

رسوب‌شناسی و تعیین جهت جریان‌های کهن در رسوب‌های مخروط‌افکنه (کواترنری) منطقه هشگرد

شیوا نویدی*، دانشجوی کارشناسی‌ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات
فریبرز قریب، استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد آستیان و ریاست مرکز پژوهش‌های کاربردی سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی
کشور

اکرم میرزایی، استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات

تاریخ پذیرش: ۹۳/۳/۲۵

تاریخ دریافت: ۹۳/۸/۱۶

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 آبیگ 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 لوله فاضلاب برداشت شده است. مطالعات روی نمونه‌های برداشت شده انجام شد، شامل دانه‌بندی، تعیین لیتولوژی، مورفوسکوپی دانه‌ها، آزمایش پراش اشعه ایکس (XRD)، جورشدگی، گردشدگی و کج‌شدگی. نتایج به دست آمده 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 منطقه مورد مطالعه مشخص شده است. مطابق آزمایش‌های انجام شده بیش از ۵۰ درصد نهشته‌ها در رده گراول ماسه‌ای گلی قرار دارد که نشان‌دهنده سهم بزرگ مواد دانه‌درشت در اندازه 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 دهه اخیر، با افزایش نیاز انسان به غذا و آب از یک سو و مواجه شدن 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 نتیجه 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؛ ارزانی، ۲۰۱۲). عامل انسانی به منزله عاملی مهم در تحول مخروط‌افکنه‌هاست و این عامل به شدت سطوح فعال و غیرفعال مخروط‌ها را دستکاری کرده است (مقصودی، ۱۳۷۸). نهشته‌های آبرفتی دامنه‌های جنوبی البرز

در ناحیه تهران و پیرامون آن را اولین بار ریبین در سال‌های ۱۹۵۲، ۱۹۵۶ و ۱۹۶۶ بررسی کرد. بعدها افرادی نظیر هوبر در سال ۱۹۶۰، دلناخ، آلباخ، انگالنس (۱۹۶۸)، ویتافینزی و معتمد نیز به نوبه خود در فاصله سال‌های ۱۹۶۰ تا ۱۹۷۶ بررسی‌هایی در این زمینه انجام دادند. از میان زمین‌شناسان فوق انگالنس (۱۹۶۸) و ریبین (۱۹۶۶) تقسیمات چینه‌شناسی دقیق‌تری درباره رسوبات آبرفتی ناحیه تهران و پیرامون آن پیشنهاد کرده‌اند. ریبین (۱۹۹۶) در تقسیمات چینه‌شناسی، بیشتر بر عوارض چینه‌شناسی و انگالنس (۱۹۶۸) بیشتر بر مشخصات ژئومورفولوژی رسوبات تأکید دارد. ریبین (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 Q_1 PL، Q_2 ، Q_3 (LP، Q_3 C) را در بر می‌گیرد.

امینی، ارژنگ‌روش و یوسفی در سال ۱۳۵۶ نهشته‌های کواترنری ناحیه تهران را بررسی کردند. پدرامی (۱۳۶۶) تجربه هجده سال کار خود را در زمینه زمین‌شناسی کواترنری ایران به صورت گزارشی با عنوان چینه‌شناسی کواترنری ایران و روش‌های مطالعه 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 کنگلومرای و مقدار کمی رس تشکیل شده مربوط به محیط بادنری 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 گذشته تهران را با استفاده از شواهد رسوب‌شناسی در کواترنری فوقانی بررسی کرد. حسنی در سال ۱۳۷۸ زمین‌شناسی پلیوکواترنری حوضه رسوبی تهران را بررسی و چهارده گسل و مجموعه گسلی جدید در نهشته‌های پلیوکواترنری حوضه 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 حوضه آبریز کرج را بررسی کرد. میرزایی (۱۳۹۰) زمان‌نگاری، چینه‌شناسی، محیط رسوبی و تعیین جهت جریان‌های کهن در رسوب‌های مخروط‌افکنه کواترنری منطقه 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 ناحیه تهران و پیرامون به انجام رسیده است که به طور مستقیم یا غیرمستقیم به منطقه مورد پژوهش مربوط می‌شود. برای مثال، مقاله «رسوب‌های آبرفتی گستره تهران» و مقاله «انباشته‌های لایه‌بندی‌شده شیب‌ها در داخل مجموعه آبرفتی گستره تهران» تألیف نصرالله خادم از این نوع است.

