آستانه‌های ژئومورفیک در ژئومورفولوژی

● **سعید رحیمی‌هرآبادی**
کارشناس‌ارشد ژئومورفولوژی، دانشگاه تهران

چکیده

یکی از موضوعات محوری در مطالعات ژئومورفولوژیک، بررسی چگونگی روند تغییرات در اشکال سطح زمین است. امروزه ماهیت مطالعات ژئومورفولوژی را تبیین و تحلیل فرم‌ها و فرایندهای ژئومورفیک موجود در سطح زمین تشکیل می‌دهد. این موضوع حاکی از حاکمیت دیدگاه سیستمی بر این مطالعات است. در دیدگاه سیستمی، تحلیل‌های ژئومورفیک براساس رابطهٔ میان فرم و فرایند صورت می‌گیرد. آستانه‌های ژئومورفیک به این علت که شرایط مرزی وقوع تغییرات را نشان می‌دهند و نیز به منظور درک تغییرات زمانی، یکی از مفاهیم اساسی در تئوری سیستمی است و نقش مهمی در درک بیشتر سیستم‌های تکاملی مورفولوژیک دارد.

مقالهٔ حاضر بر اساس استخراج مفاهیم نظری و کاربردی در حیطهٔ آستانه‌ها در چارچوب دیدگاه‌های فلسفی ژئومورفولوژی سیستمی، تلاش دارد آستانه‌های ژئومورفیک و طبقه‌بندی آن‌ها را مورد مطالعه قرار دهد. هم‌چنین نمونه‌هایی از مسائل ژئومورفولوژیک مانند فرسایش خندقی، سیستم‌های مخروط‌افکنه‌ای و رودخانه‌ای را، به منظور درک بهتر موضوع، مورد بررسی اجمالی قرار داده است. نتایج نشان می‌دهد که آستانه‌های ژئومورفیک به عنوان جداکنندهٔ حالت‌های متفاوت یک سیستم از یکدیگر قابل شناسایی است. در واقع با وقوع آستانه، فرایندهای حاکم بر سیستم‌های ژئومورفیک تغییر پیدا می‌کنند. این مفهوم بیان‌کنندهٔ شرایطی است که به کمک آن یک فرایند درصدد دست‌یابی یک سیستم ژئومورفیک به تعادل جدید است. از نظر **شیوم**، آستانه‌های ژئومورفیک به دو دستهٔ درونی، که مربوط به درون یک سیستم ژئومورفیک است، و بیرونی، که تحت تأثیر متغیرهای بیرونی مانند تغییرات اقلیمی و تکتونیکی و... قرار دارد، طبقه‌بندی می‌شوند.

کلیدواژه‌ها: آستانه‌های ژئومورفیک، سیستم‌های مورفولوژیک، تعادل، تحلیل سیستمی، ژئومورفولوژی

مقدمه

یکی از مفاهیم و موضوعات محوری در مطالعات ژئومورفولوژی، تفسیر چگونگی روند تغییرات در اشکال سطح زمین است (گوتیرز[1] و همکاران، ۲۰۰۱: ۱۹)، چنان‌که ژئومورفولوژیست‌های سنتی مانند دیویس، پنک و... با مطرح کردن مدل‌هایی در خصوص چرخه‌های فرسایش تلاش داشته‌اند تعادل ژئومورفیک را در اثر تغییرات دوره‌ای به اثبات برسانند و هم‌چنین به پیش‌بینی واکنش‌های فرم‌ها و فرایندهای سطح زمین در برابر شرایط اقلیمی و سایر تغییرات محیطی بپردازند (فیلیپ[2]، ۲۰۰۶: ۳۶۶). چگونگی روند تغییرات در پدیده‌های ژئومورفولوژی، اعم از کند و تدریجی یا وقوع بحران‌های ناگهانی، در هر دو حالت، حاکی از عملکرد فرایندهای طبیعی است. این رخدادها و تغییرات می‌توانند باعث بروز ناپایداری در مقیاس‌های بزرگ، مانند ابعاد قاره‌ای، یا کوچک مانند حوضه‌های آبریز

ژئومورفولوژی در مقیاس وسیعی با فعالیت انسان‌ها و مسائل آن‌ها در ارتباط است. مسائل ژئومورفولوژیک برای دست‌یابی به مدیریت محیط و تعادل، باید متناسب با دینامیک محیط و با در نظر گرفتن نقش عوامل مورفوژنتیک تنظیم شود

باشند، که هر دو در نهایت، روند سیستم‌ها را به‌سوی تعادل و پایداری هدایت می‌کنند. برای مثال در دورهٔ درازمدت و حالت تدریجی، که قدرت مواد باعث کاهش میزان شیب می‌شود، در نهایت، تنظیم شیب و وقوع جنبش توده‌ای مواد به وجود می‌آید (گودی[3]، ۲۰۰۴: ۱۰۵۲- ۱۰۵۱).

ژئومورفولوژی در مقیاس وسیعی با فعالیت انسان‌ها و مسائل آن‌ها در ارتباط است. مسائل ژئومورفولوژیک برای دست‌یابی به مدیریت محیط و تعادل، باید متناسب با دینامیک محیط و با در نظر گرفتن نقش عوامل مورفوژنتیک تنظیم شود. به همین دلیل، مطالعات ژئومورفولوژی نیازمند تعریف مفاهیمی اساسی برای فراهم آوردن اطلاعات دقیق از مورفودینامیک محیط و شناخت مناطق باثبات و ناپایدار و محاسبهٔ میزان پایداری و واکنش‌های سیستم‌های ژئومورفیک است و به این صورت می‌تواند در زمینه‌های مختلف برنامه‌ریزی‌های محیطی مورد استفاده قرار گیرد. برای دست‌یابی به این مهم از جنگ جهانی دوم به بعد در ژئومورفولوژی، استفاده از نگرش سیستمی با اهمیت خاصی مورد توجه قرار گرفته است (رجائی، ۱۳۷۳: ۸۷).

امروزه در علم ژئومورفولوژی، هدف اصلی تبیین و تحلیل فرم و فرایندهای ژئومورفیک موجود در سطح زمین است و این موضوع حاکی از غلبهٔ دیدگاه سیستمی بر این علم است (موسوی و تقی‌زاده، ۱۳۸۹: ۳۰). در دیدگاه سیستمی یا مدل جریان ماده و انرژی، تحلیل‌های ژئومورفیک بر اساس رابطهٔ میان فرم و فرایند صورت می‌گیرد (رامشت، ۱۳۸۲: ۱۸). استفاده از تحلیل سیستمی در پژوهش‌های ژئومورفیک به‌عنوان یک متدولوژی مناسب می‌تواند ما را در رسیدن به اهداف و نتایج مورد نظر کمک کند، زیرا راهکارهای سیستمی به‌مثابهٔ یک چارچوب روش‌شناختی در مطالعات ژئومورفولوژی مطرح‌اند (عشقی، ۱۳۸۱: ۳۷۱). سیستم ژئومورفولوژیک عبارت از ساختمانی با اثر متقابل فرایندها و فرم‌های زمین است که به‌طور مجزا یا مشترک عمل می‌کند و مجموعه‌ای از واحدهای اشکال زمین را به‌وجود می‌آورد (شایان، ۱۳۸۵: ۱۱۳).

ارزیابی نقش آنالیز سیستمی در مطالعات ژئومورفیک پایه، حاکی از آن است که نگرش سیستماتیک به واحدهای ژئومورفولوژیک و هم‌چنین روابط متقابل بین فرایندها و فرم‌ها از جمله مواردی هستند که در پژوهش‌های ژئومورفولوژی باید مورد توجه قرار گیرند. در این روش و به‌ویژه در سیستم‌های فرایند - واکنش می‌توان یک ارزیابی مناسب از «آستانهٔ عمل» در هر واحد ژئومورفولوژیک به‌عمل آورد که به کمک آن می‌توان حوادث غیرمترقبه را پیش‌بینی کرد (عشقی، ۱۳۸۱: ۳۷۱). آستانه‌های ژئومورفیک از مفاهیم اساسی در تئوری سیستمی است (چارلتون[4]، ۲۰۰۸: ۱۵)، زیرا آستانه‌ها کاربردهای بسیار در شناخت تغییرات سیستم‌های ژئومورفیک دارند. توجه به زمان آستانه‌ها به منظور درک تغییرات زمانی بسیار ارزشمند است، زیرا آن‌ها شرایط مرزی وقوع تغییرات را نشان می‌دهند و عملکرد فرایندها را تعیین می‌کنند. در اثر وقوع این تغییرات، مجدداً در سیستم، تنظیمات مورفولوژیکی اتفاق می‌افتد (بیاتی خطیبی، ۱۳۸۶: ۱۲). در این مقاله تلاش شده است آستانه‌های وقوع ژئومورفیک به عنوان یکی از اساسی‌ترین مفاهیم در تحلیل‌های سیستمی در ژئومورفولوژی و درک سیستم‌های تکاملی مورفولوژیک مورد بررسی قرار گیرند.

روش تحقیق

مقالهٔ حاضر بر مبنای مطالعات کتابخانه‌ای و بهره‌گیری از منابع متعدد داخلی و خارجی و استخراج مفاهیم نظری مرتبط با تحلیل‌های سیستمی در دیدگاه‌های فلسفی ژئومورفولوژی تدوین شده است. از نظر روش‌شناسی، روش مورد مطالعه از نوع بنیادی و شیوهٔ مورد استفادهٔ آن توصیفی - تحلیلی است. هدف از طرح چنین مفاهیمی، شناخت یکی از مفاهیم بنیادی در این شاخهٔ علمی است که می‌تواند در تحلیل‌های مربوط به درک سیستم‌های تکاملی مورفولوژیک و دیدگاه‌های فلسفی آن‌ها نقشی مؤثر بر جای بگذارد.

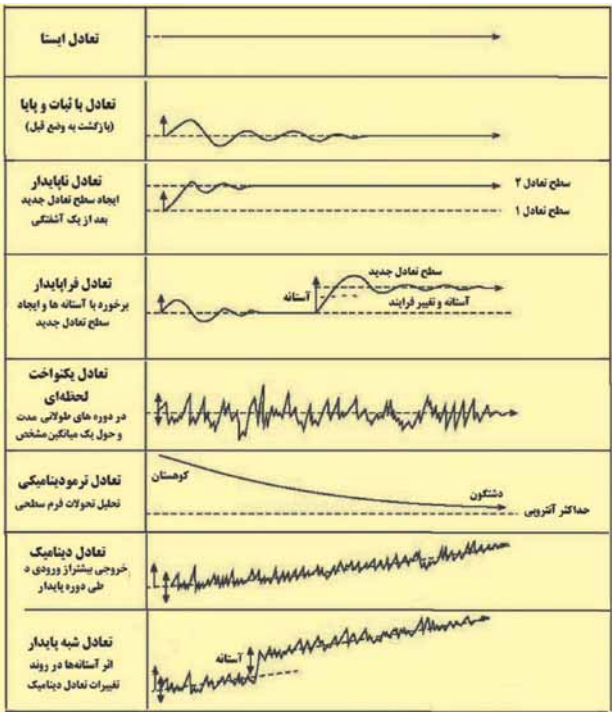
بحث و یافته‌ها

مفهوم و طبقه‌بندی آستانه‌های ژئومورفیک

به دلیل محدودیت چرخهٔ فرسایش و هم‌چنین پیچیدگی بخش‌های مختلف سیستم‌های زه‌کشی (مانند پادگانه‌ها، سیستم‌های آبرفتی و...) باید واکنش‌های محیطی آن‌ها در برابر متغیرهای بیرونی مانند اقلیم، تکتونیک، تغییرات ایزوستاتیک و تغییرات آنتروپوژنتیک کاربری زمین مورد بررسی قرار گیرد. اگرچه مطالعات آزمایشگاهی و میدانی در تعدیل درک بهتر از

این سیستم‌ها نقش مهمی در دست‌یابی به اطلاعات بیشتر در این ارتباط دارد، اما ارزیابی جامع از واکنش‌های سیستم‌های ژئومورفیک در برابر تأثیرات فرایندها نیازمند مطالعهٔ آستانه‌هاست (شیوم[5]، ۱۹۷۳: ۲۹۹).

واژهٔ آستانه که شیوم و فاربریج در سال ۱۹۸۰ آن را به حیطهٔ مطالعات ژئومورفولوژی وارد کردند، در واقع معرف لحظه‌ای است که یک سیستم به عامل بیرونی مانند بروز تغییرات اقلیمی واکنش نشان می‌دهد(بیانی خطیبی، ۱۳۸۶: ۱۲). به‌طور کلی آستانه‌های ژئومورفیک، جداکنندهٔ حالت‌های متفاوت یک سیستم از یکدیگرند. در واقع با وقوع آستانه، فرایندهای سیستم‌های ژئومورفیک تغییر پیدا می‌کنند (هوگت[6]، ۲۰۰۷: ۲۰) (شکل ۱). این موضوع ابتدا برای شرایطی که در آن تغییرات سطح زمین تحت تأثیر عوامل طبیعی قرار دارد، تعریف شد. در این شرایط تغییرات قابل توجهی در سطح زمین بدون تغییر در عوامل کنترل‌کنندهٔ خارجی از قبیل سطح اساس، تغییرات آب و هوایی و فعالیت‌های انسانی و بهره‌برداری از زمین وجود دارد (شیوم، ۱۹۷۹: ۴۸۵).



مفهوم آستانه‌های ژئومورفولوژیک بیان‌کنندهٔ شرایطی است که عملکرد یک فرایند درصدد رساندن سیستم به تعادل جدید است که این شرایط، از ناحیه‌ای به ناحیهٔ دیگر به دلیل ویژگی‌های محلی و نحوهٔ ترکیب عوامل با یکدیگر متفاوت است. ممکن است رفتار منظم سیستم در اثر تغییرات ناگهانی یا تغییراتی با شدت بیشتر از گذشته به‌هم بخورد. زمان انعکاس این تغییرات در رفتار سیستم، معرف زمان آستانه‌هاست (بیاتی خطیبی، ۱۳۸۶: ۱۲). به این ترتیب بحران‌ها در مقیاس مکانیسم تحول ناهمواری‌ها هر چه باشند سرانجام به تغییرات قطعی ساختمان سیستم‌های شکل‌زایی می‌انجامند. این تغییرات به حدی است که شیوم معتقد است به دلیل تسلط آستانه‌ها در سیستم‌های ژئومورفیک، لندفرم‌ها تحت تأثیر شرایط ناپایدار قرار می‌گیرند و واکنش‌های پیچیده‌ای را از خود نشان می‌دهند (فیلیپس، ۲۰۰۶: ۳۷۱). لازمهٔ چنین تغییرات شدید در بعضی از ارزش‌های بحران‌زا، عواملی است که فعالیت فرایندهای حاکم را منظم می‌سازد. در چنین شرایط حساسی از توجیه ژئومورفولوژی، مفهوم حد آستانه یا آستانهٔ تحول دخالت می‌کند (کک، ۱۳۷۸: ۳۵۰).

حد آستانه با علل داخلی و خارجی ارتباط دارد. آستانه ممکن است از عوامل خارجی تأثیر بپذیرد. برای مثال، وقوع تغییرات شدید اقلیمی و در نتیجه تغییرات اساسی در دینامیک بیرونی زمین باعث اضمحلال پوشش گیاهی می‌شود و زمین را در معرض فرسایش قرار می‌دهد و در نتیجه فرم زمین را با گذشته متمایز می‌سازد (چورلی و دیگران، ۱۳۸۰: ۳۱). شیوم (۱۹۷۹) آستانه‌های ژئومورفیک را به دو دستهٔ داخلی (درونی) و خارجی (بیرونی) طبقه‌بندی کرده است (هوگت، ۲۰۰۷: ۲۰). تفاوت اصلی میان انواع آستانه‌های درونی و بیرونی در این است که آستانه‌های درونی باعث تغییر در ساختار سیستم‌ها نمی‌شوند، ولی آستانه‌های بیرونی تحت تأثیر متغیرهای بیرونی، درون یک سیستم ژئومورفیک را دچار تغییر و دگرگونی می‌کنند (الورفلت[7]، ۲۰۱۲: ۴۰). یک سیستم ژئومورفیک تنها با

شیوم (۱۹۷۹) آستانه‌های ژئومورفیک را به دو دستهٔ داخلی (درونی) و خارجی (بیرونی) طبقه‌بندی کرده است (هوگت، ۲۰۰۷: ۲۰). تفاوت اصلی میان انواع آستانه‌های درونی و بیرونی در این است که آستانه‌های درونی باعث تغییر در ساختار سیستم‌ها نمی‌شوند، ولی آستانه‌های بیرونی تحت تأثیر متغیرهای بیرونی، درون یک سیستم ژئومورفیک را دچار تغییر و دگرگونی می‌کنند

تغییر در متغیرهای بیرونی با آستانه‌های خارجی مواجه خواهد شد، مانند واکنش سیستم‌های مخروط افکنه، رودخانه‌ها، یخچال‌ها و... به تغییرات اقلیمی یا تکتونیک که باعث می‌شود تا سیستم ژئومورفیک تغییر و خود را با شرایط جدید سازگار کند (فیلیپس، ۲۰۰۶: ۳۷۱).

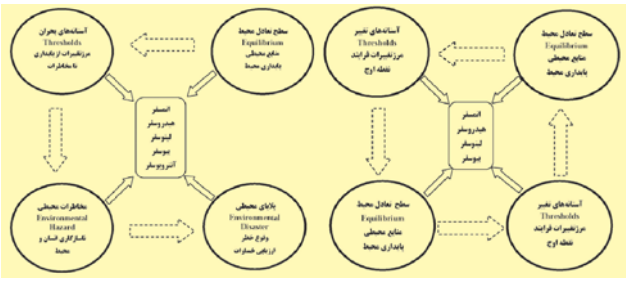
زمانی که حد آستانه در نتیجهٔ عملکرد فرایندهای بیرونی روی می‌دهد آستانهٔ بیرونی یا خارجی نامیده می‌شود (چارلتون، ۲۰۰۸: ۱۵). آستانه‌های بیرونی با تعدادی فیلد شناخته شده‌اند. شاید شناخته‌شده‌ترین سرعت آستانه‌های بیرونی مربوط به الگوی جابه‌جایی و اندازهٔ رسوب‌ها باشد. در این راستا با افزایش پیوسته در سرعت الگوی رسوب‌گذاری، سرعت آستانه به حد کافی به جابه‌جایی رسوب می‌رسد و با کاهش تدریجی سرعت، سرعت آستانه متوقف خواهد شد (گودی، ۲۰۰۴: ۱۰۵۲-۱۰۵۱). آستانه‌های داخلی مربوط به خود سیستم ژئومورفیک هستند، یعنی تغییر در متغیرهای داخل سیستم باعث رویارویی سیستم با شرایط آستانه خواهد شد. برای مثال چرای بی‌رویه در حوضهٔ آبریز، وضعیت فرسایش و رسوب را برهم خواهد زد (هوگت، ۲۰۰۷: ۲۰). یا اینکه رسوب‌های متراکم سیستم‌های رودخانه‌ای در اثر شیب‌های تند آستانه‌ای به حالت عدم تعادل درمی‌آیند و پدیده‌های فرسایشی را افزایش می‌دهند (چورلی و دیگران، ۱۳۸۰: ۳۱).

لندفرم‌های محیط‌های مختلف و سیستم‌های ژئومورفیک مانند سیستم‌های رودخانه‌ای، دامنه‌ای، ساحلی، فرایندهای مسلط در مناطق خشک و... از حساسیت بالایی نسبت به فرایندها و سیستم‌های شکل‌زایی برخوردارند و الگوی شکل‌گیری و تکامل آن‌ها به دقت با حد آستانه‌های ژئومورفیک از قبیل اقلیم و هوازدگی، بالاآمدن سطح آب دریاها و تغییرات انسانی در کاربری اراضی کنترل می‌شود. از این رو شرایط تعادل از حالت یکنواخت به حالت‌های دیگر تغییر پیدا می‌کند (اسلیمارکر[۸]، ۲۰۰۸: ۷). به‌طور کلی حد آستانه برای دست‌یابی به ایجاد تعادل در پدیده‌های ژئومورفیک جدید تلاش می‌کند (چورلی و دیگران، ۱۳۸۰: ۳۱). با توجه به موارد مذکور می‌توان گفت که رمز درک میزان تحول چشم‌اندازهای ژئومورفولوژی با تعیین آستانه‌ها و بروز تغییرات عمده در ارتباط است. در این مورد می‌توان به بروز آشفتگی در سطوح دامنه‌ها، فرایندهای فرسایشی در لبهٔ سیرک‌ها و تشکیل آبشارها در مسیر رودخانه‌ها اشاره کرد (بیاتی خطیبی، ۱۳۸۶: ۱۲). در ادامه، موضوعاتی از عملکرد آستانه‌های ژئومورفیک در زمینهٔ فرسایش خندقی، سیستم‌های مخروط‌افکنه و رودخانه‌ای مورد مطالعهٔ اجمالی قرار گرفته است.

در ارتباط با شرایط آستانهٔ ژئومورفیک در وقوع فرسایش خندقی می‌توان گفت مفهوم فرسایش ناشی از اثر آستانه‌های درونی مانند شیب و آستانه‌های بیرونی مانند عامل اقلیمی است. در این میان، فرسایش‌های آبی به ترتیب اهمیت و شکل‌گیری در چهار دسته شامل فرسایش پاشمانی[۹]، فرسایش جویباری یا آبراهه‌ای[۱۰]، خندق‌های زودگذر (یا شیاری)[۱۱] و فرسایش خندقی[۱۲] طبقه‌بندی می‌شوند (گُنگ[۱۳] و همکاران، ۲۰۱۱: ۲۰۳). به‌عبارت دیگر، وقوع فرسایش خندقی دارای سیر تکوینی است که هر یک دارای شرایط و حد آستانهٔ مخصوص به خود است. به‌عبارت دیگر، تشدید عملکرد فرسایش‌های آبی تا رسیدن به شرایط بحرانی فرسایش خندقی نیازمند گذر از حد آستانه‌هاست. بدین ترتیب ارزیابی آستانهٔ ژئومورفیک فرسایش خندقی و شکل‌گیری آن یکی از مهم‌ترین راهکارها در ارتباط با مدیریت محیط در مکان‌هایی است که دارای استعداد فرسایش خندقی هستند، زیرا با شناخت حد آستانهٔ وقوع شکل‌گیری انواع فرسایش آبی به کمک متغیرهای اقلیمی، لیتولوژیک و... می‌توان از پیشرفت هر نوع فرسایش خندقی جلوگیری کرد. برای نمونه، نظری سامانی و همکاران در مقاله‌ای به مطالعهٔ شرایط آستانهٔ ژئومورفیک در روند فرسایش خندقی در جنوب شرق ایران پرداختند (نظری سامانی و همکاران، ۲۰۰۹: ۱۰۸).

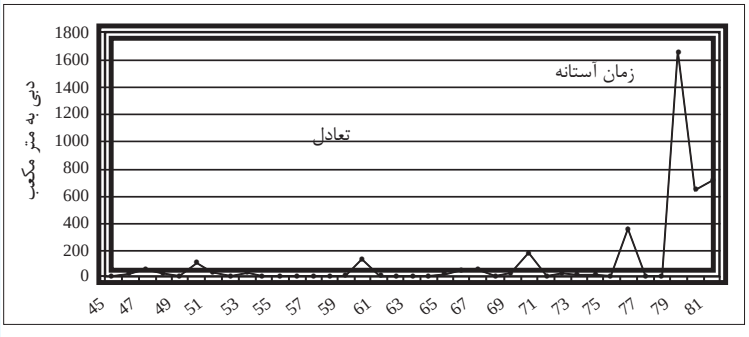
در سیستم‌های مخروط‌افکنه‌ای، وقوع تغییرات اقلیمی و حرکات زمین‌ساختی یا شرایط ژئومورفیکی درونی به‌عنوان آستانهٔ ژئومورفیک عمل می‌کنند (مختاری، ۱۳۸۷: ۱۵۵) و ویژگی‌های مخروط‌افکنه از قبیل مکان رسوب‌گذاری، شیب، مجراهای سطحی، اندازهٔ رسوب‌ها و سایر اجزای سیستم را دچار دگرگونی می‌کند (محمدنژاد آروق، ۱۳۹۰: ۴۸). به این ترتیب، مخروط‌افکنه‌ها پس از تشکیل در مسیر رسیدن به حد آستانه و تعادل، تحت تأثیر عوامل گوناگون قرار می‌گیرند. برخی از این متغیرها درونی هستند و ممکن است ناشی از حوضهٔ آبریزی باشد که مخروط‌افکنه در خروجی آن تشکیل شده است، مانند مقدار، جنس و نوع رسوب و نحوهٔ جریان رودخانه؛ یا ممکن است این متغیرها عملکردی گسترده و بیرونی داشته باشند و از این طریق مخروط‌افکنه‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهند. از این عامل می‌توان به تغییرات سطح پایه در نتیجهٔ تغییرات اقلیمی یا تکتونیکی اشاره کرد (مقصودی و محمدنژاد آروق، ۱۳۹۰: ۳۱ و مقصودی، ۱۳۸۷). درک عوامل مؤثر در تحول مخروط‌افکنه‌ها از قبیل عوامل انسانی، تغییرات اقلیمی و فعالیت‌های تکتونیکی، نقش مهمی در شناخت حد آستانه‌ها در برابر مخاطرات محیطی و ژئومورفولوژیک ناشی از سیستم‌های مخروط‌افکنه‌ای دارد.

حد آستانه و شرایط بحرانی در فرایندهای سیلابی و رودخانه‌ای نیز می‌تواند مورد مطالعه قرار گیرد. با توجه به این نکته که آستانه‌های ژئومورفیک در مفهوم اصلی آن با پایداری



پدیده‌های ژئومورفولوژی در ارتباط است، آستانه‌ها با شرایط حاکم بر سیستم‌های رودخانه‌ای شامل رژیم جریان رودخانه، مقدار و کیفیت رسوبات و خصوصیات توپوگرافی ارتباط مستقیم دارند. این شرایط کاربردهای گسترده‌ای در شناخت واکنش سیستم‌های رودخانه‌ای در برابر حد آستانه‌های ژئومورفیک دارد (چرچ[14]، ۲۰۰۲: ۵۴۱).

با استفاده از این موضوع می‌توان شرایط ارزیابی مخاطرات ناشی از فرایندهای سیلابی و رودخانه‌ای و درک ارتباط آن با پایداری دشت‌های سیلابی را مورد بررسی قرار داد (داست[15] و وول[16]، ۲۰۱۰: ۱۴۶)، به این معنا که وقوع مخاطرات سیلابی و رودخانه‌ای در راستای مطالعهٔ شرایط تعادل و آستانهٔ ژئومورفیک قابل بررسی است. برای مثال در مردادماه سال ۱۳۸۰ به دنبال وقوع بارشی شدید و ناگهانی، سیلابی ویرانگر و عظیم در شرق استان گلستان در بخشی از حوضهٔ آبریز رودخانهٔ گرگان‌رود (حوضهٔ رودخانهٔ مادرسو) رخ داد که از نظر زمان وقوع، میزان دبی و شدت عملکرد، حداقل در یک‌صدسال اخیر بی‌سابقه بوده است. مقادیر دبی و شدت این سیلاب در مقایسه با میانگین سیلاب‌های سالانه و همین‌طور مقادیر حداکثر دبی‌های لحظه‌ای ثبت‌شدهٔ ۵ دههٔ اخیر حوضه، بی سابقه بوده است (یمانی و دیگران، ۱۳۸۹: ۱) (شکل ۲). همان‌طور که در شکل زیر مشاهده می‌شود وقوع سیلاب‌های مردادماه سال ۱۳۸۰ و



۱۳۸۱ که از نوع سیلاب‌های استثنایی یا کاتاستروفیک هستند، باعث شد تا در میزان پایداری و تعادل دبی لحظه‌ای در این حوضه تغییرات اساسی به وجود آید که می‌توان آن را در ارتباط با شرایط بحرانی و زمان آستانه‌های تحول ارزیابی کرد.

نتیجه‌گیری

یکی از مفاهیم اساسی و محوری در تحلیل‌های سیستمی، ژئومورفولوژی مربوط به تعادل و آستانهٔ عمل آن است. به‌طور کلی فرایندهای طبیعی از قبیل تکتونیک، تغییرات اقلیمی و بالا آمدن سطح آب دریاها و تغییرات محیطی ناشی از مداخلات ناآگاهانهٔ انسان در واحدهای بزرگ مورفولوژیکی به گذر از حد تعادل در سیستم‌های آن واحد می‌انجامد و بحران‌های زیست‌محیطی یا حوادث ناگوار غیرمترقبه‌ای را به‌وجود می‌آورد. بررسی و تحلیل آستانه‌های ژئومورفیک در درک بیشتر ژئومورفولوژیست‌ها به منظور شناخت شرایط بحرانی و تغییرات محیطی در سیستم‌های ژئومورفیک، مانند سیلاب‌های استثنایی کمک فراوان می‌کند، زیرا زمان آستانه‌ها به دلیل اینکه در آن تعادل ژئومورفیک با تحول و دگرگونی روبه‌رو می‌شود مسائل محیطی مهمی را در ارتباط با تحولات چهرهٔ زمین در یک محیط به وجود می‌آورد و بیان‌کنندهٔ شرایطی است که عملکرد یک فرایند در صدد رساندن یک سیستم به تعادل جدید است.

به‌طور کلی می‌توان گفت فرایندهای ژئومورفولوژیک با مفهوم آستانه‌ها در ارتباط مستقیم قرار دارد. شناسایی این فرایند و درک ارتباط آن با زمان آستانه از مهم‌ترین وظایف ژئومورفولوژیست‌ها به‌حساب می‌آید، زیرا درک چگونگی تحول چشم‌اندازهای ژئومورفولوژیک با تعیین آستانه‌ها و بروز تغییرات عمدهٔ آن در ارتباط است. آستانه‌ها مطابق مباحث مطرح شده در دو بخش درونی و بیرونی طبقه‌بندی می‌شوند که واکنش‌های سیستم‌های ژئومورفیک مانند سیستم‌های مخروط‌افکنه‌ای، رودخانه‌ای و... در چارچوب آن مورد مطالعه قرار می‌گیرند. در این مقاله با بررسی اجمالی چند نمونه از آستانه‌ها در پدیده‌های ژئومورفولوژیک، یعنی فرسایش خندقی، سیستم‌های مخروط‌افکنه و رودخانه‌ای تلاش شد به ادراک بیشتری از اهمیت مطالعهٔ آستانه‌ها در ژئومورفولوژی دست پیدا کنیم، اگر چه درک مفهومی و کاربردی حد آستانه‌های ژئومورفیک نیازمند مطالعات گسترده‌ای در هر یک از سیستم‌های ژئومورفیک، یعنی شناخت واکنش‌های این سیستم‌ها در برابر حد آستانه‌هاست.

پی‌نوشت‌ها

1. Gutierrez
2. Phillips
3. Goudie
4. Charlton
5. Schumm

6. Hugget
7.Elverfeldt
8. Slymarker
9.splash Erosion
10. rill
11. ephemeral gully
12. gully erosion
13. Gong
14. Church
15. Dust
16. Wohl

منابع

۱. بیاتی خطیبی، مریم (۱۳۸٦)، «مفهوم زمان، طیف‌ها و مقیاس‌های آن در پژوهش‌های ژئومورفولوژی (با نگاهی تحلیلی بر مفهوم زمان در سیستم‌های طبیعی)»، رشد آموزش جغرافیا، دورهٔ بیست و دوم، شمارهٔ ۲، زمستان ۱۳۸٦، صص ۱٦-۳.

۲.چورلی، ریچارد جی، شوم، استانلی و سودن، دیویدای (۱۳۸۰)، *ژئومورفولوژی، جلد اول(دیدگاه‌ها)*، ترجمهٔ احمد معتمد و ابراهیم مقیمی، تهران: سمت، چاپ دوم.

۳. رامشت، محمد حسین(۱۳۸۲)، «نظریهٔ کیاس در ژئومورفولوژی»، فصلنامهٔ جغرافیا و توسعه، بهار و تابستان ۱۳۸۲، صص ۳٦-۱۳.

٤.رجایی، عبدالحمید(۱۳۷۳)، **ژئومورفولوژی کاربردی در برنامه‌ریزی و عمران ناحیه‌ای**، تهران: انتشارات قومس.

۵. شایان، سیاوش (۱۳۸۵)، «مدل به عنوان تکنیکی در ژئومورفولوژی»، فصلنامهٔ تحقیقات جغرافیایی، مشهد، شمارهٔ ۸۰، صص ۱۲۰-۱۰۲.

٦. عشقی، ابوالفضل(۱۳۸۳)، «تحلیل سیستمی به عنوان یک الگوی پایه در روش تحقیق ژئومورفولوژی»، رشد آموزش جغرافیا، سال نوزدهم، صص ۲۹-۲۲.

۷. کک، رژه (۱۳۷۸)، *ژئومورفولوژی (جلد دوم ژئومورفولوژی اقلیمی)*، ترجمهٔ فرج الله محمودی، تهران: انتشارات دانشگاه تهران، چاپ سوم.

