

## حفاظت و مرمت یک نمونه از اسکلت‌های انسانی متعلق به سایت موزه عصر آهن تبریز

**جلیل اسماعیل نژاد تیمور آبادی** (نویسنده مسئول)<sup>۱</sup>

دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مرمت اشیاء فرهنگی و تاریخی، دانشکده حفاظت آثار فرهنگی

دانشگاه هنر اسلامی تبریز

**فریبا مجیدی**

دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مرمت اشیاء فرهنگی و تاریخی

**غلامرضا یزدانی**

دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مرمت اشیاء فرهنگی و تاریخی، موزه آذربایجان

**مهدی رازانی**

دانشیار دانشکده حفاظت آثار فرهنگی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز

---

1. esmailnezhad.jalil75@gmail.com



## چکیده

استخوان‌ها و بقایای اسکلت انسانی از مهم‌ترین موادی است که در اغلب کاوش‌های باستان‌شناسی به دست می‌آیند. استخوان ماده‌ای ترکیبی است که از بخش‌های آلی و معدنی تشکیل شده است و از لحاظ وزن خشک تقریباً ۷۰٪ ماده معدنی و ۳۰٪ ماده آلی است. این ماده ارزشمند، در برابر عوامل محیطی و میکروارگانیسم‌ها تخریب می‌شود و ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی خود را از دست می‌دهد. از این رو حفاظت از این مواد امری ضروری است. گورستان عصر آهن تبریز، گورستانی است که در فضای طبیعی خود همراه با تدفین‌های انسانی و آثار درون آن‌ها تبدیل به سایت موزه شده است. هدف این مقاله حفاظت و مرمت یک نمونه از اسکلت‌های انسانی متعلق به این سایت موزه با رویکرد چیدمان مجدد اسکلت در محل گور خود با توجه به تصاویر موجود در زمان کاوش و حذف عوامل آسیب‌رسان است. آزمایش‌های Ec خاک، نوع دانه‌بندی خاک، میزان pH خاک، شناسایی کیفی نمک‌های محلول (آنیون‌ها) و سنجش رطوبت محیط دفن نشان از داشتن نمک شور قوی در خاک و درصد بالای رطوبت این سایت موزه را دارد. همچنین نوع خاک، لوم رسی و pH خاک و استخوان خنثی و قلیایی ضعیف شناسایی شد. پس از مطالعه و بررسی‌های لازم، اسکلت به منظور حفاظت و مرمت از گور برداشته و به کارگاه مرمت انتقال داده شد. خاک گور نیز به منظور نمک‌زدایی برداشته و با آب مقطر نمک‌زدایی شد. استحکام بخشی استخوان‌ها با نانو هیدروکسی آپاتیت انجام شد و بازسازی قسمت‌های مفقودی با گچ مولدانو و چسب سیماکریل R83 صورت گرفت. بازسازی بخش‌های مفقود و شکسته شده بر مبنای این هدف صورت پذیرفت که اسکلت مورد مرمت باید به همان صورت اولیه در گور قرار گیرد. برای جلوگیری از رطوبت بالارونده در کف گورها جعبه‌ای ساخته شده با پلکسی‌گلس به عنوان عایق رطوبتی در کف گور تعبیه شد. در نهایت پس از مرمت، اسکلت مجدداً در گور خود به همان صورت اولیه در هنگام کاوش چیده شد.

**کلیدواژگان:** تبریز، سایت موزه عصر آهن، حفاظت-مرمت، استخوان، اسکلت انسانی.

## ۱ - مقدمه

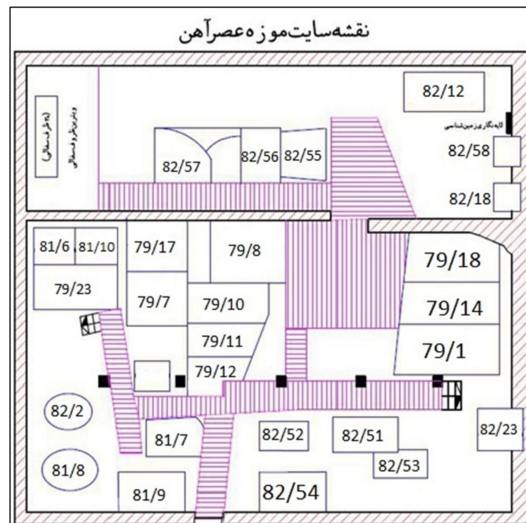
یکی از مهم‌ترین موادی که در اغلب کاوش‌های باستان‌شناسی به دست می‌آید بقایای اسکلت انسانی و حیوانات است. این بقایای استخوانی به‌خصوص در باستان‌شناسی جدید به دلیل اینکه منبع ارزشمندی برای استخراج اطلاعاتی از قبیل ویژگی‌های نژادی، تغذیه‌ای، انسان‌شناسی و بیماری‌های باستانی محسوب می‌شود، دارای اهمیت فراوانی است (زندکریمی، ۱۳۹۳). استخوان‌های تاریخی، منبعی مهم برای درک چگونگی زندگی در جوامع انسان‌های اولیه و اوضاع اجتماعی آن‌هاست. بقایای اسکلت انسانی در جهت آشنایی با سلسله مراتب اجتماعی و آداب و رسوم گذشته کمک شایانی می‌کند (مایز ۱۳۸۱).

اثر مورد تحقیق یک اسکلت انسانی بزرگسال متعلق به سایت موزه عصر آهن تبریز است که طی کاوش‌های باستان‌شناسی در گورستان ۳۲۰۰ ساله در کنار مسجد کبود تبریز در پنجمین فصل حفاری، کارگاه شماره ۳ و از ترانشه A به دست آمده است. جنسیت، سن و علت مرگ اسکلت تاکنون مشخص نشده و در یک گور شبیه به چاله‌ای به پهلولی راست و به سمت شرق و به حالت جنینی دفن شده است. استخوان‌های جمجمه، ستون فقرات، لگن، بازوی سمت راست و استخوان‌های ران تقریباً سالم است. استخوان‌های انگشتان دست و دنده‌ها شکسته شده و به قطعات ریزتری تبدیل شده و همچنین بخشی از استخوان‌های ساق پا نیز در زیر خاک مدفون است. هدف از ارائه این پژوهش حفاظت و مرمت آن با توجه به شرایط خاص این اسکلت و به نمایش گذاشتن آن بر اساس شواهد موجود اولیه زمان کاوش در سایت موزه عصر آهن تبریز است. پرسشی که مطرح می‌شود این است که علت آسیب‌دیدگی استخوان‌های اسکلت مورد بحث چیست؟ هرچند فرضیه‌ای وجود دارد مبنی بر اینکه رطوبت و نمک‌های موجود در خاک اصلی‌ترین عوامل تخریب و فرسودگی استخوان است، لیکن برای رسیدن به جواب نیاز به انجام دادن آزمایش‌های مختلفی است. پس از به دست آمدن نتایج حاصل از آزمایش‌ها می‌توان مناسب‌ترین راهکار را برای متوقف کردن عوامل آسیب‌رسان به اجرا درآورد. از آنجایی که این اسکلت مانند سایر اسکلت‌های انسانی موجود در سایت موزه باید به همان صورت یافت شده یعنی جنینی، در گور خود قرار گیرد، روش مرمت و بازسازی آن نیز باید متفاوت از مرمت اسکلتی باشد که در ویتیرین به نمایش در می‌آید. بنابراین باید راهکاری برای این منظور پیدا نمود. این مسئله هدف دیگر این پژوهش است.



