بررسی وضعیت کیفیت آب دشت ساری-نکا

فاطمه سیما[1]، رامین فضل‌اولی*[2]

۱- دانشجوی کارشناسی‌ارشد هواشناسی کشاورزی، گروه مهندسی آب، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.

۲- دانشیار گروه مهندسی آب، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.

⋮

***نویسنده مسئول:** **r.fazloula@sanru.ac.ir** **raminfazl@yahoo.com**

خلاصه

آب‌های سطحی به ویژه رودخانه‌ها از مهم‌ترین منابع تأمین آب، جهت مصارف شرب و کشاورزی می‌باشند. در این تحقیق کیفیت آب دشت ساری- نکا شامل خصوصیات فیزیکی، شیمیایی مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. برای این منظور در طی سال‌های مختلف (۱۳۹۹-۱۳۸۸) عمل نمونه‌برداری و اندازه‌گیری فاکتورهای مختلف آب طبق روش استاندارد صورت گرفت. نتایج نشان داد که در سال ۱۳۹۹ میانگین هدایت الکتریکی یک میکرو موس بر سانتی‌متر، میانگین TDS معادل ۶۴۳/۸۱میلی‌گرم بر لیتر، میانگین pH کل ۷/۰۱، میانگین سختی کل (TH) ۳۴۴/۱ میلی‌گرم بر لیتر، میانگین کلسیم معادل ۲۱۰/۸ میلی‌گرم بر لیتر، میانگین منیزیم ۴۱/۹ میلی‌گرم بر لیتر، میانگین کلر ۹۴/۵، میانگین سولفات ۱۰۹/۸ میلی‌گرم بر لیتر و میانگین SAR ۱/۶۱ میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد.

کلمات کلیدی: پارامترهای شیمیایی، دشت ساری-نکا، کیفیت آب.

مقدمه

آب برای حفظ و بقای حیات ضروری است. آب‌های زیرزمینی در سطح جهان همیشه یکی از مطمئن‌ترین منابع تأمین‌کننده آب مورد نیاز بشر بوده است. این منابع به دلیل اینکه دارای ثبات نسبتاً مناسبی در کمیت و کیفیت خود هستند، همیشه مورد توجه بوده‌اند. همچنین منابع به‌عنوان یکی از منابع طبیعی با ارزش و مهم آبی جهان است که به‌طور گسترده برای اهداف کشاورزی، خانگی و فعالیت‌های صنعتی استفاده می‌شود. با توجه به کاهش سطح آب زیرزمینی، خشک شدن تالاب‌ها و افزایش نفوذ آب دریا که نشان دهنده‌ی کاهش کیفیت آب است، پایداری در استفاده از منابع آب زیرزمینی و بحث تأمین آب در سراسر جهان مورد توجه قرار گرفته است.

روند رو به افزایش جمعیت شهری و ضرورت ارائه خدمات به‌ویژه تأمین آب شرب نیاز به این مایع حیاتی را روزبه‌روز بیشتر کرده است. به وجود آمدن صنایع مادر و کارخانه‌های بزرگ در حاشیه شهرها مشکل آب‌رسانی را بیشتر می‌کند. مصرف بی‌رویه سم و کود توسط کشاورزان و تأثیر زیان‌بار مواد شیمیایی بر سفره‌ها، از عواملی است که کیفیت آب را تحت تأثیر قرار می‌دهد. تأمین آب شرب از طریق آب‌های سطحی با توجه به محدودیت این منبع و مشکلات ذخیره و انتقال آن، هزینه هنگفتی به دنبال دارد از این رو استفاده از پتانسیل‌های آب زیرزمینی جهت تأمین نیازهای آبی لازم به نظر می‌رسد.

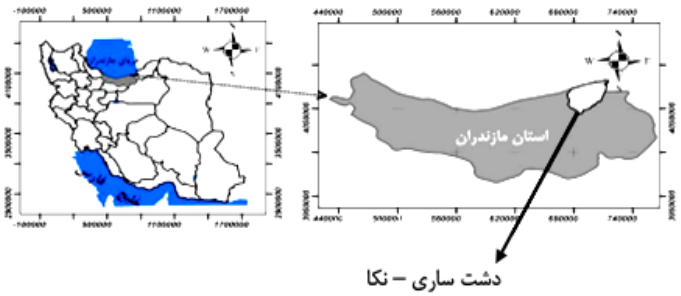
برداشت بی‌رویه و مدیریت ضعیف منجر به مشکلات تخلیه شدید آب زیرزمینی کیفیت آن می‌شود. کاهش پیوسته سطح آب زیرزمینی در نتیجه بهره‌برداری بیش‌ازاندازه یا کاهش تغذیه در بسیاری از مناطق دنیا موجب کاهش ذخایر آب زیرزمینی در مقیاس بزرگ شده است. بی‌توجهی به نحوه بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی و برداشت‌های بیش از حد مجاز نه‌تنها ذخایر این منابع آبی را به مخاطره انداخته است، بلکه کیفیت آب‌های مصرفی را نیز تنزل داده است.

