Archive of SID

پژوهشی پیرامون علل تشکیل و توسعه آبکندها درکوهستانهای نیمه خشک مطالعه موردی: محدوده بین دامنه‌های شمال باختری سبلان ودامنه‌های شمال و شمال خاوری قوشه داغ

نوشته: مریم بیاتی خطیبی *

An Investigation on the Cause of Thresholds of Gulling Initiation and Gulling Processes in Semi – Aird Mountains Case Study : NW Slopes of Sabalan Mt. and NE of Gusheh Dagh Mt. (between Ahar and Meshkinshahr)

By:M. Bayati Khatibi *

چکیده

فرآیند تشکیل وتوسعه آبکندها درمحدوده مورد مطالعه با ساختار زمین‌شناسی، سنگ‌شناسی و مواد سطحی متنوع، بسیار پیچیده است. دراین ناحیه وجود بستر مساعد از نظر نوع خاک، دخالت عوامل توپوگرافی وعوامل اقلیمی، زمینه مساعدی را برای تشکیل آبکندها فراهم ساخته است.در این مطالعه، پارامترهای دخیل در فرآیند آبکندزایی مورد توجه قرار گرفته و به صورت میدانی وآزمایشگاهی مورد بررسی دقیق قرار گرفته‌اند. نتایج این بررسیها نشان می‌دهد که نقش رطوبت خاک وهمچنین نقش عوامل اقلیمی نظیر رگبارها، دما وبرفساب ازجمله موارد مهم و مورد توجه در تشکیل آبکندهای منطقه به‌شمار می‌آیند. منفی بودن WS یا کمبود رطوبت خاک دراوایل بهارو پاییزکه سطوح دامنه‌ها توسط گیاهان محافظت نمی‌شود و یا پس از برداشت محصول، سطح زمین به‌شدت آشفته می‌شود، تاثیر عمده‌ای درتشکیل وتوسعه آبکندها درسطوح و پای دامنه‌های منطقه دارد. نقش سنگ‌شناسی و سازندهای سطحی در فرآیند آبکندزایی بسیار قابل ملاحظه است. بخش عمده‌ای ازآبکندهای منطقه، بویژه آبکندهای خطی و یک سر، در روی مارنها و سیلتها، به‌عنوان مواد سطحی حساس به زایش چنین پدیده‌هایی، تشکیل وتوسعه یافته‌اند. این در حالی است که توسعه آبکندهای چند سر در روی آبرفتهای قدیمی صورت گرفته است.

کلید واژه‌ها: فرسایش آبکندی، آبکند زایی، فروسایی، تولید رسوب، فرسایش رگباری –روانابی و فرسایش خاک،کوهستانهای نیمه خشک،کوه قوشه داغ،کوهستان سبلان

Abstract

In the study area, the development of gullies and gulling processes are very complex regarding geological stuctures, lithological factors and surface materials. Soil condition, topographic and climatological factors represent very vulnerable base for gulling processes. In this study, all these factors were examined in the laborator and the field. The results show that the role of soil moisture and climatological factors (e.g storms and temperature) are important in gulling processes. In the region, gullies develop at the foot of slopes because the surface of slopes is not covered with plant in the early spring and autumn or disturbed by human activity. The role of litological factors and type of surface materials are very important parameters in gulling processes. The major portion of gulling, especially linear one head – gulling and polymorph gulling are growing on old alluvial, Silt and Marl.

Key words: Gully erosion, Gulling, Degradation, Sediment production, Storm – run off erosion , Soil erosion, Semi – arid mountain – Gushed Dash Mt . Sabalan Mt.

مقدمه

در کوهستانهای نیمه خشک، توزیع ناهمگن پوشش گیاهی، تاثیر عوامل زمین‌شناختی، توپوگرافی، خاک‌شناسی، زمین‌ساختی واقلیمی، بستری مساعد برای فرسایش سطوح شیب‌دار فراهم ساخته است. در چنین مناطقی، فرسایش آبکندی از فرایندهای غالب و از عوامل اصلی آشفتگی سطوح شیب‌دار به‌شمار می‌آیند. این نوع فرسایش به‌عنوان بخشی از فرایند عمده فروسایی(Degradation) زمین، باعث تسریع تلف شدن خاک،

www.SID.ir

Archive of SID

آشفتگی در جریان رواناب، جهت دهی و تمرکز آنها، افزایش رسوب گذاری در بستر رودخانه‌ها،کاهش بازدهی محصولات کشاورزی، وارد آمدن خسارت به جاده‌ها ومزارع و تغییر دربوم سامانه‌های رودخانه‌ای می گردند.

آبکندها به‌دلیل رشد سریع خود، از اشکال عادی فرسایش محسوب نمی‌شوند، بلکه در بیشتر موارد به عنوان شاخصه‌های عمده تغییرات محیطی در نظر گرفته می‌شوند. به همین دلیل، بررسی شکل آبکندها وعلل و نحوه تشکیل و توسعه آنها و همچنین بررسی عوامل تسریع کننده پسروی سر آنها درشیبهای طبیعی، بویژه در نواحی کوهستانهای نیمه خشک که سطوح دامنه‌ها در بخشی از سال توسط گیاهان محافظت نمی‌شوند و بارشهای رگباری شدیدی را در طول سال تجربه می کنند، اهمیت فوق‌العاده‌ای دارد. در چنین مناطقی که در روی سطوح شیب‌دار عمدتا کشت دیم صورت می گیرد، پسروی آبکندها به‌طرف چنین سطوح کشت شده، بخش قابل ملاحظه‌ای از خاک این سطوح را به داخل آبکندها فروریخته و در اختیار آبهای سطحی قرار می‌دهند. افزایش میزان رسوبات در رودخانه‌های جاری در مناطق یاد شده درا ثر فرایند آبکندزایی(Gulling processes)، خود بحث دیگری است. عمر مفید سدهایی که در مناطق کوهستانی برروی رودخانه‌های دائمی ساخته می‌شوند، دراثر افزایش میزان رسوبات حاصل از فرسایش آبکندی،کاهش می‌یابد.

گسترش آبکندها عمدتا از بخش سر صورت می گیرد. بنابراین بیشترین بخش تولید و ورود رسوب به درون خود آبکندها ودر نهایت به کانالهای زهکشی، از بخش سر صورت می گیرد، که اغلب با گسیختگی وحرکات توده‌ای همراه است. با ریزش مواد به درون آبکندها از بخش مذکور و دیواره‌های کناری، سطوح ودیواره‌های تازه‌ای در اختیارعوامل فرسایش قرار می گیرد. ازاین رو بسته به‌میزان توسعه آبکند در طی زمان، سر آبکند می‌تواند به‌عنوان منبع تولید رسوب در حوضه‌های زهکشی نواحی نیمه خشک عمل کرده و به عنوان شاخصه‌های حساس به تغییرات محیطی در نظرگرفته شود.

توسعه سر آبکندها گاه چنان سریع صورت می گیرد که با هیچ تدبیری نمی‌توان رشد آنها را کنترل کرد. تدابیری هم که اندیشیده می‌شود، صرفا در جهت کند کردن سرعت رشد آنها است. با توجه به فعال بودن آبکندها، بویژه در ماههای پر بارش سال، به منظور اتخاذ تدابیری در جهت جلوگیری از رشد سریع آنها و یا به حداقل رساندن رشد آنها، ابتدا بایدریخت شناسی و سپس نحوه وعلل رشد آبکندها را مطالعه کرد .

در ناحیه مورد مطالعه، به رغم گسترش زیاد آبکندها وحساسیت منطقه نسبت به حضور چنین فرسایشی و همچنین تغییراتی که در فرایندهای زمین‌ریخت‌شناسی بخشهای مرتفع پدید می‌آورد، تاکنون هیچ تحقیقی برای ارزیابی توان آبکند زایی وعواملی که موجب تشکیل وتوسعه آبکندها می‌شوند، صورت نگرفته است. به همین دلیل دراین تحقیق سعی شده است علل وعوامل زایش ورشد آبکندهای منطقه مطالعه شود .

موقعیت جغرافیایی و ویژگیهای توپوگرافی وزمین‌شناختی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در شمال باختری ایران ودر محدوده جغرافیایی ۳۸/۱۵ تا ۳۸/۳۹ عرض شمالی و ٤٧/٠٩ تا ٤٧/٣٠ طول خاوری، بین اهر و مشکین شهر، گسترش دارد و بلندترین نقطه ارتفاعی آن قوشه داغ با ارتفاع ۳۱٤۹ متر است که در بخش خاوری، به سبلان می‌پیوندد(شکل ۱). توپوگرافی منطقه تنوع خاصی دارد، که این تنوع مدیون ساختار زمین‌شناختی، فعالیتهای زمین‌ساختی و پشت سر گذاشتن دوره‌های مختلف اقلیمی است.

برونزدهای سنگی منطقه، شامل سنگهای آذرین ورسوبات پالئوسن است که سنگهای آذرین مربوط به پالئوسن ـ ائوسن در یک محیط دریایی تشکیل شده‌اند و در بخشهایی از منطقه به صورت گدازه‌های بازی همراه با مواد آذرآواری بالایه‌بندی مشخص ظاهرمی‌شوند (بیاتی خطیبی ۱۳۷۹).

واحدهای آهکی که در باختر و خود منطقه قوشه داغ برونزد دارند، ضخامت قابل ملاحظه‌ای دارند (۲۰۰ متر) و از واحدهای رسوبی مربوط به کرتاسه به‌شمار می‌آیند. در بخش بالایی واحدهای یاد شده می‌توان شاهد مارنها و شیلهایی بود که حاصل فعالیت شدید فرآیندهای فرسایشی در دوره‌های گذشته هستند. در شرایط کنونی، پدیده‌های مختلفی، از جمله لغزشهای بزرگ وکوچک و تشکیل آبکندهای متعدد، بر روی این سازندها رخ می‌دهد.

