

Spatial Identity of Landslide Risk in Eastern Alamut (Case Study: Ovan Lake)

Gholam Hassan Jafari^{a*}, Mobina Timaji^b

^a Associate Professor of Geomorphology, Faculty of Humanities, Zanjan University, Zanjan, Iran

^b M.Sc. of Geomorphology, Faculty of Humanities, Zanjan University, Zanjan, Iran

Received: 30 May 2023

Revised: 30 June 2023

Accepted: 3 July 2023

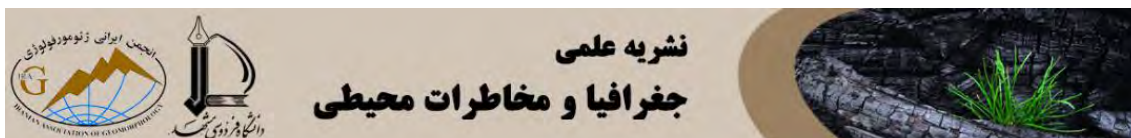
Abstract

The spatial identity plan and the effects that this component has in the analysis of the distribution patterns of natural and human phenomena and their arrangement have opened new horizons in the knowledge of geomorphology. The introduction of cognitive fields such as space arrangement and phenomenology and the creation of novel concepts in geomorphology has doubled the power of this knowledge. Such ability reveals the role of place in spatial behaviors and events. In this article, by relying on the drawing techniques of understanding, the relationship between the theoretical and epistemological foundations of the spatial identity of the lake is explained at a certain level and scale. For this purpose, we counted the geomorphic evidence and explored their role in the identification of Ovan Lake. Landslide occurs mainly due to the interaction of different vectors. The issue under discussion is how the vectors affecting the landslide that created Ovan Lake interact. To answer this question, in addition to field survey, 30-meter digital elevation model (DEM) data derived from SRTM sensor were used. All the data collected remotely were reprocessed and geometrically corrected by land data collection and GPS data then they were entered into Arc GIS and Global Mapper software, and we analyzed the lithology, climate and topography of the place. The results indicate that several factors have contributed to the formation of the Ovan landslide: 1- The material of rocks in the basin, 2- Temperate and semi-humid climate conditions of the basin, 3- Faults that cause different stones to collide and connect with each other, 4- Evidence of changes in the base level of shahrud and Jeneh River, 5- Existence of water under pressure (Artesian), 6- Change in thickness and cement of Andaj conglomerate in the vicinity of Ovan lake, 7- Change in topography and hydrology conditions locally, due to the occurrence of small landslides.

Keywords: Historical Landslide ,Spatial Identity , Digital Elevation Models - DEM, Lithological Analysis, Alborz- Iran, Lake Ovan

*.Corresponding author: Gholam Hassan Jafari Email: jafarihas@znu.ac.ir Tel: +989177519227
How to cite this Article: Jafari, H., & Timaji, M. (2024). Spatial Identity of Landslide Risk in Eastern Alamut (Case Study: Ovan Lake) . *Journal of Geography and Environmental Hazards*, 13(2), 186-209





دسترسی آزاد

DOI: 10.22067/geoh.2023.82684.1375

مقاله پژوهشی

هویت مکانی خطر زمین لغزش در الموت شرقی (مطالعه موردی: دریاچه اوان)

غلامحسین جعفری^۱ - دانشیار ژئومورفولوژی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران 
 مینا تیماجی - کارشناسی ارشد هیدروژئومورفولوژی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران 

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۳/۹ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۴/۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۴/۱۲

چکیده

طرح هویت مکانی و تأثیراتی که این مؤلفه در تحلیل الگوهای پراکندگی پدیده‌های طبیعی و انسانی و چیدمان آن‌ها دارد افق‌های تازه‌ای در دانش ژئومورفولوژی گشوده است. در این مقاله با اتکا به تکنیک‌های ترسیمی، ارتباط بنیان‌های نظری و معرفتی هویت مکانی دریاچه در سطح و مقیاس خاصی تبیین می‌گردد. به این منظور شواهد ژئومورفیک احصاء شده و نقش آن‌ها در هویت‌سازی دریاچه اوان مورد کنکاش قرار می‌گیرد. زمین لغزش عمدتاً بر اثر تعامل بردارهای مختلف رخ می‌دهد. برای پاسخ‌گویی به این مسئله علاوه بر پیمایش میدانی، از داده‌های مدل رقومی ارتفاعی (DEM) ۳۰ متری سنجنده SRTM، استفاده شد. داده‌های جمع‌آوری شده بعد از ارزیابی و تصحیح هندسی وارد نرم‌افزار Arc GIS و Global Mapper گردید و در ارتباط با لیتولوژی، اقلیم و توپوگرافی محل تجزیه و تحلیل گردید. نتایج دال بر این است که در شکل‌گیری دریاچه اوان، تعامل چنین بردارهایی نقش داشته‌اند: ۱- لیتولوژی متفاوت حوضه، ۲- شرایط اقلیم معتدل و نیمه مرطوب، ۳- همجواری و اتصال لیتولوژی‌های مختلف بر اثر گسل، ۴- تغییر سطح اساس شاهرود و رود جنه، ۵- وجود آب تحت فشار (آرتزین)، ۶- تغییر ضخامت و سیمان کنگلومرای اندج در مجاورت دریاچه اوان، ۷- تغییر شرایط توپوگرافی و هیدرولوژی به صورت محلی، بر اثر وقوع زمین لغزش‌های کوچک.

کلیدواژه‌ها: زمین لغزش تاریخی، هویت مکانی، مدل‌های رقومی ارتفاعی، تحلیل سنگ شناسی، البرز-ایران، دریاچه اوان

مقدمه

طرح هویت مکانی و تأثیراتی که این مؤلفه در تحلیل الگوهای پراکندگی پدیده‌های طبیعی و انسانی و چیدمان آن‌ها دارد افق‌های تازه‌ای را در دانش ژئومورفولوژی گشوده است، افق‌های جدیدی که تعامل متقابل پدیده‌های مختلف را بیش‌ازپیش روشن می‌کند. شاید بتوان ادعا نمود، با ورود حوزه‌های معرفتی چون چیدمان فضا و پدیدارشناسی و خلق مفاهیم بدیع در ژئومورفولوژی، توانمندی این دانش را در تحلیل‌های پدیداری و ژئومورفیک دوصد چندان می‌کند. چنین توانمندی نه‌تنها تأکید مضاعفی بر درهم تنیدگی اجزاء و عناصر مختلف دارد، بلکه نقش مکان را در رفتارها و رخدادهای فضایی برملا می‌کند. حرکات توده‌ای از جمله پدیده‌های مورفودینامیک هستند که تحت تأثیر عوامل مختلفی در سطح دامنه‌های مناطق کوهستانی به وقوع می‌پیوندند و مهم‌ترین آن‌ها زمین‌لغزش در اشکال مختلف است؛ زمین‌لغزش‌ها را می‌توان به‌عنوان حرکت توده‌ای از سنگ مواد واریزه‌ای و یا بخشی از زمین در جهت شیب دامنه تعریف کرد (Khodaei Geshlag, Roostaei, Mokhtari, & Valizadeh Kamran, 2021; Yar Ahmadi, & Roostaei, 2018). این پدیده طبیعی که از پایین افتادن یا حرکت یکپارچه و اغلب سریع حجمی از مواد رسوبی در امتداد دامنه‌ها رخ می‌دهد؛ سرعت عملکرد و اغلب وسعت دیدنی و فاجعه باری دارد و ممکن است ده‌ها و صدها هزار مترمکعب سنگ و خاک را یکجا تحت تأثیر قرار دهد (Entezari, Entezari, & Izadi, 2014; Ramezani & Ebrahimi, 2010; Refahi, 2003) و منجر به تخریب جاده‌های ارتباطی مراتع مناطق کوهستانی و ایجاد فرسایش و رسوب در آبخیزها گردد (Karimi Sengchini, Ong, & Saaduddin, 2016; Yavari Ramshe., & Ataei Ashtiani, & Najafi, 2011; Garaee, 2011; Jilani, 2009). این رخداد زمین‌شناسی عمدتاً بر اساس تلفیقی از فرآیندهای مختلف در مناطق با توپوگرافی کوهستانی و با لیتولوژی رسوبی رخ می‌دهد (Moghim, Alavi Panah, & Jafari, 2008). متغیرهایی همچون شرایط مورفوتکتونیک هیدروژئولوژیکی، وضعیت توپوگرافی و مورفولوژی، وضعیت آب‌وهوایی و هوازگی تراکم پوشش گیاهی و کاربری اراضی بر پایداری شیب و وقوع زمین‌لغزش اثر می‌گذارند (Roostaei & Ahmadzadeh, 2012). در نتیجه اثرگذاری عوامل مذکور، تعادل مواد موجود در دامنه‌ها برهم‌خورده و بلافاصله شروع به لغزش می‌کند (Kamranzad, Mohasel Afshar, Mojarab, & Memarian, 2016). در قرن بیستم بیشترین حادثه وقوع زمین‌لغزش، قاره آسیا گزارش شده است (۲۲۰ مورد) (Mokaram, & Shaygan, 2018).

(Knight, 1982) در بررسی هویت، قلمرو و دیدگاه‌های جغرافیایی در ارتباط با ناسیونالیسم و منطقه‌گرایی، با استفاده از روش پرسشنامه‌ای به این نتیجه رسید که «مشروعیت» یک هویت سرزمین، به مقیاس انتزاعی محقق بستگی دارد. مشکل اصلی در تعریف ملت نهفته است. در یک سطح از انتزاع، یک ملت، جنبه منطقه‌ای به خود می‌گیرد، درحالی‌که گروه‌های پراکنده (در مناطق مختلف) هویت یک ملت را تبیین می‌کنند. (Paasi, 1997) به

