ارزیابی ساختار مکانی شاخص فرسایش پذیری خاک در منطقه ارومیه

رضا سکوتی اسکوئی، محمدحسین مهدیان، شهلا محمودی، جعفر غیومیان و محمد حسن مسیح آبادی

به ترتیب دکتری خاکشناسی و عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی ومنابع طبیعی استان آذربایجان غربی، عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، عضو هیئت علمی دانشگاه تهران، عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری و عضو هیئت علمی موسسه تحقیقات خاک و آب

مقدمه

شناخت پراکنش مکانی ویژگی های خاک برای برنامه ریزی و مدیریت مناسب خاک به منظور بهره برداری مناسب از آن لازم بوده و از اهمیت زیادی برخوردار است زیرا یکی از خصوصیات مشترک ویژگی های محیطی از جمله خاک، پیوستگی مکانی آنها است. مفهوم تغییر پذیری مکانی خاک ها این است که مقادیر برخی ویژگی های خاک در نقاط مجاور در مقایسه با نقاطی که فاصله آنها بیشتر است شباهت بیشتری دارند (۸). برای بررسی تغییر پذیری خاک از روش های آماری که قادر به تحلیل جزء وابسته به مکان متغیر های مکانی شامل زمین آمار استفاده می‌شود. روشهای مختلفی برای ارزیابی ساختار مکانی داده ها وجود دارد که از جمله آنها می توان به میانگین حسابی، روش گرادیان، تیسن و هیپسومتریک اشاره نمود (۵). به دلیل پیچیدگی توزیع مکانی و بالا بودن تغییرات در خاک، استفاده از روش های تخمینی مبتنی بر زمین آمار برای میانیابی ویژگی های خاکی در نقاط نمونه برداری نشده ضروری به نظر می رسد. در این رابطه می توان از روشهای زمین آماری شامل تخمینگرهای آماری غیر پارامتری نظیر روش های TPSS[۱]، میانگین متحرک وزنی[۲] و یا روش های پارامتری زمین آماری نظیر کریگینگ[۳] و کوکریگینگ[۴] استفاده نمود. اختلاف بین این روش ها در محاسبه فاکتور وزنی است که به نقاط اطراف نقطه مورد نظر داده می‌شود (۷).

محمدی (۱۹۹۸) با استفاده از تخمینگرهای زمین آماری پراکنش مکانی برخی از خصوصیات خاک سطحی شامل هدایت الکتریکی، درصد رطوبت اشباع، نسبت جذب سدیم و درصد آهک را با روش های کوکریگینگ، کریگینگ و رگرسیون خطی بررسی نموده است (۳). نتایج بدست آمده از این تحقیق حاکی است که تخمینگرهای زمین آماری نسبت به روابط همبستگی خطی از برتری نسبی برخوردار بوده و روش کریگینگ به عنوان روش برتر برآورد داده‌های مکانی پارامترهای خاک معرفی شده است. همین محقق در پیش بینی مکانی شوری خاک سطحی و تغییرپذیری مقدار آب خاک، وزن مخصوص ظاهری خاک و خطر شوری خاک از روش کریگینگ استفاده نموده است و به این نتیجه رسیده که نتایج حاصل از برآورد به روش کریگینگ با واقعیت های منطقه مطابقت بیشتری دارد (۴).

تغییرات مکانی عامل فرسایش‌پذیری خاک (K) در چهارمحال بختیاری با استفاده از روش کریگینگ توسط قاسمی (۱۳۸۲) مورد بررسی قرار گرفته است. وی با اثبات وجود همبستگی مکانی این عامل در منطقه مورد بررسی، نسبت به تهیه نقشه فرسایش‌پذیری خاک اقدام نموده است (۱). والتر و مک براتنی (۲۰۰۱) برای پیش بینی شوری در سطح خاک از روش کریگینگ استفاده کرده اند (۶). نتایج تحقیق آنها مطابقت روش بکار برده شده را با شرایط محلی تایید می نماید.

فرانکلین و لی بولد (۲۰۰۲) تغییر پذیری مقدار آب خاک و وزن مخصوص ظاهری آن را در یک مزرعه چغندر قند در استرالیا (۵) و گلن و همکاران (۲۰۰۳) عامل آب خاک را با داده‌های RADARSAT در نوادای آمریکا، با روش‌های زمین آماری مورد بررسی قرارداده و روش کریگینگ را به عنوان روش مناسب تحلیل تغییر پذیری این پارامترها معرفی نموده اند(۷).

