پهنه بندی و تغییرات زمانی و مکانی استانداردهای کیفی آبهای زیرزمینی دشت مشهد (SAR,Ec,TDS) برای بررسی مصارف کشاورزی

حسین شیران [۱*] ، حسین محمد زاده[۲] ، محمد حسین محمودی قرایی[۳]

*دانشجوی کارشناسی ارشد، زمین شناسی زیست محیطی، دانشگاه فردوسی مشهد**
Hossein.shiran@um.ac.ir

دانشیار و مدیر مرکز تحقیقات آبهای زیرزمینی (متآب)، گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
mohammadzadeh@um.ac.ir

دانشیار گروه زمین شناسی دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
mhmgharaie@um.ac.ir

چکیده

برداشت بی رویه از آب های زیرزمینی سبب کاهش سطح آب ها و تغییر کیفیت آنها می شوند . میزان نسبت جذب سدیم آب های زیرزمینی یکی از شاخص های موثر در تعیین میزان تغییر آب های زیرزمینی است ، هدف پژوهش حاضر پهنه بندی دشت مشهد از نظر میزان نسبت جذب سدیم آب های زیرزمینی به منظور شناسایی محدوده های بحرانی و ارائه راهکارهای مناسب برای جلوگیری از تشدید نسبت جذب سدیم (SAR) آب های زیرزمینی است . به همین منظور کوشش شده است با تحلیل پهنه بندی با استفاده از نرم افزار ArcGis10.3 میزان نسبت جذب سدیم آب های زیرزمینی دشت مشهد و میزان تغییرات آن را در دهه های گذشته (از سال ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۷) مورد بررسی قرار دادیم . نتایج حاصل از پهنه بندی میزان نسبت جذب سدیم و میزان هدایت الکتریکی و سختی کل آب های زیرزمینی در دشت مشهد در دهه های گذشته از سال ۶۶ تا سال ۷۰ چنین نشان می دهد که در دهه شصت شمسی نسبت جذب سدیم (SAR) پهنه دشت بیش از دهه های بعدی در سال های ۷۰ تا ۸۰ بوده اما در دهه های ۸۱ -۹۰ این میزان کمتر ولی متاسفانه در سالهای ۹۱-۹۷ این میزان افزایش را نشان می دهد . همچنین در دشت مشهد روند تغییرات شوری آب های زیرزمینی از سمت شمال غرب به سمت جنوب شرق وضعیت نامتعادل تر شده تا اینکه در جنوب شرق وضعیت شدید و بحرانی می باشد .

واژگان کلیدی: دشت مشهد ، نسبت جذب سدیم،آبهای زیرزمینی ، پهنه بندی دشت ، سختی کل ،SAR,Ec ,TDS

مقدمه :

با توجه به افزایش جمعیت جهان و به تبع آن بیشتر شدن نیاز آب در شرب صنعت و کشاورزی مدیریت منابع آب در جهان امروزه از اهمیت ویژه ای برخوردار است. مدیریت منابع آب زیرزمینی که از منابع آب تجدیدپذیر به حساب می آیند دارای حساسیت خاصی می باشند. در ایران ۸۶٪ آبهای زیرزمینی برای مصارف کشاورزی استفاده می شوند(جمشید زاده و میرباقری ۲۰۱۰) لذا برای نیل به اهداف توسعه پایدار کشور مدیریت منابع آب زیرزمینی به خصوص برای مقاصد کشاورزی کاری بسیار دشوار و پیچیده می باشد.

برای توسعه پایدار منابع آب نیاز به برنامه ریزی و روش هایی است که متغیرهای بسیار زیاد مکانی و زمانی را پوشش دهد به همین دلیل پایگاه های اطلاعاتی جغرافیایی ابزاری مناسب برای مدیریت منابع آب موجود می باشد. این پایگاه به ما اجازه میدهد که

داده های زمانی و مکانی برای استخراج آب مورد نیاز گیاهان وکشاورزی مورد بررسی قرار گیرد. بررسی در آبخوان ها بسیار کاربردی تر می باشد همچنین نقشه های توصیفی را می توان از این پایگاه استخراج نمود این تصویرسازی میتواند برای مدیران در فرایند تصمیم گیری کمک زیادی کند. (فراهی و همکاران ۱۳۹۶)

