جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره سی و یکم، پاییز ۱۳۹۸

صص ۹۵- ۷۷
DOI: https://doi.org/10.22067/geo.v8i3.81703

منشأ یابی ماسه‌های بادی با استفاده از کانی‌شناسی و مورفوسکوپی دانه‌های ماسه (مطالعهٔ موردی: قوم تپه صوفیان- شمال دریاچه ارومیه)

عباس ممقانی بنابی - دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی و مدیریت محیط، پردیس بین‌المللی ارس دانشگاه تهران،تهران،ایران
محسن زارع احمدآباد[1] - دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی و مدیریت محیط، پردیس بین‌المللی ارس دانشگاه تهران،تهران، ایران
مهران مقصودی – دانشیار ژئومورفولوژی، دانشگاه تهران،تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/٤/۱۳ تاریخ تصویب: ۱۳۹۸/۹/۱۷

چکیده

در قسمت‌های شمال غرب حوضه آبریز دریاچه ارومیه در بخش قوم تپه صوفیان، تپه‌های ماسه‌ای به‌صورت محدود قابل مشاهده است که پس از بررسی‌های علمی صورت گرفته علت اصلی شکل‌گیری آن‌ها برآیند فعالیت بادهای غالب و ماسه‌های ریزدانه است. هدف غایی این تحقیق بررسی کانی‌شناسی در منشأ یابی و تحلیل مقطع تپه‌های ماسه‌ای در قم تپه صوفیان است. با توجه به اهمیت تحلیل آماری باد در منطقه، آمار باد ۲ ایستگاه پیرامونی اخذ و از طریق ترسیم گلبادها، تجزیه‌وتحلیل شده است. تغییر راستای وزش فصلی این بادها در محدوده مورد مطالعه، نتیجه تأثیر شرایط کم‌فشار حاکم در چاله دریاچه ارومیه و دشت تبریز است. اقلیم خشک و نیمه‌خشک، فقر پوشش گیاهی و همواری نسبی سطح زمین از مهم‌ترین عواملی هستند که باعث غلبه فرایندهای فرسایش بادی در منطقه قوم تپه شده‌اند. ماسه‌های نمونه‌برداری شده از ۵ مقطع، از طریق آزمایش‌های XRF و XRD تجزیه‌وتحلیل شده است و درصد زیاد کانی‌های آذرین (کانی سنگین) در نمونه‌ها، زیاد بودن میانه قطر نمونه‌ها (۲۹۳ میکرون)، رابطه میانگین قطر ذرات با فاصله حمل (کمتر از ۲۰ کیلومتر)، ضرایب گردشدگی نیمه زاویه‌دار در اکثر نمونه‌ها مورد تائید است. همچنین نمونه‌ها برآیندی از حمل آن‌ها توسط باد و آب بوده و نشان‌دهنده ارتباط منطقی مورفوسکوپی دانه‌هاست به دلیل فاصله زمانی حمل با منشأ رسوبات تپه‌های ماسه‌ای نزدیک و از سطوح مخروط افکنه (دشتسر) و اراضی زراعی متروکه واقع در نواحی شرق و جنوب و همچنین بستر رودخانه‌های قدیمی در بخش جنوب شرقی منطقه است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد بالا بودن نسبت ذرات ماسه‌های کمتر از ۲۵۰ میکرون، ضعف پوشش گیاهی و جهت بادهای غالب محلی،

۱ نویسنده مسئول: ۰۹۱٤۱۰٥۹۷٥۷ Email: zare.mohsen1358@ut.ac.ir

محیطی مناسب برای گسترش فرسایش بادی مهیا می‌سازد، به‌طوری‌که با کاهش این نسبت از شدت فرسایش نیز کاسته می‌شود. این مورد با بررسی نمونه‌های دانه سنجی، عملیات میدانی و مشاهدهٔ عکس‌های هوایی نیز تأیید می‌گردد.

کلیدواژه‌ها: تپه‌های ماسه‌ای، قوم تپه صوفیان، تحلیل مقطع، آزمایش‌های XRF و XRD.

۱- مقدمه

کشور ما در کمربند خشک و بیابانی دنیا قرار دارد و دو سوم از وسعت آن در قلمرو مناطق خشک واقع شده است. آثاری چون خشک شدن دریاچه‌های داخلی، توفان‌های ماسه، گردوغبار و تشدید فرسایش بادی، جلوهٔ بارزی از نرخ رو به رشد بیابانی شدن در سال‌های اخیر در کشور است (شیروی، سپهر و دیگران ۱۳۹۵: ۳۰۵). وسعت نواحی خشک و فوق‌العاده خشک به ترتیب معادل ٤٧٢٥٦٦ و ٥٧٣٨٨٤ کیلومترمربع است که حدود ٦٣١/٥ قلمروهای خشک و نیمه‌خشک براساس سیستم اصلاح شدهٔ دمارتون تعیین شده است. در این سیستم مناطقی که شاخص خشکی آن‌ها بین ۵-۰ و ۱۵-۱۰ است به ترتیب جزء مناطق خشک و فرا خشک[1] محسوب می‌شوند.

میزان فرسایش بادی و حجم نقل‌وانتقال مواد در مناطق خشک، به ویژگی‌های سرعت، جهت و فراوانی باد و از طرفی به ویژگی‌های سطح زمین، توپوگرافی و مواد رسوبی وابسته است. شناخت ویژگی‌های ژئومورفولوژیک عوارضی که در محیط‌های مورفوکلیماتیک نواحی خشک توسعه می‌یابند، می‌تواند ما را در برخورد با چنین محیط‌هایی آگاه ساخته و انسان را از اعمالی که ممکن است موجب تغییر اکوسیستم و موازنهٔ طبیعی شود منع کند. ویژگی‌های ژئومورفولوژیک عوارض نواحی خشک و به‌ویژه عوارض تپه‌های ماسه‌ای درواقع حاصل پویایی و تحول‌پذیری خاص در این‌گونه نواحی است (Xin-Rong Li et al.. 2010). بررسی و مطالعه پیشینه تحقیق مربوط به موضوع، مشخص گردید که اغلب در خصوص طبقه‌بندی‌ها و تحلیل لندفرم‌های ژئومورفولوژیک مناطق خشک با استفاده از پارامترهای ژئومورفولوژیک و ژئومورفومتریک و تحلیل بادهای غالب به‌عنوان تأثیرگذارترین عامل انجام گردیده است، این در حالی است که تحقیق حاضر به‌منظور منشأ یابی و بررسی چندین مقطع از طریق تحلیل باد غالب و کانی‌شناسی در تپه‌های ماسه‌ای قوم تپه واقع در سمت غربی شهر صوفیان که امروزه با گسترش صنایع پایین‌دستی مواجه می‌باشد انجام شده است. مطالعات زیادی در مورد کانی‌شناسی و منشأ یابی تپه‌های ماسه‌ای در مناطق خشک ایران صورت گرفته است. به‌طورکلی بیشتر مطالعات و پژوهش‌های مربوط به تپه‌های ماسه‌ای، یا در ارتباط با عامل انتقال دهنده ماسه انجام شده، یا مربوط به مورفودینامیک تپه‌های ماسه‌ای بوده است و یا به بررسی

۱ نواحی خشک، ناحیه‌ای از زمین است که به علت حساس بودن اکوسیستم طبیعی آن، با کاهش قابلیت‌های محیطی مواجه هستند. بنابراین هرتغییردر شرایط طبیعی ممکن است کاهش قابلیت‌های زمین را بدنبال داشته باشد.

ارتباط متقابل بین تپه‌های ماسه‌ای و محدوده اطراف پرداخته شده است (Bernard O. Bauer 1993 Douglas J. Sherman &). مهم‌ترین تحقیقات در این زمینه توسط بگنولد (۱۹٤۲) انجام شده است. وی در پژوهش خود نشان داد که اشکال تپه‌های ماسه‌ای اعم از عوارض خیلی سطحی و کوچک تا عوارض خیلی مرتفع، تحت تأثیر قطر ذرات و شرایط حاکم بر باد آن ناحیه است.

