فصلنامهٔ کواترنری ایران (علمی- پژوهشی)، دورهٔ ۱، شمارهٔ ۲، تابستان ۱۳۹۴
ص ۱۵۷-۱۶۸

رسوب‌شناسی و تعیین جهت جریان‌های کهن در رسوب‌های مخروط‌افکنهٔ (کواترنری) منطقهٔ هشتگرد

شیوا نویدی*، دانشجوی کارشناسی‌ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات
فریبرز قریب، استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد آشتیان و ریاست مرکز پژوهش های کاربردی سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
اکرم میرزایی، استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات

تاریخ دریافت: ۹۳/۸/۱۶ تاریخ پذیرش: ۹۳/۳/۲۵

چکیده
کواترنری بخشی از تاریخ تکوین زمین است که تا دو میلیون سال پیش را در بر می‌گیرد. این زمان زمین‌شناسی در ایران نیازمند پژوهش‌های اساسی است. لذا، بررسی رسوبات آبرفتی یکی از ارکان اساسی در این زمان و بسیار حائز اهمیت است. در این پژوهش سعی شده تا ویژگی‌های این نهشته‌ها در جنوب بلندی‌های البرز، باختر شهر کرج و خاور آبیک بررسی شود. برای بررسی نهشته‌های منطقه، ۳۴ ایستگاه مشخص و نمونه‌برداری شد. نمونه‌ها از رخنمون‌های طبیعی و ترانشه‌های حاصل از راه‌سازی، ساختمان‌سازی و شبکه‌های نصب لولهٔ فاضلاب برداشت شده است. مطالعات روی نمونه‌های برداشت‌شده انجام شد، شامل دانه‌بندی، تعیین لیتولوژی، مورفوسکوپی دانه‌ها، آزمایش پراش اشعهٔ ایکس (XRD)، جورشدگی، گردشدگی و کج‌شدگی. نتایج به دست‌آمده به شکل جداول و نمودارهای گوناگون آمده است. در نهایت، با استفاده از نتایج بررسی‌های صحرایی و آزمایشگاهی، جهت جریان‌های دیرینه در محل نهشته‌های شمال خاوری- جنوب باختری منطقهٔ مورد مطالعه مشخص شده است. مطابق آزمایش‌های انجام‌شده بیش از ۵۰ درصد نهشته‌ها در ردهٔ گراول ماسه‌ای گلی قرار دارد که نشان‌دهندهٔ سهم بزرگ مواد دانه‌درشت در اندازهٔ گراول در نهشته‌های مورد بررسی است که بیانگر نزدیکی نهشته‌ها به منشأ خود است. همچنین، جورشدگی بسیار بد تا بی‌نهایت بد رسوبات از ویژگی‌های محیط بادزن آبرفتی است.
کلیدواژه‌ها: بادزن‌های آبرفتی، جریان‌های دیرینه، کواترنری، نهشته‌ها.

مقدمه
در چند دههٔ اخیر، با افزایش نیاز انسان به غذا و آب از یک‌سو و مواجه‌شدن او با پدیده‌های خطرزا (Geohazards) و آلودگی‌های زیست‌محیطی از سوی دیگر، اهمیت سیستم کواترنری و شناخت جنبه‌های گوناگون آن را نزد پژوهشگران علوم زمین بیشتر کرده است. امروزه، سیستم کواترنری، علی‌رغم سن اندک نسبت به دوره‌ها و دوران‌های پیش از خود، در تمام زمینه‌های زندگی انسان، نقشی اساسی دارد. پدیده‌های زمین‌شناسی و زمین‌ساختی کواترنری زمینه‌های اساسی ساختارهای ژئومورفولوژی و جغرافیای طبیعی در فضای زیست‌محیطی انسان است و لازم است به تمامی طرح‌های اقتصادی و گزینش سکونتگاه‌ها، قطب‌های صنعتی، کشاورزی و تأسیسات زیربنایی و پایه، گسترش جوامع شهری، کاربری زمین و آب‌های سطحی و زیرزمینی توجه شود. مخروط‌های افکنه مجموعه‌های رسوبی بادزنی شکل و نتیجهٔ ته‌نشست رسوبات در حوضه‌های رسوبی قاره‌ای است، به طوری که فرسایش و پراکندگی رسوبات را در کمربندهای کوه‌های مجاور ثبت می‌کنند (گوپتا، ۱۹۹۷؛ هورتون و دی‌سلز، ۲۰۰۱؛ گودبرد، ۲۰۰۳؛ لیر و همکاران، ۲۰۰۵؛ هارتلی و همکاران، ۲۰۱۰؛ االرزانی، ۲۰۱۲). عامل انسانی به منزلهٔ عاملی مهم در تحول مخروط افکنه‌هاست و این عامل به شدت سطوح فعال و غیرفعال مخروط‌ها را دستکاری کرده است (مقصودی، ۱۳۷۸). نهشته‌های آبرفتی دامنه‌های جنوبی البرز

* نویسندهٔ مسئول: ۰۹۱۲۳۶۱۹۴۹۰ shivanavidi@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

در ناحیهٔ تهران و پیرامون آن را اولین بار ریبن در سال‌های ۱۹۵۲، ۱۹۵۶ و ۱۹۶۶ بررسی کرد. بعدها افرادی نظیر هوبر در سال ۱۹۶۰، دلنباخ، آلنباخ، انگالنس (۱۹۶۸)، ویتافینزی و معتمد نیز به نوبهٔ خود در فاصلهٔ سال‌های ۱۹۶۰ تا ۱۹۷۶ بررسی‌هایی در این زمینه انجام دادند. از میان زمین‌شناسان فوق انگالنس (۱۹۶۸) و ریبن (۱۹۶۶) تقسیمات چینه‌شناسی دقیق‌تری دربارهٔ رسوبات آبرفتی ناحیهٔ تهران و پیرامون آن پیشنهاد کرده‌اند. ریبن (۱۹۹۶) در تقسیمات چینه‌شناسی، بیشتر بر عوارض چینه‌شناسی و انگالنس (۱۹۶۸) بیشتر بر مشخصات ژئومورفولوژی رسوبات تأکید دارد. ریبن (۱۹۶۶) در تقسیم‌بندی خود چهار مجموعه به نام آبرفت‌های A، B، C، و D را تشخیص داده است که A قدیمی‌ترین و D جدیدترین آن‌هاست. انگالنس (۱۹۶۸) تقسیم‌بندی متفاوت‌تری انجام داد که تا حدودی دقیق‌تر و کامل‌تر است. این تقسیم‌بندی انگالنس پنج مجموعه به نام‌های P_LQ_1، Q_2، Q_3 (Q_3LP، Q_3C) را در بر می‌گیرد.

امینی، ارژنگ‌روش و یوسفی در سال ۱۳۵۶ نهشته‌های کواترنری ناحیهٔ تهران را بررسی کردند. پدرامی (۱۳۶۶) تجربهٔ هجده سال کار خود را در زمینهٔ زمین‌شناسی کواترنری ایران به صورت گزارشی با عنوان *چینه‌شناسی کواترنری ایران و روش‌های مطالعهٔ آن* منتشر کرد.

