دوفصلنامه کواترنری ایران (علمی-پژوهشی)، دوره ۷، شماره ٤ و ۳، پاییز و زمستان ۱٤۰۰
ص ۳٤۰ تا ۳٦۹

تحلیلی بر فرگشت محیطی در محوطه قلعه‌بن شهرستان بابل استان مازندران

مجتبی صفری*؛ استادیار موسسه آموزش عالی نیما محمودآباد، مازندران، ایران

حمید نظری؛ دانشیار پژوهشکده زمین شناسی، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران، ایران

حسن فاضلی نشلی؛ استاد گروه باستان شناسی دانشگاه تهران، ایران

الهه رحیمی؛ دانشجوی دکتری زمین شناسی گرایش رسوب شناسی دانشگاه فردوسی مشهد، ایران

مینا مدیحی؛ کارشناسی ارشد باستان شناسی، دانشگاه هنر اصفهان، ایران

حسن افشاری؛ دانشجوی دکتری باستان شناسی دانشگاه تهران، ایران

نرجس حیدری ؛ استادیار موسسه آموزش عالی نیما محمودآباد، مازندران، ایران

تاریخ دریافت: ۱٤۰۰/۰۳/۰۳ تاریخ پذیرش: ۱٤۰۰/۰۸/۳۰

چکیده:

زیست‌محیط تأثیر مهمی در زندگی انسان پیش از تاریخ داشته است ، وی با توجه به پتانسیل زیست محیط، مکان مناسب برای سکونت خویش را برمی‌گزید. انسان‌ها هنوز به پیشرفت‌های تکنولوژیکی برای تغییرات جدی زیست‌محیطی آگاه نبودند و یکی از مهمترین دلایل انتخاب سکونتگاه، دسترسی به آب شیرین بوده است. این عامل مهم برای انتخاب، در مواردی باعث انحلال می‌شد. برای مثال خشکسالی‌های پی‌درپی منجر به ترک سکونتگاه و فروپاشی استقرار شده و در موارد دیگر با تغییر جهت رودخانه و سیلاب های ناشی از آن، برخی استقرارها به کلی متروک یا دارای وقفه فرهنگی شده‌اند. محوطه قلعه‌بن یکی از محوطه‌هایی است که به دلیل رسوبات سیلابی دارای وقفه فرهنگی شده است، با توجه به نتایج به دست آمده از کاوش این محوطه، در ترانشه‌های Q-31 وX-35 ، لایه‌های سیلابی فاقد بقایای فرهنگی به ضخامت نزدیک به یک متر شناسایی گردید که حاکی از یک وقفه در این محوطه است.

*رایانامهٔ نویسندهٔ مسئول: mojtaba.safari83@gmail.com

دلیل این ناهنجاری زیست‌محیطی را می‌توان در رخداد پارینه‌لرزه در ترانشهQ-31 دانست که پس از آن سراسر محوطه قلعه‌بن با نهشته‌های سیلابی پوشیده شده است. بر پایه گاهنگاری به روش کربن۱٤ در محوطه قلعه‌بن آخرین لایه استقراری پیش از متروک شدن(۱٦۱۳-۱۵۰۸پیش از میلاد) برآورد می‌گردد.

کلیدواژه: ژئومورفولوژی، گسل، رسوب‌گذاری، باستان‌شناسی، قلعه‌بن.

مقدمه:

شرایط زیست‌محیطی و جغرافیایی، از گذشته تا به حال، در زندگی بشر نقش تعیین‌کننده‌ای داشته است. این واقعیت سبب می‌شود تا برای درک تحولات فرهنگی جوامع و فهم مسیر تحول‌شان، شرایط زیست‌محیطی و جغرافیایی آنها را مورد مطالعه قرار دهیم. در غیر این صورت نمی‌توان به چگونگی و چرایی تحولات فرهنگ‌های گذشته پی برد. در واقع، درک اوضاع جغرافیایی و زیست‌محیطی که نیاکان ما در آن می‌زیستند برای شناخت عمومی تغییرات فرهنگ‌ها و تمدن‌های باستان ضروری است(علیزاده، ۱۳۸۰). استان مازندران به دلیل دارا بودن مشخصه‌های محیطی مانند آب فراوان، خاک حاصلخیز، منابع غنی دریایی و جنگلی، محیط مناسبی برای شکل‌گیری جوامع در طول دوران پیش از تاریخی بوده است. به علاوه، این حوزه به عنوان پلی ارتباطی بین مناطق شمال غربی با مناطق شمال شرقی و همچنین سرزمین‌های جنوبی البرز به شمار می‌آمده و در طول زمان از فرهنگ‌های همجوار متأثر شده است. در این نوشتار با بررسی ژئومورفولوژی، رسوب‌گذاری و تغییرات اقلیمی در حوزه مورد مطالعه و تأثیر آن بر زندگی جوامع انسانی ساکن در محوطه قلعه‌بن، به بررسی تحولات محیطی و وقفه تاریخی ایجاد شده در این محوطه پرداخته شده است. لذا با بررسی اثرات زلزله و جریان‌های سیلابی خوش رودپی از طریق مطالعات زمین شناسی، ژئومورفولوژی و باستان شناسی می توان به دگرگونی استقرار محوطه قلعه بن پی برد. با توجه به یافته‌های باستان‌شناسی به دست آمده از کانتکست‌های ۳۰۶ ، ۳۰۷ و ۳۰۹ از ترانشهQ31 و کانتکست ۱۰۷ از ترانشه X-35 می‌دانیم در کانتکست ۳۰۶ خاک متراکم رسی با گره‌های آهکی به دست آمد و هرچه ضخامت آن بیشتر شد، بافت سیلتی بیشتری در آن انباشته شد و در کانتکست ۳۰۷ بافت خاک به نوع رسی- آهکی با درصد رس بالا به همراه بقایای صدف و حلزون‌های رودخانه‌ای از نوع گونه‌های آب شیرین تغییر کرد که حکایت از جریانات رسوبی و

رودخانه‌ای به عمق ۱متر دارد و با توجه به نزدیکی رودخانه خوش‌رودپی در غرب محوطه قلعه‌بن می‌توان این تغییرات را به آن نسبت داد.

از آنجایی که کانتکست زیرین (۳۰۹) دارای یک فرونشست یا تنش لرزه طبیعی می‌باشد، احتمالاً دلیل شکل‌گیری رسوبات در لایه‌های فوقانی، وجود تنش لرزه طبیعی منطقه‌ای بوده است. در این پژوهش با هدف پاسخ به پرسش‌های بنیادین، در کنار کاوش باستان‌شناسی به تجزیه و تحلیل‌داده های زمین شناسی و ژئومورفولوژی به کمک نمونه‌گیری آزمایش‌های گوناگون مانند مطالعات مورفوسکوپی، آزمایش XRD آنالیز دانه بندی و تعیین کد بافتی رسوبات، آزمایش‌های دانه‌بندی و کلسیمتری بر روی نمونه‌های رسوبی برداشت شده، با هدف دستیابی به آنالیز رسوب شناسی بکار گرفته شد و سپس نتایج حاصل از آن ها تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.

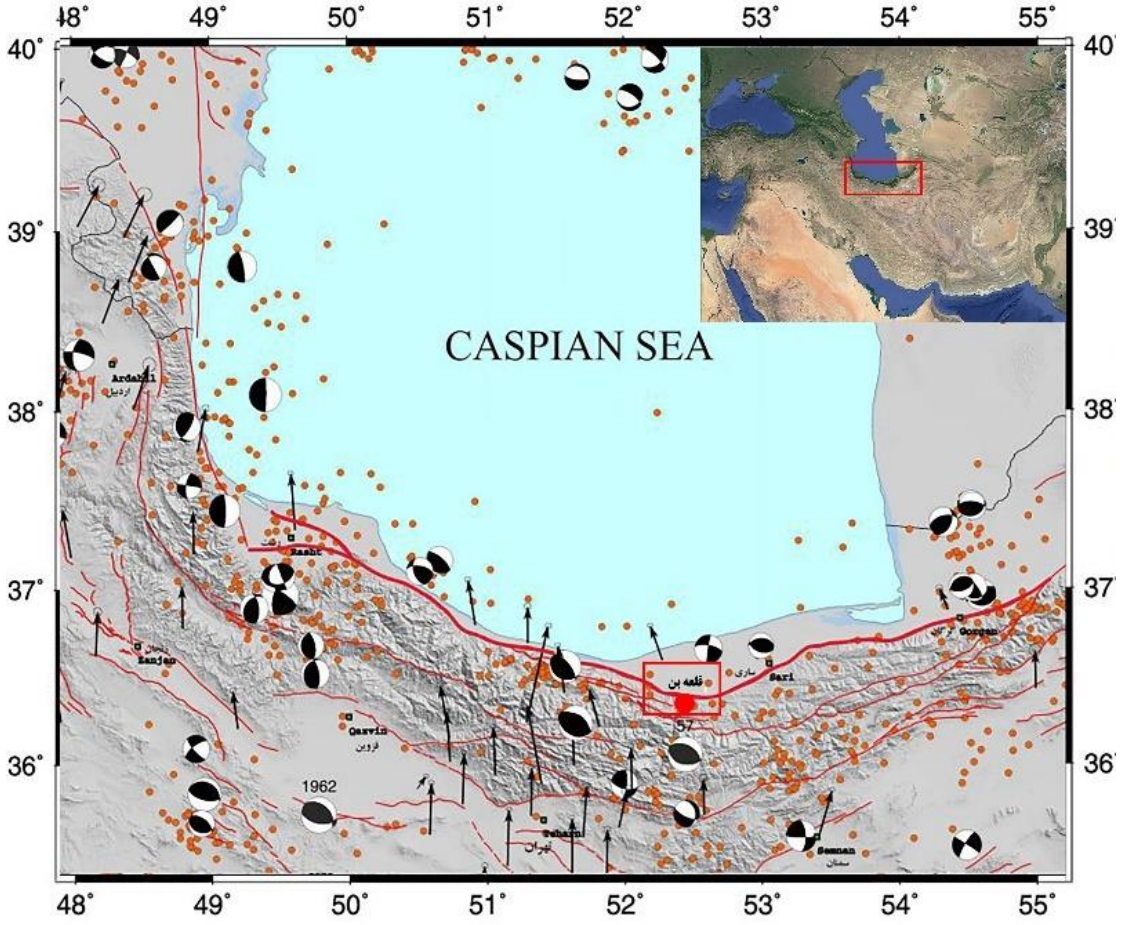
زمین شناسی حوزه مورد مطالعه:

محوطه قلعه‌بن از محوطه‌های شاخص عصر مفرغ در بخش مرکزی مازندران در شهر خشرودپی، شهرستان بابل واقع در بخش بندپی غربی می باشد(تصویر شماره ۱)، که در ارتفاع ۶۶ متری از سطح آب‌های آزاد و دارای مختصات طول و عرض جغرافیایی "۱۷.۸۴ '۲۳ °۳۶ شمالی و "۱۲.۵۵ '۳۴ °۵۲ شرقی می‌باشد. همچنین این محوطه با شماره ۳۱۳۶۷ در فهرست آثار ملی ثبت گردیده است. در بهار سال ۱۳۹۷ طرح کاوش باستان شناسی محوطه قلعه‌بن توسط یکی از نگارندگان ارائه گردید و در زمستان همان سال مورد کاوش قرار گرفت. در نخستین فصل از کاوش باستان شناسی محوطه قلعه‌بن، گمانه های با نام‌های X-35 به منظور لایه نگاری و گمانه Q-31 به منظور مطالعه تحولات زمین‌شناسی ایجاد گردید (فاضلی نشلی، ۱۳۹۷). حوزه مورد مطالعه در محدوده بندپی غربی، ساختار جنگلی دارد. با وجود پوشش جنگلی و چشم‌اندازهای سبز پیرامون، بسیاری از پدیده‌های مورفولوژیک و نیز رخنمون لایه‌های زمین‌شناسی دیده نمی‌شود و در زیر پوشش گیاهی منطقه پنهان شده‌اند. این منطقه بر روی آخرین تپه‌ماهورها و ناهمواری‌های شمالی مشرف برجلگه خزر واقع شده است (رحیمی ، ۱۳۸۴). اراضی فوق به لحاظ زمین‌شناسی بخشی از رسوبات و نهشته‌های سری

قاره‌ای بوده که در اواخر دوران سوم (پلیستوسن[1]) و اوایل دوران چهارم (پالئوکواترنر[2]) شکل گرفته و شامل مواد و نهشته‌های فرسایش یافته از قلل مرتفع واقع در دامنه‌های شمالی رشته کوه البرز می‌باشند.