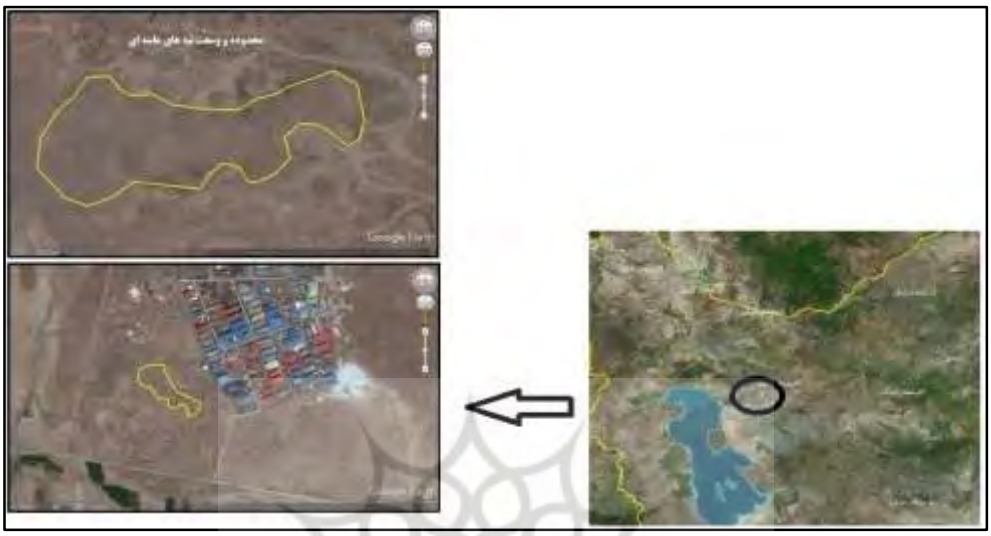
در ایران نیز محققینی ازجمله معماریان خلیل‌آباد و همکاران (۱۳۸٤) در بررسی منشاءیابی رسوبات بادی منطقه رفسنجان با استفاده از روش گام به گام که یکی از مراحل آن بررسی نقش خصوصیات باد در نقل‌وانتقال ماسه‌هاست، توانستند جهت اصلی برداشت مواد را در جهت بادهای فرساینده تعیین نمایند. همچنین مقصودی و همکاران (۱۳۹۰) به شناسایی منابع ماسه‌های بادی ارگ نوق با استفاده از تحلیل باد و مورفومتری ذرات ماسه پرداخته و با بررسی مورفوسکوپی دانه‌ها مشخص گردید که منشأ برداشت این رسوبات در منطقه نزدیک بوده و رسوبات از فاصله کوتاهی حمل و رسوب‌گذاری شده‌اند. اختصاصی و دادفر (۱۳۹۲) در مقاله‌ای تحت عنوان بررسی رابطه تندبادهای سواحل جنوبی ایران با مورفولوژی تپه‌های ماسه‌ای اقدام به تجزیه‌وتحلیل داده‌های بادسنجی ایستگاه‌های همجوار سینوپتیک در سواحل جنوبی ایران را با استفاده از نرم افزارWRPLOT انجام داده و در نهایت بررسی مورفولوژیک تپه‌های ماسه‌ای سواحل جنوبی ایران را که از نوع تپه‌های طولی، سیلک‌های دندانه‌ای کشیده و سیف بوده است را انجام داده‌اند. معماریان و صفدری (۱۳۸۷) در تحقیقات خود در تپه‌های ماسه‌ای ارگ با استفاده از تصویر ماهواره‌ای و بازدیدهای صحرایی مورفولوژی تپه‌های ماسه‌ای ارگ تعیین و در نهایت، با مطالعه رژیم باد و رسم گلبادها، بادهای فرساینده و مؤثر در تشکیل تپه‌های ماسه‌ای شناسایی شد. در نهایت فرضیه تحقیق بر این پایه استوار است که مهم‌ترین کانی‌های تشکیل دهنده این تپه‌ها خرده‌های سنگی کوارتز و فلدسپار با منشأ بومی و اراضی با پوشش گیاهی ضعیف و مخروط‌های جنوبی ارتفاعات شمالی و بسترهای متروکه، منبع تأمین ماسه‌ها می‌باشند.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۲- منطقه مورد مطالعه

توده ماسه‌ای قوم تپه در موقعیت جغرافیایی ۵۰ درجه و ٤۸ دقیقه شرقی و ۳۵ درجه و ٤۸ دقیقه شمالی در استان آذربایجان شرقی در قسمت شمال شرقی دریاچه ارومیه و در مساحتی در حدود ۱٤ هزار مترمربع واقع گردیده است (شکل ۱). موقعیت نمونه‌های گرانولومتری شده زهکش‌های حوضه عمدتاً فصلی و کمتر دائمی هستند و تنها رودخانهٔ های دائمی در منطقه، آجی چای و صوفیان چای می‌باشند. حداکثر ارتفاع توده ماسه‌ای مورد مطالعه ۸ متر می‌باشد. از نظر توپوگرافی، بیشتر قسمت‌های منطقه با شیب کمتر از ۳ درصد به سمت چالهٔ دریاچه ارومیه ختم می‌شود، به‌طوری‌که با سطحی نسبتاً هموار و بدون عارضه‌ای خاص امکان توسعهٔ اشکال بادی را امکان پذیرمی

سازد، با این وجود در نواحی شمالی ارتفاعات مورو داغ با حداکثر ارتفاع ۲۹۰۰ متر و در نواحی غربی ارتفاعات میشو داغ با حداکثر ارتفاع ۳۲۰۰ متر وجود دارد.



شکل ۱- موقعیت تپه‌های ماسه‌ای قم تپه در شرق دریاچه ارومیه، شمال غرب ایران

۳- مواد و روش‌ها

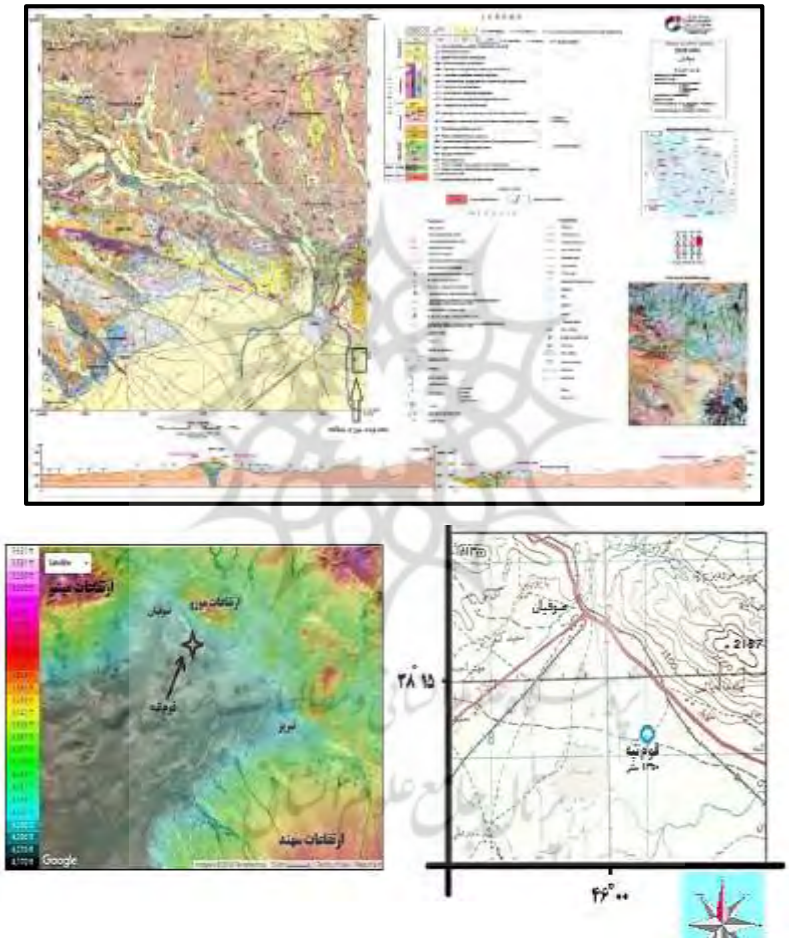
۳-۱- داده‌های مورد استفاده

یکی از عوامل مهمی که در تشکیل تلماسه‌های بادی ضروری است، منبع و منشأ ماسه می‌باشد و بدون وجود عناصر در حد و اندازه ماسه تلماسه‌ای شکل نمی‌گیرد؛ بنابراین در مناطقی که فرسایش بادی و منشأ برداشت ماسه وجود دارد ناهمواری‌های ماسه‌ای گسترش می‌یابند. پای و تسوار (۱۹۹۰) میزان تأمین ماسه را تابع نوع سنگ‌هایی که در منطقه رخنمون دارند، سرعت و شرایط هوازدگی و فرسایش و راندمان سایر عوامل انتقال رسوب در جداسازی ذرات در حد ماسه از ذرات بزرگتر از آن می‌دانند. به عقیده اسمیت (۱۹۸۲) آب‌های جاری اغلب نقش کلیدی در جورشدگی و تمرکز محصولات ناشی از هوازدگی برای انتقال توسط باد دارند. برای اینکه منبع و منشأ ماسه فراهم گردد، شرایط و عواملی لازم است که به عنوان سیستم‌های مورفوژنز و مورفودینامیک معروف هستند.

