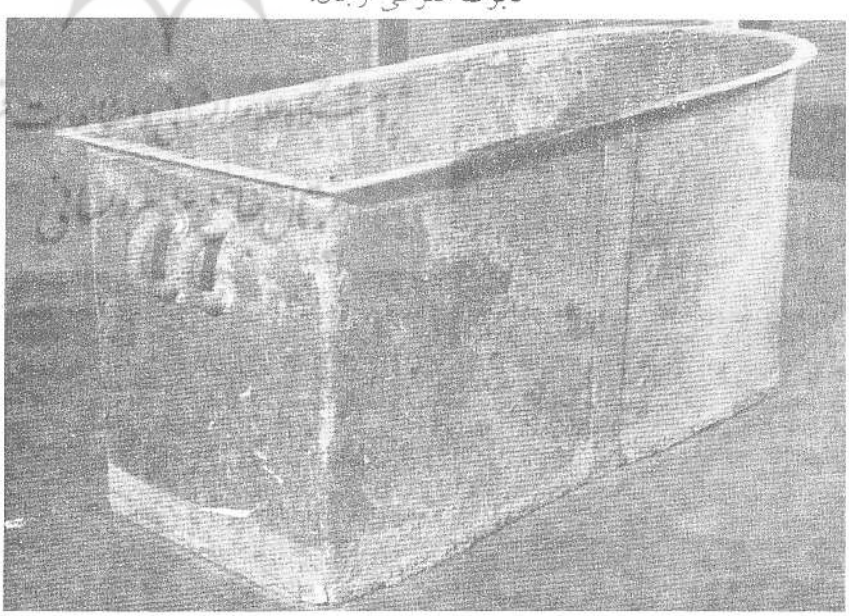
کاربرد پژوهشهای آزمایشگاهی در شناسایی میراث فرهنگی[1] و ارتباط آن با حفاظت و مرمت آثار

دکتر رسول وطن‌دوست

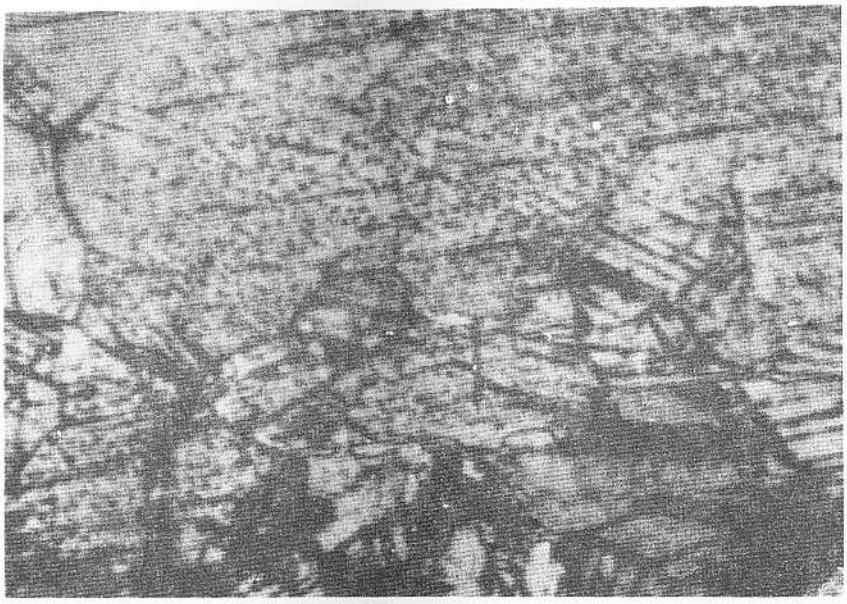
مقدمه

برخورد پژوهشگران و متخصصینی که در ارتباط با شناسایی فنی، سالیابی و حفاظت و نگهداری میراث فرهنگی، در مراکز تحقیقاتی و آزمایشگاههای ذیربط فعالیت می‌کنند به نحوی است که مقایسهٔ آنها با مأموران رسیدگی به حوادث و سوانح چندان بی‌ربط نیست. این مأموران معمولاً هنگامی به صحنهٔ حادثه می‌رسند، که بخش عمده‌ای از شواهد از بین رفته است. از این رو با توسل به روشهای خاص، در پی گشودن گره ماجرا حرکت می‌کنند: از آنچه در صحنه باقی مانده است، مدارک تصویری تهیه می‌کنند و در مواردی بسیار به نمونه‌برداری از آنها می‌پردازند. نمونه‌ها را به آزمایشگاهها می‌سپارند، تا با تجزیه و تحلیل آنها به مدارک و شواهدی دست یابند. کارشناسانی که به بررسی ویژگیهای هنری و تاریخی و فنی میراث فرهنگی می‌پردازند، در واقع با استفاده از شواهد و مدارکی که غالباً نیز بسیار اندک و پراکنده‌اند، می‌کوشند تا از فعالیتهای بشر در اعصار گذشته، آگاهی یابند. بسیاری

تابوت مفرغی ارجان.



۱ ــ هدف از برنامه‌ریزی برای تشکیل آزمایشگاه تحقیقاتی مرکزی سازمان میراث فرهنگی کشور، که باید به کنکاش دقیق‌تر میراث فرهنگی این مرز و بوم بپردازد، پی‌گیری طرح‌هایی است که دست‌یابی به حاصل آنها، کمک زیادی به درک بهتر و بیشتر گذشتهٔ این سرزمین از یک سو، و حفاظت و نگهداری این آثار از سوی دیگر خواهد کرد. توسعه و تجهیز آزمایشگاه تحقیقاتی مرکزی، و همزمان با آن ایجاد و تجهیز آزمایشگاهها و کارگاههای حفاظت و مرمت آثار تاریخی فرهنگی، در واحدهای اجرایی سازمان میراث فرهنگی کشور، در همهٔ استانها، نقش اصلی در رسیدن به این مقصود را خواهد داشت. بدیهی است همسو با تهیهٔ امکانات و ابزار پیشرفتهٔ علمی، به‌کارگیری کارشناسان علاقه‌مند و متخصص نیز تعیین کننده خواهد بود. در مدت کوتاهی که از تصویب طرح ایجاد آزمایشگاه تحقیقاتی مرکزی سازمان میراث فرهنگی کشور می‌گذرد، این آزمایشگاه در محوطهٔ موزهٔ ملی ایران به طور موقت مستقر شد و دستگاههای کربن ۱۴، کوانتومتر اشعهٔ ایکس و میکروسکوپ متالورژی فراهم آمد. تهیهٔ دستگاه سالیابی ترمولومینسانس، میکروسکوپ نوری مجهز به آنالیز تصویری، دستگاههای جانبی برای نمونه‌سازی کوانتومتر اشعهٔ ایکس، میکروسکوپ الکترونی و مواد شیمیایی مورد نیاز آزمایشگاهها و کارگاههای میراث فرهنگی نیز در حال برنامه‌ریزی و انجام است.



ساختار میکروسکوپی آلیاژ مفرغ.

از این شواهد را تنها با به‌کارگیری علوم طبیعی می‌توان تجزیه و تحلیل کرد، و هر چه این بررسیها دقیق‌تر و کامل‌تر انجام شود امکان آگاهی بر این رموز نهفته، بیشتر خواهد شد. تجزیه و تحلیل درست داده‌های حاصل از بررسیهای علمی، که در نظر اول ممکن است برای بسیاری چندان اهمیتی نداشته باشد، تا حد زیادی به خلاقیت، دانش و حتی علاقهٔ محقق بستگی دارد، لیکن محدودهٔ اطلاعاتی که محقق نتیجه‌گیری خود را بر آن بنا می‌گذارد، ارتباط مستقیم با امکانات فنی که در اختیار دارد، خواهد داشت.

