دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
فصلنامه‌ی علمی فضای جغرافیایی

سال نوزدهم، شماره‌ی ۶۷
پاییز ۱۳۹۸، صفحات ۱۳۰-۱۱۳

بهاره میرزاخانی[۱]
***عقیل مددی**[۲]
زهرا حجازی زاده[۳]

شواهد ژئومورفولوژیکی تغییر اقلیم پلایای میقان در کواترنر

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۸/۰۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۶/۲۲

چکیده

ماهیت بیش‌تر شکل‌ها و فرآیندهای بیرونی زمین تابع شرایط اقلیمی حاکم بر یک منطقه در طول زمان است. بنابراین با مطالعه ژئومورفولوژیکی پدیده‌های مختلف محیطی می‌توان به بازسازی شرایط اقلیمی گذشته کمک شایانی نمود. تحقیق حاضر با هدف شناسایی شواهد ژئومورفولوژیک ناشی از تغییر اقلیم کواترنری در پلایای میقان به انجام رسیده است. بدین منظور ابتدا لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز تهیه و یا از تصاویر ماهواره‌ای IRS P6 منطقه استخراج گردیدند و نقشه ژئومورفولوژی حوضه میقان برمبنای آن‌ها ترسیم شد. سپس محیط دیرینه پلایای میقان به کمک تحلیل چهار شاخص یخچالی، اقلیمی، انسانی و آزمایشگاهی بر روی ۱۱ نمونه رسوبی بازسازی گردید که نتایج حاصل از آن، بیانگر نقش فرآیندهای بادی و آبی در حمل رسوبات بود. همچنین ارتفاع ۲۴۰۰ متری مکان مناسبی برای تشکیل سیرک‌های یخچالی برآورد شد. در مجموع، در خصوص شرایط اقلیمی حاکم بر پلایای میقان در دوره‌های مرطوب کواترنری می‌توان ادعا نمود؛ بیش‌تر رسوبات عهد حاضر پلایا، متعلق به سنگ‌های آتشفشانی و شیل‌های حاشیه حوضه می باشند. همچنین با توجه به جورشدگی ضعیف نمونه‌ها، امواج در اکثر دوره‌ها فعالیت چندانی نداشته‌اند و رسوبات در محیط آرام مردابی تشکیل شده‌اند. وجود کانی ایلیت در اکثر نمونه‌های رسوبی، نشان از ابعاد بسیار

۱- دانش‌آموخته دکتری ژئومورفولوژی، دانشگاه محقق اردبیلی.
*۲- گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی. (نویسنده مسئول). E-mail: a_madadi uma.ac.ir
۳- گروه جغرافیا، دانشگاه خوارزمی.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

بزرگ‌تر دریاچه در گذشته دارد و مقادیر کم‌تر هماتیت در برخی نمونه‌ها حاکی از خروج رسوبات از آب، تحول اقلیم به سمت شرایط گرم و خشک امروزی و فراهم شدن شرایط اکسیداسیون رسوبات، طی زمان است.

کلید واژه‌ها: تغییر اقلیم، شواهد ژئومورفولوژیکی، پلایا، میقان، کواترنر.

مقدمه

نقش پلایاها به عنوان شواهد ارزنده تغییرات اقلیمی همواره مورد توجه جغرافیدانان و زمین شناسان بوده است. تغییر اقلیم با تغییرات اقلیمی تفاوت علمی دارد. تغییرات اقلیمی دوره‌ای است و نوسان و انحراف پارامترهای اقلیمی از میانگین را بیان می‌کند و در دوره‌های زمانی مختلف می‌تواند رخ دهد، ولی تغییر اقلیم نوسان کلی و گسترده در آب‌وهوای یک منطقه است. در حال حاضر روند افزایش دمای کره زمین را می‌توان با مقوله تغییر اقلیم مرتبط دانست (Khosravi et al., 2010: 2). تغییرات اقلیمی از حوادث مهم دوره کواترنر می‌باشد. به‌طوری که این تغییرات، تحولات عظیم ژئومورفولوژیک را در پیکره ایران به دنبال داشته‌اند. پالئوکلیما و مطالعه پیشینه اقلیمی مناطق خشک و بیابانی از آن جهت اهمیت دارد که نه تنها باعث شناخت عوامل مسلط بر تکوین و تکامل ناهمواری‌های مناطق خشک و در نتیجه روند ژئومورفولوژیک آن‌ها می‌شود بلکه می‌تواند به‌عنوان کلیدی برای حل تغییرات و نوسانات اقلیمی این مناطق باشد. قلمرو ایران مرکزی اکنون تحت تأثیر اقلیم گرم و خشک قرار دارد، اما شواهد متعددی از جمله فرسایش شدید آب‌های جاری، مخروط افکنه‌های عظیم، پادگانه‌های آبرفتی وسیع و رسوبات سیلابی، حکایت از شرایط اقلیمی سردتر و مرطوب‌تر را در این قلمرو دارند (Ghahroodi Tali, 2011).

پیشینه پژوهش

Bobek (1956) با مطالعه عکس‌های هوایی و بررسی زمین‌های اطراف دشت کویر و مسیله، وجود شرایط مرطوب‌تر گذشته ایران مرکزی را نسبت به شرایط امروزی آن مطرح کرد. همچنین Krinsley (1972) با مطالعه عکس‌های هوایی و مشاهدات دشت کویر، وجود دوره‌های مرطوب‌تر را نسبت به شرایط امروزی بیان کرد. Alijani et al (2011) در مقاله‌ای با تحلیل آب‌وهوای ایران، تغییرات آب‌وهوایی ایران مرکزی را امکان‌پذیر دانست. Yu Zhang et al (2016) با ادغام تکنیک‌های نقشه‌برداری، تجزیه‌وتحلیل ژئومورفولوژیکی، چینه‌شناسی، رسوب‌شناسی و رادیوکربن نشان دادند؛ تغییرات اقلیمی هولوسن و شرایط تکتونیکی و توپوگرافی هیمالیای شرقی، کنترل تحول سریع شاخص‌های ژئومتریک سیستم زهکشی رودخانه یارلونگ[4] را به دنبال داشته است. برخی متخصصان نیز با مطالعه برروی رسوبات دریاچه ارومیه، به بازسازی پوشش گیاهی شمال‌غرب ایران در طی ۲۰۰ هزار سال گذشته پرداختند و آن را نشانه‌گذار از آخرین دوره یخبندان به هولوسن دانستند (Jamali et al., 2008: 413, 2009: 1375).

4- Yarlung

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

Karimi et al (2013) به کمک پارامتر پذیرفتاری مغناطیسی و خصوصیات مورفولوژیکی توالی لس–خاک به بازسازی شرایط اقلیمی گذشته در شمال‌شرق ایران پرداختند. بدین منظور برش رسوبی تپه سلام را با توجه به واکنش‌های خاک‌زایی و شرایط زیست‌محیطی، به پنج بخش تقسیم نمودند و مورد بررسی قرار دادند. در نهایت نیز قابل اطمینان بودن پارامتر مذکور را در انجام چنین پژوهش‌هایی اثبات نمودند. Feizi et al (2014) نیز در مطالعه‌ای مشابه، با ادغام روش‌های پذیرفتاری مغناطیسی و ژئوشیمی عناصر اصلی، آب‌وهوای کواترنر پسین در لس‌های منطقه آزادشهر را بازسازی نمودند و دامنه زیاد تغییرپذیری خاک در محدوده مطالعاتی را نتیجه گرفتند. از دیگر مطالعات می‌توان به ارتباط نوزمین‌ساخت و تغییر اقلیم و تحول پهنه‌های ماسه‌ای شمال خاوری اهواز از طریق محاسبه فاکتورهای ژئومورفولوژکی–مورفوتکتونیکی و انجام آزمایش XRD برروی نمونه‌های برداشت شده اشاره نمود (Maghsoudi et al.,2016). برخی جغرافیدانان نیز اثر تغییر اقلیم بر روی تغذیه آب زیرزمینی در حوضه آبریز تسوج را مورد مطالعه قرار داده و با تعریف ۳ سناریوی مختلف، روند افزایش دما، کاهش بارش و نهایتاً افت سطح آب‌های زیرزمینی را بازسازی نمودند. همچنین نشان دادند؛ تغییر شکل بارش، نداشتن برف یخ زده روی زمین و ذوب بهاری در هر سه سناریو، در ماه فوریه رخ می‌دهد (Rezaei Banafshe et al., 2016).