۳-۲- ابزارها و نرم افزارها

۳-۲-۱- بررسی و مطالعه نقشه‌های توپوگرافی و زمین شناسی

در این مرحله نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ و ۱:۵۰۰۰۰ و همچنین نقشه‌های زمین شناسی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ مورد بررسی قرار گرفته و نقشه موقعیت (شکل شماره۲)، واحد توپوگرافی منطقه مورد مطالعه بر این اساس در امتداد منحنی ارتفاعی ۱۳۵۰ متر تعیین گردید.



شکل ۲- موقعیت قوم تپه صوفیان در نقشه‌های توپوگرافی و زمین شناسی

٤- نتایج و بحث

٤-١- مورفوسکوپی عناصر تپه‌های ماسه‌ای

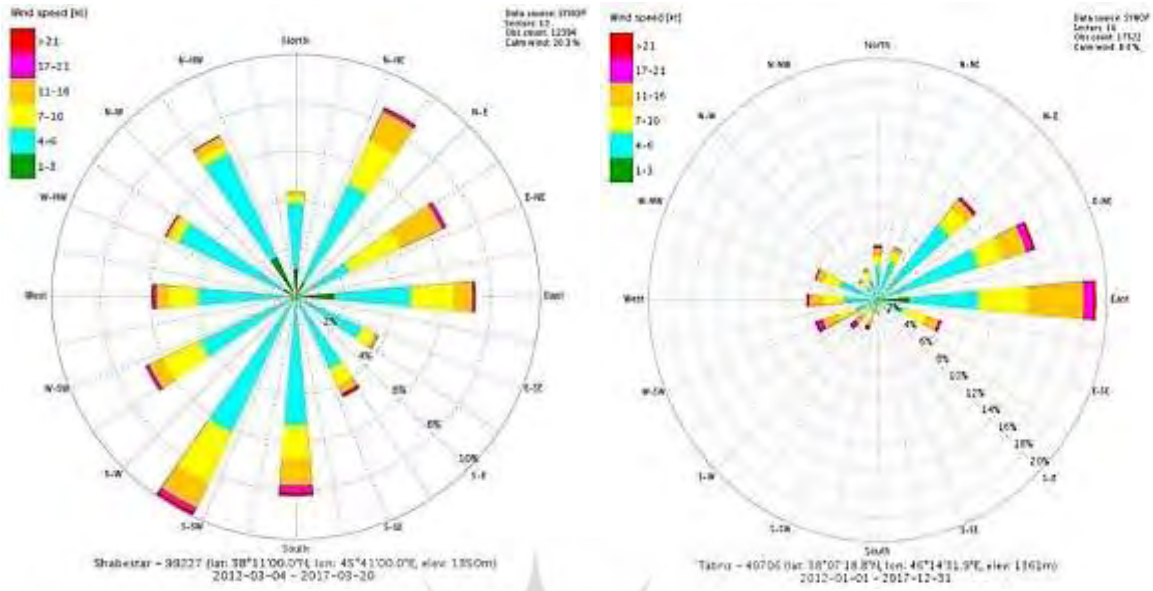
برای بررسی مورفوسکوپی ماسه‌ها در قوم تپه، تعداد ۵ نمونه را سیستماتیک و با توجه به پراکندگی عوارض انتخاب و بررسی‌های میکروسکپی بر روی آن‌ها در آزمایشگاه انجام گرفت. در این بررسی دانه‌ها از دو جنبه مورد مطالعه قرار گرفت، یکی وضعیت سطحی دانه که دارای حالت‌های مات، هاله، درخشان و تخریب فیزیکی و شیمیایی و دیگری از نظر سائیدگی به‌طوریکه هر چه دانه بیشتر در معرض آب و باد قرار گرفته و بیشتر سائیده شده باشد گرد شده تر است و می‌توان علاوه بر عمل حمل، مسافت حمل شده را نیز تعیین کرد.

٤-٢- وضعیت باد براساس ایستگاه‌های سینوپتیک

بطور عمده وضعیت ژئومورفولوژی تپه‌های ماسه‌ای متأثر از بادهای غالب منطقه است (وسو و همکاران ۱۳۹۳: ۲۲۰) و از آنجا که هدف این تحقیق بررسی کانی‌شناسی در منشأ یابی و تحلیل مقطع تپه‌های ماسه‌ای در قم تپه صوفیان است، بنابراین ابتدا با استناد به آمار باد روزانه ایستگاه‌های سینوپتیک شبستر و تبریز که نزدیکترین ایستگاه سینوپتیک به محدوده مورد مطالعه می‌باشد و با استفاده از نرم افزار Land Rose به رسم گلبادهای سالانه و ماهانه پرداخته شده است.

با توجه به اهمیت نقش باد در مورفولوژی عوارض ماسه‌ای و نیز از آنجا که جریان باد بین دومنطقه در نتیجه اختلاف فشار است (مقصودی و همکاران ۱۳۹۲: ۲۷)، بنابراین سعی شده است با توجه به راستای وزش بادهای منطقه و مهمتر از آن، توپوگرافی اشکال فرسایش بادی، موقعیت آن‌ها و چگونگی تأثیرگذاری آن‌ها در هدایت بادهای منطقه شناسایی شود.

برای بررسی وضعیت باد منطقه از داده‌های آماری ایستگاه سینوپتیک غرب تبریز و شبستر بین سال‌های ۲۰۱۲ تا ۲۰۱۷ استفاده شده است. بر این اساس باد غالب در ایستگاه شبستر جنوب غرب به سمت شمال شرق و در ایستگاه تبریز از سمت شرق و شمال شرق با فراوانی و سرعت زیاد وزیده است. البته بادهایی با جهات شمال، شمال غرب و جنوب و جنوب شرقی نیز با فراوانی کمتر نیز وجود داشته است. شکل (۳)



شکل ۳- نمایش جهت باد غالب قوم تپه در دو ایستگاه شبستر و ایستگاه فرودگاه تبریز

۳-۳- شرح عناصر تلماسه‌ها

ماسه در مطالعه فرسایش آبی و بادی، جایگاه انکارناپذیری دارد و بررسی کیفی و کمی آن در شناخت فرآیندهای غالب فرسایشی و کنترل آن نقش بسزایی دارد (شهریار و همکاران۱۳۹۲: ۱۷). بررسی شکل و حالت دانه‌های ماسه‌ای مورفوسکوپی نامیده می‌شود (خیام، ۱۳۷٤: ۹۱). معمولاً این بررسی روی ذرات ۰/۵ میلی متر تا ۰/٦ میلی متر انجام می‌گیرد. برای بررسی مورفوسکوپی ماسه‌ها، تعداد ۱۰۰ دانه از کانی‌های کوارتزی را از نمونه‌ها با قطر معادل ۵۰۰ میکرون به‌طور تصادفی برداشت نموده و در زیر میکروسکوپ دوچشمی و با استفاده از عیار چشمی از نظر گردشدگی، زوایا، آثار فرسایشی و میزان درخشندگی و یا مات بودن مورد بررسی قرار گرفت. نتایج مورفوسکوپی در جدول زیر آمده است. به‌طوری که هر چه دانه بیشتر در معرض حمل توسط آب یا باد و یا امواج دریا قرار گرفته باشد بیشتر سائیده شده و دارای گردشدگی بیشتری است.

از کل نمونه‌های سطح ماسه‌های قوم تپه؛ ۱ درصد کاملاً گرد، ۲٦/٤ درصد گرد، ٤٦/۵۸ درصد نیمه گرد،۲۳/۲۲ درصد نیمه زاویه دار و ۲/۸ درصد زاویه دار بوده است.

از نتایج مورفوسکوپی معلوم می‌شود که فراوانی به نسبت زیاد عناصر نیمه شفاف (هاله مانند) و شفاف و درخشان در بین نهشته‌های بادی منطقه حاکی از نقش مؤثر آبرفت‌های رودخانه‌ای و چاله ارومیه در تغذیه تلماسه‌های می‌باشد.