برداشت های بی رویه از آبهای زیرزمینی سبب کاهش سطح آبها و تغییر کیفیت آنها می شوند میزان هدایت الکتریکی (Ec) و سختی کل آب (TDS) یکی از شاخص های موثر در تعیین میزان تغییر آبهای زیرزمینی است به شکلی که میزان نسبت جذب سدیم (SAR) آب با برداشت بی رویه و کاهش سطح آب زیرزمینی افزایش می یابد و این امر ، آسیب های جبران ناپذیری به زندگی گیاهی و جانوری اکوسیستم وارد می کند . خاک محیط مناسبی برای نگهداری و جذب آب و عناصر غذائی برای گیاه است. شرایط فیزیکی شیمیائی خاک عامل تاثیر گذاری در مقدار جذب آب و عناصر غذایی توسط گیاه و در نهایت در فرآیند رشد گیاه و تولید محصول است. یکی از محدودیت های رایج در خاکهای زراعی و باغی کشور افزایش میزان نمکهای محلول در خاک می باشد. با افزایش میزان (Ec) و بالا رفتن هدایت الکتریکی بخش زیادی از انرژی گیاه که باید در راستای رشد و نمو اندام گیاهی صرف گردد، برای جذب آب از درون محلول خاک (Soil Solution) مصرف میشود و در نتیجه رشد گیاه کاهش یافته و در طولانی مدت تولید غیر اقتصادی و گاها متوقف میگردد.

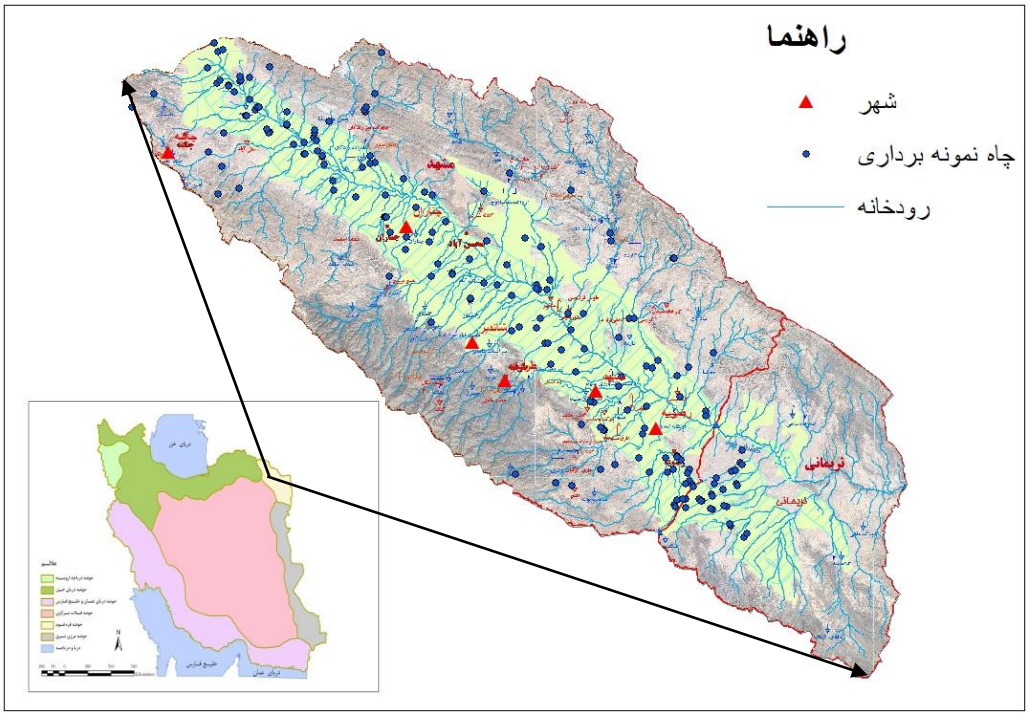
پیشینه تحقیق در ایران و دشت مشهد :