این رسوبات توسط جریان‌های فرسایشی آب و حرکات یخچالی به سمت پایین روان شده و به دلیل قرارگیری در جنوب گسل سراسری خزر، همراه با بلند شدن زمین در محیط خشکی قاره‌ای و گاه در زیر لایه‌ای از آب یا یخ‌های دوره‌های سرد شکل گرفته است(آقا نباتی،۱۳۸۳). گستره زمین‌شناسی منطقه از نظر ساختاری بخش کوچکی از لبه البرز است و در حوضه خزر جنوبی، در پهنه اثر گسل لرزه ای خزر قرار می‌گیرد. گسل خزر با طولی بیش از ۶۰۰ کیلومتر و راستای غالب شرقی-غربی از جنوب خلیج گرگان در شرق ساری به سوی غرب تا جنوب لاهیجان در شرق، کم و بیش به صورت آشکار، بیشتر بر پایه نشانه‌های ژئومورفولوژی، با افرازی آشکار قابل رهگیری بوده و سبب راندگی واحدهای سنگی مزوزوئیک[3] بر روی رسوبات جوان دشت ساحلی می‌شود. البته این افرازگاه در مرز واحدهای سنگی و نهشته های جوان و گاهی در میان رسوبات آبرفتی و دشت ساحلی جنوب کاسپین جای می‌گیرد (نبوی،۱۳۵۵) (شکل ۱). ارتفاع عمومی حوضه به سمت جنوب زیاد می‌شود. مناطق جنوب غربی بیشترین ارتفاع را داشته و ستیغ‌هایی مرتفع در آن‌ها دیده می‌شود (شرق پیت‌کت). در قسمت‌های جنوب‌شرقی حوضه آبریز بابل‌رود، ارتفاع زمین کمتر و شیب عمومی زمین بسیار ملایم‌تر است. مرز میان این دو قسمت زونی به شدت خرد شده و گسلیده است که بین ناودیس نشل در غرب و ناودیس سفیدریز در شرق قرار گرفته است. این زون گسلی علاوه بر تغییر ارتفاع از شرق به غرب، مرز جدا کننده دو حوضه آبریز در شمال و جنوب نیز می‌باشد: حوضه آبریز بابلرود در شمال و حوضه آبریز چراب و شش‌رودبار (زیر حوضه‌های تالار) در جنوب در اثر این زون گسلی از هم تفکیک می‌شوند (رحیمی، ۱۳۸۴).

1 Pleistocene
2 Paleo Quaternary
3 Mesozoic Era



شکل۱: نقشه لرزه زمین ساختی گستره خزر جنوبی (با تغییرات پس از طالبیان و همکاران ، ۲۰۱۳). خط چین های سرخ نازک و ستبر نشان دهنده گسل‌های استنباطی ، فرعی و اصلی است. خط قرمز ضخیم گسل خزر در حاشیه شمالی رشته کوه البرز مرکزی را تعریف می‌کند. مکانیسم کانونی زلزله از جکسون و همکاران (۲۰۰۲) ، تاتار و همکاران (۲۰۰۷) و کاتالوگ جهانی CMT گرفته شده است. همه زلزله‌های شناخته شده در البرز از ۳۵ کیلومتر کم عمق تر هستند. نقاط نارنجی کانون زلزله‌ها را با Mw> 5 نشان می‌دهد، (انگدال و همکاران، ۱۹۹۸ ، انگدال و ویلاسنور ۲۰۰۲). پیکان‌های سیاه بردارهای سرعت GPS (بر حسب میلی متر در سال) نسبت به اوراسیا هستند (http://www.ncc.ir). موقعیت مکانی خوش‌رودپی با دایره سرخ در چهارگوش سرخ به نمایش در آمده است.

رسوب شناسی محوطه قلعه‌بن برمبنای مطالعات آزمایشگاهی

نواحی پایین دست رودخانه‌ها از گذشته‌های دور، مناطق ایده‌آلی جهت استقرارهای انسانی در سراسر جهان بوده‌اند. در هولوسن پایانی توسعه جنگل‌زدایی، رشد جمعیت، شهرنشینی و توسعه تجارت و تسریع تبادلات فرهنگی رشد فزاینده‌ای داشته است (Kaplan et al., 2009; Gates, 2011). با حضور رو به رشد انسان و

تأثیر آن بر حوضه‌ها و رودخانه‌ها در پس کرانه‌ها به ویژه در چند میلیون سال اخیر، رژیم‌های دبی جریان[۴] رودخانه با جابجایی ذخایر رسوب به پایین دست تغییر کرده است (Hoffmann et al, 1997). وضعیت کانال‌های رودخانه‌ای در گذشته به لحاظ زمین‌شناسی و تاریخی از اهمیت ویژه‌ای برای باستان‌شناسی برخوردار بوده است (Chalov, 1996). مطالعه بر روی جریان رودخانه‌ای تقریباً در همه گرایش‌های تحقیقات باستان‌شناسی مورد استفاده قرار می‌گیرد، به عنوان مثال در توصیف مکانی یک محوطه باستان‌شناسی ضروری است که اطلاعات مربوط به ارتباط فضایی آن محوطه با بخش‌های مختلف چشم‌انداز رودخانه (معمولاً تراس، کانال امروزی یا دریاچه شاخ گاوی) توصیف شود. نتایج این مطالعات در مناطق آبرفتی محوطه‌های باستانی و زمین باستان‌شناسی از منظر مطالعات زیست محیطی، چشم انداز باستان‌شناسی و زمین‌شناسی کاربردی است (Goldberg and Macphail, 2006). از منظر مطالعات زیست محیطی و زمین‌شناسی، چهار روند اصلی برای مطالعه رودخانه‌ها وجود دارد زیرا بستر رودخانه‌ها در آینده، محیط‌های رسوبی خواهند بود که قابلیت جذب[۵] جوامع انسانی را دارند. این ۴ روند عبارتند از:

الف) ژئومورفولوژی، این روند به بازسازی تاریخچه منظر و چشم اندازه رودخانه در گذشته می‌پردازد و ارتباط آن را با تاریخچه زمانی رویدادهای مهم دیرین بوم شناختی (پالئواکوئولوژیک) مشخص می‌نماید، مطرح است. تأثیر فرآیندهای رودخانه‌ای و تشکیل دشت‌های سیلابی در بوجود آوردن بستر مناسب برای شکل‌گیری استقرارگاه‌های گروه‌های انسانی و سازگاری آن‌ها با مناظر محلی در این مقوله بررسی می‌شود (Brunet et. al., 2004; Bronnikova et al, 2010).

ب) تأثیرات زیست محیطی فعالیت‌های انسانی، در این روند از فعالیت‌های انسانی به خصوص به اقتصاد مبتنی بر تولید مواد غذایی (کشاورزی)، سیستم‌های آبیاری ناشی از آن و جنگل زدایی پرداخته می‌شود. این عوامل با ماهیت و میزان فرسایش و فرایندهای تجمع رسوبات در دره های رودخانه‌ای مرتبط می‌باشد(Bessonova and Klyuev, 2010).

ج) برآورد پتانسیل تجمع رسوب در منطقه در آینده برای تحقیقات بعدی، که این روند شامل ارزیابی وضعیت حفاظت از آثار و بناهای باستان شناسی می‌شود (فواصل مناطقی که دچار فرسایش رودخانه در زمان‌های مختلف می‌شوند، تخمین زده شود) و شناسایی بالقوه محوطه‌هایی که ممکن است انباشت رسوبات،

4 Circulation
5 Absorption

اشیا یا سایت باستانی را در معرض تهدید قرار دهد.تحقیق و کاوش به تنهایی حائز اهمیت نیست بلکه برنامه‌ریزی جهت اقدامات حفاظتی از این میراث باستانی دارای اهمیت بالاتری است (Howard et al, 2008).

د) بازسازی مناظر طبیعی و طبیعت محلی، محیط‌های معاصر محوطه‌های واقع در دشت سیلابی و منشأیابی رسوبات مولد زایش آثار فرهنگی (Murasheva et al, 2009).

فرایندهای رودخانه‌ای، عامل اصلی شکل‌گیری زمین‌های دشت‌گونه در اواخرپلیستوسن و دوره هولوسن بودند. این فرآیندها همراه با تغییرات اقلیمی جهانی و محلی به طور مستقیم در استقرار انسان‌ها و توسعه مناطقی که برای شکل‌گیری جوامع انسانی مناسب بودند، تأثیر داشت. تا جایی که به ژئومورفولوژی (زمین ریخت‌شناسی) مربوط می‌شود، کانال‌های رودخانه‌ای شمال کشور با توجه به ویژگی‌های اقلیمی و تکتونیکی، از نظر شکل و مکان‌یابی بستر در طول زمان تغییرپذیری بسیار بالایی داشته‌اند، به طوری که بستر بسیاری از رودخانه‌های فعلی شمال کشور، در گذشته در موقعیت جغرافیایی متفاوتی قرار داشته و ژئومورفولوژی و چشم اندازمتفاوتی نسبت به شرایط فعلی داشتند. غالب رودخانه‌های مازندران به دلیل کاهش شیب در مرز کوهستان و دشت الگوی[6] مآندری داشته و جابجایی یا مهاجرت جانبی زیادی را نشان می‌دهند. ازجمله این رودخانه‌ها بستر رودخانه خوش‌رود می‌باشد که در دشت سیلابی بندپی غربی و به فاصله اندکی از غرب محوطه قلعه‌بن جریان دارد و بستر آن در طول تاریخ بارها تغییر یافته است. رودخانه‌ها مسیر و شبکه خود را با توجه به اقلیم، تکتونیک و حجم بار رسوبات تغییر می‌دهند، با توجه به این که در منطقه مورد مطالعه شرایط خوبی جهت تولید ذخایر رسوب فراهم بوده است، توالی‌های رسوبی در این مناطق به خوبی تغییرات ژئومورفولوژیکی و باستان‌شناسی را در خود ثبت کرده است.

در محوطه قلعه‌بن از داده‌های زمین‌شناسی جهت آنالیز رسوبات و بازسازی محیط رسوبی استفاده شده است. لایه‌های رسوبی شامل رخساره‌هایی هستندکه با استفاده از شرایط استاندارد رسوب‌شناسی توصیف می‌شوند. این شرایط و پارامترهای استاندارد شامل: عمق، ضخامت، ترکیب (به عنوان مثال، به طور عمده دارای پوسته صدف است یا عمدتا فاقد پوسته است یا مخلوط هردو است)، بافت، ساختار، رنگ و ماهیت مرز پایین و بالای یک لایه رسوبی می‌باشد.

---

6 pattern

آنالیزهای دانه‌سنجی، مورفوسکوپی و نتایج آزمایش‌های کانی‌شناسی در تعیین رخساره‌ها موثرند و نشان می‌دهند که در تفکیک واحدهای رسوبی، **بافت** شاخصه اصلی و تعیین کننده است.

مواد و روش‌ها:

جهت تهیه نقشه بازسازی کانال‌های قدیمی رودخانه‌ها نیاز به طیف گسترده‌ای از روش‌ها می‌باشد که شامل بازسازی کانال‌های قدیمی و پیگیری روند آن تا عصر حاضر، بازسازی باستان‌شناسی و زمین‌شناسی به همراه سن‌سنجی لومینسانس و کربن‌سنجی رسوبات سایت فرهنگی است و داده‌های قابل اعتمادی از حوادث ارائه می‌دهد. روش‌های ژئوفیزیکی در کنار آنالیز و تحلیل عکس‌های هوایی، تصاویر ماهواره‌ای وکارتوگرافی با کاربرد تکنولوژی GIS، در تلفیق و تحلیل داده‌های زمین‌شناسی، باستان‌شناسی و ژئومورفولوژی است. مراحل مطالعات انجام شده در این پژوهش شامل مطالعات پایه، عملیات میدانی، مطالعات آزمایشگاهی و تحلیل و پردازش داده‌ها است. در ابتدا اطلاعات کتابخانه‌ای شامل مقالات، نقشه‌ها و کارهای پژوهشی انجام شده در منطقه‌ی مورد مطالعه و کارهای پژوهشی مشابه در مناطق دیگر، جمع‌آوری شد. سپس جمع‌آوری اطلاعات مربوط به منطقه از جمله برخی از نقشه‌ها و گزارش‌های سازمان هواشناسی و نیز استفاده از تصاویر ماهواره‌ای جهت بررسی شکل و مورفولوژی رودخانه‌های واقع در اطراف سایت انجام شد. در بخش عملیات میدانی از لایه‌های رسوبی ترانشه های X-35 و Q-31، با توجه به تغییرات بافت، رنگ و سایر مشخصات ظاهری نمونه برداری شد. نمونه‌های برداشت شده در داخل زیپ کیف قرار داده شده و به آزمایشگاه سازمان زمین‌شناسی منتقل گردید. بخشی از نمونه‌ها برای مطالعات XRD و بخش مربوط به آنالیز رسوب‌شناسی طی ۴۸ ساعت در دمای آزمایشگاه خشک قرار گرفت، سپس الک شده و آزمایش دانـه‌بندی مرطوب بر روی آن‌ها انجـام شد. پس از انجام آنالیز دانه‌بندی مرطوب به وسیله الک شیکر، ذرات کوچکتر از ۶۳ میکرون جهت دانه‌بندی سیلت و رس با دستگاه دانه‌بندی لیزری مجدداً آزمایش شدند. پس از آن فراکسیون‌های تفکیک شده توسط الک برای تعیین نوع و میزان اجزای تشکیل دهنده به بخش مطالعات مورفوسکوپی انتقال داده شد. بخشی از ذرات زیر ۶۳ میکرون برای تعیین میزان کربنات به وسیله دستگاه کلسیمتر، آنالیز شدند. برای دستیابی به نتایج قابل قبول و به منظور بررسی دقیق نمونه‌ها و به‌دست آوردن داده‌های قابل اطمینان، لازم است مطالعات آزمایشگاهی به‌طور صحیح و حتی الامکان با کم‌ترین خطا صورت گیرد.

آزمایش‌های انجام شده در این پژوهش به شرح زیر می‌باشند: آزمایشات دانه‌بندی مرطوب، لیزری و کلسیمتری، مطالعات مورفوسکوپی، آزمایش XRD آنالیز دانه بندی و تعیین کد بافتی رسوبات: آزمایش‌های دانه‌بندی وکلسیمتری بر روی نمونه‌های رسوبی برداشت شده از ترانشه انجام شد.

یافته‌ها:

بافت رسوبات در ترانشه های X-35 – Q-31 محوطه قلعه بن

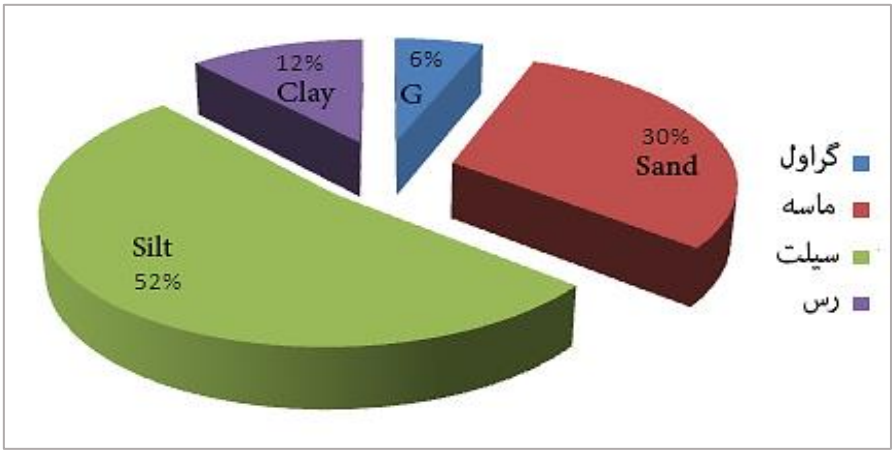
رسوبات تنوع رنگ طبیعی چندانی نشان نمی‌دهند ولی رنگ‌های قهوه‌ای و قهوه‌ای خاکستری در لایه‌های بالا (سیلتی) و رنگ خاکستری و خاکستری زیتونی (رسی) در لایه‌های زیرین غالب است. این نشان می‌دهد که بافت خاک در لایه‌های بالایی تپه اکثرا سیلتی و در لایه‌های زیرین میزان رس خاک غالب‌تر است. بافت غالب در همه لایه‌ها گل ماسه‌ای با کمی گراول است که به سمت عمق از گراول آن کاسته می‌شود اما در بخش لایه‌های فرهنگی، به علت وجود آثار فرهنگی، تعداد دانه‌های گراولی مجدداً افزایش یافت که این افزایش به بافت خاک و رسوبگذاری مربوط نمی‌شود و در ارتباط با لایه‌های فرهنگی و فعالیتهای انسانی می‌باشد. بنابراین رخساره سیلتی و رخساره گلی از رخساره‌های مشاهده شده در رسوبات این محوطه هستند.

رسوب شناسی ترانشه Q31 (قابل تعمیم به کل محوطه): بخش فوقانی ترانشه تا انتهای کانتکست ۳۰۴، از خاک‌های زراعی شامل ریشه گیاهان و گرهک‌های ریشه‌ای، نودول‌های کربناته ریز و خرده شکسته‌های صدف گاستروپود (حلزون آب شیرین یا خشکی) تشکیل شده است. بافت گلی گراولی و رخساره سیلتی متمایل به قهوه‌ای خاکستری است، از نظر ساختمان داخلی توده‌ای بوده و آثار ضعیفی از لامینه[۷] در برخی مناطق آن مشاهده می‌شود (نمودار ۱). بیشتر طبقات رسوبی در داخل خود حاوی لامیناسیون‌هایی هستند که اغلب آنها به صورت موازی یا با زاویه کمی نسبت به سطح لایه قرار می‌گیرند. به طور کلی لامیناسیون‌ها در رسوبات با اندازه‌های متفاوت در حد سیلت، ماسه، و گراول دانه ریز تشکیل می‌گردند. در جریان بالای آب (سرعت زیاد) لامیناسیون‌های مسطح بیشتر در ماسه و سیلت تشکیل می‌شوند.

در سرعت بالای آب ریپل مارک، امواج ماسه‌ای و یا دون‌ها نمی‌توانند تشکیل شوند و تنها ساخت حاصله فقط لامیناسیون مسطح می‌باشد. در جریان پایین آب (سرعت کم)، لامیناسیون‌های افقی بیشتر در رسوبات

۷ واژه لامینه در مورد چینه‌ها و لایه‌هایی به کار می‌رود که ضخامت آنها کمتر از یک سانتی‌متر می‌باشد.

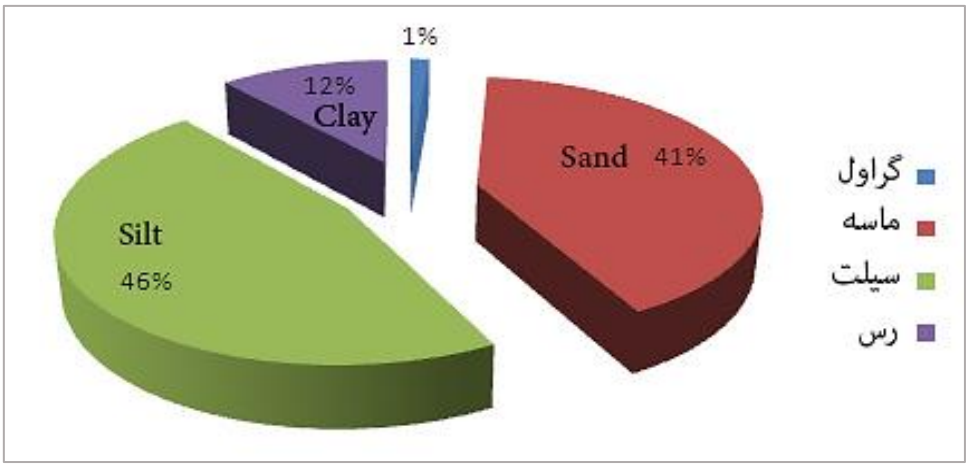
ماسه‌ای که اندازه دانه‌های آنها از ۰/۶ میلی متر درشت‌تر است دیده می‌شود. که در چنین حالتی سرعت جریان به حد کافی نیست با این که اجازه تشکیل ریپل مارک و غیره را بدهد. البته لامیناسیون‌های مسطح ممکن است در اثر رسوبگذاری مستقیم ذرات معلق در آب نیز تشکیل شود (موسوی حرمی، ۱۳۸۳) . بر اساس وجود لامیناسیون ضعیف می‌توان نتیجه‌گیری کرد که رسوبگذاری در شرایط تدریجی و درنتیجه ته نشینی و جریان آرام می‌باشد.



نمودار ۱: درصد اندازه ذرات از سطح بالایی ترانشه تا انتهای کانتکست ۳۰٤، (نگارندگان، ۱٤۰۱)

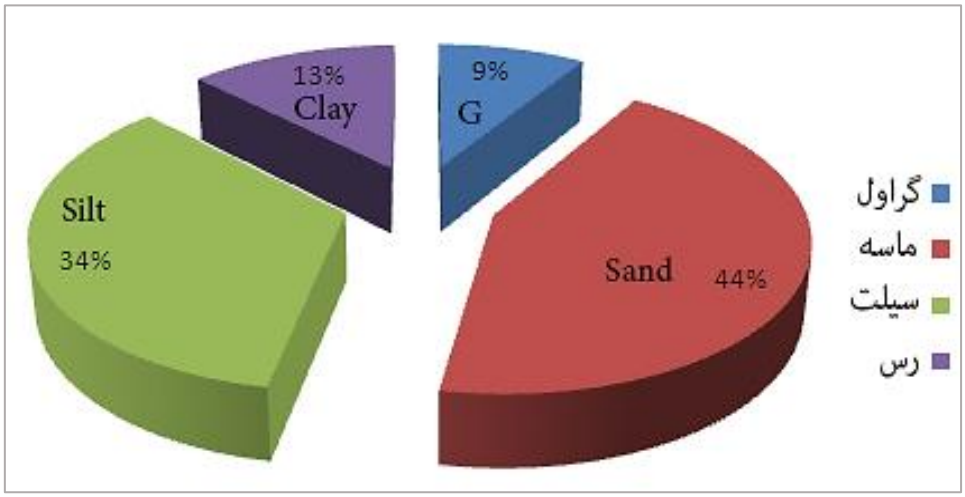
بخش رسوبی بعدی ترانشه از انتهای کانتکست ۳۰۴ تا ابتدای کانتکست ۳۱۷ می‌باشد که از رسوبات آبرفتی به رنگ قهوه‌ای خاکستری تشکیل شده است. نسبت به لایه بالایی از میزان گل آن کاسته و بر مقدار ماسه افزوده شده است. بخشی از آن توده‌ای و بخش دیگر دارای لایه‌بندی است. رسوبات این لایه از کوارتز، کلسیت[8]، فلدسپات و خرده‌های صدف تشکیل شده است. همچنین در این لایه لیمونیت و آلبیت مشاهده شد (نمودار۲).

8 calcite



نمودار ۲: درصد اندازه ذرات از انتهای کانتکست ۳۰۴ تا انتهای کانتکست ۳۱۷، (نگارندگان، ۱۴۰۱)

بخش بعدی نهشته‌ها شامل رسوبات همراه با نهشته‌های فرهنگی می‌باشند که از انتهای کانتکست ۳۱۷ تا انتهای کانتکست ۳۲۴ و پایین تر تا خاک بکر را شامل می‌شوند (نمودار ۳).



نمودار ۳: درصد اندازه ذرات از انتهای کانتکست ۳۱۷ تا انتهای کانتکست ۳۲۴، (نگارندگان، ۱۴۰۱)

بررسی داده‌های به دست آمده از نمونه‌های رسوبی نشان می‌دهد که در سطح، مقادیر رسوبات گراولی بیشتر است که به وجود گرهک‌های ریشه‌ای و خرده‌های صدف گاستروپود مربوط است و افزایش در اندازه ذرات را سبب گردیده که به سمت عمق به تدریج از مقدارگراول کاسته شده و اما با شروع کانتکست فرهنگی افزایش مقدار گراول‌ها مجددا مشاهده می‌شود که مرتبط با فعالیت‌های انسانی است. بنابراین کاهش یا افزایش جزیی در مقدار گراول با انرژی محیط رسوبی و جریان رودخانه‌ای مرتبط نیست و تغییرات قابل ملاحظه بافتی به سمت عمق مشاهده نمی‌شود.

وضعیت دانه بندی ذرات رسوبی: نسبت نزدیکی اندازه دانه‌ها نسبت به هم را «جورشدگی» می‌نامند؛ یعنی هر قدر اندازه دانه‌ها به هم نزدیک باشند، جورشدگی ذرات و یکدستی در اندازه بیشتر است، جورشدگی در این رسوبات در عمق‌های مختلف بسیار بد است که با توجه به نوع محیط رودخانه‌ای رسوبگذاری قابل انتظار است. از کج‌شدگی برای تعبیر و تفسیر محیط رسوبی و فرآیندهایی که باعث حمل و نقل شده است، استفاده می‌شود. به عنوان مثال اگر کج‌شدگی مثبت باشد (بخش عمده، رسوبات دانه ریز باشد) نشانه رسوب‌گذاری در یک محیط آرام می‌باشد و اگر کج‌شدگی منفی باشد (بخش عمده، رسوبات دانه درشت باشد) رسوب‌گذاری در یک محیط پرانرژی صورت گرفته است. در ترانشه مورد مطالعه رسوبات مربوط به دریاچه شاخه گاوی کج‌شدگی مثبت یا متقارن را نشان می‌دهند که موید نهشته شدن در محیط آرام دریاچه‌ای می‌باشد. لایه‌های دارای شواهد فرهنگی و پوسته صدف، دارای کج‌شدگی منفی کاذب هستند که علیرغم حضور گراول‌ها و قطعات بزرگتر نشانه جریان‌های پر انرژی رودخانه‌ای سیلابی نیست، بلکه این افزایش در ابعاد دانه‌بندی در حد گراول (قلوه سنگ‌ها)، در برخی ترانشه‌ها ناشی از شواهد فعالیت‌های انسانی است(موسوی حرمی، ۱۳۸۳). قطعات خرده‌سنگی، کانی‌ها، پوسته‌های صدف و بقایای گیاهی که در این محیط ثبت شد، در واقع همان رسوبات تخریبی آواری هستند که بر بستر دریاچه شاخ گاوی خشک شده تجمع یافته‌اند. حجم کلی نمونه‌ها را نوع آواری‌ها تشکیل می‌دهند که عمده آن خرده سنگ است.

کانی شناسی رسوبات: در هر نمونه، ذرات دارای قطر کمتر از ۲ میلی‌متر زیر میکروسکوپ دو چشمی بررسی شد و اجزای قابل شناسایی مانند قطعات خرده‌سنگی، کانی‌ها، پوسته و بقایای گیاهی ثبت گردید. حجم کلی نمونه را آواری‌ها تشکیل می‌دهند که عمده آن خرده سنگ است. کوارتز و کانی اپاک نیز درمراحل بعدی می‌باشند. وجود کوارتز و کلسیت به عنوان فراوان‌ترین کانی‌های تشکیل دهنده رسوبات با توجه به زمین‌شناسی بالادست کاملا طبیعی است. کوارتز به دو صورت مات و شفاف مشاهده می‌شود که دانه‌های مات به صورت نیمه زاویه‌دار تا نیمه‌گرد و در بعضی موارد گرد و کروی و دانه‌های شفاف به صورت نیمه زاویه دار و با شکستگی صدفی و سطوح صیقلی قابل مشاهده هستند. ذرات شفاف کوارتز به حمل با رودخانه و شسته شدن با آب نسبت داده می‌شود و برخی ذرات بسیار مات مربوط به محیط بادی است. کانی‌های اپاک با خاصیت مغناطیسی بیشتر به صورت کروی و به رنگ سیاه و به شکل خرده‌سنگ رسوبی و در بعضی موارد به صورت بی‌شکل و کاملا زاویه‌دار مشاهده می‌شوند.

برخی کانی‌های اپاک، براق و دارای جلای چرب و ذراتی به ظاهر رسوبی با گردشدگی و کرویت خوب، مات و به رنگ قهوه‌ای هستند. خرده سنگ‌ها از نوع رسوبی، آواری و کربناته هستند که بیشتر به صورت لخته‌ای و کلوخه‌ای مشاهده می‌شوند و در بعضی موارد به صورت کاملا گرد و کروی هستند. از سطح به عمق، به مقدار خرده‌سنگ و قطعات کربناته اضافه شده است در حالی که از مقدار گاستروپود کاسته شده است. قطعات صدف شکسته و تعداد گاستروپودها کاهش زیادی داشته و آهک تخریبی زیاد شده است (شکل‌های ۲، ۳و ۴).

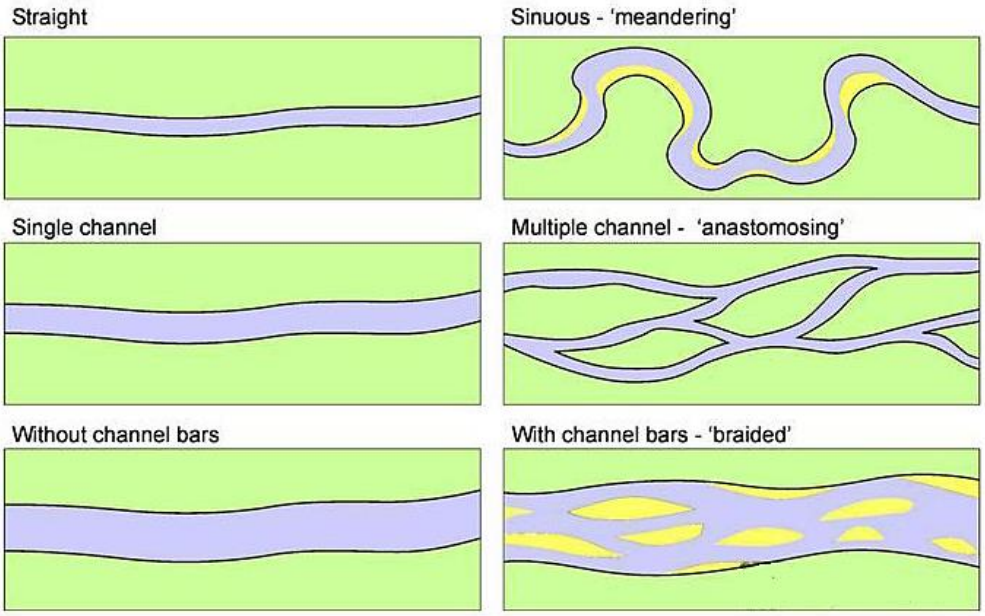
شکل ۲: تصویری از مورفوسکوپی ذرات با میکروسکوپ دو چشمی تا انتهای کانتکست ۳۰۴ (نگارندگان، ۱۴۰۱)

شکل۳: تصویری از مورفوسکوپی ذرات با میکروسکوپ دو چشمی (۳۰٤ تا انتهای کانتکست ۳۱۷)، (نگارندگان، ۱٤۰۱)

شکل ٤: تصویری از مورفوسکوپی ذرات با با میکروسکوپ دو چشمی(از انتهای کانتکست ۳۱۷ تا انتهای کانتکست ۳۲٤)،(نگارندگان، ۱٤۰۱).

مورفولوژی رودخانه حوزه مورد مطالعه

متغیرهای زمین‌شناسی شامل سنگ‌شناسی، زمین ساخت و سطوح تکتونیک، همراه با متغیرهای آب و هوایی، در تشکیل نوع مورفولوژی رودخانه، بار رسوبی و ساختارهای رسوبی آن نقش دارند (Di Giulio etal., 2003). مورفولوژی برش عرضی و ویژگی‌های کانال، با مشخصات جریان، جنس و مقادیر رسوبات ارتباطی مستقیم دارد. مورفولوژی رودخانه‌ها یکی از عوامل اصلی کنترل کننده شکل هندسی رسوبات رودخانه‌ای می‌باشد که بر اساس دو پارامتر **سدی** و **پیچش** تعیین می‌گردد(Miall, 1996) ، بنابراین بر اساس دو پارامتر سدی و پیچش، رودخانه‌ها به چهار دسته زیر تقسیم می‌شوند (شکل ۵):



شکل ۵: مورفولوژی رودخانه ها و انواع کانال های رودخانه ای (Leopold and Wolman, 1957)

الف) رودخانه‌های مستقیم؛ این نوع رودخانه‌ها دارای پیچش کم (کمتر از ۱/۵) و یک کانال ثابت هستند و در طبیعت کمتر دیده می‌شوند.

ب) رودخانه‌های آناستوموسینگ[۹]؛ این نوع رودخانه‌ها توسط جزایر دائمی تقسیم شده و دوباره به هم متصل می‌شوند. سطح این جزایر از گیاهان و علف‌های زیادی پوشیده شده است. این رودخانه‌ها نیز در طبیعت کمتر مشاهده می‌شوند.

---

۹ Anastomosing River

ج) رودخانه‌های بریده بریده یا گیسوئی؛ در این نوع رودخانه‌ها، جریان آب در بستر رودخانه توسط جزایر یا سدهای کوچکی به چند بخش تقسیم شده و دوباره به هم متصل می‌شوند. این سدها غالباً ثابت نبوده و در اثر تغییراتی در جریان آب از محل خود حرکت می‌کنند. اختلاف این رودخانه‌ها با رودخانه‌های آناستوموسینگ در این است که سدها در رودخانه‌های بریده بریده حرکت می‌کنند ولی در رودخانه‌های آناستوموسینگ ثابت می‌باشند. عرض این رودخانه‌ها نسبت به عمق آنها خیلی زیادتر است.

د) رودخانه‌های مآندری؛ این نوع رودخانه‌ها دارای یک کانال پیچیده یا موجی شکل است و مقدار پیچش در آنها بیش از ۱/۵ می‌باشد. پارامتر سدی در این نوع رودخانه‌ها کمتر از یک است. رودخانه‌های مآندری و بریده بریده نسبت به دو نوع دیگر در طبیعت فراوان‌ترند(Leopold and Wolman, 1957).

فاکتورهای تعیین مورفولوژی رودخانه متعدد هستند و در نتیجه یک عامل خاص دلیل رخ دادن انواع آن نیست، بلکه نتایج قابل ملاحظه‌ای از آب و هوا، برجستگی، فاکتورهای محلی، محل و فاصله از منشأ طی دوره‌های کوتاه و طولانی به طور مؤثر عمل می‌کنند. علاوه بر رژیم دبی، اندازه رسوبات حمل شده نیز بر شکل دره رودخانه مؤثر است، چنانچه رودخانه اندازه‌هایی از بار رسوبی را که قادر به حمل آن نیست، در جایی انباشته و رسوبگذاری می‌کند که این یکی از عوامل زمینه‌ساز شاخه شاخه شدن است. به این صورت که بار بستر درشت در تشکیلات سد میان کانالی وارد می‌شود (جدول ۱).

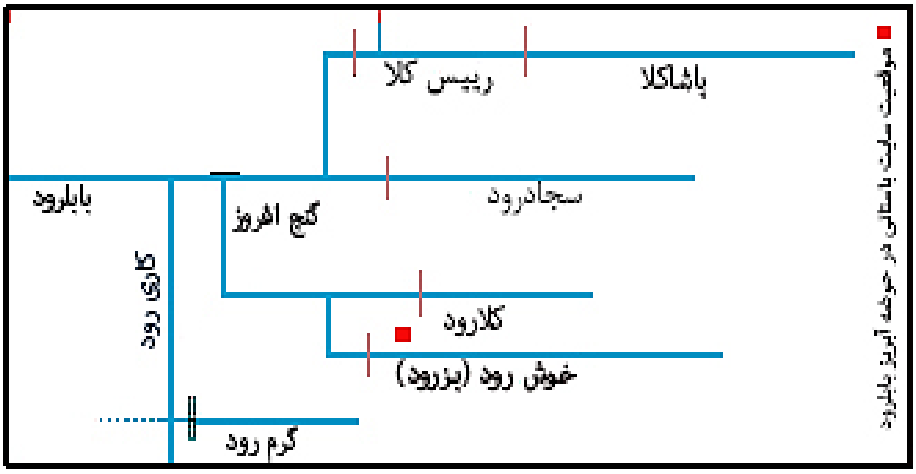
جدول ۱: طبقه بندی انواع رودخانه، (Leopold and Wolman, 1957)

نوع رودخانه	مورفولوژی	پیچ ش	نوع بار	باربستر(٪)	عرض/ عمق	چگونگی فرسایش
مآندری	کانال های منفرد	>۱/۳	بار معلق یا مخلوط	<۱۱	<۴۰	تشکیل پوینت بار و کانال مآندری عریض
بریده بریده	دو یا بیشتر کانال و جزایر کوچک	<۱/۳	بار بستر	>۱۱	>۴۰	کانال عریض
مستقیم	کانال های منفرد،گودال و تالوگ مآندری	≅۱	بار معلق مخلوط یا بار بستر	<۱۱	<۴۰	کانال فرعی و پهن دره ای
آناستوموسینگ	دو یا بیشتر کانال با جزایر ثابت	<۲	بار معلق	<۳	<۱۰	عریض شدن مآندر به آهستگی

با توجه به جدول ۱ و بررسی تصاویر ماهواره‌ای، رودخانه خوش‌رود مورفولوژی مآندری دارد، از سوی دیگر انحراف جریان آب کانال رودخانه کلارود و خوش‌رود جهت آبیاری مزارع و زمین‌های کشاورزی سبب ایجاد الگوی ماندری غیر حقیقی در برخی بخش‌ها شده است. اما آنچه مسلم است، کاهش شیب از کوهستان به دشت، سبب ایجاد الگوی ماندری در بیشتر رودخانه‌های استان می‌شود.

هیدرولوژی حوزه مورد مطالعه

رودخانه بابل‌رود از ارتفاعات البرز مرکزی سرچشمه گرفته و در جهت شمال جغرافیایی و در یک بستر کوهستانی پس از عبور از روستاهای قران‌کلا و دران‌کلا در محلی به نام بالا گنج افروز با رودخانه سجادرود تلاقی می‌کند. تقریبا در همین منطقه از بستر کوهستانی خارج شده و وارد دشت‌های جنوب بابل می‌گردد. این رودخانه از شاخه‌های متعددی تشکیل شده است که سجادرود، کلارود و گرمرود مهم‌ترین آنها می‌باشند. جهت جریان عمومی بابلرود از جنوب به شمال می‌باشد. در نزدیکی شهر بابل شاخه خوش‌رود، رودخانه‌های متالون رود، بزرود و کاری–رود از غرب به آن می‌پیوندد و پس از ملحق شدن به کلارود و گذر از بابلسر به دریای خزر می‌ریزند. کلارود از شاخه‌های بابل‌رود بوده و از دامنه‌های شمال غربی کوه بندرسکون واقع در جنوب غربی بابل سرچشمه می‌گیرد. پس از دریافت شاخه‌های اولیه در جهت شمال غربی وارد شهرک دیوا شده و شاخه‌ای به نام تاره را دریافت می‌کند. در حوالی مقریکلا از قسمت کوهستانی خارج شده و در نوشیروان‌کلا دو شاخه به نامهای خوش رود (بز رود) و تالون را دریافت می‌کند و پس از تلاقی با رودخانه کاری، در جنوب غربی بابل، وارد بابل‌رود می‌شود (رحیمی، ۱۳۸۴) (شکل‌های ۶ و ۷).



شکل٦: موقعیت رودخانه های کلارود و خوش رود در حوضه آبریز رودخانه بابل‌رود، (نگارندگان، ۱۴۰۱)

شکل ۷: تصویری از رودخانه خوش‌رود در منطقه مورد مطالعه، (نگارندگان، ۱٤۰۱)

فیزیوگرافی حوضه مورد مطالعه

در مطالعات فیزیوگرافی حوضه‌ها، ویژگی‌های هندسی و فیزیکی رودخانه و حوضه آبریز آن مورد بررسی قرار می‌گیرد. مهم‌ترین مشخصات هندسی حوضه‌ها مشتمل بر مساحت، محیط، ارتفاع، ضریب کشیدگی، ضریب دایره‌ای، ضریب فشردگی، ضریب شکل حوضه، طول بلندترین مسیر رودخانه، نیمرخ طولی رودخانه، منحنی هیپسومتری حوضه می‌باشد (علیزاده، ۱۳۸۱)(جدول۲).

محیط رسوبی : تغییرات رودخانه‌ها نمود و نمادی از تغییرات لندفرم‌ها در چشم‌اندازهای ژئومورفولوژی و در سیستم‌های حوضه آبریز بوده و می‌تواند روند تحولات و میزان تغییرات را پدیدار سازد. از میان همه ویژگی‌های رودخانه، عوامل ژئومورفیک از جمله پارامترهای پویایی بوده که طی بازه‌های مختلف دچار تغییر می‌شود. بر این اساس پارامترهای هندسی و به تبع آن مورفولوژی رودخانه به طور پیوسته تغییر و الگوی متفاوتی پیدا می‌کنند (Miall, 1996). در رودخانه خوش رود با توجه به اینکه کانال مورفولوژی مآندری دارد، قطع شدگی کانال رخ می‌دهد.

این قطع‌شدگی از نوع قطع‌شدگی تدریجی[10] بوده و رسوبات این محیط با نام رسوبات حدواسط، با توجه به عدم ارتباط با رودخانه و طبیعتاً کاهش انرژی در مراحل ابتدایی ماسه و پس از جدایش نهایی شامل ذرات دانه‌ریز در حد سیلت و رس است. قطع‌شدگی تدریجی هنگامی اتفاق می‌افتد که یک کانال مآندری جدید، پوینت باری را که در چرخه رسوبی ایجاد شده، حفر و قطع کند (شکل ۸). در قطع‌شدگی ناگهانی، رودخانه از کوتاه‌ترین کانال ممکن به جریان خود ادامه می‌دهد[11]. رسوبات تشکیل شده در قطع‌شدگی‌های تدریجی و ناگهانی از خصوصیات مهم یک حوضه سیلابی رودخانه‌ای می‌باشند. این رسوبات در حاشیه داخلی و محدب به رسوبات پوینت بار تبدیل می‌شوند (موسوی حرمی، ۱۳۸۳).

جدول ۲. ویژگی‌های فیزیوگرافی رودخانه‌های کلارود و خوش رود، (نگارندگان، ۱۴۰۱)

حوضه	مساحت(Km^2)	محیط (Km)	طول حوضه (Km)	طول مستعطیل معادل (Km)	عرض مستعطیل معادل (Km)	طول آبراهه اصلی(Km)
کلارود	۱۳۱/۳۳	۵۴/۶۰	۱۹/۳۰	۲۱/۰۷	۶/۲۳	۱۹/۷۰
خوش رود	۳۷۱/۲۲	۱۲۸/۸۳	۴۷/۰۰	۵۸/۰۲	۶/۴۰	۶۵/۵۰

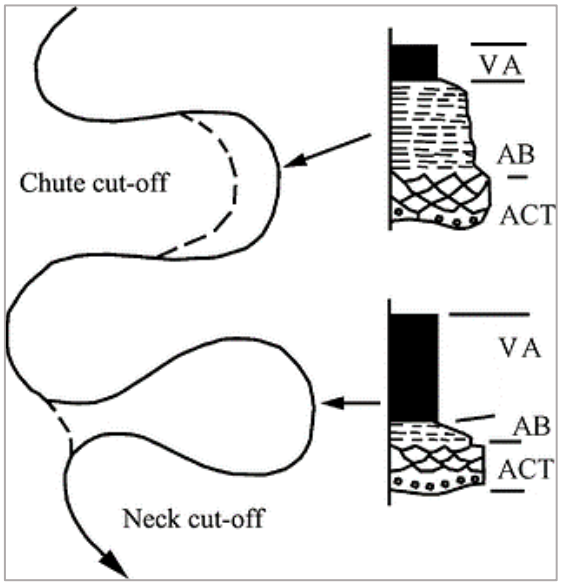
حوضه	شیب متوسط حوضه (m)	ارتفاع حداقل (m)	ارتفاع متوسط (m)	ارتفاع حداکثر(m)
کلارود	۱۵/۹۰	۱۰۰	۱۲۰۰	۲۳۰۰
خوش رود	۲۴/۷۰	۲۲	۱۸۵۴	۳۶۸۵

در قطع‌شدگی تدریجی کانال که در این محوطه اتفاق افتاده است در زمان قطع شدن رسوبات بیشتر از نوع ماسه هستند و پس از قطع شدن کامل مسیر قدیمی رودخانه (در رودخانه‌های مآندری) و تشکیل دریاچه شاخ گاوی، ذرات دانه ریز در حد سیلت و رس در آن رسوب می‌کنند.

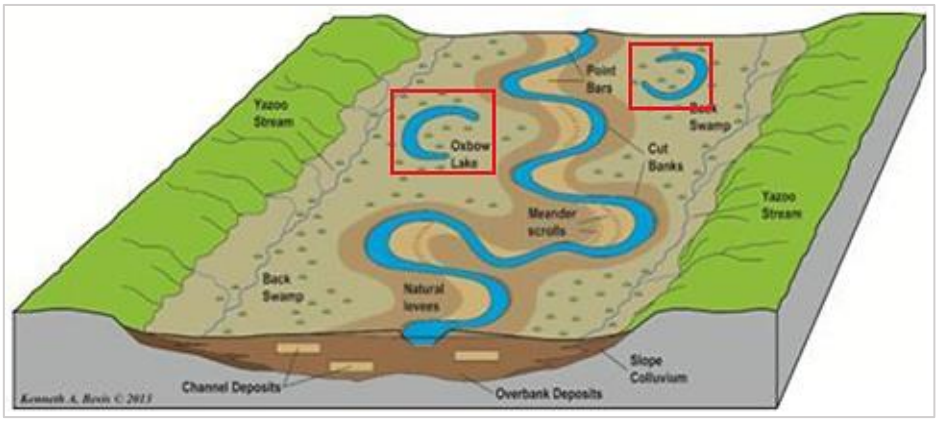
10 Chute cut-off

11 Neck cut-off

اما در اینجا فعالیت گسل رخ داده (زمین‌لرزه) مانع از تکمیل مرحله آرامش و ته نشست رسوبات کاملاً ریزدانه شده و عملکرد گسل با تخلیه آب دریاچه در جهت شیب گسل همراه بوده است. پس از آن رسوبات آواری با ته‌نشست بر روی محیط دریاچه‌ای که آب آن تخلیه شده آن را پوشاندند (شکل ۹).



شکل ۸: قطع‌شدگی تدریجی و ناگهانی در رودخانه‌های مآندری و توالی‌های رسوبی آن‌ها



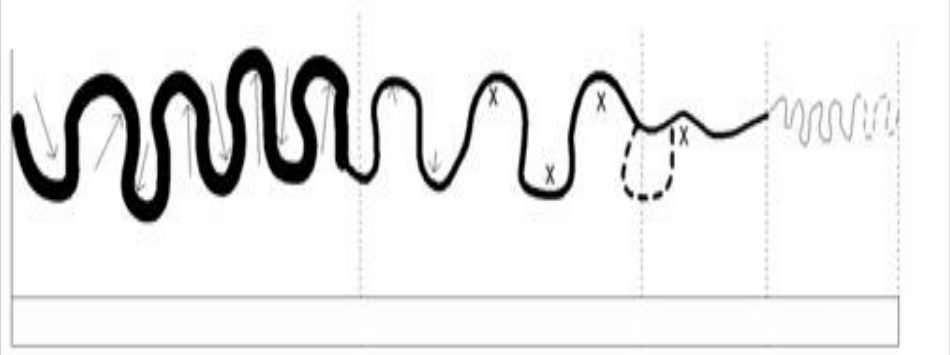
شکل۹: مورفولوژی مآندری رودخانه و تشکیل دریاچه شاخ گاوی۱۲

تجزیه و تحلیل داده‌های محیطی محوطه قلعه‌بن

در رودخانه خوش رود با توجه به اینکه کانال مورفولوژی مآندری وجود دارد، قطع‌شدگی کانال رخ می‌دهد.

12 Oxbow Lake

این قطع‌شدگی از نوع قطع‌شدگی تدریجی بوده و رسوبات این محیط با نام رسوبات حد واسط، با توجه به عدم ارتباط با رودخانه و طبیعتاً کاهش انرژی در مراحل ابتدایی ماسه و پس از جدایش نهایی شامل ذرات دانه‌ریز در حد سیلت و رس است. قطع‌شدگی تدریجی هنگامی اتفاق می‌افتد که یک کانال مآندری جدید، پوینت باری را که در چرخه رسوبی ایجاد شده، حفر و قطع کند (شکل ۱۰).



شکل ۱۰: قطع شدگی تدریجی و ناگهانی در رودخانه های مآندری و توالی‌های رسوبی آنها، (نگارندگان، ۱۴۰۱)

حال وقتی به محوطه قلعه‌بن مراجعه می‌کنیم به نظر می‌رسد که درکانتکست‌های ۳۰۶ دارای بافت خاکی متراکم رسی به رنگ خاکستری با رنگ روشن با گره های آهکی می‌باشد. در بخش فوقانی این بافتار متراکم است اما به تدریج در بخش‌های انتهایی بافت خاک این کانتکست متخلخل‌تر و سیلتی‌تر می‌شود که حکایت از رسوبات جریانی دارد. از این رو یا بستر رودخانه خوش رود که امروزه به فاصله اندک از غرب محوطه قرار داشته است، زمانی با توجه به اشراف زمین‌های بالادست محله امروزی شانه تراش برخود محوطه قلعه‌بن از روی تپه گذر می‌کرده است و یا این که با توجه به ویژگی مورفولوژیکی رودخانه خوش‌رودپی و شکل بستر شاخابه‌ای آن یکی از شاخه‌های متصل به آن در محوطه جریان داشته است. درکانتکست ۳۰۷ بافت خاک برنگ زرد روشن و از نوع رسی–آهکی با درصد رس بالا می‌باشد که فاقد هرگونه مواد فرهنگی و بقایای استخوانی گیاهی ارگانیک است. بافت این خاک به شدت متراکم بوده و بقایای صدف و حلزون‌های رودخانه‌ای که از نوع گونه های آبزی آب‌های شیرین می‌باشند، در این بافت به وفور پیدا شد. در بخش‌های زیرین این بافت از میزان حلزون‌های آب شیرین و صدف‌های ریز و سیلت این کانتکست کاسته می‌شود. خاک این کانتکست دارای تخلخل بسیار پایین بوده و به نظر می‌رسد کاملاً عاری از هر نوع بقایای استخوان و بدون هیچ گونه ساختار لوم حاصلخیز می‌باشد. در واقع از عمق حدودا ۱۹۰ سانتیمتری در کانتکست‌های ۳۰۷ و ۱۰۷ در ترانشه‌های X-35, Q-31 به ضخامت ۱ متر بقایای نهشته رسوبی طبیعی سیلتی ریزدانه با بقایای

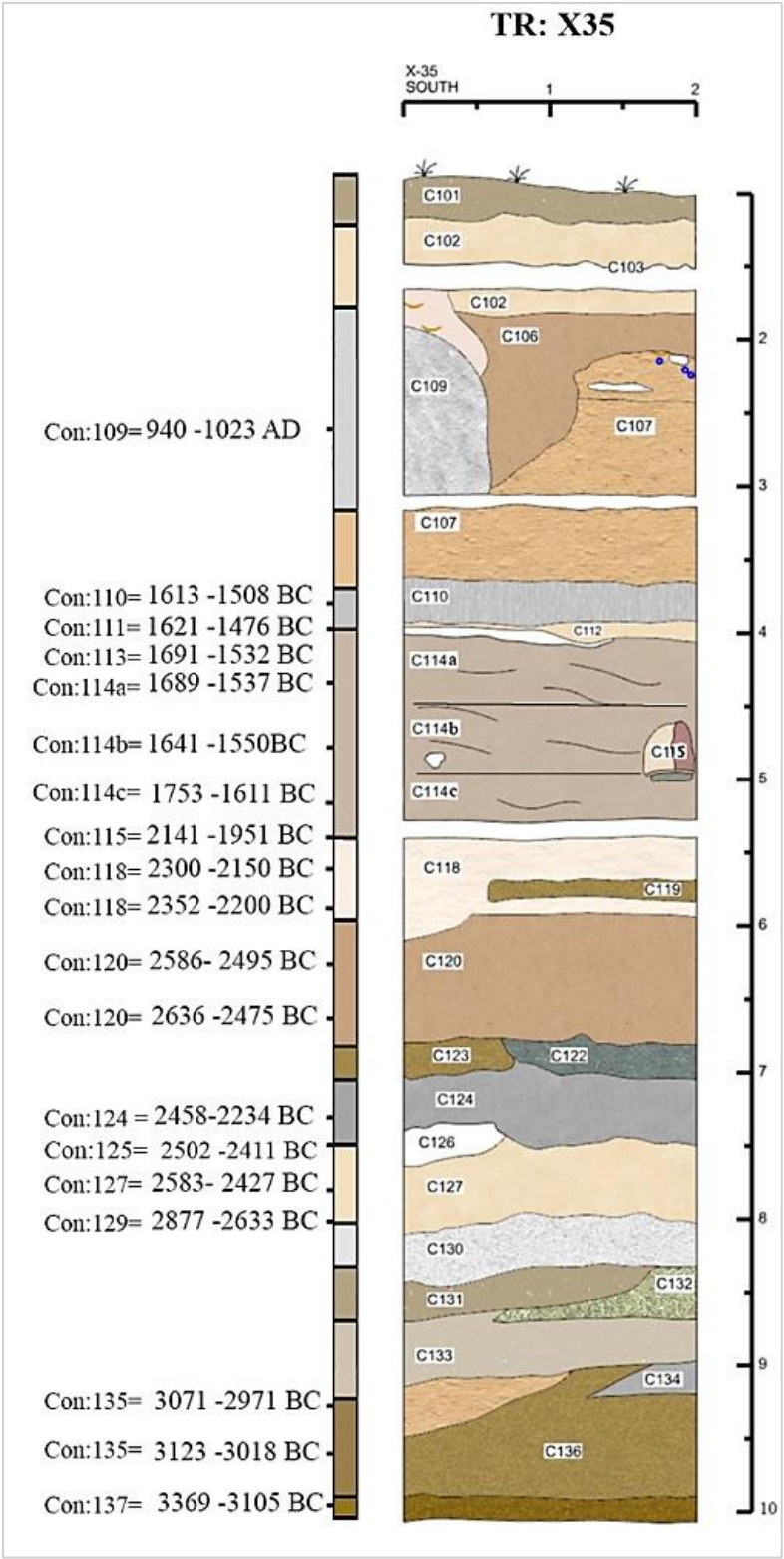
فراوان حلزون‌های کوچک آب شیرین مشاهده شدکه فاقد نهشته‌های فرهنگی است، احتمالا کانتکست ۳۰۷ بقایای قطع شدگی تدریجی کانال جریان رودخانه قدیمی مآندری بوده است که به یک ماندآب یا برکه شاخ گاوی تبدیل شده که کل محوطه را گرفته و یک وقفه فرهنگی را در این دوره به ضخامت یک متر ایجاد کرده است. گسل فرعی در واقع به عنوان یک پدیده زمین‌شناختی مهم تأثیرگذار بوده است، همچنین کانتکست ۳۰۹ واقع در جنوب غربی ترانشه در واقع احتمالاً یک پدیده زمین‌شناختی از نوع فرونشست یا تنش لرزه طبیعی در امتداد دو ضلع یا شکاف و درز ناشی از یک گسل فرعی می‌باشد که باعث نشست و جابه‌جایی لایه‌ها در حدود ۶۰ سانتیمتر به ابعاد ۱ در ۱ متر بوده است و این پدیده باعث تخلیه سریع دریاچه و ایجاد رسوبات آواری فراوان بر بستر دریاچه و روی کانتکست‌های ۳۰۷ و ۱۰۷ در ترانشه‌های X-35 Q-31 شده است (شکل ۱۱). همچنین با بررسی مطالعات پارینه لرزه شناسی در محوطه گوهرتپه در بهشهر(این محوطه هم افق با محوطه قلعه‌بن می‌باشد) در اواخر دوره مفرغ (۳۵۰۰ سال پیش) تأثیرات فعالیت این گسل در شکل‌گیری پدیده زمین لرزه در دوره مفرغ مشهود بوده است و با توجه به جابجایی ۶۰ سانتیمتری لایه‌های فرهنگی ناشی از حرکت و فعالیت گسل فرعی مشاهده شده در ترانشه Q31، به طور آشکار تأثیر فعالیت گسل خزر در محوطه قلعه‌بن نیز قابل مشاهده است. مطالعات دیرین زلزله نگاری محوطه گوهرتپه نشان داد که در ۵۳۰۰ سال گذشته حداقل ۵ رویداد با در نظر گرفتن میانگین حداکثر بازه زمانی ۱۴۰۰ سال در منطقه رخ داده است. محوطه گوهرتپه در ۳۵۰۰ پیش از میلاد خالی از سکنه شده است و با توجه به شواهد دیرین زلزله نگاری می‌توان چنین احتمال داد که محوطه قلعه‌بن نیز به مانند محوطه گوهرتپه بر اثر یک زلزله مخرب یا یک توالی زلزله‌های شدید در البرز شرقی متروک شده باشند. با توجه به شناسایی این پدیده در محوطه قلعه‌بن، و برای دست یابی به اطلاعات بیشتر در این مورد، نیاز به انجام مطالعات دیرین زمین لرزه نگاری در محوطه قلعه‌بن و منطقه مورد پژوهش حائز اهمیت است (Nazari et al,2021). به منظور پی بردن به تاریخ وقوع این رویداد محیطی، لایه‌های زیرین مربوط به این وقفه فرهنگی که به نوعی آخرین مرحله استقرار در این محوطه قبل از زلزله می‌باشد از منظر گاهنگاری مورد مطالعه قرار گرفت.

کانتکست ۱۱۰ در ترانشهX-35، یک بستر زیستی که به همراه بافت حرارت دیده، زغال و خاکستر فراوان و قطعات پراکنده خشت‌های پخته شده می‌باشد.

براساس آزمایش کربن ۱۴بروی نمونه گیاهی[۱۳]حاصل از شناورسازی خاک، نشان دهنده تاریخ 1613 BC-1508 BC (95.4%) می باشد (فاضلی و همکاران، ۱۴۰۱، صفری، ۱۴۰۰) (طرح ۱).

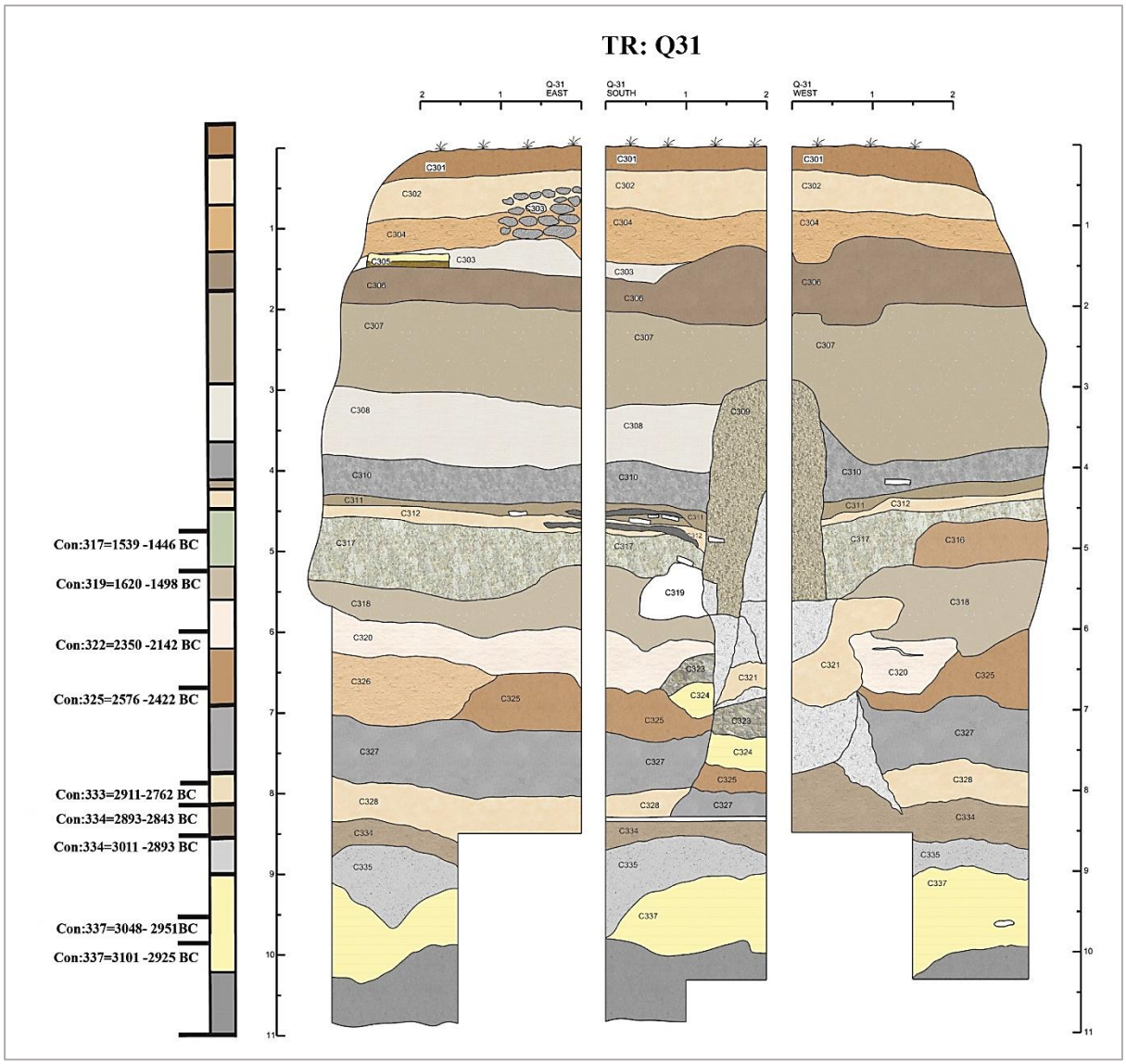
شکل ۱۱: گسل ناشی از زمین لرزه و جابه جایی شاقولی لایه‌ها در ترانشه Q31

13 Triticum aestivum



طرح ۱: برش لایه نگاری به همراه تاریخ‌گذاری ترانشه X-35

در ترانشه Q-31 در زیر نهشته‌های رسوبی طبیعی (کانتکست های ۳۰۸ –۳۱۰) از عمق ۴ متری ترانشه، یک لایه برجای استقراری، با یافته‌های شاخص معماری اعم از بقایای آوارِ دیواره‌های خشتی با خشت‌هایی برجا که بعضاً تخریب شده‌اند به دست آمد. در برخی نمونه‌ها این خشت‌ها دارای ابعاد ۳۰×۲۰×۱۰ سانتیمتر می‌باشد (کانتکست ۳۱۱)، در این فضای مسکونی یک اجاق با بقایایی از کف حرارات دیده (کانتکست ۳۱۲) با دو حفره چاله تیرک چوبی (کانتکست ۳۱۳) و پاشنه‌های سنگی (کانتکست ۳۱۵) در ورودی آن و همینطور گودال‌های زباله (کانتکست ۳۱۶) قرار گرفته است. تمام این ساختارها و فضاهای استقراری و یافته‌های فرهنگی به روی بستر کانتکست ۳۱۷ قرار گرفته‌اند. وجود قطعات پراکنده خشت‌های تخریب شده در این ساختار احتمالاً حاکی از وجود بقایای معماری آوار شده است. تاریخ‌گذاری رادیوکربن ۱۴ انجام شده بر روی نمونه زغال برداشته شده از اجاق کانتکست ۳۱۷ نشان دهنده تاریخ (66.4%) 1512BC- 1440BC است. همچنین نتیجه تاریخ‌گذاری رادیو کربن ۱۴ انجام شده بر روی نمونه زغال برداشته شده از شناور سازی کانتکست ۳۱۷ نشان دهنده تاریخ(95.4%) 1539 BC-1446 BC است (فاضلی و همکاران، ۱۴۰۱، صفری، ۱۴۰۰). نتایج تاریخ‌گذاری به دست آمده از مطالعات آزمایشگاهی در دو ترانشه محوطه قلعه‌بن نشان دهنده پایان استقرار در این محوطه در ۳۵۰۰ پیش از میلاد و همزمان با تحولات محیطی رخ داده در منطقه به مانند محوطه گوهرتپه است که سبب متروک شدن این محوطه‌ها به سبب رخداد احتمالی زمین لرزه است(طرح ۲).



طرح ۲: برش لایه‌نگاری به همراه تاریخ‌گذاری ترانشه Q-31

بنابراین بعد از این تاریخ (۳۵۰۰ سال پیش) لایه آکسولیک یا وقفه فرهنگی ناشی از ماندابِ مآندر در هنگام قطع‌شدگی تدریجی کانال این رودخانه در این محوطه اتفاق افتاده است و یک ماندآاب مآندر شکل گرفته است. موادی که به مرور ته‌نشین شده‌اند در زمان قطع شدن رسوبات بیشتر از نوع ماسه هستند و پس از قطع‌شدن کامل مسیر قدیمی رودخانه (در رودخانه‌های مآندری) و تشکیل دریاچه شاخ گاوی، ذرات دانه ریز در حد سیلت و رس در آن رسوب می‌کنند. انتظار داریم با توجه به نتایج مطالعات بر روی رخساره‌های رسوبی و بررسی بافتار، کانی‌شناسی و شکل دانه‌بندی رسوبات فرایند رسوبگذاری آرام، کم انرژی و تدریجی بوده باشد.

اما از آن جایی که برطبق گزارش زمین‌ساختی و تکتونیک حوزه آبریز خوش رود و بزرود می‌دانیم که گسل‌های فعال منطقه کاملا از نزدیکی شهرستان خوش رودپی و شمال آن عبور می‌کنند و با توجه به مشاهده گسل فرعی فعال در ترانشه Q31 که کاملا لایه‌های رسوبی را دچار ۶۰ سانتیمتر جابجایی کرده است و شکافی به قطر ۲۵ تا ۳۰ سانتیمتر از سطح تا عمق ترانشه ایجاد کرده است، فعالیت گسل رخ داده (زمین‌لرزه) مانع از تکمیل مرحله آرامش و ته نشست رسوبات کاملاً ریزدانه شده و عملکرد گسل با تخلیه آب دریاچه در جهت شیب گسل همراه بوده است. پس از آن رسوبات آواری با ته‌نشست بر روی محیط دریاچه‌ای که آب آن تخلیه شده آن را پوشاندند. حدس می‌زنیم که این رسوبات ریز دانه سیلتی – رسی زرد زیتونی رنگ و متراکم از نوع انحلالی تخریبی باشد که به مرور ته‌نشست شده و لایه‌های فرهنگی دوره‌های قبل را در یک دوره رسوبگذاری پوشانده است. احتمالا به خاطر اینکه این بافت فاقد هرگونه یافته فرهنگی و سفال می‌باشد، می‌تواند بیانگر یک وقفه فرهنگی باشد.

نتیجه گیری:

محوطه قلعه‌بن در نزدیکی و همبری گسل خزر و همچنین رودخانه خوش‌رودپی قرار دارد. این رودخانه با توجه به اینکه کانال مورفولوژی مآندری دارد که باعث کاهش انرژی شدت انتقال رسوبات رودخانه‌ای می‌شود و با توجه به یافته‌های باستان‌شناسی به دست آمده از کانتکست ۳۰۶، ۳۰۷ و ۳۰۹ از ترانشهQ31 و کانتکست ۱۰۷ از ترانشه X-35 می‌دانیم در کانتکست ۳۰۶ خاک متراکم رسی با گره‌های آهکی به دست آمد و هرچه ضخامت آن بیشتر می‌شود، بافت سیلتی بیشتری در خود دارد و در کانتکست ۳۰۷ بافت خاک به نوع رسی– آهکی با درصد رس بالا به همراه بقایای صدف و حلزون‌های رودخانه‌ای از نوع گونه‌های آب شیرین تغییر می‌کند که حکایت از جریانات رسوبی و رودخانه‌ای به عمق ۱متر است و با توجه به نزدیکی رودخانه خوش– رودپی در غرب محوطه قلعه‌بن می‌توان این تغییرات را به آن نسبت داد. کانتکست‌های (۳۰۹و۳۰۸) با گسل آشکار و جابه‌جایی شصت سانتی‌متری شاقولی با واحد چینه‌ای کانتکست ۳۰۷ پوشیده می‌شوند. بر پایه نتایج سن‌سنجی، گسل زمین لرزه‌ای مشاهده شده در ترانشه Q31 محوطه قلعه بن را می توان همزمان با زمین لرزه گزارش شده در گوهرتپه دانست و این تحول محیطی را دلیل خالی شدن سکونتگاه های پیش از تاریخی در اواخر دوره مفرغ و آغاز عصر آهن دانست.

منابع:

آقانباتی، ع.، ۱۳۸۵، زمین‌شناسی ایران، انتشارات سازمان زمین‌شناسی کشور.

علیزاده،ا.، ۱۳۸۱، اصول هیدرولوژی کاربردی،انتشارات دانشگاه امام رضا(ع)، آستان قدس رضوی.

علیزاده، ع.، ۱۳۸۰، تئوری و عمل در باستان شناسی، تهران: سازمان میراث فرهنگی کشور، چاپ اول.

فاضلی نشلی، ح. ، ۱۳۹۷، فصل اول کاوش محوطه قلعه بن و شهنه پشته شهرستان بابل، مرکز اسناد سازمان میراث فرهنگی.

فاضلی نشلی، ح.، صفری، م.، ۱۳۹۷، فصل اول کاوش محوطه بزرودپی (قلعه بن) و شهنه پشته شهرستان بابل استان مازندران، گزارش های هفدمین گردهمایی سالانه باستان شناسی ایران مجموعه مقالات کوتاه، جلد دوم، به کوشش روح الله شیرازی و شقایق هورشید، پژوهشگاه میراث فرهنگی و گردشگری، صفحه ۹۷۷–۹۸۰.

فاضلی نشلی، ح.، صفری، م.، و هو، ش.، کلواری جانکی، ه.، تومالسکی، ی.، ۱۴۰۱، گاهنگاری عصر مفرغ جبهه شمالی البرز مرکزی با تکیه بر کاوش محوطه قلعه بن بزرودپی شهرستان بابل، پژوهش های باستان شناسی ایران، شماره ۳۲، دوره دوازدهم، صص: ۱۰۳– ۱۳۳.

صفری، م.، ۱۴۰۰، گاهنگاری و مطالعه برهم‌کنش‌های منطقه‌ای و برون منطقه‌ای در جبهه‌ی شمالی البرز مرکزی در عصر مفرغ براساس کاوش تپه بزرودپی (قلعه بن) بابل در مازندران، رساله دکتری گروه باستان شناسی دانشکده هنر و معماری دانشگاه مازندران.

رحیمی، ا، ۱۳۸۴، گزارش مطالعه زمین شناسی و ریخت شناسی حوضه رودخانه بابل رود، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

موسوی حرمی، ر، ۱۳۸۳، رسوب‌شناسی، انتشارات آستان قدس رضوی.

Bessonova, E. A., Klyuev, N.A., 2010, Ukreplennye poseleniya gosudarstva Bokhai kak faktor antropogennoi transformatsii poimennogo relief. In Geomorfologicheskie protsessy i ikh prikladnye aspekty: VI Schukinskie chteniya, Moscow: Geograf, fakultet Mosk, Gos, Univ: 484–486.

Bronnikova, M. A., Panin A.V., Borisova O.K., Pakhomova O.M., Uspenskaya O.N., Sheremetskaya, E. D., Murasheva V. V., Nefedov, V. S., 2010, Malyi klimaticheskii optimum golotsena i osvoenie poim basseina verkhnego Dnepra. In Geomorfologicheskie protsessy i ikh prikladnye aspekty: VI Schukinskie chteniya. Moscow: Geograf, fakultet Mosk, Gos, Univ: 487–489.

Brown, B. T., 1951, Excavation in Azerbaijan, Iran, 1948, Thon Murray, London.

Brunet T.C., Herrera V.M., Gonzales A.U., Garcia J.M.V., 2004, Long term occupation of the Guadiana Menor River Valley (SE Spain): A geoarchaeological study. In Geoarchaeology of River Valleys, E., Jerem, W., Meid (eds.), Budapest: Archaeolingua foundation: 9–26.

Chalov, R.S., 1996, Istoricheskoe i paleoruslovedenie: Predmet, metody issledovanii i rol v izuchenii relief, Geomorfologiya, No, 4:13–18.

Engdahl E. R., Van der Hilst R. D., Buland R. P., 1998. Global teleseismic earthquake relocation with improved travel times and procedures for depth determination, Bulletin of the Seismological Society of America, 88,772-743.

Engdahl E.R., Villaseñor A., 2002. Global Seismicity: 1900–1999, in W.H.K. Lee, H. Kanamori, P.C. Jennings, and C. Kisslinger (editors), International Handbook of Earthquake and Engineering Seismology, Part A, Chapter 41, pp. 665–690, Academic Press.

Folk, R.L., Andrews, P.B., & Lewis, D.W., 1970, detrital sedimentary rock classification and nomenclature for use.

Gates, C., 2011, Ancient Cities: The Archaeology of Urban Life in the Ancient Near East and Egypt, Greece and Rome, Taylor and Francis Group, Inc: 474.

Goldberg, P., Macphail, R. I., 2006, Practical and Theoretical Geoarchaeology, Oxford: Blackwell Publishing.

Hoffmann, T., Erkens, G., Cohen, K. M., Houben, P., Seidel, J., Dikau, R., 2007, Holocene floodplain sediment storage and hillslope erosion within the Rhine catchment, Holocene 17, 105e118.

Howard A.J., Brown A.G., Carey C.J., Challis K., Cooper L.P., Kincey M., Toms P., 2008, Archaeological resource modeling in temperate river valleys: A case study from the Trent Valley, UK, Antiquity, vol, 82: 1040–1054.

Kaplan, J.O., Krumhardt, K. M., Zimmermann, N., 2009, The prehistoric and preindustrial deforestation of Europe, Quat. Sci. Rev, 28, 3016e3034.

Krinsley, D. B., 1970, A geomorphological and paleoclimatological study of the playas of Iran: United States Geological Survey: 480

Leopold, L.B., and Wolman, M.G., 1957, River Channel Patterns, Braided, Meandering and Straight, U.S. Geol. Surv: 282-B

Murasheva, V. V., Panin, A. V., Fetisov, A. A., 2009, Mezhdistsiplinarnye issledovaniya v arkheologii (Po rezultatam issledovaniya Gnezdovskogo arkheologicheskogo kompleksa). In Srednie veka: Issledovaniya po istorii Srednevekoviyai rannego Novogo vremeni, iss. 70 (3), Moscow:Nauka: 132–147.

Nazari H, Ritz JF, Burg JP, Shokri M, Haghipour M, Vizheh M M, Avagyan A, Fazeli Nashli H, Ensani M, 2021, Active tectonics along the Khazar fault (Alborz, Iran), Journal of Asian Earth Sciences, p 1-11.

Talebian M., Ghorashi M., Nazari H., 2013. Seismotectonic map of the Central Alborz, Scale 1:750000, Geological Survey of Iran, http://ries.ac.ir/eqhazard/wp/Resualts.htm.

Tatar M., Jackson J. , Hatzfeld D. , Bergman E., 2007.,The 28 May 2004 Baladeh earthquake (Mw 6.2) in the Alborz, Iran: overthrusting the South Caspian Basin margin, partitioning of oblique convergence, and the seismic hazard of Tehran. Geophysical Journal International, 170, 249–261.

-Di Giulio,A.,Ceriani.A.,Ghia,E.,and Zucca,F.,(2003) Composition of modern stream and derived sedimentary source rocks in a temperate climate (Northern Apennines, Italy) Sedimentary Geology,158,145-161.

Miall, A.D., (1996) The Geology of Fluvial Deposits. Springer-verlag: New York,582p.

Arsalani M., Grießinger J., Pourtahmasi K., Bräuning A.:Multi-centennial reconstruction of drought events in South-Western Iran using tree rings of Mediterranean cypress (Cupressus sempervirens L.) In: Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 567 (2021), Article, No.: 110296,ISSN: 0031-0182.