توظيف الخامات ذاتية الإصلاح لرفع كفاءة رياض الأطفال (تربوياً وتعليمياً، جمالياً، صحياً، اقتصادياً، وبيئياً)

Using Self-healing materials to raise the efficiency of kindergartens (Educationally, aesthetically, healthily, economically, and environmentally)

م.د/ شيماء عبد الستار شحاتة مهران

مدرس - كلية التربية – جامعة حلوان

Dr. Shimaa Abd El sataar shehata Mahran

Lecturer - Faculty of Education - Helwan University, Egypt

shimaashehata@hotmail.com

ملخص البحث:

ان وظيفة تهيئة البيئة الداخلية لرياض الأطفال تتمثل في تقديم فراغ داخلي مستقر ومنظم وثري يشجع على التعلم، ويكون مرتبط بحاجات الطفولة ومخطط لكل دقائقه، فيتمكن الطفل من التعلم ويكتشف قدراته وميوله.

في عُمر ٤-٦ سنوات يكون الطفل مليئاً بالطاقة وفضولياً؛ لديه رغبة قوية لاختبار بيئته واستكشاف ما حوله دون اعتبارات كبيرة لشروط الأمان.

عند اختيار خامات ومكونات التصميم الداخلي من الضروري الاهتمام بالسلامة الجسدية والأمان للطفل في هذه المرحلة التي يشعر فيها بزيادة قدراته، مما يتطلب توفير خامات تتسم بالمتانة وقوة التحمل لتتناسب مع الأنشطة التي يقوم بها، وبما لا يتعارض مع تحقيق جوانب اخري اقتصادية وبيئية.

تمثلت مشكلة البحث في أن جميع خامات ومكونات التصميم الداخلي للمكان تتدهور بمرور الوقت، مما يتطلب عمليات فحص واكتشاف العيوب وعلاجها أو صيانتها، وهي عملية قد تكون صعبة ومكلفة، لذا بدأ العلماء في البحث عن خامات تكون قادرة على استشعار الخلل، العمل على إيقافه ثم البدء في عملية اصلاح أو ترميم نفسها ذاتياً وفي أسرع وقت ممكن، وهي ما يطلق عليها الخامات ذاتية الإصلاح Self-healing material.

يهدف هذا البحث إلى التوصل لرفع كفاءة رياض الأطفال باستخدام الخامات ذاتيه الإصلاح لتحقيق جوانب تربوية وتعليمية، جمالية، صحية، بيئية، واقتصادية.

يتبع البحث المنهج الوصفي التحليلي، حيث يعرض بعض أسباب تهالك الخامات في رياض الأطفال، مع تحليل الأضرار الناتجة عن تهالك الخامات، ثم مفهوم الخامات ذاتية الإصلاح، آليات عملها، وكيف يمكن توظيفها في رياض الأطفال بدلاً من الخامات التقليدية، تم تحليل جوانب الاستفادة منها عند توظيفها في رياض الأطفال.

الكلمات المفتاحية:

رياض الأطفال، خامات ذاتية الإصلاح، ذاتية الشفاء، معالجة ذاتية، خامات مستوحاة من الطبيعة، خامات تحاكي الطبيعة.

Abstract

The function of preparing the internal environment for kindergartens is to provide a stable, organized, and rich internal space that encourages learning, kindergarten must achieve the needs of childhood. All its parts must be planned so that the child can learn and discover his abilities and tendencies.

At the age of 4-6 years, the child is full of energy and curious; He has a strong desire to test his environment and explore his surroundings with no regard for safety.
When choosing interior design materials and components for kindergartens, it is essential to pay attention to the physical integrity and safety of the child in this stage. Which requires the provision of materials characterized by durability and reliability to suit the activities carried out, and in a manner that does not conflict with the achievement of other economic and environmental aspects.
The research problem was that all the materials and components of the interior design deteriorate over time, which requires checks and detection of defects to treatment or maintenance, a process that may be difficult and expensive, so scientists began to search for materials that can sense the defect, work to stop it and then start the process of self-healing or repairing itself as quickly as possible, which is called self-healing materials.
This research aims to raise the efficiency of kindergartens by using self- healing materials to achieve educational, aesthetic, health, environmental, and economic aspects.
The research follows the descriptive and analytical approach, as it presents some of the reasons for the deterioration of materials in kindergartens, along with analyzing the damages resulting from the deterioration of materials, then the concept of self-healing materials, their mechanisms, some possible examples for use self-healing materials instead of traditional materials and analyze the benefit of their use in kindergartens.

Key words:
kindergartens, Self-healing materials, Self-repairing materials.

مقدمة:
يمارس الطفل العديد من الأنشطة الترفيهية والتعليمية داخل رياض الأطفال، ويقضي فترة زمنية طويلة يتعامل مع خامات ومكونات التصميم الداخلي المحيطة به، مما يتطلب توفير المناخ الصحي السليم داخل المكان، ومما يتطلب توفير خامات تتسم بالمتانة وقوة التحمل لتتناسب مع الأنشطة التي يقوم بها، وبما لا يتعارض مع تحقيق جوانب أُخري اقتصادية وبيئية.
للحفاظ على كفاءة رياض الأطفال ولتحقيق السلامة والأمان للأطفال يتطلب الأمر اجراء عمليات صيانة دورية علاجية أو وقائية، إلا أن عملية الصيانة والإصلاح اليدوي لخامات وعناصر التصميم الداخلي والأثاث، تؤدي إلى استهلاك الكثير من الوقت والجهد والمال والموارد كما أنها قد تتطلب إيقاف الأنشطة التي يتم تأديتها داخل الفراغ حتى تمام عملية الصيانة؛ وهو ما يجعل أي مؤسسة تؤجل أو تهمل في صيانة المكان ومكوناته وهو ما يؤثر بالسلب علي الطفل جسدياً ومعنوياً.
لذا أصبح ما نحتاج إليه حقاً هو الوصول إلى مواد تتصرف بشكل مشابه لجسم الإنسان: استشعار الخلل، العمل على إيقافه ثم البدء في عملية الإصلاح في أسرع وقت ممكن وقبل كل شيء بشكل ذاتي.
في الوقت الحالي يتعلم الباحثون من الطبيعة كيف تصلح نفسها، كما هو الحال عندما يقطع الشخص إصبعه خطأ أو ينكسر عود النبات. وهو ما أمكن تقليده في المعمل، حيث بدأ العلماء بالعمل على إنتاج وتطوٌير مواد تمتلك القدرة على إصلاح الاضرار الناشئة فًي بنٌيتها الداخلٌة بصورة ذاتٌية، وهي ما يطلق عليها الخامات ذاتية الإصلاح Self-healing material.

مشكلة البحث:

جميع خامات ومكونات التصميم الداخلي للمكان تتدهور بمرور الوقت، مما يتطلب عمليات فحص واكتشاف العيوب وعلاجها أو صيانتها، وهي عملية قد تكون صعبة ومكلفة، حيث إن عملية الصيانة والإصلاح اليدوي لخامات وعناصر التصميم الداخلي والأثاث، تؤدي إلى استهلاك الكثير من الوقت والجهد والمال والموارد كما انها قد تتطلب إيقاف الأنشطة التي يتم تأديتها داخل الفراغ حتى تمام عملية الصيانة، كما أن تأجيل أو اهمال صيانة المكان يؤثر علي الطفل جسدياً ومعنوياً.

أهمية البحث:

إبراز الجوانب المستفادة من توظيف الخامات ذاتية الإصلاح في رياض الأطفال.

هدف البحث: يهدف البحث إلي:

التوصل لرفع كفاءة رياض الأطفال باستخدام الخامات ذاتيه الإصلاح لتحقيق الجوانب (التربوية والتعليمية، الجمالية، الصحية، البيئية، والاقتصادية).

فروض البحث:

- ان استخدام الخامات ذاتية الإصلاح يسهم في الحفاظ على صحة وسلامة الأطفال جسدياً ومعنوياً.
- استخدام الخامات ذاتية الإصلاح يطيل من العمر الافتراضي للمكان، ويرفع من كفاءة المكان (وظيفياً، بيئياً، اقتصادياً، جمالياً).

