أهمية استخدام التقنيات المعلوماتية للتحسس النائي في كشف الآثار

د. حسين ظاهر حمود(*)

أ. سعد احمد إسماعيل(**)

يعد استخدام تقنيات التحسس النائي من التقنيات الحديثة المستخدمة من قبل الدول المتطورة، فالتحسس النائي أداة حيوية موثقة ومعتمدة لعلماء الآثار والمؤرخين في الحضارات القديمة وغيرهم من المهتمين باكتشاف ودراسة وتقييم الحضارات القديمة وثقافاتها وبيئاتها ومكتباتها و... الخ.

وبالرغم من ان الكثير من المواقع لا تزال تكشف من خلال أعمال المسح الأثرية، إلا ان استخدام تقنية الاستشعار عن بعد توفر صورا منظمة تكشف عن ميزات قد تكون غير ملحوظة بالنسبة للمنقبين العاملين في المواقع الأثرية لقرون عديدة في الوقت الذي تشكل فيه صور التحسس النائي بحد ذاتها بيانات تاريخية وتكتسب أهمية الوثيقة التاريخية لظروف المواقع الأثرية زمنيا ومكانيا(1).

وكما هو معروف فان علم الآثار يهتم بالدراسة العلمية للأقوام في عصور ما قبل التاريخ والعصور التاريخية عن طريق تحليل بقايا آثارهم وخصوصا تلك البقايا التي يتم اكتشافها عن طريق التقنيات الأرضية. وقد تناولت البحوث الأثرية المبكرة

(*) أستاذ مساعد _ رئيس قسم الآثار - كلية الآداب / جامعة الموصل.

(**) أستاذ مساعد قسم المعلومات والمكتبات- كلية الآداب / جامعة الموصل.

(1)Avery: Thomas.E: Interpretation of aerial photography, 3rd: ed. Mannaepolis: Burgess, 1977, p. 197.

الآثار الشاخصة للأقوام القديمة في بعض المواقع وغالبا ما تم التعرف عليها عن طريق الروايات التاريخية، وكان للآثار الشاخصة (الظواهر السطحية) المرئية، الاستحكامات، أكوام الحجارة، أثرها في تنمية الدراسات الأثرية المبكرة وكانت لتلك الدراسات أهميتها في تطور علم الآثار فيما بعد للتحول إلى كشف الآثار المطمورة ولا سيما منها المتعلقة بالنباتات والقنوات المائية والطرق[٢]، ولا سيما الآثار المغطاة بالحقول الزراعية أو الحياة النباتية والتي غالبا ما تضيع معالمها أثناء عمليات التنقيب الأرضية. إلا ان الصور الجوية الملتقطة بواسطة الاستشعار عن بعد لها القدرة في توضيح ذلك من خلال دراسة الفروق الدقيقة في رطوبة التربة ونمو المحاصيل كما يمكن الكشف عن هذه الآثار بواسطة نماذج الصقيع المتكون على تلك المواقع[٣].

وبذلك فان دراسة الصور الجوية أثبتت فائدتها الكبيرة في تحديد المواقع الأثرية التي كانت مجهولة تاريخيا، كما ساعدت تلك الصور على اكتشاف كلا من الآثار السطحية والمطمورة ذات الأهمية للاثاريين.

ان نظام معلومات التحسس النائي وصوره توفر للاثاريين فرصة اكتشاف عينات كبيرة جدا ومعالم المناظر الطبيعية التي لا يمكن أداراكها من فوق الأرض. وبالرغم من التقنية العالية التي تتمتع بها هذه الآلات والمتحسسات الحديثة إلا ان تطبيقها من قبل علماء الآثار كان بطيئا وذلك لندرة تمويل معظم الرحلات الاستكشافية الاثارية ولان مثل هذه الآلات الحديثة باهضة الثمن وتكلف عشرات الآلاف من الدولارات، ومع ذلك – على المدى البعيد- فان تقنية الاستشعار عن بعد

(2)Remote sensing in Archaeology and historical events. Oscar internet on 25-5-2002.

(3)Avery: OP.Cit, p. 180 ff.

تبشر بان تكون تقنية اقتصادية تساعد على ادخار الأموال لانها تتيح للاثاريين رسم خرائط لمنطقة اثارية كاملة ومن ثم التنقيب في منطقة محددة يعتقد بوجود بقايا اثارية فيها وليس العمل بموجب الطريقة التقليدية والمستنزفة للوقت والتي تقوم على الحفر العشوائي لمجموعة من الخنادق(٤).

الأساليب العلمية المتبعة في الكشف عن الآثار

يعد الدكتور فاروق الباز مؤسس مركز الاستشعار عن بعد من العلماء المختصين في مجال الاستشعار عن بعد في جامعة بوسطن في الولايات المتحدة والذي له دور كبير في تطوير هذه التقنية كعالم مسؤول عن رحلات ابولو إلى الفضاء، إذ ذكر بعض أنواع هذه التقنيات الحديثة المستخدمة في كشف وتنقيب الآثار وقد استخدم هذا العالم مصطلح الوسائل غير الهدامة (أو علم الآثار غير الهدام) لوسائل الاستشعار عن بعد في البحث عن الآثار لكشفها تلك الآثار بوضوح ودون هدمها أو تخريبها بالحفر العشوائي وبهذا يمكن القول ان علم الآثار دخل حقل العلوم الدقيقة (exactsciences) بعد ن كان يتم الحصول على الحقائق الماضية عن طريق الروايات التاريخية وتفسيراتها مع بعض الإشارات القليلة التي يحصل عليها عن طريق دراسة تراكيب المواد الآثار السليمة بعد التنقيب وعلاقة بعضها ببعض(٥)، لقد مكنت هذه التقنية غير الهدامة للتنقيب عن الآثار من تغيير منهجية البحث، فلم يعد المنقبون ينتقلون إلى منطقة التنقيبات والبدء بالحفر مباشرة بل ان

(4) Manual of remote sesing. Ed by Robert Reeves. VA. American socity of photogrammetry, 1975, p. 2026.