وضعیت کمی منابع آب ایران گویای حرکت ایران به سمت بحران کم آبی در سال‌های آینده می‌باشد، از سوی دیگر وجود برخی آلاینده‌های خطرناک در منابع آب کشور زنگ خطری است که مشکلات کم آبی را دوچندان می‌کند. بر اساس اطلاعات جمع‌آوری شده آب زیرزمینی در برخی دشت ها مانند تهران، تبریز، زنجان، رفسنجان و دشت های واقع در حوزه‌های دز و زاینده‌رود آلوده به انواع آلاینده ها از جمله فلزات سنگین، نیتروژن، غیر آلی (نیترات، نیتریت و آمونیاک) بور و مواد آلی است.نتایج آزمایشات کیفی بر روی چاه‌های مناطقی از بخش‌های مختلف مشهد حاکی از بالا بودن میزان نیترات، فسفات کلراید می باشد و بالا بودن نسبت No_3/Cl و So_4/Cl نتایج آنالیزی میکروبی آب مهم ترین عامل آلودگی را فاضلاب های خانگی بیان می‌کند. (شکوهیان و همکاران ۱۳۹۶) . در منطقه شهرک صنعتی توس از بین فلزات سنگین، میانگین غلظت کلیه عناصر در تمامی چاه‌های آب نمونه برداری شده در حد استاندارد می باشد و تنها میانگین غلظت عنصر جیوه در برخی چاه ها بیشتر از حد استاندارد است. از آن جا که عمق تا سطح ایستایی در منطقه بین ۴۰ تا ۵۰ متر است و جهت شیب زمین از شمال غرب به جنوب شرق می باشد از این رو باعث هدایت پساب شهرک صنعتی به آب‌های زیرزمینی منطقه می گردد. (فرهادی و همکاران ۱۳۹۵)

هدف پژوهش حاضر پهنه بندی میزان هدایت الکتریکی آب (Ec) و نسبت جذب سدیم (SAR) آبهای زیرزمینی و تغییرات آن در دشت مشهد و بررسی کیفیت آب از نظر مصارف کشاورزی و ارائه راهکارهای مناسب برای جلوگیری از تشدید نسبت جذب سدیم (SAR) آب های زیرزمینی است .

موقعیت جغرافیایی و زمین شناسی منطقه :

حوضه آبریز مطالعاتی مشهد تقریبا در مرکز استان خراسان رضوی و در محدوده ای به طول جغرافیایی ′ ۲۲ °۵۸ تا ′ ۷ °۶۰ و عرض جغرافیایی ′۵۹ °۳۵ تا ′ ۲ °۳۷ واقع شده است. این محدوده یکی از زیرحوضه های حوضه قره قوم می باشد این محدوده با کشیدگی شمال غرب جنوب شرق در حد فاصل ارتفاعات بینالود در جنوب غرب و غرب و ارتفاعات کپه داغ در شرق و شمال شرق قرار گرفته است. این محدوده از شمال به محدوده های مطالعاتی قوچان- شیروان و کلات نادری از جنوب و جنوب شرقی به محدوده های مطالعاتی سرجام و نریمانی که بخشی از محدوده مطالعاتی نیز در این ناحیه قرار دارد و از غرب به محدوده های مطالعاتی نیشابور و ینگجه محدود می گردد. (حسینی،۱۳۹۱)

