

محور مقاله: پیدایش و رده‌بندی خاک

تحلیل فرآیندهای خاک‌سازی منطقه کلیبرچای سفلی با تکیه بر شاخص هاردن

حسین رضائی^{۱*}، علی‌اصغر جعفرزاده^۲، فرزین شهبازی^۳^۱ استادیار گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز^۲ استاد گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز^۳ دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

چکیده

بررسی اجزای شاخص‌های تکامل خاک می‌تواند نشان‌گر سیر تکامل خاک و نقش عوامل محیطی در آن باشد. بر این اساس رابطه اجزای شاخص تکامل خاک هاردن با مقدار آن در ۳۰ خاکرخ از منطقه کلیبرچای سفلی پس از رده‌بندی خاک‌ها و تعیین میزان شاخص، به‌منظور درک امکان روی دادن و اهمیت هر یک از فرآیندهای خاک‌سازی فعال در منطقه تحلیل شد. همبستگی بین مقدار هر ویژگی با مقدار شاخص محاسبه و نیز رگرسیون چندگانه گام به گام جهت تعیین ترتیب اهمیت آنها مورد استفاده قرار گرفت. چهار رده خاک انتی‌سول، اینسپیتی‌سول، مالی‌سول و آلفی‌سول با میزان تکامل متفاوت شناسایی شدند. به‌طور کلی با توجه به میزان همبستگی بین هر یک از اجزای شاخص تکامل خاک هاردن با مقدار شاخص و نیز تجزیه رگرسیون چندگانه گام به گام به ترتیب اجزای ساختمان، عمق خاک، پایداری خشک، پوشش رس و رنگین شدن از شاخص هاردن به‌عنوان مهمترین موارد مؤثر در مقدار شاخص هاردن شناخته شدند که بر این اساس می‌توان نتیجه گرفت که تشکیل ساختمان، توسعه عمقی و هوادیدگی، تجمع بقایای آلی و هوموسی شدن و نیز آب‌شویی و تجمع رس اصلی‌ترین فرآیندهای خاک‌سازی فعال در منطقه هستند که این امر می‌تواند در مدیریت آبی این ناحیه بر مبنای خاک مدنظر قرار گیرد.

کلمات کلیدی: ارسباران، تکامل خاک، خاک‌های جنگلی، رگرسیون

مقدمه

بررسی تکامل خاک از ضرورت‌های مدیریت منابع طبیعی می‌باشد، چرا که با نگاهی به سیر تکاملی گذشته خاک می‌تواند چشم‌اندازی از آینده خاک به‌عنوان یکی از مهمترین اجزای هر اکوسیستم ترسیم نماید. تکامل خاک حاصل برآیند عوامل محیطی است که تحت عنوان فاکتورهای خاک‌سازی در قالب اقلیم، موادمادری، پستی و بلندی، ارگانسیم‌ها و زمان شناخته می‌شوند (Jenny ۲۰۱۱). از آنجائی که تشکیل و تکامل هر خاکی وابسته به برهم‌کنش بین فاکتورهای خاک‌سازی طی فرآیندهای خاک‌سازی می‌باشد (Buol و همکاران ۲۰۱۱)، می‌توان از طریق تحلیل اجزای هر یک از شاخص‌های تکامل خاک که خود منتج و برگرفته از فاکتورها و فرآیندهای خاک‌سازی هستند تحلیلی بر سیر تکاملی خاک و در نتیجه مدیریت آبی آن داشت.

