

شبیه‌سازی عددی و تحلیل تاثیر پارامترهای بیلان و نیروگاه شهید مفتاح بر افت سطح آب زیرزمینی دشت کبودرآهنگ

سعید فرزین^{1*}، حجت کرمی²، محمدرضا حسونند³، امیرحسین سلیمی⁴، الهام ضمیری⁵

تاریخ دریافت: 1395/9/20 تاریخ پذیرش: 1395/10/18

چکیده

با توجه به کمبود بارندگی در کشور ایران، صاحبان صنایع و مشاغل وابسته به آب، جهت تامین این کمبود از منابع آب زیرزمینی استفاده می‌کنند. این امر در دشت‌های ایران از جمله دشت کبودرآهنگ واقع در استان همدان منجر به افت شدید سطح آب در آبخوان‌ها شده و پیامدهای جبران‌ناپذیری را در پی داشته است. در این پژوهش، ابتدا در محیط ARC GIS حداکثر عمق بستر تعیین گردیده است. سپس، با کمک مدل هیدرولیکی MODFLOW در نرم‌افزار GMS در بازه زمانی 1381 تا 1390 افت سطح آب‌های زیرزمینی دشت کبودرآهنگ مدل‌سازی و تحلیل شده است. همچنین ضرایب هدایت هیدرولیکی و ضریب آبدی مخصوص واسنجی و سپس صحت‌سنجی شده است. نتایج معیارهای ارزیابی مدل نشان داد که مدل استفاده شده با دقت مناسب افت سطح آب‌های زیرزمینی دشت کبودرآهنگ را شبیه‌سازی می‌نماید. در ادامه، آنالیز حساسیت برای پارامترهای تغذیه سطحی و آبدی ویژه صورت گرفته است. بر اساس نتایج حاصله، پارامتر آبدی ویژه مؤثرتر می‌باشد. در انتها، افت آب زیرزمینی در چاه‌ها تا سال 1401 مورد پیش‌بینی قرار گرفت که بیش‌ترین افت در چاه‌های مشاهده‌ای در حدود 5 متر برآورد گردید.

واژه‌های کلیدی: آب زیرزمینی، دشت کبودرآهنگ، پارامترهای بیلان، نرم‌افزار GMS، نیروگاه شهید مفتاح

مقدمه

نشست شده است که این امر علاوه بر مشکلات تامین آب سیستم خنک‌کن، خطراتی را برای واحدهای در حال بهره‌برداری نیروگاه ایجاد کرده است. افت شدید سطح آب زیرزمینی سبب عدم وجود آب تا اعماق 130 متری جهت بهره‌برداری می‌گردد که در مناطق اطراف نیروگاه این عمق حتی به 260 متر نیز می‌رسد.

نیروگاه‌های حرارتی به علت نیاز بسیار زیاد به آب معمولاً در حوالی رودخانه یا سد ساخته می‌شوند. کاهش آب باعث از دست رفتن رطوبت و در نتیجه کاهش چسبندگی خاک و بروز فروچاله می‌شود. یکی دیگر از عوامل ایجاد فروچاله می‌تواند ورود آب به خاک و شستن ریزدانه آن باشد که باعث کاهش چسبندگی خاک می‌شود. حلقه چاه‌های نیروگاه شهید مفتاح با تعداد حدوداً 24 حلقه از نظر موقعیت هیدروژئولوژیکی در بهترین نقطه گرادیان دشت و در قسمت خروجی دشت کبودرآهنگ و در داخل دشت فامنین قرار گرفته‌اند. در حال حاضر میزان مصرف فعلی آب در نیروگاه شهید مفتاح برابر با ده میلیون مترمکعب در سال می‌باشد. برداشت‌های بی‌رویه و خشک‌سالی‌های متوالی منجر به خشک شدن صدها چاه در این دشت در اراضی منطقه قهاوند و فامنین و کبودرآهنگ و در اطراف چاه‌های نیروگاه و در روستاهای ویان، روعان، کردآباد، خلعت‌آباد، جهان‌آباد و

قرارگیری کشور ایران در منطقه آب و هوایی خشک و نیمه‌خشک و همچنین فراوانی خشک‌سالی‌ها موجب افزایش بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی در این ناحیه شده است. مدیریت استفاده از منابع آب زیرزمینی با اهمیت است و استفاده نامناسب از این منابع سبب نامناسب شدن کیفیت آب و نشست زمین می‌گردد (صادقی طبس و همکاران، 1394).

افت سطح آب زیرزمینی، باعث ترک‌خوردگی‌های شدید در زمین می‌شود و تغذیه دوباره را با دشواری جدی مواجه می‌نماید. با توجه به خشک‌سالی، سال‌های اخیر و برداشت زیاد آب از سفره‌های زیرزمینی و افت شدید سطح آب، زمین‌های اطراف نیروگاه شهید مفتاح دچار

1 و 2- استادیار گروه مهندسی آب و سازه‌های هیدرولیکی، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه سمنان.

3 و 4- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی آب و سازه‌های هیدرولیکی، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه سمنان.

5- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی و مدیریت منابع آب، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه سمنان.

* - نویسنده مسئول: (Email: saeed.farzin@semnan.ac.ir)

آب زیرزمینی در ناحیه دلتای رودخانه پرل چین را با روش من-کندال و روش پیش سفید کردن شناسایی کردند و دریافتند که در قسمت بالایی دلتا روند تغییرات کاهشی و در قسمت میانی آن افزایشی است (Zhang, et al., 2009). بیهات و همکاران با استفاده از روش کریجینگ معمولی به طراحی شبکه پایش آب‌های زیرزمینی در ایالت فلوریدا آمریکا پرداختند. نتایج نشان داد برای کاهش خطای تخمین، باید تعداد چاه مشاهداتی را از 58 به 44 کاهش داد (Bhat et al., 2012). فلاح و همکاران بر روی منابع آب زیرزمینی دشت داراب برای دوره 18 ساله (1993-2010) و تغییرات کیفی در سال‌های 2008-2010 مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصل از اندازه‌گیری سطح آب در 39 چاه پیژومتری نشان داد که متوسط افت آب زیرزمینی در دشت داراب در طول دوره برابر 27/2 متر بوده است (فلاح و همکاران، 1391).

غلامی و همکاران با استفاده از علم dendrochronology و شبکه‌های عصبی پروسپترون چند لایه سعی در شبیه‌سازی و پیش‌بینی نوسانات سطح آب زیرزمینی در سواحل جنوبی دریای خزر در طول یک قرن نمودند (Gholami et al., 2015). نیان هنگ و همکاران اقدام به ارایه مدل پیشنهادی بر پایه مفهوم اصلاح شده‌ی بارش-رواناب جهت شبیه‌سازی نوسانات سطح آب زیرزمینی نمودند. نتایج خروجی مدل نشان داد با اعمال بارش و سطح آب زیرزمینی به مدل می‌توان نوسانات سطح آب زیرزمینی را در شرایط مختلف شبیه‌سازی نمود (Hong et al., 2015).

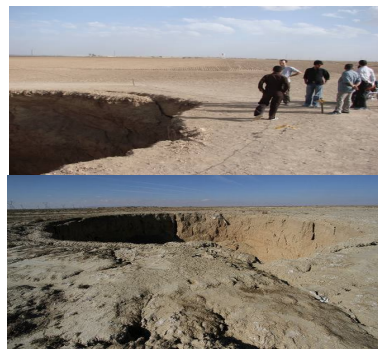
نکوآمال کرمانی، نوسانات سطح آب زیرزمینی دشت بوچیر-حمیران را مورد مطالعه قرار دادند. در این مطالعه تغییرات سطح آب ایستابی این دشت با مدل کامپیوتری PMWIN مورد شبیه‌سازی قرار گرفت. مدل پیشنهادی بر اساس گام‌های زمانی یک‌ماهه و دوره‌های زمانی شش‌ماهه در سال‌های 80 تا 85 برای 11 حلقه چاه مشاهداتی تا خرداد 80 که میزان تغذیه و تخلیه آبخوان تقریباً برابر است، با تطابق ارتفاع سطح آب ایستابی اندازه‌گیری شده و به‌دست آمده از اجرای مدل، تخمین زده شد (نکوآمال کرمانی، 1386).

