محور مقاله: پیدایش و رده‌بندی خاک

تنوع خاک در واحدهای مختلف ژئومرفولوژیک در منطقه هشترود استان آذربایجان شرقی

حمیدرضا ممتاز [۱*]، مسلم ثروتی [۲]، سارا مرادی ثانی [۳]

[۱] دانشیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

[۲] استادیار مرکز آموزش عالی شهید باکری میاندوآب، دانشگاه ارومیه

[۳] دانش آموخته کارشناسی گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

چکیده

هدف از این تحقیق بررسی تنوع خاک براساس دو سامانه رده‌بندی آمریکایی (ST) و مرجع جهانی (WRB) در واحدهای مختلف ژئومورفولوژیک (پدیمنت، دشت دامنه‌ای، دشت آبرفتی و دشت سیلابی) می‌باشد. برای این منظور ۲۱ خاکرخ در واحدهای مختلف حفر، تشریح و نمونه‌برداری شدند. پس از انجام آزمایشات فیزیکی و شیمیایی، خاکرخ‌ها بر اساس دو سیستم ST و WRB رده‌بندی شدند. محاسبه شاخص‌های تنوع خاک با در نظر گرفتن تعداد خاکرخ‌ها و مساحت هر واحد خاک در هر دوسیستم رده‌بندی انجام شد. نتایج موید این مطلب است که در هر دو سامانه شاخص‌های تنوع از پدیمنت به طرف دشت آبرفتی افزایش (۱، ۴، ۵) و دوباره به طرف دشت سیلابی (۲) کاهش می‌یابد. شاخص تنوع بر مبنای تعداد خاکرخ‌ها نسبت به شاخص تنوع بر مبنای مساحت واحدهای خاک مقادیر بیشتری را به خود اختصاص داد. بر مبنای نتایج تحقیق فوق می‌توان چنین اظهار نظر نمود که سامانه آمریکایی نسبت به جهانی تنوع خاک‌ها را بهتر نشان می‌دهد، به‌طوری‌که کاربرد آن همراه با شاخص‌های تنوع و غنای بالاتری می‌باشد. در واقع سامانه ST در تشخیص میزان تنوع، پراکندگی و تکامل خاک‌ها کارایی بیشتری دارد.

