نشریه پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب) / الف / جلد 33 / شماره 3 / 1398
Archive of SID

مدل‌سازی ضخامت لایه سطحی خاک به کمک ویژگی‌های پستی و بلندی زمین‌نما در منطقه ریمله استان لرستان

مراد سپهوند[1]، فرهاد خرمالی، فرشاد کیانی و کامران افتخاری

مربی پژوهش، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی لرستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، خرم‌آباد، ایران؛ **Sepah1384@yahoo.com**

استاد گروه علوم خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی گرگان؛ **khormali@yahoo.com**

استادیار گروه علوم خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی گرگان؛ **kianifarshad@gmail.com**

استادیار موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی؛ **keftekhari@swri.ir**

دریافت: **98/4/30** و پذیرش: **98/8/11**

چکیده

تشخیص افق سطحی خاک و اندازه‌گیری ضخامت و تغییرات آن با حفر نیم‌رخ خاک امکان‌پذیر است. این‌کار مستلزم هزینه، وقت و نیروی انسانی ماهر است. رهیافت مدل‌سازی روابط خاک - زمین‌نما این امکان را می‌دهد تا با توجه به ویژگی‌های پستی و بلندی زمین‌نما بتوان مدل پیش‌بینی ضخامت افق سطحی خاک را از طریق روش آماری مناسب تهیه نمود. در این تحقیق ویژگی‌های اولیه و ثانویه پستی و بلندی زیرحوضه ریمله واقع در استان لرستان (منطقه زاگرس میانی) از مدل رقومی ارتفاع (DEM) استخراج شد. سپس، در 191 نقطه انتخاب شده به روش تصادفی سیستماتیک در سطح زیرحوضه، ضخامت افق‌سطحی اندازه‌گیری شد. داده‌های مربوط به ضخامت افق‌سطحی و ویژگی‌های پستی و بلندی زمین‌نما به روش آماری رگرسیون خطی گام‌به‌گام با استفاده از نرم‌افزار اس‌پی‌اس‌اس نسخه 19 تجزیه و تحلیل شد. نتایج نشان داد که پیش‌بینی ضخامت افق‌سطحی خاک با مدل با دو ویژگی ارتفاع از سطح دریا (E) و درصد شیب (S) رابطه منفی و با جهت شیب (AS) رابطه مثبت داشت. مدل برازش داده شده به داده‌ها عبارت بود از $A_{thick} = 39/596 - 0/012\ E - 0/152\ S + 0/008\ AS$، ضریب تبیین مدل برابر با 0/54 به‌دست آمد. نمودار ضخامت افق‌سطحی پیش‌بینی شده در مقابل ضخامت مشاهده شده افق سطحی خاک نیز رابطه خطی با همین ضریب تبیین 0/54 را نشان داد که بیان‌گر توانایی مدل در پیش‌بینی ضخامت افق سطحی است. سایر ویژگی‌های پستی و بلندی زمین‌نما نیز بر ضخامت افق‌سطحی خاک مؤثر بود، اما تأثیر آن‌ها در سطح 5 درصد معنادار نبود و بنابراین، در مدل پیش‌بینی ضخامت افق‌سطحی خاک دخالت داده نشدند.

واژه‌های کلیدی: مدل پیش‌بینی ضخامت افق سطحی خاک، زاگرس میانی، مدل رقومی ارتفاع

[1]. نویسنده مسئول، آدرس: مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی لرستان- خرم‌آباد

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

برای پی‌بردن به ضخامت افق سطحی خاک، باید خاک را حفر و ضخامت این افق را اندازه‌گیری کرد. این کار مستلزم صرف وقت، هزینه و نیروی انسانی است. از این‌رو همواره اتخاذ روش‌های نسبتاً مطمئنی که برآورد قابل قبولی از ضخامت افق سطحی خاک داشته باشند، مدنظر خاک‌شناسان بوده است. یکی از این روش‌ها، مدل‌سازی روابط خاک - زمین‌نما است. این روش بین ویژگی‌های خاک (از جمله ضخامت افق سطحی آن) و ویژگی‌های زمین‌نما[1] رابطه آماری برقرار کرده و آن را به صورت مدل ارائه می‌نماید. مور و همکاران (1991) و مک‌سوینی و همکاران (1994) معتقدند که مدل‌سازی روابط خاک- زمین‌نما، رهیافتی کمی برای تجزیه و تحلیل و پیش‌بینی توزیع ویژگی‌های خاک بر مبنای تغییرپذیری عوامل محیطی به‌ویژه پارامترهای مربوط به پستی و بلندی و هیدرولوژی است. بررسی روابط خاک - زمین‌نما از زمانی که مفهوم کاتنا[2] در خاک‌شناسی باب شد (میلن، 1935)، شروع شده است و همچنان ادامه دارد. اکنون مدل‌سازی روابط خاک – زمین‌نما با توجه به متغیرهای نماینده[3] در زمین‌نما انجام می‌گیرد. به دلیل آن‌که عامل پستی و بلندی نقش کلیدی و کنترل‌کننده در زیست‌بوم‌های طبیعی دارد (چاپلوت و همکاران، 2006) و اندازه‌گیری پارامترهای آن ساده‌تر است، معمولاً بیشتر متغیرهای نماینده از این عامل برگزیده می‌شوند. پارامترهای مربوط به عامل پستی و بلندی[4] مستقیماً از مدل رقومی ارتفاع (DEM) به‌دست می‌آیند.

