برآورد میزان رطوبت قابل استفاده خاک به روش زمین آمار و با استفاده از GIS

محمد اسماعیل کمالی[1]، مهدی شهابی فر[2]، مجتبی محمودی [3]

1 و 3- کارشناس و عضو هیات علمی بخش خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران

2- استادیار موسسه تحقیقات خاک و آب

kamalipasha@Yahoo.com

چکیده

در این تحقیق تهیه نقشه توزیع مکانی داده‌های ظرفیت نگهداشت آب (TAW) و رطوبت سهل الوصول خاک (RAW) برای 40 هزار هکتار از اراضی دشت ابهر- خرمدره مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور یک پایگاه داده در محیط GIS تشکیل شد و در آن لایه خاک با برداشت 73 نمونه خاک از ژئوفرمهای منطقه ایجاد گردید. بافت خاک و مقادیر TAW در آنها تعیین گردید. برای تعیین توزیع مکانی داده ها، نمودار ابر تغییرنما بر آنها برازش داده شد. درونیابی داده ها به روش کریجینگ و بر اساس تکنیک ارزیابی متقابل انجام شد و مقادیر مختلف Lag امتحان گردید. نتایج بر اساس کمترین مقدار ریشه میانگین مربع خطای تخمین (RMSEP) مورد ارزیابی قرار گرفتند. همچنین خود داده‌های واقعی اندازه‌گیری شده نیز با استفاده از 15 داده در همسایگی، مجدداً تخمین زده شد که مشخص گردید میانگین خطای تخمین برای این داده‌ها 7% بوده است. با استفاده از نقشه-های TAW و ویژگی Spatial Analyst در محیط GIS، نقشه های RAW برای محصول گندم تهیه گردید. نقشه های بدست آمده نشان داد که میانگین TAW و RAW در کل منطقه به ترتیب 13/4 و 5/6 سانتی متر بوده است.

کلمات کلیدی: رطوبت خاک، داده‌های مکانی، سامانه اطلاعات مکانی (GIS)، زمین آمار، کریجینگ

1- مقدمه

برای برداشت عملکرد مناسب و اقتصادی در کشاورزی، ضروری است تا با تدوین یک برنامه آبیاری مناسب، ضمن صرفه جویی در مصرف آب، نیاز آبی محصولات در مراحل مختلف رشد تأمین گردد. ظرفیت نگهداشت آب و رطوبت سهل الوصول خاک یکی از اساسی ترین پارامترها در بحث مدیریت آب در مزرعه است. اما وسعت اراضی کشاورزی و حجم زیاد داده های مورد نیاز، مشکلاتی را برای محاسبه این پارامتر در مناطق وسیع ایجاد نموده است. یکی از روشهای نوین مهندسی و مدیریتی در زراعت، استفاده از GIS و علوم زمین آمار در تعیین توزیع مکانی داده ها و تخمین داده ها در مناطق فاقد آمار می باشد. خصوصیات خاکها نیز دارای وابستگی مکانی می باشند. بطوریکه تغییرات مکانی هدایت الکتریکی و درصد رطوبت اشباع خاک با استفاده از روشهای زمین آماری مورد بررسی قرار گرفتند (محمدی و چیت ساز، 1381). از اینرو در این تحقیق تهیه نقشه های مجموع رطوبت قابل دسترس خاک با استفاده از روش زمین آمار و سامانه اطلاعات مکانی (GIS) مورد بررسی قرار گرفت. با استفاده از این نقشه ها می توان نقشه های رطوبت سهل الوصول خاک و عمق خالص آب آبیاری را نیز تهیه نمود.

2- مواد و روشها

2-1- خصوصیات و ویژگی‌های منطقه مطالعاتی

در این تحقیق محدوده‌ای به مساحت 40000 هکتار از اراضی دشت ابهر- خرمدره در استان زنجان مورد مطالعه قرار گرفته است. این محدوده بین مختصات جغرافیایی"51 ،'9، °49 تا "42 ،'25 ،°49 شرقی و"42 ،'58 ،°35 تا "15 ،'14 ،°36 شمالی قرار دارد. متوسط بارندگی در منطقه 300 تا 400 میلی‌متر در سال بوده و میانگین سالانه دمای روزانه 10/6°C می باشد.

