ResearchGate

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: https://www.researchgate.net/publication/334172123

دور التقنيات والعلوم التطبيقية في تطوير علم الآثار

Article · January 2018

CITATIONS
0

READS
7,546

1 author:

Jumaah Hariz
University of Baghdad
73 PUBLICATIONS **0** CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:

Project توضيح وعرض الأدلة عن وجود مفهوم الديمقراطية في الحضارات الشرقية القديمة، وبخاصة حضارة بلاد الرافدين. View project

Project European Higher Education Area and other relevant issues View project

All content following this page was uploaded by Jumaah Hariz on 06 November 2020.

The user has requested enhancement of the downloaded file.

دور التقنيات والعلوم التطبيقية
في تطوير علم الآثار

م.د. **جمعة حريز الطلبي**
جامعة بغداد – كلية الآداب
قسم الآثار

تمهيد :

لم يعد البحث الأثري عملاً عشوائياً في باطن الأرض، وإنما أصبح عملاً بالغ الدقة والتعقيد، يخضع لكثير من المقومات العلمية والعملية. ذلك إن أهم ما يسعى إلى تحقيقه عالم الآثار في عمله هو الكشف عن مخلفات الماضي بأفضل الأساليب العلمية وأحدثها. لذا كان علم الآثار مثل كل علم دائب الإستفادة مما تقدمه التكنولوجيا الجديدة من وسائل علمية، لذا أبتكرت أجهزة آلية عديدة على مر السنين صارت ذات نفع كبير للعمل الأثري الميداني، إذ إنها تقلل من النفقات والجهد وتقتصر الزمن أيضاً.

فقد أدرك علماء الآثار منذ أمد بعيد أنه من أجل تحقيق أهدافهم لابد أن يتساوق علم الآثار مع مجموعة من العلوم المتجانسة؛ اجتماعية وطبيعية ليتمكن من وضع حلول للمشاكل التي قد تعترض نشاطاته، ولا يستطيع حلها وحده. لذا إتجه علماء الآثار مؤخراً إلى العلم الحديث ليساعدهم ويسهل عملهم ويوفر جهدهم ووقتهم ومالهم، وقد حدث هذا الإتجاه منذ القرن الماضي عندما وجه العلم بحوثه ودراساته إلى أمور غير محسوسة ولا سيما الموجات الكهرومغناطيسية والأشعة السينية والكونية وغيرها في محاولة دائبة للاستفادة التطبيقية منها، وقد توصل ولا شك إلى كثير من الانجازات في هذا الصدد.

ذلك أن التعاون بين علم الآثار والعلوم التطبيقية إنما ينطوي على مصلحة متبادلة ونفع عظيم لكل فروع العلم وأمر ضروري لتقدم البحوث العلمية في كل المجالات.

المقدمة :

في أوائل القرن التاسع عشر بدأ علم الآثار الحديث يأخذ شكلاً آخراً وأحدث إنقلاباً خطيراً في معرفة الإنسان بتأريخه وتطوره في اكتشاف حضارات ومدنيات قديمة سبقت حضارة اليونان والرومان بعشرات القرون وغيرت آراء مؤرخي الحضارات عن أصول التمدن البشري وجذوره، إذ كان الباحثون يحصرونها تقريباً في تراث الحضارة اليونانية [1].

لقد أسهم علم الآثار مساهمة فعالة في إحياء تواريخ أمم مجهولة وحضارات قديمة وتجارب إنسانية كبيرة مثل حضارات العراق ومصر والهند والصين وبعض جزر البحر الأبيض المتوسط وحضارات أمريكا اللاتينية، وغيرها من الأمم التي تركت ورائها مخلفات أثرية. هذه المرحلة من العمل الأثري وعلى الرغم من أنها البداية الحقيقية لعلم الآثار الحديث لكنها في

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الواقع كانت المرحلة الأسوء بالنسبة لبلاد الشرق الأدنى القديم لأنه تم فيها نهب أثار وكنوز كل من العراق ومصر ودون ترخيص من أهلها، وقد دمر من الآثار أثناء عمليات النهب والسرقة أكثر مما عثر عليه من آثار[2]. إذ كانت عمليات التنقيب عن الآثار عبارة عن عملية نبش وحفر كيفما أتفق لجمع اللقى والكنوز المطمورة في باطن الأرض وغيرها من الرموز التأريخية والفنية لحضارات الماضي دون الإلتفات إلى الدلائل الأثرية وما تنطوي عليه من تفسيرات علمية عن الماضي وأحواله[3].

ظهرت أساليب علمية في العمل الأثري مع مطلع القرن العشرين؛ منها الاهتمام بالتعاقب الطبقي (Stratigraphy)، وطرائق تقدير عمر الآثار، منها طريقة كاربون ١٤، كما أبتكرت أجهزة ووسائل تقنية حديثة استخدمها المنقب الآثاري في عملياته الميدانية وفي بحثه عن الماضي ودلائله المادية، فكانت له عوناً كبيراً في السنوات اللاحقة. وقد شهدت السنوات التي أعقبت الحرب العالمية الثانية، تعاوناً كبيراً بين الآثاريين وعلماء الطبيعة والرياضيات والذرة، مما فتح آفاقاً جديدة أمام البحث الأثري في مراحله الرئيسة الثلاث : المسح، والاستكشاف والتنقيب والتحري الميداني والتحليل والمعالجة المختبرية[4]. لقد أبتكرت أجهزة آلية عديدة على مر السنين صارت ذات نفع كبير للعمل الأثري الميداني، وساعدت في تقليل النفقات والجهد كما أنها اختصرت الزمن . إلا أن هذه الأجهزة ومهما بلغت درجة دقتها فانها لا تقوم وحدها بالحفر الواسع، بل تستخدم فقط لإجراء تنقيب إختباري سريع أو فحص كهربائي أو مغناطيسي لبقع معينة من الأرض أو الموقع الأثري المزمع فحصه أو إجراء دراسات استطلاعية فيه أو تحرٍ آثاري أولي قبل البدء باعمال التنقيب المنظم الواسع وذلك للتعرف على ما تبطنه تلك الاماكن من بقايا بنائية ولقى أثرية والتأكد من كل ذلك قبل القيام بوضع برنامج واسع للتنقيب في ذلك الموقع[5]. عموماً لجأ علماء الآثار ومنذ نشأة هذا العلم وانتشاره إلى كثير من العلوم الأخرى لتقدم لهم العون في فحص ودراسة ما خلفه الإنسان من حضارة مادية، أو ما تركه من كتابات ونقوش، وصولاً إلى كثير من الأهداف التي يسعى للوصول إليها.

العلوم التطبيقية :

لا نبالغ إذا ما قلنا إن للآثار علاقة بجميع العلوم التطبيقية أو العلوم البحتة مثل؛ الكيمياء والبيولوجيا والجيولوجيا والفيزياء والرياضيات والهندسة، خاصة المعمارية، والأنثروبولوجيا العضوية والطب البيطري ... وغيرها. إذ أخذ علم الآثار يعتمد كثيراً على مجموعة من العلوم الطبيعية والكيميائية والفيزيائية في معالجة المواد الأثرية وتحليلها، لمعرفة المكونات الأصلية لهذه المواد بعيداً عما يعلق بها من صدأ أو غيره نتيجة العوامل الجوية ونحوها، ولذلك لجأت غالبية المتاحف ومراكز البحوث الأثرية إلى استحداث المعامل

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

المتخصصة التي تقوم على علاج الآثار المختلفة وتقويتها وتحليل ما يلزم تحليله منها. فعلم الكيمياء على سبيل المثال يقوم بالتحاليل المختلفة لعينات أثرية مختلفة بهدف تحديد التركيب الكيميائي للمادة المصنوعة منها الأدوات والأواني الأثرية. كما أن طرائق التأريخ الحديثة لتحديد عمر الآثار تعتمد على البحوث الذرية والاشعاعية، وخير مثال على هذا استخدام كربون ١٤ المشع في تأريخ المواد الأثرية [6]. ومن خلال علم البيولوجيا يمكن التعرف على الأحوال البيئية والاقتصادية ، وربما يساعد علم الباليونتولوجيا في تحديد أنواع الأشجار والنباتات وكذلك الحيوانات. وتؤدي هذه المعرفة بعد ذلك إلى التعرف على البيئة القديمة التي عاشت بها المجموعات البشرية، لأن لكل نوع سواء نبات أم حيوان بيئته الخاصة التي يستطيع العيش بها. كذلك من الممكن التعرف على التحولات المناخية من خلال معرفتنا للأنواع النباتية خاصة حبوب الطلع (Palynology)[7].

