



تعیین تراکم درز و شکاف خاک به وسیله نرم افزار GSA Image Analyser

زهرا رضانی^۱، علی رضا واعظی^۲، فاطمه بابایی^۳
۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد فیزیک و حفاظت خاک گروه علوم خاک دانشگاه زنجان، ۲- دانشیار گروه علوم خاک دانشگاه زنجان
۳- دانشجوی دکتری فیزیک و حفاظت خاک گروه علوم خاک دانشگاه زنجان

چکیده

خصوصیات درز و شکاف بر نفوذپذیری خاک به آب و هوا نقشی اساسی دارد. از این رو تعیین شدت وقوع آن در سطح خاک ضروری می باشد. خصوصیات مختلف درز و شکاف از جمله تراکم، عمق و پیوستگی بر رفتار هیدرولوژی خاک اثر می گذارند. روش های متعددی برای ارزیابی تراکم درز و شکاف به کار گرفته شده است. از جمله این روش ها می توان به روش اندازه گیری دستی، تجزیه تصویر و ترموگرافی اشاره کرد. در این پژوهش از روش تجزیه تصویر به وسیله نرم افزار GSA Image Analyser برای بررسی تراکم درز و شکاف در سه خاک مختلف (رسی، لومرسنی و لومی) استفاده شد. بر اساس نتایج، کمترین مقادیر تراکم درز و شکاف در خاک لومرسنی (۴۰/۱ متر بر متر مربع) و بیشترین آن در خاک رسی (۲۲/۳ متر بر متر مربع) مشاهده شد. علت این موضوع مقادیر بیش تر ضریب انبساط پذیری خطی در خاک رسی ارزیابی شد.

واژه های کلیدی: انبساط پذیری خطی، بافت خاک، درز و شکاف سطح، نفوذپذیری خاک

مقدمه

خاک های آماس پذیر در رویارویی با نوسانات فصلی رطوبت، به صورت تناوبی منبسط و منقبض می شوند (Tripathy, ۲۰۰۲). به هنگام خشک شدن این خاک ها رطوبت خاک کاهش یافته، اما هوایی جایگزین آن نمی شود، در نتیجه با انقباض خاک در آن درز و شکاف ایجاد می شود (ساعد، ۱۳۹۳).