به طور کلی، آبرفت‌های کواترنری در ایران عمدتاً از نوع بادن است و این بادن‌ها با توجه به اینکه سرزمین‌های مناسبی از لحاظ شیب، ارتفاع و ویژگی‌های رسوب‌شناسی است، برای کشاورزی، طرح‌های پخش سیلاب و تغذیه مصنوعی، تأمین آب زیرزمینی و توسعه شهری و روستایی اهمیت ویژه‌ای دارد. از طرفی، بادن‌ها از نظر فعالیت به دو نوع فعال (جوان‌تر) و غیرفعال (قدیمی‌تر) طبقه‌بندی می‌شود. در نوع فعال، خطر تغییر مسیر آبراهه اصلی و نفوذ سیلاب و رسوب به منطقه وجود دارد. در نتیجه، بادن‌های جوان باید از نظر خطر پهنه‌بندی شود و مناطق پرخطر مورد حفاظت بیولوژیکی (استقرار پوشش گیاهی) و مکانیکی قرار گیرد. 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 منطقه 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 جوان بودن بادن 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 مقایسه آن‌ها در مناطق مختلف، برای رسیدن به برش نمونه 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.

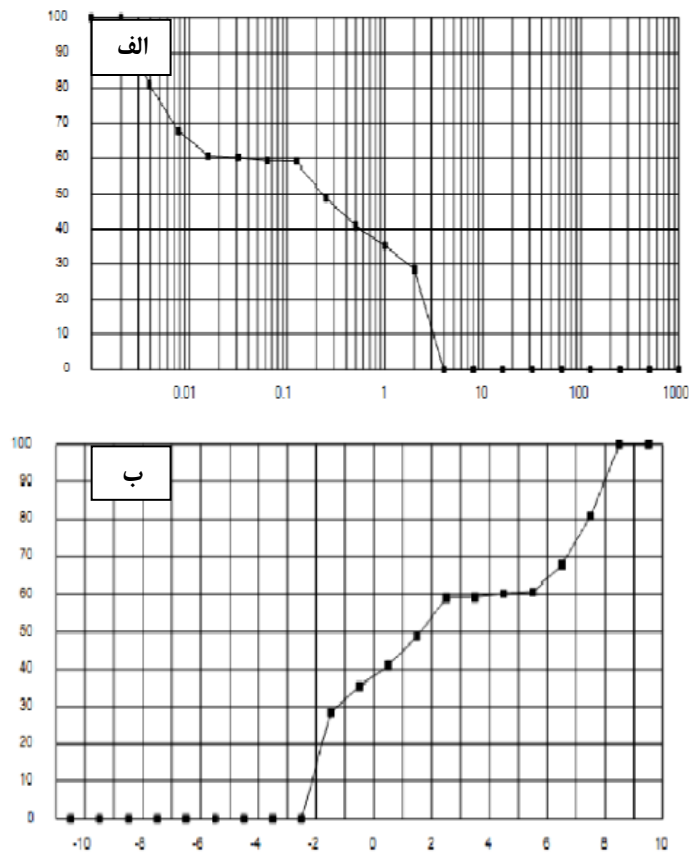
وضعیت دانه‌بندی نهشته‌ها نیز بررسی و از تمامی ویژگی‌های مورد نظر عکس تهیه شد. برای به دست آوردن جهت جریان‌های کهن در رسوب‌های منطقه، ابتدا اندازه‌گیری‌هایی در محل نمونه‌برداری انجام شد. این اندازه‌گیری‌ها با کمپاس شامل شیب و امتداد پیل‌ها به تعداد لازم و نیز لایه‌ها در صورت چین‌خوردگی بود. البته، پیل‌های 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 مشاهده فابریک ایمبرکاسیون این کار انجام نشده است. در نهایت، با استفاده از داده‌های به‌دست آمده در منطقه به وسیله نرم‌افزار (Rockwork) جهت جریان‌های کهن تعیین شد.

