

## فضا و نگرش فضایی در مطالعات خاک و ژئومورفولوژی

### (مطالعه موردی: سرآب حوضه آبی زاینده رود)

حمید قیومی محمدی، محقق مؤسسه تحقیقات خاک و آب و دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی دانشگاه اصفهان\*

محمدحسین رامشت، دانشیار گروه جغرافیا، دانشگاه اصفهان

نورایر تومانیان، استادیار پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان

مسعود معیری، استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه اصفهان

#### چکیده

اگر دانش ژئومورفولوژی را به تعبیری، علم شناخت هندسه سطوح ارضی و تغییر و تحولات آن بدانیم، در اولین گام برای درک بهتر مفهوم فضای جغرافیایی، باید با اصول و نگرش‌های مطرح شده در دانش هندسه آشنا بود. هندسه اقلیدسی اشکال را ترکیبی از نقطه، خط، و سطح (پهنه) تلقی کرده، آن‌ها را در دو بعد و یا حداکثر سه بعد قابل تعریف می‌داند. هندسه مذکور که سابقه طولانی در حوزه دانش مشاهده‌ای و تجربی دارد، در عصر ما دچار چالش جدی شده است. ریمان (۱۸۵۴) صحبت از هندسه فرا ابعادی نموده، بعدها این تعبیر سبب طرح هندسه چهار، ده و یازده بعدی گردید و هندسه مزبور نه تنها شرایط جدیدی را در کار فیزیکدانان، برای تفسیر آفرینش و تحول آن در بستر زمان باعث گردید که اصول هندسه اقلیدسی را برای تشریح و تبیین بسیاری از مسایل، ناکافی و در مواردی نادرست معرفی نمود. تولد چنین هندسه فرا ابعادی را در اصطلاح، هندسه فضایی نامیدند. هندسه فرا بعدی، اصول جدیدی را بنیان نهاد و فیزیکدانان را از فیزیک کلاسیک (نیوتنی)، به فیزیک کوانتوم رهنمون ساخت.

طرح هندسه فضایی در ژئومورفولوژی مبانی دو دیدگاه کلاسیک (دیویسی فرآیندی) را متحول ساخت و مبانی ژئومورفولوژی سیستمی را تقویت بخشید. با ورود تفکر فضایی در ژئومورفولوژی، و تغییر بنیادی در مفهوم مقیاس و سطح ادراک، مفاهیم جدیدی چون هندسه ریمان و فراکتال، ارگودیسیتی، کیاس، تعادل دینامیک، دینامیسم فضایی - زمانی، چند نگاره، کروم، آلومتری، پدومتری و بالاخره از همه مهمتر، بکارگیری منطق فازی به جای منطق کلاسیک دو ارزشی ارسطویی، در تحلیل‌ها و مبانی نظری و متدولوژی پژوهش‌های ژئومرفیک مطرح شده است. این رویکرد جدید، به خوبی قادر است شرایط ایجاد خاک‌های مدفون شده و دیرینه، تشکیل افق خاک آرچلیک در اقلیم سرد و مرطوب گذشته و

استمرار حضور آن در مناطق گرم و خشک کنونی، وجود مخروط‌های آبرفتی دیرینه در زیر مخروط‌های آبرفتی جدید، بررسی باهاذاها و فن‌های در هم تنیده و چند زمانه را تبیین و تفسیر نموده و آن را در ابعاد مختلف "فضایی - زمانی" تصویر نماید. بر اساس یک تحقیق موردی که در سرآب حوضه آبی زاینده رود انجام گرفته است، نتایج به دست آمده مؤید نقش انکار ناپذیر فضای مورفونیک (و نه یک یا دو عامل) در تحولات خاک سازی و شکل زایی است. این مقاله که برگرفته از یک طرح تحقیقاتی در دانشگاه اصفهان است، سعی بر آن دارد مفهوم فضا در ژئومورفولوژی را تشریح نموده، به تبیین دریاچه‌های جدیدی بپردازد. آیا این رهیافت علمی جدید را می‌توان "ژئومورفولوژی فضایی" نامید؟

**واژه‌های کلیدی:** زمان، نگرش فضایی، خاک، هندسه ریمان و فراکتال، حوضه آبی زاینده رود، ژئومورفولوژی فضایی.

### مقدمه و تاریخچه نگرش فضایی

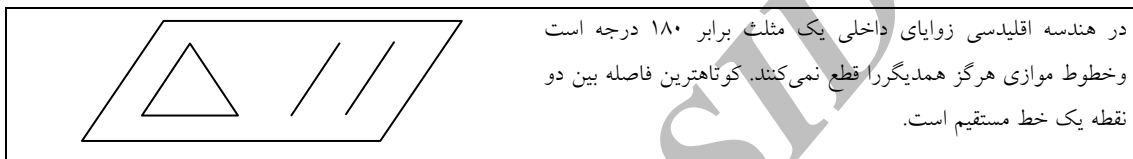
هنگامی که جرج برنارد ریمان (G. B. ۱۸۵۴) Riemann سخنرانی معروف خود را در دانشگاه گوتینگن آلمان ایراد کرد، "هندسه جدیدی تولد یافت" و تئوری ابعاد بالاتر معرفی شد. وی خصوصیات حیرت انگیز فضای فرا ابعادی را به دنیا معرفی کرد. مقاله مهم او با نام "در باب فرضیاتی از اصول هندسه" ستونهای هندسه کلاسیک یونان را که در طول دو هزار سال، همه انتقادهای افراد شکاک را با موفقیت دفع کرده بود، در هم فرو ریخت. با فرو ریختن هندسه قدیمی اقلیدسی که در آن همه اشکال هندسی، دو یا سه بعدی هستند، هندسه ریمان از خرابه‌های آن سر برافراشت (کاکو، ۱۳۸۲). در طول شش دهه بعد، انیشتن با استفاده از هندسه چهار بعدی ریمان، آفرینش و تکامل جهان را توضیح داد. ۱۵۰ سال پس از آن سخنرانی، فیزیکدان‌ها در تلاش‌اند تا با استفاده از هندسه ده بعدی، اتحاد قوانین جهان فیزیکی را تحقق بخشند. هسته کار ریمان، درک این نکته بود که در فضای فرا ابعادی، قوانین فیزیکی ساده تر می‌شوند.

به گفته اقلیدس: نقطه هیچ بعدی ندارد. خط دارای یک بعد است: طول، صفحه دارای دو بعد است: طول و عرض، جسم جامد سه بعد دارد: طول و عرض و ارتفاع.

هیچ چیز دارای چهار بعد نیست. "ارسطوی فیلسوف" ظاهراً اولین کسی بود که قاطعانه بیان کرد بعد چهارم فضایی، ناممکن می‌باشد. وی در کتابش بنام "در مورد آسمان" نوشت: خط در یک سو دارای اندازه است، صفحه در دو سو، و جسم جامد در سه سو و فراتر از اینها هیچ سویی وجود ندارد، چرا که فقط سه سو وجود دارد. "بطلمیوس" در کتاب خود تحت عنوان "در مورد فاصله" (on distance) با ارایه دلایلی بر غیر ممکن بودن بعد چهارم تأکید نمود. شاید بتوان از بطلمیوس به عنوان شخصیتی در تاریخ نام برد، که در مقابل دو ایده عظیم به مخالفت برخاست: ۱- منظومه شمسی با مرکزیت خورشید، ۲- بعد چهارم. ریاضیدانی به نام جان والیس معتقد بود که "طول، عرض و ضخامت، همه فضا را پر می‌کنند." ذهن بشر نمی‌تواند تصور هم بکند که بعد چهارم مکانی ممکن است فراسوی این سه بعد وجود داشته باشد. از نظر ریمان "نیرو نتیجه‌ای از هندسه است." وی به این نتیجه رسید که الکتریسیته، مغناطیس و گرانش ناشی از در هم میچاله شدن جهان سه بعدی، در بعد نامریی چهارم می‌باشد. بنابراین، "نیرو"، موجودیت مستقلی ندارد، بلکه، فقط اثر ظاهری است که به خاطر تغییر شکل هندسی ایجاد می‌شود (کاکو، ۱۳۸۲). به علاوه فضای سه بعدی اقلیدسی "تخت" است (درفضای تخت،

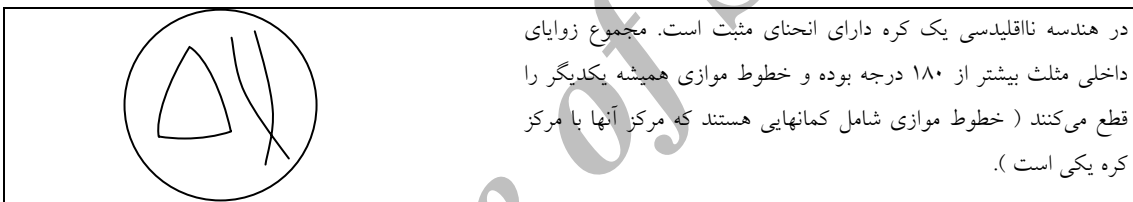
بود. شکل‌های هندسی مسطح و ایده آل اقلیدسی را در طبیعت نمی‌توان مشاهده کرد. زمین ریخت‌ها، رشته کوه‌ها، ناهمواری‌ها، امواج اقیانوس‌ها، ابرها و گرداب‌ها، شکل‌های دایره‌ای، مثلثی و یا مربعی کامل نیستند، بلکه اشیاء و پدیده‌های منحنی هستند، که به روش‌های بی شماری خمیده، پیچیده و یا چوله شده و همچنان در حال تغییر شکل‌اند (شکل ۱).

