مجله مهندسی بهداشت محیط، تابستان ۱۴۰۰، سال ۸، شماره ۴: ۳۹۱-۴۱۱

"ارزیابی کیفیت آبهای سطحی و زیرزمینی حوزه آبریز سد لتیان با استفاده از شاخص کیفیت آب"

زینب رستم بیک[1*]، حاتم گودینی[1]، محمد نوری سپهر[1] و مجتبی صیادی[2]

[1] گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی البرز،کرج، ایران
[2] کارشناس ارشد منابع آب، شرکت آب و فاضلاب استان تهران، تهران، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۰۳/۳۰؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۵/۲۵

چکیده

زمینه و هدف: آب‌های سطحی و زیرزمینی منابع حیاتی مهمی در سراسر دنیا می‌باشند. این مطالعه کیفیت منابع آب سطحی و زیرزمینی حوضه آبریز سد لتیان طی سال‌های ۱۳۹۶ تا ۱۳۹۸ را با استفاده از ابزار جی آی اس و شاخص‌های کیفیت آب بررسی می‌کند.

مواد و روش ها: به منظور بررسی کیفیت منابع آب، نمونه‌ها از ۱۰ ایستگاه انتخابی در دو فصل پربارش و کم بارش طی سه سال گرفته شده و پارامترهای فیزیکی، شیمیایی و میکروبی نمونه‌ها ارزیابی شدند. سپس با استفاده از شاخص‌های کیفیت آب و مشخصات هیدروژئوشیمیایی، کیفیت منابع آب تعیین شده و نقشه پهنه‌بندی شاخص‌ها با استفاده از نرم افزار ArcGIS تهیه شد. همچنین داده‌های هیدروژئوشیمیایی حاصل با استفاده از دیاگرام‌های گرافیکی پایپر، شولر، ویلکوکس و تحلیل‌های آماری تفسیر شدند.

یافته‌ها و نتیجه‌گیری: نتایج نشان می‌دهد به طور میانگین در فصول پربارش تمام منطقه کیفیت خوب (۳۰/۶۴۴) داشته است. برای ایستگاه‌های آب سطحی، ۳ ایستگاه در فصل پر بارش کیفیت عالی (۴۴/۲۴۳) ،۲ ایستگاه در فصل کم بارش کیفیت عالی(۴۰/۱۴۵) و سایر ایستگاه‌ها کیفیت خوبی (۶۹/۹۲) داشته اند. مطابق دیاگرام پایپر نمونه‌ها در دو حالت Ca-Mg-SO4-Cl و Ca-Mg-HCO3 قرار گرفته و نتایج حاصل ازمطالعه ترکیب کاتیون و آنیون عمدتا به صورت Ca-Mg-HCO3 می‌باشد. ضریب همبستگی بین متغیرهای اصلی، رابطه معنی داری بین IRWQIGC آب زیرزمینی و GWQI آن (r = 0.87)و بین IRWQISC آب سطحی و WQI آن (r=0.68) وجود داشته اما بین کیفیت آب‌های زیرزمینی و سطحی منطقه رابطه معناداری وجود ندارد.
میانگین کیفیت آب زیرزمینی در طی دوره مطالعه خوب (۲۹/۱۴۳) بوده است.

کلمات کلیدی: شاخص کیفیت آب ، شاخص کیفیت آب زیرزمینی، دیاگرام سه بعدی پایپر، حوضه آبریز سد لتیان، سامانه اطلاعات جغرافیایی

* **نویسنده مسئول:** گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی البرز،کرج، ایران
ایمیل: zeynab.ru@yahoo.com – شماره تماس : ۰۹۳۳۱۰۳۵۳۷۸

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-23]

[DOI: 10.52547/jehe.8.4.391]

مقدمه

طی سالیان اخیر بحران کم آبی به علت کاهش نزولات جوی گریبانگیر بسیاری از کشورهای جهان شده و تامین آب شرب سالم و کافی توسط سازمان بهداشت جهانی به عنوان مهمترین نارسایی قرن مطرح است. زیرا بیش از یک میلیارد نفر از جمعیت جهان دسترسی به آب سالم ندارند و منشا ۸۰ درصد از بیماری‌ها در کشورهای در حال توسعه آب ناسالم و بی‌کیفیت است[۱]. این در حالی است که آب‌های سطحی و آب‌های زیرزمینی منابع کلیدی برای توسعه پایدار جامعه و محیط زیست بوده و تعامل این دو یکی از فرایندهای چرخه هیدرولوژیکی است که بر روی کیفیت آب هر دو منبع بسیار موثر است [۲]. ایران به عنوان یکی از کشورهای مستقر در کمربند اقلیمی خشک و نیمه خشک با بارش متوسط کمتر از ۲۵۰ میلی‌متر با چالشی ملی در خصوص تامین آب مواجه است. زیرا در کنار کمبود منابع آبی توسعه نیز سبب بهره‌برداری روز افزون از منابع آب برای استفاده در بخش‌های مختلف شرب، بهداشت، صنعت، خدمات و به ویژه کشاورزی شده است[۳]. امروزه مسئله تامین آب با کیفیت و کمیت مناسب برای پاسخ به تقاضای فزاینده‌ی بخش‌های مختلف جوامع یکی از چالش‌های اصلی برنامه‌ریزان و مدیران صنعت آب است که رشد جمعیت و آلودگی، کاهش نزولات جوی، استقرار کشور در پهنه‌ی نیمه‌خشک و روش‌های ناکارآمد در بخش‌های کشاورزی و همچنین هدر رفت آب از شبکه‌های آب‌رسانی و عدم بازدهی مناسب آب و بهره‌برداری ناصحیح و عدم در نظر گرفتن آب به عنوان یک کالای اقتصادی در بخش‌های مختلف صنعت، این چالش را به شکل فزاینده‌ای افزایش داده است[۴]. در سال‌های اخیر با پیشرفت و توسعه فناوری، می‌توان اطلاعات زیادی را به راحتی و در زمانی کوتاه به دست آورده و پس از پردازش، نتایج آن‌ها را برای کاربردهای مختلف در اختیار متخصصین قرار داد[۵]. بدیهی است تعیین وضعیت کیفی منابع آب برای اتخاذ راهکارهای مناسب جهت جلوگیری از کاهش کیفیت آب و یا بهبود آن ضروری به نظر می‌رسد. برای ارزیابی سریع کیفیت آب از شاخص‌های کیفیت آب Water Quality Index (WQI) و یا Ground Water Quality Index (GWQI) برای ارائه اولیه و سریع نتیجه‌ی ارزیابی وضعیت کیفیت آب بهره می‌گیرند که بدون پیچیدگی‌های ریاضی و آماری کیفیت آب را بیان می‌کند[۶]. شاخص کیفیت منابع آب ایران IRWQI و شاخص کیفیت آب زیرزمینی ایران IRGWQI نیز با هدف استفاده از روش مناسب با شرایط طبیعی و مسائل منابع آب ایران تهیه شده است. پارامترهایی برای تعیین کیفیت آب در نظر گرفته شده که این شاخص‌ها بر اساس آن‌ها محاسبه می‌گردند[۷]. از طرفی پهنه‌بندی آلودگی و ارائه تصویر صحیح از وضعیت کیفی آب‌های سطحی توسط سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی باعث می‌گردد تا هرگونه تصمیم‌گیری مدیریتی که اثرات زیست محیطی آن بصورت مستقیم و یا غیرمستقیم متوجه منابع آبی کشور باشد، با آگاهی بیشتری اتخاذ گردد. سامانه اطلاعات جغرافیایی یا GIS می‌تواند به عنوان یک ضرورت اصلی در تعیین مکان‌های مناسب حفر چاه‌های آتی و منشاءیابی احتمالی عوامل آلاینده سطحی و زیرزمینی عمل کرده و نواحی با کیفیت آب‌های سطحی و زیرزمینی مختلف را برای استفاده در مقاصد مختلف مشخص و تعیین نماید.

تالور و همکاران (۲۰۲۰) به بررسی ارزیابی کیفیت آب چشمه و ارزیابی دبی حوضه آبشار بازانتار جامو هیمالیا با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و شاخص کیفیت آب پرداختند[۸]. کومارجا و همکاران (۲۰۲۰) در مطالعه‌ای تحت عنوان ارزیابی کیفیت آب زیرزمینی برای منبع آب آشامیدنی با با استفاده از شاخص کیفیت آب و GIS به این نتیجه رسیدند که استفاده از مدل فازی و شاخص‌های کفیت آب می‌تواند وضعت کاربری منابع آب زیرزمینی را به عنوان یک منبع

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-23]

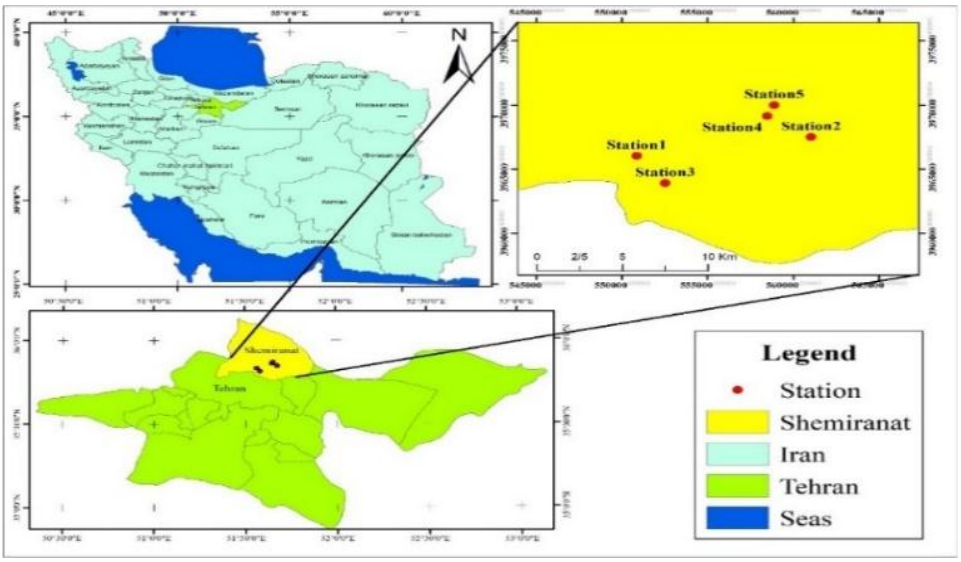
[DOI: 10.52547/jehe.8.4.391]

مناسب آب تعیین کند[9]. هنربخش و همکاران (۲۰۱۹) در مطالعه‌ای نشان دادند کیفیت آب زیرزمینی منطقه با استفاده از شاخص GWQI برای شرب قابل قبول است[10]. ترابی پوده و همه زاده (۱۳۹۷) طی مطالعه‌ای به بررسی کیفیت شیمیایی آب و تغییرات پارامترهای کیفی حوزه سد کشکان پرداخته و دیاگرام شولر ویلکوکس را برای هر ایستگاه استخراج و ترسیم نمودند. بررسی‌ها نشان داد که کیفیت آب در محدوده‌ی این سد کاهش یافته است[11]. حسینی و همکاران در سال ۱۳۹۷ در پژوهش خود با عنوان « کاربرد شاخص کیفیت آب (WQI) و هیدروژئوشیمی در ارزیابی کیفی آب سطحی، مخازن چاه نیمه استان سیستان و بلوچستان» از ۸٤ ایستگاه در چاه نیمه‌ها بر اساس روش‌های استاندارد در دو دوره تر و خشک‌سالی نمونه‌برداری انجام دادند. نتایج تحلیل هیدروژئوشیمیایی نشان دهنده تغییر تیپ آب از بیکربناته دسیک و سولفاته سدیک به کلرور سدیک در طی دوره‌های نمونه‌برداری است. نتایج تحلیل‌های آماری مشخص کرد که همبستگی بالایی میان پارامترهایی مانند کلیفرم، نیترات، سولفات و کلر با شاخص کیفیت آب وجود دارد. نتایج پهنه‌بندی کیفی آب بر اساس شاخص WQI نشانگر کاهش کیفیت آب چاه‌نیمه‌ها به ترتیب چاه نیمه‌های ۳، ۲، ۱و ٤ است[12]. هدف از این تحقیق ارزیابی پارامترهای کیفی آب‌های سطحی و زیر زمینی حوزه آبریز سد لتیان به عنوان مهمترین منبع تامین کننده آب استان تهران به عنوان پرجمعیت‌ترین استان ایران است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

استان تهران با وسعتی بیش از ۱۳/۷ هزار کیلومتر مربع بین ۳٤ درجه و ۵۳ دقیقه تا ۳٦ درجه و ۷ دقیقه عرض شمالی و ۵۰ درجه و ۲۰ دقیقه تا ۵۳ درجه و ۹ دقیقه طول شرقی واقع شده است (شکل ۱) شهرستان تهران به عنوان مرکز استان تهران و نیز پایتخت ایران، بین کوه‌های البرز و کویر مرکزی قرار گرفته است. حوزه آبریز سد لتیان با توجه به شرایط اقلیمی، توپوگرافی، هیدرولوژی، وجود رسوبات آبرفتی با نفوذ پذیری مناسب و تغذیه آن از طریق آب‌های سطحی به صورت مداوم فرصت لازم را برای تشکیل منابع آب زیرزمینی و سطحی و استحصال آب به صورت چاه‌های نیمه عمیق در مجاورت مسیل‌ها فراهم آورده است. بنابراین انتظار می‌رود هرگونه تغییرات احتمالی کمی در دبی و یا کیفیت روانآب‌های سطحی از نظر پارامترهای فیزیکی و شیمیایی بر کیفیت و کمیت منابع آب زیرزمینی و نیز چاه ها اثرگذار باشد.



