



انجمن ایرانی ژئومورفولوژی  
همایش ملی انجمن ایرانی ژئومورفولوژی

[www.Irangeomorphology.ir](http://www.Irangeomorphology.ir)  
[Irangeomorphology@yahoo.com](mailto:Irangeomorphology@yahoo.com)

دومین همایش ملی  
ژئومورفولوژی و پایش تغییرات محیطی



باسمه تعالی

## CERTIFICATE

گواهی ارائه مقاله در دومین همایش ملی انجمن ایرانی ژئومورفولوژی

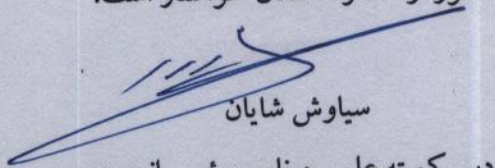
بدینوسیله گواهی می شود آقای/خانم زهرا عبدالله زاده، عادل سپهر

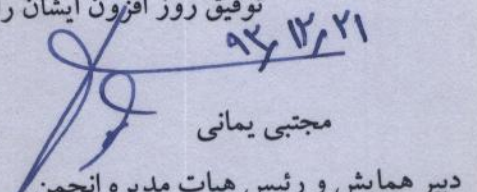
مقاله خود را تحت عنوان:

لندفرم‌های بیوزئومورفولوژیک: بازخوردهای اکوزئومورفیک در تحولات چهره زمین

در دومین همایش ملی به صورت پوستر ارائه نموده اند.

توفیق روز افزون ایشان را در خدمت به جامعه علمی کشور از خداوند متعال خواستار است.

  
سیاوش شایان  
دبیر کمیته علمی و نایب رئیس انجمن

۹۶/۱۲/۲۱  
  
مجیدی یمانی  
دبیر همایش و رئیس هیات مدیره انجمن



۲۱ اسفندماه ۱۳۹۲  
دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران

انجمن ایرانی ژئومورفولوژی

*Iranian Association of Geomorphology*





## چکیده مقالات

# دومین همایش ملی انجمن ایرانی ژئومورفولوژی (ژئومورفولوژی و پایش تغییرات محیطی)

به کوشش:

دکتر مجتبی یمانی - سعید نگهبان

اسفندماه ۱۳۹۲

## محورهای همایش

- ◀ شیوه ها و ابزارهای پایش محیطی
- ◀ پایش مخاطرات زمینی
- ◀ اکوژئومورفولوژی
- ◀ نقش عملیات های میدانی در پایش های ژئومورفولوژی
- ◀ تغییرات اقلیمی کواترنری و تحولات ژئومورفولوژی
- ◀ تغییرات ژئومورفولوژی و مدیریت سواحل
- ◀ تغییرات آنتروپوژنیک محیطی
- ◀ حفاظت میراث های زمین شناختی در حال تغییر
- ◀ پایش در ژئومورفولوژی شهری
- ◀ پایش تغییرات مورفولوژیکی مناطق جنگلی
- ◀ ژئومورفولوژی در پایش تغییرات لندفرمی
- ◀ دیدگاههای نظری در پایش تغییرات ژئومورفولوژیکی