رسوبات اوایل کواترنر، عمدتا شامل کنگلومراها، به‌آسانی توسط چینه‌بندی ناجور و ریخت‌شناسی هموارخود شناخته می‌شوند و اغلب در دره‌ها و فرورفتگیها نهشته شده‌اند. درکف آبکندهای عمیق منطقه که اغلب در روی پادگانه‌های قدیمی تشکیل شده‌اند، رخنمون رسوبات مذکور دیده می‌شود (شکل۲). آبرفتهای قدیمی منطقه که با تغییرات اقلیمی پس از پلیستوسن در رابطه هستند، ضخامت زیادی دارند (درحدود۱۰۰ متر) و تا کناره دامنه‌ها وگاه تا ارتفاعات بالا گسترده شده‌اند.آبرفتهای مذکور به دلیل ویژگیهای خود، هنوز به استحکام کامل نرسیده‌اند و زمینه مساعدی را برای رخداد لغزشها و تشکیل آبکندها در منطقه فراهم ساخته‌اند .

منطقه مورد مطالعه توسط رودخانه اهر و قره‌سو زهکشی می‌شود و از نظر اقلیمی نیز جزو نواحی نیمه خشک با میانگین بارندگی ۳۵۰ میلی متر در

www.SID.ir

Archive of SID

سال است که نزدیک به ۵۰ درصد آن در فصل بهار می بارد (بیاتی خطیبی ۱۳۷۴ و جهانبخش اصل و همکاران، ۱۳۷۸).

روش کار

بررسی اثرات اقلیم، رواناب، نوع خاک، و توپوگرافی، بر تشکیل آبکندها و تأثیر این پدیده‌ها در هدر رفتن خاک، بویژه در بخشهای شیب‌دار منطقه، هدف اصلی این مطالعه بوده است. برای رسیدن به این هدف، ابتدا ضروری به نظر می‌رسید که محل و پراکندگی آبکندها شناسایی و بررسی شوند، سپس عوامل محلی که میزان پسروی سر آبکندها را کنترل می‌کنند، به دقت مطالعه شوند. بدین منظور، ابتدا محل آبکندها در طی بازدیدهای میدانی و همچنین از روی عکسهای هوایی شناسایی و بر روی نقشه پیاده شدند (شکل ۳).

فرسایش آبکندی، فرایند بسیار پیچیده‌ای است. تشکیل آبکندها معمولا با دخالت عوامل مختلف صورت می‌گیردکه این عوامل گاه از نظرکمی قابل اندازه‌گیری نیستند و به همین دلیل در بیشتر موارد، فرایند تشکیل و توسعه آبکندها صرفا به صورت کیفی در نظر گرفته می‌شود که این امر مطالعه و مقایسه آبکندها را دشوار می‌سازد. با آگاهی از این موارد، بررسی آبکندهای منطقه هم به صورت کیفی، از راه مشاهده و هم به صورت کمی، از راه جمع‌آوری داده‌ها ونمونه‌ها صورت گرفته است.

معمولا فعالیت آبکندها با پسروی سرآنها مشخص می‌شود. با توجه به این امر و همچنین به منظور پیش‌بینی موقعیت سر آبکندها در محیطهای میدانی، دراغلب موارد،کیفیت آبراهه‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد، اما می‌توان با اعمال تدابیری میزان پسروی سر آبکندها را در طی زمان اندازه‌گیری کرد. در این مطالعه، برای اندازه‌گیری پسروی سرآبکندها در کوتاه مدت و برای بررسی نقش عوامل مختلف، مانند میزان و شدت بارندگی، رواناب، برفاب و... ، در طی بازدیدهای میدانی، میخهایی در سر آبکندها کوبیده شده و پس از مدت زمان مشخص وگاه پس از وقوع پدیده مشخص، همچون رخداد بارندگی، آبکندهای مورد نظر در منطقه بررسی و میزان پسروی احتمالی آنها اندازه‌گیری شد. در دراز مدت، میزان پسروی سر آبکندها به‌کمک عکسهای هوایی قابل مطالعه است. بدین منظور عکسهای هوایی (شماره عکسهای : از ۱۱تا ۲۸ (مربوط به سالهای ۱۳۷۵ و ۱۳۴۲) به مقیاسهای ۰۰۰ ، ۵۰ : ۱ و ۰۰۰، ۲۵: ۱) مربوط به سالهای ۱۹٦٤ و۱۹۸۷ (در فاصله زمانی ۳۳سال) با هم مقایسه و میزان پسروی سر آبکندها در جهت گسترش آنها، مطالعه شد. بعضی از ویژگیهای خاک ما نند pH و هدایت هیدرولیکی، به‌عنوان عوامل تأثیر گذار در فرسایش تونلی (Piping erosion)،که زمینه ساز فرسایش آبکندی است (Tage, 2001 , Zachar, 1982) در این مطالعه نیز مورد توجه قرار گرفته، و به منظور بررسی دقیق‌تر نقش ویژگیهای یاد شده در تشکیل آبکندها، نمونه‌هایی از خاکهای اطراف آبکندهای شاخص منطقه جمع‌آوری شده و به آزمایشگاه آب و خاک منتقل، و نتایج حاصل مطالعه شدند(جدول ۳).

شکل آبکندها معرف تاثیر عوامل ویژه در شکل دهی آبکندهاست. از عوامل مهمی که در شکل آبکندها نقش دارند، دانه بندی، نوع خاک، ویژگیهای بستر سنگی و ساختار زمین‌شناسی منطقه است. برای بررسی دقیق‌تر نقش این عوامل در شکل دهی آبکندها (مانند پهنای آبکندها،V یا U شکل بودن آنها)، تمامی آبکندهای منطقه، بازدید و نوع خاک و دانه‌بندی آنها در آزمایشگاه وصحرا مطالعه شد.

بعضی از محققان بر این واقعیت تاکید دارندکه درکوهستانهای نیمه خشک، بخش اعظم فرآیندهای زمین ریخت‌شناختی (مانند سایش، حمل و نهشته گذاری)، توسط رگبارها صورت می‌گیرد (Oostwoud & Bryan, 2001, Robichaud et al., 1001) درآبکندزایی نیز به‌عنوان یک فرایند مهم رمین ریخت شناختی، نقش رگبارهای شدید و کوتاه مدت، ثابت شده است. در منطقه مورد مطالعه، به عنوان یک منطقه نیمه خشک، نقش رگبارهای شدید، بویژه رگبارهای بهاری و پاییزی در تلف شدن خاک که در اثر پسروی سر آبکندها صورت می‌گیرد، بسیار برجسته است. این نتیجه‌گیریها، درواقع از بازدیدهای میدانی و بررسی میزان رسوبات حاصل از وقوع رگبارها، با استفاده از داده‌های رسوب ایستگاههای آب سنجی رود اهر و مقایسه شدت بارندگیها با میزان رسوبات وارده به رودخانه‌ها، حاصل شده است.

بحث ونتایج

به دلیل گستردگی منطقه مورد مطالعه و با در نظر گرفتن تعدد و پراکندگی آبکندها در بخشهای مختلف در ابتدای مطالعه، تاکید بر یک عامل و در نظر گرفتن یک علت برای تشکیل وتوسعه آبکندها، به دور از واقعیتهای موجود در منطقه می‌رسید. با این منطق و با این فرض که تشکیل و توسعه آبکندهای منطقه ممکن است حاصل عوامل مختلفی باشد، نقش عوامل احتمالی در فرایند تشکیل و توسعه آبکندهای منطقه، مطالعه و بررسی شد.

نقش رطوبت خاک، رگبارها و جریانات سطحی در تشکیل و توسعه آبکندها

نقش عوامل اقلیمی در فرآیند آبکند زایی غیر قابل تردید است. هر چند محققان در مورد میزان تاثیر عوامل یاد شده در تشکیل و توسعه آبکندها اتفاق نظر ندارند، اما در مورد تأثیر تغییرات عوامل اقلیمی درافزایش توان

www.SID.ir

Archive of SID

مناطق به وقوع بعضی پدیده‌ها و افزایش شدت آنها، همچون وقوع لغزشها، افزایش جریانات هورتونی، افزایش توان مناطق به آبکند زایی و همچنین در مورد افزایش حساسیتهای محیطی به تغییرات الگوی آبشناختی، بین محققان اتفاق نظر کامل وجود دارد (Fitzjohn et al.,1998; Kasai et al.,2001; Luce et al., 2001; Ternan et al., 1998).

رطوبت خاک نیز به عنوان عامل مهم در تشکیل آبکندهای مناطق، از این تغییرات اقلیمی بی‌تأثیر نیست. در منطقه مورد مطالعه، به‌دلیل ویژگیهای ساختار زمین‌شناسی، آبهای زیرزمینی پیوسته وجود ندارد.آبخوانها به‌عنوان منبع تشکیل چشمه‌ها در محل گسلها ودرز و شکافها تشکیل گردیده‌اند،که عمدتا توسط برفاب و بارندگیهای بهاره و پاییزه تغذیه می‌شوند. بنابراین به نظر می‌رسد که پیش از مطالعه رطوبت خاک باید شرایط اقلیمی منطقه بررسی شود. به عبارت دیگر ابتدا باید به این پرسش اساسی پاسخ دهیم که آیا منطقه از نظر شرایط اقلیمی، بویژه از نظر دما و بارندگی، نسبت به تشکیل وتوسعه آبکندها، اصولا مستعد هست یا خیر؟ و یا اقلیم حاکم تا چه حد در تشکیل وتوسعه پدیده‌های مذکور نقش دارد.