جدول۱- نتایج حاصل از مورفوسکوپی ماسه‌های نمونه برداری شده از قوم تپه صوفیان

ویژگی / محل نمونه	میزان گردشدگی بر حسب درصد						میزان شفافیت بر حسب درصد		
	کاملاً گرد	گرد	نیمه گرد	نیمه زاویه دار	زاویه دار	خیلی زاویه دار	شفاف	نیمه شفاف	مات
اولین لایه زیر رس (۳,۵ س.م)	–	۱٦	۳۸	۳۹	۷	–	۲۵	٤۳	۳۲
دومین لایه زیر رس (۸ س.م)	–	۱۹	۳٦	٤۲	۳	–	۲۷	٤۱	۳۲
سومین لایه زیر رس (۲۳ س.م)	–	٤	۳۲	۵۲	۱۲	–	۱٤	۱٤	۷۲
چهارمین لایه زیر رس (۲٤,۵ س.م)	–	۲۵	۵۸	۱۷	۱	–	۲۵	۲۸	٤۷
پنجمین لایه زیر رس (۲٦ س.م)	–	۲	۲۹	۵۷	۱۲	–	۲۲	۱٤	٦٤
ششمین لایه زیر رس (۵۰ س.م)	–	۲۲	٤۱	۳٤	۳	–	۲۹	۳۸	۳۳
رأس تپه غربی	–	۲۱	۳۳	۳٦	۹	۱	۳۹	۳۷	۲٤
رأس تپه شرقی	–	۱۷	٤۰	٤۱	۲	–	۲۸	٤۱	۳۱
شیب تپه	۳	۳۱	۳۹	۲۵	۲	–	۲۸	٤۲	۳۱

از مورفوسکوپی دانه‌های ماسه‌ای چنین بر می‌آید که در منشأ ماسه‌ها نیز تفاوت‌هایی وجود دارد. به احتمال زیاد ماسه‌های شفاف و نیمه شفاف موجود در تلماسه‌ها که درصد قابل توجهی را در نمونه‌ها تشکیل می‌دهند، نشان می‌دهد که اولاً این ماسه‌ها تحت تأثیر آب بوده‌اند و آب با حمل آن‌ها، طی مسافتی طولانی حالت گردشدگی و شفافیت بخشیده، ثانیاً منشأ این ماسه‌ها نزدیک بوده و باد نتوانسته تأثیر زیادی بر روی آن‌ها بگذارد و حالت شفافیت آن‌ها را مات گونه گرداند(Xin-Rong Li et al..2010). ماسه‌های مات نیز نشان می‌دهد که این ماسه‌ها گرچه ابتدا به وسیله آب حمل شده‌اند ولی از فاصله نسبتاً دوری حمل شده‌اند، باد با حمل مسافت طولانی و ضربه زدن‌های فراوان موجب مات شدن این ماسه‌ها شده است.

همچنین ارتفاعات اطراف از یک سو منبع عناصر ریزدانه‌ای است که توسط فرایندهای اولیه تشکیل و سپس به وسیله آب‌های جاری از این نواحی خارج می‌گردد و از طرف دیگر منشأ تشکیل فرابارهای محلی است که نقش عمده‌ای در حرکت ماسه‌ها در قوم تپه صوفیان را دارند. درکل منبع و منشأ تلماسه‌های منطقه را می‌توان به دو قسمت منشأ اولیه و منشأ ثانویه تقسیم بندی کرد که در ذیل ذکر می‌گردد:

الف) منشأ اولیه تلماسه‌های بادی قوم تپه

منظور از منشأ اولیه این است که مواد و عناصر پس از فرسایش و تجزیه کانی‌ها در محل به وسیله باد حمل شده و در تشکیل تپه‌های ماسه‌ای شرکت کرده‌اند(Hamdan, M.A.et al …2014) برای تلماسه‌های بادی منطقه ارتفاعات شمال شرق (مورو) و کوهستان شمال غرب (میشو) و ارتفاعات شمالی صوفیان می‌توانند به عنوان منشأ اولیه محسوب شوند؛ که پس از تأثیر عوامل مورفوژنز و تخریب سنگ‌های تشکیل دهنده این کوهستان‌ها از همان محل اولیه خود به‌طور مستقیم توسط باد حمل شده و در محل تلماسه‌های بادی منطقه نهشته گذاری کرده‌اند. ولی در قوم تپه به ندرت چنین ماسه‌ای را می‌توان پیدا کرد که دارای این خصوصیات باشد که پس از جداشدن از سنگ مادر توسط باد به‌طور مستقیم حرکت کرده و رسوب کرده باشد. مورفوسکوپی انجام شده بر روی ماسه‌های منطقه نیز این مساله را تأیید می‌کند؛ بنابراین مواد تولیدشده در این کوهستان‌ها بر اثر فرایندهای مورفوژنیک به وسیله عوامل حمل به خصوص آبهای جاری حمل شده و پس از کم شدن سرعتان در مناطق پست‌تر انباشته می‌شود و بدین صورت منشأ ثانویه برای تلماسه‌ها فراهم می‌آید که در زیر به بررسی آن‌ها پرداخته می‌شود.

ب) منشأ ثانویه تلماسه‌های بادی قوم تپه

منشأ ثانویه اینکه مواد منفصله در نواحی مرتفع و در مکان اولیه خود تحت تأثیر عوامل مورفوژنز مخصوصاً آب حمل شده و در مسیل‌ها، مخروط افکنه ها، رودخانه‌ها و چاله‌ها انباشته می‌شوند (Jian Hua XIAO et al..2015) و سپس با خشک شدن این عناصر منفصل، باد آن‌ها را نقل مکان داده و به‌صورت تلماسه‌های بادی انباشته می‌کند.

با توجه به چگونگی گسترش تلماسه‌ها و غلبه باد جنوب غربی نسبت به بادهای دیگر، منشأ ثانویه این تلماسه‌ها بیشتر در غرب و جنوب غرب منطقه خواهد بود. البته این به این مفهوم نیست که فقط ماسه‌ها از این سو به منطقه منتقل می‌شوند. بلکه به دلیل وزش دیگر بادها و غالب بودن آن‌ها در بعضی مواقع از سال می‌تواند مطابق گلبادهای ترسیمی، ماسه‌هایی را از دیگر مناطق، به‌ویژه شرق و شمال شرق، به دلیل حاکمیت باد شرقی و شمال شرقی در فصل تابستان به منطقه منتقل کند؛ بنابراین منشأ ثانویه تلماسه‌های بادی منطقه را به موارد زیر می‌توان تقسیم بندی کرد:

۱) آبراهه‌ها، مسیل‌ها و بستر رودخانه‌های قدیمی ۲) مخروط افکنه ها ۳) مخروط‌های واریزه ٤) دریاچه‌ای ۵) تراس‌های دریاچه‌ای ٦) تلماسه‌ها.

۵- نتایج حاصل ازآنالیز XRF

داده‌های آنالیز اکسیدهای اصلی و LOI در ۵ نمونه ماسه طبیعی به روش XRF به شرح جدول زیر تقدیم می‌شود:

Sample	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	Na2O	K2O	MgO
	%	%	%	%	%	%	%
3B	64.15	13.65	2.83	6.65	3.52	2.62	1.02
2B	63.74	13.74	3.06	6.86	3.41	2.59	1.14
1A	66.05	14.03	2.61	5.66	3.46	2.81	0.86
1C	67.56	14.21	2.26	4.96	3.52	2.89	0.69
1D	67.19	13.69	2.68	4.89	3.45	2.96	0.78
1B	67.36	13.86	2.48	4.71	3.65	2.91	0.67

Sample	TiO2	MnO	P2O5	S	L.O.I
	%	%	%	%	%
3B	0.346	0.058	0.142	0.012	4.78
2B	0.375	0.059	0.123	0.011	4.72
1A	0.311	0.045	0.112	0.012	3.77
1C	0.271	0.042	0.118	0.013	3.21
1D	0.313	0.039	0.112	0.012	3.70
1B	0.281	0.041	0.111	0.011	3.59

با توجه به اهداف این تحقیق، ابتدا با استناد به مطالعات پیشین و آمار بادِ تجزیه‌وتحلیل شده ایستگاه‌های سینوپتیک منطقه بررسی گردیده و سپس در تکنیک کار، مقایسهٔ ارتباط اشکال مورفولوژی تپه‌ها و پهنه‌های ماسه‌ای موجود و وضعیت سرعت، جهت و فرکانس بادهای منطقه و نیز ارتباط تأثیر بادها براساس دانه سنجی انجام شده برروی بیش از ۵ نمونهٔ ماسه بادی برداشت شده از سطح منطقه بوده است. برای تجزیه‌وتحلیل اطلاعات علاوه بر نتایج دانه سنجی‌ها از اطلاعات بدست آمده مانند حجم و ضخامت نسبی و مشاهدات میدانی عوارض ماسه‌ای بادی، پوشش گیاهی، ویژگی‌های توپوگرافیکی، شواهد سیلاب‌های صفحه‌ای استفاده شده است.

