تحلیل نقش کانال‌های دیرینه رودخانه جاجرود در مکان‌گزینی محوطه باستانی چالتاسیان در دشت ورامین

مهران مقصودی[1*]، سید محمد زمان‌زاده [2]، افسانه اهدائی[3]، روح‌الله یوسفی زشک[4]، مجتبی یمانی[5]

۱- دانشیار ژئومورفولوژی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران
۲- استادیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران
۳- کارشناس ارشد ژئومورفولوژی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران
۴- استادیار باستان‌شناسی، داشگاه آزاد اسلامی، واحد ورامین- پیشوا
۵- استاد ژئومورفولوژی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران

پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۸/۲۴
تأیید نهایی مقاله: ۱۳۹۳/۱۱/۲۶

چکیده

ویژگی‌های محیط طبیعی، مهمترین عامل در جهت شکل‌گیری سکونت‌گاه‌های انسانی خصوصاً در ادوار باستانی می‌باشد و بهترین راه درجهت پی‌بردن به ویژگی‌های طبیعی سکونت‌گاه‌های باستانی در زمان برپایی آنها، بررسی‌های زمین‌باستان‌شناسی است. هدف از این پژوهش، بررسی نقش عوامل محیطی در مکان‌گزینی تپه باستانی چالتاسیان بوده است. این تپه باستانی، در دشت ورامین و در قسمت‌های میانی مخروط‌افکنه جاجرود، واقع شده‌است. اطلاعات مورد نیاز جهت این پژوهش، از طریق مطالعات کتابخانه‌ای (منابع نوشتاری و تصویری) و میدانی (بازدید میدانی، حفر ترانشه، برداشت نمونه رسوب) به دست آمد. همچنین، روش‌های آزمایشگاهی از جمله تشخیص رنگ رسوب با استفاده از جدول رنگ مانسل، آزمایش غربال الکترونیکی، پیپت متحرک و کلسیمتری در جهت بررسی نمونه رسوب‌های مورد مطالعه، انجام پذیرفت. شواهد ژئومورفولوژیک محوطه باستانی چالتاسیان و حفر ترانشه و در نهایت، آزمایش نمونه رسوب‌های برداشت شده، نمایان کرد که این محوطه باستانی، در کنار یکی از کانال‌های دیرینه رودخانه جاجرود قرار گرفته بوده است. به علاوه اینکه بافت و ویژگی‌های رسوبی تپه باستانی و رودخانه دیرینه بسیار شبیه هم بوده‌اند و این امر نشان دهنده این است که رسوبات دشت سیلابی، منبع تأمین مصالح ساکنان باستانی منطقه بوده است.

واژه‌های کلیدی: دشت ورامین، رسوب‌شناسی، زمین‌باستان‌شناسی، کانال‌های دیرینه، محوطه باستانی چالتاسیان

*- نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۳۹۰۶۰۱۹ Email: maghsoud@ut.ac.ir

مقدمه

باستان‌شناسی علمی است که درباره انسان و جوامع انسانی در گذشته مطالعه می‌کنند (ملک - شهمیرزادی، ۱۳۷۵) و حتی گروهی از پژوهشگران هستند که باستان‌شناسی را شاخه‌ای از جغرافیا می‌داند و براساس این دیدگاه، باستان-شناسی، جغرافیا در زمان گذشته است (عبدی، ۱۳۸۷، به نقل از دارک). ویژگی‌های محیط طبیعی، مهمترین عامل در جهت شکل‌گیری سکونت‌گاه‌های انسانی خصوصاً در ادوار باستانی می‌باشد و بهترین راه درجهت پی‌بردن به ویژگی-های طبیعی سکونت‌گاه‌های باستانی در زمان برپایی آنها، بررسی‌های زمین‌باستان‌شناسی است. زمین‌باستان‌شناسی، علم کاربرد تکنیک‌های زمین‌شناسی و ژئومورفولوژیکی در باستان‌شناسی و همچنین، مطالعه روابط متقابل انسان‌ها با محیط طبیعی در مقیاس‌های زمانی و فضایی متفاوت است (بران، ۲۰۰۸). تورن بوش، گرایش زمین باستان‌شناسی را متمایز از ژئومورفولوژی باستانی نشان داده و ژئومورفولوژی باستانی را به عنوان زیرشاخه‌ای از جغرافیای طبیعی در نظر می‌گیرد (تورن بوش، ۲۰۱۲).

اگرچه نخستین فعالیت‌های زمین‌باستان‌شناسی حداقل در قرن ۱۸ میلادی صورت گرفته است، ولی تا قبل از انتشار کتاب " زمین‌باستان‌شناسی: علوم زمین وگذشته " توسط داویدسون و شکلی در سال ۱۹۷۶، این علم به یک گرایش میان-رشته‌ای تبدیل نشده بود (گلدبرگ و همکاران، ۲۰۰۶). از آن پس، به تدریج بر تعداد کتاب‌ها و مقالات نوشته شده در این زمینه افزوده شد. از جمله مطالعاتی که در سطح جهان در این زمینه صورت گرفته است:

در مقاله‌ای با استفاده از روش‌های سالیابی باستان‌شناختی و رادیوکربنی، امکان مطالعه در مقیاس‌های چند دهه‌ای تا چند سده‌ای فراهم شد و نتیجه نشان دهنده وقوع مکرر سیلاب با انرژی زیاد و جا به جایی کانال‌ها بوده است (برونتون و همکاران، ۲۰۰۱). مقاله‌ای دیگر به کاربرد تفسیر ساختمان‌های رسوبی جهت درک فرایندها در تحقیقات زمین‌باستان‌شناسی رودخانه کلورادو در گرندکانیون اشاره می‌کند (درات و همکاران، ۲۰۰۸). همچنین نتیجه پژوهشی دیگر نشان داد که به نسبت نوع رسوبات آبرفتی دره‌های رودخانه‌ای، داده‌های ثبت شده از مکان‌های اشغال شده توسط انسان، متفاوت است (گوسیون، ۲۰۰۸). در مقاله‌ای با بررسی اثر سیلاب‌های قدیمی بر الگوهای سکونتگاه‌های در طول رودخانه کلورادو، گرندکانیون، به این نتیجه رسیدند که الگوی سکونتگاه‌های باستانی تحت تاثیر سیلاب ها بوده‌اند (اندرسون و همکاران، ۲۰۱۱).

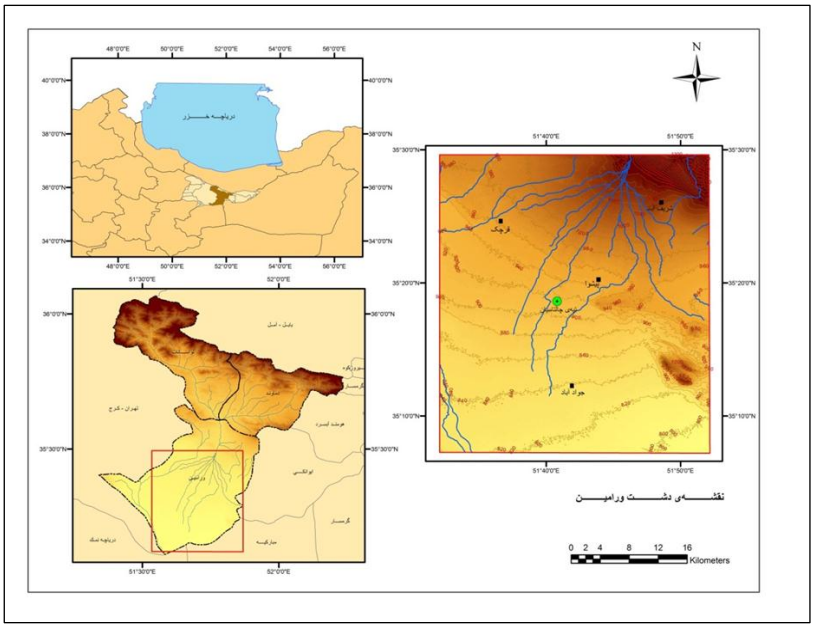
در ایران، مطالعات مربوط به علم زمین‌باستان-شناسی به قرن بیستم میلادی، هم زمان با حضور باستان شناسان فرانسوی در ایران برمی‌گردد. البته در این زمینه، مطالعات محدودی تاکنون صورت گرفته است که شرح آن به این صورت است: در گزارشی که از کاوش در محوطه باستانی تپه-پردیس منتشر شده، قسمتی به مطالعات زمین-باستان‌شناسی منطقه پرداخته شده بود. از جمله می‌توان به مطالعات بر روی لایه‌های خاک و رسوبات ، تهیه نقشه‌های خاک‌شناسی و چینه-شناسی رسوبات اشاره کرد که مجموع این عوامل باعث شد تا اطلاعات بیشتری از ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی منطقه به دست‌آید (فاضلی نشلی، ۱۳۸۳). در مقاله‌ای با بررسی‌های مغناطیس سنجی در تپه قبرستان، مشخص شد که پس از رهایی این تپه، در هزاره سوم پیش از میلاد، این تپه به‌عنوان قبرستان عصرآهنی ساکنان تپه مجاور یعنی تپه سگزاباد، مورد استفاده قرار می-