كذلك فان تضافر جهود كل من علماء الجيولوجيا وعلماء الآثار في دراسة أنواع التربات الأرضية، ولا سيما الرملية منها وذات الحصى والصخور المتبلورة، مثل الصخور الطباشيرية أو الجيرية أو الأحجار الرملية، التي تتكون غالباً من مركبات تعطي صفات أثرية تحل في كثير من الحالات ألغازاً لدى المنقب في حقل الآثار، يعد أمراً حيوياً وضرورياً، لأنه يمد هذا وذاك بالخبرة اللازمة لفهم ما يقابل كلا منهما من عقد ومشكلات[8]. وهنا نشير إلى أن السيد بريدوود في مشروع جرمو في شمال العراق في خمسينات القرن الماضي استعان بفريق كبير ضم علماء المتحجرات وعلماء الأحياء والنباتات وعلوم تطبيقية أخرى أعطت للمشروع زخماً علمياً منقطع النظير، وكان هذا المشروع حافزاً لبعثات التنقيب في الشرق الأدنى للاستعانة بالعلوم التطبيقية[9]. كما حاول السيد روجر ماثيوس(R. Matthews) في مشروع مركز زاكروس الآثاري، وهو من المشاريع الحديثة التي جرت في شمال العراق بالتعاون بين جامعة ريدنك الإنجليزية ومديرية آثار محافظة السليمانية، الذي بدأ مع مطلع عام ٢٠١٢، الاستعانة بالعلوم التطبيقية في تتبع الأشكال العمارية وتطورها، وكيفية استغلال المساحات في القرى الأولى[10].

عموماً أسهمت العلوم التطبيقية في تقديم وسائل وتقنيات وأدوات علمية حديثة للكشف عن ما موجود تحت طبقات الأرض قبل بدء أعمال الحفر والتنقيب المكلفة، وكان على المنقب أن يختار من بين هذه الوسائل ما يناسبه طبقاً لطبيعة الموقع والإمكانيات المادية المتوفرة للمهمة الموكل بأدائها[11]. إن الاستعانة بالعلوم المساعدة ومنها العلوم التطبيقية تهيئ لعلم الآثار كثيراً من أسباب الوصول إلى نتائج علمية أثرية رصينة. إن التوصية النظرية بالتعاون بين العلوم المختلفة وعلم الآثار أمراً سهلاً وميسوراً، لكن تحقيق هذه التوصية وتطبيقها يعد في بعض الأحيان أمراً صعباً وعسيراً، وقد يؤتي هذا التعاون–

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

إذا ما أحسن استخدامه– ثماراً طيبة مشتركة، وقد لا يؤتي إذا ما أسيء هذا الاستخدام سوى العقم والتعطيل، لأن الأمرين كليهما ممكن لوجود بعض المعوقات التي تفرضها المصطلحات الفنية والتعبيرية الخاصة بكل ميدان من ميادين هذه العلوم، ولكن يبقى– مع هذه الصعوبات– ضرورة التسليم بأن امكانية التغلب عليها تظل قائمة إذا ما فهمت أسباب وجودها[12]. ويعد استخدام الوسائل التنبئوية في التنقيب والكشف عن الآثار، أي الكشف عما في باطن الأرض من ثروات وكنوز دون أن يقوم عالم الآثار بالحفر فيها، مثل التصوير الجوي والكشف عن الآثار بالأشعة، من الأشياء الحديثة لاستخدامات العلوم التطبيقية في الميدان الأثري[13] . إذن هناك العديد من العلوم المساعدة التي تستخدم في الكشف عن الآثار التي لا زالت محفوظة في باطن الأرض، إذ يركز علماء الآثار على الأماكن التي يمكن أن تدل الأجهزة العلمية على إمكانية وجود آثار فيها، وقد حدث هذا الإتجاه منذ القرن التاسع عشر عندما وجه العلم بحوثه ودراساته إلى الأمور غير المحسوسة ولا سيما الموجات الكهرومغناطيسية والاشعات السينية والكونية وغيرها في محاولات دائبة للاستفادة التطبيقية منها، وقد توصل ولا شك إلى كثير من الانجازات في هذا الصدد[14].

التقنيات والوسائل والأدوات العملية والعلمية في الكشف عن الحقل الأثري

استعان علم الآثار بمجموعة من العلوم المساعدة للكشف عن الآثار أوالكنوز المدفونة في باطن الأرض وفي أعماق المياه، واستخدم العلماء في هذا الإطار كثيراً من الوسائل والتقنيات العلمية والفيزيائية والكيميائية والجيولوجية ونحوها، وطوروا هذه الوسائل ولازالوا يطورونها لكي تصلح للتطبيق العلمي والعملي في ميدان الكشف الأثري.

أولاً– التصوير الجوي (Aerial photography)

يعد التصوير الجوي من أقدم وسائل الكشف عن المواقع الأثرية، وربما يبقى الأكثر أهمية من بينها في مجال البحث الأثري للكشف عن المواقع الجديدة . وقد أدى التصوير الجوي في مجال التنقيب عن الآثار إلى نتائج مذهلة، وكان أوائل من نادوا بذلك هو العالم الآثاري (فلندرز بتري) الذي حاول التغلب على عدم توفر طائرة بالنسبة له في ذلك الوقت إلى تثبيت آلة تصوير في طائرة ورقية تقوم بتصوير الموقع بلقطات عشوائية يقوم بدراستها، وعندما أصبحت الطائرات أكثر انتشاراً عدت من الوسائل الأساسية لمحاولة الكشف عن الآثار[15]. هذه الطريقة ذات فائدة كبيرة في تحديد المواقع الأثرية، فمن الجو يمكن أن نرى أشياء لا يمكن أن ندركها من الأرض، عندما تكون الحقول مغطاة بالأعشاب والنباتات، فالمعروف أن النباتات تنمو بكثافة أقل في الأماكن التي توجد فيها جدران مدفونة تحت أعماق قليلة، ويفترض أن الصور المأخوذة بواسطة الطائرة يمكنها أن تحدد إتجاه الجدران بشكل جيد، فمن خلال المسح الجوي، يمكن الكشف من الأعلى عن المخطط الكامل للموقع

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الذي لا يمكن ادراكه من الأرض[16]. وعلى الرغم من أن التصوير الجوي في بعض الحالات يكون جيداً ومتاحاً ويمكن استخدامه في العمل الأثري، لكنه ليس شائعا في العمل الأثري في العراق، لذا فإن الخيار المتاح أمام الآثاريين هو أن يقوموا بأنفسهم بعمل الصور الجوية، كما فعلت السيدة إليزابيث ستون في موقع ميشكن شابير ومواقع أخرى في جنوب العراق، وقد استخدمت تقنيات مختلفة في التصوير الجوي منها المناطيد. وتظهر الصور الجوية آثار الجدران الطينية وخاصة بعد الأمطار، إذ تظهر حدودها بوضوح ويمكن تمييزها من خلال هذه الصور[17].