از دهه 1960، خاک‌شناسان از درصد یا درجه شیب، جهت شیب و ارتفاع از سطح دریا برای پیش‌بینی ویژگی‌های خاک از رگرسیون خطی ساده و چندگانه استفاده کرده‌اند (تروه، 1964؛ والکر و همکاران، 1968؛ العباس و همکاران، 1972؛ مک براتنی و همکاران، 2003). بسیاری از ویژگی‌های خاک مانند ضخامت افق‌های A و B، میزان کربنات‌ها، اسیدیته، زه‌کشی و فرسایش با لندفرم و موقعیت‌های روی شیب تغییر می‌کنند (والکر و همکاران، 1968؛ دانیلس و همکاران، 1985؛ کرزنر و همکاران 1989؛ کارتر و سیلکوز، 1991؛ بروبیکر و همکاران، 1993). بررسی ادبیات علمی جهان نشان داده است که ترکیب 1 تا 5 ویژگی زمین[5] در زمین‌نما که از مدل رقومی ارتفاع[6] برگرفته شده‌اند، توانسته‌اند 20 تا 80 درصد تغییرات ویژگی‌های خاک[7] را توضیح دهند (مور و همکاران، 1993؛ تامسون و همکاران، 1997؛ گسلر و همکاران، 2000؛ چاپلوت و همکاران، 2000؛ تامسون و کلکا، 2005؛ پارک و همکاران، 2001؛ فلورینسکی و همکاران، 2002). رابطه بین ویژگی‌های زمین و ویژگی ضخامت افق A خاک در سه سایت منطقه شرق آمریکا (واقع در ایالت کن‌توکی) بررسی شده است (تامسون و همکاران، 2006). نتایج حاصله نشان داده است که ویژگی ضخامت افق A با مساحت ویژه زیر حوضه (مساحت بالادست واحد طول خط کنتور) همبستگی معنادار داشته است. مدل به‌دست آمده رابطه ضعیفی را بین ضخامت افق A و ویژگی‌های زمین‌نما نشان داد (R^2_{adj} =0/44). گسلر و همکاران (1995) نیز در استرالیا در یک پایلوت 10 هزار هکتاری مرکب از لندفرم‌های کم و بیش مدور فرسایشی در رابطه با مدل‌های رگرسیونی پیش‌بینی ویژگی‌های خاک تحقیقاتی را انجام داده‌اند. در این تحقیق بین ویژگی‌های ضخامت افق A و سولوم خاک و ویژگی‌های زمین از قبیل شاخص پستی و بلندی مرکب یا شاخص خیسی پستی و بلندی و انحنای زمین[8] روابط معنادار پیدا شده و مدل‌هایی ارائه گردیده است. یک کاتنای کوچک به‌منظور پیش‌بینی ویژگی های خاک با توجه به ویژگی‌های زمین مورد مطالعه قرار گرفت (گسلر و همکاران، 2000) و ویژگی ضخامت افق A با استفاده از ویژگی‌های شیب، تجمع ناشی از جریان[9] و شاخص پستی پستی و بلندی مرکب پیش‌بینی گردیده است. مدل ارائه شده دارای ضریب همبستگی 0/85 بود. همبستگی ضعیف تا بالایی (R^2= 0.41-0.75) بین بافت خاک و ضخامت خاک سطحی با ویژگی‌های زمین گزارش شده است (گوبین و همکاران، 2001). با استفاده از روش آماری رگرسیون خطی چندگانه، همبستگی معناداری بین ویژگی‌های اندازه‌گیری شده خاک‌سطحی (ضخامت افق A و ...) و زاویه شیب و شاخص خیسی زمین گزارش شده است (بیون و کیرکبای، 1979).

محققان ترکیب متفاوتی از ویژگی‌های عوارض زمین را برای پیش‌بینی ویژگی‌های خاک در مناطق مختلف مطالعاتی به‌کار برده‌اند (مک براتنی و همکاران، 2003). حتی شیب به تنهایی نیز برای پیش‌بینی ضخامت افق‌ها مورد استفاده قرار گرفته است (بورنان و همکاران، 1996؛

1. Landscape
2. Catena
3. Proxy variables
4. Topography
5. Terrain attributes
6. Digital Elevation Model (DEM)
7. Soil attributes
8. Land curvature
9. Flow accumulation

www.SID.ir

Archive of SID

اده و همکاران، 1994؛ رایان و همکاران، 2000). مدل‌های رگرسیونی به دست آمده نشان دادند که بین ویژگی‌های خاک و پیش‌بینی حضور و ضخامت افق‌های خاک در نیمرخ آن ارتباط معنادار وجود دارد (گاستالدی و همکاران، 2012).

طبق اظهارات پرپوستاکان (2005) در مقیاس بزرگ، تجمع ناشی از جریان و شاخص پستی و بلندی مرکب بهترین پیش‌بینی کننده‌های عمق افق A هستند (R = 0/85) و شاخص پستی و بلندی مرکب به تنهایی مسئول 71 درصد تغییرات این ویژگی خاک است. هدف این پژوهش بررسی امکان دست‌یابی به مدل پیش‌بینی کننده ضخامت افق سطحی خاک در حوضه‌های کوچک منطقه زاگرس میانی با استفاده از رهیافت روابط خاک – زمین‌نما بوده است.

مواد و روش‌ها

مشخصات منطقه

زیرحوضه ریمله به مساحت 5 هزار هکتار در حدود 35 کیلومتری شمال شهر خرم‌آباد (مرکز استان لرستان) واقع شده است. این زیرحوضه بین مختصات جغرافیایی 33 درجه و 37 دقیقه تا 33 درجه و 41 دقیقه عرض شمالی و 48 درجه و 21 دقیقه تا 48 درجه و 28 دقیقه طول شرقی قرار گرفته است (شکل 1).

