Archive of SID

ارزیابی وضعیت کیفی آب‌های زیرزمینی منطقه کلاچای جهت مصارف کشاورزی با استفاده از GIS

علی مقیمی کندلوسی[۱]، امین محبی تفرشی[۲]، غزاله محبی تفرشی[۳*]

[۱] دکتری رسوب شناسی، استادیار گروه زمین شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان، ایران
[۲] دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، تهران، ایران
[۳] دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، تهران، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۲/۱۵ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۵/۵

چکیده

با توجه به اینکه استفاده از آب با کیفیت نامناسب سبب مشکلاتی از جمله شور شدن خاک، کاهش نفوذپذیری خاک و کاهش جذب آب توسط ریشه گیاه شده و منتج به کاهش بهره وری زراعی و یا حتی تهدید محصولات کشاورزی می‌شود، لذا بررسی کیفیت آب قبل از استفاده در کشاورزی بسیار لازم و ضروری است. بر همین مبنا در این تحقیق با استفاده از نمودارها و پارامترهای متداول در رده بندی کیفیت آب برای مصارف کشاورزی، و همچنین با استفاده از نرم افزار ArcGIS جهت نمایش گرافیکی تغییرات پارامترهای کیفی در محدوده منطقه مطالعاتی کلاچای، به بررسی و پهنه بندی کیفیت آب برای مصارف کشاورزی پرداخته شد. بر این مبنا کیفیت تمامی نمونه‌های آب‌های زیرزمینی منطقه مورد مطالعه از نظر پارامترهایMR، SAR،EC، %Na ، RSC،pH ، KR،CR ، در نمودار رده بندی Wilcox همه بجزw5 ، در نمودار رده بندی Gordon and Hailin w7 وw14 و w15 و در نمودار رده بندی Doneen همه نمونه‌ها بجز w13وw14وw15در رده عالی برای مصارف کشاورزی قرار دارند. بر همین مبنا بر اساس پارامتر PS تنها w6 و w8 دارای رده مناسب هستند. بر مبنای میزان همبستگی بین پارامترها، بیشترین همبستگی بین پارامترهای %Na و KR و کمترین میزان همبستگی بین پارامترهایEC و PI برقرار است.

کلید واژه‌ها: پهنه‌بندی کیفی، آب کشاورزی، GIS، کلاچای

مقدمه

منابع آب زیرزمینی درکشور ایران و بسیاری از کشورهای دیگر که آب و هوایی مشابه دارند، مهمترین منابع آب مورد استفاده درکشاورزی و شرب بشمار می‌آیند. از سوی دیگر خطر آلودگی کمتر این منابع نسبت به دیگر منابع آب باعث شده که حتی در مناطقی که کمبودی از لحاظ آب سطحی احساس نمی‌شود نیز استفاده از این منابع رونق

* نویسنده عهده دار مکاتبات: std_gh.mohebbi@khu.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

داشته باشد (Mahdavi, 2006). تصفیه طبیعی در طی حرکت در زمین سبب شده که آبهای زیرزمینی اغلب تمیز، بدون رنگ با کیفیت فوق العاده و عاری از ترکیبات میکروبی باشند (Babiker et al., 2007) با این وجود تغییر کیفیت آبهای زیرزمینی و شور شدن منابع آب زیرزمینی نیز هم اکنون خطری بزرگ در راه توسعه کشاورزی می‌باشد (Mohebbi Tafreshi et al., 2014). آنچه از نظر کشاورزی در رابطه با کیفیت آب مطرح می باشد تاثیر آن بر خاک و گیاه است. این تاثیر ناشی از ناخالصی‌های فیزیکی و شیمیایی موجود در آب می‌باشد که عوامل محیطی نیز بعضاً اثر آنها را تشدید و تقلیل می‌دهند. آبهایی که جهت کشاورزی استفاده می‌شوند تأثیر زیادی روی خاک و محصولات کشاورزی دارند و در واقع کیفیت خاک و محصولات و کمیت محصولات را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Azimi et al., 2014). با توجه به اینکه رفع آلودگی آبهای زیرزمینی، بسیار پرهزینه بوده و فرایند طولانی مدتی را دارا می‌باشند؛ از طرفی دیگر اغلب زمانی آلودگی تشخیص داده می شود که رفع آلودگی آبخوان تقریباً غیرممکن است، بنابراین بهترین راهکار، تعیین میزان کیفیت و پیشگیری از آلوده شدن و کاهش کیفیت این منابع آبی است (Mir Arabi et al., 2011). از لحاظ مفهومی، کیفیت آب به خواصی از منابع آب که بر تناسب آن برای مصارف خاص تاثیر گذار است، اطلاق می‌شود (Rhoades and Merrill, 1976). آبهایی که جهت کشاورزی مصرف می‌شوند از نظر کیفی به میزان زیادی تحت تأثیر نوع و میزان املاح و نمک‌های محلول هستند. حضور املاح در آبهای کشاورزی نسبتاً کم است اما به میزان قابل ملاحظه از انحلال سنگ های مثل کربنات ها و تبخیری‌ها منشاء می‌گیرند (Ravikuma and Somashekar, 2010). با توجه به آنچه گفته شد استفاده از پارامترهایی که بتواند به بررسی کیفیت آب بطور همزمان از نظر چند یون محلول پردازد سبب شده تا جهت بررسی مناسب بودن آب زیرزمینی از نظر کشاورزی رده بندی‌هایی صورت گیرد که هر یک به رده بندی کیفیت آب از نظر آن پارامتر می پردازند از جمله این پارامترها و روش‌های رده بندی متداول عبارتند از: پارامتر درصد سدیم محلول(Na%)، نسبت جذب سدیم (SAR)، مقدار سدیم کربنات باقی مانده(RSC)، رده‌بندی ویلکوکس، رده‌بندی Gordon and Hailin، خطر شوری (Meybeck, 1987)، نسبت منیزیم (MH)، پتانسیل شوری خاک (PS)، رده‌بندی کلی (KR)، Corrosivity Ratio (Guler et al., 2000) و نمودار رده بندی دونین برای اندیس نفوذ (PI). در این راستا تحقیقات متعددی در دنیا انجام شده که هر یک با در نظر گرفتن عوامل موثر بر کیفیت آبهای زیرزمینی و پارامترهای رده بندی کیفی به بررسی و یا پهنه بندی کیفی آب از نظر مصارف کشاورزی پرداخته‌اند که از جمله می‌توان به: Oladeji et al.(2012), Ravikumar (2015), Naseem et al. (2010), Venkateswaran and Vediappan (2013), Tripathi et al. (2012), Bashir et al. (2013), Mahanta and Sahoo (2012), Kumarasamy et al. (2013), Sheikhy Narany et al. (2014) اشاره نمود.

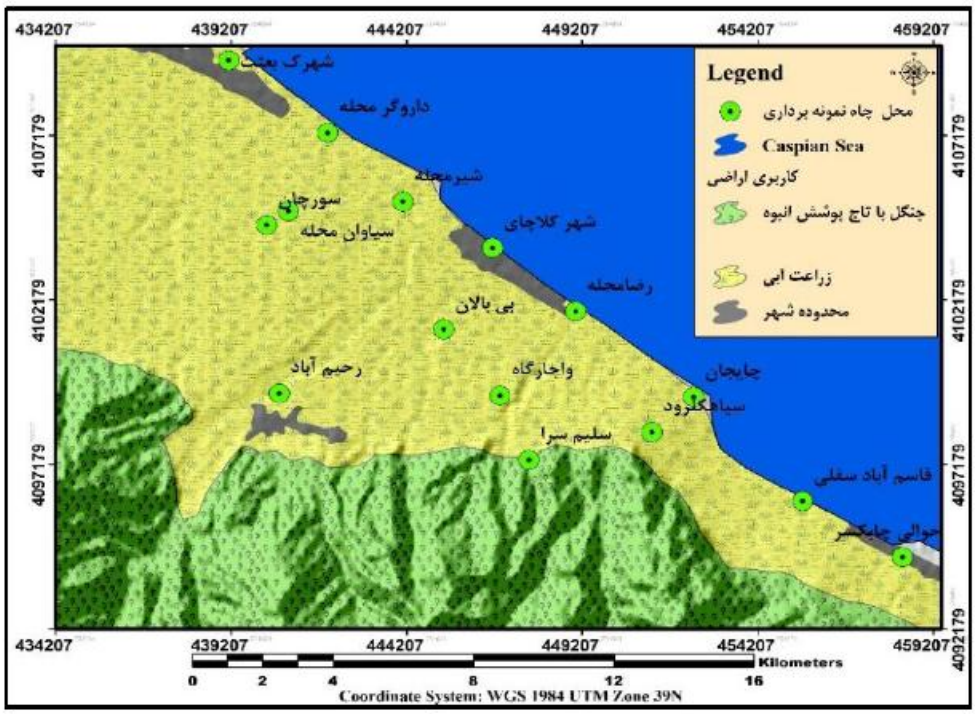
هدف انجام این تحقیق بررسی کیفیت آب‌های زیرزمینی برای مصارف کشاورزی با استفاده از پارامترهای متداول رده بندی آب برای کشاورزی جهت پهنه بندی کیفی و ترسیم نقشه‌ای مکانی در محیط نرم افزار ArcGIS در منطقه کلاچای می‌باشد تا بتوان بر مبنای آن تصمیمات صحیح مدیریتی در راستای پیشگیری از آلودگی منابع و در نتیجه کاهش کیفیت کشاورزی را اتخاذ نمود.

