



## نقد نظریه کینگ و چالش‌های تجربی آن (نقدی در حوزه دانش ژئومورفولوژی)

سمیه سادات شاه زیدی: استادیار ژئومورفولوژی، پژوهشگاه شاخص پژوه، اصفهان، ایران\*

وصول: ۱۳۹۱/۱۲/۱۲ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۲/۲۰، صص ۶۵-۷۸

### چکیده

سطح زمین مجموعه ای است که عوامل درونی و بیرونی بر آن تأثیرگذار بوده و موجب پیکر تراشی سطح زمین و در نتیجه فرم سازی آن می‌شود. نواحی خشک و نیمه خشک یکی از صحنه‌هایی است که علی‌رغم بی‌عارضه بودن آن، فرایندهای متعدد و پیچیده‌ای در چهره پردازی آن نقش داشته است به گونه ای که محققان همواره در توجیه چگونه به وجود آمدن آن‌ها با نظریات متعدد و گاه پیچیده رو به رو بوده‌اند. از جمله پدیده‌های عام در مناطق خشک و نیمه خشک دشت سرها هستند که بیکرانگی، هموار بودن و وسعت، آن‌ها تعجب بینندگان را به خود جلب نموده و محققان ژئومورفولوژیست برای توجیه نحوه به وجود آمدن آن نظریات و مکانیسم‌های متعددی را ابراز داشته‌اند. یکی از محققان ژئومورفولوژیست که در مورد به وجود آمدن دشت سرها نظریه جامعی تحت عنوان "تسطیح ورقه ای حرکت غیر متمرکز آب" ارائه نمود ال. سی. کینگ (King, C.) است. وی در نظریه خود نحوه به وجود آمدن این دشت‌های کم شیب و کم عارضه را به حرکات سفره ای نسبت داده و البته به وجود آمدن آن را مشروط به حاکمیت یک دوره طولانی فرسایش آبی می‌داند. کارهای دو محقق لاگو (Lago) و المدرسی که بیشتر متکی به تکوین ناهمواری‌ها است سبب شد که نسبت به نظریه کینگ شک و تردیدی به وجود آید. لذا در تحقیقی که در دانشگاه اصفهان به اجرا گذارده شد با باز سازی یک مدل مینیاتوری به تجربه عملی نظریه کینگ مبادرت گردید. در این مدل مینیاتوری که سعی شد با حذف مقیاس زمانی تحولات یک عارضه بازسازی شود نتایج متفاوت و متباینی با آن چه کینگ در نظریه خود به آن اشاره دارد به دست آمد. حاصل تجربی بازسازی دشت سرها در مدل مینیاتوری را می‌توان در موارد زیر خلاصه نمود: - استدراج در منحنی مقعر سطوح ارضی گلاسی‌ها برخلاف نظر کینگ زائیده تکتونیک جنبا است - تراس بندی پلکانی در سطوح ارضی، نماد عدم تحرک پوسته ارضی در یک دوره آرام فرسایشی است. **واژه‌های کلیدی:** گلاسی، تکتونیک جنبا، دور فرسایشی، حرکات سفره ای آب

### - فرایند تکوین و تطور نقد بر نظریه کینگ

نقد در اصطلاح تشخیص محاسن و معایب مطالبی است که برای بهینه‌کردن نظریه ای ارائه می‌شود. در نتیجه نقد را نمی‌توان ایراد یک مسئله تلقی نمود و آن را می‌توان نوعی قضاوت هوشمندانه دانست که می‌تواند موجب پویایی و موتور حرکت جوامع علمی شود.

در سال ۱۳۸۷ المدرسی برای انجام یک طرح آزمایشگاهی صحرایی از چند تن از دانشجویان دوره دکتری دعوت نمود تا در دشت اشکذر یزد به آزمونی در مورد تحول یک حوضه مینیاتوری طبیعی و تعیین ارگودیسیته آن دست بزنند. در این آزمون صحرایی که سه روز به طول انجامید با ایجاد باران مصنوعی تحولات یک حوضه مینیاتوری با روش کریجینگ بررسی و رصد گردید. نتایج حاصل از این آزمون نشان می‌داد که در نهایت سطح فرسوده شده به صورت سطوحی پلکانی تکوین می‌یابد. با جستجوی بسیار پس از چند ماه مقاله‌ای از لاگو (۲۰۰۳) مطالعه و بررسی شد. این محقق آزمون جالبی را به صورت مینیاتوری در آزمایشگاه در دو حالت انجام و سپس با دوربین لیدار نسبت به ثبت تغییرات اقدام نمود. اگرچه قصد وی از این آزمون هدف دیگری بود ولی پروفیلی که از این دو آزمون به دست آمد نشان می‌داد که آزمون المدرسی در حالت ثبوت ارضی و بدون تحرک، سطوح تراسی را به وجود آورده و تاییدی بر آن است ولی آزمونی که با تحرک پوسته‌ای (uplift) انجام شده بود، شکل نیمرخ‌ها نشان دهنده یک نیمرخ

هموار با شکل مقعر به همان صورتی که در نظریه کینگ بیان شده بود را آشکار می‌کرد. این موضوع تردیدی در مورد نظریه کینگ به وجود آورد لذا در دانشگاه اصفهان آزمایشی تدارک و شرایط لازم فراهم آمد که بتوان با ساخت مدل در دو حالت ثابت و متحرک آزمونی در این زمینه انجام گیرد و صحت و سقم نظرات کینگ ارزیابی گردد.