در این مقاله وضعیت کیفی آبخوان زیرزمینی محدوده دشت ساری-نکا بر اساس آمار هواشناسی، آب‌های سطحی و زیرزمینی مورد بررسی قرار گرفته است.

مشخصات و موقعیت محدوده مورد مطالعه

دشت ساری-نکا در محدوده جغرافیایی "۱۴ '۳۷ °۵۲ تا "۱۵ '۰۹ °۵۴ طول شرقی و "۲۸ '۵۱ °۳۵ تا "۰۳ '۱۱ °۳۷ عرض شمالی قرار گرفته و مساحت آن ۹۵۱ کیلومترمربع و محیط آن ۱۵۶ کیلومترمربع می‌باشد.

این محدوده از شمال به دریای مازندران، از جنوب به ارتفاعات البرز، از شرق به حوضه آبخیز شورش رستمکلا و از غرب به حد شرقی حوزه آبخیز رودخانه سیاهرود منتهی می‌شود. دشت ساری-نکا از مهم‌ترین و بزرگترین آبخوان‌های استان مازندران بوده که بخش زیادی از آب مصرفی آن در بخش‌های کشاورزی، شرب، صنعت استفاده می‌شود. مهم‌ترین ورودی و منابع تغذیه این آبخوان بارندگی سالانه و جریان رودخانه‌هایی است که از دشت عبور کرده و به دریای مازندران می‌ریزد. کشاورزی در این دشت از جمله مهم‌ترین فعالیت‌ها بوده که شامل مزارع برنج و باغات می‌باشد. مهم‌ترین رودخانه‌های جاری در این دشت عبارتند از: تجن و نکارود



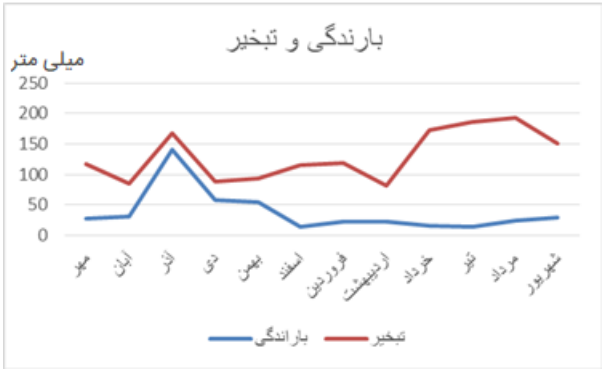
شکل ۱- موقعیت جغرافیایی دشت ساری-نکا در استان و کشور

هواشناسی

محدوده مورد مطالعه در این تحقیق در ناحیه معتدل و مرطوب قرار گرفته است (جباری و همکاران، ۱۳۸۸). همچنین به منظور مطالعه وضعیت بارندگی محدوده از آمار ایستگاه محوطه اداره ساری استفاده شده است.

جدول۱- مقادیر بارندگی و تبخیر و تعرق دشت ساری- نکا ۱۴۰۰-۱۳۹۹

ماه	بارندگی (میلیمتر)	تبخیر (میلیمتر)
مهر	۲۷/۶	۸۹/۱
آبان	۳۱/۷	۵۲/۸
آذر	۱۴۱/۶	۲۷/۰
دی	۵۸/۴	۲۹/۸
بهمن	۵۵/۴	۳۸/۸
اسفند	۱۴/۸	۱۰۰/۶
فروردین	۲۳/۵	۹۵/۰
اردیبهشت	۲۲/۱	۵۹/۵
خرداد	۱۶/۲	۱۵۶/۱
تیر	۱۴/۹	۱۷۱/۴
مرداد	۲۴/۰	۱۶۹/۶
شهریور	۳۰/۳	۱۲۰/۷
جمع	۴۶۰/۵	۱۱۱۰/۴