مبانی نظری

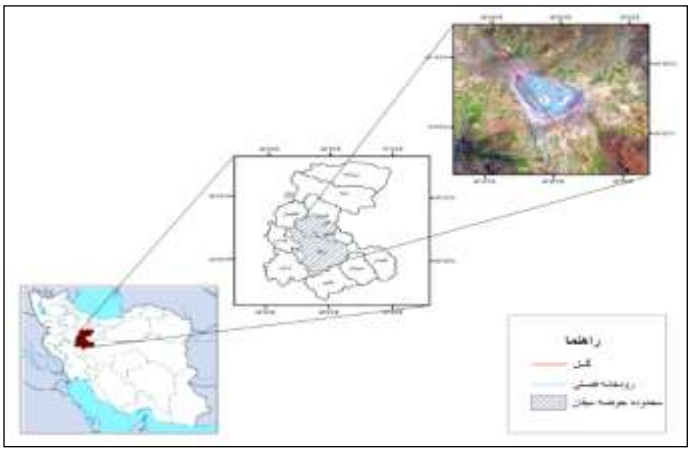
بدون شک، اقلیم تعیین‌کننده مرز میان پدیده‌های ژئومورفولوژیکی می‌باشد. اساساً بیش‌ترین بخش از آنچه که تحت عنوان تغییر آب‌وهوا یاد می‌شود، شامل تغییرات غالباً گرمایشی و روند صعودی مؤلفه‌های سه گانه (شامل حد وسط، کمینه و بیشینه) دمای هوا می‌باشد (Ghavidel Rahimi et al., 2017: 26). تخمین‌ها حاکی از آن بوده است که بیش از نیمی از دریاچه‌های جهان در طول سالیان گذشته ناپدید شده‌اند و در حالی که مسلم است که آب‌وهوا نقش مهمی در سلامت، عملکرد و توزیع دریاچه‌ها دارد، اما ارزیابی چگونگی تأثیر اقلیم بر آن‌ها مشکل است (Hulme, 2006: 794). تحولات آب‌وهوایی بزرگ‌ترین اثر خود را بر تغییر سطح آب دریاچه‌ها و چگونگی رژیم هیدرولوژیکی، بیولوژیکی و بیوشیمیایی آن‌ها می‌گذارد (Ferrati et al., 2005: 15). ذکر این نکته نیز حائز اهمیت است که محققان مختلف برای اثبات تغییر اقلیمی کواترنری از شاخص‌های گوناگونی استفاده می‌نمایند. به عنوان مثال ایزوتوپ‌های پایدار به‌عنوان یکی از شاخص‌های معتبر تغییرات اقلیمی و محیطی در مناطق مختلف دنیا مورد استفاده قرار گرفته است. بدین صورت که ترکیب ایزوتوپ‌های پایدار اکسیژن در شناخت تغییرات اقلیمی گذشته و بازسازی دماهای دیرینه در ایران (Maghsoudi et al., 2014) و سایر مناطق دنیا (Dworkin et al., 2005: 68؛ Ryskov et al., 2008: 945) مورد توجه بوده‌اند. در مورد تحولات کویر میقان نیز می‌توان به مطالعات Pedrami (1993) اشاره نمود. از نظر او آخرین عصر یخبندان در حدود ۱۰ هزار سال پیش به پایان رسیده است. قبل از این زمان به دلیل هوای نسبتاً سرد و بارش بسیار فراوان، کویر میقان دارای دریاچه دائمی بوده است. به اعتقاد وی، سرعت رسوب‌گذاری در کویر میقان در ۱۰ هزار سال گذشته بیش از ۲/۱ متر در هر هزار سال بوده است. Mirzakhani (2011) نیز با استخراج سطوح رسوبی اطراف دریاچه از طریق روش PCA برروی تصاویر ماهواره‌ای ETM و IRS LiSSIII و برآورد یک سطح بسیار بزرگ‌تر از

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

سطح کنونی دریاچه بر وجود شرایط مرطوب‌تر در گذشته در پلایای میقان تأکید نموده است. مطالعه حاضر با هدف شناسایی شواهد ژئومورفولوژیک ناشی از تغییر اقلیم کواترنری در پلایای میقان به انجام رسیده است. بدین منظور ابتدا لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز، تهیه و یا از تصاویر ماهواره‌ای IRS P6 (با قدرت تفکیک مکانی ٢٤ متر) منطقه استخراج گردیدند و نقشه ژئومورفولوژی حوضه میقان بر مبنای آن‌ها ترسیم شد. سپس محیط پلایای میقان در دوره‌های مرطوب کواترنری به کمک چهار شاخص یخچالی، اقلیمی، انسانی و آزمایشگاهی بازسازی گردید.

محدوده مورد مطالعه

حوضه اصلی آبخیز کویر مرکزی ایران از ۵ زیرحوضه فرعی قمرود، قره چای، شور (خشکرود)، کویر میقان و کویر کاشان تشکیل شده است (Zolfaghari, 2010). حوضه رسوبی میقان که Alaei Taleghani (1996) از آن با عنوان دشت اراک یاد کرده است، با وسعتی معادل ۵۵۲۸ کیلومتر مربع، که ۲۰۰۰ کیلومتر مربع آن را دشت و ۳۵۲۸ کیلومتر مربع را ارتفاعات مشرف به دشت تشکیل می‌دهد. این حوضه متشکل از دریاچه فصلی میقان با مساحتی متغیر تا حداکثر ١٠٦ کیلومتر مربع و در رقوم ارتفاعی ١٦٦٠ تا ۱۷۰۰ متر از سطح دریا، دشت‌های آبرفتی فراهان و اراک، مخروط افکنه‌ها و کوهپایه‌ها است. پلایای میقان با مساحت ۱۳۵ کیلومتر مربع سطح نمکی می‌باشد، در ارتفاع متوسط ١٦٧٥ متری سطح دریا و در ارتفاعات واقع بین البرز و زاگرس، در ۱۵ کیلومتری شمال و شمال‌شرقی شهرستان اراک در استان مرکزی واقع شده است و تقریبا به‌صورت مثلث قائم الزاویه ای است که زاویه قائمه آن در جنوب و اضلاع آن در شمال‌غرب و شمال‌شرق امتداد یافته‌اند. کویر میقان در ً٢٤ َ٤٦ °٤٩ تا ً ١٥٥ َ٣١ °٤٩ طول شرقی و ً٥٠ َ٠٨ °٣٤ تا ً٢٦ َ١٥ °٣٤ عرض شمالی قرار گرفته است. این کویر در چاله یا پلایای میقان با مساحت ۱۴۳ کیلومتر مربع و در مرکز حوضه آبخیز میقان قرار گرفته است (شکل ۱) و توسط کوه‌های نسبتاً مرتفعی احاطه شده است. این منطقه در پست‌ترین نقطه حوضه، به ارتفاع ١٦٦٠ متر از سطح دریا می‌رسد. از اسامی دیگر این کویر؛ توزلوگل می‌باشد که Krinsley (1970) آن را با عنوان چاله میقان نیز معرفی نمود.



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی پلایای میقان

Figure 1: Geographical location of Meyghan playa

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

مواد و روش‌ها

به منظور انجام مطالعه حاضر، از ٤ شاخص یخچالی، اقلیمی، انسانی و آزمایشگاهی به عنوان ارزیابی شواهد دوره‌های مرطوب‌تر در پلایای میقان کمک گرفته شد. سپس هریک از شاخص‌ها به‌طور جداگانه و به تفکیک در پلایای میقان مورد شناسایی و تجزیه‌وتحلیل قرار گرفتند.

۱- شاخص‌های یخچالی: برای تحلیل شاخص‌های یخچالی، ابتدا مدل رقومی ارتفاع، نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰، تصاویر ماهواره‌ای IRS LiSSIII P6 (با قدرت تفکیک مکانی ۲٤ متر) و نقشه هم دمای منطقه جمع‌آوری شدند. سپس با بررسی فرم منحنی‌های میزان و انطباق و ارتباط آن‌ها با خطوط هم دمای صفر درجه و تصاویر ماهواره‌ای محدوده قرارگیری سیرک‌ها از نقشه توپوگرافی استخراج گردید.