### - طرح این ایده در محافل علمی داخلی و خارجی

نتایج حاصل از این طرح در چندین محفل علمی ارائه شده که از آن جمله طرح آن در نشست سال ۱۳۹۱ در مشهد مقدس در دانشگاه رضوی و چاپ آن در مجله American Journal of Scientific Research سال ۲۰۱۲ تحت عنوان "The Effect of Active Tectonic on Creation of Glacises in Micro-Scale" را باید ذکر نمود.

### - بحث و شرح نظریه کینگ

فهم و بررسی مفاهیم و نظریات بنیادی در هر علمی ضروری به نظر می‌رسد. یکی از مباحث مهم در بسیاری علوم ارائه الگوهای تغییر در بستر زمان است. در ژئومرفولوژی رصد تغییرات چشم اندازه‌های ژئومرفیک یکی از دغدغه‌های اصلی ژئومرفولوژیست‌ها بوده و برای تعیین آن مدل‌های متعددی طراحی شده است.

مسئله مهم ژئومرفولوژیست‌ها در امر رصد تغییرات در یک چشم انداز ژئومرفیک، عامل زمان است زیرا معمولاً برای مشاهده چگونگی پیدایش چشم اندازه‌ها

پدیمان‌ها گردید. در این راستا با توجه به بحث و جدلهای بسیار، دو نظریه جریان‌های سفره‌ای و تسطیح جانبی از اهمیت خاصی برخوردار شدند (صدیقی و پورکرمانی، ۱۳۶۹). به تعبیری بر اساس نظریه کینگ نحوه تشکیل گلاسی یا دشت سرها با آخرین مرحله دورجغرافیایی دیویس معادل بوده و در ایجاد چنین چشم اندازهایی حرکات سفره‌ای موتور چنین مکانیسمی تلقی می‌شوند. وی بر این نکته نیز تأکید دارد که دشتهای مقعر (گلاسی) یک مجموعه ژئومورفولوژی است (اینسبرگ، کنیک، دشت سر، پلایا) که در یک اقلیم دو فصلی به وجود می‌آید و نه تنها هیچ اشاره‌ای به حرکات زمین‌زا نموده، بلکه معتقد به این مسئله است که چنین پدیده‌ها بی‌الزاماً در دوره آرامش به وجود می‌آیند یعنی دوره‌ای که پوسته زمین هیچ حرکت تکنیکی را تجربه نکرده است.

برای صحت و سقم نظریه کینگ و بر اساس داده‌های یک کار آزمایشگاهی در مقیاس میکرو تدارک لازم انجام گرفت و با ساخت یک مدل تجربی سعی شده است تحولات ارضی در طول یک دوره فرسایشی باز سازی و در دو حالت ثابت نگه داشتن تحولات تکنیکی و دخالت نیروهای تکنیکی ارزیابی‌ها با مدل کینگ مقایسه گردد. لذا فرآیندی به شرح ذیل برای تحقق اهداف طرح پیش بینی شد (شکل ۱).

و تغییرات آن زمان کافی در اختیار ندارند. این بدین معنی است که محقق برای رصد تغییرات یک پدیده ژئومورفولوژیک ده‌ها هزار سال وقت لازم دارد تا بتواند تغییرات آن را رصد و تعقیب نماید. برای رفع این مشکل می‌توان از مدل‌سازی و شبیه‌سازی برگرفته از طبیعت در مقیاس کوچک استفاده کرد. به عبارت دیگر تغییر مقیاس و کوتاه کردن زمان رکن و اساس پرداختن به تحولات چشم اندازه‌ها به شمار می‌آید.

جستجو در منابع قابل دسترس نشان می‌دهد که محققان ژئومورفولوژیست در محدوده زمانی دهه‌های ۸۰ تا ۹۰ بیشتر برای تحلیل رخدادهای ژئومورفولوژی متکی به نظریه‌پردازی درچارچوبه‌های مفاهیم ذهنی بوده‌اند. که از آن جمله می‌توان به نظریه‌های معطوف به نحوه تشکیل بسیاری از پدیده‌های ژئومرفیک مانند دشت سرها و .. اشاره کرد. در اواخر قرن نوزده محققینی مثل چورلی<sup>۱</sup>، درش<sup>۲</sup>، بیروت<sup>۳</sup>، کالیکس<sup>۴</sup>، منشیینگ<sup>۵</sup> و تریکار<sup>۶</sup> به تشریح و تعریف پدیده دشت سرها پرداختند (هارت، ۱۹۸۶: ۴۸) و سپس ویژگی‌های الگوی گلاسی‌ها مورد توجه محققان آمریکایی و برخی از متخصصان آلمانی قرارگرفت. بیشتر تلاش این محققین معطوف به ارائه یک فرضیه عمومی در مورد تشکیل گلاسی‌ها، پدیلین‌ها،

- 1 -Chorly
- 2-Dresch
- 3- Birot
- 4-Cailleux
- 5-Mensheng
- 6-Tricart



شکل (۱) فرآیند عملیات آزمون

تغییرات و تحلیل شکل شناسانه و تغییرات نهایی شکل در دو حالت در مدل طراحی شده میسر گردد.

#### – نقد نظریه کینگ

نقد نظریه کینگ برگرفته از نتایج مدل‌سازی مینیاتوری در یک آزمایشگاه باز<sup>۳</sup> در دانشگاه اصفهان و تحلیل گزارشات دو نفر از محققان دیگر به نام‌های لاگو (۲۰۰۳) و المدرسی (۱۳۸۷) است. نامبردگان نیز دو آزمایش مینیاتوری در مورد تحول ناهم‌واری‌ها تدارک نموده‌اند که اگرچه موضوع بر روی آن‌ها معطوف به مسائل دیگر بوده است ولی نتایج حاصل از کار آن‌ها در تحلیل و ارزیابی نظریه کینگ بسیار مثمر ثمر بود. المدرسی (۱۳۸۷) در منطقه اشکذر یزد برای تبیین فرآیند ارگودیسه و تحولات یک حوضه آبی، نسبت به ایجاد یک مدل مینیاتوری از نحوه تحولات فرسایشی

با توجه به این که سطوح گلاسی (سطوح مقعر) در ایران دارای گستردگی بسیار است، با ارزیابی دشت سرها در سه نقطه از ایران، نسبت گذاری صورت پذیرفت و مدل تجربی ساخته شد. این مدل در دو حالت تحت تاثیر هفت ماه فرسایش بارانی قرار گرفت و داده‌های مورد لزوم در طی آن به صورت مستمر اندازه‌گیری و تغییرات کلی عکس برداری و تحلیل گردید. عکس برداری‌ها در نرم افزار مش‌لب و ویژوال اف ام<sup>۱</sup> به داده‌های رقومی تبدیل و برای ورود به نرم افزار سورفر<sup>۲</sup> آماده گردید و در نهایت بازسازی سه بعدی از ارقام توسط نرم افزار فوق شبیه سازی و ترسیم شدند. این فرآیند ما را قادر ساخت که با بهره‌گیری از روش‌های ترسیمی امکان مقایسه

1-VisualS FM

2 -Surfer

3 - Open lab

شده بود، نحوه تغییرات خصوصیات ویژه‌ای را از خود بروز داد به طوری که برخلاف آزمون المدرسی که تحرک پوسته نگاه داشته شده بود به صورتی کاملاً متفاوت نمود پیدا کرد و نیمرخ‌های به دست آمده دارای ویژگی‌های خاصی بود، بدین نحو که از یک طرف افتراق آن با مدل المدرسی کاملاً مشهود بود و از سوی دیگر قرابت و شباهت این مدل با مدل کینگ را به اثبات می‌رساند این ویژگی‌ها عبارت بود از:

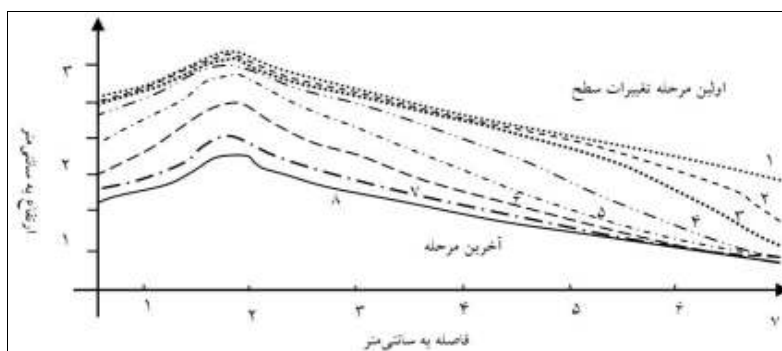
- سیرتحوّل نیمرخ‌های ارضی در این آزمون از محدب به مقعر بوده به طوری که در نیمرخ پنج، دیگر تحدبی در نیمرخ دیده نمی‌شود.
- مفهوم تعادل درتحوّل ارضی بر اساس نظریه دیویس را می‌توان در مراحل تغییر شاهد بود.
- استدارج درتغییر شیب به خوبی قابل ردیابی است.
- در نیمرخ هشت تمامی ویژگی‌های نیمرخ یک گلاسی با تعریفی که کینگ از آن دارد دیده می‌شود و حتی خط کینک کوهستان هم در این مدل وجود دارد. به عبارت دیگر "ست ژئومورفولوژی"<sup>۲</sup> کینگ که عبارتست از اینسلب‌رگ، کینک، دامنه مقعر کم شیب و خط پایانی پلایا به خوبی تحقق یافته است شکل (۲).

مبادرت نمود. در این آزمایش که سیر تحولات یک حوضه مینیاتوری با سکون کامل بستر در عملیات ۴۸ ساعته انجام گرفت نتایج بسیار با اهمیتی به دست آورد و یکی از آن نکات تبدیل سطح حوضه‌آبی به سطوح تراسی و پلکانی بود. اگرچه موضوع کار نام برده به تبیین نظریه کینگ ارتباطی نداشت ولی این موضوع بسیار جالب می‌نمود، زیرا برخلاف تصور عمومی آن چه در ایجاد چشم انداز ژئومرفیک در این مدل مینیاتوری می‌بایست رخ می‌داد یک سطح فرسایشی با نیمرخ مقعر بود و نه یک سطح پلکانی. این موضوع سبب شد که نسبت به موضوع حساس و به مطالعات گسترده تری مبادرت شود. در این میان مقاله لاگو و همکاران (۲۰۰۳) بر تأکید کار افزود. آن‌ها نیز در یک مدل مینیاتوری آزمایشگاهی دست به آزمون زدند که قصد آن‌ها رصد تغییرات و تکوین سطوح ارضی در یک مقیاس کوچک بوده است. شرایط آزمایشگاهی لاگو برخلاف مدل دیویس، کینگ و المدرسی با پیش فرض تحرک پوسته‌ای تدارک شده بود و عملیات فرسایشی بر روی سطحی انجام می‌گرفت که به صورت مستمر و بسیار آرام با نوعی بالاآمدگی<sup>۱</sup> همراه شده بود. وی با اعمال تحرک پوسته‌ای نسبت به رسم منحنی و تفسیر پروفیل مدل آزمایشگاهی اقدام نمود. نیمرخ‌ها نشان می‌داد که با بالا آمدن سطح زمین نیمرخ کلی حاصل از فرسایش به تقعر میل نموده و در نهایت نیمرخ کینگ در را در ذهن تداعی می‌نمود. با توجه به این که در این آزمون سطح اساس زمین به طورکترول شده‌ای تغییر داده

#### 1 - Uplift

افزایش، هر نوع حرکت رو به بالا و عمود بر سطح زمین را گویند (سلیمانی، ۱۳۸۷: ۱۲۴).

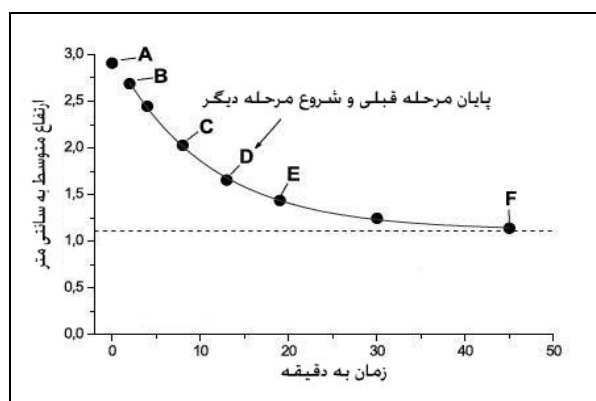
#### 2 - Geomorphology Set



شکل (۲) مراحل هشتگانه تغییرات نیمرخ ارضی در آزمون تجربی لاگو

انجام گرفته تطابق با مدل کینگ وجود دارد. آن چه از آزمایش لاگو به دست آمده شباهت‌های زیادی با مدل کینگ دارد و همان گونه که استدلال گردید وجوه وجوب یک گلاسی که در تفرع دامنه و استدرج تغییرات شیبی خلاصه می شود در این مدل به خوبی رخ داده است شکل (۳).

بروز چنین افتراق‌هایی در مدل‌های اشاره شده یک سوال اساسی را مطرح می‌ساخت و آن این که آیا علت عدم تطابق مدل المدرسی با مدل کینگ معلول تغییر مقیاس در این دو مدل است؟ و اگر چنین است چرا در مدل لاگو که در مقیاس مینیاتوری و تغییر مقیاس زمانی و مکانی هر دو مانند مدل المدرسی



شکل (۳) میزان تغییرات شیب در طول مراحل آزمایش و نمایش استدرج در آن

با توجه به این که مدل کینگ هم از نظر زمانی و هم از نظر وسعت مکانی در مقیاس طبیعی فرض شده بود و درست برعکس آن، در مدل‌های لاگو و المدرسی مقیاس زمانی و مکانی به شدت کاهش داده شده بود، این امکان همواره می‌توانست وجود داشته باشد که

بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که آن چه را کینگ در پی تبیین آن بوده است با فراهم شدن نوعی تحرک پوسته ای تحقق پذیر می‌باشد. به عبارت دیگر به وجود آمدن دشت سرهای بیکران معلول همراهی و هم داستانی عوامل فرسایشی و تحرکات پوسته ایست.

## - مدل تجربی

برای ایجاد مدل تجربی مورد نظر و آزمون صحت و سقم و قطعی نمودن موضوع، بر اساس نسبت‌های خاصی که از دشت سرهای یزد و کرمان و... اقتباس شده بود ناهمواری خاصی مدل سازی و تجهیزات نقشه برداری هوایی و سیستم زمین مرجع و دوربین‌های عکس برداری و جک هیدرولیک در محل حفاری نصب گردید. این مدل ما را قادر می‌ساخت که با ایجاد باران مصنوعی تغییرات رخ داده ارضی را رصد و تغییرات آن را در دو حالت متحرک و ثابت ارزیابی کنیم (شکل ۴).