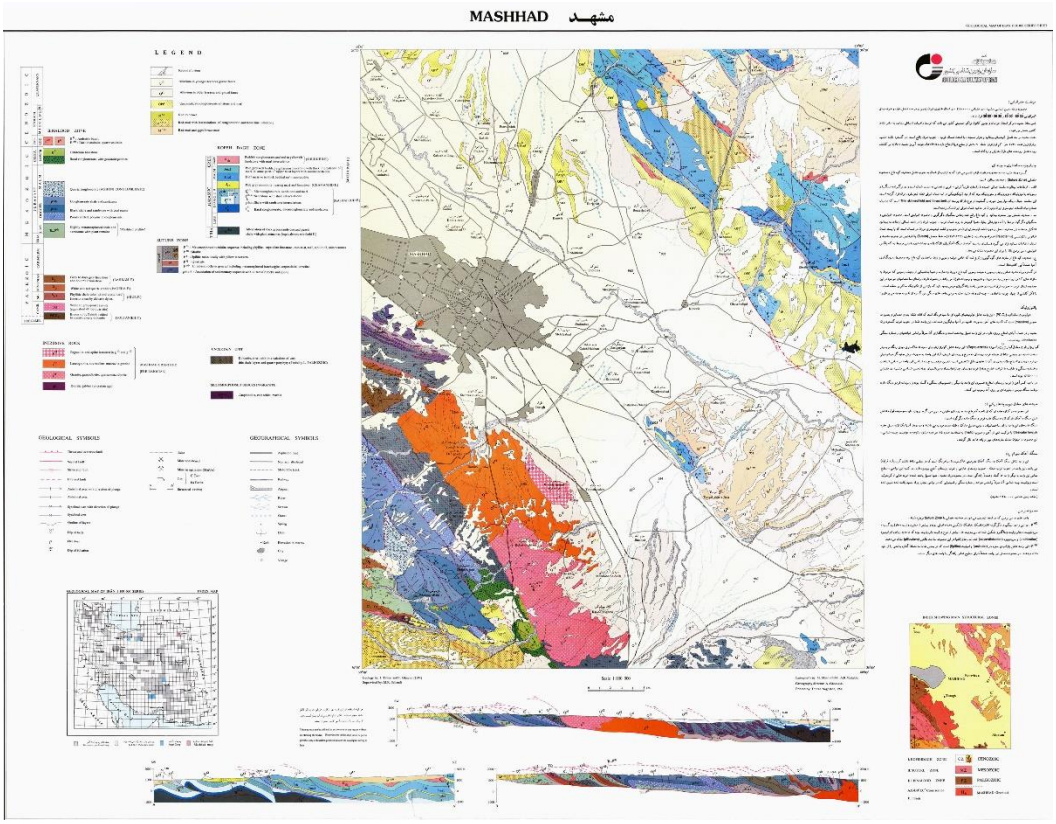


شکل شماره ۱-موقعیت محدوده مطالعاتی (آبخوان مشهد)

دشت مشهد بخش نسبتا هموار حوضه آبریز کشف رود است این دشت در حدفاصل طول جغرافیایی ′۳۰ °۵۸ تا ′۳۰ °۶۱ و عرض جغرافیایی ′۲۰ °۳۵ تا ۲۰ °۳۷ قرار گرفته است. مساحت کل دشت تا محل خروجی دشت(کال تنگه شور) که در محدوده بیلان قرار گرفته ۳۳۸۷/۷۹ کیلومتر مربع می باشد. طول کشیدگی حوضه حدودا ۱۵۰ کیلومتر است که از آبگرگ و دولو در ۹ کیلومتری شرق قوچان شروع شده و به کال تنگل شور در شرق مشهد ختم می گردد. بلندترین نقطه دشت مشهد در قله بینالود و در جنوب غربی حوضه قرار گرفته که ۳۳۰۰ متر از سطح دریا ارتفاع دارد و پایین ترین نقطه آن ۸۸۰ متر از سطح دریا بلندتر است که در محل خروجی دشت در محدوده کال تنگل شور قرار دارد.

دشت مشهد از نظر ژئومورفولوژی به صورت یک فرورفتگی است که بین ارتفاعات هزار مسجد در شمال و کوه های بینالود در جنوب قرار گرفته است. بخشی از محدوده جنوب شرقی دشت به وسعت تقریبی ۲۷۰ کیلومتر مربع که اکنون گستره شهر مشهد در آن واقع است، محدوده سفره آب زیرزمینی شهر مشهد را تشکیل داده است. این محدوده یکی از پهناورترین محدوده مطالعاتی استان خراسان رضوی می باشد. مهمترین راه های دسترسی به این محدوده مسیر ارتباطی مشهد- نیشابور، مشهد- قوچان و مشهد- تربت حیدریه و مشهد- سرخس می باشد. محدوده مطالعاتی مشهد از لحاظ ساختاری در حدفاصل دوزون کپه داغ و بینالود قرار گرفته است. سازنده ها و واحدهای زمین شناسی از دوران اول تا آبرفت های عهد حاضر در گستره این حوضه قابل رویت است.

روند کلی سیستم های ناپیوستگی گسل ها و چین خوردگی ها منطبق بر روند کمی عوارض زمین شناسی و در راستای شمال غرب- جنوب شرق می باشد.



شکل شماره ۲- نقشه زمین شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ مشهد

(منبع : سازمان زمین شناسی کشور، افشار حرب و همکاران، ۱۳۶۵)

اصلی ترین عوارض تکنونیکی منطقه، چین خوردگی منظم و تاقدیس و ناودیس های متوالی در ارتفاعات کپه داغ، زون گسله مشهد شاندیز در حاشیه ارتفاعات بینالود و گسله اصلی کشف رود در آبخوان آبرفتی مشهد می باشد. این عوارض عامل اصلی کنترل کننده مورفولوژی و جهت جریان در آبخوانهای سازند بوده و هیدرولیک آبخوان آبرفتی را نیز متاثر ساخته اند(سعادتی و همکاران ۱۳۹۳)

ارتفاع متوسط بارندگی سالانه برای محدوده دشت و ارتفاعات به ترتیب ۲۵۹/۳ و ۳۶۰/۰۱ میلیمتر، ارتفاع تبخیر و تعرق واقعی(روش کوتاین) سالانه برابر ۲۳۶ و ۳۱۱ میلیمتر در سال و حجم رواناب سالانه محدود مشهد برابر ۲۷۱/۳۲ میلیون مترمکعب می باشد. همچنین ایستگاه باران سنج اولنگ اسدی به عنوان معرف حوضه از سال آبی ۴۶-۱۳۴۵ تا ۹۰-۱۳۸۹ دارای میانگین دراز مدت ۱۸۳/۸ میلیمتر بارش می باشد(دفتر مطالعات آبهای زیرزمینی ۱۳۹۲) اقلیم مشهد بر اساس روش دمارتن نیمه خشک است و بر اساس روش آمبرژه نیمه خشک معتدل و براساس روش کوپن آب و هوای مدیترانه ای تعیین شده است (داودی و همکاران ۱۳۸۹)

مواد و روشها :

این پژوهش از نوع تو صیفی – تحلیلی و علمی ا ست و اطلاعات آن از منابع کتابخانه ای – ا سنادی شرکت آب منطقه ای خرا سان ر ضوی اخذ و جمع آوری شده اند روش انجام پژوهش به شکلی ا ست که ابتدا میزان هدایت الکتریکی چاههای م شاهده ای د شت م شهد و از سال ۱۳۶۶ الی سال ۱۳۹۷ در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی ا ستفاده شد و سپس با بهره گیری از روش میانیابی با استفاده از نرم افزار Arc GIS 10.3 به پهنه بندی میزان EC و نسبت جذب سدیم (SAR) و سختی کل (TDS) آبهای زیرزمینی د شت م شهد پرداخته شد در نهایت با ا ستفاده نسبت عملیات همپو شانی لایه های اطلاعاتی در دوره های آماری تلفیق و پهنه د شت

م شهد بر ا ساس میزان EC آبهای زیرزمینی تق سیم بندی گردید همچنین به جهت ن شان دادن ارتباط بین دو شاخص EC , SAR نقشه های پهنه بندی نیز مورد مقایسه قرار گرفت . برای تعیین میزان نسبت جذب سدیم (SAR) د شت مشهد اطلاعات بیش از ۵۰ چاه مشاهده ای سازمان آب منطقه ای خراسان طی سال های آبی ۶۶-۷۰ و ۷۱-۸۰ و ۸۱-۹۰ و ۹۱-۹۷ مورد بررسی و میانگین آن ها محاسبه شد . (جدول ۱)

نتایج و بحث :

از آنجا که بیشترین میزان آب در فصل تابستان که بیشترین برداشت سالانه از سفره آب زیرزمینی اتفاق می افتد میزان هدایت الکتریکی و آبان ماه هر دوره مبنای محاسبات پژوهش بررسی کیفیت آب قرار گرفته است .