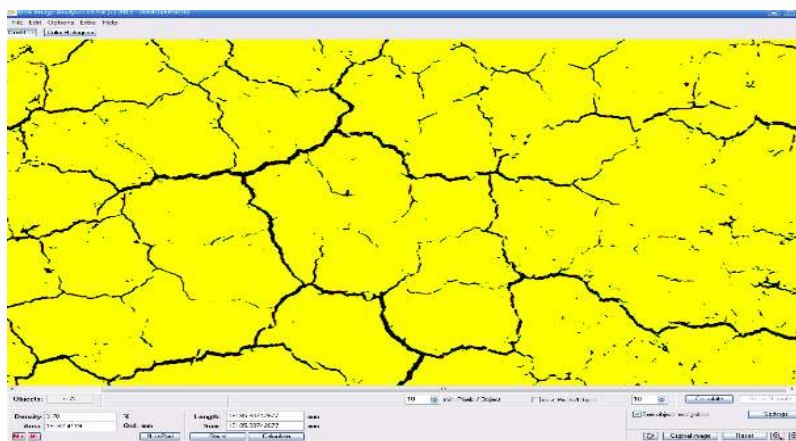
وجود درز و شکاف در سطح خاک به سبب جریان ترجیحی موجب افزایش سرعت انتقال آب و مواد غذایی به سطوح زیرین خاک می شود (Takele and Lascano, ۲۰۱۲). درز و شکاف تاثیر قابل ملاحظه ای بر تهویه خاک نیز دارد (Hillel, ۱۹۹۸). از جمله ویژگی های درز و شکاف که بر خواص هیدرولوژی خاک مؤثر است می توان به طول و عرض، عمق و پیوستگی درز و شکاف اشاره کرد (Peron et al., ۲۰۱۲). روش های متعددی برای ارزیابی ویژگی های درز و شکاف به کار گرفته شده است. از جمله این روش ها روش اندازه گیری مستقیم می باشد. به عنوان مثال در پژوهشی کیشنی و همکاران (۲۰۱۰) به اندازه گیری عرض، طول درز و شکاف در منطقه ای از تگزاس در مساحتی به ابعاد ۱۰۰ متر مربع پرداختند. آنان برای این منظور از صفحه ای شیشه ای مشبکی با ابعاد هر واحد ۱/۰ متر استفاده کردند. همچنین داسوگ و همکاران (۲۰۰۰) به منظور اندازه گیری درز و شکاف ها از روش شبکه بندی سطح به وسیله خطوط شفاف استفاده کردند. از جمله محدودیت های این روش عدم دسترسی به عمق و حجم شکاف ایجاد شده در سطح خاک است، همچنین این روش فوق العاده وقت گیر می باشد. روش دیگر، اندازه گیری عمقی به وسیله یک میله رابط و سطح دیجیتالی است. انتهای میله در تماس با سطح قرار دارد و با بالا و پایین رفتن میله در اثر حضور درز و شکاف و سنجش فاصله آن از سطح دیجیتالی عمق درز و شکاف اندازه گیری می شود. در این روش علاوه بر طول و عرض درز و شکاف ها به عمق و حجم آن ها پی برده می شود (Takele and Lascano, ۲۰۱۲). روش دیگر روش های مبتنی بر تجزیه تصویر می باشد. در مطالعه ای پنگ و همکاران (۲۰۰۶) به اندازه گیری درز و شکاف خاک از طریق تجزیه تصاویری دیجیتالی پرداختند و موفق به اندازه گیری درز و شکاف های به کوچکی ۱/۰ میلی متر شدند. در این روش، اندازه گیری بدون هیچ گونه دستکاری در ساختار طبیعی خاک در طی زمان می تواند به صورت مکرراً صورت بگیرد و زمان گیر نمی باشد. از جمله اشکالات این روش عدم دسترسی به اطلاعات عمقی و حجمی درز و شکاف است. علاوه بر این ها حضور پوشش گیاهی در سطح خاک موجب عدم دسترسی به سطح خاک بوده و همچنین استفاده از این روش برای مناطق وسیع امکان پذیر نمی باشد (Takele and Lascano, ۲۰۱۲). روش دیگر روش توموگرافی مقاومت الکتریکی^۱ می باشد. امیدو و دونبار (۲۰۰۷) برای اندازه گیری گیلگا و درز و شکاف در مقادیر متفاوت رطوبتی در خاک های رتی سول تگزاس استفاده کردند. این روش برای ارزیابی تغییرات زمانی رطوبت خاک استفاده می شد و به طور غیر مستقیم تعیین کننده عمق و حجم درز و شکاف های در خاک است. این روش نیاز به کالیبراسیون دارد (Amidu and Dunbar, ۲۰۰۷).

با توجه به تاثیر بسزایی که درز و شکاف بر خصوصیات هیدرولوژیکی خاک دارد، کمی سازی خصوصیات درز و شکاف از طریق روش های نام برده امری ضروری به نظر می رسد. در بین تمامی روش ها، روشی که نیاز به صرف هزینه و وقت نسبتاً کم تر دارد، روش مبتنی بر تجزیه تصویر است. در بین نرم افزارهای مورد استفاده در این زمینه نرم افزار GSA Image Analyser با فضای گرافیکی ساده