یافته‌های پژوهش

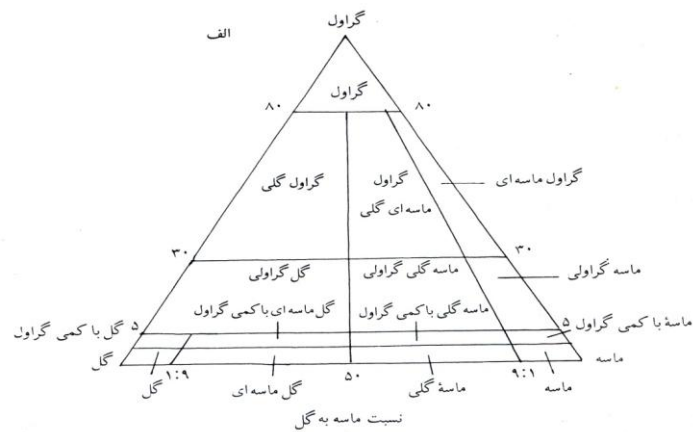
با توجه به بررسی‌های انجام شده در منطقه، ویژگی‌های کلی منطقه به قرار زیر به دست آمده است: در اغلب ایستگاه‌ها اندازه دانه‌ها متفاوت از پیل‌های ۲۰ سانتی‌متری تا ماسه، سیلت و رس متغیر است. به نحوی که در قسمت‌های ابتدای بادزن اندازه دانه‌ها درشت‌تر و هر چه به انتهای آن نزدیک می‌شویم دانه‌ها ریزتر می‌شود که این امر نشان‌دهنده 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 نهشته شدن 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 تشکیل‌دهنده آن‌ها (شکل ۳)، ۵۶ درصد نهشته‌ها گراول ماسه‌ای گلی، ۲۹ درصد گل گراولی، ۹ درصد گراول گلی و ۶ درصد ماسه گلی گراولی است. پراکنده‌گی 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، ماسه 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

اندازه 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 می‌شود 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٪ ماسه گلی گراولی است.



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 اندازه ذرات تشکیل‌دهنده 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.



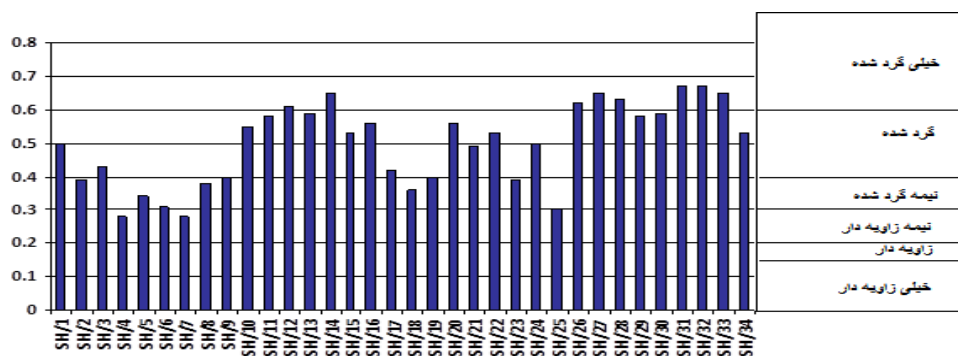
شکل ۴. محل نمونه برداری ایستگاه SH/22 از دور (دید به سمت باختر). رنگ رسوبها سرخ و اندازه دانهها متفاوت است.



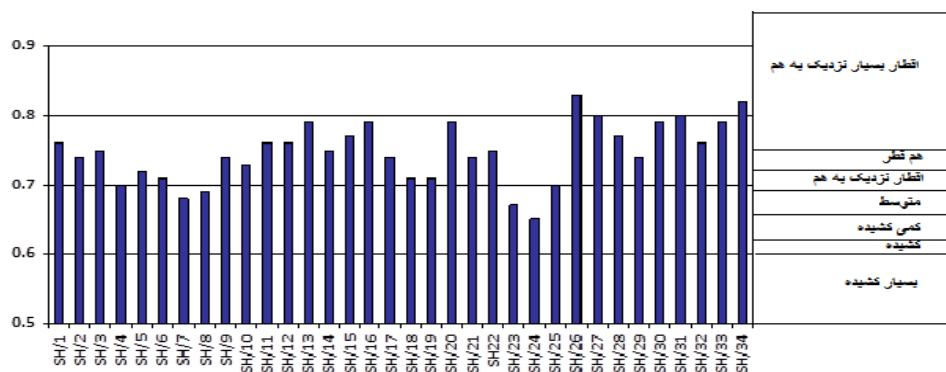
شکل ۵. محل نمونه برداری ایستگاه SH/22 از نزدیک (دید به سمت باختر). نحوه قرارگیری پیلها نشان دهنده وجود ایمبریکاسیون در رسوبهاست.

