

## بررسی‌های توپوگرافی با به‌کارگیری سیستم تعیین موقعیت جهانی دیفرانسیل دو و سه فرکانسه در تل تخت پاسارگاد<sup>۱</sup>

کوروش محمدخانی<sup>۲</sup>

سمانه نظیف<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت مقاله: ۹۷/۱۰/۲۱

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۸/۰۷/۰۹

\*\*\*\*\*

### چکیده

تمامی جزئیات عوارض و پدیده‌های سطح زمین، بر روی نقشه‌های توپوگرافی، نمایش داده می‌شود. تهیه نقشه‌ی توپوگرافی یکی از مهم‌ترین فعالیت‌ها در بررسی‌های باستان‌شناسی است؛ اما بررسی‌های توپوگرافی فراتر از تهیه این نقشه‌هاست. در محوطه‌ی میراث جهانی پاسارگاد و در هیئت مشترک بررسی‌های باستان‌شناسی ایران - فرانسه، برای نخستین بار تیم بررسی‌های توپوگرافی تشکیل شد. این تیم با کمک وسایل و تجهیزات بسیار پیشرفته از قبیل دوربین‌های توتال استیشن و سیستم تعیین موقعیت جهانی دیفرانسیل دو و سه فرکانسه (DGPS)، توانسته‌اند محوطه‌ی باستانی پاسارگاد را در سه فصل مورد بررسی قرار دهند و در فصول بعدی نیز ادامه خواهد داشت. در این بررسی‌ها، نقشه‌بردار در محوطه حرکت کرده و به کوچک‌ترین عوارض و پستی و بلندی‌ها توجه می‌کند. بقایای دیوارها و ساختارهای معماری، بقایای گورها و اجاق‌های باستانی، برون‌زد تخته‌سنگ‌های بزرگ در تپه‌های باستانی، بقایای کانال‌های ساخته شده در گذشته و امروز محوطه، محدوده‌های تجمع قطعات سفال و سنگ و به‌طور کلی کم‌ترین شیب‌ها و کوچک‌ترین پدیده‌ها مهم و قابل تأمل بوده و نقاط آنها به کمک GPS برداشت می‌شوند. هدف از این پژوهش، معرفی بررسی‌های توپوگرافی و ارائه‌ی اهمیت این نوع برداشت در بررسی‌های باستان‌شناسی محوطه‌ی پاسارگاد و همچنین آشنایی با انواع دستگاه اندازه‌گیری موجود در این روش بررسی است. روش تحقیق، استقرایی و شیوه‌ی جمع‌آوری داده‌ها بر مبنای مطالعات کتابخانه‌ای و فعالیت‌های میدانی است. نتایج نشان می‌دهد که در محوطه‌ی میراث جهانی پاسارگاد که سابقه‌ی طولانی حضور باستان‌شناسان معتبر و جهانی را در کارنامه‌ی خود دارد، به کمک تیم بررسی توپوگرافی ساختارهایی شناسایی شده‌اند که تا به امروز از دید باستان‌شناسان پنهان مانده بودند و تنها به کمک این نوع بررسی‌ها و همچنین استفاده از تجهیزات پیشرفته این امر صورت گرفته است.

واژه‌های کلیدی: بررسی توپوگرافی، سیستم تعیین موقعیت جهانی دیفرانسیل (DGPS)، پاسارگاد، تل تخت، باستان‌شناسی.

۱- این مقاله برگرفته از پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد سمانه نظیف با عنوان «کاربرد بررسی‌های توپوگرافی در باستان‌شناسی، مطالعه‌ی موردی، تل تخت پاسارگاد» به راهنمایی دکتر کوروش محمدخانی است.

۲- استادیار گروه باستان‌شناسی دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه شهید بهشتی K\_mohammadkhani@sbu.ac.ir

۳- کارشناس ارشد باستان‌شناسی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه شهید بهشتی (نویسنده مسئول) Nazifsamaneh@yahoo.com

## ۱- مقدمه

نقشه‌های توپوگرافی، نقشه‌های مادر هستند و روی این نقشه‌ها تمامی جزئیات عوارض و پدیده‌های سطح زمین نمایش داده می‌شوند. برای نمایش این پدیده‌ها و تجسم شکل هندسی این عوارض از خطوط میزان استفاده می‌کنیم. در باستان‌شناسی از نقشه‌های توپوگرافی علاوه بر نمایش پستی و بلندی‌ها، در جانمایی ساختارها و بقایای باستانی، بناها و ساختمان‌ها، ترانسه‌های کاوش‌های باستان‌شناسی، جانمایی مربع‌های برداشت‌های ژئوفیزیک و به‌طور کلی مکان‌یابی و جانمایی تمامی مطالعات میان‌دانشی، از جمله جانمایی پروفایل‌های بررسی‌های سونداژ الکتریکی، جانمایی مقاطع زمین‌شناسی، جانمایی مکان‌های برداشت گرده‌های گیاه باستان‌شناسی و ... روی نقشه‌ها، استفاده می‌شود. اما مبحث بررسی‌های توپوگرافی در باستان‌شناسی بسیار گسترده‌تر از تهیه نقشه‌ی توپوگرافی است. در بررسی‌های توپوگرافی، ما فعالیت‌های نقشه‌برداران و باستان‌شناسان را توأمان انجام می‌دهیم و در واقع باستان‌شناسانی هستیم که در حال انجام بررسی باستان‌شناسی سیستماتیک محوطه بوده و در عین حال از محوطه نقشه نیز تهیه می‌کنیم.

یک نقشه‌بردار با دید باستان‌شناسانه با حرکت در محوطه، بقایای دیوارها و ساختارهای معماری، بقایای گورها و اجاق‌های باستانی، برون‌زد تخته‌سنگ‌های بزرگ در تپه‌های باستانی، بقایای کانال‌های ساخته شده در گذشته و امروز محوطه، محدوده‌های تجمع قطعات سفال و سنگ و به‌طور کلی کم‌ترین شیب‌ها و کوچک‌ترین عوارض و پدیده‌ها را مورد توجه قرار می‌دهد و نقاط آنها را توسط GPS (سیستم تعیین موقعیت جهانی) برداشت می‌کند. مجموعه میراث جهانی پاسارگاد، در شمال غربی استان فارس قرار دارد.

نخستین کاوشگر این محوطه باستانی ارنست هرتسفلد<sup>۱</sup> بود. وی اولین بازدید خود از این محوطه را در سال ۱۹۰۵م. به عمل آورد. گمانه‌های محدود در دروازه شرقی و دو کاخ اصلی و همچنین دو ترانسه دراز و موازی بر بالای تل تخت

