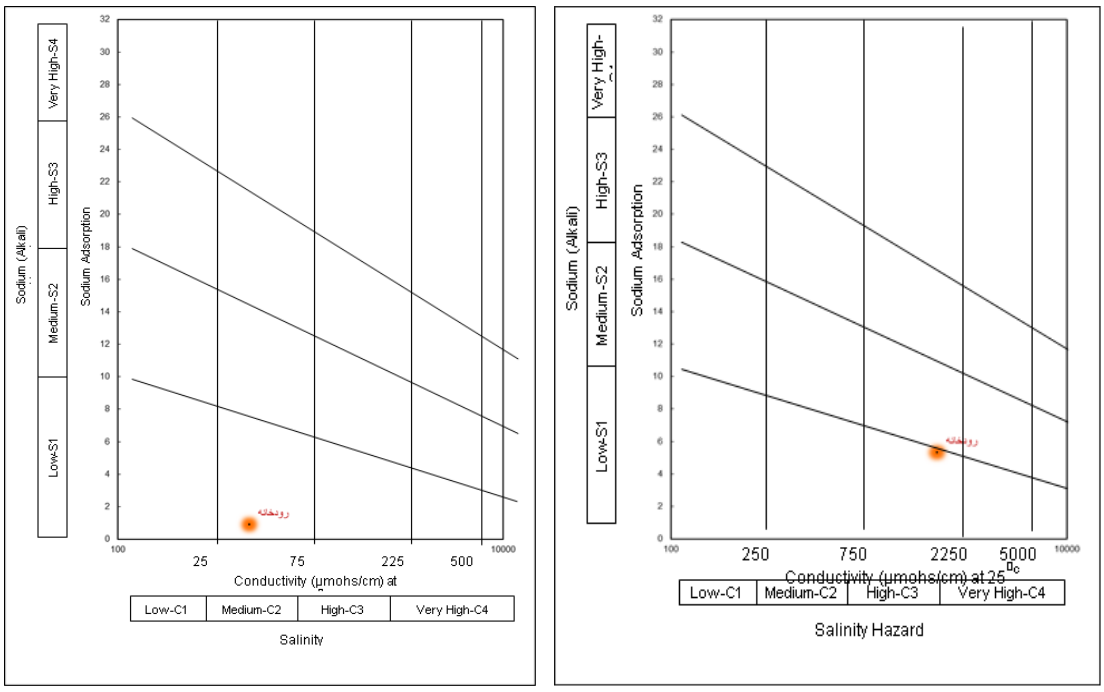
جدول ۲- درصد صحت کلی و ضریب کاپا حاصل از طبقه‌بندی

نوع طبقه‌بندی	تاریخ	صحت کلی به درصد	ضریب کاپا
حداکثر احتمال	۱۹۸۷	۹۵/۵	۰/۸۶
	۲۰۰۳	۹۳/۵	۰/۸۹
	۲۰۱۳	۹۲/۴۸	۰/۸۸



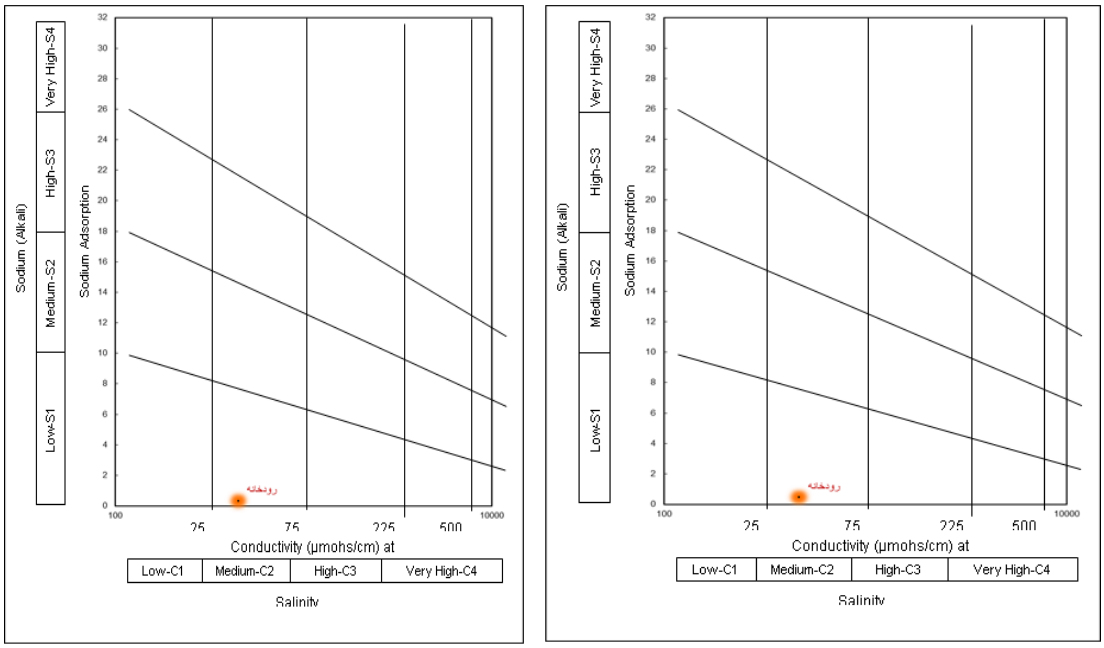
شکل ۵- الف) دیاگرام ویلکوکس دوره مرطوب سال ۱۳۶۶، ب) دیاگرام ویلکوکس دوره خشک سال ۱۳۶۶