۸. محمدنژاد آروق، وحید(۱۳۹۰)، «تحلیل مقایسه‌ای تحول مخروط‌افکنه‌های دامنهٔ جنوبی البرز شرقی (دامغان تا گرمسار)» رسالهٔ دکتری در رشتهٔ جغرافیای طبیعی گرایش ژئومورفولوژی، دانشگاه تهران، دانشکدهٔ جغرافیا، به راهنمایی مجتبی یمانی.

۹. مختاری، داود (۱۳۸۸)، «واکنش سیستم‌های مخروط‌افکنه‌ای به تغییرات اقلیمی کواترنری، مطالعهٔ موردی: سیستم مخروط‌افکنه‌ای پرسیان در شمال کوه کیامکی(شمال غرب ایران)»، فصلنامهٔ تحقیقات جغرافیایی، شمارهٔ ۹۵، زمستان ۱۳۸۸، صص ۱۷٦-۹٤.

۱۰. مقصودی، مهران (۱۳۸۷)، «بررسی عوامل مؤثر در تحول ژئومورفولوژی مخروط‌افکنه‌ها، مطالعهٔ موردی: مخروط‌افکنهٔ جاجرود»، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شمارهٔ ٦۵، پاییز ۱۳۸۷، صص۹۲-۷۳ .

۱۱. مقصودی، مهران و محمدنژاد آروق، وحید (۱۳۹۰)، *ژئومورفولوژی مخروط‌افکنه‌ها*، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

۱۲. موسوی، حجت و تقی زاده، عبدالحکیم (۱۳۸۹)، «فرم و فرایندهای رودخانه‌ای دشت خوزستان در کواترنر»، رشد آموزش جغرافیا، دورهٔ بیست و چهارم، شمارهٔ تابستان ۱۳۸۹، صص ۳۵-۳۰.

۱۳. یمانی، مجتبی، جداری عیوضی، جمشید و جداری طرقی، مهناز (۱۳۸۹)، «انواع جریان سیلابی رخداده در رودخانهٔ مادرسو (در اثنای سیلاب‌های کاتاستروفیک مردادماه سال‌های ۱۳۸۱ و ۱۳۸۲)»، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شمارهٔ ۷۲، تابستان ۱۳۸۹، صص ۲۰-۱.

14. Charlton, R (2008), *fundamentals of Fluvial Geo morphology*, Routledge Pub.

15. Church, M. (2002), "Geomorphic thresholds in riverine landscapes", Freshwater Biology No. 47, pp, 541-557 .

16. Dust D, W. Wohl, E, E. (2010), "Quantitative Technique for Assessing the Geomorphic Thresholds for Floodplain Instability and Braiding in the Semi - Arid Environment", Nat Hazards, No. 55:pp, 145 - 160.

17. Elverfeldt K, V. (2012), *System Theory in Geomorphology*, Challenges, Epistemological Consequences and Practical Implications,

18. Gong, J.G. Jia, Y. W. Zhou, Z.H. Wang Y. Wang W. L., Peng, H (2011), "An experimental study on dynamic processes of ephemeral gully erosion in loess landscapes", Geomorphology No. 125.pp. 203-213.

19. Goudie, A. S. (2004), "Encyclopedia of Geomorphology (Volume 1, A- I)", Routledge Pub, Second Edition.

20. Gutierrez, M., Sese, M. V. H., (2001), "Multiple talus flatirons, variations of scarp retreat rates and the evolution of slopes in Almazan Basin (semi - arid central spain)". Geomorphology, No. 38, pp. 19-29.

21. Huggett, R, J, (2007), *Fundamentals of Geomorphology*, Routledge Pub, Second Edition.

22. Nazari Samani, A. Ahmadi, H. Jafari, M. Boggs, G. Ghoddousi, J. Malekian, A. (2009), "Geomorphic threshold conditions for gully erosion in Southwestern Iran (Boushehr-Samal water shed" Journal of Asian Earth Sciences, No. 35, pp, 180-189

23. Phillips, J. D. (2006), "Evolutionary geomorphology: thresholds and nonlinearity in Landform response to environmental change", Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss. No. 3, pp, 365-394.

24.Phillips, J. D. (2006), "Evolutionary Geomorphology: Thresholds and Nonlinearity in Landform Response to Environmental Change, Hydrology and Earth System Sciences Discussions", No. 3, pp, 365 -394.

25. Schumm, S. A. (1979), "Geomorphic Thresholds. The Concept and Its Applications", Trans Inst Br Geographer 4 (4): pp, 85 -515.

26. Schumm, S. A. (1973), "Geomorphic Thresholds and Complex Response of Drainage Systems", In M. Morisawa, ed., Fluvial Geomorphology. New York: Binghamton, pp. 299 -310.

27. Slaymaker, O. Spencer, T. Embleton - Hamann, C. (2009) *Geomorphology and Global Environmental Change*, Cambridge University Press.