ژئومورفولوژی و اکوسیستم‌ها:

چالش‌ها و راه‌حل‌هایی برای حصول نتیجه در پیوند نظام‌های علمی

رنچر. دویل و توماس. م
مترجم: مرتضی قراچورلو- دانشجوی دکتری، دانشگاه محقق اردبیلی

مقدمه
چگونگی ایجاد پیوند میان نظام‌های علمی ناهمسان (مختلف) که دارای پارادایم‌ها، اولویت‌ها، پرسش‌های اساسی، روش‌های تحقیق، رویکردها و ابزارهای سنجش متفاوت هستند یک چالش اساسی در علوم زیست‌محیطی به شمار می‌رود. این چالش به‌خصوص برای ایجاد پلی میان دو نظام علمی «ژئومورفولوژی» و «اکولوژی»، علی‌رغم نقش بنیادی ژئومورفولوژی در فرایندهای اکوسیستم و شباهت‌های آشکار میان این دو نظام علمی، بیشتر است. بسیاری از فرایندهای ژئومورفیک، به موازات فرایندهای اکوسیستم، در مقیاس‌های زمانی و فضایی روی می‌دهند، از این رو این دو نظام علمی وابستگی متقابلی با یکدیگر پیدا می‌کنند. لزوم پیش‌بینی وضعیت آتی اکوسیستم‌ها در کره زمین و بسط شیوه‌های مدیریتی و احیای کارآمد آن‌ها، ایجاب می‌کند که فهم دوگانه‌ای از چگونگی تأثیر این دو جنبه از محیط زیست بر یکدیگر و بازخورد فرایندها نسبت به هم به وجود آید.
سمپوزیوم، بینهامتون[1] که در سال ۲۰۰۵ در بوفالو، نیویورک، برگزار شد موضوع ژئومورفولوژی و اکوسیستم‌ها را در کانون توجه خود قرار داد و مقالاتی به‌صورت مجلد در این سمپوزیوم ارائه و مورد بحث قرار گرفت. هدف این نشست بررسی، سنتز و بحث درباره پارادایم‌های مفهومی، شواهد میدانی و شبیه‌سازی مدل‌ها در نقطه پیوند میان ژئومورفولوژی و اکولوژی و نیز شناسایی سؤالات مهمی بود که می‌تواند انگیزه‌ای برای تحقیقات بعدی بوده و سودمندی کارهای مدیریتی و احیای اکوسیستم‌ها را در آینده ارتقا بخشد. نویسنده، در این مقاله، به اختصار به شرح دورنمای علمی و پیشرفت‌هایی که منجر به پیوند تحقیقات ژئومورفولوژی و اکولوژی با یکدیگر می‌شود می‌پردازد و سپس به آزمون سؤالات برجسته در فصل مشترک ژئومورفولوژی و اکوسیستم‌ها که جهت تحقیق دربارهٔ جوامع و مدیریت آن‌ها مهم است و نیز تکنیک‌ها و رویکردهای مفهومی متداول در هر یک از دو عرصه مزبور خواهد پرداخت. در سرتاسر مقاله چشم‌اندازها و موضوعاتی را که از خلال بخشی از مقالات و مذاکرات سمپوزیوم به دست آمده‌اند مشخص می‌سازد.

کلیدواژه‌ها: ژئومورفولوژی، اکولوژی، اکوسیستم

۲. ضرورت پیوند میان ژئومورفولوژی و اکولوژی

۲-۱. تغییر محیط زیست جهانی

طی هزاران سال، انسان از طریق توسعهٔ کشاورزی، و وارد کردن گونه‌های غیربومی به دیگر نقاط و تغییر در چرخه‌های بیوژئوشیمیایی اکوسیستم‌های کره زمین را به طرز چشمگیری دگرگون ساخته است. بنابراین فرایندهای ژئومورفیک از قبیل فرسایش سریع خاک و فعالیت‌های جریانی را می‌توان مسبب پاره‌ای از مهم‌ترین مسائل زیست محیطی، از جمله هدر رفت خاک‌های سطحی حاصلخیز، نزول کیفیت آب و کاهش آب‌های قابل کشتیرانی، قلمداد کرد. پیشرفت‌های علمی اخیر نشان‌دهندهٔ پیوند ماهوی میان فرایندهای زیستی و غیرزیستی است که محرک بسیاری از تغییرات اکوسیستم‌ها هستند، با این حال تا امروز درک ناچیزی از جزئیات اثرات متقابل میان این دو سیستم حاصل شده است. در عصر ما، با افزایش فشارهای وارد بر محیط زیست گرایش شدیدی به مدیریت اکوسیستم‌های محیطی به وجود آمده است. این گرایش موجد رویکرد کل‌نگر و بین رشته‌ای است که همزمان مؤلفه‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی سیستم‌های زیست‌محیطی را مورد توجه قرار دهد (Thomas و Parsons، ۲۰۰۲).

بسیاری از نظام‌های علمی، اغلب، برای حل مسائل محیط زیستی دست به ائتلاف می‌زنند، هر چند این ائتلاف پر از چالش‌هایی است که ممکن است به‌طور بالقوه از بازده رویکردهای بین‌رشته‌ای در قبال مسائل محیط زیستی بکاهد. پیکت[2] و همکاران (۱۹۹۴) نتایج پیشرفت علمی را در سه مقولهٔ زیر بیان نموده‌اند:

۱. به نظر می‌رسد در فصل مشترک نظام‌های علمی شکاف‌های

مفهومی وجود دارد.

۲. نظام‌های علمی بر روی مقیاس‌ها یا سطوح سازمانی متمرکز می‌شوند.

