Archive of SID

نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار
جلد هشتم، شماره اول، ۱۳۹۷
http://ejsms.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/ejsms.2017.12547.1709

تأثیر عوامل محیطی و خاکساز بر تنوع خاک‌های مناطق کرمان و لاله‌زار

سمیرا کشتکار[۱]، *اعظم جعفری[۲] و محمدهادی فرپور[۳]

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه علوم خاک، دانشگاه شهید باهنر کرمان، [۲]استادیار گروه علوم خاک، دانشگاه شهیدباهنر کرمان، [۳]استاد گروه علوم خاک، دانشگاه شهید باهنر کرمان

تاریخ دریافت: ۹۶/۳/۳۰؛ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱/۲۱

چکیده

سابقه و هدف: مطالعه تنوع خاک منجر به افزایش آگاهی از شرایط و عوامل ایجادکننده تنوع در منطقه می‌گردد. در تکامل خاک، فرآیند توسعه خاک طی مسیرهای خاکسازی پیش‌رونده، مسیرهای خاکسازی کاهنده و عوامل، فرآیندها و شرایط برون‌زا و درون‌زا پیش می‌رود و درنتیجه خاک‌های متنوع ایجاد می‌شود. تأثیر و شدت عوامل بیرونی (محیطی) و درونی (فرآیندهای خاکسازی) بر تنوع خاک در محیط‌های مختلف، متفاوت است. این مطالعه سعی دارد کارایی شاخص‌های تنوع در بیان تنوع خاک در محیط‌های با عوامل بیرونی و درونی متفاوت را بررسی کند.

مواد و روش‌ها: در پژوهش حاضر، تفکیک لندفرم‌ها به‌وسیله نرم‌افزار Google Earth و بازدیدهای صحرایی انجام گرفت و در نهایت، ۲۳ خاکرخ حفر، تشریح و نمونه‌برداری شد. برخی خصوصیات خاک شامل pH، EC، CEC، گچ، کربنات کلسیم معادل، بافت و میزان مواد آلی اندازه‌گیری شد و با استفاده از رژیم حرارتی و رطوبتی مناطق مطالعاتی، خاک‌های منطقه به روش USDA (۲۰۱٤) طبقه‌بندی گردید. تفکیک دو منطقه کرمان و لاله‌زار، با استفاده از نقشه رقومی ارتفاع و خواص هیدرولوژی مناطق و با کمک گرفتن از نرم‌افزار ENVI و ARCMAP انجام گرفت. بر اساس شاخص دومارتن، شاخص گور و شاخص جاکارد، عدم شباهت عوامل خاکسازی اقلیم، توپوگرافی و مواد مادری در مناطق کرمان و لاله‌زار بررسی شد. برای تعیین تفرق رده‌بندی در دو منطقه مورد مطالعه، شاخص‌های غنا، یکنواختی، شانن و سیمپسون محاسبه گردید. در ادامه از آمار کلاسیک جهت مقایسه تفرق دو منطقه مورد مطالعه در یک حدود اطمینان مشخص استفاده شد. در نهایت با برقراری ارتباط بین تعداد نمونه و سطح اشکال اراضی، اهمیت نسبی منابع درونی و بیرونی در ایجاد تنوع خاک به‌دست آمد.

یافته‌ها: نتایج بیانگر حضور خاک‌های متفاوت و متنوع در دو منطقه بود. اختلاف فاحش عوامل خاکسازی اقلیم، توپوگرافی و مواد مادری منجر به حضور خاک‌های متفاوت در دو منطقه مطالعاتی شده است. در منطقه لاله‌زار خاک هیستوسول و مالی‌سول به‌طور موضعی تشکیل گردیده است. شاخص‌های تنوع خاک از سطح رده به فامیل خاک روند افزایشی نشان دادند. نتایج نشان داد تفرق خاک در هر دو منطقه مطالعاتی، براساس سلسله‌مراتب رده‌بندی در سیستم USDA افزایش می‌یابد. در لندفرم‌های مختلف، بیش‌ترین تنوع در دشت دامنه‌ای و در سطح فامیل مشاهده گردید. با وجود توانمندی دو شاخص سیمپسون و شانن در نمایش روند تنوع براساس سلسله‌مراتب طبقه‌بندی، شاخص

* مسئول مکاتبه: a.jafari@uk.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

سیمپسون نسبت به شاخص شانن از نظر آماری کارایی بیشتری داشت، به‌طوری‌که تفاوت شاخص تنوع سیمپسون در دو منطقه کرمان و لاله‌زار معنی‌دار گردید. نسبت $\frac{b_i}{b}$ در کرمان ۱/۲۵ و در لاله‌زار ۰/٤٦ به‌دست آمد که به‌ترتیب، نشان‌دهنده تأثیر بیش‌تر عوامل ذاتی و عوامل محیطی در تکامل خاک کرمان و لاله‌زار است.

نتیجه‌گیری: در مقیاس مکانی بزرگ تأثیر عوامل محیطی در تکامل خاک مشخص‌تر از عوامل درونی است و با کوچک کردن مقیاس مکانی به تأثیر عوامل درونی پی خواهیم برد. شاخص‌های تفرق در جهت نمایش تنوع خاک به‌صورت کمی، توانمند و فراهم آورنده اطلاعات مفیدی هستند که در جهت نقشه‌برداری خاک و مدیریت بهینه خاک قابل استفاده می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: لندفرم، شاخص‌های تنوع، عوامل درونی، عوامل محیطی

مقدمه

با مدیریت مسئولیت‌پذیر منابع خاکی، خاک نقش مهم و حیاتی در بقاء و رونق بسیاری از کشورها در دنیا بازی می‌کند (۲۱). مدیریت مؤثر خاک نیاز به درک مناسبی از چگونگی توزیع انواع خاک‌ها در زمین‌نما یا تغییرپذیری خاک‌ها دارد (۸). مطالعه تغییرپذیری خاک در مقیاس‌های متعدد، در راستای مدل‌سازی و پیشگویی رفتار خاک مفید است (۱۹). با توجه به گرایش مطالعات محیطی از یک حالت کیفی و ذهنی به حالت کمّی، برای بیان تغییرپذیری خاک‌ها می‌توان از شاخص‌های تنوع استفاده کرد. شاخص‌های تفرق و مدل‌های توزیع فراوانی، ابزاری آماری در جهت تجزیه و تحلیل قواعد ذاتی اجزاء مختلف محیطی می‌باشد (۳). ایبانز و همکاران (۱۹۹۵ و ۱۹۹۸) برای اولین بار از شاخص‌های تنوع اکولوژیکی به‌عنوان معیارهای اندازه‌گیری تفرق خاک استفاده کردند (۸ و ۹). تفرق خاک، مفهومی متفاوت برای کمّی کردن تغییرپذیری خاک می‌باشد (١٦). سالدانا و ایبانز (۲۰۰٤) با کاربرد شاخص‌های غنی‌شدگی و تفرق بیان کردند که غنای خاک از خاک‌های جوان به پیر افزایش می‌یابد (۲۱). همچنین با افزایش دقت طبقه‌بندی و مساحت مطالعاتی، تفرق افزایش می‌یابد و اختلاف جزئی در عوامل و فرآیندهای خاکسازی منجر به تکامل واگرا می‌شود (۱۸ و ۱۹). تئوری پدولوژی بیان می‌کند وقتی کنترل‌کننده‌های برون‌زا و درون‌زا مشابه باشند، خاک‌ها باید مسیر توسعه همگرا را دنبال کنند. ایبانز و همکاران (۲۰۰۵) بر این نکته تاکید داشتند که افزایش غیریکنواختی خاک در خلال سلسه‌مراتب ژئومرفیکی، تأییدکننده وجود سیکل واگرا در خاک‌های مطالعه شده می‌باشد (۷). مطالعات پژوهشگران (۱۸، ۱۹ و ۲۰) پیشنهاد می‌کند که مسیرهای واگرا و همگرای توسعه خاک ناشی از سه مسأله اصلی است: الف) ارتباط شدید فرایندهای ژئومرفولوژی و خاکساز. وقایع ناگهانی یا تغییرات لندفرم اصلی به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای می‌توانند پوشش خاک را تغییر دهند. ب) در توسعه و تکامل خاک‌ها مسیرهای خاکسازی واگرا نسبت به همگرا از اهمیت قابل‌ملاحظه‌ای برخوردار است چرا که برگشت توسعه همگرا کاملاً رایج است. ج) خاکسازی در ناپایداری دینامیکی یا شرایط بی‌نظمی اتفاق می‌افتد. بدین معنی که اختلاف کوچک در شرایط ابتدایی (اولیه) و بهم‌خوردگی‌های موضعی کوچک یا کوتاه‌مدت ممکن است به تکامل واگرا منجر شود.