آنالیز شکل دانهها

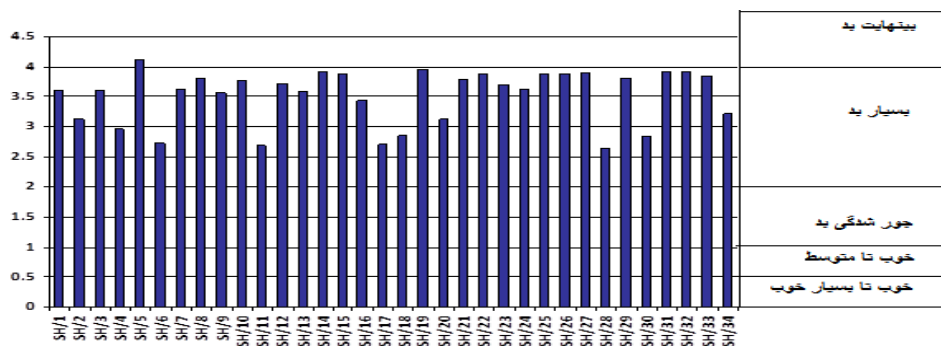
شکل دانه عبارت است از توصیف فرم هندسی رسوب یا سنگ که با پارامترهای فرم دانه، گردشگری دانه و کرویت آن بررسی می شود. گردشگری دانه های آواری به درجه سایش دانه هنگام حمل و نقل، اندازه دانه و مسافت حمل شده بستگی دارد. بر این اساس گردشگری پیلها (شکل ۶) در منطقه بسیار متفاوت است و در محدوده زاویه دار تا خیلی گردشده قرار می گیرد. کرویت پیلها (شکل ۷) نیز متفاوت است و در محدوده کمی کشیده تا قطره های بسیار نزدیک به هم قرار می گیرد. گردشگری و کرویت پیلها در منطقه با افزایش فاصله از منشأ بیشتر می شود. بیش از ۹۰٪ نمونه های برداشت شده در منطقه مورد پژوهش از نظر کج شدگی یا نامتقارن بودن منحنی توزیع دانهها در رده مثبت قرار می گیرد. کج شدگی مثبت و جورشدگی بد (شکل ۸) از ویژگی های نهشته های آبرفتی و بادزن هاست. 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 نهشته ها باقی مانده و باعث جورشدگی بد و کج شدگی مثبت این نهشته ها شده است (جدول ۲).



شکل ۶. نمایش میزان گردشگری پیل‌ها در ایستگاه‌های مختلف



شکل ۷. نمایش میزان کرویت پیل‌ها در ایستگاه‌های مختلف



شکل ۸. جور شدگی نهشته‌ها در ایستگاه‌های مختلف

فرم دانه از رابطه 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: دیسکی شکل (لوحی یا پهن)، هم‌بعد (مکعبی یا کروی)، تیغه‌ای، و میله‌ای (دوکی شکل).

به منظور بررسی دقیق، همچنین کسب نتایج بهتر در این باره، تعداد ده ایستگاه نمونه‌برداری از خاور به باختر (شکل ۱۰) بررسی شد. بر این اساس، روند خاصی در پیل‌های میله‌ای و تیغه‌ای دیده نمی‌شود، اما درصد پیل‌های هم‌بعد از خاور به باختر و درصد پیل‌های دیسکی از شمال به جنوب افزایش می‌یابد. از طرفی، گردشگری و کرویت دانه‌ها نیز از شمال به جنوب و خاور به باختر افزایش می‌یابد.