در طی دو دههٔ اخیر، پیشرفت زیادی در به‌کارگیری روشهای علمی، در شناسایی و درک دقیق‌تر و کامل‌تر گذشتهٔ بشر به دست آمده است و پیوسته نیز سرعت این پیشرفت بیشتر و بیشتر می‌شود. برداشتی که تا چند سال پیش از باستان‌شناسی وجود داشت، و آن را تنها درمحدودهٔ هنری و تاریخی قابل بحث می‌دانست ـ و هنوز هم گهگاه چنین نگاهی به این رشتهٔ بسیار مهم، حساس و ارزشمند وجود دارد ـ در برابر کسانی که به بازسازی زیست فرهنگی کاملتر جمعیتهای انسانی در گذشته می‌اندیشند، متحول شده است. بسیاری از صاحبنظران بر این باورند که باستان‌شناسی تنها به حفاری ترانشه‌های متعدد، و یا بررسی و گزارش سفال و غیره خلاصه نمی‌شود، بلکه در واقع باستان‌شناس، وظیفه‌ای را که یک مردم‌شناس برای گروههای گوناگون بشر در عصر حاضر به عهده دارد، برای مردمان گذشته انجام می‌دهد. گرچه نیاز به استفاده از تخصصهای گوناگون در حفاریهای باستان‌شناسی پیوسته افزون می‌شود، لیکن محقق باستان‌شناس نیز باید بر تمامی عملکردهای این تخصصها اشراف داشته باشد. در این رهگذر شاخه‌های گوناگون علوم، به کمک باستان‌شناسی و حفاظت و نگهداری آثار تاریخی و فرهنگی می‌آیند. بدیهی است که عملکرد این شاخه از علوم نیز همانند سایر شاخه‌ها، نیاز به پژوهشهایی پیوسته و همسان با تغییرات و تحولات و توسعهٔ علوم محض و کاربردی دارد، که اساساً باید در مراکز و مؤسسات پژوهشی ذیربط انجام شود، تا دستیابی کاملتر و دقیق‌تر به داده‌های مربوط به گذشتهٔ فعالیت بشر امکان یابد. در این راستا، به طور خلاصه، زمینه‌های تحقیق را می‌توان چنین تقسیم بندی کرد:

سالیابی آثار تاریخی و فرهنگی؛
اقلیم‌شناسی؛
زیست‌شناسی انسان در گذشته؛
رادیوگرافی و میکروسکوپی؛
مطالعهٔ اشیاء تاریخی و فرهنگی؛
مطالعات آماری؛
بررسی روشهای حفاظت،

درمـــان، مـــرمت و بـازسازی آثـار تاریخی فرهنگی.

سالیابی آثار تاریخی: پیش‌بینی برای آینده

تـعیین قـدمت آثـار تـاریخی، پـیوسته مـورد تـوجه بـوده و نـقش عمده و تعیین کننده‌ای در تـجزیه و تحلیل تاریخ فرهنگ و هـنر داشـته است. در چـــند دهـــهٔ گـذشته، شیوه‌های علمی گوناگـونی در ایـن زمینه پیشنهاد شده، بخش عمده‌ای از این روشها ثمربخش بوده است و با پیشروی به سوی آینده، روشهای جدیدتری نیز مورد بررسی و تحقیق قرار خواهد گرفت. به طور خلاصه، روشهای سالیابی نمونه‌های قدیمی که به کار گرفته می‌شوند عبارتند از:

روش پتاسیم ـ آرگون؛
روش رادیو کربن؛
روش دوایر درخت؛
روش فیژن ترک؛
روش بـررسی تـغییر و تـحول حیات در دورانهای زمین‌شناسی؛
فلزشناسی رادیومتریک؛
روش مطـالعهٔ تحقیقـات اشیـاء دست‌ساختهٔ انسان؛
تجزیهٔ ازت و فلوئور؛
روش ترمولومینسانس؛
آرکئومانیتیسم؛
تجزیهٔ عناصر کم مقدار فلزات؛
تجزیهٔ گرده‌ها؛
ابسیدیان؛
تـــجزیهٔ چـینه‌بندی و ســنگ نگاری.

بخش عمده‌ای از این روشهـای سالیابی نسبی‌انـد و دقت آنهـا نـیز بستگی مستقیم به مـحدودهٔ زمـانی مـــورد ســنجش دارد. بـیشتر ایـن شیوه‌های سالیابی، برای دوران پیش از تاریخ به کار گرفته می‌شوند.

روش پتـاسیم - آرگـون، بـرای سنجش قدمت پانصد هزار تا بـیش ازیک میلیون سال.

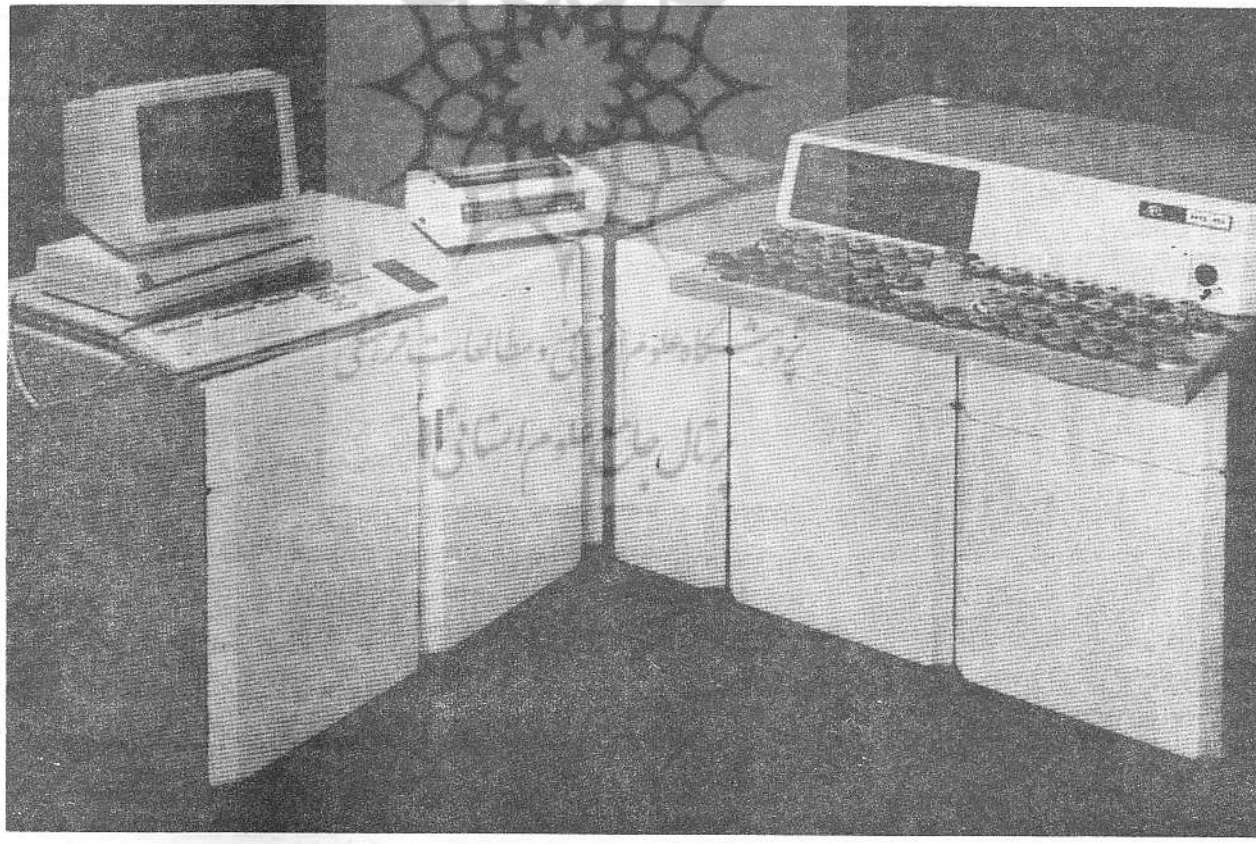
روش کربن ۱۴ از حدود هزار تا پنج هزار سال.