۲- شاخص‌های اقلیمی: برای محاسبه شاخص‌های اقلیمی، ابتدا پارامترهایی همچون میانگین دما و میانگین بارش سالانه (در ۸ ایستگاه سینوپتیک و کلیماتولوژی شامل ایستگاه‌های سینوپتیک اراک، قم، فرودگاه همدان، ایستگاه نوژه همدان و کاشان و ایستگاه‌های کلیماتولوژی تفرش و خنداب و در یک دوره بلند مدت ۲۵ ساله از سال (۱۹۸۷) تا سال (۲۰۱۲) استخراج گردید. بدیهی است در این مرحله نیاز است تا محقق داده‌های گم شده ماهانه را به کمک روش‌های موجود (انتساب چندگانه، نسبت نرمال، رگرسیون خطی چند متغیره و یا ...) بازسازی نماید. سپس رابطه میان میانگین دما و میانگین بارش سالانه با ارتفاع ایستگاه‌های اقلیمی مورد مطالعه از طریق مدل رگرسیون استخراج و نمودار آن‌ها رسم شد. به منظور محاسبه بارش دوره‌های مرطوب کواترنری فرض شد مجموع بارش زمستان حال حاضر حوضه میقان برابر با بارش فصل گرم دوره‌های سرد کواترنری است؛ بنابراین به‌طور مشابه بین مجموع بارش زمستان حال حاضر ایستگاه‌های مورد مطالعه و ارتفاع آن‌ها رگرسیون برقرار و معادله نهایی برروی مدل رقومی ارتفاع منطقه اعمال گشت.

۳- شاخص‌های انسانی: بررسی شاخص‌های انسانی از طریق مشاهده میدانی و کاوش در منطقه مورد مطالعه میسر است. گرچه راهکارهایی چون ارزیابی و آزمایش برروی شواهد موجود در محیط پلایاها (مانند سن سنجی قطعه سفال‌های به جای مانده در تپه‌های ماسه‌ای، مطالعات باستان‌شناسی و ...) برای اثبات زندگی انسان در پلایاها در ادوار دور نیز راهبردی می‌باشد.

٤- شاخص‌های آزمایشگاهی: برای انجام مطالعات آزمایشگاهی، از داده‌های ۱۱ ترانشه که از منطقه مورد مطالعه برداشت نمودیم، استفاده شد. در مرحله نخست، طی عملیات میدانی و پیمایش در منطقه مورد مطالعه نمونه‌برداری به عمل آمد. در هر یک از نقاط ترانشه‌ای به عمق ۷۵ سانتی‌متر توسط کلنگ کوچک و بیل حفر گردید که حاصل آن برداشت ۱۱ نمونه رسوب از نقاط مختلف با پراکندگی مناسب بود. نمونه‌های برداشتی در پلاستیک ریخته و با دقت برچسب‌گذاری شد. سپس از محیط رسوبی نمونه‌ها عکس تهیه شد. شاخص‌های آزمایشگاهی در مطالعه حاضر مشتمل بر تحلیل‌های گرانولومتری، تفسیر مورفوسکوپی و آزمایش‌های XRD و XRF بوده‌اند.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

الف: دانه سنجی نمونه‌ها بر اساس روش غربال و با استفاده از دستگاه شیکر[5] صورت گرفت. در ابتدا ۳۰۰ گرم از هر نمونه از رسوبات خشک شده با ترازوی حساس تا یک صدم به دقت وزن و سپس بعد از اتمام کار شیکر هر طبقه به طور مجزا وزن شد. برای محاسبه پارامترهای آماری، ابتدا نمودارهای فراوانی تجمعی و هیستوگرام هر نمونه پس از انجام آزمایشات گرانولومتری به‌وسیله نرم‌افزار گرادی استات و اکسل ترسیم و سپس مقادیر Q_5، Q_{16}، Q_{25}، Q_{50}، Q_{75}، Q_{84} و Q_{95} به‌دست آمد.

ب: برای مطالعه مورفوسکوپی نمونه‌ها نیز از رسوبات باقی مانده بر روی الک ۲۳۰ مش[6]، مقطع نازک رسوبی تهیه گردید. سپس مقاطع به آزمایشگاه بلورشناسی انتقال داده شدند و از نظر مورفولوژی دانه‌ها یعنی شکل، میزان گردشدگی، شفافیت و ماتی، همچنین جنس رسوبات و میزان جورشدگی زیر میکروسکوپ پلاریزان رنگی مورد بررسی قرار گرفتند.

ج: با توجه به شباهت نسبی میان برخی نمونه‌ها، تعدادی از آن‌ها انتخاب و برای انجام آزمایش‌های XRD و XRF به آزمایشگاه زمین‌شناسی کل کشور انتقال داده شدند. به کمک آزمایش XRD توزیع فراوانی برخی اکسیدهای عناصر اصلی و فرعی در رسوبات مورد مطالعه (شامل: آلومینیوم[7]، کلسیم[8]، منیزیم[9]، پتاسیم[10]، منگنز[11]، تتانیوم[12]، کوارتز[13]، استرانسیوم[14]، سولفور[15]، آهن[16]، کلر[17]، فسفر[18]) مورد تحلیل قرار گرفت. چگونگی توزیع این عناصر و روابط موجود بین مقادیر آن‌ها ابعادی از اقلیم دیرینه پلایای میقان را آشکار ساخت. در میان اکسیدهای مختلف Al2O۳، CaO، MgO و K2O متحرک و اکسیدهای Al2O3 و TiO2 غیرمتحرک هستند (Bauluz et al., 2000). به این دلیل که Al2O۳ در طی هوازدگی، دیاژنز و متافورمیسم نسبتا بدون تغییر است، معمولا به عنوان عامل اصلی جهت مقایسه نمونه‌های مختلف به‌کار می رود (Cardenas et al.,1996). عناصر اصلی اطلاعاتی در مورد ترکیب سنگ مادر و تاثیر فرایندهای رسوبی مانند هوازدگی و نحوه حمل و ... را نیز ارائه می‌دهند (McLennan et al., 1993). با تعیین بلوغ رسوبی با استفاده از نسبت SIO2/AL2O3 نیز می‌توان به تاثیر فرآیندهای پس از رسوب‌گذاری بر ترکیب رسوبات پی برد (Potter, 1978). این نسبت، نشان‌دهنده فراوانی کوارتز نسبت به ترکیبات ناپایدار است که در طی هوازدگی، حمل‌ونقل و چرخه مجدد رسوبی افزایش می‌یابد. از نسبت‌های مورد استفاده و مهم در تعیین ترکیب منشاء رسوبات

5- Shaker Devices
6- Mesh
7- Al2O۳
8- CaO
9- MnO
10- K2O
11- MgO
12- TiO2
13- SIO2
14- SrO
15- SO3
16- Fe2O3
17- Cl
18- P2O3

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

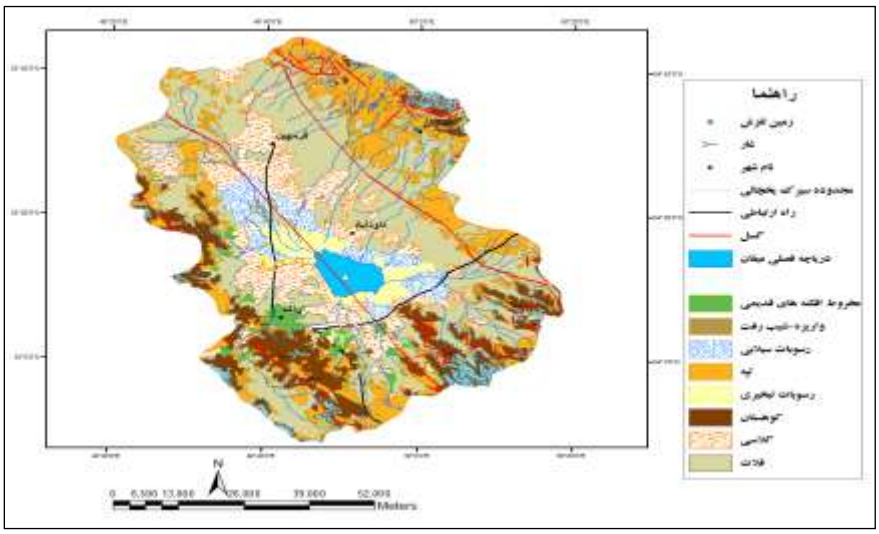
آواری بر پایه عناصر اصلی می‌توان به نسبت آلومینیوم به تتانیوم (AL2O3/TiO2) اشاره کرد که در سنگ‌های آذرین مافیک از ۳ تا ۸، در سنگ‌های آذرین حد واسط از ۸ تا ۲۱ و در سنگ‌های آذرین فلسیک از ۲۱ تا ۷۰ تغییر می‌کند (Hayashi et al., 1997). آب‌وهوا روی هوازدگی منطقه منشاء موثر است؛ بنابراین با استفاده از رسوبات آواری می توان میزان هوازدگی را برآورد کرد (McLennan et al., 1993؛ Nesbitt & Young, 1982). برای محاسبه هوازدگی شیمیایی از اندیس کولرز (CIW: Chemical index of weathering) استفاده شد (Cullers, 2000) که عبارت است از:

$$CIW' = [Al_2O_3/ (Al_2O_3+CaO+ Na_2O)] \times 100$$

هرچه این اندیس از ۵۰ بیش‌تر و به ۱۰۰ نزدیک‌تر باشد، نشان‌دهنده هوازدگی بیش‌تر در ناحیه منشاء است.

