چهل و دومین گردهمایی (همایش) ملی
علـوم زمیـــن
The 42nd National
Geosciences Congress
www.geoconf.ir

بررسی فرآیندهای رسوبگذاری مؤثر بر محوطه باستانی (مطالعه موردی: محوطه باستانی کهنک، خراسان جنوبی)

مریم مرتضوی مهریزی[1]

[1]استادیار گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه بیرجند mmortazavi@birjand.ac.ir

چکیده

در این مطالعه آنالیز رسوب شناسی رسوبات سطحی محوطه باستانی کهنک سربیشه به همراه رسوبات پادگانه‌های آبرفتی رودخانه مجاور آن (رودخانه سلم‌آباد)، به منظور درک فرآیندهای رسوبگذاری مؤثر، مورد بررسی قرار گرفته است. طی مطالعه بافتی رسوبات فوق، علاوه بر دانه‌سنجی رسوبات به روش غربال خشک و پیپت، بررسی کانی‌شناسی، کرویت، گردشدگی و بافت سطح دانه‌های رسوبی نیز مد نظر قرار گرفته است. محاسبه پارامترهای بافتی در رسوبات سطحی محوطه و رسوبات رودخانه‌ای مجاور حاکی از چند منشأیی بودن رسوبات و وجود شرایط سیلابی رودخانه‌ای در اطراف محوطه است. تشابه پارامترهای بافتی رسوبات سطح محوطه کهنک با رسوبات دانه ریزتر قسمت فوقانی پادگانه‌های آبرفتی رودخانه سلم‌آباد، نشان‌دهنده وجود شرایط رسوبگذاری مشابه این نهشته است. وجود قطعات سفالی باستانی در لایه‌های فوقانی پادگانه‌های آبرفتی رودخانه سلم‌آباد نیز نشان می‌دهد که احتمالاً مرحله نهایی رسوبگذاری در تپه باستانی کهنک و دفن بقایای باستانی توسط فرآیندهای سیلابی این رودخانه انجام شده است.

واژه های کلیدی: دانه سنجی، محوطه باستانی، پادگانه آبرفتی، کهنک، خراسان جنوبی.

Investigation of the sedimentation processes in the ancient site (case study: Kahnek ancient site, Southern Khorasan)

Abstract

In this study, the sedimentology analysis of the surface sediments of the Kahnek Sarbisheh ancient site along with the sediments of the alluvial terraces of the nearby river (Salm-Abad River) has been investigated in order to understand the effective sedimentation processes. During the textural study of the above sediments, in addition to the granulometry of the sediments by dry sieve and pipette method, mineralogy, sphericity, roundness and surface texture of the sediment grains have also been taken into consideration. The calculation of textural parameters in the surface sediments of the site and nearby river sediments indicates the multi-source sediments and the existence of river flood conditions around the site. The similarity of the textural parameters of the surface sediments of the Kahnek area with the finer-grained sediments of the upper part of the alluvial terraces of the Salm-Abad River indicates the existence of similar sedimentation conditions for this deposit.The presence of ancient pottery fragments in the upper layers of the alluvial terraces of Salm-Abad River also shows that probably the final stage of sedimentation in the ancient hill of Kahnek and the burial of ancient remains was done by the flood processes of this river.

Keywords: Granulometry, Ancient site, Alluvial terrace, Kahnek, Southern Khorasan.

۱. مقدمه

بازشناسی بسیاری از ابعاد زیستی و معیشتی انسان اولیه به واسطه وابستگی آن به عوامل طبیعی بدون شناخت عناصر محیطی امکان پذیر نیست. آنالیز اندازه دانه‌ها (گرانولومتری) را می‌توان برای تشخیص رسوبات در محیط‌ها و رخساره‌های مختلف به کار برد. این خود اطلاعاتی در مورد فرآیندهای رسوبگذاری و نوع جریان را در اختیار ما قرار خواهد داد. خاک به عنوان بستر تولید و یکی از دو عنصر اصلی تشکیل‌دهنده اکوسیستم‌های خشکی (یعنی آب و خاک)، از عوامل مهم استمرار حیات در کره زمین است. انسان در سراسر تاریخ، بیش از هر چیز به خاک وابسته بوده اما به ندرت به خاک به عنوان بستر حیات و منبعی نگریسته که دارای محدودیت‌های بسیار است. با وجود این، بسیاری از تمدن‌های گذشته در دشت‌های حاصلخیز حاصل از آبرفت‌های رودخانه‌ای تکامل و اعتلا یافته‌اند. رودخانه‌ها از مهمترین منابع آبی بر روی سطح زمین هستند که بر اثر فرسایش و رسوبگذاری دچار تغییرات متفاوتی می‌شوند که می‌توان به تغییرات در نوع رودخانه، امتداد جایجایی‌های طولی و عرضی، تراز بستر، دانه‌بندی و تغییر خصوصیات هندسی و ایجاد میانبر اشاره کرد (اسدی و همکاران، ۱۳۹۶). لایه‌های رسوبی از بهترین بایگانی‌های طبیعی هستند که این تغییرات را در خود ثبت می‌کنند. رسوبات آبرفتی کواترنر گستره‌های وسیعی از دشت‌های مختلف در ایران را زیر پوشش دارند. رسوبات این دوره در بیشتر نقاط دارای بافت سست بوده و در حقیقت هنوز سخت نشده‌اند (خاکستری و همکاران، ۱۴۰۰). کانال‌های رودخانه اغلب محیط‌های انتقال در خشکی را تشکیل می‌دهند. از آنجا که انرژی بالای آب جاری به سختی اجازه رسوبگذاری در مقیاس وسیع دانه‌های ریز را می‌دهد، اجزاء رسوبی دانه ریز مناسب جهت مصارف کشاورزی، به جز در محیط‌های خاص مانند پایین‌دست دشت آبرفتی و دشت‌های سیلابی رسوب نمی‌کنند (مقصودی و همکاران، ۱۳۹۵). از آنجایی که محوطه کهنک سربیشه بر روی دشت آبرفتی کواترنر واقع شده‌اند، به منظور درک فرآیندهای رسوبگذاری مؤثر همراه با تغییرات اقلیمی دیرینه، رسوبات کف محوطه به همراه رسوبات پادگانه‌های آبرفتی رودخانه‌ای عهد حاضر مجاور محوطه، که به احتمال زیاد در رسوبگذاری رسوبات محوطه سهیم بوده‌اند، مورد بررسی قرار گرفته‌اند. در این مطالعه آنالیز دانه‌سنجی یا گرانولومتری، بررسی پارامترهای بافتی رسوبات و ارتباط آن با محیط رسوبی گذشته مورد مطالعه قرار گرفته است.

