ارزیابی کیفیت منابع آب‌های زیر زمینی دشت رودآب سبزوار برای آبیاری

اسماعیل حیدری علمدارلو[۱]، حسن برآبادی[۲]* و سارا طلوعی[۳]

۱) گروه مدیریت مناطق بیابانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج ایران.
۲) گروه بیابان‌زدایی، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران. *رایانامه نویسنده مسئول: hassan.barabadi@yahoo.com
۳) گروه مرتعداری دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات ، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۱/۰۸/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۲/۱۱

چکیده

ارزیابی کیفی آب‌های زیرزمینی به منظور استفاده در صنعت کشاورزی از اهمیت ویژه ای برخوردار است. هدف از این مطالعه ارزیابی کیفیت آب‌های زیرزمینی مورد استفاده در آبیاری منطقه رواب شهرستان سبزوار می‌باشد. دشت رواب شهرستان سبزوار با وسعتی نزدیک به ۳۹۲ کیلومتر مربع در استان خراسان رضوی قرار دارد. اکثر برداشت‌ها از آب زیرزمینی در این منطقه برای تامین آب کشاورزی می‌باشد. در این مطالعه سعی بر این است کیفیت آب‌های زیرزمینی منطقه و امکان استفاده از این آب‌ها در سیستم آبیاری قطره‌ای و بارانی با کمک جداول معتبر با استفاده از GIS پهنه‌بندی گردد. نتایج پهنه‌بندی کیفیت آب‌ها در بخش کشاورزی بر اساس طبقه‌بندی ویلکوکس نشان داد آب‌های زیرزمینی منطقه در دو گروه آب‌های متوسط (۵۴ درصد) و آب‌های نامناسب (۴۶ درصد) قرار می‌گیرند. همچنین ۳۹ درصد آب‌های زیرزمینی منطقه تاثیر چندانی از نظر نفوذپذیری خاک ندارند ولی از نظر EC (معادل ۶۰ درصد) و TDS (معادل ۵۶ درصد)، آب‌های زیرزمینی منطقه محدودیت شدیدی برای استفاده در آبیاری دارند. همچنین نتایج پهنه‌بندی منطقه مربوط به امکان استفاده از آبیاری قطره‌ای و بارانی نشان داد که در صورت اجرای سیستم‌های آبیاری قطره‌ای از منظر اسیدیته، کلر و کل مواد جامد محلول به ترتیب ۲۳، ۸۶ و ۵۳ درصد مساحت منطقه دارای مقادیر غیرمجاز بوده و در صورت اجرای سیستم آبیاری بارانی کل مساحت منطقه از لحاظ اسیدیته دارای مقادیر مجاز و از لحاظ غلظت سدیم و کلر دارای مقادیر غیرمجاز خواهد بود.

واژه‌های کلیدی: آب‌های زیرزمینی، طبقه‌بندی ویلکوکس، آبیاری قطره ای، آبیاری بارانی، سامانه اطلاعات جغرافیایی.

مقدمه

منابع آب زیرزمینی در ایران و بسیاری از کشورهای دیگر با اقلیم مشابه از مهمترین منابع تامین آب مورد استفاده در کشاورزی و شرب محسوب می‌شود. خطر آلودگی کمتر این منابع نسبت به دیگر روش‌های استحصال آب باعث گشته است که حتی در مناطقی که کمبودی از لحاظ آب سطحی احساس نمی‌شود نیز استفاده از این منابع رونق داشته باشد. کیفیت آب‌های زیرزمینی همچون آب سطحی مدام در حال تغییر است (علیزاده، ۱۳۸٦). کیفیت آب یکی از مهم‌ترین موضوعات در هیدرولوژی کاربردی است، زیرا عمده فعالیت‌های علم آب در جهت تامین آب برای مصارف کشاورزی و یا شرب و صنعت می‌باشد که هر کدام به لحاظ کیفی می‌بایست دارای ویژگی‌ها و معیارهای مشخصی باشند. بنابراین در مطالعات

هیدرولوژی بـه خصـوص در مـواردی کـه آب دارای مصارف شرب و کشاورزی می‌باشد، مطالعات کیفیـت و بررسی معیارهای کیفی نیز مطرح می‌شود.

گیاهان علاوه بر حساسیت به مقدار کل املاح بـه غلظت برخی یـون‌هـای محلـول در آب نیـز حسـاس است، برای نمونـه کلریـد سـدیم همـراه بـا سـولفات سدیم و منیزیم مهم‌ترین نمک‌های محلول‌های شور را تشکیل می‌دهند که سمیت ایـن نمـک‌هـا بـرای گیـاه بسیار زیاد است (Isaac *et al.*, 2009). بنابراین آگاهی از ترکیب شیمیایی آب برای ارزیابی دقیق کیفیـت آب در مصـارف آبیـاری ضـروری بـه نظـر مـی‌رسـد. خوشبختانه مطالعات زیادی طـی سـال‌هـای اخیـر در مـورد بررسـی کیفیـت آب انجـام شـده و روش‌هـای مختلف طبقه‌بندی کیفیت آب برای کاربردهای شرب، صنعت و کشاورزی انجام پذیرفته است به طوری کـه معیارها و ضوابطی برای مدیریت صـحیح ایـن آب‌هـا تدوین و راهکارهایی نیز بـرای جلـوگیری و تخفیـف مشکلات ناشـی از مصـرف آب‌هـای نـامطلوب ارائـه گردیده است.

