Archive of SID

دکتر سیاوش شایان، استادیار دانشگاه تربیت مدرس
محمد شریفی، کارشناس ارشد جغرافیای طبیعی
شماره مقاله: ۶۶۹

S.Shayan , Ph.D
M. Sharifi

مدل به عنوان تکنیکی در ژئومورفولوژی

چکیده

مدل‌ها ابزارهایی برای تحلیل واقعیت‌ها و ساده کردن پیچیدگی‌های موجود در جهان واقعی هستند. هدف مدل‌ها افزایش دریافت ما درباره پدیده‌ها و روندها در جهان خارج می‌باشد. در این مقاله ضمن ارایه تعاریف و توضیح مفاهیم مدل و مدلسازی، عملکرد و اهداف و ویژگی‌های اساسی مدل‌ها توضیح داده شده و انواع مدل‌ها تقسیم‌بندی شده‌اند. همچنین درباره انواع مدل‌های قیاسی، شبیه‌سازی، ذهنی، گرافیکی، ریاضی و آماری توضیحاتی ارایه شده است.

فرآیند مدلسازی شامل شناخت مسأله، جمع‌آوری داده‌ها، تعیین معیارها، فرموله کردن، تعیین و ارزیابی راه‌حل‌های ممکن و بررسی صحت عملکرد مدل است که مورد بحث قرار گرفته‌اند و پس از آنها به اهمیت و ضرورت مدلسازی در علم ژئومورفولوژی که علمی ترکیبی و نیازمند مدلسازی زمانی و عملکردی برای بررسی و ارزیابی تحولات ناهمواری‌های زمین است، پرداخته‌ایم.

نخستین مدل ژئومورفیک مدل **چرخه یا سیکل فرسایش** بوده که بین سالهای ۱۸۸۴ تا ۱۸۹۹ توسط **ویلیام موریس دیویس** بنیانگذار مفاهیم اولیه ژئومورفولوژی ارایه شده است. وی نخستین کسی بود که علم ژئومورفولوژی را با مدلسازی پیوند داد. به خاطر ماهیت خاص این علم که در آن ناهمواری‌های کنونی با توجه به شبیه‌سازی گسترش تاریخی تحولات زمین به وسیله عوامل چندگانه تشریح می‌گردد، مدلسازی یکی از فنون

www.SID.ir

Archive of SID

جدا نشدنی در ژئومورفولوژی قلمداد می‌شود. بعدها **والتر پنک** و **کینگ** در دهه ۱۹۲۰ مدلهای دیگری را برای نمایش تحول ناهمواری‌ها ارایه کردند و اکنون هم مدلسازی ژئومورفولوژیک ادامه دارد.

مدل‌های قیاسی، گرافیکی، و سیستماتیک از نظر کاربردی بیشترین اهمیت را در ژئومورفولوژی دارند بنابراین به تفصیل در این مقاله توضیح داده شده‌اند. تمامی سیستم‌ها نیز در ژئومورفولوژی به عنوان مدل به کار می‌روند بنابراین در این مقاله مدلسازی سیستماتیک در ژئومورفولوژی به تفصیل بیشتری توضیح داده شده است. اخیراً هم مدلسازی آماری و ریاضی در مطالعات ژئومورفولوژیکی تا حد زیادی به کار می‌روند که با ارایه شکل‌ها و معادله‌ها این مدل‌ها توضیح داده شده‌اند. این روزها مدلسازی کامپیوتری در پژوهش‌های ژئومورفولوژیک به کار می‌روند. به علت آن که نرم‌افزارهای بسیری دارای پتانسیل شبیه‌سازی هم فرآیندها و هم عوارض را دارند ما استفاده از آنها را توصیه می کنیم.

کلید واژه‌ها: مدلسازی ژئومورفولوژیک، شبیه‌سازی ژئومورفولوژیک، ژئومورفولوژی فرآیندی، ژئومورفولوژی نظریه‌ای.

مقدمه:

مدل‌ها برای تقلید جنبه‌های خاصی از واقعیات طراحی می‌شوند. رینه[1] در مقاله‌ای تحت عنوان " استفاده از دانش ریاضیات در علوم انسانی" متذکر می‌شود که مدل عبارت است از نمایش پدیده به صورت ساده و کلی. مدل به این نیت پدید نمی‌آید تا تمامی خاصه‌های یک پدیده یا تمامی روابطی را که موجودات بین خود برقرار می‌سازند و تمامی وجود یک واقعیت عینی را به معرض نمایش بگذارد. در یک مدل برخی وجوه عینی به صورت تجریدی عرضه می‌شوند. امری که موجب ساده‌تر شدن یک واقعیت می‌شود (*دولفوس، ۱۳۷۴*).

دنیای واقعی بسیار پیچیده‌تر از دنیایی است که در آن زندگی می کنیم. مدل مثالی است ایده آل که بر طبق دنیای واقعی ساخته می‌شود تا پاره‌ای از صفات خاص آن را نشان دهد. مدل‌ها لزوماً به علت پیچیدگی مسایل واقعی برای سهولت مطالعه ساخته

1. A. Regnier.

www.SID.ir

Archive of SID

می‌شوند و مدل‌ها نه تنها کل حقیقت بلکه بخش مفید و ظاهراً قابل ادراک آن را آشکار می‌کنند (*هاگت، ۱۳۷۴*). بدین دلیل نمایش دنیای واقعی کار ساده‌ای نیست. برای همین منظور مدل ساخته می‌شود.

مدل‌ها در رشته‌های مختلف هنر و علوم از قبیل زمین‌شناسی، اقتصاد، جغرافیا، جامعه‌شناسی و ... برای بیان ساده‌تر دنیای واقعی ضرورت دارند (*جاسبرسینگ، ۱۹۸۳*).

از طریق به‌کارگیری مدل‌ها می‌توان به تنوع و پیچیدگی یک پدیده پی برد. از طرف دیگر در دنیای امروزی، داده‌ها آنقدر زیادند و مسایل آنقدر در هم تنیده‌اند که بدون استفاده از مدل نمایاندن، تنظیم و پردازش داده‌ها، مطالعات و مشاهدات مشکل است.

مدل چیست؟

مدل یک ابزار است. ابزاری است برای تحلیل و آنالیز واقعیت‌ها، که با کمک آنها می‌توان به درکی از واقعیت، نه کل واقعیت، بلکه بخش مفید و قابل فهم آن دست یافت.

اصطلاح مدل در زبان روزمره دارای سه کاربرد متفاوت است: (*هاگت، ۱۳۷۴*).

مدل به صورت اسم به معنای تمثال شامل یک صورت ذهنی از واقعیت می‌باشد؛ در قالب صفت بر یک ایده در معنای ایده‌آلی‌اش دلالت دارد که سایرین با آن سنجیده می‌شوند و به صورت فعل به معنای نمایاندن و چیزی را ساختن و به نمایش گذاردن است.

در زبان علمی و در مدل‌سازی اصطلاح مدل تا حدی متضمن هر سه معناست. مدل‌ها بازنمایی مشاهدات پیچیده را از طریق حذف کردن انتخابی مشاهدات فرعی، مجزا کردن مشاهدات مهم و برجسته نمودن روابط بین آنها را ساده می‌کنند (*اسکایلینگ، ۱۹۶۴*).