کوتاهترین فاصله، بین دو نقطه، یک خط است و این موضوع امکان انحنا دار بودن فضا، مانند سطح یک کره را منتفی می‌کند. با محدود کردن خود به سطوح تخت، می‌توان از هندسه اقلیدسی دفاع کرد. اما اگر وارد دنیای سطوح انحنا دار شویم، این هندسه عملاً غلط از آب در می‌آید. از نظر ریمان، هندسه اقلیدسی به خصوص در مقایسه با دنیا و تنوع غنی آن، فاقد صلاحیت و نوزایی



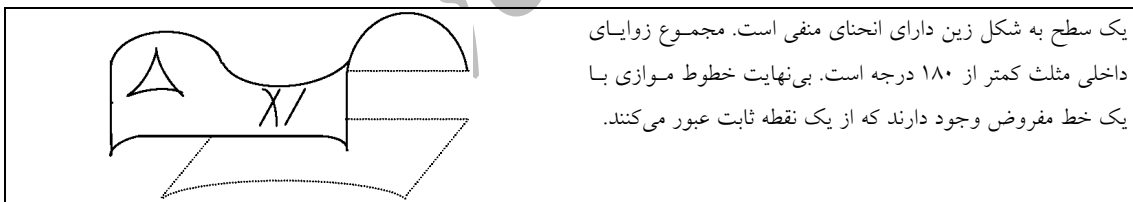
در هندسه اقلیدسی زوایای داخلی یک مثلث برابر ۱۸۰ درجه است و خطوط موازی هرگز همدیگر را قطع نمی‌کنند. کوتاهترین فاصله بین دو نقطه یک خط مستقیم است.

فضای تخت - Zero Curvature



در هندسه ناقلیدسی یک کره دارای انحنای مثبت است. مجموع زوایای داخلی مثلث بیشتر از ۱۸۰ درجه بوده و خطوط موازی همیشه یکدیگر را قطع می‌کنند (خطوط موازی شامل کمانهایی هستند که مرکز آنها با مرکز کره یکی است).

سطوح دارای انحنای مثبت - Positive Curvature



یک سطح به شکل زین دارای انحنای منفی است. مجموع زوایای داخلی مثلث کمتر از ۱۸۰ درجه است. بی‌نهایت خطوط موازی با یک خط مفروض وجود دارند که از یک نقطه ثابت عبور می‌کنند.

سطوح دارای انحنای منفی - Negative curvature

شکل شماره ۱ سطوح تخت و دارای انحنا از منظر هندسه اقلیدسی و ناقلیدسی (کاکو، ۱۳۸۲)

بعد دیگری را به عنوان بعد پنجم، به چهار بعد فضا و زمان بیفزاییم، آنگاه ملاحظه می‌شود که معادلات حاکم بر نور و گرانش، مانند دو قطعه یک پازل با هم جفت و جور می‌شوند. در واقع، می‌توان نور را به عنوان ارتعاشاتی در بعد پنجم توصیف کرد (کاکو، ۱۳۸۲). بدیهی است مباحث ابر ریسمان فقط در سرعت‌های بالا و در فیزیک کوانتومی نسبیته مطرح است، و در جغرافیای طبیعی، فیزیک کلاسیک کفایت می‌کند.

فراز این بحث‌ها به تیوری ابرفضا (The Theory of hyperspace) اشاره دارد که بیان می‌دارد، ابعادی افزون بر چهار بعد پذیرفته شده فضا و زمان وجود دارند. پیشرفته ترین فرمول بندی آن، تیوری ابر ریسمان (Superstring theory) نامیده می‌شود، که حتی عدد دقیق ابعاد، یعنی ده را پیش بینی می‌کند. در این صورت، سه بعد متداول فضا (طول، عرض و ارتفاع) و یک بعد زمان، با شش بعد فضایی دیگر فزونی یافته‌اند. در صورتی که،

### مواد و روش تحقیق

این بررسی در سرآب حوضه بسته زاینده رود در ایران مرکزی صورت گرفته است. حوضه مزبور دارای مختصات جغرافیایی  $33^{\circ} - 42^{\circ}$  تا  $12^{\circ} - 31^{\circ}$  عرض شمالی و  $02^{\circ} - 50^{\circ}$  تا  $24^{\circ} - 53^{\circ}$  طول شرقی و از نظر نظام سلسله مراتب حوضه ای، شامل هفت زیر حوضه (پلاسجان، مرغاب، شور، دهاقان، خشک‌رود، زرچشمه، رحیمی و گاوخونی) و ۲۰ ریز حوضه می‌باشد. زاینده رود، از سرآب تا پایاب ۴۰۵ کیلومتر طول دارد و اختلاف ارتفاع بستر رودخانه از چلگرد تا تالاب حدود ۸۶۵ (۱۴۷۷ - ۲۳۴۲) متر می‌باشد. این رودخانه حدود ۱۷۵۰ میلیون متر مکعب آب را از سرآب تا پایاب منتقل و توزیع می‌نماید. متوسط بارندگی سالیانه حوضه کمتر از ۲۰۰ میلیمتر است، که از  $1400 \text{ mm}$  در غرب حوضه شروع و تا میزان کمتر از  $100 \text{ mm}$  در اطراف چاله گاوخونی می‌رسد. حداکثر بارش  $2375 \text{ mm}$  در چلگرد و حداقل در مورچه خورت  $25 \text{ mm}$  است (مؤسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی و اقتصاد کشاورزی، ۱۳۷۵). تنوع شرایط ژئومورفیک حوضه، زمینه را برای جامع‌نگری و نگرش فضایی فراهم نموده است.

نوع تحقیق حاضر "بنیادی نظری" و روش بررسی "اسنادی میدانی" و "توصیفی تحلیلی" است. فرآیند کار به صورت بررسی متون و منابع، تدوین نظریات، استفاده از نتایج بررسی‌های میدانی و آزمایشگاهی گسترده، تجزیه تحلیل و بالاخره جمع‌بندی و نتیجه‌گیری است. قرابت و ارتباط ژئومورفولوژی با سایر علوم جدید و قدیم (فیزیک، هندسه، زمین‌شناسی،

اقلیم و خاک‌شناسی و...)، باعث گردید که در بررسی تئوریک پژوهش، به نحو سخاوتمندانه‌ای از علوم یاد شده استفاده گردد. مطالعات میدانی خاک و ژئومورفولوژی بر اساس روش ژئوپدولوژی که مورد تأیید مؤسسه تحقیقات خاک و آب کشور و نیز مؤسسه بین‌المللی ITC هلند می‌باشد، صورت گرفته است. این تحقیق بر اساس بررسی جامع روابط بین خاک و سطوح زمین ریخت و تعامل آنها بنا شده و خاک‌های منطقه، با نگاهی فراگیر و سیستمی و با لحاظ نمودن کلیه عوامل تأثیرگذار (فرم، فرآیند، ماده (منشاء)، محیط تشکیل و انرژی)، شناسایی و طبقه‌بندی شده است (قیومی، ۱۳۸۰). اولویت دادن به "کلان نقش موقعیت و فضای مورفونیک" بر عوامل و فرآیندهای صرف، و بررسی جامع، نظاممند و زمانمند تعاملات توأمان و در هم تنیده همه عوامل تأثیرگذار در شکلزایی و خاکسازي منطقه فریدن، بیانگر نگاه فضایی به تحولات مورفوزنر پدوژنز حوضه‌ها است.

### بحث‌ها و طرح موضوع

در هم تنیدگی فضا و زمان و معرفی پیوستار "فضا - زمان" (space - time) امروزه جغرافیدانان نوگرا و فیزیکدانان معتقدند که باید زمانمند، از فضا صحبت کنیم. عبارت "پروانه بر گرد شمع می‌گردد" وقتی معنی دار و کامل است که بگوییم در این لحظه پروانه بر گرد شمع می‌گردد، چرا که لحظه‌ای بعد ممکن است پروانه، شمع، نور و یا حرارتی در کار نباشد! متأسفانه در زندگی روزمره چندان به "فضا زمان" چهار بعدی اهمیت داده نمی‌شود و انسان

بعد چهارم بودن زمان، به این معناست که زمان به طور ذاتی با حرکت در فضا مرتبط است. این که یک ساعت با چه سرعتی کار کند، بستگی دارد که با چه سرعتی در فضا حرکت کند. انیشتن فهمید که اگر زمان و فضا می‌توانند به صورت یک ماهیت منفرد که "فضا زمان" نامیده می‌شود، با هم یکی شوند، پس شاید ماده و انرژی هم بتوانند به صورت رابطه‌ای دیالکتیک با هم یکی شوند. به خصوص انرژی، کمیتی است که بستگی دارد به این که ما چگونه بازه‌های زمان و مکان را اندازه می‌گیریم. انیشتن دریافت که بعد چهارم را می‌توان به عنوان یک بعد زمانی در نظر گرفت. او با این عقیده و گزینه فیزیکی، به این موضوع رسید که ابعاد بالاتر هدفمند هستند: متحد ساختن اصول طبیعت (کاکو، ۱۳۸۲).

این عقیده که نیرو را می‌توان با استفاده از هندسه محض توضیح داد، بنای اعتقادی انیشتن را تشکیل می‌داد. وی به تنهایی، برنامه اصلی کار ریمان را مبنی بر ارائه توضیح هندسی محض برای مفهوم "نیرو" کشف کرد. انیشتن چنین نتیجه‌گیری می‌کند که حضور ماده انرژی، تعیین کننده انحناى فضا - زمان در برگیرنده آن است. این چکیده اصلی فیزیکی است که ریمان نتوانست به آن دست پیدا کند، این که انحناى فضا، مستقیماً، به مقدار انرژی و ماده موجود در آن فضا بستگی دارد. این امر به نوبه خود می‌تواند به وسیله معادله معروف انیشتن، خلاصه شود که در حالت کلی بیان می‌کند (کاکو، ۱۳۸۲):

انحناى "فضا - زمان"  $\rightarrow$  "ماده - انرژی"

در این جا، علامت پیکان، به معنی "تعیین می‌کند" می‌باشد. همانند ریمان و بطور مستقل از وی، انیشتن

با دیدگاه نیوتنی بزرگ می‌شود و فضا و زمان را بر حسب عادت، مجزا و مستقل از هم احساس می‌کند. بر اساس تئوری نسبیت، فضا و زمان مستقل از هم نیستند. بلکه، مفاهیمی نسبی هستند و با همدیگر معنی پیدا می‌کنند. به همین دلیل به جای به کارگیری اصطلاحاتی مانند فضای سه بعدی و یا زمان یک بعدی، لازم است از اصطلاح "فضا زمان" چهار بعدی، استفاده کنیم. از نظر تئوری، اگر یک دستگاه مختصات چهار بعدی را در نظر بگیریم، که سه بعد آن را ابعاد فضا یعنی  $x, y, z$  تشکیل دهد و بعد چهارم آن را بعد زمان ( $t$ )، آنگاه در صورت جایگزینی  $t$  با هریک از محورهای دیگر، هیچ تفاوتی بین چهار بعد نخواهد بود. چه بگوییم جهت  $y$  و چه بگوییم جهت  $t$ ، از نظر ریاضی هیچ فرقی نخواهد کرد. به عبارت دیگر، امکان تمیز محور مکان از محور زمان میسر نخواهد بود (ناصری، م ۱۳۷۷).

