دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران
تبریز، 12 الی 14 شهریور 1390
(فن‌آوری های نوین در علوم خاک)

حل معادلات کریجینگ معمولی و تخمین مکانی شوری خاک های بخشی از دشت ارومیه با استفاده از نرم افزار اکسل

نیکو حمزه پور[1]، نورایر تومانیان[2] و مصطفی کریمیان اقبال[3]
1 و 3- دانشجوی دکتری و دانشیار گروه خاکشناسی دانشگاه تربیت مدرس
2- استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی استان اصفهان

چکیده
نرم افزار اکسل، نرم افزار محاسباتی است که برخلاف اکثر نرم افزارهای دیگر، محقق را در فرایندهای محاسباتی درگیر می کند و این امکان را می دهد که فرد استفاده کننده به خوبی بداند در فرایند محاسبات دقیقا چه اتفاقی می افتد و اگر اشتباهی صورت گرفته باشد، در چه مرحله ای بوده است تا بتوان به راحتی علت آن را بررسی و رفع کرد. برای حل کردن معادلات کریجینگ و ملموس نمودن روند ترکیب ماتریس های مورد استفاده در فرآیند تخمین مکانی متغیرهای خاک از نرم افزار اکسل استفاده شد و اجرای این تحقیق در مساحتی حدود 10 کیلومتر مربع در حاشیه غربی دریاچه ارومیه واقع در دشت ارومیه به اجرا در آمد. نمونه برداری بر روی شبکه 500 متر صورت گرفت. EC نمونه ها در نسبت 1:2,5 خاک به آب قرائت شد. سپس بهترین مدل واریوگرام بر روی داده ها برازش داده شد و در نرم افزار اکسل، ماتریس های فاصله نقاط نمونه برداری شده از هم، فاصله نقاط نمونه برداری شده و نقاط مورد تخمین، ماتریس میزان های واریوگرام جفت نقاط مورد استفاده (ماتریس A)، و وکتور مقادیر واریگرامی نقاط مشاهده شده با نقاط مورد تخمین (وکتور b)، وکتور وزن های نا اریب کریجینگ و در نهایت تخمین رستری پیکسل های کل منطقه و میزان خطا در پیکسل های تخمین زده شده به رسترهای جداگانه ای محاسبه شدند. نتایج نشان داد که این روش حتی در تخمین نقاطی که در مجاورت آن مقادیر اندازه گیری شده وجود ندارد نیز از دقت بالائی برخوردار می باشد. در این تحقیق با استفاده از حدود 50 نقطه، تخمین بر روی شبکه 100 متر صورت گرفته و حدود 700 نقطه در درون شبکه با حداقل خطا تخمین زده شده است که این نشان دهنده قدرت بالای این روش تخمینی حتی در مکان های با تعداد نمونه اندک نیز می باشد.
کلمات کلیدی: اکسل، تخمین، کریجینگ معمولی، ماتریس، وکتور.

مقدمه

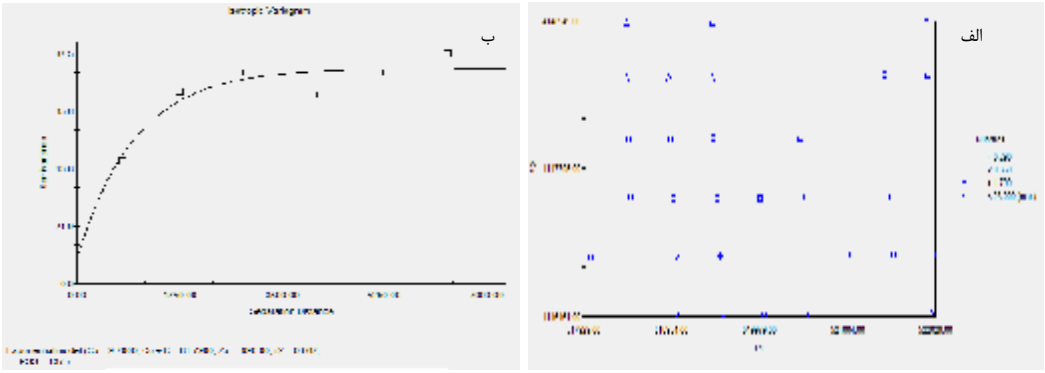
با شروع استفاده از آمار مکانی برای نقشه برداری متغیرهای خاک از دهه 70 میلادی تاکنون نرم افزارهای مختلفی برای تخمین مکانی تغییرات یک متغیر عرضه شده اند. اغلب این نرم افزارها به گونه ای توسعه یافته اند که افراد با تخصص های مختلف بتوانند از آنها استفاده کنند و نیاز به درک فرایندهای پیچیده آماریی که پشتوانه محاسبات است، نباشد. این به خودی خود دیدگاهی معقول و مورد پسند است اما گاها عدم درک و شناخت فرایندهای پشت پرده باعث قضاوت نادرست در مورد پدیده مورد مطالعه و چه بسا نتیجه گیری های کاملا متفاوت از واقعیت می شود. نرم افزار اکسل، نرم افزار محاسباتی است که برخلاف اکثر نرم افزارهای دیگر، استفاده کننده را در فرایندهای محاسباتی درگیر می کند و این امکان را می دهد که فرد استفاده کننده به خوبی بداند در فرایند محاسبات دقیقا چه اتفاقی می افتد و اگر اشتباهی صورت گرفته باشد، در چه مرحله ای بوده است تا بتوان به راحتی علت آن را بررسی و رفع کرد. اولین بار در 1994 هانت () استفاده از این نرم افزار را در تدریس آمار پیشنهاد کرد. در 2002 کستل () تشریح کرد که چگونه می توان با

