علم الآثار ... ملتقى كل العلوم

أ.د. عزت زكى حامد قادوس
أستاذ الآثار اليونانية والرومانية
كلية الآداب – جامعة الإسكندرية

العلاقة بين علم الآثار والعلوم الأخرى

تقوم العلاقة بين علم الآثار والعلوم الأخرى وبخاصة الجغرافيا والجيولوجيا وعلوم أخرى علي أساس الأخذ والعطاء، بمعني ما يمكن أن يستفيد به علم الآثار منها وما يمكن أن يقدمه لها.

وتعريف علم الآثار هو دراسة الآثار التي تركها أو خلفها الإنسان في كل مكان عاش فيه، يروي من خلالها ثقافاته وديانات وحرفه وأنشطته المختلفة، ويظهر من خلالها كيفية ومدي تفاعله مع بيئته المحلية، وعلاقاته بمن حوله من أقوام أخري. يكتب ويسجل علي الجدران –سواء كانت جدران معابد أو حوائط كهوف– حياته وقناعاته وأنشطته بلغته التي يتحدث بها وبكتاباته التي يتصل من خلالها بغيره، سواء كانت تلك الكتابات بأحرف رمزية تصويرية تنقل المعني الذي يريده أو بأحرف رمزية صوتية تنقل أيضا المعني الذي يريده.

ويشيد المعابد والتماثيل التي توضح مفاهيمه التي تتعلق بالقوي الخفية التي تؤثر فيه ويستشعرها ولا يراها ولكنه يدرك أثارها ويعاني منها، ويعتقد أن برضاها عنه يسعد وبغضبها عليه يشقي ويعاني فيتقرب إليها بصور وأساليب من العبادة ويترك المعابد والمقابر والتماثيل وغيرها من المنشآت التي تشيد أيضا بقدراته ومستوي ما بلغ من معارف وعلوم وفنون. كل تلك

الأثار مصنوعة من مادة صخرية (حجرية) أو مسجلة علي مادة صخرية. ويتضح من فحص تلك المادة الصخرية أنه قد أختار صخورا دون آخري ليس فقط في النوع –نوع الصخر– بل في التركيب– بنية الصخر– أيضا. فقد يترك الصخور المحلية المجاورة له ويذهب بعيدا ليأتي بصخر يري أنه مناسبا للغرض الذي يريده.

والعلم الذي يدرس الصخور، أنواعها وخصائص كل نوع، وتركيبها وخصائص كل تركيب هو علم الجيولوجيا في نوعية: علم الصخور Petrology، وعلم الجيولوجيا التركيبية Strucural Geology. ويهتم علم الصخور بدراسة أنواع الصخور المكشوفة علي سطح الأرض وصفاتها الطبيعية وتركيبها الكيميائي والمعدني، والخصائص التي يكتسبها من هذا التركيب. فيقسم الصخور إلي مجموعات ثلاث: الصخور النارية، الصخور الرسوبية والصخور المتحوله. وتنقسم الصخور النارية حسب منطقة تكونها إلي صخور جوفية باطنية وصخور طفحية وصخور متداخله ولكل قسم صفاته الطبيعية التي تميزه عن الآخر. كما تنقسم الصخور النارية علي أساس تركيبها الكيميائي أو علي أساس تركيبها المعدني إلي أنواع، ولكل نوع خصائصه الفيزيائية من حيث اللون والصلابة والبريق والمكسر والشكل. وتنقسم الصخور الرسوبية حسب طريقة تكوينها إلي صخور فتاتية وصخور كيميائية وصخور عضوية، وتحت كل قسم أنواع ولكل نوع خصائصه الطبيعية. وتقسم الصخور المتحولة حسب طريقة وظروف التحول إلي سحنات أو هيئات صخرية، وتحت كل سحنة أنواع تختلف في خصائصها الطبيعية.

أما علم الجيولوجيا التركيبية فيهتم بدراسة بنية الصخر أي الهيئة أو الوضع الذي تتخذه الصخور في الطبيعة. وهناك البنية الأولية أي حجم

البللورات المعدنية وشكل ترتيبها بالنسبة للصخور النارية أو حجم وترتيب المفتتات أو البللورات الملحية في الصخور الرسوبية، وكذلك بالنسبة للصخور المتحولة. وهناك البنية الثانوية ويقصد بها الشقوق والفواصل والإنكسارات والألتواءات التي تصيب الصخر بعد تكونه.

ويدرس علم الجيومورفولوجيا Geomorphology وهو فرع من فروع الجغرافيا الطبيعية تأثر الصخور أيا كان نوعها بالظروف الجوية فيما يعرف بعمليات التجوية Weathering ويصنفها إلي عمليات تجوية ميكانيكية تؤدي إلي تشقق وتفتت وتقشر الصخر، وإلي عمليات تجوية كيميائية تؤدي إلي أكسدة أو كربنة أو هدرجة أو تمؤ المعادن المكونة للصخر. والتجوية الميكانيكية دائما مضعفة للصخر، بينما التجوية الكيميائية فقد تضعف الصخر أو تضفي عليه قوة ومقاومة تبعا لطبيعة التفاعل الكيميائي بين مركبات المعادن المكونة للصخر، لذلك كله يجب علي دارس الآثار الإلمام بتلك الجوانب المعرفية من الجيولوجيا والجيومورفولوجيا.