نتایج بررسی کیفیت شیمیایی آب زرینه‌رود (در هر دوره زمانی مرطوب و خشک) سال ۱۳۶۶ به‌وسیله دیاگرام ویلکوکس نشان می‌دهد که در طبقه C2S1 قرار گرفته و برای کشاورزی مناسب می‌باشد.



شکل ۶- الف) دیاگرام ویلکوکس دوره مرطوب سال ۱۳۸۳، ب) دیاگرام ویلکوکس دوره خشک سال ۱۳۸۳

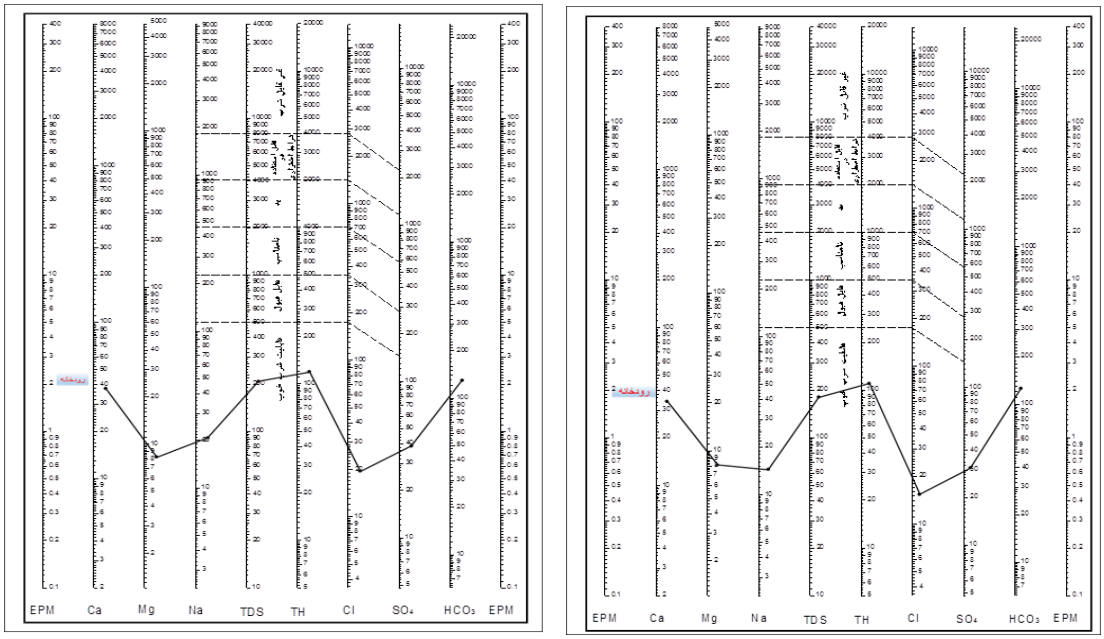
نتایج بررسی کیفیت شیمیایی آب زرینه‌رود (در دوره مرطوب) سال ۱۳۸۳ به‌وسیله دیاگرام ویلکوکس نشان می‌دهد که در طبقه C2S1 قرار گرفته و برای کشاورزی مناسب می‌باشد. در شکل ۶- ب یعنی دوره خشک در طبقه شور C3S2 قرار گرفته به‌طوری که کیفیت آب طبق نمودار ویلکوکس جزء طبقه سوم است که تنها برای آبیاری زمین‌های درشت بافت و با زهکشی خوب، مناسب می‌باشد.



شکل ۷- الف) دیاگرام ویلکوکس دوره مرطوب سال ۱۳۹۲، ب) دیاگرام ویلکوکس دوره خشک سال ۱۳۹۲

