فصلنامه علمی پژوهشی زمین شناسی محیط زیست
سال دوازدهم، شماره ۴۲، بهار۹۷

بررسی پتانسیل و علل خورندگی یا رسوب گذاری منابع آب شرب روستاهای شهرستان ورامین و تهیه مدل پراکنش آن در سامانه اطلاعات جغرافیایی GIS

علی مهماندوست[۱]، امیرحسام حسنی*[۲]، همایون احمدپناهی[۳] و رضا پوررجب[۴]

۱- دانش آموخته دانشکده محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، تهران- ایران
۲- دانشیار دانشکده محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، تهران- ایران
(amirhessamhassani0@gmail.com)
۳- دانشیار دانشکده شیمی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکز، تهران- ایران
۴- مدیر عامل شرکت آب و فاضلاب روستایی استان تهران - ایران

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۱/۲ تاریخ پذیرش: ۹۷/۳/۲۲

چکیده

مسئله خورندگی و رسوب گذاری در بحث کنترل کیفیت شیمیایی منابع تأمین آب آشامیدنی از نقطه نظر اثر بر شبکه انتقال و توزیع آب آشامیدنی، چه از جنبه های اقتصادی و چه از جنبه های بهداشتی می تواند حائز اهمیت بسزایی باشد. در این تحقیق، تعیین پتانسیل خورندگی و رسوب گذاری آب شرب شهرستان ورامین توسط اندیس اشباع لانژلیه (LSI) و اندیس پایداری رایزنر (RSI) برای ۱۰ حلقه چاه اصلی شهرستان ورامین در تابستان ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ انجام شد و اطلاعات به دست آمده در سامانه اطلاعات جغرافیایی GIS، پهنه بندی گردید. جهت محاسبه اندیس های فوق و همچنین ریشه یابی علل بروز شرایط حاکم، متغیرهای کیفی آب نظیر: قلیائیت، سختی کل، هدایت الکتریکی، کل جامدات محلول، منیزیم، کلسیم، سدیم، پتاسیم، کلراید، سولفات، فلوراید، بیکربنات و pH مطابق استاندارد متد اندازه گیری شدند. نتایج آنالیزهای شیمیایی و محاسبات شاخص های خورندگی نشان داد که میانگین LSI چاه های منطقه در سال ۱۳۹۴ برابر ۰/۰۱۶۹- و در سال ۱۳۹۵ برابر ۰/۳۰۳۸- که تعادل متمایل به خورندگی را با روند افزایشی نشان می دهد. میانگین RSI در این منطقه در سال ۱۳۹۴ برابر با ۷/۲۴۲۸ و در سال ۱۳۹۵ برابر ۸/۰۰۹۷ بود که صحت شاخص LSI را با روند منطقی تایید می‌نماید. نظر به اینکه در شرایط فعلی وضعیت پایداری رو به تغییر به وضعیت خورندگی است بنابراین به منظور حفظ و ارتقاء بهداشت شهروندان و همچنین افزایش عمر مفید تجهیزات لوله کشی باید عملیات تثبیت آب صورت پذیرد تا خاصیت خورندگی آن کاهش یابد و در حد مطلوب حفظ گردد.

واژگان کلیدی: خوردگی، رسوب گذاری، اندیس خورندگی و رسوبگذاری، آب شرب، GIS

مقدمه

با توجه به رشد روز افزون جمعیت، آب های زیرزمینی یکی از منابع مهم تأمین آب آشامیدنی در بسیاری از مناطق جهان از جمله ایران به شمار می آید. این منابع در نقاط مختلف به طور طبیعی یا از طریق فعالیت‌های انسانی دچار آلودگی می‌شوند(صداقت، محمود، ۱۳۸۷). به موازات افزایش جمعیت در دنیا، نیاز آبی در بخش های خانگی، صنعتی و کشاورزی نیز به شکل قابل توجهی افزایش یافته که این امر استفاده بیش از حد از منابع آبی را به همراه داشته است (Heydari et

al, 2012).از جمله شاخص های مهم در بحث کیفیت آب، قابلیت خورندگی و رسوبگذاری منابع آب می باشد. خورندگی و رسوب گذاری یکی از شاخص های مهم در ارزیابی کیفی آب است. بروز پدیده های خورندگی و رسوب گذاری، اقتصاد، صنعت تصفیه و انتقال و توزیع آب را در برخی مواقع مختل می‌کنند. (Mahvi et al, 2008) این عوامل می‌توانند سبب مسدود شدن لوله ها و بروز عیوب ناگهانی و همچنین شکستگی و ایجاد نشتی در لوله ها گردد. خوردگی یک مجموعه پیچیده از واکنش های شیمیایی بین آب و سطح فلزی است که در آن ذخیره می‌شود و انتقال می‌یابد. در واقع به خاطر این که فلزات در تماس با آب به اکسید شدن تمایل دارند، خوردگی اتفاق می‌افتد. آب های خورنده موجب ورود آلاینده های ثانویه ای مانند آهن، روی، مس و منگنز در غلظت‌های بالاتر از حد استاندارد در آب آشامیدنی می‌شوند. علاوه بر این در اثر خوردگی، باکتری ها نیز در آب رشد کرده و باعث بالا رفتن کدورت آب شده و کیفیت آب را از نظر زیباشناختی کاهش می دهند(زمانیان، رحیم، ۱۳۷۷). بر اساس تحقیقات انجام شده در سال ۲۰۰۲ مشخص شد خسارت های وارد شده توسط فرآیند خورندگی در کشورهایی نظیر ژاپن، آمریکا، بریتانیا، استرالیا و چند کشور دیگر چند برابر تولید ناخالص داخلی بوده

جدول۱- مشخصات چاه های منتخب شهرستان ورامین

	نام شهر / نام روستای مصرف کننده	مشخصان نقطه برداشت		عمق (m)	سطح ایستابی (m)	دبی (l/s)
		X	Y			
۱	قشلاق جیتو	۵۵۵۴۱۴	۳۹۲۳۲۹۵	۱۵۰	۱۸۲	۱۲
۲	خورین	۵۵۸۳۱۲	۳۹۱۸۰۲۴	۱۷۰	۹۰	۱۶
۳	صالح آباد	۵۵۶۶۱۹	۲۹۲۰۸۳۰	۱۶۰	۹۰	۱۷
۴	احمد آباد	۵۵۳۳۳۵	۳۹۱۰۲۶۷	۱۲۰	۶۰	۲۰
۵	مجتمع ایجدان چاه ۱	۵۵۵۳۲۰	۳۹۰۷۱۱۴	۱۷۰	۴۵	۱۰
۶	مجتمع شهید بهشتی	۵۵۹۱۴۹	۲۹۰۲۸۰۸	۱۴۰	۱۲۰	۸
۷	مجتمع کوثر	۵۶۵۴۷۰	۳۹۰۰۸۲۶	۱۵۰	۸۰	۹
۸	مجتمع ایجدان چاه ۲	۵۵۵۸۸۳	۳۹۰۹۳۴۳	۱۶۰	۴۰	۹
۹	محمد آباد عرب	۵۶۵۲۶۳	۳۹۰۱۶۴۸	۱۹۰	۱۳۰	۱۴
۱۰	طغان	۵۶۰۷۰۹	۳۸۹۳۶۲۲	۱۳۰	۸۰	۷

است (Roberge, 2006; Edwards, M, 2004; Brongers, M, 2002). صدمات و زیان های اقتصادی مهمترین جنبه پدیده خوردگی است که موجب از بین رفتن سرمایه ها در اثر تخریب دستگاه ها، تأسیسات و لوازم فلزی و غیره می گردد. (مفیدی، ج، ۱۳۸۳) شاخص های گوناگونی برای تعیین پتانسیل خورندگی و رسوب گذاری آب ارائه شده است که از جمله مهمترین آن‌ها می توان به لانژلیه (LSI)، رایزنر (RSI) و تهاجمی (AI) که شاخص لانژلیه و رایزنر متداولترین روش ها برای تعیین میزان خورندگی و رسوب گذاری آب می باشد، اشاره نمود (هوفر، عسگر، ۱۳۷۷).