که هر کدام از مرکز تختگاه اصلی فوقانی عبور می‌کند، عملیات هرتسفلد در سال ۱۹۲۸ بود (Herzfeld, 1929-30). دومین کاوشگری که خود را با پاسارگاد درگیر کرد، سر اورل استین در سال ۱۹۳۴ بود. او و نقشه‌بردارش محمدادیوب‌خان نقشه‌ای را ترسیم کردند که برای مدتی طولانی، دقیق‌ترین نقشه دشت پاسارگاد به حساب می‌آمد. در سال ۱۳۲۸ اداره کل باستان‌شناسی ایران کاوش‌های خود را به سرپرستی علی سامی در پاسارگاد آغاز کرد. طی پنج سال فعالیت، سامی برنامه کاری گسترده‌ای را اجرا کرد که شامل: پاک‌سازی محوطه اطراف آرامگاه کوروش، مشخص کردن و نقشه‌برداری از تعدادی ساختار دوره اسلامی در اطراف آن و افزودن جزئیات بسیار مهم به نقشه کاخ‌های S و P بود. کاوش‌های وی در تل تخت، یکی از دو راه‌پله سکو را نیز آشکار کرد (سامی، ۱۳۳۰). هیئت اعزامی از مؤسسه مطالعات ایرانی بریتانیا، به سرپرستی دیوید استروناخ<sup>۲</sup> از سال ۱۹۶۱ م. تا سال ۱۹۶۳ م. در این محوطه باستانی، کاوش‌هایی انجام داده‌اند. وی به کاوش در تل تخت پرداخت و ۴ دوره فرهنگی از دوران کوروش تا صدر اسلام را برای این بنا پیشنهاد کرد (استروناخ، ۱۳۷۹). در سال ۱۳۷۸ رمی بوشارلا<sup>۳</sup> طرحی تحت عنوان «فارس مرکزی در دوران هخامنشی» را به سازمان میراث فرهنگی ایران، پیشنهاد داد که باعث اجرای پروژه بررسی‌های آرکئوژئوفیزیکی در پاسارگاد شد. طی ۶ فصل از سال ۱۳۷۸ تا سال ۱۳۸۷ این بررسی‌ها توسط هیئت مشترک ایرانی - فرانسوی به روش‌های آرکئوژئوفیزیکی انجام شد و سبب آشکارسازی سازه‌ها و ساختارهای مدفون جدیدی در محوطه پاسارگاد شد (Boucharlat & Benech, 2002). از سال ۱۳۹۴ تا به امروز هیئت مشترک ایران-فرانسه به سرپرستی کوروش محمدخانی و سبستین گندت پژوهش‌هایی نوین با روش‌های باستان‌شناسی غیرتخریبی همچون بررسی‌های ژئوفیزیک، بررسی توپوگرافی، بررسی‌های باستان‌شناسی،

2- David Stronach

3- Rémy Boucharlat

1- Ernest Herzfeld

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی ( SID )  
 بررسی های توپوگرافی با بکارگیری سیستم تعیین موقعیت ... / ۹۵



نگاره ۱: چپ- نقشه‌ی جغرافیایی ایران. نگاره ۲: راست- موقعیت استان فارس

(منبع: <https://www.Google.earth.com>, ۲۰۱۸/۱۲/۲۰)

شیوه‌ی جمع‌آوری داده‌ها بر مبنای مطالعات کتابخانه‌ای و فعالیت‌های میدانی است. نتایج بررسی توپوگرافی در تل تخت پاسارگاد به‌عنوان نمونه‌ای مطالعاتی ذکر می‌شود.

## ۲- محدوده مورد مطالعه پاسارگاد

مجموعه باستانی پاسارگاد، در شمال غربی استان فارس، در ۱۳۸ کیلومتری شیراز، در شهرستان پاسارگاد، بخش مادرسلیمان قرار دارد. این مجموعه تاریخی در دامنه تپه‌ها و کوه‌های منشعب از سلسله جبال زاگرس قرار گرفته و در مختصات جغرافیایی 30 11N و 53 11E واقع شده است.

### ۲-۱- بناهای موجود در محوطه پاسارگاد

آرامگاه کورش، با شکوه‌ترین بنای موجود در محوطه‌ی پاسارگاد است. محوطه‌ی کاخ‌ها در مرکز پاسارگاد، بین آرامگاه کورش در جنوب غربی، و تل تخت در شمال شرقی واقع شده است.

بررسی‌های دیرین اقلیم‌شناسی، گیاه‌باستان‌شناسی، عکاسی هوایی و سنجش از دور و... انجام داده است که در آینده نیز ادامه خواهد داشت (Gondet & Mohammadkhani, 2016). تاکنون هیچ‌گونه تحقیقی راجع به بررسی‌های توپوگرافی در باستان‌شناسی، در ایران انجام نشده و تنها در تمامی محوطه‌ها به تهیه‌ی نقشه توپوگرافی اکتفا شده است اما در محوطه‌ی میراث جهانی پاسارگاد برای نخستین بار با استفاده از دستگاه‌هایی همچون سیستم تعیین موقعیت جهانی دیفرانسیل دو و سه فرکانسه و دوربین‌های نقشه‌برداری توتال استیشن به بررسی توپوگرافی پرداخته شده است. هدف از این پژوهش معرفی روش و تکنیک بررسی‌های توپوگرافی و ارائه‌ی اهمیت این نوع برداشت در بررسی‌های باستان‌شناسی و همچنین آشنایی با انواع دستگاه اندازه‌گیری موجود در این روش بررسی است. همچنین در پی پاسخ به این پرسش هستیم که با بررسی‌های توپوگرافی در پاسارگاد چه بقایای معماری و عوارض سطحی دیگری را می‌توان برداشت کرد؟ روش تحقیق مبتنی بر استدلال استقرایی و

هرتسفلد، کاخ شرقی سامی) به فاصله تقریبی ۲۰۰ متر از یکدیگر در این محوطه قرار گرفته‌اند. پل، باغ سلطنتی، کوشک A، کوشک B، تل تخت، زندان سلیمان، کاروانسرای اسلامی مظفری و محوطه‌ی مقدس از دیگر بناهای موجود در مجموعه پاسارگاد هستند (نقشه ۱).

### ۲-۲- تل تخت

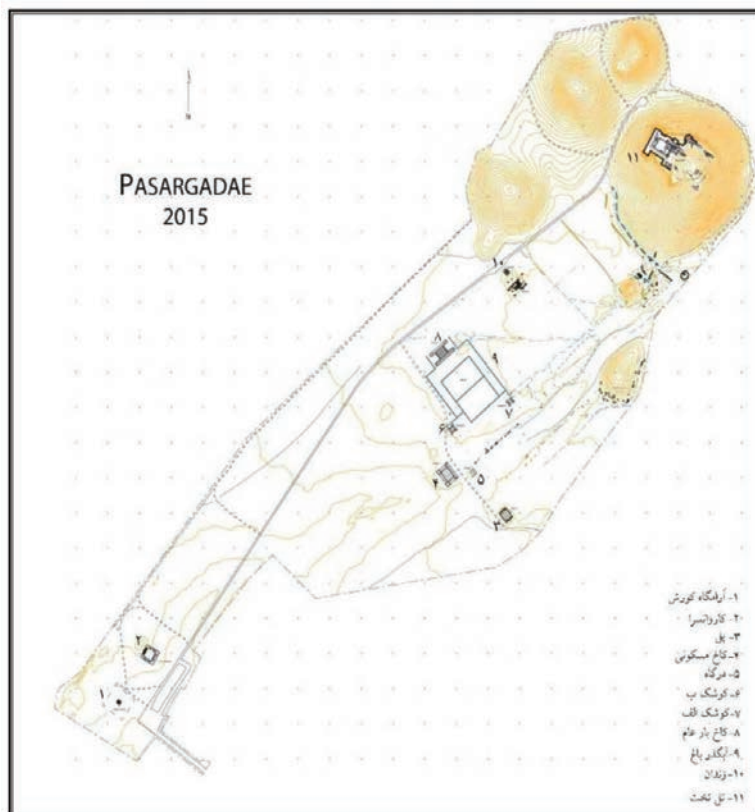
تل تخت، تختگاهی عظیم بر بالای تپه‌ای طبیعی است و حدوداً ۵۰ متر از سطح دشت ارتفاع دارد (نگاره‌های ۴ و ۵). این تختگاه، از سنگ‌های تراشیده، ساخته شده و دسترسی به آن از طریق دو راه‌پله میسر بوده است. احتمالاً بر بالای تل تخت اقامتگاه خصوصی کورش قرار داشته است. از قرار معلوم این تختگاه از ارگ سارد الهام گرفته شده است و تردیدی نیست که سنگ‌تراشان لودیهای در ساختن آن نقش اساسی داشته‌اند. چه بسا این تختگاه الهام‌بخش داریوش در احداث تختگاه تخت جمشید بوده است (عبدی، ۱۳۷۴: ۱۶۲).