گرفت (اشمیت و فاضلی، ۲۰۰۶). در پژوهشی دیگر، با کشف بستر یک دریاچه باستانی در دهانه دره تنگ بلاغی و تعیین مسیر بستر رودخانه در دوره‌ی هخامنشی دراین دشت، به بررسی تأثیر وجود دریاچه و رودخانه باستانی در شکل‌گیری منظر مجموعه پاسارگاد پرداختند (بهرامی و همکاران، ۱۳۸۶). در پژوهشی با استناد به شواهد ژئومورفولوژیک، تاریخی و باستان‌شناختی، دریاچه‌های دوران چهارم به عنوان مهم‌ترین عامل در جهت تبلور کانون‌های جمعیتی ایران معرفی شد (رامشت، ۱۳۸۸). در مقاله‌ای با بررسی ویژگی‌های خاص رودخانه شیله، اثرات ویژگی‌های طبیعی بر شکل‌گیری استقرارگاه‌های انسانی طی دوره‌های مختلف باستانی، مورد بررسی قرار گرفت (موسوی حاجی و همکاران، ۱۳۸۹). در مقاله‌ای دیگر با بررسی کانال‌های آبیاری اواخر عصر نوسنگی دشت تهران، تأکید شد که کشاورزان تپه پردیس، در شش هزار سال پیش، کشت خود را آبیاری می‌کردند (گیلمور و همکاران، ۲۰۰۹). همچنین پژوهش درباره ویژگی‌های چشم‌انداز باستانی منطقه و درک تغییرات آن با استفاده از مطالعات ژئومورفولوژیکی (کونییگهام و همکاران، ۲۰۱۲) و کاوش‌های زمین‌باستان‌شناسی و حفر گمانه بر روی مسیر رودخانه (فاضلی و همکاران، ۲۰۱۲) از جمله دیگر پژوهش‌های انجام شده در این منطقه بوده است. مطالعات زمین‌لرزه‌ای دیرینه در محدوده گسل‌های فعال ایپاک و چسکین، صورت گرفت و نتیجه نشان داد که علی‌رغم وجود یقین درباره وقوع زمین لرزه‌های مخرب در این مناطق، عواملی از جمله تغییر اقلیم و یا تغییر مسیر رودخانه‌ها، تاثیرات بیشتری بر جابه‌جایی سکونتگاه‌های این مناطق باستانی داشته‌اند (کوییگلی و همکاران، ۲۰۱۱). در پژوهشی، با مطالعات زمین‌باستان‌شناسی دشت - تهران، بیان شد که چگونه مردمان باستان دشت - تهران، خود را با شرایط متغیر مخروط‌افکنه‌ها در جهت بهره‌برداری از منابع برای سفال‌سازی و احتمالاً، ایجاد کانال‌های آبیاری تطبیق می‌دادند (گیلمور و همکاران، ۲۰۱۱). همچنین در مقاله‌ای با مطالعه مخروط‌افکنه جاجرود و حاجی‌عرب، مشخص شد که اکثر سکونت‌گاه‌های باستانی این مناطق در جهت دسترسی به آب کافی و خاک مناسب جهت کشاورزی و سفال‌سازی، در قسمت-های میانی و انتهایی مخروط‌افکنه‌ها ایجاد شده‌اند و همچنین مشخص شد که با جابه‌جایی مسیر کانال‌ها، سکونت‌گاه‌های باستانی هم به همراه آنها تغییر مکان داده‌اند (مقصودی و همکاران، ۱۳۹۱).

مواد و روش ها

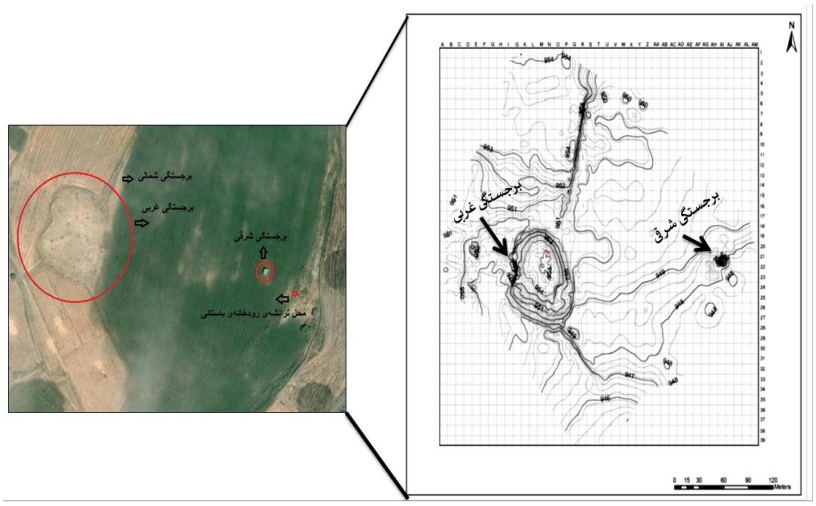
دشت ورامین در جنوب‌شرق استان تهران و بر روی رسوبات آبرفتی حوضه آبریز رودخانه جاجرود شکل گرفته‌است. منبع تغذیه این رودخانه، نزولات جوی و چشمه می‌باشد و طول آن، ۱۵۶ کیلومتر مربع است (فرهنگ جغرافیایی رودهای کشور،۱۳۸۳). این رودخانه از کوهستان البرز سرچشمه گرفته و در نهایت به دریاچه نمک منتهی می‌شود و جریان آن در دشت ورامین در جهت تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی بسیار موثر می‌باشد (زهتابیان و همکاران، ۱۳۸۲). مخروط-افکنه جاجرود حاصل رسوب‌گذاری رودخانه جاجرود پس از خروج از کوهستان (پارچین) است و نسبت مساحت مخروط به مساحت حوضه آبریز، ۰/۶۵ میباشد (مقصودی، ۱۳۸۷) (شکل ۱). محوطه باستانی چالتاسیان محوطه است که در عرض ۳۵ درجه ۱۹ دقیقه و ۹ ثانیه شمالی و طول ۵۱ درجه و ۴۱ دقیقه و ۲۱ ثانیه شرقی، درارتفاع ۹۳۰ متری از سطح آب‌های آزاد، در قسمت‌های میانی مخروط‌افکنه جاجرود قرار

گرفته است. این محوطه، در حاشیه غربی شهرستان پیشوا و در فاصله پنج کیلومتری آن واقع شده‌است (شکل ۳). محوطه‌ای متشکل از سه برجستگی آسیب دیده و نسبتاً کم ارتفاع است که در پائیز سال ۱۳۹۱، با منظور لایه نگاری و تعیین عرصه و پیشنهاد حریم مورد کاوش و مطالعه قرار گرفته است. قرار گرفتن این محوطه در میان زمین‌های کشاورزی موجب دست اندازی‌های فراوان و در نتیجه تخریب جدی آن شده است. به نحوی که از برجستگی شرقی که در فاصله‌ی بیش از ۱۶۰ متری از برجستگی مرکزی واقع شده جز ستونی به ارتفاع پنج متر (از سطح زمین‌های اطراف) که نهایتاً کمتر از ۳۰ متر مربع وسعت داشته و هر لحظه در حال فرو ریختن می‌باشد چیز دیگری بر جای نمانده و برجستگی شمالی نیز پس از خاکبرداری و تسطیح به عنوان زمین کشاورزی مورد کشت و زرع قرار گرفته است (شکل ۲)، (یوسفی، ۱۳۹۲).