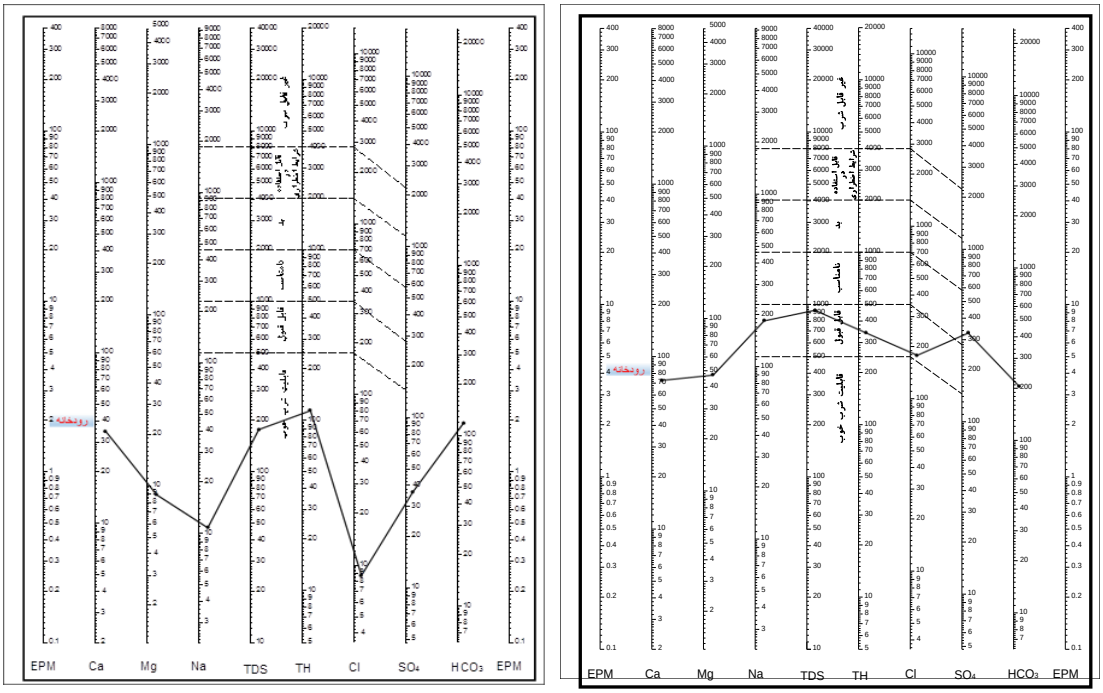
شکل ۷ نشان‌دهنده دیاگرام ویلکوکس در سال آماری ۱۳۹۲ (دوره مرطوب و خشک) می‌باشد و نتایج بررسی کیفیت شیمیایی آب زرینه‌رود (در دوره مرطوب و خشک) در طبقه C2S1 قرار گرفته و برای کشاورزی مناسب می‌باشد.

دیاگرام شولر: در این مطالعه ،جهت طبقه‌بندی آب زرینه‌رود از لحاظ شرب از دیاگرام شولر استفاده شده است. برای سال‌های ۱۳۶۶، ۱۳۸۳ و ۱۳۹۲ دیاگرام شولر برای دوره مرطوب و خشک ترسیم شد که در شکل‌های ۸، ۹ و ۱۰ مشاهده می‌شود. مطابق شکل ۸، نتایج بررسی دیاگرام شولر سال ۱۳۶۶ برای (دوره خشک و مرطوب) آب در رده شرب خوب قرار گرفته است. به‌طور کلی، با توجه به نمودار شولر ترسیم شده برای دوره‌های خشک و مرطوب در همه نمونه‌های آب زرینه‌رود، غلظت TDS (غلظت املاح محلول) و TH (سختی کل) نسبت به سایر یون‌ها بیشتر می‌باشد، اما تمام یون‌ها دارای غلظت مجاز می‌باشند و آب زرینه‌رود در رده قابلیت شرب خوب قرار گرفته است.



شکل ۸- الف) دیاگرام شولر دوره خشک سال ۱۳۶۶، ب) دیاگرام شولر دوره مرطوب سال ۱۳۶۶

شکل ۹، نشان‌دهنده دیاگرام شولر در سال ۱۳۸۳ می‌باشد. در شکل ۹- الف که نمایانگر دوره خشک در رده شرب قابل قبول قرار گرفته است، کاملاً مشخص است که غلظت یون‌های Na (سدیم)، TDS (غلظت املاح محلول)، TH (سختی کل)، SO4 (سولفات) و HCO3 (بی‌کربنات) نسبت به سایر یون‌ها بیشتر می‌باشد. بنابراین، در رده شرب قابل قبول قرار گرفته، اما در شکل ۹- ب که نمایانگر دوره مرطوب است، در رده قابلیت شرب خوب قرار گرفته و هیچ محدودیتی از نظر شرب ندارد.



