تطبيقات الجيوماتكس في إدارة المواقع الأثرية

صالح رجب عيسى
مدرس مساعد بقسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة المنيا
Salehgeo@yahoo.com

الملخص

تساعد تطبيقات الجيوماتكس، ونظم المعلومات الجغرافية ليس فقط في تجميع البيانات المكانية المتمثلة في الخرائط والصور الجوية والمرئيات الفضائية.... الخ، وكذلك البيانات الوصفية من تقارير وجداول وبيانات إحصائية، ولكن تفيد في عمل قواعد البيانات التاريخية للمواقع الأثرية. وتعمل الجهات المعنية بإدارة هذه المواقع على عمل قواعد بيانات متكاملة للمواقع الأثرية، وذلك من خلال مشاريع مختلفة مثل مشروع معابد الكرنك(الأقصر)، وكذلك مشروع التل الأثري (إدفو) ...الخ، فكان لزاماً تعميم هذه النماذج والاستفادة منها على جميع المواقع الأثرية.

كما تفيد قواعد البيانات المتكاملة المعتمدة على برمجيات نظم المعلومات الجغرافية في رسم البيئات القديمة، والاستعانة بها في التخطيط المستقبلي، وإدارة المواقع الأثرية، وهذا يساعد في تطوير المنظومة السياحية، وتبادل هذه البيانات بين الهيئات الحكومية المختلفة للحد من الاخطار سواء الجيولوجية، أو البيئية، أو البشرية، حيث تمكن التحليلات المكانية في بيئة نظم المعلومات الجغرافية من التعرف على توزيع المواقع الأثرية، والتركز في الخريطة، وانماط الانتشار لهذه المواقع، وهل توجد علاقة بين هذه المواقع، وبين الظواهر الأخرى المحيطة بها، ولماذا تتواجد في هذه المواقع.

ويمكن الاستفادة من التحليلات المكانية في عمل التتبع المكاني Spatial Tracing والاحداث التي وقعت في زمان ومكان محدد، واستقراء المعلومات المكانية من الوثائق سواء التاريخية والأثرية، ودمج هذه البيانات في قواعد بيانات مكانية متكاملة.

الكلمات الدالة: الجيوماتكس، نظم المعلومات الجغرافية، الجيوأركيولوجى، الجغرافية القديمة، المواقع الأثرية.

Abstract

Geomatics applications and geographic information systems help not only in compiling spatial data such as maps, aerial photos, satellite images, etc., as well as metadata from statistical reports, tables and data. The role of these systems is not limited to mapping aesthetically, Historical databases of archaeological sites. The sites involved in the management of these sites work on the implementation of integrated databases of archaeological sites,

through various projects such as the project of the temples of Karnak (Luxor), as well as the archaeological hill project (Edfu) ... etc.,.

Integrated databases based on geographic information systems (GIS) software help draw up ancient environments, use them in future planning, and manage archaeological sites. This helps to develop the tourism system and exchange these data among different government agencies to reduce the risks of geological, environmental, or Where spatial analysis in the GIS environment enables us to identify the distribution of archaeological sites, the concentration in the map, the patterns of propagation of these sites, and whether there is a relationship between these sites and other phenomena surrounding them, and why they are present in Its sites.

Spatial Tracing, events at a specific time and place, and spatial information from both historical and archaeological documents can be used for spatial analysis and integration of these data into integrated spatial databases.

Keywords: Geomatics, Geographic Information Systems, Geoarchaeology, Paleogeography, Archaeological sites, Global Position Systems.

المقدمة:

يعرف علم الجيوماتكس [1]" أسلوب متكامل متعدد التخصصات لاختيار الأجهزة والتقنيات المناسبة لجمع وتخزين ونمذجة وتحليل واسترجاع وعرض وتوزيع المعلومات المكانية – الناتجة من عدة مصادر والمحددة الدقة والخصائص في صورة رقمية"[2]، ويجمع هذا العلم كل القياسات والبيانات، مع اختلاف قدرتها التوضيحية المكانية، واختلاف دقتها، يتم تخزينها وتحليلها وإدارتها في نظم المعلومات الجغرافية.

ويعتمد علم الجيوماتكس على مجموعة من العلوم الأخرى منها علوم الحاسب والمساحة بأنواعها المختلفة، والاستشعار من بعد، ونظم المعلومات الجغرافية، ونظم اتخاذ القرار، ونظام تحديد المواقع العالمي، وعلم الخرائط(الكارتوجرافيا).

احتوت مصر على العديد من المقومات الجغرافية سواء الطبيعية او البشرية، ويظهر هذا في الإرث الحضاري في مختلف العصور التاريخية، وكان لابد الاستفادة من التداخل بين مجموعة البيانات الجغرافية

لتوسيع فهمنا للبيئات القديمة Paleo Environments، وتأثيرها على ما قبل التاريخ، وبالنظر في التغيرات التاريخية بالمناطق الجغرافية باستخدام الخرائط القديمة تمكننا من دراسة الاضطرابات البيئية المحددة وردود فعل الانسان على هذه الاضطرابات [3].

وكان لزاماً علينا استخدام علم الجيوأركيولوجي في تفسير الإرث الحضاري وإدارته من خلال الجيوماتكس، ونظم المعلومات الجغرافية. وقد ظهر مصطلح جيوأركيولوجي للتعرف على الأبعاد المكانية لإدارة المواقع الأثرية، وكان من رواد هذا المجال السير شارلز ليل صورة (1) If Geoarchaeology has a "father", it is Charles Lyell، والذي قام في عام 1863م بوضع كتاب بعنوان الأدلة الجيولوجية لإنسان العصور القديمة Geological Evidences of the Antiquity of Man.

صورة (1) السير شارلز ليل

منهجية الدراسة:

1- **جمع البيانات** [4]**:** البحث عن مصادر البيانات المكانية أو الوصفية.

2- **إدخال البيانات:** توحيد المسقط المستخدم، تحويل الخرائط الورقية إلى رقمية، انشاء قاعدة بيانات تحتوي على الطبقات التي تغطى المنطقة الأثرية.