عملياً من الممكن تحليل ودراسة الصور الجوية من أجل التعرف على المواقع الأثرية أو الحصول على معلومات أخرى مثل طبيعة سطح الأرض من خلال دلائل وظروف خاصة، مثل الجفاف الشديد، وقد تظهر الدلائل وتختفي سريعاً تبعاً لتغير الرياح أو اختلاف درجات الرطوبة وكذلك تباين اضاءة أشعة الشمس، وقد سميت باسم علامات الظل (Shadow Marks)، وللاستفادة من هذه الطريقة يفضل أن تتم عملية التصوير إما عند شروق الشمس أو غروبها حيث أن أشعة الشمس قبل وقت الغروب تعمل على استطالة الظلال مع اتساع عرضها، وتكون هذه الظلال واضحة في الصورة، ومن المعروف أن الكثير من المباني الأثرية دمرت نتيجة عوامل طبيعة مختلفة منها حرائق وزلازل حدثت عبر العصور، وبعد هذا قام الناس بحراثة الأرض واستخدام حجارة الجدران المهدمة مما أدى إلى قلة ارتفاعها. وعند تصوير هذه المنطقة عن طريق الجو فإن الظلال الطويلة على الصورة الجوية تدل على هذه الظواهر المعمارية [18] . ومن بين الدلائل الأخرى اختلاف نمو المحاصيل (Crop Marks)، ذلك أن اختلاف خصوبة التربة والتراكمات الموجودة تحتها، تؤثر بشكل كبير على كثافة ولون المزروعات في تلك المنطقة، فإذا ما زرع القمح (على سبيل المثال) في منطقة بها بئر أثري أو خنادق حفرت لسبب ما يؤدي هذا بدوره إلى خصوبة التربة مما يساعد على نمو المزروعات بشكل كثيف وطويل. أما إذا كانت المزروعات قد زرعت في تربة ضحلة رقيقة تكونت فوق طبقة صخرية أو شارع مبلط أو مبنى حجري. فإن هذه المزروعات تنمو بشكل متفرق وتكون قصيرة. وبناء عليه، فإننا نستطيع القول إن المحاصيل ذات النمو الكثيف واللون الداكن دليل على أنها زرعت في حفرة أو خندق أو فوهة قبر، أما القصيرة والفاتحة اللون فتكون قد زرعت في تربة تحتها حجارة أو صخور لا تساعدها على النمو. كذلك يتغير لون التربة نتيجة للعوامل الطبيعية والبشرية، وما يهمنا هنا تأثير تحلل المخلفات الإنسانية على لون تربة الموقع الذي سكنه الناس. وإذا ما مررنا بمنطقة ورأينا بقعاً على الأرض لونها داكن، فإن هذا مؤشر على أن السبب يعود إلى اختلاط البقايا الإنسانية بالتربة الطبيعية [19] .

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

عموماً مكنت هذه التقنية الآثاريين من فحص مناطق كبيرة كان من الصعب عليهم إجراء عمليات مسح عليها، بواسطة الطرق التقليدية في المسح، مثل طريقة المشي في أرجائها. فالتصوير الجوي يكشف عن سمات ومعالم آثارية غير واضحة في مستوى الأرض. وقدم التصوير بالأشعة فوق الحمراء بعد الحرب العالمية الثانية زيادة في قدرة التحسس عن بعد، فاستطاع الآثاريون فحص مقاطعات أكثر مما كانوا يفعلون عندما كانوا يمشون على أقدامهم، وعملوا كثيراً من الخرائط باستعمال التصوير الجوي لعلاقات مكانية مختلفة. وقد ساهم التصوير الجوي في العمل الأثري في دراسة وسبر أغوار المخلفات والمواقع الأثرية المنتشرة على مساحات كبيرة حيث تعجز العين البشرية عن الوصول إليه أو ادراك شموله [20]. كما أسهمت تقنية التصوير الجوي في إنتاج الخرائط الرقمية المتعددة الاغراض والمتنوعة المقاييس وذلك لما تتميز به من دقة وسرعة واقتصاديات تشغيل ممتازة مع توفير في الوقت والجهد[21] .

وقد تبنى السيد روبرت آدمز (R. Adams) في نهاية الخمسينات من القرن الماضي في مشروع حوض ديالى مناهج جديدة في عمله منها استخدام الصور الفضائية المأخوذة من القمر الصناعي (LANDSAT) لرسم خرائط لمجاري المياه والسدود القديمة المندرسة [22]. واستند السيد ويلكينسون (Wilkinson) في مشروع ري الجزيرة في شمال العراق في عمل خرائطه على التصوير الجوي وصور من القمر الأمريكي(LANDSAT)، بالاشتراك مع معلومات طبوغرافية عالية الدقة. كما استخدم تقنية كورونا (CORONA)، وهي أقدم تقنيات صور الستلايت، وكانت نافعة ومفيدة جداً حين عملت على ربط البقايا البشرية بالمشهد العام. وقد استخدمها ليس فقط لتحديد المواقع وإنما لفهم المواقع ضمن إطارها البيئي، وبشكل خاص الطرقات الوعرة التي تؤدي إلى خارج المواقع، وأحياناً فقط إلى الحقول، وفي أحيان أخرى تقود إلى مواقع في الجوار[22].

التصوير الجوي بواسطة الأشعة تحت الحمراء

للأشعة تحت الحمراء القدرة على النفاذ في الأجسام وقوة هذا النفاذ تتوقف على كثافة الجسم المراد بحثه واظهار ما بداخله، لذا يستخدم التصوير بواسطة الأشعة تحت الحمراء للكشف عن كل شيء مطمور تحت الأرض أو مطموس بحيث لا يمكن رؤيته بواسطة العين المجردة ولا تصويره بالوسائل والكاميرات العادية. وبذلك تعطي الأشعة تحت الحمراء تسجيلاً دقيقاً لحالة الأثر بكل تفاصيلها. لهذا استخدمت هذه الأشعة في مجال العمل الأثري للكشف عن بعض الطبقات المحتمل وجودها تحت الطبقة السطحية لأثر من الآثار والتي بها بقايا أثرية [23].

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

المسح بالرادار الجوي

يعمل الرادار الجوي في الحقل الأثري بالطريقة نفسها التي تعمل بها رادارات علماء الأرصاد والسفن والطائرات، فهو يرسل موجات قصيرة إلى الأرض ويسجل المعلومات المنعكسة عنها. وهو يعمل بشكل أكثر جودة في الأراضي الصلبة منها في الأراضي الرخوة، لذا فإنه يكون أكثر فائدة حين استخدامه في مواقع شمال العراق منها في جنوبه، فمثلاً يمكن استخدامه في فهم نظم قنوات الري في العواصم الآشورية. كما أنه يعكس المعلومات عبر المياه والأشياء الرطبة، مثل التربة الرطبة والنباتات الرطبة وغيرها. وهناك تنوع واسع في طول الموجات التي يمكن أن تستعمل، وتكون من ٧٥-١٠٠ سم. هذا الإختلاف في طول الموجات يقدم نتائج مختلفة،أساساً يمكن رؤية فقط الأشياء التي بطول الموجات المرسلة[24].