بررسی دیدگاه‌های جغرافیایی در مورد هویت ملی با استفاده از روش تحلیلی پرداخت و به این نتایج دست یافت که هویت ملی و ملی‌گرایی مقوله‌هایی زمینه‌ای و هم‌آزمایی هستند و رویکردی انتقادی را پیشنهاد می‌کنند و استدلال می‌شود که هویت‌های ملی به‌طور مستمر توسعه می‌یابند و تغییر می‌کنند، به‌طوری‌که هر نسل آن را اصلاح می‌کند. (Kang, 2009) در بازنگری نقش مکان‌های جغرافیایی در شکل‌گیری هویت، به این نتایج دست یافت که وجود اینترنت در شکل‌گیری هویت یک جامعه پر جمعیت و جوان، نقش اساسی دارد؛ این عامل، مرزهای داخلی و خارجی مکان را به چالش کشیده است؛ چراکه بر فرهنگ و دانش مکان‌های مختلف تأثیر ویژه‌ای می‌گذارد. (Masso, 2010) در بررسی جغرافیایی شکل‌گیری هویت، به این نتیجه رسید که هویت از منابع مختلف نشأت می‌گیرد. خلاقیت در مدیریت هویتی به جای فعالیت‌های فرهنگی، یک پیش‌نیاز مهم اجتماعی است. ترکیبی از هویت و فضای جغرافیایی مکان را شکل می‌دهند. (Kashi, & Bonyadi, 2013) مدل هویت مکان، حس مکان و عناصر و ابعاد مختلف آن را با استفاده از روش اسنادی تبیین نموده و به این نتایج رسیدند که هویت مکان را می‌توان معادل با حس «مکان ما» دانست؛ هویت جنبه بخشیدنی به مکان را ندارد، بلکه طی زمان و فرآیندهای مختلف توسط انسان شکل می‌گیرد؛ البته ابتدا لازم است از طریق عوامل فیزیکی، فعالیت و معنا، به‌عنوان مؤلفه‌های تشکیل دهنده هویت، اقداماتی در راستای رسیدن به هویت مکان انجام شود. بدیعی ازندهای و (Badiee Azandahie, & Pooyande (2013) در بررسی پدیدارشناسی رابطه هویت و مکان در مقیاس‌های جغرافیایی به این نتایج دست یافتند که «مکان» مجموعه متنوعی از پیوندها و شبکه‌های ارتباطی و یا فرایندهای اجتماعی است که در مقیاس‌ها و فواصل گوناگون در جریان است و «هویت» پاسخی به نیاز طبیعی انسان، برای شناساندن خود، با یک سلسله عناصر و پدیده‌های فرهنگی، تاریخی و جغرافیایی است که تحت تأثیر همین فرایندها در مقیاس‌های گوناگون جغرافیایی شکل می‌گیرد. (Ami Ahmadi & Mahmoudi, 2016) در بررسی جایگاه هویت مکانی در هویت معماری ایران، با استفاده از روش کتابخانه‌ای به این نتایج دست یافتند که با توجه به بحران هویت در زمان حال و به‌خصوص نمود آشکار آن در معماری امید است چنین پژوهش‌هایی بتواند در این زمینه راه گشا باشد و ابعاد تازه‌ای از هویت و جایگاه صحیح آن را در معماری معاصر ایران به نمایش بگذارد. سپهوند و رامشت (۱۴۰۱) با استفاده از روش پدیدارشناختی و اتکا به تحلیل چهار متن از نظریه‌های جغرافیایی، به بررسی هویت مکانی پرداختند و به این نتایج دست یافتند که هویت مکانی گاه سبب شکل‌گیری نظم خاصی در چشم‌اندازهای گوناگون محیطی به‌عنوان یک واحد متکثر به نام دستگاه جغرافیایی می‌شود و هویت مکانی یک ویژگی شناخت‌شناسی در قلمرو خرد عاطفی انسان است. (Anabestani & Moeini, 2021) به بررسی تأثیر هویت مکانی بر زیست‌پذیری سکونتگاه‌های روستایی

پیراشهری کلانشهر مشهد پرداختند و با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند معیاره ویکور به این نتایج دست یافتند که هرچه هویت مکانی زیست‌پذیری در بین روستاییان بالاتر می‌شود، متغیر تمایز به میزان صفر تا صد اثر مستقیم بر متغیر زیست‌پذیری دارد.

(Van Westen, Seijmonsbergen, & Mantovani, 1999) در مقایسه نقشه‌های خطر زمین‌لغزش با روش تجزیه و تحلیل آماری، به این نتایج رسیدند که ژئومورفولوژیست‌ها می‌توانند معیارهای خطر را مشخص کنند (خطر زیاد، خطر متوسط، خطر کم) و بینشی بهتر برای قوانین تصمیم‌گیری در ارتباط با زمین‌لغزش ارائه نمایند. (Lee, Ryu, Won, & Park, 2004) در بررسی خطر زمین‌لغزش از طریق سنجش‌ازدور، سیستم اطلاعات جغرافیایی، عکس هوایی و تصاویر ماهواره‌ای به این نتایج رسیدند که شیب و جهت و انحنای توپوگرافی از مهم‌ترین عوامل تشدید کننده دامنه‌ها در ایجاد لغزش هستند. یافته‌های (Malamud, Turcotte, Guzzetti, 2004) در بررسی زمین‌لغزش‌های جهان دال بر این است که یک لندفرم زمین‌لغزشی می‌تواند از یک رخداد یا حتی هزاران رخداد زمین‌لغزشی به وجود آمده باشد. (Guzzetti, Reichenbach, Cardinali, 2005) در ارزیابی خطر زمین‌لغزش با استفاده از عکس هوایی و تجزیه و تحلیل آماری، به این نتیجه رسیدند که یک مدل احتمال برای تعیین خطر زمین‌لغزش در مقیاس حوضه‌ای می‌تواند مفید باشد؛ این‌گونه مدل‌ها پیش‌بینی می‌کند که زمین‌لغزش‌ها بیشتر در چه مکان‌هایی، با چه ابعاد و تعداد دفعاتی رخ می‌دهند. (Valdés Carrera, Mendoza, Allende, & Macías, 2021) در بررسی مروری مطالعات اخیر خطر زمین‌لغزش آمریکای لاتین در مقالات منتشر شده از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۹ به این نکته اشاره نمودند که در تحقیقات زمین‌لغزش آمریکای لاتین لازم است از روش‌ها، ابزارها و تکنیک‌های جدید استفاده گردد. (Panchal & Shrivastava, 2022) ضمن ارزیابی خطر زمین‌لغزش با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی، به این نتیجه رسیدند که زمین‌لغزش تحت تأثیر تراکم گسل، تراکم زهکشی، زمین‌شناسی، رطوبت، توپوگرافی و فاصله از جاده ایجاد می‌شود. (Shano, Raghuvanshi, & Meten, 2022) در بررسی پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش حوضه کوه‌های گامو در جنوب اتیوپی، با استفاده از مدل رگرسیون لجستیک، تجزیه و تحلیل آماری و GIS، به این نتایج دست‌یافتید که فاصله از گسل، آبراهه، منابع آب زیرزمینی، لیتولوژی و جهت بیش‌ترین سهم را در وقوع زمین‌لغزش دارند.

(Memarian & Sayarpour, 2006) در بررسی و پهنه‌بندی نقش پارامتر شیب دامنه در بروز و پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش، به این نتایج دست‌یافتید که دامنه‌های رو به شمال و شمال شرق بیشتر و دامنه‌های رو به غرب و جنوب غرب کمتر از متوسط تراکم سطحی دچار ناپایداری دامنه‌ای شده‌اند. یافته‌های (Klarstaggi, Habibnejad, & Ahmadi, 2008) در بررسی وقوع زمین‌لغزش‌ها در ارتباط با تغییر کاربری اراضی و جاده‌سازی حوضه آبخیز تجن، حاکی از آن است که بیشترین تراکم وقوع زمین‌لغزش، در فاصله ۷۵ متری از

مرکز جاده رخ داده است. پهنه‌بندی زمین‌لغزش‌های ایران توسط (Entezari, & Izadi, 2014) در مقیاس ملی و منطقه‌ای و محلی دال بر این است که با توجه به توپوگرافی عمدتاً کوهستانی، فعالیت زمین‌ساختی و لرزه‌خیزی زیاد، شرایط متنوع زمین‌شناسی و اقلیمی، زمینه وقوع طیف وسیعی از زمین‌لغزش‌ها وجود دارد. (Ghazanfari, Kave Ahangar, & Salavati, 2016) در بررسی ویژگی‌های بافتی نهشته‌ای با استفاده از ابزار چنگه نمونه‌گیر وان وین در کرانه‌ی جنوب خاوری دریاچه آوان، به این نتایج دست‌یافتید که بیشتر نهشته‌های بستر دریاچه سیلت ماسه‌ای و گل با ۲ تا ۵ درصد ماده آلی است. (Jamalabadi, Safari, Borabadi, & Al-Mohammad, 2021) در بررسی، شناسایی و پهنه‌بندی مناطق مستعد وقوع زمین‌لغزش دهستان زاورود بر اساس مدل تلفیقی فازی به این نتایج رسیدند که منطقه از نظر پتانسیل لغزش در چهار رده طبقه‌بندی و میزان لغزش‌پذیری منطقه از خیلی زیاد، زیاد، متوسط تا کم متغیر است.

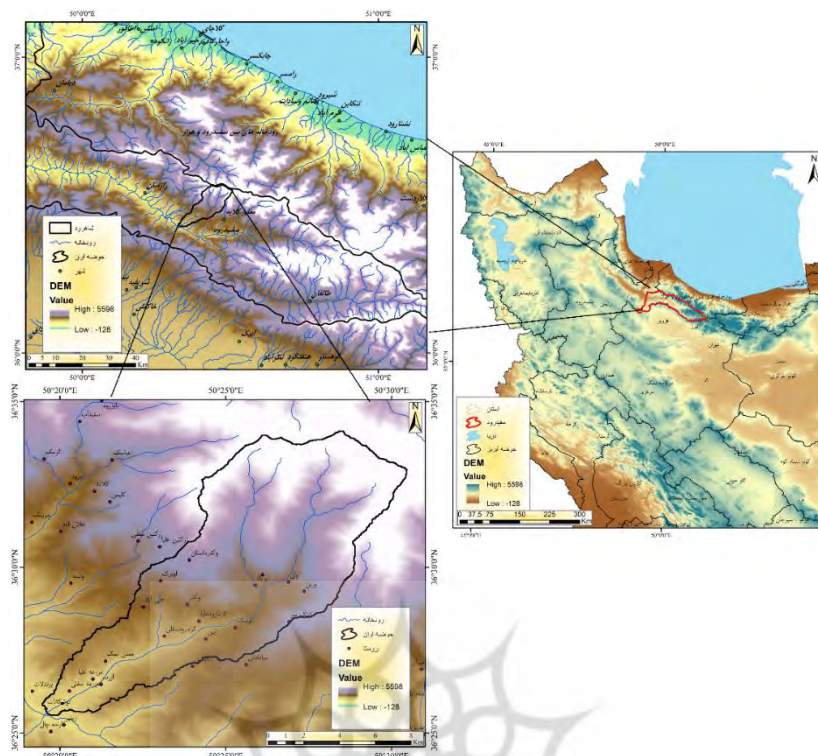
یکی از فرضیه‌های موجود در ارتباط با شکل‌گیری دریاچه آوان وقوع زمین‌لغزش بر اثر زلزله است (Ehteshami-Moinabadi, & Nasiri, 2019). یکی از مهم‌ترین زمین‌لرزه‌های این منطقه، زلزله ۲۰ آوریل ۱۶۰۸ الموت رود (۷/۶ ریشتر) بوده است (Berberian, & Walker, 2010). زمین‌لرزه پنج روستای شمال شرقی قزوین، معلم کلاویه، شمس کلاویه، استالابر و آناده را که بر روی ملاس نئوژن قرمز ساخته شده بودند، ویران کرد و ساکنان آن‌ها را از بین برد (۳۰۰۰ نفر) (Ambraseys & Melville, 1983; Berberian, & Walker, 2010). با این حال، دریاچه آشکارا خیلی زودتر از زلزله ۱۶۰۸ شکل گرفته است. یکی دیگر از زمین‌لرزه‌های مهم قبلی، زلزله ۱۵ اوت ۱۴۸۵ تنکابن-شکور بوده (Ambraseys & Melville, 1983; Berberian, Jackson, Ghorashi, & Kadjar, 1984) که دریاچه‌ها در ناحیه میزوسیسیمی آن قرار گرفته‌اند. زمین‌لرزه‌های مهم دیگری بر روی گسل طالقان در شرق (به‌عنوان مثال، (Nazari, et al., 2009) یا در منطقه قزوین (به‌عنوان مثال، Berberian, Qorashi, Jackson, Priestley, & Wallace, 1992) این منطقه را تحت تأثیر قرار داده است، اما ارتباط دادن زمین‌لغزش دریاچه به زلزله خاص بدون تاریخ‌گذاری مشکل است. هدف اصلی نویسندگان در این مقاله، پاسخ‌گویی به این سؤال است: دریاچه آوان چگونه به وجود آمده است؟ برای پاسخ‌گویی به آن، نویسندگان قبل از هر چیز، ذهن خود را از هرگونه پیش‌داوری خالی نمودند تا بتوانند به سؤال مطرح شده به‌صورت پدیدارشناسانه برخورد نمایند. با مراجعه مکرر و برنامه‌ریزی‌شده به منطقه و مشاهده لندفرم‌های موجود، به‌صورت انتزاعی و سلسله‌مراتبی، سعی گردید در راستای یافته‌های پژوهشگران قبلی، پاسخ دقیق‌تری به سؤال داده شود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه شاهرود از جمله مناطقی است که به علت داشتن انواع لیتولوژی، شیب‌های دامنه‌ای نسبتاً تند، بارندگی و رطوبت فراوان مستعد زمین‌لغزش است. واحدهای زمین‌شناسی آن به علت فراوانی رسوبات مارن، شیل، سیلت و رس، در مقابل فرسایش و وقوع زمین‌لغزش بسیار حساس هستند. منطقه اوان به عنوان یکی از مناطق توریستی و گردشگری به خصوص در فصول بهار، تابستان و اوایل پاییز، منطقه‌ای با پتانسیل زیاد در جذب گردشگر است؛ چراکه علاوه بر وجود دریاچه، دارای چشم‌اندازهای بی‌نظیری از کشاورزی سستی (با محصولات متنوع)، پوشش گیاهان داروئی مختلف و مهم رودخانه‌های پر آب با تند آب‌ها و آبشارهای متعدد است (Mohibian, Ghazanfari, & Ahankar, 2011; Madi, Beh Afrid, Asadiha, & Tehranchi, 2014; Masso, 2010; Amir, 1379). آ (آب) + وان (مخزن) یعنی روستایی که به دلیل قرارگیری در کنار چشمه‌ها و دریاچه به عنوان مخزن آب معروف بوده است. دریاچه در یک چاله واقع شده که در شمال آن آثاری از یک لیتولوژی مقاوم آندزیتی، به صورت برجسته رخنمون دارد؛ همانند کتاب‌بازی که یک طرف آن چاله (آب) و طرف دیگر برآمدگی (خشکی) باشد. حوضه آبخیز اوان، بخش کوچکی از حوضه آبخیز بزرگ سد سفیدرود است. در قسمت جنوبی دریاچه یک مسیل وجود دارد که در فصول پرآبی، با سرریز شدن دریاچه، آب‌های اضافی از دریاچه خارج می‌شود و برای کشاورزی مورداستفاده قرار می‌گیرد. دریاچه در مختصات جغرافیایی ۳۶ درجه، ۲۸ دقیقه، ۵۸ ثانیه شمالی و ۵۰ درجه، ۲۶ دقیقه، ۳۷ ثانیه شرقی و در ارتفاع ۱۸۱۱ متری از سطح دریا در حلقه چهار روستای، وربن، زواردشت و زراباد و در ۷۵ کیلومتری شهر قزوین قرار دارد (شکل ۱).

دریاچه اوان به شکل حفره‌ای است و عمق آن به طور متوسط ۵/۷ متر است و عمیق‌ترین قسمت آن تا ۲۰ متر نیز گزارش شده است. طول آن ۳۲۵ متر و عرض آن ۲۷۵ متر است و احتمالاً ۵۰۰ سال پیش بر اثر لغزش به وجود آمده است (Mohibian, Ghazanfari, & Ahankar, 2011). مساحت دریاچه بدون حاشیه مرطوب ۷ هکتار است و با احتساب حاشیه مرطوب آن از روی نقشه حدود ۹ هکتار است (Borji, & Naserul Mamar, 2016). مساحت واحد هیدرولوژیک منتهی به دریاچه ۵۲۱/۷۹ هکتار است و طول بلندترین آبراهه منتهی به دریاچه، در حدود ۴ کیلومتر، حداکثر ارتفاع آن ۲۷۴۱ متر است (Ashjari, 2020). در داخل منطقه دوشاخه مهم رودخانه اوان و زراباد به هم می‌رسند و رودخانه جنه را به وجود می‌آورند (Safari, et al., 2016).

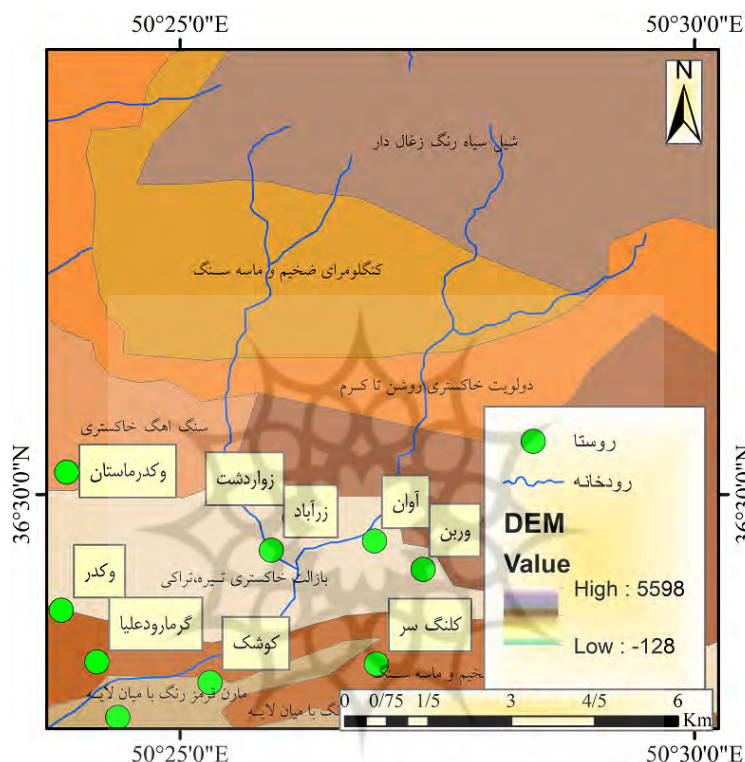


شکل ۱- موقعیت حوضه آوان در ایران و حوضه شاهرود

Fig.1. Location of the Ovan catchment in Iran and the Shahroud Basin

حوضه آبریز الموت-شاهرود در البرز مرکزی، با رودخانه‌هایی هم‌راستا با گسل‌ها یا چین‌خوردگی‌های منطقه است؛ امتداد گسل‌ها در دو راستای غالب شمال باختری و جنوب خاوری و باختری- خاوری است. سازوکار گسل‌ها رورانده، نرمال، امتدادلغز و گسل‌های فرعی دیگر است (Pasban, Khodabakhsh, Garibreza, Kabiri, & Bahiraei, 2018). این منطقه در بخش جنوبی خط‌الرأس اصلی رشته‌کوه‌های البرز، سنگ‌ها و نهشته‌های وابسته به دوران نوزیستی زمین‌شناسی را شامل می‌شود که دربرگیرنده سازند کرج نهشته‌های میوسن و کواترنری است. سازند کرج (پالئوژن) از لحاظ لیتولوژیکی شامل توالی به نسبت ستبری از توف‌های سبز رنگ، سنگ‌های رسوبی و گدازه‌های آتشفشانی و به‌ندرت تبخیری است (Mohibian, Ghazanfari, & Ahankar, 2011). مهم‌ترین سازندهای کربناته الموت سازندهای سلطانیه، روته، الیکا، لار و تیزکوه، است (Ghazanfari, Kave Ahangar, & Salavati, 2016) (شکل ۲). دولومیت خاکستری تیره با باندهای تیره چرت به‌عنوان سازند سلطانیه و مارن قرمز رنگ با بین لایه‌هایی از ماسه‌سنگ و کنگلومرا و گچ، شیل خاکستری متمایل به سبز دولومیت و ماسه‌سنگ به‌عنوان سازند باروت شناخته شده است. ستبرای کلی سازند سلطانیه، حدود ۳۰۰ تا ۵۰۰ متر است که به‌طور عمده توسط گسل‌های مختلف قطع و جابه‌جا شده‌اند که روی آن شیل‌های ارغوانی و ماسه‌سنگ‌های آرکوزی سازند زایگون قرار می‌گیرند. کنگلومرای ضخیم تا توده‌ای خاکستری رنگ با سخت‌شدگی خوب و قطعات کوچک و بزرگ ولکانیک با ترکیب‌های متفاوت و سیمان ولکانیکی با جور شدگی و

گرد شدگی ضعیف تا متوسط همراه با لایه‌هایی از ماسه‌سنگ‌های خاکستری تا قرمز دانه‌ریز تا دانه‌متوسط است. ستبرای این کنگلومرای در اطراف حوضه تا حدود ۳۰۰ متر می‌رسد. گسله راندگی دیکین با درازای ۲۰ کیلومتر با روند شمال باختری- جنوب خاوری و گسل خشچال با طول تقریبی ۳۹ کیلومتر، باعث رانده شدن نهشته‌های سازند کامبرین زیرین باروت بر روی سازند تریاس میانی - ژوراسیک زیرین شمشک و در بخش‌هایی بر روی واحدهای پالئوزوئیک بالایی شده است (Asgari, Yassaghi, & Madanipour, 2015).



شکل ۲- نقشه لیتولوژیکی حوضه اوان (الف) و گسل‌های اطراف حوضه اوان (ب)

Fig.2. Lithological map of the Ovan catchment (a) and surrounding faults of the Ovan catchment(b)

روش انجام پژوهش

در این پژوهش، با خالی کردن ذهن، از هرگونه پیش‌داوری در مورد چگونگی شکل‌گیری دریاچه اوان، با مراجعه مستقیم به حوضه دریاچه در چندین نوبت و تجزیه و تحلیل توپوگرافی مناطق اطراف دریاچه، در ارتباط با حرکات دامنه‌ای، مراحل شکل‌گیری این دریاچه تجزیه و تحلیل گردید. پیمایش میدانی در دو جهت درون و برون حوضه انجام شد. در پیمایش برون حوضه‌ای، در امتداد کنگلومرای اندج، اثرگذاری عوامل بیرونی بر این نوع لیتولوژی ردیابی گردید. در پیمایش حوضه‌ای توجه بیشتر معطوف به چگونگی فرایندهای دامنه‌ای در لیتولوژی‌ها و ارتفاعات متفاوت بود. در مشاهدات و مطالعات میدانی مناطق بالادست دریاچه اوان، آثار