عملکرد و اهداف مدل

مدل‌ها می‌توانند به عنوان ابزارهای تجسمی، ابزارهای مقایسه‌ای، ابزارهای سازمانی و یا ابزارهایی برای پایه‌ریزی و ابداع یک تئوری عمل نمایند (*هاروی، ۱۹۶۹*).

مدلسازی به کشف واقعیت‌های جدید کمک کرده و منجر به انجام تحقیق و دستکاری بیشتر می‌گردد و انگیزه‌ای است برای ابداع مدل‌های تحقیقی بیشتر. با کمک مدل‌ها می‌توان حجم زیادی از داده‌ها را سازمان‌دهی نموده و به شیوه‌ای به کار برد که حداکثر فرضیات و نتایج از مدل‌ها حاصل شود و چارچوبی را فراهم نمود که براساس آن

www.SID.ir

Archive of SID

بتوان اطلاعات را تعریف، جمع‌آوری، تدوین، جدول‌بندی، پردازش و خلاصه کرد. مدل‌ها ما را قادر به مشاهده و درک پدیده‌های معینی می‌کنند که در غیر این صورت با توجه به پیچیدگی، تنوع و داده‌های فراوان مربوط به آنها این امر میسر نمی‌باشد. مدل‌ها دارای کارکرد و ساختاری در رابطه با داده‌ها هستند و این امر به ترکیب و تجزیه و تحلیل سیستمی کمک شایانی می‌نماید.

در واقع هدف اساسی مدل‌ها بیشتر کردن فهم ما از عوامل و روندهای پیچیده دنیای واقعی است و از طریق آن‌ها می‌توان جهان را به اندازه و وضع دلخواه درآورد. در ساختن مدل سعی بر آن است که مهم‌ترین اجزای یک پدیده را تحت شرایط دلخواه بازسازی کنیم و از سوی دیگر نمی‌توان آنها را به بهترین وسیله به آزمایش گذاردن نظریه‌ها و پیش فرض‌های علمی و به صورت پلی ارتباطی بین سطوح تجربی (قابل مشاهده) و نظری (تئوریک) به شمار آورد.

ویژگی‌های اساسی مدل‌ها

بعضی از ویژگی‌های اساسی بدین شرح است:

۱. بازنمایی ساختار یک سیستم و عناصر آن و چگونگی نوع روابطشان با خود و خارج از خود.

۲. توصیف نحوه رفتار سیستم و چگونگی تأثیر متقابل عناصر یک سیستم یعنی رابطه علت و معلولی بیان قابل فهمی از سیستم و نحوه عملکرد آن.

۳. مدل‌ها ارتباط پدیده‌های علمی را به وجود آورده و حجم زیادی از اطلاعات را سازمان‌دهی و پردازش می‌کنند.

۴. در زمینه استفاده از اطلاعات، مدل‌ها گرایشی انتخابی دارند و تنها جنبه‌های موردنظر از پدیده‌های موجود در دنیای واقعی را به نمایش می‌گذارند.

۵. مدل‌ها عمدتاً پیشنهاددهنده هستند. یعنی یک مدل مناسب از یک سو پیشنهاداتی در زمینه گسترش و تعمیم خود عرضه می‌دارد و از سوی دیگر پیش‌بینی‌هایی در مورد دنیای واقعی را امکان‌پذیر می‌سازد (*سعیدی، ۱۳۷۴*).

۶. مدل‌ها میزان مطلق بودن نسبت به دنیای واقعی را خصوصاً با ارایه مدل‌های ریاضی از حداقل به حداکثر افزایش می‌دهند (*تایلور، ۱۹۷۷*).

www.SID.ir

Archive of SID

انواع مدل‌ها

مدل‌ها را براساس نوع و شیوه بیان واقعیت و هدف، به انواع مختلف تقسیم می‌کنند. از آنجا که در این مقوله مدل در ژئومرفولوژی مطالعه می‌شود، لذا انواع مدل‌ها را بر این اساس طبقه‌بندی و تشریح می‌کنیم:

گاپالازویمی (۱۹۹۴) به طور کلی مدل‌ها را به دو گروه تقسیم می‌کند:

۱. مدل‌های تجربی یا مدل همبستگی[۲]

۲. مدل‌های مکانیکی یا توضیحی (*Gopalaswamy,1994*).

عکاف و همکارانش (۱۹۶۲) طبقه‌بندی سه‌گانه از مدل‌ها یعنی؛ الف) مدل‌های تصویری، ب) قیاسی و ج) نمادین ارایه کردند.

هگت و بیتس (۱۹۶۸) طبقه‌بندی عکاف را بیشتر تحلیل کردند. چورلی (۱۹۶۴) با در نظر گرفتن این که مدل‌های موفق آنهایی هستند که میزان قابل توجهی از ساده‌سازی را بدون دخالت دادن هرگونه تضادی انجام می‌دهند طبقه‌بندی سه‌گانه‌ای را بدین شرح ارایه داد:

۱. مدل‌های ریاضی شامل الف) مدل‌های ریاضی جبری و ب) مدل‌های ریاضی احتمالی

۲. مدل‌های تجربی شامل الف) مدل‌های مقیاسی و ب) مدل‌های قیاسی

۳. مدل‌های طبیعی شامل الف) مدل‌های شبیه‌سازی و ب) مدل‌های ذهنی

کول و کینگ (۱۹۶۸) طبقه‌بندی سه‌گانه‌ای را به شرح زیر از مدل ارایه کردند:

۱- مدل‌های مقیاسی ۲- مدل‌های شبیه‌سازی ۳- مدل‌های ذهنی

۱ - مدل‌های مقیاسی:

شامل: الف) مدل‌های زیباشناسی استاتیک ب) مدل‌های مقیاس کاری ج) نقشه به عنوان یک مدل.

الف- مدل زیباشناسی استاتیک: این مدل مانند مدل ناهمواری که بیشتر در کلاس درس برای تشریح و تفهیم مسایل به کار برده می‌شود.

ب) در مدل‌های مقیاس کاری، فرآیندهای مختلف با درجات متفاوتی از شباهت با الگوی اولیه بازنمایی می‌شوند همانند تحقیقات در زمینه هیدرولوژی که با کمک مدل‌های مقیاس

2. Correlations Models.

www.SID.ir

Archive of SID

کاری، جایی که اثر یک متغیر را می‌توان با ثابت نگهداشتن اثر سایر متغیرها در یک تجربه آزمایشگاهی مورد مطالعه قرار داد.

ج) *نقشه به عنوان یک مدل:* نقشه مدل بسیار ساده شده‌ای است، زیرا تنها جنبه‌های محدودی از خصوصیات سطحی در چارچوبی دو بعدی به نمایش گذاشته می‌شوند. نقشه سه بعدی ناهمواری‌ها نوع پیشرفته‌ای از این مدل‌ها می‌باشد.