در سال ۱۳۶۷ و ۱۳۷۳ دو کنفرانس ملی و بین‌المللی کواترنری با کوشش احمد معتمد در دانشگاه تهران و همکاری یونسکو و مراکز اجرایی دیگر مانند وزارت جهاد کشاورزی و نفت برگزار شد. لاسمی در سال ۱۳۶۷ محیط رسوب‌گذاری سازند هزاردره در شرق تهران را که از کنگلومرا، ماسه‌سنگ کنگلومرایی و مقدار کمی رس تشکیل شده مربوط به محیط بادزنی معرفی کرد. نقیبیان در سال ۱۳۷۵ بررسی چینه‌شناسی نهشته‌های رسوبی کواترنری تهران را بر اساس برآورد پارامترهای ژئوتکنیکی آن انجام داد. ناوی در سال ۱۳۷۸ وضعیت آب‌وهوایی گذشتهٔ تهران را با استفاده از شواهد رسوب‌شناسی در کواترنری فوقانی بررسی کرد. حسنی در سال ۱۳۷۸ زمین‌شناسی پلیوکواترنری حوضهٔ رسوبی تهران را بررسی و چهارده گسل و مجموعهٔ گسلی جدید در نهشته‌های پلیوکواترنری حوضهٔ رسوبی تهران را معرفی کرد. فتحی در سال ۱۳۷۹ به بررسی رسوب‌شناسی دشت شهریار پرداخت و با استفاده از شواهد رسوب‌شناسی، بافت و ساخت رسوبی، همچنین شواهد زیرسطحی، محیط رسوبی نهشته‌های دشت شهریار را تعیین کرد. میرزایی (۱۳۸۱) رسوب‌شناسی، محیط رسوبی و رسوب‌زایی نهشته‌های کواترنری حوضهٔ آبریز کرج را بررسی کرد. میرزایی (۱۳۹۰) زمان‌نگاری، چینه‌شناسی، محیط رسوبی و تعیین جهت جریان‌های کهن در رسوب‌های مخروط‌افکنهٔ کواترنری منطقهٔ کردان را بررسی کرد. مقصودی (۱۳۹۱) در کتابی با عنوان *ژئومورفولوژی مخروط‌افکنه‌ها* به بررسی آن‌ها از دیدگاه ژئومورفولوژی پرداخت. افزون بر موارد فوق، تعدادی طرح پژوهشی در قالب گزارش و مقاله در ناحیهٔ تهران و پیرامون به انجام رسیده است که به طور مستقیم یا غیرمستقیم به منطقهٔ مورد پژوهش مربوط می‌شود. برای مثال، مقالهٔ «رسوب‌های آبرفتی گسترهٔ تهران» و مقالهٔ «انباشته‌های لایه‌بندی‌شدهٔ شیب‌ها در داخل مجموعهٔ آبرفتی گسترهٔ تهران» تألیف نصرالله خادم از این نوع است.

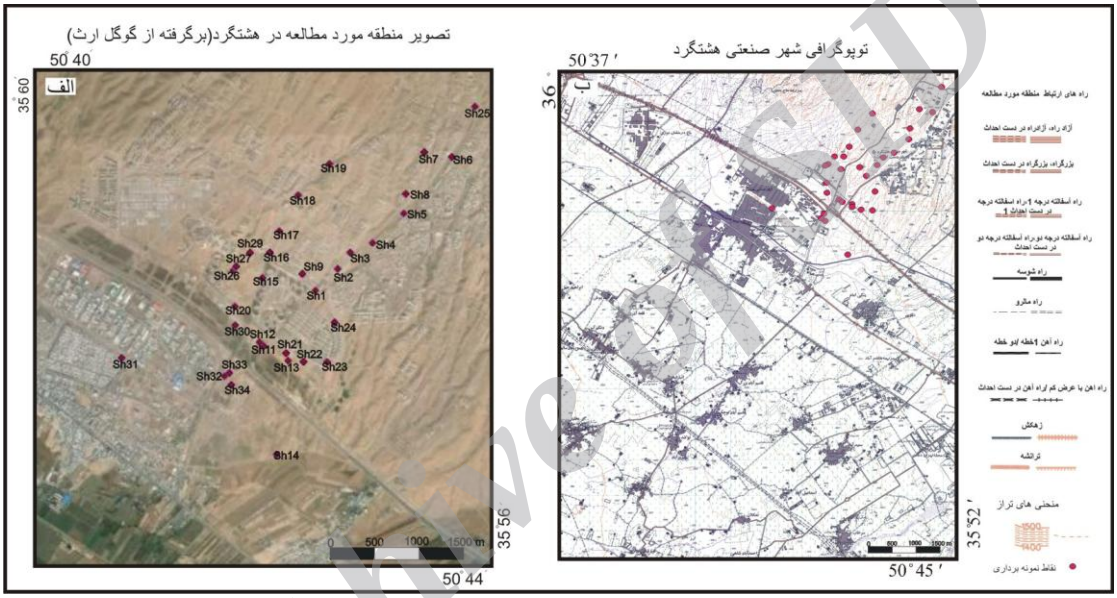
به‌طور کلی، آبرفت‌های کواترنری در ایران عمدتاً از نوع بادزن است و این بادزن‌ها با توجه به اینکه سرزمین‌های مناسبی از لحاظ شیب، ارتفاع و ویژگی‌های رسوب‌شناسی است، برای کشاورزی، طرح‌های پخش سیلاب و تغذیهٔ مصنوعی، تأمین آب زیرزمینی و توسعهٔ شهری و روستایی اهمیت ویژه‌ای دارد. از طرفی، بادزن‌ها از نظر فعالیت به دو نوع فعال (جوان‌تر) و غیرفعال (قدیمی‌تر) طبقه‌بندی می‌شود. در نوع فعال، خطر تغییر مسیر آبراههٔ اصلی و نفوذ سیلاب و رسوب به منطقه وجود دارد. در نتیجه، بادزن‌های جوان باید از نظر خطر پهنه‌بندی شود و مناطق پرخطر مورد حفاظت بیولوژیکی (استقرار پوشش گیاهی) و مکانیکی قرارگیرد. بنابراین، شناسایی و بررسی پهنه‌های کواترنری از جنبه‌های مختلف در کشور جهت بهره‌برداری صحیح از این مناطق و جلوگیری از خطرات احتمالی لازم و ضروری است. انتقال فضای رسوبگذاری روی سطح مخروط‌افکنه‌ها نشانگر تغییرات قابل توجه محیطی در پلیستوسن بالایی و هولوسن است (مختاری، ۱۳۹۲). در منطقهٔ مورد نظر با توجه به اینکه از لحاظ اقلیم جزء مناطق خشک و نیمه‌خشک است، منابع آب زیرزمینی اهمیت زیادی دارد. همچنین، با توجه به جوان‌بودن بادزن موجود در منطقه، امکان نفوذ سیلاب نیز وجود دارد. بنابراین، تحقیق و پژوهش در این راستا به آبادانی هر چه بیشتر منطقه کمک می‌کند. به همین منظور نیز مرکز پژوهش‌های کاربردی سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور طرحی را در سراسر کشور جهت بررسی رسوبات کواترنری و مقایسهٔ آن‌ها در مناطق مختلف، برای رسیدن به برش نمونهٔ آن از نظر زمانی و موقعیت شکل‌گیری آن‌ها در حال اجرا دارد که ادامه و تکمیل این پروژه جهت بهره‌برداری صحیح از این مناطق بسیار مؤثر است.