به‌طور کلی این زیرحوضه منطقه‌ای است مرتفع که در چهار جهت جغرافیایی به کوه‌ها و در حاشیه به تپه‌ها محدود می‌گردد. میانه منطقه دارای اراضی دیم و به میزان کمی اراضی آبی و باغ‌های مثمر است. ارتفاع از سطح دریا از 1600 متر در اراضی کشاورزی تا 2600 متر در قله کوه‌ها متغیر است. میانگین دمای سالانه منطقه 11 درجه سلسیوس و میانگین بارندگی سالانه آن 696 میلی متر اندازه‌گیری گردیده است. رژیم رطوبتی و حرارتی خاک‌های منطقه به ترتیب زریک[1] و مزیک[2] می‌باشد (بنایی، 1356). ارتفاعات اطراف زیرحوضه شامل سنگ آهک‌های رودیست و اربیتولین دار ضحیم لایه و سنگ‌آهک‌های توده‌ای سفید رنگ (آسماری) الیگومیوسن می‌باشند. اراضی قابل کشت زیر حوضه جزء آبرفت‌های عهد حاضر هستند. در تیپ کوه‌های زیرحوضه ریمله خاک‌ها عمدتاً از زیر گروه‌های تیپیک زراورتنتز[3] و لیتیک زراورتنتز[4]، در تیپ تیپ تپه‌ها از زیر گروه‌های تیپیک کلسی‌زرپتز[5] و تیپیک زراورتنتز و در اراضی نسبتاً مسطح و مسطح کشاورزی از زیر گروه‌های تیپیک کلسی‌زرپتز و تیپیک هاپلوزرپتز[6] می‌باشند.

عملیات صحرایی

روش نمونه‌برداری تصادفی سیستماتیک برای تعیین محل‌های اندازه گیری مورد استفاده قرار گرفت. به این ترتیب محل‌های اندازه‌گیری و مختصات جغرافیایی آن‌ها (در سیستم UTM) در کل مساحت زیرحوضه به صورت یک شبکه 500×500 متر مشخص گردیدند. پس از مشخص شدن 191 نقطه اندازه‌گیری و مختصات آن‌ها، با استفاده از دستگاه موقعیت‌یاب جهانی[7]، محل‌های این نقاط در اراضی زراعی، تپه‌ها و کوه‌ها پیدا شده و اندازه‌گیری‌ها به مرور زمان انجام شد. سپس به وسیله متر ضخامت افق سطحی خاک‌ها اندازه‌گیری و ثبت گردیدند. نقشه محل‌های اندازه‌گیری ضخامت افق سطحی خاک در شکل 2 ارائه شده است.

مدل رقومی ارتفاع

برای تعیین ویژگی‌های زمین در منطقه مورد مطالعه، از یک لایه مدل رقومی ارتفاع استفاده شده که در اصل مدلی است که موقعیت هندسی هر نقطه ارتفاعی را در قالب یک نقشه شطرنجی[8] ارائه می‌کند. برای تعیین ویژگی های اولیه و ثانویه زمین از لایه مدل رقومی ارتفاع با قدرت تفکیک 10 متر (تهیه شده توسط سازمان نقشه‌برداری کشور) استفاده شد. ویژگی‌های اولیه مستقیماً از مدل رقومی ارتفاع استخراج می‌شوند. ویژگی‌های ثانویه تحت تأثیر دو یا چند ویژگی اولیه هستند و از طریق روابطی که با این ویژگی‌ها دارند، محاسبه می‌شوند. ویژگی‌های اولیه شامل ارتفاع از سطح دریا (E)، درصد شیب (S)، جهت شیب[9] (AS)، انحنای طولی[10] (PrC)، انحنای عرضی[11] (PlC) و انحنای کل[12] (TC) بودند. ویژگی‌های ثانویه شامل شاخص رطوبت پستی و بلندی[13] (TWI) یا شاخص پستی و بلندی مرکب[14] (CTI) و شاخص توان جریان[15] (SPI) بودند. تعاریف ویژگی‌های زمینی در جدول 1 ارائه شده است. شاخص رطوبت پستی و بلندی و شاخص توان جریان به ترتیب از روابط (1) و

1. *Xeric*
2. *Mesic*
3. *Typic Xerorthents*
4. *Lithic Xerorthents*
5. *Typic Calcixerepts*
6. *Typic Haploxerepts*
7. GPS
8. Raster
9. Aspect
10. Profile curvature
11. Plan curvature
12. Total curvature
13. Topography wetness index
14. Compound topography index
15. Stream power index

