



Shahdad Standard  
Visual Documentation and Photogrammetric 3D Modeling of a Museum Artifact  
Ramin Yashmi, Sara fereidouni and Loghman Ahmadzadeh Shouhani

Abstract

The “Shahdad Standard”, unearthed during archaeological excavations in the ancient necropolis of Shahdad (Khabis) in northern Kerman, Iran, stands as a captivating testament to the rich history and cultural heritage of southwest Asia and Iran. This unique object has piqued the interest of archaeologists and art historians since its discovery. Recognizing the need for complementary comprehensive documentation, the National Museum of Iran prioritized the Shahdad Standard in its initial efforts to upgrade and digitize its collection. This paper delves into describing the meticulous process of visually recording and documenting the Shahdad Standard, followed by creating a precise 3D model of the object. Then, it presents the initial findings of this endeavour, offering detailed descriptions of the scene depicted on the Shahdad Standard and its current condition.

**Keywords:** Lut Desert, Bronze Age, Shahdad Standard, Copper, Photography, Documentation, Photogrammetry, 3D Modeling.

<https://doi.org/10.22034/JINM.2024.2023409.1085>

© 2025 Iran National Museum. All rights reserved

پرچم شهداد

مستندسازی و مدل سازی سه بُعدی یک اثر موزه ای به روش تصویرسنجی

رامین یشمی\*، سارا فریدونی\*\*، لقمان احمدزاده شوهانی\*\*\*

چشم دل باز کن که جان بینی

آنچه نادیدنی است آن بینی

(هاتف اصفهانی)

چکیده

«پرچم شهداد» در تاریخ فرهنگ و صنعت دنیای کهن، به ویژه جنوب غربی آسیا و ایران اثری بی همتا است. این شیء فلزی جالب توجه از زمان پیدا شدن در کاوش های باستان شناسی گورستان محوطه باستانی شهداد (خبیص) در کرمان تاکنون مورد توجه پژوهشگران باستان شناسی و تاریخ هنر بوده است. کاستی های مستندسازی پرچم شهداد موزه ملی ایران را بر آن داشت که در نخستین گام های برنامه به روزرسانی و رقومی سازی ثبت و ضبط گنجینه خود این اثر را مورد توجه قرار دهد. پژوهش پیش رو به توصیف فرآیند ثبت و ضبط شکلی، مستندسازی و مدل سازی سه بُعدی پرچم شهداد و معرفی نتایج اولیه این فرآیند می پردازد؛ سپس به طور جزئی نگر و دقیق توصیف نقش و نگار و وضعیت آن را مد نظر قرار می دهد.

**واژگان کلیدی:** دشت لوت، دوره مفرغ، پرچم شهداد، مس، عکاسی، مستندسازی، تصویرسنجی، مدل سازی سه بُعدی.

\* دکتری باستان شناسی دوران پیش از تاریخ، دانشگاه هنر اصفهان؛ نویسنده مسئول R.Yashmi@Gmail.com

\*\* دانشجوی دکتری باستان شناسی دوران تاریخی، دانشگاه تهران

\*\*\* دانشجوی دکتری باستان شناسی دوران پیش از تاریخ، دانشگاه تهران؛ مسئول بخش پژوهش پایگاه میراث جهانی شوش.

## درآمد

دشت لوت در بخش جنوب شرقی مرکز فلات ایران، شاهد ظهور مراکز بزرگ جمعیت شهرنشین در هزاره سوم پیش از میلاد بوده است. این پدیده، منطقه را دستخوش تغییری اساسی در روند استقرار و الگوی جمعیتی کرده است که در نبود محوطه‌های پیرامونی هم‌افق با این مراکز شهری قابل مشاهده است (اسکندری و دیگران ۱۳۹۵: ۱۲). محوطه باستانی شهداد (حبیص)، زیستگاهی از هزاره سوم پیش از میلاد در شمال کرمان است که تاکنون، شناخته‌شده‌ترین نمونه از میان مراکز شهری دوره مفرغ قدیم در این منطقه به‌شمار می‌رود. این زیستگاه مهم باستانی، پذیرای مردمی بوده که علاوه بر سازمان‌یافتگی اجتماعی در قالب یک شهر، نقش مهمی را در بده‌بستان‌های فرهنگی و اقتصادی در شبکه تجاری کانون‌های جمعیتی مهم آن زمان، همچون آسیای مرکزی، جنوب شرقی فلات ایران، رشته‌کوه زاگرس، جنوب غربی ایران و بین‌النهرین بر عهده داشتند (Lamberg-Karlovsky and Amiet 1986; Heibert 1992).

صنعتگران و استادان تردست شهداد، در فن و هنر فلزگری و درآمیختن عناصر چیره‌دست و در تولید دست‌افزارها و آثار هنرمندانه در شمار سرآمدان روزگار خود بوده‌اند. این نکته در بررسی عمیق دست‌ساخته‌ای که بعدها به پرچم شهداد نام‌بردار شد کاملاً آشکار است (شکل ۱).

کاوش‌های سال ۱۳۴۸ خورشیدی (۱۹۷۰ میلادی) علی‌حاکمی در بخش غربی گورستان اصلی محوطه باستانی شهداد (کارگاه A)، با یافت شدن اثر منحصر به فردی همراه بود که پرچم شهداد نامیده شد. این دست‌ساخته شگفت‌تحسین‌برانگیز از گور شماره ۱۱۴ در عمق ۸۰ سانتی‌متری از سطح زمین به دست آمده است. همراه با این شیء، ۶ کوزه سفالی، ۴ شیء



شکل ۱. صفحه مسین پرچم شهداد (عکس از سارا فریدونی).

مسی یا مفرغی عبارت از یک تابه، یک ابریق، یک میله و یک آره فلزی هم پیدا شده‌اند. صفحه پرچم به همراه میل آن در کنار اشیاء سفالی، در راستای شرقی-غربی قرار داشته است (Hakemi 1997: 649; Pittman 2017: 6). پرچم شهداد، یکی از نمونه‌های جالب توجه «سبک بین‌فرهنگی<sup>۱</sup>» از افق فرهنگی ماوراء‌ایللامی<sup>۲</sup> در فلات ایران به‌شمار می‌رود (Amiet 1986: 138). پیتمن (۱۳۸۳: ۹) که بر اساس سبک نقش‌ونگار آن باید متعلق به زمان کوتاهی پیش از شکل گرفتن سلسله آکد در بین‌النهرین باشد (Amiet 1986: 166).

## برنامه مستندسازی سه‌بعدی پرچم شهداد

در بهمن ماه سال ۱۴۰۱ خورشیدی، همگام با برنامه مستندسازی جزئی‌نگر، رقومی‌سازی<sup>۳</sup> و ایجاد مجموعه‌های الکترونیک از گنجینه موزه ملی ایران، امکان بازدید از پرچم شهداد به همت معاونت پژوهشی این مجموعه برای نگارندگان فراهم شد. اگرچه واحد مستندسازی موزه ملی ایران به عنوان یک بخش مستقل هنوز دوره شکل‌گیری ساختار خود را پشت سر می‌گذارد، اما این اقدام و نمونه‌های مشابه که پیش از این توسط پژوهشگران مستقل به انجام رسیده، گام بلندی در راستای حفاظت از آثار فرهنگی کشور، همچنین گسترش دامنه مخاطبان گنجینه‌های ملی اینچنین به‌شمار می‌رود. مستندسازی و ایجاد تالارهای بازدید مجازی درهم‌تنیده با فراداده‌های<sup>۴</sup> گسترده و رو به تکمیل، مدتی است که هم‌راستا با جهان در مجموعه‌های میراث فرهنگی ایران هم آغاز شده و افتان‌وخیزان، به سوی تحول و پیشرفت میل می‌کند.

در این میان، سرعت بی‌امان پیشرفت فن‌آوری، عمومی‌سازی استفاده از آن و در دسترس بودن بسترهای نرم‌افزاری نسبتاً ساده و تجاری برای تولید محصولات چندرسانه‌ای<sup>۵</sup> و همچنین پژوهشی مجازی، امکان کاربست آنها در زمینه‌هایی را فراهم کرده است که تا پیش از این، به سادگی بر اثر کمبودهای مالی، تجهیزاتی و مهارتی فراموش می‌شدند.

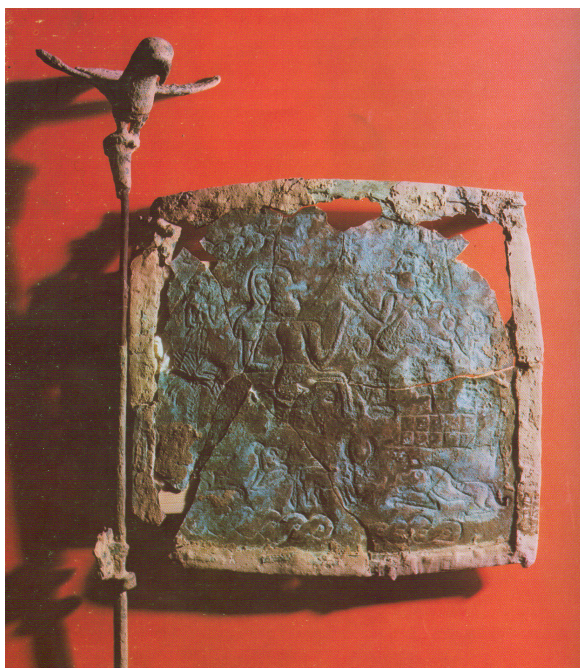
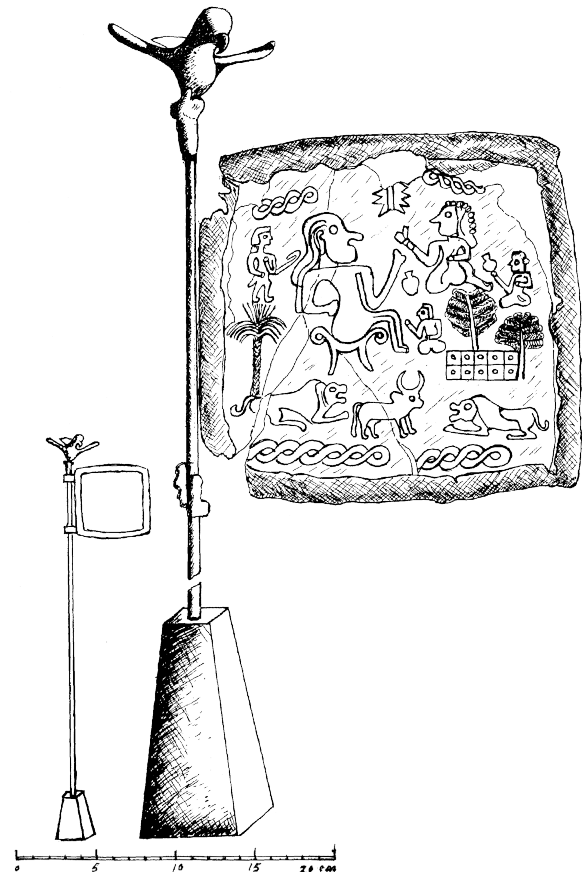
مدل‌سازی سه‌بعدی<sup>۶</sup> به روش تصویرسنجی بُرد کوتاه<sup>۷</sup>، امروزه با استفاده از دوربین‌های عکاسی حرفه‌ای، خودکار، نیمه خودکار و ابزار در دسترس دیگر برای نورپردازی انجام شده و به تولید محصولات بسیار جالب توجهی می‌انجامد. پژوهش حاضر، یک نمونه از این دست است که با بهره‌مندی از فرصت ایجاد شده، به مستندسازی و مدل‌سازی پرچم شهداد پرداخته است.

1. Interculture style
2. Trans-elamite
3. digitalization
4. metadata
5. multimedia
6. 3D modeling
7. close-range photogrammetry

### توصیف پرچم شهداد

پرچم شهداد ترکیبی از یک صفحه فلزی چهارگوش با یک میل فلزی است که بالای آن یک پرندۀ شکاری کوچک فلزی با بال‌های گشوده به شکل ایستاده بر فراز یک سکوی مخروطی قرار داده شده است. ابعاد صفحه پرچم تقریباً برابر با ۲۳/۴ در ۲۳/۴ سانتی‌متر و ضخامت آن در قطورترین حالت فلز (در لبه‌های یراق) تقریباً ۰/۴ سانتی‌متر است. میل پرچم که طول آن تقریباً ۱۲۰ سانتی‌متر است، در یک پایه هرمی شکل سنگین از جنس سنگ قرار داشته است (شکل ۲). لبه‌های چهار سوی صفحه فلزی نازک مربع‌شکل در یراق فلزی نسبتاً تیره‌رنگی قرار گرفته‌اند که به پشت برگردانده شده است. بر روی آن در فاصله‌های تقریباً برابر، برجستگی‌های مستطیل‌شکل کوچکی دیده می‌شوند. این برجستگی‌ها میخ‌های دوسر ظریفی هستند که به شکل منگنه با فاصله از سمت روی صفحه فلزی در سطح یراق تیره‌رنگ کوبیده شده‌اند تا آن را محکم کنند. بعضی از منگنه‌ها در فرآیند کوبیده شدن خم شده و حالت هلالی به خود گرفته‌اند. در دو گوشه سمت راست پرچم منگنه‌های لبه یراق به پشت صفحه فلزی خم شده و از دو سو تاخوردگی فلز یراق را محکم دربر گرفته‌اند. در چند مورد از منگنه‌های فلزی، بین سطح یراق و حلقه منگنه فاصله افتاده است (شکل ۵).

صفحه پرچم از دو گوشه بالا و پایین سمت چپ به میل پرچم متصل بوده است. بخشی از برجستگی نقطه اتصال بالایی هنوز باقی مانده، اما نقطه اتصال پایینی به کلی شکسته است. در زمان مرمت صفحه مسین پرچم، یک صفحه پلیمری نازک مثل سکوی نگهدارنده به پشت آن متصل شده و فضاهای خالی میان شکستگی‌ها و خوردگی‌های سطح صفحه پرچم و یراق دور آن با مواد پُرکننده و ترکیب‌های رزینی پُر شده‌اند (شکل ۱، شکل ۱۰). بنابر این پشت صفحه پرچم در وضعیت فعلی قابل مشاهده نیست؛ اگرچه در نخستین توصیف‌های انجام شده، تنها اثر منفی قلمزنی نقش‌ونگار پرچم و آن سوی یراق فلزی دور آن مشاهده و ذکر شده است (Hakemi 1997: 649). صحنه اصلی شکل ابتدا به شیوه مسگری برجسته‌سازی شده، سپس نقش‌ونگارهای آن را با قلمزنی دورگیری کرده‌اند (Pittman 2017: 5). اگرچه پرچم شهداد در ادبیات باستان‌شناسی ایران از جایگاه خاصی برخوردار است، اما تاکنون جز گزارش کشف آن در گورستان شهداد تلاش‌های انگشت‌شماری برای توصیف دقیق ظاهر و نقش‌ونگارش انجام شده است. هالی پیتمن (۲۰۱۷) در مقاله کاملی به توصیف و تفسیر نقش‌ونگار پرچم شهداد و مقایسه آن با نمونه‌های گوناگون هم‌دوره از مناطق مختلف هم‌جوار و دوردست پرداخته است. اگرچه، توصیف او بر اساس تصاویری است که تاکنون منتشر شده‌اند و برخی از جزئیات با آنچه در نوشتار پیش رو اشاره شده متفاوت است. پس از حاکمی (۱۹۹۷) دقیق‌ترین و کامل‌ترین طراحی‌ای که تاکنون از پرچم شهداد انجام شده متعلق به پیر آمیه (۱۹۷۴) است (همچنین نک: Hakemi 1976؛ Vatandoust-Haghighi 1977؛ Pittman 1984؛ Amiet 1986).



شکل ۳. پرچم شهداد پیش از مرمت کامل (Hakemi 1972: CAT. 300).

شکل ۲. پرچم شهداد شامل صفحه مسین پرچم، میل پرچم و پایه هرمی شکل پس از یافته شدن (مقیاس دقیق نیست) (Hakemi 1997: 649).



شکل ۴. بالا: طرح کامل نقش‌ونگار پرچم شهداد؛

پایین: جزئیات تفکیک شده (طرح از لقمان احمدزاده شوهانی):

- ۱- بزرگ مجلس؛ ۲- شخص دوم؛ ۳- شخص سوم؛ ۴- شخص چهارم؛
- ۵- شخص پنجم؛ ۶- شیران غزان؛ ۷- زبوی بزرگ؛ ۸- نخل خرما؛
- ۹- فضای مستطیل شکل؛ ۱۰- درختان گز؛ ۱۱- فضای مربع شکل؛
- ۱۲- مارهای درهم‌تنیده؛ ۱۳- سایه بان؛ ۱۴- ستاره یا خورشید؛ ۱۵- ماه؛
- ۱۶- زبوی کوچک؛ ۱۷- احتمالاً زبوی کوچک دیگر بالای سر شخص دوم.

شخصیت‌های به تصویر کشیده شده زن در نظر گرفته شده‌اند (Hakemi 1997: 649)؛ همچنین نک: اسکندری ۱۳۹۷: ۵۳)، اما بر اساس آراستگی گیسوی آویخته از پشت و ریش که در حالت برجسته چانه آشکار است، می‌توان او را با اطمینان مرد دانست (شکل ۴ پایین: ۱). علاوه بر این، در مجسمه‌های گلی یافته شده از گورستان شهداد، اینچنین آرایش گیسو و ریش برای مردان متداول است (Hakemi 1997؛ Amiet 1974؛

یکی از باکیفیت‌ترین عکس‌های ثبت‌شده از پرچم شهداد پیش از مرمت آن، در کاتالوگ نمایشگاه یافته‌های شاخص پژوهش‌های باستان‌شناختی سال ۱۳۵۲ خورشیدی برپا شده در کنار نخستین کنگره سالانه باستان‌شناسی ایران به چاپ رسیده است که در آن صفحه مسین، میل پرچم و پرنده بالای آن به پشت روی سطح قرمز رنگی قرار داده شده‌اند (Hakemi 1972: CAT. 300). در این شکل جای خالی تکه‌های بالای سمت راست صفحه پرچم دیده می‌شود که بعدها چسبانده شده‌اند (شکل ۳).

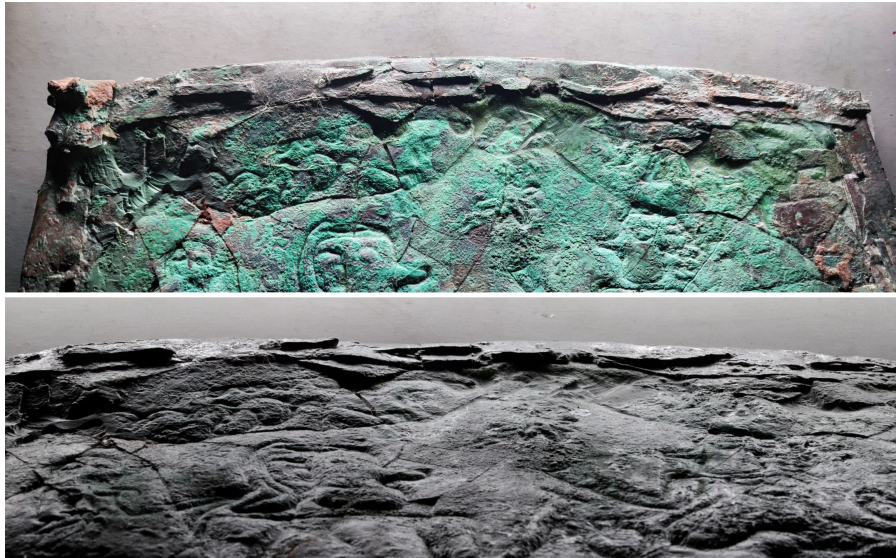
آنالیز عنصری چهار نمونه برداشته شده از نقاط مختلف پرچم شهداد و میل آن نشان‌دهنده ترکیبی نسبتاً یک‌دست از مس آرسنیک‌دار است که در ترکیب آن بیش از ۹۵٪ مس و کمتر از ۴٪ آرسنیک وجود دارد. میزان عنصر آرسنیک در یراق دور صفحه به حدود ۱٪ می‌رسد، اما در میل پرچم بیش از صفحه آن است (Vatandoust-Haghighi 1977: 96).

### نقش‌ونگار پرچم شهداد

#### صفحه پرچم

بر روی صفحه پرچم شهداد که در حالت افراشته از چپ به راست در اهتزاز خواهد بود، صحنه شلوغی به زیبایی به تصویر کشیده شده است. در این صحنه شخصیت‌ها، جانوران، گیاهان، ساختمان‌ها، اجسام و نقوش هندسی گوناگونی به روش قلمزنی ترسیم شده‌اند که برخی قابل شناسایی هستند و برخی دیگر ناشناخته باقی مانده‌اند. همه کسانی که در مجلس حضور دارند به شیوه مشابهی که در وضعیت نگه داشتن دست‌ها دیده می‌شود، حالتی از احترام متقابل را حفظ کرده‌اند (شکل ۴). به نظر می‌رسد در این اثر صحنه ارتباط برقرار کردن دو شخصیت مرد و زن و ملازمانشان، همچنین ردوبدل کردن اشیاء، احساسات یا افکاری میان آنها به شکل کشیده شده است (Pittman 2017؛ پیتمن ۱۳۸۷؛ برای مقایسه نک: Amiet 1986: Fig. 128).

در نیمه بالایی صحنه شخصی چهارشانه با دو رشته گیسوی بلند افکنده به پشت، صورتی استخوانی، چشم درشت، چانه‌ای برجسته، بینی تیز و احتمالاً ریش کوتاه، انبوه و آراسته به شکل کشیده شده است. او رو به راست با پاهای آویزان بر یک تخت شاهوار با دسته‌های به بیرون برگشته و نشیمنی سکوماند و توپر نشسته است؛ دست راست خود را در کنار کمر مشت کرده و دست چپ را از خم آرنج به سوی کسانی که در مقابلش نشسته‌اند برافراشته است. انگشتان دست چپ اگرچه چندان آشکار نیستند، اما به حالتی دوبخشی نگه داشته شده‌اند که انگار کف دست رو به داخل و انگشت شست رو به بالا است. این شخص ردا یا دامنی در بر و بندی به کمر دارد. به نظر می‌رسد دامن او با خطوط و زوایای ظریفی آراسته شده است. اگرچه در برخی از توصیف‌های پیشین، او و همه



شکل ۵. منگنه‌های اتصال صفحه مسین و براق دور پرچم شهداد (عکس‌ها از سارا فریدونی و رامین یشمی).

پشت سر، زیر گوش دیده می‌شود. دامن او پُرچین‌وشکن است و زوایای آن به ظرافت به صورت اُریب قلمزنی شده‌اند. او هم دست راست خود را از آرنج برافراشته و دست چپ را هم‌راستا با کمر خم کرده است. این شخص کوزه کوچک دیگری را با دست راست بالا نگه داشته و احتمالاً در حال پیشکش کردن آن است (شکل ۴ پایین: ۳). شخص چهارم پیش پای شخص دوم و در مقابل زانوان بزرگ مجلس شبیه بانوی هم‌قطارش با همان آرایش سر، چهره، چشم و شیوه نگه داشتن دست‌ها رو به چپ نشسته است (شکل ۴ پایین: ۴).

اما شخص پنجم پشت سر بزرگ مجلس، ایستاده رو به راست به تصویر کشیده شده است؛ اگرچه گردی سر و شکل صورت، بینی و چشمش کمابیش شبیه دیگران است، اما به نظر می‌رسد گیسوان آویخته‌اش با یک خط شکل داده و از صورت و گوش راست متمایز شده است. او هم مانند بزرگ مجلس و دیگران دست راست را در کنار کمر قرار داده، دست چپ را از آرنج برافراشته است؛ کمرباریک و سینه‌ستبر است و ممکن است از بالاتنه برهنه باشد. خطی منحنی دو سوی ستبرای سینه او را از هم جدا کرده و فضای سه‌گوش شکم را به‌وجود آورده است. در پَر شالِ کمرش به سوی پشت خطی منحنی به شکل اُریب رو به پایین قلمزنی شده که امتداد دامن یا روبانی آویزان در پشت پایش به نظر می‌رسد (برای نظر مشابه نک: Pittman 2017: 6؛ همچنین برای مقایسه نک: Majdzadeh and Pittman 2008: Fig. 30a). در نسخه پیشین طراحی اثر (Hakemi 1997: 649) نیزه، عصا یا مگس‌پرانی در دست این شخص تصور شده است (همچنین نک: Pittman 2017)، اما انگار تنها دست چپ او کمی بلندتر از دیگران به نمایش درآمده است. جز این، سبک نگه داشتن دست‌هایش مشابه دیگر حاضران در صحنه است (شکل ۴ پایین: ۵).

اگر با دقت به مدل رقومی نگریسته شود، در نظر اول گویی پشت سر شخص پنجم، کمی بالاتر، شخص ششمی

4: Amiet 1976). شاید او حاکم یا پادشاه قلمرو خود باشد که کمابیش بدون تشریفات فراوان متداول در آن دوره به تصویر کشیده شده است (Amiet 1986: 165).

در برابر بزرگ مجلس، سه نفر، یکی به تناسب رتبه و جایگاه خود بزرگتر و دو دیگری کوچک‌تر، هر سه به حالت زانو زده، نشسته بر روی پنجه پا به نمایش در آمده‌اند. آن کس که بزرگ‌تر نمایانده شده بالاتر و رخ‌به‌رخ بزرگ مجلس، رو به چپ نشسته و چشم در چشم او دوخته است؛ ردای بلند و دامنی به تن دارد که به نظر می‌رسد با نقطه‌هایی آراسته شده است. موهای او که از موهای بزرگ مجلس کوتاه‌تر است، از پشت سر جمع و بافته شده، به شکل دو خط موازی با فاصله کمی از هم امتداد یافته، خمیده و به سوی بالا کشیده شده‌اند (برای مقایسه نک. شیوه آرایش موی سر بانوان نشسته در: Amiet 1986: Fig. 71)؛ حلقه‌های کوچک بافته مو از بالا تا پشت سرش دیده می‌شوند. شیوه نشستن، دو برجستگی کوچک بر بالای نیمتنه، آرایش موها، ردای آراسته با خطوط، زوایای ظریف و حلقه‌هایی که به تن دارد، همه او را یک بانو به ذهن می‌آورند (Amiet 1986: 165). او هم دست راست خود را برافراشته و دست چپ را در کنار تن نگه داشته است؛ به نظر می‌رسد انگشت شست دست راستش را جمع کرده و چهار انگشت دیگر را مقابل صورتش گرفته است (برای توصیف مشابه نک: Pittman 2017: 6؛ ۶۴؛ ۱۳۸۷). از سوی دیگر، ممکن است با دست راستش چیزی مثلاً یک جام را از بزرگ مجلس می‌ستاند یا به او پیشکش می‌کند. پیش پای شخص دوم و زیر دست چپ بزرگ مجلس یک کوزه به زیبایی قلمزنی شده است (شکل ۴ پایین: ۲).

پشت سر شخص دوم مجلس، کمی پایین‌تر، شخص سومی رو به چپ به همان سبک دو زانو روی پنجه نشسته است. در نگاه اول چشم، بینی و گوش او تنها قسمت‌های آشکار نیمتنه بالایی‌اش هستند. اما با دقت بیشتر آرایش موهایش در

شاید چنان که پیش از این تصور شده (Hakemi 1997: 649)؛ یا زمین‌های کشت و کشاورزی باشد که به فواصل مساوی کرت‌بندی شده‌اند. از سوی دیگر نباید شباهت آن با صفحات بازی را از نظر دور داشت که نمونه‌ای از آنها به شکل دو بخشی با ۲۰ خانه در شهر سوخته سیستان (Pipperno and Salvatori 1983: Fig. 5) و نمونه آجری مستطیل‌شکل دیگری با ۳۶ خانه در شوش (Mecquenem 1943: 39, No. 2-3) یافته شده‌اند. بالا و راست این مستطیل احتمالاً دو درخت گز افراشته با تنه‌های نازک، شاخه‌های افقی و برگ‌های ظریف کمی رو به بالا قلمزنی شده‌اند (شکل ۴ پایین: ۱۰). شخصیت‌های دوم و سوم مجلس بالای درختان گز به شکل کشیده شده‌اند. درخت گز از دیرباز در این دیار حضور داشته، رشد می‌کرده و از فرسایش خاک می‌کاسته است (Miri and Davidson - Arnott 2021).

در گوشه سمت راست بالای صحنه شکل چهارگوشی قلمزنی شده است که از داخل با خطوط افقی و عمودی متقاطع به بخش‌های کوچکتری تقسیم شده است (شکل ۴ پایین: ۱۱). این شکل از چهارسو تقریباً یک فضای پلکانی را که از بالا یا پهلو دیده می‌شود به ذهن می‌آورد. خطوط قلم زده در این بخش از صفحه پرچم به علت شکستگی و چیدمان دوبار قطعات آن بسیار فرسوده و ناپدید شده‌اند (شکل ۳)؛ چنان که در توصیف‌های پیشین به کلی از قلم افتاده‌اند. اما در مدل رقومی ناهمواری‌های سطح صفحه پرچم می‌توان صورتی از مربع‌های تودرتو را به خوبی در آن مشاهده کرد.

در دو سوی چپ و راست پایین صحنه و گوشه سمت چپ بالای آن نقش‌هایی به شکل طناب درهم‌تنیده، گیس‌باف یا زنجیر ترسیم شده‌اند (شکل ۴ پایین: ۱۲). این نقش‌مایه در هنر شرق فلات ایران بسیار آشنا است؛ معمولاً دو مار درهم پیچیده به این صورت و رو در رو نمایانده شده‌اند، یا اگر اندام مار آشکار نباشد، نقش‌های این‌چنین را موج آب روان دانسته‌اند. به نظر می‌رسد در صفحه پرچم شهادت سر مارها دیده نمی‌شود. اگرچه آمیه (Fig. 7: 1994) هنگام ترسیم مار بالای صحنه چیزی شبیه به سر و زبان آن را کشیده است، اما برداشت او با توجه به امتداد انحنای خطوط و الگوی نقش‌های مشابه منطقی به نظر نمی‌رسد. نقش‌های پیچان پایینی نسبتاً طولانی‌تر و زُمخت‌تر هستند و نقش درهم‌تنیده بالایی کوتاه‌تر و ظریف‌تر است. پیش از این برای نقش بالایی، قرینه‌ای در سوی راست صحنه تصور شده (Hakemi 1997: 649) اما آشکار نیست و احتمالاً با خطوط نقش‌های دیگر اشتباه شده است.

بالای نقش پیچان بالایی خط آریبی دیده می‌شود که سوی پایینی آن دندان‌دندانه است و چهار دندان هلالی‌شکل

ایستاده رو به راست دیده می‌شود که تنها اثر محوی از کف و ساق پای راستش باقی مانده است؛ در حالی که این شکل کاملاً به طور اتفاقی در اثر ناهمواری‌های ماده پُرکننده در زمان مرمت لبه صفحه پرچم ایجاد شده است (شکل ۱۰). بنابراین، تفسیر نقش و نگار اثری مانند پرچم شهادت فقط بر اساس مدل رقومی ناهمواری‌ها و بدون دقت در تصاویر رنگی باکیفیت آن جز خطای دید و ادراک راه به جایی نخواهد برد. زیر پای بزرگ مجلس سه حیوان در یک ردیف به نمایش درآمده‌اند. دو شیر به شکل نیمه‌خوابیده در دو سوی صحنه، یکی رو به راست و دیگری رو به چپ، دست‌ها به قرینه کشیده و با دهان باز، در حال قراول رفتن، پنجه کشیدن و غُرش قلمزنی شده‌اند. سر و شکل عضلانی و کشیده شیرها پیکرک شیر مشهور به گوئتل<sup>۸</sup> از دوره آغاز عیلامی (Porada 1950) یا شیرهای به نمایش درآمده در هنر ظروف سنگ صابونی و مهرهای شرق ایران (بیانی ۱۳۶۳؛ Pittman 1984) را به یاد می‌آورد. از این رو شاید خط‌های آریبی که گوش‌های حیوان‌ها را از کول آنها و کول را از کمر جدا می‌کنند، بازنمایی مستیک مرز میان یال و پوست این جانوران باشند. دم هر دو جانور از سَرین به پشت آویزان است و نوک دم‌ها به بالا برگشته‌اند (شکل ۴ پایین: ۶). در فضای میان دو شیر یک زَبو، گاو کوهاندار سیستانی، با کول برجسته و شاخ‌های برافراشته شکوهمند ایستاده است. حیوان با پوزه بلند و چشمی درشت رو به راست به شکل کشیده شده است؛ سینه‌ای ستبر، میان باریک و دُمی بلند و کشیده آویزان تا پشت پا دارد (شکل ۴ پایین: ۷). شیرهای صحنه به سوی او می‌غُرند و شاید گاو هم در حال بانگ زدن باشد (برای مقایسه نک.: Hakemi 1972: Cat. 166؛ مجیدزاده ۱۳۸۲: ۱۲۷؛ پیران ۱۳۹۲: ۵۲، ۹۴).

در وسط صفحه پرچم درختانی در صحنه به تصویر کشیده شده‌اند. در سمت چپ یک نخل دیده می‌شود که فسیل تنه آن به ظرافت بسیار با خطوط مورب قلمزنی شده است (شکل ۴ پایین: ۸). با توجه به ظرافت ترسیم این قسمت نباید میزان دقت و ظرافت به کار رفته در قسمت‌های دیگر صحنه، مثلاً آرایش ریش، گیسوان یا ردای شخصیت‌ها را دست‌کم گرفت یا آنها را به حساب فرسودگی سطح فلز از نظر دور داشت. برگ‌های بالایی نخل افراشته و برگ‌های دور تاج آن آویخته‌اند. به نظر می‌رسد به همان شیوه‌ای که دامن بزرگ مجلس و بانوان تزئین شده، خرمای نخل هم به شکل توده‌ای زیر تاج آن با نقطه‌ها و خطوط ظریفی به شکل کشیده شده است. در سوی مقابل مستطیلی ترسیم شده که به ده مربع کوچک یک‌اندازه در دو ردیف پنج عددی تقسیم شده است. در مرکز هر یک از پنج مربع سمت چپ مستطیل یک فرورفتگی به شکل دایره دیده می‌شود (شکل ۴ پایین: ۹).



شکل ۶. میل پرچم شهداد و پرنده مسین نشسته بر فراز آن (عکس‌ها از سارا فریدونی).

### میل و سکوی پرچم

بر فراز میل پرچم شهداد پرنده شکاری کوچکی با بال‌های گشوده و دمی که به حالت چتری در آمده قرار داده شده است (شکل ۶). پرنده در حال پرواز به نظر می‌آید؛ هرچند پاهایش در کنار هم بر روی یک مخروط وارونه قرار گرفته‌اند که در واقع نوک میل پرچم است (برای بررسی نمونه‌های مشابه نک.: Pittman 1984؛ Amiet 1986: 165). سر و دم پرنده به نسبت تن و بال‌ها بزرگ‌تر ساخته شده‌اند. حلقه چشم‌ها و منقار به ظرافت و زیبایی تمام ایجاد شده‌اند و نوک منقار خمیده به سوی پایین ایجاد شده است. دور گردن پرنده نوار باریکی دیده می‌شود که بخش میانی آن با ضربدرهای کنار هم تزئین شده است. از پشت گردن تا دم و روی سطح بال‌های پرنده با شیارهای کم‌عمق نامنظمی تزئین شده است که به ظرافت و زیبایی با زاویه کمی در راستای یک محور طولی مانند شهرهای منظم پرندگان ایجاد شده‌اند. زیر بال‌ها و دم پرنده کمتر تزئین شده و کمی زُمخت است؛ اما سینه آن به همان شیوه با شیارهای کم‌عمق منحنی آراسته شده است. دو پای پرنده که به زیر سینه متصل و یک‌جا ریخته شده، با شیار کم‌عمقی در وسط تا حد امکان نزدیک به واقعیت نمایانده شده‌اند. اثری از پنجه پاهای پرنده دیده نمی‌شود.

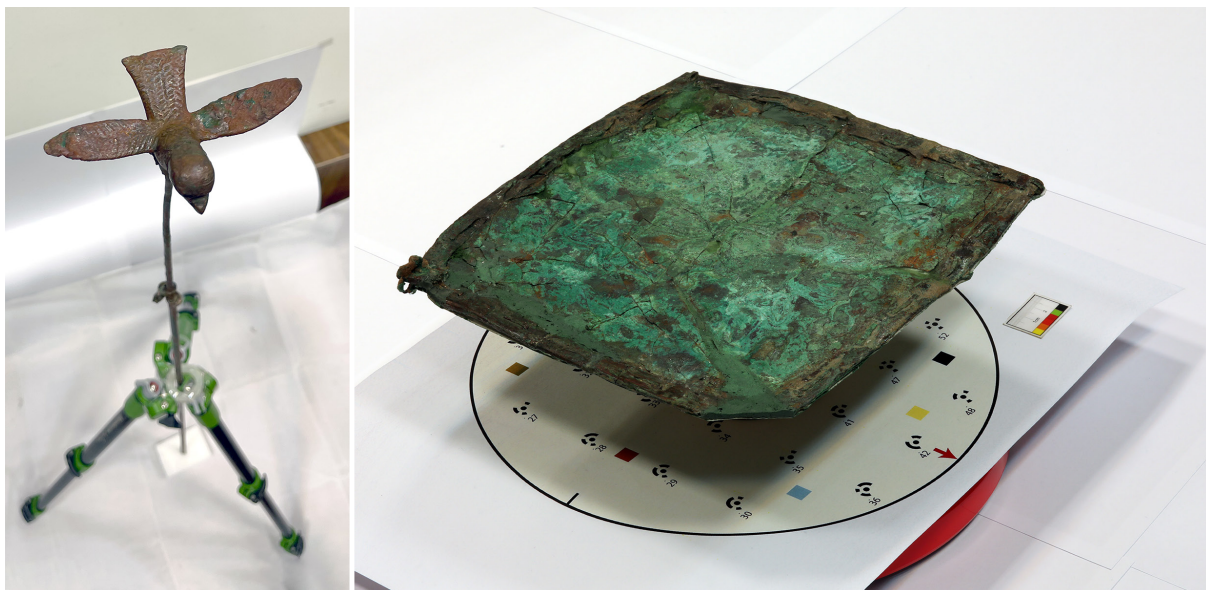
میل پرچم از دو نقطه به صفحه آن متصل می‌شده است: یکی در نوکِ رو به پایین مخروط وارونه جایگاه ایستادن پرنده و دیگری در گرهی فلزی که به صورت دو حلقه تودرتو جایی برای اتصال یا لولای صفحه بوده است. قطر میل پرچم از گره اتصال پایین صفحه به پایین، تقریباً یک‌ونیم برابر قطر بخش متصل به صفحه آن است. نوک پایین میل پرچم در سوراخ سطح تقریباً صاف بالای یک سکوی سنگی هرمی شکل قرار می‌گرفته است (شکل ۲). در این پژوهش امکان دیدن سکوی هرمی فراهم نشد، اما در توصیف‌های قبلی این سکوی سنگی محکم، سنگین

کوچک از سوی پایین انتهای سمت راست آن به سمت چپ تکرار شده‌اند. با مقایسه این نقش با دیوارنگاره مشهور به «مگس‌پران» که از گور شماره ۳۵۹ گورستان شهداد به دست آمده است (Hakemi 1997: 663؛ بهادری و بحرالعلومی ۱۳۹۶: ۱۰۸)، می‌توان آن را بخشی از یک سقف یا سایه‌بان بالای سر بزرگ مجلس در نظر گرفت<sup>۹</sup>. با نگرستن به زاویه ترسیم سقف سایه‌بان و نقش درهم‌تنیده که به سمت چپ شکل شیب دارد، انگار مار یا نهر آب پُرپیچ‌وخم بالای سر بزرگ مجلس، داخل فضای زیر سایه‌بان ترسیم شده است (شکل ۴ پایین: ۱۳).

بر بالای صحنه، نقش ستاره یا خورشید با شعاع نوری به صورت هشت پر خودنمایی می‌کند (شکل ۴ پایین: ۱۴). قسمت اصلی این نقش از چهار خط متقاطع تشکیل شده که دو به دو با هم موازی هستند و یک‌سوم بیرونی هر خط کمی به شکل گوه در آمده است. دو برجستگی گرد کوچک در فضای میان خط‌ها قلمزنی شده است. اگر نمونه‌های قابل مقایسه در نظر گرفته شوند (برای مثال نک.: Ma-Amiet 1986: Fig. 71؛ jidzadeh and Pittman 2008: Fig. 30a) ماه هم جایی در نزدیکی ستاره یا خورشید به تصویر کشیده شده باشد (برای پیشنهاد مشابه نک.: Pittman 2017: 7)، اما اثر مشهودی از آن دیده نمی‌شود. تنها در نزدیکی یراق بالای صفحه پرچم در این قسمت خط منحنی کمرنگی به چشم می‌آید که شاید بتوان آن را شبیه به هلالی در نظر گرفت که سوی مقعر آن رو به بالا است (شکل ۴ پایین: ۱۵). سمت چپ ستاره یا خورشید، درست بالای پیشانی بزرگ مجلس زبوی دیگری دیده می‌شود که رو به سوی راست ترسیم شده است. شاخ‌های بلند، چشم راست، چین‌خوردگی گلو، کوهان، برجستگی سُرین و دم آویزان کاملاً آشکارند. آمیه (Fig. 7: 1994) این حیوان را به شکل بُزی رو به چپ تصور کرده، در حالی که حیوان به آشکاری رو به راست ایستاده است (شکل ۴ پایین: ۱۶).

اگر ستاره یا خورشید وسط بخش بالایی صحنه در نظر گرفته شود، در سوی مقابل زبوی کوچک، درست بالای سر شخص دوم مجلس دو خط آریب نسبتاً عمودی قلمزنی شده‌اند که از بالا به پایین از هم دور می‌شوند. این دو خط و خط منحنی دیگری سمت چپ آنها، احتمالاً بخش باقی مانده از پاهای یک زبوی دیگر رو به چپ در این بخش از صحنه هستند که شکسته و فرسوده شده است. اما تکه‌های شکسته این قسمت که در فرآیند بازسازی و مرمت کنار هم چیده شده‌اند، چیزی بیش از حدس و گمان برای دیده تیزبین باقی نگذاشته‌اند (شکل ۴ پایین: ۱۷).

۹. حاکمی (۱۹۹۷: ۶۶۳) و پیتمن (۲۰۱۷: ۷) نقش‌مایه بالای سر مرد در نقاشی دیواری را هلال ماه دانسته‌اند؛ اما با نگاهی دقیق‌تر به نقش و مقایسه آن با پرچم شهداد، بخشی از سقف سایه‌بان منطقی‌تر به نظر می‌رسد.



شکل ۷. مستندسازی شکلی و عکاسی برای شکلسنجی از پرچم شهداد (عکس‌ها از رامین یشمی).

دوربین‌ها و عمق میدان مناسب برای جلوگیری از تار شدن بخشی از شکل تقریباً ۳۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد.

پس‌زمینه زاویه دید افقی دوربین‌ها با استفاده از پوشش سفیدرنگ مات و پایه‌های ایستاده پوشانده و سفید شد. به کار گرفتن شاخه‌های متحرک نورپردازی نور یکدست و متناسبی برای عکاسی فراهم شد. در این شیوه نورپردازی نور با استفاده از فیلترهای متناسب به صورت مات تابانده شده، از درخشش سطح پرچم و تغییر طیف رنگ و نور در نقاط مختلف آن در زمان عکاسی پرهیز شد. به این ترتیب رنگ و نور بافت پوسته مدل سه‌بعدی نهایی در نزدیکترین حالت به واقعیت شیء خواهد بود.

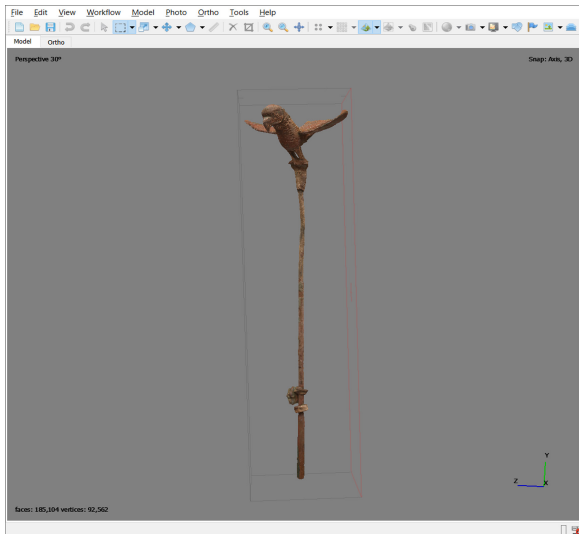
عکاسی از پرچم با هر یک از دوربین‌ها در چهار مرحله از زوایای افقی تا عمودی (از آغاز به ترتیب: ۳۰، ۴۵، ۶۰ و ۸۵ درجه نسبت به افق به محور مرکز پرچم) انجام شد. در این شیوه دوربین‌ها در هر زاویه ثابت نگه داشته شده و صفحه پرچم بر روی صفحه گردان به سوی دوربین چرخانده می‌شد؛ به این ترتیب در هر مرحله دست‌کم ۲۵ عکس در یک ردیف ضبط شد. پس از پایان این مرحله با استفاده از دوربین خودکار گوشی‌های همراه، سطح پرچم از فاصله نزدیک به صورت موزاییکی عکاسی شد. در فرآیند پردازش تصاویر، هر یک از این مراحل کامل‌کننده زوایای از قلم افتاده در مراحل دیگر خواهد بود و سطح شیء به طور کامل پوشش داده خواهد شد.

پس از پایان عکاسی از صفحه پرچم، میل پرچم به صورت عمودی برافراشته شد و در زاویه مناسبی پشت به دیوار سفیدرنگ کارگاه قرار گرفت. با توجه به عدم امکان نصب میل پرچم بر روی صفحه گردان، از یک سه‌پایه برای استقرار آن به صورت عمودی بر روی زمین استفاده شد؛ بازوی اصلی سه‌پایه

و استوار توصیف شده است (Hakemi 1997: 649؛ اسکندری ۱۳۹۷: ۵۷).

#### فرآیند مستندسازی سه‌بعدی پرچم شهداد عکاسی از پرچم

در برنامه مستندسازی سه‌بعدی پرچم شهداد، بخش کارگاهی مستندسازی به شیوه تصویرسنجی برد کوتاه در طول یک نیمروز انجام شد (شکل ۷). در این مرحله عکاسی از پرچم به طور همزمان با استفاده از سه دوربین عکاسی NIKON Canon EOS 5D Mark و D3400، Canon EOS 6D Mark II Apple iPhone IV به همراه دو دوربین خودکار گوشی همراه Xiaomi 11 T Pro و 13 Pro Max انجام شد. در فرآیند عکاسی به تناسب ویژگی‌های هر یک از بخش‌های پرچم از لنزهای Tamron AF و Canon EF 24-105mm f/4L IS II USM Canon EF 70-90mm f/2.8 Di SP AF/MF 1:1 Macro 200mm f/2.8L IS III USM در فضای کارگاهی اختصاص داده شده به تصویربرداری در ساختمان موزه ایران باستان، ابتدا پرچم بر روی یک صفحه گردان قرار داده شد که خود بر یک پایه ثابت کمی بالاتر از سطح سفیدرنگ میز کار قرار داشت. روی صفحه گردان با استفاده از علائم QR از پیش طراحی شده مدرج شده و فاصله میان دو نقطه ثابت برای برابر کردن مقیاس مدل تولید شده نهایی با شیء اندازه‌گیری شده بود. دوربین‌های عکاسی به صورت مایل در دو زاویه متفاوت بر روی سه‌پایه‌های دارای بازوی افقی متحرک مستقر شدند. برای عکاسی از پرچم به روش ۳۶۰ درجه چهار مرحله برای هر دوربین در نظر گرفته شد که از جای خود به زاویه مایل بعدی منتقل شود. فاصله دوربین‌های عکاسی از پرچم با توجه به فاصله کانونی عدسی



شکل ۹. پردازش مدل سه‌بعدی میل پرچم شهداد در محیط نرم‌افزار (پردازش توسط رامین یشمی).

بخش‌های مدل بر اساس موقعیت علامت‌های مشخص شده بر روی صفحه مدرج در زمان عکاسی با یکدیگر هماهنگ و ترکیب شدند. به این ترتیب سطح صفحه پرچم با حداکثر جزئیات ممکن در فضای مجازی ایجاد شد (شکل ۸). مرحله بعدی به مثلث‌بندی<sup>۱۳</sup> ابر نقاط متراکم، ایجاد سطح مدل سه‌بعدی<sup>۱۴</sup> و ناهمواری‌های صفحه پرچم اختصاص داشت. پس از آن، تولید بافت پوسته مدل<sup>۱۵</sup> مطابق با واقعیت صفحه پرچم بر اساس تصاویر ضبط شده انجام شد. این بافت پوسته به صورت یکپارچه با سطح صفحه پرچم هماهنگ شده و بر روی آن پیاده شد (شکل ۹).

شکل یکپارچه صفحه پرچم با حداکثر جزئیات در سطح کیفی گیگاپیکسلی تولید شد. علاوه بر این، مدل رقومی ناهمواری‌های سطح پرچم<sup>۱۶</sup>، هماهنگ با شکل یکپارچه تولید شده ایجاد شد. این مدل پستی‌وبلندی‌های سطح پرچم را با تمام جزئیات، در شرایطی به نمایش می‌گذارد که محدودیت‌های ناشی از وجود رنگ و بافت ناهمگن سطح شیء آنها را پنهان نخواهد ساخت. در این مرحله جزئیات قابل توجهی از نقش‌ونگار صفحه پرچم آشکار شد که تا پیش از این نادیده باقی مانده بود (شکل ۱۰).

میل پرچم و پرنده شکاری ایستاده بر بالای آن نیز به همین ترتیب مدل‌سازی شدند. در این مدل هر دسته از تصاویر به طور جداگانه پردازش شده و مدل‌های سه‌بعدی ایجاد شده با یکدیگر هماهنگ شدند. پوسته بدن پرنده و میل پرچم نیز بر اساس تصاویر ضبط شده تولید و با مدل سه‌بعدی آنها یکپارچه شد (شکل ۹).

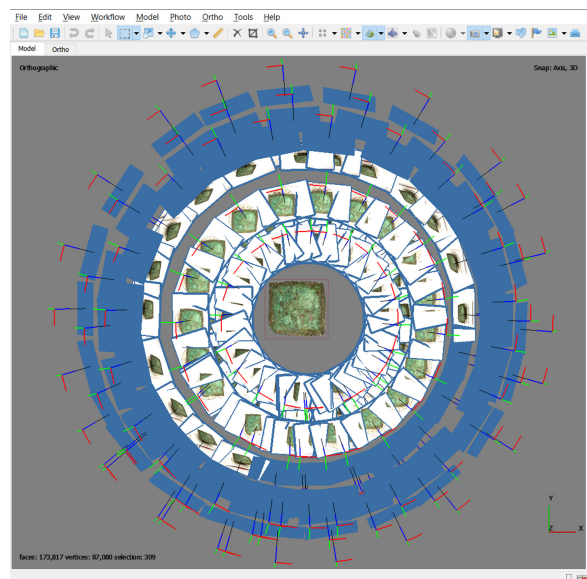
13. triangulation
14. mesh
15. texture
16. digital surface model; DSM

از جای خود خارج شد و میل پرچم با رعایت مناسب‌ترین شرایط برای پرهیز از آسیب‌دیدگی، بدون تماس با دیواره‌های حفره مرکز سه‌پایه در آن قرار داده شد. در عین حال شرایط گردش ۳۶۰ درجه در راستای افق برای میل وجود داشت. با توجه به مهلت محدود عکاسی در این مرحله به ثبت وضبط نیمه بالایی میل پرچم بسنده شد؛ پرنده و نیمه بالایی مفتول فلزی میل پرچم در ۳ مرحله (از آغاز به ترتیب: ۱۰، ۴۰ و ۸۵ درجه نسبت به افق به محور موقعیت پرنده) عکاسی شد. پس از آن جزئیات اعضای بدن پرنده با استفاده از دوربین خودکار گوشی‌های همراه به صورت موزاییکی عکاسی شد.

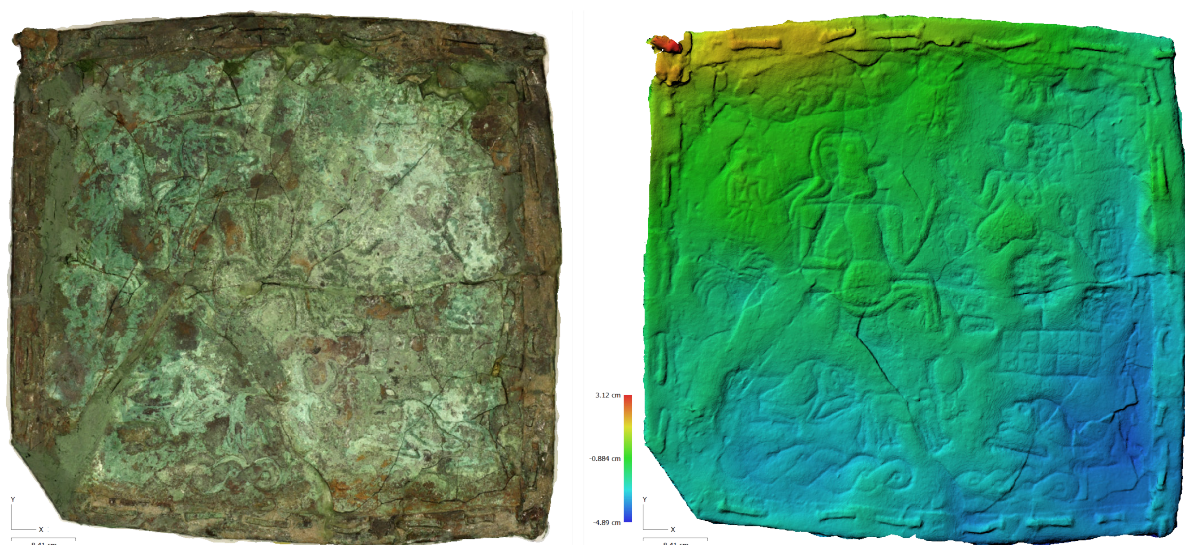
### پردازش تصاویر و مدل‌سازی سه‌بعدی پرچم

مرحله بعدی به پردازش تصاویر اختصاص داشت. در تصویرسنجی به طور کلی اصل بر اصالت تصاویر است. بنابراین این تعداد قابل توجهی از تصاویر ضبط شده بدون رتوش و ایجاد تغییرات عمده در نرم‌افزار Agisoft Metashape Pro برای هماهنگ‌سازی<sup>۱۰</sup> و تولید مدل سه‌بعدی بارگذاری شدند. تصاویر بر اساس ردیف‌های عکاسی شده در هر مرحله دسته‌بندی شدند. سپس صفحه پرچم در هر یک از عکس‌ها با استفاده از روش پوشاندن بخش‌های اضافی (mask fil-tering) از زمینه جدا شده و آماده مدل‌سازی شد. در گام بعدی، شناسایی نقاط مشترک در هر یک از عکس‌ها و ایجاد ابر نقاط پراکنده انجام شد<sup>۱۱</sup>. سپس بر اساس پراکندگی نقاط و الگوی فضایی تخمین زده شده، ابر نقاط متراکم<sup>۱۲</sup> و هیأت کلی صفحه پرچم ایجاد شد. در گام بعدی هر یک از

10. photo alignment
11. sparse point cloud
12. dense point cloud



شکل ۸. پردازش عکس‌های مستندسازی شکلی صفحه پرچم شهداد در محیط نرم‌افزار (پردازش توسط رامین یشمی).



شکل ۱۰. مدل رقومی ناهمواری‌های سطح و شکل تخت یکپارچه صفحه مسین پرچم شهداد (تولید و پردازش توسط رامین یشمی).



شکل ۱۱. نمای سه‌بُعدی مدل سه‌بعدی پرچم شهداد (شکل از رامین یشمی).

ایران نگارندگان را در یافتن منابع قدیمی با همتی ستودنی و بی‌دریغ یاری کردند. خانم گلناز احدی و آقای دکتر یاسر جبرئیلی نسخه اولیه مقاله را مطالعه و پیشنهادهای سودمندی ارائه کردند؛ از ایشان صمیمانه قدردانی می‌شود.

#### منابع

اسکندری، نصیر، حکمت‌اله ملاصالحی و حسن فاضلی نشلی ۱۳۹۵ "استقرارهای پیش‌ازتاریخ دشت لوت، جنوب شرق ایران"، *مطالعات باستان‌شناسی*، دوره ۸، شماره ۲، صص ۱۵-۱.

بهادری، رویا، فرانک بحرالعلومی ۱۳۹۶ "بررسی‌های باستان‌سنجی بر روی رنگدانه‌های به‌کاررفته در نقاشی دیواری و موزاییک یافت‌شده در شهداد کرمان"، *مجموعه مقالات و کاتالوگ نمایشگاه فرهنگ‌های پیش‌ازتاریخ حاشیه بیابان لوت به روایت آثار موزه ملی ایران*، به کوشش محمدحسین عزیزی خرائقی، تهران، پژوهشگاه میراث فرهنگی، گردشگری - موزه ملی ایران.

بیانی، ملکزاده ۱۳۶۳ *تاریخ مهر در ایران*، تهران، انتشارات یزدان.

پیتمن، هالی ۱۳۸۳ *هنر عصر مفرغ: جنوب شرق ایران، آسیای میانه‌ی غربی و دره‌ی سند*، ترجمه کورش روستایی، تهران، انتشارات پیشین‌پژوه.

۱۳۸۷ "هنر مهرسازی در کنارصندل: خدایان، فرمانروایان و پیوند از طریق ازدواج"، *مجموعه مقالات نخستین همایش بین‌المللی تمدن حوزه هلایل: جیرفت (۱۳۸۳)*، به کوشش یوسف مجیدزاده، کرمان، سازمان میراث فرهنگی، گردشگری و صنایع دستی.

پیران، صدیقه ۱۳۹۲ *آثار گنجینه جیرفت*، تهران، پازینه.

مجیدزاده، یوسف ۱۳۸۲ *جیرفت کهنترین تمدن شرق*، تهران، انتشارات طبع و نشر.

#### References

Amiet, P. 1974 "Antiquités du désert de Lut: à propos d'objets de la Collection Foroughi" in *Revue d'Assyriologie et d'archéologie orientale*, Vol. 68, No. 2, 97-110.

1976 "Antiquités du Désert de Lut II", in *Revue d'Assyriologie et d'archéologie orientale*, Vol. 70, No 1, 1-8.

1986 *L'âge des échanges inter-iraniens; 3500-1700 avant J.-C. Notes et Documents des Musées de France 11*. Éditions de la Réunion des Musées Nationaux, Paris.m

Azizi-Kharanaghi, Hossein and et. al. (ed.) 2017 "The Shahdad Standard", in *Prehistoric Cultures at the Periphery of the Lut Desert on the bases of the Iran National Museum collections*, RICHT & National Museum of Iran, Tehran, 5-16.

Hakemi, A. 1972 "Découvertes d'une Civilisation préhistorique à Xabis «Shahdad», Kerman; Époque Chalcolithique". *Catalogue de l'Exposition: Lut Shahdad "Xabis"*, Tehran.

گام بعدی، هماهنگی و یکپارچه‌سازی مدل‌های سه‌بعدی صفحه و میل پرچم با یکدیگر بود. در گزارش کاوش و توصیف‌های قبلی زاویه ایستادن پرنده شکاری نسبت به صفحه پرچم در حال اهتزاز دقیقاً آشکار نیست؛ اما موقعیت آن بر اساس قدیمی‌ترین شکل در دسترس تنظیم شد. با توجه به این که مقیاس ابعاد و اندازه‌های هر یک از مدل‌های سه‌بعدی با واقعیت برابر است، محل‌های اتصال صفحه و میل پس از تنظیم زاویه صفحه پرچم با پرنده خودبه‌خود با هم هماهنگ شدند (شکل ۱۱).

پایان‌بخش فرآیند مدل‌سازی سه‌بعدی تهیه خروجی از تصاویر تخت یکپارچه و مدل‌های رقومی ناهمواری‌های سطح صفحه پرچم بود. این محصول امکان تولید خروجی قابل انطباق با محیط‌ها و ابزارهای نمایشی گوناگون را ایجاد می‌کند. در این پژوهش توصیف و ترسیم دقیق صحنه به شکل کشیده شده در پرچم شهداد بر اساس مدل رقومی تولید شده و مقایسه آن با تصاویر باکیفیت معمولی صورت گرفته است. همچنین امکان چاپ سه‌بعدی مدل تولید شده برابر با واقعیت یا در مقیاس‌های بزرگ‌تر یا کوچک‌تر وجود دارد. این نکته علاوه بر اهمیت در مستندسازی و حفاظت از شرایط فعلی شیء از جنبه‌های دیگری نیز مهم است: نخست، امکان باززنده‌سازی اثر و پژوهش درباره بازسازی بخش‌های از میان رفته در محیط مجازی وجود دارد، بی‌آن‌که خدشه‌ای به وضعیت پایدار فعلی شیء وارد شود. از سوی دیگر، امکان گسترش دامنه بینندگان این دست‌ساخته منحصربه‌فرد، به صورتی فراهم خواهد شد که از مرزهای جغرافیایی و سیاسی عبور کرده، به پژوهش بیشتر درباره آن در ابعاد بین‌المللی بینجامد. علاوه بر این، وظیفه‌ای از منظر میراث ملی به عهده موزه ملی ایران است که میزبانی مجموعه باستانی ارزشمند شهداد را بر عهده دارد؛ با توجه به امکان تولید نسخه‌های قابل لمس برابر با اصل پرچم پس از مستندنگاری سه‌بعدی، امکان عبور از محدودیت‌های جسمی مخاطبان و بازدیدکنندگان (مانند نابینایی) به آسانی وجود خواهد داشت و اثر بی‌واسطه از قابلیت معرفی به همه برخوردار خواهد شد. داده‌های پروژه حاضر به طور کامل به مرکز اسناد موزه ملی ایران سپرده شده است.

#### سپاسگزاری

نگارندگان از آقایان دکتر جبرئیل نوکنده، رئیس کل موزه ملی ایران، دکتر فریدون بیگلری، معاون امور فرهنگی و دکتر یوسف حسن‌زاده، رییس گروه پژوهش موزه ملی ایران برای فراهم کردن فرصت مستندسازی پرچم شهداد سپاسگزارند؛ همچنین وامدار همراهی خانم‌ها نینا رضایی امین اموال و مریم پناهی کارشناس در موزه ملی ایران هستند. خانم ام‌البینین (ناهدی) غفوری، مسئول بخش انتشارات و بخش سفال موزه ملی

- 1976 *Ecriture pictographique découverte dans les fouilles de Shahdad*. Permanent Bureau of the International Congress of Iranian Art and Archaeology, Tehran.
- 1997 *Shahdad; Archaeological excavations of a Bronze age center in Iran* (with collaboration of S.M.S. Sajjadi), Reports and Memoirs, Bd.27, IsMEO, Rome.
- Lamberg-Karlovsky, C. C., and F. Heibert  
 1992 "The Relation of the Finds from Shahdad to Those of Sites in Central Asia", in *Journal of the Ancient Near Eastern Society*, Vol. 21, 135-140.
- Madjidzadeh, Y. and H. Pittman  
 2008 "Excavations at Konar Sandal in the region of Jiroft in the Halil Basin: first preliminary report (2002–2008)", in *Iran*, Vol. 46, No. 1, 69-103.  
 de Mecquenem, R.  
 1943 *Mémoires de la Délégation en Perse XXXIX*, Paris.
- Miri, A. and R. Davidson-Arnott  
 2021 "The effectiveness of a single Tamarix tree in reducing aeolian erosion in an arid region". *Agricultural and Forest Meteorology*, Vol. 300, 108324.
- Piperno, M. and S. Salvatori  
 1983 "Recent results and new perspectives from the research at the graveyard of Shahr-I Sokhta, Sistan, Iran", *Estratto da Annali dell'Instituto Universitario Orientale*, Vol. 43, No. 2, 173-191.
- Pittman, H.  
 1984 *Art of the Bronze Age: Southeastern Iran, Western Central Asia, and the Indus Valley*. Metropolitan Museum of Art.
- Porada, E.  
 1950 "A leonine figure of the Protoliterate period of Mesopotamia", in *Journal of the American Oriental Society*, Vol. 70, No. 4, 223-226.
- Vatandoost-Haghighi, A.  
 1977 *Aspects of Prehistoric Iranian Copper and Bronze Technology*, University of London, (Unpublished PhD Dissertation).