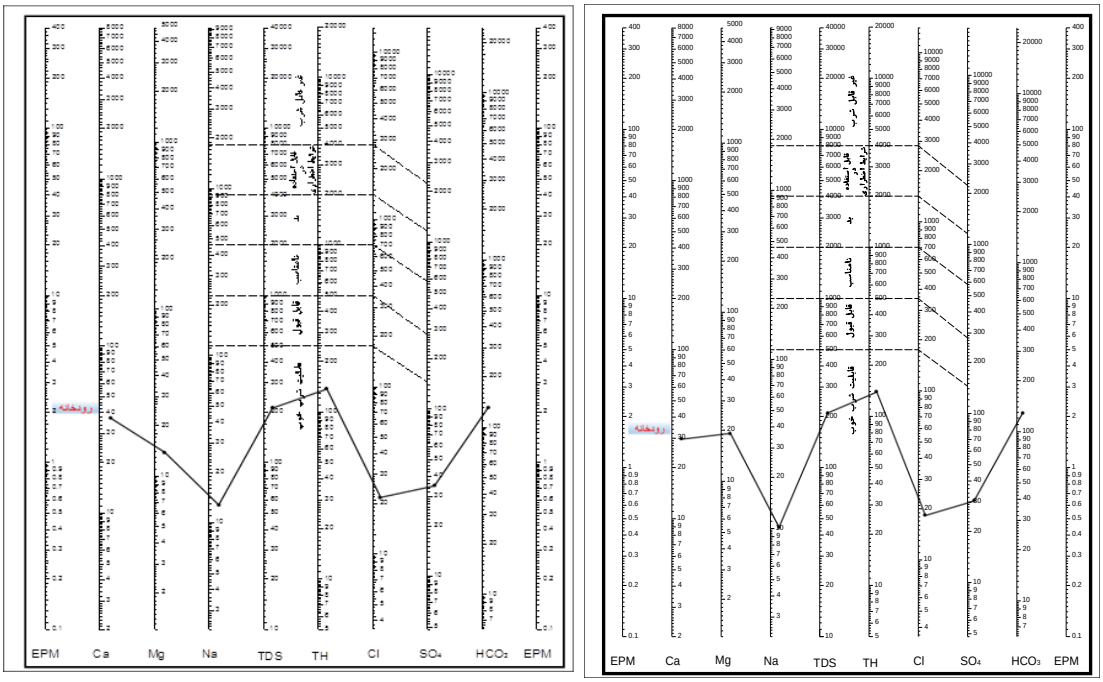
شکل ۹- الف) دیاگرام شولر دوره خشک سال ۱۳۸۳، ب) دیاگرام شولر دوره مرطوب سال ۱۳۸۳

شکل ۱۰، نشان‌دهنده دیاگرام شولر در سال ۱۳۹۲ می‌باشد. در شکل ۱۰- الف که نمایانگر دوره خشک است، آب در رده شرب قابل قبول قرار گرفته است. به‌طور کلی، با توجه به دیاگرام شولر ترسیم شده برای دوره‌های خشک و مرطوب در همه نمونه‌های آب زرینه‌رود غلظت TDS (غلظت املاح محلول) و TH (سختی کل) نسبت به سایر یون‌ها بیشتر می‌باشد. اما تمام یون‌ها دارای غلظت مجاز می‌باشند و آب منطقه مورد مطالعه هیچ محدودیتی از نظر شرب ندارد.

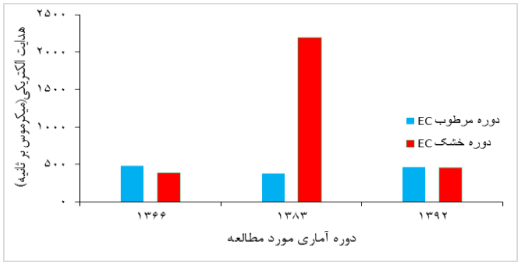
هدایت الکتریکی EC: با توجه به شکل ۱۱، سال آبی ۸۴-۱۳۸۳ دارای حداقل (در دوره مرطوب) و حداکثر (در دوره خشک) مقدار EC می‌باشد. متوسط دبی در سال‌های آماری مورد مطالعه، با توجه به شکل ۱۲، دبی در دوره مرطوب و خشک در هر سه دوره روند کاهشی داشته است. بنابراین، کاهش دبی می‌تواند بر کیفیت آب رودخانه تاثیرگذار باشد (Amirian و همکاران، ۲۰۰۹).

نسبت جذب سدیم SAR و غلظت املاح محلول TDS: این شاخص یکی از مهمترین عوامل در تعیین کیفیت آب زراعی می‌باشد که افزایش آن کیفیت بد آب برای کشاورزی را به همراه دارد (Mahdavi، ۲۰۱۳). شکل ۱۳، نشان‌دهنده نسبت جذب سدیم در دوره آماری مورد مطالعه می‌باشد که از بین سال‌های مورد بررسی، سال ۱۳۸۳ دارای تغییرات زیادی است که این تغییرات در دوره مرطوب و خشک کاملاً مشخص است، چون در سال ۱۳۸۳ خشکسالی رخ داده نسبت جذب سدیم افزایش یافته است. متوسط غلظت املاح محلول دوره مرطوب و خشک رودخانه زرینه‌رود با توجه به شکل ۱۴، بیشترین غلظت املاح محلول مربوط به دوره خشک سال ۱۳۸۳ و کمترین غلظت املاح محلول مربوط به دوره مرطوب سال

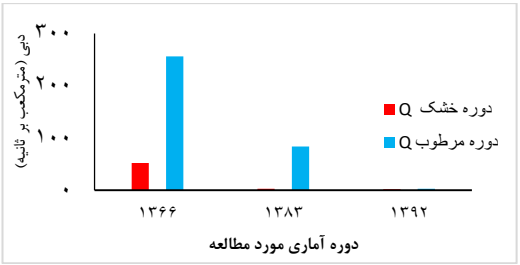
۱۳۸۳ می‌باشد. علت افزایش غلظت TDS در فصل خشک، نبود بارش می‌باشد و علت کاهش غلظت TDS در فصل مرطوب را می‌توان بارش و همچنین ذوب برف بیان کرد.