نگاره ۳: محوطه میراث جهانی پاسارگاد

(منبع: <https://www.Google.earth.com>, ۲۰۱۸/۱۲/۲۰)

سه ساختار با شکوه، کاخ S (کاخ بارعام کورش، تالار بارعام، کاخ ستون‌دار)، کاخ P (کاخ اختصاصی، کاخ مسکونی کورش کبیر) و کاخ R (دروازه R، کاخ نقش‌برجسته‌دار



نقشه ۱: نقشه‌ی توپوگرافی محوطه‌ی پاسارگاد،

تهیه شده در سال ۱۳۹۴

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی ( SID )  
 بررسی‌های توپوگرافی با بکارگیری سیستم تعیین موقعیت ... / ۹۷



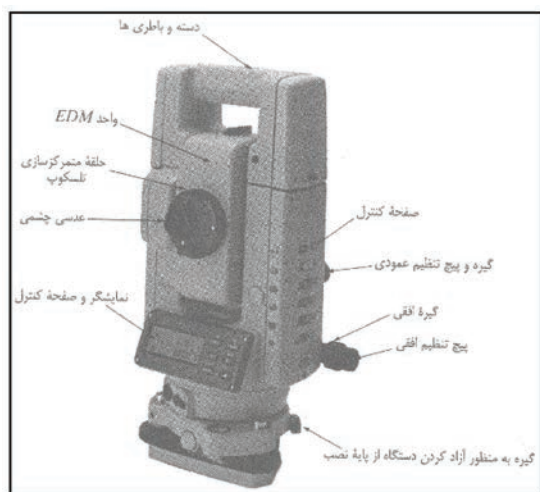
نگاره ۵: عکس هوایی تل تخت از شمال غربی  
 (منبع: استروناخ، ۱۳۷۹)



نگاره ۴: عکس هوایی تل تخت  
 (منبع: برنارد نوئل شائتی، ۲۰۰۳)

### ۳- تجهیزات و روش‌ها ۳-۱- توتال استیشن

توتال استیشن شامل یک دستگاه طولیاب الکترونیک با بُرد کوتاه یا متوسط است که در قالب یک تئودولیت الکترونیکی نصب شده است و کلیه اجزاء آن تحت کنترل یک ریزپردازنده داخلی است. حاصل این مجموعه دستگاهی است که مشاهده فاصله و امتداد را هم‌زمان امکان‌پذیر می‌سازد (نگاره ۶) (اندرسون و میخائیل، ۱۳۸۷: ۵۲۴).



نگاره ۶: دستگاه توتال استیشن، Topcon GTS-304  
 (منبع: اندرسون و میخائیل، ۱۳۸۷)

تختگاه تل تخت از سه بخش اساسی تشکیل می‌شود. دیوار خارجی، دیوار داخلی، قسمت مرکزی. دیوار خارجی از قطعات سنگ آهکی بزرگ و خوش‌تراش که در حدود بیست رگه افقی بر روی یکدیگر چیده شده، ساخته شده است و دیوار داخلی از قطعات زمخت، ماسه‌سنگ مایل به قرمز، با شکل و اندازه متفاوت شکل گرفته است. مرکز تختگاه با قطعات کوچک سنگ آهک ساخته شده و گاهی از ساروج سفیدرنگ برای ترازبندی آنها استفاده شده است (استروناخ، ۱۳۷۹: ۳۰).

در قسمت‌های مختلف تل تخت، چهار دوره استقراری شناسائی شده است: دوره اول، ساخت و سازهای زمان کورش بزرگ از حدود ۵۴۶ تا ۵۳۰ ق.م به‌ویژه احداث خود تختگاه است، که گویا با مرگ کورش ناتمام می‌ماند. دوره دوم، از حدود ۵۰۰ تا ۳۰۰ ق.م ادامه می‌یابد و طی آن با احداث یک دیوار خشتی بر رأس تپه، این تختگاه به کارگاه و انبار بدل می‌شود. در پایان دوره هخامنشی، تل تخت ویران شده و می‌توان احتمال داد که خزانه پاسارگاد که به اسکندر تسلیم شده، در این محل قرار داشته است. دوره سوم استقراری تل تخت، از ۲۸۰ تا ۱۸۰ ق.م به اشغال فرته‌داران درآمده است. دوره چهارم استقراری تل تخت، در اواخر دوره ساسانی و اوایل دوره اسلامی بوده است (عبیدی، ۱۳۷۴: ۱۶۲).

### ۲-۳- سیستم تعیین موقعیت جهانی (GPS)

GPS، پیشرفته‌ترین سیستم ثبت موقعیت بر روی زمین است. به بیانی دیگر GPS یک سیستم تعیین موقعیت ماهواره‌ای است که براساس زمان‌سنجی و تعیین فاصله کار می‌کند (قهرودی تالی و بابایی فینی، ۱۳۹۴: ۶۳). با به کارگیری قدرت GPS، می‌توان سریع‌تر و دقیق‌تر نقشه‌برداری کرد. GPS، بیست و چهار ساعته و در هفت روز هفته و تقریباً در هر شرایط آب و هوایی کار می‌کند و نتایج صحیح ژئودتیکی را ارائه می‌دهد. و همچنین امکان انجام مشاهدات بیشتر با نیروی انسانی کمتر را فراهم می‌کند (محمدی و دیگران، ۱۳۹۰: ۲۱).

### ۱-۲-۳- عناصر تشکیل دهنده‌ی GPS

سیستم تعیین موقعیت جهانی (GPS) از سه بخش اصلی تشکیل شده است که عبارتند از: سیستم کنترل زمینی، سیستم فضایی، سیستم گیرنده‌های زمینی. دستگاه GPS که به عنوان گیرنده زمینی در اختیار یک کاربر قرار می‌گیرد از قسمت‌های مختلفی تشکیل شده است:

۱- آنتن و تقویت کننده اولیه.

۲- واحد پردازشگر، حافظه، بررسی کننده‌های سیگنال‌های (حامل، کد) و منبع تغذیه.

۳- کلید فرامین و صفحه نشان‌دهنده.

سیگنال‌های ارسالی از ماهواره، توسط آنتن دریافت و بعد از تقویت در تقویت کننده اولیه، وارد واحدهای بررسی کننده سیگنال‌های حامل و کد شده، سپس به بخش واحد پردازشگر و حافظه که دارای نرم‌افزار خاصی برای پردازش اطلاعات است، اعمال می‌گردد. در این واحد روی اطلاعات دریافتی از ماهواره‌ها محاسبات لازم انجام و طول و عرض جغرافیایی موقعیت تعیین می‌گردد. نتایج فوق به قسمت فرامین و صفحه نشان‌دهنده ارسال و در روی صفحه نشان داده می‌شود (قادری، ۱۳۸۷: ۳۳-۳۶).

### ۲-۲-۳- GPS بر مبنای نوع گیرنده

GPS دستی (نگاره ۷): کاربری این گیرنده‌ها برای اهداف غیر نظامی بوده و تمام افراد می‌توانند از آن استفاده نمایند.