۳. زیر رشته‌ها همچنان که از لحاظ جزئیات پربارتر می‌شوند توسعهٔ دیدگاه‌ها، فرضیات، تعاریف، لغت‌نامه‌ها و روش‌ها را نیز موجب می‌گردند.

نتایج گفته شده اغلب مانع از پیوند میان نظام‌های علمی، به‌صورت یک فهم کاربردی منفرد در مورد سیستم‌های زیست‌محیطی، می‌شود؛ زیرا کوشش برای تولید یک محصول بین رشته‌ای، زیر چتر پارادایم‌های مأنوس با زیر نظام‌های علمی مغفول باقی می‌ماند. علم بین رشته‌ای موفق نیازمند پیوند آشکار میان دو یا چند حوزه مفهومی در قالب یک ساختار مفهومی- تجربی منفرد، است (Pickett و همکاران، ۱۹۹۴). امکان دارد پیوند میان نظام‌های علمی به‌صورت انباشتی یا استخراجی باشد. در پیوند انباشتی یا جمعی، دو حوزه نظری کمابیش به‌صورت دست‌نخورده (کامل) در قالب یک مفهوم مرکب با هم ترکیب می‌شوند. اما در پیوند استخراجی ممکن است دو یا چند حوزه نظری مؤلفه‌هایی را ایجاد نمایند که در ترکیب با هم به ظهور فهم تازه‌ای منجر گردد. هر دو فرایند، بسته به ماهیت مسئله مورد نظر و موقعیت معرفتی نظام‌های علمی، با علوم زیست‌محیطی در ارتباط می‌باشند.

۲-۲. ظهور مسائل در علوم زیست‌محیطی

درک ظهور بسیاری از مسائل زیست‌محیطی دشوار است، زیرا این مسائل در فصل مشترک ژئومورفولوژی و اکولوژی رخ می‌دهند و از این رو ذاتاً در زمینه‌های علمی جدا از هم ظاهر شده و رویکردهای بین‌رشته‌ای جهت شناسایی، تحقیق و راه‌حل‌های پیشنهادی را ضروری می‌سازند. با این حال این مسئله منحصربه‌فرد نیست. بازبینی انجمن تحقیقات ملی ایالات متحده اشاره‌ای به چالش‌های بزرگ در محیط زیست، دارد که نشان می‌دهد بیشتر پرسش‌های برجسته‌ای که دانشمندان در حال حاضر با آن روبه‌رو هستند آن‌هایی است که آشکارا به ضرورت انجام تحقیقات بین‌رشته‌ای اشاره دارد (انجمن تحقیقات ملی، ۲۰۰۳). حوزه‌های مشخصِ دارای اولویت عبارت‌اند از:

۱. چرخه‌های بیوژئوشیمیایی؛
۲. تنوع زیستی و کارکرد اکوسیستم؛
۳. تغییر اقلیم؛
۴. پیش‌بینی هیدورلوژیکی؛
۵. بیماری‌های واگیر در محیط زیست؛
۶. مؤسسات و کاربرد منابع؛
۷. تغییرات کاربری اراضی و؛
۸. تغییر بهینه در استفاده از مواد.

بنابراین در داخل علوم زیست‌محیطی، مرزهای نظام‌های علمی، که در جهت حل مسائل حاد پیش آمده‌اند، درحال محو شدن هستند. از این رو ترکیب ژئومورفولوژی و اکولوژی در این راستا منحصربه‌فرد نیست، بلکه نشانه‌ای از پارادایم نو در علوم زیست‌محیطی است.

کانون توجه به بسیاری از مسائل مزبور، به خصوص مسائل مرتبط با استرداد زیست‌محیطی در مقیاس بزرگ (برای نمونه، کنترل سیلاب در گرند کانیون و احیای زمین‌های مرطوب جنوب فلوریدا)، همانا درک فرایندهای زیستی و غیرزیستی به‌صورت مشترک و توأمان است. در این زمینه مطالعات جدیدی، با تأکید بر نقش بالقوهٔ چشم‌انداز فیزیکی و یا ژئومورفولوژیکی در فرایندهای اکولوژیکی، آغاز شده است. درحالی که بررسی‌ها پیرامون پیوندهای میان ژئومورفولوژی، جمعیت‌ها و اجتماعات موجودات زنده در وضعیت نسبتاً خوبی در حال انجام است، تفحص دربارهٔ چگونگی تأثیر تغییرات در همگنی فیزیکی زیستگاه بر فرایندهای اکوسیستم مانند بارآوری اولیه، چرخه مواد مغذی و یا فرایندهای اکولوژیکی در مقیاس شبکه‌های غذایی تنها در آغاز راه است. از این رو در این برهه از زمان، پیگیری تحقیقات مفید قبلی در عرصهٔ ژئومورفولوژی و اکولوژی جوامع و نیز فرا رفتن از آن به سمت تحقیق دربارهٔ فصل مشترک ژئومورفولوژی و کل اکوسیستم ضروری است. حرکت به سمت این عرصه پژوهشیِ پربار اساساً ابعاد تازه‌ای را از بازخوردها و آستانه‌ها بین ژئومورفولوژی و اکوسیستم‌ها آشکار خواهد ساخت. کنکاش در این قلمروهای تحقیقی مشترک، اساساً تحقیقات جدیدی را در دهه آینده می‌تواند به همراه داشته باشد.

۳. بسط، چالش‌ها و دورنمای پیوند

۳-۱. مسیرهای علمی موازی میان ژئومورفولوژی و اکولوژی

فهم پارادایم‌های مختلف ژئومورفولوژی و اکولوژی جهت پیوند مفید میان این دو نظام علمی مهم است. رشد و پیشرفت هر یک از این نظام‌های علمی در قرن گذشته اتفاق افتاده است و فهم این تحول موازی به درک چگونگی پل زدن میان ژئومورفولوژی و اکولوژی در تحقیقات آینده یاری خواهد رساند.