برای این که ببینیم ابعاد بالاتر چگونه قوانین طبیعت را ساده می‌کنند، به خاطر داشته باشیم که هر جسم دارای طول، عرض و عمق است. چون می‌توانیم این جسم را ۹۰ درجه بچرخانیم، بنابراین، می‌توانیم طول آنرا به عرض و عرض آنرا به عمق تبدیل کنیم. با یک دوران ساده، هر یک از سه بعد فضایی را می‌توان با هم عوض کرد. حال اگر زمان بعد چهارم باشد، در این صورت این امکان هست که با ایجاد چرخش‌هایی، فضا را به زمان یا بر عکس تبدیل کنیم (ارگودیستی). در گذشته تبدیل‌ها بین فضا و زمان، غیر قابل تصور بود. فضا و زمان دو کمیت متمایز از هم بودند که هیچ ارتباطی بین آنها وجود نداشت. اتحاد آنها به عنوان یک کمیت، قابل تصور نبود (کاکو، ۱۳۸۲).

دینامیک، به گونه‌ای است که نسبت‌های بین هر بخش از سیستم و سایر بخش‌های آن، و نیز بین هر بخش از سیستم و کل سیستم، ثابت باقی می‌ماند. برای مثال، همان طور که شمار اجزای رودخانه، در یک شبکه افزایش می‌یابد، نسبت اجزای آن کاهش می‌یابد (رامشت، ۱۳۸۵- whittow, 1984).

### رابطه آرایش فضایی و ژئوشیمی

علم ژئوشیمی با شیمی کل زمین، و اجزای تشکیل دهنده آن، سروکار داشته، و به توزیع و مهاجرت عناصر شیمیایی پوسته زمین، در ابعاد زمان و مکان می‌پردازد. علم رخداد و توزیع عناصر جهان "فضا شیمی" نامیده می‌شود (میسون، ۱۳۷۳). نحوه آرایش اتم‌ها و ملکول‌ها در کانی‌های مختلف متفاوت است و اثرات زیاد و جالبی بر خواص فیزیکی جسم و خصوصیات آن دارد. الماس و گرافیت به لحاظ ماهیت شیمیایی، عیناً مثل هم هستند، اما به لحاظ فیزیکی کاملاً متفاوت‌اند. البته، تصور سخت است که دو مینرال، با وجود ماهیت شیمیایی یکسان، آن قدر از نظر فیزیکی متفاوت باشند. الماس سخت، متراکم، شفاف، درخشان و دارای چگالی  $3/5$  است؛ حال آنکه گرافیت سیاه، نرم، انعطاف پذیر و دارای چگالی  $2/2$  است و این همه تفاوت و فاصله در ویژگی‌ها و جایگاه اقتصادی، صرفاً مربوط به طرز آرایش اتم‌های آنهاست (شکل شماره ۲) که در الماس حالتی فشرده (انبوهی و تراکم) دارد، در صورتی که در گرافیت این فشردگی کامل نیست. این مسأله به شرایط و فضای تشکیل این دو کانی و "مدت زمانی" که بر آنها گذشته است، ارتباط دارد. در واقع گرافیت و الماس هر دو، جزء

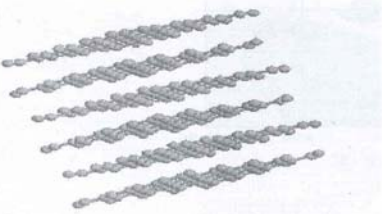
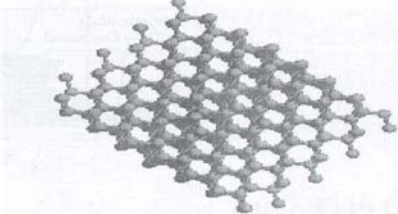
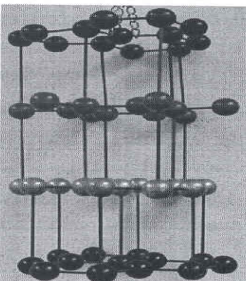
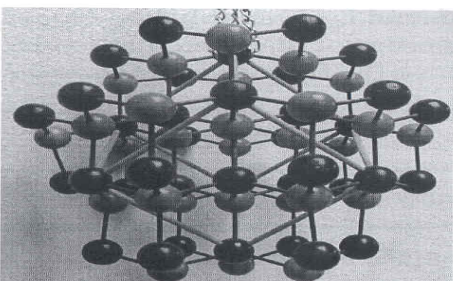
دریافت که "نیرو" نتیجه‌ای از هندسه است، در این مورد بر خلاف ریمان، انیشتن توانست اصل فیزیکی موجود در این هندسه، که انحنا فضای مان به خاطر حضور ماده - انرژی است، را بیان کند (کاکو، ۱۳۸۲).

فرازی از این بحث، در مقوله Ergodic مطرح گردیده است. Ergodicity قضیه‌ای است در فیزیک، که با شرایط خاصی، فضا زمان را تبادل پذیر می‌پندارد (رامشت، ۱۳۸۵، Paine, 2008-whittow, 1984). قضیه ارگودیک مستلزم فرضیات دقیق آماری است و به این مطلب اشاره دارد که؛ در شرایط معین، نمونه برداری مکانی می‌تواند با نمونه برداری زمانی برابری کند و تغییر و تبدیل‌های مکانی - زمانی به عنوان ابزار کار، مجاز است. بر اساس چنین فرضی است که وقتی هر یک از اجزای مجموعه‌ای از شکل‌های زمین، بطور منظم، در طول زمانی تغییر کند، فراوانی مکانی برای ظهور انواع مشخصی از شکل‌های زمین با سرعت تغییرات آنها نسبت معکوس می‌یابد (تعداد کمی شکل خواهند بود که مراحل تغییرات سریع را نشان دهند) (چورلی و همکاران، ۱۳۷۵- Thorn, 1988). چورلی و شوم معتقدند که، همه عوارض مورفومتریک، حالت ارگودیسیتیه را نشان نمی‌دهند. اما نظریه چرخه فرسایشی را بر فرضیات ارگودیک استوار می‌داند. ظاهراً فرضیه ارگودیک نگرانی - هایی را نیز در بر داشته که بنیادی ترین آنها، این است که معمولاً تنها یک متغیر، نشانگر و شاخص ارگودیک فرض می‌شود.

همچنین در زیست شناسی و جغرافیا مقوله مشابهی تحت عنوان (Allometry) مطرح است، که بر اساس آن، تغییر و رشد هر سیستم ارگانیک در چهارچوب تعادل

اقتصادی متفاوت دارند. الماس در جواهر سازی و گرافیت در تولید نوک مداد استفاده می‌شود (میسون، ۱۳۷۳، نوربهشت، ۱۳۷۹، ناصری، ۱۳۷۹، ۱۳۷۷).

عناصر طبیعی و فرمول هر دو کربن خالص است، اما به لحاظ آرایش متفاوت اتم‌ها و ملکول‌ها، (چیدمان متفاوت "فضایی - زمانی" اتم‌ها)، خصوصیات و مصرف

		
	<b>Graphite lattice</b>	<b>Diamond lattice</b>
Mineral Name	<b>Graphite</b>	<b>Diamond</b>
Models		
Crystal System	<b>Hexagonal</b>	<b>Isometric</b>

شکل شماره ۲ آرایش "فضایی" اتم‌های دو مینرال الماس و گرافیت

نمودن مقوله‌های مهم زمان، نظام سلسله مراتبی، همجواری و همسایگی، نحوه توزیع و پخش، نحوه انبوهی، تراکم و انباشت، مقیاس، چرخه ماده و انرژی و... قرارگرفت. مسأله مقیاس در جغرافیای کورماتیک یکی از ارکان مهم مطالعه و مقایسه است؛ و هر پدیده‌ای را بسته به ضرورت و اهمیت با مقیاس مشخصی بررسی می‌شود و در صورت نیاز به مقایسه با فاکتورها و پدیده‌های دیگر، با مقیاس همسنگ خود قیاس می‌گردد. همچنین هر نظم فضایی را با توجه به نقطه تماس آن، با مجموعه‌های فضایی دیگر، به مدد سیستم GIS تجزیه و تحلیل قرار می‌کنند. چنین نگرش‌های بحث‌انگیزی در فرانسه، به زایش جغرافیای نو کمک کرد (فرید، ۱۳۷۹).

نگرش فضایی در جغرافیا (جغرافیای کورماتیک)

#### Chorematic geography

جغرافیای کورماتیک، یعنی جغرافیای طرح و تنظیم رقص‌های فردی و دسته جمعی مؤلفه‌های جغرافیایی؛ جغرافیای بررسی و درهم تنیدگی همه عوامل، فاکتورها و ابعاد تأثیر گذار در یک فضای جغرافیایی پویا و زمانمند.