شعبانی (۱۳۸۸) در بررسی تغییرات کیفی آب‌های زیرزمینی دشت ارسنجان به این نتیجه رسید کـه بـیش از ۷۵ درصد آب‌هـای زیرزمینـی ایـن دشـت از نظـر درجه ایجاد مشکل در اسـتفاده از آب‌هـای زیرزمینـی برای کشاورزی دارای مشکل کم تـا متوسـط هسـتند. داورپناه (۱۳۸۷) کیفیت آب زیرزمینی دشت ابهر را بـا استفاده از طبقه‌بندی ویلکوکس مورد بررسی قرار داده و نشان داد که این دشت در گروه C2S1 قـرار دارد و از کیفیت خوبی برای مصـارف کشـاورزی برخـوردار می‌باشد. در رابطه با کیفیت آب آبیاری برای اولین بار هلیگا در سال ۱۹۰۶ طبقه‌بندی آب آبیاری را بر اساس تراکم مواد تشکیل دهنده مطرح نمود (فـرداد، ۱۳۷۵). مطالعه دیگری توسط کلی و براون در سـال ۱۹۳۹ در مورد طبقه‌بندی آب آبیـاری صـورت گرفـت (فـرداد، ۱۳۷۵). کیانی‌پویا و رسولی (۱۳۸۹) در ارزیابی کیفیت آب‌های زیر زمینی مورد استفاده در آبیاری دشت‌هـای مرکزی استان فارس به این نتیجه رسیدند کـه غلظـت نمک از لحاظ مسئله نفوذ در ۹۵ درصد موارد بیش از میزان لازم برای حفـظ همـاوری ذرات خـاک اسـت. بنابراین انتظار می‌رود بالا بودن نسـبت جـذب سـدیم مشکلی از لحـاظ سـرعت نفـوذ آب در خـاک ایجـاد نکند. Wilcox جدولی در سال ۱۹۵٤ برای طبقه‌بنـدی آب آبیاری بر اساس هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم پیشنهاد نمود که به عنوان استاندارد کیفیـت آب مورد قبول قرارگرفته است (مهدوی، ۱۳۸٤)، همچنین وی دیاگرامی برای طبقه‌بندی آب آبیاری ارائه نمود.

بررسی وضعیت کیفیت آب مورد استفاده با توجه به رشد روزافزون سیستم‌های آبیاری تحـت فشـار در کشور و پهنه‌بندی زمین‌های کشاورزی از نظر قابلیـت اجرای سیسـتم‌هـای آبیـاری تحـت فشـار از اهمیـت ویژه‌ای برخوردار است. از تحقیقـات انجـام شـده در این زمینه در ایران می‌تـوان بـه بررسـی‌هـای صـورت گرفته در زمینه بررسی امکان‌یـابی اجـرای روش‌هـای آبیاری تحت فشار در مناطق مختلف استان خوزسـتان (ابریشم‌دار و همکاران، ۱۳۸۲)، پتانسـیل‌یـابی اراضـی جهت انجام آبیاری تحت فشار بـا اسـتفاده از GIS در اسـتان خوزسـتان (قـانع و همکـاران، ۱۳۸۵) و پتانسیل‌یابی سیستم‌های آبیاری تحت فشـار در منـاطق مرکزی اسـتان کرمانشـاه (میرزایـی تختگـاهی، ۱۳۸٤) اشاره نمود. Passarella و Barca (۲۰۰۷) از دو روش کریجینگ گسسته و شبیه‌سـازی بـرای تهیـه خطـرات نیترات در دو حد آستانه ۱۰ و ۵۰ میلی‌گرم در لیتر در دشت مودنـای ایتالیـا اسـتفاده نمـوده‌انـد. نتـایج ایـن محققین نشان داد که روش کریجینـگ گسسـته روش مناسبی جهت بررسی میزان تخریب آب‌های زیرزمینی می‌باشد.

Finke و همکـاران (۲۰۰٤) از کریجینـگ سـاده

برای برآورد تغییرات سطح آب در کشور هلند استفاده نموده‌اند و آن را روشی مناسب برای پایش و تهیه نقشه سطح آب زیرزمینی معرفی نمودند. Fetouani و همکاران (۲۰۰۸) در مطالعه کیفیت آب‌های زیرزمینی دشت‌های کشاورزی تریفا در شمال شرق مراکش از نظر میزان نیترات آمونیوم وآلودگی‌های باکترولوزیک از روش کریجینگ معمولی برای مطالعه و پهنه‌بندی نقشه‌ی کیفی آب‌های زیرزمینی استفاده نمودند. Gaus و همکاران (۲۰۰۳) آلودگی آب‌های زیرزمینی بنگلادش را از نظر عناصر سنگین مورد بررسی قرار دادند. آنها برای برآورد غلظت آرسنیک و تهیه نقشه ریسک خطر از روش کریجینگ گسسته استفاده کردند. نتایج این تحقیق بیانگر تغییرات معنی‌دار در مقایسه با مطالعات قبلی بوده و نشان داد که اگر هیچ گونه عملیات بازدارنده صورت نگیرد، توسعه اراضی کشاورزی در این مناطق باعث تخریب کیفیت آب‌های زیرزمینی می‌گردد. تحقیقات Isaac و همکاران (۲۰۰۹) و همچنین Singh و همکاران (۲۰۰۸) نشان داد که رهنمودهای کیفیت آب FAO اگرچه دارای محدودیت‌ها و مفروضاتی است که ممکن است در همه موارد با شرایط منطقه مطالعاتی مطابقت نداشته باشد، اما این رهنمودها به طور وسیعی برای مقایسه و ارزیابی اولیه آب مورد استفاده قرار گرفته‌اند. باباپور و علمداری (۱۳۹۲) با مطالعه کیفیت آب رودخانه علی‌آباد هوراند آذربایجان شرقی با استفاده از شاخص‌های ویلکوکس و شولر به این نتیجه رسیدند که وضعیت آب رودخانه قابل قبول بوده و در حال حاضر در معرض خطر جدی نیست، ولی با توجه به زمان نمونه‌برداری که در فصل زمستان انجام شده، اگر در آینده فاضلاب‌ها مستقیم تخلیه شود، احتمالا همراه با کاهش دبی در فصل تابستان به آب با کیفیت ضعیف‌تری تبدیل می‌شود.

در این تحقیق تلاش شد که کیفیت آب‌های زیرزمینی منطقه روداب سبزوار مورد استفاده برای کشاورزی از نظر طبقه‌بندی ویلکوکس، رهنمودهای کیفیت آب FAO و مناسب بودن برای آبیاری تحت فشار مورد بررسی قرار گیرند.

مواد و روش‌ها

دشت روداب سبزوار با وسعتی نزدیک به ۳۹۲ کیلومترمربع در استان خراسان رضوی و ٤٠ کیلومتری جنوب غرب سبزوار در موقعیت جغرافیایی″۱۱ ′٥٤ °۳۵ تا ″۲۲ ′۰۵ °۳٦ عرض شمالی و در طول شرقی ″۱۹ ′۰۸ °۵۷ تا ″۳۸ ′۳۰ °۵۷ واقع شده است. زمین‌های کشاورزی این دشت از شمال با روستاهای باشتین، کاه، مزینان از بخش داورزن و قصبه غربی از بخش مرکزی، از شمال شرق با دهستان بیهق از بخش ششتمد، از شرق با دهستان خواشد از بخش روداب و از جنوب با دهستان کوه‌همایی از بخش روداب و سرانجام از غرب با شهرستان شاهرود استان سمنان هم مرز است. ارتفاع از سمت شمال این دشت به سمت جنوب افزایش یافته و مرتع بیشترین کاربری اراضی این منطقه را تشکیل می‌دهد (شکل ۱). قسمت‌های شمالی از منظر ژئومورفولوژی شامل دشت، بیابان و قسمت‌های جنوبی شامل کوهستان (کوه همایی) است. همچنین اختلاف ارتفاعی کمی بین قسمت‌های شرقی و غربی این منطقه دیده شد.

تعداد ۲۱ چاه کشاورزی در محدوده مورد مطالعه دارای آمار مناسب انتخاب شدند که موقعیت آنها در شکل ۱ مشخص است. سپس پهنه‌بندی شاخص‌های EC و SAR (کیفیت کلی آب) توسط روش کریجینگ معمولی (روش‌های زمین‌آمار) و با توجه به جداول ویلکوکس (جدول ۱و۲) در منطقه مورد مطالعه در نرم‌افزار ARC GIS انجام گردید (شکل ۲). همچنین جهت مشخص کردن میزان شوری و نشت آب (نفوذپذیری آب) در منطقه بدون توجه به نوع آبیاری

از جدول ۳ (جدول کیفیت آب FAO) استفاده گردید (شکل۳ و ٤ و ٥). هدف از انجام این کارها بررسی کیفیت شیمیایی آب‌های زیرزمینی مورد استفاده در بخش کشاورزی بدون توجه به نوع آبیاری می‌باشد.

جدول ۱. طبقه‌بندی آب جهت کشاورزی بر اساس خطر قلیاییت (SAR) (اقتباس از علیزاده، ١٣٨٦)

خطر قلیایی شدن کم	S١	SAR<١٠
خطر قلیایی شدن متوسط	S٢	SAR=١٠-١٨
خطر قلیایی شدن زیاد	S٣	SAR=١٨-٢٦
خطر قلیایی شدن خیلی زیاد	S٤	SAR>٢٦

جدول ۲. طبقه‌بندی آب جهت کشاورزی بر اساس هدایت الکتریکی (EC) (اقتباس از علیزاده،١٣٨٦)

خطر شوری کم	C١	١٠٠-٢٥٠
خطر شوری متوسط	C٢	٢٥٠-٧٥٠
خطر شوری زیاد	C٣	٧٥٠-٢٢٥٠
خطر شوری خیلی زیاد	C٤	>٢٢٥٠

جدول ۳. معیارهای کیفیت آب FAO (اقتباس از امداد و همکاران، ١٣٨٨)

مسائل بالقوه ناشی از شوری	متغیر کمی	واحد	درجه محدودیت		
			بدون محدودیت	محدودیت کم تا متوسط	محدودیت شدید
شوری	هدایت الکتریکی	ds/m	٠/٧	٠/٧-٣	٣<
	کل مواد جامد	mg/L	٤٥٠	٤٥٠-٢٠٠٠	٢٠٠٠<
نشت (میزان نشت آب به داخل خاک)	SAR=١-٣ و هدایت الکتریکی برابربا:	mg/L	>٠/٧	٠/٢-٠/٧	<٠/٢
	SAR= ٣-٦ و هدایت الکتریکی برابربا:	mg/L	>١/٢	٠/٣-١/٢	<٠/٣
	SAR= ٦-١٢ و هدایت الکتریکی برابربا:	mg/L	>١/٩	٠/٥-١/٩	<٠/٥
	SAR=١٢-٢٠ و هدایت الکتریکی برابربا:	mg/L	>٢/٩	١/٣-٢/٩	<١/٣
	SAR=٢٠-٤٠ و هدایت الکتریکی برابربا:	mg/L	>٥	٢/٩-٥	<٢/٩

بعد از مشخص شدن کیفیت آب‌های زیرزمینی توسط جداول در صورت نامناسب بودن این آب‌ها با توجه به استفاده گسترده و دیرینه از آبیاری سنتی در منطقه و همچنین با توجه به معایب این روش که مهمترین آن‌ها کارایی مصرف پایین آب و فشار بر سفره‌های آب زیرزمینی منطقه است، میزان امکان استفاده از آبیاری پیشرفته در منطقه بررسی گردید. علت این کار مزایا و برتری استفاده از این روش‌ها (آبیاری قطره‌ای و بارانی) در مقابل آبیاری سنتی است (آبیاری کرتی) که مهمترین آنها کارایی بالاتر مصرف آب و در نتیجه آن افزایش تولید محصول در واحد حجم است. جهت بررسی امکان استفاده از آبیاری تحت فشار و پهنه‌بندی آب‌های زیرزمینی منطقه از این نظر، از جداول بیان شده توسط علیزاده (١٣٧٦) استفاده گردید (جدول ۲ برای آبیاری قطره‌ای و جدول ۳ برای آبیاری بارانی).

با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی اقدام به درون‌یابی و تهیه نقشه به کمک مقادیر شاخص‌های به دست آمده از آب‌های زیرزمینی مورد استفاده در بخش کشاورزی گردید. روش‌های درون‌یابی و میزان خطای آنها با سه روش IDW، Ordinary Kriging و Ordinary Kriging در جدول (٦) آورده شده است. جهت تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی کیفیت آب‌های زیرزمینی این پژوهش از روش درون‌یابی Kriging استفاده گردید. ارزش داده‌های معلوم در فرآیند درون‌یابی به تمام منطقه تعمیم داده می‌شود. روش درون‌یابی کریجینگ یکی از فنون درون‌یابی غیرخطی است که بر پایه طبیعت آماری

تغییرات ارزش نقاط معلوم عمل نموده و نتایج صحیح‌تری را نسبت به روش‌های دیگر درون‌یابی مانند روش‌های درون‌یابی خطی ارائه می‌دهد. با اعمال این تابع می توان نقشه‌های پهنه‌بندی کیفیت آب‌های زیرزمینی را در محیط GIS به دست آورد.