کمیته علمی همایش

دبیر کمیته علمی: دکتر سیاوش شایان

اعضای کمیته علمی

- دکتر جمشید جداری عیوضی (دانشگاه تهران)
- دکتر مهراں مقصودی (دانشگاه تهران)
- دکتر عزت اله قنوتی (دانشگاه خوارزمی)
- دکتر محمدحسین رامشت (دانشگاه اصفهان)
- دکتر شهرام روستائی (دانشگاه تبریز)
- دکتر محمدحسین رضائی مقدم (دانشگاه تبریز)
- دکتر احمد نوحه گر (دانشگاه هرمزگان)
- دکتر داریوش مهرشاهی (دانشگاه یزد)
- دکتر منصور جعفریگل (دانشگاه تهران)
- دکتر محمدجعفر زمردیان (دانشگاه مشهد)
- دکتر محمدرضا ثروتی (دانشگاه شهید بهشتی)
- دکتر محمود علائی طالقانی (دانشگاه کرمانشاه)
- دکتر عبدالامیر کرم (دانشگاه خوارزمی)
- دکتر سعید خضری (دانشگاه کردستان)
- دکتر ابراهیم مقیمی (دانشگاه تهران)
- دکتر رضا خوش رفتار (دانشگاه زنجان)
- دکتر حسین نگارش (دانشگاه سیستان و بلوچستان)
- دکتر صدرالدین متولی (دانشگاه آزاد- واحد نور)
- دکتر وحید محمدنژاد (دانشگاه ارومیه)
- دکتر عادل سپهر (دانشگاه فردوسی مشهد)
- دکتر ایرج جباری (دانشگاه کرمانشاه)
- دکتر معصومه رجبی (دانشگاه تبریز)
- دکتر ابوالقاسم گورابی (دانشگاه تهران)
- دکتر شهرام بهرامی (دانشگاه سبزوار)
- دکتر محمد مهدی حسین زاده (دانشگاه شهید بهشتی)
- دکتر عبدالله سیف (دانشگاه اصفهان)
- دکتر رضا حسین زاده (دانشگاه مشهد)
- دکتر مهناز جهادی طرقی (دانشگاه پیام نور)
- دکتر منیژه قهرودی (دانشگاه شهید بهشتی)
- دکتر فرج اله محمودی (دانشگاه تهران)
- فاضل ایرانمنش (وزارت جهاد کشاورزی)
- دکتر عقیل مددی (دانشگاه اردبیل)
- دکتر عادل سپهر (دانشگاه مشهد)
- دکتر امجد ملکی (دانشگاه کرمانشاه)
- دکتر مریم جابری (شهرداری تهران)
- دکتر رضا اسماعیلی (دانشگاه مازندران)

**کمیته اجرایی همایش**

**دبیر کمیته اجرایی: ابوطالب محمدی**

**اعضای کمیته اجرایی**

- |                      |                       |
|----------------------|-----------------------|
| - دکتر امیر صفاری    | - مریم رحمتی          |
| - دکتر طیبه کیانی    | - مجتبی رحیمی         |
| - سعید نگهبان        | - فائزه آفریده        |
| - سجاد باقری سیدشکری | - محمدعلی نظام محله   |
| - زهرا خانبابائی     | - عبدالحسین حاجی زاده |
| - اسماعیل نجفی       | - زکیه محمدی          |
| - غلامرضا زارع       | - شیلا حجه فروش       |
| - معصومه بنی صفار    | - محمد مهدی کاظمی     |
| - سعید رحیمی هرآبادی | - انور مرادی          |
| - مجتبی هدائی آرانی  | - موسی عباسی          |
| - عبدالکریم ویسی     | - حسین جوان           |
| - محسن برزکار        | - مهدی احمدی          |
| - حمید عمونیا        | - قباد رستمی زاد      |
| - صدیقه محبوبی       | - کوشا گلکار          |
| - زهرا داداش زاده    | - اکبر مهرجو          |
| - الهه حاج کریمی     | - هدیه دهستانی        |
| - امیررضا قوامی      |                       |

**طراحی جلد: دکتر وحید محمدنژاد**

## لندفرم‌های بیوژئومورفولوژیک: بازخوردهای اکوژئومورفیک در تحولات چهره زمین

### Biogeomorphologic Landforms: Ecogeomorphic Feedbacks on landscape evolutions

زهرا عبدالله زاده<sup>۱</sup>، عادل سپهر<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت مناطق بیابانی، دانشگاه فردوسی مشهد

<sup>۲</sup> استادیار دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد adelsepehr@um.ac.ir