نگاره ۷: راست - GPS دستی. نگاره ۸: چپ - گیرنده‌های جی آی اس (GIS)

(منبع: [www.Calooob.com](http://www.Calooob.com))



نگاره ۹: گیرنده‌های تک و دو فرکانسه

(منبع: [www.Calooob.com](http://www.Calooob.com))

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی ( SID )  
بررسی های توپوگرافی با بکارگیری سیستم تعیین موقعیت ... / ۹۹

### ۳-۲-۴- مزایای تهیه نقشه های توپوگرافی با استفاده از موقعیت یابی ماهواره ای

از مزایای استفاده از GPS برای تهیه نقشه های توپوگرافی و تهیه پروفیل ها می توان به این موارد اشاره کرد: ۱- عدم نیاز به دید بین نقاط کنترل و در نتیجه کاهش تعداد نقاط کنترل مورد نیاز. ۲- عدم نیاز به برقراری دید بین گیرنده متحرک و گیرنده ثابت، حین برداشت و رفع مسأله نقاط کمکی. ۳- جایگزینی عملیات تراز یابی درجه سه با اندازه گیری های ارتفاعی GPS و تصحیح آن با استفاده از مدل های ژئوتانسیل. ۴- کاهش چشمگیر خطاهای اپراتوری در مراحل مختلف مشاهدات و حذف خطاهای محاسباتی. ۵- قابلیت کارکرد در شب و افزایش سرعت پیشرفت کار. ۶- کاهش قابل ملاحظه هزینه ها. ۷- دستیابی به دقت های برابر و حتی بهتر از روش های متداول نقشه برداری (نعیمی و نجفی علمداری، ۱۳۸۵: ۹).

در هیئت بررسی های باستان شناسی پاسارگاد، در فصل دوم و سوم (سال ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶) جهت بررسی های توپوگرافی از یک دستگاه موقعیت یاب جهانی دو فرکانسه لایکا با تصحیح آنی استفاده شد. ردیابی فرکانس های L1, L2C, L2 از ماهواره های GPS، فرکانس های L1, L2 از ماهواره های GNSS، فرکانس های B1, B2 از ماهواره های BeiDou و فرکانس های Alt-Boc, E5b, E5a, E1 از ماهواره های Galileo و آمادگی دریافت فرکانس های سیستم SBAS، برخورداری از تکنولوژی Smart Track جهت آنالیز دقیق و مشاهده سیگنال های دریافتی ضعیف شده، ارتباط سریع گیرنده ی ثابت و گیرنده ی متحرک، حداکثر زمان مورد نیاز شروع RTK ده ثانیه، قرائت نقطه در ۵ ثانیه، قابلیت ذخیره اطلاعات برداشت RTK بر روی کنترلر و خروجی مستقیم فایل Text با فرمت ASCII, DXF، از جمله ویژگی های این دستگاه است.

### ۴- بررسی توپوگرافی

برای بررسی توپوگرافی، بعد از حضور در محوطه و مشخص کردن محل بررسی، اولین اقدام، نصب گیرنده ی

گیرنده های جی آی اس (GIS) (نگاره ۸): کاربری این گیرنده ها برای مقاصد جی آی اس شهری، خطوط لوله، حریم جاده، تعیین موقعیت دکل های برق و مخابرات، تعیین دریچه های مخابرات، برق، فاضلاب شهری و ... و نقشه برداری فاز صفر و یک است.

**گیرنده های تک فرکانسه:** کاربری این دستگاه برای تکثیر شبکه نقاط نقشه برداری است و برای عملیات برداشت نقاط شهری مناسب نیست، اما در خارج از شهر و در مناطق دشت و تپه ماهواره با توجه به برقراری دید آسمانی مناسب امکان برداشت نقاط با در نظر گرفتن دقت ۱ تا ۲ سانتی متر وجود دارد.

**گیرنده های دو فرکانسه:** دستگاه های دو فرکانسه محدودی کار بیشتری را نسبت به دستگاه های تک فرکانسه پوشش می دهند ضمن آن که در صورت قطع ارتباط با ماهواره، در زمانی کمتر از یک دقیقه نیاز به توجیه مجدد دستگاه است (www.Caloob.com).

### ۳-۲-۳- روش برداشت RTK<sup>۱</sup>

روش برداشت RTK، فرآیندی است که در آن تصحیح های سیگنال GPS به صورت آنی (real-time) از یک ایستگاه گیرنده مرجع با موقعیت معلوم، برای یک یا چندین گیرنده متحرک فرستاده می شود.

به این معنا که با استفاده از مشاهده های کوتاه مدت امکان تعیین موقعیت دینامیک (تعیین موقعیت در حال حرکت بین ایستگاه ها) فراهم شده و با استفاده از سیگنال های فاز حامل، موقعیت مکانی ایستگاه سیار با صحتی در حد چند سانتی متر تعیین می گردد. در حقیقت در روش RTK با استفاده از یک گیرنده ثابت GPS که بر روی یک ایستگاه با مختصات معلوم مستقر شده است، خطاهای مشاهده ها آشکار سازی می شوند و از طریق یک آنتن رادیویی به گیرنده های متحرک ارسال می شوند و آن گیرنده ها با اعمال تصحیح به مشاهده های خود، موقعیت دقیق محل خود را مشخص می نمایند (محمدی و دیگران، ۱۳۹۰: ۲۹).

۱- روش تعیین موقعیت کینماتیک آنی

Real Time Kinematic

ثابت است. در محوطه تعدادی نقطه‌ی پنج‌مارک داریم. نزدیک‌ترین نقطه‌ی پنج‌مارک به محل بررسی آن روز را انتخاب کرده و گیرنده‌ی ثابت را که روی سه‌پایه قرار داده‌ایم، با عملیات سانتراژ (قراردادن مرکز روی نقطه‌ی پنج‌مارک) نصب می‌کنیم. با بستن گیرنده‌ی متحرک و ترمینال به ژالون، دستگاه، آماده‌ی برداشت خواهد بود (نگاره ۱۰).

### برداشت

پس از نصب دستگاه، با در دست داشتن ژالون در حالی که گیرنده‌ی متحرک و ترمینال به آن متصل هستند، شروع به حرکت در محوطه می‌کنیم. ترسیم کروکی و یادداشت تمامی جزئیات در حین فعالیت میدانی از مهم‌ترین بخش‌های کار است. این یادداشت‌ها و ترسیمات هنگام ترسیم نقشه‌ها و آماده‌سازی گزارش کار، راهنمای بسیار مفید، مؤثر و کارآمدی برای نقشه‌بردار خواهد بود.

