پژوهش‌های جغرافیایی – شماره ۶۰، تابستان ۱۳۸۶
صص ۳۱ – ۴۸

معرفت‌شناسی و مدل‌سازی در ژئومورفولوژی

محمد حسین رامشت* – دانشیار دانشگاه اصفهان
سید عبدالعلی کمانه – همکاران طرح پژوهشی، گروه جغرافیای دانشگاه اصفهان
صمد فتوحی – همکاران طرح پژوهشی، گروه جغرافیای دانشگاه اصفهان

دریافت مقاله : ۸۴/۶/۱۴ تایید نهایی : ۸۴/۹/۲۸

چکیده

مطالعات ژئومورفولوژیست‌ها در زمینه سیستمهای محیطی به شناخت چارچوب‌های نظری در زمینه الگوهای ساختاری و رفتاری سیستمها منتهی می‌شود و البته تدوین و تبیین آن برای محققان همواره شوق‌انگیز بوده است. تشریح چنین الگوهای رفتاری و ساختاری(مدل‌ها) که گاهی اوقات ما را قادر به پیش‌بینی‌های مشروط می‌کند، مستلزم نوعی بی پیرایگی و ساده‌انگاری است تا به‌توان چنین مفاهیمی را به دیگران نیز انتقال داد. نکته قابل تأمل در طراحی یک مدل، چارچوب‌های نظری فهم و ادراک ما است که در قلمرو آن پدیده مورد نظر ارزیابی می‌شود. اگرچه همواره سعی شده است صحت وکارایی یک مدل به هم‌پوشانی آن با واقعیات تجربه‌پذیر تطبیق داده شود ولی نباید از نظر دورداشت که بسیاری از مدل‌ها تنها جنبه مفهومی داشته و هرگز در عالم واقع تجلی پیدا کردنی نیستند. بسیاری از محققان مدل‌های پیشنهادی خود را به صورت آنالوگ از واقعیات دیگری وام می‌گیرند؛ برای مثال وقتی آب شناسان سعی بر آن دارند که جریان آب رود خانه‌ای را با جریان الکتریسیته همسان و مشابه تلقی کنند در واقع از یک واقعیت تعریف شده بهره برده و رفتار آب که پدیده مورد نظر آن‌هاست، به مدل جریان الکتریسیته خورانیده‌اند. این روش یک شیوه معمول و رایج است و خرده‌ای نیز بر آن نمی‌توان گرفت. آن چه در این مقاله به آن پرداخته شده است بیشتر معطوف به چارچوب‌های معرفت‌شناسی است و جوابی به این پرسش است که اگر چارچوب‌های شناخت‌شناسی تغییر پیدا کنند چه تاثیراتی بر طراحی مدل‌های ما خواهد گذاشت و یا چه رابطه‌ای بین مدل‌ها و چارچوب‌های دیدگاهی در ژئومورفولوژی می‌توان استنتاج کرد.

کلید واژه ها: سیستم، مدل، معرفت شناسی، تعادل، پسخوراند، ژئونرون.

مقدمه

در طبقه‌بندی مدل‌ها شاهد اسامی و عبارات متعددی مشاهده می‌شود که هر یک در قلمرو خود دارای استدالی خاص است. گروهی، مدل‌ها را در مجموعه‌های تجربی و مفهومی و افرادی نیز آن‌ها را در طیف‌های ریاضی، توصیفی، تجویزی، جبری، دستوری و مانند آن طبقه‌بندی کرده‌اند. اگرچه همه این طبقه‌بندی‌ها وجوه خاصی از ویژگی‌ها و اهداف محقق را بیان می‌کنند، ولی از این نکته هم نمی‌توان غافل شد که بسیاری از این واژه‌ها خود بیانگر نوع بینش محقق درباره طرح یک مسئله است و حتی چنین حقیقتی را می‌توان در تعاریف ارایه شده ازمدل نیز دنبال کرد.

*نویسنده مسئول: ۰۹۱۳۱۱۶۰۲۴۵
E-mail: Mrameshat@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

وقتی گفته می‌شود مدل مجموعه‌ای از قضایا یا معادلاتی است که به توصیف نقطه نظرها و تجربیات ما از یک پدیده می‌پردازد و این توصیف‌ها یا بیان ریاضی آن، قضاوتی ناشی از استنباط و تشخیص ذهنی متخصصان هر یک از رشته‌های علمی است[1]، به‌خوبی روشن می‌سازد که مدل بیشتر ساخته و پرداخته استنتاج‌های ذهنی ما است اگر چه واقعیات بیرونی در شکل‌گیری آن مؤثر بوده است.

در تعریف دیگری مدل، نمای ساده شده‌ای از فهم ما از یک واقعیت عینی یا ذهنی تلقی می‌شود و سپس بر این نکته فعالیت‌ها می‌شود که هر مدلی بر اساس یک تئوری بنا نهاده شده است (Kirkby1987). در واقع یک مدل، طرحی کرداری یا روشی تلقی می‌شود که به طور مشخص در سیستم‌های استقرایی برای پیش‌بینی نتایج یک رشته از فعالیت‌ها کار گرفته می‌شود. در این عبارت‌ها چند نکته اساسی قابل تأمل است اول آن‌که یک مدل بیشتر تابع فهم ما از یک پدیده است تا حقیقت و جوهره آن پدیده. دوم آن‌که این کار بر اساس روشی استقرایی صورت می‌گیرد و سوم آن‌که مدل‌ها ساده شده و انتظار ما از آن‌ها بیشتر بیان رفتاری یک پدیده و پیش‌بینی نحوه عملکرد آن است و بالاخره آن‌که فهم ما در چارچوبی نظری دست به چنین استنتاجی می‌زنند. بدیهی است که هیچ نظریه‌پردازی فارغ از بینش‌های معرفتی صورت نمی‌گیرد و ارتباط بین چارچوب‌های معرفتی و مدل‌ها ارتباطی انکار نشدنی می‌شود.

شاید بتوان **مثل افلاطونی**[2] را قدیمی‌ترین مدل تدوین شده از جهان هستی تلقی کرد ولی طرح مدل در ژئومورفولوژی را باید بیشتر مدیون تلاش محققان در بیان غیر توصیفی واقعیات محیطی دانست.

ابوریحان بیرونی از جمله دانشمندان ایرانی است که مدل‌های کمی در ژئومورفولوژی را به کار گرفته است وبرای اولین بار بر اساس ارزیابی کمی، مدلی از تکوین جلگه هند ارایه می‌دهد (آرام، ۱۳۶۶، ۶۱). در زمان شیخ بهایی طراحی پل خواجو براساس برآورد سیلاب‌هایی با دوره باز گشت چهار هزار سال و بر اساس تراس‌های بر جای مانده در حاشیه زاینده رود صورت گرفته است (رامشت، ۱۳۷۷، ۷۵).

کرکبای(1986) نخستین مدل تحول چشم‌انداز دو بعدی را مطرح کرد. فرایندهای به کار گرفته شده در این مدل شامل فرسایش، لغزش، خزش و شستشو بود. هوارد(1994) با همین روش مدل تکامل چشم انداز را معرفی کرد و در سال۱۹۹۷ مدل مشابهی را در تحول توپوگرافی اراضی بدلندی به کار برد.

مدلهای ژئومورفولوژیک و چارچوبهای معرفتی

هر چند تعیین تاریخ پیدایش برای چارچوب‌های معرفتی با واقعیات زمانی سازگار نیست ولی طرح همگانی شدن و یا حاکم شدن یک چارچوبه معرفتی را می‌توان مربوط به دوره‌ای خاص دانست. در ژئومورفولوژی مدل‌های گوناگونی در زمینه تغییر چهره پوسته زمین ارایه شده است و طیف نسبتاً وسیعی از مباحث ژئومورفولوژی از آب وجریان‌های آبی تا فرسایش و حرکات پوسته‌ای را در بر می‌گیرد.در این میان دیدگاه دیویس در ژئومورفولوژی که به دیدگاه اکولوژیک[3] یا ژئومورفولوژی دیویسی شهرت می‌شود و با پرداخت **تئوری دور جغرافیایی**[4] وارد جغرافیا شد، از جمله چارچوب‌های ماندگار در ژئومورفولوژی است که مدلی زمانی را درباره تغییرپوسته زمین ارایه می‌دهد.

1. Web dictionary of cybernetics and systems
2-The Forms
3- Evolutionary Geomorphology
4- Erosion cycle or Geographical cycle

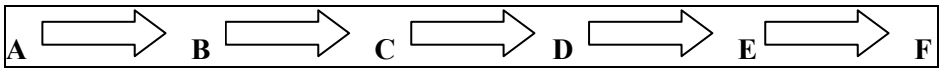
Archive of SID

www.SID.ir

دیدگاه تکاملی و مدل دیویس

مدل دیویس را **مدل زمانی**[1] می‌نامند. وی در این مدل نه تنها برای نشان دادن نحوه، میزان و مراحل تغییر سطوح زمین به زمان متوسل شد بلکه زمان را عامل تغییر قلمداد کرد و به عنوان یک متغییر اصلی، بستر تحول چهره پوسته زمین را به آن نسبت داد و بسیاری از مفاهیم تکنیکی تئوری خود چون مفهوم تعادل[2]، تدریج گرایی[3] و رسیدگی[4] را در قالب همین مدل توضیح داد.

وی تلاش کرد مفهوم تغییر را با زمان بیان کند و به همین خاطر مدل وی به مدل تحلیل زمانی[5] و یا تغییرات پیش‌رونده[6] و یـــا مدل زمان آرامش[7] نیزشهرت می‌شود. این شیـــــوه تحلیل از وقایع که به روش تاریخی[8] نزد روش‌شناسان موسوم است، به تحلیل تاریخی پدیده‌ها ومراحل تغییر وتحول یک پدیده می‌پردازد. البته این واژه نه به آن خاطر به این متد اطلاق می‌شود که تاریخ تحول چهره زمین یا هرپدیده دیگر را بیان می‌کند بلکه، مفهوم خاصی از تغییر با جهتی جبری در آن مستتر است به نحوی که اگر پدیده B تکوین پیدا کرده A باشد بالاخره در بستر زمان به مرحله C و آن‌گاه به D خواهد رسید و هر کدام از پدیده‌ها مقدم بر مرحله قبلی و موخر به پدیده بعدی خواهند بود.



این چنین برداشتی از متغییر زمان با آن چه از الگوریتم تغییر بیان می‌شود تفـاوت فـاحش دارد. در الگـوریتم زمـانی هرگز اجباری در وقوع پدیده B بعد از A وجود ندارد و این احتمال همیشه خواهد بود که به جای رخ دادن یا نیل A به B اتفـاق دیگری رخ دهد و برای مثال C یا F رخ دهد. بنابراین نباید از این نکته غافل بـود کـه وقتـی صـحبت از روش تـاریخی مـی‌شـود منظور تنها بیان مراحل الگوریتمی یک رخداد نیست بلکه تحول تـاریخی و تغییـر دنبالـه‌دار یـک پدیـده منظـور نظـر اسـت و بـه عبارتی در این روش زمان عامل مهم در تغییر شناخته می‌شود و به این خاطر تـوالی[9]و تحول[10] یک مفهوم مهـم و کلیـدی درایـن تحلیل به شمار می‌آید و نمی‌توان یک پدیده را منفصل از تاریخ آن تلقی کرد.

$$EG = (S+T)t$$

Evolutionary Geomorphology (Davisan) = Succession + Transformation

ژئومورفولوژی دیویسی = {تحول (تغییر جهت دار) + توالی} دربسترزمان

در مدل دیویس تغییر چشم انداز ها به زبان ریاضی تابعی توانی از زمان است که در فرمت کلی زیر تجلی می کند .

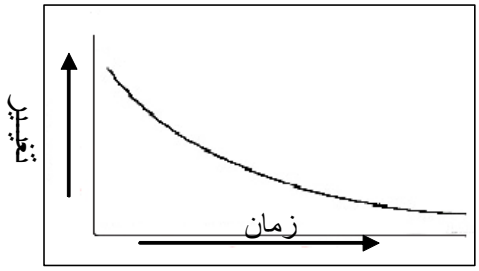
$$c = aT \wedge b$$

در این تابع C تغییرات یک چشم انداز و a، b ضرایبی هستند که از برایند عوامل طبیعی تأثیرگذار بر چشم‌انداز یک حوضه برآورد شده‌اند و از یک حوضه به حوضه دیگر تغییر پیدا می‌کند. ویژگی تابع فوق آن است که می‌توان به کمترین مقدار تغییر چشم‌انداز در واحدهای زمانی زمین‌شناسی نیز دست پیدا کرد. در تابع فوق که C میزان تغییرات و T زمان است، می‌توان برای درصد تغییر چشم انداز یا همان dC یک مقدار کمینه متصور شد، به عبارت جبری هرگاه $dC/dT = 0$ شود در این صورت چشم انداز دردستگاه دیویسی به مرحله پیری[11] رسیده است و اگر dC دارای مقدار بیشینه باشد جبرا متغیر زمان T به صفر میل میکند. ($t \to 0$) که این حالت همان مرحله جوانی[12] در چرخه دیویسی است. اگر dC دارای مقدار ثابت باشد و تغییر نکند حتی اگر متغیر زمان T تغییر یابد در این صورت ما در چرخه دیویسی مرحله بلوغ چشم‌انداز مشاهده می‌کنیم . تصویر زیر بیان نموداری از تئوری دیویس است شکل۱ (رامشت، ۱۳۸۰، ۸۴).

1 . Time bound model. 2. Equilibrium. 3. Gradualism. 4. Maturity. 5. Time decay Model. 6. Progress changes.
7. Relaxation Time Model. 8. Historical Method. 9. Succesion. 10. Transformation 11. Youth age 12. Maturity

Archive of SID

www.SID.ir

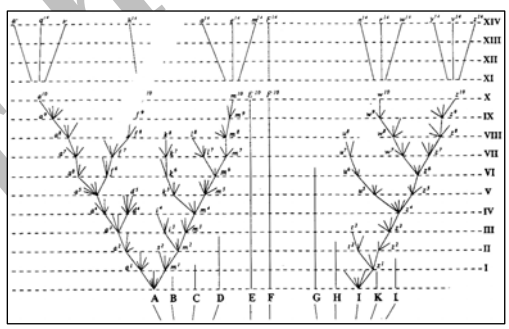


شکل ۱ تغییر در مدل دیویس و رابطه آن با زمان

همین تعابیر درباره منحنی بی بعد (در شکل ۱) نیز صادق است. منحنی بی بعد از دیدگاه دیویس تحلیل زمانی می شود به این نحو که اگر منحنی رود خانه‌ای به صورت محدب و بالاتر از قطر وتر تظاهر کند، تعبیر دیویس از وضعیت ناهمواری‌ها، جوانی منطقه از نظر فرسایشی است و چنانچه منحنی به صورت مقعر و در زیر قطر وتر قرار گیرد، منطقه از نظر فرسایشی در مرحله پیری قرار داده می‌شود. در واقع چنین تعابیری بیانگر زمان و نقش آن در تغییر چشم‌اندازها است.

اگر چه چنین مفهومی از گذشت زمان وتغییر از داروین اقتباس شده ولی نظرات دیویس علی رغم هارمونی ژنتیک با مفاهیم داروینی تاحدودی با تفسیر تغییر هوتن [1]، هورتن [2]، دانا [3] و حتی داروین [4] تفاوت دارد و بخوبی از مدل‌های ارایه شده زمانی به وسیله آن‌ها این تفاوت قابل فهم و درک است.

استودارت (۱۹۹۶) با تأکید بر تأثیرپذیری عقاید دیویس از عقاید داروین چنین مطرح می‌کند که اندیشه تغییر سیستم‌های ژئومورفیک طی زمان در واقع همان مفهوم تکامل داروینی است، با این تفاوت که داروین به جای تأکید بر **تحول** جنبه تصادفی بودن را به عنوان یک عامل مفسر پیشنهاد کرد. دیویس با پذیرفتن نظریات داروین تمرکز را روی مفهوم تکامل قرار داد اما در تعبیر دیویس از تکامل چشم‌اندازهای زمین موضوع تغییر نه تنها تدریجی بلکه اجتناب‌ناپذیر و تعینی است در حالی که داروین معتقد به تکامل از دریچه تصادف بود (شکل ۲).



شکل ۲ مدل داروین، تغییر انواع در بستر زمان، (Darwin,C.R 1859)

براساس نظرات داروین، مدل وی در این دیاگرام به چنین واقعیتی اذعان می شود.در این دیاگرام محور عمودی واحدهای زمانی و محور افقی نحوه تغییر گونه ها را نشان می دهد[1]. در این دیاگرام چهار تیپ تغییر در بستر زمان قابل شناسایی است: **الف:** گونه‌هایی که بدون تغییر بعد از یک واحد زمانی کوتاه منقرض شده وادامه حیات از آن‌ها متوقف شده است(مانند.B,K,C). **ب:** گونه‌هایی که بدون تغییر در طول زمان، حیاتشان استمرار یافته است، (مانند ...E,F,). **ج:** گونه‌هایی که در طول زمان تغییر کرده وتنها یک شاخه آن توانسته در بستر زمان ادامه حیات پیدا کنند(مانند، I) **ه:** گونه‌هایی که ادامه

1. Huttan 2. Horton 3. Dana 4. Darwin

Archive of SID

www.SID.ir

حیات آن‌ها میسر شده ولی گونه ابتدایی به چند شاخه تقسیم و هر یک از شاخه‌ها قادر به ادامه و تغییر در طول زمان بوده‌اند، مانند A.

به طور کلی تفاوت عمده تفکر دیویس و داروین را می توان در موارد ذیل خلاصه کرد.