## ۲- تاریخچه مختصر کاوش و اقدامات حفاظتی و مرمتی سایت موزه عصر آهن

محوطه باستانی مسجد کبود تبریز در سال ۱۳۷۶ هنگام فعالیت‌های ساختمان‌سازی به‌طور اتفاقی کشف شد. کاوش‌های علمی باستان‌شناختی محوطه از سال ۱۳۷۸ به سرپرستی نصرت‌الله معتمدی آغاز شد و در سال‌های ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۲ به سرپرستی علیرضا هژبری نوبری ادامه یافت. در نتیجه کاوش‌های باستان‌شناختی آن، ۱۰۸ گور شناسایی شد که بر اساس گونه‌شناسی سفالینه‌ها و مصنوعات فلزی و شیوه تدفین و مقایسه آن‌ها با مجموعه‌های مکشوف از کاوش‌های تپه حسنلو و دینخواه تپه، قدمت حدود ۱۲۰۰ تا ۸۰۰ سال پ.م. و بازه زمانی عصر آهن II-I برای آن‌ها تخمین زده شده است که البته با نتایج سال‌یابی کربن ۱۴ این محوطه نیز هم‌خوانی نسبی دارد (هژبری نوبری و صالحی گروسی، ۱۳۸۴، هژبری نوبری، ۱۳۸۱). در سال ۱۳۸۵ به دلیل متروکه و مخروبه شدن این محوطه، تصمیم به ساماندهی این گورستان شد و در سال ۱۳۸۶ رسماً به‌عنوان سایت موزه افتتاح گردید. آثار موجود در سایت موزه عصر آهن به دلیل عدم کنترل شرایط دمایی و رطوبتی در حال تخریب و از بین رفتن است. لذا چندین دوره اقدامات حفاظتی و مرمتی بر روی اسکلت‌های موجود در سایت موزه صورت گرفته است. اولین دوره در سال ۱۳۸۱ انجام شد که در این دوره پاک‌سازی اسکلت‌ها از گل‌ولای بود و بخشی دیگری از اسکلت‌ها با تیمول ضد عفونی، با خمیرکاغذ نمک‌زدایی و با پارالوئید استحکام‌بخشی و در نهایت استخوان‌های شکسته قطعه‌یابی و به یکدیگر چسبانده و در نهایت تثبیت نهایی انجام شد (مجیدی، ۱۳۸۳). دومین دوره مربوط به سال ۱۳۸۵ است که در این سال اسکلت‌های انسانی فقط ساماندهی و بعضی از اسکلت‌ها با پارالوئید استحکام‌بخشی شدند. سومین دوره در سال ۱۳۹۶ انجام شد. در این دوره چهار نمونه اسکلت انسانی با شماره‌های ۸۲/۲، ۸۱/۸، ۸۱/۷، ۸۱/۹ (شکل ۱) مورد عملیات حفاظتی و مرمتی قرار گرفتند. استحکام‌بخشی با پارالوئید B۷۲ و بازسازی قسمت‌های مفقودی با گچ دندان‌پزشکی صورت گرفت (مجیدی، ۱۳۹۶). جهت جلوگیری از رطوبت بالا رونده کف گورها، ملاط پایه آهکی برای کف گورها بر اساس پایان‌نامه‌ای که در دانشگاه هنر اسلامی تدوین شده بود، ساخته و اجرا شد (رازانی و داداش زاده، ۱۳۹۹). چهارمین دوره در تیرماه ۱۳۹۷ با عملیات حفاظتی و مرمتی شش گور آغاز شد. در این دوره شش گور با شماره‌های ۸۲/۱۸، ۸۲/۵۸، ۸۲/۱۲، ۸۲/۵۵، ۸۲/۵۶، ۸۲/۵۷ (شکل ۱) مورد عملیات حفاظتی و مرمتی قرار گرفت. در این دوره نیز برای کف گورها ملاط پایه آهکی ساخته و اجرا شد. بازسازی با گچ دندان‌پزشکی و موم، و استحکام‌بخشی با پارالوئید B2 بود (مجیدی، ۱۳۹۷).



■ شکل ۱: نقشه سایت موزه عصر آهن تبریز و گور ۸۲/۵۱  
(مأخذ: بایگانی اداره کل میراث فرهنگی، گردشگری و صنایع دستی استان آذربایجان شرقی)

در سال ۱۳۹۸ نسبت به حفاظت، مرمت و ساماندهی ۱۰ نمونه اسکلت با شماره گورهای ۸۲/۵۲، ۸۲/۵۴، ۸۲/۵۱، ۸۲/۵۳، ۸۲/۲۳، ۷۹/۲۳، ۸۱/۶، ۸۱/۱۰، ۸۱/۱۷، ۷۹/۱۷، ۷۹/۷ اقدام شد. گور با شماره ۸۲/۵۱ به‌عنوان اثر مورد پژوهش جهت شناسایی عوامل آسیب‌رسان و حذف این موارد انتخاب شد و اقدامات حفاظتی، مرمتی و چیدمان مجدد بر اساس تصویر موجود زمان کاوش بر روی آن صورت گرفت.

### ۳- اثر مورد پژوهش

اسکلت مورد مطالعه در حفاری‌های سال ۱۳۸۲ گورستان عصر آهن (محوطه مسجد کبود) به سرپرستی علیرضا هژبری نوبری به‌دست‌آمده است و هم‌اکنون در سایت موزه عصر آهن در معرض دید عموم قرار دارد. این اثر با شماره ۸۲/۵۱ در پنجمین فصل کاوش، کارگاه ۳ و ترانشه A به‌دست‌آمده است. نوع تدفین اسکلت جنینی بوده و به پهلو راست و به سمت شمال در گوری که به شکل چاله‌ای ایجاد شده، دفن شده است. با توجه به عکس‌های موجود زمان کاوش که در بایگانی خانم فریبا مجیدی موجود بود، نوعی سنگ چین هم در بالای گور قرار داشت (اشکال ۲ و ۳) که این سنگ‌چین‌ها بعد از کاوش برداشته شده است. در مجاور اسکلت، محل قرارگیری رد دو عدد ظرف سفالی مشاهده می‌شود که درون یکی از این ظروف، استخوان‌های حیوانی دیده می‌شود که در تصویر زمان کاوش (اشکال ۴ و ۵)، استخوانی درون ظرف قرار نداشت. متأسفانه به دلیل عدم دسترسی به گزارش‌های حفاری سال ۱۳۸۲، اطلاعات چندانی در مورد ظروف و آثاری که همراه اسکلت دفن کرده‌اند، در دسترس

نیست. با مقایسه عکس‌های زمان کاوش (اشکال ۴ و ۵) با وضع موجود اسکلت (اشکال ۶ و ۷)، شاهد به هم ریختگی دنده‌ها، استخوان بازو و انگشتان پا، شکسته شدن جمجمه (فک و صورت)، لگن و استخوان‌های ساق پا هستیم و دلیل به هم ریختگی، از هم گسیختگی و شکسته شدن استخوان‌ها مشخص نیست.



■ شکل ۳: سنگ‌چین گور ۸۲/۵۱ (مأخذ: همان).



■ شکل ۲: حفاری گور ۸۲/۵۱ در سال ۱۳۸۲ (مأخذ: بایگانی شخصی فریبا مجیدی، سرپرست حفاظت و مرمت پروژه حفاری گورستان عصر آهن تبریز).



■ شکل ۵: اسکلت انسانی در سال ۱۳۸۵ (مأخذ: همان).



■ شکل ۴: اسکلت انسانی موقع کاوش (مأخذ: همان).



■ شکل ۷: وضعیت اسکلت انسانی در سال ۱۳۹۸



■ شکل ۶: وضعیت اسکلت انسانی در سال ۱۳۹۷ (مأخذ: همان).

