



محور مقاله: پدومتری و ارزیابی خاک‌ها

بررسی عملکرد الگوریتم ماشین بردار پشتیبان در پیش‌بینی پراکنش مکانی کلاس‌های بافت خاک سطحی در یک زمین چهر آبرفتی

غفار ویسی سرطایره<sup>۱\*</sup>، پرویز شکاری<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup>دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.

<sup>۲</sup>استادیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.

## چکیده

نقشه‌برداری رقومی خاک (DSM) از شاخه‌های متعدد پدومتری است که با کاربرد متغیرهای گسسته و پیوسته، بسیاری از مشکلات نقشه‌برداری سنتی را برطرف می‌کند. در این پژوهش از هسته‌های پایه شعاعی (RB) و چندجمله‌ای (PL) مدل ماشین بردار پشتیبان<sup>۱</sup> (SVM) برای پیش‌بینی کلاس‌های بافت لایه سطحی خاک یک زمین چهر با مساحت حدود ۳۶۰۰۰ هکتار در منطقه میان‌دریمن استان کرمانشاه، استفاده شد. نمونه‌های سطحی (عمق ۲۰-۳۰ سانتی‌متری) براساس شبکه مربعی با ۷۱ نقطه براساس روش نمونه‌برداری سیستماتیک ساده جمع‌آوری گردید و درصد وزنی شن، سیلت و رس تعیین شد. برای پیش‌بینی پراکنش مکانی بافت خاک، از متغیرهای محیطی مشتق‌شده از مدل رقومی ارتفاع و تصویر سنجنده OLI ماهواره لندست ۸ با تفکیک مکانی ۳۰ متر استفاده شد. مدل ماشین بردار پشتیبان پیش‌بینی‌هایی قابل اطمینان و انعطاف‌پذیری دارد. برای ارزیابی پیش‌بینی‌ها شاخص کاپای توافقی (K) و صحت عمومی (OA) محاسبه شد و مقدار آن برای RB ۰/۵۷ و ۰/۷۴ بود که از مقدار ۰/۵۴ و ۰/۷۱ برای PL بیشتر است. انتخاب مجموعه متغیر محیطی مناسب و تراکم بهینه نمونه‌ها اهمیت زیادی در صحت پیش‌بینی نقشه دارد.

**کلمات کلیدی:** نقشه‌برداری رقومی خاک، رایان‌آموختی، ماشین بردار پشتیبان، متغیرهای محیطی.

## مقدمه

خاک یک جزء اساسی اکوسیستم است که انجام بسیاری از خدمات مانند تعدیل چرخه آب، تنظیم چرخه عناصر در خاک، حمایت از ریشه گیاهان و تجزیه بقایا را بر عهده دارد. از جمله مهمترین ویژگی‌های خاک که به طور مستقیم بر روی تخلخل، فرسایش‌پذیری، ظرفیت نگهداری عناصر غذایی خاک و همچنین در دراز مدت بر روی حاصلخیزی خاک مؤثر است، بافت است. بافت خاک؛ به‌عنوان درصد نسبی مقادیر شن، سیلت و رس تعریف می‌شود (Wischmeier and Smith, 1978). بنابراین به‌منظور پیش‌بینی اثر کاربری سرزمین و مسائل زیست‌محیطی مرتبط با آن و همچنین مدیریت دقیق و درست این منبع از ارزش به درک درستی از پراکنش مکانی کلاس‌های خاک و همچنین ویژگی‌های خاک‌ها در سراسر زمین چهر نیاز است (Daily, 1977). در همین راستا نقشه‌های خاک و اطلاعات آنها از جمله مهم‌ترین منابع اطلاعاتی هستند که به‌طور عمده برای بهبود مطالعات تناسب سرزمین و آمایش سرزمین به‌کار برده می‌شوند. برای پاسخگویی به نیازها و کاربری‌های مختلف به مجموعه اطلاعات و داده‌های متنوعی از خاک نیاز است (Ziadat, 2005). خاک یک سامانه پیچیده است و عوامل مؤثر بر تغییر و تحولات آن به‌خوبی قابل شناسایی نیست، بنابراین تهیه نقشه‌هایی از خاک که پراکنش و تغییرات خاک را به خوبی نشان دهد، یکی از نگرانی‌های اصلی خاکشناسان است (صالحی و خادمی، ۱۳۸۷). از آن‌جاکه در روش نقشه‌برداری سنتی<sup>۱</sup> نقشه‌های چند گوشه‌ای خاک<sup>۲</sup> به‌دست می‌آید که علاوه بر محدودیت وضوح، در نشان دادن پیچیدگی الگوی پراکنش خاک‌ها، تغییرپذیری ذاتی و تغییرات اجزای آن ناتوان است. همچنین این روش بر مشاهدات و تحلیل نقطه‌ای استوار است؛ در زمین چهرهای بزرگ روشی زمان‌بر و پرهزینه بوده و حتی تهدیدی برای هدر رفت منابع خاک است (Lacoste و همکاران ۲۰۱۱). بنابراین با توجه به مشکلات موجود در نقشه‌های سنتی خاک و نیاز به ارائه اطلاعاتی با قابلیت اعتماد بالاتر و به‌هنگام درباره خاک‌ها با هزینه منطقی و ارتقاء تفسیرپذیری نتایج، چنان‌که افراد غیر خاک‌شناس و غیر متخصص نیز بتوانند از این اطلاعات استفاده کنند، کاربرد روش‌های نوین در تهیه نقشه خاک را ضروری می‌نماید (Rossiter and Loza, 2010).