۲- مدل‌های شبیه‌سازی:

که در آن پیچیدگی‌های بزرگ شرایط طبیعی را می‌توان با چشم‌پوشی از متغیرهای فرعی یا غیرضروری با استفاده از نمادهای ریاضی و آماری به صورتی ساده و قابل فهم به نمایش گذاشت. به علاوه، این مدل‌ها، فرضیه‌ها، پراکنش و انتشار سیستم‌های انسانی را مطابق با قوانین تحقیقاتی و جغرافیایی کاربردی شبیه‌سازی می‌کنند.

۳- مدل‌های ذهنی:

این مدل‌ها جغرافیدانان را مجهز به نمودارهایی برای بررسی‌های جغرافیایی اثرات متقابل متغیرهای مختلف می‌نماید. تایلور (۱۹۷۷) و هگت (۱۹۸۳) سه نوع مدل، یعنی مدل‌های شمایلی[۳]، قیاسی[۴]، و نمونه‌ای[۵] را مطالعه کردند.

- ***مدل‌های شمایلی:*** که دارای حداقل مطلق‌گرایی (انتزاعی بودن) می‌باشند و به صورت نمایش‌های ساده کوچک مقیاس هستند و تنها تغییر مربوط به آنها در مقیاس می‌باشد. مانند مدل چشم‌انداز طبیعی یک ناهمواری.

- ***مدل‌های قیاسی:*** مدل‌هایی هستند که واقعیت را با ویژگی‌های خاصی بیان می‌کنند. مانند نقشه، اساس این مدل برقرار داده‌هاست؛ مثلاً رنگ سبز در نقشه نشانه جنگل است. بنابراین از یک سری ویژگی‌های نمادین برای تعریف ویژگی‌های عینی و خارجی استفاده می‌شود. قابلیت درک این مدل نسبت به درک مدل شمایلی مشکل‌تر است و از لحاظ مطلق‌گرایی (انتزاعی بودن) در حد متوسطی قرار داد.

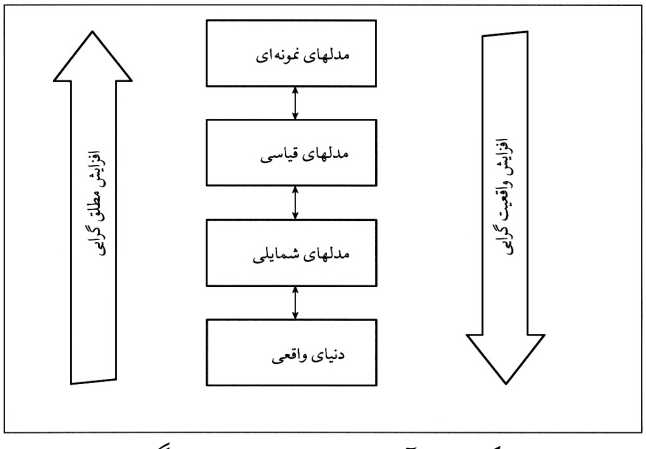
3. Symbolic models. 4. Iconic models. 5. analog models.

www.SID.ir

Archive of SID

- ***مدل های ریاضی:*** این مدل واقعیت را با استفاده از اعداد و یا نمادهایی بیان می‌کنند. قابلیت درک آن نسبت به سایرین بسیار محدود است، اما قابلیت دستکاری، تغییر در ابعاد و وسعت آن نسبت به سایرین بیشتر است.

هگت فرآیند مدل‌سازی را برحسب انتزاعی بودنشان بدین صورت بیان کرده است:



شکل ۱ فرآیندهای مدل‌سازی از نظر هگت

فرآیند مدل‌سازی

مراحلی که برای ساختن یک مدل به صورت سیستماتیک لازم است عبارتند از:

۱- تعریف یا شناخت مسأله، که به عنوان اساسی‌ترین و مهم‌ترین مرحله است. در این مرحله باید به جای پرداختن به معلول، علت اصلی مسأله را تشخیص داد. برای این کار باید اجزاء اصلی و فرعی مسأله، یا متغیرهای مستقل و وابسته در مسأله را تعیین کرد. چرا که در مدل سازی نیاز به حذف متغیرهای فرعی و وابسته وجود دارد.

۲- جمع‌آوری داده‌ها، داده‌ها دو دسته‌اند: الف) داده‌های اولیه که مدل‌ساز برای مدل خود شخصاً جمع‌آوری یا تولید می‌کند که بسیار دقیق و هزینه بر است. ب) داده‌های ثانویه که می‌توان از طریق سایر داده‌ها آن‌ها را جمع‌آوری نمود.

۳- تعیین معیار، تصمیم و هدف

۴- فرموله کردن مدل یا ارتباط برقرار کردن بین اهداف و متغیرها

۵- تعیین و ارزیابی راه‌حل‌های ممکن و انتخاب بهترین راه‌حل ممکن در نوع مدل

۶- بررسی صحت و عملکرد مدل

www.SID.ir

Archive of SID

در فرآیند مدل‌سازی در ژئومرفولوژی، علاوه بر موارد مذکور در بالا باید به این موارد نیز توجه کرد:

۱- بعد فضایی یک پدیده، موقعیت آن و آنهایی که در پراکندگی و موقعیت آن پدیده اثر داشته‌اند.

۲- نظام فضایی حاصله از روابط محیط انسانی و فیزیکی

۳- بعد زمانی داده‌ها، در طول زمان چه تغییراتی حادث شده و هم‌چنین پیش‌بینی روند آینده

۴- ساختار سیستم و عملکرد آن

مدل در ژئومرفولوژی

اهمیت و ضرورت مدل ژئومرفولوژی

ژئومرفولوژی که به مطالعه فرم‌ها و فرآیندهای اشکال ناهمواری‌های سطح زمین و تغییر آنها در طول زمان که ضمن تشخیص، توصیف، تبیین و طبقه‌بندی شکل‌های طبیعی، علل پیداش، چگونگی تغییر و تحول آنها را همراه با تفسیر نحوه پراکندگی، روند استقرار اشکال فضایی و روابط موجود میان آن پدیده‌ها و تاریخ و تحول چشم‌اندازها و فرآیندهای حاکم بر آنها را مطالعه می‌کند به ابزار، روش‌ها و تکنیک‌هایی برای بررسی و ارایه نتایج این مطالعات به صورتی ساده و قابل فهم نیاز دارد که یکی از مهم‌ترین این روش‌ها و تکنیک‌ها « مدل» است.

ژئومرفولوژیست‌ها از همان زمان تکوین و پیدایش دانش ژئومرفولوژی همواره سعی داشته‌اند با استفاده از فناوری‌های در دسترس، فرم‌ها و فرآیندها را در طول زمان و در نظام‌های فضایی خاصی به مقیاس دلخواه به نمایش بگذارند و اصولاً ژئومرفولوژی از طریق استفاده از مدل و پیش‌بینی مدل‌ها می‌تواند مدیریت بهینه محیط زیست و منابع طبیعی را به عهده بگیرد.

آنها همواره می‌کوشند حوادث گذشته را در قلمرو اشکال ناهمواری زمین بازسازی کرده و با تحلیل و تفسیر وضع موجود حوادث آتی را شبیه‌سازی و پیش‌بینی نمایند.