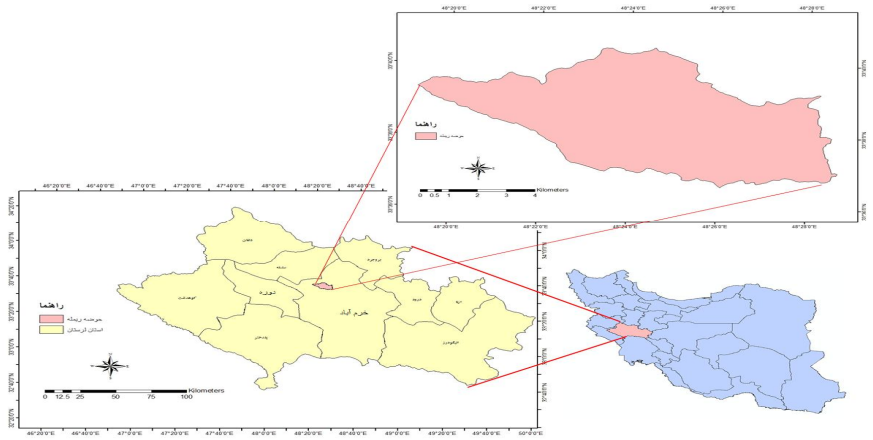
www.SID.ir

Archive of SID

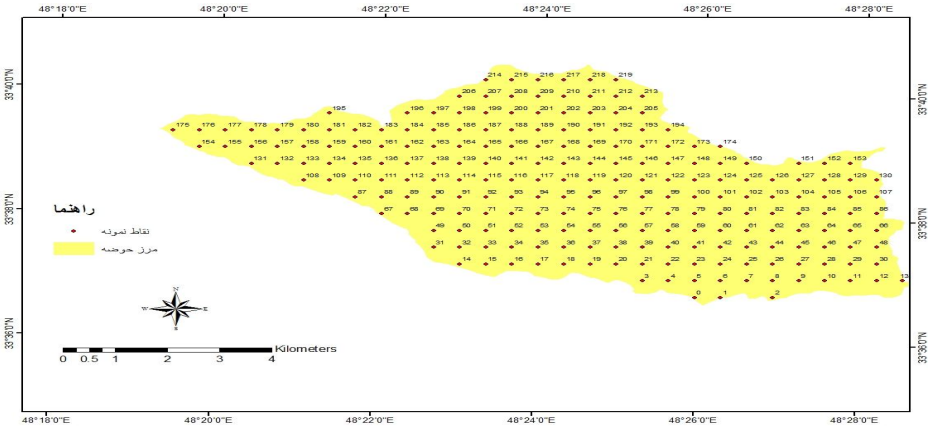
(2) (جدول 1) محاسبه گردیدند. در هر دو رابطه AS مساحت ویژه زیر حوضه و β درجه شیب می‌باشد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها و مدل‌سازی آماری

برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها و مدل‌سازی رابطه ضخامت افق سطحی خاک و ویژگی‌های زمین از روش آماری رگرسیون خطی گام‌به‌گام استفاده گردید. بدین منظور نرم‌افزار اس‌پی‌اس‌اس نسخه 19 به کار گرفته شد. ضخامت افق سطحی خاک به عنوان متغیر وابسته و ویژگی‌های اولیه و ثانویه زمین به‌عنوان متغیرهای مستقل در نظر گرفته شدند. تجزیه و تحلیل‌ها بر روی کلیه داده‌های مربوط به ضخامت افق سطحی خاک و ویژگی‌های زمین در 191 نقطه از زمین نماهای اراضی کشاورزی، تپه‌ها و کوه‌های زیرحوضه انجام گردید.



شکل 1- موقعیت جغرافیایی زیرحوضه ریمله در ایران و لرستان



شکل 2- موقعیت نقاط مشاهداتی ضخامت افق سطحی خاک در زیرحوضه ریمله

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 1- ویژگی‌های زمینی و تعاریف آن‌ها (مور و همکاران، 1991؛ فلورینسکی و همکاران، 2002)

ویژگی	علامت	نوع ویژگی	واحد	تعریف
ارتفاع از سطح دریا	E	اولیه	متر	ارتفاع هر نقطه نسبت به سطح آزاد دریا
درصد شیب	S	اولیه	درصد، درجه	حداکثر تغییر ارتفاع در یک سلول مدل رقومی ارتفاع
جهت شیب	AS	اولیه	درجه	جهت حداکثر تغییر ارتفاع در هر سلول مدل رقومی ارتفاع
انحنای طولی	PrC	اولیه	متر/ متر	انحنای سطح زمین در جهت تندترین شیب که جریان آب و انتقال مواد را نشان می‌دهد.
انحنای عرضی	PlC	اولیه	متر/ متر	انحنای سطح زمین عمود بر تندترین شیب. برآوردی از همگرایی یا واگرایی آب و مواد داخل آن
انحنای کل	TC	اولیه	متر/ متر	انحنای سطح زمین صرف نظر از وضعیت شیب
شاخص خیسی پستی و بلندی یا شاخص پستی و بلندی مرکب	TWI (CTI)	ثانویه	-	نشان دهنده پراکنش مکانی رطوبت خاک در زمین نما (1) $TWI\ (CTI) = ln(AS/tan\beta)$
شاخص توان جریان	SPI	ثانویه	-	بیانگر توان فرسایشی هرزآبها (2) $SPI = Ln\ (AS.tan\beta)$

آمار توصیفی داده‌های تحقیق شامل میانگین، دامنه، حداقل و حداکثر، واریانس، انحراف معیار، وضعیت چولگی و کشیدگی منحنی توزیع فراوانی و ضرایب همبستگی بین ضخامت افق سطحی خاک و ویژگی‌های زمین تعیین شدند. تجزیه واریانس[1] مدل رگرسیونی ضخامت افق سطحی خاک انجام و خلاصه مدل شامل ضرایب همبستگی (R) و تبیین (R^2) تعیین گردیدند. سپس شاخص‌های تشخیص وضعیت هم‌خطی متغیرهای مستقل مانند تحمل و تورم واریانس نیز تعیین شدند. به منظور صحت سنجی مدل رگرسیونی به‌دست آمده برای ویژگی ضخامت افق سطحی خاک، نمودار ضخامت افق سطحی خاک پیش بینی شده در مقابل اندازه‌گیری شده در کل 191 نقطه از زیرحوضه ترسیم و معادله خط برازش داده شده و ضریب همبستگی آن به‌دست آمد. در نهایت مقادیر پیش‌بینی شده و مشاهده شده ضخامت افق سطحی خاک با یکدیگر مقایسه شده و میزان انطباق آن‌ها با همدیگر با در نظر گرفتن گروه‌بندی و کلاسه‌بندی ضخامت افق سطحی خاک مشخص گردید.

نتایج و بحث

آمار توصیفی متغیرها

آمار توصیفی مربوط به متغیر وابسته ضخامت افق سطحی و متغیرهای مستقل ویژگی‌های زمینی در جدول 2 ارائه گردیده‌اند.

