آلودگی منابع آب زیرزمینی مناطق پایین‌دست محل دفن زباله در سراب قنبر شهر کرمانشاه

فیض‌الله عزیزی[۱]، اسفندیار عباس نوین‌پور[۲*] و همایون مقیمی[۳]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد، گروه زمین‌شناسی، دانشگاه ارومیه، ارومیه
۲- استادیار گروه زمین‌شناسی، دانشگاه ارومیه، ارومیه
۳- استادیار گروه زمین‌شناسی، دانشگاه پیام نور، ابهر

نویسنده مسئول: e.abbasnovinpour@urmia.ac.ir *

دریافت: ۹۹/۷/۳ پذیرش: ۹۹/۹/۲۹ نوع مقاله: پژوهشی

چکیده

در سال‌های اخیر آلودگی آب‌های زیرزمینی به دلیل تغییر الگوی استفاده از زمین به عنوان یک موضوع مهم زیست‌محیطی در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه مطرح است. از میان آلاینده‌های متعدد آب‌های زیرزمینی، می‌توان به شیرابه تولیدی از پسماندها یا محل دفن پسماند شهری که به دلیل سمّیت و ماندگاری بالا در محیط خطرات زیست‌محیطی زیادی ایجاد می‌کنند، اشاره کرد. کرمانشاه پنجمین شهر پرجمعیت و یکی از کلان‌شهرهای ایران که مرکز آن کرمانشاه است و براساس سرشماری سال ۱۳۹۵ دارای جمعیتی بالغ بر ۹۴۶/۶۵۱ نفر می‌باشد. با توجه به رشد جمعیت بالا و مهاجرپذیری آن منجر به افزایش جمعیت بی‌سابقه‌ای شده است که در توان زیرساخت‌های این شهر نیست. در نتیجه در کنار مشکلات عدیده زیست‌محیطی در این شهر، از نظر جمع‌آوری و دفن زباله‌ها با مشکلات جدی روبروست زیرا میزان تولید زباله هر شهروند کرمانشاهی به طور میانگین روزی ۷۵۰ تا ۹۰۰ گرم است که این دو برابر میانگین جهانی است. این زباله‌ها در بخش جنوبی شهر کرمانشاه و به فاصله حدود ۱۵ کیلومتری از آن روی دامنه شمالی کوه سفید انباشته می‌شوند. در این پژوهش سعی شده است با توجه به ویژگی‌های ژئومورفولوژی منطقه به بررسی آلودگی منابع آب زیرزمینی مناطق پایین‌دست محل دفن زباله در سراب قنبر کرمانشاه (شهر کرمانشاه) در محیط نرم‌افزار GMS و کد تحلیلی MODFLOW پرداخته شده است. در این مطالعه، ابتدا نقشه ژئومورفولوژی محدوده شهرستان کرمانشاه در راستای شناسایی آب‌های زیرزمینی، خاک، شیب و جنس زمین ترسیم شده است. این نقشه نشان می‌دهد، دشت فرسایشی ناهموار نیمه‌جنوبی شهر با توجه به محل دفن زباله‌های شهر کرمانشاه، می‌تواند منبع آلودگی چشمه‌های سراب قنبر را فراهم سازد. نقشه تراز آب‌های زیرزمینی، جهت جریان آب این منطقه را از جنوب و جنوب‌شرق به مرکز دشت و سپس شمال و شمال‌شرق نشان می‌دهد. محل احداث لندفیل، و جهت جریان آب زیرزمینی از عوامل اصلی گسترش آلودگی می‌باشد. مطالعات صورت گرفته نشان می‌دهد که در مدت مطالعه تراز آب زیرزمینی در دوره‌های خشکسالی همواره در حال افت بوده و میزان بالاآمدگی آن در دوره‌های ترسالی همواره کمتر از میزان افت آن در دوره‌های خشک است. نتایج اجرای مدل کیفی MT3DMS نشان داد به منظور رفع مشکل نفوذ آلودگی لندفیل در شبکه آب زیرزمینی، از بین راهکارهای متعددی که می‌توان به مدیران اجرایی منابع آب پیشنهاد داد یکی مسدودسازی منابع تغذیه مرزی دشت و دیگری کنترل و جلوگیری از افت بیش از حد تراز آب زیرزمینی است.

واژه‌های کلیدی: لندفیل، نرم‌افزار GMS، MODFLOW، آب زیرزمینی، پسماند

۱- پیشگفتار

با توجه به حرکت کُند آب‌های زیرزمینی، منابع آلاینده فرصت بیش‌تری جهت انحلال در آب و ایجاد آلودگی دارند. از بین بردن آلودگی یک آبخوان زمان‌بر و پرهزینه است و هرگز نمی‌توان آن را بطور کامل انجام داد. آلودگی آب‌ها بطور خاص دلالت بر کاهش کیفیت است و میزان آن توسط اندازه‌گیری‌های شیمیایی و بیولوژیکی تعیین می‌شود. از نظر بهداشت و اکولوژی تعریف یک آلاینده عبارت است از هر میزان ماده بیولوژیک یا شیمیایی که باعث از بین بردن شرایط رشد و زیست مطلوب ارگانیسم‌های زنده شود، اطلاق می‌شود (ازکیا و فیروزآبادی، ۱۳۸۷). پیشی گرفتن رشد صنعت و تکنولوژی از رشد فرهنگ مصرف بهینه و پایدار در جوامع مختلف باعث شده از تکنولوژی روز و با هدف سود و منفعت لحظه‌ای و زود بازده شخصی بدون در نظر گرفتن سهم آیندگان و یا دیگر افراد سهیم در آن منابع و نعمت‌های خدادادی از جمله استفاده ناصحیح از آب‌های زیرزمینی استفاده گردد که این امر خود باعث بر هم

خوردن تعادل بین عرضه و تقاضای آب در مناطق مختلف جهان شده است. آب‌های زیرزمینی نقش مؤثری در تأمین نیاز آبی دارند و به همین علت ارزیابی و مدیریت منابع آب‌های زیرزمینی از حساسیت ویژه‌ای بر خوردار است. تا کنون مطالعات زیادی در زمینه مکان‌یابی محل دفن زباله در محیط GIS در خارج از کشور صورت گرفته است (شریفی و همکاران، ۲۰۰۹؛ عمرالجراع وهانی ابوالقداس، ۲۰۰۵؛ ایپا، ۱۹۹۴؛ کینگ و همکاران، ۱۹۹۳؛ تیسان و تچوبانگلس، ۱۹۸۷؛ ساموديننگ و همکاران، ۱۹۹۸؛ کائو و همکاران، ۲۰۰۶؛ هوبینا و گریبی، ۲۰۰۸؛ چانگ و همکاران، ۲۰۰۸؛ آدامکووا و همکاران، ۲۰۱۶ و ابیستو و مینال، ۲۰۱۳). در ایران هم با در نظر گرفتن معیارهای مختلف مطالعات زیادی در زمینه مکان‌یابی دفن پسماند انجام شده است. شکیبا و همکاران (۱۳۹۵) خصوصیات شیمیایی آب‌های زیرزمینی مناطق بالادست محل دفن زباله‌های شهر سنندج روستای کیلک، با توجه به مناسب بودن آب برای مصرف شرب مورد بررسی قرار دادند. تعداد ۵ حلقه چاه در اطراف محل دفن زباله‌های شهر سنندج انتخاب شد و پس از نمونه‌برداری و برداشت تعداد ۱۰ نمونه آب زیرزمینی طی دو فصل پارامترهای فیزیکی رنگ، بو، کدورت؛ هم‌چنین پارامترهای شیمیایی pH، TDS، سختی، کلرور، سولفات، سدیم، نیترات مورد سنجش قرار گرفت. سپس مقادیر آنالیز شده با جداول استاندارد مقایسه و برای طبقه‌بندی آب‌های زیرزمینی منطقه مطالعاتی جهت تناسب آب برای شرب از دیاگرام شولر استفاده گردید و مشاهده گردید که اکثر نمونه‌ها از لحاظ شرب مناسب هستند. سبحانی و خلیل‌وند (۱۳۹۶) در تحقیقی با عنوان کاربرد روش منطق فازی (Fuzzy) و تحلیل سلسله‌مراتبی در مکان‌یابی دفن پسماند خانگی شهر مرودشت با تأکید بر پارامترهای هیدرواقلیمی انجام داده‌اند. ابتدا محدودیت‌های محدوده، از لحاظ دفن پسماند استخراج شده و سپس مقادیر لایه‌های اطلاعاتی بر اساس توابع عضویت فازی و مطلوبیت آن‌ها نسبت به هدف در بازهٔ استاندار صفر و یک قرار گرفتند. این لایه‌ها در نهایت براساس وزن‌های استخراج شده از طریق روش AHP و به روش ترکیب خطی با یک‌دیگر تلفیق و در نهایت مناطق مناسب به منظور دفن پسماند استخراج کردند. منطقهٔ مورد مطالعه به چهار کلاس تقسیم شده که با توجه به نتایج به‌دست آمده، کلاس چهارم در نقشهٔ نهایی، مناسب‌ترین مکان برای دفن پسماند خانگی و احداث تکنولوژی بازیافت زباله در شهر مردوشت تعیین شده است. پور احمد و همکاران (۱۳۹۷) محل دفت پسماند کاربری‌های صنعتی و زباله‌های شهری در منطقه‌ی شهری اردبیل را مدل‌سازی نمودند. برای پردازش داده‌ها از قابلیت‌های GIS و نرم‌افزار what if? به آزمون قابلیت‌ها و مکانیزم استفادهٔ عملیاتی از مدل what if?، در مکان‌یابی محل دفن زباله و مراکز صنعتی استفاده کردند. نتایج نشان داد که مکان‌های مشخص شده با توجه به تمام معیارهای تعیین شده در مکان‌یابی محل دفن و صنعتی دارای شرایط مطلوبی بوده و همچنین نشان دادند که مدل را در به‌کارگیری برای منطقه مورد مطالعه مناسب دانستند. امیرسلیمانی و همکاران (۱۳۹۹) به ارزیابی زیست‌محیطی مکان‌های دفن زباله شهری در استان مازندران براساس قوانین ملی ایران پرداختند. آن‌ها از تحلیل‌های مکانی و روش تحلیل سلسله مراتبی برای رتبه‌بندی و وزن‌دهی معیارهای حاکم به کار گرفتند. ۱۳ محل اصلی دفن یا دپوی زباله در سطح استان مازندران شناسایی و با تولید نقشه شایستگی موقعیت مکانی، ارزیابی شد. نتایج نشان داد محل‌های عمده دفن زباله‌های شهری استان مازندران از لحاظ مکانی حاضر امتیاز محیط زیستی بسیار پایین بوده و کاملاً غیر اصولی در مناطق ممنوعه یا با مطلوبیت پایین احداث شده‌اند. همچنین نتایج نشان داد که محل دفن زباله شهری فریدون‌کنار بدترین محل دفن در سطح استان مازندران از منظر موقعیت مکانی شناخته شد. حسین‌زاده و همکاران (۱۳۹۷) در بررسی آلودگی فلزات سنگین در خاک‌های اطراف لندفیل بهشهر به این نتیجه رسیدند که میانگین غلظت کبالت، کادمیوم، روی، مس، آرسنیک و نیکل در تمامی نمونه‌ها نسبت به استاندارد بالاتر بوده و خاک‌های موردمطالعه از نظر آلودگی انسان‌زاد در رده متوسط قرار داشته و ان نظر غنی‌شدگی روند Cd>As>Zn>Cu>Ni>Co>Cr>Mo مشاهده کردند. همچنین نتایج نشان داد که بار آلودگی نمونه‌های محل لندفیل شماره ۴ و ۵ از بین ۱۲ نمونه گرفته شده بیش‌ترین مقدار آلودگی را دارا می‌باشد. در این مطالعه با توجه به داده‌های موجود و در دسترس، سعی شده تا بررسی گردد آیا نفوذ شیرابه به داخل نزدیک‌ترین و گسترده‌ترین منبع آبی به موقعیت لندفیل صورت پذیرفته