تجزیه‌وتحلیل و بحث بر اساس مطالعات انجام شده، محدودهٔ نسبتاً وسیعی تحت تأثیر عملکرد مورفودینامیک باد است و توسعهٔ اشکال و عوارض ماسه‌ای به خوبی قابل مشاهده است. درواقع وجود سطوح هموار در قسمت وسیعی از حوضهٔ آبریز دریاچه ارومیه همچنین وجود عناصر ریزدانه که مواد لازم را جهت فرسایش بادی مهیا می‌سازد، نبود شرایط مساعد برای رشد گیاهان و حاکمیت خشکی هوا برای بیش از پنج ماه از سال، امکان عملکرد فرایندهای بادی و حمل ماسه‌های روان را در منطقه فراهم می‌آورد.(Lancaster, N.2013) به‌طور کلّی تجزیه‌وتحلیل بادهای منطقه نشان می‌دهد که در ماه‌های سرد سال به علّت وجود تفاوت‌های دمایی و فشار هوا، بادهایی با سرعت

مناسب و فراوانی زیاد جهت فرسایش بادی وجود دارد. در ماه‌های گرم سال به ویژه ماه‌های مه، ژوئن، ژوئیه، اوت و سپتامبر بادهایی عمدتاً شرقی و شمالشرقی که اغلب از آستانهٔ سرعت باد برای حمل ذرات ماسه است، افزایش می‌یابند. نتایج با توجه به نمونه‌ها و کانی‌های برداشتی از ۵ مقطع (شکل٤) و همچنین ویژگی‌های پوشش گیاهی منطقه، میزان بارش، جنس سنگ و تفسیر چشمی عکس‌های هوایی و لایه‌های متشکله حساس به فرسایش بادی، به چهار دسته تقسیم می‌شود، این چهار دسته عبارتند از؛

مقطع فوق العاده حساس نسبت به فرسایش بادی

مقطع بسیار حساس به فرسایش بادی (این مقطع دارای درصد دانه‌های ماسه کمتر می‌باشد. ۷۰ درصد ذرات تشکیل دهندهٔ نمونه‌ها کمتر از ۲۵۰ میکرون قطر دارند. نمونه‌های شماره ۲،۳،٤ و ۵ دارای چنین وضعیتی هستند. در این مقطع فرسایش بادی فعال است).

مقطع حساس نسبت به فرسایش بادی (در جایی که لایه‌های رسی و پوستهٔ نمک و نقش حفاظتی یا پوشش گیاهی وجود ندارد).

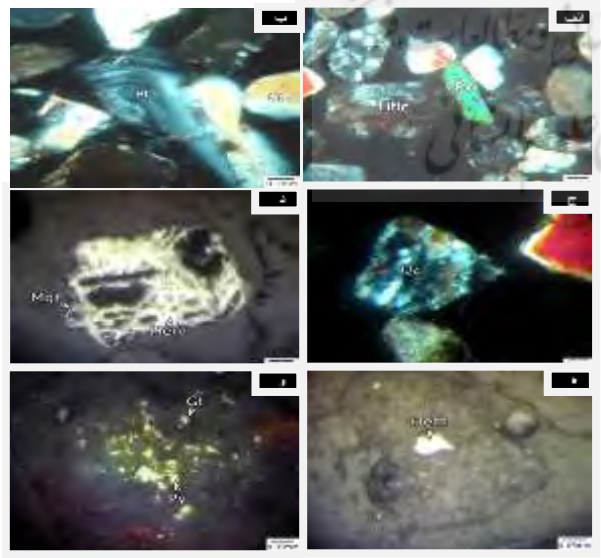
مقطع با حساسیت بسیارکم (در این منطقه شیب توپوگرافی کمتر از ۲ در صد بوده و سطح توپوگرافی بسیار هموار است. این رسوبات تحت تأثیر شدید فرسایش بادی قرار می‌گیرند. در این مقطع درصد دانه‌های درشت ماسه نسبتاً زیاد بوده و نمونه‌های فوق کمتر از ۷۰ ٪ ذرات ۲۵۰ کمتر از میکرون قطر دارند. این مقطع وسیع‌تر و از طرفی درشت بودن ذرات ماسه نشان دهندهٔ این واقعیت است که فاصلهٔ محل تراکم ماسه از مناطق منشأ کم است).

شکل ٤ – محل نمونه‌های برداشت شده

۵-۱- نمونه شماره ۱

اجزای غیرفلزی	خرده‌های سنگی، کربنات، کوارتز، هورنبلند، پیروکسن
کانه‌های فلزی اولیه	مگنتیت، پیریت
کانه‌های فلزی ثانویه	هماتیت، گوتیت
بافت فلزی اولیه	پراکنده‌دانه
بافت فلزی ثانویه	جانشینی سوپرژن/ اکسیدشدگی
شکل رخداد:	بلورهای ریز تا بسیار ریز مگنتیت، هماتیت و پیریت

مقطع مورد مطالعه نشانگر یک نهشته رسوبی منفصل (unconsolidated)است که اجزای آن را دانه‌های آواری ماسه‌ای با متوسط اندازه ۰/۲۵ تا ۰/۱۲۵ میلی‌متر معادل ماسه ریزدانه تشکیل می‌دهند. ذرات آواری متشکل از خرده‌های سنگی و کانه‌های فلزی آزادشده هستند که قطعات سنگی در نمونه از فراوانی نسبتاً بالا برخوردار هستند. خرده‌های ماسه‌سنگ کربناتی، دانه‌های کربنات گردشده، کوارتز، هورنبلند و پیروکسن در سطح مقطع قابل شناسایی هستند. ذرات خرده سنگی را به‌طور عمده خرده‌های سنگی ولکانیکی شامل انواع واجد زمینه میکرولیتی و بلورهای فنوکریست فلدسپار تشکیل می‌دهند. خرده‌های کوارتز دگرگون‌شده با جهت یافتگی ترجیحی ناشی از فرایندهای دگرگونی در مقطع دیده می‌شوند. کانی‌های فلزی در سطح مقطع شامل انواع آهن‌دار هماتیت، مگنتیت، پیریت و گوتیت هستند. بلورهای مگنتیت، هماتیت و پیریت در اندازه‌های ریز تا بسیار ریز در سطح مقطع دیده می‌شوند. بلورهای مگنتیت توسط هماتیت و بلورهای پیریت توسط گوتیت و هماتیت جانشین شده‌اند. ذرات آواری از جورشدگی (sorting) و گردشدگی (roundness) خوب برخوردارند. بلورهای فلدسپار گردشدگی خوب تا متوسط نشان می‌دهند.

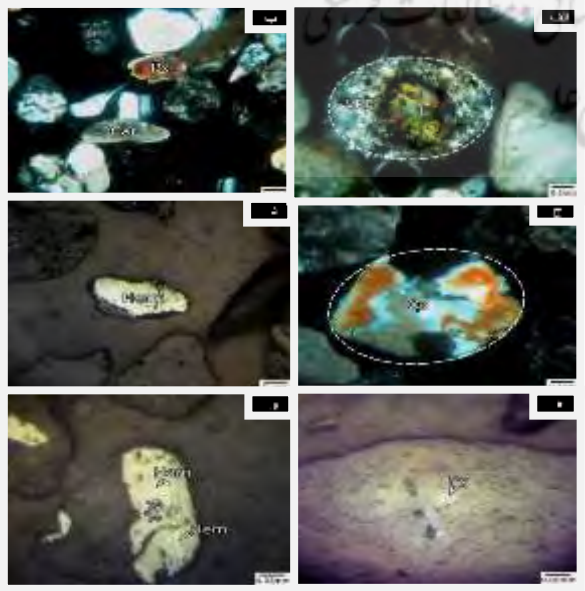


نگاره ۱. الف) بلور پیروکسن در مجاورت قطعه سنگ ولکانیکی حاوی بلورپلاژیوکلاز؛ ب) بلور فلدسپار زونینگ‌دار؛ ج) قطعه کوارتز پلی‌کریستالین دگرگون‌شده؛ د) جانشینی هماتیت در بلور مگنتیت اولیه؛ ه) تصویری از بلور هماتیت در زمینه قطعه سنگی؛ و) بلورهای پیریت و گوتیت.