(5) Farouk El-Baz: An interview. In omni, Dec. 1990, vol. 13, No. 3-http: | ehostrgw 17. Epent. Com. P. 74.

الخطوات العلمية تبدأ بمعاينة المنطقة عن طريق الصور الجوية أو بيانات الاستشعار عن بعد القريبة من الأرض، ثم تحديد جيولوجية المنطقة وفحص المستوطنات البشرية، ثم العمل بمعدات وأجهزة خاصة بها واستخدام الأشعة النافذة للأرض،وعند العثور على شيء يستحق التنقيب عندئذ يحدد مجال الحفريات في منطقة معينة لأنه من غير المنطقي ان يحدد منطقة يتوقع ان يعثر فيها على الآثار، أو يهجر أعداد كبيرة من السكان المنطقة أحيانا بهدف التنقيب. بل من المنطقي ان يحدد العمل ضمن منطقة صغيرة وندع الناس يستوطنون حولها(٦).

صور الأقمار الصناعية

ان هذه التقنية تمكننا من تقدير عدد وتوزيع المواقع الأثرية في المناطق التي لم يتم مسحها من قبل علماء الآثار وعندئذ باستطاعة المنقبين تكملة الصورة بجمع وتركيب هذا التوزيع للمواقع مع السجل الذي وفرته المسوحات الاثارية المتنوعة في منطقة معينة، وهكذا يمكن تمييز المواقع الأثرية على صور الأقمار الصناعية من خلال المعالم البارزة التي كونتها المواقع والنماذج المميزة من أخاديد التعرية أو من خلال الظلال التي تلقيها خاصة خلال الفترات التي تكون فيها الشمس ذات زاوية منخفضة(٧).

ان الصور الجوية بواسطة الأقمار الصناعية ذات قيمة كبيرة في الكشف عن المواقع الأثرية وفي حالات كثيرة تشكل الصور سجلا كاملا لتصاميم اللقى والمباني

---

(6) Ibid, p. 74.

(7)Wilkinson, Tony. J: Remote sensing and geographical information system. Oriental institute, u. of chicago. http: | w w w. oi u chicago. edu | oi / AR retrived from internet on Is.s 2002.

وتفصيلاتها، كما ان التصاوير الجوية تعتبر أداة مهمة للبحث في التفاعلات المستمرة بين المجتمع والبيئة والذي غالبا ما كان يثير أساس نظرية تخطيط المدن وباستطاعة عالم الآثار التقاط نماذج الأسس المدفونة والحصون (التحصينات) والصور الجوية والشوارع والطرقات وهذا جدير بالملاحظة لأنه في حالات عديدة لا توجد أي علامات متطورة بوجود مثل هذه الظواهر عندما يتم فحص الموقع من المستوى الأرضي، فعندما يبعثر التراب لأغراض الحراثة أو لأغراض أخرى فانه سيحتفظ بشكله المتغير عند تصويره بالجو(٨).

لقد استخدمت الصور الجوية على نطاق واسع في دراسات الحضارات المبكرة ونماذج مستوطناتها السكانية وفي الحقيقة تعتبر التصاوير الجوية أحد الأساليب المتبعة في علم الآثار الموثوقة والمعتمدة في الكشف عن الآثار. إلا انه على الرغم من ذلك لم يتم تقويم إمكانياتها وأماكن عجزها لحد الآن على نطاق واسع. تستخدم الصور الجوية في التطبيقات العلمية وعلى نطاق كبير لتوضيح معالم المواقع الاثارية وذلك لاتصافها بعدة مزايا منها قابليتها على توفير مشاهد مناظرة لتلك التي يمكن الحصول عليها من قمة تل في موقع قريب. كما تخدم هذه الصور الجوية الملتقطة أهدافا مختلفة منها كونها الوسيلة الرئيسة لتحديد وتفصيل المعالم وقياس مساحة أشكالها المستوية(٩).

ومنذ عام ١٩٦٠ إلى الوقت الحاضر بدأت فترة التخطيط النشيط والتجارب من خلال الأقمار الصناعية لالتقاط الصور واستخدام تقنية الاستشعار عن بعد في

(8)Kilford, w.k: Elementary air survey. 3rd. ed. London: Pitman, 1975, p-313.

(9) Barrett. E.C. and curtis.L. F: Introdution to environmental remote sensing, 2nd, ed London: chapman, 1982, p. 279-291.

كشف الآثار فضلا عن ذلك كانت هذه السنة بشيرا لبداية النشاط والبحث في إمكانيات استخدام البالونات،الصواريخ وخصوصا الأقمار الصناعية للاستشعار عن بعد والتي لم يقتصر على طرق التصوير التقليدية بل اتبعت العديد من الوسائل التقنية الأخرى، ان القمر الاصطناعي FRTS-1 الذي أطلق في ١٩٧٢/٧/٢٣ قدم بيانات سطحية أرضية للعديد من دول العالم بطريقة لم تماثلها أي طريقة أخرى سابقا من حيث كمية معلوماتها وعلى درجة عالية من النوعية[١٠].

