هیدروژئومورفولوژی، شماره ۵، زمستان ۱۳۹۴، صص ۹۹-۸۳
وصول مقاله: ۱۳۹۴/۰۵/۲۴ تأیید نهایی مقاله: ۱۳۹۴/۱۰/۱۸

بررسی نهشته‌های تراس‌های پلیو-کواترنری حوضه‌ی آبریز اهرچای علیا

معصومه رجبی[۱]

کاظم خوشدل[*۲]

چکیده

منطقه‌ی بالادست حوضه‌ی اهرچای به علت کوهستانی بودن سرشاخه‌هایش در معرض فرسایش است. بیشتر سرشاخه‌های حوضه دایمی بوده، شاخه‌ها در منطقه ی هموار به رود مئاندری تبدیل می‌شوند. دشت اُزومدل ورزقان، به وسیله‌ی فعالیت آتشفشانی در نزدیکی روستای صغندل به وجود آمده است. بدین صورت که بعد از انسداد، به وسیله مواد رسوبی پر شـده و به دشت تبدیل شده است. حفر بستر توسـط اهرچای باعث ایجاد ترانشه و نمایان شدن رسوبات دریاچه‌ای می‌شود. بارندگی و ذوب بـرف‌ها در فصل بهار و اواخر زمستان موجب طغیان رودخانـه و فرسایش و حمل رسوبات می‌شود. در مناطق دارای شیب ملایم‌تر، رسوبات رودخانه ته‌نشست شده، در مناطق پایکوهی و پست تراس‌های آبرفتی تشکیل می‌دهند. این پژوهش ویژگی‌های ژئومورفیک نهشته‌های این تراس‌ها را مورد بررسی قرار داده است. بدین منظور ۱۵ نمونه از نهشته‌های تراس‌ها جهت انجام مطالعات دانه‌بندی برداشت شده، سپس از روی نمودارها، پارامتری مختلفی مانند (MD)، (MZ)، (QI)، (SKG) و (SKI) استخراج شده و به صورت جداگانه مورد تجزیه و تـحلیل قـرار گرفـته‌اند. دانه‌بنـدی برخی از تراس‌ها دارای ویژگی رسوبات دریاچه‌ای و بـقیه نـیز ویـژگی تراس‌های رودخانه‌ای را دارند.

واژه‌های کلیدی: تراس‌های آبرفتی؛ پلیو کواترنر؛ گرانولومتری؛ ضریب جورشدگی رسوبات؛ اهرچای علیا.

۱ـ استاد ژئومورفولوژی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.
۲ـ دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشگاه تبریز، بریز، ایران (نویسنده مسئول). Email:khoshdel8@tabrizu.ac.ir

مقدمه

دوره پلیو-کواترنر و کواترنر نقش مهمی در به وجود آمدن سازندهای سطحی ایران داشته است. سازندهای سطحی تراس‌های آبرفتی و دریاچه‌ای محیط‌های مناسبی برای تجمع انسان‌ها هستند، لذا بررسی آنها از دیدگاه ژئومورفولوژی ضروری است. تراس‌های آبرفتی و دریاچه‌ای در حین ارزشمند بودن، به دلیل فعالیت‌های کشاورزی، خیلی زود در معرض فرسایش قرار می‌گیرند. در این میان نباید نقش سیلاب‌های بزرگ را در تغییرات تراس‌های اطراف رودخانه‌ها نادیده گرفت. از جمله نهشته‌های مربوط به دوره‌ی کواترنر پادگانه‌های آبرفتی هستند که رسوباتی با اندازه‌های مختلف دارند. اندازه‌ی ذرات به رژیم جریان در زمان نهشته شدن بستگی دارد. پادگانه‌ها سطح قدیمی رودخانه را نشان می‌دهند.

مطالعات متعددی در خصوص جنبه‌های مختلف تراس‌ها و نهشته‌های آنها صورت گرفته است. به عنوان مثال: فاطمی و عقدا در سال (۱۳۸۰)، با استفاده از عکس‌های هوایی، نمونه‌برداری از رسوبات پادگانه‌ها و بستر رودخانه‌ی کرخه و انجام کار آزمایشگاهی بر روی رسوبات، به این نتیجه رسیدند که پایین بودن درجه‌ی تراکم، متفاوت بودن جنس لایه‌ها و چسبندگی کم لایه‌های در معرض فرسایش، عمده‌ترین دلایل فرسایش کناری رودخانه‌ی کرخه بوده است. چشمی و همکاران (۱۳۸۷)، رسوبات آبرفتی گستره‌ی تهران را مطالعه کرده و با در نظر گرفتن خطوط اصلی چینه‌شناسی، آبرفت‌ها را به چهار گروه از قدیم به جدید تقسیم کردند. از دیگر پژوهش‌های صورت گرفته در ایران، به مطالعات معینی و همکاران (۱۳۸۸)، در مورد تعیین سن پادگانه‌ها در حوضه‌ی آبریز طالقان می‌توان اشاره نمود که به روش لومینسنس انجام شده است. آنها با نمونه‌برداری از پادگانه‌ها، سن هر یک را تعیین نموده و در نهایت با توجه به آهک موجود در پروفیل‌های خاک، خصوصیات اقلیم گذشته را تا حدودی تخمین زده‌اند. سوگی[1] (۱۹۹۳)، در مقاله‌ای تحت عنوان توسعه‌ی تراس رودخانه، به وسیله‌ی فرایندهای فلوویال همزمان و تغییرات آب و هوایی نتیجه می‌گیرد که: هر سه تراس موجود در رودخانه‌ی یوسویو از نظر ژنتیکی مشابه هم هستند. ماکزیمم میانگین اندازه‌ی گراول در بستر رودخانه‌های حاضر نشان می‌دهند که نیروهای بستر مواد انتقال یافته سیلاب‌های بزرگ ناشی از باران‌های سنگین طوفانی هستند..

سالدانا و آیبانز[2] (۲۰۰۴)، ارتباط تشکیل تراس‌ها با عوامل تکتونیک و ترکیب اکولوژیکی را مورد بررسی قرار داده و نتیجه گرفتند، مناطق دارای پوشش گیاهی متراکم، کمتر از تراس‌های دارای پوشش گیاهی ضعیف در معرض تخریب واقع شده‌اند. یک مدل سه‌بعدی از توسعه‌ی تراس‌های کوارترنر، شبیه‌سازی

1- Sugai
2- Saldana & Ibanez

استراتوگرافی تراس و دوره‌های نامتقارن نشان می‌دهد که تراس‌های آلیر از آب و هوا و تکتونیک به صورت توأم تأثیر پذیرفته است (ولدکمپ[1]، ۱۹۹۲: ۵). این پژوهش به وسیله‌ی مدل سه بعدی LIMTER شبیه‌سازی شده و نتیجه‌ی آن تأثیر دینامیک‌های درونی زمینی و تغییرات آب و هوایی را در تراس‌های آلییر ثابت می‌کند. تکتونیک محلی نقش اصلی را در ساختار و توسعه داشته است.