2-2- ایجاد بانک اطلاعاتی و لایه‌های مورد نیاز

برای انجام این تحقیق یک پایگاه داده در محیط GIS و نرم افزار Arc info تشکیل و لایه خاک در آن ایجاد گردید. برای تشکیل لایه خاک ابتدا خاک‌های منطقه بر اساس نوع ژئوفرم[1] (کوچکترین واحد تقسیم بندی خاک) طبقه‌بندی گردیدند. برای این منظور از تصویر ماهواره‌ای LandSat TM بعد از زمین مرجع نمودن آن با استفاده از GPS و مشاهدات منطقه‌ای استفاده شده است. سپس منطقه مورد بازدید قرار گرفت و 73 نمونه خاک از کل منطقه برداشت شد. نمونه‌ها طوری برداشت شدند که تمامی ژئوفرم‌های منطقه را پوشش دهند. سپس در آزمایشگاه، درصد رس، سیلت و شن برای تمام نمونه ها به روش هیدرومتری بدست آمده و بافت خاک و مقادیر درصد حجمی رطوبت خاک در وضعیت ظرفیت زراعی مزرعه (FC) و حد آب قابل جذب (CEW) که برای کشت محصول گندم موردنظر بود، تعیین شد. با استفاده از این اطلاعات، ظرفیت نگهداشت آب یا مجموع رطوبت قابل دسترس خاک[2] (TAW)، طبق رابطه زیر بدست آمده است که Z عمق خاک می باشد.

$$TAW= (FC- CEW).Z \qquad [1]$$

در مجموع اطلاعات خاک مرکب از دو لایه می‌باشد. لایه اول یک لایه نقطه‌ای است که شامل اطلاعاتی از جمله عمق خاک، درصد رس، سیلت و شن، بافت خاک، درصد حجمی رطوبت خاک در نقاط FC و CEW و مجموع رطوبت قابل دسترس می‌باشد. لایه دوم نیز یک لایه پلی‌گونی است که شامل تقسیم‌بندی ژئوفرم‌های منطقه است.

2-3-آنالیز مکانی داده ها

پارامترهای خاک مانند رطوبت خاک از نوع داده‌های مکانی بوده و شدیداً تابع خصوصیات مکانی می‌باشند (Al-Ghobari ،2000 و Hashmi و همکاران، 1994). درنتیجه می توان با استفاده از آنالیز مکانی این داده ها به روش زمین آمار، نقشه های پراکندگی آنها را بدست آورد. در این تحقیق، برای تهیه نقشه توزیع مکانی داده های TAW، ابتدا کل منطقه به شبکه‌های 100×100 متر تقسیم شده و یک شبکه 40000 سلولی بدست آمده است. بر داده های مورد نظر یک نیم‌تغییرنما[3] برازش داده شده و بهترین مدل که بهترین تخمین را برای تابع رفتاری داده ها دارا بوده است، انتخاب شد. در این زمینه، نقش انتخاب مقدار گام یا کوچکترین واحد فاصله (Lag)، در به تصویر کشیدن واقعیت‌های ساختار مکانی یک کمیت در یک محیط بسیار مهم می باشد. از اینرو در ترسیم نیم تغییرنماها مقدار Lag به صورت پیش فرض برابر نصف فاصله دورترین دو نقطه در نظر گرفته شد. معمولاً در منابع توصیه شده که در نمونه

[1] GeoForm
[2] Total Available Water
[3] Semivariogram

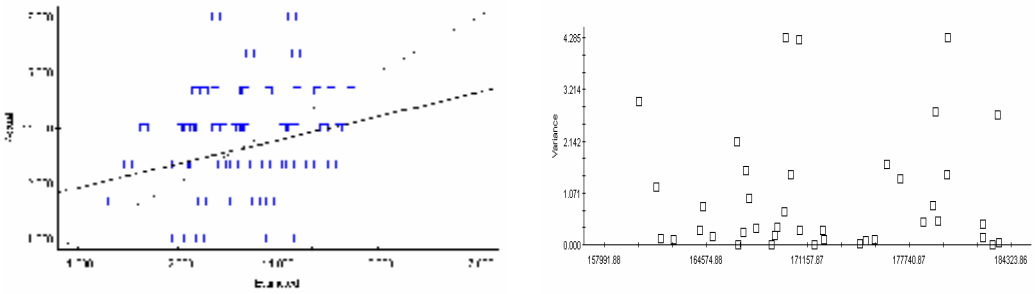
برداری‌های نامنظم، مقدار Lag برابر متوسط فاصله نمونه‌ها و یا نصف فاصله دورترین جفت نمونه در نظر گرفته شود. اگر میزان این فاصله بزرگ در نظر گرفته شود، ممکن است همبستگی مکانی خود را نشان ندهد و کوچک گرفتن آن نیز موجب پیچیدگی محاسبات میشود، بدون اینکه دقت آن افزایش یابد (محمدی و همکاران، 1384). در این تحقیق نیز مقادیر مختلف lag مورد ارزیابی قرار گرفت. پس از آنالیز مکانی داده ها، درونیابی با ترسیم نمودار ابر تغییرنما و برازش یک نمودار ارزیابی متقابل بر داده‌های مورد نظر و با استفاده از 15داده در همسایگی انجام شده است. درونیابی داده ها به روش کریجینگ انجام شد که بهترین تخمینگر خطی ناریب است و بر اساس منطق میانگین متحرک وزن دار استوار است (حسنی پاک، 1377). پس از بررسی مقادیر مختلف Lag، نتایج درونیابی بر اساس کمترین مقدار ریشه میانگین مربع خطای تخمین (RMSEP) حاصل از نمودار ارزیابی متقابل مقایسه گردیدند که این مقدار 1/38بدست آمده است (شکل 1 و جدول 1). همچنین مقادیر خطای نتایج (MAE) و انحراف نتایج (MBE) نیز بدست آمده است که به ترتیب 1/15 و 0/02 بوده است.

$$MAE=\frac{\sum_{i=1}^{n}|(E_S-E_0)|}{n} \quad ، \quad MBE=\frac{\sum_{i=1}^{n}(E_S-E_0)}{n} \quad ، \quad RMSEP=\left[\frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n}\left\{\frac{Z(x_j)-Z^*_{-j}(x_j)}{\sigma_{-j}(x_j)}\right\}^2\right]^{0.5} \qquad [2]$$

$Z^*_{-j}(x_j)$ مقدار پیشگویی برای داده $Z(x_j)$ با انحراف معیار $\sigma_{-j}(x_j)$ می‌باشد، E_S مقدار تخمینی، E_0 مقدار مشاهده ای و n تعداد نمونه هاست.

جدول1- پارامترهای مربوط به بهترین نیم تغییرنما و مدل برازش شده آن بر داده‌های مجموع رطوبت قابل دسترس خاک

نوع نیم تغییرنما	مدل	اثر قطعه ای (mm^2)	سقف (mm^2)	شعاع تاثیر (m)
ایزوتروپیک	نمایی	0/207	2/01	850



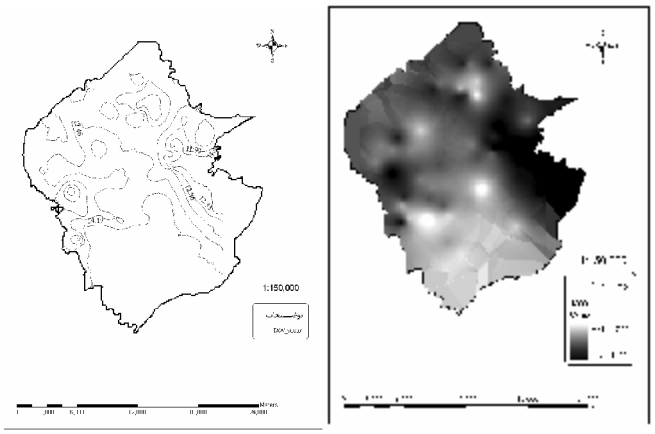
شکل1- نمودار ابر تغییرنما و ارزیابی متقابل برای داده‌های مجموع رطوبت خاک

3- نتیجه‌گیری

پس از درونیابی داده‌ها، نقشه‌های توزیع مکانی TAW بدست آمده است. سیستم GIS قادر است این نقشه‌ها را به دو صورت شطرنجی (رستری) و خطوط همتراز (وکتوری) ارائه دهد (شکل 2). همچنین برای ارزیابی دقت پیش بینی‌ها، داده‌های واقعی اندازه گیری شده به روش کریجینگ و با استفاده از 15 داده در همسایگی مجددا تخمین زده شدند و با داده‌های واقعی مقایسه گردیدند و مشخص شد که میانگین خطای تخمین برای این داده‌ها 7% بوده است. با استفاده از نقشه‌های TAW می‌توان نقشه‌های میزان رطوبت سهل الوصول خاک (RAW) که همان عمق خالص آب آبیاری

می باشد را می‌توان با استفاده از اطلاعات عمق توسعه ریشه گیاه و ضریب MAD، طبق رابطه زیر بدست آورد. این عملیات در محیط GIS و با استفاده از ویژگی Spatial Analyst برای محصول گندم انجام گردید.

$$RAW=Drz\times(TAW)\times MAD \qquad [3]$$



شکل2- نقشه پراکندگی مجموع رطوبت قابل دسترس خاک (سانتی متر) بصورت شطرنجی و خطوط همتراز

نتایج آزمایشگاهی نشان داده که بافت غالب منطقه لوم رسی است و ظرفیت نگهداشت آب (TAW) و رطوبت سهل الوصول (RAW) برای محصول گندم در منطقه به ترتیب 11/2 تا 15/6 و 4/4 تا 6/8 سانتی متر بوده است که مناطق شرقی کمترین مقدار و مناطق جنوبی و مرکزی بیشترین مقدار را دارا بوده اند. لذا می بایست دور آبیاری برای یک محصول مشخص را در مناطق شرقی کمتر از مناطق جنوبی و مرکزی درنظر گرفت. با استفاده از این نقشه‌ها و تهیه نقشه‌های نیاز آبی می‌توان برنامه آبیاری را برای یک فصل زراعی در قالب جداول آبیاری به کشاورزان ارائه نمود که این امر برای کشاورزان مخصوصا در تشکلهای آب بران که آبیاری به صورت مدیریت مشاع می باشد بسیار سودمند خواهد بود. داده‌های توصیفی پایگاه داده تهیه شده در سیستم GIS این قابلیت را دارد که ویژگی‌های خاک برای هر نقطه از منطقه را ارائه دهد و مدیران را در تخصیص صحیح منابع آبی یاری نماید. این سیستم این قابلیت را دارد که نقشه‌های مختلف عمق خالص آب آبیاری را برای مدیریت‌های مختلف کم آبیاری ارائه دهد. بطوریکه با استفاده از ویژگی Spatial Analyst در GIS و اعمال ضرایب مناسب به عمق یا حجم آب آبیاری و یا تغییر ضریب MAD، نقشه‌های مختلف عمق و یا حجم آبیاری را بدست آورد. همچنین به کمک این سیستم می‌توان مناسبترین روش آبیاری را با توجه به نوع خاک تعیین کرد و نیز با توجه به روش آبیاری، ارزش اقتصادی محصول و یا زمان تحویل آب، مناطقی که برای کشت انواع مختلف محصولات مناسبتر می باشند را مشخص نمود. باید توجه نمود که دقت روشهای زمین آماری به شدت وابسته به صحت داده‌ها و تعداد نمونه‌ها است. لذا می بایست متذکر گردید که با جمع آوری نمونه‌های بیشتر می‌توان دقت پیش بینی‌ها را افزایش داد.

منابع

[1]- حسنی پاک، ع. ا.، (1377). زمین آمار (ژئواستاتیستیک). انتشارات موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، چاپ اول، 314ص.

[2]- محمدی، ک.، خیاط خلقی، م.، مهدیان، م. ح.، اعتباری، ب. و رحیمی بندر آبادی، س. (1384). کارگاه آموزشی- تخصصی مدیریت داده در GIS برای مدل سازی آب زیرزمینی، پژوهشکده مهندسی آب، دانشگاه تربیت مدرس. 8-6 دی ماه.

[3]- محمدی، ج . و چیت ساز، و (1381). مقایسه تخمینگرهای ژئواستاتیکی و رگرسیون خطی جهت برآورد برخی از خصوصیات خاک سطحی به کمک داده‌های رقومی TM، مجله علوم خاک و آب .جلد 16، شماره 2.

[4] Al-Ghobari, H. M. (2000). Estimation of reference evapotranspiration for Southern Region of Saudi Arabia, Irrigation Science, 19: 81-86.
[5] Greets, S., Raes, D., Garcia, M., Del Castillo, C. and Buytaert W. (2006). Agro-climatic suitability mapping for crop production in the Bolivian Altiplano: A case study for quinoa. Agricultural and Forest Meteorology 139 (2006) 399-412.
[6] Hashmi, M., Garcia, L. A., and Fontane, D. G. (1994). Spatial estimation of regional crop evapotranspiration, Transaction of the ASAE, 38(5): 1345-1351.