استفاده همزمان از حداقل دو شاخص می تواند ضریب اطمینان نتایج بدست آمده را افزایش دهد. نتایج می‌تواند در حوزه های مختلف زمین‌شناسی و بسته به نوع کاربری اراضی از منطقه ای به منطقه دیگر متفاوت بوده یا حتی نشان دهنده همبستگی در برخی مناطق باشد. لذا مدلسازی کیفی می تواند در درک شرایط منطقه مورد مطالعه از نقطه نظر قابلیت آن ها برای مصارف کشاورزی و شرب با استفاده از GIS انجام گرفته است. (رجایی و همکاران، ۱۳۹۰)

جدول ۲- متغیرهای کیفی مربوط به آنالیز نمونه های آب و آزمون توصیه شده برای اندازه گیری آن ها (استاندارد متد، ۱۹۹۸)

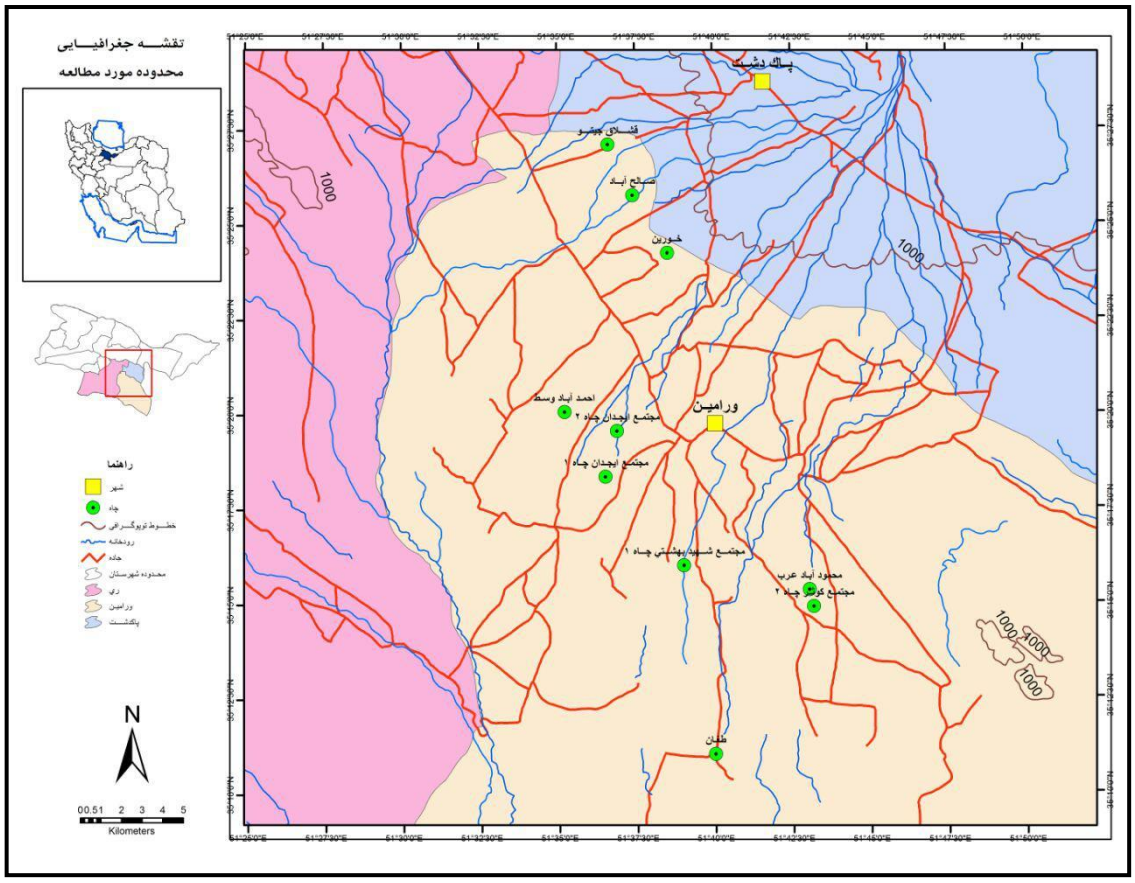
	متغیرها	آزمون توصیه شده	کد
آنیون ها	فلوئور F^-	Fluoride Elctrode/ SPADNS	۴۵۰۰ -F^-
	کلرور Cl^-	Argentometry	۴۵۰۰ -Cl^-
	سولفات SO_4^{-2}	Turbidiometry	۴۵۰۰ -SO_4^{-2}
	کربنات CO_3^{-2}	Calculation	۲۳۳۰
	بی کربنات HCO_3^-	Calculation	۲۳۳۰
	فسفات PO_4^{-3}	Vandomo libdophosphoric Acid	۴۵۰۰ -P
	نیتریت NO_2^-	Spectrophotometry	۴۵۰۰ -NO_2^-
	نیترات NO_3^-	UV Spectrophotometry	۴۵۰۰ -NO_3^-
کاتیون ها	کلسیم Ca^{+2}	Calculation	۳۵۰۰ -Ca^{+2}
	منیزیم Mg^{+2}	Calculation	۳۵۰۰ -Mg^{+2}
	سدیم Na^+	Flame photomentry	۳۵۰۰ -Na^+
	پتاسیم K^+	Flame photomentry	۳۵۰۰ -K^+
	آهن Fe^{+2}	Phenanthroline Method	۳۵۰۰ -Fe^{+2}
	منگنز Mn^{+2}	Presulphate Method	۳۵۰۰ -Mn^{+2}
عوامل ظاهری و گوارایی	درجه حرارت		۲۵۵۰
	pH	Wide Range pH meter	۴۵۰۰-A
	هدایت الکتریکی	Conductivity meter	۲۵۱۰-A
	کدورت	Nephelometry	۲۱۳۰
	رنگ	Visual/ Colorimetry	۲۱۲۰
	کل جامدات محلول	TDS Drieddate 180 C^0	۲۵۴۰
	سختی کل $CaCO_3$	EDTA Titration	۲۳۴۰
	سختی دائم $CaCO_3$	EDTA Titration	۲۳۴۰
	قلیایت $CaCO_3$ M.o	Acid Titration	۲۳۲۰
	قلیایت $CaCO_3$ P	Acid Titration	۲۳۲۰
	قلیایت کل	Acid Titration	۲۳۲۰

در مدلسازی کیفی، پس از تعیین محدوده های مناسب کمی (مدلینگ کمی) از طریق شناسایی عوامل مورد بررسی برداشت مختصات آن ها با GPS و انتقال آن به محیط GIS و انطباق آن با لایه کمی، در لایه کیفی، متغیرهای کیفی هر چاه که به صورت لایه های منفک اطلاعاتی جدا می شود و

شرایط خورندگی یا رسوب گذاری منابع آبی، بسیار اثرگذار باشد.با استفاده از GIS می توان کیفیت آب آشامیدنی را پهنه بندی نمود. به نحوی که در سال های اخیر مطالعات بسیاری بر روی کیفیت آب های سطحی و زیرزمینی و همبستگی اطلاعات چاهها در یک گستره جغرافیایی تعیین شده و روند تغییرات آن در یک گستره قابل تعقیب می باشد و با انطباق لایه های اطلاعات کمی با لایه کیفی، مراتب اثرگذار بر شرایط کیفی آبهای تحت‌الارضی، قابل شناسایی و ردیابی خواهد بود که در فازهای بعدی می توان بر اساس مطالعات جامع تر نسبت به کنترل کیفی آن نیز اقدام نمود (صیادی، ۱۳۸۵). به جهت عدم وجود سابقه قبلی انجام تحقیق در خصوص منابع آب شرب شهرستان ورامین، انجام مطالعه در این زمینه و ارائه راهکارهای اصلاحی لازم جهت حل مشکلات احتمالی آب شرب این شهرستان ضروری می‌باشد. آنچه مهم است انتخاب بهترین و مناسب ترین سیستم برای بهسازی آب با در نظر گرفتن مسائل فنّی و اقتصادی است. (ندافی، کاظم، ۱۳۷۳)

روش تحقیق

منطقه مورد مطالعه در این پژوهش شهرستان ورامین است که در ۴۰ کیلومتری جنوب شرقی تهران و در حاشیه شمال غربی کویر مرکزی قرار داشته و دارای اقلیم خشک و بیابانی



شکل ۱- نقشه جغرافیای چاه ها و محدوده مورد مطالعه

جدول ۳- مقادیر متغیرهای فیزیکی و شیمیایی منطقه مورد مطالعه در سال ۹۴

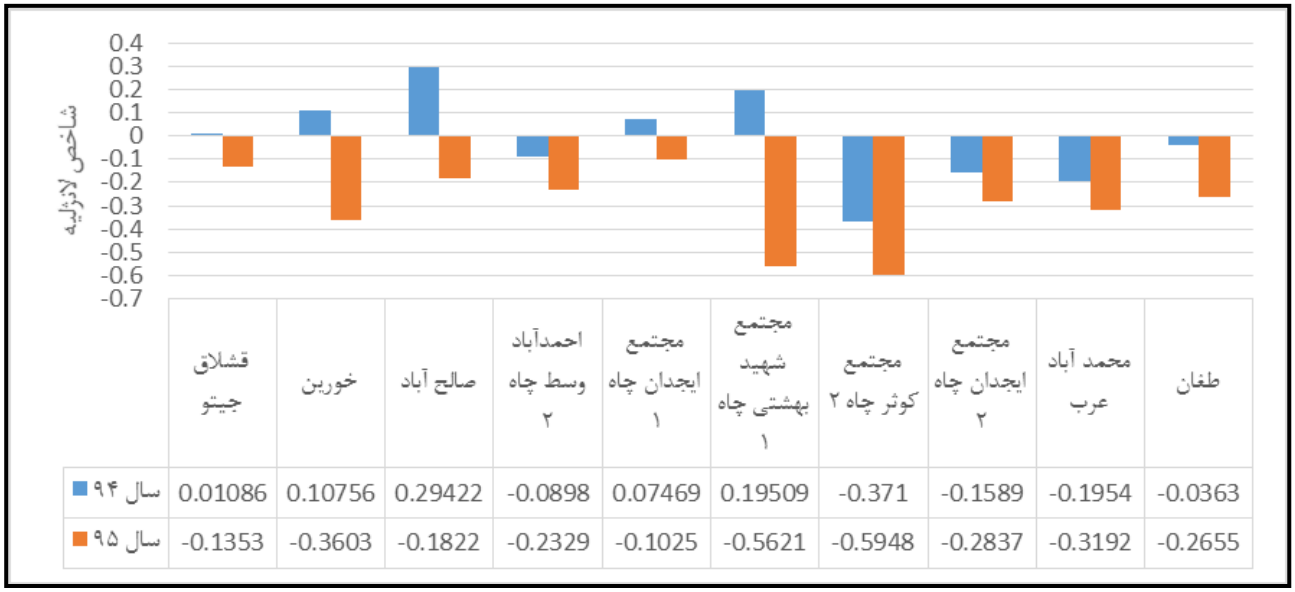
نام روستا	Θ (C)	EC	TDS (mg/l)	pH	Mg (mg/l)	Ca (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	No_3 (mg/l)	So_4 (mg/l)	Cl (mg/l)	F(mg/l)	TH(mg/l as $caco_3$)	T-alk(mg/l as $caco_3$)
قشلاق جیتو	۲۵	۲۰۴۴	۱۱۸۹/۶۱	۷/۱۶	۸۱/۳۹	۱۳۳/۴۴	۱۶۵/۱۱	۶/۴۷	۱۸/۰۷	۳۴۸/۸۴	۳۰۹/۷۹	۰/۱۴	۶۷۲	۲۱۰/۶
خورین	۲۵	۱۱۰۰	۶۰۶/۳۶۸	۷/۲۲	۴۳/۱۷	۹۶/۵۸	۶۲/۵۲	۲/۱۵	۴۳/۸۷	۱۰۹/۵۹	۷۰/۶۹	۰/۱۴	۴۲۱	۲۹۶
صالح آباد	۲۵	۱۴۵۵	۸۲۲/۹۶۱	۴۵/۷	۵۳/۲۷	۱۰۱/۰۴	۱۱۵/۷۵	۲/۱۶	۲۸/۶۹	۲۰۴/۴۳	۱۵۸/۲۳	۰/۱۱	۴۷۵	۲۶۴
احمدآباد وسط چاه ۲	۲۵	۱۱۷۰	۶۳۶/۸۷۳	۷/۰۱	۴۴/۵۹	۸۹/۱۲	۸۲/۹۸	۴/۱۹	۲۶/۶۷	۱۱۵/۷۹	۷۰/۱۸	۰/۱۶	۴۰۱	۳۴۳/۴
مجتمع ایجدان چاه ۱	۲۵	۱۳۱۳	۷۳۴/۸۸	۷/۲۹	۴۰/۹۴	۸۷/۵۷	۱۲۳/۶۲	۴/۴۹	۱۸/۱۱	۱۲۵/۴۵	۱۷۶/۰۳	۰/۱۷	۳۸۹	۲۶۲/۶
مجتمع شهید بهشتی چاه ۱	۲۵	۱۰۰۸	۵۶۱/۰۷	۷/۴۱	۳۴/۰۴	۹۷/۴۱	۵۲/۹۳	۲/۰۵	۳۳/۶۵	۱۰۴/۲۶	۹۴/۲۴	۰/۱۴	۳۸۶	۲۳۰
مجتمع کوثر چاه ۲	۲۵	۷۰۰	۲۶/۰۵	۷/۰۷	۲۲/۹۷	۵۲/۰۹	۵۶/۲۵	۱/۸۱	۱۳/۴۴	۷۶/۹۶	۵۹/۶۵	۰/۲۸	۲۲۸	۱۸۸
مجتمع ایجدان چاه ۲	۲۵	۱۳۲۶	۷۴۵/۸۱۸	۷/۰۳	۴۱/۳۴	۸۹/۷۴	۱۲۴/۸۵	۴/۵۵	۱۷/۰۸	۱۲۵/۱۳	۱۷۸/۰۸	۰/۱۶	۳۹۶	۲۷۲/۷
محمود آباد عرب	۲۵	۹۸۲	۵۶۲/۱۸۹	۷/۰۴	۳۴/۵۷	۹۳/۷۵	۵۲/۰۳	۱/۹۸	۶۸/۰۴	۱۰۴/۱۷	۷۰/۳۸	۰/۱۲	۳۷۸	۲۲۸
طغان	۲۵	۱۱۵۲	۶۶۳/۴۳۱	۷/۴۱	۵۲/۵۹	۷/۰۹	۸۰/۰۸	۴/۷۵	۶/۳۴	۲۶۱/۵۸	۷۲/۸۱	۰/۱۹	۳۹۶	۱۹۰/۸

است. بستر خاک این منطقه عمدتاً شامل رسوب هایی درشت همراه سنگریزه در مناطق شمالی و رسوب های ریز در مناطق مرکزی و جنوبی از دوره پلوسین تا عهد حاضر است که با ارتفاعات احاطه شده است. تشکیلات زمین شناسی منطقه دشتی این شهر، در زیر آبرفت های جوان مربوط به تشکیلات پلوسین و میوسن که به صورت ساختمان های آنتی‌کلینال و سیکلینال هستند، مدفون شده است.

جدول ۴- مقادیر متغیرهای فیزیکی و شیمیایی منطقه مورد مطالعه در سال ۹۵

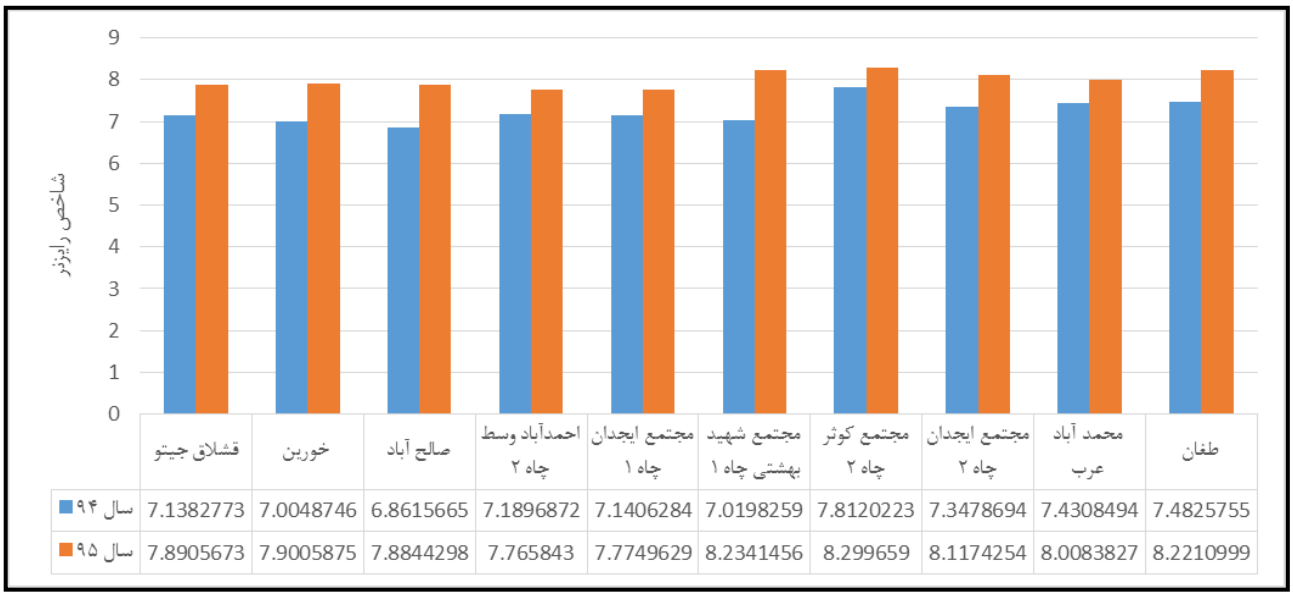
نام روستا	Θ (C)	EC	TDS (mg/l)	pH	Mg (mg/l)	Ca (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	No_3 (mg/l)	So_4 (mg/l)	Cl (mg/l)	F(mg/l)	TH(mg/l as $caco_3$)	T-alk(mg/l as $caco_3$)
قشلاق جیتو	۲۵	۱۸۸۰	۱۱۵۴/۲۱	۷/۶۲	۶۳/۹۹	۸۲/۳۷	۲۱۵/۸۳	۶/۵۷	۱۴/۶۴	۳۳۲/۶	۲۵۰/۹۵	۰/۱۷۶	۴۷۹/۱۶	۲۱۰/۶
خورین	۲۵	۱۰۵۰	۵۶۳/۳۴۴	۷/۱۸	۱۹/۹۳	۸۹/۴۹	۵۷/۰۵	۴/۲۲	۴۳/۳۳	۱۳۹/۴۹	۱۰۵/۵۸	۰/۱۳۶	۳۹۶	۲۹۶
صالح آباد	۲۵	۱۰۸۵	۸۰۲/۵۸۷	۷/۵۲	۴۵/۱۲	۷۱/۶	۱۱۵/۲۲	۲/۶۸	۱۹/۰۵	۱۱۲/۰۴	۱۰۵/۰۶	۰/۱۶۱	۳۰۴	۲۶۴
احمدآباد وسط چاه ۲	۲۵	۱۱۰۰	۶۱۱/۱۶۲	۷/۳	۴۲/۳۴	۷۹/۱	۸۰/۳۲	۴/۱۱	۳۲/۲۱	۱۲۸/۲۳	۹۰/۱۱	۰/۱۵۸	۳۶۸/۱	۳۴۳/۴
مجتمع ایجدان چاه ۱	۲۵	۹۳۰	۶۹۹/۴۹۶	۷/۵۷	۳۴/۳۴	۷۶/۰۳	۱۲۱/۰۶	۴/۱۹	۲۳/۷۹	۱۴۸/۱۷	۱۴۸/۰۸	۰/۲۱۲	۳۰۸/۸۸	۲۶۲/۶
مجتمع شهید بهشتی چاه ۱	۲۵	۸۹۰	۵۹۱/۹۶۸	۷/۱۱	۳۹/۲۳	۷۲/۰۷	۵۶/۱۱	۲/۰۵	۲۳/۸۵	۹۷/۶۳	۹۳/۳۱	۰/۱۳۹	۳۵۸/۳۸	۲۷۲/۷
مجتمع کوثر چاه ۲	۲۵	۶۸۰	۲۵/۲۸	۷/۱۱	۲۴/۱۱	۵۷/۸۱	۵۲/۸۱	۱/۴۶	۱۲/۳۱	۹۷/۲۷	۸۹/۴۴	۰/۱۴۹	۲۲۴/۷۲	۲۳۰
مجتمع ایجدان چاه ۲	۲۵	۱۴۸۰	۷۳۲/۲۴۷	۷/۵۵	۴۰/۶۵	۷۳/۶	۱۲۳/۶۴	۴/۵۱	۸/۷۳	۱۰۵/۱۱	۹۵/۷۳	۰/۱۲۲	۲۵۷/۴	۱۸۸
محمود آباد عرب	۲۵	۹۵۰	۵۵۷/۳۴۸	۷/۳۷	۶۳/۹۹	۸۲/۳۷	۵۰/۹۳	۱/۹۳	۴۵/۱۲	۸۵/۶۹	۶۸/۷۵	۰/۲۱۶	۳۵۸/۳۸	۲۲۸
طغان	۲۵	۸۷۰	۶۱۷/۰۴۱	۷/۶۹	۳۵/۱۱	۵۳/۸۵	۷۵/۳۲	۴/۵۵	۴/۹۴	۱۶۵/۸۵	۸۷/۲۵	۰/۱۹۶	۲۱۹/۱۸	۱۹۰/۸

در بخشی از دشت خصوصاً در غرب، مواد آذرین قلیایی به صورت چینه هایی به چشم می خورد. این پژوهش در دو سال متوالی ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ انجام پذیرفت. زمان نمونه برداری در هر سال طی دوره نمونه‌برداری خشکسالی (شهریور ماه) انجام شده است و برای اندازه‌گیری متغیرهای مورد نظر، هدف بدست آوردن کیفیت فیزیکی و شیمیایی آب چاههای شرب منتخب روستاهای شهرستان ورامین بوده که با توجه به محدودیت آنالیز نمونه ها و نظر به اینکه یکبار نمونه‌برداری و آنالیز نمی‌تواند مبنای خوبی برای تصمیم‌گیری باشد، اقدام به نمونه‌برداری در ۲ سال متوالی نموده تا روند تغییرات سالیانه در منطقه مورد بررسی را تعیین نماییم. از بین چاه‌های فعال ورامین با پراکندگی نسبتاً بالایی که در رابطه با این منابع آبی در منطقه وجود داشت، بر اساس ویژگی های زمین شناختی منطقه، کاربری اراضی و پوشش کامل منابع مورد مطالعه، ۱۰ چاه انتخاب گردید که با هماهنگی شرکت آب و فاضلاب



	قشلاق جیتو	خورین	صالح آباد	احمدآباد وسط چاه ۲	مجتمع ایجدان چاه ۱	مجتمع شهید بهشتی چاه ۱	مجتمع کوثر چاه ۲	مجتمع ایجدان چاه ۲	محمد آباد عرب	طغان
سال ۹۴	0.01086	0.10756	0.29422	-0.0898	0.07469	0.19509	-0.371	-0.1589	-0.1954	-0.0363
سال ۹۵	-0.1353	-0.3603	-0.1822	-0.2329	-0.1025	-0.5621	-0.5948	-0.2837	-0.3192	-0.2655

شکل ۲- نمودار مقایسه میزان شاخص لانژلیه منابع آب شرب اصلی منطقه مورد مطالعه در سال های ۹۴ و ۹۵

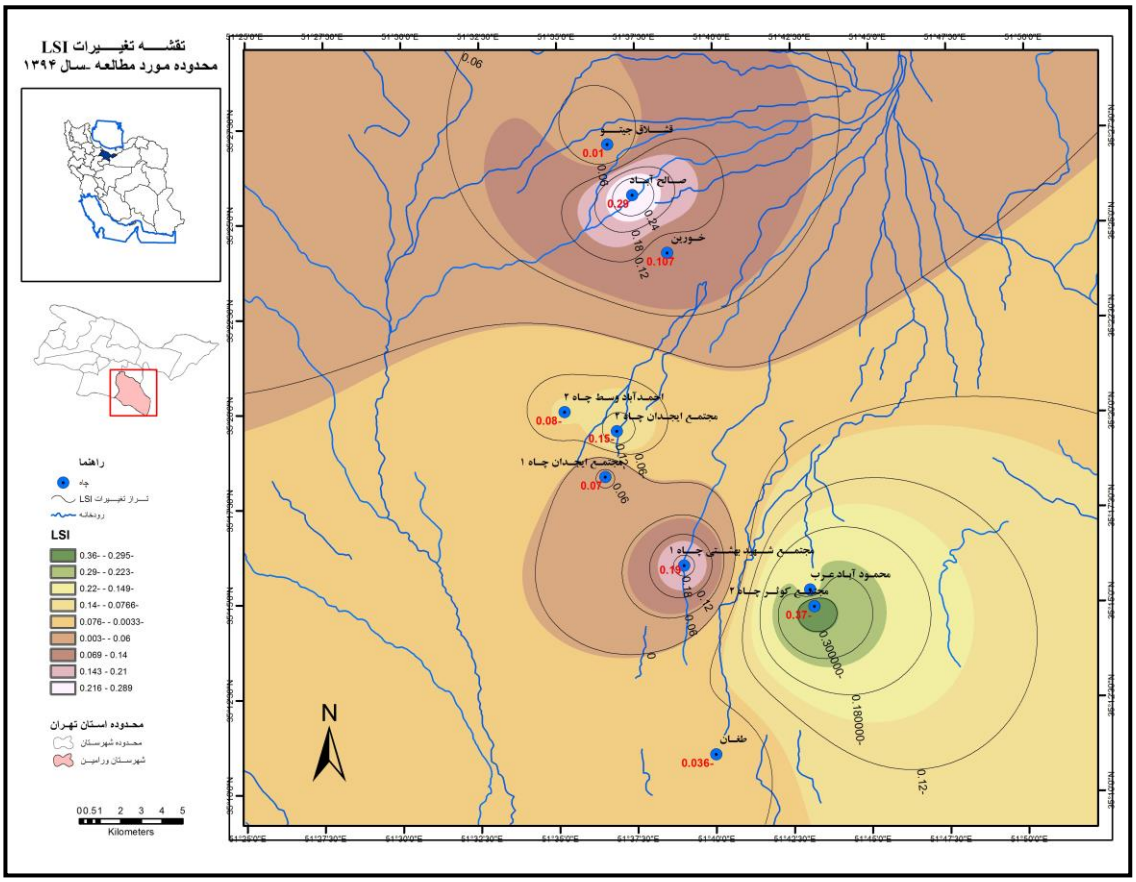


	قشلاق جیتو	خورین	صالح آباد	احمدآباد وسط چاه ۲	مجتمع ایجدان چاه ۱	مجتمع شهید بهشتی چاه ۱	مجتمع کوثر چاه ۲	مجتمع ایجدان چاه ۲	محمد آباد عرب	طغان
سال ۹۴	7.1382773	7.0048746	6.8615665	7.1896872	7.1406284	7.0198259	7.8120223	7.3478694	7.4308494	7.4825755
سال ۹۵	7.8905673	7.9005875	7.8844298	7.765843	7.7749629	8.2341456	8.299659	8.1174254	8.0083827	8.2210999

شکل ۳- نمودار مقایسه میزان شاخص رایزنر منابع آب شرب اصلی منطقه مورد مطالعه در سال های ۹۴ و ۹۵

روستایی استان تهران و شهرستان ورامین، نمونه برداری از این چاه ها انجام پذیرفت و تمامی آزمایشات نیز در آزمایشگاه آب و فاضلاب روستایی استان تهران انجام شد که نام و برخی مشخصات آن در جدول ۱ و محل دقیق هر کدام از چاه‌ها در شکل ۱ آورده شده است. متغیرهای کیفی مربوط به آنالیز نمونه های آب و همچنین آزمون توصیه شده برای اندازه گیری آنها بر اساس کتاب استاندارد متد ۱۹۹۸ که در جدول ۲ آمده است (APHA|AWWA| wpcf, 1998) انجام پذیرفت.

مقادیر شاخص های خورندگی و رسوب‌گذاری رایزنر و لانژلیه نیز از متغیرهای شیمیایی بدست آماده، محاسبه گردید. بعد از بدست آوردن نتایج آنالیز نمونه ها با استفاده از نرم‌افزار Excel از سری نرم افزارهای Microsoft Office اقدام به تهیه بانک اطلاعاتی از نتایج گردید. همچنین نقشه‌های پایه با استفاده از نرم افزارهای Autocad، Excel و همچنین ArcGIS تبدیل به نقشه‌های GIS گردید. بانک اطلاعاتی تهیه شده و نقشه‌هایGIS منطقه ورامین با یکدیگر لینک شد و نقشه های کیفی منطقه بدست آمد.

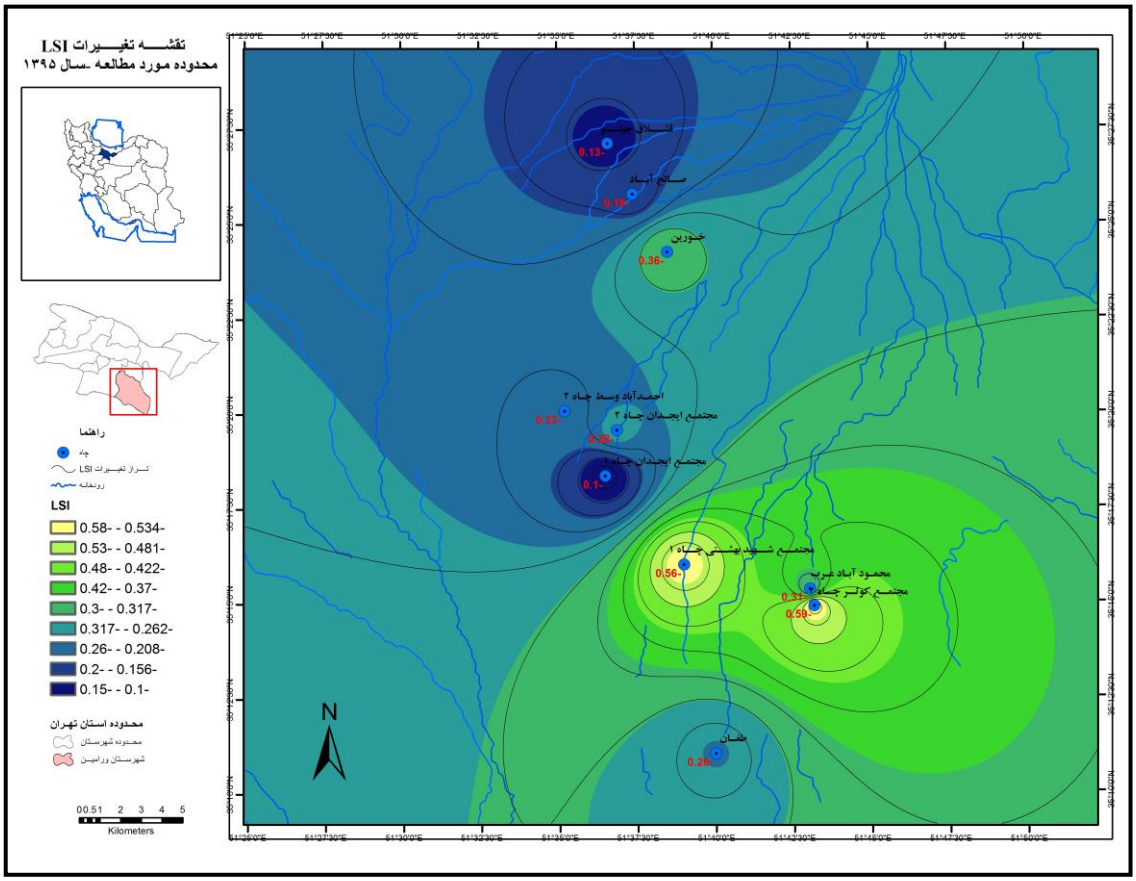


شکل ۴- نقشه پهنه بندی میزان شاخص لانژلیه منطقه مورد مطالعه در شهرستان ورامین در سال ۹۴

بحث و نتایج

متغیرهای فیزیکی و شیمیایی مورد نیاز برای محاسبه اندیس‌های رایزنر و لانژلیه و همچنین سایر متغیرهای مورد نیاز به منظور تجزیه و تحلیل علل و منشاء شرایط منابع آبی از نقطه نظر خورندگی و رسوب گذاری برای سال ۹۴ و ۹۵ به ترتیب در جداول شماره ۳ و ۴ آورده شده است.

در شکل ۲ نمودار مقایسه وضعیت کیفی منابع آبی شهرستان ورامین بر اساس شاخص لانژلیه برای هر چاه در سال های ۹۴ و ۹۵ و در نمودار شکل ۳ وضعیت کیفی این منابع بر مبنای شاخص رایزنر در سال های ۹۴ و ۹۵ محاسبه و آورده شده است. نتایج این بررسی نشان می دهد که برخی از متغیرهای اثرگذار بر شاخص های لانژلیه و رایزنز بالاتر از مقادیر ذکر شده در استاندارد ۱۰۵۳ هستند. برخی دیگر از متغیرهایی نیز که در شاخص ها به صورت مستقیم اثر گذار نبودند ولی برای درک شرایط زمین شناختی منطقه حائز اهمیت بودند نیز بعضاً از مقادیر استاندارد بالاتر هستند.



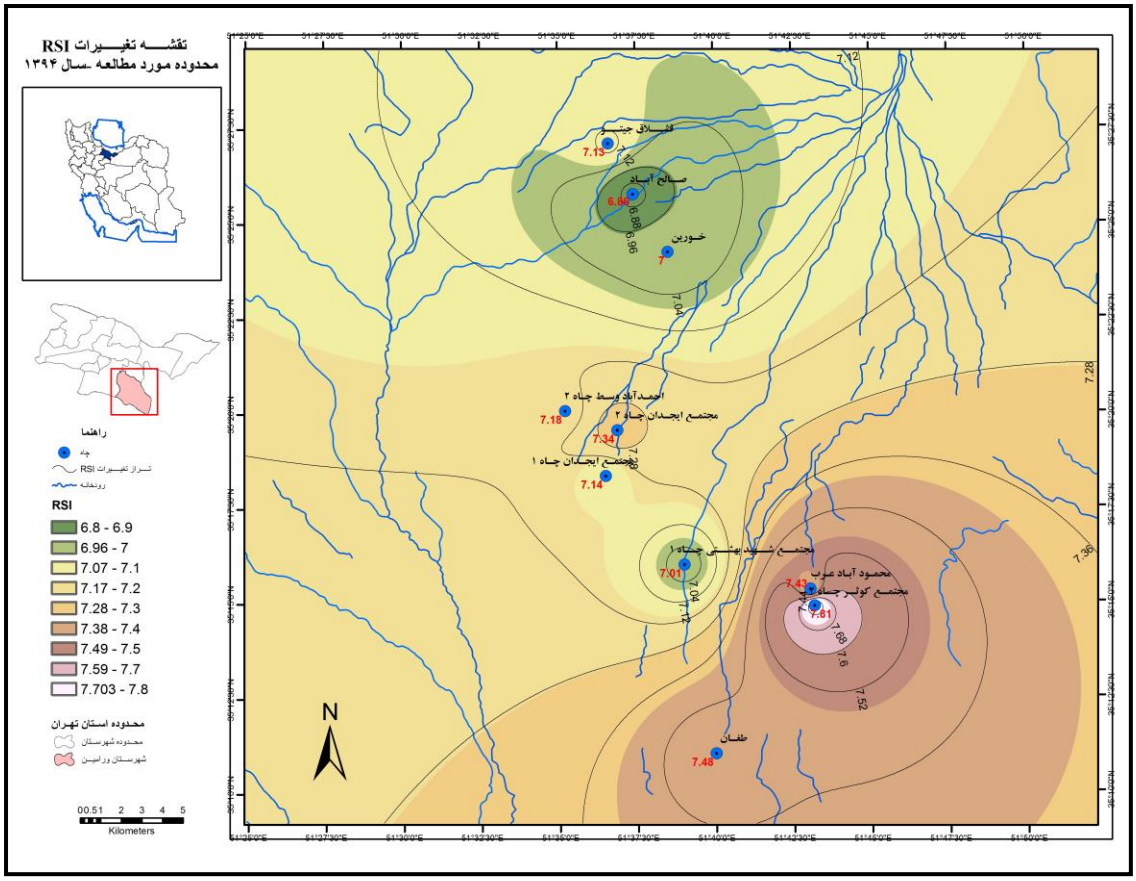
شکل ۵- نقشه پهنه بندی میزان شاخص لانژلیه منطقه مورد مطالعه در شهرستان ورامین در سال ۹۵

مقدار متوسط سختی کل در سال ۹۵ نسبت به ۹۴ کاهش داشته است ولی در کل کمی بالاتر از مقادیر استاندارد را نشان می دهد. لازم به ذکر است که قشلاق جیتو در شمالی‌ترین نقطه منطقه مورد مطالعه بالاترین میزان را در هر دو سال متوالی داشته است.

مقدار متوسط TDS کلیه منابع آب شرب منتخب نیز کاهش جزئی در سال ۹۵ داشته اند و مقدار کلی آن ها در هر دو سال از استاندار ۱۰۵۳ بالاتر بوده است. مقدار TDS در قشلاق جیتو همانند مقدار سختی، بالاترین میزان را به خود اختصاص داده است.

مقادیر فلوئور و یون کلراید نیز ثبات نسبی را در هر دو سال داشته و مقادیر کمتری نسبت به استاندارد داشته اند. در خصوص فلوئور بیشترین مقدار در سال ۹۴ متعلق به چاه مجتمع کوثر و در سال ۹۵ متعلق به چاه محمدآباد عرب است.

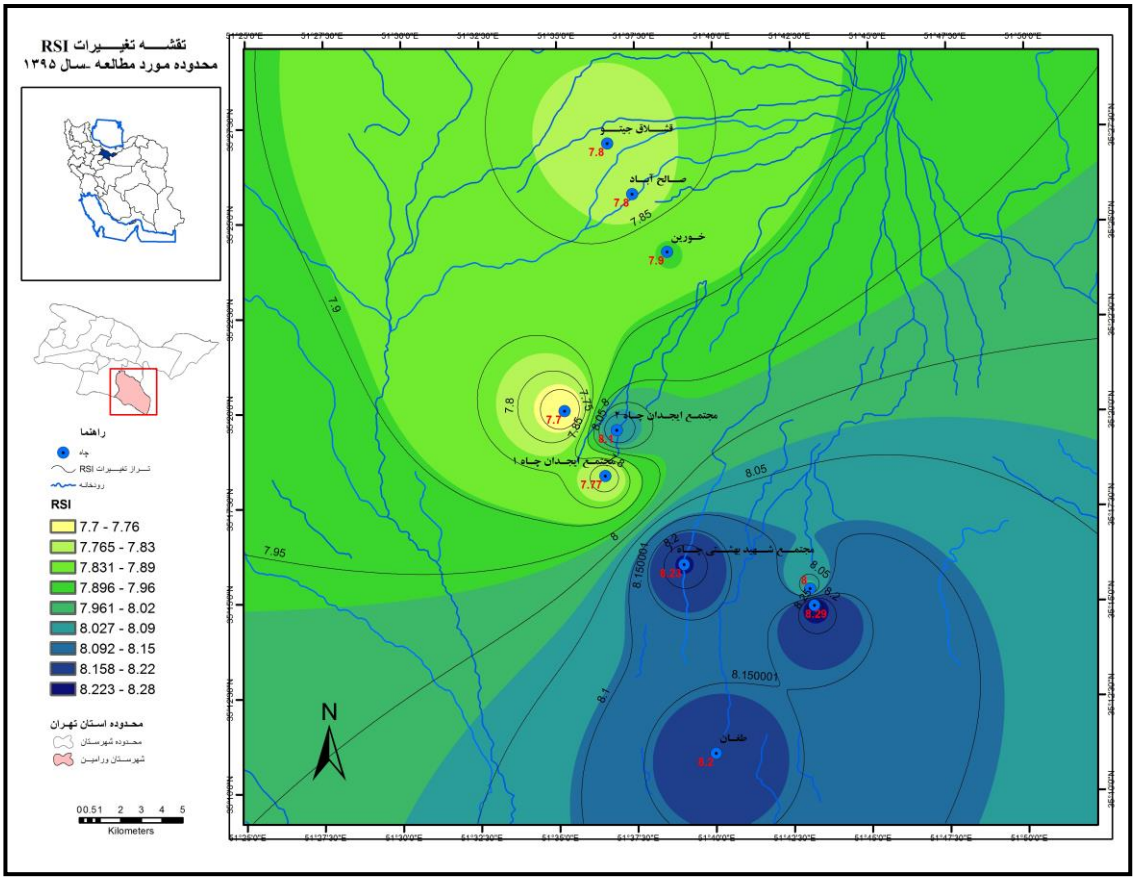
در رابطه با کلراید، تنها قشلاق جیتو مقدار بالاتری از استاندارد را به خود اختصاص داده است. مقادیر متوسط سولفات و نیترات نیز کاهش محسوسی در سال ۹۵ داشته‌اند. مقدار سولفات در سال ۹۴ و ۹۵ در قشلاق جیتو کمی بالاتر از استاندارد بوده است. نیترات نیز تنها در چاه محمدآباد عرب مقادیر جزئی بالاتر از استاندارد قرار گرفته بود.



شکل ۶- نقشه پهنه بندی میزان شاخص رایزنر منطقه مورد مطالعه در شهرستان ورامین در سال ۹۴

کاهش مقادیر متوسط در منابع آبی منتخب در رابطه با کلسیم و منیزیم نیز در سال ۹۵ مشاهده می شود. نواحی شمالی در مورد این متغیرها نیز مقادیر بالاتری را نسبت به مناطق مرکزی و جنوبی مورد مطالعه نشان می‌دهند. در مورد سدیم و پتاسیم نیز در سال ۹۵ نسبت به سال ماقبل خود کمی کاهش مشاهده می شود. منابع آبی مستقر در نواحی شمالی منطقه مورد مطالعه علی الخصوص قشلاق جیتو در هر دو مورد کمی بالاتر از استاندارد ۱۰۵۳ هستند. این مورد در رابطه با هدایت الکتریکی نیز صادق است. قلیایت و بی کربنات در هر دو سال، ثبات نسبی را داشته اند.

شاخص لانژلیه بر اساس نمودار شکل ۲ در سال ۹۴ دارای بالاترین مقدار در چاه صالح آباد و کمترین مقدار در چاه کوثر می‌باشد. همین شاخص در سال ۹۵ برای چاه ایجدان بالاترین مقدار و برای چاه کوثر کمترین مقدار را نشان می‌دهد. در خصوص شاخص رایزنر نیز بر اساس نمودار شکل ۳، در سال ۹۴ بالاترین مقدار اختصاص به چاه مجتمع کوثر و کمترین مقدار نیز به چاه شهید بهشتی داشته است. در سال ۹۵ بیشترین و کمترین مقدار به ترتیب مربوط به چاه های مجتمع کوثر و احمد آباد بوده است. به طور کلی اکثر چاه ها در سال ۹۴ و ۹۵ بر اساس هر دو شاخص مقادیر

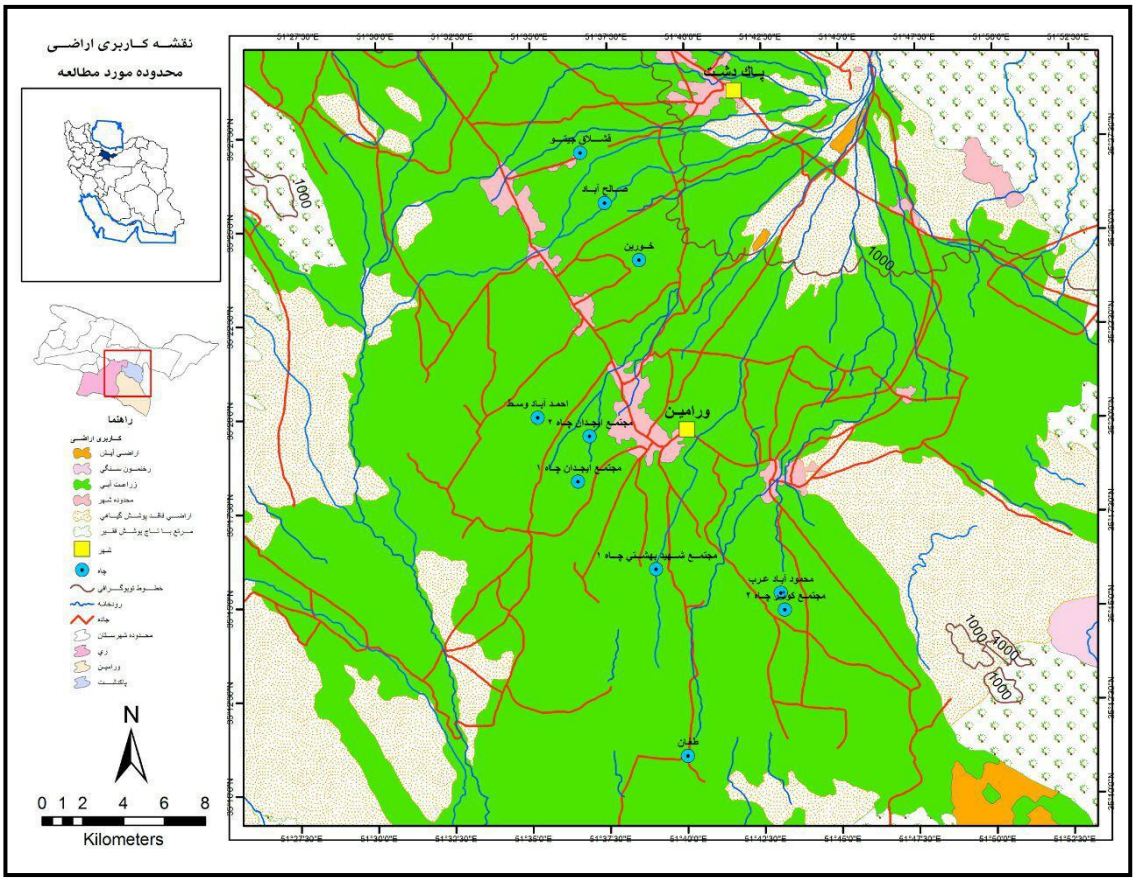


شکل ۷- نقشه پهنه بندی میزان شاخص رایزنر منطقه مورد مطالعه در شهرستان ورامین در سال ۹۵

در گستره متعادل بوده اند با ذکر این نکته که عمده چاه ها در سال ۹۵ تمایل عددی بیشتری به خورندگی نشان داده اند. در سال ۹۴ چاه های کوثر و محمدآباد و طغان و به طور کلی، چاه های مستقر در مناطق مرکزی و جنوبی منطقه مورد مطالعه متعادل با کمی تمایل به خورندگی بودند که این روند در سال ۹۵ نیز به همین ترتیب ادامه داشته است، با این تفاوت که مقادیر خورندگی در منابع مناطق مرکزی و جنوبی مورد مطالعه، افزایش یافته است. نکته قابل توجه بر اساس نقشه های پهنه بندی شاخص لانژلیه در اشکال ۴ و ۵ این است که در منطقه مجتمع شهید بهشتی سیر حدی شاخص‌ها به سمت خوردندگی تغییر می‌کند و ثبات بیشتری را در این ناحیه نشان می دهد. پهنه‌بندی مقادیر شاخص رایزنر نیز در اشکال ۶ و ۷ مورد فوق الذکر را تایید می نماید.

نتیجه گیری

بر اساس آنچه که در شکل ۴، ۵، ۶ و ۷ که پهنه‌بندی شاخص های لانژلیه و رایزنر را در سال های ۹۴ و ۹۵ در مدل GIS نمایش می دهد، شاهد تعادل نسبی تمامی منابع آبی منتخب در منطقه مورد مطالعه هستیم و از طرفی گرایش به افزایش خورندگی نیز در سال ۹۵ قابل مشاهده است. همچنین یک سیر نسبتاً خطی افزایش خورندگی از سمت نواحی شمالی منطقه به سمت نواحی مرکزی و جنوبی را



شکل ۸- نقشه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه

شاهد هستیم. از جمله مهمترین موارد موثر بر چنین ماهیت و تغییراتی می توان به بحث بافت زمین شناسی که بر اساس ترکیبات یونی و شاخص های خورندگی قابل بررسی است و کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه که در شکل ۸ و با غلظت نیترات، کلراید، فلوئور و سدیم قابل ردیابی است، اشاره نمود.

به طور کلی به دلیل نوع بافت زمین شناسی و حاکمیت رسوبات تبخیری حاوی گچ و نمک و ترکیبات شیمیایی نظیر $CaSo_4$ و NaCl، در مناطق شمالی و مرکزی، مخصوصاً در محدوده قشلاق جیتو، صالح آباد و ایجدان، تمایل بیشتری به ثبات و تا حدی رسوبگذاری از طریق تبدیل بی‌کربنات به کربنات و اشباع سولفات کلسیم و نمک وجود دارد. این امر با افزایش غلظت متغیرهای فیزیکی از جمله TDS، EC و سختی کل طی سال های ۹۴ و ۹۵ نیز توجیه پذیر است. شستشوی طبیعی زمین توسط بارش‌های سالیانه و انحلال سازندهای گچی و نمکی در بخش های شمالی منطقه از یک طرف و شستشوی مصنوعی زمین از طریق زراعت آبی که بر اساس شکل ۸، کل منطقه را در بر گرفته است، موید این مورد می باشند.

افزایش مقدار کاتیون های Mg^{2+} ، Ca^{2+}، Na^{+}، K^{+} و آنیون هایی نظیر SO_4^{2-} و Cl^{-} طی سال های ۹۴ تا ۹۵ که تابع ساختار زمین‌شناسی حاکم بر منطقه هستند را می توان به واسطه وجود رسوبات تبخیری گچ و نمک در سطح زمین و ایجاد آبشویی در فصول ترسالی و امتزاج سفره های آب زیرزمینی با میان لایه های این رسوبات، در تحت الارض تفسیر نمود. غلظت نیترات در سال ۹۴ و ۹۵ در تمامی چاه ها در گستره مناسبی قرار داشت. با این وجود نقش عوامل انسان ساز در نوسانات غلظت به خصوص در بخش های شمالغربی به جهت تجمع بیشتر زمین های زراعی و همچنین در جنوب شرقی منطقه به جهت فعالیت های کشاورزی و مصارف کودهای ازته و استقرار در انتهای حوزه آبریز و مسیل های فصلی، مشهود است. با روندیابی نقشه های سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) در می‌یابیم که افزایش مقادیر اندیس لانژلیه در طی سال‌های ۹۴ و ۹۵ در محدوده روستاهای قشلاق جیتو، یک روند سازگار با متغیرهای فیزیکی نظیر TDS، EC و TH و کاتیون‌ها و آنیون های نظیر Mg^{2+}، Ca^{2+}، Na^{+}، K^{+}، SO_4^{2-} و Cl^{-} را نشان می‌دهد که در همین سال‌ها بر اساس محاسبات و نقشه های GIS ترسیمی، روند اندیس رایزنر نیز این روند را تایید می‌نماید.

از آنجایی که بخش های جنوبی منطقه مورد مطالعه تمایل بیشتری را طی گذر زمان به سمت خورندگی نشان می دهند، لذا پیشنهاد می گردد که علاوه بر اصلاح فرهنگ عمومی مصرف آب در منطقه و نصب کنتورهای حجمی، حفاظت‌های کاتدی و پوشش‌های رنگی در شبکه های انتقال و توزیع، استفاده از لوله های جدار چاهی پلی اتیلنی و تثبیت و پیش تصفیه آب پیش از پمپاژ به شبکه به منظور حفاظت از شبکه در برابر خوردگی، صورت بگیرد. پیش‌تصفیه آب می تواند شامل فرایندهای تعویض یونی، ترسیب شیمیایی، روش های مغناطیسی و یا تلفیقی از موارد فوق باشد. از طرف دیگر نیز تثبیت آب به کمک روش های شیمیایی نیز می تواند بسیار موثر واقع گردد.

تشکر و قدردانی

این تحقیق با مساعدت و همکاری شرکت آب و فاضلاب روستایی استان تهران و شهرستان ورامین انجام گردید، نویسنده این مقاله بدین وسیله مراتب تقدیر و سپاسگزاری خود را اعلام می نمایند.

منابع

- **زمانیان، ر.، (۱۳۷۷)**، "خوردگی و روشهای کنترل آن"، موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، چاپ دوم.

- **صداقت،م.، (۱۳۷۸)** ، "زمین و منابع آب (آب های زیرزمینی)"، انتشارات دانشگاه پیام نور.

- **صیادی, م, قدمی, و , خستو, ح ، (۱۳۸۵)**، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات اهواز، مجموعه خلاصه مقالات, مقاله "مدلسازی کیفی منابع آب زیرزمینی بر اساس شاخص GIS (مطالعه موردی روستاهای اسلامشهر)" ص ۴۴۰.

- **هورفر، عسگر، (۱۳۷۷)**، "جلوگیری از خوردگی و ایجاد رسوب سخت در شبکه های آب رسانی".

- **رجایی، ق. مهدی نژاد، م ه.حصاری مطلق، س.، (۱۳۹۰)** ، "بررسی کیفیت شیمیایی آب شرب روستایی دشت بیرجند و قائن در سال ۱۳۸۹-۱۳۸۸"، مجله تحقیقات نظام سلامت، سال هفتم، شماره ششم، ص ۷۴۵-۷۳۷.

- **مفیدی، ج.، (۱۳۸۳)** ،ا"صول خوردگی و حفاظت فلزات"، چاپ دوم،انتشارات و چاپ دانشگاه تهران.

- **ندافی، ک.، (۱۳۷۳)**،"مطالعه رسوب گذاری و روشهای فنی و اقتصادی پیشگیری از آن در سیستم‌های آبرسانی روستایی"، معاونت پژوهشی دانشکده علوم پزشکی شهید صدوقی یزد و جهاد سازندگی استان یزد.

- **APHA|AWWA| wpcf, (1998)**,." Standard Me That's for the Examination of water and waste water , 20 th edition, Apha, N. W, Washington D.C.

- **Brongers, M., P. Virmani, and J. Payer,(2002)."** Drinking water and sewer systems in corrosion costs and preventative strategies in the United States". Federal Highway Administration Publication FHWA-RD-01-156, US Department of Transportation, Washington, DC, 2002.

- **Edwards, M , (2004),** "Controlling corrosion in drinking water distribution systems: a grand challenge for the 21st century". Water Science & Technology. 49(2): p. 1-8.

- **Roberge, P.R**. (2006) , "Corrosion Basics: An Introduction ":NACE International.

- **A.H. Mahvi, K. Dindarlou, H. Ali Jamali, V**. **Alipour**, "Corrosion and scaling in Bandar Abbas Pipe water network", Hormozgan University of Medical Sciences 335-340 (2008).

- **Mehdi Heydari M, Bidgoli HN**. "Chemical Analysis of Drinking Water of Kashan District, Central Iran". World Applied Sciences Journal 2012;16(6):799-805 (In persian)

Investigating the Potential and Causes of Corrosion or Scaling of Drinking Water Resources in Varamin Village Villages and Preparation of its Distribution Model in GIS Geographic Information System

Ali Mehmandoost[1], Amir Hesam Hassani[*2], Homayoun Ahmadpanahi[3] and Reza PorRajab[4]

1 - Graduated from Faculty of Environment and Energy, Islamic Azad University, Science and Research Branch of Tehran, Tehran-Iran.
2 - Associate Professor Faculty of Environment and Energy, Islamic Azad University, Science and Research Branch of Tehran, Tehran-Iran.
3- Associate Professor Faculty of Chemistry, Islamic Azad University, Tehran Branch Center, Tehran-Iran
4 -CEO of Water and Wastewater Company of Tehran Province – Iran

Abstract

The problem of corrosion and Scaling in the discussion of chemical quality control of drinking water supply sources can be important due to the point of view that its effect on the network of drinking water transmission and distribution, both from the economic and health aspects. In this study, determining the potential of corrosion and scaling of Varamin city drinking water using Langelier saturation Index (LSI) and stability index Ryznar (RSI) for 10 main wells of Varamin City in the summer of 1394 and 1395 was done and the obtained data has been zoned on the Geographical information system (GIS). In order to calculate the above index as well as rooting the causes of the situation, water quality parameters such as: alkalinity, hardness, conductivity, total dissolved solids, magnesium, calcium, sodium, potassium, chloride, sulfate, fluoride, bicarbonate and pH was measured according to the book of " Standard Method". The results of chemical analysis and calculation of corrosive indices showed that the average LSI of the wells in the area in 1394 was equal to -0.01699 and in 1395 was equal to -0.3038, which shows a corrosive balance with increasing trend. The average RSI in this area in the year 1394 was 7.2428 and in 1395 was 8.0097 that confirmed the validity of the LSI index with a rational trend. Regarding that in the present situation, the stability situation is changing to corrosive state, Therefore in order to maintain and improve the health of citizens and also to increase the useful life of the plumbing equipment, the operation of water stabilization should be done in order to decrease its corrosive properties and maintain on its desired level.

Keywords: Corrosion, Scaling, Corrosion & Scaling index, Drinking water, GIS