« سومین همایش ملی مدیریت شبکه های آبیاری و زهکشی »
دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشکده مهندسی علوم آب
10 الی 12 اسفند 1389

بررسی تغییرات مکانی هدایت هیدرولیکی با استفاده از روش های کریجینگ و IDW (مطالعه موردی قسمتی از دشت شاوور استان خوزستان)

سعید حمزه
مربی گروه خاکشناسی دانشگاه دولتی ملایر **(s_hamzeh@malayeru.ac.ir)**
عبدعلی ناصری
دانشیار گروه آبیاری و زهکشی دانشگاه شهید چمران اهواز **(abdalinaseri@yahoo.com)**
علی خانمیرزایی
عضو هیات علمی گروه خاکشناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج **(alikhanmirzai@yahoo.com)**
پیوند پاپن
کارشناس ارشد خاکشناسی سازمان آب و برق خوزستان **(Payvand-p2006@yahoo.com)**
محمد الباجی
دکتری آبیاری، سازمان آب و برق خوزستان **(m_albaji2000@yahoo.co.uk)**

چکیده

خصوصیات خاک از نقطه ای به نقطه دیگر تغییر می کند. شناخت این تغییرات جهت برنامه ریزی دقیق، مدیریت مزرعه، تعیین تناسب اراضی برای کشت و یا تعیین میزان آب لازم جهت آبشویی، تعیین الگوی کشت و پیش بینی عملکرد امری ضروری و اجتناب ناپذیر است. اغلب تخمین پارامترهای طرحهای آب وخاک با استفاده از روشهای ساده برآورد نقطه ای و یا با استفاده از روابط همبستگی انجام می شود. در روشهای کلاسیک به دلیل در نظر نگرفتن پراکنش نقاط و فاصله مکانی و یا زمانی آنها، امکان دستیابی به دقت مطلوب ، همیشه امکانپذیر نمی باشد. به نظر می رسد که تکنیک زمین آمار بتواند در این ز مینه موثر باشد. از مهم ترین این روش ها می توان به روش های تیسن، IDW، TIN، کریجینگ و کوکریجینگ اشاره نمود. در این مقاله کاربرد دو روش زمین آماری (کریجینگ و IDW) در برآورد هدایت هیدرولیکی قسمتی از دشت شاوور در استان خوزستان مورد بررسی قرار گرفته است. جمع بندی نتایج بدست آمده از تجزیه نیم تغییرنما و ارزیابی روشها در این تحقیق نشان داد نیم تغییر نمای ضر یب آبگذری خاک منطقه عموما از مدل خطی تبعیت می کند و بطور کلی نتایج حاصل از آنالیز نیم تغییرنمای ضریب آبگذری، همبستگی مکانی خوبی را برای ضریب آبگذری در منطقه مورد مطالعه نشان نداد.

واژه‌های کلیدی: هدایت هیدرولیکی، زمین آمار، کریجینگ، IDW، دشت شاوور

مقدمه

طراحی دقیق یک سیستم زهکشی مناسب ، بر ای برقراری توازن بین آب و نمک خاک از اهمیت زیادی برخوردار است و بالطبع بروز یک اشتباه در طراحی، ممکن است نتایج کاملا متفاوتی را پس از اجرا بهمراه داشته باشد . زهکشی یک منطقه، قبل از هر چیز نیازمند اطلاعات ی از قبیل هدایت هیدرولیکی می باشد .تخمین هدایت هیدرولیکی در تمام مراحل مطالعاتی مورد نیاز می باشد . اغلب تخمین پارامترهای طرحهای آب وخاک با استفاده از روشهای ساده برآورد نقطه ای و یا با استفاده از روابط همبستگی انجام می شود .از طرفی در رسم نقشه ها لازم است تعداد نقاط از حدی کمتر نباشد تا بتوان به دقت قابل

