

هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



8th Symposium of Sedimentological
Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان

مطالعه شرایط محیطی حاکم بر محوطه باستانی با استفاده از آنالیز رسوب شناسی رسوبات آبرفتی کواترنری (مطالعه موردی: تپه باستانی گبری مود، خراسان جنوبی)

مریم مرتضوی مهریزی^۱

^۱ استادیار، گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه بیرجند
mmortazavi@birjand.ac.ir*

چکیده: محوطه باستانی گبری مود با مختصات جغرافیایی $29^{\circ} 44' 32''$ عرض شمالی و $59^{\circ} 31' 05''$ طول شرقی، در ۲۹ کیلومتری جنوب شرقی شهرستان بیرجند و ۳/۵ کیلومتری شمال شهرستان مود واقع شده است. مطالعه رسوب شناسی رسوبات کواترنری سطح محوطه و پادگانه های آبرفتی مجاور آن، به منظور بررسی فرآیندهای رسوبگذاری مؤثر بر محوطه صورت گرفته است. بررسی نتایج دانه سنجی و پارامترهای نمونه های رسوبی محوطه گبری مود و پادگانه آبرفتی رودخانه مود در مجاورت محوطه، تشابه نمونه های فرهنگی با نمونه های طبیعی رودخانه ای را نشان می دهد. تغییرات پارامترهای بافتی این نمونه ها بیانگر شرایط رسوبگذاری متفاوت و وجود نوسانات سیلابی طی رسوبگذاری است. با توجه به وجود سیکل های به سمت بالاریزشونده در این رسوبات بنظر می رسد دوره های مختلف سیلابی بسته به تغییر دوره های آب و هوایی خشک و مرطوب رودخانه مجاور محوطه و دشت سیلابی آن را متأثر ساخته و سبب نهشته شدن رسوبات محوطه گبری مود در زمان های مختلف شده است.

واژگان کلیدی: پارامترهای بافتی، رسوبات کواترنری، فرآیندهای رسوبگذاری، محوطه باستانی مود.

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 دانه ها را می توان برای تشخیص رسوبات در محیط ها و رخساره های مختلف به کار برد. این خود اطلاعاتی در مورد فرآیندهای رسوبگذاری و نوع جریان را در اختیار ما قرار خواهد داد. با وجود این، بسیاری

هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



8th Symposium of Sedimentological Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان

از تمدن های گذشته در دشت های سیلابی حاصلخیز حاصل از آبرفت های رودخانه ای تکامل و اعتلا یافته اند. رسوبات آبرفتی کواترنر گستره های وسیعی از دشت های مختلف در ایران را زیر پوشش دارند. رسوبات این دوره در بیشتر نقاط دارای بافت سست بوده و در حقیقت هنوز سخت نشده اند (خاکستری و همکاران، ۱۴۰۰). شهر مود در ۳۵ کیلومتری جنوب شرق بیرجند و همچنین در کناره دشت بیرجند واقع گردیده است. بر طبق نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰ مود (Ziya et al., 2016)، محوطه باستانی گبری مود بر روی واحدهای آبرفتی کواترنری شامل رس، سیلت، ماسه و گراول ریز دانه واقع شده است. از آنجایی که محوطه گبری مود بر روی دشت های آبرفتی کواترنر واقع شده است، به منظور درک فرآیندهای رسوبگذاری مؤثر همراه با تغییرات اقلیمی دیرینه، رسوبات کف و دیواره محوطه به همراه رسوبات پادگانه های آبرفتی رودخانه ای کواترنری مجاور محوطه، که به احتمال زیاد در رسوبگذاری رسوبات محوطه سهیم بوده اند، مورد بررسی قرار گرفته اند. در این مطالعه، آنالیز دانه سنجی، بررسی پارامترهای بافتی رسوبات و ارتباط آن با محیط رسوبی گذشته مورد مطالعه قرار گرفته است.

۲- روش مطالعه

به منظور مطالعات رسوب شناسی محوطه باستانی گبری مود از سه دیواره داخلی ترانشه حفر شده، نمونه برداری صورت گرفته است. علاوه بر این، از رسوبات پادگانه های آبرفتی رودخانه مود که در ۷۰۰ متری عرض تپه باستانی مورد مطالعه واقع شده است، نمونه برداری شده است. به منظور انجام آنالیز دانه سنجی از روش غربال خشک (با فواصل الک ۱ فی) و روش پیپت، در آزمایشگاه رسوب شناسی گروه زمین شناسی دانشکده علوم دانشگاه بیرجند، استفاده 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 منحنی های هسیتوگرام و تجمعی احتمالی محاسبه شده است. نامگذاری رسوبات بر اساس درصد وزنی ذرات گراولی، ماسه ای و گلی و طبق دیانگرام مثلثی فولک (۱۹۷۴) انجام شده است. علاوه بر آنالیز دانه سنجی نمونه های فوق، تمام نمونه های غربال شده مربوط به الک های ۳۰ و ۵۰ مش به منظور مطالعه کانی شناسی، مورفولوژی و بافت سطح دانه ها با میکروسکوپ دوچشمی مدل Wild M3 Heerbrugg Switzerland مطالعه و عکسبرداری شده است. ابعاد ۳۰ قطعه گراولی برداشت شده از رسوبات دیواره های محوطه و پادگانه آبرفتی نمونه برداری شده توسط کولیس اندازه گیری شده و نام فرم قطعات بر اساس نمودار مثلثی اسنید و فولک (۱۹۵۸) تعیین شده است.

۳- بحث و نتیجه گیری

هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



8th Symposium of Sedimentological Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان

پارامترهای بافتی بر اساس آنالیز اندازه دانه‌ها و بعد از ترسیم منحنی‌های هیستوگرام و تجمعی، برای ۸ نمونه رسوب از ۳ لاگ رسوبی تپه باستانی گبری مود و ۶ نمونه رسوبات پادگانه‌های آبرفتی رودخانه مود محاسبه شده است (جدول ۱). بر اساس طبقه‌بندی فولک ذرات در اندازه گراول، ماسه و گل از هم تفکیک شده و در دیاگرام مثلثی نامگذاری رسوبات فولک (۱۹۷۴) پلات شده‌اند. رسوبات محوطه گبری مود در سه برش اندازه‌گیری شده، در محدوده گراول ماسه‌ای گلی، گراول ماسه‌ای و ماسه گلی گراولی قرار گرفته‌اند. در صورتی که نمونه‌های آبرفتی پادگانه رودخانه مود در محدوده گراول ماسه‌ای، گل گراولی و ماسه گلی گراولی پلات شده‌اند. توزیع پراکندگی دانه‌ها در کل نمونه‌های رسوبی تپه باستانی مود نشان می‌دهد که ماسه با میانگین فراوانی $54/7$ درصد نسبت به گراول با فراوانی میانگین $25/5$ درصد و گل با میانگین $19/7$ درصد غالب است. توزیع پراکندگی دانه‌ها در کل نمونه‌های رسوبی پادگانه آبرفتی مجاور محوطه نشان می‌دهد که گراول با میانگین $46/3$ درصد نسبت به رسوبات ماسه‌ای (با میانگین $37/8$ درصد) و گلی (با میانگین $15/8$ درصد) غالب است. بررسی میانگین اندازه ذرات در اکثر نمونه‌های محوطه باستانی گبری مود نشان می‌دهد که در اغلب لاگ‌های رسوبی مورد مطالعه میانگین اندازه ذرات از قاعده به سمت بالا دارای نظم خاصی نبوده و اغلب بین اندازه ماسه درشت تا ماسه بسیار درشت متغیر است (جدول ۱). تغییرات میانگین ذرات رسوبی از جمله پارامترهایی است که در تفسیر سیلاب‌ها بسیار مفید است. در نمونه‌های رسوبی برش ۳ از محوطه گبری مود که در قاعده دو برش ۱ و ۲ قرار می‌گیرد، میانگین اندازه ذرات در حد ماسه درشت ($0/88$ فی) است. این رسوبات توسط رسوبات قاعده برش ۱ با میانگین اندازه ذرات در حد ماسه بسیار درشت ($0/35$ - فی) و رسوبات قاعده برش ۲ با میانگین اندازه ذرات در حد ماسه درشت ($0/85$ فی) پوشیده می‌شود. در برش ۱، رسوبات قاعده‌ای که در عمق $0/9$ متری واقع شده‌اند توسط رسوبات ریزتر، به ترتیب از پایین به سمت بالای برش، با میانگین اندازه ذرات $1/52$ فی (ماسه متوسط) و $2/02$ فی (ماسه ریز) پوشیده می‌شوند و از قاعده برش ۱ تا عمق $0/4$ متری از سطح زمین، ریزشوندگی در میانگین اندازه ذرات قابل مشاهده است. سپس، از عمق $0/4$ متری تا سطح زمین، میانگین اندازه ذرات به $0/85$ فی (ماسه بسیار درشت) می‌رسد. قطعات گرولی پراکنده در قاعده رخساره فوقانی برش ۱ نیز افزایش اندازه ذرات نسبت به لایه زیرین را به خوبی نشان می‌دهد. در برش ۲ نیز میانگین اندازه ذرات از قاعده به سمت بالا کاهش می‌یابد. به عبارتی، مقدار میانگین اندازه ذرات از ماسه درشت ($0/85$ فی) تا ماسه متوسط ($1/78$ فی) در تغییر است. بررسی مقدار میانگین اندازه ذرات رسوبی تشکیل‌دهنده پادگانه آبرفتی مجاور محوطه (به ارتفاع $4/72$ متر) نیز دو روند کاهشی در متوسط اندازه ذرات از قاعده به سمت بالای این برش آبرفتی را نشان می‌دهد (جدول ۴). در ابتدا، از قاعده تا ارتفاع $1/62$ متری، میانگین اندازه ذرات از حد گرانول تا پیل ($3/85$ - تا $1/22$ - فی) به ماسه ریز ($2/38$ فی) کاهش

هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



8th Symposium of Sedimentological Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان

یافته و سپس رسوبات توسط چند چرخه رسوبی متناوب از لایه‌های رسوبی با میانگین اندازه در حد پبل (۱/۸۲- فی) و ماسه ریز (۲/۲۲ فی) پوشیده می‌شوند و میانگین اندازه ذرات به طور تناوبی کم و زیاد می‌شود. با توجه به منحنی‌های هیستوگرام ترسیم شده، نمونه‌های رسوبی محوطه باستانی گبری مود اغلب دارای ۲ یا چند مد یا نما می‌باشند. به طوری که یک مد آنها در محدوده رسوبات دانه ریز گلی، یک مد در محدوده رسوبات دانه متوسط ماسه‌ای و یک مد در محدوده رسوبات دانه درشت گراولی قرار می‌گیرد. نمونه‌های G_2 ، G_3 ، G_{11} و G_{19} پلی‌مدال یا چند مدی و نمونه‌های G_5 ، G_6 ، G_{10} و G_{12} بایمدال یا دو مدی می‌باشند. وجود دو یا چند مرکز تجمع در نمودارهای هیستوگرام نمونه‌های فوق نشان‌دهنده شرایط سیلابی رودخانه است. در رسوبات آبرفتی پادگانه رودخانه مود نیز چنین حالتی قابل مشاهده است. نمونه‌های F_1 و F_2 پلی‌مدال یا چند مدی و نمونه‌های F_3 ، F_4 ، F_5 و F_6 بایمدال یا دو مدی می‌باشند. تجمع انواع ذرات گراولی، ماسه‌ای و گلی با هم در یک نمونه نشان‌دهنده دو یا چند منشأیی بودن رسوبات و وجود شرایط سیلابی در رودخانه است. اکثر نمونه‌ها دارای یک یا چند مد گراولی، یک مد ماسه‌ای بسیار درشت و یک مد ماسه‌ای بسیار ریز یا یک مد سیلتی بسیار درشت هستند. جورشدگی رسوبات محوطه گبری مود در سه برش مورد مطالعه از ۱/۷۷ (جورشدگی ضعیف) تا ۳/۱۸ (جورشدگی بسیار ضعیف) در تغییر است که نشان از سیلابی بودن این رسوبات دارد. کج‌شدگی نمونه‌ها در برش‌های فوق از حالت تقریباً متقارن (۰/۰۴ فی) تا خیلی به سمت ذرات دانه درشت کج‌شده (۰/۶۹- فی) در تغییر است که به دلیل وجود مقادیر کمتر رسوبات دانه ریز در بین اجزاء رسوبی دانه درشت و فراوان است. با توجه به طبقه‌بندی فولک، کشیدگی رسوبات مورد مطالعه در محدوده ۰/۴۳ تا ۱/۲۱ فی است. به عبارتی، کشیدگی در اغلب نمونه‌ها به صورت پلیتی‌کرتیک (پهن) تا خیلی پلیتی‌کرتیک (بسیار پهن) است که تنها در دو نمونه به حالت مزوکرتیک و لپتوکرتیک (کشیده) است. جورشدگی بد تا بسیار بد رسوبات محوطه گبری مود و کج‌شدگی و کشیدگی‌های متفاوت نمونه‌های فوق بیانگر تغییر شرایط رژیم رودخانه در اثر تغییرات شرایط آب و هوایی با گذشت زمان در طی کواترنری است. جورشدگی رسوبات رودخانه‌ای مجاور محوطه نیز بسیار متغیر بوده و از جورشدگی بد (۱/۷۱) تا جورشدگی بی‌نهایت بد (۴/۷) در تغییر است. کج‌شدگی نمونه‌های آبرفتی فوق نیز از قاعده به سمت بالای توالی آبرفتی بسیار متغیر است و از حالت تقریباً متقارن، به سمت ذرات دانه ریز کج‌شده، خیلی به سمت ذرات دانه ریز کج‌شده تا خیلی به سمت ذرات دانه درشت کج‌شده در تغییر است. علت این تغییر وجود تناوب رخساره‌های رسوبی گراولی، ماسه‌ای و گلی با مقادیر متفاوت ذرات دانه درشت و ریز است که باعث این تنوع کج‌شدگی ذرات شده و خود حاصل تغییر شرایط رسوبگذاری هر رخساره است. اکثر نمونه‌ها از لحاظ کشیدگی مزوکرتیک بوده و تنها نمونه F_4 پلیتی‌کرتیک (پهن) است. تفاوت و تنوع پارامترهای رسوبی در توالی

هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



8th Symposium of Sedimentological
Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
دانشگاه هرمزگان

پادگانه‌ای فوق نیز ناشی از تغییرات دبی و رژیم جریان رودخانه و فرآیندهای رسوبگذاری متفاوت است. اگرچه انتظار می‌رود توزیع داده‌های دانه‌سنجی نمونه‌های برداشتی از تپه گبری مود، به طور کلی زیر ۰/۰۶۲ میلی‌متر و گویای تعلق رسوبات دانه ریز به دشت سیلابی رودخانه باشد ولیکن چنین حالتی در داده‌های رسوبی این محوطه مشاهده نشده است. بنظر می‌رسد به غیر از قطعات رسوبی درشت تر از ۲ میلی‌متر (قطعات گراولی) که کاربری احداث دیوار در محوطه داشته‌اند، بقیه رسوبات درشت تر موجود در محوطه طی رخداد سیلاب و افزایش شدت جریان، به محیط خارج کانال و دشت سیلابی رودخانه حمل شده‌اند. حضور قطعات سفالی و آثار فرهنگی دیگر چون مهر مفرغی یافت شده در حین عملیات برداشت نمونه، در بین رسوبات دیواره‌های محوطه گبری مود که به صورت هم جهت با قطعات گراولی رسوب کرده‌اند، رسوبگذاری همزمان مواد فرهنگی فوق را با رسوبات آبرفتی دربرگیرنده آنها که مربوط به جریان‌های سیلابی رودخانه مجاور است را اثبات می‌کند. نمونه‌های گراولی دیواره‌های محوطه گبری مود از نظر فرم به حالت‌های مختلف هم بعد تیغه‌ای، تیغه‌ای، بسیار تیغه‌ای و کشیده دیده می‌شوند. فرم قطعات گراولی در رسوبات آبرفتی پادگانه رودخانه‌ای مود نیز بیشتر به فرم تیغه‌ای هم بعد، تیغه‌ای و کشیده است، اگرچه انواع فرم‌های دیگر با فراوانی کمتر نیز شناسایی شده است. از آنجایی که تشابه در فرم دانه‌های دو رسوب قابل مشاهده است به احتمال زیاد رسوبات گراولی محوطه گبری مود حاصل دوره‌های سیلابی رودخانه مود می‌باشد. خاطر نشان می‌شود برخی از اشکال قطعات گراولی در محیط‌های رسوبی خاص تجمع می‌یابند از جمله فرم‌های کشیده و تیغه‌ای معمولاً شاخص محیط‌های رودخانه‌ای می‌باشند. بررسی مورفولوژی و بافت سطح دانه‌های رسوب توسط میکروسکوپ دوچشمی نیز نشان می‌دهد که رسوبات دیواره محوطه گبری مود از نظر گردشگری، اغلب نیمه زاویه‌دار تا نیمه گردشده‌اند درحالی‌که رسوبات پادگانه 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. از نظر بافت سطح دانه‌ها، رسوبات رودخانه‌ای شفاف‌تر از رسوبات دیواره محوطه گبری مود هستند، چرا که در رسوبات محوطه به دلیل عملکرد فرآیندهای خاکزایی و رسوب کربنات کلسیم سطح دانه‌ها کدر شده است. از نظر کانی‌شناسی نیز تشابه کامل بین اجزاء تشکیل‌دهنده رسوبات دیواره محوطه گبری مود با رسوبات رودخانه‌ای مجاور آن قابل مشاهده است که این مشاهدات می‌توانند احتمال رسوبگذاری ذرات رسوبی تشکیل‌دهنده محوطه باستانی گبری مود توسط رودخانه مجاور را افزایش دهند.

مراجع

هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



8th Symposium of Sedimentological Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲
 دانشگاه هرمزگان

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

Folk, R.L. (1974). *Petrology of Sedimentary Rocks* (p. 182). Austin: Hemphill Publishing Company.

Sneed, E.D., & Folk, R.L. (1958). Pebbles in the Lower Colorado River, Texas, a study in particle morphogenesis. *Journal of Geology*, 66, 114-150.

Ziya, H., Sadeghpour, M., & Alinia, H. (2016). Geological map of Mud (1:25000 scale). *Geological Survey and Mineral Exploration of Iran*, 1 sheet.

جدول ۱. پارامترهای بافتی محاسبه شده برای رسوبات محوطه گبری مود و رسوبات پادگانه‌ای مجاور آن.

شماره نمونه		میانۀ (φ)	میانگین (φ)	انحراف معیار (جورشدگی)		کج شدگی (φ)		کشیدگی (φ)	
رسوبات دیواره ۱ محوطه	G ₁	-۰/۴۵	-۰/۳۵	۲/۶	جورشدگی بسیار بد	۰/۰۴	تقریباً متقارن	۱/۰۴	مزوکریتیک
	G ₂	۱/۹۵	۱/۵۲	۲/۴۲	جورشدگی بسیار بد	-۰/۳۱	خیلی به سمت ذرات دانه درشت کج شده	۰/۷۰	پلیتی کرتیک
	G ₃	۲/۷۵	۲/۰۲	۲/۲	جورشدگی بسیار بد	-۰/۵۴	خیلی به سمت ذرات دانه درشت کج شده	۰/۸۸	پلیتی کرتیک
	G ₄	-۰/۹۵	-۰/۸۵	۱/۷۷	جورشدگی بد	-۰/۶۹	خیلی به سمت ذرات دانه درشت کج شده	۱/۲۱	لپتوکریتیک
رسوبات دیواره ۲ محوطه	G ₁₀	۱/۲۵	۰/۸۵	۲/۷	جورشدگی بسیار بد	-۰/۲۳	به سمت ذرات دانه درشت کج شده	۰/۶۶	خیلی پلیتی کرتیک
	G ₁₁	۱/۰۵	۰/۳۸	۳/۱۸	جورشدگی بسیار بد	-۰/۳۵	خیلی به سمت ذرات دانه درشت کج شده	۰/۷۹	پلیتی کرتیک
	G ₁₂	۲/۶۵	۱/۷۸	۲/۴۰	جورشدگی بسیار بد	-۰/۵۳	خیلی به سمت ذرات دانه درشت کج شده	۰/۴۳	خیلی پلیتی کرتیک
رسوبات دیواره ۳ محوطه	G ₈	۱/۶۵	۰/۸۸	۲/۹۷	جورشدگی بسیار بد	-۰/۳۹	خیلی به سمت ذرات دانه درشت کج شده	۰/۶۴	خیلی پلیتی کرتیک
رسوبات دیواره کانال رودخانه ای مجاور محوطه	F ₁	-۱/۱۵	-۱/۲۲	۱/۷۱	جورشدگی بد	۰/۰۴	تقریباً متقارن	۱/۰۹	مزوکریتیک
	F ₂	-۲/۶۵	-۳/۸۵	۲/۰۲	جورشدگی بسیار بد	-۰/۰۲	تقریباً متقارن	۱/۰۸۷	مزوکریتیک
	F ₃	-۳/۲۵	-۴/۱۵	۴/۷	جورشدگی بینهایت بد	۰/۴۵	خیلی به سمت ذرات دانه ریز کج شده	۰/۹۶	مزوکریتیک
	F ₄	۳/۸۵	۲/۳۸	۲/۲۳	جورشدگی بسیار بد	-۰/۰۹	خیلی به سمت ذرات دانه درشت کج شده	۰/۷۷	پلیتی کرتیک
	F ₅	-۱/۹۵	-۱/۸۲	۱/۹۳	جورشدگی بد	۰/۱۸	به سمت ذرات دانه ریز کج شده	۱/۱۱	مزوکریتیک
	F ₆	۲/۸۵	۲/۲۲	۱/۸۹	جورشدگی بد	-۰/۵۲	خیلی به سمت ذرات دانه درشت کج شده	۰/۹۱	مزوکریتیک