[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-23]

[DOI: 10.52547/jehe.8.4.391]

شکل ۱: منطقه مورد مطالعه در محدوده سد لتیان

روش تحقیق

پس از مطالعه منطقه، به منظور بررسی کیفیت آب‌های سطحی و زیرزمینی اقدام به انتخاب ۵ روستا (کند علیا، کند سفلا، زردبند، انباج و امین‌آباد) با توجه به موقعیت آن‌ها نسبت به سد لتیان گردید. در هر کدام از روستاهای انتخاب شده دو ایستگاه به منظور نمونه‌برداری از آب‌های سطحی و زیر زمینی در نظر گرفته شد. نمونه‌برداری از ایستگاه‌های انتخابی طی یک دوره سه ساله در دو فصل خشک و تر و به صورت تصادفی صورت گرفت.و پارامترهای مورد نظر اندازه‌گیری شد.

جدول ۱: ایستگاه‌های نمونه‌برداری منابع آب سطحی و زیرزمینی حوزه آبریز سد لتیان

ایستگاه نمونه برداری	نوع منبع	عرض جغرافیایی (Y)	طول جغرافیایی (X)
ایستگاه ۱	چاه امین آباد	۳۵ ° ٤۹' ١٦ "	۵۰ ° ۳٤' ٤٤ "
ایستگاه ۲	چاه انباج	۳۹ ° ۵۱' ۱۰ "	۵۱ ° ٤۰' ٤۵ "
ایستگاه ۳	چاه زردبند	۳۵ ° ٤۹' ۰۸ "	۵۱ ° ۳۵' ۰۳ "
ایستگاه ٤	چاه کند سفلی	۳۵ ° ۵۱' ۵٤ "	۵۱ ° ۳۸' ٤۱ "
ایستگاه ۵	چاه کند علیا	۳۵ ° ۵۲' ۲۵ "	۵۱ ° ۳۸' ٤۷ "
ایستگاه ٦	رودخانه امین آباد	۳۵ ° ٤۹' ۱۹ "	۵۱ ° ۳٤' ۵۲ "
ایستگاه ۷	رودخانه انباج	۳۵ ° ۳۱' ۱۰ "	۵۱ ° ٤۰' ٤۳ "
ایستگاه ۸	رودخانه زردبند	۳۵ ° ٤۱' ۰۸ "	۵۱ ° ۳۵' ۰۳ "
ایستگاه ۹	رودخانه کند سفلی	۳۵ ° ۵۱' ۳۳ "	۵۱ ° ۳۸' ٤۰ "
ایستگاه ۱۰	رودخانه کند علیا	۳۵ ° ۵۲' ۲٤ "	۵۱ ° ۳٦' ٤۷ "

جدول ۲: طبقه بندی کیفیت آب بر اساس شاخص کیفی آب **(WQI)** ۱۳

کیفیت	WQI
عالی	<۵۰
خوب	۵۰ – ۹۹/۹۹
ضعیف	۱۰۰ – ۱۹۹/۹۹
خیلی ضعیف	۲۰۰ – ۲۹۹/۹۹
نامناسب برای شرب	≥۳۰۰

جدول۳: طبقه بندی کیفیت آب بر اساس شاخص کیفی آب **(GWQI)** ۱۳

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-23]

[DOI: 10.52547/jehe.8.4.391]

کیفیت	WQI
خیلی خوب	۰ – ۲۵
خوب	۲۶– ۵۰
ضعیف / نامناسب	۵۱ – ۷۵
خیلی ضعیف / غیر قابل استفاده	> ۷۵

پس از نمونـه‌برداری از منـابع آب ســطحی و زیرزمینی اقدام به نمونه‌برداری جهت انجام آزمایشات صورت گرفت. برای بررسـی پارامترهای فیزیکی و شیمیایی از ظروف پلی اتیلنی ۱/۵ لیتری و برای بررســی پارامترهای میکروبی از ظروف شیشه ای استریل شده، استفاده گردید. در این پژوهش پـارامترهـای مهم فیزیکی مانند کدورت، فیزیکوشــیمیایی (ECو pH)، شیمیایی (TDS، سختی، کلراید، قلیائیت، سولفات، ، سـدیم، کلسیم، منیزیم، فسفات، پتاسیم، نیترات، بی کربنات) و بـاکتریولوژیکی (کـل کلیفرم‌ها و کلیفرم‌های مدفوعی) برای تعیین کیفیت آب منابع آبی حوزه سـد لتیان در آزمایشـگاه بر اسـاس آخرین اسـتانداردهای موجود در کتاب اسـتاندارد متد ویرایش سال ۲۰۱۲ مورد آزمایش قرار گرفته است[۲۶].

به منظور بررسی کیفیت آب‌های سطحی منطقه از شاخص WQI و IRWQI استفاده شده که جهت محاسبه آن از داده‌های کیفی بدسـت آمده اسـتفاده شـد. در این مطالعه از پارامترهای فیزیکی و شــیمیـایی منـابع آب منطقـه از قبیـل PH، کلراید، سـولفات، کل جامدات محلول، قلیائیت و سـدیم اسـتفاده می شود. شاخص کیفی آب به چند روش محاسبه می‌گردد که در اینجـا از روش زیر اســتفاده شــده اســت. در مرحله اول، پارامترهای مختلف اندازه‌گیری شده بر اساس اهمیت نسبیشان در مجموع کیفیت آب، در نظر گرفته می‌شــوند. وزن بیشــتر مربوط به پارامترهایی است که اثرات بیشتری در سلامتی دارند و وجود مقادیر بالاتر از اسـتاندارد می‌تواند اسـتفاده از آب را محدود نماید. از این رو وزن پارامترها از ۰ تا ۵ در نظر گرفته شــده، وزن هر پارامتر بر مجموع وزن همه پارامترها تقســیم می‌گردد[۱۳]. مجموع مقـادیر وزن پـارامتر بـه عنوان شــاخص کیفیت آب زیرزمینی هســتند که بر اســاس جدول ۲ در پنج طبقه عالی، خوب، ضـعیف، بسـیار ضعیف و نامناسب تفکیک شده‌اند.

GWQI و IRGWQI شـاخصـی اسـت که برای آب‌های زیرزمینی محاسـبه می‌شـود، به همین منظور از اسـتانداردهای کیفی WHO برای آب شــرب در محاســبه GWQI اســتفاده می‌شود. دامنه‌ی وزن هر مولفه بین ۱ تا ۵ تغییر می‌کند. وزن ۱ برای مولفـه‌های با کمترین اهمیت و وزن۵ برای مولفه‌های که بیشترین اهمیت را دارد.

بعد از محاسبه شاخص کیفیت آب WQI، نقشه پراکندگی فضــایی شــاخص کیفیت آب زیرزمینی مقادیر WQI در نرم افزارARC GIS V10.3 با روش IDW درون‌یابی، تهیه و ارائه می‌گردد. در این تحقیق ضــریب همبســتگی بین پارامترهای اندازه گیری شـده در نمونه‌های آب حاصل از چاه و رودخانه با اسـتفاده از نرم افزار SPSS ورژن ۱۶ تعیین شـد. در تحلیل هیـدروژئوشــیمیـایی داده‌هـا از نمودارهای شــولر، پایپر و ویلکوکس اسـتفاده شد. نمودار پایپر از ترکیب سه میدان مجزا تشــکیل شــده اســت که درصــد آنیون‌ها و کاتیون‌ها را در محـدوده‌هـای مثلثی و موقعیـت ترکیبی آن‌هـا را در محدوده لوزی شــکـل پیـاده می‌کند. بنابراین نمودار پایپر ابزار مفیدی برای نشـان دادن تفاوت‌ها و شـباهت‌های بین آب‌ها اسـت[۱۵]. نمودار شــولر، یک نمودارلگاریتمی اســت که غلظت یون‌های اصـلی را نشـان می‌دهد. این نمودار آب‌ها را از نظرشــرب بر اسـاس پنج پارامتر شـیمیایی سـدیم، کلر، سـولفات، باقیمانده خشک (TDS) و سختی، طبقه‌بندی می‌کند. در این طبقه‌بندی، آب‌های مورد بررسی به شش گروه خوب، قابل قبول، متوسط، نامناسب، کاملا نامطبوع و غیرقابل شرب تقسیم می‌شوند.

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-23]

[DOI: 10.52547/jehe.8.4.391]

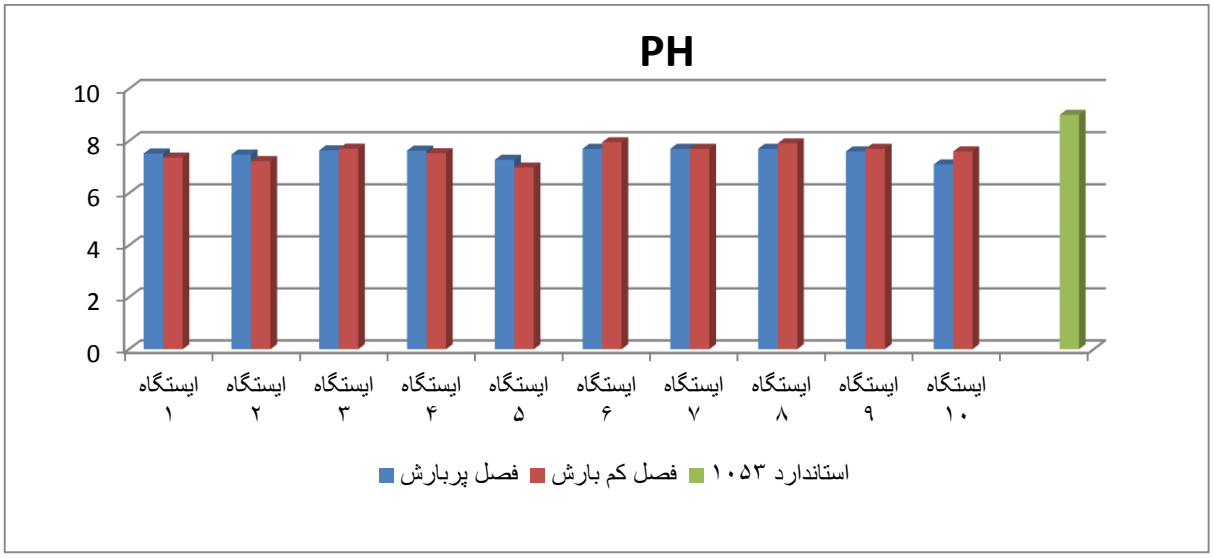
نتایج حاصـــل از اندازه‌گیری پارامترهای مورد بررسی

pH

در طی دوره مطـالعه میزان pH در چاه‌های ۱، ۲، ۳ و ٤ به دلیل وجود سـازندهای حاوی توف سـبز باخاستگاه بازیک به ویژه فصل کم بارش بیشتر است. pH یک شاخص قلیایی و یا اسـیدی بودن است. مقادیر pH پایین باعث خورنده شدن آب و مقـدار بـالای آن اثرات نـامطلوبی در مزه آب و بهداشـــت پوسـت و چشـم ایجاد می‌کند[۱۶،۱۷]. در این مطالعه رنج pH در محدوده مقادیرتوصـیه شـده توسـط سـازمان بهداشت جهانی (۲۰۱۷) برای آب آشـــامیدنی می‌باشـــد[۱۸]. مقادیر میانگین pH اندازه‌گیری شـده در ایستگاه‌های مورد مطالعه در دو فصل پر بارش و کم بارش از سال ۱۳۹٦ تا ۱۳۹۸ در (نمودار ۱) نشان داده شده است.