یافته‌ها و بحث

تحلیل شاخص‌های یخچالی، اقلیمی، انسانی و آزمایشگاهی در پلایای میقان دستیابی به نکات چندی را در حوزه دیرینه اقلیم منطقه به دنبال داشت که در ذیل به آن‌ها اشاره خواهد شد. ارزیابی شاخص‌های یخچالی نشان داد؛ خط هم ارتفاع ۲٤۰۰ متر در حوضه آبریز میقان محدوده سیرک‌های یخچالی است. این سیرک‌ها به‌خصوص در ارتفاعات جنوب‌غربی حوضه میقان قرار دارند و شواهد ارزنده‌ای از یخبندان‌های کواترنری محسوب می‌شوند. اگرچه فرآیندهای آبی در دوره‌های خشک چهره این سیرک‌ها را تا حد زیادی دست‌کاری نموده است. خط برف آخرین عصر یخ در منطقه اراک در حدود ۲۳۰۰ متر است. به عبارت دیگر در حوالی ۱۸۰۰۰ سال پیش (اواسط آخرین عصر یخبندان) در منطقه اراک از ارتفاع حدود ۲۳۰۰ متر به بالا دره‌ها دارای برف دائمی بوده و در داخل آن‌ها یخچال‌های فعال (متحرک) تشکیل گردیده است (Pedrami, 1993). در شکل (۲) نقشه ژئومورفولوژی حوضه میقان و محدوده سیرک‌های یخچالی مشخص شده است.

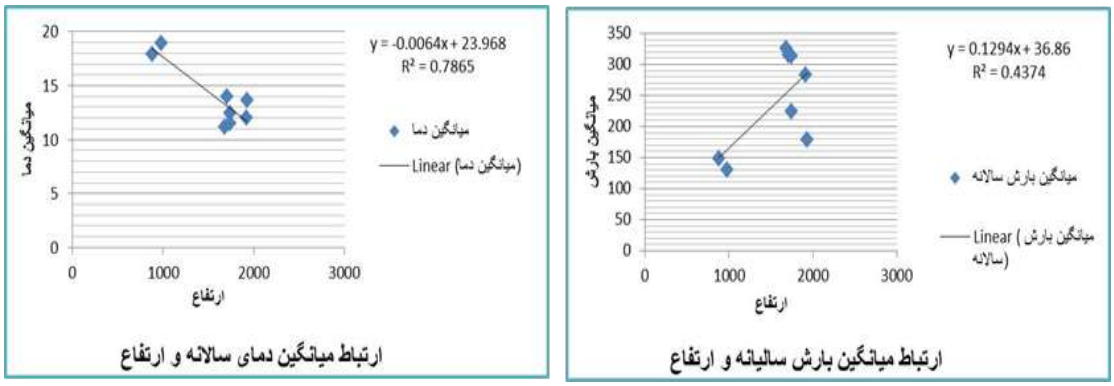


شکل ۲: نقشه ژئومورفولوژی حوضه میقان

Figure 2: Geomorphological map of the Meyghan basin

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

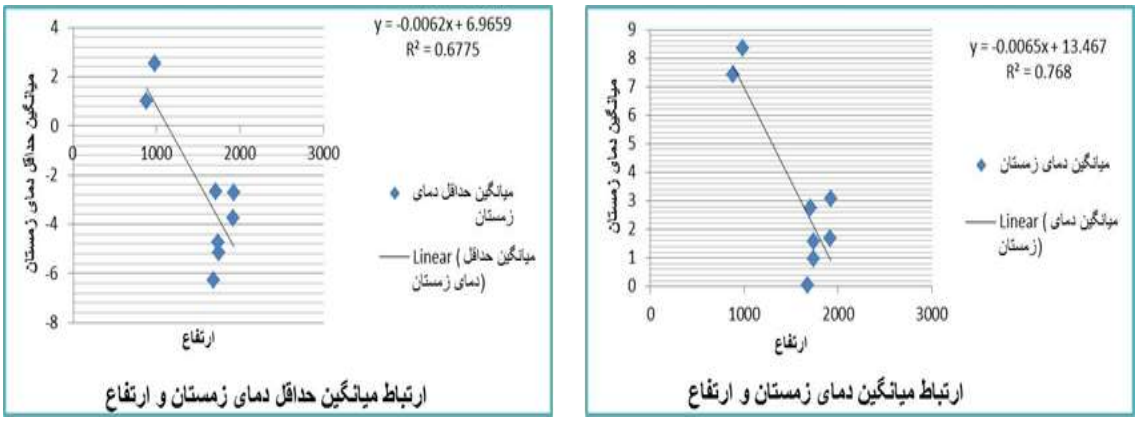
بر مبنای نتایج محاسبه و تحلیل شاخص‌های اقلیمی، میانگین بارش حال حاضر حوضه میقان بین ۳۶ تا ٤۳۵ میلی‌متر متغیر بود. میانگین دمای حال حاضرحوضه میقان نیز بر اساس نقشه هم دما بین ٤/۳ تا ۲۳/۹ درجه سانتی‌گراد محاسبه شد. (شکل ۳).



شکل ۳: ارتباط میانگین بارش و دمای سالانه و ارتفاع ایستگاه‌های مورد مطالعه

Figure 3: Relationship between mean precipitation and annual temperature and altitude of the studied stations

میانگین دمای حوضه میقان در دوره‌های مرطوب کواترنری نیز از حداکثر۲/٦۷تا حداقل ٦/۳۳- و میانگین حداقل دمای حوضه مورد مطالعه در آن زمان بین ۳- تا ۱۲- درجه سانتی‌گراد، متغیر بوده است (شکل ٤).



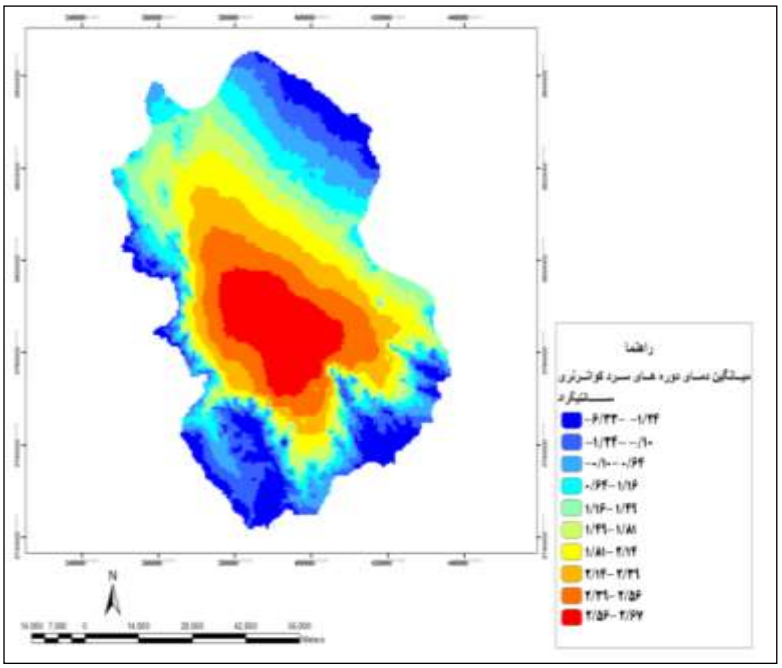
شکل ٤: ارتباط میانگین دما و میانگین حداقل دما و ارتفاع ایستگاه‌های مورد مطالعه

Figure 4: Relationship between mean temperature and mean minimum temperature and altitude of the studied stations

سپس، نقشه حاصل از اعمال معادله مربوط به میانگین حداقل دمای دوره‌های سرد کواترنری برروی مدل رقومی ارتفاع[19] منطقه، تهیه گردید (شکل ۵). براساس مطالعات Pedrami (1993) مرز برف دائمی درآخرین دوره یخچالی در منطقه مورد مطالعه ارتفاع ۲۳۰۰ متری بوده است. تطبیق خط هم دمای صفر سالانه به‌دست آمده در بالا با ارتفاع محاسبه شده توسط پدرامی از هم‌خوانی کامل برخوردار است.