در حوضه‌ی اهرچای علیا نیز تحقیقاتی به شرح ذیل انجام شده است که از آن جمله به موارد ذیل می‌توان اشاره کرد: جداری عیوضی (۱۳۷۲)، ژئومورفولوژی دره‌ی اهرچای؛ مهندسان مشاوران بند آب (۱۳۶۷)، ژئومورفولوژی و زمین‌شناسی حوضه‌ی اهرچای برای مطالعه‌ی سد ستارخان؛ و روستایی (۱۳۷۹)، در پژوهشی به بررسی دینامیک لغزش‌های زمین و علل وقوع آن با استفاده از روش‌های مورفومتری در حوضه‌ی اهرچای پرداخته و در خصوص تشکیل نهشته‌های سطحی در مورد تراس‌های اهرچای بحث نموده است. به نظر وی تراس‌های رودخانه‌ای و آبرفتی اهرچای به صورت تو در تو در کنار هم قرار گرفته و با جهت غربی به شرقی در کنارهای رودخانه‌ی اصلی مستقر شده‌اند. تراس‌های قدیمی در ارتفاعات بالاتر و تراس‌های جدید در کنار رودخانه قرار گرفته‌اند. به عقیده‌ی این محقق این تراس‌ها در نتیجه‌ی مسدود شدگی این مناطق در دوران سوم و پر شدگی دشت ورزقان و حمل مواد تخریبی و رسوبات توسط آب‌های جاری به درون دریاچه و تشکیل رسوبات چندین متری بعد از بین رفتن دریاچه به وجود آمده و به صورت خاکریز در جبهه‌های کوهستان باقی مانده است (روستایی، ۱۳۷۹: ۱۰۰). مهندسان مشاور جامع ایران در طرحی با عنوان اهرچای علیا، حوضه‌های ورزقان‌چای و داش‌کسن - از زیرحوضه‌های اهرچای علیا- را جداگانه بررسی نـموده‌اند. باباخانی و ریو (۱۳۶۹)، نقشه‌ی زمین‌شناسی چهارگوش اهر را در چهارچوب شرح نقشه‌ی زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ اهر شرح و تحولات زمین‌شناسی و سازندهای آن و عوامل تکتونیزه را در چهارگوش اهر، به صورت مختصر بیان کرده‌اند. مطابق این منبع، در دوران سوم، به دلیل حمل مواد تخریبی و رسوبا آنها در دریاچه و تشکیل رسوبات به ضخامت چندین متر به از بین رفتن دریاچه منجر شده و در نهایت تراس‌هایی به وجود آمده که در شرایط کنونی این تراس‌ها به صورت خاکریز در جبهه‌های کوهستان باقی مانده است.

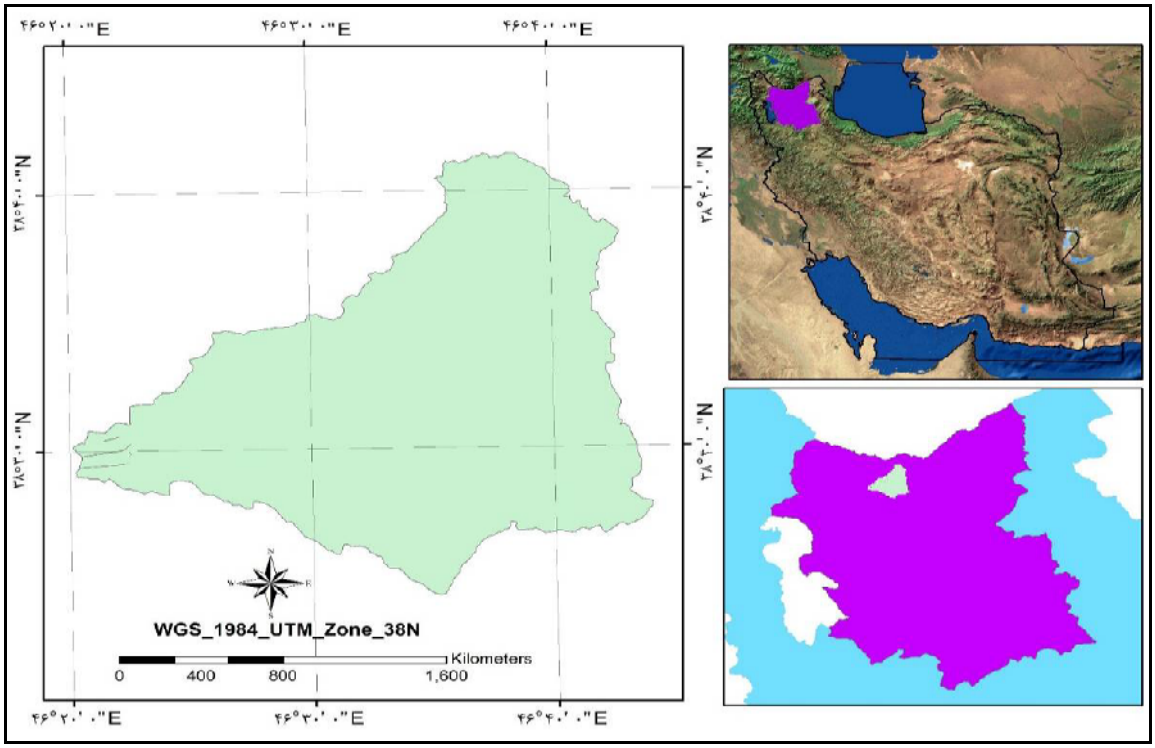
حوضه‌ی اهر چای علیا، از جمله حوضه‌هایی است که در دوره‌ی پلیو-کواترنر و کواترنر، دچار تغییرات و تحولات زیادی شده است. این حوضه از لحاظ توپوگرافی یک محدوده کوهستانی است، لذا عوامل تکتونیکی، نئوتکتونیکی، مورفوژنز و شرایط آب و هوایی، ویژگی‌های توپوگرافی، وضعیت زمین‌شناسی و سیستم‌های فرسایشی و... تأثیر زیادی بر ریخت‌شناسی آن داشته‌اند. هدف این تحقیق شناسایی تراس‌های منطقه و بررسی نهشته‌های موجود در آنها با استفاده از گرانولومتری (بررسی‌های آزمایشگاهی)، بررسی‌های میدانی و

1- Valdkamp

تکنیک سیستم اطلاعات جغرافیایی است. نتایج این پژوهش در برنامه‌ریزی‌های محیطی و عمرانی منطقه حائز اهمیت است.

موقعیت جغرافیایی حوضه‌ی اهرچای علیا

منطقه‌ی مورد مطالعه حوضه‌ی اهرچای علیا است که بین عرض‌های ۳۸درجه و ۲۴ دقیقه و ۳۸ درجه و۴۰ دقیقه شمالی و طول‌های ۴۶ درجه و ۲۱ دقیقه و ۴۶ درجه و ۴۳ دقیقه شرقی واقع شده است (شکل ۱). رودخانه‌ی اصلی اهرچای از جنوب آن عبور می‌کند. پیوستن شبکه‌های فرعی به آن، زمینه‌ساز توسعه‌ی دشت و ایجاد تراس‌های آبرفتی و آشکار شدن تراس‌های دریاچه‌ای شده است.



شکل (۱) موقعیت جغرافیایی حوضه ی اهرچای علیا

منطقه‌ی مورد مطالعه از نظر توپوگرافی، منطقه‌ای کوهستانی با دامنه‌های تقریباً پرشیب، منطقه‌ی پایکوهی و دشت را شامل می‌شود. مرتفع‌ترین نقطه‌ی آن ۲۷۲۴ متر و پست‌ترین نقطه‌ی آن در خطالقعر رودخانه‌ی اهرچای، ۱۶۴۰ متر بالاتر از سطح دریای آزاد ارتفاع دارد. این منطقه دارای اقلیم مرطوب سرد است. رودخانه‌ی اهرچای علیا به عنوان سیستم زهکشی اصلی منطقه، دارای رژیم نامنظم و طغیان فصلی است. یکی از ویژگی‌های مشخص منطقه وجود تراس‌های رودخانه‌ای جوان و قدیمی است که می‌تواند به عنوان یکی از عوامل و اشکال ژئومورفولوژیکی مورد مطالعه و تجزیه و تحلیل علمی قرار گیرد.