3- **مرحلة المعالجة:** اختبار صحة البيانات المدخلة.

4- مرحلة التحليل وإصدار النتائج.

أهداف الدراسة:

1. بناء نظم معلومات جغرافية تاريخية (HGIS)[5] **:**

يُمكن تحليل الجغرافيا التاريخية مكانياً من خلال ربط كلاً من الجغرافيا بالتاريخ وعمل مجموعة من التحليلات الإحصائية والجغرافية، والربط بين البيانات الوصفية والمكانية، ونشرها عبر تطبيقات الإنترنت والهواتف الذكية.

2. إنشاء قاعدة بيانات أثرية جغرافية:

تُفيد قاعدة المعلومات الجغرافية الأثرية مجالات عديدة ومختلفة، فإذا ما تم تسجيلها وتحقيق الهدف من إنشائها، سوف تحقق استفادة كاملة في مفهوم تسجيل المواقع الأثرية في مصر بطريقة منهجية مستحدثة وعلمية شمولية تبحث في تكوين تصور بنيوي للموقع الأثري، حيث يمكن الاستفادة منه في الوقت المناسب للصيانة والترميم والتجديد والتحديث المعلوماتي. وهذا التسجيل يختلف عن مشروع هيئة الأثار لتسجيل اثار مصر ويتضح من الشكل(1)، أن التسجيل لا يعتمد فقط على الجانب الوصفي والتاريخي للموقع بل يضاف إليه جانباً حضارياً يعطى المواقع قيمة تاريخية ووظيفية وسياحية يمكن الاستفادة منها اقتصاديا.

شكل(1) نموذج مقترح لقاعدة البيانات الجغرافية الأثرية من عمل الباحث.

أولاً: تعريفات علم الجيوأركيولوجي:

1. تعريف **Wilson, 2011**: علم الجيوأركيولوجى هو عبارة عن دراسة تتبع التفاعلات البشرية مع الغلاف الأرضي وتأريخ للأزمنة القديمة، للوصول الى الحاضر، وتحقيق هذا يؤدى الى معرفة وإدراك مفتاح المظهر الأرضي والتغير البيئي للمنطقة"[6].

2. تعريف تراب،2011: يُعد الجيوأركيولوجى أحد العلوم البيئية الحديثة التي تستخدم مناهج وأساليب وأدوات البحث في علوم الأرض لاستنتاج معلومات تفيد في التنقيب عن الآثار أو استنباط مراحل تطور سطح الأرض"[7].

3. تعريف **Cram, 2012**: بأن الجيوأركيولوجى علم متعدد المناهج والمداخل، يستخدم الأساليب والموضوعات الجغرافية، والجيولوجية، والعلوم الأرضية لفحص الموضوعات الخاصة بالمعلومات الأثرية ومعرفتها وأدراكها"[8].

ومما سبق يتضح ان هناك اتفاق على أن هذا العلم يفسر التأثير المتبادل للعلوم الأرضية على الأثر الذي خلفه الانسان والعكس صحيح، وتكون نتيجة ذلك التعرف على التسلسل الزماني–المكاني عن منطقة الدراسة، وما تأثير ذلك على المنطقة؟، وكيف يمكن التخطيط المستقبلي لها؟.

ثانياً: تعريفات علم الأثار:

1. تعريف **نخلة:** علم الأثار يبدأ مع الانسان ويتناول تفاعله مع محيطه الطبيعي والبشرى وما خلفه هذا التفاعل من شواهد توضح تطوره عبر العصور [9].

2. تعريف **نور الدين،** 2004: هو العلم المعنى بدراسة كل ما خلفه الإنسان على سطح الأرض، واشتقت الكلمة الدالة على علم الآثار من كلمتين يونانيتين هما **Arche** ومعناها "البدء" و**Logos** ومعناها "كلمة" ومعناها الحرفي "بداية الكلمة" أي بداية إبداع الإنسان القديم أو دراسة كل ما هو قديم [10].

وبتعريف الأثر نفسه نجد اختلاف مدلول كلمة أثرى من موضع الى آخر ومن بلد الى آخر نظراً لاختلاف عمر الحضارة [11] في كل بلد أو موقع، فما يعتبر أثر في بلد كأمريكا مثلاً يعتبر قديم في بلد مثل مصر، فعمر الحضارة في أمريكا لا يتعدى 200 سنة أما في مصر تجاوز 7 الأف عاماً [12].

ثالثاً: طرق التأريخ المساعدة لعلم الآثار:

1- دراسة صور الحيوانات والنباتات التي قد تتضمننها الصور والنقوش.

2- دراسة أساليب النقش والتصوير.

3- الكربون ^{14}[13].

4- طريقة البوتاسيوم أرجون.

5- مشتقات اليورانيوم.

6- قياس العنصرين O_{18}، O_{16}.

7- طريقة الإضاءة الحرارية.

8- طريقة الطبقات.

9- طريقة دراسة المقارنة.

10- التوقيت "التأريخ.

رابعاً: الأساليب والتقنيات الحديثة في المسح:

1- التصوير الفضائي الراداري.

2- المسح بطريقة المقاومة الكهربائية [14].

3- المسح بطريقة القوة المغناطيسية.

4- المسح بأجهزة الكشف عن المعادن.

خامساً: تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في الآثار:

تلعب نظم المعلومات الجغرافية دوراً رئيسياً في علم الآثار، حيث تمكننا تطبيقاتها من تتبع حركة النشاط المورفولوجي، وذلك من خلال مجموعة من البحوث الأثرية وإدارة الموارد الثقافية CRM (Cultural Resource Management)، ويمكن لهذه التطبيقات أن تحدد مجموعة من النماذج التنبؤية Predictive Modelling. وقد اعتمد اختيار مواقع النشاط البشري في العصور القديمة على استغلال هذه الروابط بالفترة البيئية الحالية والظروف الجغرافية السائدة، والتي يمكن الخروج منها بمناطق تواجد هذا الآثر اعتماداً على الأدلة الموجودة بالموقع، ويمكن الاعتماد في ذلك على تقنية إعادة الأعمار المعروفة باسم OSL "Stimulated luminescence Optically" [15].