#### ۴- پیشینه تحقیق

حفاظت و مرمت استخوان و بقایای انسانی موجود در موزه‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. حفاظت از این گونه آثار تاریخی کار بسیار دشواری است. استخوان‌های به‌دست‌آمده از حفاری‌های باستان‌شناسی را می‌توان پاک‌سازی یا استحکام‌بخشی کرد تا خواص ساختاری و بافتی آن‌ها ثابت نگه‌داشته شود. در مکان‌های حفاری باستان‌شناسی، ماده اوسئین استخوان از طریق هیدرولیزه شدن تجزیه می‌شود و تجزیه ترکیبات غیر آلی، توسط ترکیبات اسیدی صورت می‌گیرد. استخوان‌های به‌دست‌آمده از محوطه‌هایی که رطوبت بالا و پرآبی دارند، ممکن است به مواد اسفنجی‌مانند تبدیل شوند. استخوان‌های به‌دست‌آمده از محیط‌های خشک هم به‌مرور زمان ترد و شکننده می‌شوند. در برخی موارد نیز ممکن است استخوان تبدیل به فسیل شود که در این حالت، سیلیکا (دی‌اکسید سیلیسیم) و نمک‌های معدنی جایگزین ماده اوسئین می‌شوند (Bisht, 2010:117-118). با توجه به ماهیت ساختاری استخوان، باید اقدامات ویژه‌ای برای توقف روند زوال و حفظ یکپارچگی بقایای آن در شرایط مختلف صورت پذیرد (Pouliot, 2000: 45). اقدامات حفاظتی و مرمتی بر روی بقایا ابتدا باید در دسته‌بندی‌هایی که شامل میزان سستی، آسیب‌پذیری و رطوبت می‌شود، انجام گیرد. بر این اساس یافته‌ها به چهار دسته بسیار آسیب‌پذیر و مرطوب، مقاوم رطوبت، بسیار آسیب‌پذیر و خشک و در نهایت خشک و مقاوم تقسیم می‌شوند (هاشمی و وحدتی نسب، ۱۳۹۸: ۵۷). حفاظت از این نوع بقایا در موزه‌ها و کاوش‌های باستان‌شناسی بر عهده حفاظت‌گر (Wesche, 2014) و یا باستان‌شناس ماهر است (Berger, 2013: 10). لذا باید ارتباط بیشتر و مستمر بین باستان‌شناس و مرمتگر برای حفظ و نگهداری یافته‌ها و بقایای محوطه‌های باستان‌شناسی ایجاد شود (مجیدی، ۱۳۸۳). جهت اینکه بقایای انسانی به‌خوبی از داخل گور برداشته شود، نیاز است که ابتدا گور به‌طور کامل از سوی باستان‌شناس حفاری شود. برای انجام مراحل برداشت نیز مرمتگر متخصص یا باستان‌شناس باید دانش کافی در حوزه آناتومی انسانی داشته باشد و موقعیت احتمالی استخوان‌ها را در نظر بگیرد (Ni-kita and Karligkioti, 2019: 5-9).

درباره روش‌های درمان استخوان‌های تاریخی مطالعات اندکی منتشر شده است. معمولاً جهت از بین بردن ذرات سست روی سطح استخوان، از روش فیزیکی همچون مسواک زدن نرم و خشک استفاده می‌شود (Caple and Garlick, 2020: 233). جهت زدودن چرکی‌های سطحی روی این گونه از اشیاء، می‌توان آنها را با آب و صابون شست‌وشو داد و برای از بین بردن نمک‌های محلول، این نمک‌ها را باید در حمام‌های پی‌درپی آب مقطر شست‌وشو و پاک کرد. اگر از لحاظ حفاظتی نیز در شرایط

خوبی قرار نداشته باشند، باید با احتیاط بسیار انجام داد (آزادی، ۱۳۷۷). استخوان‌هایی که از لحاظ استحکام ضعیف و سست باشند، باید در وهله اول استحکام‌بخشی شوند. استحکام‌بخشی می‌تواند با مواد نگه‌دارنده شیمیایی و قبل از برداشت و در داخل گور انجام گیرد و یا می‌توان بعد از برداشت کامل اسکلت در کارگاه‌های مرمت استحکام‌بخشی کرد. در برخی موارد که میزان سستی و شکنندگی استخوان بیشتر باشد و فرصت برای اعمال استحکام‌بخش کم باشد، می‌توان با بلوک برداری اسکلت و استفاده از بانداژ گچی استحکام‌بخشی درجا نمود (Sease, 1994: 180) و ضروری است در کارگاه مرمت برای استحکام‌بخشی کافی به آن، کاملاً با ماده تقویت‌کننده اشباع شود (آزادی، ۱۳۷۷). در گذشته از موادی همچون شلاک و رزین‌های نیترات سلولز جهت استحکام‌بخشی استخوان استفاده می‌شد اما شلاک قدرت نفوذ کمی در ساختار استخوان داشته و رزین‌های نیترات سلولز نیز به‌مرور زمان باعث شکنندگی و دچار تغییر رنگ و رو به زردی در استخوان می‌شد (Johnson, 1994). ماده Mowilith ۲۵٪ در الکل نیز به‌عنوان استحکام‌بخش برای استخوان استفاده شده است (Caple and Garlick, ۲۰۲۰: ۲۲۳). اما این ماده نیز تأثیر زیادی روی آنالیزهای مربوط به دیرینه‌شناسی و به‌خصوص DNA می‌گذارد و باعث بروز خطا در نتایج تحلیل‌ها می‌شود (Collins, et al. 2002). پارالوئید BY۲ با غلظت ۵٪ در استون (Yosuf Abu Dalou, et al. 2017) و پلی‌وینیل بوتیرال (Caple and Garlick 2020: 233) و پلی‌وینیل استات (Bisht, 2010: 124) را به‌عنوان استحکام‌بخش‌های استخوان می‌توان نام برد. در پژوهشی مقایسه‌ی دو ماده استحکام‌بخش پلی‌وینیل بوتیرال و پارالوئید بررسی شد که نتیجه این پژوهش بر این بود که پارالوئید ویژگی‌های بهتری نسبت به پلی‌وینیل بوتیرال از خود نشان داده است (Rossi, et al. 2004). استفاده از مواد شیمیایی بر روی استخوان تأثیرات احتمالی بر روی تجزیه‌وتحلیل داده‌های C۱۴، مطالعات ژنتیکی و دیرینه‌شناسی می‌گذارد؛ لذا باید در انتخاب استفاده از مواد شیمیایی مناسب دقت بسیار کرد. در مورد همین مسئله پژوهشی بر روی ارزیابی نانوهیدروکسی آپاتیت به‌منزله استحکام‌بخش استخوان‌های تاریخی انجام شده است. نتایج بیانگر این است که استفاده از این ماده در درمان استخوان مؤثر بوده و به‌راحتی قابلیت اجرا داشته و روی مطالعات انسان-شناسی و باستان‌سنجی تأثیر منفی ندارد (Porpora, et al. 2022). در ایران نیز بر روی ارزیابی نانوهیدروکسی آپاتیت به‌منزله استحکام‌بخش مناسب برای استخوان پژوهشی صورت گرفته است (مرادی عنایت، ۱۳۹۴). بازسازی مصنوعات فرهنگی تاریخی حوزه ویژه‌ای در علوم حفاظت و مرمت است که بسته به نوع آثار، شرایط محیطی آن‌ها و بخش بازسازی، فنون، تدابیر و ابتکارات خاصی را می‌طلبد (محمدی سفیدخوانی و رازانی، ۱۳۹۴). بازسازی قسمت‌های مفقودی اشیاء استخوانی



معمولاً با موادی همچون رزین‌های اپوکسی و بتونه (Bisht. 2010: 126)، موم و مخلوطی از موم و رزین (آزادی، ۱۳۷۷)، گچ (مجیدی، ۱۳۹۷) و پرینترهای سه‌بعدی (Gaget, 2019) انجام می‌شود. این مواد با توجه به محیط و تغییرات محیطی می‌توانند قابلیت تخریب اثر را نیز داشته باشند.