شکل ۱۰- الف) دیاگرام شولر دوره خشک سال ۱۳۹۲، ب) دیاگرام شولر دوره مرطوب سال ۱۳۹۲



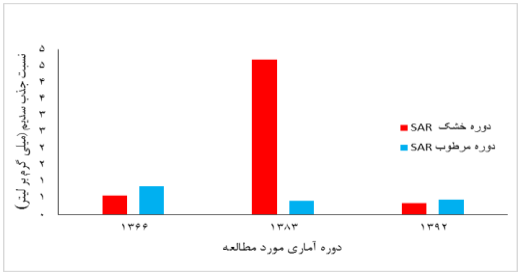
شکل ۱۱- متوسط هدایت الکتریکی دوره مرطوب و خشک زرینه‌رود



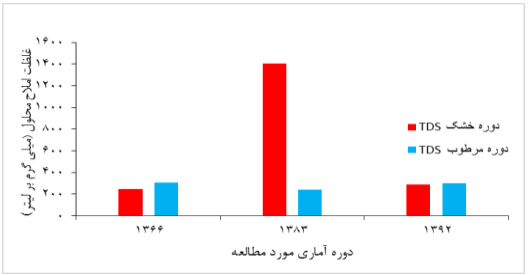
شکل ۱۲- متوسط دبی دوره مرطوب و خشک زرینه‌رود

نتیجه‌گیری

نتایج بررسی کیفیت شیمیایی آب به‌وسیله دیاگرام ویلکوکس شکل ۵ در سال آماری ۱۳۶۶ (دوره مرطوب و خشک)، نشان می‌دهد که در طبقه C2S1 قرار گرفته و برای کشاورزی مناسب می‌باشد.



شکل ۱۳- متوسط نسبت جذب سدیم دوره مرطوب و خشک



شکل ۱۴- متوسط غلظت املاح محلول دوره مرطوب و خشک

همچنین، بر اساس دیاگرام شولر با توجه به شکل ۸، آب برای شرب (در دو دوره خشک و مرطوب) از

کیفیت مناسبی برخوردار بوده و در رده قابلیت شرب خوب قرار می‌گیرد. در تصویر سال ۲۰۰۳، مساحت عرصه پوشیده از آب و کاربری‌های مرتع، باغ و زراعت در جدول ۱ برآورد شده که با توجه به این جدول، بیشترین مساحت مربوط به زراعت با مساحت ۶۵۰۷ کیلومتر مربع و کمترین مساحت مربوط به آب با مساحت ۴۶/۹ کیلومتر مربع برآورد شده است. نتایج بررسی کیفیت شیمیایی آب در سال آماری ۱۳۸۳ (در دوره مرطوب و خشک) نشان می‌دهد که دوره خشک (شکل ۶- الف) در کلاس شور C3S2 قرار گرفته است که کیفیت آب از لحاظ کشاورزی، در دوره خشک دارای تغییراتی می‌شود. به‌طوری که کیفیت آب زرینه‌رود طبق نمودار ویلکوکس جزء طبقه سوم که تنها برای آبیاری زمین‌های درشت بافت و با زهکشی خوب، مناسب می‌باشد، قرار دارد. اضافه کردن مواد آلی به زمین، اثر مهمی در جلوگیری از تخریب خاک خواهد داشت که این نتیجه با نتایج Buck و همکاران (۲۰۰۴) که با هدف تعیین اثرات تغییر کاربری اراضی بر کیفیت آب بیان کردند، مطابقت دارد. شکل ۶- ب نشان‌دهنده دیاگرام ویلکوکس در سال آماری ۱۳۸۳ (دوره مرطوب) می‌باشد. نتایج بررسی کیفیت شیمیایی آب زرینه‌رود (دوره مرطوب) نشان می‌دهد که کیفیت در کلاس C2S1 قرار گرفته و برای کشاورزی مناسب می‌باشد. همچنین، شکل ۹- الف که نمایانگر دوره خشک می‌باشد، آب زرینه‌رود در رده شرب قابل قبول قرار گرفته است. در این دیاگرام، کاملاً مشخص است که غلظت یون‌های Na (سدیم)، TDS (غلظت املاح محلول)، TH (سختی کل)، SO4 (سولفات) و HCO3 (بی‌کربنات) نسبت به سایر یون‌ها بیشتر می‌باشد و در دوره مرطوب در رده قابلیت شرب خوب قرار گرفته است. بنابراین، آب زرینه‌رود هیچ محدودیتی از نظر شرب ندارد. مساحت عرصه پوشیده از آب و کاربری‌های مرتع، باغ و زراعت مربوط به سال ۲۰۱۳ در جدول ۱ برآورد شده که با توجه به این جدول، بیشترین مساحت مربوط به زراعت با مساحت ۶۸۰۰/۵ کیلومتر مربع و کمترین مساحت مربوط به آب با مساحت ۹۳/۸ کیلومتر مربع برآورد شده است. نتایج بررسی کیفیت شیمیایی آب زرینه‌رود (دوره مرطوب و خشک) به‌وسیله دیاگرام ویلکوکس نشان می‌دهد که در کلاس C2S1 قرار گرفته و برای کشاورزی مناسب می‌باشد. همچنین، با توجه به دیاگرام شولر شکل ۱۰، در سال آماری ۱۳۹۲ در شکل ۱۰- الف که نمایانگر دوره خشک می‌باشد، آب زرینه‌رود در رده شرب، قابلیت شرب خوب قرار گرفته است. به‌طور کلی، با توجه به دیاگرام شولر ترسیم شده برای دوره‌های خشک و مرطوب، تمام یون‌ها دارای غلظت مجاز می‌باشند. آب زرینه‌رود در رده قابلیت شرب خوب قرار گرفته، و هیچ محدودیتی از نظر شرب ندارد که این نتیجه با نتایج Zare Garizy و همکاران (۲۰۰۹) در ارزیابی کیفیت شیمیایی آب‌های سطحی رودخانه چهل‌چای که طبق دیاگرام ویلکوکس، آب این رودخانه برای مصرف کشاورزی مناسب بوده و دیاگرام شولر نشان داد که آب این رودخانه از لحاظ همه کاتیون‌ها و آنیون‌ها نسبتاً خوب است و در محدوده خوب و قابل شرب خوب قرار دارد، مطابقت دارد.

