شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: فناوری‌های نوین در علوم خاک

استفاده از تکنیک پردازش تصاویر رقومی برای تعیین بافت خاک

حسین پندی[۱*]، عباس شعبانی روفچائی[۱]، میلاد امینی[۱]، ریحانه شوکتی مرزدشتی[۱]

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

چکیده

بافت خاک، بیان‌گر خصوصیات فیزیکی خاک است و هر کدام از روش‌های اندازه‌گیری آن دارای حسن و محدودیت‌هایی است. روش پردازش تصاویر رقومی، روشی نوین و غیرمستقیم برای تعیین خصوصیات در خاک‌های مختلف به‌شمار می‌رود. این پژوهش با استفاده از ارزیابی میزان درصد اجزای تشکیل دهنده نمونه‌های خاک (رس، سیلت و شن) با آنالیز مجموع کدهای رنگی (R+G+B) تصاویر اسکن شده خاک توسط اسکنر (HP سری F2400) و استخراج کدهای رنگی تصاویر خاک‌های مورد مطالعه با استفاده از نرم افزار متلب در استان گیلان انجام گردید. در این تحقیق، ضریب تشخیص اجزای رس، سیلت و شن به ترتیب برابر ۰/۵۶، ۰/۶۲ و ۰/۶۹ به دست آمد. با کاهش فراوانی ذرات رس و سیلت و افزایش مقدار شن خاک، مجموع کدهای رنگی (R+G+B) کاهش پیدا کرده و از طرفی با افزایش اندازه ذرات تشکیل دهنده خاک، مجموع کدهای رنگی (R+G+B) تصویر خاک کاهش می‌یابند. با توجه به اینکه تعیین بافت خاک به مواد و تجهیزات آزمایشگاهی نیازمند است و از طرفی هزینه و زمان زیادی را می‌طلبد، می‌توان با استفاده از روش پردازش تصویر در تعیین بافت خاک، با دقت قابل قبولی اظهار نظر نمود.

کلمات کلیدی: کلاس بافت خاک، رنگ خاک، ماتریس سه بعدی، داده پردازی تصاویر

مقدمه

رنگ خاک واضح‌ترین مشخصه خاک و معیاری از ترکیب خاک است، که به آسانی قابل اندازه‌گیری می‌باشد. رنگ خاک به این دلیل دارای اهمیت است که می‌توان با استفاده از آن، خواص مهم دیگری در خاک را پی برد. خاک‌ها بر اساس میزان، نوع و نحوه توزیع مواد آلی، رطوبت، آبشویی، زهکشی خاک، موقعیت‌های توپوگرافی مختلف، تهویه، بافت خاک، اقلیم، مواد مادری، عناصر موجود در خاک، عمل احیا، اکسید و هیدراته شدن آهن، دارای رنگ‌های متفاوتی هستند (foth، ۱۹۹۰). دانشمندان خاک، رنگ و بافت خاک را در طبقه بندی خاک‌رخ و تعیین تناسب خاک‌ها برای طرح‌های کشاورزی و زیست محیطی مورد استفاده قرار می‌دهند. نخستین مولفه ظاهری که در مورد خاک اطلاع می‌یابیم، رنگ آن است. رنگ خاک اثرات کمی بر رفتار و استفاده از خاک دارد، ولی می‌توان از این خصوصیت خاک در رابطه با خصوصیات دیگر خاک اظهار نظر کرد. به‌علاوه بافت خاک در صحرا دچار تغییر نمی‌شود، بنابراین به‌عنوان یک خصوصیت اساسی مورد ملاحظه قرار می‌گیرد (Brady و Weil، ۲۰۰۸). علم پردازش تصویر، از علوم پرکاربرد و مفید در فنون مهندسی می‌باشد و از دیرباز مطالعات و پژوهش‌های گسترده‌ای در این زمینه صورت گرفته و پیشرفت‌های فراوانی حاصل گردیده است. سرعت گسترش این پیشرفت‌ها به حدی بوده است که هم اکنون و پس از گذشت مدت زمان کوتاه، می‌توان تأثیر کاربرد پردازش تصویر را در بسیاری از علوم و صنایع به وضوح مشاهده نمود (فرامرزی و همکاران، ۱۳۹۴). علم پردازش تصویر به صورت جامع و تخصصی در دنیای امروزی، روز به روز نقش اساسی و مهم‌تری در علوم و صنایع پیدا می‌کند. مسئله بزرگ داده‌های تصویری و تلاش جهت حذف نویز و اختلالات تصویری نظیر پارامترهای حاصل از منابع نوری نامناسب، عدم تناسب ترکیب رنگ‌ها و عوامل متعدد دیگر در تصاویر دریافتی از موضوعات بسیار مهم در کار با تصاویر و پردازش آن‌ها می‌باشد (María و همکاران ۲۰۱۳). همچنین لازم به ذکر است که در کشورهای در حال توسعه همچون ایران، کمبود تجهیزات و تکنیک‌های مدرن اندازه‌گیری و نمونه‌برداری در سطح وسیع، نتایج حاصل از تحلیل‌های آزمایشگاهی را با خطا مواجه خواهند نمود. محدودیت‌های مذکور، محققین را به سمت استفاده از روش‌های اتوماتیک استخراج اطلاعات از تصاویر سوق داده است. همانطور که عنوان گردید، استفاده از داده پردازی تصویر جهت کسب اطلاعات مورد نظر در بسیاری از علوم و رشته‌ها مانند علوم خاک و زمین شناسی برای استخراج و مطالعه بافت خاک کاربرد فراوانی دارد (Horgan، ۱۹۹۸). کامپیوتر و روش‌های پردازش و آنالیز تصاویر باعث آسان‌تر شدن اندازه‌گیری ویژگی‌های خاک شده است (McEwa و همکاران ۲۰۰۰) و پردازش تصاویر، از روش‌های غیرمخرب داده کاوی است (Aglave و همکاران ۲۰۱۲). برای تشخیص و مقایسه رنگ خاک، می‌توان