۵-۲- نمونه شماره ۲

اجزای غیرفلزی	خرده‌های سنگی، پلاژیوکلاز، کوارتز، هورنبلند، پیروکسن، کربنات
کانی‌های سنگین	زیرکن، کانی‌های فلزی
کانه‌های فلزی اولیه	مگنتیت، پیریت
کانه‌های فلزی ثانویه	هماتیت
بافت فلزی اولیه	پراکنده‌دانه
بافت فلزی ثانویه	جانشینی سوپرژن/اکسیدشدگی
شکل رخداد	بلورهای ریز مگنتیت و پیریت

مقطع مورد مطالعه نشانگر یک نهشته رسوبی منفصل متشکل از ذرات ماسه در محدوده اندازه ۰/۲۵ تا ۰/۱۲۵ میلی‌متر، معادل ماسه ریزدانه، است. دانه‌های ماسه‌ای شامل انواع خرده‌های سنگی عمدتاً از گروه سنگ‌های ولکانیکی واجد یک زمینه ریزبلور و متشکل از بلورهای میکرولیت فلدسپار و همچنین خرده‌های سنگی از نوع غنی از کوارتز، احتمالاً از نوع دگرگونی؟ و یا ماسه سنگ کوارتزی، به همراه خرده‌های سنگی کربناتی، هستند. کانی‌های سیلیکاتی شامل ذره‌های بلوری پلاژیوکلاز، کوارتز، هورنبلند و پیروکسن به‌صورت آزاد هستند. کانی‌های سنگین مشاهده شده در سطح مقطع را ذرات زیرکن و ذره‌های کانی فلزی تشکیل می‌دهند. کانه‌های فلزی مشاهده شده در نمونه شامل انواع آهن‌دار هماتیت، مگنتیت و پیریت هستند. بلورهای ریز مگنتیت با فراوانی کم به به‌صورت آزاد و غالباً در درون قطعات سنگی و کانی‌های فرومنیزین دیده می‌شوند. بلورهای مگنتیت توسط هماتیت جانشین شده‌اند. بلورهای پیریت به‌صورت بسیار محدود به‌صورت آمیخته و درهم (inclusion) مشاهده می‌شوند. نمونه از جورشدگی و گردشدگی خوبی برخوردار است.



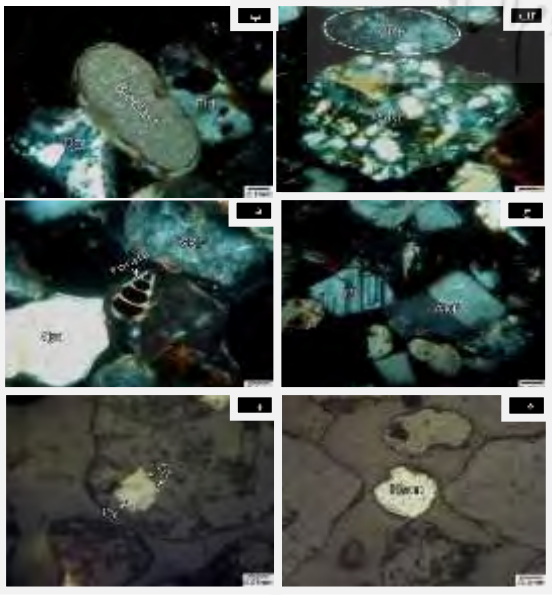
نگاره ۲. الف) خرده سنگ ولکانیکی حاوی بلور هورنبلند (۱)؛ ب) نمایی از بلور پیروکسن و یک خرده سنگ کربناتی در مجاورت یکدیگر؛ ج) نمایی از بلورهای کوارتز پلی کریستالین (دگرگونی؟)؛ د) ذره هماتیت آزاد؛ ه) تصویری از بلور پیریت در زمینه یک خرده سنگ؛ و) جانشینی هماتیت در بلور مگنتیت.

۵-۳- نمونه شماره ۳

اجزای غیرفلزی	خرده‌های سنگی، کوارتز، فلدسپار، پیروکسن، هورنبلند
کانه‌های فلزی اولیه	مگنتیت، هماتیت
کانه‌های فلزی ثانویه	گوتیت
بافت فلزی اولیه	پراکنده‌دانه
بافت فلزی ثانویه	جانشینی سوپرژن/اکسیدشدگی
شکل رخداد	بلورهای سابهدرال هماتیت، مگنتیت و پیریت

مقطع مورد مطالعه نشانگر یک نهشته رسوبی منفصل متشکل از ذرات آواری ماسه‌ای با محدوده اندازه ۰/۳ تا ۰/۶۵ میلی‌متر درحد ماسه متوسط‌دانه (medium sand) است. دانه‌های ماسه‌ای را به‌طور عمده خرده‌های سنگی به همراه کانی‌های سیلیکاتی و گاه خرده‌های بایوکلاست (booklist) تشکیل می‌دهند. خرده‌های سنگی از انواع ولکانیک و با فراوانی کمتر خرده‌های سنگی پلوتونیک کوارتز–فلدسپاری به همراه خرده‌های کوارتز دگرگونی با فابریک بُرشی (sheared) هستند. از دانه‌های رسوبی در این نمونه می‌توان به حضور مقادیر کمی از ماسه سنگ (sandstone) و دانه‌های کربنات گردشده (rounded carbonate) که برخی از آن‌ها بایوکلاستی هستند اشاره کرد.

اسکلت جانداران فسیلی به فرم آزاد و با فراوانی بسیار کم قابل شناسایی هستند که حجرات (chambers) آن‌ها اغلب با اکسیدهای آهن پر شده است. دیگر اجزای کانی در نمونه را کانی‌های فلدسپار، پیروکسن و هورنبلند به‌صورت ذرات آواری تشکیل می‌دهند. کانه‌های فلزی مشاهده شده در نمونه را اغلب مگنتیت و با فراوانی کمتر هماتیت و پیریت تشکیل می‌دهند. بلورهای هماتیت، مگنتیت و پیریت در فرم سابهدرال و به‌صورت بلورهای پراکنده در سطح مقطع حضور دارند. بلورهای پیریت توسط گوتیت جانشین شده‌اند. فراوانی بلورهای مگنتیت و هماتیت در کل سطح مقطع بیش از ۱٪ است. نمونه از جورشدگی متوسط تا خوب و گردشدگی خوب بویژه در انواع خرده‌های سنگی برخوردار است.



نگاره ۳. الف)خرده سنگ رسوبی (ماسه‌سنگ) و ولکانیکی/آتشفشانی در مجاورت یکدیگر؛ ب) دانه کربنات بایوکلاست (فسیلی) در بین بلورهای کوارتز و فلدسپار؛ ج) بلور پلاژیوکلاز با مأکل پلی سنتتیک در کنار بلور فلدسپار آلکالن (فلدسپار پتاسیک) با مأکل کارلسباد مشخص؛ د)اسکلت فرامینیفر (foraminifer) با حجره‌های پرشده با اکسید آهن در کنار بلور کوارتز و خرده سنگ ولکانیکی؛ ه) بلور سابهدرال هماتیت به صورت ذره آزاد؛ و) جانشینی بخشی پیریت توسط گوتیت.

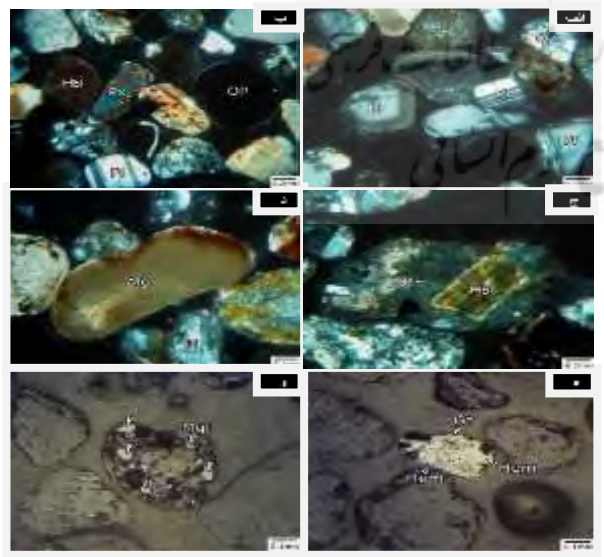
۵-٤- نمونه شماره ٤

اجزای غیرفلزی	خرده‌های سنگی، پیروکسن، فلدسپار، هورنبلند
کانه‌های فلزی اولیه	مگنتیت
کانه‌های فلزی ثانویه	هماتیت، گوتیت
بافت فلزی اولیه	پراکنده‌دانه
بافت فلزی ثانویه	جانشینی سوپرژن/اکسیدشدگی
شکل رخداد	ذره‌های فلزی گردشده وآزاد و دانه‌های ریز درگیر در خرده‌های سنگی

مقطع مورد مطالعه نشانگر یک نهشته رسوبی منفصل شامل ذرات آواری ماسه‌ای با میانگین اندازه در حد ماسه متوسط‌دانه (medium sand) است. دانه‌های ماسه‌ای را خرده‌های سنگی و کانی‌های سیلیکاتی آزاد تشکیل می‌دهند. خرده‌های سنگی از نوع ولکانیکی با فراوانی بیشتر و خرده‌های کوارتز دگرگونی با فراوانی کمتر در نمونه قابل شناسایی هستند. خرده‌های سنگی کربناتی گردشده که بعضاً منشأ زیستی (biogenic) آن‌ها به خوبی قابل تشخیص است در مقطع حضور دارند. کانی‌های سیلیکاتی آزاد شامل پیروکسن و فلدسپارها در نمونه مشاهده می‌شوند.