## ۵- روش‌های آزمایشگاهی

به‌منظور شناسایی ترکیبات موجود در محیط دفن، همچنین شناسایی نمک‌های محلول در استخوان، از استخوان و خاک اطراف اثر نمونه‌برداری صورت گرفت. ابتدا جهت خارج کردن آب آزاد موجود در بافت خاک، نمونه‌های برداشته‌شده در هوای آزاد خشک‌شده و به دو بخش تقسیم شدند. بخش اول جهت انجام آزمون دانه‌بندی استفاده شد. بخش دوم برای انجام آزمایش‌های شناسایی کیفی نمک‌های محلول (انیون‌ها)، pH سنجی، میزان آب و مواد آلی مورد استفاده قرار گرفت. همچنین آزمون شناسایی نمک‌های محلول و pH سنجی بر روی نمونه استخوان‌ها نیز انجام شد.

### ۵-۱- آزمون دانه‌بندی خاک

دانه‌بندی خاک نقش مهمی در قابلیت جذب آب خاک داشته و از سوی دیگر یکی از روش‌های مرسوم در شناخت نوع خاک است. به همین منظور از روش شناسایی دانه‌بندی خاک به شیوه ال-ک-هیدرومتری بر اساس استاندارد ASTM D422-63 که در آزمایشگاه خاک‌شناسی کیمیا گستران نوین آزمایش تبریز بود استفاده شد. نتیجه این آزمایش نشان داد که خاک گور از نوع لوم رسی<sup>۱</sup> است.

### ۵-۲- آزمون میزان آب و مواد آلی (SOM)

به‌منظور اندازه‌گیری میزان آب و مواد آلی موجود در نمونه خاک، نمونه مورد آزمایش اندازه‌گیری درصد آب و مواد آلی قرار گرفتند. این آزمایش بر اساس میزان وزن ازدست‌رفته نمونه خاک با حرارت دهی نمونه در آون و کوره دانشگاه هنر اسلامی (کارگاه حفاظت و مرمت سفال) صورت گرفت. به‌منظور اندازه‌گیری میزان آب موجود در خاک، ۲۰ گرم از نمونه به مدت ۱۲ ساعت در دمای  $105^{\circ}\text{C}$  حرارت داده شد. مقدار درصد تغییر وزن با استفاده از تغییر وزن اندازه‌گیری شد (جدول ۱). جهت اندازه‌گیری مواد آلی در نمونه‌های خاک نیز روش سوزاندن در کوره مورد استفاده قرار گرفت. برای جلوگیری از

1. Clay loam

تأثیر حرارت بر دیگر اجزای موجود در خاک از دمای  $360^{\circ}\text{C}$  استفاده شد. بر اساس این، به منظور اندازه‌گیری مقدار مواد آلی موجود در خاک، نمونه خاک خشک شده در آون تا دمای  $360^{\circ}\text{C}$  درجه در کوره به مدت ۴ ساعت حرارت داده شد (Neher, 1999) میزان تغییر وزن دوم بر اساس درصد نیز به عنوان مقدار ماده آلی موجود در نمونه گزارش شد.

■ جدول ۱- میزان درصد رطوبت نسبی خاک گور

وزن اولیه خاک (گرم)	وزن ثانویه خاک پس از خارج شدن از آون (گرم)	میزان آب موجود در خاک (%)	رطوبت نسبی خاک کف گور
۲۰	۱۷/۹	۱۰/۵	

■ جدول ۲- گویه‌های آماری پرسش‌نامه خود ساخته با موزه (مأخذ: نگارندگان).

وزن ثانویه خاک پس از خارج شدن از آون (گرم)	وزن نمونه خاک پس از خارج شدن از کوره (گرم)	درصد ماده آلی در خاک	مواد آلی خاک
۱۷/۹	۱۷/۲	۳/۹	

مقدار اندازه‌گیری شده رطوبت خاک با استفاده از روش حرارت‌دهی و وزن‌سنجی تنها بخشی از کل آب موجود در خاک است. دمای  $105^{\circ}\text{C}$  درجه سانتی‌گراد به منظور حذف کل آب آزاد موجود در خاک و جلوگیری از تغییر میزان مواد آلی و تغییر در حجم نمک‌های محلول موجود در خاک انتخاب شده است. نتیجه آزمایش نشان داد که میزان رطوبت موجود در نمونه خاک گور  $82/51$  سایت موزه عصر آهن  $10/5\%$  است. مقدار مواد آلی خاک با حرارت دهی نمونه‌های خشک شده در آون  $105^{\circ}\text{C}$ ، در دمای  $360^{\circ}\text{C}$  در کوره اندازه‌گیری شد.

مقدار مواد آلی همان‌طور که در جدول ۲ آمده است به مقدار  $3/9\%$  است. مواد آلی موجود در خاک نتیجه بقایای مواد گیاهی، بقایای جانوری و فضولات و مواد مورد استفاده به‌عنوان کود هستند که به مرور زمان، بخش مرده آن‌ها در نتیجه فعالیت میکروارگانیسم‌ها تجزیه می‌شود. ترکیب بخش زنده و مرده آلی موجود در خاک صرف‌نظر از منشأ و نوع آن، ماده آلی خاک نامیده می‌شود.

### ۵-۳- رطوبت سنجی

برای اندازه‌گیری رطوبت داخل گور و رطوبت محیطی از رطوبت‌سنج دیجیتال TFA 44.1004 که در سایت موزه عصر آهن موجود بود، استفاده شد. نتیجه میانگین رطوبت داخل گور و رطوبت محیطی در مردادماه به ترتیب ۸۷ و ۲۵ بوده است.

### ۵-۴- دماسنجی

اندازه‌گیری دمای داخل گور از طریق دماسنج جیوه‌ای مدل کمینه و بیشینه برحسب درجه سلسیوس سایت موزه عصر آهن انجام شد. این دماسنج برای اندازه‌گیری حداکثر و حداقل دما در یک شبانه‌روز استفاده می‌شود. وقتی دمای هوا گرم می‌شود، الکل شاخه سمت چپ منبسط شده و سطح جیوه در شاخه سمت چپ را پایین می‌راند و در نتیجه سطح جیوه در شاخه سمت راست بالا می‌رود. وقتی دما سرد می‌شود الکل منقبض شده و سطح جیوه در شاخه سمت چپ بالا رفته و در نتیجه سطح جیوه در شاخه سمت راست پایین می‌آید، ولی نشانه فولادی در جای خود باقی می‌ماند و با گرم شدن دوباره هوا، سطح جیوه در شاخه سمت چپ پایین می‌آید، ولی نشانه فولادی در جای خود باقی می‌ماند. میانگین دمای بیشینه و کمینه در مردادماه ۱۳۹۸ به ترتیب ۲۱ و ۱۰ است.

### ۵-۵- pH سنجی

جهت اندازه‌گیری pH نمونه خاک و استخوان از استاندارد ASTM D4972-01 با استفاده از دستگاه pH سنج مدل Metrohm pH 827 ساخت کشور سوئیس و کاغذ تورنسل در دانشگاه هنر اسلامی استفاده شد.

pH خاک به عوامل متعدد مانند وجود نمک‌های محلول و نوع و ترکیب آن‌ها بستگی دارد و در عین حال نقش مهمی در فرایندها و واکنش‌های شیمیایی خاک دارد. در حقیقت pH خاک بیانگر محیط فیزیکی-شیمیایی خاک در یک محوطه است. طبق آزمایش انجام شده میزان pH خاک با کاغذ تورنسل برابر ۷/۵ و با دستگاه pH سنج ۷/۷ و میزان pH استخوان با کاغذ تورنسل ۷/۵ و با دستگاه pH سنج ۷/۳ مشخص شد. با توجه به نتیجه آزمایش، می‌توان دریافت که pH نمونه خاک و استخوان گور ۸۲/۵۱ (ضعیف) طبقه‌بندی نمود.