جامدات محلول کل

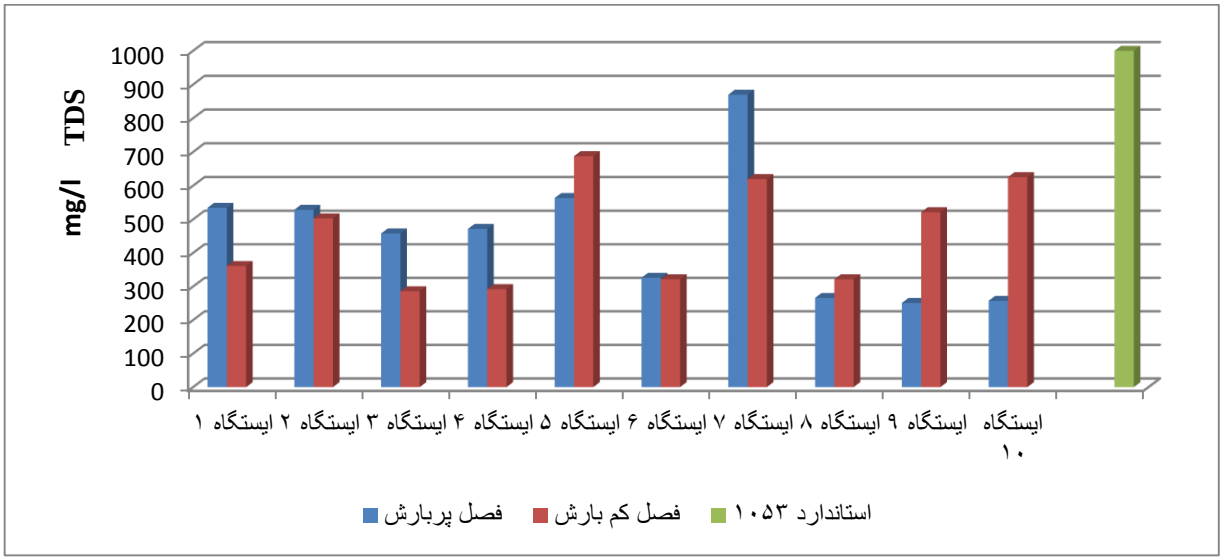
منابع اصـــلی ورود TDS به منابع آب می‌تواند زهاب‌های کشاورزی و خانگی، آلاینده‌های خاک، فاضلاب‌های شهری و صـنعتی باشند[۱۹]. مقادیر TDS در آب‌های زیرزمینی بستگی به وضعیت ژئولوژیکی منطقه دارد[۱۸]. مقادیر TDS بالا می‌تواند به دلیل مواد معدنی حاوی کلرور و سـدیم باشد. همانطور که در نمودار ۲ می‌توان مشـــاهده کرد، میانگین جامدات محلول در طی دوره سـه سـاله مطالعه در ایسـتگاه‌های آب زیرمینی در فصـل پر بارش بیشـتر از کم بارش بوده و در ایستگاه ۵ میزان جامدات محلول آب بیشـتر از سـایرین بود. در ایسـتگاه‌های منابع آب سطحی میزان جامدات محلول آب کمتر از منابع آب زیرزمینی بود.



نمودار ۱: مقادیر **pH** اندازه گیری شده منابع آب سطحی و زیر زمینی حوزه سد لتیان (سه ساله)

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-23]

[DOI: 10.52547/jehe.8.4.391]



نمودار۲: مقادیر جامدات محلول کل اندازه گیری شده منابع آب سطحی و زیرزمینی حوزه سد لتیان (سه ساله)

هدایت الکتریکی

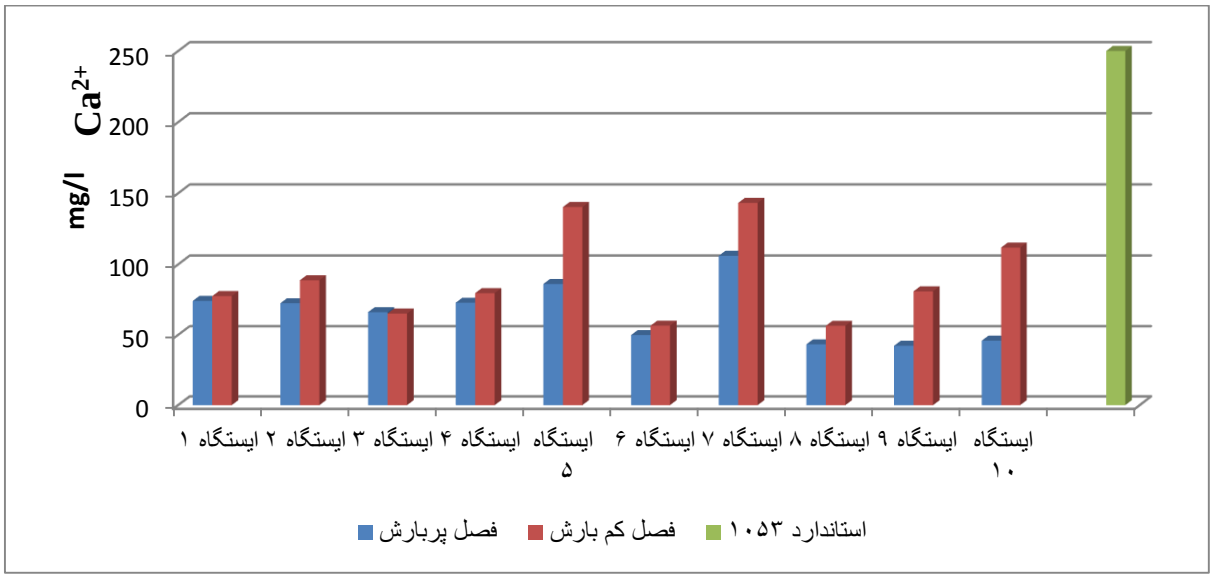
میانگین میزان هدایت الکتریکی در این مطالعه (۶۳۰/۶۳۶) میکروزیمنس بر سانتیمتر بوده و براساس استاندارد حداکثر مجاز مقادیر EC در آب آشامیدنی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد (۱۵۰۰ میکروزیمنس بر سانتی‌متر) و حد مطلوب ۱۰۰۰ میکروزیمنس بر سانتی‌متر)، میزان EC پایین‌تر از استاندارد بوده است .هدایت الکتریکی آب نشان دهنده یون‌های موجود در آب می‌باشد. زیرا یون‌ها جریان الکتریسته را هدایت می‌کنند. یون‌های منفی به طرف قطب مثبت و یون‌های مثبت به طرف قطب منفی حرکت می‌کنند. هدایت الکتریکی آب خالص بسیار کم می‌باشد و با افزایش غلظت یون‌ها افزایش می‌یابد. هدایت ویژه آب، شاخص قابلیت آن در هدایت یک جریان الکتریکی است و از این نظر که قابلیت هدایت الکتریکی ویژه نسبت معین و مستقیمی با TDS و مواد محلول موجود در آب دارد، لذا اندازه‌گیری آن به منظور کنترل کیفیت آب از اهمیت زیادی برخوردار است. هدایت ویژه با عکس مقاومت الکتریکی نسبت مستقیمی دارد. آب خالص دارای مقاومت بالای الکتریکی و هدایت ویژه پایین می‌باشد. بر اساس بررسی‌های به عمل آمده میزان هدایت الکتریکی در فصل کم بارش عمدتا بیشتر از پربارش بود و در ایستگاه‌های ۵ و ۷ نسبت به سایر ایستگاه‌ها غلظت EC بیشتر بود(۱۱۶۲ میکروزیمنس بر سانتیمتر). و در فصل کم بارش از حد مجاز استاندارد ایران کمتر بود. براساس بررسی‌های به عمل آمده نمودار ۳ میزان هدایت الکتریکی محلول در فصل کم بارش عمدتا بیشتر از پربارش بود و در ایستگاه‌های ۵ و ۷ نسبت به سایر ایستگاه‌ها غلظت EC بیشتر بود.

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-23]

[DOI: 10.52547/jehe.8.4.391]



نمودار ۳: مقادیر هدایت الکتریکی اندازه گیری شده منابع آب سطحی و زیرزمینی حوزه سد لتیان (سه ساله)



نمودار ٤: مقادیر غلظت کلسیم اندازه گیری شده منابع آب سطحی و زیرزمینی حوزه سد لتیان (سه ساله)

کلسیم

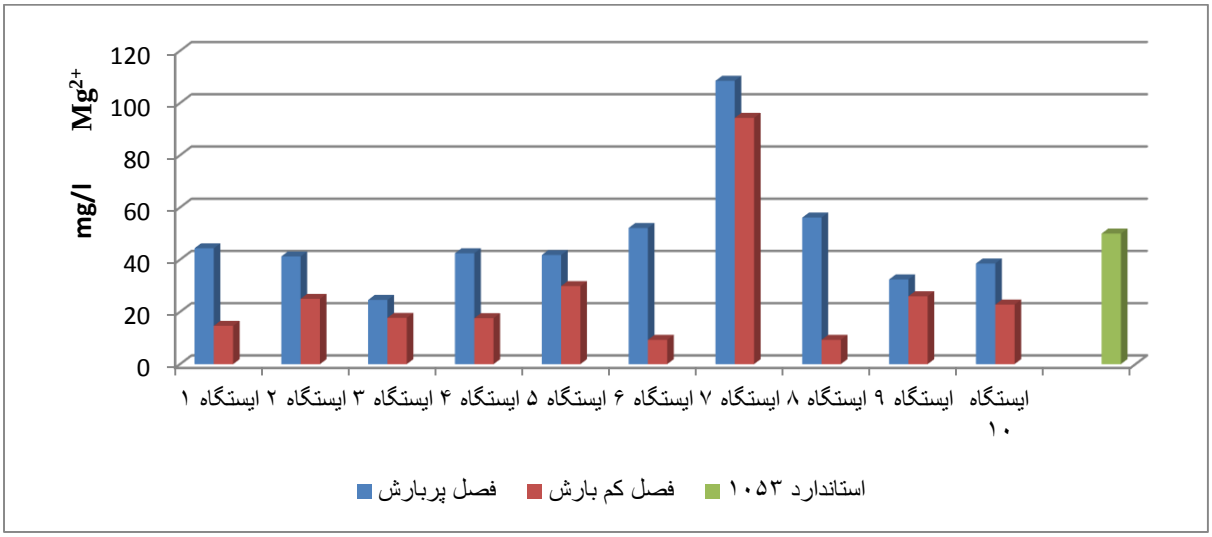
میزان کلسیم در فصل کم بارش به دلیل کاهش دبی سفره و افزایش میزان تبخیر بیشتر است. به طور کلی میزان کلسیم در منابع آب سطحی کمتر از آب زیرزمینی بوده و در هر دو نوع منبع نیز کمتر از حد مجاز تعریف شده بود بر اساس نمودار ٤ میانگین میزان کلسیم در آب ایستگاه‌های ۵ و ۷ نسبت به سایر ایستگاه‌ها بیشتر بود. به طور کلی میزان کلسیم در منابع آب سطحی کمتر از آب زیرزمینی بود.

