

بررسی اتصال ساختاری و عملکردی رسوب به منظور ارائه برنامه‌های مدیریت رسوب امری اجتناب‌ناپذیر است. هم‌چنین بررسی‌سناریوهای عملی و قابل اجرا و مرتبط با مدیریت رسوب با توجه به الگوهای تولید و برداشت، انتقال و انباشت رسوب نیز ضروری می‌باشد.

مفهوم و نقش اتصال ساختاری و عملکردی در مدیریت رسوب حوزه‌های آبخیز

سعید نجفی^۱، سید حمیدرضا صادقی^۲ و تویباس حکمن^۳

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۲/۶ تاریخ پذیرش: ۹۴/۴/۱

واژه‌های کلیدی: انتقال رسوب، پهنه‌های رسوبی، سناریوهای مدیریتی، تحویل رسوب، مدیریت جامع آبخیز.

چکیده

فرسایش خاک از مسائل مهم در اکثر مناطق جهان و به‌ویژه کشورهای در حال توسعه مانند ایران است که منجر به مشکلات درون و برون منطقه‌ای می‌شود. لذا درک جامع از منشأ، نواحی و پهنه‌های برداشت و انباشت رسوب، انتقال و سرنوشت رسوبات تولیدی از ضروریات اساسی مدیریت همه‌جانبه حوزه‌های آبخیز می‌باشد. بر همین اساس، بررسی و شناخت اتصال رسوبی، مفهومی ضروری برای رسیدن به اهداف فوق است. اتصال رسوبی، انتقال رسوب از میان تمام منابع رسوب ممکن به تمام مخازن رسوب پتانسیل در یک سامانه تحت فرآیندهای جدایش، انتقال و ترسیب رسوب می‌باشد که به‌وسیله‌ی چگونگی حرکت رسوب بین تمام مناطق ژئومورفیکی تعیین می‌شود. بررسی ویژگی‌های مکانی الگوهای اتصال در یک آبخیز، امکان تعیین پهنه‌های برداشت به‌عنوان منبع و نواحی موثر آبخیز در تولید و انباشت رسوب و شناسایی مسیرهای انتقال رسوب را فراهم می‌کند. این امر خود سبب اعمال نسخه‌های یکسان و یک‌پارچه‌ی مدیریت رسوب برای مناطقی با الگوهای اتصال یکسان خواهد شد. از طرفی یکی از مهم‌ترین مواردی که اثرگذاری قابل توجهی بر روابط اتصال و پیوستگی اجزاء آبخیز دارد، توزیع مکانی عناصر سیمای سرزمین و نوع مدیریت آن می‌باشد که در نهایت به افزایش یا کاهش تحویل رسوب منجر می‌شود. به‌طور کلی و به‌عنوان یک نتیجه، آرایش‌های مکانی متفاوت در قالب سیمای سرزمین پاسخ‌های متفاوتی از نظر فرسایش، رسوب و انتقال آن به دخالت و تغییری واحد را ایجاد خواهند کرد. با این توصیفات، برای ارائه‌ی برنامه‌های مدیریتی جامع در حوزه‌های آبخیز،

مقدمه

فرسایش خاک از مسائل مهم در اکثر مناطق جهان است که سبب کاهش قدرت تولید خاک، جریان‌های آبی حاوی رسوب زیاد، کاهش سلامت سامانه‌های آبی، افزایش رسوب در مخازن سدها و به‌طور کلی مشکلات درون و برون منطقه‌ای می‌شود [۳۴]. لذا درک جامع از منشأ، نواحی و پهنه‌های برداشت و انباشت رسوب، انتقال و سرنوشت رسوبات حاصل از منابع رسوب برای برنامه‌ریزی صحیح استفاده از منابع و مدیریت عوامل موثر و مهارکننده‌ی آن از ضروریات اساسی مدیریت همه‌جانبه حوزه‌های آبخیز می‌باشد [۱۵، ۱۸ و ۳۰]. بر همین اساس برنامه‌ریزی استفاده از زمین در مقیاس آبخیز یکی از اهداف مدیریت منابع چند هدفه^۴ است که تعادل لازم بین فعالیت‌های انسانی با اهداف متناقض و یا دارای محدودیت مانند افزایش درآمد آبخیزنشین، حفاظت آب و خاک، توسعه‌ی شهری و تامین آب شرب را برقرار می‌سازد. از این‌رو گزینه‌های مدیریت آبخیز چارچوبی برای ترکیب دانش و منابع تخصصی و دیدگاه‌های اجتماعی و علوم طبیعی در برنامه‌ریزی، سیاست‌گذاری و تصمیم‌گیری هستند. از طرفی مدیریت صحیح و همه‌جانبه آبخیزها در صدد رفع مشکلات مربوط به کمیت و کیفیت آب، تأثیرات اکولوژیک، مشارکت مردمی و بازده کم اقتصادی و فنی اقدامات مهار و حفاظت منابع می‌باشد [۳۱ و ۳۳]. مشکلات یاد شده به‌طور مستقیم و غیرمستقیم با موضوع رسوب ارتباط پیدا میکنند. به‌همین منظور در سالهای اخیر هم‌گرایی رو به رشدی در میان متخصصین برای مدیریت رسوب، منابع آلودگی غیرنقطه‌ای^۵ و افزایش پایداری بلندمدت ذی‌نفعان آبخیز شکل گرفته است [۳۱].

۱- دانشجوی دکتری علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشگاه تربیت مدرس

۲- استادگروه مهندسی آبخیزداری، دانشگاه تربیت مدرس

۳- استاد گروه جغرافیای فیزیکی، دانشگاه کاتولیک اینگلوشتات، آلمان

* نویسنده مسئول: sadeghi@modares.ac.ir

4- Integrated Watershed Management (IWM)

5- Multi-Objective Resource Management

6- Non-point Source Pollution

اگرچه مطالعات متعدد مربوط به شار رسوب^۱ مستقیماً به مفهوم اتصال رسوبی اشاره نکرده‌اند اما این مفهوم به‌طور ضمنی بخشی از مطالعات بیلان رسوب^۲ و رویکردهای مرتبط با فرآیند نسبت تحویل رسوب^۳ را دربرگرفته و مطالعات اولیه و پیش‌گام آن به دهه‌ی اخیر بازمی‌گردد. مرور منابع نشان می‌دهد که مفهوم اتصال امروزه به‌طور روزافزونی در مطالعات اکولوژی، هیدرولوژی و ژئومورفولوژی برای بررسی ارتباط بخش‌های مختلف یک آبخیز به‌ویژه ارتباط بین دامنه‌ها و شبکه‌های آبراه مورد توجه جدی قرار گرفته است.

انواع مفاهیم اتصال در آبخیز و تعاریف آن

با توجه به حوزه‌های متفاوت مطالعاتی و عدم اجماع بر روشی واحد، تعاریف و تقسیم‌بندی‌های متفاوتی از مفهوم اتصال در آبخیز ارائه شده است [۳، ۴، ۸، ۱۷ و ۲۲]. اتصال هیدرولوژیکی^۴ از دیدگاه اکولوژیکی، به‌صورت انتقال مواد، انرژی و یا ارگانسیم‌ها درون و یا بین چرخه‌ی هیدرولوژیکی تعریف شده است [۳، ۵ و ۱۶]. اما بر اساس دیدگاه هیدرولوژیکی و ژئومورفولوژیکی سه نوع مفهوم اتصال سیمای سرزمین^۵، اتصال هیدرولوژیکی و اتصال رسوبی [۱۹، ۱۵، ۸، ۲۳، ۲۷ و ۳۶] بیان شده که براساس انتقال فیزیکی رسوب و آلودگی‌های ناشی از آن مدنظر قرار گرفته است. بعضی از منابع نیز تقسیم‌بندی اتصال عمودی^۶ (مانند بارندگی، نفوذ و آب زیرسطحی)، اتصال جانبی^۷ (مانند اتصال جریان‌ات زیرسطحی به کانال، دامنه به کانال و یا دشت سیلابی به کانال) و اتصال طولی^۸ (مانند فعل و انفعالات بالادست به پایین دست، بخشی از رودخانه به بخشی دیگر یا زیرآبخیز به خروجی اصلی) را مطرح نموده‌اند [۶، ۱۵، ۲۳ و ۳۹]. بر همین اساس مطالعات مربوط به اتصال هیدرولوژیکی بر اساس تقسیم‌بندی‌ها و مفاهیم موجود، اساساً در پنج گروه ارزیابی الگوهای رطوبت خاک و اتصال رطوبت خاک^۹، فهم الگوهای رواناب و فرآیندهای دامنه‌ای یا اتصال فرآیند جریان^{۱۰}، فهم و بررسی کنترل‌های توپوگرافیکی و اتصال شکل زمینی^{۱۱} شامل اثر شبکه‌ی جاده‌ای بر اتصال هیدرولوژیکی و رواناب حوضه، تهیه و مدل‌های تحلیل و پیش‌بینی اتصال هیدرولوژیکی و تهیه و توسعه‌ی شاخص‌های مرتبط با اتصال هیدرولوژیکی قابل جمع‌بندی می‌باشد. در بعضی از مطالعات نیز اتصال بر اساس ابعاد کوچک‌تر مانند اتصالات شکستگی و درزهای سنگ‌های بستر و چگونگی انتقال آب به سفره‌های آب زیرزمینی [۳۲] و شبکه‌ی اتصالات منافذ خاک

[۲۴] مدنظر قرار گرفته است.

از آنجایی که در فرسایش آبی انتقال رسوب توسط نیروی محرکه‌ی آب و فرآیندهای هیدرولوژی در شبکه‌ی آبراه‌ای صورت می‌گیرد، لذا مفهوم اتصال رسوبی را انتقال رسوب به‌واسطه‌ی آب، بین دو جزء مختلف آبشار رسوب آبخیز^{۱۲} و عدم اتصال را درجه‌ای از هر نوع عامل محدودکننده^{۱۳} انتقال و شار رسوب در سراسر سیمای سرزمین بیان می‌کنند [۸ و ۱۷]. به بیان ساده‌تر انتقال رسوب از یک ناحیه یا بخش به ناحیه یا بخشی دیگر و پتانسیل جابه‌جایی براییک ذره‌ی رسوب در سراسر سامانه‌ی آبخیز (درون‌دامنه‌ای، بین‌دامنه و آبراه، درون‌آبراه‌ای) اتصال رسوبی نامیده می‌شود و به‌طور کلی و جامع می‌توان بیان داشت که "اتصال رسوبی" به‌عنوان انتقال رسوب از میان تمام منابع رسوب ممکن به تمام مخازن رسوب پتانسیل در یک سامانه تحت فرآیندهای جدایش، انتقال و ترسیب رسوب می‌باشد که به‌وسیله‌ی چگونگی حرکت رسوب بین تمام مناطق ژئومورفیکی تعیین می‌شود [۳ و ۴]. بنابراین مفهوم اتصال، ارتباط درونی بین اجزای مورفولوژیکی سیمای سرزمین^{۱۴}، امکان تحلیل انواع و میزان ارتباط مکانی بخش‌های مختلف آبخیز به‌منظور مدل‌سازی و کمی کردن شار و انتقال رسوب و نوع تغییرات آن در بازه‌های زمانی مختلف را نشان می‌دهد [۷، ۱۴ و ۱۷]. با توضیحات فوق، ذکر این نکته نیز ضروری است که مطالعات مربوط به ارتباط فرآیندهای مختلف انتقال رسوب، بیلان رسوب، عدم قطعیت‌های متصور بر نسبت تحویل رسوب و رسوب ذخیره با مفهوم اتصال هیدرولوژیکی و رسوبی و اقدامات مدیریتی وابسته به آن سابقه‌ی چندانی ندارد، لکن روند مطالعات مذکور طی چند سال اخیر از رشد قابل توجهی برخوردار بوده است [۳، ۵، ۸ و ۱۷]. در همین رابطه اکثر مطالعات به بررسی نفوذ آب و تولید رواناب و نقش اتصال هیدرولوژیکی در این امر و نقش آن در انتقال رواناب پرداخته‌اند [۳، ۵، ۱۷، ۲۱ و ۲۲]. به‌طور کلی جمع‌بندی سوابق پژوهشی بیان‌گر کاربرد مفهوم اتصال در بررسی تغییرات هدایت هیدرولیکی [۲۶]، رطوبت خاک و تأثیر آن بر رفتار هیدرولوژیکی آبخیز [۱ و ۴۰]، اتصال بالقوه و واقعی بخش‌های مختلف آبخیز در انتقال رسوب [۲، ۸ و ۲۴] و ارائه‌ی شاخص شبکه به‌عنوان شاخصی ایستا و متأثر از توپوگرافی در مطالعه‌ی اتصال رواناب سطحی [۲۹] می‌باشد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که در این میان بررسی اتصال رسوبی و توجه هم‌زمان به بررسی اتصال ساختاری و عملکردی رسوب و با توجه به اثر آن بر مدیریت حوزه‌های آبخیز مورد توجه جدی محققین نبوده است و بر همین اساس بیان مفاهیم مرتبط با اتصال رسوبی برای اولین بار در کشور در نوشتار پیش‌رو مدنظر قرار گرفت.

- 1- Sediment Flux
- 2- Sediment Budget/Balance
- 3- Sediment Delivery Ratio
- 4- Hydrological/ Hydrologic Connectivity
- 5- Landscape Connectivity
- 6- Vertical Connectivity
- 7- Lateral Connectivity
- 8- Longitudinal Connectivity
- 9- Soil-Moisture Connectivity
- 10- Flow-Process Connectivity
- 11- Terrain-Connectivity

12- Catchment Sediment Cascade

13- Limiting Factor

14- Morphological Landscape Components

مفهوم‌شناسی اتصال ساختاری^۱ و عملکردی^۲ رسوب

اتصال ساختاری مفهومی فیزیکی است که گستره‌ی ارتباط پیوسته و فیزیکی واحدهای سیمای سرزمین را با هم نشان می‌دهد و مقیاس این بررسی می‌تواند مقیاس‌های زمانی و مکانی و یا هر دو با هم باشد. در حالی که اتصال عملکردی حالتی است که در آن نحوه‌ی تأثیر ویژگی‌های ساختاری متعدد یک سامانه بر فرآیندهای اکولوژیکی، ژئومرفیک و هیدرولوژیکی مورد بررسی قرار می‌گیرد [۴۰]. به عبارت دیگر اتصال ساختاری مربوط به خصوصیات فیزیکی سیمای سرزمین و ارتباط و عدم ارتباط فیزیکی واحدهای مربوطه باهم می‌باشد. بدیهی است توزیع و پیکربندی واحدهای سیمای سرزمین (مدیریت سیمای سرزمین) در الگوها و مسیرهای انتقال رسوب موثر خواهد بود. در حالی که اتصال عملکردی با توجه به عامل رسوب، مربوط به تعامل فرآیندهای فرسایش و تولید رسوب با خصوصیات فیزیکی در آبخیز و نحوه‌ی برداشت، انتقال و انباشت رسوب و در تعامل با فرآیندهای هیدرولوژیکی می‌باشد. به همین دلیل است که براکن و همکاران [۵] پیشنهاد کرده‌اند که به جای استفاده از اصطلاح اتصال عملکردی از اصطلاح اتصال فرآیند محور^۳ استفاده شود. زیرا در این نوع از اتصال، فرآیندهای حاکم بر پدیده‌ی مورد نظر (مانند رسوب) در مقیاس زمانی و مکانی مناسب مدنظر قرار می‌گیرند و پویایی تدریجی و تکاملی آن نیز با این اصطلاح رساتر و روشن‌تر بیان می‌شود. نگارندگان با توجه به مطالعات خود از منابع مختلف در بیانی ساده و قابل فهم معتقدند که اتصال ساختاری به نوعی دارای روح سخت‌افزاری است که به موارد فیزیکی آبخیز مربوط می‌شود در حالی که اتصال عملکردی و یا فرآیندمحور دارای روح نرم‌افزارانه است که در آن فارغ از موارد فیزیکی، فرآیندهای پدیده‌ی مورد نظر مورد بررسی قرار می‌گیرند. به عنوان مثال بررسی میزان تولید فرسایش ناشی از فرسایش‌پذیری خاک، فرسایش‌پذیری باران، نوع خاک، میزان نفوذ و شرایط کاربری حاکم و تعیین فرآیندهای منجر به ایجاد رسوب ذخیره در مسیر انتقال رسوب فارغ از موارد فیزیکی چون شیب، شکل دامنه و فاصله از آبراه از مواردی است که مربوط به فرآیندها و روح نرم‌افزاری حاکم بر مقوله‌های مورد بررسی می‌باشد. با این همه، اکثر محققین به دلیل مفهوم انتزاعی و سخت فهم اتصال عملکردی، تنها به مطالعه‌ی اتصال ساختاری بسنده کرده‌اند و یا در صورت پرداختن به اتصال عملکردی نیز، به تفسیرهای توپوگرافیکی پایه از آن دچار شده‌اند که در واقع مربوط به اتصال ساختاری است. در مورد کمی‌سازی هر دو نوع اتصال نیز تلاش‌هایی صورت گرفته است که البته در مورد اتصال عملکردی به دلیل مولفه‌های متعدد موثر در آن توفیقی کسب نشده و رویکرد واحد و متقنی حاصل نشده است.

اهمیت بررسی اتصال رسوبی و نقش آن در مدیریت حوزه‌های آبخیز

امروزه اکثر متخصصین آبخیزداری و مدیریت حوزه‌های آبخیزها بر این باورند که برای رسیدن هم‌زمان به تعادل اکولوژیکی آبخیزها و افزایش شأن اجتماعی و اقتصادی آبخیزنشینان، دستیابی به برنامه‌های همه‌جانبه و مدیریت جامع در حوزه‌های آبخیز ضروری است. از طرفی برنامه‌های مدیریتی آبخیزها فارغ از تفاوت‌های آن‌ها، متناسب با محل و شرایط اعمال آن‌ها، الزاماً دارای جزء و وجه مشترکی به نام رسوب و مدیریت رسوب می‌باشند که برای تفسیر فرآیندهای حاکم بر تولید و انتقال رسوب، تحلیل عوامل اصلی موثر بر تولید و انتقال رسوب، حفاظت خاک و کنترل رسوب و نهایتاً مهار و کاهش زیان‌های برون و درون منطقه‌ای ناشی از رسوب کاربرد دارد [۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۲۰، ۲۵، ۲۸، ۳۵، ۳۷]. بر همین اساس و برای رسیدن به اهداف فوق، درک جامع از منشأ، انتقال و سرنوشت رسوبات حاصل از منابع مختلف، تحلیل بیلان رسوب، مقدار و توزیع مکانی فرسایش و رسوب، شناخت مناطق با الگو و استعداد یکسان و مشابه در انتقال و تولید رسوب و مهار فراگیر بر محل‌های منبع، مخزن، برداشت و انباشت رسوب از الزامات مدیریت رسوب می‌باشد [۲، ۸، ۱۴، ۱۵، ۳۰]. از همین رو، پیوند بین منابع رسوب و مناطق پایین‌دست، مسیرهای انتقال رسوب و نسبت تحویل رسوب، صفاتی کلیدی در مطالعه‌ی فرآیندهای انتقال رسوب و مدیریت فرسایش خاک و رسوب در آبخیزها محسوب می‌شوند که بخش قابل توجهی از آن‌ها از طریق بررسی اتصال رسوبی قابل پاسخ‌گویی است. بنابراین پژوهش در مورد اتصال رسوبی و بررسی ویژگی‌های مکانی الگوهای اتصال در یک آبخیز، امکان تخمین مشارکت هر بخش از آن به عنوان منبع و نواحی موثر آبخیز^۴ در تولید رسوب و شناسایی مسیرهای انتقال رسوب را فراهم می‌کند. از طرفی اثرپذیری تغییرات مکانی اتصال رسوبی از ریخت‌شناسی^۵ سبب تاثیر آن بر اتصال و پیوستگی دامنه به کانال و هم‌چنین فرآیند انتقال رسوب در طول شبکه‌ی آبراه‌ای می‌شود [۸]. از طرفی یکی از مهم‌ترین مواردی که اثرگذاری قابل توجهی بر روابط اتصال و پیوستگی اجزاء آبخیز دارد، توزیع مکانی عناصر سیمای سرزمین و نوع مدیریت آن می‌باشد که در نهایت به افزایش یا کاهش تحویل رسوب منجر می‌شود [۱۴ و ۳۸]. با این توصیف، اتصال رسوبی مفهوم پیچیده‌ای پیدا می‌کند که خصوصیات سیمای سرزمین (توپوگرافی، ریخت‌شناسی، نوع و رطوبت خاک و پوشش گیاهی) را با متغیرهای محرکی مانند مقدار تجمع و شدت بارندگی و فعالیت‌های انسانی ترکیب می‌کند [۱۹]. به طور کلی و به عنوان یک نتیجه، آرایش‌های مکانی متفاوت در قالب سیمای سرزمین پاسخ‌های متفاوتی از نظر فرسایش، رسوب و انتقال آن به دخالت و تغییری واحد را ایجاد خواهند کرد. بر همین اساس می‌توان گفت

1- Structural Connectivity

2- Functional Connectivity

3- Process- Based Connectivity

4- Effective Catchment Area

5- Morphology

doi:10.1029/2010WR009442.

2. Borselli, L., Cassi, P., and Torri, D. 2008. Prolegomena to sediment and flow connectivity in the landscape: A GIS and field numerical assessment. *Catena*, 75(3): 268–277.

3. Bracken, L.J., and Croke, J. 2007. The concept of hydrological connectivity and its contribution to understanding runoff-dominated geomorphic systems, *Hydrological Processes*, 21: 1749–1763.

4. Bracken, L.J., Turnbull, L., Wainwright, J., and Bogaart, P. 2014. Sediment connectivity: a framework for understanding sediment transfer at multiple scales. *Earth Surface Processes and Landforms*, doi:10.1002/esp.3635.

5. Bracken, L.J., Wainwright, J., Ali, G.a., Tetzlaff, D., Smith, M.W., Reaney, S.M., and Roy, A.G. 2013. Concepts of hydrological connectivity: Research approaches, pathways and future agendas. *Earth-Science Reviews*, 119: 17–34.

6. Brierley, G., Fryirs, K., and Jain, V. 2006. Landscape connectivity: the geographic basis of geomorphic applications. *Area*, 38(2): 165–174.

7. Cantón, Y., Solé-Benet, A., de Vente, J., Boix-Fayos, C., Calvo-Cases, A., Asensio, C., and Puigdefàbregas, J. 2011. A review of runoff generation and soil erosion across scales in semiarid south-eastern Spain. *Journal of Arid Environments*, 75(12): 1254–1261.

8. Cavalli, M., Trevisani, S., Comiti, F., and Marchi, L. 2013. Geomorphometric assessment of spatial sediment connectivity in small Alpine catchments. *Geomorphology*, 188: 31–41.

9. Collins A.L., Walling D.E., Leeks G.J.L., 1997a. Source type ascription for fluvial suspended sediment based on a quantitative composite fingerprinting technique, *Catena*, 29:1-27.

10. Collins A.L., Walling D.E., Leeks G.J.L., 1997b. Sediment sources in the Upper Seven catchmen: A fingerprinting approach, *Hydrology and Earth System Sciences*, 1(3):509-521.

11. Collins A.L., Walling D.E., Leeks G.J.L., 1998. Use of composite fingerprinting to determine the provenance of the contemporary suspended sediment

موضوع کلیدی^۱ در این مورد می‌تواند ارتباط بین فرسایش، رسوب ذخیره و رسوب خروجی از آبخیز باشد که تحت عنوان مسائل و عدم قطعیت‌های مربوط به تحویل رسوب مطرح می‌شود و در این میان یکی از پدیده‌های تاثیرگذار در این رابطه، مفهوم و فرآیند اتصال خواهد بود که می‌تواند بخشی از این مسائل را مورد بررسی قرار دهد [۱۴]. بر اساس توضیحات فوق می‌توان مدیریت رسوب را به مفهوم فرآیند تولید رسوب و تلاش برای درک تمام عوامل موثر بر فرآیندها و الگوهای مرتبط با آن اعم از فرسایش، انتقال، ذخیره و ترسیب آن دانست که بخش انکارناپذیری از برنامه‌های مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز خواهد بود. با این توصیفات برای توسعه و ارائه برنامه‌های مدیریتی جامع در حوزه‌های آبخیز، بررسی اتصال ساختاری و عملکردی رسوب به عنوان بخش مهمی از مفهوم مدیریت رسوبی امری ضروری است.

نتیجه‌گیری و جمع‌بندی

برای رسیدن به درکی جامع و همه‌جانبه از وضعیت رسوب‌دهی، مدیریت رسوب حوزه‌های آبخیز و تعیین بیان رسوب، باید همه‌ی فرآیندهای دخیل در تولید، انتقال و ترسیب رسوب مورد بررسی قرار گیرند. یکپاز مفاهیم و موارد مهم در این زمینه اتصال رسوبی است. بررسی اتصال رسوبی چه در بعد ساختاری و چه در بعد عملکردی آن به ترتیب نشان خواهد داد که چه بخش‌هایی از حوزه‌ی آبخیز بصورت بالقوه مستعد انتقال و یا ترسیب رسوب هستند و از طرفی با این بررسی پهنه‌های برداشت و انباشت رسوبی در زمان مورد بررسی به صورت بالفعل قابل شناسایی خواهد بود. این یافته‌ها از نظر مدیریتی به ویژه در کشورهایی چون ایران و با محدودیت بودجه در امور منابع طبیعی بسیار حائز اهمیت می‌باشد. زیرا این یافته‌ها در تلفیق با مطالعات منشأیابی و بیان رسوبات مدیر را قادر می‌سازد با تشخیص پهنه‌های بحرانی رسوبی^۲ و تمرکز اقدامات مدیریتی و حفاظتی بر آن‌ها، علاوه بر افزایش بهره‌وری مدیریت رسوبی خود، به پاسخ مدیریتی مناسب، متناسب و البته پویایی دست یابد. هم‌چنین رویکردهای مورد استفاده در بررسی اتصال رسوبی با توجه به جامعیت آن، قادر به پاسخ‌گویی به برخی نواقصی است که رویکرد بررسی میزان تحویل رسوب مبتنی بر پایش تنها یک نقطه (خروجی آبخیز) با آن مواجه می‌باشد و طبعاً سبب شبیه‌سازی صحیح از رفتار سامانه به دلیل شناخت صحیح از رفتار و خصوصیات آن خواهد شد.

منابع

1. Ali, G.A., and Roy, A.G. 2010. Shopping for hydrologically representative connectivity metrics in a humid temperate forested catchment. *Water Resources Research*, 46(12), W12544,

1- Key Issues

2- Hot Spot

- system. *Journal of the Iranian Natural Resources*, 60 (3): 693- 711(In Persian).
21. Harel, M.A., and Mouche, E. 2013. 1-D steady state runoff production in light of queuing theory: Heterogeneity, connectivity, and scale. *Water Resources Research*, 49(12): 7973–7991.
 22. Harel, M.-A. and Mouche, E. 2014. Is the connectivity function a good indicator of soil infiltrability distribution and runoff flow dimension? *Earth Surface Processes and Landforms*, doi:10.1002/esp.3604.
 23. Heckmann, T. and Schwanghart, W. 2013. Geomorphic coupling and sediment connectivity in an alpine catchment Exploring sediment cascades using graph theory. *Geomorphology*, 182: 89–103.
 24. Heckmann, T., Schwanghart, W., and Phillips, J.D. 2014. Graph theory: recent developments of its application in geomorphology. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169555X1400628X>
 25. Juracek K.E., Ziegler A.C. 2009. Estimate of sediment sources using selected chemical tracers in the Perry lake basin, Kasas, USA, *International Journal of Sediment Research*, 24: 108-125.
 26. Knudby, C., and Carrera, J. 2005. On the relationship between indicators of geostatistical, flow and transport connectivity. *Advances in Water Resources*, 28(4): 405–421.
 27. Kollongei, K.J., and Lorentz, S.A. 2014. Connectivity influences on nutrient and sediment migration in the Wartburg catchment, KwaZulu-Natal Province, South Africa. *Physics and Chemistry of the Earth*, 67-69, 12–22.
 28. Krause, A.K., Franks S.W., Kalma J.D., Loughran R.J., Rowan J.S. 2003. Multi-parameter fingerprinting of sediment deposition in a small gullied catchment in SE Australia, *Catena*, 53: 327-348.
 29. Lane, S.N., Reaney, S.M., and Heathwaite, A.L. 2009. Representation of landscape hydrological connectivity using a topographically driven surface flow index. *Water Resources Research*, 45(8): W08423 (1-10), doi:10.1029/2008WR007336.
 30. Najafi, S and Sadeghi, S.H.R. 2013. Comparison of sediment load transported by rivers, *Earth Surface Processes and Landforms*, 23: 31-52.
 12. Collins, A.L. Walling, D.E. & Sickingabula H.M. 2001. Suspended sediment source fingerprinting in a small tropical catchment and some management implications. *Applied Geography* 21: 387-412.
 13. Collins A.L., Walling D.E., 2002. Selecting fingerprint properties for discriminating potential suspended sediment source in river basins, *Journal of Hydrology*, 261:218-244.
 14. D’Haen, K., Dugar, B., Verstraeten, G., Degryse, P., and De Brue, H. 2013. A sediment fingerprinting approach to understand the geomorphic coupling in an eastern Mediterranean mountainous river catchment. *Geomorphology*, 197: 64–75.
 15. Duvert, C., Gratiot, N., Anguiano-Valencia, R., Némery, J., Mendoza, M.E., Carlón-Allende, T., Prat, C., and Esteves, M. 2011. Baseflow control on sediment flux connectivity: Insights from a nested catchment study in Central Mexico. *Catena*, 87(1): 129–140.
 16. Freeman, M.C., Pringle, C.M., and Jackson, C.R. 2007. Hydrologic Connectivity and the Contribution of Stream Headwaters to Ecological Integrity at Regional Scales. *Journal of the American Water Resources Association*, 43(1): 5-14.
 17. Fryirs, K. 2013. (Dis)Connectivity in catchment sediment cascades: a fresh look at the sediment delivery problem. *Earth Surface Processes and Landforms*, 38(1): 30–46.
 18. Fryirs, K., and Gore, D. 2013. Sediment tracing in the upper Hunter catchment using elemental and mineralogical compositions: Implications for catchment-scale suspended sediment (dis)connectivity and management. *Geomorphology*, 193: 112–121.
 19. Gumiere, S.J., Le Bissonnais, Y., Raclot, D. and Cheviron, B. 2011. Vegetated filter effects on sedimentological connectivity of agricultural catchments in erosion modelling: a review. *Earth Surface Processes and Landforms*, 36(1): 3–19.
 20. Hakimkhani, Sh., Ahmadi, H., Ghayoumian, J., Feiznia S and Bihamta M.R. 2007. Determining a suitable subset of geochemical elements for separation of lithological types of Poldasht water spreading

36. Vigiak, O., Borselli, L., Newham, L.T.H., McInnes, J., and Roberts, a.M. 2012. Comparison of conceptual landscape metrics to define hillslope-scale sediment delivery ratio. *Geomorphology*, 138(1): 74–88.
37. Walling D.E., 2005. Tracing suspended sediment sources in watersheds and river systems, *Science of the Total Environment*, 344: 159-184.
38. Walling, D.E., and Collins, A.L. 2008. The catchment sediment budget as a management tool. *Environmental Science & Policy* 2: 136-143.
39. Walling, D.E., and Zhang, Y. 2004. Sediment yields and denudation rates in Poland. In: *Sediment transfer through the fluvial system: (Proceedings of a symposium held in Moscow, August 2004)*. IAHS Publ. 288: 107-114.
40. Wester, T., Wasklewicz, T., and Staley, D. 2014. Functional and structural connectivity within a recently burned drainage basin. *Geomorphology*, 206: 362–373.
31. Qi, H., and Altinakar, M.S. 2011. A conceptual framework of agricultural land use planning with BMP for integrated watershed management. *Journal of Environmental Management*, 92(1): 149–55.
32. Renard, P., and Allard, D. 2013. Connectivity metrics for subsurface flow and transport. *Advances in Water Resources*, 51: 168-196.
33. Said, A, Sehlke, G., Stevens, D., Glover, T., Sorensen, D., Walker, W., and Hardy, T. 2006. Exploring an innovative watershed management approach: From feasibility to sustainability. *Energy*, 31(13): 2373–2386.
34. Sandercock, P.J., and Hooke, J.M. 2011. Vegetation effects on sediment connectivity and processes in an ephemeral channel in SE Spain. *Journal of Arid Environments*, 75(3): 239–254.
35. Smith H.G., Dragovich D., 2008. Improving precision in sediment source and erosion process distinction in an upland catchment, south-eastern Australia, *Catena*, 72: 191-203.

*Report*

Concept and Role of Structural and Functional Sediment Connectivity in Sediment Management of Watersheds

S. Najafi¹, S.H.R.Sadeghi² and T. Heckmann^{3*}

Received: 2015.2.25 Accepted: 2015.6.22

Soil erosion is a serious problem in the most regions of the world, especially a developing countries such as Iran that induce offsite and insite problems. Accordingly, the holistic understanding of the provenance, sediment source and sink areas, transport and fate of produced sediments is a very essential tool to achieve comprehensive management of watersheds. Sediment connectivity is one of concepts which is important to achieve aforesaid goals. Sediment connectivity is defined as the integrated transfer of sediment across all possible sources to all potential sinks in a system over the continuum of detachment, transport and deposition, which is controlled by how the sediment moves between all geomorphic zones. Assessing characteristics of spacial patterns of connectivity in a watershed allows to determine and identify degradation areas as source and effective catchment areas in sediment yield, sediment aggregation areas and sediment transfer pathways. So, mentioned approach and identifying sectors with similar sediment connectivity patterns support applying similar and integrated sediment control mitigation strategies. On the other hand, location and spatial configuration of landscape with different managerial scenarios are one of the most important factors which significantly affects sediment connectivity of watershed components and finally leads to decrease or increase sediment yield. Totally, a watershed has different erosions, sediment transfer and sediment yield responses to a unique and similar human disturbance but only with different locations and spatial configurations of landscape. Accordingly, to present comprehensive watershed management programs, investigation of structural and functional sediment connectivity under sediment management programs, practicable scenarios and with respect to sediment degradation, transfer and aggradation patterns is indispensable.

Keywords: *Comperhesive Watershed management, Sedimet areas, Manegerial scenarios, Sediment trasfer, Sediment yield.*

1. PhD Student of Watershed Management Engineering, Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, TarbiatModaresUniversity, Noor 46417-76489, Iran.

2. Professor, Department of Watershed Management Engineering, Faculty of Natural Resources, TarbiatModares University, Noor 46417-76489, Iran..

3- .Professor, Physical Geography, Catholic University of Eichstaett-Ingolstadt, Eichstaett, Germany.

* Corresponding author: sadeghi@modares.ac.ir