حفظ وصيانة المواقع الاثرية المعرضة للمخاطر باستخدام أنظمة إعادة الدفن الآمن (الردم التدعيمى)

أ.م.د. رجب أبو الحسن محمد •

الملخص:

إن إعادة دفن المواقع الأثرية المعرضة للمخاطر بطريقة آمنة تعد هامةً وضروريةً للمحافظة عليها للأجيال القادمة من عوامل وقوى التلف المتنوعة وخاصة العوامل البشرية مثل(النزاعات والحروب – السرقات - الامتداد العمرانى - المشروعات الزراعية والسياحية - التلوث البيئى) وعوامل التلف الطبيعية مثل (الرياح - الأمطار - التغير المستمر فى درجات الحرارة - الرطوبة) والعوامل الحيوية (الفطريات – الحشرات - القوارض - الحيوانات) والكوارث الطبيعية (الزلازل - السيول – البراكين - العواصف والأعاصير) إن إعادة دفن المواقع الاثرية بطريقة أمنة (الردم التدعيمى) بعد دراستها وتسجيلها وترميمها وسيلة هامة لحفظها مثل(اطلال مباني الطوب – الفسيفساء – الجداريات – اطلال المباني الحجرية) التى لا تجد التمويل الكافى لصيانتها وعرضها وحفظها حفظا جيدا يلائم حالتها وحجمها وقيمتها ويضمن لها السلامة والاستمرارية، وعمليات(الردم التدعيمى) يجب أن تتم بطرق علمية تشارك فيها جميع التخصصات المعنية لضمان الحفظ الجيد للآثار داخل التربة على المدى الطويل كما تتناول الدراسة تأثير التربة وخصائصها الكيميائية والفيزيائية ومعرفة إذا كانت تصلح لإعادة دفن وحفظ الآثار من عدمه، كما تحتوى الدراسة على أهم المواد والتقنيات العلمية الحديثة المناسبة لإعادة الدفن الأمن للمواد الأثرية، وخلال الدراسة سيتم تصميم نموذج معيارى لعمليات إعادة الدفن الآمن يناسب أغلب المواقع الاثرية ويحقق لها السلامة وعدم التلف على المدى البعيد.

الكلمات الدالة:

المواقع ؛ الدفن؛ الحفظ؛ الصيانة؛ التربة؛ الرمل؛ الحصى .

• قسم ترميم وصيانة الاثار – كلية الاثار والإرشاد السياحي جامعة مصر للعلوم والتكنولوجيا
ragab.sayed@must.edu.eg

١- المقدمة: Introduction

تشكل عمليات حفظ وصيانة المواقع الاثرية العديد من التحديات لحمايتها، لأنها معرضة بدرجة كبيرة لعمليات التدهور والتلف نتيجة تعرضها المستمر للعوامل المتلفة وعمليات التجوية وقد أقترح العديد من العلماء إعادة الدفن الكامل لها لفترات زمنية طويلة أو دفن جزئى لفترة قصيرة كوسيلة لحفظها من العوامل الجوية وخاصة الاطلال الاثرية[١]ولقد أثبتت الدروس العديدة المستفادة من العمل بالمواقع الأثرية، أنه لم يتم الحصول على درجة حفظ لأى مادة مكتشفة أفضل من درجة حفظ الآثار غير المكتشفة، فكل المواد الأثرية سريعة التلف يمكن أن تبقى لفترة زمنية أطول فى البيئة الثابتة التى تنشأ بإحاطتها بالتربة، الرمل، أو الماء، عن بقائها معرضة للهواء الجوى. ونظام إعادة الدفن الآمن هو إجراء حماية تم تصميمه بدقة لضمان حفظ الاثار في موقعها الأصلي ويهدف إلى الحد من تلف المواد الاثرية من خلال التحكم في بعض العوامل البيئية التي تتعرض لها المواقع الأثرية وإجراء إعادة الردم التدعيمي الصحيح للموقع الاثرى هو بمثابة الواقي الذي يحمي المادة الاثرية من التأثير المباشر للتقلّبات المناخية حيث أنه يوفر للمادة الاثرية بيئة مستقرة في ما يخص التغير المستمر فى درجات الحرارة والرطوبة والرياح والضوء[٢]وأخيرا ونظراً لسمك مواد التغطية فى إعادة الردم فإنّها توفر أيضاً لسطح الاطلال الاثرية حماية من التلف الميكانيكي نتيجة الاحتكاك الناتج عن الكائنات الحية ومثل كافة الأنظمة تتطلّب عملية إعادة الردم صيانة دوريّة لكي تكون ناجحة.[٣]إن إعادة دفن الموقع ألأثرية بغرض حفظها ممارسة تم تنفيذها فى علم الاثار منذ اكثر من مائة عام[٤]ولكن أغلب تلك الممارسات باعتراف الباحثين والممارسين تمت بطريقة عشوائية وغير مدروسة جيدا، ولكن عدد قليل من عمليات إعادة الدفن تم تصميمها بطريقة علمية سليمة ومنهجية واضحة بهدف الحفظ[٥]، وتعتبر أكثر حالات استخدام التربة كوسيط للحفظ لفترة قصيرة هى حفظ المواقع الاثرية بين مواسم الحفائر وخاصة لحماية العناصر الزخرفية مثل الفسيفساء

---

(1) Evelyn, J.,(2009) A Question of Re-burial, Status Report on Reburial of Archaeological Sites in Norway, A Multiple Case Study, Master's thesis in Archaeology, Trondheim, Spring ,pp.1-5.

(٢) جان بيير ادم:"آن بوسوترو، الترميم المعمارى والحفاظ على المواقع الأثرية"، الحفظ فى علم الأثار، مؤلف جماعى، ترجمة:محمد أحمد الشاعر، المعهد العلمى الفرنسى للاثار الشرقية بالقاهرة، ٢٠٠٢، ص . ٤٨٩- ٥١٤ .

(٣) ليفيا ألبيرتي، إيلسا بورغينيون، و توماس روبي:" تدريب الفنيين على صيانة الفسيفساء فى موقعها الأصلى"،معهد جيتى للترميم ٢٠١٣ ص. ١٠٨ .

(4) Demas, M., (2004). "Site unseen: the case for reburial of archaeological sites Conservation and Management of Archaeological Sites, 6,pp, 137–154.

(5)Stewart, J., (2004). "Re-burial of Excavated Sites Conservation and management." English, Heritage Conservation Bulletin, (45)pp, 28–29.

والصور الجدارية[٦]وقد تمت عمليات إعادة الدفن هذه فى أغلب الأحيان بدون إعداد جيد لتراب الدفن، وغالبا تستخدم الأتربة المستخرجة من الحفائر وتلك الأتربة غالبا ما تكون ناتجة عن عمليات تفتت وتحلل العناصر المعمارية الموجودة بالموقع والتى غالبا ما تحتوى على أملاح وعناصر أخرى متلفة[٧]ومن المسلم به أن إعادة الدفن بهذه الطريقة قد تم منذ فترة طويلة تحت فرضية خاطئة بأن شروط الدفن الأصلية الطويلة الأمد المسئولة عن حفظ الموقع ومواده منذ ألاف السنين سوف تستعاد بشكل او بأخر عند إعادة الدفن للحفظ فى الموقع ولكن ذلك لن يحدث بالضرورة.[٨] وذكر (ديماس٢٠٠٤)[٩]أن الأضرار المادية للبقايا الاثرية من قبل البشر والحيوانات والنباتات والجليد واجهادات درجات الحرارة والرطوبة يمكن تجنبها عن طريق تغطية المواقع الاثرية باستخدام بقايا التربة، كما تعتبر إعادة الدفن كأسلوب للحفاظ على البقايا الاثرية فى الموقع واحده من أهم استراتيجيات التدخل الاكثر مرونة وحيوية للحفاظ على المواقع الاثرية التى تم الكشف عنها، وهو إجراء وقائى جيد يحمى الاثار من خلال إعادة بيئة ما قبل التنقيب التى حافظت على البقايا الاثرية لقرون طويلة ولكن هناك نوعية من بيئات الدفن تعمل علي اتلاف وتدمير المواد الاثرية ويجب هنا تجنبها واستبدالها بالبيئة المناسبة، كما ان إعادة دفن البقايا الأثرية يعد بديلاً جيدا للحفظ في الموقع والفكرة من وراء إعادة الدفن هو العودة بالمواد الأثرية إلى بيئة مستقرة تحت الأرض سوف تقلل وتبطئ من عمليات التدهور والاضمحلال لها، وعلى الرغم من أن عمليات التلف والتحلل لا يمكن وقفها تماما ولكن تم بناء نظم إعادة الدفن الآمن للتخفيف من الأضرار التى يمكن أن تتعرض لها المادة الأثرية بعد عملية الكشف عنها.[١٠]

وذكر (حجازى ٢٠٠٥)[١١] أن مصطلح (Backfilling و Re-burial) يشير كلا منهما الى تغطية الأثر الثابت المتروك فى الموقع، ولكن يعبر(Re-burial) الى مجرد إعادة الردم بالرواسب الناتجة عن الحفر والتنقيب، فى حين يشير المصطلح الثانى (Backfilling)الى إعادة الردم بهدف الحماية باستخدام مواد معينة وإجراء تفتيش دورى على الاثار التى تم ردمها لتدعيمها وتناظر هذه العملية(Backfilling) عملية

---

(6)Roby, T., (2004). "The Re-burial of mosaics: an overview of materials and practice Conservation and Management of Archaeological 6, pp,229–236.

(7) Demas, M. (2004) pp, 137–154.

(8) Wilson, L. and Pollard, M. 2002. 'Here today, gone tomorrow? Integrated experimentation and geochemical modeling in studies of archaeological digenetic , change'. Accounts of Chemical Research, 35(8)pp, 644-651

(9) Demas, M. (2004) pp, 137–154.

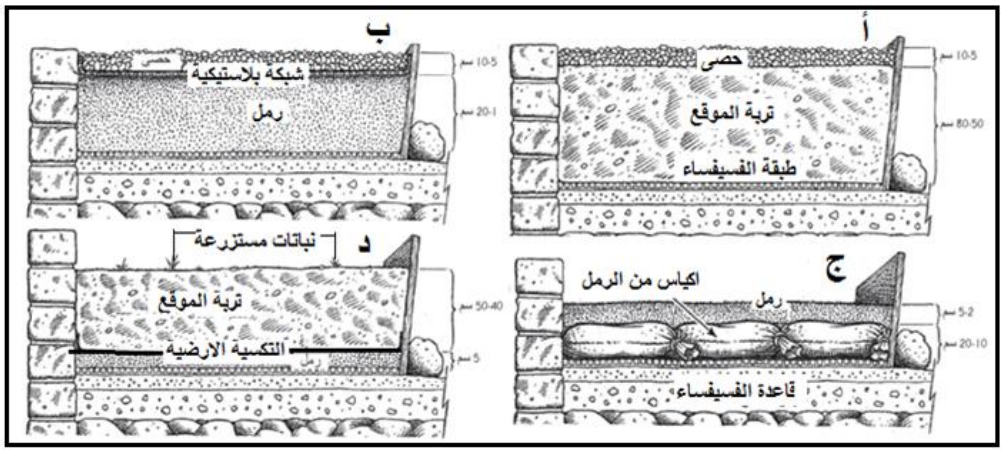
(10) Evelyn, J.,(2009) pp,1-5

(١١)ثروت محمد حجازى:"الأسس العلمية لعلاج وصيانة المكتشفات الاثرية فى مواقع الحفائر"، المجلس الاعلى للاثار، ٢٠٠٥، ص، ١١ .

تغليف وتخزين اللقى الاثرية، وقد يكون الردم التدعيمى مؤقتا مثل(بين مواسم التنقيب) وقد يكون طويل المدى فى بعض الأحيان. وذكر(ستيورات ٢٠٠٤) ان الاثار فى بيئة الدفن تكون محمية بشكل أفضل وأكثر أمانا من تلك المكشوفة للجو حيث توفر إعادة الدفن حاجز حماية ضد تأثير درجات الحرارة القصوى والمتغيرة دائما وحركة الرطوبة وحالات التجمد وتبلور الاملاح القابلة للذوبان داخل المسام وعلى الاسطح المنقوشة والملونة وكذلك ضد التلف الميكروبيولوجى ولكن كل هذه العوامل تكون شائعة على الاسطح الاثرية المكشوفة والمعرضة للهواء الجوى[١٢]، وعند حفظ الاثار لا لا بد من الأخذ بعين الاعتبار عدداً من العناصر مثل إجراء تقييم لحالة حفظ الموقع الاثرى ومحاولة فهم أسباب تلفه، كما ينبغي أيضا معرفة خصائص كلّ مادة سوف يتم استخدامها حتى تكون عملية إعادة الردم بأكملها حماية فعلية للمواقع الاثرية من العوامل الجوية المتلفه، وتستعمل مواد التغطية مثل التّربة والرّمل والحصى بسمك كبير حوالي من ٢م:٣م وذلك لخلق بيئة أكثر استقراراً، ولحماية البقايا الأثرية للموقع على أفضل وجه، أمّا أغشية الفصل مثل الشّباك البلاستيكية فهي عبارة عن طبقات رقيقة تستعمل على شكل أغطيه فاصله لتجنّب اختلاط طبقات ومواد التّغطية، أو لتحديد الفصل بين هذه المواد والأسطح الاثرية لتجنّب تلوثها، كما يمكن أن تستعمل أغشية الفصل على شكل أكياس كحاويات لمواد التغطية[١٣]كما يوضحها الشكل(١) وتعتبر المواقع الأثرية موارد غير متجددة ولكنها غالباً ما تكون صلتنا الوحيدة بالماضي، ومع ذلك تقع تحت التهديد المستمر بالدمار بسبب عوامل التلف المختلفة ولكن يجب ان تعمل الحكومات وعلماء الآثار لضمان بقاء واستمرارية المواقع الاثرية وفى نفس الوقت تستمر التنمية فى مواصلة أدائها وتطورها.

(12) John, S, (2004) Conservation of archaeological mosaic pavements by means of reburial, Conservation and Management of Archaeological Sites, 6,pp, 237-246

(١٣) ليفيا ألبيرتي، إيلسا بورغينيون، و توماس روبي،:" تدريب الفنيين على صيانة الفسيفساء فى موقعها الأصلى"، معهد جيتى للترميم ٢٠١٣ ص. ١٠٨– ١١٨ .



شكل(١)(أ)

يمثل تغطية الفسيفساء الأرضية بطبقة من تربة الموقع تعلوها طبقة من الحصى لتثبيت التربة (ب) يمثل تغطية الفسيفساء بطبقة من الرمل ثم طبقة من الحصى يفصل بينهما غشاء شبكى من البلاستيك.(ج) يمثل تغطية الفسيفساء بأكياس من الرمل ثم طبقة من الرمل.(د) يمثل تغطية الفسيفساء بطبقة من الرمل ثم طبقة من التكسية الارضية ثم طبقة من تربة الموقع مع تثبيتها بنباتات مستزرعة غير عميقة الجذور.عن(ليفيا ألبيرتي، وآخرون، ٢٠١٣)

إن نظم إعادة دفن المواد الأثرية عندما تصمم وتنفذ بشكل جيد وصحيح وباستخدام الأساليب التكنولوجية الحديثة فأنها سوف تعطى نتائج مرضيه.[١٤]

٢- مميزات نظم إعادة الدفن الآمن للمواقع الأثرية:

أ- تعتبر إعادة الدفن كطريقة للحفاظ على المواد الأثرية في الموقع واحدة من استراتيجيات التدخل الأكثر مرونة وحيوية للحفاظ على المواقع الأثرية التي تم الكشف عنها وتركت دون اهتمام معرضة لعوامل التجوية، وتم تعريف إعادة الدفن كإجراء وقائي يحمي الآثار من خلال إعادة إنشاء بيئة ما قبل التنقيب التي حافظت على البقايا الأثرية لقرون طويلة.[١٥]

ب - يتم وضع البقايا الأثرية في بيئة مستقرة ومحمية، للحد من تلفها وتدهورها، لأنه عند إعادة ردم المادة الأثرية فإنها تصبح محمية من العمليات المتلفه المحتملة كالأنشطة البشرية على السطح مثل(التنمية او التخريب والتدمير والنهب..... إلخ) وكذلك نتائج العمليات الطبيعية الناجمة عن التعريض للبيئة الجوية المفتوحة مثل (التآكل والنحر والبرى والتفتت والانهيار..... الخ)

ج - نظام اعادة الردم يسمح بإعادة استخدام المواقع الأثرية على السطح للأنشطة البشرية التنموية المختلفة سواء كان ذلك في البناء المؤقت أو الدائم أو الزراعة

(14) Perez, M, A. (2014). An Engineering Approach for the Design of Archaeological Reburial Systems. (Doctoral dissertation). Retrieved From

(15) Demas, M. (2004) pp, 148

الحديثة وهذا يعطي نظم إعادة الدفن ميزة في المناطق الحضرية المزدحمة حيث أنه يعمل على حماية المواد ألأثرية ويسمح للتنمية الحضارية فى نفس الوقت مثل حالة (مسرح الورد)[١٦]

د - حفظ الموقع الأثرى وما يحتويه من معلومات للأجيال القادمة لإعادة كشفة مرة اخرى وحفظة بطريقة افضل عند توفر الامكانيات المالية والعلمية والأمنية وخاصة فى مناطق النزاع والحروب والبلدان الفقيرة، حيث أوصى مؤتمر أثينا عام ١٩٣٠ بإعادة الدفن كبديل مفضل للحفظ في الموقع ومع ذلك كانت التوصيات الأساسية عبارة عن أعادة استخدام نواتج الحفر(الأتربة والرمال) فى اعادة ردم الموقع الاثرى دون تصميم بيئة واقية، وعمليات إعادة الدفن تمارس على نطاق واسع على أنها اسلوب هام من أساليب الصيانة والترميم ويجب ان يشارك فيها جميع المتخصصين المعنيين بترميم وصيانة المواقع الاثرية من مرممين ومهندسين وأثريين وجيولوجيين .....الخ[١٧]

٣- متطلبات بيئة إعادة الدفن الآمن:

Requirements for safe Re-burial environment

أ- الحد من تسرب الماء: Limiting the infiltration of water

الماء في بيئة الدفن أحياناً يعمل على نزح وتفكيك المادة الرابطة فى المونات وطبقات الشيد مثل كربونات الكالسيوم والطفلة والجبس، وكذلك يعمل على التآكل الفيزيائى لمكونات المواد، والماء عامل حاسم في النشاط البيولوجي بجميع أنواعه، كما يلعب الماء دوراً حاسماً في التفاعلات الكيميائية بين عناصر التربة والمواد الاثرية، والكثير منها نشطاً كيميائياً أو حساس للرقم الهيدروجيني، مثل الطين والأصباغ والوسائط اللاصقة، كما أن القطع الأثرية المركبة والطبقية مثل الفسيفساء والجدران المغطاة بالجبس عرضة للتآكل والانفصال بين الطبقات، حيث من المحتمل حدوث تسرب للماء بينها وهذا بدوره يضعفها من الناحية الميكانيكية، مما يجعلها عرضة لأشكال أخرى من التدهور، مثل تلك التي تسببها الاملاح وجذور النباتات والحيوانات التي تختبئ فى التربة[١٨] .

---

(16) Ashurst, J., Balaam, N., Foley, K. (1989). "The Rose Theatre Overcoming the Technical Preservation Problems." Conservation Bulletin, (9),pp, 9–10

(17) Perez, M, A. (2014).

(18) Burch, R ., Agnew, N (2004) Reburial research: a conceptual design for field testing for the reburial of wall plasters and mosaic pavements, Conservation And Management of Archaeological Sites, 6,pp, 347-36

ب - سهولة حركة انتقال الماء عبر مواد التغطية:

Easy movement of water through the coverage materials .

من المهمّ فى نفس الوقت أن تتمكّن المياه الأرضية (ان وجدت) أو الرطوبة من السريان بحرّية عبر طبقات الرديم وإذا لم تتمكّن الرطوبة الموجودة في التّربة من المرور بسهولة عبر المواد الاثرية إلى مواد اعادة الردم التي تعلوها سوف يتسبب في انقطاع التصاعد الشعري، ويتبخّر الماء في مستوى سطح المادة الاثرية فيتسبب في تبلور الأملاح على أسطحها مما يؤدي إلى تلفها، أما إذا كانت مواد التغطية لا تسمح أبدا للمياه السائلة من المرور عبرها (مواد غير منفذة) فمن شأنها أن تحصر الرّطوبة في المادة الاثرية وهذا قد يؤدّي إلى ظهور كائنات عضوية صغيرة ونمو الجذور على أسطحها، ومن المهمّ أيضا أن تسمح مواد إعادة الردم للمواد الاثرية بأن تجفّ ببطء عندما تكون في حالة رطوبة وبأن تتبلّل ببطء عندما تكون جافه أي أن تضمن بأن الرّطوبة الموجودة داخل التربة الاثرية تتغير ببطء[١٩].

ج - توفير بيئة مستقرة ورطوبة منخفضة:

Providing stable and low-moisture environment

يجب ان توفر مواد إعادة الردم بيئة مستقرة وذات رطوبة منخفضة لأن البيئة ذات الرطوبة المستقرة سوف تحد وتمنع من دورات التبلور وإعادة ذوبان الملح، كما تؤثر تقلبات الرطوبة أيضًا على النشاط الميكروبيولوجي ويؤدي محتوى الرطوبة المنخفض إلى تقليل التدهور الفيزيائي والكيميائي والبيولوجي، ولان مواد البناء المسامية تتفاعل مع الماء الموجود داخل المسام الشعرية في بيئاتها الصغرى، حيث تعمل الرطوبة على ذوبان وإعادة ترسيب الأملاح القابلة للذوبان[٢٠]

د - ضمان الاستمرارية الشعرية بين طبقات الرديم:

Ensure continuity of capillarity between Backfilling layers

من المحتمل أن يؤدي انقطاع الاستمرارية الشعرية بين المادة الأثرية وطبقتها إلى تبلور الأملاح القابلة للذوبان في السطح البيني، لأن الاستمرارية الشعرية ضرورية للغاية بالنسبة لأسطح الصور الجدارية، حيث تنشأ مشاكل الانفصال اذا كان التبلور بين الطبقات ومشكلة الالتصاق وإخفاء اللون إذا كان التبلور فوق طبقة اللون مباشرة

ه - توفير الاستقرار الحراري (العزل الحراري): Thermal Stability

يجب أن تعزل مواد إعادة الردم قدر الإمكان المواد الاثرية عن التقلّبات الحرارية في الصيف والشتاء فالحرارة المرتفعة جدّاً أو المنخفضة جدّاً أو التغيّرات المتكرّرة للحرارة تسبّب تلف الأحجار والمونات، وكلما كانت طبقات التغطية المستخدمة في

---

[١٩] ليفيا ألبيرتي، وآخرون، مرجع سابق، ص، ١١٠ .

[20] Burch, R., Agnew, N (2004) p.349.

إعادة الردم ذات سمك مناسب تكون قدرتها على توفير الاستقرار والعزل الحرارى أكبر[٢١].

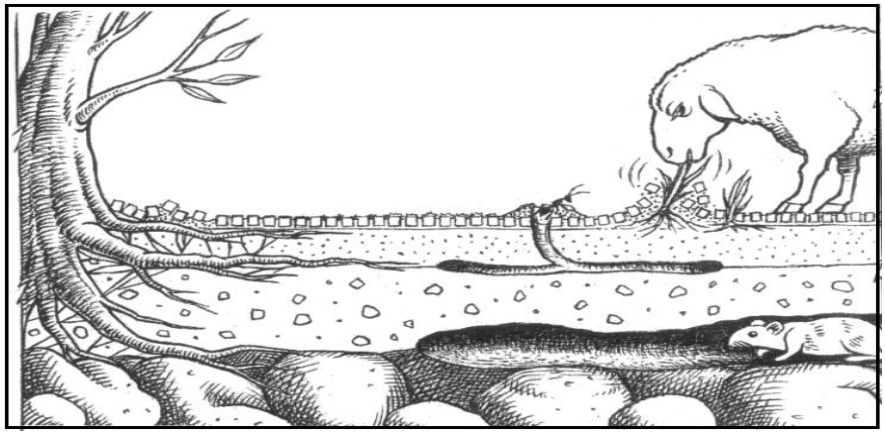
و- الحد من النشاط الحيوي: Restriction of biological activity

تعتبر الجدران التى تحتوى على أسطح مصورة، وطبقات الفسيفساء معرضة بشكل خاص للاضطراب الهيكلي عن طريق دخول الجذور والحيوانات التي تتسلل بين طبقات الأسطح والحجر، وخاصة إذا كانت متدهورة، وهي مستعمرات مثالية للنمو الميكروبيولوجي والتى تتعايش على مخلفات الكائنات الحية.[٢٢] كما يوضحها الشكل(٢)

ز- مقاومة نموّ النّباتات واختراق الحيوانات:

Inhibiting plant growth and animal penetration

يفضل دائما أن تكون المواد المستخدمة في الردم التدعيمى من النّوع الذي يعيق نموّ النّبات، كما ينبغي أن لا تحتفظ هذه المواد بالرّطوبة لمدة طولية ويجب أيضا أن لا تحتوي على ما يغذي نموّ النّبات أو الكائنات العضويّة الصغيرة وأن يكون صعباً على الجذور أن تخترقها، ويفضل أيضا أن تكون مواد التغطية من النوع الذي يعيق الحشرات والحيوانات على حفر الأنفاق وبناء الجحور والأعشاش[٢٣] .



شكل(٢)

يوضح تأثير الطحالب وجذور النباتات والحيوانات على طبقات الفسيفساء عن، ليفيا ألبيرتي، وآخرون،(٢٠١٣)

ح - توفير بيئة ذات محتوى عضوي منخفض:

Providing an environment with a low organic content

من خلال الحد من مصادر المواد العضوية التى تتواجد بالتربة الناتجة عن الحفائر، وعدم استخدام تلك التربة فى اعادة الدفن واستخدام تربة أخرى نظيفة مثل (رمال

(21) Burch, R., Agnew, N (2004) P.359 .
(22) Burch, R ., Agnew, N (2004) P.349.
(23) Burch, R ., Agnew, N (2004) P, 349 .

السيليكا) لا تحتوى على بقايا عضوية لان هذا يساعد على الحد من النشاط الحيوي في محيط الاثار المدفونة ويقليل مصادر المواد العضوية، كما ان الرديم الغنى بالمواد العضوية يعمل على اتساخ وتبقع الأسطح الاثرية[٢٤].

ط - توفير الاستقرار الفيزيائى: Physical stability

ينبغي أن تكون المواد المستخدمة فى اعادة الدفن مستقرة وثابتة من الناحية الفيزيائية والكيميائية ولا تسبب الضرر السطحي مثل التآكل الناتج عن الضغط والاحتكاك بين مواد إعادة الدفن والمواد الاثرية والتى غالبا تكون ملاصقة لها مباشرة أو تبقع الاسطح الاثرية نتيجة انتقال ألون اليها من مواد التغطية مثل الرمال الغنية بأكاسيد الحديد أو النحاس.[٢٥]

ى- استمراريّة المواد عبر الزّمن: Stability of materials over time

يجب أن تكون مواد إعادة الردم غير قابلة للتلف حتّى لا تتلف المواد الاثرية وتستمر في تحقيق وظيفتها، حيث أن دفن شبكة معدنية على سطح الفسيفساء مثلا من شأنه أن يبقع هذه الفسيفساء ويتسبب في تغير لونها فالعديد من المواد البلاستيكيّة تتلف بسرعة إذا كانت معرّضة للشّمس، أمّا الألياف الطبيعيّة مثل القطن فإنّها تتلف بسرعة في بيئة رطبة وبوجود الكائنات الحية الدقيقة[٢٦]

٤- خواص المواد المستخدمة فى أنظمة إعادة الدفن:

Characteristics of materials used in Re-burial systems

- ان تكون ثابتة كيميائيا وفيزيائيا ولا تتغير بمرور الوقت

- لا تسبب أضرارا ميكانيكية للمواد الاثرية

- لا تتفاعل مع الوسط المحيط (خاملة كيميائيا)

- لا تؤثر ولا تتأثر بالمياه الارضية

- يمكن للأثريين تمييزها فى المستقبل بسهولة (انها ليست مادة اثرية) [٢٧]

- سهولة الاستعمال

من المهمّ أيضاً أن نأخذ بعين الاعتبار مدى سهولة نقل المواد واستعمالها وخصوصا في حالة إعادة الردم المؤقّتة، ويكون من المستحسن أن نستعمل مواد قابلة للفك بسرعة والإزالة عن الأسطح الأثرية دون إلحاق أى ضرر بها .

- تحقيق الفصل الجيد بين طبقات الرديم

لكي يؤدي غشاء الفصل وظيفته كحاجز فاصل فعال بين طبقات الردم، يجب أن تكون مسام الغشاء المستعمل أصغر من حجم حبيبات مادة التغطيّة التي تعلوه.

---

[24] Stewart , J (2004) P, 237-246

[25] Burch, R ., Agnew, N (2004) P, 349

[٢٦] ليفيا ألبيرتي، وآخرون، مرجع سابق، ص، ١٠٨ – ١١٨ .

[27] Canti, M., Williams, J, (2016) Historic England(2016) Preserving archaeological remains . Appendix 5 – Materials for use in the reburial of sites. Swindon. Historic England.

- أن تكون متوفرة بتكلفة منخفضة

اختيار مواد التغطية في الغالب يكون محدداً بتكلفتها وتوفرها محليا، فمثلاً يتم أحيانا استخدام التّربة التي ترفع أثناء إجراء الحفائر لإعادة ردم الفسيفساء لأنها متوفرة ولا تترتب عليها أية تكلفة مادية واستخدامها سهل، بشرط ان تكون مناسبة وليس لها تأثير متلف على المادة الاثرية.

- الصّيانة الدورية

ينبغي صيانة عملية إعادة الردم فبعض المواد تتطلب وقتا أطول وعملا أكثر من غيرها للحفاظ عليها في حالة جيدة، على سبيل المثال تسمح التربةّ للنبات بالنمو بسهولة مما يتطلب إزالة الأعشاب طويلة الجذور بانتظام وبصفة دورية[٢٨] حتى لاتصل الجذور الى المادة الاثرية المدفونة وتكون احد عوامل تلفها.

٥- أهم المواد المستخدمة فى عمليات إعادة الدفن :

Materials used in Re-burial operations

تستخدم فى عمليات إعادة الدفن مجموعة من المواد مثل طبقات تغطية المواد الاثرية بالإضافة الى المواد المستخدمة كطبقات فاصلة بين طبقات التغطية .

أولا : مواد التغطية: Covering Materials

مواد التغطية الطبيعية المستخدمة فى عمليات إعادة الردم بصفة عامة هي التّربة، الرمل، الحصى والرماد البركانى أما المواد الصناعية المتخصّصة فى التغطية مثل حبّات الطين الممدّدة Leca™، كريّات أو صفائح البوليسترين الممدد، ولكلّ مادّة مميزاتها وعيوبها، واستخدامها له نتائجه الإيجابيّة والسلبيّة على المواد الأثرية.

أ- مواد التغطية الطبيعية : Natural Covering Materials

المواد الطبيعية هي الأكثر استخداما في أنظمة إعادة الردم الأثرية وتتكون مشاريع إعادة الدفن المبكرة ببساطة من وضع تربة الموقع التي أزيلت منه إلى المواقع المحفورة (Johnsen 2009)[٢٩]. ومن الفوائد الناتجة عن استخدام تربة الموقع توفير نقل جيد للرطوبة مما يساعد على التحكم في محتوى الرطوبة في بيئة الدفن، وبما أن التربة حفظت الموقع الاثرى حتى الكشف عنه، فهي غالباً تكون تربة جيدة الحفظ ومتوافقة مع المادة الاثرية المدفونة بها ويمكن استخدامها مرة اخرى (روبي ٢٠٠٤)[٣٠].

- تربة الموقع: Soil of the Location

تربة الموقع التي حفظت الاثر عدة قرون حتّى تم الكشف عنه غالباً ما تستخدم فى نظام إعادة الدفن وهناك مجموعة كبيرة ومتنوعة من الأتربة الناتجة عن الحفائر ولكل واحدة منها خصائصها المختلفة، وتسمح التربة الناتجة عن الحفر عموماً بتحرّك جيد

---

[٢٨] ليفيا ألبيرتي، وآخرون، مرجع سابق، ص، ١٠٨ – ١١٨

[29] Johnsen, E, (2009) pp,1-5 .

[30] Roby, T. (2004). pp, 229–236 .

للماء السائل والبخار، كما توفّر أيضاً استقراراً جيداً في درجة الحرارة والرطوبة ويمكننا الحصول عليها دون صعوبة أثناء الحفائر أو بعدها، وفي هذه الحالة هذا لا يكلف شيئاً، ولكن من عيوبها أنها تحتوي غالباً على بذور للنباتات والحشائش، كما تساعد على نمو النباتات والنّشاط الحيوى وبالتالي فهي تتطلّب الغربلة قبل الاستعمال والصّيانة المتكرّرة، كما أنّها قابلة للتآكل بالمطر والرياح، وإذا كانت التربة موضوعة مباشرة على المادة الاثرية فإنها تلتصق بها بشده وعند إزالتها سيتطلب تنظيفها وقتا طويلا[٣١] ولكن يمكن استخدام هذه التربة كطبقة سطحية عليا ضمن طبقات إعادة الردم واستزراع بعض النباتات ذات الجذور السطحية بها لتكون طبقة واقية.

- الرمل: Sand

والرمل هو أكثر أنواع التربة استخداما في مشاريع إعادة الدفن للمواد الاثرية (كانتتي وديفيز١٩٩٩)[٣٢] لأنه غالباً ما يكون متاحاً بسهولة وبتكلفة منخفضة بالمقارنة مع التربة ويعتبر الرّمل أقل ملائمةً لنموّ النّباتات والنّشاط البيولوجى وبالتالي فهو يتطلّب صيانة أقل، والرّمال أيضاً أنظف من التّربة ويعتبر مادة خاملة كيميائياً، حيث يحتوى على عدد قليل من الجسيمات الصغيرة والمواد العضوية والأملاح القابلة للذوبان وهذا يجعل الماء المتواجد بين حبيبات الرمال أقل تأثيراً على المواد الاثرية وخاصة فى المواقع القريبة من مصادر المياه الارضية (روبي ٢٠٠٤)[٣٣] كما أن الرمل يتطلب تنظيفاً أقل عند إزالته من على أسطح المواد الأثرية، ولكن الرمل لا يضمن التحرك الجيد للماء السائل والبخار، وإذا كان بسمك قليل فهو لا يوفر استقرارا جيدا في درجة الحرارة والرطوبة مثل التربة ومن عيوب استخدام الرمل كمواد تغطية أنه عادة يتم ضغطه بالأساليب الاهتزازية التي قد تؤثر سلبًا على المادة الأثرية أو السياق الأثري، كما أنّه قابل للتآكل بالمطر، ولا يعمل على معادلة الاس الهيدروجينى للتربة وخاصة فى المواقع القريبة من الاراضى الزراعية التى يكثر فيها استخدام المبيدات الكيميائية، وليست كل أنواع الرمال مناسبة لعمليات إعادة الردم، وأهم خصائص الرمال المستخدمة فى إعادة الردم ما يلى :

- الرمال الجيدة التى يمكن استخدامها فى عمليات (الردم التدعيمى) يجب ان تحتوى على نسبة مرتفعة من السيلكا ونسبة منخفضة من أكاسيد الحديد، ويجب ان يكون مصدر الرمال قريب قدر الامكان من الموقع الاثرى حتى لا ترتفع تكاليف الردم، كما يجب ان تكون الرمال خالية من الأملاح والأكاسيد الملونة وكربونات الكالسيوم والطفلة، ويمكن تنقية الرمال من الطفلة والأملاح الذائبة عن طريق غسلها بالماء الخالى من الاملاح فى المحجر، وقبل استخدام الرمال فى عمليات إعادة الدفن يجب

(31) Canti, M, Williams, J, (2016) P,4

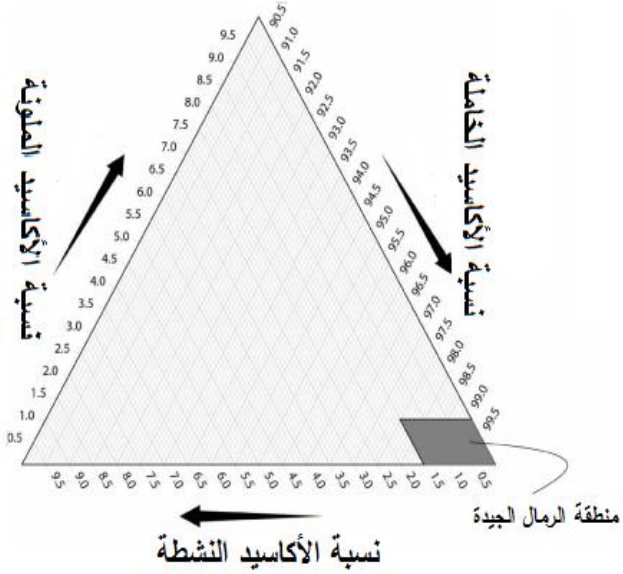
(32) Canti, M, Davis, M (1999) 'Tests and guidelines for the suitability of sands to be used in archaeological site reburial.' Journal of Archaeological Science 26,pp, 775-781

(33) Roby, T. (2004). pp, 229–236 .

عمل فحوص للتأكد من خلوها من المواد الملونة والعناصر النشطة كيميائيا، حيث يجب الا تزيد نسبة العناصر الملونة فى الرمال عن١%او أقل مثل (أكاسيد الحديد، اكسيد المنجنيز، أكاسيد الكروم) كما يجب الا تزيد نسبة المعادن النشطة فى الرمال عن ١,٥%او اقل مثل أكاسيد(الكالسيوم، الصوديوم، الماغسيوم، البوتاسيوم، الباريوم، الزنك، خامس اكسيد الفوسفور) وهذا يجعل نسبة الاكاسيد الخاملة فى الرمل تصل الى ٩٧,٥% او اكثر حتى تكون الرمال مناسبة لعملية إعادة الدفن كما يوضحه المثلث بالشكل(٢)

ويمثل الجدول فى الشكل رقم (٢) نتائج التحليل باستخدام (XRF) لأربع عينات من الرمال هى (R_1 ,R_2) ونوعية الرمال فيها جيدة ومناسبة لعمليات الردم التدعيمى للآثار لأنها تحتوى على أكاسيد خاملة بنسبة أكثر من ٩٧,٥% وتحتوى على نسبة منخفضة جدا من الأكاسيد النشطة والملونة، ولكن عينات الرمال فى (R_9 ,R_8) بالجدول السابق غير مناسبة للاستخدام فى عمليات الردم التدعيمى للآثار حيث تحتوى الرمال فى(R_8) على نسبة مرتفعة من أكاسيد الكاليسوم والبوتاسيوم وهى اكاسيد نشطة كيميائيا والتى يمكن ان تتفاعل مع المواد الاثرية المدفونة، بينما تحتوى الرمال فى (R_9) على نسبة مرتفعة من أكاسيد الحديد الملونة[٣٤] والتى يمكن ان تتفاعل مع المواد الاثرية وتصبغها بألوان الحديد.

Sample	R1	R2	R8	R9
Munsell	2.5Y	10YR	2.5Y	10YR
Colour (value)	7/4	6/2	7/4	6/4
XRF—SiO_2	98.42	98.82	86.62	93.47
XRF—$Al2O_3$	0.45	0.28	3.42	1.15
XRF—TiO_2	0.1	<0.05	0.19	0.08
XRF—ZrO_2	<0.05	<0.05	0.05	<0.05
XRF—V_2O_5	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Total inert oxides	**98.97**	**99.10**	**90.28**	**94.7**
XRF—CaO	<0.05	<0.05	2.49	0.11
XRF—Na_2O	<0.05	<0.05	0.14	<0.05
XRF—MgO	<0.05	<0.05	0.49	0.14
XRF—K_2O	<0.05	0.05	2.22	0.61
XRF—P_2O_5	<0.05	<0.05	0.05	0.1
XRF—BaO	<0.05	<0.05	0.55	<0.05
XRF—SrO	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
XRF—ZnO	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Total reactive oxides	**<0.5**	**<0.5**	**5.9**	**0.96**
XRF—Fe_2O_3	0.18	0.23	0.75	3.1
XRF—Mn_3O_4	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
XRF—Cr_2O_3	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Total staining oxides	**0.20**	**0.25**	**0.80**	**3.15**
LOI (loss on ignition)	0.03	0.14	2.84	1.13



شكل(٣)

يوضح خصائص الرمال المستخدمة فى أنظمة الردم التدعيمى للآثار

عن .Canti, M, Williams, J, (2016)

(34) Canti, M, Williams, J, (2016).P.4

- الحصى: Gravel

الحصى مادة نظيفة تستخدم كتغطية فى إعادة الدفن ولكن لا تكون على اتصال مباشر مع سطح الأثر ويجب ان يكون بينها وبين الاثر طبقة سميكة من الرمال بسبب صلادتها العالية وكبر حجمها وحده حوافها أحياناً، وهي المادة الأفضل التي تمنع نموّ النّبات والنّشاط الحيواني نظراً لكبر حجم حبّاته[٣٥] وهى متوفر بسهولة، وخاملة كيميائياً كما يسهل إزالتها من الموقع الأثرى ونسبة تلفها بالماء أقل بالمقارنة مع التربة أو الرمل، ومن الضرورى أن يكون الحصى من السيليكا وليس من كسر الاحجار مثل الحجر الجيرى، والا قد تحدث مشكلات مماثلة للرمال التى تحتوى على أكاسيد ملونة وأكاسيد نشطة كيميائيا، كما يجب غسل الزلط وتنقيته قبل الاستخدام حتى لا تكون هناك أكاسيد وأملاح ملتصقة على سطحه، وتمثل حبات الزلط عامل ردم ممتاز عند استخدامها مع الرمال كطبقات سطحية، ولا تضمن حركة جيّدة للماء السائل كما لا تضمن استقراراً جيّداً للحرارة والرّطوبة نظراً للفراغات الموجودة بين حبّات الحصى، وعادة ما يستخدم الحصى مع الرمل أو التربة فى عمليات إعادة الدفن[٣٦] ويفضل فى عمليات إعادة الردم استخدام حبات الزلط ذات الحجم الصغير او المتوسط كاملة الاستدارة مثل زلط الفينو.

- المواد الطبيعية الأخرى: Other natural materials

يستخدم مسحوق الصخور المفتتة وبعض الأتربة البركانية مثل مادة البتزولانا أو مادة الطف وهي رمل كلسي، كمواد للتغطية، ويتم استخدامها في شكل مسحوق، وتسمح هاتان المادتان بحركة جيدة للماء السائل والبخار وتوفران استقرارا جيدا للحرارة والرطوبة خصوصا في حالة (الطف) حيث أنها لا تعزز نمو النباتات وكلاهما غير مكلفتان أبدا عندما يتم شراؤهما مباشرة من مكان استخراجهما وتوجد مادة البتزولانا تقريبا بشكل حصري في إيطاليا بينما توجد مادة الطوف في مناطق متعددة[٣٧].

ب- مواد التغطية الاصطناعية: Artificial Coverage Materials

المواد الصناعية المتخصصة مثل (حبّات الطّين الممدّدة Leca™) وهى عبارة عن طينة طبيعية يتم معالجتها وتحويلها الى حبيبات كبيرة الحجم وخفيفة الوزن وكرات أو صفائح البوليستيرين الممددة) والبوليسترين polystyrene ينتج من عملية البلمرة للستايرين الخام وهو مركب عضوي معروف ومن فصيلة البيتروكيماويات والبيرلايت وهو نوع من الصخور البركانية الشفافة المتكونة أساسا من اللآفا ذات التكوين الكيميائي المحدد والمحتوية على الماء المتبلور ويتم سحق مادة البيرلايت الخام وتجفف ثم تعرض لدرجة حرارة مفاجئة تقارب درجة تلينها(٨٧٠ °م) فتتبخر المياه

(35) Demas M., (2004). "Site unseen: The case for reburial of archaeological sites." in ،Conservation and management of archaeological sites 6, no. 3-4, pp. 137-154

(36) Canti, M, Williams, J, (2016).P.5.

(٣٧) ليفيا ألبيرتي، وآخرون، مرجع سابق، ص، ١١٤

المتبلورة داخلها بسرعة مسببة تمددها ليتضاعف حجمها من ٤ إلى ٢٠ مرة ضعف حجمها الأصلي وينتج عن عملية التمدد هذه فجوات هوائية عديدة في الحبيبات تمنح البيرلايت خفة في الوزن وتجعل له خاصية عزل ممتازة، ويتم اختيار هذه المواد نظراً لخفة وزنها، مما يجعلها سهلة الاستخدام بسبب خصائصها العازلة، ويمكن استخدام عدد من المواد الصناعية في أنظمة إعادة الدفن الأثرية، ومزايا استخدام المواد الصناعية أنها خفيفة الوزن وسهلة التركيب والازالة، ولا تشجع نمو النباتات، ومقاومة للحرارة وخاملة كيميائياً، صورة(١) ولكن هذه المواد المتخصصة تكون غالبا أكثر تكلفة من مواد التغطية الطبيعية ولا توفر تحركا جيدا للماء السائل ولا توفر أيضا استقرارا جيدا للرّطوبة، وهي أيضا ليست متاحة بسهولة كما أن بعض المواد الطبيعية ذات الأصل البركاني مثل حبات الطف أو الخفاف والتي لها خصائص مماثلة للمواد ألصناعية تستخدم أحيانا كمواد تغطية أيضاً

صور(١)

تمثل(أ)حبّات الطّين الممدّدة.-(ب) البيرلايت.- (ج) كرات (صفائح) البوليستيرين الممددة.

- الحبيبات الطينية الموسعة: Expanded clay pellets

تم استخدام كريات طينية موسعة في الماضي لإعادة دفن المواقع الأثرية. وتتمثل المزايا في أنها مادة خفيفة الوزن وسهلة التطبيق والتنقيب وإعادة الاستخدام إذا لزم الأمر، في حين أنها لا تشجع نمو النباتات. وتم استخدام هذه المواد في إعادة ردم بعض المواقع الاثرية فى أوربا مثل موقع (بريستول كفارتاليت) Bristolkvartalet ونظام إعادة دفن الفسيفساء [٣٨].

- الفيرميكوليت: Vermiculite

التركيب الكيميائي $(Mg\ Fe_2+\ Fe_3)+2\{(Si\ AL)_2.O_{10}\}\{OH\}_2.4H_2O$ وهو معدن طبيعي يتمدد عند تعرضه للحرارة، عملية التمدد تسمى التقشير وتطبق في الأفران التجارية، يتكون الفيرميكوليت عند عمل هدرتة لبعض المعادن البازلتية وتوجد مناجم كثيرة للفيرميكليت في جنوب أفريقيا والصين والبرازيل والولايات المتحدة وعدة بلدان أخرى والفيرميكوليت عبارة عن معادن ملء موسعة خفيفة الوزن تم اقتراح استخدامها في أنظمة إعادة الدفن ألأثرية والمزايا الرئيسية لها هي أن المادة خفيفة الوزن، وتوفر العزل الحراري، وسهلة الازالة والتطبيق، لا يتم استخدامها في الحالات التي تكون

(38) Perez, M, A.,(2014) .pp, 170- 173.

فيها الأحمال كبيرة ويوصي فى نظام إعادة دفن الفسيفساء باستخدام طبقة من الفيرميكوليت كجزء أساسى من تصميمه.

- البوليسترين الموسع: Expanded Polystyrene

هذه المادة تأخذ شكل كتل بلاستيكية منخفضة الكثافة مصنوعة من البوليسترين الموسع، يتم تثبيت هذه الكتل بسهولة وهي عبارة عن تعبئة خاملة ومستقرة كيميائياً وخفيفة الوزن، الميزة الرئيسية لاستخدام geofoam هو أن كثافته منخفضة جدا بالمقارنة مع مواد التعبئة التقليدية (حوالي ١ ٪) وتم استخدام هذه المواد في نظام إعادة دفن موقع (بريستول كفارتاليت) Bristolkvartalet من أجل حماية الآثار من الأحمال الزائدة، نظرًا لأنه يمكن حمل كل كتلة وتركيبها من قبل شخصين، فإن هذه المادة تعد مناسبة وجيدة للمواقع التي تضم عددا قليلا من العمال .

- المواد منخفضة القوة : Low Strength Materials

المواد منخفضة القوة مثل مادة(CLSM) وهي مادة أسمنتية يمكن استخدامها كمادة ملء قابله للتدفق، تتكون من ركام ناعم (رمل عادة)، ومياه، ومواد إسمنتية، والتي يمكن أن تكون أسمنت بورتلاند أو من البوزلانا أو الرماد البركانى، وفوائد استخدام مادة CLSM هو أنه يمكن تصميمها لتناسب احتياجات المشروع، ويمكن أن تكون الطبقة الناتجة خفيفة الوزن ومقاومة للتآكل ومقاومة حرارياً ولها نفاذيه منخفضة، ونظرًا لأن الطبقة ذاتية التوصيل، فمن السهل تثبيتها ولن تتطلب جهدًا وضغوطًا قد يؤثر على المادة والسياق الأثري ويمكن أن تكون الطبقة قابلة للتنقيب بسهولة، كما أن مادة CLSM متدفقة ويمكنها ملء الأماكن التي يصعب الوصول إليها، وينبغي عدم السماح للمادة بملامسة المواد الأثرية حتى لا تلحق بها الضرر ويجب ان يكون بينهما فاصل، ويمكن استخدام مواد التغطية بالعديد من الطرق المختلفة، في طبقة واحدة لحماية السطح على المدى القصير، أو في طبقة عميقة أو طبقات متعددة للحماية على المدى الطويل أو فى التغطية الموسمية المؤقتة، كما يمكن استخدام أنواع مختلفة من مواد التغطية مع بعضها البعض اذا كانت حالة الموقع تحتاج لذالك بقصد الاستفادة من مميزات عدة مواد.[٣٩]

ثانيا : الأغشية الفاصلة : Separation films

يتم تعريف طبقة الأغشية الفاصله على أنها طبقة منفصلة ذات توافق دقيق مع الطبقة التحتية والطبقة العلوية، والتي يمكن أن تعمل كحاجز أو فاصل بين المواد الاثرية المدفونة ومواد التغطية(الرديم) المجاورة ويجب أن تتوفر فيها الخصائص التالية:

- تعزيز الاستمرارية الشعرية بين المواد الاثرية ومواد الرديم - لاتسبب التآكل الفيزيائى على الأسطح الأثرية - تقاوم إختراق الجذور- كما تمثل الأغشية الفاصلة

(39) Rachel, B., Neville, A., (2004) Reburial research: a conceptual design for field testing for the reburial of wall plasters and mosaic pavements, Conservation and Management of Archaeological Sites, 6 , pp, 347-361

(مصايد) لتبلور الأملاح القابلة للذوبان والمواد المرتشحة - تعمل على حماية أسطح مبانى الطوب اللبن عند إرتفاع الرطوبة - غشاء فاصل يحمى أسطح المواد الاثرية من التلوث بمواد (الرديم) - علامات لتحديد الفواصل بين السطح الآثرى والرديم، وتسهيل إزالة مواد الرديم فيما بعد، وهناك العديد من المواد الصناعية المنسوجة مثل الاقمشة المصنوعة من البولى بروبلين، البوليستر، البولى اثيلين، النايلون كما توضحها الصورة رقم (١) وهى مواد ثابتة كيميائيا ويمكن ان تستمر لعدة قرون فى الارض ومناسبة ويمكن استخدامها فى فصل وحماية وتعزيز الطبقات كما تسمح بمرور الماء من خلالها ولا تحجز الرطوبة.[٤٠]

إن أكثر أنواع أغشية الفصل المستعملة هي أوراق، وشباك، وأقمشة البلاستيك المنسوجة المستعملة في صنع أكياس التخزين وغيرها من المنسوجات الصناعية كالتكسية الأرضية وكلّ صنف منها له مزاياه وعيوبه واستخدامها له نتائجه الإيجابية والسلبيّة ويجب على المسئول اختيار ما يتناسب مع حالة الموقع الاثرى.

- **الأوراق البلاستيكية**: وينصح بشدة بعدم استخدام أوراق البلاستيك لأنّها تمنع حركة الماء السائل والبخار فالماء الذي ينحصر تحت الأوراق البلاستيكية يعزز نموّ النّباتات إلا أن أوراق البلاستيك فعالة في الفصل بين مواد التغطية وبين أسطح المواد الأثرية وهي متوفّرة وغير باهظة الثمن.

- **الشباك البلاستيكية:**(حجم المسام من١مم:٣مم) تسمح الشباك البلاستيكية بمرور الماء السائل والرطوبة كما تفصل بفاعلية بين المواد الكبيرة الحجم المستخدمة في التغطية مثل الحصى ولكنّها تسمح بمرور المواد الأدقّ مثل التّربة والرّمل وهي لا تمنع تغلغل النّبات والنّشاط ألحيواني كما أنها في نهاية الأمر غير باهظة الثّمن ومتوفرة بسهولة.صورة رقم (٢)

- **القماش البلاستيكي المنسوج:** إن البلاستيك المنسوج المستعمل مثلاً في صنع أكياس التخزين يقلل كثيرا من حركة بخار الماء كما هو الحال بالنسبة للماء السائل وهذا يخلق غالبا منطقة رطبة تقع مباشرة تحت القماش البلاستيكي المنسوج فيعزز نمو الجذور، كما أنّه لا يوقف النّشاط الحيواني إلاّ بصفة جزئيّة، ويفصل بفاعلية بين مختلف مواد التغطية، وهو ليس باهظ الثمن ومتوفر في الغالب محليّا.[٤١]

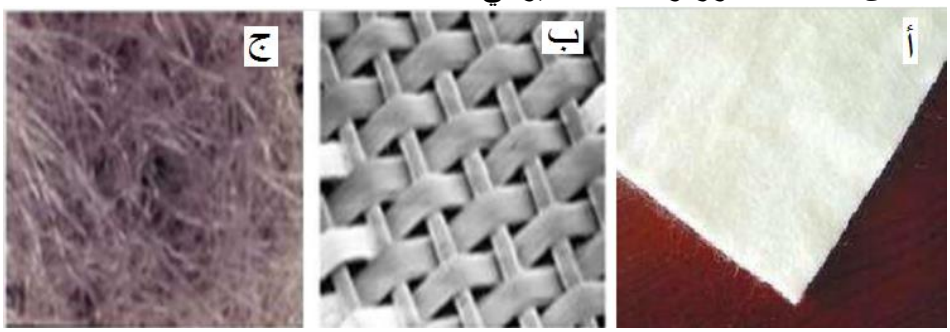
- **التكسية الأرضية المنسوجة وغيرها من الأنسجة ألصناعية:** تصنع التكسية الأرضية المنسوجة لتستخدم في طبقات الأرض الجوفية وهي تستعمل بشكل خاص في مجال الأشغال العامة من خلال بناء ألطرقات على سبيل المثال وهي عموما باهظة الثّمن وقد يصعب العثور عليها ويوجد منها أنواع كثيرة متعددة ولكلّ نوع منها خصائصه المختلفة وهناك صنفين رئيسيين من هى التكسية الأرضية المنسوجة والغير

---

(40) Kavazanjian, E. J. (2004). "The use of geosynthetics for archaeological site reburial." Conservation and Management of Archaeological Sites, Maney Publishing, 6, pp, 377–393.

(٤١) ليفيا ألبيرتي، وآخرون، مرجع سابق، ص، ١١٤- ١١٦ .

منسوجة والأخيرة هي التي ينصح بها فى مشروعات إعادة الردم[٤٢]وتفصل التكسية الأرضية بفعالية بين مواد ألتغطية وهي تمنع تآكل المواد الموجودة تحتها، كما أنّها تحدّ من تغلغل الجذور والنّشاط الحيواني.



صورة (٢)

أ تمثل أغشية غير منسوجة - ب تمثل أغشية منسوجة - ج أغشية غير منسوجة

عن .Theodorakeas, P., Koui, M., (2010)

أمّا الأداء المتعلق بحركة المياه السّائلة والرطوبة فيعتمد على كل نوع من أنواع التكسية الأرضية المستعملة لذلك فإنه من المهم أن نختار بعناية التكسية الأرضية المناسبة للوظيفة المحددة التي يجب أن تؤدّيها في عمليّة إعادة الردم، ويمكن استخدام أنسجة صناعية أخرى لإعادة ردم الفسيفساء وهي في أغلب الأحيان أنسجة غير منسوجة من البوليستر وتستخدم إما في الزراعة أو البناء وهي تشبه إلى حد كبير بعض أنواع التكسية الأرضية إلا أنها ذات نوعية أقل جوده وبالتالي فمدة بقائها تكون أقصر ويسهل

(42) Theodorakeas, P., Koui, M (2010).Conservation procedures for the reburial of Mosaic pavements: a review of materials and Techniques, National Technical University of Athens, School of Chemical Engineering, 9, Iroon Polytechniou str., 15773 Athens, Greece.

صورة (٣.أ)

تمثل موقع أثرى مغطى بطبقة من الرمل ثم غشاء فاصل ثم طبقة من الحصى (ب)تمثل فسيفساء أرضية يتم تغطيتها بطبقة من الأغشية الفاصلة ويتبعها طبقة من الرمال(ج)تمثل موقع اثرى مغطى بالرمل ثم غشاء فاصل ثم طبقة من الحصى(د) تمثل عمال يقومون بتجهيز طبقات الردم من الرمل والتربة تمهيداً لتغطية الموقع الاثرى(ه) تمثل فسيفساء أرضية مغطاة بغشاء فاصل تمهيداً لاستكمال طبقات الردم (و)تمثل موقع اثرى مغطى بغشاء فاصل ثم طبقة من الرمال والحصى (ز) تمثل موقع اثرى يتم تغطية أجزاء منة بالرمل. **عن**، Roby,T., Demas,M,(2013)

إيجاد هذه المواد وهي أقل ثمنا من التكسية الأرضية، إنّ وضع التكسية الأرضية مباشرة على الأسطح الاثرية المسطحة مثل الفسيفساء والصور الجدارية ليس منصوحاً به عموما، لأنّه من الصعب في ضمان التلامس الجيد بين سطح الفسيفساء بأكمله والتكسية الأرضية لان التلامس السيئ يمنع حركة الماء السائل بين سطح الفسيفساء وطبقات الرديم.[٤٣]

٦- النظم العامة لإعادة الدفن : General systems for Re-burial

توجد أربع نظم متبعة فى إعادة دفن المواد الاثرية على مستوى العالم وتم تنفيذها في مواقع أثرية عديدة وتعتبر نظم عامة وهى:

أ- التغطية بالرمل النظيف.

ب- التغطية المتبعة فى المملكة المتحدة.

ج- التغطية المتبعة في الولايات المتحدة. وهذه الأنظمة موضحة في الشكل(٤)

(43) Kavazanjian, E. J. (2004).pp, 377–393.

د- نظام إعادة دفن الفسيفساء، شكل(٥) ويمكن تنفيذ جميع الأنظمة الأربعة فى المناطق المختلفة، من الصغيرة إلى الكبيرة، وتشتمل هذه الأنظمة على طبقة رملية كطبقة التربة الأقرب إلى المادة الأثرية، وهذا لتوفير بيئة فورية خاملة كيميائيا لمنع تلف المواد الأثرية ومع ذلك، لا يتم تقديم إرشادات حول سمك طبقات الرمل هذه ولكن تترك لتقدير المتخصصين العاملين فى الموقع .

أ- التغطية بالرمال النظيفة: Sand Re-burial system

يمثل الشكل٤(أ) أبسط نظام لإعادة الدفن، حيث يتم ردم الموقع بالرمل النظيف إلى مستوى الأرض. وكان الردم يتم باستخدام التربة التي أزيلت من الحفائر وهى الطريقة المفضلة لمشروعات إعادة الدفن المبكرة لأنها كانت ميسورة التكلفة وغير معقدة ومع تغيير التشريعات في المملكة المتحدة لتشجيع الحفظ في الموقع، أصبح استخدام الرمال النظيفة الخاملة كيميائيا بدلاً من تربة الحفائر لانخفاض نسبة الأملاح الضارة مثل (الكلوريدات، الكربونات) وفي هذا النظام، لا توجد مادة تفصل رمال الردم عن المواد الأثرية والتربة الطبيعية، ولا يتم ضغط الرمال[٤٤].

الشكل (٤)

يوضح مخططات لأنظمة إعادة الدفن العامة (أ) نظام التغطية بالرمل النظيف (ب)نظام التغطية في المملكة المتحدة (ج) نظام التغطية في الولايات المتحدة.

معدل بعد Perez, M, A.,(2014)

ب- أسلوب التغطية المتبع في المملكة المتحدة : UK Re-burial system

الرمل النظيف يتكون في الغالب من جسيمات من السيليكا بحجم الرمل مع نسبة أقل من ٥٪ من إجمالي الكتلة (طمي وشوائب) وهذا الرمل الخامل والصافي قد يكون منتجًا تجاريًا متميزًا في مواقع معينة وبدلاً من ذلك، يمكن غسل الرمال ذات المحتوى العالي من الشوائب لإنتاج رمال نظيفة تكون فعالة للاستخدام فى المواقع التي لا تتطلب سوى الحماية من التعرض للغلاف الجوي ولن تتعرض لضغط ميكانيكي (مثل البناء فى الموقع) أو الضغوط البيئية (مثل تسلل الأمطار الحمضية) وهذا النظام غير

(44) Canti, M. G., Davis, M. (1999). "Tests and guidelines for the suitability of sands to be used in archaeological site reburial." Journal of archaeological science, Elsevier, 26(7).pp, 775–781.

مناسب للمواقع التي يُتوقع تطويرها ونظم إعادة الدفن الأكثر شيوعًا في المملكة المتحدة كما فى الشكل٤(ب)هي تغطية المادة الأثرية بنسيج جيوتكستيل غير منسوج (نسيج بوليمر ذو عمر طويل) متبوعًا بطبقة من الرمل المغسول ثم الأتربة الناتجة عن حفر تربة الموقع كغطاء، ولا يتم ضغط الرمل ولا التربة الموجودة في الموقع، مما قد يؤدي إلى حالات إشكالية حيث أنه عند إعادة حفر موقع تم إعادة دفنه من قبل، وجد أن الرمال تتدفق مثل الماء مما يؤدى إلى صعوبة إضافية أثناء إعادة التنقيب في الموقع وبسبب هذه المشكلة يوصى باستخدام رمل رطب على الرغم من أن(Goodburn-Brown, D., Hughes, R. (1996) لا يوضحان بالتفصيل سبب التوصية، فإن أحد الأسباب المحتملة هو أن إضافة الماء للرمل يعطيه تماسكًا واضحًا، وهذا يعني أن الرمال ستكون قادرة على الثبات على ارتفاع معين، مثلما هو الحال عند بناء رمال، ويجب مراقبة كمية المياه بعناية لأن الرمل سوف يفقد هذا التماسك الظاهر إذا سمح له بالجفاف، ومع ذلك، في حالة غياب التربة عن الرمال من المرجح أن تظل المشكلة قائمة لأن السماح بالمحتوى القليل من التربة في الرمال قد يساعد كثيراً في هذه المسألة، وكمية ضئيلة من التربة (١٥-٢٠٪) يمكن أن تعطي تماسكا جيدا للرمال[٤٥] وفى هذا الصدد يترك الامر الى رأى المتخصصين فى الموقع حيث ان لكل موقع ظروفه الخاصة التى تحكمه، حسب البيئة المحيطة به ونوعية المواد الاثرية الموجودة ومن الصعب تحديد نظام معين يناسب جميع المواقع الاثرية.

ج - أسلوب التغطية المتبع في الولايات المتحدة: USA Re-burial system

ذكر(Kavazanjian 2004)[٤٦] أن تغطية المواقع الاثرية الشائعة في الولايات المتحدة كما يوضحه الشكل٤(ج) مشابهة للتغطية الشائعة في المملكة المتحدة، حيث تغطى المادة الأثرية بطبقة من الجيوتكستيل الغير منسوج، ويتم ردم موقع الحفائر بالرمال النظيفة، وبعد ذلك يتم تغطية النظام بالتربة حتى سطح الأرض، وتدعو التغطية الشائعة في الولايات المتحدة إلى إعادة ردم المواقع الاثرية، ولكنها لا تعطي أي توجيهات بشأن ضغط التربة في الموقع، ونتيجة للضغط فإن التوصيل الهيدروليكي للطبقة الرملية يكون أقل مما يتم تحقيقه في المملكة المتحدة، وبما أن الرمل يتم ضغطه باستخدام المعدات الميكانيكية، فإن هذا النظام العكسي يمكن أن يكون غير مناسب للمواقع ذات المواد الأثرية الهشة، ويوصي(ثورن،١٩٩١)[٤٧] بوضع أغشية الفصل بين طبقات الرديم، وبأن الطبقة الأقرب إلى المادة الأثرية يجب أن تكون سميكة بما فيه الكفاية لمنع حدوث الضرر المرتبط بالضغط، كما يوصي أيضًا بإحاطة العاملين

(45) Goodburn-B, D., Hughes, R. (1996). A review of some conservation procedures for the reburial of archaeological sites in London. Archaeological conservation and its consequences Preprints of the contributions to the Copenhagen Congress 1996,pp, 65–69.

(46) Kavazanjian, E. J. (2004). Pp, 377–393

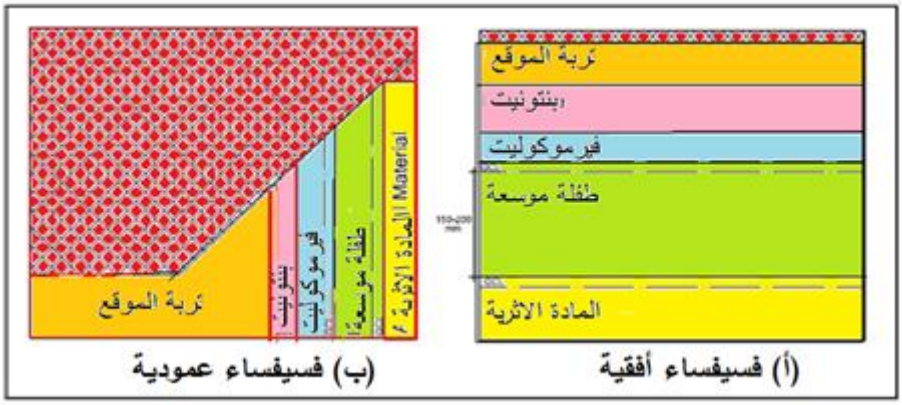
(47) Thorne, R. M. (1991a). "Intentional Site Burial: A Technique to Protect against Natural or Mechanical Loss." Archaeological Assistance Program Technical Brief No, 5.

الذين يقومون بإجراء عمليات الضغط على طبقة المادة الأثرية الى اخذ الاحتياطات الضرورية أثناء إجراء هذه العملية، ويعمل ضغط الرديم على زيادة الكثافة وقوة القص، مما يحسن بدوره من قدرة التحمل ويقلل من الانضغاط، ولهذا فإن نظام إعادة الدفن هذا يعتبر أكثر ملائمة للمواقع التي يتوقع فيها الامتداد العمرانى والبناء والتطوير والتنمية في المستقبل.

د - أسلوب تغطية الفسيفساء: Mosaic Re-burial system

تم اقتراح نظام إعادة ردم الفسيفساء سواء فى حالتها الافقية عندما تكون على الارض أو فى حالتها الرأسية على الجدران كما يوضحها الشكل (٥- أ، ب) للحفاظ على الفسيفساء والمواد الأثرية ذات الصلة (مثل اللوحات الجدارية والفسيفساء الجدارية .....الخ) القائمة إما في المستوى الأفقي (على الأرضية) أو في المستوى العمودي (على الجداران)، وتم تصميم النظام لمنع تسرب الرطوبة وتغيرات درجة الحرارة التي تسرع من عمليات تدهور الفسيفساء، وتحقيقاً لهذه الغاية، وضعت على الفسيفساء الأثرية شبكة بلاستيكية ذات ثقوب ضيقة إلى حد ما لتوفير الحماية لهان، لأن الهدف الرئيسي من هذا النظام هو منع حركة الماء، وأوصت(Kavazanjian)[٤٨]باستخدام بطانة الطفلة الصناعية geosynthetic clay liner (GCL)، حيث يتكون GCL من طبقة رقيقة من الكريات الطينية الموسعة تقع بين اثنين من طبقات geosynthetics، وقد تختلف مواد geosynthetics وفقا للتصميم، ونظام GCL سوف يعوق كثيرا مرور الماء، ويتكون نظام طبقات التربة المركبة من الفيرميكوليت، البنتونيت، والتربة السطحية (تربة الموقع يمكن استخدامها) حيث توضع أعلى قمة طبقات الدفن كما يوضحها الشكل رقم (٥) وفى نظام GCL المزدوج توضع النباتات ذات الجذور الضحلة على رأس نظام الدفن، وهذا الغطاء النباتي يزيد من حماية الموقع الاثرى من حيث توفير مقاومة لتآكل التربة وتوفير الحماية من الحيوانات الصغيرة، وأنظمة إعادة الدفن السابقة على الرغم من أنها صممت لحالات محددة، إلا أنه يمكن تكييفها مع المواقع الأثرية المختلفة في حالات مماثلة .

(48) Kavazanjian, E. J. (2004). 377–393.



الشكل (٥)

يوضح مخططات أنظمة دفن الفسيفساء، أفقية (أ) أو رأسية (ب)

معدل بعد Perez, M, A.,(2014)

٧- نموذج لإعادة الدفن الآمن (الردم التدعيمى):

A model for safe Re-burial (Backfilling)

تم أجراء نظام إعادة الدفن للعديد من المواقع الاثرية فى اوربا للحفاظ عليها من العوامل الجوية او من مشاريع التنمية الحديثة وسوف نذكر حالة واحدة كنموذج جيد يمكن الاقتداء به هو إعادة دفن مسرح الورد فى انجلترا.

- مسرح الورد فى انجلترا : The Rose Theatre in England

يتميز مسرح الورد بأهمية تاريخية خاصة في إنجلترا لأنه كان واحدًا من أربعة بيوت مسرحية تيودور/اليعاقبة الشهيرة الواقعة على الضفة الجنوبية من لندن وهو موقع عروض شكسبير المبكرة وكان المسرح العام الرابع الذي تم بناؤه في الحقبة الإليزابيثية وتم بناؤه في عام ١٥٨٧ من الخشب، مع عناصر من الطوب والجبس في الخارج، وتم فقدان موقع المسرح بعد تدميره في بدايات القرن السابع عشر بسبب كونه عفا عليه الزمن، وتم اكتشاف آثار مسرح الورد في عام ١٩٨٩ خلال أعمال الحفر لبناء مبنى مكاتب في طريق (ساوثوارك بريدج) في لندن وكانت الحماية القانونية الممنوحة للموقع محدودة جداً في ذلك الوقت لأنه كان موقع بناء خاص وعندما تم العثور على بقايا المسرح، كان الالتزام القانوني الوحيد هو الحفاظ على السجل، مما يعني أنه كان يمكن تدمير جميع المواد الأثرية الموجودة في الموقع، ومع ذلك، فإن أهمية هذا الاكتشاف، بالإضافة إلى ضغوط المجتمع المدنى (بما في ذلك الاحتجاجات الشعبية فى الموقع)، دفعت المقاولين إلى العمل مع فريق أثري لعمل خطة للحفاظ على الموقع (بدعم مالي من الحكومة البريطانية) وقد دعت خطة التصميم المقترحة إلى إعادة ردم بقايا المسرح بالكامل بطريقة تسمح بالوصول له في المستقبل بسهوله كما يوضحه الشكل رقم(٦) وقد أوصت برفع مبنى المكاتب في أعلى الموقع من خلال كمرات خرسانية معلقة، وتدعم على قواعد وضعت خارج نطاق المسرح كما يوضحه

الشكل رقم(٧) ويحمي نظام إعادة الردم للبقايا الأثرية بفاصل من الأقمشة البلاستيكية المنسوجة (geotextile) ثم طبقة من رمال السيليكا الصافية، وتم وضع نظام ري بالتنقيط على قمة الرمل ومغطى بغشاء أرضي آخر من (geotextile)، ثم تغطيته بمزيج خرساني ضعيف[٤٩] وبما أن هذا الدفن لم يكن مصممًا للحمل، فقد تم وضع عناصر الأساس خارج نطاق اثار مسرح روز، وتمت مناقشة المشروع على نطاق واسع في ذلك الوقت من قبل كلا من (Biddle، 1989) [٥٠]، (Chippindale، 1989)[٥١] ؛ (Orrell & Gurr، 1989)[٥٢]؛ (Wainwright، 1989)[٥٣] وما زال المشروع مستمراً حتى الان ويجب دراسته كمشروع نموذجى فى عمليات اعادة الردم للمواقع الاثرية (كورفيلد ٢٠٠٤)[٥٤]ويعد نظام إعادة دفن مسرح الورد معقدًا نسبيًا، وقد كان إنجازه معقدًا بسبب انخفاض المساحة المتاحة والإطار الزمني القصير الذي كان يجب إنجاز المشروع خلاله[٥٥] وكان لا بد من إجراء عمليات حفر للموقع وتنفيذ نظام إعادة الدفن الآمن خلال فترة انقطاع البناء في المبنى المغطي، وكان هناك كمية كبيرة من الخشب الأثري موجودة في هذا الموقع، وكان من الضروري منع التلف من خلال الحفاظ على بيئة مشبعة للخشب، ولتحقيق هذه الغاية، أعتمد نظام إعادة دفن مسرح روز على اسلوب الدفن المتبع في المملكة المتحدة مع إضافة نظام الري باستخدام "الأنبوب المتسرب" الذي يوفر مصدرًا للمياه متاحًا للتحكم في درجة التشبع للأخشاب الاثرية، وتم تركيب الأنابيب بطول ١٥٠٠م على طول وعرض نظام الدفن، وكانت الأنابيب مغطاة بالرمال وأغشية من البولي إيثيلين غير المنفذة، وتم استخدام رمال من نوع Buckland لإعادة دفن الموقع الاثرى لأنها رمال سيليكا نقية معروفة وذات جودة عالية وخاملة كيميائياً، وكانت الرمال غير مضغوطة، ويجب ملاحظة أن انتقال الضغط المتوقع إلى الرمل كان صغيرا بسبب نظام الأساس الفريد المستخدم لدعم المبنى المغطي.[٥٦]

---

(49) Ashurst, J., Balaam, N.,Foley, K. (1989). "The Rose Theatre Overcoming theTechnical Preservation Problems." Conservation Bulletin, (9), pp, 9–10.

(50) Biddle, M. (1989). "The Rose reviewed: a comedy (?) of errors." Antiquity, 63,pp, 753-760.

(51) Chippindale, C. (1989). "Editorial." Antiquity, 63(240), 411–420.

(52) Orrell, J., Gurr, A. (1989). "What the Rose can tell us." Antiquity, 63,pp, 421–429.

(53) Wainwright, G. J. (1989). "Saving the Rose." Antiquity, 63, 430–435

(54) Corfield, M. (2004). "Saving the Rose Theatre: England's first managed and monitored reburial." Conservation and Management of Archaeological Sites, 6,pp, 305–314

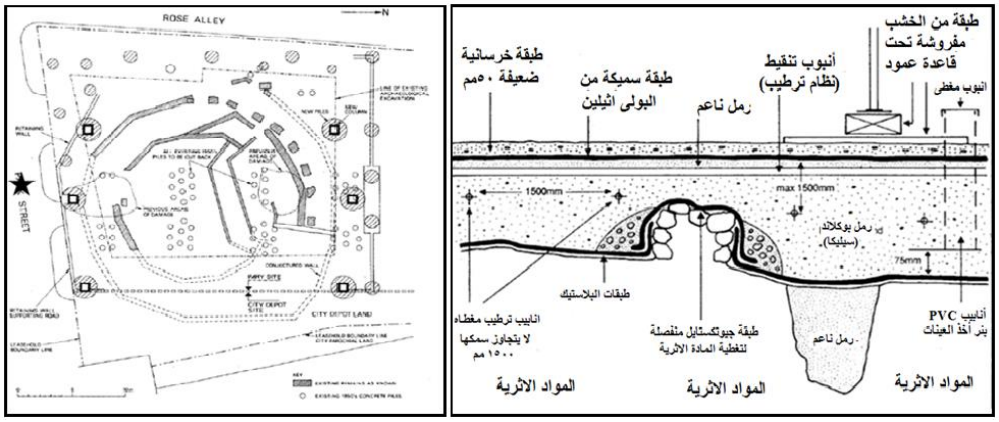
(55) Corfield, M. (2012). "The Rose Theatre: Twenty Years of continuous monitoring, lessons and legacy." Conservation and Management of Archaeological Sites, 14((1-4)), 384- 396

(56) Biddle, M. (1989). "The Rose reviewed: a comedy (?) of errors." Antiquity, 63(241), 753-760.

٨- مكونات نظام إعادة الدفن النموذجى :

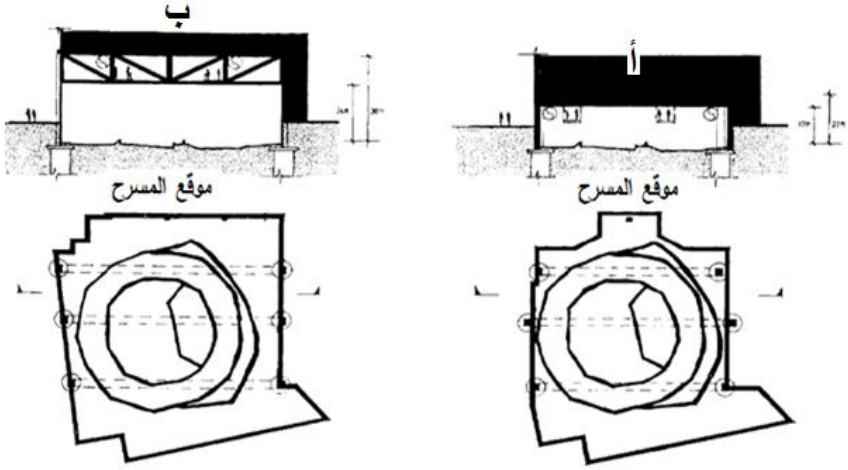
Components of a standard reburial system

يجب ان يحتوى نظام إعادة الدفن النموذجى على المكونات الاتية بالإضافة الى ما ذكر سابقا وخاصة اذا كان الموقع يحتوى على اثار عضوية مثل الاخشاب والتى تحتاج الى نظام ترطيب لمنع حدوث جفافها كما يوضحه الشكل رقم (٨)، وقد تم تصميم نظام يناسب المواقع الاثرية المصرية وخاصة المواقع القريبة من المصادر المائية حيث ان النظام مزود بأنبوب فلترى من الpvc يسحب الماء الزائد من التربة بأسلوب أمن ولا يؤثر على التربة كما يوضحه الشكل رقم (٨).



شكل (٦)

يوضح قطاع راسى ومسقط أفقى لنظام إعادة الدفن واستخدام الارض للبناء فوق موقع مسرح الورد بانجلترا .عن (Ashurst et al. 1989).

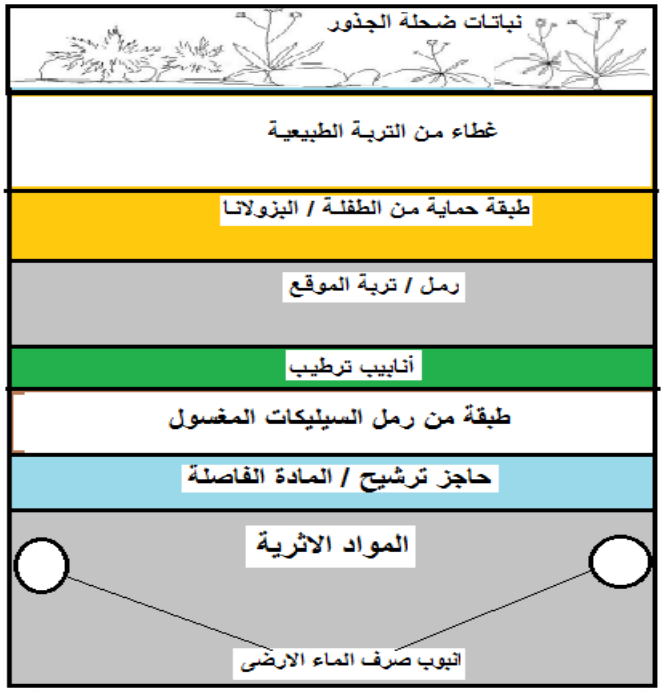


شكل (٧)(أ)

يمثل المخطط الاساسى للمسرح، الشكل (ب) يمثل المخطط المطور الذي تم تنفيذه. عن (Biddle 1989).

- طبقة منع تسرب المياه : Infiltration preventing layer

غالباً ما يكون تسرب المياه الأرضية إلى طبقة المواد الأثرية هو السبب الرئيسي فى تلف المواقع الاثرية لأن التغيرات في الرطوبة والتغيرات الكيميائية التي تطرأ على المياه الارضية هي العامل الاساسى في التلف الكيميائي والفيزيائى والبيولوجي للمواد الأثرية، ولذلك فإن التركيز الأساسي لنظم إعادة الدفن غالباً ما يرتكز على منع تسرب المياه إلى المواد الأثرية، ودور طبقة منع التسرب هو منع مرور المياه الارضية على نحو فعال والحد من تدفق هذه المياه، ويجب أن تكون طبقة منع التسرب ذات توصيل هيدروليكى منخفض ويمكن تحقيق ذلك باستخدام تربة ذات محتوى قليل من الطين أو مواد من صنع الإنسان (مثل المواد الجيولوجية الصناعية غير المنفذة مثل الأغشية الأرضية Geotextile .



شكل(٨)

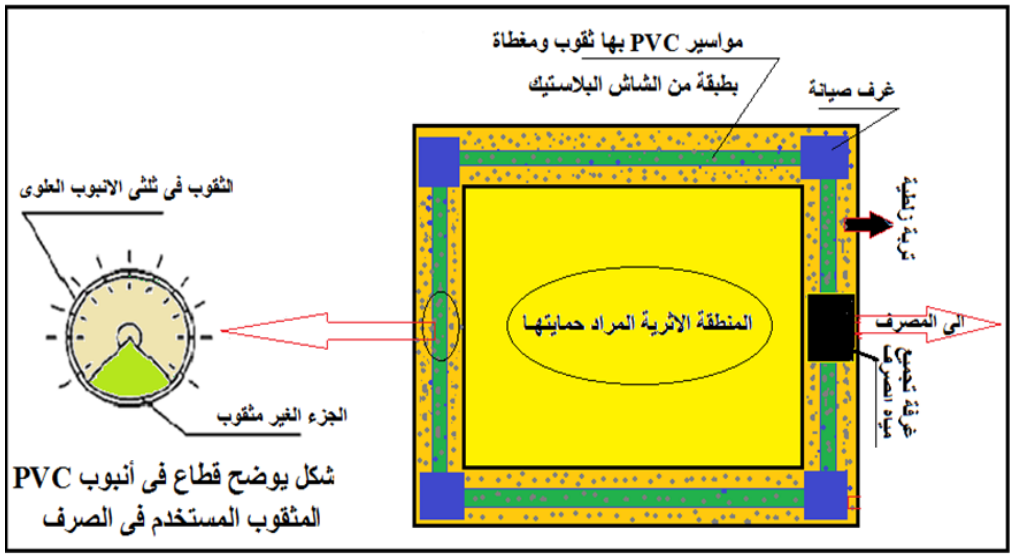
يمثل تصميم نموذج معيارى لنظام إعادة الدفن يناسب المواقع الاثرية المصرية من (عمل الباحث)

- الصرف الآمن للمياه الأرضية وأنظمة الترطيب:

Safe drainage of ground water and Hydration systems

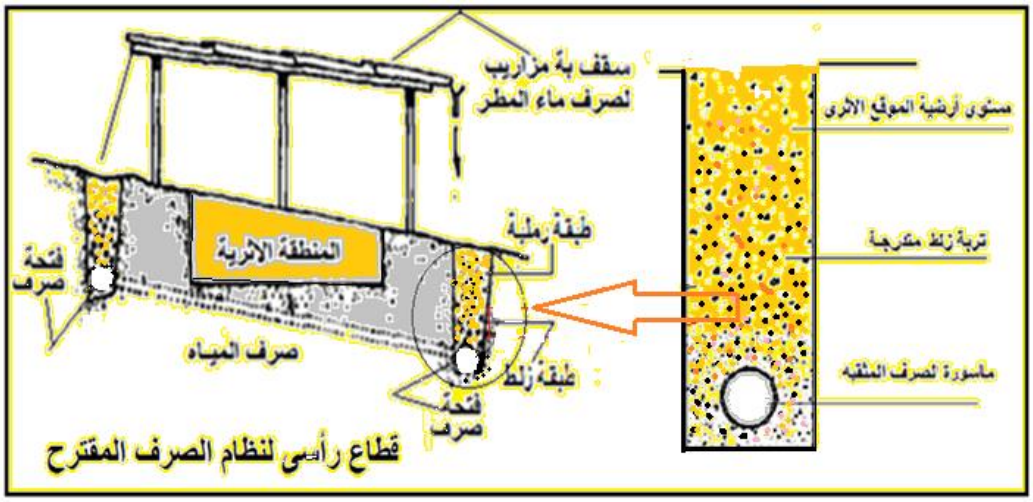
في المواقع التي يُتوقع فيها تسرب كبير للمياه الأرضية الى نظام إعادة الدفن، قد يلزم وجود نظام صرف أنبوبى محيطى جيد (يمكن استخدام أنابيب **PVC** ذات الثقوب فى النصف العلوى) لصرف المياه الارضية بطريقة أمنة بعيداً عن الموقع الاثرى للحفاظ

على بيئة مناسبة لحفظ المواد الأثرية، كما يوضحه بالتفصيل الشكل رقم (١٠،٩) وفي المقابل، يجب الاحتفاظ ببعض المواد الأثرية (مثل الخشب مشبعاً) عند مستوى معين من الرطوبة لمنع التلف وتستخدم أنظمة الصرف المغطى والري بالتنقيط لهذه الأغراض، إن قرار استخدام نظام الصرف أو الري ينبع من الحاجة إلى ضمان الصرف المناسب أو التشبع الكامل للتربة، والنظام يعتمد بشكل كبير على نوعية القطع الأثرية الموجود في الموقع، فهناك بعض المواد الأثرية يتم حفظها بشكل أفضل في بيئة جافة (الزجاج، السيراميك،المعادن والعظام، الاحجار .....الخ).



شكل (٩)

يمثل مسقط أفقى لنظام الصرف الانبوبى الآمن للمياه الأرضية المقترح فى أنظمة إعادة الدفن للمواقع الاثرية ودرجة ميل أنابيب الصرف تحدد حسب ظروف كل موقع (مستوى الموقع من سطح الارض، حجم الموقع، المسافة بين الموقع والمصرف. (عمل الباحث)



شكل (١٠)

يمثل قطاع رأسى لنظام الصرف الانبوبى الآمن للمياه المقترح فى أنظمة إعادة الدفن للمواقع الاثرية. (عمل الباحث)

أما الخشب الأثري فمعرض بشكل خاص للتلف بسبب التغيرات في محتوى الرطوبة، على الرغم من أنه يمكن أن يبقى في حالة جافة أو مشبعاً بالماء، وإذا كان هناك تغيراً في الحالة (ويصبح الخشب رطباً أو العكس) فإن المادة تتحلل بسرعة فى الموقع الأثري الذي يحتوي على كمية كبيرة من الأخشاب الأثرية المدفونة، وفي بعض الأحيان، تكون تكلفة الحفظ للأخشاب الأثرية المكتشفة باهظة جداً لأنه يجب أن تستقر عند مستوى معين من الرطوبة لمنع تسارع التلف بسبب تغير البيئة حول الخشب، وهذا يجعل من الصيانة في الموقع صعبة، ومن المهم مراقبة الظروف الهيدرولوجية للموقع بحث يكون مستوى منسوب المياه الارضية في الموقع ثابتًا، لأن مستوى المياه الارضية غالبا ما يكون حاسما في بقاء المواد الأثرية بحالة جيدة، ومن المفضل السماح لها بالبقاء عند المستوى الطبيعي[٥٧].

- نظم الترطيب بالماء : Hydration with water

حينما يكون هناك حاجة إلى نظام ترطيب بالماء فى بعض المواقع التى تحتاج الى مستوى رطوبة مرتفع فى نظام إعادة الدفن (المواقع التى تحتوى على أخشاب كثيرة) يجب أن يتوفر نظام الترطيب باستخدام الأنبوب المتسرب (مثل النظام المتبع في مسرح الورد) للحفاظ على مستوى المياه الارضية المناسبة للمواد الاثرية، وبسبب العدد الكبير من الأخشاب المشبعة بالمياه الموجودة في مسرح الورد، تم تصميم هذا النظام للحفاظ على منسوب المياه الارضية بمستوى كافٍ، لأن الحفاظ على منسوب المياه الارضية فوق الأخشاب كان هاما جدا في ضمان الحفاظ على الموقع، لأن

(57) Perez, M, A.(2014) .pp,133-135.

الأخشاب سوف تتحلل بسرعة إذا سمح لها بالجفاف[٥٨]وقد تم رصد نظام الدفن فى مسرح الورد بعناية طوال السنوات العشرين الماضية، ويبدو أن البقايا محفوظة بطريقة مرضية، وتتألف بيانات الرصد من مجموعة بيانات الرصد طويلة الأجل والأكثر ملائمة لمشاريع إعادة الدفن ومع ذلك فإن تصميم النظام الجديد للدفن يتجنب نظام الترطيب بالماء، ويعتمد بدلاً من ذلك على العمليات الطبيعية للحفاظ على مستوى الرطوبة المطلوب، وإذا تم تركيب نظام الترطيب بالتنقيط المتسرب في الموقع، يمكن للمصمم أن يتبع مثال مسرح الورد، حيث ثبت أنه يعمل بكفأة عالية في أنظمة إعادة الدفن، ويجب أن توضع خطوط الري فوق المادة الأثرية، على بعد ١٥ سم، بعد ذلك يجب أن يتم تغطية خطوط الري بتركيبة Geotextile الغير منفذة، ويجب أن يحدد تصميم نظام الري بالتنقيط المتسرب العوامل التالية :

- نوعية مواد الأنابيب المستخدمة - قطر وسمك جدار الأنابيب - حجم وتوزيع الثقوب في الأنابيب - مواد الفراش أسفل الأنابيب وغالباً يكون رمال السيليكا، ودرجة الدمك المطلوبة للرمال، والهدف من نظام الترطيب بالتنقيط المتسرب هو الحفاظ على الظروف المشبعة في الطبقة الأثرية عند مستوى ثابت وهذا النظام يناسب اكثر الاثار العضوية مثل الاخشاب، اما الاثار غير العضوية مثل المعادن والفخار والزجاج والمبانى الحجرية والطوب اللبن والفسيفساء فلا تحتاج الى نظام ترطيب وظروف إعادة الدفن الجاف تناسبها اكثر، لذا يجب إجراء الدراسات الهيدرولوجية في الموقع بدقة وتحديد مستوى المياه الجوفية والتقلبات الموسمية لها، ويجب أن يتم تصميم نظام الترطيب باستخدام أعمق مستوى للجدول المائي، لأن هذا سيكون الشرط الأكثر أهمية لنظام الترطيب ومعدل التدفق المطلوب يمكن تحديده بناءاً على الحالات التالية:

- تغير الرقم الهيدروجيني: Changes in pH

يمكن أن تكون التغيرات في الأس الهيدروجيني ضارة بشكل خاص لأنواع معينة من المواد الأثرية مثل المواد التي تحتوي على نسبة عالية من الكالسيوم (مثل العظام والصدف) يمكن ان تتحلل بسرعة في البيئات الحمضية، بينما تتحلل المواد النباتية في البيئة القاعدية، والمعادن أيضا سريعة التأثر فى البيئات الحمضية ويمكن مراقبة الرقم الهيدروجيني عن طريق اختبار عينات من المياه الارضية المأخوذة من الموقع، من خلال بئر لأخذ العينات، أو عن طريق الأجهزة الأرضية (كما هو الحال في مسرح الورد)[٥٩]

(58) Ashurst, J., Balaam, N., Foley, K. (1989). "The Rose Theatre Overcoming the Technical Preservation Problems." Conservation Bulletin, (9), PP, 9–10.

(59) Mathewson, C. C., Gonzalez, T. (1988). "Protection and preservation of archaeological sites through burial." The Engineering Geology of Ancient Works, Monuments and Historical Sites: Preservation and Protection, AA Balkema: Rotterdam.,PP, 519–526

- الأكسدة المحتملة: Potential oxidation

يمكن أن تتسبب تفاعلات الاختزال (غياب الأكسجين) في كثير من الأحيان في تلف المادة الأثرية، خاصة المعادن والمواد العضوية، وتكون هناك حاجة لبيئة مؤكسدة لمنع تشكيل المستعمرات البكتيرية والبيئة الجافة هي أيضًا بيئة جيدة للحفاظ على المعادن ويمكن رصد إمكانات الأكسدة من خلال الآبار أو من المجسات الأرضية[٦٠]

- الأكسجين الذائب: Dissolved oxygen

يستخدم الأكسجين الذائب كمؤشر للنشاط البيولوجي، حيث تتطلب معظم الكائنات الحية الدقيقة وجود الأكسجين لتنمو، وبيئة الأكسجين تساعد على الحفاظ على المواد الاثرية، ومع ذلك، يمكن لبعض انواع البكتيريا ان تنمو في بيئة مختزلة[٦١] والمواد العضوية خاصة الأخشاب عرضة للتلف بسبب نشاط الكائنات الحية الدقيقة، ويمكن مراقبة الأكسجين الذائب من خلال اختبار العينات المكتسبة من البئر أو من المجسات الأرضية ومع ذلك، عند أخذ العينات قد يدخل بعض الأكسجين إلى العينة، مما يعطي قراءة خاطئة[٦٢]

- التوصيل الكهربائي: Electrical conductivity

يتم قياس الموصلية الكهربائية كمؤشر لمحتوى الملح المذاب في بيئة الدفن وبما أن الأملاح يمكن أن تنتقل عبر نظام الدفن فإن تبلور هذه الأملاح في الطبقة الأثرية تلحق الضرر الشديد بالمواد ألأثرية ويؤثر تبلور الأملاح على المواد الأثرية عن طريق إخفاء السطح الآثرى، ومن خلال بدء التفاعلات الكيميائية بين الوسط المحيط وسطح الاثر، ويمكن قياس الموصلية الكهربائية عن طريق اختبار العينات المكتسبة من خلال البئر أو من المجسات الأرضية.

- درجة الحرارة: Temperature

يجب تجنب درجات الحرارة القصوى في بيئة إعادة الدفن، حيث تؤدي درجات الحرارة العالية إلى زيادة النشاط البيولوجي الذي يمكن أن يدمر المواد الأثرية العضوية بشكل كبي، ويمكن أن تؤدي درجات الحرارة المنخفضة إلى تجميد الترسيبات، وإلى دورات من التجميد والذوبان التي تعد واحدة من أكثر الظروف المدمرة للمواد الأثرية[٦٣] ويتم قياس درجة الحرارة باستخدام الأجهزة الأرضية، مثل thermocouple أو جهاز درجة الحرارة المقاومة resistance temperature (RTD) device

---

(60) Corfield, M. (2004). "Saving the Rose Theatre: Englands first managed and monitored reburial." Conservation and Management of Archaeological Sites,. 6,PP, 305–314

(61) Caple, C. (2004),PP, 155- 165

(62) Corfield, M. (2004) ,PP, 305–314

(63) Mathewson, C. C., Gonzalez, T. (1988). "Protection and preservation of archaeological sites through burial." The Engineering Geology of Ancient Works, Monuments and Historical Sites: Preservation and Protection, AA Balkema: Rotterdam,PP, 519–526

- محتوى الرطوبة ومستوى المياه الجوفية:

Moisture content and groundwater level

غالبًا ما يتم مراقبة محتوى الرطوبة فى بيئة الدفن، لأن وجود الماء هو العامل المساعد للعديد من أنواع التلف البيولوجى، ولكن يجب الاحتفاظ ببعض المواد الأثرية (مثل الخشب) عند درجة رطوبة ثابتة لمنع التلف. ونتيجة لذلك، فإن معرفة المستوى الدقيق للمياه الارضية أمر بالغ الأهمية، وتعتبر آبار أخذ العينات طريقة فعالة لقياس مستوى المياه الارضية، وتعتبر أجهزة قياس ضغط الهواء (بيزومترات) بديلاً جيدا من حيث التكلفة وتتطلب الحد الأدنى من التركيب، ويمكن أيضًا قياس محتوى الرطوبة في التربة باستخدام الأدوات الأرضية، كما هو الحال في مسرح الورد، حيث تم العثور على خلايا مقاومة الجبس تعمل بشكل مناسب، ولكن يلزم استبدالها على فترات منتظمة، وبسبب هذا يتم تركيب نظام قياس لمراقبة محتوى الرطوبة في نقاط مختلفة في نظام إعادة الدفن[٦٤].

- زيادة نمو النباتات: **Vegetation overgrowth**

يعتبر نمو الغطاء النباتي السبب الرئيسي في تلف كثير من المواقع الأثرية المدفونة، لذا يجب فحص المواقع دوريًا لمنع فقدان الموقع بسبب الغطاء النباتي، حيث أن المواقع المدفونة عادة ما تكون مغطاة بالنباتات الضحلة الجذور لتثبيت التربة ومنع تآكلها، وينبغي تشجيع نمو النباتات التي لا تشكل خطرا على سلامة الموقع، ويجب ان تكون هناك صيانة دورية لضمان إزالة النباتات العميقة الجذور التي يمكن أن تلحق الضرر بالمواد الأثرية ونظام إعادة الدفن مثل (الاشجار الصغيرة ونبات الحلفا المنتشر فى أغلب المواقع الاثرية المصرية، ويتم رصد الغطاء النباتي من خلال الملاحظة المباشرة.[٦٥]

- الضغط: Pressure

غالباً ما يكون ضغط المادة الأثرية بسبب الحمل الواقع عليها مصدر قلق، لأنه يمكن أن يؤدي إلى إتلاف المواد الأثرية، إذا صمم نظام إعادة الدفن على افتراض أن الطبقة الأثرية ستتعرض لحد أقصى من الإجهاد (عدم وجود ضغط على الإطلاق) ويجب مراقبة الحمل لضمان أن نظام إعادة الدفن يحقق هذا الهدف، ويمكن قياس الإجهاد الكلي في التربة من خلال خلايا ضغط التربة، ونظرًا لأن وجود الخلية وطريقة التثبيت يؤثران بشكل كبير على الخلية المحيطة، فمن المستحيل عادة قياس الإجهاد الكلي بدقة كبيرة.[٦٦]

---

(64) Corfield, M. (2004), 6, PP, 305–314

(65) Demas M., (2004) pp. 137-154

(66) Perez, M, A.(2014) .pp, 170- 175

١٠-النتائج :

من خلال الدراسة تم التعرف على تقنيات جديدة لحفظ وصيانة الاثار يمكن تنفيذها لإنقاذ العديد من المبانى والمواقع الاثرية التى تم الكشف عنها ثم تركت مكشوفة ومعرضة لعوامل وقوى التلف المختلفة، وتحديد الوضع الراهن لإعادة الدفن الامن (الردم التدعيمى) لبعض المواقع الأثرية فى مصر وبعض البلدان العربية التى تتعرض للمخاطر الطبيعية والبشرية.

وبشكل عام فإن عملية إعادة الدفن (الردم التدعيمى) هي التّغطية المؤقتة أو الدائمة للبقايا الأثرية التي تم الكشف عنها أثناء إجراء الحفائر الأثرية في أحد المواقع وخاصة المواقع التى لا تلقى الاهتمام الكافى للحفاظ عليها او التى تتعرض لأخطار متنوعة مثل الحروب والسيول والسرقة، ويتمّ إجرائها بواسطة مواد تغطية وأغشية فاصله يمكن استعمالها كلا على حده أو معاً في مجموعات متعدّدة و بترتيب مختلف حسب حالة كل أثر أو موقع أثرى، وعمليات إعادة الدفن لا تتم بشكل عشوائى ولكنها تحتاج الى دراسة وبحث لتحديد الاساليب والمواد التى تتناسب مع نوعية المواد الاثرية وحالة حفظها ويمكن استخدامها عند إعادة الدفن كاستراتيجيات للحفظ، وكذلك يتم دراسة تأثير التربة وخصائصها الكيميائية والفيزيائية والميكانيكية ومعرفة ما اذا كانت تصلح لإعادة الدفن وحفظ الاثار من عدمه، ومن أهم الخصائص التى يجب دراستها لتربة إعادة الدفن، درجة التوصيل (الاحتفاظ بالرطوبة)، الضغط، حجم الحبيبات (النسيج)، المسامية، الكثافة، التركيب المعدنى، مستوى المياه الارضية، الآس الهيدروجينى، نسبة المواد العضوية، الأيونات المتوفرة فيها، قدرتها على التبادل الايونى..... الخ وبمعرفة تلك الخصائص للتربة يمكن توصيف بيئة الدفن، وهذه التقنية متبعه فى اوربا وأمريكا منذ فترة زمنية طويلة وهى إستراتيجية مرنة لأنها تسمح بمجموعة من الخيارات الزمنية (طويلة الأجل أو الموسمية) والمكانية (الكلية أو الجزئية) وهي قابلة للانعكاس مره أخرى، كما أنها طريقة فعالة من حيث التكلفة للحماية والمحافظة على البيئة والآثار والمواقع الاثرية مما يخفف من حده التلف ويحافظ على المواقع الاثرية من الضياع، وهو تدخل ينبغي تنفيذه عندما تكون الموارد المالية والبشرية المرصودة غير كافية للحفاظ على المواقع الاثرية التي تركت مكشوفة ومعرضة للعوامل الجوية .

ومن خلال الدراسة تم تصميم نظام لإعادة الدفن الآمن للمواقع الاثرية والآثار كبيرة الحجم مثل التماثيل العملاقة أو أطلال المبانى التى تحتوى على الفسيفساء ولوحات جداريه .....الخ وهذا النظام يناسب أغلب المواقع الاثرية المصرية ويمكن تطبيقه فى مختلف المواقع الاثرية ويتم تطويع النظام ومواد التغطية بما يناسب حالة كل موقع أثرى.

المراجع:

(١) ثروت محمد حجازى، الأسس العلمية لعلاج وصيانة المكتشفات الاثرية فى مواقع الحفائر، المجلس الاعلى للاثار، ٢٠٠٥، ص، ١١ .

(٢) جان بيير ادم، آن بوسوترو، الترميم المعمارى والحفاظ على المواقع الأثرية، الحفظ فى علم الأثار، مؤلف جماعى، ترجمة :محمد أحمد الشاعر، المعهد العلمى الفرنسى للآثار الشرقية بالقاهرة، ٢٠٠٢، ص . ٤٨٩- ٥١٤

(٣) ليفيا ألبيرتي، إيلسا بورغينيون، و توماس روبي، تدريب الفنيين على صيانة الفسيفساء فى موقعها الأصلى، معهد جيتى للترميم ٢٠١٣ ص. ١٠٨

(4)Ashurst, J., Balaam, N., Foley, K. (1989) The Rose Theatre Overcoming the Technical Preservation Problems. Conservation Bulletin, (9),PP, 9–10.

(5) Biddle, M. (1989) The Rose reviewed: a comedy (?) of errors. Antiquity, 63(241),PP, 753- 760.

(6) Burch, R., Agnew, N. (2004) Re-burial research: a conceptual design for field testing for the Re-burial of wall plasters and mosaic pavements, Conservation And Management of Archaeological Sites, 6:3-4, PP, 34-36.

(7)Canti, M., Davis, M. (1999) 'Tests and guidelines for the suitability of sands to be used in archaeological site reburial.' Journal of Archaeological Science, 26,PP, 775-781.

(8) Canti, M., Williams, J.(2016) Historic England 2016 Preserving archaeological remains . Appendix 5 – Materials for use in the reburial of sites. Windom. Historic England

(9)Caple, C. (2004) Towards a benign Re-burial context: the chemistry of the burial environment. Conservation and Management of Archaeological Sites, 6(3,4),PP, 155-165

(10) Chippindale, C. (1989) Editorial. Antiquity, 63(240), PP,411–420.

(11)Corfield, M. (2004) Saving the Rose Theatre: England's first managed and monitored Re-burial. Conservation and Management of Archaeological Sites, 6,PP, 305–314.

(12)Corfield, M. (2012) The Rose Theatre: Twenty Years of continuous monitoring, lessons and legacy. Conservation and Management of Archaeological Sites, 14((1-4)), 384- 396

(13)Demas, M. (2004) Site unseen: the case for Re-burial of archaeological sites Conservation and Management of Archaeological Sites, 6(3,4),PP, 137–154.

(14)Goodburn-Brown, D., Hughes, R. (1996) A review of some conservation procedures for the Re-burial of archaeological sites in London. Archaeological conservation and its consequences Preprints of the contributions to the Copenhagen Congress 1996,PP, 65–69.

(15) Johnson, E. (2009) A Question of Re-burial, Status Report on Re-burial of Archaeological Sites in Norway, A Multiple Case Study, Master's thesis in Archaeology, Trondheim, Spring ,PP,1-5.

(16)Kavazanjian, E. J.(2004) The use of geosynthetics for archaeological site Re-burial. Conservation and Management of Archaeological Sites, Maney Publishing, 6(3,4),PP, 377–393.
(17)Mora P. (1984) Conservation of excavated intonaco, stucco and mosaics. In Stanley-Price, N. P. (ed) Conservation of Archaeological Excavations, with Particular Reference to the Mediterranean Area, ICCROM, Rome, pp, 97-107.
(18)Mathewson, C. C., Gonzalez ., T. (1988) Protection and preservation of archaeological sites through burial. The Engineering Geology of Ancient Works, Monuments and Historical Sites: Preservation and Protection, AA Balkema: Rotterdam,PP, 519–526.
(19) Orrell, J., Gurr, A. (1989). What the Rose can tell us. Antiquity, 63(240),PP, 421–429.
(20) Perez, M, A. (2014) An Engineering Approach for the Design of Archaeological Re-burial Systems. (Doctoral dissertation).
(21) Rachel,B., Neville, A. (2004) Re-burial research: a conceptual design for field testing for the Re-burial of wall plasters and mosaic pavements, Conservation and Management of Archaeological Sites, 6:3-4,PP, 347-361.
(22) Roby, T. (2004) The Re-burial of mosaics: an overview of materials and practice Conservation and Management of Archaeological, 6,PP, 229–236.
(23) Roby,T., Demas,M.(2013) Mosaics In Situ,An Overview of the Literature ,on Conservation of Mosaics In Situ, The Gett y Conservation Institute, Los Angeles.
(24)Stewart, J. (2004) Re-burial of Excavated Sites Conservation and management. English, Heritage Conservation Bulletin, (45),PP, 28–29.
(25) Stewart, J. (2004) Conservation of archaeological mosaic pavements by means of Re-burial, Conservation and Management of Archaeological Sites, 6:3-4, PP,237-246.
(26) Theodorakeas, P., Koui, M. (2010) Conservation procedures for the reburial of Mosaic pavements: a review of materials and Techniques, National Technical University of Athens, School of Chemical Engineering, 9, Iroon Polytechniou str., 15773 Athens, Greece.
(27)Thorne, R. M. (1991a) Intentional Site Burial: A Technique to Protect against Natural or Mechanical Loss. Technical Brief No. 5, Archaeological Assistance Program Technical Brief No, 5 .
(28)Wainwright, G. J. (1989) Saving the Rose. Antiquity, 63,PP, 430–43.
(29)Wilson, L., Pollard, M.(2002) Here today, gone tomorrow? Integrated experimentation and geochemical modeling in studies of archaeological digenetic, change'. Accounts of Chemical Research, 35(8), PP, 644-651.

Conservation and Preservation of archaeological sites at risk using Safe Re-burial systems(Backfilling)

Prof. Dr. Ragab Abou El Hassan •

Abstract:

The Re-burial of archaeological sites in a safe manner is important and necessary for its conservation for the future generations from factors of damage, especially human factors (thefts-urban extension - agricultural and tourism projects - conflicts and wars - environmental pollution) , natural factors (wind - rain - changes in temperature - humidity) ,biological factors (fungi -insects - rodents - animals) and natural disasters (Earthquakes-torrents - volcanoes). The re-burial of the archaeological sites such as (brick buildings - mosaics - murals - stone buildings) in a safe manner (Backfilling) after studying, recording and restoring them is an important mean for their preservation, whereas they do not find sufficient funding for maintenance, display and a good conservation that suit their condition, size and value as well as ensuring their safety and stability , The "backfilling" processes must be carried out in scientific ways involving all relevant disciplines, in addition to achieving a long term conservation, the study also discusses the effects of the soil and its chemical and physical properties and whether they are suitable for Re-burying and preserving antiquities, more ever it includes the most important materials and modern scientific techniques appropriate for the safe re-burial of archaeological sites, a standard model of safe Re-burial "backfill" will be designed through the study for most of the archeological sites

Key words :

Burial؛ Conservation ؛ Soil ؛ Sand؛ Gravel

• **Department of Restoration and Conservation of Antiquities - Faculty of Archeology and Tourism Guidance (MUST) Misr University for Science and Technology.**

ragab.sayed@must.edu.eg