زمانی‌که یک ژئومرفولوژیست بتواند متغیرهای مرتبط به هم را در یک سیستم به عنوان عناصر تشکیل‌دهنده آن سیستم بررسی کند و آن را با استفاده از علائم، نمودارها یا گراف‌ها و یا روابط ریاضی به نمایش بگذارد مدل‌سازی کرده است.

www.SID.ir

Archive of SID

تاریخچه پیدایش مدل در ژئومرفولوژی

اولین مدل ژئومرفولوژیک را ویلیام موریس دیویس (۱۸۵۰-۱۹۳۴) با عنوان چرخه فرسایش عرضه کرد. او عقیده داشت اشکال زمین را نیز مانند شکل‌های حیاتی، باید با توجه به تکامل آنها مطالعه کرد. تکامل از دیدگاه او یعنی فرآیند تغییر اجتناب‌ناپذیر، مداوم و برگشت‌ناپذیری که توالی منظم دگرگونی شکل زمین را به وجود می‌آورد (شکل ۲ - الف)

او مدل زمان‌سنجی، تخریب و فرسایش را ارایه کرد که در حقیقت بازسازی تحولات اشکال زمین برای منطقه‌ای مشخص در طول زمان است که ساده‌ترین حالت بازسازی زمان‌سنجی فرسایش و تخریب بر این فرض استوار است که مجموعه‌های شکل زمین بازمانده بخش‌های انطباق یافته چرخه‌های فرسایشی مختلف است. او برای تئوری و نظریه خودش مدلی جذاب و جالب در نهایت سادگی را ساخته است. این سادگی ناشی از حذف و کاهش پیچیدگی‌های تا حد امکان، پیرایش اطلاعات فرضی نامربوط و پذیرش فرضیات محدودکننده است.

این مدل تا مدتی مورد پذیرش قرار گرفت تا این که والترپنک آلمانی، یکی از مخالفان آن مدلی را در برابر آن ارایه کرد. او اعتقاد داشت که اشکال ناهمواری زمین به فرآیندهای فرسایشی (با منشأ خارجی) و فرآیندهای دیاستروفیک (با منشأ داخلی) قابل تفسیر است. او همچنین براین باور بود که آغاز و پایان اکثر حرکات تکنونیکی به آرامی صورت گرفته است و الگوی متداول آن چنین است: بالاآمدگی آرام آغازین، بالا آمدگی تشدیدی یا پرشتاب بعدی، کاهش مجدد در سرعت بالا آمدگی و سرانجام مرحله سکون و آرامش (مدل پنک شکل ۲- ب و ج)

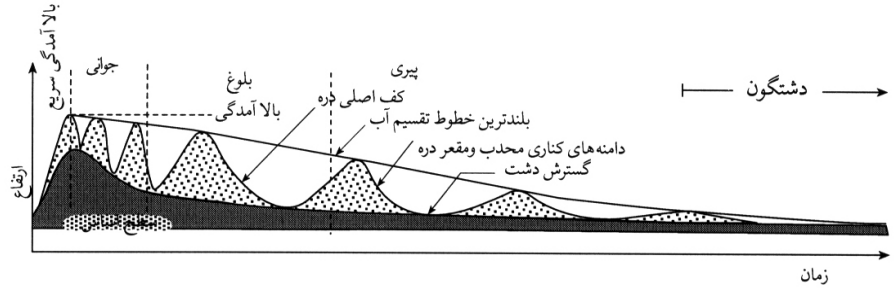
بعدها کینگ مدلی را برای نحوه تکامل زمین ارایه کرد، او مفهوم پدیپلن را در مقیاس وسیع مطرح کرد تا علت وجود سطوح گسترده ناهمواری‌های پست در آفریقا و نواحی حاره‌ای را شرح دهد و به همین علت دلایلی را برای بقای ناهمواری‌های بالا آمده در عرض‌های جغرافیایی بالاتر ذکر کند (شکل ۲ - د).

در ادامه برای ارایه تکامل شکل زمین از مدل‌های شبیه‌سازی که امروزه نیز کاربرد وسیع‌تری در ژئومورفولوژی دارند استفاده شد که تأثیرات ژئومورفیک یا جانشین‌های معمول آنها و شرایط کنترل‌کننده را سرعت می‌بخشد.

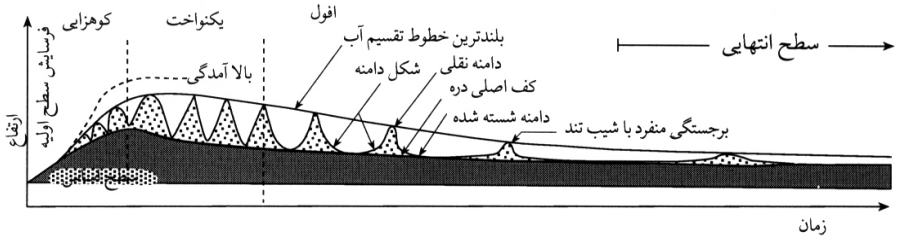
www.SID.ir

Archive of SID

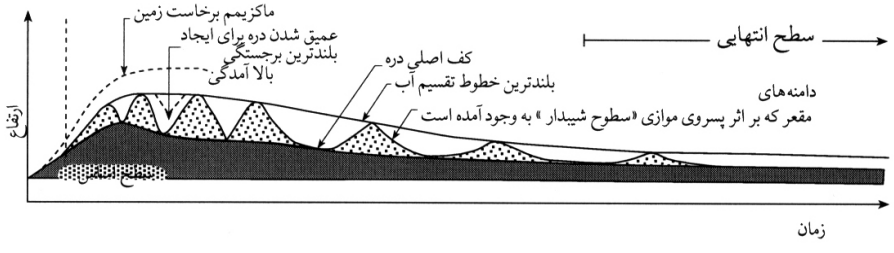
الف) دیویس



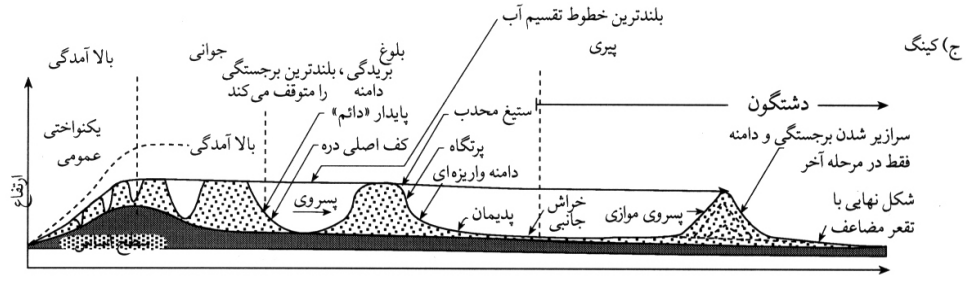
ب) پنک به گفتهٔ فون انگلن



ج) پنک به گفتهٔ پنک



ج) کینگ



شکل ۲ مدل‌های چرخه‌ای الف تا د از تکامل چشم انداز زمین با فرض ثابت نمودن سطح اساسی که نشان دهنده ارتباط‌های بین ارتفاع و زمان است (همراه با نیمرخ‌های تصویری دامنه) (از تورنز، ۱۹۷۷)

www.SID.ir

Archive of SID

انواع مدل‌ها در ژئومرفولوژی

به طور کلی مدل‌ها را از نظر کاربردی و استفاده از آنها در ژئومرفولوژی یا برنامه‌ریزی با نگرش به ژئومرفولوژی می‌توان به چهار دسته تقسیم کرد (*چورلی و هاگت، ۱۹۷۳*):

۱- مدل‌های قیاسی[۶] ۲- مدل‌های تصوری یا مفهومی[۷] ۳- مدل‌های سخت افزاری[۸]
۴- مدل‌های سیستمی[۹]

مدل‌های قیاسی:

در این مدل‌ها پدیده‌های ژئومرفیک را با توجه به وضعیت اصلی آنها در مقیاس کوچک‌تری بازسازی می‌کنند تا بهتر مطالعه و شناسایی شوند مانند سیکل فرسایش دیویس و یا مدل پنک.