کانه‌های فلزی مشاهده شده در سطح مقطع را انواع آهن‌دار شامل مگنتیت و هماتیت تشکیل می‌دهند. بلورهای فلزی با فراوانی کم به فرم آزاد در رسوبات پراکنده هستند و عمدتاً درون خرده‌های سنگی مشاهده می‌شوند. بلورهای هماتیت توسط گوتیت جانشین شده‌اند.

دانه‌های رسوبی گردشدگی خوب، بویژه در خرده‌های سنگی، تا متوسط، بیشتر در دانه‌های فلدسپار و کانی‌های فرومنیزین، نشان می‌دهند. ذرات رسوبی از جورشدگی خوبی برخوردار هستند.

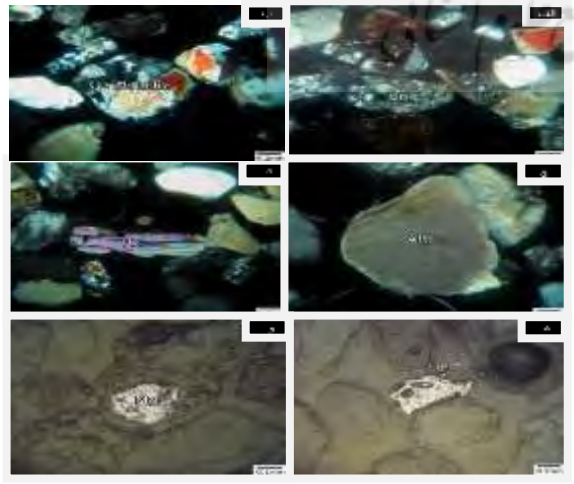


نگاره ٤. الف) بلورهای پلاژیوکلاز با مأکل پلی‌سنتتیک و زونینگ‌دار؛ ب) نمایی از بلورهای پلاژیوکلاز، پیروکسن، هورنبلند و کانه مات؛ ج) بلور درشت هورنبلند در زمینه خرده‌سنگ ولکانیکی؛ د) خرده جلبک (alga) گردشده در کنار پلاژیوکلاز؛ ه) جانشینی گوتیت در یک ذره هماتیت؛ و) بلورهای پراکنده مگنتیت در زمینه یک ذره خرده سنگی.

۵-۵- نمونه شماره ۵

اجزای غیرفلزی	خرده‌های سنگی، کوارتز، فلدسپار، هورنبلند، پیروکسن، بیوتیت
کانه‌های فلزی اولیه	مگنتیت
کانه‌های فلزی ثانویه	هماتیت، گوتیت
بافت فلزی اولیه	جور شدگی کم
بافت فلزی ثانویه	جانشینی سوپرژن/ اکسیدشدگی
شکل رخداد	بلور انهدرال هماتیت؛ بلورسابهدرال مگنتیت

مقطع مورد مطالعه نشانگر یک نهشته رسوبی منفصل متشکل از دانه‌های درحد ماسه است. اندازه متوسط ذره‌های آواری در محدوده ۰/۲۵ تا ۰/۱۲۵ میلی‌متر و معادل ماسه ریزدانه (fine sand) است. ذرات آواری متشکل از خرده‌های سنگی عمدتاً ولکانیکی و با فراوانی کمتر پلوتونیک و دگرگونی است. دیگر اجزای غیرفلزی با فراوانی کمتر در نمونه شامل کوارتز، فلدسپار، هورنبلند، پیروکسن، بیوتیت و با فراوانی کمتر خرده‌های سنگی کربناتی هستند. دانه‌های کربناتی که از فراوانی کمتر در نمونه برخوردار هستند حاوی جلبک هستند. خرده‌های سنگی ولکانیکی واجد خمیره شیشه‌ای تا ریزبلور هستند و میکرولیت‌های فلدسپار و فرومنیزین در آن‌ها دیده می‌شود و خرده‌های سنگی دگرگونی از فراوانی کمتر برخوردار هستند و جهت‌یافتگی ترجیحی بلورهای کوارتز و فلدسپار در آن‌ها قابل تشخیص است. خرده‌های سنگی پلوتونیک متشکل از کانی‌های فدسپار و کوارتز هستند. دانه‌های سیلیسی از نوع چرت (chert) به‌صورت پراکنده دیده می‌شوند. کانه‌های فلزی مشاهده شده در نمونه شامل انواع آهن‌دار هماتیت، مگنتیت و با فراوانی کمتر گوتیت هستند که عمدتاً به فرم دربرداری (inclusion) درون خرده‌های سنگی مشاهده می‌شوند. همچنین بلورهای هماتیت در سطح مقطع حضور دارند. بلورهای مگنتیت توسط هماتیت جانشین شده‌اند و دانه‌های آواری واجد جورشدگی و گردشدگی خوبی هستند. بلورهای فلدسپار گردشدگی متوسط و بلورهای کانی فرومنیزین گردشدگی ضعیف نشان می‌دهند.



نگاره ۵. الف) نمایی از خرده‌سنگ‌های ولکانیکی متشکل از بلورهای ریز فلدسپار و بیوتیت؛ ب) نمایی از یک خرده‌سنگ پلوتونیک کوارتز-فلدسپاری؛ ج) نمایی از یک خرده سنگ جلبکی؛ د) بلور کشیده پیروکسن؛ ه) بلور انهدرال هماتیت؛ و) بلور سابهدرال مگنتیت.

در تفسیر مقاطع انتخابی می‌توان چنین بیان کرد که گستره تپه‌های ماسه‌ای جهتی شمال غربی، جنوب شرقی دارد و غالب کانی تشکیل دهنده بومی می‌باشند. درشت بودن بافت ذرات ماسه، میزان ریزش‌های جوی و پوشش گیاهی نسبتاً مناسبی که در محل وجود دارد، گسترش پهنه‌های ماسه‌ای را در مناطق موجب شده است.

٦- جمع بندی

توده ماسه‌ای قوم تپه، در شمال شرق دریاچه ارومیه و سمت غربی شهر صوفیان واقع گردیده است و قسمتی از بخش شمال شرقی چاله دریاچه محسوب می‌شود. امروزه با گسترش صنایع پایین دستی و کاربری‌های صنعتی و تجاری در محدوده شرقی صوفیان اهمیت کانی‌شناسی و مورفوسکوپی دانه‌های ماسه در تپه‌های ماسه‌ای قوم تپه افزایش یافته است. به عبارتی با هدف شناخت عامل‌ها و ویژگی‌های ژئومورفولوژیک تپه‌های ماسه‌ای به عنوان فرایندی پویا و تحول پذیر و با تاکید بر پارامترهای تحلیل باد و کانی‌شناسی است (Ian Livingstone a..2007) و به منظور منشأ یابی و بررسی چندین مقطع در تپه‌های ماسه‌ای از نتایج این تحقیق می‌باشد.