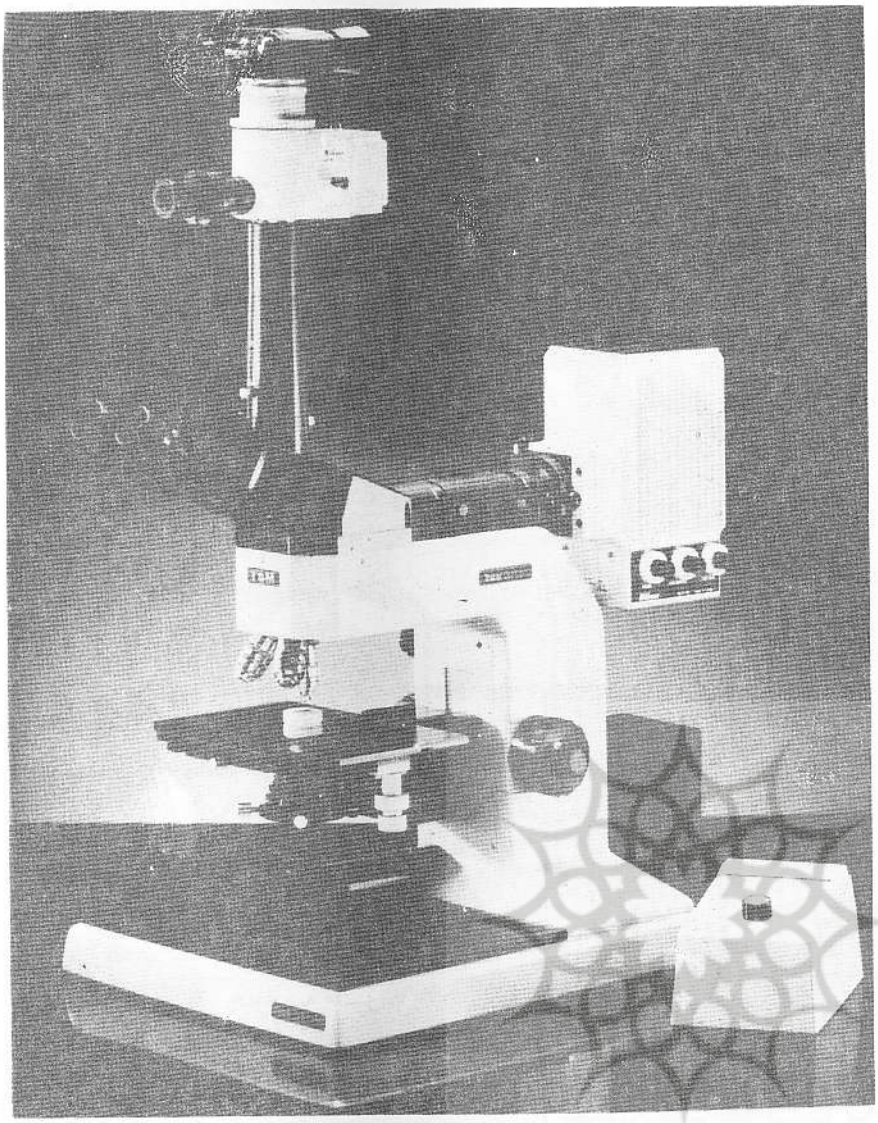
روش دوایر درخت تا حدود سه هزار سال.

روش فیژن‌ترک از بیست تا بیش از چندین میلیون سال.

روش بـررسی تـغییر و تـحول حیات در دورانهای زمین‌شناسی، از

دستگاه XRF (برای تجزیهٔ عنصری نمونه‌های فلزی و غیره)





میکروسکوپ نوری با نرم‌افزار مخصوص
مشاهدهٔ تصاویر به صورت سه‌بعدی

حدود ده هزار سال تا بیش از یک میلیون سال.

روش فلزشناسی رادیومتریک، از حدود چهار هزار سال تا بیش از یک میلیون سال.

روش مطالعهٔ تغییرات در اشیاء دست‌ساختهٔ انسان، از صفر تا چندین میلیون سال.

روش تجزیهٔ ازت و فلوئور، از حدود هشتصد تا بیش از یک میلیون سال.

روش ترمولومینسانس از حدود پانصد تا حدود ده هزار سال.

روش تجزیهٔ گرده‌ها، از حدود هزار تا پانصد هزار سال.

روش ابسیدیان، از حدود هزار تا پنجاه هزار سال.

روش لایه‌شناسی و سنگ‌نگاری از صفر تا بیش از چند میلیون سال.

آزمایشگاه تحقیقاتی مرکزی در شرایط فعلی دارای سیستم کربن ۱۴ است و برای تهیهٔ سیستم ترمولومینسانس نیز اقدام خود را آغاز کرده است.

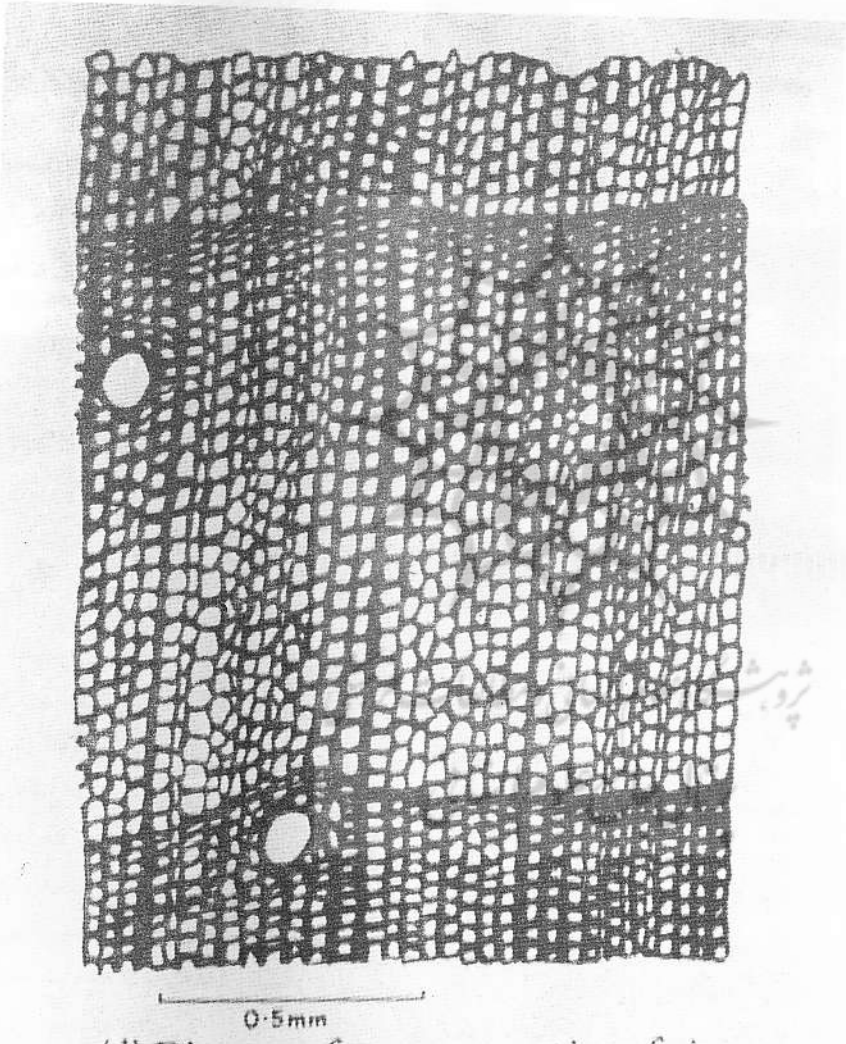
روش رادیو کربن

تاکنون هیچ یک از روشها، به اندازهٔ روش سالیابی کربن ۱۴، آگاهی ما را نسبت به محدودهٔ زمانی گذشته نیفزوده است. کاربرد جهانی و درجهٔ نسبتاً بالای دقت روش کربن ۱۴، در مورد نمونه‌هایی که قدمت آنها شناخته شده است، موجب

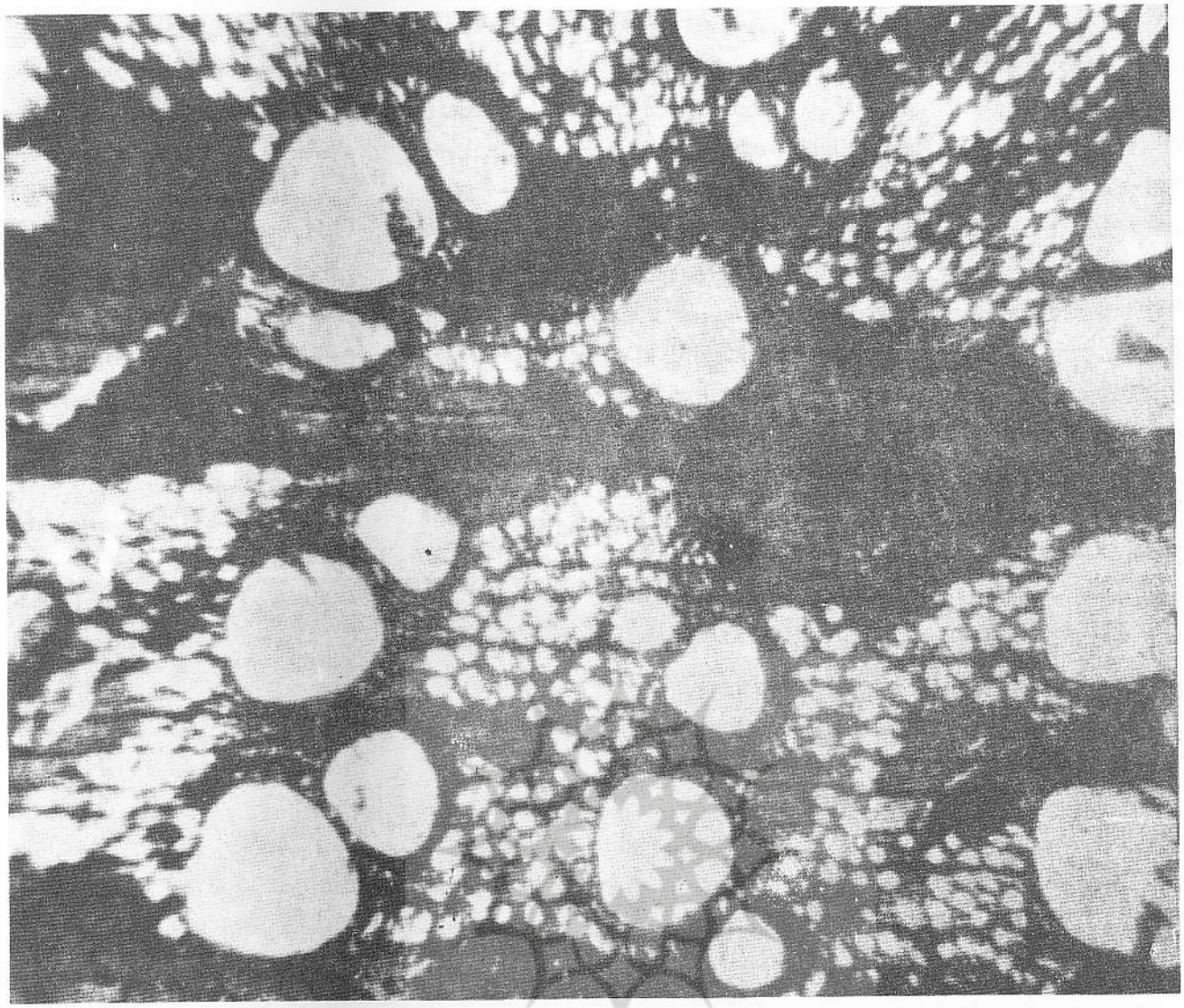
می‌شود تا این روش، همچنان در محدودهٔ زمان سنجی ویژه‌اش، بهترین شیوهٔ سالیابی باشد. اندازه‌گیری کربن ۱۴ در جو، به طور نظری، نخستین بار توسط پروفسور لیبی (Libby) انجام گرفت. در سال ۱۹۶۰، پرفسور لیبی به خاطر به‌کارگیری و معرفی ارزشهای این روش جایزهٔ نوبل شیمی را به خود اختصاص داد.

رادیو عنصر طبیعی کربن ۱۴، یکی از ایزوتوپهای کربن ۱۲ است، که به طور مداوم در اثر برهم‌کنش نوترونهای تشعشعات کیهانی با اتمهای ازت موجود در جو زمین، تولید می‌شود. کربن ۱۴ دارای نیمه‌عمر تقریبی پنج هزار و هفتصد سال است و در هر تلاشی یک ذرهٔ بتا با انرژی ۱۵۶ KEV تابش می‌کند. اتمهای کربن ۱۴ تولید شده در جو زمین، اکسیده و به گاز کربنیک تبدیل می‌شود، که پس از مخلوط شدن با گاز کربنیک جو، به طور یکنواخت در اطراف کرهٔ زمین پخش می‌شود. گاز کربنیک، از طریق فرایند فتوسنتز، توسط گیاهان جذب، و به طور طبیعی وارد بدن کلیهٔ جانوران و موجودات زنده‌ای که به طور مستقیم یا غیرمستقیم با نباتات در ارتباطند می‌شود. حیات دریایی نیز تحت تأثیر قرار می‌گیرد، چرا که گاز کربنیک جو، در تعادل تبادلی با اقیانوسهاست، که به نوبهٔ خود با گازکربنیک جو به تعادل می‌رسد. در مقایسه با نیمه عمر کربن ۱۴، این تعادلها در مدت زمان زودتری حاصل می‌شود، با خارج شدن مادهٔ زنده از چرخهٔ حیات، جذب یا تبادل بیشتر رادیو کربن قطع و کربن اکتیو موجود، شروع به تلاشی می‌کند. با فرض ثابت بودن اکتیویتهٔ ویژهٔ مادهٔ زنده در طی هزاران سال، میزان اکتیویتهٔ ویژهٔ مادهٔ زندهٔ باستانی به هنگام مرگ با مقدار اکتیویتهٔ ویژه در مادهٔ آلی زمان حال، برابر است. در این صورت اگر بتوان میزان اکتیویتهٔ چنین نمونهٔ

ساختار میکروسکوپی مقطع چوب کاج.