Archive of SID

www.SID.ir

معرفی منطقه

ناحیهٔ مورد بررسی با مختصات جغرافیایی ″۳۰′۵۲°۳۵ تا °۳۶ عرض شمالی و ″۳۰′۳۷°۵۰ تا ′۴۵°۵۰ طول خاوری و ارتفاع ۱۳۱۰ تا ۱۶۱۰ متر از سطح دریا، یکی از شهرستان‌های استان البرز است (شکل ۱) که در دامنهٔ جنوبی بلندی‌های البرز و حاشیهٔ شمالی کویر مرکزی ایران و در ۴۰ کیلومتری باختر کرج جای گرفته است. این منطقه روی بادزن آبرفتی به وسعت حدود ۱۶ کیلومتر مربع در جنوب بلندی‌های البرز واقع شده است. از شمال به جنوب منطقه، شیب کاهش و وسعت بادزن افزایش می‌یابد. در قسمت شمالی آن رسوبات، روشن‌تر و قدیمی‌تر به نظر می‌رسد و سیمان‌شدگی بالاتری دارد و اغلب مربوط به رسوبات پلیوکواترنر است. در سطح بادزن رسوبات جوان کواترنری قرارگرفته است که هر چه به سمت جنوب آن پیش می‌رویم، رسوبات سست‌تر و رنگ آن‌ها سرخ‌تر می‌شود. بریدگی‌های موجود در سطح بادزن که مسیر آبراهه‌های قدیمی است در حال حاضر خیابان‌های اصلی شهر را تشکیل می‌دهد که قسمت عمدهٔ نمونه‌برداری‌ها از ترانشه‌های موجود در این مناطق صورت گرفته است.



شکل ۱. تصویر منطقهٔ مورد مطالعه به همراه نقاط نمونه‌برداری (الف). راه‌های دسترسی به آن بر اساس نقشهٔ توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ هشتگرد (ب). (سازمان نقشه‌برداری کل کشور)

مواد و روش‌ها

در ابتدا، چهارگوش منطقه انتخاب شد. نقشه‌های زمین‌شناسی (۱:۱۰۰۰۰۰ کرج) و توپوگرافی (۱:۲۵۰۰۰ هشتگرد) و نیز عکس‌های هوایی منطقه در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ تهیه و بررسی شد. پس از دو مرحله بازدید از منطقه، جهت آشنایی کلی از منطقه از دیدگاه زمین‌شناسی کواترنری، همچنین راه‌های دسترسی و تعیین حدود مکان‌های نمونه‌برداری بر اساس شرایط و امکان نمونه‌برداری، تعداد ۳۴ نقطه نمونه‌برداری شد. مختصات این نقاط با دستگاه GPS ثبت شد و با استفاده از نرم‌افزار GIS موقعیت دقیق نقاط در نقشه جای گرفت. در کار میدانی سعی شد تا نمونه‌ها از دیواره‌های طبیعی، ترانشه‌های مصنوعی راه‌سازی، ساختمان‌سازی و شبکه‌های نصب لولهٔ فاضلاب برداشت شود. وزن طبیعی هر نمونه در حدود ۵ کیلوگرم بود. نمونه‌ها به آزمایشگاه مرکز پژوهش‌های کاربردی سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور فرستاده شد تا آزمایش دانه‌بندی رسوب‌های دانه‌درشت به وسیلهٔ الک شیکر، آزمایش دانه‌بندی رسوب‌های ریز با استفاده از لیزر و آزمایش XRD برای مشخص‌شدن نوع کانی‌های تشکیل‌دهندهٔ نهشته‌های منطقه انجام شود. در هر ایستگاه نمونه‌برداری ویژگی‌های ظاهری رسوب‌ها یادداشت و تعداد بیست عدد قلوه‌سنگ بالای ۳ سانتی‌متر برای آنالیزهای شکل و اندازهٔ دانه‌ها به وسیلهٔ کولیس و گردشدگی و میزان کرویت برداشت شد. همچنین، نمودارهای تجمعی (برحسب فی و میلی‌متر) مورد نیاز برای هر ایستگاه، با نرم‌افزار (Sediment Sizer) رسم شد. از طرفی، جهت جریان‌های کهن و

Archive of SID

www.SID.ir

وضعیت دانه‌بندی نهشته‌ها نیز بررسی و از تمامی ویژگی‌های مورد نظر عکس تهیه شد. برای به دست آوردن جهت جریان‌های کهن در رسوب‌های منطقه، ابتدا اندازه‌گیری‌هایی در محل نمونه‌برداری انجام شد. این اندازه‌گیری‌ها با کمپاس شامل شیب و امتداد پیل‌ها به تعداد لازم و نیز لایه‌ها در صورت چین‌خوردگی بود. البته، پیل‌های مورد اندازه‌گیری باید دارای سطوح صاف و غیرمحدب می‌بود تا شیب و امتداد به دست آمده دارای دقت بیشتری باشد. اندازه‌گیری‌ها در محل، بر اساس وجود لایه‌بندی و نیز فابریک ایمبرکاسیون مشخص، در ساختمان رسوبی است. در بعضی مناطق به دلیل عدم مشاهدهٔ فابریک ایمبرکاسیون این کار انجام نشده است. در نهایت، با استفاده از داده‌های به‌دست آمده در منطقه به وسیلهٔ نرم‌افزار (Rockwork) جهت جریان‌های کهن تعیین شد.

یافته‌های پژوهش

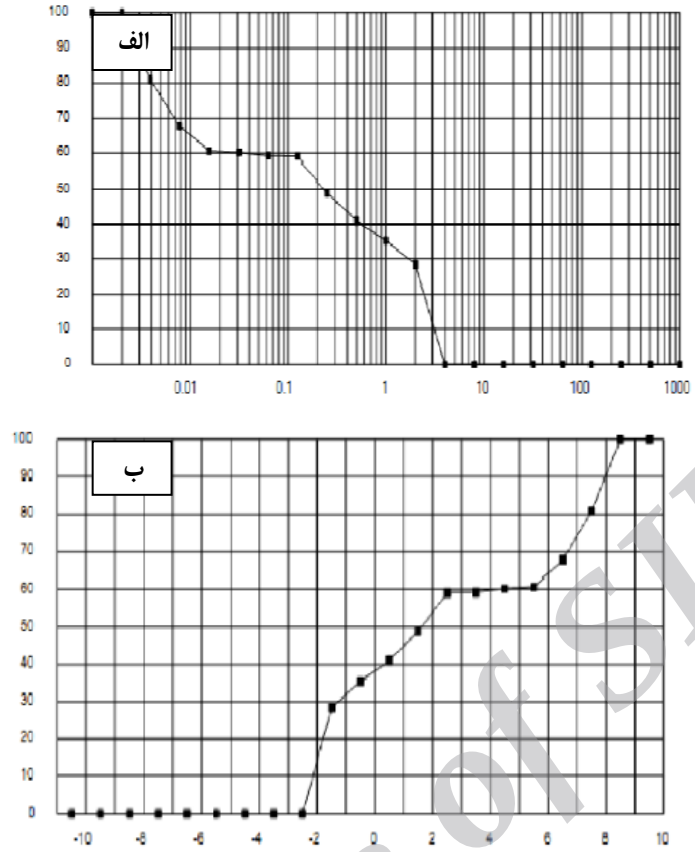
با توجه به بررسی‌های انجام شده در منطقه، ویژگی‌های کلی منطقه به قرار زیر به دست آمده است: در اغلب ایستگاه‌ها اندازهٔ دانه‌ها متفاوت از پیل‌های ۲۰ سانتی‌متری تا ماسه، سیلت و رس متغیر است. به نحوی که در قسمت‌های ابتدای بادزن اندازهٔ دانه‌ها درشت‌تر و هر چه به انتهای آن نزدیک می‌شویم دانه‌ها ریزتر می‌شود که این امر نشان‌دهندهٔ انرژی بالای محیط در بخش‌های بالایی بادزن و کاهش انرژی در بخش‌های انتهایی آن است. جنس پیل‌ها اغلب از توف است و فابریک ایمبرکاسیون دیده می‌شود. در بعضی از قسمت‌های بادزن، دانه‌بندی تدریجی دیده می‌شود ولی عمومیت ندارد. رنگ رسوب‌ها به دلیل نهشته‌شدن در محیط اکسیدان غالباً سرخ است. نتایج حاصل از دانه‌بندی رسوب‌ها با رسم نمودارهای تجمعی آن‌ها برای هر ایستگاه (شکل ۲)، نشان می‌دهد که در اغلب ایستگاه‌ها گراول فراوان‌ترین رسوب، پس از آن ماسه و در نهایت گل وجود دارد. بنابراین، طبق مثلث‌های طبقه‌بندی نهشته‌ها و سنگ‌های آواری بر اساس دانه‌های تشکیل‌دهندهٔ آن‌ها (شکل ۳)، ۵۶ درصد نهشته‌ها گراول ماسه‌ای گلی، ۲۹ درصد گل گراولی، ۹ درصد گراول گلی و ۶ درصد ماسهٔ گلی گراولی است. پراکندگی این نهشته‌ها در منطقه به نحوی است که گراول ماسه‌ای گلی بیشتر در بخش‌های شمالی و شمال باختر، گراول گلی در خاور و جنوب خاوری، ماسهٔ گلی گراولی در بخش میانی و گل گراولی در بخش جنوبی و جنوب باختری بادزن تجمع یافته است.

