

## تهیه نقشه بافت خاک شالیزار با استفاده از منطق فازی و زمین‌آمار

لیلا اسماعیل‌نژاد<sup>۱</sup>، جواد سیدمحمدی<sup>۲</sup>، فریدون سرمیدیان<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی دکتری علوم و مهندسی خاک دانشگاه تهران، <sup>۲</sup> دانشجوی دکتری علوم و مهندسی خاک دانشگاه تبریز (نویسنده مسئول)، <sup>۳</sup> استاد گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه تهران

### چکیده

بافت یکی از مشخصات پایای خاک بوده و معمولاً تغییرپذیر نیست. خصوصیات مهم دیگری از خاک در ارتباط با بافت هستند. تهیه نقشه بافت خاک به ویژه در اراضی شالیزار که در خاک‌های با بافت سنگین بهتر مدیریت می‌شوند، بسیار مهم است. برای این منظور در بخشی از اراضی شالیزاری گیلان نمونه‌برداری خاک انجام شد. بعد از تعیین مقدار اجزاء بافت خاک، کلاس بافت مشخص و مقادیر فازی آنها تعیین گردید. سپس با استفاده از روش کریجینگ معمولی درون‌یابی مقادیر فازی انجام شد. نهایتاً نقشه بافت خاک منطقه مورد مطالعه تهیه گردید که می‌تواند برای مدیریت پایدار خاک مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: کریجینگ، منطق فازی، بافت خاک، گیلان.