ان العالم المتقدم بدأ يهتم حاليا باستخدام تقنيات التحسس النائي في الكشف عن المعالم التي يهتم بها علماء الآثار وخاصة باستخدام الصور الجوية والفضائية ووسائل المسح الحراري ومعالم هذه الصور بواسطة الحاسوب والتي تصل في نهايتها على مرتسمات هندسية للآثار الموجودة فوق سطح الأرض أو تحدثها لتوجيه أعمال الحفر اللاحقة[١١].

نقصد بعلم الآثار الجوي استخدام التصوير الجوي والاستكشاف الجوي للمواقع الأثرية وكان الاستطلاع والتصوير الجوي من أدوات عالم الآثار ووسائله المهمة لسنوات عدة، ووضعت كتب كاملة تضم جدولا زمنيا للاستكشافات الجوية (الموقعية) من الهواء [١٢].

ان هذه الصور ضرورية في إعطاء نوع البيانات التي يتوقع توفرها والتطبيقات الاثارية لمثل هذه البيانات والكلف وقد تم تحليل الكلف ومقارنتها لأحد المشاريع من خلال كلتا الطريقتين التقليدية الأثرية وتقنيات التصوير المساحي

---

(10) Ibid, p. 279-291.

(١١) الداغستاني، حكمت: تطبيقات التحسس النائي في الكشف عن الآثار، ندوة الجيولوجيا والآثار، جامعة الموصل، ٢٥/ ١٠/ ١٩٩٧.

(12)Avery: OP. cit, p. 180 ff.

الضوئي. تم تحليل مجموعة خرائط من حيث الدقة، التفصيلات وكمية المعلومات المستخرجة، فتبين ان طريقة التحسس النائي تتفوق إلى حد كبير مع فروقات في الكلف النهائي ومن ذلك مثلا: نرى طريقة التصوير المساحي الضوئي تعتبر اكثر اقتصادية عند مقارنتها بالطريقة المنضدية المستوية عند أعداد خرائط لعدد اكبر من المواقع الأثرية[١٣].

طائرات الهيليكوبتر

ان ارتفاع طائرات الهيليكوبتر المحلقة تمثل منصة ممتازة لالتقاط صورة من ارتفاع منخفض جدا، وعلى الرغم من انها تبدو نظريا منصة ممتازة إلا انها من حيث التطبيق وبعيدا عن تكاليف إيجار الطائرة المرتفعة فيها بعض السلبيات ومنها:

ان أي شخص يقف وراء مراوح الطائرة الدوارة يدرك انها تنشر كثيرا من الغبار الموجود على الأرض وهناك حادث يشير بهذا الخصوص عن أحد علماء الآثار الذي استخدم طائرة الهيليوكوبتر لتصوير أحد الأكواخ وعندما اقترب إلى درجة كبيرة من الهدف الهش والجاف لتصويره بدقة اكبر تناثرت أجزاء ذلك الكوخ[١٤].

طيران الاستطلاعات الجوية

يمكن لصور التحسس النائي تمييز النماذج الاثارية لاستخدامات الأراضي للعصور التاريخية القديمة والعديد من المدن والطرق القديمة في الأزمنة المبكرة

(13) Manual of Remote, OP. Cit, p. 11.

(14) Ibid, p. 7.

فبعض المواقع تكون مغطاة بالحقول الزراعية وان هذه المواقع عادة ما تكون ذات فروقات في الصفات والرطوبة والمكونات والحياة النباتية والترب المتراكمة والتي يمكن تمييزها بالصور الملونة تحت الحمراء، وان طيران الاستطلاعات الجوية والمسوحات الإدارية للطائرات أظهرت كشف شبكات واسعة من القنوات المائية التي كانت تستخدم فيما مضى وكذلك المستنقعات ذات الحياة النباتية الكثيفة والوجود الدائم للأحراش فيها حاليا استطاعت تلك الاستطلاعات الجوية من تشخيص القنوات القديمة لخطوط رمادية ضيقة فيها عن طريق الصور الحرارية تحت الحمراء[١٥].

وهكذا فان تفسير الصور الجوية قد اثبت فائدته الكبيرة خصوصا في تحديد المواقع الأثرية التي كان وجودها مجهولا تاريخيا حيث ان تفسير الصور الجوية قد ساعد على اكتشاف كلا من الآثار السطحية والمطمورة والتي لها أهمية بالنسبة للاثاريين. تتضمن الظواهر السطحية الآثار المرئية، الاستحكامات، أعمال الحجارة، والعلامات السطحية الأخرى المتنوعة مثل القلاع والمستوطنات .... أما الظواهر الأثرية المطمورة بالنباتات، كالخنادق، القنوات، الطرق، وعندما تتغطى هذه الظواهر بالحقول الزراعية أو الحياة النباتية فقد تظهر عن طريق الفروق الدقيقة في رطوبة التربة أو نمو المحاصيل كما يمكن الكشف عن هذه الظواهر بواسطة نماذج الصقيع المتكرر على تلك الأماكن[١٦].

(15) Sabins, Floyd, F.Remote sensing. Principles and interpretation. Sanfrancisco: Freeman, 1987, p. 374, 375.

(16) Lillesand Thomas, M. Remote sensing and image interpretation. N.Y: John wiley, 1979, p. 1 ff.

البالونات (المناطيد)

استعمل جوليان هـ. ويتليس من أحد المعاهد الرئيسة في أمريكا أدوات تتكون من بالون سعته ١٩م^{3} مملوء بالهيدروجين مع كاميرات خاصة لغرض التصوير الاثاري في الشرق الأوسط. وقد ركب كاميراته الأولى على بعد ٤٥م من سطح الأرض بعد ان ثبتها على قاعدة أفقية بحيث تسمح بالتصوير الاسي الواقعي واخذ يغير ارتفاعات كاميرته ما بين ١٠ أمتار إلى ٦٠٠ متر وحسب ما يتطلبه كل موقف استخدم لذلك عدة كاميرات وعدة أنواع من العدسات اما الصور فوق الماء فقد تم له الحصول عليها بربط البالون إلى قارب. ان جميع الآثار المعمارية القديمة المغمورة بالمياه وجدران المباني فيها ظهرت بكل وضوح(١٧).

ان عمليات التصوير الموقعي المسيطر عليها تمكن عالم الآثار من مشاهدة مواقع التنقيب كاملة وتسمح له بالملاحظة اليومية لها. كما ان أجهزة التصوير التي تظهر الصور المجسمة تمكن عالم الآثار من التفسير ورسم الخرائط موقعيا. ان البالونات الكروية قد أثبتت فاعليتها من الظروف الجوية الهادئة عندما تكون الرياح ضعيفة وبسرعة لا تزيد عن خمسة عقد(١٨).

استخدمت البالونات أو المناطيد للتصوير ويبدو انها عملية للتنقيبات الصغيرة والمتوسطة الحجم وفي التصوير المرحلي ورسم الخرائط للتنقيبات المستمرة وتحت إجراءات كهذه فان البالون الذي يحمل كاميرات مسيطر عليها راديويا يمكن ان يطوف (يحوم) بشكل دائمي فوق موقع كبير خلال عمليات التنقيب. وفي الوقت الذي

(17) Manual of Remote sensing, OP.Cit, p. 7.

(18) Ibid, p. 11

تتقدم فيه عملية التنقيب يمكن التقاط الصور بصورة متتابعة وعن طريق استخدام هذه الصور فإن العلاقات ذات الأبعاد الثلاثة بين الأشياء والظواهر في ذلك الموقع يمكن تقريرها وتسجيلها بدون كلفة من ناحية العمل الميداني. ان رسم الخرائط بالتصوير المساحي الضوئي الجوي دقيقة وموثوقة. ويمكن ان تكون ذات أهمية كبيرة في إعادة بناء الآثار أو تثبيتها وذلك بإشارتها إلى أماكن الدمار الطبيعية والضعف النباتي وتسهيل عملية تقدير كمية المواد والأتربة التي يتوجب إزالتها وإعطاء فكرة عن الكلفة والوقت اللازمتين لذلك[١٩].

ويبدو ان علماء الآثار قد خطوا خطوات كبيرة خلال السنوات العشر الماضية من خلال تطبيقهم لتقنيات التصوير الحديثة قبل الكاميرات المتطورة جنبا إلى جنب مع أنظمة الكاميرات التقليدية لتحديد أماكن المواقع ومن تطبيقهم للأنظمة الكهربائية المتنوعة للسيطرة الأرضية على العمل من اجل تأكيد اكتشافهم، ان علماء الآثار على عتبة تطبيقات جديدة للتقنيات العلمية في حقل تخصصهم ولقد اصبح واضحا ان إجراءات التحسس النائي تحت ظروف معينة ولأغراض معينة هي اكثر كفاءة من الطرق التقليدية من حيث الوقت والمال ودقة وكمال البيانات المطلوبة، ان تقديرات تكاليف التنقيبات، رسم خرائط المواقع، وكتابة الملاحظات والفحص التفصيلي للظواهر الكبيرة والعلاقات فيما بينها اكبر واكثر اقتصارا عن طريق تقنية التحسس النائي[٢٠].

---

(19) Ibid, p. 8.

(20) Ibid, p. 1

يجري الآن إجراء المزيد من التجارب من اجل تزويد علماء الآثار وفرق العمل العاملة بالمعدات الحقلية الكفوءة على البيانات والمعلومات المناسبة لاتخاذ القرارات الإدارية إضافة إلى التخطيط والتنظيم الضروري وتتضمن تلك الجهود:

١. اكتشاف الظواهر الأثرية.
٢. إدخال الوسائل الميكانيكية لتوفير البيانات التصويرية.
٣. التصوير المساحي الضوئي للمواقع الأثرية.
٤. التحليل المبني على الحاسبات الإلكترونية للبيانات الصورية والإحصائية المجتمعة عن طريق تقنيات التحسس النائي.

ان معظم التاريخ البشري في العالم يمكن استعادته عن طريق النشاطات التي مارسها الإنسان في محيطه وحتى في الأماكن القليلة التي بدأت فيها الكتابات المبكرة والسجلات المكتوبة فانه لم يكتشف فيها سوى ١% من النشاط الإنساني. ان البحوث الاثارية المبكرة في المصادر التاريخية والبعثات العلمية التي أرسلت إلى الأماكن التي لا يعرف عنها إلا القليل كشفت الأدلة عن حضارات كانت مجهولة تاريخيا. وفي السنوات الأخيرة اكتشف المتخصصون في تقنيات التحسس النائي العديد من نتاجات الإنسان وبراعة مصنوعاته والتي تمثل حضارات كانت مجهولة لحد الآن والتي كانت تعجز الأساليب التقليدية من اكتشافها حتى في حالة وقوف الإنسان عليها[٢١].