ضخامت افق سطحی خاک از 4 تا 35 سانتی‌متر متغیر و میانگین آن 14/88 سانتی‌متر است. ضریب تغییرات (CV) ضخامت افق سطحی خاک در زیرحوضه ریمله 44 درصد است که نشان می‌دهد این ویژگی خاک در منطقه مورد مطالعه دارای تغییرات زیادی است. ضریب تغییرات متغیرهای مستقل (ویژگی‌های زمین) با توجه به وسعت زیاد منطقه و پیچیدگی‌های پستی و بلندی آن زیاد می‌باشد.

همبستگی متغیرها

در جدول 3 همبستگی بین متغیرهای وابسته (ضخامت افق سطحی خاک) و مستقل (ویژگی‌های زمین) ارائه شده است. ضخامت افق سطحی خاک با ویژگی‌های جهت شیب (AS)، انحنای عرضی (PlC)، انحنای طولی (PrC) و شاخص خیسی پستی و بلندی (TWI) همبستگی مثبت دارد که در مورد شاخص خیسی پستی و بلندی بسیار معنادار و در مورد سایر ویژگی‌های برشمرده معنادار نمی‌باشد. همبستگی متغیر وابسته ضخامت افق سطحی با متغیرهای مستقل ارتفاع از سطح دریا (E)، انحنای کل (TC)، درصد شیب (S) و شاخص توان جریان (SPI) منفی می‌باشد که در مورد ارتفاع از سطح دریا و درصد شیب بسیار معنادار و در مورد سایر متغیرهای مستقل معنادار نمی‌باشد. بیشترین همبستگی معنادار بین ضخامت افق سطحی و ویژگی‌های ارتفاع از سطح دریا (R = -0/642) و شیب (R = -0/635) وجود دارد.

[1] Analysis of variance (ANOVA)

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 2- خلاصه آمار توصیفی ضخامت افق سطحی خاک و ویژگی‌های زمین در 191 نقطه زیر حوضه ریمله

متغیر	واحد	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	دامنه	چولگی	کشیدگی
ضخامت افق سطحی	سانتی‌متر	4	35	14/884	6/562	31	0/617	-0/238
ارتفاع از سطح دریا	متر	1605/4	2664/384	1955/287	271/151	1058/984	0/871	-0/27
شیب	درصد	0/27	73/83	24/912	15/685	73/56	0/716	-0/002
جهت شیب	درجه	2/47	357/43	201/467	91/692	354/96	-0/671	-0/34
انحنای طولی	متر/1	-0/78	0/76	0/027	0/198	1/54	-0/581	3/312
انحنای عرضی	متر/1	-1/32	0/7	-0/0065	0/25	2/02	-1/144	4/962
انحنای کل	متر/1	-1/4	1/22	-/0332	0/361	2/62	-0/508	2/087
شاخص خیسی پستی و بلندی	-	-6/38	13/94	1/601	4/282	20/32	-0/236	0/065
شاخص توان جریان	-	-12/51	6/17	-1/688	4/083	18/68	-0/825	-0/332

جدول 3- همبستگی بین متغیر وابسته (ضخامت افق سطحی) و مستقل (ویژگی‌های زمین) در زیر حوضه ریمله

متغیرها	A_{thick}	AS	E	TC	PlC	PrC	S	SPI	TWI
A_{thick}	1								
AS	0/02 ns	1							
E	-0/642 **	0/282 **	1						
TC	-0/010 ns	-0/02 ns	-0/007 ns	1					
PlC	0/075 ns	-0/069 ns	-0/201 **	0/851 **	1				
PrC	0/113 ns	-0/052 ns	-0/242 **	-0/748 **	-0/288 **	1			
S	-0/635 **	-0/108 ns	0/542 **	-0/03 ns	-0/07 ns	-0/035 ns	1		
SPI	-0/063 ns	0/023 ns	0/086 ns	-0/522 **	-0/509 **	0/312 **	0/101 ns	1	
TWI	0/198 **	0/084 ns	-0/114 ns	-0/49 **	-0/473 **	0/299 **	-0/246 **	0/921 **	1

غیر معنادار = ns بسیار معنادار = **

جدول4- نتایج تجزیه واریانس رگرسیون خطی چندگانه برای پیش‌بینی ضخامت افق سطحی خاک با استفاده از ویژگی‌های زمین

مدل	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	سطح معناداری
رگرسیون	4413/75	3	1471/25	72/983	0/001
باقی مانده	3769/716	187	20/159		
کل	8183/466	190			

جدول 5- داده‌های مربوط به مدل رگرسیونی ضخامت افق سطحی - ویژگی‌های زمین نما در زیرحوضه ریمله

اجزاء مدل	ضرائب	خطای استاندارد	T	سطح معناداری	تحمل واریانس	تورم واریانس (VIF)
ثابت	39/593	2/548	15/54	0/001	-	-
ارتفاع از سطح دریا	-0/012	0/002	7/377	0/001	0/589	1/697
درصد شیب	-0/152	0/026	-5/832	0/001	0/633	1/581
جهت شیب	0/008	0/004	2/104	0/037	0/824	1/213

تجزیه واریانس رگرسیون خطی چندگانه

نتایج تجزیه واریانس رگرسیون خطی چندگانه[1] برای رابطه ضخامت افق سطحی و ویژگی‌های زمین در جدول 4 درج گردیده است.

داده‌های ارائه شده در جدول 4 نشان می‌دهد که رابطه رگرسیون خطی بین ضخامت افق سطحی خاک (متغیر وابسته) و متغیرهای مستقل ارتفاع از سطح دریا (E)، درصد شیب (S) و جهت شیب (AS) معتبر و بسیار معنادار می‌باشد.