شکل ۱: نقشه دشت ورامین

شکل۲: برجستگی شرقی محوطه چالتاسیان و برجستگی اصلی محوطه چالتاسیان (تپه اصلی را شامل می‌شود)



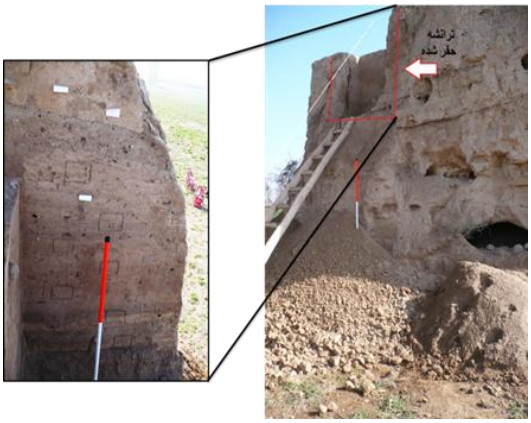
شکل ۳ : نقشه و موقعیت محوطه باستانی چالتاسیان (یوسفی، ۱۳۹۲) برجستگی سمت چپ، تپه اصلی را تشکیل می-دهد و برجستگی سمت راست که بسیار کوچک تر است، تپه شرقی را تشکیل می‌دهد.

بازدید میدانی از منطقه، همزمان با کاوش گروه باستان‌شناسی دانشگاه آزاد ورامین-پیشوا در تپه باستانی چالتاسیان، صورت گرفت. در کاوش‌های باستان‌شناسی، یکی از اهداف حفر ترانشه‌ها، تعیین حریم محوطه باستانی می‌باشد و حفر آنها، تا عمقی که به خاک بکر رسیده و دیگر اثری از آثار انسان‌ساخت در لایه‌ها نباشد، ادامه می‌یابد. بدین منظور، بیش از ۱۰ ترانشه در اطراف و همچنین روی برجستگی‌های مرکزی و شرقی، حفر شد که عمق تعدادی از آنها به بیش از ۴ متر، می‌رسید (شکل۴).

در پشت برجستگی شرقی محوطه باستانی چالتاسیان، یک پادگانه باستانی قرار داشت که بر روی آن درخت‌کاری صورت گرفته بود. به پیشنهاد گروه زمین‌باستان‌شناس تیم تحقیقاتی، گمانه‌ای در آن محوطه حفر شد تا به‌وسیله رسیدن به لایه‌های رسوبات رودخانه‌ای، از وجود رودخانه‌ای باستانی در آن منطقه اطمینان حاصل شود و کاوش در این گمانه تا عمق ۳ متر و ۵۲ سانتی‌متری ادامه پیدا کرد. تیم تحقیقاتی در عمق ۳ متری گمانه، به رسوبات رودخانه‌ای رسید. برداشت نمونه رسوب (هر۲۰ سانتیمتر یک نمونه برداشت) از دیواره گمانه حفر شده انجام شد (شکل ۵). همچنین پس از حفر گمانه‌ای روی برجستگی شرقی محوطه، برداشت نمونه رسوب از تمامی لایه‌های رسوبی انجام شد (شکل ۶).

شکل۴: حفر ترانشه‌های تعیین حریم و نمونه‌هایی از تدفین‌های یافت شده

شکل ۵: نمونه برداری از گمانه کانال دیرینه



شکل ۶ : نمونه برداری از گمانه تپه باستانی

در نهایت، ۱۸ نمونه رسوبی از گمانه رودخانه دیرینه و ۲۲ نمونه رسوبی از گمانه تپه باستانی برداشت شد. نمونه‌های رسوبی برداشت شده، پس از شناسایی رنگ آنها با استفاده از جدول رنگ مانسل، در ابتدا مورد آزمایش دانه سنجی (روش غربال) قرار گرفتند. برای این آزمایش، نمونه‌ها ابتدا خشک و کوبیده شدند، سپس به مقدار صد گرم از هر نمونه، با استفاده از دستگاه غربال الکتریکی مورد آزمایش قرار گرفتند و مقدار رسوب در هر غربال، با دقت ۰/۰۱ وزن شد. از هر نمونه، به اندازه ۱۰ گرم رسوب زیر ۶۳ میکرون جهت آزمایش پیپت برداشته شد. ذرات دانه‌ریز در حد سیلت و رس را می‌توان از طریق روش پیپت، اندازه‌گیری کرد. در این روش از روی سرعت سقوط ذرات، با استفاده از قانون استوک، اندازه ذرات ریز محاسبه شد (موسوی حرمی، ۱۳۸۹). بدین منظور، ۱۰ گرم از رسوبات زیر ۶۳ میکرون از هر نمونه را پس از ریختن در استوانه‌های مدرج آزمایشگاهی و مخلوط کردن با مایع کالگون، طی فواصل زمانی مشخص، برداشت کرده و پس از قرار دادن ظروف بشر در کوره آزمایشگاهی، میزان رسوب‌های به‌جای مانده را وزن کردیم. همچنین به میزان یک گرم از هر نمونه رسوب مورد آزمایش کلسیمتری قرار گرفت. بدین منظور از دستگاه کلسیمتر برنارد استفاده شد. همچنین قطر رسوبات دانه درشت با استفاده از کولیس، اندازه‌گیری شد. نتایج آزمایش‌ها، با استفاده از نرم‌افزار Excel، Gradi State و روش فولک و وارد (۱۹۵۷) تجزیه و تحلیل و عواملی از جمله جورشدگی و کشیدگی نمونه رسوب‌ها، محاسبه شدند. یکنواختی یا جورشدگی، عبارت از این است که ذرات تشکیل دهنده رسوب یا سنگ تا چه اندازه به یکدیگر نزدیک می‌باشند و اختلاف در جورشدگی، ناشی از اختلاف در سرعت جریان رسوب‌گذاری است. میزان انحراف از معیار، تعیین کننده میزان جورشدگی نمونه‌های رسوبی است.

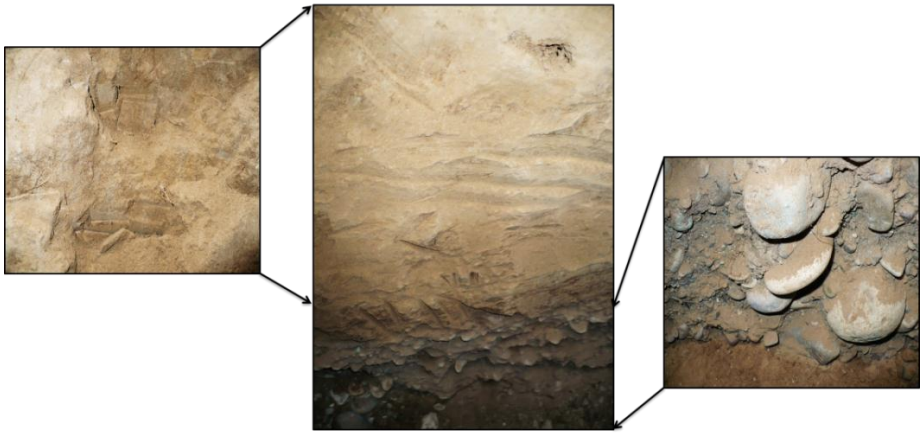
در این تحقیق، از انحراف از معیار ترسیمی جامع که توسط فولک و وارد ارائه شده است، برای محاسبه میزان جور شدگی رسوبات استفاده شده است (فولک، ۱۹۵۷). کج شدگی عبارت است از نامتقارن یا نامتجانس بودن منحنی توزیع ذرات که به‌وسیله دنباله منحنی توزیع مشخص می-گردد. طبق روش کج شدگی ترسیمی جامع که توسط فولک و وارد ارائه شده‌است، کج شدگی در منحنی‌هایی که دنباله آن به طرف رسوبات دانه‌ریز متمایل باشد، مثبت و در منحنی‌هایی که دنباله منحنی به طرف رسوبات دانه‌درشت متمایل باشد، کج شدگی منفی است. از کج شدگی برای تعبیر و

تفسیر محیط رسوبی و فرایندهایی که باعث حمل‌ونقل شده‌است، استفاده می‌شود (فولک،۱۹۵۷).