(d) Diagram of transverse section of pine (*Pinus cembra*) showing tracheid, rays, and resin-canals.



ساختار میکروسکوپی مقطع چوب بلوط

باستانی را اندازه‌گیری، و با میزان اکتیویتهٔ موجود در یک نمونهٔ عصر حاضر مقایسه کرد، با آگاهی از نیمه‌عمر کربن ۱۴، می‌توان مدت زمانی را که از تعادل تبادلی ایزوتوپیک نمونهٔ باستانی با ذخیرهٔ کربن گذشته است، با استفاده از معادلهٔ زیر محاسبه کرد:

$$t=\frac{I}{\lambda}\mathrm{Log}_e\frac{I_0}{I}$$

در این معادله، t مدت زمانی که از مرگ موجود زنده سپری شده است، λ ضریب ثابت تلاشی رادیو کربن، I_0 اکتیویتهٔ نمونهٔ باستانی، و I اکتیویتهٔ نمونهٔ عصر حاضر است.

***

سیستم آشکارساز و شمارشگر کربن ۱۴ موجود در آزمایشگاه تحقیقاتی مرکزی سازمان میراث فرهنگی کشور از قسمتهای زیر تشکیل شده است:

۱ـ کورهٔ مخصوص، برای سوزاندن مادهٔ ارگانیک و جمع آوری CO_2 حاصل از آن؛

۲ـ دستگاه کامل برای انجام چرخهٔ شیمیایی کربن به بنزن؛

۳ـ دستگاه تهیهٔ آب صفر (آب عاری از تریتیوم)؛

۴ـ دستگاه شمارشگر سینتیلاتور مایع، همراه با کامپیوتر و تله‌ویدئو.

دستگاه تهیهٔ آب صفر (Zero Water) از نمونه‌های کمیاب موجود در کشور است. از این دستگاه برای تهیهٔ آبی که عاری از رادیوایزوتوپ

3H باشد استفاده می‌شود. برای این منظور گاز پروپان (گازی که از اعماق زمین استخراج شده و عاری از تریتیوم است) را با اکسیژن می‌سوزانند.

$$C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$$

این آب، که به طور مصنوعی تولید می‌شود، در انجام شمارشهای زمینه و همچنین تبدیل کربور لیتیوم به استیلن مورد استفاده قرار می‌گیرد.

مادهٔ اساسی برای سنتز بنزن، دی‌اکسیدکربن است. ابتدا مادهٔ ارگانیک، همراه با جریان اکسیژن می‌سوزد و گاز CO_2 به دست آمده در یک محلول قلیایی وارد می‌شود. رسوب کربنات به دست آمده را در دستگاه سنتز بنزن، ابتدا با اسید مخلوط کرده و CO_2 بازیافت شده را تحت فشار کنترل شده وارد لیتیوم مذاب می‌کنیم تا کربور لیتیوم به دست آید. از مخلوط کردن آب صفر با کربور لیتیوم، استیلن به دست می‌آید که به نوبهٔ خود در مجاورت کاتالیزور و دما به بنزن تبدیل می‌شود.

در آخرین مرحله، اکتیویتهٔ بنزن به دست آمده را، با افزایش سینتیلاتور مایع شمارش کرده، محاسبات مربوط به سالیابی نمونه را انجام می‌دهیم.

روش ترمولومینسانس

روش سالیابی سفالهای باستانی، که آزمایشگاه تحقیقاتی مرکزی سازمان به آن نیز مجهز خواهد شد، روشی بسیار مهم در شناسایی میراث فرهنگی است، چرا که سفال، یکی از منابع اطلاعاتی ارزشمند برای باستانشناسان است. شاید یکی از مشارکتهای مؤثر و تعیین کنندهٔ متخصصین شیمی - فیزیک در شناسایی بهتر میراث فرهنگی، توسعهٔ روشی برای تعیین قدمت اینگونه نمونه‌ها باشد.

موادی که سفال از آن ساخته شده است، همانند بسیاری از مواد کانی دیگر، دارای خاصیت ذخیره‌سازی انرژی به کمک حبس الکترونهاست. هنگامی که چنین نمونه‌ای حرارت داده می‌شود، انرژی ذخیره شده آزاد و نوری مرئی ساطع می‌شود، این پدیده را ترمولومینسانس می‌نامند.

از این پدیده، محققین زیادی برای سالیابی نمونه‌های سنگ استفاده کرده‌اند.

سفالها و سرامیکها مقادیر مشخصی - حدود چند قسمت در میلیون — ناخالصی‌های رادیواکتیو، نظیر اورانیوم و توریوم دارند. این مواد رادیواکتیو، بسته به مقدار آنها در نمونه، ذرات آلفا ساطع می‌کنند. هنگامی که یک ذرهٔ آلفا جذب مواد کانی سفال، که ناخالصی مادهٔ رادیواکتیو را احاطه کرده است، می‌شود، اتمهای مادهٔ کانی را یونیزه خواهد کرد. با یونیزه شدن این اتمها، الکترونها از پیوند محکم طبیعی خود به هستهٔ اتمها آزاد می‌شوند و بعد درحالت نیمه‌پایدار پرانرژی‌تری باقی می‌مانند؛ در نتیجه انرژی ذخیره می‌شود. این الکترونها در درجهٔ حرارت عادی، دراین حالتهای نیمه‌پایدار یا دامها قرار می‌گیرند. اگر در زمانی خاص نمونه تحت تأثیر زیادی قرار گیرد، مثلاً به هنگامی که ظرف سفالی در کوره پخته می‌شود، الکترونهای محبوس شده آزاد و نور ساطع می‌شود.

از هنگامی که سفال پخته شده است، یعنی زمانی که تمامی دامها تخلیه شده‌اند، تا زمان حاضر، با جذب ذرات آلفا توسط ماده، فرایند پر شدن دامها انجام شده است. هر چه این زمان بیشتر باشد، پرشدگی دامها بیشتر و در نتیجه ترمولومینسانس شدیدتر خواهد بود. بنا بر این، برای سالیابی یک نمونهٔ سفال این سنجشها باید انجام شود:

الف - اندازه‌گیری نور ساطع، به هنگام حرارت دیدن نمونه؛

ب - اندازه‌گیری میزان اکتیویتهٔ آلفای نمونه؛

ج - اندازه‌گیری میزان حساسیت نمونه به تولید ترمولومینسانس، به کمک تشعشعات مصنوعی مشخص حاصل از یک منبع رادیواکتیو.

باترکیب این نتایج، می‌توان یا سن مطلق (مدت زمانی که از پختن سفال گذشته است) و یا با مقایسهٔ نتایج حاصل با نتایج به دست آمده، در مورد سفالهائی که سن آنها معلوم است، تاریخ نمونه را یافت.

اقلیم شناسی

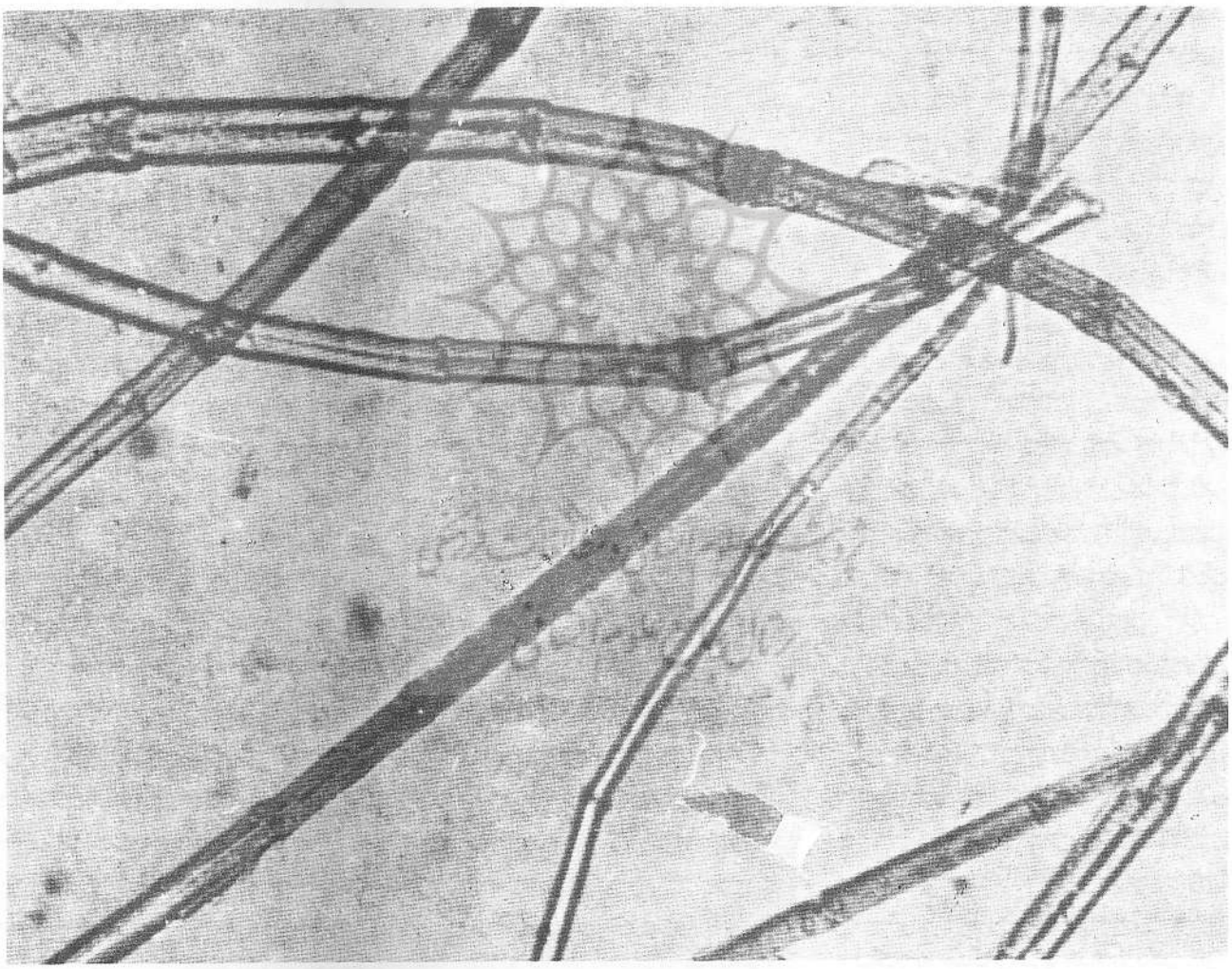
شکی نیست که جمعیتهای انسانی، با دنیای اطراف خود ارتباط مستقیم دارند و در واقع بخشی از

یک اکوسیستم به شمار می‌آیند. الگوهای اکولوژیکی گیاهان و جانوران خوراکی، بر شکار و گردآوری مایحتاج بشر مؤثرند. گروههای کشاورزی بستگی بسیار زیاد به حاصلخیزی خاک محل دارند دارند. همهٔ این عوامل به نوبهٔ خود به محدودهٔ وسیع آب و هوا و نوساناتی که ممکن است سالانه یا در مدت زمان طولانی‌تری در آن رخ دهد متکی‌اند. این همبستگی متغیر، که در آب و هوا و تاریخ طبیعی جهان وجود دارد، مبانی تاریخگذاری گوناگونی را به وجود می‌آورد که حائز اهمیت است. به عنوان مثال، می‌توان روش آنالیز گرده‌ها، که هنوز هم برای سالیابی ذخائر مربوط به عهد پلئیستوسن وسطی عملکرد دارد، و بررسی موجودات زنده را نام‌برد.

در این مورد زمینهٔ پژوهشی بسیار گسترده‌ای پیش روی ماست که مطالعات خاک‌شناسی (لایه‌بندی و محیط پیرامون، رسوبات غاری)، گیاه‌شناسی (آنالیز گرده‌ها، چوب و ذغال در باستان‌شناسی، سالیابی به کمک دوایر درخت)، جانورشناسی (تاریخ اهلی کردن حیوانات، خاستگاه حیوانات)، باقیماندهٔ پرندگان و جانوران در باستان‌شناسی و ... از آن جمله‌اند.

رادیوگرافی و میکروسکوپی

با کشف اشعهٔ ایکس در سال ۱۸۹۵ توسط ویلهلم رنتگن، روش بسیار مؤثر و مهمی در مطالعهٔ آثار تاریخی به وجود آمد. از آن زمان تا کنون، این اشعه کاربردهای وسیعی در رشته‌های گوناگون داشته است.



ساختار میکروسکوپی الیاف پارچه.

از آن جمله می‌توان رادیوگرافی در پزشکی، روشهای دقیق آنالیز شیمیایی و عنصری در علم شیمی و شیمی فیزیک و کاربرد آنها در صنایع گوناگون را نام برد. با آنکه این تکنیک، در شناسایی میراث فرهنگی و نمونه‌های باستان‌شناسی، اثر تعیین کننده‌ای دارد، هنوز هم توانایی‌های گستردهٔ آن در این محدوده به کار گرفته نشده است.

یکی از کاربردهای مهم اشعهٔ ایکس در شناسایی میراث فرهنگی، شناخت جزئیات اشیاء پیدا شده در حفاریهای باستان‌شناسی است، به ویژه اشیائی که به مرور زمان یا به دلیل فعل و انفعالات شیمیائی، ترکیباتی رویشان را پوشانده است. اشیاء فلزی (آهن و برنز) را با استفاده از این روش می‌توان مورد بررسی قرار داد. روش غیرتخریبی اسپکترومتری اشعهٔ ایکس فلورسانس، در آنالیز نمونه‌های قدیمی، به ویژه فلزات و سرامیک، کاربرد وسیعی یافته است. در این روش چند میلی‌متر را به عنوان سطح نمونه، مورد آزمایش قرار می‌دهند. بنابراین به راحتی می‌توان نمونهٔ فلزات و سفالهای قدیم را با این شیوه آنالیز کرد. برای شناسایی سریع و دقیق ترکیبات اصلی و عمدهٔ یک شیء کشف شده از حفاری، می‌توان از روش دیفراکتومتر اشعهٔ ایکس سود جست. با عبور اشعهٔ ایکس از درون نمونهٔ بسیار کمی از شیء که پودر شده، نظم انکساری خاصی ایجاد و ثبت می‌شود، که غالباً با بررسی آن انکسارات می‌توان ترکیب نمونه را یافت. مزیت روش استفاده از نمونهٔ پودری در روش اشعهٔ ایکس، برای اشیاء موزه‌ای، این است که روشی غیر تخریبی است و نمونهٔ مورد نیاز چند دهم میلی‌گرم بیشتر نیست. از این نمونه می‌توان برای آزمایشهای دیگر نیز استفاده کرد.

یکی دیگر از زمینه‌های مطالعاتی در خصوص ویژگیهای ساختاری اشیاء و نمونه‌های تاریخی، مطالعات میکروسکوپی است. با بررسی نمونه‌های استخوان در زیر میکروسکوپهای مخصوص، می‌توان اطلاعات گرانبهایی را کسب کرد. مثلاً در فرایند فسیل شدن، ترکیبات تشکیل دهندهٔ استخوان دچار تغییرات زیر می‌شوند:

الف ــ از بین رفتن تدریجی ساختارهای آلی، اوستئولیت و اوستئین؛

ب ـ جایگزینی این مواد توسط موادی که آب زمینی حمل و به استخوان می‌رساند؛

ج ـ جانشینی عناصر شیمیایی متشکلهٔ شبکهٔ کریستالی آپاتیت.

همهٔ این تغییرات را می‌توان به کمک بررسیهای میکروسکوپی پیگیری کرد.

مطالعهٔ میکروسکوپی پوست، چرم و کاغذ پوست نیز، اطلاعات زیادی در مورد پیشینهٔ حیوانات اهلی در اختیار محققین قرار می‌دهد. در حفاریهای باستان‌شناسی، پوست و مو نسبت به استخوان کمتر یافت می‌شوند، زیرا این نمونه مواد، به همراه بافته‌های حاصل از آنها در محیط مرطوب و خاک قلیایی، به سرعت از بین می‌روند؛ اما در محیطهای خشک، تقریباً سالم باقی می‌مانند. برای مشخص کردن حیوانی که پوست یافت شده متعلق به آن است، به طور عمده از موهای باقیمانده در سطح زمین استفاده می‌کرده‌اند.

برای تشخیص چرم از ویژگیهای ساختاری سطح پوست نیز، که در گونه‌های مختلف جانوران متفاوت است، کمک گرفته می‌شود؛ با تحقیقات چند دههٔ گذشته، امکان آگاهی یافتن در این خصوص به کمک مطالعات میکروسکوپی معلوم گردیده است. امکان سالیابی تقریبی نمونهٔ چرم یا کاغذ پوست، با استفاده از دمای جمع شدگی الیاف کولاگن ماده نیز وجود دارد. اساساً هر چه نمونهٔ چرم قدیم تر باشد، درجهٔ حرارت جمع شدگی آن کمتر است.

اشیاء فلزی تاریخی نیز، به طور عمده از مخلوط دو یا چند فلز ساخته شده‌اند. اساساً فلز صد در صد خالص وجود ندارد، زیرا به هر تقدیر در یک فلز تقریباً خالص نیز، عناصر دیگر وجود دارند. به جز فلزاتی که به صورت چکشی، تقریباً خالص، در طبیعت یافت می‌شوند (آهن، مس و طلا) تمامی اشیاء فلزی، در حالت مذاب شکل گرفته‌اند؛ البته آهن یا فولاد نیز از این قاعده مستثنی هستند. در این حالت همهٔ فلزات، به استثنای سرب، به هر نسبتی با یکدیگر مخلوط می‌شوند؛ لیکن به هنگام سرد شدن یکی از

حالات زیر ممکن است رخ دهد:

حالت اول ـ فلزات، که در شرایط مذاب به صورت محلول در هم شده‌اند، هنگام انجماد نیز، به همان صورت باقی می‌مانند و نوعی «محلول جامد» به وجود می‌آید.

حالت دوم ـ ممکن است فلزات، کما بیش از یکدیگر جدا شده، یوتکتیک حاصل شود. در این وضع هر دو فلز به طور همزمان جامد شده، خواص مکانیکی جزء حاصله، مخلوطی از خواص دو فلز است.

حالت سوم ـ ممکن است فلزات به طور شیمیایی با یکدیگر ترکیب شوند.

خواص مکانیکی و ساختار میکروسکوپی آلیاژ مورد مطالعه، ارتباط مستقیم با نوع تشکلهای فوق دارد. با آماده کردن نمونهٔ فلزی برای مطالعات میکروسکوپی و انجام آزمایشها و بررسیهای متالوگرافی، می‌توان علاوه بر تشخیص فازهای تشکیل دهندهٔ آلیاژ، روش ساخت شیء رانیز معلوم کرد.

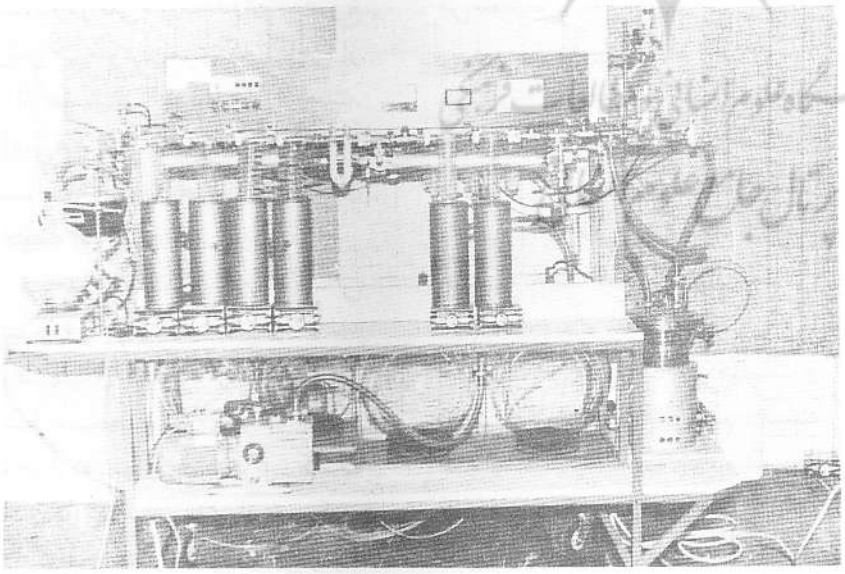
با استفاده از میکروسکوپ الکترونی جوینده یا SEM، در مطالعهٔ نمونه‌های باستانشناسی، به تازگی اثرات و نتایج فوق‌العاده مفیدی حاصل شده است. در این روش، با استفاده از الکترونها، می‌توان نمونه‌های باستانی را که معمولاً امکان مطالعهٔ آنها با سایر میکروسکوپهای الکترونی امکانپذیر نیست، بررسی کرد. این میکروسکوپ، سطوحی را که ناهمواری، یا ویژگیهای دیگر آنها باعث می‌شود تا بررسی نمونه در درشت‌نماییهای ریاد با میکروسکوپهای دیگر ممکن نباشد، به طور دقیق نشان می‌دهد.

* * *

مطالعهٔ اشیاء تاریخی

به طور اساسی، باید هر قطعه مدرک را که با فعالیت بشر در گذشته ارتباط دارد، شیئی تاریخی دانست. ابزارهای سنگی پیش از تاریخ، با جنگل‌نشینی و جنگل مرتبطند و یک تکه سفال نیز، اثری است که ممکن است نشانه‌ای از تغییر و تحول خاک، یا آنالیز گرده‌ها داشته باشد. شاید ارتباط بین جنبه‌های متنوع یک فعالیت خاص را بتوان در آنالیز اسپکتروگرافی مفرغها یافت، که بدون در نظر گرفتن ماهیت کلیهٔ مواد خام مصرفی (نظیر سنگهای معدنی، خاک رس، چوب یا ذغال) یا ویژگیهای کوره‌های ذوب، کارآیی بوته‌ها و مهارتهای فلزگری، به تنهایی معنای چندانی نخواهد داشت. در حقیقت ممکن است یک تکه سرباره یا تفالهٔ مذاب، اهمیتی بیش از یک خنجر داشته باشد. اشیاء تاریخی درصورتی که جدا از یکدیگر در نظر گرفته شوند، مشکلات عدیده‌ای را در تحقیقات علمی به وجود می‌آورند. موادی که به هنگام کار بر روی آنها، اساساً تغییری نمی‌کنند ـ مثل سنگ، چوب و استخوان ـ با در نظر گرفتن محیط طبیعی شناسایی و تشخیص داده می‌شوند؛ اما معمولاً برای ساختن یک شیء ابتدا تغییراتی در مادهٔ خام اولیه داده می‌شود و آماده سازی موادی که نهایتاً شیء تاریخی از آنها به وجود آمده، نیز موجب تغییرات بیشتری خواهد شد. هر چه پیچیدگی فرایند ساخت شیء بیشتر باشد تعداد متخصصینی که باید اثر را مورد مطالعه قرار دهند نیز افزونتر می‌شود؛ در عین حال، ضروری است بررسیهای مجزایی که توسط این محققین در بارهٔ روشهای تهیه و آماده‌سازی یک ماده

دستگاه سنتزبنزن.