مدل‌های تصوری:

الف- در این مدل‌ها نوعی تجرد فکری و ذهنی اثر دارد که شامل دو دسته است: الف) مدل‌های تصمیم‌گیری که بر مبنای روابط ریاضی استوارند و بیشتر در پیش‌بینی فرآیندهای ژئومرفولوژی برای برنامه‌ریزی اهمیت دارند. برای مثال استفاده از روابط ریاضی از جمله لگاریتم برای بررسی نیمرخ طولی رودخانه و سطح اساس آن در یک حوضه ژئومرفیک، جهت برنامه‌ریزی در آن حوضه (*معتمد، ۱۳۷۹*).

ب- مدل اتفاقی؛ که دارای تغییرات زیادی است. این‌گونه مدل‌ها یک عنصر اتفاقی دارند. برای مثال رفتار یک شبکه حوضه زهکشی با استفاده از رفتار یک متغیر و وسعت حوضه را به صورت یک مدل اتفاقی می‌توان ارایه کرد که دارای تغییرات مختلف است.

تراکم شبکه حوضه با وسعت‌حوضه در مناطق نیمه مرطوب رابطه معکوس دارد و فرایند تأثیر در برنامه‌ریزی به منظور استفاده مطلوب تا حدودی تحت تأثیر مدل میزان تراکم شبکه خواهد بود. (دورکم -۱۹۹۰)

مدل سخت‌افزاری:

الف- این مدل از ساده‌ترین مدل هاست و شامل دو دسته است: الف) مدل‌های تصویری که اجزای آن شبیه عناصر واقعی موجود درجهان است و تنها تفاوت در مقیاس است. مانند به تصویر کشاندن یک رودخانه.

---

6. analogue models. 7. cancepyual models. 8. Hardward models. 9. Systematical models.

www.SID.ir

Archive of SID

ب- مدل‌های ریاضی که مربوط به خاصیت مواد و تغییر آن است. برای مثال لویز و میلر (۱۹۵۵) تلاش کردند که رفتار یخچال‌ها را با استفاده از کائولن (۱) به دست آوردند به نحوی که با شناسایی یخچال‌ها بتوانند فضاهای بحرانی زمین‌های یخچالی را تشخیص دهند. در حال حاضر این مدل ها بیش‌تر مربوط به فرآیند ساحلی و مدیریت رودخانه‌ای است.

مدل‌هایی که بر مبنای سیستم‌ها قرار دارند:

ژئومرفولوژیست‌ها سیستم‌های ژئومرفولوژی را به صورت مدل بیان می‌کنند.

مدلی کردن سیستم‌ها در ژئومرفولوژی

سیستم عبارت از مجموعه عناصری است که در کنار هم قرار گرفته، با هم روابط متقابلی داشته و هدف یا کار واحدی را دنبال می‌کنند. اجزاء و عناصر سیستم با خود در درون سیستم و با عوامل خارج از سیستم ارتباط دارند، چگونگی ارتباط اجزاء در درون سیستم نوع ساختار حاکم بر سیستم را مشخص می‌کند.

سیستم ژئومرفولوژیک

سیستم ژئومرفولوژیک عبارت از ساختمانی با اثر متقابل فرآیندها و فرم‌های زمین است که به طور مجزا یا مشترکاً عمل کرده، مجموعه‌ای از واحدهای اشکال زمین را ایجاد می‌کند. از جمله ساده‌ترین این مجموعه می‌توان به حوضه آبریز همراه با قله‌های به‌هم پیوسته آن (خطوط تقسیم آب، دامنه، تپه‌ها، شبکه زهکشی و مجرای اصلی آبرفتی) اشاره کرد.

حفظ چنین سیستمی به مقدار ورود انرژی و مواد به سیستم (درونداد)[۱۰]، جابجایی آن در داخل سیستم (میانداد)[۱۱] و خروج مواد از داخل سیستم (برونداد)[۱۲] بستگی دارد.

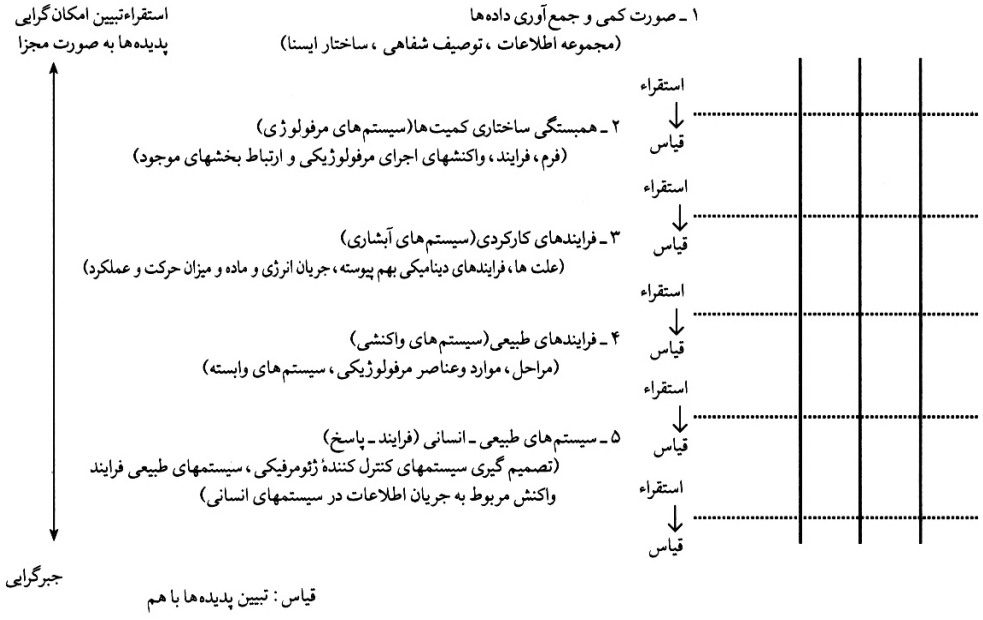
هر منطقه متشکل از دو بخش اساسی است؛ الف) سیستم مرفولوژیک (فرم زمین) ب) سیستم جریان انرژی و ماده (انرژی و موادی که به این سیستم وارد شده و از آن می‌گذرند). تغییرات داده‌های داخلی سیستم سبب تغییر در خروجی و تغییر فرم‌ها و ساختمان اجزای داخلی سیستم (زیر سیستم‌ها) می‌گردد.