### ۵-۶- هدایت الکتریکی خاک Ec

هدایت الکتریکی خاک می‌تواند بیانگر میزان شوری و خورندگی خاک باشد و از سوی دیگر شرایط خاک را از نقطه نظر میزان نمک‌های محلول موجود در آن مشخص می‌کند. باید ذکر نمود که در مطالعه خورندگی از روش اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی خاک در محل استفاده می‌شود اما به دلیل محدودیت‌های موجود در انجام روش در محل، روش اندازه‌گیری هدایت الکتریکی در آزمایشگاه جایگزین آن شد؛ به همین منظور از نمونه خاک خشک‌شده در هوای آزاد الک‌شده با الک مش ۱۰ به نسبت ۱ به ۲ خاک به آب مقطر عصاره‌گیری شد (Pansu and Gautheyrou, 2006)، با توجه به نسبت بزرگ آب مقطر به خاک، میزان درصد آب اندازه‌گیری‌شده در نمونه خاک در این نسبت منظور شد. اندازه‌گیری هدایت الکتریکی ویژه عصاره‌ها با استفاده از دستگاه هدایت‌سنج موجود در آزمایشگاه خاک‌شناسی کیمیاگستران نوین‌آزمای تبریز انجام شد. همان‌طور که گفته شد یکی از پارامترهای اندازه‌گیری میزان شوری و وجود نمک‌های محلول در خاک هدایت الکتریکی (Ec) عصاره خاک است. هدایت الکتریکی بر پایه این مفهوم بنا شده است که جریان الکتریکی انتقال یافته با محلول نمک تحت شرایط استاندارد با افزایش غلظت نمک در آن، افزایش می‌یابد. اندازه‌گیری هدایت الکتریکی نمونه خاک گور با روش ذکرشده انجام و نتیجه ds/m 17/12 حاصل شد. نتیجه به دست آمده نشان می‌دهد که نمونه خاک از هدایت الکتریکی بالایی برخوردار بوده که نشانگر قوی بودن شوری خاک است.

### ۵-۷- شناسایی کیفی نمک‌های محلول

جهت شناسایی نمک‌های محلول در خاک و استخوان، به مقدار 5 gr از هرکدام، نمونه برداشته و سپس پودر کرده و در آب مقطر به میزان 20 ml حل کرده و حرارت داده شد. محلول حاوی نمونه داخل دستگاه سانتریفیوژ قرار گرفت تا رسوب از محلول جدا شود. بر روی رسوب آزمون شناسایی وجود یون کربنات (-CO<sub>3</sub>) انجام شد و محلول نیز برای شناسایی یون‌های کلر (-Cl)، نیترات (-NO<sub>3</sub>)، فسفات (-PO<sub>4</sub>) و سولفات (-SO<sub>4</sub>) مورد استفاده قرار گرفت (استوارت، ۱۳۹۳: ۷۹-۷۸) (جدول ۳).

■ جدول ۳- نتیجه شناسایی کیفی نمک‌های محلول

نتیجه		واکنش با شناساگر	نام معرف	نام آزمایش
خاک	استخوان			
+	+	CO <sub>2</sub> جوش زدن همراه با خروج گاز	اسیدکلریدریک	شناسایی کربنات
+	+	تشکیل رسوب سفیدرنگ کلونیدی	نیتрат نقره	شناسایی کلر
-	-	تشکیل حلقه قهوه‌ای‌رنگ	سولفات آهن	شناسایی نیترات
+	+	رسوب سفیدرنگ باریم فسفات	نیترات نقره	شناسایی فسفات
+	+	تشکیل رسوب سفیدرنگ	کلرید باریم	شناسایی سولفات

## ۶- روش‌های حفاظت و مرمت استخوان‌های باستان‌شناختی

برای اجرای یک برنامه حفاظت و مرمت منسجم یافته‌های باستان‌شناسی، چه در هنگام کاوش در محوطه و چه پس از آن در کارگاه و آزمایشگاه مرمت، باید در هماهنگی کامل با هم صورت پذیرد. حفاظت‌گر از زمان یافت شدن آثار تا زمان انتقال آن به کارگاه و یا مخازن و حتی پس از آن، مسئول حفظ و نگهداری و مرمت این آثار است و می‌تواند با مرمتگر مستقر در آزمایشگاه و کارگاه در تماس باشد. از جمله روش‌ها و اقدامات حفاظتی و مرمتی، درمان، استحکام‌بخشی، وصالی و بازسازی آن‌هاست که می‌تواند در محل یا در کارگاه صورت پذیرد.

هرچند درمان و استحکام‌بخشی با بروز مشکلاتی در حوزه آزمایش‌های مورد نیاز همراه خواهد بود لیکن باید تصمیم گرفت که انجام مداخلات به قیمت از دست رفتن داده‌ها مهم‌تر است یا تخریب و از دست رفتن کامل شیء؟ (ملوکوواکارو، استنلی پرایس و کربی تالی ۱۳۹۵). اجرای شیوه‌های مختلف مرمتی بر روی این آثار بستگی به تصمیماتی دارد که برای نگهداری، بازگرداندن مجدد به خاک یا ارسال به کارگاه مرمت و در نهایت نگهداری در مخزن باشد. این تصمیمات از سوی تیم مجرب و متخصص که در این حوزه فعالیت می‌کند، صورت می‌پذیرد.

آنچه در این میان ضرورت می‌یابد توجه به هویت و اصالت اثر از بعد باستان‌شناختی و آیین‌های تدفینی عصر آهن ایران و حفظ تمامیت آن در یکپارچگی با محل تدفین (گور) و سایر اشیاء وابسته به این تدفین است. درعین حال توجه به این ارزش‌ها نباید ماندگاری و دوام این اسکلت را به لحاظ اتخاذ روش‌های حفاظتی و مرمتی، به مخاطره بیندازد.

## ۷- نمونه برداری از اسکلت های باستانی

اصولاً نمونه برداری باید زمان کاوش به دست باستان شناس یا افرادی با تخصص های مختلف مانند انسان شناس، جانور باستان شناس، دیرین گیاه شناس و... در هنگام کاوش یا با فاصله کمی از زمان کاوش انجام گیرد. چنانچه این اتفاق قبلاً نیفتاده باشد، مرمتگر موظف است نمونه برداری را انجام دهد. در هنگام نمونه برداری حتماً باید از دستکش و ماسک استفاده نموده و نمونه را در داخل کیسه ای که قبلاً استفاده نشده است، قرار داده و دور از نور و شرایط محیطی نگهداری کند. امروزه بزرگترین مشکل فن مطالعه DNA باستانی، آلوده بودن نمونه ها با DNA انسان مدرن است (مایز، ۱۳۸۱). نمونه برداری خاک از نواحی لگن، قسمت شکم محلی که معده می تواند در آنجا قرار گرفته باشد یا از پایین ترین قسمت خاک که در زیر اسکلت قرار دارد برداشته می شود.

## ۸- اقدامات حفاظتی و مرمتی

### ۸-۱- مستندنگاری و برداشت اسکلت از گور

آثار و یافته هایی که از کاوش های باستان شناسی به دست می آیند، دارای فرم و شکل اصیل خود هستند و این فرم باید حفظ شود. با اطلاع از اینکه تخریب آثار دقیقاً از لحظه کاوش و حفاری آغاز می شود، باید از همان زمان کاوش عملیات مستندنگاری و ثبت اطلاعات آغاز گردد. آثار تا زمانی که کاملاً از زیر خاک بیرون آورده می شوند، ضروری است که چندین بار در مراحل مختلف مستندنگاری شوند. یک عکس خوب و واضح همراه با اشل اندازه گیری و سایر مشخصات مربوط به محل پیدایش اثر برای باستان شناسان و مرمتگران بسیار حائز اهمیت است. اگر شیء بعدها دچار آسیب یا از هم گسستگی شده باشد، مستندنگاری می تواند اهمیت زیادی در انجام اقدامات حفاظتی و مرمتی بعدی داشته باشد و نکات مبهم را روشن نماید (مجیدی، ۱۳۸۳).

قبل از شروع عملیات مرمتی، مستندنگاری های دقیق و با جزئیات از اثر صورت گرفته تا نقاط مختلف و میزان آسیب دیدگی ها ثبت و ضبط شود. مستندنگاری با اشل باستان شناسی (ژالون، جهت نما) و اشل رنگی که از سوی دانشگاه هنر اسلامی طراحی شده بود، انجام گرفت (شکل ۸-۱۷).



■ شکل ۹: وضعیت فک و صورت



■ شکل ۸: وضعیت جمجمه



■ شکل ۱۱: استخوان های ساق پا و تنیده شدن تار عنكبوت



■ شکل ۱۰: فک و صورت از نمای روبه رو



■ شکل ۱۳: استخوان های لگن و قسمتی از استخوان ران



■ شکل ۱۲: استخوان های دنده و به هم ریختگی استخوان ها



■ شکل ۱۵: استخوان انگشتان دست راست



■ شکل ۱۴: ستون فقرات





■ شکل ۱۷: استخوان حیوانی بر روی ردّ سفال



■ شکل ۱۶: استخوان کتف

همان‌طور که در تصاویر مشاهده می‌شود ترتیب استخوان‌های دنده به‌هم‌ریخته و روی استخوان‌های ساق پا نیز تار عنکبوت تنیده شده است. دیواره جنوبی گور ۸۲/۵۱ به دلیل ماسه‌ای بودن قسمتی از لایه‌ها ریزش کرده است. با توجه به ریزش دیواره‌ها بر روی اسکلت سعی بر این شد که ابتدا خاک‌های ریخته شده برداشته شود. پاک‌سازی خاک‌های اطراف اسکلت با ابزارهایی مانند قلم‌موی بزرگ و کوچک، پوآر، ابزار دندان‌پزشکی انجام گردید و خاک‌ها درون کیسه‌هایی به‌منظور نمک‌زدایی ریخته شد. سپس استخوان‌های دنده که به‌هم‌ریخته شده بود، داخل کیسه‌های زیپ‌دار گذاشته و بر روی آن برچسب اطلاعات زده شد. در قسمت قفسه سینه بخشی از استخوان کتف و همچنین حشرات مرده نیز قرار داشت (اشکال ۱۸ و ۱۹). استخوان‌های انگشت دست نیز قبل از اینکه داخل کیسه قرار بگیرند، به ترتیب شماره‌گذاری شده و سپس داخل کیسه قرار گرفتند. ستون فقرات نیز هنگام شماره‌گذاری انگشتان دست، شماره‌گذاری شدند. لازم به ذکر است پیش از شماره‌گذاری روی استخوان، چسب پارالوئید به‌صورت یک فیلم بر روی سطح کشیده شد تا شماره‌گذاری روی آن انجام شود (شکل ۲۰).



■ شکل ۱۹: قسمتی از استخوان کتف



■ شکل ۱۸: وجود حشرات مرده در قسمت قفسه سینه



■ شکل ۲۱: پاکسازی و برداشت استخوان‌ها



■ شکل ۲۰: شماره‌گذاری‌های انگشتان دست



■ شکل ۲۲: وصالی موقت استخوان ران با چسب کاغذی

پس از آن، خاک‌های اطراف اسکلت با ابزار دندان پزشکی و قلم‌مو پاک‌سازی شدند. برای نرم کردن خاک‌های اطراف استخوان، متانول و استون مورد استفاده قرار گرفت. از استون به دلیل نرم کردن و از بین بردن بافت استخوان، استفاده نشد و تنها در بعضی مواقع متانول مورد استفاده قرار گرفت. سعی بر این بود که تا حد امکان از مواد شیمیایی بر روی اثر استفاده نشود. همچنین وصالی موقت در محل گور با چسب کاغذی صورت گرفت (شکل ۲۲).

برداشت استخوان‌ها ابتدا از جای ظروف شروع شد که شبیه به استخوان‌های حیوانی بود (شکل ۲۳). سپس برداشت استخوان‌های انسانی از مجموعه و فک آغاز شده و درون جعبه‌ای که پنبه با پارچه ململ در آن به‌عنوان محافظ تعبیه شده بود، قرار گرفت (شکل ۲۴ و ۲۵). بعد از مجموعه، استخوان‌های بازو، فمور، لگن خاصره و حاجی، استخوان‌های ساق و بند انگشتان پا و در آخر ستون فقرات برداشته شد. در قسمت ساق پا انگشتان پای چپ و چندین قطعه دنده قرار داده شده بود. بند انگشتان پای راست در دیواره جنوبی قرار داشت که بیرون آورده شد و استخوان کتف راست نیز در آخرین مرحله از زیر خاک بیرون آورده شد (اشکال ۲۶-۳۱).



■ شکل ۲۵: قرار دادن مجموعه و فک در جعبه



■ شکل ۲۴: برداشت مجموعه



■ شکل ۲۳: برداشت استخوان‌های حیوانی



■ شکل ۲۸: پیدا شدن دنده از قسمت ساق پا



■ شکل ۲۷: برداشت استخوان ران



■ شکل ۲۶: برداشت کامل جمجمه



■ شکل ۳۱: برداشت استخوان کتف سمت راست



■ شکل ۳۰: برداشت انگشتان پای سمت راست



■ شکل ۳۹: برداشت انگشت پا از قسمت ساق پا

استخوان‌ها به‌طور کامل برداشته شدند و به کارگاه حفاظت و مرمت سایت‌موزه انتقال یافتند. همان‌طور که در تصاویر مشاهده می‌شود در کنار اسکلت دو نمونه ردّ ظرف قرار دارد که سست و در حال از بین رفتن است. برای برداشت آن‌ها از خاک خود گور ملاط گل درست شد و به‌عنوان استحکام‌بخش دور ردّ ظروف کشیده شد (شکل ۳۲). بعد از خشک شدن گل با استفاده از نخ، جای ظروف از سطح زمین برش داده شد (شکل ۳۳) و تخته فیبر سه میلی‌متر به‌جای برش خورده وارد و به‌آرامی از سطح زمین برداشته شد (شکل ۳۴).



■ شکل ۳۴: جدا کردن به‌وسیله تخته فیبر



■ شکل ۳۳: برش و جدا کردن از سطح زمین با نخ



■ شکل ۳۲: استحکام‌بخشی ردّ ظروف باقی‌مانده با ملاط گل



## ۹- نمک‌زدایی خاک محل تدفین

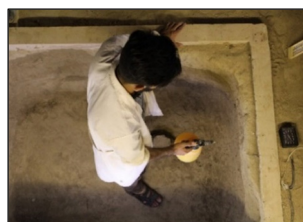
با توجه به آزمایش‌های انجام‌گرفته که نشان از داشتن نمک زیاد در خاک داشت، خاک کف گور به‌منظور نمک‌زدایی برداشته شد. بعد از برداشت، خاک از الک‌های مختلف سرند شده و استخوان‌های شکسته و ریزی نیز به دست آمد. نمک‌زدایی به روش خیساندن خاک در آب مقطر انجام شد. این کار در مدت ۱۰ روز که هرروز آب آن مجدداً تغییر می‌کرد، انجام گرفت. بعد از نمک‌زدایی، دوباره آزمون شناسایی نمک‌های محلول و pH سنجی انجام شد. نتیجه pH برابر ۷/۵ است و نتیجه شناسایی نمک‌های محلول در جدول ۴ آمده است.

■ جدول ۴: شناسایی نمک‌های موجود در خاک بعد از نمک‌زدایی

نوع نمک	کربنات	کلر	نیترات	فسفات	سولفات
نتیجه خاک	مثبت	منفی	منفی	مثبت	منفی

## ۱۰- استحکام‌بخشی دیواره گور

دیواره گور به دلیل ماسه‌ای بودن در حال ریزش بود. بیشترین میزان ریزش مربوط به دیواره جنوبی گور است. احتمال ریزش این قسمت می‌تواند به دلیل پایه‌های راهروی چوبی که در بالای گور قرار دارد باشد (شکل ۳۵) و رفت‌وآمد مکرر بازدیدکننده باعث تشدید این عمل می‌شود. برای استحکام‌بخشی ابتدا با قلم‌مو دیواره گور پاک‌سازی و خاک‌های سست زدوده شد (شکل ۳۶). سپس شیره آهک به دیواره‌های گور به‌وسیله آب‌پاش اسپری شد (شکل ۳۷). این عملیات تا زمانی که استحکام لازم به دیواره داده شود، صورت گرفت.



■ شکل ۳۷: استحکام‌بخشی دیواره گور



■ شکل ۳۶: زدودن خاک دیواره گور



■ شکل ۳۵: پایه راهروی چوبی بالای گور



## ۱۱- پاک‌سازی استخوان‌ها

برای جداسازی گل‌ولای و رسوبات روی سطح اسکلت‌های برداشت‌شده، از برس نرم، بیستوری و ابزار دندان‌پزشکی استفاده شد. بیستوری و ابزار دندان‌پزشکی تا زمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد که روی سطح اثر آسیبی وارد نکند. رسوباتی که به‌سختی پاک می‌شدند در مرحله شست‌و‌شو نرم شده و پاک‌سازی در همان موقع انجام شد و در این قسمت نیز تصمیم گرفته شد که از مواد شیمیایی استفاده نشود.

## ۱۲- نمک‌زدایی استخوان

نمک‌زدایی به دو روش صورت گرفت؛ اولین روش غوطه‌وری در آب مقطر بود. این روش به این صورت است که استخوان با احتیاط درون آب مقطر غوطه‌ور می‌شود. قبل از انجام این کار، قطعه کوچکی از استخوان درون مقداری آب به مدت ۳۰ دقیقه قرار گرفت. پس از خشک شدن قطعه استخوان و مشاهده نتیجه مبنی بر هیچ‌گونه تخریب، استخوان‌ها درون آب قرار داده شدند (اشکال ۳۸ و ۳۹). بعد از ۳۰ دقیقه به‌منظور خشک شدن روی طوری سیمی چیده شدند (شکل ۴۰). روش دوم نمک‌زدایی به روش خمیرکاغذ بود. مجموعه (فک و صورت) و قطعات این قسمت در هنگام قرارگیری در آب مقطر لایه‌لایه می‌شد و استحکام خود را از دست می‌داد، به همین دلیل نمک‌زدایی به این صورت انجام شد. در این روش دستمال کاغذی درون آب مقطر به‌صورت خمیری درآمده و روی سطح استخوان کشیده و پس از خشک شدن از سطح استخوان برداشته شد (اشکال ۴۱ و ۴۲). عملکرد به این صورت است که با نفوذ آب به داخل منافذ، نمک‌های محلول موجود را حل نموده و با تبخیر شدن همراه خود به سمت سطح می‌کشد و در نتیجه نمک‌ها جذب و وارد خمیر می‌شوند (مجیدی، ۱۳۸۶). شایان ذکر است که قبل از نمک‌زدایی به روش خمیرکاغذ، درون کاسه مجموعه با کاغذ تیشو استحکام بخشی شد (شکل ۴۳). همچنین بعد از نمک‌زدایی، دوباره pH سنجی با کاغذ تورنسل و آزمون شناسایی نمک‌های محلول انجام شد که نتیجه pH برابر ۷/۵ بوده و نتیجه شناسایی نمک‌ها در جدول ۵ آمده است.



■ شکل ۴۰: چیدن استخوان‌ها بر روی طوری به‌منظور خشک شدن



■ شکل ۳۹: قرار دادن استخوان‌های بزرگ درون آب مقطر



■ شکل ۴۳: استخوان‌های ریز درون آب مقطر



■ شکل ۴۱: نمک زدایی به روش خمیر کاغذ ■ شکل ۴۲: نمک زدایی چمچمه با خمیر کاغذ ■ شکل ۴۳: استحکام بخشی با کاغذ تیشو

■ جدول ۵: شناسایی نمک های محلول در اسکلت بعد از نمک زدایی

نوع نمک	کربنات	کلر	نیترات	فسفات	سولفات
نتیجه خاک	مثبت	منفی	منفی	مثبت	منفی

### ۱۳- استحکام بخشی استخوان های گور ۸۲/۵۱

استحکام بخشی فرایندی است که در جهت ثبات کششی انجام می گیرد که به صورت موقتی یا پایدار جهت استحکام بخشی ساختارهای شدیداً تخریب شده به کار می روند. در هر صورت ایجاد ثبات از مهم ترین این ارکان به شمار می رود (محمدی، ۱۳۹۴). در اینجا برای استحکام بخشی استخوان های گور ۸۲/۵۱ از نانوذرات هیدروکسی آپاتیت استفاده شد.

### ۱۴- قطعه یابی و وصالی استخوان

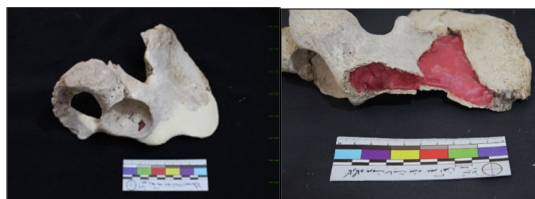
با توجه به به هم ریختگی اسکلت انسانی و پراکندگی قطعات استخوان ها و همچنین خرد و شکسته شدن برخی از قطعات استخوان لازم است که قطعه یابی صورت گیرد. قطعه یابی با توجه به تجارب قبلی نگارندگان در زمینه مرمت استخوان، کمک گرفتن از اسکلت مولاژ، کتاب استخوان شناسی به همراه مفاصل و نرم افزارهای Skeleton Premum 2 برای ویندوز و 3 Essential Skeleton برای اندروید انجام شد. بعد از پیدا کردن قطعات، وصالی موقت با چسب کاغذی و وصالی دائم با پارالوئید ۳۰٪ محلول در تولوئن صورت گرفت.

## ۱۵- بازسازی و موزون سازی رنگی

برای بازسازی قسمت‌های مفقودی استخوان‌ها از گچ مولدانو استفاده شد. قسمت‌های مفقود ابتدا به وسیله موم دندان پزشکی قالب گیری و با مخلوط ملاط گچ مولدانو و چسب سیما کرپل R۸۳ بازسازی شد (شکل ۴۴) و در نهایت نیز به منظور موزون سازی قسمت بازسازی با کل اثر، از رنگ‌های اکریلیکی استفاده گردید. موزون سازی رنگی با رعایت اصول مبانی نظری و اختلاف یک درجه روشنی در تنالیت رنگی نسبت به اثر انجام شد. برای این منظور سطح قسمت بازسازی به پارالوئید ۵٪ آغشته شد تا مانع جذب و نفوذ لایه رنگ به گچ گردد و از طرفی موجب سهولت در رنگ آمیزی شود. بعد از رنگ آمیزی با رنگ‌های اکریلیکی دوباره با پارالوئید ۵٪ اقدامات انجام گرفته، تثبیت شد. بعد از موزون سازی و سر هم کردن قطعات اسکلت انسانی با توجه به عکس‌های اولیه زمان کاوش، اسکلت در گور قرار گرفت. برای قطع رطوبت بالارونده کف گورها پلکسی گلس به عنوان عایق رطوبت در کف گور قرار داده شد. خاک‌های کف گور نیز که به منظور نمک زدایی برداشته شده بودند درون کف گور و پلکسی گلس ریخته شده و اسکلت انسانی با توجه به عکس‌های زمان کاوش (شکل ۴) در گور قرار گرفت (شکل ۴۵).