۳-۲. ژئومورفولوژی

دانش ژئومورفولوژی اساساً به چگونگی شکل‌گیری (تکوین، صورت‌بندی) سطح زمین و تغییرات آن در طول زمان و فضا می‌پردازد. در این میان توجه زیادی به مطالعات فرسایش دامنه‌ها، تخریب شیمیایی، انتقال رسوبات بادی، فرایندهای ساحلی و رودخانه‌ای شده است. ژئومورفولوژی به عنوان یک علم از سوی جغرافی‌دانان طبیعی سیطرهٔ خود را در اوایل قرن بیستم با پارادایم مسلط «توصیف شکل چشم‌انداز» کسب نمود. این دانش با جهت‌گیری به سمت یک نظام علمیِ کمّی‌تر، در دهه ۱۹۵۰، دستخوش ترقی قابل توجهی شد کهَ در آنَ اشکال زمین به جای صرف توصیف، مورد سنجش قرار گرفتند. در این دوره با حاکمیت عملیات میدانی گسترده از سوی جغرافی‌دانان و زمین‌شناسان و به واسطه مشاهدات فراوان، آگاهی ژرفی از اشکال زمین پدید آمد. به ویژه گردآوری داده‌های کمّی از مناطق مختلف دنیا این امکان را برای ژئومورفولوژیست‌ها فراهم ساخت که با استفاده از عمل طبقه‌بندی، لندفرم‌ها را با هم ترکیب کرده، به تغییرات سیستماتیک اشکال زمین در مقیاس بزرگ توجه نموده، و به تفکر درباره محرک‌های مکانیکی این الگوها بپردازند.

در دهه‌های بعد علوم مهندسی، ابزارها و روش‌هایی برای سنجش فرایندهای دینامیک، برای مثال چگونگی تغییرات زمین در طی زمان،

فراهم ساخت که در نهایت به ارائه مدل‌هایی برای پیش‌بینی این تغییرات انجامید. رشتهٔ مهندسی همچنین پارادایم مدل‌سازی تجربی را به‌ویژه در زمینه آزمایش‌های مربوط به مقیاس‌سازی فیزیکی (برای مثال فلوم‌ها و فرسایش خاک) با خود به همراه آورد. از این رو دانش ژئومورفولوژی در اواخر قرن بیستم یک رویکرد مدل‌سازی قطعی و قوی را بنیان نهاد که موجب توسعه مدل‌های عددی در خصوص فرایندهای ویژه زمین شد.

اخیراً دانش ژئومورفولوژی در زمینه بسط مقیاس فضایی تحقیقات از طریق سنجش از دور (RS) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و نیز توسعه دیدگاه‌های التقاطی یا ترکیبی از سایر نظام‌های علمی گام‌های بزرگی برداشته است تا فهم کامل‌تری از محرک‌های خارجی اشکال زمین و فرایندها به دست دهد برای مثال ایجاد ارتباط بین اقلیم و چشم‌انداز. هم‌اکنون فهم فرایند و مدل‌های عددی پیشین که ذکر آن‌ها رفت، در مقیاس‌های فضایی بزرگ به کار گرفته شده و این امکان را به ژئومورفولوژیست‌ها می‌دهد که فرایندهای زمین را در مقیاسی به اندازه کل قاره‌ها و حتی دیگر سیارات مورد کنکاش قرار دهند. به‌علاوه دیدگاه‌های التقاطی حاصل از پیوند با سایر نظام‌های علمی (مانند علوم جوّی) موجب گسترش ژئومورفولوژی به سمت کشف پیچیدگی‌ها و بازخوردهای مابین سیستم‌ها شده است. برای مثال، شناخت تغییرات اقلیم زمین را موجب شده که این تغییرات به نوبه خود الگوهای ثانوی اقلیمی را تحت‌تأثیر قرار می‌دهند.

بنابراین ریشه‌های تاریخی دانش ژئومورفولوژی تاریخچه پرباری دربارهٔ کشف تغییرپذیری فضایی لندفرم‌ها و مقیاس‌های زمانی جرح و تعدیل آن‌ها فراهم ساخته که از طریق مهندسی به کمّی‌سازی فرایندهای فیزیکی مسبب این لندفرم‌ها نائل می‌شود. گذشته از این، دانش ژئومورفولوژی، به‌خصوص طی دو دهه گذشته، ثابت نموده است که به لحاظ آگاهی بخشی به سایر علوم و کسب آگاهی از آن‌ها، به تنهایی می‌تواند به عنوان یک رشتهٔ علمی بسیار چالاک التقاطی مطرح باشد.

۳-۳. اکولوژی و تحقیقات مربوط به اکوسیستم‌ها

اکولوژی از گذشته به روابط متقابل میان جانداران و محیط‌شان پرداخته است. گسترش دانش مزبور به مانند ژئومورفولوژی در پی مطالعات توصیفی و میدانی در اوایل و میانهٔ قرن بیستم صورت گرفت. این دانش در دهه‌های بعدی در جست‌وجو برای فهم و ترکیب الگوهای فضایی و زمانی در داخل ساختارهای اجتماعی، به سمت یک منظر اجتماعیِ نظری‌تر پیشرفت پیدا نمود. دهه‌های ۱۹۷۰ و ۱۹۸۰ سال‌های افزایش توجه به فرایندهای اکولوژیکی و سهیم شدن مطالعات تجربی در این علم بود: جهان‌های بینابین[۳] برای اکولوژیست‌ها به منزله همان زیرسیستم‌هایی چون فلوم برای ژئومورفولوژیست‌ها بود. دانش اکولوژی همین اواخر با نظر ویژه به برهمکنش‌های پیچیده نقش بیشتری در مطالعات تئوریکی و مدل مبنا ایفا کرده است. این دانش همانند ژئومورفولوژی از افزایش تصاعدی به لحاظ مقیاس‌های فضایی و زمانی در مطالعاتش برخوردار بوده است: در حالی که سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی موجب ترویج مطالعاتِ تحولِ چشم‌انداز در ژئومورفولوژی شد. همان فناوری‌ها تحول مشابهی را در اکولوژی چشم‌انداز نیز به همراه داشت. روی هم‌رفته دانش اکولوژی از تاریخچهٔ پرباری در زمینهٔ مطالعات فضا- زمانی، پایگاه داده‌های تجربی، مدل‌های فرایندی در مقیاس چشم‌انداز و گرایش به پیوند با سایر رشته‌های علمی برخوردار است.

در داخل نظام علمی اکولوژی، جدایشی متغیر میان آن‌هایی که اساساً بر دینامیک جانداران تمرکز داشتند (رویکرد جمعیتی- اجتماعی) و آن‌هایی که علاقه‌مند به دینامیک فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی کل اکوسیستم بودند پدید آمد. در رویکرد پیشین، محیط به منزلهٔ یک محرک پیش‌انداز یا خارجی در مطالعه پدیده‌های حیاتی از قبیل رشد جمعیت، رقابت، شکار و دینامیک سرگذشت حیات می‌باشد، اما در رویکرد اخیر پیامدهای برهمکنش میان جانداران و محیط پیرامونشان از جذابیت ویژه‌ای برخوردار است. اکولوژی اکوسیستم‌ها به جای تأکید بر عینیتِ ویژهٔ گونه‌های موجود، به نقش کارکردی جانداران توجه کرده و قویّاً بر اندازه‌گیری‌هایی که فرایندهای فیزیکی، شیمیایی و زیستی و اجزای متشکله را به هم پیوند می‌دهد تکیه دارد. این اندازه‌گیری‌ها عموماً در داخل طبقات گستردهٔ جریان انرژی (برای نمونه تولید اولیه و تجزیه) و چرخهٔ مواد غذایی جا می‌گیرند. در بعضی مواقع جدایی میان دو زیررشته صورت اساسی به خود گرفته است، لیکن در حال حاضر مثال‌های فراوانی وجود دارد که نشان می‌دهد هر فرد می‌تواند بر فرایندهای اکوسیستم در تمامیت آن تأثیر بگذارد. در واقع درک قدرت و ماهیت اثرات حاصل از ترکیب گونه‌ها بر روی عملکرد اکوسیستم موضوعی است که در حال حاضر مطالعات زیادی درباره‌اش صورت گرفته و در بین اکولوژیست‌ها مورد مناقشه است.

۳-۴. پیوند میان ژئومورفولوژی و اکولوژی

بر اساس این تاریخچهٔ موازی، یک شخص انتظار دارد که این دو نظام علمی به راحتی در داخل مطالعات مشارکتی با یکدیگر ترکیب شده، به تبادل اطلاعات پرداخته و تئوری‌های واقعاً ترکیبی و هم کمانی را توسعه دهند، اما چنین موردی تاکنون وجود نداشته است. در عوض دو رشتهٔ علمی مزبور میل به انجام تحقیقات در حالت انزوای نسبی، چینش انتخابی و در صورت لزوم گرینش خرده اطلاعات و نظریه‌ها از سایر نظام‌های علمی داشته‌اند.

بسیاری از کارهای مرسوم ژئومورفولوژیست‌ها در کاوش فرایندهای اکولوژیکی به تحقیق دربارهٔ چگونگی تأثیر اشکال یا فرایندهای ژئومورفیک بر گونه‌های خاص یا گروهی از گونه‌ها (مانند ماهی‌ها و درختان) و برعکس محدود گردیده است. با این حال ژئومورفولوژیست‌ها به لحاظ مشارکت در ارائه درکی از اکولوژی اکوسیستم حضور کمی داشته‌اند. احتمال دارد که عوارض زمینی یا چشم‌اندازها، تأثیر ژرفی بر تمام فرایندهای اکوسیستم داشته باشند و این آن چیزی است که تا این تاریخ ژئومورفولوژیست‌ها عمدتاً از آن چشم‌پوشی کرده‌اند؛ چرا که ایشان فرایندهای اکولوژیکی را تنها در سطح جامعه یا جاندار که لزوماً تحت‌تأثیر ژئومورفولوژی نیست، مورد توجه قرار می‌دادند.

این مسئله شاید از زاویه دیگر به همان شدت باشد. قسمت عمده‌ای

از مطالعات اکولوژیکی به‌طور آمرانه‌ای اشکال ژئومورفیک را ایستا تلقی کرده‌اند. به عبارتی، پارادایم مسلط بر تحقیقات اکولوژیکی، منظر فیزیکی را قالب ایستایی در نظر می‌گیرد که فرایندهای اکولوژیکی در آن حادث می‌شوند. در مقابل رشته ژئومورفولوژی، در درجه اول، کانون توجه خود را به ماهیت پویای چشم‌اندازها و سنجش فرایندهای دخیل و مقیاس‌های زمانی که این فرایندها در خلال آن رخ می‌دهند، معطوف می‌سازد. بسیاری از تغییرات ژئومورفیک در مقیاس‌های زمانی و فضایی حادث می‌شوند که با تغییرات اکولوژیکی قابل مقایسه و حتی موازی هستند، بنابراین فرایندهایی زیستی و غیرزیستی را به وجود می‌آورند که در مقابل پارامترهای ایستای مطالعات اکوسیستم، ویژگی متغیر و پویایی دارند. از این رو در تلاش برای پیوند دو نظام علمی ژئومورفولوژی و اکولوژی عدم تطابقی بین عالمان این رشته‌ها از حیث طرز تلقی‌شان از منظر فیزیکی پدید می‌آید.

تلاش‌هایی برای ترکیب نظام‌های علمی اکولوژی و ژئومورفولوژی با یکدیگر صورت گرفته است. اخیراً تومس[۴] و پارسونز (۲۰۰۲) چارچوبی را برای مطالعهٔ بین‌رشته‌ای اکوسیستم‌های رودخانه‌ای پیشنهاد داده‌اند. اکوژئومورفولوژی[۵]، اکولوژی را در داخل هیدرولوژی و ژئومورفولوژی، همچنین ژئومورفولوژی و هیدرولوژی را در داخل اکولوژی و بالاخره هیدرولوژی را در داخل اکولوژی و ژئومورفولوژی می‌گنجاند. این چارچوب به طرز موفقیت‌آمیزی در تخصیص زیست‌محیطی آب برای سیستم‌های رودخانه‌ای مناطق خشک به خدمت گرفته شده است. با این وجود این ترکیب هنوز در دوران نوباوگی خود قرار دارد. از همین رو بود که رفع شکاف‌های موجود مابین ژئومورفولوژی و اکولوژی، از حیث تحقیقات و کاربردها، به‌عنوان هدف سمپوزیوم بینهامتون در سال ۲۰۰۵ قرار گرفت.

٤. درس‌هایی از سمپوزیوم بینهامتون: پیوند متقابل، ظهور موضوعات و محدودیت‌ها

۱،۴. ژئومورفولوژیست‌ها و اکولوژیست‌ها چه چیزهایی می‌توانند از هم بیاموزند؟

اتخاذ دید ژئومورفیک از اکولوژی، دیدگاه مکان مبنا و زمان مبنایی را از فرایندهای اکولوژیکی ارائه می‌دهد و نیز قادر است ابزار مکانیکی و کمّی لازم را برای پیش‌بینی چگونگی تغییرات چشم‌اندازها، در ظرف زمان- فضا فراهم نماید. از این رو چنانچه یک فرایند اکولوژیکی تابعی از یک عارضه ویژه زمین باشد آن‌گاه یک دید ژئومورفیک می‌تواند اطلاعاتی درباره چگونگی تغییر ناگزیر و سیستماتیک فرایند اکولوژیکی در ظرف زمان- فضا و نیز پیش‌بینی کیفی یا کمی آن تغییرات با استفاده از مدل‌های ژئومورفیک فرایند مبنا و دینامیک موجود فراهم آورد.

یک نمونه خوب از این پیوند متقابل در تحقیقات رودخانه این است که چگونه درک ژئومورفیک پایه از ژئومتری هیدرولیک در شبکه‌های آبراهه‌ای، به خلق مفهوم پیوستگی رودخانه در اکولوژی رود امکان می‌دهد. مثال دیگر مطالعه‌ای است که چادویک[۶] و همکارانش (۲۰۰۷) بر روی تاریخ پراکنش فضایی پوشش گیاهی و مواد غذایی خاک در هاوایی داشتند چرا که تحقیق آن‌ها بر روی خاک‌ها به ارائهٔ درک وسیع‌تری، به لحاظ مقیاس زمانی- مکانی، از بیوشیمی خاک فعلی فراهم ساخت. کار گورنل[۶] و همکارانش (۲۰۰۷) نمونه‌ای است از اینکه چگونه فهم نسبتاً ساده و کمی‌سازی فرایندهای ژئومورفیک (انتقال رسوب) می‌تواند آگاهی ما را در مورد انتقال خرده‌ریزهای گیاهی پروپاگول[۷] (نوعی جلبک) از طریق شبکه آبراهه‌ای ارتقا ببخشد. در یک مقیاس بسیار بزرگ‌تر هامیلتون و همکارانش (۲۰۰۷) جهت آگاهی از عوامل فیزیکی مؤثر بر تنوع زیستی سیلاب‌دشت، از دانش ژئومورفولوژی و هیدرولوژی سیلاب‌دشت بهره جستند. در دامنه گسترده‌ای از مقیاس‌های زمانی- فضایی نشان دادند که چگونه می‌توان از پدیده فرسایش بادی در تبیین غنی‌سازی مواد غذایی اکوسیستم‌های دوردست کمک گرفت و اینکه اکوسیستم‌های با فضای گسترده ممکن است قویاً با فرایندهای ژئومورفیک در ارتباط باشند.

از طرف دیگر دید اکولوژی در ارائه نمای جامع‌تری از فرایندهای درهم‌بافته اکولوژیکی و دینامیک آن‌ها- برای مثال: اکوسیستم‌ها، زیستگاه‌ها، پویایی‌شناسی جمعیت، شبکه‌های غذایی- در مقیاس‌های فضایی و زمانی مناسب به ژئومورفولوژیست‌ها کمک می‌نماید. پیوند میان پوشش گیاهی و اشکال ژئومورفیک به‌صورت یک جزء مرکزی این سیستم‌های زوجی باقی می‌ماند، چرا که این پیوند و ارتباط به درک فرایندهای دامنه‌ای در زمین‌های پرشیب، الگوهای تاریخی فرسایش وابسته به تغییرات از طرف انسان و نیز مسائل حساس و مهم ناشی از پاسخ‌های غیرخطی چشم‌انداز کمک می‌نماید. با این حال دو مقاله در سمپوزیوم مزبور ارائه شد که مجموعه‌ای از سؤالات و مشاهدات جذاب را عرضه نمود: فیشر و همکاران (۲۰۰۷) براساس تحقیق‌شان بر روی رودهای مناطق خشک، سؤالی را بدین‌گونه مطرح می‌کنند که آیا ممکن است فرایندهای بیوژئوشیمیایی بر اشکال ژئومورفیک تأثیرگذار باشند؟ و واترز[۷] و استانلی[۸](۲۰۰۷) بازدیدهایی مقدماتی از آبراهه‌های واقع در تورب‌زارها، یعنی جایی که احتمال وجود چنین ارتباط‌هایی در آن‌ها می‌رود، تدارک می‌بینند. جذابیت مشابهی در مطالعه آبراهه‌های مناطق خشک قطب جنوب از سوی مک‌نایت[۹] و همکارانش (۲۰۰۷) دیده می‌شود که نشان می‌دهد پوشش‌های میکروبی [۱۰] در یک شرایط نهان زیستی [۱۱] در یک آبراهه خشک به مدت دو دهه حفظ می‌شود.

٤-۲. سؤالاتی در خصوص مقیاس

موضوع مهمی که مکرراً در تحقیقات مشترک بین دو حوزهٔ ژئومورفولوژی و اکولوژی بروز می‌کند همانا موضوع مقیاس است. مسائل برخاسته از انتخاب یک مقیاس مناسب برای تحقیق و تحلیل، به کرات خود را در خلال این سمپوزیوم نشان داد. مقیاس نه‌تنها مسئله‌ای مهم در طرح‌ریزی یک پژوهش و گردآوری داده‌هاست، بلکه در مسائل کمتر شناخته‌شده‌ای چون بسط مدل و انتخاب و دسترسی به داده‌ها و کیفیت آن‌ها نیز اهمیت بسیار دارد.

پست [۱۲] و همکارانش (۲۰۰۷) به بررسی چگونگی تفسیر مقیاس در ژئومورفولوژی و اکولوژی، به ویژه هنگام ارتباط آن با کل شبکه‌های

غذایی در اکولوژی، پرداختند. تومس و پارسونز (۲۰۰۷) مسئله مقیاس را با انجام یک تحلیل روشن از فرایندهای سلسله مراتبی در اکوسیستم‌های رودخانه‌ای پیگیری کردند. موضوع سلسله مراتب در مدل مفهومی بسط یافته از سوی دلار[۱۳] و همکاران (۲۰۰۷) نیز نقش مهمی ایفا می‌نماید. مباحثات در خلال سمپوزیوم نشان داد که موضوع فرایندها و نظریهٔ سلسله مراتبی از جایگاه مفهومی رایج در ژئومورفولوژی و اکولوژی برخوردار بوده و از این رو شایسته است، به‌عنوان یک موضوع مشترک، از هر دو سو مورد بررسی بیشتری قرار گیرد. مسائل مربوط به مقیاس فرایندها در فضا از سوی مک‌تاینش[۱۴] و استرانگ[۱۵] (۲۰۰۷) طی بررسی فرسایش بادی پیگیری شده و بورگ[۱۶] و همکارانش (۲۰۰۵) فرسایش آنتروپوژنیک[۱۷] را در مقیاس‌های زمانی بسیار متنوع بررسی نمودند.

ما براساس بحث‌ها و مقالاتی که ذکر آن‌ها رفت اظهار می‌داریم که کنکاش برای ایجاد پیوند میان فرایندهای اکولوژی و ژئومورفولوژی از خلال طیف گسترده‌ای از مقیاس‌ها به‌طور بالقوه به‌عنوان عرصه پژوهشی سودمند محسوب می‌شود. برخی مقیاس‌های مربوط به این روابط متقابل مانند اثر پوشش گیاهی بر روی فرسایش یا مهاجرت رودخانه در مقیاس‌های زمانی سالانه یا دهه‌ای به خوبی بررسی می‌شوند. با این حال سایر مقیاس‌ها کمتر شناخته شده و ممکن است ما را با چالش‌های مفهومی و منطقی روبه‌رو سازد. احتمال دارد این مقیاس‌ها بسیار کوچک (اجزاء متریک) و یا بسیار بزرگ (قاره‌ای) باشند و اگر هم پیوندی میان فرایندهای ژئومورفیک و اکوسیستمی در این مقیاس‌ها برقرار شود ممکن است چگونگی و کجایی آن دچار جابه‌جایی‌های علّی بالقوه شود. با وجود این ما چند مقاله را که در راستای چگونگی اتخاذ رهیافت در قبال این پرسش‌ها قراول رفته‌اند، پیشنهاد می‌کنم که در این بین مقالهٔ مشترک مک‌تاینش و استرانگ (۲۰۰۷) به‌عنوان نمونه‌ای از مطالعه یک فرایند ویژه در مقیاس زمانی و فضاییِ بسیار متفاوت، از ویژگی‌خاصی برخوردار است.

٤-۳. محدودیت‌ها

همچنان که سمپوزیوم مزبور و مقالات آن را در اینجا معرفی کردیم محدودیت‌های متعددی را که در باب پل‌سازی میان ژئومورفولوژی و اکولوژی وجود دارد و متعاقب آن موضوعات مفهومی برجسته‌ای را که لازم است که تحقیقات به آن‌ها پرداخته شود، نیز شناسایی نمودیم. در وهله اول آن چیزی که در این زمینه محوریت دارد سؤالات هدایت‌گر تحقیق در دو رشته علمی مزبور است که اغلب نسبت به هم واگرایی دارند و بنابراین ممکن است دو قلمرو با جهت‌های کاملاً مستقل از هم را اتخاذ کنند. «سؤالات کلیدی» در یک نظام علمی چیزی است که پارادایم‌های غالب تحقیق در آن نظام و بنابراین اولویت‌های تحقیقاتی را برای مدت طولانی شکل می‌بخشد. هنگامی که سؤالات و پارادایم‌ها به یکدیگر نزدیک می‌شوند ممکن است چشم‌اندازهای وسیعی را در هر دو نظام علمی پدید آورند. در حال حاضر به نظر می‌رسد یکی از ثمربخش‌ترین حوزه‌های تحقیق زوجی همانا پل‌سازی بین اکولوژی چشم‌انداز و تحول آن باشد؛ چرا که هر دوی این حوزه‌های تحقیق در جوامع مربوطه از اولویت برخوردارند. وجه مشترک دوم در عرصهٔ تحقیقی هر دو نظام علمی، موضوع استرداد (احیاء) اکولوژیکی است. در زیر به مشترکات پژوهشی مزبور می‌پردازیم.

یک عامل محدودکننده که همراه با سؤالات کلیدی در تحقیقات مشارکتی وجود دارد شناسایی رویکردهای متفاوت مورد استفاده در دو نظام علمی مختلف است. بر پایهٔ تاریخچهٔ ژئومورفولوژی و اکولوژی، که در بالا بدان‌ها اشاره شد، انتظار می‌رود که روش‌ها و رویکردهای دو نظام علمی مزبور واقعاً از قیاس‌پذیری و همسازی زیادی برخوردار باشند؛ از این‌رو آگاهی بخشی کامل دربارهٔ این مشابهت‌ها از اهمیت یکسانی برای ژئومورفولوژیست‌ها و اکولوژیست‌ها برخوردار خواهد بود (برای مثال، تحلیل فضایی و مدل‌سازی از طریق RS و GIS در تحول و اکولوژی چشم‌انداز، کارهای تجربی میدانی در مطالعات مربوط به بهبود مداخلات). ما حقیقتاً اذعان می‌کنیم، با اینکه تحقیقات آتی در این عرصه مشترک ناگزیر از افزایش توجه به مقیاس زمانی و پیش‌بینی و مدل‌سازی از طرف اکولوژیست‌ها جهت آگاهی کامل از مدل‌سازی فرایندهای ژئومورفیک خواهد بود، استفاده متمرکز و فزاینده از GIS و RS موجب تسهیل در بهبود همکاری بین‌رشته‌ای شده است.

همچنان که بخشی از این همکاری به‌خصوص در مورد پیش‌بینی و مدل‌سازی رو به بهبود و افزایش دارد، ضروری است که شناخت ما از وضعیت واقعی داده‌های فضایی و زمانی در ژئومورفولوژی و اکولوژی افزایش یابد. این امر در وهلهٔ نخست باعث آگاهی نظام‌های علمی جداگانه از پایگاه داده و یا انواع داده‌های مورد استفاده از طرف نظام‌های علمی دیگر خواهد شد. همچنین ما بایستی اجزای اساسی و مفقود داده‌ها و مسائل مربوط به دسترس‌پذیری داده‌ها را، که ممکن است باعث ارتقای آگاهی‌مان از دینامیک موجود در فرایندهای اکوسیستمی چشم‌انداز و نیز ترویج یا تسهیل تحقیقات بین‌رشته‌ای در آینده شود، شناسایی کنیم.

همچنان که ضرورت دسترسی به داده‌ها در مقیاس‌های رو به افزایش به قوت خود باقی است نیاز فزاینده‌ای برای مدل‌سازی نظری و عملی، به خصوص در زمینه آموزش، پیش خواهد آمد. با این حال بسیاری از مدل‌ها، خاص یک رشتهٔ علمی است و لذا دانشمندان خارج از یک نظام علمی ویژه، شاید از وجود دیگر مدل‌ها و سهولت یا دشواری نسبی کاربرد آن‌ها آگاهی نداشته باشند. از این‌رو آگاهی‌بخشی به دانشمندان دربارهٔ انواع مدل‌های موجود و نیز مدل‌های ویژه‌ای که به کرّات توسط نظام‌های علمی مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد یکی از جنبه‌های مهم پل‌سازی بین ژئومورفولوژی و اکولوژی به‌شمار می‌رود. به علاوه تبادل‌نظر دربارهٔ چگونگی تطابق، اصلاح و احتمالاً ترکیب مدل‌های برگرفته از سایر نظام‌های علمی برای ایجاد مدل‌های اکوسیستمی صحیح ضروری است.

آخرین محدودیت‌هایی که بر سر راه روابط متقابل بین ژئومورفولوژیست‌ها و اکولوژیست‌ها در آینده وجود خواهد داشت دام‌هایی است که با اتکای فزاینده بر ابزارهای گرافیکی (نقشه‌ها،

عکس‌های هوایی و تصاویر رقومی) به‌وجود می‌آید. سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) به‌عنوان ابزاری قدرتمند در هر دو نظام علمی همراه با فناوری اطلاعات نوین (برای مثال، کاربردهای GIS از طریق اینترنت) ظهور یافت. از GIS می‌توان جهت پاسخ‌گویی به سؤالات معنادار قابل استفاده برای تصمیم‌گیرندگان سود جست. با این حال در کاربرد یک مدل GIS مبنا، هنگام اعمال استانداردهای کیفیت داده و نیازهای پیش‌پردازشی مدل مزبور، می‌بایست بر حسب توانایی مدل مزبور در فراهم‌سازی اطلاعات تصویری مفید و ابزار تحلیلی، ارزیابی صورت بگیرد. کیفیت پایین داده‌های فضایی- زمانی، خطاهای ناشی از پردازش داده‌ها هنگام تبدیل آن‌ها و سطوح خطای معرفی شده در فرض‌ها و روش‌های مدل به لحاظ اثرات بالقوه بر روی نتایج و فرایند تصمیم‌گیری نیاز به ارزیابی دقیقی دارند. همچنین ممکن است مدل‌های GIS مبنا باعث بسطِ بیش از حد درک صحیح ما از فرایندهای اساسی شده و احتمالاً مفهوم نادرستی از قابلیت پیش‌بینی برای تصمیم‌گیرندگان فراهم بیاورد. بنابراین ژئومورفولوژیست‌ها و اکولوژیست‌ها نقش مشابهی در بهبود ارتباط بین دانشمندان، مدیران منابع طبیعی، تصمیم‌گیرندگان و سیاست‌گذاران و دیگر افراد ذینفع داشته و از طریق تحقیقات علمی خود باعث تدارک مفاهیم، مدل‌ها و سایر ابزارهای ارزیابی می‌شوند. تکنیک‌هایی نظیر مدل‌سازی آماری و نمایش صحیح تصاویر، راه‌هایی را برای نمایش صحت داده‌ها و انتخاب مدل مؤثر بر نتایج و بنابراین انجام تصمیمات پیش روی کاربران می‌گذارند. صحت مدل‌های ترکیبی اکوژئومورفیک به‌عنوان یک نیاز مهم در تحقیقات به قوت خود باقی است.

٤-٤. مسائل پیش‌رو و آینده تحقیقات

مهم‌ترین مسائلی که در سمپوزیوم شناسایی گردید عبارت بود از: ۱. ترکیب مدل‌های اکولوژی چشم‌انداز و تحول آن و ۲. استرداد (احیاء) اکولوژیکی.

این موضوعات مرزهای مهم پژوهش محسوب می‌شوند، چرا که ضرورت درک کامل ژئومورفولوژی و اکولوژی را نشان می‌دهند. چالش موجود در زمینه اکولوژی چشم‌انداز و تحول آن عبارت از پل‌سازی میان دو نظام علمی به طریقی است که امکان برون‌یابی و پیش‌بینی در فضا- زمان را فراهم سازد. بسط و پیش‌بینی فرایندهای اکوسیستمی در طول زمان و پیش‌بینی چگونگی پیوند بازخوردی این فرایندها با تغییرات ژئومورفیک، مهم‌ترین چالش‌ها در پل‌سازی بین دو نظام علمی اکولوژی و ژئومورفولوژی خواهد بود.

نقش پیش‌بینی نیز در موضوع استرداد اکولوژیکی مهم است. نویسندگان مقالاتی که در سمپوزیوم موضوع مدیریت و استرداد اکولوژیکی را مطرح ساختند از فرسایش خاک و مواد آلی گرفته تا استرداد اکولوژیکی رود، و باز تقویت ساحل را مدنظر قرار داده و به شرح تنش دینامیکی موجود میان واقعیات علمی و نیازهای تشکل مدیریتی پرداختند. در این میان موضوع استرداد از اهمیت خاصی برای محققین برخوردار است، چرا که این مسئله آگاهی از هر دو نظام علمی مزبور و نیز سطحی از صحت و دقت در پیش‌بینی و مدل‌سازی سیستم‌های زوجی را ایجاب می‌کند که اغلب دیده نمی‌شود. ژئومورفولوژیست‌ها و اکولوژیست‌ها توانایی‌های خود را در پیش‌بینی کیفی واکنش‌ها در قبال کارهای مدیریتی از طریق مدل‌های مفهومی به خوبی توسعه داده‌اند، اما بسط این مدل‌ها جهت پیش‌بینی کمّی همچنان به‌صورت یک چالش مهم باقی است.

ما، افزایش میزان دقت پیش‌بینی‌ها، جهت مدیریت و امر استرداد در مقیاس‌های زمانی نسبتاً کوتاه (برای مثال، دهه) و متعاقب آن افزایش مقیاس زمانی مدل‌های پیش‌بینی زوجی (قرن تا هزاره) را چالش‌هایی اساسی برای جامعه تحقیقاتی می‌دانیم. ما حقیقتاً با این ظرفیتِ پیش‌بینی، به حدود و ثغور آگاهی‌مان درباره این سیستم‌ها اشراف پیدا کرده‌ایم و از این روست که رهنمون بودن کاربردهای علوم مزبور برای تحقیقات آتی ممکن می‌گردد. چنین تلاش‌هایی برای مدل‌سازی باعث روشن شدن فرایندهایی که درک ناقصی از آن‌ها داریم، محدودیت‌های داده‌ای در طول زمان و فضا، و از همه مهم‌تر میزان کفایت پارادایم‌های فعلی در زمینهٔ آموزش‌وپرورش از حیث مسائل پیش‌آمده، خواهد شد. مقالات ارائه شده در سمپوزیوم بینهامتون تاریخچهٔ پربار تحقیقات در زمینهٔ ژئومورفولوژی و اکوسیستم‌ها و نیز جایگاه ما را نسبت به پارادایم‌های تحقیقی پدیده آمده در دههٔ پیش‌رو نشان داد.

پی‌نوشت‌ها

۱. Binghamton
۲.picket
۳.mesocosmos
۴. Thoms & parsons (۲۰۰۲)
۵. ecogeomorpholog
۶. Chadwick
۷. Gurnel
۸. watters
۹. Stanley
۱۰.Mc Night
۱۱. microbial mats
۱۲.cryptobiotic
۱۳. Post
۱۴. Dollar
۱۵. Mc thainsh
۱۶. Strong
۱۷. Bork
۱۸. anthropogenic

منابع

Renschler, C.S., Doyle, M.W., and Thoms, M. ۲۰۰۷. Geomorphology and ecosystems: Challenges and keys for success in bridging disciplines. Geomorphology ۸۹(۲۰۰۷) ۱-۸.