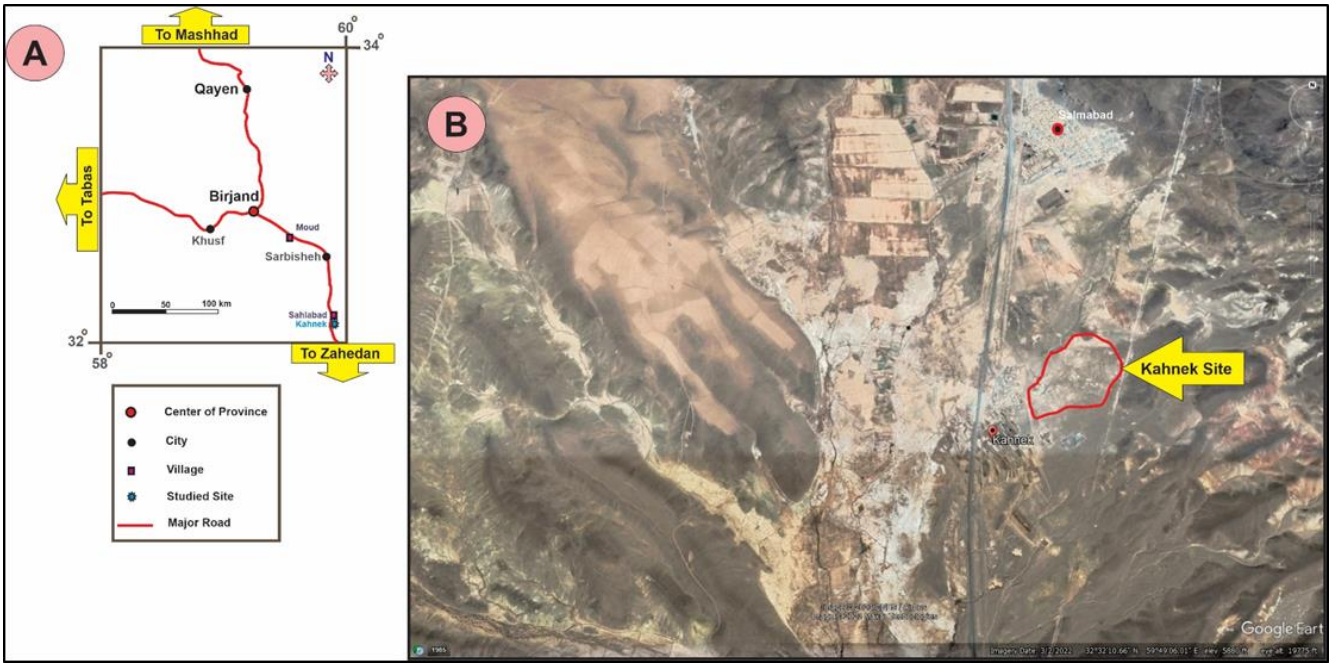
۲- روش مطالعه

آنالیز دانه‌سنجی رسوبات محوطه کهنک بر روی سه نمونه خاک کف محوطه و رسوبات دو پادگانه آبرفتی رودخانه سلم‌آباد در فاصله چندین متری محوطه انجام شده است. به منظور انجام آنالیز دانه‌سنجی از روش غربال خشک (با فواصل الک ۱ فی) و پیپت، در آزمایشگاه رسوب‌شناسی گروه زمین‌شناسی دانشکده علوم دانشگاه بیرجند، استفاده شده است. پس از آماده‌سازی نمونه-ها و انجام آنالیز های غربال خشک و پیپت، رسوبات باقیمانده بر روی هر الک با ترازوی دیجیتال توزین‌شده و از نظر اندازه، ذرات مختلف جداسازی شده است. پارامترهای آماری از قبیل میانه، میانگین، مد یا نما، جورشدگی یا انحراف معیار، کج شدگی و کشیدگی با استفاده از روش ترسیمی جامع فولک و با استفاده از منحنی‌های هیستوگرام و تجمعی احتمالی محاسبه شده است. نامگذاری رسوبات بر اساس درصد وزنی ذرات گراولی، ماسه ای و گلی و طبق دیاگرام مثلثی فولک (۱۹۷۴) انجام شده است. به منظور تعیین فرم شکل دانه‌های گراولی (۴۱ قطعه)، سه بعد دانه توسط کولیس اندازه‌گیری شده و جهت تعیین نام فرم دانه از نمودار مثلثی اسنید و فولک (۱۹۵۸) بهره گرفته شده است. بررسی کانی شناسی، کرویت، گردشدگی و بافت سطح دانه‌های رسوبی مربوط به الک‌های ۳۰ و ۵۰ مش، توسط میکروسکوپ دوچشمی صورت گرفته است.

۳- موقعیت جغرافیایی محوطه باستانی مورد مطالعه

محوطه باستانی کهنک با مساحتی در حدود ۱۴ هکتار، در فاصله ۵۰ متری شرق روستای کهنک و در ارتفاع ۱۷۸۰ متری از سطح دریا قرار گرفته است. مختصات جغرافیایی این محوطه "۲/۶۴۷ '۴۹ °۵۹ طول شرقی و "۱۲/۲۸۸۰ '۳۲ °۳۲ عرض شمالی می‌باشد (شکل ۱). محوطه کهنک در دامنه غربی رشته‌کوه‌های کم ارتفاع چنگ‌کله و کله‌کوه، شمال شرقی دشت سلم-آباد و در شرق روستای کهنک، در دشتی نسبتاً مرتفع واقع شده و کوه‌های بهاباد، آتشکده و سه‌کوهه در جنوب، جنوب شرق و جنوب غرب به فاصله تقریبی ۱۰ کیلومتری این محوطه واقع شده است. به احتمال زیاد، منبع تأمین آب این محوطه در سمت شمال شرق آن واقع شده و برای کشاورزی زمین‌های محدوده جنوبی دشت سلم‌آباد مورد استفاده قرار می‌گرفته است. وجود

بقایای آسیاب مربوط به دوره متأخر اسلامی در شمال شرق محوطه شاهدی بر وجود جریان آبی فوق در این محدوده است. قنات روستای کهنک به فاصله ۷۰ متری از محوطه قرار دارد. لازم به ذکر است که در سمت غربی محوطه رودخانه فصلی سلم-آباد واقع شده که در امتداد شمال غربی به جنوب غربی ادامه داشته و در نهایت به رودخانه علی‌آباد که از کوه‌های آتشکده سرچشمه می‌گیرد، می‌پیوندد. بر طبق نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ سربیشه (نظری و سلامتی، ۱۹۹۹) محوطه کهنک توسط رسوبات آواری کواترنری پوشیده شده و بر روی سنگ بستر آتشفشانی دگرسان‌شده واقع شده است.



شکل ۱: A) موقعیت جغرافیایی محوطه باستانی کهنک و راه های دستیابی به آن (برگرفته از فایل نقشه راه های ایران، سازمان نقشه برداری کشور)، B) تصویر ماهواره ای از محوطه مورد مطالعه در مجاورت روستای کهنک (برگرفته از نرم افزار Google Earth).