اطلاعات کیفیت چاه‌های بهره‌برداری در این پژوهش به عنوان داده‌های مشخص ایستگاه‌های نمونه‌برداری شده با روش درون‌یابی به سایر نقاط نامعلوم براساس طبیعت آماری تغییرات ارزش نقاط معلوم تعمیم داده شد.

جدول ۴. مقادیر مجاز شاخص‌های مهم در کیفیت آب در آبیاری قطره‌ای (اقتباس از علیزاده، ۱۳۷٦)

پارامتر	واحد	مقدار مجاز
TDS	میلی‌اکی‌والان در لیتز	<۲۰۰۰
کلر	میلی‌اکی‌والان در لیتز	<۱۰
pH	--------	٦-۸

جدول ۵. مقادیر مجاز شاخص‌های مهم در کیفیت آب در آبیاری بارانی (اقتباس از علیزاده، ۱۳۷٦)

پارامتر	واحد	مقدار مجاز
pH	--------	٦/٥-۸/٤
کلر	میلی‌اکی‌والان در لیتز	<۳
سدیم	میلی‌اکی‌والان در لیتز	<۳

نتایج

نتایج مربوط به روش‌های درون‌یابی جهت پهنه‌بندی شاخص‌های مورد مطالعه در منطقه، با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در جدول (٦) آورده شده است. برای درون‌یابی جهت پهنه‌بندی شاخص‌های مورد مطالعه و تهیه نقشه‌های مورد نیاز از روش Krigin Ordinary به علت RMSE کمتر استفاده گردید. نتایج مربوط به پهنه‌بندی منطقه بر اساس جداول ویلکوکس (شوری و قلیاییت) در شکل ۲ آورده شده است.

شکل ۲ که بر اساس جداول ویلکوکس (جداول ۲و۳) پهنه‌بندی گردیده نشان داد که خطر کل منطقه از نظر شوری آب و کیفیت آن برای خاک در دو کلاس c3 (خطر زیاد) و c4 (خطر خیلی زیاد) قرار می‌گیرد که سهم مناطق با شوری زیاد حدود ٦۷ درصد و مابقی مناطق (۲۳ درصد منطقه)با شوری خیلی زیاد می‌باشد. پهنه‌بندی منطقه از نظر خطر قلیایی شدن که بر اساس نسبت جذب سدیم (SAR) پهنه‌بندی گردید، نیز در دوکلاس s2 (خطر قلیایت متوسط)، s3 (خطر قلیایت زیاد) قرار می‌گیرد. سهم خطر قلیاییت متوسط حدود ۸٤ درصد و سهم خطر قلیاییت خیلی زیاد ۱٦ درصد می‌باشد.

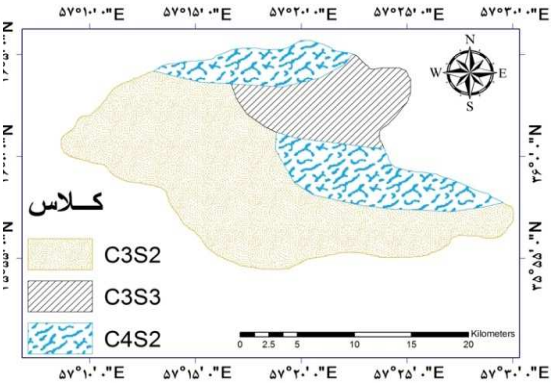
همچنین نتایج مربوط به نقشه پهنه‌بندی کیفیت آب بر اساس طبقه‌بندی ویلکوکس نشان داد که کیفیت آب‌ها از نظر استفاده در بخش کشاورزی در دو گروه آب‌های متوسط (c3s2 و c3s3) و آب‌های نامناسب (c4s2)قرار می‌گیرد. سهم آب‌های متوسط ۷٦/۲۰ درصد و سهم آب‌های نامناسب ۲۳/۸۰ درصد بود.

کیفیت آب از نظر شوری و نفوذ آب بدون توجه به نوع آبیاری در شکل‌های ۵-۳ بررسی گردیده که بر اساس رهنمودهای کیفیت آب FAO تهیه شده‌اند. بیشتر مناطق شمالی و شرقی بر اساس جدول ۳ که میزان شوری را نشان می‌دهد، با محدودیت زیاد مواجه هستند. میزان مساحت منطقه با محدودیت

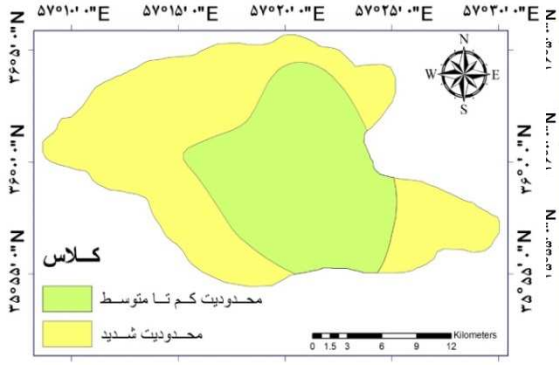
شدید از منظر هدایت الکتریکی حدود ۲٤ درصد و از منظر کل مواد جامد ۵۷ درصد می‌باشد. همچنین بیشتر محدودیت‌های بر اساس شکل ۵ از منظر نفوذپذیری جنوبی مبوده که میزان این محدودیت ۳۸ درصد و سهم مناطق با محدودیت کم و متوسط ۳٦ درصد مساحت منطقه می‌باشد.