تپه‌های ماسه‌ای ناحیه قوم تپه صوفیان به عنوان چشم اندازی زیبا و منحصر بفرد از رسوبات بادی محسوب می‌شوند که تحت شرایط خاص در این ناحیه گسترش یافته‌اند (گلی و همکاران ۱۳۹۸، ص۱۹). این تپه‌ها نیز به مانند غالب تپه‌های ماسه‌ای جهت و سمت رو به باد دارای شیب ملایم و سمت پشت به باد دارای شیب تند می‌باشد. در طرف پشت به باد جلو آمدگی‌ها و فرورفتگی‌هایی مشاهده می‌شود. جلوآمدگی‌ها از اتصال بازوها به یکدیگر حاصل شده و ارتفاع و شیب کمتری دارند و تورفتگی‌ها بلندترند و شیب بیشتری دارند. منشأ ماسه‌های بادی منطقه با توجه به جهت باد غالب که عمدتاً شمالی است، همچنین وجود رسوبات ریزدانه در انتهای مخروط افکنه های منطقه و محل پخش سیلاب‌های صفحه‌ای می‌توان ابراز نمود که قسمت اعظم ماسه‌های منطقه از محل گسترش سیلاب‌های صفحه‌ای و انتهای مخروط افکنه ها که رسوبات ریزدانه را فراهم می‌آورند، تأمین می‌گردد. درواقع رودهای منطقه بعد از خروج از کوهستان و طی مسیری در خط القعراصلی رودخانه کم کم به سطح شناخت فرآیندهای مؤثر بر توسعه و تحول عوارض ماسه‌ای همسطح زمین‌های اطراف خود شده و در سطح دشت پخش می‌شوند. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که هر جا سیلاب‌های صفحه‌ای گسترده‌تر بوده، فرسایش بادی نیز بیشتر بوده است. در نتیجه عامل اصلی منابع تأمین ماسه، رسوبات بستر رودخانه‌های قدیمی و اراضی بایر بدون پوشش سطحی سخت خود می‌باشد است. به منظور جهت یابی مناطق منشأ، وضعیت و جهت بادهای منطقه با استفاده از نمودارهای گلباد مورد بررسی و آنالیز قرار گرفت و داده‌های میدانی از ۵ مقطع به‌صورت سیستماتیک انتخاب گردید و در نهایت نتایج بدست آمده ضمن بیان جورشدگی نزدیک نمونه‌ها که به محیطی با انرژی بالا اشاره دارد، صحت سنجی‌ها نشان می‌دهند که عامل اصلی منابع تأمین ماسه، بادهای غالب با حمل رسوبات ریز و خرده

سنگ‌های (کربناتی و ولکانیکی) بستر رودخانه‌های قدیمی و اراضی بایر بدون پوشش سطحی بوده و هر جا سیلاب‌های صفحه‌ای گسترده‌تر بوده، فرسایش بادی به نفع توسعه تلماسه‌ها بیشتر بوده است.

کتابنامه

اختصاصی، محمدرضا؛ دادفر، صدیقه؛ ۱۳۹۲. بررسی رابطهٔ تندبادهای سواحل جنوبی ایران با مورفولوژی تپه‌های ماسه‌ای. *فصلنامه پژوهش‌های جغرافیای طبیعی*. سال ٤٥. شمارهٔ ٤، ۷۲-٦۱ .

خیام، مقصود؛ ۱۳۷٤. نگرشی به تنگناهای ژئومورفولوژیکی توسعه شهر تبریز. *مجله علوم انسانی و اجتماعی*. دانشگاه تبریز. شماره۱۰۳،۱-۹۱ .

شهریار، علی ؛ لرستانی، قاس ؛ مقصودی، مهران؛ ۱۳۹۲. بررسی شکل و دانه سنجی ذرات ماسه در مناطق داخلی و ساحلی ایران (مطالعه موردی: ریگ مرنجاب-ساحل جاسک). *نشریه کاوش‌های جغرافیایی مناطق بیابانی، سال اول*. شماره دو ،۳٦-۱۷ .

وسو، محبوبه؛ میراب شبستری، غلامرضا؛ امینی، آرش؛ ۱۳۹۳. رابطهٔ مورفولوژی تپه‌های ماسه‌ای با شاخص‌های مورفومتری در شرق بابلسر، شمال ایران. *پژوهش‌های جغرافیای طبیعی*. سال٤٦. شمارهٔ ۲،۲۳۰-۲۱۹ .

گلی، طاهره؛ کاویان، حسام؛ کدخدایی ایلخچی، رحیم؛ نوری مخوری، احد؛ ۱۳۹۸. تعیین پارامترهای رسوب شناسی و ژئومورفولوژیکی رسوبات تپه‌های ماسه‌ای قوم تپه، شمال غرب تبریز- صوفیان. *نشریه هیدروژئومورفولوژی*. شماره ۱۹. سال ٥، ۳٦-۱۹ .

مقصودی، مهران؛ یمانی، مجتبی؛ مشهدی، ناصر؛ تقی زاده، مهدی؛ ذهاب ناطوری، سمیه؛ ۱۳۹۰. شناسایی منابع ماسه‌های بادی ارگ نوق با استفاده از تحلیل باد و مورفومتری ذرات ماسه. *مجله جغرافیا و برنامه ریزی محیطی*. سال ۲۲. شماره ٤۳، ۱٦-۱ .

مقصودی، مهران؛ یمانی، مجتبی؛ خوش اخلاق، فرامرز؛ شهریار، علی؛ ۱۳۹۲. نقش باد و الگوهای جوی در مکان گزینی و جهت ریگزارهای دشت کویر. *نشریه پژوهش‌های جغرافیای طبیعی*. سال ٤٥. شماره ۲، ۳۸-۲۱ .

شیروی، مینا؛ سپهر، عادل؛ مساعدی، ابوالفضل؛ پرویان، ناصر؛ ۱۳۹٥. حساسیت پذیری اکوریژن های خراسان رضوی به بیابان زایی بر پایهٔ ارزیابی چرخهٔ حیات. *پژوهش‌های جغرافیای طبیعی*. دورهٔ ٤۸. شماره ۲، ۳۲۰-۳۰٥ .

Douglas J. Sherman & Bernard O. Bauer., 1993. Dynamics of beach-dune systems, sage journals, Volume: 17 issue: 4, page(s): 413-447.

Ekhtesase, Mohammad Reza Dadfar, Sadigheh., 1392. Investigating the Relationship between the South Shore Storms of Iran and the Morphology of Sand Dunes - Journal of Natural Geography Research, Vol. 45, No. 4.

Goli, Tahereh؛ Kavian, Hesam Ilkhchi Codex, Rahim؛ Nouri Makhori, Ahad (1398. Determination of Sedimentological and Geomorphological Parameters of Qom Tappeh Sandstone Sediments, Northwest of Tabriz-Tabriz-Solejian, Issue 19, No. 5.

Hamdan, M.A., Refaat, A.A., Abu Anwar, E., Shallaly, N.A., 2014. Source of the Aeolian dune sand of Toshka area, southeastern Western Desert. Egypt., Aeolian Research, in press, doi.org/10.1016/j.aeolia.08.005.

Ian Livingstone a, Giles F.S. Wiggs b, Corinne M. Weaver b., 2007. Geomorphology of desert sand dunes: A review of recent progress. Earth-Science Reviews 80 239–257.

Jian Hua XIAO, Jian Jun QU, Zhengyi YAO, YingJun PANG, KeCun ZHANG-(2015. Morphology and formation mechanism of sand shadow dunes on the Qinghai-Tibet Plateau-Journal of Arid Land · February.

Khayyam, Magsod., 1374. An Overview of the Geomorphological Strains of Tabriz City Development. Journal of Geography and Planning. Tabriz University. number 1.

Lancaster, N., 2013. Sand seas and dune fields. Treatise on Geomorphology. Academic Press, San Diego, Aeolian Geomorphology, vol. 11, pp. 219–245.

Maghsoudi, Mehran؛ Yamani, Mojtaba؛ Mashhadi, Naser؛ Taghizadeh, Mehdi؛ Zahab Naktouri, Somayeh., 2011. Identification of sources of Arg-Nog wind sands using wind analysis and sand particle morphometry - Journal of Geography and Environmental Planning, Volume 22, Number 43.

Maghsoudi, Mehran؛ Yamani, Mojtaba; Khosh akhlag, Faramarz; Shahriar, Ali., 2013. The role of wind and atmospheric patterns in the location and direction of desert rainstorms - Journal of Natural Geography Research, Vol. 45, No. 2.

Shahriar, Ali; Lorestani, Qasem; Maghsoudi, Mehran., 1392. Survey of Sand Particle Formation and Grading in Inland and Coastal Areas of Iran (Case Study: Maranjab Ridge-Jask Coast) - Journal of Geographic Exploration of Desert Areas, Volume 1, Number 2.

Shiravi, Mina-Sepehr, Adel-Masadi, Abolfazl-Parovan, Nasser., 1395. Sensitivity of Khorasan Razavi Acrogens to Desertification Based on Life Cycle Assessment - Natural Geography Research, Volume 48, Number 2.

Veso, Mahboubeh; Mirab Shabestari, Gholamreza; Amini, Arash., 1393. Morphological relationship of sand dunes with morphometric indices in eastern Babolsar, northern Iran - Natural Geography Research, Vol. 46, No. 2.

Xin-Rong Li, Min-Zhu He, Stefan Zerbe, Xiao-Jun Li and Li-Chao Liu., 2010. Micro-geomorphology determines community structure of biological soil crusts at small scales. EARTH SURFACE PROCESSES AND LANDFORMS Earth Surf. Process. Landforms 35, 932–940.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی