

پژوهشهای جغرافیائی - شماره ۳۹، اسفند ماه ۱۳۷۹  
صص ۱۴۷-۱۳۵

## بنیانهای بوم شناختی زمین ویژگیهای زیست محیطی خاک (پدوسفر)

دکتر منصور بدری فر - گروه جغرافیا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرری

### چکیده

بیوسفر زمین در شکل‌گیری قابلیت زیستی خود در حد نسبتاً زیادی به خاک که عمدتاً حاصل تأثیرات متقابل عناصر اتمسفری و عوامل اقلیمی از یک طرف و پوسته جامد زمین یا سنگ مادر از طرف دیگر می‌باشد، مدیون است. این ماده یا بستر، پدیده مهمی از طبیعت و ابزار بسیار ضروری برای انسان در تأمین نیازهای زیستی است. در تشکیل این لایه مهم دارای حیات علاوه بر عوامل دیگر، مهمترین نقش بر عهده آب هوا و سنگ مادر است. این دو عامل با آمیخته شدن با عنصر زمان در درجه اول ویاری گرفتن از عوامل دیگری چون ارگانیسم‌های خاک و توپوگرافی زمین، خاک به مفهوم واقعی را بوجود آورده و این ابزار مهم حیات را در اختیار انسان قرار می‌دهد.

در این مقاله سعی شده است تا ویژگیهای این عنصر مهم حیات و ساختار سیستمی آن شرح داده شود. در این راستا آشنایی با بافت فیزیکی و ساختار شیمیایی خاک می‌تواند از تخریب آن که معضل مهم زیست محیطی زمان ما است، جلوگیری کند. آشنایی با جریانهای جاری بر عنصر خاک می‌تواند به حفظ آن کمک کند. برای تحقق این امر کلیه عوامل موثر در تشکیل خاک مورد بررسی قرار گرفته و ارتباط سیستمی هر کدام از آنها در کلیت خاک بررسی شده است. همچنین عوامل موثر در تنوع خاک مطرح و نقش آنها بر شکل‌گیری انواع خاک که خود پدیده بسیار مهم و قابل توجهی است، ذکر شده‌اند.

واژگان کلیدی: اکوسیستم، ارگانیسم (موجودات زنده)، نیمرخ، افق، آبشویی، واکنش خاک

### مقدمه

از لحظه‌ای که عناصر اتمسفری در فرصتهای گذرا و عوامل اقلیمی در زمانهای طولانی موجبات متلاشی شدن سنگ مادر را فراهم می‌کنند؛ شروع به ساختن ترکیبی از بیوسفر زمین می‌گردد که این ترکیب تحت عنوان خاک، مهمترین وسیله تأمین نیازهای زیستی انسان است. در طول مدتی که عناصر و عوامل مورد اشاره کار بر روی سنگ مادر را با نیت ساختن خاک آغاز می‌کنند، تازمانی که خاک به مفهوم واقعی خود بوجود آید، مراحل مختلفی از تکوین که از ویژگیهای هر فرآیند اعم از طبیعی یا انسانی است، سپری می‌شود که ماهیت آنها با توجه به شدت و ضعف عناصر اتمسفری یا ترکیب و کلیت اقلیمی و بالاخره جنس سنگ مادر و دیگر عوامل موثر در آن متفاوت شده و در نهایت گرچه

پدیده‌ای بنام خاک بوجود می‌آید، لکن به لحاظ تفاوت‌های فوق‌انواعی از خاک که نوع استفاده و بهره‌برداری انسان از آنها را تعیین کرده و جایگاه آن را در نظام‌های اکولوژیکی مشخص می‌کند، بوجود می‌آید.  
در این راستا و در جریان مراحل مختلف تکوین خاک دو ویژگی مهم خاک که آشنایی با آنها راه استفاده از خاک را هموار می‌کنند، بوجود می‌آید که این دو ویژگی ساختار فیزیکی و شیمیایی آن است. از آنجا که ویژگی‌های مورد اشاره خاک تعیین‌کننده قابلیت خاک و نوع بهره‌برداری از آنها است، آشنایی با آنها لازم و ضروری است و بالاخره از آنجا که خاک مهمترین عنصر بیوسفر زمین است و بدون آن حیات در خشکیها جریان و دوامی نخواهد داشت، حفظ و حراست آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است که تحقق آن بدون آشنایی با جریان پدیده‌های مترتب بر تشکیل خاک میسر نیست. لازم به یادآوری است که در ارتباط با خاک و تشکیل آن و نیز ماهیت زیست محیطی و بالاخره آلودگی و نگهداری خاک پژوهش‌های قابل ملاحظه‌ای صورت گرفته ولی در مقاله زیر، موضوع عمدتاً از نظر گاه جغرافیا و نقش عوامل جغرافیایی مورد مذاقه قرار گرفته که امید است سودمند افتد.

### اهمیت خاک و نحوه تشکیل انواع آن

از سلسله عوامل و فرایندهای مهمی که ویژگی و تکوین اکوسیستم‌ها را سبب می‌شود، خاک است. عنصری که دانشمندان بویژه اکولوژیست‌ها از عهد عتیق بدان پرداخته و ماهیت آن را جستجو کرده‌اند. خاک میلیاردها موجود آلی را در پیکر خود بویژه در بخش روئی خود جای داده و پیوسته با محیط هوا و آب در ارتباط بوده است. خاک به عنوان یک محیط و عرصه زیستی وسیع شناخته شده و به تنهایی یک اکوسیستم بحساب می‌آید؛ لذا لازم است که در مفهوم وسیع خود بعنوان بخشی از لیتوسفر زمین مورد تعبیر و تفسیر قرار گیرد. در این صورت گذشته از مکانیک و ویژگی‌های شیمیایی و اکولوژیکی آن باید از عوامل دیگری چون اشکال زمین، ارتفاع، شیب، جهت شیب، زهکشی، ساختار تکتونیک و لیتولوژیک زمین و اراضی و بالاخره عوامل دیگری چون فرآیندهای ژئومورفولوژیک و ژئولوژیک که ویژگی‌های مورد اشاره و شرایط حیات را در آن بطور مستقیم یا غیر مستقیم تحت تاثیر قرار می‌دهد، صحبت به میان آید.  
خاک چگونه ساخته می‌شود و چگونه انواع مختلفی از آن به وجود می‌آید؟

اگر در بحث مربوط به خاک، عواملی که بیرون از محل استقرار آن موجب انتقال و استقرار خاک در غیر محل تشکیل اصلی آن شده به کنار گذاشته شود، خاک محصول فرآیندی است که سنگ مادر در اثر آن در محل استقرار خود تجزیه شده و با فعل و انفعالاتی که در طول زمان بر آن می‌گذرد، ساخته می‌شود. عواملی که تشکیل خاک و بعبارتی پدیده خاکزایی را هدایت کرده و موجب شکل‌گیری آن می‌شوند، می‌توانند به شکل زیر فورموله شوند:

$$F = (\text{زمان} + \text{ارگانیزم} + \text{اشکال زمین} + \text{سنگ مادر} + \text{آب هوا})$$