جدول ۶. نتایج RMSE روشهای درون‌یابی دشت رواب سبزوار

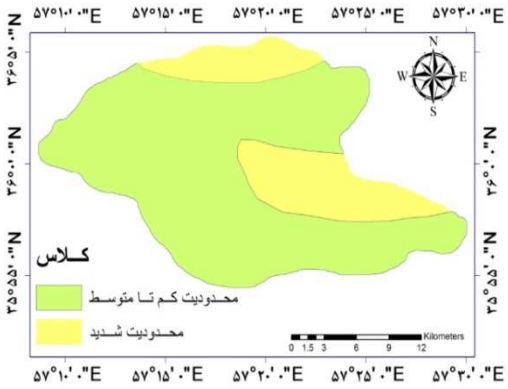
روشهای درون‌یابی	RMSE
I D W	۳/٤
Ordinary Kriging	۲/٤۵
Simple kriging	۲/٦۳



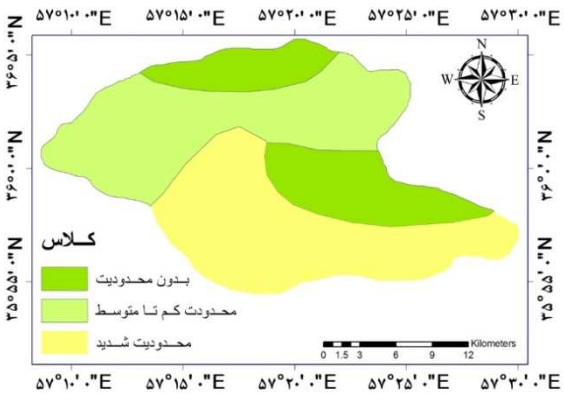
شکل ۲. پهنه‌بندی کیفیت آب زیرزمینی محدوده‌ی مطالعه با نمودار ویلکوکس



شکل ۳. محدودیت کیفیت آب زیرزمینی دشت رواب سبزوار از نظر TDS



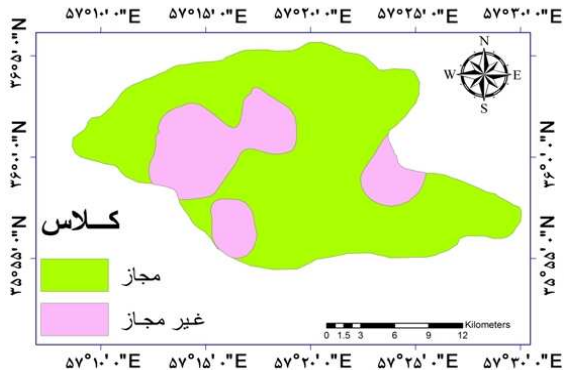
شکل ۴. محدودیت کیفیت آب زیرزمینی دشت رواب سبزوار از نظر EC



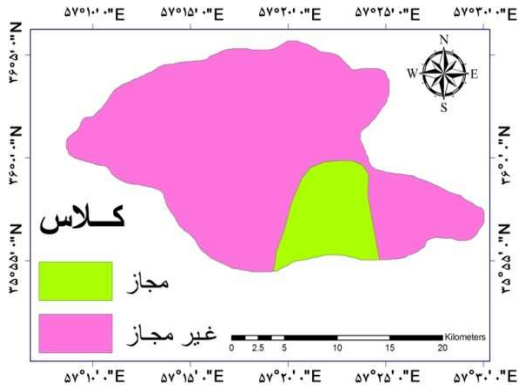
شکل ۵. نقشه پهنه‌بندی کیفیت آب زیرزمینی دشت رواب سبزوار از نظر نفوذ آب

با توجه به شکل‌های ۵-۲ و همچنین با توجه به کاهش ارتفاع از سمت جنوب به سمت شمال این منطقه، بیشتر آب‌های متوسط در قسمت‌های جنوبی (ارتفاعات بالاتر) و بیشتر آب‌های نامناسب در قسمت‌های شمالی (ارتفاعات پایین‌تر) قرار دارد که این روند طبیعی می‌باشد. با توجه به حرکت آب‌های زیرزمینی و سرعت پایین حرکت این نوع آب‌ها، امکان و فرصت انحلال املاح توسط این آب‌ها فراهم بوده و بنابراین هرچه از سمت کوهستان به سمت دشت حرکت کنیم میزان انحلال بیشتر و کیفیت آب‌ها

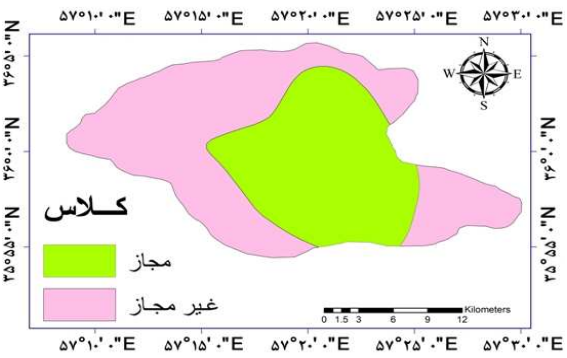
پایین‌تر می‌رود. بررسی تغییرات کیفیت آب در امتداد مناطق شرقی غربی نشان می‌دهد که از سمت شرق به سمت غرب منطقه کیفیت آب افزایش می‌یابد به طوری که اکثر مناطق با شوری آب خیلی زیاد(c4ها)و تمامی مناطق با خطر قلیاییت خیلی زیاد(c3ها) در قسمت‌های شرقی قرار دارند. بنابراین کم کیفیت‌ترین آب‌های منطقه را مناطق شرقی شامل می‌شود که با توجه به این که تغییرات ارتفاع در امتداد مناطق شرقی غربی نامحسوس و بسیار کم می‌باشد، علت آن می‌تواند برداشت بیش از حد بیشتر از مناطق دیگر و یا تفاوت در سازندهای زمین شناسی نسبت به مناطق دیگر باشد. در مجموع با توجه به شکل‌های بالا آب‌های زیرزمینی منطقه کیفیت مناسبی ندارد و ادامه کشاورزی با توجه به کیفیت پایین آب‌های زیرزمینی و کاربرد روش‌های سنتی آبیاری که از دیرباز در منطقه مرسوم بوده، امکان کمی داشته و روند تخریب آب، خاک، کشاورزی و محیط زیست را در بر دارد. بنابراین اجرای طرح‌های آبیاری تحت فشار در جهت رفع مشکلات آبیاری سنتی احساس می‌شود و به همین علت امکان اجرای این طرح‌ها در منطقه بررسی می‌گردد. نتایج مربوط به محدودیت آب‌های زیرزمینی منطقه جهت اجرای سیستم آبیاری قطره‌ای در شکل-های ۹-۷ آورده شده است.



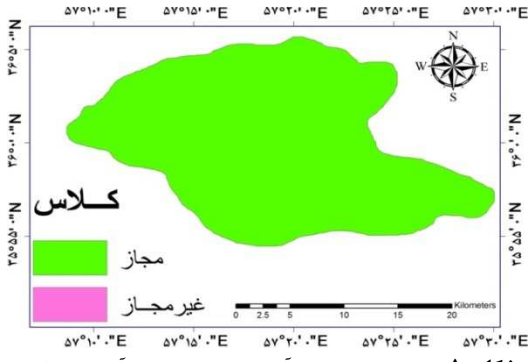
شکل ۷. محدودیت کیفیت آب زیرزمینی جهت آبیاری قطره‌ای دشت رودآب سبزوار از نظر pH



شکل ۸. محدودیت کیفیت آب زیرزمینی جهت آبیاری قطره‌ای دشت رودآب سبزوار از نظر کلر

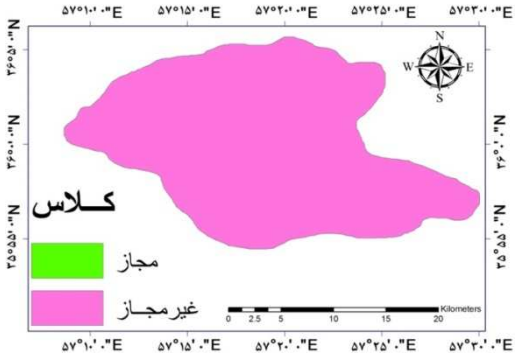


شکل ۹. محدودیت کیفیت آب زیرزمینی جهت آبیاری قطره‌ای دشت رودآب سبزوار از نظر TDS



شکل ۱۰. محدودیت کیفیت آب زیرزمینی جهت آبیاری بارانی دشت رودآب سبزوار از نظر pH

نتایج مربوط به محدودیت آبیاری قطره‌ای از نظر اسیدیته (pH) نشان می‌دهد که ۷۷ درصد منطقه در صورت اجرای این نوع سیستم آبیاری مشکل چندانی ندارد ولی ۲۳ درصد منطقه دارای مشکل خواهد بود. همچنین نتایج مربوط به محدودیت آبیاری قطره‌ای از نظر غلظت کلر بیانگر وجود محدودیت زیاد در منطقه می‌باشد به طوری که ۸٦ درصد منطقه درای حد مجاز و ١٤ درصد نیز دارای حد غیرمجاز از نظر این عنصر بود. در نهایت ٤٣ درصد محدوده مورد مطالعه از نظر TDS (کل مواد جامد محلول) بدون مشکل و ٥٧ درصد دارای محدودیت برای آبیاری قطره‌ای بود. در مجموع امکان اجرای آبیاری قطره‌ای در بیشتر مساحت منطقه با توجه به شکل‌های ۹-۷ فراهم نمی‌باشد. نتایج مربوط به محدودیت آبیاری بارانی نشان می‌دهد که کل منطقه برای اجرای سیستم‌های آبیاری بارانی محدودیتی از نظر غلظت اسیدیته ندارد و از نظر غلظت سدیم و کلر تمامی مساحت منطقه مقادیر غیرمجازی را نشان می‌دهد. بنابراین کل منطقه از نظر آبیاری بارانی دارای محدودیت است. در نهایت نتایج مربوط به محدودیت آب‌های زیرزمینی منطقه جهت اجرای سیستم آبیاری بارانی در شکل ۷ نشان داده شده است.



شکل ۱۱. محدودیت کیفیت آب زیرزمینی جهت آبیاری بارانی دشت روداب سبزوار از نظر سدیم و کلر

بحث و نتیجه‌گیری

ارزیابی دقیق ترکیب شیمیایی آب و ارزیابی تناسب آنها در مواقع آبیاری با آب شور ضروری است. همچنین بررسی کیفیت آب کشاورزی مورد استفاده با توجه به ترغیب کشاورزان برای استفاده از آبیاری تحت فشار برای به دست آوردن کارایی این سیستم‌ها لازم است. در این مطالعه سعی بر پهنه‌بندی محدوده مطالعه با توجه به جداول معتبر در زمینه آبیاری شده است. سیستم اطلاعات جغرافیایی نقش بسیار مهمی به عنوان یک سیستم پشتیبان در تحلیل و پهنه‌بندی شاخص‌های آب‌های زیرزمینی و ارایه نقشه‌های مورد نیاز در حل مشکلات زیست‌محیطی داشته است. نتایج حاصل از این تحقیق با یافته‌های Nikarinen و همکاران (١٩٩٦)، Thapinta و Hudak (٢٠٠٣)، Alemaw و همکاران (٢٠٠٤) و Obeidat و همکاران (٢٠٠٧) تشابه دارد. روش‌های سنتی آبیاری جهت مقابله با شوری و قلیائیت خاک روش مناسبی در منطقه است که خطر جدی کیفیت پایین آب‌های زیرزمینی وجود دارد. تمام سطح زمین در این روش به غیر از مرزها توسط آب پوشیده شده و شست‌وشوی نمک به صورت یکنواخت انجام

می‌گیرد. آبیاری سنتی در مقابل به علت کارایی پایین مصرف آب باعث افزایش فشار بر سفره‌های آب زیرزمینی به عنوان مهمترین منبع تامین آب در بخش-های مختلف به خصوص بخش کشاورزی در مناطق خشک و نیمه خشک می‌شود که کاهش کمی و کیفی آب‌های زیرزمینی را در بر دارد. بنابراین استفاده از این روش پیوسته باعث کاهش کیفیت آب‌های زیرزمینی و در نتیجه جلوگیری از کاهش کیفیت خاک خواهد شد.

آبیاری قطره‌ای با دبی کم و به صورت پیوسته انجام گرفته و گیاه هیچ‌گاه دچار تنش آبی نشده و همچنین نمک در صورت انتخاب صحیح محل و دبی قطره چکان‌ها از محل توسعه ریشه دور خواهد شد (جعفری و طویلی، ۱۳۸۹). این موارد همراه با کارایی مصرف بالای آب از مزایای این روش بوده و می‌تواند به عنوان روشی کارآمد برای مقابله با کاهش فشار به سفره‌های آب زیرزمینی در مناطقی از دشت مورد مطالعه مدنظر قرار گیرد که محدودیتی برای این روش ندارد. همچنین آبیاری بارانی علاوه بر کارایی مصرف بالای آب، با تنش کم‌آبی و تنش شوری به خوبی سازگار است، به طوری که می‌توان دوره آبیاری را در این روش در حداقل زمان ممکن قرار داده و تنش ناشی از کم شدن آب و افزایش شوری در فواصل بین دو آبیاری را به حداقل رساند (جعفری و طویلی، ۱۳۸۹). همچنین این روش به علت پخش یکنواخت آب در سطح زمین موجب شست و شوی یکنواخت نمک در سطح خاک مانند آبیاری سنتی (آبیاری کرتی) شده ولی راندمان شست و شوی نمک در این روش نسبت به روش سنتی بیشتر است، زیرا زمین در آبیاری کرتی به یکباره از آب اشباع شده و در این حالت آب از فضاهای بزرگ خاک و با سرعت بالا عبور می‌کند. البته خاک در آبیاری بارانی در حالت نیمه‌اشباع بوده و در نتیجه آب با سرعت کم از فضاهای کوچک خاک که محل انباشت نمک است، حرکت کرده و راندمان شست و شوی نمک را بالا می‌برد (جعفری و طویلی، ۱۳۸۹).

محدودیت‌هایی در کنار مزایای استفاده از آبیاری بارانی و قطره‌ای جهت استفاده از آنها نیز وجود دارد. مهم‌ترین عامل محدودیت استفاده از آب‌های با کیفیت پایین در آبیاری قطره‌ای مربوط به گرفتگی قطره چکان‌ها و در آبیاری بارانی مربوط به سوزش برگ‌ها است. نتایج مربوط به امکان اجرای سیستم آبیاری قطره‌ای و بارانی که بر اساس جداول ۲ و ۳ (جدول ۲ تنظیم شده برای آبیاری قطره‌ای بر اساس گرفتگی قطره چکان‌ها و جدول۳ تنظیم شده بر اساس سوزش برگ‌ها) نشان داد که محدودیت زیادی در اکثر مناطق وجود دارد. از طرفی دیگر، کاهش کمیت و کیفیت آب‌های زیرزمینی منطقه در سال‌های اخیر به دلیل خشک‌سالی‌های اخیر و عدم تغذیه مناسب سفره‌های آب زیرزمینی و استفاده از آبیاری سنتی با راندمان پایین مصرف آب موجب شده که استمرار کشاورزی در این منطقه وابستگی شدیدی به این منابع گرانبها داشته باشد که استفاده از آبیاری پیشرفته با کارایی مصرف آب بالاتر نسبت به آبیاری سنتی را ضروری می‌نماید.

راهکار رفع این تناقض، تلاش در جهت رفع مشکلات استفاده از آبیاری پیشرفته در منطقه می‌باشد. علت سوزش برگ‌ها در آبیاری بارانی به علت غیرانتخابی بودن جذب این عناصر از طریق برگ‌ها بر خلاف سیستم ریشه‌ای می‌باشد که در جذب عناصر حالت انتخابی دارد. رفع این مشکل از طریق استفاده از گیاهان مقاوم‌تر به سوختگی برگ‌ها تا حدودی امکان‌پذیر است که این راهکار محدودیت زیادی در انتخاب گیاهان کشت شده‌ای ایجاد می‌کند که در پاره‌ای موارد ممکن است کشت آنها اقتصادی نیز نباشد. این راهکار نیز تاثیر ناچیزی با توجه به اختلاف

زیاد کیفیت آب‌های زیرزمینی منطقه با حد مجاز کیفیت آب در آبیاری بارانی دارد (جدول۵). امکان گرفتگی قطره‌چکان‌ها بر اثر شوری با توجه به استفاده از سیستم پیش فیلتراسیون و فیلتراسیون اصلی خیلی کم می‌باشد. همچنین با استفاده از قطره‌چکان‌هایی دوپارچه، آب ژاول و اسید شویی می‌توان مشکل انسداد را به راحتی حل نمود. آبیاری قطره‌ای بهترین سیستم آبیاری پیشنهادی با توجه به مشکلات گفته شده در منطقه مورد بررسی جهت توسعه پایدار کشاورزی در منطقه می‌باشد. البته اجرای این سیستم آبیاری نیاز به مطالعه بیشتری دارد. نتایج حاصل از این تحقیق با گزارش ابریشمدار و همکاران (۱۳۸۲) و نیز میرزائی تختگاهی (۱۳۸٤) تشابه دارد. با توجه به تجزیه و تحلیل انجام شده و نتایج به دست آمده در دشت رود‌اب سبزوار و مقایسه آن با شرایط حاکم بر منطقه مشخص شد که این روش برای منطقه مورد بررسی مناسب بوده و از کارایی خوبی برخوردار است.

منابع

ابریشمدار، ع.، کشکولی، ح. ع. و مستوفی زاده، ن. (۱۳۸۲) بررسی امکان‌یابی اجرای روش‌های آبیاری تحت فشار در مناطق مختلف استان خوزستان. مجموعه مقالات سومین همایش کمیته منطقه‌ای آبیاری و زهکشی استان خوزستان. اسفند: ۱۹۰-۲۱۱.

باباپور، م. و علمداری، م. (۱۳۹۲) بررسی کیفیت و تعیین کاربری آب رودخانه علی‌آباد هوراند آذربایجان شرقی با استفاده از شاخص‌های کیفی ویلکوکس و شولر. شانزدهمین همایش ملی بهداشت محیط ایران. دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تبریز. مهر: ۱۰٦-۱۱۵.

جعفری، م. و طویلی، ع. (۱۳۸۹) احیای مناطق خشک و کوهستانی. انتشارات دانشگاه تهران. تهران، ۳٦۲ صفحه

داور پناه، غ. م. (۱۳۸۷) بررسی کیفیت شیمیایی منابع آب زیرزمینی دشت ابهر. سومین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران.