فرآیند مدل‌سازی سیستم‌های ژئومرفولوژی را ترجونگ[۱۳] (۱۹۷۶) به شرح زیر ارایه کرده است.

10. Input. 11. Through put. 12. Out put. 13. Terjung.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳ طرحی شماتیک از مراحل مدلی کردن سیستم‌ها در جغرافیای طبیعی (ژئومرفولوژی). از ترجونگ (۱۹۷۶)

چورلی و کندی (۱۹۷۱) سیستم‌ها را براساس کاربردشان به سیستم‌های مجزا، بسته و باز تقسیم کردند و آنها را براساس نوع ورودی و خروجی و گردش داخلی ماده و انرژی در سیستم تفسیر و تبیین نمودند.

مدل‌های سیستمی از لحاظ ساختاری و درجه پیچیدگی‌شان نیز تقسیم‌بندی شده‌اند. این تقسیم‌بندی از سوی افراد متعددی صورت گرفته است. چورلی و کندی (۱۹۷۱) ترجونگ (۱۹۷۶)، استرالر (۱۹۸۰) تورنس و فرگوسن (۱۹۸۱)، که البته همه اینها در اصطلاحات عمومی مشابه‌اند و تفاوت‌های اساسی‌شان در تعاریف و تفاسیر است.

استرالر (۱۹۸۰) با پیروی از ترجونگ (۱۹۷۶) مدل‌سازی سیستم‌ها را به ۵ مرحله تقسیم کرد. در حالی که چورلی و کندی پیش‌تر (۱۹۷۱) آن را به ۱۱ گروه تقسیم کرده بودند.

تقسیم‌بندی مراحل ۵ گانه استرالر به شرح زیر می‌باشد (*King, 1960*):

۱- جمع‌آوری اطلاعات مشاهده شده مشابه با استفاده از اصول سیستم‌های کارکردی

۲- تعیین و تحلیل تمام متغیرهای مرفولوژیکی؛

www.SID.ir

Archive of SID

۳- تعیین و تحلیل سیستم‌های جریان انرژی و ماده

۴- تعیین و تحلیل سیستم‌های فرآیند- فرم با استفاده از روابط اطلاعات مرحله دوم و سوم

۵- تعیین و تحلیل سیستم‌های منظم به وسیله پسخوراندهای سیبرنتیک[۱۴].

مرحله اول شامل تبیین‌های شفاهی و نموداری کردن اطلاعات می‌باشد که اطلاعات و داده‌های این مرحله فوق‌العاده خام می‌باشند.

در مرحله دوم؛ عناصر مرفولوژیکی (چیزهایی که اندازه، شکل و ویژگی‌های فیزیکی دارند) تعیین می‌گردند.

مرحله سوم؛ شامل سیستم جریان استرالر (۱۹۸۰)، یا سیستم آبکندی چورلی و کندی (۱۹۷۱) می‌باشد. انرژی و ماده از این سیستم عبور کرده و به عناصر مرفولوژیکی می‌پیوندند که ممکن است داخل آن عناصر هم ذخیره شوند.

در مرحله چهارم؛ روابط بین فرآیندها و فرم تعیین و مشخص می‌گردد (*استرالر، ۱۹۸۰*) یا مدل‌ها از سیستم‌های فرآیند- پاسخ هستند (*چورلی و کندی، ۱۹۷۱*) . در این مرحله روابط بین متغیرهای مرحله دوم و جریان انرژی (مرحله سوم) مطالعه می‌شود. مهم‌ترین تفاوت بین مدل فرآیند- فرم و مدل جریان، آن است که مفهوم پسخوراند[۱۵] به این مرحله اضافه شده است.

پسخوراند در اصطلاح عمومی بدین معنی است که بخشی از خروجی یک سیستم، دوباره به خدمت ورودی آن سیستم درآید که به دو صورت مثبت و منفی عمل می‌کند.

هر تغییری که بر اثر هر یک از عوامل حاکم بر تعادل سیستم شیمیایی ترمودینامیکی ایجاد شود باعث تغییر جبرانی در همان عامل در جهت مخالف اولیه‌اش می‌شود که این را تعادل همگنی می‌نامند که در اثر پسخوراند منفی در یک سیستم به وجود می‌آید. برای مثال به شکل ۴ که توسط کینگ برای نمایش دادن فرسایش دامنه‌ای ارایه شده است توجه شود.

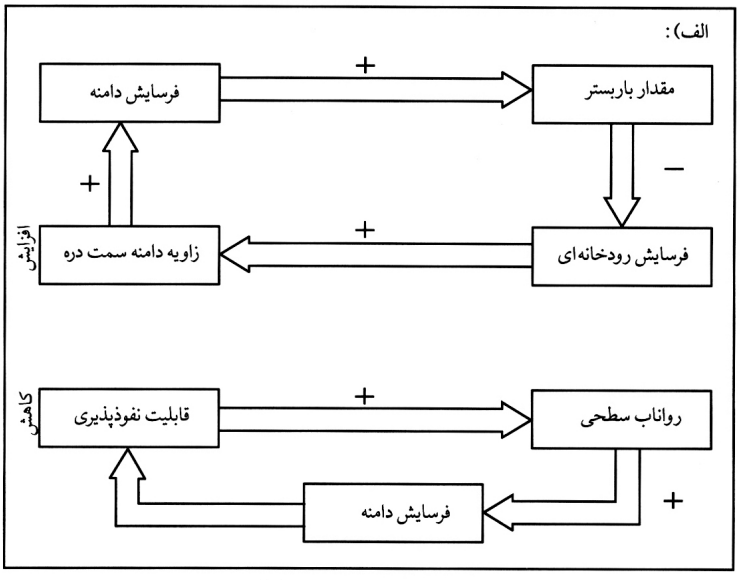
سیستم‌های طبیعی به جز آنهایی که توسط کینگ (۱۹۷۰) برای یخچال‌ها ارایه شده است، تمایل شدیدی به تسلط پسخوراند منفی دارند. این بدان معناست که ورودی در برگشت سیستم به حالت اصلی‌اش مقاومت می‌کند. گیلبرت مفهوم پسخوراند منفی را برای بیان وضعیت درجه‌بندی شده‌ای به کار گرفت که در آن رودخانه تا حدی می‌تواند باری را جابه‌جا کند. اما اگر در مقدار بیرونی بار یا مواد تخریبی، تغییری به وجود نیاید؛ رودخانه در زمانی کوتاه نه

14. Cybrentic. 15. Feed back.

www.SID.ir

Archive of SID

فرسایش می‌یابد و نه رسوب می‌کند و اگر جریان درجه‌بندی شده به بخشی با شیب تندتر برسد سرعت آن افزایش یافته، جابه‌جایی بیشتر می‌شود و بار فرسایش زیادتری را در بر می‌گیرد و سبب کم شدن بستر می‌گردد. در مرحله پنجم؛ روابط همان روابطی است که در مرحله چهارم ذکر شد با این تفاوت که این سیستم کاملاً توسط تصمیم‌گیری آگاهانه انسان کنترل می‌شود (*استرالر، ۱۹۸۰*)، باید تأکید کرد که نقش انسان در این مرحله عامدانه و آگاهانه است و این در ژئومرفولوژی کاربردی موضوعی اساسی و مهم است. زیرا ژئومرفولوژیست‌ها امروز علاقه‌مند به بررسی نقش انسان در تغییر چشم‌اندازها و برنامه‌ریزی و مدیریت محیط هستند.



شکل ۴ دیاگرام شماتیک از الف) زنجیره پسخوراند منفی و ب) زنجیره پسخوراند مثبت از کینگ (۱۹۸۰)

مدل‌های ریاضی و آماری در ژئومرفولوژی

مدل ریاضی مفهوم مجردی است که در آن به جای اشیاء، نیروها، رخدادها و ... عبارت‌هایی مشتمل بر متغیرها، پارامترها و ثابت‌های ریاضی قرار می‌گیرد. در این حالت ویژگی‌های اصلی پدیده‌ها به روابط بین نشانه‌های مشخص انتزاعی شبیه می‌شود و به روایتی بسیار ساده از دنیای واقعی مانند می‌شود. بنابراین معادلات به نوعی مدل کاربردی بدل می‌شوند که از طریق آن می‌توان رفتار تکاملی محیط و پدیده را پیش‌بینی کرد.

www.SID.ir

Archive of SID

نوع متعارف مدل ریاضی ژئومرفیک مشتمل بر گزارش ساده شده‌ای است که از بعضی مناظر مشخص و مهم دنیای واقعی (معمولاً مناظر ژئومرفیک) به دست آمده است و می‌تواند با توالی زمانی دچار تغییر گردد (تغییر به طول زمان وابسته است) و مدل توالی تغییرات ژئومرفیک را در طول زمان به دست دهد. این نتایج ریاضی در مقایسه با دنیای واقعی آزمایش می‌شوند، مطابقت دنیای واقعی با تأثیرات پیش‌بینی شده با این مدل، نشان‌دهنده میزان موفقیتی است که در ساختمان مدل وجود داشته است.

مدل‌های ریاضی به دو دسته کلی؛ مدل‌های قطعی[۱۶] و مدل‌های تصادفی[۱۷] تقسیم می‌شوند. مدل‌های ریاضی قطعی در مفاهیم کلاسیک ریاضی ریشه دارند و با روابط بین متغیرهای مستقل و وابسته (رابطه علت و معلول) ارتباط داشته و مشتمل بر یک سری قضایای دقیقاً مشخص شده ریاضی است و نتایج بی‌نظیری را می‌توان از این قضایای ریاضی از طریق استدلال‌های منطقی ریاضی به دست آورد.

متداول‌ترین نوع از مدل‌های قطعی ژئومرفیک با توجه به شکل هندسی دامنه اولیه و چگونگی تغییر شکل آن را در بر می‌گیرد. در شکل ۵ براساس روابط ریاضی و مدل تصویری امکان شرایط تعادل بر روی یک دامنه (کامل) نمایش داده شده است (*King, 1960*):

در شکل (۵- الف) تعادل تقسیم نشده در شرایطی به وجود می‌آید که توانمندی میزان تخلیه در پای دامنه برابر میزان تخریب و انباشت بر روی دامنه (AS) باشد و در برگشت (AS) برابر میزان مواد تخلیه شده بر روی دامنه (WS) باشد.

در شکل (۵- ب) عدم تعادل مثبت درونی زمانی اتفاق می‌افتد که بعضی تغییرات محیطی باعث کاهش در (R_{Pf}) و تخلیه مواد بر روی دامنه شوند.

در این حالت در ابتدا $R_{Pf}<A_s$ می‌باشد و زاویه دامنه کاهش پیدا می‌کند. اما در ادامه این امر بر کاهش (A_S) اثر می‌گذارند؛ اگرچه در قسمت بالایی دامنه تخلیه مواد باز هم ادامه دارد. براساس تجربه ثابت شده است که اگر میزان هوازدگی یک دامنه برابر (A_SW_S) باشد این دامنه در حالت تعادل بیرونی و عدم تعادل درونی است. چنان‌که شکل نشان می‌دهد دامنه به دو منطقه تقسیم شده است: منطقه (۱) با میزان کمتری از تخلیه در پای دامنه مشخص می‌شود و در منطقه (۲) که هنوز هم متغیر است تخلیه زیاد صورت می‌گیرد ($R_{P1}<A_2$).

16 . Dereministic model. 17. Stochasic model.

www.SID.ir

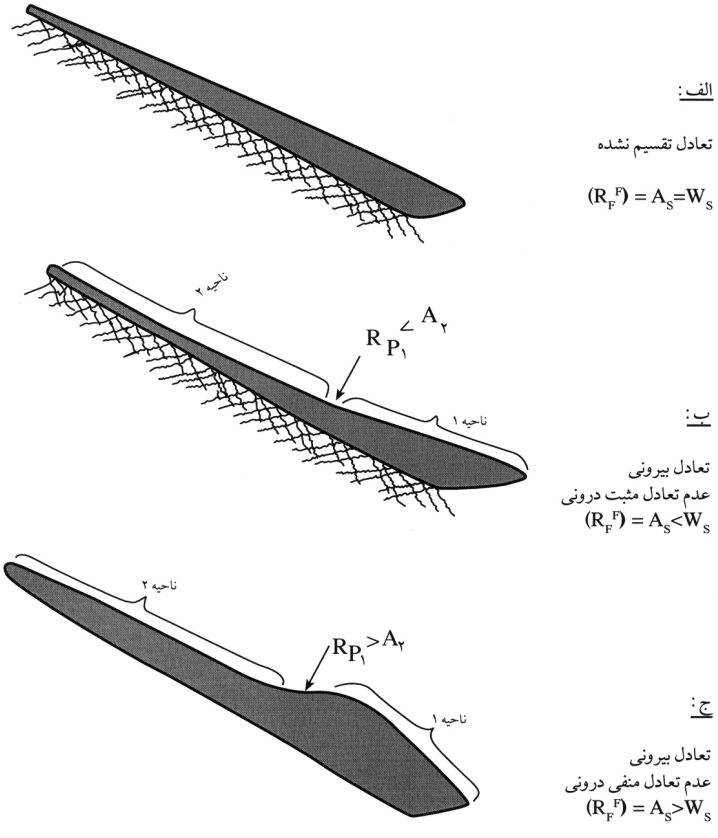
Archive of SID

مرز مشخص شده بین دو ناحیه که به صورت یک کنیک مقعر در پروفیل مشخص است جایی است که حرکت‌های دامنه بالایی تا منطقه یک می‌آیند و هوازدگی سنگ بستر در ناحیه بالایی باعث تخریب زیاد مواد بر روی دامنه می‌شود.

در شکل (۵- ج) تعادل سطحی و عدم تعادل درونی صورت گرفته است. میزان کمی از تخریب پوشش و افزایش میزان هوازدگی در پای دامنه تا زمانی که تعادل بیرونی دوباره به دست می‌آید به مدت طولانی ($A_S<W_S$) می‌باشد و عدم تعادل درونی هنوز وجود دارد و می‌توان بدین صورت به شکل ریاضی نشان داد:

$R_{P1}=A>R_{P2}=A_2$ $R_{p1}>A_2$

که این رابطه در مرز بین دو منطقه وجود دارد و باز تغییرات در دامنه بالایی به صورت تعادل تقسیم نشده نمایان می‌شود (۲).