دارای سهولت استفاده برای کابرن می‌باشد. بنابراین هدف از این مقاله معرفی روشی کارآمد جهت اندازه‌گیری تراکم درز و شکاف در سطح خاک است.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سه نوع بافت خاک (رسی و لومی و لوم رس شنی) و در چهار تکرار مجموعاً در ۱۲ واحد آزمایشی انجام گرفت. نمونه‌های خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر از محدوده‌ی دانشگاه زنجان در سال ۱۳۹۲ برداشت شد. توزیع اندازه ذرات خاک (درصد شن، سیلت و رس) در نمونه خاک گذرانده از الک ۲ میلی‌متر با استفاده از روش هیدرومتر تعیین شد. شاخص ضریب انبساط خطی از طریق نسبت اختلاف طول فتیله تهیه‌شده از خاک در حالت تر و خشک به طول فتیله در حالت خشک به دست آمد. نمونه‌های اولیه خاک پس از غربال شدن با استفاده از الک ۱۲ میلی‌متر، به داخل جعبه‌های فلزی به ابعاد ۱۰۰ سانتی‌متر × ۵۰ سانتی‌متر و عمق ۱۵ سانتی‌متر منتقل شدند. یک لایه فیلتر ماسه‌ای در کف جعبه‌ها ریخته و سپس خاک مورد نظر تا ۱۰ سانتی‌متری به جعبه‌ها اضافه شد. سطح خاک‌های درون جعبه تسطیح گردید. برای اعمال باران، یک دستگاه شبیه‌ساز باران طراحی شد. صفحه بارش این دستگاه از چهار عدد نازل از نوع Teejet با قطر دهانه‌ی ۴ میلی‌متر تشکیل شده بود که روی صفحه‌ی فلزی به ابعاد ۱ متر در ۵/۱ متر نصب شده بودند. صفحه‌ی بارش بر روی چارچوبی فلزی به ارتفاع ۸/۲ متر قرار گرفت. شدت باران تولیدی دستگاه در محدوده ۶۵ تا ۷۰ میلی‌متر بر ساعت قرار داشت. هر یک از خاک‌ها تحت تأثیر یک رخداد بارندگی ثابت تحت شیب متوسط ۱۰ درصد قرار گرفتند. به منظور اندازه‌گیری درز و شکاف‌ها، ابتدا تصاویر با وضوح ۱۵۳۶ × ۲۰۴۸ پیکسل، از سطح خاک درون فلوم‌ها پس از خشک شدن خاک به وسیله دوربین تهیه شد. پس از حذف قسمت‌های اضافی تصاویر و پرداخت تصویر توسط نرم‌افزار Photoshop نسخه CS۶ تصاویر وارد نرم‌افزار GSA Image Analyser نسخه ۳-۹-۴ شد. این نرم‌افزار بر اساس رنگ درز و شکاف‌ها، بین پیکسل‌های دارای شکاف و پیکسل‌های فاقد شکاف تفاوت قائل می‌شود (شکل ۱) و میزان درز و شکاف‌ها را به صورت درصد پیکسل دارای درز و شکاف به پیکسل کل ارائه می‌دهد. برای به دست آوردن طول تجمعی درز و شکاف و همچنین تراکم آن‌ها ابعاد تصاویر برای نرم‌افزار تعریف شد، سپس بر اساس ابعاد تصویر، طول درز و شکاف‌ها به وسیله نرم‌افزار محاسبه شد. تراکم درز و شکاف از نسبت طول درز و شکاف‌ها به مساحت تصویر به دست آمد.



شکل ۱- نمایی از آنالیز تصاویر درز و شکاف در خاک رسی توسط نرم‌افزار GSA Image Analyser

نتایج و بحث

نتایج مربوط به تجزیه فیزیکی خاک‌ها در جدول ۱ ارائه شده است. بر اساس نتایج، کمترین مقادیر ضریب انبساط‌پذیری خطی در خاک لوم‌رس شنی (۰/۱۰) و بیشترین آن در خاک رسی (۰/۰۶) مشاهده شد. علت این موضوع می‌تواند مقادیر بالاتر رس و همچنین حضور رس‌های ۲:۱ باشد. مهمترین خصوصیات خاک که در ارتباط با پتانسیل انقباض و انبساط می‌باشند شامل؛ مقادیر رس ریز و کل و کانی‌شناسی است (Kuhn and Bryan, ۲۰۰۴). بر اساس طبقه‌بندی سازمان حفاظت خاک آمریکا (SCS) خاک رسی و لومی جزء کلاس خاک‌های با انبساط پذیری متوسط (۰/۰۳-۰/۰۶) و در عین حال خاک لوم رس شنی جزء کلاس خاک‌های با انبساط پذیری کم (۰/۰۳) شناخته شدند. در بسیاری از مطالعات رابطه‌ی قوی و مثبتی بین مقادیر رس خاک و ضریب انبساط پذیری خاک مشاهده شده است (Wilding and Tessier, ۱۹۹۸; Reeve et al., ۱۹۸۰). با این حال در مطالعه یولی و ریچی (۱۹۸۰) و گری و الپورک (۲۰۰۲) رابطه‌ای بین مقادیر رس خاک و پتانسیل انقباض و انقباض مشاهده نشد. این موضوع می‌تواند به دلیل کانی‌شناسی متفاوت رس در خاک‌ها باشد (Kuhn and Bryan, ۲۰۰۴).

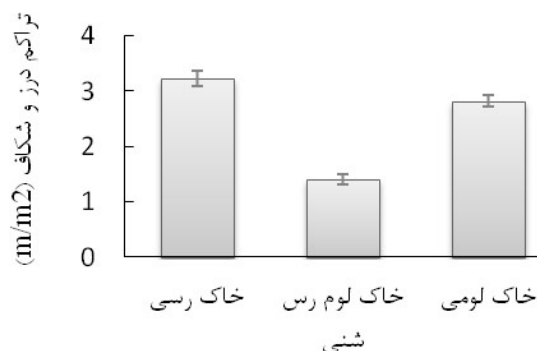
جدول ۱- برخی ویژگی‌هایی فیزیکی خاک‌های مورد مطالعه



چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

نسبته پذیري خطي (%)	رس (%)	سيلت (%)	شن (%)	
۰۶/۰	۱۵/۵۱	۴۰/۳۰	۴۵/۱۸	رسی
۰۵/۰	۱۶/۲۶	۴۰/۳۶	۴۴/۳۷	لومی
۰۱/۰	۴۷/۲۳	۲۶/۲۱	۳۲/۵۰	لوم رس شنی

بر اساس نتایج، کمترین مقادیر تراکم درز و شکاف در خاک لوم رس شنی (۴۰/۱ متر بر متر مربع) و بیشترین آن در خاک رسی (۲۲/۳ متر بر متر مربع) مشاهده شد. معمولاً برای بیان ظرفیت انقباض و انبساط خاک از ضریب انبساطپذیری خطی خاک استفاده می‌شود (McCormack and Wilding, ۱۹۷۵). در بافت‌های مورد مطالعه با افزایش ضریب انبساطپذیری تراکم درز و شکاف در سطح خاک افزایش یافت این یافته مطابق با نتایج تکلا و لاسکنو (۲۰۱۲) است (شکل ۲).



شکل ۲- تراکم درز و شکاف در سه خاک رس، لوم رس شنی و لومی

منابع

ساعدی، ا.، قربانی دشتکی، ش.، خلیلی مقدم، ب.، خداوردی‌لو، ح. و مرادی، ف. ۱۳۹۳. ارزیابی برخی مدل‌های انقباض در خاک‌های آماس‌پذیری در دشت زرين استان چهارمحال و بختیاری، مجله پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب). جلد ۲۸ سری الف شماره ۱، صفحات ۱۸۹-۱۹۶