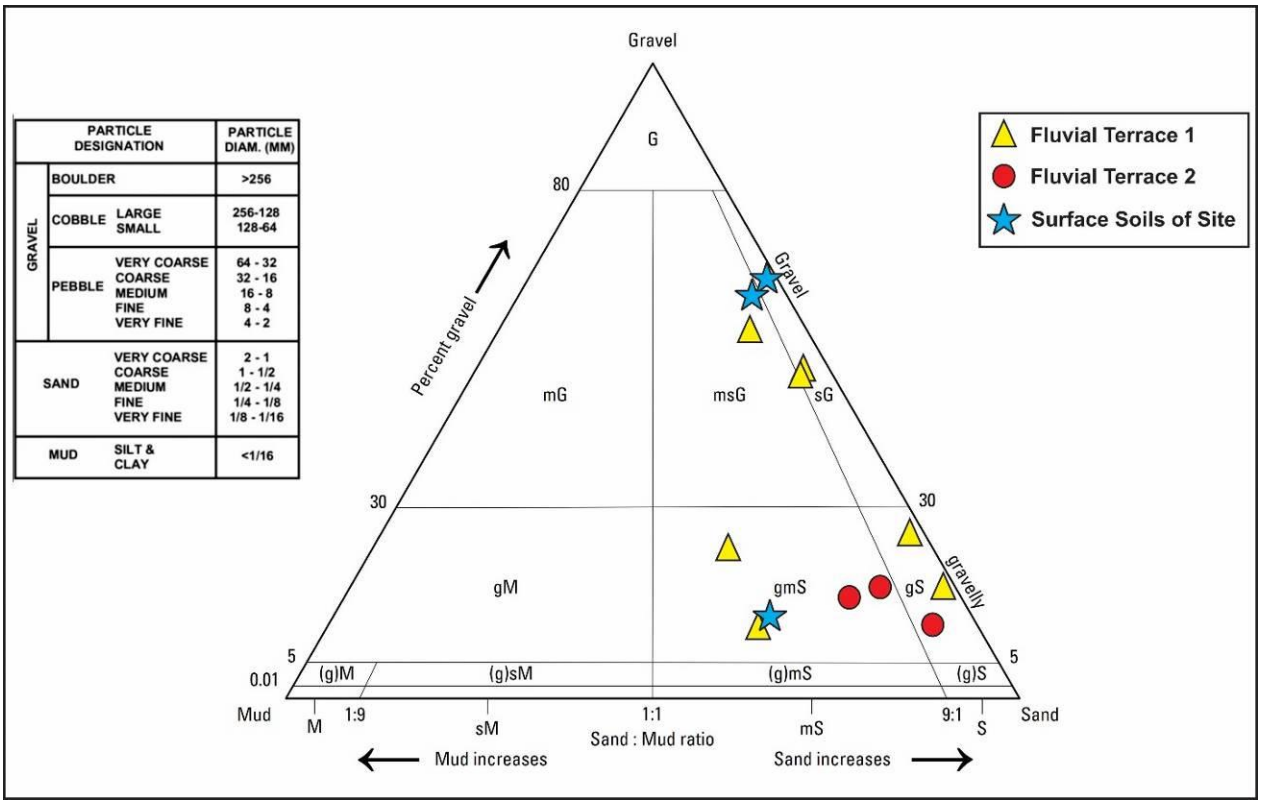
۴- بحث

مطالعه بافت رسوب در آزمایشگاه شامل تجزیه و تحلیل اندازه دانه، مورفولوژی دانه، بافت سطح دانه و فابریک رسوب است. چنین ویژگی-هایی در بافت نشان‌دهنده بلوغ بافتی و بافت رسوبات است (تاکر، ۲۰۰۱). کلید تشخیص ویژگی‌های مواد رسوبی، اغلب اندازه دانه و توزیع اندازه دانه است. درصورتی‌که نمونه دقیق برداشته شود، ویژگی‌های کلیدی رسوبات با گرانولومتری تعیین می‌شود. همانطور که پیش از این گفته شد، به منظور تحلیل دانه‌سنجی نمونه‌های رسوبی محوطه کهنک سربیشه، سه نمونه از کف محوطه باستانی با اعماق ۰/۲۵، ۰/۵۷ و۰/۷۲ متری از سطح زمین برداشت شده است. علاوه‌براین، از دو پادگانه آبرفتی رودخانه سلم‌آباد در مجاورت محوطه برش‌های RK به ضخامت ۲/۲۰ متر و FK به ضخامت ۲/۶۵ متر نمونه‌برداری انجام شده است.

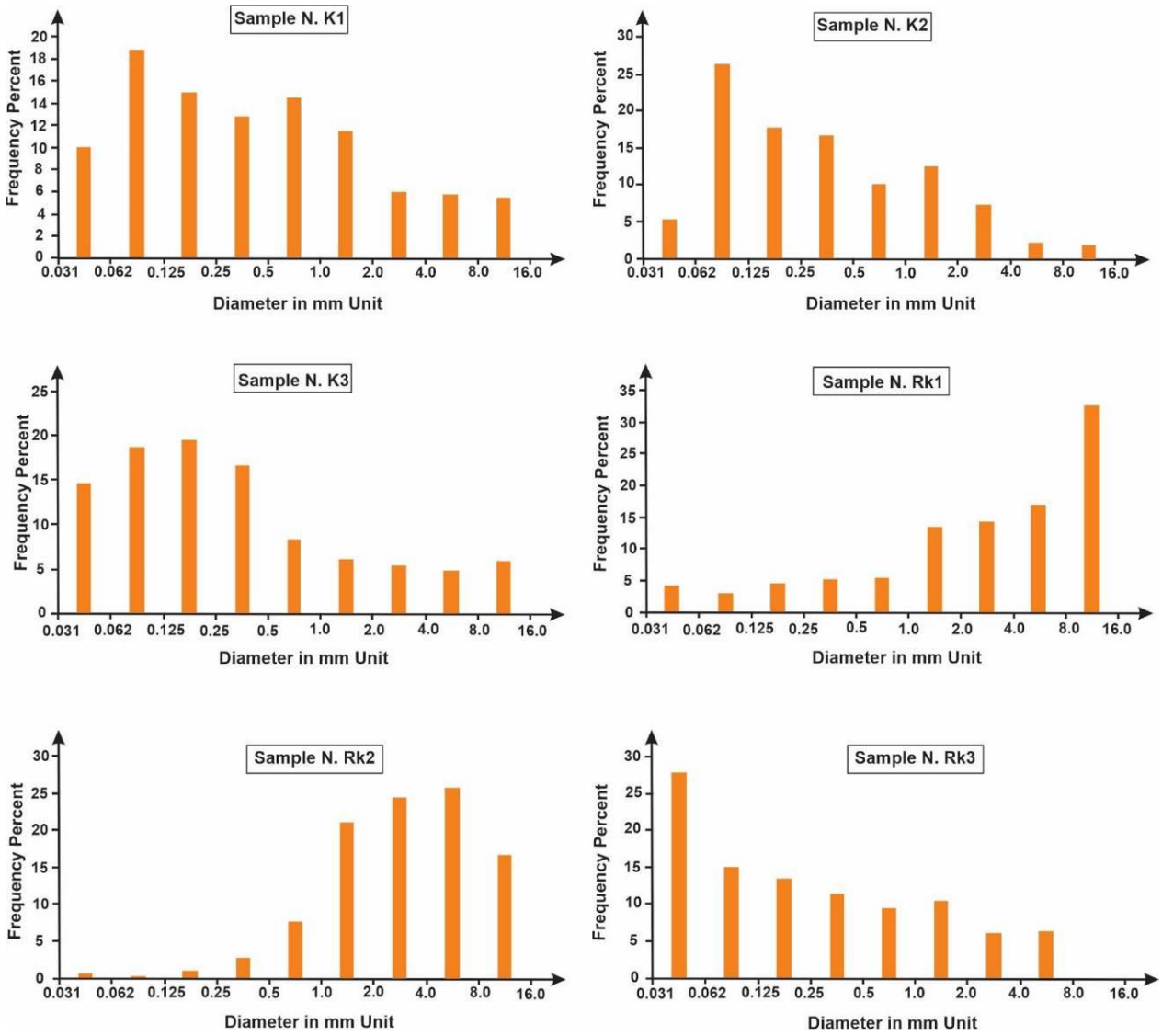
بعد از ترسیم منحنی‌های هیستوگرام (شکل ۳ و ۴) و تجمعی (شکل ۵)، پارامترهای بافتی بر اساس آنالیز اندازه دانه‌ها برای ۳ نمونه کف محوطه باستانی کهنک و ۱۰ نمونه رسوبات پادگانه‌های رودخانه‌ای سلم‌آباد محاسبه شده است (جدول های ۲ و ۳). بر اساس طبقه‌بندی فولک ذرات رسوبی در اندازه گراول، ماسه و گل در رسوبات مورد مطالعه از هم تفکیک شده و در نمودار مثلثی نامگذاری رسوبات فولک (۱۹۷۴) پلات شده است (جدول ۱ و شکل ۲). رسوبات محوطه کهنک در دو محدوده ماسه گلی گراولی و ماسه گراولی قرار می‌گیرند. درصورتی‌که رسوبات رودخانه‌ای مجاور محوطه در پادگانه FK در چهار محدوده گراول ماسه‌ای، ماسه گراولی، گراول ماسه‌ای گلی و ماسه

جدول ۱: نامگذاری رسوبات کف محوطه باستانی کهنک و رسوبات پادگانه‌های آبرفتی مجاور محوطه بر اساس طبقه بندی فولک (۱۹۷۴).

شماره نمونه		درصد گراول	درصد ماسه	درصد گل	نام رسوب بر اساس طبقه بندی فولک (۱۹۷۴)	کد اختصاری نام رسوب (فولک، ۱۹۷۴)
K_1	رسوبات محوطه	۱۷/۳	۷۲/۶	۱۰/۱	ماسه گلی گراولی	gmS
K_2		۱۱/۳	۸۳/۳	۵/۴	ماسه گراولی	gS
K_3		۱۶/۰	۶۹/۳	۱۴/۷	ماسه گلی گراولی	gmS
FK_1	رسوبات دیواره ۱ کانال رودخانه فرعی مجاور محوطه	۵۰/۸	۴۴/۹۶	۴/۲۴	گراول ماسه ای	sG
FK_2		۵۲/۱	۴۵/۰	۲/۹	گراول ماسه ای	sG
FK_3		۱۶/۸	۸۱/۹	۱/۳	ماسه گراولی	gS
FK_4		۲۵/۳	۷۳/۲	۱/۵	ماسه گراولی	gS
FK_5		۵۸/۱	۳۴/۵	۷/۴	گراول ماسه ای گلی	msG
FK_6		۲۳/۲	۴۸/۸	۲۸/۰	ماسه گلی گراولی	gmS
FK_7		۱۰/۴	۵۹/۴	۳۰/۲	ماسه گلی گراولی	gmS
RK_1	رسوبات دیواره ۲ کانال رودخانه فرعی مجاور محوطه	۶۴/۰	۳۱/۸	۴/۲	ماسه گلی گراولی	gmS
RK_2		۶۷/۰	۳۲/۶	۰/۴	گراول ماسه ای	sG
RK_3		۱۲/۳	۶۰/۰	۲۷/۷	ماسه گلی گراولی	gmS



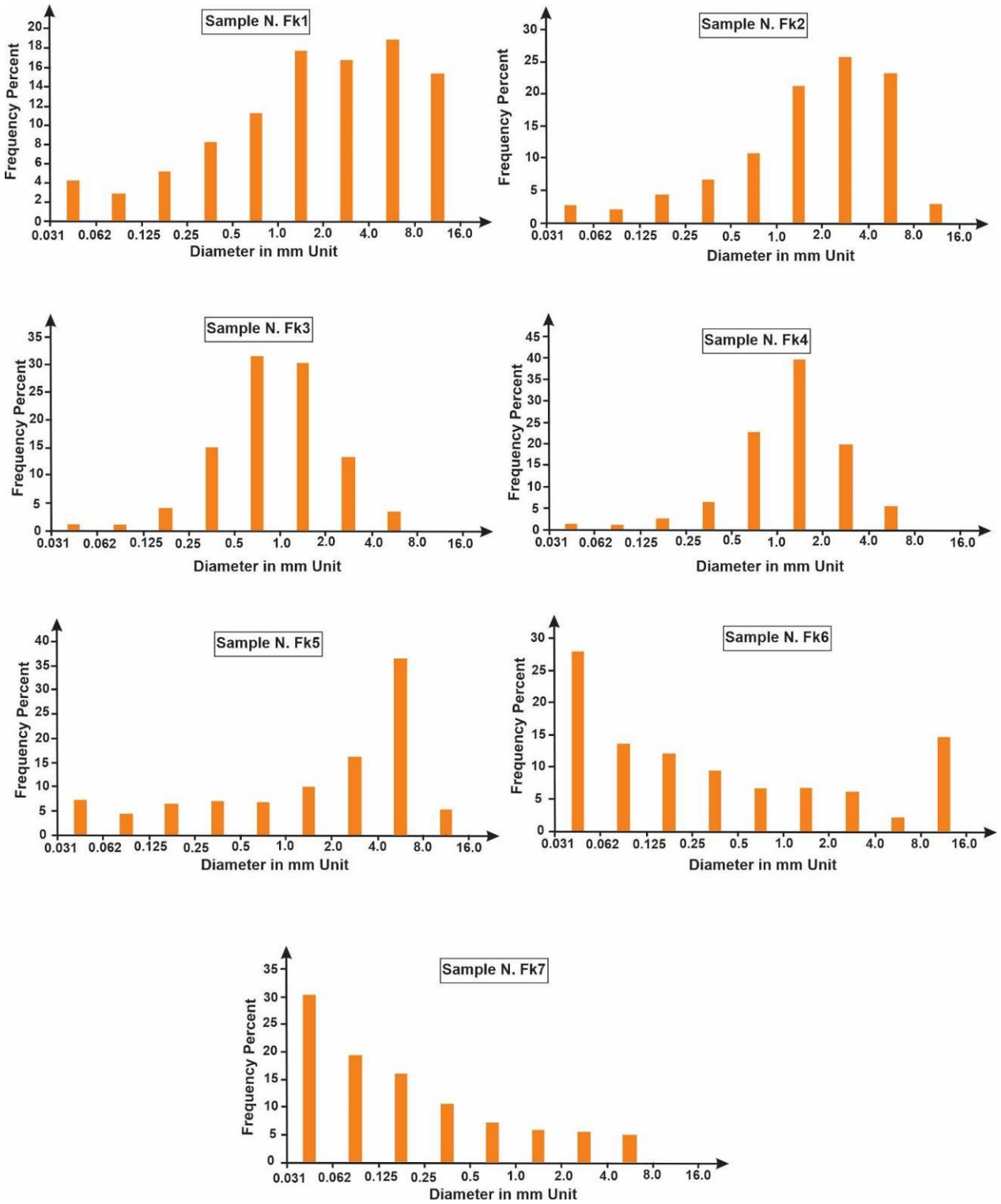
شکل ۲. نامگذاری رسوبات سطح محوطه کهنک (ستاره‌های آبی) و رسوبات پادگانه‌های آبرفتی RK (دوایر قرمز) و FK (مثلث‌های زرد) رودخانه سلم‌آباد در مجاورت محوطه کهنک در دیاگرام فولک (۱۹۷۴).



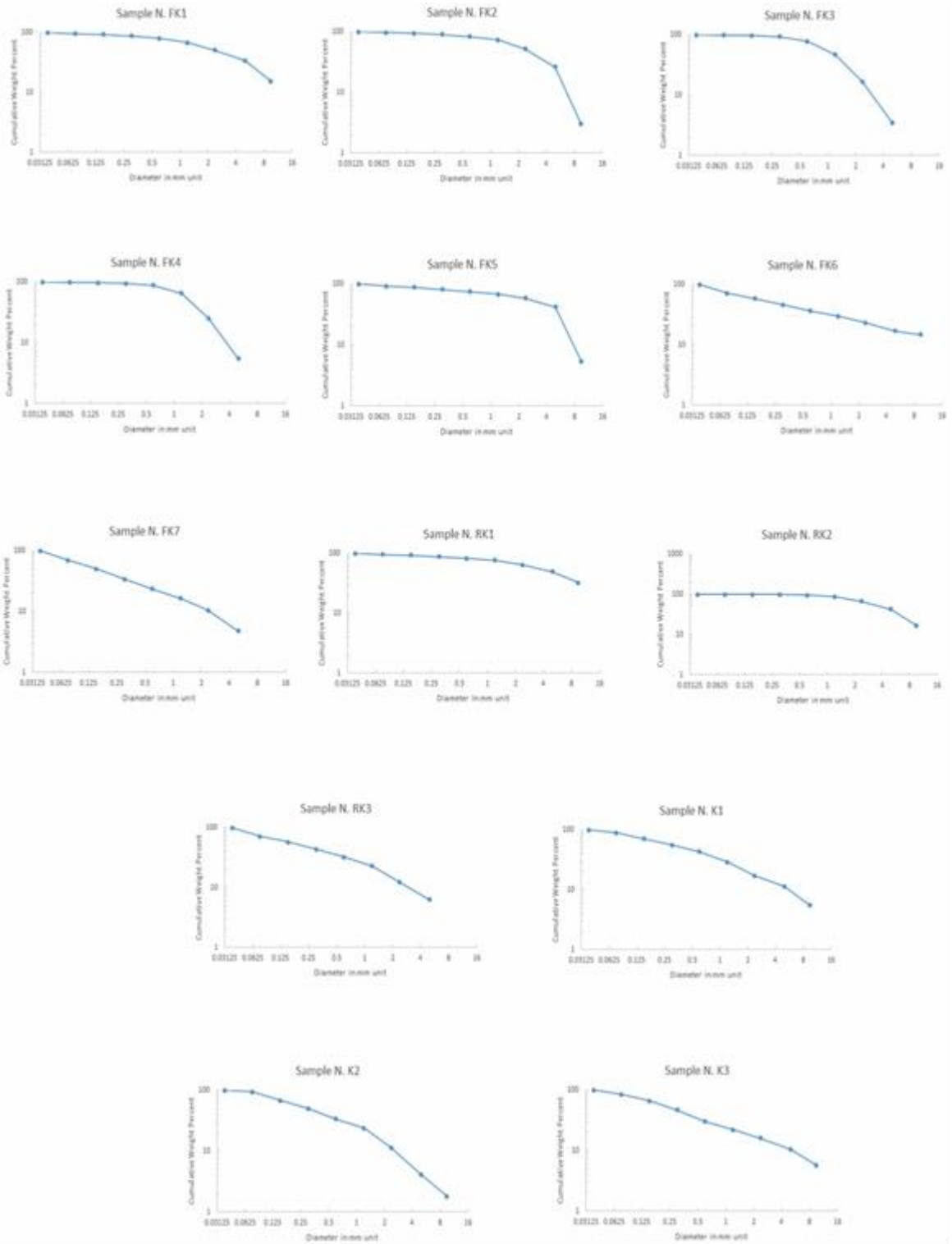
شکل ۳. نمودارهای هیستوگرام رسوبات برداشت‌شده از سطح محوطه باستانی کهنک و پادگانه آبرفتی RK رودخانه سلم‌آباد در مجاورت محوطه.

گلی گراولی پلات شده‌اند (شکل ۲). رسوبات پادگانه رودخانه‌ای RK نیز در دو محدوده گراول ماسه‌ای و ماسه گلی گراولی قرار گرفته‌اند (شکل ۲).

توزیع پراکندگی اندازه دانه‌ها در نمونه‌های رسوبی کف محوطه کهنک نشان می‌دهد که ماسه با میانگین فراوانی ۷۵/۱ درصد نسبت به گراول (با میانگین ۱۴/۹ درصد) و گل (با میانگین فراوانی ۱۰/۱ درصد) غالب است. توزیع پراکندگی اندازه دانه‌ها در کل نمونه‌های رسوبی پادگانه آبرفتی FK شامل ماسه با میانگین فراوانی ۵۵/۴ درصد، گراول با میانگین فراوانی ۳۳/۸ درصد و گل با فراوانی میانگین ۱۰/۸ درصد بوده و رسوبات پادگانه آبرفتی RK به طور میانگین دارای ۴۷/۸ درصد گراول، ۴۱/۵ درصد ماسه و ۱۰/۸ درصد گل می‌باشند. همانطور که ملاحظه می شود، تشابه بین توزیع پراکندگی اندازه دانه‌ها در رسوبات سطح محوطه کهنک با رسوبات آبرفتی رودخانه‌ای مجاور قابل مشاهده است.



شکل ۴. نمودارهای هیستوگرام رسوبات برداشت‌شده از پادگانه آبرفتی FK رودخانه سلم‌آباد در مجاورت محوطه باستانی کهنک سربیشه.



شکل ۵. نمودارهای تجمعی احتمالی رسوبات برداشت‌شده از سطح محوطه باستانی کهنک و رسوبات پادگانه‌های رودخانه‌ای مجاور محوطه.

بررسی میانگین اندازه ذرات در نمونه‌های محوطه باستانی کهنک (جدول ۲) نشان می‌دهد که در ۳ نمونه برداشت‌شده از کف محوطه، میانگین اندازه ذرات در حد ماسه متوسط (۱/۰۵ تا ۱/۴۱۷ فی) می‌باشد و تغییر مشخصی در میانگین اندازه ذرات بین سه نمونه برداشت-شده، مشاهده نمی‌شود. در رسوبات پادگانه آبرفتی FK از قاعده به سمت بالای توالی رودخانه‌ای، دو روند ریزشوندگی در میانگین اندازه ذرات قابل مشاهده است. در روند ریزشوندگی اول، از نمونه FK_1 به نمونه FK_2 میانگین اندازه ذرات از رسوبات در حد گرانول (۱/۱۵- فی) به رسوبات در اندازه ماسه درشت (۱/۰۸۳ فی) کاهش می‌یابد و در روند ریزشوندگی دوم، از نمونه FK_3 به سمت بالای توالی تا نمونه FK_7 کاهش میانگین اندازه ذرات از ماسه بسیار درشت (۰/۱۸۳ فی) به ماسه ریز (۲/۰۵ فی) قابل مشاهده است که می‌تواند بیانگر دو دوره سیلابی مجزا، همراه با کاهش انرژی جریان پس از رویداد طغیانی باشد.

با توجه به منحنی‌های هیستوگرام ترسیم شده (شکل های ۳ و ۴)، هر سه نمونه رسوبی برداشت شده از سطح محوطه کهنک دارای دو مد یا نما می‌باشند که به جز نمونه K_3 که یک مد آن در رسوبات گراولی در حد پبل قرار می‌گیرد و یک مد نیز در رسوبات ماسه‌ای ریز دارد، دو نمونه دیگر دو مد یا نمای مشخص در رسوبات ماسه‌ای درشت‌تر و رسوبات ماسه‌ای بسیار ریز دارند. حضور دو مرکز تجمع در نمودارهای هیستوگرام نمونه‌های فوق می‌تواند نشانه‌ای از حضور دو منشأ مختلف برای رسوبات فوق یا وجود شرایط سیلابی حین رسوبگذاری از جریان باشد. رسوبات پادگانه‌های آبرفتی RK و FK در مجاورت محوطه باستانی کهنک از نظر تعداد مد یا نما در نمودارهای هیستوگرام (شکل‌های ۳ و ۴) بسیار متنوعند. نمونه‌های FK_3، FK_4، FK_7 و RK_2 یونی‌مدال یا تک مدی، نمونه‌های FK_2، FK_5، FK_6، RK_1 و RK_3 بایمدال یا دو مدی و نمونه FK_1 پلی‌مدال یا چند مدی می‌باشند. تجمع انواع اندازه ذرات گراولی، ماسه‌ای و گلی در نمونه‌های دو مدی و چند مدی بیانگر دو یا چند منشأیی بودن رسوبات و وجود شرایط سیلابی است که اغلب در رخساره‌های رسوبی گراولی با ماتریکس ماسه‌ای و گلی قابل مشاهده است. درصورتی‌که، تجمع انواع اندازه ذرات تک مدی یا یونی‌مدال با مدهای ماسه‌ای یا گلی در رخساره‌های رسوبی ماسه‌ای و یا گلی، در توالی‌های رسوبی رودخانه‌ای مورد مطالعه همراه است که معمولاً این رخساره‌ها از یکدستی و همگنی بیشتری در اندازه ذرات خود برخوردارند و عمدتاً بعد از فرآیند جورشدگی هیدرولیکی جریان‌های آبی برجای گذاشته می‌شوند.

یکنواختی یا جورشدگی رسوبات سطح محوطه کهنک سربیشه، از ۱/۹۱ (جورشدگی ضعیف) تا ۲/۳۳۹ (جورشدگی بسیار ضعیف) در تغییر است (جدول‌های ۲ و ۳) که نشان‌دهنده حمل این رسوبات توسط جریان‌های سیلابی است که مخلوطی از رسوبات با اندازه‌های مختلف را با خود حمل می‌کنند. کج‌شدگی نمونه‌های فوق از حالت به سمت ذرات دانه درشت کج شده (۰/۱۴۸- فی) تا خیلی به سمت ذرات دانه درشت کج شده (۰/۳۴- فی) در تغییر است (جدول‌های ۲ و ۳) که با حضور فراوان ذرات دانه درشت در نمونه‌های فوق نسبت به ذرات دانه ریزتر همراه است. مقدار کشیدگی این نمونه‌ها از ۰/۸۲ فی تا ۱/۰۰۴ فی متغیر است (جدول‌های ۲ و ۳) که منحنی تجمعی این نمونه‌ها بیشتر به صورت پهن یا پلیتی‌کرتیک می‌باشد و با جورشدگی ضعیف تا بسیار ضعیف رسوبات فوق نیز هماهنگی دارد.

مقدار یکنواختی رسوبات پادگانه آبرفتی FK از جورشدگی ضعیف (۱/۱۶۱) تا بی‌نهایت ضعیف (۴/۰۲) در تغییر است (جدول‌های ۲ و ۳). کج‌شدگی نمونه‌های آبرفتی فوق بسته به نوع رخساره‌های رسوبی که از آن نمونه‌برداری انجام شده، متفاوت است. برخی نمونه‌ها کج-شدگی مثبت و برخی کج‌شدگی منفی دارند. نمونه‌های دارای کج‌شدگی مثبت به سمت ذرات دانه ریز کج شده و در رسوبات دارای کج-شدگی منفی دنباله منحنی تجمعی ذرات به سمت ذرات دانه درشت متمایل است (جدول‌های ۲ و ۳). در محیط‌های رودخانه‌ای احتمال وجود هر دو نوع کج‌شدگی مثبت و منفی با هم وجود دارد چراکه علیرغم درشت بودن ذرات رسوبی حمل شده توسط جریان، در برخی نمونه‌ها به دام افتادن رسوبات دانه ریز در بین رسوبات دانه درشت باعث افزایش فراوانی ذرات دانه ریز در نمونه و ایجاد حالت کج‌شدگی مثبت در منحنی‌های تجمعی احتمالی می‌شود. کشیدگی رسوبات پادگانه آبرفتی FK بیشتر مزوکرتیک است اما انواع لپتوکرتیک (کشیده) و پلیتی‌کرتیک (پهن) هم در نمونه‌ها مشاهده شده است. در رسوباتی که منحنی آنها کشیده یا لپتوکرتیک است، جورشدگی رسوبات نسبت به انواعی که منحنی پهن یا پلیتی‌کرتیک دارند بهتر بوده و در شرایط پرانرژی‌تری برجای گذاشته شده‌اند.

رسوبات پادگانه آبرفتی RK از جورشدگی بد (۱/۴۶۷) تا جورشدگی بسیار بد (۲/۸۱۹) (جدول‌های ۲ و ۳) در نوسان است. کج‌شدگی این رسوبات از ۶/۱ فی تا ۰/۳۴۶- فی در تغییر است. به‌عبارتی، کج‌شدگی رسوبات از حالت خیلی به سمت ذرات دانه ریز کج شده تا حالت خیلی به سمت ذرات دانه درشت کج شده متغیر است. تنوع کج‌شدگی و جورشدگی این رسوبات می‌تواند نشانه سیلابی‌بودن شرایط

جدول ۲. پارامترهای بافتی محاسبه شده برای رسوبات سطح محوطه کهنک سربیشه و رسوبات پادگانه‌های آبرفتی رودخانه‌ای مجاور آن.

شماره نمونه		میانه (ϕ)	میانگین (ϕ)	انحراف معیار (جورشدگی)	کج شدگی (ϕ)	کشیدگی (ϕ)
رسوبات دیواره ۱ کانال رودخانه فرعی مجاور محوطه	FK_1	-۱/۴۵	-۱/۱۵	۲/۲۹۱	۰/۲۴	۱/۰۵۲
	FK_2	-۱/۳۵	۱/۰۸۳	۱/۶۶	۰/۳۲۷	۱/۰۶۲
	FK_3	-۰/۱۵	۰/۱۸۳	۱/۱۸۱	-۰/۳۲	۱/۰۹۳
	FK_4	-۰/۶۵	-۰/۵۵	۱/۱۶۱	۰/۱۶۶	۱/۲۳۰
	FK_5	-۱/۷۵	-۰/۸۳۳	۲/۲۸۸	۰/۵۷۳	۰/۸۴۳
	FK_6	۱/۹۵	۱/۰۷	۴/۰۲	-۰/۵۶۱	۱/۲۹۹
	FK_7	۲/۶۵	۲/۰۵	۲/۰۵۴	-۰/۴۶۶	۰/۸۹۰
رسوبات دیواره ۲ کانال رودخانه	RK_1	-۲/۲۵	-۱/۹۸۳	۲/۸۱۹	۰/۱۶۱	۱/۲۰۵
	RK_2	-۱/۹۵	-۱/۹۱۷	۱/۴۶۷	۶/۱	۱/۰۰۴
	RK_3	۲/۱۵	۱/۷	۲/۲۲۱	-۰/۳۴۶	۰/۷۱۷
رسوبات محوطه	K_1	۱/۱۵	۱/۰۵	۲/۲۸۱	-۰/۱۴۸	۰/۸۵۵
	K_2	۱/۶۵	۱/۳۸۳	۱/۹۱	-۰/۲۳۳	۰/۸۲۰
	K_3	۱/۸۵	۱/۴۱۷	۲/۳۳۹	-۰/۳۴	۱/۰۰۴

جدول ۳. نامگذاری مقادیر جورشدگی، کج شدگی و کشیدگی طبق روش ترسیمی جامع فولک.

شماره نمونه		انحراف معیار (جورشدگی)	کج شدگی	کشیدگی
رسوبات دیواره ۱ کانال رودخانه فرعی مجاور محوطه	FK_1	جورشدگی بسیار بد	به سمت ذرات دانه ریز کج شده	مزوکرتیک
	FK_2	جورشدگی بد	خیلی به سمت ذرات دانه ریز کج شده	مزوکرتیک
	FK_3	جورشدگی بد	خیلی به سمت ذرات دانه درشت کج شده	مزوکرتیک
	FK_4	جورشدگی بد	به سمت ذرات دانه ریز کج شده	لپتوکرتیک
	FK_5	جورشدگی بسیار بد	خیلی به سمت ذرات دانه ریز کج شده	پلیتی کرتیک
	FK_6	جورشدگی بینهایت بد	خیلی به سمت ذرات دانه درشت کج شده	لپتوکرتیک
	FK_7	جورشدگی بسیار بد	خیلی به سمت ذرات دانه درشت کج شده	پلیتی کرتیک
رسوبات دیواره ۲ کانال رودخانه فرعی مجاور	RK_1	جورشدگی بسیار بد	به سمت ذرات دانه ریز کج شده	لپتوکرتیک
	RK_2	جورشدگی بد	خیلی به سمت ذرات دانه ریز کج شده	مزوکرتیک
	RK_3	جورشدگی بسیار بد	خیلی به سمت ذرات دانه درشت کج شده	پلیتی کرتیک
رسوبات محوطه	K_1	جورشدگی بسیار بد	به سمت ذرات دانه درشت کج شده	پلیتی کرتیک
	K_2	جورشدگی بد	به سمت ذرات دانه درشت کج شده	پلیتی کرتیک
	K_3	جورشدگی بسیار بد	خیلی به سمت ذرات دانه درشت کج شده	مزوکرتیک

رسوبگذاری آنها باشد. کشیدگی سه نمونه آبرفتی مورد مطالعه نیز از حالت لپتوکرتیک تا پلیتی‌کرتیک در تغییر است. نمونه RK_3 با جورشدگی بسیار بد و منحنی پهن خود در شرایط کم انرژی‌تری نسبت به دو نمونه قبلی بر جای گذاشته شده است. مقایسه نتایج دانه-سنجی نمونه‌های سطحی محوطه کهنک سربیشه با نمونه‌های پادگانه‌های آبرفتی رودخانه سلم‌آباد در مجاورت محوطه (جدول‌های ۲ و ۳)، تشابه پارامترهای بافتی این رسوبات با رسوبات قسمت فوقانی توالی‌های رسوبی رودخانه‌ای فوق را اثبات می‌کند. وجود قطعات سفالی در نمونه‌های رسوبی لایه FK_7 و RK_3 در دو پادگانه رودخانه‌ای مجاور محوطه کهنک، رسوبگذاری همزمان رسوبات سطحی محوطه با این رسوبات پادگانه‌ای قدیمی‌تر رودخانه سلم‌آباد را نشان می‌دهد.

به دلیل عدم وجود قطعات گراولی در نمونه‌های برداشت شده از سطح محوطه کهنک سربیشه، شکل قطعات گراولی پراکنده در سطح محوطه باستانی با فرم ذرات گراولی موجود در رسوبات پادگانه‌های آبرفتی رودخانه سلم‌آباد مقایسه شده است. اکثر این قطعات دارای فرم

تیغه‌ای، پهن، هم بعد کشیده، هم بعد تیغه‌ای و کشیده هستند (جدول ۴). با توجه به فراوانی بیشتر انواع قطعات تیغه‌ای، کشیده هم بعد، هم بعد تیغه‌ای و کشیده، رسوبگذاری این قطعات به احتمال زیاد توسط سیستم رودخانه‌ای صورت گرفته است. بررسی مورفولوژی و بافت سطح دانه‌های رسوب مربوط به الک‌های ۳۰ و ۵۰ مش رسوبات سطح محوطه کهنک و رسوبات پادگانه‌های آبرفتی مجاور محوطه توسط میکروسکوپ دوچشمی انجام شده است (شکل ۶). نتایج مطالعه نشان می‌دهد که رسوبات سطحی محوطه از نظر گردشدگی، اغلب نیمه زاویه‌دار تا نیمه گردشده‌اند، درحالی‌که رسوبات پادگانه‌های رودخانه‌ای مجاور اغلب زاویه‌دار تا نیمه گردشده می‌باشند. رسوبات برداشت شده از هر دو موقعیت فوق، اغلب کرویت بالایی داشته و در سطح دانه‌ها حفرات حاصل از برخورد و سایش دانه‌ها به هم قابل مشاهده است (شکل ۶). از نظر بافت سطح دانه‌ها، رسوبات رودخانه‌ای شفاف‌تر از رسوبات سطحی محوطه کهنک هستند، چرا که در رسوبات محوطه به دلیل عملکرد فرآیندهای خاکزایی و رسوب کربنات کلسیم سطح دانه‌ها کدر شده است (شکل ۶). از نظر کانی‌شناسی نیز تشابه کامل بین اجزاء تشکیل‌دهنده رسوبات سطحی محوطه کهنک سربیشه با رسوبات آبرفتی رودخانه سلم‌آباد در مجاورت آن قابل مشاهده است که این مشاهدات می‌توانند احتمال رسوبگذاری ذرات رسوبی تشکیل‌دهنده محوطه باستانی کهنک توسط فرآیندهای رودخانه مجاور را افزایش دهند.

۵- نتیجه گیری

در سال‌های اخیر، مطالعات رسوب‌شناسی با رویکرد زمین‌باستان‌شناسی و با هدف بررسی فرآیندهای طبیعی مؤثر بر ظهور و فروپاشی تمدن‌های باستانی گسترش یافته است. در این پژوهش، آنالیز دانه‌سنجی بر روی سه نمونه خاک سطحی محوطه کهنک سربیشه و ۱۰ نمونه از رسوبات پادگانه‌های آبرفتی رودخانه سلم‌آباد، در مجاورت محوطه فوق، انجام شده است. به منظور دانه‌سنجی رسوبات فوق، از روش غربال خشک برای رسوبات درشت تر از ۶۳ میکرون و از روش پیپت برای ذرات ریزتر از ۶۳ میکرون بهره گرفته شده است. مقایسه نتایج دانه‌سنجی نمونه‌های سطحی محوطه کهنک با نمونه‌های پادگانه‌های آبرفتی رودخانه سلم‌آباد در مجاورت محوطه، تشابه پارامترهای بافتی رسوبات سطح محوطه باستانی با رسوبات قسمت فوقانی توالی‌های رسوبی رودخانه‌ای فوق را اثبات می‌کند. به عبارتی، رسوبات سطحی محوطه که باعث مدفون شدن تپه باستانی فوق شده، حاصل عملکرد رسوبگذاری در دشت سیلابی رودخانه سلم‌آباد است. وجود قطعات سفالی در نمونه‌های رسوبی لایه FK_7 و RK_3 در دو پادگانه رودخانه سلم آباد، رسوبگذاری همزمان رسوبات سطحی محوطه با این رسوبات پادگانه‌ای قدیمی تر رودخانه سلم‌آباد را نشان می‌دهد. علاوه بر پارامترهای بافتی، فرم قطعات گراولی یافت شده در سطح محوطه باستانی کهنک با فرم قطعات سیستم رودخانه‌ای مجاور تشابه دارد و ذرات رسوبی هر دو محدوده از نظر بافت سطح دانه، کرویت و گردشدگی با هم قابل مقایسه هستند که احتمال رسوبگذاری ذرات رسوبی سطح محوطه توسط فرآیندهای رودخانه‌ای مجاور را تقویت می‌کند.

۶- منابع

[1] فاطمه زهرا اسدی، رامین فضلی اولی، علیرضا عمادی، ۱۳۹۶. بررسی تغییرات بستر رودخانه با استفاده از مدلRAS4-HEC مطالعه موردی: رودخانه تالار، پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز، ۱۲، ۲۲-۹۲.

[2] معصومه خاکستری، سادات فیض‌نیا، سید محسن آل‌علی، مصطفی ده‌پهلوان، ۱۴۰۰. تفسیر رخساره‌های رسوبی بر اساس آنالیز اندازه ذرات رودخانه (مطالعه موردی: رودخانه حاجی‌عرب، استان قزوین)، فصلنامه کواترنری ایران، ۷ (۱)، ۶۶۹-۶۹۵.

[3] مهران مقصودی، سید محمد زمانزاده، ایوب محمدی، روح اله یوسفی زشک، ۱۳۹۵. مطالعه شرایط محیطی حاکم بر محوطه‌های باستانی با تأکید بر آنالیز اندازه رسوبات رودخانه (مطالعه موردی: تپه باستانی میمنت‌آباد و مافین‌آباد)، فصلنامه کواترنری ایران، ۲ (۱)، ۵۱-۴۱.

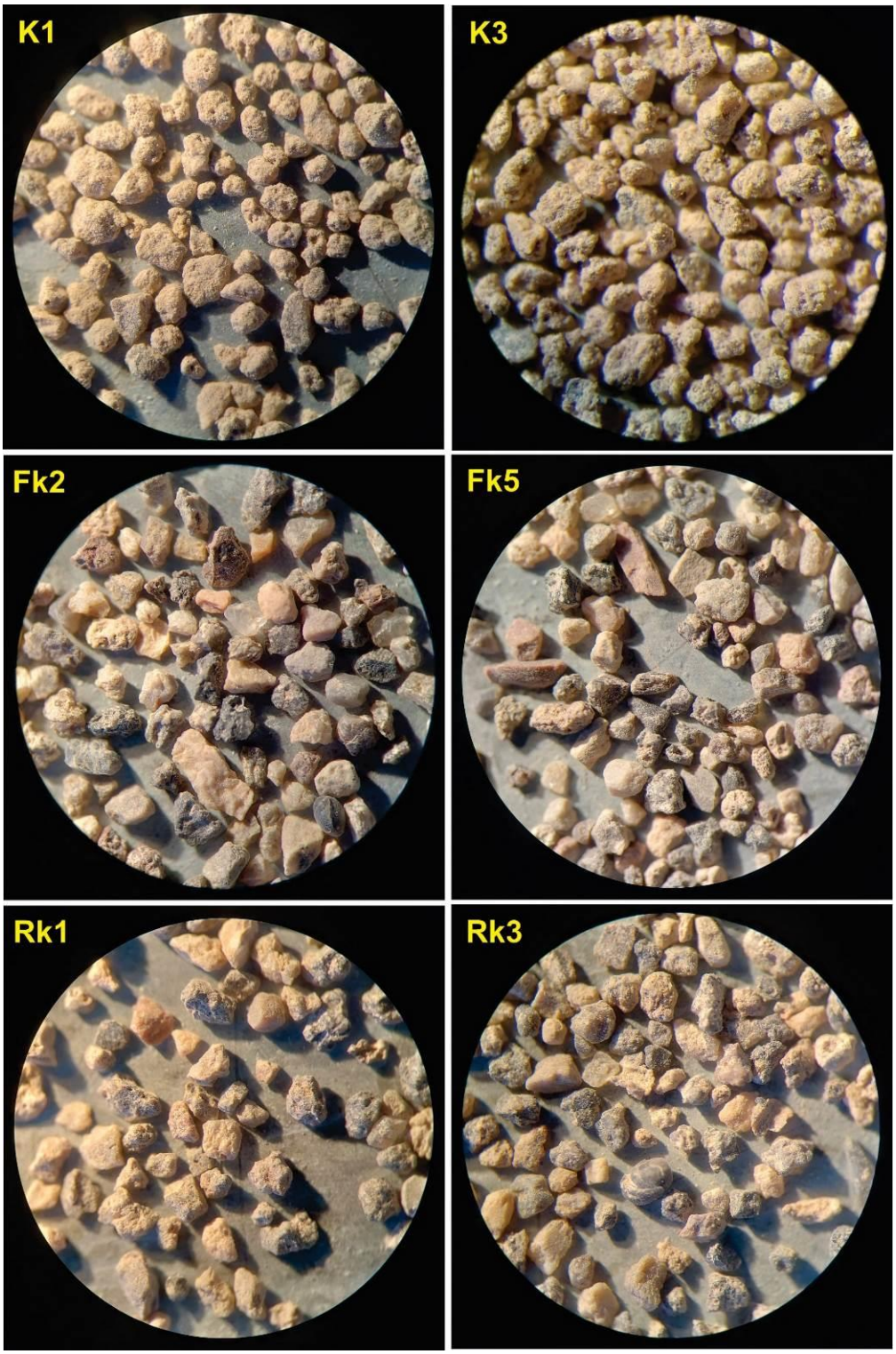
[4] Folk, R.L., 1974. Petrology of Sedimentary Rocks, Hemphill Publishing Company, Austin, Texas, 182.

[5] Nazari, H., Salamati, R., 1999. Geological map of Sarbisheh, scale1:100000, Geological survey of Iran.

[6] Tucker, M.E., 2001. Sedimentary Petrology, Blackwell, Oxford, 260p.

جدول ۴. تعیین نام فرم دانه‌های گراولی موجود در نمونه‌های رسوبی مورد مطالعه با استفاده از سه بعد آنها (طبقه‌بندی اسنید و فولک، ۱۹۵۸).

Sample Number	*L (Long Diameter)*	*I (Intermediate Diameter)*	*S (Short Diameter)*	*S/L*	$\frac{L-I}{L-S}$	$\sqrt[3]{S^2/LI}$	*Form Name*
1	6.6	2.9	0.7	0.106	0.627	0.296	Very Bladed (VB)
2	4.3	3.2	2.2	0.512	0.523	0.706	Compact Bladed (CB)
3	5.6	4.3	1.7	0.304	0.300	0.493	Platy (P)
4	4.7	2.8	2.4	0.511	0.826	0.759	Compact Elongated (CE)
5	4.1	3.5	2.1	0.512	0.300	0.675	Compact Platy (CP)
6	4.2	3.3	1.6	0.381	0.346	0.570	Bladed (B)
7	6.6	5.8	3.4	0.510	0.250	0.671	Compact Platy (Cp)
8	4.0	2.6	1.4	0.350	0.538	0.573	Bladed (B)
9	4.6	3.7	0.7	0.152	0.231	0.307	Very Platy (VP)
10	2.7	1.2	1.2	0.400	1.000	0.737	Elongated (E)
11	5.8	4.3	0.9	0.155	0.306	0.317	Very Platy (VP)
12	2.3	2.1	0.7	0.304	0.125	0.466	Platy (P)
13	2.8	1.9	1.8	0.643	0.900	0.848	Compact Elongated (CE)
14	2.6	2.1	1.6	0.615	0.500	0.685	Compact Bladed (CB)
15	5.2	3.9	3.3	0.635	0.684	0.813	Compact Elongated (CE)
16	5.6	4.2	2.2	0.393	0.412	0.591	Bladed (B)
17	5.5	2.4	1.4	0.254	0.756	0.529	Very Elongated (VE)
18	3.8	2.5	1.5	0.395	0.565	0.618	Bladed (B)
19	3.8	2.4	1.1	0.289	0.518	0.510	Very Bladed (VB)
20	2.4	2.1	1.2	0.500	0.375	0.659	Bladed (B) to Compact Bladed (CB)
21	7.3	4.3	3.3	0.452	0.750	0.703	Elongated (E)
22	5.4	3.8	2.7	0.500	0.592	0.708	Bladed (B) to Compact Bladed (CB)
23	4.5	2.6	2.0	0.400	0.760	0.699	Elongated (E)
24	5.6	5.0	0.9	0.161	0.128	0.464	Very Platy (VP)
25	5.1	3.5	2.4	0.471	0.592	0.686	Bladed (B)
26	5.9	4.0	2.2	0.373	0.513	0.590	Bladed (B)
27	5.4	4.2	2.8	0.518	0.462	0.702	Compact Bladed (CB)
28	4.3	3.2	2.8	0.651	0.730	0.829	Compact Elongated (CE)
29	3.7	2.4	1.5	0.405	0.590	0.632	Bladed (B)
30	4.0	1.7	1.0	0.250	0.760	0.528	Very Elongated (VE)
31	3.7	3.3	1.8	0.486	0.211	0.642	Platy (P)
32	4.2	3.3	0.8	0.190	0.265	0.358	Very Platy (VP)
33	2.7	2.4	1.6	0.592	0.270	0.734	Compact Platy (CP)
34	3.5	2.2	1.7	0.486	0.720	0.721	Elongated (E)
35	2.4	2.2	1.2	0.500	0.160	0.646	Platy (P) to Compact Platy (CP)
36	2.9	2.1	1.4	0.483	0.530	0.685	Bladed (B)
37	5.7	4.7	1.8	0.316	0.256	0.495	Platy (P)
38	3.9	2.9	2.6	0.600	0.769	0.842	Compact Elongated (CE)
39	4.2	3.9	1.5	0.357	0.100	0.516	Platy (P)
40	3.9	3.0	2.7	0.692	0.750	0.854	Compact Elongated (CE)
41	3.6	2.0	1.2	0.300	0.600	0.585	Bladed (B) to Very Bladed (VB)



شکل ۶. تصاویر میکروسکوپ دوچشمی برخی نمونه‌های رسوبی سطح محوطه کهنک سربیشه و رسوبات آبرفتی پادگانه‌های رودخانه سلم‌آباد در مجاورت محوطه.