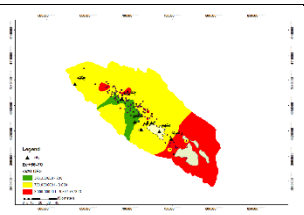
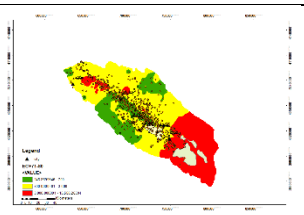
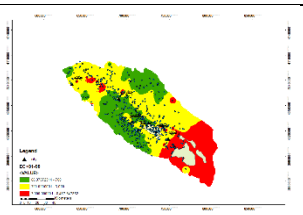
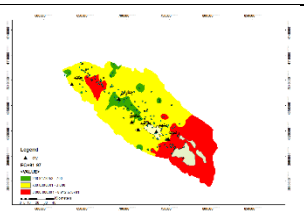
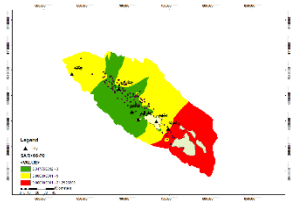
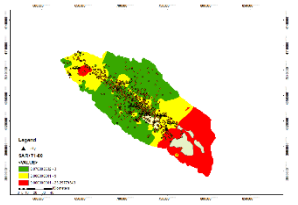
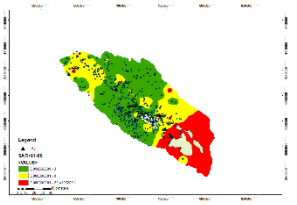
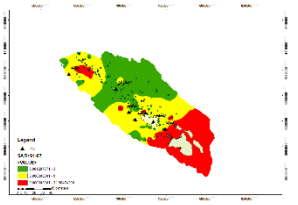
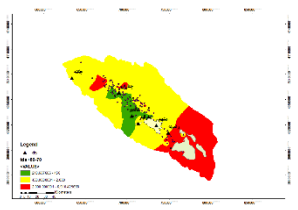
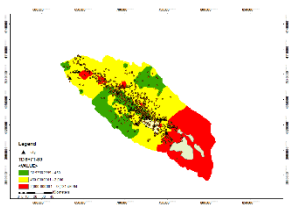
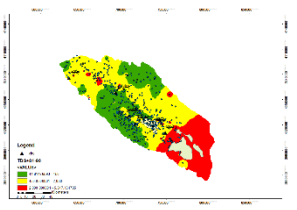
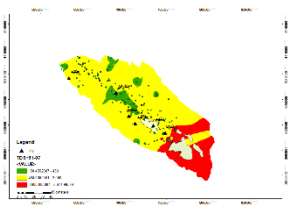
جدول شماره ۱- جدول میانگین غلظت یون های مختلف (بر حسب mg/L) درنمونه های آبهای زیرزمینی دشت مشهد در آبان ماه دردوره های مختلف

Parameter	۱۳۶۶-۷۰	۱۳۷۱-۸۰	۱۳۸۱-۹۰	۱۳۹۱-۹۷
Ca	۳.۴	۴.۴	۳.۶	۴.۹
Mg	۸.۸	۵.۸	۴.۵	۸.۹
Na	۳۴.۴	۱۳.۶	۸.۷	۳۸.۷
K	--	۰.۸	۱.۵	۰.۶
Co3	۰.۷	۰.۴	۰.۴	۰.۷
So4	۱۲.۵	۹.۴	۶.۶	۱۳.۹
Cl	۲۸.۶	۱۱.۲	۶.۵	۳۲.۸
TDS	۲۵۴۲	۱۲۴۱	۱۰۳۳	۳۲۴۷
Ec (µmho/cm)	۴۴۹۹	۲۳۸۶	۱۶۳۹	۵۱۵۳
PH	۸.۱	۸.۱	۸.۰	۸.۱
SAR	۱۴.۰	۵.۵	۳.۹	۱۵.۴
EC (FAO.std Value)	>۳۰۰۰	<۳۰۰۰	<۳۰۰۰	>۳۰۰۰

همانطور که در جدول شماره ۱ ارائه شده ا ست، از آنجاییکه میزان SAR آب های زیرزمینی ارتباط م ستقیم با سختی کل دارد میزان SAR نیز در این سال ها بطور متناسب تغییر یافته است و این مقادیر نشان دهنده میزان بسیار بالاتری از حد استانداردآب شرب که برابر (µmho/cm)۱۰۰۰ ا ست (WHO 2011) می با شد همچنین در دوره سال های ۶۶-۷۰ و ۹۱-۹۷ میزان بالاتری را از حد ا ستاندارد جهانی کشاورزی FAO نیز نشان میدهد . بیشترین مقدار pH برابر ۸/۱ و کمترین مقدار آن نیز برابر ۸ می با شد که با توجه به استاندارد بین ۶/۵ تا ۸/۴ نشان دهنده استاندارد آب های زیرزمینی منطقه از نظر pH می باشد .