شاخص‌های تکامل خاک متفاوتی با توجه به شرایط محیطی برای بررسی انواع خاک‌ها در نواحی مختلف و با دیدگاه‌های تخصصی متنوع طراحی شده‌اند که استفاده از هر یک مستلزم شرایط به‌خصوصی است که به‌عنوان مثال می‌توان به شاخص تجمع رس در خاک‌های دارای افق Bt اشاره نمود (Levine و Ciolkosz ۱۹۸۳)، لیکن برخی از شاخص‌ها نیز با نگاهی کلی به خصوصیات خاک استفاده‌ای عمومی با پاسخی منطقی در غالب خاک‌ها نشان داده‌اند. شاخص تکامل خاک هاردن که بر پایه ویژگی‌های مرفولوژیکی خاک می‌باشد (Harden ۱۹۸۲ و Taylor ۱۹۸۳) از جمله شاخص‌هایی است که با توجه به اجزای خود چنین به‌نظر می‌رسد که در اکثر خاک‌ها پاسخی منطقی در کنار سهل الوصول بودن برای بررسی تکامل از خود نشان می‌دهد، چنانچه استفاده از آن در مطالعات اخیر نیز مورد اقبال واقع شده است (حسینی و همکاران ۱۳۹۴، رضائی و همکاران ۱۳۹۵، هوائی و همکاران ۱۳۹۷). بی‌شک همان‌گونه که در فوق نیز اشاره گردید تغییر در اجزای شاخص هاردن نیز همچون سایر موارد نتیجه وسعت روی دادن انواع فرآیندهای خاک‌سازی در نتیجه تأثیر فاکتورهای خاک‌سازی است که در این تحقیق نیز این امر مبنای نگاهی کلی بر امکان روی دادن انواع فرآیندهای خاک‌سازی بدون نیاز به بررسی‌های ژنتیکی پرهزینه و زمان‌بر خاک همچون کانی‌شناسی و میکرومرفولوژی قرار گرفته است تا سیمای کلی تحولات خاک در منطقه مورد مطالعه را با نیم نگاهی تخصصی ترسیم نماید.

مواد و روش‌ها

مطالعه در عرصه جنگلی با فیزیوگرافی کوهستان، میانگین درجه حرارت سالیانه ۱۲/۵۴ درجه سلسیوس و میانگین بارش سالیانه ۴۰۷/۱۳ میلی‌متر، اقلیم نیمه‌مرطوب معتدل و به‌ترتیب با رژیم حرارتی و رطوبتی خاک مزیک و زیریک در منطقه کلیبرچای سفلی از جنگل‌های ارسباران واقع در شمال استان آذربایجان شرقی در محدوده جغرافیایی ۳۸°۵۰ تا ۳۹°۰۵ عرض شمالی و ۴۶°۳۹ تا ۴۶°۵۲ طول شرقی انجام شد (شکل ۱). هر چند

زمین‌شناسی منطقه شامل مجموعه‌ای از سنگ‌های بستر آذرین و رسوبی می‌باشد، لیکن نقاط مطالعاتی بر روی نواحی با سنگ بستر رسوبی و خاک‌های برجا انتخاب شدند.



شکل ۱. موقعیت و نمایی از منطقه کلیبرچای سفلی در جنگل‌های ارسباران

پس از حفار، تشریح و نمونه‌برداری سی خاکرخ در شرایط محیطی مختلف مشتمل بر شرایط توپوگرافی و تیپ جنگل و سنگ بستر متفاوت از نوع رسوبی، تجزیه‌های مرسوم خاک‌ها طبق اصول استاندارد جمع‌بندی شده توسط مؤسسه تحقیقات خاک و آب کشور (۱۳۸۷) انجام شدند. با استناد به نتایج مطالعات صحرایی و آزمایشگاهی رده‌بندی خاک‌ها با استفاده از نسخه ۱۲ کلید رده‌بندی خاک در سیستم آمریکایی (۲۰۱۴) صورت گرفت. شاخص تکامل خاک هاردن که حاصل بررسی ویژگی‌های مرفولوژیکی افق‌های خاک مشتمل بر کلاس بافتی، شکل‌پذیری و چسبندگی، نوع و درجه توسعه ساختمان، پایداری خشک و مرطوب، پوشش‌های رسی، تیره رنگ شدن، روشن شدن رنگ و اسیدیته خاک می‌باشند طی روش ارائه شده توسط Harden (۱۹۸۲) و Harden و Taylor (۱۹۸۳) محاسبه می‌گردد. در این روش ویژگی مورد نظر در افق مورد مطالعه با وضعیت همان ویژگی در افق C مقایسه و به‌صورت کمی در آمده و پس از نرمال‌سازی، شاخص افق تعیین و در نهایت بر مبنای ضخامت هر افق شاخص تکامل خاکرخ تعیین می‌شود.

جهت تعیین مهمترین اجزای شاخص هاردن که منعکس کننده اهمیت فاکتورها و فرآیندهای خاک‌سازی دخیل در توسعه و تکامل خاک‌های منطقه بودند هم‌بستگی بین شاخص تکامل بدست آمده با هریک از خصوصیات دخیل در تعیین آن بررسی و میزان همبستگی بالا دلیل بر تأثیر بیشتر آن عامل در میزان شاخص و به‌عبارتی اصلی‌ترین شاهد از فرآیندهای خاک‌سازی روی داده در منطقه در نظر گرفته شد. همچنین رگرسیون چندگانه گام به گام نیز جهت تعیین اهمیت هر یک از اجزا و تحلیل‌های بیشتر با استفاده از نسخه ۱۸ نرم‌افزار SPSS به‌کار برده شد.

نتایج و بحث

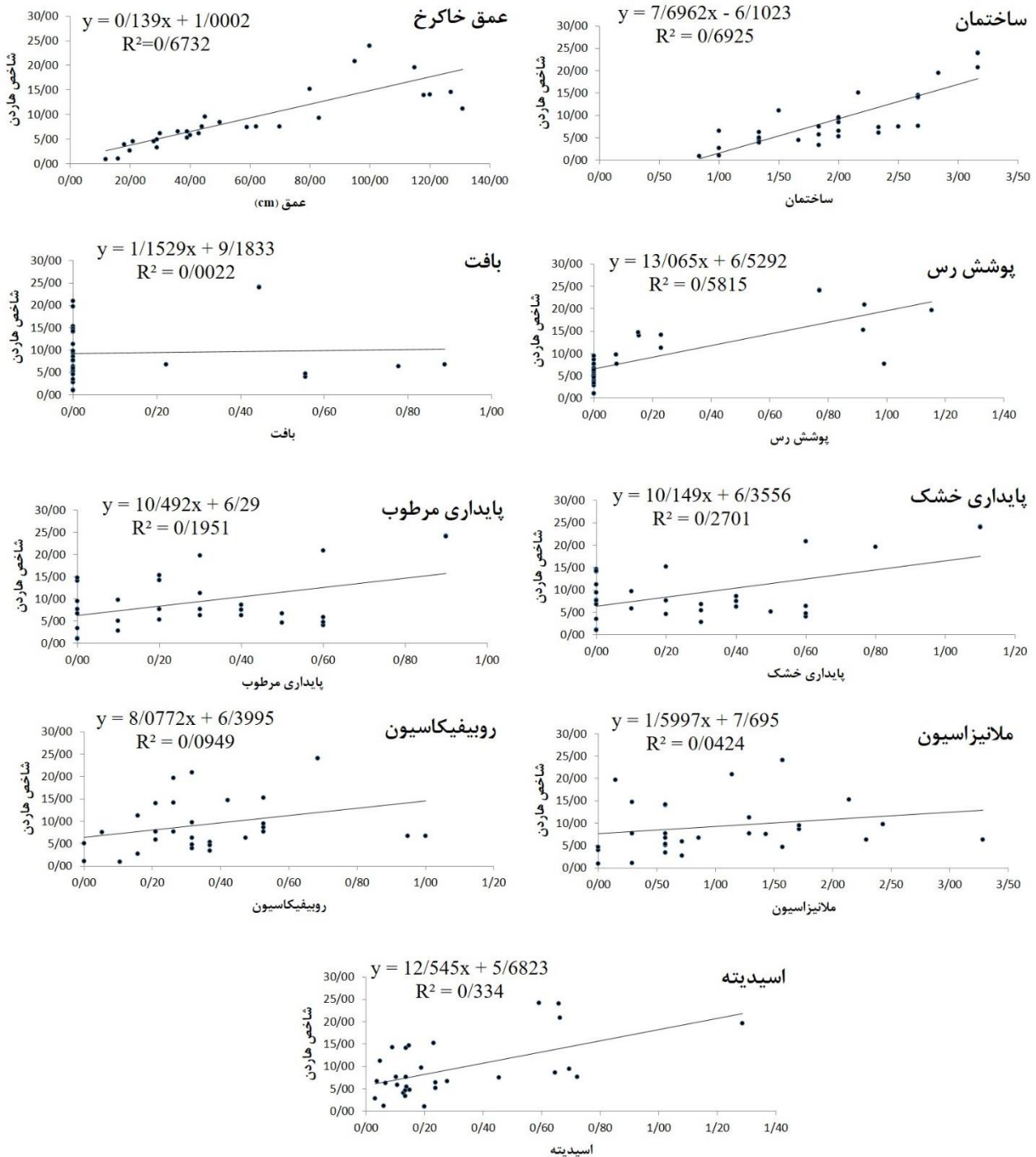
رده‌بندی خاک‌های منطقه بیان‌گر چهار رده خاک انتی‌سول، اینسپتی‌سول، مالی‌سول و آلفی‌سول با خانواده‌های مختلف بود که تحت شرایط محیطی مختلف و تحت تأثیر شدت‌های متفاوت از اثر فاکتورهای خاک‌سازی تشکیل شده‌اند. نوع و شدت فرآیندهای خاک‌سازی دخیل در تشکیل این خاک‌ها موجب درجه‌های متفاوتی از تکامل شده است به‌نحوی که کمترین مقدار برای انتی‌سول‌ها از و بیشترین مقدار آن متعلق به آلفی‌سول‌ها می‌باشد. توزیع شاخص هاردن به تفکیک رده‌های خاک موجود در منطقه در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- توزیع مقادیر شاخص هاردن در رده‌های خاک موجود در منطقه

رده‌های خاک	انتی‌سول	اینسپتی‌سول	مالی‌سول	آلفی‌سول
مقادیر شاخص هاردن	۰/۴-۹۷/۷	۵/۹-۰۸/۳۹	۷/۱۱-۵۱/۲۴	۱۴/۰۴-۲۴/۱۲

هر چند به‌طور کلی مقادیر شاخص هاردن مطابق با منطق رده‌بندی خاک‌ها سیر تکاملی را از انتی‌سول به آلفی‌سول نشان می‌دهد، لیکن در مواردی همچون بازه مشترک شاخص هاردن برای خاک‌های اینسپتی‌سول و مالی‌سول چنین استنباط می‌شود که مالی‌سول‌های موجود در منطقه از نوع ساده و تپیک هستند در حالی که مواردی از اینسپتی‌سول‌های با تکامل بالاتر نیز در منطقه حضور دارند. این امر می‌تواند مبین این نکته نیز باشد که در میزان تکامل خاک‌ها علاوه بر تنوع فرآیندهای خاک‌سازی شدت روی دادن آنها نیز مهم است.

نتایج بررسی همبستگی بین هر یک از اجزای شاخص تکامل خاک هاردن با میزان شاخص در شکل ۲ نشان داده شده است که بر اساس آن، میزان همبستگی به ترتیب برای اجزای ساختمان، عمق خاکرخ، پوشش رس، اسیدیته، پایداری مرطوب، روبیفیکاسیون، ملانیزاسیون، پایداری خشک و بافت با مقدار نهایی شاخص هاردن برای هر خاکرخ می‌باشد.



شکل ۲. همبستگی امتیازهای اجزای شاخص هاردن با مقدار شاخص

به منظور درک بیشتر از اهمیت اجزای شاخص هاردن و به عبارتی اهمیت فرآیندهای خاک‌سازی روی داده که منجر به این مقادیر از شاخص شده آنالیز رگرسیون چندگانه گام به گام صورت گرفت که نتایج آن پنج مدل بود که بیشترین مقدار ضریب تبیین تصحیح شده متعلق به مدلی با دخالت پنج جزء از اجزای دخیل در میزان شاخص هاردن با مقدار $0/942$ بود. اجزای دخیل به ترتیب اهمیت مشتمل بر ساختمان، عمق خاک، پایداری خشک، پوشش رس و رنگین شدن بودند. به بیان دیگر، براساس موارد مذکور در فوق $94/2$ درصد از میزان شاخص تکامل خاک‌ها توسط پنج مؤلفه یاد شده تحت تأثیر بوده است و سایر اجزای موجود نقش کمی در مقدار شاخص داشته‌اند. مدل رگرسیونی نهایی ارائه شده براساس پنج جزء مهم مشخص شده، به صورت رابطه ۱ می‌باشد که حکایت از همسویی معنی‌دار هر یک از اجزا با شاخص تکامل خاک دارد، بدین معنی که افزایش مقدار هر یک از شاخص‌ها که خود نتیجه فرآیندهای خاک‌سازی به‌خصوصی می‌باشند منجر به افزایش تکامل خاک شده است.