19- Digital elevation model

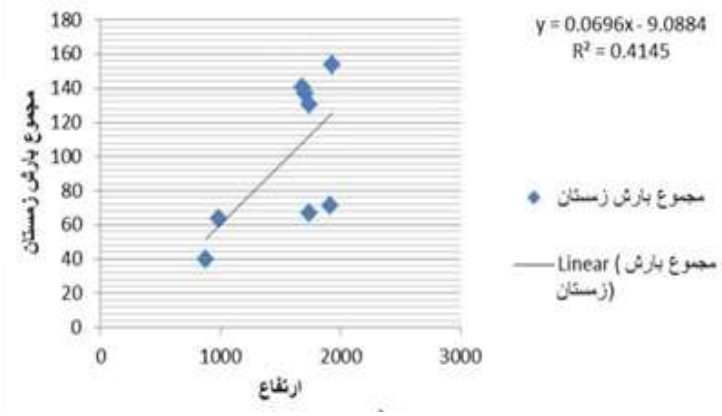
[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]



شکل ۵: میانگین دمای دوره‌های مرطوب کواترنری در حوضه میقان

Figure 5: Mean temperature of Quaternary wet periods in the Meyghan basin

مجموع بارش فصل گرم دوره‌های مرطوب کواترنری نیز بین ۱۰۶ تا ۲۰۲ میلی‌متر برآورد گردید (شکل ٦).



شکل ٦: برآورد بارش فصل خشک در دوره‌های مرطوب کواترنر

Figure 6: Estimation of dry season rainfall in the Quaternary wet periods

در کویر میقان، چند تپه ماسه‌ای وجود دارد که آثار سفال‌های شکسته و برخی از لوازم زندگی در حوالی آن‌ها کشف شده است که نشان از حیات انسانی در گذشته در این بخش‌ها دارد (شکل ۷). همچنین در سال (۱۳۹۵)، چند قطعه لوح ۲ هزار ساله سفالی تدفینی با نقوش گوزن، بز و درخت در محوطه گورستانی دوران اشکانی پس از مطالعات باستان‌شناسی در بخش شمالی دشت اراک و منطقه میقان شناسایی و کشف شده است (Khosro Zadeh and Karimi, 2015: 88).

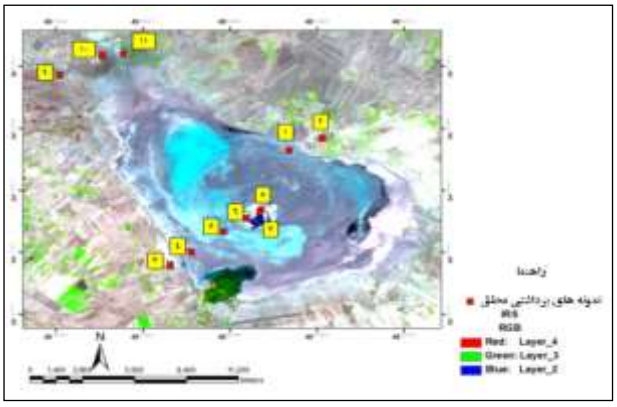
[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]



شکل ۷: تپه ماسه‌ای باستانی در حوالی روستای ده نمک و در دل کویر کنونی (N 34° 14′ 30″- EO 49° 53′ 1″)

Figure 7: An ancient sand hill near the village of Deh Namak and in the present desert (N 34° 14′ 30″-EO 49° 53′ 1″)

در مرحله بعد به منظور انجام عملیات آزمایشگاهی، نمونه‌برداری انجام و موقعیت جغرافیایی نمونه‌های رسوبی برداشت شده توسط محقق برروی تصویر ماهواره‌ای IRS P6 (با قدرت تفکیک مکانی ۲٤ متر) منطقه مشخص و از تنوع محیط‌های رسوبی عکس تهیه گردید (شکل‌های ۸ و ۹).



شکل ۸: موقعیت محل نمونه‌برداری‌ها برروی سطوح رسوبی پلایای میقان

Figure 8: Location of the sampling sites on the sedimentary surfaces of Meyghan playa



شکل ۹: محیط‌های رسوبی نمونه‌ها

Figure 9: Sedimentary environments of samples

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

محاسبه پارامترهای آماری حاصل از عملیات دانه‌سنجی برروی ۱۱ نمونه رسوبی برداشت شده در جدول (۱) ارائه گردید.

جدول ۱- محاسبه پارامترهای آماری نمونه رسوبات به روش ترسیمی

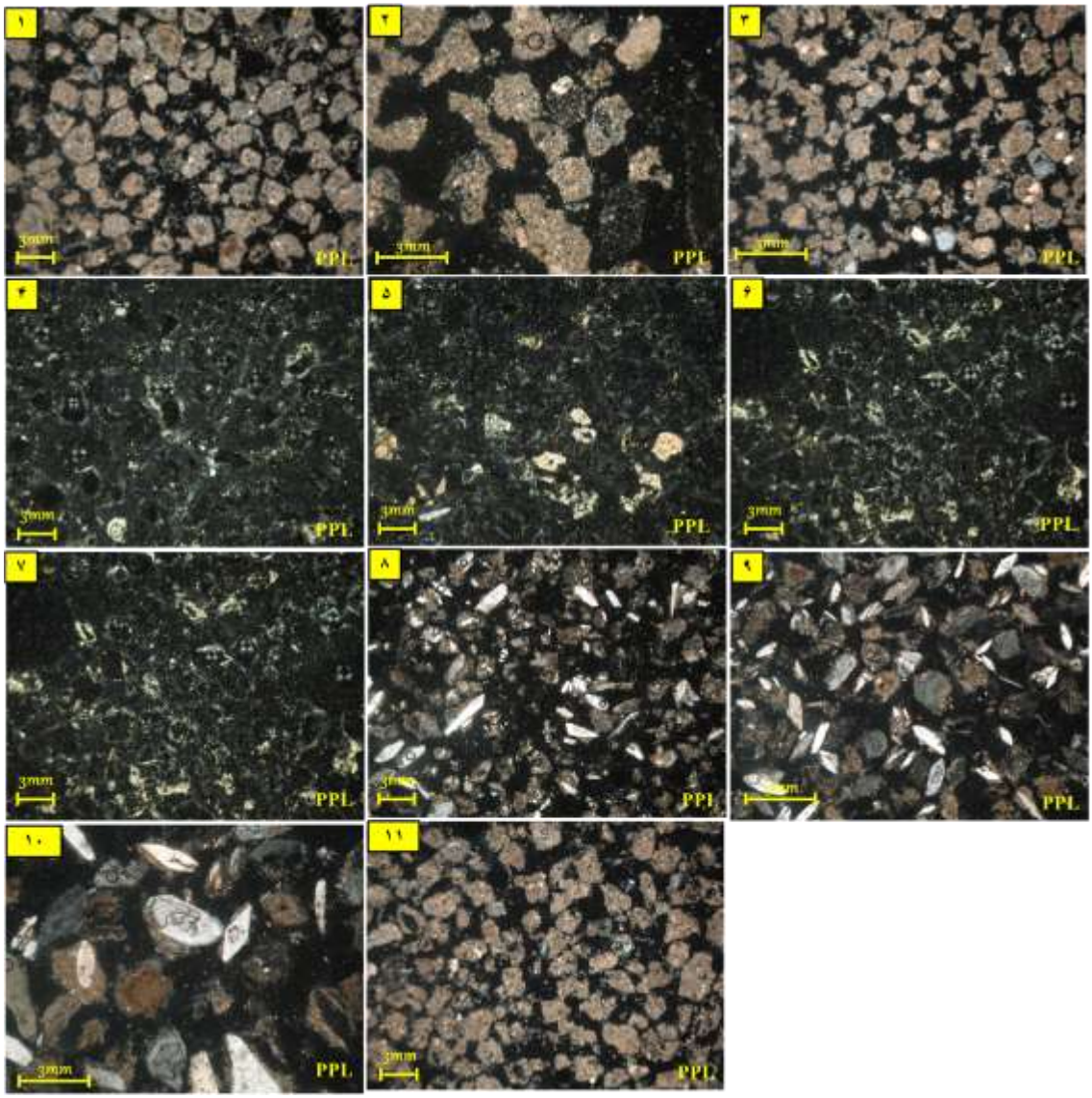
Table 1- Calculation of statistical parameters of sediment samples by drawing method

پارامترهای آماری / شماره نمونه	جورشدگی ترسک	جورشدگی کودفی	انحراف معیار ترسیمی	انحراف معیار ترسیمی جامع	کج شدگی ترسیمی جامع	کج شدگی ترسیمی	کشیدگی
۱	۵/۵٦۸	۱/۱۲۵	۱/۵۵۸	۱/۳۸۳	۰/۰۷۵	۰/۰٦۸	۰/۷۲٦
۲	٤/۳۵۷	۱/۱٤۵	۱/٤۹۱	۱/۳٤۳	۰/۰۷۰	۰/۰۷۹	۰/۷۰٦
۳	۳/۸۰۵	۰/۹۳۵	۱/۲٦٦	۲۰/٦۰	-۰/۰۱۰	-۰/۰۱۷	۰/۹۰۹
٤	۳/٦۵٤	۰/۹۲۰	۱/٤۲۸	۱/۳۲	۰/۲۵۸	۰/۲۵٤	۰/۸۹۱
۵	۱/۹۹۵	۰/۵	۰/۸٦۸	۰/۸۰٦	۰/٦۹۸	۰/۱۹۷	۰/٦۱۸
٦	۱/۸۹٦	۰/٤۷۰	۰/۷۲۰	۰/۵٤۹	۰/۵٤۹	۰/۲	۰/۵٤۵
۷	۳/۹۳٤	۰/۹۲۵	۱/۲۷	۱/۱۸۸	-۰/۰۱۹	۰/۰۲۷	۰/۸۰٤
۸	٤/۸۱۵	۱/۰۸٦	۱/۵۱٦	۱/٤۵۸	۰/۱۹۰	۰/۱۵۰	۰/۷۹۲
۹	٦/۵۹۱	۱/۳۲۵	۱/٦٦٦	۱/۵٤۱	۰/۱۸٦	۰/۱۵۲۸	۰/۷۲۲
۱۰	٤/۰٤٤	۰/۹۸۸	۱/۳۱٦	۱/۲۹٤	-۰/۰۲	-۰/۰۷٤	۰/۸
۱۱	۵/۳٦۹	۱/۲	۱/۵۷۹	۱/۵۰۱	۰/۲۱۸	۰/۱۵۳	۰/۸۰۲

برای مطالعه مورفوسکوپی نمونه‌ها نیز از رسوبات باقی مانده بر روی الک ۲۳۰ مش[20]، مقطع نازک رسوبی تهیه گردید. سپس مقاطع به آزمایشگاه بلور شناسی انتقال داده شدند و از نظر مورفولوژی دانه‌ها یعنی شکل، میزان گردشدگی، شفافیت و ماتی، همچنین جنس رسوبات و میزان جورشدگی زیر میکروسکوپ پلاریزان رنگی مورد بررسی قرار گرفتند (شکل ۱۰).

20- Mesh

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]



شکل ۱۰: نمونه‌های رسوبی در زیر میکروسکوپ پلاریزان در شرایط PPL

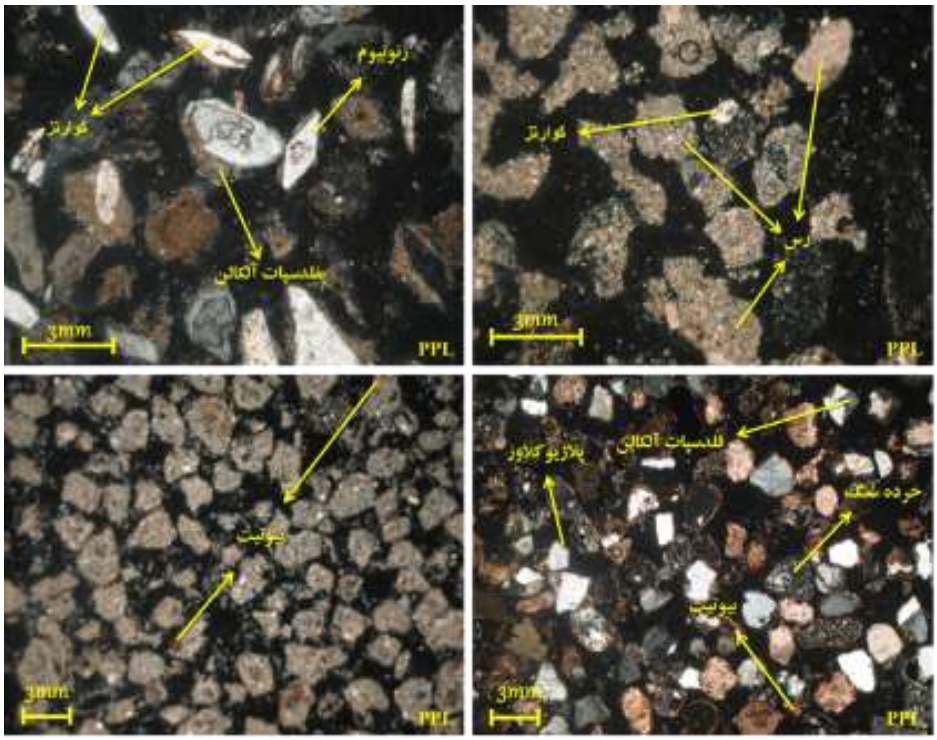
Figure 10: Sedimentary samples under polarizing microscope under PPL conditions

نمونه‌های ۱، ۲ ، ۱۰، ۱۱، ۳ و ۱۱دارای ذرات تجزیه شده هستند این ذرات تحت پدیده سرسیتی[۲۱] شدن به رس تبدیل شده‌اند، احتمالاً همان فلدسپات‌های آلکالن بوده‌اند که در اثر آلتراسیون در شرایط گرم و مرطوب به این شکل درآمده‌اند. در این نمونه‌ها ذرات گردشدگی نامناسبی دارند. نمونه ۲ شامل ذرات پلاژیوفلدسپار می‌باشد که به طور کامل تجزیه نشده‌اند و از حاشیه‌ها در حال تجزیه است این امر نشان دهنده این است که این ذرات با ذرات قبل منشأ مشترک نداشته و رسوب مربوطه دارای چند منشأ می‌باشد. پلاژیوکلازها در مراحل بعدی به این رسوب اضافه گشته‌اند و چون زیاد دچار آلتراسیون نشده‌اند به احتمال زیاد دارای منشأ نزدیک‌تری نسبت به فلدسپات‌های آلکالن هستند.

۲۱- (Seritization): فرآیند تجزیه فلدسپات به رس ثانویه

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

فلدسپات‌های آلکالن نشان دهنده سنگ‌های آتشفشانی مانند گرانیت می‌باشد که با توجه به نقشه زمین‌شناسی منطقه، می‌تواند به سنگ‌های آتشفشانی پلیوسن تعلق داشته باشد. نمونه‌های ۵، ٦ و۷ به شدت دچار آلتراسیون شده است و باعث شده تا فقط اثر ذرات دیده شوند. به صورت کمی رس در مقطع دیده شد. نمونه‌های ۸ و ۹ نیز تا حدودی کم‌تر تجزیه شده و رس‌ها به خوبی در آن قابل رؤیت هستند علاوه بر آن ذرات سالم و گوشه‌دار وجود دارد که از گردشدگی نامناسبی برخوردارند. زنوتیوم که از دسته عناصر کمیاب می‌باشد در این دو نمونه دیده شد، با پراکندگی ۲۵٪ از نمونه‌ها را تشکیل می‌دهند. ذرات کوارتز نیز به نسبت کم‌تری ۵٪ در آن دیده می‌شوند. نوع کانی‌ها در شکل (۱۱) نشان داده شده است.