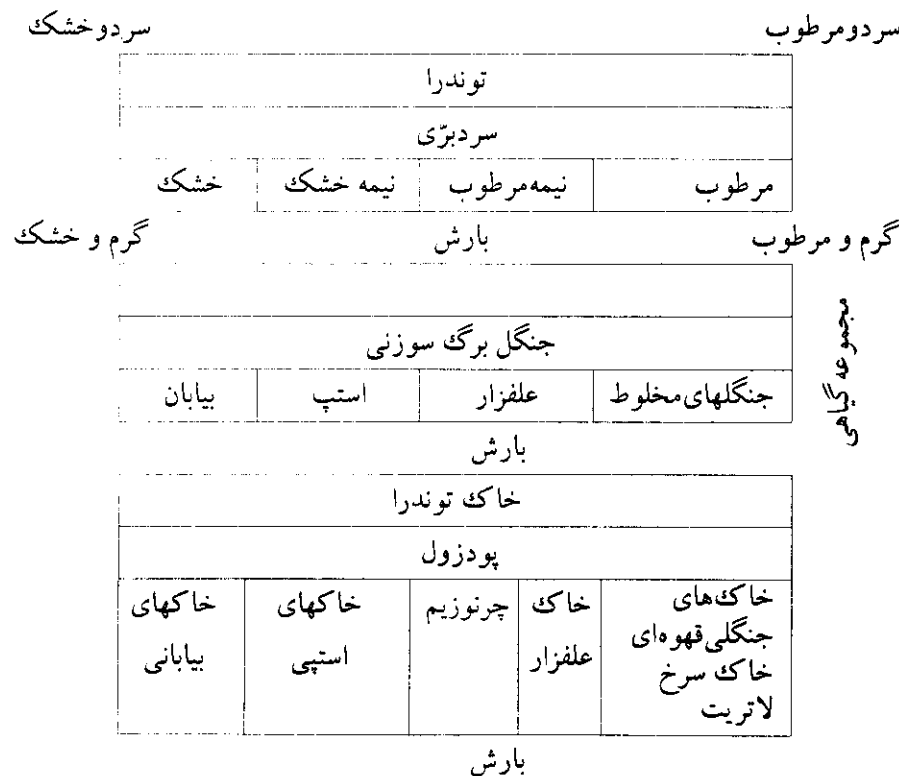
مهمترین عاملی که با تاثیرات مستقیم و غیر مستقیم خود خاک را ساخته و پرداخته می‌کند، آب و هوا است. به همین دلیل انواع عمده خاکها در سطح خشکیهای زمین، نظامی از پراکنندگی را که با کلان آب و هواها و پوششهای گیاهی محل مرتبط هستند، عرضه می‌کنند که خود نشان از ارتباط فشرده و تنگاتنگ آب و هوا با پدیده خاکزایی دارد. به این قبیل خاکها به لحاظ اینکه بصورت ناحیه‌ای یا منطقه‌ای مشاهده می‌شوند، خاکهای منطقه‌ای یا ناحیه‌ای گفته می‌شود. اما همانگونه که از فرمول بالا مستفاد می‌شود، در جریان شکل‌گیری چنین کلتی به لحاظ متفاوت بودن جنس سنگ مادر و ماهیت آن و تفاوت‌های نشات گرفته از پدیده زهکشی و اشکال زمین و بالاخره ویژگی شیمیایی و مکانیکی که در جای

جای زمین مشاهده می شود، عامل یا عوامل دیگری که ممکن است بیشتر از آب و هوا بر ساخته شدن خاک تاثیر گذارد. در داخل مناطق خاک به برخی از انواع خاک که تحت تاثیر جنس و طبیعت سنگ مادر و ویژگیهای توپوگرافیک زمین و آب زائد حاکم بر آن بوجود می آیند، خاکهای «درون منطقه ای» گفته می شود. سومین گروه از خاکها را مواردی چون رسوبات و انباشتگی هایی از شن و دیگر ذرات درشت و ریز که در شکل ظاهری به آنها نیز خاک گفته می شود، بوجود می آورند که از جای دیگر آمده و در محل استقرار خود هنوز به مرحله خاکزایی نرسیده و اکثراً به توده های سستی که عموماً فاقد گیاه هستند نیز «خاکهای برون منطقه ای» می گویند.

ارگانسیم خاک، عنصر مهمی است که با حضور خود در مجموعه جریانهای نشات گرفته از تاثیرات متقابل آب و هوا، سنگ مادر با نقش ماهیتی خود و اشکال زمین، به مجموعه ماهیت زیستی می بخشد و مجموعه را با مفهوم خاک مطرح می سازد. تا زمانی که این عنصر حضور خود را در مجموعه تثبیت نکرده باشد و یا به هر دلیل حضور آن پس از تثبیت از مجموعه عوامل پدیده خاکزایی حذف گردد، نه خاکی تشکیل می شود و نه خاکی که تشکیل شده بود، به نام خاک شناخته می شود.

ارگانسیم خاک با ترکیب پیچیده خود فعل و انفعالات زیستی را در پیکر خاک هدایت کرده و با تاثیرپذیری از دیگر عوامل سازنده خاک که متناسب با هر مکان تغییر می کند، نقش خود را در ساخته شدن خاک و نوع ماهیت آن آشکار می سازد.

شکل ۱- ارتباط عرصه ای انواع خاکهای منطقه ای با قلمرو کلان آب هوا و مجموعه های گیاهی شماتیک



عنصر زمان در تشکیل خاک بعنوان یک عامل مهم شناخته می‌شود. این عامل مهم یک جریان بطنی و آرام در پدیده خاکزایی عرضه می‌کند و سرعت این جریان آرام و کند در ارتباط با عوامل دیگر در جای جای زمین متفاوت است؛ بنابراین تعیین اینکه در چه مدتی و با چه ضخامتی طبقات خاک ساخته می‌شود، بسیار سخت است. برخی از پژوهشگران برای تشکیل چند سانتی‌متر خاک، چند صد سال و برخی دیگر چند هزار سال زمان پیش‌بینی کرده‌اند و با توجه به این واقعیت و مخصوصاً اینکه سرعت جریان عوامل سازنده خاک در مناطق مختلف واز جایی به جای دیگر فرق می‌کند، زمان تشکیل خاک در نقاط مختلف زمین متفاوت خواهد بود. جدای از این و در کنار این واقعیت که تشکیل خاک و پدیده خاکزایی یک جریان کند و آرام است، فرسایش خاک نسبت به آن، جریانی سریع و تند است و باید بدان توجه شود.

هر کدام از عوامل پنجگانه فوق، مستقیم یا غیر مستقیم از عناصر مهم تشکیل دهنده موضوعات جغرافیا است. هر کدام از عوامل فوق در ارتباط با طبیعت زمین در جایی که قرار دارد به گونه‌ای که در جای دیگر است ظاهر نشده و نقش واحدی را ایفا نمی‌کند. جغرافیا که رسالت بر ملاً کردن تفاوت‌های مکانی در سطح زمین و عبارت دیگر سعی در روشن کردن نقش هر عنصر یا پدیده در مکان خود در ارتباط با دیگر پدیده‌ها را دارد؛ با تحلیل پدیده خاکزایی و روشن کردن روابط محلی آنها با یکدیگر که هر کدام در جای خود وزن معینی دارند، به تبیین زایش خاک‌های مختلف و انواع آن می‌پردازد و از قبیل آن نقش عوامل جغرافیایی را که ارکان تشکیل و تنوع خاک بحساب می‌آیند، آشکار می‌سازد.

انواع خاک در ارتباط با ویژگی‌های سطوح مختلف نیم‌رخ آن طبقه بندی یا رده بندی می‌شود. هر خاک در نیم‌رخ یا پروفیل خود از نقطه نظر ساختار فیزیکی، شیمیایی و عناصر آلی تفاوت‌هایی را نشان می‌دهد که بدان‌ها افق خاک<sup>(۱)</sup> گفته می‌شود. خصیصه و ویژگی افق‌های خاک را فرآیند خاکزایی که ارتباط مستقیم با آن دارد تعیین می‌کند. ضخامت آن نیز در ارتباط با آن و در طول زمان افزایش یافته و تعیین می‌شود. در نیم‌رخ خاکی که در یک منطقه مرطوب بوجود آمده و فرسایش ندیده، کلاً چهار افق مشخص می‌شود. این افق‌ها از بالا به پایین با حروف A, B, C, D مشخص می‌شود. در بین اینها افق A بعنوان خاک روئی دارای هوموس یا سطحی و افق B، خاک زیرین شناخته می‌شود که بر روی هم خاک اصلی<sup>(۲)</sup> را بوجود می‌آورند. در بخش زیرین این افق لایه‌ای که زمان اندکی در معرض تجزیه قرار گرفته و هنوز ویژگی خاک را پیدا نکرده، تحت عنوان افق C (سنگ مادر) شناخته می‌شود. در بخش زیرین آن نیز مواد تولیدی سنگ مادر یا مواد جدا شده از آن که هنوز در مراحل نخستین تشکیل خاک قرار دارد، تحت عنوان افق D شناخته می‌شود. در پروفیل خاک و در سطح کاملاً روئی آن لایه‌ای قرار دارد که بخشی از مواد آن تجزیه شده و بخش دیگر هنوز در معرض تجزیه قرار نگرفته و یک لایه سست و نرمی را بوجود می‌آورد که در آن مواد آلی جمع شده و لایه‌ای مملو از آنرا بوجود می‌آورد که آنها را نیز با حروف A<sub>۰</sub> و A<sub>۰۰</sub> مشخص می‌کنند.

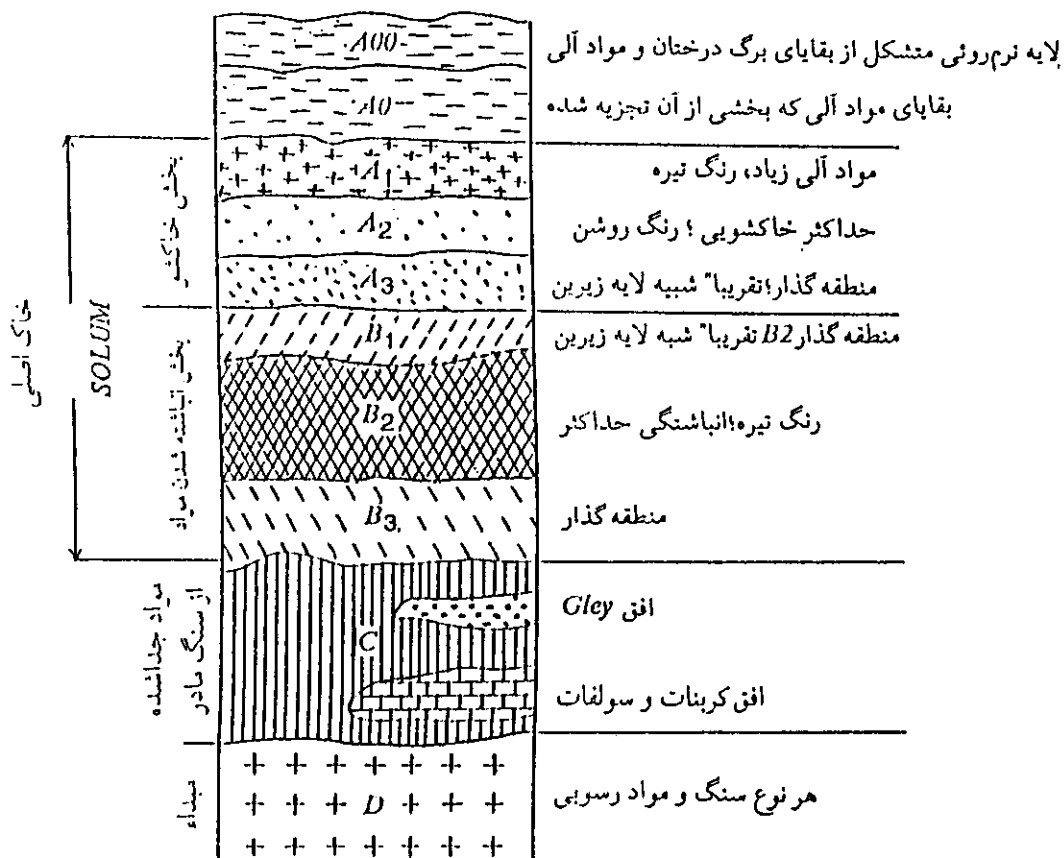
از فرآیندهای مهمی که در شکل‌گیری وهویت یابی افق‌های خاک نقش ایفا می‌کند، درجه آبشویی خاک است. در مناطق مرطوب افق A معرض شستشوی قوی قرار می‌گیرد که بدان شستشو<sup>(۳)</sup> یا انتقال مواد گفته می‌شود. به همین دلیل این افق Eluvial Harizon نام دارد. بخشی از مواد قابل حل در آب از این طریق از افق A خارج شده و بخش دیگر نیز به

1- Harizon

2- Solum

3- Eluviation

شکل ۲- نیمرخ خاک و ویژگی افق‌های آن



افق B در بخش زیرین آن منتقل شده و در آن انباشته می‌گردد. به این پدیده نیز «تراکم مواد»<sup>(۱)</sup> گفته می‌شود که به لایه مربوط به آن نیز Illuvial Horizon می‌گویند. پدیده آبشویی که موجب بوجود آمدن تفاوت‌هایی در پروفیل خاک می‌شود، با مقدار گرما و درجه حرارت در ارتباط است. در مناطق سرد و مرطوب، در افق A بعلت آبشویی خاک، کوارتز ( $\text{SiO}_2$ ) نسبتاً زیادی انباشته شده و رنگ خاک با عاری شدن آن از ترکیبات آهن، روشن متمایل به سفید می‌گردد؛ به این نوع آبشویی "پوذرولی" شدن خاک گفته می‌شود. در مناطق گرم و مرطوب نیز  $\text{SiO}_2$  در اثر آبشویی خاک که نتیجه آن وجود اکسیدهای آهن و آلومینیم در خاک و همراهی گل رس با آن است، خاک به رنگ قرمز در می‌آید که بدان لاتریت شدن می‌گویند. در مقابل، در مناطق خشکی که آبشویی خاک در آنها بسیار ضعیف است و مواردی چون کربنات کلسیم که براحتی در آب حل می‌شوند، بعلت ضعف آبشویی از محیط خارج نشده و در ترکیب خاک باقی می‌ماند و نوع دیگری از خاک که تفاوت عمده با قبلی‌ها دارد، بوجود می‌آورد. این شرایط که مولود میزان خشکی و رطوبت هوا است، نقش مهمی را در ایجاد نوع خاک ایفا می‌کند. تحت شرایط خشکی هوا و عدم انتقال مواد بعلت عدم وجود آبشویی موثر، کیفیت نفوذ که تحت تاثیر شرایط خشکی هوا اعمال می‌شود، نقش موثری را در ایجاد نوع خاک ایفا می‌کند. افق Illuvial یعنی بخش انباشته از مواد، بتدریج به سطح رویی خاک نزدیک شده و نهایتاً در بیابانها سطح مورد اشاره را کاملاً اشغال می‌کند. انباشتگی این مواد در بخش روئی خاک با ترکیبات شیمیائی مختلف لایه سختی را که بدان

Duricrust گفته می شود، بوجود می آورد.

### ویژگیهای فیزیکی و نقش اکولوژیک خاک

پیکر اصلی خاک را سنگ دانه های ریز و درشتی که در اثر تجزیه مکانیکی از سنگ مادر جدا شده اند و نیز ذرات رسی ریز ذره بینی به همراه مواد معدنی دیگر تشکیل می دهد. به حالتی که خاک از بعد ریزی و درشتی مواد تشکیل دهنده به خود می گیرد، بافت خاک گفته می شود. خاکها متناسب با ریزی و درشتی ذرات تشکیل دهنده خود به خاکهای رسی، لایبی و ماسه ای معروف هستند. بافت خاک قابلیت نفوذ پذیری، خلل و فرج دار بودن، جذب هوا و رطوبت و بالاخره قابلیت نفوذ حرارت را در آن تعیین کرده و با ایفای نقش اکولوژیکی مهم، قلمرو انتشار برخی انواع گیاه را تعیین می کند. پساموفیلها<sup>(۱)</sup> که در سطح ماسه های روان قرار می گیرند، نمونه بارزی از این موارد است.

عناصر تشکیل دهنده خاک با اتصالی که در اشکال مختلف با هم پیدا می کنند، خاکدانه های آنرا بوجود می آورند. خاکدانه ها در داخل خاک در نظامهای مختلفی قرار می گیرند؛ به این نظام نیز ساخت خاک گفته می شود. در طبیعت سه گروه عمده خاک از نقطه نظر انواع خاکدانه های آن که دانه دانه، به هم چسبیده و یا پاره پاره باشد، مشاهده می شود. قابلیت هواگیری، جذب آب و مواردی چون نفوذپذیر بودن خاک از لحاظ زندگی موجودات زنده در آن، با ساختار خاک مرتبط است.

در بین دیگر ویژگیهای فیزیکی خاک که نقش اکولوژیکی مهمی بازی می کند، ضخامت و ویژگی هیدرولوژیکی آن است. به مجموعه لایه های خاک، ضخامت خاک گفته می شود؛ بنابراین و بنا به روال متداول، به خاکهایی که ضخامت آنها تا ۳۰ سانتی متر است، خاکهای کم عمق و بین ۶۰ - ۳۰ سانتی متر خاکهای متوسط و بالاخره به بیش از ۶۰ سانتی متر خاکهای ضخیم گفته می شود. ضخامت کل خاک همچنین ضخامت هر یک از افق های آن در تعیین مقدار و اندازه مواد آلی، غیر آلی و غذائی و بالاخره حجم قلمرو زیستی ارگانسیم های خاک و نیز تاثیر گذاردن آن بر شرایط هیدرولوژیکی، نقش اکولوژیکی بسیار مهمی را ایفا می کند. در فرآیندهایی چون فرسایش خاک، کاهش بازدهی آن و تاثیرات منفی حاصل از شرایط هیدرولوژیکی بهم خورده از نظام طبیعی آن، چون بخش هایی از جنگل که زخمی شده و درختان آن مورد تخریب قرار گرفته باشد، ضخامت خاک بطور وضوح نقش اکولوژیکی خود را آشکار می سازد. نسبت فضای خالی در بین عناصر تشکیل دهنده خاک اگر با نسبت فضای خالی موجود در واحد حجم آن سنجیده شود، عددی بدست می دهد که اصطلاحاً بدان قابلیت نفوذپذیری خاک<sup>(۲)</sup> گفته می شود که با تخلخل و بالاخره خلل و فرج دار بودن آن مرتبط است. قابلیت تخلخل خاک با بافت و ساخت آن در ارتباط بوده و بنابراین در هر خاکی به نوعی مشاهده می شود. قابلیت نفوذ نیز از طرفی با نوع کلی تخلخل خاک و از طرف دیگر به ریزی و درشتی خلل و فرج موجود در آن مرتبط است که در این صورت، با بافت خاک مستقیماً ارتباط پیدا می کند. بطور نمونه خاک ماسه ای به لحاظ بالا بودن قابلیت تخلخل از قابلیت نفوذ بالا برخوردار است؛ در صورتیکه خاکهایی که حالت نفوذپذیری آنها بالا است ولی از ذرات ریز تشکیل شده، یعنی بافت آن از ذرات ریز تشکیل شده، از قابلیت نفوذ اندکی برخوردار است. آب در داخل خاک توسط ذرات ریز و خلل و فرج آن گرفته شده و نگهداری می شود. به این دلیل مقدار مواد کولوئیدی موجود در خاک و حجم

خلل و فرج بوجود آمده در آن از عوامل بسیار مهم تعیین کننده مقدار آب ذخیره شده در خاک است. به حداکثر مقدار آبی که در خاک می تواند ذخیره شود «ظرفیت آب» خاک گفته می شود؛ ولی بخشی از این آب به لحاظ اینکه شدت از طرف عناصر موجود در خاک گرفته می شود، گیاهان از همه آبهای موجود در خاک نمی توانند بهره مند شوند. مقدار آبی که گیاهان از آب موجود در خاک بهره مند می شوند با بافت خاک مرتبط است و بطور کلی با درشتی و ریزی دانه های موجود در خاک در ارتباط است و با آن نسبت مستقیم دارد. به همین دلیل رسیدن آب به سطوح فوقانی توسط قابلیت اسمزی که در اثر این فرآیند مقداری آب از دست می دهد، باز به بافت خاک مرتبط می شود که اگر از وجود ذرات رس صرف نظر شود، جریان با ابعاد دانه ها نسبت معکوس پیدا می کند. با توجه به توضیحاتی که داده شد، قابلیت تخلخلی و نفوذ پذیری خاک، قابلیت جذب آب و خاصیت اسمزی آن، شرایط هیدرولوژیک اکوسیستم های خاک را تعیین کرده و از عوامل بسیار مهم پدیده فوق بحساب می آید.

### ویژگیهای شیمیایی خاک و نقش اکولوژیک آن

هوای داخل خاک که جریانهای زیستی جاری در اکوسیستم آنرا هدایت می کند، از اتمسفری که با آن در تماس است، تامین می شود. هواگیری خاک از این طریق، یعنی نفوذ هوا به درون آن، با خلل و فرج موجود در آن نسبت مستقیم دارد. ترکیب هوای داخل خاک که اهمیت زیستی فوق العاده ای دارد، تقریباً همان ترکیب موجود در اتمسفر است و تنها اکسیژن آن اندکی کمتر و  $CO_2$  موجود در آن بیشتر است. اکسیژنی که در هوای خاک موجود است از طرف ارگانیسم های خاک که با اندامهای ریز و درشت در آن زندگی می کنند، مصرف می شود. در مقابل، مقدار  $CO_2$  که در اثر فعالیتهای زیستی ارگانیسم های مورد اشاره بوجود می آید، به هوای اتمسفر ولایه های زیرین آن که با خاک در تماس است وارد می شود. به این ترتیب در شرایط طبیعی بین هوای خاک و اتمسفر یک نوع چرخه اکسیژن و دی اکسید کربن که بدان سولونوم<sup>(۱)</sup> خاک گفته می شود، جریان دارد. این چرخه به هر دلیل که مختل شود، سبب کاهش تدریجی اکسیژن در خاک می شود که در نهایت به تمام شدن آن منتهی می گردد. در نتیجه این فرآیند، واکنش خاک اسیدی شده و بدون آنکه بقایای گیاهی تجزیه شوند، بر روی هم انباشته می شوند. جدای از آن، اختلال در امر هواگیری خاک، بعبارتی اختلال در ورود هوا به خاک، راه را برای تغییرات آناتومیکی و فیزیولوژیکی گیاهان هموار کرده و سبب اختلالات زیستی در آنها می شود.

عامل مهم دیگری که ویژگی اکولوژیکی خاک را تعیین می کند، درجه و میزان PH خاک است. خاکهایی که درجه و میزان PH آنها (۷) است، خاکهای خنثی شناخته می شوند. خاکهای اسیدی درجه PH کمتر از (۷) داشته و خاکهای قلیایی نیز PH بیشتر از (۷) درجه از خود نشان می دهند. درجه و میزان PH انواع خاکهایی که در سطح زمین وجود دارد بین ۲/۹ الی ۱۱ تغییر می کند. واکنش خاک با مقدار بارش و آبشویی خاک و شرایط زهکشی، پوشش گیاهی و طبیعت سنگ مادر و عواملی نظیر آن مرتبط بوده و تحت تاثیر آنها شکل می گیرد؛ بنابراین اقلیم نقش اصلی را در این رابطه بازی می کند. خاکهای مناطق مرطوب که شدیداً شستشو می شوند، عمدتاً اسیدی و خاکهای مناطق خشک قلیایی هستند. این قاعده کلی در خاک کشور ما نیز قابل رویت و مشاهده است. خاک مناطق پر باران ساحل شمالی کشورمان با درجه

اسیدی زیاد و هر قدر به شرق ساحل دریای خزر کشیده شود، بعلت کاهش مقدار باران از شدت اسیدی بودن آن کاسته می شود. در مناطق با باران متوسط، خاک کمتر اسیدی یا خنثی و بالاخره در مناطق کم باران مملکت نظیر ایران مرکزی و سواحل جنوبی، خاکهای قلیایی تشکیل شده است. واکنش خاک یعنی درجه PH آن یک نقش مهم اکولوژیکی را در انتخاب و رده بندی محیطهای زیست ایفا می کند. از این نقطه نظر گیاهان به گروههای مختلفی تحت عنوان Neutrophile, Oxiphile (شرایط خنثی دوست) و Baziphile (قلیائی دوست) تقسیم می شوند. گیاهان زراعی بطور عمده نوتروفیل و یا اندکی بازی فیل هستند.

تحت شرایط معمول و متعارف، بخش روئی افق A با لایه ای از هوموس پوشیده می شود. تجزیه و بقایای گیاهی و خرده ریزهای آنها توسط میکرو ارگانیسم ها و بوجود آمدن هوموس در اثر آن موجب افزوده شدن موادی توسط میکرو ارگانیسم های خاک به افق A می شود. در سایه و آبشویی دیگر مواد پروتئینی و بقایای حاصل از عمل تجزیه، مقدار زیادی مواد غذایی به درون خاک وارد می شود. همچنین با افزودن به قابلیت جذب آب و نفوذ آن در خود، حرکت ارگانیسم خاک و قابلیت عبور دادن هوا را در خود آسان کرده و نقش اکولوژیکی بسیار مثبتی را ایفا می کند.

حاصلخیزی خاک با مواد کلوئیدی موجود در خاک رابطه بسیار نزدیکی دارد. این مواد بصورت ذرات ریزی که ریشه آلی و غیر آلی داشته و یا از اکسیدهای آهن، آلومینیوم یا سیلیس هستند، در خاک وجود دارند. مواد کلوئیدی بار الکتریکی دارند و یونهای محلول در آب، خاک را جذب کرده و به آنها متصل می شوند. بطور مثال یونهای کلسیم، سدیم و پتاسیم محلول در آب خاک، به کلوئیدهای خاک متصل هستند. گیاهان برای تغذیه خود مواد مورد لزوم را از تبادل بازی که بین ریشه خود و مواد کلوئیدی برقرار می کنند تامین می کنند.

نوع و مقدار نمکهای موجود در خاک عامل مهمی است که در تعیین شرایط اکولوژیکی آن قویاً موثر است. در بعضی از خاکها کربناتهایی نظیر کربنات منیزیم<sup>(۱)</sup>، کربنات سدیم<sup>(۲)</sup> و کربنات کلسیم<sup>(۳)</sup> که با طبیعت سنگ مادر و نیز شرایط زهکشی آن مرتبط است، قرار می گیرد. نقش سنگ مادر در ایجاد چنین شرایطی به آسانی قابل توجه است. در مناطق خشک نیز کربناتها، کلرورها و سولفاتها در بخش مرکز و کناری حوضه های مسدود انباشته می شود. در چنین شرایطی، خشکی فیزیولوژیکی در خاکها بوجود می آید. در چنین وضعی یون مواد غذایی نظیر ازت و پتاسیم به لحاظ پیوند محکم آنها با خاک، از طرف گیاهان قابل استفاده نمی شوند. انباشتگی نمک در آب خاک اگر از ۲ الی ۳ درصد تجاوز کند، روی گیاهان عادی حکم زهر پیدا می کند. در یک چنین جاهایی فقط گیاهانی که ساخت ویژه ای دارند و به هالوفیل ها معروف هستند، می توانند زندگی کنند.

### ارگانیسم خاک و نقش اکولوژیکی آن

غالباً تصور می شود که در داخل خاک انواع معدودی از کرم، حشرات و نظایر آنها زندگی می کنند. در صورتیکه خاک در اصل، محل زندگی میلیونها ارگانیسم مختلف است. برخی پژوهشگران در یک متر مربع خاک، زندگی یک میلیارد ارگانیسم را ثبت کرده اند. این تعداد با توجه به نوع خاک و اقلیم از جایی به جای دیگر متفاوت است؛ بنابراین در داخل خاک نباید وجود دنیایی که تعداد زیادی از موجودات جاندار را در خود نگهداشته و با اتمسفر و هیدروسفر

1- Co<sub>3</sub> Mn2- Co<sub>3</sub> Na<sub>2</sub>3- Co<sub>3</sub> Ca



ارتباط پیوسته‌ای دارد، از نظر دور بماند که بی‌تردید بعنوان مهمترین عنصر اکوسیستم زمین می‌تواند تلقی شود. ارگانسیم‌های خاک از موجودات ذره بینی گرفته تا درشت مانند کرم‌ها، موش‌ها و برخی مهره‌داران حتی پستانداران که از نظر جثه، ساخت و طرز زندگی و تولید مثل تفاوت‌هایی را نسبت بهم دارند، انواع زیادی را در بر می‌گیرد. از ارگانسیم‌های خاک آنچه که از همه کوچکتر و از لحاظ اشغال محیط از همه گسترده تر است و بیش از همه خاکهای قلیایی را برای زیستن ترجیح می‌دهد، باکتریها هستند. اینها و قارچهایی که خاکهای اسیدی را ترجیح می‌دهند و نیز بعضی جلبکهای ساده‌ای که در بخشهای نزدیک به سطح خاک زندگی می‌کنند و به آنها Protist گفته می‌شود، ارگانسیم‌های خاک را تشکیل می‌دهند. از دیگر حیواناتی که در داخل خاک زندگی می‌کنند با توجه به جثه‌ای که دارند به گروههای میکرو (خرد)، مزو (متوسط)، ماکرو (درشت) و بالاخره جانوران درشت اندام رده‌بندی یا طبقه بندی می‌شوند.

جانوران بی‌مهره و مهره‌دار خاک، کم و بیش با حرکت‌های خود در داخل خاک موجب اختلاط خاکها بهم می‌شوند. حتی بعضی از اینها تا عمیق‌ترین بخش خاک می‌توانند نفوذ کنند. این قبیل تغییر جا و مکان در ساعت‌های مخصوص روز و فصلهای معین و در ارتباط با گرما و شرایط رطوبت انجام می‌گیرد. با وجود این، بخش عمده ارگانسیم خاک در درونی‌ترین بخش خاک که ضخامت آن از چند سانتی متر تجاوز نمی‌کند و افق‌های A<sub>0</sub> و A<sub>00</sub> را تشکیل می‌دهد، زندگی می‌کنند که علت آن غنی بودن این افق‌ها از مواد غذایی است.

در بین ارگانسیم‌های خاک آنهایی که از لحاظ جثه در حد میکرو یا ریز اندام قرار دارند، نقش اکولوژیک فوق‌العاده زیادی دارند. بقایای گیاهی و دیگر مواد آلی موجود در خاک را تجزیه و واپاشی می‌کنند. در این میان مواد غذایی و معدنی باقیمانده از تجزیه باخاک مخلوط شده و بصورتی که گیاهان بتوانند از آنها استفاده کنند در می‌آیند. چرخه ازت و کربن موجود در خاک نیز در سایه برخی ارگانسیم‌ها محقق می‌شود. کربن در ترکیبهای پیچیده‌ای در بافت گیاهان و جانوران وجود دارد. گیاهان که در جریان عمل فتوسنتز، کربن دی‌اکسید را به ماده آلی تبدیل کرده و منبع تغذیه جانوران را فراهم می‌کنند، با تجزیه لاشه آنها توسط میکروارگانسیم‌ها که پس از مرگ در داخل خاک مانده‌اند، به عمل می‌آورند، مجدداً CO<sub>2</sub> حاصل از این عمل به خاک بر می‌گردد. در جریان این فرآیند موادی چون ازت، سولفید، پروتئین و اسید نیکلوئید که از تجزیه و واپاشی بافتها بوجود می‌آید، در خاک وارد می‌شود. این قبیل مواد باز توسط میکروارگانسیم‌ها تجزیه و متلاشی شده و به ترکیبهای ساده غیر آلی چون یونهای آمونیوم، نیتريت و نیتراتها که مورد استفاده گیاهان قرار می‌گیرد، تبدیل می‌شوند. برخی ارگانسیم‌های خاک نیز مواد ازت‌داری را که بصورت آمونیوم هستند، تولید می‌کنند. این قبیل یونها نیز باز توسط برخی ارگانسیم‌های دیگر اکسیده شده و به نیتراتها تبدیل می‌شوند. در نهایت، ارگانسیم‌های دیگری نیتراتها را به نیتريتها تبدیل می‌کنند. اگر ازت بعنوان یکی از عناصر اصلی پروتئین که برای رشد و تغذیه گیاهان و جانوران حائز اهمیت زیاد است، بخاطر آورده شود؛ اهمیت اکولوژیک فوق‌العاده مهم میکروارگانسیم‌ها که در اثر فرآیندهای فوق و اهمیت مورد اشاره را محقق می‌سازد، بخوبی آشکار می‌شود. گذشته از این، ارگانسیم‌های خاک بویژه آنهایی که در گروه میکروفونا<sup>(۱)</sup> و مزوفونا<sup>(۲)</sup> قرار می‌گیرند، با حرکت‌های خود در درون خاک، عناصر خاک و مواد غذایی درون آنرا در بین افق‌ها انتشار داده و از این طریق به تشکیل ساختار مناسبی که بتواند

هوا را بخوبی جذب و از خود عبور دهد، کمک می‌کند و از نقطه نظر نظام‌یابی اکوسیستم خاک، نقش بسیار مهمی را ایفا می‌نماید.

با وجود این، از نقطه نظر ساختار اکوسیستم خاک، میکروارگانیسم‌ها برخی ویژگیهای منفی نیز نسبت به آن دارند. بطور نمونه اگر برخی میکروارگانیسم‌هایی که یونهای نیتريت و آمونیوم موجود در خاک را به گاز ازت خالص تبدیل می‌کنند، مقدارشان افزایش یابد، خاک بعلت داشتن مقدار زیادی ازت، از لحاظ مواد غذایی بسیار فقیر خواهد شد. به این فرآیند از هم پاشیدگی نیترات<sup>(۱)</sup> گفته می‌شود. برخی میکروارگانیسم‌ها نیز موجب تجزیه ریشه‌های گیاهی می‌شوند. از دیگر تاثیرات منفی میکروارگانیسم‌ها که تعداد آنها زیاد است، به این مورد نیز می‌توان اشاره کرد که بامصرف مواد غذایی مورد استفاده گیاه در خاک، شریک مهمی برای آن محسوب شده با وارد کردن مواد سمی در اثر این قبیل مصارف و فعل و انفعالات، رشد گیاهان را کند و یا آنها را غیر ممکن می‌کند. با وضعیتی که در آخر بدان اشاره رفت، بیشتر در خاک جنگلها و بطور پراکنده در خاکهای علفزارها و بعضی مزارع می‌توان برخورد نمود.

### دیگر عوامل مرتبط با وضعیت زمین

اکوسیستم خاک همانگونه که در ابتدای بحث آمد، اگر بعنوان محصولی از عوامل بوجود آورنده طبیعت زمین تلقی شود، لازم است تا دیگر عواملی که ویژگیهای این اکوسیستم را تعیین می‌کنند و به زمین وابسته هستند نیز به‌خاطر آورده شوند. در حقیقت خصوصیات ژئومرفولوژیکی چون ارتفاع و بلندی، اشکال سطح زمین، سمت دامنه و شرایط زهکشی نوع سنگهایی که بستر را ساخته‌اند، با نحوه تشکیل خاک و انواع و ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی آن ارتباط تنگاتنگ دارد و تاثیرات خود را بطور مستقیم بر خاک می‌گذارند.

عامل ارتفاع و بلندی که در بین این عوامل قرار دارد، نقش خود را با تاثیر بر اقلیم ایفا می‌کند. در بحث تعیین ویژگیهای اکوسیستم‌ها، نقش مهم اقلیم و پارامترهای مرفولوژیکی را خاطر نشان کردیم. با افزایش ارتفاع، پدیده‌هایی چون کاهش درجه حرارت، کاهش بخار آب و رطوبت، افزایش احتمالی بارش تا حد معینی از ارتفاعات و پدیده‌هایی چون کاهش زمان رشد و رویش گیاه، متفاوت شدن تشکیلات گیاهی یعنی پوشش‌های گیاهی مختلف و بالاخره پیدایش اکوسیستم‌های مختلف در ارتباط با آن بوجود می‌آید. دلیل تشکیل اکوسیستم‌های مختلف که بصورت کمربندهایی در دامنه کوهها و متناسب با بلندی زمین بستر خود، در اشکال اکوسیستم و اکوتون بوجود آمده‌اند، حاصل عوامل مورد اشاره فوق است. در عرضهای جغرافیایی مختلف و متناسب با محل هر کدام از آنها، از یک ارتفاع معین به بالا، کاهش درجه حرارت و خشکی فیزیولوژیکی امکان زیست گیاهان را دشوار کرده و حیات آنها را محدود می‌کند.

ناهمواریهای سطح زمین از عوامل مهم دیگری است که تشکیل اکوسیستم‌های مختلف را در سطح زمین ممکن می‌کند. بطور نمونه، در بخشهای کناری و دامنه زمینهای چاله‌ای واقع در مناطق نیمه خشک و در کف دره‌ها، نواحی اکولوژیک مختلفی که با نواحی اطراف متفاوت بوده و ویژگیهای دیگری را عرضه می‌کنند، تحت عنوان اکوتوپ و اکوتون بوجود می‌آید. علت این نیز تفاوت‌هایی است که شرایط هیدرولوژیک و پدولوژیک مرتبط با ناهمواریهای زمین عرضه می‌کند. در مناطق ساوان نیز کف گودالهایی که به آبهای زیرزمینی نزدیکتر است اکثراً توسط اکوتوپ‌های

غنی با پوشش گیاهی انبوه پوشیده می‌شود. در اثر تاثیر ناهمواری و مخصوصاً خرده ناهمواریها بر شرایط هیدرولوژیکی محیط، ایفای یک چنین نقشی ارتباط مستقیم آنرا با میزان خشکی آشکار می‌سازد. در این رابطه دو عامل مهم دیگری که در ارتباط با طبیعت زمین، نقش بسیار مهمی در تشکیل اکوسیستم‌ها ایفا می‌کند، شیب زمین و سمت دامنه در جهت‌های شمالی و جنوبی است. ضخامت خاک با میزان و درجه شیب نسبت معکوس دارد؛ عبارتی هر قدر شیب زیاد باشد، ضخامت خاک کمتر است. در زمینهای صاف و بدون شیب، ضخامت خاک کمتر است. علت اصلی این امر، فرسایش شدید خاک به مفهوم انتقال آن به نقاط پایین دست در اثر شیب زیاد، در مقابل حفظ و نگهداری خاک در زمینهای صاف و بدون شیب و محل انباشته شدن مواد فرسایش یافته در آنها است، بطوریکه برخی انواع خاک که نوع آنها مرتبط با زمین صاف و هموار بدون شیب یا کم شیب است و به آنها پلانوسل<sup>(۱)</sup> گفته می‌شود، شیب در عین حال با تاثیرگذاری بر انرژی دریافتی به روش رادیاسیون و شرایط هیدرولوژیکی، از طرق مختلف نقشهای مهمی را ایفا می‌کند.

مهمترین تاثیر سمت دامنه یعنی شمالی یا جنوبی بودن آن بصورت ایجاد تفاوت در میزان گرما و شرایط دریافت باران و بارش نقش خود را ظاهر می‌سازد. در نیمکره شمالی، دامنه‌هایی که به سمت شمال مشرف است، کمتر از دامنه‌هایی که سمت جنوب است گرم می‌شود. این تفاوت در تابستان بیشتر آشکار می‌شود. انرژی دریافتی در عین حال با مقدار شیب نیز مرتبط است؛ با افزایش شیب در دامنه‌هایی که به سمت شمال است، انرژی حاصل از رادیاسیون کمتر می‌شود؛ در صورتیکه مقدار انرژی دریافتی در دامنه‌هایی که رو به جنوب است، متناسب با فصول تغییر کرده و تا شیب معینی بر مقدار آن افزوده می‌شود. به دلایلی که گفته شد دامنه‌ای که نگاه آن به سمت جنوب است، بیشتر از آنچه که در جنوب قرار دارد ولی نگاه آن به سمت شمال است، در معرض گرما قرار می‌گیرد. بطور مثال دامنه‌هایی که در عرض ۵۰ درجه شمالی و با شیب ۴۰ - ۱۰ و به سمت جنوب قرار دارد، هم در تابستان و هم در زمستان بیشتر از دامنه‌ای که در همان عرض و با همان شیب ولی به سمت شمال قرار دارد، انرژی دریافت می‌کند. این امر در کشوری مثل ایران که ناهمواری زیاد در آن وجود دارد از نقطه نظر اکولوژیکی نتایج بسیار مهمی بیار می‌آورد که در نتیجه آن اکوسیستم را که چندان همساز با عرض جغرافیایی ندارند، بوجود می‌آورد. دامنه‌هایی که سمت آنها به شمال و جنوب است، در موارد زیادی در مقدار بارش و میزان رطوبت تفاوتی دارند. این تفاوتها با توجه به سمت توده هواهایی که با خود باران بهمراه می‌آورند، از نقطه‌ای به نقطه دیگر تغییر می‌کند.

ارتفاع یا بلندی، ناهمواری، شیب و سمت دامنه و تمامی عوامل ژئومورفولوژیکی و توپوگرافیک از این قبیل چه در سطح کلان، و چه در سطح متوسط و خرد، شرایط اقلیمی را تحت تاثیر قرار داده و اکوسیستم‌ها، اکوتوپ‌ها و اکوتون‌های متفاوتی را بوجود می‌آورند. این تفاوت‌های اقلیمی که در پناه توپوگرافی حاصل می‌شود، همانگونه که قبلاً نیز گفته شد، تحت عنوان «توپوکلیم» شناخته می‌شود

ویژگیهای اکولوژیکی و شرایط آب زائد یعنی اینکه آب زائد، درونی یا بیرونی باشد، ماهیت باتلاقها، تورب‌زارها، تالاب‌ها، عمق منابع آب زیرزمینی و تغییرات فصلی آنها، از یک طرف با آب و هوا و از طرف دیگر با شرایط توپوگرافی در ارتباط است. این قبیل ویژگیهای هیدرولوژیکی، طبیعت خاک و نوع آنرا در سطح وسیعی تحت

تأثیر قرار داده و در ماهیت اکوسیستم‌ها بطور مستقیم و غیر مستقیم تأثیر گذارده و در ساختن آنها نقش ایفا می‌کند. در بخشهای کناری حوضه‌های مسدود بویژه در کف آنها، خاکهای نمکی و در برخی موارد پوسته‌های سفت و سخت بوجود می‌آید که خود موجب پیدایش اکوسیستم‌ها و کوتوب‌های مختلف در این عرصه می‌گردد.

جغرافیا به لحاظ محصور بودن با قطبیت محیط و انسان، نقش ترکیبی هر کدام از آنها در تشکیل و استفاده از خاک و یا اثر بر زیر مجموعه‌ای از آنها می‌تواند در روشن شدن بسیاری از واقعیت‌ها کمک کند. گرچه در این راه کاری که لازم باشد، صورت نگرفته؛ ولی تلاش محقق دانشمند جناب آقای دکتر پرویز کردوانی که در زمینه جغرافیای خاک به حق تلاش مجدانه‌ای کرده است، قابل تحسین و تمجید است که امید است راهی که ایشان گشوده‌اند، دیگران گسترش داده و با اضافه کردن پژوهشهای جغرافیایی خاک، رسالت جغرافیا را شفاف‌تر کنند.

آنچه می‌توان به اختصار بیان کرد این است که تمام مشخصه‌های خاک اعم از فیزیکی، شیمیایی و حیاتی بعنوان یک سیستم با شرایط محیط و ساختار طبیعی آن مرتبط است. هر محیطی ساختار ویژه خود را دارد. گرچه عناصر تشکیل دهنده هر کدام یکی است، ولی حضور عناصر در هر کدام با ظرفیت و پتانسیل یکسان نیست. بنابراین عوامل جغرافیایی در تبیین نظام شکل‌گیری خاکها نقش اساسی دارند که جغرافیدان با پژوهش‌های جغرافیایی خود بر آنها واقف می‌شود. جوامع انسانی نیز با ساختارهای اجتماعی، اقتصادی و سیاسی مختلف خاک را مورد استفاده قرار می‌دهد و هر کدام از آنها شیوه خاصی در استفاده از خاک دارند، جغرافیدان با محسوریت خود با قطب انسان و مطالعه نحوه استفاده آنها از محیط، نوع رابطه هر کدام از جوامع انسانی را می‌تواند با خاک آنها کشف کرده و بر تبیین ماهیت آنها همت گمارد که امید است بتوان در این راه حرکت کرد.

## منابع و مآخذ:

- ۱- بای برودی، محمد، ۱۳۵۹، کوهستانی ابراهیم «خاک: تشکیل و طبقه‌بندی» دانشگاه تهران، شماره ۱۳۶۰، چاپ سوم.
- ۲- کردوانی، پرویز، ۱۳۷۴، «جغرافیای خاک‌ها»، دانشگاه تهران، شماره ۱۴۳۷، چاپ سوم.
- ۳- کردوانی، پرویز، ۱۳۵۷، «خاک و محیط زیست»، دانشگاه آزاد ایران، تهران.
- 4- Bennetl. H.H."soil Conservation " 1939 McGrow - Hill
- 5- Erinch, S." Ortam Ekologisi" 1984 I.U No 3213
- 6- Hizalan, E."Toprak Organizmlari" 1971 A.U. No 451
- 7- Klink,H.J." Geoecology and Natural regionalization"1974 Applied Sciences and Development .  
Tubingen
- 8- Morgan,R.P.C." Soil erosion and conservation" 1995 Longman England
- 9- Norman , D.W." Farming systems develompment and soil conservation " 1994 F.A.O
- 10- Uslu,S." Mahtelif arazi kullanma sekilerinin yuzeysel akis ve erozyon uzerine tesiri" 1984 I.U No  
1643
- 11- Yavuz, F." Cevre sorunlari " 1975 A.U,S.B.F