

زیرساخت‌های هیدرولیکی در پارس دوره هخامنشی بر پایه پژوهش‌های جدید Hydraulic Infrastructure in Fars during the Achaemenid Period in Light of Recent Research

Kourosh Mohammadkhani ^{1*}, Sébastien Gondet ², Marie-Laure Chambrade ²

کوروش محمدخانی^{۱*}، سباستین گندت^۲، ماری-لور شامبراد^۲

¹ Associate Professor, Department of Archaeology, Faculty of Letters and Human Sciences

^۱ عضو هیئت علمی گروه باستان‌شناسی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

University of Shahid Beheshti, Tehran, Iran. Corresponding author: k_mohammadkhani@sbu.ac.ir

نویسنده مسئول: k_mohammadkhani@sbu.ac.ir

² UMR 5133 Arché orient- FR 3747 Maison de l'Orient et de la Méditerranée, CNRS/Université Lyon 2, Lyon, France.

^۲ پژوهشگر مرکز ملی پژوهش‌های علمی فرانسه (CNRS)، دانشگاه لیون، فرانسه.

چکیده	اطلاعات مقاله
سرزمین فارس به‌عنوان قلب دنیای هخامنشیان، دارای خاکی حاصلخیز و منابع آبی متعددی است و به‌طبع، زمین‌های کشاورزی مستعدی دارد که موجب گشته این سرزمین از دوران پیش از تاریخ تاکنون مورد توجه قرار گیرد و استقرارهای متعدد و گوناگونی در دوره‌های مختلف در آن شکل بگیرد. در این میان، دشت مرغاب و دشت مرودشت به‌عنوان مناطقی که دو مرکز حکومتی مهم هخامنشی یعنی محوطه‌های پاسارگاد و تخت جمشید در آن‌ها شکل گرفته، از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. وجود منابع آبی و زیرساخت‌های هیدرولیکی در این مناطق، باعث شده که مسئله مدیریت آب در این دشت‌ها حائز اهمیت فراوان گردد. مطالعه بر روی منابع آبی دوره هخامنشی و به‌طبع ساختارهای آبی وابسته و زیرساخت‌های هیدرولیکی آن‌ها، از جمله موضوعات پژوهشی است که در تحقیقات گذشته کمتر به آن‌ها پرداخته شده است. طی پژوهش‌های باستان‌شناختی نوین چند سال گذشته در دشت مرغاب و پیرامون محوطه پاسارگاد و نیز در دشت مرودشت و قلمرو تخت جمشید، یافته‌های جدیدی در مورد منابع آبی، زیرساخت‌های هیدرولیکی و مدیریت آب در این مناطق به‌دست آمده که در این نوشتار بدان پرداخته شده است.	تاریخ‌ها دریافت: ۱۴۰۴/۰۱/۱۰ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۳/۱۲ واژگان کلیدی هخامنشیان پاسارگاد تخت جمشید مدیریت آب زیرساخت‌های هیدرولیکی
Abstract: The land of Fars, as the heart of the Achaemenid world, has fertile soil and numerous water resources, and of course, fertile agricultural lands, which have caused this land to be considered since prehistoric times, and numerous and diverse settlements to form in it in different periods. Among them, the Murghab Plain and the Marvdasht Plain are of particular importance as the areas where two important Achaemenid government centers, namely the sites of Pasargadae and Persepolis, were formed. The existence of water resources and hydraulic infrastructures in these areas has made the issue of water management in these plains of great importance. The study of water resources of the Achaemenid period and, of course, the associated water structures and their hydraulic infrastructures is one of the research topics that has been less addressed in previous research. During the recent archaeological research in the Murghab Plain and around the Pasargadae site and in the Marvdasht Plain and the Persepolis region, new knowledge has been obtained about water resources, hydraulic infrastructures, and water management in these areas, which is discussed in this article.	History Received: March 30, 2025 Accepted: June 02, 2025 Keywords Achaemenids Pasargadae Persepolis Water Management Hydraulic Infrastructure

استناد: محمدخانی، کوروش، گندت، سباستین، شامبراد، ماری-لور (۱۴۰۴). «زیرساخت‌های هیدرولیکی در پارس دوره هخامنشی بر پایه پژوهش‌های جدید». باستان‌شناسی، ۵ (۱):

۵۱-۷۵.

<https://doi.org/10.22034/archj.5.1.3>

© ۱۴۰۴ (۲۰۲۵) نویسندگان مقاله، مجله باستان‌شناسی، مجله پژوهشکده باستان‌شناسی ایران.

مقدمه

بهره‌برداری چند هزار ساله از منابع آب

قلمرو کنونی فارس، که بخش جنوب‌شرقی رشته‌کوه زاگرس را دربر می‌گیرد و در جنوب‌غربی بیابان لوت و کویر مرکزی قرار دارد، منطقه‌ای مهم برای کشاورزی است. اگرچه چشم‌انداز غالب در این ناحیه را مناطق کوهستانی شیب‌دار با پوشش گیاهی تشکیل می‌دهد که چراگاه‌های وسیعی را نیز دربر می‌گیرد، اما این بخش از زاگرس مملو از دره‌های درون‌کوهی است که دارای آبراهه‌های فراوانی هستند و بسیاری از آن‌ها به مجموعه‌ای از دریاچه‌های وسیع می‌ریزند (Hourcade *et al.*, 1998: 31). در طول هزاره‌ها، احتمالاً از پایان آخرین عصر یخبندان، رودخانه‌ها به تدریج این دره‌ها را با رسوبات آبرفتی پر کرده‌اند و حوضه‌های رسوبی حاصل‌خیز کم‌وبیش وسیعی را به وجود آورده‌اند. این حوضه‌ها مجموعه‌ای از مناطق کشاورزی را تشکیل می‌دهند که دارای زمین‌های قابل کشت و اراضی زراعی طبقه‌بندی شده با ظرفیت بالایی هستند و در سراسر فارس پراکنده‌اند.

همچنین، آب‌وهوای فارس عموماً نیمه‌خشک تا خشک است. بررسی جدول توزیع میانگین بارندگی سالانه، نشان‌دهنده تنوع میزان بارش است که با کاهش تدریجی بارندگی از شمال‌غرب به جنوب‌شرق همراه است. در حالی که بخش بزرگی از استان، با بارش متوسط بیش از ۲۰۰ میلی‌متر در سال، حداقل میزان لازم برای کشاورزی دیم را داراست، با این حال می‌توان آن را «منطقه عدم اطمینان» برای کشاورزی در نظر گرفت. در این شرایط، تغییرات سالانه میزان بارش گاه خطری برای پایداری تولیدات کشاورزی به‌شمار می‌رود. نمودارهای اقلیمی منطقه نیز نشان می‌دهند که بخش عمده بارش سالانه در ماه‌های زمستان رخ می‌دهد. بنابراین، به‌منظور غلبه بر محدودیت‌های ناشی از توزیع فصلی بارندگی و تضمین عملکرد کشاورزی از یک سال تا سال دیگر در فارس، آبیاری امری ضروری است (Hourcade *et al.*, 1998: 91). نابرابری در توزیع زمین‌های زراعی و تنوع فضایی و زمانی بارش، ناهمگونی شدیدی در زمینه‌های زیست‌محیطی ایجاد می‌کند. در فارس، ارتفاعات به‌طور کلی شیبی کاهشی از شمال به جنوب را نشان می‌دهند و قله‌هایی با ارتفاع بیش از ۳۰۰۰ متر در کنار دره‌هایی نزدیک به سطح دریا مشاهده می‌شوند. از این‌رو، تأثیرات کوهستانی، از جمله تعداد روزهای یخبندان در سال، در نواحی شمالی بسیار بیشتر از مناطق جنوبی است. ناهمواری‌های شدید، همراه با بی‌نظمی بارش و برهنه بودن دامنه‌ها، موجب شده است که بخش بزرگی از شبکه هیدروگرافی

دارای رژیمی سیلابی باشد؛ به‌گونه‌ای که وقوع منظم دوره‌های سیلابی، از ویژگی‌های شاخص این محیط‌های کوهستانی به شمار می‌رود. از منظر مدیریت منابع آب، جوامع انسانی به سمت توسعه راه‌حلهایی سوق یافته‌اند که با تنوع چارچوب‌های زیست‌محیطی و تحولات آن‌ها در گذر زمان سازگار باشند. از این‌رو، در دوران جدید و پیش از توسعه‌های اخیر و گسترش استفاده از پمپاژ موتوری، شیوه‌های کشاورزی در فارس بیانگر انواع راه‌حل‌های آبیاری متناسب با محیط‌ها و تولیدات متنوع بوده است. تنوع در شیوه‌های بهره‌برداری از آب و زمینه‌های مرتبط با آن، موجب شکل‌گیری و تداوم ساختارهای هیدرولیکی متنوعی از دوران باستان شده است که باستان‌شناسان در مطالعات محوطه‌های باستانی با آن‌ها مواجه می‌شوند (Rigot, 2010: 62-63).

سابقه طولانی آبیاری در فارس

مطالعات اخیر، با تمرکز بر تغییرات زیست‌محیطی در طول دوره هولوسن در جنوب ایران، امکان روشن شدن نوسانات اقلیمی گذشته را فراهم ساخته است (Rigot, 2021). اگرچه میزان بارش در این دوره متغیر بوده است، آب‌وهوای منطقه و همچنین بخش بزرگی از فلات ایران، به‌طور کلی با خشکی و رژیم بارندگی زمستانی مشخص می‌شود. از نخستین مراحل توسعه کشاورزی، جوامع انسانی حاضر در این سرزمین بی‌تردید در پی توسعه شیوه‌های آبیاری برای جبران ناکافی بودن میزان بارندگی بوده‌اند. در ایران، قدیمی‌ترین شواهد آبیاری که از نظر باستان‌شناختی تأیید شده‌اند، در شمال‌غرب و غرب کشور کشف شده‌اند و قدمت آن‌ها به دوره گذار میان نوسنگی و عصر مس‌وسنگ بازمی‌گردد. کشاورزی آبی، همراه با توسعه شبکه‌های بزرگ آبیاری، به‌ویژه در دامنه‌های غربی زاگرس و دشت شوشان، از عصر مفرغ و هزاره سوم پیش از میلاد استمرار یافته و مسیری مشابه آنچه در میان‌رودان ثبت شده است، دنبال کرده است (Hourcade *et al.*, 1998: 95).

در فارس، تاریخ آغاز آبیاری کمتر مستند شده است. به نظر می‌رسد که تاکنون هیچ سازه هیدرولیکی مربوط به دوره‌های نوسنگی تا پایان عصر مفرغ ثبت نشده باشد. مسئله توسعه کشاورزی آبی عمدتاً از طریق نتایج بررسی‌های باستان‌شناختی انجام‌شده میان دهه‌های ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ در دشت تخت‌جمشید مورد توجه قرار گرفته است. این بررسی‌ها امکان تعریف روند تحول استقرارهای منطقه‌ای را از دوره نوسنگی فراهم ساخته‌اند.

269-264). برای این دوره‌ها، منابع متنی نیز باید با دقت بیشتری بررسی شوند و می‌توانند در مستندسازی این شبکه‌های آبیاری نقش مؤثری ایفا کنند (Miri, 2012; Duva, 2018).

این داده‌های محدود باستان‌شناختی، با وجود کاستی‌های موجود، نشان می‌دهند که بهره‌برداری از منابع آب در فارس پیشینه‌ای طولانی دارد. در این چارچوب، دوره هخامنشی، پس از چند قرن افول آشکار استقرارگاه‌ها و در نتیجه کاهش فعالیت‌های کشاورزی (Sumner, 1986; Ataei and Roaf, 2019)، بیش از هر چیز به‌عنوان دوره‌ای از توسعه مجدد کشاورزی مطرح می‌شود. باستان‌شناسی این دوره عمدتاً بر پاسارگاد و تخت‌جمشید، به‌عنوان دو مرکز شاهنشاهی، متمرکز بوده است. در این قلمرو، مجموعه‌ای از بقایای هیدرولیکی شناسایی شده که مطالعه آن‌ها برای درک بهتر روند توسعه فضای سرزمینی پارس ضروری است.

مصارف آب در دوره هخامنشی: داده‌های موجود و پرسش‌های تحقیق

بهره‌برداری کشاورزی در دوره هخامنشی: بایگانی اداری و آرشیوهای دیرین محیط‌زیستی

ظهور شاهنشاهی هخامنشی مسلماً بر پایه ساختار دولتی‌ای بود که پیش از سلطنت کوروش (۵۵۵-۵۲۹ پیش از میلاد) به‌خوبی استقرار یافته بود (Briant, 1996). گسترش قلمرو هخامنشیان نیز بی‌تردید مبتنی بر بهره‌برداری از منابع سرزمین پارس و، در درجه نخست، توان کشاورزی آن بوده است. داده‌های متنی (Briant, 1996) و بخش عمده‌ای از داده‌های باستان‌شناختی مربوط به دوره هخامنشی محدود است، اما این داده‌ها برای دوره پس از هخامنشی و هم‌زمان با حمله اسکندر (۳۳۶-۳۲۳ پیش از میلاد) بسیار چشمگیر می‌شوند. در مقیاس شاهنشاهی، تحلیل این داده‌ها نشان می‌دهد که شاهان بزرگ، با هدف تضمین تداوم تولیدات کشاورزی و حتی توسعه آن، در حفظ و گاه گسترش شبکه‌های آبیاری نقش داشته‌اند (Briant, 1996: 826-829; Kuhrt, 2007: 3, 672; Henkelman, 2014: 243-247).

برای پارس هخامنشی، هزاران گل‌نبشته متعلق به دوران سلطنت داریوش اول (۵۲۲-۴۸۶ پیش از میلاد)، که در اوایل دهه ۱۹۳۰ میلادی در تختگاه تخت‌جمشید کشف شدند (Henkelman, 2008: 65-179)، گواهی دست‌اول از توسعه و بهره‌برداری کشاورزی این سرزمین به شمار می‌روند. در بخش عمده‌ای از این متون اداری، ذخیره‌سازی و توزیع مجدد تولیدات کشاورزی، همچنین تأمین نیروی کار، تحت نظارت مقامات

از یک دوره به دوره دیگر، تغییرات در تراکم محوطه‌ها و نحوه پراکنش آن‌ها، به‌طور کلی، با مراحل گسترش یا افول کشاورزی آبی تبیین می‌شود.

اخیراً، اطلاعات به‌دست‌آمده از کاوش‌های تل اسپید در شمال‌غرب فارس، وجود یک کانال آبیاری را در اواسط هزاره چهارم پیش از میلاد نشان داده است (Petrie *et al.*, 2009: 90). در همین راستا، تحلیل‌های باستان‌گیا‌شناختی به وجود گونه‌ای خاص از جو، از هزاره پنجم پیش از میلاد به بعد، در تل باکون در نزدیکی تخت‌جمشید اشاره کرده‌اند که کشت آن را می‌توان با کشاورزی آبی توضیح داد (Millr and Kimiaie, 2006: 113). بنابراین، فارس احتمالاً از همان آغاز کشاورزی، توسعه آبیاری را تجربه کرده و این امر در ابتدا در مقیاس‌های بسیار محلی و در پیرامون محوطه‌های زیستگاهی انجام می‌شده است (Sumner, 1990: 97). پس از آن، این روند کم‌وبیش به‌صورت مداوم تا پایان هزاره دوم پیش از میلاد ادامه یافته است (Sumner, 1986: 16). با این حال، بقایای زیرساخت‌های هیدرولیکی متعلق به این دوره‌ها احتمالاً بسیار اندک بوده و تا حد زیادی در گذر زمان از میان رفته‌اند. این سازه‌ها یا زیر رسوبات آبرفتی مدفون شده‌اند و یا در اثر فعالیت‌های کشاورزی متأخر از بین رفته‌اند.

در فارس، داده‌های باستان‌شناختی مستند مربوط به زیرساخت‌های هیدرولیکی از دوره‌های پس از عصر مفرغ فراوان‌تر است. این سازه‌ها عمدتاً بقایای سدها یا کانال‌هایی هستند که نشان از وجود سامانه‌های هیدرولیکی گسترده‌ای دارند که در مقیاس بزرگ طراحی و اجرا شده‌اند (Kleiss, 1992a: 131-145). با این حال، تاریخ‌گذاری دقیق آن‌ها غالباً فرضی است؛ زیرا فنون مورد استفاده در ساخت سازه‌های هیدرولیکی در طول زمان تغییر چندانی نکرده‌اند (Huff, 1986: 329-334). ازاین‌رو، در منطقه تخت‌جمشید، قدمت بسیاری از این آثار زیربنایی صرفاً بر اساس مجاورت با این محوطه بزرگ، به دوره هخامنشی نسبت داده شده است. با وجود این، داده‌های حاصل از بررسی‌های باستان‌شناختی جدید، اهمیت استقرارهای انسانی و توسعه کشاورزی در این منطقه (Hartnell and Asadi, 2010: 219-232) و دیگر نقاط فارس (Huff, 1999: 633-636; Azarnoush, 1994: 37-38) را از دوره ساسانی تا دوران اسلامی نشان داده‌اند. همچنین، در دهه ۱۹۶۰، کاوش‌هایی بر روی سدی در شمال‌غرب دشت تخت‌جمشید، که به دوره هخامنشی نسبت داده شده است، انجام گرفت (Nicol, 1970: ۱۴۰۴).