منیزیم

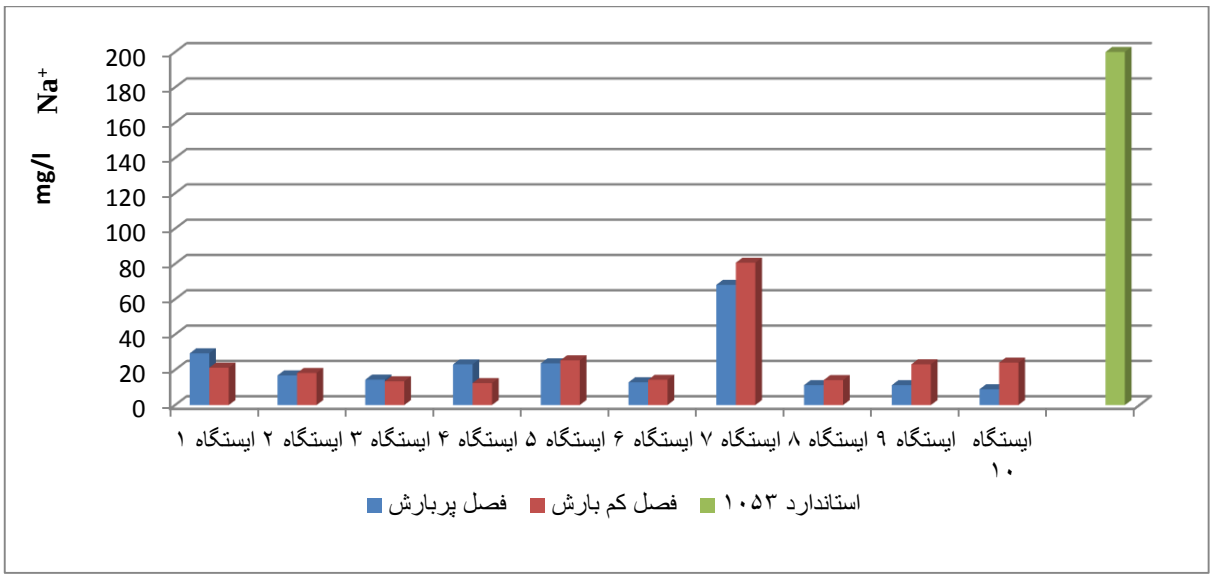
منیزیم برای ایستگاه‌های آب سطحی اندکی از حد قابل قبول برای آشامیدن بالا بوده و در محدوده قابل قبول و متوسط می‌باشد باتوجه به نمودار۵ میانگین میزان منیزیم در ایستگاه شماره ۷ آب سطحی بیشتر از سایر ایستگاه‌ها بود.و میزان منیزیم در فصل پربارش نسبت به فصل کم بارش بیشتر بوده است.

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-23]

[DOI: 10.52547/jehe.8.4.391]



نمودار ۵: مقادیر غلظت منیزیم اندازه گیری شده منابع آب سطحی و زیرزمینی حوزه سد لتیان (سه ساله)



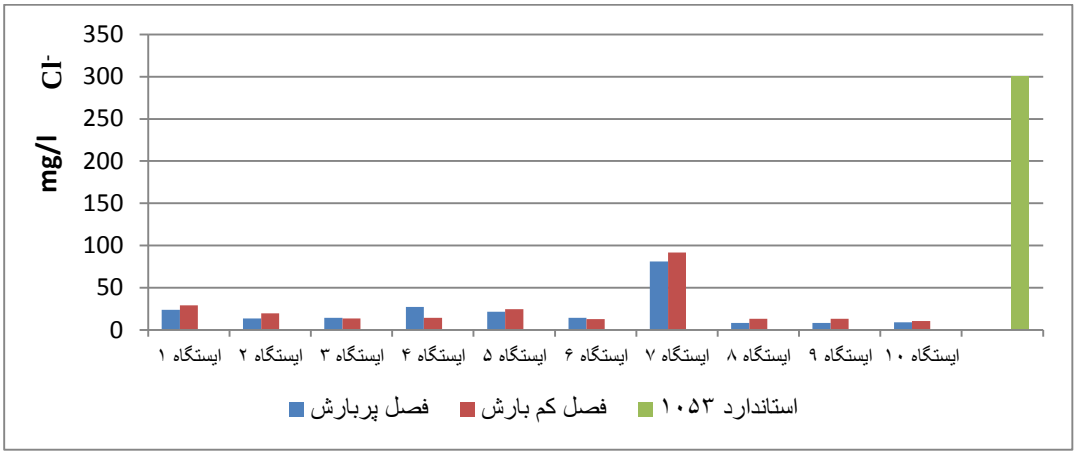
نمودار ۶: مقادیر غلظت سدیم اندازه گیری شده منابع آب سطحی و زیرزمینی حوزه سد لتیان (سه ساله)

سدیم و کلر

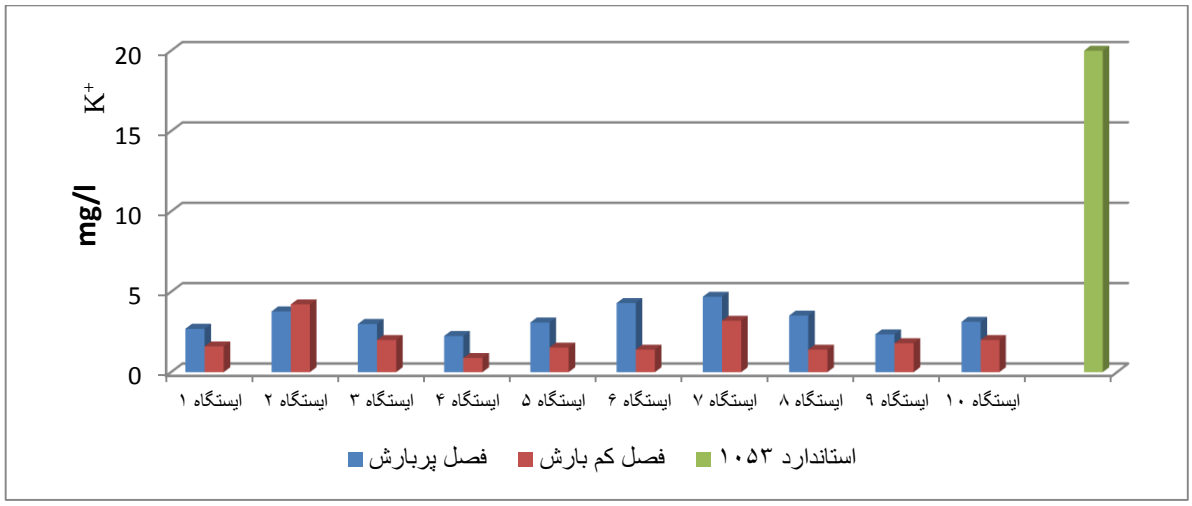
افزایش آنیون و کاتیون Na و Cl و افزایش مقادیر آن در محدوده ایستگاه‌های ۱ و ٦ نشان دهنده این موضوع است که یک منشا تغذیه کننده‌ای از املاح نمکی (NaCl) توانسته است هر چند به طور جزئی وارد سفره شود که به نظر، وجود لایه‌های سازند قرمز فوقانی مقادیر بالا دست، این اثر بخشی را ایجاد نموده است.براساس نمودار ٦ میانگین میزان سدیم در ایستگاه‌ها در فصل کم بارش بیشتر از فصل پر بارش بوده است. و میزان سدیم درایستگاه شماره ۷ آب سطحی بیشتر از سایر منابع بود. بر اساس نمودار ۷ میانگین یون کلر در ایستگاه ۷ بیشتر از سایر ایستگاه ها است.

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-23]

[DOI: 10.52547/jehe.8.4.391]



نمودار ۷: مقادیر غلظت کلر اندازه گیری شده منابع آب سطحی و زیرزمینی حوزه سد لتیان (سه ساله)



نمودار ۸: مقادیر غلظت پتاسیم اندازه گیری شده منابع آب سطحی و زیرزمینی حوزه سد لتیان (سه ساله)

پتاسیم

در خصوص افزایش پتاسیم می‌توان همسازی دو عامل مهم انسانی و آزاد شدن پتاسیم از کودهای پتاسی و مصرف و ورود آن از طریق آب‌شویی به سفره و همچنین آزاد شدن پتاسیم از هوازدگی سنگ‌های سبز توفی و ورود آن به درون سفره (عامل طبیعی) موثر دانست. میزان پتاسیم در ایستگاه ۲ بالاتر از سایر ایستگاه‌ها بود که این امر می‌تواند ناشی از وجود سازند حاوی توف‌های سبز باشد[۲۰]. نتایج نشان می‌دهد که میزان پتاسیم در فصول پربارش بیشتر فصول کم بارش است. هم در منابع آب سطحی و زیرزمینی (ایستگاه ۲و ۷) نیز میزان پتاسیم بالاتر از سایر ایستگاه‌ها بود. میانگین میزان پتاسیم از سال ۱۳۹۶ تا ۱۳۹۸ در نمودار ۸ نشان می‌دهد که میزان پتاسیم در فصول پربارش بیشتر از فصول کم بارش است. هم در منابع آب سطحی و زیرزمینی (ایستگاه ۲و ۷) نیز میزان پتاسیم بالاتر از سایر ایستگاه‌ها بود.

سولفات

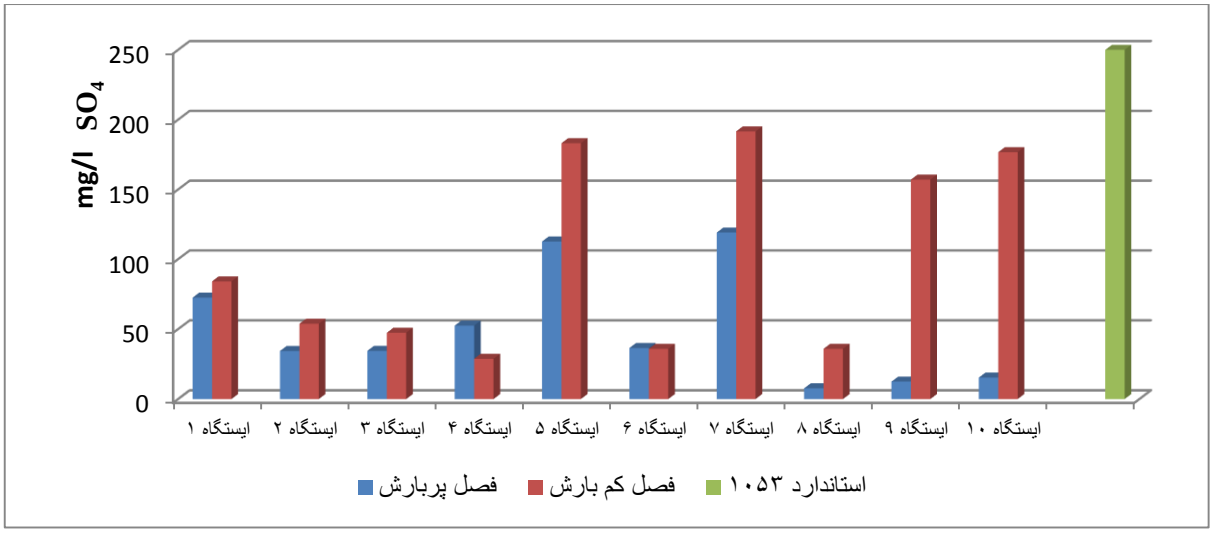
[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-23]

[DOI: 10.52547/jehe.8.4.391]

روند تغییرات آنیون‌هایی نظیر سولفات و کاتیون‌های Ca در محدوده‌ی ایستگاه ۵ در روستای کند علیا ناشی از سازندهای گچی نمکی با ترکیب کانی‌شناسی $CaSO_4$ و شرایط نفوذ آنیون و کاتیون‌های Ca و SO_4 در شرایط آب شویی در فصول پربارش از بخش سطحی چاه‌ها و همچنین علت امتزاج و آمیختگی سفره آب زیرزمینی با لایه‌های گچی نمکی این سازند و ورود این آنیون و کاتیون به درون سفره‌ها که در همین راستا افزایش کل جامدات محلول TDS و EC در محدوده کند علیا قابل توجه است[۲۱]. غلظت بالای کاتیون‌های کلسیم و منیزیم در آب زیر زمینی از حوزه‌های آبریز بازالتیک و آتشفشانی منشاء می‌گیرد[۸] نمودار۹ نشان می‌دهد میانگین سولفات در ایستگاه ۵ برای آب‌های زیرزمینی در فصل پربارش و هم کم بارش نسبت به سایر ایستگاه‌ها بیشتر بود. میزان سولفات در ایستگاه ۷ نیز نسبت به سایر ایستگاه‌های آب سطحی بیشتر بود.