لذا این تحقیق با هدف ارزیابی و تحلیل ساختار مکانی شاخص فرسایش پذیری خاک و مقایسه روش های مختلف زمین آماری در برآورد آن و تهیه نقشه پراکنش مکانی فرسایش پذیری خاک به انجام رسیده است.

مواد و روش‌ها

موقعیت منطقه

این تحقیق در بخش جنوبی دشت ارومیه به مساحت ۳۶۶۹۰ هکتار در شهرستان ارومیه از استان آذربایجان غربی به انجام رسیده است. مختصات جغرافیایی این منطقه بین ″۰۰ ′۰۵ °۴۵ تا ″۰۰ ′۲۰ °۴۵ طول شرقی و ″۰۰ ′۱۵ °۳۷ تا ″۰۰ ′۳۵ °۳۷ عرض شمالی است. شکل(۱) موقعیت منطقه را در سطح کشور و استان و موقعیت پروفیل های مورد استفاده در این دشت را نشان می دهد. گزارش مطالعات خاکشناسی نیمه تفصیلی انجام شده نشان می دهد که خاک های منطقه در رده اینسپتی سول ها[۵] طبقه بندی شده است. زیر گروه های بزرگ عمده در منطقه نیز به زیر گروه های تیپیک کلسی زرپتس[۶] و تیپیک هاپلو زرپتس[۷] تعلق دارند. این خاکها عموماً دارای افق مشخصه اکریک و افقهای مشخصه زیرین کامبیک[۸] و یا کلسیک[۹] است. فاصله پروفیل های خاک در منطقه مورد مطالعه بین ۱۳۰۰ و ۴۷۰۰ متر متغیر بوده است.

1-Thin Plate Smoothing Splines
2-Weighted Moving Average
3-Kriging
4-Co-Kriging

5-Inceptisols
6- Typic Calcixerepts
7- Typic Haploxerepts
8- Cambic
9- Calcic

روش کار

برای ارزیابی ساختار مکانی فرسایش پذیری خاک، از روش‌های میانیابی زمین آماری شامل کریگینگ،میانگین متحرک وزنی و کوکریگینک در محیط GIS و نرم افزارهای GS+، ILWIS و ARCVIEW8 استفاده شده است. رابطه عمومی این روشها به شرح زیر است:

$$Z^*(xi) = \sum_{i=1}^{n} \lambda i \; Z(xi) \qquad (۱)$$

که در آن:

$Z^*(xi)$ = مقدار برآورد شده،

$Z(xi)$ = مقدار مشاهده شده،

(xi) = موقعیت نقاط مشاهده شده،

λi = فاکتور وزنی برای نقطه iام،

n= تعداد نقاط اندازه گیری شده.

نیم تغییرنما یکی از پارامترهای مورد نیاز روش کریگینگ است که رابطه بین فاصله و واریانس داده ها را به شرح زیر نشان می‌دهد:

$$\lambda(hi) = \frac{1}{2(n)} \sum_{i=1}^{n} [Z(xi) - Z(xi+h)]^2 \qquad (۲)$$

که در آن:

n= تعداد جفت‌ها،

$Z(xi)$ = مقدار مشاهده شده،

$Z(xi+h)$ = مقدار مشاهده شده در فاصله h ام از نقطه xi ،

h = فاصله بین نقاط مشاهده شده،

$\lambda(hi)$ = نیم تغییر نمای تجربی.

در روش میانگین متحرک وزنی مقدار λi در رابطه (۱) با استفاده از معادله زیر محاسبه می‌شود:

$$\lambda i = \frac{D_i^{-a}}{\sum_{i=1}^{n} D_i^{-a}} \qquad (۳)$$

که در آن:

Di= فاصله بین نقطه برآورد شده و مقدار مشاهده شده در نقطه i ام،

a = ضریب ثابت،

n= تعداد نقاط مشاهده شده.

به منظور ارزیابی روشهای میانیابی از تکنیک Cross Validation و دو پارامتر آماری MAE[۳۰] و MBE[۳۱] استفاده شده است. MAE مشخص کننده خطای نتایج و MBE انحراف نتایج روش استفاده شده را نشان می دهد. در شرایطی که MAE و MBE برابر صفر و یا نزدیک به صفر هستند، نشان دهنده این است که روش استفاده شده واقعیت را خوب شبیه سازی می کند و با فاصله یافتن از صفر، کمی دقت و یا زیاد بودن انحراف را نشان می دهد. نحوه محاسبه پارامترهای MAE و MBE به شرح زیر است:

$$MBE = \frac{\sum_{i=1}^{n} (R_s - R_o)}{n} \qquad (۴)$$

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^{n} |R_s - R_o|}{n} \qquad (۵)$$

که در آنها:

R_S = مقدار برآورد شده،

R_O= مقدار اندازه‌گیری شده،

n= تعداد داده‌ها.