زمین لغزش‌های متعددی که گاه به صورت حوضه‌های بسته در آمده بودند مشاهده گردید؛ آن‌ها آثار آبگیری دوره‌های مرطوب سال را به صورت رسوبات ریزدانه در درون خود به میراث گذاشته‌اند. بر این اساس سعی گردید در چندین مرحله چگونگی وقوع زمین لغزشی که منجر به شکل‌گیری دریاچه آوان شده را مورد ارزیابی قرار داد. در این میان برای تأیید یافته‌ها از آمار توصیفی و شرایط اقلیمی نیز کمک گرفته شد: الف) در مشاهدات میدانی، تفاوت بسیار بارز زمین لغزش‌های حوضه مورد تأیید قرار گرفت. بر اساس تفاوت‌های مکانی، آن‌ها در سه دسته طبقه‌بندی گردید: ۱- زمین لغزش‌های رودخانه‌ای؛ معمولاً رودخانه‌ها در حین حفر کانال اصلی خود دامنه مسلط ه خود را ناپایدار کرده و به مرور زمان، ناپایداری از آستانه تعادل محیطی خارج شده و منجر به حرکات توده‌ای مواد بالادست بستر خود می‌شود. ۲- زمین لغزش‌هایی دامنه‌ای که از نظر ارتفاعی مسلط به زمین لغزش‌های رودخانه‌ای بودند و معمولاً در دامنه‌های کوهستانی دورتر از کانال آبراهه‌ها رخ داده‌اند. ۳- زمین لغزش‌های سیرکی - یخچالی هستند که در نواحی مرتفع‌تر دیده شدند. برای تشخیص و تفکیک زمین لغزش‌ها، با مشاهده نمونه‌های متعددی از آن‌ها در میدان و بررسی وضعیت انعکاس آن‌ها در نقشه‌های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ و DEM، به کمک آن‌ها، تمامی زمین لغزش‌های حوضه آوان شناسایی و تفکیک گردید. داده‌های زمین لغزش جمع‌آوری شده از این طریق، با برداشت صحرایی و داده‌های GPS موردبازنگری و تصحیح هندسی قرار گرفت و نوع زمین لغزش، مطابق با سیستم مختصات برداشت شده در منطقه، مشخص و وارد نرم‌افزار Arc GIS و Global Mapper گردید. ب) علاوه بر پیمایش میدانی از داده‌های مدل رقومی ارتفاعی (DEM30) متری مربوط به سنجنده SRTM، لایه لیتولوژی و داده‌های اقلیمی (دما و بارش) جهت تأیید یافته‌های میدانی و از آمار توصیفی برای تحلیل آماری آن‌ها استفاده گردید. ۱- انواع زمین لغزش‌ها با توجه به نوع لیتولوژی مربوط استخراج و ارزیابی گردید. ۲- با مقایسه مساحت زمین لغزش‌های دامنه‌ای با مساحت نزدیک‌ترین زمین لغزش به خط‌الرأس، آن‌ها در دو گروه کاهشی و افزایشی تقسیم گردید؛ زمین لغزش رودخانه‌ای در این گروه‌بندی قرار نگرفتند. ۳- تراکم زمین لغزش با استفاده از [رابطه \(۱\)](#)، درصد تراکم زمین لغزش با استفاده از [رابطه \(۲\)](#) و درصد تراکم نسبت به زمین لغزش کل حوضه با استفاده از [رابطه \(۳\)](#) به تفکیک لیتولوژی برآورد و تجزیه و تحلیل گردید.

$$Dls = \frac{n}{Ali} \quad \text{رابطه (۱)}$$

$$\%Dls = \frac{Als}{Ali} \quad \text{رابطه (۲)}$$

$$Lsb = \frac{Nlb}{\sum s_{lb}} \% \quad \text{رابطه (۳)}$$

DIS: تراکم زمین لغزش برحسب N. (Km2): تعداد زمین لغزش. Ali: مساحت لیتولوژی برحسب Dls. (Km2): درصد تراکم زمین لغزش. Als: مساحت مربوط به هر کدام از زمین لغزش‌ها. Ali: مساحت

لیتولوژی برحسب (Km^2) L_{sb} : درصد تراکم نسبت به زمین لغزش کل حوضه. N_{li} : تعداد زمین لغزش واقع در هر لیتولوژی. $\sum S_{lb}$: تعداد کل زمین لغزش‌های حوضه.

ج) در پایان با استناد به موارد فوق و با توجه به موقعیت خاص دریاچه اوان از نظر لیتولوژیکی و هیدرولوژیکی، چگونگی شکل‌گیری آن تبیین گردید. در این مرحله با انسجام فکری که از وضعیت موجود فراهم شده بود، دریاچه اوان، از یک طرف به‌عنوان یک زمین لغزش در راستای زمین لغزش‌های دیگر و از طرف دیگر با توجه به موقعیت منحصربه‌فردی که دارد، مورد ارزیابی قرار گرفت.

نتایج و بحث

کنگلومرای اندج در حدود ۱۵ کیلومتر، در امتداد شرقی-غربی، بین شیل، شیل ژپیس دار، گل سنگ ژپیس دار و شیل سیلتی باکمی ماسه‌سنگ و سنگ‌آهک (واحد سبز و قصرقند) در جنوب و بازالیت و آندزیت با بافت حفره‌ای در شمال و با ضخامت نزدیک به ۱۰۰۰ متر، در مسیر اندج-اوان رخنمون دارد. وضعیت قرارگیری لایه‌های زمین‌شناسی و توپوگرافی دره‌های رودخانه‌ای، دال بر تحمیل رود (پسینه رود) بودن رودخانه‌ها در این نوع لیتولوژی است. شروع رخنمون کنگلومرای از شرق روستای اندج است و رودخانه اندج به‌صورت عمود آن را قطع می‌کند (شکل ۳. ب). این بخش ضخیم‌ترین و مقاوم‌ترین قسمت کنگلومرای است؛ به‌گونه‌ای که رودخانه، در این بخش دره‌ای به عمق ۸۴۲ متر حفر نموده و منجر به شکل‌گیری تافونی‌های زیبا و بی‌نظیری در صخره‌ها شده که تحت عنوان صخره‌های اندج می‌تواند در جذب توریست نقش مهمی داشته باشد. در ۵۰۰ متری غرب این صخره‌ها، کنگلومرای به‌صورت مرتفع و قائم، بستر مساعدی برای صخره‌نوردی فراهم نموده است (شکل ۳. پ).

شرایط محیطی متفاوت حوضه معلم کلایه نسبت به حوضه اندج باعث شکل‌گیری چشم‌انداز متفاوت‌تری در کنگلومرای شده است (وسعت کمتر حوضه آبخیز، کم ارتفاع‌تر بودن منطقه مسلط به کنگلومرای، سیمان سست‌تر کنگلومرای، وجود زمین لغزش‌های کوچک و متعدد در شیل رسی مسلط به کنگلومرای). تخریب بیشتر کنگلومرای بخش معلم کلایه و نقش کمتر کربنات‌ها در سیمانه شدن آن، شرایط شکل‌گیری صخره‌های لانه‌زنبوری را فراهم نموده و دره V شکل بازتری در کنگلومرای ایجاد شده است (شکل ۳. ج)؛ در عوض شرایط برای زمین لغزش بزرگ فراهم شده است؛ بر اثر وقوع زمین لغزش وسیع با ابعاد چندین هکتار [Khodaie & Jafari, 2022; Rajabi Rezaei Moghadam & Takzare 2022; Beheshti Rad, Feiznia, Selajegheh, & Ahmadi, 2009](#) گسیختگی‌ای در کنگلومرای معلم کلایه با رخنمون قائم با حداکثر ارتفاع ۲۰۰ متر ایجاد شده است که بلوک‌های کنگلومرایی ناشی از آن در بخش وسیعی از منطقه قابل‌رؤیت است (شکل ۳. چ). فرسایش‌پذیری شدید رسوبات مارنی غالب در لیتولوژی پایین‌دست کنگلومرای، رخنمون این نوع لیتولوژی را در سینوزیته کوهستان حوضه‌ها به دنبال داشته است. رخنمون گسترده آن‌ها در حوضه معلم کلایه، شرایط را برای ایجاد ترک‌های عمودی در سطح کنگلومرای و نفوذ آب به درون آن شده و وقوع گسیختگی بزرگ‌تر فراهم کرده است.

در حوضه اوان هم ضخامت کنگلومرای اندج کم می‌شود و هم سیمان آن سست‌تر می‌گردد و از طرفی این نوع لیتولوژی بر اثر دخالت گسل در مرز غربی حوضه اوان محدود می‌شود (شکل ۳. ح). در این مکان نه اثری از صخره‌های مشبک اندج دیده می‌شود و نه همانند معلم کلایه، در کنگلومرا رخنمون قائم به وجود آمده است و به احتمال قوی زمین‌لغزش بزرگی نیز در کنگلومرا رخ نداده است که در تخلیه مواد چاله اوان نقش داشته باشد.



شکل ۳- دریاچه اوان و تپه قرینه آن. الف. عبور رودخانه اندج از کنگلومرا و ایجاد تنگ و صخره‌های اندج. ب. کنگلومرا تخریب شده و صخره‌ای در نزدیکی اندج. پ. وضعیت خروج رودخانه از کنگلومرا در حوضه معلم کلایه در غرب حوضه. ج. زمین‌لغزش معلم کلایه. چ. وضعیت خروجی رودخانه از کنگلومرا. ح.

Fig.3. Ovan Lake and its adjacent hill. a. The passage of the Andaj River through conglomerate and the formation of the Andaj gorge and cliffs. b. Weathered conglomerate in the Kelaye basin in the western part of the basin. d. Landslide in Mokke Kelye. e. The condition of the catchment outlet from the conglomerate.

برای بررسی وضعیت زمین لغزش مؤثر در شکل‌گیری دریاچه اوان، از دو پارامتر آب و هوایی و لیتولوژی استفاده شده است. به‌طور کلی آب‌وهوای منطقه در بخش‌های مرتفع و کوهستانی الموت، در فصل زمستان سرد و در تابستان نسبتاً معتدل است (Arasti, 2019). برای بررسی وضعیت اقلیمی حوضه، با استفاده از رابطه (۴) (Hedayati, & Kakavand, 2012)، داده‌های نقطه‌ای ایستگاه‌های هواشناسی اطراف حوضه به لایه سطحی تبدیل گردید.

$$T = -0.004H + 19.54 \quad \text{رابطه (۴)}$$

T: دما، H: ارتفاع، ۱۹/۵۴: عرض از مبدأ. با اعمال رابطه (۱) در لایه ارتفاع منطقه نقشه هم‌دمای منطقه استخراج گردید (شکل ۴. الف). بر این اساس، متوسط سالانه دمای حوضه ۸/۶۵ درجه سانتی‌گراد، متوسط سالانه حداقل دما ۲/۲۵۱ درجه سانتی‌گراد، در مرتفع‌ترین قسمت حوضه (قله خشچال) و متوسط سالانه بالاترین دما حداکثر ۱۴/۹۸ درجه سانتی‌گراد، در محل اتصال رودخانه به شاهرود در رجائی دشت برآورد گردید. برای بررسی بارش حوضه، با استفاده از داده‌های نزدیک‌ترین ایستگاه‌های باران‌سنجی به حوضه (باغکلایه، یارفی، خسرو و محمد آباد الموت) با طول دوره آماری ۲۵ ساله، رابطه (۵) برآورد گردید (P: بارش، H: ارتفاع) و با اعمال این رابطه در DEM منطقه، لایه‌ی هم بارش حوضه استخراج شد (شکل ۴. ب). متوسط درازمدت بارش حوضه ۶۴۲/۹۷ میلی‌متر برآورد گردیده است. بر این اساس اکثر بارش‌های سطوح مرتفع که امکان دریافت بارش بیشتر و دمای کمتر دارند، به‌صورت جامد (برف) است و امکان وقوع زمین‌لغزش بیشتری دارند؛ ولی با توجه به مورفولوژی و توپوگرافی حوضه و بر اساس مشاهدات میدانی، چنین استنباط می‌گردد که غلبه حرکات دامنه‌ای در نواحی مرتفع با حرکات ریزشی و در ارتفاعات متوسط حوضه با زمین‌لغزش است.

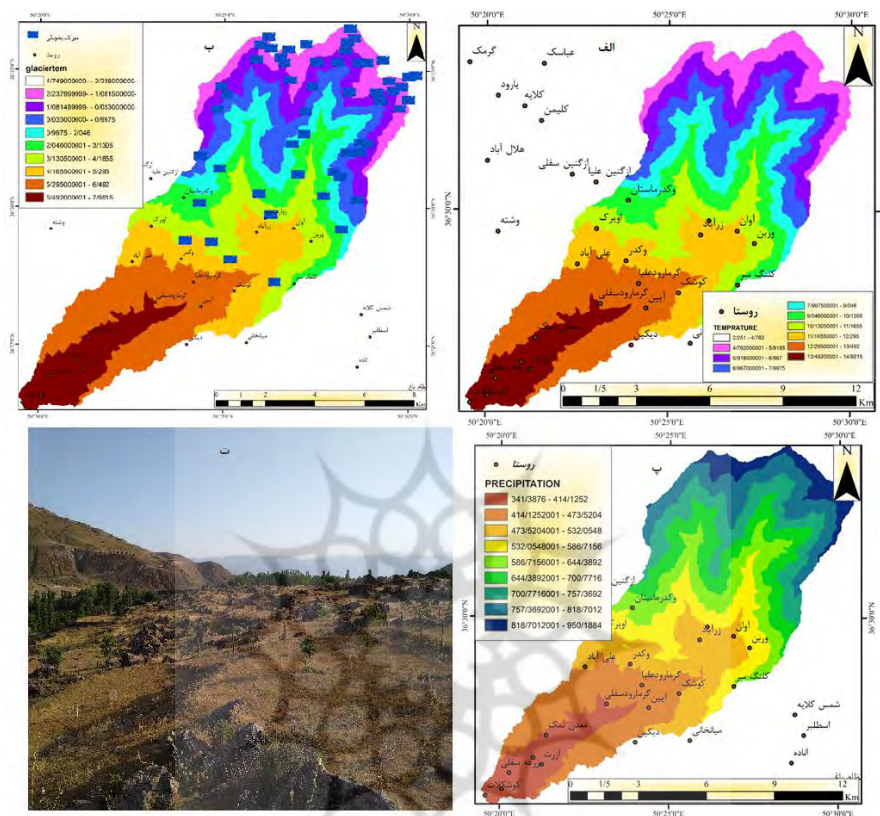
$$P = 0.215H + 123.39 \quad \text{رابطه (۵)}$$

هرچند در شرایطی کنونی تشکیل یخچال در حوضه میسر نیست ولی احتمال وجود آن در دوره‌های سرد کواترنری که شرایط دمایی نسبت به امروز ۵ تا ۸ درجه سانتی‌گراد پایین‌تر بوده (Jadari, 2012) بسیار زیاد است؛ به‌منظور بررسی وضعیت دمایی کواترنری آثار سیرک یخچالی حوضه شناسایی شد. در محیط‌هایی مثل حوضه که در شرایط کنونی حرکات دامنه‌ای بسیار زیاد رخ داده است، فرم اولیه اکثر سیرک‌ها را برهم خورده است. همچنین تغییر سطح اساس رودخانه‌های حوضه بر اثر حفر بستر شاهرود و پایین افتادن سطح اساس آن، منجر به فرسایش قهقرایی در سرشاخه‌های شاهرود و از جمله رودخانه جنه شده و در مجموع شرایط را برای چندنگارگی یا پالمسیست فراهم کرده‌اند. اشکال سطحی که ظاهر آن‌ها آشکارا و به‌آرامی در طول زمان تغییر می‌کند و دربرگیرنده مواریث اقلیمی مختلف و عملکرد فرایندهای کنونی هستند را پالمسیست می‌نامند (Ghasemnezhad, & Hosseinzadeh, 2014). در حوضه بعد از عقب‌نشینی یخچال‌های کواترنری و گرم شدن محیط فرایندهای رودخانه‌ای و حرکات دامنه‌ای، در فرم سیرک‌های یخچالی، جانشین یخچال شده‌اند.

مقدار تغییر فرم سیرک‌های یخچالی با افزایش ارتفاع کم‌تر شده است به گونه‌ای که می‌توان در قسمت‌های نزدیک به قله خشچال سیرک‌هایی با تغییرات بسیار جزئی شناسایی نمود که فرم اولیه‌ی خود را حفظ کرده‌اند؛ این گونه زمین لغزش‌ها در وسعت، طول دامنه و شیب دیواره با زمین لغزش‌های پایین‌تر از ارتفاع برف مرز دائمی تفاوت دارند و بافاصله گرفتن از خط‌الرأس وسعت آن‌ها افزایش می‌یابد. بافاصله گرفتن از قله اصلی حوضه نقش فرایندهای دیگر در داخل زمین لغزش‌ها بیشتر از یخچال می‌شود؛ از نواحی مرتفع حوضه به سمت نواحی پست می‌توان سیرک، سیرک - زمین لغزش، زمین لغزش - سیرک و زمین لغزش را به خوبی از هم تفکیک نمود.

برای برآورد ارتفاع برف مرز کواترنری از روش رایت استفاده شد؛ در این روش، ارتفاعی که ۶۰٪ از سیرک‌های یخچالی بالاتر از آن قرار دارد به عنوان ارتفاع برف مرز دائمی شناخته می‌شود (Ahmadabadi, & fatholah, 2018). بر اساس لندفرم‌های سیرکی حوضه آوان، ارتفاع برف مرز دائمی در دوره سرد کواترنری ۲۷۸۴/۵ متر برآورد گردید. بسیاری از فرم‌های زمین لغزشی بالاتر از این ارتفاع، کانتکست سیرک یخچالی داشته‌اند. با توجه به رابطه ارتفاع با دما، دمای این ارتفاع (۷/۰۱ درجه سانتی‌گراد) را از عدد عرض از مبدأ (۱۹/۵۴) رابطه (۱) کسر نموده و با اعمال رابطه جدید در DEM، شرایط دمایی دوران سرد کواترنری بازسازی گردید (شکل ۴. پ). از لایه بازسازی شده چنین برمی‌آید که دمای ۵ درجه سانتی‌گراد گذشته، به عنوان ارتفاع خط تعادل آب و یخ کواترنری (Ramesht & Babajamali, 20121: 62) با دمای ۱۲ درجه کنونی انطباق دارد؛ در نتیجه زبانه‌های یخچال می‌توانسته تا ارتفاع ۱۶۷۵ متر پیش روی داشته باشد و با توجه به ارتفاع دریاچه (۱۸۰۰ متری) در صورتی که دره‌های یخچالی از توپوگرافی غیر از توپوگرافی کنونی تبعیت نموده باشند، امکان داشته در اطراف دریاچه یک شیت یخی وسیع شکل گرفته باشد. پراکندگی بلوکه‌های سنگی، موقعیت ارتفاع برف مرز دائمی حوضه (۲۷۸۴ متر) و شناسایی آثار کم ارتفاع‌ترین سیرک حوضه (۲۵۶۰ متر) در ارتفاعی پایین‌تر از ارتفاع دریاچه (۱۸۱۰)، باعث طرح فرضیه سیرک بودن محل کنونی دریاچه در دوره‌های سرد شده است (Ramesht & Babajamali, 20121: 60). البته یکی از ویژگی مورن‌های سرگردان (بلوکه‌های سنگی)، متفاوت بودن جنس آن‌ها با سنگ‌های منطقه است (جباری، ۱۳۹۶: ۲۷۵) (شکل ۴. ت) در صورتی که جنس بلوکه‌های سنگی مسلط به دریاچه آوان با آندزیت‌های بستر سنگی خود انطباق دارند. بررسی لیتولوژیکی حوضه دال بر این است که ۲۵/۷٪ زمین لغزش در سازند آواری پایینی، ۱۸/۶٪ در آهک، ۱۷/۸٪ در سازند الیکا، ۱۳/۶٪ در سازند مبارک، ۹/۵٪ در بازالت خاکستری تیره، ۵/۱٪ در کنگلومرای ضخیم و ۴/۰۱٪ در سازند روته رخ داده است. بررسی مساحت زمین لغزش در لیتولوژی‌های مختلف نیز حاکی از آن است که بیش‌ترین مساحت زمین لغزش در سازند آواری پایینی ($5/153 \text{ Km}^2$)، سنگ آهک و آهک ماسه‌ای (Km^2) (۴/۲۰۷) و در سازند الیکا ($3/121 \text{ Km}^2$) بوده است. بهترین شاخص برای ارزیابی زمین لغزش در لیتولوژی‌های

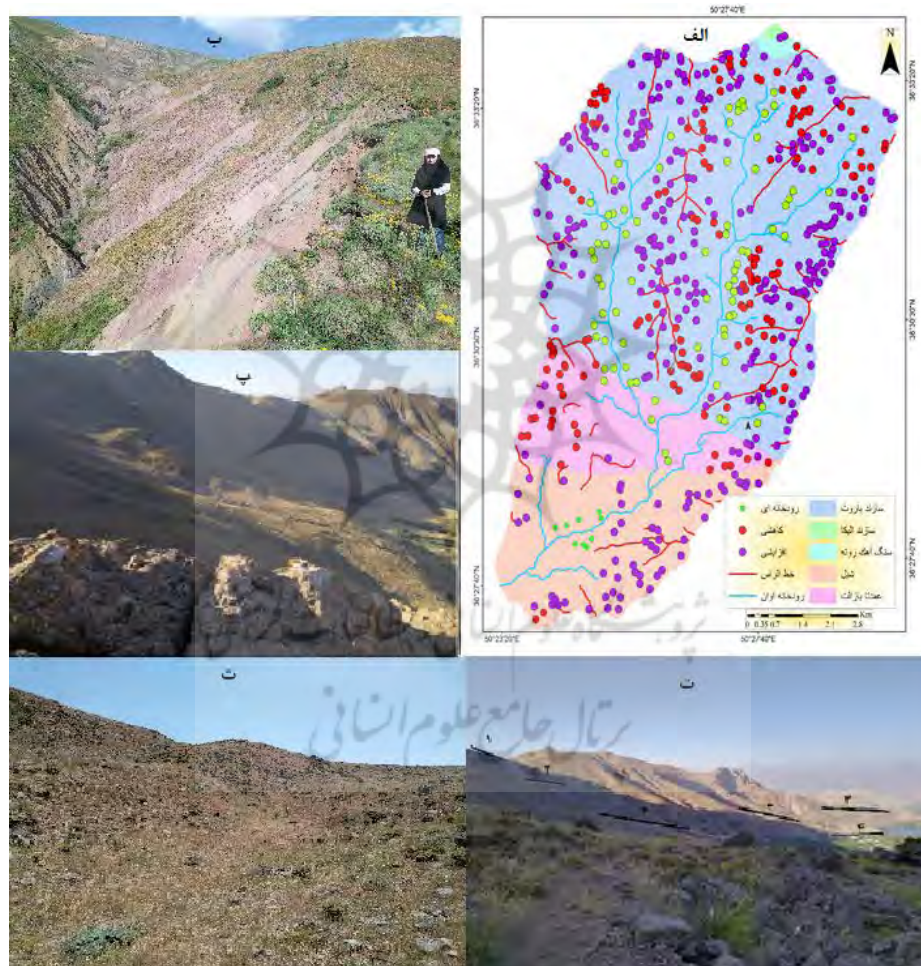
مختلف، نسبت مساحت زمین لغزش به نسبت مساحت تفکیک شده لیتولوژی ها است که بیشترین نسبت در سازند الیکا، سازند مبارک، سازند روته و مارن قرمز رنگ بامیان لایه ای از ماسه سنگ و کنگلومرا بود (شکل ۴. الف).



شکل ۴- نقشه هم دمای حوضه در شرایط کنونی. الف. نقشه هم دمای کواترنری حوضه با محل سیرک های شناسایی شده. ب. نقشه هم بارش حوضه در شرایط کنونی. پ. بلوکه های سنگی باقی مانده از زمین لغزش بزرگ شمال اوان. ت.

Fig.4. Current isotherm map of the catchment. a. Quaternary isotherm map of tcatchment with the location of identified cirques. b. Current precipitation map of the catchment c. Rock blocks remaining from the major landslide north of ovan.

یکی از فرضیات وقوع زمین لغزش منجر به شکل گیری دریاچه، فراهم شدن بستر زمین لغزش های بزرگ بر اثر وقوع زمین لغزش های کوچک در مناطق مرتفع تر است. برای آزمون این ویژگی در درجه اول زمین لغزش های اطراف رودخانه که وسعت آنها به تخریب آب جاری در پای دامنه بستگی داشت از زمین لغزش های دامنه ای تفکیک گردید؛ سپس سایر زمین لغزش ها بر اساس تغییر وسعتشان نسبت به وسعت زمین لغزش های هم جوار از خط الرأس ها، در گروه افزایشی و کاهشی تفکیک شدند و با توجه به لیتولوژی که در آن واقع شده بودند، استخراج و تجزیه و تحلیل گردید (شکل ۵. الف، ب، پ و ت). علی رغم افزایش وسعت بسیاری از زمین لغزش ها، تغییرات وسعت آنها را نمی توان بافاصله گرفتن از خط الرأس در روند خطی ارزیابی نمود ولی



شکل ۵- انواع زمین لغزش ها در حوضه. افزایشی و کاهششی. الف. تغییر زمین لغزش دامنه‌ای (سمت راست) به رودخانه‌ای (سمت چپ) ب. انعکاس زمین لغزش دامنه‌ای (سطوح پلکانی متعدد در مرکز عکس) پ. سطوح زمین لغزش در شرق دریاچه اوان (چهار سطح متداخل زمین لغزشی شناسایی شد) ت. زمین لغزش نزدیک خط الرأس ث.

Fig.5. Types of landslides in the catchment. Increasing and decreasing. a. Change of a slope landslide (right side) to a riverine landslide (left side). b. Reflection of a slope

landslide (multiple terraced surfaces in the center of the photo). c. Landslide surfaces in the east of Ovan Lake (four interleaved landslide surfaces identified). d. Landslide near the ridge line.

بررسی کلی وسعت زمین لغزش‌های افزایشی، کاهشی و رودخانه‌ای بیان‌کننده این موضوع است که ۴۶٪ از وسعت کل زمین لغزش‌ها بافاصله گرفتن از خط‌الرأس افزایش داشته است؛ ۳۲/۵٪ از کل زمین لغزش‌ها در مجاورت رودخانه‌ها رخ داده‌اند و فقط ۲۰/۸٪ از زمین لغزش‌ها وضعیت کاهشی داشته‌اند. وضعیت کاهش مساحت در زمین لغزش‌های درون لیتولوژی شیلی به حداقل خود رسیده به گونه‌ای که فقط یک مورد از بین ۷۸ زمین لغزش این لیتولوژی روند کاهشی داشته است و ۵۴ مورد آن روند افزایشی داشته است. بررسی مساحت زمین لغزش رخ داده در وسعت هر لیتولوژی دال بر این است که ۵۱/۷٪ ($9/6 \text{ Km}^2$) از مساحت کل زمین لغزش‌ها ($18/81 \text{ Km}^2$) شرایط افزایشی، ۳۳/۵۵٪ از مساحت زمین لغزش‌ها شرایط رودخانه‌ای و فقط ۱۵/۳۸٪ از مساحت زمین لغزش‌ها روند کاهشی داشته‌اند. زمین لغزش‌های رودخانه‌ای در لیتولوژی شیل با آندزیت و بازالت وضعیتی یکسان دارند؛ در صورتی که شرایط برای زمین لغزش‌های افزایشی در لیتولوژی شیل و زمین لغزش‌های کاهشی در بازالت و آندزیت مساعدتر است (جدول ۱).

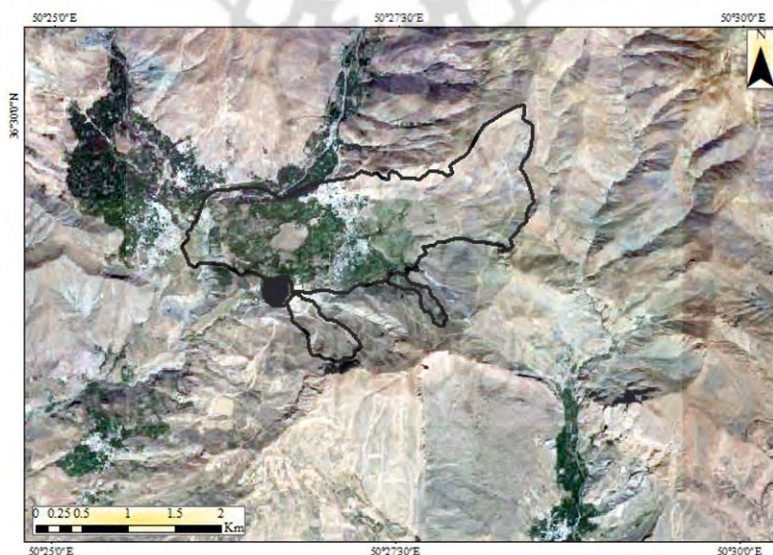
جدول ۱- توزیع زمین لغزش در لیتولوژی‌های مختلف در نقشه‌های زمین‌شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰

Table1- Distribution of landslides in different lithologies on 1:100,000 geological maps

لیتولوژی و مساحت برحسب Km^2 و %	نوع زمین لغزش	مساحت	تعداد	تراکم زمین لغزش در Km^2	تراکم		نسبت به کل زمین لغزش %	تراکم مساحت زمین لغزش
					تراکم زمین لغزش %	تعداد		
دولومیت (۷۸٪) ۷۳/۶۵	افزایشی	۷/۰۷۸	۲۵۵	۴/۵۱	۱۲/۵۳	۴۷	۸۱٪	۷۸٪
	کاهشی	۲/۲۹	۱۱۳	۲/۰۰۰	۴	۲۰		
	رودخانه‌ای	۱/۹۲۶	۱۸۲	۳/۲۲	۲۶	۳۳		
	کل	۱۱/۲۹۶	۵۵۰	۹/۷۳	۴۲/۵۳	۱۰۰		
شیل (۱۷٪) ۱۵/۵۱	افزایشی	۱/۶۰۳	۵۴	۳/۴۹	۱۰/۳	۷۰	۱۱٪	۱۴٪
	کاهشی	۰/۰۴۷	۱	۰/۰۶۴	۰/۳	۱		
	رودخانه‌ای	۰/۳۱۲	۲۳	۱/۴۹	۶	۲۹		
	کل	۱/۹۷	۷۸	۵/۰۴۴	۱۶/۶	۱۰۰		
بازالت و آندزیت (۱۲٪) ۱۰/۷۵	افزایشی	۰/۳۱۵	۸	۰/۷۵	۲/۹	۱۵	۷٪	۷/۵٪
	کاهشی	۰/۵۵۵	۲۸	۲/۶۴	۵/۲	۵۳		
	رودخانه‌ای	۰/۲۰۷	۱۷	۱/۶۰	۱۳	۳۲		
	کل	۱/۰۷۷	۵۳	۵/۰۱	۲۱/۱	۱۰۰		

سازند البرک	(%)	افزایشی	۰/۰۶۱	۱	۶/۲۵	۳۸/۱	۱۰۰	٪۰/۸	٪۰/۴
کل	۱۰۰	۰/۰۶۱	۱	۶/۲۵	۳۸/۱	۱۰۰			

(Ehteshami-Moinabadi, & Nasiri, 2019) در ارتباط با محل دریاچه، چهار لغزش بزرگ شناسایی کرده‌اند؛ عمق متوسط بزرگ‌ترین آن‌ها، ۵۰ متر و مساحت ۳۸۰ هکتار برآورد شده است. دو زمین‌لغزش کوچک با مساحت ۷ و ۲۳ هکتار و عمق کم در اولین زمین‌لغزش شناسایی کرده‌اند (شکل ۶). لغزش چهارم با مساحت ۲۵ هکتار به‌طور کامل در درون اولین زمین‌لغزش شکل گرفته است. بر اساس گفته غواصان تا عمق ۱۸ متری دریاچه می‌توان غواصی کرد؛ از آن به بعد آب با فشار رسوبات ماسه‌ای را به سمت بالا هدایت می‌کند و غواصی را به قسمت‌های عمیق‌تر با مشکل مواجه می‌کند؛ بر این اساس می‌توان چنین نتیجه گرفت که قبل از وقوع زمین‌لغزشی که باعث ایجاد دریاچه شده این آب در درون زمین وجود داشته است؛ درواقع شرایط لیتولوژیکی و هیدرولوژیکی، آب را تحت فشار قرار داده و بر اثر این فشار، آب به سمت بالا هدایت می‌شود؛ چنین وضعیتی از زمان تثبیت ساختار زمین‌شناسی منطقه وجود داشته است. قبل از وقوع زمین‌لغزش‌ها، آب دریاچه از درون زمین به داخل لایه‌ها نفوذ کرده و با هوازگی آن‌ها از درون، زمینه تخریب کنگلومرا و تخلیه مواد را فراهم نموده است.



شکل ۶- نقشه زمین‌لغزش‌های تهیه شده در نزدیکی منطقه به‌وسیله (Ehteshami-Moinabadi, & Nasiri, 2019)

Fig.6. Landslide map prepared in the surrounding area by Ehteshami-Moinabadi & Nasiri (2019)

در سطوح ارضی اطراف دریاچه می‌توان آثار زمین‌لغزش‌های متداخل و چند دوره‌ای را ردیابی نمود؛ آثار آن‌ها به‌صورت تراس‌های توپوگرافیکی در اطراف دریاچه قابل‌ردیابی است (شکل ۵. ت). همان‌طور که از اشکال

برمی آید سه سطح زمین لغزش در اطراف دریاچه مشخص شده است که با مطالعات Ehteshami-Moinabadi, Nasiri, 2019 & انطباق دارد.

نتیجه گیری

شناسایی و احاطه محقق بر پدیده موردنظر، در چگونگی پدیدار شدن آن اهمیت بسیار زیاد دارد. در بررسی مسائل مربوط به زمین لغزش حوضه اوان و شکل گیری دریاچه، توجه به چند مورد حائز اهمیت است: ۱- گاه اثر لیتولوژی بر زمین لغزش فقط به صورت تنهایی مدنظر قرار می گیرد؛ اما آنچه اهمیت لیتولوژی را در ایجاد حرکات دامنه ای از انواع مختلف و بخصوص زمین لغزش تشدید می نماید، مساعد بودن لیتولوژی برای جذب آب و حرکات دامنه ای است. نفوذ آب در میان لایه های مثل شیل، شیل ژپس دار، گل سنگ ژپس دار شیل سیلتی تاکی ماسه سنگ و سنگ آهک، در درون سنگ های آهکی یا دولومیتی، در مجاورت توده های بازالتی و آندزیتی، شرایط هیدرولوژی را برای وقوع زمین لغزش فراهم می کند. حرکات دامنه ای از نوع لغزش، در چنین شرایطی، باعث ایجاد حوضچه های بسته شده است که آب در آن ها جمع شده و بانفوذ در بین لایه ها، شرایط را برای جا به جایی مواد در بزرگ تر، در پایین دست فراهم می نمایند. چنین تحولی در حوضه اوان باعث تخلیه رسوبات حساس در مقابل فرسایش و برجسته شدن آندزیت های شمال دریاچه شده است. در یک جابه جایی ناگهانی، مواد آندزیتی به صورت بلوکه های بزرگ ریزش داشته اند. ضخامت کنگلومرای اندج (به طور نسبی ۱۰۰۰ متر)، در جنوب دریاچه، بانفوذ توده مارن قرمز رنگ بامیان لایه ماسه سنگ، به حداقل ممکن می رسد (۴۳۵ متر)؛ و با سیمان سست تر، زمینه را برای هواز دگی و انتقال مواد هوازده فراهم کرده است. ۲- شرایط اقلیم معتدل و نیمه مرطوب حوضه، با بارش های قابل توجه، آب مورد نیاز را برای نفوذ در بین لایه ها و فراهم کردن شرایط لغزشی، نقش مهمی داشته است. ۳- گسل مساعدترین لیتولوژی برای زمین لغزش (واحد سبز و قصرقند) را در مجاورت لیتولوژی مقاوم (سازند فجر) در مقابل زمین لغزش قرار داده است و وقوع زمین لغزش در محل برخورد و اتصال دولایه شرایط تشکیل دریاچه را فراهم کرده است. ۴- رودخانه حوضه اوان (جنه) در رجایی دشت به رود شاهرود می ریزد. تغییر سطح اساس شاهرود، به شکل دره هایی با عمق بیش از ۴۰۰ متر را ایجاد نموده و شرایط فرسایش قهقرایی را فراهم کرده است. فرسایش قهقرایی منجر به عقب نشینی سریع رودخانه ها تا جبهه کوهستان با لیتولوژی مقاوم شده و با تخلیه پایه سنگ های مقاوم، شرایط را برای وقوع زمین لغزش در آن ها فراهم کرده است. ۴- در عمق ۱۸ متری دریاچه آب با فشار زیاد و رسوبات ماسه ای فراوانی به طرف سطح رانده می شود. شرایط لیتولوژیکی، قبل از وقوع زمین لغزش نیز آب را تحت فشار قرار می داده است؛ یکی از عوامل تسهیل کننده زمین لغزش، آب تحت فشاری بوده شرایط را برای رخ داد سولی فولیکسیون یا روانی گلی فراهم کرده است. سطح پیژومتری آب های زیرزمینی، با فراهم نمودن شرایط وقوع زمین لغزش های متعدد، نقش اساسی در شکل گیری دریاچه اوان بازی کرده است. ۵- وجود زمین لغزش های

افزایشی در حوضه، دال بر این است که با وقوع زمین لغزش‌های کوچک و متعدد، زمینه برای زمین لغزش بزرگی همانند آنچه (Ehteshami-Moinabadi, & Nasiri, 2019) گزارش داده‌اند، فراهم شده و دریاچه آوان شکل گرفته باشد. حضور دریاچه در پایین دست زمین لغزش‌های متعدد بیان کننده اثرگذاری چندین زمین لغزش در موفولوژی کنونی دریاچه آوان و سطوح ارضی اطراف آن است. هرچند وجود بلوکه‌های سنگی متعددی در اطراف دریاچه، ارتفاع برف مرز دائمی حوضه در ارتفاع ۲۷۸۴ متر و شناسایی آثار سیرکی در ارتفاع ۲۵۶۰، می‌تواند تشکیل دریاچه را طبق یافته‌های (Ramesht & Babajamali, 2021)، به پیشروی یخچال‌های کواترنری، مرتبط سازد؛ ولی نتایج این مقاله نشان می‌دهد شکل‌گیری دریاچه به عوامل دیگری غیر از یخچال در ارتباط است و دریاچه بعد از عقب‌نشینی یخچال‌ها و در دوره‌های اخیر شکل گرفته است و حتی شکل‌گیری آن می‌تواند مستقل از زمین‌لرزه نیز باشد.

References

- Ahmadabadi, A., & fatholah Zadeh, M. (2018). Investigating the Changes of Snow Line in Oshorankuh Region from Late Quaternary to now. *Quantitative Geomorphological Research*, 7(1), 180-192. [In Persian] <https://dorl.net/dor/20.1001.1.22519424.1397.7.1.12.6>
- Ambraseys, N.N., & Melville C.P. (1983). Seismicity of Yemen. *Nature*, 303, 321-323. <https://doi.org/10.1038/303321a0>
- Ami Ahmadi, M., & Mahmoudi, A. (2016). The Place of Identity in Contemporary Iranian Architecture. Paper presented at the Third Annual Conference on Architecture, Urban Planning and Urban Management Research (Iran), Shiraz. [In Persian] <https://en.civilica.com/doc/650925/>
- Amir, P. (1379). God of Alamut (Zabihullah Mansouri, Trans). Tehran: Duniya Danesh.
- Anabestani, A., & Moeini, A. (2021). The Effect of Place Identity on the Livability of Peri-Urban Villages of Mashhad Metropolis. *Geographical Planning of Space*, 11(39), 69-90. [In Persian] <https://doi.org/10.30488/gps.2019.183416.3038>
- Arasti, A. R. (2019) *Evaluation of the ecological potential of the watershed of the Shahroud River, Alamut District, Qazvin Province, for the development of the medicinal plants of Borage Flower and Badranjbouye, considering the limitation of water resources, and using the Analytic Hierarchy Process (AHP)*, Ali Khahe Asl, M. Master's degree, Payam Noor University, Tehran, Department of Agriculture. [In Persian] <https://ganj.irandoc.ac.ir/viewer/ae587497888cbc1ca47710e280e70eed?sample=1>
- Asgari, G., Yassaghi, A., & Madanipour, S. (2015). Structural Geomerty of Moallem Kelayeh Inlier; An Evidence of Inversion Tectonic and Dextral Transpression in West Central Alborz Range. *Journal of Tectonics*, 1, 2-19. [In Persian] https://tectonics.birjand.ac.ir/article_1021.html
- Ashjari, J., Kakavand, E., Malek Abbaslu, E., Shihgar, M., Amjadian, M.R., & Bamani Ahmedabad, M. (2020, February). Hydraulic Interaction of Underground Water and Lakes in Mountainous Areas, (A Case Study of Ovan Lake in Alamut Region of Qazvin Province). Paper presented at the 18th conference of Iran Hydraulic Conference (Iran), Teheran(pp.1-9). [In Persian] <https://en.civilica.com/doc/998907/>

- Badiee Azandahie, M., & Pooyandeh, M. H. (2013). Phenomonology and the Relationship between Identity and Place in the Geographical Scales. *Journal of Human Geography*, 5(2), 1-19. [In Persian] <https://sid.ir/paper/177091/en>
- Beheshti Rad, M., Feiznia, S., Selajegheh, A., & Ahmadi, H. (2009), Investigating Applicability of Certainty Factor Landslide Hazard Zonation Model, (A Case Study Moalemkalaye Watershed). *Journal of Physical Geography*, 2(5), 19-28. [In Persian] <https://sid.ir/paper/185094/en>
- Berberian M, Jackson, J A, Ghorashi M, & Kadjar M H. (1984). Field and Teleseismic Observations of the 1981 Golbaf-Sirch Earthquakes in SE Iran. *Geophysical Journal International*, 77(3), 809-838. <https://doi.org/10.1111/j.1365-246X.1984.tb02223.x>
- Berberian, M., Qorashi, M. Jackson, J. A., Priestley, K. & Wallace, T. (1992). The Rudbar-Tarom Earthquake of 20 June 1990 in NW Persia: Preliminary Field and Seismological Observations, and its Tectonic Significance. *Bulletin of the Seismological Society of America*; 82 (4), 1726-1755. <https://pubs.geoscienceworld.org/ssa/bssa/article-abstract/82/4/1726/119642/>
- Berberian M., & Walker, R. (2010). The Rudbār M w 7.3 Earthquake of 1990 June 20; Seismotectonics, Coseismic and Geomorphic Displacements, and Historic Earthquakes of the Western 'High-Alborz', Iran. *Geophysical Journal International*, 182(3), 1577-1602. <https://doi.org/10.1111/j.1365-246X.2010.04705.x>
- Borji, S., & Naserul Mamar, K. (2016, December). Investigating the Capabilities of Ecotourism in the Ovan Lake Basin Using Environment-Based Architecture. Paper presented at the 5th International Conference on Modern Research in Civil Engineering, Architectural & Urban Development, singapore (pp.318-333). [In Persian] <https://www.sid.ir/paper/870954/fa>
- Ehteshami-Moinabadi, M, & Nasiri, S. (2019). Geometrical and Structural Setting of Landslide Dams of the Central Alborz: A Link Between Earthquakes and Landslide Damming. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, 78, 69-88. <https://doi.org/10.1007/s10064-017-1021-8>
- Entezari, M., Entezari, M., & Izadi, Z. (2014). Assessment of Landslide Zonation by Binary Statistical Method. *Geography and Environmental Planning*, 24(4), 205-226. [In Persian] <https://dorl.net/dor/20.1001.1.20085362.1392.24.4.16.7>
- Garaee, P. (2011). Determining the Most Appropriate Method of Landslide Risk Zoning in Vastan-Sari Watershed. *Researches in Earth Sciences*, 2(2), 93-114. [In Persian] <https://dorl.net/dor/20.1001.1.20088299.1390.2.2.1.9>
- Ghasemnezhad, M., & Hosseinzadeh, S. (2014). Ibn Sina and uniformitarianism. *Geography and Environmental Planning*, 25(3), 43-62. [In Persian] <https://dorl.net/dor/20.1001.1.20085362.1393.25.3.5.1>
- Ghazanfari, P., Kave Ahangar, S., & Salavati, Z. (2016, February). Identifying the Textural Characteristics of Ovan Lake Deposits, North East of the Earth. Paper presented at the First International Conference and the Third National Quaternary Conference with the Slogan (Environmental Awareness, Future Along the Past) (Iran), Tehran. [In Persian] <https://civilica.com/doc/757334>
- Guzzetti F, Reichenbach P, Cardinali M, Galli M, & Ardizzone F. (2005). Probabilistic Landslide Hazard Assessment at the Basin Scale. *Geomorphology*, 72, 272-299. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2005.06.002>
- Hedayati, A., & Kakavand, R. (2012). Climatic Zoning of Qazvin Province. *Nivar*, 36(76-77), 59-66. [In Persian] https://nivar.irimo.ir/article_13201.html

- Jabari, I. (2016). *Geomorphology of Building, Process and Landforms*. Teheran: Organization for the Study and Compilation of University Humanities Books (Samt), Humanities Research and Development Institute. [In Persian]
- Jadari, A. (2012). *Geomorphology of Iran*. Tehran: Printing and Publishing Center of Payam Noor University. [In Persian]
- Jamalabadi, J., Safari, F., Borabadi, A., & Al-Mohammad, M. (2021). Identification and Zoning of Susceptible Area of Landslide in the Javroud Rural District. *Emergency Management*, 10(2), 47-55. [In Persian]
<https://dorl.net/dor/20.1001.1.23453915.1400.10.2.4.6>
- Kamranzad, F., Mohasel Afshar, E., Mojarab, M., & Memarian, H. (2016). Landslide Hazard Zonation in Tehran Province Using Data-Driven and AHP Methods. *Scientific Quarterly Journal of Geosciences*, 25(97), 101-114. [In Persian]
<https://doi.org/10.22071/gsj.2015.41372>
- Kang, T. (2009). Homeland Re-Territorialized: Revisiting the Role of Geographical Places in the Formation of Diasporic Identity in the Digital Age. *Information, communication & society*, 12(3), 326-343. <https://doi.org/10.1080/13691180802635448>
- Karimi Sengchini, I., Ong, M., & Saaduddin, A. (2016). Landslide Hazard Management for Two Normal and Critical Scenarios in the Chehel - Chay Watershed, Golestan Province. *Journal of Watershed Management Research*. 7(13), 181-173. [In Persian]
<https://doi.org/10.18869/acadpub.jwmr.7.13.181> (2011). -
- Kashi, H., & Bonyadi, N. (2013). Stating the Model of Identity of Place-Sense of Place and Surveying its Constituents (Case Study: Pedestrian Passage of Shahre Rey). *Journal of Fine Arts: Architecture & Urban Planning*, 18(3), 43-52. [In Persian]
<https://doi.org/10.22059/jfaup.2013.51317>
- Khodaie R., & Jafari, G.H. (2022). Morphometry and Reconstruction of the Moallem-Kalaye Landslide. *Journal of Natural Environment Hazards*, 12(35), 59-78. [In Persian]
<https://www.sid.ir/paper/1146073/en>
- Khodaei Geshlag, L., Roostaei, S., Mokhtari, D., & Valizadeh Kamran, K. (2021). Application of the Interferometry Synthetic Aperture Radar (InSAR) in Monitoring and Evaluating Landslides (Case Study: Ahar-Varzeghan Region). *Journal of Geography and Planning*, 25(75), 113-126 [In Persian] <https://doi.org/10.22034/gp.2021.10847>
- Klarstaggi, A., Habibnejad, M., & Ahmadi, H. (2008). A Study of Landslide Occurrence in Relation to Land Use Changes and Road Construction Case Study Tadjan Watershed, Sari. *Geographical Research Quarterly*, 40(1), 81-91. [In Persian]
https://jrg.ut.ac.ir/article_19191.html?lang=en
- Knight, D. B. (1982). Identity and Territory: Geographical Perspectives on Nationalism and Regionalism. *Annals of the Association of American Geographers*, 72(4), 514-531. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8306.1982.tb01842.x>
- Lee, S., Ryu, J.H, Won, J.S, & Park, H.J. (2004). Determination and Application of the Weights for Landslide Susceptibility Mapping Using an Artificial Neural Network. *Engineering Geology*, 71, 289-302. [https://doi.org/10.1016/S0013-7952\(03\)00142-X](https://doi.org/10.1016/S0013-7952(03)00142-X)
- Madi, H., Beh Afrid, A. B., Asadiha, A., & Tehranchi, N. (2014, February). Locating and Organizing Tourism Service Centers in the Ovan Lake Basin with a Sustainable Development Approach. Paper presented at the Urban Planning and Sustainable Development, the First National Conference on Geography, Urban Planning and Sustainable Development (Iran), Tehran (pp. 1-13). [In Persian]
<https://civilica.com/doc/265732>

- Malamud B D, Turcotte D L, Guzzetti F, Reichenbach, P. (2004). Landslide Inventories and their Statistical Properties. *Earth Surface Processes and Landforms*, 29(6), 687-711. <https://doi.org/10.1002/esp.1064>
- Masso, A. (2010). Geographical Perspective on Identity Construction: Identification Strategies of Russian Youth in Estonia. *International Journal of Interdisciplinary Social Sciences*, 5(6), 51-62. <https://doi.org/10.18848/1833-1882/CGP/v05i06/51763>
- Memarian, H., & Sayarpour, M. (2006). Errors Introduced by Slope Gradient in Landslide Hazard Zonation Mapping. *Journal of Faculty of Engineering (University of Tehran)*, 40(1 (95)), 105-113. [In Persian] <https://www.sid.ir/paper/14546/en>
- Mogimi, I. (1385). Wind Dynamics and System Based on Compression and Erosion Patterns in Lot Pain. *Desert*, 11(1), 177-186. <https://sid.ir/paper/5286/fa>
- Moghimi, E., Alavi Panah, K., & Jafari, T. (2008). Evaluation and Zonation of Effective Factors on Landslide Occurrence of Aladagh Northern Slopes. *Physical Geography Research*, 40(64), 53-75. [In Persian] https://jphgr.ut.ac.ir/article_26906.html?lang=en
- Mohibian, Sh., Ghazanfari, P., & Ahankar, A. (2011, November). Lake Evan Geotourism. Paper presented at the 5th National Geological Conference of Payam Noor University (Iran). Zanjan - Abhar(pp.1-6). [In Persian] <https://civilica.com/doc/194008>
- Mokaram, M., & Shaygan, Mehran (2018). Landslide risk assessment and its relationship to the type of landform in the GIS. *Quantitative Geomorphological Research*, 6(4), 17-31. [In Persian] <https://dorl.net/dor/20.1001.1.22519424.1397.6.4.2.9>
- Monavari, M., Shariat, M., Dashti, S., & Sabzghabaei, G.R. (2009). Environmental Potential Evaluation of Zakerd Watershed for Urban Development Through GIS [Special Issue]. *Journal of Environmental Science and Technology*, 11(1), 199-208. [In Persian] <https://sid.ir/paper/87128/en>
- Mousapour M Y. (2018). Rethinking of the Ornament in rural house (Case study: Ovan village in Qazvin). *Journal of Housing and Rural Environment*. 37(162), 3-20. <https://doi.org/10.22034/37.162.3>
- Nazari, H., Ritz, J.F., Salamati, R., Shafei, A., Ghassemi, A., Michelot, J.L. & Ghorashi, M. (2009). Morphological and Palaeoseismological Analysis Along the Taleghan Fault (Central Alborz, Iran). *Geophysical Journal International*, 178, 1028-1041. <https://doi.org/10.1111/j.1365-246X.2009.04173.x>
- Panchal, S, & Shrivastava, A.K. (2022). Landslide Hazard Assessment Using Analytic Hierarchy Process (AHP): A Case Study of National Highway 5 in India. *Ain Shams Engineering Journal*, 13, 101626. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2021.10.021>
- Pasban, E., Khodabakhsh, S., Garibreza, M., Kabiri, S., & Bahiraei, N. (2018). A Quantitative Study on Channel-Bed Changes of the Alamut and Shahrud Rivers (N Qazvin) in 1981-2015 Period Times. *Scientific Semiannual Journal Sedimentary Facies*, 11(1), 15-34. [In Persian] <https://doi.org/10.22067/sed.facies.v11i1.64450>
- Paasi, A. (1997). Geographical Perspectives on Finnish National Identity. *GeoJournal*, 43, 41-50. <https://doi.org/10.1023/A:1006885503314>
- Rajabi M, Rezaei Moghadam M H, & Takzare A. (2022). Quantitative Analysis of Landslide Risk and Its Zoning in Alamut River Basin Using Logistic Regression Method. *Journal of Geographic Space*, 22(77), 1-14. [In Persian] <http://geographical-space.iau-ahar.ac.ir/article-1-3407-en.html>
- Ramesht, M.H. & Babajamali, F. (2021). *Iran's Analytic Geomorphology*. Tehran: Organization for the Study and Compilation of University Humanities Books (Samt). [In Persian]
- Ramezani, B., & Ebrahimi, H. (2010). Landslide and its Stabilization. *Environmental Based Territorial Planning (Amayesh)*, 2(7), 129-139. [In Persian] <https://www.sid.ir/paper/130428/en>

- Refahi, H. (2003). *Water Erosion and Its Control* (4th ed). Tehran: Publishing and Printing Institute of Tehran University. [In Persian]
- Roostaei Sh. , & Ahmadzadeh, H. (2012). Landslide Hazard Zonation in the Tabriz-Marand Road Using RS and GIS. *Quantitative Geomorphological Researches*, 1(1). [In Persian] <https://dorl.net/dor/20.1001.1.22519424.1391.1.1.4.6>
- Safari, S., Askaripour, N., Roshan Ara, S., Adavodi, R., Taheripour, N., & Bayat Dashlibron, F. (December, 2016). An Analysis of Environmental Characteristics of Avan Negin Abi Lake, Qazvin Plain. Paper Presented at the 15th Iranian Hydraulics Conference(Iran), Qazvin, 1-8. [In Persian] <https://en.civilica.com/I/7007/>
- Sepahvand, S., & Ramesht, M. H. (2022). Space Identity and Psychosomatic. *Geography and Development*, 20(69), 1-15. [In Persian] <https://doi.org/10.22111/gdij.2022.7268>
- Shano, L., Raghuvanshi, T.K., & Meten, M. (2022). Landslide Hazard Zonation Using Logistic Regression Model: The Case of Shafe and Baso Catchments, Gamo Highland, Southern Ethiopia. *Geotechnical and Geological Engineering*, 4, 83-101. <https://doi.org/10.1007/s10706-021-01873-1>
- Valdés Carrera A.C., Mendoza M.E., Allende, T.C., & Macías J.L. (2021). A Review of Recent Studies on Landslide Hazard in Latin America. *Physical Geography*, 44(3), 243-286. <https://doi.org/10.1080/02723646.2021.1978372>
- Van Westen, C. J., Seijmonsbergen, A. C., & Mantovani, F. (1999). Comparing landslide hazard maps. *Natural hazards*, 20(2), 137-158. <https://doi.org/10.1023/A:1008036810401>
- Yar Ahmadi, J., & Roostaei, S. (2018). *Quantitative Geomorphological Research*, 2(2), 119-133. [In Persian] <https://dorl.net/dor/20.1001.1.22519424.1392.2.2.6.7>
- Yavari Ramshe., S., & Ataei Ashtiani, B., & Najafi Jilani, A. (2009). Numerical Simulation of Impulsive Wave Caused by Landslides at Maku Dam Reservoir. *Journal of Civil Engineering Islamic Azad University*, 1(3), 10-20. [In Persian] <https://www.sid.ir/paper/199460/fa>