

جغرافیا و توسعه شماره ۳۸ بهار ۱۳۹۴

وصول مقاله : ۱۳۹۱/۹/۱۸

تأیید نهایی : ۱۳۹۳/۴/۸

صفحات : ۶۳-۷۴

رفتار آبی رودخانهی اوجان در شبکهی ژئونروتیک

دکتر ابوالقاسم امیراحمدی^۱، طیبه احمدی^۲

چکیده

ماهیت بیشتر رفتارهای هیدرولوژیکی رودخانه‌ها تابع شرایط اقلیمی و زمین‌شناسی حاکم بر محیط در زمان‌های گذشته است که با مطالعه آثار و شواهد پالئوژئومورفولوژی می‌توان به دلایل رفتار فعلی شبکه‌های آبی پی‌برد. جریان کلی رودخانه‌ها و سیلاب‌ها در حوضه رود اوجان (دشت آسپاس) جنوب شرقی - شمال غربی است، در حالی که جریان آب‌ها در شرق و غرب حوضه مورد مطالعه (دشت‌های نمدان و بکان) و بطور کلی در سیستم داریستی گر شمال غربی - جنوب شرقی و برخلاف رود اوجان است. در این پژوهش به دنبال پاسخ به این رفتارهای رودخانهی اوجان در شبکه نروتیک در طول زمان بوده و در بررسی این رفتار به‌جای استفاده از روابط هیدرولوژی و نزولات جوی از روابط سیستم نرونیتیک شبکهی زهکش و ژئونرون‌های مجازی، توپوگرافی و زمین‌شناسی (شبکهی عصبی) استفاده شد. دستاورد تحقیق نشان می‌دهد با تغییر اقلیم منطقه در کواترنر و آب‌شدن ورقه‌های یخی در میانهی دشت، حوضه رود اوجان به‌عنوان یک توپوژئونرون ایزوله درآمده و حوضه آبی مستقلی را در حوضه آبی گر به‌وجود آورده و در اثر پاره شدن حوضه از طریق تنگ براق به جمع آبراهه‌های رود گر پیوسته است. بعد از مدتی مخروط افکنه‌ی عظیمی در جنوب حوضه ایجاد و مانند یک سد مانع از عبور جریان به سمت رودخانهی سیوند (رودخانه زمان بیگ) جلوگیری کرده و حوضه به‌شکل پالئوتوپوژئونرون درآمده که در اثر تحولات بعدی استقلال نسبی خود را از دست داده و تبدیل به یک توپوژئونرون شده است.

کلیدواژه‌ها: رود اوجان، رفتار آبی، دشت آسپاس، ژئونرون، شبکهی عصبی.

مقدمه

از جمله مسائل محیطی که توجه محققان را به خود جلب نموده است، مسأله‌ی تغییرات محیطی است. ژئومورفولوژی از جمله علمی است که این‌گونه تغییرات را بر اساس شواهد ژئومورفیک دنبال می‌کند. دشت آسپاس که یکی از دشت‌های حاصل‌خیز استان فارس به‌شمار می‌آید، صحنه‌ی مناسبی از پدیده‌های ژئومورفیک است که می‌تواند ما را در ردیابی آثار تغییرات هیدرولوژی و محیطی منطقه در حال و گذشته یاری دهد. شواهد نشان می‌دهد که در طول تاریخ زمین، شرایط آب و هوایی بارها دستخوش تغییر و تحول کلی قرار گرفته و به دنبال آن شرایط جغرافیایی و از جمله هیدروژئومورفیک نیز تغییر پیدا کرده است. استفاده از نگرش سیستمی در توجیه رفتار هیدرولوژیکی رودخانه‌ی اوچان بر اساس یک الگوی ژئونروتنیک، به جای تمسک به توجیهات تعینی سنتی، سبب می‌شود تا ضمن آن‌که ادبیات جدیدی را در مباحث ژئومورفولوژیکی رودخانه به‌کار گیریم، واقعیات پیچیده‌تری از رفتار عناصر محیطی بر ما روشن شود. نگرش سیستمی که توسط فردریک برتالفی مطرح شد و یک سال بعد از مرگش انتشار یافت، تحول گسترده‌ای را در چارچوب ارزیابی پدیده‌ها به‌وجود آورد و همین تحول بود که دریچه‌ای جدید پیش‌روی بشر باز کرد (رامشت، ۱۳۸۵: ۵۳)، بر همین مبنا در سال ۱۳۸۵ رامشت با استفاده از سیستم شبکه‌ی عصبی و بر اساس دیدگاه سیستمی به تحلیل تطبیقی رفتار هیدرولوژیکی رودخانه‌ی گر در شبکه ژئونروتنیک پرداخت و به این نتایج دست یافت که بسیاری از رفتارهای حوضه‌های آبی، در چارچوب شبکه‌ی عصبی قابل تفسیر است و برخلاف تعبیرهای تعینی، رفتار آبی در این حوضه قبل از آن‌که به حجم نزولات جوی و مسائلی نظیر آن بستگی داشته باشد، تابعی از روابط سیبرنتیک سیستم نروتنیک شبکه‌ی زهکش‌ها و ژئونرون‌های مجازی، توپوگرافیک و کارستیک در

منطقه است (رامشت، ۱۳۸۵: ۵۱). در سال ۱۳۸۸ نصری و همکارانش در حوضه‌ی آبریز پلاسجان زاینده-رود با استفاده از مدل شبکه‌ی عصبی پرسپترون چند لایه به‌منظور برآورد میزان رواناب روزانه از روی بارندگی روزانه اقدام نمود، و نتیجه گرفتند که شبکه‌ی عصبی پرسپترون با چهار لایه‌ی مخفی اعتبار بیشتری در برآورد رواناب نسبت به سایر شبکه‌ها دارد (نصری و همکاران، ۱۳۸۸: ۳۷-۲۳). محتشم و همکارانش در سال ۱۳۸۹ با هدف تخمین سطح آب زیرزمینی دشت بیرجند با استفاده از روش شبکه‌ی عصبی مصنوعی در دو حالت (برای هر پیژومتر یک شبکه‌ی عصبی و یا یک شبکه‌ی عصبی برای کل پیژومترها) به این نتیجه دست یافتند که با استفاده از شبکه‌ی عصبی مصنوعی و تدقین تخمین میزان آب برداشتی می‌توان سطح آب زیرزمینی را تا ۱۲ ماه بعد و با دقت بالاتری نسبت به روش‌هایی که از اطلاعات تبخیر از سطح گیاه مرجع به‌عنوان شاخص برداشت آب کاربرد دارد، تخمین زد (محتشم و همکاران، ۱۳۸۹: ۱۰-۱). دهقانی و همکاران در سال ۱۳۸۹ از روش شبکه‌ی عصبی مصنوعی به عنوان یک روش نوین استفاده کرده و از سه ترکیب مختلف ورودی برای تخمین دبی بار معلق رسوب استفاده نمودند. نتایج پژوهش نشان داد که روش شبکه‌ی عصبی مصنوعی از دقت بالاتری نسبت به روش منحنی سنجه برای تخمین بار معلق رسوب رودخانه‌ی بهشت‌آباد از سرشاخه‌های رودخانه‌ی کارون برخوردار بوده است (دهقانی و همکاران، ۱۳۸۹: ۱۶۸-۱۵۹). کمانه در سال ۱۳۸۵ به بررسی تأثیر تغییرات سطح اساس محلی و اقلیمی بر تحولات ژئومورفولوژیکی حوضه‌ی رودخانه گر پرداخت.

در این پژوهش برای بررسی رفتار آبی رودخانه‌ی گر از شبکه‌ی ژئونروتنیک بر مبنای شبکه‌ی عصبی استفاده شد، و این نتیجه حاصل گشت که رفتار آبی در حوضه تابعی از سیستم نروتنیک شبکه‌ی زهکش‌ها و

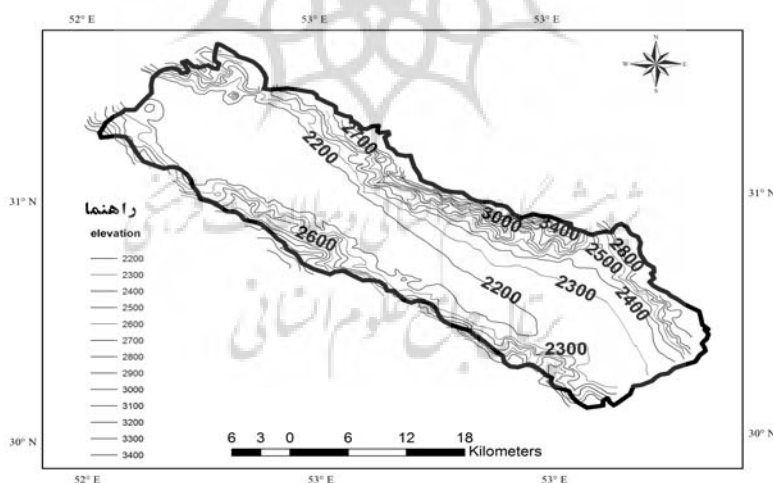
ارتفاع در آن ۳۴۰۲ متر و پست‌ترین نقطه‌ی آن با ارتفاع ۲۱۳۶ متر در حوالی رحمت‌آباد واقع شده است. محدوده‌ی مورد مطالعه از نظر ساختمان زمین‌شناسی به عنوان یک ناودیس طولی بین دو طاق‌دیس شمالی و جنوبی قرار گرفته که طاق‌دیس‌های عمده این دشت عبارتند از: برآفتاب، در قسمت شمال و شمال‌شرقی حوضه که شامل کوه‌های موسی‌خانی، لام‌کال، تنگ‌راه، عابدینی و پلنگی می‌باشد. طاق‌دیس جنوبی دشت آسپاس شامل کوه‌های پلنگی، لای‌سوار، ضرابی، کربلاغ و کل‌دروازه می‌باشد. رودخانه‌ی دائمی این دشت، رود اوجان و دیگری بالنگان است. جهت جریان آب‌های سطحی از جنوب شرق به طرف شمال غرب است. رودخانه‌های اوجان و بالنگان پس از پیوستن به یکدیگر در ادامه، خارج از حوضه به رودخانه‌ی سفید می‌پیوندند و به نام کر به سد درودزن می‌ریزند.

ژئونرون‌های مجازی، توپوگرافیک و کارستیک در منطقه می‌باشد (کمانه، ۱۳۸۵: ۱۳۲).

از جمله محققانی که از روش شبکه‌های عصبی استفاده نمودند، می‌توان به کارهای: (دهقانی و همکاران، ۱۳۸۸: ۴۵)، (نصیری و همکاران، ۱۳۸۸: ۴۴-۳۳)، (ولی و همکاران، ۱۳۸۹: ۳۰-۲۱)، (Nagy, 2002: 588-595; Yitian, 2003: 123-134; Lacassie, 2010: 1-8 Besaw, 2008: 14)

موقعیت جغرافیایی منطقه‌ی مورد مطالعه

منطقه‌ی مطالعاتی در حد فاصل ۳۰ درجه و ۱۷ دقیقه تا ۳۰ درجه و ۴۰ دقیقه عرض شمالی و ۵۲ درجه و ۱۵ دقیقه تا ۵۲ درجه و ۵۴ دقیقه طول شرقی قرار گرفته است (شکل ۱). دشت آسپاس در شمال استان فارس و در فاصله‌ی ۴۵ کیلومتری شهرستان اقلید قرار گرفته است. سطح کلی منطقه‌ی مورد مطالعه حدود ۱۱۵۴ کیلومترمربع است و حداکثر



شکل ۱: موقعیت و نقشه توپوگرافی منطقه

مأخذ: مطالعات میدانی نگارندگان، ۱۳۹۰

مطالعاتی انتخاب و اطلاعات هیدرولوژی و توپوگرافی استخراج گردیدند، هم‌چنین از نقشه‌های زمین‌شناسی با مقیاس ۱/۲۵۰۰۰ منطقه جهت بررسی گسل‌ها و تعیین لیتولوژی بهره‌گرفته شد. در ادامه جهت انطباق

مواد و روش‌ها

نقشه‌های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح شیت‌های: آسپاس، خنجشت، سده، دشتک، امامزاده اسماعیل و سیوند به عنوان مبنای

اکسون‌های برداری، تحت عنوان سینابس ارضی بیان می‌شوند. بدین ترتیب ساختار ژئونروتیک در شبکه‌های آبراهه‌ای از ساختار شبکه‌ی عصبی انسان الهام گرفته است.

بحث و نتایج

شاخص‌های ژئومورفیک وزمین‌شناسی حوضه و تأثیر آن در رفتار هیدرولوژیک
الف- شاخص‌های ژئومورفولوژیک

منطقه‌ی مورد مطالعه به‌صورت یک ناودیس طولی بین دو طاقدیس قرار گرفته است. پس با یک نگاه کلی به منطقه می‌توان به کشیده بودن حوضه از نظر شکلی پی‌برد. با نظیرسازی هندسی که از حوضه به‌عمل آمد، کشیده بودن حوضه اثبات شد و مستطیل معادل حوضه یک مستطیل به طول ۸۶/۱۱ کیلومتر و عرض ۱۳/۴۰ کیلومتر (طول شش و نیم برابر عرض) را نشان می‌دهد. هر چه نسبت طول به عرض مستطیل بیشتر باشد، قدرت شکل‌زایی و سیلابی بودن حوضه کمتر است، که حوضه‌ی مورد مطالعه چنین ویژگی‌ای را داراست. ضریب فشردگی به‌دست آمده از حوضه با مقدار ۱/۶۴، نشان از کشیده بودن حوضه دارد. ضریب فشردگی که در این حوضه به دست آمده حاکی از فراوانی کمی سیلاب دارد. ضریب فرم ۰/۱۶ نیز نشان‌دهنده‌ی آن است که شکل حوضه کشیده بوده، دبی اوج کمتر، و سیلاب کمتری تولید می‌نماید (جدول ۱). ضریب همبستگی به‌دست آمده (۰/۹۲-) دال بر وجود همبستگی ناقص و معکوس بین سطح و ارتفاع در حوضه می‌باشد، به این معنی که سطح و ارتفاع در حوضه هیچ‌گونه همبستگی با هم ندارند.

عوارض از عکس‌های هوایی با مقیاس ۱/۵۰۰۰ و جهت بررسی و تشخیص عوارض هیدروژئومورفولوژی از تصاویر ماهواره‌ای IRS Pan و مطالعات میدانی استفاده شد. جهت بررسی رفتار هیدرولوژیکی رودخانه‌ی اوجان (دشت‌آسپاس) از شبکه‌ی نروتیک در مدل شبکه‌ی عصبی استفاده شده است. یکی از ساختارهای کنونیکال در تفکر سیستمی، شبکه‌ی عصبی و یا نرونیتیکی است که ملهم از شبکه‌ی عصبی انسانی است. به‌کارگیری این الگو مستلزم آشنایی با پاره‌ای از واژه‌ها و مفاهیمی است که در فیزیولوژی شبکه‌ی عصبی انسان مطرح است. واژه‌هایی چون نرون، اکسون و سینابس از جمله مفاهیم و واژه‌هایی هستند که عناصر اصلی شبکه‌های عصبی را شکل می‌دهد (رامشت، ۱۳۸۵: ۶۹-۵۱). شبکه‌های عصبی مصنوعی، برای اولین بار در سال ۱۹۴۳ توسط مک‌کولاک^۱ و پستین معرفی شد، اما این روش برای مدت‌های طولانی بدون استفاده بود که بعدها با توسعه‌ی رایانه‌ها و همچنین ظهور الگوریتم آموزش پس‌انتشار خطا برای شبکه‌های پیش‌خور در سال ۱۹۸۶ توسط راملهات^۲ و همکاران استفاده از نرون به گره‌های موجود در شبکه‌ی عصبی گفته می‌شود که وظیفه‌ی خاصی را در دریافت و پردازش و انتقال اطلاعات بر عهده دارد (Richards, 1986: 56). این واژه‌ها در ژئومورفولوژی تحت عنوان ژئونرون خوانده می‌شود. در این جا به مانند شبکه‌ی عصبی، عبارت اکسون تنها به کار گرفته نمی‌شود زیرا در شبکه‌های زهکش رودخانه‌ای ارتباط بین ژئونرون‌ها یک طرفه است و لذا برای بیان این ویژگی به‌کار گرفتن واژه‌ی بردار تعریف‌کننده‌ی یک‌طرفه بودن جریان در این معابر خواهد بود. محل اتصال اکسون‌های برداری با ژئونرون‌ها و یا محل تقاطع

جدول ۱: محاسبه‌ی خصوصیات فیزیوگرافی حوضه

شیب متوسط رودخانه	شیب متوسط حوضه (درصد)	ارتفاع متوسط حوضه Km	تراکم زهکشی کل آبراهه (dD)	نسبت انشعاب برای آبراهه‌ها	ضریب فشردگی (RB)	ضریب فرم (FF)	ضریب کشیدگی (E)	ضریب گردوری (CR)	محیط Km	مساحت Km ²	۹۵۵' ۲۵"	نام حوضه
۱/۵۳	۰/۳۱	۲۷۰۹/۲	۰/۸۴	۹/۳	۱/۶۴	۰/۱۶	۰/۳۴	۸۲/۵	۲۰۰	۱۱۵۴/۹۶	زمان تمرکز	آسپاس

مأخذ: مطالعات میدانی نگارندگان، ۱۳۹۰

محاسبه‌ی تراکم زهکشی آبراهه‌ها در حوضه (۰/۸۴) فرسایش کم در حوضه را به ما نشان می‌دهد (جدول ۲). تجربه نشان می‌دهد، یک رابطه‌ی مستقیم بین تراکم زهکشی حوضه و شدت فرسایش وجود داشته، بطوری که می‌توان طبقه‌بندی زیر را برای پیدا کردن شدت فرسایش یک حوضه مورد توجه قرار داد (قاسمی، ۱۳۸۲: ۳۷).

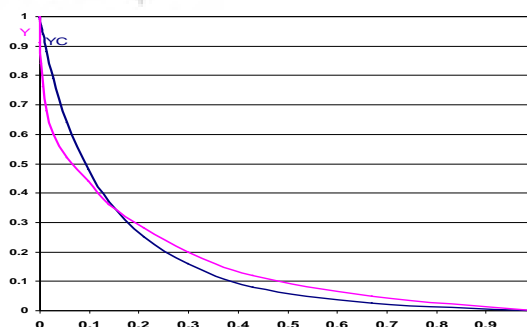
جدول ۲: رابطه‌ی تراکم زهکشی و شدت فرسایش

تراکم زهکشی $(\frac{Km}{Km^2})$	کلاس فرسایش
۰-۴	فرسایش کم
۴-۸	فرسایش متوسط
۸-۱۶	فرسایش زیاد
>۱۶	فرسایش خیلی زیاد

مأخذ: ژئومورفولوژی کاربردی، حسن احمدی

نسبت انشعاب بالای ۹/۳ حوضه نیز نشان می‌دهد که حوضه با تغییرات دبی منظم است، و هیدروگراف سیل منظم و ملایم است و حرکت آرام دارد. بنابراین زمان زیادی طول می‌کشد تا آب به خروجی حوضه برسد، این مطلب خود بیانگر این است که حوضه‌ی مورد مطالعه از نظر شکل کشیده است. زمان تمرکز ۹ ساعت و ۵۵ دقیقه‌ی حوضه علاوه بر مساحت زیاد حوضه نشانگر طول آبراهه‌ی اصلی نیز می‌باشد.

نمودار هیپسومتری تئوریک و بی‌بعد نشانه‌ی پیر بودن حوضه است. تفرع نمودار این مطلب را ثابت می‌کند که ارتفاعات بالادست حوضه در زمان‌های بسیار قدیم دچار فرسودگی شده و در پایین دست منطقه ترسیب شده است. مشاهدات نشان می‌دهد که حوضه‌ی آسپاس جزو فاز مونداناک (پیر) محسوب می‌شود. سازندهای بالادست آن به دلیل مقاومت بیشتر کمتر دچار فرسایش گردیده‌اند. دو منحنی Y_C, y (با توجه به H ارتفاع و A مساحت حوضه) یکدیگر را در نقطه ۰/۱۶ قطع کرده‌اند و نشان می‌دهد که ۰/۱۶٪ از منطقه که همان بالادست حوضه است، منطقه‌ی تخریب و فرسایش می‌باشد و ۰/۸۴٪ از حوضه را منطقه‌ی انباشت و تراکم رسوبات تشکیل می‌دهد و منطقه‌ی تعادل است (شکل ۲).



شکل ۲: نمودار هیپسومتری تئوریک (Yc) و بی‌بعد (y)

مأخذ: قاسمی، ۱۳۸۲

ب- نقش عوامل زمین‌شناسی

منطقه‌ی مورد مطالعه دارای مساحتی برابر ۱۱۵۴/۹۶ کیلومتر مربع می‌باشد که مساحت عمده‌ای از آن از پهنه‌های کارستی تشکیل شده است و از نظر زمین‌شناسی و سن متفاوت می‌باشند. چین خوردگی‌ها و گسل‌های متعددی که در منطقه صورت گرفته، موجب ناپیوستگی در محیط هیدرولوژیکی شده است. سازندهای آهکی فهلیان، سروک و داریان منبع عمده‌ی ذخیره و تغذیه‌ی آب‌های زیرزمینی حوضه می‌باشند. سازندهای آهکی حوضه معمولاً تخلخل و نفوذپذیری زیادی دارند که این خاصیت مربوط به خواص اولیه‌ی آن‌ها نمی‌باشد بلکه ثانوی بوده و در اثر فشار حاصل از حرکات کوهزایی در آن‌ها ایجاد شده است. در منطقه‌ی مورد مطالعه آهک‌های سازند فهلیان دارای درزه‌ها و شکستگی‌های فراوان می‌باشد که در نفوذپذیری تکوین کارست نقش بسیار عمده‌ای دارند. اگرچه درزه‌های فراوانی در این آهک‌ها ایجاد شده است اما دولین‌هایی که در سطح ظاهر شده باشد، مشاهده نشده است. تشکیلات آهکی فهلیان و داریان درحالی‌که کاملاً متراکم می‌باشند و نباید نفوذپذیری و تخلخل بالایی داشته باشند ولی سیستم درزه‌ها و شکستگی‌ها که بعضی عمود بر لایه‌بندی می‌باشند، باعث بروز محفظه‌های دراز و باریک در این آهک‌ها شده‌اند که موجب توسعه‌ی کارست در آهک‌های مذکور شده است. جریان کلی رودخانه و سیلاب‌ها در حوضه‌ی مورد مطالعه از جنوب‌شرق به سمت شمال غرب است در صورتی‌که جریان آب‌ها در شرق و غرب حوضه‌ی مورد مطالعه یعنی در دشت‌های نمدان و بکان برخلاف حوضه‌ی مورد مطالعه است (از شمال‌غرب به جنوب‌شرق) (شکل ۳). می‌توان مخروطه‌افکنه عظیمی که در جنوب دشت آسپاس وجود دارد همچنین ویژگی تکتونیکی حوضه را از عوامل مهم جهت‌گیری جریان آب‌ها در دشت آسپاس دانست. فرایندهای تکتونیکی

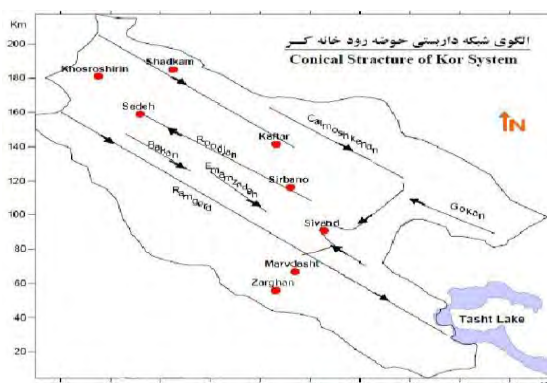
نقش مهمی در توسعه‌ی آبراهه‌ها داشته‌اند. بطوری‌که با مشاهده‌ی گسترش شکستگی‌ها و آبراهه‌ها می‌توان گفت که شکل‌گیری درصد بالایی از آبراهه‌های منطقه در اثر گسترش انحلال و خردشدگی در راستای درزه‌ها و گسل‌ها انجام گرفته است. آبراهه‌ی اصلی در منطقه‌ی مورد مطالعه از امتداد موازی با محور طاق‌دیس‌های غربی و شرقی خود تبعیت می‌کند. در اثر عملکرد گسل‌هایی که محور طاق‌دیس را تحت تأثیر قرار داده‌اند گسله‌های فرعی به وجود آمده است که در اثر انحلال در این گسله‌ها آبراهه‌هایی هم‌جهت با این گسله‌های فرعی ایجاد شده‌اند. شایان ذکر است که در مناطقی با سیمای کارستی، تفاوت بین حوضه‌های آبریز هیدرولوژیکی و توپوگرافی است.

ترکیب زمین‌شناسی و توپوگرافی تنها عوامل تعیین‌کننده حوضه‌ها در محیط‌های کارستی نیستند. در صورتی‌که در پهنه‌های غیرکارستی با این عوامل حدود حوضه را تعیین می‌نمایند. داده‌هایی که در سیستم‌های آبی موجب واکنش در رفتار سیستم می‌شود مربوط به خصوصیات فیزیکی سطوح ارضی و تغییرات ارتفاعی آن‌ها است. برای مثال سطوح ارضی برحسب آن‌که محدب باشند یا مقعر، نوع حرکت آب و شبکه آکسون‌های برداری بر روی سطوح فوق متفاوت جلوه می‌کند و به همین نحو میزان نفوذپذیری سطوح، نحوه‌ی مقدار آبروی و روان آب را تعریف می‌کند. به عبارت دیگر ویژگی‌ها و خصوصیات سطوح ارضی اطلاعاتی به‌شمار می‌آیند که سبب تغییر در رفتار سیستم می‌شود. عناصر در سیستم‌های ژئومورفیک همین لندفرم‌ها و ابعاد آنهاست، رابطه در ژئومورفولوژی همان فرایندهای ژئومورفولوژی است و اطلاعات، خصوصیات و صفات خاک و صخره‌ها مانند تخلخل و خصوصیات شبکه‌ی زهکش‌ها را شامل می‌شود (رامشت، ۱۳۸۵: ۶۹-۵۱).

است تحت عنوان توپوژئونرون خوانده می‌شود. در بسیاری از موارد رواناب‌ها در مناطق کارستیک و آهکی در بخش‌های زیرین سطوح ارضی تجمع می‌یابند که در این صورت اصطلاح ژئونرون‌های کارستیک در مورد آنها به کار گرفته می‌شود. بطور کلی ژئونرون‌های موجود در سطوح ارضی رودخانه‌ی کر را می‌توان به دو گروه عمده ژئونرون‌های مجازی یا ارتفاعی و توپوژئونرون‌ها طبقه‌بندی کرد. ارتفاعات بیش از ۲۵۰۰ متر در حوضه‌ی آبی که مرز بارش‌های جامد در فصل سرد است. در این محوطه‌ی ارتفاعی، کانون‌های مرتفع هسته‌های ژئونروتیک ارتفاعی یا مجازی را تشکیل می‌دهند. این کانون‌ها به آن خاطر مجازی نام گرفته‌اند که اگر چه سطوح ارضی به وجود آورنده‌ی آنها از نظر شکل‌شناسی به گونه‌ای نیست که منجر به تجمع رواناب‌ها گردد ولی با تغییر حالت فیزیکی آب شرایطی را فراهم می‌آورند که حرکت آب مشابه زمانی می‌شود که در چاله‌ی توپوگرافی جمع می‌شوند به عبارت دیگر بلوکه شدن آب در سطوح مرتفع به واسطه‌ی تغییر حالت آب، امکان جریان آبدوی در بخشی از سال را متوقف می‌سازد. توپوژئونرون‌ها را می‌توان نمونه‌ی بارز گروه‌های شبکه‌ی عصبی آبی در حوضه‌ی رودخانه‌ی کر تلقی کرد. توپوژئونرون‌های کر را می‌توان در چندین گروه طبقه‌بندی نمود، این طبقه‌بندی براساس نحوه‌ی تأثیرگذاری آنها بر رفتار آبی انجام می‌گیرد که به این شرح می‌باشند:

الف- توپوژئونرون‌های ایزوله

این الگو از ژئونرون‌ها به چاله‌هایی اطلاق می‌شود که حوضه‌های مستقلی را در حوض آبی کر به وجود آورده‌اند و سبب می‌شوند عملاً بخشی از رواناب‌های حوضه‌ی اصلی کر در درون آن‌ها متمرکز و از پیوستن به سطح اساس اصلی کر (دریاچه‌ی طشت) جلوگیری شود.



شکل ۳: موقعیت رود اوجان در سیستم رود کر

مأخذ: مطالعات میدانی نگارندگان، ۱۳۹۰

سیستم آب کر یک شبکه‌ی داربستی است که متشکل از نه قطعه‌ی جداگانه، که همه این قطعات در یک چیز با هم مشترکند و آن این است که ساختار اصلی خود را از ساختمان آکاردئونی زاگرس (تاق‌دیس - ناودیس) به‌عاریه گرفته است. حرکت آب در درون ساختار داربستی دارای توقف‌ها و یا تجمع نقطه‌ای به‌گونه‌ای که می‌تواند جریان آبی را به مثابه یک خازن دچار تغییر در پاره‌ای از ویژگی‌ها از جمله سرعت، حجم و یا ترکیب شیمیایی کند به این توقفگاه‌ها یا گره‌های متعدد آبی در این شبکه داربستی ژئونرون گویند. به‌زبانی ساده‌تر منظور از ژئونرون‌ها در شبکه‌های زهکش رودخانه‌ای، فضاهایی است که سبب اجتماع روان‌آب‌ها در محدوده‌ی خاصی می‌شوند. ژئونرون‌ها را می‌توان در سه دسته طبقه‌بندی کرد:

۱- ژئونرون‌های ارتفاعی یا مجازی؛

۲- توپوژئونرون؛

۳- کارستیک ژئونرون.

بلوکه شدن نزولات جوی که به‌واسطه‌ی ارتفاع و برودت کوهستان صورت می‌گیرد یعنی مکان‌هایی را که به واسطه‌ی ارتفاع خاص، برودت زیاد داشته و ریزش‌ها به‌صورت جامد در آن فضاها بلوکه می‌شوند، تحت‌عنوان ژئونرون‌های ارتفاعی یا مجازی می‌شناسیم. یک چاله که محل اجتماع رواناب‌های یک منطقه

ب- توپوژئونرون‌های تقویت‌کننده

این الگو که به صورت آبراهه‌های نقطه‌ای واگرا در نقشه‌های توپوگرافی دیده می‌شود به تجمع رواناب‌ها حول یک نقطه مبادرت و سپس به صورت یک آکسون‌برداری در جهت خاصی به هدایت آنها می‌پردازند. این ژئونرون‌ها در مجموع سبب افزایش حجم و سرعت رواناب‌ها در یک محور به خصوص می‌شوند و نتیجه‌ی چنین فرایندی سبب کاهش حضور و ماندگاری آب در طبیعت است.

ج- پالتو توپوژئونرون‌ها

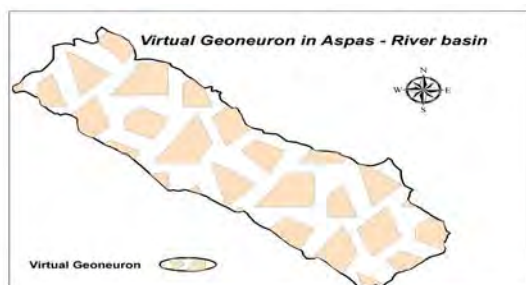
حوضه‌ی رودخانه‌ی گر از ترکیب تعدادی حوضه‌ی آبی مستقل تشکیل می‌شده که در جریان تحولات کواترنر استقلال خود را از دست داده و به جمع آبراهه‌های سطح اساس دریاچه‌ی طشت پیوسته‌اند. این ژئونرون‌ها بر روی نقشه‌های توپوگرافی به صورت شبکه‌های آبراهه‌ای نقطه‌ای همگرا یا خطی همگرا ظاهر می‌شوند.

د- ژئونرون‌های تحلیل‌برنده

به شبکه‌هایی که به تقسیم قدرت آب مبادرت می‌ورزند و باعث گسترش و پخشیدگی آب شده و در نتیجه سبب افزایش سطح تبخیر از یک سو و کاهش قدرت جریان از سوی دیگر می‌شوند، گویند. بستر استقرار این ژئونرون‌ها بیشتر رسوبات آبرفتی و ریزدانه و درشت‌دانه است (رامشت، ۱۳۸۵: ۶۳-۶۰).

ساختار ژئونروتیک حوضه‌ی آسپاس به صورت یک شبکه است که بالغ بر ۸۲ کیلومتر مسیر را برای جریان ماده در محور اصلی تعریف می‌کند. حوضه‌ی آسپاس به عنوان یکی از قطعات نه‌گانه سیستم آبی گر محسوب می‌شود و یکی از محورهای عمده‌ی جریان ماده است که با مسیر جنوب‌شرقی- شمال‌غربی در سیستم آبی گر در جریان است.

اگر بخواهیم ساختار ژئونروتیک حوضه‌ی آسپاس را درون ساختار شبکه‌ی عصبی بررسی نماییم، باید همگام با زمان از گذشته تا حال پیش رفت و در هر مرحله نقش بارز این حوضه‌ی آبی را بیان داشت. با توجه به ارتفاع و دمای گذشته‌ی منطقه‌ی مورد مطالعه که دارای دمای متوسط سالانه‌ی صفر درجه‌ی سانتیگراد در ارتفاع ۲۶۰۰ متری منطقه و وجود بالغ بر ۲۵۵ سیرک بزرگ و کوچک، حاکی از آن است که در دوران سرد یخچالی سیرک‌ها به عنوان یکی از منابع تغذیه‌کننده‌ی بسیار غنی برای تشکیل یک پوشش یخی در منطقه به شمار می‌رفته‌اند و همچنین شواهد ژئومورفولوژی موجود بیش از یک خط تالوگ در دشت که به جای جریان‌های آبی، سطوح یخی عمل کرده است، را تأیید می‌کند که طی انجام عملیات‌های گرانولومتری و مورفوسکوپی بر روی نمونه‌های برداشت شده از منطقه، اکثر نمونه‌ها از نوع یخچالی تشخیص داده شده‌اند (امیراحمدی و همکاران، ۱۳۹۰: ۱۰-۶۱)، می‌توان گفت که این دشت به عنوان یک ژئونرون مجازی (ارتفاعی) عمل می‌کرده است و با تغییر حالت فیزیکی آب در این دشت شرایطی فراهم می‌آورده که حرکت آب مشابه‌زمانی بوده که در چاله‌های توپوگرافی جمع می‌شده و به عبارتی دیگر بلوک‌شدن آب در این دشت به واسطه‌ی بارش برف و ایجاد یک ورقه‌ی یخی امکان جریان آبدوی متوقف بوده است.



شکل ۴ ژئونرون مجازی آسپاس در زمان حاکمیت یخچاله
مأخذ: مطالعات میدانی نگارندگان، ۱۳۹۰

ژئونرون‌های مجازی در ارتفاعات غربی و شرقی دشت آسپاس قرار گرفته و مساحتی بالغ بر ۲۵۰ کیلومتر مربع از مساحت ارتفاعات دشت را شامل می‌شوند. توپوژئونرون ایزوله‌ی آسپاس در جریان تحولات کواترنر استقلال خود را در اثر پاره شدن حوضه از طریق تنگ-براق در شمال غربی حوضه از دست داده و به جمع آبراهه‌های سطح اساس دریاچه‌ی طشک (رودخانه‌ی گر) پیوسته و به شکل یک پالتو توپوژئونرون درآمده است. اما باید خاطرنشان کرد که اکسون برداری در این حوضه در این زمان تنها به سمت رودخانه‌ی گر نبوده بلکه مقداری نیز در جنوب حوضه از طریق رودخانه‌ی زمان بیگ و تنگ زمان بیگ باعث تقویت اکسون‌های رودخانه‌ی سیوند می‌شده است. دلایلی که می‌تواند این ادعا را ثابت نماید:

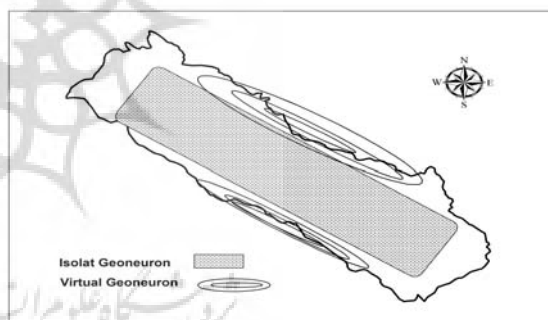
- ارتفاع کمتر حوضه‌ی زمان بیگ (۲۱۸۰ متر) نسبت به ارتفاع جنوب دشت آسپاس (۲۲۶۷ متر) که این اختلاف ارتفاع باعث می‌شده که آب از جنوب حوضه‌ی آسپاس به سمت رودخانه‌ی زمان بیگ حرکت کرده و در آن جاری شود.

- با توجه به مساحت حوضه‌ی زمان بیگ (۱۳ کیلومتر مربع) در زمان حاضر، این مساحت جهت جمع‌آوری چنین حجم آبی که توانسته تنگ زمان بیگ را به این حالت در آورده و با این شدت عمل کندوکاو را انجام دهد، کافی نبوده است.

بعد از مدتی یک مخروطه افکنه‌ی عظیمی در جنوب حوضه ایجاد و مانند یک سد از عبور جریان ماده به سمت اکسون‌های برداری رودخانه‌ی سیوند (رودخانه‌ی زمان بیگ) (شکل ۵ و ۶) جلوگیری کرده و حوضه به شکل یک پالتو توپوژئونرون درآمده که در اثر تحولات کواترنر استقلال نسبی خود را از دست داده است و تبدیل به یک توپوژئونرون تقویت‌کننده شده است اما ارتفاعات دشت هنوز به عنوان ژئونرون‌های مجازی در دو طاقدیس اطراف دشت نقش قبلی خود را که عبارت است از بلوکه کردن آب در ارتفاعات برای مدت چند ماه انجام می‌دهند.

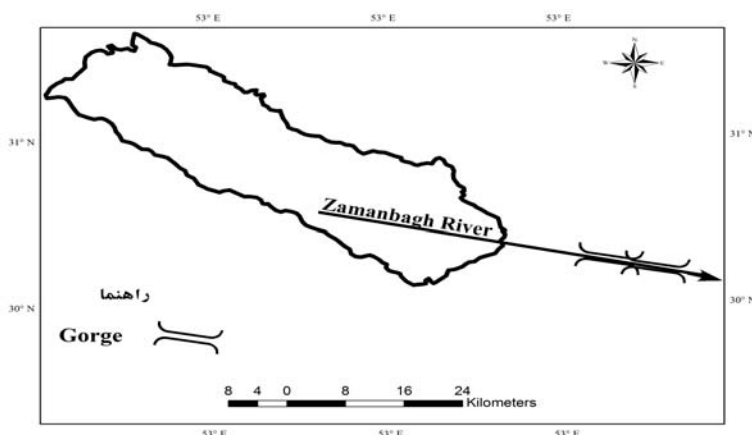
در این زمان به علت حرکت متمرکز یخ و برف در شمال غربی حوضه و مسدود شدن مسیر برف و یخ در شمال حوضه این قسمت از حوضه از برف و یخ انباشته شده و برف و یخ به صورت سرریز از محل کنونی تنگ-براق در شمال غرب حوضه خارج می‌شده است.

بعد از مواجه شدن منطقه‌ی مورد مطالعه با تغییر اقلیم و تغییر شرایط دمایی ساختار ژئونوتیک دشت آسپاس نیز عوض شده و به جمع توپوژئونرون‌ها می‌پیوندد و به عنوان یک توپوژئونرون ایزوله در میان دشت و دو ژئونرون مجازی (ارتفاعی) در ارتفاعات بالای ۲۵۰۰ متر در دو طرف دشت درمی‌آید. به عبارتی دیگر با تغییر اقلیم منطقه و آب شدن ورقه‌های یخی در میانه‌ی دشت، حوضه‌ی آسپاس به عنوان یک توپوژئونرون ایزوله درآمده و حوضه‌ی آبی مستقلی را در حوضه‌ی آبی گر به وجود آورده است.

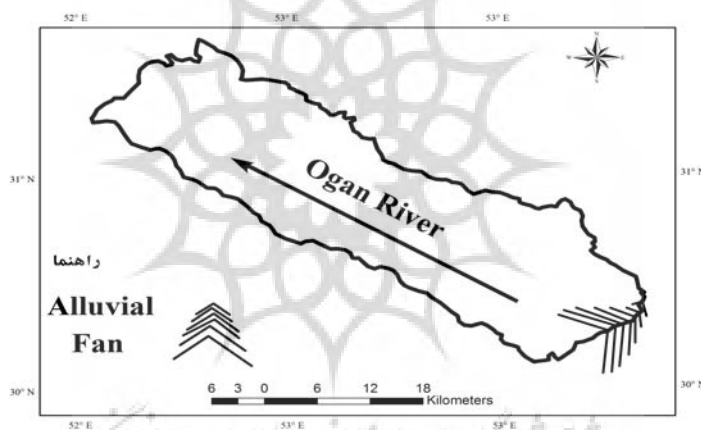


شکل ۵: ژئونرون‌های مجازی و توپوژئونرون ایزوله در دشت آسپاس
مأخذ: مطالعات میدانی نگارندگان، ۱۳۹۰

در این جا ممکن است این سوال پیش آید که آیا در زمانی که این حوضه به عنوان یک ژئونرون مجازی (ارتفاعی) بوده مستقل نبوده است؟ در جواب باید گفت که در دوره‌های سرد کواترنر کانون‌های برودتی مانند آسپاس دارای ارتباط (یخی) با حوضه‌های مجاور بوده‌اند که با تغییر اقلیم حوضه‌ی آسپاس نیز تغییر الگو داده و به یک توپوژئونرون ایزوله تبدیل شده است. اما ارتفاعات بالای ۲۵۰۰ متر در حوضه مرز بارش‌های جامد در فصل سرد باقی ماندند، زیرا نقش خود را در بلوکه کردن آب در ارتفاعات انجام می‌دادند. این



شکل ۶: مسیر حرکت آب به سمت آکسون‌های رودخانه‌ی سیوند
 مأخذ: مطالعات میدانی نگارندگان، ۱۳۹۰



شکل ۷: مسدود شدن مسیر آب به علت تشکیل مخروط افکنه
 مأخذ: مطالعات میدانی نگارندگان، ۱۳۹۰

رودخانه به کار گیریم. اگر بخواهیم ساختار ژئوتورنیک حوضه‌ی آسپاس را درون ساختار شبکه‌ی عصبی بررسی نماییم، باید همگام با زمان از گذشته تا حال پیش رفت و در هر مرحله نقش بارز این حوضه‌ی آبی را بیان داشت. نتایج تحقیق نشان می‌دهد حوضه‌ی آسپاس به عنوان یکی از قطعات نه‌گانه سیستم آبی کر محسوب می‌شود و یکی از محورهای عمده‌ی جریان ماده است که با مسیر جنوب‌شرقی - شمال‌غربی در سیستم آبی کر در جریان است. وجود ۲۵۵ سیرک بزرگ و کوچک، همچنین شواهد ژئومورفولوژی موجود

نتیجه

شواهد ژئومورفولوژی دشت آسپاس نشان می‌دهد که این منطقه در طول تاریخ زمین‌شناسی به لحاظ شرایط آب و هوایی بارها دستخوش تغییر و تحول کلی قرار گرفته و به دنبال آن شرایط جغرافیایی و از جمله هیدروژئومورفیک نیز تغییر پیدا کرده است. استفاده از نگرش سیستمی در توجیه رفتار هیدرولوژیکی رودخانه‌ی اوجان بر اساس یک الگوی ژئوتورنیک در این تحقیق، به جای تمسک به توجیهات تعینی سنتی، سبب می‌شود ادبیات جدیدی را در مباحث ژئومورفولوژیک

منابع

- امیراحمدی، ابوالقاسم؛ اکبر مقصودی؛ طیبیه احمدی (۱۳۹۰). بررسی آثار یخچالی کواترنر و تأثیر آن بر عدم شکل‌گیری مدنیت و سکونتگاه مهم شهری در دشت آسپاس، مجله مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای. سال سوم، شماره‌ی دهم، صص ۸۰-۶۱.
- دهقانی، امیرمحمد؛ محمد ملک‌محمدی؛ ابوطالب هزارجریبی (۱۳۸۹). تخمین رسوب‌معلق رودخانه‌ی بهشت‌آباد با استفاده از شبکه‌ی عصبی مصنوعی، پژوهش‌های حفاظت آب و خاک علوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد هفدهم، شماره‌ی اول، صص ۱۶۸-۱۵۹.
- دهقانی، امیرمحمد؛ محمدابراهیم زنگانه؛ ابوالفضل مساعدی؛ نسرین کوهستانی (۱۳۸۸). مقایسه‌ی تخمین بارمعلق به دو روش منحنی سنجی رسوب و شبکه‌ی عصبی مصنوعی مطالعه‌ی موردی: رودخانه‌ی دوغ استان گلستان، علوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد شانزدهم، ویژه‌نامه‌ی ۱- الف، صص ۲۷۶-۲۶۶.
- رامشت، محمدحسین (۱۳۸۵). تحلیل تطبیقی رفتار هیدرولوژیک رودخانه کر در شبکه ژئوروتیک، مجله جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای، شماره پنجم، صص ۱۱۱-۹۱.
- قاسمی، علیرضا (۱۳۸۲). کارتوگرافی در منابع طبیعی با کاربرد در تهیه‌ی طرح، انتشارات توس، چاپ اول.
- کمانه، سیدعلی (۱۳۸۵). نقش تغییرات سطح اساس محلی و اقلیمی دوره‌ی کواترنری بر تحولات ژئومورفولوژیکی (مورد مطالعه: حوضه‌ی رودخانه‌ی کر)، پایان‌نامه دکترا، دانشگاه اصفهان.
- محتشم، محسن؛ امیرمحمد دهقانی؛ ابوالفضل اکبرپور؛ مهدی مفتاح‌هلقی؛ بهروز اعتباری (۱۳۸۹). پیش‌بینی سطح ایستابی با استفاده از شبکه‌ی عصبی مصنوعی مطالعه‌ی موردی دشت بیرجند، مجله‌ی آبیاری و زهکشی ایران، شماره‌ی یک، جلد چهارم، صص ۱۰-۱.
- نصری، مسعود؛ رضا مدرس؛ محمدتقی دستورانی (۱۳۸۸). کاربرد مدل شبکه‌ی عصبی در برآورد رواناب مطالعه‌ی موردی: حوضه‌ی آبریز پلاسجان، حوضه‌ی زاینده‌رود، آمایش، فصلنامه‌ی آمایش جغرافیا، شماره‌ی دوم، صص ۱۴-۱.

بیش از یک خط تالوگ در دشت و نمونه‌های رسوب به دست آمده یخچالی، به‌جای جریان‌های آبی، سطوح یخی عمل کرده را تأیید می‌کند. می‌توان گفت که این دشت به‌عنوان یک ژئونون مجازی (ارتفاعی) عمل می‌کرده است و با تغییر حالت فیزیکی آب در این دشت شرایطی فراهم شده که حرکت آب مشابه زمانی بوده که در چاله‌های توپوگرافی جمع می‌شده و به‌عبارتی دیگر بلوک‌شدن آب در این دشت به‌واسطه‌ی بارش برف و ایجاد یک ورقه‌ی یخی امکان جریان آبدوی متوقف بوده و برف و یخ به صورت سرریز از محل کنونی تنگ براق در شمال‌غرب حوضه خارج می‌شده است. با تغییر اقلیم منطقه و آب‌شدن ورقه‌های یخی در میانه‌ی دشت، حوضه‌ی آسپاس به‌عنوان یک توپوژئونون ایزوله درآمده و حوضه‌ی آبی مستقلی را در حوضه‌ی آبی کر به وجود آورده است. توپوژئونون ایزوله‌ی آسپاس در جریان تحولات کواترنر استقلال خود را در اثر پاره شدن حوضه از طریق تنگ‌براق در شمال غربی حوضه از دست داده و به‌جمع آبراهه‌های سطح اساس دریاچه‌ی طشک (رودخانه‌ی کر) پیوسته و به شکل یک پالئوتوپوژئونون درآمده است. بعد از مدتی یک مخروطه افکنه‌ی عظیمی در جنوب حوضه ایجاد و مانند یک سد از عبور جریان ماده به سمت اکسون‌های برداری رودخانه‌ی سیوند جلوگیری کرده که در اثر تحولات کواترنر استقلال نسبی خود را از دست داده است و تبدیل به یک توپوژئونون تقویت‌کننده شده است. استفاده از این روش به‌خوبی توانست رفتار حوضه‌ی آبی رود اوجان را که عکس و برخلاف حوضه‌های مجاور یا شبکه‌ی داربستی حوضه کر است، توجیه نماید. بنابراین پیشنهاد می‌شود جهت بررسی رفتار آبی حوضه‌هایی که تحت حاکمیت تحولات یخچالی دوران چهارم (کواترنر) قرار داشته‌اند از این روش استفاده شود.

- Nagy. H.M, Watanabe. K and Hirano. M (2002). Prediction of sediment Load concentration in river using artificial neural network model, Journal of Hydraulic Engineering, Vol 128, PP.588-595.
- Yitian .Li and Roy R.GU (2003), Modeling in a river system using an artificial neural network, Environmental Management, Vol 31, Number1, PP.123-134.
- Besaw. L .E , Pelletier .K , Morrissey .L and Kline. M (2008). Advances in watershed management and fluvial Hazard mitigation using artificial neural networks and Remote Sensing , part of World Environmental and Water Resources Congress 2008.
- Lacassie, J.p, and Ruiz .D .S. J (2010). Application of artificial neural networks to the geochemical study of an impacted fluvial system, The 2010 International Conference, PP.1-8.
- Richards, Johan (1986). Remote Sensing Digitized image analysis an introduction, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.(1986, Richards).

- نصیری، علی؛ مجتبی یمانی (۱۳۸۸). تجزیه و تحلیل شبکه‌های عصبی مصنوعی ژئومورفولوژیکی در برآورد رواناب مستقیم مطالعه‌ی موردی: حوضه‌ی جاجرود، زیر حوضه‌ی امامه، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی. شماره ۶۸، صص ۴۴-۳۳.
- ولی، عباسعلی؛ مسعود معیری؛ محمدحسین رامشت؛ ناصر موحدی‌نیا (۱۳۸۹). تحلیل مقایسه‌ی عملکرد شبکه‌های عصبی مصنوعی و مدل‌های رگرسیونی پیش‌بینی رسوب معلق مطالعه‌ی موردی: حوضه‌ی آبخیز اسکندری واقع در حوضه‌ی آبریز زاینده‌رود، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی. شماره‌ی ۷۱، صص ۳۰-۲۱.
- عکس‌های هوایی با مقیاس ۱/۵۰۰۰ که در سال ۱۳۵۵، سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح
- نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰: سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح.
- نقشه‌های زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰: سازمان زمین شناسی کشور.