پس از انتخاب مدل مناسب میانیابی برای برآورد فرسایش پذیری خاک، نقشه پراکنش مکانی این شاخص تهیه شده است. برای تعریف تعداد و فاصله کلاس های[۳۲] مورد استفاده به منظور طبقه بندی پارامترهای خاکی در تهیه نقشه های موضوعی مورد نیاز، بر اساس تعداد و حدود تغییرات داده‌ها، از قانون استورجس[۳۳] (۸) به شرح زیر استفاده شده است:

$$K = 1 + 3.3 \log N \qquad (۶)$$

$$h = \frac{R}{K} = \frac{X\,\max - X\,\min}{K} \qquad (۷)$$

که در آنها:

K = تعداد کلاس،

N = تعداد داده،

h = فاصله کلاسها،

R = اختلاف بیشینه و کمینه داده ها،

Xmax = حداکثر مقدار داده ها،

Xmin = حداقل مقدار داده ها.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از آزمون نرمال بودن داده ها براساس تست Shapiro-Wilk در جدول ۱ نشان داده شده است. توزیع نرمال داده ها در این آزمون به شرط داشتن ضریب کمتر از ۰/۰۵ است و ضریب چولگی داده ها نیز باید از ۱ کمتر باشد. نتایج بدست آمده نشان داد که شاخص فرسایش پذیری خاک از چنین ویژگی برخوردار هستند.

10- Mean Absolute Error
11- Mean Bias Error

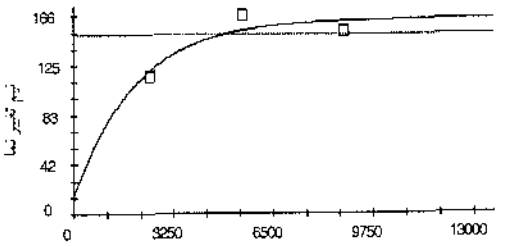
12-Class Interval
13-Sturges Rule

برای تعیین همبستگی مکانی فرسایش پذیری خاک، با استفاده از روش کریگینگ، منحنی نیم تغییرنما Semi-Variograms برای فرسایش پذیری خاک ترسیم شد که نتیجه آن در شکل(۲) ارائه شده

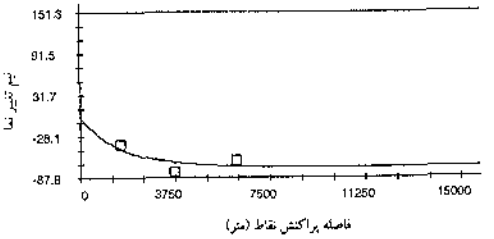
جدول(۱) نتایج آزمون نرمال بودن داده ها با روش Shapiro-Wilk

پارامتر خاکی	درجه آزادی	ضریب آزمون بدست آمده	ضریب چولگی
فرسایش پذیری خاک	۲۶	۰/۰۳۵	۰/۵۶۸

است. براساس شکل مذکور، شعاع تاثیر مدل نمایی برازش داده شده با ضریب همبستگی ۰/۸۲۶، حدود ۱۰۰۰۰ متر است و اثر قطعه ای ۱۴/۲، آستانه ۱۶۳/۴ درصد و خطای اندازه گیری برابر ۸/۶ درصد بدست آمده است. برای کاربرد روش کوکریگینگ منحنی نیم تغییرنمای تجربی برای عامل فرسایش پذیری خاک با استفاده از یک عامل کمکی ترسیم گردیده است. نمونه ای از برازش مدل نمایی براساس این روش در مورد تلاقی عامل فرسایش پذیری خاک.با استفاده از متغیر کمکی درصد شن خاک، در شکل(۳) ارائه شده است. شعاع تاثیر این نیم تغییر نما معادل ۱۵۹۰ متر، تاثیر قطعه ای برابر ۰/۱ و آستانه معادل ۷۲/۸۶ درصد بدست آمده و ضریب همبستگی مدل برازش داده شده ۰/۶۴۲ تعیین شده است.