فلكي يكون الصخر صالحا للأغراض الأثرية- البناء أو النحت-يجب أن يتصف بصلابته وقدرته علي مقاومة الظروف الجوية. فالحجر الرملي والحجر الجيري صخور صلبه مقاومه لظروف البيئة المناخية التي تتصف بالجفاف والارتفاع في درجة الحرارة، وهي صخور ضعيفة في الظروف المناخية الرطبه، إذ يتأثر الحجر الرملي في الظروف الرطبه بعمليات إزالة المادة اللاحمه بين حبيبات الرمل. كما أن الحجر الجيري يتأثر بالظروف الرطبة فيتفاعل مع مياه الأمطار وهي حمضية لدرجة ما حيث تتفاعل مع أكاسيد الكربون في الغلاف الجوي فتتحول إلي حامض كربونيك مخفف يتفاعل مع كربونات الكالسيوم المكونة للحجر الجيري فتتحول إلي بيكربونات الكالسيوم لها قابلية عاليه في الذوبان في الماء. لذلك تستخدم الصخور الرملية

والأحجار الجيرية في بناء المعابد وفي تشكيل التماثيل في المناطق الجافة. ونقارن مثلا التماثيل وجدران المعابد وبواباتها المصنوعة من الحجر الجيري في مصر ونظيرتها في اليونان، أو حتي تلك الموجودة في الإسكندرية والموجودة في الوجه القبلي.

وهناك أحجار (صخور) متحوله تصنع منها الأثار مثل الرخام وهو صخر متحول من الحجر الجيري أو الأردواز وهو متحول من الطفل أو الكوارتزيت وهو متحول من الحجر الرملي أو الألباستر وهو ناتج عن تحول منخفض الدرجة للحجر الجيري. هذه الصخور مقاومة وقوية أمام الظروف الجوية الرطبة بينما هي ضعيفة أمام ظروف الجفاف والحرارة المرتفعة. فارتفاع درجات الحرارة نهاراً وانخفاضها ليلاً يؤدي إلي تمدد وانكماش المعادن المكونة للصخر، وبتوالي هذا التمدد والانكماش تتشقق تلك الصخور وتنغلق وتتقشر.

فالصخر التي يتصف بالقوة في ظل ظروف جوية معينة يكون هو نفسه ضعيفا أمام ظروف جوية أخري. لذلك يلاحظ أن معظم التماثيل اليونانية والرومانية مادتها من الرخام وهو صخر مقاوم للرطوبة أي الأمطار التي تميز مناخات اليونان وإيطاليا. وعلي الرغم من وجود الرخام وبكميات كبيرة في الصحراء الشرقية التي جابها المصري القديم شمالاً وجنوباً، شرقاً وغرباً، بل وجوده علي مقربة من الطريق الذي سلكه للوصول إلي مناجم الذهب بالبرامية إلا أن المصري القديم لم يستخدمه إلا قليلاً لمعرفته الأكيدة بخصائصه واستعمل بدلاً منه الأحجار الجيرية. ومثال آخر علي العلاقة بين علم الصخور والآثار نلاحظه في طبقات الطباشير البيضاء الجميلة الملفتة للانتباه، إلا أن هذا الصخر يتميز بضعفه أمام أدوات الكتابة وأمام أزميل النحات فهو يتكون من أصداف كائنات بحرية دقيقة تعرف بالفورامنيفرا.

أما الصخور النارية الجوفية التي تتميز بصلابتها وألوانها الجميلة خاصة الجرانيت الأحمر أو الجرانيت الرمادي أو الديوريت الأخضر فهي صخور تشكل مادة أثرية خام يستطيع أن يتناولها المثّال ويشكل منها أثراً جميلا. وكذلك صخر البازلت الناري الطفحي ذي اللون الرمادي الداكن أو البازلت الأمجدليتي صخور قوية هي الأخري. والجرانيت بصفة عامة قوي ومقاوم للظروف المناخية ولا يتأثر بها، أما في الظروف الحارة الجافة فهو ضعيف، فهو يتكون من خليط من بللورات معادن الكوارتز والفلسبار - الأحمر أو الرمادي- والميكا. وهذه البللورات المعدنية تتأثر بارتفاع درجات الحرارة وانخفاضها فتتمدد وتنكمش، ولأن تلك البللورات ذات ألوان مختلفة، حيث الكوارتز أبيض أو شفاف والميكا سوداء والفلسبار إما أن يكون أورنوكلاز فهو أحمر أو بلاجيوكلاز فهو رمادي، وأختلاف اللون يؤدي إلي اختلاف امتصاص الحرارة ومن ثم معامل التمدد لكل بللورة فلكل بللورة درجة تمددها وإنكماشها التي تختلف عن الأخرى، ويؤدي توالي هذا التمدد والانكماش بدرجات مختلفة إلي انفراط-انفصال- البللورات المعدنية للصخر عن بعضها البعض فيتأثر بها الأثر علي المدي الطويل نسبيا. ولذلك لجأ المصري القديم إلي نوع من الجرانيت ناعم البللورات أي حجم البللورات صغيرة يعرف بصخر الفلسيت صنع منه مادته الأثرية. أما الصخور اللينة الأخري مثل الطفل أو الصلصال- صخور رسوبية- أوالريوليت- صخر ناري طفحي- فهي صخور ضعيفة لا تصلح.

أما الجيولوجيا التركيبية فهو العلم الذي يدرس التراكيب الأولية والتراكيب الثانوية للصخور كما ذكرنا من قبل. وفي دراسة البنية الصخرية الأولية نعرف أن التركيب البللوري الناعم يقدم مادة خام أثرية مقاومة للظروف الجوية، وكذلك الصخور الرسوبية الفتاتية من نوع الحجر الجيري

إذا كان نسيج حبيباته ناعما أي أن الحبيبات الفتاتية المكونة للصخر ذات حجم صغير فالحجر الرملي يكون قوياً. وليست العبرة فقط بحجم الحبيبات الفتاتية المكونة للصخر بل أيضا درجة تجانس الحبيبات في احجامها فالحبيبات الرملية المكونة للحجر الرملي أو الحبيبات المكونة للحجر الجيري الأوليتي إذا كانت درجة تجانسها عاليه تعطي للصخر صفة الحجر الأرنيني والأحجار الأرنيتية بصفة عامة مقاومة وقوية أما الظروف الجوية.

وتلعب الشقوق والفواصل سواء كانت شقوقا رأسيه أو مائلة أو أفقية دوراً هاماً في إضعاف الصخور، فالصخر المتصف بها يكون صخراً ضعيفاً مهما كان نوعه. إذ يزداد الشق اتساعاً وعمقاً وطولاً بمرور الزمن فتنهار الكتله الصخرية المصنوع منها الآثر. كما يلعب التركيب الطبقي ودوراً هاماً في إضفاء صفة القوة أو الضعف للصخر، فالصخور ذات التركيب الطبقي الشرائحي أوالطبيقات الرقيقة لا تصلح كي تكون مادة خام أثرية.

وتدرس جغرافية التضاريس حركات القشرة الأرضية السريعة منها كالزلازل والبراكين والبطيئة كالحركات الرأسية والأفقية التي تنعكس علي شكل طغيان أو أنحسار بحري في المناطق الساحلية. والزلازل عبارة عن كسر في القشرة الأرضية ينجم عنه حركات إزاحة أفقية أو رأسية أي تتحرك الصخور علي جانبي الكسر متباعدة عن بعضها. إما في الاتجاه الأفقي أو في الاتجاه الرأسي أو في الاتجاهين معاً. وينتج عن تلك الأزاحة موجات اهتزازية تعرف بالموجات الزلزالية التي تهز وترج أجزاء من القشرة الأرضية وتصل إلي أماكن بعيدة عن مكان الكسر تبعا للعمق الذي حدث فيه الكسر عن سطح الأرض. فكلما كانت البؤرة الزلزالية عميقة زادت مساحة الدائرة المتأثرة بالهزات الزلزالية. وهناك مناطق وأقاليم زلزالية معروفة في توزيع الزلازل في القشرة الأرضية عددها ١٢ أقليم زلزالي. أحد تلك الأقاليم

هو أقليم البلقان وحوض البحر المتوسط الشرقي، ويمتد هذا الأقليم في جزر بحر إيجه وجزيرة كريت واليونان وشبه جزيرة البلقـــان وجنـــوب البحـــر المتوسط في مصر وليبيا. وتقع البؤرة الزلزالية الباطنية في هذا الأقليم علي عمق ١٠٠ كيلو متر من سطح الأرض، لذا فإن المساحة التي تتأثر به واسعة. ودراسة توزيع أقاليم الزلزال وشدة الزلالز لكل أقليم يساعد في اختيار مكان إقامة الأثر وطبيعته. والأقليم الزلزالي الذي أشرنا إليـــه يتضـــمن النطـــاق الشمالي من مصر وهو يدخل ضمن القوس السوري وهوالحافة الجنوبية لهذا الأقليم الذي يمتد حتي جبل قطراني شمال الفيوم. ويلاحظ أن الآثار البـــارزة في تلك المنطقة من شمال الوادي تتميز بأنها أبنية أو منشئات تراكمية وهي الأهرامات أيا كان حجمها، فهي بناء يتراكم فيه الأحجار فوق بعضها البعض بنظام معين علي قاعدة واسعة ولها قمة محدودة الاتساع. ومثل تلك المنشئات لا تتأثر كثيرا بالزلالزل ولاتنهار فالقاعدة الواسعة تحمـــل أثقـــالاً وأحجامـــاً يصغر وزنها وحجمها بالارتفاع، وعند حدوث الهزة الزلزالية لانهيار الهرم حيث تتوزع الموجات المؤثرة علي قاعدة واسعة كما أن المبني نفسه ليســـت به فراغات إلا محدودة للغاية إذا ما قورنت بحجمه، وكل ما تؤثر به الهـــزة الزلزالية هو في القشرة أو الكسوة الخارجية فتنهار. بينما الأثار في جنـــوب الوادي ليست علي هذا الشكل فلم يكن القائمون علي تشييد الأثر مضـــطرين لإقامته علي تلك الشاكلة التراكمية فالمنطقة بعيده عن أقـــاليم الـــزلازل. وإذا كانت هناك أهرامات صغيرة مثل هرم الكوله والهرم الأبيض في غرب نجع الجنان وغرب قرية البصيلية بحري خارج نطاق السهل الفيضي المـــزروع فهي بمجرد تشبهاً بالأهرامات الضخمة في الشمال، حتي أن الذي أقامها لـــم يعتن باتباع نفس الأسلوب البنائي ولم يوظفها في الغرض الذي مـــن أجلـــه شيدت الأهرامات في الشمال. وعلي العكس من ذلك نلاحظ ضخامة المعابـــد ذات الأفنية المتسعة- فراغات- والأعمدة الضخمة والمسلات فـــي جنـــوب

الوادي البعيد عن الأقليم الزلزالي والتي كان يمكن أن تنهار إذا ما شيدت في شمال الوادي، ومثال علي ذلك معبد الكرنك- معبد الأقصر- معبد إدفو- معبد فيله.

وقد ظهر في الوقت الحاضر قناة إتصال أخري بين علم الأثار والجغرافيا الطبيعية متمثلة في أحدي فروعها وهو جغرافية البحار والمحيطات، بعد ان بزغ فرع حديث في علم الأثار هو علم الأثار الغارقة أو المغمورة بمياه البحر. وتدرس جغرافية البحار والمحيطات الخصائص الطبيعية لمياه البحر مثل درجة الحرارة ودرجة الملوحة ودرجة الشفافية واللون والغازات الذائبة في مياه البحر. كما تدرس حركات المياه المتمثلة في الأمواج والتيارات البحرية الساحلية منها والبعيدة وتيارات المد والجزر. وايضا تضاريس قاع البحر والحركات الخاصة بمستوي سطح مياه البحر الإيوستاتيه والإيزوستاسية وكذلك الحياة العضوية في مياه البحار. وتفيد تلك المعارف علم الأثار في تحديد الظروف المناسبه للغوص إلي قاع البحر لإستكشاف الاثار الغارقة أو للقيام بالرحلات السياحية إلي تلك المتاحف الأثرية المغمورة. وأيضا دراسة أثر مياه البحر في المادة الأثرية وكيفية الحفاظ عليها من غوائل المياه البحرية المالحة.

ويتصل علم الأثار بالجغرافيا الماخية التي تدرس الظروف الجوية عن طريق قياس العناصر الجوية وحساب متوسطاتها ومعدلاتها مثل متوسطات درجات الحرارة ومعدلاتها وكمية الرطوبة في الهواء والرطوبة النسبية، وكمية الأمطار الساقطة ومتوسطاتها وصور التكاثف مثل الضباب والسحب والندي، واتجاهات الرياح وسرعتها والتبخر وكميته وغيرها من العناصر الجوية وحساب توزيعاتها الشهرية أو الفصلية أوالسنوية. وتتأثر المادة الأثرية بالظروف المناخية عن طريق تأثر مادتها الخام الحجرية كما

ذكرنا من قبل، وكذلك تأثر طلائها ونقوشها المرسومة فيتقشر الطلاء وتبهت الألوان وقد يزال بعضها وهكذا يتشوه الأثر. وهناك ظاهره مناخيـــة حديثـــة تؤثر بشده علي المواقع الأثرية المناخية للمســـطحات البحريـــة المفتوحـــة، فتتعرض تلك المواقع للفرقة وتصبح جزء من قاع البحر. هذه هي ظـــاهرة الأحتباس الحراري التي يعاني منها كوكبنا. إذ تعمل الغازات والإيروسولات الناجمة عن الأحتراق المتزايد للوقود الحفري (الفحم والنفط) علي زيادة كمية ثاني أكسيد الكربون وأكاسيد الكبريت والنيتروجين والهيدروكربون ومركبات الكلور والفلور في الجو. وتصنع تلك الغازات غلاله تحيط بالأرض وتمنـــع نفاذ الإشعاع الحراري إلي الفضاء الخارجي ويصبح ســـطح الأرض أشـــبه بالصوبة النباتية فيؤدي ذلك إلي ارتفاع معدل درجة الحرارة، كما تؤدي إلي تدمير طبقة الأوزون الذي يحمي الأرض من الأشعة الشمسية والأشة الكونية الضارة التي تسبب أيضا الارتفاع في درجة حرارة الغلاف الجوي. ويـــؤدي ذلك إلي إنصهار وذوبان الجليد المتراكم عند قطبي الأرض وانصراف مياهه إلي البحار والمحيطات المفتوحة مما يؤدي إلي ارتفاع مستوي سطح البحـــر وانغمار المناطق المتاخمة له وغرقها بما عليها من منشآت أثرية.