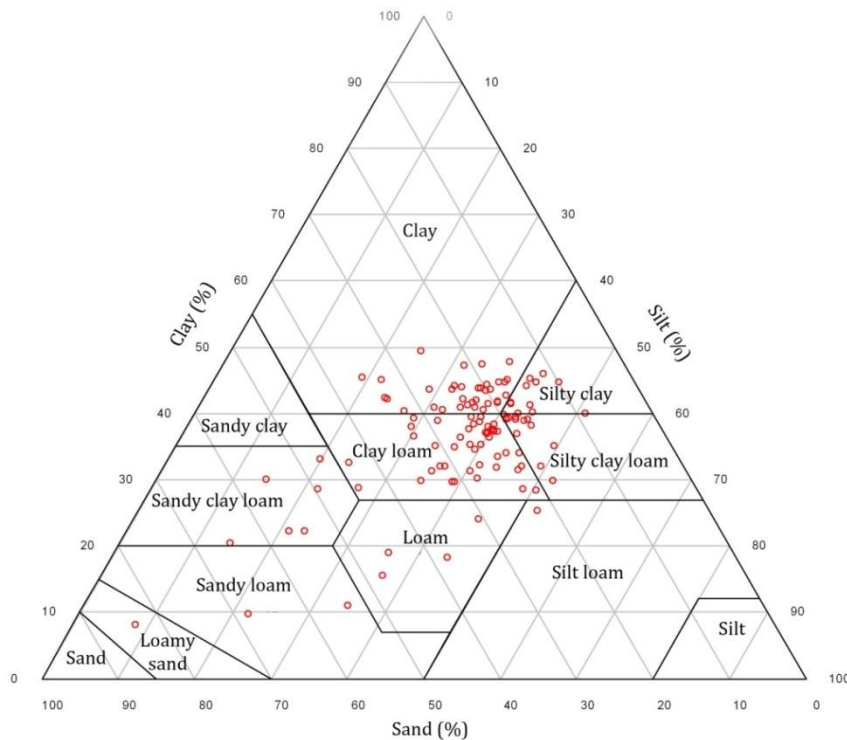
### مقدمه

نقشه‌های با قدرت تفکیک بالا برای برنامه‌ریزی استفاده از زمین و دیگر فعالیت‌های مرتبط با جنگلداری، کشاورزی و حفاظت محیط زیست ضروری هستند. بافت یکی از مهمترین خصوصیات خاک است و به عنوان درصد نسبی مقادیر رس، شن و سیلت تعریف شده است. بافت خاک به طور مستقیم بر روی تخلخل خاک، ظرفیت نگهداری عناصر تغذیه‌ای و در دراز مدت بر روی حاصلخیزی خاک مؤثر است. خاک‌های سنگین رسی با خلل و فرج ریز زیاد، در پتانسیل‌های آبی کم دارای ظرفیت نگهداری آب بیشتری هستند و اغلب به دلیل شرایط زهکشی ضعیفی که دارند شرایط تهویه‌ای مناسبی برای رشد گیاه ندارند. از طرف دیگر خاک‌های شنی با خلل و فرج درشت زیاد، در شرایط خشک دارای ظرفیت نگهداری آب کمتری می‌باشند. بافت خاک همچنین بر روی فرسایش‌پذیری خاک مؤثر است (نبی‌الهی و همکاران، ۱۳۹۳).

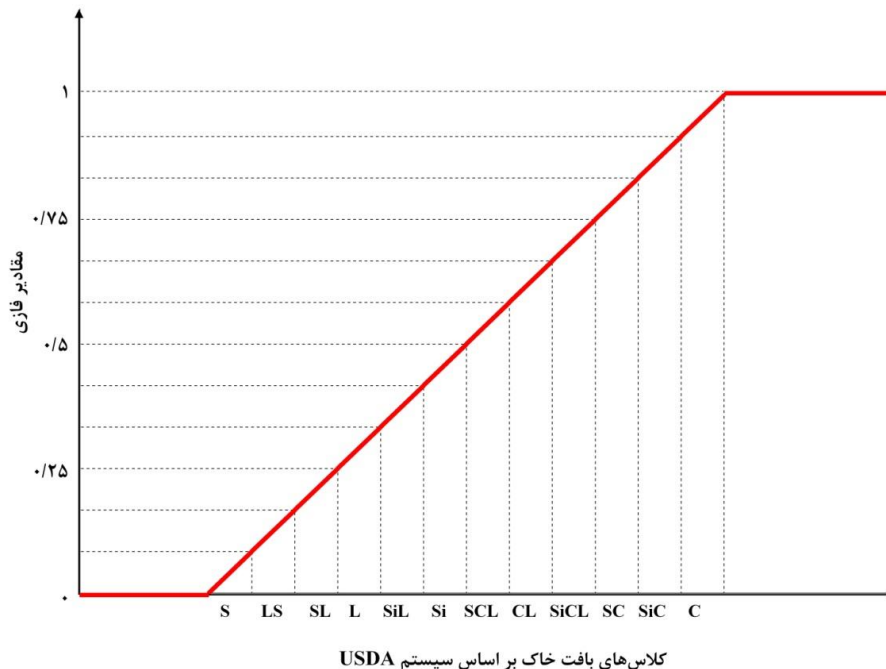
سیستم اطلاعات جغرافیایی به عنوان یک فناوری رایانه محور و همچنین استفاده از منطق فازی، در دهه‌های اخیر توجه بسیاری از متخصصان رشته‌های مختلف را به خود معطوف ساخته است. تا آنجا که در سال‌های اخیر پژوهش‌های مختلفی در زمینه‌های متنوع مربوط به خاک از طریق فناوری سیستم اطلاعات جغرافیایی و منطق فازی در نقاط مختلف جهان صورت گرفته است که از آن جمله می‌توان به کاربرد گسترده آنها در ارزیابی تناسب اراضی اشاره نمود (سرمیدیان و کشاورزی، ۱۳۹۲). برای بسیاری از متخصصان این نکته محرز شده است که اداره و برنامه‌ریزی روی اراضی و خاک با استفاده از روش‌ها و ابزارهای سنتی، اگر غیرممکن نباشد دست کم با اتلاف وقت و انرژی بسیاری همراه است. روش فازی یکی از روش‌های دقیقی است که جهت تهیه انواع نقشه‌ها مورد استفاده قرار گرفته است. این روش نیاز به پارامترهای کمتری داشته و همچنین با توجه به کاهش هزینه و وقت، از دقت بیشتری برای تهیه نقشه برخوردار است (Kremenov, 2004). Camarinha et al. (2011) با استفاده از منطق فازی و زمین‌آمار در جنوب شرقی برزیل نقشه بافت خاک را تهیه کردند که دقت قابل قبولی داشته است. لذا در این مطالعه با استفاده از تلفیق روش فازی و تکنیک زمین‌آمار نقشه بافت خاک برای خاک‌های شالیزاری نواحی مرکزی گیلان تهیه شد.

### مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه به وسعت حدود ۴۰۰۰۰ هکتار جزء اراضی کشاورزی نواحی مرکزی استان گیلان در محدوده سد سنگر رشت تا ساحل دریای خزر بوده و در طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۳۱ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۴۵ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۷ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۲۷ دقیقه واقع شده است. تعداد ۱۱۷ نمونه خاک به روش تصادفی طبقه‌بندی شده از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری سطح خاک برداشت شد. موقعیت جغرافیایی مکان نمونه‌ها با دستگاه موقعیت‌یاب جهانی (GPS) مشخص شد. مقادیر شن، سیلت و رس نمونه‌های خاک بر اساس راهنمای تجزیه آزمایشگاهی سرویس حفاظت خاک آمریکا تعیین گردید (Burt, 2014). کلاس بافت نمونه‌های خاک با استفاده از سیستم آمریکایی به دست آمد که در شکل ۱ آورده شده است. سپس بر اساس شکل ۲ مقادیر فازی هر کدام از کلاس‌های بافت خاک محاسبه شد در نهایت با استفاده از روش کریجینگ معمولی مقادیر فازی بافت نمونه‌های خاک مورد مطالعه درون‌یابی شده و نقشه بافت خاک منطقه مورد مطالعه تهیه گردید.



شکل ۱- توزیع بافتی نمونه‌های خاک منطقه مورد مطالعه بر اساس سیستم USDA



شکل ۲- کلاس‌های بافت خاک و مقادیر فازی متناظر آن‌ها

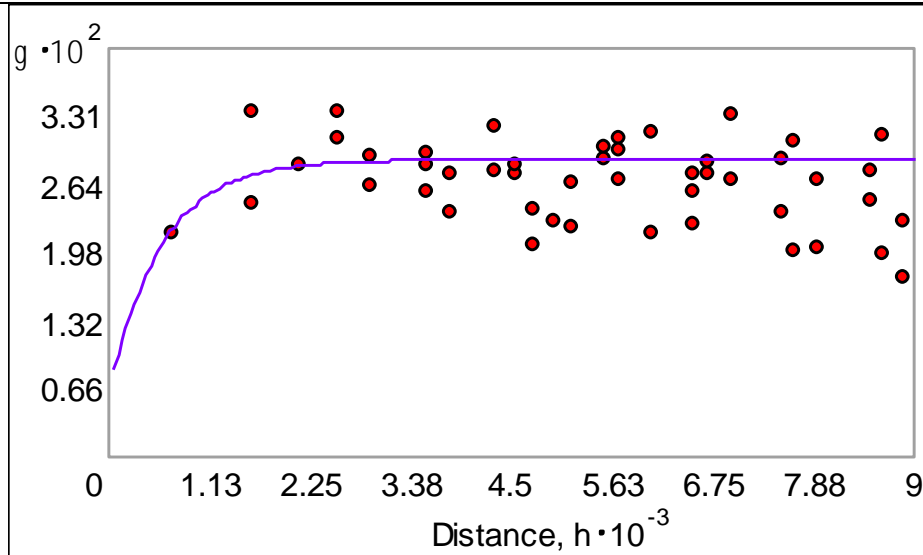
## نتایج و بحث

مقادیر فازی کلاس‌های بافت نمونه‌های خاک مورد مطالعه محاسبه شد. خصوصیات آماری مقادیر فازی در جدول ۱ ارائه شده است. سپس مقادیر فازی با استفاده از روش کریجینگ در نرم‌افزار ArcGIS 10.5.1 درون‌یابی شدند. نیم‌تغییرنمای تجربی مقادیر فازی در شکل ۳ ارائه شده است. بهترین مدل برازش شده بر آن مدل نمایی بود. مدل ذکر شده دارای اثر قطعه‌ای ۰/۰۰۷، آستانه ۰/۰۱۵، شعاع تأثیر ۱۷۶۸ متر بود. با توجه به نسبت اثر قطعه‌ای به آستانه مدل دارای ساختار مکانی متوسط می‌باشد (Shi et al., 2007). بعد از تعیین نیم‌تغییرنما و برازش مدل مناسب بر آن، نقشه برآورد تهیه شد که در شکل ۴ آورده شده است.

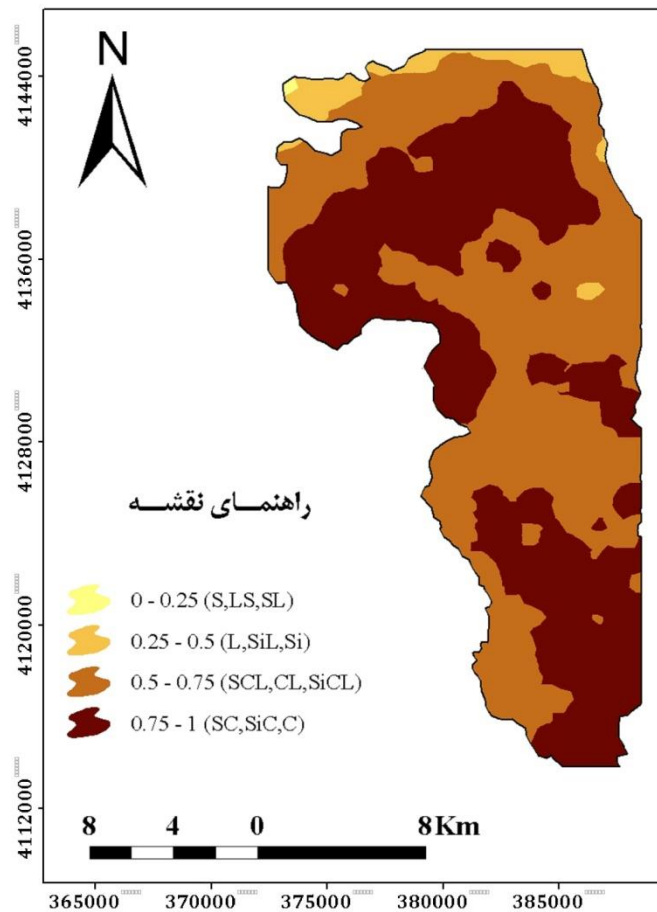
همان‌طوری که در شکل ۴ ملاحظه می‌شود کلاس‌های بافت خاک در ۴ گروه در راهنمای نقشه ارائه شده که گروه اول شامل کلاس‌های بافتی شن، شن‌لومی و لوم شنی، گروه دوم شامل لوم، لوم‌سیلتی و سیلت، گروه سوم شامل لوم‌رسی‌شنی، لوم‌رسی و لوم‌رسی‌سیلتی و گروه چهارم شامل رس‌شنی، رس‌سیلتی و رسی می‌باشد. عمده کلاس‌های بافتی برآورد شده در سطح منطقه مورد مطالعه کلاس‌های سنگین و خیلی سنگین هستند. از مقایسه شکل ۴ با شکل ۱ که پراکنش کلاس‌های بافتی اندازه‌گیری شده را نشان می‌دهد، مشخص می‌گردد که برآورد دقیقی توسط روش تلفیقی کریجینگ-فازی صورت گرفته است. چون در شکل ۱ نیز اکثراً کلاس‌های بافتی سنگین و خیلی سنگین هستند که این یافته‌ها با نتایج Camarinha et al. (2011) در برآورد و تعیین نقشه بافت خاک مطابقت دارد.

جدول ۱- خصوصیات آماری ویژگی‌های مورد مطالعه

ویژگی	مقادیر فازی	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات	چولگی	کشیدگی
		۰/۱۲	۰/۹۶	۰/۷۲	۰/۱۹	۰/۲۶	-۰/۴۵	۰/۲۲



شکل ۳- نیم تغییرنمای تجربی مقادیر فازی کلاس‌های بافت نمونه‌های خاک مورد مطالعه و مدل برازش داده شده بر آن



شکل ۴- نقشه بافت خاک برآورد شده با روش کریجینگ



برای ارزیابی روش فازی- کریجینگ از معیار RMSE استفاده شد. مقدار RMSE برابر ۰/۱۸۲ به دست آمد. مقدار معیار ارزیابی نشان می‌دهد که دقت روش ذکر شده در برآورد نقشه بافت خاک قابل قبول می‌باشد. با توجه به اینکه سیستم‌های فازی یک بهبود معنی‌داری در روش‌های سنتی با کاربرد گسترده در علوم خاک فراهم می‌آورند. بنابراین تلفیق روش کریجینگ (زمین‌آمار) و منطق فازی بهینه‌سازی قابل قبولی از مدل‌سازی پارامترها ارائه می‌نماید (Kremenov, 2004; Camarinha et al., 2011). به دلیل تأثیر بافت خاک بر روی تخلخل خاک، ظرفیت نگهداری آب و عناصر تغذیه‌ای و در دراز مدت بر روی حاصلخیزی خاک، نقشه تهیه شده می‌تواند برای مدیریت پایدار و استفاده مناسب از خاک منطقه مورد مطالعه به کار گرفته شود.

#### منابع

- سرمدیان ف. و کشاورزی ع. ۱۳۹۲. استفاده از سامانه هیبرید فازی-تحلیل سلسله مراتبی در ارزیابی و تهیه نقشه حاصلخیزی خاک. نشریه حفاظت منابع آب و خاک، جلد ۳، شماره ۲، صفحه‌های ۴۵ تا ۵۶.
- نبی‌الهی، ک.، حیدری، ا. و تقی‌زاده، ر. ۱۳۹۳. نقشه‌برداری رقومی بافت خاک با استفاده از رگرسیون درختی و شبکه عصبی مصنوعی در منطقه بیجار کردستان. نشریه آب و خاک، جلد ۲۸، شماره ۵، صفحه‌های ۱۰۲۵-۱۰۳۶.
- Burt R. 2014. Soil Survey Laboratory Methods Manual. United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, USA, 700p.
- Camarinha P.I.M., Trannin I.C.B., Simões S.J.C. and Bernardes G.P. 2011. Fuzzy Logic and Geostatistical Techniques for Spatialization of soil texture in region with rough terrains. *Procedia Environmental Sciences* 7: 347-352.
- Kremenov O. 2004. Fuzzy Modeling of Soil Maps. Helsinki University of Technology, Department of Surveying, 81p.
- Shi J., Wang H., Xu J., Wu J., Liu X., Zhu H. and Yu C. 2007. Spatial distribution of heavy metals in soils: a case study of Changxing, China. *Environmental Geology Journal*, 52:1-10.

#### Preparation of Paddy Soil Texture Map Using Fuzzy Logic and Geostatistics

L. Esmaelnejad<sup>1</sup>, J. seyedmohammadi<sup>2</sup>, F. Sarmadian<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ph.D. Student, Dept. of Soil Science, University of Tehran, <sup>2</sup>Ph.D. Student, Dept. of Soil Science, University of Tabriz (corresponding author), <sup>3</sup>Prof., Dept. of Soil Science, University of Tehran

#### Abstract

Texture is one of the stable characteristics of soil and usually dischargeable. Other important properties of soil are related to texture. Preparation of soil texture map especially in paddy lands that are well managed in heavy soil is very important. For this purpose soil sampling was carried out in the part of paddy soils of Guilan province. After determination of soil texture fractions, texture class and their fuzzy values were determined. Then, using ordinary kriging method interpolated the fuzzy values. Finally, soil texture map of study area was prepared that can be used for sustainable soil management.

**Keywords:** Kriging, Fuzzy logic, Soil texture, Guilan.