تفاوت‌ها را به تفسیر مقیاس نسبت داد و عامل اصلی در این افتراق را تغییر مقیاس زمانی و مکانی دانست ولی مغایرت دو مدل لاگو و المدرسی این نظر را با شک و تردید مواجه ساخت. لذا برای آن که بتوان این شبیه را برطرف نمود، اقدام به ایجاد دو مدل کوچک شده با شرایط طبیعی که بتواند تغییر در مقیاس ارضی و زمانی را پوشش دهد و به صورت همزمان تغییر در سطوح فرسایشی را در شرایط متفاوت سکون و تحرک پوسته ای در طول یک دوره زمانی بررسی کند ضروری به نظر آمد. لذا با تدبیر و رعایت نسبی ابعاد یک گلاسی در مقیاس طبیعی نسبت به طراحی چنین مدلی اقدام گردید.



شکل (۴) نمایش دو قسمت بخش متحرک و ثابت

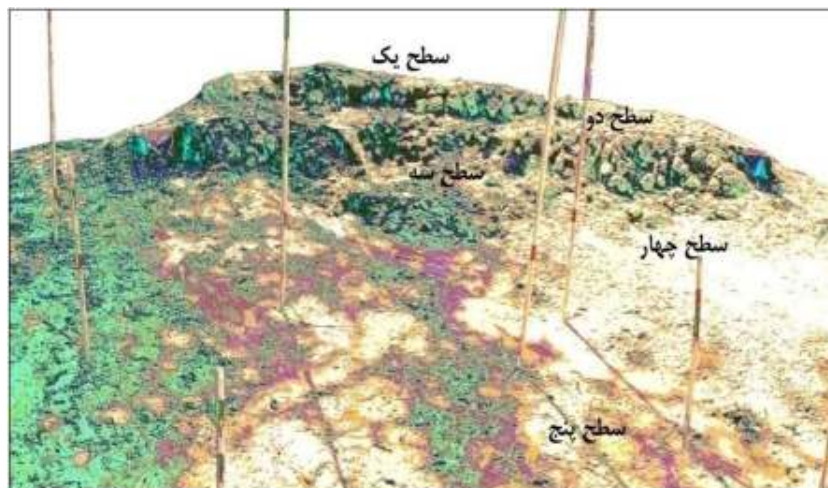
- نتایج مدل در حالت عدم تحرک پوسته ای پس از هفت ماه فرسایش بارانی در مقاطع گوناگون و عکس برداری مستمر که نتیجه آن کاهش ارتفاع

سطوح فرسایش یافته از ۲۱۵ به ۹۴ سانتی متر و گسترش رسوبات آن در پای دامنه بود، آرام آرام تغییرات کوهستان مصنوعی فرم خاصی به خود گرفته

www.SID.ir

رخنمون پلکانی با ویژگی‌های خاص گردید. پلکان‌های شکل گرفته که در بهترین وضعیت خود پنج پلکان را نشان می‌داد (شکل ۵) که توسط نرم افزارهای گرافیکی رقومی سازی و بازسازی دیجیتالی گردید (شکل ۶).

و آثار اولین خط و تراز فرسایشی در منتهی الیه خط رأس کوهستان خود نمایی کرد. این مرحله از فرسایش هنگامی رخ داد که ارتفاع کوهستان به صورت نسبی ۱۲۱ سانتی متر کاهش را نشان می‌داد. ادامه عملیات فرسایشی سبب رخنمون شدن تراس‌های متعدد و تکوین ناهمواری‌ها به صورت یک



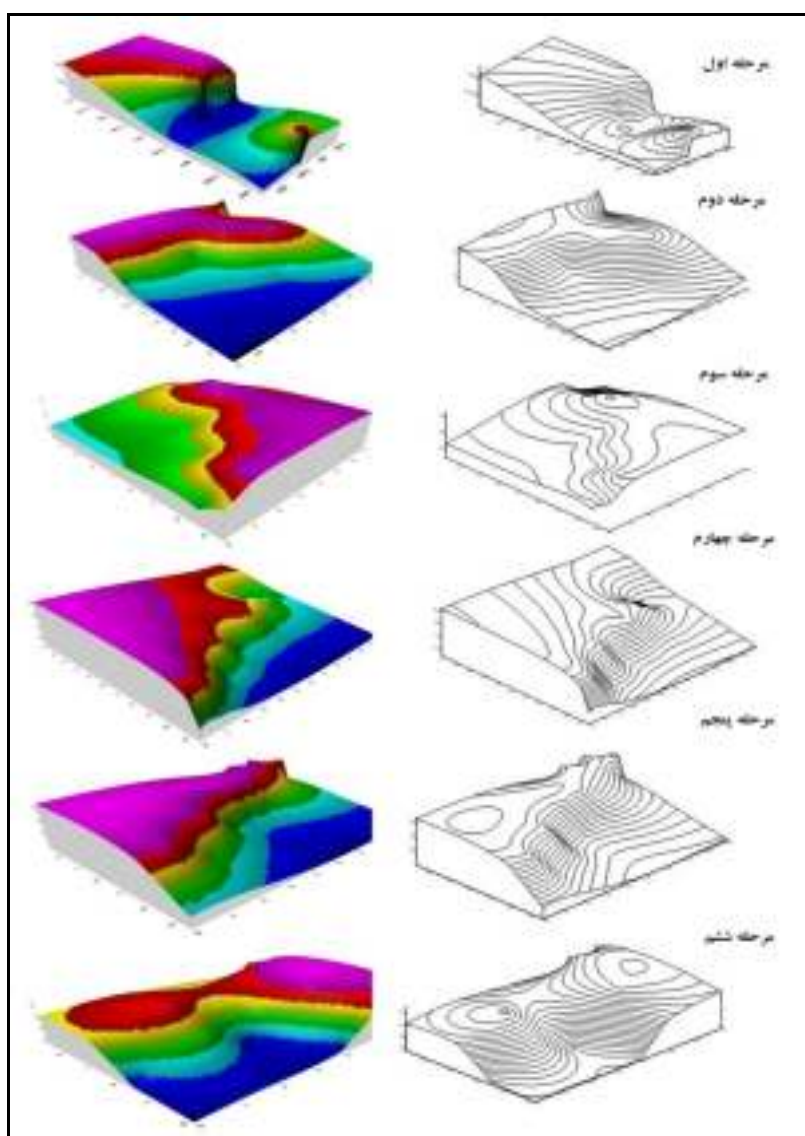
شکل (۵) رخنمون شدن ۵ تراس در مدل تجربی ثابت در فرآیند فرسایش

