مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی
جلد چهاردهم، شماره چهارم، مهر ـ آبان ۱۳۸۶
www.jasnr.info
www.sid.ir
www.magiran.com/jasnr

برآورد مقدار ازت کل خاک به کمک مقدار ماده آلی و با استفاده از روش‌های کریجینگ، کوکریجینگ و کریجینگ ــ رگرسیون در بخشی از اراضی زراعی سرخنکلاته استان گلستان

***شمس‌ا.. ایوبی[۱]، سارا محمد زمانی[۲] و فرهاد خرمالی[۳]**

[۱]استادیار گروه خاکشناسی، دانشگاه صنعتی اصفهان، [۲]دانشجوی کارشناسی‌ارشد خاکشناسی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،
[۳]استادیار گروه خاکشناسی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۸٤/۱۰/۱۸ ؛ تاریخ پذیرش:۸۵/۱۰/۲

چکیده

وجود تغییرات مکانی در خصوصیات خاک امری طبیعی می‌باشد، ولی شناخت این تغییرات به‌ویژه در اراضی کشاورزی جهت برنامه‌ریزی دقیق و مدیریت امری اجتناب‌ناپذیر است. آگاهی از این امر برای بهبود در سودآوری و نیل به بهره‌بری پایدار ضروری می‌باشد. شاخه‌ای از علم آمار کاربردی به نام زمین آمار قادر به ارائه مجموعه وسیعی از تخمینگرهای آماری به منظور برآورد خصوصیت موردنظر در مکان‌های نمونه‌برداری نشده با استفاده از اطلاعات حاصل از نقاط نمونه‌برداری شده می‌باشد. روش‌های میان‌یابی و تخمین مختلف به کمک این تکنیک وجود دارد که از مهمترین آنها می‌توان به روش‌های کریجینگ معمولی، کوکریجینگ و کریجینگ ـ رگرسیون اشاره کرد. این تحقیق جهت تخمین مکانی ازت کل خاک به کمک متغیر ماده آلی و مقایسه روش‌های کریجینگ معمولی، کوکریجینگ و کریجینگ ــ رگرسیون در بخشی از اراضی زراعی سرخنکلاته استان گلستان صورت گرفته است. نمونه‌برداری خاک در ۱۰۱ نقطه به‌صورت آشیانه‌ای سیستماتیک در پلاتی به ابعاد ۱۸۰×۱۰۰ متر صورت گرفت. ازت کل برای ۷۰ نقطه و ماده آلی برای ۱۰۱ نقطه اندازه‌گیری شد. بعد از آنالیزهای زمین آماری و تعیین تغییرنماهای متغیرهای ازت کل و ماده آلی و همچنین تعیین تغییرنمای عرضی دو متغیر و مشخص کردن رابطه رگرسیونی بین آن دو، برای تخمین ازت کل روش‌های کریجینگ، کوکریجینگ و کریجینگ ـ رگرسیون مورد مقایسه قرار گرفتند. نتایج این تحقیق نشان داد که با توجه به حداقل بودن مقادیر خطای تخمین و میانگین مجذور خطاها در روش رگرسیون ـ کریجینگ نسبت به دو روش دیگر، و بالاتر بودن مقدار ضریب تشخیص این روش حداکثر دقت را برای تخمین ازت کل به کمک داده‌های ماده آلی حاصل می‌کند. از نظر معیارهای مزبور روش کوکریجینگ نسبت به روش کریجینگ بهتر عمل کرده است. این نتیجه به آن علت است که متغیر ثانویه (ماده آلی) با متغیر اصلی (ازت کل) دارای همبستگی مکانی بالایی بوده که این امر منجر به کاهش واریانس تخمین شده است. از بین دو روش کوکریجینگ و کریجینگ ـ رگرسیون، روش دوم از دقت بهتری برخوردار بوده و با توجه به ساده بودن محاسبات و کم هزینه بودن جهت تخمین ازت کل خاک در منطقه مورد مطالعه پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: ازت کل، ماده آلی، کریجینگ، کوکریجینگ، رگرسیون، سرخنکلاته

* – مسئول مکاتبه: shayouby@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

وجود تغییرات مکانی در خصوصیات خاک امری طبیعی می‌باشد، ولی شناخت این تغییرات به‌ویژه در اراضی کشاورزی جهت برنامه‌ریزی دقیق و مدیریت امری اجتناب‌ناپذیر است. آگاهی از این امر برای بهبود در سودآوری و نیل به بهره‌بری پایدار ضروری می‌باشد. خصوصیات خاک دارای تغییرات مکانی و زمانی از مقیاس‌های کوچک تا مقیاس‌های بزرگ می‌باشند که تحت تأثیر خصوصیات ذاتی (فاکتورهایی تشکیل خاک مانند مواد مادری خاک) و خصوصیات غیرذاتی (مانند عملیات مدیریتی خاک، کود دهی و تناوب زراعی) قرار می‌گیرد (کوئین و زانگ، ۲۰۰۲؛ گادوین و میلر، ۲۰۰۳). لذا به‌منظور درک بهتر تأثیر فاکتورهایی مثل مدیریت و آلودگی و نهایتاً دستیابی به عملیات زراعی مناسب مشخص کردن و کمی کردن غیریکنواختی و تغییرپذیری خصوصیات خاک می‌باشیم (بوسان و اگیو، ۲۰۰۳).

تغییرپذیری خصوصیات خاک در مزارع اغلب به‌وسیله روش‌های آمار کلاسیک بیان می‌شوند که در آن فرض بر توزیع تصادفی تغییرات درون واحدهای نقشه[1] می‌باشد (کمبردلا و همکاران، ۱۹۹٤). شاخه‌ای از علم آمار کاربردی به نام زمین آمار[2] قادر به ارائه مجموعه وسیعی از تخمینگرهای آماری به‌منظور برآورد خصوصیت موردنظر در مکان‌های نمونه‌برداری نشده با استفاده از اطلاعات حاصل از نقاط نمونه‌برداری شده می‌باشد (برگس و وبستر، ۱۹۸۰؛ حسنی پاک، ۱۹۹۸).

تغییرنما[3] یکی از مهمترین ابزارهای اساسی زمین آمار جهت بررسی تغییرات مکانی خصوصیات خاک است. پارامترهای تغییرنما مشتمل بر دامنه تأثیر[4]، سقف[5] و اثر قطعه‌ای[6] می‌باشد. این پارامترها نقش کلیدی را در تکنیک میان‌یابی کریجینگ ایفا می‌کنند. کریجینگ، تکنیکی است که با به‌کارگیری خصوصیات ساختاری تغییرنما و مقادیر داده‌های اولیه تخمین‌های بهینه و ناریب از متغیرهای ناحیه‌ای در مکان‌های نمونه‌برداری نشده ارائه می‌نماید (ایساک و سریواستاو، ۱۹۸۹). یکی از مشکلات اساسی در برآورد تغییرنما و میان‌یابی به روش کریجینگ تعداد زیاد نمونه‌های خاک می‌باشد. این مشکل زمانی حادتر می‌گردد که متغیر مورد نظر مستلزم هزینه زیادی باشد. از جمله مهمترین این ویژگی‌های خاک در کشاورزی دقیق ازت خاک می‌باشد. لذا استفاده از سایر روش‌های میان‌یابی و استفاده از متغیرهای کمکی که با پارامتر مورد نظر دارای همبستگی هستند، ضرروی به‌نظر می‌رسد. از جمله مهمترین این روش‌ها می‌توان به روش‌های کوکریجینگ و کریجینگ ـ رگرسیون اشاره کرد (نوترز و همکاران، ۱۹۹۵).

استفاده از متغیرهای کمکی جهت میان‌یابی تحت عنوان کوکریجینگ اولین بار توسط مک براتنی و وبستر (۱۹۸۳) ارائه شد. آنها در یک مثال موردی در ارزیابی مقدار سیلت افق سطحی خاک به کمک مقدار سیلت در افق‌های تحتانی به نتایج بهتری توسط تخمینگر کوکریجینگ دست یافتند. استفاده از متغیرهای توپوگرافی به‌عنوان متغیرهای کمکی برای برآورد خصوصیات خاک توسط محققین مختلف مورد توجه قرار گرفته است (هنگل و همکاران، ۲۰۰۳؛ بورنان و همکاران، ۲۰۰۰). نوترز و همکاران (۱۹۹۵) در مقایسه روش‌های مختلف میان‌یابی نشان دادند که روش کریجینگ ـ رگرسیون نسبت به دو روش دیگر تخمین‌های دقیق‌تری ارائه کرده است. امینی (۱۳۹۹) در مطالعه‌ای جهت بررسی خاک‌های شور منطقه رودشت اصفهان نشان داد که استفاده از تخمین‌گر کوکریجینگ با توجه به همبستگی بالای کلر و EC، تخمین‌های بهتری را نسبت به دو روش دیگر ارائه کرده است ولی عدم رابطه معنی‌دار بین نیترات و EC، باعث شده تا تخمین گرهای کرجینگ – رگرسیون و کوکریجینگ بهبودی در تخمین ایجاد ننمایند.