قبولی دست یافت . در روشهای کلاسیک به دلیل در نظر نگرفتن پراکنش نقاط و فاصله مکانی و یا زمانی آنها، امکان دستیابی به دقت مطلوب ، همیشه امکانپذیر نمی باشد. به نظر می رسد که تکنیک زمین آمار بتواند در این ز مینه موثر باشد. برخلاف روشهای کلاسیک، روشهای زمین آمار ضمن در نظر گرفتن ارتباط بین نقاط و موقعیت مکانی آنها، اغلب دقت قابل قبولی را عاید می سازند.روشهای زمین آماری مختلفی وجود دارد . در مجموع می توان گفت که روش مناسب زمین آماری در برآورد یک متغیر، به نوع متغیر و عوامل منطقه ای تأثیرگذار بر آن بستگی دارد و نمی توان روش منتخب در یک منطقه را به سایر مناطق تعمیم داد. از طرفی به دلیل مشکلات و هزینه های اندازه گیری صحرایی، بایستی با روشی ارزان و دقیق این تغییرات را درون یابی کرد. روش های مختلفی جهت درون یابی وجود دارد. از مهم ترین این روش ها می توان به روش های تیسن، IDW، TIN، کریجینگ و کوکریجینگ اشاره نمود.

جهت تبین بیشتر موضوع، کاربرد دو روش زمین آماری (کریجینگ و IDW) در برآورد هدایت هیدرولیکی قسمتی از دشت شاوور در استان خوزستان مورد بررسی قرار گرفته است.

روش کریجینگ یک برآورد کننده درون یابی دقیق است که برای بدست آوردن بهترین برآورد خطی نااریب استفاده می شود. بهترین برآورد کننده خطی نا اریب باید حداقل واریانس خطای برآورد را داشته باشد. معادله کلی کریجینگ به صورت زیر است.

$$Z^*(x_p) = \sum_{i=1}^{n} \lambda_i Z(x_i) \tag{1}$$

به منظور دست یابی به تخمین های ناریب در روش کریجینگ مجموع معادلات ذیل باید بطور همزمان حل شوند.

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^{n} \lambda_i \gamma(x_i, x_j) - \mu = \gamma(x_i, x) \\ \sum_{i=1}^{n} \lambda_i = 1 \end{cases} \tag{2}$$

که در آن $Z^*(x_p)$ مقدار محاسبه شده در مکان x_p، $Z(x_i)$مقدار معلوم در مکان x_i، λ_i وزن مرتبط با داده ها، μضریب لاگرانژ و $\gamma(x_i, x_j)$مقدار واریوگرام متناظر به یک بردار با شروع در x_i و حد نهایی در x_j است. فرم کلی معادلات کوکریجینگ به شکل زیر است.

$$\begin{cases} \sum_{l=1}^{v} \sum_{i=1}^{n_l} \lambda_{il} \gamma_{lv}(x_i, x_j) - \mu_v = \gamma_{uv}(x_j, x) \\ \sum_{i=1}^{n_l} \lambda_{il} = \begin{cases} 1, & 1 = \mathrm{u} \\ 0, & 1 \neq \mathrm{u} \end{cases} \end{cases} \tag{3}$$

که u و v متغیرهای کوواریته اولیه و ثانویه اند. در روش کوکریجینگ تغییرات u و v دارای همبستگی متقاطع است. برای آنالیز کوکریجینگ سمی واریوگرام متقاطع باید در ابتدا تعیین شود. در هر نقطه باید u و v اندازه گیری شده باشد و سمی واریوگرام متقاطع با معادله زیر برآورد می شود.

$$\gamma_{uv} = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z_u(x_i) - Z_u(x_i + h)][Z_v(x_i) - Z_v(x_i + h)] \tag{4}$$

نسبت $\frac{Nugget}{Sill}$ برای طبقه بندی وابستگی مکانی استفاده می شود. اگر نسبت $\frac{Nugget}{Sill}$ برای یک متغیر کمتر از 0/25 باشد، این متغیر دارای همبستگی مکانی بالا و اگر این نسبت بین 0/25 تا 0/75 باشد دارای هبستگی مکانی محدود و اگر بالاتر از 0/75 باشد دارای هبستگی مکانی ضعیف است (لیو و همکاران 2006).