### ۴-۱- برداشت نقاط بقایای دیوارها

برداشت نقاط بقایای دیوارها در محوطه‌های باستانی (نگاره ۱۱) یکی از مشکل‌ترین بخش‌های کار است؛ چرا



نگاره ۱۰: راست- گیرنده‌ی ثابت<sup>۱</sup>، چپ- گیرنده‌ی متحرک<sup>۲</sup>

1- Base , Station

2- Rover, Mobile



فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی ( SID )  
بررسی های توپوگرافی با بکارگیری سیستم تعیین موقعیت ... / ۱۰۱

#### ۴-۳- برداشت نقاط قبرها (گورها)

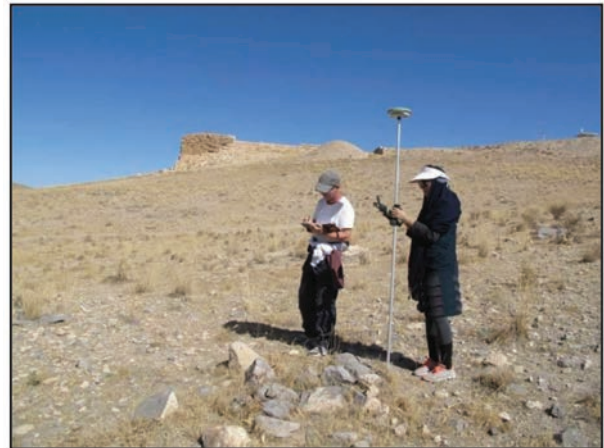
گورها نیز جزء ساختارهایی هستند که برداشت توپوگرافی آنها همانند برداشت نقاط ساختارهای برجاست، و فرم های متنوعی اعم از مستطیل، دایره، بیضی و... دارند. برای برداشت نقاط یک گور، حداقل برداشت سه نقطه جهت ترسیم آنها الزامی است؛ چرا که برای ترسیم اشکالی به فرم دایره و یا چندضلعی در نرم افزار، نیازمند حداقل سه نقطه هستیم. یکی از نشانه هایی که در برداشت نقاط گورها کمک کننده است، جهت گیری گورهای متعلق به دوران اسلامی به سمت قبله است.

#### ۴-۴- برداشت نقاط کانالها

برای برداشت نقاط یک کانال متعلق به دوران معاصر، پس از ترسیم کروکی و عناصر شاخص و یادداشت نکات مهم و عرض و عمق کانال، ژالون را در وسط عرض کانال قرار می دهیم و نقطه ای را برداشت می کنیم. با داشتن نقطه ای وسط عرض مسیر کانال و ابعاد عرض می توانیم در نرم افزار کانال را ترسیم کنیم. سپس مسیر کانال را ادامه می دهیم و با توجه به مقیاس نقشه، تعداد نقاطی که نیاز است را برداشت می کنیم، مثلاً در مقیاس ۱:۱۰۰۰ برداشت یک نقطه در هر ۴۰ متر یا ۵۰ متر کافی است. اگر مسیر کانال به صورت یک کمان باشد برای ترسیم صحیح آن در نرم افزار نیاز است که سه نقطه ای شروع کمان، وسط کمان و نقطه ای انتهایی کمان را حتماً داشته باشیم. این نکته در اینجا قابل ذکر است که به این دلیل نقاط کانال های ساخته شده در دوران معاصر برداشت می شوند که هنگام بررسی ژئوفیزیک، اگر این کانالها نیز در مربع های برداشت های ژئوفیزیک باشند، توسط اپراتور برداشت خواهند شد و در نقشه های حاصل از بررسی های ژئوفیزیک به صورت ساختارهایی آشکار می شوند که گاه باستان شناس را دچار اشتباه خواهند کرد که بقایایی باستانی هستند.

برداشت نقاط محدوده های زمین شناسی (ساخت و ساز در این قسمت ها به علت وجود تخته سنگ های بسیار بزرگ امری غیرممکن است و این محدوده ها در تپه های

را در محوطه یا تپه ی مورد نظر برداشت کنیم و پس از پایان برداشت نقاط آن قسمت به سراغ دیگر موارد برویم؛ مثلاً پس از پایان یافتن برداشت نقاط بقایای دیوارها در تپه یا محوطه ی مورد نظر به برداشت نقاط دیگر همچون کانالها و... پردازیم؛ چرا که بازگشت به محدوده ی مورد نظر و یادآوری این که کدام یک از دیوارها را برداشت کرده ایم و کدام باقی مانده است، امری بس دشوار و زمان گیر است و امکان برداشت نقاط تکراری که سبب شلوغی و آشفتگی نقشه می شود، بسیار زیاد است. در این گونه موارد گاه برای جلوگیری از برداشت نقاط تکراری، امکان برداشت نکردن برخی نقاط به وجود می آید و در نتیجه، در انتهای کار نتایج مطلوبی نخواهیم گرفت.



نگاره ۱۱: برداشت نقاط بقایای دیوار در شیب جنوبی تل تخت

#### ۴-۲- برداشت نقاط ساختارهای معماری پابرجا (خانه، کاخ، کاروانسرا، آرامگاه،...)

یکی از موارد بسیار مهم برای برداشت نقاط یک ساختار پابرجا، ترسیم کروکی صحیح از این ساختارهاست؛ ترسیم کروکی با جهت شمال در هنگام ترسیم نهایی در نرم افزار، راهنمای مناسبی برای نقشه بردار برای تکمیل نقشه است. برای برداشت نقاط پلان بنا، نقاط حد انتهایی دیوارها و همچنین نقاط تقاطع دیوارها با یکدیگر را برداشت می کنیم.

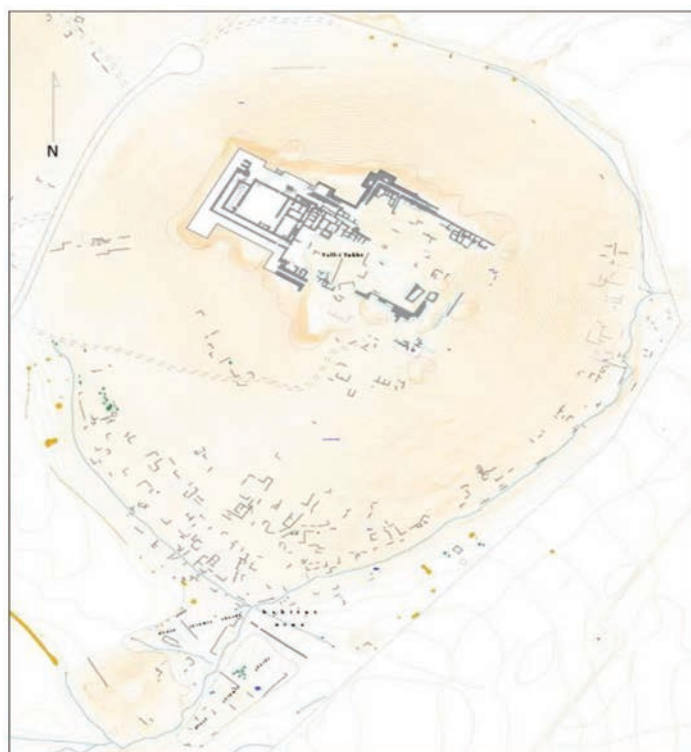
بین رفته بودند و برای برداشت‌های توپوگرافی در سطح محوطه نیاز به ایجاد شبکه‌ای از بنچ‌مارک‌ها بود؛ بنابراین این شبکه توسط تیم توپوگرافی هیئت مشترک بررسی‌های باستان‌شناسی پاسارگاد در سال ۱۳۹۴، ایجاد شد.

در فصل اول در سال ۱۳۹۴ بررسی‌های توپوگرافی در محوطه‌ی پاسارگاد با دوربین توتال استیشن انجام شد. در این بررسی‌ها، نقاط کانال‌های جدید و قدیم، و همچنین نقاط توده‌ای از قلوه‌سنگ‌هایی که به‌خاطر فعالیت‌های کشاورزی امروزی، در حاشیه‌ی کانال‌ها انباشته شده بودند، برداشت شدند. بقایای دیوارها و دو ناحیه‌ی مسکونی همراه با مواد باستان‌شناختی (قطعات سفالی، بلوک‌های سنگ آهک، سنگ آسیاب، ...) شناسایی شدند و نقاط این دیوارها نیز برداشت شدند. این ساختارهای شناسایی شده عموماً در دامنه‌های تل تخت و تل سنگی واقع شده‌اند. در فصل دوم و سوم (در سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶) بررسی‌ها با GPS دو و سه فرکانسه انجام شد. تیم بررسی‌های توپوگرافی در این فصل، یک منطقه مسکونی روی تپه کوچک واقع در ۱۰۰ متری شمال غربی زندان سلیمان شناسایی کرد؛

باستانی، غیرمسکونی بوده‌اند، و اثری از ساخت و ساز در آنها وجود ندارد؛ بنابراین با برداشت نقاطی از این محدوده‌ها، در نقشه‌های توپوگرافی نهایی، سؤالی در ارتباط با دلایل نبود نشانه‌هایی از ساخت و ساز در این محدوده‌ها، برای باستان‌شناسان باقی نخواهد ماند)، نقاط محدوده‌های تجمع سنگ و سفال (تجمع سنگ و سفال در یک محوطه‌ی باستانی، یکی از نشانه‌های استقرار در گذشته در محل مورد نظر است)، نقاط رودخانه و آب‌کند، نقاط مسیرهای حرکتی، نقاط ارتفاعی (این نقاط جهت ترسیم خطوط ارتفاعی در نقشه‌های توپوگرافی برداشت می‌شوند) و نقاط محدوده‌هایی که حاوی نقاشی‌های چوپانی یا بازی‌های متعلق به مردمان در دوران گذشته است، از دیگر نقاطی هستند که در بررسی‌های توپوگرافی توسط نقشه‌بردار برداشت می‌شوند.

#### ۵- نتایج و یافته‌ها

**بررسی‌های توپوگرافی در محوطه میراث جهانی پاسارگاد**  
 در محوطه‌ی میراث جهانی پاسارگاد، بنچ‌مارک‌های توپوگرافی که قبلاً مورد استفاده قرار می‌گرفت اکثراً از



نقشه ۲: بقایای آثار شناسایی شده در بررسی‌های توپوگرافی در اطراف تل تخت در تصویر دیده می‌شود.

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی ( SID )  
بررسی های توپوگرافی با بکارگیری سیستم تعیین موقعیت ... / ۱۰۳



نگاره ۱۳: بقایای دیوارها در ضلع جنوب و متمایل به شرق  
تل تخت

در شیب جنوبی تل تخت، علاوه بر دیوارهای سنگی، ساختارهای گورمانندی بودند که بعضی از این ساختارها به دلیل قرارگیری در جهت شمالی- جنوبی احتمالاً به قبور اسلامی منتسب می‌شوند. علاوه بر آن در این بخش در قسمت جنوب غربی تختگاه تل تخت باروی سنگی کنگره‌داری تشخیص داده شد که تا جاده آسفالتی ادامه داشت (نگاره ۱۴) و بعد از آن، بعضی از آثار آن از بین رفته بود و روی سطح چیزی دیده نمی‌شد.



نگاره ۱۴: بقایای باروی سنگی کنگره‌دار در جنوب غربی تل  
تخت

بقایای دیوارهایی که تا به امروز ناشناخته بوده است. نقاط این دیوارها برداشت شدند و تمامی یادداشت‌های لازم برای ترسیمات نهایی در نرم‌افزار انجام شد. با حرکت در قسمت شمالی به طرف زمین‌های کشاورزی، کانال‌های آب قدیمی و ساختارهای جداگانه بیشتری شناسایی شد. بقایای ساختمان‌هایی نیز در این قسمت شناسایی شد ولی با توجه به کمبود قطعات سفال روی سطح، احتمال این‌که این بقایا جدید باشند بسیار زیاد بود.

بررسی‌ها در دامنه تل تخت ادامه یافت و نتایج قابل توجهی در شیب تپه تل تخت به دست آمد (نگاره‌های ۱۲ و ۱۳). بررسی‌ها نشان داد که یک منطقه مترکم تقریباً ۱۰ هکتاری، در شیب جنوبی تپه وجود داشته است (نقشه ۲). این بررسی‌ها در قسمت بالای تل تخت نیز ادامه یافت. اما به دلیل وجود برون‌زد تخته‌سنگ‌های متعدد در این بخش، تشخیص و شناسایی ساختارهای مشابه بخش جنوبی و شرقی بسیار مشکل بود. از دیگر مشاهدات قابل توجه در این قسمت وجود کانال‌های آبی است که احتمالاً متعلق به دوران معاصر می‌باشند و در حال حاضر رها شده‌اند، این کانال‌ها در قسمت جنوب و شرق در پای تل تخت جاری بوده‌اند و گاهی اوقات ساختمان‌ها را قطع می‌کنند یا دور می‌زنند.

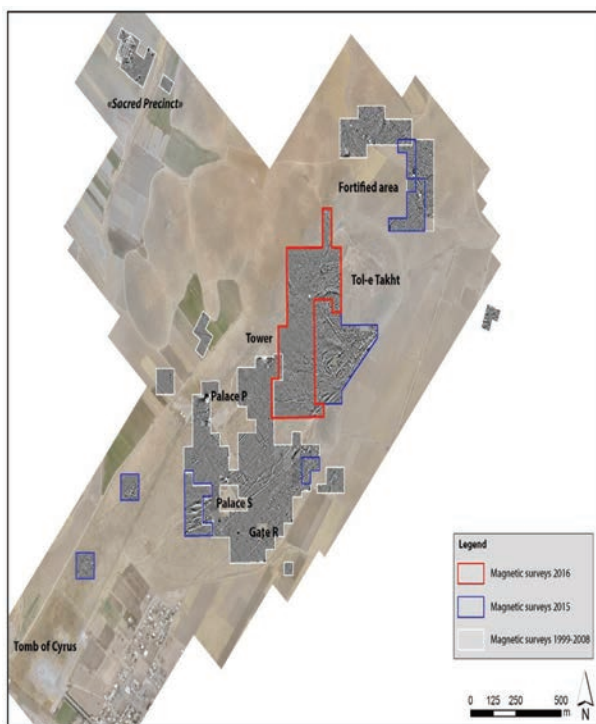


نگاره ۱۲: بقایای دیوارهای ضلع جنوبی تل تخت

توسط تیم بررسی توپوگرافی نیز با داده‌های تیم ژئوفیزیک و تیم عکاسی هوایی انطباق قابل قبولی دارند (نقشه ۵).



نگاره ۱۶: ساختارهای منظمی که بعد از بارش برف در سال ۱۳۹۵ در قسمت شمالی تل تخت توسط عکس برداری هوایی مشخص شدند.



نقشه ۳: بررسی‌های مغناطیس‌سنجی انجام شده در پاسارگاد بین سال‌های ۱۳۷۸ تا سال ۱۳۸۷ و سال‌های ۱۳۹۴ تا سال ۱۳۹۶

این بارو در بررسی‌های مغناطیس‌سنجی نیز به‌خوبی مشخص و آنومالی‌های آن معین شد. با تمرکز بر شیب تل تخت و برداشت داده‌ها از اطراف آن، تراکم بسیاری از مناطق مسکونی تشخیص داده شد. این فعالیت، در شمال تل تخت بین باروی خشتی چندضلعی و تل تخت نیز ادامه یافت و بقایای باستان‌شناختی معماری بسیاری برداشت گردید.