شکل ۱۱: نمونه‌هایی از کانی‌های شناسایی شده در زیر نور میکروسکوپ پلاریزان در شرایط PPL

Figure 11: Examples of minerals detected under polarizing microscope light under PPL conditions

نتایج تحلیل XRD حاکی از آن بود که در نمونه در نمونه شماره ۲، کانی‌های کلسیت، کوارتز و فلدسپار و در نمونه شماره ۳، کانی‌های کلسیت، کوارتز و فلدسپار، بیش‌ترین میزان را به خود اختصاص دادند. همچنین بخش اعظم نمونه شماره ۵ از کانی‌های ژیپس، تناردیت و هالیت تشکیل شده بود. همچنین در نمونه شماره ۹، کانی‌های کوارتز، ژیپس و کلسیت، بیش‌ترین مقادیر را داشتند. از میان کانی‌های رسی نیز ایلیت و مونت مورینولیت مشاهده شدند (جدول ۲). نسبت SIO2/AL2O3 در نمونه‌های منطقه مورد مطالعه به‌طور میانگین ۳/۲٤ است و نشان دهنده بلوغ رسوبی متوسط منطقه مورد مطالعه است. در این میان، رسوبات نمونه شماره ۵ با ۲/۹٤ کم‌ترین بلوغ و نمونه ۲ با ۳/۱۳ بیش‌ترین بلوغ رسوبی را به‌خود اختصاص دادند.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

جدول ۲- نتایج آزمایش XRD برروی نمونه‌های رسوبی شماره ۲، ۳، ۵، ۸ و ۹

Table 2- XRD test results on 2, 3, 5, 8 and 9 sediment samples

شماره نمونه	به‌ترتیب راست به چپ از مقادیر بیش‌تر به کم تر
۲	کلسیت[۲۲]، کوارتز[۲۳]، فلدسپار[۲۴]، هماتیت[۲۵]، هالیت[۲۶]
۳	کلسیت، کوارتز، فلدسپار، ژیپس[۲۷]، هالیت، کلریت[۲۸]، ایلیت[۲۹] ، آناتاز [۳۰]
۵	ژیپس، تناردیت[۳۱]، هالیت، کلسیت[۳۲]، کوارتز، دولومیت[۳۳]، سیلویت[۳۴]، گلوبریت[۳۵]، میرالیت[۳۶]
۸	ژیپس، هالیت، فلدسپار، سلستین[۳۷]، ماده معدنی ایلیت
۹	کوارتز، ژیپس، کلسیت، مونت موریلونیت[۳۸]، سیلوریت، ایلیت، دولومیت، فلدسپار، آبادیس[۳۹]، هماتیت، آناتاز

جدول ۳- نتایج آزمایش XRF برروی نمونه‌های رسوبی شماره ۲، ۳، ۵، ۸ و۹

Table 3- XRF test results on 2, 3, 5, 8 and 9 sediment samples

شماره نمونه	۲	۳	۵	۸	۹
شماره آزمایشگاه	۱۳۲۶	۱۳۲۲	۱۳۲۲	۱۳۲٤	۱۳۲۵
واحد (به درصد)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
کوارتز	۳۳/۲	۲٦	۱۰/٦	۹/۱	۳۵/٤
اکسید آلومینیوم	۸/۹	۷/٦	۳/٦	۲/۹	۲/٤
اکسید آهن	۵	٤/۳	۱/۷	۱/۸	۵/۹
کلسیم	۱۸	۱۹/٤	۱۹/۸	۲۵/٤	۹/٦
مگنز	٤/۳	۷/۳	۳/۸	۳/۵	۱۲/۱
اکسید سدیم	۱/۹	۳/۸	۱۰/۵	٤/۱	۰/۵
اکسید پتاسیم	۳	۱/۵	۰/٦	۰/٦	۱/۹
درصد مواد فرار در هر نمونه[٤۰]	٤/۳	٤/۳	۱۸/۰٤	۲۷/٤	٦/۹

22- Calcite
23- Quartz
24- Feldespar
25- Hematite
26- Halite
27- Gypsum
28- Colorite
29- Illite
30- Anatase
31- Thenardite
32- Calcite
33- Dolomite
34- Sylvite
35- Glaberite
36- Miralilite
37- Celestine
38- Montmorillonite
39- Pyropillite
40- L.O.I

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

نسبت آلومینیوم به تتانیوم (AL2O3/TiO2) به در نمونه‌های رسوبی شماره ۲، ۳، ۵، ۸ و۹ به ترتیب؛ ۱۹/٦، ۱۵/٤، ۳٦، ۲۹ و۱۷/۳۳ بوده است که نشان می‌دهد سنگ‌های منشاء رسوبات منطقه از نوع سنگ‌های آذرین حد واسط و یا آذرین فلسیک بوده‌اند. میانگین اندیس کولرز برای نمونه‌های رسوبی شماره ۲، ۳، ۵، ۸ و ۹ به‌ترتیب؛ ۳۲/۹۹ ، ۲٤، ۱۰، ۸ و ۵۰/۷۳ بود. بیش‌ترین هوازدگی به سنگ منشا نمونه شماره ۹ و کم‌ترین آن به منشاء نمونه شماره ۸ برمی‌گردد. مقدار اکسید Na_2O در نمونه‌های ۲ و ۹ از بقیه نمونه‌ها کم‌تر است و نشان‌دهنده فلدسپار در نمونه‌های نامبرده می‌باشد. فلدسپار در نمونه شماره ۵ به حداکثر مقدار خود می‌رسد. میانگین درصد اکسید CaO تقریبا در تمامی نمونه‌ها بیش‌تر از میانگین درصد اکسیدهای Al_2O_3 و Sio_2 می‌باشد که نشان از مقادیر بالای خرده سنگ و سیمان کربناته دارد. فراوانی درصد اکسید Al_2O_3 نشان دهنده وجود کانی‌های سریسیت و مسکویت در نمونه شماره ۹ می‌باشد. مقدار بالای درصد اکسیدهای Fe_2O_3 و MgO در نمونه شماره ۹ نسبت به سایر نمونه‌ها نشان دهنده فراوانی کانی رسی کلریت و همچنین وجود کانی‌های مافیک مانند بیوتیت، آپاتیت و مگنتیت و افزایش کانی‌های روشن همچون پلاژیوکلاوزهایی مانند کوارتز و ارتوز در رسوبات کواترنری می باشد و نشان از وجود شرایط مرطوب‌تر در دوره کواترنر در پلایا دارد.

نتیجه‌گیری

براساس نتایج گرانولومتری نمونه‌ها، محاسبه شاخص کرومباین نشان داد نمونه‌های ۵ ،٦ و ۷ از نوع رسوبات رودخانه‌ای و سایر نمونه‌ها، رسوبات محیط دریاچه‌ای با سایش کم بودند. همچنین اکثر نمونه‌ها به سمت ذرات ریزدانه متمایل بودند (جدول ٤). براساس تحلیل‌ها، رسوبات عهد حاضر بیش‌تر از شیل‌های دوران دوم و سوم حاوی کانی‌های کلریت و ایلیت و همچنین سنگ‌های آتشفشانی (متعلق به دوره پلیوسن) حاشیه حوضه و البته با بلوغ رسوبی متوسط هستند. میانگین دمای حوضه میقان در زمان کواترنری نیز از حداکثر ۲/٦۷ تا حداقل ٦/۳۳- درجه سانتی‌گراد متغیر بوده است. نتایج حاصل از تحلیل مورفوسکوپی نشان داد؛ که در حمل رسوبات به پلایای میقان، علاوه بر فرآیند بادی، فرآیند آبی نیز نقشی چشم‌گیری داشته است. منحنی‌های تجمعی رسم شده براساس مطالعات گرانولومتری نیز به‌وسیله خط‌های مستقیم شکسته مشخص شده بودند که خود نشان‌دهنده این مطلب است که مکانیزم‌های مختلف باعث رسوب‌گذاری در منطقه مورد مطالعه شده است. تحلیل اکسیدهای عناصر اصلی و فرعی منطقه نشان داد؛ سنگ‌های منشاء رسوبات منطقه از نوع سنگ‌های آذرین حد واسط و یا آذرین فلسیک بوده‌اند. از دیگر نکات تفسیر شده در مورفوسکوپی رسوبات، اینکه کائولنیت در منطقه‌ای از پلایا که به زیر آب می‌رود وجود دارد و در حاشیه پلایا بسیار کم تر دیده می‌شود که این مسئله تشکیل کائولنیت به صورت اتوژه در پلایا، همچنین وجود کانی هماتیت در نمونه‌های حاشیه کویر، تشدید روند اکسیداسیون در این بخش‌ها را اثبات می‌کند. زاویه‌دار بودن تقریباً تمامی ذرات کوارتز، در تمامی نمونه‌ها به چشم می‌خورد که نشان از وجود تخریب فیزیکی کوارتز در طی مراحل حمل به سمت کویر دارد و البته نباید مقاومت نسبی بیش‌تر کانی کوارتز را نیز نادیده گرفت. در نتیجه با استناد به شواهد این پژوهش می‌توان ادعا نمود؛ ابعاد دریاچه میقان همواره در حال کوچک‌تر شدن می‌باشد و حمل رسوبات توسط فرآیند بادی در محیط پلایا، در طی زمان، جایگزین فرآیند آبی گشته است. بدین ترتیب که فرآیندهای اکسیداسیون و تولید رس

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

ثانویه نیز در حال پیشروی به سمت تالاب هستند. این موضوع می‌تواند از سویی تهدیدی برای حیات جانداران موجود در منطقه و از سویی دیگر مولد مخاطراتی همچون افزایش پدیده گردوغبار، پایین رفتن سطح آب‌های زیرزمینی و درنتیجه، فرونشست زمین و مشکلات دیگر شود. بنابراین مجموع شرایط، لزوم برنامه‌ریزی دقیق و بخصوص تسریع در انجام طرح‌های مدیریت منابع آب در منطقه را می‌طلبد.

