بسمه تعالی

کنگره استحصال آب و آبخیزداری

Water Harvesting and Watershed Management Congress

گواهی ارائه مقاله

گواهی می شود: جناب آقای/سرکار خانم هانیه نجف‌زاده

و همکاران: غلامرضا زهتابیان، علی گلکاریان، حسن خسروی

در دهمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران (آبخیزداری سازگار)

که در تاریخ های ۲۹ و ۳۰ بهمن ۱۳۹۳ در دانشگاه بیرجند برگزار گردید، شرکت نموده و مقاله خود را تحت عنوان:

بررسی تغییرات کمی سطح آب زیرزمینی منطقه فیض آباد و مهولات با استفاده از روش زمین آمار

بصورت پوستر ارائه نموده اند.

بدینوسیله توفیق روزافزون شما را در توسعه علم و دانش از خداوند متعال مسئلت می نماید.

با تشکر و امتنان فراوان

دکتر سید محمد تاجبخش
دبیر کنگره استحصال آب و آبخیزداری

دکتر سید حمید رضا صادقی
رئیس انجمن آبخیزداری ایران

بررسی تغییرات کمی سطح آب زیرزمینی منطقه فیض‌آباد و مه‌ولات با استفاده از روش زمین آمار

هانیه نجف زاده*[1]، غلامرضا زهتابیان[2]، علی گلکاریان[3]، حسن خسروی[4]

*۱- نویسنده مسئول، دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

پست الکترونیک: Najafzadeh@ut.ac.ir

۲- استاد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

۳- استادیار، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه فردوسی مشهد

۴- استادیار، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی تغییرات کمی آب زیرزمینی محدوده مه‌ولات – فیض‌آباد واقع در استان خراسان رضوی به ویژه در اراضی تحت کشت پسته در یک دوره آماری ۱۰ ساله (از سال آبی ۸۲-۸۱ تا سال آبی ۹۱-۹۰) به کمک روش‌های زمین آماری انجام شد. در این راستا پس از برازش بهترین مدل واریوگرام به ساختار فضایی داده‌های کمی آب شامل سطح آب زیرزمینی و ارزیابی دقت روش‌های مختلف میان‌یابی شامل روش‌های کریجینگ و عکس فاصله با توان های ۱ تا ۵، نقشه پهنه‌بندی تغییرات مکانی سطح آب زیرزمینی با استفاده از بهترین روش میانیابی تهیه شد، پس از آن به بررسی عوامل محیطی موثر در تغیییرات مکانی آن پرداخته شد. نتایج حاصل از آنالیز واریوگرافی برای سطح آب زیرزمینی مدل نمائی[1] می‌باشد. نتایج حاصل از تکنیک اعتبارسنجی حذفی برای پارامترهای مورد بررسی نشان داد که در رابطه با پارامتر سطح آب، روش کریجینگ بهترین روش بوده و بررسی نقشه‌های پهنه‌بندی مکانی سطح آب زیرزمینی نشان داد که در طول دوره آماری سطح آب بجز در محدوده بسیار کوچکی در شمال شرق منطقه مطالعاتی در بخش اعظمی از آن تا مقدار ۰/۵ متر پایین آمدگی و افت داشته است.

لغات کلیدی:

تغییرات کمی، آب زیرزمینی، محدوده مه‌ولات (پسته)، زمین‌آمار، واریوگرام، روش کریجینگ.

مقدمه

در کشورهای در حال توسعه یا کشورهایی که با خطر کمبود آب مواجه هستند، دسترسی بهینه به منابع آب به منظور تسریع در امر توسعه، اولویت برنامه‌ریزی‌های اقتصادی و سیاسی آن‌ها را تشکیل می‌دهد (Votruba and Broza,1989). توسعه سریع اقتصاد و افزایش جمعیت باعث ایجاد تناقض حاد بین منابع آب و تقاضا شده است. به خصوص در مورد مصارف بخش کشاورزی که باعث بهره‌برداری بی‌رویه از آب‌های سطحی و زیرزمینی می‌گردد (Li-jang et al. 2007). هم‌چنین سرانه منابع آب در نتیجه رشد جمعیت در حال کاهش است (Njamnsi and Mbue, 2009). ایران از نظر جغرافیایی در منطقه ای از جهان واقع شده که متوسط بارندگی آن ۲۵۰ میلی‌متر (یک سوم متوسط بارندگی سالانه جهان) است (علیزاده، ۱۳۸۱). در سال‌های اخیر، افزایش مصرف آب، سهولت دسترسی به منابع آب زیرزمینی، محدودیت‌های فزاینده و پرهزینه بودن توسعه منابع آب سطحی بویژه در نواحی خشک و نیمه خشک مانند خراسان و منطقه مه‌ولات که راندمان آبیاری سطحی درختان پسته در آن به دلیل خصوصیات ذاتی روش های آبیاری و نیز به کارگیری غیر صحیح آن، پایین می‌باشد، استفاده از منابع آب

1-Exponential Model.

زیرزمینی را افزایش داده است (صداقتی و همکاران،۱۳۹۱) و موجب تغییرات در سطح آب زیرزمینی شده است، لیکن بررسی این تغییرات از ضروریات این منطقه به شمار می آید و هدف از این مطالعه بررسی روند تغییرات کمیت آب‌های زیرزمینی منطقه فیض آباد و مه‌ولات، به منظور شناخت و برنامه‌ریزی برای مدیریت بهره‌برداری بهینه از منابع آب و مدیریت اصولی کشاورزی در این منطقه می‌باشد.

با روش‌های مختلف می‌توان با استفاده از آمار و اطلاعات صحرایی، وضعیت کمی آب را گزارش نمود که در این تحقیق از روش‌های زمین‌آماری استفاده شده است. تکنیک زمین‌آمار برای اولین بار حدود نیم قرن پیش برای شناسایی الگوهای توزیع طلا در معادن آفریقای جنوبی توسط یک مهندس معدن به نام کریج آغاز شد (مدنی،۱۳۷۳). هرچند تکنیک زمین‌آمار قدمت چندانی ندارد، اما توسعه روش‌های مختلف زمین آماری باعث شد تا برخی از مطالعات راجع به سطح آب زیرزمینی، در رابطه با مقایسه انواع روش‌های زمین آماری و حتی گاهی ارزیابی شبکه چاه‌های مشاهده‌ای (مربوط به نقاط نمونه‌برداری فاکتورهای کمی آب زیرزمینی) انجام شود (صفری، ۱۳۸۱؛ میثاقی و همکاران، ۱۳۸۱؛ مشعل و همکاران، ۱۳۸۶؛ ملکی گنادیشی و رهنما، (۱۳۸۷)؛ نادریان فر (۱۳۸۹)؛ Dick & Gerand, 2006).

هو[1] و همکاران (۲۰۰۵) در مقاله خود به بررسی تغییرات مکانی سطح آب زیرزمینی، در شمال دشت چین با تکنیک زمین آمار پرداخت و نقشه‌های هم تراز سطح آب زیرزمینی تهیه گردید. ایشان دریافتند در مقایسه با سال ۱۹۹۰ سطح سفره آب زیرزمینی ۶ متر افت داشته است و روش کریجینگ از روش‌های مناسب زمین‌آماری است.

زهتابیان و همکاران (۲۰۱۳) در پژوهش خود تحت عنوان ارزیابی و پایش بیابانزایی براساس مدل IMDPA با انتخاب روش کوکریجینگ به عنوان بهترین روش زمین آماری به پهنه بندی پارامترهای کمی و کیفی آب‌های زیرزمینی در دشت گرمسار در بازه زمانی سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۰ پرداختند. که پس از تهیه نقشه کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای به این نتیجه دست یافتند که طی این دوره ۹ ساله کمیت آب افت داشته به این صورت که عمق آب طی این دوره کاهش پیدا کرده است و سطح آب زیرزمینی ۰/۵ متر افت داشته است که علت آن را برداشت بیش از حد آب زیرزمینی و سیستم‌های سنتی آبیاری موجود در منطقه دانستند.

مواد وروش‌ها

محدوده مه ولات در منطقه شمال شرق کشور، تقریبا در مرکز استان خراسان رضوی و مشرف به کویر نمک شهرستان بجستان می‌باشد. از نظر آب و هوا بخش عمده‌ای از این محدوده در منطقه گرم وخشک با بارندگی کم و تابستان‌های داغ و زمستان‌های خشک وسرد است، با مساحتی در حدود ۲۵۶۳ کیلومتر مربع بین طول‌های جغرافیایی ۵۸ درجه و ۶ دقیقه تا ۵۹ درجه و ۵ دقیقه و عرض‌های جغرافیایی ۳۴ درجه و ۳۹ دقیقه تا ۳۵ درجه ۸ دقیقه واقع شده است (اسماعیلی، ۱۳۸۷، ص۲۷). منطقه مطالعاتی مه‌ولات بطور کامل منطبق بر زون ایران مرکزی می‌باشد. شکل ۱ موقعیت منطقه مطالعاتی را نشان می‌دهد. در مرحله اول با توجه به اهداف تحقیق حاضر، اطلاعات سطح آب زیرزمینی محدوده مطالعاتی مورد نظر از بانک اطلاعاتی دفتر مطالعات پایه منابع آب شرکت آب منطقه‌ای استان خراسان رضوی، تهیه و استخراج و همچنین اطلاعاتی هم محاسبه و بازسازی شد و پس از انتخاب پایه زمانی مشترک (سال آبی ۸۱-۱۳۸۰ تا ۹۰-۱۳۸۹) و کنترل کیفیت و صحت آمار، آزمون همگنی با روش آزمون توالی[1] (مهدوی، ۱۳۸۱)، بازسازی آمار و آزمون نرمالیته در محیط نرم افزار SPSS انجام شد. جهت نرمال‌سازی مجدد داده‌ها از تبدیلات لگاریتمی استفاده گردید (مورسی ۲۰۰۷). لازم به ذکر است نقشه چاه‌های

1-Hou & et al.

انتخابی مورد بررسی در تحقیق حاضر در شکل نمایش داده شده است.

مهمترین گام در روش‌های زمین‌آمار ارائه مدلی مناسب بر نیم تغییر نما است (مظفری و همکاران ۱۳۹۱) به همین دلیل ابتدا برازش مدل واریوگرام مناسب به ساختار فضایی داده‌ها صورت گرفته و پس از آن روش‌های مختلف زمین‌آماری شامل روش کریجینگ (OK) و روش عکس فاصله (IDW) با توان‌های ۱ تا ۵، جهت درون‌یابی مقایسه گردید.

واریوگرام دارای سه مشخصه اصلی است که شامل آستانه[۲] (C1+C0)، اثر قطعه‌ای[۳] (C0) و شعاع تأثیر (R) است (حسنی پاک، ۱۳۷۷). نسبت اثر قطعه‌ای به سقف معیاری برای بیان استحکام یک ساختار مکانی می‌باشد. اگر این نسبت کمتر از ۲۵٪ باشد، نشان دهنده وابستگی قوی متغیر مکانی می‌باشد. اگر این نسبت بین ۲۵ تا ۷۵٪ باشد نشان دهنده وابستگی میانه متغیر مکانی است و اگر بزرگتر از ۷۵٪ باشد وابستگی متغیر مکانی بسیار ضعیف می‌باشد.

برای بررسی دقت روش‌های میان‌یابی و انتخاب بهترین روش از تکنیک مناسب اعتبارسنجی متقابل[۴] استفاده گردید (سیرانو ویسنت، ۲۰۰۳). به این صورت که ابتدا تعدادی از نقاط اندازه‌گیری حذف می‌شود و سپس با استفاده از سایر نقاط و اعمال روش‌های درون‌یابی مورد نظر برای نقاط حذف شده، برآورد آماری صورت می‌گیرد، در مراحل بعد این اعمال با تمامی روش‌های درون‌یابی مورد نظر انجام می‌پذیرد و نتایج در قالب دو ستون مقادیر مشاهده‌ای و برآوردی ارائه می‌گردد. جهت مقایسه میانگین مقادیر مشاهده‌ای و برآوردی از آزمون مقایسه میانگین دو متغیر جفت[۵] استفاده گردید، در این آزمون مشخصه‌های اندازه‌گیری شده به صورت زوج مرتب (x,y) در نظرگرفته می‌شوند که در آن x ویژگی اول و y ویژگی دوم در نمونه است. در نهایت پس از اعمال این روش در محیط نرم‌افزار SPSS ضریب همبستگی[۶] مشخص گردیده که هرچه این عدد به عدد ۱ نزدیکتر باشد یعنی دو متغیر اثر بیشتری روی هم دارند.

در مرحله نهایی جهت انتخاب بهترین روش از دو معیار MAE[۷] و MBE[۸] استفاده گردید، که از روابط زیر محاسبه می‌گردد:

$$MBE=\frac{\sum_{i=1}^{n}|Z*(x_i)-Z(x_i)|}{n}$$

$$MAE=\frac{\sum_{i=1}^{n}(Z*(x_i)-Z(x_i))}{n}$$

که در آن:

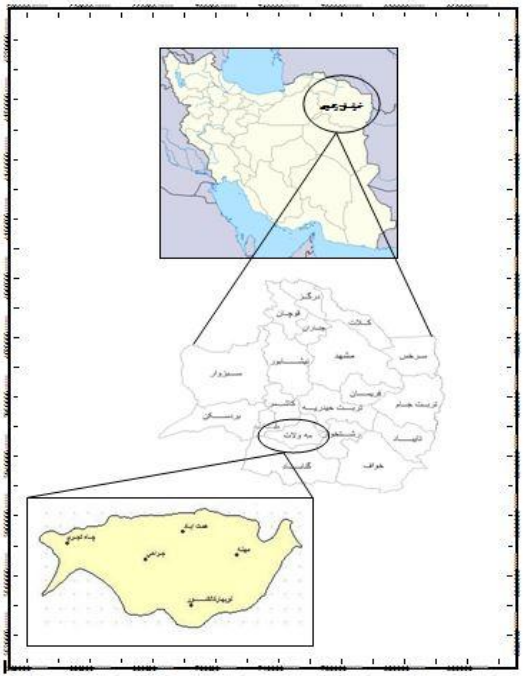
$Z*(x_i)$: مقدار برآورد شده متغیر مورد نظر؛

$Z(x_i)$: مقدار اندازه‌گیری شده متغیر مورد نظر؛

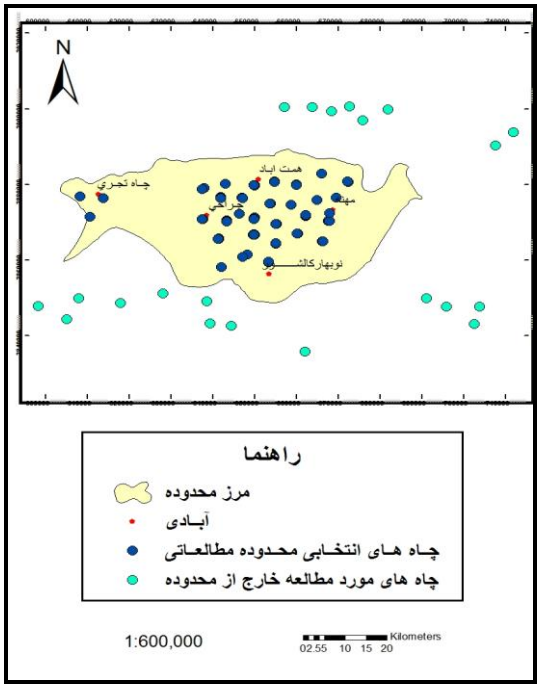
n: تعداد داده‌ها می‌باشد.

در واقع MAE، معرف دقت روش و مقدار متوسط خطا است و هرچه به صفر نزدیک‌تر باشد بهتر است و مقدار MBE نشان‌گر میانگین انحراف مقدار برآوردی از مقدار مشاهده شده است که مسلماً هرچه کمتر باشد بهتر است. در عمل مقدار این دو صفر نمی‌شود، از نظر تئوری هرگاه این دو مقدار برابر صفر شوند، نمایان‌گر این مطلب است که دقت روش صد در صد بوده و مقدار تخمین زده شده یک کمیت، دقیقاً برابر مقدار واقعی آن می‌باشد.

۱-Run Test
۲-Sill
۳-Nugget
۴-Cross-validation
۵-Paired-Samples T Test
۶-correlation
۷-Mean Bias Error
۸- Mean Absolute Error



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه در کشور و استان

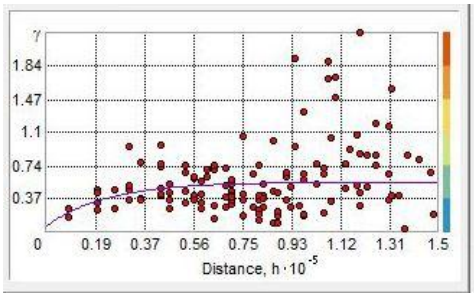


شکل ۲- موقعیت چاه‌های مورد بررسی در پژوهش

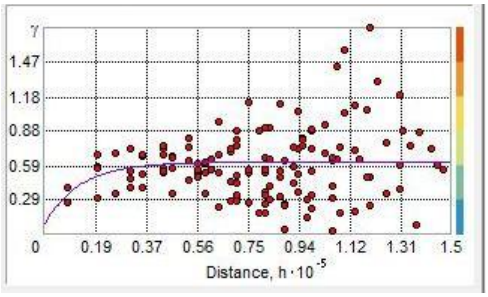
در مورد این دو معیار ژورنل (۱۹۸۴)، متذکر شد که MAE معیار قوی‌تری نسبت به MBE می‌باشد که در اکثر تحقیقات برای مقایسه دقت روش‌های مختلف میان‌یابی به‌کار می‌رود (گالیشان و همکاران، ۱۹۹۲). پس از انتخاب بهترین روش میانیابی برای سطح آب زیرزمینی، نقشه‌های پهنه‌بندی مکانی سطح آب زیرزمینی برای هریک از سال‌های دوره آماری مورد مطالعه در محیط نرم افزار Arc GIS 9.3 ترسیم گردید و روند تغییرات سطح آب زیرزمینی مورد بررسی قرار گرفت. در نهایت از تفاضل دو نقشه پهنه‌بندی مکانی ابتدا و انتهای دوره آماری، نقشه هم افت آب زیرزمینی محدوده بدست آمد.

نتایج

پس از انجام کلیه موارد مربوط به آنالیز داده‌ها از جمله آزمون توالی، آزمون نرمالیته و تبدیلات لگاریتمی اقدام به برازش مدل واریوگرام مناسب به ساختار فضایی داده‌ها و تعیین عامل‌های آن شده و از نظر استحکام ساختار فضایی داده‌ها بررسی شده و سپس به منظور ارزیابی روش‌های مختلف میان‌یابی با کمک تکنیک اعتبارسنجی متقابل، از مقادیر MAE و MBE استفاده گردید که نتایج حاصل از برازش واریوگرام در شکل‌های ۳ و ۴ و جدول ۱ و نتایج حاصل از تکنیک اعتبارسنجی متقابل در جدول ۲ ارائه شده است.



شکل ۳- واریوگرام سطح آب زیرزمینی ابتدای دوره آماری سال ۱۳۸۱



شکل ۴- واریوگرام سطح آب زیرزمینی انتهای دوره آماری سال ۱۳۹۱

جدول ۱- مشخصات واریوگرام مناسب برازش شده سطح آب در هریک از سال‌های آماری

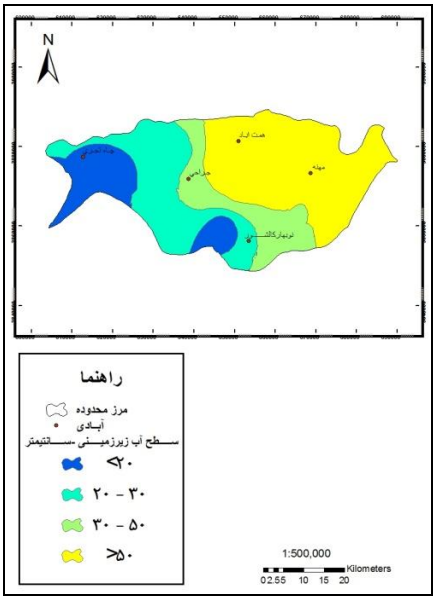
سال	مدل واریوگرام	اثر قطعه‌ای Co (متر مربع)	آستانه Co +C (متر مربع)	دامنه تاثیر R (متر)	پایداری ساختارفضایی(درصد) C \Co+ C
۱۳۸۱-۸۲	نمایی	۰/۰۵	۰/۴۹	۶۸۵۰۳	۰/۱۰۲
۱۳۹۰ -۹۱	نمایی	۰/۰۶	۰/۵۵	۳۹۰۰۳	۰/۱۰۹

جدول ۲- مقادیر MAE و MBE هریک از روش‌های میان‌یابی سطح آب زیرزمینی در دوره آماری

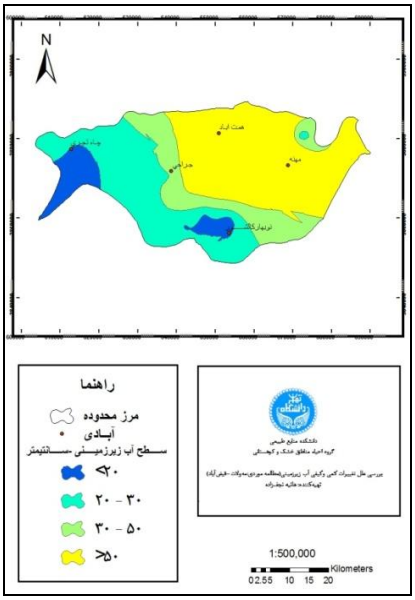
سال	میانگین	کریجینگ			IDW-1		
	نمونه‌های مشاهده‌ای	میانگین تخمینی	MBE	MAE	میانگین تخمینی	MBE	MAE
۱۳۸۱	۶۵/۹۸	۶۶/۴۸	۰/۷۷	۱۷/۵	۶۰/۵۷	۵/۸۰	۲۰/۹۷
۱۳۹۱	۷۸/۷۱	۷۸/۴۰	۰/۰۸	۲۰/۲۱	۷۶/۶۶	-۲/۰۵	۳۰/۷۷
		IDW-2			IDW-3		
		میانگین تخمینی	MBE	MAE	میانگین تخمینی	MBE	MAE
۱۳۸۱	۶۵/۹۸	۵۹/۴۲	-۶/۵۵	۱۹/۴۵	۶۶/۸۵	۰/۸۷	۲۲/۰۹
۱۳۹۱	۷۸/۷۱	۸۱	۲/۲۸	۲۵/۲۰	۸۱/۶	۳/۱۱	۲۳/۹۱
		IDW-4			IDW-5		
		میانگین تخمینی	MBE	MAE	میانگین تخمینی	MBE	MAE
۱۳۸۱	۶۵/۹۸	۵۹/۴۲	-۶/۵۵	۱۹/۴۵	۶۴/۵۷	-۱/۴۱	۲۲/۹۲
۱۳۹۱	۷۸/۷۱	۸۶/۷۴	۶/۹۵	۲۳/۵۱	۸۷/۳۳	۷/۲۱	۲۴/۹۳

پس از بررسی مقادیر معیارهای MAE و MBE و انتخاب مناسب‌ترین روش میان‌یابی با نرم افزار Arc GIS 9.3 و تهیه نقشه-های پهنه‌بندی مکانی در همین نرم افزار، نتایج حاصل در شکل‌های ۵ و ۶ ارائه گردید.

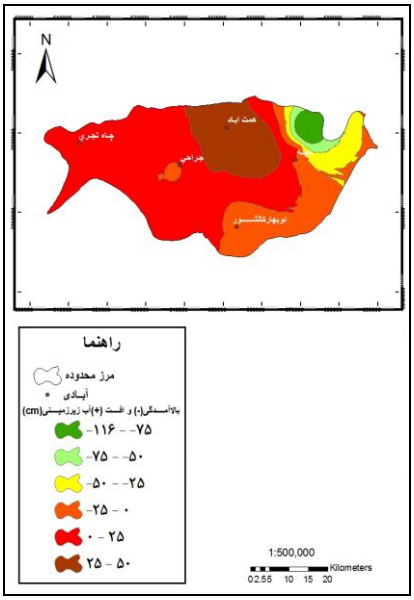
در نهایت با تفاضل دو نقشه تغییرات سطح آب زیرزمینی در ابتدا و انتهای دوره آماری نقشه هم افت سفره که درواقع پهنه-بندی زمانی می‌باشد در شکل ۷ ارائه شده است.



شکل۵- پهنه‌بندی مکانی سطح آب زیرزمینی(۱۳۸۱)



شکل۶- پهنه‌بندی مکانی سطح آب زیرزمینی(۱۳۹۱)



شکل ۷- نقشه هم افت (سانتی‌متر) آب زیرزمینی

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج بدست آمده از آنالیز واریوگرافی مربوط به عامل سطح آب زیرزمینی در هر دو سال سمی واریوگرام مدل نمایی را بعنوان مناسب‌ترین مدل شناسایی گردید که این مدل از مبدا مختصات شروع شده و در نزدیکی آن رفتار خطی دارد. علت پیدایش

داده‌هایی با چنین مدلی می‌تواند به دلیل وجود روند در محدوده مورد بررسی باشد و دامنه تاثیر آن از ۶۸۵۰۳ متر در سال آبی ۸۲-۸۱ به میزان ۳۹۰۰۳ متر در سال آبی ۹۱-۹۰ تنزل یافته است که این مسئله با یافته‌های جهانگرد محمدی و همکاران (۱۳۷۸)، نظری‌زاده و همکاران (۱۳۸۵) در دشت بالارود و لین[۱] و همکاران (۲۰۰۶) در دشت سیلابی چیانان همسویی دارد. لازم به ذکر است این مهم با نتایج صفری (۱۳۸۱) در دشت چمچال مغایرت دارد که احتمالاً به‌دلیل متفاوت بودن شرایط حاکم بر منطقه و سطح آب زیرزمینی است.

از نظر معیار نسبت اثر قطعه‌ای به سقف (C \C**o**+ C) که همانطور که در بخش مواد و روش‌ها ذکر گردید معیاری برای بیان استحکام یک ساختار مکانی می‌باشد که نتایج نشان داد در تمام سال‌ها از استحکام مکانی بالایی برخودار است و نشان دهنده وابستگی قوی متغیر مکانی می‌باشد.

نتایج حاصل از تکنیک ارزیابی متقابل در مورد عامل سطح آب زیرزمینی حاکی از انتخاب روش کریجینگ بعنوان بهترین روش میان‌یابی می‌باشد که این مهم با نتیجه تحقیقی که جهت ارزیابی شبکه باران‌سنجی ثبات ایران با روش کریجینگ توسط قهرمان (۱۳۸۰) صورت گرفت، دقت روش کریجنگ قابل قبول تشخیص داده شد و همچنین با تحقیقات تقی زاده و همکاران (۱۳۸۷) در دشت رفسنجان، نون کرسیک[۲] (۱۹۹۷) که کریجینگ را به عنوان قابل اعتمادترین، قوی‌ترین و گسترده‌ترین روش برای درون‌یابی و تهیه منحنی‌های تراز آب‌های زیرزمینی می‌داند و ادهیکاری[۳] و همکاران (۲۰۱۱) در غرب دهلی در هند مطابقت دارد.

نتایج حاصل از بررسی نقشه‌های پهنه‌بندی مکانی سطح آب زیرزمینی تهیه شده به کمک زمین‌آمار برای هر سال در طی دوره آماری در محدوده مطالعاتی حاکی از بالا بودن سطح آب زیرزمینی (بیشتر از ۵۰ سانتیمتر) در بخش شرق و شمال شرق که ورودی جریان‌های سطحی از دشت ازغند به محدوده مطالعاتی می‌باشد بوده و بتدریج به سمت خروجی دشت و مناطق پست و فرورفته که مناطق کویری و مشرف به کویر نمک شهرستان بجستان به‌دلیل خروج زه‌آب‌های زیرزمینی به نواحی کویری سطح آب زیرزمینی رو به کاهش (کمتر از ۲۰ سانتیمتر) است که این بررسی گویای ناهمـــوار بودن سنگ کف و شیب ملایم آن به سمت غرب می‌باشد. با مقایسه نقشه‌های سطح آب زیرزمینی در ابتدا و انتهای دوره آماری به این نتیجه می‌رسیم که روند افت شدید سطح آب زیرزمینی در سطح منطقه مطالعاتی قابل توجه است، به طوریکه متوسط سطح آب زیرزمینی در سال ۸۱ از ۷۵/۶۲ به ۹۰/۵۴ سانتی‌متر در سال۹۱ (۱۴/۹۲ سانتی‌متر افت) تنزل یافته است. همانطور که در نقشه افت سطح آب زیرزمینی قابل مشاهده است بجز در بخش کوچکی از شمال شرق در بخش‌های دیگر منطقه افت شدید سطح آب زیرزمینی مشاهده می‌شود و با توجه به مطالب بیان شده می‌توان نتیجه گرفت با درنظرگرفتن نقشه کاربری اراضی محدوده مطالعاتی دلیل افت شدید آب در دوره آماری مورد مطالعه در بخش مرکزی محدوده مطالعاتی، روند رو به رشد تعداد چاه‌های بهره-برداری و بدنبال آن اضافه برداشت بمنظور آبیاری باغات (بویژه باغات پسته) و اراضی زراعی آبی بوده است و البته کاهش میانگین میزان بارش و خشکسالی‌های منطقه نیز مزید بر علت بوده که در درجه اول باعث کاهش جریان آب‌های سطحی و

۱- Lin & et al.

۲- Kresic & et al.

۳-Adhikary & et al.

سپس هجوم انسان به بهره‌برداری از آب زیرزمینی می‌شود. بدنبال کاهش جریان آب‌های سطحی، کاهش تغذیه منابع آب زیرزمینی در بخش‌های شمالی و غربی نیز دلیل بر افت سطح آب زیرزمینی بوده است. از عوامل دیگر موثر در افت سطح آب زیرزمینی در این مناطق می‌تواند اثرات منفی اجرای پروژه‌هایی از جمله؛ بندهای انحرافی که تا حدودی مانع نفوذ آب و کاهش جریان زیر بستری کال‌ها و آبراهه‌ها که در تغذیه سفره آب زیرزمینی مؤثرند می‌شود، سدهای مخزنی مانند سد مخزنی ازغند در بالادست محدوده مطالعاتی که احدث آن هر چند سبب بهره‌برداری بهینه از آورد رودخانه ازغند و افزایش تغذیه آبخوان دشت ازغند می‌شود ولی اثر منفی بر وضعیت کیفی و کمّی آب‌های محدوده مه‌ولات و محیط زیست اطراف آن دارد، می‌باشد. این مهم با یافته‌های خلیل پور (۱۳۸۱) در دشت قم، لشکری پور (۱۳۸۴) در دشت مشهد، محمدی (۱۳۸۹) در دشت کرمان، شاهید و هازریکا[۱](۲۰۰۹) در منطقه بنگلادش و زهتابیان و همکاران (۲۰۱۳) در دشت گرمسار مطابقت دارد.

در بخش کوچکی از شمال شرق منطقه مطالعاتی نه‌تنها افت سطح آب مشاهده نمی‌شود بلکه سطح آب این چاه‌ها خیز و بالاآمدگی داشته است که دلیل آن می‌تواند ورود جریان‌های سطحی از دشت ازغند و مهار جریان‌های سطحی در سرشاخه رودخانه‌ها و کال‌های در ناحیه شمال شرق منطقه مطالعاتی و جمع شدن آب باشد که اغلب اثر منفی هم بر پائین دست و تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی دارد.

در جهت حفظ آبخوان از نظر کمی و نجات سفره‌های آب زیرزمینی باید مدیریت بهره برداری بهینه جایگزین سیاست بهره برداری فعلی گردد. در این راستا پیشنهاد می‌گردد از هرگونه اضافه برداشت در منطقه جداً جلوگیری گردد به‌طوریکه ادامه وضع بهره‌برداری فعلی خسارت‌های فراوانی را برای کشاورزان منطقه در پی خواهد داشت که در این راستا بایستی ضمن ارائه الگوی کشت مناسب و سازگار با اقلیم منطقه، افزایش راندمان آبیاری با تشویق زارعین، ارائه امکانات مناسب و ارائه آموزش لازم در جهت توسعه کشت محصولات کم‌آب‌بر از طرف سازمان جهاد کشاورزی نسبت به مشخص نمودن ارزش واقعی آب اقدامات لازم صورت گیرد.