ارزیابی کیفیت آب رودخانه‌ها که یکی از مهمترین منابع تامین آب جهت مصارف انسانی، کشاورزی و صنعتی می‌باشند، از اهمیت زیادی برخوردار است. پارامترهای کیفیت آب ناشی از تغییر کاربری اراضی شامل SAR، TDS و EC می‌باشد. در سه دوره مورد مطالعه (۱۳۶۷-۱۳۶۶، ۱۳۸۴- ۱۳۸۳ و ۱۳۹۳-۱۳۹۲) اندازه‌گیری SAR (نسبت جذب سدیم) در دو دوره خشک و مرطوب مورد بررسی قرار گرفت. خطر شکل‌گیری سدیم و در نتیجه نفوذپذیری پایین در خاک‌های ریز بافت بیشتر است. پس می‌توان نتیجه‌گیری کرد، اگرچه دوره ترسالی و خشکسالی از طریق تغییر دبی رودخانه، باعث تغییر پارامترهای کیفی آب می‌شوند، به همین دلیل مقدار نسبت جذب سدیم در سال‌هایی که خشکسالی است، افزایش می‌یابد. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که در دوره خشک سال آبی ۱۳۸۴-۱۳۸۳ نسبت جذب سدیم افزایش یافته است که علت افزایش SAR را می‌توان خشکسالی بیان کرد. در بررسی هدایت الکتریکی در سه دوره مورد مطالعه در دوره خشک سال آبی ۱۳۸۴-۱۳۸۳ مقدار EC افزایش یافته است که علت آن را می‌توان یون‌های محلول در خاک بیان کرد که در خاک‌های کشاورزی نسبت به خاک‌های بکر، بیشتر است (Chessman و

Townsend، ۲۰۰۹). تغییرات کاربری اراضی در حوزه آبخیز زرینه‌رود دو دوره مورد مطالعه (۱۹۸۷ تا ۲۰۰۳) به‌دلیل بالا بودن میزان تغییرات کاربری اراضی یعنی تبدیل مراتع به کشاورزی باعث کاهش کیفیت آب در این دوره زمانی شده است که با پژوهش Salajegheh و همکاران (۲۰۱۱) که اثر تغییرات کاربری اراضی و آثار آن بر کیفیت آب رودخانه‌های حوزه آبخیز کرخه را مورد مطالعه قرار دادند، تطابق دارد. پس از انتقال نمونه‌ها بر روی دیاگرام شولر و ویلکوکس در برنامه chemistry، نتایج در شکل‌های ۵ تا ۱۰ ارائه شد. بر اساس این دیاگرام‌ها در سه دوره مورد مطالعه کیفیت آب از نظر شرب و کشاورزی تعیین شد. با توجه به دیاگرام ویلکوکس، برای هر سه دوره به‌جز دوره خشک سال آبی ۸۴-۱۳۸۳ در طبقه C2S1 قرار گرفته ولی دوره خشک سال ۸۴-۱۳۸۳ یعنی دوره خشک در کلاس شور C3S2 قرار گرفته است. به‌علت وجود رابطه معکوس بین دبی رودخانه و هدایت الکتریکی، افزایش هدایت الکتریکی در فصل کم‌آبی باعث کاهش طبقه آب جهت کشاورزی شده است که با نتایج Tiri و Boudoukha (۲۰۱۰) در ارزیابی کیفیت آب رودخانه‌ای در الجزایر مطابقت دارد. آن‌ها نشان دادند که EC همبستگی مثبتی با سدیم، کلسیم و منیزیم دارد. جهت طبقه‌بندی آب رودخانه زرینه‌رود از لحاظ شرب از دیاگرام شولر استفاده شده است. برای سال‌های ۱۳۶۶، ۱۳۸۳ و ۱۳۹۲ دیاگرام شولر برای دوره مرطوب و خشک در شکل‌های ۸، ۹ و ۱۰ ترسیم شده است. به‌طور کلی، با توجه به دیاگرام شولر ترسیم شده برای دوره‌های خشک و مرطوب در همه نمونه‌های آب رودخانه زرینه‌رود، غلظت TDS (غلظت املاح محلول) و TH (سختی کل) نسبت به سایر یون‌ها بیشتر می‌باشد، اما تمام یون‌ها دارای غلظت مجاز می‌باشد. با توجه به نتایج بالا می‌توان نتیجه گرفت که شاخص کیفیت آب رودخانه‌ها در فصول کم بارش نسبت به فصول پربارش افت می‌کند که با نتایج Goljan و همکاران (۲۰۰۹) در تعیین رده‌بندی کیفی آب رودخانه‌های شهرستان نور که عنوان کردند شاخص کیفیت آب رودخانه‌ها در فصول کم‌بارش نسبت به فصول پربارش افت می‌کند، مطابقت دارد. بررسی‌های انجام شده نشان داد که در حوزه آبخیز زرینه‌رود در دوره زمانی مورد مطالعه (۲۰۰۳ تا ۲۰۱۳) تغییرات کاربری اراضی به‌صورت کاهش اراضی مرتعی و همچنین، افزایش اراضی زراعی بود. پس می‌توان نتیجه‌گیری کرد که روند تغییرات کاربری اراضی در حوزه آبخیز زرینه‌رود در دوره زمانی ۱۳۹۲-۱۳۸۳، به‌سمت افزایش اراضی کشاورزی و کاهش اراضی مرتعی بوده در نتیجه آن روند کیفیت آب رودخانه زرینه به سمت کاهش کیفیت آب پیش رفته است که با نتایج Tong و Chen (۲۰۰۲) که در نتایج خود کاربری کشاورزی را عاملی موثر در کاهش کیفیت آب بیان کردند، مطابقت دارد. به‌طور کلی، بررسی روند تغییرات پارامترهای کیفی آب حاکی از روند کاهشی آن‌ها، یعنی بهبود کیفیت آب رودخانه زرینه‌رود بوده است. پس می‌توان نتیجه‌گیری کرد که اگر چه دوره‌های ترسالی و خشکسالی از طریق تغییر دبی رودخانه، باعث تغییر پارامترهای کیفی آب می‌شوند، اما با توجه به تغییرات شدید کاربری اراضی رخ داده و روند کلی کاهشی پارامترهای کیفی، می‌توان پارامتر اصلی و مؤثر بر کیفیت آب رودخانه را تغییر کاربری اراضی عنوان کرد.

منابع مورد استفاده

1. Ahmadi, R. 1995. The role of land use on inducing and increasing of forest mass movements. MSc Thesis, Faculty of Humanities, University of Tarbiat Modarres, 124 pages (in Persian).
2. Akbari, A. and E. Shekari Abadi. 2014. Processing and extracting information from satellite data using the ENVI software. Farahmand Press, 206 pages (in Persian).
3. Alavipanah. S.K. 2016. Fundamentals of modern remote sensing and interpretation of satellite images and aerial photos. Tehran University Press, 800 pages (in Persian).
4. Amirian, A.R., H. Tabari, H.A. Kashkouli and H. Hassounizade. 2009. Evaluation of drought effects on Maroon River water quality. 8th International River Engineering Conference, Ahwaz, Iran (in Persian).
5. Buck, O., D.K. Niyogi and R. Colin. 2004. Towards Scale-dependence of land use effects on water quality of streams in agricultural catchments. Environmental Pollution, 130(2): 287-299.

6. Chessman, B. and S. Townsend. 2009. Differing effects of catchment land use on water chemistry explain contrast behavior of a diatom index in tropical northern and temperate southern Australia. Ecological Indicators, 10(3): 620-626.
7. Cunha, D.G.F., L.P. Sabogal-Paz and W.K. Dodds. 2016. Land use influence on raw surface water quality and treatment costs for drinking supply in São Paulo State (Brazil). Ecological Engineering, 94: 516-524.
8. Ebrahimi, K. and F. Mohammadi. 2007. The investigation of groundwater quality impacts on changes in land use by GIS. The 2nd National Conference on Ecological Agriculture of Iran, Tehran, 26-25 September, 12 pages (in Persian).
9. Goljan, F., A.R. Karbassi, N. Hajizadeh Zaker and GH. Bidhendi. 2009. Determining the qualitative class of water quality of rivers in the Noor city (LavijRoud, SabzehRoud and GalandRoud). Journal of Water Sciences Research, 1(1): 35-48 (in Persian).
10. Gyawali, S., K. Techato, S. Monprapussorn and C. Yuangyai. 2013. Integrating land use and water quality for environmental based land use planning for U-tapao River Basin, Thailand. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 91: 556–563.
11. King, R.S., M.E. Baker, D.F. Whigham, D.E. Weller, T.E. Jordan, P.F. Kazyak and M.K. Hurd. 2005. Spatial considerations for linking watershed land cover to ecological indicators in streams. Ecological Applications, 15(1): 137-153.
12. Lillesand, T.M., R.W. Kiefer and J.W. Chipman. 2004. Remote sensing and image interpretation. 5th edition, Wiley and Sons, New York, 812 pages.
13. Mahdavi, M. 2013. Applied hydrology: Vol II. University of Tehran Press, 422 Pages (in Persian).
14. Meneses, B.M., R. Reis, M.J. Vale and R. Saraiva. 2015. Land use and land cover changes in Zêzere Watershed (Portugal),Water Quality Implications. Science of the Total Environment, 527: 439-447.
15. Nazarnejad, H., M. Mohseni Saravi and M. Vafakhah. 2012. Hydrology and the management of watersheds. University of Tehran Press, 601 Pages (in Persian).
16. Salajegheh, A., S. Razvizadeh, N.A. Khorasani, M. Hamidifar and S. Salajegheh. 2011. Land use changes and its effect on river water quality, case study: Karkheh Watershed. Journal of environmental studies, 37(58): 81-86 (in Persian).
17. Solaimani Sardo, M., A.A. Vali, R. Ghazavi and H.R. Saidi Goraghani. 2013. Trend analysis of chemical water quality parameters, case study: Cham Anjir River. Irrigation and Water Engineering, 3(12): 95-106 (in Persian).
18. Tiri, A. and A. Boudoukha. 2010. Hydrochemical analysis and assessment of surface water quality in Koudiat Medouar Reservoir. European Journal of Scientific Research, 41(2): 272-284.
19. Tong, S.T.Y. and W.L. Chen. 2002. Modeling the relationship between land use and surface water quality. Journal of Environmental Management, 66(4): 377-393.
20. Zahedi Kolaki, E. 2004. The investigation of drought effects on water resources quantity and quantity of Behshahr City. MSc Thesis, College of Earth Sciences, Shahid Beheshti University, 310 pages (in Persian).
21. Zare Garizy, A., V.B. Sheikh, A. Sadoddin and A.R. Mahiny. 2009. Assessment of surface water quality and its seasonal variation. The National Conference on Water Crisis Management, Islamic Azad University of Marvdasht (in Persian).
22. Zhang, X., L. Zhang, C. He, J. Li, Y. Jiang and L. Ma. 2014. Quantifying the impacts of land use/land cover change on groundwater depletion in north-western China,a case study of the Dunhuang oasis. Agricultural Water Management, 146: 270–279.

DOI: 10.22092/ijwmse.2018.115137.1347

Investigation of land use change effects on water quality of Zarrinehroud Basin (West Azarbaijan)

Habib Nazarnezhad[*1], Tayebe Irani[2] and Mirhassan Miryaghobzadeh[3]
[1 and 3] Assistant Professor, Faculty of Natural Resources, Urmia University, Iran and MSc, Faculty of Natural Resources, Urmia University, Iran

Received: 19 August 2017 Accepted: 01 February 2018

Abstract

Land use is referred to the use of land in existing conditions that includes all uses in different parts. Land use change is affected by several factors. In this research, land use changes in the Zarrinehroud Watershed and its effect on water quality were investigated in three periods (1987, 2004 and 2013) using Landsat TM and OLI sensors. The results indicated that land use changes in the watershed is going to reduce the area of pasture and increasing of agriculture lands. Wilcox and Schuler diagrams were used to evaluate the chemical quality of agricultural and drinking water, respectively. Based on the Wilcox diagram, only year 2004 (dry period) was on the C3-S1 class and the remaining years were on the C2-S1 class. Based on the Schuler diagram, the year 2004 (dry period) is considered acceptable in the drinking category and the remaining years are in good drinking category and have no restrictions on drinking. Water quality assessment of the Zarrinehroud Watershed shows a decrease in water quality, as a result of increasing the EC, TDS and SAR characteristics in year 2004 that indicates a decrease in river water quality due to land use change and accordance with the occurrence of drought in the year 2003-2004.

Keywords: Land use area, OLI sensor, Schooler diagram, TM sensor, Wilcox diagram

[*] Corresponding author: h.nazarnrjad@urmia.ac.ir