است یا خیر؟ در اینجا منظور از بزرگ‌ترین منبع آبی، آبخوان ماهیدشت است که در جنوب لندفیل واقع شده است. و محل دفن زباله‌های منطقه روی ارتفاعات کوه سفید در شمال این آبخوان می‌باشد. نفوذ آب آلوده به داخل آبخوان ماهیدشت با توجه به فاصله مکانی بین لندفیل و موقعیت آبخوان، تنها از طریق ناحیه مرزی و جریانات سطحی ممکن است. با این حال وجود مرزهای تراوا در بخش‌های حاشیه‌ای، مشخصاً بیان وجود تبادل هیدرولیکی دشت از ارتفاعات اطراف آن است. اینکه وجود لندفیل در این ارتفاعات به خودی خود عامل اساسی در انتقال آلودگی می‌باشد یا خیر؟، سوال اصلی تحقیق می‌باشد. براین اساس از داده‌های نمونه می‌توان رخداد آلوده شدن آبخوان را با چشمه‌ها مقایسه کرد. در این پژوهش به عنوان یکی از مهم‌ترین اهداف مطالعاتی، اثر ناحیه دفع پسماند جنوب شرقی شهر کرمانشاه که بر روی یال کوه سفید مشرف بر آبخوان ماهیدشت و چشمه‌ها و آبرفت‌های منطقه سراب قنبر، که محل تغذیه آب شرب نیمی از جمعیت جنوب و جنوب شرقی کرمانشاه را تأمین می‌کند با استفاده از نرم‌افزار GMS مورد بررسی قرار گرفته است. اینکه آیا دفع بلند مدت پسماند در یک بخش زمین می‌تواند در نهایت به آلوده کردن منابع آب زیرزمینی اطراف آن منجر شود، نیازمند انجام پژوهش‌های گسترده‌ای از منظر ریخت‌شناسی موقعیت لندفیل، ساختار توپوگرافی، جنس خاک، پوشش گیاهی، تغییرات اقلیمی و غیره دارد.

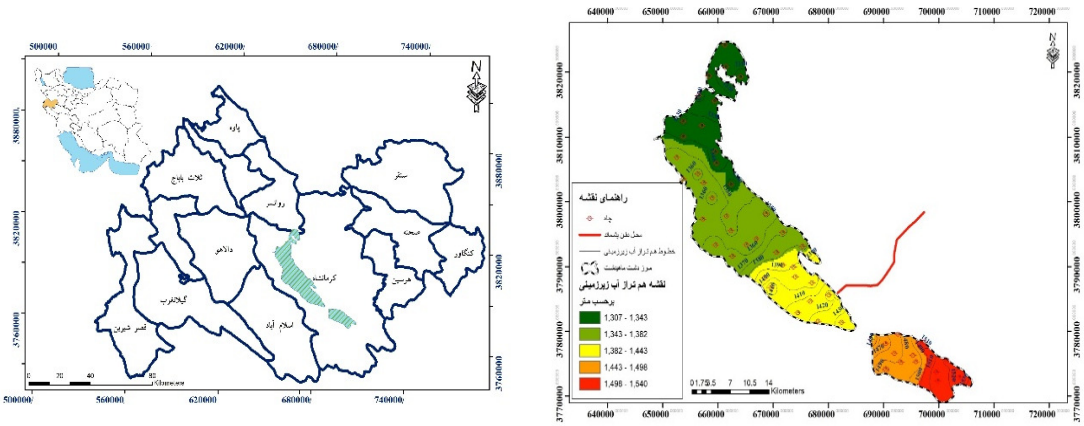
۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- منطقه مورد مطالعه و زمین‌شناسی آن

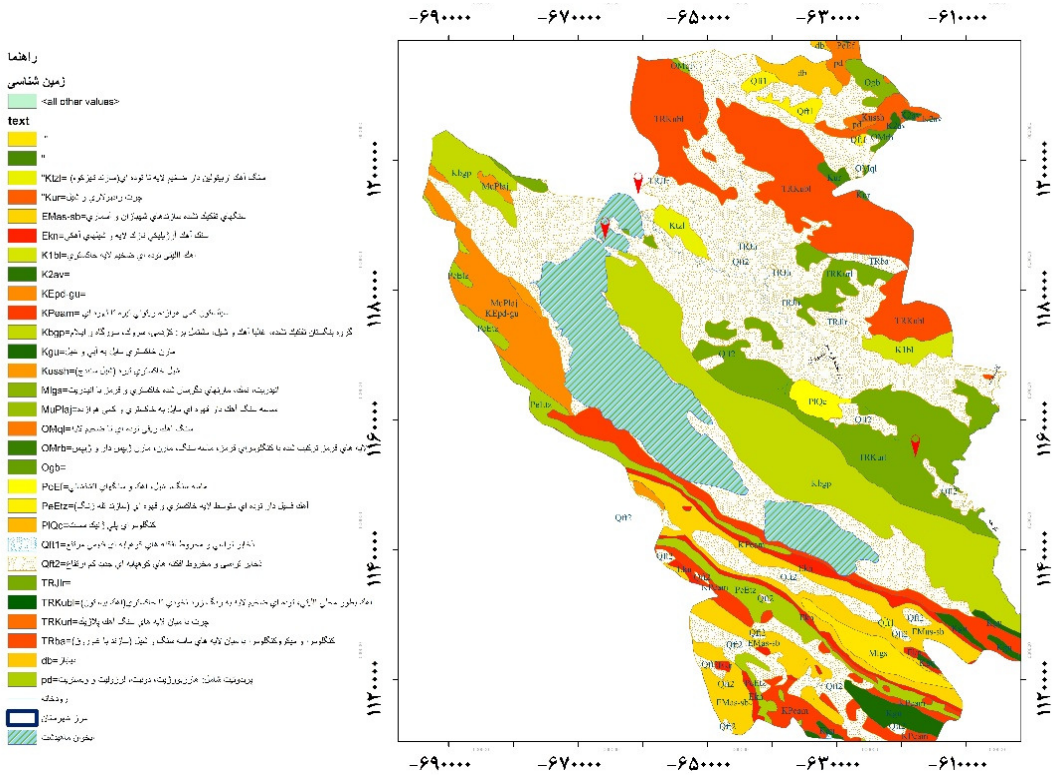
مکان مورد مطالعه، سایت دفن زباله شهری کرمانشاه می‌باشد که در سراب قنبر (لندفیل) در محدوده‌های بین عرض جغرافیایی '۶-°۳۷ الی '۶-°۳۸ و طول جغرافیایی '۲۰-°۴۴ الی '۲۰-°۴۵ واقع شده است. این محل یک لندفیل باز است که بیش از دو دهه محل دفن زباله‌های مختلف خانگی و خطرناک می‌باشد. وجود ترکیبات آلی پایداری مانند متان (بصورت شعله‌ور یا بدون شعله) نشان می‌دهد که لندفیل در مرحله متانوژنیک است و مرتباً ترکیبات آلی جدیدی به آن اضافه می‌شود. براساس ارزیابی‌های بعمل آمده در محل، آلودگی آب زیرزمینی از نزدیک‌ترین آبخوان به محل لندفیل در ماهیدشت قرار دارد. و در بررسی میدانی مشاهده شد که احتمالاً نشان می‌دهد که کیفیت آب زیرزمینی ماهیدشت تا حدی تحت نفوذ شیرابه قرارگرفته است (شکل ۱). منطقه موردمطالعه از نظر زمین‌شناسی در مرز زون زاگرس چین‌خورده و زاگرس رورانده قرار دارد. این دو بخش به همراه دشت خوزستان تمامی ساختار زاگرس را تشکیل می‌دهد. قدیمی‌ترین واحد سنگی پیرامون دشت ماهیدشت-سرفیروزآباد متعلق به ژوراسیک می‌باشد. مخازن آب زیرزمینی این محدوده در رسوبات آبرفتی دوران چهارم که نتیجه فرسایش ارتفاعات حاشیه‌ای دشت هستند، تشکیل گردیده است. وسعت کل محدوده ۱۴۶۳/۱ کیلومتر مربع می‌باشد، وسعت آبرفت‌های محدوده این دشت حدود ۶۵۰ کیلومترمربع و وسعت گسترش سفره آبدار اصلی موجود در آن بالغ بر ۵۰۷/۹۰ کیلومترمربع است و همچنین وسعت سفره آبدار سرفیروزآباد ۱۲۸/۷ کیلومترمربع می‌باشد. اجزاء تشکیل دهنده رسوبات در محدوده سفره آب شامل قلوه‌سنگ، شن، ماسه، سیلت و رس است و از نظر ترکیب بیش‌تر از قطعات آهکی تشکیل یافته است (شکل۲). عمده‌ترین منبع تغذیه کننده سفره آب زیرزمینی موجود صرف‌نظر از ریزش‌های جوی در سطح دشت، آبراهه‌های متعددی هستند که از دامنه ارتفاعات مجاور سرچشمه گرفته و وارد محدوده دشت می‌شوند.