1. Multiple Linear Regression (MLR)

www.SID.ir

Archive of SID

مدل رگرسیونی ضخامت افق سطحی خاک- ویژگی‌های زمین‌نما

داده‌های مربوط به مدل رگرسیونی ارائه شده برای پیش‌بینی ضخامت افق سطحی در زیرحوضه ریمله در جدول 5 ارائه شده‌اند.

با توجه به داده‌های جدول 5 مدل رگرسیونی پیش‌بینی ضخامت افق سطحی خاک به‌صورت زیر است:

مدل (1)

$A_{thick} = 39/596 - 0/012\ E - 0/152\ S + 0/008\ AS$ (R^2 =0/539 و R =0/734)

در این معادله A_{thick} عبارت است از ضخامت افق سطحی خاک بر حسب سانتی‌متر، E عبارت است از ارتفاع از سطح دریا بر حسب متر، S عبارت است از درصد شیب و AS جهت شیب بر حسب درجه رادیان است.

ثابت مدل و ضرایب متغیرهای مستقل ارتفاع از سطح دریا و درصد شیب بسیار معنادار و ضریب متغیر آماره مستقل جهت شیب معنادار می‌باشد. آماره‌های تحمل و تورم واریانس نشان می‌دهند که بین متغیرهای مستقل موجود در مدل رگرسیونی هم‌خطی وجود ندارد. ضریب همبستگی مدل (0/734) نشان می‌دهد که شدت وابستگی ضخامت افق سطحی خاک و سه ویژگی یاد شده حدود 73 درصد است. بر اساس ضریب تبیین (R^2) می‌توان گفت که حدود 54 درصد تغییرات ضخامت افق سطحی خاک توسط سه ویژگی یاد شده در مدل، قابل توجیه و تبیین است.

گسلر و همکاران (2000) توانستند مدل پیش-بینی کننده ضخامت افق سطحی خاک را که شامل ویژگی‌های درصد شیب، مساحت زیرحوضه و ضریب پستی و بلندی مرکب (CTI) بود، ارائه نمایند. بر اساس یافته‌های آن‌ها این ویژگی‌ها حدود 85 درصد تغییرات ضخامت افق سطحی خاک را توجیه کردند.

تحقیقات تامسون و همکاران (2006) نیز موید آن است که مدل پیش‌بینی کننده ضخامت افق سطحی خاک ویژگی-هایی مانند ارتفاع از سطح دریا، درصد شیب و مساحت ویژه زیرحوضه را شامل می‌شود.

صحت‌سنجی مدل رگرسیونی عمق ضخامت افق سطحی خاک- ویژگی‌های زمین‌نما

نمودار پراکندگی ضخامت افق سطحی پیش‌بینی شده توسط مدل و ضخامت افق سطحی مشاهده شده در شکل 3 نشان داده شده است. همان‌طور که از نمودار مشخص است، رابطه این دو از معادله خط پیروی می‌کند. معادله خط برازش داده شده به‌صورت

$y=5/754 + 0/5509x$ (R=0/734)

می‌باشد که در آن y ضخامت افق سطحی پیش‌بینی شده و x ضخامت افق سطحی مشاهده شده می‌باشد. ضریب همبستگی معادله حاکم بر رابطه ضخامت پیش‌بینی شده و مشاهده شده افق سطحی خاک نشان می‌دهد که شدت وابستگی پیش‌بینی‌ها و مشاهدات حدود 73 درصد است.

برای بهره‌برداری کاربردی از مدل به‌دست آمده، مقادیر پیش‌بینی شده و مشاهده ضخامت افق سطحی خاک در 191 نقطه از زیرحوضه ریمله با توجه به کلاس-های ضخامت با هم مقایسه شدند که نتایج این مقایسه در جدول 6 ارائه گردیده است. با توجه به جدول 6 مشاهده می‌گردد که در 168 نقطه (معادل 88 درصد کل نقاط) از 191 نقطه زیر حوضه ریمله که ضخامت افق سطحی اندازه‌گیری گردیده است. مقادیر پیش‌بینی شده از طریق مدل در همان کلاس ضخامت مشاهده شده قرار دارند یا یک کلاس (کمتر یا بیشتر) با آن اختلاف دارند. در 23 نقطه از زیر حوضه معادل 12 درصد کل نقاط، اختلاف مقادیر پیش‌بینی شده و مشاهده شده دو کلاس یا بیشتر است.