ثانياً- الطرائق الجيوفيزيائية (Geophysical Methods)

ليس هناك في الواقع تعريفاً مباشراً للجيوفيزياء الأثرية، ولكن يمكن القول أنها : فحص الخواص المادية للأرض باستعمال تقنيات المسح الأرضي غير التدميري لكشف المعالم الآثارية المدفونة في المواقع والمنطقة بشكل العام[25]. وتعتمد الطرق الجيوفيزيائية، التي يمكن لها مساعدة علماء الآثار، على استخدام نظريات علم الفيزياء في الكشف عن التركيبات الجيولوجية للقشرة الأرضية، والتعرف من ثم على ما في باطن هذه الأرض من كنوز سواء كانت أثرية أو غير أثرية[26]. ترتبط عمليات المسح الأثري باستخدام هذه التقنيات بشكل عام بالمناطق والمواقع الصغيرة نسبياً، ويلجأ إليها من أجل تحديد واختيار نقطة الشروع والمباشرة في الحفر، والهدف من استخدام هذه التقنيات هو تحديد الموقع المفترض حيث يوجد الأثر وخاصة البقايا البنائية أو القبور، فهي بهذا يمكن أن تحقق منطلق جيد للشروع في عمليات الحفر والتنقيب، وهي تعتمد على الأرض التي يراد الحفر والتنقيب فيها وشدة المقاومة فيها لهذه الأجهزة [27].

ثمة مناطق أدى تطورها الجيولوجي إلى دفن المواقع الأثرية على عمق كبير، كما هو الحال على سبيل المثال في مناطق المستنقعات أو المناطق التي تتراكم فيها بإنتظام كميات كبيرة من الرواسب والطمى، كما يحدث عند مصبات الأنهار، وهنا يجب اللجوء للطرائق الجيوفيزيائية والكهراطيسية التي تعد مهمة في مثل هذا المقام، فإذا ما عرفنا بشكل اعتيادي المنطقة المحتملة لوجود موقع أثري، فإنه سيكون من السهل جداً تطبيق الطرائق الأخيرة إذا لم نستطيع تحديد المنطقة الأثرية، مما سيؤدي إلى صعوبات كبيرة عند الاستخدام، عندما نقوم بمسح منطقة فيها من المواصات الجيولوجية، كما إننا سنصادف الكثير من المخلفات التي لن نستطيع إدراكها، ومن هنا فإن نتائجنا ستتحصل من الشاهد الأثري الذي سنتمكن من الحصول عليه وليس من اجمال الحقيقة الأثرية[28]. تعد مناهج

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

وتقنيات المسح الجيوفيزيائي جزءً من تقنيات التحسس عن بعد، وتتميز هذه المناهج بأنها ليست ذات آثار تدميرية في تحري واستكشاف المواقع الأثرية، وهي بهذا ذات فوائد واضحة على التنقيب وخاصة عندما تتعامل مع المصادر الأثرية المحدودة. بدء استعمال هذه التقنيات منذ عام ١٨٩٣م بتقنية بسيطة عرفت بـ (Pitt-River)، نسبة إلى العالم البريطاني بيت ريفير (Pitt-River)، الذي يعد واحد من أشهر العاملين في هذا المجال وهو أول من استخدم آلة لاستكشاف باطن الأرض. إلا أن أول استخدام لآلات تسجل معلومات جيوفيزيائية كان قد جرى تحت اشراف البروفسور(ريتشارد اتكنسون= R.Atkinson) في انگلترا عام ١٩٤٦م، في موقع دورشستر[29]. عموماً هناك طرائق جيوفيزيائية عدة تتبع من قبل بعض الآثاريين في أعمال المسح الأثري، من أبرزها :

١- المسح باستخدام طريقة قياس المقاومة الكهربائية.
٢- المسح باستخدام قياس القوة المغناطيسية .
٣- المسح باستخدام الرادار المخترق لطبقات الأرض.
٤- المسح الأرضي باستخدام تقنيات أخرى [30].

بشكل عام يلجأ بعض الآثاريين إلى الطريقتين الكهربائية والمغناطيسية، ليتسنى لهم الحسم في أية نقطة أو النقاط سيباشرون الحفر، والغاية من هذه المناهج، هو الكشف عن أبنية مدفونة ممكنة، يمكن أن تلبي مصلحة خاصة. وبذلك يستطيع الباحث الأثري أن يحسم قرار البدء بالحفر، حيث تقوم الأبنية التي تم التي تم كشفها في هذه العملية [31].

١- المسح بالموجات الكهربائية (Electric Surveying)

هي أول الطرق الجيوفيزيائية التي استخدمت في الكشف عن الآثار المدفونة في باطن الأرض منذ سنة ١٩٤٦. تقوم فكرة المسح الكهربائي على أساس أن كل أنواع التربة توصل التيار الكهربائي بشكل أو بآخر، والتربة لا تحيد عن ذلك نظراً لاحتوائها على أملاح ذائبة في الماء الذي يتخللها، فإذا وجد في هذا المكان آثار من مواد مغايرة لمادة التربة فإن المقاومة الكهربائية في هذا المكان تكون مختلفة، ويقوم الآثاريين بهذه الطريقة بإرسال تيار كهربائي إلى الأرض من خلال قطبين ثم يتم قياس الجهد عند السطح من خلال قطبين آخرين ويتم حساب قيمة المقاومة الكهربائية من خلال قانون أوم، وهو يعتمد على اكتشاف التباين في ما هو موجود تحت سطح الأرض وذلك على أساس اختلاف المقاومة، إذ أن الطبقات المختلفة تظهر تفاوتاً واضحاً في مقاومتها الكهربائية. وقد اتضح أن التيار الكهربائي على سبيل المثال يمر بصعوبة أكبر من خلال سور أو جدار، إذ أن أحجاره تتميز باحتفاظها بالرطوبة بدرجة أقل من التربة التي تحيط بها، وبالعكس فإن التيار الكهربائي يمر بسهولة داخل تجاويف التربة نظراً لأن التربة في التجويف تكون أكثر رطوبة

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

من الصخور[32]. تقسم منطقة العمل إلى شبكة من وحدات بقياس ٢٠×٣٠ م، تمتد طولياً بإتجاه من الشمال إلى الجنوب. وتستخدم في مسح هذا الإطار الشبكي ماكنة ذات قطب مزدوج، ويتم أخذ قراءة كل متر مربع مع تثبيت العينات خارج كل مربع ايضاً [33].

٢- المسح المغناطيسي (Magnetic Surveying)

بدأ تطبيق هذه الطريقة في مجال التنقيب عن الآثار في عام ١٩٥٨ في المملكة المتحدة، وتعد من أبسط الطرق التي يمكن بواسطتها الكشف عن الآثار ذات الاعماق البعيدة التي تصل إلى ما يقرب من ٦ م، وتكون نتائجها سريعة لذا فإنها من أفضل الطرائق التي يمكن استخدامها في الكشف عن الآثار المدفونة في باطن الأرض [34]. وهي تعتمد على قياس المجال المغناطيسي داخل التربة وعناصرها، فإذا كانت التربة متجانسة وتخلو من الآثار فإن قراءات الجهاز تكون بنفس الدرجة، اما إذا اختلفت القراءة فيعني هذا وجود مواد لها مجال مغناطيسي مختلف. ومن الجدير بالذكر أن الصخور المكونة لطبقات الأرض تكتسب هذا المجال المغناطيسي بناءً على قابليتها المغناطيسية التي تعتمد على نسب معادن الحديد الموجودة بها، ونظراً لأن المجال المغناطيسي الأرضي موجود وموزع بشدة مختلفة في الصخور المتنوعة بناء على التغير في نسبة معادن الحديد الموجودة بها، لذا فإنه يمكن باستخدام أجهزة (الماجنيوميتر) المختلفة إجراء القياسات المغناطيسية المطلوبة وتحديد أماكن الاختلاف المغناطيسي[35]. عموماً هناك عدة مواد تسرع مغناطيسية الحقل منها، المناطق المحروقة، الأشياء المعدنية، الصخور البركانية، أما المواد التي تبطيء الحقل المغناطيسي فأهمها الحجر الجيري، وهناك مواد يمكن وصفها بالحيادية مثل معظم أنواع الأتربة لأن كل جزء منها يكون بإتجاه مختلف [36].