برای پیش‌بینی واکنش واگرا و همگرایی خاک آگاهی و شناخت از تفرق و شباهت فاکتورهای خاکسازی ضروری است. بنابراین قبل از تعیین

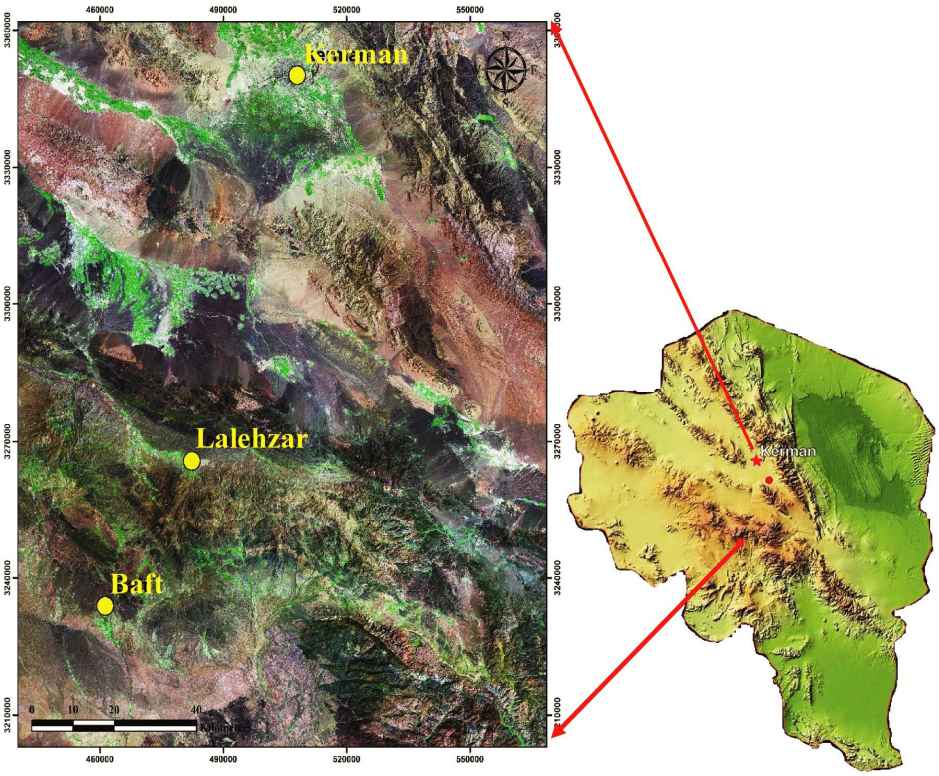
www.SID.ir

Archive of SID

اختلاف در نوع خاک‌ها یا به‌عبارتی قبل از بررسی خاک‌هایی با تکامل متفاوت، بهتر است نسبت به تشخیص مسیرهای واگرای متفاوت عمل شود. به‌عبارت دیگر بهتر است تفرق فاکتورهای خاکسازی یا همان مسیرهای واگرایی مشخص شوند چرا که انتظار داریم با تشخیص مسیرهای واگرا خاک‌های متکامل متفاوتی را داشته باشیم. البته ممکن است که مسیرهای واگرا تا سطح مشخصی منجر به تفرق و تنوع خاک‌ها شوند. شاخص‌های تفرق، تکنیک‌هایی برای کمی کردن و تفسیر عوامل مؤثر بر عملکرد زمین‌نما و تنوع خاک‌ها، با تأکید خاص بر ساختار زمین‌نما و الگوهای مکانی هستند که در تجزیه و تحلیل تنوع خاک‌ها استفاده می‌شود. در این راستا، به‌طور واضح مشخص نیست که آیا شاخص‌های تنوع توانایی تشخیص تفرق خاک‌های با مسیرهای واگرایی متفاوت را دارا هستند. بنابراین پژوهش حاضر سعی دارد ابتدا متفاوت بودن مسیرهای واگرا در جهت تکامل خاک‌ها را بررسی و سپس به تعیین تنوع خاک‌ها و عوامل موثر درونی و بیرونی بر ایجاد تنوع خاک‌ها و کارایی شاخص‌های تفرق در بیان تنوع خاک‌های با مسیرهای تکاملی متفاوت بپردازد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد نظر از کرمان تا لاله‌زار با مساحت تقریبی ۱۲۰۰ کیلومترمربع انتخاب گردید. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه بین طول‌های شرقی ″۵۶°۳۷′۱۳/۶ (لاله‌زار) تا ″۵۷°۰۳′۳۵ (کرمان) و عرض‌های شمالی ″۲۹°۱٤′۳۸ (بافت) تا ″۳۰°۱۱′۸۹ (کرمان) قرار دارد (شکل ۱) و دارای رژیم رطوبتی و حرارتی اریدیک و ترمیک در منطقه کرمان و زریک و مزیک در منطقه لاله‌زار می‌باشد (۱٤).

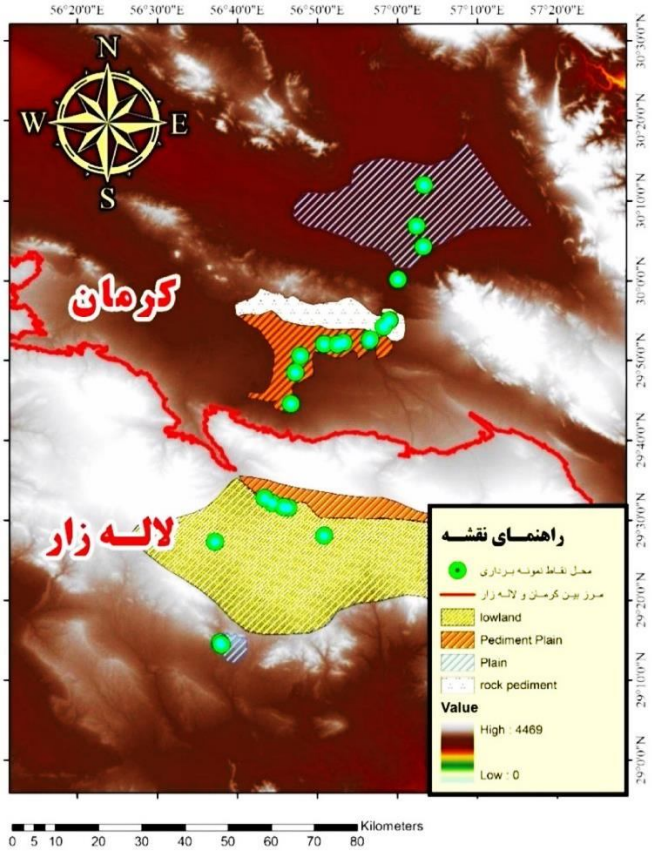


شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه از کرمان تا لاله‌زار.

Figure 1. Location of the study area from Kerman to Lalehzar.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- موقعیت خاکرخ‌ها در لندفرم‌های مختلف.

Figure 2. Position of soil profiles in different landforms.

به‌منظور تعیین مسیرهای واگرایی و تکاملی متفاوت، مناطق کرمان و لاله‌زار از نظر تفرق فاکتورهای خاکسازی (اقلیم، توپوگرافی و مواد مادری) مقایسه و بررسی شدند. در جهت تعیین نوع آب و هوای منطقه، از میانگین ۱٤ ساله درجه حرارت و میزان بارندگی در ماه‌های مختلف استفاده شد و با شاخص دومارتین اقلیم دو منطقه طبق رابطه زیر تعیین شد:

$$I = \frac{P}{T+10} \qquad (۱)$$

که در آن، P متوسط بارش و T متوسط دما سالانه است. همچنین از نمودار والتر برای مقایسه متغیرهای اقلیمی دو منطقه استفاده گردید.

