

مسیر کانال‌های رودخانه را در پی دارد که موجب جابه‌جایی متعدد استقرارها می‌شد.

کلیدواژه‌ها: دشت سیستان، دوره هخامنشی، مخاطرات محیطی، منابع آبی.

مقدمه

منظور از مخاطرات طبیعی یعنی حوادث طبیعی که به‌صورت بالقوه موجب ایجاد خطر برای انسان می‌شوند به عبارتی دیگر، مخاطرات طبیعی به معنای وقوع یک پدیده یا شرایط طبیعی است که در زمان و مکان معین، تهدید ایجاد کند. محل سکونتگاه‌ها و تأسیسات انسان‌ساخت، تحت تأثیر عوامل محیطی به‌ویژه ژئومورفولوژی و زمین‌شناسی است. شناخت نحوه استقرار و ادامه زندگی بدون توجه به شناخت قابلیت‌های زمین، استعدادها و خطرات آن ممکن نیست و برای شناخت ویژگی‌های محیطی به مطالعه ژئومورفولوژی نیاز است. انسان‌های دوره باستان به این ویژگی‌ها توجه داشتند و با دید کلی به اطراف و شناسایی قابلیت‌های محیطی، بهترین مکان را برای اسکان برگزیده‌اند. تعامل انسان و محیط زیست، رابطه‌ای متقابل است که حاصل آن، به‌وجود آمدن شیوه خاصی از استقرارگرینی است.

بستر طبیعی قادر است محدودیت‌ها و فرصت‌هایی برای توسعه استقرارها ایجاد نماید که بعضی از آن‌ها شرایط پایدارتری نسبت به بقیه ایجاد می‌کنند. این بسترها عبارتند از: شیب، ارتفاع از سطح دریا، زمین‌شناسی، منابع آب، خاک، قابلیت اراضی و غیره [۲]. از گذشته‌های دور تا کنون، ویژگی‌های طبیعی دشت سیستان همچون شیب زمین، جنس زمین‌ساخت، نوع خاک، عوامل اقلیمی همچون باد و از همه مهم‌تر، ویژگی‌های خاص رودخانه هیرمند باعث بروز مخاطرات و محدودیت‌هایی برای زندگی انسان در این سرزمین شده است. شناسایی و تحلیل این مخاطرات و نحوه مواجهه انسان‌ها با این معضلات طبیعی و استفاده از همان شرایط طبیعی جهت مقابله و غلبه بر محدودیت‌های محیطی در دوره هخامنشی، مسئله مهم و هدف اصلی این پژوهش است. مهم‌ترین خروجی عوامل محیطی از منظر مخاطره به‌صورت سیلاب و تغییر مسیر آبراهه‌ها و طوفان در سیستان نمودار گشته و بر رفتار محیطی ساکنان در رابطه با مکان‌گزینی محل زندگی تأثیر گذاشته است. نام سیستان همواره با رودخانه هیرمند و دریاچه هامون، خطر سیلاب و تغییر مسیر

نقش مخاطرات زیست محیطی در مکان‌یابی محوطه‌های دوره هخامنشی دشت سیستان در حوضه رودخانه هیرمند

شبنم فتحی سوگلی تپه^۱، مهدی مرتضوی^۲، فریا موسی پور نگاری^۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۶/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۹/۱۴

چکیده

دشت سیستان از دیرباز با خطر سیلاب، خشک‌سالی و طوفان شن روبرو بوده است، هم‌چنین به‌واسطه داشتن منابع آبی فراوان، یکی از مناطق مهم استقرارگرینی انسان‌ها بوده است. تا کنون مطالعه جامعی راجع به خطرات زیست محیطی و نحوه غلبه یا کاهش اثرات آن‌ها در دوره هخامنشی انجام نگرفته است، هدف کلی پژوهش حاضر؛ بررسی رابطه متقابل محوطه‌های دوره هخامنشی و محیط طبیعی و به‌طور خاص، نحوه استقرارگرینی با توجه به محدودیت‌های محیط است. این پژوهش به روش توصیفی - تحلیلی - تاریخی و با استفاده از نرم افزار GIS انجام شد. پس از مطالعه شرایط محیطی، متغیرهای شیب زمین، نوع منابع آبی و فاصله از منابع آبی، نوع خاک، زمین‌شناسی و باد بررسی شدند، نتایج به‌دست آمده، گویای نقش مؤثر منابع آب سطحی در مکان‌گزینی محوطه‌ها است. منابع آبی فراوان، شیب ملایم و سهولت سرازیری آب در دشت، ظرفیت ایجاد کانال‌های انشعابی جهت حفظ فاصله مناسب از رودخانه، استقرار روی تراس رودخانه‌ای جهت دوری از خطر سیلاب، عواملی هستند که موجب می‌شدند این منطقه علی‌رغم فقدان سفره‌های آب زیرزمینی و وابستگی به منابع آب سطحی، یکی از مناطق جاذب جمعیت باشد. قرارگیری منطقه روی مخروطه‌های دلتایی، تغییر

۱- دانشجوی دکترای باستان‌شناسی، گروه باستان‌شناسی و تاریخ، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۲- نویسنده مسئول و دانشیار، گروه باستان‌شناسی و پژوهشکده علوم باستان‌شناسی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، ایران. پست الکترونیکی: mehdi.mortazavi@lihu.usb.ac.ir

۳- استادیار، گروه باستان‌شناسی و پژوهشکده علوم باستان‌شناسی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، ایران.

هیرمند و بادهای ۱۲۰ روزه عجین است و به دلیل موقعیت خاص جغرافیایی با معضل طوفان شن به خصوص در دوران خشکسالی و طغیان و سیلاب رودخانه‌ها در ترسالی‌ها مواجه بوده است. بارها هیرمند، تغییر مسیر داده و به دلیل واقع شدن این منطقه روی مخروطه‌های دلتایی، کانال‌های انشعابی نیز مرتباً تغییر مسیر می‌دهند. تعدد آثار باستانی که هم اکنون به ویرانه‌هایی تبدیل شده‌اند و تعداد بالای محوطه‌هایی که در بررسی‌های باستان‌شناختی کشف شده‌اند گواه بزرگی بر جابه‌جایی سکونت‌گاه‌ها به همراه جابه‌جایی شعب رودخانه‌ها است. وقوع خشکسالی و کاهش پوشش گیاهی، خشک شدن هامون و بادهای ۱۲۰ روزه، شرایط مناسبی جهت فرسایش بادی فراهم می‌آورد. هموار بودن دشت سیستان موجب گردیده تا سکونت‌گاه‌ها شدیداً در معرض تهدید سیلاب قرار گیرند. در سال‌های اخیر باستان‌شناسان تلاش کرده‌اند با استفاده از علوم میان رشته‌ای، موضوع روابط متقابل انسان و زیست‌بوم را تحلیل کنند. زمین باستان‌شناسی، علم کاربرد تکنیک‌های زمین‌شناسی و ژئومورفولوژیکی در باستان‌شناسی است [۶] که هدف آن، درک بهتر روابط متقابل فعالیت‌ها و استقرارهای انسانی با عوامل محیطی است [۷]. پژوهش‌های باستان‌شناسی نسبتاً زیادی در دشت سیستان انجام گرفته اما تا کنون پژوهشی که به طور خاص به بررسی مخاطرات محیط جغرافیایی بپردازد و از مطالعات زمین باستان‌شناسی و سیستم اطلاعات جغرافیایی در تحلیل‌ها استفاده نماید انجام نگرفته است. در دشت سیستان، منابع آب سطحی، نقش درجه اول در ترسیم سیمای زیستی آن دارند. شناسایی حدود ۱۰۰ محوطه مربوط به دوره هخامنشی، نشان از وجود محیطی نسبتاً مساعد برای زیست انسان، البته به شرط غلبه بر محدودیت‌های محیط دارد. در این راستا هدف از نوشتار پیش‌رو، بررسی مخاطرات و محدودیت‌های زیست محیطی در دوره هخامنشی در دشت سیستان و به دنبال آن، کشف راه‌کارهایی است که انسان‌ها در مواجهه با شرایط ابداع نموده‌اند. مبنای پژوهش بر مطالعات تاریخی و جغرافیایی، بررسی‌های روشمند باستان‌شناختی و سیستم اطلاعات جغرافیایی می‌باشد. وجه تمایز مقاله حاضر در مقایسه با مطالعات پیشین، جامع‌نگری آن در انتخاب متغیرهایی است که در رابطه با مؤلفه تهدیدات زیست محیطی، دارای وزن و اعتبار هستند. تا کنون پژوهشی که مؤلفه مخاطره زیست محیطی را در مکان‌گزینی استقرارهای دشت سیستان به‌ویژه در دوره هخامنشی بسط دهد و از زوایای گوناگون بررسی نماید انجام نگرفته است. البته مهرآفرین و سیدسجادی [۱۹]، تأثیر هیدرولوژی و محیط جغرافیایی بر استقرارهای باستانی حوزه زهک سیستان را بررسی نموده‌اند، نتایج مشخص کرده که استقرارها، تابع جریان‌های آبی، عوامل جغرافیایی و رسوبات بادی بوده و با تغییر مسیر هیرمند، آبادی‌ها جابه‌جا شده‌اند. توزی^۱ [۳۲] در جریان پژوهش مؤسسه ایتالیایی مطالعات مدیترانه و شرق (ایزمئو)^۲ با هدف