در اوایل قرن بیستم تحولات زیادی درعرصه اندیشه‌های جغرافیایی صورت گرفت و در این دوره اعتبار مفاهیم سنتی جغرافیا مثل محیط طبیعی، محیط جغرافیایی و چشم انداز در رابطه با انسان، تحت تأثیر مفاهیم فضا و نگرش فضایی و چند بعدی، (با لحاظ

فضا، زمان، زمین، ماده، انرژی، فناوری، فرهنگ، تکنیک و از همه مهمتر اطلاعات، علم، تفکر، خرد و حکمت مطرح است؛ که برآیند ترکیب و برهم کنش آنها، ماهیت و ساخت همه جانبه فضای طبیعی و زیستی را در لحظات زمان شکل می‌دهد. اهمیت موضوع وقتی دو چندان می‌شود که بخواهیم تغییر پذیری و دگرگونی لحظه به لحظه را در گستره زمان (گذشته، حال و آینده) بررسی نموده، روند حرکت پدیده‌ها را پیش بینی، کنترل و هدایت نماییم.

اما، فضای حاکم بر محیط تشکیل و حرکت پدیده‌ها، معمولاً به گونه‌ای که هست، خود را نمی‌نمایاند، بلکه، برای درک درست و کامل آن (و در صورت لزوم تحلیل کمی) نیاز به شناخت لحظه به لحظه و دینامیک ماده و انرژی در فضای تشکیل آن پدیده است. بنابراین، به کالبد شکافی جامع و سنجش دقیق همه مؤلفه‌های تأثیرگذار بر شکل‌گیری هر پدیده، یا فرآیند ناگزیر هستیم. آیا با ابزارهای معمول (که پدیده‌های خطی و پهنه‌ای را می‌سنجیم) امکان بازشناسی همه ابعاد حرکت پدیده، در جهان خواهد بود؟ قطعاً خیر. پس چه نوع سنجه‌هایی لازم است؟ سنجه‌های خطی (Linear measures) مثل متر و کیلومتر، سنجه‌های پهنه‌ای (Areal measures) مثل هکتار یا ایگر و یا سنجه‌های دیگر؟! استفاده از این سنجه‌ها باعث شده، ما فقط درکی لحظه‌ای (از زمان) داشته باشیم، و این به نوبه خود، بیش از آن که ما را به درک بیشتری از زمان رهنمون گردد، موجب شده تا در نبود سنجه‌های طبیعی فضایی

(natural spatial measures)، طیف وسیعی از سنجه‌های خطی بشر ساخت را پدید آوریم (Thorn, 1988).

پیش‌تاز این جریان فکری "رژنه برونه" از جغرافیدانان فرانسه است؛ که به تولید "فضا" اشاراتی دارد. وی این جغرافیای نوآور را به این سبب بنیان نهاد، تا بتواند نظام فضایی را که معلول کنش‌های اجتماعی و طبیعی است، در یک چهارچوب سلسله مراتبی و ارگانیک، سامان بخشد، رهیافتی که نوید دهنده، و در عین حال، توأم با ظرافت خاصی است. کورماتیک بر اصولی مسلم، و بر مجموعه‌ای از ساختارهای ابتدایی فضایی (Chorems) بنا نهاده شده و به عنوان الفبای واقعی، در شرح و تفسیر روش فضا به کار گرفته می‌شود؛ و با یاری گرفتن از مفاهیم، علامت‌ها و تصاویر معینی، می‌تواند قلمروهای جغرافیایی را در مقیاس‌ها و ابعاد متفاوت، مورد بررسی قرار دهد. در واقع کورم الفبای ابتدایی فضایی است که با استفاده از علاماتی با اسامی نقطه، خط، پهنه، و شبکه فضایی (جریان، گذرگاه، تغییر و اختلاف، شیب یا گرادیان) در رابطه با هفت شکل عمده از سازماندهی فضایی، به این شرح: "چشمه بندی، خانه بندی، ربایش یا جاذبه، تماس، گرایش، پویایی سرزمین، و سلسله مراتب" تعداد ۲۸ کورم شکل می‌گیرد که با قوانین سازماندهی فضایی ارتباط و مناسباتی دارند و به وسیله آنها مدل‌هایی، به نام طرح‌واره کورماتیک می‌توان ساخت و در تفسیر فضایی از آنها سود برد (فرید، ۱۳۷۹).

### نقش فضا در ژئومورفولوژی

جغرافیای فضایی به حیات، رفتار، تعامل، تعادل و پایداری پدیده‌ها و انسان‌هایی می‌نگرد که در پشت صحنه ظاهری فضا، نهفته است و در این راستا، مناسبات و روابط متقابل انسان، منابع محیطی (خاک، لندفرم، آب، زیست بوم‌ها و...)، جوامع (انسانی، گیاهی، جانوری)،



علاوه بر تأثیر هندسه فرا ابعادی ریمان، امروزه نقش هندسه فراکتالی نیز برای بیان رشد و توسعه سیستم‌های پویای طبیعی و غیرطبیعی، به کار برده شده است (سپاسخواه به نقل از مندلبروت، ۱۹۷۰). در هندسه فراکتالی کسر و اعشاری از ابعاد شکل‌زا (Fractional dimensions) که در سیستم‌های ژئومورفیک و طبیعی، نمود گسترده‌ای دارد، مورد بررسی قرار می‌گیرد. ویژگی خود همانندی (Self similarity)، که در نظام سلسله مراتبی خاک‌ها و زمین ریخت‌ها، و از جمله در خاکدانه‌ها، اساس آرایش فضایی و ساختمان خاک را تشکیل می‌دهد، از دیگر خصوصیات بارز هندسه فراکتالی در نقش آفرینی ساختارهای طبیعی است. در واقع نظریه فراکتالی این قابلیت را دارد که در یک محیط دینامیک شکل‌زا و یا خاکساز، ریزترین و به هنگام ترین تغییرات و نوسانات اشکال سرزمین را در چرخه مورفوژنز پدورژنز، حتی در کسری از ابعاد اعشاری، در بستر زمان به تصویر کشیده، و آن را تبیین نماید. به عبارتی، هر گونه فرسایش و یا افزایش مواد در محیط طبیعی، از چشم تیز بین هندسه فراکتالی به دور نخواهد ماند.

از دیگر مباحثی که به نگرش فضایی در پژوهش‌های علوم خاک و زمین ریخت، غنا بخشیده است، پدومتری است. پدومتری یا نقشه برداری خاک آماری، عبارت از آرایه داده‌ها و اطلاعات کمی خاک و تهیه نقشه رقومی آنها به روش‌های آماری، ریاضی و زمین آمار است. در واقع پدومتری می‌تواند بین علوم مختلف (آمار فضایی، کوکریجینگ، متدهای هیبرید، سنجش از دور، سیستم اطلاعات جغرافیایی، منطق فازی، شبکه‌های عصبی، آنالیز رقومی سرزمین، تئوری کیاس و آنالیز فراکتالی)، فضای پژوهشی و تعاملی، ایجاد نماید

از جمله مفاهیم ژئومورفیک که نگرش فضایی را به خوبی لازم و تداعی می‌کند، پیوستار "چند نگاره" (Palimpsest or overprint) است؛ که صرفاً در چهارچوب نگرش فضایی و فرا ابعادی قابل ادراک است. چندنگاره به سکansı شکل‌زا و یا رسوبی اطلاق می‌گردد که در دو یا چند فاز "فضایی - زمانی"، متفاوت و یا محیط‌های تشکیل گوناگون ایجاد شده‌اند. به عبارتی، یک سناریوی متعامل محیطی مبادرت به پیکر تراشی یا نقش زایی نموده و بدون آنکه آن نقش ناپدید یا بی نقش گردد، سناریو یا فرآیند دیگری در زمانی جدیدتر بر روی آن نقش زایی می‌نماید که این دو نقش با یکدیگر همخوانی ندارند و هر کدام شاهدی بر فرآیند و فضای ژئومورفیک متفاوت است. بدون شک، تفسیر و تحلیل این قضایا صرفاً در چهارچوب نگرش "فضایی - زمانی" امکانپذیر است. مفهوم چند نگاره، به خوبی قادر است شرایط "فضایی - زمانی" ایجاد خاک‌های مدفون شده و قدیمی، تشکیل افق خاک آرجیلیک در اقلیم سرد و مرطوب تر گذشته؛ و استمرار حضور آن در مناطق گرم و خشک حاضر، وجود فن‌های قدیمی در زیر فن‌های جدید، بررسی باهاذاها و فن‌های در هم تنیده و چند زمانه (Coalescing fans) را تبیین و تفسیر نموده و آن را در ابعاد مختلف "فضایی - زمانی" تصویر نماید - (Whittow, 1984-USDA, NRCS, 2006 Summerfield, 1991) چند نگاره‌ها به عنوان آرشیو و بایگانی شرایط ریختی و محیطی گذشته، حاوی اطلاعات بسیار زیادی هستند؛ که بقایای بسیاری از فرآیندهای مورفوژنیک کوتاه‌تر را ردیابی می‌کنند. رمزگشایی خصوصیات خاک شناختی - زمین ریخت شناختی چند نگاره‌ها، کلید درک زمانمند تحولات طبیعی کوتاه‌تر است.

کج شدگی، تاب برداشتنی (خمش یا پیچش) و بالاخره چین خوردگی است؛ که از درون زمین سرچشمه می‌گیرند و "شکل‌های اولیه زمین" را ایجاد می‌کنند. اندازه این شکل‌ها، ممکن است از محدوده قاره‌ای تا سرایشی‌های شدید گسل‌های حاصل از زمین لرزه‌های کوچک تغییر کند. به عبارتی شکل‌زایی و تحول شکل پوسته زمین، اساساً با "ناهمواری‌های اولیه و بنیادین" ایجاد شده بر اثر فرآیندهای تکتونیکی، دیاستروفیک و اندوژنیک ارتباط دارد (معمد به نقل از چورلی و همکاران، ۱۳۷۵) و شامل حرکات و فرآیندهایی است که به طور مستقیم و یا غیر مستقیم، سبب تغییرات نسبی یا مطلق وضعیت سطح تراز پوسته زمین می‌شوند. این تحولات آغازین و اساسی که مستمراً از رفتار سیاره ناشی می‌شود، به نظر چورلی شامل ۵ مرحله مهم است:

الف. حرکات کوهزایی که چین خوردگی‌های شدید، رورانندگی، گسل خوردگی و بالا آمدگی را در بر می‌گیرد.