روش های مختلفی از این نرم افزار برای یادگیری فرایندهای تخمین استفاده کرد. کریه (2002) بیان کرد که نرم افزار اکسل وسیله ای بسیار دقیق و انعطاف پذیر در حل معادلات پیچیده آماری می باشد.

هدف از ارائه این مقاله چگونگی استفاده عملی از نرم افزار اکسل در تخمین مکانی و تشریح معادلات ماتریسی مربوط به آن با استفاده از داده های واقعی اندازه گیری شده برای شوری خاک بخشی از دشت ارومیه می باشد. برای این منظور روش درون یابی معمولی به دلیل عدم پیچیدگی آن در مقایسه با سایر میانیاب ها انتخاب شده است. شایان ذکر است که مفاهیم اصلی این مقاله برگرفته از نظریات دکتر آلفرد اشتین (1998) و دکتر دیوید رزیتر (2008) می باشد.

مواد و روش ها

این تحقیق در مساحتی حدود 10 کیلومتر مربع در اراضی حاشیه غربی دریاچه ارومیه واقع در جنوب دشت ارومیه صورت گرفته است. نمونه برداری بر روی شبکه ای منظم با فواصل 500 متر در 500 متر صورت گرفت. سپس EC نمونه ها در دو عمق 0-20 و 20-40 سانتیمتری قرائت شد. بر روی نتایج به دست آمده بهترین مدل واریوگرامی برازش شد. سپس در محیط اکسل تخمین نقاط بر روی شبکه 100 متری زده شد و خطا در هر پیکسل شبکه محاسبه شد. نقشه تخمین، نقشه خطا در کل منطقه و نقشه سه بعدی شوری منطقه در نرم افزار GS^+ تهیه شد.



شکل 1- الف- مختصات نقاط مورد استفاده در تخمین و مقدار شوری خاک در هر نقطه، ب- واریوگرام برازش شده بر روی نقاط.

نتایج و بحث

به طور کلی مراحل اصلی میانیابی به شکل زیر است:

1- برازش بهترین مدل واریوگرام بر روی نقاط نمونه برداری و به دست آوردن پارامترهای واریوگرام، 2- بدست آوردن ماتریس فاصله بین نقاط نمونه برداری شده، 3- بدست آوردن فاصله بین نقاط تخمینی و نقاط نمونه برداری شده، 4- تشکیل ماتریس A، که ماتریس γ های جفت نمونه ها در فواصل لگ های تعریف شده در واریوگرام است، 5- محاسبه بردار b ، که γ های فواصل نقاط مورد تخمین و نقاط نمونه برداری شده است، 6- محاسبه وزن های هر یک از نقاط نمونه برداری برای تخمین نقاط مورد تخمین که از حاصلضرب ماتریس A در Vector bبدست می آیند 7- در نهایت تخمین مقدار متغیر مورد نظر در پیکسل های کل منطقه مورد مطالعه کهاز مجموع حاصلضرب وزن ها در مقادیر واقعی متغییر مورد نظر، در نقاط نمونه برداری شده بدست می آید، 8- محاسبه خطا در هر نقطه تخمینی که از مجموع حاصلضرب وزن ها در Vector bبدست می آید.

تئوری روش کریجینگ معمولی

کریجینگ معمولی زمانی استفاده می شود که در منطقه مورد مطالعه تنها عاملی که باعث تفاوت بین مقادیر مربوط به یک متغیر شود، فاصله بین نقاط از هم باشد و هیچ عامل دیگری روی نمونه ها تاثیر نداشته باشد (به عبارت دیگر روند در منطقه وجود نداشته باشد)، در این حالت معادله تخمین در نقطه مد نظر به شکل زیر است:

$$\hat{Z}(s_0) = \sum_{\alpha=1}^{n} \lambda_\alpha Z(s_\alpha).$$

که برای محاسبه اوزان معادله فوق و با توسعه سیستم معادلات کریجینگ در شکل معمول به رابطه ماتریسی زیر می رسیم:

$$\begin{bmatrix} \gamma(h_{11}) & \cdots & \gamma(h_{1n}) & 1 \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ \gamma(h_{n1}) & \cdots & \gamma(h_{nn}) & 1 \\ 1 & \cdots & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \lambda_1 \\ \vdots \\ \lambda_n \\ \varphi \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \gamma(h_{10}) \\ \vdots \\ \gamma(h_{n0}) \\ 1 \end{bmatrix}$$

ماتریس A Weights Vector b

معادلات استفاده شده در Excel برای حل ماتریس های یاد شده بالا در کریجینگ معمولی و مفهوم هر یک

از رابطه زیر برای محاسبه فاصله بین نقاط استفاده می شود که از آن در ایجاد ماتریس فواصل بین نقاط نمونه برداری شده از هم و نیز ایجاد ماتریس فاصله نقاط تخمینی از نقاط نمونه برداری شده، استفاده می شود.

معادله 1- محاسبه فاصله بین دو نقطه در سیستم مختصات نقاط مورد مطالعه

فاصله بین دو نقطه=SQRT((D$11-$B13)^2+(D$12-$C13)^2)

فاصله بین دو نقطه = $\sqrt{(X1-X2)^2+(Y1-Y2)^2}$

X و Y مختصات نقاط مورد مطالعه می باشند.

نکته: علامت ($) در وسط حرف انگلیسی یعنی در هنگام تعمیم معادله به کل ماتریس، حرکت سلولی به طور سطری باشد و در اول حرف انگلیسی یعنی حرکت به صورت ستونی صورت گیرد و محاسبه انجام شود.

از رابطه زیر برای محاسبه ماتریس A و وکتور b استفاده می شود که در واقع همان معادله واریوگرام بدست آمده برای نقاط نمونه برداری شده است.

معادله 2- محاسبه نقاط ماتریسA و Vector b با استفاده از فرمول واریوگرام برازش شده:

=IF(E8=0;0;$A$5+$A$6*(1-EXP(-E8/$A$7)))

=nugget + sill(1 - exp(-distance/range))

نکته: از آنجائی که وقتی فاصله بین دو نقطه صفر است (یعنی نقطه با خودش)، در این حالت قسمت نمائی واریوگرام صفر می شود و در نهایت عدد محاسبه ای برابر nugget می شود، برای حذف اثر nugget، در این حالت، در اول معادله برای هر سلوی می نویسند: E8=0;0; یعنی اگر فاصله صفر بود، در این حالت کل معادله برابر صفر شود.

معادله 3- محاسبه وزن ها:

=MMULT(MINVERSE($E$15:$K$21);M15:M21)

Weight= A^{-1} * Vector b

معادله 4- محاسبه مقدار متغیر مورد نظر در نقطه تخمینی:

=SUMPRODUCT($K8:$K13;N15:N20)

$$\sum_{1}^{n}(Samplevalu\ es * Weights)$$

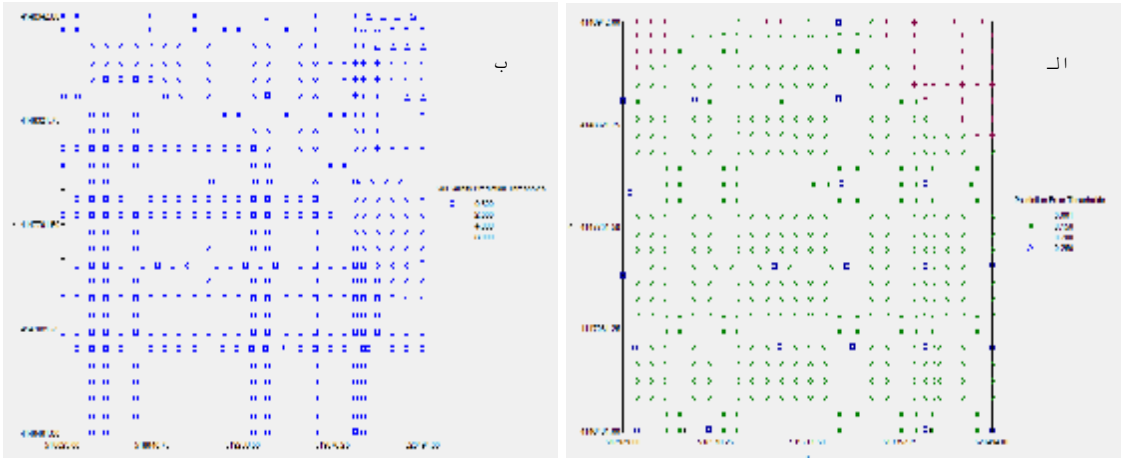
نکته: در محاسبه مقدار متغیر در نقطه تخمینی، سلول مربوط به ضریب لاگرانژ دخالت داده نمی شود.

معادله 5- محاسبه میزان خطای محاسبه در نقطه تخمینی:

=SUMPRODUCT($M15:$M21;N15:N21)

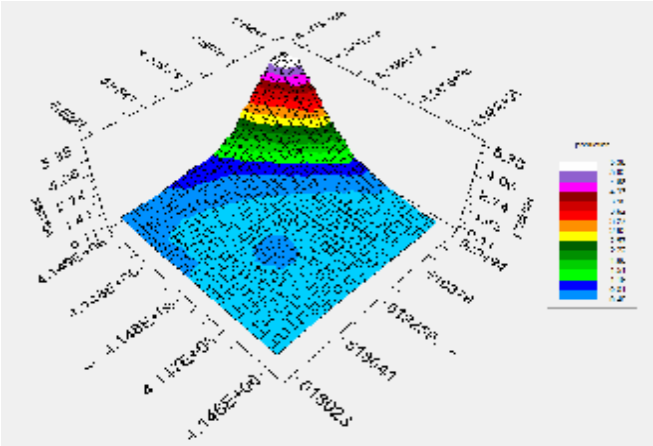
$$\sum_{1}^{n}(Vectorb * Weights)$$

نکته: در محاسبه مقدار خطای محاسبه در نقطه تخمینی، سلول مربوط به ضریب لاگرانژ نیز محاسبه می شود (سلول 21).



شکل 2- الف- نقشه خطا در هر نقطه ی تخمینی، ب- نقشه مقادیر شوری تخمین زده شده بر روی شبکه 100متر.

همانطور که از نقشه خطا در هر نقطه پیداست (شکل 2- الف) این روش حتی در تخمین در نقاطی که در مجاورت آن مقادیر اندازه گیری شده وجود ندارد نیز از دقت بالائی برخوردار می باشد. در این تحقیق با استفاده از حدود 50 نقطه، تخمین بر روی شبکه 100 متر صورت گرفته و حدود 700 نقطه در درون شبکه با حداقل خطا تخمین زده شده است که این نشان دهنده قدرت بالای این روش تخمینی حتی در مکان های با تعداد نمونه اندک نیز می باشد.



شکل 3- نقشه تغییرات مکانی شوری خاک با استفاده از معادلات حل شده روش کریجینگ معمولی (OK) در نرم افزار اکسل.

منابع:

Carr R, 2002. Teaching statistics using demonstrations implemented with Excel. In B. Phillips (Ed.), Proceedings of the Sixth International Conference on Teaching of Statistics, Cape Town. Voorburg, The Netherlands: International Statistical Institute.

Castle R, 2002. Using interactive visualisation to develop statistical understanding In B. Phillips (Ed.), Proceedings of the Sixth International Conference on Teaching of Statistics, Cape Town. Voorburg, The Netherlands: International Statistical Institute.

Hunt N, 1994. Teaching statistics using a spreadsheet. Vol. 2, p. 432. In Proceedings of the Fourth International Conference on Teaching Statistics, Morocco.

Rossiter D.G**,** 2008. Digital soil mapping as a component of data renewal for areas with sparse soil data infrastructures. In: Digital soil mapping with limited data / ed. by A.E. Hartemink, A. McBratney and M. de Lourdes Mendonca-Santos. Berlin : Springer, 2008. ISBN 978-1-4020-8591-8. pp. 69-80.

Stein A, van Groenigen JW, Jeger MJ and Hoosbeek M.R, 1998. Space - time statistics for environmental and agricultural related phenomena. Environmental and ecological statistics 5: 155-172.