برای تعیین وضعیت توپوگرافی منطقه مطالعاتی از مدل رقومی ارتفاع و مشتقات حاصل از آن شامل ارتفاع، شیب و شاخص خیسی[1] استفاده شد و با استفاده از شاخص Gower تفرق توپوگرافی تعیین شد (٦). شاخص Gower بین صفر و یک متغیر است هرچه به یک نزدیک‌تر باشد، شباهت متغیرها بیش‌تر می‌باشد؛ که طبق فرمول زیر به‌دست می‌آید:

$$Sij = (\frac{1}{p}) \sum_{k=1}^{p} (1 - \frac{|Xik - Xjk|}{rangeK}) \qquad (۲)$$

که در آن، Sij شاخص گور، p تعداد متغیرها، |Xik-Xjk| تفاوت مطلق متغیرها بین سایت i و j و k دامنه متغیر می‌باشد.

1- Wetness Index

www.SID.ir

Archive of SID

شباهت یا عدم شباهت مواد مادری بین مناطق با استفاده از دو شاخص جاکارد و مانلی بررسی شد (۱۱). شاخص جاکارد بر حسب حضور و عدم حضور ویژگی (جدول ۱) طبق رابطه ۳ می‌باشد:

$$J = \frac{A}{A+B+C} \qquad (۳)$$

شاخص مانلی که به‌صورت نسبی شباهت دو جامعه را مطرح می‌کند به‌شرح ذیل محاسبه می‌شود:

$$S = (1 - \sum_{i=1}^{K} |pi - qi|)/2 \qquad (٤)$$

که در آن، pi و qi به‌ترتیب نشان‌دهنده فراوانی نسبی iامین گونه موجود در جامعه اول و دوم می‌باشد. طبق این شاخص عدد صفر بیانگر آن است که گونه‌های موجود کاملاً متفاوت هستند و عدد یک شباهت کامل دو گونه را بیان می‌کند.

جدول ۱- فراوانی حالت‌های وجود و عدم وجود گونه‌های موجود در دو جامعه.

Table 1. Frequency of states of the presence or absence of species in the community.

جامعه اول First Community / جامعه دوم Second Community	حضور Presence	عدم حضور Absence
حضور Presence	A	B
عدم حضور Absence	C	-

شاخص‌های تنوع خاک: پس از تشخیص مسیرهای واگرایی و تکاملی متفاوت، برای تعیین توانایی شاخص‌های تفرق در بیان تنوع خاک‌ها از شاخص‌های تفرق غنا (۱٤)، یکنواختی (۱٤)، شانن (۲۲) و سیمپسون (۲۳) استفاده گردید که از رایج‌ترین شاخص‌ها جهت تعیین عدم همگنی یک جامعه شناخته شده‌اند. برای محاسبه شاخص تنوع، تعداد مقاطع متعلق به یک منطقه، ni و کل مقاطع مطالعه شده در در منطقه، N در نظر گرفته می‌شود (مثلاً تعداد خاکرخ‌های برداشت شده در سطح ژئومرفیک خاص، ni و کل خاکرخ‌های برداشت شده در منطقه N می‌باشد). شاخص‌های تنوع بر اساس فراوانی نسبی طبقه خاک، نسبت به کل نقاط نمونه‌برداری‌شده محاسبه می‌گردد (۲۰). متداول‌ترین شاخص‌های فراوانی نسبی، شاخص k- انتروپی شانن[1] است که پیچیدگی خاک را نشان می‌دهد (۱۳ و ۲۰) و طبق رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$H' = -\sum_{i=1}^{n} p_i \,.\, ln\, p_i \qquad (۵)$$

که در آن، H′ همان آنتروپی یا تنوع جامعه می‌باشد و p_i بر اساس ni/N بیان می‌گردد. شاخص غنا وقتی تمام اجزاء در واحد دارای احتمال برابر باشند برای محاسبه شاخص یکسانی (Evenness Index) مورد استفاده قرار می‌گیرد (۱٤) به این صورت که اگر:

1- Shannon Index

www.SID.ir

Archive of SID

$$H' = Hmax = lns \quad (٦)$$

سپس می‌توان شاخص یکنواختی (E) را به‌صورت ذیل محاسبه کرد:

$$E = {H'}/{lns} \quad (٧)$$

اجزاء در رابطه‌های ٦ و ٧ شامل H´ آنتروپی، Hmax ماکزیمم انتروپی و S غنا می‌باشد. وجود شاخص‌های غنی‌شدگی و همواری بزرگ‌تر، دلیلی بر وجود تفرق بیش‌تر است (٨).

شاخص دیگر مورد استفاده، شاخص سیمپسون (Simpson Index) است:

$$\lambda = [ni(ni-1)]/[N(N-1)] \quad (٨)$$

که در آن، ni تعداد افراد گونه i و N مجموع تعداد افراد همه گونه‌ها در یک منطقه می‌باشد.

تیلور (١٩٧٨) اشاره کرد که با محاسبه شاخص شانن برای جوامع مختلف، دیده می‌شود که از توزیع نرمال تبعیت می‌کنند (٢٤). این خصوصیت، کمک می‌کند که بتوان از آمار کلاسیک در جهت مقایسه تفرق دو منطقه مورد مطالعه در یک حدود اطمینان مشخص استفاده کرد. همچنین می‌توان کارایی شاخص‌های تفرق در بیان تنوع خاک‌های دو منطقه با مسیرهای واگرایی متفاوت را نشان داد. آزمون آماری مورد استفاده، توزیع t می‌باشد که به‌صورت زیر محاسبه می‌گردد:

$$t = |\mu D1 - \mu D2|/(Var\ d1 + Var\ d2)^{1/2} \quad (٩)$$

که در آن، μD1 و μD2، میانگین تفرق محاسبه شده برای دو منطقه می‌باشند. Vard1 و Vard2 نیز به‌ترتیب، بیانگر واریانس تفرق محاسبه شده برای مناطق متفاوت برای شاخص تفرق شانن (var H´i) و سیمپسون (var Dsi) به روش زیر عمل می‌شود:

$$Var\ H_i^{'} = \{[\sum_{i=1}^{n} p_i(\ln p_i)^2 - (\sum_{i=1}^{n} p_i \ln p_i)^2]/N\} + \{(S-1)/2N^2\} \quad (١٠)$$

$$Var\ Dsi = 4[{p_i}^3 - ({p_i}^2)^2/N \quad (١١)$$

نحوه محاسبه درجه آزادی برای قرائت مقدار t از جدول به‌ترتیب برای شاخص‌های تفرق شانن و سیمپسون:

$$d.f\ H^{'} = \left(Var\ H_1^{'} + Var\ H_2^{'}\right)^2 / \left\{\left[\frac{(Var\ H_1^{'})^2}{N_1}\right] + \left[\frac{(Var\ H_2^{'})^2}{N_2}\right]\right\} \quad (١٢)$$

$$d.f\ Ds = n1 + n2 - 2 \quad (١٣)$$

در صورت بیش‌تر بودن t محاسبه شده نسبت به t جدول، فرض صفر (نشان‌دهنده یکسان بودن شرایط در دو منطقه مطالعاتی) رد می‌شود و در صورت کم‌بودن t نسبت به t جدول شرایط در هر دو منطقه یکسان است.

www.SID.ir

Archive of SID

تأثیر نسبی عوامل درونی و بیرونی بر تنوع خاک: جنبه دیگری از تحلیل تنوع خاک در مطالعات تنوع زیستی رابطه غنا- سطح است. ایبانز و همکاران (۱۹۹۵ و ۱۹۹۸) در مقیاس جهانی بیان کردند بین غنای خاک و سطح منطقه مورد مطالعه ارتباط معنی‌داری وجود دارد که طبق رابطه زیر می‌باشد (۸ و ۹):

$$S = cA^b \qquad (14)$$

که در آن، S تعداد گونه‌ها (نوع خاک)، A مساحت منطقه، c یک مقدار ثابت و b پارامتری که کم‌تر از یک است و معمولاً بین ۰/۵-۰/۱ تغییر می‌کند. رابطه بین تعداد گونه و مساحت یا از طریق رابطه خطی بین LogS و LogA یا از طریق رابطه خطی بین S و LogA تعیین می‌شود (۲۱). اگر کل منطقه را با A نمایش دهیم در این صورت، $A=\sum Ai$ تعریف می‌شود و اگر تعداد خاک یا خصوصیات خاک در هر واحد را با Si نشان دهیم (S نشان‌دهنده گونه خاک است)، رابطه ۱٤ در هر واحد به شکل زیر تغییر می‌کند:

$$Si = CiAi^{bi} \qquad (15)$$

با به‌دست آوردن نسبت $\frac{bi}{b}$، میزان اهمیت تنوع ذاتی (درونی) نسبت به تنوع زیست‌محیطی (بیرونی) مشخص می‌گردد. با افزایش این نسبت اهمیت تنوع ذاتی نیز افزایش می‌یابد. نسبت $\frac{bi}{b}$ و $\frac{ci}{c}$ به‌صورت کمّی، اهمیت نسبی منابع درونی و بیرونی در ایجاد تنوع خاک را به‌دست می‌آورد. با قرار دادن تعداد نمونه در برابر سطح، یک منحنی ایجاد می‌شود که با استفاده از معادله به‌دست آمده از این منحنی نسبت $\frac{bi}{b}$ و $\frac{ci}{c}$ که نشانه‌های کمّی از اهمیت نسبی منابع درونی و بیرونی در خاکشناسی را دارد تعیین می‌کنیم. این روش توسط فیلیپز و ماریون (۲۰۰۵) نیز مورد استفاده قرار گرفته است (۱۸).