نیترات

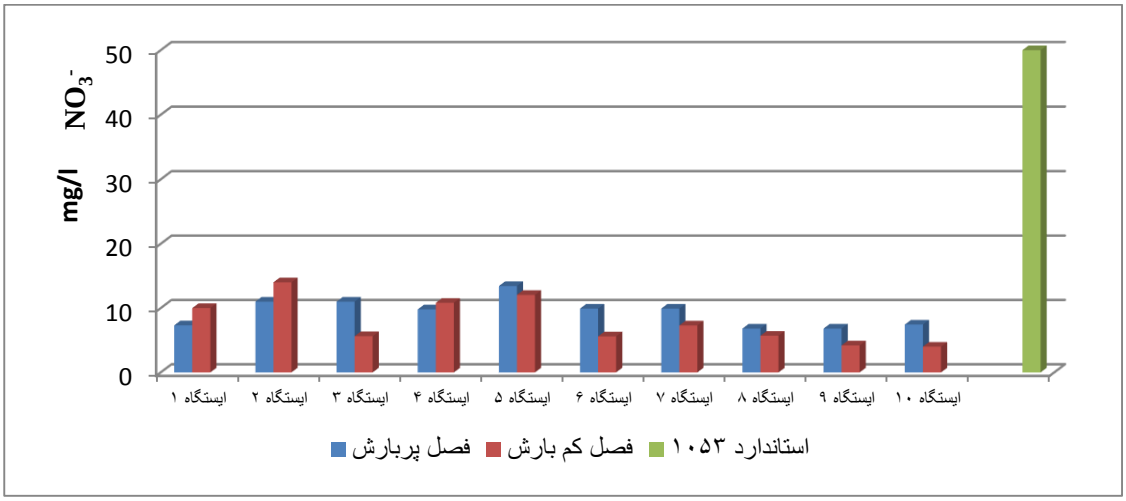
به علت استقرار ایستگاه شماره ۲ واقع در روستای انباج در فرودست روستا و موقعیت چاه در کنار اراضی باغی از یک سو و اثر بخشی فاضلاب‌های خانگی به عنوان عاملی برای افزایش مقادیر نیترات در انباج بوده است. اگر چه به دلیل انجام پروژه جمع‌آوری فاضلاب در روستای انباج می‌توان گفت، عامل نیترات حاصل از آزاد شدن ازت از کودهای ازته کشاورزی نسبت به عامل فاضلاب موثرتر بوده است. در روستای کند سفلی طبق نقشه کاربری اراضی به علت موقعیت چاه (ایستگاه ٤) بر روی اراضی باغی و اثربخشی رواناب‌های کشاورزی عامل افزایش کیفیت غلظت نیترات در آب این چاه بوده است براساس نمودار ۱۰میانگین نیترات در منابع آب سطحی و زیرزمینی در طی دوره سه ساله مطالعه کمتر از ۲۰ میلی گرم بر لیتر بوده است. همچنین میزان نیترات در فصول پربارش بیشتر بوده و همچنین در آب‌های سطحی نیز کمتر از آب‌های زیرزمینی بود. بر اساس نقشه پهنه‌بندی تغییرات نیترات میانگین نیترات در ایستگاه‌های ۲، ۵ و ۷ طی دوره مطالعه نسبتا به سایر ایستگاه‌ها بیشتر بوده است.



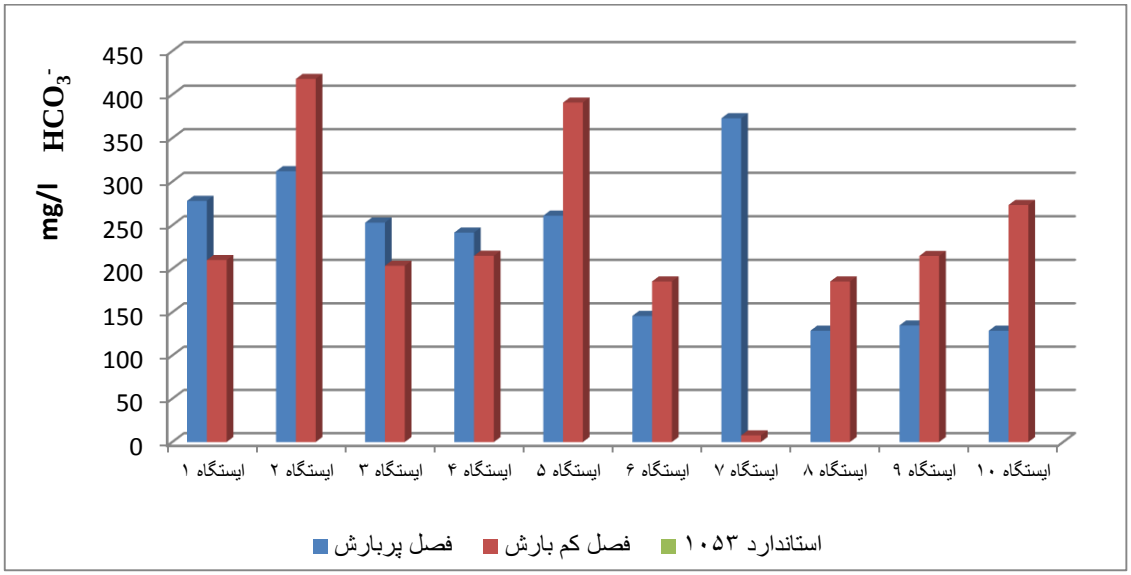
نمودار ۹: مقادیر غلظت سولفات اندازه گیری شده منابع آب سطحی و زیرزمینی حوزه سد لتیان (سه ساله)

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-23]

[DOI: 10.52547/jehe.8.4.391]



نمودار۱۰: مقادیر غلظت نیترات اندازه گیری شده منابع آب سطحی و زیرزمینی حوزه سد لتیان (سه ساله)



نمودار ۱۱: مقادیر غلظت بیکربنات اندازه گیری شده منابع آب سطحی و زیرزمینی حوزه سد لتیان (سه ساله)

بی کربنات

همانطور که در نمودار ۱۱ مشاهده می‌کنید میانگین بی‌کربنات در طی دوره سه ساله مطالعه در ایستگاه‌های ۲ و ۵ در آب‌های زیرزمینی و ایستگاه ۷ در آب سطحی نسبت به سایر چاه‌ها بیشتر بود. که می‌تواند ناشی از انحلال سازندهای گچی و کاهش سفره‌های آب زیرزمینی در فصل کم بارش بوده و به تبع آن افزایش بی‌کربنات را به همراه داشته است[۲۲].

بـه طور معمول غلظـت بی‌کربنات‌ها در آب‌های زیرزمینی در مقایسـه با آب‌های سطحی بیشتر است[۲۳] و میانگین بی‌کربنات عمدتا در فصل کم بارش بیشتر بوده است.

فلوئور

فلوئور به عنوان یکی از آنیون حاصل از فرسایش و هوازدگی سنگ‌های آذرین به ویژه سنگ‌های توف سبز (با خاستگاه

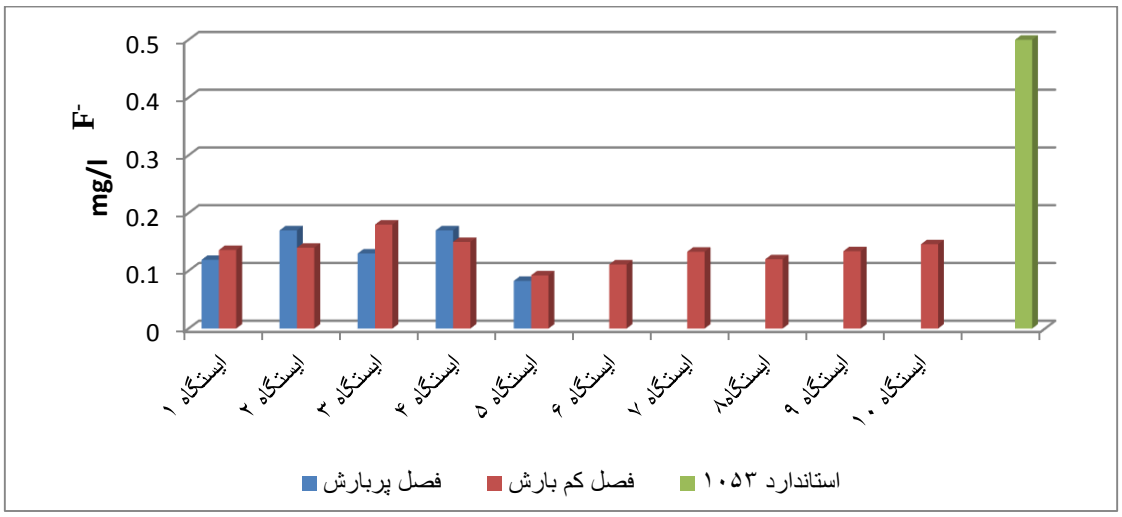
[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-23]

[DOI: 10.52547/jehe.8.4.391]

بازیک و اوترابازیک) شناخته شده است که در فصول پربارش با آب شویی‌های سطحی در محدوده ایستگاه ۸ می‌تواند وارد سفره آب زیرزمینی شود و در فصول کم بارش با کاهش دبی سفره در چاه‌های زربند (ایستگاه ۳) افزایش محسوسی را نشان داد. به طور کلی می‌توان گفت که در فصول پربارش نسبت به فصول کم بارش به علت همان شرایط آب شویی از غلظت بیشتری برخوردار بود. با توجه به موارد ذکر شده روستای انباج (ایستگاه ۲و ۷) از بیشترین مقادیر فلوئور در فصول پربارش به علت وجود سازندهای توف سبز در محدوده‌ی روستای انباج و شرایط هوازدگی در سنگ‌های توف سبز و آزاد شدن یون فلوئور و ورود آن به خاک‌های سطحی و در نهایت ورود آن به آب‌های زیرزمینی در اثر آب شویی عاملی برای افزایش مقادیر یون فلوئور در محدوده روستای انباج بود. همچنین میزان فلوئور در تمام ایستگاه‌های مورد بررسی کمتر از حد مجاز استاندارد ۱۰۵۳ بوده و تغییرات آن در محدوده مورد مطالعه اندک است[۲۴]. طبق نمودار۱۲ میانگین فلوئور در ایستگاه‌های ۲، ۳و ٤ نسبت به سایر ایستگاه‌های نمونه‌برداری آب زیرزمینی و در ایستگاه ۱۰ نسبت به سایر ایستگاه‌های آب سطحی بیشتر بود.