ب. حرکات خشکی زایی که بالا آمدن آرام ناحیه نسبتاً وسیع و گسترده‌ای از پوسته زمین را شامل می‌شود و گاهی با گسل دار شدن زمین همراه است.

ج. حرکات ایزوستاتیک، شامل حرکات عمودی که بر اثر جا به جایی‌های شناوری (floatation)، در بین لایه‌های سنگ با چگالی‌ها و قابلیت تحرک متفاوت ایجاد می‌گردد؛ که در آن ارتفاع توپوگرافیک با دانسیته سنگ لایه زیرین ارتباط معکوس دارد.

(تومانیان، ۱۳۸۵). اکنون از دنیای تئوری‌ها و نظریه، وارد دنیای محسوس و ملموس زمین ریخت و خاک می‌شویم و عوامل و فرآیندهای عمده و مؤثر در ایجاد فضای مورفوژنز - پدوژنز را بررسی می‌نماییم. چرخه و بیلان مورفوژنز - پدوژنز اشاره شده در بعضی منابع (رجایی، ۱۳۷۳ الف) بیانگر فضای مذکور است:

### عوامل و فرآیندهای تأثیر گذار در شکل‌گیری فضای مورفوژنیک

جنبه‌های مختلف زمین ساخت و اشکال متفاوت آن (چین‌ها، گسل‌ها، مواد و اشکال آتشفشانی و...)، ارتفاع، شیب اراضی و انواع آن (ساده، مرکب، اصلی، جانبی، فرعی و...)، عرض و جهات جغرافیایی، انحناهای اراضی و درجات آن (محدب، مقعر، مسطح و تخت و...)، جنس مواد و ویژگی‌های سنگ شناختی، اندازه ذرات، زمان، سن مواد، فرآیندهای مورفوژنیک، سطوح دقت مطالعه، مقیاس مطالعه، توزیع‌ها و پراکندگی‌های مختلف (Dispersion) و انبوهی یا تراکم (Density) و الگوهای (Patterns) آنها، اقلیم و تغییرات آن، محیط‌های متفاوت تشکیل خاک و لندفرم و بالاخره انرژی‌های عامل شکل‌زایی در هر منطقه و ... همه و همه و ده‌ها متغیر و فاکتور دیگر، در اشکال، درجات و مقیاس‌های گوناگون، در شکل‌گیری فضای مورفوژنیک مؤثرند که به لحاظ اهمیت موضوع به بعضی موارد مهم آنها اشاره می‌گردد.

#### ۱- جنبه‌های زمین ساخت

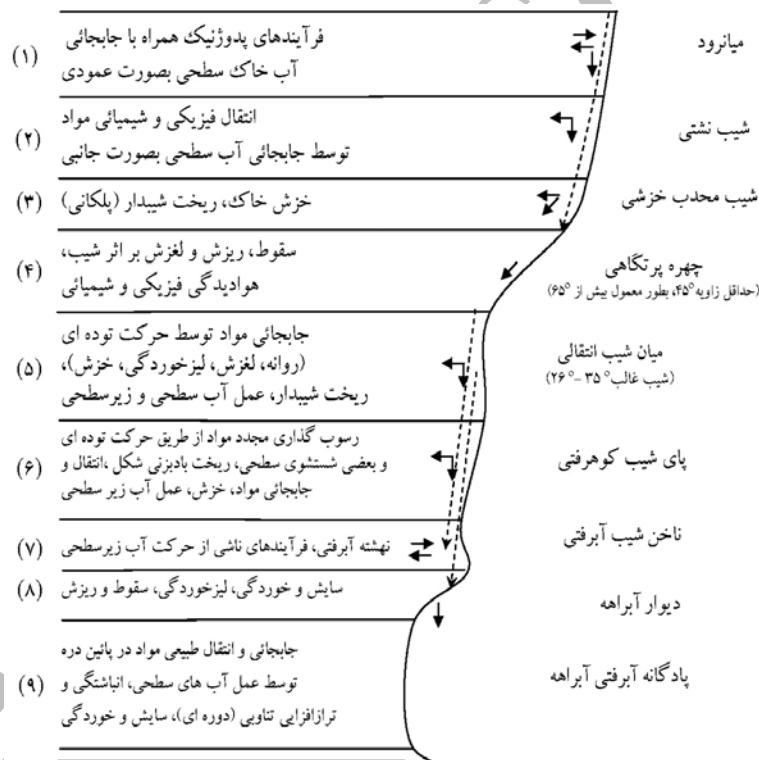
جنبه‌های مختلف زمین ساخت و اشکال متفاوت آن شامل تکتونیک، نیوتکتونیک، کوهزایی، خشکی زایی، اشکال آتشفشان، گسل خوردگی، برآمدگی، زمین لرزه،

دامنه و شیب اراضی از نظر تمایل (زاویه شیب)، جهت یابی، طول، شکل و بالاخره نوع شیب با یکدیگر، کاملاً متفاوتند. عامل شیب به لحاظ انواع، فراوانی و گستردگی وقوع در همه پهنه‌های سیاره، یکی از مهمترین عوامل تأثیر گذار بر شکل گیری فضای ژئومورفیک و تنوع ژئوformها است (معمد به نقل از چورلی و همکاران، ۱۳۷۵). به همین خاطر دامنه‌ها، مجموعه‌ای از اشکال مختلف اراضی و خاک‌ها را دارا هستند.

د. حرکات آتشفشانی، که جا به جایی و تبلور دوباره مواد مذاب را در بین سطوح مختلف، در بر می‌گیرد.

هـ. حرکات ایوستاتیک، که حرکات مربوط به سطح دریاها را در سطح جهانی در بر می‌گیرد و از تغییر حجم کلی آب دریا، یا تغییر در ظرفیت مخازن حوضه‌های اقیانوسی ناشی می‌شود.

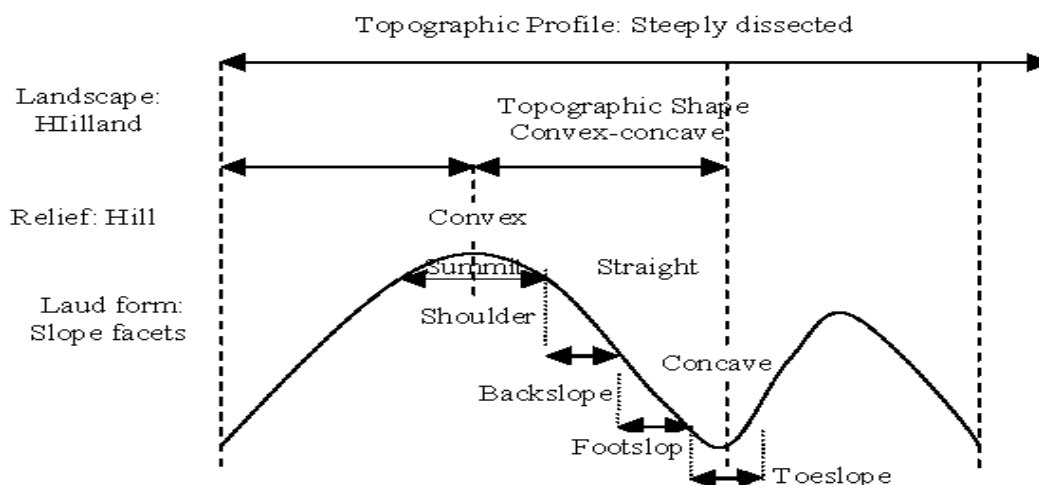
## ۲- شیب اراضی و انواع آن



شکل ۳ مدل فرضی نه گانه اراضی دامنه‌ها شامل فرآیندهای ژئومورفیک عمده (Dalrymple و همکاران، ۱۹۹۸)

مورفوژنیک عمده و غالب (و در عین حال متفاوتی)، شده، در نتیجه لندفرمها و خاک‌های متنوعی را ایجاد می‌نمایند. در این مدل نقش نوع، میزان و جهت شیب در ایجاد تغییرات در دامنه‌ها به خوبی به تصویر کشیده شده است (Summerfield, 1991).

Dalrymple و همکاران (۱۹۹۸) بر اساس مدل فرضی نه گانه (شکل ۳)، ویژگی‌های متفاوت فضایی شکل گرفته در واحدهای متفاوت، یک دامنه را مشخص و معرفی کرده و نشان داده اند که چگونه فضای ژئومورفیک متفاوت، باعث شکل گیری فرآیندهای



شکل شماره ۴ نیمرخ توپوگرافیک و وضعیت و موقعیت شیب بر روی اراضی شیبدار (شونبرگر و همکاران، ۲۰۰۲)

دامنه را نشان می‌دهد که نه تنها بر مبنای شاخص‌های نیمرخ، بلکه، بر اساس شکل سطحی صفحه شیب قرار دارد. بنابراین، یک دامنه تنها یک پروفیل دو بعدی نیست، بلکه دارای یک ترکیب چند بعدی (نوعی آرایش فضایی) است. در این طبقه بندی، نه تنها نیمرخ شیب که عمود بر خطوط تراز است، بلکه، شکل دامنه روی هر دو سطح نیمرخ شیب، نیز مورد ارزیابی قرار می‌گیرد و سطوح می‌توانند مانند شکل ۳ و ۴ طبقه بندی شوند (معمد به نقل از چورلی و همکاران، ۱۳۷۵). به طور آشکار، این طبقه بندی در مورد نیروهای فرسایشی و افزایشی موثر روی دامنه‌ها بسیار واقع بینانه تر است. بر اساس طبقه بندی مزبور، چولگی و انحنا شیب، باعث شکل گیری سه حالت عمده شیب می‌گردد:

- شیب‌های تخت یا مستقیم (شیب بدون انحنا) - slope Linear
  - شیب‌های کوژ (محدب یا برجسته) - Convex slope
  - شیب‌های کاو (مقعر یا توگود) - Concave slope
- در بیشتر دامنه‌ها، بیش از یکی از این شیب‌ها مشاهده می‌گردد، در نتیجه، حالت‌های فوق الذکر با هم

نقشه برداران خاک برای مطالعه تغییرات ایجاد شده در خصوصیات و نوع خاک‌ها، لندفرم‌های فوق را بر روی یک Catena شناسایی و مجزا می‌نمایند و معتقدند که شیب دامنه و ویژگی‌های زهکشی در یک کاتنا قادر بوده، پنج موقعیت و آرایش فضایی متفاوت مورفونیک-پدوژنیک را جلوه گر سازد (Schoeneberger, et al, 2002).