(2016: 255-269). با این حال، با توجه به شرایط اقلیمی فارس، فعالیت‌های گسترده درختکاری در هزاره نخست پیش از میلاد نیازمند آبیاری بوده است (Djamali *et al.*, 2016: 263-265). بنابراین، آرشیه‌های طبیعی نشان‌دهنده بهره‌برداری کشاورزی، به‌ویژه درختکاری، در مقیاسی وسیع در قلمرو پارس هستند؛ بهره‌برداری‌ای که بی‌تردید با توسعه و پیشرفت شیوه‌های آبیاری پشتیبانی می‌شده است.

پتانسیل غنی مناطق تخت جمشید و پاسارگاد در وجود بقایای زیرساخت‌های هیدرولیکی

تصمیم به تأسیس پاسارگاد در حدود ۵۵۰ ق.م. در دوره کورش و سپس تخت‌جمشید، در ۵۰ کیلومتری جنوب پاسارگاد، در حدود سال ۵۲۰ ق.م. در زمان داریوش، قطعاً پاسخی به نیازهای سرزمین پارس بود؛ نیازهایی که نه‌تنها ایجاد مکان‌هایی برای نمایش نمادین قدرت شاهان بزرگ را ایجاب می‌کرد، بلکه مستلزم شکل‌گیری مراکز اصلی برای مدیریت و کنترل قلمرو هخامنشی نیز بود. پاسارگاد و تخت‌جمشید در دو دشت رسوبی واقع شده‌اند که رودخانه‌های نیمه‌دائمی کُر و پلوار/سیوند از آن‌ها عبور می‌کنند. رودخانه پلوار، پس از عبور از دشت پاسارگاد و گذر از تنگ بلاغی در هفت کیلومتری جنوب‌غربی پاسارگاد و سپس عبور از دشت سعادت‌شهر، به‌سوی دشت تخت‌جمشید جریان می‌یابد و در حدود سی کیلومتری جنوب‌غربی تخت‌جمشید به رود کُر می‌پیوندد.

هرچند این دو منطقه بسیار به یکدیگر نزدیک هستند، اما از ظرفیت‌های کشاورزی متفاوتی برخوردارند. دشت پاسارگاد بین ۱۸۰۰ تا ۱۹۰۰ متر از سطح دریا ارتفاع دارد و وسعت آن حدود ۷۰ کیلومتر مربع است. تخت‌جمشید در ارتفاع ۱۵۰۰ تا ۱۶۵۰ متری از سطح دریا قرار گرفته و مساحتی بیش از ۲۰۰۰ کیلومتر مربع را دربر می‌گیرد. بنابراین، تخت‌جمشید از شرایط مساعدتری برخوردار بوده و به‌طور مستقیم قلمرو وسیع‌تری را در اختیار داشته و می‌توانسته نیازهای مدیریتی را بهتر برآورده سازد. پیرامون این دشت‌ها را رشته‌کوه‌هایی فراگرفته است که مناطق قابل‌توجهی را برای چرای دام فراهم می‌سازند (Balatti, 2017: 178-193).

در حالی که تمرکز اصلی باستان‌شناسان بر مجموعه‌های یادمانی سلطنتی پاسارگاد و تخت‌جمشید استوار بوده است، داده‌های باستان‌شناختی مربوط به مدیریت منابع هیدرولیکی در این دو منطقه، برای مدت طولانی، ناقص باقی مانده‌اند. در نتیجه، اگرچه شکوفایی جوامع شرق باستان به‌طور سنتی تا حدودی با

سلطنتی مستقر در تخت‌جمشید و با اتکا به شبکه کنترل پیچیده‌ای در سراسر ساتراپی و فراتر از آن، ثبت شده است (Henkelman, 2017: 45-256). اگرچه تفسیر این گل‌نشته‌ها درباره ساخت و نگهداری سازه‌های هیدرولیکی دشوار است (Henkelman, 2014: 233)، اما این اسناد گواه آن‌اند که از ظرفیت کشاورزی قلمرو پارس هخامنشی بهره‌برداری گسترده‌ای صورت گرفته است (Briant, 2018: 61-64). برای مثال، این متون فعالیت گسترده درختکاری را، که توسط مدیران حوزه‌های واقع در تخت‌جمشید یا نواحی پیرامون آن هماهنگ می‌شد، مستند کرده‌اند (Henkelman and Stolper, 2020: 169-167; Henkelman, 2021: 133-167).

اگرچه پاسارگاد، نخستین مرکز حکومتی‌ای بود که حدود سال ۵۵۰ پیش از میلاد به‌دست کورش بنیان نهاده شد، اما در این زمینه، تخت‌جمشید جایگاه برجسته‌تری یافته و در آرشیه‌های اداری، به‌عنوان منطقه‌ای برای تولیدات کشاورزی و ذخیره‌سازی، مسئول بهره‌برداری از اراضی پیرامون خود نیز معرفی شده است (Henkelman, 2011: 101). دولت هخامنشی منابع قابل‌توجهی را برای توسعه سرزمین پارس، بسیار فراتر از مراکز بزرگ شاهنشاهی این منطقه، سرمایه‌گذاری کرد که می‌توان از برازجان به‌عنوان نمونه‌ای از آن یاد کرد (Henkelman, 2017: 1-52; Zehbari, 2020: 137-143).

توسعه کشاورزی در پارس دوره هخامنشی از طریق مطالعه رسوبات کف دریاچه‌ها و تالاب‌های منطقه نیز تأیید شده است. از اواسط دهه ۲۰۰۰ میلادی، مغزه‌گیری از رسوبات توسط متخصصان و سپس تجزیه و تحلیل آن‌ها، اطلاعات ارزشمندی درباره پویایی دیرین محیطی و تغییرات پوشش گیاهی جنوب ایران در طول دوره هولوسن فراهم کرده است (Brisset *et al.*, 2019: 112; Djamali *et al.*, 2021: 121-123). در دریاچه مهارلو، در نزدیکی شیراز و در حدود پنجاه کیلومتری جنوب تخت‌جمشید، تجزیه و تحلیل گرده‌های گیاهی حفظ شده در رسوبات دریاچه، اوج فعالیت‌های درختکاری، به‌ویژه درختان چنار و گردو، را نشان داده است که به قرن هفتم پیش از میلاد، یعنی پیش از شکل‌گیری شاهنشاهی هخامنشی، تعلق دارد (Djamali *et al.*, 2010: 175-188). همچنین، در حدود ۱۲۰ کیلومتری جنوب‌غربی تخت‌جمشید، بررسی رسوبات دریاچه پریشان، واقع در دشت کازرون، توسعه چشمگیر کشت زیتون را در فاصله میان قرن ششم تا نخستین قرن پیش از میلاد، یعنی در سراسر دوره هخامنشی و پس از آن، نشان داده است (Djamali *et al.*, 2010: 175-188).

یکدیگر، با نام‌های شهیدآباد و دیدگان، وجود دارند که با بلوک‌های سنگ آهکی و با بهره‌گیری از تکنیک‌های معماری هخامنشی ساخته شده‌اند (Kleiss, 1988: 64).

در مورد محدوده تخت‌جمشید، بررسی‌های انجام‌شده بین دهه‌های ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ این امکان را فراهم ساخت که پیشنهاد‌های اولیه برای بازسازی الگوی آبیاری در زمان هخامنشیان ارائه گردد (Sumner, 1986: 7). این داده‌ها حاکی از آن است که آبیاری بخش وسیعی از دشت شمال‌غربی تخت‌جمشید به‌وسیله دو کانال طویل تأمین می‌شده است که آب را از رودخانه کُر، در بالادست دشت، گرفته و به سمت پایین‌دست، در کرانه‌های چپ و راست آبراهه، منتقل می‌کرده‌اند. قدمت هخامنشی این کانال‌ها بر پایه وجود دو ساختار هیدرولیکی است که به‌عنوان نقاط تأمین آب تفسیر شده‌اند. در نیمه دوم دهه ۱۹۶۰، ساخت یک سد بزرگ مخزنی بر روی رودخانه کُر موجب اجرای کاوش‌های نجات‌بخشی بر روی این دو سازه شد که در معرض خطر تخریب قرار داشتند (Nicol, 1970). در کرانه چپ رودخانه کُر، طی این فعالیت‌ها، مجموعه‌ای از تأسیسات هیدرولیکی کشف گردید که با نام بند دختر (یا سنگ دختر) شناخته می‌شوند (Nicol, 1970: 249-265). این بنا شامل سازه‌ای سنگی و بزرگ، با عرض تقریبی چهار متر و ارتفاع پنج متر است که پایه سنگی آن در رخنمون‌های سنگ آهکی حفر شده و دارای دو دهانه شلجی‌شکل است. بخش فوقانی سازه از بلوک‌های سنگ آهکی ساخته شده که دارای اتصالات تیز و شکاف‌هایی در میان آن‌ها است و به دریچه‌های لغزنده‌ای مجهز بوده که امکان انسداد کامل یا نسبی دهانه‌ها را فراهم می‌کرده‌اند. دیوارهای کشف‌شده در بالادست، در امتداد بستر رودخانه، وظیفه هدایت آب رودخانه کُر به‌سوی این سازه را بر عهده داشته‌اند؛ سازه‌ای که جریان ورودی به کانال را کنترل می‌کرده است.

پس از کاوش، این سرکانال برچیده شد و به‌منظور جلوگیری از تخریب ناشی از ساخت سد درودزن، به چهار کیلومتری پایین‌دست منتقل گردید. این عملیات جابه‌جایی، امکان تحلیل دقیق معماری سازه و تأیید انتساب آن به دوره هخامنشی را فراهم ساخت (Tilia, 1997: 331-338). در پایین‌دست، کانال تغذیه‌شده از بند دختر مسافتی بیش از ۵۰ کیلومتر را طی می‌کرده است که بخش‌هایی از آن شناسایی شده و اراضی واقع در کرانه چپ رودخانه کُر، در غرب نقش رستم، را آبیاری می‌کرده است (Sumner, 1986: 13-14).

توانایی آن‌ها در توسعه سامانه‌های آبیاری تبیین می‌شود (Boucharlat, 2017: 293-297)، اما در دوره هخامنشی، به دلیل کمبود داده‌های باستان‌شناختی، به‌ویژه در فارس، اطلاعات اندکی درباره فنون و سازوکارهای هیدرولیکی در دست است.

با این حال، کاوش‌های عمده در محوطه‌های سلطنتی، که بین دهه‌های ۱۹۳۰ تا ۱۹۷۰ میلادی انجام شدند، اطلاعات ارزشمندی درباره دانش هیدرولیکی دوره هخامنشی فراهم کرده‌اند. کاوش‌های انجام‌شده بر روی تختگاه تخت‌جمشید و بخش جنوبی آن، شبکه‌های زهکشی و ذخیره آب باران را مشخص ساخته‌اند (Schmidt, 1953; Kleiss, 1992: 155-167; Mousavi, 2012: 33). با این پژوهش‌های علمی، سامانه‌ای از کانال‌های سنگی را در پاسارگاد آشکار کرده‌اند. این کانال‌ها شبکه‌ای مستطیل‌شکل را تشکیل می‌دهند که نزدیک به پنج هکتار از باغ سلطنتی را آبیاری می‌کرده و در میان بناهای شاهنشاهی گسترش یافته بوده است (Stronach, 1978: 107-112; Stronach, 1994: 3-12; Grob, 2017: 53-84).

باغ، عنصر مرکزی بخش تاریخی پاسارگاد بوده و اغلب نمونه‌ای از «پردیس» به‌شمار آمده است (Boucharlat, 2016: 133-161; Henkelman, 2021: 61-80). کانال‌هایی که از این پردیس عبور می‌کردند، نقش محوری آب را در پاسارگاد نشان می‌دهند. این کانال‌ها برای تسهیل کشت گونه‌های مختلف گیاهی موجود در باغ مورد استفاده قرار می‌گرفتند و در عین حال، در محیطی کوهستانی و خشک، واجد نقشی نمادین نیز بودند (Tuplin, 1996: 102-103).

در منطقه پاسارگاد، اسناد باستان‌شناختی مربوط به بقایای زیرساخت‌های هیدرولیکی به‌صورت منفرد و پراکنده به‌دست آمده‌اند (Karami and Talebian, 2013: 216-242). در پایین‌دست محوطه، در دره تنگ بلاغی، کنده‌کاری‌هایی در سمت راست رودخانه پلوار وجود دارد که از دیرباز به‌عنوان بقایای جاده‌ای تعبیر شده‌اند که پاسارگاد را به تخت‌جمشید متصل می‌کرده است (Stronach, 1978: 166-167). از یک سو، به دلیل ویژگی‌های فنی کنده‌کاری سنگ، برخی باستان‌شناسان این اثر را کانالی متعلق به دوره هخامنشی دانسته‌اند (Kleiss, 1999: 27-29) و از سوی دیگر، به دلیل وجود قبور خرفت‌خانه‌ای در زیر حفره‌های سنگی‌ای که این مسیر بر روی آن‌ها قرار گرفته است، آن را متعلق به دوره اشکانی (اواسط قرن سوم پیش از میلاد تا اواخر قرن سوم میلادی) تفسیر کرده‌اند (Stronach, 1978: 167). در بالادست دشت پاسارگاد نیز دو سد بسیار نزدیک به

به‌ویژه درباره تاریخ دقیق ساخت آن‌ها، همچنان ناقص باقی مانده است. افزون بر کانال‌های باغ پاسارگاد که ارتباط تنگاتنگی با بناهای سلطنتی دارند، تنها تأسیسات هیدرولیکی دارای سازه‌های سنگی را می‌توان با اطمینان به دوره هخامنشی نسبت داد. شبکه‌های آبیاری نیز تا حد زیادی نقشه‌برداری شده‌اند و زیرساخت‌های هیدرولیکی عمدتاً مستقل از یکدیگر به نظر می‌رسند. با این همه، اسناد ثبت‌شده در آرشیو هخامنشی تخت‌جمشید و نیز مطالعات گرده‌شناسی مربوط به شناسایی فعالیت‌های کشاورزی در دوره هخامنشی، همچنان بسیار ناقص هستند.

تحقیقات در حال انجام در مورد مسائل مربوط به آب/هیدرولیک دوره هخامنشی در فارس

برنامه هیئت مشترک پژوهش‌های باستان‌شناسی ایران - فرانسه (Boucharlat, 2014; Gondet *et al.*, 2018; Gondet *et al.*, 2019) از سال ۱۹۹۹ با هدف بررسی مراکز پادشاهی هخامنشی در فارس و قلمرو آن آغاز گردید. موضوع آب، یکی از حوزه‌های مطالعاتی اولویت‌دار این هیئت بود که ابتدا در منطقه پاسارگاد و سپس، از سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۰۸، در تخت‌جمشید مورد مطالعه قرار گرفت. فعالیت‌های میدانی هیئت بین سال‌های ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۴ متوقف شد و از سال ۲۰۱۵ از سر گرفته شد. همچنین، بین سال‌های ۲۰۱۲ تا ۲۰۱۶، همکاری‌هایی با هیئت مشترک باستان‌شناسی ایران - ایتالیا در تخت‌جمشید صورت گرفت؛ هیئتی که کاوش‌هایی را در غرب تختگاه آغاز کرده بود. این دو هیئت همچنین از سال ۲۰۰۴ تا ۲۰۰۷، در قالب برنامه بین‌المللی کاوش‌های نجات‌بخشی در دره تنگ بلاغی، واقع در پایین‌دست دشت پاسارگاد، چندین محوطه را کاوش کردند. بین سال‌های ۲۰۰۸ و ۲۰۰۹ نیز دومین برنامه نجات‌بخشی هیئت مشترک باستان‌شناسی ایران - فرانسه بر روی سدهای قدیمی دشت پاسارگاد انجام شد.

نتایج حاصل از مطالعات هیدرولیکی در منطقه پاسارگاد، در مقایسه با منطقه تخت‌جمشید، غنی‌تر بود و این امر به لطف داده‌های متعددی است که در کاوش‌های نجات‌بخشی به‌دست آمده است. مطالعه بقایای هیدرولیکی در دشت پاسارگاد، به دلیل آنکه کمتر تحت تأثیر تخریب‌های مدرن قرار گرفته است، نتایج مطلوب‌تری را در پی داشته است.

مطالعه عمیق‌تر زیرساخت‌های هیدرولیکی هخامنشی مستلزم تدوین رویکردهای باستان‌شناختی مناسب بود. عدم قطعیت درباره

دومین سازه هیدرولیکی که در جریان این عملیات نجات‌بخشی مورد کاوش قرار گرفت، برد بریده ۲ است که در چند کیلومتری پایین‌دست بند دختر و در سمت راست رودخانه کُر قرار دارد (Nicol, 1970: 269-281). این سازه دیواری بلند است که از بلوک‌های سنگ‌آهکی تراش‌خورده ساخته شده و در آن شش دهانه مستطیل شکل، که احتمالاً مجهز به سامانه‌ای از دریچه‌های کنترل بوده‌اند، تعبیه شده است. با توجه به فنون معماری به‌کاررفته در آن، این سازه باید متعلق به دوره هخامنشی باشد. وضعیت نامناسب حفاظتی این بنا، تفسیر کارکرد آن را دشوار کرده است. این سازه ممکن است یک سامانه آب‌گیری بوده باشد (Sumner, 1986: 14-16) یا پایه‌های یک روبنای چوبی را تشکیل می‌داده که بخشی از یک پل‌سدی (پل - دایک) عبورکننده از رودخانه بوده است (Nicol, 1970: 278-279). در پایین‌دست این محل، کانال بزرگی وجود دارد که امروزه نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد و احتمالاً آب آن در دوره هخامنشی از طریق برد بریده ۲ تأمین می‌شده است.