سختی کل

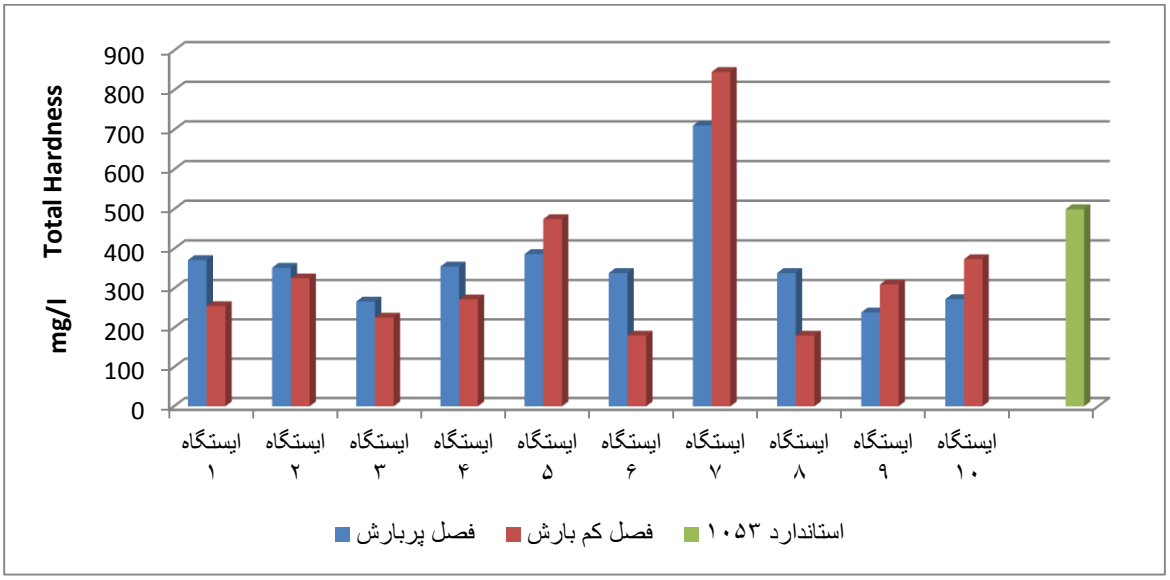
تغییرات سختی از تغییرات بی‌کربنات تبعیت کرده و در مناطق انباج و کند علیا به دلیل وجود سازندهای گچی از بالاترین میزان نسبت به سایر ایستگاه‌ها برخوردار بود. به طور کلی میزان سختی در بعضی ایستگاه‌ها از حد مجاز استاندارد تجاوز کرده اما میانگین سختی کل در ایستگاه ۷ از سایر ایستگاه‌ها و همچنین از استاندارد ۱۰۵۳ بیشتر بود. میانگین مقادیر سختی کل در این مطالعه (۳۵۳/۹۲۷) میلیگرم بر لیتر بر حسب کربنات کلسیم بوده است. آب‌های با سختی بالای ۲۰۰ میلیگرم بر لیتر می‌توانند باعث ایجاد تشکیل رسوب در شبکه توزیع شوند[۲۵]در نتیجه منابع آب مورد مطالعه بر اساس میزان سختی، جزء آب‌های با سختی بالا محسوب می‌شوند و البته احتمال خوردگی لوله‌های شبکه توزیع می‌تواند بالا رود. میانگین تغییرات سختی کل همانطور که در نمودار ۱۳ قابل مشاهده است در آب‌های زیرزمینی در ایستگاه ۵ و در آب‌های سطحی در ایستگاه ۷ از بالاترین میزان نسبت به سایر ایستگاه‌ها برخوردار بود.



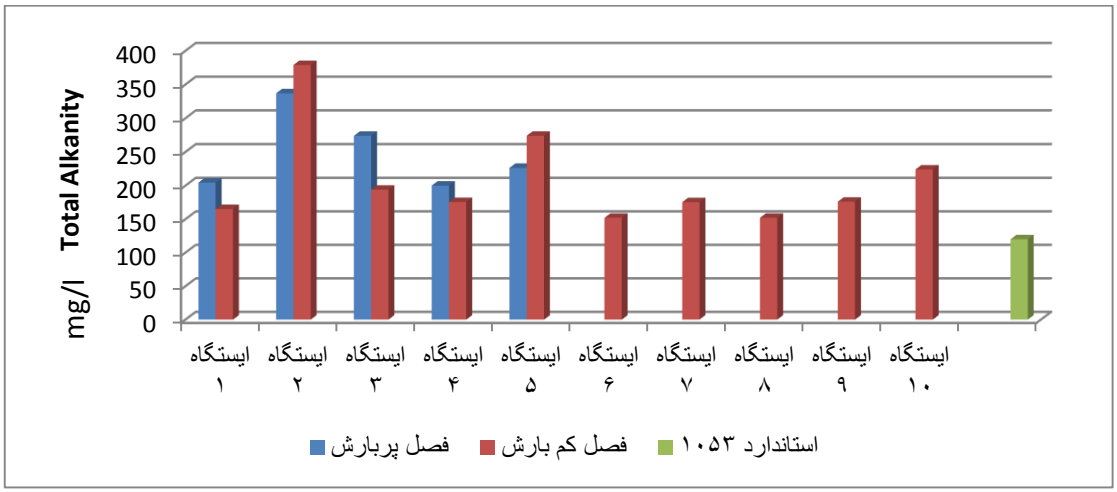
نمودار ۱۲: مقادیر غلظت فلوئور اندازه گیری شده منابع آب سطحی و زیرزمینی حوزه سد لتیان (سه ساله)

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-23]

[DOI: 10.52547/jehe.8.4.391]



نمودار ۱۳: مقادیر سختی کل اندازه گیری شده منابع آب سطحی و زیرزمینی حوزه سد لتیان (سه ساله)



نمودار ١٤: مقادیر قلیائیت کل اندازه گیری شده منابع آب سطحی و زیرزمینی حوزه سد لتیان (سه ساله)

قلیائیت

منشاء قلیائیت نیز مانند سختی آب معمولا ناشی از انحلال سنگ آهک می‌باشد. میانگین قلیائیت در منابع زیرزمینی و سطحی مناطق مورد بررسی از حد مجاز بیشتر می‌باشد. همچنین میانگین قلیائیت در منابع آبی مورد بررسی بالاتر از حد مجاز است. که این امر احتمالا به دلیل وجود سازندهای حاوی توف سبز با خاستگاه بازیک در این مناطق می‌باشد[۲۰].

همانطور که در نمودار١٤ می‌توان مشاهده کرد میانگین قلیائیت در منابع زیرزمینی (ایستگاه‌های ۱ تا ۵) بیشتر از آب سطحی بوده است.

کلیفرم مدفوعی

نتایج تعداد باکتری‌های گروه کلیفرم در مقایسه با استانداردهای بین المللی نشان دهنده آن است که اکثر ایستگاه‌های مورد بررسی در ایستگاه‌های آب سطحی (٦ تا

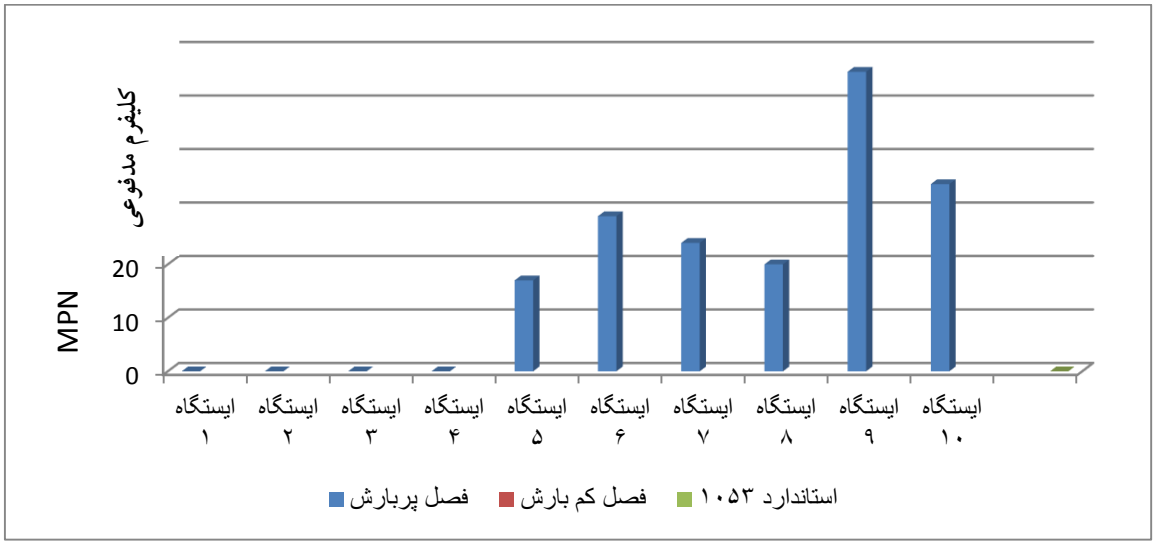
[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-23]

[DOI: 10.52547/jehe.8.4.391]

۱۰) از لحاظ کیفیت در سطح پایینی قرار دارند. و برای مصارف انسانی به صورت تصفیه نشده مناسب نمی‌باشند. همچنین تعداد کلیفرم‌ها در رودخانه‌ها در حد بحرانی بوده ولی با این وجود تراکم آن در همه منابع آب زیر زمینی در حد قابل قبول برای آشامیدن بوده است هرچند که با توجه به استفاده از سیستم‌های تصفیه و کلرزنی به هنگام انتقال آب رودخانه‌ها به شبکه آب‌رسانی سراسری، نگرانی برای بهداشت و سلامت در این زمینه نیز وجود نخواهد داشت. در خصوص افزایش میزان کلیفرم مدفوعی نیز می‌توان عامل انسانی را در نتیجه ورود فاضلاب‌های خانگی به عنوان مهمترین عامل در این رابطه دانست[۲۵]. نتایج نشان می‌دهد کلیفرم مدفوعی در منابع آب زیرزمینی در ایستگاه ۵ و در کلیه ایستگاه‌های منابع آب سطحی مشاهده شده است. مطابق نمودار ۱۵ کلیفرم مدفوعی تنها در فصل پربارش سال ۱۳۹۸ اندازه‌گیری شده است. نتایج نشان می‌دهد کلیفرم مدفوعی در منابع آب زیرزمینی در ایستگاه ۵ و در کلیه ایستگاه‌های منابع آب سطحی مشاهده شده است. نتایج نشان می‌دهد، محدوده ایستگاه‌های ۵، ۹ و ۱۰ یعنی منطقه کند علیا و کند سفلی آلوده تر از سایر ایستگاه‌ها بوده است.

شاخص‌های کیفیت آب

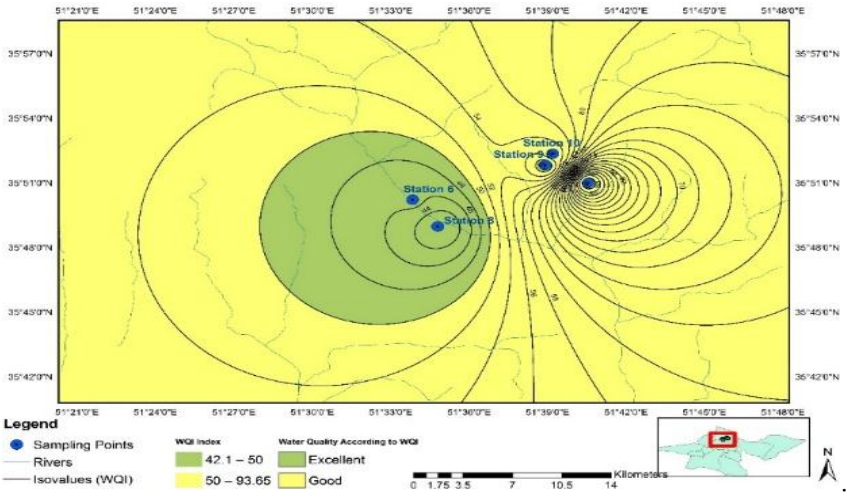
پهنه‌بندی کیفی منابع آب زیرزمینی به صورت سالانه و فصلی (فصل کم بارش و پربارش) طی سال‌های ۱۳۹۶–۱۳۹۸ با استفاده از شاخص GWQI انجام شد. بررسی‌ها براساس این شاخص نشان داد در سال ۱۳۹۶ مقدار شاخص به طور کلی بین ۱۳ تا ٤٧ متغیر بوده و کیفیت آب در اکثر مناطق خوب و تنها در محدوده ایستگاه‌های ۳، ٤و ۱ در طی سال‌های ۱۳۹۶ تا ۱۳۹۸ کیفیت خیلی خوبی داشته و در سایر مناطق از کیفیت خوب برخوردار بود. در طی سه سال مطالعه کیفیت آب زیرزمینی به طور میانگین در فصول پربارش تقریبا در تمام منطقه از کیفیت خوب برخوردار بوده اما در فصول کم بارش در محدوده ایستگاه‌های ۳ و ٤ از کیفیت خیلی خوبی برخوردار بود. همچنین به طور کلی کیفیت آب زیرزمینی در طی دوره مطالعه به طور میانگین خوب بود. همانطوری که در شکل‌های۲ و ۳ می‌بینید در بررسی سالانه آب‌های سطحی به صورت میانگین محدوده ایستگا های ٦ و ۸ از کیفیت عالی و سایر مناطق از کیفیت خوبی برخوردار بودند.