\*ایمیل نویسنده مسئول: ghafarveisi@gmail.com

<sup>1</sup> Support vector machines

<sup>2</sup> Traditional mapping

<sup>3</sup> Polygonal soil maps



در سال‌های گذشته نقشه‌برداری خاک دستخوش تحولات زیادی بوده بنابراین برای رویارویی با این محدودیت‌ها محققان خاک از سراسر جهان روش‌های نوین و دقیقی برای پیش‌بینی پراکنش و محاسبه داده‌های خاک پیش‌بینی کرده‌اند که عموماً به نقشه‌برداری خاک به‌عنوان نقشه‌برداری نوین خاک<sup>۱</sup> (McBratney و همکاران ۲۰۰۳) اشاره شده است. نقشه‌برداری نوین خاک، روشی برای ایجاد اطلاعات مکانی دقیق خاک است که از روابط کمی بین متغیرهای محیطی و مشاهدات مربوط به خاک بهره می‌برد (Lagacherie, 2008). این روش براساس محاسبات رقومی استوار است ولی اساس آن معادلات تشکیل خاک است. نقشه‌برداری رقومی زیرمجموعه‌ای از روش‌های خاک‌سنجی است که به دلیل افزایش منابع داده‌های محیطی فراوان، به‌صورت کاملاً عملی توانسته است به انتقادات وارد بر روش مرسوم چیره شود (McBratney و همکاران ۲۰۰۳). این روش با داشتن زیرساخت‌هایی مانند آگاهی از اهمیت و نقش مطالعات خاکشناسی، کارشناسان خیره و بانک اطلاعات، اهدافی متناسب با این نیازها را دنبال می‌کند. از جمله این اهداف: ۱- ارائه داده‌هایی که بهتر بتوانند پیوستگی خاک زمین‌چهر را نشان دهند ۲- استفاده از رابطه بین متغیرهای محیطی و ویژگی‌های خاک ۳- به‌کار بردن دانش افراد خبره در طراحی مدل‌ها ۴- انعطاف‌پذیری، انتقال فناوری و همچنین استفاده در مقیاس‌های مختلف (Scully و همکاران ۲۰۰۳). از روش‌های مختلف رایان‌آموختی<sup>۲</sup> در زمینه مطالعات خاکشناسی استفاده می‌شود. از جمله این روش‌ها می‌توان به شبکه عصبی مصنوعی<sup>۳</sup> (ANN)، جنگل تصادفی<sup>۴</sup> (RF) و ماشین بردار پشتیبان (SVM) اشاره نمود. با توجه به نتایج حاصل از پژوهش‌هایی که عملکرد روش‌های رایان‌آموختی را مقایسه‌ای کرده‌اند، SVM به علت توانایی در به‌کارگیری بهینه‌ی داده‌ها، توابع برآورد پراکنش مکانی خاک را با دقت مطلوب‌تری ارائه داده است. مدل SVM یک روش ناپارامتری نظارت‌شده است و با این فرض عمل می‌کند که هیچ‌گونه اطلاعی از چگونگی توزیع مجموعه داده‌ها وجود ندارد. ویژگی اصلی این روش توانایی بالا در استفاده از نمونه‌های آموزشی کم‌تر و رسیدن به بالاترین دقت در مقایسه با دیگر روش‌های کلاس‌بندی است (Mountrakis و همکاران ۲۰۱۱). به‌طور کلی SVM در مسائل طبقه‌بندی دو یا چند گروهی و رگرسیون مورد استفاده قرار می‌گیرند. مانند بسیاری از روش‌های رایان‌آموختی، در این روش نیز فرآیند ساخت مدل شامل دو مرحله آموزش و آزمایش می‌باشد. در انتهای فاز آموزش قابلیت تعمیم‌یابی مدل آموزش داده‌شده با استفاده از داده‌های آزمایش مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. یکی از برتری‌های بسیار مهم ماشین بردار پشتیبان بهبود بازده آن با افزایش داده‌ها است. در واقع این رده‌بندی کننده، یک رده‌بندی کننده آماری نیست و مستقیماً با استفاده از نقاط آموزشی مرز تصمیم‌گیری بین کلاس‌ها را به‌دست می‌آورد (Samui, 2008).

نبی‌الهی و همکاران (۱۳۹۳) با استفاده از روش رایان‌آموختی رگرسیون درختی و شبکه عصبی مصنوعی، نقشه پراکنش مکانی بافت خاک را در منطقه بیجار کردستان تهیه نمودند. Priori و همکاران (۲۰۱۴) در مطالعه‌ی خود در منطقه‌ای در ایتالیا، بیش‌ترین دقت و کم‌ترین خطا در پیش‌بینی پراکنش مکانی بافت خاک را در ایتالیا با کاربرد مدل ماشین بردار پشتیبان به‌دست آوردند. Twarakavi و همکاران (۲۰۰۹) ضمن مقایسه مدل ماشین بردار پشتیبان با شبکه عصبی مصنوعی در برآورد پارامترهای رسانش آبی خاک، SVM را در تعیین مقادیر بهینه‌ی پارامترهای گفته‌شده توانا تر گزارش کردند. از آن‌جا که نقشه‌های خاک از مهم‌ترین اطلاعات پایه برای بسیاری از مطالعات مانند ارزیابی اراضی، تعیین مساحت و مرز خاک‌های قابل بهره‌برداری و تفکیک اراضی، مکان‌یابی پروژه‌های صنعتی، شهری و فضای سبز است؛ دقت بالا و قابلیت به‌روزرسانی این نقشه‌ها توان آن‌ها را در انعطاف و پاسخگویی به نیازهای روزآمد در زمینه‌های گوناگون افزایش می‌دهد. دشت میان دربند جزء قطب‌های مهم کشاورزی استان است و قسمت عمده زمین‌های این دشت زیر کاربری کشاورزی و باغداری است. بنابراین به منظور مدیریت بهینه، کاربری صحیح سرزمین و حفظ منابع آب و خاک حاصلخیز دشت که لازمه‌ی توسعه‌ی پایدار هستند، نیاز به نقشه‌های خاک با صحت بالا است که اطلاعات جامع و قابل اعتمادی را در اختیار مدیران و برنامه‌ریزان قرار دهد. با توجه به ویژگی‌های چشم‌گیر روش‌های رایان‌آموختی از جمله: کم‌هزینه بودن و امکان اجرای آن‌ها در زمان کوتاه، دقت بالا و قابلیت به‌روزرسانی آسان نقشه‌ها، امکان تهیه نقشه‌های دقیق و همگن از مناطق وسیع و گسترده در استان فراهم می‌شود. بنابراین هدف از این پژوهش به‌دست آوردن نقشه رقومی بافت خاک در دشت میان‌دربند با استفاده از برخی هسته‌های مدل SVM است.

## مواد و روش‌ها

<sup>1</sup> Digital soil mapping (DSM)

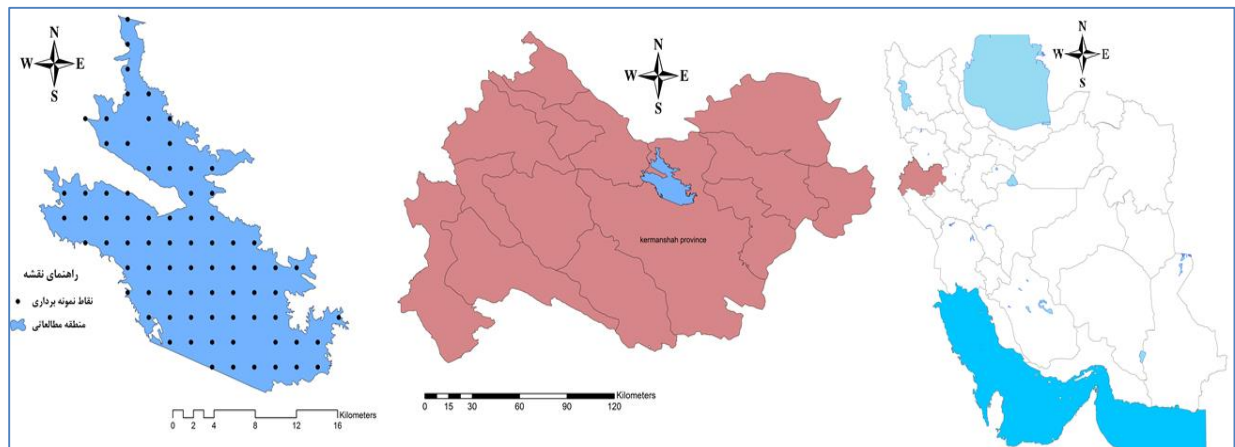
<sup>2</sup> Pedometric

<sup>3</sup> Machine Learning

<sup>4</sup> Artificial neural networks

<sup>5</sup> Random forest

منطقه‌ی مطالعاتی با ارتفاع متوسط ۱۳۵۷/۷ متر در شمال غربی شهرستان کرمانشاه بین عرض‌های جغرافیایی ۳۴ درجه و ۲۳ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۳۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۴۷ درجه و ۵ دقیقه شرقی قرار گرفته (شکل ۱)، دشت میان‌دربند به ترتیب دارای رژیم رطوبتی و دمایی زیریک و ترمیک است (شرکت سهامی آب منطقه‌ای غرب، ۱۳۶۸). واحدهای فیزیوگرافی در منطقه شامل دشت‌های دامنه‌ای، آبرفتی رودخانه‌ای و دشت‌های پست می‌باشد. تقریباً ۹۰ درصد منطقه مورد مطالعه شامل زمین‌های قابل کشت و بقیه را زمین‌های مرتعی تشکیل می‌دهد. محصولات کشت‌شده در منطقه بیش‌تر شامل گندم، جو، ذرت، سیب‌زمینی و صیفی‌جات می‌باشد.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه و پراکنش نقاط نمونه‌برداری

با توجه به اطلاعات زمین ریخت‌شناسی منطقه و با استفاده از نقشه‌های زمین‌شناسی و توپوگرافی، موقعیت خاک‌ها با استفاده از نرم‌افزار R به روش تصادفی سیستماتیک تعیین شد. برای انجام این پژوهش تعداد ۷۱ نمونه خاک سطحی (عمق حدود ۲۰-۰ سانتی‌متری) به فاصله تقریبی ۲ کیلومتر در منطقه مطالعاتی حفر گردید. موقعیت جغرافیایی نقاط در سیستم مکان‌یابی جهانی<sup>۱</sup> (GPS) ثبت گردید. شکل ۱ موقعیت منطقه مطالعاتی و نقاط نمونه‌برداری را نشان می‌دهد.

جهت انجام تجزیه‌های آزمایشگاهی، نمونه‌ها هوا خشک گردیده و سپس از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شد. درصد وزنی ذرات شن، سیلت و رس با استفاده از روش هیدرومتر (Gee و Bauder ۱۹۹۰) تعیین شد و در ادامه کلاس بافتی خاک تعیین شد.

برای پیش‌بینی کلاس‌های خاک از متغیرهای محیطی مشتق شده از مدل رقومی ارتفاع (DEM) ۳۰ متر و تصویر ماهواره Landsat 8 OLI/TIRS استفاده شد که در محیط SAGA-GIS محاسبه شدند. مدل‌سازی و پیش‌بینی کلاس‌های بافت خاک با کاربست مدل SVM در محیط R-Studio 0.97.551 انجام شد. مدل SVM دارای تابع‌های هسته مختلف است که متداول‌ترین آنها شامل؛ هسته خطی<sup>۲</sup>، چندجمله‌ای<sup>۳</sup>، پایه شعاعی<sup>۴</sup> و سیگموئید<sup>۵</sup> است که در این مطالعه از هسته چندجمله‌ای و پایه شعاعی استفاده شد. برای ارزیابی عملکرد مدل از معمول‌ترین سنجه‌های برآورد صحت شامل؛ صحت عمومی<sup>۶</sup>، صحت کاربر<sup>۷</sup>، قابلیت اطمینان تولید کننده<sup>۸</sup> و شاخص کاپا<sup>۹</sup> (Lu و همکاران ۲۰۰۴) استفاده شد.

<sup>1</sup> Global Positioning System

<sup>2</sup> Linear kernel

<sup>3</sup> Polynomial kernel

<sup>4</sup> Radial basis kernel

<sup>5</sup> Sigmoid kernel

<sup>6</sup> Overall map accuracy

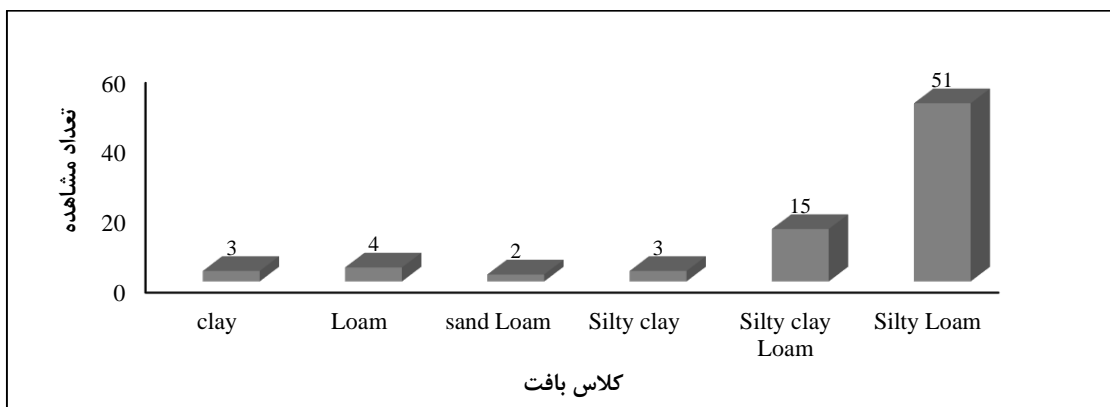
<sup>7</sup> User's accuracy

<sup>8</sup> Producer's reliability

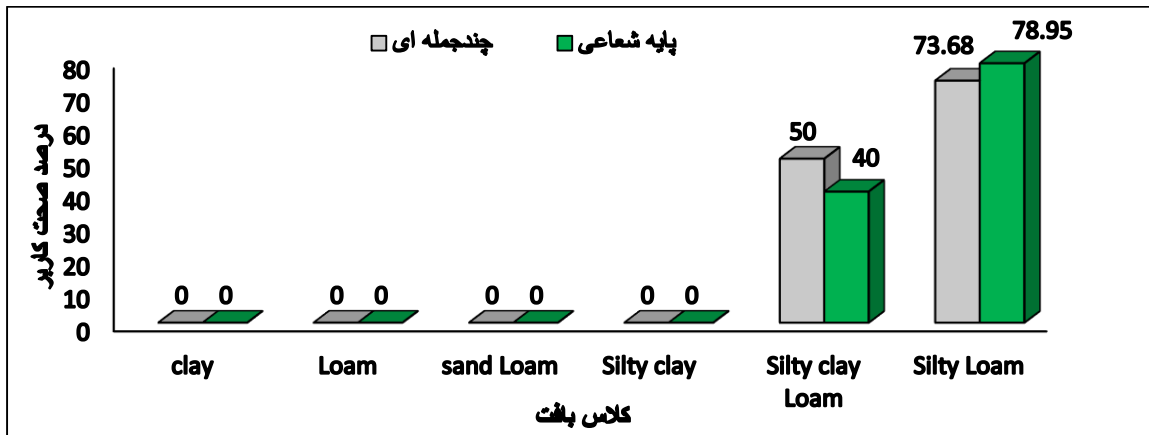
<sup>9</sup> Kappa Index of agreement

### نتایج و بحث

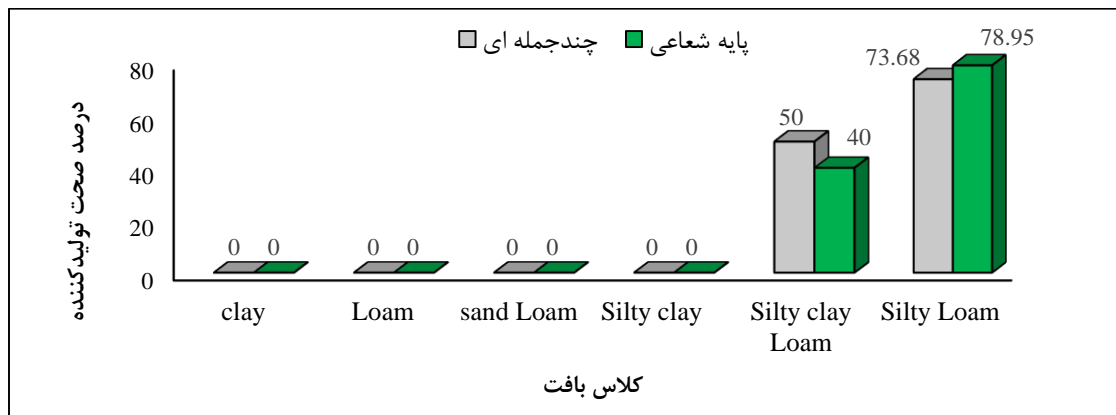
با توجه به کلاس بندی بافت خاک، ۶ کلاس بافت شامل Clay، Loam، Sandy loam، Silty clay، Silty clay loam و Silty loam در منطقه‌ی مطالعاتی مشاهده شد (شکل ۱). به ترتیب کمترین و بیشترین کلاس بافت با ۳ و ۵۱ مشاهده مربوط به کلاس Clay و Silty loam بود. در مجموع بافت خاک در منطقه‌ی مطالعاتی متوسط به سمت سنگین است. سنجه‌های صحت پیش‌بینی به کار رفته برای کلاس بافت خاک در شکل ۳ (صحت کاربر) و ۴ (صحت تولیدکننده) دیده می‌شود.



شکل ۲- فراوانی کلاس‌ها بافتی خاک در منطقه‌ی مطالعاتی



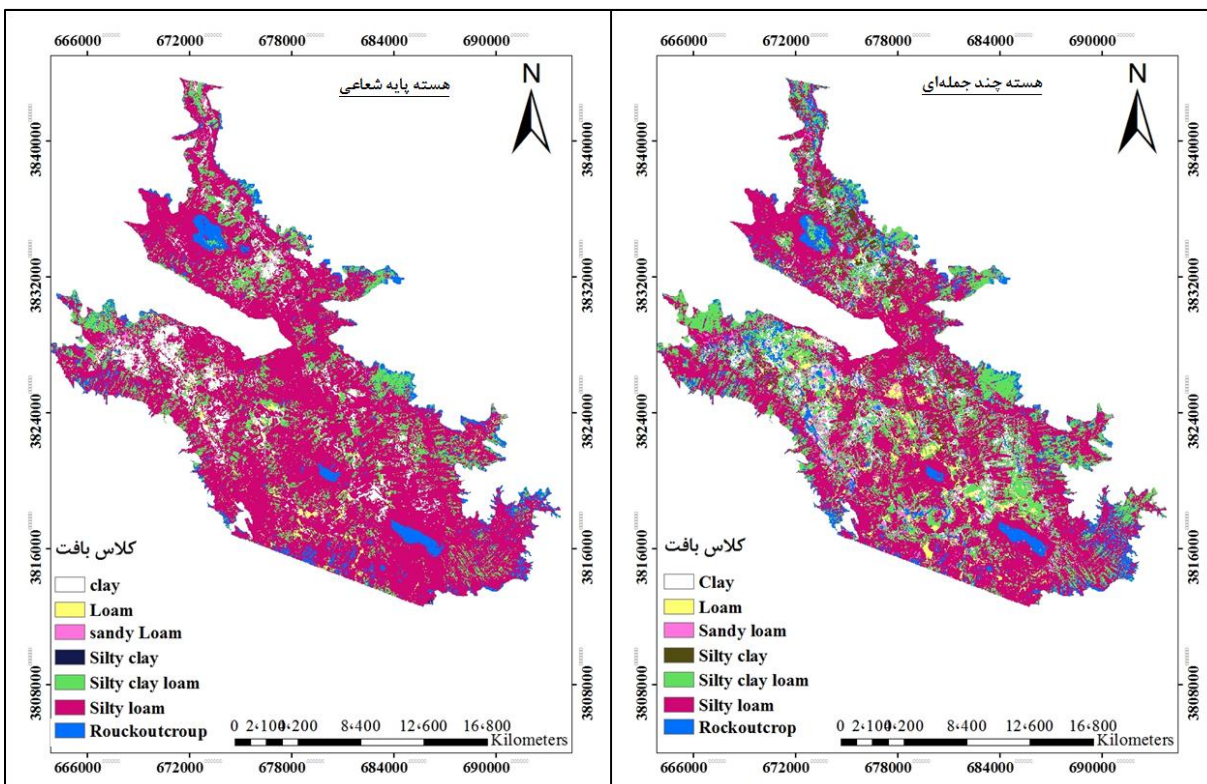
شکل ۳- نتایج پیش‌بینی کلاس بافت خاک براساس صحت کاربر با کاربرد هسته‌های مدل SVM



شکل ۴- نتایج پیش‌بینی کلاس بافت خاک براساس صحت تولیدکننده با کاربست هسته‌های مدل SVM

به طور کلی، درستی پیش‌بینی با فراوانی یافت شده در هر کلاس بافت ارتباط بالایی داشت به گونه‌ای که در کلاس‌هایی با فراوانی کم (Loam, Clay), معمولاً افت شدیدی در مقدار صحت کاربر و تولیدکننده (مقدار صفر) به وجود آمد (شکل ۳ و ۴). این نکته در پژوهش‌های فراوانی (مانند Grunwald و همکاران ۲۰۱۰؛ Taghizadeh-Mehrjardi و همکاران ۲۰۱۴) نیز گزارش شده است. بر این اساس بیشترین صحت کاربر و تولیدکننده در هر دو هسته مربوط به پیش‌بینی کلاس‌های Silty loam و Silty clay loam بود. هسته‌های RB و PL کلاس‌های Loam, Clay, Silty loam و Sandy loam را کاملاً اشتباه پیش‌بینی کرده است به نحوی که مقدار صحت کاربر و تولیدکننده برای پیش‌بینی این کلاس‌های بافتی، صفر است (شکل ۳ و ۴). مقادیر صحت عمومی و شاخص کاپا برای هسته پایه شعاعی ۰/۷۴ و ۰/۵۷ و چندجمله‌ای ۰/۷۱ و ۰/۵۴ به دست آمد که قابل توجه است. عملکرد هسته‌های پایه شعاعی و چندجمله‌ای در پیش‌بینی کلاس‌های بافت در منطقه مناسب بود اما با توجه به نتایج ارزیابی مدل (صحت عمومی و شاخص کاپا)، هسته پایه شعاعی در منطقه بهتر عمل نمود. Kim و همکاران (۲۰۰۲) نیز در تهیه نقشه پراکنش مکانی بافت خاک، عملکرد مناسب و درصد خطای پایینی برای مدل SVM گزارش نمودند. در بسیاری از پژوهش‌ها بر عملکرد بالای هسته پایه شعاعی در مقایسه با سایر هسته‌های مدل SVM تأکید شده است. Heung و همکاران (۲۰۱۶) در پیش‌بینی پراکنش مکانی گروه بزرگ خاک، عملکرد بهتر هسته پایه شعاعی را در مقایسه با سایر هسته‌ها گزارش نمودند.

شکل ۴ نقشه پیش‌بینانه پراکنش بافت خاک را در منطقه مطالعاتی نشان می‌دهد. به طور کلی نقشه پیش‌بینانه پراکنش کلاس‌های Silty clay loam و Silty loam را با صحت بالایی نمایش داد به نحوی که با مشاهدات صحرائی هماهنگی قابل قبولی داشت. Silty loam کلاس چیره بافت در دشت بود و تقریباً در کل منطقه مطالعاتی مشاهده شد. کلاس Silty clay loam بیشتر در حاشیه منطقه مطالعاتی و در قسمت‌های شمالی و شرق در مقایسه با قسمت‌های جنوبی و غربی منطقه پراکنش بیشتری دارد که کاملاً با مشاهده صحرائی همخوانی دارد. اما با توجه به مقدار صحت کاربر و تولیدکننده، هسته‌های BR و PL، پراکنش مکانی کلاس‌های Loam, Clay, Silty loam و Sandy loam را کاملاً اشتباه پیش‌بینی نموده‌اند. بنابراین چون پیش‌بینی کلاس‌های Loam, Clay, Silty loam و Sandy loam کاملاً با خطا همراه است، نمی‌توان در مورد پراکنش این کلاس‌ها با توجه به نقشه بافت خاک، اظهار نظر نمود. در پژوهش‌هایی که در استان کرمانشاه صورت گرفته است، عموماً کلاس‌های Silty clay loam و Silty loam را به‌عنوان کلاس قالب در مناطق مطالعاتی خود گزارش داده‌اند (زین‌الدینی، ۱۳۹۵؛ پایدار، ۱۳۹۷).



شکل ۵- پیش‌بینی پراکنش مکانی بافت خاک در منطقه‌ی مطالعاتی با کاربست هسته‌های مختلف مدل SVM

### نتیجه‌گیری

هسته‌های پایه شعاعی و چندجمله‌ای در پیش‌بینی کلاس‌های بافت خاک با فراوانی بالا عملکرد مناسبی داشتند اما در پیش‌بینی کلاس‌هایی با فراوانی پایین، صحت پیش‌بینی‌ها پذیرفتنی نبود. مقدار بالای صحت عمومی و شاخص کاپا توسط هسته‌های پایه شعاعی و چندجمله‌ای در منطقه‌ی مطالعاتی به دلیل انتخاب متغیرهای مهم و تأثیرگذار، الگوی مناسب نمونه‌برداری و تعداد نمونه‌ها بود.

### منابع

- پایدار، ح. ۱۳۹۷. تهیه نقشه پیش‌بینانه خاک بخشی از دشت سنجایی کرمانشاه با استفاده از رگرسیون لاجستیک. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه رازی. گروه علوم و مهندسی خاک.
- زین‌الدینی، ز. ۱۳۹۵. بررسی غلظت برخی فلزات سنگین در زمین‌های پایین‌دست انباشتگاه زباله جنوب شهر کرمانشاه. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه رازی. گروه علوم و مهندسی خاک.
- صالحی، م.ح. و خادمی، ح. ۱۳۸۷. مبانی نقشه برداری خاک. انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان، صفحه ۲۲۰.
- گزارش مطالعات خاک‌شناسی نیمه‌تفصیلی دقیق طرح سد گاوشان- دشت میان‌دریوند باختران. ۱۳۶۸. شرکت سهامی آب منطقه‌ای غرب.

- Daily, G. 1997. Nature's services: societal dependence on natural ecosystems. Island Press.
- Gee G. W., and Bauder, J. W. 1990. Particle size analysis. P. 383-411. In: A. Klute (ed.) Methods of soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical properties. Monograph No. 9. 2nd ed. Medison, WI: SSSA.
- Grunwald, S. 2010. Current state of digital soil mapping and what is next Digital Soil Mapping (pp. 3-12): Springer.
- Heung, B., Ho, H. C., Zhang, J., Knudby, A., Bulmer, C. E. and Schmidt, M. G. 2016. An overview and comparison of machine-learning techniques for classification purposes in digital soil mapping. Geoderma, 265, 62-77.



- Kim, J., Grunwald, S., Rivero, R. G. and Robbins, R. 2012. Multi-scale modeling of soil series using remote sensing in a wetland ecosystem. *Soil Science Society of America Journal*, 76(6), 2327-2341.
- Lacoste, M., Lemerrier, B. and Walter, C. 2011. Regional mapping of soil parent material by machine learning based on point data. *Geomorphology*, 133: 90-99.
- Lagacherie, P. 2008. Digital soil mapping: a state of the art Digital soil mapping with limited data (pp. 3-14): Springer.
- McBratney, A.B., Mendonca, M.L. and Minasny, B. 2003. On digital soil mapping. *Geoderma*, 117: 3-52.
- Mountrakis, G., Im, J. and Ogole, C. 2011. Support vector machines in remote sensing: A review. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 13, 247-259.- Murai, S., 1996. Remote Sensing Note, Japan Associa..
- Priori, S., Bianconi, N., and Constantini, E.A.C. 2014. Can  $\gamma$ -radiometrics predict soil textural data and stoniness in different parent materials? A comparison of two machine learning methods. *Geoderma* 226-227, 354-364.
- Rossiter, D. G. and Loza, A. V. 2010. Technical note: Analyzing land cover change with logistic regression in R (Version 2.2, First version April 2004), ITC, Enschede, The Netherland.
- Samui, P. 2008. Support vector machine applied to settlement of shallow foundations on cohesionless soils.
- Scull, P., Franklin, J., Chadwick, O.A. and McArthur, D. 2003. Predictive soil mapping: a review. *Progress in Physical Geography* 27, 171-197.
- Taghizadeh-Mehrjardi, R., Minasny, B., Sarmadian, F. and Malone, B.P. 2014. Digital mapping of soil salinity in Ardakan region, central Iran. *Geoderma*. 213: 15-28.
- Twarakavi, N. K., Šimůnek, J. and Schaap, M. G. 2009. Development of pedotransfer functions for estimation of soil hydraulic parameters using support vector machines. *Soil Science Society of America Journal*, 73(5), 1443-1452.
- Wischmeier W.H., and Smith D.D. 1978. Predicting Rainfall Erosion Losses, a Guide to Conservation Planning, Agriculture Handbook No. 537. U.S. Department of Agriculture, Washington, DC.
- Ziadat, F. M. 2005. Analyzing digital terrain attributes to predict soil attributes for a relatively large area. *Soil Science Society of America Journal*, 69(5), 1590-1599.



# 16<sup>th</sup> Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



**Topic for submission: Pedometry and Soil Evaluation**

## **Evaluating performance of support vector machine algorithm in spatial prediction of surface soil textural classes over an alluvial landscape**

Veisi Sartayereh, GH.<sup>1\*</sup>, Shekaari, P.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> MSc. Graduate, Department of Soil Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Razi University, Kermanshah, Iran.

<sup>2</sup> Assistant Prof., Department of Soil Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Razi University, Kermanshah, Iran.

### **Abstract**

Digital soil mapping (DM) is a branch of pedometrics with quite diverse applications, which overcame many practical problems of traditional mapping either with discrete or continuous variables. This work support vector machine (SVM) algorithm used to predict spatial distribution of soil surface layer textural classes over 36000 ha. of Miandarband plain of Kermanshah province using radial –based (RB) and polynomial (PL) kernels. Surface (0-20) samples obtained based on an equilateral simple systematic grid of 71 points and weight percentage of sand, silt and clay particles determined. Environmental covariates calculated using 30m resolution DEM and Landsat 8 OLI scene of the area, which used to predict spatial distribution of texture classes. SVM evaluated reliable and flexible in the prediction job. Kappa index of agreement (K) and overall map accuracy (OA) calculated for the predictions and RB with 0.57 and 0.74 stood over PL with 0.54 and .071. Selection of an optimum set of environmental covariates and a denser sampling scheme would improve the prediction accuracy.

**Keywords:** Digital Soil Mapping, Machine Learning, Support vector machines, Environmental Covariates.

---

\* Corresponding author Email: ghafarveisi@gmail.com