#### ۱- مقدمه

فرآیندهای فیزیکی نظیر هوازدگی، فرسایش و رسوب و نیز فرآیندهای آندوژن (شامل مکانیکی و شیمیایی) و تکتونیک، همواره از دیدگاه ژئومورفولوژیست‌ها به عنوان اصلی ترین عامل شکل گیری لندفرم‌های موجود در اکوسیستم قلمداد شده است. فرآیندهایی که ثابت شده است تأثیرات مشابهی را حتی در سیارات دیگر مانند مریخ نیز می‌تواند اعمال کنند (مانند لندفرم‌های بادی مشابه زمین). امروزه ثابت شده است که تنها ۱۶٪ از مناطق پوشیده شده از سطح زمین را می‌توان صرفاً تحت تأثیر فرآیندهای فیزیکی دانست (مانند مناطق فراخشک و مناطق منجمد قطبی). مناطقی که حیات و حضور ارگانیسم‌ها نقش ناچیزی در تغییرات محیطی و در نتیجه شکل‌گیری لندفرم‌ها دارند (لندفرم‌های کانیونی). بنابراین، ۸۴٪ از کل سطح زمین متأثر از حضور ارگانیسم‌هایی هستند که با عملکرد دینامیک خود، بدون شک نقش قابل توجهی در شکل‌گیری لندفرم‌ها دارند. حتی در اکوسیستم‌هایی نظیر بیابان که حضور عوامل زنده مؤثر نظیر پوشش گیاهی کم است، می‌توان اثرات بیولوژیکی را در ارتباط با شکل‌گیری لندفرم‌ها مشاهده کرد، مانند سله‌های حاصل از فرآیندهای بیولوژیک در خاک‌های مناطق خشک (کورن بلیت و همکاران، ۲۰۱۱). توسعه زمینه‌های مطالعه لندفرم‌ها با در نظر گرفتن مفاهیم اکولوژیکی و تأثیر حضور میکرو و ماکرو ارگانیسم‌ها، شاخه جدیدی از مطالعات فرآیندهای سطح زمین به نام «بیوژئومورفولوژی»<sup>۲۶</sup> را شکل می‌دهد (جدول ۱). در نظر گرفتن اثرات ارگانیسم‌های زنده در فرآیندهای سطح زمین و لندفرم‌ها، منجر به پیشرفت‌های چشمگیری در علم ژئومورفولوژی شده است. شناسایی و ارزیابی کمی و کیفی اثرات گونه‌های زیستی در مقیاس‌های زمانی و مکانی و نقش انواع گونه‌های آبی و خاکی در دینامیک رسوب و یا در مواردی نقش زیستگاه‌های اکولوژیکی در شکل‌گیری لندفرم‌های خاص، از زمینه‌های مورد بحث در این چارچوب می‌باشد (لندفرم‌هایی نظیر میماها در آفریقای جنوبی و غارهای نمکی در می‌سی‌سی‌پی آمریکا) (مک فارلین و لاندبرگ، ۲۰۰۶). با این حال تحقیقات بیوژئومورفولوژی بیش تر تمایل به تأکید اثرات یکطرفه فرآیندهای اکولوژی بر فرم‌های ژئومورفولوژیک (جدول ۱-ب) و یا اثر فرآیندهای ژئومورفولوژیک در توزیع مکانی جوامع زیستی دارند (جدول ۱-ب). اما مطالعه یکپارچه اثرات متقابل فرآیندهای ژئومورفولوژیکی و رفتارهای اکولوژیکی گونه‌های زیستی به خصوص در ساختار آشیان اکولوژیکی گونه‌ها، منجر به توسعه مفهوم «اکوژئومورفولوژی»<sup>۲۷</sup> شده است که به مطالعه بازخوردهای دینامیک لندفرم‌ها و جوامع زیستی می‌پردازد (فیشر و همکاران، ۲۰۰۷؛ رینهارت و همکاران، ۲۰۱۰) (جدول ۱-ج). همچنین در توصیف زیرمجموعه‌ای از مطالعات بیوژئومورفولوژیک که منحصراً بر روی بازخوردهای بین دینامیک لندفرم‌ها و جوامع زیستی در مقیاس‌های زمانی متوالی تأکید دارد، مفهوم تازه‌ای تحت عنوان «بیومورفودینامیک»<sup>۲۸</sup> توسط موری و همکارانش (۲۰۰۸)، پیشنهاد شد. در مقیاس وسیع‌تر، مفهوم «بیوژئومورفولوژی تحولات کلان»<sup>۲۹</sup>، به مطالعه بازخوردهای بین ژئومورفولوژی، اکولوژی و فرآیندهای تکاملی پرداخته و با تأکید بر مفاهیم فنوتیپی، دینامیک تحولات زیستی، ساختارهای مثبت و منفی آشیان اکولوژیکی گونه‌های زیستی و وراثت اکولوژیکی به توسعه ارتباط بین این مفاهیم با فرآیندهای ژئومورفولوژیک می‌پردازد (جدول ۱-د).