ادامه با بهره‌گیری از فایل گرید ایجاد شده، خطوط تراز ارتفاعی و نحوه تغییرات برای مشاهده آماده و اشکال سه بعدی رقومی ترسیم گردید. ادامه عملیات فرسایشی سبب رخنمون شدن تراس‌های متعدد گردید و پلکان‌های شکل گرفته که در بهترین وضعیت خود پنج پلکان را نشان می‌داد به خوبی مشهود گردید.

اگرچه تغییرات ارتفاعی بعد از مدتی به صورت عینی قابل مشاهده بود ولی با گرفتن عکس‌های متعدد در طول ماه‌ها عملیات فرسایش، شرایطی فراهم آمد که بتوان به روش تصویری و تبدیل آن به رقومی، تغییرات و تحولات بازسازی شود. عکس‌های گرفته شده به صورت مدل ارتفاعی<sup>۱</sup> و با رعایت مختصات از طریق نرم افزار مش لب و ویژوال اف.ام به داده‌های رقومی تبدیل و برای ورود به نرم افزار سورفر آماده گردید. سپس مراحل مختلف در نرم افزار سورفر شبیه سازی و ترسیم شدند و امکان مقایسه عملکرد تغییرات حوضه کوچک تجربی را به خوبی نشان می‌داد. در

1 -Dem





شکل (۶) نمای سه بعدی از تغییرات ارتفاعی مدل تجربی در فرآیند فرسایش

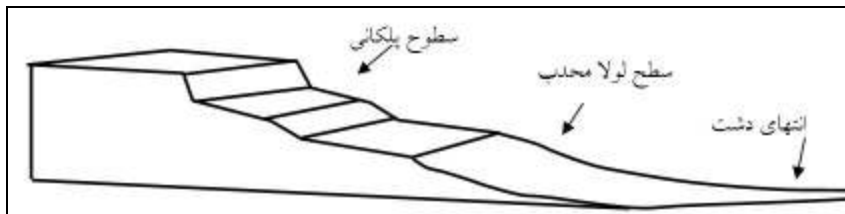
#### - نتایج حاصله در مدل ثابت

نتایج حاصله از مدل را می‌توان به صورت زیر خلاصه نمود:

الف: به طور کلی می‌توان چنین برداشت نمود که در اراضی بدون تحرک تکتونیکی، پس از یک دوره ممتد فرسایشی در مرحله خاصی ناهمواری‌ها به یک سطح تسطیح شده تغییر فرم می‌دهند. همان گونه که در طول

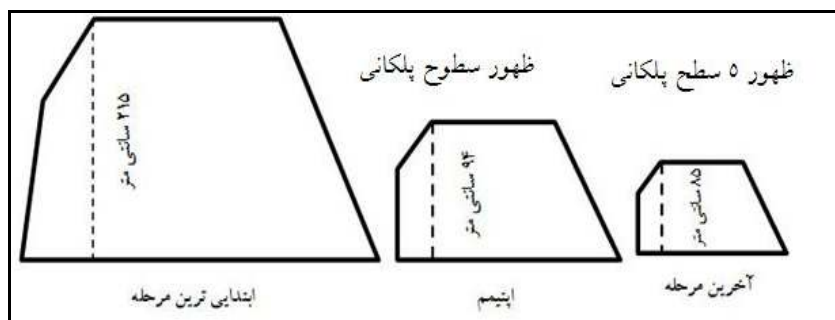
هفت ماه فرسایش هیبت اصلی ناهمواری‌ها تغییر تعریف شده‌ای از خود نشان نداد و بعد از کاهش ۱۲۱ سانتی متری، فرم خاصی را در خود متجلی ساخت و از این مرحله به بعد بود که تختان‌های فرسایشی رخنمون یافت.

ب: پیامد تغییر ناهمواری‌ها در فاز فرسایش در حالت عدم تحرک پوسته‌ای، ایجاد دامنه‌ای با فرم پلکانی است (شکل ۷).