مواد و روش

الف- مواد تحقیق

جهت بررسی تغییرات مورفولوژیک منطقه‌ی مورد مطالعه از مواد و روش‌های زیر استفاده شده است:

۱- نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰، برای تجزیه و تحلیل توپوگرافی منطقه‌ی مورد مطالعه؛

۲- نقشه‌ی زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ برگ‌های ورزقان، خارورنا، تبریز و خواجه؛

۳- نرم‌افزارهای آماری و تکنیک سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور برای ترسیم نقشه‌ها و استخراج و تحلیل اطلاعات؛

۴- استفاده از دستگاه شیکر (شکل ۲) و آون و... برای گرانولومتری رسوبات در آزمایشگاه؛

۵- تصاویر ماهواره‌ای؛

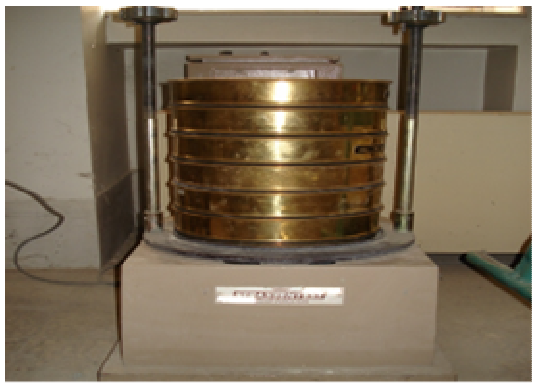
۶- عملیات صحرایی؛

ب- روش تحقیق

در این تحقیق، علاوه بر بررسی منابع و مطالعات میدانی، برای گردآوری داده‌ها از روش آزمایشگاهی استفاده شده است. در مطالعات میدانی، جهت شناسایی عوارض ژئومورفولوژی (پادگانه‌های آبرفتی) و برداشت نمونه‌ها از منطقه‌ی مورد مطالعه بازدید به عمل آمده و سعی بر این بوده است که تحقیق به دقت و به ترتیب انجام گیرد تا نتیجه ی دقیق‌تری به دست آید. مراحل کار و انجام تحقیق به شرح ذیل است:

ـ انجام کارهای آزمایشگاهی

یکی از روش‌های مورد استفاده تحقیق نقش عوامل رودخانه‌ای بررسی‌های رسوب‌شناسی است. بدین منظور نمونه‌های برداشت شده با استفاده از شیکر در اندازه‌های مختلف با قطرهای ۲ میلی‌متر، ۱ میلی‌متر، ۰/۵۰ میلی‌متر، ۰/۲۵۰ میلی‌متر، ۰/۱۲۵ میلی‌متر و ۰/۰۷۵ میلی‌متر دسته‌بندی شد.



شکل (۲) دستگاه شیکر برای الک کردن رسوبات

روش انجام آزمایش: مقدار قابل توجهی از رسوب را با روش یک چهارم و یا با دستگاه جداکننده‌ی مکانیکی و به صورت تصادفی، مقداری نمونه خاک توسط رابطه‌ی (۱) با حدود تقریبی معین جدا شد.

$$200D_{\max} < w < 600D_{Min}$$ رابطه‌ی (۱)

پارامترهای اندازه‌گیری شده در نمونه‌ها به صورت زیر است:

MZ: که حد متوسط ذرات است و با علامت Mz و با رابطه‌ی (۲) مشخص می‌شود.

$$Mz = \frac{\phi 16 + \phi 50 + \phi 84}{3}$$ رابطه‌ی (۲)

QD: در این اندیس که به وسیله‌ی رابطه‌ی (۳) محاسبه می‌گردد، فقط می‌توان جور شدگی وسط منحنی را اندازه گرفت.

$$QD = \frac{\phi 75 - \phi 25}{2}$$ رابطه‌ی (۳)

در انحراف معیار ترسیمی جامع که توسط فولک ارایه شده است، حدود ۹۰ درصد توزیع ذرات در منحنی اندازه‌گیری شده و جور شدگی بهتری را نشان می‌دهد و با رابطه‌ی (۴) محاسبه می‌شود (حرمی، ۱۳۷۷).

$$QI = \frac{\phi 84 - \phi 16}{4} + \frac{\phi 95 - \phi 5}{6.6}$$ رابطه‌ی (۴)

نوع جور شدگی ذرات بر اساس مقدار انحراف معیار در یک سری رسوبات توسط فولک ارایه شده است.

- انحراف معیار کمتر از ۰/۳۵= جورشدگی بسیار خوب؛
- انحراف معیار کمتر از ۰/۳۵ تا ۰/۵= جورشدگی خوب؛
- انحراف معیار کمتر از ۰/۵ تا ۰/۷۱= جورشدگی خوب متوسط؛
- انحراف معیار کمتر از ۱ تا ۲= جورشدگی بد؛
- حراف معیار کمتر از۲ تا ۴= جورشدگی بسیار بد؛
- حراف معیار بیشتر از ۴= جورشدگی بی‌نهایت بد.

مقدار کج شدگی از دیگر پارامترهای آماری است که از روی شکل دانه‌ها تعیین می‌شود. از کج‌شدگی برای تعبیر و تفسیر محیط رسوبی و فرآیندهایی که باعث حمل و نقل شده‌اند، استفاده می‌شود. به عنوان مثال، اگر ذرات تشکیل‌دهنده‌ی رسوب از نوع دانه‌ریز از قبیل رس و سیلت باشد، دنباله منحنی به طرف راست رفته و نشان‌دهنده رسوب‌گذاری در یک محیط آرام است و اگر دنباله منحنی متمایل به چپ باشد، نشان‌دهنده‌ی

فراوانی ذرات دانه درشت در محیط‌های پرانرژی است (حرمی، ۱۳۷۷). مقدار کج‌شدگی به روش‌های مختلف اندازه‌گیری می‌شود که یکی از این روش‌ها، روش مقدار کج‌شدگی است که با رابطه‌ی (۵) محاسبه می‌شود.

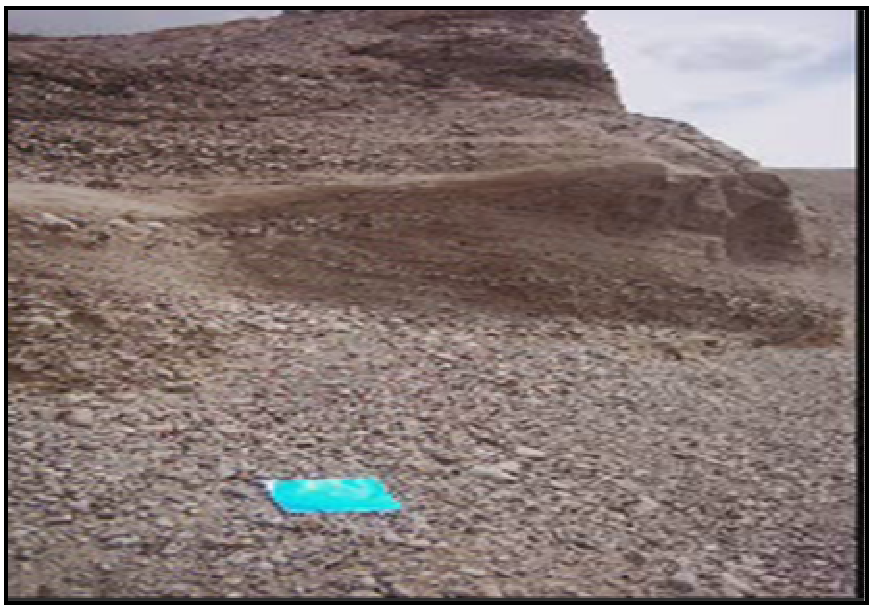
$$SKQ = \frac{\phi 25 + \phi 75 - 2(Md\phi)}{2}$$ رابطه‌ی (۵)

اگر SKqQ مثبت باشد نشان‌دهنده‌ی فراوانی ذرات دانه درشت است، ایراد اصلی این روش این است که کج‌شدگی در قسمت مرکزی منحنی، اندازه‌گیری می‌شود و جور شدگی رسوبات نیز در مقدار آن اثر فراوان دارد.