شکل۲- نمودار بارندگی و تبخیر دشت ساری-نکا ۱۴۰۰-۱۳۹۹

زمین‌شناسی

جنس غالب رسوبات اطراف رودخانه‌های تجن و نکا از آبرفت‌هایی می‌باشد که در مخروطه‌افکنه‌ها به تناسب دوری و نزدیکی به دریا تشکیل شده‌اند. این رسوبات مخصوصاً در مخروطه‌افکنه تجن و نکا با ضخامت زیاد و تخلل بالا نقش مهمی در تغذیه و ذخیره سفره آب زیرزمینی داشته و اکثر چاه‌های حفر شده در این منطقه آبدهی مناسبی دارند. میزان نفوذپذیری آبخوان از ۳ تا ۱۲ متر در روز متغیر است.

بررسی چاه‌ها

این منطقه دارای تعدادی چاه (عمیق و نیمه عمیق و آرتزین) و چشمه می‌باشد.

جدول ۲- وضعیت چاه‌های محدوده

نام محدوده مطالعاتی	چاه عمیق	چاه نیمه عمیق	چاه آرتزین	چشمه	قنات
	تعداد	تعداد	تعداد	تعداد	تعداد
دشت ساری - نکا	۲۴	۱۱۵	۲	۲۰۳	۱۲

آزمایش‌های پمپاژ

پریسا جباری و همکاران (۱۳۸۸) آزمایش‌های پمپاژ در تعداد ۱۴حلقه چاه که در سطح دشت پراکنده شده انجام گرفت و ضریب ذخیره متوسط برای کل منطقه معادل ۳/۴ به دست آمده و ضریب انتقال آبخوان از ۵۰۰ مترمربع در روز تا ۱۱۰۰ مترمربع در روز متغیر است.

مواد و روش ها

وضعیت کیفی آب زیرزمینی

بررسی نتایج آنالیز شیمیایی نمونه‌های برداشت سده آب زیرزمینی منطقه نشان می‌دهد میزان هدایت الکتریکی بین ۹۳ الی ۷۹۸۰ میکرو موس بر سانتی‌متر و میزان کلر بین ۰/۱ الی ۵۷/۷ میلی اکی والان بر لیتر متغیر است.

میزان So_4 بین ۰/۱ الی ۳۳/۲ میلی اکی والان بر لیتر می‌باشد.

میزان HCO_3 بین ۰/۴ الی ۳۲/۲ میلی اکی والان بر لیتر می‌باشد.

میزان pH بین ۶/۱ الی ۱۰/۶ میلی اکی والان بر لیتر می‌باشد.

میزان Na% بین ۲/۲۸ الی ۹۱/۷۶۲ میلی اکی والان بر لیتر می‌باشد.

میزان k بین ۰/۱ الی ۰/۱۷ میلی اکی والان بر لیتر می‌باشد.

میزان Mg بین ۰/۱ الی ۴۲/۲ میلی اکی والان بر لیتر می‌باشد.

میزان Ca بین ۰/۱ الی ۲۹/۷ میلی اکی والان بر لیتر می‌باشد.

میزان Na بین ۰/۱ الی ۵۷/۶ میلی اکی والان بر لیتر می‌باشد.

کیفیت آب از نظر شرب

آب آشامیدنی باید فاقد رنگ، بو و طعم بوده و به لحاظ عناصر و مواد شیمیایی موجود در آن در محدوده مجاز که توسط سازمان‌های بهداشتی تعیین است باشد.

pH: آب آشامیدنی ازنظر اسیدیته نباید از ۶/۵ کمتر و از ۹/۲ بیشتر باشد، ۷ تا ۸/۵ برای آب شرب مطلوب است.

Mg: در اکثر آب‌ها وجود دارد. وجود آن در آب باعث افزایش نفوذ آب در خاک می‌شود. مقدار زیاد آن در آب برای شرب و صنعت مناسب نیست.

مقدار منیزیم برای شرب باید حداکثر ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر است.

Cl: آنیونی که در تمام آب‌های طبیعی یافت می‌شود. در صورت غلظت بالا برای رشد گیاه، سمی می‌باشد.
مقدار آن حداکثر مقدار مطلوب آن ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و حداکثر مقدار مجاز آن ۶۰۰ میلی‌گرم بر لیتر است.
So_4: سولفات در تمام آب‌های طبیعی به مقدار فراوان وجود دارد. سولفات‌های سدیم، منیزیم، پتاسیم به آسانی در آب محلولند اما سولفات کلیسم قابلیت حل محلولی دارد.
مقدار سولفات حداکثر مقدار مطلوب آن ۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر و حداکثر مقدار مجاز آن ۴۰۰ میلی‌گرم بر لیتر است.