هذا ومنذ نشوء علم الآثار يعمل الاثاريون على تطوير اكفأ الطرق لتدوين معلوماتهم. وان إحدى هذه الطرق الحديثة الواعدة (التي ينتظر لها مستقبل مشرق) هو التحسس النائي خصوصا بسبب الزيادة المتوقعة في المسوحات الاثارية

(21) Ibid, p. 1

وعمليات الكشف عن الآثار في المستقبل القريب. ان استعمال الصور الجوية والأنواع الأخرى من الصور يوفر لعلم الآثار سجلا دائميا سهل المنال والذي يتمكن من خلال استخلاص أنواع عديدة من البيانات المتزامنة مع عمليات التنقيب والتي يمكن الاستفادة منها في أوقات لاحقة(٢٢).

قبل إدخال تقنية التصوير الجوي كان الاثاريون يعاينون مواقع الآثار عن طريق الوقوف على قمة أو تل أو أماكن أخرى تتمتع ببعض المزايا اما في الوقت الذي دخلت فيه هذه التقنية حيز التطبيق فقد اتجهت أنظار الاثاريين إلى الظواهر التي لا يمكن الحصول عليها عن طريق استعمال الأساليب التقليدية أو الظواهر التي كان وجودها لحد الآن غير مشكوكا فيه. ان استعمال التصوير الجوي قد سرّع كثيرا في عملية التنقيبات عن الآثار إلى حد كبير(٢٣).

لقد تم تصوير موقع آثاري في بريطانيا من الجو بواسطة بالون عسكري عام ١٩٠٦ ثم أعقبه نجاح الاثاري البريطاني هنري مس ويلكم في تصوير التنقيبات في مناطق في السودان باستعمال طائرات ورقية صندوقية ان التطورات التقنية في الكاميرات والطائرات قد أعطت دفعة قوية للدراسات الاثارية خلال الحرب العالمية الأولى وخلال الحملات العسكرية التي قادها الإنكليز وقد عمل هؤلاء على التقاط الصور الجوية للمواقع الاثارية في هذه الأماكن. ان علم الآثار مدين بدرجة كبيرة إلى العالم و.ج.س كروفورد لوصفه القواعد الأساسية لتفسير

(22) Ibid, p. 2010.

(23) Ibid, p. 7.

ونشر الصور الجوية وإثارة الحماس لدى طلبة علم الآثار للاستفادة من المزايا التي تقدمها الصور الجوية[٢٤].

ان المنعطف التاريخي في مجال التفسير التصويري من قبل الاثاريين حدث عام ١٩٢٢ عندما تم عرض مجموعة من صور القوة الجوية الملكية على العالم (كروفورد) مساعده والتي كانت تضم نموذجا لنظام حقول العصر البرونزي ومنذ تلك البداية فان الصور التي تظهر وجود مواقع اثارية قديمة ت م الاعتراف بها كادوات في الاستكشافات الاثارية وفي الفترة ما بين الحربين العالميتين نشر كروفورد العديد من البحوث في مجلة Antiquity وهي المجلة الاثارية التي أنشأها وحررها حتى وفاته عام ١٩٥٧[٢٥].

الطائرات الورقية الصندوقية

فقد استعملت من قبل المنقبين ومن ذلك ما قامت به جامعة شيكاغو في تنقيبات العراق. وقد اثبت هذا النوع من الطائرات كفاءته في الظروف التي تكون فيها الرياح هادئة ولا تتعدى سرعتها (٢٠) عقدة. إلا انها تتطلب مزيدا من الحذر خصوصا عند الصعود بالأجهزة والهبوط بها وعلى الأخص عندما تكون الأرض غير مستوية أو تيارات الهواء غير هادئة، كما يجب ان يتم التحكم بحركة الكاميرا عن طريق نظام من الحبال التي تقيد حركة الكاميرا وتثبتها بدقة فوق الأهداف التي يتطلب تصويرها. ان الميزة الرئيسة للكاميرات متعددة الموجات هي ان الأفلام

(24) Ibid., p. 1.

(25) Ibid., p. 1.

الملونة أو البيضاء أو السوداء تستعمل حسب الرغبة لما يملي به ظروف ومتطلبات عالم الآثار(٢٦).

نظام المعلومات الجغرافية

تظهر تقنيات الاستشعار عن بعد وأنظمة المعلومات الجغرافية بانتظام في وسائل الإعلام. وينسب إلى أنظمة المعلومات الجغرافية ما يشبه المزايا السحرية بينما تتمتع صور الأقمار الصناعية بسمعة جيدة وبإنجازاتها الرائعة مثل قابليتها على قراءة لوحة ترخيص مركبة صغيرة من الفضاء، وان تصور إمكانية تطبيق هذه التقنيات في علم الآثار ليس خاليا وانما الجهود في المعهد الشرقي مستمرة لتطوير قدرات هذه الحقول البحثية وعلى مدار السنوات الأخيرة(٢٧).

ان استخدام أنظمة المعلومات الجغرافية للتحليل الموقعي ذو المقياس الكبير للمناظر الطبيعية الاثارية والتركيز على المناطق التي تتدرج في الصغر والتي تصح فيها السيطرة الأرضية (أي الاستقصاءات الحقلية) حيوية لتفسير البيانات التي تم الاستشعار بها عن بعد(٢٨).

هذا وتقوم أنظمة المعلومات الجغرافية بتوفير طريقة لتنظيم البيانات الخرائطية على شكل طبقات أو أغشية وبذلك يصبح بالإمكان رؤية كيفية ترابط الصفات المختلفة للمنظر الطبيعي مع بعضها البعض، على سبيل المثال إذا كان لشخص خريطة أولى لتربة منطقة ما وخريطة ثانية لمواقع أثرية، وخريطة ثالثة

---

(26) Ibid, p. 2001.

(27) Wilkinson, OP. Cit.