نگاره ۱۵: بقایای دیوارهای بالای تل تخت

در فصل سوم و در سال ۱۳۹۶، بارش برف باعث شد که تشخیص ساختارها بسیار شفاف‌تر شود (نگاره ۱۶). برف روی خاک محیط که سردتر از سنگ‌های موجود در دیوارهای بقایای باستانی هستند مدت زمان بیشتری باقی می‌ماند و باعث می‌شود این ساختارها به‌خوبی قابل تشخیص باشند. خوشبختانه بارش این فرصت را در اختیار تیم توپوگرافی قرار داد تا بتوانند در شیب شمال تل تخت و داخل باروی چندضلعی ساختارهای معماری بسیاری را ثبت و برداشت کنند.

در بررسی‌های ژئوفیزیک نیز آنومالی این ساختارها شناسایی شد (نقشه‌های ۳ و ۴). همچنین در این فصل وجود تیم عکاسی هوایی کمک فراوانی به هیئت باستان‌شناسی کرد؛ زیرا با تهیه‌ی عکس از این منطقه از ارتفاع کم، بعد از بارش برف، درستی تشخیص ساختارها تأیید شد. در مجموع در این قسمت از محوطه، ساختارهای برداشت شده

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی ( SID )  
 بررسی های توپوگرافی با بکارگیری سیستم تعیین موقعیت ... / ۱۰۵

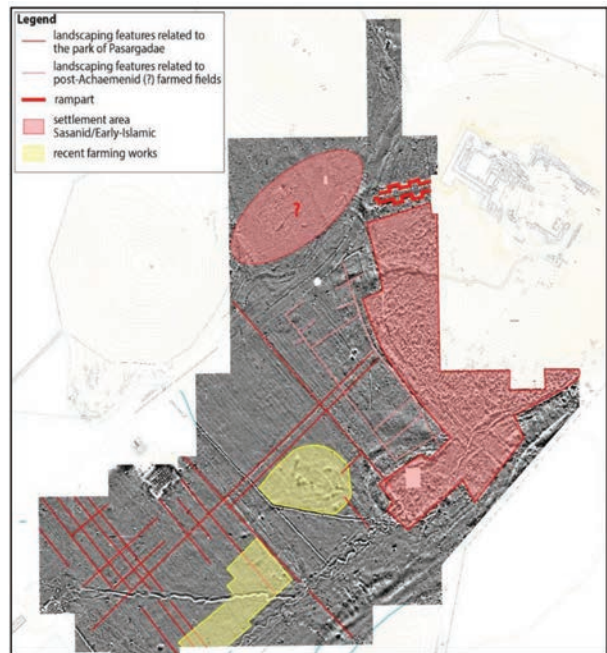
### ۶- نتیجه گیری

برای دستیابی به نتایج دقیق تر در فعالیت های باستان شناسی، نیازمند آگاهی از دانش روز دنیا هستیم. امروز دیگر جایی برای روش های تخریبی در باستان شناسی وجود ندارد و به کارگیری تجهیزات پیشرفته و مدرن در کنار افراد متخصص و مسلط به کاربرد این ابزار، باعث آن می شود که فعالیت های میدانی با صرف زمان و نیروی انسانی کمتر و همچنین به دست آمدن نتایج دقیق و قطعی تر پیش برود. نقشه برداری، به کمک ابزار پیشرفته و به کارگیری آن توسط متخصصان، بسیار توسعه یافته و دارای کاربردهای فراوانی در دیگر علوم و دانش هاست.

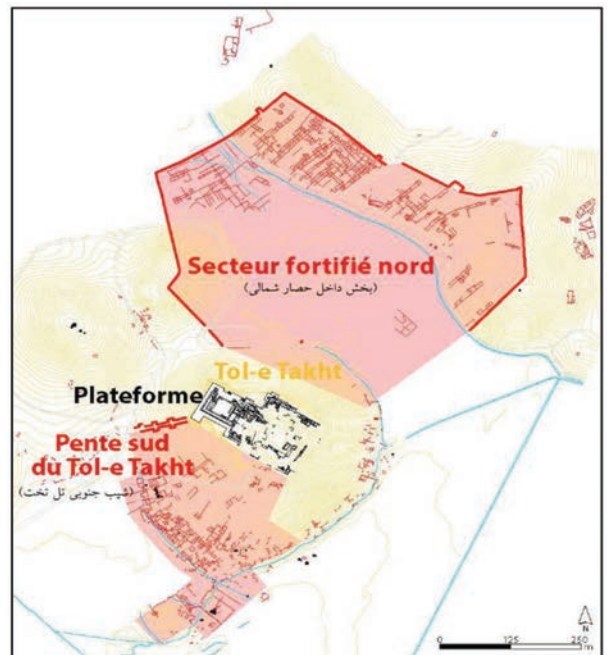
دستگاه های توتال استیشن که با استفاده از آنها، دقت و سرعت در اندازه گیری فاصله میان دو نقطه و در واقع فاصله یابی، افزایش چشمگیری داشته است، GPS که پیشرفته ترین سیستم ثبت موقعیت روی زمین است و با به کارگیری قدرت آن، می توان سریع تر و دقیق تر نقشه برداری کرد، و همچنین سیستم تعیین موقعیت جهانی دیفرانسیل دو و سه فرکانسه که در هیئت مشترک پاسارگاد استفاده می شدند و دارای قابلیت های فراوانی از جمله ارتباط سریع گیرنده ی ثابت و گیرنده ی متحرک بودند و با امکان تصحیح آنی، به کاربر امکان انجام مقادیر بیشتری از کار در زمان کمتری را می داد، نمونه هایی از سیستم های امروزی اندازه گیری، جمع آوری و نمایش اطلاعات قابل استفاده در عملیات نقشه برداری هستند.

در هیئت مشترک بررسی های باستان شناسی در پاسارگاد که از دو تیم ایرانی و فرانسوی تشکیل شده است، برای نخستین بار از پتانسیل بررسی های توپوگرافی در حل مسائل موجود در فعالیت های باستان شناسی بهره برده شد. همچنین در این هیئت از بررسی های توپوگرافی نه تنها برای تهیه ی نقشه ی دقیق توپوگرافی استفاده شد بلکه با انطباق این نقشه ها و نقشه های حاصل از بررسی های ژئوفیزیک، نتایج شایان توجهی به دست آمد.

وسعت منطقه حفاظت شده کنونی پاسارگاد ۱۶۰ هکتار



نقشه ۴: تفسیر آنومالی های مغناطیسی آشکار شده بر روی نقشه مغناطیسی، تهیه شده بین سال های ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۶. قسمت های قرمز رنگ، ساختارهای مسکونی در جنوب تل تخت هستند.