بحث و نتایج

پس از برداشت نمونه رسوب از گمانه رودخانه و تپه باستانی و انتقال آنها به آزمایشگاه، در ابتدا رنگ هر نمونه رسوب در دو حالت تر و خشک، با استفاده از کتاب رنگ مانسل به‌دست آمد. مقدار ناچیز مواد رنگی در رسوب، پیگمان یا رنگدانه نام دارد که مهمترین آنها، مواد کربن‌دار آلی و آهن می‌باشند که رنگ‌های خاکستری، سیاه، زرد، قرمز، قهوه‌ای و سبز تولید می‌کنند. رنگ‌های سیاه و خاکستری، نمایش دهنده ترکیبات اکسید نشده مواد آلی در رسوبات است. این مواد بیشتر در محیط‌های احیایی و مناطقی که اکسیژن به مقدار کافی در دسترس نباشد، تشکیل می‌شود. رنگ-های قرمز، قهوه‌ای، زرد و سبز، به واسطه وجود کانی‌های اکسید آهن است. اکسیدهای آهن سه ظرفیتی مانند هماتیت، به رنگ قرمز، هیدرواکسیدها مانند گوتیت، به‌رنگ قهوه‌ای و لیمونیت‌ها، به‌رنگ زرد است که به‌صورت ذرات کلوئیدی در داخل رسوب می‌باشند (موسوی حرمی،۱۳۸۹). غالب نمونه رسوب‌های ترانشه رودخانه دیرینه، در حالت خشک، قهوه‌ای کمرنگ و بسیار کمرنگ و در حالت تر، قهوه‌ای هستند و فقط دو نمونه شماره ۱۷ و ۱۸، قهوه‌ای خاکستری می‌باشند که بیشتر به‌خاطر وجود رسوبات رودخانه‌ای و دانه درشت‌تر می‌باشد. تنوع رنگ در نمونه رسوب‌های تپه باستانی، بیش از نمونه‌های طبیعی می‌باشد. غالب نمونه رسوب‌های تپه باستانی، در حالت خشک به‌رنگ قهوه‌ای روشن و یا ترکیبی از قهوه‌ای، خاکستری، سفید و صورتی هستند و در حالت تر، غالباً به‌رنگ قهوه‌ای می-باشد. تیره‌تر بودن و داشتن حالتی از رنگ خاکستری در نمونه‌ها، ناشی از وجود مواد آلی، خصوصاً زغال در لایه‌های باستانی می‌باشند. هر چه میزان مواد آلی در خاک بیشتر باشد، خاک تیره‌رنگ تر است. لایه‌هایی که به رنگ صورتی نزدیک بوده‌اند، نسبت به نمونه‌های قهواه‌ای رنگ، غالباً هوازده تر و دارای گرهک‌های آهن بیشتری می‌باشند. همچنین، وجود مقدار زیادی از کربنات-ها، به خاک رنگ سفید و یا خاکستری می‌دهد. برای مثال، نمونه شماره ۴۲۴ در تپه باستانی، به رنگ سفید صورتی می‌باشد و در عین‌حال، بالاترین میزان کربنات کلسیم در بین سایر رسوبات را به خود اختصاص داده است (شکل ۸ و ۹).

رسوبات رودخانه دیرینه، از نظر بافت رسوبی، به سه گروه با بافت سیلت ماسه‌ای، ماسه سیلتی و ماسه تقسیم می‌شوند (شکل ۹). رسوبات با بافت ماسه‌ای این گمانه، در عمق ۳ متری تا عمق ۳۵۲ سانتی‌متری که حفاری ادامه داشته است، وجود دارد و رسوبات آبرفتی درشتی که قطر بعضی از آنها به بیش از ۱۰ سانتی‌متر می‌رسد هم در بین رسوب‌های این افق‌ها دیده می‌شود (شکل ۷).

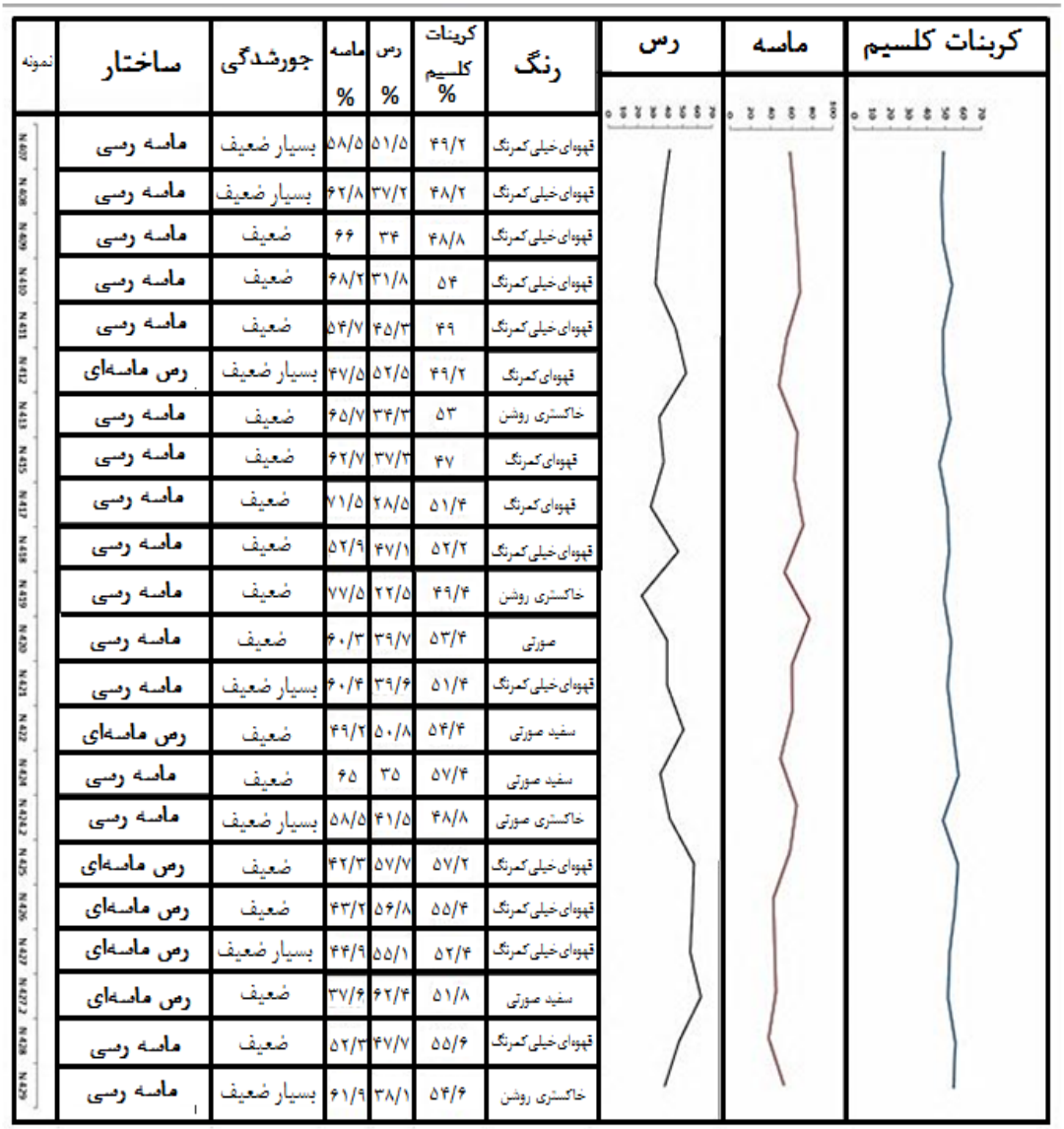


شکل ۷ : تفاوت بافت رسوبی در دیواره گمانه کانال دیرینه. در سمت چپ، بافت ریزدانه رسوب و در سمت راست، رسوبات درشت دانه رودخانه‌ای از عمق ۳ متری به پایین مشخص است.

وجود این رسوب‌های آبرفتی دانه درشت، نشان دهنده جاری بودن یکی از شاخه‌های دیرینه رودخانه جاجرود در این منطقه بوده‌است که احتمالا تأثیر بسزایی در مکان‌گزینی تپه باستانی چالتاسیان داشته است. رسوب‌های تپه باستانی، از نظر بافت رسوبی دو گروه می‌باشند. رسوب با بافت ماسه سیلتی که از مجموع ۲۲ نمونه، ۱۶ نمونه این بافت را دارا می‌باشند و رسوب با بافت سیلت ماسه‌ای که ۶ نمونه رسوب در این گروه قرار دارند (شکل ۸). در بین رسوب‌های گمانه تپه باستانی، بیشترین میزان رسوبات بالای ۲۰۰۰ میکرون، در نمونه شماره ۴۰۸ و ۴۲۹ وجود دارد و غالب آنها، علاوه بر سنگ‌ریزه، خورده سفال و رسوبات فرهنگی می‌باشد و این امر، نشان دهنده این است که در بین نمونه‌های فرهنگی تپه باستانی، میزان دخالت انسان در این لایه، بیش از سایر لایه‌ها بوده است. همچنین، میزان وجود زغال در رسوبات شماره ۴۲۹، بیش از ۴۰۸ می‌باشد.

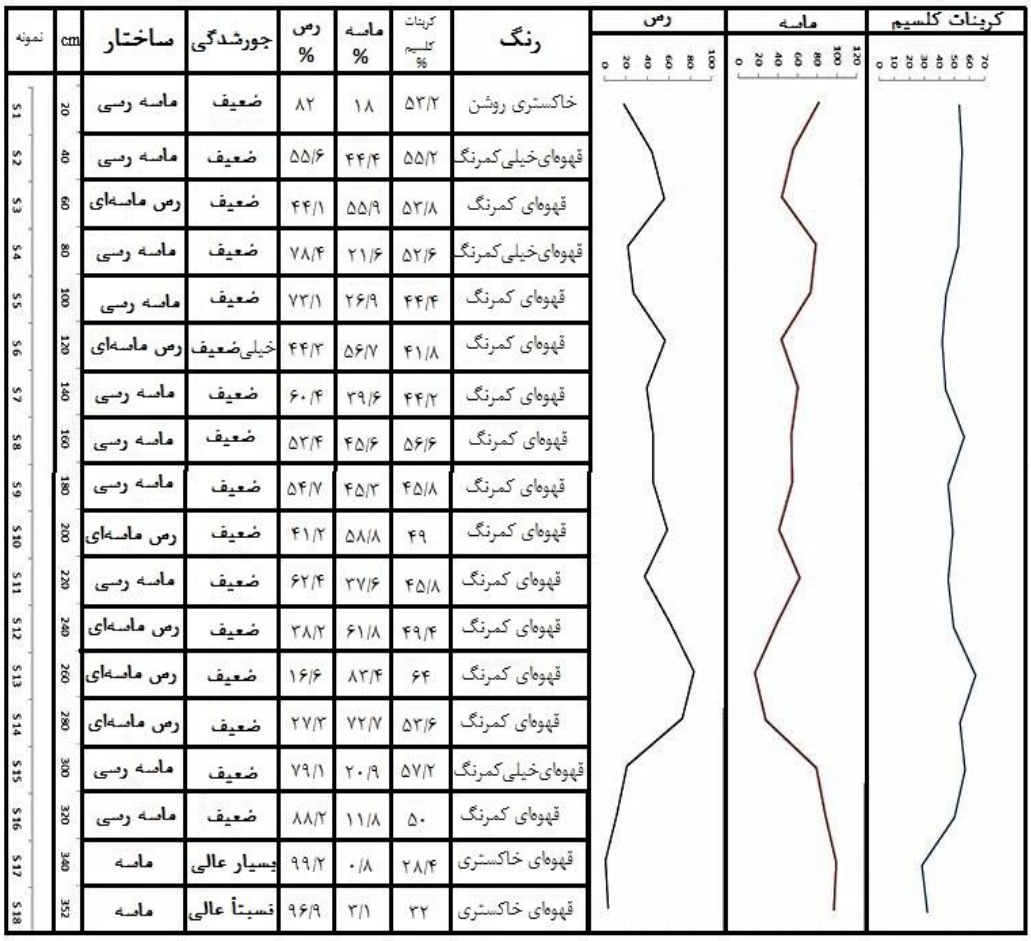
غالب بار رسوبی، از نوع معلق بوده است. ریزدانه بودن خاک، از جمله عوامل بسیار تأثیر گذار در مکان‌گزینی سکونتگاه‌های باستانی به‌شمار می‌رود، زیرا اقتصاد و معیشت مردمان باستان، به‌ویژه در امر سفال سازی، وابستگی زیادی به نوع خاک و ریزدانه بودن آن داشت و قرارگیری اکثریت سکونتگاه‌های باستانی دشت ورامین و از جمله تپه باستانی چالتاسیان در قسمت‌های میانی مخروط-افکنه جاجرود که دارای رسوبات ریزدانه است مؤید این امر می‌باشد. همچنین، از جمله دلایل اصلی نبود سکونتگاه‌های باستانی در رأس مخروط‌افکنه جاجرود، در کنار ویژگی سیل‌خیز بودن، فقدان رسوبات ریزدانه و وجود رسوبات درشت دانه می‌باشد (مقصودی، ۱۳۹۱). میزان کربنات کلسیم موجود در رسوبات، مورد آزمایش قرار گرفت. در بین نمونه رسوب‌های گمانه رودخانه دیرینه، بیشترین میزان کربنات کلسیم در عمق ۲۶۰ سانتی‌متری (S13) به میزان ۶۴٪ و کمترین آن، در عمق ۳۴۰ سانتی‌متری (S17)، به میزان ۲۸/۴٪ وجود دارد (شکل ۹). آب زیرزمینی، با پیچ و تاپ از میان فضاهای خالی عبور می‌کند. هرقدر اندازه فضاهای خالی کوچکتر باشد، آب آهسته‌تر حرکت می‌کند. اگر فضای بین ذرات بسیار کوچک باشد، لایه نازکی از آب به دانه‌ها می‌چسبد و این لایه‌ها به هم می‌رسند یا روی یکدیگر را می‌پوشانند. در نتیجه، نیروی جذب مولکولی موجود بین آب و ذرات در فضاهای