نتایج و بحث

با تشریح خاکرخ‌های حفر شده و انجام آزمایش‌های مورد نظر و با استفاده از رژیم رطوبتی و حرارتی، خاکرخ‌ها در دو منطقه کرمان و لاله‌زار تا سطح فامیل خاک طبق سیستم طبقه‌بندی آمریکا (USDA) رده‌بندی و در جدول ۲ ارائه شدند.

نتایج بیانگر حضور خاک‌های متفاوت و متنوع در دو منطقه می‌باشد. در منطقه کرمان در تمام اشکال اراضی، تنها یک رده Aridisols و در منطقه لاله‌زار سه رده Mollisols، Histosols و Inceptisols مشاهده گردید. در دشت کرمان، به‌دلیل بارندگی کم و خشکی هوا، پوشش گیاهی ضعیف و امکان تجمع آهک ثانویه، گچ ثانویه و نمک‌های محلول وجود دارد. به طرف منطقه لاله‌زار به‌دلیل افزایش رطوبت، نمک‌های محلول، آهک و گچ خاک شسته شده و با حضور پوشش گیاهی غنی به‌صورت چمنزارها و افزایش ماده آلی خاک (با کربن آلی ٦/۹ درصد)، به‌طور موضعی خاک‌های مالی‌سول تشکیل شده است. در دامنه کوه‌های لاله‌زار به‌دلیل تجمع آب به‌صورت موضعی و اشباع خاک به‌مدت بیش از ۳۰ روز در سال، شرایط برای تجمع مواد آلی فراهم بود و منجر به تشکیل خاک‌های هیستوسول شده است. معاذاللهی (۱۳۸۸) خاک‌های مالی‌سول و هیستوسول در منطقه لاله‌زار را شناسایی و گزارش کرده است (۱۳). مطالعات در مناطق خشک و نیمه‌خشک نشان می‌دهد که تغییرپذیری گسترده خاک‌ها ناشی از تفاوت در مواد مادری، توپوگرافی و توزیع آب می‌باشد (۲۰). در مطالعه حاضر، از دشت کرمان به‌سمت مناطق لاله‌زار، تفرق فاکتورهای خاکسازی که به نوعی مسیرهای تکاملی واگرا را نشان می‌دهند، بررسی گردید.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- کلاس‌های خاک مشاهده شده در منطقه کرمان و لاله‌زار.

Table 2. The observed soil classes in Kerman and Lalehzar.

طبقه خاک Soil Taxa	کرمان Kerman	لاله‌زار Lalehzar
رده Order	Aridisols	Inceptisols, Mollisols, Histosols
تحت رده Suborder	Calcids, Gypsids, Salids	Xerepts, Aquolls, Hemists
گروه بزرگ Great Group	Haplocalcids, Haplogypsids, Haplosalids, Natrigypsids, Calcigypsids	Calcixerepts, Epiaquolls, Haplohemists
تحت گروه Subgroup	Typic Haplocalcids, Typic Haplogypsids, Gypsic Haplosalids, Typic Natrigypsids, Typic Calcigypsids	Typic Calcixerepts, Fluventic Epiaquolls, Typic Haplohemists
فامیل خاک Soil Family	Sandy, Mixed, Thermic, Typic Haplocalcids Sandy-Skeletal, Mixed, Thermic, Typic Haplocalcids Sandy, Mixed, Thermic, Typic Haplogypsids Sandy-Skeletal, Gypsic, Thermic, Gypsic Haplosalids Fine-Silty, Mixed, Active, Thermic, Typic Natrigypsids Sandy, Mixed, Thermic, Typic Calcigypsids Coarse-Silty, Mixed, Subactive, Thermic, Gypsic Haplosalids Coarse-Silty, Mixed, Subactive, Thermic, Typic Calcigypsids Coarse-Silty, Mixed, Thermic, Typic Haplocalcids Coarse-Silty, Gypsic, Thermic, Gypsic Haplosalids Coarse-Silty, Mixed, Subactive, Thermic, Typic Haplogypsids Fine, Gypsic, Thermic, Typic Natrigypsids	Coarse-Silty, Mixed, Subactive, Mesic, Typic Calcixerepts Fine-Loamy, Mixed, Subactive, Mesic, Typic Calcixerepts Loamy-Skeletal, Mixed, Subactive, Mesic, Typic Calcixerepts Coarse-Silty, Mixed, Superactive, Mesic, Typic Calcixerepts Loamy-Skeletal, Mixed, Superactive, Mesic, Typic Calcixerepts Fine-Silty, Mixed, Superactive, Calcareous, Mesic, Fluventic Epiaquolls Euic, Mesic, Typic Haplohemists

تفرق فاکتورهای خاکسازی در دو منطقه کرمان و لاله‌زار: به‌منظور تعیین مسیرهای تکاملی واگرا و در نهایت، برآورد توانایی شاخص‌های تنوع در بیان تفرق خاک‌های متفاوت، دو منطقه از نظر تفرق فاکتورهای اقلیم، توپوگرافی و موادمادری بررسی گردید. اقلیم نقش مهمی در تسریع فرآیندهای خاکسازی دارد و به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم بر تنوع خاک مؤثر است (۱۳). به‌منظور تعیین تفرق اقلیمی، دیاگرام اقلیمی والتر برای دو منطقه کرمان و لاله‌زار با استفاده از میانگین ۱۵ ساله درجه حرارت و میزان بارندگی در ماه‌های مختلف ترسیم شد (شکل ۳). در این دیاگرام دوره خشکی دو منطقه با علامت G نشان داده شده، که منطقه کرمان حجم بیش‌تری از خشکی را به خود اختصاص می‌دهد. همچنین میانگین بارندگی سالانه در کرمان ۱۲۰/۵۱ میلی‌متر و در لاله‌زار ۲۳۰ میلی‌متر و میانگین درجه حرارت سالانه در دشت کرمان ۱۶/۷۵ °C و در لاله‌زار ۹/۳ °C می‌باشد (۱۰). با محاسبه شاخص اقلیمی دومارتن، تفاوت اقلیمی دو منطقه کرمان و لاله‌زار به‌صورت کمّی در جدول ۳ ارائه شده است که نشان می‌دهد اقلیم کرمان خشک و لاله‌زار نیمه‌خشک می‌باشد.