نقشه ۵: مناطق مسکونی کشف شده در اطراف تل تخت و حصار شمالی محوطه

### منابع و مأخذ

۱. استروناخ، دیوید؛ ۱۳۷۹؛ پاسارگاد، خطیب شهیدی، انتشارات سازمان میراث فرهنگی کشور (پژوهشگاه)، چاپ اول، تهران.
  ۲. ام. اندرسون، ام. میخائیل، جیمز، ادوارد؛ ۱۳۸۷؛ نقشه برداری ثوری و عملی، جودکی و حسنلو، انتشارات دانشگاه زنجان.
  ۳. خاکبازان، ابوالفضل؛ ۱۳۹۲؛ فتوگرامتری کاربردی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی، تهران.
  ۴. ذوقیان، حسابی؛ عباس، حامد؛ ۱۳۹۳؛ عملیات نقشه برداری، نشر نوآور، تهران.
  ۵. رنجبر، محسن؛ ۱۳۹۱؛ تفسیر نقشه های توپوگرافی، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی، شهر ری.
  ۶. سامی، علی؛ ۱۳۳۰؛ پاسارگاد یا قدیمی ترین پایتخت کشور ایران، شیراز.
  ۷. شائی، برنارد نونل؛ ۲۰۰۳؛ هیئت باستان شناسی مشترک ایران - فرانسه به سرپرستی دکتر رمی بوشارلا.
  ۸. عبدی، کامیار؛ ۱۳۷۴؛ پایتخت های شاهنشاهی هخامنشی، در پایتخت های ایران به کوشش محمدیوسف کیانی، انتشارات سازمان میراث فرهنگی کشور، چاپ اول، تهران.
  ۹. علیتاجر، افشاری آزاد؛ سعید، سمیه؛ ۱۳۹۲؛ بررسی جایگاه مهندسی ژئوماتیک در کاربردهای میراث فرهنگی - باستان شناسی و معماری، نشریه پژوهش های باستان شناسی ایران، شماره ۵، دوره سوم، صص ۱۹۵-۱۶۹.
  ۱۰. قادری، نصرالله؛ ۱۳۸۷؛ آشنایی با سیستم تعیین موقعیت جهانی GPS (و خودآموز استفاده از دستگاه GPS MAP 76S)، انتشارات سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، تهران.
  ۱۱. قراگوزلو، کشمیری؛ علیرضا، زهرا؛ ۱۳۹۱، اصول و کاربردهای سنجش از دور و سامانه های اطلاعات مکانی، تضمین دانش، تهران.
  ۱۲. قهرودی تالی، بابایی فینی؛ منیژه، ام السلمه؛ ۱۳۹۴؛ درآمدی بر سیستم های اطلاعات جغرافیایی، انتشارات دانشگاه پیام نور.
- است ولی به احتمال زیاد پاسارگاد بسیار بیشتر از این وسعت داشته است. بسیاری از بقایای معماری پاسارگاد (جز محوطه مقدس که در یک کیلومتری شمال غرب محوطه واقع شده است) در این محدوده ۱۶۰ هکتاری قرار دارد.
- با همکاری تیم های بررسی ژئوفیزیک، عکاسی هوایی و بررسی توپوگرافی در هیئت مشترک بررسی های باستان شناسی پاسارگاد و کنار هم قرار دادن تصاویر و نقشه های حاصل از فعالیت های این تیم ها، به بسیاری از سؤالات مطروحه در ارتباط با فضاهای خالی بین ساختارهای موجود در محوطه پاسارگاد پاسخ داده شد. این بررسی ها سبب آشکارسازی سازه ها و ساختارهایی بین فضاهای خالی میان ساختارهای موجود در محوطه، کانال ها، حصار و گورهای بسیاری شد که تاکنون مشاهده و ثبت نشده بود؛ به عنوان نمونه می توان از ساختار پشت زندان سلیمان، منطقه ساخته شده ای در جنوب شرقی باغ سلطنتی و آبگیر در جنوب شرقی باغ سلطنتی نام برد. همچنین با این بررسی ها مکان دو استقرارگاه انسانی در محوطه پاسارگاد مشخص شد.
- متأسفانه همچنان از امکانات و توانایی های بررسی های توپوگرافی و قابلیت های تجهیزات و دستگاه های مدرن و پیشرفته در محوطه های باستانی کشورمان بسیار محدود استفاده می شود و ما در این پژوهش سعی کرده ایم که ظرفیت های بررسی های توپوگرافی را بیان کنیم و کاربرد آن را در به نقشه درآوردن عوارض و بقایای معماری کم ارتفاع که اصولاً با چشم قابل تشخیص نیستند، نشان دهیم. همچنین با معرفی تجهیزات و دستگاه های مربوطه و بیان کاربرد این ابزار در باستان شناسی، با گوشه ای از این علم و تکنولوژی آشنا شویم.
- امید است که روزی باستان شناسی و فعالیت های میدانی این دانش، در کشور ما همگام با علم روز دنیا حرکت کند تا بتوانیم نقاط تاریک پیشینه ای این مرز و بوم را بر همگان روشن کنیم.

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (سیر)

بررسی‌های توپوگرافی با بکارگیری سیستم تعیین موقعیت ... / ۱۰۷

Ausgrabungen von Pasargadae, Archaeologische Mitteilungen aus Iran.

23. Krupochkin, E.P., 2009, Methodological issues in the digital mapping of archaeological sites, in Archaeology, Ethnology and Anthropology of Eurasia, P.p 95-102.

24. Mekik, Arslanoglu, C., M., 2009, Investigation on accuracies of real time kinematic GPS for GIS application, Remote Sensing Journal ISSN 2072-4292.

25. Musson, Palmer, Campana, C., R., S., 2013, Flights into the Past. Aerial photography, photo interpretation and mapping for archaeology, Aerial Archaeological Research Group; ArchaeoLandscapes (ArcLand).

26. Whitley, T.G., 2017, Geospatial analysis as experimental archaeology, in Journal of Archaeological Science, P.p 103-114.

27. <https://www.Google earth.com>

۱۳. مبانی اطلاعاتی GPS، ماهیت اطلاعات و طبقه‌بندی

تجهیزات؛ ۱۳۹۲؛ شرکت کالوب، [www.Caloob.com](http://www.Caloob.com).

۱۴. محمدی، قراگوزلو، سیار کوردی؛ نفیسه، علیرضا، میرکیوان؛ ۱۳۹۰؛ RTK روشی دقیق در تعیین موقعیت نسبی، نشریه نقشه‌برداری، شماره ۱۱۰، صص ۳۴-۲۸.

۱۵. مهدی‌نژاد، محمود؛ ۱۳۷۱؛ نقشه‌خوانی در جغرافیا به منظور کاربرد در طراحی پروژه‌های عمرانی، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد.

۱۶. نعیمی، نجفی علمداری؛ مجید، مهدی؛ ۱۳۸۵؛ تهیه نقشه‌های توپوگرافی با استفاده از GPS، همایش ژئوماتیک ۸۵، سازمان نقشه‌برداری کشور، تهران، صص ۱۰-۱.

۱۷. نوبخت، شمس؛ ۱۳۸۷؛ نقشه‌برداری، مرکز انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران.

18. Boucharlat, Benech, Rémy, Christophe, 2002, Organisation et aménagement de l'espace à Pasargades. Reconnaissance archéologique de surface, 1999-2001, Arta, 2002.001: 41p. [on line]. Available at: <http://www.achemenet.com/ressources/enligne/arta/pdf/2002.001-loc.pdf>

19. Earley-Spadoni, T., 2017, Spatial History, deep mapping and digital storytelling: archaeology's future imagined through an engagement with the Digital Humanities, in Journal of Archaeological Science, P.p 95-102.

20. Gondet, Mohammadkhani, Sébastien, Kouros, 2016, Recherches archéologiques à Pasargades (Iran): chronique d'un retour sur le terrain, ArchéOrient - Le Blog, 7 octobre 2016, [En ligne] <http://archeorient.hypotheses.org/6643>

21. Gonet, Mohammadkhani, FarjamiRad, Ibnoeirida, Zare Kordshouli, Karami, Laisney, S., K., M., N., F., H., D., 2016, Field Report on the 2015 Current Archaeological Works of the Joint Iran-French Project on Pasargadae and Its Territory, in Iranian Heritage, International Journal of Iranian Heritage, Published by Shahid Beheshti University, Faculty of Literature and Humanities, Vol. 1, No. 1, 61-87.

22. Hertzfeld, Ernest, 1929-30, Bericht über die

