طراحی الگوی نمونه‌برداری با استفاده از مربع لاتین جهت تهیه نقشه رقومی خاک

فریدون سرمدیان[1]، نورایر تومانیان[2]، روح‌الله تقی‌زاده مهرجردی[3]، اعظم جعفری[4]

1- دانشیار گروه مهندسی علوم خاک، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران

2- استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان

3- دانشجوی دکتری گروه مهندسی علوم خاک، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران

4- دانشجوی دکتری گروه مهندسی علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

fsarmad@ut.ac.ir

چکیده

در نقشه برداری رقومی خاک، شبکه نمونه برداری (مکان های نمونه برداری) خاک برای ایجاد روابط کمی بین خاک و متغیرهای محیطی تأثیر بنیادین دارد . از آنجاییکه مشاهدات خاک شاخص هایی از تأثیر فاکتورهای خاک سازی بر خاک می-باشند، کیفیت نقشه حاصله به مکان فضائی مشاهدات خاک بستگی بسیار خواهد داشت. از آنجائیکه تمامی روش های پدومتریکی در مسیر نقشه برداری متغیرها و یا کلاس خاک ها، سعی در حل نمودن معادله ینی را دارند، لذا مشاهدات صحرائی را (Y) با استفاده از رابطه ای ریاضی به متغیرهای تخمین زننده (Xs) ارتباط می دهند. و چون هرکدام از متغیرهای تخمین زننده یک فضای مجازی را در محدوده مورد مطالعه تشکیل می دهند و کمیت یا کلاس خاک های مورد تحقیق تابعی از تغییرات تک تک آن ها می باشند، لذا باید شبکه نمونه برداری توانائی دخالت دادن انواع تغییرات موجود در فضاهای مجازی وارد شده به مدل را داشته باشد. با توجه به اهمیت موضوع، تحقیق حاضر برای افزایش کارائی مدل های نقشه برداری رقومی روش نمونه برداری مربع لاتین که یک طرح نمونه برداری مونتکارلوی محدود شده می باشد، را پیشنهاد می نماید. برای اجرای روش نمونه برداری مربع لاتین، در ابتدا متغیرهای محیطی یا متغیرهای تخمین زننده که در این مطالعه شامل تصویرETM، نقشه کاربری اراضی و برخی پارامترهای سرزمین می باشند را به صورت فایل های رستری با اندازه پیکسلی 90 در 90 استخراج می شوند. تمامی فایل های رستری آماده شده به نرم افزار طراحی شده با وارد و با پیش فرض 150 پروفیل در منطقه اردکان اجرا گردید. نتایج آماری بدست آمده کارائی بالای روش مربع لاتین برای انتخاب نقاط نمونه‌برداری را نشان می‌دهد. توزیع فضایی نقاط به شکلی است که حداکثر تغییرات لایه‌های محیطی را شامل می‌گردد.

کلمات کلیدی: نقشه‌برداری رقومی، مربع لاتین، نمونه‌برداری

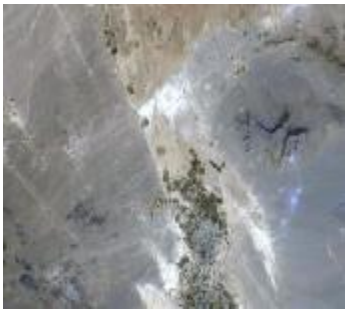
مقدمه

معمولا یک نقشه بردار رقومی خاک، سعی در بهبود دقت و کاهش خطاها بدون توجه به کیفیت داده های میراثی دارد. ارزیابی کیفیت نمونه (میراثی) در اکولوژی جنگل و علوم کامپیوتر در مطالعات بسیاری انجام شده است اما در علم خاکشناسی اینگونه مطالعات کمتر به اجرا در آمده است . صحت و دقت نقشه‌برداری رقومی خاک در مرحله اول تابع مقیاس داده در سطح یا حجم می باشد (یا خیلی ساده به تعداد نمونه برداشته شده در سطح مورد مطالعه بستگی دارد). در مرحله دوم به مکان فضائی نمونه برداشته شده بستگی دارد. از سال 1990 به بعد برای بهبود نحوه نمونه

برداری، روش‌های آماری متفاوتی در نقشه‌برداری رقومی خاک توسعه یافته که در بعضی از آن‌ها از اطلاعات کمکی استفاده شده است . هاولینک و همکاران نمونه‌برداری با حداقل کردن واریانس کریجینگ جهانی را طراحی کردند. سیمباهان و دبرمن (2006) سه معیار متفاوت بهینه‌سازی را مقایسه کردند: حداقل کردن متوسط کوتاهترین فواصل، یک توزیع یکنواخت از جفت نقاط برای تخمین واریوگرام و ترکیبی از هر دو. همه این روش‌ها شامل الگوریتم‌های شبیه‌سازی شده است. هنگل و همکاران (2003) نمونه برداری را در طول اجزاء اصلی متغیرهای کمکی (فرعی) پیشنهاد کردند. تعداد نمونه‌های گرفته شده از هر بخش، متناسب با واریانس کل تشریح شده به وسیله آن بخش می-باشد. بعضی روش‌ها هم از اطلاعات کمکی استفاده نمی‌کنند. لارک (2000) مجموعه‌های فازی فضاهای شبکه‌ای را، در صورت وجود عدم قطعیت برای واریوگرام ها معرفی کرد و همچنین واریانس مدل های میانیابی متغیرهای وابسته را کاهش داد. بروس و همکاران الگوریتم های k-means را برای حداقل کردن متوسط کوتاهترین فواصل استفاده کردند. روش مربع لاتین به عنوان یک روش نمونه برداری در جاهایی که نمونه قبلی خاک وجود ندارد (تنها اطلاعات کمکی وجود دارد) پیشنهاد شده است. مربع لاتین یک طرح نمونه برداری مونتوکارلوی محدود شده است. این روش، یک طرح تصادفی طبقه‌بندی شده ای است که باعث نمونه‌برداری موثری به کمک توزیع چندمتغیر می‌شود. میناسنی و مک‌براتنی (2007) اقدام به مقایسه چندین روش نمونه‌برداری کردند و کارائی بالای نمونه برداری مربع لاتین را متذکر شدند. در تحقیق حاضر کارائی نمونه‌برداری هایپرکیوب در تهیه نقشه رقومی خاک در منطقه اردکان برای تعیین مختصات 150 پروفیل شاهد مورد بررسی قرار گرفته است. در این مطالعه باید نمونه برداری آزاد، راندوم و پرپوسیو طبقه بندی شده با هم مقایسه گردند. یعنی در حقیقت پراکنش و توزیع هر روش برای بازگو کردن تغییرات هر فیچر اسپیس (فضای مجازی موضوعی مثل شیب، جهت یا واحدهای ژئومرفیک) باید مورد ارزیابی قرار گیرد. در مقاله نهائی می توان نقشه های خاک حاصل با استفاده از هر حالت را با هم مقایسه نمود.

مواد و روشها

منطقه مورد مطالعه با وسعت 150 هزار هکتار در دشت یزد-اردکان قرار دارد شکل (1).



شکل (1) منطقه مورد مطالعه

نقشه پارامترهای اراضی

برای استخراج پارامترهای اراضی در این مطالعه از مدل رقومی ارتفاع با مقیاس 1:25000 استفاده خواهد شد. پارامترهای اولیه و ثانویه شامل شیب، جهت شیب، انحنای شیب مطابق با روش ارائه شده توسط Hengl. و همکاران (2007) توسط نرم افزار SAGA استخراج گردید.

سنجش از راه دور

در این مطالعه از تصاویر ماهواره‌ای سنجندهETM استفاده شد. این سنجنده توسط ماهواره لندست 7 حمل شده و در 8 باند طیفی تصویربرداری می‌نماید. تصاویر این سنجنده مربوط به آگوست 2002 مصادف با 19 مرداد 1381 می‌باشد، به منظور کنترل کیفیت داده‌های مورد استفاده و آگاهی از این که خطاهای سیستماتیک و غیر سیستماتیک تا چه حد در تصحیح سیستمی برطرف شده یا باقی مانده است داده‌ها مورد مشاهده و بررسی قرار گرفتند. معمولا تصاویر رقومی دارای انحراف‌هایی هستند به طوریکه تصاویر نمی‌توانند به عنوان نقشه مورد استفاده قرار بگیرند. بنابراین تصاویر قبل از استفاده زمین مرجع شدند. پس از آماده‌سازی تصویر، شاخص‌های NDVI، روشنایی محاسبه شدند.

نقشه کاربری اراضی

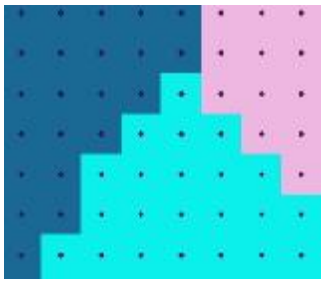
در این مطالعه از نقشه رقومی موجود کاربری اراضی استفاده گردید.

مربع لاتین

این روش، یک طرح تصادفی طبقه‌بندی شده‌ای است که باعث نمونه‌برداری موثری به کمک توزیع چندمتغیر می‌شود. یک شبکه مربع حاوی موقعیت‌های نمونه، یک شبکه لاتین است اگر و تنها اگر فقط یک واحد نمونه‌برداری در هر ردیف و هر ستون وجود داشته باشد. یک هایپرکیوب لاتین، تعمیم این مفهوم به تعداد اختیاری از ابعاد است بطوری که هر واحد نمونه‌برداری فقط در یک صفحه آن قرار گرفته باشد. LHS شامل نمونه‌برداری n ولیو از توزیع تشریح شده هر متغیر می‌باشد. توزیع تجمعی هر متغیر به n فاصله با احتمال مساوی تقسیم می‌شود و یک ولیو از هر فاصله بطور تصادفی انتخاب می‌شود. سپس n ولیو بدست آمده برای هر متغیر با متغیرهای دیگر جفت می‌شود. این روش یک پوشش کاملی از هر متغیر را ایجاد می کند.

نتایج و بحث

در ابتدا همه لایه‌های رستری با پیکسل‌های 90 متری استخراج شدند. همان طور که در شکل (2) مشاهده می‌گردد شبکه نمونه‌ها طوری انتخاب شدند که در هر پیکسل یک نمونه قرار بگیرد و مقادیر رقومی هر پیکسل استخراج گردید و بانک داده برای ورود به الگوریتم آماده گردید.



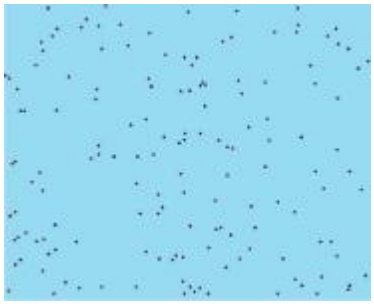
شکل (9) نحوه انتخاب نمونه‌ها در لایه‌های اطلاعاتی

در الگوریتم مربع لاتین، pمتغیر رستری با r گریدسل، Qکوانتایل برای هر متغیر و n واحد نمونه‌برداری در نمونه میراثی (معمولا r>>n داریم. یکstratum ، تقسیمی از فضای ویژگی است که از ترکیبی از کوانتایل‌های متغیرها تشکیل شده است. به اندازه Qp طبقه (strata) متفاوت وجود دارد. مراحل الگوریتم:

انتخاب کن Q بطوریکه Qp<n ، پیدا کن Qp از هر r گرید سل متغیرها ، برای هرstratum ، تعداد گریدسل ها را تخمین بزن(Ms) ، محاسبه کن تراکم گریدسل ها (Ms/r) در هر stratum ، وارد کن مختصات هر واحد نمونه برداری

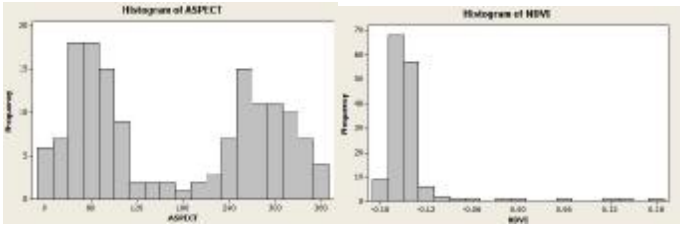
میراثی را در هایپرکیوب، برای هرstratum ، محاسبه کن تعداد واحدهای نمونه برداری میراثی(ns) ، محاسبه کن تراکم هر مشاهده در هر طبقه یا(ns/n) stratum و در نهایت محاسبه کن وزن نسبی، rw=1/wکه w=(ns/n)/(Ms/r)و آن را برای هر واحد نمونه برداری میراثی تعیین کن

پس از اجرای الگوریتم مطابق با روش بالا، تعداد 150 نمونه که دارای توزیع فضایی به شکل (3) می‌باشد را تشکیل داد.



شکل (3) توزیع فضایی نقاط نمونه‌برداری با استفاده از الگوریتم مربع لاتین

برای بررسی دقت الگوریتم در انتخاب پروفیل‌های شاهد اقدام به محاسبه توزیع فراوانی متغیرهای محیطی گردید. برای نمونه توزیع فراوانی جهت شیب را در شکل (4) ارائه شده است. همانطور که ملاحظه می‌گردد الگوریتم مورد نظر در دو جهت شیب اصلی 150 نمونه را یکنواخت انتخاب کرده است. همین مسئله در مورد شاخص NDVI هم تکرار شده است و با ملاحظه توزیع فراوانی می‌توان دریافت که بیشترین نمونه‌ها مربوط به نواحی بدون پوشش گیاهی می-باشد.. که همه این موارد دقت بالای این الگوریتم را در انتخاب نمونه‌های شاهد نشان می‌دهد. مینانسی و مک‌براتنی (2007) این الگوریتم را با چندین روش مرسوم نمونه‌گیری خاک از جمله تصادفی، شبکه، تصادفی هدفمند مقایسه کرده و کارائی و دقت بالاتر روش مربع لاتین را متذکر شده‌اند. لذا پیشنهاد می‌گردد در مطالعات آتی نقشه‌برداری رقومی خاک از تکنیک مربع لاتین برای انتخاب پروفیل‌های شاهد استفاده گردد.



شکل (4) توزیع فراوانی 150 نمونه شاهد در جهت‌های شیب مختلف و NDVI

منابع

Brus DJ, de Gruitjer J, van Groeningen J.W, 2007. Chapter 14. Designing purposive and random spatial coverage samples by the K-means clustering algorithm. In: Lagacherie, P., McBratney, A.B., Voltz, M. (Eds.), Digital Soil Mapping: An Initial Perspective. Developments in Soil Science 31. Elsevier Amsterdam, 185–192.

Carre F, Mc Bratney AB, Minasny B, 2007. Estimation and potential improvement of the quality of legacy soil samples for digital soil mapping. Geoderma 141, 1-14.

Hengl T, Rossiter DG, Stein A, 2003. Soil sampling strategies for spatial prediction by correlation with auxiliary maps. Geoderma 120, 75–93.

Heuvelink G, Brus D, de Gruijter J, 2007. Chapter 11. Optimisation of sample configurations for digital soil mapping with universal kriging. In: Lagacherie, P., McBratney, A.B., Voltz, M. (Eds.), Digital Soil Mapping: An Initial Perspective. Developments in Soil Science 31, Elsevier, Amsterdam.

Lark RM, 2000. Designing sampling grids from imprecise information on soil variability, an approach based on fuzzy kriging variance. Geoderma 98, 35–59.

Minasny B, McBratney AB, 2006. A conditioned Latin hypercube method for sampling in the presence of ancillary information. Computer & Geosciences.

Simbahan GG, Dobermann A, 2006. Sampling optimization based on secondary information and its utilization in soil carbon mapping. Geoderma 133, 345–362.