کیفیت آب ازنظر کشاورزی

جدول ۳- طبقه‌بندی کیفی آب برای مصارف کشاورزی

عامل	گروه ۱ خوب	گروه ۲ متوسط	گروه ۳ بد
$EC*10^5$	<۷۵	۳۰۰-۷۵	> ۳۰۰
درصد سدیم	<۶۰	۷۰-۶۰	> ۷۰
غلظت بر (ppm)	<۰/۵	۲-۰/۵	> ۲
غلظت کلر (meq/l)	<۲	۷-۲	> ۷

جدول ۴- مقادیر نمونه آب آزمایش شده منطقه ساری- نکا

sal سال	Na% درصد سدیم (درصد)	Cl کلر (میلی‌گرم بر لیتر)	EC شوری آب (میکروموس برسانتی‌متر)
۱۳۹۹	۲۳/۶۱۵	۲/۶۶۳۳	۱۰۰۶/۰

جدول ۵- طبقه‌بندی پارامترهای کیفی براساس معیارهای ارائه شده در جدول ۴

سال	Na%	Cl	EC
۱۳۹۹	خوب	متوسط	متوسط

EC: شوری از معیارهای مهم کیفیت آب برای مصرف کشاورزی و شرب است. شوری آب برحسب هدایت الکتریکی محاسبه می‌گردد. واحد آن معمولاً میلی موس بر سانتیمتر است (هر میکروموس بر سانتیمتر حدوداً ۶۴۰ میلی‌گرم نمک در لیتر است) منظور از شوری کلیه نمک‌های محلول در آب است، که باعث افزایش فشار اسمزی می‌شود.
Na: سدیم با یکی از معیارهای نسبت جذبی سدیم (SAR) یا درصد سدیم محلول (SSP) یا درصد سدیم قابل‌تبادل (ESP) سنجیده می‌شود.

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{\frac{(Ca+Mg)}{2}}} \quad (1)$$

$$SSP = \frac{Na}{Ca+Mg+Na} * 100 \quad (2)$$

آب‌ها ازنظر سدیم محلول در ۵ گروه زیر قرار می‌گیرند:

جدول ۶- طبقه‌بندی سدیم محلول در آب

عالی ۲۰ > SSP
خوب ۲۰ < SSP < ۴۰
قابل‌قبول ۴۰ < SSP < ۶۰
مشکوک ۶۰ < SSP < ۸۰
عالی ۸۰ < SSP

Ca: کلسیم تقریباً در تمام آب‌های طبیعی وجود داشته و خاک‌ها نیز ازنظر کلسیم اشباع می‌باشند. وجود کلسیم در آب باعث افزایش نفوذ آب به داخل خاک می‌شود. ازنظر آبیاری هرچه مقدار کلسیم محلول آب بیشتر باشد آن آب مطلوب‌تر است، اما وجود کلسیم در آب باعث سختی آن می‌شود که استفاده از آن برای شرب و صنعت محدود است. معمولاً در آزمایشگاه مقدار کلسیم و منیزیم باهم گزارش می‌شود.

حداکثر مطلوب آن ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر است.

TDS: به مقدار کل املاح محلول در آب اطلاق می‌شود که معمولاً برحسب میلی‌گرم بر لیتر توصیف می‌شود.

مقدار سختی کل املاح موجود در آب حداکثر مقدار مطلوب آن ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و حداکثر مقدار مجاز آن ۲۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر است.

TH : سختی کل یکی از معیارهای کیفی آب شرب می‌باشد. حداکثر مجاز آن ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر است.