شکل ۵ امکان برقراری تعادل بر روی یک دامنه کامل

www.SID.ir

Archive of SID

مدل‌های ریاضی تصادفی مشتمل بر مجموعه‌ای از معادلات است که حاوی متغیرها، پارامترها و ثابت‌های ریاضی همراه یک یا چند جزء تصادفی است. این اجزاء تصادفی از فرآیندهای اتفاقی نشأت می‌گیرد که چه بسا در تأثیر بر فرآیندهای طبیعی و در ایجاد تغییرات پیش‌بینی نشده در داده‌های تجربی با مشاهده‌ای بسیار اهمیت داشته باشد.

نوع ساده‌ای از این مدل‌های ریاضی اتفاقی، فرآیند عبور اتفاقی است که برای ایجاد شبکه‌های انشعابی شبیه‌سازی شده رودخانه‌ای به‌کار می‌رود. این مدل‌ها زمانی به کار گرفته می‌شوند که در یک رابطه با تأثیر مطلق یک علت خاص تردید وجود داشته باشد و این مدل‌ها بر مبنای احتمال استوارند.

یکی دیگر از مدل‌های ریاضی استفاده از نمودار خطی است که چگونگی تغییر متغیری را نسبت به متغیر دیگر که معمولاً زمان است نشان می‌دهد. در این نمودار دستگاه مختصاتی رسم می‌شود با محور (X و Y) که محور X با مقادیر متغیر مستقل که به طور مدام تغییر می‌کند اختصاص دارد. نمودار خطی شامل نمودار خطی ساده، مرکب و تجمعی می‌باشد.

منحنی هیپسومتریک که نوعی نمودار خطی تجمعی است رابطه بین ارتفاع زمین و مساحت آن را برقرار می‌سازد. این نمودار درصد مساحت اراضی را که در دامنه‌های ارتفاعی خاص قرار می‌گیرند نشان می‌دهد. محور نمودار Y مختص نمایش ارتفاع اراضی و محور X به مساحت واقعی یا درصد زمین‌ها اختصاص می‌یابد (*سعیدی، ۱۳۶۵*). مدل‌های آماری در مطالعات مرفومتری، مطالعات فرآیندی و کاربردی و ... مورد استفاده زیادی قرار می‌گیرند.

به طور کلی امروزه مدل‌های ریاضی و آماری ارزش و اهمیت زیادی در ژئومرفولوژی و کارهای آزمایشگاهی برای بررسی فرآیندهای مؤثر در تغییر یا ایجاد فرم دارند. امروزه در ساختن مدل‌ها از نرم‌افزارهای کامپیوتری استفاده‌های فراوانی می‌شود. برای ساختن مدل‌های ژئومرفولوژیکی (فرآیند، فرم) و تحولات آنها از آنالیز عکس‌های هوایی و ماهواره‌ای و به علاوه روی هم گذاری و رقومی کردن نقشه‌های مبنا با کمک نرم افزارهای جغرافیایی استفاده می‌شود که بررسی آنها نیازمند مطالعه‌ای همه‌جانبه و مستقل است.

پی‌نوشت‌ها

۱. نوعی کانی رسی.

۲. برای مطالعه بیشتر به منبع شماره ۲۰ مراجعه کنید.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع و مآخذ

۱. اپنهایم، نوربوت، ترجمه منوچهر طبیبیان (۱۳۷۹)؛ **مدل‌های کاربردی در تحلیل مسایل شهری و منطقه‌ای**، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ اول.

۲. افراخته، حسن (۱۳۵۹)؛ **مدل در جغرافیا**، انتشارات جهاد دانشگاهی زاهدان، چاپ اول.

۳. بلیتزر، چارلز و دیگران، ترجمه گروه مترجمان (۱۳۷۴)؛ **مدل‌های اقتصادی و برنامه‌ریزی توسعه (مجموعه مقالات)**، نشر سازمان برنامه و بودجه.

۴. بهفروز، فاطمه (۱۳۷۸)؛ **فلسفه روش‌شناسی تحقیق علمی در جغرافیا**، تهران. انتشارات دانشگاه تهران، چاپ اول.

۵. جاسبرسینگ، اس، اس دیلون، ترجمه سیاوش دهقانیان و دیگران (۱۳۷۹)؛ **جغرافیای کشاورزی**، دانشگاه فردوسی مشهد.

۶. چورلی، ریچارد، جی و استانلی، شوم، ترجمه احمد معتمد (۱۳۷۵)؛ **ژئومورفولوژی**، ج: اول، تهران، انتشارات سمت.

۷. دولفوس . آ. ترجمه سیروس سهامی (۱۳۷۴)؛ **تحلیل جغرافیایی**، نشر نیکا، مشهد، چاپ دوم.

۸. رسولی، علی‌اکبر (۱۳۸۰)؛ **مدل‌سازی در جغرافیای طبیعی**، مجله تحقیقات جغرافیایی، سال شانزدهم، شماره ۴.

۹. زرگر، محمود (۱۳۷۴)؛ **مدل‌های برنامه‌ریزی و مدیریت باکواترپرو**، انتشارات بهینه.

۱۰. سعیدی، عباس (۱۳۶۵)؛ **مدل و مدل‌سازی در جغرافیا**، مجله رشد آموزش جغرافیا، شماره ۷ ، سال دوم.

۱۱. شهداد، فرهاد (۱۳۷۷)؛ **کاربرد تکنیک نمودارهای خطی در جغرافیا**، رشد آموزش جغرافیا، شماره ۴۶، سال سیزدهم.

۱۲. کوک، آریو و دورکمپ، جی، سی، ترجمه شاهپور گودرزی‌نژاد (۱۳۷۸)؛ **ژئومرفولوژی و مدیریت محیط**، ج: اول، تهران، انتشارات سمت، چاپ اول.

۱۳. کوک، آریو و دورکمپ، جی، سی، ترجمه شاهپور گودرزی‌نژاد (۱۳۷۸)؛ **ژئومرفولوژی و مدیریت محیط**، جلد دوم، تهران، انتشارات سمت، چاپ اول.

۱۴. معتمد احمد و ابراهیم مقیمی (۱۳۷۸)؛ **کاربرد ژئومرفولوژی در برنامه‌ریزی**، تهران، انتشارات سمت.

۱۵. هاگت، پیتر، ترجمه شاهپور گودرزی نژاد (۱۳۷۴)؛ **جغرافیای ترکیبی نو**، جلد اول، تهران. انتشارات سمت، چاپ اول.

16. Goudie Andrew (1990); **Geomorphologic Techniques**, Cambridge University Press, Second Edition.

17. Gopalaswamy, N (1994); **Agricultural Meteorology,** Rawat, New Delhi.

18. King. Cuchlaine (1960); **A.M, Techniques in Geomorphology**, Landon, first edition.

19. Thorn bury. William (1962); **Principles of Geomorphology**, America, Second edition.

20. Thorn. Coline (1988); **Introduction to Theoretical Geomorphology**, London.

www.SID.ir