کلمات کلیدی: شاخص تنوع، غنای خاک، واحدهای خاک

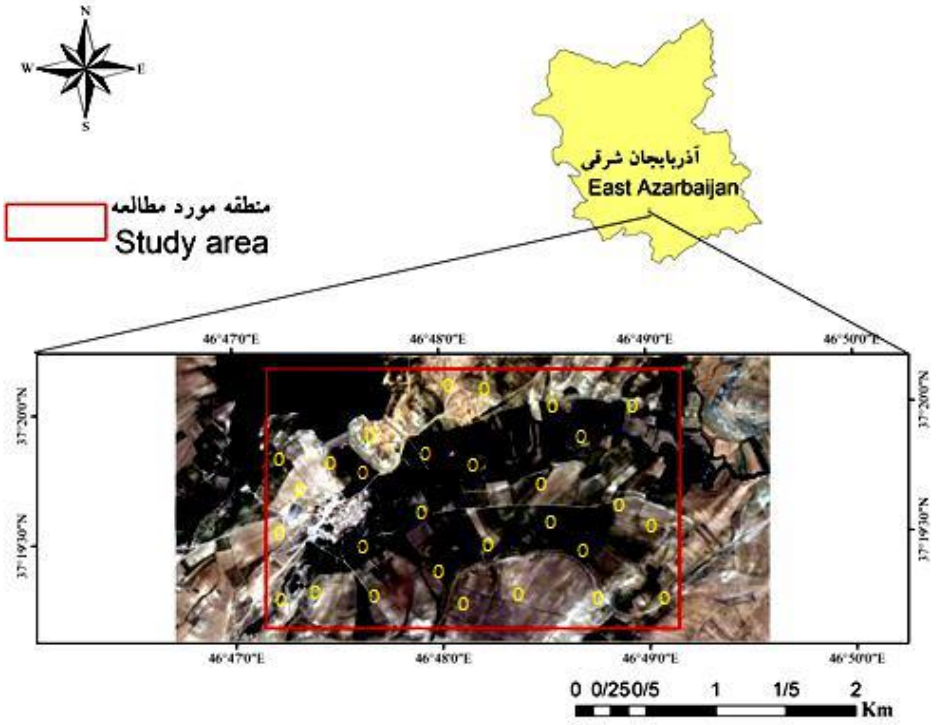
مقدمه

محاسبه تنوع یکی از فنونی است که در مطالعات بوم‌شناسی کاربرد دارد (O'Neill و همکاران ۱۹۸۸) و در دهه‌های اخیر در زمینه علوم خاک مورد توجه قرار گرفته است. MC Bratney (۱۹۹۲) تنوع خاک را مقیاسی در راستای اندازه‌گیری تغییرپذیری خاک‌ها عنوان نمودند که معمولاً از وضعیت خاک در سطوح مختلف رده‌بندی خاک استفاده می‌کند. روش‌های مختلفی برای بررسی تنوع‌های رده‌بندی خاک، کاربردی خاک و ویژگی‌های خاک ارائه شده است (Mc Bratney, 1995). در این راستا شاخص تنوع شانون و یکنواختی و غنا اطلاعات قابل توجهی از تنوع ارائه می‌دهد (Ibanez و همکاران ۱۹۹۵). از طرفی زمین‌نما ترکیب خاک‌هایی با اندازه، شکل و ترتیب قرارگیری متفاوت بوده و تحت تأثیر مداوم اتفاقات طبیعی و فعالیت‌های بشری است (Turner and Gardner, 1991). همچنین وابستگی خاک به فاکتورهای چندگانه باعث تنوع بالایی در خاک‌ها شده است. سیستم رده-بندی وسیله‌ای برای نمایش تنوع خاک بوده که از رایج‌ترین آنها می‌توان به سیستم جامع آمریکایی و طبقه‌بندی جهانی اشاره کرد. Guo و همکاران (۲۰۰۳) نشان دادند که با اینکه سطوح رده‌بندی از سطح رده تا سری خاک کاهش می‌یابد، شاخص شانون به دلیل افزایش غنای تاکساها افزایش می‌یابد. همچنین رابطه به دست آمده بین تعداد تاکسا و مساحت یک رابطه نمایی بوده که با کاهش سطوح رده‌بندی افزایش یافته و با افزایش مساحت تعداد تاکسای خاک افزایش می‌یابد. Saldana و Ibanez (۲۰۰۷) با طبقه‌بندی خاک‌ها در سامانه جامع آمریکایی فراوانی و شاخص تنوع شانون را محاسبه و گزارش نمودند که تنوع رده‌بندی خاک با گذر زمان در سطوح بالای رده‌بندی افزایش می‌یابد. Minasny و همکاران (۲۰۱۰) با استفاده از نقشه‌های پایه FAO و سامانه مرجع جهانی (WRB) تنوع خاک را برای خاک‌های دنیا محاسبه نمودند. نتایج موید این مطلب است در مناطق با محدودیت‌های شدید دمایی و بارندگی، با نقشه‌برداری دقیق تنوع خاک بیشتر می‌شود، لذا تنوع خاک در یک منطقه به دقت مطالعات بستگی دارد. با این حال Peterson و همکاران (۲۰۱۰) با مطالعه تنوع رده‌بندی خاک در سطوح مربعی در مناطق خشک آفریقای جنوبی نشان دادند که امکان بررسی‌های تنوع خاک در وسعت کم هم وجود دارد. در این مطالعه کمترین تنوع در تپه‌های شنی مناطق کاوانگو و کالاهاری گزارش شد. با توجه به اهمیت شناسایی و میزان تنوع خاک در مدیریت خاک و ارتباط آن با سطوح ژئومورفولوژیک، در این تحقیق تنوع رده‌بندی خاک در واحدهای مختلف ژئومورفولوژیک بر اساس دو سامانه رده‌بندی ST و WRB در منطقه هشترود مورد مطالعه قرار گرفت.

* ایمیل نویسنده مسئول: h.momtaz@urmia.ac.ir

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه به وسعت ۵۵۰ هکتار در شهرستان هشترود، جنوب استان آذربایجان شرقی واقع شده است. از نظر موقعیت جغرافیایی منطقه مطالعاتی بین ۳۷ درجه و ۱۹ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۲۰ دقیقه عرض شمالی و ۴۶ درجه و ۴۷ دقیقه تا ۴۶ درجه و ۴۹ دقیقه طول شرقی قرار دارد. متوسط بارندگی سالیانه ۳۰۸ میلی‌متر و متوسط دمای سالیانه ۱۲/۹ درجه سلسیوس بوده و رژیم رطوبتی و حرارتی خاک‌ها بر اساس نرم افزار نیوهال (Newhall and Berdanier, 1996) به‌ترتیب زریک و مزیک می‌باشد. به‌منظور تشخیص و جداسازی واحدهای مختلف ژئومورفولوژیک از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۰۰۰۰ و نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ در محیط ArcGIS نسخه ۱۰,۲ استفاده شد و چهار واحد عمده شامل پدیمنت، دشت دامنه‌ای، دشت آبرفتی و دشت سیلابی در منطقه شناسایی شد. برای مطالعه تنوع رده‌بندی خاک، ۲۹ خاکرخ (شکل ۱) حفر و طبق روش استاندارد (Schoenberger و همکاران ۲۰۱۲) تشریح شد.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه به همراه خاکرخ‌ها

به‌منظور تعیین ویژگی‌ها و رده‌بندی خاکرخ‌ها، بافت خاک به روش هیدرومتر (Gee and Bauder, 1986)، pH گل اشباع (Mclean, 1982) و هدایت الکتریکی عصاره گل اشباع (ECe) (Roades, 1990)، ظرفیت تبادل کاتیونی توسط روش استات سدیم (Bower 1952)، کربنات کلسیم معادل با روش تیتراسیون معکوس با اسیدکلریدریک (Richardes 1954) و کربن آلی به روش والکلی-بلک اصلاح‌شده (Nelson and Sommers, 1986) اندازه‌گیری شد. رده‌بندی خاکرخ‌ها بر اساس کلید رده‌بندی جامع آمریکایی (USDA, 2014) و کلید رده‌بندی جامع جهانی (WRB) رده‌بندی شدند. شاخص‌های تنوع خاک در واحدهای مختلف ژئومرفیک محاسبه شد. مساحت هر تاکسا در یک واحد نقشه از طریق ضرب درصد جزئی هر تاکسا به مساحت واحد نقشه به‌دست آمد. مساحت کل هر تاکسا از جمع مساحت جزئی آن تاکسا در یک واحد نقشه تعیین و در نهایت مساحت تاکساها محاسبه شد. در این پژوهش از دو معیار غنا و شاخص تنوع به عنوان معیار تنوع خاک‌ها استفاده شد.

برای اندازه‌گیری شاخص تنوع از فراوانی نسبی خاک‌ها استفاده شد که معمول‌ترین شاخص تنوع شاخص شانون (H′) است (Shannon and Weaver, 1948) (رابطه ۱) و شاخص غالبیت او-نیل (O'Neill و همکاران، ۱۹۸۸) (رابطه ۲) نیز برای محاسبه غنا استفاده شد.

$$H' = -\sum_{i=1}^{n} P_i \times \ln(P_i) \quad (۱)$$

$$D = \ln(S) + \sum_{i}^{s} Pi + \ln(P_i) \quad (۲)$$

در این روابط (H′) شاخص شانون، D شاخص اونیل، S غنای تاکسا و pi نسبت (مساحت و یا تعداد) تاکسای iام می‌باشد.

نتایج و بحث

بر اساس ST در واحد پدیمنت و دشت سیلابی رده اینسپتی‌سول و انتی‌سول غالب هستند. علاوه بر انتی‌سول و اینسپتی‌سول، رده ورتی‌سول و آلفی‌سول در دشت آبرفتی و دشت دامنه‌ای رده غالب را دارا هستند. لذا غنای رده‌ها از پدیمنت تا دشت آبرفتی رو به افزایش بوده و به طرف دشت سیلابی کاهش می‌یابد. روند مشابهی در سطح زیررده مشاهده‌شد. فراوان‌ترین زیررده‌ها متعلق به زیررده زرپت در پدیمنت و چهار زیررده در سایر واحدها می‌باشد. در سطح گروه بزرگ شاخص غنا در همه واحدهای ژئومرفیک بیشتر از سطح زیررده بود. کلسی‌زرپت در پدیمنت و دشت آبرفتی غالب بود. تعداد زیرگروه‌ها در دشت آبرفتی مشابه سطح گروه بزرگ می‌باشد درحالی‌که در واحدهای دیگر غنای خاک‌ها افزایش یافته است.

در سیستم جهانی، غنای خاک‌ها در سطح گروه مرجع از واحد پدیمنت به طرف دشت آبرفتی افزایش یافته است و دارای شاخص غنای ۱ و واحد دشت آبرفتی دارای غنای ۵ می‌باشد. بدین ترتیب گروه‌های مرجع کمبی سول و کلسی سول بیشترین مقدار را در منطقه دارا می‌باشند. در سطح دوم طبقه‌بندی جهانی (ترکیب گروه‌های مرجع و توصیف‌گرها) شاخص غنا به جز در واحد پدیمنت، افزایش داشته است به‌طوری‌که در واحد دشت آبرفتی به ۷ رسیده است. شاخص شانون (H′) یا تنوع رده‌بندی خاک علاوه بر تعداد خاکرخ‌ها، سطح اشغال شده توسط هر تاکسا را نیز در نظر می‌گیرد. در هر دو سیستم طبقه‌بندی شاخص تنوع محاسبه‌شده بر مبنای تعداد خاکرخ مقادیر بالاتری نسبت به شاخص تنوع محاسبه‌شده بر مبنای مساحت اشغال شده توسط هر خاک (نوع خاک) دارد. شاخص تنوع بر مبنای نوع خاک در هر واحد ژئومورفولوژیک از سطح رده تا خانواده در سیستم آمریکایی و سطوح اول و دوم سیستم جهانی افزایش می‌یابد زیرا در محاسبه آن از شاخص غنا استفاده‌شده که خود از سطوح بالا به پایین طبقه‌بندی افزایش می‌یابد. طبق سیستم آمریکایی در سطح رده حداقل و حداکثر شاخص تنوع محاسبه‌شده به ترتیب متعلق به پدیمنت می‌باشد. در سطوح زیررده و زیرگروه این روند به سمت پدیمنت تغییر کرده و این واحد بالاترین شاخص تنوع را به خود اختصاص می‌دهد و در سطوح گروه بزرگ و خانواده واحد دشت آبرفتی بالاترین شاخص را دارا می‌باشد (جدول ۱).

شاخص غالبیت (D) در منطقه مورد مطالعه، بر اساس ST کوچک‌ترین شاخص غالبیت محاسبه‌شده مربوط به واحد پدیمنت در سطح رده است که نشانگر توزیع یکنواخت رده‌های خاک در این واحد می‌باشد. در مقابل بالاترین مقدار شاخص متعلق به دشت آبرفتی رده است.

جدول ۱- شاخص‌های تنوع و غنا در سیستم آمریکایی

واحد ژئومرفیک	تاکسا	S	H′1	Hmax1	*H′2	E	D
پدیمنت	رده	۱	۰/۵۶	۰/۷۹	۰/۶۵	۰/۹۲	۰/۱۴
دشت دامنه‌ای		۲	۰/۶۷	۰/۹۹	۰/۸۶	۰/۵۴	۰/۴۲
دشت آبرفتی		۴	۰/۷۵	۱/۱۷	۰/۹۹	۰/۰۹	۰/۷۳
پدیمنت	زیررده	۱	۰/۵۳	۰/۷۱	۰/۶۱	۰/۷۸	۰/۱۰
دشت دامنه‌ای		۳	۰/۷۷	۰/۹۸	۰/۸۴	۰/۴۴	۰/۳۶
دشت آبرفتی		۴	۰/۷۲	۱/۲۳	۱/۳۴	۰/۳۲	۰/۶۹
پدیمنت	گروه بزرگ	۲	۰/۹۵	۱/۱۳	۱/۱۴	۰/۸۹	۰/۰۹۸
دشت دامنه‌ای		۴	۰/۷۰	۱/۱۸	۰/۹۱	۰/۴۴	۰/۴۳
دشت آبرفتی		۵	۱/۱۱	۱/۷۳	۱/۶۸	۰/۵۵	۰/۴۰
پدیمنت	زیرگروه	۳	۰/۹۹	۱/۰۷	۱/۱۷	۰/۸۹	۰/۰۹۵
دشت دامنه‌ای		۵	۰/۸۴	۱/۳۶	۱/۳۵	۰/۵۵	۰/۵۶
دشت آبرفتی		۶	۱/۳	۱/۶۷	۱/۶۹	۰/۵۰	۰/۴۴
پدیمنت	خانواده	۳	۰/۹۹	۱/۱۰	۰/۹۸	۰/۸۶	۰/۱۲
دشت دامنه‌ای		۶	۱/۲۴	۱/۶۲	۱/۶۹	۰/۶۶	۰/۳۴
دشت آبرفتی		۷	۱/۹۳	۱/۹۸	۱/۶۳	۰/۷۳	۰/۱۲

S: غنا، H′1: شاخص شانون، Hmax1: شاخص تنوع ماکزیمم. *H′2: شاخص شانون بر حسب پروفیل‌ها، E: شاخص اسمیت، D: شاخص او-نیل.

نتیجه‌گیری

شاخص غنای خاک‌ها در سطح خانواده سامانه ST به مراتب بیش از شاخص غنای سطح توصیف‌گرها در سیستم جهانی است. این نتیجه بیانگر حساسیت سیستم آمریکایی در تشخیص تفاوت‌های موجود بین خاک‌ها است. اگر چه تعداد گروه‌های مرجع سیستم جهانی به مراتب بیش از تعداد رده‌های سامانه ST می‌باشد، با این حال این سامانه با دقت بیشتری خاک‌ها را تفکیک می‌نماید. همچنین سامانه جهانی قادر به تفکیک خاک‌های موجود در سطوح مختلف رده‌بندی نیست و در مقایسه با سیستم ST تعداد خاک شناسایی‌شده کمتر است. ناکارآمدی سامانه مذکور به دلیل استفاده از ویژگی‌های کلی و صحرایی است. همچنین سامانه جهانی تنها به‌عنوان یک هماهنگ‌کننده بوده و به عنوان چهارچوبی برای رده‌بندی خاک‌های دنیا محسوب می‌شود و بایستی رده‌بندی ملی به آن اضافه شود تا سطوح رده‌بندی آن از دو سطح فراتر باشد.

منابع

Bower, CA., Reitemeier ,RF., and Fireman, M. 1952. Exchangeable cation analysis of saline and alkali soils. Soil Science 73. 251-261.

Gee, W.G. and Bauder, J.W. 1986. Particle-size analysis. In Methods of Soil Analysis. Part I. ASA, SSSA, Madison, USA.

Guo, Y., Gong, P. and Amundson, R. 2003. Pedodiversity in the United States of America. Geoderma 117: 99–115.

Ibanez, J.J. and De-Alba, S. 2000.Pedodiversity and scaling laws: sharing Martin and Rey's opinion on the role of the Shannon index as a measure of diversity. Geoderma 98: 5–9.

McBratney, A.B. 1995. Pedodiversity. International Society of Soil Science Working Group on Pedometrics (PM). Sydney, Australia. Pp. 1-3.

McLean, E.O. 1982. Soil pH and Lime requirement. Pp. 199-224. In: Page AL, Miller RH and Keeney DR (eds). Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Micromorphological Properties. 2nd ed. Agron, Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.

Minasny, B., McBratney, A.B. and Hartemink, A.E. 2010. Global pedodiversity, taxonomic distance, and the World Reference Base.Geoderma 155: 32–139.

Nelson, D.W. and Sommers, L.E. 1986.Total carbon, organic carbon, and organic matter. In Methods of Soil Analysis.Part II. ASA, SSSA, Madison, USA.

Newhall, F., and Berdanier, C.R. 1996. Calculation of soil moisture regimes from the climatic record. Natural Resources Conversations Service, Soil Survey Investigation Report, 13p.

O'Neill, R.V., Krummel, J.R., Gardner, R.H., Sugihara, G., Jackson, B., Deangelis, D.L., Milne, B.T., Turner, M.G., Zygmunt, B., Christensen, S.W., Dale, V.H. and Graham, R.L. 1988. Indices of landscape pattern.Landscape Ecology 1: 153– 162.

Rhoades, J.D. 1982. Cation exchange capacity. Pp. 149-157. In: Page AL, Miller RH and Keeney DR (eds). Methods of Soil Analysis. Part 2. Agron. Monogr. 9, American Society of Agronomy, Madison, WI, USA.

Richards, L.A. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils.Handbook 60 USDA, US Gov. Print.Office, Washington, DC.

Saldana, A., and Ibanez. J.J. 2004. Pedodiversity analysis at largescales: an example of three fluvial terraces of the Henares River (Central Spain). Geomorphology 62: 123–138

Saldana A and Ibanez JJ, 2007. Pedodiversity, connectance and spatial variability of soil properties, what is the relationship? Ecological Modelling 208: 342-352.

Schoeneberger, P.J., Wysocki, D.A., Benham, E.C., and Broderson, W.D. 2012. Field Book for Describing and Sampling Soils. Natural Resources Conservation Service, USDA, National Soil Survey Center, Lincoln, NE, 295p.

Shannon, C.E., and Weaver, W. 1948.The Mathematical Theory of Communication. University of Illinois Press, Urbana.

Turner, M.G. and Gardner, R.H. 1991. Quantitative methods in landscape ecology: the analysis and interpretation of landscape heterogeneity. Springer-Verlag, New York.

USDA, 2014. Keys to Soil Taxonomy. Soil Survey Staff, USDA, 12th.

16th Iranian Soil Science Congress

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

Topic for submission: Soil Genesis and Classification

Soil variation in different geomorphologic units in the Hashtrud region, East Azerbaijan Province

Momtaz,[*1], H.R., Servati [2], M., Moradi Sani[3], S.

[1] Associate Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture, Urmia University, Iran
[2] Assistant Prof., Shahid Bakeri High Education Center of Miandoab, Urmia University, Iran
[3] B. Sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture, Urmia University, Iran

Abstract

This study aimed to investigate the degree of pedodiversity based on both USDA soil taxonomy (ST) and the World Reference Base for Soil Resources (WRB) in different geomorphological units (pediment, plain, alluvial plain and flood plain). For this purpose, 21 soil profiles were excavated, and described according to ST and WRB after their physico-chemical characteristics were measured. Pedodiversity indices measurements were performed considering the number of soil profiles and the area of each unit of soil in both classification systems. The results of this study indicate that in both systems, the heterogeneity indices increased from the pediment to the alluvial plain (1, 4, 5) and once again reduced moving toward Flood plain (2). Diversity index based on the number of soil profiles showed higher values than the diversity index based on the area of soil units. The result shows that the ST system outperforms WRB at showing heterogeneity of soils, as it is accompanied with higher diversity and richness indices. On the other word, the ST system appeared to be more effective in determining the heterogeneity, diversity and evolution of soils.

Keywords: Pedodiversity index, Soil richness, Soil units

[*] Corresponding author, Email: h.momtaz@urmia.ac.ir