(28) Ibid

لمعدل سقوط الأمطار السنوي، فان تركيب هذه الخرائط على بعضها البعض يظهر المواقع التي ترتبط بتوزيع التربة وسقوط الأمطار....[٢٩]

علم الآثار الفوتوغرافي (التصويري)

ان التصاوير الملتقطة بمقياس (١/١٠٠٠٠) تعتبر ملائمة للاكتشاف الأولي، إلا ان الصور الملونة تحت الحمراء الملتقطة بنفس مقياس الرسم تفضل حيث توفر تفصيلات دقيقة عن تلك الاكتشافات ولذلك يرى انه من المفيد التقاط الصور الملونة تحت الحمراء خصوصا في الأماكن التي يصعب الوصول اليها عن طريق الأرض. ان هذه الميزة الرئيسة للتصاوير الملونة تحت الحمراء تبسط وتسهل عملية تفسير البيانات لما تتمتع به أفلامها من حساسية فريدة للفروق التي تظهر في معدل النمو النباتي وأي تغيرات أخرى دقيقة[٣٠].

استخدام الحاسبات الإلكترونية في بيانات التصوير المساحي الضوئي

ساعد استخدامها في رسم الخرائط وتفسير المعلومات الصورية وفي عمليات التنقيب اللاحقة للعديد من الظواهر، وفي الإمكانيات الأخرى لهذا الجهاز هي قابليته على إبراز الاتجاهات الخطية التي تظهر على الصور حيث يستخدم المتخصصون في أشعة اكس هذا الأسلوب في إظهار التصدعات الشعرية الدقيقة في النظام البشري وفي القوالب المعدنية وقد استعمل هذا الأسلوب في رسم خرائط

(29) Ibid

(30) Manual of Remote sensing, OP. Cit, p. 7.

لما يقرب من ٣٠% من الطرق المكتشفة والتي يصعب على العين المجردة تمييز قسم منها علي الصور الجوية[٣١].

وان المعلومات الرقمية المستحصلة يمكن خزنها على بطاقات، شرائط، أقراص أو أي وسيلة أخرى معتمد على الحاسب الإلكتروني لمثل هذه القياسات ويوعد بتكوين إحدى أهم التطورات في معالجة وتفسير البيانات الاثارية.

أمثلة تطبيقية

- استخدمت تقنيات الاستشعار عن بعد لدراسة قبور فراعنة مصر في منطقة وادي الملوك ومن التقنيات الأخرى التي استخدمت فيه ايضا: الرادار الأرضي ground penetrating radar مقياس الزلازل seismometer ، مقياس الموصلية condutivity meter ، مسبار كهرومغناطيسي، مقياس قوة مجال الأرض المغناطيسي magnotometer الذي يقيس التشويشات في المجال المغناطيسي المحلي وينتج عنه ظهور أو غياب أنواع مختلفة من الصخور، فضلا عن استخدام تكنولوجيا الصور الفضائية لدراسة الصور الجدارية على قبر نفرتيتي في القصر، والتي هي عبارة عن صور زيتية رائعة تظهر فيها الملكة مرتدية ثوبا نسائيا ابيض شفاف وهي مستعدة للقاء الآلهة الجالسة حولها[٣٢].
- استخدام كاميرات ذات قابلية للمناورة مع مصدر ضوئي ذو عدسات ليفية مصمم أصلا لرصد أي تصدعات دقيقة في الجدران الداخلية للمفاعلات النووية، وقد استخدمت هذه التقنية للكشف عن مومياء فرعون محفوظة في قارب مكون من

(31) Ibid, p. 10, p. 2026.

(32) Allman, william, F: Computing czar bones. In news week 7 / 6 / 1992, vol. 120, No. 1, p. 48.

ألف قطعة مجمعة من خشب الأرز والذي يعتبر تصميمه ذو مستوى عال من المهارة التقنية، ومن الواضح ان القوارب في العقيدة الفرعونية مرتبطة بالموت أو بمرحلة ما بعد الموت ثم العودة إلى الحياة، فقد اعتقد المصريون القدماء ان الضفة الغربية من النيل حيث مغيب الشمس نهاية للحياة خلافا للضفة الشرقية من النهر التي كانت تمثل لهم بداية للحياة ولأجل ذلك أعدت القوارب، فإذا ما حان وقت عودتهم للحياة فانه كان يجب عليهم عبور النهر مرة ثانية والعودة إلى الضفة الشرقية ليكونوا بين عالم الأحياء[٣٣].

- **استخدم تقنية أشعة X**

التي توفر صورا للعظام وما كان يكسوها من لحم وقد استخدمت هذه التقنية باعتبار افضل وسيلة لدراسة المومياء إضافة إلى استعمال تقنية الرنين المغناطيسي Magnetic resonace لتحليل كيمياء التخطيط كما استخدمت المقاييس الطيفية Spectro meters لاختراق سطح المومياء. وقد استفاد فاروق الباز من استخدامه لأشعة X في اكتشاف الأورام التي نمت بين مفاصل رمسيس الثاني والذي كان يعاني من التهاب المفاصل[٣٤].

- **اكتشاف الهيكل العظمي لقيصر روسيا**

استخدمت المخططات المجسمة للحاسبات الإلكترونية والصور الجوية في حل اكثر قضايا التاريخ الروسي غموضا. فباستخدام هذه التقنيات تمكن العلماء من تشخيص اثنين من بين (٩) هياكل عظمية مدفونة في الاورال يعودان إلى نيقولا الثاني آخر قيصر للإمبراطورية الروسية وزوجته اليكسندرا.