جدول ۲. مقایسه کشیدگی، چورشدگی، کج‌شدگی، گردشگی و کرویت دانه‌های رسوبی در ایستگاه‌های مختلف

شماره 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
چورشدگی	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
گردشگی	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

شماره 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
چورشدگی	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
گردشگی	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

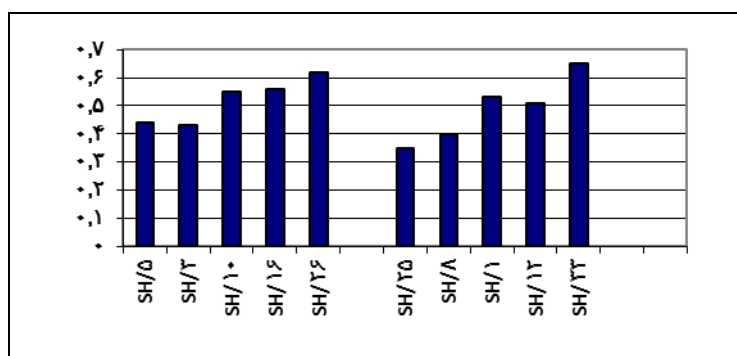
شماره ایستگاه	SH/13	SH/14	SH/15	SH/16	SH/17	SH/18	SH/19	SH/20	SH/21	SH/22	SH/23	SH/24
کشیدگی	۰/۷۱	۰/۶۰	۰/۷۲	۱/۰۸	۱/۰۲	۰/۷۷	۰/۸۳	۰/۹۵	۰/۵۷	۰/۵۴	۰/۶۴	۰/۹۱
چورشدگی	۳/۶۰	۳/۹۲	۳/۸۶	۳/۴۴	۲/۷۱	۲/۸۶	۳/۹۶	۳/۱۳	۳/۷۹	۳/۸۹	۳/۷۱	۳/۶۳
کج‌شدگی	۰/۵۲	۰/۴۶	۰/۴۲	۰/۷۹	۰/۵۶	۰/۸۰	۰/۶۶	۰/۵۷	۰/۱۰	۰/۳۹	۰/۵۰	۰/۶۸
گردشگی	۰/۵۹	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. مقایسه درصد فرم دانه‌ها در ایستگاه‌های انتخابی از خاور به باختر

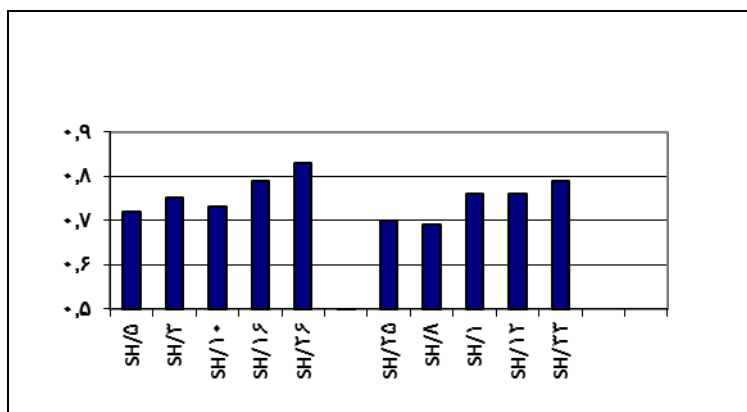
شماره ایستگاه	SH/5	SH/3	SH/10	SH/16	SH/26
هم‌بعد	٪۱۰	٪۲۰	٪۲۵	٪۳۵	٪۴۵
دیسکی	٪۳۵	٪۵۵	٪۵۰	٪۲۰	٪۲۰
میله‌ای	٪۳۰	٪۱۵	٪۲۰	٪۲۰	٪۲۰
تیغه‌ای	٪۲۵	٪۱۰	٪۵	٪۲۵	٪۱۵

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

شماره ایستگاه	SH/25	SH/8	SH/1	SH/12	SH/33
هم‌بعد	٪۲۵	٪۳۵	٪۱۵	٪۳۰	٪۱۵
دیسکی	٪۳۰	٪۳۰	٪۳۰	٪۳۵	٪۵۵
میله‌ای	٪۲۰	٪۲۵	٪۳۰	٪۲۵	٪۲۰
تیغه‌ای	٪۲۵	٪۱۰	٪۲۰	٪۱۰	٪۵



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 اشعه ایکس (XRD)

به منظور بررسی نهشته‌های منطقه، از نظر نوع کانی‌های تشکیل‌دهنده آن‌ها، تعداد ده نمونه 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 منطقه 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 منعکس‌کننده شیب حوضه و نمایش‌دهنده 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 نماینده ۱۰ درصد است. سپس، درصد آزیموت‌های اندازه‌گیری شده در هر کلاس را روی شعاع دایره انتخاب و آن را سیاه می‌کنیم. پراکندگی آزیموت‌های قله‌ها 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.