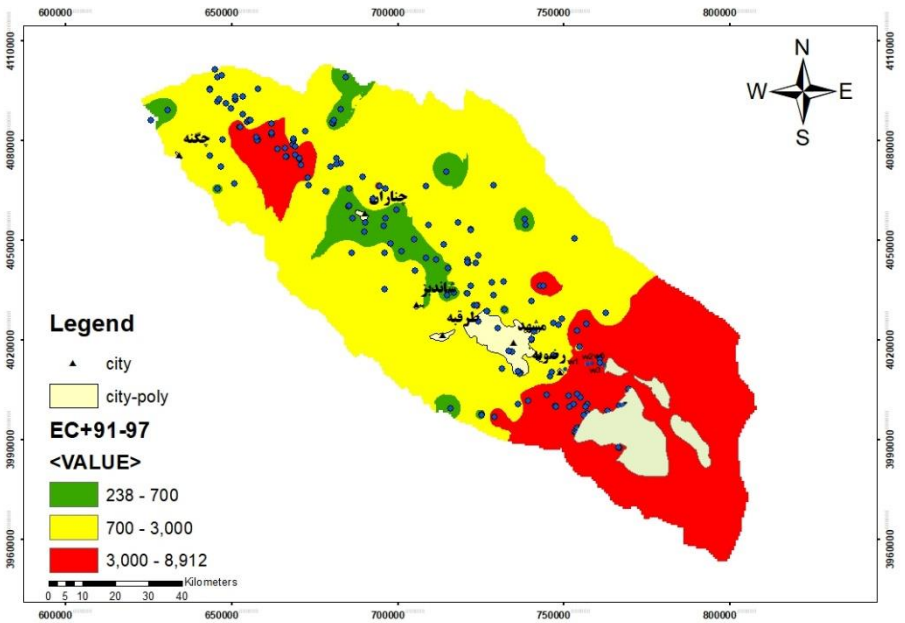
موقعیت و اطلاعات موجود در باره میزان هدایت الکتریکی ثبت شده در چاههای فوق به شکل نقشه مکان مند وارد محیط نرم افزار ArcGis گردید برای نسبت دهی میزان هدایت الکتریکی هر حلقه چاه و یا نمونه آب برداشتی به کل محدوده ی د شت به شکلی که نواحی بدون پوشش و برداشت نشده نیز دارای وزن و ارزش مخصوص به خود شوند ، از روش میانیابی بوسیله نرم افزار و در محیط رستری انجام گرفت محدوده دشت در دوره های فوق الذکر مطابق جدول استاندارد جهانی کشاورزی FAO به شکل پهنه

های با میزان هدایت الکتریکی EC به ۳ رده ی کم ، متعادل و شدید دسته بندی گردید همچنین طبق شکل زیر ارتباط میان سه فاکتور هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم و سختی کل بصورت مقایسه ای انجام گرفت .

دوره	سال های ۶۶-۷۰	سال های ۷۱-۸۰	سال های ۸۱-۹۰	سال های ۹۱-۹۷
EC				
SAR				
TDS				

شکل شماره ۳- پهنه بندی تغییرات زمانی میزان هدایت الکتریکی EC و نسبت جذب سدیم (SAR) و سختی کل TDS

آبهای زیرزمینی دشت مشهد



شکل شماره ۴- پهنه بندی تغییرات مکانی میزان نسبت جذب سدیم (SAR) آبهای زیرزمینی دشت مشهد