هدف از این مقاله، معرفی علم بیوژئومورفولوژی، اصول بنیادی و مفاهیم کلیدی در بحث روابط بین ارگانیسم‌های طبیعی و شکل‌گیری لندفرم‌های ژئومورفولوژیک است. بیوژئومورفولوژی، بیولندفرم‌ها و فرآیندهای شکل‌زا در ارتباط با ساختارها و عوامل اکولوژیکی، بخشی از مفاهیمی است که در این مقاله دنبال شده است.

<sup>26</sup> Biogeomorphology

<sup>27</sup> Ecogeomorphology

<sup>28</sup> Biomorphodynamic

<sup>29</sup> Macroevolutionary Biogeomorphology

## ۲- بیوژئومورفولوژی

در نظر گرفتن اثر ارگانسیم‌های زنده در دینامیک سطح زمین، به بهبود درک ما از ژئومورفولوژی در تشخیص لندفرم‌ها که به نحو خاصی با شرایط زیستگاهی آنها در ارتباط است منجر می‌شود (وایلس و همکاران، ۱۹۸۸). درک و اثبات تأثیر فرآیندهای زیستی ارگانسیم‌های زنده نظیر گیاهان و حیوانات بزرگ و کوچک در فرآیندها و فرم‌های ژئومورفولوژیکی از سوی ژئومورفولوژیست‌ها منجر به توسعه مفهوم «بیوژئومورفولوژی» گردید. یافته‌های بیوژئومورفولوژیک ثابت کرده است که موجودات زنده (میکرو و ماکرو ارگانسیم‌ها) در طی مقیاس‌های زمانی و مکانی متوالی، فرآیندهای ژئومورفولوژیک و الگوهای سازنده لندفرم‌ها را از طریق فرآیندهای ساخت و سازهای زیستی (Bio-construction)، پایداری‌های زیستی (Bio-stabilization)، فرسایش زیستی (Bio-erosion) و اختلالات زیستی (Bio-turbation)، تحت تأثیر خود قرار می‌دهند و گاهی با تغییرات بسیار کوچک مقیاس در محدوده کنام اکولوژیک خود، تحولاتی عظیم در لندفرم‌ها در مقیاس بزرگ منطقه‌ای ایجاد می‌کنند. این ساخت و سازهای مهندسی گونه‌های زیستی در حدود آشیان اکولوژیک خود در طول یک مقیاس زمانی بزرگ، لندفرم‌ها را در مقیاس ماکرو دچار تحول می‌کنند. در این ارتباط شکل‌گیری لندفرم‌های زیستی و شناخت نقش مهندسی این ارگانسیم‌های زنده بسیار مهم است.

جدول شماره ۱: دیدگاه‌های مختلف در ارتباط با شکل‌گیری لندفرم‌ها و تأثیر ارگانسیم‌ها در تغییرات چهره زمین و شکل‌گیری لندفرم‌های زیستی (کورن بلیت و همکاران، ۲۰۱۱)

دیدگاه‌ها	مفاهیم بنیادی اکولوژی و بیولوژی تکاملی	مفاهیم مرتبط ارائه شده در بیوژئومورفولوژی	مدل تعاملی
الف) ژئومورفولوژیک: مطالعه فرآیندهای سطح زمین و لندفرم‌ها فقط با در نظر گرفتن مؤلفه‌های فیزیکی	-	-	لندفرم (تعدادات ژئومورفولوژیک)
ب-۱) بیوژئومورفولوژیک: مطالعه اثرات ارگانسیم‌ها بر فرآیندهای سطح زمین و لندفرم‌ها	-	-	جامعه زیستی ← تغییر/ساخت لندفرم (تعدادات ژئومورفولوژیک)
ب-۲) بیوژئومورفولوژیک: مطالعه اثرات فرآیندهای سطح زمین و لندفرم‌ها بر ساختار جوامع زیستی	-	-	انتخاب لندفرم → جامعه زیستی (انتخاب ترکیب گونه‌ها) (تعدادات ژئومورفولوژیک)
ج) اکوژئومورفولوژیک: مطالعه بازخوردهای بین جامعه زیستی و دینامیک‌های لندفرم	گونه‌های کلیدی و بنیادی؛ مهندسین اکوژئومورفیک؛ تسهیل	توالی بیوژئومورفیک؛ اکوژئومورفولوژی بنیادی؛ بیومورفودینامیک	انتخاب لندفرم → جامعه زیستی (انتخاب ترکیب گونه‌ها) / تغییر/ساخت لندفرم (تعدادات ژئومورفولوژیک)
د) تحولات کلان بیوژئومورفولوژیک: مطالعه بازخوردهای بین ژئومورفولوژی، اکولوژی و فرآیندهای تکاملی: سیستم‌های بیوژئومورفولوژیک به عنوان یک سیستم پیچیده و سازگار با الگوهای پدیدار شده در مقیاس جوامع زیستی و چشم‌انداز و بازخوردهای سازگار و متأثر از فعالیت افراد جامعه (مفهوم داروینی)	فوتوتیپ‌های توسعه یافته؛ دینامیک تحولات اکولوژیکی؛ تحولات کلان؛ ساختارهای مثبت و منفی آشیان اکولوژیکی؛ وراثت اکولوژیکی	وراثت بیوژئومورفولوژیکی؛ فوتوتیپ مرکب توسعه یافته	انتخاب طبیعی (تحولات داروینی) انتخاب (تحولات غیر داروینی) لندفرم ← انتخاب / تغییر/ساخت لندفرم (تعدادات ژئومورفولوژیک) → جمعیت (انتخاب ارگانسیم‌ها) جمعیت ← انتخاب / تغییر/ساخت لندفرم (تعدادات ژئومورفولوژیک) → لندفرم (انتخاب ترکیب گونه‌ها) تغییر/ساخت لندفرم (تعدادات ژئومورفولوژیک)