www.SID.ir

Archive of SID

مشخصات محدوده مورد مطالعه

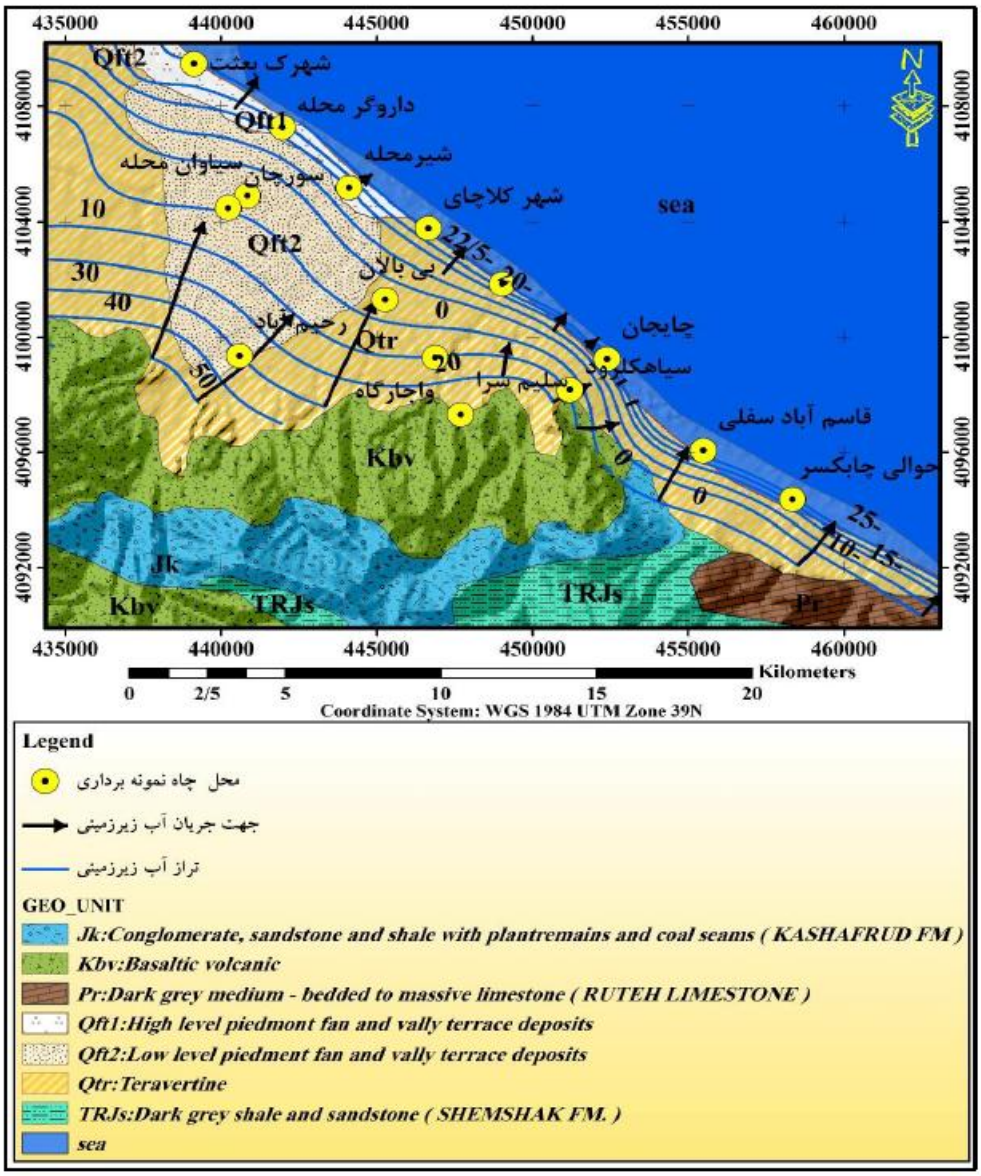
منطقه مورد مطالعه در شمال شرق استان گیلان با مختصات 434207 تا 459207 و4092179 تا 4110179 در زون 39N (بر مبنای سیستم مختصات UTM) و در شمال ایران واقع شده است. از نظر اقلیمی با میانگین بارش سالانه ۱۲۰۰ میلیمتر و میانگین دمای سالانه ١٤ درجه در اقلیم مرطوب (طبق رده بندی دومارتن) قرار دارد. از نقطه نظر کاربری اراضی، وسعت زیادی از منطقه مورد مطالعه را زراعت آبی در بر گرفته و مناطق جنوبی را جنگل با پوشش انبوه شکل می دهد (شکل ۱). از نظر زمین شناسی، بخش اعظمی از منطقه مورد مطالعه را رخنمون های عهد حاضر تشکیل داده است. بخش های زیادی از مرکز منطقه مورد مطالعه را سنگ‌های ولکانیک بازالتی تشکیل داده است. در بخش‌های جنوب غربی، سازندهای کشف رود و شمشک و روته رخنمون دارند (شکل ۲). جهت جریان آب زیرزمینی از مسیر رودخانه های منتهی به دریای خزر تبعیت نموده و از جنوب شرق منطقه مورد مطالعه به سمت شمال شرق (دریای خزر) می باشد.



شکل ۱: نقشه کاربری اراضی محدوده مورد مطالعه

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲: نقشه ساختار های زمین شناسی محدوده مورد مطالعه

مواد و روش‌ها

برای بررسی کیفیت آب زیرزمینی منطقه مورد مطالعه جهت مصارف کشاورزی و بمنظور محاسبه پارامترهای رده‌بندی، از آمار کیفی ۱۵ چاه مربوط به سال۱۳۹٤ استفاده گردید. این آمار شامل پارامترهای pH،Cl،So4،Ca،Mg،K،CO3،EC،HCO3،Na می‌باشند. نمونه‌ها داخل بطری های ۲۵۰ میلی لیتری پلی اتیلنی جهت انجام آنالیزهای هیدروشیمی به آزمایشگاه انتقال یافت. نمونه‌ها با استفاده از دستگاه Istek مدل PDC 915 بلافاصله پس از انتقال به آزمایشگاه قرائت شد. مقادیر آنیون‌ها و کاتیون‌های اصلی با استفاده از روش‌های تیتراسیون و FLAME PHOTOMETER اندازه گیری شدند. در جدول ۱ مقادیر حداکثر، حداقل و میانگین پارامترهای اندازه‌گیری شده کیفیت شیمیایی آب چاه های منطقه مورد بررسی درج گردیده است (واحد تمام پارامترهای کیفی درج شده بجز pH که فاقد واحد است و EC که µs/cm می‌باشد، mg/l است).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱: مقادیر آماری پارامترهای کیفی چاه های نمونه برداری

پارامتر	EC	pH	Ca	Mg	Na	K	HCO_3	CO_3	Cl	SO_4
تعداد نمونه ها	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
میانگین حسابی	537.74	7.91	70.33	14.34	6.45	0.65	205.3	0	13.73	31.75
انحراف معیار	189.81	0.19	20.99	4.46	8.24	0.26	66.85	0	7.69	17.58
ضریب تغییرات (درصد)	35.3	2.4	29.85	31.1	127.8	40	32.56	-	56.01	55.37
حداکثر	1065	8.1	91	21.4	27.9	1	300	0	31	66
حداقل	319.7	7.5	29	7.2	0.2	0.11	85	0	6	4.3
مد	مد ندارد	8.1	87	مد ندارد	مد ندارد	0.8	مد ندارد	0	12	28
میانه	521.4	7.9	79	14	2.2	0.8	215	0	12	28
دامنه تغییرات	745.3	0.6	62	14.2	27.7	0.89	215	0	25	61.7
چولگی	1.55	-0.63	-1.13	-0.07	1.64	-1.23	-0.52	0	1.47	0.31
واریانس	36029	0.04	440.52	19.91	67.98	0.07	4470	0	59.07	309.03

به دلیل پراکندگی ایستگاه های اندازه گیری برای رسم نقشه های هم ارزش از درونیابی به روش Kriging که مناسب توزیع‌های ناهمگن است استفاده شد (Fernandez et al., 2006). این فرآیند با استفاده از نرم‌افزار ArcGis10.1 ایجاد گردید. جهت رده بندی آبهای زیرزمینی منطقه مورد مطالعه برای مصارف کشاورزی از پارامترهای درصد سدیم محلول (Na%)، نسبت جذب سدیم (SAR)، مقدار سدیم کربنات باقی مانده (RSC)، نمودار رده‌بندی Wilcox (1955) ، نمودار رده‌بندی Gordon and Hailin (2010)، خطر شوری(EC)، نسبت منیزیم (MR)، پتانسیل شوری خاک (PS)، رده‌بندی کلی (KR)، pH، نرخ خورندگی (CR) و نمودار رده‌بندی Doneen (1962) برای اندیس نفوذ (PI) استفاده گردید. جهت ترسیم ماتریس همبستگی پارامترها از نرم‌افزار SPSS19 استفاده شد.

بحث

بر مبنای نتایج حاصل از آنالیز نمونه (جدول ۱)، پارامترهای رده‌بندی کیفیت آب برای مصارف کشاورزی محاسبه و در جدول ۲درج گردید. در این بخش به شرح هر یک از پارامترهای رده‌بندی کیفی آب برای مصارف کشاورزی به شرح زیر پرداخته می شود:

جدول ۲: پارامترها و ایندکس های مرسوم در ارزیابی کیفیت آب برای مصارف کشاورزی

sample	محل نمونه برداری	RSC	Na%	MR	KR	PS	SAR	C.R	PI	EC	pH
w1	شهر کلاچای	1.63	16.88	27.05	0.20	1.38	0.69	0.52	45.36	521	7.9
w2	رضامحله	0.88	7.01	21.89	0.07	0.94	0.21	0.51	45.43	491	7.8
w3	چایجان	1.14	0.78	26.38	0.004	0.55	0.02	0.25	33.86	532	8.1

www.SID.ir

Archive of SID

w4	قاسم آباد سفلی	1.15	1.19	27.67	0.01	0.75	0.02	0.42	41.72	707	7.9
w5	حوالی چابکسر	-1.29	2.16	13.58	0.02	1.03	0.06	0.80	31.92	1065	8.1
w6	شیرمحله	0.84	1.42	21.78	0.01	0.24	0.03	0.10	38.66	362	8.1
w7	داروگر محله	1.61	12.51	29.08	0.14	1.37	0.49	0.54	41.50	403	7.7
w8	شهرک بعثت	0.19	0.74	19.74	0.003	0.25	0.01	0.12	35.67	429	8.1
w9	سیاوان محله	1.52	1.28	23.53	0.01	0.42	0.03	0.16	36.93	380	7.8
w10	سورچان	2.48	9.98	27.63	0.11	0.71	0.36	0.26	46.39	379	8.1
w11	رحیم آباد	1.29	1.52	28.80	0.01	0.58	0.04	0.28	36.38	320	8.1
w12	بی بالان	1.98	8.33	27.87	0.09	0.94	0.27	0.39	47.00	685	7.7
w13	واجارگاه	0.82	11.35	29.09	0.12	0.63	0.29	0.55	56.38	647	8
w14	سلیم سرا	0.79	5.31	36.96	0.05	0.58	0.12	0.70	53.85	587	7.8
w15	سیاهکلرود	0.64	0.52	27.27	0.003	0.40	0.01	0.44	58.36	558	7.5