شعبانی، م. (۱۳۸۸) بررسی تغییرات کیفی آب‌های زیرزمینی دشت ارسنجان. فصلنامه جغرافیای طبیعی، ۱(۳): ۷۱-۸۲.

علیزاده، ا. (۱۳۷٦) کیفیت آب در آبیاری. انتشارات آستان قدس رضوی. مشهد، ۹۳ ص.

علیزاده، ا. (۱۳۸٦) هیدرولوژی کاربردی. انتشارات آستان قدس رضوی. مشهد، ۵۳۲ ص.

فرداد، ح. (۱۳۷۵) آبیاری عمومی، انتشارات دانشگاه تهران. تهران، ۱۰۸۲ ص.

قانع، ا.ط.، معاضد، ه.ر. و حسینی زارع، ن. (۱۳۸۵) پتانسیل یابی اراضی مناسب جهت انجام آبیاری تحت فشار بوسیله نرم افزار ArcVeiw. مجموعه مقالات اولین همایش منطقه‌ای بهره‌برداری بهینه از منابع آب حوضه‌های کارون و زاینده رود. دانشگاه شهرکرد. شهریور: ۲۲۳-۲۳٤.

کیانی پویا، ع، رسولی، ف، ۱۳۸۹. ارزیابی کیفیت آب-های زیر زمینی مورد استفاده در آبیاری در دشت-های مرکزی استان فارس. مجله پژوهش‌های خاک(علوم خاک و آب) ، جلد ۲٤، شماره‌ی ۳: ۲۷۳-۲۸۲.

مهدوی، محمد. (۱۳۸٤) هیدرولوژی کاربردی. جلد دوم. انتشارات دانشگاه تهران. تهران، ۳٤۲ ص.

میرزائی تختگاهی، ح. (۱۳۸٤) پتانسیل‌یابی سیستم‌های آبیاری تحت فشار در مناطق مرکزی استان کرمانشاه. اولین همایش ملی مدیریت شبکه های آبیاری و زهکشی. دانشگاه شهید چمران

اهواز. دانشکده مهندسی علوم آب. اردیبهشت: ٦٤٢-٦٥٢.

Alemaw, B.F., Shemang, E.M. and Chaoka, T.R. (2004) Assessment of groundwater pollution vulnerability and modeling of the Kanye Wellfield in SE Botswana a GIS approach. Physical and Chemistry of the Earth, 29: 1125-1128.

Barca, E. and Passarella, G. (2007) Spatial evaluation of the risk of groundwater quality degradatio. A comparison between disjunctivem kriging and geostatistical simulation. Environmental Monitoring Assessment, 35: 58-64.

Finke, P.A., Brus, D. J., Bierkens, M .F .P., Hoogland, T., Knotters, M. and Vries, F. (2004) Mapping groundwater dynamics using multiple sources of exhaustive high resolution data. Geoderma, 123: 23-39.

Fetouani, S., Sbaa, M., Vanclooster, M. and Bendra, B. (2008) Assessing Groundwater Quality in the Irrigated Plain of Triffa (North-East Morocco). Journal of Agricultural Water Management, 95: 133-142.

Gaus, I., Kinniburgh, D.G., Talbot, J.C. and Webster, R. (2003) Geostatistical analysis of arsenic concentration in groundwater in Bangladesh using disjunctive kriging. Environmental geology, 44: 939-948.

Isaac, R.K., Khura, T.K. and Wurmbrand, J.R. (2009) Surface and subsurface water quality appraisal for irrigation. Environmental Monitoring Assessment, 159: 465–473.

Nikkarinen, M., Kauniskangasand, E. and Nenonen, K. (1996) Use of geological and geochemical data for the derivation of maps for environmental planning in Iisalmi. Finland. Applied Geochemistry, 11: 261-270.

Obeidat, M.M., Massadeh, A.M, Al-Ajlouni, A.M. and Athamneh, F.S. (2007) Analysis and evaluation of nitrate levels in groundwater at Al-Hashimiya area. Jordan. Environmental Monitoring Assessment, 135(1-3): 475-486.

Singh, A.K., Mondal Suresh Kumar, G.C., Singh, T.B., Tewary, B.K. and Sinha, A. (2008) Major ion chemistry weathering processes and water quality assessment in upper catchment of Damodar River basin. India. Environmental Geology, 54: 745–758.

Thapinta, A. and Hudak, p. F. (2003) Use of geographic information systems for assessing groundwater pollution by pesticides in Central Thiland. Environmental International, 29: 87-93.

Evaluating quality of ground water resources for irrigation, Roudab Plain, Sabzevar

Esmail Heidary Alamdarlo[1], Hasan Barabadi[2*] and Sara Toloie[3]

1) Department of Management Dessert Regions, Faculty of Natural Resources, Tehran University, Karaj, Iran.

2) Department of desertification, Kashan University, Kashan, Iran. *Corresponding Author Email Address: hassan.barabadi @ yahoo.com

3) Department of Range Management, College of Agriculture and Natural Resources, Science & Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Abstract

Evaluation of Ground water quality to make use in agricultural industry is of special interest. The purpose of this study is to assess ground water quality used in irrigation of Roudab plain, Sabzevar, Khorasan Razavi province. Roudab plain encloses an area of approximately 392 km^2. Most of the groundwater is intended for supplementing agricultural water demand. This study strives for zoning ground water quality and qualification for drip and sprinkler irrigation with the aid of GIS. Results of water quality zoning in agricultural sector based on Wilcox classification showed that the groundwater of this region falls into intermediate (54%) and unsuitable water classes (46%). Also, 39% of groundwater has little impact on soil permeability, however, in terms of EC (60%) and TDS (56%), groundwater application impose severe limitations for irrigation. In the case of zoning drip and sprinkler irrigation suitability levels of acidity, chlorine and total dissolved solids (TDS) were23 and 86, respectively. Besides, 53% of the area exceed permissible levels, while total area by sprinkler irrigation application will have suitable level of acidity while impermissible concentrations of sodium and chlorine.

Keywords: underground water, Wilcox classification scheme, drip irrigation, sprinkler irrigation, GIS.