شکل ۴۵: تصویر نهایی اسکلت انسانی بعد از عملیات مرمتی



شکل ۴۴: قالب گیری با موم دندان پزشکی استخوان لگن و بازسازی قسمت مفقودی

## نتیجه‌گیری

با توجه به آزمایش‌های انجام‌شده مشخص شد که رطوبت نسبی بالا و نمک از جمله عوامل آسیب‌رسان به اسکلت انسانی بوده است. رطوبت بالا باعث انتقال نمک به درون خلل و فرج استخوان شده و موجب انحلال مواد معدنی موجود در بافت و همچنین باعث افزایش تخلخل استخوان می‌شود. از این رو زمانی که میزان درصد رطوبت پایین می‌آید و استخوان خشک می‌گردد، نمک متبلور شده و فشار مکانیکی ناشی از آن موجب ترک برداشتن سطح استخوان می‌شود. بدین منظور برای حذف نمک‌های محلول از محیط دفن، خاک کف گور نمک‌زدایی گردید و برای جلوگیری از آسیب‌های ناشی از رطوبت و انتقال نمک به استخوان، از پلکسی‌گلس به‌عنوان عایق رطوبتی استفاده شد. برای نمک‌زدایی، استخوان‌ها چندین بار با آب مقطر شست‌وشو داده شدند و برای استحکام‌بخشی استخوان‌ها نانو هیدروکسی آپاتیت مورد استفاده قرار گرفت. این ماده دربرگیرنده گروهی از ترکیبات کلسیم و فسفات است و از نظر شیمیایی و ساختار شبیه به بخش غیر آلی استخوان است؛ در نتیجه به اجزای غیر آلی پیوند می‌دهد و در زمان کوتاهی با بافت استخوان پیوند برقرار می‌کند و چسبندگی مطلوبی حاصل می‌شود. پس از اطمینان از نمک‌زدایی و استحکام‌بخشی استخوان، عملیات مرمت و بازسازی اسکلت آغاز گشت و پس از اتمام عملیات مرمت اسکلت مجدداً به حالت اولیه خود در گور چیده شد. بازسازی استخوان‌ها بر این مبنای صورت گرفت که باید اسکلت به همان حالت اولیه یعنی جینی که در زمان کاوش به‌دست آمده بود در جای خود قرار گیرد.

## سپاسگزاری

نگارندگان از آقای مهندس عابدی (ریاست محترم سایت موزه عصر آهن تبریز)، آقای دکتر سلمان‌پور ناظر باستان‌شناسی پروژه حفاظت و مرمت ۱۰ نمونه از اسکلت‌های انسانی سایت موزه عصر آهن تبریز، تیم مرمتی سایت موزه عصر آهن تبریز: سرکار خانم نادیا غیائی و زهره شجاعی ملکی، آقایان: سجاد محمدرحیمی، محمدامین صباغیان بیدگلی، پویا فخر کمال سپاسگزاری و قدردانی را دارند.

### فهرست منابع

- آزادی، مهرناز، (۱۳۷۷)، «عاج و استخوان: شناخت علمی و حفاظت آن»، پایان نامه کارشناسی ارشد مرمت اشیاء فرهنگی و تاریخی، اصفهان: دانشگاه هنر اصفهان (منتشر نشده).
- استوارت، باربارا، (۱۳۹۳)، «روش‌های تجزیه مواد در مرمت و حفاظت آثار تاریخی»، با ترجمه مسعود باقرزاده کثیری، تبریز: دانشگاه هنر اسلامی.
- رازانی، مهدی، و نسرین داداش زاده، (۱۳۹۹)، «ساخت ملات پایه آهنی مناسب جهت استفاده در بدنه و کف قبور موزه عصر آهن تبریز»، فصلنامه مطالعات باستان‌شناسی، ۱۲(۳)، ۶۵-۹۱.
- زندکریمی، هادی، (۱۳۹۳)، «مطالعه باستان‌سنجی بقایای اسکلت‌های انسان پیش از تاریخ با روش آنالیز ایزوتوپ‌های پایدار»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد باستان‌سنجی، تبریز: دانشگاه هنر اسلامی تبریز (منتشر نشده).
- مایز، سایمون، (۱۳۸۱)، «باستان‌شناسی استخوان‌های انسان»، با ترجمه مازیار اشرفیان بناب، تهران: پژوهشکده باستان‌شناسی سازمان میراث فرهنگی کشور.
- مجیدی، فریبا، (۱۳۹۶)، «اولین گزارش حفاظت و مرمت ۴ نمونه اسکلت انسانی در سایت موزه عصر آهن تبریز»، اداره کل میراث فرهنگی، گردشگری و صنایع‌دستی استان آذربایجان شرقی.
- مجیدی، فریبا، (۱۳۸۶)، «حفظ، مرمت و نگهداری استخوان‌های بدست آمده از کاوش‌های باستان‌شناسی»، مرمت و پژوهش ۹۵-۱۰۸.
- مجیدی، فریبا، (۱۳۹۷)، «گزارش دومین فصل حفاظت و مرمت ۶ نمونه اسکلت انسانی در سایت موزه عصر آهن تبریز»، تبریز: اداره کل میراث فرهنگی، گردشگری و صنایع‌دستی استان آذربایجان شرقی.
- مجیدی، فریبا، (۱۳۸۳)، «مدیریت حفظ و مرمت در کاوش‌های باستان‌شناسی با نگرشی ویژه به کاوش محوطه باستانی مسجد کبود تبریز»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مرمت اشیاء فرهنگی و تاریخی (منتشر نشده)، اصفهان: دانشگاه هنر اصفهان.
- محمدی سفیدخوانی، رامین، و مهدی رازانی، (۱۳۹۴)، «حفظ و مرمت ظروف مرمری مکشوفه از جیرفت در حوزه تمدنی لیلی رود»، دوفصلنامه تخصصی دانش مرمت و میراث فرهنگی ۸۱-۹۸.
- محمدی، محسن، (۱۳۹۴)، «حفاظت آثار تاریخی ساخته شده از چوب‌های پهن برگ در فضای باز در برابر تغییرات ساختاری ناشی از هوازدگی فتوشیمیایی»، اصفهان: پایان‌نامه دکتری مرمت اشیاء فرهنگی و تاریخی، دانشگاه هنر اصفهان.
- مرادی عنایت، منیره، (۱۳۹۴)، «ارزیابی کاربرد نانوهیدروکسی‌آپاتیت در استحکام‌بخشی استخوان‌های تاریخی»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مرمت اشیاء فرهنگی و تاریخی، اصفهان: دانشگاه هنر اصفهان (منتشر نشده).
- ملوکوواکارو، الکساندرا، نیکلاس، استنلی پرایس، و منسفیل کربی تالی، (۱۳۹۵)، «جستارهای تاریخی و فلسفی در حفاظت از میراث فرهنگی»، با ترجمه عبدالرسول وطن‌دوست، تهران: پژوهشگاه میراث فرهنگی، گردشگری و صنایع‌دستی.
- هاشمی، سید میلاد، و حامد وحدتی نسب، (۱۳۹۸)، «استخوان‌شناسی انسانی در باستان‌شناسی (دستورالعمل نحوه نگهداری و تعامل با بقایای اسکلت انسانی در باستان‌شناسی)»، تهران: ندای تاریخ.

- هژبری نوبری، علیرضا، (۱۳۸۱)، «گزارش مقدماتی سومین فصل کاوش در محوطه باستانی مسجد کبود تبریز»، تهران: وزارت میراث فرهنگی کشور و مرکز تحقیقات باستان شناسی با همکاری دانشگاه تربیت مدرس.

- هژبری نوبری، علیرضا، و مهناز صالحی گروسی. (۱۳۸۴)، «هنر سفالگری عصر آهن در گورستان مسجد کبود تبریز»، باستان شناسی ۳۰-۳۸.