Salinity Hazard

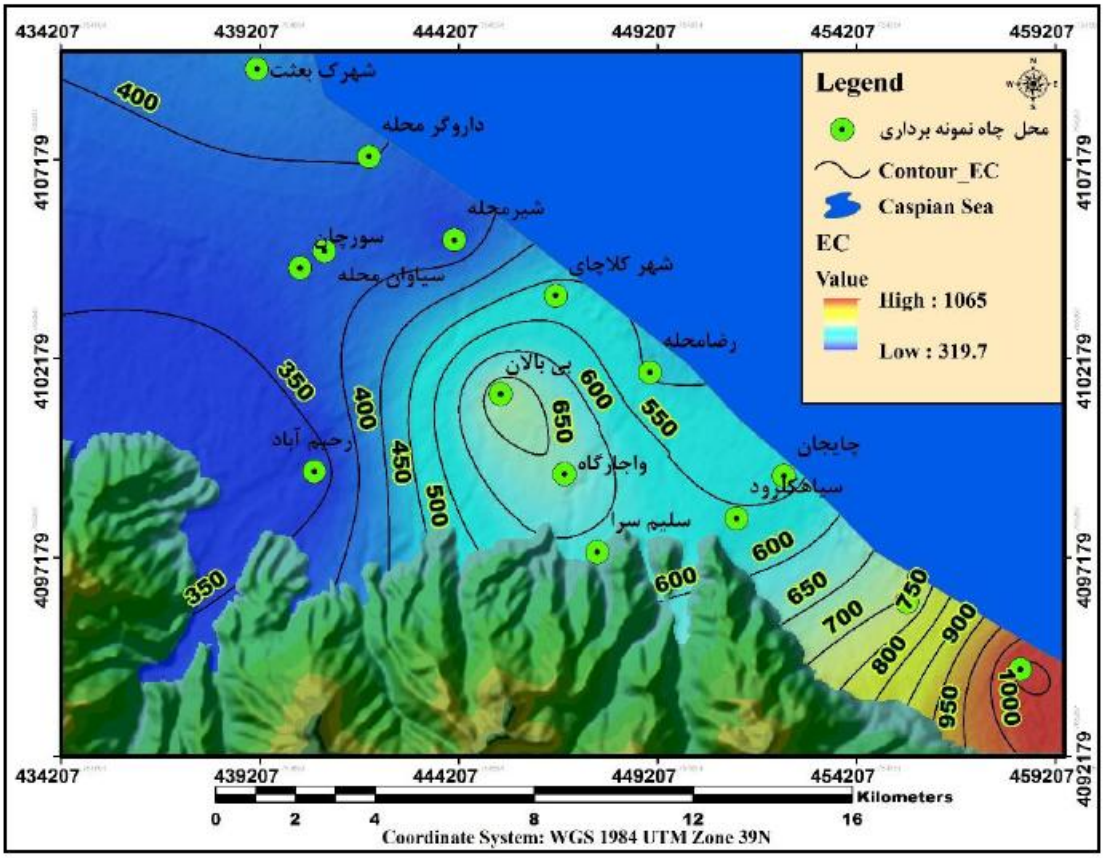
محتوای نمک یکی از نگران کننده ترین مسائلی است که در رابطه با آبهای کشاورزی وجود دارد. تمرکز بالای نمک‌ها در آب و خاک اثرات منفی بر زمین‌های زراعی داشته و سبب کاهش کیفیت زمین‌های زراعی می گردد. مقدار کل نمک محلول در آبهای کشاورزی معمولاً با استفاده از تعیین مقادیر EC(µs/cm) یا هدایت الکتریکی مشخص می‌شود. آبهایی که در کلاس خطر شوری کم یا C1 (EC= 100-250 µs/cm) قرار می‌گیرند، برای کشاورزی مناسب هستند. آبهایی که در کلاس خطر شوری متوسط یا C2 (EC=250-750 µs/cm) قرار می‌گیرند، در صورتیکه مقدار آب شویی در حد متوسط باشد، برای کشاورزی مناسب هستند. آبهای با میزان شوری بالا شامل کلاس‌های C3 (EC=750-2250 µs/cm) و C4 (EC>2250 µs/cm) هستند، در خاک‌های با زهکش کم نمی‌توانند مورد استفاده قرار بگیرند و حتی در خاکهایی با زهکش مناسب نیاز به برنامه های مدیریتی و توجه ویژه برای کنترل شوری دارند (Ravikumar and Somashekar, 2010). در منطقه مورد مطالعه مقدار شوری آب از حداقل 320 µs/cm تا حداکثر 1065 µs/cm در نوسان است. بر اساس جدول۳، ۹۳,۳۳ درصد نمونه های منطقه مورد مطالعه در رده C2 و ٦,٦٦ درصد نمونه ها در رده C3قرار دارند که نشان دهنده مناسب بودن آبهای زیرزمینی منطقه مورد مطالعه برای مصارف کشاورزی از نظر این پارامتر است. در شکل ۳ تغییرات مکانی پارامتر EC نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می گردد آنومالی بالایی در قسمت‌های جنوب غربی وجود دارد. این آنومالی بالای شوری را می توان به وجود ساختارهای رسوبی کنگلومرایی نسبت داد. زیرا در اثر فرسایش املاح موجود در این ساختارها وارد آب زیرزمینی شده و سبب شوری بیشتر آب شده اند.

جدول۳: رده بندی نمونه ها بر اساس پارامتر EC

EC	Class	Quality	Sample
100-250	C1	Excellent	
250-750	C2	Good	همه نمونه ها بجز W5
750-2250	C3	Fair	W5
>2250	C4	Poor	-

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۳: نقشه هم ارزش تغییرات مکانی ECدر منطقه مورد مطالعه

Sodium Adsorption Ratio (SAR)

سدیم مانند دیگر کاتیون‌ها با رس‌های موجود در خاک واکنش داده و جانشین یون‌های کلسیم و منیزیم شده و باعث کاهش نفوذپذیری خاک می‌گردد و کیفیت خاک را پایین می‌آورد. نسبت جذب سدیم بهترین معیار برای برآورد خطر سدیم است که میزان جانشینی یون‌های کلسیم و منیزیم به وسیله یون های سدیم را بیان می کند. مقدار این پارامتر از رابطه زیر محاسبه می‌شود (Todd, 1959):

$$SAR = \frac{Na^{+}}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}}$$

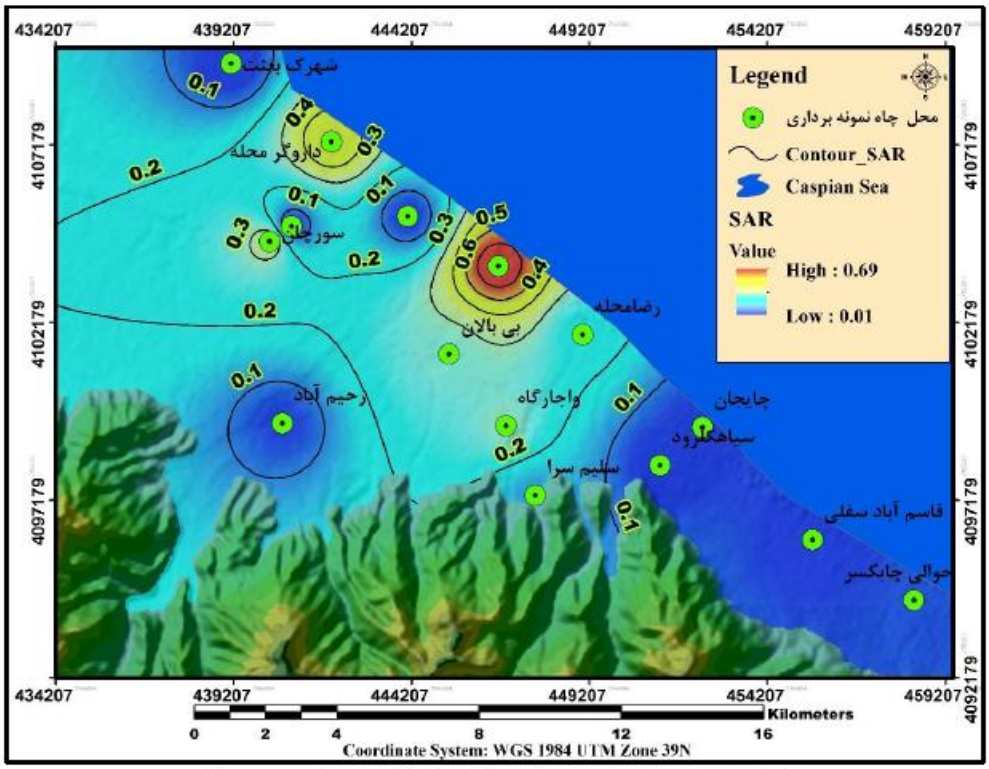
در رابطه بالا واحد یون ها میلی اکی والان بر لیتر می باشد. آبها با توجه به مقادیر SAR به چهار کلاس با خطر سدیم کم(S1,SAR<10)، خطر سدیم متوسط (S2, SAR=10–18) ، خطر سدیم بالا (S3, SAR = 18–26) و خطر سدیم بسیار بالا (S4, SAR>26) تقسیم می شوند. بر همین اساس در جدول ٤ رده بندی نمونه‌ها برای مصارف کشاورزی درج گردید. همچنین در شکل ٤ تغییرات مکانی پارامتر SAR مشاهده می گردد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول٤: رده بندی نمونه ها بر اساس پارامتر SAR

SAR	Class	Quality	Sample
<10	S1	Excellent	همه نمونه ها
10-18	S2	Good	-
18-26	S3	Fair	-
>26	S4	Poor	-



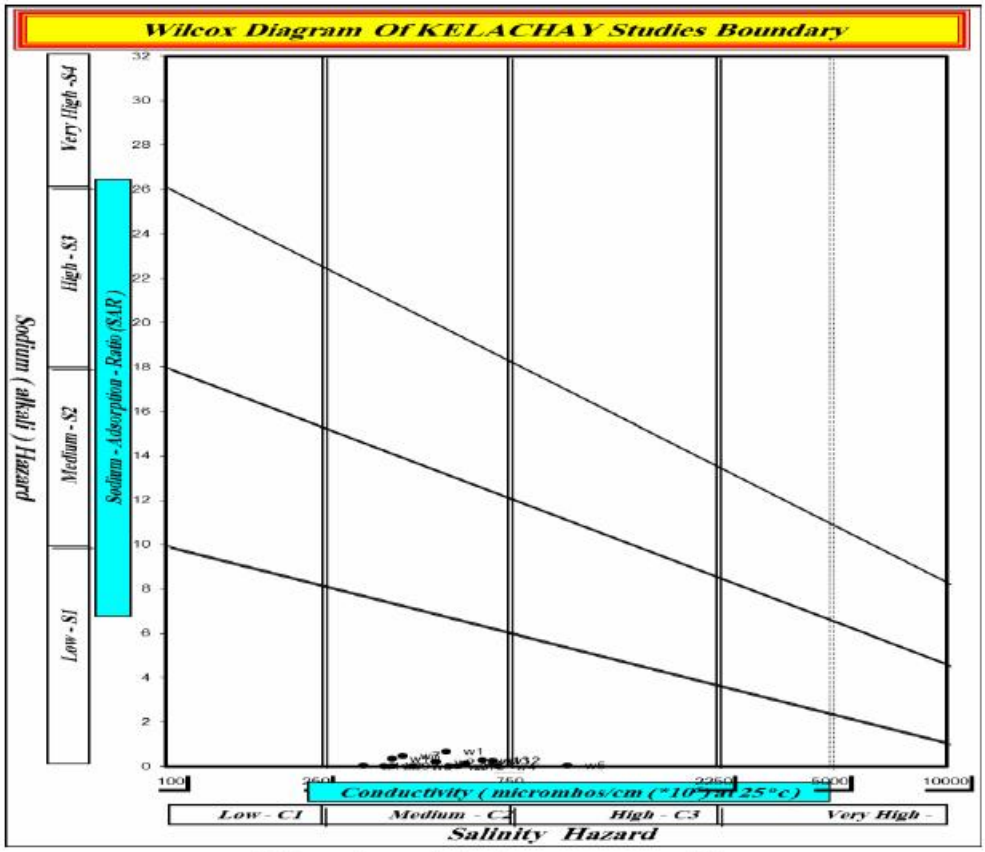
شکل٤: نقشه هم ارزش تغییرات مکانی SAR در منطقه مورد مطالعه

نمودار رده بندی Wilcox

یکی از متداول ترین روش‌های طبقه بندی آب برای مصارف کشاورزی، روش Wilcox(1955) و استفاده از نمودار آن است. مهمترین معیارهای کیفی در طبقه بندی آب از نظر کشاورزی در این روش، شوری و مقدار سدیم موجود در آن می باشد. زیرا این دو نه تنها بر رشد گیاه موثرند، بلکه درجه تناسب آب از نظر آبیاری و تاثیر آن بر نفوذپذیری خاک را مشخص می سازند. بر اساس طبقه بندی Wilcox آبهای خیلی خوب در کلاس C1S1 قرار می‌گیرند، آبهای خوب در کلاس‌های C1S2، C2S1، C1S1، C2S2، آبهای متوسط در کلاس های C3S3، C1S3، C2S3، C3S2 و C3S1 قرار گرفته و بقیه آبها نامناسبند. بر این اساس همانطور که در شکل ٥ مشاهده می‌شود ٩٣,٣٣ درصد نمونه ها در رده خوب و ٦,٦٦ درصد (W5) در رده متوسط برای مصارف کشاورزی قرار می‌گیرند.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۵: رده بندی نمونه‌ها بر اساس نمودار Wilcox

Percent sodium (Na%)

یکی از رده بندی های خطر سدیم در آبهای کشاورزی با عنوان درصد سدیم و یا درصد سدیم محلول عنوان می‌شود. روش‌های Wilcox (1955) و Eaton(1950) جهت رده بندی شیمیایی آبها براساس پارامتر Na% استفاده می شوند. مقدار این پارامتر توسط معادله زیر محاسبه می گردد(Doneen, 1962):

$$Na\% = \frac{(Na^+ + K^+)}{(Na^+ + K^+ + Mg^+ + Ca^{+2})} \times 100$$

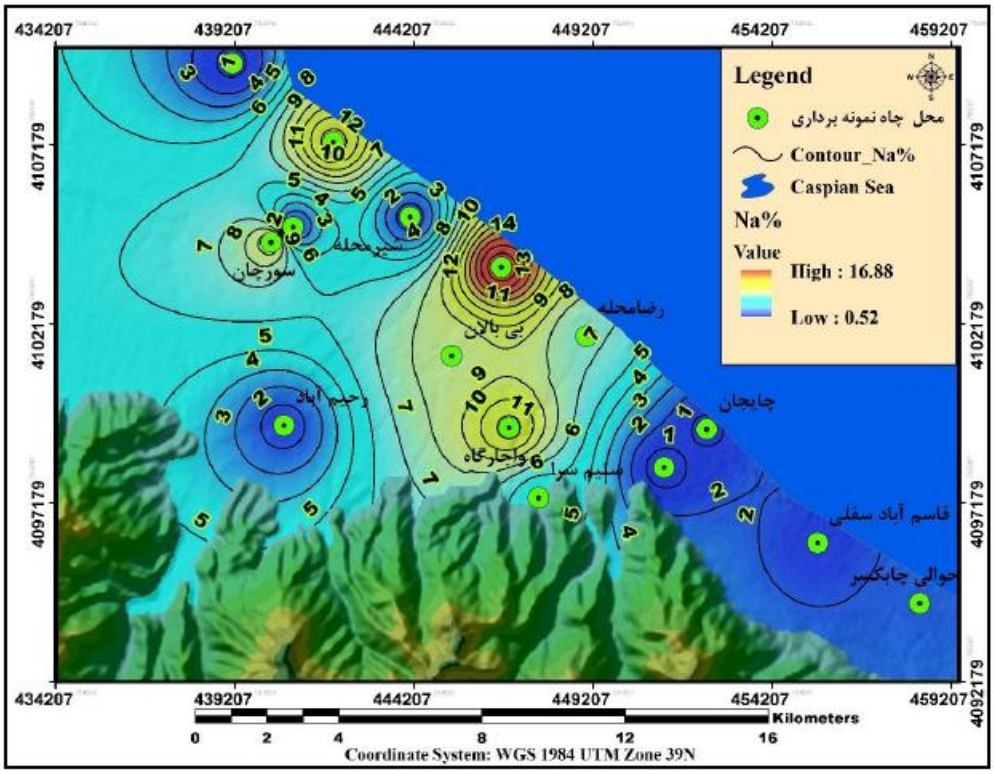
در رابطه بالا واحد یون ها میلی اکی والان بر لیتر می باشد. میزان تغییرات این پارامتر در آبهای زیرزمینی منطقه مورد مطالعه بین ۰,۵۲ تا ۱۶,۸۸ درصد می باشد. در جدول۵، رده بندی نمونه های آب منطقه مورد مطالعه درج گردیده است. همچنین در شکل ٦ تغییرات مکانی پارامتر Na%مشاهده می گردد.

جدول ۵: رده بندی نمونه ها بر اساس پارامتر Na%

Wilcox classification			Eaton classification		
Na%	Class	Sample	Na%	Class	Sample
Excellent	<20	همه نمونه ها	Suite	<60	همه نمونه ها
Good	20-40		Unsuited	>60	-
Fair	40-60				
Poor	60-80	-			
Very poor	>80	-			

www.SID.ir

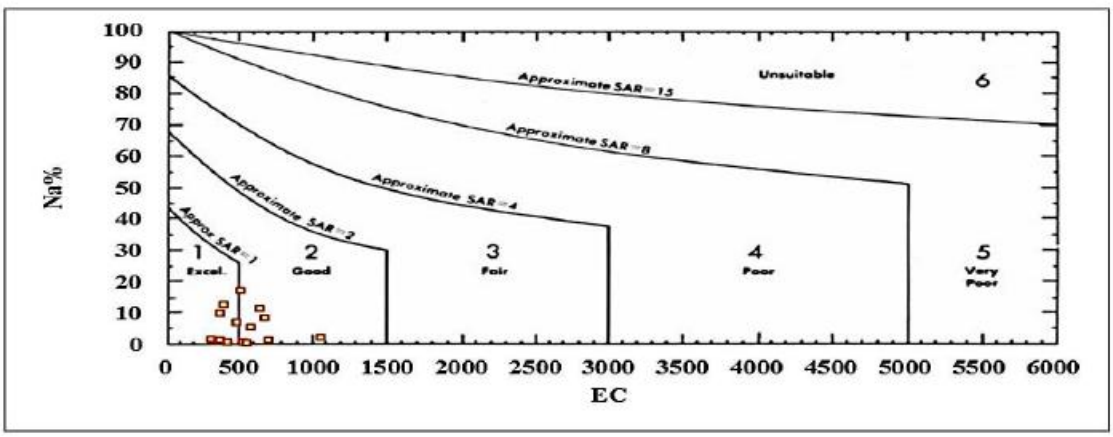
Archive of SID



شکل ٦: نقشه هم ارزش تغییرات مکانی Na%در منطقه مورد مطالعه

نمودار رده بندی Gordon and Hailin

یکی دیگر از نمودارهای رده بندی کیفیت آب برای مصارف کشاورزی، نمودار رده بندی Gordon and Hailin (2010) می باشد. بر اساس این نمودار که در آزمایشگاه دانشگاه Oklahoma به منظور طبقه بندی کیفی آبها جهت مصرف کشاورزی استفاده می‌شود، ٤٦,٦٦ درصد نمونه‌های منطقه مورد مطالعه در رده عالی (W2,W6, W7, W8,W9, W10,W11) و ٥٣,٣٣ درصد در رده خوب قرار می گیرند.



شکل ۷: نمودار رده بندی Gordon and Hailin

www.SID.ir

Archive of SID

Residual Sodium Carbonate (RSC)

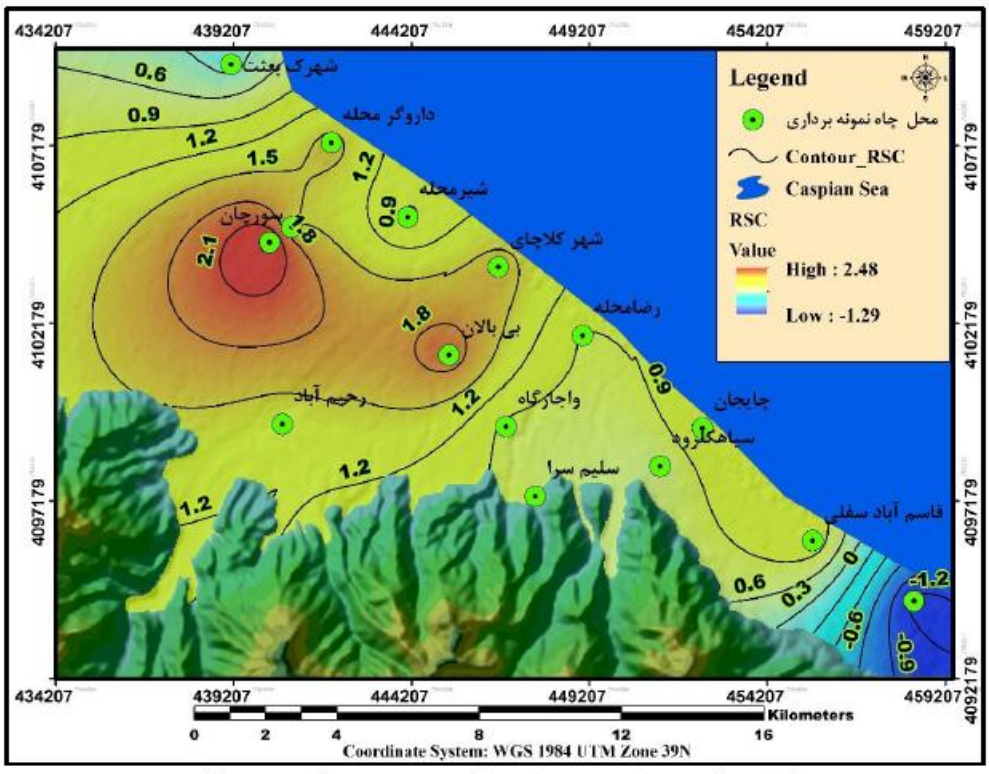
یکی دیگر از پارامترهای موثر بر کیفیت آب کشاورزی خطر مقدار سدیم کربنات باقیمانده است. مقادیر بالای یون های کربنات و بی کربنات سبب افزایش RSC شده و یون های Ca^{2+} و Mg^{2+} مقدار این پارامتر را کاهش می‌دهند. یون های بی کربنات و کربنات با کلسیم و منیزیم ترکیب شده و به صورت $MgCO_3$ و $CaCO_3$ رسوب می‌کنند. طی این واکنش غلظت یون های Ca^{2+}و Mg^{2+} نسبت به یون Na^{+} کاهش یافته و در نتیجه pH افزایش می‌یابد. RSC توسط معادله زیر محاسبه می شود (Richards, 1954):

$$RSC = (CO_3^{2-} + HCO_3^{-}) - (Ca^{2+} + Mg^{2+})$$

در رابطه بالا واحد یون‌ها میلی اکی والان بر لیتر می باشد. در جدول٦ رده بندی نمونه‌ها بر اساس پارامتر RSCدرج گردید. بر اساس این رده‌بندی و با توجه به اینکه میزان تغییرات این پارامتر بین حداقل1.29- تا حداکثر 2.48 قرار دارد، تمامی نمونه‌های منطقه مورد مطالعه بجز ۵ نمونه در رده عالی قرار دارند. در شکل ۸ تغییرات مکانی پارامتر RSC مشاهده می‌گردد.

جدول٦: رده بندی نمونه ها بر اساس پارامتر RSC

RSC	Quality	Sample
<1.25	Excellent	همه نمونه ها بجز W1,W7,W9,W11,W12
1.25-2.5	Fair	W1,W7,W9,W11,W12
>2.5	Unsuited	-



شکل ۸: نقشه هم ارزش تغییرات مکانی RSC در منطقه مورد مطالعه

www.SID.ir

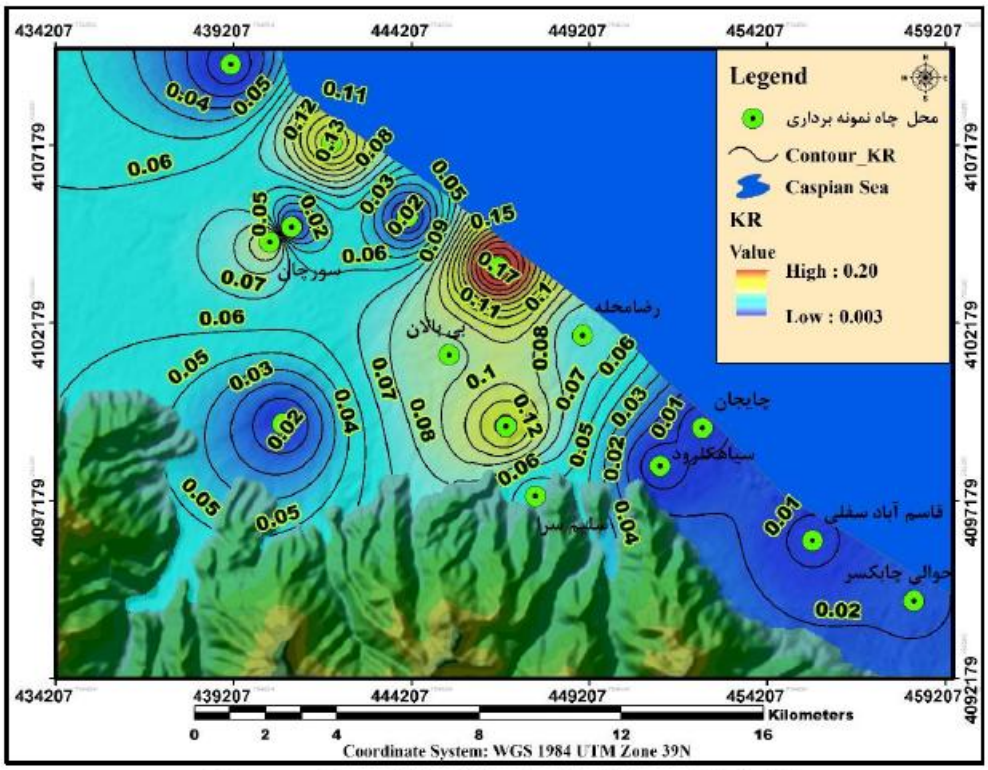
Archive of SID

Kelly Rate (KR)

نسبت میزان Na اندازه گیری شده به مجموع Ca و Mg را شاخص کلی می نامند (Kelly, 1951). هر چه میزان Na در این نسبت بیشتر باشد شاخص کلی بزرگتر خواهد برد و چون هرچه Na در خاک بیشتر گردد سبب کاهش نفوذپذیری خاک می شود، لذا مقادیر بیشتر شاخص کلی بعنوان شاخصی از خطر کاهش نفوذپذیری نیز می تواند بکار رود. شاخص کلی همچنین می‌تواند بعنوان شاخص خطر آلکالینیته در آب نیز مطرح گردد (Handa, 1981). مقدار این پارامتر توسط معادله زیر محاسبه می گردد (Kelly, 1951):

$$KR = \frac{Na^{+}}{Ca^{2+} + Mg^{2+}}$$

در رابطه بالا واحد یون ها میلی اکی والان بر لیتر می باشد. بر طبق رده بندی کلی، اگر میزان این پارامتر کمتر از یک باشد، آب برای کشاورزی مناسب و در غیر این صورت نامناسب می باشد که بر این اساس در منطقه مورد مطالعه، تمامی نمونه ها برای کشاورزی مناسب می باشند. در شکل۹ تغییرات مکانی پارامتر KR مشاهده می گردد.



شکل ۹: نقشه هم ارزش تغییرات مکانی KR در منطقه مورد مطالعه

Magnesium Ratio (MR)

میزان بالای منیزیم در آب زیرزمینی اغلب سبب می‌شود خطر تخریبی سدیم در خاک های منیزیمی- و یا در صورت استفاده از آب های دارایMg بالا -افزایش پیدا می‌کند (Kaka et al., 2011). در واقع میزان بالای منیزیم بتدریج باعث کاهش ظرفیت جذب آب توسط گیاه می‌شود که علت آن تبادل کاتیونی است. شاخصی که برای

www.SID.ir

Archive of SID

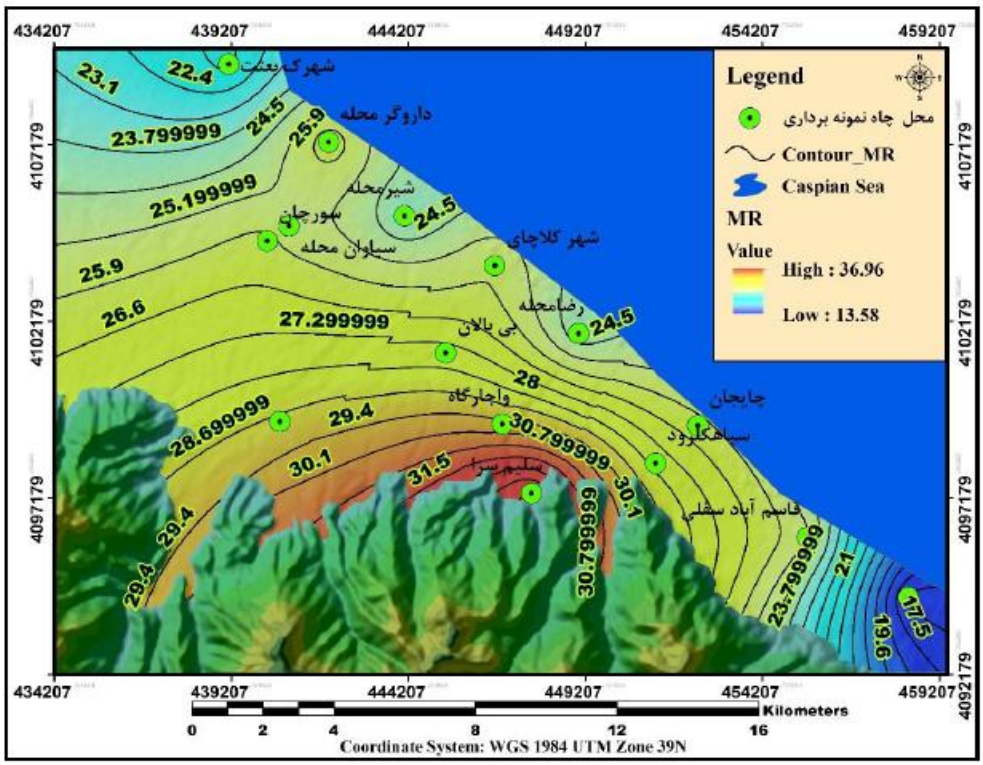
ارزیابی خطر منیزیم در آب زیرزمینی مورد استفاده قرار می‌گیرد شاخص میزان منیزیم است. برای تعیین میزان پارامتر MR از رابطه زیر استفاده می‌شود (Palliwal, 1972):

$$MR = \frac{Mg^{2+}}{Ca^{2+} + Mg^{2+}} \times 100$$

در رابطه بالا واحد یون ها میلی اکی والان بر لیتر می باشد. بر مبنای رده بندی Palliwal (1972)، در صورتی که میزان MR کمتر از ۵۰ باشد، کیفیت آب برای کشاورزی مناسب است. با توجه به اینکه پارامترMR در منطقه مورد مطالعه در تمامی نمونه دارای عدد کمتر ۵۰ است، لذا همه نمونه ها از نظر پارامتر MRبرای کشاورزی مناسب تشخیص داده شدند. در شکل ۱۰ تغییرات مکانی پارامترMR مشاهده می گردد.

pH

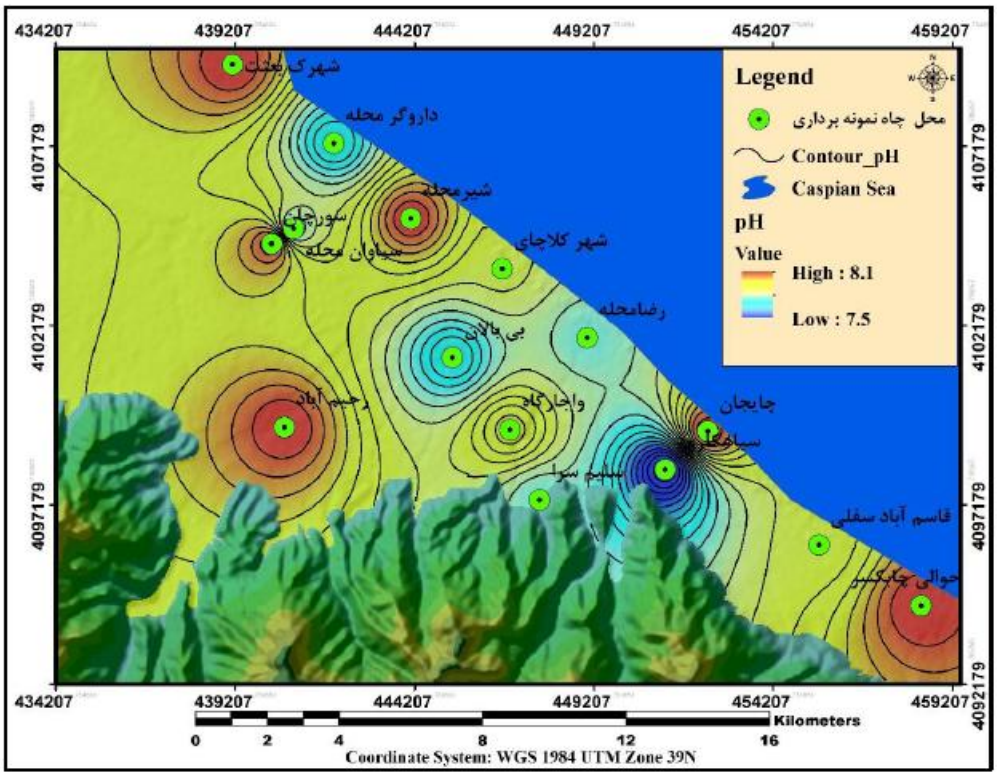
pH نیز یکی از پارامترهای مهم در تعیین کیفیت آب برای مصارف کشاورزی است (Bashir, et al., 2013). بازه مناسب pH در آب زیرزمینی برای مصارف کشاورزی بین ٦,٥ تا ٨,٤ می باشد (Bauder et al., 2010). بر این اساس با توجه به قرار داشتن تمامی نمونه‌های منطقه مورد مطالعه در بازه استاندارد، کیفیت آبهای زیرزمینی منطقه مورد مطالعه از نظر این پارامتر مناسب می‌باشد. در شکل ۱۱ تغییرات مکانی پارامترpH مشاهده می‌گردد.



شکل ۱۰: نقشه هم ارزش تغییرات مکانی MR در منطقه مورد مطالعه

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱۱: نقشه هم ارزش تغییرات مکانی pH در منطقه مورد مطالعه

Corrosivity Ratio (CR)

خورندگی یک پروسه الکترولیتی است که در سطح فلزات ایجاد می شود و باعث تخریب و سوراخ شدن دیواره فلزی می‌گردد. این مشکل اغلب به سبب شوری و پوسته گذاری[1] ایجاد می‌شود (Ryner, 1944). در مورد آب های کشاورزی این عامل بوسیله پارامتر CR اغلب جهت بررسی کیفیت آب در لوله های انتقال به مزارع مورد بررسی قرار می‌گیرد و از رابطه زیر بدست می‌آید (Ryner, 1944):

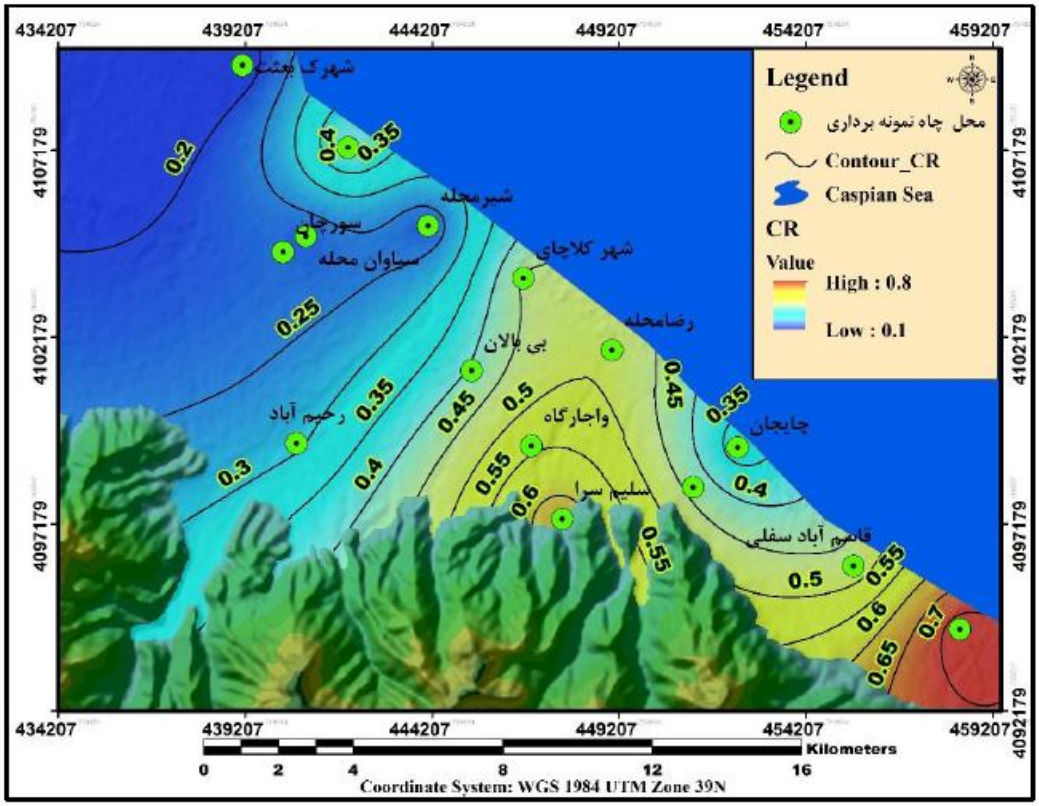
$$CR = \frac{\frac{Cl^-}{35.5} + 2\left(\frac{SO_4^{2-}}{96}\right)}{2\left(\frac{HCO_3^- + CO_3^{2-}}{100}\right)}$$

در رابطه بالا واحد یون ها میلی اکی والان بر لیتر می باشد. آبهای زیرزمینی با میزان CR کمتر از ۱ برای انتقال آب با هر نوع لوله ای مناسب اند اما آبهای زیرزمینی با میزان CR بیش از ۱ برای انتقال آب در لوله ای فلزی مناسب نیستند (Ryner, 1944). بر این مبنا کیفیت آب نمونه‌های منطقه مورد مطالعه بر اساس این پارامتر در تمامی نمونه ها مناسب می‌باشد. در شکل ۱۲ تغییرات مکانی پارامتر CR مشاهده می‌گردد.

[1] encrustation

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱۲: نقشه هم ارزش تغییرات مکانی CR در منطقه مورد مطالعه

Potential Salinity (PS)

شوری بالقوه خاک نیز یکی دیگر از معیارهای است که تحت تاثیر نمک‌های محلول در آب، در رده‌بندی آب‌های زیرزمینی از نظر تناسب برای کشاورزی موثر است. میزان کم نمک محلول با هر بار آبیاری رسوب کرده و بتدریج افزایش پیدا می‌کند و در مورد میزان زیاد آن نیز در مدت زمان کمتری سبب شوری خاک می‌گردد. Doneen (1962) ابراز داشت که شوری محلول نیز می تواند سبب شوری خاک شده و مناسب بودن آب برای کشاورزی را با مشکل روبرو سازد. شوری بالقوه به عنوان غلظت کلرید به علاوه نیمی از غلظت سولفات طبق فرمول زیر تعریف می شود:

$$PS = Cl^- + \frac{SO_4^{2-}}{2}$$

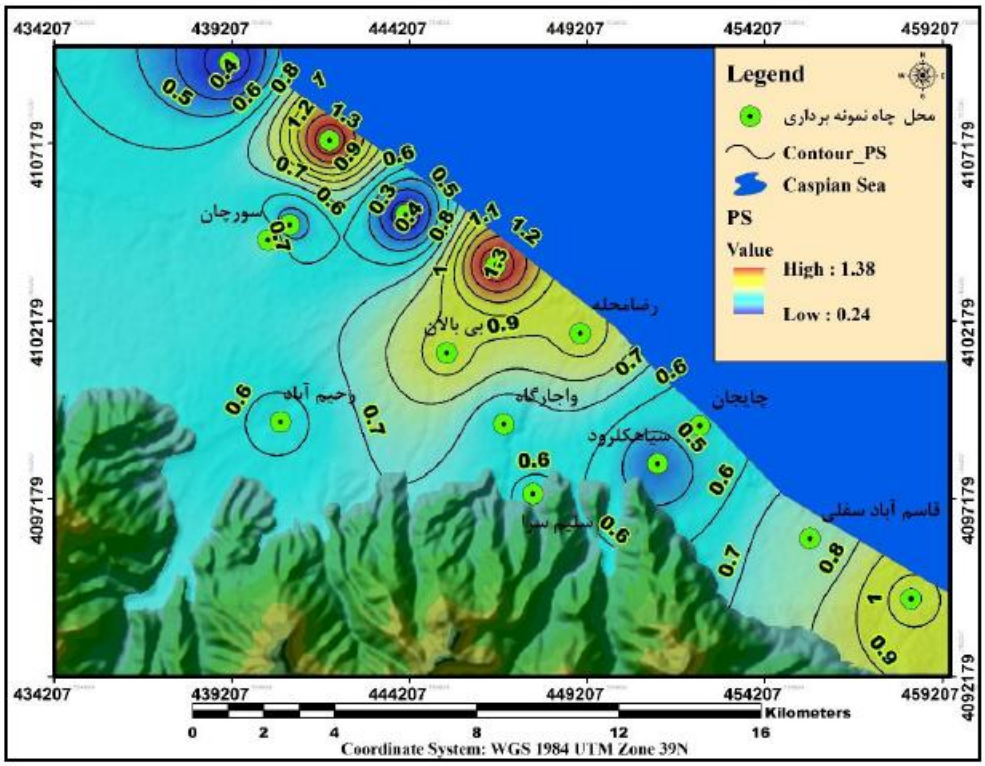
در رابطه بالا واحد یون ها ppm می‌باشد. بر اساس رده بندی Doneen (1962) سه رده مطابق با جدول ۷ برای کیفیت آب کشاورزی بر اساس این پارامتر در نظر گرفته می شود. طبق این رده بندی کیفیت آب زیرزمینی ۱۳,۳۳ درصد نمونه‌ها (W6, W8) در منطقه مورد مطالعه از نظر این پارامتر در رده عالی تا خوب برای مصرف در کشاورزی می‌باشد. همچنین ۸٦,٦٦ درصد نمونه‌ها دارای کیفیت آب مضر تا نامناسب برای مصرف در کشاورزی هستند. در شکل۱۳ تغییرات مکانی پارامترPS مشاهده می گردد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۷: رده بندی نمونه ها بر اساس پارامتر PS

PS	Quality	Sample
<0.5	Excellent to Good	W6,W8
0.5-2	Good to Injurious	همه نمونه ها بجز W6,W8
>2	Injurious to Unsuits factory	



شکل ۱۳: نقشه هم ارزش تغییرات مکانی PS در منطقه مورد مطالعه

Permeability index (PI)

نفوذپذیری خاک تا حد قابل توجهی تحت تاثیر ترکیب و غلظت یون‌های آب استفاده شده برای کشاورزی است(Mahanta and Sahoo, 2012). از اینروست که استفاده طولانی مدت از آب با شوری و سدیم زیاد سبب کاهش نفوذپذیری خاک می گردد. با توجه به اینکه نفوذپذیری خاک وابسته به میزان یون‌های Ca،Mg ،HCO_3،Na است، Doneen (1962) پیشنهاد کرد که از رابطه زیر تاثیر پارامتر نفوذپذیری خاک در رده بندی آب برای مصارف کشاورزی محاسبه گردد:

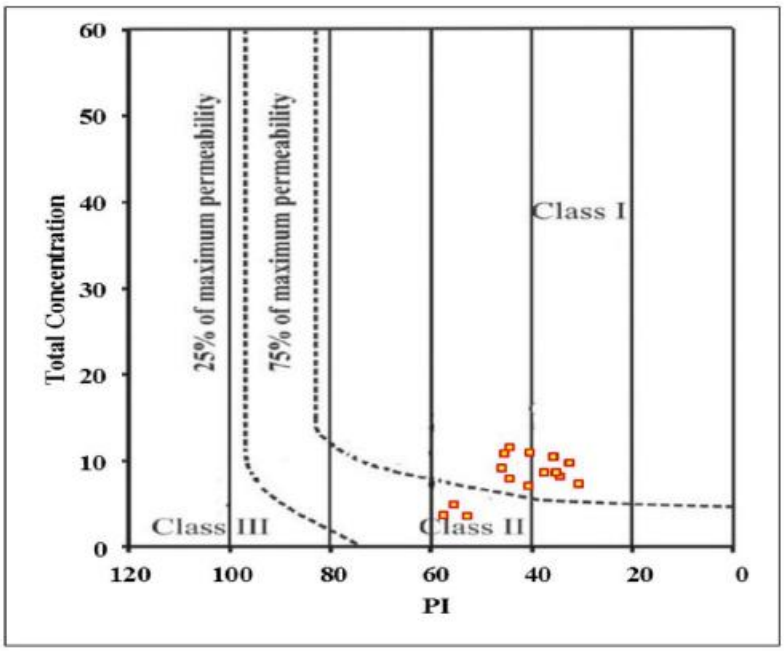
$$PI = \frac{Na^{+}+\sqrt{HCO_3^{-}}}{Na^{+}+Mg^{+}+Ca^{+2}}\times 100$$

در رابطه بالا واحد یون‌ها میلی اکی والان بر لیتر می‌باشد. بر اساس این رده‌بندی، درصورتی‌که آبهای که در کلاس۱ قرار بگیرند، برای مصرف در کشاورزی مناسب‌اند. آب های واقع شده در کلاس۲ نیز می توانند برای کشاورزی بکار روند. ولی آبهای واقع شده در کلاس۳ برای کشاورزی توصیه نمی شوند. با توجه به توضیحات ارائه

www.SID.ir

Archive of SID

شده و بر طبق نمودار رده بندی Doneen (1962) تمامی نمونه های منطقه مورد مطالعه (بجز w13,w14,w15 که در رده کلاس ۲ قرار دارند) در رده کلاس ۱ قرار دارند لذا برای مصرف در کشاورزی مناسب هستند.



شکل ۱٤: نمودار رده بندی Doneen برای اندیس نفوذ(PI)

همبستگی بین پارامترها

در مورد همبستگی بین شاخص های رده بندی، می توان گفت در بین شاخص هایی که دارای همبستگی مثبت و قوی با یکدیگر هستند، بررسی شاخصی که اندازه گیری آن وقت و هزینه کمتری دارد، برای ارزیابی کفایت می کند (Heshmati and Beigi Harchagani, 2012). بر همین مبنا همبستگی بین پارامترها در جدول ۸ درج گردید. بر اساس جدول ۸، همبستگی بین Na% و SAR مثبت، معنی دار و قوی است. علت آن می تواند مقادیر کم K در آب زیرزمینی و در نتیجه تاثیر کم آن در محاسبه Na% باشد. این بدان معناست که Na% و SAR عموما تحت تاثیر غلظت‌های Mg،Ca ، Na و HCO_3 آب زیرزمینی هستند (Heshmati and Beigi Harchagani, 2012).

جدول ۸: ماتریس همبستگی بین پارامترهای رده بندی کیفی

	RSC	Na%	MR	KR	PS	SAR	CR	PI	EC
RSC	1								
Na%	.453	1							
MR	.596	.327	1						
KR	.447	.999	.323	1					
PS	.161	.750	.058	.752	1				
SAR	.474	.979	.269	.984	.793	1			
CR	-.398	.381	.122	.377	.622	.321	1		
PI	.245	.391	.617	.386	.021	.284	.343	1	
EC	-.622	-.047	-.312	-.050	.300	-.094	.706	.017	1

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری

بر مبنای نتایج بدست آمده از آنالیز پارامترهای تاثیرگذار بر کیفیت آب برای مصارف کشاورزی، کیفیت آب نمونه‌های منطقه مورد مطالعه از نظر پارامتر EC در رده متوسط و قابل استفاده برای کشاورزی هستند. از نظر پارامتر SAR تمامی نمونه ها دارای کیفیت عالی می باشند. بر مبنای نمودار رده بندی Wilcox، ۹۳,۳۳ درصد نمونه ها در رده خوب (C2S1) و ٦,٦٦ درصد (W5) در رده متوسط (C3S1) برای مصارف کشاورزی قرار می‌گیرند. از نظر رده‌بندی Na%، همه نمونه ها دارای کیفیت عالی هستند. بر اساس نمودار رده بندی Gordon and Hailin، ٤٦,٦٦ درصد نمونه های منطقه مورد مطالعه در رده عالی (W2,W6, W7, W8,W9, W10,W11) و ۵۳,۳۳ درصد در رده خوب قرار می‌گیرند. از نظر پارامتر RSC، تمامی نمونه‌های منطقه مورد مطالعه در رده عالی قرار دارند. بر مبنای پارامتر KR، تمام نمونه‌ها برای کشاورزی مناسب می‌باشند. از نظر پارامتر MR نیز همه نمونه‌ها برای کشاورزی مناسب تشخیص داده شدند. همچنین با توجه به قرار گیری همه نمونه ها در بازه استاندارد، تمامی نمونه ها از نظر پارامتر pH برای کشاورزی توصیه می شوند. کیفیت آب نمونه های منطقه مورد مطالعه بر اساس پارامترCR در تمام نمونه ها مناسب می باشد. طبق رده بندی کیفیت آب زیرزمینی از نظر پارامتر PS، تنها ۱۳,۳۳ درصد نمونه ها در منطقه مورد مطالعه از نظر این پارامتر در رده عالی تا خوب برای مصرف در کشاورزی می باشد و ۸٦,٦٦ درصد نمونه‌ها (W6,W8) ها دارای کیفیت آب مضر تا نامناسب برای مصرف در کشاورزی هستند. بر اساس نمودار رده بندی دونین از نظر پارامترPI، تمامی نمونه های منطقه مورد مطالعه برای مصرف در کشاورزی مناسب هستند. بر مبنای میزان همبستگی بین پارامترها، بیشترین همبستگی بین پارامترهای Na% و KR به میزان ۰,۹۹۹ می‌باشد. علت این امر را می‌توان به اشتراک در یون‌های تاثیرگذار محاسبه شده در هر یک نسبت داد. کمترین میزان همبستگی به میزان ۰,۰۱۷ بین پارامترهای EC و PI برقرار است. با توجه به اینکه در بین شاخص هایی که دارای همبستگی مثبت و قوی با یکدیگر هستند، بررسی شاخصی که اندازه گیری آن وقت و هزینه کمتری دارد، برای ارزیابی کفایت می‌کند، می توان از پارامتر SAR بجای Na% بمنظور بررسی خطر سدیم، در منطقه مورد مطالعه استفاده نمود.

منابع

1. Azimi, M., Mahmoudi gharaei, M., Mahbobi, A., Taheri, K. (2014) Assessment of groundwater quality for irrigation use in Chamchamal plain, Kermanshah province,Iran. Paper presented at the first international geosciences Congress 16-19 February, 2014. Rasht, Iran.
2. Babiker, I.S., Mohamed, M.A.A., Hiyama, T. (2007) Assessing groundwater quality using GIS. Water Res. Manage 21: 699-715.
3. Bashir, E., Naseem, S., Pirzada, T. (2013) Geochemical study of groundwater of Uthal and Bela areas, Balochistan and its appraisal for drinking and irrigation water quality. Int J Agr Environ 2: 1-13.
4. Bauder, T.A., Waskom, R.M., Davis, J.G. (2010) Irrigation water quality criteria, Colorado State University. http://extension.colostate.edu/topic-areas/agriculture/irrigation-water-quality-criteria-0-506/
5. Doneen, L.D. (1962) The influence of crop and soil on percolating water In: Proc. Biannual Confrence on groundwater recharge.
6. Eaton, E.M. (1950) Significance of carbonate in irrigation water. Soil Sci 69: 123-133.

www.SID.ir

Archive of SID

7. Fernández, A.C., Fernández, A.M., Domínguez, C.T., Santos, B.L. (2006) Hydrochemistry of northwest Spain ponds and relationships to groundwater. J Ecol Iberian Inland Waters 25(1-4): 433-452.
8. Gordon, J., Hailin, Z. (2010) Classification of Irrigation Water Quality. OSU, Division of Agricultural Sciences and Natural Resources, Oklahoma State University. http://osufacts.okstate.edu
9. Guler, C., Thyne, G.D., McCray, J.E., Turner, A.K. (2002) Evaluation of graphical and multivariate statistical methods for classification of water chemistry data. Hydrogeol J 10: 455-474.
10. Handa, B.K. (1981) Technical report on hydrochemistry, water quality and water pollution in Uttar Pradesh; Central Ground Water Board, Ministry of Agriculture and Irrigation, Govt. of India, p317.
11. Heshmati, S.S., Beigi Harchagani, H. (2012) Qualitive zoning of Shahre kord groundwater indeces to designing irrigation system. J Water Res Agric 26(1): 43-59.
12. Kaka, E.A., Akiti, T.T., Nartey, V.K., Bam1, E.K.P., Adomako, D. (2011) Hydrochemistry and evaluation of groundwater suitability for irrigation and drinking purposes in the southeastern Volta river basin: manya krobo area, Ghana. Agric 39: 4793-4807.
13. Kelley, W.P. (1951) Alkali soils—their formation, properties and reclamation. Reinhold, New York.
14. Kumarasamy, P., Dahms, H.U., Jeon, H.J., Rajendran, A., Arthur James, R. (2013) Irrigation water quality assessment—an example from the Tamiraparani river, Southern India. Arab J Geosci 7(12): 5209-5220.
15. Mahanta, N., Sahoo, H.K. (2012) Assessment of Groundwater quality for Irrigation in the Kuchinda– Bamra Area in Sambalpur District, Odisha. Int J Earth Sci Eng 5(5): 1229-1234.
16. Mahdavi, M. (2006) Principles of applied hydrology,Volume II, Tehran University, Tehran.
17. Meybeck, M. (1987) Global chemical weathering of surficial rocks estimated from river dissolved loads. American. J Sci 287: 401-428.
18. Mir Arabi, A., Jamali, M., Mahmoudi, S., Ghodrat, M. (2011) Qualitative Zoning of drinking water with using quality index in GIS. Paper presented at Approach the water with clean water National Conference, Iran.
19. Mohebbi Tafreshi, Gh., Nakhaei, M., Rezaei, K., Mohebbi Tafreshi, A. (2014) Qualitative zoning of groundwater in Darmian-e-Asadabad plane (East of Iran) for agricultural purposes using GIS, Paper presented at the first international geosciences Congress 16-19 February, 2014. Rasht, Iran.
20. Naseem, S., Hamza, S., Bashir, E. (2010) Groundwater geochemistry of winder agricultural farms, Balochistan, Pakistan and assessment for irrigation water quality. Eur water 31: 21-32.
21. Oladeji, O.S., Adewoye, A.O., Adegbola, A.A. (2012) Suitability assessment of groundwater resources for irrigation around Otte Village, Kwara State, Nigeria. Int J Appl Sci Eng Res 1(3): 437-445.
22. Palliwal, K.V. (1972) Irrigation with saline water, ICARI Monograph No.2, New Delhi.
23. Ravikumar, P. (2015) Suitability assessmen of deep groundwater for drinking and irrigation use in the parts of Hoskote and Malur Taluks, Karnataka (India). Environ Res, Eng Management 71(1): 15-26.
24. Ravikumar, P., Somashekar, R.K. (2010) Multivariate analysis to evaluate geochemistry of groundwater in varahi river basin of udupi in Karnataka (India). int quar j environ sci 4(2&3): 153-162.
25. Richards, L.A. (1954) Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Agri. Handbook 60, U.S. Dept. of Agriculture, Washington. D.C
26. Rhoades, J.D., Merrill ASD (1976) Assessing the suitability of water for irrigation: theoretical and empirical approaches. In: Prognosis of salinity and alkalinity. FAO Soils Bull 31: 69-109.
27. Ryner, J.W. (1944) A new index for determining amount of calcium carbonate scale formed by water. J Amer Water Assoc 36: 472-486.
28. Sheikhy Narany, T., Ramli, M.F., Aris, A.Z., Sulaiman, W.N.A., Fakharian, K. (2014) Groundwater irrigation quality mapping using geostatistical techniques in Amol–Babol Plain, Iran. Arab J Geosci 8(2): 961-976.

www.SID.ir

Archive of SID

29. Todd, D.K. (1959) Groundwater hydrology. Wiley, New York.
30. Tripathi, A.K., Mishra, U.K., Mishra, A., Tiwari, S., Dubey, P. (2012) Studies of Hydrogeochemical in Groundwater Quality around Chakghat Area, Rewa District, Madhya Pradesh, India. Int J Mod Eng Res 2(6): 4051-4059.
31. Venkateswaran, S., Vediappan, S. (2013) Assessment of Groundwater Quality for Irrigation Use and Evaluate the Feasibility Zones through Geospatial Technology in Lower Bhavani Sub Basin, Cauvery River, Tamil Nadu. IJITEE 3(2): 180-187.
32. Wilcox, L.V. (1955) Classification and use of irrigation waters USDA Circular No. 969

www.SID.ir