Archive of SID

دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
فصلنامه‌ی علمی- پژوهشی فضای جغرافیایی

سال یازدهم، شماره‌ی ۳۳
بهار ۱۳۹۰، صفحات ۱۴۸-۱۲۳

داود مختاری [۱]

نقش نهشته‌های آواری پوششی در حساسیت ژئومورفیکی چشم انداز دامنه‌های واقع در شمال کوه گچی قلعه‌سی در شمال‌غرب ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۹/٦/۲ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۸۹/۸/۱۲

چکیده

این مقاله رسوبات، اشکال و وضعیت دینامیکی بخشی از دامنه‌های مجاور استوک گچی قلعه سی در شمال رشته میشوداغ در شمال غرب ایران را مورد بررسی قرار می‌دهد. سطح دامنه‌های مورد مطالعه، دارای پوششی از نهشته‌های آواری متشکل از عناصر هوازده حاصل از استوک گچی قلعه‌سی (مخلوطی از خرده سنگ، تخته سنگ، ماسه و رس) هستند که با فاصله گرفتن از منبع تدارک رسوب از ضخامت آنها کاسته می شود. این نهشته‌ها نقش مؤثری در میزان فرسایش، تکامل ژئومورفولوژیکی دامنه، کاربری اراضی و تراکم آبراهه‌ای دامنه‌های مورد مطالعه داشته‌اند. اطلاعات لازم در مورد ضخامت و چگونگی استقرار نهشته‌ها بر روی تشکیلات سست زیرین (تشکیلات میوسن) و ویژگی‌های ژئومورفیکی دامنه‌ها، از طریق

۱- دانشیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه تبریز. E-mail:d_mokhtari@tabrizu.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

بررسی میدانی با ایجاد ۱۹ برش در طول مسیر راه روستایی ارلان به دست آمد. بر اساس نتایج این تحقیق، در شرایط اقلیمی فعلی، دامنه‌های پوشیده از نهشته‌های سطحی دارای پایداری بیشتری نسبت به دامنه‌های فاقد این پوشش در محدوده مورد مطالعه هستند. وجود پوششی از نهشته‌های آواری بر روی رسوبات میوسن در دامنه‌های مورد مطالعه، نقش عمده ای در پایداری دامنه‌های اطراف کوه گچی قلعه‌سی ایفا می کند، ولی از بین رفتن این پوشش‌ها در اثر فرسایش انسانی و دستکاری‌های مردم (مرمت‌های اخیر راه ارلان و رو باز شدگی رسوبات مارنی میوسن)، موجبات تشدید فعالیت فرایندهای ژئومورفیک از قبیل حرکات توده‌ای (زمین لغزش، ریزش، روان شدگی) و فرسایش شیاری و آبکندی را فراهم نموده است. اطلاعات حاصل از این پژوهش، در کل مدلی مفهومی در مورد تکامل دامنه‌های حساس ژئومورفیکی و ناپایداری‌های دامنه‌ای مخاطره آمیز احتمالی ارائه می دهد که قابلیت استفاده در مناطق مشابه را داراست.

کلید واژه‌ها: نهشته‌های آواری پوششی، چشم انداز حساس ژئومورفیکی، ناپایداری‌های دامنه‌ای، استوک گچی قلعه‌سی، شمال غرب ایران.

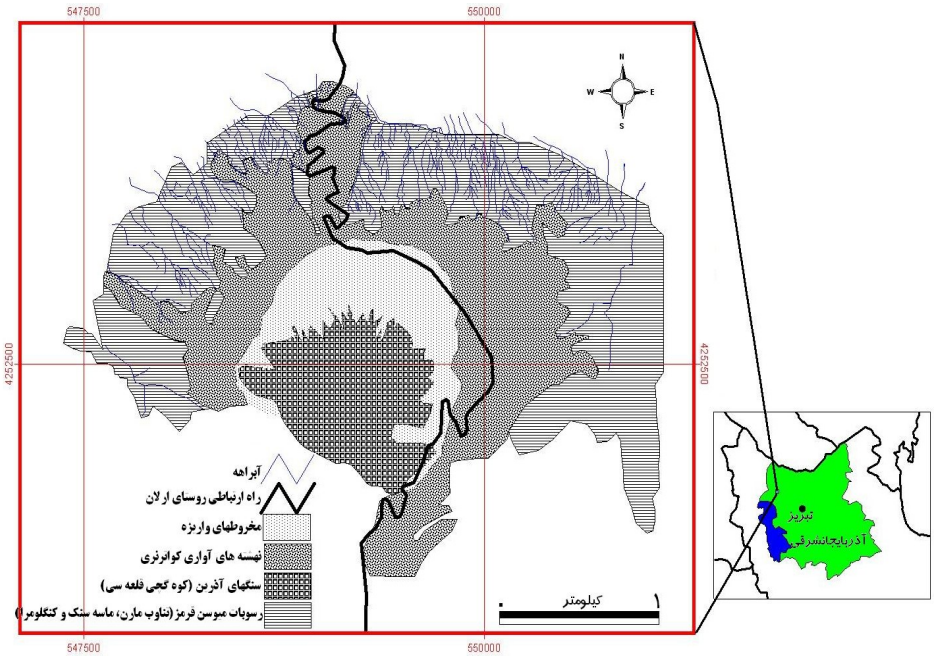
مقدمه

مطالعات چشم‌انداز و فرسایش آن یکی از چالش‌های مهم و مورد علاقه مهندسان، ژئومورفولوژیست‌ها، هیدرولوژیست‌ها و آمایشگران زمین است (Mather et al., 2002: 89). به منظور مدیریت موفق چشم اندازها، تهیه منابع اطلاعاتی از طریق سنجش و پایش تغییر و حساسیت آنها ضرورت دارد و برآوردهای علمی از حساسیت چشم اندازها دست پژوهشگران و برنامه‌ریزان را در استفاده پایدار از منابع طبیعی باز می گذارد (Thomas and Simpson, 2001: 81). همچنین مطالعه رسوبگذاری، چینه بندی، و خاک شناسی نهشته‌های سطحی جهت درک درست از پیشینه ژئومورفیکی و اقلیمی یک چشم انداز (Eaton et al., 2003) از یک سو و درک صحیح از فرایندهای هوازدگی و تکامل زمانی و مکانی آنها (Luginbuehl et al., 2002: 392) به منظور ارزیابی خطر ضرورتی انکار ناپذیر است.

www.SID.ir

Archive of SID

پراکندگی نهشته‌های سطحی در بخش کوچکی از دامنه شمالی میشوداغ (منطقه مورد مطالعه، شکل ۱) و وجود ناپایداری‌های دامنه‌ای، محیطی حساس از نظر ژئومورفولوژیکی را فراهم آورده است. گرچه به دلیل ناپایداری‌های دامنه‌ای و عمل آب‌های جاری در اثر ویژگی‌های لیتولوژیکی رسوبات میوسن، بخش‌هایی از نهشته‌های آواری سطحی از بین رفته‌اند، ولی با توجه به گسترش روز افزون فعالیت‌های عمرانی و گردشگری به نظر می رسد روند این تخریب سیر صعودی شدیدی یافته و موجبات برهم خوردن پایایی مورفولوژیک منطقه بیش از پیش فراهم شده است.



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی و ویژگی‌های زمین شناختی و لیتولوژیکی منطقه مورد مطالعه

تردیدی نیست که قابلیت‌های طبیعی و زیباشناختی موجود در نواحی کوهستانی مانند منطقه مورد مطالعه، جذابیت خاصی را برای فعالیت-های گردشگری و گذران اوقات فراغت در آنها

www.SID.ir

Archive of SID

ایجاد می کند که نتیجه آن چیزی جز افزایش روزافزون جمعیت و اشغال زمین‌های بیشتر این نواحی نیست (Remondo et al., 2005: 70). از سوی دیگر، تنها راه ارتباطی روستای ارلان از بخشی از این منطقه عبور می کند که کار مرمت آن بدون توجه به حساسیت‌های ژئومورفولوژیک این بخش از دامنه از سال ۱۳۸٦ آغاز شده است و آثار و تبعات آن در از بین بردن پایایی ژئومورفولوژیک دامنه در همین سال اول بهره برداری به وضوح دیده می شود. در هر حال شرایط توپوگرافی و اقلیمی نواحی کوهستانی زمینه را برای فعالیت فرایندهای ژئومورفیکی و تکامل ناهمواری فراهم می کند ولی آنچه در این میان اهمیت دارد، حساسیتی است که این نواحی به تغییرات محیطی نشان می دهند (Vanacker et al., 2003). هدف این مقاله تشریح روابط متقابل رسوبات، اشکال و فرایندهای دینامیکی در دامنه‌های پوشیده از نهشته‌های آواری کواترنری و تعیین عوامل کنترل کننده ناپایداری‌های دامنه‌ای در اینگونه دامنه‌ها است. بنابراین انجام کارهای میدانی و تفسیر نقشه‌ها و تصاویر جهت نیل به اهداف خاص این تحقیق به شرح زیر بوده است:

۱) تشریح وضعیت ژئومورفولوژیکی دامنه‌های پوشیده از نهشته‌های آواری کواترنری با لحاظ نمودن اضمحلال تدریجی این نهشته‌ها، از طریق توصیف ویژگی‌های رسوبی و ژئومورفولوژیکی در فواصل مختلف از منبع تدارک رسوب.

۲) مشخص نمودن رسوب شناسی نهشته‌های آواری کواترنری از طریق تعیین منبع رسوب و مکانیسم‌های حمل نهشته‌ها.

۳) بررسی ساختار و فرایندهای فعال در رسوبات زیر نهشته‌ها و آثارآن در دینامیک سطح دامنه‌ها.

٤) ارائه مدل مفهومی از سیستم ژئومورفیکی دامنه‌های پوشیده از نهشته‌های آواری و اشکال حاصله که می تواند برای تفسیر محیط‌های پریگلاسیری زمان‌های گذشته مورد استفاده قرار گیرد.

۵) ارزیابی ناپایداری‌های دامنه‌ای و عوامل تاثیر گذار در تشدید آنها بویژه آثار فعالیت‌های انسانی در ایجاد این ناپایداری‌ها.

www.SID.ir

Archive of SID

منطقه مورد مطالعه

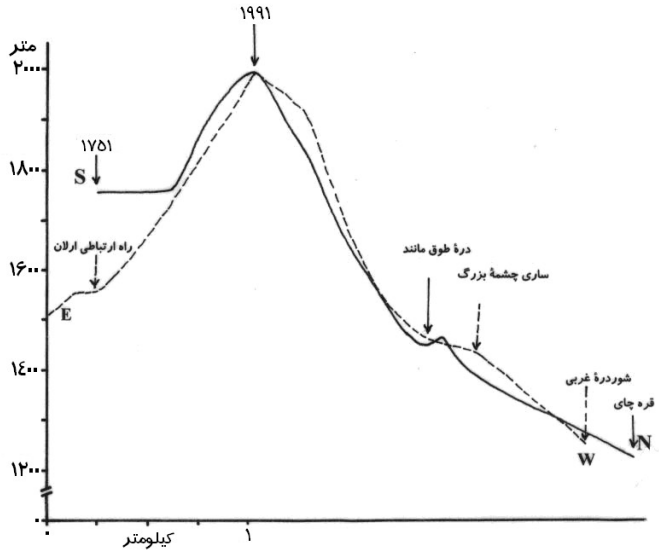
الف) توپوگرافی

کوه گچی قلعه‌سی با ارتفاع ۱۹۹۱ متر مهم‌ترین عارضه منطقه مورد مطالعه است و راه ارتباطی روستای ارلان در بخشی از مسیر خود این عارضه مهم را دور زده است (شکل۱). این کوه در منتهی الیه شمالی واحد فلات شمال میشوداغ قرار گرفته و گفته می شود نقش مهمی در حفظ توپوگرافی فلات در این بخش از دامنه شمالی میشوداغ دارد، به طوری که در هیچ بخشی از دامنه شمالی میشوداغ واحد فلات به این صورت شکل اولیه خود را حفظ نکرده است (خیام و مختاری، ۱۳۸۰: ۵۱). دامنه‌ای تند و نسبتا پرشیب دو واحد دشت و فلات را به همدیگر پیوند داده است. دامنه مذکور که در شمال خود به بستر گسترده رودخانه قره چای و رأس مخروط افکنه کشکسرای مشرف است (شکل ۲)، دارای نیمرخی بسیار نامنظم بوده و دره‌ها و آبکندهای متعددی در سطح آن وجود دارند که از جنوب به شمال کشیده شده اند (شکل ۱). تنها بخشی از این دامنه دارای نیمرخی نسبتا منظم است و از عوارض فوق بر روی آن خبری نیست. اتفاقا اهالی منطقه در گذشته با درک درست از ویژگی‌های توپوگرافیکی این بخش از دامنه از روی آن عبور می کردند و جاده روستایی ارلان نیز از همین قسمت عبور می کند. در سطح فلات نیز عوارض بر هم زننده یکنواختی فلات به حداقل می رسد.

همانطور که در شکل ۳ دیده می شود، وجود دره‌ای طوق مانند در پای کوه گچی قلعه سی نوعی ناهماهنگی را در نیمرخ توپوگرافیکی و ارتباط کوه با دامنه‌های مجاور فراهم آورده است. توپوگرافی بدلندی دامنه‌های متشکل از رسوبات میوسن و توپوگرافی موجدار دامنه‌های پوشیده از نهشته‌های آواری کواترنری از ویژگی‌های قابل توجه منطقه مورد مطالعه است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲: نیمرخ‌های توپوگرافی از کوه گچی قلعه‌سی و دامنه‌های مجاور آن

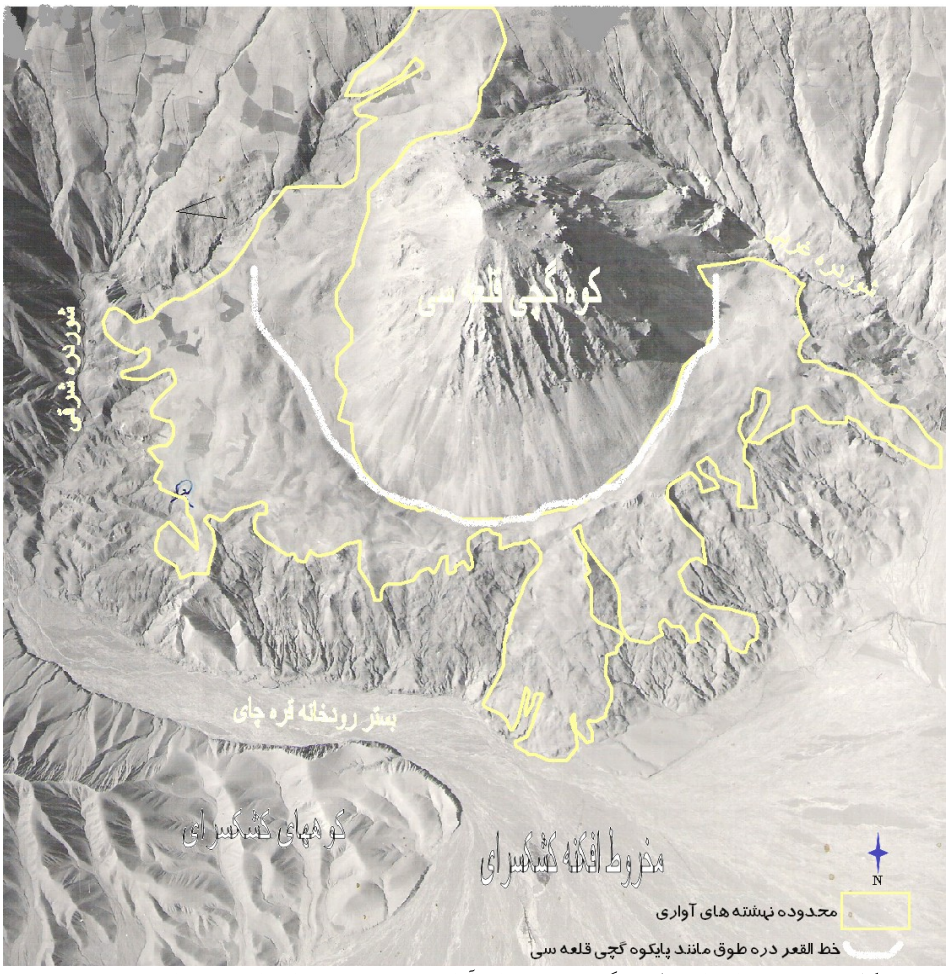
ب) زمین شناسی

برونزد رخساره‌های مختلفی از رسوبات میوسن زیرین و میانی در دامنه شمالی میشوداغ به همراه ویژگی‌های خاص این رسوبات در شمال غرب ایران شرایط خاصی را از نظر ژئومورفیکی ایجاد کرده است. این رسوبات در محدوده مورد مطالعه به صورت تناوبی از مارن قرمز، کنگلومرا، ماسه سنگ همراه با گچ است که ستبرای آن تا ۱۰۰ متر می رسد (سازمان زمین شناسی کشور، ۱۳۷۳).

استوک گچی قلعه سی که سنگ‌های سازنده آن ترکیبی از داسیت، تراکیت و تراکی داسیت با بافت پورفیری با زمینه دانه‌ای می باشد، اختلاف لیتولوژیکی زیادی را با تشکیلات اطراف آن پدید آورده، به طوری که اختلاف ارتفاعی در حدود۵۰۰ متر بین قله کوه گچی قلعه سی و فلات اطراف آن دیده می شود (شکل ۲).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳: تصویر هوایی از منطقه و گستره نهشته‌های آواری پوشش به همراه سایر پدیده‌های موجود

مشاهدات میدانی نشان داد که برخلاف اطلاعات نقشهٔ زمین‌شناسی ۱۰۰۰۰۰: ۱ منطقه که رسوبات اطراف کوه گچی قلعه سی را کلا رسوبات میوسن ذکر کرده، به جز در جنوب کوه، سطح دامنه‌ها پوشیده از عناصر منفصل (عمدتا درشت‌دانه) می باشد (شکل ۱) که در بخش‌های کم‌شیب بویژه در دامنه‌های شرقی و غربی لایه‌ای از خاک، سطح آنها را پوشش داده

www.SID.ir

Archive of SID

است. این لایه، که سن آن نسبت به لایه‌های زیرین بسیار جوان است، به صورت زرهی جلو هوازدگی و فرسایش لایه‌های نامقاوم رسوبات میوسن به وسیله آب‌های سطحی را سد کرده است. این عناصر که به احتمال زیاد در اواخر پلئیستوسن و طول دوره هولوسن بر جای گذاشته شده‌اند، دارای ضخامتی از ۱ تا بیش از ۵۰ متر هستند. در این مقاله از این نهشته‌ها با عنوان نهشته‌های آواری پوششی یاد خواهد شد. گرچه لایه پوششی یاد شده در فصول مرطوب سال به دلیل نفوذ پذیری زیاد زمینه را برای پدیده کارستی شدن مارن‌های زیرین و همچنین حرکت توده‌ای دامنه‌ها (بدون برهم خوردن ساختمان آن) فراهم می کند، ولی آثار این فرایند در سطح دامنه که پوشیده از نهشته‌های آواری چندان محسوس نیست. البته شواهد موجود نشانگر آثاری از وقوع حرکات توده ای شدید در گذشته ای نه چندان دور (همزمان با دوره‌های سرد هولوسن) نیز هست. بر این اساس می‌توان گفت که کل دامنه‌های محدوده مورد مطالعه در گذشته تا حدی از درجه‌ای از ناپایداری برخوردار بوده‌اند، ولی آنچه که در حال حاضر به صورت نسبی می توان طرح نمود این است که بخش‌های نسبتا پایدار دامنه‌ها با رسوبات جوان کواترنری و قسمت‌های ناپایدار آنها با رسوبات میوسن مطابقت دارد. جاده ارتباطی روستای ارلان از یکی از همین قسمت‌های نسبتا پایدار عبور می‌کند.

پ) ژئومورفولوژی

سیمای ژئومورفیکی محدوده مورد مطالعه از سه عامل زیر تاثیر پذیرفته است:

۱- وجود کوه گچی قلعه‌سی و ویژگی‌های خاص آن

وجود نهشته‌های نامرتب و آواری از جمله ویژگی‌های دامنه‌های کوه گچی قلعه سی و دامنه‌های مجاور آن است که به صورت پوششی بر روی سنگ‌های آذرین خود کوه و رسوبات میوسن دامنه‌های مجاور آن قرار گرفته اند. بی تردید وجود این نهشته‌ها در سطح دامنه‌ها با مشخص‌ترین پدیدهٔ بخش میانی دامنهٔ شمالی میشوداغ، یعنی استوک گچی قلعه‌سی ارتباط مستقیم دارد (جدول ۱). هوازدگی سنگ‌های داسیتی و تراکی داسیتی سازنده کوه و انتقال آنها به پای کوه در اثر مکانیسم‌های ثقلی و در نهایت انباشت انبوهی از واریزه در پای آن، زمینه را

www.SID.ir

Archive of SID

برای فعالیت مکانیسم‌های مرتبط با عناصر اقلیمی از قبیل تشکیل یخچال‌های سنگی (مختاری، ۱۳۸٤) فراهم آورده است. پدیده ای که استوک گچی قلعه‌سی و دامنه‌های اطراف آن را به سبب دارا بودن اشکال ژئومورفولوژیکی متعدد، به محل مناسبی برای مطالعهٔ محیط‌های کواترنری تبدیل کرده است.

جدول ۱: مساحت کوه گچی قلعه سی و عناصر و اشکال حاصل از آن

نوع مواد و شکل	مساحت (Km^2)
سنگ مادر	/۷٦
مخروط‌های واریزه	۰/٦۸
نهشته‌های آواری	۲/۰٦
جمع	۳/۵

۲- اختلاف لیتولوژی بین سازندهای موجود

همانطور که در شکل ۱ دیده می شود، سنگ‌های آذرین سازنده کوه گچی قلعه سی، رسوبات میوسن و سازندهای سطحی سه تیپ اصلی لیتولوژیکی منطقه را تشکیل می دهند که نقش هر کدام از آنها در شکل دهی سیمای چشم انداز منطقه متأثر از تاریخچه تکاملی آنها و واکنشی است که هر کدام نسبت به آثار هر یک از عوامل آب و هوا، فعالیت زیست‌شناختی و فرایندهای زمین‌شناختی (Nesje, 1996: 37) در طول زمان نشان داده اند. اختلاف مقاومت زیاد سنگ‌های تشکیل دهنده کوه گچی قلعه سی با سازندهای دیگر خود مهم‌ترین عامل در حفظ چشم انداز فلات مانند این بخش از دامنه شمالی میشوداغ است. نقش این کوه را در تدارک نهشته‌های آواری که به صورت یک لایه پوششی، رسوبات نامقاوم میوسن را از قرار گرفتن در معرض هوازدگی و فرایندهای هیدرولوژیکی آب‌های سطحی محافظت می نمایند، نمی توان نادیده گرفت چه، با فاصله گرفتن از دامنه‌های استوک گچی قلعه سی و افزایش آسیب‌های وارده به لایه آواری پوششی در اثر فرایندهایی از نوع فرسایش آبکندی و وقوع

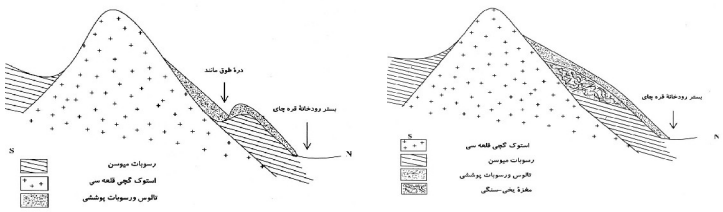
www.SID.ir

Archive of SID

حرکات توده‌ای شاهد افزایش ضریب تراکم زهکشی و افزایش ناپایداری‌های دامنه‌ای هستیم (شکل ۱ و ۲).

۳- اقلیم کواترنری و تغییرات آن: اشکال موروثی سطح دامنه‌ها و فرایندهای ژئومورفولوژیکی مؤثر در ایجاد آنها.

الف) درهٔ طوق مانند شمال کوه گچی قلعه‌سی: این دره به صورت یک نیم دایره در پایکوه گچی قلعه‌سی واقع شده و هیچگونه خروجی ندارد (شکل ۲). بر اساس نتایج همین پژوهش، در دوره‌های سرد و مرطوب قبل از هولوسن، شدت پدیدهٔ ژلیفلاکسیون در دامنه‌های استوک و متلاشی شدن سنگ‌های برونزده، بویژه در دامنهٔ شمالی و در نهایت انباشت این مواد در پای دامنهٔ کوه با ضخامت زیاد، زمینه را برای ایجاد یک یخچال سنگی حاصل از تالوس (Ikeda and Matsuoka, 2002: 145) با مغزهٔ یخی- سنگی فراهم آورده است (شکل ٤ راست).



شکل ٤: مقطع شماتیکی وضعیت پای کوه گچی قلعه سی در آخرین دورهٔ سرد یخچالی پلئیستوسن وتشکیل یخچال سنگی (راست) و مقطع شماتیکی از وضعیت فعلی پایکوه و دره طوق مانند (چپ) (مختاری، ۱۳۸٤)

به دنبال تشکیل این مغزه در محل فعلی درهٔ طوق مانند، عناصر فرو افتاده از بالا، بر روی بخش یخ زده همراه با جریان یخچال سنگی خود را به سطح دامنه‌های پایین دست رسانده‌اند. در واقع یخچال سنگی نقش اصلی را در سیستم حمل تالوس ایفا نموده است. پدیده‌ای که در محیط‌های پریگلاسیری کوهستان‌های نیمه‌خشک عمومیت دارد (Schrott, 1996: 161). با شروع دورهٔ هولوسن و گرم شدن هوا- یخ‌های مغزهٔ یخی- سنگی موجود در منطقه رفته رفته

www.SID.ir

Archive of SID

ذوب شده و بر اثر کاهش حجم مواد انباشته شده در امتداد درهٔ فعلی، ارتباط دامنهٔ تغذیه کننده مواد مفصل با دامنه‌های پائین‌دست قطع شده است (شکل ٤ چپ).

ب) دره‌های پر شده: ضخامت لایهٔ نهشته‌های آواری سطح دامنه‌های متشکل از رسوبات میوسن در بخش‌های مختلف از چند سانتی‌متر تا بیش از ۵۰ متر فرق می‌کند. قسمت‌های ضخیم‌تر در واقع با دره‌های دورهٔ قبل از بجاگذاری رسوبات پوشش مطابقت دارد و در برجستگی‌های بین دره‌ها ضخامت لایه پوششی کمتر است.

پ) دامنه‌های سنگریز ممتد و مخروط‌های واریزه: وجود حجم زیاد عناصر منفصل با منبع تغذیهٔ واحد تا حد زیادی با اقلیم حاکم در گذشته مرتبط است، زیرا فعالیت ذوب و یخبندان امروزی قادر به ایجاد چنین حجم عظیم از مواد انباشته شده در دامنهٔ کوه و همچنین دامنه‌های آن سوی درهٔ طوقی گچی قلعه‌سی نیست. گرچه این فعالیت‌ها امروزه نیز موجبات متلاشی سنگ‌های برونزده در دامنه‌ها را فراهم می‌آورند (مقیمی، ۱۳۷۸: ۸۰)، ولی زیربنای این اشکال در دوره‌های گذشته پی‌ریزی شده است.

ت) لغزش‌های دیرینه: بر روی دامنه‌های واقع در آن سوی درهٔ طوق مانند به سمت شمال آثار زخمه لغزش‌هایی دیده می‌شود (شکل ۳) که در زمان فعلی زمینه برای وقوع چنین پدیده‌ای در منطقه فراهم نیست. بررسی‌های دقیق‌تر بر روی یکی از این لغزش‌ها، که بزرگ‌ترین و جدیدترین آنها نیز هست، نشان می‌دهد که این عناصر نه تنها به صورت یک لغزش بین لایه‌های زیرین و بالایی عمل کرده‌اند، بلکه در داخل رسوبات نفوذپذیر نهشته‌های آواری، فرایندهای دیگری غیر از لغزش نیز وجود داشته است. ضخامت زیاد عناصر بجا گذاشته شده در این قسمت، که بالطبع در گذشته بیشتر از امروز بوده، موجب شده تا عکس‌العمل این عناصر درشت دانه به آب و هواهای سرد و مرطوب‌تر هولوسن همانند سازند سنگریز ممتد پایکوه گچی قلعه‌سی باشد. مورفولوژی یکی از زبانه‌های موجود در داخل زخمه لغزش همانند یخچال‌های سنگی است. در حال حاضر نیز همین عناصر منفصل در طول فصل سرد یخ زده و تا اوایل تابستان چشمهٔ ساری چشمهٔ کوچک را تغذیه می‌کنند. لذا می‌توان گفت که این زخمه‌ها نتیجهٔ فرایند لغزش- یخچال سنگی هستند.

www.SID.ir

Archive of SID

قسمت‌های مختلف منطقه، از نظر ژئومورفولوژی رودخانه‌ای ویژگی‌های متفاوتی دارنـد. ایـن اختلاف بیش از هر چیز متاثر از ویژگی‌های لیتولوژیکی حاکم بر هر کدام از این بخش‌هاست. در دامنه‌های پوشیده از نهشته‌های آواری، شبکهٔ آبراهه‌ای مشخصی وجود ندارد که این پدیـده با نفوذپذیری و جوان بودن این نهشـته‌هـا ارتبـاط مسـتقیم دارد. ایـن در حـالی اسـت کـه در دامنه‌های متشکل از رسوبات میوسن، آبکندهای فعال و عمیق، مهم‌ترین ویژگی چشم‌انداز بـه حساب می‌آیند.

مطالب فوق در واقع سیمای ژئومورفولوژیکی فعلـی منطقـه را نشـان مـی‌دهـد. لـذا براسـاس اطلاعات به دست آمده از منطقه می‌توان گفت که در دوره‌های گذشته مقدار انباشـت مـواد در سطح دامنه‌های منطقه بیش از امروز بوده است.

مواد و روش‌ها

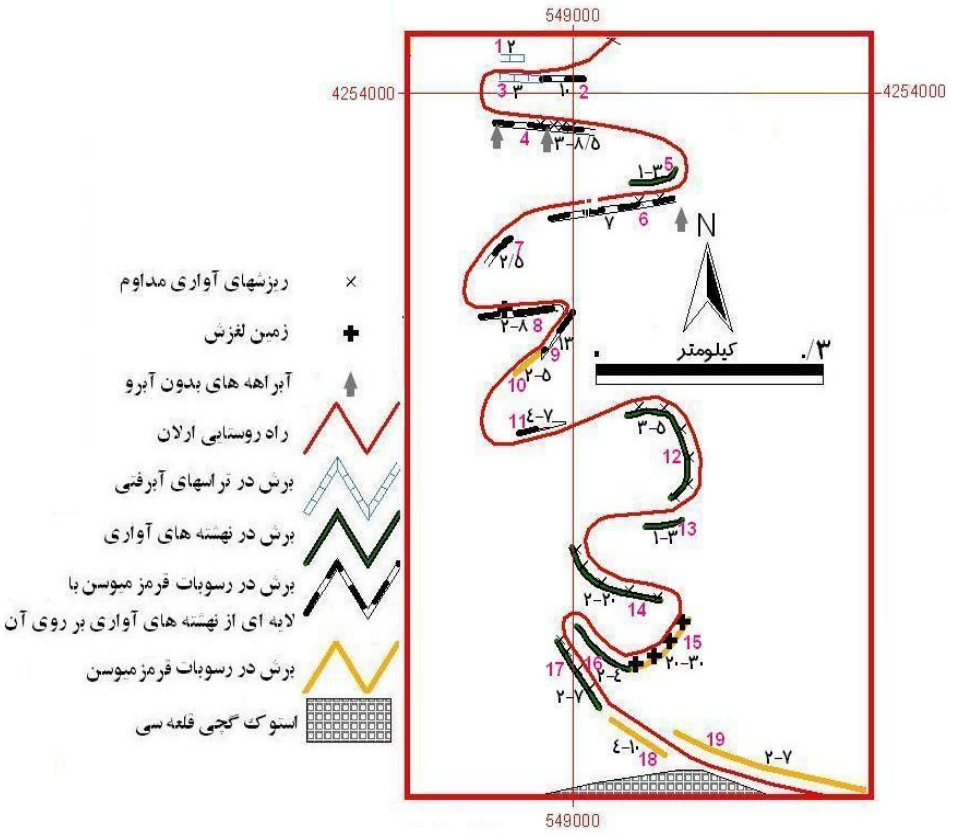
بازدیدهای مکرر میدانی از قسمت‌های مختلف منطقه مورد مطالعه نشان مـی داد کـه جـنس و ترکیب مواد سازنده نهشته‌های سطحی کواترنری موجود (قطعه سنگ‌هایی به قطر ۱۰سانتی متر تا یک متر و عناصر ریزدانه ماسه و رس) بر سطح دامنه‌ها یکسان و همگن بوده و تفاوت‌هـای آنها فقط از نظر تقدم و تأخر زمان بجاگذاری می باشد که نتیجه آن در میزان تکامـل خـاک در سطح دامنه‌ها متجلی شده است. بر این اساس، محدوده پراکنش این نهشته‌ها به مساحت ۲/۰٦ (جدول ۱) بر سطح دامنه‌ها از روی تصاویر هوایی۲۰۰۰۰: ۱ منطقه تعیین گردید (شکل ۳). در کنار اطلاعات به دست آمده از مطالعـات میـدانی، داده‌هـای توپـوگرافی از نقشـه توپـوگرافی ۲۵۰۰۰: ۱ کشکسرای، داده‌های زمین شناسی از نقشه زمین شناسی ۱۰۰۰۰۰: ۱مرند، و برخـی ویژگی‌های مورفولوژیکی بزرگ مقیاس از عکس‌های هوایی ۲۰۰۰۰: ۱ سـال ۱۳٤٥ و ٤۰۰۰۰: ۱ سال ۱۳۷۵ استخراج شده است.

با توجه به عبور جاده روستایی ارلان از روی بخشی از دامنه‌هـای مـورد مطالعـه، ضـخامت و چگونگی استقرار نهشته‌ها بر روی تشکیلات میوسن زیرین و ویژگی‌های ژئومورفیکی مسیر از روی برش‌هایی (ترانشه‌ها) که در طول مسیر جاده ایجاد شده بود، مورد بررسـی قـرار گرفـت

www.SID.ir

Archive of SID

(شکل ۵ و جدول ۲). محل برش‌ها و و محدوده آنها و محل وقوع برخی پدیده‌های ژئومورفیک با استفاده از دستگاه موقعیت یاب جهانی[۲] از نوع گارمین[۳] تعیین و به روی نقشه‌های تهیه شده منتقل شده است.



شکل ۵: نقشه ریز پهنه بندی ویژگی‌های ژئومورفیکی طول مسیر راه ارلان در واحد میوسن قرمز، اعداد ۱ تا ۱۹ شماره برش‌ها و اعداد تیره ارتفاع برش را نشان می دهند.

2- GPS(global Position system)
3- Garmin

www.SID.ir

Archive of SID

بحث

محققی به نام آشر (Usher, 2001: 376) ضمن تعریف اجزای یک چشم انداز، عوامل مؤثر در تغییرات چشم اندازها را تحت عنوان مهندسی سیستم معرفی می کند (شکل ٦). همانطور که ملاحظه می شود، نهشته‌های سطحی در میان عوامل تأثیر گذار در تغییر چشم انداز از جایگاه خاصی برخوردارند.

بی تردید نهشته‌های پوششی منطقه مورد مطالعه نیز از این ویژگی برخوردارند. این نهشته‌ها در دوره‌های مرطوب کواترنری با پس خورند مثبت خود نقش مهمی در افزایش فرسایش و وقوع حرکات توده ای در دامنه‌ها داشته اند، به طوری که آثار و آشفتگی‌های رسوبی حاصل از این حرکات توده ای به وضوح در برش‌های ایجاد شده مسیر راه روستایی ارلان و ایجاد دولین در سطح دامنه دیده می شود (شکل ۷).

جدول ۲: جزئیات ویژگی‌های ژئومورفیکی طول مسیر راه ارلان

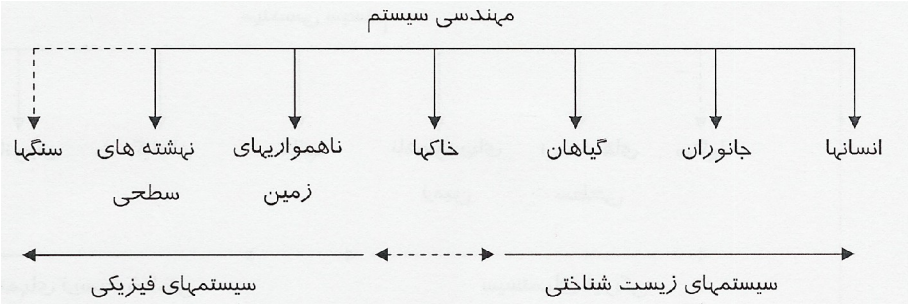
ویژگی / شماره	طول (متر)	جنس	ارتفاع (متر)	فرایندهای ژئومورفیکی فعال	جنس پی سنگ راه
۱	۳۱	T	۲	SF	RM
۲	٥٤	RM (5m)& DD (5m)	۱۰	SF	RM
۳	٥٨	T	۳	SF	RM
٤	۱۳٥	RM (2-6m)& DD (1-2.5m)	۱-۸/٥	SSF&RSRE	RM
٥	٦٥	DD	۱-۳	SF &RSRE	RM
٦	۱٦۸	(Alternation of RM (3m)& DD (4m	۷	SF &RSRE	RM
۷	٤۹	RM (2m)& a mantle of DD (0.5m)	۲/٥	SSE	RM
۸	۱۱۷	Alternation of RM (2-5m)& DD (2-5m)	۲-۸	L/MF, SF &RSRE	RM
۹	٦۳	RM (10.5m)& DD (2.5m)	۱۳	SF &RSRE	RM
۱۰	٥۰	RM	۲-٥	SF &RSRE	RM
۱۱	٤٤	RM (2-4m)& MDD (0.5-1m)	۲-٤	SF &RSRE	RM

www.SID.ir

Archive of SID

۱۲	۱۷۵	DD	۳–۵	SF &RSRE	RM
۱۳	۵۱	DD	۱–۳	SF &RSRE	RM
۱٤	۱٤۱	DD	۲–۲۰	SF &RSRE	RM
۱۵	۱۰۲	RM	۲۰–۳۰	L/MF	RM
۱٦	۹۰	DD	۲–٤	SF &RSRE	RM
۱۷	۹۷	DD	۲–۷	SF	RM
۱۸	۸۵	RM	۲–۱۰	SF	RM
۱۹	۲٦۲	RM	۲–۷	SF	RM

T: تراس رودخانه‌ای (آبرفت)؛ RMرسوبات میوسن قرمز (مارن، ماسه سنگ و کنگلومرا همراه با گچ)، DD: نهشته‌های آواری، SF: ریزش‌های کناری،SSF : ریزش‌های کناری شدید، RSRE: فرسایش شیاری شانه‌های راه، SSE: فرسایش شیاری خفیف، L/MF: وقوع زمین لغزش به همراه جریان گلی، RSL: آبگرفتگی سطح راه، L: روان شدگی، CDD: نهشته‌های آواری درشت دانه، MDD: پوششی از نهشته‌های آواری



شکل ٦: نمایش نموداری حساسیت چشم انداز. اجزای مختلف چشم انداز در سطر میانی نمودار نشان داده شده اند. این اجزا در پائین نمودار با دو سری عمده از سیستم‌ها که واکنش متقابل شدیدی با خاک دارند، در ارتباط گذاشته شده اند. تظاهر اثر هر یک از این اجزاء در چشم انداز می تواند سیستم را به اصطلاح مهندسی (Engineer) کند و آن را شکل دهد. (Usher, 2001: 376).

با توجه به حاکمیت شرایط گرم‌تر و خشک‌تر در دهه‌های اخیر نسبت به دوره‌های سرد و مرطوب هولوسن و پلئیستوسن در منطقه مورد مطالعه و نواحی مجاور آن، نقش این نهشته‌ها به صورت پس خورند منفی ظاهر شده و همانطور که قبلا نیز اشاره شد، در دامنه‌های پوشیده

www.SID.ir

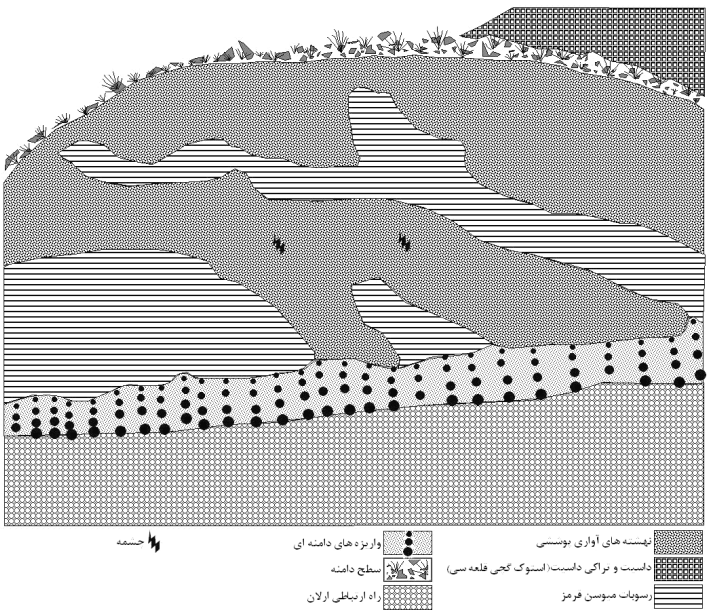
Archive of SID

از این نهشته‌ها، فرایند فرسایش نسبت به دامنه‌های بدون پوشش واقع در محدوده مورد مطالعه فعالیت چندانی ندارد. در سیستم‌های ناپایدار دامنه ای مناطق نیمه خشک، رفتارهای نوسانی بارش آثار شگرفی بر عملکرد سیستم دارد (Carnicelli et al., 2009: 553) لذا، هر گونه تغییر در میزان بارندگی مناطقی از این قبیل، می تواند سیستم دینامیکی منطقه را دگرگون سازد. در شرایط فعلی آب‌های نفوذ یافته از سطح دامنه‌های پوشیده از نهشته‌های آواری، از طریق آبروهای کارستی واقع در سطح رسوبات میوسن زیر این نهشته‌ها به طرف پائین دست دامنه هدایت می شوند. آب‌های هدایت شده در این مجراهای زیر زمینی حاوی مقدار زیادی بار رسوبی هستند (شکل ۸) که در نهایت به فروریزی سقف این مجراها انجامیده و مورفولوژی موجداری را در سطح دامنه به وجود می آورد. بی تردید اگر ابعاد این فرایند بزرگ‌تر باشد، به ایجاد آبکندها و در نهایت تشکیل بدلند می انجامد.

در بخش‌های قبلی مقاله سعی شد تا با ارائه اطلاعاتی در مورد سیستم ژئومورفولوژیکی دامنه‌های مورد مطالعه از طریق ارزیابی ویژگی‌های زمین شناختی و ژئومورفولوژیکی، بر معلومات سیستم‌های کوهستانی افزوده شود. تردیدی نیست که منشا تمامی نهشته‌های آواری محدوده مورد مطالعه از استوک گچی قلعه سی است و این کوه تنها منبع تدارک کننده نهشته‌های دامنه ای در گذشته بوده است. در جاهایی که سنگ مادر همانند آنچه که در منطقه مورد مطالعه دیده می شود، به وسیله پوششی از عناصر هوازده پوشیده شده است، یکی از این دو وضعیت را خواهیم داشت (Schoenbohm et al., 2004: 385): یا میزان هوازدگی در حال حاضر بیش از مقادیر فرسایش و حمل است و یا این وضعیت در گذشته در منطقه وجود داشته است و به عبارتی چشم انداز موروثی است. وضعیت حاکم بر منطقه مورد مطالعه از نوع اخیر است و نهشته‌های پوششی آن از نوع موروثی هستند که ارتباط آنها با منبع قطع شده است. در همین حال، این محدوده یکی از حساس‌ترین و فعال‌ترین واحدهای ژئومورفیکی دامنه شمالی میشوداغ است که عوامل زیر در آن نقش دارند:

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۷: آثار و آشفتگی‌های رسوبی حاصل از حرکات توده ای در برش‌های ایجاد شده مسیر راه روستایی ارلان: شکل بالا تصویر برش و شکل پائین شکل شماتیکی ترسیم شده از روی تصویر بالا را نشان می دهد.

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۸: دهانه تعدادی از کانال‌های زیرزمینی ظاهر شده پس از ایجاد برش و ترانشه در طول مسیر راه روستایی ارلان

۱- ماهیت رسوبات قرمز رنگ میوسن (تناوبی از مارن، ماسه سنگ و کنگلومرا) با مقاومت کم و حساسیت آنها در برابر عمل آب‌های سطحی

۲- عوامل اقلیمی (بارش سالانه، تبخیر و تعرق و دما)، که مستقیما بر هوازدگی و مقادیر فرسایش و همچنین پوشش گیاهی و تراکم آن تأثیر می گذارند.

۳- دینامیک ناهمواری (تحت تأثیر مقادیر فرسایش بر روی نهشته‌های میوسن، حرکت توده ای مواد و احتمالا مقادیر بالاآمدگی در اثر عمل گسل‌های منطقه) که تغییراتی را در شیب سطوح دامنه ای، الگوهای جریان و در نهایت مقادیر فرسایش موجب می شود (شکل ۹).

٤- وجود و تراکم پوشش گیاهی که خود متاثر از ترکیب و ضخامت دامنه‌های پوشیده از نهشته‌های کواترنری است. اثر این عامل بر روی دامنه‌های با برونزد رسوبات میوسن ناچیز است.

۵- پراکندگی و ضخامت نهشته‌های آواری به صورت پوششی بر روی رسوبات میوسن که در مواردی نقش محافظ را برای لایه‌های زیرین میوسن فراهم می کنند و در مواردی دیگر زمینه

www.SID.ir

Archive of SID

دینامیک بیشتر دامنه را از طریق نفوذ دادن آب به لایه‌های زیرین و در نهایت حرکات توده ای فراهم می آورند.

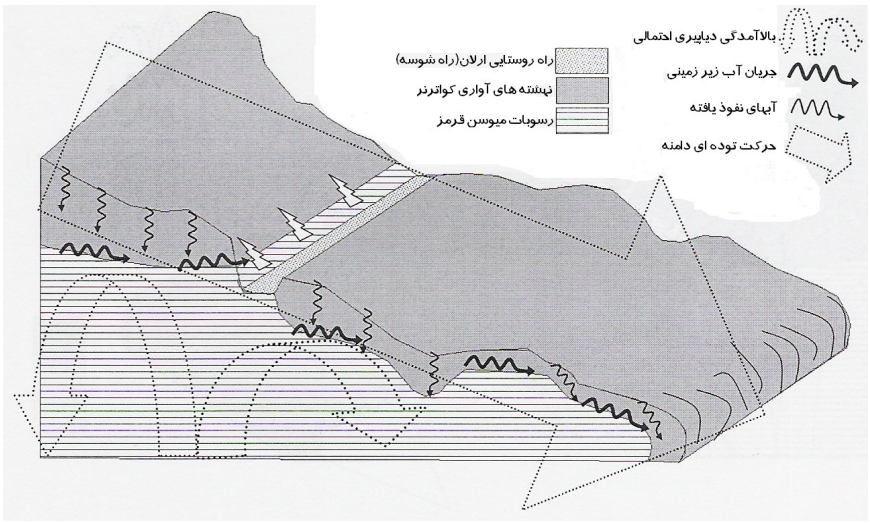
ضخامت لایه نهشته‌های کواترنری در منطقه مورد مطالعه خود تابعی از عوامل مختلف است (شکل ۱۰):

۱- نسبت بین مقادیر تغذیه نهشته‌های سطحی کواترنری (هوازدگی سنگ مادر) و مقادیر فرسایش در طولانی مدت. همانطور که در شکل‌های ٤ و ۱۰ دیده می شود، ارتباط این نهشته‌ها با منبع تدارک کننده آنها قطع شده است.

۲- دینامیک دامنه در اثر حرکات توده ای و انتقال بخشی از عناصر پوششی در ترکیب این حرکات به طرف پایین دست دامنه.

۳- مدت زمان صرف شده از زمان شروع ایجاد پوشش آواری تا تجزیه و هوازدگی بخشی از آنها و تشکیل خاک.

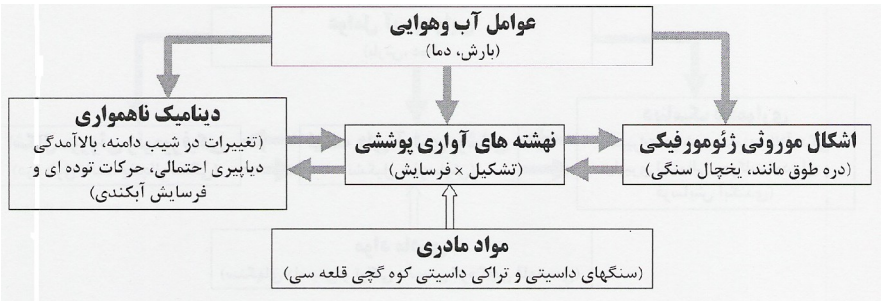
٤- عملکرد اشکال موروثی ژئومورفیکی از قبیل نقش یخچال‌های سنگی در محافظت از مجموعه آواری پای کوه گچی قلعه‌سی (مختاری، ۱۳۸٤) و یا تشدید دینامیک ناهمواری.



شکل ۹: مدلی از فرایندهای فعال و دینامیک دامنه‌های مورد مطالعه

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱۰: عوامل مؤثر در تشکیل و فرسایش نهشته‌های آواری کواترنری در منطقه مورد مطالعه

ثبات ضخامت نهشته‌ها در طول زمان هنگامی امکان پذیر است که بین تدارک عناصر و مقادیر فرسایش آنها نوعی موازنه برقرار باشد (Bruthans et al, 2008: 21). به نظر می رسد این موازنه در دوره هولوسن و بدنبال تشکیل دره طوق مانند پای کوه گچی قلعه سی به نفع فرسایش نهشته‌های سطحی دامنه‌ها تغییر کرده است، به طوری که هیچگونه تدارکی از طرف کوه گچی قلعه سی در محدوده نهشته‌های آواری صورت نمی گیرد و عناصر هوازده به صورت مخروط‌های واریزه در پای کوه و دره طوق مانند پای کوه انباشته می شوند. با توجه به مشاهدات میدانی، بخش اعظم مواد تشکیل دهنده نهشته‌های آواری از قطعه سنگ‌های همجنس با سنگ‌های سازنده استوک گچی قلعه سی هستند که در اثر عوامل هوازدگی از بدنه اصلی جدا و توسط مکانیزم‌های حملی از قبیل یخچال‌های سنگی و حرکات توده ای به فواصل دورتری از بدنه اصلی کوه منتقل شده اند. البته باید در نظر داشت که پوشش‌های آواری خود یکی از شاخص‌های مهم در تعیین فرایندهای حمل این گونه نهشته‌ها به شمار می آیند (Hambrey et al., 2009: 2378).

نهشته‌های آواری کواترنری حکم محافظ را برای رسوبات میوسن در مقابل عمل آب‌های سطحی دارند. نهشته‌های آواری فعلی موجود در روی دامنه مشرف به رودخانه قره چای (شکل ۳) در واقع باقی مانده گستره بزرگی از این نهشته‌ها هستند که تقریبا در تمام سطح دامنه وجود داشته اند. وجود آثاری از این نهشته‌ها در کف دره‌های ناحیه مزبور نشان می دهد که زمان زیادی از تخلیه آنها از سطح رسوبات میوسن نمی گذرد.

www.SID.ir

Archive of SID

راه روستایی ارلان بر روی بخشی از همین باقی مانده نهشته‌های آواری جای گزیده است. دلیل استمرار وجود این نهشته‌ها در محل مسیر جاده چیزی جز ضخامت زیاد این نهشته‌ها نیست. این بخش را باید پایدارترین بخش این واحد به شمار آورد و جایگزینی راه ارلان بر روی این قسمت قطعا یا از روی تدبیر و یا ناچاری بوده است. نهشته‌های آواری فوق در واقع بر روی توپوگرافی قبل از بجا گذاری این نهشته‌ها استقرار یافته اند، بنابراین وجود تغییراتی در ضخامت آنها در قسمت‌های مختلف سطح دامنه عادی است.

حساسیت بسیار بالای مارن‌های موجود در ترکیب سازند زمین شناسی منطقه، به عمل آب‌های سطحی و فرایند انحلال از جمله زمینه‌های ناپایداری دامنه‌ها در این واحد است، به طوری که به شدت موجب افزایش تراکم شبکه آبراهه‌ای در بخش‌های عاری از پوشش نهشته‌های آواری شده (شکل ۱) و در بخش‌های زیر پوشش، اثر فرایند انحلال در زیر نهشته‌های آواری، به صورت ایجاد فروافتادگی‌هایی در سطح دامنه ظاهر شده است. گرچه در ظاهر امر بخش پوشیده از نهشته‌های آواری دامنه پایدار به نظر می رسد، ولی پیشروی زبانه‌ای از تشکیلات این بخش به داخل رودخانه قره چای نشانگر دینامیک بالای این بخش از دامنه می باشد (شکل ۹). به طوری که آثار پیشروی مداوم این سازندها به صورت ریزش‌های توده ای عناصر به داخل رودخانه قره چای در طول سال بدون وجود هر گونه عامل دیگری قابل مشاهده است. در واقع هدایت آب‌های سطحی به لایه‌های زیرین میوسن توسط نهشته‌های آواری، موجبات اشباع سازند زیرین مارنی و حرکت توده ای بطئی آن را به دنبال دارد. مورفولوژی موجدار سطح این بخش از دامنه (شکل ۳) نیز مؤید این مساله است.

تغییرات ایجاد شده توسط مردم و پیامدهای آنها در ایجاد مخاطرات طبیعی از جمله مواردی است که کمتر بدان پرداخته شده است (Vanacker et al., 2003) و در منطقه مورد مطالعه نیز ما شاهد چنین اتفاقی هستیم. با عنایت به حساسیت ذاتی این واحد به فرایندهای ژئومورفیکی و تعریض و مرمت جاده ارلان بدون توجه به این حساسیت‌ها، در سال اول بهره برداری از آن یعنی سال ۱۳۸۷شاهد وقوع زمین لغزش‌هایی در طول مسیر جاده بودیم (شکل ۱۱) و همین، مؤید تئوری افزایش زمین لغزش‌ها در اثر اعمال انسانی مثل راهسازی، در کنار سایر فعالیت‌ها

www.SID.ir

Archive of SID

از قبیل جنگل زدایی، تراس بندی و فعالیت‌های کشاورزی است (Barnard et al., 2001: 22). در منطقه مورد مطالعه، برداشته شدن لایه محافظ سطحی از یک سو و تعمیق ترانشه‌ها جهت کاهش هرچه بیشتر شیب راه، مهم‌ترین علت وقوع این لغزش‌ها بوده است. اثر استقرار راه بر روی رسوبات میوسن تنها به این ختم نمی شود، بلکه تمرکز آب‌های سطحی در روی دامنه‌ها خود زمینه را برای فرسایش شیاری و سپس آبکندی در کناره‌های جاده فراهم نموده است.

نتیجه‌گیری

ویژگی‌های ژئومورفیکی دامنه‌های مورد مطالعه تحت تاثیر و کنترل نهشته‌های آواری کواترنری می باشند. محدوده زمین‌های بدلندی و شیب‌های تند دامنه‌ای با برونزد رسوبات میوسن مطابقت دارد و دامنه‌های ملایم و نسبتا پایدار با محدوده نهشته‌های پوششی منطبق است. عامل تحریک کننده ناپایداری دامنه ای در منطقه مورد مطالعه در حال حاضر، عملکرد مردم و تغییرات بالقوه اقلیمی (افزایش رطوبت) می باشد. ولی در این بین نباید از آثار حرکات تکتونیکی و دینامیک دیاپیری داخلی رسوبات میوسن غافل بود چرا که وجود پشته‌های فشاری در فاصله ای نه چندان دور از منطقه مورد مطالعه اثبات شده است (مختاری و نیکجو، ۱۳۸٦).

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۱۱: زمین لغزش کنار راه روستایی ارلان

ویژگی‌های ژئومورفیکی دامنه‌های مورد مطالعه نشانگر حساسیت فوق العاده این دامنه‌ها در مقابل عوامل تاثیرگذار در تغییرات چشم انداز است، به طوری که پویایی هر یک از این عوامل قادر است تعادل ژئومورفیکی موجود را برهم بزند. باز سازی و مرمت راه روستایی ارلان نمونه ای از این نوع است که نتیجه آن افزایش ناپایداری‌های دامنه ای در طول مسیر است. وضعیت ژئومورفولوژیکی منطقه نشان می دهد که در گذشته نیز عوامل دیگری مثل تغییرات اقلیمی نقش مهمی در دینامیک منطقه ایفا نموده‌اند.

بر این اساس، نهشته‌های آواری کواترنری علاوه از این که خود معلول تعامل عوامل ژئومورفیکی و تغییرات آن هستند، دارای نقشی تعیین کننده در سیمای ژئومورفیکی منطقه نیز هستند. این نهشته‌ها در دوره‌های مرطوب اقلیمی با پس خورند مثبت خود و از طریق نفوذ دادن آب‌های سطحی و ایجاد نوعی فرسایش کارستی بر روی رسوبات میوسن زیرین زمینه لغزش و ایجاد دولین را در سطح دامنه فراهم آورده اند. نقش این نهشته‌ها در سال‌های اخیر به صورت پس خورند منفی ظاهر شده است و در دامنه‌های پوشیده از این نهشته‌ها، فرایند

www.SID.ir

Archive of SID

فرسایش نسبت به دامنه‌های بدون پوشش واقع در محدوده مورد مطالعه فعالیت چندانی ندارد. با این وجود، تجربه مرمت و تعریض راه روستایی ارلان نشان داد که حساسیت منطقه در مقابل عوامل تحریک کننده بسیار زیاد است، لذا، بهره برداری و دستکاری این گونه دامنه‌های حساس همانطور که روپک و همکاران تاکید نموده اند (Rupke et al., 2007) می بایست بر ارزیابی صحیح از شرایط فیزیکی، هیدرولوژیکی، لیتولوژیکی و مکانیک خاک استوار باشد.

نوع واکنش ژئومورفیکی مورد اشاره در این مقاله به آثار دستکاری مردم بر روی فرایندهای سطح زمین، شاید زمینه‌ای برای طرح موضوع تغییرات ژئومورفیکی جهانی در کنار تغییرات اقلیمی باشد. بنابراین ملاحظات در مورد فرایندهای ژئومورفیکی آینده می بایست علاوه بر لحاظ تغییرات اقلیمی، تغییرات ژئومورفیکی را نیز مد نظر قرار دهند.

منابع

۱- خیام، م. مختاری، د، (۱۳۸۰)، «استوک گچی قلعه‌سی و اثر آن در مورفولوژی دامنه‌های اطراف آن»، ***مجله فضای جغرافیایی***، شماره ۳، صص ٥٤-٤١. دانشگاه آزاداسلامی اهر.

۲- سازمان زمین شناسی کشور، (۱۳۷۳)، «نقشه زمین شناسی به مقیاس ۱۰۰۰۰۰: ۱ مرند».

۳- مختاری، د، (۱۳۸٤)،«وقوع یخچال سنگی هولوسن در پای کوه گچی قلعه سی و اهمیت آن در شکل گیری چشم انداز پریگلاسیری منطقه»، مجموعه مقالات چهارمین کنفرانس «زمین شناسی مهندسی و محیط زیست ایران. صص ۱۰۳۷-۱۰۲٤.

٤- مختاری، د؛ نیکجو، م، (۱۳۸٦)، «اسارت رودخانه و آثار آن در سیستم رودخانه‌ای، مطالعه موردی: رودخانه باغلار در دامنه شمالی میشوداغ (شمال غرب ایران)»، گزارش طرح تحقیقاتی، دانشگاه تبریز.

۵- مقیمی، الف، (۱۳۷۸)، «مطالعهٔ تطبیقی تغییرات اقلیمی با تغییرات ژئومورفولوژی معاصر ،مورد ایران»، ***پژوهش‌های جغرافیایی***، شمارهٔ ۳۷، صص ۷۵-۸۷.

www.SID.ir

Archive of SID

6- Barnard, P.L., Owen, L.A., Sharma, M.C., Finkel, R.C., (2001), "Natural and human-induced landsliding in the Garwhal Himalaya of northern India", ***Geomorphology*** 40, 21–35.

7- Bruthans, J., Filippi, M., Asadi, N., Zare, M., Šlechta, S., Chur?čkov?, Z., (2008), "Surficial deposits on salt diapirs (Zagros Mts. and Persian Gulf Platform, Iran): Characterization, evolution, erosion and influence on landscape morphology"**,** ***Geomorphology,*** Accepted manuscript.

8- Carnicelli, S., Benvenuti, M., Ferrari, G., Sagri, M., (2009), "Dynamics and driving factors of late Holocene gullying in the Main Ethiopian Rift (MER)", ***Geomorphology***, V. 103, 541-554.

9- Eaton, L.S., Morgan, B.A. Kochel, R.C., and Howard, A.D. (2003), "Quaternary deposits and landscape evolution of the central Blue Ridge of Virginia", ***Geomorphology***, V. 56, p. 139-154,

10- Hambrey, M.J, Quincey, D.J., Glasser, N., Reynolds, J.M., Richardson, S.D. and Clemmens, S. (2009), "Sedimentological, geomorphological and dynamic context of debris-mantled glaciers, Mount Everest (Sagarmatha) region, Nepal", ***Quaternary Science Reviews***, V. 27, p. 2361- 2389.

11- Ikeda, A., Matsuoka, and N., (2002), "Degradation of talus-derived rock glaciers in the upper Engadin, Swiss Alps", ***Permafrost and Periglacial Processes***, Vol. 13. P. 145-161.

12- Luginbuehl, M., Eberhardt, E. & Thuro, K., (2002), "Primary sliding mechanisms in dipping interbedded conglomerates and marls"**,** In: J. Ryb?r, J. Stemberk and P. Wagner, A.A. Balkema (eds.). Proceedings of the 1st European Conference on Landslides, Prague, Lisse, 387-392.

13- Mather. A.E., Stokes, M. & Griffiths, J.S., (2002), "Quaternary landscape evolution: A framework for understanding contemporary erosion, SE Spain", ***Land Degradation & Management***, 13, 1-21.

www.SID.ir

Archive of SID

14- Nesje, A., (1996), "Geological indicators of rapid environmental change: Glacier fluctuations and avalanche activity", in: A. R. Berger and W. J. Iams (eds). ***Geo Indicators***. A. A. Balkema Pub. P.31-46.

15- Remondo J., Soto J., Gonz?lez D?ez A., D?az de Ter?n, J. R., Cendrero A., (2005), "Human impact on geomorphic processes and hazards in mountain areas in northern Spain", ***Geomorphology***, 66, 69-84.

16- Rupke, J., Huisman, M., Kruse, H. M. G., (2007**),** "Stability of man-made slopes", ***Engineering Geology***, V. 91, Issue 1, P. 16-24.

17- Schoenbohm, L. M., Whipple, K. X., Burchfiel, B. C., and Chen, L., (2004), "Geomorphic constraints on surface uplift, exhumation, and plateau growth in the Red River region, Yunnan Province China", ***Geological Society of America Bulletin*** 116, pp. 895–909.

18- Schrott, L., (1996), "Some geomorphological- hydrological aspects of rock glaciers in the Andes (San Juan, Argentina)"**,** ***Z. Geomorph***. N. F., Suppl. Bd. 104. P. 161-173.

19- Thomas, M.F.T. and Simpson, I.A., (2001), "Landscape Sensitivity: Principles and Applications in Northern Cool Temperate Environments", ***Catena*** 42, 81-386.

20- Usher, M. B., (2001), "Landscape sensitivity: From theory to practice", ***Catena***, Volume 42, Number 2, pp. 375-383.

21- Vanacker, V., Govers, G., Poesen, J., Deckers, J., Dercon, G., Loaiza, G., (2003), "**The impact of environmental change on the intensity and spatial pattern of water erosion in a semi-arid mountainous environment**", ***Catena***, 51: 329 – 347.

www.SID.ir