1. Tosi
2. Ismeo

دستیابی به بافت فرهنگی و جغرافیایی سیستان، کتابی بنام پیش از تاریخ سیستان تحریر نموده و وضعیت هیرمند در دوران مختلف زمین‌شناسی و اهمیت محیطی هامون را تحلیل نموده است. عوامل محیطی مؤثر بر جریان هیرمند از جمله سازندهای زمین‌شناختی، نقش باد، رسوب‌گذاری رودخانه و فرسایش خاک به بحث گذاشته شده است. علایی‌مقدم و همکاران [۳] در مکان‌یابی محل زندگی قوم اورگت^۳ به جریانات آبی و استقرارهای هخامنشی پرداخته و تا حدودی وضعیت شکل‌گیری محوطه‌ها در مجاورت رودخانه‌ها را تحلیل نموده و بیان داشته‌اند که محوطه‌های هخامنشی به دلیل خطر سیلاب و تغییر مسیر هیرمند بارها تغییر مکان داده‌اند. پژوهش‌های چندی در رابطه با نحوه مکان‌گزینی محوطه‌های باستانی در ایران انجام شده که در خلال آن‌ها به محدودیت‌های محیطی نیز اشاراتی شده است که می‌توان به این موارد اشاره کرد: گیل‌مور^۴ و همکاران [۱۳] با مطالعات زمین باستان‌شناسی دشت تهران بیان کرده‌اند که چگونه مردم باستان خود را با شرایط متغیر مخروط افکنه‌ها در جهت بهره‌برداری از منابع سفال‌سازی و احتمالاً ایجاد کانال‌های آبیاری تطبیق می‌داده و تغییر مکان می‌دادند. در پژوهش دیگری، گیل‌مور و همکاران [۱۲] با کاوش تپه پردیس به بررسی محیط ناپایدار مخروط افکنه ورامین در توسعه حیات این تپه پرداخته و بیان داشته‌اند که دسترسی به آب و خاک سفال‌سازی در محیط مخروط افکنه‌ها موجود بوده اما شرایط محیطی آن‌ها ناپایدار است. مقصودی و همکاران [۱۸] با مطالعه مخروط افکنه جاجرود دشت تهران و حاجی عرب دشت قزوین، نقش مخروط افکنه‌ها در توزیع استقرارهای پیش از تاریخ را شناسایی کرده‌اند؛ نتایج نشان داد با جابه‌جایی مسیر کانال‌های روی مخروط افکنه‌ها، استقرارها هم تغییر مکان داده‌اند. اشمیت^۵ و همکاران [۲۸] به بررسی نقش مخروط افکنه‌ها در شکل‌گیری استقرارهای دشت قزوین پرداخته و مخاطرات طبیعی مؤثر بر حیات استقرارها مانند زمین‌لرزه، فعالیت گسل و سیل را تحلیل کرده‌اند. نقش رسوبات مخروط افکنه‌ای و عوامل طبیعی در گسترش فرهنگ این سایت‌ها مشخص شده است. فوآش^۶ و همکاران [۱۱] با بررسی مخروط افکنه رودخانه بلخ در افغانستان، جابه‌جایی کانال‌های باستانی را از دوره مفرغ تا اسلامی ترسیم کرده‌اند، ضمن برداشت رسوبات آبرفتی چاه‌های ایجاد شده و آزمایش آن‌ها از طریق لومینسانس تحریک شده نوری به گمانه‌زنی در مورد جابه‌جایی کانال‌ها و به تبع آن جابه‌جایی استقرارهای انسانی پرداخته‌اند. نتایج نشان داد که عامل اصلی جابه‌جایی کانال‌ها، فعالیت تکتونیکی است. جمع‌بندی مرور منابع، نشان دهنده اهمیت نقش عوامل جغرافیایی به خصوص مخروط افکنه‌ها در مکان‌گزینی محوطه‌های باستانی و هم‌چنین بروز مخاطرات زیست محیطی و در نتیجه، اجبار جوامع انسانی برای کوچ و جابه‌جایی محل سکونت

3. Evergetaé
4. Gilmore
5. Schmidt
6. Fouache

تعدادی از محوطه‌ها در حوضه این رود قرار گرفته‌اند. رود بیابان، بستر خشکیده هیرمند است که در جنوب شرقی دشت قرار داشته و در دوره هخامنشی، هیرمند در بستر آن جاری بوده است، اکثر محوطه‌های این دوره در حوضه رود بیابان شکل گرفته‌اند. سنارود، شعبه دیگر هیرمند در شمال دشت و در جوار شهر دهانه غلامان جاری بوده است.

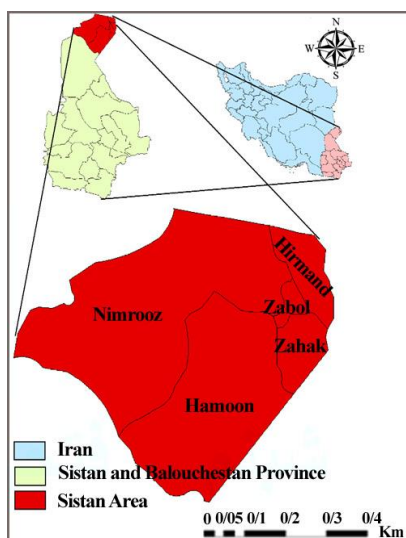
مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر به روش توصیفی-تحلیلی-تاریخی به بررسی نحوه مواجهه انسان با مخاطرات زیست محیطی در ارتباط با مکان‌گزینی سکونتگاه‌ها می‌پردازد. پس از مطالعه شرایط محیطی، شش متغیر شامل: شیب زمین، نوع منابع آبی و فاصله از منابع آبی، نوع خاک، زمین‌شناسی و باد به منظور تحلیل آسیب‌زایی و نقش آن‌ها در مکان‌یابی محوطه‌ها بررسی شدند. شیوه گردآوری داده‌ها به صورت کتابخانه‌ای و اسنادی و منتج از مطالعات تاریخی، جغرافیایی و بررسی‌های روشمند باستان‌شناختی دشت سیستان بوده که از طریق سیستم اطلاعات جغرافیایی ارزیابی شده‌اند. ابتدا داده‌های موجود در موضوع و منطقه از کتب، اسناد، نشریات و نقشه‌های پایه جمع‌آوری و سپس در ادامه بر اساس روش فرآیندی با استفاده از رایانه و در محیط نرم افزاری GIS، داده‌ها، طبقه‌بندی، تجزیه و تحلیل، جمع‌بندی، تلفیق و ترکیب لایه‌های اطلاعاتی صورت گرفت. در همین راستا جهت طبقه‌بندی و ارزیابی داده‌های مطالعاتی، مختصات جغرافیایی آن‌ها که شامل ۹۸ محوطه دوره هخامنشی است در نرم‌افزار ARC GIS 10.8 جانمایی شده و نقشه‌های مورد نظر تهیه گردید. داده‌های ارتفاعی (نقشه‌های رقومی توپوگرافی) اخذ شده از SRTM Worldwide Elevation Data SRTM Plus V3 می‌باشند که با فرمت GEOTIFF در سیستم مختصات جغرافیایی ذخیره شده‌اند. با فراخوانی تصاویر GEOTIFF STRM در برنامه ARC MAP، نقشه

است. تغییر مسیر کانال‌های آبی روی مخروطه‌ها همواره مانع سکونت دائم در استقرارهای باستانی بود. مطالعات فراوانی در حوزه باستان‌شناسی و جغرافیا در رابطه با مکان‌گزینی استقرارهای باستانی با توجه به عوامل محیطی در ایران صورت گرفته اما در موارد کمی از بُعد مخاطرات زیست محیطی به آن‌ها پرداخته شده است.

منطقه مورد مطالعه

ناحیه سیستان با ۸۱۱۷ کیلومتر مربع در قسمت شمالی استان سیستان و بلوچستان بین عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۱۵ دقیقه الی ۳۱ درجه و ۳۰ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۶۰ درجه و ۲۴ دقیقه الی ۶۱ درجه و ۵۵ دقیقه شرقی قرار دارد (شکل ۱) [۲۳] و یک دشت آبرفتی هموار است که شیبی ملایم (۱: ۲۵۰۰) دارد [۳۶] و علی‌رغم یکنواختی نسبی، دارای اشکال ناهموار ویژه‌ای همچون فرورفتگی‌ها، چاله‌ها (آبگیر تحت عنوان هامون‌ها) چاه نیمه‌ها، تپه‌های ماسه‌ای، پشته‌های شنی و تراس‌های دریاچه‌ای می‌باشد [۳۵]. مهم‌ترین منبع تأمین آب سیستان، رودخانه هیرمند با طول ۱۴۱۱ کیلومتر است [۸]. حوزه سیستان، مصب رود هیرمند است و در نواحی پست شامل تعدادی دریاچه آب شیرین است که بزرگ‌ترین آن‌ها هامون هیرمند است [۱۶]. حمل رسوبات توسط هیرمند خصوصاً در زمان سیلابی سبب می‌شود که رسوبات بر کف و دیواره رودخانه ته‌نشین شود و در درازمدت رودخانه نسبت به زمین‌های اطراف در تراز بالاتری قرار گیرد و تغییر مسیر دهد. ریزدانه بودن خاک، بارش کم و بادهای ۱۲۰ روزه، این روند را تسهیل می‌کنند [۹]. به دلیل جنس خاک و نفوذناپذیری آن، سفره آب زیرزمینی وجود ندارد. تنها غرب دشت با توجه به حمل رسوبات درشت دانه از کوه‌های اطراف، اجازه تشکیل مختصری آب زیرزمینی را داده است [۱۶]. رود شילה در جنوب هامون در زمان پراچی به صورت سرریز عمل کرده و آب اضافی هامون را به دریاچه گودزره افغانستان هدایت می‌کند [۱۷].



شکل ۱ - موقعیت دشت سیستان

Fig 1. Location of Sistan plain

درجه شیب تولید گردید. فاصله محوطه‌ها نسبت به لایه رودخانه پس از ترسیم لایه منابع سطح الارضی دشت در برنامه Google Earth و تفکیک رودخانه با استفاده از نقشه‌های موجود گذشته در برنامه ARC MAP بدست آمد، لایه‌های زمین‌شناسی و نوع خاک جهت تولید نقشه خاک و زمین‌شناسی از سایت مهندسين مشاور پژوهندگان آرمان‌سبز محیط تهیه شد [۳۷]. بعد از فراخوان لایه‌ها با دستور Extract Value to Point ارزش عددی هر سایت نسبت به هر متغیر، استخراج و طبقه‌بندی گردید. نحوه برداشت و نمونه‌برداری از محوطه‌های شناسایی شده در بررسی میدانی به‌صورت گردآوری گونه‌های سفالی و هر ماده فرهنگی دیگری که بتواند در تاریخ‌گذاری مؤثر باشد انجام گرفته است. تاریخ‌گذاری محوطه‌ها بر اساس مقایسه گونه‌شناختی نمونه سفال‌های سطحی صورت گرفت. ثبت دقیق طول و عرض جغرافیایی محوطه‌ها از طریق دستگاه GPS و نرم‌افزار MAP SOURCE برای ثبت مختصات جغرافیایی محوطه‌ها بر اساس درجه، دقیقه و هزارم دقیقه hddd mm.mmm است [۲۰].

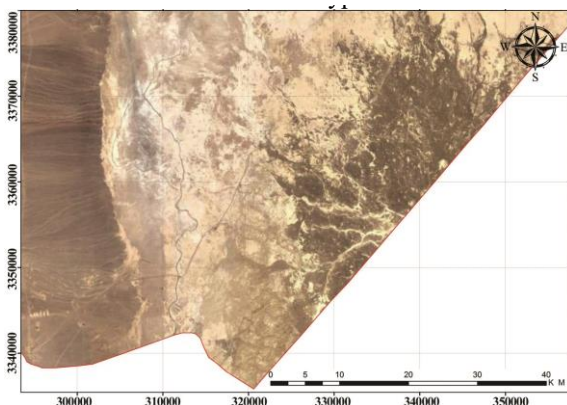
نتایج

موقعیت محوطه‌ها در رابطه با مخاطرات زیست‌محیطی نوع منابع آبی و فاصله از منابع آبی

در دوره هخامنشی، رود بیابان به‌عنوان شعبه هیرمند در جنوب دشت جاری بود (شکل ۲). از تصاویر ماهواره‌ای (شکل ۳) و دیدن پهنای مسیرهای رودخانه چنین دریافت می‌شود که در این دوره، میزان بارندگی و جریان سیلاب بالا بوده طوری که رود بیابان، خروشان بوده است.

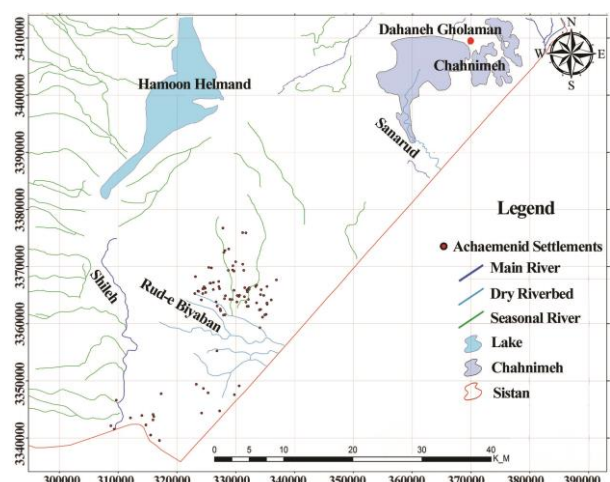
با مراجعه به منابع تاریخی و بررسی‌های باستان‌شناختی می‌دانیم جنوب سیستان که اکنون خالی از سکنه و لم‌یزرع است در گذشته آباد بود. احتمالاً سرریز رودخانه، هنگام پرآبی، منطقه را غرق سیلاب می‌کرد و باعث حاصل‌خیزی منطقه بعد از فروکش سیلاب

می‌شد. چنین شرایطی، موقعیت مطلوبی برای سکونت فراهم می‌کرد طوری که محوطه‌های زیادی در جنوب دشت شکل گرفته‌اند. طبق نقشه پراکندگی محوطه‌ها (شکل ۲) غیر از شهر دهانه غلامان در شمال، مابقی محوطه‌ها در جنوب واقع هستند و اکثر آن‌ها در شمال رود بیابان و با فاصله از آن شکل گرفته‌اند. در نقشه‌های امروزی، آبراهه‌های این بخش، مسیل و یا رودخانه فصلی تعریف می‌شوند. به درستی نمی‌دانیم آیا در دوره هخامنشی نیز این آبراهه‌ها رودخانه فصلی بوده‌اند، اما می‌توان مکان‌گزینی با فاصله از رودخانه را به دو عامل نسبت داد: ۱- کانال‌های طبیعی منشعب از رودخانه ۲- نهرهای دست‌ساز. عطف توجه مردم جهت گزینش محل سکونت، نزدیکی به آب با حداقل میزان خطر است که بهترین انتخاب، شعب کم‌عرض رودخانه است. زمانی که شعب طبیعی وجود نداشت، راه حل، انحراف نهرهای مصنوعی می‌توانست باشد. زندگی کنار رودخانه، خطر سیلاب به همراه دارد و چاره‌ای جز فاصله گرفتن از رود خروشان نبود. انسان با تجربیاتی که کسب نموده بود علم تغییر مسیر آب از طریق نهر را می‌دانست، در غیر این‌صورت چنین مکان‌گزینی توجه جغرافیایی ندارد. می‌توان این احتمال را پذیرفت که تجمع محوطه‌ها در شمال رودبیابان به‌دلیل پرآبی شاخه‌های شمالی، نسبت به شاخه‌های جنوبی که در سال‌های کم‌آبی، گرفتار معضل بی‌آبی می‌شده‌اند بوده است. این مهم از شواهد برجای مانده که مبتنی بر عمق کم مسیل آب است قابل درک است [۳]. این شاخه‌ها از نظر عرض و زیرشاخه‌های طبیعی و شیب یکنواخت بر دیگر شاخه‌ها رجحان دارند. تعدادی محوطه در غرب شعب جنوبی رود بیابان و شرق رود شيله قرار دارند. شيله وظیفه تخلیه سرریز آب هامون به سمت دریاچه گودزره افغانستان را دارد که در این ضمن، شوری آب هامون را می‌گیرد و در زمان طغیان، نمک در سطح خاک پخش می‌شود. با شوری خاک، خطر سیلاب و عدم دسترسی به آب شیرین، امکان کشاورزی مطلوب از بین می‌رفت و



شکل ۳- تصویر ماهواره‌ای بستر خشک رود بیابان

Fig 3. Satellite image of dry riverbed Rud-e Biyaban



شکل ۲- نقشه پراکنش محوطه‌ها نسبت به نوع منابع آبی

Fig 2. Settlements distribution map based on water resources type

مانع ایجاد استقرارهای زیادی در اطراف شيله می‌شد. تا مدت‌ها پس از سیلاب شيله، زمین مرطوب باقی می‌ماند و گیاهان خاص خوراک دام رشد می‌کنند، در این صورت، منطقه مناسبی برای استقرارهای موقت با زندگی دامداری بوده همان‌طور که امروزه نیز چنین است (در سال‌هایی که خشک‌سالی نباشد).

مسيل‌های متعددی که از غرب و جنوب غرب وارد دشت می‌شوند، قبل از ورود به دشت با عبور از تشکیلات تبخیری میوسن شور می‌شوند اما حوضه مسيل حرمک و قرقرک و مخروط افکنه‌ای که تا شوره‌زارهای اطراف شيله ایجاد می‌کنند به‌خاطر دوری از رسوبات میوسن، آب نفوذی نسبتاً خوبی دارند [۳۶]. در شکل ۲، سه محوطه در غرب شيله دیده می‌شود، با عطف به این مسئله، غرب دشت، مختصری سفره آب زیرزمینی دارد و احتمالاً مردم برای تأمین آب از چاه استفاده می‌کردند. در چرای شناسایی تنها یک محوطه یعنی شهر دهانه غلامان در شمال، احتمال دارد محوطه‌ها زیر رسوبات تلنبار شده قرن‌ها مدفون باشند که کشف آن‌ها نیاز به کاوش‌های باستان‌شناسی دارد، اما احتمال قوی آن است که هامون تا نزدیکی دهانه غلامان گسترده بوده چرا که شهر روی تراس طبیعی ۶-۵ متر ساخته شده است. در کتاب احیاء الملوک به این مهم که این منطقه در گذشته زیر آب بوده اشاره شده است [۳۱]. از نظر شرآتو، حفار دهانه غلامان، دلیل ساخت شهر بر بلندی، حفاظت از سیلاب و عدم اشغال فضاهای کشاورزی بود [۲۶]. سنارود شعبه خشک هیرمند است که حیات آبی شهر را تأمین می‌کرد. قرارگیری شهر در ارتفاع حدود ۵-۶ متر از سطح زمین‌های اطراف موجب می‌شد از سیلاب در امان باشد. شرآتو معتقد است ترک ناگهانی شهر به معنی خشک شدن یا برافتادن آب از منطقه است [۲۵]. از نظر سیدسجادی، مردم پس از دو قرن سکونت به دلیل خشک شدن سنارود و یا پیشروی شن، شهر را ترک کرده‌اند [۲۹]. طبق آنچه در نقشه پراکنش محوطه‌ها (شکل ۲) و جدول ۱ می‌بینیم ۴۴ محوطه در مجاورت شيله و رود بیابان، یک محوطه در حوضه سنارود و ۵۳ محوطه کنار کانال‌های انشعابی رود بیابان شکل گرفته‌اند. توجه به فاصله محوطه‌ها تا منابع آبی،

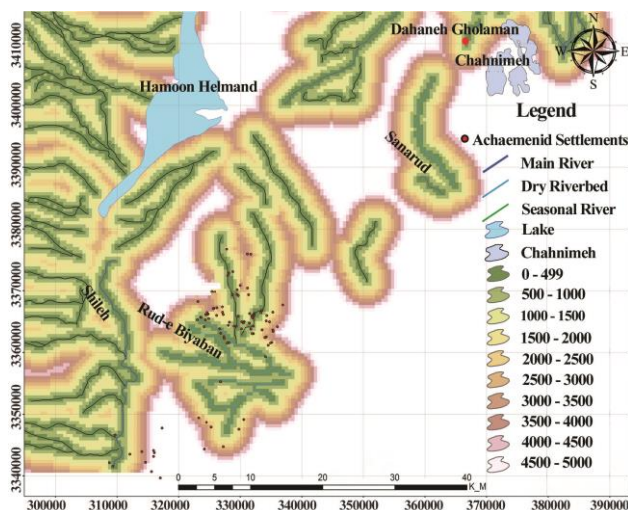
مهم است چرا که شمه‌ای از نگرش گذشتگان به خطرات حاصل از طغیان هیرمند و وقوع سیلاب را تا حدودی روشن می‌سازد. باید در نظر داشت که تحلیل موقعیت محوطه‌ها و فاصله آن‌ها از آبراهه‌ها با توجه به موقعیت آبراهه‌های فعلی صورت گرفته است. قطعاً در ادوار گذشته، کانال‌های دیگری هم وجود داشته‌اند که جزوی از طبیعت مخروطه‌های دلتایی هستند اما اینک به دلیل قرارگیری زیر رسوبات سیلاب‌های صفحه‌ای قابل مشاهده نیستند.

طبق داده‌های جدول ۲ و نقشه فاصله از آبراهه‌ها (شکل ۴)، ۲۲ محوطه در فاصله ۰ تا ۵۰۰ متر، ۱۷ محوطه در فاصله ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ متر، ۷۵ محوطه در فاصله ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ متری از منابع آبی اصلی، فصلی و غیره شکل گرفته‌اند. بیش‌ترین فاصله تا منابع آب، ۵۱۸۲ متر و کم‌ترین فاصله، ۴۱ متر می‌باشد. به دلیل وابستگی مردم به این منابع آبی، فاصله محوطه‌ها از آن‌ها کم است.

جدول ۲- فاصله محوطه‌ها تا منابع آبی

Table 2. Distance of the settlements to water resources

درصد	تعداد	فاصله تا منابع آبی / متر
Percent	Number	Distance to water resources/meter
22.4	22	0-500
17.3	17	500-1000
22.4	22	1000-1500
12.2	12	1500-2000
9.2	9	2000-2500
5.1	5	2500-3000
4.1	4	3000-3500
2	2	3500-4000
1	1	4000-4500
4.1	4	Over 4500 meters



شکل ۴- نقشه پراکنش محوطه‌ها نسبت به فاصله از منابع آبی

Fig 4. Settlements distribution map based on distance to water resources

جدول ۱- تفکیک محوطه‌ها بر اساس نوع منابع آبی

Table 1. Settlements categorization based on water resources type

درصد	تعداد	نوع منابع آبی
Percent	Number	Water resources type
1	1	سنارود
		Sanarud
12.2	12	رود شيله
		Shileh River
32.7	32	رود بیابان
		Rud-e Biyaban
54.1	53	رودخانه فصلی / کانال باستانی
		Seasonal River /Ancient Canals

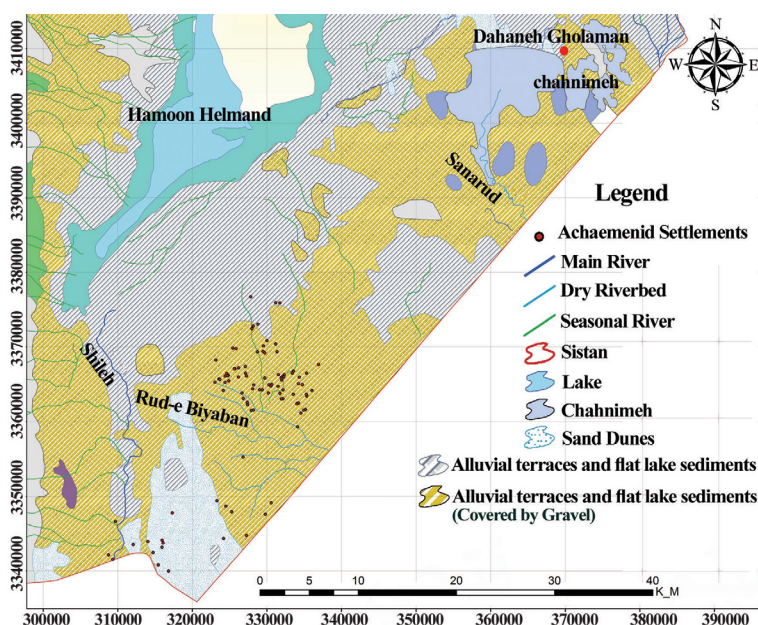
زمین‌شناسی

دشت سیستان در آخرین دوران زمین‌شناسی در اثر انباشت رسوبات و آبرفت‌های حاصل از آب‌های جاری به‌ویژه هیرمند پرشده و به شکل کنونی درآمده است. در اثر حرکات تکتونیکی و فعالیت‌های کوه‌زایی آلپی (پاسادین) اواخر ترشیاری و اوایل کواترنر نوعی فرورفتگی به‌وجود آمده که محل تخلیه بار جامد آب‌های جاری به‌ویژه هیرمند گردید و دشت نسبتاً مسطح سیستان شکل گرفت [۲۷]. پدیده ژئومورفولوژیکی مهمی بنام مخروطه‌های دلتایی در سیستان وجود دارد؛ نوعی ژئوفرم حاصل از جریان‌ات متمرکز آبی که از به‌جای ماندن رسوبات در دهانه رودخانه‌ها به شکل مخروطی ایجاد می‌شوند [۲۲]. آبراهه‌هایی که به چاله هامون منتهی می‌شدند، مقدار زیادی رسوب را به شکل بادبزنی‌هایی داخل آب رسوب می‌داده‌اند. در این مخروطه‌ها زمانی که آب جریان داشت از طریق شیارهای متعدد سطح مخروط، آب وارد هامون می‌شد [۵]. کل فضای دشت روی زمین‌های آبرفتی کواترنر قرار دارد. طبق داده‌های نقشه زمین‌شناسی (شکل ۵) و جدول ۳، اکثر محوطه‌ها به تعداد ۸۸ محوطه در محدوده پادگانه‌های آبرفتی و رسوبات دریاچه‌ای زمان نئوژن- کواترنر قرار دارند. پادگانه‌ها از جنس نهشته‌های آبرفتی دانه‌ریز، دانه‌درشت و رسوبات دریاچه‌ای دانه‌ریز هستند. نزدیکی به مخروطه‌ها با خطر سیلاب سطوح مخروطه‌ها همراه بود، راه حلی که انسان‌ها جهت دوری از خطر سیلاب اندیشیده بودند، استقرار روی تراس رودخانه‌ای یا پادگانه آبرفتی بود. سیستان چهار تراس رودخانه‌ای شناخته شده دارد که عبارتند از: چهاربرجک، رام‌رود، نیمروز و زابل که ۵۲۰، ۵۰۰، ۴۹۰ و ۴۸۰ متر از سطح دریا ارتفاع دارند، بسیاری از محوطه‌های دوره تاریخی و شهرسوخته روی تراس

دوم هیرمند یعنی رام‌رود واقع شده‌اند [۳۰]. رود بیابان روزگاری از داخل تراس رام‌رود با ارتفاع ۱۲-۸ متر عبور می‌کرد [۳۲]. علت واقع شدن استقرارها روی تراس رودخانه‌ای، دوری از خطر سیلاب رودخانه و گسترش دریاچه و استفاده از خاک حاصل‌خیز بوده است. چاله هامون در فاز پایانی کواترنر، آب داشته و سه تراس آبرفتی که بالاترین آن در ارتفاع ۴۹۵ متری از سطح دریا قرار دارد مؤید این امر است، یعنی وسعت هامون در گذشته تا تراز ۴۹۵ متر را پوشش می‌داد [۴]. به عبارتی مردم در محاصره هامون بودند و امکان استقرار به‌دلیل وجود آب و زمین‌های شورزار پیرامونی میسر نبود. سکونت به تعداد ۱۰ محوطه در منطقه تپه‌های شنی که از رسوبات ماسه‌ای تشکیل شده، چندان مناسب نیست و مسئله دسترسی به آب و نقش کانال‌های انشعابی را باید مدنظر داشت.

شیب

حداکثر شیب زمین برای استقرار نباید از ۱۱ درجه تجاوز کند، البته بسته به شرایط محیطی این مقدار اندکی تغییر می‌کند [۳۴]. قسمت اعظم سرزمین سیستان را زمین‌های دارای شیب صفر تا ۹ درصد تشکیل می‌دهند [۲۷]. پراکنش استقرارهای سیستان به علت شیب مناسب دشت است که انتقال آب را تسهیل می‌کند اما همین شیب کم، باعث تهدیدات زیستی از قبیل پیچان‌رود، رسوب‌گذاری بستر رودخانه از آبرفت ماسه‌ای و رسی و در نتیجه، انسداد و تغییر مسیر رودخانه و شعبات وابسته به آن، تخریب کناره‌های رودخانه و زمین‌ها و سیلاب می‌شود. در شکل ۶، ریزابه‌های متعددی دیده می‌شوند که به‌دلیل شیب کم زمین، حرکت آب را به دشت کم ارتفاع سیستان فراهم می‌کنند. عملکرد این آب‌ها، فرسایش سیلابی سفره‌ای در حوالی شیله است. علت قرارگیری استقرارها در شرق شیله،



شکل ۵- نقشه زمین‌شناسی محوطه‌ها

Fig 5. Settlements Geology map

جدول ۳- تفکیک محوطه‌ها بر اساس دوره‌ها و واحدهای زمین‌شناسی

Table 3. Settlements categorization based on Geology era

واحد Unit	دوره era	تعداد Number	درصد Percent
پادگانه آبرفتی و رسوبات دریاچه‌ای مسطح با پوشش شن و ماسه Alluvial terraces and flat lake sediments (Covered by Gravel)	نئوژن-کواترنر Neogen-Quaternary	84	85.7
پادگانه آبرفتی و رسوبات دریاچه‌ای مسطح Alluvial terraces and flat lake sediments	نئوژن-کواترنر Neogen-Quaternary	4	4.1
تپه های شنی Dune	کواترنری Quaternary	10	10.2

خاک‌شناسی

زمین و خاک سیستان از ته‌نشست‌های هیرمند به‌وجود آمده‌اند [۳۰]. این رسوبات آبرفتی دانه ریز در حد ذرات رس و سیلت می‌باشند و امکان تشکیل آبخوان زیرزمینی واقعی وجود ندارد. زیر لایه ریگی و ماسه‌ای که عمق آن‌ها به ۱۰ متر هم نمی‌رسد لایه‌ای رسی به ضخامت ۸۵۰ تا ۱۰۰۰ متر وجود دارد و سفره آب زیرزمینی فرصت تشکیل ندارد [۳۶]. خاک سنگین رسی و لیمونی، مانع نفوذ آب در طبقات تحت‌الارضی شده و سفره زیرزمینی آب در نزدیکی سطح زمین شکل گرفته است [۱]. خاک‌های ریزدانه‌ای که چسبندگی ذرات رس آن کم‌تر از ۱۰ تا ۲۰ درصد وزنی ذرات تشکیل دهنده خاک ساحل باشند به‌دلیل نداشتن خاصیت پلاستیسیته بالا با تغییر رطوبت خاک در زمان تغییر شکل‌گیری از هم گسیخته می‌شوند. با کاهش جزئی رطوبت خاک ساحل و افزایش نیروی کششی ذرات آن، ترک کششی بین ذرات ایجاد می‌شود. دیواره رود با گسستگی‌ها فرسایش یافته و جریان آب به پیش‌روی، تخریب دیواره و در نهایت تغییر مسیر رودخانه ادامه می‌دهد [۱۴]. شاید دلیل عدم شکل‌گیری استقرارهای قابل توجه در کنار رودهای اصلی نسبت به کانال‌ها و نهرها همین مسئله باشد. بشر با کسب تجربه می‌دانست که استقرار در ساحل رود اصلی با مخاطراتی نظیر سیل، فرسایش مصالح دیواره‌های رودخانه و تغییر مسیر رودخانه همراه است. بادهای ۱۲۰ روزه نیز هنگام کم‌آبی هامون، حجم زیادی از رسوبات کف دریاچه را به نقاط مختلف منتقل می‌کند. تجمع ماسه‌ها باعث مسدود شدن بستر رودخانه، پیچان‌رود، فرسایش کناره رودخانه‌ها و انسداد مسیر آبراهه‌ها می‌شود.

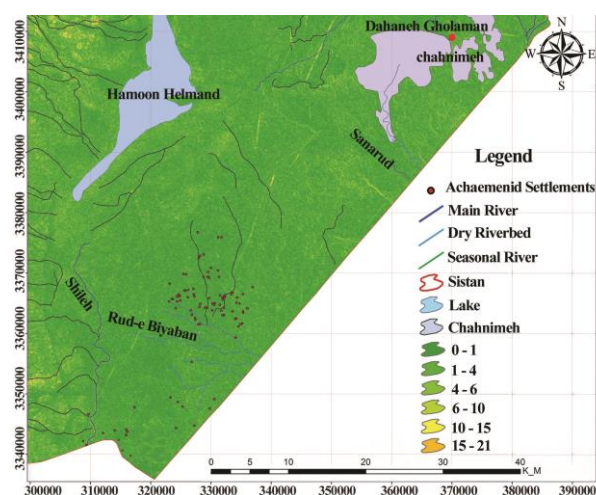
وقتی واردات آب هیرمند به هامون کم شود هامون پسروری کرده، کم‌آبی به‌وجود می‌آید، سطح زیر کشت کاهش می‌یابد و فرسایش خاک و پیشروی شن‌ها آغاز می‌شود [۱۷]. نتیجه عملکرد آب‌های سطحی که به‌صورت مسیل‌های از غرب به سمت هامون جاری می‌شوند، فرسایش سیلابی سفره‌ای در حوالی شیله است. این مسیل‌ها با عبور از سازندهای تبخیری میوسن شور می‌شوند و در کیفیت خاک اثر می‌گذارد [۳۶]. یکی از دلایل عدم شکل‌گیری استقرارها در غرب شیله همین مسئله است. با

شیب تند مناطق غربی است که به دره شیله منتهی می‌شود. شیب شیله به طرف غرب و جنوب است که باعث می‌شد هنگام سرریز آب شور شیله، شرق رودخانه از رسوب و سیلاب تا حدی در امان باشد اما خاک بخش‌های غربی شور می‌شدند. بدین ترتیب، خاک شور، قرارگیری در شیب تند و مسیر آب‌های جاری، مانع ایجاد استقرارهای دائمی می‌شد. نقشه شیب (شکل ۶) و داده‌های جدول ۴ نشان می‌دهند ۴۲ استقرار در شیب ۰-۱، ۳۶ استقرار در شیب ۱-۴ و ۲۰ محوطه در شیب ۴-۶ درجه ایجاد شده‌اند. بیش‌ترین محوطه‌ها در شمال رود بیابان و در کم‌ترین درجه شیب واقع شده‌اند.

جدول ۴- تفکیک محوطه‌ها بر اساس درجه شیب

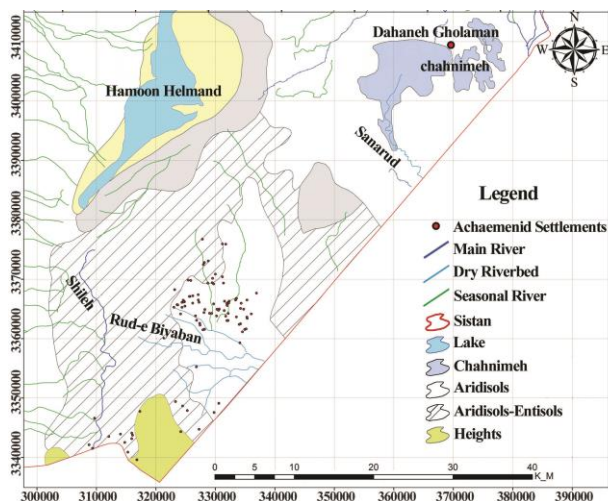
Table 4. Settlements categorization based on soil

درجه شیب Slope degree	تعداد Number	درصد Percent
0-1	42	42.9
1-4	36	36.7
4-6	20	20.4



شکل ۶- نقشه درجه شیب محوطه‌ها

Fig 6. Settlements Soil science map



شکل ۷- نقشه خاک‌شناسی محوطه‌ها
Fig 7. Settlements slope degree map

باد

سیستان، سرزمین باد است و بادهای مختلفی (۱۲۰ روزه، قوس، هفتم (گاوکش) و پنجک) در طول سال می‌وزند که معروف‌ترین آن‌ها بادهای ۱۲۰ روزه سیستان است که با جهت شمال‌غرب به جنوب‌شرق طی ماه‌های خرداد تا شهریور می‌وزد. در دوران ترسالی، اثر بادهای مطلوب بوده و از گرمای هوا می‌کاهد اما در دوران خشک‌سالی با کاویدن ماسه‌های کف هامون و رسوبات هیرمند، آن‌ها را در مناطق مختلف می‌پراکند و گاهی چندین متر شن و ماسه را در منطقه‌ای انباشته می‌کند و بناها را زیر حجم آن‌ها می‌پوشاند. با ادامه این روند، بستر خشک روخانه‌ها مملو از بار جامد فرو ریخته بادهای می‌شود و در دوره ترسالی، وقتی آب در این بستر بالا آمده رودخانه، جریان می‌یابد، رودخانه طغیان می‌کند چرا که بستر آن قادر به نگه‌داری حجم آب نیست، در این هنگام است که سیلاب راه می‌افتد و رودخانه، مسیر دیگری برای جریان خود انتخاب می‌کند. شیب پایین دشت نیز این فرایند را تسهیل می‌کند. چنین اتفاقی به دلیل وابستگی مردم به منابع آب سطحی، انتخاب محل سکونت را با محدودیت مواجه می‌کرد. مردم بالاجبار، نزدیکی به کانال‌های انشعابی طبیعی رودخانه را انتخاب می‌کردند که البته در این مورد نیز به‌طور مداوم با تغییر مسیر کانال‌ها مواجه می‌شدند که خاص طبیعت مخروطه‌ها می‌باشد.

استفاده مناسب انسان از ویژگی‌های محیط طبیعی و به‌کاربردن شیوه‌های کارآمد از دغدغه‌های معماران بوده و در هر ناحیه‌ای با توجه به شرایط خاص آب و هوایی، شکل خاصی از معماری را استفاده می‌کرده‌اند. انسان همواره سعی داشته علاوه بر کاهش تأثیر منفی عوامل طبیعی، استفاده مفید از آن را در بناها به‌کار ببرد و با تغییراتی که در فضا ایجاد می‌کند شرایط محیطی را تنظیم نماید [۳۳]. معماران هخامنشی تمهیداتی برای کاهش اثرات بادهای اندیشیده‌اند. از محوطه‌های این دوره، اثر معماری چندانی باقی نمانده است که

توجه به این که مواد مادری دشت از مواد آبرفتی هیرمند می‌باشد و همچنین به دلیل شرایط اقلیمی (رژیم دمای هاپیرترمیک و رژیم رطوبتی اریدیک) و فعالیت بادهای ۱۲۰ روزه که باعث ایجاد فرسایش بادی شدید در منطقه است، امکان تکامل خاک وجود نداشته و خاک‌ها در رده اریدی‌سول و انتی‌سول قرار می‌گیرند. خاک‌های اریدی‌سول-انتی‌سول، تکامل بالایی ندارند [۲۱]. اریدی‌سول و انتی‌سول، خاک مناطق آب و هوایی خشک هستند که از مشکلات بهره‌برداری آن‌ها، کمبود آب، شوری زیاد، قلیایی بودن کم و کم‌عمقی است [۱۵]. انتی‌سول‌ها شوری بیشتری نسبت به اریدی‌سول دارند، به دلیل دریافت رسوبات، تکامل بالایی ندارند و عمدتاً روی لندفرم‌های آبرفتی جوان، نظیر دشت سیلابی تشکیل می‌شوند [۱۰]. نقشه خاک (شکل ۷) و داده‌های جدول ۵ نشان می‌دهند که ۷۱ محوطه در پهنه خاکی اریدی‌سول، ۲۴ محوطه در پهنه خاکی انتی‌سول-اریدی‌سول و ۳ محوطه در سرزمین تپه ماهوری شکل گرفته‌اند. استقرار در اطراف شعب رود بیابان، بیش‌تر در محدوده خاک اریدی‌سول می‌باشد. ظاهراً از همه شعب رود بیابان، امکان کانال‌کشی تا محل استقرار وجود داشت اما برای تجمع محوطه‌ها در شمال شعب رودخانه، می‌توان این احتمال را پذیرفت که اریدی‌سول‌ها انتخاب درجه اول نوع خاک بوده‌اند چرا که شرایط زیستی روی این نوع خاک، مساعدتر از خاک اریدی‌سول-انتی‌سول می‌باشد. در خاک‌های آبرفتی منطقه، رسوبات قدیمی (تراس‌های رودخانه‌ای و دریاچه‌ای) وجود دارد که به دلیل قرارگیری در سطحی بلندتر، از خطر سیلاب مصون مانده‌اند، عوامل تشکیل دهنده خاک روی هم اثر کرده و تکامل خاک انجام گرفته است. کلاً استقرارهای دوره باستان منطقه روی تراس‌های رودخانه‌ای تشکیل شده‌اند. انتی‌سول‌ها در شرایط فرسایش زیاد و معمولاً از تپه‌های شنی تشکیل شده‌اند که ارزش کشاورزی ندارند. آنچه نقشه به‌عنوان اریدی‌سول-انتی‌سول نشان می‌دهد نشانه میزان بالای رسوباتی است که بر روی بستر دشت در طی زمان‌های طولانی انباشته شده، به عبارت دیگر، مدام بر اثر رسوبات جدید، خاک جدید تشکیل شده است.

جدول ۵- تفکیک محوطه‌ها بر اساس جنس خاک

Table 5. Settlement Categorization based on slope degree

نوع خاک Soil type	تعداد Number	درصد Percent
اریدی‌سول Aridisols	71	72.4
اریدی‌سول-انتی‌سول Entisols -Aridisols	24	24.5
تپه ماهوری Heights	3	3.1

بتوان بر اساس آن‌ها تحلیل انجام داد، اما شهر دهانه غلامان به یادگار مانده است. دهانه غلامان، بقایای شهری متعلق به دوران هخامنشی است و طبق منابع تاریخی و مستندات باستان‌شناسی، همان شهر زارین است که کنزیاس؛ پزشک اردشیر دوم هخامنشی و ایزودور خاراکسی از این شهر در کنار دریاچه هامون نام برده‌اند که به دستور داریوش ساخته شد. این شهر در ۴۴ کیلومتری زابل و ۲ کیلومتری روستای قلعه نو قرار دارد.

در حالی که شهر جهت دوری از خطر سیلاب نسبت به دشت روی بلندی واقع شده، بلندی‌هایی نیز از چند جهت آن را دربر گرفته‌اند که باعث کاهش اثر بادهای ۱۲۰ روزه می‌شد. در این شهر خیابان‌ها به صورت شرقی-غربی هستند. بادهای ۱۲۰ روزه هم از شمال و شمال‌غرب می‌وزند، به این ترتیب با جهت شرقی-غربی خیابان‌ها تا حدودی باد، کنترل و از نفوذ آن به داخل شهر کاسته شده است. گوشه ساختمان‌ها به سمت شمال است، این الگو در شرق شهر بیش‌تر است، دلیل آن بادهای ۱۲۰ روزه است و به همین دلیل ورودی‌ها در جنوب ساختمان قرار دارند و یا با بادشکنی محافظت شده‌اند [۲۵]. خیابان‌هایی که جهت آن‌ها به موازات جهت بادهای غالب است اثر کانالیزاسیون خیابان‌ها باعث افزایش سرعت باد می‌شود، در خیابان‌هایی که عمود بر جهت وزش باد است موجب کاهش سرعت باد و چرخش آن و رسوب بار جامد باد می‌شود [۲۴]. با وجود تهدید انباشت ماسه‌های بادی، طراحان شهر به چه علتی، معابر را به صورت شرقی-غربی (عمود بر جهت وزش باد) طراحی کرده‌اند؟ در چنین معابری، سرعت باد کاهش یافته و قادر نخواهد بود بار جامد خود را حمل کند و در نتیجه ماسه‌های حمل شده توسط باد در معابر انباشته می‌شوند. طراحی معابر به صورت موازی با جهت وزش باد، موجب می‌شود شن و ماسه‌ها همراه سرعت باد حرکت کرده و در جایی غیر از محل سکونت انباشته شوند. در میحث آب اشاره شد که دریاچه هامون تا نزدیکی شهر گسترش داشته، به عبارتی، وضعیت ترسالی حاکم بوده است. در چنین شرایطی، بادهای ۱۲۰ روزه به اندازه عصر ما حامل شن و ماسه‌های بستر خشک هامون و هیرمند نبوده‌اند و چه بسا وزش باد، باعث تبخیر آب و خنکی محیط نیز می‌شد. بنابراین چاره اندیشی برای مسئله طوفان شن، اولویت درجه اول نبوده است. طراحی به صورتی بوده که سرعت باد را بشکند و از شدت آن بکاهد تا زندگی و رفت و آمد سهل‌تر صورت بگیرد. امکان دارد بعدها خشک‌سالی روی داده و شاید به دلیل عدم رعایت این مسئله در طراحی شهر است که گفته می‌شود یکی از دلایل ترک شهر، هجوم شن و ماسه بوده است، چرا که شهر عمر کوتاهی داشته و بعد از ۱۵۰ سال سکونت ترک شده است.

بحث و نتیجه‌گیری

این پژوهش با هدف بررسی مخاطرات زیست‌محیطی در محدوده مطالعاتی دشت سیستان به شناسایی عوامل جغرافیایی

مؤثر بر زندگی انسان در دوره هخامنشی، رابطه متقابل انسان و محیط، نحوه مکان‌گزینی و نوع تصمیم برای مقابله با جبر زیست بوم پرداخت. چشم‌انداز محیطی به وجود آمده در دشت سیستان در دوره هخامنشی، حاصل تعامل انسان با زیست‌بومی است که همواره خطرات زیست محیطی از قبیل سیلاب، تغییر مسیر رودخانه و شعب آن، فرسایش خاک و طوفان شن و ماسه آن را تهدید می‌کرد. تحلیل‌های نظری، داده‌های آماری و نقشه‌ها نشان می‌دهند که منابع آبی، مهم‌ترین مؤلفه زیستی مردم در انتخاب محل سکونت بوده و عوامل جغرافیایی دیگر در ذیل آب قرار گرفته و در ارتباط با آن عمل می‌کنند. در این پژوهش، لایه‌های نوع منابع آبی، فاصله از منابع آبی، درجه شیب، نوع خاک و زمین‌شناسی در نقشه‌های GIS و همچنین عامل باد به طور مستقل مورد مطالعه قرار گرفت و نحوه مکان‌گزینی محوطه‌ها با توجه به این عوامل با نقشه‌ها و جداول مشخص شد. آنچه نقشه‌ها نشان می‌دهند گویای تراکم محوطه‌ها در مجاورت رودخانه‌های فصلی و یا کانال‌های انشعابی هیرمند و نهرها است به طوری که ۵۴ درصد کل استقرارها نزدیک این منابع آبی ایجاد شده‌اند. خطر سیلاب و جریان خروشان رودخانه که همیشه سیستان را تهدید می‌کند موجب می‌شد در مکان‌گزینی به تراس‌های رودخانه‌ای که سطحی بالاتر از زمین‌های اطراف داشتند توجه شود. بیش‌تر محوطه‌ها از طریق کانال‌های طبیعی انشعابی و انحراف نهرهای مصنوعی از جریان رودخانه اصلی فاصله گرفته‌اند. در دهانه رودخانه‌های دائمی، یک منطقه دلتایی به وجود می‌آید که سطح آن کمی بالاتر از سطح دشت آبرفتی است. ممکن است شاخه‌های فراوانی که در منطقه جاری هستند مسیر خود را مرتباً تغییر دهند، چنین فرایندی در دلتاهای فعال سیستان نیز دیده می‌شود [۳۲]. با جابه‌جایی این شاخه‌ها، محوطه‌های حاشیه آن‌ها نیز جابه‌جا می‌شدند، تعداد زیاد محوطه‌ها گویای این واقعیت است، این منطقه همان مخروطه دلتایی است. با توجه به شیب کم، رسوب‌گذاری رودها و باد انباشت‌های ماسه‌ای، رودها و انشعابات آن‌ها بارها مسیر خود را عوض می‌کنند. به دلیل وابستگی تام مردم به رودخانه‌ها، فاصله محوطه‌ها از آن‌ها کم است. زاویه تابش آفتاب، خشکی هوا و شدت تبخیر آب در سیستان موجب کاهش آب کانال‌ها نسبت به رودخانه مادر می‌شد و دسترسی دائم به آب وجود نداشت، بنابراین جابه‌جایی استقرارها زیاد بوده و محوطه‌های زیادی با وسعت کم شکل گرفته‌اند. شیب زمین در ارتباط مستقیم با آب بر نحوه مکان‌گزینی تأثیر گذاشته است؛ شیب کم دشت، موجب تسهیل انتقال آب و ایجاد انشعابات طبیعی رودخانه و نهرهای مصنوعی می‌شد. به دلیل فرسایش خاک دیواره رودخانه، خطر تخریب دیواره توسط سیلاب و خطر تغییر مسیر رودخانه وجود دارد که موجب عدم شکل‌گیری محوطه‌ها کنار رود اصلی می‌شد. خاک سیستان، دانه‌ریز و غیرقابل نفوذ بوده و سفره آب زیرزمینی ندارد که همین امر، دلیل وابستگی تام استقرارها به منابع آب سطحی است. در طراحی معابر و سازه‌های شهر دهانه غلامان برای کاهش سرعت بادهای ۱۲۰ روزه، با طراحی

6. Brown, A.G. 2008. Geoarchaeology, the four dimension (4D) fluvial matrix and climatic causality. *Journal of Geomorphology*. 101: 278- 297.

7. Chilardi, M. Fouache, E. and Chiverrell, R. 2009. Geoarchaeology: Human environment Connectivity, an approach at the interface between environmental reconstruction and human settlement. *Journal of Géomorphologie: relief, processus, environnement*. 4: 227-323.

8. Constantini, L. Tosi, M. 1978. The Environment of Southern Sistan in the Third Millennium B.C. and its exploitation by the Proto-Urban Hilmand Civilization, the Environmental History of the Near and Middle East Since the Last Ice Age. Edited by E. Brice, Academic Press London, New York, San Francisco, a Subsidiary of Harcourt Brace Jovanovich, Publishers.

9. Ebrahimzadeh, I. Lashkaripour, Gh.R. and Moridi, A.A. 2004. Geological factors impact on changing the Helmand River direction and its role in settlements relocation of Sistan. *Journal of Geography and development*. 4: 5-20. (In Persian)

10. Forghani, S.J. Pahlavan Rad, M.R. Esfandiari, M. and Mohammadi Torkashvand, A. 2020. Digital Soil Mapping of Soil Classes in Floodplain and Low Relief Lands (Case Study: Hirmand County). *Journal of Water and Soil Resources Conservation*. 9(4): 107-120. (In Persian)

11. Fouache, E. Besenval, R. Cosandey, C. Coussot, C. Ghilardi, M. Huot, S. and Lamothe, M. 2012. Palaeochannels of the Balkh River (northern Afghanistan) and human occupation since the Bronze Age period. *Journal of Archaeological Science*. 39: 3415-3427.

12. Gillmore, G.K. Coningham, R.A.E. Fazeli Nashli, H. Young, R. Maghsoudi, M. Batt, C. and Rushworth, G. 2009. Irrigation on the Tehran Plain, Iran: Tepe Pardis - The site of a Possible Neolithic Irrigation Feature?. *Journal of Catena*. 78: 285-300.

13. Gillmore, G.K. Stevens, T. Buylaert, J.P. Coningham, R.A.E. Batt, C. Fazeli Nashli, H. Young, R. and Maghsoudi, M. 2011. Geoarchaeology and the value of multidisciplinary palaeoenvironmental approaches: A case study from Tehran Plain, Iran. *Journal of Geological Society. London, Special Publications*. 352: 49-67.

14. Hafezi Moghaddas, N. Solouki, H.R. Jalilvand, R. and Rahnama Rad, J. 2012. Sistan River Engineering Geomorphology Study. *Journal of Geotechnical Geology*. 8(1): 1-18. (In Persian)

15. Kardavani, P. 2008. Soils Geography. University of Tehran Press, Tehran. (In Persian)

خیابان‌هایی عمود بر جهت باد از شدت آن کاسته‌اند. شواهد حاکی از اوضاع اقلیمی ترسالی در دوره هخامنشی می‌باشد. به احتمال قوی خطر طوفان شن به مانند امروزه مطرح نبوده و معماران، نهایت هماهنگی با طبیعت و استفاده از پدیده‌های طبیعی را به کار بسته‌اند، بادی که می‌تواند مخرب باشد تبدیل به موهبتی می‌شود که با شدت کم‌تر، خنکای حاصل از تبخیر هامون را به درون می‌کشد. البته عدم پیش‌بینی آسیب خشک‌سالی‌های احتمالی آینده در طراحی‌ها منجر به مواجه شدن با خطر طوفان شن و در نهایت ترک شهر شد. به‌طور کلی مردم در دوره هخامنشی در مکان‌هایی از دشت مستقر شده‌اند که شرایط مطلوب اسکان را به لحاظ دارا بودن آب کافی، نوع خاک مرغوب و دوری از خطر سیلاب فراهم می‌ساخت.

تا کنون مطالعه‌ای در خصوص مخاطرات زیست محیطی دوران باستان انجام نشده است اما برآیند مطالعات مشابه انجام شده که در رابطه با عوامل مؤثر بر مکان‌گزینی محوطه‌ها هستند و با تمرکز بر مقوله زمین باستان‌شناسی انجام گرفته‌اند بر عامل مخروط افکنه در مکان‌یابی محوطه‌های باستانی تأکید دارند. نتایج پژوهش حاضر مبنی بر تغییر مسیر و جابه‌جایی مداوم کانال‌های انشعابی متعلق به محوطه‌ها که منجر به کوچ و تغییر محل سکونت استقرارها می‌شود با نتایج پژوهش گیل‌مور و همکاران [۱۳و۱۲]، مقصودی و هم‌کاران [۱۸] و فوآش و همکاران [۱۱] مطابقت دارد، در همه این پژوهش‌ها، کانال‌های انشعابی مخروط افکنه‌ها با تغییر جهت، موجب کوچ محوطه‌ها برای دستیابی به آب شده‌اند، البته با این تفاوت که محیط جغرافیایی این پژوهش، مخروطه دلتایی می‌باشد. مهرآفرین و سیدسجادی [۱۹] و علایی‌مقدم و همکاران [۳]، عامل تغییر موقعیت محوطه‌های باستانی را تغییر مسیر رود هیرمند ذکر کرده‌اند که در این مورد با نتایج مقاله حاضر مشابهت دارد.

منابع

1. Ahmadi Karvigh, H. 2015. Historical Natural Geography of Sistan (1st Edition). Maziyar Press, Tehran. (In Persian)
2. Akbaroghli, F. and Velayati, S. 2007. Survey on natural factors status of of rural settlements establishment, Case study: Kopeh Dag heights rural settlements Hezar Masjed Mountains. *Journal of Geography*. 12(5 & 13): 45-66. (In Persian)
3. Alayi Moghaddam, J. Mousavi Haji, S.R. and Mehrafarin, R. 2016. In Search of the Evergets (A View on the Achaemenid Settlements Real Identity discovered in Sistan). *Journal of Archaeological Studies*. 8(1): 113-132. (In Persian)
4. Ataei Kia, E. Fotoohi, S. and Rahimi, D. 2018. Paleogeomorphology of Hamoon Lake. *Journal of Geography and Environmental Planning*. 29(2): 159-171. (In Persian)
5. Ataei Kia, E. Shahbazi, A. and Raamesht, M.H. 2016. The Geomorphologic development of Chahnimes. *Journal of Arid*

26. Scerrato, U. 1979. Evidence of religious life at Dahaneh Gholaman, Sistan. Taddei, M. (ed) South Asian Archaeology 1977. Naples, 709- 735.
27. Seif, A. and Pourkhosravani, M. 2010. Analysis of geomorphic domains of Hamoon basin using GIS technique. Journal of GIS and RD Application in Planning. 1(2): 73-83. (In Persian)
28. Schmidt, A. Quigley, M. Fattahi, M. Azizi, G.H. Maghsoudi, M. and Fazeli Nashli, H. 2011. Holocene Settlement Shifts and Palaeoenvironments on the Central Iranian Plateau: Investigating Linked Systems. Journal of the Holocene. 21(4): 583-595.
29. Seyyed Sajjadi, S.M. 1997. Water resources and ancient settlements of Sistan in Islamic texts. Journal of Humanities, University of Zahedan. 5: 8-29. (In Persian)
30. Seyyed Sajjadi, S.M. 2000. The Natural Environment and Historical monuments in the Sistan plain. Journal of Geographical Researches. 15(1): 146-186. (In Persian)
31. Sistani, M.Sh. 2004. Ehya' almuluk. Scientific and cultural publishing company Press, Tehran. (In Persian)
32. Tosi, M. 1983. Prehistoric Sistan, Reports and memoirs. Vol. 19. pt. 1. ISMEO, Rome.
33. Watson, D. Labz, K. 1993. Climatic design: energy-efficient building principles and practices. Translated by V. Ghobadian & M. Feiz Mahdavi, University of Tehran. Tehran. (In Persian)
34. Zomorrodian, M.J. 2002. Iran Geomorphology. Vol. 1. Ferdowsi University of Mashhad Press, Mashhad. (In Persian)
35. Zomorrodian, M.J. 2013. Iran Geomorphology. Vol. 2. Ferdowsi University of Mashhad Press, Mashhad. (In Persian)
36. Zomorrodian, M.J. and Pourkermani, M. 1988. Discussion about geomorphology of Sistan province, with special focus on Zabol water and soil. Journal of Geographical Researches. 1: 100-121. (In Persian)
37. URL1: <http://greengoalsco.com/services/gis/gis-shapefile> (accessible at: 12 February, 2021).
16. Khosravi, M. 1989. Natural Factors Adverse Bioclimatic Effects in Sistan Plain. Journal of Geographical Researches. 4(13): 163-184. (In Persian)
17. Lashkaripour, G.h.R. and Ghafouri, M. 1998. Erosion and Progressive Movement of Shileh River and Death of Hamun Lake. Journal of Geographical Researches. 49: 243-255. (In Persian)
18. Maghsoudi, M. Fazeli Nashli, H. Azizi. G.H. Gillmore, G. and Schmit, A. 2012. Geoarchaeology of Alluvial Fans: A Case Study from Jajroud and Hajjarab Alluvial Fans in Iran. Journal of Physical Geography Research. 44(4): 1-22. (In Persian)
19. Mehr Afarin, R. and Seyyed Sajjadi, S.M. 2005. Hydrology and geographical environment impacts on Zahak region of Sistan ancient settlement. Modarres Journal of Humanities. 9(1): 217-239. (In Persian)
20. Mehr Afarin, R. and Mousavi Haji, S.R. 2007-2009. Sistan wide plain Archaeological Survey. Cultural heritage, handicrafts and tourism organization Press, Tehran. (In Persian)
21. Mirakzei, K.h. Shahriari, A. Pahlavan Rad, M.R. and Bameri, A. 2017. Application of random forest method for predicting soil classes in low relief lands (Case study: Hirmand county). Journal of Water and Soil Conservation. 24(1): 67-84. (In Persian)
22. Mohammadi, M. and Seif, A. 2014. Detecting changes trend of geomorphic faces of Zayandeh Rood deltaic cones using remote sensing. Journal of RS and GIS for Natural Resources. 5(1): 45-59. (In Persian)
23. Ranjbar, M. Iran Manesh, F. and Dehghan, A.R. 2005. The role of Sistan playas in the spread of dust storms using satellite images. Journal of Geography. 3(6-7): 70-81. (In Persian)
24. Saligheh, M. 2003. Considering the Wind in Physical Shape of the City of Zabol. Journal of Geography and Development. 1(2): 109-121. (In Persian)
25. Scerrato, U. 1966. L'Edificio Sacro di Dahan-i Ghulaman (Sistan). Atti del Convegno sul tema la Persia e il Mondo Greco-Romano (Roma 11-14 April 1965), Roma, 457-470.

Environmental Hazards Role in Achaemenid Settlements Placement in the Sistan Plain in the Hirmand River Basin

Sh. Fathi Sogolitaheh¹, M. Mortazavi² and F. Mosapour Negari³

Received: 20-09-2021 Accepted: 05-12-2021

Abstract

The Sistan Plain for a long time has faced hazards of flood, drought and sandstorm. Also due to existence of abundant water resources it had been one of the important places for men's placement. So far, no comprehensive study has been done on environmental hazards which would include ways to overcome or decrease their impacts in Achaemenid era. The present survey aims for studying the reciprocal relation between Achaemenid settlements and natural environment in areas based on environmental limitations. This research has been carried out through the descriptive- analytical- historical method using GIS software. After environmental conditions had been studied, variables types and distance from water resources, slope, soil type, Geology and wind were studied and the results indicate surface water resources effective role in settlements placement. The Water resources existence, gentle slope and consequently ease of waterflow down to plain and canals creation capacity to keep suitable distance to river and placement on Alluvial terrace to avoid flood hazards are among the factors turned area to population absorbing one despite shortage of aquifers and reliance on surface water resources. Being located on delta fans would lead to change of the direction of river canals, which causes relocations of settlements.

Keywords: *Sistan plain, Achaemenid era, Environmental hazards, Water resources.*

-
1. Ph.D. Student of Archaeology, Department of Archaeology and History, Faculty of Literature and Humanities, Science and Research branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
 2. Corresponding Author and Associate professor, Department of Archaeology and Archaeological Sciences Research Center, Faculty of Literature and Humanities, University of Sistan and Baluchestan, Iran. Email: mehdi.mortazavi@lihu.usb.ac.ir.
 3. Assistant professor, Department of Archaeology and Archaeological Sciences Research Center, Faculty of Literature and Humanities, University of Sistan and Baluchestan, Iran.