شکل شماره ۳ که پهنه بندی تغییرات زمانی میزان هدایت الکتریکی EC و نسبت جذب سدیم (SAR)و سختی کل TDS آبهای زیرزمینی دشت مشهد را چنین نشان می دهد که در دهه های گذشته از سال ۶۶ تا سال ۷۰ نسبت جذب سدیم پهنه دشت بیش از دهه های بعدی در سالهای ۷۱ تا ۸۰ بوده اما در دهه های ۸۱ –۹۰ این میزان کمتر بوده ولی متاسفانه در سالهای ۹۱–۹۷ این میزان افزایش را نشان می دهد.همانطور که در شکل شماره ۴ ملاحظه می گردد رنگ سبز نشانه میزان کم هریک از فاکتور ها و در حد استاندارد بوده و رنگ زرد نشانه کم تا متعادل و رنگ قرمز نشانه وضعیت بحرانی و شدید می باشد . با توجه به استاندارد جهانی کیفیت آبهای کشاورزی (Water quality for agriculture-FAO 2019) حداکثر میزان هدایت الکتریکی آب مناسب کشاورزی <۳۰۰۰µmohs/cm> می باشد. که در دشت مشهد روند تغییرات شوری آب های زیرزمینی از سمت شمال غرب به سمت جنوب شرق وضعیت نامتعادل تر شده تا اینکه در جنوب شرق وضعیت شدید و بحرانی می باشد .

نتیجه گیری :

تشدید میزان نسبت جذب سدیم آب های زیرزمینی در نواحی با برداشت بی رویه ی چاههای عمیق ناشی می شود ، همچنین روند تغییرات شوری آبهای زیرزمینی از سمت شمال غرب به سمت جنوب شرق تشدید می یابد بنابر این ، هنگام صدور مجوز بهره برداری از چاهها در این مناطق می بایست با جلوگیری از صدور مجوز چاه جدید و یا کف شکنی چاههای موجود به کنترل میزان برداشت چاههای عمیق توجه و دقت کافی شود و همچنین با اجرای تمهیدات لازم جهت تغذیه مصنوعی دشت مشهد نسبت به احیاء نسبی آبخوان اقدام نمود.

منابع :

[۱] تقی زاده محمد مهدی ، حلبیان امیر حسین ، عالی پور محمود ، کیومرثی حسین ، شناسایی و پهنه بندی میزان نسبت جذب سدیم (SAR) آب های زیرزمینی با استفاده از GIS (مطالعه موردی : دشت نمدان شهرستان اقلید) نشریه جغرافیا و برنامه ریزی محیطی ، ۳(۶۷):۲۸ ، ۱۳۹۶.

[۲] حسنپور اصطهباناتی ابوالقاسم . کیفیت آب آبیاری و نسبت جذب سدیم (SAR) خاک . نشریه سازمان نظام مهندسی کشاورزی و منابع طبیعی کشور ، ۱، ۱۳۹۷.

[۳] حسینی سید احمد ، ارزیابی یکپارچه روند توسعه منابع آب زیرزمینی دشت مشهد ، نشریه مدیریت یکپارچه آب ، ۲ ، ۱۳۹۱

[۴] رهنما هادی ، بررسی وضعیت کمی و کیفی آب های زیرزمینی (مورد شناسی دشت جوین ،استان خراسان رضوی) ، جغرافیا و آمایش شهری – منطقه ای ، ۳ ، ۱۳۹۱.

[۵] فراهی محسن ، جهانتیغ حسین ، اسمعیلی گیساوندی حسن ، هزار جریبی ابوطالب ، ارزیابی زمانی، مکانی پارامترهای کیفی آب زیرزمینی با استفاده از روش های زمین آماری (مطالعه موردی: بخش غربی دریاچه ارومیه) نشریه علوم مهندسی و آبیاری، جلد ۴۰ ، شماره ی ۳، پاییز ۹۶،ص۸۷–۹۷.

[۶] شکوهیان محمد ، بازیافت پسابهای صنعتی و نقش آن در کاهش بحران آب ، اولین کنفرانس بین المللی بحران آب ،فروردین ۸۸.

[7] Water quality for agriculture. Journal of the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2019.

[8] WHO, World Health Organization (2011) Guidelines for drinking-water quality, vol 1, 3rd edn, recommendations. WHO, Geneva, Switzerland.