مجلة جامعة دمشق للدراسات التاريخية

اسم المقال: العلوم التطبيقية ودورها في خدمة علم الآثار
اسم الكاتب: د. فاتن الحوراني
رابط ثابت: https://political-encyclopedia.org/index.php/library/2722
تاريخ الاسترداد: 2026/05/12 22:14 +03

الموسوعة السياسيّة هي مبادرة أكاديمية غير هادفة للربح، تساعد الباحثين والطلاب على الوصول واستخدام وبناء مجموعات أوسع من المحتوى العلمي العربي في مجال علم السياسة واستخدامها في الأرشيف الرقمي الموثوق به لإغناء المحتوى العربي على الإنترنت.
لمزيد من المعلومات حول الموسوعة السياسيّة - Encyclopedia Political، يرجى التواصل على info@political-encyclopedia.org

استخدامكم لأرشيف مكتبة الموسوعة السياسيّة - Encyclopedia Political يعني موافقتك على شروط وأحكام الاستخدام المتاحة على الموقع https://political-encyclopedia.org/terms-of-use

تم الحصول على هذا المقال من موقع مجلة جامعة دمشق للدراسات التاريخية ورفده في مكتبة الموسوعة السياسيّة مستوفياً شروط حقوق الملكية الفكريّة ومتطلبات رخصة المشاع الإبداعي التي ينضوي المقال تحتها.

العلوم التطبيقية ودورها في خدمة علم الآثار

د. فاتن الحوراني*

الملخص

اتجه علماء الأثار مؤخرا إلى العلم الحديث ليساعدهم ويسهل عملهم ويوفر جهدهم و وقتهم ومالهم، وقد حدث هذا الاتجاه منذ القرن الماضي عندما وجه العلم بحوثه ودراساته إلى أمور غير محسوسة ولا سيما الأشعة السينية والكونية والموجات الكهرومغناطيسية وغيرها من تقنيات وذلك في محاولة مستمرة للاستفادة العملية والتطبيقية منها. وفي بحثنا هذا سنتطرق لبعض من هذه التقنيات كالتصوير الجوي والاستشعار عن بعد، ومؤخرا تقنية المسح الجيوفيزيائي والتي تم اعتمادها في بعض المواقع الأثرية السورية التي تعود لفترات زمنية مختلفة.

* مدرس في قسم الآثار- كلية الآداب – جامعة دمشق.

Applied sciences and their implementation in archeology

D. faten Alhourani

Abstract:

Archeologists have recently tumed towards modern science to help them and to save their effort and time. This tendency has been occurred since the last century at which time science had directed its research and studies at intangible subjects especially X-rays, cosmic rays, electromagnetic waves and other techniques, in a continuous attempt to get used of them scientifically and in practice. In this research we will shed light on some of these techniques, such as aerial photography, remote sensing, and lately the geophysical survey technology which has been applied in some Syrian archeological sites dating back to different periods.

المقدمة:

كلما مر زمن أطول على آثار الحضارة السابقة، تعرضت هذه الآثار لعوامل التلف ولحوادث التخريب الطبيعية أو البشرية أو لعوامل الطمس والتغطية بمظاهر أخرى سواء كانت هذه العوامل طبيعية أم بشرية. فالتلف التدريجي بسبب البرودة والحرارة وعمل المياه الجارية ونمو النباتات والتحلل الكيميائي تؤدي جميعها إلى زوال المعالم الحضارية بدرجات متفاوتة وبمدد زمنية مختلفة حسب طبيعة المواد التي بنيت منها هذه المعالم، وحسب شدة تأثير العوامل الطبيعية، وحسب الموقع لهذه المعالم من السطح الطبوغرافي للأرض (سهلية، منطقة مرتفعة، منطقة منخفضة، سفح...) وفي معظم الأحيان فإن التلف الناتج عن هذه العوامل تلف بطيء، تستشف منه الحالات التي تقع فيها الشواهد الأثرية في الوديان المعرضة للفيضان وبالتالي للجرف، وتلك التي تقع في مجال عمل الرياح الشديدة المحملة بالرمال والتي تؤدي إلى تخريب الشواهد الأثرية من الأسفل إلى الأعلى، وإلى تغطيتها كليا أو جزئيا بما تحمله من رمال أو أتربة.

أما التلف السريع للشواهد الأثرية فيتم عادة إما بواسطة عوامل طبيعية سريعة كالزلازل والبراكين والسيول، او بواسطة عوامل بشرية كالتخريب المتعمد(وهذا ما حدث في كثير من المواقع الأثرية السورية إبان الحرب على سورية وخير مثال ما تم تدميره في مدينة تدمر الأثرية من قبل المجموعات المسلحة) أو إعادة البناء أو الطمس. وفي مقالنا هذا سنتحدث عن بعض التطبيقات الحديثة التي تم اعتمادها في الكشف عن الآثار ومسح المواقع والمباني الظاهرة وحفظ وتوثيق القطع المتحفية.

أهداف البحث:

يهدف البحث إلى عرض الموضوعات التالية:

1. التعريف ببعض التقنيات العالمية المستخدمة في المسح والتوثيق الأثري متمثلة في التصوير الجوي، الاستشعار عن بعد وتقنيات المسح المغناطيسي والتصوير الفوتوغرافي عالي الدقة.

2. عرض بعض من هذه التطبيقات العلمية والتي أثبتت نجاحها في بعض المواقع الأثرية السورية.

اشكالية البحث:

1. ما الأثار الناتجة عن استمرار الأزمة السورية خلال العشر سنوات الأخيرة ومدى أثرها السلبي على الاستمرار في هذا المجال.
2. هل أوجدت الجهات المختصة متمثلة بالمديرية العامة للأثار والمتاحف والبعثات الأثرية حلولاً ناجعة لرصد ومسح الدمار الذي لحق بالمواقع الأثرية، وذلك من خلال ادخال بعض التطبيقات لإنجاز هذه المهمة.

التقنيات المستخدمة في علم الأثار:

أصبحت الثورة التكنولوجية " المرتكز الأساسي في تكوين حداثة العصر الراهن، وهي التي وسعت نطاقات المعرفة، وغيرت في علاقات الإنسان بالموجودات، ومضمون المحيط المعيشي الذي يحيا بداخله، وهذه الثورة التكنولوجية تعتمد على المعرفة المتقدمة، أي أنها ثورة عقول مبدعة، المهم فيها القدرة على الاستخدام الأمثل للقدرات، وليس الثروة[1] " من هذا التعريف البسيط للتكنولوجيا يمكننا القول بأن علماء الآثار اعتمدوا منذ القرن الماضي بعض التقنيات لتطوير عملهم الميداني أو ما يسبقه من تحضيرات فكان التصوير الجوي وتقنية الاستشعار عن بعد والمسح الجيوفيزيائي و نظام المعلمات الجغرافية علوم تطبيقية وظفت في خدمة هذا العلم وكانت سببا في تقدم الكثير من الأبحاث.

[1] حسين الزعابي، زعابي، أثر التكنولوجيا في فن التصوير، مجلة دراسات تربوية واجتماعية، المجلد 82، العدد الرابع، كلية التربية، جامعة حلوان، 2002، ص 67.

1) التصوير الجوي:

ظهر التصوير الجوي إبان الحرب العالمية الأولى لكشف مواقع الجبهة المعادية وما وراءها، وتطور بسرعة كبيرة التصوير الجوي بتطور تقنيات كاميرات التصوير إلى ما بعد الحرب العالمية الثانية. فهذه التقنية تتم باستخدام كاميرات مثبتة على متن طائرات التصوير الجوي بمقاييس ومواصفات معلومة تمكن الآثاريين من رؤية الموقع الأثري سواء بلقطة واحدة أو عدة لقطات وتعطي نظرة شمولية ومجسمة للموقع وذلك تبعا للظروف الجوية والمناخية والطبيعية[1]. ويستخدم في التصوير الجوي أفلاما بالأبيض والأسود أو ملونة، كذلك يتم استخدام مرشحات خاصة للتصوير بالأشعة تحت الحمراء أو فوق البنفسجية، على أن يراعى الوقت المناسب للتصوير وأن يكون التصوير بزوايا مختلفة مرة تصويرا رأسيا ومرة أخرى تصويرا مائلا[2].

تعتمد غالبية البيانات المستشعرة عن بعد في علم الآثار على الفكرة الأساسية القائلة بأنه يمكن دراسة معظم التاريخ البشري من خلال تحديد وتحليل تأثيرات السلوك البشري على محيطهم الجغرافي. ونتيجة لذلك، تم استخدام الصور الجوية "لتسجيل وتفسير البيانات الأثرية والبيئية على أنها اختلافات في الدرجات اللونية والنسيج في المحاصيل النامية، والاختلافات اللونية في التربة الجرداء وكظلال تلقيها بعض الجدران[3]. فمن خلال الصور الجوية يمكن تمييز منطقة يبدو فيها اختلاف واضح في نمو النباتات والتي تشير بدورها إلى وجود دليل أثري، فالنباتات الأطول في بقعة من الحقل قد تكون مزروعة فوق قبر قديم أو قناة للري، أما النباتات الأقصر الموجودة في بقعة أخرى من الحقل فقد تكون مزروعة فوق طريق مرصوف أو أساسات بناء.

---

[1] عبد الله، كمال عبد اللطيف ، تقنيات المسح الطبوغرافي واستغلال الموارد، جامعة الخرطوم، 2019، ص 4.

[2] حسن، علي، الموجز في علم الأثار، الهيئة المصرية العامة للكتاب، 1993، ص 87.

[3] Cox, C. (1992). Satellite imagery, aerial photography and wetland archaeology: An interim report on an application of remote sensing to wetland archaeology: the pilot study in Cumbria, England. World Archaeology v.24 no.2 (1992): 249-267.

استخدمت هذه التقنية في سورية منذ عشرينيات القرن الماضي من قبل الأب بوادبارد A. POIDEBARD وذلك عند دراسته خطوط الدفاع الرومانية والمسالك القديمة في بادية الشام والمرافئ القديمة[1]. في عدة مواقع أثرية، ولم يقتصر استخدامها من أجل التحري والكشف عن ماهية وجود موقع أثري في منطقة ما، بل استخدم كذلك من أجل إعطاء صورة كاملة لمشهد العمل الميداني بعد الإنجاز وذلك بغية توثيق أعمال الحفريات خصوصا اذا كان الموقع الأثري قريب من مجرى مائي، وخير مثال على ذلك موقع تل بيدر الواقع على بعد 15 كم شمال مدينة الحسكة[2]. كذلك استخدمت تقنية التصوير الجوي في موقع سيروس النبي هوري[3]، ومن خلال الصورة تبين تحديد الرسم الهندسي لمبنى الكاتدرائية والتخطيط العام للموقع الأثري (الشكل 1).

(الشكل 1) صورة جوية يتضح من خلالها مخطط و امتداد الكاتدرائية في موقع النبي هوري.

[1]سلهب، زياد. كيوان، خالد، مناهج وتقنيات البحث الأثري، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية- جامعة حلب، 2012 ص 248،.

[2] تل بيدر مدينة دائرية مساحتها 25 هكتار تأسست مع بداية عصر البرونز المبكر 2900 ق.م وهجرها سكانها حوالي 2340 ق.م، أعيد استيطانها خلال الفترة الهلنستية 150- 50 ق.م تقريبا. انظر: مارك لوبو، أنطوان سليمان، تاريخ سورية في مئة موقع أثري، دمشق، 2017، ص 99- 100، الشكل2.

[3] تاسست سيروس من قبل سلوقس نيكاتور خلال الفترة الهلنستية، كانت تقع على طرق الاتصال بين أنطاكية ومدينة أفاميا. انظر: جانين عبد المسيح، شاكر شبيب، سيروس/ النبي هوري (حلب)، تاريخ سورية في مئة موقع أثري، دمشق، 2017، ص 359، الشكل6.

2) الاستشعار عن بعد:

هو الفرع العلمي الذي يهتم بدراسة سطح الأرض بالاعتماد الأساسي على نتائج التصوير والقياس والمراقبة لهذا السطح، والتي تتم بوساطة تقنيات خاصة، دون تماس فيزيائي مباشر، عن طريق متحسسات خاصة تكون محمولة على متن طائرات خاصة أو أقمار اصطناعية. وتطور تقنيات الاستشعار عن بعد مرتبطة بتطور العلوم الأخرى كعلم الجغرافيا والجيولوجيا وغيرها من العلوم[1]، وذلك لتلائم احتياجاتها المتغيرة والمتطلبة بشكل متزايد من الدقة في عمليات رصد الأرض.

في مطلع الستينات حدثت نقلة نوعية وكانت بداية مرحلة التصوير الفضائي والغزو الفضائي، وقد دخلت تقنيات الاستشعار عن بعد كل بيت على هذه الكرة الأرضية إما عن طريق الاتصالات الهاتفية او محطات البث التلفزيوني الفضائي او عن طريق الصور الفضائية التي دخلت مختلف نواحي الحياة.

التوابع الصنعية:

تمتلك معظم أجهزة الاستشعار متعددة الأطياف التابعة للأقمار الصناعية القدرة على التقاط البيانات ضمن الطيف المرئي وغير المرئي ، بما في ذلك جزء من منطقة الأشعة فوق البنفسجية والمنطقة المرئية ومنطقة الأشعة تحت الحمراء ، مما يتيح إجراء تحليل أكثر شمولاً للمنطقة المدروسة.

يعتمد الاستشعار عن بعد بالدرجة الأولى على المعطيات التي يتم الحصول عليها من الفضاء(الاقمار الاصطناعية أو ما يسمى بالتوابع الصنعية، وكذلك من محطة مير الفضائية سابقا والمحطة الفضائية ناسا وغيرها من المحطات المحدثة حاليا) وبخاصة عن طريق التصوير في مجالات الأشعة المرئية، او تحت الحمراء، او الأشعة

[1] Aaron Osicki., A Review of Remote Sensing Application in Archaeological Research Geography 795.28 (333), 2000, p. 1.

الراداريـة[1]. هـذا التصـوير الـذي يـتم بتقنيـات وطرائـق مختلفـة كـان أولهـا التصـوير الفوتوغرافي العادي الأبيض والأسود وهو امتداد للتصوير الجوي، ثم الملون والراداري الذي يعتمد مبدأ التقاط الأشعة الرادارية التي مصدرها جهاز الرادار بعد انعكاسها عن سطح الأرض، ولترسم هذه الاشعاعات المنعكسة صورة لهذا السطح حسب طبيعة كل جزء من أجزائه كل بحسب مقدرته على امتصاص الأشعة وعكس الجزء المتبقي منها للفضاء ثانية وهذا مرتبط بتركيب هذا الجزء حكما.

كما ظهر التصوير متعدد الأطياف الذي يعني القيام بالتصوير في مجال طيفي محدود من مجالات الأشعة المرئية او تحت الحمراء (في مجال اللون الأزرق، الأحمر، الاصـفر، الأخضـر، البرتقـالي، البنفسـجي، تحـت الحمـراء القريبـة، تحـت الحمـراء المتوسطة، تحت الحمراء البعيدة) حيث لكل لون طول محدد لموجتها الكهرومغناطيسية. فالمياه مثلا تمتص اكثر من 90 % من الأشعة الواردة وتعكس جزء بسيط جدا مما يجعل المسطحات المائية تظهر باللون الأسود على الصورة الفضائية.

وتعتبر الصور متعددة الأطياف الملتقطة من LANDSAT أو ASTER وسيلة معيارية لتصنيف الغطاء الارضي وأنواع التربة. تم في الآونة الأخيرة تطبيق دراسة كان الهدف منها تسليط الضوء على مساهمة الأساليب المختلفة مثل الاستشعار عن بعد[2]، ونظـام المعلومـات الجغرافيـة وتحليـل الجيومورفولوجيـا لاكتشـاف مسـتوطنات العصـر الحجري الحديث ونمذجة السكن في منطقة ثيساليا في اليونان[3].

[1] Giardino, Marco J., "A history of NASA remote sensing contributions to archaeology" (2011). *NASA Publications.* Paper 56. Journal of Archaeological Science http://digitalcommons.unl.edu/nasapub/56

[2] Dimitrios D. Alexakis, Athos Agapiou, Diofantos G. Hadjimitsis1 and Apostolos Sarris, Remote Sensing Applications in Archaeological Research, 2012, p. 436-438.

[3] لمعرفة المزيد انظر:

Pavlidis, L. (2005). High resolution satellite imagery for archaeological application. www.fungis.org/images/newsletter/205-1.pdf.

Fowler, M.J.F. (2002). Satellite Remote Sensing and Archaeology: a Comparative Study of Satellite Imagery of the Environs of Figsbury Ring, Wiltshire. *Archaeol.Prospec.*, *9*, 55-69.

والتصوير الفضائي يعتمد حاليا طريقة التصوير بالماسح (SCANER)، ويعمل الماسح على مبدأ إعطاء قيم رقمية لكل لون موجود في أصغر مساحة يمكنه أن يستشعر على القيم اللونية وتدعى هذه الوحدة البيكسل وهو ناتج عملية تقاطع الاعمدة مع السطر على كامل مساحة الماسح. وتختلف مساحة البيكسل وما يمثل من مساحة على الطبيعة، من ماسح لآخر حسب درجة تطوره وغاية تصميمه. وفيما يلي سنذكر بعضا من هذه التقنيات:

1. الماسح الحراري متعدد الأطياف بالأشعة تحت الحمراء

(Thermal Infrared Multispectral Scanner)

يمكن استخدام هذه التقنية سواء بتثبيت الجهاز على طائرة، أو من خلال الأقمار الصناعية، يتكون هذا الماسح الضوئي من ست قنوات تقيس كمية الحرارة المنبعثة من الأهداف الأرضية بدقة 0.1 درجة مئوية وبالتأكيد تتناسب الدقة في هذا الماسح طردا مع البعد عن الهدف. وتبلغ المساحة الممسوحة في حال كانت طريقة المسح بالأقمار الصناعية حوالي 30 م^2، وفي حال استخدام الماسح الضوئي في طائرة يمكن أن تكون دقة الوضوح في حدود متر مربع[1]. والمهم في هذه التقنية أنها ممكنة التطبيق في المواقع ذات الغطاء النباتي الكثيف ومثال ذلك عندما طبقت في إحدى غابات مكسيكو.

كذلك تم تطبيقها عام 1985 لتحديد وتحليل ممرات المشاة التي يرجع تاريخها إلى حوالي 2500 عام قبل الميلاد. والتي تؤدي إلى مقبرة في منطقة أرينال في كوستاريكا.

2. Airborne Oceanographic Lidar (ADI)

هو جهاز نشط يعتمد على ارسال الليزر إلى سطح الأرض عدة مرات في الثانية، مع أخذ قياسات الارتفاعات للأهداف المراد رصدها. هذه التقنية قادرة على قياس ارتفاع الأشجار والأعماق والمنحدرات التضاريسية، وغيرها من معالم أثرية. تم استخدام هذا المستشعر وصور الأشعة تحت الحمراء TIMS في تحليل شبكة ممر المشاة في موقع كوستاريكا.

[1] Aaron Osicki., A Review of Remote Sensing Application in Archaeological Research Geography 795.28 (333), 2000, p. 10.

3. Synthetic Aperture Radar (SAR)

هذا المستشعر يشبه في تقنيته المستشعر السابق ADI حيث يرسل نبضات من الطاقة الكهرومغناطيسية إلى الأرض ومن ثم يسجل المستشعر كمية الطاقة المرتدة والوقت الذي استغرقته. يتميز هذا المستشعر بقدرته على اخراق اسطح الأرض الجافة واكتشاف ماهو مدفون تحت الرمال. طبقت هذه التقنية في السودان عام 1982، حيث حددت الصور الملتقطة المجاري المائية السابقة في الصحراء السودانية.

4. التصوير عالي الدقة بالأقمار الصناعية (Satellite High-Resolution Imaging)

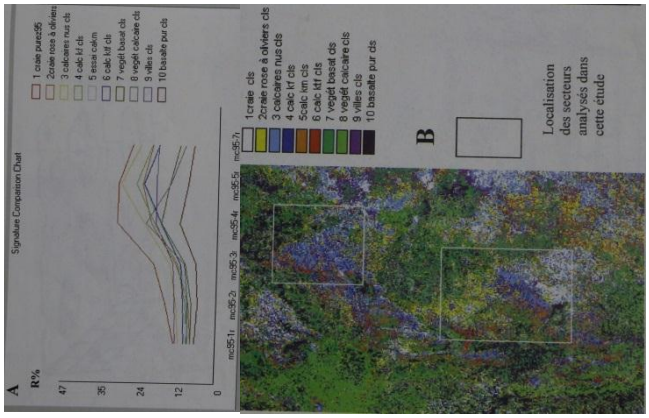
ستكون هذه التقنية مفيدة جدا للبحث في التنقيب الأثري، حتى وقت قريب، كانت اكثر صور الأقمار الصناعية من القمر لاندسات والتي كان لها دقة مكانية تتراوح من 80م^2 حتى 30م^2 من حجم البكسل من في الماسحات الضوئية متعددة الأطياف مثل Multispectral Scanners (MSS) و Thematic Mapper (TM) scanners. تحسنت دقة الصور الملتقطة من الأقمار الصناعية، عام 1986 وصلت دقة القمر الفرنسي SPOT حتى 10م^2 بكسل مع الصور ذات الدقة العالية المرئية، عام 1999 اطلق القمر الصناعي IKONOS لتصل الدقة المكانية فيه 1م^2 بكسل. هذه الدقة ستكون ثورة في الكشف عن أدق التفاصيل في المواقع الأثرية[1].

استخدمت تقنية الاستشعار عن بعد في منطقة الكتلة الكلسية[2] في شمال سورية لإظهار التباين اللوني لأنواع الترب (الشكل 2) في كل من جبل سمعان وجبل الزاوية وعلاقتها بالتوزع الجغرافي والمكاني للمواقع الأثرية العائدة للعصرين الروماني والبيزنطي[3].

[1] Aaron Osicki., A Review of Remote Sensing Application in Archaeological Research Geography 795.28 (333), 2000, pps. 11-15.

[2]

[3], ABDULKARIM M, BILDGEN P. & A et GILG J.-P., 2004,Comparaison des pontenialités naturelles d'accueil des Gebels siman et zawiyé, vis – à –vis des choix d'implantation des sites antiques romano-byzantins de Syrie du Nord *Photo Interprétation, Images et représentations spatiales de l'environnement*, vol. 40, Paris, p. 27-35, pl. .



(الشكل 2) صورة من القمر الصناعي Landsat 5 TM 174-35

تعطـي القـيم اللونيـة لأنـواع التـرب والتـي صـنفت ضـمن عشـرة أنـواع، عـن ABDULKARIM M, BILDGEN P. & A et GILG J.-P., 2004

3) المسح الجيوفيزيائي:

علم الجيوفيزياء The Geophysics:

لابد لنا في البداية من تعريف علم الجيوفيزياء الذي هو أحد فروع علم الأرض الذي يهتم بدراسة باطن الأرض باستخدام القوانين الفيزيائية للطبقات الصخرية في القشرة الأرضية، وبشكل أساسي يهتم بدراسة وقياس قوة الجاذبية، المغناطيسية الأرضية، الكهربائية والكهرومغناطيسية وسرعة الموجات الزلزالية في الصخور الباطنية وغيرها من الخصائص الفيزيائية الأرضية.

يستخدم علم الجيوفيزياء أساليب وطرق متعددة اعتمادا على الأجهزة الجيوفيزيائية المستخدمة للغرض من الاستكشاف أو المسح الجيوفيزيائي والذي يشكل البحث والتنقيب عم مكامن النفط الخام والغاز، وغيرها من ثروات باطنية أحد أهم أهدافه.

استخدامات علم الجيوفيزياء:

يهتم علم الجيوفيزياء باستعمال مختلف أنواع التقنيات والقوانين الفيزيائية في البحث والتنقيب عن الثروات الطبيعية في باطن الأرض عن طريق دراسة عدم التجانس في البيانات والمعطيات المأخوذة عند إجراء أية عملية استكشاف أو مسح جيوفيزيائي[1] وبذلك تنوعت استخدامات علم الجيوفيزياء ليشمل الكثير من الاختصاصات[2] والكشف عن الآثار اصبحت واحدة من أهم هذه الأهداف التي تم اعتمادها من قبل الآثاريين.

تنوعت الأجهزة والطرق الجيوفيزيائية المستخدمة في مجال المسح الجيوفيزيائي، فهي أجهزة مصممة للاستخدام فوق سطح الأرض للكشف عن ما هو تحت سطح الأرض دون اللجوء للحفر أو التنقيب، وتشترك معظم هذه الأجهزة بأنها لا تسبب الضرر بالموقع الأثري اضافة لتميزها بسرعة اظهار النتائج[3]. وفي هذا المجال اعتمد العديد من الطرق في المسح الجيوفيزيائي في الكشف عن الأثار وفيما يلي سنذكر بعضا منها:

1. مقياس المغناطيسية The Magnetometer

تعرف هذه الطريقة بطريقة المسح المغناطيسي وهو جهاز قياس شدة المجال المغناطيسي الأرضي. عند تطبيقه بشكل منهجي على موقع أثري، يمكن للمرء إنشاء خريطة مغناطيسية للموقع، والتي توضح مكان وجود تغييرات كبيرة في المجال المغناطيسي. لأسباب واضحة، يعتبر مقياس المغناطيسية مناسبًا بشكل مثالي لتحديد مكان وجود القطع الأثرية الحديدية، ومع ذلك، يمكن استخدامه أيضًا في تحديد بقايا الأفران والفخار والخزف والطوب....الخ وما يحيط بها من مواد طينية. يعد هذا الجهاز أقل فعالية بالقرب من أو في المناطق الحضرية أو المناطق ذات الصخور النارية. طبق هذا النوع من المسح المغناطيسي في موقع عمريت الأثري على الساحل السوري خلال موسمي 2008 – 2009 حيث أظهرت النتائج وجود بعض الشذوذ في القراءات الحقلية.

[1] المفرجي، محمود عبدالله محمد، التقنيات الجيوفيزيائية المستخدمة في استكشاف الآثار، جامعة كركوك، العراق، ص 3.
[2] متعب أحمد، مهنا، مبادئ الطرق الجيوفيزيائية في الاستكشافات الجيولوجية، جامعة تكريت، كلية العلوم، ص 1-4.
[3] الشوكي، أحمد، علم الحفائر الأثرية، جامعة عين شمس، القاهرة، 2013، ص 38-42.

واثبتت فيما بعد البعثة الاثرية العاملة في عمريت صحة هذه النتائج وذلك من خلال ظهور أساست لجدران تعود للفترة الهلنستية.

2. المقاومة الكهربائية (Electrical Resistivity)

الأساس في هذه الطريقة وجود تباين في قيم المقاومة النوعية بين التراكيب الاثرية والتربة المحيطة بها، ومن العوامل المؤثرة في هذا التباين كمية ونوعية الماء الموجودة في التربة، الفجوات والمسامات في المواد إضافة إلى نوعية المعادن المكونة لهذه المواد أو الصخور. أما العوامل المساعدة لهذه الطريقة من أجل تحديد الظواهر الأثرية هو نوعية التربة والاختلاف في كمية الرطوبة التي تحويها الأثار المدفونة والتي تتغير تبعا للتأثيرات المناخية والهيدرولوجية[1].

3. الرادار الأرضي (Ground Penetrating Radar) (GPR)

مبدأ هذا الجهاز يقوم على تصوير شامل لكل الأثار وبذلك يمكن تحديد الهدف المراد البحث عنه وعمقه تصل كفاءة هذا الجهاز إلى 40 م تحت الأرض، وهذه التقنية محدودة الاستخدام في المناطق التي توجد بها صخور كبيرة أو تربة مالحة أو طينية[2].

استخدمت هذه التقنية في موقع رفانييه (قرية بعرين) ضمن المشروع السوري–الألماني بغية البحث عن مقر الفيلق العسكري والمدينة العائدة للفترتين الرومانية والبيزنطية، قدم هذا المسح نتائج مرضية ككسر الفخار والصحون المختومة بختم الفيلق الثالث الغالي، ومقر المعسكر والشارعين المتعامدين ومنازل والمحال التجارية وغيرها من منشآت[3].

[1] المفرجي، محمود عبد الله ، التقنيات الجيوفيزيائية المستخدمة في استكشاف الآثار، جامعة كركوك العراق. ص 7.

[2] Bevan, B. (1995). Geophysical Prospecting. American Journal of Archaeology 99 (1995): pps. 88-90.

[3] حسن، هيثم. وغوشفيند، ماركوس، أعمال المسح الجيوفيزيائي لموقع رفانييه–بعرين، الوقائع الأثرية السورية، العدد الثالث، دمشق. ص 169.

4. جهاز الترددات المنخفضة(Ultrasonic)

تصل ترددات هذا الجهاز لأعماق مختلفة، ليعطي تصور مبدئي وعام عن الموقع الأثري ويستخدم في المناطق الجافة.

5. الطريقة الجذبية الدقيقة (Microgravity)

تعد من التطبيقات الحديثة نسبيا في علم الآثار واستخدمت في الكشف عن غرفة الملك السرية في أهرام مصر من قبل البعثة الفرنسية.

هناك تقنيات أخرى في المجال المغناطيسي ولكنها تستخدم على بعض اللقى بعد اجراء التنقيب الأثري لمعرفة وقياس تغيرات المجال المغناطيسي للأرض المتبقي منذ آلاف السنين، وهي تقنية الباليومغناطيسية (palaeomagnetism) والبقايا الفخارية والمواقد والأفران من أكثر المواد الأثرية حفظا لمعدن الهيماتايت الذي يكون مستقرا من الناحية الكيمائية والمغناطيسية ويمكن تتبع طريقة اكتسابها المغناطيسية المتبقية في المختبر.

ومن هنا يمكننا القول بأن الأساس الذي يبنى عليها استخدام الطرق الجيوفيزيائية هو وجود الاختلاف في الخواص الفيزيائية بين الجسم الأثري والمواد المحيطة به. إن هذا الاختلاف يكون السبب في إحداث شذوذ أو انحرافات في القراءات الحقلية حيث تساعد على تعيين الأبنية الأثرية. عندما تكون المواد والبقايا الأثرية ذات خواص فيزيائية عالية فأن قيمة الشذوذ ستكون موجبة، أما في حال كان عكس ذلك أي أن البقايا الأثرية ذات خواص فيزيائية أقل من الوسط المدفونة فيه فإن قيمة الشذوذ ستكون سالبة. ولذلك كان في بعض الأحيان يتوجب على البعثة الأثرية استخدام تقنيتان لمقارنة القراءات الحقلية، وذلك اعتمادا على خواص وظروف الموقع الأثري لما يحدث من فشل في أحد التطبيقات[1].

[1] المفرجي، محمود عبد الله، ، التقنيات الجيوفيزيائية المستخدمة في استكشاف الآثار، جامعة كركوك العراق. ص 8،3،4.

وتعتبر أجهزة قياس المغناطيسية حساسة لنوعين من المجالات المغناطيسية: المستحثة والمتبقية.

الحقول المستحثة هي حقول مغناطيسية إضافية مستحثة في الأجسام المعدنية بواسطة المجال المغناطيسي للأرض. في المقابل تعود المجالات المغناطيسية المتبقية إلى المعادن المغناطيسية الموجودة في أنواع معينة من الصخور الأساسية والتربة. وبالتالي من خلال اكتشاف الاختلافات الدقيقة في المجال المغناطيسي للأرض الناتج عن إضافة واحد من كلا المجالين المغناطيسي المذكورين أعلاه، يمكن استخدام أجهزة قياس مغناطيسية للكشف عن الاجسام المعدنية وكذلك الاختلافات في نوع التربة والصخور[1] والمقصود هنا التربة المستخدمة في بناء جدران من اللبن في مواقع أثرية تعود لعصور البرونز المختلفة، أما الصخور فهي المادة المستخدمة في بناء جدران وابنية تعود لفترات لاحقة كالعصر الهلنستي وهذا ما كان واضحا في مسوحات موقع عمريت الأثري على الساحل السوري حيث تكون في بعض الأحيان مطمورة تحت الأرض.

طبق المسح الجيوفيزيائي (الشكل3) في الكثير من المواقع الأثرية السورية(تل الشعيرات تل موزان تل الروضة تل حلاوة دورا أوروبس تل ورديات ابل شيزر موقع عمريت مدينة تدمر)[2] وفيما يلي سنذكر بعضا من هذه التطبيقات التي نفذت في عدة مواقع.

بدأت أعمال المسح المغناطيسي في تل الشعيرات[3] في خريف عام 2004 بالتعاون بين المديرية العامة للآثار والمتاحف وبين البعثة الأثرية الفرنسية العاملة في تل الروضة[4]. عملية المسوحات المغناطيسية في تل الشعيرات تمت في الجزء الشمالي والشمالي الشرقي من التل حيث تم تقسيم هذا الجزء طبوغرافيا وزرع النقاط الطبوغرافية

[1] https://mundellassociates.com/services/geophysics/techniques/magnetic-methods.

[2] شقير، فارس سلوم، الجيوفيزياء التطبيقية (الطرائق العلمية في استكشاف باطن الأرض) الجزء الأول طرائق الجاذبية والمغناطيسية المركز العربي للتعريب والترجمة والتأليف والنشر 1992.

[3] يقع تل الشعيرات العائد لعصر البرونز الوسيط جنوب شرق حمص وعلي بعد حوالي 40 كم، للتل شكل دائري ومحاط بسور يتخلله أربع بوابات.

[4] تل الروضة موقع أثري يبعد 80كم شرق مدينة حماه، يعود تاريخ تأسيسه لعام 2500 ق.م.

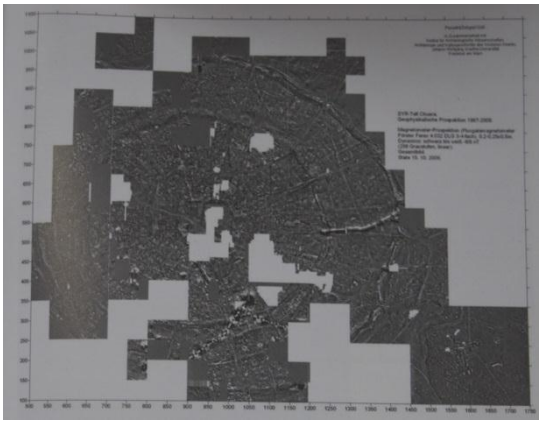
في أماكنها المناسبة على شكل أوتاد من الخشب تبعد كل نقطة عن الأخرى 100م طول وعرض بشكل شبكة تعطى أحرفا بحسب الترتيب الأبجدي، ومن ثم كل مئة متر تقسم بالأوتاد الخشبية لقسمين 50 م ليسهل تقسيمها إلى مسارات متساوية البعد من أجل السير في خطوط مستقيمة، ومن ثم المشي والجهاز مثبت و محمول على الخصر لمسافة 50 م ذهابا وإيابا، بعد القيام بتنظيف كامل المنطقة المراد مسحها من قطع الحديد التي تعيق عمل الجهاز بحيث لا يستطيع الجهاز بكشف الطبقة التي تحتها. وعند الانتهاء يتم إفراغ المعلومات المسجلة على الجهاز، على الكمبيوتر ليتم قراءتها. أعطى المسح المغناطيسي نتائج جيدة فقد أظهرت النتائج المعالجة من الجهاز وجود طرقات رئيسية وأخرى فرعية، كذلك وجود بيوت صغيرة وكبيرة منتشرة في الجزء الممسوح. وتم تأكيد هذه النتائج من خلال إجراء عدة أسبار اختبارية حيث أظهرت بعض الجدران وبعض اللقي الفخارية.

الشكل 3: صورة جهاز المسح المغناطيسي[1] الذي اعتمد في مسح تل الشعيرات.

وفي موقع تل خويرة[2] الأثري نفذت نفس آلية العمل بالمسح الجيومغناطيسي من قبل البعثة الألمانية من جامعة فرانكفورت، تظهر صورة المسح سور مزدوج يحصر بينهما المدينة المرتفعة والمدينة المنخفضة، وتقسيمات إدارية، منازل ومعابد غيرها من مرافق يفصل بينها شوارع تأخذ شكل شعاعي تقود إلى الساحة المركزية (الشكل 4) وكان من أهم النتائج تتبع تاريخ الاستيطان للمحيط الواسع لتل خويرة.

[1] https://mundellassociates.com/services/geophysics/techniques/magnetic-methods.

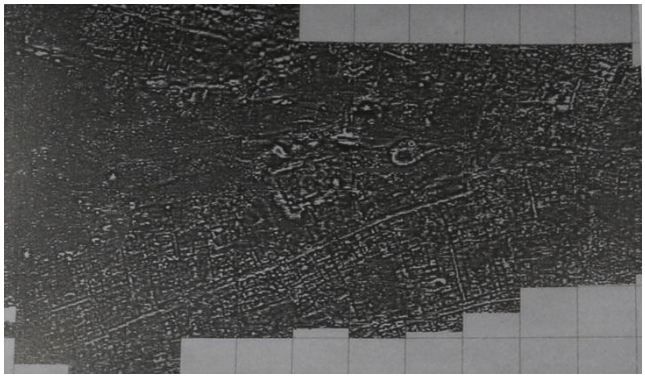
[2] تل خويرة موقع أثري يعود للألف الثالث قبل الميلاد يقع في الجزيرة العليا بمحافظة الرقة، تبلغ مساحة التل 80 هكتار.



الشكل 4: صورة المسح الجيوفيزيائي، تل الخويرة، تاريخ سورية في مئة موقع أثري ص 288.

ذكرنا سابقا بأن عملية المسح الجيوفيزيائي لا تقتصر على المواقع الأثرية التي تعود لفترات البرونز القديم أو ما قبلها كون أغلب آثارها مدفونة وغير ظاهرة للعيان، ففي مدينة تدمر الأثرية قامت البعثة السورية الألمانية– النمساوية المشتركة بإجراء مسوحات جيوفيزيائية، من أجل المعرفة والتحقق من امتداد الاستيطان الهلنستي في مدينة تدمر خلال القرن الثالث قبل الميلاد. أظهرت نتائج المسح الجيوفيزيائي (الشكل 5) نتائج جدا مهمة حول امتداد الاستيطان الهلنستي (المنازل) وحتى العصر الروماني القرن الثالث ميلادي، والذي كان متوقع أن يكون امتداده خارج المدينة الرومانية في المنطقة التي تقع جنوب الوادي، وهذا ما أكدته الأسبار الاختبارية التي نفذت بعد المسح الجيوفيزيائي في نفس المنطقة اضافة لجمع العديد من اللقى الفخارية التي تعود لنفس الفترة أي القرن الثالث ق.م[1].

[1] أندريه شميدت–كولينيت، خالد الأسعد، وليد الأسعد، تدمر، ثلاثون عاما من البحوث الأثرية السورية الألمانية النمساوية (حمص)، تاريخ سورية في مئة موقع أثري، يوسف كنجو واكيراتسونيكي تعريب يوسف كنجو، دمشق، 2017، ص 342.



(الشكل5) مخطط المسح الجيوفيزيائي، يوضح امتداد المدينة الهلنستية، تدمر، تاريخ سورية في مئة عام ص 345.

أدى الاستخدام الواسع النطاق للبحوث الجيوفيزيائية في المواقع الأثرية (المغناطيسية، ومقاومة التربة والتقنيات الكهرومغناطيسية) إلى زيادة الحاجة من اجل معالجة سريعة وعالية الجودة، ضمن حزم من البرامج المعروفة (مثل Surfer و Oasis و Geoplot، إلخ) هذه البرامج تقدم مجموعة من الادوات للمعالجة الإحصائية وتخطيط البيانات الجيوفيزيائية، ولكن ثبت بأنها غير فعالة في حالات البيانات المتداخلة والكثيفة. ومن أجل ذلك تم العمل على برنامج GPP[1] لأرشفة ومعالجة البيانات الجيوفيزيائية، فكانت النتائج المؤرشفة باستخدام GPP أكثر من مرضية، لأن العمل عليه يتيح إنتاج الصور بسرعة وتكون عالية الجودة حتى أثناء العمل الميداني[2].

التطبيقات الحديثة واستخدامها خلال الأزمة السورية

إن الحرب التي فرضت على سورية ولمدة استمرت عشر سنوات كان لها الأثر السلبي على التقدم الذي بدأ يزهر ثماره في عمليات المسح الأثري والتي ذكرنا البعض من تطبيقاتها في المواقع الأثرية. حيث توقفت أعمال التنقيب والمسح الأثري وأصبح

[1] GPP: A Program To Automate The Geophysical Data Processing

[2] https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.527.3585&rep=rep1&type=pdf

الشغل الشاغل للسلطات الأثرية هو الحفاظ على المواقع والمتاحف الأثرية بكل الطرق والوسائل المتاحة، فعمدت المديرية العامة للآثار والمتاحف على توثيق وحفظ وإخلاء القطع الأثرية ووضعها في أماكن آمنة، لكن بقيت المواقع الأثرية معرضة للخطر وخاصة تلك الواقعة تحت سلطة المجموعات المسلحة فعمدت المديرية العامة للآثار والمتاحف على تقنية التصوير الجوي بأحدث التقنيات لهذه الغاية كالطائرات المسيرة (الدرون) والتي تحمل أحدث أنواع الكاميرات. وذلك لمراقبة المواقع الأثرية وتسجيل كل طارئ ومخاطبة الجهات ذات الصلة داخل وخارج سورية كمنظمة اليونسكو.

مع بدأ تحرير المناطق من الجماعات المسلحة، بدأت المديرية العامة للأثار والمتاحف بعملية مسح لكامل المواقع الأثرية وتوثيق الأضرار وذلك بإرسال الفرق الخاصة من آثاريين ومهندسين لإتمام وإنجاز هذه المسوحات والعمليات التوثيقية.

كان أول دخول لطائرة الدرون لسورية في مجال المسح والتوثيق الأثري في 2014 كإهداء عند تنفيذ مشروع CYARCH بالتعاون مع المديرية العامة للآثار والمتاحف.

استخدمت للمرة الاولى في مشروع توثيق دمشق القديمة عام 2016. تلى ذلك استخدامها في كثير من المشاريع كتوثيق الأضرار في مواقع:

- بصرى الشام وتدمر.
- توثيق أعمال التنقيب غير الشرعي في دورا أوروبس وأفاميا.
- توثيق قلعتي صلاح الدين والحصن المسجلتين على لائحة التراث العالمي في منطقتي الحماية والنسيج الطبيعي والعمراني المحيط بها والأضرار التي لحقتها.

يعتمد مبدأ عمل الدرون على الصور الجوية الملتقطة من الطائرة ومن ارتفاع ثابت يتم تحديده مسبقا مترافقة مع ربطها مع نظام الاحداثيات العالمية حيث تحوي الدرون GPS يتم من خلاله أخذ نقاط احداثية تساعد في المعالجة لاحقا.

تتم معالجة الصور الملتقطة من قبل طائرة الدرون باستخدام برمجيات متعددة منها metashape و mashroom والذي يقوم بجمع هذه الصور ومراكبتها فوق بعضها من أجل الخروج بمخططات مساحية ونماذج ثلاثية الأبعاد.

وبالنهاية تكون مخرجات العمل بالدرون عبارة عن: مخططات مساحية حقيقية 2D ونماذج ثلاثية الأبعاد للمباني والمواقع التي يتم تصويرها 3D اضافة الى مخطط ارتفاعات ومناسيب ومساقط وواجهات للمباني التي تم مسحها وتصويرها[1].

الخاتمة:

وفرت التقنيات والتطبيقات الحديثة لعلماء الآثار مجموعة أدوات قوية يمكن بواسطتها إجراء مزيد من التحليل لطرق حياة الإنسان السابقة، حيث تميزت أجهزة استشعار الأقمار الصناعية والجوية وطرائق المسح الجيوفيزيائي وعمليات التوثيق المسح الجوي بالطائرات المسيرة، بشكل فردي أو بالاشتراك مع بعضها البعض ، بالقدرة السريعة والدقيقة وغير المدمرة للموقع الأثري، وكذلك لتحديد الخصائص وتحليلها داخل الموقع وحوله. مما يساهم في فهم السياق الذي دفنت فيه الآثار. مما يلغي إمكانية التحليل في المستقبل، عند الحاجة إلى أعمال الحفر ، تمكن علماء الآثار من استخدام أجهزة استشعار عن بعد تحت السطح في تطوير استراتيجيات التنقيب ، والتي تسمح باستخدامات أكثر فعالية للوقت المحدود والأموال التي تعاني منها دائمًا المشاريع الأثرية.

اذن فالتعاون بين علم الاثار والعلوم التطبيقية انما ينطوي على مصلحة متبادلة ونفع عظيم وأمر ضروري لتقدم البحوث العلمية في كل المجالات. وبالرغم من أن هذه التطبيقات مكلفة من ناحية ولكنها في تفس الوقت توفر الوقت والجهد، وكذلك الأمر سمحت لعلماء الأثار بتطوير استراتيجيات أفضل للتعامل مع إدارة الموارد الثقافية، وفي نفس الوقت أداة رائعة فائقة الدقة لتوثيق التراث وفهمه من أجل الأجيال القادمة.

[1] أرشيف المديرية العامة للأثار والمتاحف.

المراجع العربية:

1. أندريه شميدت–كولينيت، خالد الأسعد، وليد الأسعد، تدمر، ثلاثون عاما من البحوث الأثرية السورية الألمانية النمساوية (حمص)، تاريخ سورية في مئة موقع أثري، يوسف كنجو واكيراتسونيكي تعريب يوسف كنجو، دمشق، 2017، ص 342.
2. جانين عبد المسيح، شاكر شبيب، سيروس/ النبي هوري (حلب)، تاريخ سورية في مئة موقع أثري، دمشق، 2017، ص 359، الشكل6.
3. حسن، علي، الموجز في علم الأثار، الهيئة المصرية العامة للكتاب، 1993، ص 68، 75.
4. حسين الزعابي، زعابي، أثر التكنولوجيا في فن التصوير، مجلة دراسات تربوية واجتماعية، المجلد 82، العدد الرابع، كلية التربية ، جامعة حلوان، 2002، ص 67.
5. زياد سلهب، خالد كيوان، مناهج وتقنيات البحث الأثري، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية– جامعة حلب، ص 248، 2012.
6. شقير، فارس سلوم، الجيوفيزياء التطبيقية (الطرائق العلمية في استكشاف باطن الأرض) الجزء الأول طرائق الجاذبية والمغناطيسية المركز العربي للتعريب والترجمة والتأليف والنشر 1992.
7. الشوكي، أحمد، علم الحفائر الأثرية، كلية الآداب جامعة عين شمس، القاهرة 2013، ص 31–32.
8. كمال عبد اللطيف عبد الله، تقنيات المسح الطبوغرافي واستغلال الموارد، جامعة الخرطوم، 2019، ص 4.
9. مارك لوبو، أنطوان سليمان، تاريخ سورية في مئة موقع أثري، دمشق، 2017، ص 99– 100، الشكل2.
10. متعب أحمد، مهنا، مبادئ الطرق الجيوفيزيائية في الاستكشافات الجيولوجية، جامعة تكريت، كلية العلوم، ص 1–4.
11. محمود عبدالله محمد المفرجي، التقنيات الجيوفيزيائية المستخدمة في استكشاف الآثار، جامعة كركوك، العراق، ص 3.
12. هيثم حسن، ماركوس وغوشفيند، أعمالل المسح الجيوفيزيائي لموقع رفانييه–بعرين، الوقائع الأثرية السورية، العدد الثالث، دمشق. ص 169.

المراجع الأجنبية:

1. ABDULKARIM M, BILDGEN P. & A et GILG J.-P., 2004, Comparaison des pontenialités naturelles d'accueil des Gebels siman et zawiyé, vis – à –vis des choix d'implantation des sites antiques romano-byzantins de Syrie du Nord Photo Interprétation, Images et représentations spatiales de l'environnement, vol. 40, Paris, p. 27-35.
2. Aaron Osicki., A Review of Remote Sensing Application in Archaeological Research Geography 795.28 (333), 2000, p. 1.
3. Bevan, B. (1995). Geophysical Prospecting. American Journal of Archaeology 99 (1995): pps. 88-90.
4. Cox, C. (1992). Satellite imagery, aerial photography and wetland archaeology: An interim report on an application of remote sensing to wetland archaeology: the pilot study in Cumbria, England. World Archaeology v.24 no.2 (1992): 249-267.
5. Dimitrios D. Alexakis, Athos Agapiou, Diofantos G. Hadjimitsis1 and Apostolos Sarris, Remote Sensing Applications in Archaeological Research, 2012, p. 436-438.
6. Fowler, M.J.F. (2002). Satellite Remote Sensing and Archaeology: a Comparative Study of Satellite Imagery of the Environs of Figsbury Ring, Wiltshire. Archaeol.Prospec., 9, 55-69
7. Giardino, Marco J., "A history of NASA remote sensing contributions to archaeology" (2011). NASA Publications. Paper 56. Journal of Archaeological Science htp://digitalcommons.unl.edu/nasapub/56
8. Pavlidis, L. (2005). High resolution satellite imagery for archaeological application.
9. www.fungis.org/images/newsletter/205-1.pdf.
10. https://mundellassociates.com/services/geophysics/techniques/magnetic-methods.
11. https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.527.3585&rep=rep1&type=pdf.