جدول ٤- مشخصات لایه‌های رسوبی مورد مطالعه براساس پارامترهای آماری محاسبه شده به روش ترسیمی

Table 4- Characteristics of sedimentary layers studied based on statistical parameters calculated by drawing method

نمونه	نوع بافت	میانگین اندازه ذرات (میکرون)	کج شدگی	کشیدگی	نوع نمونه
۱	ماسه کمی گراولی	٤٦٧/٩	به سمت ذرات ریز	خیلی کم	دو منشاء با جورشدگی ضعیف
۲	ماسه کمی گراولی	٤٧٩/٤	به سمت ذرات ریز	کم	دو منشاء با جورشدگی ضعیف
۳	ماسه کمی گراولی	٣٩٨/٤	به سمت ذرات درشت	متوسط	دو منشاء با جورشدگی ضعیف
٤	ماسه کمی گراولی	٦٦٧/٦	به سمت ذرات ریز	کم	سه منشاء با جورشدگی ضعیف
٥	ماسه کمی گراولی	٤٦٧/٩	به سمت ذرات ریز	خیلی کم	دو منشاء با جورشدگی ضعیف
٦	ماسه کمی گراولی	٤٧٩/٤	به سمت ذرات ریز	کم	دو منشاء با جورشدگی ضعیف
۷	ماسه کمی گراولی	٣٩٨/٤	به سمت ذرات درشت	متوسط	دو منشاء با جورشدگی ضعیف
۸	ماسه کمی گراولی	٥٢٥/٠	به سمت ذرات خیلی ریز	کم	سه منشاء با جورشدگی ضعیف
۹	ماسه کمی گراولی	٤٦٢/٧	به سمت ذرات خیلی ریز	کم	چند منشاء با جورشدگی ضعیف
۱۰	ماسه کمی گراولی	٤٢١/٦	به سمت ذرات درشت	متوسط	چند منشاء با جورشدگی ضعیف
۱۱	ماسه کمی گراولی	٥١٠/٩	به سمت ذرات خیلی ریز	کم	چند منشاء با جورشدگی ضعیف

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

References

- Alaei Taleghani, M., (1996), "Geomorphology and regional development of Arak plain", Ph.D Thesis, Faculty of geography, University of Tehran. [In Persian].
- Alijani, B., Mahmoudi, P., Rigi Chahi, A., (2011), "Investigation of changes in annual minima and maxima of temperature in Iran, ***Journal of Geographical Research***, 26 (3): 102-122. [In Persian].
- Bobek, H., (1965), "Features and formation of the great Kewir and Masileh", Tehran: University of Tehran, Arid Zone Research Center Publ 2. [In Persian].
- Djamali, M., De Beaulieu, J. L., Shah-Hosseini, M., Andrieu-Ponel, V., Ponel, P., Amini, A., Akhani, H., Leroy, A. S., Stevens, L., Alizadeh, H., Brewer, S., (2008), "A late pleistocene long pollen record from Urmia, NW Iran", ***Quaternary Research***, 69 (3): 413-420.
- Djamali, M., De Beaulieu, J. L., Miller, N., Andrieu-Ponel, V., Berberian, M., Gandouin, E., Lahijani, H., Ponel, P., Salimian, M., Guiter, F., (2009), "A late Holocene pollen record from lake Almalou in NW Iran: Evidence for changing land-use in relation to some historical events during the Last 3700 Years", ***Archaeological Science***, 17: 1364-1375.
- Feizi, V., Azizi, A. H., Alimohammadian, H., Mohammadi, H., Shamsipour, A. S., (2014), "Late quaternary climate reconstruction using magnetic susceptibility and geochemistry of major elements of loess Azadshahr", ***Journal Quantitative Geomorphology Research***, 3 : 1-21. [In Persian].
- Ferrati, R., Canziani, G., Moreno, D., (2005), "Estero del ibera: hydrometeorological and hydrological characterization", ***Ecol Model***, 186: 3-15.
- Dworkin, S. I., Nordt, L., Atchley, S., (2005), "Determining terrestrial paleotemperatures using the oxygen isotopic composition of pedogenic carbonate", ***Earth and Planetary Science Letters***, 237: 56-68.
- Ghahroudi Tali, M., (2011), "Application of PCA techniques and OIF index to detection of evaporate in playa (Case study. Maharlu playa)" , ***Geography of Arid Region Study Journal***, 3: 21-36.
- Ghahroodi Tali, M., Lashgari, H., Hosseini, Z., (2011), "Identification of sedimentary zones caused by climate change in Maharloo playa using PCA technique and OIF index", ***Journal of Arid Regions Geography***, 1 (3): 36-21. [In Persian].
- Ghavidel Rahimi, Y., Farajzadeh, M., Ali Jahan, M., (2017), "Evaluation of the effect of anomalies on average monthly and seasonal temperatures of Iran", ***Geographical Space Quarterly***, 17 (58): 25-47. [In Persian].
- Ghorbani, M., Mahmoudi, F., Yamani, M., Moghimi, A., (2010), "The role of quaternary climate change in the geomorphological evolution of karstic holes (Case study: Shaho Rough, western Iran)", ***Journal of Natural Geography***, 74: 1-16. [In Persian].
- Hulme, P. E., (2005), "Adapting to climate change: Is there scope for ecological management in the face of a global threat?" ***J. Appl Ecol***, 42: 784-794.
- Karimi, A., Khademi, H., Ayoubi, A., (2013), "Magnetic susceptibility and morphological characteristics of a loess–paleosol sequence in northeastern Iran", ***Catena***, 101: 56-60.
- Khosravi, M., Esmaelnejad, M., Nazaripour, M., (2010), "Climate change and effects on water resource of Middle East", Fourth International Congress of Islamic Geographers of the Islamic World, 14 April 2010, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran: pp 1-8. [In Persian].
- Khosro Zadeh, A., Karimi, M., (2015), "Introducing parthian sites and settlements in eastern Zagros based on archaeological surveys of three cities of Kamijan, Khandab and Shazand", ***Iranian Journal of Archeology***, 5 (2): 85-92. [In Persian].

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

- Krinsely, D., (1970), "A geomrphological and paleoclimatological study of the playas of Iran", Ph.D Thesis, Cambridge Research Labs: Cambridge.
- Rezaei Banafshe, M., Jalali Ansoroudi, T., Hasanpour Aghdam Beigloo, M., (2016), "Impact of climate change on the temporal changes of groundwater recharge in the Tasouj basin", ***Geographical Space Quarterly***, 18 (61): 255-269. [In Persian].
- Ryskov, Y. G., Velichko, A. A., Nikolaev, V. I., Oleinik, S. A., Timireva, S. N., Nechaev, V. P., Panin, P. G., Morozova, T. D., (2008), "Reconstruction of the paleotemperature and precipitation in the pleistocene according to the isotope composition of humus and carbonates in loess on the Russian Plain", ***Eurasian Soil Science***, 41:937-945.
- Maghsoudi, M., Jafaribigloo, M., Rahimi, A., (2014), "Sedimentary evidence of climate change in Zaribar Lake during the Holocene", ***Journal of Natural Geography Research***, 46: 58-43. [In Persian].
- Maghsoudi, M., Ahmadi, A., Shayan, S., (2016), "Neolithic and climate change impact on the evolution of northeast sandy areas of Ahwaz", ***Journal of Quantitative Geomorphology Research***, 1: 180-160. [In Persian].
- Motamed, A., (1975), "***Salt lake basin research project***", Tehran: University of Tehran. [In Persian].
- Mousavi Harami, R., (2002), "***Sedimentology***", Astan Ghods Razavi Publications": Mashhad. [In Persian].
- Pedrami, M., (1993), "***Quaternary and paleontological geology of Arak-Kavir Meyghan region***", Geological Survey of Iran: Tehran. [In Persian].
- Yu-Zhuang, J., Yin, A., Liu, W., Xu, M., (2016), "First geomorphological and sedimentological evidence for the combined tectonic and climate control on Quaternary Yarlung river diversion in the eastern Himalaya", ***Journal of Lithosphere***, 8 (3): 293-316.
- Zolfaghari, M., Hashemi, M. N., Heydari, M., (2010), "Investigation of spatial changes in precipitation and volume of precipitation in the Mighan desert watershed", Second Wetland Conference Iranian Desert, 14 September 2010, Islamic Azad University of Amir Kabir, Arak, Iran: pp 30-39. [In Persian].

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]