- Amidu, S.A. and Dunbar, J. A. ۲۰۰۷ Geoelectric Studies of Seasonal Wetting and Drying of a Texas Vertisol. *Vadose Zone Journal*. ۶: ۵۱۱-۵۲۳.
- Dasog G.S. Acton D.F. Mermut A.R. and De Jong E. ۱۹۸۸. Shrink-swell potential and cracking in clay soils of Saskatchewan. *Canadian Journal of Soil Science* ۶۸:۲۵۱-۲۶۰.
- Gray, C.W. and Allbrook, R. ۲۰۰۲. Relationships between Shrinkage Indices and Soil Properties in Some New Zealand soils. *Geoderma*, Vol. ۱۰۸(۳-۴): ۲۸۷-۲۹۹.
- Hillel, D. ۱۹۹۸. *Environmental soil physics*. Academic Press, San Diego.
- Kishné, S.Z., Morgan, C.L.S., Ge, Y. and Miller, W.L. ۲۰۱۰. Antecedent Soil Moisture Affecting Surface Cracking of a Vertisol in Field Conditions. *Geoderma*. ۱۵۷(۳-۴): ۱۰۹-۱۱۷.
- Kuhn, N.J and Bryan, R.B. ۲۰۰۴. Incorporating rainfall and drying sequences into erodibility assessment. ISCO ۲۰۰۴ - ۱۳th International Soil Conservation Organisation Conference - Brisbane, July ۲۰۰۴.
- McCormack, D. E. and Wilding, L.P. ۱۹۷۵. Soil Properties Influencing Swelling in Canfield and Geeburg Soils. *Soil Science Society of American Journal*. ۳۹(۳): ۴۹۶-۵۰۲.
- Penga, X., Horna, R., Petha, S. and Smuckerb, A. ۲۰۰۶. Quantification of soil shrinkage in ۲D by digital image processing of soil surface. *Soil and Tillage Research*. ۹۱(۱-۲): ۱۷۳-۱۸۰.
- Peron, H., Hueckel, T., Laloui, L. and Hu, L.B. ۲۰۱۲. Formation of drying crack patterns in soils: a deterministic approach. *Acta Geotechnica*. DOI ۱۰.۱۰۰۷/s۱۱۴۴۰-۰۱۲-۰۱۸۴-۵.



- Reeve, M. J., Hall, D.G.M. and Bullock, P. ۱۹۸۰. The Effect of Soil Composition and Environmental Factors on the Shrinkage of Some Clayey British Soils," *European Journal of Soil Science*. ۳۱(۳) ۴۲۹-۴۴۲.
- Takele, M.D. and Lascano, R.J. ۲۰۱۲. Review Paper: Challenges and Limitations in Studying the Shrink-Swell and Crack Dynamics of Vertisol Soils *Open Journal of Soil Science*. ۲: ۸۲-۹۰.
- Tripathy S. Subba Rao K.S. and Fredlund D G. ۲۰۰۲. Water content-void ratio swell-shrink paths of compacted expansive soils. *Canadian Geotechnical Journal* ۳۹:۹۳۸-۹۵۹.
- Wilding, L.P. and Tessier, D. ۱۹۹۸. Genesis of Vertisols: Shrink-Swell Phenomena. In: L. P. Wilding and R. Puentes, Eds., *Vertisols: Their Distribution, Properties, Classification, and Management*, Texas A&M University Printing Center, College Station. ۵۵-۷۹.
- Yule, D.F. and Ritchie, J.T. ۱۹۸۰. Soil Shrinkage Relationships of Texas Vertisols: I. Small Cores," *Soil Science Society of American Journal*. ۴۴(۶): ۱۲۸۵-۱۲۹۱.

Abstract

The characteristics of cracks have an important role in water and air permeability of the soil. So, there is need to calculate the rate of cracks on the soil surface. Different crack characteristics particularly density, depth and continuity can affect on the soil hydrological behavior. Several methods are usually applied to evaluate crack density. Some of these methods are manual measurement, image analysis, and tomography. In this study, crack density was determined in three soils (clay, sandy clay loam, and loam) using the GSA Image Analyser software. Based on the results, the lowest crack density was observed in sandy clay loam ($۱.۴۰ \text{ g m}^{-۲}$) while clay appeared the highest value ($۳.۲۲ \text{ g m}^{-۲}$) which can be due its high coefficient of linear extensibility