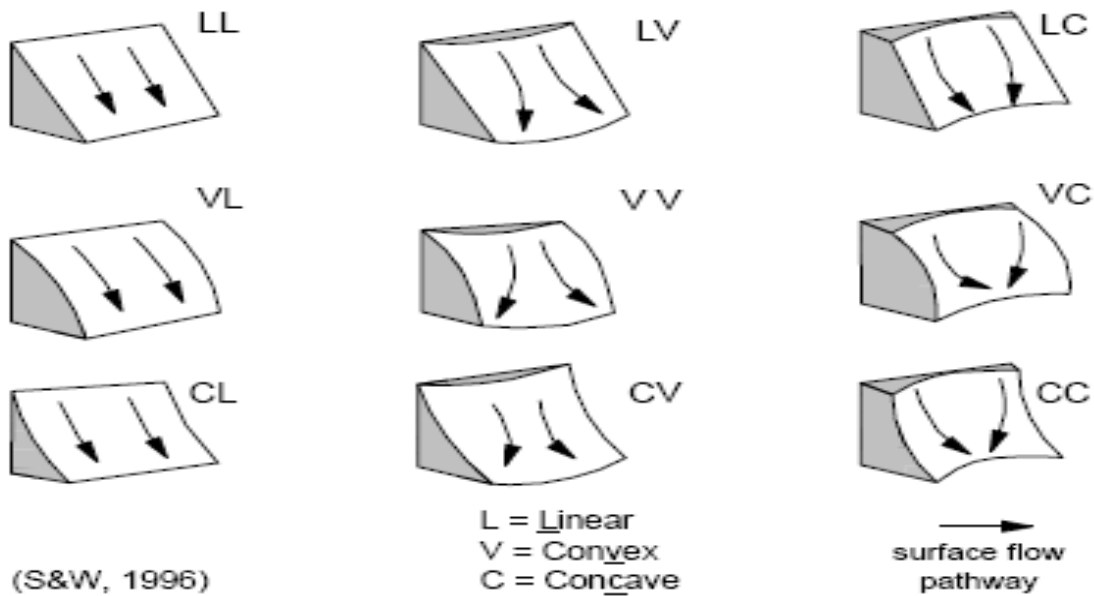
در شکل‌های شماره ۴ و ۵ وضعیت شیب و لندفرم به تصویر کشیده شده است. جهت و زاویه شیب و به طور کلی، هندسه زمین، و به تبع آن، مدیریت و کاربری، مرز بین موقعیت‌های مختلف ژئومرفیک فوق الذکر را جدا می‌کند.

### ۳- چولگی و انحنا شیب

علاوه بر طول، جهت و میزان شیب، چولگی و انحنا آن نیز، که به فرم اراضی پیچیدگی و هندسه خاصی می‌دهد، در شکل گیری فضای ژئومرفیک کاملاً تأثیرگذار است. شکل ۳ طبقه بندی نه گانه شیب‌های

بالا تا پایین شکل است. **L** یعنی خطی (شیب‌های تخت و مستقیم) **Linear**،  
**V** یعنی کوژ (محدب، برجسته) **Convex** و  
**C** یعنی کاو (مقعر، توگود) **Concave**

تلفیق و مجتمع شده، و یک دامنه مرکب را تشکیل می‌دهند که یک نمونه کامل آن در شکل ۳ و ۵ معرفی گردید. پر واضح است که در این گونه دامنه‌ها، تجزیه و تحلیل ژئومورفولوژیک، نیازمند درک فضای ژئومورفیک، پیچیدگی‌ها و انحنای آن است. در شکل ۵ طول شیب از



شکل ۵ اشکال هندسی نه گانه فرمهای سه بعدی شیب تپه‌ای یا دامنه‌ای (روهه، ۱۹۷۵ به نقل از چورلی و شوم). مناظر ژئومورفیک فراهم می‌نمایند. هر کدام از این سنگ‌ها دارای فرسایش پذیری، میزان تخلخل و نفوذپذیری، سیمانی شدن، فشردگی، نوع تبلور، ترک خوردگی (درز و شکاف‌دار بودن)، انحلال پذیری، رس‌زایی و... متفاوت هستند، که این تفاوت‌ها و یا تلفیق بعضی از آنها، زمینه‌های مختلفی را برای بقیه فرآیندها و عوامل مورفوکلیماتیک فراهم می‌نمایند.

مواد سیمانی کننده سنگها شامل آهن، سیلیس، آهک، رس، گچ، نمک و یا ترکیبی از اینها است که از این میان؛ کلسیت، سیلیس و اکسید آهن از سیمان‌های بسیارمتداول هستند (تاربوک، ۱۳۷۴). پر واضح است ماسه

ساده ترین شکل I از دو طرف (طول و عرضی) خطی و به صورت کشیده است (LL). اشکال گروه II در یک بعد خطی، و در بعد دیگر چولگی و انحنای دارند (LV, LC, VL, CL). اشکال گروه III پیچیده ترین‌ها، از دو طرف خمش و انحنای دارند (VV, VC, CV, CC).

#### ۴- جنس مواد و ویژگی‌های سنگ شناسانه

جنس مواد تفاوت‌های زیادی را در شکل سرزمین ایجاد می‌کند. سنگ‌های ماسه‌ای، رسی، کربناته، آذرین، رسوبی و دگرگونی هر کدام به نوع خود رخساره و فضا‌های متفاوت لیتولوژیک را برای ایجاد لندفرم‌ها و

سازندهای مختلف و جنس سنگ‌ها از فاکتورهای مهم و بنیادین ایجاد فضاهای مورفوژنیک محسوب می‌گردند.

#### ۵ - اندازه ذرات (Particle size)

اندازه ذرات نیز، نقش بارزی در ایجاد فضای مورفوژنیک دارند. بافت‌های درشت دانه نفوذپذیری، تهویه، زهکشی و بالاخره حاصلخیزی و کاربری آنها با رسوبات ریزدانه متفاوت است. ضمن آن که نحوه پیدایش و محیط تشکیل هرکدام نیز کاملاً فرق می‌کند. در مواردی نیز اندازه ذرات ماهیت و کاربری نهشته‌ها را تغییر می‌دهد. نهشته‌های بادرفتی لای اندازه (Silt size)، به عنوان خاک لس شناخته می‌شوند و مستعد کشاورزی-اند، در حالیکه نهشته‌های بادرفتی شن، اندازه (Sand size) را مواد غیر خاکی و Eolian می‌گویند؛ و علاوه بر آن که متحرک و فرسایش پذیر می‌باشند، قابلیت کشاورزی نیز ندارند. حال آنکه هر دو، منشاء و محیط تشکیل بادرفتی دارند (Miller and Donahue, 1990).

#### ۶- فرآیندهای مورفوژنیک

هر لندفرم و خاکی در محیط تشکیل خاصی زاییده می‌شود و در هر محیط تشکیل فضای مورفوژنیک، فرآیندهای مشخصی عمل می‌نمایند. در یک فضای زمین ساخت (Structural) که فروزمین و فرازمین (Horst & Graben) ایجاد می‌گردد، فرآیندهای درونی غالب و فعالند و در یک فضای کارستیک، فرآیند انحلال غلبه دارد. در یک محیط فرسایشی، فرآیندهای کندوکاوی، و در یک محیط تراکمی، فرآیندهای ترسیب و انباشت عمل می‌نمایند. اساساً تا پروسه‌های مورفوژنیک شروع نگردند،

سنگ‌هایی که دارای سیمان سیلیسی هستند، مقاومترین نوع سنگ‌های ماسه‌ای محسوب می‌گردند (معمد به نقل از چورلی و همکاران، ۱۳۷۵). در قیاس بین کنگلومرا و ماسه سنگ (یا شیل)، به لحاظ درشت دانه بودن، نفوذپذیری کنگلومرا بیشتر است. نفوذپذیری بیشتر، زمینه را برای هوا دیدگی فیزیکی و سپس شیمیایی فراهم می‌نماید. بنابراین، در مورد ماسه سنگ یا شیل، لندفرمی که ایجاد خواهد شد (به لحاظ نفوذپذیری ناچیز) در آن فرسایش سطحی بیشتر، شبکه آبراه‌ای گسترده تر، و فضایی فرسایشی و کندوکاوی فراهم خواهد بود. اگر ماده سیمانی کننده، مقاوم باشد (مثلاً سیلیس، آهک و آهن)، امکان و سرعت هوا دیدگی کمتر و پایداری ناهمواری‌ها بیشتر خواهد بود و صخره‌ها، بیرون زدگی‌های سنگی و اینسلب‌ها را شاهد خواهیم بود. بالعکس اگر سنگ‌ها از مواد سیمانی کننده غیر مقاوم، مانند رس، گچ و نمک داشته باشند، مقاومت آنها در مقابل آب و باد کم بوده، فرسایش پذیری زیاد آنها، باعث ایجاد اشکال فرسوده هموار و نسبتاً هموار خواهد شد. لندفرم هزار چهره یا بدبوم (Badlands) عمدتاً در مناطقی شکل گرفته‌اند که مارن‌ها گسترش داشته‌اند. کلوته‌ها در مناطقی گسترش دارند که رسوبات سیلتی نهشته شده است. همچنین از ملزومات اصلی ایجاد اشکال کارستی، محیط سنگ آهک مقاوم و دارای درز و شکاف است. و بالاخره توف‌های مقاوم، فضای لیتولوژیک لازم را برای مکان‌گزینی و شکل‌گیری سکونتگاهی بنام روستای کندوان در آذربایجان فراهم نموده‌اند. نتیجه اینکه،

بسیاری از خاک شناسان و ژئومورفولوژیست‌ها، فعالیت‌های موجودات زنده (جانوران، گیاهان) و به خصوص انسان را جزو فرآیندهای مؤثر در چرخه مورفوژنز پدوژنز محسوب می‌دارند مثل فعالیت‌های کشاورزی، جنگل زدایی، تغییر کاربری اصولی اراضی، سد سازی، دستکاری زیست بوم‌ها و غیره. تشکیل سه افق خاک آنتروپیک، پلاگن و آگریک از مصادیق بارز نقش مؤثر انسان در فرآیندهای خاکساز است (Miller-Donahue, 1990 and USDA, NRCS, 2006). در مواردی، از این فعالیت‌ها تحت عنوان عوامل مؤثر در مورفوژنز آنتروپیک یاد شده است (رجایی، ۱۳۷۳ ب).