كما يتصل علم الآثار اتصالاً وثيقـــاً بعلـــوم المســـاحة والخـــرائط (الكارتوجرافيا) التي تدرس طرق قياس المسافات في المستويين الأفقـــي أن المسافات الأفقية والرأسي أي المناسيب. وأيضا طرق قيـــاس الزوايـــا فـــي المستويين الأفقي والرأسي، وطرق قياس الاتجاهات أي الانحرافـــات عـــن الشمال الجغرافي أو الشمال المغناطيسي أو الشمال الأحداثي. وكذلك طـــرق الرفع المساحي التي تتناسب مع مساحة المنطقة المراد رفعها والغرض مـــن الرفع، وهذه الطرق: طريقة المساحة بالقياسات الطولية- المساحة بالبوصله- المساحة باللوحة المستوية. وفي الوقت الحاضر ظهرت طرق حديثة تعرف

بالقياس الإلكتروني أو المساحة بـالأجهزة التـي تعتمـد علـي الموجـات الكهرومغناطيسية مثل أجهزة محطة الرصد المتكاملـة Total Station أو أجهزة الاستقبال الخاصة بنظام Global Positioning System (GPS) والتي يمكن أن تسجل أرصاد القياسات علي قـرص مـدمج CD أو علـي Floby Desk. ومن توقيع تلك القياسات علي لوحة ورقية مسـتوية يمكـن إنشاء خريطة للموقع الأثري الذي تم قياس المسافات والزوايا أو الاتجاهـات بين معالمه. كما يمكن أخراج خريطة رقمية بالأجهزة الحديثة حيـث تلقـم الحاسبات الآلية بالأرصاد الخاصة وعن طريق برامج خاصة مثـل بـرامج Auto Cak, Auto Cad, Arc Info, Arc Map يمكن إنشـاء الخريطـة وعرضها علي شاشة عرض الحاسب الآلي والاحتفـاظ بهـا واسـترجاعها لتصحيحها أو لتعديلها بناء علي ما استجد من معلومات واكتشافات أثرية في ذات الموقع. والخريطة الخاصة بالموقع الأثري خريطة مسـاحية تفصـيلية بمقياس رسم كبير ١: ١٠,٠٠٠ أو ١: ٥٠٠٠ أو حتـي ١: ١٠٠٠. ويـتم تجميع تلك اللوحات التفصيلية لإنشاء خريطة للمنطقة الأثرية بمقياس رسـم أصغر قد يكون ١: ٢٠,٠٠٠ أو ١: ٢٥,٠٠٠. بل أكثر من ذلك فإن علـوم المساحة والخرائط تقوم بإنشاء الخرائط لما تحت السطح عن طريـق أخـذ القياسات التحتية اللازمة وربطها بالخرائط التفصيلية السطحية. كمـا تقـوم بتحديد أنسب النقاط التي يتم فيها الحفر للوصول إلي الأثـار تحـت سـطح الأرض. وتقوم طرق المساحة البحرية والخرائط البحريـة برفـع وإنشـاء الخرائط للمناطق الأثرية الغارقة.

علم الآثار يطرق مجالات علمية جديدة

- التصوير الجوي: كان من أوائل الذين أدخلوا الصورالجوية في مجال المسوحات الأثرية البريطانية كروفورد (١٨٨٦-١٩٥٧) وقد اسهمت تلك الطريقة مساهمة رائعة في تحديد الأماكن الأثرية حيث تظهـر هذه الصور الكثير من المعالم الأثرية التي لا تشاهد إلا من ارتفاعات شاهقة ونعني بها الأماكن التي بها اشجار وزرع كثيف.
- المنهج الجغرافي: وقد أدخله سيريل فوكس Cyril Fox في دراسة الأثار حيث أشار إلي ضرورة أخذ الخلفية الجغرافية والعامل البيئي في الأعتبار عند دراسة المخلفات الحضارية.
- علم الأستراتوجرافي Stratography: وهو علم التعاقب الطبقـي وهـو أحد علوم الجيولوجيا حيث تساعد هذه الوسيلة علي رسم إطـار زمنـي يوضح تتابع الأحداث في الموقع الأثـري والتـي تـنعكس فـي شـكل معثورات، تتابعاً تعاقبياً يجمعها في إطار زمني (كرونولـوجي) حسـب تسلسلها.
- الكربون ١٤: وهو عبارة عن نظير مشع غير مستقر يتكون في طبقـات الجو العليا عند إصطدام الأشعة الكونية بالنايتروجين، هذا المكون الجديـد والذي يصبح جزءا من ثاني أكسيد الكربون يدخل إلي علـم النبـات ثـم الحيوان والإنسان ككائنات حية وتظل نسبته ثابتة في الكائن الحي طالمـا ظل علي قيد الحياة. إلا أن هذا النظير يظل يطلق أشعاعات بمعدل ثابـت تنقص من كميته، غير أن هذه الكيمة تظل ثابتة إذ أن ما يطرأ عليها مـن تفكك وتلاشي يعوض تلقائيا بما يتلقاه الجسم الحي، وعند توقف الحياة في الكائن الحي يتوقف هذا الإمداد ويستمر التلاشي دون تعـويض بـالطبع

وبالتالي يتناقص، وقد إتضح إن الكربون ١٤ يفقد كميته في الكائن الميت بعد كل (٥٧٣٠ ± ٤٠) سنة.

- حلقات الأشجار: تعتمد هذه الوسيلة علي الحقائق العلمية التي قدمها علم النبات ومنها أن الشجرة تنمي حلقة بجزعها كل عام حين يبدأ إفراز الخلايا مع بداية موسم النمو وينتهي بتشكيل هذه الخلية لحلقة من جزع الشجرة. وعلي ذلك يمكن تأريخ الأثار المصنوعة من الخشب بحساب حلقات الاشجار.

- البوتاسيوم أرجون: البوتاسيوم هو أحد مكونات قشرة الأرض حيث يتواجد تقريبا في كل المعادن. وتستند الوسيلة علي حقيقة أن الحمم البركانية ما أن تستقر وتأخذ درجة حراراتها في الهبوط إلا ويبدأ البوتاسيوم المتواجد فيها في التحول إلي أرجون وذلك عبر تلاشيه الأشعاعي البطئ للغاية بنصف عمر يبلغ ١,٣ بليون سنة. وبالتالي فإن تراكم الأرجون في الحجارة البركانية يعني المدة الزمنية التي إنقضت منذ أن خمد ذلك البركان وتحولت الحمم إلي حجارة. وهذه الوسيلة وسيلة جيوفيزيائية يعمل بها في مجال الجيولوجيا لتأريخ العصور الجيولوجية.

- التوهج الحراري:وهي وسيلة فيزيائية تقوم علي مبدأ أن المادة الأساسية التي يصنع منها الفخار وهي التربة تحوي بطبيعتها نظائر ومكونات لديها خاصية إمتصاص وتخزين الطاقة. وهذه الطاقة يمكن أن تحرر عند درجة حرارة عالية تتجاوز ٥٠٠ ° عندها تنبعث أشعة ضوئية تسمي بالتوهج الحراري يفقد بعدها الإناء كل مخزون تلك الطاقة. وحين يبرد الإناء الفخاري تأخذ هذه الأشعة في التجمع مرة أخري. وتعتمد كمية ما هو متراكم في هذا الأشعاع علي الزمن الذي

إنقضي منذ الحرق. وعليه نستطيع إعادة حرق أي إناء فخاري فـــي فرن يتجاوز درجة حرارته ٥٠٠ ° ونتحكم فيه لفحـــص الكـــم مـــن الطاقة المخزنة فيه والتي تراكمت منذ حرقه الأول، وبالتـــالي عبـــر عمليات إخصائية معينة- يمكن أن نحصي الزمن الذي إنقضـي منـــذ صنع ذلك الإناء.

- هناك طرق علمية أخري تستخدم في علم الآثار:

- قياس أشعة الشمس والتي تعطس تأريخا يصل إلي ٦٠٠ ألف سنة.
- الأحزمة الطينية والتي تعطي تأريخا يصل إلي ١٥٠٠٠ سنة.
- قياس الفلورين في العظام.
- تحاليل اليورانيوم المشع.
- طريقة النظير المشع للرصاص.
- طريقة الممانعة الكهربائيـــة Electrical Resistivity Method وهي تستعمل في التحري عن المياه الجوفية والمعـــادن ومعرفـــة الطبقات التي تحت سطح الأرض وهي أول جيوفيزيائية طبقت في مجال الكشف عن الآثار.
- الطريقة المغناطيسية Magnetic Method: وهي تعتمـــد علـــي قياس المجال المغناطيسي الأرضي وتوجيه موجـــات مغناطيســـية تستطيع التعرف علي ما قد يوجد من آثار تحت سطح الأرض من خلال جهاز يستخدم في المسح الأثري.

- أجهزة التوقيع المساحي GPS: وهي تكشف عن الآثار المغمورة تحت الماء من خلال جهاز استقبال يستقبل الإشارات الصادرة عن هذه الأثار ويحولها إلي معلومات.

علوم مساعدة لعلم الأثار

- علم التاريخ: وهوالعلم الذي يوفر لباحث الأثار معلومات تساعده علي تشخيص عمله أما بطريقة مباشرة او غير مباشرة لكنها تجعله يبدأ من نقطة معلومة.
- علم البيئة: وهو من العلوم التي توفر للباحث معلومات عن الظواهر البيئية لمكان عمله مما يساعد علي تفسير المادة الأثرية ونوعية الموقع الذي يعمل فيه.
- الطب البشري: ويساعد الطب البشري الباحث الأثري في تحديد الأمراض والأعمار ودراسة العظام وتحديد النوع وغير ذلك فيما يتعلق الإنسان القديم.
- علم الأجناس: وهو من العلوم التي توفر بعض المعلومات عن المستوطنين وأجناسهم البشرية ومدي وحدة الجنس في المستوطنة وتبيان أندماجه بأجناس أخري مهاجرة أو غازية وما يتصل بذلك من أمور.
- علم اللغات: وهو العلم الذي يبحث في اللغة من حيث تطورها وتفرعها إلي لغات أخري مما يوفر للباحث الأثري معلومات هامة عند دراسة المادة الأثرية المكتوبة كالنقوش واللوحات والعملات وغيرها.

- علم اللهجات: وهو من العلوم التي تبحث في اختلاف نطق الكلام من مكان لآخر داخل المجتمع الواحد ولذلك فهناك مجال للاستفادة منهـا في دراسة النقوش والمادة الأثرية المكتوبة.
- علم الاشتقاق: وهو العلم الذي يدرس أشتقاق مواد من مواد أخري.
- علم الأديان: Thoelogy وهو الذي يوضح أحداث العالم القديم مـن خلال الكتب السماوية كالتوراة والإنجيل والقرآن مما يضيف للباحث معلومات عن إناس وأقوام عاشوا في الأزمنة الغابرة.
- علم الحاسب الآلي: وهو العلم الذي يساعد علي تخزين المعلومـات واسترجاعها وإضافة معلومات أخري مما يساعد علي تكوين فكـرة كاملة من المواقع الأثرية وحفظها علي أسطوانات مدمجـة تسـهل عملية الاتصال بين المراكز البحثية المختلفة.
- علم الإحصاء: وهو العلم الذي يستخدم في حصر وتصـنيف المـادة الأثرية سواء كان هذا الإحصاء كمي أو نوي أو زخرفي أو زمني أو تقني.

علم الترميم

تجري عمليات الاهتمام بالمخلفات الأثريـة أو التـراث الحضـاري بصفة عامة علي محورين أساسيين الأول يبدأ بالدراسة والبحث إلي أن يصل إلي النشر والإعلام أما المحور الثاني فيتعلق بالعلاج والصيانة وهو ما هـو متعارف عليه بين العاملين في مجال الأثار بالترميم.

وفي النصف الثاني من القرن العشرين بدأت أساليب تطوير ومعالجة الأثار تحتل حيزاً كبيراً ومجالاً هاماً، فأصبح علم الترميم يستند من جهة إلي علوم الكيمياء والطبيعة والجيولوجيا والبيولوجيا والعمارة والهندسة وميكانيكا

الصخور وعلوم الأرض والمياه بالإضافة إلي الفنون وأصـــول وأساســيات الحرف. لهذا نجد أن التخصص في الترميم خاصة الآثار يكاد يزداد صعوبة عن التخصص الأكاديمي لدراسة الآثار.

وليس أدل علي ذلك من قول العالم البولندي المشهور في مجال علم الترميم "ماركوني": إن علي المرممين -إذا أرادوا التفوق- أن يتعلموا كيـف يتعاملون مع المشتغلين بالآثار والفنون من ناحية ومع المشـتغلين بـالعلوم الطبيعية من جهة أخري.

وبناء علي ما تقدم فإن أعمال الترميم ليست مجرد عمليات أصـلاح للآثار بل هي عمليات ذات طبيعة خاصة لها أصولها وتقاليـدها ومعاييرهـا ولابد أن تمارس من منطلق الخبرة الواسـعة والدرايـة الكاملـة بطبيعـة وخصائص النوعيات المختلفة من الأثار.

إذن فإنه من الطبيعي أن تتلائم وتتنوع أعمال الترميم حسب نوعيـة وخصائص الحالة المطلوب لها العلاج، من حيث ظروف تواجدها ومادتهـا وشكلها ومظهرها وسماتها الفنية.

لذا فإن نتائج البحث العلمي لابد أن ترتبط بـالنواحي التنفيذيـة وأن تكون وسيلة لاستحداث طرق وأساليب جديدة للترميم والتخـزين والعـرض المتحفي الأمر الذي يؤدي في النهاية إلي تزاوج العلوم والفنون والخبـرات والتكنولوجيا واليدوية.

وكما سبق واشرنا أنه علي الأثريين توثيق الصلة بينهم وبين أقرانهم العاملين بالعلوم الكيمائية والطبيعية والجيولوجيا والهندسية والبولوجية فأعمال الصيانة والترميم تقتضي أجراء الفحوص والدراسات العلمية التي تكشف عن مدي التلف الذي أصاب المباني الأثرية والتاريخية.

فعلي سبيل المثال لا الحصر لا يمكننا أن نغفل دور بعـض العلـوم الهامة لمساعدة علم الأثار مثل:

١- العلوم الكيمائية

أن إجراء التحاليل المختلفة للأملاح (الذائبة والغير ذائبة) وطبقـات الملاط المختلفة لا يمكن أن تتم بدون معاونة الكيمائيين الذين هم أولي الأمر في هذا الشأن فاستقراء النتائج ومعرفـة التركيـب الكيمـائي لايتنسـي إلا بمعاونتهم.

٢- العلوم الهندسية

في واقع الأمر فإن الأثر مهما بلغت عظمته وأهميته فإنه فـي أخـر الأمر لا يخرج عن كونه مبني يجب أن تدار عملية صيانته وترميمه تحـت اشراف مهندسين لهم خبرة وباع طويل في مجال البناء لمعرفة النسب وكيفية تدعيم المبني أو تحميل الأجزاء الآيله للسقوط مع عدم أغفـال دور الأثـري بحيث لا يحدث طمس أو تغير من الطرز المعمارية الأثرية وقياسا علي ذلك (الترميم الهندسي- الترميم الدقيق).