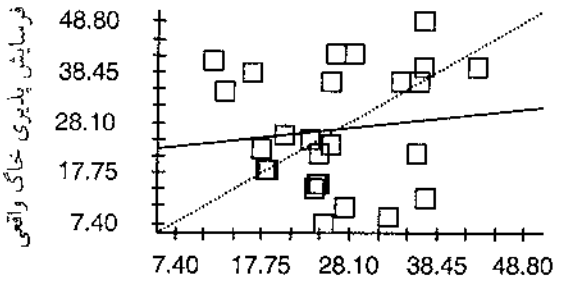


شکل(۲) مدل و نیم تغییر نمای تجربی فرسایش پذیری خاک



شکل(۳) مدل و نیم تغییر نمای تجربی فرسایش پذیری خاک براساس درصد شن خاک

مقایسه داده های اندازه گیری شده و داده های مشاهداتی فرسایش پذیری خاک (شکل ۴)، نشان می‌دهد که ضریب همبستگی بین آنها برابر۰/۱۹۳ است. خطای اندازه گیری در این متغیر حدود ۷۳ محاسبه شده است. با توجه به ضریب همبستگی و خطای اندازه گیری می توان نتیجه گیری کرد که روش کوکریگینگ قابل استفاده در منطقه نمی باشد. در جدول(۲) مقادیر دقت و انحراف دو روش کریگینگ و میانگین متحرک وزنی برای برآورد فرسایش پذیری خاک ارائه شده است. براساس این جدول، ملاحظه می گردد که روش کریگینگ در مقایسه با روش میانگین متحرک وزنی، در برآورد شاخص فرسایش پذیری خاک دقت بیشتری دارد (MAE=۳/۹۸). با این توصیف، روش کریگینگ با داشتن دقت بیشتر، به عنوان روش مناسب برآورد منطقه‌ای برخی پارامترهای خاک انتخاب شده است. جدول(۳) مشخصات مدل بسط داده شده بر فرسایش پذیری خاک را نشان می‌دهد.



شکل (۴) مقایسه مقادیر مشاهداتی و برآوردی فرسایش پذیری خاک با روش کوکریگینگ

جدول(۲) نتایج ارزیابی روش های کریگینگ و میانگین متحرک وزنی برای برآورد فرسایش پذیری خاک

روش میانیابی	MBE	MAE
میانگین وزنی متحرک	۰/۲۳	۴/۱۹
کریگینگ	۰/۰۶	۳/۹۸

جدول (۳) مشخصات مدل بسط داده شده بر فرسایش پذیری خاک

مدل نیم تغییر نما	تاثیر قطعه ای (٪)	آستانه (٪)	فاصله (متر)	ضریب همبستگی
نمایی	۱۴/۲۰	۱۶۳/۴۰	۱۰۰۰۰	۰/۸۲۶

با استفاده از روش کریگینگ، مقادیر فرسایش پذیری خاک برای نقاط مختلف در منطقه برآورد و نقشه پراکنش منطقه‌ای آن در محیط GIS تهیه گردید (شکل ۲). تعداد و فاصله کلاس های مورد نیاز برای طبقه بندی مقادیر فرسایش پذیری خاک نیز با استفاده از روش استورجس تعیین شد که نتایج آن به صورت راهنمای نقشه های تهیه شده، ارائه گردیده است.

منابع مورد استفاده

۱- قاسمی، ا و ج، محمدی. ۱۳۸۲. بررسی تغیرات مکانی فرسایش پذیری خاک، مطالعه موردی حوزه آبخیز چفاخور در استان چهارمحال بختیاری. مجموعه مقالات هشتمین کنگره علوم خاک. جلد دوم. صفحه ۸۶۴ تا ۸۶۵.

۲- نوربخش، ف. ا. و ج. بقایی. ۱۳۸۲. مطالعه تغییرات مکانی پراکنش شوری خاک در مقیاس مزرعه. مجموعه مقالات هشتمین کنگره علوم خاک ایران. جلد دوم. صفحه ۸۲۱-۸۲۳.

3- Mohammadi, J. 1998. Geostatistical mapping of environmental soil hazards. Fourth Iranian International Statistics Conference. Shahid Beheshti Univ., Teheran, Iran. pp : 42-43.

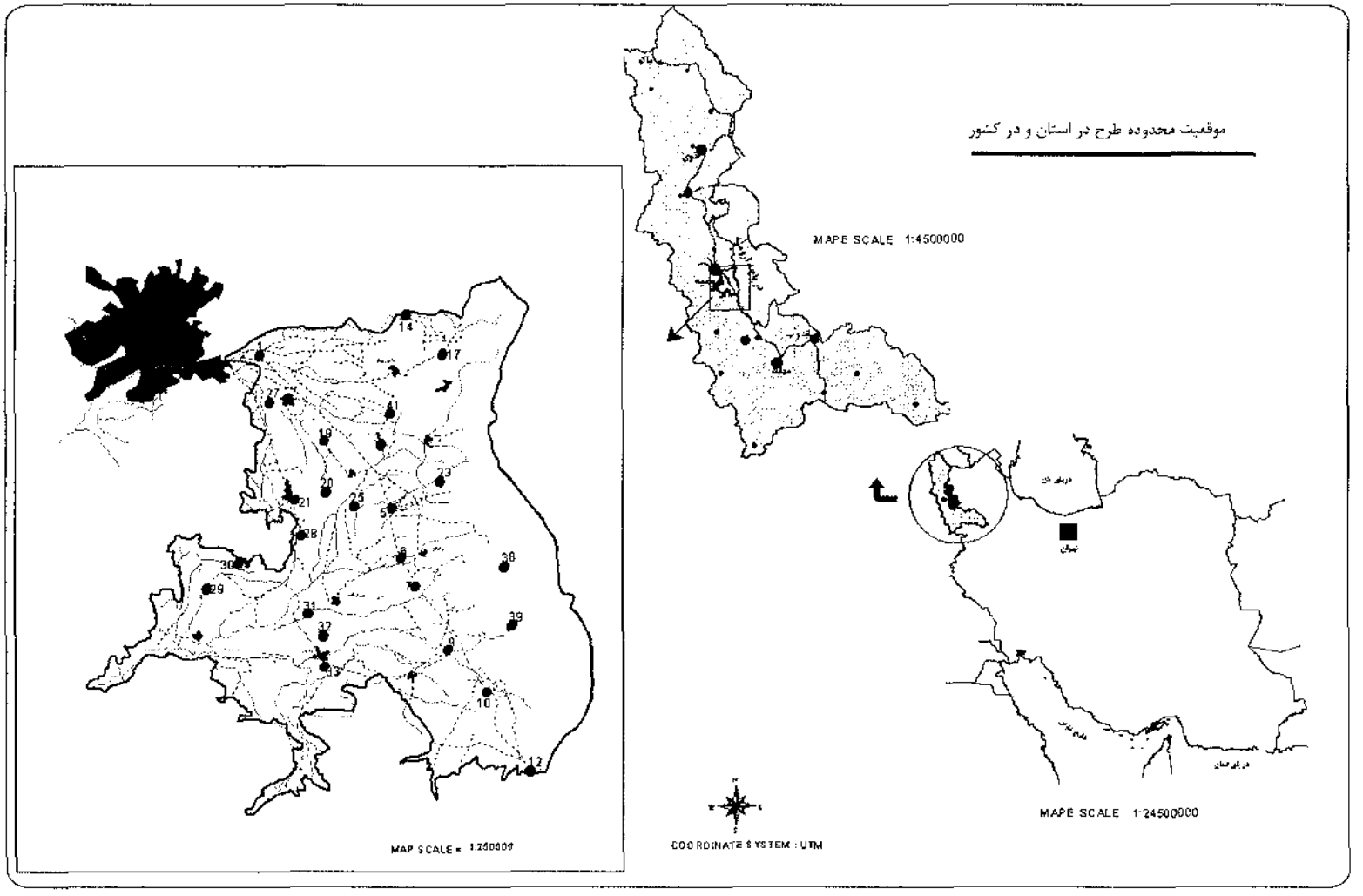
4- Mohammadi, J. 2000. Evaluation and mapping of soil salinity hazard in Ramhormoz area (Khuzestan) using disjunctive kriging. Journal of Agricultural Research. 25(6):45-57.

5- Franklin, J. and F. Liebhold. 2002. Variability of soil water content and bulk density in a sugarcane field. Australian Journal of Soil Research, 40 (4):604 – 614.