بحث و نتایج

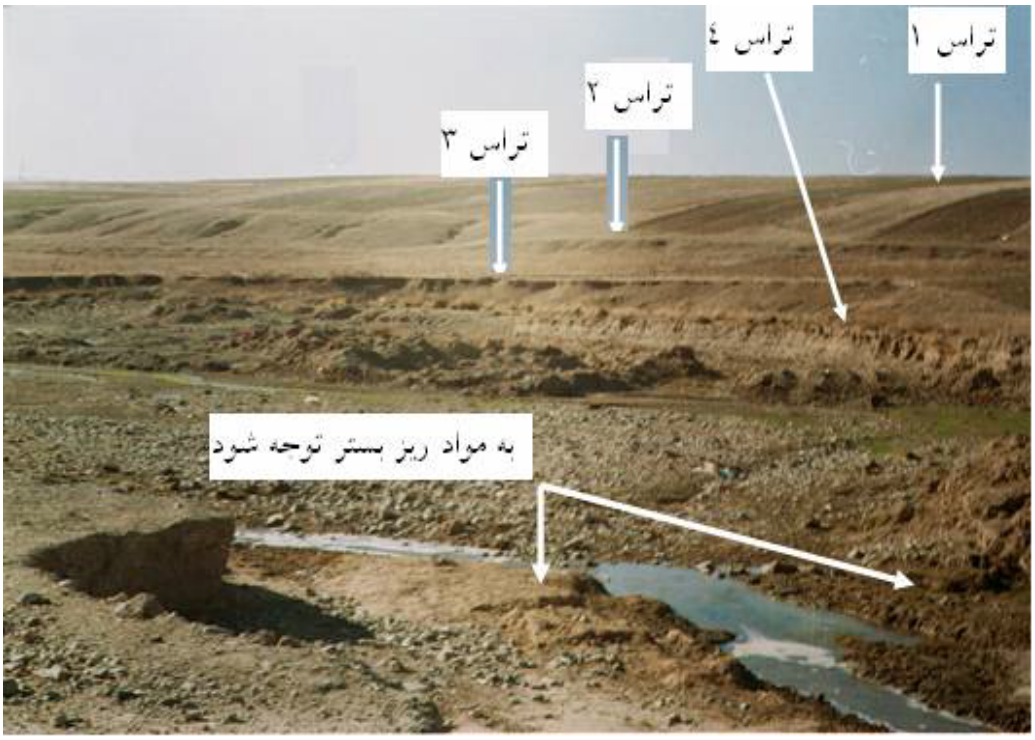
الف-تراس‌های رودخانه‌ای

تراس‌های رودخانه‌ای نشانه‌ی فرسایش در مواد پر شده به وسیله‌ی رودخانه‌ها و جریانات سطحی هستند. تراس‌های رودخانه‌ای در دشت ازمدل مستقیماً روی رسوبات دریاچه‌ای قرار گرفته و قابل مشاهده هستند. این رسوبات از نظر لحاظ جنس، اندازه‌ی مواد و نوع ترکیب، کاملاً متفاوت از لایه‌ی زیرین هستند. این موضوع، نشانه‌ی جاری شدن رودخانه بعد از پر شدن دریاچه‌ی رودخانه‌ای است. بعد از پر شدن دریاچه، اولین تراس رودخانه‌ای روی تراس دریاچه‌ای شکل گرفته است (شکل ۳ و ۵). مواد رسوبی در بعضی مناطق خیلی درشت و در بعضی موارد ریزدانه است. به نظر می‌رسد در این موارد، رودخانه با ایجاد پیچان، موجب ته‌نشینی مواد ریزدانه شده است (شکل ۳).



شکل (۳) نمونه‌ای از تراس رودخانه‌ای در دشت ازمدل ورزقان

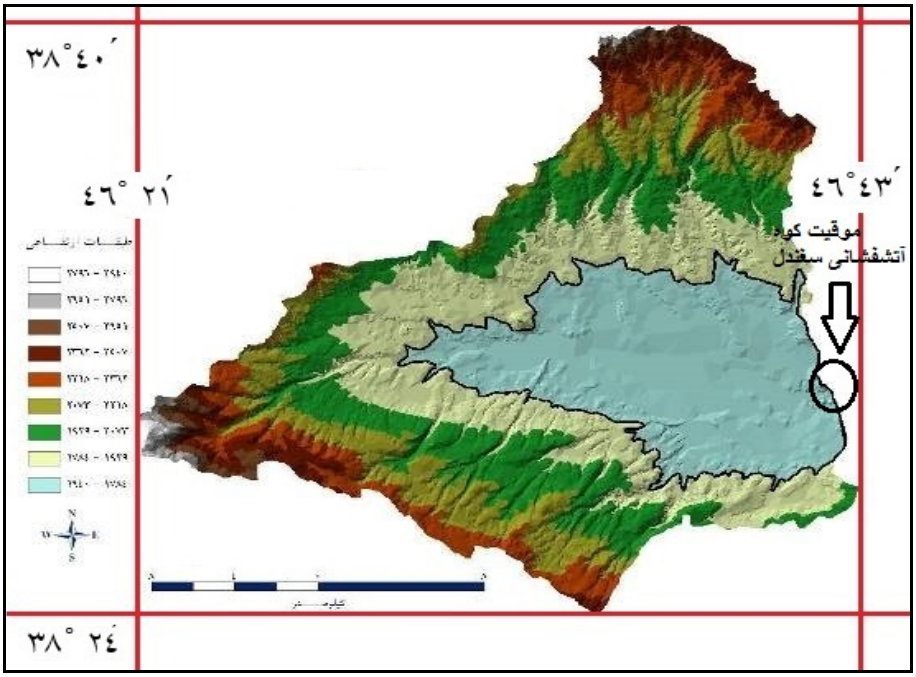
غیر از این تراس، مسیر پیوستن رودخانه‌هایی مانند کرویق‌چای، یاشیل‌چای، اولی‌چای از طرف شمال و اره‌جان‌چای و ورزقان‌چای از جنوب، که در هر دو طرف دارای ارتفاع متفاوت و متشکل از مواد درشت دانه هستند، جزو مناطق حاصلخیز روستاهای اطراف این رودخانه محسوب می‌شوند. در بالادست این رودخانه‌ها که از محدوده‌ی رسوب‌های دریاچه‌ای خارج مانده‌اند، تراس‌های قدیمی و تودرتو آشکارا قابل مشاهده است. بیشتر این تراس‌ها روی رسوبات دریاچه‌ای کواترنر قرار گرفته‌اند (شکل ۴).



شکل (۴) تراس‌های رودخانه‌ای دوریق‌چای از شاخه‌های فرعی اهرچای

ب- تراس دریاچه‌ای

در آب و هوای گـرم و مرطوب که میزان بارنـدگی زیاد است، رسوبات آواری بـه مقدار زیادی وارد دریاچه می‌شود. در چنین شرایطی رسوبات دانه‌ریز (در حد سیلت و رس) به فرم معلق به نواحی مرکزی دریاچه حمل شده و در یک محیط آرام رسوب می‌کنند. طبقه‌بندی در این رسوبات به فرم لامیناسیون افقی است. ممکن است در مواقع سیلابی بر اثر ورود مقدار زیادی رسوب آواری به دریاچه، رسوبات دانه درشت تا اعماق دریاچه پیش رفته و در رسوبات نواحی عمیق طبقه‌بندی شوند (حرمی، ۱۳۷۷). لایه‌بندی تراس‌های دریاچه‌ای با رنگ‌های مختلف نشان‌دهنده‌ی چگونگی فرسایش منشأ آنها است. این مواد به علت سست بودن و عدم سخت‌شدگی خیلی راحت در معرض فرسایش قرار می‌گیرد.