---

(33) Ibid.

(34) Ibid.

لقد اعدم القيصر بناءا على أوامر من لينين عام ١٩١٨. وفيما إذا تم التأكد من أحد الهياكل العظمية الأخرى يعود إلى ابنته (اناستاسيا) فان ذلك سينهي الأسطورة القائلة بانها هربت عندما تم قتل أفراد العائلة[٣٥].

- **أين يرقد جنكيز خان؟**

يحاول فريق مشترك من العلماء اليابانيين والمنغوليين وعلى مدى أربع سنوات اكتشاف قبر الحاكم المنغولي جنكيزخان. الفريق الياباني مشكل من علماء من اشهر الجامعات اليابانية وبعض الشركات الهندسية المعروفة والرحلة التي يقومون بها هي أول رحلة استكشافية أثرية في منغوليا تعتمد على تقنية الاستشعار عن بعد في عملية البحث.

قام جنكيزخان في القرن الثالث عشر وخلال العشرين سنة الأخيرة من عمره بالاستيلاء على مناطق واسعة في ذلك الوقت وأسس إمبراطورية تمتد من كوريا إلى بحر قزوين ومن سيبريا شمالا إلى جبال هملايا جنوبا. ويذكر خبير الآثار المنغولي (كريستوفر أتود) من جامعة انديانا الأميركية ان هدف جنكيزخان (كما تذكر الأساطير) لم يكن السيطرة على العالم بأكمله بل كان يهدف إلى السيطرة على طريق الحرير المزدهر والذي كان يمتد في المنطقة الممتدة حاليا بين اوزبكستان وسيبريا ويذكر هذا الخبير ان لديه الدليل على ذلك. وبالرغم من ان هذا الفريق لم يحدد بالضبط مكان القبر إلا انه حدد موقع المدينة التي كانت تضم قصر جنكيزخان والذي يعتقد العلماء ان قبر جنكيزخان موجود في مكان قريب من هذا القصر.

استخدم الفريق في عمله مجموعة صور عالية الدقة ملتقطة بالأقمار الصناعية ومجسات محمولة جدا (Airborn sensors) مع سيارة تحمل رادارا نافذا للأرض.

---

(35) Ibid.

وباستعمال معدات التحسس المركبة على السيارة تمكن العلماء من رسم الظواهر الموجودة في باطن الأرض ومن ضمنها التجاويف والمواد بحجم (٤) انجات وعلى عمق (٦) أقدام بواسطة الحاسبة الإلكترونية. كما قام الفريق برسم صورة لجميع القبور التي عثر عليها بواسطة الاستشعار عن بعد في نفس المنطقة[٣٦].

القصر الرملي المفقود في الجزيرة العربية

تكنولوجيا عصر الفضاء تساعد المكتشفين في تنقيبهم للعثور على المدينة التي يبلغ عمرها (٤٠٠٠) سنة والمشهورة بالبخور والتوابل.

وهي مدينة (أبار) كما تذكرها الأساطير حيث يذكر ان شداد بن عاد بنى مدينة محاطة بالجواهر في الصحراء الجنوبية مقلدا فيها جنة الفردوس المذكورة في القرآن الكريم الذي يذكر نفس المدينة باسم (إرم Iram) المشهورة بأعمدتها الفخمة التي لا مثيل لها في الأرض (إِرَمَ ذَاتِ الْعِمَادِ الَّتِي لَمْ يُخْلَقْ مِثْلُهَا فِي الْبِلَادِ) ومعروفة أيضا باسم (سدوم) والتي دمرها الله تعالى بسبب شرها. ولقد بقي الطريق إلى أبار مختفيا لعدة قرون إلى ان ذكر ت.بي لورنس (لورنس العربي) انه حلم بموقع المدينة المذكورة إلا انه توفي قبل ان يكمل بحثه. وقد فشلت الحملات الأخرى التي تمت في عامي ١٩٤٧ و ١٩٥٣. غير ان اثنين من الجيولوجيين الهواة في كاليفورنيا أعلنا انهما عثرا على الموقع استنادا إلى الروايات القديمة واستنادا على تكنولوجيا ومعدات عصر الفضاء وقد ضم الفريق الذي تشكل عام ١٩٨٢ مع اثنين من الخبراء العرب، وخبير جيولوجي من جامعة مزوري الأمريكية والمكتشف البريطاني السيد رانولف فينيس وتأتي نقطة التحول عندما

(36) Ibid.

قرأ أعضاء الفريق العامل في نظام (رادار التصوير الفضائي) المستعمل في مكوك الفضاء مسح الصحاري القديمة في مصر وتم تحديد مواقع أحواض الأنهار القديمة. بالإضافة لذلك فان الأقمار الصناعية التي تستخدم أنظمة التحسس البصرية لها القابلية على تسجيل ضوء الأشعة تحت الحمراء المنعكسة والتي لا ترى بالعين البشرية قد استخدمت في هذا المجال.

كما استخدم الفريق البيانات التي حصل عليها عن طريق استخدام هذه التقنيات في إنتاج صورة رقمية تغطي منطقة حولها (١٦٠) كم ثم أدخلت هذه الصور على الحاسبة الإلكترونية لانتاج تفصيلات دقيقة. وقد ظهرت الطرق والأنهار بوضوح في الوقت الذي كان من الصعب للمكتشفين تحديد اتجاهاتها على الأرض على شكل صور ملتقطة من ارتفاع مئات الكيلومترات في الفضاء. وقد لاحظ الخبراء عند تحليلهم صور مكوك الفضاء جالينجر التي التقطها عام ١٩٨٤ عند مروره فوق المناطق الجنوبية للجزيرة العربية خطوط بيضاء باهتة تمتد لمئات الكيلومترات تمثل طرق قوافل تجارية مهجورة تقع تحت كثبان رملية بلغ ارتفاعها على مر القرون إلى (١٨٣) مترا (٦٠٠ق.م) وقد لاحظوا ان معظم هذه الطرق تتجمع حول منطقة تسمى (السوق العمانية) والتي تظهر على خارطة بطليموس في القرن الثاني بعد الميلاد وتمثل المنطقة في الوقت الحاضر دولة عمان التي تقع على حافة الربع الخالي.