خالی گسترش یافته و آب در جای خود ساکن می‌شود. لایه ناتراوای مرکب از موادی چون رس، که مانع حرکت آب می‌شوند را آببند می‌نامند. از طرفی، ذرات درشتی مثل ماسه و خرده‌سنگ، دارای فضاهای خالی بیشتری و بزرگتری هستند. بنابراین، آب موجود در مرکز فضاهای خالی، به وسیله‌ی جذب مولکولی به ذرات نمی‌چسبند و می‌توانند نسبتاً آسان‌تر حرکت نمایند. چنین طبقات سنگی یا رسوبی را که آب را از خود عبور می‌دهند، آبده می‌نامند (اخروی، ۱۳۸۵، به نقل از تاربوک). نمونه شماره ۱۳، دارای بیش از ۸۳٪ رسوب زیر ۶۳ میکرون می‌باشد (بیشترین میزان رسوب زیر ۶۳ میکرون در بین تمامی لایه‌ها) و این سطح، به صورت یک لایه آببند عمل کرده است. در نتیجه، باعث تجمع کربنات کلسیم در این لایه شده است. اما در مقابل، لایه شماره ۱۷، دارای بیش از ۸۸٪ رسوبات بالای ۲۰۰۰ میکرون (بیشترین میزان رسوب بالای ۲۰۰۰ میکرون در بین تمامی لایه‌ها) و تنها ۰/۷۶٪ رسوب زیر ۶۳ میکرون است (کمترین میزان رسوب زیر ۶۳ میکرون در بین تمامی لایه‌ها) و این امر باعث شده است تا این لایه به صورت یک لایه آبده عمل کند. در نتیجه، کربنات کلسیم همراه آب از این لایه شسته شده و به لایه‌های زیرین وارد شده است که موجب شده است میزان کربنات کلسیم این لایه، ۲۸/۴٪ و کمتر از سایر لایه‌ها باشد. در بین نمونه رسوب‌های تپه باستانی، بیشترین میزان کربنات کلسیم، همانگونه که در پیش ذکر شد، در لایه شماره ۴۲۴ و به میزان ۵۷/۴ درصد و کمترین میزان آن، در لایه شماره ۴۱۵ و به میزان ۴۷ درصد می‌باشد (شکل ۸). از آنجایی که لایه‌ها از نوع فرهنگی و نه طبیعی هستند، میزان کربنات کلسیم متناسب با میزان فعالیت‌های بشری است و افزایش کربنات کلسیم، دلالت بر افزایش تأثیر بشر بر رسوب را دارد. به دلیل اینکه تمامی لایه‌ها فرهنگی می‌باشند، نوسان زیادی در میزان کربنات کلسیم موجود در آنها وجود ندارد. رسوبات دشت سیلابی غالباً دارای جورشدگی ضعیفی هستند. در بین نمونه‌های گمانه رودخانه دیرینه، تمامی نمونه‌ها، دارای جورشدگی بد و یا بسیار بد هستند و فقط دو نمونه‌ی شماره ۱۷ و ۱۸ دارای جور شدگی بسیار خوب و تا حدودی خوب هستند که رسوبات رودخانه‌ای را تشکیل می‌دهند (شکل ۹). در گمانه تپه باستانی، از آنجایی که رسوب تماماً از نوع رسوبات دشت سیلابی می‌باشند، کلیه نمونه‌ها دارای جورشدگی بد و بسیار بد هستند (شکل ۸). دربین نمونه‌های آزمایش شده توسط غربال الکتریکی، چه در گمانه تپه باستانی و چه در گمانه رودخانه‌ی باستانی، کج شدگی منفی، بیش از کج شدگی مثبت و یا متقارن است. علارغم اینکه غالب نمونه رسوب‌ها دانه‌ریز هستند و حداکثر به قطر ماسه بسیار ریز می‌باشند، اما به دلیل اینکه میزان ماسه بسیار ریز موجود در غالب نمونه‌ها، بیش از میزان سیلت و رس است، به همین دلیل، کج‌شدگی منفی می‌باشد اما در نمونه شماره‌ی ۱۳ و ۱۴ گمانه رودخانه دیرینه که بیشترین میزان رسوبات زیر ۶۳ میکرون وجود دارند، کج‌شدگی مثبت می‌باشد. این امر، نشان دهنده یک محیط آرام و در حال رسوب‌گذاری می‌باشد. کج شدگی مثبت، به‌علت وجود مقادیر زیادی مواد معلق از قبیل سیلت و رس در رودخانه است که پس از رسوب‌گذاری، مقداری از این ذرات در داخل رسوب باقی مانده است. میزان کج شدگی در نتایج حاصل از آزمایش پیپت بر روی نمونه‌ها در هر دو گمانه، از نوع مثبت بوده است و فقط نمونه شماره ۱۴ در گمانه رودخانه باستانی، دارای کج شدگی متقارن است (شکل ۹).



نمونه	ساختار	جورشدگی	ماسه %	رس %	کربنات کلسیم %	رنگ
N407	ماسه رسی	بسیار ضعیف	۵۸/۵	۵۱/۵	۴۹/۲	قهوه‌ای خیلی کمرنگ
N408	ماسه رسی	بسیار ضعیف	۶۲/۸	۳۷/۲	۴۸/۲	قهوه‌ای خیلی کمرنگ
N409	ماسه رسی	ضعیف	۶۶	۳۴	۴۸/۸	قهوه‌ای خیلی کمرنگ
N410	ماسه رسی	ضعیف	۶۸/۲	۳۱/۸	۵۴	قهوه‌ای خیلی کمرنگ
N411	ماسه رسی	ضعیف	۵۴/۷	۴۵/۳	۴۹	قهوه‌ای خیلی کمرنگ
N412	رس ماسه‌ای	بسیار ضعیف	۴۷/۵	۵۲/۵	۴۹/۲	قهوه‌ای کمرنگ
N413	ماسه رسی	ضعیف	۶۵/۷	۳۴/۳	۵۳	خاکستری روشن
N415	ماسه رسی	ضعیف	۶۲/۷	۳۷/۳	۴۷	قهوه‌ای کمرنگ
N417	ماسه رسی	ضعیف	۷۱/۵	۲۸/۵	۵۱/۴	قهوه‌ای کمرنگ
N418	ماسه رسی	ضعیف	۵۲/۹	۴۷/۱	۵۲/۲	قهوه‌ای خیلی کمرنگ
N419	ماسه رسی	ضعیف	۷۷/۵	۲۲/۵	۴۹/۴	خاکستری روشن
N420	ماسه رسی	ضعیف	۶۰/۳	۳۹/۷	۵۳/۴	صورتی
N421	ماسه رسی	بسیار ضعیف	۶۰/۴	۳۹/۶	۵۱/۴	قهوه‌ای خیلی کمرنگ
N422	رس ماسه‌ای	ضعیف	۴۹/۲	۵۰/۸	۵۴/۴	سفید صورتی
N424	ماسه رسی	ضعیف	۶۵	۳۵	۵۷/۴	سفید صورتی
N4242	ماسه رسی	بسیار ضعیف	۵۸/۵	۴۱/۵	۴۸/۸	خاکستری صورتی
N425	رس ماسه‌ای	ضعیف	۴۲/۳	۵۷/۷	۵۷/۲	قهوه‌ای خیلی کمرنگ
N426	رس ماسه‌ای	ضعیف	۴۳/۲	۵۶/۸	۵۵/۴	قهوه‌ای خیلی کمرنگ
N427	رس ماسه‌ای	بسیار ضعیف	۴۴/۹	۵۵/۱	۵۲/۴	قهوه‌ای خیلی کمرنگ
N4272	رس ماسه‌ای	ضعیف	۳۷/۶	۶۲/۴	۵۱/۸	سفید صورتی
N428	ماسه رسی	ضعیف	۵۲/۳	۴۷/۷	۵۵/۶	قهوه‌ای خیلی کمرنگ
N429	ماسه رسی	بسیار ضعیف	۶۱/۹	۳۸/۱	۵۴/۶	خاکستری روشن