* ایمیل نویسنده مسئول: Olomekhak91@yahoo.com

از روش پردازش تصویر (Image Processing) استفاده کرد. در این روش، سطح خاک اسکن شده و تصویر تهیه شده توسط اسکنر با استفاده از نرم افزار متلب (MATLAB) که قابلیت داده کاوی تصویر را دارد، تجزیه رنگ می‌گردد. رنگ‌های اجسام از ترکیب سه رنگ اصلی قرمز، سبز و آبی تشکیل شده است که به کدهای رنگی (RGB) معروف است (خادمی و جعفری، ۱۳۹۲). پردازش تصویر رقومی، دانش جدیدی است که سابقه آن به پس از اختراع رایانه‌های رقومی باز می‌گردد. با این حال این علم نوپا در چند دهه اخیر از هر دو جنبه نظری و عملی پیشرفت‌های چشم‌گیری داشته است. در پردازش تصاویر رقومی، معمولا از شیوه‌هایی که به شکل الگوریتم بیان می‌شود استفاده می‌گردد. بنابراین غیر از تصویربرداری و نمایش تصویر، می‌توان اغلب عملیات داده کاوی تصویر را با نرم افزار اجرا نمود. تنها علت استفاده از سخت افزار ویژه پردازش تصویر، نیاز به سرعت بالا در بعضی کاربردها و یا غلبه بر بعضی محدودیت‌های اساسی رایانه است. بنابراین سامانه‌های پردازش تصویر امروزی، ترکیبی از رایانه‌های متداول و سخت افزارهای ویژه پردازش تصویر است که کار همه آن‌ها به وسیله نرم افزار در حال اجرا روی رایانه اصلی هدایت می‌گردد. (Gonzalez و Woods، ۲۰۱۸). در پژوهشی Prado و همکاران (۲۰۰۹)، وضعیت دانه‌بندی و بافت خاک را با روش پردازش تصاویر با عکس‌های تهیه شده مورد ارزیابی قرار دادند، که نتایج مطالعه آن‌ها نشان از کارایی این روش دارد. در مطالعه نظرزاده اوغاز و همکاران (۱۳۹۲)، ضریب همبستگی بین درصد رس خاک با مجموع کدهای رنگی RGB در حد ۷۴ درصد برقرار است و می‌توان این روش را معیار مناسبی تحت شرایط خاص برای سنجش بافت خاک دانست. نتایج تحقیقات فرامرزی و همکاران (۱۳۹۴) نشان داد که تکنیک داده پردازی تصویر با دقت قابل قبولی توانسته دانه‌های موجود خاک در تصاویر را شناسایی و ارزیابی نماید. گزارش‌ها نشان داد می‌توان از سیستم آنالیز تصویر به عنوان جایگزین مناسبی برای روش‌های مبتنی بر اندازه ذرات خاک استفاده نمود (Sandri و همکاران ۱۹۹۸). روش‌های آزمایشگاهی تعیین بافت خاک، دارای محدودیت‌هایی از قبیل نبود تجهیزات و مواد آزمایشگاهی و هزینه تامین آن است. بنابراین هدف از این مطالعه، استفاده و ارزیابی یک روش برای تعیین بافت خاک است، که با استفاده از پردازش تصاویر اسکن شده از خاک و رنگ خاک به عنوان یکی از مولفه‌های فطری و ظاهری خاک، بافت خاک تعیین می‌شود.

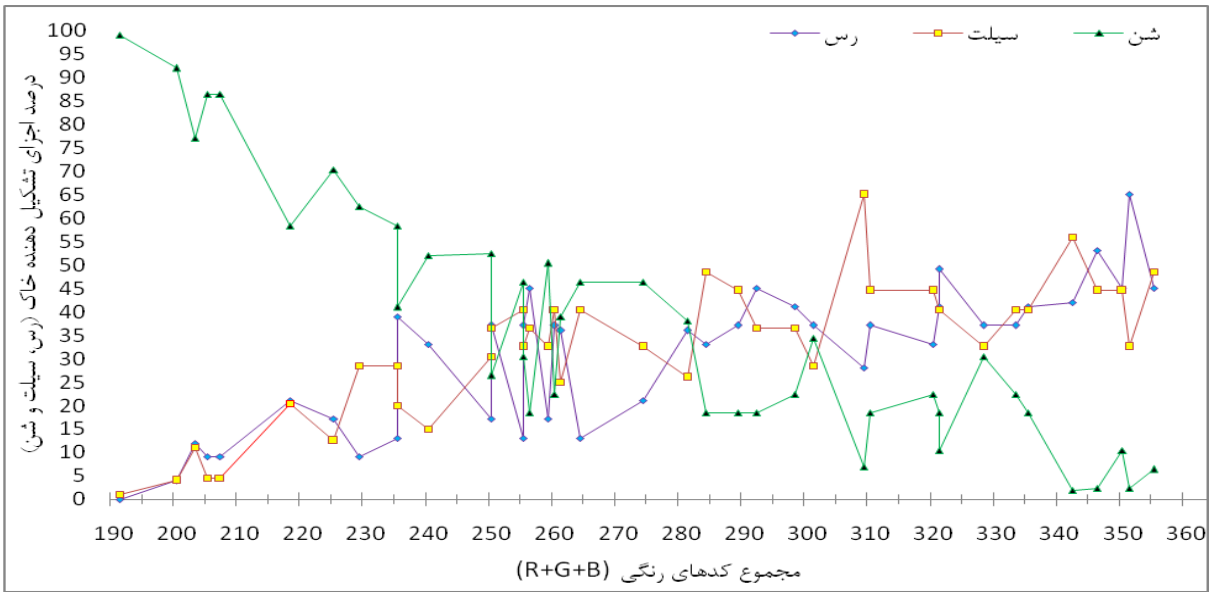
مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۹۷ در استان گیلان که در طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۳۴ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۴۸ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۳۳ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۲۷ دقیقه شمالی که در شمال کشور ایران واقع شده است اجرا گردید. تعداد ۴۰ نمونه دست‌خورده خاک از عمق صفر تا ۱۰ سانتی‌متری با بافت‌های مختلف (تشخیص به روش لمسی) از سراسر استان نمونه‌برداری شد. بافت و درصد اجزای تشکیل دهنده این نمونه‌های خاک (رس، سیلت و شن) پس از خشک شدن و غربال شدن با الک ۲ میلی‌متر، به روش هیدرومتر (Gee و Bauder، ۱۹۸۶) در آزمایشگاه فیزیک خاک دانشگاه گیلان تعیین شد. این نمونه‌های خاک برای تعیین کدهای رنگی RGB، در قالب ۵×۵ سانتی‌متری ریخته شده و توسط اسکنر (HP سری F2400) با رزولوشن خوب (600dpi) و جهت تفکیک بهتر رنگ تصاویر، با روشنایی ۲۰ و کنتراست ۳۰ تصویربرداری شدند، که نمای کلی مراحل مذکور در شکل ۱ آورده شده است. پردازش تصاویر و استخراج مجموع کدهای رنگی RGB توسط نرم‌افزار متلب (ورژن R2019a) و رسم نمودارها با نرم افزار Excel نسخه ۲۰۱۶ انجام گردید.