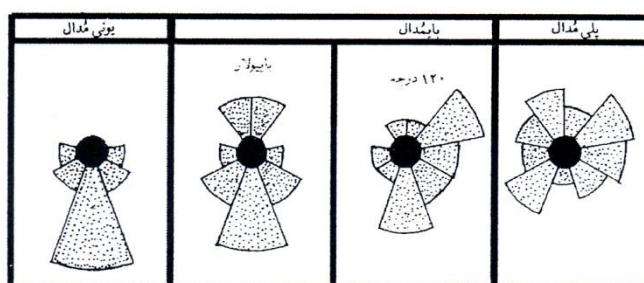
۱. unimodal

۲. bimodal

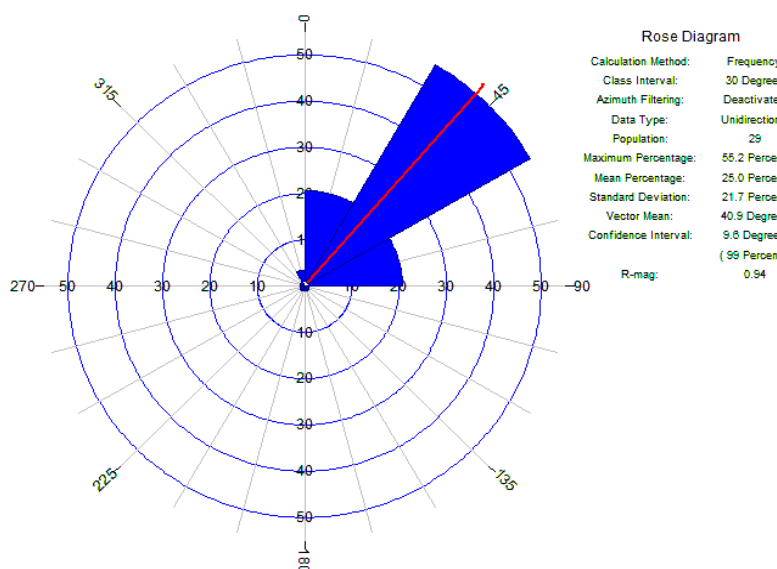
۳. polymodal

جدول ۵. نتایج آنالیز XRD نمونه‌های مورد نظر

شماره 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 + Feldspars (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 پراکنندگی آزیموت جریان‌های کهن در دیاگرام‌های گل سرخی (اقتباس از پاتر و پتی جان، ۱۹۷۷ به نقل از موسوی حرمی، 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 رده گراول ماسه‌ای گلی قرار می‌گیرد. این نتایج نشان‌دهنده سهم بزرگ مواد دانه‌درشت در اندازه گراول، در

- نهشته‌های منطقه 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، نشان‌دهنده سه منشأ برای نهشته‌های موجود در منطقه است، به طوری که رسوب‌های دانه‌درشت (قلوه‌سنگ) نشان‌دهنده جریان‌های آشفته و طغیانی، رسوب‌های دانه‌ریز (رس و سیلت) نشان‌دهنده جریان‌های آرام و باتلاقی و رسوب‌های دانه متوسط (ماسه) نشان‌دهنده جریان‌های معمولی است.
 ۳. جورشدگی نهشته‌ها در این منطقه در محدوده 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. گردشگی و کرویت دانه‌ها در ایستگاه‌های مختلف متفاوت است. این موضوع بیانگر منشأهای مختلف نهشته‌ها، میزان جابه‌جایی و فاصله آن‌ها از منشأ است. در ایستگاه‌های مورد پژوهش، گردشگی و کرویت دانه‌ها روند خاصی را نشان می‌دهد، به طوری که گردشگی و کرویت از شمال به جنوب و خاور به باختر منطقه افزایش می‌یابد. این روند ویژه، ابتدا نشان‌دهنده افزایش میزان جابه‌جایی نهشته‌ها در این راستاست و در مرحله بعدی جهت جریان کهن از شمال خاوری به سوی جنوب باختری را در منطقه 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 نحوه حرکت و نوع لیتولوژی پیل‌ها در منطقه ارتباط دارد.
 ۶. بیش از ۷۰ درصد لیتولوژی ذرات تشکیل‌دهنده 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 منطقه مورد بررسی، کانی کوآرتز 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 کوآرتز 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 کوآرتز دارای فراوانی زیادی است.
 ۸. تمامی نمودارهای گل سرخی رسم‌شده برای تشخیص جهت جریان کهن از نوع یونی‌مدال با پراکندگی زیاد و نشان‌دهنده 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، نشان‌دهنده فعالیت کم تکتونیک است که این خود بیانگر جوان بودن حوضه 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 کوآرتز و روش‌های مطالعه آن، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۱۸ ص.
- حسینی، م. (۱۳۷۸). بررسی مسائل زمین‌شناسی پلیو کوآرتز حوضه رسوبدهی تهران، دانشگاه شهید بهشتی، پایان‌نامه دکتری.
- خادم، ن. (۱۳۷۱). رسوب‌های آبرفتی گستره تهران، مجله علوم زمین سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، شماره ۶، ص ۶-۲۱.
- خادم، ن. (۱۳۷۴). انباشته‌های لایه‌بندی‌شده شیب‌ها در داخل مجموعه آبرفتی گستره تهران، مجله علوم زمین سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، شماره ۱۵ و ۱۶، ص ۲۳-۶۴.
- فتحی، ر. (۱۳۷۹). بررسی رسوب‌شناسی رسوبات کوآرتز دشت شهریار، دانشگاه تربیت معلم، پایان‌نامه کارشناسی ارشد.
- لاسمی، ی. (۱۳۶۷). محیط رسوب‌گذاری سازند هزاردره شرق تهران، نخستین سمپوزیوم کوآرتز تالار دانشکده 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 کوآرتز، مجله علوم زمین سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، شماره ۸۹، ص ۲۱۲-۱۹۹.
- معمد، ا. (۱۳۷۶). کوآرتز (زمین‌شناسی دوران چهارم)، انتشارات دانشگاه تهران.
- مقصودی، مهران. محمد نژاد آروق، وحید (۱۳۹۱)، ژئومورفولوژی مخروط‌افکنه‌ها، انتشارات دانشگاه تهران، ۲۳۸ ص.
- مقصودی، مهران، (۱۳۸۷)، بررسی عوامل مؤثر در تحول ژئومورفولوژی مخروط‌افکنه‌ها، مطالعه موردی مخروط‌افکنه جاجرد، مجله

- پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره ۶۵ ص ۷۳-۹۲.
- موسوی حرمی، س.ر. (۱۳۸۳). رسوب‌شناسی، چاپ دهم، انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد، ۴۷۴ص.
- میرزایی، ا. (۱۳۸۱). رسوب‌شناسی، محیط رسوبی و رسوب‌زایی نهشته‌های کواترنری حوضه آبریز کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، پایان‌نامه دکتری.
- میرزایی، م.ر. (۱۳۹۰). زمان‌نگاری، چینه‌شناسی، محیط رسوبی و تعیین جهت جریان‌های کهن در رسوب‌های مخروط‌افکنه (کواترنری) منطقه کردان (باختر کرج)، دانشگاه آزاد اسلامی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد.
- ناوی، پ. (۱۳۷۸). بررسی جامع آبرفت‌های تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، پایان‌نامه دکتری.
- نقیبیان، ر. (۱۳۷۵). بررسی چینه‌شناسی نهشته‌های رسوبی کواترنری تهران و برآورد پارامترهای ژئوتکنیکی آن، دانشگاه شهید بهشتی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد.
- 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 geologique de la region situee a l est de Tehran, Iran, Fac Sci, Univ. Strasbourg (France).
- Engalenc, M. (1968). Geology, geomorphology, hydrology de Larcgion de Tehran (Iran), These sciences, Monollrier.
- Fathi, R. (2000). Sedimentology Examination Shahrvar 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, Iraniaian 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 the Tehran region.
- Lasemi, Y. (1988). Hezar Darreh Formation Depositional 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 deposits (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.
- Naghbian, 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.