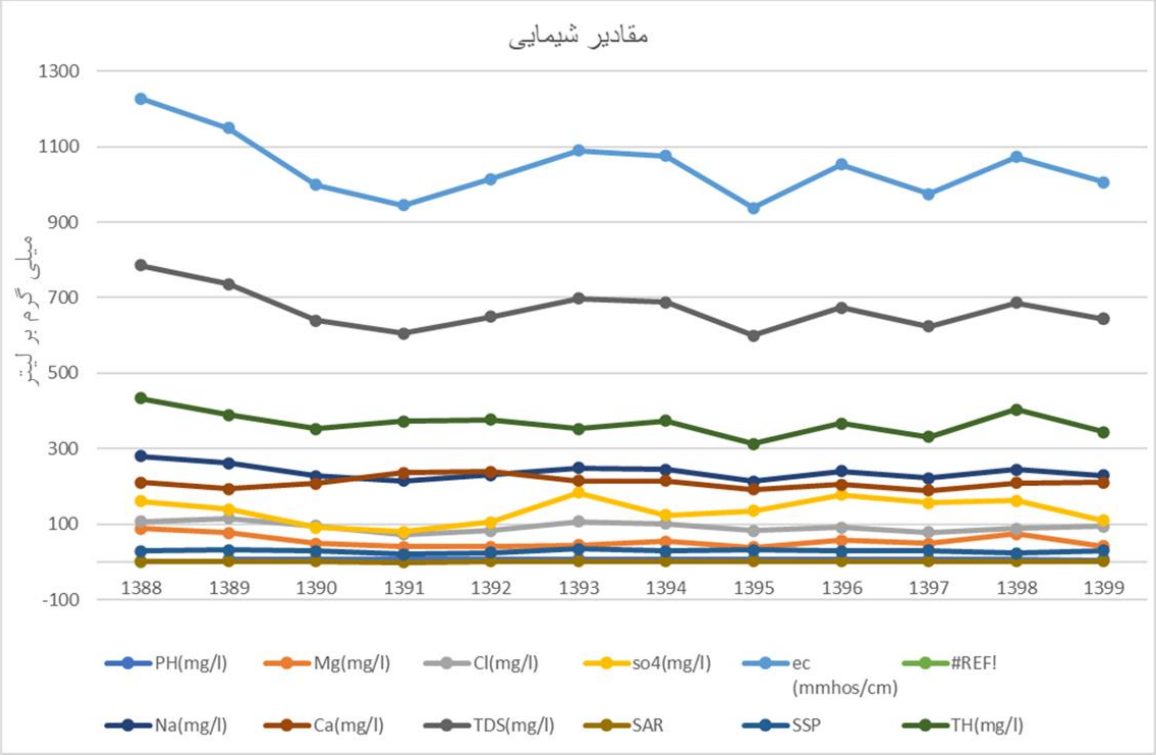
$$TH = (Mg + Ca) * ۵۰ \qquad (۳)$$

جدول ۷- مقادیر شیمیایی دشت ساری- نکا در سال‌های ۱۳۹۹-۱۳۸۸

سال	pH (mg/l)	Mg (mg/l)	Cl (mg/l)	So4 (mg/l)	EC (µmhos/cm)	Na (mg/l)	Ca (mg/l)	TDS (mg/l)	SAR	SSP	TH (mg/l)
۱۳۸۸	۷/۵	۸۸/۶	۱۰۷/۳	۱۶۱/۰	۱۲۲۷/۱	۲۸۰/۰	۲۰۹/۹	۷۸۵/۴	۱/۷	۲۸/۴	۴۳۲/۸
۱۳۸۹	۷/۵	۷۶/۴	۱۱۴/۸	۱۳۹/۳	۱۱۴۹/۳	۲۶۲/۱	۱۹۴/۲	۷۳۵/۶	۱/۸	۳۱/۱	۳۸۹/۶
۱۳۹۰	۷/۶	۴۸/۰	۹۵/۳	۹۱/۵	۹۹۸/۶	۲۲۷/۴	۲۰۷/۹	۶۳۹/۱	۱/۵	۲۸/۲	۳۵۲/۱
۱۳۹۱	۷/۲	۴۰/۵	۷۳/۴	۷۹/۸	۹۴۴/۸	۲۱۵/۰	۲۳۵/۸	۶۰۴/۷	۰/۹	۱۹/۶	۳۷۲/۷
۱۳۹۲	۷/۵	۴۰/۲	۸۲/۴	۱۰۴/۹	۱۰۱۳/۵	۲۳۰/۸	۲۳۹/۴	۶۴۸/۷	۱/۳	۲۴/۳	۳۷۶/۶
۱۳۹۳	۷/۷	۴۴/۳	۱۰۷/۵	۱۸۲/۹	۱۰۸۹/۲	۲۸۴/۲	۲۱۴/۲	۶۹۷/۱	۱/۹	۳۴/۱	۳۵۲/۹
۱۳۹۴	۷/۴	۵۴/۳	۱۰۰/۵	۱۲۴/۶	۱۰۷۵/۲	۲۴۵/۰	۲۱۵/۱	۶۸۸/۱	۱/۶	۲۹/۴	۳۷۳/۲
۱۳۹۵	۷/۵	۳۸/۰	۸۲/۶	۱۳۴/۹	۹۳۷/۲	۲۱۳/۲	۱۹۲/۱	۵۹۹/۸	۱/۷	۳۱/۹	۳۱۳/۳
۱۳۹۶	۷/۴	۵۷/۱	۹۱/۲	۱۷۷/۹	۱۰۵۳/۱	۲۳۹/۸	۲۰۵/۲	۶۷۴/۰	۱/۶	۲۹/۲	۳۶۶/۲
۱۳۹۷	۷/۴	۴۹/۲	۷۸/۹	۱۵۶/۱	۹۷۴/۹	۲۲۱/۹	۱۸۹/۳	۶۲۳/۹	۱/۶	۳۰/۸	۳۳۱/۱
۱۳۹۸	۷/۱	۷۴/۳	۸۸/۲	۱۶۲/۴	۱۰۷۲/۵	۲۴۴/۳	۲۰۸/۹	۶۸۶/۴	۱/۲	۲۳/۳	۴۰۳/۸
۱۳۹۹	۷/۱	۴۱/۹	۹۴/۶	۱۰۹/۸	۱۰۰۶/۰	۲۲۹/۰	۲۱۰/۸	۶۴۳/۸	۱/۶	۳۰/۳	۳۴۴/۱

جدول ۸- طبقه بندی مقادیر شیمیایی دشت ساری-نکا در سال های ۱۳۹۹-۱۳۸۸ طبق استاندارد جهانی

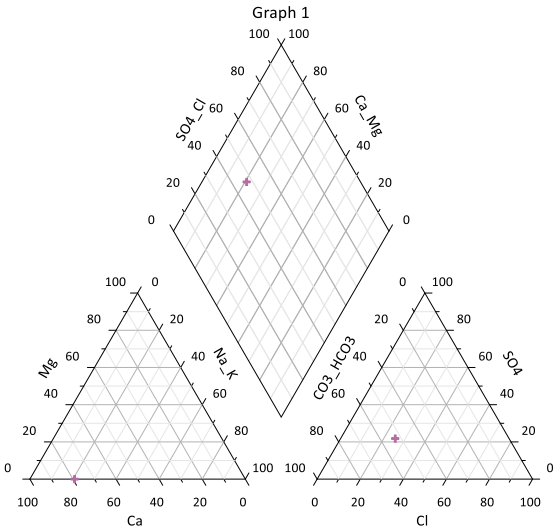
سال	pH	Mg	Cl	So_4	EC (µmhos/cm)	Ca	TDS	SSP	TH
۱۳۸۸	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	متوسط	مطلوب	مجاز	خوب	مجاز
۱۳۸۹	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	متوسط	مطلوب	مجاز	خوب	مجاز
۱۳۹۰	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	متوسط	مطلوب	مجاز	خوب	مجاز
۱۳۹۱	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	متوسط	مطلوب	مجاز	عالی	مجاز
۱۳۹۲	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	متوسط	مطلوب	مجاز	خوب	مجاز
۱۳۹۳	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	متوسط	مطلوب	مجاز	خوب	مجاز
۱۳۹۴	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	متوسط	مطلوب	مجاز	خوب	مجاز
۱۳۹۵	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	متوسط	مطلوب	مجاز	خوب	مجاز
۱۳۹۶	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	متوسط	مطلوب	مجاز	خوب	مجاز
۱۳۹۷	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	متوسط	مطلوب	مجاز	خوب	مجاز
۱۳۹۸	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	متوسط	مطلوب	مجاز	خوب	مجاز
۱۳۹۹	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	متوسط	مطلوب	مجاز	خوب	مجاز



شکل۳- نمودار مقادیر شیمیایی دشت ساری-نکا ۱۳۹۹-۱۳۸۸

نمودار پایپر

یکی از روش‌های متداول در تعیین تیپ آب، استفاده از نمودار پایپر می‌باشد. تمرکز نمونه‌ها در دیاگرام پایپر نشان‌دهنده این است که آب این دشت، مربوط به تیپ کلسیم-منیزیم می‌باشد. همچنین قرار گرفتن نمونه‌ها در ناحیه B بیانگر تیپ کلسیمی و در ناحیه E نشان‌دهنده تیپ بیکربناتی می‌باشد.



شکل ۴- دیاگرام پایپر منطقه ساری– نکا

نتیجه‌گیری

کمیت و کیفیت آب، یکی از پایه‌های اصلی توسعه پایدار به شمار می‌روند. از طرفی رودخانه‌ها نیز به‌عنوان یکی از منابع اصلی و قابل‌دسترس تأمین‌کننده نیازهای جوامع بشری مطرح بوده که علاوه بر کمیت آب، کیفیت آب آن‌ها نیز جزء پارامترهای مهم تعیین‌کننده محسوب می‌شوند. بررسی کیفیت شیمیایی آب دشت ساری-نکا نشان می‌دهد که ازنظر شرب آب این رودخانه در محدوده خوب و قابل‌قبول قرار دارد. ازنظر کشاورزی نیز محدودیت ندارد و قابل‌قبول می‌باشد و می‌توان برای کشاورزی مورداستفاده قرارداد. همچنین تمام نمونه‌ها ازنظر درصد سدیم و کلسیم نیز دارای کیفیت قابل‌قبولی می‌باشد. با توجه به نمودار پایپر آب دشت ساری-نکا از تیپ کلر-سولفات می‌باشد. در بررسی کیفیت شیمیایی آب دشت ساری و نکا مشخص شد که درمجموع کیفیت شیمیایی آب این دشت از جنبه‌های گوناگون، کیفیت نسبتاً مطلوبی داشته است.

- ✓ مقدار منیزیم این آب قابل‌قبول است.
- ✓ کلر و سولفات برای شرب مناسب است.
- ✓ کیفیت این آب برای کشاورزی متوسط است.
- ✓ آب ازنظر سدیم و کلسیم برای کشاورزی آب خوبی است.
- ✓ ازنظر سختی کل املاح و سختی کل برای کشاورزی نسبتاً مطلوب است.

منابع

۱. خارا، ح. مظلومی، ح. نظامی، ش. اکبرزاده، ا. قلی پور، س. احمدنژاد، م. فلاح، س. ف. و رهبر، م. (۱۳۹۰)، "بررسی کیفیت آب رودخانه اشمک (استان گیلان)"، مجله شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آزادشهر، سال پنجم، شماره سوم، ۴۱-۵۴

۲. زهتابیان، غ. رفیعی امام، ع. علوی پناه، ک. و جعفری، م. (۱۳۸۲)، "بررسی کیفیت آب رودخانه جاجرود در ورامین"، بیابان، جلد ۸ شماره ۲.

۳. عبادتی، ن. و هوشمندزاده ، م. (۱۳۹۳)، "بررسی کیفیت آب رودخانه دز در ایستگاه آب‌سنجی دزفول"، اکوهیدرولوژی، دوره۱، شماره ۲، پاییز، ۸۱-۶۹.

۴. علیزاده، ا. (۱۳۹۶) ، "اصول هیدرولوژی کاربردی"، موسسه چاپ و انتشارات آستان قدس رضوی، چاپ چهل و دوم.

۵. فضل‌اولی، ر. و پوریزدان‌خواه، ه. (۱۴۰۱)، "پهنه‌بندی pH آب‌های زیرزمینی و تعیین مناطق حساس برای رشد مرکبات و برنج در مازندران"، مجله آب و خاک، جلد ۳۶، شماره ۵، دی ۱۴۰۱، ۵۵۹-۵۴۵.

۶. جباری، پ. قنبرپور، م، ر. و اشبه، ع، ر. (۱۳۸۸)، "ارزیابی و تعیین بیلان آب زیرزمینی آبخوان آزاد دشت ساری-نکا"، پنجمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران

۷. روشان، س، ح. و حبیب‌نژاد روشن، م. (۱۳۹۷)، "پایش تحقیقات مکانی و زمانی خشکسالی آب‌های زیرزمینی با استفاده شاخص‌های GRIو SWI". پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز سال نهم، شماره ۱۷، بهار و تابستان ۱۳۹۷.

۸. سلیمانی ساردو، م. ولی، ع، ع. قضاوی، ر. و سعیدی گراغانی، ح، ر. (۱۳۹۲). "آنالیز و روندیابی پارامترهای کیفیت شیمیایی آب". فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب، شماره ۱۲، سال سوم، تابستان ۱۳۹۲.