جدول ۱. ویژگی‌های کلی منطقه از لحاظ رسوب‌شناسی

اندازهٔ دانه‌ها	از پیل‌های ۲۰ سانتی‌متری تا ماسه، سیلت و رس متغیر است.
جنس پیل‌ها	اغلب از جنس توف است.
ایمبرکاسیون	در اغلب ایستگاه‌ها فابریک ایمبرکاسیون دیده می‌شود.
دانه‌بندی تدریجی	در بعضی ایستگاه‌ها دیده می شود ولی عمومیت ندارد.
رنگ رسوب‌ها	به دلیل نهشته شدن در محیط اکسیدان غالباً سرخ است.
نوع رسوب	۵۶٪ گراول ماسه‌ای گلی، ۲۹٪ گل گراولی، ۹٪ گراول گلی و ۶٪ ماسهٔ گلی گراولی است.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲. نمودارهای تجمعی ایستگاه SH/31 (الف) برحسب میلی‌متر و (ب) فی با استفاده از نرم‌افزار sediment sizer

شکل ۳. مثلث طبقه‌بندی نهشته‌ها و سنگ‌های آواری بر اساس اندازهٔ ذرات تشکیل‌دهندهٔ آن‌ها برای رسوبات دانه‌درشت (اقتباس از فولک، ۱۹۷۴ به نقل از موسوی‌حرمی، ۱۳۸۳: ۵۸)

شکل ۴ و ۵ عکس‌های دور و نزدیک از ایستگاه ۲۲ است.

Archive of SID

www.SID.ir

شکل ۴. محل نمونه‌برداری ایستگاه SH/22 از دور (دید به سمت باختر). رنگ رسوب‌ها سرخ و اندازهٔ دانه‌ها متفاوت است.

شکل ۵. محل نمونه‌برداری ایستگاه SH/22 از نزدیک (دید به سمت باختر). نحوهٔ قرارگیری پبل‌ها نشان‌دهندهٔ وجود ایمبریکاسیون در رسوب‌هاست.

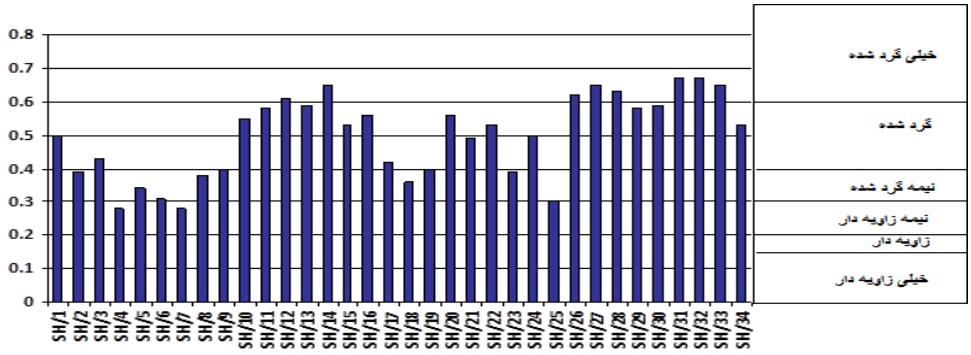
آنالیز شکل دانه‌ها

شکل دانه عبارت است از توصیف فرم هندسی رسوب یا سنگ که با پارامترهای فرم دانه، گردشدگی دانه و کرویت آن بررسی می‌شود. گردشدگی دانه‌های آواری به درجهٔ سایش دانه هنگام حمل‌ونقل، اندازهٔ دانه و مسافت حمل‌شده بستگی دارد. بر این اساس گردشدگی پبل‌ها (شکل ۶) در منطقه بسیار متفاوت است و در محدودهٔ زاویه‌دار تا خیلی گردشده قرارمی‌گیرد. کرویت پبل‌ها (شکل ۷) نیز متفاوت است و در محدودهٔ کمی کشیده تا قطرهای بسیار نزدیک به هم قرارمی‌گیرد. گردشدگی و کرویت پبل‌ها در منطقه با افزایش فاصله از منشأ بیشتر می‌شود. بیش از ۹۰٪ نمونه‌های برداشت شده در منطقهٔ مورد پژوهش از نظر کج‌شدگی یا نامتقارن بودن منحنی توزیع دانه‌ها در ردهٔ مثبت قرارمی‌گیرد.

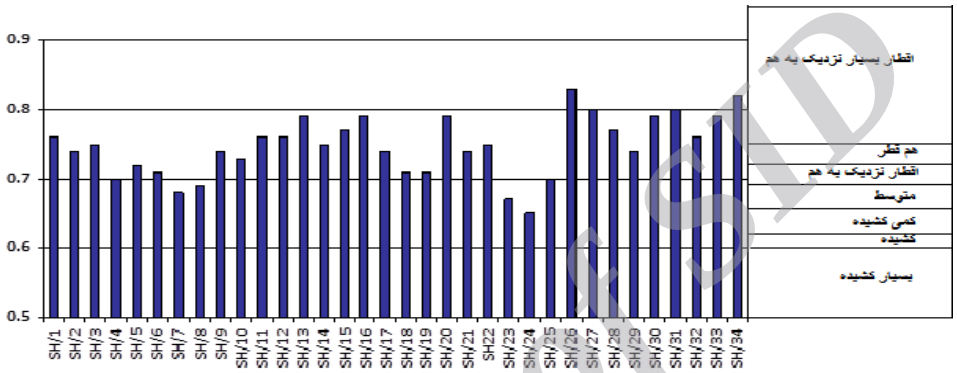
کج‌شدگی مثبت و جورشدگی بد (شکل ۸) از ویژگی‌های نهشته‌های آبرفتی و بادزن‌هاست. این امر به دلیل وجود مقدار زیادی مواد معلق از قبیل سیلت و رس در محیط رودخانه است که پس از رسوبگذاری مقدار زیادی از این مواد در داخل این نهشته‌ها باقی مانده و باعث جورشدگی بد و کج‌شدگی مثبت این نهشته‌ها شده است (جدول۲).