برای پاسخ به این پرسشها از ضریب گرمابی (Hydrothermal Coefficient) (HTK=(∑R/∑T10)، ∑R= مجموع بارش سالانه به میلی متر و ∑T= ضریب دمایی ماههایی که دمای ایستگاه بیش از ۱۰ درجه سانتی‌گراد است) یا HTK که توانش مناطق را به تشکیل آبکندها نشان می‌دهد، استفاده شده است. در مناطق توانمند به فرسایش آبکندی، میزان HTK از ۱/۲۵ تا۲/۵ متغیر است (Steegen, 2000; Zachar, 1982). نتایج حاصل که با استفاده از داده‌های هواشناسی سه ایستگاه موجود در منطقه و اطراف آن و با جای گذاری دررابطهHTK محاسبه شده، در جدول ۱ ارائه شده است. با توجه به این نتایج و با در نظر گرفتن این که مقادیرHTK در سه ایستگاه بین مقادیر آستانه قرار دارد، می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که منطقه از نظردو عامل اقلیمی (یعنی بارش ودما) برای تشکیل و توسعه آبکندها از مستعدترین مناطق است.

رطوبت موجود در مواد تشکیل دهنده دامنه‌های مناطق کوهستانی، از جمله عوامل مورد توجه دربررسی آبکندهاست (Fitzjohn et al.,1998)، مسئله به این صورت توجیه می‌شودکه اگر رطوبت موجود در مواد تشکیل دهنده دامنه‌ها کاهش یابد، رطوبت قابل دسترس برای گیاهان نیز کاهش خواهد یافت و به دنبال آن، از تأثیر حفاظتی پوشش گیاهی درسطح زمین، بویژه در سطوح تا حدی شیب‌دار،کاسته خواهد شد(Luce et al., 2001). همچنین در مواقع خشکی، در مواد سطحی حاوی رس و مارن، چسبندگی بین مواد کاهش یافته و درنتیجه با اولین بارندگی به راحتی از سطح دامنه‌ها جابه جا می‌شوند و با ایجاد گودیهای اولیه، زمینه برای تشکیل و توسعه آبکندهای بعدی فراهم می‌شود. باید در نظر داشت که خاک خشک، بخشی ازآب حاصل از بارندگیها را پیش از این که به جریان سطحی تبدیل شوند، جذب می‌کند. اما از سوی دیگر، با طولانی شدن دوره خشکی پوشش گیاهی از سطح خاک پاک می‌شود و در اثر خشک شدن بیش از حد سطح خاک، ترکهایی نیز در بخش سطحی خاک تشکیل و توسعه می‌یابد.این ترکها زمانی اهمیت دارند که در دیواره آبکندهای قبلی تشکیل شده و با اولین بارندگی، فرسایش بیشتردردیواره آبکندهای مذکور را باعث شوند.

بررسی نقش رطوبت در آبکندزایی در بخشهایی از منطقه نشان می‌دهد که میزانWs (($Ws=(R-RP/t^2)$ ، R= بارش ماهانه به میلی متر، RP = ضریب مربوط به دما (RP=30(T+7)) یا رطوبت خاک در مواد سطحی بخشهای نسبتاً شیب‌دار منطقه، درست پیش از شروع بارندگی و پس از سپری کردن یک دوره خشکی نسبتا طولانی، اهمیت ویژه‌ای دارد، بویژه در مواقعی که سطوح دامنه‌ها در اثر آتش سوزی از پوشش گیاهی پاک شده و یا پس از برداشت محصول از سطوح کشت شده، سطح زمین بسیار آشفته شده باشد.

نتایج حاصل از بررسی رطوبت خاک نشان می‌دهدکه WS در بعضی از ماههای سال منفی (کمبود آب در خاک)ودر بعضی از ماهها مثبت است (شکل ٤). منفی بودن WS در بخشهایی از منطقه، زمانی اهمیت می‌یابد که سطح زمین پس از پشت سر گذاشتن یک دوره خشکی و پس ازآشفته شدن آن توسط انسان، وقوع بارندگیهای رگباری را بویژه درماههای اردیبهشت، خرداد، مهر وآبان تجربه می‌کند. بنابراین می‌توان با استناد به بررسیهای صورت گرفته چنین نتیجه گرفت که در اوایل بهارکه سطح دامنه‌های منطقه توسط گیاهان محافظت نمی‌شود و بارندگیهای شدید، ناشی از ورود چرخندهای باختری رخ می‌دهد (جهانبخش و همکارن، ۱۳۷۸) و همچنین دراوایل پاییز که پس از برداشت محصولات و بی‌حفاظ ماندن خاک و پس از تحمل یک دوره خشکی چهار ماهه، اولین بارندگی پاییزی رخ می‌دهد، منطقه مساعدترین شرایط را برای تشکیل و توسعه آبکندها خواهد داشت. براساس اندازه‌گیریهای میدانی و با استناد به داده‌های جمع‌آوری شده، آبکندهایی که درحوالی روستاهای کلمبا و خداوردی کندی تشکیل شده‌اند، در هر بارندگی بهاری و پاییزی چندین سانتی‌متر به طرف دامنه‌ها پیشروی می‌کنند (شکل ٤- A,B). اما نباید فراموش کرد که هرچندکه یک خاک مرطوب جریانات سطحی بیشتری را نسبت به خاک خشک تولید می‌کند، اما در مقایسه با خاک خشک مقاومت آن در برابر فرسایش بیشتر است.

باید در نظر داشت که توجیه همهٔ مسائل مربوط به رطوبت خاک و رابطه آن با فرسایش به این سادگی امکان پذیر نیست و در واقع، ارزیابی رابطه

www.SID.ir

Archive of SID

رطوبت خاک و فرسایش، بویژه فرسایش آبکندی، بسیاردشوار است، چراکه الگوی رطوبت خاک به طور مستقیم فقط بویژگیهای فیزیکی خاک بستگی ندارد، بلکه به شرایط اقلیمی، ژرفای آبهای زیر سطحی، توزیع ریشه گیاهان درناحیه غیراشباع، ویژگیهای مؤیینه خاکها و اندازه تخلخل میان دانه‌های خاک و به عمل انقباض و تورم خاکها بستگی کامل دارد (Ichim et al..,1990; Madej, 2001; Luce et al., 2001). زمانی که محدوده مورد بررسی بسیار بزرگ و امکان جمع آوری نمونه از تمامی بخشها امکان پذیر نباشد، در بررسی رطوبت خاک و نقش آن در زمینه سازی برای تشکیل آبکندها، استفاده از رابطه WS بهترین راه حل ممکن به نظر می‌رسد.

واکنشهای آبشناختی چشم اندازهای مناطق نیمه خشک، هنگام بارندگی، بویژه رگبار، همواره یکسان ویکنواخت نیست. معمولا جریانهای سطحی، از رگبارهای شدیدی که از ظرفیت نفوذ خاکها بیشتراست، ناشی می‌شود. در نواحی نیمه خشک این نوع جریانها از نظر تولید رواناب و تشکیل آبکندها بخصوص برروی سطوح شیب‌دار بسیار مهم هستند. در منطقه مورد مطالعه نیز، رگبارها بویژه آنهایی که پس از یک دوره خشک رخ می‌دهند، در سایش سطوح دامنه‌ها ودر نهایت در تشکیل آبکندها، نقش مهمی دارند. این رگبارها اغلب کوتاه مدت وشدید هستند و به هنگام وقوع، روانابهایی با قدرت بالا، تولید می‌کنند که توان برش سرآبکندها و حمل رسوبات زیاد را دارند. این روانابها با بار رسوبی زیاد، نقش مهمی در تغییر توان ریخت‌شناسی رودخانه‌ها وتغییرالگوی زمانی و مکانی آنها دارند. گاه یک رگبار پاییزی می‌تواند رسوباتی که عمدتا از سایش سر آبکندهای منطقه حاصل شده‌اند، را حمل ودر بستر سیلابی رودخانه‌ها به ارتفاع ۳ متر انباشته سازند (شکل ۵).

روانابهای حاصل از یک رگبار، زمانی که از حوضچه‌های زهکشی بالای دامنه‌ها به سر آبکندهای تشکیل شده در پای دامنه‌ها می‌رسند، پس از تمرکز در سر آنها، به صورت تندابها به کف آبکندها می‌ریزند، شدت فرسایش در بخش سر این پدیده‌ها، به پهنای این جریان تمرکز یافت بستگی دارد. هر چه پهنای جریان تمرکز یافته زیاد باشد، قدرت سایشی تندابها نیز افزایش خواهد یافت که این امر، موجب گسترش بیشتر آبکندهای منطقه می‌شود.

نقش برفساب (Nivation) در آبکندزایی

برف و یا به عبارت دیگر، استقرار تکه‌های برفی (Snow Patch) در بیشتر ایام سال در سطوح دامنه‌های منطقه، از مهم‌ترین عوامل ریخت‌زایی به‌شمار می‌آیند و درایجاد و توسعه بسیاری از شکلها و پدیده‌های زمین ریخت‌شناختی مانند لغزشها، ایجاد گودالهای کوچک و همچنین تشکیل و توسعه آبکندها، نقش اساسی دارند.

به تازگی تأسیس یک ایستگاه باران سنجی در نزدیکی روستای مویل (در ارتفاع ۲۳۰۰ متری) که نزدیک‌ترین و در عین حال مرتفع‌ترین ایستگاه منطقه است، بررسی دقیق‌تر میزان و نحوه بارش در این بخش از منطقه را امکان پذیر ساخته است. براساس داده‌های جمع آوری شده از ایستگاه مذکور، میانگین بارش سالانه در ارتفاع ۲۳۰۰ متری ، ۵۰۰ میلی متر در سال است (میزان بارندگی منطقه بر اساس آمار سه ایستگاه موجود در ارتفاع پایین‌تر از ۱۲۰۰ متر ، ۳۵۰ میلی متر در سال است)، که بیش از نیمی از آن به صورت برف در ماههای فروردین، آبان، آذر، دی، بهمن و اسفند می‌بارد و به علت سرد بودن دامنه‌ها، برف به صورت تکه‌های برفی در دامنه‌های پناهگاهی دوام می‌آورد (شکل ٦). لازم به ذکر است، به علت نوسانات شدید دما، درحدود ۱۰ تا ۲۰ درجه، درحوالی صفر، وجود شرایط مساعد از نظرتوپوگرافی، مانند جهت‌گیری دامنه‌ها و وجود مناطق پناهگاهی و حضور سازندهای سطحی مساعد به فرسایش، مانندآبرفتهای قدیمی و مواد هوازده ضخیم، در بخش اعظمی از سال فرایندهای ناشی ازعمل برفساب در منطقه فعال هستند (شکل ٦). درفصل بهار دراثرجریان روانابهای حاصل ازذوب برف، مواد سست پای دامنه‌ها خیس خورده و در نتیجه گسیختگیهای زیادی در سطوح شیب‌دار پدید می‌آید. به‌تدریج در اثر توسعه گسیختگیها، مواد سست دامنه‌ای فروریخته و اختلاف ارتفاعی پدیدمی‌آید. با پدید آمدن اختلاف ارتفاع و تشکیل گودیهای اولیه، از بخش سر، آبهای حاصل از ذوب تکه‌های برفی وارد گودیها شده به این ترتیب آبکندهای کوچک اولیه تشکیل می‌شوند، با تدوام جریان آب ناشی از برفاب، توسعه سریع آبکندهای اولیه شروع شده و درمدت زمان بسیارکوتاه آبکندهای بزرگی در پای دامنه‌ها تشکیل می‌شود.گاه توسعه این آبکندها با گسیختگیها و لغزشهایی نیز همراه است که این امر به توسعه بیشترآبکندهاو تشکیل آبکندهای چند سر (Polymorphous) (یاچند ریخت) می‌انجامد.

نقش نوع و ویژگیهای مواد سطحی،آبهای زیر سطحی و فعالیتهای زمین‌ساختی در تشکیل آبکندهای منطقه

نقش نوع ومواد سطحی زمین در تشکیل و توسعه آبکندها نیز بسیار مهم است. برای بررسی نقش و نوع مواد سطحی در تشکیل آبکندها نمونه‌هایی از مواد سطحی سطوح زمین برداشت و در آزمایشگاه مطالعه شدند (جدول ۲). مطالعه نمونه‌ها و بررسی میدانی آبکندها نشان می‌دهند که مارنها، شیلها و سیلتهای گسترده در باختر منطقه، بستر مساعدی را برای توسعه آبکندهای فراهم می‌سازند. همچنین در منطقه مورد مطالعه، سطوحی که از لوم و مواد حاوی لوم – شن و رس تشکیل شده‌اند و بافت سنگینی دارند، بیشتر در معرض فرسایش آبکندی قرارگرفته‌اند.در بخشهای باختری و میانی منطقه آبکندهای متعددی نیز بر روی آبرفتهای قدیمی تشکیل شده‌اندکه این نوع

www.SID.ir

Archive of SID

آبکندها، دیواره‌های ناپایداری دارند و بسیار فعال هستند و اغلب از چند جهت، پای دامنه‌ها را مورد هجوم خود قرار می‌دهند ودر واقع، جزو آبکندهای چند ریخت به شمارمی‌آیند.

بررسی شکل آبکندهای منطقه برروی سازندهای سطحی مختلف نشان می‌دهد آبکندهایی که بر روی مواد دانه ریز و نسبتا سفت شده تشکیل شده‌اند، اغلب به‌صورت خطی توسعه می‌یابند و از یک جهت پسروی می‌کنند. این نوع آبکندها بسیار دراز و اغلب U شکل هستند (مانند آبکندهای اطراف روستاهای علی‌آباد) و در بخش سرو دیواره‌های چنین آبکندهایی، حرکات توده‌ای نسبتا بزرگ به‌ندرت اتفاق می‌افتد.به نظر می‌رسد که غنای آهن موجود درمواد بستر آبکندهای مذکورنقش اساسی در تشکیل وتوسعه آنها داشته است. در نزدیکی روستاهای دهستان وکوتلردر آندزیتها،کانیهای تیره سنگها اکسید شده وآهن موجود در آنها رها شده است. به همین دلیل، مواد سطحی وکلاً خاکهای تشکیل شده در این بخش از منطقه، از آهن غنی هستند (شکل ۸). شایان ذکر است که در بررسی توان آبکندزایی مناطق، بعضی از محققان وجود آهن را به‌عنوان شاخصه مهمی در شناسایی محل تشکیل و توسعه آبکندهادر نظر می‌گیرند (Archibold, 1996; Ternan, et al., 1990; Zachar, 1982).

در بخشی از منطقه،آبکندهایی که پس از برش لایه‌های نسبتا تحکیم یافته بالایی (عمدتا آبرفتهای قدیمی) به لایه‌های گرانیت زیرین(گرانیتهای الیگوسن) رسیده‌اند، دیواره‌های تا حدی پایدار دارند و به علت استحکام مواد دیواره‌ای، رشد آنها بسیار کند صورت می‌گیرد. به همین دلیل معمولا این نوع آبکندها کوتاه وV شکل هستند. می‌توان دراین مورد، به آبکندهای نزدیک روستای بهل اشاره کرد(شکل۸).

در منطقه مورد مطالعه، همه ساله در فصل بهار با پر شدن آبخوانها از آبهای حاصل ازذوب برف و بارشهای بهاری، آبهای زیر سطحی در پای هردامنه‌ای به‌صورت چشمه‌های کوچک ظاهرمی‌شوند.این آبها به هنگام ظهور در سطح زمین، موجب شستشوی مواد سست و نیمه سست می‌شوند و به‌تدریج گودیها وگسیختگیهایی در پای دامنه‌ها ایجاد می‌کنند و به مرور در اثر تداوم جریان آبهای زیر سطحی و تاثیر دیگر عوامل، آبکندهای نسبتا بزرگی تشکیل می‌شود. آبکندهای بسیار شاخصی ازاین نوع در نزدیکی روستاهای آله و خداوردی کندی شناسایی شده است.این آبکندها بسیار بزرگ وچند ریخت هستند واز جهات مختلف پای دامنه‌ها را مورد تهاجم خود قرارمی‌دهند. دراثر تراوش آبهای زیر سطحی و همچنین ریزش آبهای سطحی از بالای سر آبکندها، گسیختگیهای گسترده‌ای درسر ودیواره‌ها ایجاد می‌شود و در نهایت دیواره‌ها به صورت توده‌ای به داخل آبکندها فرو می‌ریزند و به این ترتیب حجم بسیار زیادی از مواد دامنه‌ای را به پایین و به درون آبراهه‌ها انتقال می‌دهند (شکل ۹).

یکی از مواردی که همواره در تشکیل آبکندها مد نظر قرارمی‌گیرد، توانش مواد سطحی و زیرسطحی به فرسایش تونلی است (Vanderckhove, 2000). عوامل تعیین کننده ورودآب به افقهای توانمند در برابر فرسایش تونلی در واقع از عوامل مهم در فعال نمودن چنین فرایندی به شمار می‌آید. توسعه تونلهای زیر سطحی دراین افقها، با ویژگیهای آبی ـزمین‌ریختی (Hydrogeomorphic) مواد در رابطه هستند و مسلما در این مورد استعداد مواد به تشکیل تونل و عواملی که توسعه بعدی آنها را امکان پذیرمی‌سازند، اهمیت ویژه‌ای دارند. میزان pH خاک و هدایت هیدرولیکی آن در ایجاد تونلهای زیر خاکی، از چنین عواملی به‌شمار می‌آیند.

دراین مطالعه، به منظور بررسی نقش ویژگیهای سازندهایی که درتونلی شدن مواد تشکیل دهنده دامنه‌ها و در نهایت در آبکند زایی نقش دارند، از خاکهایی که بر روی آنها آبکندهایی با دلایل نامشخص و با احتمال تاثیر عوامل دخیل در تونلی شدن خاک، تشکیل شده بودند، نمونه‌هایی انتخاب و مورد آزمایش قرار گرفته‌اند (جدول ۳).

نتایج حاصل از آزمایش نمونه‌های برداشت شده (جدول ۳) نشان می‌دهد که از نظر میزان pH خاک وهدایت هیدرولیکی با توجه به آستانه‌های ارائه شده (حداقل آستانه pH = ۵/۹ و HC=۰/۱)، مواد سطحی و زیر سطحی منطقه در برابر تونلی شدن ودر نتیجه به تشکیل آبکندها توانمند هستند.

نقش ویژگیهای مواد سطحی دامنه‌ها در برابر فرسایش تونلی،که عامل زمینه ساز دیگری برای تشکیل آبکندهاست، به این صورت توجیه می‌شود که، شکافهای ایجاد شده درمواد غنی از مونتموریلونیت در اثر بارندگی، با آب پر شده ومتورم می‌شوند (تورم وشکاف خوردگی در مواد حاوی مونتموریلونیت بهترین شرایط را برای فرسایش تونلی فراهم می‌سازد). در نتیجه رسها چسبندگی خود را از دست می‌دهند و همچنین قابلیت پخش شدگی (Dispersed) آنها افزایش می‌یابد (Archibold, 1996) . دراین شرایط اگرجریان آبهای میان قشری(Througflow) امکان پذیرباشد، رسها و سیلتها به آسانی جدا می‌شوند و به صورت معلق در آبهای جاری حمل می‌شوند. با انتقال رسها یک ماتریس اسکلتی (Skeleted matrix) تشکیل می‌گردد، به طوری که آب وذرات ریز از میان آنها می‌توانند به آسانی عبورکنند. اگر جریان آب بلا فاصله در شکافهای کوچک ایجاد شده امکان پذیر نباشد، با اشباع بیشتر آب قدرت هیدرولیکی افزایش یافته تا این که راه عبور امکان پذیر گردد. با شروع حرکت آب، فرسایش مکانیکی به سرعت افزایش می‌یابد و شکافهای توسعه یافته، به آب بیشتر اجازه نفوذ و عبور می‌دهند تا این که کانالهای زیرزمینی دراثر جریان آب وانتقال مواد بیشتر، آن قدر بزرگ می‌شوند که سقف آنها فرو می‌ریزد. با فروریزی سقف

www.SID.ir

Archive of SID

کانالهای زیر زمینی، آبکندهای اولیه تشکیل شده ودر اثر دخالت عوامل مختلف ابعاد آنها به‌تدریج توسعه می‌یابد.

یکی از عواملی که احتمال داده می‌شود در تشکیل آبکندهای منطقه نقش داشته باشند، عوامل زمین‌ساختی است. نتایج بررسیهایی که توسط زمین ریخت‌شناسان در منطقه صورت گرفته است (جداری عیوضی، ۱۳۶۷)، نشان می‌دهد که زمین‌ساخت هنوز هم در چاله اهر فعال است و این محدوده در حال فرونشینی مداوم است. براساس فرضیات مطرح شده، این فرونشینی باعث می‌شود که سطح اساس رودخانه‌های فرعی همواره در سطح پایین‌تری قرار گیرد و رودهای جاری برای از بین بردن تفاوتها، عمل برابر سازی را انجام و بستر خود را بکنند. این که یکی از علل تشکیل آبکندهای منطقه، زمین‌ساختی است، جای شک دارد و اظهار نظردر مورد آن مستلزم بررسیهای بیشتر و در دست داشتن دلایل مستندتری است. اما آنچه مسلم است، در آبکندها، آبهای جاری مداومی جریان ندارد، بنابراین قرار دادن آبکندها درسیستم شبکه‌های زهکشی پیوسته و نگرش سیستمی به‌آنها در زمینه برابرسازی تغییرات رخداده در اثر تفاوت در سطح اساس (بین بسترهای دائمی آب وآبکندها)، به نظر دور از واقعیتهای موجود در منطقه می‌رسد.

با عنایت به موارد یاد شده و همچنین با توجه به پراکندگی آبکندها می‌توان منطقه را از نظر آسیب پذیری در برابر فرسایش آبکندی به سه محدوده مجزا پهنه‌بندی کرد (شکل ۱۰). بخشهایی از منطقه که از نظر شیب، نوع مواد سطحی و سایر مواردی که ذکر شد، توان تشکیل آبکندها را ندارند، در واقع محدوده‌هایی هستند که در ارتفاعات شیبهای بالای ۲۰ درصد و محدوده سنگهای آذرین واقع شده‌اند. محدوده‌هایی که در آنها آبکندهای کم عمق و کوتاه تشکیل شده‌اند، در واقع محدوده‌هایی را مشخص می‌کنند که عمق مواد سطحی، نسبتا کم است و شرایط برای تمرکز آبهای سطحی وجود ندارد و همچنین از نظر ویژگیهای شیمیایی آب، مواد سطحی توان فرسایش تونلی از خود نشان نمی‌دهند، در محدوده‌هایی که پراکندگی آبکندها بسیار زیاد و می‌توان شاخص‌ترین آبکندها را در چنین محدوده‌ای مشاهده کرد، مکانهایی است که عمق مواد سطحی تحکیم نیافته و خاک تشکیل شده در آنها تا حدی زیاد است وزمین در اثر کشت و زرع و عملیات کشت غیر اصولی توسط انسان، در شدیدترین صورت ممکن، آشفته شده است. به دلیل پراکندگی روستاها در این بخش از منطقه ، کشیدن جاده‌های ارتباطی آسفالتی و خاکی که زمینه را برای تمرکز آبهای سطحی فراهم می‌سازند نیز، به عوامل مستعد کننده طبیعی برای تشکیل آبکندها و تسریع عمل فرسایش آبکندی اضافه شده‌اند، نقش دوام تکه‌های برفی در بخش پناهگاهی دامنه‌ها را نباید در تشکیل برخی آبکندهای منطقه فراموش کرد. بسیاری از آبکندهای چند سر در این محدوده، تشکیل و توسعه می‌یابند .

با توجه به بررسی رشد آبکندها در طولانی مدت و مقایسه عکسهای هوایی و همچنین مشاهده برخی از آبکندها پیش و پس از رگبارهای شدید در طی یک دوره ۳ ساله و داده‌های جمع آوری شده در طی پیمایشهای میدانی، می‌توان چنین نتیجه گرفت که گسترش و پیشروی سر آبکندها با میزان بارندگیها و تکرار وقوع رگبارهای شدید، رابطه‌ای مستقیم دارد . بیشتر شکافها و گسیختگیهایی که در بخش سر آبکندها ایجاد می‌شود، در اثر وقوع رگبارها به صورت توده‌ای به درون آبکندها فرو می‌ریزند و در نتیجه این عمل، بخش سر، به طرف سطوح شیب‌دار پیشروی می‌کند. آبکندهای منطقه با توجه به نوع و علل و عوامل تشکیل دهنده آنها ، با سرعت متفاوت پسروی می‌کنند ، میزان پسروی سالانه آبکندهای چند سر و یک سر در منطقه بسیار متفاوت است . معمولا انواع یک سر با میانگین سرعت ۱ تا ۳ متر و چند سرها ۵/. تا ۱ متر پسروی می‌کنند. از نظر آشفتگی سطوح شیب‌دار، آبکندهای چند سر، از جمله آبکندهای خطرناک منطقه به‌شمار می‌آیند، چرا که از چند جهت دامنه‌ها را مورد هجوم خود قرار می‌دهند (شکل ۹)، سالانه مقدار زیادی ازمواد سطحی و حتی خاک سطوح کشت شده را وارد آبراهه‌ها می‌سازند. انباشتگی پشته‌ای از نهشته ها در داخل آبکندها که به هنگام وقوع رگبارها و بروز سیل،که از ویژگیهای کوهستانهای نیمه خشک است، تایید کننده این مدعا است.

در دهه‌های اخیر در ناحیه مورد مطالعه، کاربری نادرست زمین، چرای بیش از حد در سطوح دامنه‌ها، و سوزاندن خارهای دامنه‌ها توسط چوپانان محل که شرایط را برای تمرکز بیشتر روانابها و توانمند شدن آنها جهت سایش سطحی فراهم می‌سازد، زمینه را برای فرسایش و تشکیل آبکندهای بزرگ‌تر در پای دامنه‌ها مساعد کرده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- ضریب گرمایی در سه ایستگاه منطقه

ضریب / ایستگاه	اهر	تازه کند	دوست بیگلو
ΣT	۱۶۵۲.۲	۱۶۵۲.۲	۲۲۰۷.۲
ΣR	۲۹٤.۸۸	۲٤۱.٦	۲۹٥.۱
HTK	۱.۷۸	۱.٤٦	۱.۳۳

جدول۲- ویژگیهای نمونه‌های برداشت شده از بخشهای مختلف منطقه (بین دامنه‌های سبلان و قوشه داغ)

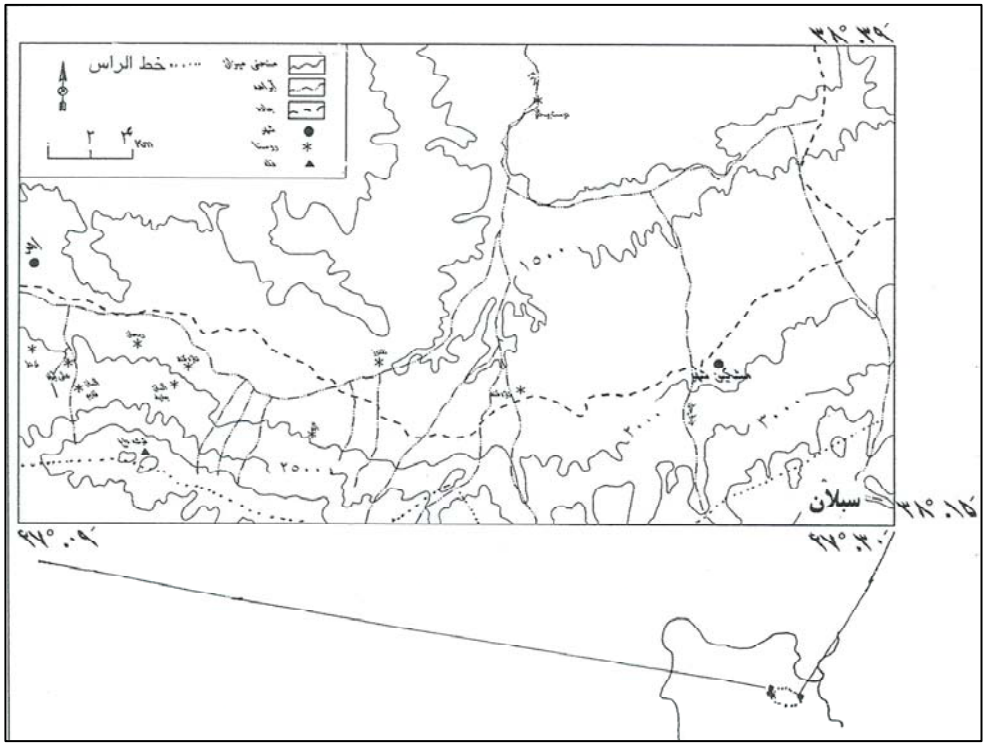
شماره نمونه	بافت سازندهای سطحی	نوع کانی در نمونه ها	رطوبت طبیعی(%)	مکان نمونه برداری
۱	رس ریز دانه	کائولینیت	۱۹	نزدیک روستای سیدلی
۲	"	"	–	" " حصار
۳	"	"	–	" " چاقال آباد
٤	"	"	۱۹	" " یوزبند
٥	"	مونت موریلونیت	۲۶/۵	" " کوتلر
٦	"	کائولینیت	–	" " علی آباد
۷	ماسه لای دار	"	۸	" " خان باز
۸	رس شن دار	"	۹	" " بهل
۹	مارن سبز	"	۲/۱۲	" " اغیل
۱۰	ماسه شن دار	"	۲/۲۶	" " آله

جدول۳- میزان pH خاک وهدایت هیدرولیکی نمونه های برداشت شده

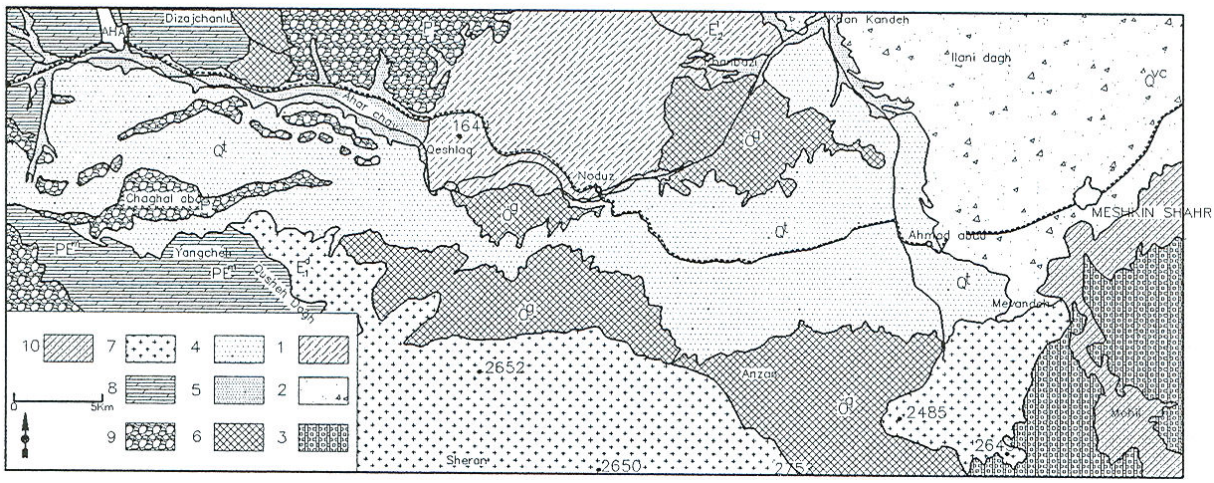
نوع آزمایش /مکان نمونه برداری	آله	حصار کندی	علی آباد	آلغان جدید	حدفاصل کندی
pH خاک	۷.۷	۷.٥	۷.۷	۷.۷	۸.۱
هدایت هیدرولیکی(HC)	۰.۰٦	۰.۰٦۲	۰.۰٦	۰.۰۳٥	۰.۰۲۸

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۱- موقعیت جغرافیایی و ویژگیهای توپوگرافی محدوده مورد مطالعه



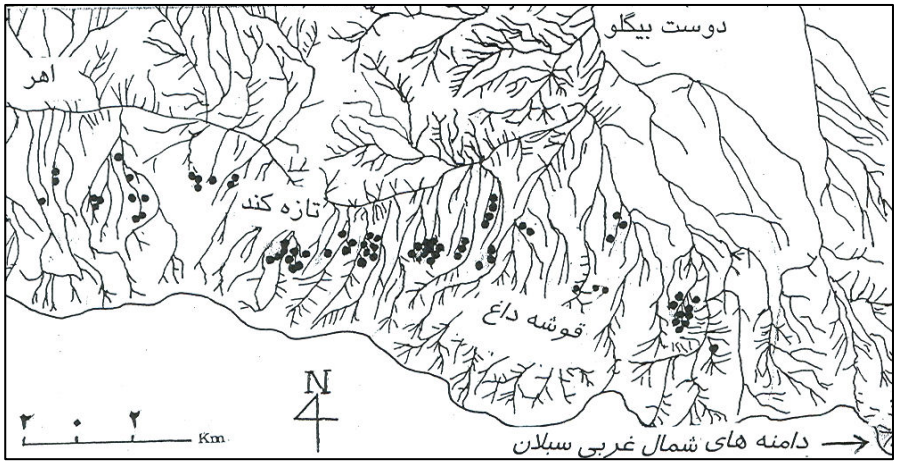
شکل۲- نقشه زمین شناسی دامنه‌های شمال باختری سبلان ودامنه‌های شمال خاوری قوشه داغ (بین اهر و مشکین شهر).اقتباس از نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ اهر، سازمان زمین شناسی کشور

راهنما:

۱) لاتیت وایگنیمبریت ائوسن ۲) لاهار وکنگلومراهای کواترنر ۳) تراکی آندزیتها وگدازه‌های قدیمی سبلان(کواترنر)
٤) آبرفتهای قدیمی(کواترنر) ٥) آبرفتهای جدید ٦) گرانیت ۷) بازالتهای ائوسن ۸) آهک، مارل و ماسه‌سنگ پالئوسن
۹) کنگلومرا و سنگهای سیلتی پلیوسن ۱۰) برش و ایگنیمبریتهای کواترنر

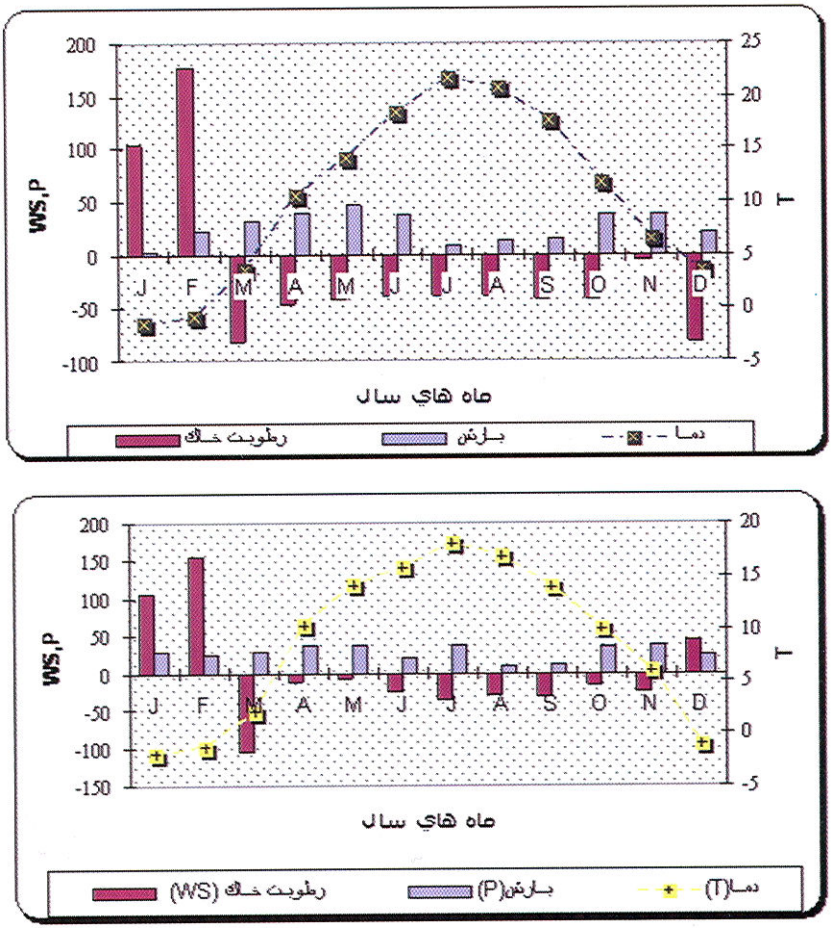
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳- پراکندگی آبکند ها در محدوده موردمطالعه

در این شکل • : محل آبکند

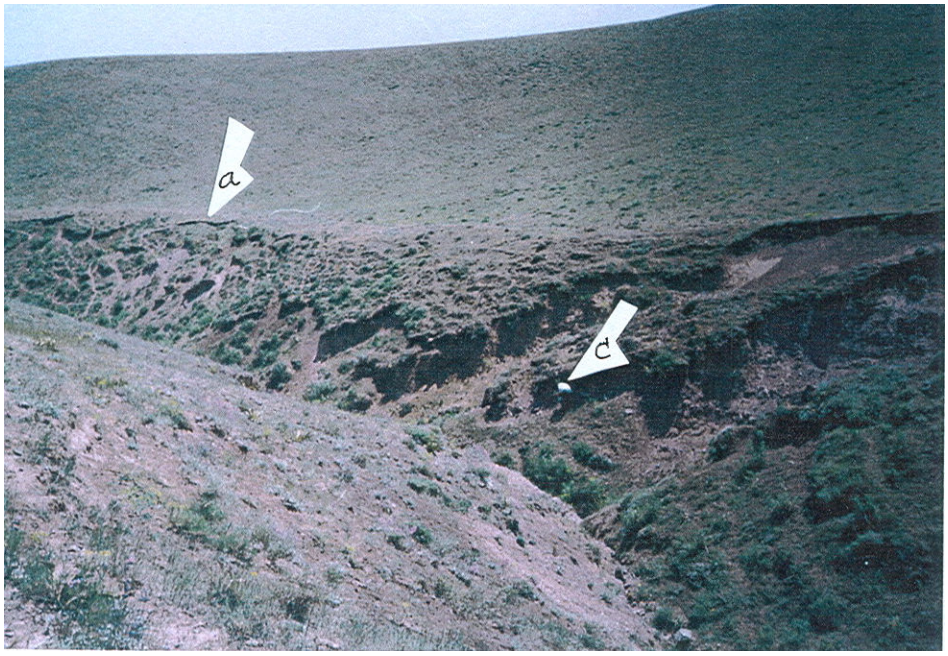


شکل ۴- میزانWS درایستگاه اهر(A) و دوست بیگلو(B)

www.SID.ir

Archive of SID

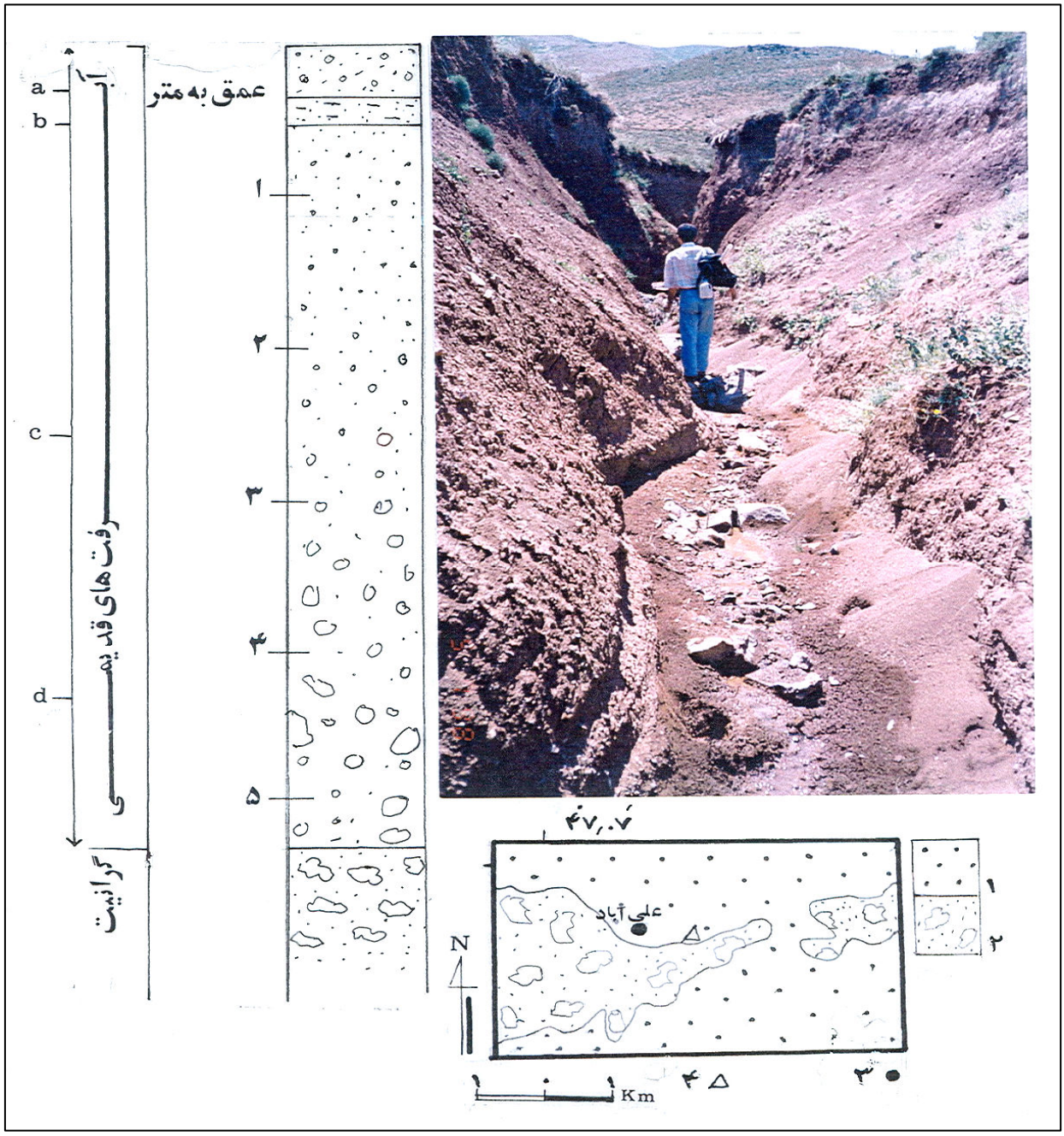
شکل ٥- میزان رسوب حاصل از وقوع یک رگباردر بستر سیلابی رود اهر در نزدیک روستای ریحان، بین اهر و مشکین شهر



شکل ٦- نقش استقرار تکه‌های برف در ایجاد گسیختگی و تشکیل آبکندهای نسبتا عمیق در نزدیکی روستای یاور کندی (بین اهر ونقدوز) به گسیختگی دیواره‌ها (a)، پسروی آنها (b)، عمق وهمچنین به وسعت آبکندها با توجه به مقیاس انسان دقت شود(c).

www.SID.ir

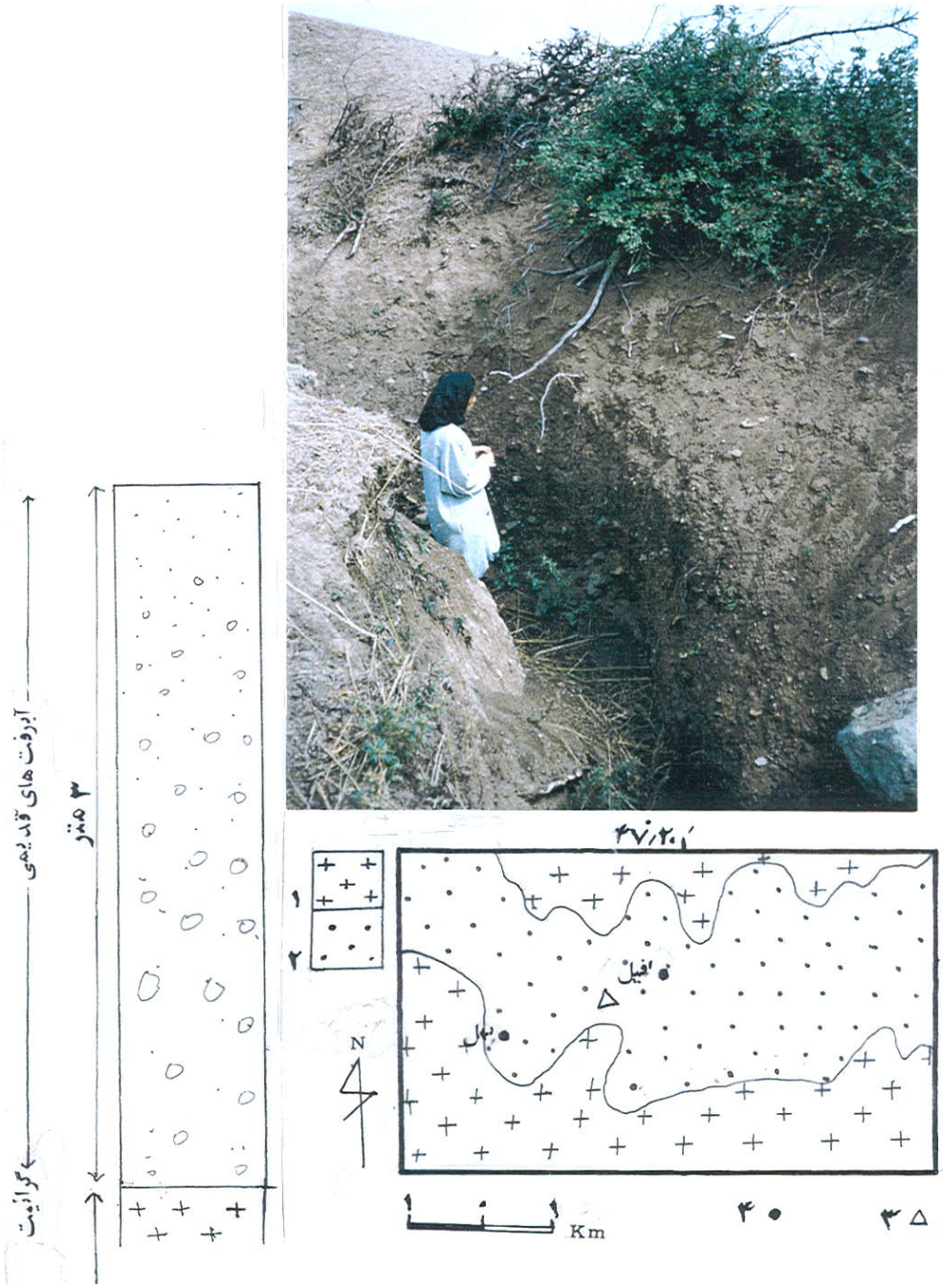
Archive of SID



شکل ۷- تشکیل آبکند U شکل برروی آبرفتهای قدیمی با زیر ساخت کنگلومرا در نزدیک روستای علی آباد (بین اهر ومشکین شهر) در این شکل: ۱) آبرفتهای قدیمی ۲) کنگلومرا ۳) روستا ٤) محل آبکند

www.SID.ir

Archive of SID



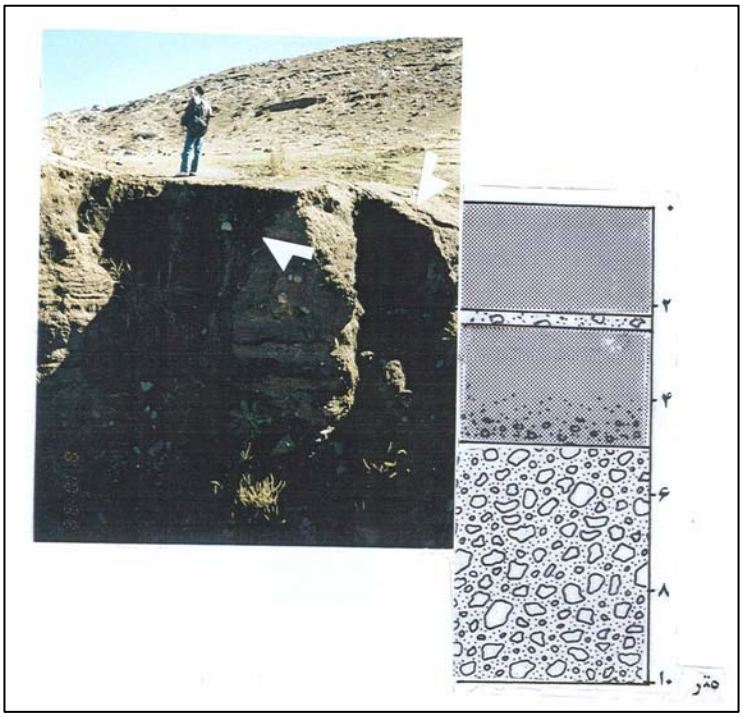
شکل۸ - تشکیل آبکند V شکل بر روی آبرفتهای ضخیم قدیمی بازیرساخت گرانیت (نزدیک روستای بهل).

در این شکل :

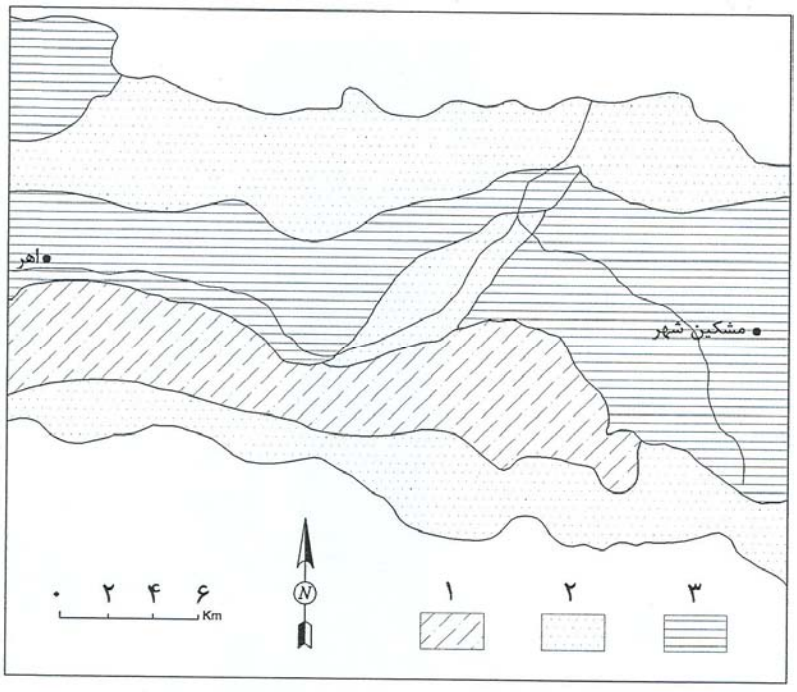
۱) گرانیت ۲) آبرفتهای قدیمی ۳) محل آبکند ٤) روستا

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۹- تشکیل آبکند چند سر در دامنه‌های شمالی قوشه داغ. خروج آبهای زیر سطحی وتشکیل آبکند چند سر بر روی آبرفتهای قدیمی با زیر ساخت کنگلومرا در بین روستاهای خداوردی کندی وخضر کندی (به گسیختگی بخش سر و بزرگی آبکندهای چند سر در مقایسه با مقیاس انسانی توجه شود).



شکل ۱۰- پهنه‌بندی استعداد سطوح شیبدار منطقه در برابر فرسایش آبکندی در این شکل: ۱) نواحی مصون از فرسایش آبکندی ۲) نواحی نسبتا مستعد به فرسایش آبکندی (آبکندهای کوچک) ۳) نواحی با فرسایش شدید آبکندی (آبکندهای بزرگ)

www.SID.ir

Archive of SID

کتابنگاری

بیاتی خطیبی،م.، ۱۳۷۹- بررسی نقش عوامل مورفودینامیک در ناپایداری دامنه‌های شمالی قوشه داغ، پایان نامه دکتری، دانشکده علوم انسانی واجتماعی، دانشگاه تبریز ۲۵٤ص.

بیاتی خطیبی، م.، ۱۳۷۹- نقش برفساب در تغییر دامنه‌های شمالی قوشه داغ، رشد آموزش جغرافیا شماره ۵۵.

بیاتی خطیبی، م.، ۱۳۷٤- مطالعه اقلیم شمال باختر ایران براساس تحلیلهای سینوپتیکی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم انسانی واجتماعی، دانشگاه تبریز۲٤۲ص.

جهانبخش اصل،س.، بیاتی خطیبی، م. و فرشی فروغ، ج.، ۱۳۷۸- تجزیه وتحلیل سینوپتیکی بارشهای منطقه شمال باختر ایران، مجله دانش کشاورزی، دانشگاه تبریزشماره ۱.

جداری عیوضی، ج.، ۱۳٦۷- ژئومورفولوژی دره اهر.پژوهشهای جغرافیای شماره ۲٤ انتشارات دانشگاه تهران.

رفاهی، ح.، ۱۳۷۵- فرسایش آبی وکنترل آن.انتشارات دانشگاه تهران ۵۵۱ص.

References

Archibold, Q.W.,1996- A Device for measuring Gully headwall morphology. Earth surface processes and landforms. vol: 21, 1001 -1005.

Beavis, G. Sara,. 2000- Structural controls on the orientation of erosion gullies in mid -western New South Wales, Australia. Geomorphology. vol: 33,59-79

Burkard, M.B., Kostaschuk, R.A.,1997- Patterns and controls of Gully growth along the Shoreline of Lake Huron.Earth surface processes and land forms. vol:22,201-911

Croke,I., Mockler., S., 2001- Gully initiation and Road-to-stream linkage in a forested catchment, southeastern Australia.Earth surface processes and land form.vol:26, 205- 217

Fitzjohn, C., Ternan., I. L, Williams, W., 1998- Soil moisture variability in a semi-arid gully catchment:implications for runoff and erosion control. Catena.vol: 32, 55- 70

Fransen, P., J, Phillips., Fahey, B. D, 2001- Forest road erosion in New Zealand:overview. Earth surface processes and land forms. vol: 26, 165-174

Hughes, A. O., Prosser. I. P., Stevenson, J., Scott, A., Gallant, H. Lu., J, Moran, C. J., 2001- Gully erosion mapping for the National land and water resoures Audit. CSRIRO land and water. Canberra.Technical Report 26/ 01.1-19

Ichim,I.,Mihaiu., Surdeanu,V., Radoane,M., Radoane,N,1990- Gully erosion on agricultural lands in Romania.Soil erosion on agricultural land. John wiley and sons Ltd. pp 56-67

Kasai, M., Marutani,T,. Leslie, M, Reid., Trustum N.A,2001-Estimation of temporally averaged sediment delivery ration using aggradational terraces in headwater catchment of the Waipaou river ,North Island ,New Zealand.Earth surface processes and land forms.26,1-16

Lamarche, J. L., 2001- Effects of forest roads on flood flows in the Descutes river, Washington. Earth surface processes and land forms. vol: 26,115 -134

Luce, Charles., Wemple B. C, 2001- Introduction to special issue on hydrologic and Geomorphic effects of forest roads. Earth surface processes and land forms. vol : 26, 111-113

Madej, M. A, 2001- Erosion and sediment delivery following removal of forest Roads. Earth surface processes and land forms. vol: 26, 175 -190

Megahn, W. F., Wilson, M., Monsen, S. D, 2001- Sediment production from granitic cutslopes on forest roads in Idaho, U.S.A. Earth surface processes and land forms. vol: 26, 153 -163

Nachtergaele, J., Poesen, J., Vandekerchhov, L., Oostwoudijdenes, D., Roxo, M, 2001- Testing the phemeral gully erosion model (EGEM) for two Mediterranean environments. Earth surface processes and land forms.vol : 26, 17 - 30

Oostwoud, D. J., Bryan, R ,2001- Gully- Head erosion processes on semi - arid valley floor in Kenya: A case stady into temporal variation and sediment budgeting. Earth surface processes and land forms .vol : 26, 911- 933

Robichaud, P. R.,. Beyers, J. L., Neary, D. G, 2001- After the fire, before the storm: post- erosion control efforts explored. http://www. cenews.com/ederosion 0201. html.1-9

Steegen. A, 2000- Sediment export by water form an agricultural catchment in the loam belt central Belgium. Geomorphology. vol: 33, 25 - 36

Tage, C, 2001- Simulating the impact of road construction and forest harvesting on hydrologic response. Geomorphology. vol: 26, 1-17

www.SID.ir

Archive of SID

Talken, I, 2001- The effect of tillage – induced roughness on runoff and erosion patherns.Geomorphology.vol: 37, 20 - 33

Ternan, JL., Elemes, A., Firrzjohn, C., Willams, A. C, 1998-Piping suscepyibility and the role of hydro-geomorphic controls in pipe development in alluvial sediments,central Spain.Geomorphology.vol: 42, 75- 87

Vanderckhove, L, 2000 - Characteristics and controlling factors of bank gullies in two semi-arid Mediterranean environments. Geomorphology. vol: 33, 37-58

Vanderckhove, L., Kosmas, C., Roxo, M.J., Figueivedo, T.D,. 2000 -Thresholds for gully initiaton and sedimentation in Mediterranean Europe. Earth surface processes and land forms.vol:25, 1201 -1220

Zachar, D., 1982- Soil erosion. Elsever scientific pub. pp 547

* گروه پژوهشی جغرافیای دانشگاه تبریز، ایران

* Geographycal Research Group of Tabriz University, Iran.

www.SID.ir