شکل ۱. نمای کلی از مراحل تعیین بافت و تصویربرداری با اسکنر از نمونه‌های خاک

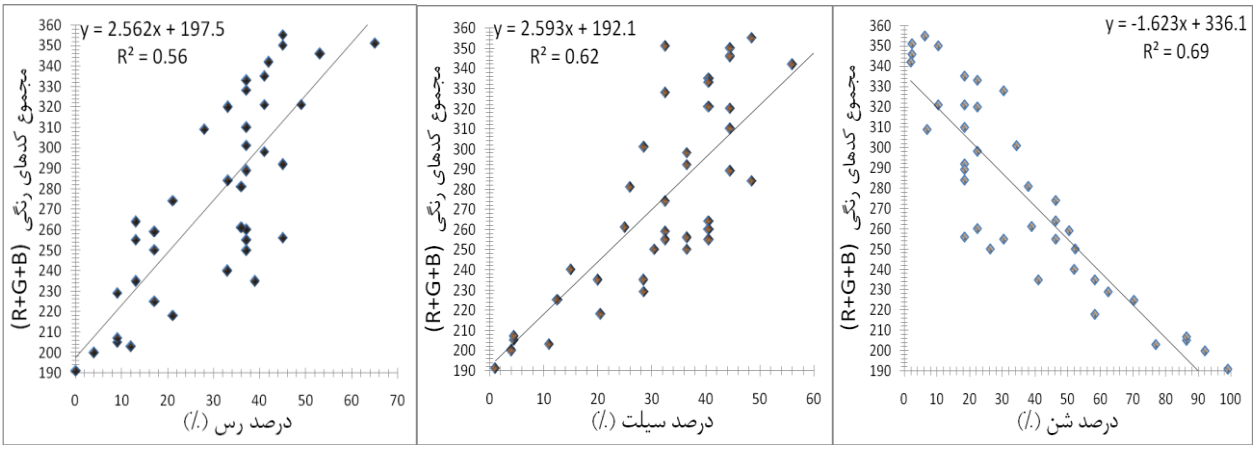
نتایج و بحث

مجموع کدهای رنگی (R+G+B) تصاویر اخذ شده در نسبت‌های مختلف بافتی خاک (رس، سیلت و شن) در شکل ۲ آورده شده است. برای کار کردن با تصاویر دیجیتال در نرم افزار های کامپیوتری، تصویر مورد نظر به یک ماتریس سه بعدی از اعداد تبدیل می‌شوند که هر کدام از کدهای رنگی بر اساس نوع رنگ از صفر برای رنگ سیاه تا ۲۵۵ برای رنگ سفید تقسیم بندی می‌شوند. در نمونه‌های خاک مورد پژوهش، با افزایش درصد رس و سیلت خاک، مجموع کدهای رنگی (R+G+B) افزایش پیدا می‌کنند، این در حالی است که با افزایش میزان شن نمونه‌های خاک، این کدهای رنگی کاهش می‌یابند. هر چه خاک تیره‌تر باشد، مجموع کدهای رنگی تصاویر کاهش می‌یابند و از آنجایی که خاک‌های دارای شن دارای رنگ تیره‌تر نسبت به خاک‌های رس و سیلت می‌باشند، با افزایش مقدار شن خاک و اندازه ذرات خاک، مجموع کدهای رنگی (R+G+B) نیز کاهش می‌یابند. هر چه نسبت ذرات تشکیل دهنده خاک به‌خصوص در بافت‌های میانی مثلث بافت خاک برابر باشند، تفکیک اجزای تشکیل دهنده خاک سخت‌تر شده و این خاک‌ها از خود رفتارهای غیرقابل پیش‌بینی در ارائه مجموع کدهای رنگی نشان می‌دهند که این موضوع در اواسط نمودار تصاویر خاک‌های مورد مطالعه قابل مشاهده است. هر چند در بعضی از قسمت‌های شکل ۲، با افزایش و کاهش کدهای رنگی نسبت به درصد اجزای تشکیل دهنده خاک، حالت سینوسی پیدا می‌کنند و از قاعده مذکور سرپیچی می‌کنند، لیکن در نمای کلی، مجموع کدهای رنگی (R+G+B) در نسبت‌های مختلف اجزای تشکیل دهنده خاک دارای سیر کاهشی و افزایشی تقریبا یکسانی نیز می‌باشند.



شکل ۲. نمودار مجموع کدهای رنگی (R+G+B) تصاویر خاک‌های مورد مطالعه در نسبت‌های مختلف اجزای تشکیل دهنده خاک

نمودار مدل‌های رگرسیونی مجموع کدهای رنگی (R+G+B) تصاویر اسکن شده نمونه‌های خاک مورد مطالعه در فراوانی‌های گوناگون رس، سیلت و شن در شکل ۳ آورده شده است. ضریب تشخیص متغیرها (مجموع کدهای رنگی نسبت به درصد اجزای تشکیل دهنده خاک) نشان از هم‌قوارگی بیشتر جز شن (R=0.69) نسبت به اجزای رس و سیلت دارد، لذا می‌توان اذعان کرد که مدل‌های رگرسیونی ارائه شده در شکل ۳، دارای برازش خوبی بوده‌اند، که در این مدل‌سازی به ترتیب شن، سیلت و رس دارای بهترین برازش در بین اجزای تشکیل دهنده خاک بوده‌اند. زمانی که جزء شن تشکیل دهنده خاک نسبت به سایر اجزای خاک (رس و سیلت) بیش‌تر باشد و در واقع خاک دارای بافت سبک‌تری باشد، استفاده از تعیین بافت خاک به روش پردازش تصاویر خاک قابل اطمینان‌تر خواهد شد. هر چند که ضریب تعیین مدل‌های ارائه شده در این مطالعه دارای مقادیر بسیار بالایی نیستند، لیکن می‌توان از این معادلات ارائه شده تحت شرایط خاص و کمبودهایی که امکان بروز آن در تعیین بافت خاک آزمایشگاهی وجود دارد با دقت قابل قبولی استفاده کرد.



شکل ۳. ارزیابی مجموع کدهای رنگی (R+G+B) تصاویر اسکن شده در فراوانی‌های مختلف رس، سیلت و شن نمونه‌های خاک مورد مطالعه

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان از پیش‌بینی خوب درصد اجزای تشکیل دهنده نمونه‌های خاک با استفاده از کدهای رنگی (R+G+B) پیکسل‌های تصاویر خاک دارد، که جزء شن خاک، بیش‌ترین ضریب تشخیص در بین اجزای تشکیل دهنده خاک را دارا می‌باشد. ارزیابی رگرسیونی خطی نشان‌هنده این بود که با افزایش فراوانی ذرات رس و سیلت و کاهش جزء شن خاک، مجموع کدهای رنگی (R+G+B) افزایش پیدا می‌کنند. با توجه به نوظهور بودن روش داده کاوی تصاویر در علم خاک‌شناسی، تحقیقات بیش‌تری در این زمینه نیاز است، لیکن با توجه به نتایج ذکر شده، روش پردازش تصاویر برای تعیین بافت خاک دارای دقت خوبی است، که به خصوص در صورت نبود مواد و تجهیزات آزمایشگاهی، صرفه‌جویی در زمان و غیره، می‌توان از آن بهره برد.

منابع

خادمی، م. و جعفری، د. ۱۳۹۲. پردازش تصویر رقمی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، چاپ ششم، ۸۳۲ صفحه.

فرامرزی، ج.، حافظی مقدس، ن.، گلزاریان، م.ر. و غفوری، م. ۱۳۹۴. برآورد منحنی دانه‌بندی خاک دانه‌ای بر اساس تکنیک پردازش تصویر. نوزدهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران و نهمین همایش ملی زمین شناسی، دانشگاه پیام نور تهران.

نظرزاده اوغاز، ص.، نوری حسینی، س.م. و نظرزاده اوغاز، ا. ۱۳۹۰. بکارگیری روش پردازش تصویر جهت تعیین میزان ماده آلی خاک. اولین کنگره ملی علوم و فناوری‌های نوین کشاورزی (محور خاک‌شناسی)، دانشگاه زنجان.

Aglave, V.A., Patil, S.B. and Sambre, N.B. 2012. Imaging technique to measure leaf area, disease severity and chlorophyll content. Computing Technologies, 3, 191-208.

Brady, N.C. and Weil, R.R. 2008. The nature and properties of soils (14th edition). Prentice Hall, New Jersey, United States of America.

Foth, H.D., 1990. Fundamentals of soil science (8th edition). Soil Science, 360 pages.

Gee, G.W. and Bauder, J.W. 1986. Particle size analysis, In: Klute, Methods of soil analysis (Part 1), Physical and mineralogical methods. Madison Wisconsin, 404–408.

Gonzalez, R.C. and Woods, R.E. 2018. Digital Image Processing (4th edition). Pearson Education, 1168 pages.

Horgan, G. 1998. Wavelets for SAR image smoothing. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 64, 1171-1178.

María, J., Parez, M. and Pascau, J. 2013. Image Processing with ImageJ. Community experience distilled, 140 pages.

McEwan, I.K., Sheen, T.M., Cnningham, G.J. and Allen, A.R. 2000. Estimating the size composition of sediment surfaces through image analysis, Proceedings of the Institute of Civil. Water and Maritime Engineering, 142, 189-195.

Prado, B., Duwig, C., Marquez, J., Delmas, P., Morales, P., James, J. and Etchevers, J. 2009. Image processing based study of soil porosity and its effect on water movement through Andosol intact columns. Agricultural Water Management, 96, 1377-1386.

Sandri, R,. Anken, T., Hilfiker, T., Sartori, L. and Bollhalder., H. 1998. Comparison of methods for determining cloddiness in seedbed preparation. Soil and Tillage Research, 45, 75-90.

16th Iranian Soil Science Congress

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

Topic for submission: Novel Technologies in Soil Science

Using the digital images processing technique to determine of the soil texture

Pandi[*1], H., Shabani Rofchaei[1], A., Amini[1], M. Shokati Marzdashti[1], R.

[1] M. Sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Guilan, Iran

Abstract

Soil texture expresses physical properties of soil and each of its measurement methods has some goodness and limitations. The digital image processing method is a novel and indirect method for determining the properties of different soils. This research was carried out by evaluating the percentage of soil components (clay, silt and sand) by analyzing total color codes (R+G+B) of scanned images of soil by scanner (HP series F2400) and extracting color codes for soil images by using MATLAB software in Guilan province. In this research, the coefficient of detection of clay, silt and sand components was 0.56, 0.62 and 0.69, respectively. By reducing the frequency of clay and silt particles and increasing the amount of sand in the soil, the total color codes (R+G+B) decreased and on the other hand, by increasing the size of the particles forming the soil, the total color codes (R+G+B) decrease the soil image. considering that determining of soil texture is required for materials and laboratory equipment, on the other hand, it requires a lot of cost and time, we can use the image processing method in determining soil texture with acceptable accuracy.

Keywords: Soil texture class, Soil color, Three dimensional matrix, Image processing

[*] Corresponding author, Email: Olomekhak91@yahoo.com