## ۳- مهندسین اکوژئومورفیک؛ مهندسین طبیعی

اصطلاح «مهندسین اکوژئومورفیک» یا «مهندسین طبیعی»، نخستین بار توسط دانشمندانی نظیر جونز و همکارانش (۱۹۹۴-۱۹۹۷) مطرح شد و اکنون با توسعه آن به مفهومی سازنده در پایش تحولات چهره زمین تبدیل شده است (رایت و جونز، ۲۰۰۶). تفکر مهندسین اکوسیستم از مفاهیم

اثبات شده و شناخته شده در ارتباط با گونه‌های کلیدی و بنیادی اکوسیستم منشأ گرفته است (لیونس، ۲۰۰۵). گونه‌های مهندس طبیعت، اغلب گونه‌های فراوانی هستند که محیط فیزیکی خود را با روش‌های اتوژن از طریق ساختار و فیزیک خود و یا یک روش آلوژن و از طریق تعدیل جریان ماده و انرژی، به نفع خود و یا دیگر گونه‌ها تغییر می‌دهند. فرآیندهای ساختاری و عملکردی گونه‌های زیستی در راستای فرآیند تسهیل، شرایط آشیان اکولوژیکی را با فعالیت‌های مهندسی خود، برای سایر گونه‌ها تعدیل و ساختارهای مورفولوژیک متناسب با نیازهای گونه‌های ساکن در محیط را فراهم می‌کنند. مهندسین طبیعی، اعم از گونه‌های گیاهی یا جانوری، در بسیاری از موارد که ما به اشتباه علت شکل‌گیری لندفرم‌ها را منحصرأ ناشی از عملکرد عوامل فیزیکی می‌پنداریم، با فعالیت‌های کوچک مقیاس خود موجب بروز لندفرم‌های گسترده در مقیاس وسیع می‌شوند. به عنوان مثال، تغییر نوع پوشش گیاهی در مناطق ساحلی و نیمه خشک که منجر به تغییر اشکال تپه‌های ماسه‌ای، از اشکال هلالی به تپه‌های پارابولیک می‌شود (در نیومکزیکو آمریکا) و یا حضور گونه‌های گیاهی که منجر به به دام افتادن رسوبات ریز معلق در جریان‌های آبی شده و با ایجاد جزایر کوچک در میان جریان‌های رودخانه‌ای فعال، اشکالی از الگوهای آبراهه‌های گیسویی را پدید می‌آورند (رودخانه تاگلیمانتو در ایتالیا، رودخانه کارون ایران در دست بررسی است). افزایش تنوع گونه‌های مهندس طبیعی در یک اکوسیستم، پیچیدگی ساختاری و عملکردی جامعه را افزایش داده و با بالا بردن پتانسیل ارتجاعی، حساسیت پذیری اکوسیستم به تنش‌های محیطی را کاهش می‌دهد.

#### ۴- بازخورد های اکوتومرفیک (اکولوژی و ژئومورفولوژی)

تمامی فعالیت‌های گونه‌های زیستی در ارتباط با فرآیندهای سطح زمین و شکل‌گیری لندفرم‌ها، در واقع به وجود یک تعامل پیچیده و غیرخطی بین مهندسین اکوتومرفیک، فرآیندهای ژئومورفولوژیکی و تکاملی اشاره دارند. به طوری که منجر به پیچیدگی‌های ذاتی سیستم‌های بیوژئومورفولوژیک می‌شود. این پیچیدگی‌ها به بازخورد بین مؤلفه‌های فیزیکی، اکولوژیکی و تکاملی که شکل دهنده سیستم‌های بیوژئومورفولوژیک هستند مربوط می‌شود (ریت کرک و همکاران، ۲۰۰۸؛ اروین، ۲۰۰۸). در واقع ایجاد چارچوب مفهومی بیوژئومورفولوژی، به بیان بازخوردهای بین فرآیندهای ژئومورفولوژی (فرسایش و رسوب، حمل رسوب)، فرآیندهای اکولوژیکی (تنوع زیستی، ساختار جامعه و توالی) و فرآیندهای اکولوژی تکاملی (فرآیند انطباق)، منجر می‌شود که در این چارچوب مفهومی، بازخوردهای مربوط به صفات بیولوژیک گونه‌های مهندس طبیعت که به طور مستقیم یا غیرمستقیم در تعدیل و دسترسی منابع برای سایر گونه‌ها نقش دارند، منجر به ایجاد تغییرات فیزیکی آشیان اکولوژیکی و در نتیجه تغییر در مورفولوژی زیستگاه‌ها و در نهایت شکل‌گیری لندفرم‌های خاص می‌شود. فرآیند انتخاب طبیعی به طور صریح با انتخاب گونه‌های سازگار با محیط و رفتارهای متفاوتی که این گونه‌ها در ایجاد آشیان اکولوژیکی خود و سایر گونه‌ها دارند، در نهایت منجر به بروز لندفرم‌هایی خاص در عرصه‌ی اکوسیستم می‌شوند. از طرفی لندفرم‌های شکل گرفته طی بازخوردهای خود به سیستم‌های بیوژئومرفیک، مجدداً در روند تکامل یا توسعه و یا در جهت از بین بردن اثرات ساختارهای زیستی بر آشیان‌های اکولوژیکی تأثیرگذار خواهند بود (مانند ساختارهای بیوژئومرفیک نبکاها و ریدوها). برای نمونه، اثر گونه‌های موریانه و خرماکی در شکل‌گیری لندفرم‌های ویژه در منطقه سرخس در خراسان رضوی، بخوبی بازگوکننده تغییر و تحولات لندفرم مطابق با چیزی است که این مهندسین طبیعی در اکوسیستم دنبال می‌کنند (شکل ۱).



شکل ۱: اثر گونه‌های خرماکی (الف) و موریانه (ب) در توسعه لندفرم‌های بیوژئومرفیک (منطقه سرخس، خراسان رضوی، سپهر، ۱۳۹۲)

#### ۵- نتیجه گیری



بیوزئومورفولوژی به عنوان تلفیقی از علم اکولوژی و ژئومورفولوژی، ابعاد وسیع تری را در زمینه تحلیل علل شکل گیری لندفرم‌های خاص در پیش-روی ما می‌گشاید. شناخت دقیق بازخوردهای بین فرآیندهای اکولوژیک و مرفولوژیک می‌تواند ما را در پیش بینی روند تحولات چهره زمین و پیدایش لندفرم‌ها در اکوسیستم‌های مختلف یاری نماید. در واقع با شناخت پارامترهای اکولوژیک و مرفولوژیک هر سیستم، می‌توان انتظار نوع خاصی از لندفرم‌ها را در هر اکوسیستم داشت و روند تحولات لندفرم‌ها را از شکلی به شکل دیگر ارزیابی نمود. توسعه مدل‌های مفهومی بیوزئومورفیک و شناسایی گونه‌های مهندس طبیعی در هر اکوسیستم به عنوان میراث‌های اکوزئومورفولوژیک می‌تواند راهکاری مناسب در جهت پیش بینی تحولات چهره زمین به شمار آید.

پیشرفت‌های اخیر در زمینه بیوزئومورفولوژی تا حد زیادی از مفاهیم ارائه شده در اکولوژی سرچشمه می‌گیرد. مفاهیم «تسهیل» و یا «مهندسی اکوزئومورفیک» یا به عبارتی مهندسی طبیعی اکوسیستم» که نشان‌دهنده زمینه‌های مربوط به ارتباط ژئومورفولوژی با دینامیک اکولوژیک است، از این قبیل مفاهیم هستند. به طور کلی فرآیندهای ساختاری و عملکردی ارگانیسم‌ها در ایجاد اختلالات زیستی، نه تنها با محیط فیزیکی آنها سازگار بوده و تناقضی با پایداری محیط ندارد، بلکه در مواردی با فعالیت‌های مهندسی خود تغییرات یا اصلاحاتی را در خصوصیات محیطی نیز پدید می‌آورند که منجر به ایجاد یا حفظ زیستگاهی متناسب برای دیگر گونه‌ها در جوامع اکولوژیک می‌شوند که در یک دید کلی نگری، مجموع این اختلالات به ثبات و تعادل کل سیستم منجر خواهد شد (اروین، ۲۰۰۸). به مفهومی دیگر، عملکردهای خود تنظیمی گونه‌های مهندس طبیعت در ساختار آشیان اکولوژیک شان گرچه از دیدگاه ما نوعی آشوب محسوب می‌شوند، اما از دیدگاه اکوسیستمی این اختلالات مؤلفه‌های سازنده پایداری و تعادل محیط می‌باشند که در نهایت منجر به بروز انواع خاصی از لندفرم‌های موجود در طبیعت می‌شوند. مفاهیم ارائه شده در این مقاله، می‌تواند در درک بهتر دیدگاه بیوزئومورفولوژیک در تحول لندفرم‌ها و شکل گیری اشکال زمین مؤثر باشد.

## ۶- مراجع

- [1] Corenblit, D., Baas, A.C.W., Bornette, G., Darrozes, J., Delmotte, S., Francis, R.A., Gurnell, A.M., Julien, F., Naiman, R.J., Steiger, J., Feedbacks between geomorphology and biota controlling Earth surface processes and landforms: A review of foundation concepts and current understandings, *Earth-Science Reviews* 106, 307–331, 2011.
- [2] Erwin, D.H., Macroevolution of ecosystem engineering, niche construction and diversity, *Trends in Ecology & Evolution* 23, 304–310, 2008.
- [3] Fisher, S.G., Heffernan, J.B., Sponseller, R.A., Welter, J.R., Functional ecomorphology: feedbacks between form and function in fluvial landscape ecosystems, *Geomorphology* 89, 84–96, 2007.
- [4] Jones, C.G., Lawton, J.H., Shachak, M., Positive and negative effects of organisms as physical ecosystem engineers, *Ecology* 78, 1946–1957, 1997.
- [5] Lundberg, J., McFarlane, D.A., Speleogenesis of the Mt. Elgon 'Elephant', *Geological Society of America Special Paper* 404, pp. 51–63, 2006.
- [6] Lyons, K.G., Brigham, C.A., Traut, B.H., Schwartz, M.W., Rare species and ecosystem functioning, *Conservation Biology* 19, 1019–1024, 2005.
- [7] Murray, A.B., Knaapen, M.A.F., Tal, M., Kirwan, M.L., Biomorphodynamics: physical-biological feedbacks that shape landscapes, *Water Resources Research* 44, W11301, 2008.
- [8] Reinhardt, L., Jerolmack, D., Cardinale, B.J., Vanacker, V., Wright, J., Dynamic interactions of life and its landscape: feedbacks at the interface of geomorphology and ecology, *Earth Surface Processes and Landforms* 35, 78–101, 2010.
- [9] Rietkerk, M., Van de Koppel, J., Regular pattern formation in real ecosystems. *Trends in Ecology & Evolution* 23, 169–175, 2008.
- [10] Viles, H.A. (Ed.), *Biogeomorphology*, Blackwell, Oxford, UK, 1988.
- [11] Wright, J.P., Jones, C.G., Boeken, B., Shachak, M., Predictability of ecosystem engineering effects on species richness across environmental variability and spatial scales, *Journal of Ecology* 94, 815–824, 2006.