شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: فناوریهای نوین در علوم خاک

مقایسه روش‌های شبکه عصبی مصنوعی و درخت تصمیم برای پیش‌بینی مقادیر کربن آلی و کربنات کلسیم معادل خاک (مطالعه‌ی موردی: منطقه‌ی داراب استان فارس)

سیده شیما حسینی*[۱،۱]، حمیدرضا اولیایی [۲]، زهره مصلح [۳]، روح الله تقی‌زاده مهرجردی [۴] میلاد ممتازی بروجنی [۵]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج

[۲] دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج

[۳] موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج

[۴] دانشیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان

[۵] دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی خاک پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران

چکیده:

در سال‌های اخیر، استفاده از تکنیک‌های داده‌کاوی ازجمله شبکه عصبی مصنوعی و رگرسیون درختی در فرآیند نقشه‌برداری رقومی به‌شدت گسترش‌یافته است. روی آوردن به روش‌های جدید در راستای کاربرد بهینه خاک به‌گونه‌ای که هم نیازهای آدمی برآورده شود و هم این منبع تجدید ناپذیر برای آیندگان حفظ شود، ضروری است. هدف از این پژوهش استفاده از روش‌های شبکه عصبی مصنوعی و درخت تصمیم برای تهیه نقشه کربن آلی و کربنات کلسیم معادل خاک است. در این پژوهش، ۴۱۸ نمونه با استفاده از روش شبکه‌بندی منظم بافاصله ۱۰۰۰ از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متر برداشت شد. متغیرهای کمکی شامل شاخص‌های سنجش‌ازدور و پارامترهای اراضی مشتق شده از مدل رقومی ارتفاع استفاده گردیدند. نتایج نشان داد که مدل درخت تصمیم و شبکه عصبی مصنوعی برای کربن آلی به ترتیب دارای ریشه میانگین مربعات خطا ۰/۲۰و ۰/۳۵ و R^2 ۰/۷۸و۰/۵۲ و برای کربنات کلسیم معادل به ترتیب دارای ریشه میانگین مربعات خطا ۳/۷۵ و۶۹ /۶ و R^2 ۰/۷۳ و۰/۴۰ است. نتایج نشان داد که برای پیش‌بینی مقادیر کربن آلی و کربنات کلسیم معادل خاک، پارامترهای شاخص همواری دره با درجه تفکیک بالا، سطح‌مبنای شبکه آبراهه، باند ۶ و شاخص NDVI مهم‌ترین پارامترهای محیطی بوده‌اند. مدل درخت تصمیم نسبت به مدل شبکه عصبی مصنوعی دقت بالاتری دارد و شبکه عصبی در پیش بینی کربنات کلسیم معادل خاک بسیار ضعیف عمل کرد. همچنین تفسیر نتایج مدل درخت تصمیم بسیار راحت‌تر است. لذا پیشنهاد می‌شود که در مطالعات آینده جهت تهیه نقشه رقومی خاک از مدل‌های درختی استفاده شود.

کلمات کلیدی: نقشه‌برداری رقومی خاک، متغیر محیطی، تغییرات مکانی

مقدمه

در سال‌های اخیر، استفاده از تکنیک‌های داده‌کاوی ازجمله شبکه عصبی مصنوعی و رگرسیون درختی در فرآیند نقشه‌برداری رقومی به‌شدت گسترش‌یافته است. روی آوردن به روش‌های جدید در راستای کاربرد بهینه خاک به‌گونه‌ای که هم نیازهای آدمی برآورده شود و هم این منبع تجدید ناپذیر برای آیندگان حفظ شود، ضروری است (daigle و همکاران، ۲۰۰۵). تغییرپذیری خاک پدیده‌ای تصادفی نیست و نتیجه تغییر عوامل خاکسازی از نقطه‌ای به نقطه دیگر است. به همین دلیل، این عوامل را می‌توان در پیش‌بینی کلاس‌های خاک و تهیه نقشه الگوی پراکنش خاک‌ها به کار برد(علیجانی و همکاران،۱۳۹۳). با توجه به محدودیت‌ها و کمبودهای موجود در نقشه‌های سنتی و نیاز مبرهن به ارائه اطلاعات قابل‌اعتمادتر و به هنگام در مورد خاک‌ها با هزینه منطقی و ارتقای تفسیر نتایج به‌نحوی‌که افراد غیرخاک‌شناس و غیرمتخصص نیز بتوانند از این اطلاعات استفاده کنند، نیاز به استفاده از روش‌های نوین در تهیه نقشه خاک است. امروزه مشخص‌شده که دقت روش‌های پدومتری

[۱] ایمیل نویسنده مسئول: shima70.hosseiny@gmail.com

در برآورد توزیع مکانی داده‌های اندازه‌گیری شده خاک به علت در نظر گرفتن پیوستگی مکانی داده‌ها نسبت به روش‌های معمول آماری بیش‌تر است (Grunwald، ۲۰۰۹؛ McBratney و همکاران، ۲۰۰۰).

در سال‌های اخیر در ایران نیز محققانی ازجمله؛ Zeraatpisheh و همکاران (۲۰۱۷) و Mirakzehi و همکاران (۲۰۱۸) در زمینه نقشه‌برداری رقومی خاک تلاش‌هایی کردند که در بین این ابزارهای داده‌کاوی، درخت تصمیم یکی از معروف‌ترین (متداول‌ترین) مدل‌ها برای نقشه‌برداری رقومی خاک‌ها است. نقشه‌برداری رقومی خاک به‌عنوان زیرمجموعه‌ای از روش‌های پدومتری، به دلیل افزایش منابع داده‌های کمکی یا محیطی، به‌صورت کاملاً عملی توانسته است به انتقادات وارده به خاکشناسی مرسوم فائق آید. به‌هرحال، هدف از به‌کارگیری روش‌های کمی و عددی جدید، به این معنی نیست که آن‌ها را جانشین تمام دانش صحرایی خاکشناسی نماید، بلکه سعی بر آن دارد که تمام دانش خاکشناسی را با مدل‌های ریاضی بیان و نتایج را به شکلی قابل‌فهم برای بخش‌های مختلف ارائه و تنوع، تغییر و توزیع و پراکنش زمانی – مکانی خاک‌ها را برای کاربران مختلف مشخص نماید (Zhu و همکاران، ۲۰۰۱). با توجه به مجموعه مطالب ذکرشده در بالا در ارتباط بااهمیت نقشه‌برداری رقومی مطالعه حاضر باهدف مقایسه روش‌های شبکه عصبی مصنوعی و درخت تصمیم برای پیش‌بینی دو ویژگی خاک شامل مقادیر ماده آلی و کربنات کلسیم معادل خاک، در قالب یک مطالعه موردی در منطقه داراب در جنوب شرق استان فارس صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

منطقه موردمطالعه در دشت داراب در جنوب شرق استان فارس و در ۲۴۰ کیلومتری شیراز قرار دارد. وسعت منطقه موردمطالعه حدود ۲۵ هزار هکتار بوده و در جنوب شهرستان داراب واقع شده است. این دشت در محدوده عرض جغرافیایی ۲۲۹۰۰۰ تا ۲۶۷۰۰۰ متر شمالی و طول جغرافیایی ۳۱۵۶۰۰۰ تا ۳۱۸۹۰۰۰ متر شرقی قرارگرفته است. ارتفاع منطقه از ۱۰۶۰ تا ۱۱۰۰ متر متغیر است. ۴۱۸ نمونه با استفاده از روش شبکه‌بندی منظم بافاصله ۱۰۰۰ از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متر برداشت شد. اندازه‌گیری ماده آلی به روش سوزاندن تر (Nelson and Sommers, 1996) و کربنات کلسیم به روش تیتراسیون اسید و باز (Salinity Laboratory Staff, 1954) صورت گرفت. در تحقیق حاضر از مدل رقومی ارتفاع استر باقدرت تفکیک مکانی ۳۰ متر استفاده شد. از مدل رقومی ارتفاع جهت استخراج اطلاعات کمکی (۱۳ پارامتر) از قبیل شیب، جهت شیب، ارتفاع، سطح‌مبنای شبکه آبراهه، شیب حوزه، انحنای عمودی، تجمع جریان، مساحت اصلاح‌شده حوزه‌ها، عمق دره، انحنای خطوط تراز، شاخص خیسی، شاخص همواری دره با درجه تفکیک بالا، شاخص بالای پشته با درجه تفکیک بالا در محیط نرم‌افزار SAGA GIS استفاده شد. همچنین، تصاویر ماهواره‌ای لندست ۸ جهت پردازش در این تحقیق مورداستفاده قرار گرفت. شاخص‌هایی از قبیل شاخص گیاهی نرمال شده (نشان‌دهنده وضعیت پوشش گیاهی)، شاخص شوری، شاخص رس و شاخص کربنات از باندهای مختلف تصاویر ماهواره استخراج شد.تمام لایه‌های کمکی استخراج‌شده به فرمت رستری با اندازه پیکسل مطابق با مدل رقومی ارتفاع (۳۰ متر) تهیه شد. در این پژوهش از دو مدل درخت تصمیم و شبکه عصبی مصنوعی به‌منظور پیش‌بینی مقادیر کربن آلی و کربنات کلسیم معادل خاک استفاده گردید. برای بررسی دقت مدل‌ها از ریشه میانگین مربعات خطا و R^2 استفاده شد.

شکل ۱. موقعیت منطقه‌ی موردمطالعه در شهرستان داراب در جنوب شرق استان فارس

نتایج و بحث

در جدول ۱ خلاصه آماری ویژگی‌های کربن آلی و کربنات کلسیم معادل خاک در عمق ۳۰-۰سانتی‌متری آمده است. مقادیر کربن آلی و کربنات کلسیم معادل خاک در منطقه به ترتیب از ۰/۰۵تا ۳/۲۷ و ۱۲/۵ تا ۷۴/۵ درصد متغیر است و میانگین آن در منطقه با ۱/۰۳ و ۴۴/۲۷ درصد نشان‌دهنده کربن آلی و کربنات کلسیم معادل متوسط منطقه موردبررسی است. نتایج پیش‌بینی نشان داد که میانگین ریشه مربعات خطا برای ماده آلی و کربنات کلسیم معادل ۰/۲۰ و ۳/۷۵ است. همچنین در مدل درخت تصمیم نتایج ضریب تبیین در مرحله آزمون (۳۰ درصد از داده‌ها) به ترتیب ۰/۷۸ و ۰/۷۳ برای این دو ویژگی به دست آمد. در مدل شبکه عصبی مصنوعی نتایج ریشه مربعات خطا برای کربن آلی و کربنات کلسیم معادل خاک به ترتیب ۰/۳۵ و ۶/۶۹ به دست آمد (جدول ۲). برای ارزیابی مدل‌های فوق، مدلی با کم‌ترین میانگین ریشه مربعات خطا به‌عنوان بهترین مدل در تهیه نقشه رقومی و انتخاب پارامترهای محیطی انتخاب شد.در این راستا Somaratne وهمکاران (۲۰۰۵) در سریلانکا با استفاده از دو مدل شبکه عصبی مصنوعی و رگرسیون خطی چندگانه، جهت نقشه‌برداری رقومی کربن آلی خاک به ترتیب ضرایب تبیین ۰/۸۳-۰/۹۲ را گزارش نمودند. نتایج نشان داد که برای پیش‌بینی کربن آلی و کربنات کلسیم معادل پارامترهای شاخص همواری دره با درجه تفکیک بالا، سطح‌مبنای شبکه آبراهه، باند ۶ و شاخص NDVI مهم‌ترین بوده‌اند. در منطقه موردمطالعه، پستی‌وبلندی و پوشش گیاهی از مهم‌ترین فاکتورهای خاک سازی بوده و در توزیع مکانی خاک و ویژگی‌های آن ازجمله کربن آلی خاک مؤثر می‌باشد، چراکه توپوگرافی و پوشش گیاهی هر منطقه یکی از ویژگی‌های مهم و تأثیرگذار بر ویژگی‌های خاک آن منطقه ازجمله کربن آلی خاک می‌باشد. Taghizadeh و همکاران (۲۰۱۶) برای تهیه نقشه رقومی کربن آلی خاک در منطقه بانه استان کردستان، از متغیرهای کمکی داده‌های سنجش‌ازدور، پارامترهای سرزمین و مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی، راندوم فارست، رگرسیون لاجستیک، درخت تصمیم و الگوریتم ژنتیک استفاده کردند و به این نتیجه رسیدند که مهم‌ترین متغیرهای کمکی، جهت پهنه‌بندی کلاس خاک و کربن آلی خاک MrVBF ، NDVI، شاخص رس، شیب، جهت شیب، انحنای سطح، شاخص خیسی بودند.

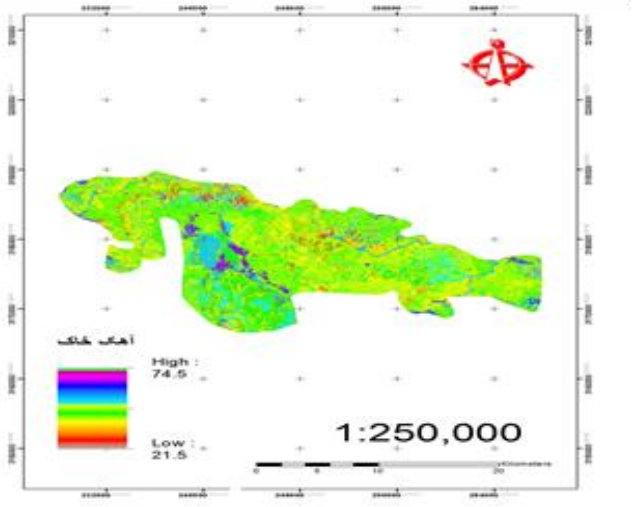
جدول ۱- پارامترهای آماری مربوط به ویژگی‌های کربنات کلسیم معادل و کربن آلی خاک

ویژگی	حداقل	حداکثر	میانگین	ضریب تغییرات	انحراف معیار	واریانس

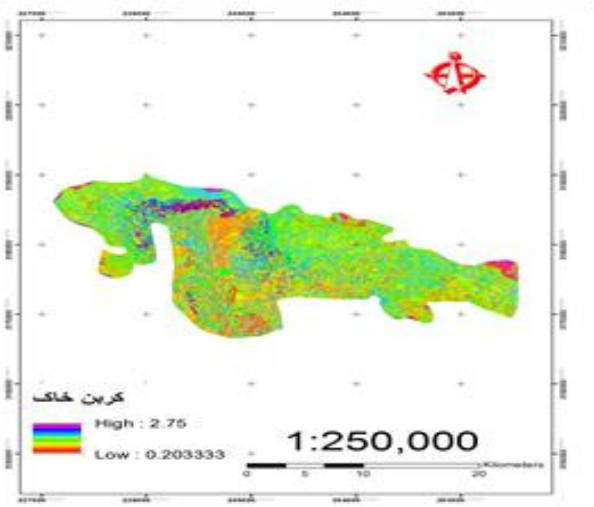
کربن آلی	۰/۰۵	۳/۲۷	۱/۰۳	۴۲/۲۲	۰/۴۳	۰/۱۸
کربنات کلسیم معادل	۱۲/۵	۷۴/۵	۴۴/۲۷	۱۶/۷۱	۷/۴۰	۵۳/۱

جدول ۲- نتایج مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی و درخت تصمیم برای پیش‌بینی ویژگی‌های کربن آلی و کربنات کلسیم معادل خاک

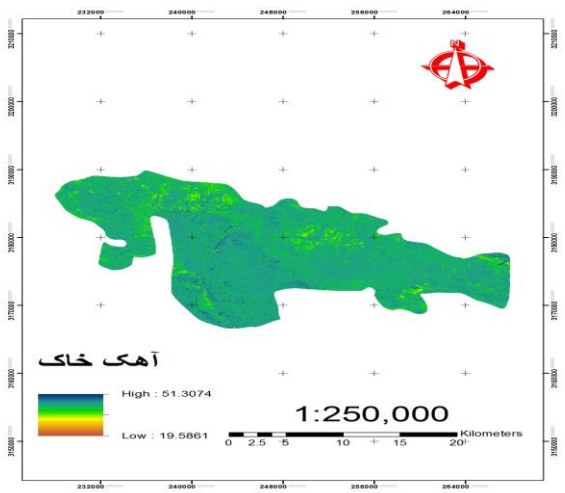
پارامتر	ضریب تبیین R^2	میانگین ریشه مربعات خطا (RMSE)	ضریب تبیین R^2	میانگین ریشه مربعات خطا (RMSE)
	درخت تصمیم		شبکه عصبی مصنوعی	
کربن آلی	۰/۷۸۵۸	۰/۲۰۱۱	۰/۵۲	۰/۳۵۷
کربنات کلسیم معادل	۰/۷۳۳۵	۳/۷۵۸۹	۰/۲۶	۶/۶۹۷



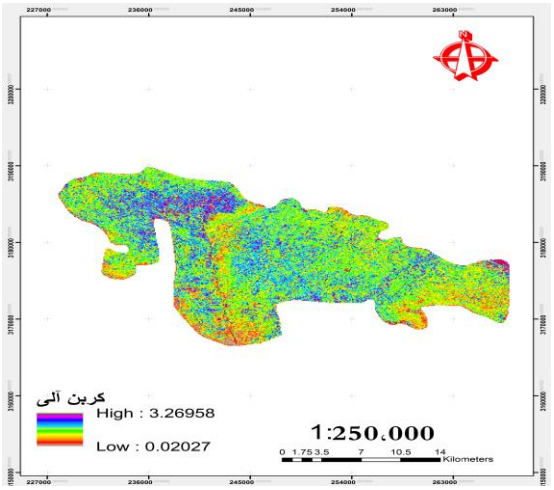
شکل ۲- نقشه رقومی کربنات کلسیم با استفاده از مدل درخت تصمیم (DT)



شکل ۳-نقشه رقومی کربن آلی با استفاده از مدل درخت تصمیم (DT)



شکل ۴- نقشه رقومی کربنات کلسیم با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی (ANN)



شکل ۵- نقشه رقومی کربن آلی با استفاده از مدل شبکه عصبی مصنوعی (ANN)

نتیجه‌گیری

نتایج مقایسه مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی و رگرسیون درختی برای پیش‌بینی ویژگی‌های خاک نشان داد که مدل رگرسیون درختی دارای کارایی بالاتری در پیش‌بینی ویژگی‌های خاک (کربن آلی و کربنات کلسیم معادل) است. همچنین نتایج نشان داد شاخص همواری دره با درجه تفکیک بالا، سطح‌مبنای شبکه آبراهه، باند ۶ و شاخص NDVI مهم‌ترین پارامترهای محیطی می‌باشند. ارتباط قوی بین داده خاک و پارامترهای محیطی نیز یکی از عوامل تأثیرگذار بر روی دقت مدل است. نتایج نشان داد که تکنیک‌های پدومتری بخصوص درخت تصمیم می‌توانند فرآیند نقشه‌برداری خاک ها را در گستره‌ای وسیع و متشکل از هرگونه عوارض طبیعی به‌یک‌باره انجام داده، روش سنتی را ارتقاء بخشیده، سرعت عمل و کارآمدی نقشه‌ها را در انتقال داده‌ها و اطلاعات افزایش داده و قابلیت استفاده آن‌ها را برای قشر وسیعی از شاخه‌های علمی امکان‌پذیر کنند .پیشنهاد می‌شود که در مطالعات آینده جهت تهیه نقشه رقومی خاک از مدل درخت تصمیم استفاده شود.

منابع:

علیجانی، ز.، سرمدیان، ف.، و موسوی، ر .۱۳۹۳. مقایسه دقت نقشه خاک تهیه‌شده به روش ژئوپدولوژی و روش معمول ایران (مطالعه موردی: کوهین). نشریه مرتع و آبخیزداری، مجله منابع طبیعی ایران، ۶۷، ۹۳-۱۰۲.

Daigle, J. J., Hudnall, W. H., Gabriel, W. J., Mersiovsky, E., and Nielson, R. D. 2005. The National Soil Information System (NASIS): Designing soil interpretation classes for military land-use predictions. Journal of terramechanics, 42(3): 305-320.

Grunwald, S. (2009). Multi-criteria characterization of recent digital soil mapping and modeling approaches. Geoderma, 152(3), 195-207.

McBratney, A. B., Odeh, I. O., Bishop, T. F., Dunbar, M. S., Shatar, T. M. (2000). An overview of pedometric techniques for use in soil survey. Geoderma, 97(3), 293-327.

Mirakzehi, K., Pahlavan-Rad, M. R., Shahriari, A., & Bameri, A. (2018). Digital soil mapping of deltaic soils: A case of study from Hirmand (Helmand) river delta. Geoderma, 313, 233-240.

Somaratne S., Seneviratne G., and Coomaraswamy U. 2005. Prediction of Soil Organic Carbon across Different Land -use Patterns: A Neural Network Approach. Soil Science Society of America Journal, 69: 1580-1589.

Taghizadeh-Mehrjardi R., Nabiollahi K., and Kerry R. 2016. Digital mapping of soil organic carbon at multiple depths using different data mining techniques in Baneh region, Iran. Geoderma, 253-254: 67-77.

Zeraatpisheh, M., Ayoubi, S., Jafari, A., Finke, P. (2017). Comparing the efficiency of digital and conventional soil mapping to predict soil types in a semi-arid region in Iran. Geomorphology, 285, 186-204.

Zhu, A. X., Hudson, B., Burt, J., Lubich, K., Simonson, D. (2001). Soil mapping using GIS, expert knowledge, and fuzzy logic. Soil Science Society of America Journal, 65(5), 1463-1472.

Topic for submission: New Technologies in Soil Science

Comparison of artificial neural network and decision tree methods for predicting soil organic matter and calcium carbonate (Case study: Darab region, Fars province)

Hosseini[*1], Sh., Owliaie[2], H.R., Mosleh[3] Z. Taghizadeh-Mehrjardi[4], R. Momtazi-burojeni[5], M

1 M.Sc. Student, Department of Soil Sciences, Faculty of Agriculture, Yasouj University

2 Associate Professor, Department of Soil Sciences, Faculty of Agriculture, Yasouj University

3 Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj,

[4]Associate Professor, Faculty of Agriculture, Ardekan University (rh_taghizade@yahoo.com)

[5]M. Sc. Graduate, Faculty of Agricultural Engineering and Technology, University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Iran

Abstract

In recent years, the use of data mining techniques such as artificial neural network and tree regression has been expanded rapidly in the digital mapping process. Turning to new methods for optimal soil use in such a way that both human needs are met and this renewal source It is essential to preserve the future. The purpose of this study is to use artificial neural network and decision tree to prepare organic carbon map and calcium carbonate equivalent soil. In this research, 418 specimens were harvested using a grid-based method 1000 with a depth of 0-30 cm. Auxiliary variables including indices of field measurements and land area parameters derived from digital elevation model were used. The results showed that decision tree and artificial neural network model for organic carbon had mean root mean square error of 0.20 and 0.35 and R2 0.78 and 0.52 respectively and for calcium carbonat equivalent root mean square error of 3.75 and 6.69 respectively and R2 is 0.73 and 0.40 .The results showed that for prediction of organic carbon and calcium carbonate , the equilibrium parameters of the valley with high degree of separation, water table network, band 6 and NDVI index were the most important. The decision tree model is more accurate than the artificial neural network model, and it is much easier to interpret the results of the decision tree model. Therefore, it is recommended that future tree studies be used to prepare a digital soil map.

Keywords: Digital soil mapping, Environmental variable, spatial variation