شکل۸ : لاگ ترسیمی از گمانه تپه باستانی

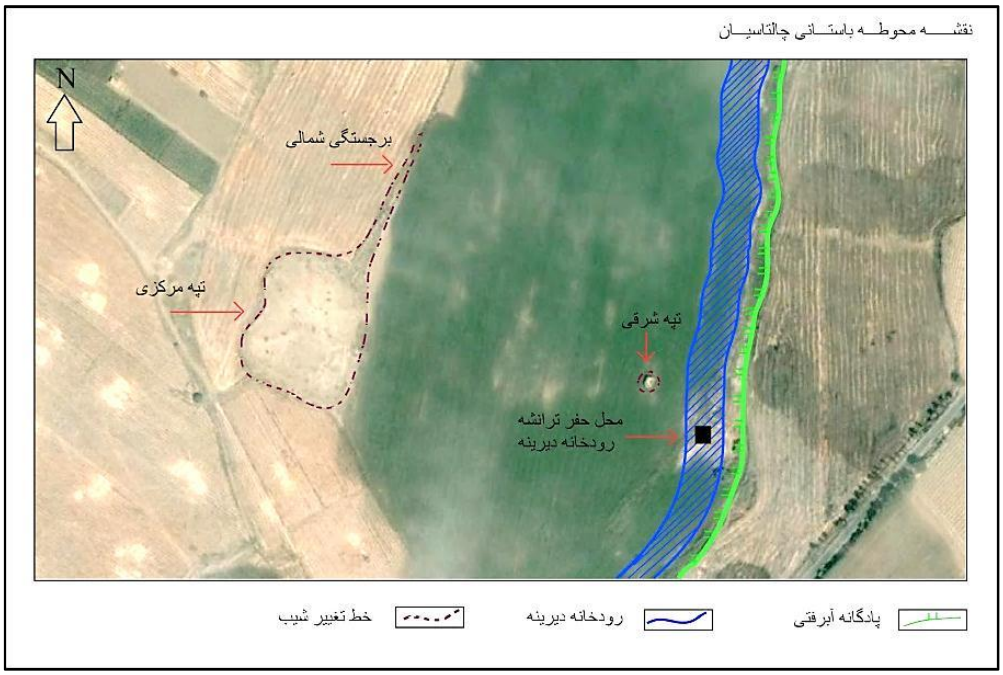


نمونه	cm	ساختار	جورشدگی	رس %	ماسه %	کربنات کلسیم %	رنگ
S1	20	ماسه رسی	ضعیف	۸۲	۱۸	۵۳/۲	خاکستری روشن
S2	40	ماسه رسی	ضعیف	۵۵/۶	۴۴/۴	۵۵/۲	قهوه‌ای‌خیلی‌کمرنگ
S3	60	رس ماسه‌ای	ضعیف	۴۴/۱	۵۵/۹	۵۳/۸	قهوه‌ای کمرنگ
S4	80	ماسه رسی	ضعیف	۷۸/۴	۲۱/۶	۵۲/۶	قهوه‌ای‌خیلی‌کمرنگ
S5	100	ماسه رسی	ضعیف	۷۳/۱	۲۶/۹	۴۴/۴	قهوه‌ای کمرنگ
S6	120	رس ماسه‌ای	خیلی‌ضعیف	۴۴/۳	۵۶/۷	۴۱/۸	قهوه‌ای کمرنگ
S7	140	ماسه رسی	ضعیف	۶۰/۴	۳۹/۶	۴۴/۲	قهوه‌ای کمرنگ
S8	160	ماسه رسی	ضعیف	۵۳/۴	۴۵/۶	۵۶/۶	قهوه‌ای کمرنگ
S9	180	ماسه رسی	ضعیف	۵۴/۷	۴۵/۳	۴۵/۸	قهوه‌ای کمرنگ
S10	200	رس ماسه‌ای	ضعیف	۴۱/۲	۵۸/۸	۴۹	قهوه‌ای کمرنگ
S11	220	ماسه رسی	ضعیف	۶۲/۴	۳۷/۶	۴۵/۸	قهوه‌ای کمرنگ
S12	240	رس ماسه‌ای	ضعیف	۳۸/۲	۶۱/۸	۴۹/۴	قهوه‌ای کمرنگ
S13	260	رس ماسه‌ای	ضعیف	۱۶/۶	۸۳/۴	۶۴	قهوه‌ای کمرنگ
S14	280	رس ماسه‌ای	ضعیف	۲۷/۳	۷۲/۷	۵۳/۶	قهوه‌ای کمرنگ
S15	300	ماسه رسی	ضعیف	۷۹/۱	۲۰/۹	۵۷/۲	قهوه‌ای‌خیلی‌کمرنگ
S16	320	ماسه رسی	ضعیف	۸۸/۲	۱۱/۸	۵۰	قهوه‌ای کمرنگ
S17	340	ماسه	بسیار عالی	۹۹/۲	۰/۸	۲۸/۴	قهوه‌ای خاکستری
S18	352	ماسه	نسبتاً عالی	۹۶/۹	۳/۱	۳۲	قهوه‌ای خاکستری

شکل۹ : لاگ ترسیمی از گمانه‌ی کانال دیرینه

بالاترین نقطه تجمع در منحنی فراوانی، مد نام دارد. اگر منحنی دارای یک مرکز تجمع باشد، آن را یونی‌مدال، اگر دو مرکز تجمع داشته باشد، بایمدال و اگر چندین مرکز تجمع داشته باشد، مولتی مدال می‌نامند (موسوی حرمی، ۱۳۸۶). مرکز تجمع یا مد، در نمودار فراوانی نمایش‌دهنده ناجوری رسوبات و منشأ آنها چه از نظر مکان جغرافیایی و چه از نظر فرایند تاثیرگذار در رسوبگذاری می‌باشد. به طوری که اگر نمونه - رسوبی دارای یک مرکز تجمع باشد، نشان‌دهنده این است که آن نمونه با یک فرایند و از یک منشأ سرچشمه گرفته است و اگر دو و یا چندین مرکز تجمع داشته باشد یعنی از دو و یا چندین فرایند و منشأ مختلف سرچشمه گرفته است. از نمونه‌های آزمایش شده در گمانه رودخانه دیرینه، از بین نمونه‌های با قطر بیش از ۶۳ میکرون، تنها نمونه شماره ۱۷ که در عمق ۳۴۰ سانتی متری از سطح زمین قرار گرفته است، بایمدال می‌باشد و سایر نمونه‌ها، تماماً یونی‌مدال هستند. بافت ذرات رسوبی نمونه شماره ۱۷، از نوع ماسه است و در این لایه، سنگ‌های با قطر بیش از ۱۰ سانتی‌متر (بولدر بسیار بزرگ) هم دیده می‌شود که نشان دهنده یک جریان سریع و دبی بالا است (اندازه-گیری رسوبات دانه درشت با استفاده از کولیس انجام گرفت). بایمدال بودن رسوبات این لایه، می-تواند ناشی از پیوستن دو جریان آب از دو منشأ جداگانه باشد و این پیوستگی جریان‌ها، باعث افزایش دبی و قدرت جریان آب شده و در نتیجه،

سنگ‌هایی با قطر بیش از ۱۰ سانتی‌متر، توانسته‌اند توسط این جریان، حمل شوند. در بین رسوبات زیر ۶۳ میکرون، نمونه‌های شماره ۲، ۵، ۸، ۱۱ و ۱۲ بایمدال می‌باشند و این امر می‌تواند ناشی از یک نوسان جزئی در قدرت جریان آب باشد. در گمانه تپه باستانی، تمامی منحنی‌های تجمعی رسوبات بزرگتر از ۶۳ میکرون دارای یک مرکز تجمع می‌باشند و همه یونی‌مدال هستند ولی رسوبات با قطر زیر ۶۳ میکرون این گمانه، در نمونه‌ها شماره ۴۰۸ و ۴۲۹، دارای دو مرکز تجمع و از نوع بایمدال می‌باشد. پس از آزمایش نمونه رسوب‌های تپه باستانی و رودخانه دیرینه و مقایسه نتایج آزمایش نمونه‌های این دو گمانه با یکدیگر، نمایان شد که غالب نمونه رسوب‌های این دو گمانه، ویژگی‌های مشابه یکدیگر را دارا می‌باشند. تمام نمونه‌های گمانه تپه باستانی، از نظر ویژگی‌های رسوبی خصوصاً بافت رسوبی (غالباً ماسه سیلتی و سیلت ماسه‌ای) و جورشدگی (بیشتر نمونه‌ها دارای جورشدگی بد و بسیار بد هستند) کج شدگی و رنگ (بیشتر نمونه‌ها به رنگ قهوه‌ای کم‌رنگ و خیلی کم‌رنگ هستند و تفاوت رنگی در رسوبات بین تپه باستانی و رودخانه دیرینه، بیشتر به دلیل وجود مواد آلی در رسوبات تپه باستانی است) بسیار مشابه نمونه رسوب‌های گمانه رودخانه دیرینه می‌باشند و این امر نشان می‌دهد که مردمان باستان ساکن در آن محوطه، در جهت تأمین مصالح برای ساخت و ساز، از رسوب‌های موجود در پیرامون خود استفاده می‌کردند و به عبارتی دیگر، رسوبات دشت سیلابی، منبع تأمین مصالح ساکنین باستانی محوطه چالتاسیان بوده است (شکل ۱۰).



شکل ۱۰: تصویری از بازسازی شرایط گذشته محوطه باستانی چالتاسیان (موقعیت تپه مرکزی و شرقی و همچنین محل حفر گمانه کانال دیرینه در تصویر مشخص شده است)

نتیجه گیری

بررسی‌های زمین‌باستان‌شناسی در منطقه، با بازدید میدانی و سپس، حفر گمانه‌ای در برجستگی شرقی محوطه باستانی چالتاسیان، در جهت برداشت نمونه رسوب از این تپه باستانی، آغاز شد. در پشت برجستگی شرقی محوطه باستانی چالتاسیان، یک پادگانه قرار داشت که بر روی آن درخت‌کاری صورت گرفته بود. وجود این پادگانه، نشانه‌ای از جریان داشتن یکی از شاخه-های دیرینه رودخانه جاجرود در آن منطقه بود. سپس گمانه‌ای در آن محوطه حفر شد تا به‌وسیله رسیدن به لایه‌های رسوبات رودخانه‌ای، از وجود رودخانه‌ای دیرینه در آن منطقه اطمینان حاصل شود. در عمق سه متری، رسوبات آبرفتی درشتی که قطر بعضی از آنها به ۱۰ سانتی‌متر هم می-رسید، پیدا شد و کاوش در این گمانه تا عمق ۳متر و ۵۲ سانتی‌متری ادامه پیدا کرد. به همین دلیل، مشخص شد که وجود یکی از شاخه‌های باستانی رودخانه جاجرود، از عوامل بسیار مهم و تأثیرگذار در انتخاب این منطقه، جهت سکونت اقوام پیش از تاریخ بوده است. نتایج آزمایش غربال مشخص کرد که این رسوبات، از نوع بایمدال بوده و دارای دو منشأ هستند. این امر نشان می‌دهد که احتمالاً دو جریان از دو منطقه متفاوت به یکدیگر می‌پیوسته و جریانی واحد را با دبی بالا تشکیل می‌داده است. این جریان، از کنار محوطه باستانی چالتاسیان می‌گذشته و منبع اصلی تأمین آب ساکنان را برای فعالیت‌های کشاورزی و صنعت‌گری (سفال‌سازی) فراهم می-کرده است. همچنین، نتایج آزمایش‌های دانه-سنجی رسوبات، نشان دهنده این بود که غالب رسوبات، ریزدانه و بار معلق بوده‌است. ریزدانه بودن خاک، از جمله عوامل بسیار تأثیر گذار در مکان‌گزینی سکونت‌گاه‌های باستانی از جمله محوطه باستانی چالتاسیان به‌شمار می‌رود زیرا اقتصاد و معیشت مردمان باستان، به‌ویژه در امر سفال سازی، وابستگی زیادی به نوع خاک و ریزدانه بودن آن داشته است. همچنین آنالیز ذرات رسوبی مشخص کرد که نمونه رسوب‌های تپه باستانی و رودخانه دیرینه در بسیاری از موارد از جمله بافت رسوبی، جور شدگی، کج شدگی و رنگ به یک‌دیگر شبیه هستند (رسوبات از نوع دشت سیلابی) و این امر نشان می‌دهد که رسوبات دشت سیلابی منطقه، منبع اصلی تأمین مصالح ساکنان باستانی آنجا بوده است.

منابع

- بهرامی، ب.، امین‌زاده، ب. و آقا ابراهیمی سامانی، ف.، ۱۳۸۶. تأثیر سامانه‌های آبی در شکل‌گیری منظر باستانی پاسارگاد، محیط شناسی، سال سی و سوم، شماره ۴۳، ص ۱۳۱-۱۴۲.

- تاربوک، ا.، ۱۳۸۵. مبانی زمین‌شناسی، ترجمه: رسول اخروی، انتشارات صانعی، ۳۹۱ ص.

- دارک، ک. ر. ۱۳۸۷، مبانی نظری باستان-شناسی، ترجمه: کامیار عبدی، مرکز نشر دانشگاهی، ۳۰۳ ص.

- رامشت ، م. ح.، ۱۳۸۸. دریاچه های دوران چهارم، بستر تبلور و گسترش مدنیت در ایران ، آرشیو SID، شماره ۵۰۳، ص ۹۰ – ۱۱۱.

- زهتابیان، غ. ر.، رفیعی امام، ع.، علوی پناه، س. ک. و جعفری، م.، ۱۳۸۲. بررسی کیفیت آب

رودخانه جاجرود در ورامین، مجله بیابان، جلد ۸، شماره ۲، ص ۱۶۴-۱۷۶.
- فاضلی نشلی، ح.،۱۳۸۴. گزارش مقدماتی کاوش محوطه باستانی تپه پردیس در سال ۱۳۸۳، مجله دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه تهران، شماره ۲ ، ص ۳۱-۴۴.
- فرهنگ جغرافیای رودهای کشور، حوضه آبریز مرکزی.، ۱۳۸۳. انتشارات سازمان جغرافیایی، وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح.
- مقصودی، م.، ۱۳۸۷. بررسی عوامل موثر در تحول ژئومورفولوژی مخروط‌افکنه‌ها، مطالعه موردی: مخروط‌افکنه جاجرود، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره ۶۵، ص ۷۳-۹۲.
- مقصودی، م.، فاضلی نشلی، ح.، عزیزی، ق.، گیلمور، گ. و اشمیت، آ.، ۱۳۹۱. نقش مخروط افکنه‌ها در توزیع سکونت گاه‌های پیش از تاریخ از دیدگاه زمین باستان شناسی (مطالعه ی موردی: مخروط افکنه جاجرود و حاجی عرب)، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، سال ۴۴، شماره ۴، ص ۱-۲۲.
- ملک شهمیرزادی، ص.، محسنی، ح. و سروقدی، م.ج.، ۱۳۷۵. مجموعه دروس باستان-شناسی و هنر پیش از تاریخ: مبانی باستان‌شناسی ایران، بین‌النهرین، مصر. نشر مارلیک، جهاد دانشگاهی، ۴۲۵ص.
- موسوی حاجی، ر. و مکوندی، ب.، ۱۳۸۹. رودخانه شیله و تاثیر آن بر استقرارگاه های انسانی منطقه، مجموعه مقالات چهارمین کنگره جغرافیدانان جهان اسلام، ایران، زاهدان.
- موسوی حرمی، ر.، ۱۳۸۹. رسوب‌شناسی، انتشارات آستان قدس رضوی، ۴۷۴ص.
- یوسفی، ر.، ۱۳۹۲. گزارش مقدماتی کاوش‌های باستان‌شناسی تپه چالتاسیان، فصل اول، ۲۵۶ص.

-Anderson, K. C. and Neff , T., 2011. The influence of paleofloods on archaeological settlements patterns during A.D. 1050 - 1170 along the Colorado River in the Grand Canyon, Arizona, USA: Catena, v. 85, p. 168 - 186.
-Brown, A. G., 2008. geoarchaeology, the four dimension (4D) fluvial matrix and climatic causality: Geomorphology, v. 101, p. 278 - 297.
-Bruneton, H., 2001. Geomorphological evidence for fluvial change during the Roman period in the lower Rhone Valley (southern France): Catena, v. 45 ,p. 287 - 312.
-Coningham, R. A. E., Fazeli, R., Young, R.L., Gillmore, G.K., Karimian, H., Maghsoudi, M. and Donahue, R. E., 2012. Socio-Economic Transformations: Settlement Survey in the Tehran Plain and Excavations atTepe Pardis: British Institute of Persian Studies, v. 44, p. 33-62.
-Draut, A., 2008. application of sedimentary-structure interpretation to geoarchaeological investigation in the Colorado river, Grand Canyon , Arizona, USA : Geomorphology, v. 101, p. 497-509.
-Fazeli, H., Coningham, R. A. E., Young., R.L., Gillmore, G.K., Maghsoudi, M. and RazaReviewed, H., 2012. socio economic transformation in the Tehran plain: final season of settlement survey and excavation at tape pardi: British Institute of Persian Studies, v. 45, p. 267-285.
-Folk, R.L. and Ward, W.C., 1957. Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters: Journal of Sedimentary Petrology, v. 27, p. 3-26.

-Gillmore, G. K., Stevens, J. and Buylaert, P., 2011. the Geoarchaeology and the value of multidisciplinary palaeoenvironmental approaches : a case study from Tehran Plain, Iran: Geological Society, London, Special Publications, v. 352, p. 49-67.

-Gillmore, G.K., Coningham, R. A. E., Fazeli, H., Young, R.L., Magshoudi, M., Batt, C. and Rushworth, M ., 2009. Irrigation on the Tehran Plain, Iran: Tepe Pardis — The site of a possible Neolithic ,irrigation feature: Catena, v. 78 , p.285-300.

-Goldberg, P. I. and Macphail, R., 2006. Practical and Theoretical Geoarchaeology, Wiley Blackwell Publishing, Oxford, 463.p

-Guccione, M. J., 2008. Impact of the alluvial style on the geoarchaeology of stream valleys: Geomorphology, v. 101, p. 378 - 401.

-Quigley, M., Fattahi, M., Sohbati, R. and Schmidt, A., 2011. Palaeoseismicity and pottery : investigating earthquake and archaeological chronologies on Hajiarab alluvial fan, Iran: Quaternary International, p.1-11.

-Schmidt, A. and Fazeli Nashli, H., 2006. Tepe Ghabristan: Geophysical Survey Report: Humanities, v. 13, p. 31 - 49.

-Thornbush, M. J., 2012. Archaeogeomorphology as an application in physical geography: Applied Geography, v. 34, p. 325-330.