1- Mapping units
2- Geostatisics
3- Variogram
4- Range
5- Sill
6- Nugget effect

Archive of SID

www.SID.ir

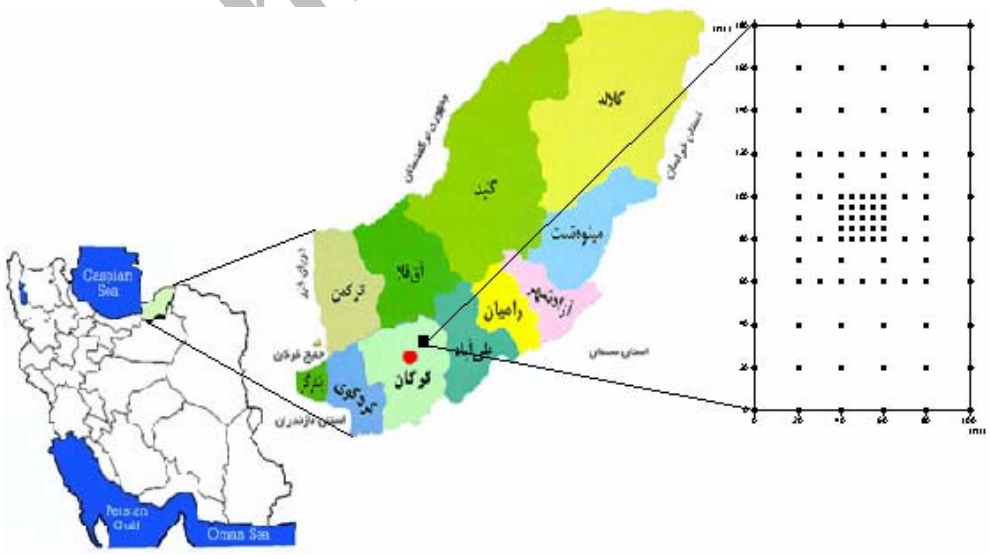
با توجه به مشکلات موجود در میان‌یابی و تخمین متغیر ازت خاک که نیاز به هزینه و زمان زیادتری نسبت به متغیری نظیر ماده آلی دارد، این تحقیق جهت تخمین مکانی ازت کل خاک به کمک متغیر ماده آلی و مقایسه روش‌های کریجینگ معمولی، کوکریجینگ و کریجینگ – رگرسیون در بخشی از اراضی زراعی سرخنکلاته استان گلستان صورت گرفته است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در مجاورت شهر سرخنکلاته در حدود ۲۵ کیلومتری شمال شرق شهرستان گرگان واقع شده است (شکل ۱). از لحاظ موقعیت جغرافیایی در طول جغرافیایی ´ ۳۳ °۵٤ و عرض جغرافیایی ´۵۳ °۳٦ قرار دارد. متوسط ارتفاع منطقه از سطح دریا ۱۳۰ متر، متوسط بارندگی ۵۷۰ میلی‌متر می‌باشد. متوسط حداکثر و حداقل درجه حرارت سالانه به‌ترتیب ۳۷ و ۳/۱ درجه سانتی‌گراد است. اقلیم منطقه طبق روش طبقه‌بندی دو مارتن و کوپن مدیترانه‌ای و براساس روش آمبروژه نیمه مرطوب معتدل محسوب می‌شود. از لحاظ واحد فیزیوگرافی منطقه سرخنکلاته، جزء دشت‌های دامنه‌ای محسوب می‌شود و مواد مادری آن دارای منشأ لسی می‌باشد. طبق طبقه‌بندی آمریکایی، خاک منطقه مورد مطالعه به‌صورت زیر طبقه‌بندی می‌شود (USDA، ۲۰۰۳).

Fine, mixed, mesic, Fluventic Haploxerept

برای انجام تحقیق پلاتی به ابعاد ۱۰۰ در ۱۸۰ متر در یک مزرعه گندم تحت مدیریت زارع انتخاب شد. جهت نمونه‌برداری از خاک در پلات موردنظر شبکه‌بندی به‌صورت سیستماتیک ـ آشیانه‌ای به ابعاد ۲۰ در ۲۰ متر (٦۰ نقطه)، ۱۰ در ۱۰ متر (۲٤ نقطه) و ۵ در ۵ متر (۱۷ نقطه) و جمعاً در ۱۰۱ نقطه به‌وسیله دوربین و متر انجام شد. شکل ۱ نمایی از الگوی نمونه‌برداری را نمایش می‌دهد. نمونه‌برداری از خاک اندکی بعد از کاشت به‌وسیله مته (اوگر) از عمق ۳۰–۰ سانتی‌متر از روی نقاط با مختصات معلوم صورت گرفت. نمونه‌ها هوا خشک گردیده و سپس از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شد. مواد آلی به روش اکسیداسیون تر (پیج، ۱۹۸٦) روی تمام ۱۰۱ نمونه و ازت کل با استفاده از روش میکروکجلدال روی ۷۰ نمونه از خاک‌ها، به روش هضم تر اندازه‌گیری شد (پیج، ۱۹۸٦).



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه و نمایی از شبکه نمونه‌برداری.

Archive of SID

www.SID.ir

روش‌های آماری مورد استفاده

توصیف آماری داده‌ها: به‌منظور بررسی چگونگی توزیع داده‌ها و دستیابی به خلاصه‌ای از اطلاعات آماری هر خصوصیت، توزیع فراوانی با کمک ویژگی‌های آن شامل میانگین، میانه، حداقل، حداکثر، انحراف معیار، ضریب تغییرات، چولگی و کشیدگی توسط نرم افزار SPSS مورد بررسی قرار گرفت. جهت بررسی آزمون نرمال بودن توزیع متغیرها، آزمون کولموگروف ـ اسمیرونوف استفاده شد.

آنالیزهای زمین آماری: آنالیز همبستگی مکانی و ابزار تحقیق در شرایط صدق فرضیات پایایی، تغییرنما[1] است. تغییرنما به بررسی و شناخت ویژگی‌های ساختاری متغیر ناحیه‌ای می‌پردازد و چگونگی تغییرات آنرا بیان می‌کند. اگر تغییرنما به سقف معینی برسد و در نتیجه دامنه تأثیر مشخصی داشته باشد، ساختار فضایی و شرایط صدق فرضیه ذاتی می‌تواند وجود داشته باشد. با توجه به این که محاسبه سمی واریانس برای همه جامعه مورد مطالعه امکان‌پذیر نمی‌باشد، سمی واریانس در یک فاصله تفکیک مشخص به‌وسیله تابع زیر تخمین زده می‌شود (برگس و وبستر، ۱۹۸۰).

$$\gamma(h)=\frac{1}{2N(h)}\sum_{i=1}^{N(h)}[z(x_i+h)-z(x_i)]^2 \qquad (۱)$$

$N(h)$ تعداد زوج نمونه‌های به‌کار رفته در محاسبه سمی واریانس در فاصله و جهت تفکیک h، $Z(x_i)$ و $Z(x_i+h)$ مقادیر متغیر Z در نقاط x_i و x_i+h می‌باشد. تغییرنما برای یک جهت خاص با ترسیم مقادیر سمی واریانس در مقابل فاصله تفکیک افزایش یافته و به‌صورت ایده‌آل در فاصله مشخصی ثابت می‌شود. پارامترهای تغییرنما شامل اثر قطعه‌ای، دامنه یا شعاع تأثیر و آستانه یا سقف می‌باشند (یوتست و همکاران، ۲۰۰۰).

مدل‌های برازش شده به مقادیر سمی واریانس در این مطالعه مدل کروی (معادله ۲) و گوسی (معادله ۳) بوده است (ستین و کیردا، ۲۰۰۳):

$$\gamma(h) = C_0 + C_1\,[3h/2a - \tfrac{1}{2}(h/a)^2\,],\ h\le a \qquad (۲)$$

$$\gamma(h) = C_0 + C_1\,,\ h>a$$

$$\gamma(h) = C_0 + C_1\,(1- e^{-3(h/a)2}) \qquad (۳)$$

در معادلات مزبور، a شعاع تأثیر یا دامنه، h فاصله تفکیک، C_0 اثر قطعه‌ای و C_1 آستانه تغییرنما می‌باشد.

جهت محاسبه و ترسیم تغییرنما از برنامه رایانه‌ای VARIOWIN 2.2 (پنیتر، ۱۹۹۶) و Geoeas (انگلوند ۱۹۸۰) استفاده شد جهت بررسی همسانگرد بودن متغیرها از تغییرنمای سطحی[2]، استفاده گردید. جهت اعتبارسنجی مدل‌ها از شاخص‌های میانگین خطا[3] و میانگین مجذور خطا[4] استفاده شد (برگس و وبستر، ۱۹۸۰):

$$ME = 1/n\ \Sigma^{n}_{i=1}(Z^{*} - Z) \qquad (٤)$$

$$MSE = 1/n\ \Sigma^{n}_{i=1}(Z^{*} - Z)^2 \qquad (٥)$$

در این روابط Z مقدار مشاهده شده، Z^* مقدار تخمین زده شده و n تعداد نمونه می‌باشد.

روش‌های مختلف میان‌یابی: کریجینگ تکنیکی است که با به‌کارگیری خصوصیات ساختاری تغییرنما و مقادیر اولیه تخمین‌های بهینه و ناریب از متغیرهای ناریب در مکان‌های نمونه‌برداری نشده ارائه می‌نماید (ایساک و سریواستاوا، ۱۹۸۹). برتری کریجینگ نسبت به سایر روش‌های میان‌یابی نظیر مجذور عکس فاصله و... این است که خطای تخمین را نیز نشان می‌دهد. کریجینگ فرض می‌کند که در معادله ٦ Z^* تابعی خطای از مقادیر Z معلوم می‌باشد:

$$Z^*(x_0)=\sum \lambda_i Z_{(xi)} \qquad (٦)$$

در این معادله Z^* تخمین مقدار متغیر Z در نقطه x_o و λ_i وزن‌های آماری اختصاص یافته به مقادیر Z در نقاط xi به‌کار رفته در کریجینگ می‌باشند.

1- Variogram

2- Variogram Surface
3- Mean Square Error
4- Mean Error

Archive of SID

www.SID.ir

تخمینگر کوکریجینگ برای مواردی استفاده می‌شود که دو متغیر دارای تغییرات مکانی بوده و داده‌های کافی از متغیر اصلی در دسترس نیست. در این گونه موارد متغیر ثانویه که باید دارای همبستگی بالائی با متغیر اصلی باشد، دارای همبستگی مکانی عرضی با متغیر اولیه است (ایساک و سریواستاوا، ۱۹۸۹). در کوکریجینگ از تغییرنمای عرضی[1] استفاده می‌گردد:

$$\gamma_{12}= 1/2\ N\ (h) \sum [Z_1\ (xi) - Z\ (xi+h)]\ [Z_2\ (xi -Z_2\ (xi+h)] \quad (۷)$$

در معادله ۸ در میان‌یابی نقاط نامعلوم از وزن‌های محاسبه شده توسط تغییرنمای عرضی و تغییرنماهای اولیه دو متغیر استفاده می‌شود:

$$Z^*(xo) = \sum \lambda_{1i}\ Z_1(xi) + \lambda_{2j}\ Z_2(xi) \quad (۸)$$

در این معادله λ_{1i}، λ_{2j} وزن‌های آماری مربوط به متغیرهای Z_1 و Z_2 می‌باشند.

روش کریجینگ ـ رگرسیون روشی ترکیبی از کریجینگ و رگرسیون است که توسط برخی محققین (اوده و همکاران، ۱۹۹۵؛ لارک و بکت، ۱۹۹۸) جهت بررسی تغییرات مکانی متغیرهای پیوسته پیشنهاد شده است. اساس این روش وجود ارتباط رگرسیونی بین دو متغیر است. به‌عبارتی رابطه بین دو متغیر به‌صورت یک مدل رگرسیونی بیان شده و سپس مقادیر متغیر اولیه در نقاطی که متغیر ثانویه اندازه‌گیری شده است توسط مدل تخمین زده می‌شود و در نهایت روی داده‌های حاصله مدل تغییرنما به‌دست می‌آید و سپس عمل میان‌یابی به کمک تکنیک کریجینگ انجام می‌گیرد.

بهترین تخمین در نقاط مشاهده نشده تخمینی است که دارای حداقل خطا و کمترین واریانس باشد و بدین‌منظور برای مقایسه روش‌های میان‌یابی مزبور از معیارهای ME، MSE و R^2 استفاده گردید. مقایسه روش‌های کریجینگ، کوکریجینگ و کریجینگ ـ رگرسیون به‌وسیله محاسبه معیارهای مذکور روی ۲۰ داده معیار که در محاسبات وارد نشده‌اند، صورت گرفت.