$$\text{رابطه ۱} \quad y = 0.92a + 2.038b + 5.8c + 2.995e + 2.958f - 3.699$$

در این رابطه a عمق خاک، b ساختمان خاک، c پایداری خشک خاکدانه‌ها، e پوشش رس و f رنگین شدن می‌باشند. با توجه به این نکته که هر یک از اجزای دخیل در مقدار شاخص هاردن خود نتیجه روی دادن یک یا چند فرآیند خاک‌سازی هستند می‌توان مهمترین فرآیندهای فعال در تکامل خاک‌های منطقه را با استناد به ترتیب اهمیت اجزای یاد شده استنتاج نمود. بر این اساس ساختمان و عمق خاک دو جزء از شاخص هاردن بودند که بیشترین اهمیت را داشته‌اند که خود نتیجه فرآیندهای خاک‌سازی ابتدایی همچون هواپدگی و تشکیل ساختمان هستند (Buol و همکاران ۲۰۱۱). بنابراین تشکیل ساختمان و توسعه عمقی به‌عنوان مهمترین فرآیندهای خاک‌سازی فعال در منطقه شناخته شدند و از این امر می‌توان به جوان بودن خاک‌ها و یا به تعلق داشتن آنها به گروه‌های تیپیک از هر رده خاک پی برد (Fanning و Fanning ۱۹۸۹). اهمیت ساختمان در کنار سومین فاکتور مهم در میزان شاخص هاردن یعنی پایداری خشک خاکدانه‌ها حکایت از حضور مواد سیمانی‌کننده به مقدار کافی در خاک دارد که علت آن در حضور مقدار بالای مواد آلی ناشی از پوشش گیاهی جنگلی است (Fisher و Binkley ۲۰۱۳). از این رو فرآیندهای دخیل در تجزیه بقایای آلی و ترکیب آنها با بخش معدنی همچون تجمع ماده آلی و هوموسی شدن در درجه بعدی از اهمیت فرآیندهای خاک‌سازی فعال در منطقه قرار دارند. مشاهده پوشش‌های رس در برخی خاک‌ها و همبستگی بالای آن با مقدار شاخص هاردن اشاره به اهمیت فرآیند آب‌شویی و تجمع رس به‌عنوان یکی از مهمترین فرآیندهای خاک‌سازی فعال منطقه در تشکیل نوع به‌خصوصی از خاک‌ها دارد. رنگین شدن که پنجمین جزء مهم از مدل رگرسیونی پیشنهادی برای تعیین اهمیت اجزای دخیل در شاخص هاردن است نتیجه مخلوط شدن مواد آلی و معدنی موجود می‌باشد که طی فرآیندی همچون هوموسی شدن و موارد مشابه حاصل شده است. به‌طور کلی با توجه به آنچه بحث شد تشکیل ساختمان، توسعه عمقی و هواپدگی، تجمع بقایای آلی و هوموسی شدن و نیز آب‌شویی و تجمع رس اصلی‌ترین فرآیندهای خاک‌سازی فعال در منطقه، در کنار سایر فرآیندها که با شدت کمتر در حال روی دادن در منطقه بودند، هستند که مشاهده متواتر افق‌های مشخصه کمبیک، مالیک و آرجیلیک در خاک‌های مطالعه شده نیز تأیید کننده این امر است.

نتیجه‌گیری

با توجه به درجه تأثیر اجزای ساختمان، عمق خاک، پایداری خشک، پوشش رس و رنگین شدن از شاخص هاردن در مقدار نهایی آن در منطقه، تشکیل ساختمان، توسعه عمقی و هواپدگی، تجمع بقایای آلی و هوموسی شدن و نیز آب‌شویی و تجمع رس اصلی‌ترین فرآیندهای خاک‌سازی فعال در منطقه شناخته شدند که رؤیت افق‌های مشخصه مرتبط با روی دادن این فرآیندها در خاک‌های مطالعه شده تأیید کننده یافته‌های این تحقیق است. هر چند فرآیندهای ذکر شده انواع غالب فعال در منطقه بوده‌اند لیکن نمی‌توان از روی دادن احتمالی سایر فرآیندها در منطقه چشم‌پوشی نمود. نکته دیگر در استفاده از شاخص هاردن برای جدایش خاک‌ها بود که حتی در مواردی که خاک‌ها رده‌بندی یکسانی داشتند با توجه به مقدار کمی خود شدت‌های متفاوت از روی دادن انواع فرآیندها در خاک‌های مشابه را نشان می‌داد. در نهایت آنچه از این بحث برمی‌آید معرفی فرآیندهای خاک‌سازی غالب در منطقه بود که عمده تحولات خاک‌های منطقه را در اختیار دارند و توجه به تغییرات آتی آنها می‌تواند چشم اندازی مفید برای مدیریت این منطقه بر مبنای تحولات خاک داشته باشد.



