

چالش‌های توسعه کالبدی شهر سنقر در اثر انباشت نهشته‌های یخچالی و ناپایداری دامنه‌ای

*منیژه قهرودی تالی^۱، کاظم نصرتی^۲، اسماعیل عبدلی^۳

۱. دانشیار، ژنومر فولوژی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی

۲. دانشیار، ژنومر فولوژی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی

۳. دانشجوی دکتری ژنومر فولوژی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۶/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۱/۲۸

Challenges of physical Development of Songhor affected by Glacial Deposits accumulation and Slop Instability

*Manijeh Ghahroudi Tali¹, Kazem Nosrati², Esmaeel Abdoli³

1. Associate Professor, Physical Geography Departement, Shahid Beheshti University

2. Associate Professor, Physical Geography Departement, Shahid Beheshti University

3. PHD Student, Physical Geography Departement, Shahid Beheshti University

Received: (06/09/2013) Accepted: (04/04/2014)

Abstract

The physical development of cities located in the mountainous often occurs towards the hillsides. The hillsides as a result of glacial erosion in the Quaternary period have deposits characterized by permeability and grain separation, which lead to instability and environmental changes if combined with the steep slope, abundant rainfall, and earthquakes. Songhor city is a typical case of such cities. In this study, the slope instability potential in Dalakhani basin was investigated. For this purpose, the developing extent of glacial sediments was identified through the regression analysis of temperature and elevation as well as the sediment investigation. By defining instability indicators and using the fuzzy dimensionless method to homogenize parameters, the map of slope instability potential was produced. The findings of this study revealed that out of 1.7 square kilometers development, from 1987 to 2011, Songhor city expanded to the slopes prone to instability up to 1 square kilometer. The map of slope instability potential also showed that half of the city was located in the area with high potential of slope instability. Furthermore, with respect to the physical development of Songhor to the high slopes, it is necessary to identify the areas prone to slope instability.

Keywords

Physical Development, Glacial deposits, Slope instability, Songhor.

چکیده

توسعه کالبدی شهرهای واقع در چشم‌اندازهای کوهستانی غالباً به سمت دامنه‌ها گسترش می‌یابد. این دامنه‌ها در پی فعالیت فرسایش یخچالی در دوره کوآترنری حاوی نهشته‌های شده‌اند که دارای ویژگی‌های نفوذپذیری و انفصال دانه‌ها می‌باشد که اگر با شیب زیاد، بارش فراوان و زمین‌لرزه همراه شوند منجر به ناپایداری و تغییرات محیطی می‌گردد. شهر سنقر از جمله شهرهایی است که در چنین موقعیتی قرار دارد. در این پژوهش پتانسیل ناپایداری دامنه‌ای در حوضه دالاکانی که شهر اخیر در دامنه آن قرار دارد، مورد بررسی قرار گرفته است. بدین منظور با تحلیل رگرسیونی دما و ارتفاع و بررسی رسوبات تشکیل دهنده، حد گسترش رسوبات یخچالی شناسایی شد. با تعریف شاخص‌های ناپایداری و استفاده از روش بی بعد سازی فازی برای همگن کردن عوامل، نقشه پتانسیل ناپایداری دامنه‌ای به دست آمد. یافته‌های پژوهش نشان داد که شهر سنقر از سال ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۱ از ۱/۷ کیلومترمربع توسعه کالبدی، ۱ کیلومترمربع آن به سمت دامنه‌های مستعد به ناپایداری دامنه‌ای گسترش پیدا کرده است. همچنین نقشه پتانسیل ناپایداری دامنه‌ای نشان داد که نیمی از وسعت منطقه در محدوده با پتانسیل زیاد نسبت به ناپایداری دامنه‌ای قرار دارد و با توجه به توسعه کالبدی شهر سنقر به سمت دامنه‌های مرتفع، شناسایی محدوده‌های مستعد ناپایداری دامنه‌ای ضروری است.

واژه‌های کلیدی

توسعه کالبدی، نهشته‌های یخچالی، ناپایداری دامنه‌ای، شهر سنقر

مقدمه

گسترش کالبدی شهرها در دامنه‌ها و کوهپایه‌های ایران در قلمرو رسوبات یخچالی در آخرین دوره سرد به وقوع پیوسته است که ناپایداری بستر کالبدی را برای شهرهای دامنه‌ای و کوهپایه‌ای فراهم نموده‌است. بنابراین مطالعه نهشته‌های یخچالی و تاثیر آن بر سایر پدیده‌ها از جمله ناپایداری دامنه‌ای از مسائل مهم مناطق کوهستانی می‌باشد، زیرا نهشته‌های با منشاء یخچالی به نوسانات اقلیمی و فعالیت‌های انسان حساس می‌باشند.

در طول پلیستوسن وسعت قابل توجهی از نواحی مرتفع کوهستانی ایران تحت تسلط اقلیم سرد بوده و بر اثر عامل یخچال‌های کوهستانی دچار تغییر شکل می‌شده‌اند. گسترش بیش‌تر برف‌مرزهای دائمی در دوره‌های سرد نسبت به زمان حاضر آثار خود را به صورت سیرک‌ها، دره‌های عریض، خراشیدگی سنگ‌های سخت دره‌ها و مورن‌ها در ارتفاعات پائین به جای گذاشته‌اند (Mahmoudi, 1989:13). حوضه دالاخانی در شمال شرق استان کرمانشاه با بازه ارتفاعی ۳۳۵۵-۱۳۹۹ متر و شهرستان‌های سنقر و صحنه را در بر می‌گیرد. وسعت حوضه معادل ۶۷۴,۵۶ کیلومتر مربع است و قلمرو گسترش نهشته‌های یخچالی در دامنه‌ها می‌باشد که در بخش‌های زیادی با ناپایداری دامنه‌ای و رخداد حرکات توده‌ای مواجه است (Ghahroudi, et al, 2015:231/246). گسترش مناطق شهری به سمت دامنه‌های ناپایدار بر ضرورت مطالعه پتانسیل ناپایداری دامنه‌ای تاکید می‌کند. شکل ۱، ریزش سنگ در دامنه‌های شمالی شهر سنقر و شکل ۲، رخداد پدیده لغزش در دامنه‌های رسوبی مسلط بر شهر را نمایان می‌سازد. شکل ۳، موقعیت حوضه دالاخانی را در استان کرمانشاه و ایران نشان می‌دهد.

پیشینه پژوهش

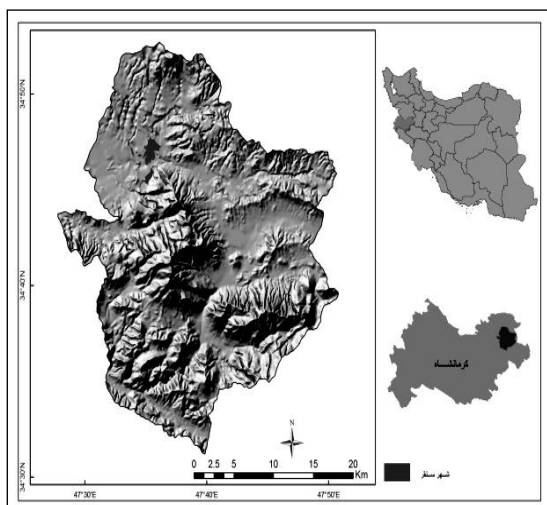
مطالعه نهشته‌های یخچالی و تاثیر آن بر بستر کالبدی شهرها و رخداد ناپایداری دامنه‌ای از مسائل مهم شهرهای دامنه‌ای می‌باشد، گسترش شهرها و فعالیت‌های سازه‌ای انسان تحت تاثیر نهشته‌های با منشاء یخچالی می‌باشند. پژوهشگران بسیاری در این زمینه مطالعات متعددی انجام دادند، از جمله شریستا و همکاران (2012)، پی‌بردند که دامنه‌های پرشیب حاوی رسوبات یخچالی اگر با بارش سنگین، تناوب یخبندان و ذوب و فراوانی زمین لرزه همراه شوند مشکلاتی همچون حرکات موجی، ایجاد سد و مانع طبیعی و افزایش در ظرفیت رسوب را به وجود می‌آورند. به‌طور کلی مورن‌های یخچالی، در پی تغییرات اقلیمی و عقب نشینی یخچال‌ها نسبت به تغییرات محیط، فرو ریختن و نشست سدهای مورنی حساس می‌باشند. همچنین برخی

از محققین مطرح نمودند که دره‌های مناطق یخچالی به دلیل فرسایش یخچالی، پهن و عمیق شده‌اند و دیوارهای پرشیب آن‌ها منجر به ریزش سنگ، لغزش و جریان‌های ریزشی می‌شوند (Wieczorek; et al, 2008: 423). آرد در سال ۲۰۰۰ به این نکته توجه داشت که پس از خاکبرداری یا فرسایش سطحی مواد دامنه، کاهش تنش و نفوذ آب منجر به کاهش مقاومت برشی، و در نتیجه به شکستگی تیل‌های یخچالی می‌شود (Allred, 2000: 63). از پیامدهای دیگر ژئومورفولوژی عقب نشینی یخچال‌ها، ظاهر شدن چشم انداز حساس به تغییر شکل می‌باشد. با ادامه عقب نشینی یخچال‌ها، تغییر شکل‌ها سریعتر و پتانسیل شکست پایه‌های دره، که نقش حفاظتی دارند را افزایش می‌دهند. اخیرا برخی پژوهشگران دریافته‌اند که بسیاری از محیط‌های کوهستانی یخچالی قدیم، امروزه به وسیله دامنه‌های تخریب شده به شکل ریزش سنگ، لغزش و بهمن‌های سنگی یا تغییر شکل عمیق در دامنه‌های گرانشی مشخص می‌شوند (Hugenholtz, et al, 2008: 254; Ballantyne, et al, 2014: 145). نویسندگان متعددی نتیجه گرفتند که با توجه به عقب نشینی یخچال‌های کوهستانی، بین ریزش‌ها و در پی آن تخریب دامنه‌های پس از دوره یخچالی رابطه علت و معلولی وجود دارد. از جمله کروسا بر نشست‌های عمیق گرانشی که منجر به تغییر شکل دامنه‌ها در تمام رشته کوه‌های سراسر جهان دارد را تاکید ورزیدند (Crosta; et al, 2013: 13). در اطراف رشته‌های مرتفع کوهستانی جهان که تحت تاثیر فعالیت یخچالی اخیر بوده‌اند، فعالیت زمین لغزش‌ها از مخاطرات طبیعی شناخته شده می‌باشد (Vilímek, 2005: 110).

شوردر و همکارانش در مطالعات سال ۲۰۱۱ در منطقه هیمالیا و تبت نشان دادند که بین تکتونیک، آب و هوا و فرایندهای سطحی رابطه قوی وجود دارد (Shroder, et al, 2011: 35).

سالچر و همکارانش در سال ۲۰۱۴، پی‌بردند که در اثر گسترش یخچال‌ها در پلیستوسن و عقب نشینی آنها، اشکالی ایجاد شده که با عامل فرسایش رودخانه‌ای مرتبط است (Salcher; et al, 2014: 61). در خصوص تغییرات اقلیمی و تحول یخچال‌ها می‌توان به تحقیقات بوچرویتنر و همکاران در سال ۲۰۰۶ اشاره نمود که یخچال‌ها را شاخص‌های آب و هوایی و معلول تغییرات اقلیمی و محیطی می‌دانند (Buchroithner, et al, 2006: 1608).

همچنین استافل و همکارانش در پنجمین گزارش هیئت تغییر اقلیم بین دولت‌ها در سال ۲۰۱۴ مطرح نموده‌اند که در سطح جهانی تعداد روزهای گرم و بارش‌های سنگین افزایش یافته است (Stoffel, et al, 2014: 2). به‌طور کلی نتایج تحقیقات



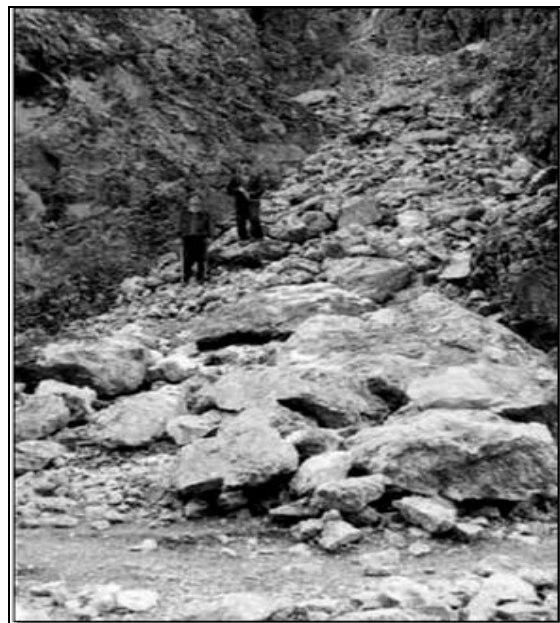
شکل ۳. موقعیت حوضه دالاخانی در استان کرمانشاه

روش تحقیق

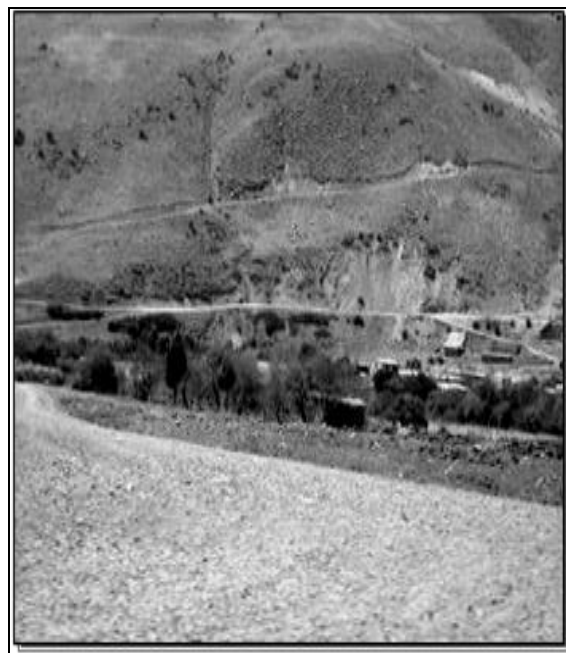
داده‌های مورد استفاده در این پژوهش شامل نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰، تصاویر سنجنده ETM^+ ماه ژوئن سال ۲۰۰۶، داده‌های اقلیمی مربوط به سالهای ۲۰۰۷-۱۹۹۷، بزرگای زلزله سالهای ۲۰۰۵-۱۹۹۸، داده ارتفاعی سنجنده Aster و مشاهدات میدانی بوده است. جدول ۱، ارتفاع و میانگین دمای سالانه در منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

در این تحقیق ابتدا با استفاده از رگرسیون ارتفاع و دما بین ایستگاه‌های محدوده مورد مطالعه، برف‌مرز آخرین دوره یخچالی تعیین گردید. بر اساس معادلات افت متوسط دمای ماهانه به ازای هر ۱۰۰۰ متر افزایش ارتفاع ۶ درجه سانتی‌گراد است که در طول سال بین ۴/۳ درجه سانتی‌گراد در شهریور ماه و تا ۷/۷ درجه سانتی‌گراد در دی ماه تغییر می‌یابد. با استفاده از اختلاف ارتفاع بین حداقل و حداکثر ارتفاع سیرک‌ها و تعیین خط ۶۰ درصد سیرک‌ها ارتفاع خط برف مرز دائمی در منطقه به میزان ۲۸۲۰ متر محاسبه گردید. بعد از تعیین افت آدیاباتیک دما و ارتفاع خط برف مرز دائمی، میزان دمای گذشته در منطقه محاسبه شد. شکل ۴، نمودار و رابطه رگرسیونی دما و ارتفاع را نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، ضریب توجیه‌پذیری معادل ۰/۹۸۴ می‌باشد. چون قلمرو یخچالی در ارتفاعات بالاتر از حوضه دالاخانی قرار داشت، لذا برای افزایش دقت قلمرو برف مرز محدوده بزرگتری برای محاسبه رگرسیون انتخاب گردید و سپس رابطه خطی دما و ارتفاع در مدل ارتفاعی مستخرج از سنجنده Aster در محیط نرم افزاری GIS اجرا گردید. شکل ۵، موقعیت برف‌مرز در پیرامون حوضه دالاخانی را نشان می‌دهد. برای بررسی احتمال وجود نهشته‌های با منشأ یخچالی در دامنه‌های ارتفاعات دالاخانی از عمق ۴۰

خاطر نشان می‌سازد که رسوبات باقی مانده از آخرین دوره‌های سرد، نسبت به تغییرات اقلیمی و فعالیتهای انسان واکنش نشان می‌دهند و چنانچه بستر شهرهای دامنه ای و کوهپایه ای شوند، سبب تشدید حرکات دامنه ای می‌شوند.



شکل ۱. ریزش ایجاد شده در دامنه شهر سنقر



شکل ۲. پدیده لغزش در دامنه‌های شهر سنقر

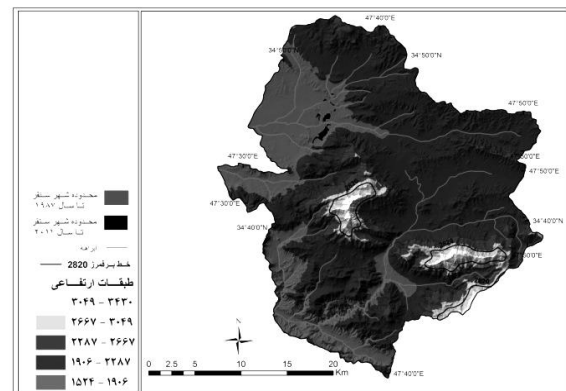
ساتی متری در ۶ نقطه از دامنه‌های مسلط به شهر سنقر نمونه برداری انجام شد.

جدول ۱. مشخصات ایستگاه‌های سینوپتیک در حوضه دالاخانی

نام ایستگاه ارتفاع	میانگین دما	نام ایستگاه	ارتفاع میانگین دما
تبخیر سنج بلبان آباد	۲۰۱۵	سینوپتیک اسلام آباد غرب	۱۴۶۸٫۸
اقلیم شناسی قاملو	۱۹۱۰	تبخیر سنج روانسر	۱۳۸۸
سینوپتیک قروه	۱۹۰۶	سینوپتیک کرمانشاه	۱۳۱۸٫۶
سینوپتیک سنقر	۱۷۰۰	تبخیر سنج دوآب مرگ	۱۳۱۰
اقلیم شناسی موچش	۱۶۴۰	تبخیر سنج پل چهر	۱۲۸۰
سینوپتیک کنگاور	۱۴۶۸	سینوپتیک سرپل	۵۴۵



شکل ۴. رگرسیون دما و ارتفاع در حوضه دالاخانی



شکل ۵. موقعیت برفمرز در حوضه دالاخانی

نمونه‌های برداشت شده از رسوبات دره‌ها و دامنه‌های توسط الک دانه‌بندی شد. منحنی تراکم تجمعی رسوبات از رسوبات الک شده، ترسیم گردید و از طریق شکل منحنی و پارامترهای آماری منشاء آن (نوع فرایند) تشخیص داده شد. برای محاسبه‌ی پارامترهای آماری رسوبات از روش لحظه‌ای براساس رابطه ۱، استفاده شد (Ahari Pour, 2006: 64).

(۱)

$$\bar{x} = \frac{\sum f.m}{n} \quad \sigma = \sqrt{\frac{\sum f(m - \bar{x})^2}{100}}$$

$$\bar{x} = \frac{\sum f.m}{n}$$

F= فراوانی هر رده رسوبی یا درصد وزنی

M= نقطه وسط هر رده در مقیاس فی

\bar{x} = میانگین

با توجه به جدول جورشدگی فولک، جورشدگی رسوبات تعیین گردید. سپس برای بررسی‌های مورفوسکی نمونه‌های اخیر، رسوبات با قطر ۱ میلی متر تا ۰٫۶۳ / میکرون را جدا کرده و از آنها مقاطع نازک تهیه شده است و به وسیله میکروسکوپ پلاریزان شکل دانه‌های تشکیل دهنده رسوبات مورد مشاهده قرار گرفت. بررسی‌های مورفوسکی بر روی دانه‌های بسیار ریز، می‌تواند بیانگر منشاء رسوبات یک منطقه باشد. به عبارتی حاکمیت عملکرد آب، باد و یخچال را برای ما مشخص نماید (Moayeri, et al., 2008: 109/130).

برای تهیه تراکم پوشش گیاهی از شاخص NDVI، مستخرج از تصاویر ماهواره‌ای لندست سنجه ETM سال ۲۰۰۶ استفاده گردید. با توجه به اینکه منطقه تحت تأثیر فرسایش یخچال قرار داشته است، شیب دامنه دره‌ها به ویژه در نزدیکی رودخانه‌ها، که از نهشته‌های منفصل، عبور می‌کنند بسیار زیاد است. همچنین تراس‌های رودخانه‌ای - یخچالی در پایین دست و تراس‌های یخچالی در بالا دست، در حاشیه رودها قرار دارند. لذا لایه فاصله از رودخانه بر اساس دوری و نزدیکی به رودخانه‌ها بی‌بعد گردید (جدول ۲).

با توجه به نقشی که بارندگی در افزایش ناپایداری دارد، و با شدت بارش احتمال وقوع حرکات توده‌ای و ناپایداری دامنه‌ای زیاد می‌شود. ارزش‌گذاری داده‌های بارش به صورت خطی فازی شد. با افزایش ارتفاع، به دلیل وجود شیب زیاد و فعالیت عوامل تخریب هم‌چون هوازگی، احتمال افزایش ناپایدارهای دامنه‌ای نیز بیشتر می‌شود، بر همین اساس به نواحی مرتفع‌تر ارزش بیش‌تری داده شده است (جدول ۲). منطقه مورد مطالعه از نظر طبقه‌بندی یخچالی به سه منطقه، شامل، محدوده سیرک‌ها، محدوده دره‌های یخچالی و قلمرو مورن‌ها تقسیم شد و به محدوده مورن‌ها بیش‌ترین ارزش فازی و به محدوده سیرک‌ها کمترین ارزش فازی داده شد. برای پهنه‌بندی ناپایداری دامنه‌ای عوامل شیب‌زمین، بارش، ارتفاع، لایه طبقه‌بندی قلمرو یخچالی، دوری و نزدیکی به رودخانه و پوشش گیاهی استفاده شد (Ramesht, et al., 2012: 59/78).

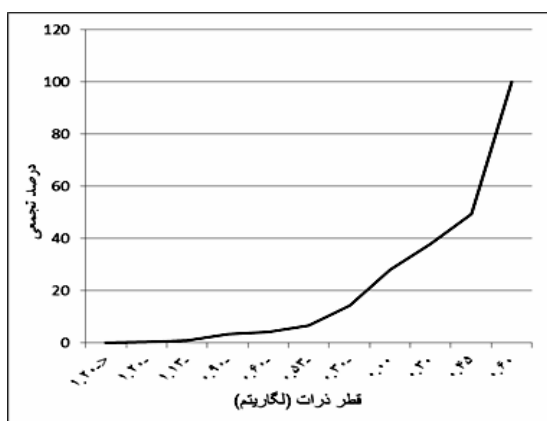
همان‌طور که توضیح داده شد، برای استاندارد سازی متغیرها از بی‌بعد سازی فازی استفاده گردید. در این روش مجموعه‌ای از عناصر با ویژگی‌های مشابه را با درجه ای از صفر تا یک

جدول ۲. درجات عضویت فازی عوامل انتخابی را نشان می‌دهد. است و بر اساس آن توزیع دمای آخرین دوره سرد محاسبه گردید. دمای فعلی برفرمز براساس رگرسیون خطی ارتفاع و میانگین درازمدت دمای، معادل ۵/۳۸ درجه سانتی‌گراد کاهش داشته است. طبق معادله اخیر افت متوسط دمای ماهانه به ازای هر ۱۰۰۰ متر افزایش ارتفاع، ۶ درجه سانتی‌گراد و افت دمای فصلی بین ۴/۳ درجه سانتی‌گراد در شهریور ماه و تا ۷/۷ درجه سانتی‌گراد در دی ماه تغییر یافته است. نتایج دانه سنجی از ۶ نمونه رسوب، مخلوطی از دانه‌های درشت و ریز را نشان داد که بی‌نظمی زیادی و جورشدگی بد یا ضعیفی داشتند. هم‌چنین منحنی تجمعی آنها خمیدگی به سمت بالا را نشان دادند (Hambrey and Harland, 2004:110).

جدول ۳. نوع جورشدگی رسوبات نمونه برداری شده را نشان می‌دهد. شکل ۶ نمودار دانه‌سنجی نمونه‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۳. نوع جورشدگی رسوبات نمونه برداری شده

نمونه	مقدار جورشدگی	نوع جورشدگی
اول	۱,۴۴	جورشدگی بد یا ضعیف
دوم	۱,۴۰	جورشدگی بد یا ضعیف
سوم	۱,۴۲	جورشدگی بد یا ضعیف
چهارم	۱,۴۱	جورشدگی بد یا ضعیف
پنجم	۱,۱۲	جورشدگی بد یا ضعیف



شکل ۶. نمودار حاصله از دانه سنجی رسوبات نمونه برداری شده

نتایج بررسی مقاطع میکروسکوپی آن‌ها با ابعاد ۱ میلی‌متر تا ۰.۰۶۳ میکرون، رسوبات را از لحاظ گردشدگی دانه‌ها در سه رده کرده شده، نیمه زاویه‌دار و زاویه‌دار قرار داد (Mousaviherami, 1988:82). شکل ۷، درصد رسوبات هر سه رده را نشان می‌دهد. این بررسی‌ها که به منظور شناسایی منشأ دینامیکی یا به عبارتی برتری عملکرد آب، باد و یخچال انجام شد،

می‌توان مشخص نمود (cahn, et al., 2000:330/337).

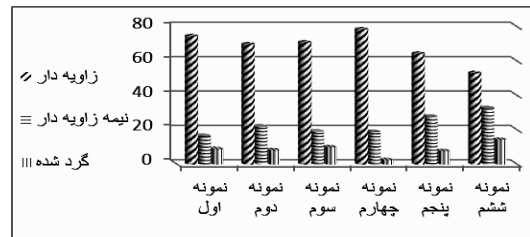
جدول ۲. درجات عضویت فازی پارامترهای تأثیر گذار

معیار	کلاس	مساحت (km ²)	درصد فازی
قلمرو یخچالی	محدوده سیرک‌ها	۳۴	۱/۵۸
	محدوده دره‌های یخچالی	۹۰۵/۹	۴۲/۲۲
	محدوده مورن	۱۲۰۵/۷	۵۶/۱۹
پوشش گیاهی	تراکم بسیار زیاد	۱۰۹/۹	۵/۱۲
	تراکم زیاد	۵۵۹/۱۹	۱۲/۰۶
	تراکم متوسط	۲۵۸/۸۵	۲۳/۶۱
شیب	تراکم کم	۷۱۰/۹۸	۳۳/۱۴
	تراکم بسیار کم	۵۰۶/۶۱	۲۶/۰۶
	تراکم بسیار زیاد	۱۰۹/۹	۵/۱۲
بارش	۵-۰	۳۱۰	۱۴/۴۵
	۱۲-۵	۲۷۲/۷۷	۱۲/۷۱
	۳۰-۱۲	۶۲۹/۲۵	۲۹/۳۳
طبقات ارتفاع	۶۰-۳۰	۶۹۱/۱۵	۳۲/۲۱
	۶۰ >	۲۴۲/۴۶	۱۱/۳۰
	۴۵۲-۴۳۴/۸۴	۸۱/۴۹	۳/۸۰
فاصله از آبراهه	۴۷۱/۹-۴۵۲	۲۸۳/۹۶	۱۳/۲۳
	۴۹۴-۴۷۱/۹	۵۸۲/۸۱	۲۷/۱۶
	۵۲۰/۹-۴۹۴	۵۱۵/۵۲	۲۴/۰۳
فاصله از آبراهه	۵۵۱-۵۲۰/۹	۳۹۶/۹	۱۸/۵۰
	۵۸۵/۷-۵۵۱	۲۸۵	۱۳/۲۸
	۱۳۰۰-۱۱۰۰	۴۲/۸۶	۲
فاصله از آبراهه	۱۵۰۰-۱۳۰۰	۲۱۲/۵۳	۹/۹۰
	۱۷۰۰-۱۵۰۰	۳۷۵/۶۸	۱۷/۵۱
	۱۹۰۰-۱۷۰۰	۵۴۳/۷۷	۲۵/۳۴
فاصله از آبراهه	۲۱۰۰-۱۹۰۰	۴۸۲/۲۴	۲۲/۴۷
	۲۳۰۰-۲۱۰۰	۲۵۳/۸۵	۱۱/۸۳
	۲۵۰۰-۲۳۰۰	۱۱۱	۵/۱۷
فاصله از آبراهه	۲۷۰۰-۲۵۰۰	۶۴/۷۹	۳/۰۲
	۲۹۰۰-۲۷۰۰	۳۴/۱۴	۱/۸۲
	۰-۱۰۰	۶۵۴/۴۴	۳۱/۵۳
فاصله از آبراهه	۱۰۰-۲۰۰	۴۷۴/۶۸	۲۲/۸۷
	۲۰۰-۳۰۰	۳۷۷/۱۶	۱۸/۱۷
	۳۰۰-۴۰۰	۲۱۰/۰۶	۱۰/۱۲
فاصله از آبراهه	۴۰۰-۵۰۰	۱۴۰/۲۹	۶/۷۶
	۵۰۰-۶۰۰	۸۵/۲۵	۴/۱۱

یافته‌ها

ارتفاع برفرمز دائمی براساس ارتفاع متوسط دره‌های سیرک مانند صفر درجه منظور شد که در ارتفاع ۲۸۲۰ متری قرار داشته

درصد قابل توجهی از آن‌ها را زاویه‌دار نشان داد.

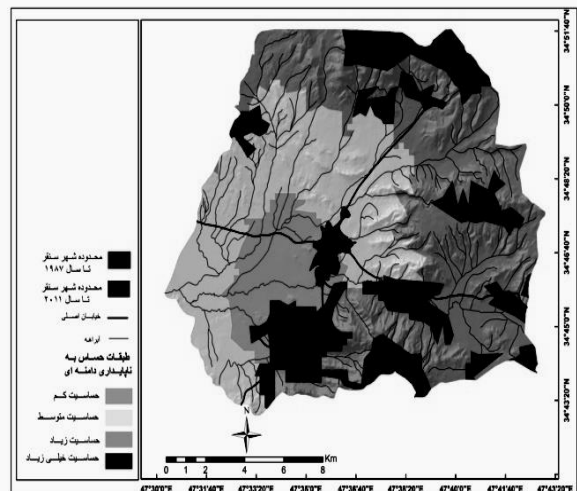


شکل ۷. نمودار درصد گردشگری و کروییت ذرات

با توجه به نقشه پهنه بندی ناپایداری دامنه‌ای، بیش از نیمی از وسعت منطقه در محدوده‌ای با پتانسیل زیاد ناپایداری دامنه‌ای قرار دارد و از سوی دیگر گسترش شهر سنقر از سال ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۱ میلادی با توجه به محدودیت کاربری اراضی به سمت دامنه‌های حساس به ناپایداری دامنه‌ای سوق پیدا کرده (شکل ۸)، احداث و گسترش شهرک ولیعصر و ساختمان‌های مسکن مهر شهر سنقر بدون در نظر گرفتن رسوبات ناپایدار بر روی این دامنه‌ها احداث شده‌اند. از آنجا که این ناحیه از لحاظ زمین‌لرزه جزء مناطق فعال کشور می‌باشد باعث ایجاد خسارات هر چه بیش‌تر خواهد شد (شکل ۹).



شکل ۸. نقشه پتانسیل ناپایداری دامنه‌ای منطقه دالاخانی



شکل ۹. گسترش شهر سنقر به سمت دامنه‌های ناپایدار

بحث و نتیجه‌گیری

گسترش قلمرو یخچالی در کواترنر در ایران و در نتیجه انباشتگی رسوبات منفصل در دامنه‌ها مسائل متعددی را برای شهرهای دامنه‌ای و کوهپایه‌ای ایجاد نموده است. سنقر از جمله شهرهایی است که بر بستری از رسوبات منفصل قرار دارد. بررسی‌ها نشان داد که خط برفرمز دائمی در آخرین دوره سرد در ارتفاع ۲۸۲۰ متری قرار داشته است در حال حاضر حداقل دمای در ارتفاع فوق ۲/۵۶ درجه می‌باشد.

در نمونه‌های برداشت شده از پادگانه‌ها و بستر شهر سنقر که در ارتفاع ۱۷۳۲-۱۶۹۲ متری دور از سیرک‌ها و دره‌های یخچالی، تحلیل دانه‌سنجی انجام شده است. نمودارهای تجمعی حاصله از دانه‌سنجی به سمت قطر ذرات درشت کشیده شده است هم‌چنین جورشدگی رسوبات بیش‌تر از ۱ است که حاکی از ترکیب ذرات درشت و ریز در رسوبات است.

مطالعات میکروسکوپی حدود ۷۰-۴۰ درصد ذرات این نمونه را زاویه‌دار نشان می‌دهد که بیانگر منشاء یخچالی رسوبات می‌باشد. با توجه به اینکه نمونه‌ها از رسوبات منفصل بوده است و مشاهدات میدانی شاهدهی برای دوره‌هایی با تسلط بادها و یا فرآیندهایی که منجر به تولید رسوبات زاویه‌دار شده باشد، لذا می‌توان این‌طور نتیجه گرفت که احتمالاً در آخرین دوره سرد قلمرو نهشته‌های یخچالی در دامنه‌های مسلط به شهر سنقر تا حداقل ارتفاع ۲۸۲۰ متر پایین آمدند و با گرم شدن هوا جریان‌های سیلابی رسوبات یخچالی را حرکت داده و در زمین‌های با ارتفاع کمتر نهشته است که اکنون بستر شهرهایی مانند سنقر است.

نقشه پتانسیل ناپایداری دامنه‌ای که بر اساس ترکیب جمعی از لایه‌های فازی شده به دست آمد، نشان داد که مناطق ناپایدار بر قلمرو تجمع رسوبات یخچالی انطباق دارد و به دلیل عدم چینه بندی و جورشدگی ضعیف این رسوبات، غالباً انواع حرکات توده‌ای در آنها قابل مشاهده است. محدوده فوق با پدیده ریزش های سنگی و لغزش‌های دامنه‌ای و تجمع رسوبات در شیب‌ها مواجه است که نمونه‌های آن در شکل‌های ۱ و ۲، ملاحظه شده است. مقایسه دو تصویر ماهواره‌ای لندست سنجده ETM و TM به فاصله ۲۴ سال گسترش شهر سنقر را روی رسوبات اخیر و مناطق ناپایدارتر نشان می‌دهد به طوری که شهر سنقر از سال ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۱ از ۱/۷ کیلومترمربع توسعه کالبدی، ۱ کیلومترمربع آن به سمت دامنه‌های مستعد به ناپایداری دامنه‌ای گسترش پیدا کرده است. هم‌چنین براساس نقشه پتانسیل ناپایداری، حدود نیمی از مساحت منطقه در محدوده با پتانسیل زیاد نسبت به ناپایداری دامنه‌ای قرار دارد و مشاهدات

اجتناب ناپذیر است.

میدانی نیز برگسترش شهر به سمت این مناطق تاکید دارد (شکل ۹). بنابراین افزایش رخداد حرکات توده‌ای در شهر سنقر

REFERENCES

- Ahari Pour, Reza. (2006), *Principles of sedimentology*. Damghan University, Damghan, 65.
- Allred, B. J. (2000), *Survey of fractured glacial till geotechnical characteristics: Hydraulic conductivity, consolidation, and shear strength*.
- Ballantyne, C. K., Sandeman, G. F., Stone, J. O., & Wilson, (2014), Rock-slope failure following Late Pleistocene deglaciation on tectonically stable mountainous terrain. *Quaternary Science Reviews*, 86: 144-157.
- Buchroithner, M. F., Bolch, T., Kunert, A., & Kamp, U. (2006), Morphometry-based mapping of debris-covered glaciers. In *Geophys. Res. Abstr* (Vol. 8, No. 10360: 1607-7962).
- Chan, F., M., Chan, N., Tang. (2000), Evaluation methodologies for technology selection. *Journal of Materials Processing Technology*, No.107: 330 – 337.
- Crosta, G. B., Frattini, , & Agliardi, F. (2013), Deep seated gravitational slope deformations in the European Alps. *Tectonophysics*, 605: 13-33.
- Gaur, U. N., Raturi, G. , & Bhatt, A. B. (2005), Current vegetation pattern along glacial landscape in Central (Garhwal) Himalaya, India. *Journal of Mountain Science*, 2(3), 255-264.
- Ghahroudi, M, Nosrati, K., Abdoli, E. (2015), Estimate of Snow-line in the past Glacial in Dalakhani Basin, *Geography and Environmental Planning Journal*, Year 26, Vol. 58, No.2: 231-246
- Hambrey, M. J., & Harland, W. B. (1981), *Earth's pre-Pleistocene glacial record*. Cambridge University Press, 2004: 109-124.
- Hugenholtz, C. H., Moorman, B. J., Barlow, J., & Wainstein, A. (2008), Large-scale moraine deformation at the Athabasca Glacier, Jasper National Park, Alberta, Canada. *Landslides*, 5(3): 251-260. Salcher, B. C., Kober,
- Kissling, F., E., & Willett, S. D. (2014), Glacial impact on short-wavelength topography and long-lasting effects on the denudation of a deglaciated mountain range. *Global and Planetary Change*, 115: 59-70.
- Mahmoudi, Farajallah. (1989), Roughness evolution in the Quaternary, *Geographical Research, Tehran University*, No. 23: 20-13.
- Moayeri, Ramesht, M., M. H., Taghvaei, Masoud, Taghizadeh, M. M. (2008), *Glacial Evidence In Safa Shahr's Basin in Fars, Province*, Quarterly Research Bulletin Of Isfahan University(Humanities),Vol. 32, Number 4, (Geography).
- Mousavi Herami,R. (1988), *Rinciples of sedimentology*,Tehran:Tehran University: 82
- Ramesht, M. H. Lajevardi, M. Lashkari,H., Mahmoudi T. (2012), Study of Natural Glacial Evidences in Mahan (Case Study: Glacier of Tigrany Mahan Basin), *Geography and Environmental Planning Journal*, 22th Year, vol. 42, No.2: 59-78.
- Salcher, B. C., Kober, F., Kissling, E., & Willett, S. D. (2014), Glacial impact on short-wavelength topography and long-lasting effects on the denudation of a deglaciated mountain range. *Global and Planetary Change*, 115: 59-70.
- Shrestha, B. B., Nakagawa, H., Kawaike, K., Baba, Y., & Zhang, H.

- (2013), Glacial hazards in the Rolwaling valley of Nepal and numerical approach to predict potential outburst flood from glacial lake. *Landslides*, 10(3), 299-313.
18. Shroder Jr, J. F., Owen, L. A., Seong, Y. B., Bishop, M. , Bush, A., Caffee, M. W., .. & Kamp, U. (2011), The role of mass movements on landscape evolution in the Central Karakoram: Discussion and speculation. *Quaternary International*, 236(1), 34-47.
19. Stoffel, M., Tiranti, D., & Huggel, C. (2014), Climate change impacts on mass movements—case studies from the European Alps. *Science of The Total Environment*.
20. Vilímek, V., Zapata, M. L., Klimeš, J., Patzelt, Z., & Santillán, N. (2005), Influence of glacial retreat on natural hazards of the Palcacocha Lake area, Peru. *Landslides*, 2(2), 107-115.
21. Wiczorek, G. F., Stock, G. M., Reichenbach, , Snyder, J. B., Borchers, J. W., & Godt, J. W. (2008), *Investigation and hazard assessment of the 2003 and 2007 Staircase Falls rock falls, Yosemite National Park*.