در دشت تخت‌جمشید، در امتداد کوه رحمت، جایی که تختگاه تخت‌جمشید ساخته شده است، آثاری از کانال سومی مشاهده می‌شود که در جریان کاوش‌های تخت‌جمشید شناسایی شده است (Herzfeld, 1929; Schmidt, 1953: 56; Kleiss, 1994: 166-170). با این حال، این مسیر در زمان نسبتاً متأخری تشخیص داده شد (Kleiss, 1994: 166-170). این کانال، نیمه‌صخره‌ای است و بخش‌هایی از آن از محوطه ساسانی - اسلامی شهر استخر، در پنج کیلومتری تختگاه، تا یک کیلومتری شمال تختگاه ثبت شده است. از آنجا که هیچ بخشی از این کانال در پایین‌دست تختگاه تخت‌جمشید کشف نشده است، به احتمال زیاد تأمین‌کننده آب فضای پیرامون تختگاه بوده و از همین رو، قدمت آن به دوره هخامنشی نسبت داده می‌شود. همچنین، در بخش جنوب‌غربی دشت، تأسیسات هیدرولیکی دیگری نیز شناسایی شده‌اند که مسیر، کارکرد و قدمت آن‌ها تاکنون مشخص نشده است.

ترکیب داده‌های باستان‌شناختی مرتبط با مسائل هیدرولیکی، که پیش از وقفه در پژوهش‌های باستان‌شناسی طی دهه‌های ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰ به‌دست آمده‌اند، ظرفیت مناطق پاسارگاد و تخت‌جمشید را برای مطالعه فنون هخامنشی مدیریت منابع آب نشان می‌دهد. بقایای این زیرساخت‌ها نسبتاً متعدد بوده و از ماهیتی متنوع برخوردارند که بازتاب‌دهنده انواع راه‌حل‌های فنی متناسب با نیازها و منابع آبی بوده‌اند. با این حال، اطلاعات موجود،

سکونتگاه‌های انسانی، در واقع، ارتباط نزدیکی با نحوه بهره‌برداری از شبکه‌های آبیاری مورد مطالعه دارد.

در مقیاسی محلی‌تر، در محوطه‌ها و پیرامون زیرساخت‌های هیدرولیکی، پژوهش‌های دقیق‌تری همچون مطالعه نظام‌مند مواد سطحی یا تهیه نقشه از بقایای زیرساخت‌های مدفون با بهره‌گیری از روش‌های ژئوفیزیکی انجام شد. در نهایت، در مقیاس سازه، کاوش‌ها یا بررسی‌های هدفمند امکان توصیف و تاریخ‌گذاری دقیق‌تر آن‌ها را فراهم ساخت.

در کنار فعالیت‌های میدانی، تهیه نقشه شبکه‌های آبیاری از طریق تفسیر عکس‌های هوایی نیز انجام شد. پردازش و تحلیل تصاویر ماهواره‌ای و هوایی این امکان را فراهم آورد که مسیر این تأسیسات در فواصل طولانی و در مقیاس‌های گسترده مشاهده و بازسازی شود. این اقدام از اهمیت فراوانی برخوردار بود؛ زیرا مجموعه‌ای از عکس‌های هوایی قدیمی، متعلق به دوره پیش از تشدید فعالیت‌های کشاورزی کنونی، در دسترس بود و مورد استفاده قرار گرفت. برای مناطق تخت‌جمشید و پاسارگاد، تصاویری از دهه ۱۳۴۰ خورشیدی که توسط هواپیما و به‌وسیله سازمان نقشه‌برداری ایران تهیه شده بود، و نیز عکس‌های ماهواره‌ای اخذشده توسط ماهواره‌های ناسا در قالب برنامه CORONA، موجود است. این تصاویر و عکس‌ها اسناد درجه‌اولی برای ثبت وضعیت بقایای باستان‌شناختی، پیش از تغییرات گسترده ایجادشده در چشم‌انداز این مناطق، به‌شمار می‌روند.

تاریخ‌گذاری سامانه‌های هیدرولیکی نیز خود یک چالش روش‌شناختی محسوب می‌شود؛ زیرا روش‌های سنتی آبیاری و مدیریت آب در طول زمان تغییرات چندانی نکرده‌اند. هرچند مطالعه استقرارها در مقیاس منطقه‌ای می‌تواند نشانه‌هایی از قدمت نسبی این شبکه‌ها ارائه دهد، اما امکان تاریخ‌گذاری مطلق آن‌ها نیز وجود دارد.

تاریخ‌گذاری رادیوکربن از جمله روش‌های رایج در باستان‌شناسی است؛ با این حال، دشت‌های پاسارگاد و تخت‌جمشید محیط‌هایی را تشکیل می‌دهند که برای حفظ مواد آلی قابل تاریخ‌گذاری چندان مناسب نیستند. با وجود این، پیشرفت‌های اخیر در روش‌های تاریخ‌گذاری لومینسانس، به‌ویژه تکنیک OSL، امکان برآورد سن رسوبات برخی مواد معدنی را که رسوبات پراکنده زیرساخت‌های هیدرولیکی در طول یا پس از دوره بهره‌برداری از آن‌ها را تشکیل می‌دهند، فراهم ساخته است.

عملکرد و تاریخ‌گذاری شبکه‌های هیدرولیکی، پیش از هر چیز، ناشی از فقدان داده‌های توصیفی و مستندات ریخت‌شناختی/ مورفولوژیک آن‌ها است. از این‌رو، در گام نخست، لازم بود نقشه‌برداری جامعی از سامانه‌های هیدرولیکی انجام شود. با این حال، بررسی میدانی این‌گونه زیرساخت‌ها با چالش‌هایی همچون تخریب ناشی از فرسایش طبیعی و نیز مدفون شدن آن‌ها بر اثر رسوب‌گذاری مواجه است. دگرگونی چشم‌انداز طی پنجاه سال اخیر نیز بر شدت این تخریب‌ها افزوده است. در محیطی محدود، همچون زاگرس جنوب‌شرقی که مناطق قابل کشت در دشت‌های درون‌کوهی متمرکز هستند، فشار انسانی شدیدی بر این حوضه‌های آبرفتی وارد می‌شود. از این‌رو، داده‌های حاصل از فعالیت‌های انجام‌شده بین دهه‌های ۱۹۳۰ و ۱۹۷۰ نشان می‌دهد که باستان‌شناسان پیش‌تر، در مواجهه با بقایای هیدرولیکی، با داده‌هایی نسبتاً پراکنده و گسسته روبه‌رو بوده‌اند.

انتشار نتایج فعالیت‌های انجام‌شده نشان می‌دهد که در دشت‌های پاسارگاد و تخت‌جمشید، تداوم شیوه‌های کشاورزی سنتی و راهبردهای آبیاری طی قرن‌ها، امکان حفظ بخشی از سامانه‌های هیدرولیکی متعلق به دوره هخامنشی را فراهم کرده است. تخریب ناشی از این نوع فعالیت‌های کشاورزی، در مقایسه با شرایط امروز، کمتر بوده است. گسترش فعالیت‌های کشاورزی در دهه‌های اخیر، موجب نابودی بیشتر بقایای باستان‌شناختی شده است (Gondet, 2011). هم‌زمان، افزایش بهره‌گیری از پمپاژ مکانیکی آب نیز سبب کنار گذاشته شدن تدریجی روش‌های سنتی آبیاری شده است (Rigot et al., 2021: 6-7).

در چنین شرایطی، اجرای چندین روش مکمل نقشه‌برداری، راه‌حلی مناسب برای مستندسازی بقایای زیرساخت‌های هیدرولیکی در مقیاس‌های مختلف به‌شمار می‌رود. این رویکرد جامع و میان‌رشته‌ای به سامانه‌های هیدرولیکی، به‌طور کامل در چارچوب معرفت‌شناختی باستان‌شناسی منظر قرار می‌گیرد؛ یعنی رویکردی مبتنی بر مطالعه زمین‌تاریخی که شامل بررسی چندمقیاسی سازمان‌های انسانی باستان و تعاملات انسان و محیط است. بررسی و شناسایی میدانی سامانه‌های آبیاری، به‌منظور تهیه کامل‌ترین مستندات و دقیق‌ترین نقشه‌برداری ممکن از بقایای قابل مشاهده، به‌صورت نظام‌مند و در مقیاس منطقه‌ای انجام شد. به‌طور کلی، مطالعات مربوط به زیرساخت‌های هیدرولیکی در چارچوب تحلیل پویایی استقرارها در مقیاس منطقه‌ای، در پیرامون پاسارگاد و تخت‌جمشید صورت گرفت و بقایای محوطه‌های زیستگاهی را بر اساس دوره‌های زمانی ثبت کرد. توزیع فضایی

نتایج باستان‌شناسی اخیر در مورد مسائل هیدرولیکی

دوره هخامنشی

آب برای مراکز قدرت: تخت جمشید

پژوهش‌های اخیر در تخت‌جمشید، طرح سازمانی پایتخت ایران را که توسط داریوش بنیان نهاده شده بود، بازتعریف کرده است. نخست آن‌که، گستره محوطه بسیار فراتر از محدوده بخش سلطنتی حدود ۵۰ هکتاری است و علاوه بر تختگاه، دامنه مستحکم کوه رحمت در شرق و مجموعه‌ای دیگر از ساخت‌وسازهای تاریخی در بخش جنوبی را نیز در بر می‌گیرد. از این‌رو، استقرار در تخت‌جمشید را باید در مقیاس منطقه‌ای مطالعه و تحلیل کرد. این محدوده دست‌کم از نقش رستم، در شش کیلومتری شمال تختگاه، تا بخش جنوبی مجموعه سلطنتی تخت‌جمشید را در بر می‌گیرد.

این امر به‌هیچ‌وجه به معنای آن نیست که تخت‌جمشید دارای برنامه‌ریزی شهری مترامی بوده که در گستره‌ای وسیع توسعه یافته باشد. در این فضای توسعه‌یافته، که آن را «منطقه استقرار تخت‌جمشید» نامیده‌ایم، بناها یا گروه‌هایی از ساخت‌وسازهای تشکیل‌دهنده شهر، در چندین بخش جدا از یکدیگر و بر اساس الگویی چندمرکزی و بسیار باز توزیع شده‌اند (Boucharlat et al., 2012; Gondet, 2011; Boucharlat, 2020).

بررسی‌های ژئوفیزیکی در بخش شمال‌غربی تخت‌جمشید، واقع در غرب بخش سلطنتی، انجام شده و نقشه‌های ژئوفیزیکی این بخش تهیه گردیده است (Boucharlat, 2012; Gondet, 2017; Mohammadkhani, 2018; Mohammadkhani and Askari Chaverdi, 2018). نتایج به‌دست‌آمده از این بررسی‌های ژئوفیزیکی، طی چندین فصل کاوش و گمانه‌زنی، روشن‌تر شده است (Askari, 2017; Chaverdi and Callieri, 2017). این فعالیت‌ها نشان داد که یک استقرار هخامنشی در فاصله ۵/۱ کیلومتری غرب تختگاه وجود داشته است. چندین استقرار مسکونی یا کارگاهی، با وسعت‌های متفاوت و به‌صورت پراکنده، در محدوده‌ای بالغ بر ۱۵۰ هکتار در این بخش گسترش یافته‌اند. در میان این استقرارها، مناطق وسیعی وجود دارد که فاقد هرگونه ساخت‌وساز بوده و احتمالاً به باغ‌ها، پردیس‌ها و اراضی زیر کشت اختصاص داشته‌اند. بر روی برخی از این پدیدارها، که بر اساس آزمایش تاریخ‌گذاری کربن ۱۴ قدمت آن‌ها به نیمه دوم هزاره نخست پیش از میلاد می‌رسد، گمانه‌زنی‌هایی انجام شد (Askari, 2012; Chaverdi and Callieri, 2012). کارکرد شبکه آتومالی‌های

خطی که در این بخش بر روی نقشه‌های ژئوفیزیکی مشخص شده‌اند، هنوز با قطعیت تعیین نشده است. احتمال دارد این آتومالی‌ها برای زهکشی و انتقال آب به‌منظور آبیاری اراضی زیر کشت و تأمین آب مورد نیاز انسان و دام مورد استفاده قرار می‌گرفته‌اند. اگرچه از این پدیدارها برای انتقال آب به شمال‌غربی تخت‌جمشید بهره گرفته می‌شده است، اما شیوه تأمین آب آن‌ها هنوز نامشخص است.

یکی از فرضیه‌ها آن است که منبعی در فاصله ۵/۱ کیلومتری تختگاه، در محل تلاقی کوه رحمت و دشت، تأمین‌کننده آب این پدیدارها بوده است (Shobeiri, 2018). بررسی‌های ژئوفیزیکی پیرامون این منبع آبی نشان می‌دهد که این محل منشأ قنات‌های متعددی بوده که هم‌پوشانی قابل توجهی با تأسیسات هخامنشی داشته یا در دوره‌های بعدی مورد استفاده قرار گرفته‌اند (Gondet, 2017; Mohammadkhani, 2017). با این حال، تاکنون هیچ ارتباط مستقیمی میان این سرچشمه و کانال‌های شمال‌غربی تخت‌جمشید شناسایی نشده است.

فرضیه دوم، وجود کانالی را مطرح می‌کند که تأمین‌کننده آب این کانال‌های باریک بوده و در امتداد کوه رحمت جریان داشته است. بقایای این کانال به‌صورت نظام‌مند در جریان بررسی‌های تخت‌جمشید مورد توجه و مطالعه مجدد قرار گرفت (Boucharlat et al., 2012). داده‌های به‌دست‌آمده نشان می‌دهد که بالادست‌ترین بخش حفظ‌شده آن، در جنوب محوطه شهر استخر، نزدیک به چهار متر بالاتر از سطح کنونی دشت قرار دارد. بنابراین، تأمین آب از رودخانه پلوار مستلزم احداث یک آبگیر در بالادست بوده است.

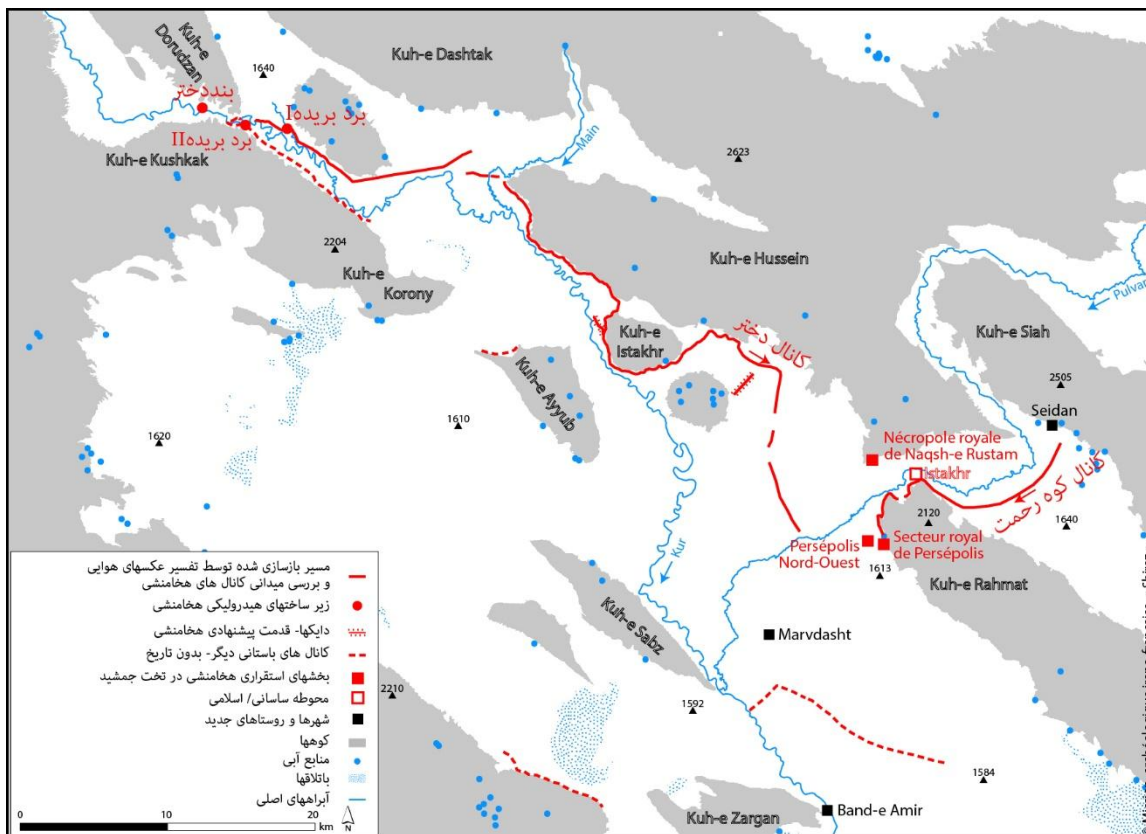
با این حال، تحلیل تصاویر ماهواره‌ای CORONA امکان طرح فرضیه دیگری را نیز فراهم ساخته است. چندین بخش از یک کانال متروکه که به سمت بخش صخره‌ای حفظ‌شده این کانال امتداد می‌یابد، قابل مشاهده است («کانال رحمت» در شکل ۲). احتمالاً این کانال از مجموعه‌ای از منابع آبی واقع در اطراف روستای سیدان، در ۱۰ کیلومتری شرق شهر استخر، تغذیه می‌شده است. منابع آبی متعددی در این بخش وجود داشته که حجم قابل توجهی آب با کیفیت مناسب را تأمین می‌کرده‌اند (Moradi-Jalal et al., 2010: 93–94; Djamali et al., 2018: 1158–1172). بهره‌برداری از این منابع در دوره هخامنشی، آب شیرین فراوانی را برای تخت‌جمشید فراهم می‌ساخته است.