نتایج و بحث

توصیف آماری خصوصیات مورد مطالعه در جدول ۱ خلاصه شده است. مقادیر درصد ضریب تغییرات خصوصیات مورد مطالعه (حدود ۸ درصد) از مقادیر گزارش شده در منابع علمی بررسی شده، کمتر است که می‌تواند به‌دلیل استفاده طولانی مدت و مدیریت یکنواخت اراضی مورد مطالعه باشد، که منجر به یکنواختی خاک رویی گردیده است. در این زمینه پازگنزالز و همکاران (۲۰۰۰) و مؤمنی (۱۹۹۵) به نتیجه مشابهی دست یافته‌اند. تست نرمالیته داده‌ها به‌وسیله آزمون کولموگروف ـ اسمیرنوف نشان داد که هر دو متغیراز توزیع نرمال برخوردار هستند. به‌علاوه مقادیر چولگی ارائه شده در جدول ۱ نیز نتایج آزمون نرمالیته را تأیید می‌نماید.

برای تشخیص پدیده همسانگردی در تحقیق حاضر از تغییرنمای سطحی استفاده شده است. که نتایج آن برای دو متغیر موردنظر در شکل ۲ ارائه شده است. با توجه به وجود تقارن تغییرنمای سطحی، هر دو متغیر همسانگرد بوده و این نتیجه مؤید آن است که می‌توان از تغییرنمای همه جهته[2] برای محاسبات بعدی استفاده کرد. مدل‌های تغییرنمای تجربی به همراه مدل‌های فیت شده به آنها در شکل ۳ و پارامترهای اعتبارسنجی شده آنها همراه با معیارهای اعتبارسنجی در جدول ۲ برای هر دو متغیر ارائه شده است.

جدول ۱- توصیف آماری متغیرهای موردمطالعه.

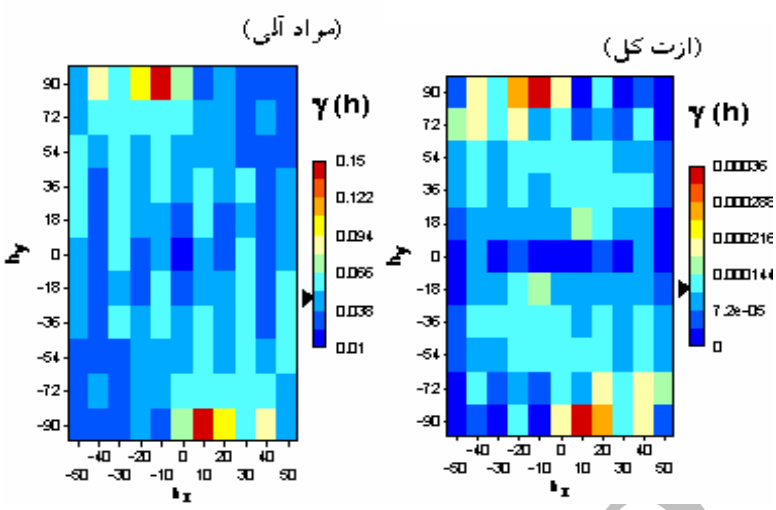
متغیر	واحد متغیر	میانگین	میانه	حداقل	حداکثر	ضریب تغییرات (درصد)	انحراف معیار	چولگی	کشیدگی
مواد آلی	(درصد)	۲/۵۷	۲/۵۸	۱/۸۲	۳/۰۰	۸/۵۲	۰/۲۱۹	-۰/٤١٦	۰/۱۰۷
ازت کل	(درصد)	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۰۹۱	۰/۱۷۸	۸/٤٦	۰/۰۱۱	۰/۳۷۹	٤/۰۱۱

1- Cross -Variogram

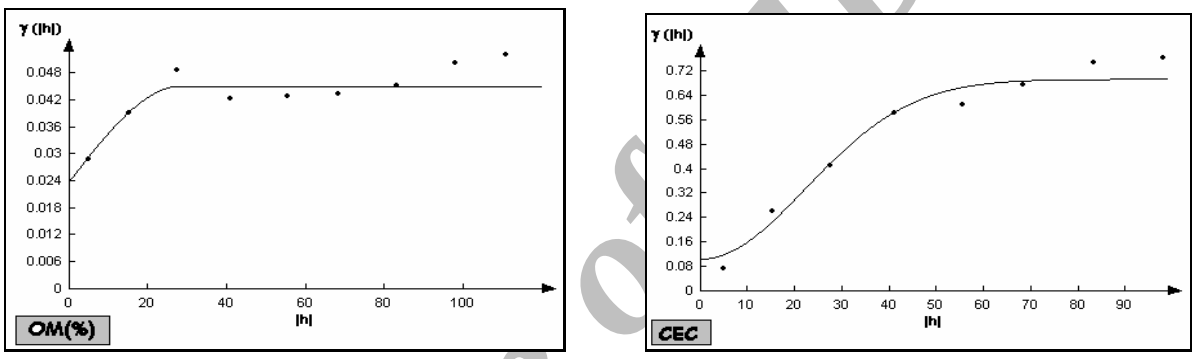
2- Omni directional

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲- تغییرنمای سطحی متغیرهای مورد مطالعه.



(مواد آلی) (ازت کل)

شکل ۳- تغییرنمای تجربی و مدل‌های همه جهته متغیرهای مورد بررسی.

جدول ۲- پارامترهای تغییرنمای اولیه و تغییر نمای عرضی و معیارهای انتخاب مدل.

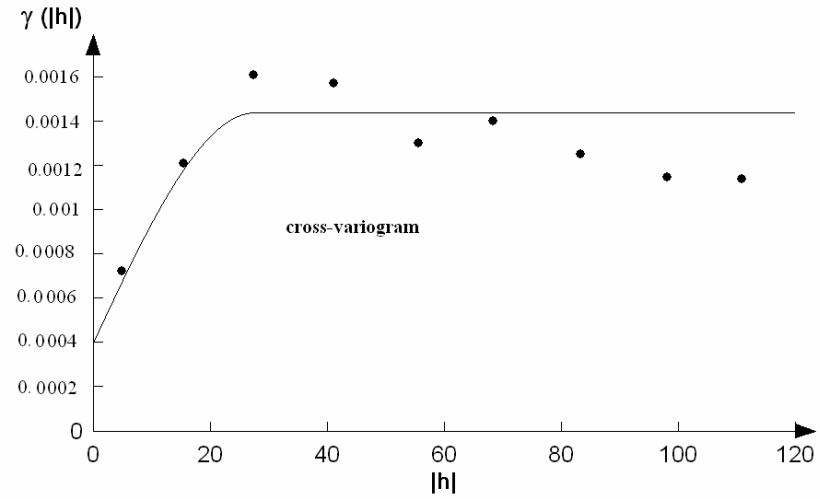
متغیر	واحد متغیر	مدل	اثر قطعه‌ای	سقف	دامنه تأثیر	میانگین خطا (ME)	میانگین مجذورخطا (MSE)
ماده آلی	(درصد)	کروی	۰/۰۲۵	۰/۰۱۹	۲۹/۲۸	۰/۰۰۰۶۱	۰/۰۳۵
ازت	(درصد)	گوسی	۰/۰۰۰۰۰۶	۰/۰۰۰۱	۲۳/۹۹	۰/۰۰۰۰۶	۰/۰۰۰۰۷۶
ماده آلی- ازت	-	کروی	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۱۴	۲۷/۵	۰/۰۰۰۰۵	۰/۰۰۱

وجود ساختار ارتباط مکانی برای اکثر متغیرهای خاک و محصول در مقیاس مزرعه در تحقیقات بسیاری نشان داده شده است و مدل‌های تغییرنمای کروی و گوسی، جهت بررسی تغییرپذیری خاک در مطالعات زیادی به‌کار گرفته شده است (میلر و همکاران، ۱۹۸۸). دامنه تأثیر نسبتاً کوتاه ازت کل (۲۳/۹۹ متر) به‌دلیل تحرک یون‌های آن می‌باشد. در این زمینه، نتایج تحقیق کان و همکاران (۱۹۹٤)، نشان داد نیترات کوتاه‌ترین و کربن آلی بزرگترین دامنه را داشتند و متغیرهای دیگر شامل فسفر و پتاسیم و مقدار آب خاک دامنه همبستگی متوسط داشتند که علت این تغییرات را ناشی از تحرک یون‌ها و عوامل مدیریتی مانند کوددهی و آبیاری بیان کردند.

جهت انجام میان‌یابی و تخمین به روش کوکریجینگ از تغییرنمای عرضی استفاده شد. اولین شرط این آنالیز رابطه همبستگی معنی‌دار بین دو متغیر است. مقدار r=۰/۹ معنی‌دار در سطح احتمال ۹۹ درصد نشان‌دهنده این است که امکان تخمین به روش کوکریجینگ وجود دارد. نمایی از تغییرنمای عرضی در شکل ٤ ارائه شده است.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ٤- تغییرنمای عرضی دو متغیر ماده آلی و ازت کل در منطقه مورد مطالعه.

نوع مدل‌های فیت شده و پارامترهای مدل‌های تغییرنمای اولیه متغیرها و تغییرنمای عرضی به همراه شاخص‌های خطا در جدول ۲ ارائه شده است. جهت میان‌یابی ازت کل در نقاطی که اندازه‌گیری صورت نگرفته است به کمک مدل‌های تغییرنمای اولیه متغیرها و تغییرنمای عرضی، وزن‌های هر نقطه جهت میان‌یابی تعیین شده و سپس به کمک وزن‌های محاسبه شده و استفاده از معادله (۸) مقدار ازت کل در نقاط اندازه‌گیری نشده به کمک مقادیر ماده آلی برآورد گردید.

جهت انجام میان‌یابی به روش کریجینگ ـ رگرسیون، ابتدا رگرسیون خطی بین دو متغیر در نقاطی که هر دو متغیر اندازه‌گیری شده‌اند، برقرار گردید که معادله ٦ به شکل زیر می‌باشد:

$$\text{Total N(\%)} = 0.001 + 0.049\ (\%\ \text{OM}) \qquad (۹)$$
$$r = 0.93^{**}$$

معادله رگرسیون حاصله در ۷۰ نقطه در سطح احتمال ۹۹ درصد معنی‌دار بوده است. این معادله در نقاطی که مقدار ماده آلی معلوم بوده، جهت برآورد و تخمین مقدار ازت کل مورد استفاده قرار گرفت. سپس روی داده‌های جدید (در ۱۰۱ نقطه) ساختار مکانی بررسی شده و بعد از تعیین پارامترهای تغییرنما روی داده‌های جدید عمل میان‌یابی صورت گرفته است.

جهت مقایسه روش‌های مختلف میان‌یابی مزبور به‌منظور برآورد ازت کل در مزرعه مورد مطالعه از معیارهای ME، MSE، و R^2 استفاده شده است. محاسبات مزبور روی داده‌های معیار (۲۰ عدد) صورت گرفته است، که نتایج آن در جدول ۳ ارائه شده است.

همان‌طور که نتایج ارائه شده در جدول ۳ نشان می‌دهد با توجه به حداقل بودن مقادیر خطای تخمین و میانگین مجذور خطاها در روش رگرسیون ـ کریجینگ نسبت به دو روش دیگر، و بالاتر بودن مقدار ضریب تشخیص (R^2) این روش حداکثر دقت را برای تخمین ازت کل به کمک داده‌های ماده آلی حاصل می‌کند.

جدول ۳- معیار های لازم برای مقایسه روش‌های کریجینگ، کوکریجینگ و کریجینگ ـ رگرسیون برای برآورد ازت کل.

معیار آماری	کریجینگ	کوکریجینگ	کریجینگ – رگرسیون
ME	۰/۰۰۰۰٦٤	۰/۰۰۰۰۵۵	۰/۰۰۰۰۳۱
MSE	۰/۰۰٦۵	۰/۰۰۰۲۱	۰/۰۰۰۱۱
R^2	۰/۷۹**	۰/۸۱**	۰/۸۵**

Archive of SID

www.SID.ir

از نظر معیارهای مزبور روش کوکریجینگ نسبت به روش کریجینگ بهتر عمل کرده است. این نتیجه به آن علت است که متغیر ثانویه (ماده آلی) با متغیر اصلی (ازت کل) دارای همبستگی مکانی بالایی بوده که این امر منجر به کاهش واریانس تخمین شده است. این نتیجه‌گیری با یافته‌های سایر محققین (نوترز و همکاران، ۱۹۹۵؛ ایساک و سریواستاو، ۱۹۸۹ و امینی، ۱۹۹۹) همخوانی نشان می‌دهد. هر چند روش کریجینگ نیز دارای حداقل دقت از بین سه روش مورد مطالعه بوده است ولی در عین حال توانسته با توجه به مقادیر کم ME و MSE و ضریب تشخیص معنی‌دار، برای تخمین ازت کل در نقاط اندازه‌گیری نشده دارای اعتبار می‌باشد. این نتیجه بیانگر آن است که پارامترهای مدل تغییرنمای ازت کل به‌خوبی انتخاب شده‌اند. مقایسه سه روش میان‌یابی در این تحقیق با نتایج برخی محققین مطابق بوده و با نتایج برخی دیگر مطابقت ندارد. نوترز و همکاران (۱۹۹۵) در مقایسه روش‌های مختلف میان‌یابی برای ضخامت افق‌های خاک به کمک یک متغیر کمکی، به نتایج مشابهی نظیر این تحقیق دست یافتند. آنها نشان دادند که روش رگرسیون ـ کریجینگ بهترین تخمین را حاصل کرده است. اوده و همکاران (۱۹۹۵) نیز به نتیجه مشابهی نظیر این تحقیق رسیدند ولی امینی (۱۳۹۹) در برآورد میزان کلر به کمک مقدار هدایت الکتریکی خاک، روش کوکریجینگ را توصیه کرده است.

نتیجه‌گیری

مشکلات موجود در تخمین خصوصیات مهم خاک در راستای انجام مدیریت تحقیق، مخصوصاً در مورد پارامترهای پرهزینه ما را ناگزیر به استفاده از متغیرهای کمکی می‌نماید. همانطور که نتایج این تحقیق نشان داد استفاده از متغیر کمکی نظیر ماده آلی برای تخمین ازت کل خاک به‌واسطه همبستگی بالای این دو، منجر به تخمین‌های بهتری نسبت به روش کریجینگ معمولی شده است. از بین دو روش کوکریجینگ و کریجینگ ـ رگرسیون نتایج این مطالعه نشان داد که روش دوم از دقت بهتری برخوردار بوده است. علاوه‌بر این در روش کریجینگ ـ رگرسیون تنها الگوی تغییرات مکانی متغیر اولیه مورد نیاز است در حالیکه در روش کوکریجینگ تغییرنمای‌های اولیه و ثانویه و یک تغییرنمای عرضی در مورد دو متغیر بایستی محاسبه گردد. لذا استفاده از روش کریجینگ ـ رگرسیون با توجه به ساده بودن محاسبات و کم هزینه بودن جهت تخمین ازت کل خاک در منطقه مورد مطالعه پیشنهاد می‌شود.

منابع

1.Amini, M. 1999. Assessment of soil salinity and alkalinity using geostatistic technique in a part of Rudasht district (Isfahan province). MS.C thesis. Isfahan University of Technology, College of Agriculture, Isfahan, Iran. 120p.

2.Bosun, S.Z., and Qiguo, Z. 2003. Evaluation of spatial and temporal changes of soil quality based on geostatistical analysis in the hill region of subtropical, china. Geoderma. 115:85-99.

3.Bourennane, H., King, D., and Couturier, A. 2000. Comparison of kriging with external drift and simple linear regression for predicting soil horizon thickness with different sample densities. Geoderma. 97: 255-271.

4.Burgess, T.M., and Webster, R. 1980. Optimal interpolation and Isarithmic mapping of soil properties. I- The Semi- Variogram and Punctual Kriging. Soil Science Journal. 31: 315-331.