منابع

- تقی‌زاده مهرجردی، روح اله و همکاران. ۱۳۸۷. بررسی روش‌های درون‌یابی مکانی جهت تعیین تغییرات مکانی ویژگی‌های کیفی آب‌های زیرزمینی دشت رفسنجان، مجله علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، سال دوم، شماره ۵، ص ۶۳ تا ۷۰.
- خلیلی پور، ا.، ۱۳۸۱. بررسی روند کمی و کیفی آبهای زیرزمینی دشت قم و تأثیر آن بر بیابانزایی منطقه. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۱۳۰ صفحه.
- صداقتی، ناصر، حسینی فرد، جواد(۱۳۹۱)، مقایسه اثرات دو سیستم آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی بر رشد وعملکرد درختان بارور پسته، نشریه آب و خاک، جلد۲۶، شماره۳، تابستان۱۳۹۱، صص ۵۸۵-۵۷۵.
- صفری، م، ۱۳۸۱. تعیین شبکه بهینه اندازه‌گیری سطح آب زیرزمینی با کمک روش‌های زمین‌آماری. مطالعه موردی دشت چمچال. پایان‌نامه کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی دانشگاه تربیت مدرس.
- قهرمان، ع.ر. ۱۳۸۰. طراح شبکه باران‌سنجی ثبات برای ایران. مجله علمی دانشگاه شیراز. دوره ۲۵. ش 4B، ص ۷۴۳.
- لشگری پور، غ.، ۱۳۸۴ . افت سطح آب زیرزمینی و پیامد نشست زمین در دشت مشهد .مجموعه مقالات نهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران، دانشگاه تربیت معلم تهران، ص ۱۳۲-۱۲۴.
- مدنی، حسن. ۱۳۷۳. مبانی رمین آمار. انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر.

---

۱ -Shahid and Hazarika.

- مشعل، محمود و همکاران، . ۱۳۸۶ ارزیابی شبکهٔ چاه‌های مشاهده‌ای سطح آب زیرزمینی بااستفاده از روش‌های زمین آماری در دشت اراک. سومین کنفرانس سراسری آبخیزداری و مدیریت منابع آب و خاک کرمان . جلد دوم ص۸۸۴-۸۸۸.
- محمدی، جهانگرد، وان مرونه، مارک. ۱۳۷۸. ژئواستاتیستیک ابزاری مفید در مطالعه و پهنه‌بندی آلودگی‌های زیست‌محیطی. اولین کنفرانس زمین‌شناسی مهندسی و محیط زیست ایران. دانشگاه تربیت مدرس تهران. ص ۸۱۵-۸۲۸.
- محمدی، صدیقه. ۱۳۸۹. بررسی تغییرات مکانی کیفیت و کمیت آبهای زیرزمینی دشت کرمان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.
- مهدوی، محمد. ۱۳۸۱. هیدرولوژی کاربردی. جلد اول. چاپ چهارم. انتشارات دانشگاه تهران.
- میثاقی، فرهاد و محمدی، کوروش. ۱۳۸۱. برآورد سطح آب زیرزمینی با استفاده از روش‌های متداول درون‌یابی و مقایسه آن با تکنیک زمین‌آمار. چکیده مقالات بیست و یکمین گردهمایی علوم زمین. سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور. ص۵۸۸ تا ۵۹۰.
- نادریان فر، محمد. ۱۳۸۹. بررسی روند تغییرات پارامترهای کمی و کیفی آب زیرزمینی تحت شرایط اقلیمی مختلف. پایان-نامه جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد. دانشگاه فردوسی. دانشکده کشاورزی (گروه مهندسی آب).
- نظری‌زاده، فرشاد، ارشادیان، بهناز و زند وکیلی، کامران. ۱۳۸۵. بررسی تغییرات مکانی کیفیت آب زیرزمینی دشت بالارود خوزستان. اولین همایش منطقه‌ای بهره‌برداری بهینه از منابع آب حوضه‌های کارون و زاینده‌رود. دانشگاه شهرکرد. ص ۱۲۳۶ تا ۱۲۴۰.

-Adhikary.p.p et al.2010. Assessment of ground water pollution in west dehli, india using geostatistical approach. Environ Assess.

-Dick, J.B. and Gerard, B.M.H., 2006. Optimization of sample patterns for universal kriging of environmental variables. Geoderma, 138: 86-95.

-Dirks, K. N., J. E. Hay, C. D. stow and D. Harris, 1998, High- Resolution Studies of Rainfall on Norfolk Island Part II: Interpolation of Rainfall Data, Journal of Hydrology, Amesterdam, 208(3-4):187- 193.

-Hu K., Huang, Y. Li, H. Li, B. Chen, D. and Edlin White, R. 2005. Spatial variability of shallow groundwater level, electrical conductivity and nitrate concentration, and risk assessment of nitrate contamination in North China Plain. Environment International31, 896 – 903.

-Kersic,N, 1997. Hydrology and groundwater modeling. Lewis Publisher.

-Lee J.J, Jang C.H, Wang S.W. and Liu, C.W. 2007. Evaluation of potential health risk of arsenic-affected ground water using indicator kriging and does response model. Science of the Total Environment. 384 (151-162).

-Li, S., Zhang, Q. (2008), “Geochemistry of Upper Han River Basin”, Chaina, Applied Geochemistry, 23, 3535-3544.

-Shahid, Sh., and M. K. Hazarika. 2009. Groundwater Drought in the Northwestern District of Bangladesh. Water Resour.Manage.

-Zehtabyan, Gh.,Jaanfaza, A., Mohammad Asgari, H., Nematollahi, M.C., 2013. Modeling of spatial variations of some groundwater chemical properties (case study: Garmsar watershed). Journal of Range andDesert Research of Iran. No, 17. pp: 61-73.