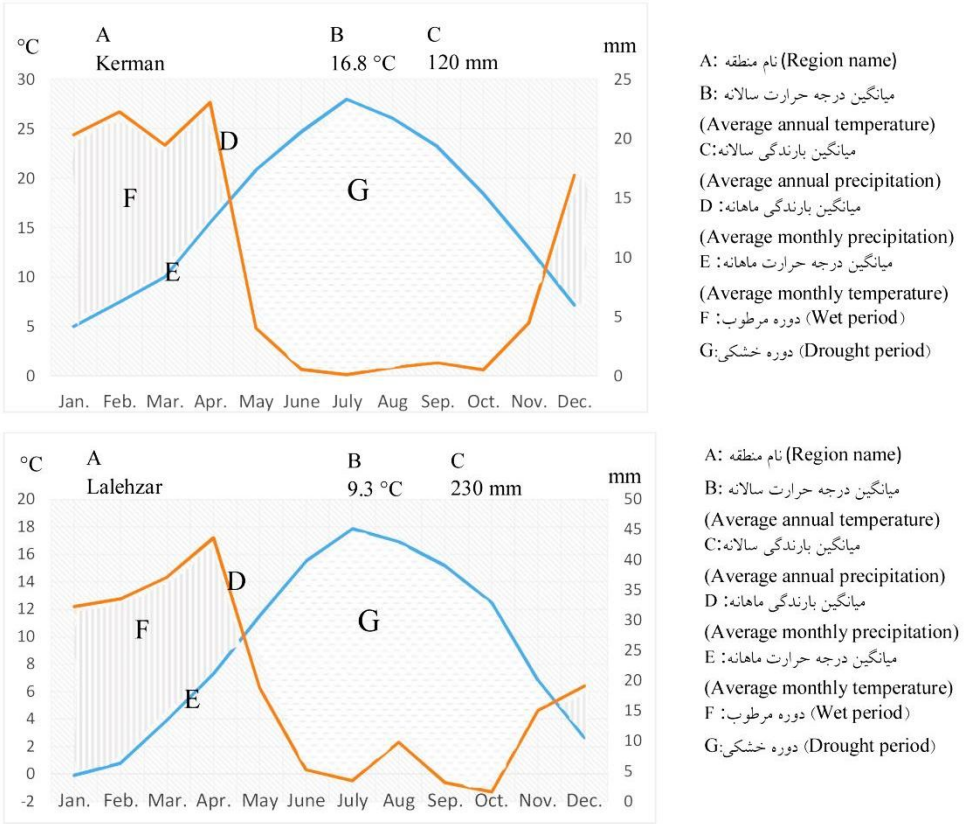
www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- اقلیم مناطق مورد مطالعه با استفاده از شاخص دومارتن.

Table 3. Climate of the studied regions by using Domartin index.

	Domarten Index	Range	Climate
کرمان Kerman	4.81	I <10	خشک Dry
لاله‌زار Lalezar	10.11	10< I< 20	نیمه‌خشک Semi arid



شکل ۳- دیاگرام اقلیمی والتر برای دو منطقه کرمان و لاله‌زار.

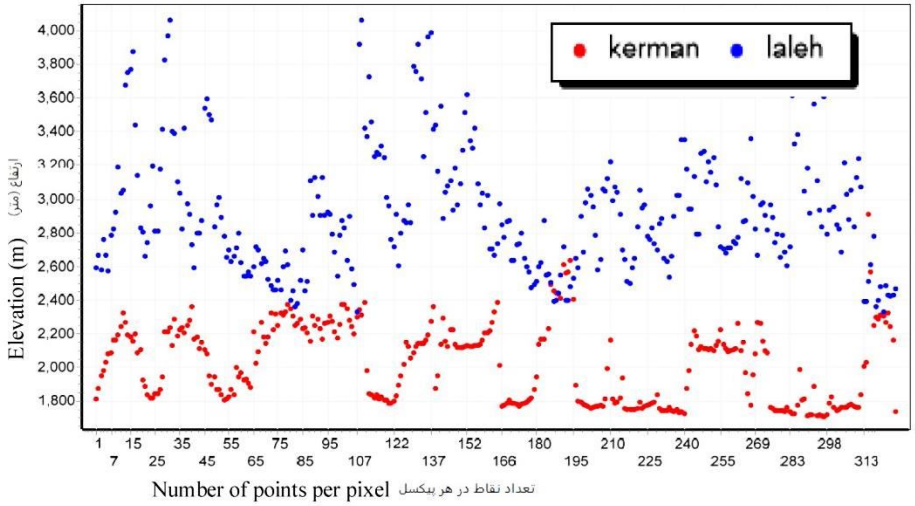
Figure 3. Walter Diagram of climate for Kerman and Lalehzar regions.

عامل پستی و بلندی از طریق ویژگی‌هایی هم‌چون شیب، جهت شیب و ارتفاع بر مشخصات خاک‌ها تأثیر می‌گذارند (۱۶). شیب با تأثیر بر فرسایش و جهت شیب بر توزیع اقلیم خرد در زمین‌نما منجر به تفاوت در ویژگی‌های خاک‌ها می‌شوند (۲۵). به‌منظور بررسی تفرق توپوگرافی دو منطقه، به کمک متغیرهای شیب و ارتفاع، شاخص گور محاسبه شد. مقدار عددی شاخص گور بین صفر تا یک متغیر است و هرچه به یک نزدیک‌تر باشد تشابه توپوگرافی دو منطقه بیش‌تر است. مقدار عددی شاخص گور برای شیب ۰/۳۵ و برای ارتفاع ۰/۲۶ به‌دست آمد. شکل‌های ٤ و ٥ به‌ترتیب تفاوت ارتفاع و شیب و اختلاف فاصله بین نقاط ارتفاعی و شیب در منطقه مطالعاتی را نشان می‌دهد. نقاط آبی، شیب و ارتفاع در

www.SID.ir

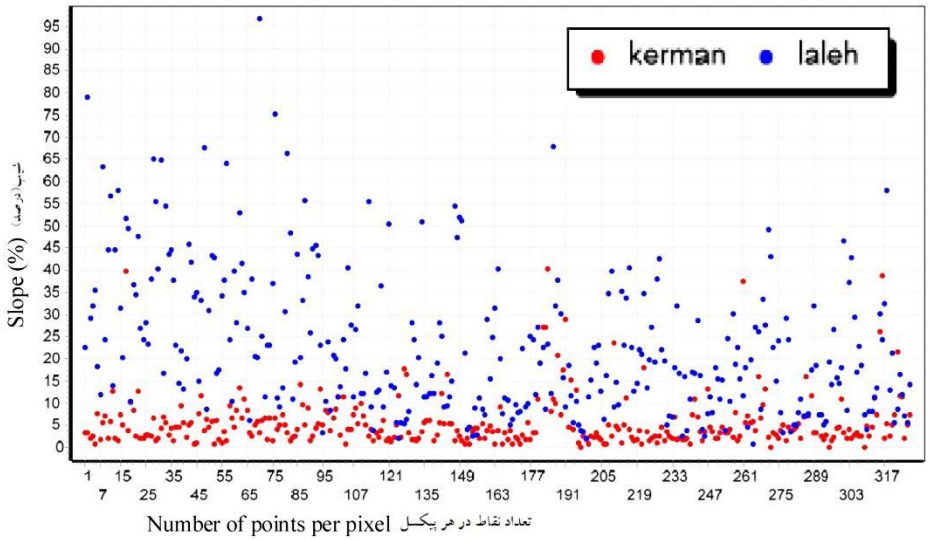
Archive of SID

منطقه کرمان و نقاط قرمز، شیب و ارتفاع در منطقه لاله‌زار را نشان می‌دهد. این شکل‌ها نشان می‌دهند دامنه تغییرات ارتفاع و شیب در منطقه لاله‌زار نسبت به کرمان بیش‌تر است و منطقه لاله‌زار از ارتفاع و شیب بیش‌تری برخوردار است. به این ترتیب، مناطق مورد مطالعه دارای تفرق توپوگرافی هستند. Mueller و همکاران (۲۰۰٤) از شاخص تشابه گور برای تعیین تشابه فاکتورهای خاکسازی از جمله توپوگرافی در تشخیص مناطق گیرنده و پذیرنده در فرایند برون‌یابی استفاده کردند (۱۷). همچنین عباسزاده افشار و همکاران (۲۰۱۸) شاخص گور و نمودارهای تغییرات ارتفاعی و شیب را برای تعیین تفرق توپوگرافی مناطق بم و زرند به‌کار بردند (۱).



شکل ٤- اختلاف ارتفاع در دو منطقه مطالعاتی.

Figure 4. Elevation difference in the studied areas.



شکل ٥- اختلاف شیب در دو منطقه مطالعاتی.

Figure 5. Slope difference in the studied areas.

www.SID.ir

Archive of SID

نقش سنگ بستر[1] و مواد مادری در تشکیل خاک بر حسب تأثیر سایر عوامل خاکسازی از کم تا زیاد متغیر است. طبق جدول ٤ نوع مواد مادری در هر منطقه نمونه‌برداری‌شده با استفاده از نقشه زمین‌شناسی (٥) مشخص شد. بر اساس دو شاخص شباهت جاکارد و مانلی (١١) شباهت دو منطقه از نظر نوع مواد مادری مشخص گردید. مقدار عددی شاخص جاکارد ٠/٤١ و شاخص مانلی ٠/٤٧ به‌دست آمد که نشان‌دهنده حضور مواد مادری متفاوت در دو منطقه مطالعاتی است. اسفندیارپور بروجنی و همکاران (٢٠٠٩) با استفاده از شاخص جاکارد میزان شباهت بین دو منطقه نمونه و تعمیم را مورد بررسی قرار دادند و اعلام کردند شباهت موجود در سطح فامیل کم‌تر از ٥٠ درصد است اما قابل‌توجه و فاحش می‌باشد (٣). Freestone و Inouy (٢٠٠٦) با استفاده از شاخص جاکارد نتیجه گرفتند که نایکنواختی محیطی بر عدم شباهت خاک‌ها تأثیرگذار است. عدم شباهت مزبور هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری با فاصله بین جوامع مطالعاتی و مواد مادری خاک دارد (٤).

تفرق فاکتورهای خاکسازی و به‌عبارت دیگر مسیرهای تکاملی متفاوت منجر به حضور خاک‌های متفاوت در دو منطقه مطالعاتی شده است که نتایج آن در جدول ٢ ارائه گردید. فرآیندهای متفاوت هیدرولوژی، توپوگرافی و ژئومرفولوژی بر روی مواد مادری متفاوت در دو منطقه مطالعاتی رخ داده است. فرآیندهای محیطی متفاوت و به‌عبارت دیگر فاکتورهای محیطی متفاوت منجر به تفاوت و تنوع خاک‌ها به‌عنوان فاز تأثیرپذیر می‌شود. بنابراین ما انتظار داریم با این اختلاف فاحش فاکتورهای خاکسازی در منطقه مطالعاتی، شاخص‌های تنوع توانایی تشخیص تنوع خاک‌ها را داشته باشند و در همه سطوح رده‌بندی خاک، در منطقه با نیروهای بیرونی پیش‌برنده قوی‌تر بیش‌تر باشند.

جدول ٤- مواد مادری در مناطق نمونه‌برداری‌شده.

Table 4. Parent materials in the sampling point.

منطقه مطالعاتی study area	شماره پروفیل Profile number		مواد مادری Parent material
کرمان Kerman	1	Qs	Sand Cover, Sand dunes, Sand sheet, mostly stabilized
	2	Q2	Young grovel Fans and terraces
	4 ،5 ،7 ،9 ،12 ,19	TQ2	Young Terraces
	6	Ng	Red and pale green marl, Sand Stone and Conglomerate
	10،11	Qm	Clay and mud Flat
	17	Esc	Conglomerate
	18	Ng	Conglomerate with intercalation of red marl and Sandstone
لاله‌زار Lalehzar	13،14،20	Q2t	Young alluvium terraces
	15،16	Q2	Younger gravel Fans
	21	Ng	Conglomerate with intercalations of red marl and Sand Stone
	22	Gd	Red Sand Stone and Silt Stone with gypsum (Red Beds Formation)
	23	Esc	Conglomerate

1- Bedrock

www.SID.ir

Archive of SID

شاخص‌های تفرق خاک: روند تفرق خاک براساس سلسله‌مراتب طبقه‌بندی از رده تا فامیل با استفاده از شاخص‌های غنا (S)، یکنواختی (E)، شانن (H) و سیمپسون (Ds) محاسبه شد. شاخص‌های تنوع خاک از سطح رده به فامیل خاک روند افزایشی نشان دادند (جدول ۵). بیش‌ترین مقدار تفرق شانن ۲/۸۱ به‌دست آمد که مربوط به سطح فامیل خاک است.

جدول ۵- شاخص‌های تنوع بر اساس سلسله‌مراتب رده‌بندی آمریکایی (USDA).

Table 5. Diversity indices based on USDA taxonomy hierarchy.

Ds	E	Hmax	H´	S	N	Soil Taxa
0.52	0.65	1.38	0.9	4	23	رده Order
0.79	0.87	1.79	1.56	6	23	زیررده Suborder
0.87	0.92	2.07	1.92	8	23	گروه بزرگ Great Group
0.87	0.92	2.07	1.92	8	23	زیرگروه Subgroup
0.97	0.97	2.89	2.81	18	23	فامیل Family

N: تعداد خاکرخ (number of profile)، S: شاخص غنا (Richness index)، H´: شاخص تنوع شانن (Shannon diversity index)، H´max: تفرق حداکثر (maximum diversity)، E: شاخص هموار (Evenness index)، Ds: شاخص سیمپسون (Simpson index).

کم‌ترین شاخص غنا در سطح رده و بیش‌ترین غنا در سطح فامیل خاک به‌دست آمد. افزایش شاخص تفرق شانن به‌دلیل افزایش توام شاخص تفرق غنا و یکنواختی از رده به فامیل می‌باشد که با مطالعات عباس‌زاده افشار و همکاران (۲۰۱۵) همخوانی دارد (۲). Ibanez و همکاران (۲۰۰۵) در این راستا نشان دادند که شاخص‌های غنی‌شدگی و شانن در خلال سلسله‌مراتب رده‌بندی خاک در مطالعات با مقیاس‌های کوچک و بزرگ افزایش یافته‌اند (۷).

افزایش شاخص‌های تنوع خاک براساس سطوح رده‌بندی USDA از سطح رده به فامیل خاک در دو منطقه کرمان و لاله‌زار نیز مشاهده گردید (جدول ٦) که با نتایج اسفندیارپور و همکاران (۲۰۰۹) همخوانی دارد (۳). در منطقه کرمان، شاخص غنا در سطح رده به‌دلیل حضور تنها یک رده (Aridisols) یک می‌باشد و به تبع آن شاخص تنوع برابر با صفر و شاخص یکسانی قابل محاسبه نیست. در منطقه لاله‌زار، غنای خاک در طبقه رده خاک، به‌دلیل تشخیص سه رده (Mollisols, Histosols, Inceptisols) سه به‌دست آمد. در برخی موارد مقدار شاخص‌ها از سطح رده به زیر گروه ثابت است که به‌دلیل عدم قرارگیری خاک‌ها در کلاس‌های جدید در سطوح پایین‌تر رده‌بندی می‌باشد. اگرچه تنوع خاک در سطح رده در منطقه لاله‌زار نسبت به منطقه کرمان بیش‌تر است، در سطح زیررده تنوع در دو منطقه یکسان است. از گروه بزرگ به فامیل خاک روند افزایشی در منطقه کرمان نسبت به لاله‌زار بیش‌تر است به‌طوری‌که بیش‌ترین غنا مربوط به کرمان و در سطح فامیل خاک مشاهده گردید. در منطقه لاله‌زار شاخص غنا از رده تا زیرگروه سه و در فامیل خاک به هشت می‌رسد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٦- تحلیل تفرق خاک‌ها بر اساس سطوح مختلف رده‌بندی خاک (USDA) در کرمان و لاله‌زار.

Table 6. Analysis of soils diversity based on different levels of soil taxonomy (USDA) in Kerman and Lalehzar.

Taxa	A	N	S	H´	H´max	E	Ds
رده	کرمان Kerman	15	1	0	0	0	0
Order	لاله‌زار Lalehzar	8	3	0.73	1.09	0.66	0.46
زیررده	کرمان Kerman	15	3	0.97	1.09	0.88	0.62
Suborder	لاله‌زار Lalehzar	8	3	0.73	1.09	0.66	0.46
گروه بزرگ	کرمان Kerman	15	5	1.36	1.60	0.90	0.80
Great Group	لاله‌زار Lalehzar	8	3	0.73	1.09	0.66	0.46
زیرگروه	کرمان Kerman	15	5	1.56	1.60	0.97	0.84
Subgroup	لاله‌زار Lalehzar	8	3	0.73	1.09	0.66	0.46
فامیل	کرمان Kerman	15	10	2.11	2.39	0.92	0.96
Family	لاله‌زار Lalehzar	8	8	1.49	2.60	0.92	0.89

N: تعداد خاکرخ (number of profile)، A: منطقه (Region)، S: شاخص غنا (Richness index)، H´: شاخص تنوع شانن (Shannon diversity index)، H´max: تفرق حداکثر (maximum diversity)، E: شاخص همواری (Evenness index)، Ds: شاخص سیمپسون (Simpson index).