منابع

- حسینی، س.ا.، اسفندیاریپور بروجنی، ع.، فرپور، م.ح. و کریمی، ع.ر. ۱۳۹۴. مقایسه شاخص‌های مختلف تکامل خاک در برش طولی کرمان- بافت. نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار، ۵ (۲)، ۱-۲۳.
- رضائی، ح.، جعفرزاده، ع.ا.، علیجان‌پور، ا.، شهبازی، ف. و ولیزاده، خ. ۱۳۹۵. تکامل ژنتیکی خاک‌های جنگلی ارسباران در امتداد یک نیمرخ ارتفاعی زیرحوضه کلیبرچای سفلی. نشریه دانش آب و خاک، ۲۶ (۴-۱)، ۱۶۶-۱۵۱.
- مؤسسه تحقیقات آب و خاک. ۱۳۸۷. دستورالعمل تجزیه‌های آزمایشگاهی نمونه‌های آب و خاک. وزارت جهاد کشاورزی، مؤسسه تحقیقات آب و خاک، نشریه شماره ۴۶۷.
- هوائی، ش.، کمالی، ا.، تومانیان، ن. و مصدقی م.ر. ۱۳۹۷. ارزیابی ترانس‌های مسیر کنونی رودخانه زاینده‌رود با استفاده از شاخص تکامل خاکرخ هاردن (PDI). نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، ۲۵ (۲)، ۱-۲۳.
- Buol, S.W., Southard, R.J., Graham, R.C. and McDaniel, P.A. 2011. Soil Genesis and Classification. Wiley, Oxford, UK.
- Binkley, D. and Fisher, R.F. 2013. Ecology and Management of Forest Soil. John Wiley and Sons, New York.
- Fanning, D.S. and Fanning, M.C.B. 1989. Soil: Morphology, Genesis, and Classification. John Wiley and Sons, New York.
- Harden, J.W. 1982. A quantitative index of soil development from field description: examples from a chronosequence in central California. Geoderma, 28, 1-28.
- Harden, J.W. and Taylor, E.M. 1983. A quantitative comparison of soil development in four climatic regimes. Quaternary Research, 20, 342-359.
- Jenny, H. 2011. Factors of Soil Formation-A System of Quantitative Pedology. Dover, New York.
- Levine, E.R. and Ciolkosz, E.J. 1983. Soil development in till of various ages in northeast Pennsylvania. Quaternary International, 19, 85-99.
- Soil Survey Staff. 2014. Keys to Soil Taxonomy (12th ed.). United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, Soil Survey Staff, Washington, DC.



16th Iranian Soil Science Congress

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



Topic for submission: Soil Genesis and Classification

Assessing of soil forming factors by Harden index in Kaleybar Chai Sofla region

Rezaei^{*}, H., Jafarzadeh², A.A., Shahbazi³, F.

¹ Assistant Prof., Department of Soil Science and Engineering, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran

² Prof., Department of Soil Science and Engineering, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran

³ Associate Prof., Department of Soil Science and Engineering, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran

Abstract

Soil evolution trend and the effects of environmental factors on it can be achieved from assessing of soil evolution indicators components. According to this fact, the relation between the components of the Harden's soil evolution index and its rate were calculated after classification of 30 soil profiles in Kaleybar Chai Sofla region to understand the importance and chance of occurrences of soil forming processes which are active in the study area. Correlations between the degrees of each attribute with the index rate were calculated and multiple stepwise regression approach was used to determine the order of their importance. Four soil orders of Entisols, Inceptisols, Mollisols and Alfisols were identified with different evolution rate. Generally, according to correlation between Harden index rate with its components degree and multiple stepwise regression, structure, soil depth, dry consistence and rubification identified as the important elements that effect on Harden index rate respectively. Therefore it can be concluded that structure formation, weathering, development of soil depth, littering, humification and lessivage are the main soil forming processes which are active in the study region that this fact can be considered to feature management region based on soil information.

Keywords: Arasbaran, Forestry soil, Regression, Soil evolution

* Corresponding author, Email: hosseinrezaei@tabrizu.ac.ir