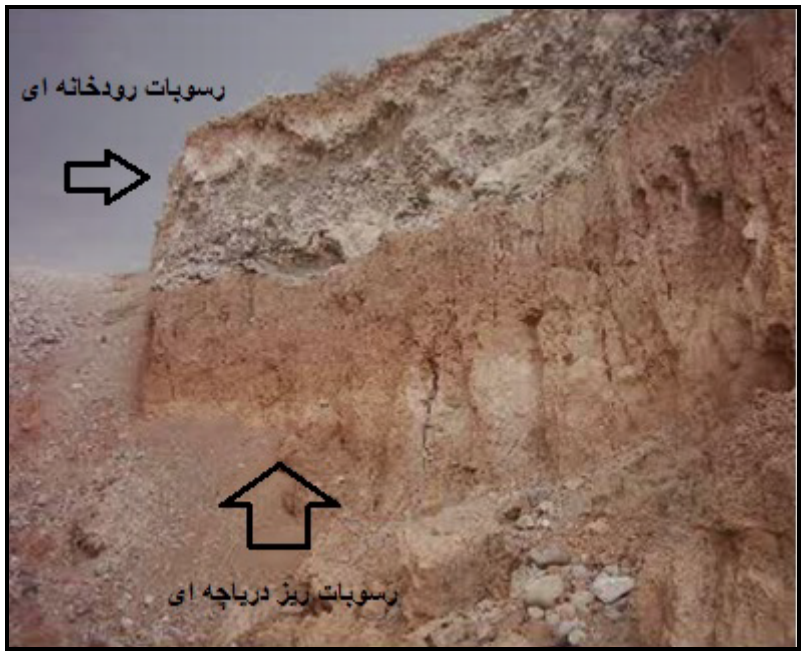


شکل (۵) طبقات ارتفاعی و موقعیت دشت در حوضه‌ی اهرچای علیا

از آنجایی که دشت ورزقان در ارتفاع ۱۶۴۰ و ۱۷۵۶ متر قرار گرفته است (شکل ۵)، احتمالاً دریاچه‌ی قدیمی پشت آتشفشان نزدیک روستای سغندل نیز در چنین ارتفاع شکل گرفته است. بعد از پر شدن دریاچه به وسیله‌ی رسوبات اطراف، رودخانه بر روی رسوبات دریاچه‌ای جریان پیدا کرده، از روی آتشفشان سرریز شده و بستر خود را به عمق می‌برد (شکل ۶).

شکل (۶) نمایی از کوه آتشفشانی سغندل

با عمیق‌تر شدن بستر به وسیله‌ی رودخانه، هم رسوبات دریاچه‌ای (تراس‌های دریاچه‌ای) و هم رسوبات رودخانه‌ای (تراس‌های رودخانـه‌ای) نمایان شده‌اند. وجود ترانشه در داخل شـهر ورزقان این مطلب را تأیید می‌کند (شکل ۷). شواهدی کاملاً مشخص از آن در پیشکوه‌های کوه‌های جنوب منطقه وجود دارد. در داخل دشت هم تعدادی از تراس‌های دریاچه‌ای مشاهده می‌گردد. تنها وجه تمایز تراس‌های دریاچه‌ای با رودخانه‌ای در اندازه‌ی دانه‌بندی رسوبات است. با عنایت به ارتفاع ۱۷۵۶ متری این منطقه، تمامی این محدوده در نزدیکی روستای سغندل تا ارتفاع منحنی میزان ۱۷۵۶ متری در سیطره و نفوذ رسوبات دریاچه‌ای بوده‌اند. در اطراف ترانشه سه‌راه سونگون شهر ورزقان، بالاترین سطح تراس دریاچه‌ای را در برخورد با تراس‌های آبرفتی قابل مشاهده است (شکل ۷). غالباً رسوبات دریاچه‌ای توسط رسوبات رودخانه‌ای احاطه شده‌اند، در این رسوبات تغییرات شدیدی از رخساره‌های دریاچه‌ای به رودخانه‌ای مشاهده می‌شود.



شکل (۷) تصویر رسوبات رودخانه‌ای دشت ازمدل ورزقان روی رسوبات ریز دریاچه‌ای

توالی تیره و روشنی لایه‌ها در رسوبات دریاچه‌ای، لامیناسیون‌های متناوب را نشان می‌دهد. بررسی‌ها (حاکی از این است که رسوبات دریاچه‌ای بیشتر شبیه رسوبات ساحلی و دلتایی بوده و با پسروی دریاچه، رسوبات رودخانه‌ای روی رسوبات دریاچه‌ای نهشته شده‌اند. چنین پروسه‌ای نشانه‌ای از مراحل نهایی پر شدن دریاچه است. شایان ذکر است که در یک توالی عمودی از رسوبات پر شده‌ی دریاچه، دانه‌ها به طرف بالا افزایش می‌یابد. این پدیده را به عنوان نـمونه می‌توان در شرق روستای دیزج‌ملک و گویجه سلطان، اره‌جان، علویق و کاسین مشاهده کرد و حتی قبرستان روستای دیزج‌ملک روی رسوبات محدوده مورد نظر رسوبات دریاچه‌ای قرار

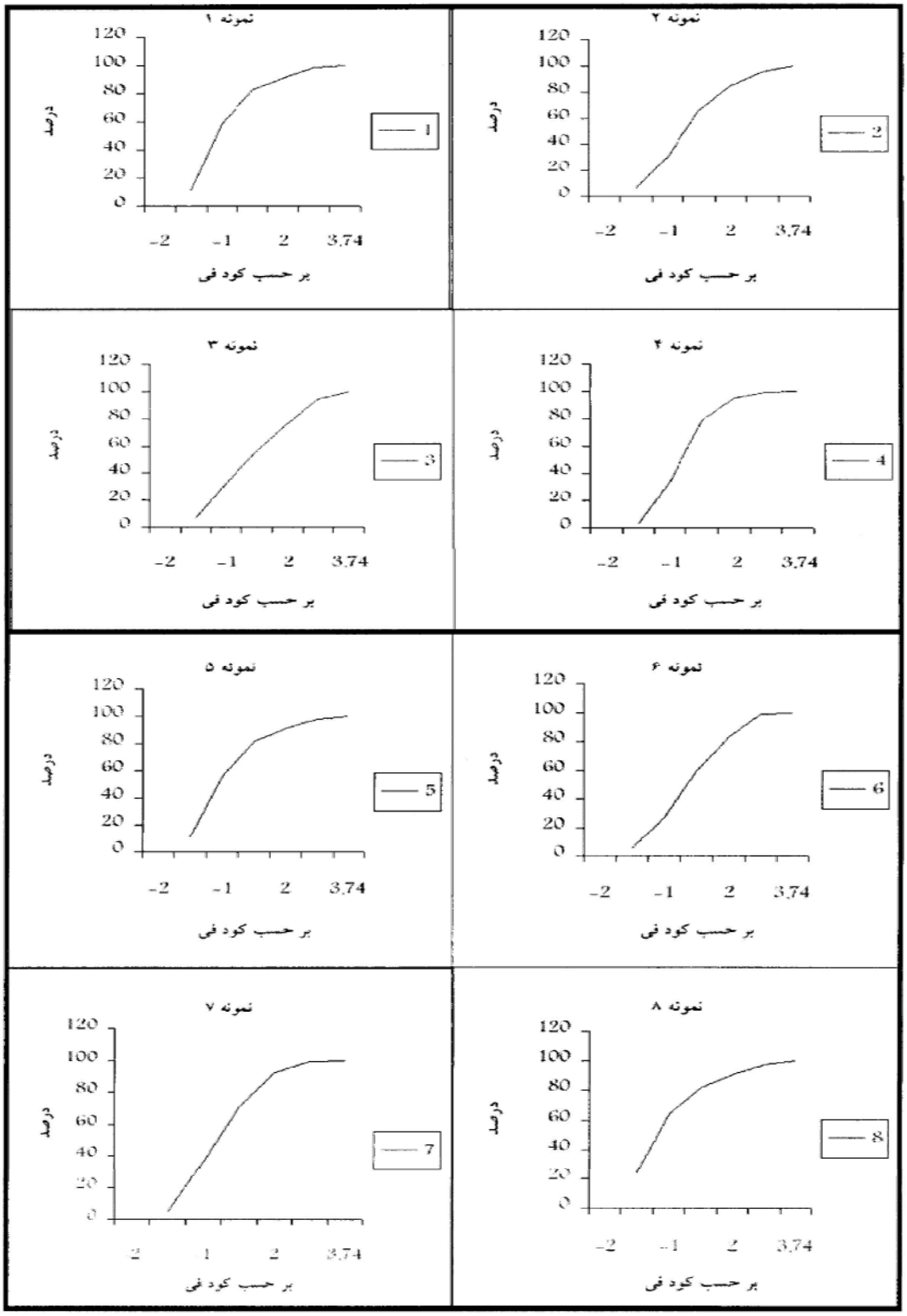
گرفته است. لوگ‌های زمین‌شناسی سازمان آب منطقه‌ای استان آذربایجان شرقی و اردبیل در داخل دشت حاکی از ریز بودن مواد از نوع سیلت و رس و ماسه ریز می‌باشد که به صورت لایه لایه تا نزدیک سنگ بستر ادامه دارد. قبل از سنگ بستر، آخرین لایه مواد تخریبی است. این مواد در طول رودخانه و در وسط تقریباً همگن هستند، ولی در بعضی نقاط اطراف و در گوشه و کنار دشت ناهمگنی دیده می‌شود؛ که احتمالاً ورود رودهای فرعی به دشت و اتصال آن به رودخانه که در زمان دریاچه بودن به دریاچه وارد می‌شدند، در ناهمگنی آنها بی‌تأثیر نیست. تقریباً تمام قسمت‌های منطقه که در زیر سیطره‌ی رسوبات دریاچه‌ای هستند، به صورت آبی و دیمی زیر کشت برده شده است. بیشتر مناطق آبی به کشت یونجه اختصاص یافته است و به تثبیت مواد ریزدانه کمک می کند و قسمت‌های کشت دیمی، با پایین رفتن رودخانه در شیب واقع شده‌اند و همیشه در معرض فرسایش قرار دارند. سرخ بودن رودخانه‌ها در هنگام بارندگی و سیلاب نشان‌دهنده‌ی استعداد بالای رسوب‌دهی این تراس‌ها است.

