بررسی تغییرات و پیدایش خاک‌ها با استفاده از احتمالات شرطی در مدل‌های خاک- زمین نما

محسن باقری[۱]، نورایر تومانیان[۲]، رضا مهاجر[۱]،

[۱]دانشجویان دکتری علوم خاک دانشگاه شهرکرد، [۲] دکتری خاک شناسی، عضو هیات علمی سازمان تحقیقات کشاورزی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان

مقدمه

ژئومرفولوژی در مطالعات خاک ونقشه برداری نقش مهمی را ایفا می کند. در سطوح یکسان با شرایط مشابه از نظر پوشش گیاهی، اقلیم، ... انتظار می‌رود، خاکها دارای نوع و رفتاری مشابه باشند. در روش ژئو پدولوژی با تاکید بر اجزای زمین بر اساس یک سیستم سلسله مراتبی، اراضی مورد مطالعه در چهار سطح نمای سرزمین[۱۳]، ریخت سرزمین[۱۴]، سنگ شناسی[۱۵] و سطح زمین ریخت[۱۶] از هم تفکیک می شوند (این سطوح منطبق بر روش آمریکایی می باشند). سطح زمین ریخت به عنوان عنصری در پایین ترین سطح تقسیم بندی قرار می گیرد و دارای بالاترین درجه همگنی است. براساس این روش می‌توان با حداقل نمونه برداری از خاک و دقت بالا، نقشه خاک را تهیه نمود. نقشه اولیه حاصل از استفاده علم ژئومرفولوژی در تفکیک واحدهای اراضی، در واقع نقشه خاکی است که بر پایه تلفیق داده‌های ژئومورفولوژیک، ژئولوژیک و فرایندهای پدولوژیک تهیه می گردد (۲). مرزهایی که برای واحدهای ژئومورفولوژی رسم می شوند بر مبنای مرزهای طبیعی ژئوفرم ها مطابق با ساختار سلسله مراتبی سطوح ریخت شناسی است. در سطح زمین ریخت فاکتورهای تشکیل دهنده خاک و نیز فرایندهای خاکزایی یکسان عمل کرده و انتظار بیشترین همگنی در این واحدها می‌رود (۵). جمله اخیر را با استفاده از نظریه آمار و احتمالات چنین می توان بیان کرد که ((احتمال شرطی مشاهده یک خاک می تواند وابسته به واحد زمین ریختی باشد)) یعنی اینکه در واحد زمین ریختی یکسان، انتظار خاکهای یکسان می‌رود. پس در عمل می‌توان نوشت $P(Soil\ A/\ Geo\ A') = \alpha$ و $0 \leq \alpha \leq 1$ (احتمال مشاهده خاک **A** به شرط اینکه در واحد زمین ریختی A' باشیم برابر α است) بنابراین، وقتی انتظار داریم در سطح زمین ریخت، بیشترین همگنی وجود داشته باشد به این معنی است که، یک نوع خاک در این واحد مشاهده شود و به عبارتی مقدار احتمال شرطی برای آن خاک به یک نزدیک می‌شود. نتیجه منطقی، این خواهد بود که اگر احتمال شرطی خاک **A** به شرط واحد زمین ریختی A' برابر یک باشد و یا $P(Soil\ A/\ Geo\ A') = 1$ ، یعنی بکارگیری ژئومورفولوژی در فرآیند خاک شناسی به خوبی توانسته است واحدهای متفاوت اراضی را جداسازی کند.

مواد وروش‌ها

منطقه موردمطالعه در ایران مرکزی واقع و وسعتی برابر ۳۰۰۰۰۰ هکتار از اراضی دره زاینده رود را شامل می شود. در این پژوهش نخست با استفاده از عکسهای هوایی ۱/۵۵۰۰۰ منطقه و تفسیر آن‌ها و استفاده از نقشه مواد مادری، توپوگرافی و پوشش گیاهی یا کاربری اراضی اقدام به جداسازی واحدهای ژئومورفیک در چهار سطح تعریف گردید. شایان ذکر است جهت ترسیم مرز واحدها در تفکیک آن‌ها علاوه بر استفاده از فهم پدولوژیکی، به فرایندهای تکامل و تکوین واحدهای اراضی که در ذهن متبلور می شد نیز توجه گردید. در نهایت با توجه به سطوح تفکیک شده تعداد ۱۹۱ نقطه مطالعاتی در کل منطقه حفر و

---

[13] Lanscape
[14] Landform
[15] Lithology
[16] Geomorphic surface

$$P(Si|Gj) = \frac{P(Si \cap Gj)}{P(Gj)} \quad \text{و} \quad P(Gj|Si) = \frac{P(Gj \cap Si)}{P(Gj)}$$

تشریح گردید. اگر فرض کنیم هر خاک (**Si**) پیامدی از فرآیند یا مدل خاک- زمین نما (که در این مطالعه روش ژئومورفولوژی (**G**) است)باشد، بر اساس احتمال شرطی می توان احتمال وجود خاک (**Si**) را در حالتی که در واحد ژئومورفیک (**Gj**) قرار بگیریم و بر عکس آن یعنی احتمال قرار گرفتن در یک واحد زمین ریختی به شرط مشاهده خاک را به صورت روبرو نشان داد:

هر چه مقادیر **P (Gj|Si)** و **P (Si|Gj)** به یک نزدیک تر باشند یعنی مدل خاک- زمین نما بهتر توانسته است، واحدهای اراضی را جداسازی کند.

بحث ونتایج

جدول (۱) بخشی از جدول محاسبات را برای دو سطح فامیل و زیر گروه بزرگ یک خاک در واحد پلایا نشان مـی دهـد. بـر اساس نتایج بدست آمده، احتمال شرطی مشاهده خاکها در سطوح بالاتر رده‌بندی خاک، افـزایش مـی یابـد. بـرای مثـال در حالی که در سطح فامیل برای خاک **A** ، ۰/۳۸= **P(Family A (PL-111)** است، برای زیرگروه بزرگ مربوط به فامیل**A**

جدول(۱) احتمال شرطی مشاهده یک خاک مشخص (در سطح رده‌بندی متفاوت) به شرط قرار گرفتن در سطوح زمین ریخت متفاوت

سلسله مراتب / سطح زمین ریخت	سنگ شناسی	ریخت سرزمین	نمای سرزمین
فامیل **A** **(Family A)*** — **PL-111**(۰/۳۸)	**PL-11**(۰/۵۰)	**PL-1**(۰/۵۰)	**PL**(۰/۳۷)
فامیل **A** **(Family A)*** — **PL-112**(۰/۷۳)			
فامیل **A** **(Family A)*** — **PL-113**(۰/۷۱)			
زیر گروه بزرگ **A′** **(Sub Group A′)*** — **PL-111**(۰/۶۹)	**PL-11**(۰/۶۹)	**PL-1**(۰/۶۹)	**PL**(۰/۵۲)
زیر گروه بزرگ **A′** **(Sub Group A′)*** — **PL-112**(۰/۹۱)			
زیر گروه بزرگ **A′** **(Sub Group A′)*** — **PL-113**(۰/۸۶)			

اعداد داخل پرانتز مقدار احتمال شرطی را برای هر سطح رده‌بندی در هر سطح زمین ریخت نشان می دهد.

* **(Family (A): Fine, Mixed, Thermic, Gypsic Haplosalids , Sub Group (SubG. A′) = Gypsic Haplosalids)**

(یعنی **A′**) داریم: ۰/۶۹=**P(Sub G. A′/PL-111)**. چنین نتایجی برای همه‌ی خاکهای موجود و در همه سطوح زمین ریختی مشاهده می شود وبه خوبی بیانگر هم خوانی روند سلسله مراتبی روش استفاده شده با ساختار رده‌بندی خاک می‌باشد. از طرفی برای هر خاک (در هر سطح رده‌بندی) احتمال شرطی برای واحدهای زمین ریختی در سطح بالاتر کاهش می یابد. این موضوع به خوبی تفرق خاکها را در خلال سلسله مراتب زمین ریختی نشان می دهد. نتایج بدست آمده توسط شاخص شانون نیز تاییدی بر نتایج فوق است (۱). در بررسی تنوع واحدهای نقشه خاک توسط ایبانز و همکاران(۱۹۹۸) نیز نتایج مشابهی ارایه شده است (۳). مقادیر عددی احتمال شرطی خاکها در واحدهای زمین ریختی به طور ضمنی بیانگر این نکته است که برخلاف آنچه ما در عمل، خاکها را تصادفی و مستقل فرض می کنیم، وجود خاکها چندان تصادفی و مستقل نیستند. از نظر آماری پیشامد **A** مستقل از پیشامد **B** است اگر و تنها اگر **Pr(A/B)= Pr(A)**. چنین شرطی در هیچ واحد زمین ریختی در منطقه دیده نمی‌شود و این وابسته بودن نوع خاک را به واحد زمین ریختی نشان می دهد. پس توزیع خاکها کاملاً تصادفی و مستقل نبوده و بجز موارد خاص، فرض تصادفی بودن خاکها چندان بعید و نادرست نخواهد بود (۴) و ما در عمل مجبوریم با خاک به عنوان یک موجودیت تصادفی (و گاه مستقل) نگاه کنیم تا بتوانیم از قوانین مربوط به متغیرهای تصادفی و مستقل استفاده کنیم. نتایج احتمال شرطی واحدهای زمین ریختی به شرط مشاهده خاکها نیز تاثیر فرایندهای زمین‌ریختی را روی تشکیل خاکها نشان می‌دهد. برای مثال۰/۴=**P(PL-113/ A)** و۰/۹ =**P(PL-11/ A)** و ۱=**P(PL/A)** بیانگر این نکته است که خاک **A** صرفاً در اثر فرآیند زمین ریختی پلایایی تشکیل و تکامل یافته است چرا که احتمال قرار گرفتن در واحد

PL به شرط مشاهده خاک **A** برابر یک (و یا صد در صد) است بنابراین می توان خاک **A** را یک خاک پلایایی دانست، لیکن توزیع و پراکنش این خاک در واحد **PL** با توجه به شرایط موجود در سطوح زمین ریختی مشخص می‌شود. برای مثال واحد **PL-113** به میزان ۴۰ درصد توانایی پیدایش خاک **A** را در خود داشته است و به عبارتی ۴۰درصد از فرآیندهای زمین ریختی در این واحد، منجر به تشکیل خاک **A** شده است.

منابع

[۱] تومانیان، ن. ۱۳۸۵. چگونگی تکوین اراضی، تنوع خاکهاو نقشه‌برداری کمی بعضی از خصوصیات پدوژنیکی در بخشی از ایران مرکزی، پایان‌نامه‌ی دکترای خاک‌شناسی، دانشکده‌ی کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۷۰ ص.

[۲] قلی‌زاده، ع.، مؤمنی، ع.، بهرامی، ح.ع. و بنایی، م.ح. ۱۳۸۰. بررسی کارایی روش ژئوپدولوژیک و روش خاک‌شناسی معمول در ایران در افزایش خلوص واحدهای نقشه‌ی خاک و کاهش هزینه‌های مطالعات خاک‌شناسی، مجله‌ی علوم خاک و آب، ویژه‌نامه‌ی خاک‌شناسی و ارزیابی اراضی، شماره‌ی ۱۵، جلد ۳. صفحات ۳۰-۱۳.

[3] Ibanez, J.J., Saldana, A., De Alba, S., and Camargo, J., 1998b. In: Ibanez, J.J., De-Alba, S., lobo, A. (Eds.), Pedodiversity and Global Soil Patterns at Coarse Scales. Geoderma 83, 206–214.

[4] Webster, R., 2000. Is soil variation random?. Geoderma 97, 149–163.

[5] Zinck, J.A. 1989. Physiography and Soils. Lecture-notes for soil students. Soil Science Division. Soil survey courses Subject matter: K6 ITC, Enschede, The Netherlands.