نیکبخت و دلبری با استفاده از روش‌های زمین‌آماری کریجینگ، IDW، RBF و GPI اقدام به تخمین سطح ایستابی آب‌های زیرزمینی موجود در دشت زاهدان نمودند. نتایج نشان داد روش کریجینگ نسبت به سایر روش‌ها از دقت بهتری برخوردار بوده و سطح ایستابی در مناطق جنوب و جنوب‌غربی منطقه مورد مطالعه نسبت به سایر مناطق بالاتر می‌باشد (نیکبخت و دلبری، 1392). مالمیر و دلبری با کمک روش‌های زمین‌آماری کریجینگ و IDW با توان‌های 1 تا 4 تغییرات سطح آب زیرزمینی دشت برخوار اصفهان را با کمک اطلاعات چاه‌های مشاهده‌ای مربوط به ماه‌های تیر و آبان سال‌های 88، 89 و 90 مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصله نشان داد روش IDW با توان 2 برای ماه‌های تیر و آبان 88، IDW با توان 4

غیره شده است و در قسمت‌هایی از مناطق مذکور فروچاله‌های بزرگی رخ داده است (سازمان آب منطقه‌ای همدان، 1390).

شایان ذکر است احداث حوضچه تزریق مصنوعی و ورود حجم عظیمی از آب توسط آن به سفره‌های زیرزمینی در این نیروگاه نیز کمکی به معضل بی‌آبی منطقه نکرده است. فعالیت این نیروگاه عظیم موجب افت آب‌های زیرزمینی و به وجود آمدن فروچاله‌های عظیم شده است (شکل 1). به‌گونه‌ای که در مقطعی مسئولان ادامه فعالیت با سیستم‌های قبلی را زنگ خطری برای استان دانسته و به فکر راهکاری مناسب برای جلوگیری از آسیب بیش‌تر به منطقه شدند.

از جمله آثار و تبعات ناشی از برداشت بیش‌ازحد آب‌های زیرزمینی، می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود: کم شدن دبی منابع آبی منطقه و یا خشک شدن قنات‌ها، کم شدن یا از بین رفتن پوشش گیاهی، ورود آب‌های شور یا آلوده به داخل سفره آب شیرین و کاهش آبدی چاه‌های عمیق و نیمه‌عمیق. افت سطح آب ناگزیر منجر به کف شکنی، پایین بردن پمپ، افزایش طبقات پمپ، لوله جدار، لوله آبد، شافت و غلاف و تعویض موتور می‌گردد و یا مالک چاه مجبور می‌شود که چاه را تغییر مکان دهد که هزینه‌های زیادی را در بر خواهد داشت.



شکل 1- تصاویری از فروچاله‌های دشت کبودرآهنگ

مدل ریاضی MODFLOW یکی از مدل‌های معروف درزمینه‌ی بررسی آب‌های زیرزمینی است که توسط مک دونالد و هاربوف معرفی گردید و از مقبولیت بالایی نزد متخصصان برخوردار است. دلیل اصلی مقبولیت این مدل ارزیابی و کنترل راه‌حل‌های تحلیلی گوناگون و شبیه‌سازی سامانه‌های هیدروژئولوژیکی مختلفی در سراسر جهان می‌باشد (McDonald and Harbaugh., 1988).

المدیخ و الراوی رفتار نوسانات تراز آب زیرزمینی را در مناطق مسکونی کویت و حومه با توجه به اطلاعات 6 حلقه چاه پیژومتری مطالعه نمودند. آن‌ها الگوی تناوبی نوسانات آب زیرزمینی را به میانگین ماهانه درجه حرارت هوا و بارش

ارتباط دادند. نتایج نشان داد که تراز آب زیرزمینی دارای رفتار فصلی است (Almedeij and AL-Ruwaih., 2006). ژانگ و همکاران الگوی زمانی و مکانی و زمانی مقادیر حداقل و حداکثر تراز

سازمان منابع آب ایران و بر اساس مرز محدوده مطالعاتی مربوطه تعیین گردیده، در نقشه جدید تیسن دشت کبودرآهنگ تغییرات زیادی با نقشه تیسن قبلی به وجود آمده است در محدوده آبخوان جدید تعداد زیادی از روستاهای جنوبی دشت که قبلاً جزء دشت رزن جنوبی و قهاوند بوده به این دشت اضافه شده است. مساحت محدوده آبخوان 1186 کیلومترمربع و تعداد چاه‌های پیژومتر 51 حلقه است. افت متوسط سالیانه برابر 1/3 متر و میزان افت در 15 سال 27/4 متر می‌باشد. در مجموع روند میزان افت سالانه سطح آب زیرزمینی در دشت کبودرآهنگ نگران‌کننده است.

پارامترهای موجود بیلان آب زیرزمینی دشت کبودرآهنگ

معادله بیلان آب زیرزمینی به فرم معادله 1 می‌باشد.

$$Q_{in} + Q_P + Q_R + Q_I + Q_{Sw} + Q_{tm} - Q_{OUT} - Q_{Ex} - Q_D - Q_{ET} = \pm \Delta V \quad (1)$$

در رابطه 1، Q_{in} حجم جریان زیرزمینی ورودی به محدوده بیلان، Q_P حجم آب نفوذ یافته از ریزش‌های جوی، Q_R حجم آب نفوذ یافته از جریان‌های سطحی، Q_I حجم آب نفوذ یافته از آبیاری زمین‌های مزرعی و باغات، Q_{Sw} حجم آب نفوذ یافته از طریق پساب‌های شهری و روستایی و صنعت، Q_{tm} تغذیه از طریق سیستم تغذیه مصنوعی، Q_{OUT} حجم جریان زیرزمینی خروجی از محدوده بیلان، Q_{Ex} حجم آب تخلیه شده توسط چاه‌ها و چشمه‌ها و قنوت، Q_D حجم آب زهکش شده از سفره آب زیرزمینی، Q_{ET} حجم آب تبخیر شده از سفره آب زیرزمینی (میلیون مترمکعب بر سال)، $\pm \Delta V$ تغییرات حجم ذخیره شده سفره آب زیرزمینی می‌باشد.

جریان ورودی آب زیرزمینی از طریق مقاطع جریان با گرادیان و قابلیت انتقال مشخص، آب را وارد آبخوان می‌نماید. حجم جریان‌های ورودی، با استفاده از نقشه تراز آب زیرزمینی، قابلیت انتقال و اندازه‌گیری گرادیان هیدرولیکی با استفاده از معادله داریسی محاسبه می‌شود (رابطه 2).

$$Q_{in} = T.L.\frac{dh}{dx}t \quad (2)$$

در رابطه 2، t زمان بیلان برحسب روز، $\frac{dh}{dx}$ متوسط گرادیان هیدرولیکی، T متوسط ضریب قابلیت انتقال برحسب مترمربع در روز، L طول هر مقطع برحسب متر می‌باشد. طبق محاسبات انجام گرفته حجم جریان ورودی آب زیرزمینی در سال 1382 برابر با 54/47 میلیون مترمکعب برآورد می‌شود.

تغییرات حجم مخزن نیز از رابطه 3 محاسبه می‌گردد.

$$\pm \Delta V = A.\Delta h.S \quad (3)$$

در رابطه 3، A مساحت محدوده بیلان برحسب کیلومترمربع، Δh تغییرات متوسط سطح آب آبخوان برحسب متر و S ضریب ذخیره برحسب درصد می‌باشد. بنا به محاسبات انجام شده، تغییرات حجم

برای تیر 90 و روش کریجینگ برای سایر ماه‌ها و سال‌ها نتایج بهتری را ارائه می‌کند (مالمیر و دلبری، 1393). موذن‌زاده و علیزاده با ایجاد یک برنامه مدیریتی در سه بخش تلاش نمودند تا تعادل بخشی از منابع آب زیرزمینی در دشت فریمان- تربت جام را بررسی نمایند، در این برنامه تلاش می‌شود زمین‌های زراعی با گیاهان پرمصرف به گیاهان کم‌مصرف تبدیل شوند (موذن‌زاده و علیزاده، 1394). با توجه به بررسی‌های انجام شده، مطالعاتی راجع به افت آب زیرزمینی دشت کبودرآهنگ انجام نشده است. همچنین در تحقیقات موجود مورد مشابهی که در آن تاثیر نیروگاه‌ها به‌عنوان پارامتری از بیلان لحاظ گردیده باشد، یافت نشد. با توجه به اهمیت این موضوع، هدف از پژوهش حاضر، بررسی وضعیت بیلان آب آبخوان دشت کبودرآهنگ، علل افت آب‌های زیرزمینی و تاثیر برداشت‌های نیروگاه حرارتی بر بیلان آب‌های زیرزمینی دشت می‌باشد. در ادامه، پارامترهای تغذیه سطحی و آبدی ویژه آنالیز حساسیت شده است. در انتها، تغییرات سطح آب زیرزمینی با کمک مدل MODFLOW در نرم‌افزار GMS پیش‌بینی گردیده است.

مواد و روش‌ها

مشخصات منطقه مورد مطالعه

دشت کبودرآهنگ یکی از دشت‌های حوزه رودخانه قره‌چای با وسعتی برابر 3394 کیلومترمربع واقع شده در شمال استان همدان است. مرکز شهرستان کبودرآهنگ در فاصله 60 کیلومتری از شهر همدان (مرکز استان) با موقعیت جغرافیائی طول "27° 48' و عرض "33° 34' و با ارتفاع

1680 متر از سطح دریا قرار گرفته است. شکل 2 موقعیت جغرافیایی این ناحیه را نمایش می‌دهد.



شکل 2- موقعیت دشت کبودرآهنگ در استان همدان

محدوده آبخوان این دشت طبق نقشه جدید دفتر مطالعات

مخزن برابر با 68/88- می‌باشد. جدول 1 پارامترهای تغذیه و تخلیه

تخلیه (MCM)	تغذیه (MCM)	پارامترهای بیان
	75/9	نفوذ مستقیم از ریزش جوی QP
	51/5	نفوذ از جریانات سطح
	49/1	آب برگشتی زراعی
	2/15	نفوذ از تغذیه مصنوعی
	18/2	آب برگشتی شرب و صنعت
	54/47	جریان ورودی زیرزمینی
317/1		برداشت از سفره (چاه‌ها)
3/128		جریان خروجی زیرزمینی
320/2	251/32	جمع

بیان را نشان می‌دهد.

جدول 1- پارامترهای تغذیه و تخلیه بیان

توسط شاخص R^2 ، تحت رابطه خطی بیان می‌شود. حساسیت این شاخص نسبت به انحراف نقاط، موجب لزوم استفاده از سایر شاخص‌ها به منظور ارزیابی مدل می‌گردد. جذر میانگین مربعات خطا (RMSE) نشان‌دهنده وزن خطاهای بزرگ‌تر بر اساس تفاوت میان مقادیر مشاهداتی و پیش‌بینی شده می‌باشد. نزدیکی این شاخص به عدد صفر، دستیابی به نتایج مطلوب را امکان‌پذیر می‌کند. از این رو در این تحقیق به منظور ارزیابی دقت مدل از روابط 5 و 6 استفاده شده است.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [Z_i^* - Z_i]^2}{n}} \quad (5)$$

$$R^2 = 1 - \frac{\sum (\sqrt{Z_i} - \sqrt{\bar{Z}})^2}{\sum (\sqrt{Z_i} - \sqrt{\bar{Z}})^2} \quad (6)$$

در روابط 5 و 6، N تعداد دوره‌های مشاهداتی، Z^* مقادیر شبیه‌سازی و Z مقادیر مشاهداتی و \bar{Z} میانگین داده‌ها مشاهداتی هستند (علیزاده، 1387).

نتایج و بحث

در مدل حاضر بنا بر شرایط آبخوان (نبود دریاچه و یا رودخانه دائمی و سطح آب ثابت در سطح زمین) سلول با بار ثابت وجود نداشته و مدل متشکل از شبکه‌ای با سلول‌های فعال و غیرفعال است. شرایط اولیه از نظر مکانی و زمانی در مدل‌سازی لازم است سطح آب اولیه برابر با سطح عوارض زمین یا همان پستی و بلندی‌های لایه بالایی زمین در نظر گرفته شود. حل معادلات دیفرانسیل جزئی آب‌های زیرزمینی از طریق عددی مستلزم تعیین شرایط مرزی از نظر هیدرولیکی می‌باشد.

معمولاً مرزهای خارجی مدل به صورت مرزهای فیزیکی واقعی می‌باشند. در صورت محدودیت‌های مقیاسی مدل، بایستی مرزهای هیدرولیکی مشخص شوند. مرزهای هیدرولیکی از شبکه جریان آب زیرزمینی و مرزهای مصنوعی توسط طراح مدل به دست می‌آیند. پس

معرفی نرم‌افزارهای مورد استفاده

از جمله معادله حاکم در مدل‌سازی جریان آب زیرزمینی که توسط سازمان زمین‌شناسی ایالات متحده ارائه شده به شرح معادله 4 می‌باشد.

$$\frac{\partial}{\partial x} (K_{xx} \frac{\partial h}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y} (K_{yy} \frac{\partial h}{\partial y}) + \frac{\partial}{\partial z} (K_{zz} \frac{\partial h}{\partial z}) - W = S_s \frac{\partial h}{\partial t} \quad (4)$$

در معادله 4، $K \partial/\partial h$ هدایت هیدرولیکی در امتداد جهات مختصات Z, Y, X ، ∂h بار هیدرولیکی و S_s ضریب ذخیره ویژه می‌باشد. با کمک این مدل ریاضی فرم ساده شده‌ای از سیستم واقعی آب زیرزمینی به دست می‌آید که می‌تواند با تقریب خوب همبستگی بین عمل و واکنش را ارائه کند.

از جمله ویژگی‌های MODFLOW آن است که شامل مدل‌های جدیدی برای مسایل مربوط به جریان (مثل اندرکنش جریان رودخانه با آبخوان) یا روش‌های عددی جدید در حال توسعه می‌باشد.

GMS به‌عنوان یک پیش و پس پردازشگر، MODFLOW را پشتیبانی می‌کند. داده‌های ورودی برای MODFLOW توسط GIS تهیه و در فایل‌هایی ذخیره می‌شوند که فایل‌ها توسط MODFLOW به هنگام راه‌اندازی از GIS فراخوانی می‌شوند.

فناوری موجود در ARC GIS کمک می‌کند تا از اطلاعات به‌عنوان یک اهرم موثر برای افزایش دقت، سود برد. ویژگی نرم‌افزار ARC GIS که در تحقیق حاضر از آن استفاده شده است، انتخاب تصادفی نقاط تراز، میان‌یابی پلیگون‌ها و نقشه‌های رقوم ارتفاعی (DEM) است که سبب افزایش اعتبار این نرم‌افزار گردیده است.

معیارهای ارزیابی دقت مدل‌سازی

به‌طور کلی هدف از ارائه دقت مدل، به حداقل رساندن اختلاف مقدار مشاهداتی و مقدار محاسباتی در حد شرایط مطلوب می‌باشد. میزان همبستگی میان مقادیر مشاهداتی و نتایج حاصل از مدل‌سازی

هیدرولیکی 1/8 مترمربع بر روز به دست آمد. با توجه به اشکال 4 و 5، مقادیر بیشینه ضریب قابلیت انتقال و هدایت هیدرولیکی به ترتیب 9/8 مترمربع بر روز و 1780 مترمربع بر روز در جنوب آبخوان محاسبه شده است.

تنش‌های هیدرولیکی وارده بر آبخوان

طبق آمار در این منطقه تعداد چاه‌های کم‌عمق، نیمه‌عمیق و عمیق به ترتیب 49، 688، 145 حلقه می‌باشد که از این تعداد 769 چاه در محدوده مدل‌سازی هستند. 709 چاه دارای آمار دوره‌ای مناسب و قابل استفاده در مدل می‌باشند.