۱- داروین را بیشتر باید یک تکاملی خاص دانست، زیرا مبانی و اصول او بیشتر درباره موجودات ذی حیات قابل تعمیم است، حال آن‌که افکار دیویس این اصول را به همه صور حیات از جمله تغییر در سطوح ارضی نسبت می‌داد و لذا وی یک تکاملی عام به شمار می‌آید؛

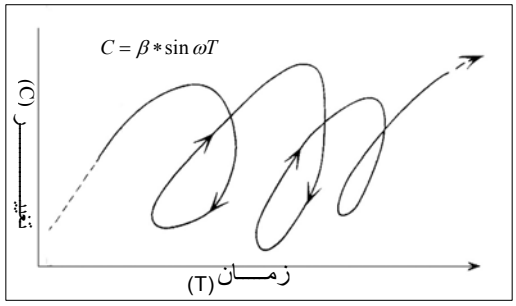
۲- تغییر در مدل داروین تعیّنی نیست؛ به این معنا که نوع و میزان تغییر قابل پیش‌بینی نبوده و از الگویی تصادفی پیروی می‌کند؛

۳- براساس دیاگرام تنظیمی داروین چهار الگوی تغییر در بستر زمان قابل درک است به طوری که نمی‌توان زمان را مسبب و عامل تغییر در همه موارد معرفی کرد؛

۴- آنچه از مفهوم تغییر در نظرات داروین منعکس شده، دلالتی بر سیکلی بودن تغییر و الگوی آن نمی‌شود حال آن‌که در دیدگاه دیویس رکن تحلیل‌های وی در قالب یک سیکل تکرارپذیر مطرح است؛

مدل هوتن

نظرات هوتن درباره الگوی تغییر و نحوه تکوین ناهمواری‌ها در زمره تفکرات تکاملی محسوب می‌شود. هوتون نیز به تغییر چشم انداز طی زمان معتقد بود و زمان را عاملی در تغییر تلقی می‌کرد ولی تعبیر او از تغییر علی رغم اذعان به تدریجی بودن با آنچه دیویس در چرخه فرسایش بیان می‌داشت متفاوت است کوهن (۱۹۸۵). به عبارت دیگر چرخه او با چرخه دیوسی همسان نیست. زیرا فرایندهایی که او به آن‌ها معتقد است، چرخه‌هایی را نشان می‌دهند که در طول زمان زمین‌شناسی به طور دقیق تکرار شونده نیستند به این معنا که فرمی در یک مکان فرسوده می‌شود، باید با یک فرم جدید با ویژگی‌های کاملاً متفاوت جغرافیایی جایگزین شود. به عبارت دیگر چرخه هوتونی دارای تشنج‌های فضایی است اگر چه سیر تحول در چرخه او نیز غایتی را دنبال می‌کند شکل (۳).



شکل ۳ تغییرات نوسانی در سیکل هوتنی

نکته مهم افکار هوتن مربوط به تحلیل وی از نحوه رخدادها است. وی معتقد بود که تغییراتی که در طول زمان رخ می‌دهد از یک دوره بسته پیروی نمی‌کند. هوتن معتقد است که اگرچه در ظاهر تکرارهای نامحدود وجود دارد، ولی این تکرارها دارای جهت دقیقی که به نقطه‌ای ختم شود، نیست، بلکه به سوی پایانی امتداد پیدا می‌کند. فرایند هوتنی درباره تغییرات به وضوح مفهوم نوسانی و احتمالی بودن را در یک مقطع غیر برابر زمانی تداعی می‌کند. او تأکید دارد که چنین فرایندی در تناوب زمانی

Archive of SID

www.SID.ir

رخ می‌دهد و امکان پیش بینی رخدادها در چنین تناوب‌هایی وجود دارد. به طور کلی نظرات هوتن را می‌توان در مدار متناوبی از تغییرات منظم تکرار پذیری خلاصه کرد که پایانی بر آن مترتب نیست (کندی (۱۹۹۲) در واقع بیان ریاضی مدل هوتون از تغییر به عنوان تابعی از زمان را می توان به صورت زیر بیان کرد:

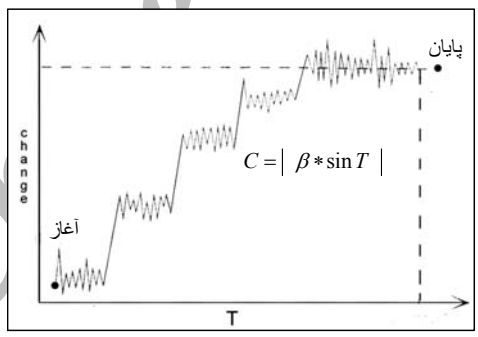
$$C = \beta * \sin\omega T$$

که در آن β ضریبی است که از شرایط خاص حاکم بر چشم انداز ناشی می‌شود و ω T سرعت زاویه‌ای هریک از نوسان‌ها می‌باشد. همان‌گونه که دیده می‌شود، اگرچه مدل وی نیز تغییر را تابعی از زمان تلقی می‌کند ولی این بار تغییر، را تابعی از زمان نیست بلکه فرمی مثلثاتی[1] می‌شود.

مدل دانا

دانا نیز از پیشکسوتان تفکر تکاملی به شمار می‌آید. او نیز مدل خود رابه گونه‌ای بیان می‌کند که تغییرات پوسته زمین تابعی از زمان معرفی می‌شود. تفاوت مهمی که در مدل او دیده می‌شود، بیشتر معطوف به الگوی تغییر است.

دانا نیز به تغییر چشم انداز در زمان معتقد است. وی تغییرات پیشرونده در زمین را عامل اصلی در دستیابی زمین به مراحل پایانی تکوین می‌داند و تغییرات نوسانی و ناگهانی که اکنون مشاهده می‌شود، را چیزی جز پس لرزه‌های ناشی از دست پیدا کردن به مرحله پایانی نمی‌داند. دانا معتقد است اگرچه تغییرات فعلی بسیار محدودتراز تحولاتی است که زمین در دوره حاکم بودن تغییرات پیش‌رونده تجربه کرده است، بااین وصف از همان نوع و ماهیت است. او با تبیین تغییرات گذشته به صورت تابعی از زمان روند خاصی را برای این گونه تغییرات ترسیم می کند شکل ۴.



شکل (۴) مدل دانا درباره تغییر و زمان (Dana 1869)

دیدگاه دانا در شکل ۴ بر این نکته تاکید دارد که دوره‌های محدودی وجود داشته که هر کدام از آن‌ها با یک واقعه شروع و بعد از مدتی پایان پیدا کرده است و تغییرات پیش‌رونده در طول زمان ترکیبی از این رخدادهاست که اگرچه ممکن است با یکدیگر متفاوت باشند ولی دارای روند خاصی است و این روند غایت خاصی را دنبال می‌کند که همانا پدیدار شدن آرامش و ایجاد شرایط مطلوب برای سکنا گزیدن بشر در زمین است. این تغییرات سبب توسعه وگسترش هم از نظر زیبایی و هم از نظر سودمندی گشته به نحوی که هدف و مقصود به‌وجود آمدن این تغییرات به وجود آوردن جهانی با مطلوبیت‌های لازم برای سکونت بشر بوده است وپس از دست‌یابی به این هدف روند وآهنگ تغییرکلی بر اساس مشیت الهی کند می‌شود وشاید غرض از ایجاد چنین وضعیتی آن باشد که از آسیب رسیدن زیاد به بشر جلوگیری شود. تعبیر دانا از نوسان تغییر به عنوان تابعی از زمان را می‌توان به بیان ریاضی به صورت تابع جبری بیان کرد که در این تابع ß ضریبی است که از ویژگی‌های محیط طبیعی

1. Threegonal

www.SID.ir

چشم‌انداز محاسبه و t متغییر زمان است. بیان دانا از نظر ریاضی تنها در قدر مطلق ارقام به دست آمده است و این به آن معنا است که تحول و تغییر دارای روندی صعودی است ولوب یا نوسان فضایی نمی شود.

$$C = | ß * \sin t |$$

دیدگاه کاتاکلیسم و مدل فرایندی

با اینکه در زمان دیویس و حاکم شدن مدل زمانی وی افرادی چون جیلبرت، الفرد پنگ و دیگران نقاد وی بودند ولی آرام آرام به‌ویژه پس از مرگ دیویس دیدگاه معرفتی و اکولوژیک یا ژئومورفولوژی دیویسی جای خود را به دیدگاه کاتاکلیسم داد و ژئومورفولوژی خاصی بنیان نهاده شد که اصطلاحاً به آن ژئومورفولوژی فرایندی[1] گفته می‌شود.

تئوری تغـــــییر سطح اساس[2]، تئوری یخچالی [3]، الگوریتم تحول کوه‌های هنری[4]، تئوری ائوستازی[5]، سیکل بروخنر[6] و ... پشتوانه‌های اصلی تدارک منطق نظری این دیدگاه قرار گرفت و چارچوبه‌ای از تحلیل‌ها بنیان شد که تغییر در چهره پوسته زمین را مستقل از زمان تلقی می کرد و به همین خاطر اصطلاح Time Less Model را برای این دیدگاه در برابر Time Bound Model دیویس به کار می‌برند (Hart1986).

مدل کاتاکلیسم را که **مدل فرایندی** نیز می‌نامند، تغییرات پوسته زمین را نتیجه وقوع فرایندهای ژئومورفیک می‌دانند و هر تحولی در شکل زمین را در چارچوب تغییرات اقلیمی، تغییر سطوح اساس، گروهی رخدادهای تکنونیکی و تأثیر عملکردهای بشری در محیط تحلیل می کند. در این‌جا زمان نقشی در تغییر بازی نمی کند و عامل تحول محسوب نمی‌شود بلکه وقوع فرایندها و شدت و تواتر آن‌ها عامل تغییر معرفی می‌شود به عبارت دیگر برخلاف مدل دیویس که بسیاری از پدیده‌های ژئومورفیک را شاخص پیری یا رسیدگی یا جوانی تلقی می کرد، در این‌جا هر گونه تغییر نتیجه حدوث و حاکم شدن فرایندی خاص تلقی می شود و رخ دادن چنین فرایندی می‌تواند در هر مقطع زمانی باشد و به مراحل سه‌گانه‌ای که دیویس مدل خود را بر اساس آن طراحی کرده بود بستگی نخواهد داشت و مستقل از زمان عمل می کند. لذا مدل‌هایی که در این دیدگاه طرح و بر اساس آن عمل می‌شود فاقد محور زمانی است. بر همین اساس بسیاری از اصول و مفاهیم تکنیکی در این دیدگاه مانند اصل ناگهانی[7]، تعادل[8]، و آستانه‌ها[9] در قالب همین مدل توضیح داده می‌شوند.

این شیوه تحلیل از وقایع که به روش آمـــــاری[10] نزد روش‌شناسان موسوم است، به تحلیل وقوع پدیده‌ها و الگوریتم حدوث وتکرارآن‌ها پرداخته تغییر و تحول سطوح ارضی را ارزیابی می کند. در الگوریتم تغییر هرگز اجباری در وقوع پدیده و وجود سیری تعینی دیده نمی‌شود و برای تحلیل یک حادثه، شدت وتواتر آن تحلیل می‌شود. بنابراین نباید از این نکته غافل بود که وقتی صحبت از روش آماری می‌شود منظور تنها بیان مراحل الگوریتمی یک رخداد است و تحول تاریخی و تغییر دنباله‌دار یک پدیده منظور نظر نیست. به عبارتی در این روش زمان در تغییر وتحول حذف و به این خاطر به جای توالی[11] و تحول[12] در مدل زمانی دیویس **تغییر**[13] و **تکرار**[14] دو مفهوم مهم و کلیدی در این تحلیل‌ها به‌شمار می‌آید و یک پدیده، مستقل از زمان و تاریخ آن تلقی کرد.

$$PG = C + R$$

Process Geomorphology = Change + Repeat

ژئومورفولوژی فرایندی = تغییر(تغییر بدون جهت) + تکرار

1. Process Geomorphology 2. Aostasy theory 3. glacier 4. Henry Algorythm 5. Aostasy theory 6. Bruckner model 7. Catastroph 8. Equiblirum 9. Thresholds 10. Statisyical method 11. Succession 12. evolution 13. change 14. Repeat

Archive of SID

www.SID.ir

در مدل فرایندی به زبان ریاضی تغییر چشم‌اندازها تابعی از تواتر و شدت فرایندهاست. به عبارت دیگر، از نظر ریاضی کاتاستروفیست‌ها معتقدند که فرکانس رخدادهای طبیعی با بزرگی آن‌ها نسبت عکس می‌شود و می توان این عقیده را به صورت جبری و به صورت رابطه زیر بیان کرد.

$$T = \lambda = P = vT = M = v \div f \quad (1)$$

T: در این رابطه پریود تکرار رخداد ژئومورفیک

λ: پریود بین دو اوج وقوع رخداد

P: احتمال بروز رخداد

v: سرعت بروز رخداد

M: بزرگی

f: فرکانس یا بسامد بروز پدیده است. (هالیدی (۱۹۸۷)

رابطه فوق بیان گر این حالت است که رخدادهایی با بزرگی بسیار زیاد دارای تواتر کمتر می‌باشند و اگر بزرگی رخدادی کم باشد فرکانس وقوعش زیاد است. Wolman (1960) و Miller این رابطه را در وقوع پدیده‌های ژئومورفیک تشخیص دادند. برای مثال بیان کردند که رخدادهای ملایم‌تر، شایع‌تر و رخداهای بزرگ، کمیاب‌تر هستند.آن‌ها این سیوال مهم را مطرح کردند که آیا رخدادهای کوچک و بزرگ در ژئومورفولوژی دارای اهمیت یکسان هستند و در ایجاد تغییرات لندفرم‌ها کدام یک از آن‌ها نقش برتر را به‌عهده دارند.برای پاسخ به این سؤال نامبردگان از جریان آب‌های سطحی به عنوان محرک اولیه تحقیقات خود استفاده کردند و رابطه زیر را ارایه کردند:

درصد مجموع رسوب حمل شده به وسیله جریان‌های مختلف با بزرگی‌های گوناگون

$$= \frac{\text{۱۰۰} \times \text{(رسوب حمل شده به وسیله جریانی معین)} \times \text{(فرکانس آن جریان)}}{\text{مجموع کل رسوب حمل شده}}$$

$$\%\sum s = \{f \times Sx \div \sum S\} * 100$$

در واقع این دو دانشمند ثابت کردند که حداقل ۵۰ درصد رسوب سالیانه در یک جریان آبی به وسیله جریان‌هایی حمل می‌شوند که یک بار در سال به وقوع پیوسته باشند و یا به عبارت دیگر، بزرگی دبی آن معادل دبی حد سالیانه باشد. از سوی دیگر با یک بر آورد مشابه، آن‌ها نشان دادند که پدیده‌هایی با بزرگی متوسط دارای فرکانسی متوسط هستند. برای مثال اگر در منطقه‌ای سیل خیز دبی‌های سیلابی ثبت شده در طول یک سال به قرار ۱۰، ۲۰، ۲۵، ۴، ۸، ۲، ۱۵، ۱۲ و ۱۸ متر مکعب در ثانیه باشد و بدانیم که طی هر سال به طور متوسط ۱۲۰۰ تن رسوب به وسیله جریانات سیلابی حمل شده‌اند، دراین صورت می‌توان گفت حداقل ۵۰ درصد رسوب حمل شده به وسیله دبی ۲۵ متر مکعب در ثانیه حمل شده است؛ زیرا این دبی بالاترین دبی رخ داده با تواتر یک درطول سال است. در همین مثال دبی ۸ متر مکعب در ثانیه دارای فرکانس ۷ است و مجموع رسوبی که به وسیله این سیلاب حمل شده بر اساس رابطه فوق برابر۴/۶۷ درصد کل رسوبات حمل شده به وسیله جریان‌های سیلابی دیگر خواهد بود.

$$(۸ \times ۷) / ۱۲۰۰ \times ۱۰۰ = ٪ ۴ / ۶۷$$

Archive of SID

www.SID.ir

در این دیدگاه معمولا تواتر یک پدیده به صورت مجرد و تنها ارزیابی نمی‌شود بلکه همراه با آن میزان و شدت یک رخداد نیز اندازه‌گیری و ثبت می‌شود. برای مثال اگر جریان‌های سیلابی عامل تحول و تغییر در یک محیط به‌حساب آید، تنها تعداد وقوع سیلاب‌ها بررسی نمی‌شوند، بلکه دبی سیلاب‌ها نیز اندازه‌گیری و تحلیل می‌شوند. با اندازه‌گیری فرکانس و شدت یک رخداد (مثلا یک سیلاب) این امکان فراهم می‌شود که محقق به‌تواند نسبت به ترسیم منحنی تجمعی فرکانس – شدت اقدام کند (شکل ۵).

با توجه به برداشت Wolman و Miller می‌توان چنین استنتاج کرد که رابطه بین وقوع و فرکانس رخدادهای ژئومورفیک به صورت رابطه ۲ است.

$$vT = v/f \quad \text{(۲) رابطه}$$

در این تابع T یا f بیان کننده یکی از ویژگی‌های منبع بسامد رخداد مانند یک جوان‌شدگی تکتونیکی و v بیانگر یک ویژگی از چشم‌انداز محیطی است. بنابراین می‌توان رابطه فوق را به صورت زیر نوشت.

$$f = v/vT \quad \text{(۳) رابطه}$$

$$f = 1/T \quad \text{(۴) یا رابطه}$$

بنابراین کاتاستروفیسم‌ها در مدل سازی ژئومورفولوژیک به بزرگی یا شدت [1] و فرکانس[2] (رخ دادها فعالیت‌ها دارند. به عبارت دیگر کاتاستروفیست‌ها معتقد به مدلی هستند که در آن چشم انداز ژئومورفیک و تغییر آن تابع بزرگی و فرکانس رخدادهای طبیعی هستند و نه تابعی از زمان. اگرچه از نظر کاتاستروفیست‌ها نمی‌توان تواتر وقوع یک رخ داد طبیعی را کاملاً کنترل کرد ولی اگر این تواتر را با شدت آن رخداد نسبت بندی کنیم می‌توان آن را ارزیابی کرد گاردنر (۱۹۸۰). در نتیجه می‌توان نظرات کلی کاتاستروفسیم را به صورت مدل زیر نیز بیان داشت.

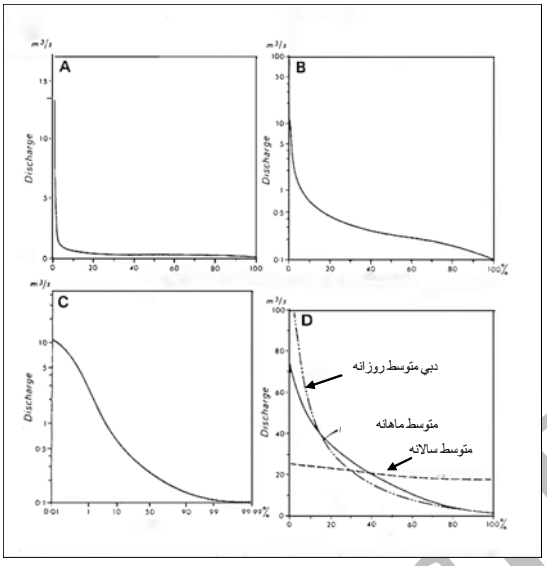
$$f = 1/M \quad \text{(۵) رابطه}$$

با این بیان Wolman & Miller به ادغام توابع پنج‌گانه فوق به روش گامبل در محاسبه بالاترین و پایین‌ترین مقادیر یک متغیر ژئومورفیک می‌پردازند و چنین معتقدند که روش گامبل در حقیقت همان روش تجزیه و تحلیل مقادیر اقل واکثر[3] است و لذا پیدا کرده‌های فوق را در یک مثال فرضی به صورت نموداریکی نشان می‌دهند (Gregory & Walling 1973). شیوه‌های متعددی برای نمایش رابطه بین فرکانس و شدت مرسوم است. در شکل۵ A محورهای دستگاه مختصات (x و y) هر دو دارای مقیاس خطی می باشند.

1. Magnitud
2. Frequency
3. Extreme

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۵ تحلیل رخداد پدیده ها در ازا شدت و فرکانس وقوع

محور X ها به صورت درصد، و محور Y ها، به متر مکعب به‌ترتیب نشان‌دهنده فرکانس و شدت دبی‌های وقوع پیدا کرده است. مزیت این دستگاه آن است که سطح زیر منحنی مستقیمابه کسری از کل نشان داده می شود. در این دستگاه ما قادر خواهیم بود شدت رخدادها را بر حسب درصد به فرکانس بیان کنیم برای مثال با یک نگاه در می‌یابیم که دبی پنج متر مکعب چند درصد از رخدادهای مضبوط را تشکیل می‌دهد ولی مهمترین محدودیت این الگو آنست که شدت‌های کم را نمی‌توان در این دستگاه به روشنی بر حسب فرکانس بیان داشت. همان‌طور که دیده می‌شود، فرکانس شدت‌های کمتر از یک، تقریباً برابر دیده می‌شود. آن چه از ترسیم این الگوی ترسیمی به‌خوبی قابل درک است آن است که دبی‌های بالا، دارای فرکانس کم و دبی‌های پایین دارای فرکانس زیادند.

در نمودار B محور y ها با مقیاس لگاریتمی نمایش داده شده و چنین تاکتیکی سبب می‌شود که بتوان رخدادهای با شدت زیاد را با دقت بیشتری به فرکانس با درصد نشان داد. به این وسیله حتی مقادیر خیلی کم دبی نیز از نظر دور نمی‌ماند. همان‌گونه که روی نمودار بالا معین شده است، وقتی که بزرگی به لگاریتم محاسبه نمی‌شود، تا مقادیر بسیار جزیی دبی را نسبت به وقوع فرکانس تشخیص داد و اشکال نمودار A به این وسیله مرتفع می‌شود.

در منحنی C محور عمودی (بزرگی یا دبی) بر حسب لگاریتم بیان شده ومحور X ها به جای بیان فرکانس به درصد به بیان احتمال وقوع هر رخداد می‌پردازد. لذا قادر خواهیم بود که احتمال وقوع پدیده‌ها (فرکانس های از صفر تا ۱۰۰٪) را حتی برای مقادیر خیلی کم یا خیلی زیاد شدت محاسبه نماییم.

در نمودار D مقادیر شدت به متر مکعب وبا مقیاس خطی در محور Y ها ولی محور X ها به فرکانس وقوع وبه درصد با مقیاس خطی بیان شده است. ولی به جای ترسیم یک منحنی به ترسیم سه منحنی با شیب‌های مختلف مبادرت شده است. در اینجا هر یک از منحنی‌ها بیان‌گر مقاطع زمانی در قالب روز، ماه و سال است. به عبارت دیگر مقادیر شدت دبی جریان در طول روز، ماه و سال در برابر فرکانس آن‌ها قرار داده شده و به این ترتیب ما قادر به تحلیل نحوه رخداد دبی‌ها برحسب فرکانس در مقاطع زمانی روز، ماه و سال خواهیم بود.

Archive of SID

www.SID.ir

حال اگر بخواهیم درصد تغییرات فرکانس را با میزان تغییرات دبی در مقیاس زمانی روزانه و ماهانه و سالیانه با هم مقایسه کنیم می‌توانیم هر دو محور فرکانس و بزرگی را به صورت خطی ترسیم نماییم.

از بررسی و مطالعه رخدادهای طبیعی اصول و نکات متعددی استخراج شده است که می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد:

۱- رقوم صفر در این ارزیابی‌ها ،یک پدیده غیرمعمول وغیر متداول است؛

۲- با افزایش فرکانس وقوع یک پدیده، شدت آن به میانه میل می کند؛

۳- وقتی رخدادهایی با شدت زیاد تجربه شوند فرکانس آن‌ها کاهش پیدا می کند؛

۴- توزیع بسیاری از رخداد های طبیعی با توزیع لوگ نرمال همخوانی می شود والمن (۱۹۶۱)

یکی از مفاهیم وابسته به چنین تحلیل‌هایی مفهوم دوره بازگشت[1] است. با ترسیم رخدادهای اکثر (بزرگترین رخداد در طول یکسال) روی نمودار مخصوص که به کاغذ گمبل موسوم است این امکان فراهم می‌شود که فرکانس وقوع پدیده‌ها را بتوان بر اساس شدت آن‌ها محاسبه و به برآورد احتمال وقوع پدیده‌ای باشدت خاص مبادرت کرد. در این برآوردها باید به این نکته توجه داشت که رابطه بین فرکانس و احتمال یک رابطه معکوس است.

یکی از مسائل مهم دیگر که درباره مفاهیم فرکانس وشدت مطرح است مفهوم Stationary است.این واژه به آن مفهوم است که میانگین و واریانس داده‌های ما در طول زمان نباید تغییری نشان دهد. مفهوم Stationary به زبان ژئومورفولوژی معادل با اصل یونی فرمی تاریانیسم است[2]. در نتیجه توزیع فرکانس رخدادها بیان کننده و توصیف‌کننده کافی ویژگی‌ها و خصایص دوره‌های تناوبی نخواهد بود.

بنابراین کاتاستروفیسم ها معتقدند، تناوب و تکرار در شدت وقوع حوادث است که تغییر و تحول در چشم‌اندازها را سبب می‌شوند و تغییر را نباید به زمان نسبت داد.

دیدگاه سیستمی و مدل‌های تعادلی یا تراز انرژی

سومین دیدگاه و چارچوب معرفتی در ژئومورفولوژی دیدگاه سیستمی است. این دیدگاه که گاهی اوقات ژئومورفولوژی کارکردی[3] نیز خوانده شده است سامرفیلد (۱۹۹۶). از زمان جیلبرت مفهوم آن مطرح شده است. جیلبرت در سال ۱۸۷۷ میلادی مفهومی را تحت عنوان plexus در ژئومورفولوژی مطرح کرد و سعی کرد تا ژئومورفولوژی را در چارچوب چنین مفهومی توضیح دهد. این مفهوم تقریباً معادل با مفهوم سیستم است که به وسیله برتالنفی به کار گرفته شده است. Smalley و vitafenzy نشان دادند که مفهوم سیستم در ادبیات ژئومورفولوژی معاصر، در مفهوم ترمودینامیک متاخرین مطرح بوده است. مدل‌سازی سیستمی نیز واقعیتی بوده است که در دهه سال‌های ۱۹۶۰ م. با تلاش در توسعه ژئومورفولوژی کمی طرح گردید.چورلی مقدمات به کارگیری مدل‌های سیستمی در ژئومورفولوژی را فراهم کرد و سهولت در بیان مفاهیم این مدل در چارچوب مقادیر کمی سبب کاربردی شدن این مدل‌ها در ژئومورفولوژی شد. اصطلاح سیستم را در ژئومورفولوژی به عنوان یک روش در تحلیل ترمودینامیکی به کار گرفت، اگرچه در آن زمان از مباحث برتالنفی بحثی به میان نیاورد.

1- (RI) Recurrence interval
2. Uniformitarianism
3. Functional Geomorphology

Archive of SID

www.SID.ir

در سال ۱۹۶۰ هک[1] به شرح و تشریح مقاله استرالر پرداخت. اوتعبیرات وی را در روش سیستمی و در مفهوم جدیدی که به نظریه **تعادل دینامیک**[2] شهرت پیدا کرد بسط داد هک (۱۹۵۷). تا این زمان هیچ‌کدام از این دو تن به مبانی فلسفی دستگاه معرفتی سیستمی که به وسیله برتالنفی تدوین و تشریح شده بود، نپرداختند ولی در سال ۱۹۶۲چورلی با انتشار مقاله‌ای در سازمان زمین‌شناسی آمریکا به نکات ارزشمندی از مفهوم سیستم در ژئومورفولوژی پرداخت. چورلی در این مقاله به تشریح نظرات استرالر و هک پرداخت و در واقع مبانی مفهوم سیستم در ژئومورفولوژی را بیان داشت چورلی (۱۹۶۲).

یکی از تعاریف مصطلح درباره سیستم عبارتی است که فاگن و هال (Hall&Fagen 1956,p.18) بیان کردند. بنا به گفته نامبردگان، سیستم مجموعه‌ای از **عناصر** است که دارای **صفات** و **خصوصیات خاصی**[3] بوده و بین آن‌ها رابطه برقرار است.

مدل‌های سیستمی بر اساس ساختار و پیچیدگی سیستم‌ها طبقه‌بندی می‌شوند. چنین طبقه‌بندی‌هایی به وسیله چورلی، کندی، ترجونگ (۱۹۷۶)، استرالر(۱۹۸۰)، تورنه و فرگوسن ۱۹۸۱ انجام شده. استرالر ۱۹۸۰ وترجونگ در سال ۱۹۸۶ مدل‌های سیستمی را به پنج رده و چورلی و کندی مدل‌های سیستمی را در یازده نوع طبقه‌بندی کرده‌اند.

برحسب آن‌که سیستم‌های مطالعه شده جز، کدام دسته از سیستم‌ها (سیستم‌های ایزوله، باز و بسته)[4] باشند نیز می‌توان پنج مدل برای آن‌ها طراحی کرد که تحت عنوان مدل در سطوح یک، دو، سه، چهار و پنج شهرت دارند.

الگوی مدل سطح یک: مدلی است که بسیار ساده بوده و شامل داده‌های توصیفی وگرافیکی است. و این مدل می‌تواند در فرموله کردن عملکرد یک سیستم به کار گرفته شود. اگرچه داده‌های جمع‌آوری شده در این سطح به ما اجازه طرح یک مدل ساده را می‌دهدولی نمی‌تواند توصیف کننده واقعیات یک سیستم باشد.

الگوی سطح دو: این الگو پایین‌ترین سطحی است که امکان خلق مدل واقعی در آن فراهم می‌شود. در این سطح عناصر مورفیک تعریف شده و با اسلوبی معنادار با یکدیگر مرتبط می‌شوند. متغیرهایی که در اینجا به کار گرفته می‌شوند، ممکن است از مکانی به مکان دیگر تفاوت کند و یا در طول زمان دستخوش تغییر شوند. تنها خصوصیت لاینفک در این الگو تعریف روابط بین عناصردر این سطح است ولی ممکن است مسایل دیگری مانند جریان انرژی و مواد در نظر گرفته نشود.

الگوی سطح سه: در این الگو، سیستمی که طراحی می‌شود، تحلیل کننده و تعریف کننده جریان انرژی و ماده در سیستم بوده و در یک ساختار جریانی یا کاسکید شکل می‌گیرد[5].

الگوی سطح چهار: در این سطح، یک مدل تعریف کننده و تحلیل کننده فرایندهای فرم زا در سیستم است. این مدل‌ها بیانگر تجمیع دو مدل در سطح یک و دو است. مهمترین تفاوت مدل سه وچهار در آن است که در این سطح مفهوم **پسخوراند**[6] وارد می‌شود. پسخوراند در مفهوم کلی عبارتست از بخشی از خروجی یک سیستم که به عنوان **ورودی**[7] به درون بخش دیگری ازسیستم وارد می‌شود. البته مفهوم پسخوراند می تواند مثبت و یا منفی باشد.

---

1. Hack
2. Dynamic Equilibrium
3. Atributes

۴- الف- سیستم‌های ایزوله سیستم هائی می باشند که قادر به تبادل انرژی و ماده نبوده و مرزهای آنها غیر قابل نفوذ است.

ب- سیستم‌های بسته سیستم‌هایی می باشند که ورود و خروج انرژی به درون مرزهای آن امکان پذیراست، اما ماده نمی‌تواند به درون سیستم تزریق یا ورود و خروج یابد. غالب سیستم‌های ژئومرفیک می‌توانند چنین باشند.

ج- سیستم‌های باز سیستم‌هایی می‌باشند که انرژی و ماده میتوانند از مرزهای آن عبور کنند. اغلب سیستم‌های طبیعی چنین می‌باشند.

۵- سیستم‌ها می توانند در سه تیپ جریانی، کاسکید و فرایندی طراحی شوند.

6.Feed back

Archive of SID

www.SID.ir

الگوی سطح پنج: در این مدل روابط مدل چهار غالب است، اما کل سیستم در کنترل مدیریت وتصمیمها و نظارت انسانی است(استرالر ۱۹۸۰). استرالر تأکید دارد که در این مرحله پسخوراند سیبرنتیک است، در حالی که چورلی وکندی(۱۹۶۱) چنین سیستم‌هایی را سیستم کنترل نام‌گذاری کرده‌اند. نکته غایی آن است که در این‌گونه مدل‌ها نقش انسان و مدیریت وی برجسته است. و او می‌تواند نسبت به اصلاح روابط و عملکرد در سطح چهار دخالت کند. این خاصیت برای ژئومورفولوژیست‌ها حایز اهمیت فراوان است. زیرا در حالی که از عملکرد و نحوه تغییرات ژئومورفیک در سیستم اطمینان دارند، ناگهان عملکرد انسان سبب بروز تغییرات عمده در محیط می‌شود. ازطرفی به واسطه طرح مسئله مهندسی محیط و برنامه ریزی فضایی، نقش ژئومورفولوژیست‌ها در مدل سطح پنج افزایش پیدا می‌کند.

نکته قابل تأمل در تشریح مدل‌های سیستمی در حوزه ژئومورفولوژی آن است که هیچ کدام از محققان زمین‌ریخت‌شناس، در باره تبادل و نقش اطلاعات صحبتی به میان نیاورده‌اند. همان‌گونه که در تعریف تفکر سیستمی به آن تأکید شده است، سیستم، دستگاهی است که قادر به تبادل اطلاعات ماده وانرژی باشد. در تمامی نوشته‌های ژئومورفولوژی که پیرامون مدل‌ها و نظریات سیستمی بحث شده است، جای اطلاعات خالی است. مفهوم اطلاعات همواره در ردیف انرژی وماده در مباحث سیستمی طرح شده است، لذا به عنوان عاملی که باید جزء ورودی‌ها تلقی شود، به آن نگاه شده است؛ حال آنکه عنصر اطلاعات می‌تواند به عنوان یک ورودی مطرح نباشد بلکه در حوضه‌های آبی در بعد **میانداد**[1] عمل کند، به این مفهوم که انرژی و یا ماده تزریق شده در سیستم بعد از ورود به سیستم بر حسب آن‌که چه اطلاعات و ویژگی‌هایی از سوی عناصر سیستم مانند سطوح ارضی و یا میزان نفوذپذیری و مانند آن داده شود نوع رفتار و توزیع ماده و انرژی در سیستم تنظیم می‌شود. این مفاهیم در ژئومورفولوژی در تحلیل رفتار آبی حوضه‌های آبریز با به کارگیری ژئونرونها (چاله های آبگیر مجازی و حقیقی)، اکسون‌های برداری(آبراهه‌ها) وسینابسهای ارضی مصداق پیدا می‌کند.

نوع سیستم‌ها نیز در نحوه توزیع، جریان انرژی در سیستم وتعاملات بین عناصر نقش اصلی را ایفا می‌کند. برای مثال اگر سیستمی ایزوله باشد، تنها قادر به استفاده انرژی‌هایی خواهد بود که در درون سیستم تعبیه شده است و نمی‌تواند از انرژی‌های موجود در خارج از مرزهای خود بهره‌ای ببرد.

یک حالت مهم دیگر می‌تواند برای سیستم‌ها حادث شود وآن پایداری در سیستم است. اگر شرایطی سبب شود که سیستم قادر به تبادل انرژی و ماده با محیط اطراف شود و بین ورودی و خروجی سیستم تعادل برقرار شود، به چنین وضعیتی **خود تنظیمی**[2] در سیستم گفته می‌شود و نتیجه چنین حالتی را اصطلاحاً پایداری[3] در سیستم می‌گویند (چورلی کندی ۱۹۷۱) این حالت یکی از حالات هشتگانه تعادل در دیدگاه سیستمی است.

مفهوم تعادل در دیدگاه سیستمی دارای پیچیدگی‌های خاصی است و اگر چه در یک عبارت ساده تعادل در این دیدگاه رابطه خاصی بین فرم و فرایند، ترجمه می‌شود ولی برای تبیین چنین مفهومی مجبور به تدوین ادبیات گسترده‌ای از مفاهیم مشاهده می‌شود به طوری که قبل از آنکه بتوان به ژرفای مفهوم تعادل دست پیدا کرد، می‌بایست با مفاهیمی چون تغییر، عدم تعادل[4] بی تعادلی[5] تغییرات پیش‌رونده[6] وکیاس[7] آشنایی داشت. با این همه در بسیاری از موارد، تعریف ریاضی تعادل در این دیدگاه بسیار دشوار وبدون تمسک به توابع غیر خطی امکان پذیر نیست. وقتی گفته می‌شود بین فرایند وفرم تعادل برقرار است این به این

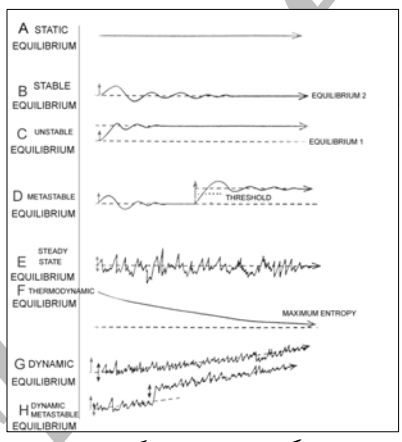
1. Throughput 2. self-regulation 3. Steady Time
4. Non-equilibrium 5. Disequilibrium 6. Progress Changes 7. Chaos

Archive of SID

www.SID.ir

معنا نیست که هیچ‌گونه تغییری وجود ندارد بلکه نوعی گرایش در پایداری لندفرم‌ها و جهت آن‌ها دیده می‌شود و اگرچه نوساناتی پیدا می شود ولی این نوسانات حول و حوش یک محور خاص است.

چورلی وکندی معتقدند هرگاه در یک سیستم شکل‌زا بین **فرایند و فرم** پسخوراند منفی وجود داشته باشد تعادل ژئومورفیک حاصل شده است. اساس تحلیل‌های ژئومورفولوژی سیستمی بر اندازه‌گیری فرایندها و رابطه بین فرایند و فرم استوار شده و با مشاهدات صحرایی سعی در ارایه مدل‌هایی می‌شود که بتواند حالت پایداری را تبیین نماید. به این نحو که عواملی که منجر به تغییر بین ورودی و خروجی و ناپایداری در یک سیستم می‌شود را تحت عناوین **پسخوراند مثبت، آستانه‌ها** و **بی‌نظمی‌های جبری** بیان می‌دارند. این تلاش‌ها موفقیت‌های چشمگیری در تعریف بسیاری از اشکال و چشم‌اندازها داشته و نتیجه این تلاش‌ها نشان می‌دهد که می‌توان رابطه بین ورودی و خروجی یا فرم در یک سیستم را نشان داد. در این رهگذر فرایندها، میزان و مکانیسم و نحوه چرخش انرژی و ماده و اطلاعات در سیستم را توضیح می‌دهد و فرم‌ها برون‌داد چنین مکانیسمی تلقی و تعادل حالت خاصی از ارتباط بین آن دو بشمار می‌ایند. با توجه به این که درونـــداد و میانـــداد وبرونـــداد در یک سیستم حالت‌های گوناگون و پیچیده‌ای را به وجود می‌آورد لذا مفهوم تعادل در دیدگاه سیستمی با تعابیر گوناگون تبیین شده است (شکل ۷).



شکل ۷ مفهوم هشتگانه تعادل در دیدگاه و مدلهای سیستمی

در دیدگاه سیستمی ایجاد تعادل با مفاهیم متعدد آن بستگی به نحوه ورودی، خروجی و میانداد در سیستم شکل‌زا دارد و نه تنها میزان تغییر در ورودی به سیستم دارای اهمیت خاصی است که طول مدت و استمرار تغییر در ورودی و همچنین استمرار و طول زمانی که سیستم در واکنش به این تغییرات متحمل می‌شود نیز حائز اهمیت فراوان است.

از جمله مفاهیم دیگری که در دیدگاه سیستمی مطرح است مفهوم زمان است. زمان در معرفت شناسی تکاملی مدل‌های **تحلیل برنده‌های زمانی** و **زمان آرامش** و در دیدگاه کاتاکلیسم مدل **کاراکتر– فرم** را مطرح می‌کند. در دیدگاه سیستمی پدیده‌ها گاه تابعی از زمان و گاه مستقل از زمان در نظر گرفته می‌شوند و در مواردی نیز مفهوم زمان رخدادی به کار گرفته می‌شود. به عبارت دیگر در بسیاری از مواقع رخدادها را تابعی از زمان و در مقیاس دیگری فارغ از زمان تلقی شده است از همین رو مقیاس زمانی در سه طیف **سیکلی، رتبه‌ای، پایدار**، تعـــــریف و در قالب این سه مقیاس بسیاری از تغییرات توجیه می‌شود و یا عواملی فارغ از زمان تلقی می‌شوند. به غیر از مقیاس‌های فوق در موارد بسیاری رفتارهای یک سیستم در قالب شدت و فرکانس یا زمان رخدادی تحلیل می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir

هرگاه در میزان ورودی یک سیستم تغییری جدی حاصل شود بدون تردید سیستم بلادرنگ به تغییر حادث شده واکنش نشان نمی‌دهد. و برای نشان دادن واکنش، مدت زمان خاصی طول می‌کشد. مدتی که طول می‌کشد تا سیستم در برابر تغییر ورودی از خود واکنش نشان دهد، اصطلاحا **زمان پاسخ**[1] می‌نامند. با سپری شدن زمان واکنش، سیستم تغییراتی را به صورت عکس‌العمل در برابر آن از خود نشان می‌دهد. این تغییرات تا مدت خاصی ادامه می‌یابد. مدتی را که سیستم در پاسخ به این تغییر مجبور به عکس‌العمل بوده است را اصطلاحا **زمان آرامش**[2] می‌گویند. در اینجا مجموع زمان پاسخ و زمان لختی را تحت عنوان **زمان ارجاع**[3] می‌شناسند. به عبارت دیگر، از زمانی که به سیستم شوک وارد می‌شود و سپس سیستم نسبت به آن پاسخ می‌دهد و زمانی که طول می‌کشد تا پاسخ سیستم پایان یابد، تحت عنوان **زمان ارجاع** بیان می‌دارند.

زمان لختی + زمان پاسخ = زمان ارجاع

رابطه طول این مقاطع زمانی با مدت استمرار آشفتگی یا تغییر در ورودی در نحوه امکان ایجاد تعادل سیستم بسیار مهم است. به این ترتیب پایداری تنها برای سیستم وقتی دست پیدا کردنی است که طول مدت زمان ارجاع کوچکتر از مدت استمرار آشفتگی باشد.

مدت استمرار آشفتگی >(زمان لختی + زمان پاسخ) زمان ارجاع

لذا زمان لختی برای لندفرم‌های یک چشم‌انداز که در معرض تغییرات گذشته محیطی قرار گرفته‌اند به عنوان یک شاخص اولیه در توانایی دست‌یابی مجدد آن‌ها به تعادل، به شمار می‌آید. همان‌گونه که مشاهده می‌شود واحدهای مفهومی زمان در مدل‌های سیستمی تابع نحوه عملکرد سیستم در برابر ورودی به سیستم است و از واحدهای نجومی تبعیت نمی‌کند اگر چه گاهی اوقات ما این واحدها را با واحدهای نجومی معادل‌سازی می‌کنیم ولی نباید از یاد برد که طول این واحدها هرگز در شرایط گوناگون برابر با واحدهای معادل سازی شده نخواهد بود.

بنابراین آن چنان که دیده شد مدل‌های سیستمی در پی آنند که روابط بین عناصر را در قالب یک ساختار خاص تبیین نمایند. در نتیجه تکنیکی که در این مدل‌ها دنبال می شود بیشتر معطوف به تکنیک‌های رابطه سنجی است. یکی از تکنیک‌های ساده رقومی که به ما اجازه می‌دهد تابه کشف روابط بین عناصر در یک مدل سیستمی مبادرت کنیم تکنیک همبستگی[4] است. همبستگی به خودی خود ممکن است تقسیمات متعددی داشته باشد و به ناپارامتریک و پارامتریک تقسیم شود. تکنیک اخیر تنها به داده‌های اسمی و رتبه‌ای نیاز دارد، در حالی که ناپارامتریک به داده‌های نسبی و اسکالر بر اساس یافته‌های استالر در همبستگی‌های دو یا چند متغیره تمیز و تشخیص بین متغیر وابسته و غیر وابسته امکان‌پذیر نیست، زیرا واریانس به هر دو متغیر اختصاص می‌شود. این به آن مفهوم است که همبستگی را می‌توان برای اندازه‌گیری میزان همبستگی رابطه بین هر دو متغیر به کار گرفت و نمی‌توان چنین روابطی را در قالب روابط علی تفسیر کرد.

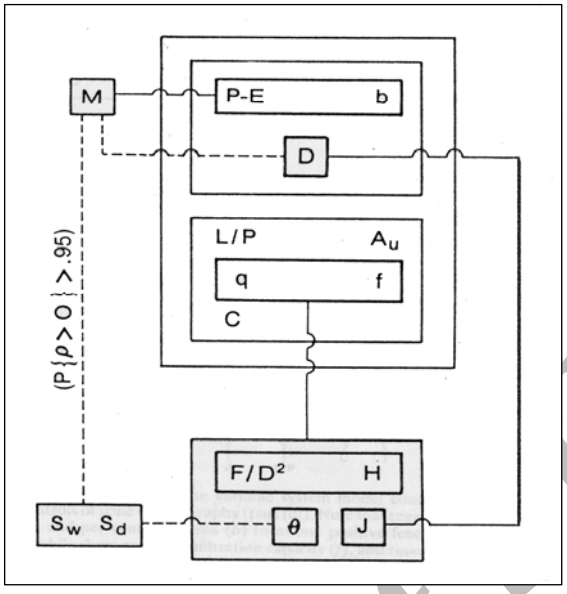
سمبل‌ها یکی از ویژگی‌های مدل‌ها در دستگاه سیستمی استفاده از نمادهای خاص برای بیان نوع مفاهیم و روابط موجود و گروهی از فرایندهای حاکم در سیستم است. از اینرو محققان متعددی سعی در خلق نمادهای ویژه برای بیان چنین مفاهیمی کرده‌اند. به‌کارگیری سمبل و نماد در این مدل‌ها به غیر از به کارگیری علایم ریاضی یا دستورات مربوط به مجموعه‌ها است.

1-Reaction Time
2. Relaxation Time
3. Respons Time
4.Correlation

Archive of SID

www.SID.ir

ملتون برای نمایش ساختار کنونیکال مبتنی بر تکنیک همبستگی، به بیان روابط بین عناصر به طرح چارچوب ساختار سیستم پرداخت شکل ۸.



شکل ۸ طرح چارچوب ساختاری جریان انرژی و ماده در یک سیستم بر اساس تکنیک همبستگیها(ملتون ۱۹۸۵)

چورلی و کندی نیز برای تشریح و بیان عملکردها در ساختار کانونیکال یک سیستم، مانند و رودی خروجی و.. سمبل‌هایی را پیشنهاد کردند شکل(۹).

اجزاء ترکیبی یک سیستم	سمبل
ورودی به سیستم	
خروجی از سیستم	
تنظیم کننده	
ذخیره کننده	
زیر سیستم	
ساختار معابرجریان انرژی وماده در سیستم	

شکل ۹ نمادها و سمبل‌های چورلی وکندی در بیان نحوه چرخش انرژی و ماده درسیستم

Archive of SID

www.SID.ir

نتیجه گیری

همان‌گونه که دیده شد، مدل‌ها قبل از آنکه بیان کننده واقعیات بیرونی باشند متاثر از استنتاج و برداشت‌های یک محقق هستند. فرایند شناخت در محققان بیشتر تابع چارچوب‌های معرفتی آن‌ها است و لذا هر محققی که به بررسی و برانداز پدیده‌ای می‌پردازد، از دریچه شناخت‌شناسی معینی چنین فرایندی را در ذهن خود پردازش می‌کند. بدیهی است که این چارچوبه‌ها یکسان نبوده وگاه تفاوت‌های فاحش خواهند داشت در این صورت مفاهیمی را که درک و ابراز می‌کنند، یکسان و هم مفهوم نخواهند بود. در ژئومورفولوژی سه دیدگاه معرفتی وجود داشت که در ابتدا به تشریح دیدگاه تکاملی مبادرت شد. در دیدگاه تکاملی به وسیله آن‌که زمان در تحول، شاخص‌ترین وظیفه را عهده‌دار است لذا مدل‌هایی که در قالب این بینش تهیه می‌شوند در قالب و چارچوب زمان طراحی و فرایندها در بستر آن شکل می‌گیرند. در دیدگاه دوم که به حذف زمان در تحلیل‌ها مبادرت می شود فرایندها رکن تحلیل قرار گرفته و لذا مدل‌های پیشنهادی تابعی از رخدادها تلقی می‌شوند تا زمان. بدیهی است تکنیک‌ها و چارچوب‌های تدوین مدل در این دیدگاه با مدل‌های دیویسی تفاوت‌های عمده‌ای دارند.

در دیدگاه سیستمی اگرچه زمان هم به مفهوم نجومی وهم به مفهوم رخدادی مد نظر است، ولی گاهی اوقات متغیرهای چندی را در مقیاس‌های خاص فارغ از زمان تلقی کرده و در همه این حالات شبکه‌ای از روابط که الزاماً روابط علی نیز می‌تواند تلقی نشود، برآن‌ها استقرار پیدا می‌کند و رکن تحلیل‌ها نه بر مدار زمان و نه بر مدار فرایند که بر مدار روابط اندرکنشی و سیبرنتیک استوار می‌شود و در این صورت تکنیک‌های ارزیابی روابط، جایگزین تکنیک‌های تعینی و جبری در دو روش قبلی می‌شود، ضمن آنکه مجموعه‌ای از سمبل‌ها و نمادها برای بیان ماهیت رفتار یک سیستم طراحی و حقیقت پدیده‌ها به جای فرموله شدن در یک رابطه ساده ریاضی در یک چارچوب مجازی و سمبلیک به صورت نمادین شکل سازی می‌شود. استفاده از علایم مجازی و سمبل‌های شکل‌سازی شده به‌خوبی از این واقعیت پرده بر می‌دارد که سیستم‌های کلامی و یا نوشتارهای رقومی و جبری نتوانسته‌اند جواب‌گوی همه واقعیاتی باشند که محقق ازابراز کردن یک پدیده درک و فهم کرده است و لذا تمسک محقق به شیوه‌های مجازی برای بیان واقعیات درک شده حکایت از عمق ژرف نگری و یا پیچیده انگاری از شناخت یک پدیده است.

منابع

۱- آرام، احمد؛ ۱۳۶۶؛ علم در اسلام؛ انتشارات سروش تهران.

۲- فرشاد، مهدی؛ ۱۳۶۲؛ نگرش سیستمی؛ چاپ اول؛ انتشارات سپهر؛ تهران.

۳- رامشت، م. ح؛ ۱۳۷۷؛ تاریخ طبیعی شهر اصفهان؛ مجله دانشکده ادبیات دانشگاه اصفهان، شماره ۱۷، ص۶۷-۸۰.

۴- رامشت، م.ح؛ ۱۳۸۱؛ مفهوم تعادل در دیدگاه های ژئومورفولوژی؛ فصلنامه جغرافیایی؛ شماره ۶۵-۶۶، ص۹۴-۷۹.

5. Bertalanffy, Ludwig von. 1973 General System Theory George Braziller. New York, Section 10.

6. Chorley, R.J., 1962Geomorphology and general systems theory, U.s.Geol.Surv. Prof. Pap, 500-B: B1-B10.

7. Cohen, I.B. 1985, Revolution in Science. Belknap Press.Cambridge. MA, 711 pp,.

8. Dana, J.D. 1869, Manual of Geology, Theodore Bliss&Co., Philadelphia.PA, 2nd .,800pp,.

9. Darwin, C.R, 1859 On the Origin of Species by Means of Natural Selection. John Murray, London, p117.

Archive of SID

www.SID.ir

10. Hack, IT., 1975 Dynamic equilibrium and landscape evolution. in: W.N.Melhorn and R.c.Flemal (Edition), Theories of Landform Development. State Univer.New York. Binghamton, pp. 87-102.
11. Halliday, D. &Resnik. R., 1978 Physics, John Wiley & Sons,.
12. Hart, M.G, 1982 Geomorphology Pure and Applied, George Allen &Unwin, p200,.
13. Howard. A.D. 1986 Equilibrium and time scales in geomorphology: application to and-bed alluvial streams. Earth Surf. Proc. Landforms., 7:303-325,.
14. Howard. A.D. 1988 Equilibrium models in geomorphology. In: MG. Anderson*1* Editor. Modeling Geomorphological Systems, Wilcy. NewYork, PP. 49-72,.
15. Kennedy, Barbara A., Hutton to Horton1992: views of sequence,progression and equilibrium in geomorphology, Geomorphology5, p234,.
16. King, L.C., 1953 Canons of Landscape Evolution. Geol.Soc.Am.Bull, 64:721-752,.
17. Kirkby, M.J., Naden& …, 1987 Computer Simulation in physical Geography, John Wiley & Sons, Torento, p1-13,.
18. Langbein. W.B. and Leopold, L.B., 1964 Quasi-equilibrium states in channel morphology. AM, I. Sci. 262: 782-794,.
19. Renwick. H. William, 1992 "Equilibrium, Nonequilibrium Landform in The Landscape "Geomorphology, 5 Elsivier Science, Amsterdam, 265-276,.
20. Stoddart.D.R., 1966 Darwins Impact on Geomorphology.Ann.Assoc.Am.Geoger. 56:683-698,.
21. Summerfield. Michael A., 1998 Global Geomorphology, an introduction to the study of landforms, p11,.
22. Throne, Johan.B, 1977 Geomorphology and time, wiley & sons, p 52-71,.

Archive of SID

www.SID.ir