الإمكانات التي توفرها تطبيقات الجيوماتكس في إدارة المواقع الأثرية:

أ. توفير معلومات متخصصة عن البيئة الجغرافية الجيولوجية للمواقع الأثرية، والمدن التي تحتويها كذلك ظروف السطح والمعوقات والعشوائيات وتسجيلها ودراسة مقدار إعاقتها للمشروع السياحي.

ب . توفير معلومات بيئية عن الموقع وسكانه ودراسة ثقافتهم وحرفتهم الصناعية للاستفادة منها في الترويج السياحي.

ج . تحديد منهجية لتطوير المواقع الأثرية وتنميتها محلياً، بمشاركة سكان المدن وتوعيتهم سياحيا وثقافيا بناءً على توافر أكبر قدر من المعلومات تحت أيدي متخصصين في مجال إعادة بناء الوعي الاقتصادي السياحي لسكان المنطقة.

د تنمية الوعي التكنولوجي لسكان أغلب المناطق الأثرية في الصعيد والدلتا بصورة تحفيزية لأنها سوف تكون الوسيلة الوحيدة لتنمية اقتصادهم في مجال السياحة.

هـ . تُسهم قاعدة المعلومات الجغرافية الأثرية السياحية للموقع الأثري في توفير سبل تقديم رؤية بنيوية للموقع تدعم القيمة الثقافية للعديد من المواقع التي تحتوي على أطلال يصعب اعادتها مرة أخرى، كما انها تساعد إجراء في عمليات الترميم والصيانة والتخطيط الملائم لظروف المجتمع.

و. تُفيد التقنية المعلوماتية الحديثة المهتمين بعلوم التاريخ والأثار والثقافة الإقليمية وثقافة المدن، وهذا يوفر أمكانية تكوين مؤسسات اكاديمية إقليمية تختص بتنمية تلك الفكرة في كل اقليم (على سبيل المثال قصور الثقافة المحلية بعد تطويرها وتحديثها تكنولوجيا).

ز. يمكن الاستفادة من هذه التطبيقات عبر الانترنت تجاريا وثقافيا ودعائيا.

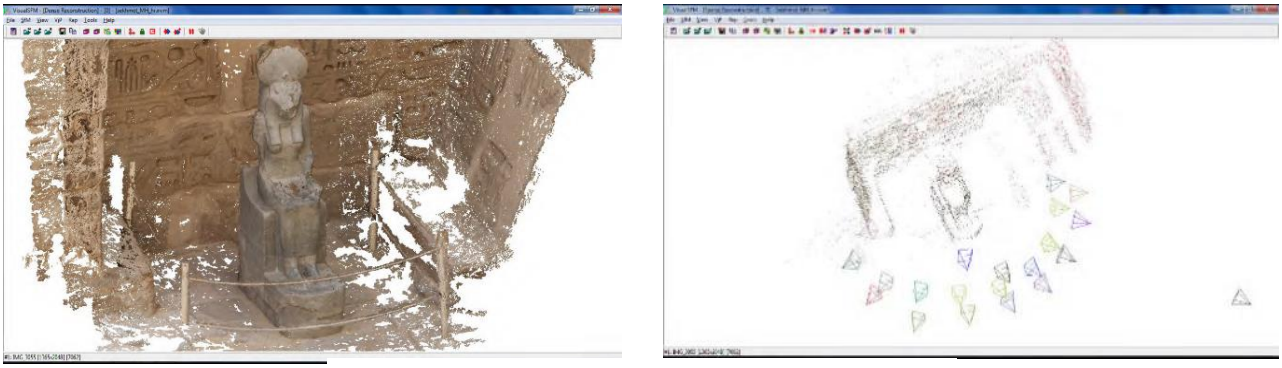
ح . يخدم التطبيق أكبر قدر من السائحين، وكذلك زوار المدن، حيث يُشجع توافر المعلومات بدقة على تصنيف القري والمدن السياحية تصنيفا متخصصا كمدن السياحة: العلاجية، الأثرية، الرياضية، المؤتمرات...الخ.

ط . عمل تقنية الرؤية الحاسوبية، وهي من خلال رسم عالم ثلاثي الأبعاد عبر صور الكاميرا، لتطوير علوم الأثار والحفريات، بحيث تسمح بتقاسم نسخ افتراضية من العظام والقطع الأثرية، ومواقع التنقيب بأكملها بين الباحثين لدراستها دون تعريضها لخطر التلف، ويقول **أندروبيفان** [16]**:** "في المستقبل، من المحتمل جداً ان تصبح هذه الأساليب الشي الاعتيادي الذي تقوم بعمله لتسجيل موقع أثري". كما يقول **هانبريش مالسيون** [17]**،** أن مزايا هذه التقنية لا تقتصر فقط على توفير الوقت والمال، هذه التقنية تعنى أنه بوسعنا أن نتوقع رؤية مجموعات بأكملها تضم مئات الآلاف من القطع الأثرية متوفرة رقمياً في غضون عقد من الزمن، بحيث يتسنى للجميع استخدامها لأغراض البحوث. ويعتقد **داكه** أن هذه التقنية لديها القدرة على كسر "احتكارية التفسير" من قبل العلماء الذين تسود نظرياتهم، لأن غيرهم من العلماء لا يستطيعون الوصول الى قطع أو بقايا أثرية بعينها [18]**،** ويتضح ذلك من خلال التقنية التي تعتمد على عدد كبير من

الصور حول القطعة الأثرية وادخالها في برنامج Multi-View Stereo Software، كما يظهر في شكلي (8،9).