تختگاه جریان داشته، می‌توانسته است بناهای یادمانی واقع در جنوب تختگاه را نیز تغذیه کند. کاوش‌های انجام‌شده بر روی سامانه زهکشی پیرامون تختگاه، وجود لوله‌های سفالینی را تأیید کرده است که می‌توانسته‌اند به‌خوبی به کانال کوه رحمت متصل شوند.

اثبات ارتباط این کانال با شبکه کانال‌های باریک نقشه‌برداری‌شده در شمال غرب تخت‌جمشید، به دلیل وجود ساخت‌وسازهای عمرانی متعدد، مانند جاده‌ها و قنات‌ها، در امتداد کوه رحمت که موجب تخریب بخشی از این آثار و نیز پوشیده شدن قسمت‌هایی از مسیر آن به سمت دشت شده‌اند، با دشواری همراه است. این کانال، که در ارتفاعی اندک برای تأمین آب



شکل ۱: نقشه استقرارگاه‌های دوره هخامنشی در شمال غربی تخت‌جمشید که نشان‌دهنده پراکندگی بخش‌های ساخته‌شده و ادغام‌شده در شبکه کانال‌های باریک با استفاده از روش‌های تکمیلی بررسی‌های باستان‌شناختی است.



شکل ۲: نقشه زیرساخت‌های هیدرولیکی هخامنشی شناسایی شده در دشت تخت‌جمشید.

پاسارگاد

پژوهش‌های اخیر در پاسارگاد، همانند تخت‌جمشید، اطلاعات ما را درباره منابع و تأسیسات آبی غنی‌تر ساخته است (Gondet et al., 2019). سازمان‌دهی فضایی آن از الگویی پیروی می‌کند که در بسیاری از موارد با تخت‌جمشید قابل مقایسه است (Gondet, 197: 193–197). بررسی‌ها در بخش شرقی پاسارگاد، وجود بخش‌های متعددی از استقرارهای هخامنشی با سازمان‌دهی چندمرکزی را نشان داده‌اند (شکل ۳). این بازسازی تنها بر اساس مطالعات پراکنش مواد باستان‌شناختی سطحی انجام شده است و تاکنون امکان اثبات وجود شبکه‌ای از کانال‌های باریک، قابل مقایسه با شبکه برداشت‌شده در بررسی‌های ژئوفیزیکی شمال‌غربی تخت‌جمشید، فراهم نشده است. با این حال، به نظر می‌رسد چشم‌انداز بخش شرقی پاسارگاد بسیار باز بوده و از موزاییکی از فضاهای ساخته‌شده و فضاهای قابل کشت تشکیل شده است.

بررسی‌های ژئوفیزیکی در پاسارگاد، همراه با بررسی‌های هوایی توسط پهپاد و مطالعات توپوگرافی، بر بقایای باستان‌شناسی قابل مشاهده در سطح، متمرکز بوده و در اطراف بخش

حفاظت‌شده کنونی محوطه انجام شده‌اند؛ بخشی که مساحتی بیش از ۱۵۰ هکتار را در بر می‌گیرد و تمامی بناهای باستانی شناخته‌شده هخامنشی را شامل می‌شود. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که باغ سلطنتی و بناهای تاریخی مختلفی که در داخل و پیرامون آن پراکنده شده‌اند، در درون پردیسی بزرگ‌تر قرار داشته‌اند (Benech et al., 2012: 13–23). این پردیس با شناسایی شبکه مستطیل‌شکلی از کانال‌های باریک و طولانی مشخص شده است که از باغ سلطنتی تا پای تپه تل تخت، در ۶۰۰ متری شمال شرقی محوطه، امتداد یافته‌اند (Gondet et al., 2019). این کانال‌ها فضا را به قطعات مستطیل‌شکل با وسعت‌های متفاوت تقسیم می‌کنند. تاریخ‌گذاری مطلق این کانال‌های باریک تاکنون مشخص نشده است، اما جهت‌گیری آن‌ها با جهت کانال‌های سنگی باغ و تمامی بناهای شناخته‌شده هخامنشی در بخش سلطنتی یکسان است.

در بخش جنوب‌غربی محوطه و به سمت آرامگاه کورش، ادامه‌ای از این شبکه کانال‌های باریک مشاهده نمی‌شود. این قسمت از محوطه در مجاورت روستای امروزی مادر سلیمان قرار داشته است که امروزه به شهر تبدیل شده و در قرون سیزدهم تا

مورد استفاده قرار گیرد. بنابراین، این آبگیر، از یک سو مجموعه‌ای آبی و زینتی در پردیس شاهی پاسارگاد و از سوی دیگر، زیرساختی برای حفاظت بخش سلطنتی در برابر سیلاب بوده است.

آب در قلمرو تخت جمشید و پاسارگاد دشت تخت جمشید، کانال بند دختر

در مقایسه با مطالعات منطقه‌ای انجام شده طی دهه‌های ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰، نتایج بررسی‌های اخیر در دشت تخت جمشید، در خصوص میزان حفظ و بقای محوطه‌های باستانی، بسیار ناامیدکننده است. امروزه بیش از ۵۰ درصد از محوطه‌ها و تپه‌های هخامنشی شناسایی شده از بین رفته‌اند (Gondet, 2011: 554-557). بقایای زیرساخت‌های هیدرولیکی نیز از این قاعده مستثنا نیستند و بسیاری از آن‌ها در جریان فعالیت‌های کشاورزی و عمرانی تخریب شده‌اند. از این رو، با توجه به کمبود بقایای باستان‌شناختی در این زمینه، مطالعه شبکه‌های آبیاری دوره هخامنشی در مقیاس دشت، بیش از پیش بر تفسیر تصاویر ماهواره‌ای CORONA متمرکز شده است (Boucharlat *et al.*, 2012: 269-275).

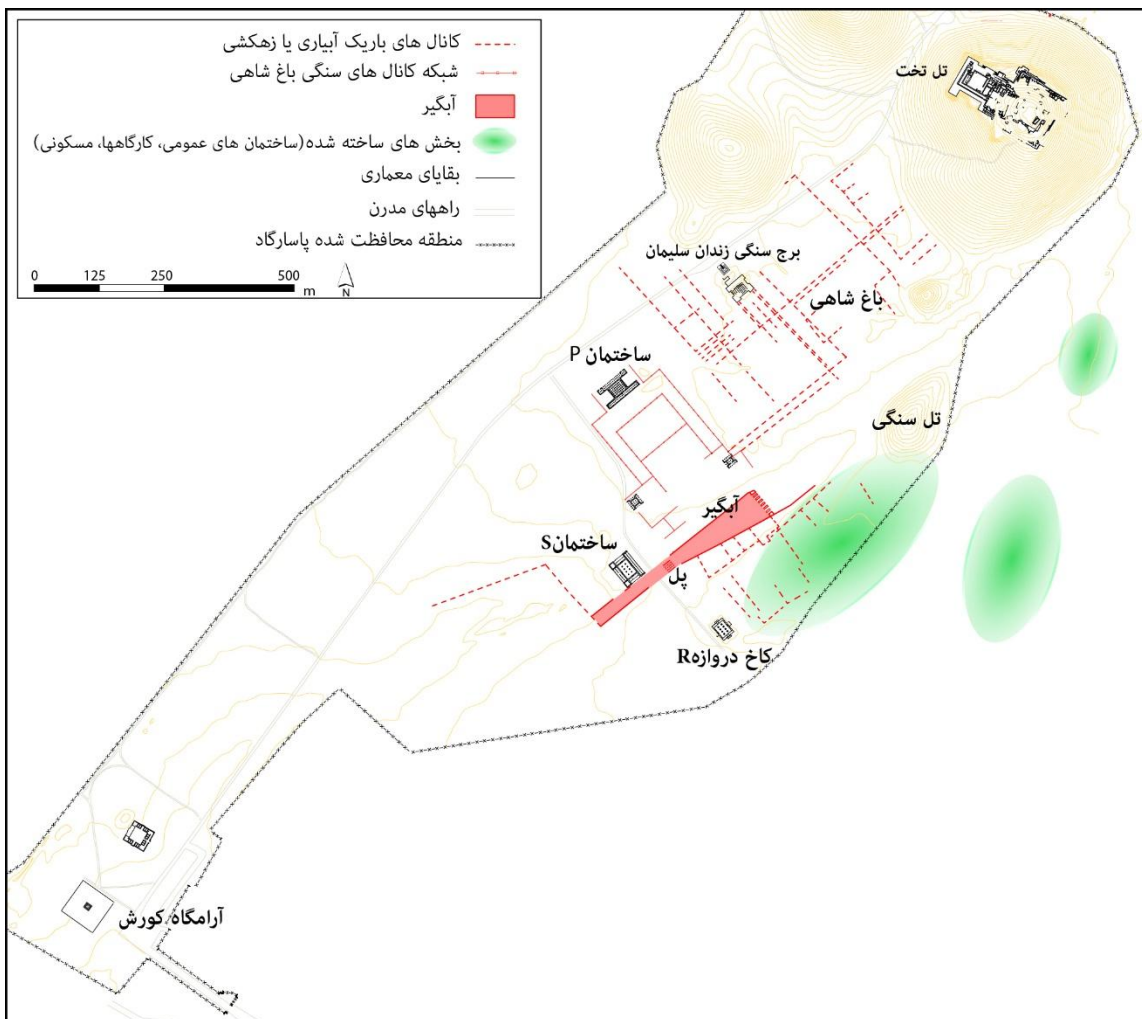
تجزیه و تحلیل این تصاویر، به‌ویژه برای بازنمایی و تکمیل نقشه کانال بند دختر، بسیار مؤثر بوده است (شکل ۲). مسیر این کانال تقریباً به‌صورت پیوسته در مسافتی نزدیک به ۵۰ کیلومتر ثبت گردید و از منظر هوایی، موقعیت نخستین محل آبگیر آن، یعنی بنای بند دختر، تا بستر رودخانه پلوار امتداد یافته است. در پی انجام این مطالعه، چندین سازه مرتبط با این کانال شناسایی شد. در بالادست و در محل تقاطع با رودخانه کر، بقایای بنایی سنگی متعلق به دوره هخامنشی با مسیر کانال هم‌راستا تشخیص داده شد و با بقایای یک قنات مطابقت یافت. در پایین دست نیز دو دایک بلند مشاهده می‌شود که به نظر می‌رسد برای حفاظت از کانال در برابر هجوم آب و رسوبات ناشی از دامنه‌ها یا رودخانه مورد استفاده قرار می‌گرفته‌اند. با این حال، مطالعات میدانی انجام شده بر روی بقایایی که هنوز تا حدودی حفظ شده‌اند، نتوانسته است کارکرد دقیق این سازه‌ها را مشخص سازد (Boucharlat *et al.*, 2012: 279-280). ارزیابی مجدد و جامع کانال بند دختر نشان می‌دهد که این کانال بخشی از یک نظام هیدرولیکی گسترده بوده است که امکان آبیاری سراسر بخش شمال شرقی دشت تخت جمشید را فراهم می‌کرده است. همچنین، تفسیر تصاویر ماهواره‌ای، ارتباط مستقیم این کانال با آبگیر بند دختر را آشکار ساخته و در نتیجه، قدمت هخامنشی آن را تأیید می‌کند.

چهاردهم میلادی مسکونی بوده است؛ از این رو، احتمالاً تمامی آثار هخامنشی این بخش از میان رفته‌اند (Boucharlat, 2016: 70). اگر این کانال‌های باریک برای آبیاری مورد استفاده قرار می‌گرفته‌اند، تعیین محل تأمین آب آن‌ها بسیار دشوار است. دو مورد از این کانال‌ها مستقیماً در گوشه شرقی به کانال‌های سنگی باغ سلطنتی متصل شده‌اند. احتمالاً این کانال‌ها آب را به محوطه منتقل می‌کرده‌اند، اما منشأ آن‌ها تاکنون مشخص نشده است. با این وجود، می‌توان گفت که شبکه‌های هیدرولیکی باغ سلطنتی و پردیس به یکدیگر پیوسته بوده‌اند.

دومین نتیجه مهم در ارتباط با مسائل هیدرولیکی پاسارگاد، کشف آبگیری بزرگ به شکل دوزنقه در جنوب شرقی باغ سلطنتی است که دارای دیواره‌های سنگی بوده و وسعتی بیش از ۱.۵ هکتار داشته است (Boucharlat, 2016: 13-19). در محور ورودی بنای R یا کاخ دروازه انسان بالدار، پلی قرار داشته که در دهه ۱۹۶۰ توسط دیوید استروناخ کاوش شد (Stronach, 1978: 113-116). این پل امکان عبور از آبگیر و در نتیجه دسترسی به بخش‌های سلطنتی محوطه را فراهم می‌کرده است.

در نقشه‌های ژئوفیزیکی، در بالادست این آبگیر، به نظر می‌رسد مجموعه‌ای از دریاچه‌ها جریان‌های ورودی را کنترل می‌کرده‌اند. در سال ۱۳۹۸، ترانشه‌ای بر روی یکی از این دریاچه‌ها ایجاد و کاوش شد که نتایج آن همچنان در دست مطالعه است. در این کاوش‌ها، بخشی از سازه‌های سنگی به طول ۸ متر و ضخامت حداقل ۳ متر آشکار گردید. این سازه از بلوک‌های سنگی تراش خورده ساخته شده و در آن ورودی‌هایی با عرض بیش از یک متر تعبیه شده است که هر یک بیش از ۴ متر از دیگری فاصله دارند. درون این ورودی‌ها، سامانه‌ای از دریاچه‌ها برای کنترل نرخ جریان آب (دبی) طراحی شده بود (محمدخانی و گندت، ۱۴۰۰). ریخت‌شناسی این سازه شباهت بسیاری با برده‌بریده دوم دارد که در بالادست دشت تخت جمشید قرار گرفته و به عنوان پل-دایک و/یا آبگیر تفسیر شده است (Stronach, 1978: 11). بنابراین، به نظر می‌رسد این سازه برای مدیریت حجم قابل توجهی از آبی که از بالادست وارد می‌شده و نیز برای کنترل سطح آب آبگیر طراحی شده بوده است.

نقشه‌های ژئوفیزیکی نشان می‌دهند که این آبگیر بر روی مسیر یک سیلاب‌راه قدیمی ساخته شده که به رودخانه پلوار متصل بوده و بستر آن در فاصله‌ای بیش از یک کیلومتر در شرق محوطه قرار داشته است. از این رو، سامانه دایک-آبگیر می‌توانسته برای نگهداری و تخلیه آب در دوره‌های سیلابی رودخانه پلوار نیز



شکل ۳: نقشه استقرارهای هخامنشی در پاسارگاد که بقایای معماری قابل مشاهده در محوطه و همچنین تأسیسات هیدرولیکی و بخش‌های ساخته شده در طی بررسی‌های باستان‌شناسی بر روی آن مشخص شده است.

مستندسازی تمامی تأسیسات هیدرولیکی موجود در این بخش برنامه‌ریزی گردید.

سد شهیدآباد بر روی رودخانه پلوار ساخته شده است (Boucharlat, 2014: 51-53) (شکل ۵). بقایای سد در بستر رودخانه به شدت فرسایش یافته است. در بالادست، بر لبه یک تراس آبرفتی مشرف به پلوار و در ارتفاعی حدود ده متر، بقایای خاکریزی طولانی پوشیده از سنگ، به طول تقریبی ۲۸۰ متر، تا حدودی حفظ شده است که بی‌تردید به سد متصل بوده است. در نزدیکی محل سد، آبیگری از سنگ‌های تراش‌خورده در بخش بالادست ساخته شده است (شکل ۶). کاوش‌ها نشان داد که این آبیگر، آب را از پلوار به سوی ساختاری هیدرولیکی و پیچیده به طول بیش از ۲۰ متر هدایت می‌کرده است. جریان اصلی آب به

بالادست دشت پاسارگاد - پژوهش پیرامون و روی سد شهیدآباد و دیدگان

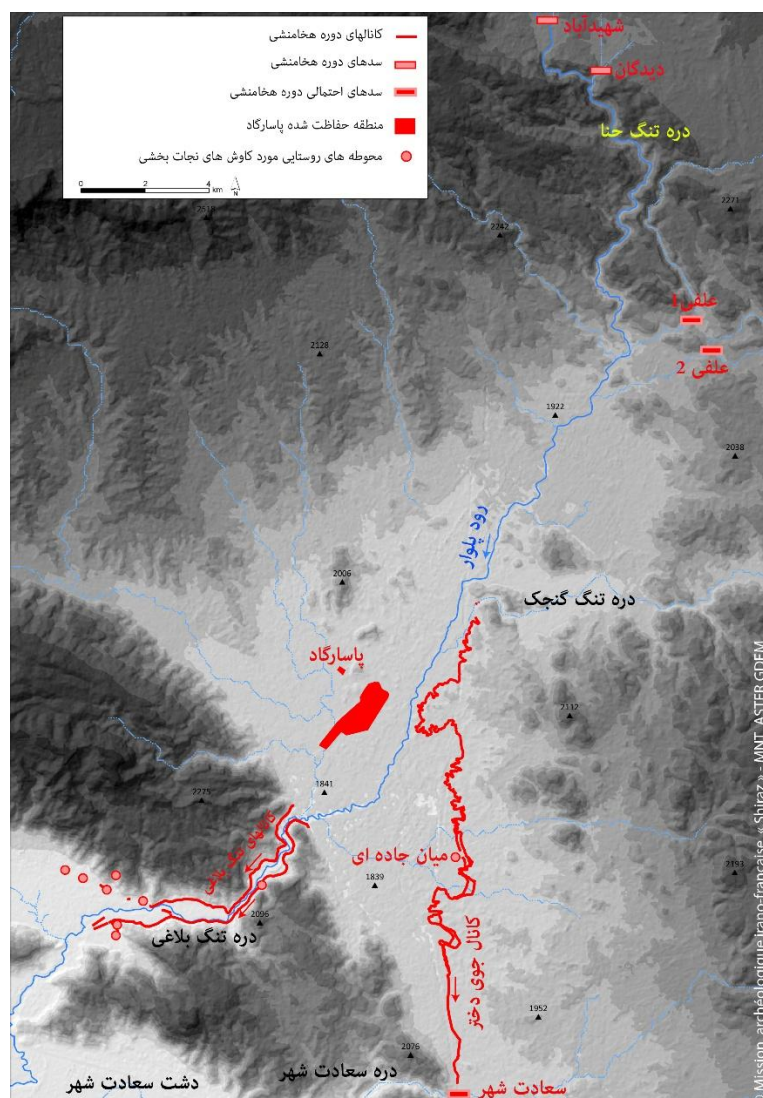
اولین بازدیدهای هیئت مشترک باستان‌شناسی ایران - فرانسه از سدهای دیدگان و شهیدآباد، واقع در بالادست دشت پاسارگاد و در بخش جنوبی دشت صفاشهر (شکل ۴)، موقعیت و وضعیت بقایای این سازه‌ها را مشخص نمود. از یک سو، بقایای سازه‌های هیدرولیکی هر دو سد، متشکل از سنگ‌های تراش‌خورده، شناسایی گردید؛ در حالی که پیش از این، چنین شواهدی تنها از سد دیدگان گزارش شده بود. از سوی دیگر، در بقایای سنگی این سدها، آثار متعددی از تخریب‌های اخیر ناشی از فعالیت حفاران غیرمجاز مشاهده شد. پس از انجام این مشاهدات، دو فصل کاوش باستان‌شناسی نجات‌بخشی با تمرکز بر سازه‌های سنگی و

دیگری را نیز برای این سازه مطرح می‌سازند. به نظر می‌رسد دایک، علاوه بر نقش حفاظتی، آب را به سمت این تأسیسات هدایت می‌کرده است.

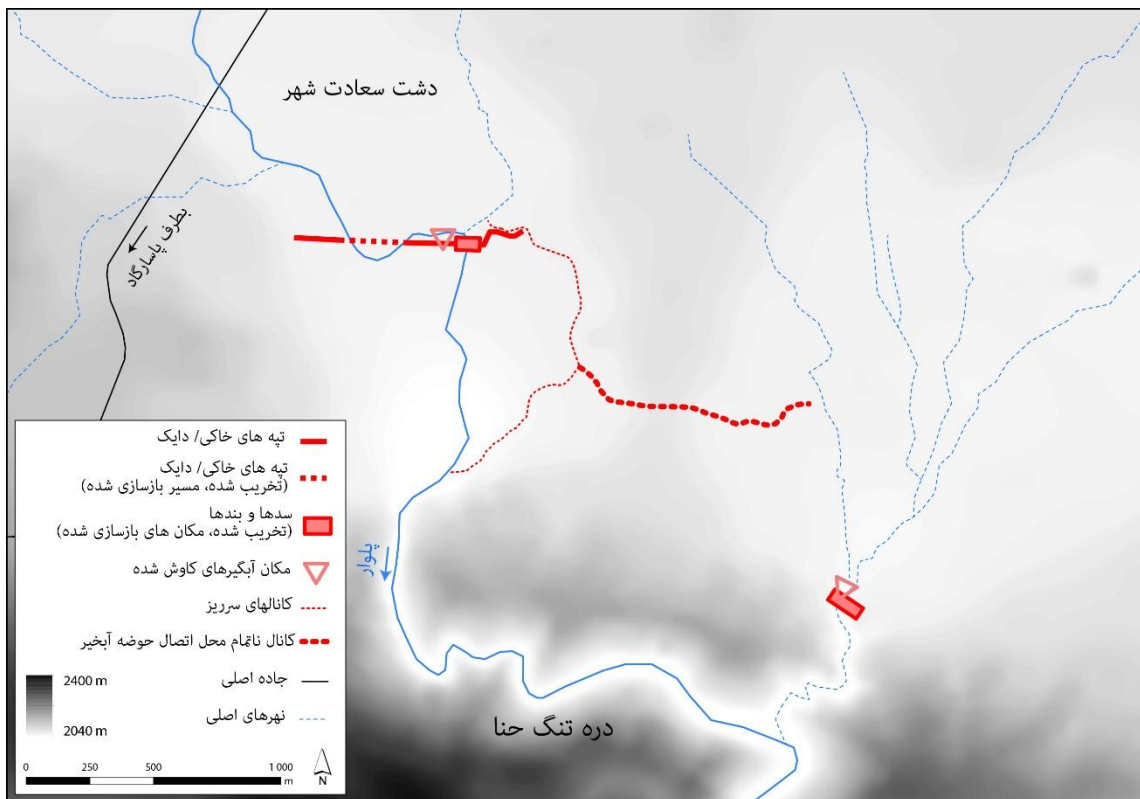
در مقیاسی گسترده‌تر، مجموعه تأسیسات سد شهیدآباد پرسش‌هایی را مطرح می‌کند. در واقع، دایک در سمت چپ، در بخش دیگر سد، ادامه یافته و به ورودی کانال سرریزی منتهی می‌شود که آب را در مسیری حدود یک کیلومتر به سمت جنوب انتقال می‌داده است (شکل ۵). مخزن بالادست سد نیز بسیار کوچک بوده است. مجموعه این شواهد نشان می‌دهد که این تأسیسات بزرگ احتمالاً با هدف هدایت آب رودخانه پلوار به سمت کانال سرریز نیز طراحی و احداث شده بوده‌اند.

شش کانال با مقطع بسیار کوچک‌تر منتهی می‌شده که مجهز به دریچه‌هایی بوده‌اند و به یک حوضچه باز می‌شده‌اند (شکل ۶). وجود یک ردیف سه‌ستونی نشان می‌دهد که این حوضچه در بخش پایین‌دست، توسط روبنایی پوشیده شده بوده که امروزه از میان رفته است.

عناصر مختلف به‌دست‌آمده در جریان کاوش، قدمت هخامنشی این تأسیسات را تأیید می‌کنند. با این حال، عملکرد دقیق این سازه را نمی‌توان با قطعیت تعیین کرد. سطح آب رودخانه پلوار در دوره هخامنشی بسیار بالاتر از وضعیت کنونی بوده و این سازه احتمالاً همانند یک دایک محافظ عمل می‌کرده و در هنگام وقوع سیلاب، جریان آب ورودی در بالادست را کنترل می‌نموده است. با این وجود، تأسیسات مرتبط با این آبگیر، کارکرد



شکل ۴: نقشه زیرساخت‌های هیدرولیکی شناسایی شده در منطقه پاسارگاد.



شکل ۵: نقشه سیستم هیدرولیکی سد شهیدآباد/دیدگان، واقع در بالادست دشت پاسارگاد، و تمامی زیرساخت‌های هیدرولیکی احتمالاً هخامنشی در اطراف سدها.



شکل ۶: سمت چپ: دید از غرب آبیگر واقع در بالای دایک ساخته شده در بالادست سد شهیدآباد. سمت راست: دید از شمال، بعد از کاوش، سیستم تنظیم جریان آب در پشت آبیگر و همچنین حوضچه‌ای با سه ستون (عکس از Tijds De Schacht).

از رود پلوار را مسدود می‌کرده است (De Schacht, 2012: 91-108). بقایای اندکی که هنوز از سد قابل مشاهده است، نشان می‌دهد که این سد، یک سد گرانشی با هسته‌ای رسی و غیرقابل

در مورد سد دیدگان، واقع در ۲ کیلومتری جنوب شرقی سد شهیدآباد، فعالیت‌های انجام‌شده نشان داد که این سازه مطابق با یک سد مخزنی با طراحی کلاسیک بوده است که شاخه کوچکی

سرریزی متصل می‌شده که از سد شهیدآباد می‌آمده و بدین ترتیب می‌توانسته مخزن وسیع سد دیدگان را از آب رود پلوار تأمین کند. این ترانشه بزرگ به‌منظور اتصال دو سد به یکدیگر حفر شده و بنابراین یک نظام هیدرولیکی واحد را تشکیل می‌دهد که جریان آب را از بخش بالادست پلوار به سوی دشت پاسارگاد کنترل می‌کرده است. اما بررسی توپوگرافی این کانال نشان می‌دهد که حفاری آن ناتمام باقی مانده است. بنابراین، احتمال می‌رود که تأسیسات سدهای شهیدآباد و دیدگان به‌طور جداگانه عمل می‌کرده‌اند، اما از حداکثر ظرفیت بالقوه خود بهره نمی‌برده‌اند. با این وجود، وجود این زیرساخت‌ها نشان‌دهنده تمایل به کنترل جریان رودخانه، ذخیره آب در فصول بارندگی و سپس توزیع مجدد آن به سوی اراضی زیر کشت پایین‌دست در دوره‌های خشک بوده است.

کنترل شبکه هیدروگرافیک بالادست پاسارگاد، با وجود دو سد مخزنی علفی ۱ و ۲ (شکل ۴) در بخش شمالی دشت، که دو شاخه دیگر رود پلوار را مسدود کرده‌اند، نشان می‌دهد که این سازه‌ها نیز احتمالاً در دوره هخامنشی ساخته شده‌اند (De Schacht, 2018: 145).

نفوذ عظیم بوده که توسط تکیه‌گاه‌های سنگی ضخیم حمایت می‌شده است (شکل ۷). کانال زیرین، که از سنگ ساخته شده، در حین کاوش تا حدودی پاک‌سازی گردید. این کانال، سامانه‌ای برای کنترل جریان را نشان می‌دهد که کاملاً مشابه آبگیر سد شهیدآباد بوده و امکان کنترل بسیار دقیق حجم آب واردشده به پایین‌دست در بستر رودخانه را فراهم می‌کرده است. پس از پر شدن سد دیدگان، حدود چند میلیون مترمکعب آب در بالادست ذخیره می‌گردیده است. با این حال، تجزیه و تحلیل هیدروگرافی نشان داده که سطح حوضه رودخانه کنترل‌شده توسط این سد، بسیار کوچک بوده و برای پر کردن حداکثر ظرفیت آن بسیار ناکافی به نظر می‌رسد.

بررسی برجستگی‌های واقع در میان دو سد، عملکرد نهایی تأسیسات سدهای شهیدآباد و دیدگان را روشن می‌کند. شواهدی از وجود یک کانال بسیار وسیع در میان این تپه‌ها مشاهده شده است. ابعاد و وسعت فضای میان دو سد بسیار چشمگیر است؛ به‌گونه‌ای که طول آن به ۹۰۰ متر، عرض آن تا ۱۰۰ متر و حداکثر عمق آن به ۵/۷ متر می‌رسد. این کانال از سمت غرب به کانال



شکل ۷: دید از غرب بقایای سد دیدگان که در یکی از دو شیب پشتیبان این بنا حفظ شده است. نمای مقطعی از ساختار سه جانبه این سد گرانشی را نشان می‌دهد (عکس از Tijds De Schacht).

جنوب‌شرقی دشت پاسارگاد- مطالعه سیستم هیدرولیک جوی دختر

کانال جوی دختر، که از میان دامنه‌های تپه‌های جنوب‌شرقی دشت پاسارگاد عبور می‌کند (شکل ۴)، توسط هیئت باستان‌شناسی مشترک ایران - فرانسه (De Schacht, 2018: 148-150) در سال ۲۰۰۴ به صورت مختصر، با انجام فعالیت میدانی و با بهره‌گیری از عکس‌های هوایی مورد مطالعه قرار گرفت. سپس، در سال‌های ۲۰۱۷ و ۲۰۱۸، این کانال و تمامی زیرساخت‌های مرتبط با آن به صورت نظام‌مند بررسی و مطالعه شد و یک نظام هیدرولیکی گسترده، که احتمالاً به دوره هخامنشی تعلق دارد، شناسایی گردید (Chambrade *et al.*, 2021: 455-473).

محل آبرگیری این کانال در ۵/۴ کیلومتری شمال شرقی پاسارگاد، در دره‌ای واقع شده که شاخه‌ای در کرانه چپ رودخانه پلوار است. این آبرگیر احتمالاً به شکل دایک طولانی‌ای از خاک و سنگ بوده که امروزه تقریباً به‌طور کامل از میان رفته و دره را مسدود کرده است. این ساختار موجب هدایت آب به سوی کانال می‌شده و نخستین بخش‌های حفظ‌شده آن در جنوب خروجی دره قابل مشاهده است.

مسیر این کانال بیش از ۲۸ کیلومتر امتداد داشته و تا محدوده جنوب‌شرقی دشت پاسارگاد ادامه می‌یابد. احداث بزرگراه اصفهان - شیراز و خط راه‌آهن در این مسیر، سبب تخریب بخش‌های طولانی‌ای از کانال شده است؛ با این وجود، به کمک تفسیر عکس‌های هوایی دهه ۱۹۶۰، مسیر آن با دقت بازسازی شده است. مسیر این کانال دارای ویژگی قابل توجهی است؛ به گونه‌ای که در برخی نقاط به دو یا حتی سه شاخه تقسیم می‌شود. اگر در برخی بخش‌ها وجود خطوط موازی ناشی از نقص در طراحی باشد، در قسمت‌های دیگر احتمال دارد کانال دوم به منظور حفاظت از مجرای اصلی در برابر جریان‌های جانبی آب و رسوبات سست ایجاد شده باشد. ابعاد کانال نیز کاملاً متغیر است. در بخش‌هایی که کانال از میان برجستگی‌ها عبور می‌کند، عمق آن به ۴ متر و عرض آن به ۲۰ متر می‌رسد (شکل ۸). تاریخ‌گذاری OSL رسوبات پرکننده کانال، زمان متروک شدن آن را حدود قرن دوم تا نخست پیش از میلاد نشان می‌دهد. بنابراین، این کانال بی‌تردید در دوره هخامنشی ساخته شده و بهره‌برداری از آن تا دوره‌های بعد نیز ادامه داشته است.



شکل ۸: نمایی از بخش حفاظت شده کانال جوی دختر در ۲ کیلومتری بالادست سد سعادت شهر (عکس از Marie-Laure Chambrade).

ذخیره شده در سد که در بستر رودخانه رها می شده، می توانسته برای آبیاری این دشت مورد استفاده قرار گیرد.

پایین دست دشت پاسارگاد-کاوش های نجات بخشی در دره تنگ بلاغی

در ۳ کیلومتری جنوب غربی محوطه پاسارگاد، دره باریک تنگ بلاغی قرار دارد که رود پلوار پس از خروج از دشت پاسارگاد از این تنگ عبور کرده و وارد حوضه کوچکی به همین نام می شود که حدود هزار هکتار از اراضی زراعی را در بر می گیرد (Askari, 2018: 1-9). کاوش های نجات بخشی که در این تنگ بین سال های ۲۰۰۴ تا ۲۰۰۷ انجام شد، چندین استقرار هخامنشی را در این منطقه شناسایی کرد. این کاوش ها بقایای دست کم هشت سکونتگاه متعلق به این دوره را در امتداد دره و در این حوضه مشخص نمود. این محوطه ها به احتمال زیاد شبکه ای از تأسیسات روستایی را تشکیل می داده اند که برخی از آن ها به وضوح فضاهای ذخیره سازی را در بر داشته اند. در فاصله ای نه چندان دور از ورودی تنگ، بنایی با عنوان کوشک ۳۴ و با ظاهری باشکوه، مجهز به دو رواق ستون دار، کشف شد که احتمالاً ساختمانی اداری برای نظارت بر این بخش از قلمرو پاسارگاد و همچنین انبارها بوده است (Ataei and Boucharlat, 2009: 6-22). پیرامون محوطه پاسارگاد، محوطه میان جاده ای و بخش تنگ بلاغی، نمونه های دیگری از حوزه های بزرگ کشاورزی هخامنشیان به شمار می آیند (Ataei, 2011; Boucharlat, 2018).