وطريقة العمل تكون من خلال تقسيم المنطقة الأثرية المراد فحصها إلى مربعات يقاس المجال المغناطيسي فيها عند نقاط تقاطعهما، فإذا كانت النتائج عادية وغير مختلفة فإن هذا يعني أن الأرض المقاسة لا تشتمل على أية آثار، اما إذا كانت النتائج غير عادية وذات قراءات مختلفة، فإن وجود المجال المغناطيسي وأماكن امتداده يحدد، في معظم الأحيان، مكان الأثر وشكله العام [37]. ويجب الحذر عند القيام بعملية قياس المغناطيسية، لأنه لابد أن تكون جميع القياسات بعيدة عن أي مؤثرات خارجية مصنعة من الحديد مثل المباني المعمارية والأسوار المعدنية وخطوط الكهرباء. وأحسن ما يمكن أن يكشف عنه بواسطة الأجهزة المستخدمة بهذه الطريقة هي الجدران المبنية من اللبن والآجر، وكذلك المقابر الأثرية، والأفران، والخنادق، فضلاً عن بعض الأدوات المعدنية القديمة. بالمجمل يمكن قياس اضطراب شدة المغناطيسية بواسطة المقياس المغناطيسي، الذي يسمح بتمييز مغناطيسية الحقل الأرضي الحالي عن المغناطيسية الترددية [38].

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

٣- المسح بإستخدام الرادار المخترق لطبقات الأرض

١- الرادار GPR

دخلت أجهزة الرادار في الأعمال الأثرية منذ منتصف سبعينات القرن الماضي، وكانت هذه التقنية نافعة ومفيدة في ظل الظروف المثالية لأنها تكشف عن نطاق واسع من هيئات القبور (الدفن) وموادها، ويستخدم هذا الجهاز وبفعالية عالية في الكشف عن الهياكل الداخلية من المباني، كما أنه فعال في مراكز المدن، إذ يمكنه اختراق الاسفلت. ويكون نافعاً ايضاً عند العمل على بقايا المدافن والقبور القريبة من السطح [39]. كما يمكن الاستفادة من أجهزة الرادار الأرضي عند تعين مشكلة موجودات السطح الثانوي الخالية مثل الأنابيب، والروابي والقبور التي تعود إلى عصور ما قبل التاريخ. وقد شاع استعمالها في السنوات الأخيرة وأصبحت في المتناول وقلت كلفتها خصوصاً بعد تطور التقنيات الرقمية [40].

٢- جهاز كشف المعادن

يعد هذا الجهاز من أكثر الأجهزة المستخدمة من قبل الآثاريين للبحث عن الأشياء المصنعة. ويكون أفضل استخدام له على التقسيمات الشبكية. ويستخدم بشكل رئيس في الكشف عن الأشياء، وتحديداً المعدنية منها التي تقع على عمق حوالي ١٥ سم، لذا فإن المستكشف عديم الخبرة سوف يضيع الكثير من الوقت من خلال الكشف عن الركام المعدني والحطام من العمليات الزراعية الحديثة. وهذا الجهاز يمكن أن يستخدم في تمشيط منطقة قبل استعمال بقية التقنيات الجيوفيزيائية التي تركز على المعدن الذي يمكن أن يفرز من الأرض ويؤخذ بالحسبان. وربما يوفر هذا الجهاز الأدلة عن المواقع السفلية، مثل القبور، لذلك يستخدم كجزء من مسوحات أوسع، وبشكل عام يستخدم بشكل مشترك مع بقية الآلات والأجهزة الأخرى في الموقع [41]. يمكن القول أن هذه الأجهزة والتقنيات التي أشرنا إليها، التي ترتبط بالنفاذ واختراق باطن الأرض تكون في الغالب محدودة في نوع العمل الذي يمكن القيام به، لذا ينظر إليها كأجهزة تكميلية [42].

٤- **المسح الأرضي باستخدام تقنيات أخرى** : فضلاً عن التقنيات والآلات التي أشرنا إليها في أعلاه هناك تقنيات أخرى تستخدم في عمليات المسح والتنقيب الأثري، منها :

١- التصوير بالأشعة السينية

للأشعة السينية القدرة على النفاذ داخل الأجسام، لذا فإنها استخدمت للكشف الأثري للوقوف على ما تخفيه الأرض في باطنها من آثار، وقد استخدمت بفعالية كبيرة في تصوير بعض المومياوات الفرعونية [43]. ولهذه الأشعة ليس فقط القدرة على النفاذ في باطن الأرض للتعرف على ما فيها من آثار وإنما أسهمت في مجال الترميم الأثري وكذلك في اكتشاف كثير من الظواهر التي لم يكن اكتشافها سهلاً أو ممكناً لو لا هذه الأشعة [44].

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

وهناك نوع آخر من الأشعة هي الأشعة الكونية، التي استخدمت في تصوير بعض الاهرامات المصرية منها الهرم الثاني العائد للملك خفرع (٢٦٠٠ ق.م). ويتم ذلك عن طريق الأشعة التي تتخلل الأحجار في الهرم، وهي طريقة يتفق البعض على ايجابياتها دون الاضرار بالأثر المستخدمة فيه [45].

٢- التحليل الكيميائي

تستخدم هذه الطريقة في عمليات المسح الأثري من خلال التحليل الكيميائي لعينات التربة من أماكن مختلفة وعلى مسافات منتظمة وفي اتجاهين متعامدين، حتى يمكن ولو بصورة تقريبية تحديد المنطقة التي سكنها الإنسان. وتعتمد على قياس نسبة الفوسفات والمخلفات الأخرى التي تنتجها المواد العضوية التي تركها الإنسان والحيوان، التي ينتج عنها تغير ملحوظ في مكونات التربة. وهذا الأمر يشير إلى أماكن تجمعات بشرية في هذا المكان، أي أنه عن طريق التحليل الكيميائي للتربة يمكن التوصل إلى معرفة فيما إذا كان هذا الموقع قد استعمل من قبل الإنسان أم لا [46].

٣- فحص حبوب اللقاح

تؤدي عملية الفحص الميكروسكوبي لحبوب اللقاح (Pollen Analysis) في التربة الأثرية إلى تحديد أنواع النباتات التي كانت تنمو في هذه التربة خلال عصورها القديمة، لأن هذه الحبوب تحتفظ بخصائصها في التربة لأزمنة طويلة. وإذا ما ثبت من هذا الفحص لعينة التربة الأثرية وجود بعض منها فإن الأمر في هذه الحالة يقتضي معرفة نوع نباتات هذه الحبوب، فإذا ما ثبت أنها من النباتات التي زرعها الإنسان فإن هذا يدل على أن الموقع الأثري الذي سكنه هذا الإنسان لا بد وأن يكون قريباً من المنطقة التي أخذت عينات التحليل منها [47]. ولحبوب اللقاح فوائد أخرى في الحقل الأثري، إذ عن طريقها يمكن معرفة النباتات التي نمت في منطقة التربة الطينية وهذا يساعد على معرفة الأحوال الجوية التي كانت سائدة في هذا الوقت، فمثلاً إذا عثرنا على بعض حبوب اللقاح لنبات الصنوبر يدل هذا على أن الجو أبان هذا العصر في هذا المكان كان بارداً، وإذا ما عثرنا على حبوب لقاح لنبات مثل أشجار السنط والبلوط دل هذا على أن الجو كان دافئاً مما ساعد على نمو هذه الأشجار في هذا المكان [48].

٤- المقاومة السمعية

يقوم هذا المنهج على مبدأ شبيه بمبدأ المقاومة الكهربائية، ففي الأرض المتجانسة من حيث تكوينها، يتم انتشار الامواج الصوتية بشكل متجانس أيضاً. ولكن عندما يوجد أي نوع من المخلفات المدفونة فإنه سينشأ شذوذاً من نوع ما في الانتشار الصوتي، الذي يمكن استرجاعه مسجلاً ايضاً. وتقوم تقنية هذا المنهج على ادخال قضيب معدني في الأرض،

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

يولد موجات سمعية عندما يضرب، وسيكون انتشار الموجات واستقبالها متأثراً بمقياس، أو قد يشير إلى وجود انقطاعات معينة في الأرض [49].

ثالثاً – تقنيات التحسس عن بعد

التحسس عن بعد هو مجموعة الوسائل والطرق العلمية التي يمكن بواسطتها الحصول على معلومات عن أهداف معينة من مسافات دون الاتصال أو التلامس مع الهدف المراد دراسته وذلك باستعمال أجهزة الالتقاط أو السمع أو التصوير. ويمكن تعريفه من الناحية التقنية بأنه علم وفن لدراسة أو التعرف على هدف أو ظاهرة ما دون الحاجة للإتصال المباشر بهذا الهدف أو الظاهرة وذلك عن طريق دراسة الأشعة أو الكهرومغناطيسية التي تنعكس عنه التي تحمل خواصه المراد دراستها، ونعني بالطاقة الكهرومغناطيسية : ذلك الطيف الذي يتم ارساله من المصدر سواء كان ذلك المصدر طبيعياً كالشمس أو صناعياً كالأقمار الصناعية وهذه الطاقة تشكل الأساس لعلم الاستشعار عن بعد[50]. يرتبط علم التحسس عن بعد بقياس وتفسيرات الاشعاع الإلكتروني المنعكس أو المنبعث من الهدف بواسطة مستقبل أو متلقي يقع بعيد أو على مسافة من الهدف. تتضمن أدوات التحسس عن بعد المألوفة لدى الآثاريين كاميرات التصوير والأدوات الجيوفيزيائية مثل جهاز قياس المغناطيسية التي ترتبط بالأرض وغيرها. تظهر أهمية تقنيات الاستشعار عن بعد بأنواعها؛ الصور الجوية ومناظر الأقمار الصناعية والرادار وغيرها في أنها ذات قدرة هائلة على تقديم معلومات غزيرة عن الأرض، والاحتفاظ بهذه المعلومات بأشكال مختلفة (صور وسجلات رقمية) للرجوع إليها. كما أنها تساعد على المراقبة والمتابعة للأرض ومواردها وإجراء المقارنات بين مدد زمنية مختلفة[51] . وتتميز هذه الطرائق والتقنيات والأجهزة بأنها ليست ذات آثار تدميرية في تحري واستكشاف المواقع الأثرية، لذا فإنها ذات فوائد واضحة على التنقيب وخاصة عندما تتعامل مع المصادر الأثرية المحدودة.

مصادر المعلومات في الاستشعار عن بعد

هناك نوعان من مصادر المعلومات في الاستشعار عن بعد هما:

١- **المصادر الفوتوغرافية** : كانت المصادر الفوتوغرافية حتى وقت قريب هي الوسيلة الوحيدة التي يمكن استخدامها للحصول على معلومات جوية، ولا تزال تلعب دوراً مهماً ضمن مصادر الاستشعار عن بعد المستخدمة في الوقت الحاضر[52].

٢- **مصادر الاستشعار غير الفوتوغرافية** : تختلف وسائل الاستشعار عن بعد غير الفوتوغرافية تبعاً لنوع الوسيلة التي تحملها، كالطائرات والأقمار الصناعية، وبصورة

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

عامة يمكن تقسيم الوسائل غير الفوتوغرافية حسب وسيلة الحمل إلى قسمين هما: الوسائل الجوية والفضائية [53].

١- **الوسائل الجوية** : يقصد بها وسائل الاستشعار عن بعد التي تحملها الطائرات العادية والتي تصل إلى ارتفاعات كبير فوق سطح الأرض، إذ تقوم بتسجيل مناظر لسطح الأرض باستخدام الأشعة الكهرومغناطيسية المنعكسة أو المنبعثة من سطح الأرض. وأهم هذه الوسائل؛ اللاقط متعدد الأطياف وهو يستشعر موجات أقصر من ١٤ ميكرومتر، والرادار وهو يسجل موجات أطول من ٥ ملم والراديومتر[54].

٢- **الوسائل الفضائية** : لقد تطور استخدام الوسائل الفضائية في الاستشعار عن بعد لدراسة الموارد الأرضية خلال العقود الثلاث الماضية من مرحلة التطبيق العملي لحل كثير من المشكلات التي تواجه البشر، بشكل لم يكن متوقعاً أن يتم في هذه المدة القصيرة [55]. ويمكن أن تكون الوسائل الفضائية مأهولة أو غير مأهولة. يمثل النوع الأول منها سفن الفضاء التي تحمل رجال الفضاء وأجهزة فوتوغرافية وتقوم بالتقاط صور ومناظر لسطح الأرض. وتتميز بكونها ذات مهام محددة وقصيرة جداً. اما الثانية وهي الوسائل الفضائية غير المأهولة فإنها تسجل الموجات المرئية والقريبة من المرئية وتسجل الموجات الحرارية في الأشعة دون الحمراء وأشعة الميكروويف[56].

رابعاً – الأقمار الصناعية

شهد العقد الأخير من القرن الماضي ومطلع القرن الحالي ثورة حقيقية في نظم المعلومات الجغرافية، إذ ظهرت التقنيات الالكترونية المتطورة التي تمثلت بنظام (GIS) أي نظام المعلومات الجغرافية، ونظام (GPS) أي النظام العالمي لتحديد المواقع وغيرها .

وتعد هذه الطريقة من الوسائل الحديثة في مجال الكشف عن الآثار، ومع تطور الأقمار الصناعية أصبح من السهل الآن معرفة ما يحتويه باطن الأرض بل ورسم خرائط لذلك. وبصفة عامة فإنه يمكن الإعتماد بصفة مبدئية على برنامج (Google Earth) بإصداراته الحديثة وهو مجاني في أغلبه، وذلك لما يوفره من صور بدرجات وضوح متنوعة وبإرتفاعات مختلفة عن سطح الأرض، وعلى الرغم من بساطة هذه الصور– مقارنة بالأقمار الأكثر تطوراً– فلا شك أنها فتحت الباب واسعاً أمام الدراسات الأثرية عامة وأما التنقيب الأثري بصفة خاصة[57]. عموماً إن استخدام التقنيات الحديثة في مجال العمل الأثري أسهم في تقديم فهم وتفسير جديد لطبيعة الموقع أو المواقع الأثرية، فالموقع هو الوحدة الأساسية للعمل الآثاري، وهو مكان مع بعض الأدلة الواضحة من النشاطات الحضارية، التي يحصرها الآثاريون ضمن حدود، داخل أو خارج الموقع الأثري[58]. ترتبط هذه الأنظمة المتطورة بالأقمار الصناعية، وهي تقدم صور جوية وخرائط فائقة الجودة وعالية الدقة، وإن كانت هذه

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

التقنيات مكلفة مادياً، لكنها دخلت في مجال الأعمال الأثرية التي تجري في مختلف دول العالم تقريباً، لأهميتها الشديدة ولما تقدمه من عمل يقتصر كثيراً من الجهد والوقت، ويقدم فائدة كبرى في هذا المجال. هذه التقنيات جعلت العمل الأثري أكثر فعالية، وأصبح من الممكن تسجيل موضع المخلفات والمنتجات الانسانية على الموقع، كما أنها تعطي من يعمل في هذا الحقل انطباعاً واضحاً عن النشاطات الانسانية عبر جميع أنحاء المشهد العام للحقل الأثري أكثر من الموقع الأثري المنفرد[59]. ومن أهم هذه التقنيات نظام العلومات الجغرافي ونظام تحديد المواقع العالمي :