#### ۷- انرژی‌های عامل شکل زایی سرزمین

زمین ریخت‌ها و خاک‌ها، درفاکتورهای سازنده شریک اند و هر دو از دو منبع مواد و انرژی ناشی می‌شوند (قیومی، ۱۳۸۰). سرعت، قدرت، نوع و جهت انرژی، تأثیر تعیین کننده و غیر قابل انکاری در نحوه شکل گیری زمین ریخت‌ها، اندازه و فرم ذرات و بالاخره پایداری پدیده‌ها دارند. انواع مختلف انرژی (ژیودینامیک، آتشفشانی، ثقلی، انرژی آب، باد، انرژی محیط‌ها و شرایط یخچالی و چالبرف‌ها، انرژی ناشی از جزر و مد ساحلی، انرژی تابشی و حرارتی خورشید و...) لحظه به لحظه در "انحنای فضا زمان" شرکت نموده و نیز به شرایط و مقدار ماده موجود در آن فضا بستگی دارند.

البته، این مطلب را نیز نمی‌توان نا دیده گرفت که در بسیاری از موارد، نوع و میزان انرژی، از شکل و هندسه

محیط شکل‌زایی صورت نمی‌گیرد. فرآیندهای مورفوژنیک و محیط‌های تشکیل، لازم و ملزوم یکدیگرند (قیومی، ۱۳۸۰). بعضی از فرآیندهای عمده مورفوژنیک عبارتند از: (تاریوک ۱۳۷۴ - whittow, 1984):

فرآیندهای زمین ساخت، هواپدیدی (فیزیکی، شیمیایی و زیستی)، کندوکاو و روفت و روب، ترسیب و فرآیندهای آبرفتی، (Deflation) انباشت، باد روفتگی، بادرفتی، یخرفتی، شیب رفتی، کوهرفتی، حرکت توده‌ای (، روانه، خزش، لغزش، Solifluction مواد، خاکسره) لیزخوردگی، سقوط مواد، ریزش مواد، حرکت ثقلی مواد، انحلال، انقباض و انبساط، یخ شکافتگی، سایش یخزاری (Abrasion) Degradation, Aggradation, Crystallization, Deformation, Deglaciation, Frost action, Cryoplanation, Deglaciation, Denudation, Corrosion, Desertification, Sedimentation, Deaperism, Nivation, Redeposition. مواردی از فرآیندهای مهم دیگر، که علاوه بر نقش

مورفوژنیک، صبغه پدوژنیک غالب نیز دارند، عبارتند از:

Evapotranspiration, Eluviation, Illuviation, Drainage, Infiltration, Induration, Mottling, Immobilization, Mineralization, Aggregation, Disaggregation, Transportation, Saltation, Leaching, Cheluviation, Calcification, Decalcification, Lessivage (clay translocation), Gleying, Ferralitization, Humification, Laterization, Podzolization, Ammonification, Carbonation, Cementation, Soil dispersion, Fixation, Nitrification, Denitrification, Flocculation, Deflocculation, Oxidation, Reduction, Percolation, Salinization (salination), Desalinization, Alkalization, Dealkalization, Decomposition, Polymerization, Desilication, Erosion (water, wind, glacial &...), Deposition (water, wind, glacial &...), Desiccation, Compaction, Disintegration, Deforestation, & .... (whittow, 1984).

موقعیت ژئومورفیک " اراضی پست " از مواد مادری آهکی، خاکی غیر آهکی مشتق گردد که پدیده‌ای نادر است.

ب. فضای خاص مورفوکلیماتیک زیر حوضه قادر بوده، بر مواد مادری و سایر فاکتورهای خاکسازي غلبه نموده: ۱- راسته خاک را تغییر دهد. ۲- خاک معدنی را به خاک آلی تبدیل نماید. ۳- خاک قلیایی را اسیدی نماید. به عبارتی، به جای خاک‌های معدنی و قلیایی که طبیعت غالب خاک‌های منطقه است، زمینه را برای تشکیل خاکی اسیدی و آلی فراهم نماید. ۴- و بالاخره در محدوده هیدرولوژیکی که ارتفاعات و تپه‌های اطراف آن، عمدتاً سنگ آهک است، و در واحدی از نقشه که خاک‌های مجاور و فرادست آن، تماماً دارای کربنات کلسیم زیاد است، خاک غیر آهکی و اسیدی ناشی گردد. ج. تشکیل خاک آلی هیستوسول، در شرایط گرم و نیمه خشک فریدن، بیانگر ویژگی‌های اقلیمی متناظر و پدید آورنده خاک مزبور نیست، بلکه، پیدایش این خاک که برای اولین بار در استان اصفهان، حوضه زاینده رود، گزارش گردیده، صرفاً ناشی از فضای مورفوزنیک منحصر به فردی است که در پست ترین پهنه این زیر حوضه، شکل گرفته است.

### نتیجه گیری

۱- از آنجایی که مقوله فضا، عمدتاً یک بحث فیزیکی ژئومتریک است؛ و در بین علوم مختلف، خاک و ژئومورفولوژی، بیش از هر علم دیگر، با هندسه و

زمین نیز متأثر است و تأییدی بر گفته‌های انیشتن و ریمن است؛ که نیرو نتیجه‌ای از هندسه است. انرژی ناشی از محیط‌های یخزاری صرفاً در ارتفاعات به خصوص و در سیرک‌ها، ناودان‌های یخزاری و آمفی تئاترهای یخچالی ایجاد می‌گردد. و انرژی بادی نیز در شرایط خاص مورفوکلیماتیک تولید می‌شود. همچنین انرژی‌های ژئودینامیک عمدتاً در مرز صفحات تکتونیکی بیشتر ظهور می‌یابند. در سیرک‌های یخچالی، نوع و میزان " ماده انرژی " به انحای " فضا زمان " و دینامیسم آن دامن می‌زند و با پیکر تراشی و انحنازایی خود، اشکال متنوع یخچالی را پدید می‌آورد و متقابلاً و به طور همزمان انحای " فضا زمان " نیز در انباشت " ماده انرژی " به عنوان عامل فعال و مؤثر شکل‌زایی و موتور محرکه آن ایفای نقش می‌نماید. این موضوع در مورد مخروط افکنه‌ها نیز قابل تأمل است. بنابراین، تعاملات لحظه به لحظه " ماده انرژی " و " فضا - زمان " اساس معادلات چرخه مورفوزنر پدورنز را تشکیل می‌دهد.

### نقش فضای ژئومورفیک در تحولات مورفوزنیک پدورژنیک ( خلاصه‌ای از نتایج یک مطالعه موردی )

بر اساس یک تحقیق که در واحد هیدرولوژیک داران دامنه (سرآب حوضه آبی زاینده رود) انجام گرفته است (قیومی، ۱۳۸۰)، نتایج بدست آمده مؤید نقش انکار ناپذیر فضای ژئومورفیک در تحولات خاک سازی و شکل‌زایی است، که اهم آنها عبارتند از:

الف. روابط خاص زمین نما خاک (Soil - Landscape relationships) باعث شده است که در یک



فضایی به خوبی بستر ساز این تعامل علمی- پژوهشی، خواهد بود.

۵- تعاملات لحظه به لحظه " ماده انرژی " و "فضا - زمان" اساس معادلات چرخه مورفوژنز پدوژنز را تشکیل می‌دهد .

۶- فرآیندهای مورفوژنیک یکسان در شرایط " فضایی زمانی " متفاوت، لند فرم‌های گوناگونی را ایجاد می‌نمایند. بنابراین، شکل فعلی زمین، به تنهایی بیان کننده تمامی فاکتورهای مؤثر در شکل‌زایی و خاکسازي نیست. بلکه، عوامل پنهان و قدیمی‌نیز قابل بررسی هستند. بنابراین، تحلیل زمانمند و دینامیک فضای مورفوژنیک، در تبیین رابطه بین فرم و فرآیند از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است.

۷- موضوع زمان سنجی و بررسی رخدادهای تاریخی که در خلال آن شکل‌زایی و خاکسازي اتفاق افتاده است، صرفاً در چهارچوب نگرش فضایی و هندسه فراابعادی و انحنای دار ( که یکی از ابعاد آن، الزاماً زمان است)، میسر است.

۸- تبادل پذیری ابعاد " فضا زمان " و عوامل و متغیرهای گوناگون محیطی و دینامیسم حاکم بر آن، صرفاً در چهار چوب نگرش فضایی و فرا ابعادی میسر است.