شکل (۷) فرم نهایی حاصل از فرسایش در حالتی که تحرک پوسته‌ای رخ ندهد

ج: با استمرار فرسایش فرم‌های پلکانی تغییرات خاصی را نسبت به حالت اولیه از خود نشان می‌دهد به طوری که بیشترین تغییرات در سطح پلکان‌ها و ارتفاع هر سطح نسبت به سطح پایین‌تر از آن رخ می‌دهد (شکل ۸).



شکل (۸) نمایش تغییرات سطوح پلکانی با استمرار فرسایش در حالت عدم تحرک پوسته‌ای

برای اجرای تحرک پوسته‌ای و ردیابی الگوریتم تغییرات از سطوح ارضی شرایط خاصی اعمال گردید تا ویژگی‌های بهینه فراهم گردد که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.

الف: سرعت بالا آمدگی برابر با میزان فرسایش و کاهش سطح عمومی کوهستان در نظر گرفته شد زیرا اگر میزان فرسایش بسیار کمتر از بالا آمدگی تصور شود در این حالت شکستگی در سینه دشت ایجاد می‌شود و اگر چنانچه میزان فرسایش بسیار بیشتر از میزان بالا آمدگی باشد (به گونه‌ای که میزان بالا آمدگی

د: شبکه آبراهه‌ها که در بخش دشت تشکیل می‌شود همگرا بوده و جریان‌های متمرکز متعددی به سمت پایین دست شکل می‌گیرد.

#### نتایج در مدل متحرک

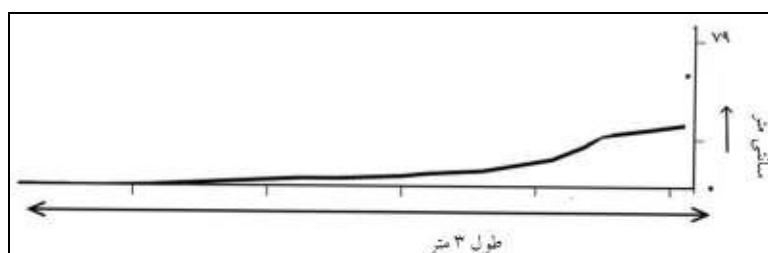
در آزمون مربوط به تحرک پوسته‌ای نسبت به فعال نمودن بخش خاصی از کوهستان که می‌توانست تحت تأثیر فرمان الکتریکی با سرعتی معادل ۱/۶ میلی متر در دقیقه به طرف بالا رانده شود اقدام گردید.

با توجه به شرایط ایجاد شده، آزمون فرسایش همراه با تحرک پوسته ای صورت پذیرفت. همراه با این آزمون تغییرات به وجود آمده در ناهمواری‌ها همانند مرحله اول ثبت و رصد گردید نتیجه رصد نمودن این تغییرات را می‌توان به طور خلاصه به شرح زیر بیان داشت.

۱- در مدل تحرک پوسته ای، پس از یک دوره ممتد و طولانی فرم‌های پلکانی به وجود نیامده و آرام آرام دامنه کوهستان به صورت یک دامنه با نیمرخ مقعر ناهموار خودنمایی نمود شکل (۸).

میل به صفر داشته باشد) در این حالت سطوح کوهستان به صورت پلکانی ظاهر می‌شود. لذا حالت سوم که مطلوب تحقق نظریه کینگ تلقی می‌شود اجرا گردید به عبارت دیگر حالت مطلوب وضعیتی است که میزان فرسایش و میزان بالا آمدگی تقریباً برابر باشد. برای حصول به چنین نتیجه‌ای سطح تراز خاصی برای آن بخش از کوهستان که در معرض بالا آمدگی قرار داشت تعریف و به صورت مستمر میزان فرسایش و میزان بالا آمدگی کنترل و شرایط بهینه فراهم گردید.

ب: مجموعاً در طول آزمون ۲۷ سانتی متر بالا آمدگی اجرا گردید.



شکل (۸) ترسیم نیمرخ از روی مدل رقومی

آرام از همگرا بودن به سمت غیر متمرکز و سفره ای تغییر شکل داده و معابر متمرکز محو می‌گردد.

#### - نتیجه گیری

به طور کلی آن چه در مدل غیر متحرک در ناهمواری‌های کوهستان رخ داد بیانگر آن است که اگر میزان تحرک پوسته ای برابر صفر مفروض شود استمرار یک دوره طولانی فرسایش سبب تغییر فرم دامنه‌ها به صورت سطوح تراسی خواهد شد که با ادامه فرسایش تغییراتی در تعداد سطوح و مساحت آن‌ها رخ می‌دهد. چنین وضعیتی به خوبی نشان

۲- با ادامه فرسایش و بالا آمدگی نیمرخ مقعر آرام آرام هموار تر شده و با یک افت ارتفاعی اندک ناگهانی با دشت لولا گردید.

۳- خط افت ارتفاعی دقیقاً در محلی رخ می‌دهد که سطح بالا آمده با سطوح دشتی که تحت تأثیر این بالا آمدگی قرار نمی‌گیرد واقع شده است به عبارت دیگر در این خط نوعی تغییر شیب ناگهانی به وجود می‌آید که می‌توان آن را معادل خط کنیک کوهستان در مدل کینگ دانست.

۴- شبکه‌های آبراهه‌ای که در بخش دشت تشکیل شده بود با استمرار تحرک پوسته ای و فرسایش، آرام

این نکات می‌تواند به عنوان یکی از معیارها و شاخص‌های قوت نقد تلقی شود. نکته مهم در نقادی نظر کینگ در مورد نحوه ایجاد دامنه‌های مقعر معطوف به شرط عدم تحرک زمین ساخت است به عبارت دیگر می‌توان بر اساس اسناد و مدارک موجود ادعا نمود که نه تنها ایجاد چنین چشم‌اندازهایی منوط به عدم تحرک زمین ساخت نیست بلکه شرط تکوین چنین دشت‌هایی وجود تحرکات آرام و مستمر پوسته زمین است.

#### منابع

- المدرسی علی، (۱۳۸۹)، ارگودیسته در ژئومورفولوژی، پایان نامه دکتری، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه اصفهان.
- بیاتی خطیبی مریم، (۱۳۸۶)، مفهوم زمان و طیف‌ها و مقیاس‌های آن در پژوهش‌های ژئومورفولوژی (با نگاه تحلیلی بر مفهوم زمان در سیستم‌های طبیعی)، رشد آموزش جغرافیا، شماره ۸۱
- تریکارڈ. ژان، (۱۳۶۹)، ترجمه مهدی صدیقی و محسن پورکرمانی، اشکال ناهمواری در مناطق خشک، مشهد، انتشارات آستان قدس رضوی.
- چورلی جی ریچارد، شوم استانی‌ای و سودن دیویدای، (۱۹۲۷)، ژئومورفولوژی، ترجمه احمد معتمد ۱۳۸۸، جلد اول، تهران، انتشارات سمت.
- سلیمانی شهریار، (۱۳۸۷)، رهنمودهایی در شناسایی حرکات تکتونیکی فعال و جوان، تهران، موسسه بین‌المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله.
- Davis, W. M. (1899a), The geographical cycle: Geogr. Jour., 14, 481-504.
- Davis, W.M. (1930). Rock floors in arid and humid climates.

می‌دهد که نظریه کینگ با پیش فرض‌های تعریف شده صادق نبوده و برخلاف نظر وی که نتیجه فرم زایی را به یک دامنه مقعر با شیب اندک و منتهی به پلایا ارزیابی و پیش بینی کرده است خلاف آن چیزی است که در مدل مینیاتوری رخ داد.

آن چه در مدل متحرک در ناهمواری‌های کوهستان رخ داد بیانگر آن است که اگر میزان تحرک پوسته ای مفروض و به میزان خاصی رخ دهد، استمرار یک دوره طولانی فرسایش سبب تغییر فرم دامنه‌ها به صورت یک سطح مقعر کم‌شیب خواهد بود و چنین وضعیتی به خوبی نشان می‌دهد که نظریه کینگ با پیش فرض‌های تحرک پوسته‌ای صادق خواهد بود. به عبارت دیگر نظریه کینگ و ویژگی‌های دشت سرها، ایجاد خط کنیک و حرکت سفره ای آب و تشکیل ست ژئومورفولوژی (اینسلبیرگ، خط کنیک، دامنه مقعر، پلایا) مشروط به تحرک پوسته ای توأمان با یک فاز فرسایشی است.

از نقاط قوت به دست آمده در این آزمایش صحرایی به دست آوردن نرخ بالا آمدگی برای تحقق نیمرخ‌های مقعر است و آن این که در صورتی نیمرخ مقعر شکل خواهد یافت که میزان بالا آمدگی و میزان فرسایش یافتگی در یک معادله باید نرخ برابری را داشته باشد. در صورتی که نرخ بالا آمدگی بیشتر از میزان نرخ فرسایش باشد در سینه دشت شکست و شکاف ایجاد می‌شود و نیمرخ دامنه دچار بریدگی و یا تغییر ناگهانی شیب خواهد شد (مانند آن چه در دشت سر طبس و دشت سر اردستان مشاهده می‌شود.) و اگر میزان بالا آمدگی بسیار کمتر از میزان رنده شدگی فرسایش باشد سطوح پلکانی مانند آن چه در مدل المدرسی رخ داده شکل خواهد گرفت.

Major charles I. smith. (1977) Evolution of thought on fluvial geomorphology thought in the United States, (Final report), Usaf Academy, Colorado.

Phillips, Jonathan D. (2002), "Erosion, isostatic response, and the missing peneplains", *Geomorphology*, Vol. 45, No. 3-4. Elsevier, 15 June 2002, pp. 225-241.

Hart, M.G. 1986, *geomorphology pure and applied*. Allen London.

King, L. C. (1962) *The Morphology of the Earth*. Oliver and Boyd, Edinburgh, pp.699

Lague D., Alain Crave, and Philippe Davy, (2003) Laboratory experiments simulating the geomorphic response to tectonic uplift, *Journal of Geophysical Research*, VOL. 108, NO. B1.