١- نظام المعلومات الجغرافي (Geographic Information System = GIS)

نظام (GIS) هو نظام يربط بين الموقع الحقيقي العالمي لأي نشاط أو معلم على سطح الأرض، ويُحدد الموقع بواسطة أجهزة صغيرة تحمل باليد وترتبط مع منظومة أقمار صناعية معدة لهذا الغرض؛ منها جهاز الأسترقام اليدوي عن طريق طاولة الأسترقام (المرقم) . ويمثل الموقع بواسطة هذه الأجهزة على شكل صورة فضائية أو جوية أو خارطة تكون مصممة بعمليات يتناولها علم المساحة، وتظهر النشاط أو الموقع بصورة واضحة وتمثل الموقع الحقيقي لتربطه مع المعلومات المتوفرة عن هذا النشاط أو المعلم، وهذه المعلومات تجمع حقلياً وتغذي للبرنامج لترتبط بهذا النشاط، وبعد تغذية المعلومات تصبح الصورة الفضائية أو الجوية صورة ناطقة ومعبرة بعد أن كانت صماء ومن خلالها يمكن إجراء العمليات التحليلية أو الاحصائية والاستنتاج بعد الحصول على النتائج المرئية، مثلاً تحديد عدد المواقع الأثرية في مدينة أثرية، واظهارها موقعياً على الصورة أو الخارطة، وكل هذا من أجل أن يقدم هذا النظام النتائج لبناء قاعدة معلومات رقمية جغرافية للموقع والنشاطات، مما يسهل إجراء عمليات الاحصاء والتحليل ومن ثم خزنها وجعلها معلومات أرشيفية. وهذا العمل يتطلب توفر خبرة ومهارة وتدريب على البرمجة وعلى العمل على أجهزة (GIS)[60].

٢- نظام تحديد المواقع العالمي (Global Positioning System= GPS)

تعتمد فكرة عمل هذا النظام على الرصد على الأقمار الصناعية، إذ يتم الرصد (إرسال إشارة) من أقمار صناعية معلومة الموقع والاحداثيات على مدارات بعيدة عن الأرض إلى النقاط الأرضية غير معلومة الموقع والاحداثيات (أجهزة تستقبل الاشارة). وتعتمد فكرة العمل أيضاً على التغطية المستمرة لأي موقع باستخدام ٢٤ قمراً صناعياً على ستة مدارات أساسية تغطي الكرة الأرضية تغطية كاملة طوال اليوم[61].

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

خاتمة البحث

لا شك أن علم الآثار كان ولا يزال في حاجة إلى خدمات كثير من العلوم الأخرى، لتزداد إضافاته عن حياة الإنسان وحضارته في ماضيه القريب والبعيد، لذا إتجه علماء الآثار منذ نشأة هذا العلم وانتشاره إلى الكثير من العلوم الأخرى لتقدم له العون في فحص ودراسة ما خلفه الإنسان من حضارة مادية، أو ما تركه من كتابات ونقوش، وصولاً إلى تحقيق الكثير من أهدافه. وقد كان للعلوم التطبيقية الدور الكبير في معالجة المواد الأثرية وتحليلها، لذا عملت المؤسسات الآثارية إلى إستحداث معامل متخصصة تقوم على علاج الآثار المختلفة وترميمها وتقويتها، وإن اقتضت هذه المعالجات عملاً ميدانياً عاجلاً، وعملاً معملياً آجلاً. كما أصبحت هذه المعامل تحوي أجهزة تحليل للمواد العضوية للوقوف على أعمارها، ومن ثم لتحديد الأزمنة التأريخية للمواقع الأثرية التي أخذت منها، إذ استحدثت طرائق عدة لتحديد عمر الآثار التي يتم الكشف عنها في المواقع الأثرية. وأسهمت المناهج والتقنيات الفيزيائية في مساعد علماء الآثار في حسم أمرهم في أية نقطة أو نقاط سيباشرون الحفر والتنقيب، كذلك يمكنها أن تستخدم في إيجاد المواقع الأثرية الجديدة، فضلاً عن قدرتها على الكشف عما في باطن هذه المواقع من ثروات وكنوز دون أن يقوم عالم الآثار بالحفر فيها. لقد كانت هذه العلوم والتقنيات ذات نفع كبير لعلماء الآثار وجعلت عملهم أكثر يسراً، كما أنها وفرت وقتهم وجهدهم ومالهم، وأسهمت في الوصول إلى الكثير من الإنجازات لكل فروع هذا العلم وحققت المزيد من النجاح في كل مجالات العمل الآثاري.

الهوامش :

(1) – حسن،علي (١٩٩٣). الموجز في علم الآثار.مطابع الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، ص ١٩.

(2) – المصدر نفسه.

(3) – ابو الصوف، بهنام (٢٠٠٩). التأريخ من باطن الأرض .عمان، ص ٥٦.

(4) – Drewett , P.L (2003-2004). Field Archaeology, An Introduction. London,p.21.

(5) – ابو الصوف، بهنام(٢٠٠٩). المصر السابق الذكر،٥٨.

(6) – Limbrey,B(1975). Soil Science and Archaeology.London,p.34.

(7) – Cornwall,w(1981). Bones for the Archaeologist.London,p.17

(8) – رزق، عصام محمد (١٩٩٦). علم الآثار بين النظرية والتطبيق. مطبعة مدبولي، القاهرة، ص ٣٤.

(9) – Braidwood,R. J(1960). Excavations in Iraq Kurdistan. Chicago.

(10)- Matthews, R (2012). Excavations at Bestansur, Sulaimaniyah Province, Kurdistan Regional Government, Republic of Iraq, 17th March – 24th April 2012 : arch. rep. of the Central Zagros Archaeological project .

(11) – الشوكي، أحمد(٢٠١٣).علم الحفائر الأثرية. القاهرة، ص٣٤ .

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

(12) – رزق، عصام محمد (١٩٩٦)، المصدر السابق الذكر، ص ٣١.

(13) – حسن،علي (١٩٩٣)، المصدر السابق الذكر ، ص ٨٥.

(14) – رزق، عصام محمد (١٩٩٦)، المصدر السابق الذكر، ص ٣٧.

(15) –– الشوكي، أحمد(٢٠١٣)، المصدر السابق الذكر ، ص ٣٥.

(16) –Drewett , P.L (2003-2004) ,OP.cit.p.p.39.

(17) - Donoghue , D.N.M (2001). Remote Sensing .In. Brothwell ,D .R. Handbook of Archaeological Sciences.USA.p.27.

(18) - Drewett , P.L (2003-2004). OP.cit.p.p.37-42.

(19) –Jim G, Sam. G, Neil, F (2002).The Archaeology Coursebook. London. P. 21-22.

(20) – حسن،علي (١٩٩٣)، المصدر السابق الذكر ، ص٨٧.

(21) – الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج (٢٠٠٦). نظم المعلومات الجغرافية. الرياض، ص ٤٧.

(22) – آدمز، روبرت ماك (١٩٨٤). اطراف بغداد تأريخ الاستيطان في سهول ديالى. ترجمة صالح أحمد العلي وآخرون، بغداد.

(22) - Ur, J(2002). CORONO Satellite Photography and Ancient Road Networks: A Northern Mesopotamia Case Study. USA.p.104.

(23) – حسن، علي(١٩٩٣). المصدر السابق الذكر، ص ٨٨.

(24)-Kenneth ,K. L (2003).Geophysical Surveys as landscape Archaeology. American Antiquity, Vol 68,№ 3.p.p.441-443.

(25) - Drewett , P.L (2003-2004).OP.cit.p.50.

(26) – رزق، عصام محمد(١٩٩٦)، المصدر السابق الذكر، ص ٤٣.

(27) – غالان، رودريغيز مالاتين (١٩٩٨). مناهج البحث الأثري ومشكلاته. ترجمة خالد غنيم، دمشق.ص١٤٦.

(28) – المصدر نفسه، ص ٧٠–٧١.

(29) - Clarke J. G. D (1973). Archaeology: the Loss Innocence. Antiquity. No. 47. p. p.9-11.

(30) - Clark , A (1990). Seeing beneath the soil: prospecting methods in archaeology. London. p.p. 24-31.

(31) – غالان، رودريغيز مالاتين (١٩٩٨)، المصدر السابق الذكر، ص ١٤٦.

(32) – الشوكي، أحمد(٢٠١٣)، المصدر السابق الذكر ، ص ٤١–٤٢.

(33) - Clarke J. G. D (1973).OP.cit.p.9/ Haglund, D. Marcella H. Sorg (2002).Advances in Forensic Taphonomy. London. p.37.

(34) – غالان، رودريغيز مالاتين (١٩٩٨). المصدر السابق الذكر، ص ٤٤.

(35) – الشوكي، أحمد(٢٠١٣)، المصدر السابق الذكر ، ص ٣٩.

(36) - Kenneth ,K. L (2003).OP.cit.p. 440-441.

(37) – حسن، علي(١٩٩٣)، المصدر اسابق الذكر، ص٩٧.

(38) – غالان، رودريغيز مالاتين (١٩٩٨). المصدر السابق الذكر، ص ١٤٧.

(39) – Jim G, Sam. G, Neil, F (2002). OP.cit, p.18-19.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

(40) - Aktin, M . Milligan, R (1992). Ground – probing radar in archaeology – practicalities and problems. London.p.288—291.

(41) – Conner, D. Scott ,D (1998). Metal Detector Use in Archaeology: an Introduction for Historical Archaeology. London.p.76-80.

(42) - Jim G, Sam. G, Neil, F (2002).OP.cit.p.19.

(43) – حسن، علي(١٩٩٣)، المصدر السابق الذكر، ص ٨٨.

(44) – رزق، عصام محمد(١٩٩٦).المصدر السابق الذكر، ص ٤٠.

(45) – حسن، علي(١٩٩٣). المصدر السابق الذكر. ص ٨٩–٩١.

(46)- Drewett , P.L (2003-2004). Op.cit.p.55-56.

(47) – رزق، عصام محمد(١٩٩٦).المصدر السابق الذكر، ص ٤٢–٤٣.

(48) – حسن، علي(١٩٩٣). المصدر السابق الذكر. ص ٩٤–٩٥.

(49) – غالان، رودريغيز مالاتين (١٩٩٨). المصدر السابق الذكر، ص١٤٧–١٤٨.

(50) - Donoghue , D.N.M (2001). OP.cit,p.557-561 .

(51) – الإدارة العامة التصميم وتطوير المناهج (٢٠٠٦). الإستعشار عن بعد. الرياض، ص ٣.

(52) - Drewett , P.L (2003-2004). Op.cit.p.37.

(53) – الإدارة العامة التصميم وتطوير المناهج (٢٠٠٦). الاستعشار عن بعد. الرياض.ص٧، ١٧.

(54) - Donoghue , D.N.M (2001).OP.cit.p.555.

(55) - Kennedy, D(1998).Declassified Satellite Photographs and Archaeology in the Middle East : case studies from turkey. Journal Antiquity, Vol.72,p.p.553-561.

(56) – الإدارة العامة التصميم وتطوير المناهج (٢٠٠٦). الاستعشار عن بعد. الرياض.ص١٩.

(57) – الشوكي، أحمد(٢٠١٣)، المصدر السابق الذكر ، ص ٣٤.

(58) - Jim G, Sam. G, Neil, F (2002).OP.cit. p.p.36-37.

(59) – الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج (٢٠٠٦). النظام الكوني لتحديد المواقع. الرياض، ص ٦–١٠/ الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج (٢٠٠٦). نظام تحديد المواقع العالمي، مسح ٢١٠. الرياض، ص ١–١٧.

(60) – Drewett , P.L (2003-2004).OP.cit.p. 70.

(61) – Charis ,G. John ,G (2003).Revealing the buried past. London, p. 87.

المصادر:

١– ابو الصوف، بهنام (٢٠٠٩). التأريخ من باطن الأرض .عمان.

٢– الإدارة العامة التصميم وتطوير المناهج (٢٠٠٦). الإستعشار عن بعد. الرياض.

٣– الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج (٢٠٠٦). نظم المعلومات الجغرافية. الرياض.

٤– الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج (٢٠٠٦). النظام الكوني لتحديد المواقع. الرياض.

٥– الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج (٢٠٠٦). نظام تحديد المواقع العالمي، مسح ٢١٠. الرياض.

٦– آدمز، روبرت ماك (١٩٨٤). اطراف بغداد تأريخ الاستيطان في سهول ديالى. ترجمة صالح أحمد العلي وآخرون، بغداد.

٧– حسن،علي (١٩٩٣).الموجز في علم الآثار.مطابع الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة.

٨– رزق، عصام محمد (١٩٩٦). علم الآثار بين النظرية والتطبيق. مطبعة مدبولي، القاهرة.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

٩- الشوكي، أحمد (٢٠١٣).علم الحفائر الأثرية. القاهرة.

١٠- غالان، رودريغيز مالاتين (١٩٩٨). مناهج البحث الأثري ومشكلاته. ترجمة خالد غنيم، دمشق.

11- Aktin , M . Milligan, R (1992). Ground – probing radar in archaeology – practicalities and problems. London .

12- Braidwood , R. J(1960). Excavations in Iraq Kurdistan. Chicago.

13- Charis ,G. John ,G (2003).Revealing the buried past. London.

14- 24- Clarke J. G. D (1973). Archaeology: the Loss Innocence. Antiquity. No. 47.

15- 26- Clark , A (1990). Seeing beneath the soil: prospecting methods in archaeology. London.

16- Conner, D. Scott ,D (1998). Metal Detector Use in Archaeology: an Introduction for Historical Archaeology. London.

17- Cornwall ,w (1981). Bones for the Archaeologist .London.

18- Donoghue , D.N.M (2001). Remote Sensing .In. Brothwell ,D .R. Handbook of Archaeological Sciences.USA.

19- Drewett , P.L (2003-2004). Field Archaeology, An Introduction. London.

20- Haglund , D. Marcella H. Sorg (2002).Advances in Forensic Taphonomy. London.

21- Limbrey , B(1975). Soil Science and Archaeology. London.

22- Kennedy, D(1998).Declassified Satellite Photographs and Archaeology in the Middle East : case studies from turkey. Journal Antiquity, Vol.72.

23- Kenneth ,K. L (2003).Geophysical Surveys as landscape Archaeology. American Antiquity, Vol 68,№ 3.

24- .Matthews, R (2012). Excavations at Bestansur , Sulaimaniyah Province, Kurdistan Regional Government, Republic of Iraq, 17th March – 24th April 2012 : arch. rep. of the Central Zagros Archaeological project.

25- Jim G, Sam. G, Neil, F (2002).The Archaeology Course book . London.

26- Ur, J(2002). CORONO Satellite Photography and Ancient Road Networks: A Northern Mesopotamia Case Study. USA.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com