۹- تحولات بنیادین، که مستمراً از رفتار سیاره و فرآیندهای زمین ساخت ناشی می‌شود، سیستم ها، رخدادهای و تغییرات اقلیمی و بالاخره سنگ‌ها و

فیزیک وابستگی و تعامل دارد، پیش بینی می‌گردد نگرش فضایی در چرخه مورفوژنز پدوژنز میدان عمل و مانور وسیع و گسترده‌ای داشته باشد و از طرفی خاک و ژئومورفولوژی نیز با ارایه مصادیق فضایی روشن، بیش از پیش زمینه شکوفایی مفهوم فضا را فراهم نمایند.

۲- ژئومورفولوژیست‌ها راه دشواری را برای معیارمند کردن تغییرات خاک و لندفرم، و اندازه گیری نقش فضای مورفوژنیک در خاک سازی و شکل زایی در پیش دارند زیرا عوامل و فرآیندهای متعدد و ناهمگونی در شکل گیری فضای مذکور مؤثرند که هرکدام در مقیاس و ابعاد مختلفی (نقطه ای، پهنه ای، محلی، منطقه ای، ناحیه ای، حوضه ای، ملی، قاره ای، سیاره ای، منظومه ای، کهکشانی، گستره هستی)، مطرح بوده و در نتیجه تأثیرات متفاوتی را اعمال می‌نمایند.

۳- بررسی‌های فوق الذکر، نه تنها تأثیر ژئومورفولوژی را در خصوصیات خاک‌ها تأیید می‌نماید، بلکه، بیانگر آن است که حتی، فضای مورفوژنیک یک واحد نقشه، می‌تواند بر خصوصیات معمول خاک غلبه نموده، و کاملاً آن را متحول نموده و تغییر اساسی دهد. این موضوع، به وضوح ضرورت و اهمیت نگرش جامع و فضایی در شناخت خاک را به اثبات می‌رساند.

۴- علم ژئومورفولوژی بنا به طبیعت و سرشت بین رشته‌ای خود، باید به نحو سخاوتمندانه‌ای از سایر علوم ( هندسه، فیزیک، فلسفه، منطق فازی، خاک شناسی، اقلیم، زمین شناسی، زمین آمار، فناوری‌های نو و.... )، برای تدقیق و توسعه خود استفاده نماید. نگرش جامع و

۱۴- آیا علم ژئومورفولوژی سیستمی، در پروسه تکاملی خود، متحول گشته و با استفاده سخاوتمندانه از علوم قدیم و جدید مانند فلسفه، فیزیک، ریاضی، آمار و زمین آمار، هندسه ریمان و فراکتال، آمار فضایی، کوکریجینگ، مندهای هیبرید، سنجش از دور، سیستم اطلاعات جغرافیایی، منطق فازی، شبکه‌های عصبی، آنالیز رقومی داده‌های سرزمین، تبادل پذیری ابعاد (ارگودیسیتی)، تئوری کیاس، پدومتری همراه با رویکرد زمانمند و دینامیک، خبر از تولد ژئومورفولوژی جدیدی می‌دهد؟ این رهیافت علمی جدید را ژئومورفولوژی فضایی (Spatial Geomorphology) می‌توان نامید.

#### منابع

- ۱- تاربوک، ادوارد جی و فردریک ک. لوتگن، (۱۳۷۴)، مبانی زمین شناسی (Essential of geology)، اخروی، رسول (مترجم)، انتشارات مدرسه، سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش. تهران.
- ۲- تومانیان، نورایر، (۱۳۸۵)، چگونگی تکوین اراضی، تنوع خاک‌ها و نقش برداری کمی بعضی از خصوصیات پدوژنیکی در بخشی از ایران مرکزی. پایان نامه دکتری خاک شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۷۰ص.
- ۳- چورلی، ریچارد جی. استانلی ا، شوم و دیوید ای، سودن (مترجم احمد معتمد)، (۱۳۷۵)، ژئومورفولوژی (جلد ۱). انتشارات سمت، تهران.

سازندهای مختلف، از فاکتورهای مهم و اساسی ایجاد فضاهاى مورفوزنیک محسوب می‌گردند.

۱۰- در چهار چوب نگرش فضایی، امکان استفاده از ابعاد در اختیار، برای ردیابی و توجیه ابعاد محو شده و یا کمرنگ شده محیطی امکان پذیر است. در مواردی نظرات متفاوت محققان در مورد خصوصیات یک لندفرم، ناشی از میزان ادراک هر کدام از آنها، از ابعاد پنهان یا محو شده آن پدیده است. ابعادی که آثار آنها همچنان در فضای ژئومورفیک چند نگاره باقی است.

۱۱- چون در یک زمان مشخص، همه فاکتورهای مورفوزنیک، به طور همسان و هم سنگ عمل نمی‌کنند، نگرش فضایی مقیاس و سطح ادراک ما را از میزان، شدت و نوع تأثیرات هر کدام از عوامل تأثیر گذار به خوبی مورد سنجش قرار می‌دهد.

۱۲- هندسه ریمان و نظریه فراکتال، بستر ژئومتریک لازم را برای لحاظ نمودن همه ابعاد تأثیرگذار، حتی کسری از اعشار یک بعد را در شکل گیری فضای مورفوزنیک فراهم نموده است. به عبارتی، هرگونه فرسایش و یا افزایش مواد در محیط طبیعی، از چشم تیزبین نظریه فراکتالی به دور نخواهد ماند.

۱۳- اگر به درستی موجودات زنده و به ویژه انسان در چرخه مورفوزنز - پدوژنز تأثیرگذار هستند، با توجه به ابعاد روحانی و معنوی شخصیت انسان و تغییرپذیری گسترده آن، آیا می‌توان خرد، حکمت، عرفان و ابعاد روحانی را نیز جزو ابعاد شکل دهنده فضای جغرافیایی و مورفوزنیک لحاظ نمود؟

نامه کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی، دانشگاه آزاد اسلامی نجف آباد.

۱۳- کاکو، میچیو (kaku, M.)، (۱۳۸۲)، ابرضا، سفری علمی به ابعاد بالاتر، ترجمه نادر جوانی، محمد رضا مسرور، نشر اشراقیه، تهران.

۱۴- میسون، برایان (Brian Mason). کارلتون ب. مر (Carleton B. Moore)، (۱۳۷۳)، برگردان فارسی: دکتر فرید مر و مهندس علی اصغر شرفی. اصول ژئوشیمی، انتشارات دانشگاه شیراز، شماره ۲۱۱، چاپ دوم، شیراز.

۱۵- مؤسسه پژوهش‌های برنامه ریزی و اقتصاد کشاورزی، (۱۳۷۵)، جلد هشتم، محدودیت‌های خاک و اصلاح اراضی، طرح جامع احیاء حوزه آبخیز زاینده رود، وزارت کشاورزی، تهران.

۱۶- نوربهبشت، ایرج، (۱۳۷۹)، مقدمه‌ای بر بلور شناسی (هندسی)، دانشگاه اصفهان، چاپ سوم، اصفهان.

۱۷- ناصری، مسعود، (۱۳۷۷)، یک، کوانتوم، عرفان و درمان، انتشارات جیحون، تهران.

۱۸- ناصری، مسعود، (۱۳۷۹)، صرف لوح پیدایش جهان ده بعدی، انتشارات جیحون، تهران.

19- Miller, R.W. and R. L. Donahue.1990. Soils(An introduction to soils and plant growth).Sixth edition. Prentice - Hall International Editions. U.S.A .

20- Paine,Alasdair D.M.2008.Ergodic reasoning in geomorphology: time for a review of the term? SAGE publications.

21-Summerfield M. 1991.Global Geomorphology. department of geography, .

۴- چورلی، ریچارد جی. استانلی، شوم و دیوید ای، سودن(مترجم احمد معتمد)، (۱۳۷۵)، ژئومورفولوژی (جلد۲)، انتشارات سمت، تهران.

۵- چورلی، ریچارد جی. استانلی، شوم و دیوید ای، سودن.(مترجم احمد معتمد)، (۱۳۷۵)، ژئومورفولوژی (جلد۳)، انتشارات سمت، تهران.

۶- رامشت، محمد حسین، (۱۳۸۴)، نقشه‌های ژئومورفولوژی (نمادها و مجازها)، انتشارات سمت، تهران.

۷- رامشت، محمد حسین. ۱۳۸۵. جزوه درسی "دیدگاه‌های نو در تحول چهره زمین" دوره دکتری ژئومورفولوژی. دانشگاه اصفهان.

۸- رجایی، عبدالحمید، (۱۳۷۳)، الف ژئومورفولوژی کاربرد در برنامه ریزی و عمران ناحیه‌ای، نشر قومس، ۳۲۸ص.

۹- رجایی، عبدالحمید، (۱۳۷۳)، ب- کاربرد ژئومورفولوژی در آمایش سرزمین و مدیریت محیط، نشر قومس، ۳۴۴ص.

۱۰- سپاس خواه، علیرضا، بعضی از کاربردهای فراکتال در علوم کشاورزی، نامه فرهنگستان علوم، شماره ۱۷، سال ۶.

۱۱- فرید، یدالله، (۱۳۷۹)، شناخت شناسی و مبانی جغرافیای انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر، ۵۷۴ص.

۱۲- قیومی محمدی، حمید، (۱۳۸۰)، مطالعات ژئوپدولوژیک واحد هیدرولوژیک داران دامنه، پایان

university of Edinburgh. John wiley & Sons. inc. New York. USA.

22Schoeneberger,P.J.,Wysocki,D.A.,Benham ,E.C.,and Broderson,W.D.(editor), 2002. Field book for describing and sampling soils.Version 2.0. Natural Resources Conservation Service(NRCS),National Soil Survey Center(NSSC). lincoln, NE. US.

23 - Soil survey staff, 2006. keys to soil taxonomy. 10th edn. USDA, NRCS.

24- Thorn colin E. 1988. An Introduction to theoretical geomorphology. department of geography. university of Illinois.

25- Whittow, John. 1984. Dictionary of physical geography. The penguin. England.

Archive of SID