افزایش شاخص‌های تنوع از سطح رده به فامیل خاک نشان از وجود مسیرهای تکاملی واگرا در هر دو منطقه می‌باشد، منتهی افزایش بیش‌تر شاخص تنوع غنا در سطح فامیل خاک در منطقه کرمان نشان از حضور مسیرهای تکاملی جزئی در مقیاس بزرگ می‌باشد. به‌عبارت دیگر احتمال تأثیر عوامل ذاتی یا درونی در سطوح پایین طبقه‌بندی در منطقه کرمان منجر به تکامل گردیده است و در منطقه لاله‌زار، به‌دلیل حضور نیروهای پیش‌برنده[1] قوی در مقیاس کوچک، تنوع خاک‌ها می‌تواند متأثر از عوامل محیطی و حتی ذاتی باشد. به این ترتیب، در سطوح پایین طبقه‌بندی تأثیر عوامل محیطی کم‌رنگ شده و تأثیر عوامل ذاتی بیش‌تر می‌شود. به‌طورکلی نتایج نشان می‌دهد وجود نیروهای پیش‌برنده قوی در مقیاس کوچک به منزله تنوع بیش‌تر خاک‌های آن منطقه حداقل در طبقات پایین رده‌بندی نمی‌باشد، بلکه مسیرهای تکامل در مقیاس بزرگ تأثیر قابل‌توجهی دارند.

1- Driving forces

www.SID.ir

Archive of SID

با توجه به این‌که بر اساس مقادیر مطلق شاخص‌ها نمی‌توان راجع به معنی‌دار بودن یا نبودن تفاوت‌های موجود در دو منطقه قضاوت کرد؛ بنابراین نتایج مربوط به مقایسه‌های آماری در تعیین تفرق دو منطقه بر اساس دو شاخص شانن و سیمپسون استفاده شد (۱۵). بر خلاف مقادیر متفاوت شاخص‌های تفرق در تمام سطوح طبقه‌بندی، تفاوت آن‌ها از لحاظ آماری توسط شاخص شانن تنها در سطح رده و در سطح احتمال ۹۵ درصد معنی‌دار مشخص گردید (جدول ۷). بنابراین آماره t برای سطوح دیگر از کارایی لازم برخوردار نمی‌باشد. چنین نتیجه‌ای را می‌توان این‌گونه تفسیر کرد که بین شاخص‌های تنوع در سطوح مختلف رده‌بندی، تفاوت معنی‌داری وجود ندارد (۳).

اختلاف معنی‌دار در سطح رده حاکی از حضور خاک‌های کاملاً متمایز در دو منطقه دارد که توسط آماره t قابل تشخیص است. در سطوح دیگر، شاید حضور افق‌های کلسیک در هر دو منطقه و تأثیر مسیرهای تکاملی ریز و جزئی باعث عدم اختلاف معنی‌دار شاخص تنوع شده است. به‌عبارت دیگر تنوع خاک در مقیاس قابل تشخیص توسط آماره t نیست. اسفندیارپور بروجنی و همکاران (۲۰۰۹) تفاوت معنی‌دار بین میانگین تفرق خاک‌ها را برای طبقه فامیل خاک به‌دست آوردند و گزارش کردند تفرق خاک‌های منطقه مطالعاتی از نظر آماری تا سطح زیرگروه، یکسان است (۳).

جدول ۷- مقایسه آماره t شاخص شانن بر اساس سلسله‌مراتب رده‌بندی خاک (USDA).

Table 7. Comparison of t-statistic of Shannon index based on soil classification hierarchy (USDA).

T	df	Variance Shannon		Shannon Index		Taxa
		لاله‌زار Lalehzar	کرمان Kerman	لاله‌زار Lalehzar	کرمان Kerman	
2.44*	8	0.090	0	0.73	0	رده Order
0.70^{ns}	11	0.090	0.018	0.73	0.97	زیررده Suborder
2.08^{ns}	12	0.090	0.027	0.73	1.45	گروه بزرگ Great Group
2.35^{ns}	10	0.090	0.014	0.73	1.56	زیرگروه Subgroup
1.58^{ns}	22	0.060	0.091	1.49	2.21	فامیل Family

* در سطح ۹۵ درصد، معنی‌دار است (significant at the 95% level probability)، ns غیرمعنی‌دار (non-significant)، df: درجه آزادی (degree of freedom)، T: پارامتر آماری (statistic parameter).

همچنین مقایسه شاخص سیمپسون در دو منطقه نشان داد که تفاوت در هیچ‌یک از سطوح معنی‌دار نمی‌باشد (جدول ۸). بنابراین شاخص شانن نسبت به شاخص سیمپسون در تشخیص تنوع قابل‌ملاحظه خاک‌ها کارایی بیش‌تری دارد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۸- مقایسه آماره t شاخص سیمپسون بر اساس سلسله‌مراتب رده‌بندی خاک (USDA).

Table 8. Comparison of t-statistic of Simpson index based on soil classification hierarchy (USDA).

T	df	Variance Simpson		Simpson Index		Taxa
		لاله‌زار Lalehzar	کرمان Kerman	لاله‌زار Lalehzar	کرمان Kerman	
1.98 ns	21	0.054	0	0.46	0	رده Order
0.57ns	21	0.054	0.026	0.46	0.62	زیررده Suborder
1.28ns	21	0.054	0.014	0.46	0.80	گروه بزرگ Great Group
1.50ns	21	0.054	0.010	0.46	0.84	زیرگروه Subgroup
0.41ns	21	0.024	0.002	0.89	0.96	فامیل Family

ns غیرمعنی‌دار (non-significant)، df: درجه آزادی (degree of freedom).

تغییرات خاک‌ها تحت‌تأثیر فاکتورها و فرآیندهای خاکسازی و ویژگی‌های غیرذاتی (مانند کوددهی و تناوب زراعی) اتفاق می‌افتد (۱۲). به‌منظور بررسی تأثیر فرآیندهای بیرونی و درونی در تکامل و تنوع خاک از نسبت $\frac{bi}{b}$ (رابطه ١٤) استفاده شد. این نسبت در کرمان ۱/۲۵۷ به‌دست آمد که نشان‌دهنده تأثیر بیش‌تر عوامل ذاتی در مقایسه با عوامل محیطی در تکامل خاک می‌باشد و در منطقه لاله‌زار نسبت $\frac{bi}{b}$، ۰/٤٦ به‌دست آمد که نشان می‌دهد عوامل محیطی نسبت به عوامل ذاتی در تکامل خاک مؤثرتر است. منطقه لاله‌زار نسبت به کرمان اقلیم مرطوب‌تر و توپوگرافی شدیدتری دارد که تأییدکننده حضور نیروهای پیش‌برنده قوی‌تر و در نتیجه، تأثیر عوامل محیطی در تنوع خاک می‌باشد. با توجه به نسبت $\frac{bi}{b}$ بر اساس سطوح رده‌بندی خاک، تنها در سطح رده عوامل محیطی باعث ایجاد تنوع شده و در بقیه سطوح عوامل ذاتی و درونی در ایجاد تنوع خاک مؤثر هستند (جدول ۹). افزایش تنوع از رده به فامیل خاک نشان‌دهنده فعال بودن فرآیندهای خودسازمان‌دهی خاک و مسیرهای تکاملی جزئی و ریزمقیاس می‌باشد (۲۱).

جدول ۹- نسبت bi/b در سطوح مختلف رده‌بندی خاک در دو منطقه کرمان و لاله‌زار.

Table 9. Ratio bi / b based on soil taxonomic levels in Kerman and Lalehzar.

	رده Order	زیررده Suborder	گروه بزرگ Great Group	زیرگروه Subgroup	فامیل Family
کرمان Kerman	0	1.271	1.631	1.681	1.506
لاله‌زار Lalehzar	0.452	1.393	1.771	1.761	1.423

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری کلی

در مطالعه حاضر، تفرق فاکتورهای خاکسازی، تنوع خاک‌های دو منطقه کرمان و لاله‌زار و در نهایت کارایی شاخص‌های تنوع در بیان تنوع خاک‌های دو منطقه کاملاً متفاوت بررسی گردید. تنوع و تفرق فاکتورهای خاکسازی اقلیم، توپوگرافی و مواد مادری در دو منطقه کرمان و لاله‌زار به‌ترتیب بر اساس دیاگرام والتر، شاخص گور و شاخص‌های جاکارد و مانلی اثبات رسید. شاخص‌های تفرق خاک در هر دو منطقه مطالعاتی از سطح رده به فامیل خاک روند افزایشی نشان دادند. افزایش شاخص غنا در منطقه کرمان بیش‌تر بود به‌گونه‌ای که بیش‌ترین تنوع خاک در سطح فامیل خاک در منطقه کرمان مشاهده شد. با توجه به نسبت $\frac{bi}{b}$، تنوع خاک در منطقه کرمان عمدتاً متأثر از عوامل ذاتی و در منطقه لاله‌زار متأثر از عوامل محیطی می‌باشد. با بزرگ کردن مقیاس و بر اساس سلسله‌مراتب رده‌بندی، مشخص شد که تنها در سطح رده، عوامل محیطی باعث ایجاد تنوع و تفرق خاک‌ها شده‌اند. نتایج نشان داد تنوع خاک در مقیاس کوچک و در سطوح رده‌بندی بالا بیش‌تر تحت‌تأثیر نیروهای پیش‌برنده بیرونی قوی است در مقایسه با سطوح پایین‌تر رده‌بندی که نیروهای ذاتی خودسازمان‌دهی خاک ظهور پیدا می‌کند. همچنین تکنیک‌های ریاضی، آماری و عددی می‌توانند برای برطرف کردن عدم قطعیت و پیچیدگی ذاتی سیستم‌های خاک به‌کار گرفته شود.

منابع

1.Abbaszadeh Afshar, F., Ayoubi, Sh., and Jafari, A. 2018. The extrapolation of soil great groups using multinomial logistic regression at regional scale in arid regions of Iran. Geoderma. 315: 36-48.

2.Abbaszadeh Afshar, F., Ayoubi, Sh., Jafari, A., and Khademi, H. 2015. Considering soil diversity index and soil-landscape evolution relationship in the arid region of Bam, southeast Iran. J. Soil Manage. Sust. Prod. 52: 71-91. (In Persian)

3.Esfandiarpoor Borujeni, E., Toomanian, N., Salehi, M.H., and Mohammadi, J. 2009. Assessing Geopedological soil mapping using diversity and similarity indices (A case study: Borujen area, Chaharmahal-Va-Bakhtiari province). J. Water Soil. 23: 100-114.

4.Freestone, A.L., and Inouye, B.D. 2006. Dispersal limitation and environmental heterogeneity shape scale-dependent diversity patterns in plant communities. Ecology. 87: 2425-2432.

5.Geographical Organization of Ministry of Defense and Armed Forces. 2003. Culture of settlements geography of Kerman province. 1: 7-8.

6.Gower, J. 1971. A general coefficient of similarity and some of its properties. Biometrics. 27: 857-874.

7.Ibanez, J.J., Caniego, J., San Jose, F., and Carrera, C. 2005. Pedodiversity-area relationships for islands. Ecological Modelling. 182: 257-269.

8.Ibanez, J.J., De Alba, S., Lobo, A., and Zucarello, V. 1998. Pedodiversity and global soil patterns at coarse scales (with discussion). Geoderma. 83: 171-214.

9.Ibanez, J.J., De-Alba, S., Bermudez, F.F., and Garcia-Alvarez, A. 1995. Pedodiversity: concepts and measures. Catena. 24: 215-232.

10.Iran Meteorological Organization, 2015. http://www.irimo.ir/eng/index.php.

11.Jaccard, P. 1912. The distribution of the flora in the alpine zone. New Phytologist. 11: 37-50.

12.Jafari, M., and Sarmadian, F. 2003. Basics of Soil Classification. Tehran Univ. Press. (In Persian)

www.SID.ir

Archive of SID

13.Maazollahi, M. 2009. Study of soil formation and evolution in a climotoposequence in Lalehzar - Kerman region. Soil science M.Sc. Thesis, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, 145p. (In Persian)
14.Magurran, A.E. 1988. Why diversity? Ecological diversity and its measurement, Springer, Pp: 1-5.
15.Martin, M.A., and Rey, J.M. 2000. On the role of Shannon's entropy as a measure of heterogeneity. Geoderma. 98: 1-30.
16.McBratney, A.B., and Minasny, B. 2007. On measuring pedodiversity. Geoderma. 141: 149-154.
17.Mueller, T.G., Pusuluri, N.B., Mathiasd, K.K., Cornelius, P.I., Barnhisel, R.I., and Shearer, S.A. 2004. Map quality for ordinary and inverse distance weighted interpolation. Soil Sci. Soc. Am. J. 68: 2042-2047.
18.Philips, J.D., and Marion, D. 2005. Biomechanical effects, lithological variations and local pedodiversity in some forest soils of Arkansas. Geoderma. 124: 73-89.
19.Phillips, J.D. 2001. Divergent evolution and the spatial structure of soil landscape variability. Catena. 43: 101-113.
20.Phillips, J.D. 2005. Weathering instability and landscape evolution. Geomorphology. 67: 255-272.
21.Saldana, A., and Ibanez, J.J. 2004. Pedodiversity analysis at large scales: an example of three fluvial terrain of the Henares River (central Spain). Geoderma. 62: 123-138.
22.Shannon, C.E. 1948. A mathematical theory of communication. Bell Syst. Technic. J. 27: 379-423.
23.Simpson, E.H. 1949. Measurement of diversity. Nature. 163: 688.
24.Taylor, L.R. 1978. Bates, Williams, Hutchinson - a variety of diversities. P 1-28, In: I.A. Mound and N. Warloff (Eds.), Diversity of insect Faunas. Ninth Symposium of the Royal Entomological Society. Blackwell, Oxford.
25.White, R.E. 2013. Principles and Practice of Soil Science: the soil as a natural resource, John Wiley & Sons.

www.SID.ir

Archive of SID

J. of Soil Management and Sustainable Production, Vol. 8(1), 2018
http://ejsms.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/ejsms.2017.12547.1709

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

The effect of environmental and pedogenic factors on soil diversity in Kerman and Lalehzar regions

S. Keshtkar[1], *A. Jafari[2] and M.H. Farpoor[3]
[1]M.Sc. Graduate, Dept. of Soil Science, Shahid Bahonar University of Kerman,
[2]Assistant Prof., Dept. of Soil Science, Shahid Bahonar University of Kerman,
[3]Professor, Dept. of Soil Science, Shahid Bahonar University of Kerman
Received: 06/20/2017; Accepted: 04/10/2018

Abstract

Background and Objectives: Study of soil diversity leads to an increase of awareness of the conditions and factors creating of diversity in the region. During soil evolution, soil development occurred by progressive and regressive pedogenic pathways and exogenic and endogenic factors, processes and conditions and consequently, it leads to the formation of diversity soils. Effect and intensity of exogenic (environmental) and endogenic (pedogenic processes) factors on soil diversity is distinct in different environments. This study explores the efficiency of diversity indices in expression of soil diversity in environments with external and internal factors.

Materials and Methods: The landforms differentiation was done by Google Earth Software and field excursion and then, 23 profiles were drilled, described and sampled. Some soil properties including pH, EC, CEC, soil texture, percentage of gypsum, lime and organic matter were measured and the soils were classified by using soil temperature and moisture regime and USDA (2014). Separation of two study areas; Kerman and Lalehzar, was done by using digital elevation map and hydrological properties and also, ENVI and ARCMAP softwares. Based on the indices of Domartin, Gower and Jaccard, dissimilarity of soil forming factors of climate, topography and parent material was identified in Kerman and Lalehzar regions, respectively. The diversity indices of richness, evenness, Shannon and Simpson were calculated. Then, comparison of soil diversity in two study regions was carried out by using the classical statistics in a specified confidence limit. Finally, the relationship between sample size and landforms area was used for identification of the relative importance of internal and external resources in soil diversity.

Results: The results showed the presence of different and diverse soils in both areas. Sharp difference of soil forming factors climate, topography and parent material has led to formation of different soils in two study areas. Histosols and Mollisols are locally composed in Lalehzar region. The results showed that soil diversity increase according to soil taxonomy hierarchy in USDA system. In different landforms, the maximum diversity was observed in piedmont plain and in soil family level. Despite the ability of Shannon and Simpson indices to display soil diversity based on taxonomic hierarchy, Simpson index has statistically more performance than to Shannon index. The Simpson diversity index was significantly difference in two study areas. The ratio of $\frac{bi}{b}$ obtained 1.26 for Kerman and 0.46 for Lalehzar, that is stated the effect of inherent and environmental factors on soil evolution in Kerman and Lalehzar, respectively.

Conclusion: In large spatial scale, the effect of environmental factors on soil evolution is clearer than inherent factors and with decreasing of spatial scale, the effect of inherent factors is specified. Diversity indices are powerful in the presentation of quantitatively soil diversity and provide useful information for soil mapping and optimum soil management.

Keywords: Landforms, Diversity indices, Internal factors, External factors

* Corresponding Author; Email: a.jafari@uk.ac.ir

www.SID.ir