٣- العلوم الجيولوجية

إذا كانت طبيعة الحياة هي التغير وعدم الثبات فـإن ذلـك ينسـحب بدوره علي الأرض التي تخضع لعمليات مختلفة وتتابع للازمنة الجيولوجيـة مما يستلزم بطبيعة الحال تغير مكونات الأرض بالإضافة إلي تغير الشكل من حين الأرتفاع والأنخفاض. فبدون خبير في هذا المجال لا يمكن تفسير كثيـر من الأسئلة وإن كان أبسطها طبيعة الصخور والأحجـار ومـدي مسـاميتها ونفاذيتها.

٤- العلوم البيولوجية

إذ كان الموقع يفرض طبيعة التلف فإننا لا يمكن أغفال دور عوامل التلف المرتبطة بالنباتات والحيوانات والحشرات والكائنات الحية الدقيقة والأخيرة قد تؤدي بدورها إلي تنشيط التفاعلات الكيميائية بين أحجار البناء والوسط المحيط بها وهو التربة بالإضافة إلي تحلل الأحجار ومواد البناء بفعل الأحماض الأنزيمية التي تفرزها تلك الكائنات مما يؤدي إلي تفتت مواد النباء و ضياع تماسكها وصلابتها.

ولذلك يجب معاونة أهل التخصص لعلم المزارع الميكروبية ومعرفة طرق العلاج وكيفية الوقاية.

مراجع البحث

أولا: المراجع العربية:

١- أحمد أحمد مصـــطفي: ســـطح الأرض- دراســـة فـــي جغرافيـــة التضاريس. دار المعرفة الجامعية- الإسكندرية ٢٠٠٣.

٢- تيريل ج.د.: مبادئ علم الصخور- ترجمة محمـــد كمـــال العقـــاد وزملاؤه- المركز القومي للإعلام والتوثيق- القاهرة- بدون.

٣- هاول ويليانر وآخرون: علم الصخور- ترجمـــة ســـلامة طوســـون وزملاؤه- مجموعة الكتب والمراجع الأمريكية المترجمة- مؤسسة فرانكلين للطباعة والنشر- دار المعرفة، القاهرة- بدون.

٤- هيثر د.س.: الألواح التكتونية ونظمها التكتونية- تعريب وتعليـــق حسن أبو العنيين- الجمعية الجغرافية الكويتية- الكويت ١٩٨٨.

ثانيا: المراجع غير العربية:

1- Becker, H., (Hg.), Archäologische Prospektion: Luftbildarchäologie und Geophysik. Arbeitshefte des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege 59 (1996).

2- Brothwell, D. & Higgs, E. (eds.), "Science in Archaeology", (Thames and Hudson, London, 1963).

3- Brown, D., Principles and Practice in Modern Archaeology, (1975).

4- Daniel, G., Geschichte der Archäologie (1982).

5- Debenham, F., "Exercise in Cartography", (Blackie, 1937).

6- _____., "Map Making", (Blackie Son, London, 1955).

7- De Lact, S.J., "Archaeology and its problems", (1957).

8- Gerbach, E., Ausgrabung Heute, Darmstdt, (1989).

9- Gregory, K.J., "The changing Nature of physical Geography", Arnold, New York, 2000.

10- Gordus, A.A., "Neutron Activation. Analysis of archaeological Aritifacts", Phil. Trans. Roy. Soc. London. Vol. 269, (1970).

11- Gorenstein, S., "Introduction to Archaeology", (Basic Books, New York, 1965).

12- Gorsdorf, J., Magnetische Erkundung archaologischer Objekte, in: Zeitschrift Archäologie 16, 1982, 231ff.

13- Hamilton, "Notes on Archaeological Techniques" (London, 1957).

14- Hölscher, T., Klassische Archäologie Grundwissen, (2002).

15- Hrouda. B. (Hrsg.) Methoden der Archaologie (1978).

16- Mommsen, H., Archäometrie. Neue naturwissenschaftliche Methoden und Erfolge in der Archaologie (1986).

17- Rainey, F.G. & Ralph, E.K., "Archaeology and its New Technology", (Science, 153: 1966), pp.1484-1491.

18- Renfrew,C. -Bahn, P., Archaeology, Theories, Methods, and Practice (2000).

19- Riedere, J., Archäologie und Chemie-Einblicke in die Vergangenheit, 1987.

20- Rottländer, P.C.A., Einführung in die naturwissenschaftlichen Methoden der Archäologie. Archaeologica Venatoria 6, 1983.

21- Schnurbein, S.V., Ausgrabungen und archäologische Geländeerkundungen. In: Borbein, A.H.-Hölscher,. Zanker,. Hg.), Classische Archäologie. Eine Einführung (2000).

22- Smith, R.W.,"Computer helps Scholars recreate an Egyptian Temple", in (The National Geographia Magazine, Vol. 138, No. 5, Nov. 1970), pp. 634ff.

23- Strahler, A.N& others, "Physical Geography: Science and Systems of the Human Environment". John Wiley & Sons, New York, 2002.

24- Sverdrup, "An Introductim to the world's Oceans", McGraw-Hill Co., New York, 2000.