کاوش های نجات بخشی، همراه با مطالعه مجموعه های استقرار دره، شامل بررسی کانال های احتمالی دست کند سنگی نیز بود که در سمت راست و چپ رود پلوار، در امتداد دیواره های سنگی دره، شناسایی شده اند (Ataei and Boucharlat, 2009). بررسی ها نشان داد که در میان بخش های سنگی، بقایای کانال هایی مرتبط با خاکریزهای طویل وجود دارد که بر فراز آن ها بلوک های هم سطح قرار گرفته اند (شکل ۹). گمانه های باستان شناسی ایجاد شده بر روی بخشی از این خاکریزها نشان داد که آب باید در لوله هایی که بر روی ردیف بلوک ها قرار می گرفته اند، جریان می داشته است. این لوله ها احتمالاً از مواد فاسدشدنی ساخته شده بودند و از این رو هیچ اثری از آن ها به دست نیامده است (Ataei, 2018).

عملکرد کانال جوی دختر دوگانه بوده است. نخست، از این کانال برای آبیاری بخشی از زمین های واقع در جنوب شرقی دشت پاسارگاد استفاده می شده است. این کارکرد از طریق مطالعات انجام شده در محوطه میان جاده ای، واقع در نیمه مسیر امتداد کانال، تشخیص داده شده است. تأسیسات موجود در این محوطه به وضوح بر روی تصاویر هوایی قابل مشاهده است و وجود مجموعه ای آبی - کشاورزی متشکل از قطعات مستطیل شکل، به وسعت حداقل ۴۰ هکتار، را نشان می دهد که آب مورد نیاز آن از طریق یک کانال انحرافی که مستقیماً به کانال اصلی متصل بوده، تأمین می شده است. کاوش های نجات بخشی که در سال های ۲۰۰۸ و ۲۰۰۹ توسط پایگاه میراث جهانی پاسارگاد در این محوطه انجام شد، وجود استقرار را نشان داد که با توجه به سفال های به دست آمده، به دوره هخامنشی تعلق داشته است. همچنین، تعداد نسبتاً زیادی از قطعات سفالین خمره ای به دست آمده، می تواند نشان دهنده وجود ساختمان های ذخیره سازی در این محوطه باشد.

دومین و احتمالاً مهم ترین کارکرد این کانال را باید با توجه به وجود سد مخزنی بزرگ سعادت شهر در پایین دست مسیر آن تبیین کرد. این سد در بستر یکی از شاخه های رود پلوار و در چند صد متری بالادست تنگ های ساخته شده بود که از طریق آن، این نهر به دشت سعادت شهر می پیوست. با وجود تخریب های اخیر، می توان خطوط کلی و ابعاد این سد را بازسازی کرد؛ به گونه ای که طول آن بیش از ۴۵۰ متر و ارتفاع آن بین ۷ تا ۸ متر بوده است. مساحت مخزن این سد نیز نزدیک به ۱۰۰ هکتار برآورد می شود. این مخزن هم از مسیر آب مسدود شده توسط سد و هم از طریق کانال جوی دختر تغذیه می شده است. از این رو، برای درک عملکرد نظام هیدرولیکی جوی دختر، بررسی آن در مقیاس منطقه ای ضروری است.

از یک سو، حوضه آبریز شاخه بالادستی که کانال را تغذیه می کرده، بسیار بزرگتر از حوضه پایین دستی محل استقرار سد بوده است؛ بنابراین، این کانال با اتصال دو شاخه از رود پلوار، امکان اطمینان از پر شدن مخزن را فراهم می ساخته است. افزون بر این، کانالی در بالادست قرار داشته که حجم بسیار بیشتری از آب را منتقل می کرده است. از سوی دیگر، دشت سعادت شهر در پایین دست پاسارگاد، از اراضی قابل کشت وسیع تر و پیوسته تری برخوردار بوده، اما منابع آبی محدودی داشته است. در نتیجه، آب

دیگری در سال ۲۰۱۸ انجام شد و داده‌های گردآوری‌شده از آن، در حال حاضر در دست تجزیه و تحلیل است. در شرایط کنونی، وجود این کانال‌ها، اطلاعات زمانی محدود مربوط به آن‌ها و نیز ارتباط بسیار محتملشان با محوطه‌های هخامنشی، حاکی از ایجاد این زیرساخت‌های آبیاری در نیمه دوم هزاره نخست پیش از میلاد است.

بخش‌هایی از این کانال‌ها به طول ۱۲ کیلومتر در کرانه راست و ۱۷ کیلومتر در کرانه چپ رود پلوار شناسایی شده است. با این حال، اطلاعات موجود درباره این کانال‌ها همچنان بسیار ناقص است و مشخصات آن‌ها، شیوه آبیگری، تاریخ‌گذاری، عملکرد و حتی میزان تکمیل‌شدگی آن‌ها نیازمند بررسی و تعیین دقیق‌تر است. مطالعه



شکل ۹: نمای هوایی از کانال دختربر در تنگ بلاغی در سمت راست رودخانه پلوار (عکس از شرکت Iconem).

شود تا از طریق کانال‌های فرعی، که آثار اندکی از آن‌ها در دست است، توزیع گردد. به جز محوطه میان‌جاده‌ای در دشت پاسارگاد که از طریق کانال جوی دختر تغذیه می‌شده و احتمالاً در پاسارگاد و شمال‌غربی تخت‌جمشید نیز، در این سه مورد، کانال‌های ثانویه به صورت کانال‌های باریک حفرشده‌ای بوده‌اند که شبکه‌ای نسبتاً متراکم و متعامد را تشکیل می‌داده‌اند و قطعات مستطیل‌شکلی با ابعاد نامنظم را از یکدیگر جدا می‌کرده‌اند.

تأمین آب شبکه‌های بزرگ کانالی، زمانی امکان‌پذیر بوده که در بالادست آن‌ها سطح وسیعی از اراضی زیر کشت وجود داشته باشد. شیب جریان آب در این کانال‌ها کمتر از شیب دشت‌های رسوبی بوده و از این‌رو، امکان انتقال آب در امتداد کوهپایه‌ها و در

مروری بر فنون و راهکارهای مدیریت منابع آب در فارس در دوره هخامنشی

تکنیک‌های هیدرولیکی مستند هخامنشی

اسناد باستان‌شناسی گردآوری‌شده تا به امروز نشان می‌دهد که در دوره هخامنشی، جمعیت پارس بر طیف گسترده‌ای از فنون هیدرولیکی تسلط داشته‌اند. در زمینه آبیاری، توسعه شبکه‌های بزرگ کانال در فواصل چند ده کیلومتری، در حال حاضر مهم‌ترین سند موجود به‌شمار می‌رود. در مناطق پاسارگاد و تخت‌جمشید، این کانال‌ها در دامنه کوه‌ها و پیرامون دشت‌های رسوبی زیر کشت قرار داشته‌اند. این موقعیت توپوگرافیک امکان آن را فراهم می‌کرده است که آب در ارتفاعی مناسب در کانال‌های اصلی حفظ

دارای کارکرد حفاظتی بوده‌اند. به‌نظر می‌رسد این سازه‌ها با هدف مسدود کردن، تخلیه یا منحرف ساختن آب در هنگام وقوع سیلاب احداث شده باشند.

دایک ساخته‌شده در بالادست حوضه پاسارگاد در تنظیم سطح آب این حوضه نیز نقش داشته و دایک برد بریده دوم، با معماری مشابه، احتمالاً در ارتباط با کانالی در سمت راست رودخانه قرار داشته است. خاکریز سد شهیدآباد آب رود پلوار را به سمت آبیگری هدایت می‌کرده که به تأسیساتی متصل بوده است که احتمالاً برای بهره‌برداری از نیروی هیدرولیکی طراحی شده بودند. همچنین، تأسیسات سد شهیدآباد به احتمال زیاد برای تأمین آب مخزن سد دیدگان برنامه‌ریزی شده بود، هرچند کانال ارتباطی میان این دو هرگز تکمیل نشد.

چهار سد گرانشی ثبت‌شده در دشت پاسارگاد، شامل سه سد بالادست، یعنی دیدگان و علافی ۱ و ۲، و یک سد پایین‌دست، یعنی سعادت‌شهر، ابعاد چشمگیری داشته و حجم قابل توجهی از آب را در مخازن خود ذخیره می‌کرده‌اند. اگرچه این سدها می‌توانسته‌اند در کنترل سیلاب نیز نقش داشته باشند، اما کارکرد اصلی مخازن آن‌ها حفظ سطح آب در شبکه هیدروگرافی و تضمین آبیاری اراضی پایین‌دست در فصل‌های خشک بوده است. در میان این سدها، تنها سد دیدگان دارای سامانه تنظیم جریان نسبتاً سالمی در انتهای پایین‌دست کانال زیرین خود است که امکان مدیریت حجم آب ره‌اشده از مخزن و ورود مجدد آن به بستر طبیعی رودخانه را فراهم می‌کرده است.

زیرساخت‌های هیدرولیکی متناسب با شرایط محیطی

مسلم است که مجموعه داده‌های مربوط به هیدرولیک در دوره هخامنشی جامع و کامل نیست. تافونومی مناظر قطعاً باعث ناپدید شدن بسیاری از این دستاوردها شده است؛ برای مثال، بخش‌های بزرگی از شبکه‌های آبیاری که در زمین‌های حاصلخیز دشت‌های رسوبی قرار داشته‌اند، تخریب شده‌اند. فعالیت‌های کشاورزی بر روی تپه‌ها، برآمدگی‌ها و برجستگی‌ها کمتر بوده است؛ بنابراین منطقی است که بقایای حفظ‌شده از شبکه‌های آبیاری هخامنشی عمدتاً در کوهپایه‌ها متمرکز باشند. در عین حال، این سدها بزرگ‌ترین سازه‌هایی هستند که تا حدی در برابر فرسایش و تخریب انسانی مقاومت کرده‌اند.

بقایای هیدرولیکی دوره هخامنشی که در مناطق پاسارگاد و تخت‌جمشید حفظ شده‌اند، اگرچه چشم‌اندازی ناقص از نظام‌های مدیریت آب ارائه می‌دهند، اما دارای ویژگی‌های متعددی هستند.

فواصل طولانی فراهم می‌شده است؛ همان‌گونه که در مورد بند دختر در دشت تخت‌جمشید و کانال جوی دختر در دشت پاسارگاد مستند شده است. تأمین آب به‌طور مستقیم از رودخانه‌ها و از طریق ساخت آبیگرهایی صورت می‌گرفته که با انحراف دایک‌های احداث‌شده در بستر آن‌ها مرتبط بوده‌اند. در ابتدای کانال بند دختر، به‌تنهایی سازوکارهایی برای تنظیم جریان آب حفظ شده است. پس از آن، انتقال آب در ترانشه‌هایی که در زمین حفر شده بودند، انجام می‌گرفته است.

آبیاری و تأمین آب مورد نیاز انسان و دام نیز بی‌تردید از طریق بهره‌برداری از چشمه‌های کارستی متعدد شناخته‌شده در منطقه صورت می‌گرفته است؛ موضوعی که در مطالعه کانال کوه رحمت در شمال تختگاه تخت‌جمشید به‌دست آمده است. بر روی تختگاه و پیرامون آن، دو آب‌انبار وجود دارد که آب باران را ذخیره می‌کرده‌اند. تاکنون هیچ‌گونه شواهدی از بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی در دوره هخامنشی به دست نیامده است. در کاوش‌های تخت‌جمشید، پاسارگاد و سکونتگاه‌های هخامنشی در دره تنگ بلاغی نیز هیچ چاهی شناسایی نشده است. در عین حال، معبود قنات‌های شناخته‌شده در منطقه عمدتاً متعلق به دوره‌های متأخر بوده و برخی از آن‌ها هنوز فعال‌اند. در منطقه پاسارگاد، قنات‌ها نه از سفره‌های زیرزمینی، بلکه از جریان‌های کم‌عمقی که در زیر بستر خشک شاخه‌های منشعب از رود پلوار جریان داشته‌اند و نیز از بخش‌های استقرار متأخر اسلامی بهره می‌برده‌اند (Gondet *et al.* 2019). در منطقه تخت‌جمشید نیز چندین قنات با قدمت نامشخص شناخته شده است که از شبکه‌های شناخته‌شده دوره هخامنشی مجزا بوده و آب خود را از منابع کارستی تأمین می‌کرده‌اند. بر اساس مستندنگاری‌های انجام‌شده تاکنون، هیچ قناتی متعلق به دوره هخامنشی در مناطق پاسارگاد و تخت‌جمشید شناسایی نشده است.

دایک‌ها و سدهای گرانشی ساخته‌شده از سنگ و/یا خاک، دسته اصلی دیگری از زیرساخت‌های هیدرولیکی را تشکیل می‌دهند که از دوره هخامنشی، عمدتاً در منطقه پاسارگاد، شناسایی و مستندنگاری شده‌اند. به نظر می‌رسد هر یک از این تأسیسات دارای چندین کارکرد بوده‌اند. این سازه‌ها در مسیر رودخانه‌های اصلی، شاخه‌های فرعی یا کانال‌های سیلابی متصل به آن‌ها، عمدتاً برای کنترل جریان آب مورد استفاده قرار می‌گرفته‌اند. سد شهیدآباد بر روی رود پلوار در بالادست دشت پاسارگاد، آبیگر جنوب شرقی باغ سلطنتی پاسارگاد و احتمالاً برد بریده دوم در شمال‌غربی دشت تخت‌جمشید، بیش از هر چیز

می‌کرده، توجیه‌پذیر است. در نهایت، دسترسی آسان‌تر به آب تخلیه‌شده توسط رودخانه‌ها می‌تواند عدم بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی را توضیح دهد.

برنامه‌ریزی مدیریت منابع آب

داده‌های به‌دست‌آمده از گل‌نشته‌ها، کتیبه‌ها و اطلاعات گرده‌شناسی، از یک سو نشان‌دهنده مدیریت مستقیم قدرت هخامنشی بر تولیدات کشاورزی در قلمرو تخت‌جمشید و پاسارگاد و از سوی دیگر، بیانگر توسعه کشاورزی، به‌ویژه درختکاری، در مقیاسی وسیع است. فضاهای عاری از هرگونه ساخت‌وساز و شبکه کانال‌های باریکی که در غرب تخت‌گاه تخت‌جمشید و پاسارگاد نقشه‌برداری شده‌اند، بخش‌های گسترده‌ای از اراضی کشاورزی و آبی را در مراکز قدرت تشکیل می‌داده‌اند؛ از این‌رو، این مناطق تولیدی نیز تحت مدیریت و نظارت قرار داشته‌اند. در قلمرو مورد مطالعه، بقایای هیدرولیکی بررسی‌شده اغلب با تأسیسات پیچیده و در مقیاس بزرگ مطابقت دارند که ساخت آن‌ها بی‌تردید به زمان و نیروی انسانی قابل توجهی نیاز داشته است. پژوهش‌های انجام‌شده در منطقه پاسارگاد، ارتباط و وابستگی متقابل تأسیسات هیدرولیکی را از بالادست تا پایین‌دست حوضه نشان می‌دهد. مجموعه سدهای بالادست، کنترل منابع آب دشت پاسارگاد و سامانه جوی دختر را فراهم می‌کرده‌اند؛ بدین معنا که این کانال و سد مخزنی تأمین‌کننده آب آن، همین کارکرد را برای دشت سعادت‌شهر در پایین‌دست نیز تضمین می‌کرده‌اند. در نهایت، طراحی سامانه‌های هیدرولیکی در مقیاس منطقه‌ای نیز بر پایه انتخاب منابع متناسب با نیازها صورت می‌گرفته است. همچنین به‌نظر می‌رسد که در تخت‌جمشید، کانال کوه رحمت از مجموعه‌ای از چشمه‌ها سرچشمه می‌گرفته که آب شیرین و مرغوب را به زمین‌های بسیار حاصلخیز پیرامون تخت‌گاه و نیز به جمعیتی که در این منطقه مستقر بوده‌اند، می‌رسانده است. توسعه چنین سامانه‌هایی، افزون بر برخورداری از دانش فنی در زمینه بهره‌برداری از ظرفیت‌های آبی، نشان‌دهنده اجرای برنامه‌ای از پیش طراحی‌شده و تحت نظارت، در مقیاس منطقه‌ای است.

با این وجود، ضروری است تاریخ این تحولات مختلف با دقت بیشتری تعیین شود تا مشخص گردد که آیا این تأسیسات به‌صورت هم‌زمان طراحی و اجرا شده‌اند یا آن‌که در سراسر دوره هخامنشی، متناسب با نیازها و اولویت‌های تعریف‌شده از سوی دولت، به‌تدریج توسعه یافته‌اند. در این زمینه، نقص‌های ظاهری در طراحی برخی از تأسیسات، برای مثال مسیرهای دوگانه یا حتی

در مقایسه با رژیم و مورفولوژی شبکه هیدروگرافیک کنونی، تعداد زیادی از این سازه‌ها بزرگ و یا حتی غیرکارکردی به نظر می‌رسند؛ همان‌گونه که درباره سدهای شهیدآباد و دیدگان بیان شد. در بخش جنوبی دشت پاسارگاد، بررسی شبکه‌های آبیاری سنتی بر اساس عکس‌های هوایی دهه ۱۹۶۰، تفاوت‌های عمیقی را میان الگوهای مدرن و دوره هخامنشی نشان می‌دهد. در شبکه‌های مدرن، کانال‌ها منحصراً در دشت‌های رسوبی متمرکز بوده‌اند و هیچ‌یک از آن‌ها در کوهپایه‌ها شناسایی نشده‌اند. تأمین آب این شبکه‌ها از طریق آبگیرهایی صورت می‌گرفته که در بستر بریده‌شده پلوار ساخته شده بودند. کانال اولیه، با شیبی کمتر از شیب دشت، آب را چندین کیلومتر تا سطوح مرتفع‌تر منتقل می‌کرده و سپس به چندین شاخه تقسیم می‌شده تا کرت‌ها را آبیاری کند. در مقایسه با دوره هخامنشی، موقعیت توپوگرافی کانال‌های امروزی کاملاً متفاوت است. عملکرد آن‌ها نیز کاملاً معکوس بوده است؛ کانال‌های هخامنشی در کوهپایه‌ها آب را در ارتفاعی بالاتر از دشت نگه می‌داشته‌اند، در حالی که کانال‌های مدرن آب را از بستر پلوار به ارتفاعات منتقل می‌کرده‌اند.

به‌منظور تبیین این ناهنجاری‌ها در شرایط محیطی کنونی، مطالعاتی در زمینه ژئومورفولوژی (زمین‌ریخت‌شناسی) رودخانه در دشت پاسارگاد انجام شد. نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد که بریدگی رود پلوار در دوره هخامنشی بسیار کمتر بوده و میزان جریان آب در این رودخانه و احتمالاً در بخشی از شاخه‌های آن در هزاره اول پیش از میلاد بسیار بیشتر از امروز بوده است. همچنین، داده‌های دیرین محیطی نشان می‌دهند که جریان آب در فصل بهار، به دلیل بارش برف فراوان در طول زمستان، احتمالاً بیش از امروز بوده است.

مورفولوژی و موقعیت بقایای زیرساخت‌های هیدرولیکی هخامنشی، بیانگر رژیم شبکه هیدروگرافی این دوره است. آب در ارتفاعات بالاتر در مسیرهای آبی به گردش درمی‌آمده و از این‌رو امکان ایجاد کانال‌های طولانی در دامنه‌های کوهپایه‌ای و در سطوح توپوگرافی مرتفع فراهم بوده است؛ کانال‌هایی که می‌توانستند اراضی وسیع کشاورزی را آبیاری کنند یا حوضه‌های آبخیز مختلف را به یکدیگر متصل سازند؛ همانند کانال جوی دختر. بریدگی رود پلوار نسبت به امروز کمتر بوده و احتمال وقوع سیلاب‌ها بیشتر بوده است. بنابراین، کانال سیلابی عبوری از پاسارگاد در دوره هخامنشی هنوز فعال بوده و سیلاب‌ها به‌طور منظم محوطه را تهدید می‌کرده‌اند. از این‌رو، ساخت سامانه دایک - آبگیر که آب را از پیرامون باغ سلطنتی منحرف و تخلیه

در نواحی شیراز و کازرون، بر پایه داده‌های گرده‌شناسی، فعالیت کشاورزی قابل توجهی را در دوره هخامنشی نشان داده‌اند؛ از این‌رو، تداوم و گسترش این مطالعات باید در اولویت قرار گیرد. همین مسئله در مورد دیگر بخش‌های سرزمین هخامنشی نیز صادق است؛ برای مثال، محوطه برازجان در نزدیکی سواحل خلیج فارس می‌تواند مورد توجه قرار گیرد.

پرسش مهم دیگر به بهره‌برداری از منابع آب در مقیاس بسیار محلی مربوط می‌شود. اگر پژوهش‌های اخیر امکان بازسازی و درک بهتر شبکه‌های بزرگ منطقه‌ای را فراهم آورده‌اند، در عین حال نشان می‌دهند که جوامع محلی نیز ساختارهای آبیاری را در پیرامون سکونتگاه‌های روستایی ایجاد می‌کرده‌اند؛ ساختارهایی که به احتمال زیاد در کنار مناطق تولیدی گسترده‌ای قرار داشته‌اند که تحت مدیریت دولت شاهنشاهی بوده است. افزون بر این، چشمه‌های متعدد کارستی موجود در این مناطق، همراه با برآمدگی‌های آهکی، بی‌تردید از دیرباز مورد بهره‌برداری جمعیت پارس قرار داشته‌اند. بنابراین، انجام پژوهش‌های باستان‌شناختی در پیرامون این منابع ضروری است، هرچند به دلیل بهره‌برداری کنونی از آن‌ها با دشواری‌هایی همراه است.

در نهایت، اگر رویکرد باستان‌زمین‌شناسی امکان بازسازی پویایی رودخانه‌های هولوسن و پیامدهای آن بر شیوه‌های مدیریت منابع آب را فراهم می‌سازد، ادغام رویکردی خاک‌شناختی نیز اهمیت فراوانی دارد. در واقع، بسیار محتمل است که آبیاری در راستای توسعه کشاورزی فشرده‌تر به کار گرفته شده و در عین حال به فرسودگی یا حتی شور شدن خاک کمک کرده باشد؛ پدیده‌ای که می‌تواند بخشی از تغییرات در الگوی پراکنش و توزیع استقرارهای انسانی را در طول زمان توضیح دهد.

کتاب‌نامه

عسکری چاوردی، علیرضا، ۱۳۸۶. «کاوش در آبراهه‌های زیرزمینی تخت‌جمشید»، *مجله باستان‌شناسی و تاریخ*، ۴۱: ۶۵-۷۲
کرمی، حمیدرضا و محمدحسن طالبیان، ۱۳۹۲. «مدیریت آب منطقه پاسارگاد در دوره هخامنشی»، *پژوهش‌های باستان‌شناسی مدرس*، ۵ و ۶ (۱۰ و ۱۱): ۲۱۶-۲۴۲.
محمدخانی، کورش و سیاست‌ین گندت، ۱۳۹۵. *گزارش فصل اول بررسی آرکئوژئوفیزیک، بررسی باستان‌شناسی، مغناطیس سنجی و توپوگرافی در محوطه میراث جهانی پاسارگاد و دشت مرغاب، هیئت باستان‌شناسی مشترک ایران-فرانسه*، تهران: کتابخانه و مرکز اسناد پژوهشکده باستان‌شناسی کشور (منتشر نشده).

سه‌گانه کانال جوی دختر، می‌تواند نشان‌دهنده اجرای آن‌ها در مراحل متوالی و متناسب با تحول منابع در دسترس باشد. همچنین، ناتمام ماندن برخی زیرساخت‌ها، مانند کانال ارتباطی میان سدهای دیدگان و شهیدآباد، ممکن است ناشی از تغییر در سیاست‌های برنامه‌ریزی کاربری زمین و کاهش توجه مقامات به توسعه برخی مناطق، از جمله پاسارگاد، بوده باشد.

چشم انداز پژوهش

پژوهش‌های باستان‌شناسی انجام‌شده طی بیست سال اخیر در فارس، در قلب ایران باستان هخامنشی، ضرورت به‌کارگیری رویکردهای میان‌رشته‌ای در مطالعه بقایای هیدرولیکی را نشان داده است. ترکیب چندین روش مطالعاتی، از جمله باستان‌شناسی، جغرافیا و ژئومورفولوژی، برای مستندسازی دقیق بقایای زیرساخت‌های هیدرولیکی، با وجود تخریب آن‌ها، و نیز قرار دادن این بقایا در بافت دیرین محیطی‌شان، ضروری است. برنامه‌ای که از سال ۲۰۱۵ در دشت پاسارگاد اجرا شده، نتایج جدیدی را درباره مسائل هیدرولیکی دوره هخامنشی به همراه داشته است. با این حال، اطلاعات تکمیلی برای درک بهتر این نظام‌ها ضروری است. تاریخ‌گذاری دقیق زیرساخت‌ها بسیار دشوار است، اما با بهره‌گیری از تکنیک OSL می‌توان تا حدی این مشکل را برطرف کرد. برای دستیابی به نتایج قابل اعتماد در این روش تاریخ‌گذاری، باید نمونه‌های متعددی جمع‌آوری و آزمایش شوند تا پاسخ‌های اطمینان‌بخش به‌دست آید. از سال ۲۰۱۵، مطالعات گرده‌شناسی در پاسارگاد، در چارچوب این برنامه، انجام شده است؛ اما تحلیل‌های صورت‌گرفته نشان داده‌اند که بافت محیطی و رسوبی محوطه برای حفاظت از گرده‌ها چندان مناسب نیست. از این‌رو، نمونه‌برداری از رسوبات به‌ویژه در محیط تالاب‌های واقع در منطقه پاسارگاد امیدوارکننده‌تر است. برنامه‌ریزی شده است که در آینده ماهیت محصولات کشاورزی منطقه با دقت بیشتری تعیین شود و ارزیابی جامع‌تری از ترکیب پوشش گیاهی صورت گیرد. در نهایت، در مناطق پاسارگاد و تخت‌جمشید، همچنان بقایای هیدرولیکی دیگری وجود دارد که باید با جزئیات بیشتری مورد مطالعه و تجزیه و تحلیل قرار گیرند.

درک ما از شیوه‌های مدیریت منابع آب در فارس دوره هخامنشی هنوز ناقص است. داده‌های باستان‌شناسی مرتبط با این موضوع نیز، همانند بسیاری از موضوعات دیگر، تا حد زیادی بر مناطق مربوط به مراکز بزرگ قدرت، همچون پاسارگاد و تخت‌جمشید، متمرکز هستند. مطالعات دیرین محیطی انجام‌شده

- Persepolis West (Fars, Iran). First Results of the Studies on the Pottery of Achaemenid and Post-Achaemenid Age”, in G. P. Basello and A. Rossi (eds.), *Persepolis and its Settlements: Territorial System and Ideology in the Achaemenid State*, Napoli: Università di Napoli “L’Orientale”, pp. 225–248.
- Askari Chaverdi, A., and P. Callieri, 2017. *Persepolis West (Fars, Iran). Report on the Fieldwork Carried Out by the Iranian-Italian Joint Archaeological Mission in 2008–2009*, BAR International Series 2870, Oxford: BAR Publishing.
- Atayi, M. T. & R. Boucharlat, 2009. « An Achaemenid Pavilion and other Remains in Tang-i Bulaghi », *Arta*, 2009.005
- Atayi, M. T., and M. Roaf, 2019. “The Arrival of the Persians into Fars”, in Y. Hassanzadeh, A. A. Vahdati, and Z. Karimi (eds.), *Proceedings of the International Conference on The Iron Age in Western Iran and Neighbouring Regions*, Vol. 2, Tehran: Research Institute for Cultural Heritage and Tourism, Iran National Museum; Sanandaj: Kurdistan Province ICHHTO, pp. 175–190.
- Azarnoush, M., 1994. *The Sasanian Manor House at Hajiabad, Iran*, Florence: Le Lettere (Monografie di Mesopotamia 3).
- Balatti, S., 2017. *Mountain Peoples in the Ancient Near East. The Case of the Zagros in the First Millennium BCE*, Wiesbaden: Harrassowitz (Classica et Orientalia 18).
- Benech, C., R. Boucharlat, and S. Gondet, 2012. “Organisation et aménagement de l’espace à Pasargades. Reconnaissances archéologiques de surface, 2003–2008”, *Arta*: 2012.003.
- Bergner, K., 1937. “Bericht über unbekannte achaemenidische Ruinen in der Ebene von Persepolis”, *Archäologische Mitteilungen aus Iran*, 8: 1–8.
- Boucharlat, R., 2011. “Gardens and Parks at Pasargadae: Two “Paradises?””, in R. Rollinger, B. Truschnegg, and R. Bichler (eds.), *Herodot und das Persische Reich - Herodotus and the Persian Empire* (Classica et Orientalia 3), Wiesbaden: Harrassowitz, pp. 457–474.
- Boucharlat, R., 2014. “Archaeological Approaches and Their Future Directions in Pasargadae”, in A. Mozaffari (ed.), *World Heritage in Iran: Perspectives on Pasargadae*, Farnham, Surrey: Ashgate, pp. 29–59.
- Boucharlat, R., 2016. “À propos de parayadām et paradis perse: perplexité de l’archéologue et perspectives”, in C. Redard (ed.), *Des Contrées Avestiques à Mahabad, via Bisotun. Etudes offertes en hommage à Pierre Lecoq*, Neuchâtel: Recherches et Publications (Civilisations du Proche-Orient - Série III. Religions et Culture vol. 2), pp. 61–80.
- Boucharlat, R., 2017. “Qanat and Falaj: Polycentric and Multi-Period Innovations. Iran and the United Arab Emirates as Case Studies”, in A. N. Angelakis et al. (eds.), *Underground Aqueducts Handbook*, Boca Raton: CRC Press, pp. 279–304.
- Boucharlat, R., 2020. “Arriving at Persepolis, an Unfortified Royal Residence”, in E. R. M. Dusingberre and M. B. Garrison (eds.), *The Art of Empire in*
- محمدخانی، کورش و سباستین گندت، ۱۳۹۵. گزارش فصل دوم بررسی دیرین اقلیم شناسی، هیدرولوژی و مدیریت آب باستان، زمین باستان شناسی و گرده شناسی در محوطه میراث جهانی پاسارگاد و دشت مرغاب، تهران: کتابخانه و مرکز اسناد پژوهشگاه باستان شناسی کشور (منتشر نشده).
- محمدخانی، کورش و سباستین گندت، ۱۳۹۶. گزارش فصل سوم بررسی آرکئوئوتوفیزیک، بررسی توپوگرافی، بررسی دیرین اقلیم شناسی، هیدرولوژی و مدیریت آب باستان، زمین باستان شناسی و گرده شناسی در محوطه میراث جهانی پاسارگاد و دشت مرغاب، هیئت باستان شناسی مشترک ایران - فرانسه، تهران: کتابخانه و مرکز اسناد پژوهشگاه باستان شناسی کشور (منتشر نشده).
- محمدخانی، کورش و سباستین گندت، ۱۳۹۷. گزارش فصل چهارم بررسی آرکئوئوتوفیزیک، بررسی توپوگرافی، بررسی دیرین اقلیم شناسی، هیدرولوژی و مدیریت آب باستان، زمین باستان شناسی و گرده شناسی در محوطه میراث جهانی پاسارگاد و دشت مرغاب، هیئت باستان شناسی مشترک ایران - فرانسه، تهران: کتابخانه و مرکز اسناد پژوهشگاه باستان شناسی کشور (منتشر نشده).
- محمدخانی، کورش و سباستین گندت، ۱۳۹۸. گزارش فصل پنجم بررسی آرکئوئوتوفیزیک، بررسی توپوگرافی، بررسی دیرین اقلیم شناسی، هیدرولوژی و مدیریت آب باستان، زمین باستان شناسی و گرده شناسی در محوطه میراث جهانی پاسارگاد و دشت مرغاب، هیئت باستان شناسی مشترک ایران - فرانسه، تهران: کتابخانه و مرکز اسناد پژوهشگاه باستان شناسی کشور (منتشر نشده).
- محمدخانی، کورش و سباستین گندت، ۱۴۰۰. گزارش فصل ششم بررسی آرکئوئوتوفیزیک و گمانه زنی در محوطه میراث جهانی پاسارگاد، هیئت باستان شناسی مشترک ایران - فرانسه، تهران: کتابخانه و مرکز اسناد پژوهشگاه باستان شناسی کشور (منتشر نشده).
- Amiri, M., and B. Genito, 2013. “Bishapur and its Territory (Fars, Iran). First Interim Report of the 2012 Archaeological Campaign”, *Newsletter di Archeologia CISA*, 4: 1–45.
- Askari Chaverdi, A., 2018. “Tang-e Bolaghi: A Rural and Industrial Area of the Parse and Pasargadae Territories during the Achaemenid Period”, in S. Gondet and E. Haerinck (eds.), *L’Orient Est Son Jardin: Hommage à Remy Boucharlat* (ACTA Iranica 58), Leuven: Peeters, pp. 1–9.
- Askari Chaverdi, A., 2021. “New Data for an Updated Archaeological Sequence of Pārsa/Persepolis”, in S. Balatti, H. Klinkott, and J. Wiesehöfer (eds.), *Paleopersepolis: Environment, Landscape and Society in Ancient Fars* (Oriens et Occidens 33), Stuttgart: Franz Steiner Verlag, pp. 49–60.
- Askari Chaverdi, A., and P. Callieri, 2012. “The Activities of the Iranian-Italian Joint Archaeological Mission at

- Occidens 33), Stuttgart: Franz Steiner Verlag, pp. 121–132.
- Duva, F., 2018. “Some Notes on the Different Names Applied to the Kur and Pulvār Rivers: From Classical Historiography to Modern European Travelers”, in M. V. Fontana (ed.), *Istakhr (Iran) 2011-2016. Historical and Archaeological Essays*, Rome: Sapienza Università di Roma (Quaderni di Vicino Oriente 13), pp. 107–126.
- Geyer, B., F. Braemer, G. Davtian, and G. Philip, 2019. “A Geo-archaeological Approach to the Study of Hydro-agricultural Systems in Arid Areas of Western Syria”, *Journal of Arid Environments*, 163: 99–113.
- Gillmore, G. K., T. Stevens, J.-P. Buylaert, and M. Maghsoudi, 2011. “Geoarchaeology and the Value of Multidisciplinary Paleoenvironmental Approaches: A Case Study from the Tehran Plain, Iran”, in L. Wilson (ed.), *Human Interactions with the Geosphere: The Geoarchaeological Perspective*, London: Geological Society of London (Special Publications 352), pp. 49–67.
- Gondet, S., 2011. *Occupation de la plaine de Persépolis au 1er millénaire av. J.-C. (Fars central, Iran)*, PhD dissertation, Lumière University Lyon 2.
- Gondet, S., 2019. “Villes achéménides de Perse : essai de définition”, in S. Gondet and E. Haerinck (eds.), *L'Orient Est Son Jardin: Hommage à Remy Boucharlat* (ACTA Iranica 58), Leuven: Peeters, pp. 185–210.
- Gondet, S., and K. Mohammadkhani, 2017. “Reports on Magnetic and Electromagnetic Surveys over Persepolis West”, in A. Askari Chaverdi and P. Callieri (eds.), *Persepolis West (Fars, Iran). Report on the Field Work Carried Out by the Iranian-Italian Joint Archaeological Mission in 2008–2009*, Oxford: BAR Publishing (BAR International Series 2870), pp. 10–25.
- Gondet, S., K. Mohammadkhani, and A. Askari Chaverdi, 2018. “A Newly Discovered Building Complex North of the “Fratarka” Complex. Consequences for the Spatial Definition of the Persepolis-Parsa Royal Area”, *Arta*: 2018-003.
- Gondet, S., K. Mohammadkhani, M. Djamali, M. FarjamiRad, H. Gopnik, N. Ibnoerrida, D. Laisney, F. Notter-Truxa, J.-B. Rigot, and Y. Ubelman, 2019. “Field Report on the 2016 Archaeological Project of the Joint Iran-France Project on Pasargadae and its Surrounding Territory”, *International Journal of Iranian Heritage* (Published by Shahid Beheshti University), 1 (2): 1–28.
- Gondet, S., K. Mohammadkhani, M. FarjamiRad, N. Ibnoerrida, F. Zare Kordshouli, H. Karami, and D. Laisney, 2018. “Field Report on the 2015 Current Archaeological Works of the Joint Iran-French Project on Pasargadae and Its Territory”, *International Journal of Iranian Heritage* (Published by Shahid Beheshti University), 1 (1): 61–87.
- Grob, H. B., 2017. *Die Gartenlandschaft von Pasargadae und ihre Wasseranlagen. Topographischer Befund, Rekonstruktion und achaimenidischer Kontext, Achaemenid Persia. Studies in Honor of Margaret Cool Root*, Leiden: Brill (Achaemenid History 16), pp. 59–65.
- Boucharlat, R., T. De Schacht, and S. Gondet, 2012. “Surface Reconnaissance in the Persepolis Plain (2005-2008). New Data on the City Organisation and Landscape Management”, in G. P. Basello and A. Rossi (eds.), *Persepolis and its*
- Briant, P., 1996. *Histoire de l'Empire perse. De Cyrus à Alexandre*, Paris: Fayard.
- Briant, P., 2018. “L’approvisionnement de l’armée macédonienne : Alexandre le Grand et l’organisation logistique de l’empire achéménide”, in S. Gondet and E. Haerinck (eds.), *L'Orient Est Son Jardin: Hommage à Remy Boucharlat* (ACTA Iranica 58), Leuven: Peeters, pp. 55–70.
- Brisset, E., M. Djamali, E. Bard, E. Gandouin, M. Garaia, L. Stevens, and K. Tachikawa, 2019. “Late Holocene Hydrology of Lake Maharlou, Southwest Iran, Inferred from High-resolution Sedimentological and Geochemical Analyses”, *Journal of Paleolimnology*, 61 (1): 111–128.
- Chambrade, M.-L., S. Gondet, D. Laisney, M. Mehrabani, K. Mohammadkhani, and F. Zareh Kordshouli, 2020. “The Canal System of Ju-i Dokhtar: New Insight into Water Management in the Eastern Part of the Pasargadae Plain (Fars, Iran)”, *Water History*, 12: 449–476.
- De Schacht, T., 2018. “Unfinished Business? Traces of Apparent Discontinuity in the Pasargadae Countryside”, in S. Gondet and E. Haerinck (eds.), *L'Orient Est Son Jardin: Hommage à Remy Boucharlat* (ACTA Iranica 58), Leuven: Peeters, pp. 144–148.
- De Schacht, T., M. De Dapper, and A. Asadi, 2012. “Geoarchaeological Study of the Achaemenid Dam of Sad-i Didegan (Fars, Iran)”, *Géomorphologie*, 18 (1): 91–108.
- Djamali, M., S. Gondet, J. Ashjari, and E. Gandouin, 2018. “Karstic-spring Wetlands of the Persepolis Basin, SW Iran: Unique Sediment Archives of Holocene Environmental Change and Human Impacts”, *Canadian Journal of Earth Sciences*, 55 (10): 1158–1172.
- Djamali, M., M. D. Jones, J. Migliore, and L. Richard Weeks, 2016. “Olive Cultivation in the Heart of the Persian Achaemenid Empire: New Insights into Agricultural Practices and Environmental Changes Reflected in a Late Holocene Pollen Record from Lake Parishan, SW Iran”, *Vegetation History and Archaeobotany*, 25 (3): 255–269.
- Djamali, M., N. Miller, E. Ramezani, and Ph. Ponel, 2010. “Notes on Arboricultural and Agricultural Practices in Ancient Iran Based on New Pollen Evidence”, *Paléorient*, 36 (2): 175–188.
- Djamali, M., S. Saeidi Ghavi Andam, and P. Poschlod, 2021. “An Update on the History of Arboriculture in Ancient Iran”, in S. Balatti, H. Klinkott, and J. Wiesehöfer (eds.), *Paleopersepolis: Environment, Landscape, and Society in Ancient Fars* (Oriens et

- Huff, D., 1986. "Architecture iii. Sasanian Period", in *Encyclopaedia Iranica*, Vol. III, pp. 329–334.
- Huff, D., 1999. "Firuzabad", in *Encyclopaedia Iranica*, Vol. IX, pp. 633–636.
- Kleiss, W., 1991. "Wasserschutzdämme und Kanalbauten in der Umgebung von Pasargadae", *Archaeologische Mitteilungen aus Iran*, 25: 27–29.
- Kleiss, W., 1992a. "Dammbauten aus achaemenidischer und aus sasanidischer Zeit in der Provinz Fars", *Archaeologische Mitteilungen aus Iran*, 25: 131–145.
- Kleiss, W., 1992b. "Beobachtungen auf dem Burgberg von Persepolis", *Archaeologische Mitteilungen aus Iran*, 25: 155–167.
- Kleiss, W., 1994. "Istakhr und Umgebung: Archäologische Beobachtungen und Befunde", *Archaeologische Mitteilungen aus Iran*, 27: 166–170.
- Kleiss, W., 1998. "Achaemenidische Staudämme in Fars", *Archaeologische Mitteilungen aus Iran*, 21: 63–68.
- Kleiss, W., 2015. *Geschichte der Architektur Irans*, Berlin: Dietrich Reimer (Archäologie in Iran und Turan 15).
- Kuhrt, A., 2007. *The Persian Empire. A Corpus of Sources from the Achaemenid Period*, London-New York: Routledge.
- Malekzadeh, M., 2007. "Dams of the Ancient City of Istakhr", in *Proceedings of the International History Seminar on Irrigation and Drainage (Tehran, May 2-5, 2007)*, Tehran: Iranian National Committee on Irrigation and Drainage, pp. 121–134.
- Marquis, Ph., 2018. "The Balkh Oasis. A Huge Potential", in J. Lhuillier and N. Boroffka (eds.), *A Millennium of History: The Iron Age in Southern Central Asia (2nd and 1st millennia BC)*, Berlin: Dietrich Reimer (Archäologie in Iran und Turan 17).
- Miller, N. F., and M. Kimiaie, 2006. "Some Plants Remain from the 2004 Excavations at Tall-e Mushki, Tall-e Jari A and B, and Tall-e Bakun A and B", in A. Alizadeh (ed.), *The Origins of State Organizations in Prehistoric Highland Fars, Southern Iran: Excavations at Tall-e Bakun*, Chicago: Oriental Institute (Oriental Institute Publications 128).
- Miri, N., 2012. *Sasanian Pers: Historical Geography and Administrative Organization*, Costa Mesa: Mazda Publishers (Sasanika Series 4).
- Moradi-Jalal, M., S. Arianfar, B. W. Karney, and A. Colombo, 2010. "Water Resource Management for Iran's Persepolis Complex", in L. W. Mays (ed.), *Ancient Water Technologies*, Dordrecht: Springer, pp. 87–102.
- Mousavi, A., 2012. *Persepolis. Discovery and Afterlife of a World Wonder*, Boston/Berlin: De Gruyter.
- Nicol, M. B., 1970. "Rescue Excavations near Dorudzan", *East and West*, 20: 245–285.
- Petrie, C. A., A. Askari Chaverdi, and M. Seyedin, 2009. "Excavations at Tol-e Spid", in D. T. Potts K. Roustaei, C.A. Petrie and L. R. Weeks (eds.), *The Mamasani Archaeological Project Stage One: A Report on the First Two Seasons of the ICAR-University of Sydney Expedition to the Mamasani District, Fars Province, Iran*, Oxford: Archaeopress, pp. 89–134.
- Rigot, J.-B., 2010. "Dynamique de la rivière Poulvar et morphogenèse de la plaine de Tang-i Bulaghi (Fars, Iran) Stuttgart: Franz Steiner Verlag (Oriens et Occidens 28), pp. 53–84.
- Hartnell, T., 2016. "Agriculture in Sasanian Persis: Ideology and Practice", *Journal of Ancient History*, 2: 182–208.
- Hartnell, T., and A. Asadi, 2010. "An Archaeological Survey of Water Management in the Hinterland of Persepolis", in P. Matthiae et al. (eds.), *Proceedings of the 6th International Congress of the Archaeology of the Ancient Near East*, Wiesbaden: Harrassowitz, pp. 219–232.
- Henkelman, W. F. M., 2008. *The Other Gods Who Are: Studies in Elamite-Iranian Acculturation Based on the Persepolis Fortification Texts*, Leiden: Nederlands Instituut voor het Nabije Oosten, (Achaemenid History 14).
- Henkelman, W. F. M., 2011. "Parnakka's Feast: Šip in Pārsa and Elam", in J. Álvarez-Mon and M. Garrison (eds.), *Elam and Persia*, Winona Lake: Eisenbrauns, pp. 89–166.
- Henkelman, W. F. M., 2013. "Administrative Realities: The Persepolis Archives and the Archaeology of the Achaemenid Heartland", in D. T. Potts (ed.), *The Oxford Handbook of Iranian Archaeology*, Oxford: Oxford University Press, pp. 528–546.
- Henkelman, W. F. M., 2014. "Bactrians in Persepolis – Persians in Bactria", in J. Lhuillier and N. Boroffka (eds.), *A Millennium of History. The Iron Age in Southern Central Asia (2nd and 1st millennia BC)*. Proceedings of the conference held in Berlin (June 23–25, 2014), Dedicated to the memory of Viktor Ivanovich Sarianidi, Berlin: Dietrich Reimer Verlag, pp. 223–256.
- Henkelman, W. F. M., 2017. "Imperial Signature and Imperial Paradigm: Achaemenid Administrative Structure and System across and beyond the Iranian Plateau", in B. Jacobs, W. F. M. Henkelman, and M. Stolper (eds.), *Die Verwaltung im Achämenidenreich-Imperiale Muster und Strukturen/Administration in the Achaemenid Empire-Tracing the Imperial Signature*, Wiesbaden: Harrassowitz (Classica et Orientalia 17), pp. 45–256.
- Henkelman, W. F. M., 2021. "The Fruits of Pārs", in S. Balatti, H. Klinkott, and J. Wiesehöfer (eds.), *Paleopersepolis. Environment, Landscape, and Society in Ancient Fars*, Stuttgart: Franz Steiner Verlag (Oriens et Occidens 33), pp. 133–167.
- Henkelman, W. F. M., and M. W. Stolper, 2020. "Counting Trees around Persepolis", in D. Agut-Labordère et al. (eds.), *Achemenet. Vingt Ans Apres. Etudes offertes à Pierre Briant à l'occasion des vingt ans du Programme Achemenet*, Leuven: Peeters (Persika 21), pp. 169–199.
- Herzfeld, E., 1929. "Rapport sur l'état actuel des ruines de Persépolis et propositions pour leur conservation", *Archaeologische Mitteilungen aus Iran*, 1: 17–64.
- Hourcade, B., H. Mazurek, M. H. Papoli Yazdi, and M. Taleghani, 1998. *Atlas d'Iran*, Montpellier-Paris: CNRS. <http://www.irancarto.cnrs.fr/record.php?q=AI-020407&f=local&l=fr>

- Tilia, G., 1997. "Ponte-Diga sul Fiume Kor - Fārs Iran", in B. Magnusson *et al.* (eds.), *Ultra Terminum Vagari. Scritti in onore di Carl Nylander*, Roma: Quasar, pp. 331–338.
- Tuplin, C., 1996. *Achaemenid Studies*, Stuttgart: Franz Steiner Verlag (Historia Einzelschriften 99), pp. 102–103.
- Vidale, M., 2018. "Irrigation and Canals in Ancient Iran. Resurrecting Wittfogel?", in P. Callieri and A. V. Rossi (eds.), *Civiltà dell'Iran. Passato Presente Futuro*, Rome: ISMEO, pp. 27–54.
- Weeks, L., 2013. "The Neolithisation of Fars, Iran", in R. Matthews and H. Fazeli Nashli (eds.), *The Neolithisation of Iran, The Formation of New Societies*, Oxford: Oxbow Books (BANEA Publication Series 3), pp. 97–107.
- Wilkinson, T. J., R. Boucharlat, M. W. Ertesen, G. Gillmore, D. Kennet, P. Magee, Kh. Rezakhani, and T. De Schacht, 2012. "From Human Niche Construction to Imperial Power: Long-term Trends in Ancient Iranian Water Systems", *Water History*, 4: 162–164.
- Wu, X., 2014. "Exploiting the Virgin Land: Kyzyl tepa and the Effects of the Achaemenid Persian Empire on its Central Asian Frontier", in J. Lhuillier and N. Boroffka (eds.), *A Millennium of History, The Iron Age in Southern Central Asia (2nd and 1st Millennia BC). Proceedings of the conference held in Berlin (June 23–25, 2014)*, Berlin: Dietrich Reimer, pp. 189–214.
- Zehbari, Z., 2020. "The Borazjan Monuments: A Synthesis of Past and Recent Works", *Arta*: 2020.002.
- à l'Holocène. Premiers résultats", *Géomorphologie*, 16 (1): 57–72.
- Rigot, J.-B., S. Gondet, M.-L. Chambrade, M. Djamali, K. Mohammadkhani, and E. Thamo-Bozesio, 2021. "Pulvar River Changes in the Pasargadae Plain (Fars, Iran) during the Holocene and the Consequences for Water Management in the First Millennium BCE", *Quaternary International*, 635: 83–104.
- Schmidt, E. F., 1953. *Persepolis I – Structures, Reliefs, Inscriptions*, Chicago: Oriental Institute (Oriental Institute Publications 68).
- Shobairi, S. A., 2018. "Beyond the Palace: Some Perspective on Agriculture and Irrigation Systems in the Achaemenid Heartland", in B. Horejs *et al.* (eds.), *Proceedings of the 10th International Congress on the Archaeology of the Ancient Near East*, Vol. 2, Wiesbaden: Harrassowitz, pp. 149–162.
- Stronach, D., 1978. *Pasargadae: A Report on the Excavations Conducted by the British Institute of Persian Studies from 1961 to 1963*, Oxford: Clarendon Press.
- Stronach, D., 1994. "Parterres and Stone Watercourses at Pasargadae: Notes on the Achaemenid Contribution to Garden Design", *The Journal of Garden History*, 14 (1): 3–12.
- Sumner, W. M., 1986. "Achaemenid Settlement in the Persepolis Plain", *American Journal of Archaeology*, 90 (1): 3–31.
- Sumner, W. M., 1990. "Full-coverage Regional Archaeological Survey in the Near East: An Example from Iran", in S. K. Fish and S. A. Kowalewski (eds.), *The Archaeology of Regions. A Case for Full-Coverage Survey*, Washington: Smithsonian Institution Press, pp. 87–115.