وتابع فريق التنقيب عمله باستعمال الرادار النافذ للأرض وأجهزة قياس الارتفاعات بواسطة الرنين فعثر على مساحات واسعة من الأنقاض تحت الأرض واحد الحصون القديمة ثم تلاها اكتشاف قصر مثمن الأضلاع مع جدران وبروج عالية وهي ربما الأعمدة المذكورة في القرآن الكريم والتي يبلغ ارتفاعها (٩) أمتار

(٣٠ قدماً) وبسبب دمار المدينة أصبحت أعمدة القصر ثقيلة جدا وغارت تحت الأرض على عمق (١٢) مترا.

قد يكون من الصعب الجزم بموقع مدينة (أبار) على وجه التحديد، إلا ان اللقى الفخارية التي عثر عليها يعود تاريخها إلى ما لا يقل عن (٢٠٠٠) سنة ق.م والتي تشير إلى ان الجزيرة العربية كان لها مستوطنات مدينة معقدة مبكرة يعود تاريخها إلى حضارة بلاد الرافدين. ومن المعلوم ان ثروة المنطقة القديمة تعتمد على منتجاتها الفريدة من البخور ونسغ الأشجار المتبلور النفيس الذي يماثل الزيت في وقتنا الحاضر والذي كان يستعمل كعطور ومستحضرات طبية لإحراق جثث الموتى أو تحنيطها. وبما ان هذه المنطقة هي المنطقة التي كانت الملكة بلقيس ملكة سبأ ترسل رحلاتها التجارية إلى الملك سليمان، فمن المحتمل ان تكون البخور المرسلة من مدينة أبار تحرق بصورة منظمة في المعبد المقدس[٣٧].

مكتبة الإسكندرية

- وبواسطة تقنية الأقمار الصناعية والمسح الجوي تم اكتشاف مكتبة الإسكندرية والتي يعود تاريخها إلى (٣٠٠) ق.م ـ(٤٠٠) ميلادية والتي لم يسبقها أي مكتبة في التاريخ من حيث التنظيم والحجم كمكتبة وطنية، وحوت اكثر من (٥٠٠٠٠٠) مجلد[٣٨]، ومجموعة نادرة من المخطوطات والأعمال الإغريقية إضافة إلى مجموعة من لأعمال المترجمة. وقد ازدهرت هذه المكتبة تحت حكم بطليموس

(37) Ostling, Richard, N. and Kamlenic R: Arabias lost sand castle. In Time, vol. 139, No. 7, (17 / 2 / 1992) p. 69.

(38) Encyclopedia Britannica, vol. 1. Encyclopedia N.Y: Britannica inc. 1980, p. 474.

واستمرت في عهد الرومان ودمر الجزء الرئيسي منها بالنيران خلال حصار يوليوس قيصر الإسكندرية[٣٩].

وقد تولت اليونسكو مؤخرا مشروعا لإحياء هذه المكتبة(*)، ويسمى هذا المشروع بمشروع مكتبة الإسكندرية الرقمي والهدف منه توفير مجموعة شاملة من الخدمات المكتبية ذات الطبيعة العالمية وتضم ضمن مجاميعها الرئيسة خرائط وصور رقمية إضافة إلى المواد السمعية والبصرية والمواد النصية ويتراوح مستخدموها بين طلاب المدارس والباحثين الأكاديميين والقراء العاديين الذين بإمكانهم مراجعة المعلومات من المصادر الداخلية إضافة إلى استخدام احدث الحاسبات الإلكترونية وتقنيات المعلومات والاتصالات وشبكة الانترنيت للاتصال بالمكتبات ومراكز المعلومات العالمية. ويشترك في تنفيذ هذا المشروع مجموعة أكاديمية من جامعة كاليفورنيا منهم مختبر الخرائط والصور الجوية، قسم علوم الحاسبات، قسم الهندسة الكهربائية وهندسة الحاسبات، المركز القومي لجمع وتحليل المعلومات الجغرافية، مركز الاستشعار عن بعد والبصريات البيئية، كلية التربية للدراسات العليا، مكتبة الكونكرس الأمريكي، مكتبة المسح الجيولوجي الأمريكية، اما الشركات الصناعية فتمثلها شركة AT & T للاتصالات، شركة المعدات الرقمية، معهد بحوث الأنظمة البيئية وشركة Xerox لأجهزة التصوير والاستنساخ[٤٠].

---

(39)Encyclopedia Americana, vol. 1. N.Y: Americana corporation, 1967, p. 543-544.

(*) علما ان الابحاث الأثرية لهذه المكتبة بإشارتها عام ١٩٩٢ وانتهت عام ١٩٩٩ ويتكون المبنى الحالي لها من عشرة طوابق أربعة منها تحت سطح الأرض وستة طوابق فوق سطح الأرض.

(40) Terece, R.Smith and James Frew: Alexandria Digital Library, in Digital Libraries, vol. 38, No. 4 April 1995, p. 61-62.