بررسی های موجود نشان می دهد که نوع متغیر روش مناسب زمین آماری را مشخص می کند .لذا ضروری است که روشهای مختلف برای متغیر مورد نظر به نحوی مورد مقایسه و ارزیابی قرار گیرند و از بین آنها روش مناسب توصیه گردد. در رابطه، تکنیک Cross-Validation برای ارزیابی روش های زمین آماری روشی مناسب میباشد. در این تکنیک، هر بار یک نقطه مشاهده ای حذف شده و با استفاده از نقاط مجاور و مدل مورد نظر، مقداری برای نقطه حذف شده برآورد می گردد، سپس مقدار واقعی به محل قبلی برگردانده شده و برای تمامی نقاط شبکه، این عمل تکرار می شود .در نهایت با توجه به مقادیر مشاهده شده و برآورد شده، انحراف (MBE) و دقت (MAE) روش میانیابی می تواند با استفاده از روابط زیر محاسبه گردد:

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

$$MAE = \sum_{i=1}^{n} \left|Z^*(x_i) - Z(x_i)\right| \Big/ n \qquad (5)$$

که در آنها: Z*(x i) : مقدار برآورد شده در نقطه Xi، Z(x i) : مقدارمشاهده شده در نقطه Xi و n : تعداد نقاط است. MAE معرف خطا است که هرچه به صفر نزدیکتر باشد، دقت روش مورد نظر مناسب تر است. مقدار MBE نشانگر میانگین انحراف است که می تواند مثبت و یا منفی باشد، به عبارت دیگر مشخص میکند که مدل متغیر مورد نظر را کم و یا زیاد برآورد می کند . از نظرتئوری هرگاه این دو مقدار برابر صفرشو ند، نمایانگر این مطلب است که دقت روش صد در صد بوده و مقدار تخمین زده شده یک کمیت دقیقا برابر مقدار واقعی آن، می باشد.

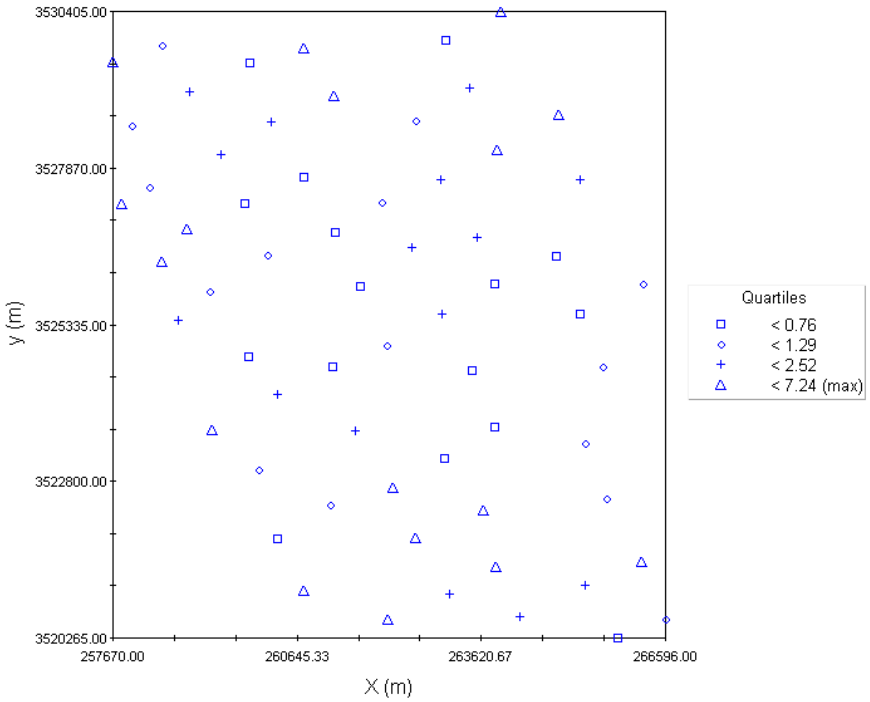
مواد و روشها

موقعیت محدوده مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه قسمتی از اراضی طرح شاوور جزء دشتهای رسوبی قدیمی رودخانه های دز و کرخه می باشد. اراضی طرح شاوور در استان خوزستان و در نواری به طول 55 کیلومتر و عرض 8 تا 16 کیلومتر از شمال به اراضی طرح نیشکر میان آب و بخش شاوور (روستای مسلم بن عقیل در محل پل شاوور)، از جنوب به کانال توانا، از شرق به خط آهن اهواز – اندیمشک و از غرب در قسمت شمالی مسیر به جاده اهواز اندیمشک و در قسمت جنوبی آن به رودخانه کرخه محدود شده است.

ضریب آبگذری منطقه

به منظور طراحی شبکه زهکشی زیرزمینی و تعیین دبی، قطر، عمق استقرار و فاصله آنها از یکدیگر نیاز به اندازه گیری ضریب آبگذری خاکها می باشد. اندازه گیری ضریب آبگذری خاکها بطور کلی با توجه به عمق برخورد به سطح ایستابی در بالا و یا در زیر سطح ایستابی انجام می گیرد. در مواردی که سطح ایستابی کمتر از سه متری سطح زمین باشد. در این تحقیق از داده های قسمتی از محدوده طرح به وسعت 9051 هکتار استفاده گردید که در مجموع شامل 63 نقطه اندازه گیری شده بود. در تمام این نقاط هدایت هیدرولیکی به روش چاهک (Auger Hole Method) اندازه گیری شده است. شکل (2) موقعیت جغرافیایی و نحوه پراکنش نقاط مورد نظر در محدوده طرح را نشان میدهد.



شکل (2): موقعیت جغرافیایی و پراکنش نقاط اندازه گیری هدایت هیدرولیکی خاک

روشهای میانیابی استفاده شده

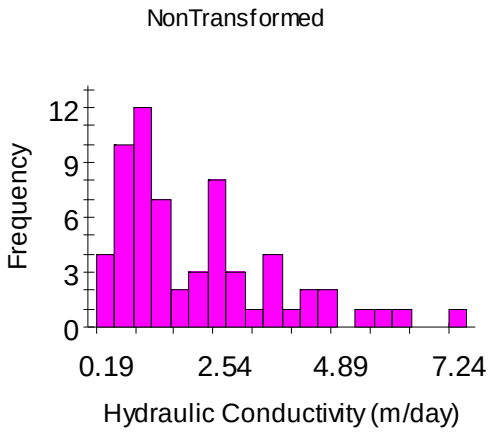
با توجه به نتایج حاصل از تحقیقات مختلف و نیز در دسترس بودن نرم افزارهای مربوط به هر روش، در این تحقیق از روشهای میانیابی کریگینگ و IDW با استفاده از تکنیک Cross Validation استفاده گردید. این روش بر این اساس است که هر بار یک نقطه مشاهده ای حذف شده و برای آن از روی نقاط مجاور، مقداری برآورد می گردد .سپس مقدار واقعی به محل قبلی برگردانده شده و برای تمامی نقاط شبکه، این عمل تکرار می شود. جهت انجام محاسبات از نرم افزار اختصاصی زمین آماری GS+ استفاده شد. نرم افزار GS+ یک برنامه نقشه کشی و آنالیز آماری است که اجازه می دهد کاربر به آسانی روابط فضایی در داده های زمینی را اندازه گیری کرده و نشان دهد.این نرم افزار داده های فضایی را برای خود همبستگی مورد آنالیز قرار می دهد و سپس این اطلاعات را به منظور ساختن نقشه های بهینه آماری از مناطق نمونه برداری مورد استفاده قرار می دهد.

آنالیز آماری داده ها

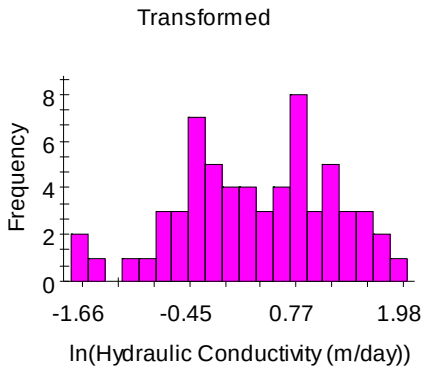
جدول (1) نتایج آماری هدایت هیدرولیکی نقاط مورد نظر را نشان می دهد . تعداد داده هایی که در این بررسی مورد استفاده قرار گرفته است، 63 مورد بوده است . بررسی نتایج جدول (1) و شکل (3) نشان می دهد که داده های هدایت هیدرولیکی در این دشت از توزیع نرمال پیروی نمی کنند . لذا با گرفتن لگاریتم از داده ها، توزیع آنها نرمال شده که نتایج آن در جدول (1) و شکل (4) مشهود می باشد.

جدول (1): آنالیز آماری مقادیر هدایت هیدرولیکی(m/day) اندازه گیری شده درحالت کلی و لگاریتمی

پارامتر	تعداد	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	واریانس	چولگی	کشیدگی
داده های اندازه گیری شده	63	0/19	7/24	2/022	1/626	2/643	1/17	0/85
لگاریتم داده های اندازه گیری شده	63	-1/66	1/98	0/364	0/878	0/771	-0/26	-0/61



شکل (3): منحنی توزیع فراوانی هدایت هیدرولیکی خاک منطقه

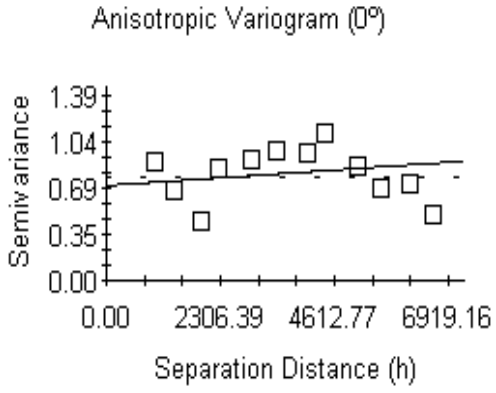


شکل (4): منحنی توزیع فراوانی لگاریتم هدایت هیدرولیکی خاک منطقه

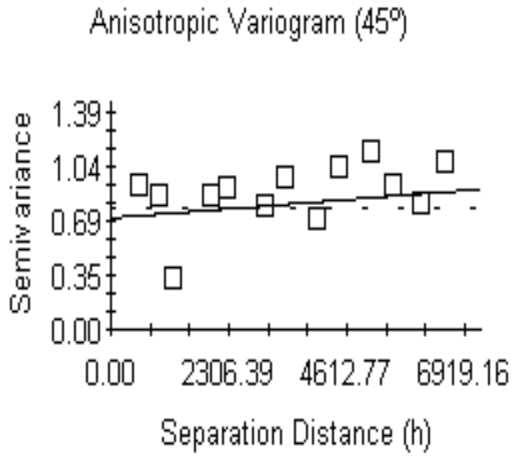
با توجه به مقادیر چولگی و کشیدگی ارائه شده در جدول (1) و منحنی توزیع فراوانی لگاریتم داده های هدایت هیدرولیکی خاک، مشخص شد که هدایت هیدرولیکی تقریبا از یک توزیع لوگ نرمال تبعیت می کند. لوگ نرمال بودن توزیع هدایت هیدرولیکی در مطالعاتی دیگر نظیر راجرز (1991)، حسینی چگینی و همکاران(1993) و مصطفی (2000) نیز حاصل شده است.

نتایج و بحث:

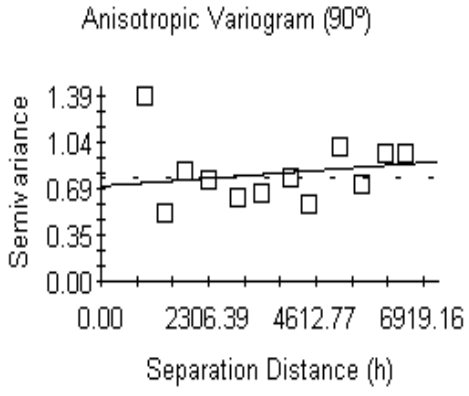
به منظور بررسی وضعیت همسانگردی هدایت هیدرولیکی، نیم تغییر نما در چهار جهت 0، 45، 90 و 135درجه ترسیم گردید که نتیجه آن در شکل های (5) تا (8) ارائه شده است . بر اساس شکل های مربوطه به نظر می رسد که تغییرات هدایت هیدرولیکی در جهات مختلف همگن بوده و تغییرات فاحشی را در یک جهت مشخص نمی توان مشاهده نمود . بر این اساس نیم تغییر نما برای همه نقاط و بدون در نظر گرفتن جهت خاصی ترسیم گردید . به عبارت دیگر فرض همسانگردی داده ها در این بررسی صادق است.



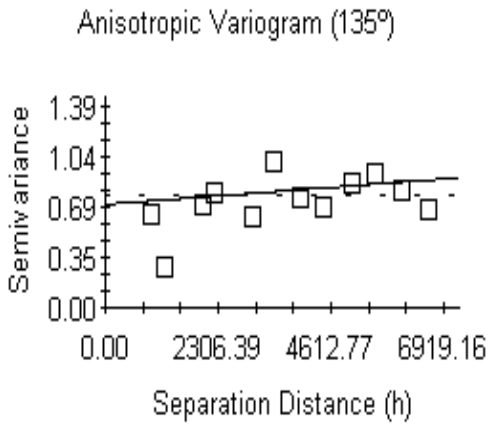
شکل (5): نیم تغییر نمای هدایت هیدرولیکی در جهت صفر درجه



شکل (6): نیم تغییر نمای هدایت هیدرولیکی در جهت 45 درجه

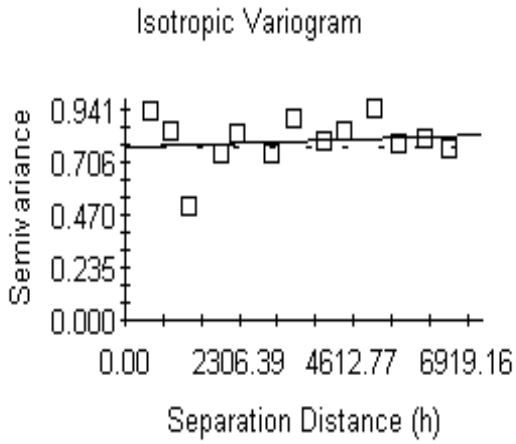


شکل (7): نیم تغییر نمای هدایت هیدرولیکی در جهت 90 درجه



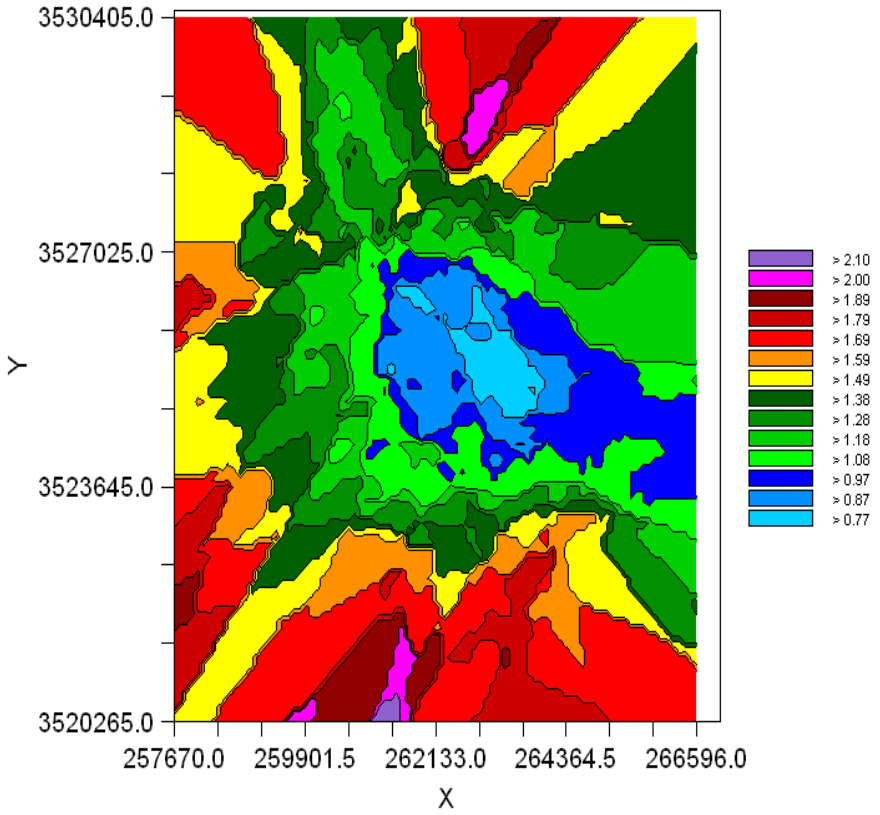
شکل (8): نیم تغییر نمای هدایت هیدرولیکی در جهت 135 درجه

همچنین شکل (9) نیم تغییر نمای تجربی و مدل بسط داده شده بر آن را نشان می دهد. بررسی های به عمل آمده نشان داد که مدل خطی، مدل مناسبی برای این نیم تغییر نما است.



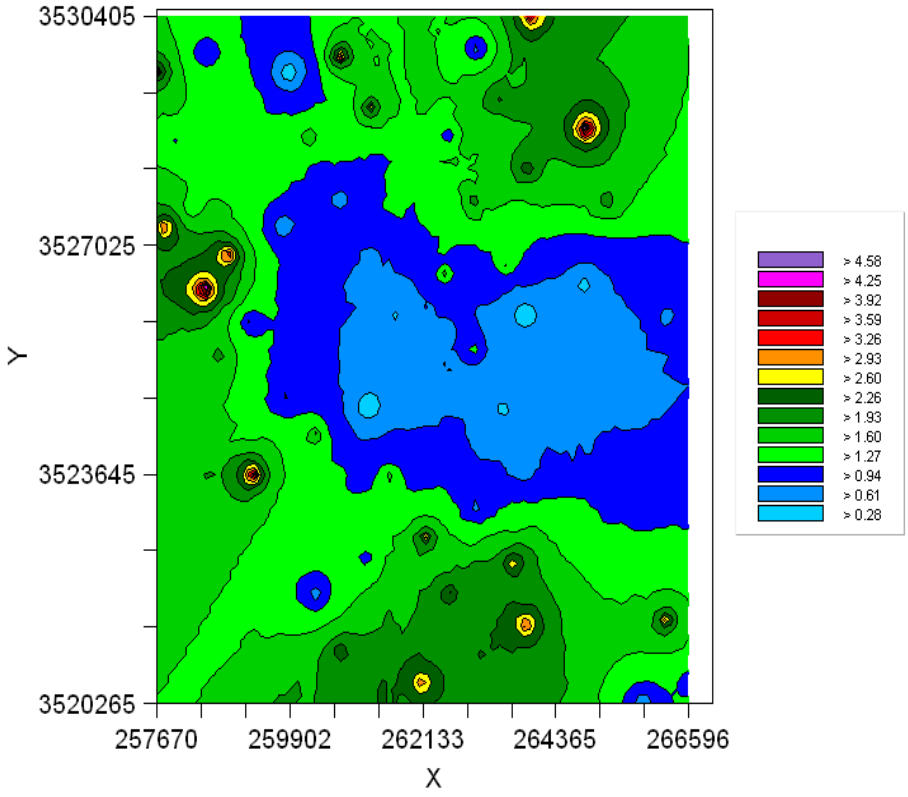
شکل (9): مدل و نیم تغییر نمای تجربی هدایت هیدرولیکی اشباع در کل منطقه

بر اساس شکل فوق، مدل بسط داده شده بر نیم تغییر نمای تجربی، خطی بوده که دارای اثر قطعه ای 0/7749 ، آستانه 0/8239 و شعاع تاثیر 6567/87 متر تعیین شده است . خطای اندازه گیری در حدود 94 در صد (نسبت اثر قطعه ای به آستانه) محاسبه شده است که مبین این است که دا ده های هدایت هیدرولیکی در دشت شاوور از ساختار مکانی خوبی برخوردار نیستند . در عین حال، روش کریجینگ و IDW برای تهیه نقشه برآورد هدایت هیدرولیکی مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت . در این رابطه،برای روش کریجینگ با استفاده از نیم تغییر نمای شکل (9) و با استفاده از تکنیک Cross Validation مورد بررسی قرار گرفت که نتیجه آن در شکل (10) نشان داده شده است.



شکل (10): نقشه هدایت هیدرولیکی منطقه با استفاده از روش کریجینگ

با استفاده از همین داده، روش IDW مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت که نتیجه آن در شکل (11) ارائه شده است.



شکل (10): نقشه هدایت هیدرولیکی منطقه با استفاده از روش IDW

نتیجه گیری

جمع بندی نتایج بدست آمده از تجزیه نیم تغییرنما و ارزیابی روشها در این تحقیق نشان داد نیم تغییر نمای ضر یب آبگذری خاک عموما از مدل خطی تبعیت می کند . بطور کلی نتایج حاصل از آنالیز نیم تغییرنمای ضریب آبگذری، همبستگی مکانی خوبی را برای ضریب آبگذری در منطقه مورد مطالعه نشان نداد که علت آن را می توان ناشی از عواملی همچون فرسایش شدید خاکهای منطقه و جابجائی لایه های سطحی طی سالیان متوالی وعدم وجود مدیریت صحیح روی رودخانه های دز و کرخه، و طغیانهای ناگهانی آب و به تبع آن فرسایش آبی شدید خاک و ته نشین شدن رسوبات در برخی مناطق دشت مورد نظر دانست. .مجموع عوامل ذکر شده، باعث ناهمگنی زیاد بافت خاک و عدم تشکیل ساختمان یکنواخت در خاکهای سطحی و تحت الارضی شده است . بنابراین بنظر می رسد که از دلایل مهم عدم وجود همبستگی مکانی خوب ضریب آبگذری در دشت مورد مطالعه، جو ان و ناهمگن بودن خاکهای نقاط مختلف شبکه اندازه گیری هدایت هیدرولیکی باشد. در این زمینه حسینی چگینی و همکاران(1993) با مطالعه تغییرات مکانی هدایت هیدرولیکی خاکهای جنوب غرب ایران به این نتیجه رسیدند که در این منطقه ضریب آبگذری خاک دارای همبستگی مکانی متوسطی با نسبت اثر قطعه ای به آستانه بالای 60 درصد می باشد .این در حالی است که عالمی و همکاران (1980)با بررسی تغییرات مکانی ضریب آبگذری، وجود وابستگی مکانی را در این زمینه گزارش داد ند .در مجموع مقایسه نتایج حاصله در این مطالعه با نتایج بدست آمده توسط سایر محققین حاکی از آن است که ضریب آبگذری خاک با توجه به طبیعت متغیری که دارد بجز در خاکهای همگن و تکامل یافته، همبستگی مکانی بالایی را نشان نمی دهد.

منابع:

1- امینی، م . م، افیونی . ح، خادمی و ن، فتحیان پور . 1382 . ارزیابی آلودگی خاکهای منطقه اصفهان با استفاده از تلفیق فازی وتخمین مکانی . مجموعه مقالات هشتمین کنگره علوم خاک ایران . جلد دوم .. صفحه 569-.571

2- سازمان آب و برق خوزستان . 1387 طرح آبیاری و زهکشی طرح شاوور . گزارش مطالعات لایه بندی و هدایت هیدرولیکی خاک . جلد اول.

3- دلبری، م.، خیاط خلقی، م.، مهدیان، م.م.، 1383، ارزیابی روشهای زمین آمار در برآورد هدایت هیدرولیکی خاک در مناطق شیب آب و پشت آب پایین دشت سیستان. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد 35. شماره 1. صفحه 1-.12

4- محمدی ج و و چیت ساز . 1381 . مقایسه تخمینگرهای ژئواستاتیکی و رگرسیون خطی جهت برآورد .برخی از خصوصیات خاک سطحی به کمک داده های رقومی TM. مجله علوم خاک و آب . جلد 16 - شماره 2 .صفحه 95-.102

5- مهدیان، م.ح.، 1383. کاربرد زمین امار در زهکشی. مجموعه مقالات سومین کارگاه فنی زهکشی 23 مهرماه 83. صفحه 75-94.

6- Hosseini, E., J. Gallichand and J. Caron. 1993. Comparison of several interpolators for smoothing hydraulic conductivity data in South West Iran. Transactions of the ASAE 36(6): 1687-1693.

7- Hosseini, E., J. Gallichand and D. Marcotte. 1994. Theoretical and experimental performance of spatial Interpolation methods for soil salinity analysis. Transactions of the ASAE 37(6): 1799-1807.

8- Laslett, G.M., Mcbrathey, P.J. Pahl and M.F. Hutchinson. 1987. Comparison of several spatial prediction Methods for Soil pH. Soil Science. 38:325-341.

9- Moustafa, M.M. 2000. A geostatistical approach to optimize the determination of saturated hydraulic conductivity for large-scale subsurface drainage design in Egypt. Agric. Water Manage.42: 291-312.