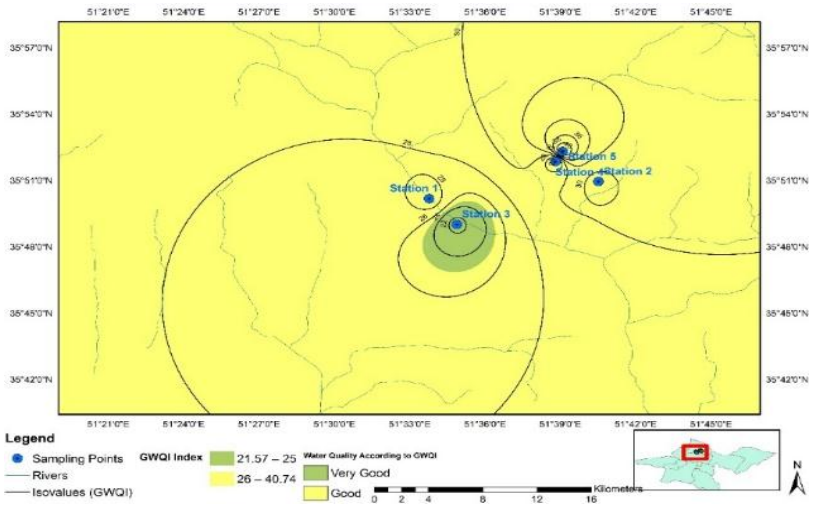
نمودار ۱۵: مقادیر کلیفرم مدفوعی اندازه گیری شده منابع آب سطحی و زیرزمینی حوزه سد لتیان

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-23]

[DOI: 10.52547/jehe.8.4.391]



شکل۲: پهنه بندی کیفی منابع آب زیرزمینی حوزه سد لتیان بر اساس شاخص **GWQI** (میانگین سه ساله)



شکل ۳: پهنه بندی کیفی منابع آب سطحی حوزه سد لتیان بر اساس شاخص **WQI** (میانگین سه ساله)

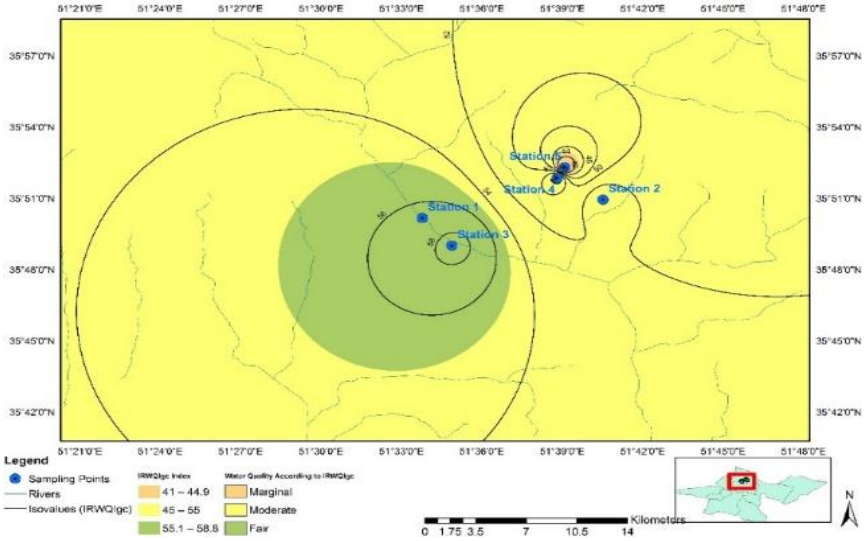
بررسی آب‌های سطحی و زیرزمینی با استفاده از شاخص‌های کیفی آب ایران نشان داد که منابع آب سطحی و زیرزمینی از کیفیت متوسط تا نسبتاً خوب برخوردار بوده و تنها در محدوده ایستگاه انباج (۲و۷) در سال ۱۳۹۸ از کیفیت نسبتا بد برخوردار بود. این امر بدلیل آن است که این رودخانه به صورت مسیل فصلی با دبی کم در جریان می‌باشد و ورود بار آلایندگی اراضی کشاورزی، باغی و رواناب‌های سطحی خانگی سبب شده که غلظت آلایندگی در آب مسیل افزایش و شاخص کیفی کاهش یابد. در بررسی سالانه منابع آب سطحی با استفاده از شاخص ایران مقدار شاخص بین ٤٥ تا ٦١ بوده و اکثر منطقه بجز محدوده ایستگاه ۷ از کیفیت نسبتا خوب برخوردار بود. در بررسی فصلی منابع آب زیرزمینی با استفاده از شاخص ایران مشخص گردید هم در فصل کم بارش و هم پربارش طی سال‌های ۱۳۹٦ تا ۱۳۹۸ بخش اعظم منطقه کیفیت آب نسبتا خوب بوده و در بخش‌های کوچکی از محدوده ایستگاه‌های ۱، ۲ و۳ کیفیت آب خوب ارزیابی

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-23]

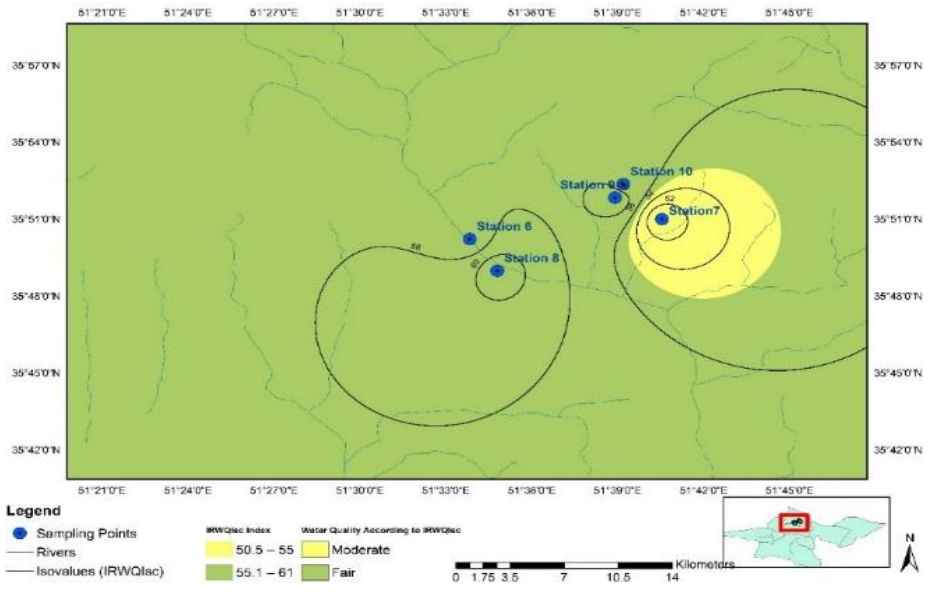
[DOI: 10.52547/jehe.8.4.391]

شد[۲۴،۲۰]. بررسی سالانه کیفیت منابع آب زیرزمینی با استفاده از شاخص ایران در سال ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ نشان داد بخش عمده منطقه از کیفیت نسبتا خوبی برخوردار بوده و تنها محدوده ایستگاه ۱ با کیفیت خوب ارزیابی شد. همچنین در سال ۱۳۹۸ کیفیت آب در اکثر ایستگاه‌ها بجز دو بخش کوچک در محدوده ایستگاه‌های ۷ و ۸ (که دارای کیفیت نسبتا خوب بودند) کیفیت آب در سایر مناطق متوسط ارزیابی شد. نتایج را در شکل‌های ٤ و ٥ مشاهده می‌کنید.

به منظور بررسی ارتباط بین متغیرهای فیزیکی و شیمیایی آب‌های سطحی و زیرزمینی منطقه مورد مطالعه نیز از همبستگی پیرسون استفاده شد. نتایج حاصل از تحلیل همبستگی پیرسون بین متغیرهای مذکور طی فصل‌های کم بارش و پربارش در طی سال‌های ۱۳۹۸ -۱۳۹٦ در جدول٤ ارائه شده است..



شکل٤: پهنه بندی کیفی منابع آب زیرزمینی حوزه سد لتیان بر اساس شاخص **IRWQIGC** (میانگین سه ساله)



[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-23]

[DOI: 10.52547/jehe.8.4.391]

شکل۵: پهنه بندی کیفی منابع آب سطحی حوزه سد لتیان بر اساس شاخص **IRWQISC** (میانگین سه ساله)

جدول ٤: رابطه بین کیفیت آب‌های سطحی و زیر زمینی حوزه آبریز سد لتیان با استفاده از شاخص های وزنی و کیفی آب ایران در فصل پربارش و کم بارش در طی سال های ۹۸-۹۶

	$IRWQI_{GC}$ زیرزمینی	$IRWQI_{SC}$ آب سطحی	WQI آب سطحی	GWQI آب زیرزمینی	کم آبی (WQI)	پر آبی (WQI)
$IRWQI_{GC}$ آب زیرزمینی	۱	۰/۰۸۳*	۰/۱۳*	۰/۸۷*	۰/٥٤*	۰/٤۸*
$IRWQI_{SC}$ آب سطحی	۰/۰۱٦	۱	۰/٦۸*	۰/۳٤	-۰/۳۱	-۰/۰۳٥
کم آبی (WQI)	۰/۳٤*	۰/۱٤*	-۰/۱٤*	۰/۲۸*	۱	-۰/۰۳۳
پر آبی (WQI)	۰/٤۸*	-۰/۰۳٥	-۰/۳۱	۰/۲۹*	-۰/۰۳۳	۱

بحث

براساس نتایج حاصل از همبستگی پیرسون داده‌های فصل پربارش در سال ۱۳۹۸، بین pH آب زیرزمینی با DO همبستگی قوی مثبت و با BOD_5 همبستگی منفی قوی وجود داشت. همچنین بین پارامترهای EC، TDS، سختی کل، سدیم، کلسیم، منیزیم، پتاسیم، کلراید، سولفات و بی کربنات آب زیرزمینی و DO آب سطحی همبستگی منفی قوی و با BOD_5 همبستگی مثبت قوی مشاهده شد[۲٤]. بین کلیفرم مدفوعی آب زیرزمینی و pH آب سطحی، نیترات آب زیرزمینی با منیزیم آب سطحی و پتاسیم آب زیرزمینی با سختی کل و سدیم آب سطحی همبستگی منفی قوی مشاهد شده و بین پتاسیم آب زیرزمینی و COD آب سطحی همبستگی مثبت قوی وجود داشت و از نظر آماری معنادار بود ($P<0.05$). و براساس نتایج حاصل از همبستگی پیرسون داده‌های پربارش در سال ۱۳۹۸، بین EC و سختی کل آب زیرزمینی با قلیائیت آب رودخانه، قلیائیت آب زیرزمینی با EC، سختی کل، سدیم، کلسیم، پتاسیم و منیزیم آب رودخانه، کلسیم آب زیرزمینی با قلیائیت آب منابع سطحی، پتاسیم آب زیرزمینی با سختی کل، سدیم، منیزیم، پتاسیم و کلراید آب رودخانه، سولفات آب زیرزمینی با کلراید آب رودخانه و بی‌کربنات آب زیرزمینی با EC و کلسیم آب سطحی همبستگی مثبت قوی وجود داشت یعنی با افزایش یا کاهش یکی از پارامترهای ذکر شده در پارامتر مقابل آن نیز تغییرات هم راستا بوده و کاهش یا افزایش یافته است. همچنین بین پتاسیم آب زیرزمینی با بی‌کربنات آب سطحی همبستگی منفی قوی مشاهده شد و ارتباط از نظر آماری معنادار بود ($P<0.05$)[۲٤]. به طور کلی همبستگی مثبت و قوی بین بعضی پارامترهای مربوط به آب چاه‌ها و آب رودخانه در محدوده مورد مطالعه تایید کننده موارد فوق است. زیرا همبستگی مثبت نشان‌دهنده افزایش یا کاهش یک پارامتر با افزایش یا کاهش پارامتر دیگر است. براساس نتایج حاصل از این مطالعه کیفیت آب‌های سطحی در مقایسه با کیفیت آب‌های زیرزمینی وضعیت نامطلوب‌تری دارد . این شرایط برای محاسبه شاخص کیفی آب ایران (IRWQISC) در مورد میانگین کیفیت آب‌های سطحی وضعیت نامطلوب‌تری را نشان می‌دهد. براساس نتایج حاصل رابطه معنی داری بین IRWQIGC آب زیرزمینی GWQI آب زیرزمینی ($r = 0.87$)، بین IRWQISC آب سطحی WQI آب سطحی ($r=0.68$) وجود دارد اما بین کیفیت آب‌های زیزمینی و آب‌های سطحی منطقه رابطه معناداری وجود نداشته است.