۲-۲- داده‌های مورد استفاده

در این تحقیق ابتدا نمونه‌برداری از خاک براساس روش‌های سیستماتیک و تصادفی به صورت سطحی و از عمق صفر تا ۲۰ سانتی‌متری خاک صورت گرفت. برای نمونه‌برداری سیستماتیک یک شبکه نظام‌دار ۱۲ * ۲۰ با فواصل ۵۰ * ۵۰ متر در زمینه‌ای کشاورزی پایین دست محل دفن زباله با استفاده از نرم‌افزار GMS طراحی گردید، که امکان برداشت ۲۰۸ نمونه را فراهم می‌کرد (سایت ۱). همچنین تعداد ۳۰ نمونه که متأثر از نفوذ شیرابه زباله بودند اما در فاصله‌ای دورتر از انباشتگاه زباله (سایت ۲) و تعداد ۱۵ نمونه به عنوان زمینه منطقه (سایت ۳) که متأثر از نفوذ شیرابه نبودند، به صورت تصادفی جمع‌آوری گردید (شکل ۳). سه گروه نمونه‌ها دارای ویژگی‌های زمین‌شناسی، مواد مادری و کاربری اراضی مشابه‌ای بودند. و به منظور بررسی وضعیت کیفی آب زیرزمینی سراب قنبر کرمانشاه از نتایج



شکل ۱. موقعیت شهر کرمانشاه در تقسیمات کشوری و همچنین محل دفن زباله شهری



شکل ۲. نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه

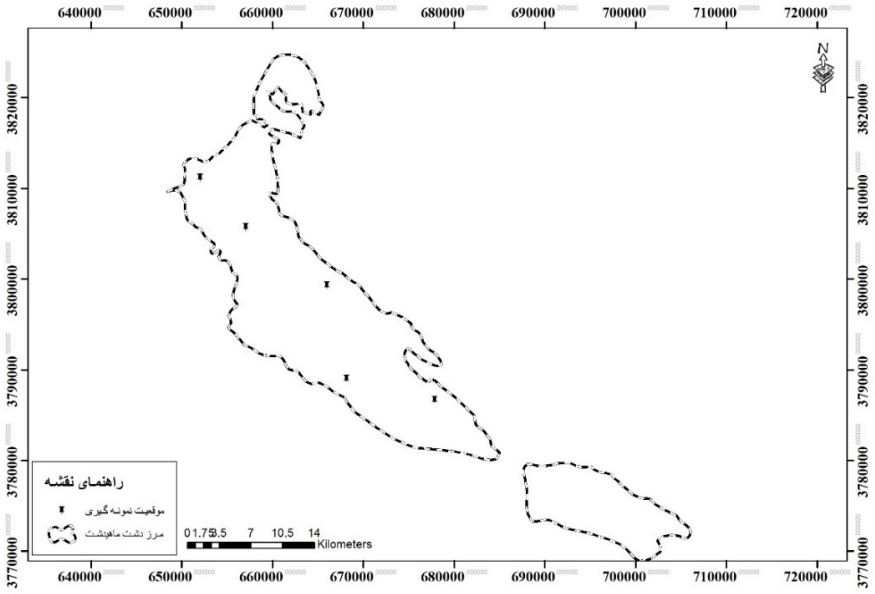
آنالیز شیمیایی آب زیرزمینی چاه‌های مشاهده‌ای شرکت آب منطقه‌ای استان کرمانشاه در سال ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۸ استفاده شده است.

۲-۳- مراحل مدل‌سازی و داده‌های مورد استفاده

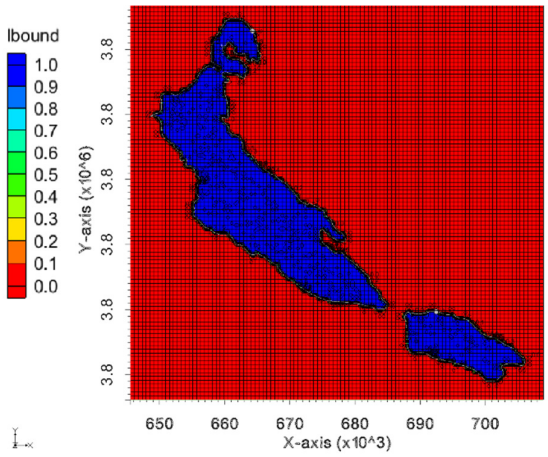
برای اینکه بتوان معادلات دیفرانسیل جزیی را حل کرد، بایستی محیط را به اجزاء کوچک‌تری که اصطلاحاً شبکه می‌نامند، تقسیم نمود. در MODFLOW که مدلی از نوع تفاضل محدود است، شبکه‌های مدل توسط خطوط موازی عمود بر هم ایجاد می‌شوند. بلوک‌های تشکیل شده توسط خطوط مذکور، سلول نامیده می‌شود. در مراکز سلول، گره‌ها[1] قرار گرفته‌اند. ابعاد شبکه برابر است با فاصله گره‌ها از یکدیگر که بر اساس وضعیت زمین‌شناسی منطقه و قرار گرفتن پیزومترها بر روی گره‌ها تعیین می‌شود. مسلماً هر

[1] Node: نقطه‌ای که در آن محاسبات بار هیدرولیکی صورت می‌گیرد

قدر ابعاد شبکه‌ها کوچک‌تر باشند، تعداد شبکه‌ها زیادتر شده و دقت محاسبات افزایش می‌یابد. ولی باید توجه داشت که با افزایش تعداد شبکه‌ها، داده‌های ورودی بیش‌تری مورد نیاز بوده و حجم عملیات محاسباتی جهت آماده‌سازی داده‌ها به مراتب بیش‌تر خواهد شد. با بررسی کلیه شرایط و اطلاعات موجود و همچنین نظر کارشناسان همکار، برای شبیه‌سازی آبخوان مورد مطالعه اندازه سلول‌های شبکه مدل بدون انجام تنظیمات پالایش (Refinement) برای تمامی چاه‌های مشاهداتی ممکن در منطقه، با اندازه سلولی متناسب در نظر گرفته شد (شکل۴).



شکل ۳. نقشه مکان مورد مطالعه و موقعیت نقاط نمونه‌برداری



شکل ۴. محدوده فعال شبکه‌بندی تفاضل محدود آبخوان اشباع ماهیدشت

پارامترهای زمانی باید با توجه به هدف، اطلاعات موجود، شرایط حاکم بر آبخوان، هزینه و وقت لازم برای مدل‌سازی، انتخاب گردد. تقسیمات زمانی در تمامی بخش‌های مدل اثر می‌نماید، مشاهدات در چاه‌های پیزومتری، برداشت چاه‌های بهره‌برداری و تغذیه آبخوان همگی بر اساس تقسیمات گام‌های زمانی به مدل اعمال می‌گردند. پارامترهای زمانی شامل واحد زمانی (Time unit)، طول، تعداد دوره‌های تنش (Stress periods) و تعداد گام‌های زمانی (Time steps) می‌شوند. در اثنای یک دوره زمانی، تمام پارامترهای مرتبط با شرایط مرزی و تنش‌های

گوناگون ثابت باقی می‌مانند. هرچه تعداد دوره‌های زمانی بیش‌تر باشد، امکان تغییر پارامترها بر حسب زمان بیش‌تر است. گام زمانی، فواصل زمانی محدودی است که نتایج حل معادلات برای انتهای این زمان‌ها بدست می‌آید. هرچه طول گام زمانی کوتاه‌تر انتخاب شود، دقت محاسبات بیش‌تر خواهد بود. این امر در صورتی میسر می‌گردد که اطلاعات مورد نیاز برای هر گام در دسترس بوده و مقادیر مقایسه‌ای در گام‌ها موجود باشد. همچنین با توجه به ماهانه و سالانه بودن آمار منابع آب نمی‌توان گام زمانی را یک روزه انتخاب کرد؛ زیرا اختصاص آمار ماهانه به روزهای مختلف باعث بروز خطا می‌گردد و همچنین آمار ماهانه را نمی‌توان به طور مساوی بین ۳۰ روز تقسیم کرد. به این جهت که این تقسیم باعث تغییرات سطح آب به طور خطی می‌گردد که این کاهش طول زمانی، تأثیری در دقت مدل نخواهد داشت. در نهایت بازه زمانی مدل‌سازی در این پژوهش براساس ارقام سطوح آب موجود و قابل بازسازی در حدأکثر چاه‌های مشاهداتی از تاریخ مهر ۱۳۸۶ به عنوان اولین ماه تا تاریخ شهریور ۱۳۹۷ با گام‌های ۱ ماهه و معادل با ۱۳۱ ماه تعیین گردید. همچنین با توجه به دسترسی داده از انتهای همین بازه به مقدار ۲۵٪ ماه جهت صحت‌سنجی تفکیک گردید.

۲-۳-۱- هد هیدرولیکی اولیه[1]

یکی از شرایط حل معادلات دیفرانسیل جزیی در آب زیرزمینی وجود شرایط اولیه است تا مدل بتواند به وسیله اعداد و ارقام آن از یک نقطه محاسبات را شروع کرده و ادامه دهد. شرایط اولیه از نظر مکانی و زمانی در مدل‌سازی لازم است. سطح ایستابی اولیه علی‌رغم تخمین با استفاده از یک روش میان‌یابی در سطوح آبخوان؛ بر اساس اصول تشریح شده در راهنمای ساختاری نرم‌افزار GMS، معادل با توپوگرافی سطح زمین در نظر گرفته شد.

۲-۳-۲- ضرایب هیدرودینامیک سفره آب‌های زیرزمینی

از پارامترهایی که نقش اساسی در محاسبات آب‌های زیرزمینی و همچنین مدل ریاضی سفره دارند، ضرایب هیدرودینامیکی آبخوان، ضرب هدایت هیدرولیکی (K بر حسب متر در روز)، ضریب قابلیت انتقال سفره (T بر حسب متر مربع در روز) و ضریب ذخیره (S بر حسب درصد) می‌باشد. طبیعتاً تعیین دقیق این ضرایب مستلزم انجام یکسری آزمایشات در نقاط مختلف دشت می‌باشد که علاوه بر طولانی بودن هزینه گزافی را در بردارد. مع‌الوصف برآورد دقیق یا نسبتا دقیق ضرایب هیدرودینامیکی با وجود فقط تعداد محدودی چاه اکتشافی و نتایج آزمایش پمپاژ آن‌ها، مستلزم برخورداری از یک تیم قوی کارشناسی در زمینه هیدروژئولوژی پایه و زمین‌شناسی می‌باشد. همانطور که می‌دانیم برآورد اولیه و نسبتا دقیق ضرایب هیدرودینامیکی سفره در مدل‌سازی، بخصوص در مرحله واسنجی و تنظیم مدل کمک شایانی به گروه مدل‌سازی نموده و مراحل مدل‌سازی را سریع‌تر و ساده‌تر خواهد نمود. در آبخوان ماهیدشت بر اساس اطلاعات چاه‌های اکتشافی که حفر گردیده است، دانه‌بندی غالب آبرفت در این دشت، ماسه شن و سیلت در بخش‌های مرکزی و شن درشت در حواشی دشت می‌باشد. اکثر چاه‌های اکتشافی به سنگ کف برخورد نکرده‌اند. در بعضی موراد در انتهای حفاری یه لایه‌های رسی برخورد شده که می‌توان از آن به عنوان سنگ کف لایه آبدار نام برد. به منظور تخمین مقدار هدایت هیدرولیکی آبخوان، لزوم در دسترس بودن ضخامت دقیق سفره و همچنین خطوط هم مقدار قابلیت انتقال به جهت میان‌یابی یک سطح پیوسته از قابلیت انتقال ضروری است. با توجه به مطالعات اکتشافی در ناحیه مطالعاتی، مقدار ضریب هدایت هیدرولیکی بر همین طریق در دسترس بود. این مقدار با تصحیح بر اساس مطالعات هیس (۱۹۸۳) و دومینکو و سچوارتز (۱۹۹۰) در حوضه‌های با ساختار زمین‌شناسی مشابه با آبخوان ماهیدشت به شکل متوسط، به همراه عدم قطعیت تخمین و به عنوان حدس اولیه پیش از گام واسنجی به مدل مفهومی، به سبب الزام همگرایی مدل اطلاق گردید.

۲-۳-۳- ضریب ذخیره و آبدهی ویژه

ضریب ذخیره یا قابلیت ذخیره عبارتست از حجم آبی که از واحد سطح لایه آبدار به ازای یک واحد تغییرات بار آبی، آزاد یا ذخیره می‌گردد و بدون بعد می‌باشد. با توجه به این تعریف، ضریب ذخیره مربوط به سفره‌های محصور بوده و مقدار آن تابع قابلیت ارتجاع مواد تشکیل دهنده سفره و خود آب می‌باشد. مقادیر این پارامتر بین ۳-۱۰ تا ۷-۱۰

1 Initial Hydraulic Head

متغیر می‌باشد (پورسیدی، ۱۳۸۸). در آبخوان ماهیدشت با توجه به مطالعات اکتشافی، این ضرایب در دسترس بوده و بنابراین با استفاده از مطالعات دومینکو و مفلین (۱۹۶۵) و موریس و جونسون (۱۹۶۷) به منظور کاهش عدم قطعیت تخمین و به عنوان حدس اولیه پیش از گام واسنجی به مدل مفهومی به سبب الزام همگرایی مدل اطلاق گردید.

۲-۳-۴- اجرای مدل انتقال آلاینده

شبیه‌سازی کیفی آبخوان به منظور شناسایی و پیش‌گویی روند انتقال املاح در آبخوان انجام می‌گیرد. با توجه به احتمال انتقال آلودگی شیرابه محل دفع پسماند مورد مطالعه به داخل آبخوان از این کد در این بخش بهره گرفته شد که محاسبات خود را بر روی خروجی مدل آب زیرزمینی انجام می‌دهد. مدل MT3DMS با استفاده از فاکتورهای مختلفی که انتقال آلاینده‌ها را تحت کنترل دارد، نظیر همرفت، انتشار و واکنش‌های شیمیایی ابزاری مناسب در این راستا به شمار می‌رود. هر کدام از عوامل فوق آنگونه که در بخش معادلات حاکم آمده است، نیازمند راه حل‌ها و ضرایب گوناگونی هستند. ضرایب با توجه به ماهیت ماده و سیستم تعیین و چون اغلب آن‌ها با عدم قطعیت مواجه هستند در فرایند واسنجی مورد تدقیق و تصحیح قرار می‌گیرند. در سناریو حاضر به سبب در دسترس نبودن داده‌های مشاهداتی مقادیر مذکور با استفاده از ضرائب واسنجی شده در مطالعه‌ای مشابه در آبخوان انتخاب گردید.

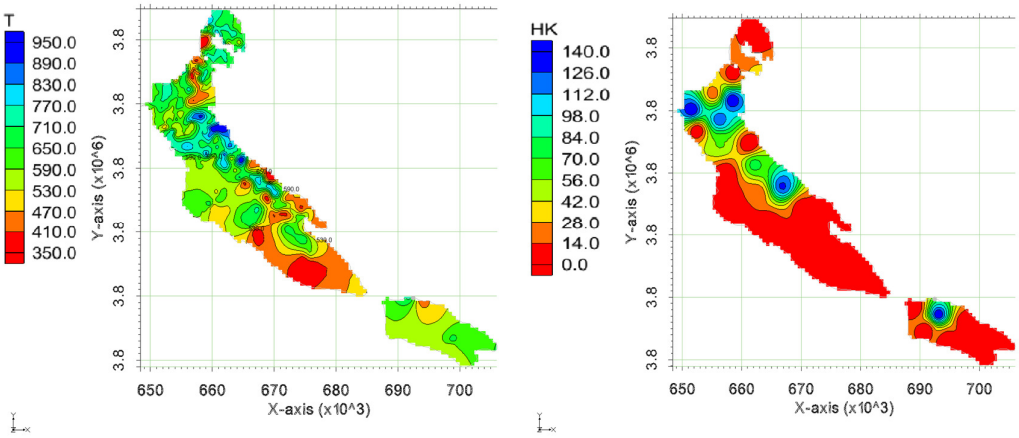
۲-۴- نتایج و بحث

۲-۴-۱- بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی از آبخوان منطقه

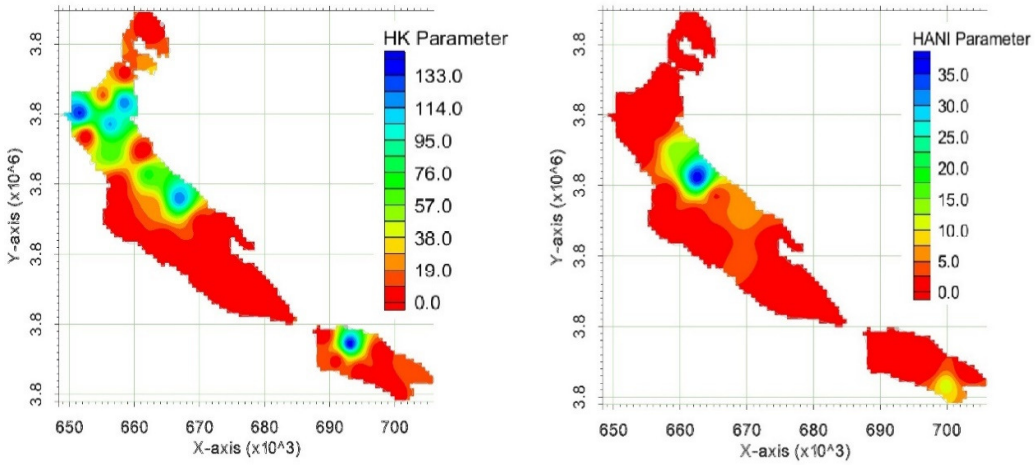
براساس آخرین گزارشات آماربرداری از منابع آب زیرزمینی (تابستان ۱۳۸۷) و بروزرسانی آن در محدوده بیلان، تخلیه از منابع آبی شامل ۱۵۹۳ حلقه چاه بوده که تعداد ۶۴۲ حلقه آن عمیق و ۹۵۱ حلقه آن چاه نیمه‌عمیق می‌باشد، همچنین تعداد ۵۱ دهنه چشمه و ۱۴ رشته قنات نیز گزارش شده است. مجموع آب استحصال از منابع فوق بالغ بر ۱۰۹/۵۶ میلیون متر مکعب بوده که از این میزان ۹۶/۳۳ میلیون متر مکعب صرف مصارف کشاورزی، ۲/۲۶ میلیون متر مکعب به مصارف شرب و صنعت و ۱۰/۹۷ میلیون متر مکعب آن به مصارف دیگر می‌رسد. مقایسه منابع آب محدوده مطالعاتی ماهیدشت-سرفیروزآباد در دوره‌های آماربرداری نشان می‌دهد که تعداد چاه‌ها افزایش پیدا کرده است ولی میزان برداشت از طریق این منبع آبی کاهش داشته است و همچنین تعدادی از چشمه‌ها و قنات‌های محدوده خشک شده‌اند بنابراین توان آبدهی آبخوان کاهش پیدا کرده است. در آبخوان ماهیدشت ضریب قابلیت سفره از ۳۵۰ متر در روز (در حواشی جنوبی) تا مقدار ۹۵۰ متر مربع در روز و بیش‌تر در نواحی میانی دشت با توجه به تجمع میزان قابل توجه رسوبات آبرفتی تغییر می‌کند. ضمن آنکه در اطراف رودخانه منحنی‌های با مقدار متوسط گسترش دارند و در آبرفت‌های شمال رودخانه منحنی‌های با رقوم بالاتر عبور می‌کنند (شکل ۵).

در گام اول مدل به فرم پایدار و به شکل پیشرو با موتور MODFLOW 2005 اجرا شده و نتایج با توجه به عدم قطعیت حاکم در برخی از پارامترهای ورودی با خطای بالا همراه گردید. در این پژوهش پس از آزمون هر سه روش در هر دو حالت پایدار و ناپایدار، نهایتاً موتور محاسباتی PCGN با ۱۰۰ تکرار Outer و Inner و با حد بحرانی تغییرات همگرایی ۱ متر و همچنین حد بحرانی خطای همگرایی یک متر مکعب در روز انتخاب گردید. به منظور انجام عملیات واسنجی در شرایط پایدار یا ماندگار، ماه ابتدایی سال اول بازه تاریخی شروع مدل‌سازی، انتخاب و براساس خطای بالای حاصله در گام اول شبیه‌سازی (مرحله اجرای پیشرو مدل ماندگار) و همچنین جهت جلوگیری از بایاس شدید آماری بر روی یک پارامتر منحصر به فرد، اقدام به واسنجی تمامی پارامترهای دارای عدم قطعیت شد. پارامترهای هدایت هیدرولیکی افقی، ناهمسانگردی افقی هدایت هیدرولیکی، تغذیه از سطح؛ با اختصاص یک عدد کلیدی منفی و مجزا به پوشش‌های مدل مفهومی و با حدس اولیه در حدود کمینه و بیشینه معقول بهینه شد. در گام غیرماندگار مدل‌سازی، عملیات واسنجی براساس خطای کاسته شده در مرحله ماندگار، علاوه بر پارامترهای هدایت هیدرولیکی افقی، تغذیه از سطح و ناهمسانگردی افقی هدایت هیدرولیکی، بر روی پارامتر آبدهی ویژه نیز در چهار گام اصلاحی بر اساس تحلیل حساسیت، صورت پذیرفت. برای این منظور همچنان با طی شدن مرحله پارامتریزه، پس از طی ۴ اجرا و در هر کدام ۱۰ تکرار با دوره زمانی منتخب ۱۳۱ ماهه

از تاریخ ابتدای مدل‌سازی تا ماه پایانی، حداقل خطا در این دوره زمانی حاصل و در نهایت ارزش پارامترهای معرفی شده بین دو مقدار معقول کمینه و بیشینه تخمین، حاصل گشت. مقدار هدایت هیدرولیکی یا HK با توجه به وجود اطلاعات برداشتی ضریب انتقال، پس از تخمین محاسبه شده و با استفاده از محاسبات روابط قابلیت انتقال به منطقه اطلاق گردید (مقادیر آن‌ها در پوشش هدایت هیدرولیکی مدل مفهومی گام اول یا فایل Start موجود است). بعلاوه تدقیق و صحت‌یابی تخمین اولیه این سطح پیوسته بر پایه بافت آبخوان به صورت عمده Gravel بوده است، که می‌تواند با تعیین یک ضریب تأثیر برگرفته از چاه‌های پمپاژ تصحیح شود. به این صورت که در مناطق هر چاه مقدار پمپاژ بالاتر منعکس کننده قابلیت انتقال بالاتر است. بنابراین مقادیر اخیر در قالب مدل مفهومی به شبیه‌سازی در فرم پایدار معرفی گردید (گام اول) سپس در گام واسنجیِ فرم پایدار همین مقادیر به عنوان "اولیه" در قالب نقاط پایلوت به مدل معرفی و مقادیر بهینه در این گام حاصل شد (گام دوم). در نهایت در دوره واسنجی بلند مدت، برای پارامتر مذکور با میان‌یابی IDW نقاط پایلوت، فایل رستری (Grid) شکل بالا حاصل گردید که مقادیر هدایت هیدرولیکی در آن بین دو عدد ۰/۰۰۸ و ۱۳۸ و با میانگین ۲۷/۰۶ و میانه ۱۰/۶۸ و انحراف معیار ۳۲/۶ متغیر است (شکل ۶).

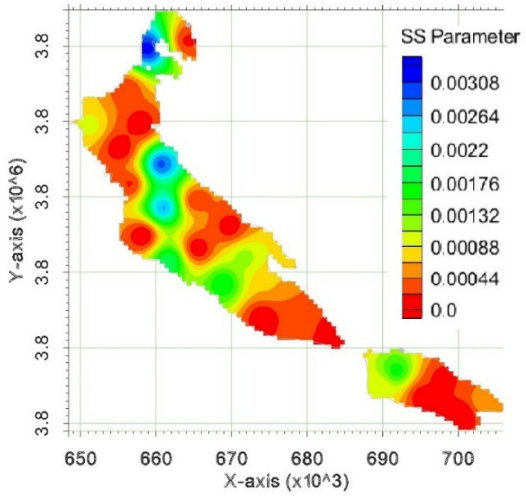


شکل ۵. پهنه‌بندی به روش کریجینگ الف)ضریب قابلیت انتقال و ب) ضریب هدایت هیدرولیکی انتقال آبخوان اشباع ماهیدشت



شکل ۶. مقادیر میان‌یابی نقاط پایلوت الف) هدایت هیدرولیکی افقی و ب) پایلوت ناهمسانگردی هدایت هیدرولیکی در گام واسنجی غیرماندگار

مقدار ناهمسانی افقی هدایت هیدرولیکی (آنیزوتروپی) در گام اول با توجه به نبود محاسبات صحرایی و آزمایشگاهی به مقدار ۱ به تمام سلول‌ها معرفی گردید. سپس در گام واسنجی فرم پایدار (گام دوم) همین مقادیر به عنوان اولیه در قالب نقاط پایلوت به مدل معرفی و مقادیر بهینه در این گام حاصل شد (گام دوم). در نهایت در دوره واسنجی بلند مدت، برای پارامتر مذکور با میان‌یابی معکوس فاصله نقاط پایلوت، فایل رستری (Grid) شکل بالا حاصل گردید که مقادیر ناهمسانی افقی (Anisotropy) هدایت هیدرولیکی یا در آن بین دو عدد ۰/۰۱ و ۳۶/۶۱ و با میانگین ۳/۳۴ و میانه ۱/۲۵ و انحراف معیار ۵/۵۶ متغیر است. مقدار تغذیه با استفاده از اطلاعات موجود از بیلان آبی منطقه محاسبه و با استفاده از زون‌بندی (یک زون کلی) با اعداد برابر به حوضه اطلاق گردید (مقادیر آن‌ها در پوشش تغذیه مدل مفهومی گام اول موجود است). مقدار اخیر در قالب مدل مفهومی به شبیه‌سازی در فرم پایدار معرفی گردید (گام اول)؛ سپس در گام واسنجیِ فرم پایدار، همین مقدار با پایلوت‌دهی مشابه با پلیگون هدایت هیدرولیکی، به عنوان "اولیه" به مدل معرفی و مقادیر بهینه پارامتر در این گام حاصل شد (گام دوم). در نهایت در دوره واسنجی بلند مدت، برای پارامتر مذکور، فایل رستری (Grid) شکل بالا حاصل گردید که در آن اعداد بین دو عدد ۰/۰۰۰۰۰۰۲ و ۰/۰۰۰۴ با میانگین ۰/۰۰۰۰۷ و میانه ۰/۰۰۰۰۲ و انحراف معیار ۰/۰۰۰۱ متغیر است (شکل ۷).



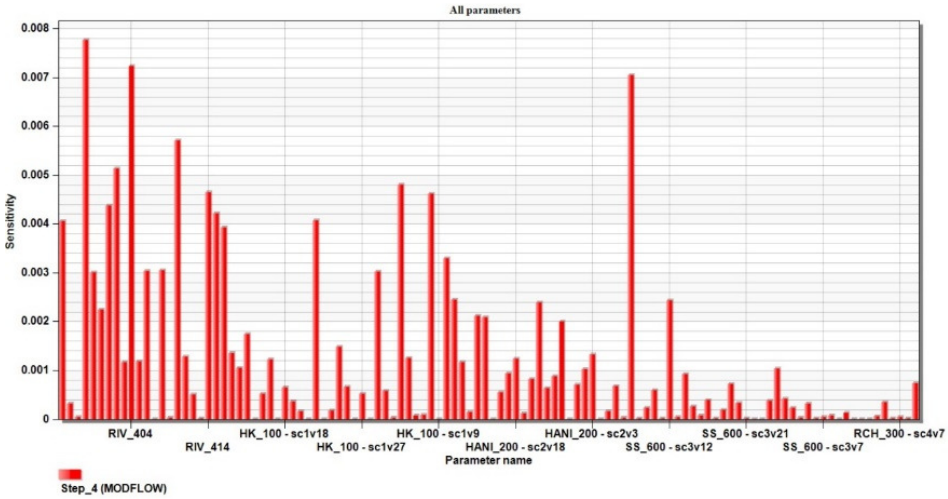
شکل ۷. مقادیر میان‌یابی نقاط پایلوت ضریب ذخیره در گام واسنجی غیرماندگار

۲-۴-۲- تحلیل حساسیت

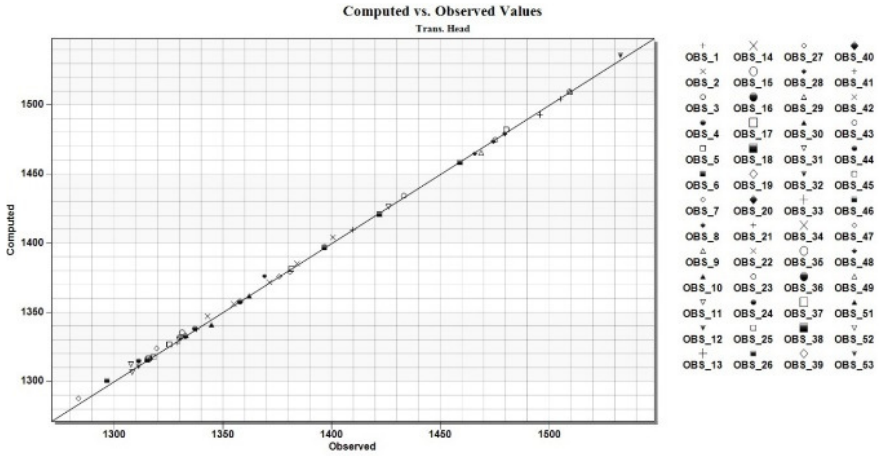
در مرحله واسنجی ناپایدار جهت کاهش خطای کل و همچنین پیشگیری از انتقال عمده خطا بر روی هیچ یک از پارامترها، مجموعا با چهار بار اصلاح مدل مفهومی نتایج بهینه حاصل گشت. در هر مرحله اصلاح با استفاده از نمودارهای تحلیل حساسیت، بررسی تأثیر تمامی پارامترهای دخیل در گام واسنجی مقدور بود (شکل ۸).

در این پژوهش، از روش تحلیل حساسیت تلفیق شده با مرحله واسنجی استفاده شده است. نتایج خروجی از آنالیز حساسیت پارامترهای مؤثر در واسنجی آبخوان ماهیدشت، نشان‌دهنده تأثیر حداکثری پارامترهای هدایت هیدرولیکی و ناهمسانگردی هدایت هیدرولیکی بخصوص در برخی از پایلوت‌ها می‌باشد. بعلاوه یک تک گروه از رودخانه حدود دشت دارای حساسیت بالایی گزارش شده است. بر همین اساس، ویرایش‌های صورت گرفته بر مرزهای با بار هیدرولیکی پویا (مدل مفهومی) در حدود پارامترهای با حساسیت زیاد، خطای کل واسنجی را در آخرین مرحله از مراحل چهارگانه واسنجی به حداقل مطلوب کاهش داد. این خطا در شکل ۹ نشان داده شده است. ریشه میانگین مربعات خطا معادل با ۱/۲۴ می‌باشد که دقت بالای شبیه‌سازی را نشان می‌دهد. اما برای فهم بهتر از مقدار این خطای نسبی باید آن را نرمال‌سازی کرد. به این مفهوم که براساس فرمول ریشه میانگین مربعات خطای نرمال شده تبدیل شود. اگر این مقدار که همواره عددی بین ۰ و ۱ است کمتر از ۰/۲ باشد مدل‌سازی صورت گرفته مطلوب و اگر کمتر از ۰/۱ باشد مدل‌سازی ایدآل بوده است. و

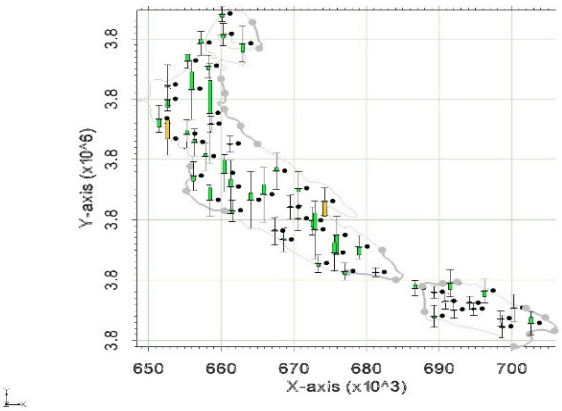
همچنین هر چقدر این مقدار بیش‌تر باشد به همان اندازه مدل‌سازی دارای خطای بیش‌تری است. مقدار مورد نظر برای مدل حاضر با تقسیم میانگین مربعات خطا با رقم ۱/۲۴ بر حد اختلاف کمینه از بیشینه به مقدار ۲۲/۸۳، در چاه‌های پیزومتری منطقه، عدد نرمال شده ۶٪ را بدست داد، که کمتر بودن این عدد از حد ۳۰٪ برای دوره طولانی مدت شبیه‌سازی، مناسب می‌باشد.



شکل ۸. تحلیل مقایسه‌ای حساسیت تمامی پارامترها در مرحله واسنجی ناپایدار



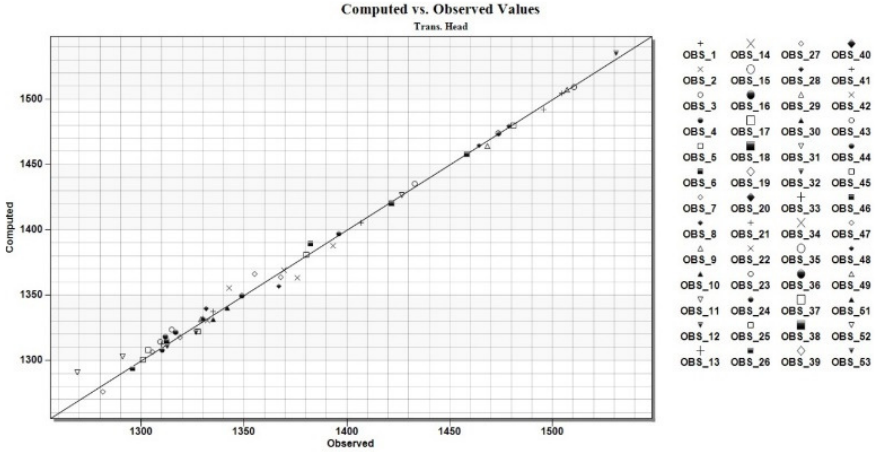
شکل ۹. همبستگی بین مقادیر مشاهداتی و محاسباتی پیزومترها (ماه اول مدل‌سازی)



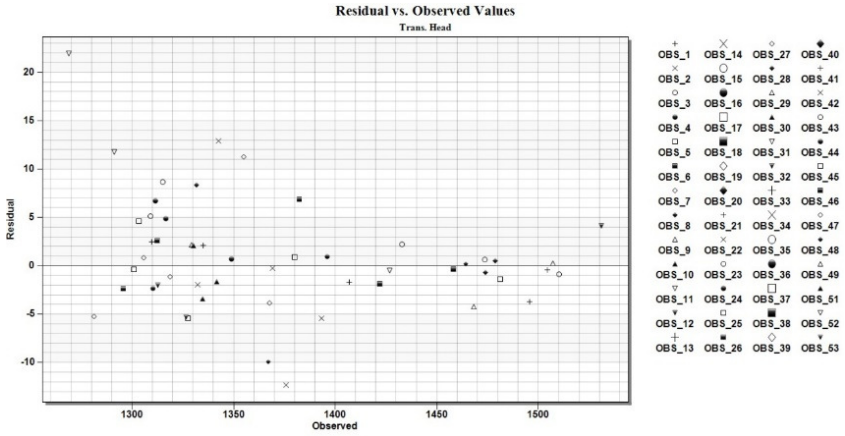
شکل ۱۰. کاهش خطای شماتیک در موقعیت چاه‌های مشاهداتی منتخب آبخوان ماهیدشت

۲-۴-۳- صحت‌سنجی

پس از طراحی مدل و اعمال داده‌ها، سپس اجرای مدل و در نهایت آنالیز حساسیت و واسنجی، برای تأمین اعتبار مدل و سنجش دقت در پیش‌بینی وضعیت آینده‌ی آبخوان، صحت‌سنجی مدل صورت گرفت. برای اطمینان از مدل ساخته شده در آبخوان ماهیدشت، فرآیند واسنجی در یک دوره ۱۳۱ ماهه صورت پذیرفت و بنابراین با توجه به ۱۳۱ ماهه بودن بازه مطالعاتی، گام صحت‌سنجی عملاً برای ۲۵٪ ماه نهایی از ماه ابتدایی شکل گرفت که خطای اندک در مرحله صحت‌سنجی موید دقت در واسنجی صورت گرفته و صحت هیدروگراف سلول‌های شبکه ریاضی بود. نمودار شبیه‌سازی سطح آبخوان در دوره زمانی ۱۳۱ ماهه برای همه چاه‌های مشاهداتی، با حداقل خطای مطلوب حاصل گردید (شکل‌های ۱۱ و ۱۲).



شکل ۱۱. خطای مقادیر محاسباتی در مقابل داده‌های مشاهداتی در مرحله صحت‌سنجی

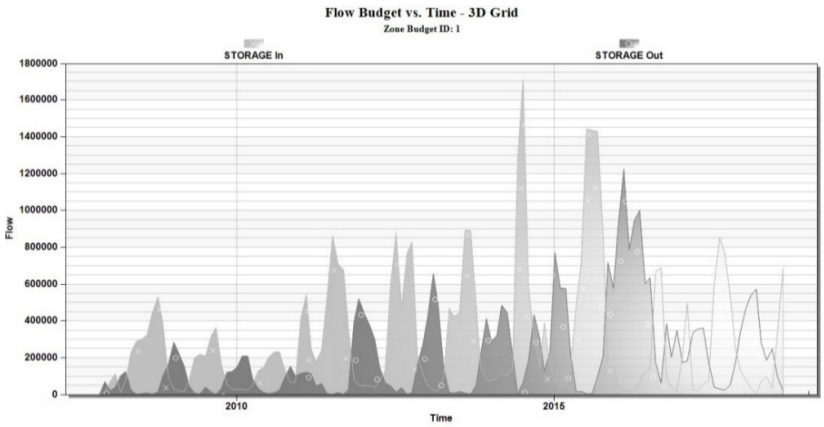


شکل ۱۲. مقادیر محاسباتی در مقابل داده‌های مشاهداتی در مرحله صحت‌سنجی

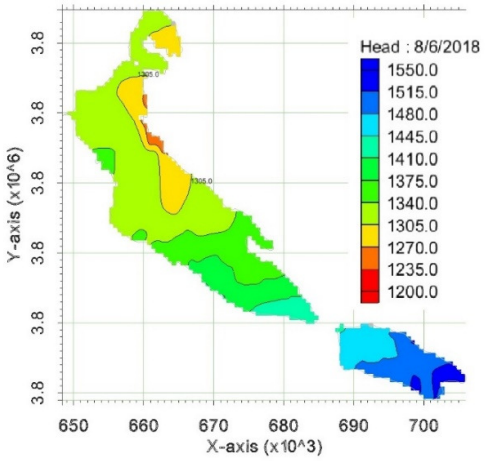
۲-۴-۴- بیلان خروجی مدل

Flow_Budget یک موتور ریاضی است که توسط USGS برای محاسبه بیلان آبی در مدل MODFLOW توسعه یافته است. اعداد استخراجی از موتور FlowBudget سوار بر مدل واسنجی شده MODFLOW نشان می‌دهد در دوره ۱۳۱ ماهه شبیه‌سازی به شکل متوسط روزانه سهم مشخصی از ذخیره ثابت آبخوان کاسته شده است؛ این کاهش با توجه به نزول سطح آب در آبخوان ماهیدشت، معادل با کسری مخزن در طول دوره ۱۰ ساله بوده است. شکل ۱۳ تغییرات حجم آب ورودی و خروجی از مجموع مرزهای با بار پیوسته و همچنین شبکه آبراهه‌ای را نشان می‌دهد. نمودارهای حاضر مشخص می‌کند که مقدار آب ورودی به ناحیه علاوه بر وابستگی به شرایط فیزیکی آبخوان ماهیدشت، نظیر ضرایب هیدرودینامیکی و ثقل، به مقدار دبی پمپاژ چاه‌های بهره‌برداری وابستگی مستقیم دارد. بنابراین با افزایش برداشت از آبخوان تغییر در مقدار

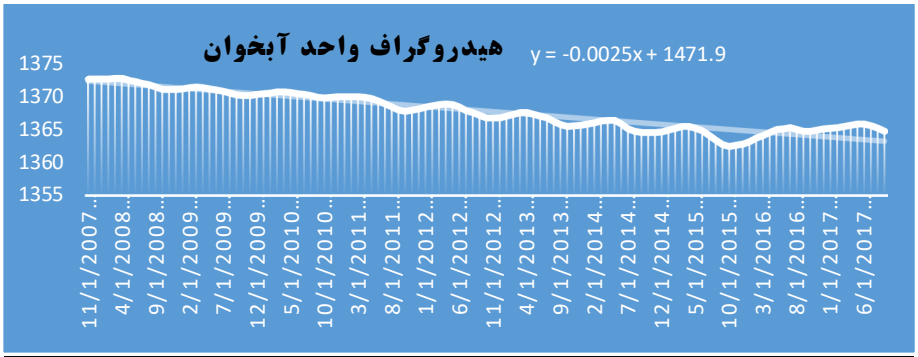
حجم جریان تبادلی از المان‌های مؤثر در بیلان قابل انتظار خواهد بود. بعد از مرحله واسنجی و صحت‌سنجی وضعیت آینده آبخوان با اعمال استرس‌های مورد نظر وضعیت آینده آتی برای بهبود عملکرد و تصمیمات مدیریتی پیش‌بینی گردید. شکل ۱۴ سطح آب زیرزمینی آبخوان ماهیدشت را در آخرین گام زمانی بازه ۱۳۱ ماهه نشان می‌دهد. درحالی که صورت شکل رستری شبکه تفاضل محدود و خلاصه آماری آن در ابتدای دوره، به صورت شکل ۱۵ بوده است. این تفاوت بیانگر افت آب پس از ۱۰ سال برداشت از آب‌های زیرزمینی است.



شکل ۱۳. حجم جریان ذخیره ورودی و خروجی دشت ماهیدشت

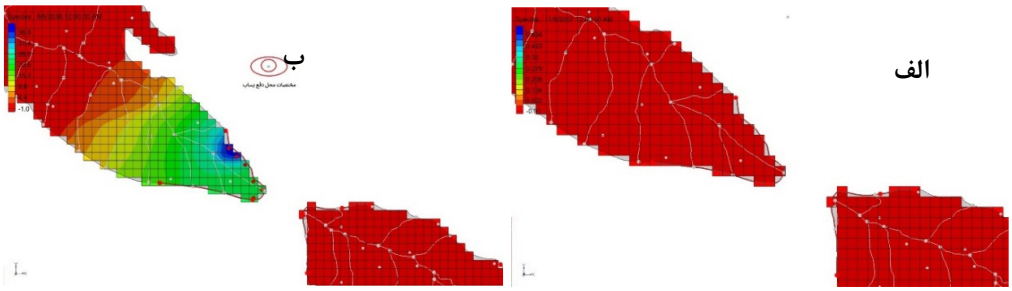


شکل ۱۴. تراز آب زیرزمینی آبخوان ماهیدشت در پایان دوره با ادامه روند برداشت حاضر از چاه‌ها



شکل ۱۵. هیدروگراف واحد آبخوان ماهیدشت – خروجی مدل شبکه تفاضل محدود.

براساس نقشه تراز آب زیرزمینی دشت ماهیدشت، سرعت جریان آب زیرزمینی در بخش‌های شمال آبخوان از رقم بالایی برخوردار است. بیش‌ترین مقدار خطوط سرعت، در نواحی مرزی و در محدوده حاشیه مرزهای تراوا قابل مشاهده است. می‌توان بیان داشت که حفر چاه‌های فراوان با دبی بهره‌برداری بالا در بخش‌های مرکزی آبخوان، منجر به استخراج نقشه‌های سرعت جریان با ساختار ناهمگن در محدوده دشت ماهیدشت شده است. روند تغییرات نمودار غلظت ابر آلودگی، در مدل‌سازی کیفی دشت نشان می‌دهد که در دوره پیش‌بینی، افزایش غلظت به شکل تصاعدی بالا خواهد رفت (شکل ۱۶). با توجه به آنکه محل قرارگیری دفع پساب در محدوده خارج از دشت می‌باشد، سرعت افزایش آلودگی تا به دوره پایانی شبیه‌سازی ابتدایی چندان بالا نبوده است. با این حال علت بالا رفتن سرعت انباشت غلظت را می‌توان به وجود مرزهای تراوا و افت شدید آب زیرزمینی در این ناحیه ربط داد. به عبارتی دیگر، با پایین رفتن بیش از اندازه تراز آب زیرزمینی در محدوده اشباع دشت، جهت جریان به سمت آبخوان با سرعت بالاتری حجم آب آلوده را منتقل خواهد کرد. این نمودار بیان می‌کند که شروع ورود آلودگی به محدوده اگرچه از ماه‌های اولیه دوره پیش‌بینی مورد توجه است، اما در صورت عدم وجود برنامه‌های تغذیه مصنوعی، یا اعمال محدودیت‌های جدی بر منابع آب زیرزمینی، گسترش بحران امری قطعی خواهد بود. همچنین برداشت از طریق منابع بهره‌برداری و تراکم نواحی شهری در پایین‌دست این منطقه در صورت کاهش دسترسی به آب، بهره‌گیری از منابع تغذیه سطحی را که منجر به تعدیل شرایط می‌شود افزایش خواهد داد. نمایش مکانی پهنه آلودگی بر صورت شبکه تفاضل محدود، ورود بیش از حد حجم آلودگی را از یک سلول به وسعت مشخص در یک ناحیه از بخش میانی و در نزدیکی محل دفع پساب نمایش می‌دهد. راهکارهای مسدودسازی مرزهای تراوا اگرچه به شکل تئوریک مطرح می‌باشد، اما عملا منجر به تاخیر و یا موفقیت تضمین نشده در انتقال آلودگی به مخزن آبخوان خواهد بود. این نمایش همچنین نشان می‌هد که جهت جریان آبخوان که از بخش‌های جنوبی به سمت شمال دشت می‌باشد، نواحی با ارتفاع کمتر را در معرض خطر بیش‌تری قرار داده است. عملاً کاربری‌های شهری و روستایی با توجه به بهره‌مندی از منابع آب درست در مسیر انتقال آلودگی واقع شده‌اند. به این ترتیب ماهیدشت در آستانه یک بحران بزرگ کیفیت آب قرار می‌گیرد.



شکل ۱۶. شرایط الف) اولیه و ت) نهایی ابر آلودگی در محدوده آسیب لندفیل دشت.

نتیجه‌گیری

از آنجا که تأمین آب سالم و بهداشتی از نظر میکروبی، فیزیکی و شیمیایی به عنوان یکی از مهم‌ترین چالش‌های انسان در جوامع امروزی مطرح است. سراب قنبر به عنوان یکی از منابع اصلی تأمین آب آشامیدنی مردم شهر کرمانشاه در کنار منابع دیگری چون چاه‌های عمیق، قنات روزان و چشمه طاق‌بستان از اهمیت ویژه‌ای برخوردارست. با توجه به انباشت زباله‌ها در سراب قنبر، اثرات آلودگی آن بر آب‌های زیرزمینی منطقه حائز اهمیت است. در این پژوهش با استفاده از یک مدل تفاضل محدود جریان آب زیرزمینی، اقدام به توسعه مدل مفهومی به بهترین روش نرم‌افزاری و طبق داده‌های خام پردازش شده گردید، مدل جریان آب زیرمینی با توجه به رویکرد خودکار واسنجی و صحت‌سنجی، کمترین انحراف آماری را بر روی پارامترهای بهینه‌سازی ایجاد نمود. همچنین مدل کیفیت انتقال ذرات بر روی مدل پیش‌بینی جریان آب زیرزمینی به درستی اجرا شد. مدل ریاضی MODFLOW در ۱۳۱ دوره ماهانه مورد شبیه‌سازی و در ۲۵٪ دوره زمانی نهایی مورد صحت

سنجی قرار گرفت. حد کل خطا تا ۱/۹۳ کاهش یافت. این مقدار با توسعه مدل مفهومی و ارائه داده پایه بیش‌تر می‌تواند بیش‌تر کاهش یابد. مدل دشت ماهیدشت به خوبی قادر به انجام پیش‌بینی برای نواحی فاقد داده آتی است. خطوط هم مقدار آب زیرزمینی و پهنه‌بندی مقادیر واسنجی ضرایب هیدرودینامیکی در وسعت دشت، همگی بر این نکته دلالت دارد که بخش‌های جنوبی آبخوان دارای محیط متخلخل، بافت سنگین‌تر، جریان کندتر و قابلیت برداشت پایین‌تر در مقایسه با بخش‌های شمالی و بخصوص میانی دشت است. دشت ماهیدشت بیش‌تر از نواحی میانی و شمالی چند متبادل آبخوان، تغذیه می‌شود. با توجه به مطالعه نقشه تراز آب‌های زیرزمینی، آب این منطقه از جهت جنوب و جنوب شرق به طرف مرکز دشت و سپس شمال و شمال شرق جریان دارد؛ که با توجه به محل احداث لندفیل، از این نظر جهت جریان، عامل گسترش آلودگی می‌باشد. چنانچه وضعیت برداشت آب زیرزمینی به همین صورت ادامه یابد، علاوه بر کاسته شدن از ذخائر آب زیرزمینی دشت، کیفیت ذخایر آب زیرزمینی باقیمانده نیز کمتر خواهد شد. این امر موجب بروز مشکلات جدی‌تر در وضعیت کشاورزی منطقه می‌شود. مدل کیفیت آب زیرزمینی در یک دوره بلندمدت پیش‌بینی بر روی ماهیدشت به اجرا درآمد که نتایج آن حاکی از گسترش غلظت آلودگی در دوره آتی به سبب افت بیش از حد تراز آب زیرزمینی است. جهت نفوذ آلودگی از مناطق میانی در راستای جهت جریان و به سمت کاربری‌های شهری است. عمده علت نفوذ آلودگی تشدید بحران کاهش تراز آب زیرزمینی و امکان نفوذ بیش‌تر آب از مرزهای تغذیه کننده با آب آلوده است. از آنجا که محل دفن پسماند یک مخزن زیرزمینی است، براساس روش‌های مناسب مکان‌های پیشنهادی برای دفن پسماند بایستی شناسایی مکان از درون زمین نیز انجام شود تا آسیب‌های زیست‌محیطی حاصل از دفن زباله به حداقل خود برسد. هر گونه نشت در اثر عوامل طبیعی (گسل‌ها و شکستگی‌ها) یا مصنوعی (نشت بر اثر نفوذ آب برگشتی از فعالیت کشاورزی و شهری) باعث خسارات فراوان می‌شود. نتایج اجرای مدل کیفی MT3DMS نشان داد به منظور رفع مشکل نفوذ آلودگی لندفیل در شبکه آب زیرزمینی تنها راهکارهای تئوریک مسدود سازی منابع تغذیه مرزی دشت و یا کنترل و جلوگیری از افتادگی بیش از حد تراز آب زیرزمینی پیش روی مدیران است. باتوجه به مطالب گفته شده می‌توان چنین جمع‌بندی کرد که با در نظر گرفتن خسارات جبران ناپذیری که به دلیل دفن غیر اصولی زباله به محیط‌زیست در ابعاد گسترده محیط زیستی، بهداشتی و اجتماعی و اقتصادی وارد می‌آید زمان آن رسیده است تا مسئولان محترم شهر با استفاده از روش‌های نوین همچون استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی همراه با روش‌های ژئوفیزیکی و نیز با تلفیق داده‌های آب‌شناسی و زمین‌شناسی و خاک‌شناسی مبادرت به انتخاب مکان مناسب دیگری برای دفن زباله‌های شهر کرمانشاه باشند تا بدین وسیله بتوان آسیب‌های ناشی از دفن پسماند را به حداقل برساند.

پیشنهادات

۱- به منظور تدقیق مدل‌سازی، انجام گسترده‌تر عملیات ژئوفیزیک و آزمایش‌های پمپاژ، حتی‌المقدور با دقت، عمق و گستردگی کافی جهت تکمیل اطلاعات موجود نظیر پارامترهای قابلیت انتقال، آبدهی ویژه و... صورت پذیرد.

۲- حفر گمانه‌های اکتشافی بیش‌تر تا سنگ کف در سراسر دشت ماهیدشت با استخراج لاگ کامل گمانه‌ها جهت شناخت دقیق جنس، ضخامت و عمق لایه‌ها.

۳- اندازه‌گیری آب‌های سطحی ورودی و خروجی و حجم آب مصرفی در سطح دشت برای هر سال آبی.

۴- دقت بیش‌تر در تعیین مرز ممنوعیت دشت و تعیین تکلیف چاه‌های غیرمجاز با توجه به روند کسری مخزن آبخوان ماهیدشت.

تشکر و قدردانی

از داوران محترم این نشریه که در جهت ارتقای کیفیت این مقاله، پیشنهادات ارزنده‌ای ارائه نمودند، تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

ازکیا، م و فیروزآبادی، س. ا (۱۳۸۷) بررسی سرمایه اجتماعی در انواع نظام‌های بهره‌برداری از زمین و عوامل مؤثر بر تبدیل بهره‌برداری‌های دهقانی به تعاونی. دوره شانزدهم، شماره یکم، ص ۷۷-۹۸.

لاله‌زاری، ر (۱۳۸۷) بررسی تأثیر تغذیه آبخوان شهرکرد با فاضلاب بر انتشار نیترات با استفاده از مدل D3MT، پایان نامه کارشناسی‌ارشد دانشگاه شهرکرد.

امیرسلیمانی، ی.، عابسی، ع.، و ابراهیمیان قاجاری، ی (۱۳۹۹) ارزیابی زیست‌محیطی مکان‌های دفن زباله شهری در استان مازندران براساس قوانین ملی ایران. مجله آمایش سرزمین. دوره دوازدهم، شماره یکم، ص ۱۰۱-۱۲۴.

شکیبا، س.، عباس‌نوین‌پور، ا.، حسینی، م.، و اکبرپور، ر (۱۳۹۵) ارزیابی کیفیت آب‌های زیرزمینی روستای کیلک در بالا دست محل دفن زباله‌های شهر سنندج از نظر مصرف شرب. مجله یافته‌های نوین زمین‌شناسی کاربردی. دوره ۱۰، شماره ۱۹، ص ۹۲-۱۰۴.

پوراحمد، ا.، حمیدی، ا.، و ریحان کلوانق، م (۱۳۹۷) مدل‌سازی محل دفن پسماند کاربری‌های صنعتی و زباله‌های شهری (مطالعه موردی: منطقه شهری اردبیل). فصلنامه جغرافیای اجتماعی شهری. شماره یکم، سال پنجم، ص ۶۳-۸۴.

سبحانی، ب.، خلیلوند، م (۱۳۹۶) کاربرد روش منطق فازی (Fuzzy) و تحلیل سلسله مراتبی در مکان‌یابی دفن پسماند خانگی شهر مردوشت با تأکید بر پارامترهای هیدرواقلیمی. فصلنامه جغرافیا و آمایش شهری- منطقه‌ای. دوره ۷، شماره ۲۳، ص ۱-۲۰.

Sharifi, M., Hadidi, M., Vessali, E., Mosstafakhani, P., Taheri, K., Shahoie, S., Khodamoradpour, M (2009) Integrating multi-criteria decision analysis for a GIS-based hazardous waste landfill sitting in Kurdistan Province, western Iran. Waste Management, 29: 2740-2758.

Tchobanoglous, G., Theisen, H., and Vigil, S (1993) Integrated solid waste management: engineering principles and management issues. McGraw-Hill, Inc.

Al-Jarrah, O. and Abu-Qdais, H (2006) Municipal solid waste landfill siting using intelligent system Waste Management, 26: 299–306.

The Water Quality Standards Handbook was first issued in 1983 and provided a compilation of EPA's WQS guidance to-date.

King, A., Waggoner, J., Guy, D., Garcia, M (1993) Geochemistry and petrology of ODP Site 136-843 basalts.

Chang, N. B., Parvathinathan, G., Breeden, J. B (2008) Combining GIS with fuzzy multicriteria decision-making for landfill siting in a fast-growing urban region. Journal of Environmental Management, 87(1):139-153.

Cao, L., Cheng, Y., Zhang, J., Zhouc, X., Lian, U (2006) Application of Grey Situation Decision-Making Theory in Site Selection of a Waste Sanitary Landfill. Journal of China University of Mining and Technology, 16(4): 393-398.

Hubina, T., Ghribi, M (2008) GIS-based decision supporttool for optimal spatial planning of landfill in Minsk region, Belarus. In: 11th AGILE International Conference on Geographical Information Science, Universidad de Girona, Spain.

Sumathi, V. R., Natesan, U. Sarkar, C (2008) GIS-based approach for optimized siting of municipal solid waste landfill. Journal of waste management, 28 (11): 2146-2160.

Domenico, P. A. and Schwartz, F. W (1990) Physical and chemical Hydrogeology. John Wiley and sons. New York, 410-420.

Pollution of groundwater resources in the downstream areas of the landfill in Sarabghanbar, Kermanshah

F. Azizi[1], E. Abbas Novinpour[2*] and H. Moghimi[3]

1- M. Sc., (graduated), Dept., of Geology, Urmia University, Urmia
2- Assist. Prof., Dept., of Geology, Urmia University, Urmia
3- Assist. Prof., Dept., of Geology, Payame Noor Abhar University

* e.abbasnovinpour@urmia.ac.ir

Recieved: 2020/9/24 Accepted: 2020/12/19

Abstract

In recent years, groundwater pollution has been raised as an important environmental issue in developed and developing countries due to changing land use patterns. Among the many groundwater pollutants, we can mention the leachate produced from waste or municipal waste landfill, which poses many environmental hazards due to its toxicity and high durability in the environment. Kermanshah is the ninth most populous city and one of the metropolises of Iran, the center of which is Kermanshah and according to the 2016 census has a population of 946,651 people. Due to high population growth and immigration, it has led to an unprecedented increase in population that is not within the capacity of the city's infrastructure. As a result, along with many environmental problems in this city, it faces serious problems in terms of waste collection and disposal because the amount of waste production per citizen of Kermanshah is on average 750 to 900 grams per day, which is twice the global average. This waste is accumulated in the southern part of Kermanshah city and at a distance of about 15 km from it on the northern slope of Kuh-e Sefid. In this study, according to the geomorphological features of the region, the pollution of groundwater resources in the downstream areas of the landfill in Sarabghanbar of Kermanshah (Kermanshah city) has been investigated in GMS software environment and MODFLOW analytical code. In this study, first the geomorphological map of Kermanshah city in order to identify groundwater, soil, and slope and land type has been drawn. This map shows that the uneven erosion plain of the southern half of the city, due to the landfill of Kermanshah, can provide a source of pollution for Sarabghanbar springs. The groundwater level map shows the direction of water flow in this area from south and southeast to the center of the plain and then north and northeast. Landfill construction site, and groundwater flow direction are the main factors in the spread of pollution. Studies show that during the study period, the groundwater level in drought periods is constantly declining and its rate of rise in wet periods is always less than its rate of decline in dry periods. The results of MT3DMS quality model showed that in order to solve the problem of infiltration of landfill pollution in the groundwater network, among the several solutions that can be offered to water resource executives, one is blocking the border power supply of the plain and the other is controlling and preventing excessive drop. Groundwater level.

Keywords: GMS Software, MT3DMS Model, Landfill, Sarabghanbar, Kermanshah