با توجه به این که آب پمپاژ شده از چاه‌های بهره‌برداری در محدوده همان چاه استفاده می‌شود و همچنین اطلاعات مورد نیاز برای استفاده از ابزار مورد نظر MODFLOW در دسترس نیست، تغذیه حاصل از آب برگشتی از چاه‌های بهره‌برداری از میزان تخلیه سالانه آن‌ها به نسبت نوع کشت یا مصرف آن‌ها حداکثر تا 30 درصد کسر شده و عدد حاصل به‌عنوان تخلیه به مدل اعمال شد. با ایجاد یک معادله ساده بیلان در طول یک سال آبی می‌توان به یک ضریب تغذیه اولیه از بارش برای محدوده مدل رسید؛ اما برای به دست آوردن یک مقدار دقیق و متناسب با مدل موجود، بر اساس لوگ چاه‌های اکتشافی و رفتار مشابه چاه‌های مشاهداتی در طول یک سال، آبخوان به 35 ناحیه تقسیم شده است.

واسنجی و ایجاد مدل پایدار، پایدار معکوس، ناپایدار و ناپایدار معکوس

تمامی مقادیر ابتدایی در این حالت برگرفته از تخمین‌های آزمایشگاهی، منطقه‌ای و بازدهی‌های صحرایی می‌باشند. نکته قابل توجه، سطح اولیه آب است که برابر با سطح عوارض زمین در نظر گرفته می‌شود. با اجرای این مدل یک سطح پیوسته که معرف سطح آب زیرزمینی در حالت پایدار می‌باشد، تولید می‌گردد (شکل 6). این سطح با توجه به کالیبره نشدن پارامترهای ورودی با مقادیر مشاهداتی عموماً فاصله دارد. پس از اجرای مدل، بار هیدرولیکی به‌صورت شکل 7 محاسبه شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود به‌جز یک مورد، بقیه نشانه‌ها چاه‌های مشاهداتی به رنگ قرمز می‌باشند که نشان دهنده تفاوت چشم‌گیر بین هد محاسباتی و مشاهداتی است که نیاز به واسنجی در مدل دارد. برای پارامترها نقاط پایلوت تعریف گردید. هدف، تخمین مقادیر بهینه برای هدایت هیدرولیکی، هدایت هیدرولیکی در جهت ناهمسان و تغذیه آبخوان می‌باشد، اما تنها برای دو پارامتر هدایت هیدرولیکی و هدایت هیدرولیکی در جهت ناهمسان نقاط پایلوت ایجاد شده است، زیرا بهتر است برای تغذیه از پلیگون‌ها جهت انجام فرآیند واسنجی استفاده گردد. در مرحله بعد سطح آبی که

از رسم خطوط هم‌پتانسیل، مرزهای مدل به دو صورت مرز فیزیکی و مرز وابسته به بار هیدرولیکی مطابق شرایط طبیعی آبخوان تعیین شد. مقاطع ژئوفیزیک این دشت نیز گسترش لایه‌های رسی را که بتواند سفره آب تحت فشار گسترده‌ای را تشکیل دهد نشان نمی‌دهد. با توجه به مطالعات ژئوفیزیک و تراز پیزومترها در محدوده مورد مطالعه فقط یک نوع سفره از نوع آزاد (سطحی) وجود دارد. با توجه به مطالعات پیشین بخش گسترده‌ای از دشت از رسوبات آب‌رفتی پوشیده شده است (سازمان آب منطقه‌ای همدان، 1390). در همین راستا مدل نیز از نوع تک لایه در نظر گرفته شد. سپس برای توپوگرافی سطحی از مدل رقمی ارتفاع ایران استفاده شد. با توجه به اطلاعات عمق چاه‌های عمیق، مطالعات ژئوفیزیک، لوگ چاه‌های اکتشافی و با استفاده از ابزارهای آماری GIS، حداکثر عدد عمق بستر سلول‌ها (شکل 3-الف) در محیط GIS ARC محاسبه گردید. همین عدد نیز به‌عنوان عمق سنگ کف برای سلول‌ها در نظر گرفته شد. ارتفاع سطحی نیز از مدل رقمی 30 متری ایران اخذ گردید و به‌عنوان توپوگرافی مرز سطحی تعیین شد (شکل 3-ب). سپس با استفاده از ابزار محاسباتی رسترها در نرم‌افزار¹ مقادیر عمق بستر از ارتفاع سطحی کسر گردید و توپوگرافی مرز بستر آبخوان تعیین شد.

تقسیمات زمانی در تمامی بخش‌های مدل اثر می‌نماید، مشاهدات چاه‌های پیزومتری، برداشت چاه‌های بهره‌برداری و تغذیه آبخوان همگی بر اساس تقسیمات گام‌های زمانی به مدل اعمال می‌گردند پارامترهای زمانی شامل واحد زمانی، طول، تعداد دوره‌های تنش² و تعداد گام‌های زمانی 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 برحسب زمان بیش‌تر است. با توجه به ماهانه و سالانه بودن آمار منابع آب نمی‌توان گام زمانی را یک‌روزه انتخاب کرد.

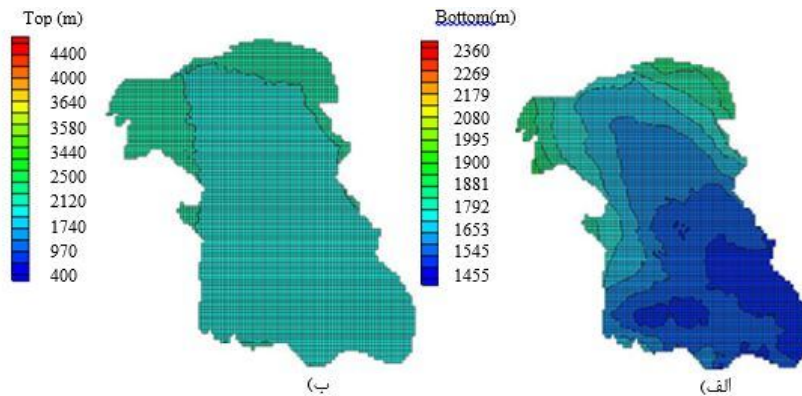
ضرایب هیدرولیکی سفره آب زیرزمینی

با میان‌یابی ضریب قابلیت انتقال که در 12 نقطه از منطقه مورد مطالعه و از طریق آزمایش‌های پمپاژ موجود بود، نقشه قابلیت انتقال برای منطقه مورد مطالعه به دست آمد (شکل 4). در محدوده آبخوان کبودرآهنگ بازه‌های متفاوتی از ضریب انتقال مشاهده می‌شود. به دلیل نداشتن مقادیر هدایت هیدرولیکی در دشت کبودرآهنگ، این مقادیر با استفاده از رابطه $T=Kb$ بدست آمد. (در این رابطه T قابلیت انتقال، K هدایت هیدرولیکی و b ضخامت اشباع آبخوان است). با توجه به شکل 5 مقدار هدایت هیدرولیکی در اغلب بخش‌های منطقه در فاصله 0/9 تا 1/8 مترمربع بر روز می‌باشد. مقدار متوسط هدایت

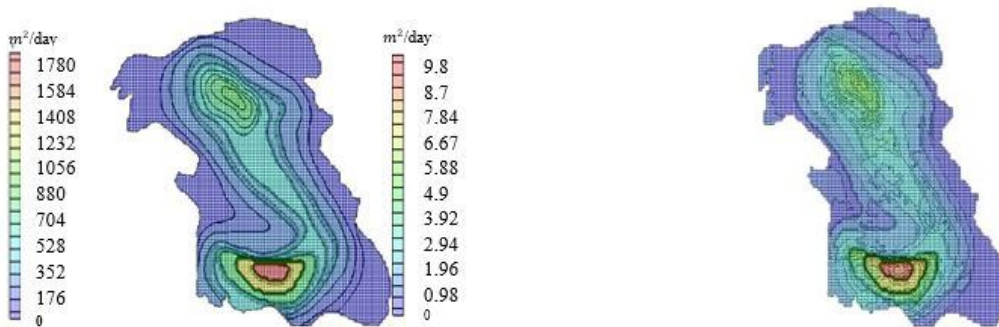
1- ARCMAP Raster calculate
2- Stress periods

حاضر باید با دقت نسبی مطلوب باشد، اما به جهت تغییر شدید داده‌های مشاهداتی و ناپیدا بودن مقدار صحیح داده‌های ضرایب ذخیره و آبدهی ویژه همان‌گونه که مشخص است نتیجه چندان مطلوبی حاصل نگردید (شکل 9): بنابراین برای حالت ناپایدار نیاز به واسنجی مدل همانند گام دوم داریم با این تفاوت که در این حالت، شرایط در حالت ناپایدار است.

در گام اول محاسبه شد به‌عنوان سطح اولیه به مدل معرفی می‌شود. نتایج حاکی از قرابت مطلوب سطح محاسباتی با داده‌های چاه‌های مشاهداتی است (شکل 8). اکنون می‌توان از این خروجی به‌عنوان نتایج ابتدایی در محاسبات ناپایدار استفاده نمود. در عموم محاسباتی که حجم داده‌ها کم و نتایج محاسبات در مرحله پایدار معکوس را بتوان به تمامی گام‌های زمانی نسبت داد، نتیجه اجرای فایل ناپایدار

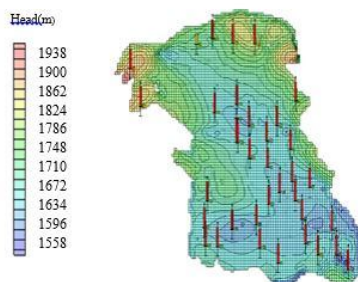


شکل 3- نقشه مدل رقمی آبخوان دشت کبودرآهنگ: الف) عمق بستر ب) ارتفاع سطحی



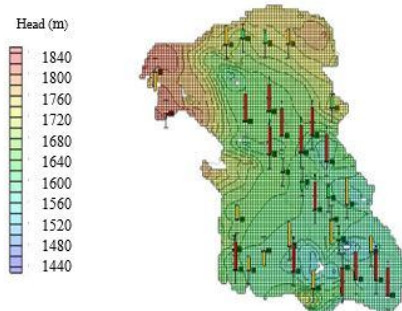
شکل 5- مقدار هدایت هیدرولیکی آبخوان برحسب مترمربع بر روز (K)

شکل 4- نقشه ضریب قابلیت انتقال برحسب مترمربع بر روز (T)

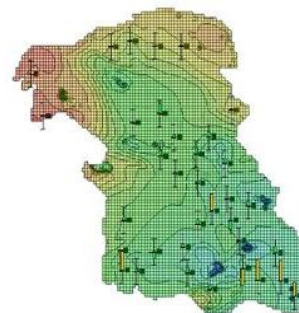


شکل 7- نمایش میزان خطا مقادیر مشاهداتی و محاسباتی حالت پایدار

شکل 6- خروجی مدل پایدار برای هد هیدرولیکی



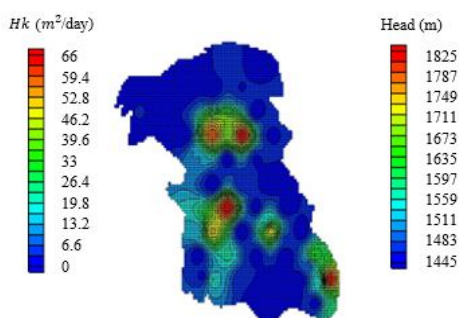
شکل 9- خطای مقادیر مشاهداتی و محاسباتی در حالت ناپایدار



شکل 8- خطای مقادیر مشاهداتی و محاسباتی در حالت پایدار معکوس

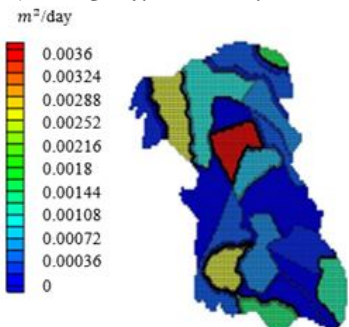
قسمتی از جنوب‌غربی برابر 60 است. مقدار تغذیه سطحی آبخوان با استفاده از اطلاعات بیلان آبی منطقه محاسبه و با استفاده از زون بندی ارتفاعی تعیین شد که در قالب مدل مفهومی به شبیه‌سازی در فرم پایدار معرفی گردید (شکل 12). سپس در گام واسنجی فرم پایدار، همین مقدار با پلیگون مشابه با پلیگون هدایت هیدرولیکی، به‌عنوان مقدار اولیه به مدل معرفی شد که بیشینه مقدار تغذیه سطحی آبخوان در مرکز آبخوان 0/0036 مترمربع بر روز است (شکل 13).

دقت مقادیر مشاهداتی و محاسباتی واسنجی در حالت ناپایدار معکوس نیز در شکل 10 مشخص گردیده است. مقدار هدایت هیدرولیکی یا K با استفاده از اطلاعات برداشتی ضریب انتقال، محاسبه شده و با استفاده از محاسبات روابط قابلیت انتقال به منطقه اطلاق گردید؛ بنابراین مقادیر اخیر در قالب مدل مفهومی به شبیه‌سازی در فرم پایدار معرفی گردید. سپس در گام واسنجی فرم پایدار همین مقادیر به‌عنوان اولیه در قالب نقاط پایلوت، مطابق شکل 11 به مدل معرفی گردید، مقدار بیشینه هدایت هیدرولیکی در مرکز و

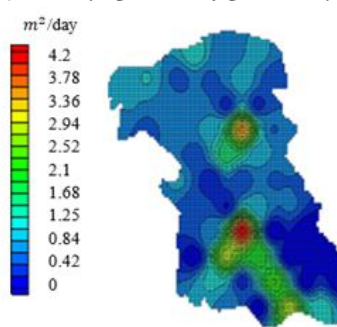


شکل 11- مقدار هدایت هیدرولیکی دشت پس از کالیبراسیون

شکل 10- دقت مقادیر مشاهداتی و محاسباتی در حالت ناپایدار معکوس



شکل 13- میزان تغذیه سطحی آبخوان بعد از کالیبراسیون



شکل 12- مقدار هدایت هیدرولیکی در جهت ناهمسان دشت پس از کالیبراسیون

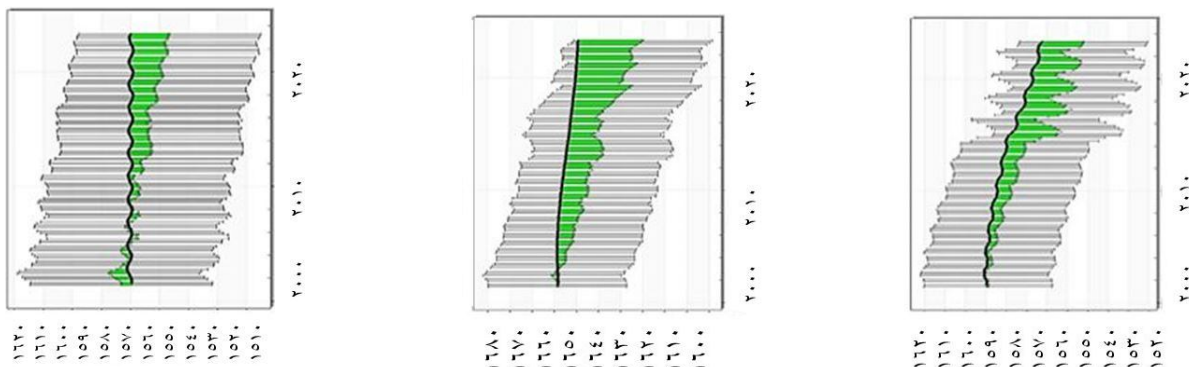
دوره کالیبراسیون مدل کمی (مهر 1381 تا مهر 1390) می‌باشند. در این نمودارها نقاط مشکی رنگ توپر (مطابق با راهنمای شکل) معرف مقادیر محاسباتی برای بازه‌های زمانی مشخص شده یک‌ساله است.

صحت سنجی

شکل‌های 14 تا 16 نشان‌دهنده هیدروگراف محاسباتی و مشاهداتی برخی چاه‌های مشاهداتی (به‌عنوان نمونه)، در 10 سال

مهرماه 1381 می‌باشد و تقسیمات محور زمان سالانه است. همبستگی قابل قبول بین مقادیر مشاهداتی و محاسبه شده میزان افت سطح آب، برای 36 پیژومتر موجود در منطقه در شکل 17 آورده شده است. مقادیر ضریب همبستگی و معادله خط برازش شده بین داده‌ها در شکل 17 آمده است. مقایسه نتایج حاصل از پیش‌بینی و مقادیر اندازه‌گیری شده نشان می‌دهد که مدل واسنجی شده به خوبی توانسته است شرایط حاکم بر آبخوان را شبیه‌سازی کند. بنابراین از مدل ساخته شده می‌توان برای پیش‌بینی تغییرات سطح آب زیرزمینی در آینده استفاده کرد، همچنین می‌توان با تعریف کردن شرایط مختلف برداشت، نتایج حاصل از اعمال گزینه‌های مدیریتی گوناگونی را بررسی نمود.

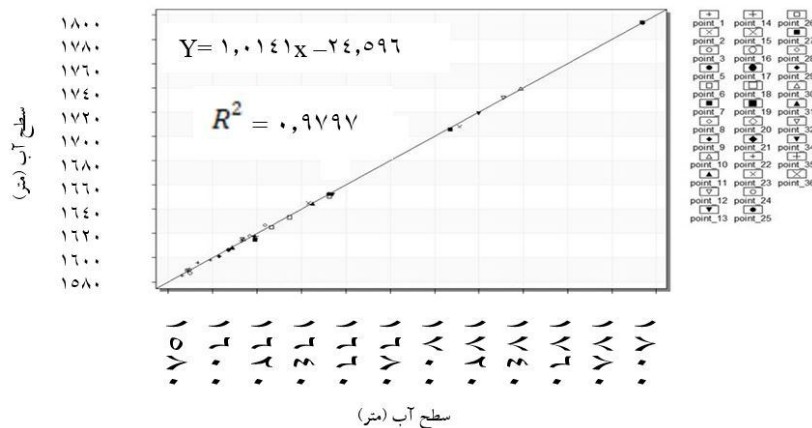
نقاطی که با مثلث‌های توپر مشخص شده‌اند نیز معرف مقادیر مشاهداتی در چاه موردنظر می‌باشد. خط‌های عمودی برگرفته از حدود انحراف معیار کل داده‌های مشاهداتی هر چاه می‌باشند. تفاوت مقادیر مشاهداتی و محاسباتی با رنگ‌های سبز، زرد و قرمز به ترتیب برای زمان‌هایی که فاصله خطای بین اعداد مشاهداتی و محاسباتی کم‌تر از حدود اطمینان (بین 200 درصد حدود اطمینان و بیش از 200 درصد حدود اطمینان) می‌باشد، نمایش داده شده است که حاکی از تطابق خوب بین داده‌های مشاهداتی و محاسباتی است. به طوری که در اکثر نقاط میزان خطا کم بوده و به رنگ سبز دیده می‌شود. محور افقی و محور قائم به ترتیب نشان‌دهنده زمان برحسب ماه و تراز سطح آب برحسب متر می‌باشد. قابل ذکر است که زمان شروع شبیه‌سازی



شکل - 16 هیدروگراف چاه مشاهده‌ای شماره 2 (متر)

شکل 15- هیدروگراف چاه مشاهده‌ای شماره 16

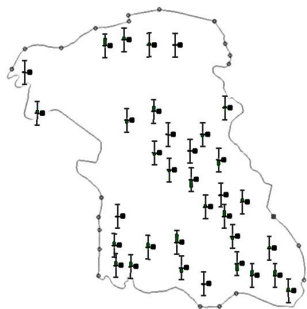
شکل 14- هیدروگراف چاه مشاهده‌ای شماره 36



شکل 17- نمایش همبستگی بین مقادیر همبستگی مشاهداتی و محاسباتی برای 36 پیژومتر موجود در منطقه

روند تغییرات آب در قسمت‌های مختلف آبخوان با یکدیگر یکسان نمی‌باشد اما می‌توان گفت در غرب و مرکز آبخوان روند کاهشی با سرعت بیشتری نسبت به شرق در حال انجام است که مدیریت و بررسی بیشتری را می‌طلبد. نتایج حاصل از ارزیابی مدل‌ها در جدول 2 مشخص گردیده است.

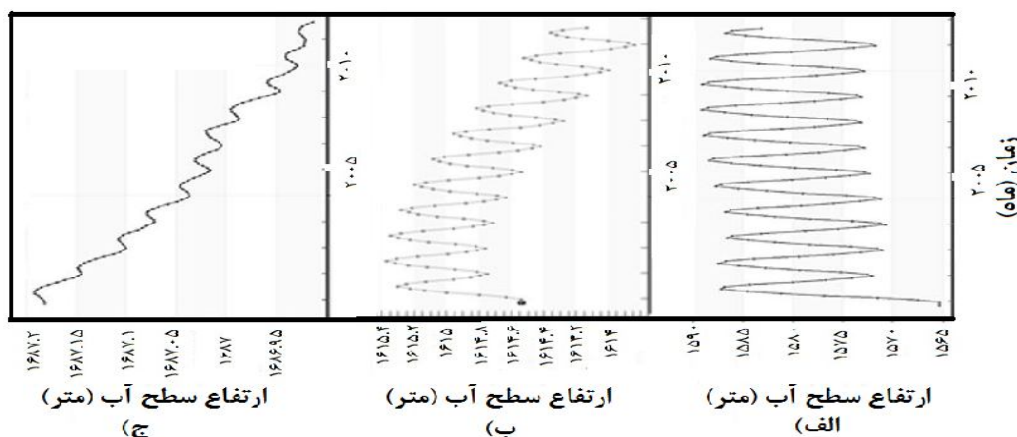
پارامترهای به دست آمده از واسنجی در دوره‌ی زمانی دی تا شهریور سال 1390 مورد ارزیابی قرار گرفت. شکل 18 نتیجه اجرای نهایی مدل کمی که نتایج آن پذیرفته و فرآیند واسنجی متوقف شده را نشان می‌دهد. در شکل 19 نیز هیدروگراف محاسباتی برای چندین سلول آبخوان آمده است که روند تغییرات سطح آب را در مراحل مختلف آبخوان مورد بررسی قرار می‌دهد. مشاهده می‌شود که



شکل 18- نمایش میزان خطای مقادیر مشاهداتی و محاسباتی در 35 پیزومتر منطقه

جدول 2- نتایج ارزیابی مدل‌سازی‌ها

ماه	R^2	RMSE
دی	0/97	1/97
بهمن	0/98	2/26
اسفند	0/96	2/04
فروردین	0/95	2/61
اردیبهشت	0/98	2/45
خرداد	0/97	1/98
تیر	0/98	2/3
مرداد	0/96	2/56
شهریور	0/94	2/14



شکل 19 - هیدروگراف محاسباتی برای یکی از سلول‌های الف) مرکز آبخوان ب) شرق آبخوان ج) غرب آبخوان

آنالیز حساسیت

به منظور واسنجی مدل عوامل ورودی به مدل را در جهت مورد نظر تغییر داده تا در نهایت بین بار آبی محاسباتی و مشاهداتی توافق مطلوبی حاصل شود. به منظور شناسایی حساسیت بخش‌های مختلف آبخوان نسبت به عوامل ورودی، منطقه مورد مطالعه به نحوی به ناحیه‌هایی تقسیم شد که در هر ناحیه فقط یک چاه مشاهده‌ای وجود داشته باشد. با تغییر عوامل ورودی از قبیل ضریب هدایت هیدرولیکی، آبدهی ویژه و میزان تغذیه، میزان تغییر بار آبی در ناحیه پیزومتر مربوطه تعیین حساسیت گردید (شکل‌های 20 تا 22).

شماره پایلوت‌های پارامتر SY در شکل 21 مشخص است. در گراف تحلیل حساسیت SY عدد پایلوت مورد نظر در انتهای نام هر ستون در ذیل محور افقی یادداشت شده است. به این طریق پایلوت-هایی که بیش‌ترین حساسیت را دارا می‌باشند مشخص می‌شود. نتایج بیانگر آن است که بیش‌ترین حساسیت با مقدار 0/009 متعلق به زون 29 می‌باشد. شماره پایلوت‌های پارامتر HK در شکل 22 مشخص است. در گراف تحلیل حساسیت HK عدد پایلوت مورد نظر در انتهای نام هر ستون در ذیل محور افقی یادداشت شده است. به این طریق

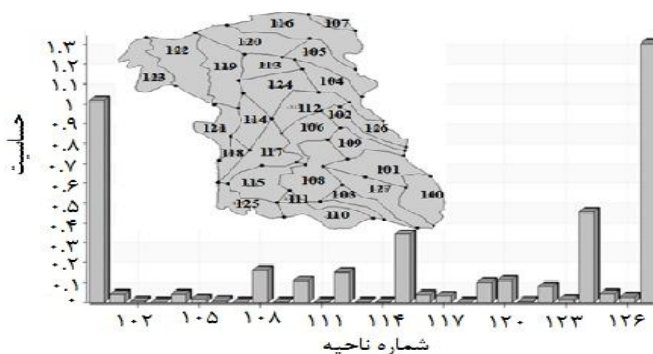
پایلوت‌هایی که بیش‌ترین حساسیت را دارا می‌باشند مشخص می‌شود. بیش‌ترین حساسیت متعلق به زون‌های 17 و 21 می‌باشد که مقدار حساسیت آن به ترتیب 2/4 و 2/5 است.

پیش‌بینی افت آب زیرزمینی

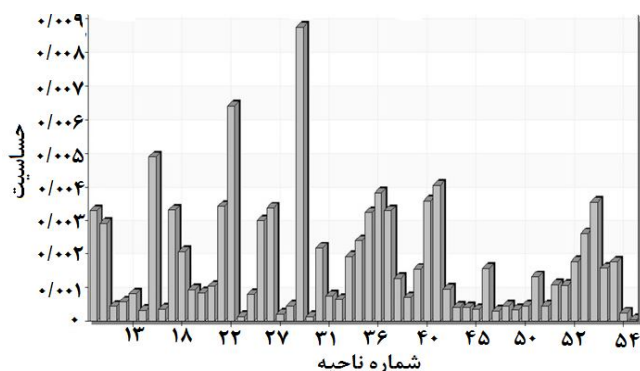
نتایج پیش‌بینی به صورت نمودارهای تراز سطح آب نسبت به زمان (برحسب ماه) از زمان شروع شبیه‌سازی یعنی به مدت 20 سال در چاه‌های مشاهده‌ای شماره 5، 10 و 23 شکل‌های 23 آمده است. محور زمان به 20 قسمت تقسیم شده که هر کدام نشان‌دهنده یک سال می‌باشد. 10 سال اول تراز سطح آب محاسباتی در دوره کالیبراسیون و 10 سال دوم تراز سطح آب محاسباتی در دوره پیش‌بینی را نشان می‌دهد. این پیش‌بینی‌ها با فرض این‌که میزان تغذیه و برداشت آب از آبخوان روندی مطابق 10 سال گذشته داشته باشد، صورت گرفته است. بر اساس شکل 23، بیش‌ترین افت در بازه ده ساله (2012-2022) در چاه شماره 5 و در حدود 5 متر و کم‌ترین افت در چاه شماره 23 برابر نیم متر برآورد گردید. در این دشت دو عامل چاه‌های غیرمجاز و نیروگاه شهید مفتح به عنوان عامل کاهش

آب زیرزمینی معرفتی شده است. بایستی به این نکته توجه نمود که انسداد چاه‌های غیرمجاز نمی‌تواند به تنهایی تاثیر چندانی در وضعیت

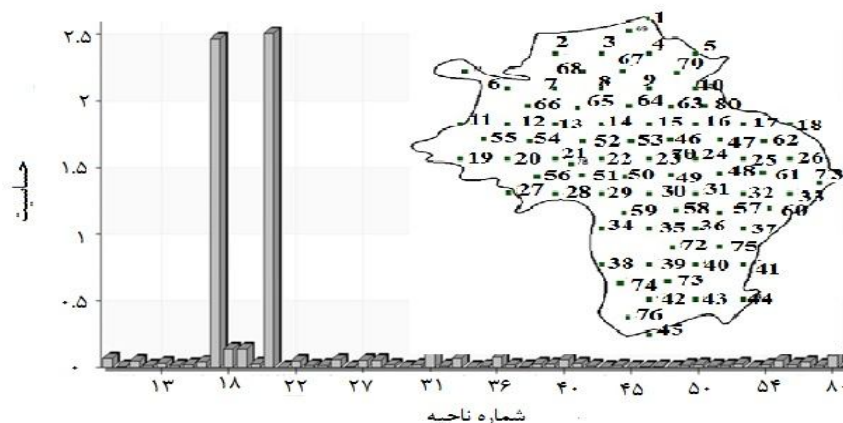
آب زیرزمینی دشت کبودرآهنگ داشته باشد و این نیروگاه نیز یکی از عوامل مهم خشک‌سالی استان همدان است.



شکل 20- آنالیز حساسیت پارامتر تغذیه سطحی یا RCH در مرحله اول واسنجی پایدار برای زون‌ها



شکل 21- آنالیز حساسیت پارامتر آبدهی ویژه یا SY در مرحله اول واسنجی ناپایدار برای نقاط پایلوت



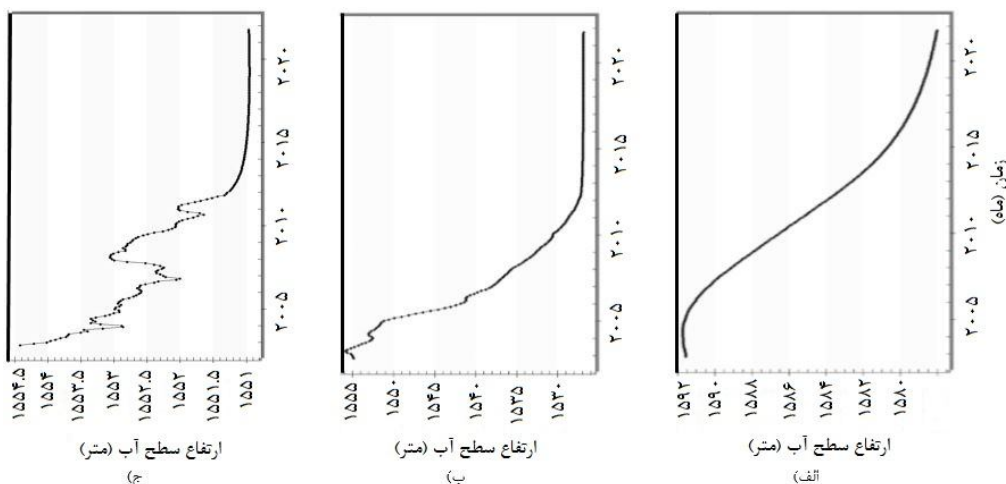
شکل 22- آنالیز حساسیت پارامتر هدایت هیدرولیکی در مرحله اول واسنجی ناپایدار برای نقاط پایلوت

پژوهش حاضر نیز مقدمه‌ای برای ارائه یک برنامه مدیریتی در این منطقه می‌باشد. در پایان این تحقیق نیز به لزوم برنامه‌های جامع برای مدیریت حوضه‌های آبخیز اشاره می‌شود. چرا که با وجود یک برنامه جامع می‌توان علاوه بر این که همه عناصر را مورد ارزیابی قرار داد، نقش و میزان تاثیر آن‌ها را برای هدف نهایی مدیریت منطقه

با توجه به اطلاعات موجود و گزارشات جهاد کشاورزی استان همدان، دشت کبودرآهنگ از مهم‌ترین دشت‌های تولیدکننده و با بازده بالا در استان می‌باشد و از آنجاکه نقش مهمی در اقتصاد شهروندان منطقه نیز دارد، نیازمند توجه بیشتر مدیران سازمان‌های مربوطه می‌باشد.

آبخوان بسیار موثر باشند.

تعدیل یا تشدید کرد. سناریوهای تولید منابع آبی هم‌چون انتقال آب بین حوضه‌ای و احداث سد زیرزمینی می‌تواند، در بهبود وضعیت فعلی



شکل 23- پیش‌بینی تراز سطح آب زیرزمینی در چاه مشاهده‌ای (الف) شماره 5 (ب) شماره 10 (ج) شماره 23

پاس همکاری در انجام این تحقیق، تشکر و قدردانی می‌شود.

نتیجه‌گیری

بر اساس مطالعات انجام شده در استان بخش زیادی از کشاورزی در این منطقه با چاه‌های برداشتی صورت می‌پذیرد. به عبارت دیگر کشاورزی در این استان وابستگی زیادی به آب زیرزمینی دارد که بهره‌برداری بیش از حد، آب‌های زیرزمینی توسط نیروگاه شهید مفتاح مشکلات عدیده‌ای را برای مردم این منطقه آورده است. وضعیت آبخوان کبودرآهنگ با توجه به بهره‌برداری‌های مفرط در حالت نامساعدی قرار دارد. در این پژوهش وضعیت عوامل اثرگذار بر افت سطح آبخوان کبودرآهنگ و تغییرات تراز این آبخوان با کمک مدل هیدرولیکی MODFLOW در نرم‌افزار GIS در بازه زمانی 1381 تا 1390 انجام پذیرفت. با توجه به ارزیابی‌های به عمل آمده در مورد دقت مدل‌سازی‌ها، مدل حاضر دقت مطلوب برای استفاده در مدیریت آبخوان‌ها را داراست و مقادیر ضریب همبستگی 0/9797 میان مقادیر مشاهداتی و مدل‌سازی شده، حاکی از قابل قبول بودن نتایج مدل می‌باشد. نتایج به دست آمده، بیانگر افت شدید تراز آب در این آبخوان بوده که در غرب و مرکز آبخوان روند کاهشی با سرعت بیشتری نسبت به شرق در حال انجام است. همچنین تغییرات تراز این آبخوان تا سال 1401 مورد پیش‌بینی قرار گرفت و مشخص گردید بیش‌ترین افت در بازه ده ساله (1391-1401) در چاه شماره 5 و در حدود 5 متر و کم‌ترین افت در چاه شماره 23 و حدود نیم متر خواهد بود.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از شرکت مهندسی مشاور پارس هاناب کرمانشاه، به

منابع

- صادقی طبس، ص، اکبرپور، پوررضا بیلندی، م و صمدی، س. ز. 1394. کاربرد الگوریتم فاخته در واسنجی پارامترهای هیدرودینامیکی آبخوان با استفاده از مدل ریاضی. نشریه آبیاری و زهکشی ایران. 9.2: 345-356.
- سازمان آب منطقه‌ای همدان. 1390. وزارت نیرو. <http://www.hmrw.ir/>
- علیزاده، ا. 1387. اصول هیدرولوژی کاربردی، دانشگاه امام رضا (ع)، مشهد.
- فلاح، س، قبادی‌نیا، م، شکرگزار دارابی، م، و قربانی دشتکی، ش. 1391. بررسی پایداری منابع آب زیرزمینی دشت داراب استان فارس، مجله پژوهش آب در کشاورزی. 2.26: 161-172.
- مالمیر، م، و دلبری، م. 1393. بررسی تغییرات مکانی سطح سفره آب زیرزمینی دشت برخوار اصفهان، مجله آب و توسعه پایدار. 3.1: 73-82.
- موذن‌زاده، ر و علیزاده، ا. 1394. تعادل بخشی منابع آب زیرزمینی دشت فریمان تربت‌جام با رویکرد مدیریتی در سطح مزرعه، نشریه آبیاری و زهکشی ایران. 9.3: 408-418.
- نکوآمال کرمانی، م. 1386. مدل‌بندی آب‌های زیرزمینی و بررسی مشکلات ناشی از پمپاژ در دشت بوچیر- حمیران در استان

- aquifers, *Journal of Hydrology*. 529: 1060-1069.
- Hong, N., Hama, T., Suenaga, Y., Aqili, W., Huang, X., Wei, Q., Kawagoshi, Y. 2015. Application of a modified conceptual rainfall-runoff model to simulation of groundwater level in an undefined watershed. *Science of the Total Environment*. 541: 383-390.
- McDonald, M.G., and Harbaugh, A.W., 1988, A modular three-dimensional finite-difference groundwater flow model: *Techniques of Water-Resources Investigations of the United States Geological Survey*, Book 6, Chapter A1, 586 p.
- Zhang, W., Yan, Y., Zeng, J., Li, L., Dong, X., and Cai, H. (2009), Temporal and spatial Variability of annual extreme water level in the Pearl River Delta region, China. *Journal of Global Planetary Change*. 69: 35-47.
- هرمزگان، پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات اهواز.
- نیکبخت، ص و دلبری، م. 1392، برآورد سطح ایستابی آب‌های زیرزمینی با استفاده از روش‌های زمین‌آماري، مجله آب و توسعه پایدار. 1.1: 49-56.
- Almedej, J and AL-Ruwaih, F. 2006. Periodic behavior of groundwater level fluctuations in residential areas. *Journal of Hydrology*. 328: 677-684.
- Bhat, S., Motz, L., Pathka, C and Kuebler, L. 2012, Designing Groundwater Level Monitoring Network Using Geostatistical A Case Study and Central Florida, *U.S.A. World Environmental and Water Resources Congress*. 48-58.
- Gholami, V., Chau, K.W., Fadaee, F., Torkaman, J and Ghaffari, A. 2015, Modeling of groundwater level fluctuations using dendrochronolog in alluvial

Numerical Simulation and Analysis of the Influence of Budget Parameters and Powerhouse Shahid Mofateh on Groundwater Level Drawdown in Kabudarahang Plain

S. Farzin^{1*}, H. Karami², M. R. Hassanvand³, A. H. Salimi⁴, E. Zamiri⁵

Recived: Dec.10, 2016

Accepted: Jan.01, 2017

Abstract

Due to shortage of rainfall in Iran, the owners of Industries and businesses that their field of work are related to water are use ground water resources to compensate this shortage. This matter in Iranian plains like Kabudarahang plain, which is located in the Hamedan, Iran province led to drawdown of water levels in the aquifers and irreparable consequences has been followed. In this study, at first in ARC GIS maximum depth of bed was appointed. Then draw down of groundwater levels of Kaboudarahang were modeled and analyzed using MODFLOW hydraulic model at GMS software in the period of 2002 to 2011. Also hydraulic conductivity coefficients and specific yield coefficient were calibrated and verified. The results of statistical indices show that the model simulates the fluctuations of groundwater levels with an acceptable level of accuracy in Kabudrahang. The study followed by doing sensitivity analysis for surface feeding and specific yield parameters that calculated results shown specific yield is more effective. Then the drawdown of ground water levels in wells is predicted up to 2022 that estimated largest drawdown was about 5 meters.

Keywords: Budget parameters, Ground water, GMS, Kabudrahang plain, Shahid Mofateh power station, software

1,2- Assistant Professor, Department of Water Engineering and Hydraulic Structures, Faculty of Civil Engineering, Semnan University, Semnan, Iran.

3,4- M.Sc. Student of Water Engineering and Hydraulic Structures, Faculty of Civil Engineering, Semnan University, Semnan, Iran.

5- M.Sc. Student of Water Resources Engineering and Management, Faculty of Civil Engineering, Semnan University, Semnan, Iran.

(*-Corresponding Author Email: saeed.farzin@semnan.ac.ir)