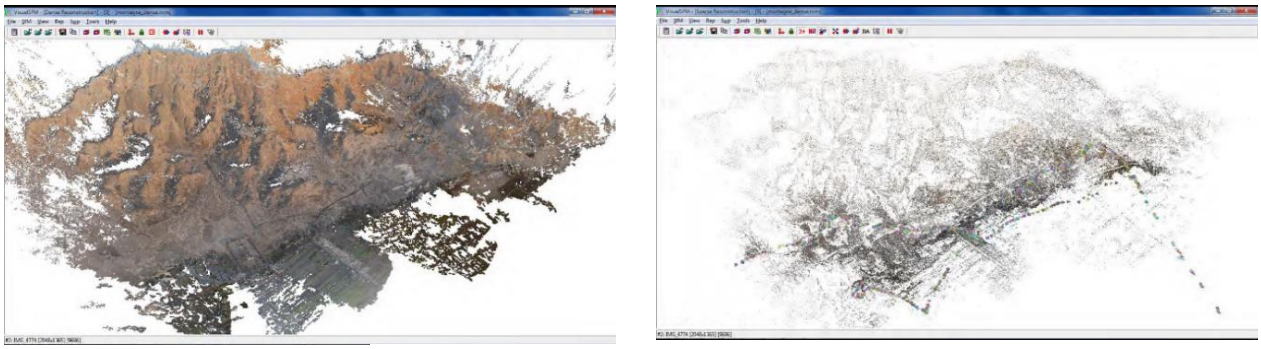
ى . يمكن الاستفادة من تقنية التصوير 360 درجة لتسمح بالتجول في المناطق الأثرية [19]، وكذلك عرض مواقع مشاريع المناطق الأثرية [20]مثل موقع الكرنك الرقمي، ومشروع طيبة، وموقع تل إدفو، والاعتماد على التتابع الزمنى لصور الأقمار الصناعية، والمرئيات الفضائية عالية الدقة في الكشف عن المناطق الأثرية الجديدة.

ك . استخدام التحليل الجيوأحصائى في بيئة نظم المعلومات الجغرافية لتساعد في عمليات التحليل المكاني للمواقع الأثرية.



شكل (2) منظر من مدينة هابو

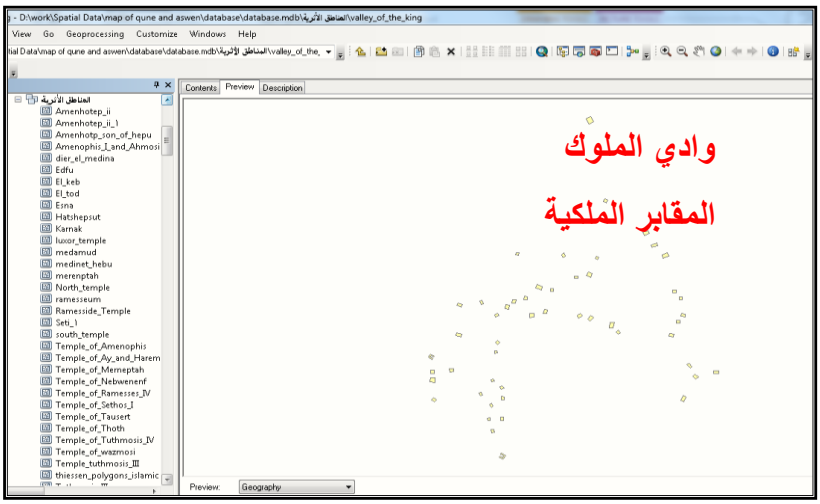
:



شكل (3) منطقة جبل القرنة

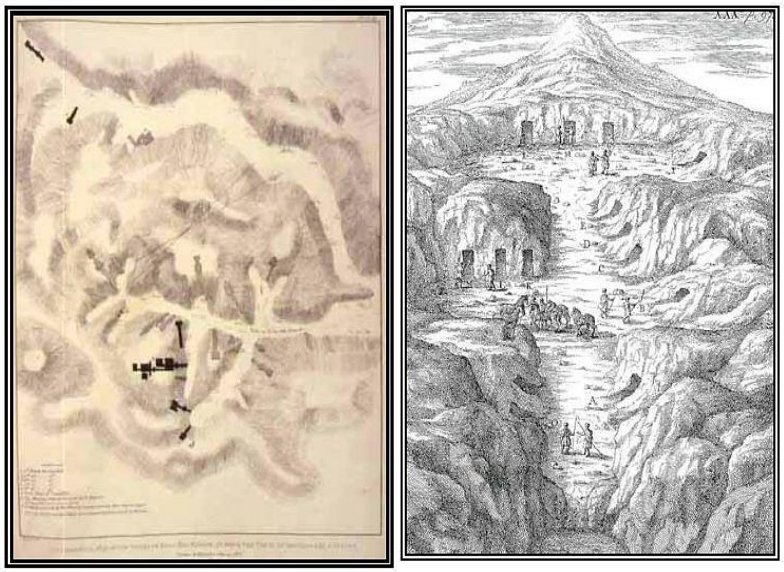
التطبيق على وادي الملوك:

1- **البيانات الوصفية** [21]**:** بعد انشاء قاعدة البيانات يتم عمل طبقة بالمواقع الأثرية شكل(4)، شكل(7).

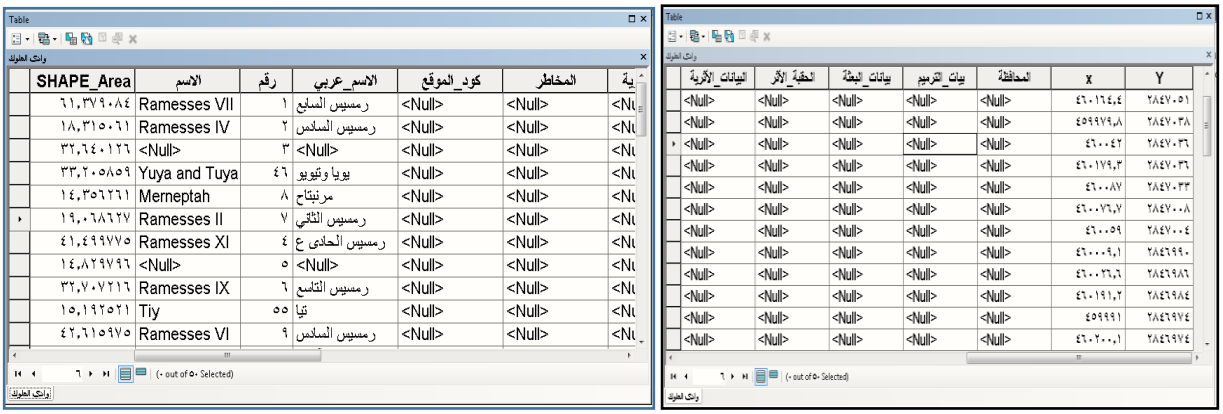


شكل(4) قاعدة البيانات الخاصة بالمناطق الأثرية، والمعروض وادي الملوك.

اختير الوادي حيث له منفذ واحد وبالتالي تسهل حراسته من سارقي القبور. وقد ذكر "استرابو" في القرن الأخير ق.م بأن وادي الملوك به 40 مقبرة تستحق الزيارة، أما "ديودور الصقلي" فقد أشار إلى 17 مقبرة فقط، واشار الرحالة الإنجليزي "رتشارد بوكوك" الذي زار مصر في عامي 1737-1738م إلى 14 مقبرة فقط وقد ذكرها بدون ذكر أسماء، ويعتبر "بوكوك" أول من كتب عام 1743م عن مقابر وادي الملوك في العصر الحديث كما يتضح من الشكل(5)، وتذكر بعثة "نابليون" أحدي عشرة مقبرة فقط ويشير بلزوني إلى 18 مقبرة عام 1821م كما يتضح من الشكل(6).



شكل(5) وادي الملوك رسم لبوكوك 1743م. شكل(6) بلزوني 1821م.

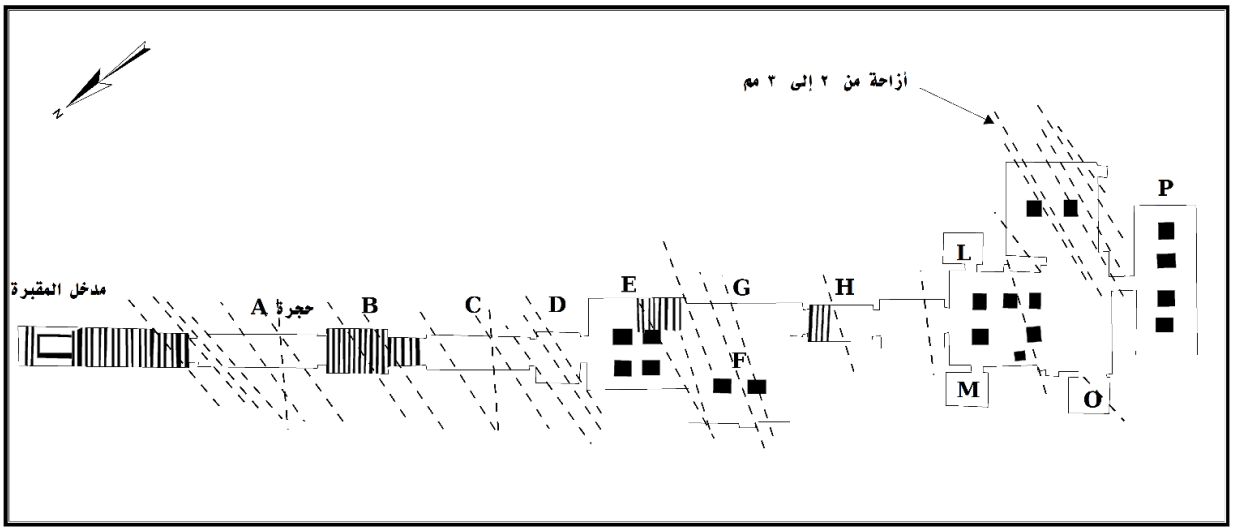


SHAPE_Area	الاسم	رقم	الاسم_عربي	كود_الموقع	المخاطر	ية
٦١,٣٧٩٠٨٤	Ramesses VII	١	رمسيس السابع	<Null>	<Null>	<Nu
١٨,٣١٥٠٦١	Ramesses IV	٢	رمسيس السادس	<Null>	<Null>	<Nu
٣٢,٦٤٠١٢٦	<Null>	٣	<Null>	<Null>	<Null>	<Nu
٣٣,٢٠٥٨٥٩	Yuya and Tuya	٤٦	يويا وتيويو	<Null>	<Null>	<Nu
١٤,٣٥٦٢٦١	Merneptah	٨	مرنبتاح	<Null>	<Null>	<Nu
١٩,٠٦٨٦٢٧	Ramesses II	٧	رمسيس الثاني	<Null>	<Null>	<Nu
٤١,٤٩٩٧٧٥	Ramesses XI	٤	رمسيس الحادى ع	<Null>	<Null>	<Nu
١٤,٨٢٩٧٩٦	<Null>	٥	<Null>	<Null>	<Null>	<Nu
٣٢,٧٠٧٢١٦	Ramesses IX	٦	رمسيس التاسع	<Null>	<Null>	<Nu
١٥,١٩٢٥٢١	Tiy	٥٥	تيا	<Null>	<Null>	<Nu
٤٢,٦١٥٩٧٥	Ramesses VI	٩	رمسيس السادس	<Null>	<Null>	<Nu

Y	x	المحافظة	بيانات_الترميم	بيانات_البعثة	الحفرة_الأثر	البيانات_الأثرية
٢٨٤٧٠٥١	٤٦٠١٦٤,٤	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
٢٨٤٧٠٣٨	٤٥٩٩٧٩,٨	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
٢٨٤٧٠٣٦	٤٦٠٠٤٢	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
٢٨٤٧٠٣٦	٤٦٠١٧٩,٣	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
٢٨٤٧٠٣٣	٤٦٠٠٨٧	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
٢٨٤٧٠٠٨	٤٦٠٠٧٦,٧	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
٢٨٤٧٠٠٤	٤٦٠٠٥٩	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
٢٨٤٦٩٩٠	٤٦٠٠٠٩,١	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
٢٨٤٦٩٨٦	٤٦٠٠٢٦,٨	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
٢٨٤٦٩٨٤	٤٦٠١٩١,٢	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
٢٨٤٦٩٧٤	٤٥٩٩٩١	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>
٢٨٤٦٩٧٤	٤٦٠٢٠٠,١	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>

شكل(7) البيانات الوصفية الخاصة بوادي الملوك.

2- بيانات المخاطر:



أ- الفواصل شكل(8).

شكل(8) فواصل [22] مقبرة سيتي الأول.

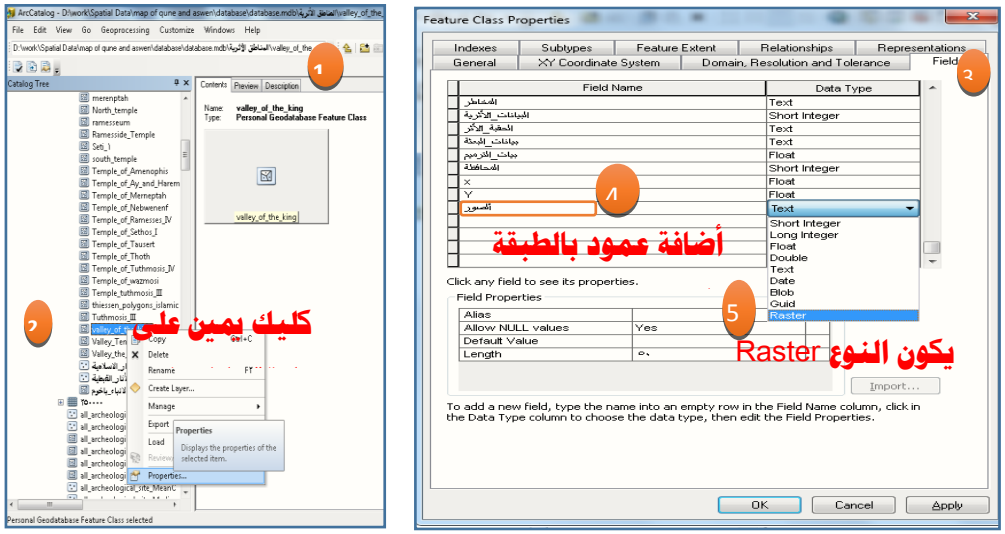
ب- السيول: حدثت السيول بوادي الملوك في عام 1819، وفى 1901/1900 و1918/1917م، وتلقى وادي الملوك كمية من الأمطار في سيل 1949 بلغ حوالي 285 ألف م3 وما تبقى منها للجريان السطحي حوالى 210 ألف م3، وقد أثرت على بعض المقابر بالوادي وعلى أحد نجوع القرنة (نجع الجنينة) الواقع عند مصب الوادي، ولكن الأمطار التي سقطت على الوادي في عامي 1991/1981 لم ينتج عنها أي سيول بالوادي، إلى أن كان سيل يومي 3،2 /1994/11، والذى تسربت من مياهه كمية كبيرة إلى

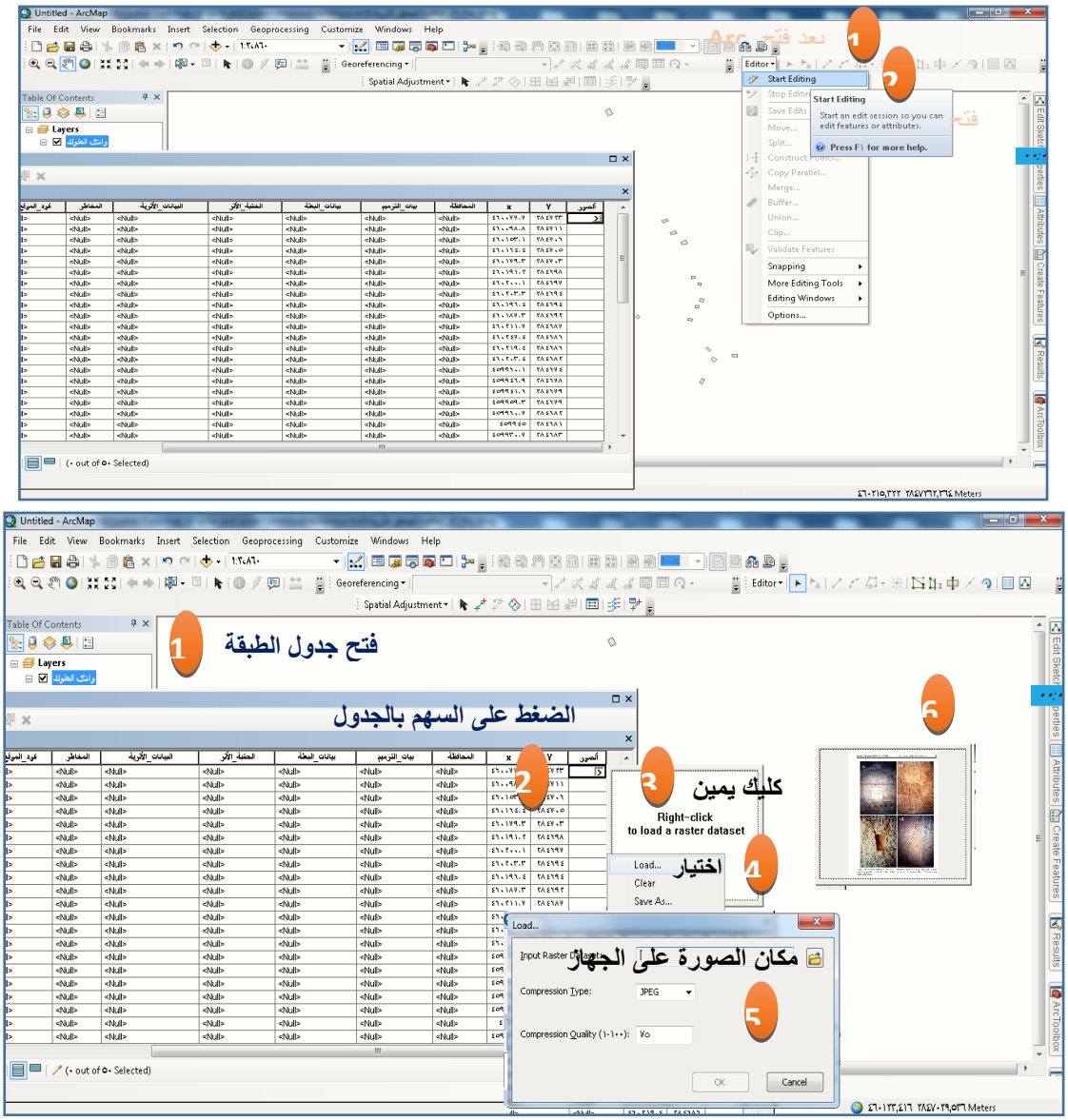
داخل المقابر المنخفضة في بطن الوادي، كما دمرت مياهه كثيراً من منازل نجع الجنينة، وأغرق كثيراً من الأراضي الزراعية بالسهل الفيضي، وقد بلغت المنازل التي انهارت اثناء هذا السيل والأمطار التي هطلت على جبل القرنة يوم 1994/10/8 حوالي 650منزلاً في نجع الجنينة وثلاثة نجوع على سفوح جبل القرنة، وقد تم تصريف المياه من الأراضي الزراعية إلى ترعة أصفون بعد قطع الطريق بين القرنة وقنا، إلى الجنوب من نجع الطارف(23). أما آخر سيول وادي الملوك فكان في ربيع 1995 على طول الجانب الغربي للوادي في العديد من المقابر [24].

3- البيانات الأثرية:

كان تحتمس الأول (KV 34) هو أول ملك من ملوك الدولة الحديثة اكتشفت مقبرته على يد "لوريه" 1898م، وأتخذ تحتمس الأول وادي الملوك مقرا لمقبرته الملكية، وكان وادي الملوك في هذا الوقت منطقة جرداء لا زرع فيها ولا ماء لا يطرقها إنسان أو حيوان لهذا أختارها وأمر بأن تنقر مقبرته في صخر الجبل، ويبدو أنه تكتم في البداية سر بناء هذه المقبرة بدليل النص المنقوش على لوحة المهندس (انيني) والمحفوظة في مقبرته بمنطقة شيخ عبد القرنة بالبر الغربي في طيبة، يقول النص (لقد أشرفت على حفر المقبرة الصخرية لجلالته بمفردي ولا أحد رأى ولا أحد سمع).

يمكن أضافة الصور لجداول الطبقة من خلال الشكل(9) التالي:

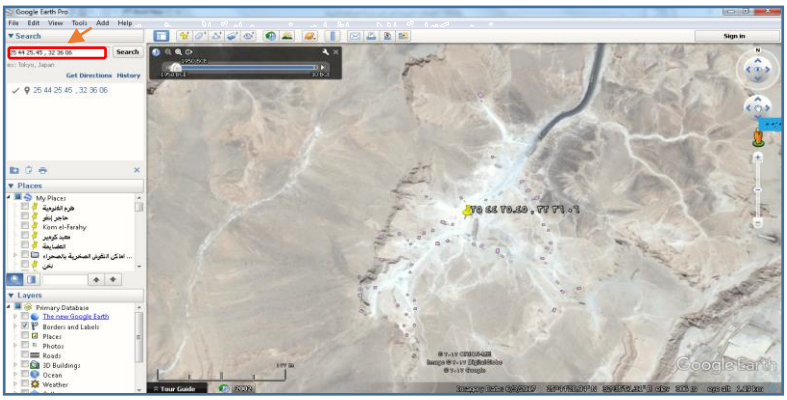




شكل(9) أضافة صورة في جدول الطبقة Arc GIS

طرق البحث عن الموقع الأثري:

فيمكن من خلال الإحداثيات للموقع الأثري الاستعلام عن المواقع الأثرية حيث ان هناك بعض المواقع لا يتم الاستدلال عنها عند البحث بالاسم يمكن تطبيق ذلك في جوجل أيرث حيث ان إحداثيات وادي الملوك هي كالتالي 25.45" 44' 25° N، 06" 36' 32° E كما يتضح من الشكل (10).



شكل (10) البحث في جوجل أيرث عن طريق الاحداثيات.

توصيات الدراسة:

- الاستفادة من تطبيقات الجيوماتكس في إدارة المواقع الأثرية.
- عمل الخراط التفصيلية للمواقع الأثرية اعتماداً على الرفع المساحي، والخرائط الجيولوجية للوقوف على الاخطار الجيولوجية.
- إعادة رسم البيئات القديمة، للتعرف على الماضي وتخطيط المستقبل.
- الحفاظ على الموقع الأثري من خلال عدم زراعة المحاصيل التي تحتاج نسبة عالية من المياه.
- الاستفادة من التحليلات المكانية في الربط بين المواقع الأثرية.
- الاستعانة بالمرئيات عالية الدقة في الكشف عن المواقع الأثرية.
- الاستفادة من التطبيقات ثلاثية الابعاد في دراسة المواقع الأثرية.
- عدم استخدام اساليب الترميم الخاطئ.
- الاستفادة من قواعد البيانات المكانية المتكاملة واتاحتها على الانترنت للتنسيق بين كافة الجهات لعمل التخطيط اللازم لكل منطقة على حده.

الهوامش:

(1) تعود أصول التسمية إلى نهاية الستينات من القرن الماضي، حيث قام الباحث الفرنسي "بيرنار دي بيسون" باستعمال مصطلح (الجيوماتكس)، وهو مركب من مقطعين هما (Geo) الأرض، و(Matics) اختصار لكلمة Informatics بمعنى المعلومات لصبح المصطلح يعرف بعلم المعلومات الأرضية، وفي الثمانينات من القرن الماضي تطور المفهوم وأصبحت تدرس كمادة في جامعة لافال (Laval) الكندية بعنوان (Definitions of Geomatics, 2008).

(2) جمعة داود، 2014، الجيوماتكس علم المعلومات الأرضية، مكة المكرمة، المملكة العربية السعودية.

(3) Duffy, P. R., & Frolking, T. A. (2011). The Körös Basin from the Neolithic to the Hapsburgs: Linking settlement distributions with pre-regulation hydrology through multiple data set overlay. Geoarchaeology, 26(3), 392-419.

(4) تستمد البيانات من الخرائط الرقمية المنتجة ببرامج Auto CAD، وكذلك مرئيات الأقمار الصناعية، وكذلك برامج Arc GIS، وGoogle Earth، وبرنامج PCI Geomatica، واستخدام الأجهزة المساحية المختلفة من Level، GPS، Total Station.

(5) نماذج لقواعد بيانات تاريخية https://www.nhgis.org/ -

- https://www.nps.gov/index.htm - http://www.pc.gc.ca/eng/index.aspx - http://www.port.ac.uk/research/gbhgis/

(6) Wilson, L. (Ed.). (2011). Human interactions with the geosphere: the geoarchaeological perspective. Geological Society of London.

(7) مجدي تراب، 2015، خريطة جيومورفولوجية قديمة لساحل منطقة الإسكندرية باستخدام دلائل الأثار الغارقة، المجلة المصرية للتغير البيئي، المجلد السابع، العدد الثاني أكتوبر.

(8) Cram, 2012, study resource for Kelly,s archaeology.

(9)متى يوسف نخلة، ب.ت، علم الآثار في الوطن العربي، طرابلس، لبنان.

(10) عبد الحليم نور الدين، 2004، آثار وحضارة مصر القديمة، ج1، ط2، الخليج العربي، القاهرة.

(11) مفهوم الحضارة: هو لفظ مشتق أساسا من كلمة Civilis في اللاتينية بمعنى "المدينة" أو Civis بمعنى "ساكن المدينة" أو Civilis بمعنى مدنى أو ما يتعلق بمساكن المدينة، حيث تقوم الحياة المتحضرة بين سكان المدن، وذلك لما يتوفر في المدن من ثروات وخبرات فضلاً عما يحققه الإنسان فيها من إنجازات وابتكارات ونتاج فكري ومادي، ولهذا يرى بعض الكتاب أن كلمة مدينة ما هي الا ترجمة للفظ Civilization بينما كلمة حضارة ترجمة للفظ Culture، على أساس أن المدينة في نظر البعض أكثر من اتصالا بالمظاهر المادية المتصلة بالحياة العلمية، وهذه بدورها وثيقة الصلة بالعلوم الطبيعية بينما تنطوي الحضارة على مظاهر ثقافية ومعنوية.

(12) ناهد نجا عباس الابيارى، 2006، النمو العمراني للمدن المصرية في العصر العربي، دار خلف للطباعة والنشر.

(13) يفقد الكربون 14 نصف كميته في الكائن الميت بعد كل (40+5730 سنة)، حيث لا يمكن أن يستخدم لقياس زمن أقدم من 8300 ق.م، وتعاني هذه الطريقة من بعض المشكلات من بينها ألا يمكن أن تؤرخ لغير المواد العضوية، كما أنها تعجز عن تأريخ أي مادة يزيد عمرها عن 50 ألف سنة.

(14) تعتمد على توصيلات وأوتاد معدنية وتجرى العملية بغرس الأوتاد في الأرض إلى العمق المطلوب أبعاد متساوية ثم يوصل التيار الموجب بالأوتاد والتيار السالبة جهاز القياس وبمرور التيار وبعد سيحلل القراءة تكرار العملية في موضع أخر الى أن تتم تغطية المكان المراد مسحه، ثم تحليل النتائج.

(15)أحمد بن عبد الله محمد الدغيري، 2013، أدلة فيضان وادي الرمة بإقليم القصيم خلال الهولوسين أواسط المملكة العربية السعودية، جامعة القصيم، السعودية.

(16)عالم الأثار بجامعة لندن، واحد أعضاء الفريق الذي يستخدم الرؤية الحاسوبية لبناء نماذج رقمية لجيش المحاربين بالحجم الطبيعي من الصلصال.

(17)عالم حفريات في متحف التاريخ الطبيعي ببرلين.

(18) إوين كالواي، 2014، أغسطس" صور ثلاثية الأبعاد تغير صياغة التاريخ، مجلة Nature، العدد 23 السنة الثانية.

(19)http://carte.ma/

(20)http://dlib.etc.ucla.edu/projects/Karnak/ , http://www.cfeetk.cnrs.fr/, http://www.thebanmappingproject.com/ , https://telledfu.uchicago.edu/

(21)http://www.thebanmappingproject.com/atlas/index_kv.asp?tombID=undefined- http://www.thebanmappingproject.com/.

(22) تتعرض معظم المناطق الأثرية لتأثير الفواصل، ومن النماذج على هذا التأثير مقبر سيتي الأول بوادي الملوك، حيث يوضح القطاع الجانبي للمقبرة ومشاهد النقوش الفواصل الدقيقة، والفواصل الصغيرة، **الفواصل الدقيقة** هي التي تتراوح ما بين 90° إلى 110° والمسافة ما بين عشرة مليمترات، و**الفواصل الصغيرة** حوالي 345°، والمسافة الصغيرة 10 إلى 50مم كما يتضح من الشكل (15-1)، تنزل المقبرة حوالي 30م في الطفلة السفلي لحجر الأساس من طفل إسنا، فتحة المقبرة الغرفة D على عمق 10م، وكان بلزوني المكتشف الأول للمقبرة 1817م، وكذلك الفواصل بتمثالي ممنون حيث تراوحت الفواصل حسب الاتجاه من 1.5° الى 2.5°.

(23)أحمد أحمد الشيخ. (1995): الحافة الشرقية لوادي نهر النيل ما بين مصبي وادي قنا وخانق السلسلة، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة القاهرة، ص 160.

(24) Wüst, R. A., & McLane, J. (2000). Rock deterioration in the royal tomb of Seti I, Valley of the Kings, Luxor, Egypt. Engineering Geology, 58(2), 163-190, p16.