Archive of SID

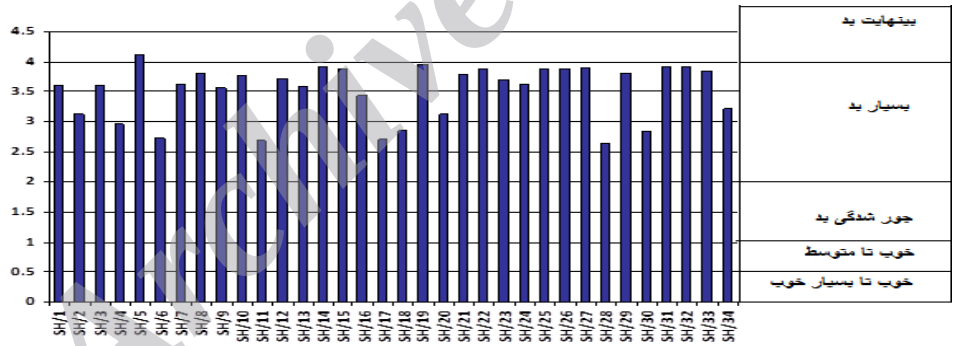
www.SID.ir



شکل ۶. نمایش میزان گردشدگی پبل‌ها در ایستگاه‌های مختلف



شکل ۷. نمایش میزان کرویت پبل‌ها در ایستگاه‌های مختلف



شکل ۸. جورشدگی نهشته‌ها در ایستگاه‌های مختلف

فرم دانه از رابطهٔ بین سه بعد یا سه قطر یک دانه (بلند، کوتاه و متوسط) به دست می‌آید و بر اساس این نسبت‌ها واژه‌های توصیفی برای چهار رده عبارت است از: دیسکی‌شکل (لوحی یا پهن)، هم‌بعد (مکعبی یا کروی)، تیغه‌ای، و میله‌ای (دوکی‌شکل).

به منظور بررسی دقیق، همچنین کسب نتایج بهتر در این باره، تعداد ده ایستگاه نمونه‌برداری از خاور به باختر (SH/5, SH/3, SH/10, SH/16, SH/26) و شمال به جنوب SH/12,SH/33 (SH/25, SH/8, SH/1) (شکل ۱، تصویر سمت چپ) منطقه، انتخاب و به صورت جداگانه از نظر فرم دانه (جدول ۳ و ۴)، گردشدگی (شکل ۹) و کرویت (شکل ۱۰) بررسی شد. بر این اساس، روند خاصی در پبل‌های میله‌ای و تیغه‌ای دیده نمی‌شود، اما درصد پبل‌های هم‌بعد از خاور به باختر و درصد پبل‌های دیسکی از شمال به جنوب افزایش می‌یابد. از طرفی، گردشدگی و کرویت دانه‌ها نیز از شمال به جنوب و خاور به باختر افزایش می‌یابد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲. مقایسهٔ کشیدگی، جورشدگی، کج‌شدگی، گردشدگی و کرویت دانه‌های رسوبی در ایستگاه‌های مختلف

شمارهٔ ایستگاه	SH/1	SH/2	SH/3	SH/4	SH/5	SH/6	SH/7	SH/8	SH/9	SH/10	SH/11	SH/12
کشیدگی	۰/۷۳	۱/۰۸	۰/۸۵	۰/۶۸	۰/۴۶	۰/۹۸	۰/۶۳	۱/۱۱	۰/۸۰	۰/۵۹	۰/۹۷	۰/۶۲
جورشدگی	۳/۶۵	۳/۱۳	۳/۶۱	۲/۹۶	۴/۱۲	۲/۷۳	۳/۶۴	۳/۸۱	۳/۵۶	۳/۷۷	۲/۷۰	۳/۷۳
کج‌شدگی	۰/۷۱	۰/۴۶	۰/۶۸	۰/۰۲	۰/۴۱	۰/۶۲	۰/۳۳	۰/۸۶	۰/۴۶	۰/۴۴	۰/۵۵	۰/۲۶
گردشدگی	۰/۵	۰/۳۹	۰/۴۳	۰/۲۸	۰/۳۴	۰/۳۱	۰/۲۸	۰/۴۰	۰/۳۸	۰/۵۵	۰/۵۸	۰/۶۱
کرویت	۰/۷۶	۰/۷۴	۰/۷۵	۰/۷۰	۰/۷۲	۰/۷۱	۰/۶۸	۰/۶۹	۰/۷۴	۰/۷۳	۰/۷۶	۰/۷۸

شمارهٔ ایستگاه	SH/25	SH/26	SH/27	SH/28	SH/29	SH/30	SH/31	SH/32	SH/33	SH/34
کشیدگی	۰/۸۲	۰/۵۹	۰/۵۶	۱/۵۲	۰/۶۰	۱/۷۷	۰/۴۹	۰/۵۵	۰/۵۷	۱/۱۴
جورشدگی	۳/۸۹	۳/۸۹	۳/۹۰	۲/۶۴	۳/۸۱	۲/۸۴	۴	۳/۹۲	۳/۸۵	۳/۲۱
کج‌شدگی	۰/۵۸	۰/۲۵	۰/۰۱	۰/۷۶	۰/۰۹	۰/۷۳	۰/۲۵	۰/۱۵	۰/۱۴	۰/۶۲
گردشدگی	۰/۳۵	۰/۶۲	۰/۶۵	۰/۶۳	۰/۵۸	۰/۵۹	۰/۶۷	۰/۶۷	۰/۶۵	۰/۵۳
کرویت	۰/۷۰	۰/۸۳	۰/۸۰	۰/۷۷	۰/۷۴	۰/۷۹	۰/۸۰	۰/۷۶	۰/۷۹	۰/۸۲

شمارهٔ ایستگاه	SH/13	SH/14	SH/15	SH/16	SH/17	SH/18	SH/19	SH/20	SH/21	SH/22	SH/23	SH/24
کشیدگی	۰/۷۱	۰/۶۰	۰/۷۲	۱/۰۸	۱/۰۲	۰/۷۷	۰/۸۳	۰/۹۵	۰/۵۷	۰/۵۴	۰/۶۴	۰/۹۱
جورشدگی	۳/۶۰	۳/۹۲	۳/۸۶	۳/۴۴	۲/۷۱	۲/۸۶	۳/۹۶	۳/۱۳	۳/۷۹	۳/۸۹	۳/۷۱	۳/۶۳
کج شدگی	۰/۵۲	−۰/۴۶	۰/۴۲	۰/۷۹	۰/۵۶	۰/۸۰	۰/۶۶	۰/۵۷	۰/۱۰	۰/۳۹	۰/۵۰	۰/۶۸
گردشدگی	۰/۵۹	۰/۶۵	۰/۵۳	۰/۵۶	۰/۴۲	۰/۳۶	۰/۵۳	۰/۵۶	۰/۴۹	۰/۵۳	۰/۳۹	۰/۵
کرویت	۰/۷۹	۰/۷۵	۰/۷۷	۰/۷۹	۰/۷۴	۰/۷۱	۰/۷۱	۰/۷۹	۰/۷۴	۰/۷۵	۰/۶۷	۰/۷۰

جدول ۳. مقایسهٔ در صد فرم دانه‌ها در ایستگاه‌های انتخابی از خاور به باختر

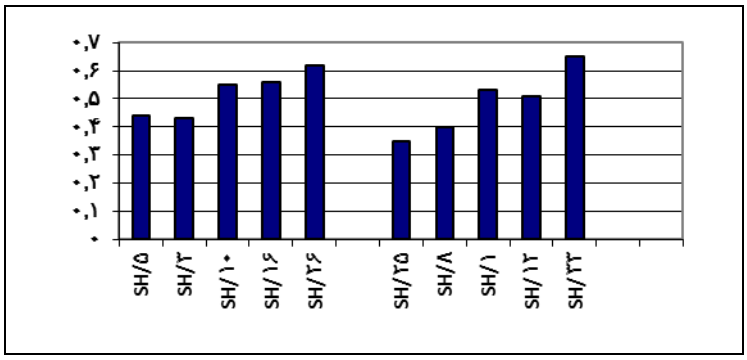
شمارهٔ ایستگاه		SH/5	SH/3	SH/10	SH/16	SH/26
درصد فرم دانه‌ها	هم‌بعد	٪۱۰	٪۲۰	٪۲۵	٪۳۵	٪۴۵
	دیسکی	٪۳۵	٪۵۵	٪۵۰	٪۲۰	٪۲۰
	میله‌ای	٪۳۰	٪۱۵	٪۲۰	٪۲۰	٪۲۰
	تیغه‌ای	٪۲۵	٪۱۰	٪۵	٪۲۵	٪۱۵

جدول ۴. مقایسهٔ درصد فرم دانه‌ها در ایستگاه‌های انتخابی از شمال به جنوب

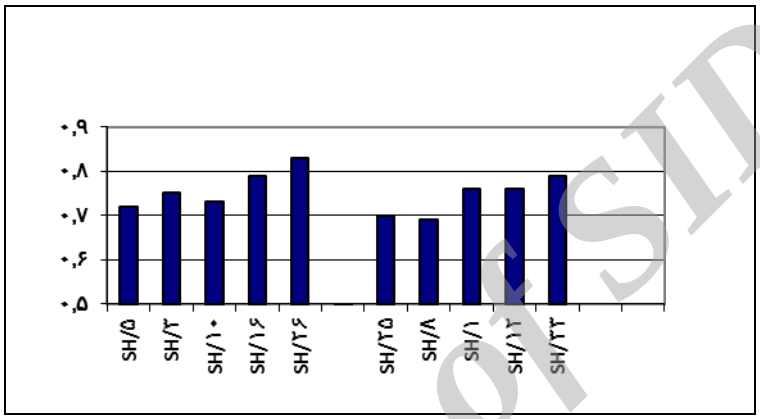
شمارهٔ ایستگاه		SH/25	SH/8	SH/1	SH/12	SH/33
درصد فرم دانه‌ها	هم‌بعد	٪۲۵	٪۳۵	٪۱۵	٪۳۰	٪۱۵
	دیسکی	**٪۳۰**	**٪۳۰**	**٪۳۰**	**٪۳۵**	**٪۵۵**
	میله‌ای	٪۲۰	٪۲۵	٪۳۰	٪۲۵	٪۲۰
	تیغه‌ای	٪۲۵	٪۱۰	٪۲۰	٪۱۰	٪۵

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۹. گردشدگی دانه‌ها در ایستگاه‌های انتخابی، از خاور به باختر و شمال به جنوب



شکل ۱۰. کرویت دانه‌ها در ایستگاه‌های انتخابی، از خاور به باختر و شمال به جنوب

آنالیز پراش اشعهٔ ایکس (XRD)

به منظور بررسی نهشته‌های منطقه، از نظر نوع کانی‌های تشکیل‌دهندهٔ آن‌ها، تعداد ده نمونهٔ رسوبی، شامل ایستگاه‌های SH/2, SH/5, SH/10, SH/17, SH/20, SH/25, SH/27, SH/29, SH/31, SH/34 انتخاب و در آزمایشگاه مرکز پژوهش‌های کاربردی سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور آزمایش XRD شد. بر اساس نتایج به دست‌آمده (جدول ۵) کانی کوارتز دارای بیشترین فراوانی در نهشته‌های منطقهٔ مورد بررسی است. با توجه به اینکه بیشترین لیتولوژی موجود در منطقه توف است، بنابراین فراوانی کانی کوارتز در این نهشته‌ها به دلیل Sio_2 موجود در توف است. کانی‌های کلسیت، فلدسپار و کلریت نیز پس از کوارتز بیشترین فراوانی را دارد.

تعیین جهت جریان کهن

جهت جریان‌های کهن منعکس‌کنندهٔ شیب حوضه و نمایش‌دهندهٔ جهت از منشأ به حوضه است که با دیاگرام‌های گل سرخی نمایش داده می‌شود. دیاگرام گل سرخی در واقع هیستوگرامی است به صورت دایره‌ای و شعاع دایره به ده بخش مساوی تقسیم می‌شود که هر بخش نمایندهٔ ۱۰ درصد است. سپس، درصد آزیموت‌های اندازه‌گیری شده در هر کلاس را روی شعاع دایره انتخاب و آن را سیاه می‌کنیم. پراکندگی آزیموت‌های قلوه‌ها ممکن است یونی‌مدال[۱]، بای‌مدال[۲] و پلی‌مدال[۳] باشد (شکل ۱۱). دیاگرام گل سرخی یونی‌مدال با پراکندگی کم مربوط به رودخانه‌های با پیچش کم و یونی‌مدال با پراکندگی زیاد مربوط به رودخانه‌های با پیچش زیاد یا بادزن است. با توجه به دیاگرام رسم شده (شکل ۱۲) که میانگین دیاگرام‌های کل ایستگاه‌هاست، جهت جریان در اغلب ایستگاه‌ها شمال خاوری- جنوب باختری است و حالت یونی‌مدال با پراکندگی بالا دارد که نشان می‌دهد محیط بادزن آبرفتی است.

---

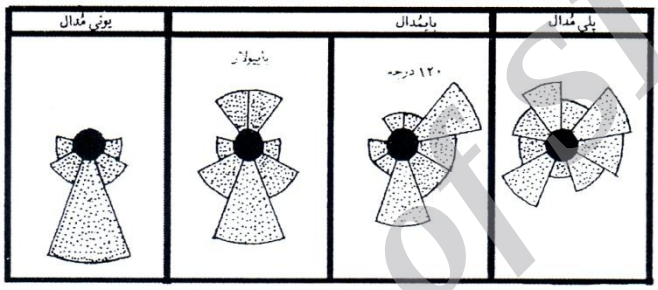
۱. unimodal
۲. bimodal
۳. polymodal

Archive of SID

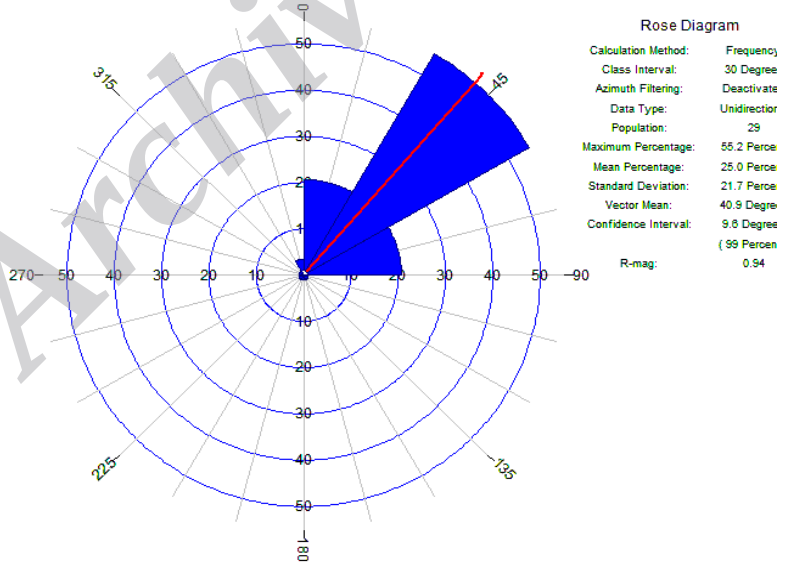
www.SID.ir

جدول ۵. نتایج آنالیز XRD نمونه‌های مورد نظر

شمارهٔ ایستگاه	نتایج آنالیز XRD
SH/2	Quartz +Calcite
SH/5	Quartz+Calcite+Feldspars(Albite+Microcline)+Dolomite+Chlorite(Clinochlore)(Minor)
SH/10	Quartz +Calcite +Feldspars (Albite +Microcline)+ Chlorite (Clinochlore) (Minor)
SH/17	Quartz + Calcite + Feldspars (Albite +Microcline)+Mica (Lepidolite)+ Chlorite (Clinochlore)(Minor)
SH/20	Quartz +Calcite +Feld espars (Albite)+ Dolomite +Feldspars(Microcline) + Chlorite (Clinochlore)(Minor)
SH/25	Quartz+ Dolomite +Calcite+ Feldspars (Albite +Microcline)+ Chlorite (Clinochlore)
SH/27	Quartz+ Dolomite +Calcite+ Feldspars (Albite +Microcline)+ Chlorite (Clinochlore)
SH/29	Quartz + Calcite +Feldspars (Albite +Microcline)+ Chlorite (Clinochlore)(Minor)
SH/31	Quartz +Feldspars (Albite) +Calcite+ Dolomite+ Chlorite (Clinochlore)
SH/34	Quartz +Calcite +Feldspars (Albite) + Dolomite +Feldspars(Microcline) + Chlorite (Clinochlore)



شکل ۱۱. انواع مختلف پراکندگی آزیموت جریان‌های کهن در دیاگرام‌های گل سرخی (اقتباس از پاتر و پتی‌جان، ۱۹۷۷ به نقل از موسوی‌حرمی، ۱۳۸۳)



شکل ۱۲. دیاگرام گل سرخی مربوط به کل ایستگاه‌ها

بحث و نتیجه‌گیری

با بررسی‌های انجام‌شده روی ۳۴ ایستگاه نمونه‌برداری شده در منطقه، نتایج مطلوبی به شرح زیر حاصل شد:

۱. بیش از ۵۰٪ نهشته‌ها در ایستگاه‌های اندازه‌گیری شده در منطقه، طبق نمودار نامگذاری فولک (۱۹۷۴) (شکل ۳) در ردهٔ گراول ماسه‌ای گلی قرارمی‌گیرد. این نتایج نشان‌دهندهٔ سهم بزرگ مواد دانه‌درشت در اندازهٔ گراول، در

Archive of SID

www.SID.ir

نهشته‌های منطقهٔ مورد بررسی است. این موضوع بیانگر نزدیکی این نهشته‌ها به منشأ خود است.

۲. شکستگی‌های موجود در نمودارهای تجمعی (شکل ۲) رسوب‌ها در ایستگاه‌های مختلف، نشان‌دهندهٔ سه منشأ برای نهشته‌های موجود در منطقه است، به طوری که رسوب‌های دانه‌درشت (قلوه‌سنگ) نشان‌دهندهٔ جریان‌های آشفته و طغیانی، رسوب‌های دانه‌ریز (رس و سیلت) نشان‌دهندهٔ جریان‌های آرام و باتلاقی و رسوب‌های دانه متوسط (ماسه) نشان‌دهندهٔ جریان‌های معمولی است.

۳. جورشدگی نهشته‌ها در این منطقه در محدودهٔ جورشدگی بسیار بد تا بی‌نهایت بد و جورشدگی بسیار بد و نیز کج‌شدگی مثبتی است که در این نهشته‌ها دیده می‌شود و از ویژگی‌های محیط بادزن آبرفتی است.

۴. گردشدگی و کرویت دانه‌ها در ایستگاه‌های مختلف متفاوت است. این موضوع بیانگر منشأهای مختلف نهشته‌ها، میزان جابه‌جایی و فاصلهٔ آن‌ها از منشأ است. در ایستگاه‌های مورد پژوهش، گردشدگی و کرویت دانه‌ها روند خاصی را نشان می‌دهد، به طوری که گردشدگی و کرویت از شمال به جنوب و خاور به باختر منطقه افزایش می‌یابد. این روند ویژه، ابتدا نشان‌دهندهٔ افزایش میزان جابه‌جایی نهشته‌ها در این راستاست و در مرحلهٔ بعدی جهت جریان کهن از شمال خاوری به سوی جنوب باختری را در منطقهٔ مورد نظر بیان می‌کند.

۵. در بررسی فرم دانه‌ها، فرم‌های میله‌ای و تیغه‌ای روند خاصی را نشان نداد، اما فرم دیسکی از شمال به جنوب و فرم هم‌بعد از خاور به باختر منطقه افزایش می‌یابد که این امر به نحوهٔ حرکت و نوع لیتولوژی پیل‌ها در منطقه ارتباط دارد.

۶. بیش از ۷۰ درصد لیتولوژی ذرات تشکیل‌دهندهٔ رسوب‌ها در ایستگاه‌های مختلف مربوط به توف است. این موضوع منشأ اصلی نهشته‌ها را نشان می‌دهد که سازند کرج است.

۷. بر اساس نتایج به دست آمده از آزمایش XRD نمونه‌های برداشت‌شده در منطقهٔ مورد بررسی، کانی کوارتز دارای بیشترین فراوانی است و با توجه به اینکه توف‌های سازند کرج بیشترین لیتولوژی در منطقه را تشکیل می‌دهد، می‌توان نتیجه گرفت که فراوانی کانی کوارتز به دلیل Sio_2 موجود در این توف‌هاست. وجود کلریت در نهشته‌های اغلب ایستگاه‌ها نیز لیتولوژی غالب توف را در منطقه تأیید می‌کند. کانی کلسیت و فلدسپار نیز پس از کوارتز دارای فراوانی زیادی است.

۸. تمامی نمودارهای گل سرخی رسم‌شده برای تشخیص جهت جریان کهن از نوع یونی‌مدال با پراکندگی زیاد و نشان‌دهندهٔ محیط بادزن آبرفتی است. همچنین جهت جریان کهن در بیش از ۹۰٪ ایستگاه‌های اندازه‌گیری شده، شمال خاوری- جنوب باختری است که شباهت بسیار زیاد آن با جریان کنونی در منطقه، نشان‌دهندهٔ فعالیت کم تکتونیکی است که این خود بیانگر جوان بودن حوضهٔ رسوبی است.

منابع

امینی، م.، ارژنگ روش، ب.، یوسفی، ک. (۱۳۵۶). گزارش مقدماتی رسوبات آبرفتی اطراف تهران، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

پدرامی، م. (۱۳۶۶). چینه‌شناسی کواترنر و روش‌های مطالعهٔ آن، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۱۸ ص.

حسنی، م. (۱۳۷۸). بررسی مسائل زمین شناسی پلیوکواترنری حوضه رسوبدهی تهران، دانشگاه شهید بهشتی، پایان‌نامهٔ دکتری.

خادم، ن (۱۳۷۱). رسوب‌های آبرفتی گسترهٔ تهران، مجلهٔ علوم زمین سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، شمارهٔ ۶، ص ۶-۲۱.

خادم، ن (۱۳۷۴). انباشته‌های لایه‌بندی‌شدهٔ شیب‌ها در داخل مجموعهٔ آبرفتی گسترهٔ تهران، مجلهٔ علوم زمین سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، شمارهٔ ۱۵ و۱۶، ص ۲۳-۶۴.

فتحی، ر. (۱۳۷۹). بررسی رسوب شناسی رسوبات کواترنری دشت شهریار، دانشگاه تربیت معلم، پایان‌نامهٔ کارشناسی‌ارشد.

لاسمی، ی. (۱۳۶۷). محیط رسوب‌گذاری سازند هزاردرهٔ شرق تهران، نخستین سمپوزیوم کواترنر تالار دانشکدهٔ علوم دانشگاه تهران.

مختاری، د. (۱۳۹۲). بررسی ویژگی‌های زمین‌ریختی و تنوع سامانه‌های رودخانه‌ای دشت جلفا- هادی‌شهر، شمال باختری ایران: تلفیقی از آثار تغییرات جنبایی زمین‌ساختی، سطح اساس و محیطی در کواترنری، مجله علوم‌زمین سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، شماره۸۹ ، ص۲۱۲-۱۹۹.

معتمد، ا. (۱۳۷۶). کواترنر (زمین‌شناسی دوران چهارم)، انتشارات دانشگاه تهران.

مقصودی، مهران. محمد نژادآروق، وحید (۱۳۹۱)، ژئومورفولوژی مخروط‌افکنه‌ها، انتشارات دانشگاه تهران، ۲۳۸ص.

مقصودی، مهران، (۱۳۸۷)، بررسی عوامل مؤثر در تحول ژئومورفولوژی مخروط‌افکنه‌ها، مطالعهٔ موردی مخروط‌افکنهٔ جاجرود، مجلهٔ

Archive of SID

www.SID.ir

پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره ۶۵ ص ۷۳-۹۲.
موسوی‌حرمی، س.ر. (۱۳۸۳)، رسوب‌شناسی، چاپ دهم، انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد، ۴۷۴ص.
میرزایی، ا. (۱۳۸۱). رسوب‌شناسی، محیط رسوبی و رسوب‌زایی نهشته‌های کواترنری حوضهٔ آبریز کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، پایان‌نامهٔ دکتری.
میرزایی، م.ر. (۱۳۹۰). زمان‌نگاری، چینه‌شناسی، محیط رسوبی و تعیین جهت جریان‌های کهن در رسوب‌های مخروط‌افکنهٔ (کواترنری) منطقهٔ کردان (باختر کرج)، دانشگاه آزاد اسلامی، پایان‌نامهٔ کارشناسی‌ارشد.
ناوی، پ. (۱۳۷۸). بررسی جامع آبرفت‌های تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، پایان‌نامهٔ دکتری.
نقیبیان، ر. (۱۳۷۵). بررسی چینه‌شناسی نهشته های رسوبی کواترنری تهران وبرآورد پارامترهای ژئوتکنیکی آن، دانشگاه شهید بهشتی، پایان‌نامهٔ کارشناسی‌ارشد.
Allenbach, P. (1966). Geologic and Petrographic des Damavand und seiner Umgeburg(Zentral Elburz), Iran, Mitteilung Nr. 63, Geologisches Institut, ETH, Zuurich.
Amini, M., Arjang Ravesh, B., Yousefi, K. (1977). Elementary Report of alluvium sediments around of Tehran.
Arzani, N. (2012).Catchment Lithology as a major control on alluvial megafan development, Kohrud Mountain range, central Iran. Journal of Earth Surface processes and Landforms. 37, Issue 7, pp. 726-740.
Dellenbach, J. (1964). Contribution a l etude geologigue de la region situeo a l est de Tehran, Iran, Fac Sci, Univ. Strasbourg (France).
Engalenc, M. (1968). Geology, geomorphology, hydrology de Larcgion de Tehran (Iran), These sciences, Monollier.
Fathi, R. (2000). Sedimentology Examination Shahryar Plain Quaternary Sediments. Tehran Teacher Training University. (M.Sc) Thesis.
Goodbred, S.L. (2003). Response of the Ganges dispersal system to climate change: a source-to-sink view since the last interstate, Sedimentary Geology, Vol. 162, No. 1–2, pp 83–104.
Gupta, S. (1997). Tectonic control on paleo-valley incision at the distal margin of the early tertiary alpine foreland basin, southeastern France, Journal of Sedimentary Research, Vol. 67, No. 6, pp 1030–1043.
Hartley, A.J., Weissmann, G.S., Nichols, G.J. and Warwick, G.L. (2010). Large distributive fluvial systems: characteristic, distribution, and controls on development, Journal of Sedimentary Research, Vol. 80, No. 2, pp 167–183.
Hasani, M. (1999).Consideration of Issues Plioquaternary Geology Tehran Sedimentation Basin. Shahid Beheshti University, (Ph.D) Thesis.
Horton, B.K. and DeCelles, P.G. (2001). Modern and ancient fluvial megafans in the foreland basin systems of the central Andes, southern. 9-Bolivia: implications for drainage network evolution in fold-thrust belts, Basin Research, Vol. 132, pp 43–63.
Huber, H.,(1960), The Quaternary deposits of the Darya - i - Namak, Central Iran, Iranaian Oil Company, Geol. Note 51
Khadem, N. (1995). Stratificated deposit of slopes in the alluvial deposit of Tehran, Geology science journal, No. 15, 16. pp. 23-36.
Khadem, N. (1992). Review of the Alluvial Deposits in theTehran region.
Lasemi, Y. (1988). Hezar Darreh Formation Deposational Environment in East of Tehran.The First Quaternary Symposium Faculty of Science Tehran University.
Leier, A.L., Decelles, P.G. and Pelletier, J.D. (2005). Mountains, monsoons, and megafans, Geology, Vol. 33, pp 289-292.
Maghsoudi, M., Mohammadnejad, V. (2012). Alluvial fans geomorphology, Tehran University, p. 238
Maghsoudi, M. (2008). Factors affecting the geomorphological evolution of alluvial fans, case study, Jajrood alluvial fan. Physical Geography Research Quarterly. No. 65, pp.73-92.
Mirzaie, A. (2002). Sedimentology, Sedimentary Environment and Karaj catchment Quaternary Deposits Sedimentation. Islamic Azad University, Ph.D Thesis.
Mirzaie, M. (2011) Age determination, Stratigraphy, Sedimentary Environment and Paleo current direction of the Fan deposites (Quaternary), in the Kordan area (west of Karaj). (M.Sc) Thesis, Islamic Azad University.
Mokhtari, D. (2013). Geomorphic Characterization and Diversity of the Fluvial Systems of Djolfa- Hadishahr plain, Northeast of Iran: A Synthesis of Quaternary Environmental, Base Level and Tectonic Changes.
Motamed, A. (1997). Quaternary. University of Tehran Press.
Moussavi Harami, S.R. (2004). Sedimentology, Tend Edition, Behnashr Press. Mashad.
Navi, B. (1999). Comprehensive Review of Tehran Alluvium. Islamic Azad University, (Ph.D) Thesis.
Naghibian, R. (1996). Stratigraphical Examination of Quaternary Sedimental Deposits of Tehran and Estimation of geotechnic Parameters. Shahid Beheshti University, (M.Sc) Thesis.
Pedrami, M. (1987).Quaternary Stratigraphy and its Methodology.Geological Survey of Iran.
Rieben, H. (1966). Geological observation on alluvial deposits in Northern Iran, Geological survey of Iran, Report No. 9, Tehran.
Vita, Finzi, C., (1979), Contributions to the Quaternary geology of southern Iran. G.S. of Iran. Rep. No. 47, 52 p.

Archive of SID

www.SID.ir