دانه‌بندی رسوبات آبرفتی تراس‌های دشت

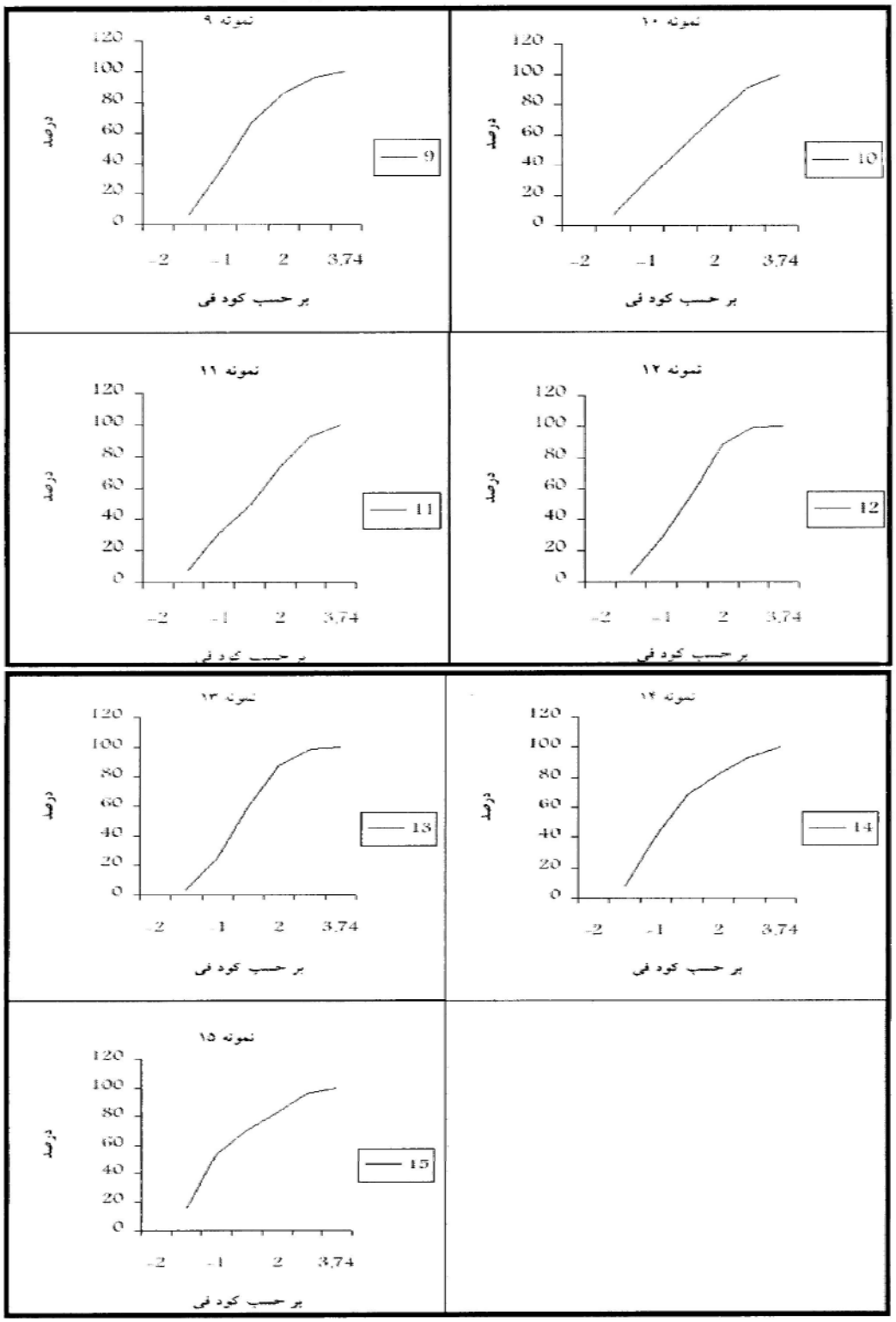
دانه‌بندی که یکی از روش‌های پی بردن به ژنتیک رسوبات آبرفتی می‌باشد، در تراس‌های منطقه به کار گرفته شده و پارامترهای مختلف از آن استخراج شده است. دانه‌بندی یا گرانولومتری از سه محل به نام محل‌های نمونه‌های ۵، ۱۰ از سه‌راه دیزج صفرعلی ورزقان، نمونه‌های ۱۴، ۱۳، ۱۲، ۱۱، ۹، ۷، ۲، ۱ از سه‌راه سونگون ورزقان و نمونه‌های ۱۵، ۸، ۴ ،۳ از جنوب سد خاکی ورزقان در ترانشه‌ی مسیر جاده‌ی ورزقان ـ دیزج‌ملک برداشت شده و بعد از تجزیه‌ی آنها، کود فی نمونه ثبت و در کنار یکدیگر قرار داده شده‌اند (جدول ۱). نمودارهای زیر با واحد کود فی ترسیم شده‌اند (شکل ۸). از روی نمودارها، پارامتری مختلفی مانند (MD) میانه، (MZ) میانگین، (QI) انحراف معیار ترسیمی جامع ((QD، (GSD)، SKG)) مقدار کج‌شدگی (SKI) استخراج و جداگانه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌اند (جدول ۲).

جدول (۱) داده‌های دانه‌بندی رسوبات دشت از مدل ورزقان

نمونه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
کود فی Ø	درصد تجمعی	درصد تجمعی	درصد تجمعی	درصد تجمعی	درصد تجمعی	درصد تجمعی	درصد تجمعی	درصد تجمعی	درصد تجمعی	درصد تجمعی	درصد تجمعی	درصد تجمعی	درصد تجمعی	درصد تجمعی	درصد تجمعی
-۲	۱۱/۱۶	۶/۸۲	۷	۳/۲۸	۱۱/۴۵	۵/۴	۵/۲۵	۲۳/۸۲	۷/۱۴	۷/۱۲	۷/۹۲	۵/۱۱	۳/۶۵	۸/۲۶	۱۵/۴۸
-۱/۲۵	۵/۴۹	۳۱/۸	۳۳/۲۲	۳۴/۸۲	۵۵/۹۹	۲۶/۵۴	۳۵/۹۴	۲۳/۸۲	۳۶/۱۲	۲۹/۰۹	۳۰/۷۸	۲۷/۵۵	۲۵/۴۸	۴۱/۱۲	۵۳/۵۶
-۱	۸۲/۹۱	۶۶ /۰۶	۵۶/۶۸	۷۸/۹	۸۱/۳	۵۹/۷۶	۷۰/۹۵	۸۱/۴۶	۶۷/۱۲	۵۰/۵۲	۴۸/۵۹	۵۶/۶۹	۶۰/۲۷	۶۸/۴۱	۷۰/۰۸
۰	۹۱/۳۳	۸۴/۷۴	۷۶/۴۸	۹۵/۲	۹۱/۲۳	۸۳/۴۸	۹۲/۲۶	۹۰/۴۱	۸۵/۵۹	۷۱/۸۹	۷۲/۹۱	۸۸/۴۴	۸۷/۷۷	۸۲/۲۵	۸۲/۶۲
۲	۹۸/۴۵	۹۵/۵۶	۹۴	۹۹/۴۴	۹۷/۹۹	۹۸/۷۸	۹۹/۲۹	۹۷/۵	۹۶/۱۲	۹۰/۶۵	۹۲/۷۶	۹۹/۲۸	۹۸/۷۴	۹۳/۶۴	۹۵/۵۱
۳	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰



شکل (۸) نمودارهای نمونه‌های برداشت شده از منطقه‌ی ازمدل ورزقان



ادامه ی شکل (۸) نمودارهای نمونه‌های برداشت شده از منطقه‌ی ازمدل ورزقان

جدول (۲) پارامترهای آماری دانه‌بندی تراس‌های دشت ازمدل ورزقان

نمونه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	میانگین
MD	-/۳۵	۰/۵۱	۰/۶۹	۰/۴۵	-۰/۱۲	۰/۵۵	۰/۳۹	۰/۴۲	۰/۴۱	۰/۷۵	۱	۰/۸	۰/۶۵	۰/۳	۰/۷۹	۰/۴۲۷
MZ	۰/۰۰۷	۰/۶	۰/۸۶	۰/۳۷	۰/۱۲	۰/۷۲	۰/۴۶	-۰/۱	۰/۴۷	۰/۹۳	۰/۹۴	۰/۶۷	۰/۷۱	۰/۵۸	۰/۷۹	۰/۳۹۹
QD	-۰/۰۲	۰/۸۸	۰/۷۸	۰/۷۵	۰/۶۳	۰/۹۸	۰/۷۷	۰/۳۱۵	۰/۸۸	۱/۱۹	۱/۳	۰/۸۸	۰/۷۸	۰/۹۸	۱/۵	۰/۸۴
GSD	۱/۰۶۵	۱/۳	۱/۵۵	۰/۹۲۵	۱/۱۱۵	۱/۳	۱/۱۵	۱/۱۸۵	۱/۴	۱/۶۲۵	۱/۶۶	۱/۲۳۵	۱/۱۶	۱/۴۷۵	۱/۵۶۵	۱/۲۲۸
QI	۱/۱	۱/۳۲	۱/۵	۰/۹۱	۱/۱۳	۱/۲۳	۱/۰۹	۱/۱۶	۱/۳	۱/۴۹	۱/۵۸	۱/۲۴	۱/۱۲	۱/۳۸	۱/۴	۱/۲۶۵
SKG	۰/۵	۰/۰۸	۰/۱۴	-۰/۱۴	۰/۳۱	۱/۳۸	۰/۱	۰/۳۸۶	۰/۰۶	۰/۱۴	۰/۰۵	-۰/۱۵	۰/۰۸	۰/۲۹	۰/۸	۰/۲۶۳
SKI	۰/۵۱	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۹۲۵	۰/۵۶	۰/۱۹	۰/۱۴	۰/۵۲	۰/۱۵	۰/۱۵۳	۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۳۱	۰/۳۱	۱/۵	۰/۲۱۵

اطلاعات مندرج در جدول حاکی از این است که ضریب متوسط SKG یا مقدار کج‌شدگی ۰/۲۶۳ است. کمترین ضریب ۰/۱۳۵ مربوط به نمونه‌ی ۴ و بیشترین ۰/۷۹۷ مربوط به نمونه‌ی ۱۵ است (جدول ۲).

جمع MD یا میانه ۰/۴۲۷ درصد است. میانه از محلی به محل دیگر متغیر بوده و دلالت بر تغییر قدرت رودخانه در قسمت‌های مختلف دارد. محل‌های برداشت نمونه احتمالاً از قسمت‌های مختلف رودخانه‌ی قدیمی بوده است. بیشترین آن در نمونه‌ی ۱۱ مربوط به یکی از نمونه‌های تراس سه‌راه سونگون ورزقان و کمترین آن ۰/۳۵- مربوط به نمونه‌ی ۸ تراس جنوب دریاچه‌ی ورزقان در کنار جاده‌ی ورزقان – دیزج ملک است (جدول ۲).

MZ یا میانگین از روی سه نقطه‌ی منحنی گرانولومتری مشخص شده است. نمونه‌های منطقه با میانگین ۰/۳۹۹ بین اعداد ۱/- و ۰/۹۴ بوده و از الگوی خاص پیروی نمی‌کنند. علت این تغییرات، احتمالاً متفاوت بودن شیب نقاط برداشت موقع رسوب‌گذاری رودخانه است. این روش بهتر از میانه می‌باشد؛ زیرا محاسبه‌ی آن در روی سه نقطه‌ی منحنی و آسان‌تر است (جدول ۲).

علامت انحراف معیار ترسیمی جامع که توسط فولک ارایه شده است، یکی از بهترین روش‌های پیدا کردن جور شدگی است؛ چون حدود ۹۰ درصد منحنی در آن توسط فرمول محاسبه می‌شود. طبق جدول فولک متوسط داده‌ها با ۱/۲۶۵ در ردیف جور شدگی بد قرار می‌گیرد. در بین داده‌ها فقط یک مورد با کمترین عدد ۰/۹۰۹ در جور شدگی متوسط و بقیه در ردیف جور شدگی بد قرار دارند. بیشترین عدد جور شدگی ۱/۵۷۶ در نمونه‌ی ۱۱ می‌باشد (جدول ۲). جور شدگی بد از خصوصیات رسوبات رودخانه‌ای است که نشانه‌های قدیمی آن در تراس‌ها مشاهده می‌شود.

کج‌شدگی هم یکی از شاخص‌های تجربی است که با آن می‌توان نامتقارن بودن مواد را از روی منحنی استخراج نمود. از روش‌های کج‌شدگی که فولک استفاده کرده است، کج‌شدگی ترسیمی جامع یا Ski است که

در منطقه‌ی مورد مطالعه ضریب متوسط آن ۰/۲۱۵، کمترین ضریب ۰/۹۲۵ مربوط به نمونه‌ی ۴ و بیشترین ضریب ۰/۷۶۳ متعلق به نمونه‌ی ۱۵ است. در وضعیت تقارن منحنی دانه‌بندی فولک بین ۰/۳- الی ۰/۱ و به سمت ذرات ریزدانه است (جدول ۲).

شکل دانه‌های رسوبات یکی از راه‌های شناسایی عامل حمل در روی سطح زمین است. با بیشتر شدن مسافت حمل، دانه‌های رسوبات سایش می‌یابند. علاوه بر عامل حمل، کیفیت حمل نیز در شکل‌بندی دانه‌ها مؤثر است. بررسی شکل دانه‌ها در تفسیر محیط رسوبی و فرایندهای رسوبی اهمیت ویژه‌ای دارد. بدین منظور دانه‌های ریز به وسیله‌ی میکروسکوب بزرگ‌نمایی می‌شوند. شکل (۹) رسوبات جور شده با قطر ۰/۵ میلی‌متر یکی از نمونه‌های برداشت شده را نشان مـی‌دهد. دانه‌های رسوبی به علت حمل با آب‌های جاری گرد شده‌اند. این رسوبات از تراس‌های آبرفتی نزدیکی روستای دیزج‌ملک نمونه‌برداری شده‌اند.

شکل (۹) بزرگ‌نمایی دانه‌های ریز گرانولومتری شده با قطر ۰/۵ میلی‌متر از نزدیکی روستای دیزج ملک

نتیجه‌گیری

حوضه‌ی اهرچای علیا، در دوره‌ی پلیو-کواترنر و کواترنر دچار تغییرات و تحولات زیادی شده است. عوامل تکتونیکی، نئوتکتونیکی، مورفوژنز و شرایط آب و هوایی، ویژگی‌های توپوگرافی، وضعیت زمین‌شناسی و سیستم‌های فرسایشی و... تأثیر زیادی بر ریخت‌شناسی آن داشته‌اند. نتیجه‌ی این تحولات، تشکیل چهار تراس رودخانه‌ای در دشت از مدل است. این تراس‌ها به علت جاری شدن رودخانه بعد از پر شدن دریاچه‌ی رودخانه‌ای، روی رسوبات دریاچه‌ای قرار دارند که از لحاظ جنس، اندازه‌ی مواد و ترکیب آن کاملاً متفاوت از رسوبات لایه‌ی زیرین هستند. بعد از پر شدن دریاچه، اولین تراس رودخانه‌ای روی تراس دریاچه‌ای شکل گرفته

است. رسوبات دانه‌ریز دریاچه‌ای (سیلت و رس) به صورت معلق به نواحی مرکزی دریاچه حمل گردیده و در یک محیط آرام، به شکل لامیناسیون افقی رسوب‌گذاری شده‌اند. در مواقع سیلابی مقدار زیادی رسوب آواری دانه درشت تا اعماق دریاچه پیش رفته و در قسمت عمیق قرار گرفته است. رنگ‌های مختلف رسوبات تراس‌های دریاچه‌ای به صورت لایه‌بندی شده، چگونگی فرسایش منشاء آن را آشکار می‌کند. بررسی رسوب‌شناسی منطقه (اندازه ی دانه‌ها، شکل دانه‌ها)، تمایز تراس‌های دریاچه‌ای با رودخانه‌ای را مشخص نمود. دانه‌های رسوبی به علت حمل با آب‌های جاری گرد شده و رسوبات دریاچه‌ای ریز هستند. غالباً رسوبات دریاچه‌ای توسط رسوبات رودخانه‌ای احاطه شده‌اند و تغییرات شدیدی از رخساره‌های دریاچه‌ای به روخانه‌ای مشاهده می‌شود. نتایج بررسی‌های گرانولومتری و تجزیه‌ی کود فی نشان می‌دهد که ضریب متوسط مقدار کج‌شدگی، SKG ۰/۲۶۳ می‌باشد. کمترین ضریب ۰/۱۵- مربوط به نمونه‌ی ۱۲ و بیشترین آن ۱/۳۸ مربوط به نمونه‌ی ۶ است. MD میانه‌ی موجود ۰/۴۲۷ درصد است که در مجموع نمونه‌ها بین ۰/۳۵- الی ۱ متغیر می‌باشد. بیشترین آن ۱ در نمونه‌ی ۱۱ مربوط به یکی از نمونه‌های تراس سه‌راه سونگون ورزقان و کمترین آن ۰/۳۵- مربوط به نمونه‌ی سه راه سونگون ورزقان است. MZ نمونه‌های منطقه با معدل ۰/۳۹۶ بین اعداد ۰/۱- و ۰/۹۴ می‌باشد که از الگوی خاصی پیروی نمی‌کنند. QI طبق جدول فولک متوسط داده‌ها با ۱/۲۶۵ در ردیف جور شدگی بد قرار می‌گیرد. در بین داده‌ها فقط یک مورد با کمترین عدد ۰/۹۹ در جور شدگی متوسط و بـقیه در ردیف جور شدگی بد قرار دارنـد. بیشترین میزان جور شدگی ۱/۵۸ در نمونه‌ی ۱۱ است. Ski محدوده‌ی مورد مطالعه طبق فرمول کج‌شدگی جامع فولک، ۰/۲۱۵ است. کمترین ضریب ۰/۰۱ مربوط به نمونه‌ی ۱۲ و بیشترین ضریب ۱/۵ متعلق به نمونه ی ۱۵ است. بررسی‌ها نشان داد تراس‌های رودخانه‌ای در دشت ازمدل روی رسوبات دریاچه‌ای قرار گرفته و از لحاظ جنس، اندازه‌ی مواد و ترکیب کاملاً متفاوت از لایه‌ی زیرین هستند. مقایسه‌ی نتایج به دست آمده درباره‌ی بررسی نهشته‌های تراس‌های رودخانه‌ای و دریاچه‌ای با نظر محققان پیشین تأییدی بر این مدعا است.

منابع

- اهری‌پور، رضا و مصدق، حسین (۱۳۸۵)، **مبانی رسوب‌شناسی**، تهران: انتشارات فرهیختگان علوی، صص: ۵۸-۶۸.

- باباخانی، علیرضا، و ریو، ار. (۱۳۶۹)، **شرح نقشه‌ی زمین‌شناسی چهارگوش اهر**.

- جداری عیوضی، جمشید (۱۳۷۲)، «**ژئومورفولوژی دره‌ی اهرچای**»، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره‌ی ۲۴.

- چشمی، اکبر؛ فاخر، علی و خامه‌چیان، ماشاالله (۱۳۷۸)، «**زمین‌شناسی آبرفت‌های تهران و ارزیابی طبقه‌بندی ریبن جهت ارزیابی زمین‌شناسی مهندسی**»، مجله‌ی علوم دانشگاه تهران، شماره‌ی ۲، صص ۱-۱۵.

- خوشدل، کاظم (۱۳۸۴)، **پژوهشی در تکوین ژئومورفولوژی دشت ازمدل ورزقان با تأکید بر تراس‌های آبرفتی**، پایان‌نامه‌ی کارشناسی‌ارشد، دانشکده‌ی علوم انسانی و اجتماعی دانشگاه تبریز.

- روستایی، شهرام (۱۳۷۹)، **پژوهشی در دینامیک لغزش‌های زمین و علل وقوع آن با استفاده از روش‌های مورفومتری در حوزه ی اهرچای**، رساله‌ی دکترا، گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه تبریز.

- فاطمی عقدا، سیدمحمود؛ فیاضی، فرج‌اله و علیپور، داریوش (۱۳۸۰)، «**بررسی زمین‌شناسی مهندسی بخشی از رودخانه‌ی کرخه**»، نشریه‌ی علوم دانشگاه تربیت معلم، دوره‌ی ۱، شماره‌ی ۳ و ۶، صص ۱۶۳-۱۷۸.

- معینی، ابوالفضل؛ احمدی، حسن و سرمدیان، فریدون (۱۳۸۸)، «**تعیین سن پادگانه‌های کواترنر (حوضه‌ی آبخیز طالقان)**»، فصلنامه‌ی جغرافیای طبیعی، سال دوم، شماره‌ی ۵.

- موسوی حرمی، رضا (۱۳۷۷)، **رسوب‌شناسی**، انتشارات آستان قدس رضوی.

- مهندسان مشاور بند آب (۱۳۶۷)، **گزارش ژئومورفولوژی و زمین‌شناسی حوضه‌ی اهرچای**، سازمان برنامه و بودجه.

- Saldana, A. & Ibanez , J.J. (2004), "**Pedodiversity Analysis at Large Scales: An Exampel of Three Fluvial Terraces of the Henares River (Central Spain)**", Geomorphology, Vol. 62, pp. 123-138.

- Sugai, T. (1993), "**River Terrace Development by Concurrent Flurival and Climatic Changes**". Geomorphology. Vol. 6, pp. 243-252.

- Veldkamp, A. (1992), "**A 3-D Model of Quaternery Terrace Development, Simulations of Terrace Stratigraphy and Valley Symmetry; A Case Study for the Allier Terraces (Limagne,France)**", Earthe Surface Processes and Landforms, Vol. 17, pp. 487-500.