5.Cahn, M.D., Hummel, J.W., and Brouer, B.H., 1994. Spatial analysis of soil fertility for site-specific crop management. Soil Sci. Soc. Am. J. 58, 1240-1248.

6.Cambardella, C.A., Moorman, T.B., Novak, J.M., 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.Cetin, M., and Kirda, C. 2003. Spatial and temporal changes of soil salinity in a cotton field irrigated with low-quality water. Journal of Hydrology. 272, 238-249.

Archive of SID

www.SID.ir

8.Englund, E., 1980. GEOEAS. USEPA. 600/4-88/033.
9.Godwin, R.J., and Miller, P.C.H. 2003. A review of the technologies for mapping within- field variability, Biosyst. Eng. 84,393-407.
10.Hasani-Pak, A.A., 1998. Geostatistics. Tehran University Press. 360p.
11.Hengel, T., Rossiter, D.G., and Stein, A. 2003. Soil sampling strategies for spatial prediction by correlation with auxiliary maps. Australian Journal of Soil Research. 41: 1403-1422.
12.Isaaks, E.H., and Srivastava, R.M. 1989. An introduction to applied geostatistics. Oxford University Press. New York.561p.
13.Knotters, M., Brus, D.J., and Oude Voshaar, J.H. 1995. A comparison of kriging, co-kriging combined with regression for spatial interpolation of horizon depth with censored observations. Geoderma. 67: 227-246.
14.Lark, R.M., and Beckett, P.H.T. 1998. A geostastistical descriptor of the spatial distribution of soil classes and its use in predicting the purity of possible soil map units. Geoderma. 83: 243-267.
15.Mc Brathney, A.B., and Webster, R. 1983. Optimal interpolation and isarithmic mapping of soil properties V: Co-regionalization and multiple sampling strategy. Journal of Soil Science. 34: 137-162.
16.Miller, M.P., Singer, M.J., and Nielson, D.R. 1988. Spatial variability of wheat yield and soil properties on complex hills. Soil Sci. Soc. Am. J. 52,1133-1141.
17.Momani, A. 1995. Spatial modeling of organic matter and soil fertility properties as a tool for precision agriculture in Marvdasht plain. Journal of Soil and Water Sciences. Special Issue: Pedology and land evaluation. Pp: 1-12.
18.Odeh, I.O.A., Mc Bratney, A.B., and Chittleborough, D.J. 1995. Further results on prediction of soil properties from terrain attributes. Hetrotropic co-kriging and regression-kriging. Geoderma. 67: 215-226.
19.Page, A. 1986. Methods of Soil Analysis. Part:2, Chemical Methods. 2nd Edition. Soil Sci. Soc.Am. Inc. 1188 p.
20.Panattier, Y. 1996. VARIOWIN: Software for spatial Data Analysis in 2D, Springer-Verlag. New York, NY.
21.Paz-Gonzalez, A., Viera, S.R., and Toboada castro, M.T. 2000. The effect of cultivation on the spatial variability of selected properties of an umbric horizon. Geoderma. 97: 273-292.
22.Quine, T.A., and Zhang, Y. 2002. An investigation of spatial variation in soil erosion, soil properties and crop production within an agricultural field in Devon,U.K. Journal of soil and water conservation. 57: 50-60.
23.USDA. Soil Survey Staff. 2003. Keys to Soil Taxonomy, USDA, NRCS, Washington DC.
24.Utset, A., Lopez, T., and Diaz, M. 2000. A comparison of soil maps, kriging and a combined method for spatially prediction bulk density and field capacity of Ferralsols in the Havana-Matanaz Plain. Geoderma. 96: 199-213

Archive of SID

www.SID.ir

J.Agric. Sci. Natur. Resour., Vol. 14(4), Nov -Dec 2007
www.sid.ir
www.magiran.com/jasnr

Prediction total N by organic matter content using some geostatistic approaches in part of farm land of Sorkhankalateh, Golestan Province

Sh. Ayoubi[1], S. Mohammad Zamani[2] and F. Khormali[3]
[1]Assistant Prof. of Soil Science, Isfahan University of Technology, Iran, [2]Science farmer MS.c. Student of Soil science, Gorgan University of Agricultural and Natural Resources, Iran, [3]Assistant Prof. of Soil Science, College of Agricultural, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Iran

Abstract

This study was conducted to predict total N using auxiliary variable (organic matter) by kriging, co-kriging and kriging-regression techniques at the field scale in Sorkhankalateh district, Golestan province. Soil sampling performed on the nested-systematic pattern in 101 points in a plot with 100×180 m area, under the farmer's management. Through the laboratory analyses, total N and organic matter were measured for 70 and 101 soil samples, respectively. Geostatistical analyses were performed on original data and simple variograms and cross-variogram for two variables were calculated. After validation of models and development of a linear regression model between two variables, three mentioned methods were compared according to predict total N throughout the given field. The results of this study showed that kriging-regression method had the lowest ME and MSE and the most determination coefficient compared to the other methods, indicating that this technique was able to predict total-N more accurately using auxiliary variable (organic matter) data. On the other hand co-kriging has been produced more precise predictions compared to kriging due to using auxiliary variable. Overall results of this study revealed that among the studied methods, kriging-regression technique by using cheap- to- measure auxiliary variable like organic matter and less complexity in calculation suggested to evaluate spatial variability of total N in the study area for precise management.

Keywords**:** *Total N; Organic matter; Kriging; Co-kriging; Regression; Sorkhankalateh*

Archive of SID

www.SID.ir