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-23]

[DOI: 10.52547/jehe.8.4.391]

همچنین برای آزمون برابری واریانس‌ها SPSS از آزمون لوین (Levene) استفاده می‌کنیم. نتایج نشان می‌دهد با توجه به اینکه سطح معنی‌داری در اکثریت شاخص‌ها بزرگتر از ۵ درصد می‌باشد بنابراین می‌توان گفت که تفاوت معناداری میان واریانس‌های گروه‌ها وجود ندارد.

با توجه به اینکه سطح معنی‌داری آزمون برای شاخص‌های (PH، TDS EC، سختی کل، سدیم، منیزیم ،پتاسیم ،کلراید، نیتروژن، بی کربنات) بزرگتر از ۵ درصد می‌باشد. بنابراین تفاوت معنی‌داری در زمان کم‌بارش و پربارش در ایستگاه‌های نمونه‌برداری وجود ندارد اما برای شاخص‌های سولفات و سختی کل به دلیل اینکه سطح معنی‌داری آزمون کوچکتر از ۵ درصد بوده بین شاخص‌ها تفاوت معنی‌داری وجود داشته و به عنوان مثال با مراجعه به میانگین‌های حاصل می‌توان گفت که میزان شاخص سولفات در فصول کم‌بارش بیشتر از پربارش می‌باشد.

نتیجه گیری

با توجه به نتایج حاصل از روش‌های مختلف بررسی می‌توان گفت منابع آب سطحی و زیرزمینی محدوده مورد مطالعه از کیفیت مناسبی برخوردار بوده اگرچه منابع آلوده کننده مانند رواناب‌های کشاورزی و فاضلاب‌های خانگی بر روی پارامترهای کیفی آب تاثیرگذار بودند که می‌توان با استفاده از روش‌های حفاظت از منابع آب در برابر نفوذ رواناب‌های کشاورزی، جمع آوری و تصفیه فاضلاب‌ها تاثیر آن‌ها را به حداقل رساند. همچنین پیشنهاد می‌گردد علاوه بر محدود کردن استفاده از کودهای شیمیایی و آفت‌کش ها، از ایجاد واحدهای صنعتی مولد آلودگی در مناطق دارای کیفیت بد جلوگیری شود. یکی دیگر از عوامل تاثیر گذار بر کیفیت آب منطقه، وجود سازندهای بالا دست بود که با استفاده از روش‌های حفاظت خاک و منابع طبیعی می‌توان تاثیر آن ها را نیز کاهش داد.

تقدیر و تشکر

پژوهش حاضر حاصل طرح تحقیقاتی پایان نامه کارشناسی ارشد با عنوان"ارزیابی کیفیت آب‌های سطحی و زیرزمینی حوزه آبریز سد لتیان با استفاده از شاخص کیفیت آب"به کد ۳۳۲۳ و شناسه اخلاق IR.ABZUMS.REC.1398.130 بوده و نویسندگان مقاله تشکر خود را از دانشگاه علوم پزشکی البرز می‌نماید.

Refrences

1. Heshmati SS,Beigi Herchegani H. A GIS-Based Assessment of Drinking Quality of Shahrekord Groundwater Using an Index. Water and Soil Science (Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources). 2014; 18(69): 179-190. [Persian]
2. Sayad H, Mohammadzadeh H, Velayati. Evaluation of Groundwater Quality of Daregaz Aquifer in Terms of Drinking Using Schuler Diagram and GQI Index. 30th Earth Science Conference . Tehran. 2012. [Persian]
3. Haghnadri F, Mirzaei R, Afzali A, Environmental Vulnerability Assessment of Lorestan Province Using Multi Criteria Decision Analysis. Geography and Sustainability of Environment. 2018; 25(7): 19-34. [Persian]
4. Khalaji M, Hasheminejad H, Motaghi E. Asadola S, Waret Quality Assessment of the Zayandehroud Lake Using WQI Index. Iranian Scientific Fisheries Journal. 2016; 25(5): 51-64. [Persian]
5. Hosseini P, Ildromi AR, Hosseini AR, Evaluation of Water Quality of Karun River Using NSFWQI Index in Zargan to Kot Amir Range (During 5 Years). Human & Environment. 2013; 11(2): 1-11. [Persian]
6. Firoozi A, Rezaei H, Mohammadi Aghdam K, Evaluation of Groundwater Resources Quality

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-23]

[DOI: 10.52547/jehe.8.4.391]

Indicators in Urnia Plain Based on IRWQI$_{GC}$ Iran Water Resources Quality Index and its Zoning. 16th Iranian Hydraulic Conference. 2018. [Persian]>>

7. Amiri F, Tabatabaie T, Valipour S, Appraisal and Spatial Analysis of Groundwater Quality Near the Landfill Site Using the Iran Water Quality Index: (Case Study: Qaemshahr). Journal of Hydrology and Soil Science. 2018; 22(1): 211-226. [Persian]

8. Taloor AK, Pir RA, Adimalla N, Ali S, Manhas DS, Roy S, et al., Spring water quality and discharge assessment in the Basantar watershed of Jammu Himalaya using geographic information system (GIS) and water quality Index (WQI). Groundwater for Sustainable Development. 2020; 100364.

9. H Jha MK, Shekhar A, Jenifer MA. Assessing groundwater quality for drinking water supply using hybrid fuzzy-GIS-based water quality index. Water Research. 2020;115867

10. Honarbakhsh A, Tahmoures M, Tashayo B, Mousazadeh M, Ingram B, Ostovari Y, GIS-based assessment of groundwater quality for drinking purpose in northern part of Fars province, Marvdasht. Journal of Water Supply: Research and Technology-Aqua. 2019;68(3):187-96.

11. Torabipoudeh H, Yonesi H, Haghizadeh A, Arshia A, Assessment of Groundwater Quality Changes and Evaluation of IRWQIGC in Lenjanat-Najafabad Aquifers Area. Desert Ecosystem Engineering Journal. 2020; 25(8): 53-66. [Persian]

12. Hosseini H, Shakeri A, Rezaei M, Dashti Barmaki M, Shahraki M, Application of water quality index (WQI) and hydro-geochemistry for surface water quality assessment, Chahnimeh reservoirs in the Sistan and Baluchestan Province. Iranian Journal of Health and Environment. 2019; 11(4): 575-585. [Persian]

13. Solangi GS, Siyal AA, Babar MM, Siyal P. Evaluation of drinking water quality using the water quality index (WQI), the synthetic pollution index (SPI) and geospatial tools in Thatta district, Pakistan. Desalination and Water Treatment. 2019;160: 202-13.

14. Sabino H, Menezes J, de Lima LA. Indexing the Groundwater Quality Index for human consumption (GWQI. Environmental Earth Sciences. 2020;79:167.

15. Miri M, Water Quality Assessment Cahnimeh reservoirs in Sistan basis via NSFWQI, IRWQI$_{SC}$ and Liou indexes. Journal of Wetland Ecobiology. 2018; 9(4): 87-100. [Persian]

16. Zarghami K, Valiollahi J, Sayedi M. A Survey on GWQI Index Zoning and Effective Factors on Hydro-Chemistry of Drinking Water in Lavasan Village by GIS System. 2020. [Persian]

17. Karami F. Study of Groundwater Change in Sarab Plain Usig GIS Qualities Maps. Journal of Geography and Planing. 2011; 16(38): 11-22. [Persian]

18. Ayenew, T., GebreEgziabher, M., Kebede, S., Mamo, S., 2013. Integrated assessment of hydrogeology and water quality for groundwater-based irrigation development in the Raya Valley, northern Ethiopia. Water Int. 38 (4), 480–492.

19. Kumar VS, Amarender B, Dhakate R, Sankaran S, Kumar KR (2016) Assessment of groundwater quality for drinking and irrigation use in shallow hard rock aquifer of Pudunagaram, Palakkad District Kerala. Appl Water Sci 6(2):149–167.

20. Aly AA, Al-Omran AM, Alharby MM. 2015. The water quality index and hydrochemical characterization of groundwater resources in Hafar Albatin, Saudi Arabia. Arab J of Geosci. 8(6):4177–4190

21. Zainali S, Babai F, Arjmandi R. Investigating the role of environmental management considerations on the sustainability and feasibility of drinking water supply in the villages of Lavasanat region.2017.

22. Burton, G.A., Jr., and Pitt, R.E., 2002. Storm effects handbook: A toolbox for watershed managers, scientists, and engineers. Lewis Publishers, Boca Raton, FL

23. Anderson, K.A., 2000. Drinking water & Recreational water quality: Microbiological Criteria

24. Ramesh K, Elango L. Groundwater quality assessment in Tondiar basin. Indian J Environm Prot 2006; 26(6): 497.

25. Krishan G, Singh S, Kumar C, Garg P, Suman G. Assessment of Groundwater Quality for Drinking Purpose by Using Water Quality Index (WQI) in Muzaffarnagar and Shamli Districts, Uttar Pradesh, India. Hydrol Current Res 2016; 7(227): 1-4.

26. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.2012.

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-23]

[DOI: 10.52547/jehe.8.4.391]

Journal of Environmental Health Engineering, August;2020; Vol. 8, No4: 391-411

Assessment of surface and groundwater quality of Latian dam catchment using water quality index

Zynab Rostambiek[1]*, Hatam Godini[1], Mohammad Noorisepehr [1], Mojtaba Sayadi[2]

[1]Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Alborz University of Medical Sciences, Karaj, Iran
[2]Master of Water Resources, Tehran Water And Sewerage Company, Tehran, Iran

Received: 20 June 2021; Accepted: 16 August 2021

ABSTRACT

Background and Purpose :Surface and groundwater are important vital resources around the world. This study examines the quality of surface and groundwater resources in the catchment area of Latian Dam during the years 1396 to 1398 using GIS tools and water quality indices.

materials and ways : In order to evaluate the quality of water resources, samples were taken from 10 selected stations in two rainy and low rainfall seasons during three years and the physical, chemical and microbial parameters of the samples were evaluated. Then, using water quality indicators and hydrogeochemical characteristics, the quality of water resources was determined and the zoning map of the indicators was prepared using ArcGIS software. The resulting hydrogeochemical data were also interpreted using Piper, Schuler, Wilcox graphical diagrams and statistical analysis.

Findings and Conclusions : The results show that on average, during the rainy seasons, the whole region had good quality (30.644). For surface water stations, 3 stations in high rainfall season were of excellent quality (44.243), 2 stations in low rainy season were of excellent quality (40.145) and other stations were of good quality (69.92). According to the piper diagram, the samples are in two states Ca-Mg-SO4-Cl and Ca-Mg-HCO3 and the results of the study of cation and anion combination are mainly Ca-Mg-HCO3. Correlation coefficient between the main variables, there was a significant relationship between IRWQIGC groundwater and its GWQI (r = 0.87) and between IRWQISC surface water and its WQI (r = 0.68) but there is no significant relationship between groundwater and surface water quality. The average groundwater quality during the study period was good (29.143).

Keywords: Water Quality Index, Groundwater Quality Index, Piper 3D Diagram, Latian Dam Watershed, ArcGIS

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-23]

[DOI: 10.52547/jehe.8.4.391]