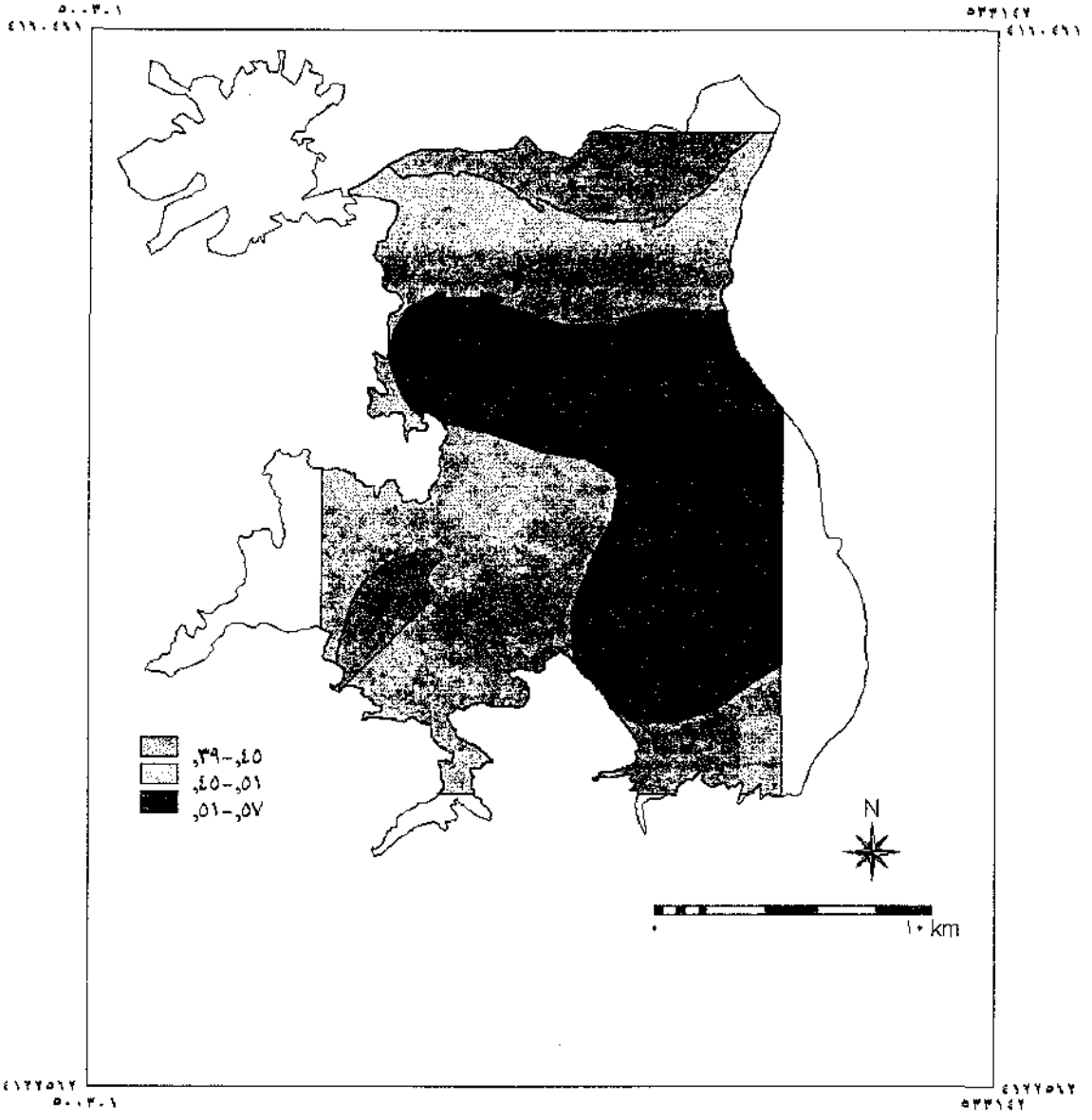
6- Walter, C. and B. McBratney. 2001. Spatial prediction of topsoil salinity in the Chelif Valley, Algeria, using local ordinary kriging with local variograms versus whole-area variogram. Australian Journal of Soil Research. 39 (2): 248-259.

7- Glenn, N. F. and J. R. Carr .2003. The use of geostatistics in relating soil moisture to RADARSAT-1 data obtained over the Great Basin, Nevada, USA, 29 (5) :577 – 586.

8- Wang, G., G. Gertner, P. Parysow and A.B. Anderson. 2000. Spatial Prediction and Uncertainty Analysis of Topographic Factors for the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). Journal of Soil and Water Conservation, 55(3): 114-123.



شکل(۱) نقشه موقعیت منطقه مورد مطالعه و پروفیل هلی خاک



شکل(۲) پراکنش مکانی شاخص فرسایش پذیری خاک.