انجام می‌شود، همراه و در ارتباط با هم در نظر گرفته شوند. حتی در موارد بسیار ساده مثل انتخاب و بافت پارچه از الیاف نیز در نظر داشتن جنبه‌های فوق مشکل نیست. در مورد سفال، با آنکه تنها یک تغییر نسبتاً سادهٔ یک ماده به کمک حرارت مطرح است، جنبه‌های متعددی وجود دارد که از جمله می‌توان ویژگیهای زمین‌ساختی، مشخصه‌های فنی چرخ سفالگری و اثرات شیمیایی پخت را نام برد. به همین ترتیب، ساخت، به‌کارگیری و خواص سفت شدن گچ و ملاط نیز باید به طور مجزا و در عین حال در کنار یکدیگر و در یک طرح کلی در نظر گرفته شوند.

روش و وسایل مورد نیاز متخصصین رشته‌های گوناگون طبیعتاً متفاوت است، اما نقاط مشترکی نیز دارند. میکروسکوپ وسیله‌ای است که معمولاً در مرحلهٔ اول به کار گرفته می‌شود. به کمک میکروسکوپ تعداد مواد مورد استفاده در شیء و محدودهٔ موضوع روشن می‌شود ـ امری که آگاهی از آن از همان ابتدا لازم است. بررسی‌های بعدی شیء قاعدتاً توسط متخصصین رشته‌های مختلف علوم انجام می‌گردد.

بعد از مطالعات مقدماتی میکروسکوپی و پیش از آنکه پژوهشهای کامل آزمایشگاهی توسط متخصصین مربوطه انجام شود، آزمایشهای غیرتخریبی کمک زیادی به شناسایی بهتر اثر می‌کند. رادیوگرافی اشعهٔ ایکس در این زمینه بسیار مفیداست.

رادیوگرافی اشعهٔ ایکس جزئیات ساختاری بسیاری از مواد را نشان می‌دهد، و بویژه در مورد اشیاء آهنی صادق است. البته با تمیز کردن یک شیء آهنی، شاید بتوان به جزئیات دسترسی یافت؛ اما این نکته را نیز باید در نظر داشت که قاعدتاً با هیچ‌یک از روشهای تمیز کردن و مرمت، نمی‌توان به سطح اصلی این گونه اشیاء رسید؛ در حالی که با رادیوگرافی و روشهای مشابه آن ـ استفاده از اشعهٔ ماوراء بنفش، مادون قرمز و ایکس ـ در مطالعهٔ نقاشیها می‌توان به سادگی، به سرعت و بدون آنکه مدرک یا مدارکی که ممکن است وجود آنها در آینده مفید باشد از بین برود، به اطلاعات گرانبهایی دست یافت.

ممکن است مواد متشکلهٔ این گونه اشیاء کاملاً تغییر شکل داده باشند، که در این صورت به دلیل تبادل شدید شیمیایی بین شیء و محیط، حفاظت از آن بسیار دشوار می‌شود.

بررسی دقیق اشیاء تاریخی با همکاری متخصصین علوم گوناگون امکان پذیر است. در حال حاضر، مشخص شده است که تنها به کمک بررسی و پژوهشهای آزمایشگاهی و علمی است که می‌توان تمامی اطلاعات پنهان شده در یک شیء را به دست آورد. هنگامی اهمیت و ارزش یک شیء را خواهیم دانست که اطلاعات کسب شده توسط محققین دیگر را نیز در اختیار داشته باشیم.

مطالعات سنگ‌شناسی، بررسی جنبه‌های فنی سفالگری، جستجوی ویژگیهای ساختاری و فنی فلزات، بررسی آنالیتیک شیشه‌ها، شناسایی الیاف گیاهی و حیوانی و عملکرد آنها در بافته‌ها، از جمله موارد پژوهشی است که کمک زیادی به شناسایی بهتر این آثار خواهد کرد.

حفاظت، مرمت و استحکام‌بخشی آثار تاریخی و فرهنگی

مواد تشکیل دهندهٔ آثار تاریخی، همانند دیگر مواد در طبیعت، به مرور زمان دچار تغییرات و تحولات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی می‌شوند. محیط، نقش مؤثری در فرایندهای فرسودگی و تخریب این آثار دارد. عوامل گوناگون محیطی، مثل رطوبت، دما، نور، آلودگی هوا، عوامل بیولوژیکی، عوامل طبیعی و جز آنها، اثر عمده‌ای در سرعت فرایندهای فرسودگی و فروپاشی دارند. کتب و نسخ خطی، شکننده، فرسوده و متلاشی می‌شوند؛ نقاشیها به تدریج استحکام اولیه را از دست داده، تغییر حالت می‌دهند؛ آثار فلزی دچار خوردگی شده، به تدریج از هم می‌پاشند؛ آثار چوبی دچار فرسودگیهای بیولوژیکی و شیمیایی شده، می‌پوسند؛ سنگها در اثر رطوبت، آلوده کننده‌های محیطی و تغییرات دما، ترک خورده، لایه لایه شده، از درون متلاشی می‌شوند و...

بخشی از این تغییر حالتها، به دلیل حساسیت مواد تشکیل دهندهٔ اشیاء در گذر زمان است، و بخشی

دیگر، که اهمیتی بسزا دارد، به چگونگی نگهداری این‌گونه آثار مربوط است. برای نگهداری از آثار تاریخی و فرهنگی، باید فرایندهای گوناگون فرسودگی دقیقاً مورد مطالعهٔ آزمایشگاهی قرار گیرد، تا با کسب اطلاعات مورد نیاز، اقدامات لازم در خصوص درمان، مرمت، بازسازی، استحکام‌بخشی و بازبرپایی آثار به منظور نگهداری دراز مدت از آنها انجام شود. خوردگی اشیاء فلزی، بسته به نوع عناصر تشکیل دهندهٔ فلز و خاکی که در آن مدفون بوده است، متفاوت است، و به همین خاطر روش بیماری‌زدایی و تثبیت این آثار یکسان نیست. استحکام بخشی آثار سنگی و مصالح ساختمانی، بستگی مستقیم به نوع ماده و محیطی که در آن قرار گرفته دارد، و باید پذیرفت که بدون انجام بررسیهای همه‌جانبه در مورد شیء، انجام عملیات آزمایشگاهی و کارگاهی، به نحوی که اثر درازمدت داشته باشد، مشکل خواهد بود. از این رو برای مرمت و حفاظت آثار تاریخی - فرهنگی، رعایت این موارد را باید ضروری دانست: تشخیص (آسیب‌شناسی فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی، و تهیهٔ مدارک تصویری)، مطالعات و بررسیهای ساختارشناسی، درمان، پیش‌استحکام‌بخشی، مرمت، بازسازی، استحکام‌بخشی، مراقبت و نگهداری.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی