نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 31، شماره 5، آذر – دی 1396، ص. 1312-1302

Journal of Water and Soil
Vol. 31, No. 5, Nove.-Dec. 2017, p. 1302-1312

ارزیابی اثر کاربری اراضی و برخی ویژگی‌های خاک بر هدایت هیدرولیکی اشباع

الهام افضلی مقدم[1] - ناصر برومند[2]* - وحیدرضا جلالی[3] - صالح سنجری[4]

تاریخ دریافت: 1395/02/11
تاریخ پذیرش: 1396/07/03

چکیده

پارامترهای هیدرولیکی برای درک جریان رطوبت در خاک غیراشباع بسیار مهم می‌باشند و در مدل‌سازی جریان رطوبت، آلاینده‌ها و عناصر غذایی در خاک، استفاده می‌گردند. مدیریت خاک و کاربری اراضی، با تأثیر بر ویژگی‌های خاک می‌توانند مستقیما خصوصیات هیدرولیکی خاک را تغییر دهند. هدف اصلی این پژوهش، ارزیابی اثر کاربری‌های مختلف اراضی بر هدایت هیدرولیکی اشباع خاک (k_s) بود. این پژوهش در 100 هکتار از اراضی منطقه خضرآباد در 25 کیلومتری جنوب شهرستان جیرفت انجام گردید. به کمک نرم‌افزار Google earth و Arc GIS، منطقه به بلوک‌هایی با ابعاد 1000×1000 متر شبکه‌بندی شد. مختصات جغرافیایی مراکز هر بلوک به عنوان محل نمونه‌برداری انتخاب و (k_s) توسط دستگاه نفوذسنج گلف تعیین گردید. برای انجام درون‌یابی و تهیه نقشه‌های مکانی، از روش کریجینگ استفاده شد. نتایج نشان داد که (k_s) با هم‌بستگی مکانی قوی از تغییرپذیری مکانی بالایی برخوردار است که این تغییرات در کاربری باغ بیش‌ترین و در کاربری بایر کم‌ترین مقدار را در برگرفتند و دلیل این امر نوع کاربری و تکنیک مدیریتی بسته به نوع کاربری و نشان‌دهنده تأثیر کاربری اراضی بر (k_s) بود. الگوی پراکنش k_s با متغیر شن هم‌روند و با الگوی پراکنش رس در خلاف جهت دیده شد که همین امر، تأثیر ویژگی‌های فیزیکی خاک را بر (k_s) نشان داد. با توجه به پارامترهای ارزیابی MBE (میانگین انحراف خطا)، MAE (میانگین قدر مطلق خطا) و CRM (ضریب جرم باقی‌مانده)، بهترین مدل برازش داده شده به k_s، مدل گاوسی بود و ویژگی‌های خاک نظیر k_s، دارای تغییرپذیری مکانی وابسته به مقیاس نمونه‌برداری بودند. به‌طور کلی مشخص گردید که کاربری‌های اراضی، بسته به نوع کاربری و تکنیک مدیریتی مورد استفاده، با تأثیر بر خصوصیات خاک، باعث تغییر در k_s می‌شوند.

واژه‌های کلیدی: تغییرپذیری مکانی، جیرفت، کریجینگ، نفوذسنج گلف

مقدمه

هدایت هیدرولیکی اشباع یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های فیزیکی خاک است که در توجیه فنی و اقتصادی بسیاری از پروژه‌های آبیاری و زهکشی نقش عمده‌ای به عهده دارد. هدایت آبی اشباع یا ضریب آبگذری اشباع خاک نشان‌دهنده‌ی وضعیت سرعت حرکت آب در خاک بوده که در بین ویژگی‌های هیدرولیکی خاک دارای بیش‌ترین تغییرپذیری مکانی می‌باشد (15و 19). این پارامتر به دلیل تغییرات وسیع رطوبت و ویژگی‌های منافذ خاک، از ویژگی‌های بسیار تغییرپذیر خاک به‌شمار می‌رود و در مطالعات جریان آب و املاح در خاک و بسیاری از پژوهش‌ها و کاربری‌ها مانند کشاورزی، حفاظت محیط زیست و صنعت به عنوان یک ویژگی کلیدی شناخته می‌شود (13).

یکی از مشکلات مهمی که کاربرد یافته‌های مربوط به ویژگی‌های هیدرولیکی خاک را در مورد پیش‌بینی و ارزیابی فرآیندهای موجود در محیط متخلخل خاک متأثر می‌سازد، تغییرپذیری مکانی[5] توابع هیدرولیکی خاک است. تغییرات مکانی خصوصیات خاک، به‌عنوان یکی از متغیرهای محیطی، عبارت از تغییر یک خصوصیت از خاک به عنوان تابعی از موقعیت جغرافیایی آن نقطه است (16) که متأثر از خصوصیات ذاتی خاک از قبیل نوع خاک و توزیع اندازه منافذ خاک و خصوصیات غیرذاتی مانند عبور و مرور وسایل نقلیه، کشت وکار و نوع کاربری زمین می‌باشد که چگونگی تأثیر این فاکتورها بر ویژگی‌های هیدرولیکی خاک از پهنه‌ای به

1 و 4- فارغ التحصیل کارشناسی ارشد و مربی گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت
2 و 3- دانشیار و استادیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان
(*- نویسنده مسئول: (Email: nbroomand@yahoo.com
DOI: 10.22067/jsw.v31i5.52263

5- spatial variability

پهنه‌ی مطالعاتی دیگر متفاوت است. بر این اســـاس مطالعه تغییرات مکانی خاک سطحی در مقیاس وسیع اهمیت دارد.

ویژگی‌های هیدرولیکی خاک به شدت از ویژگی‌های ذاتی خـاک تأثیر می‌پذیرند و ویژگی‌های ذاتی خاک هم بسته به نوع خاک دارای تغییرات مکانی و زمانی هستند. فعالیت بیولوژیکی، عملیات کشاورزی، اقلیم و عوامل دیگری که بر ساختمان خاک تأثیر می‌گذارند موجب تغییر درخصوصیات هیدرولیکی خاک می‌شوند (6). کاربری اراضی روی پارامترهای هیدرولیکی خاک تأثیرگذار است و از عوامـل بسـیار مهم بر k_s است (3) و به علت ارتباط متقابل و تنگاتنگ بین خـاک و پوشـش گیـاهی، مطالعـه ویژگـی‌هـای خـاک و تغییـرات آن‌هـا در کاربری‌های مختلف، امری ضروری به نظر می‌رسـد. شـمار مطالعات رفتار هیدرولوژیکی و هیدرولیکی خاک در کاربری‌های مختلف اراضی محدود است و با توجه به تـــأثیر نوع کاربری روی خصوصیات خاک مانند خصوصیات شیمیایی و جرم مخصوص ظاهری (10 و 8) و حجم تخلخل خاک (14)، تفاوت مقادیر (k_s)، در کاربری‌های مختلف قابل انتظـار اسـت. کلیشـادی و همکـاران (10) بـا مطالعـه پارامترهـای هیدرولیکی خاک در کاربری‌های مرتع، اراضـی دیـم، اراضـی آبـی و اراضی آیش، بیان نمودند کـه سیسـتم‌هـای کـاربری اراضـی، تـأثیر چشمگیری بر پارامترهای هیدرولیکی خاک دارند. ابـو هاشـیم (1) در مطالعه تغییرپذیری مکانی هدایت هیدرولیکی اشباع در کاربری‌هـایی شامل اراضی کشاورزی، جنگل و چمن‌زار بیان نمود کـه بـیش‌تـرین تغییرپذیری هدایت هیدرولیکی اشباع مربوط به اراضی کشاورزی بوده است. زینال‌زاده و همکاران (19) با بررسی تغییرات مکـانی و زمـانی هدایت هیدرولیکی اشباع و غیر اشباع در چهار کـاربری مزرعـه جـو، مزرعه ذرت، باغ سیب و زمین غیرزراعی به این نتیجه رسیدند که در بین کاربری‌های مورد مطالعه، کم‌تـرین مقادیر k_s در زمین غیرزراعی اندازه‌گیری شده است و بیش‌ترین مقادیر k_s نیز، در مزرعه جو گزارش کردند که می‌تـواند بـه واسطه تـأثیر انجام عملیات خاک‌ورزی در آن مزرعه باشد.

هدف از این پژوهش، ارزیابی اثر کاربری‌های مختلف بر هـدایت هیدرولیکی اشباع خاک، تحلیل تغییرات مکانی و تهیه نقشه پهنه‌بندی k_s در کاربری‌های مختلف بود.

مواد و روش‌ها

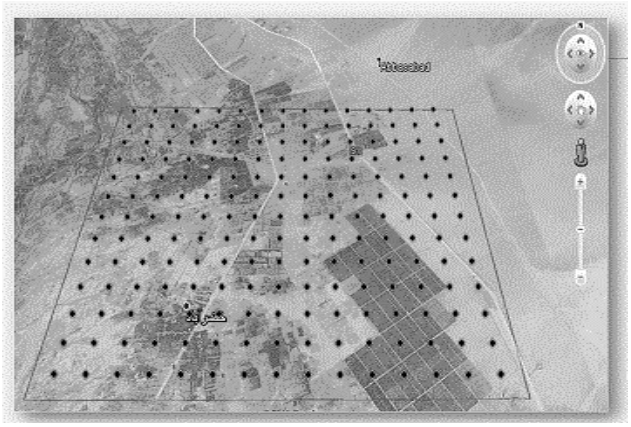
این پـژوهش در 100 هکتـار از اراضـی منطقـه خضـرآباد در 25 کیلومتری جنوب شهرستان جیرفت واقع در جنوب شرق استان کرمان با عرض 28 درجه و 28 دقیقه و 40 ثانیه تا 28 درجه و 52 دقیقه و 6 ثانیه شمالی و طول‌های جغرافیایی 57 درجه و 30 دقیقه و 8 ثانیه تا 58 درجه و 4 دقیقه و 27 ثانیه انجام گردید. این منطقه با 650 متـر ارتفاع از سطح دریا، از لحاظ اقلیمی دارای آب و هوای گرم و خشـک و میانگین دمای سالیانه 23/5 درجه سانتی‌گراد است کـه بـه لحـاظ کشاورزی بسیار فعال می‌باشد و همه نوع کاربری کشاورزی به‌جز دیم در آن انجام می‌گیرد که کاربری‌های باغ، بایر و زراعت بـرای هـدف این تحقیق انتخاب شدند. به کمک نرم‌افـزار Google earth و Arc GIS، منطقه به بلوک‌هایی بـا ابعـاد 1000×1000متـر شـبکه‌بنـدی گردید (شکل 1). مختصات جغرافیایی مراکز هر بلوک به عنوان محل نمونه‌برداری انتخـاب و در مرکـز هـر بلـوک، انـدازه‌گیـری هـدایت هیدرولیکی اشباع خاک توسط دستگاه نفوذسنج گلف با بار آبی ثابـت انجام گردید. روش نفوذسنج گلف به دلیل برخورداری از مبانی تئوری قـــوی، سرعت عمل در انجام آزمایش و هزینه‌ی بسیارکم، یکی از روش‌های پرکاربرد در اندازه‌گیری هدایت آبی اشباع خاک می‌باشـــد (17)، در این روش دبـــی ثابت آب خروجی از چاهک به خاک اطراف تحت بار آبی ثابت اندازه‌گیری می‌شود. بـرای انجـام آزمـایش، ابتـدا چاهکی به عمق 30 سانتی‌متر در نقطه مورد نظر توسـط اوگـر حفـر، سپس برای از بین بردن حالت لیسـه‌ای دیـواره چاهـک کـه در اثـر استفاده از اوگر ایجاد شده بود، از برس سیمی مخصوص استفاده شد. دستگاه نفوذسنج گلف توسط سه پایه مخصوص در وسط چاهک قرار داده و از آب پر شد. در این مرحله، لوله هـوا کـاملا" سـرجای خـود محکم بوده و دستگاه در حالت خلا قرار داشت. برای شروع آزمایش، ابتدا لوله هوا دستگاه به ارتفاع 5 سانتی‌متر بالا کشـیده شـد و آب از سوراخ‌های ریز پائین دستگاه وارد چاهک شده و فضای داخل چاهک به ارتفاع 5 سانتی‌متر از آب اشباع شد، آنگـاه میـزان آب خروجـی از دستگاه بر اساس میزان کاهش سطح آب و با فواصل زمانی 2 دقیقه قرائت و یادداشت شد. آزمایش تا زمانی ادامه پیدا کرد که مقدار سطح کاهش آب دستگاه در 3 بازه زمانی یکسان، ثابت شد. سپس همـین مراحل برای ارتفاع 10 سانتی‌متر نیز تکرار شد. مقادیر ضریب آبگذری اشباع خاک با استفاده از معادلات ذیل محاسبه گردید (1).

$$K = G_2Q_2 - G_1Q_1$$

$$G2= H1C2/ \ [2H1H2(H2 - H1) + r^2(H1C2 - H2C1)]$$

$$G1 = G2 \ [H2C1/H1C2]$$

بـرای انـدازه‌گیـری برخـی خصوصـیات فیزیکـی شـامل، جـرم مخصوص ظاهری، درصد شن، سیلت و رس، نمونه‌هایی از عمق 30-0 سانتی‌متری تهیه و به آزمایشگاه منتقل گردید. خصوصیات فیزیکی خاک شامل درصد ذرات شن (Sand)، سـیلت (Silt) و رس (Clay) (روش هیدرومتر) و جرم مخصـوص ظـاهری (ρ_b) بـه روش کلوخـه (13)، اندازه‌گیری و محاسبه شدند. در این تحقیق بـه منظـور تعیـین توزیع نرمال بودن داده‌های متغیر از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف در نرم افزار SPSS 14 استفاده گردید. نتایج آماری این متغیر نشان‌دهنده توزیع غیر نرمال و چولگی مثبت (چوله به راسـت) داده‌هـای هـدایت هیدرولیکی اشباع بود که با روش لگاریتم طبیعی دارای توزیع نرمـال شد.



شکل 1- الگوی نمونه‌برداری
Figure 1- Gride of the study area

جدول 1- خلاصه‌ای از آماره‌های توصیفی متغیرهای خاک در کاربری باغ
Table 1- Summary descriptive statistics of soil variables in the Garden lands

متغیر Variable	واحد unit	کمینه Minimum	بیشینه Maximum	میانگین Mean	انحراف‌معیار SD	چولگی Skewness	کشیدگی Kurtosis	ضریب تغییرات (%)CV	هم‌بستگی با k_s correlation
ρ_b	$g.cm^{-3}$	0.99	1.48	1.22	0.16	0.29	-1.48	13	0.05
Sand	%	33.00	95.00	72.62	18.61	0.89	-0.41	25	0.22*
Silt	%	0.00	58.00	23.74	17.77	0.65	-0.88	74	-0.25
Clay	%	0.00	9.00	3.62	2.32	0.58	0.04	63	-0.13*
k_s	$cm.h^{-1}$	0.03	11024.29	428.67	2118.17	5.19	26.96	494	

جدول 2- خلاصه‌ای از آماره‌های توصیفی متغیرهای خاک در کاربری زراعت
Table 2- Summary descriptive statistics of soil variables in the agricultural lands

متغیر Variable	واحد unit	کمینه Minimum	بیشینه Maximum	میانگین Mean	انحراف‌معیار Sd	چولگی Skewness	کشیدگی Kurtosis	ضریب تغییرات (%)CV	هم‌بستگی با k_s correlation
ρ_b	$g.cm^{-3}$	1.03	1.75	1.25	2501	0.80	-0.67	20	0.43
Sand	%	27.00	97.00	70.61	22.03	-0.64	-0.60	31	0.38*
Silt	%	0.00	60.00	25.15	19.42	0.36	-1.09	77	-0.41
Clay	%	1.00	13.00	4.23	3.44	1.91	3.14	81	-0.14*
k_s	$cm.h^{-1}$	0.14	19348.76	1821.94	5298.01	3.53	12.60	290	

جدول 3- خلاصه‌ای از آماره‌های توصیفی متغیرهای خاکی در کاربری بایر
Table 3- Summary descriptive statistics of soil variables in the wilderness lands

متغیر Variable	واحد unit	کمینه Minimum	بیشینه Maximum	میانگین Mean	انحراف‌معیار Sd	چولگی Skewness	کشیدگی Kurtosis	ضریب تغییرات (%)CV	هم‌بستگی با k_s correlation
ρ_b	$g.cm^{-3}$	1.01	1.99	1.36	0.31	0.39	-1.19	433	0.18
Sand	%	21.00	97.00	73.42	25.38	-1.28	0.40	70	0.56*
Silt	%	0.00	71.00	23.26	24.14	1.05	-0.15	57	-0.58*
Clay	%	1.00	9.00	3.84	2.33	0.79	-0.04	28	-0.26*
k_s	$cm.h^{-1}$	0.17	26998.28	2690.96	7876.40	1.30	1.43	96	

خلاصه‌ای از آمار توصیفی میانگین، حداقل، حداکثر، چولگی، کشیدگی، انحراف‌معیار و ضریب تغییرات پارامترهای مورد بررسی شامل: شن، سیلت، رس، جرم مخصوص ظاهری (ρ_b) و هدایت هیدرولیکی اشباع (k_s) در کاربری‌های باغ، زراعت و اراضی بایر، به ترتیب در جداول 1، 2 و3 نشان داده شده است. برای انجام درون‌یابی و تهیه نقشه‌های مکانی، از روش کریجینگ استفاده شد. این روش،

رایج‌ترین روش تخمین زمین‌آماری است که به دلیل حداقل کردن میزان واریانس خطا با برآورد ناریب، کارایی فراوانی دارد. سپس به منظور انجام صحت درون‌یابی، از روش اعتبارسنجی متقابل[1] با پارامترهای ارزیابی، میانگین انحراف خطا MBE و میانگین قدر مطلق خطا MAE و ضریب جرم باقی‌مانده CRM استفاده شد. آنالیزهای زمین‌آماری درمحیط نرم‌افزار GS^+ انجام شدند.

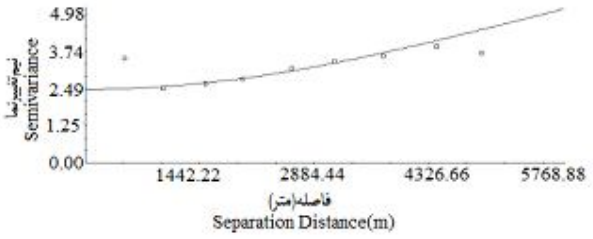
نتایج و بحث

پهنه‌ی مطالعاتی به‌طور هم‌زمان دارای اراضی با کاربری‌های باغ، اراضی زراعی و اراضی بایر بود. به‌طور متوسط بافت خاک‌های منطقه در کلاس‌های بافتی شنی، لوم شنی و شنی لومی قرار داشتند. وضعیت توپوگرافی منطقه باعث اختلاف معنی‌دار در مقادیر شن، سیلت و رس شده است، به‌طوری‌که دامنه اختلاف بین بیشینه و کمینه شن و سیلت بیش از 70 درصد است. میانگین هدایت آبی اشباع اندازه‌گیری شده در کاربری‌های باغ، زراعت و بایر به ترتیب 428/67، 1821/94 و 6690/96 سانتی‌متر بر ساعت محاسبه شد. داده‌های هدایت هیدرولیکی اشباع دارای تغییرپذیری بالایی بودند به‌طوری‌که دامنه مقدار این تغییرات از 0/02 تا 2325/71 سانتی‌متر در ساعت نوسان داشت که کم‌ترین مقدار k_s در کاربری باغ (کم‌ترین میزان جرم مخصوص ظاهری) و بیش‌ترین آن در کاربری بایر (بیش‌ترین جرم ویژه ظاهری) مشاهده شد. نوع محصول در کاربری باغ متفاوت بود که این نوسانات با توجه به تأثیر نوع کاربری روی خصوصیات خاک مانند خصوصیات شیمیایی و جرم مخصوص ظاهری و حجم خلل و فرج خاک دور از انتظار نیست. به عبارت دیگر، مدیریت‌های مختلف زراعی در کاربری باغات (همانند میزان کود آلی استفاده شده، میزان به‌هم خوردگی خاک سطحی و ...) باعث بروز تغییرات زیاد ضریب آبگذری خاک سطحی در این کاربری نسبت به سایر کاربری‌ها شده است. از کاربری باغ به سمت بایر میزان هدایت آبی اشباع افزایش یافته که یکی از دلایل آن تغییر مدیریت زراعی در باغات و افزایش میزان مواد آلی در اثر استفاده از کودهای دامی می باشد. از آنجا که بافت غالب خاک‌های منطقه مطالعاتی، شنی و سبک بوده است، لذا افزایش مواد آلی باعث افزایش ظرفیت نگهداشت آب در لایه سطحی از طریق بهبود نسبت تخلخل‌های ریز و متوسط نسبت به تخلخل‌های درشت و نهایتا کاهش ضریب آبگذری خاک شده است. بطور کلی و با در نظر گرفتن ضریب تغییرات هدایت هیدرولیکی اشباع در کاربری‌های فوق مشخص می‌گردد که کاربری باغ با داشتن ضریب تغییرات 494 درصد بیشترین و کاربری بایر با داشتن ضریب تغییرات هدایت هیدرولیکی معادل 96 درصد کمترین تغییرپذیری مکانی را داشته اند. به عبارت دیگر با افزایش مقدار دخالت انسان از طریق اعمال مدیریت‌های زراعی مختلف، میزان تغییرپذیری ضریب هدایت هیدرولیکی نیز افزایش یافته است. ضمن اینکه ماهیت خود ضریب هدایت هیدرولیکی نیز بسیار پویاست. از آنجایی که در منطقه، اراضی تحت کشت مرتبا" و به‌صورت فصلی مورد استفاده قرار می‌گیرند، درنتیجه به‌صورت مکرر تحت عملیات زراعی از قبیل شخم، کوددهی، کشت، برداشت و عبور و مرور ادوات کشاورزی قرار دارند که همه این عوامل با تأثیر بر ساختمان خاک، اختلاف k_s را در کاربری‌ها باعث می‌شوند. کاملا" واضح است که باتوجه به فواصل 1000 متر، کم و زیاد شدن سهم هریک از نسبت‌های شن و سیلت و به‌طور کلی فاکتورهای مؤثر بر توزیع تخلخل درشت[2] با تأثیر بر ρ_b، نقش مهمی در توجیه نحوه توزیع مقدار ضریب هدایت هیدرولیکی اشباع خاک (K_s) دارند. ارزیابی مکانی توزیع متغیرهای مختلف بستگی به نیم‌تغییرنمای ترسیم شده دارد. نیم‌تغییرنماهای ترسیم شده برای کاربری‌های باغ، بایر و زراعت به ترتیب در شکل (2، 3 و 4) نشان داده شده‌اند.

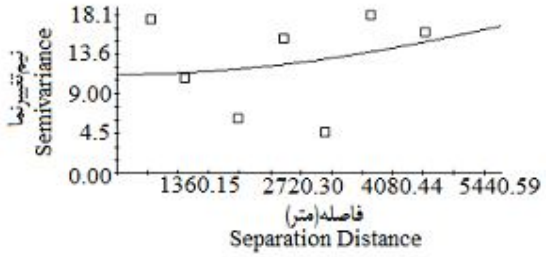
برای بررسی ساختار مکانی، از نیم‌تغییرنمای همه‌جانبه که بیانگر متوسط تغییرات مکانی متغیرهای مطالعه شده در تمام راستاها است، استفاده گردید. نسبت واریانس قطعه ای به آستانه (C_0/C_0+C) شاخصی از قدرت ساختار متغیرهای مکانی است. کمباردلا و همکاران (6) نشان دادند که اگر این نسبت کمتر از 0/25 باشد، متغیر از ساختار مکانی قوی، بین 0/25 تا 0/75، ساختار مکانی متوسط و اگر این نسبت بیش از 0/75 باشد ساختار مکانی آن ضعیف خواهد بود. باتوجه به خصوصیات نیم‌تغییرنمای رسم شده برای کاربری‌های مدنظر (جدول1، 2و 3)، روند تغییرات هدایت هیدرولیکی اشباع برای باغ و زراعت یکسان است و هر دو از مدل گاوسی پیروی می‌کنند که با توجه به نسبت واریانس قطعه‌ای به آستانه (C_0/C_0+C)، متغیر هدایت هیدرولیکی اشباع در کاربری زراعت از هم‌بستگی مکانی قوی‌تری (0/0006) و شعاع دامنه تأثیر بیش‌تر (11740 متر) نسبت به کاربری باغ با نسبت واریانس قطعه‌ای به آستانه 0/28 و شعاع دامنه تأثیر 8030 متر برخوردار است اما مدل گاوسی در کاربری زراعت با r^2 =0/065 نسبت به کاربری باغ با r^2=0/75 توانایی کم‌تری در توجیه تغییرات تغییرنمای تجربی K_s دارد. کاربری بایر با مدل نمایی و با توجه به نسبت واریانس قطعه‌ای به آستانه (C_0/C_0+C)0/0006، در کلاس هم‌بستگی قوی قرار می‌گیرد. متقیان و همکاران (12) برای خصوصیات هیدرولیکی خاک، هم‌بستگی مکانی متوسط تا قوی را گزارش کردند. مدل نمایی در کاربری بایر با r^2=0/27، تنها قادر به توجیه 27 درصد از تغییرات تغییرنمای تجربی است.

1- Cross validation

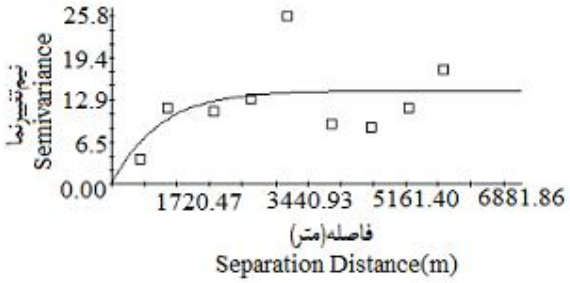
2- Macropores



شکل 2- نیم‌تغییرنمای برازش داده شده در کاربری باغ
Figure 2- The fitted Semivariograms in the Garden land



شکل 3- نیم‌تغییرنمای برازش داده شده در کاربری زراعت
Figure 3- The fitted Semivariograms in the Agricultural land



شکل 4- نیم‌تغییرنمای برازش داده شده در کاربری بایر
Figure 4- The fitted Semivariograms in the Wilderness land

جدول 4- پارامترهای تغییرنماهای برازش شده در کاربری باغ
Table 4- The Parameters of fitted Semivariograms in the garden land

متغیر Variable	مدل Pattern	C_0	C_0+C	C_0/C_0+C	A_0(m)	r^2
Sand	کروی Spherical	1.000	465.0	0.0002	3720	0.83
Silt	کروی Spherical	0.750	5.806	0.13	5830	0.82
Clay	نمایی Exponential	0.202	0.568	0.35	1720	0.71
k_s	گاوسی Gaussian	2.460	8.719	0.28	8030	0.57

C_0: اثر قطعه‌ای، C_0+C: آستانه، C_0/C_0+C: نسبت واریانس قطعه‌ای به آستانه، A_0(m): دامنه تأثیر، r^2: ضریب هم‌بستگی

خصوصیات نیم‌تغییر نماهای هدایت هیدرولیکی اشباع درکاربری‌های باغ، بایر و زراعت، به ترتیب در جدول (4، 5 و 6) آورده شده است.

در این حالت، شعاع دامنه تأثیر، 830 متر به‌دست آمد، به این معنی که ضریب هدایت هیدرولیکی اشباع در کاربری بایر فقط تا فاصله 830 متری هم‌بستگی مکانی دارد و از این فاصله به بعد روند تغییرات K_s به صورت تصادفی است. شعاع دامنه تأثیر در کاربری بایر،کم‌ترین مقدار را در بین کاربری‌های مطالعاتی به خود اختصاص داد به‌طوری‌که با وجود هم‌بستگی قوی، دامنه تأثیر این هم‌بستگی کم‌تر است و نسبت به سایر کاربری‌ها روند تغییرات بیش‌تر تصادفی است. از دلایل آن می‌توان به مساحت این کاربری و پراکنش نقاط نمونه‌برداری و فاصله زیاد بین جفت نقاط اشاره کرد. کم‌ترین هم‌بستگی مکانی مربوط به کاربری باغ با کلاس هم‌بستگی مکانی متوسط بود. مقایسه شکل تغییرنما و شیب قسمت میانی کاربری‌ها

(شکل 1، 2 و3) نشان می‌دهد که ساختار مکانی پارامتر K_s در کاربری زراعت به سمت باغ، کمتر بوده است. در عین حال تغییرات تصادفی در کاربری زراعی بیش‌تر از سایر کاربری‌ها بود زیرا با کم شدن تعداد نقاط نمونه‌برداری در باغ، میانگین فاصله بین نقاط افزایش یافته است که موجب افزایش هم‌بستگی مکانی در کاربری باغ شده است و علت این امر را می‌توان به همگن شدن داده‌ها در اثر جداسازی داده‌های موجود در کاربری‌های یاد شده نسبت داد، به‌این معنی که با جدا کردن نقاط مربوط به باغ و با فرض عدم وجود این نقاط در منطقه مطالعاتی، هم‌بستگی مکانی داده‌ها افزایش یافته است.

جدول 5- پارامترهای تغییرنماهای برازش شده در کاربری زراعی

Table 5- The Parameters of fitted Semivariograms in the Agricultural land

متغیر Variable	مدل Pattern	C_0	C_0+C	C_0/C_0+C	A_0(m)	r^2
Sand	کروی Spherical	1.000	1012.9	0.0009	6370	0.93
Silt	گاوسی Gaussian	161	832.9	0.19	4050	0.88
Clay	کروی Spherical	0.062	1.844	0.03	13960	0.96
k_s	گاوسی Gaussian	11.25	38.01	0.0006	11740	0.065

جدول 6- پارامترهای تغییرنماهای برازش شده در کاربری بایر

Table 6- The Parameters of fitted Semivariograms in the Wilderness land

متغیر Variable	مدل Pattern	C_0	C_0+C	C_0/C_0+C	A_0(m)	r^2
Sand	کروی Spherical	1.00	2112	0.0004	18590	0.71
Silt	کروی Spherical	1.00	2110	0.0004	21100	0.70
Clay	گاوسی Gaussian	0.47	22.930	0.06	9030	0.70
k_s	نمایی Exponential	0.01	14.31	0.0006	830	0.27

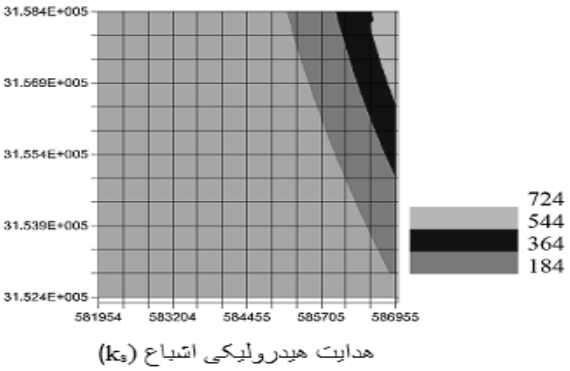
شیب بخش میانی تغییرنمای به دست آمده از داده‌های باغ نسبتا" زیاد است، بنابراین این تغییرنما در فاصله کوتاه‌تری به آستانه رسیده است که این رخداد ناشی از افزایش فاصله بین نقاط اندازه‌گیری شده است. زیرا با افزایش این فاصله، اثر داده‌های نزدیک به‌هم از نظر زمین‌آماری معنی‌دارتر می‌شود، بنابراین کاهش دامنه تغییرنما دور از انتظار نیست. قربانی و همکاران (8) نیز به نتایج مشابهی دست یافتند، درحالی‌که هالت و همکاران (9) و سپاس‌خواه و همکاران (17) گزارش کردند که با افزایش فاصله بین نقاط اندازه‌گیری، هم‌بستگی مکانی داده‌ها کاهش می‌یابد.

اگرچه ضریب هم‌بستگی به‌خوبی نشان‌دهنده میزان هم‌آهنگی روند تغییرات مقادیر مشاهده شده نسبت به مقادیر پیش‌بینی شده می‌باشد اما گویای تطابق آن‌ها نیست (3). زیرا ممکن است در یک مدل فرضی، مقادیر پیش بینی و مشاهده شده دارای اختلاف فاحشی باشند ولی این اشتباهات به‌گونه‌ای باشد که از یک روند یکنواخت پیروی نماید. بنابراین نیاز به یک‌سری پارامترهای آماری دیگر، جهت تعیین میزان کارآیی تکنیک موردنظر می‌باشد. از این رو از پارامترهای کمی میانگین قدر مطلق خطا (MAE)، میانگین انحراف خطا (MBE) و ضریب جرم باقی‌مانده (CRM) به‌منظور ارزیابی دقت و کارایی مدل برازش داده شده، استفاده گردید.

به‌طورکلی، برآورد زمین‌آماری فرآیندی است که طی آن مقدار یک کمیت در نقاطی با مختصات معلوم با استفاده از همان کمیت در نقاطی دیگر با مختصات معلوم به دست می‌آید. پس از محاسبه تغییرنمای تجربی، تغییرنمای تئوری متغیرها با برازش مدل‌های مختلف به داده‌ها تعیین گردید. در این پژوهش از مدل‌های برازش داده شده بر تغییرنماهای تجربی پارامترهای موردنظر، به منظور برآورد آن‌ها به روش کریجینگ معمولی استفاده شد. بنابراین با استفاده از پارامترهای موجود در جدول‌های (1، 2 و 3) و نرم افزار GS^+ نقشه میان‌یابی شده متغیرهای فیزیکی ترسیم شد.

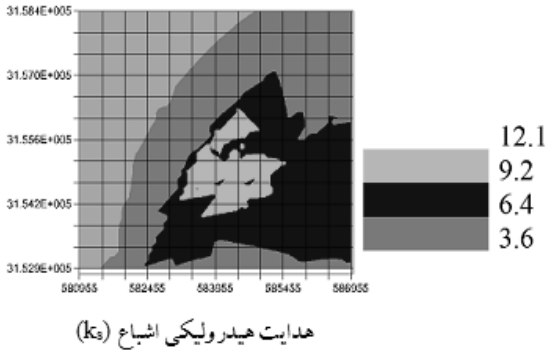
نقشه پهنه‌بندی مکانی هدایت هیدرولیکی اشباع در کاربری باغ در شکل (2) نشان داده شده است. پراکنش مکانی هدایت هیدرولیکی اشباع در نیمه شرقی نامنظم‌تر و به سمت غرب منظم‌تر می‌شود. در نیمه شرقی، باغات ترکیبی از باغ مرکبات و باغ نخیلات بودند، درحالی‌که نیمه غربی منطقه به‌طور کامل با باغ مرکبات پوشیده شده بود که این امر نشان‌دهنده تأثیر نوع استفاده کاربری بر هدایت آبی اشباع خاک است. هم‌چنین باتوجه به روند افزایشی مقدار شن و روند کاهشی سیلت و رس به سمت شرق اراضی باغ و متعاقبا" افزایش خلل و فرج درشت، افزایش مقدار K_s قابل انتظار است. همان‌طور که در شکل 3 نشان داده شده است، توزیع متغیر هدایت هیدرولیکی در کاربری زراعت به صورت منظم می‌باشد. در اراضی زراعت، انواع کشت‌های زراعی با توزیع یکنواختی در منطقه وجود دارند و به سمت غرب منطقه در حال افزایش است که این افزایش با الگوی پراکنش شن هم‌خوانی دارد و همین امر سبب بالا رفتن میزان K_s در محدوده کاربری زراعی شده است. نقشه پهنه‌بندی مکانی هدایت هیدرولیکی اشباع در کاربری بایر در شکل (2) نشان داده شده است. باتوجه به نقشه توزیع مکانی هدایت هیدرولیکی اشباع خاک در کاربری بایر، این متغیر از الگوی پراکنش نامنظمی برخوردار است که مقادیر زیاد این متغیر در کاربری بایر تنها مساحت کوچکی از این اراضی را در قسمت‌های مرتفع منطقه با بافت سبک در جنوب غربی پوشش داده‌اند و پراکنش کمی دارند. به نظر می‌رسد اراضی این کاربری، بیشتر تحت تأثیر توپوگرافی منطقه قرار دارند.

در همه کاربری‌های ذکر شده، الگوی پراکنش k_s مطابق با نوع استفاده از کاربری و طبیعتا" نوع سیستم مدیریتی اراضی می‌باشد. در واقع فاکتورهای نوع کاربری و بالطبع نوع کشت اراضی، نوع سیستم مدیریتی اراضی، نوع عملیات زراعی، توزیع اندازه‌ای ذرات و جرم ویژه ظاهری خاک، بیش‌ترین تأثیر را برتغییرپذیری K_s داشتند.کلیشادی همکاران (10)، دلیل تغییرپذیری زیاد خصوصیات هیدرولیکی خاک در کاربری‌های مختلف را، تکنیک‌های مدیریتی متفاوت و شرایط محیطی بیان نمودند. قربانی دشتکی و همکاران (8) نیز، تأثیر نوع کاربری را بر هدایت هیدرولیکی اشباع خاک گزارش کردند.



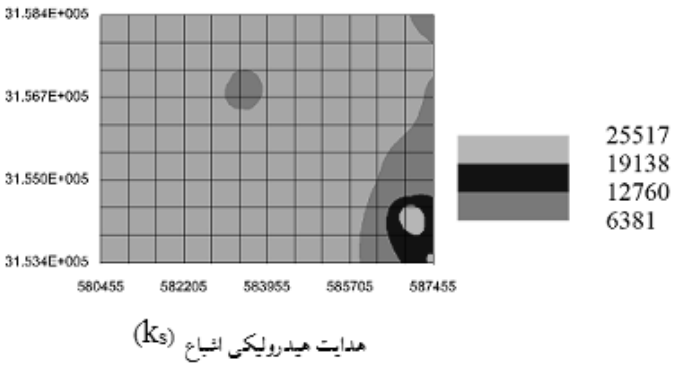
شکل 6- نقشه پهنه‌بندی مکانی k_s در کاربری زراعت

Figure 6- Spatial distribution map of k_s Variable in the Cultivation land



شکل 5- نقشه پهنه‌بندی مکانی k_s در کاربری باغ

Figure 5- Spatial distribution map of k_s Variable in the garden land



شکل 7- نقشه پهنه‌بندی مکانی k_s در کاربری بایر

Figure 7- Spatial distribution map of k_s Variable in the sterile land

نتیجه‌گیری کلی

هدایت هیدرولیکی اشباع خاک (k_s) با هم‌بستگی مکانی قوی از تغییرپذیری مکانی بالایی برخوردار است که این تغییرات در کاربری باغ بیش‌ترین و در کاربری بایر کم‌ترین مقدار را دربرگرفتند و دلیل این امر نوع کاربری و تکنیک مدیریتی بسته به نوع کاربری می‌باشد. باتوجه به هم‌بستگی معنی‌دار مثبت k_s با مقدار شن و هم‌بستگی معنی‌دار منفی K_s با مقدار سیلت، الگوی پراکنش k_s با متغیرهای شن هم‌روند و با الگوی پراکنش رس در خلاف جهت دیده شد که همین امر، تأثیر خصوصیات فیزیکی خاک را بر هدایت هیدرولیکی اشباع نشان می‌دهد. باتوجه به پارامترهای ارزیابی MBE و MAE و CRM، بهترین مدل برازش داده شده به هدایت هیدرولیکی اشباع خاک، مدل گاوسی می‌باشد. ویژگی‌های خاک نظیر هدایت هیدرولیکی اشباع، دارای تغییرپذیری مکانی وابسته به مقیاس نمونه‌برداری هستند. درنهایت، باتوجه به اهمیت مقیاس و تأثیر مستقیم آن بر نتایج، پیشنهاد می‌گردد که درصورت انجام تحقیق‌های مشابه سهم مقیاس مطالعاتی در تعیین دقت برآوردها و نهایتا نقشه های خروجی در نظر گرفته شوند. نتایج این پژوهش می‌تواند در پژوهش‌های درخصوص شبیه‌سازی حرکت آب در خاک، انتشار املاح و طراحی سیستم‌های زهکشی و برنامه‌های بهینه‌سازی مدیریت آب و خاک در منطقه مطالعاتی، مورد استفاده قرار گیرد.

منابع

1- Abu-Hashim M.S.D. 2011. Impact of land-use and land-management on water infiltration capacity of soils on a catchment scale. PhD Thesis Fakultat Architektur, Bauingenieurwesen and Umweltwissenschaften der Technischen Universitat Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig, Germany.
2- Angulo-Jaramillo R., Moreno F., Clothier B.E., Thony J.L., Vachaud G., Fernandez- Boy E., and Cayuela J.A. 1997. Seasonal variation of hydraulic properties of soils measured using a tension disk infiltrometer. Soil Science Society of America Journal. 61: 27–32.
3- Barzegar A. 2004. Advanced soil physics. Publications of Shahid Chamran University. Ahvaz.
4- Bormann H., and Klaassen K. 2008. Seasonal and land use dependent variability of soil hydraulic and soil hydrological properties of two northern German soils. Geoderma. 145: 295–302.
5- Bronson K.F., Zobeck T.M., Chua T.T., Acosta-Martinez V., Van Pelt R.S., and Booker J.D. 2004. Carbon and nitrogen pools of southern high plains cropland and grassland soils. Soil Science Society of America Journal. 68 (5): 1695–1704.
6- Cambardella C.A., Moorman T.B., Parkin T.B., Karlen D.L., Turco R.F., and Konopka A. E. 1994. Field scale variability of soil properties in Central Iowa soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 58: 1501-1511.
7- Franzluebbers A.J., Stuedemann J.A., Schomberg H.H., and Wilkinson S.R. 2000. Soil organic C and N pools under long-term pasture management in the Southern Piedmont USA. Soil Biology and Biochemistry. 32 (4): 469–478.
8- Ghorbani Dashtaki Sh., Homaee M., and Madian M.H. 2009. Effect of land use change on spatial variability of infiltration parameters. Journal of Irrigation and drainage, 2(4):206-221.
9- Hallet P.D., Nunan N., Douglas J.T., and Young I.M. 2004. Millimeter-scale spatial variability in soil water sorptivity: scale, surface elevation and subcritical repellency effects. Soil Sci. Soc. Am. J., 68: 352- 358.
10- Kelishadi H., Mossaddeghi M.R., Hajabbasi M.A., and Ayoubi S. 2014. Near-saturated soil hydraulic properties as influenced by land use management systems in Koohrang region of central Zagros, Iran. Geoderma. 213, 426-434.
11- Klute A., and DirKsen C. 1986. Hydraulic conductivity and diffusitivity: laboratory methods. In: A. Klute (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part 1. 2nd edition. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI. Pp. 687-734.
12- Motaghian H.R., Karimi A., and Mohammadi J. 2007. Analysis of spatial variability of specific physical and hydraulic properties of soil on a catchment scale. Journal of water and soil(agricultural sciences and technology), 22(2):432-446.
13- Neves C.S.V.J., Feller C., Guimaraes M.F., Medina C.C., Tavares Filho J., and Fortier M. 2003. Soil bulk density of homogeneous morphological units identified by the cropping profile method in clayey oxisols in Brazil. Soil & Tillage Research. 71 (2): 109–119.
14- Nielsen, D.R., Biggar J.W., and Erh K.T. 1973. Spatial variability of field-measured soil- water properties. Hilgardia. 42 (7): 215–259.
15- Rekman J., Turski R., and paluszek J. 1998. Spatial and Temporal Variations in erodibility of loess. Soil and Tillage Res. 6(1, 2): 61-68.
16- Reynolds W.D., and Elrick D.E. 1987. Laboratory and numerical assessment of the Guelph permeameter method. Soil Sci. 144: 244-282.
17- Sepaskhah A.R., Ahmadi S.H., and Nikbakht Shahbazi A.R. 2005. Geostatistical analysis of sorptivity for a soil

under tilled and no-tilled conditions. Soil and Tillage Res., 83: 237-245.
18- Wei H., Mingan Sh., Quanjiu W., and Dongli S. 2013. Effects of measurement method, scale, and landscape features on variability of saturated hydraulic conductivity. ASCE. 378-386.
19- Zeinalzadeh K., Kashkuli H.A., Naser A., Dadmehr R., and Eivazi A.R. 2009 Temporal chenges soil hydraulic parameters in agriculture different land uses. Journal of water research in agriculture (formerly soil and water sciences), 24(1):1-11.
20- Zhou X., Lin H.S., and White E.A. 2008. Surface soil hydraulic properties in four soil series under different land use and their temporal changes. Catena 73, 180–188.

Journal of Water and Soil
Vol. 31, No. 5, Nove.-Dec. 2017, p. 1302-1312

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 31، شماره 5، آذر – دی 1396، ص. 1312-1302

Evaluation the Effect of Different Land Use and Soil Characteristics on Saturated Hydraulic Conductivity

E. Afzali Moghadam[1] - **N. Boroomand**[2*] - **V. R. Jalali**[3] - **S. Sanjari**[4]

Received: 30-04-2016
Accepted: 25-09-2017

Introduction: The hydraulic parameters are very important for perception of water flow in unsaturated soil and using pollutants and nutrient flow modeling in the soil. The effect of soil management and land uses on soil parameters can directly alter soil hydraulic parameters. Because of interactive and tight relationship between soil and plant covering, studying the soil parameters and its changing during different land uses is vital. The main object of this study was evaluating the effects of different land uses on soil saturated hydraulic conductivity.

Materials and Methods: This study was performed in about 100 hectare fields of Khezrabad region in the 25 km south of the Jiroft county located in south eastern of Kerman province. The region gridded into 1000×1000 meter grids with use of Google earth and Arc GIS software, sampling places has been selected in the center of each grid. Measurement of soil saturated hydraulic conductivity done with the Guelph permeameter in the center of each grid. For the measurement of physical parameters such as bulk density, percent of sand, silt, clay in the laboratory, sampling done from 30cm depth so samples transferred to the laboratory. In this study in order to ensure the normal distribution of variables, the Kolmogorov-Smirnov test has been used with SPSS14 software. The Kriging method was used for interpolation and providing spatial maps.

Results and Discussion: Agriculture, garden and sterile lands were selected for the object of the present study. The study area includes garden, agriculture and sterile lands at the same time. The study area contains 3 classes of soil texture as: sandy, sandy-loamy and loamy-sand. The results showed that soil saturated hydraulic conductivity (k_s) with strong spatial correlation had a high spatial variability. The fluctuation ranges of its values changes from 0.02 to 2325.71 cm per hour. The lowest value of k_s was observed in garden land (by having the lowest value of soil bulk density) while the highest value was observed in sterile land (by having the highest value of soil bulk density). The results also showed that semi-variogram of garden, agriculture and sterile land were not the same, and it may gain from different types of agricultural operations, type of land use and various textures so that from garden land to sterile land, the soil texture becomes lighter and level of saturated hydraulic conductivity changes completely different. Several reasons maybe considered including soil different structures due to different type of agricultural operations and type of cultivation for every single land use. The change process of saturated hydraulic conductivity for garden and agricultural land was identical and for both the Gaussian model were fitted. According to the nugget effect ratio to the sill (C_0/C_0+C), variability of saturated hydraulic conductivity in agricultural land has a stronger spatial correlation (0.0006) and also has a higher radius of effect range (11740m) compared to garden land in which the ratio of the nugget effect ratio to sill is 0.28 and its radius of effect range is 8030 meters. the radius of effect range in sterile land had the lowest value among studied land uses, though having strong correlation, the effect range of this correlation is low and, compared to other lands, the changes process was more randomly obtained. To mention the reasons of this finding it is possible to refer to area of the sterile land, dispersion of the sampling points and long distance between pair points. The lowest spatial correlation belonged to garden land with middle spatial correlation class and the reason can be explained as due to increase of sand, decrease of clay and silt, bulk density of soil increases as well and leads to increase of coarse pores and consequently increasing saturated hydraulic conductivity of soil.

Results showed that soil saturated hydraulic conductivity (k_s) with strong spatial correlation has high spatial variability and these variability consist lowest quantity in the garden lands and highest quantity in the sterile lands. The distribution pattern of K_s was seen similar to the sand and the soils bulk density, this pattern was opposite to the clay distribution pattern, this indicates the effect of soil physical parameters on saturated hydraulic conductivity.

1 and 4- M.Sc. Student and Lecturer, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, University of Jiroft, Jiroft
2 and 3- Associate Professor and Assistant Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman
(*- Corresponding Author Email: nbroomand@yahoo.com)

Conclusion: According to the evaluation parameters CRM, MAE and MBA, Gaussian model is the best fitted model to soil saturated hydraulic conductivity data and soil parameters such as saturated hydraulic conductivity consist spatial variability related to sampling scale. The factors of land type and consequently type of land cultivation, lands management system, type of agricultural operations, soil particles size and bulk density of soil have the most impact on variability of K_s.

Keywords: Guelph permeameter, Jiroft, Kriging, Spatial variability