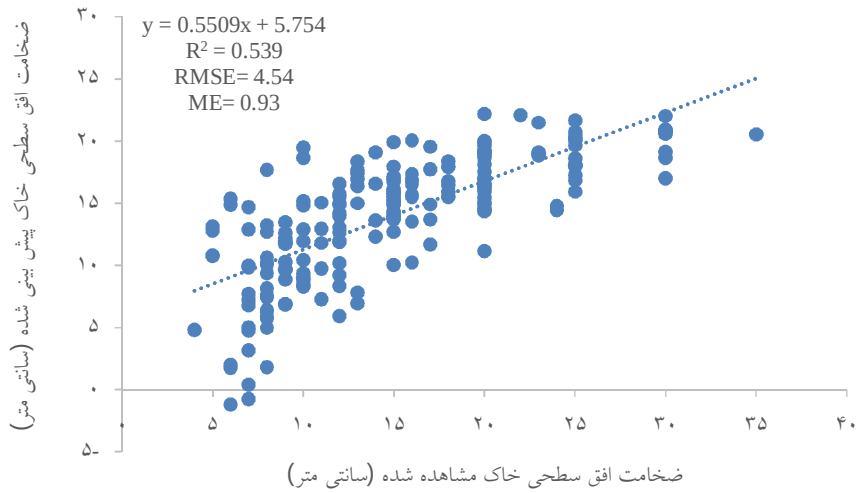
نتیجه‌گیری

در این تحقیق، رگرسیون خطی چندگانه (روش گام به گام)[1] با وجود تأثیر همه ویژگی‌های پستی و بلندی (ارتفاع از سطح دریا، درصد شیب، جهت شیب، انحنای طولی، انحنای عرضی، انحنای کل، شاخص خیسی پستی و بلندی و شاخص توان جریان) بر ضخامت افق سطحی خاک، مدلی ارائه داد که تنها وابسته به سه ویژگی پستی و بلندی یعنی ارتفاع از سطح دریا، درصد شیب و جهت شیب است (مدل1 و جدول 5). چنین مدلی مورد نیاز است زیرا هم ساده است و هم کاربردی و نیاز کاربران را به سهولت برآورده می‌نماید. ضریب تبیین (R^2) مدل نشان می‌دهد که حدود 54 درصد تغییرات ضخامت افق سطحی خاک‌های زیرحوضه از طریق مدل به‌دست آمده (مدل 1) قابل توجیه و تبیین است. نمودار مقادیر ضخامت افق سطحی پیش‌بینی شده در مقابل مقادیر مشاهده شده این ویژگی خاک نیز نشان می‌دهد که بین این دو، رابطه خطی با ضریب همبستگی 73 درصد وجود دارد (شکل 3) یعنی مقادیر پیش‌بینی شده و اندازه‌گیری شده به میزان زیادی با هم همخوانی دارند. با این حال قابلیت انتقال[2] یا قابلیت تعمیم مدل به‌دست آمده، درون حوضه‌ای است و مدل بایستی در خارج از زیرحوضه مورد بررسی برای سایر زیرحوضه‌های مشابه مورد آزمایش قرار بگیرد. تکرار تحقیق در سایر زیرحوضه‌ها، به‌کارگیری مدل رقومی ارتفاع با قدرت تفکیک[3] بیشتر، افزایش تعداد نقاط مورد بررسی و تفکیک زمین‌نماها به واحدهای یکنواخت‌تر، در تحقیقات آینده مورد تاکید می‌باشد.

1. Stepwise
2. Transportability
3. Resolution

www.SID.ir

Archive of SID



شکل 3- نمودار پراکندگی ضخامت پیش‌بینی شده در برابر ضخامت مشاهده شده افق سطحی خاک در زیر حوضه ریمله

جدول 6- وضعیت تطبیق کلاس‌های مقادیر پیش‌بینی شده و مشاهده شده ضخامت افق سطحی خاک در زیر حوضه ریمله

وضعیت	تعداد نمونه	درصد نمونه
پیش‌بینی شده و مشاهده شده در یک کلاس	113	59
یک کلاس اختلاف (کمتر یا بیشتر) بین پیش‌بینی شده و مشاهده شده	55	29
دو کلاس و بیشتر اختلاف بین پیش‌بینی شده و مشاهده شده	23	12
جمع	191	100

فهرست منابع

1. بنایی، محمد حسن. 1356. نقشه رژیم رطوبتی و حرارتی خاک‌های ایران.
2. Al-Abbas, A. H., Swaon, P.H., and M.F. Baumgardner. 1972. Relating organic matter and clay content to multi sepectral radiance of soils. Soil. Sci. 114(6): 477-485.
3. Beven, K. J., and M.J. Kirkby. 1979. A physically based variable contributing area model of basin hydrology. Hydrol.Sci. Bull. 24: 43-69.
4. Bourennane, H., King, D., Chery, P., and A. Bruand. 1996. Improving the kriging of a soil variable using slope gradient as external drift European Journal of Soil Science. 47: 473-483. Brubaker, S.C., Jones, A. J., Lewis, D.T., and K. Frank. 1993. Soil properties associated with landscape position. Soil. Sci. Soc. Am. J., 57: 235-239.
5. Carter, B. J., and E.J. Ciokosz. 1991. Slope gradient and aspect effect on soil developed from sandstone in Pennsylvania. Geoderma 49: 199-213.
6. Chaplot, V., Darboux, F., Bourennane, H., Leguidios, S., Silvera, N., and K. Phacomphon. 2006. Accuracy of interpolation techniques for the derivation of digital elevation to land form type and data density. Geomorphology 77: 14-26.
7. Chaplot, V., Walter, C., Curmi, P., and A. H. Larousse. 2000. The use of auxiliary geophysical data to improve a soil- model. Soil Science. 16 (12): 961-970.
8. Daniels, R. B., Gilliam, J. W., Cassel, D. K., and L. A. Nelson. 1984. Soil erosion class and landscape position in the North Carolina Piedmont. Soil. Sci. Soc. Am. J., 49: 991-995.

www.SID.ir

Archive of SID

9. Florinsky, L.V., Eilers, R.G., Manning, G.R., and L.G. Fuller. 2002. Prediction of soil properties by digital terrain modeling. Environmental Modeling and Software 17: 295-311.
10. Gastaldi, G., Minansny, A. B., and B. Mcbratncy. 2012. Mapping the occurrence and thickness of soil horizons within soil profiles. Conference: digital soil assessments and beyond proceedings of the fifth global workshop on digital soil mapping.
11. Gessler, P.E., Chadwick, O.A., and K. Holmes. 2000. Modeling soil- landscape and ecosystem properties using terrain attributes. Soil. Sci. Soc. Am. J. 64: 2046-2056.
12. Gessler, P.E., Moore, I.D., Mckenzie, N. J., and P. J. Ryan. 1995. (Published online 2007).Int. J. Geographic Information. 9(4): 421-432.
13. Gobin, A., Campling, P., and J. Feyex. 2001. Soil- landscape modeling to quantify spatial variability of soil texture. Physics and chemistry of the earth. 26: 41-45.
14. Kreznor, W.R., Olson, K. R., Banwart, W.L., and D.L. Johnson. 1989. Soil landscape and erosion relationships in a northwest Illinois Watershed. Soil. Sci. Soc. Am. J., 53:1763-1771.
15. Mcbratney, A.B., Santos, M.L., and B. Minasny. 2003. On digital soil mapping. Geoderma, 117(1-2): 3-52.
16. Mcsweeney, K., Gessler, P.E., Slater, B., Hammer, D., Bell, J., and G.W. Petersen. 1994. Towards a new framework for modeling the soil- landscape continuum. P. 127-145. In R. Amundson and J.W. Harden (e.d.) Factors of soil formation: a fiftieth anniversary retrospective, SSSA spec. publ.33.SSSA, Madison, WI.
17. Moore, I. D., Gessler, P.E., and G.A. Neilson. 1993. Soil attributes prediction using terrain analysis. Soil. Sci. Soc. Am. j. 57: 443-452.
18. Moore, I.D., Landson, A.R., and R. Grayson. 1991. Digital terrain modeling: A review of hydrological, geomorphological, and biological application. Hydro Processes 5: 3-30.
19. Milen, G. 1935. Some suggested units of classification and mapping particularly for East Africa soils. Soil. Res. Pp: 183-198.
20. Odeh, I.O., Mcbratney, A., and D. J. Chittle Borough. 1994. Spatial prediction of soil properties from landform attributes derived from a digital elevation model. Geoderma, 63:197-214.
21. Park, S. J., Mcsweeney, K., and B. Lowery. 2001. Identification of the spatial distribution of soils using a process- based terrain characterization. Geoderma 3:249-272.
22. Pennock, D. J., Zebarth, B.J., and E. De Jong. 1987. Landform classification and soil distribution in hummocky terrain, Saskatchewan, Canada. Geoderma 40, 297-315.
23. Perpustakaan UGM, I- lib. 2005. Journal I-lib UGM. http://i- lib. ugm. Ac. Id/ Journal.
24. Ryan, P.J., Mckenzie, N.J., O, Connell, D., Loughhead, A. N., Leppert, P.M., Jacquier, d., and L. Ashton. 2000. Integrating forest soil information across scales: spatial prediction of soil properties under Australian forests. Forest Ecology and Management, 138: 139-157.
25. Thompson, J. A., Pena- Yewtukhiw, E.M., and J.H. Grove. 2006. Soil- landscape modeling across a physiographic region: Topographic pattern and model transportability. Geoderma, 133: 57-70.
26. Thompson, J. A., and R. K. Kolka. 2005. Soil carbon storage in a forested watershed using quantitative soil- landscape modeling. Soil. Sci. Soc. Am. J. 69: 1080-1093.
27. Thompson, J.A., Bell, J. C., and C. A. Bulter. 1997. Quantitative soil landscape modeling for estimating the extent of hydromorphic soils. Soil. Sci. Soc. Am. J.61: 971-980.
28. Troeh, F.R.1964. Land forms parameters correlated to soil drainage. Soil Society American Proceedings, 28: 808-812.
29. Walker, P.H., Hall, G.F., and R. Protz. 1968. Relating between landform parameters and soil parameters. Soil. Sci. Soc. Am. J, 32: 101-104.

www.SID.ir

Archive of SID

Modeling Thickness of Soil- Surface Layer Using Topographic Attributes of Landscape in Rimeleh Catchment, Lorestan Province

M. Sepahvand[1], F. Khormali, F. Kiani, and K. Eftekhari

Research Lecture, Soil and Water Research Department, Lorestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Khorramabad, Iran; E-mail: Sepah1384@yahoo.com

Professor of Soil Sciences Department, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources; E-mail: khormali@yahoo.com

Assistant Professor of Soil Sciences Department, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources; E-mail: kianifarshad@gmail.com

Assistant Professor of Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization; E-mail: keftekhari@swri.ir

Received: July, 2019 and Accepted: November, 2019

Abstract

Distinguishing soil surface horizon and its thickness is possible through soil survey and drilling. This requires budget, time, and skilled persons; therefore, using predicting methods as a solution for simple determination of soil characteristics has gained much importance in recent years. This work considers employing stepwise multiple linear regression statistical approach in order to propose a suitable model to predicate soil surface horizon thickness (SSHT) from topographic attributes according to establishment of soil and landscape characteristics relationships. To fulfill the goals of this study, data of primary and secondary topographic features of the Rimeleh sub-catchment located in Lorestan Province of Iran were derived from a Digital Elevation Model (DEM) and, the SSHT data yielded from soil surveys at 191 sampling points distributed in the study area in a systematically randomized manner. The SPSS 19 package was used to clarify statistical characteristics of gathered SSHT topographic data and test the fitted model considerations. The fitted model for the gathered data was $A_{thick} = 39.596 – 0.012E – 0.152S + 0.008AS$. The determination coefficient of the model was computed as 0.54. It is clear that the model fitted to the data has highly significant negative correlation with slope percent (S) and elevation (E) ($P\leq0.01$) and a significant positive correlation with aspect (AS) ($P\leq0.05$). Our investigation demonstrated that the fitted model to the scatter plot of observed data values versus predicted values has a determination coefficient of 0.54, which indicates the explanatory power of the model. Other topographic attributes affected the SSHT but their effects were not significant statistically. Therefore, they were not included in the model.

Keywords: Soil surface horizon model, Middle Zagros, Digital Elevation Model

[1]. Corresponding author: Lorestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Khorramabad

www.SID.ir