منهجية البحث:

يتبع البحث المنهج الوصفي التحليلي، حيث يعرض بعض أسباب تهالك الخامات في رياض الأطفال، مع تحليل الأضرار الناتجة عن تهالك الخامات، ثم مفهوم الخامات ذاتية الإصلاح، آليات عملها، تم تحليل جوانب الاستفادة منها عند توظيفها في رياض الأطفال.

مصطلحات البحث:

المواد ذاتية الإصلاح / ذاتية الشفاء/ ذاتية الترميم Self-healing materials ، يمكن تعريفها بأنها:

- مواد صناعية (synthetic) تمتلك القدرة على اصلاح نفسها ذاتياً بشكل تلقائي دون الحاجة لتشخيص الخلل أو التدخل من قبل الانسان.
- هي نوع من المواد الذكية لديها قدرة بنائية مدمجة على إصلاح الأضرار الناتجة عن الاستخدام الميكانيكي بمرور الوقت. وقد تم استلهام هذه الفكرة من الأنظمة البيولوجية التي لديها القدرة على الالتئام بعد الجروح.
- هي مواد قادرة على الشفاء (التعافي/ الإصلاح) من الأضرار بشكل تلقائي مستقل، أي بدون أي تدخل خارجي (٥، ص١).
- هي مواد ذات قدرة مدمجة على استعادة خواصها الميكانيكية بعد حدوث التلف، هذا الإصلاح قد يحدث بصورة تلقائية أو بوجود عامل محفز (حرارة، اشعاع، ضغط، .....) (١، ص٣).

أولاً: رياض الأطفال:

(١) تعريف رياض الأطفال:

هي مؤسسة تعليمية مصغرة يذهب اليها الأطفال- في المرحلة العمرية من ٤-٦ سنوات- لتعلم أساسيات التربية وبعض الأساسيات البدائية في الدراسة قبل دخول المدراس الأساسية.

من خلال تلك المؤسسة يتم تهيئة الأطفال من أجل دخول المدارس؛ حيث التهيئة النفسية لاستقبال وتحصيل العلم، بالإضافة إلى تعليمهم العديد من أساسيات التعليم لتجهيزهم أكثر للاستيعاب عند الدخول للمدرسة. كما يتم تهيئة الأطفال على أساليب التربية وإدراك عامل الوقت، ومنحهم الثقة في العملية التعليمية من منظورها الرسمي، وإزالة الرهبة من داخلهم، بالإضافة إلى تعليمهم بعض الآداب مثل النظافة وترتيب الأشياء والاستقلالية والاعتماد على النفس.

(٢) انشطة الأطفال في رياض الأطفال:

يمارس الأطفال أنشطة تعليمية وأنشطة ترفيهية، منها:

القراءة والكتابة، الرسم والتلوين، القص واللصق والتشكيل بالصلصال، اللعب والمسابقات، الرياضة البدنية، مشاهدة الأفلام والرسوم المتحركة، الغناء والموسيقي.....الخ.

صورة (١) – مجموعة من الأطفال تمارس الرسم والتلوين

صورة (٢) - مجموعة من الأطفال تقوم بالتشكيل بالصلصال

صورة (٣) - مجموعة من الأطفال تمارس أنشطة رياضية

صورة (٤) - طفل يمارس نشاط ترفيهي

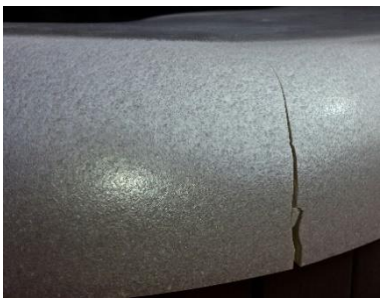
(٣) أسباب تهالك الخامات:

خامات أو عناصر التصميم الداخلي في رياض الأطفال تحتاج إلى صيانة أو تصبح غير قابلة للاستخدام لأحد الأسباب التالية:

- الاتلاف المتعمد أو غير المتعمد، عن طريق الخدش (بالأظافر، الأدوات الحادة، الألعاب، الأقلام ....)، والشد أو الضغط بغرض الاكتشاف واللعب، الاستخدام الخاطئ.

- العيوب، بعض المواد تتعرض لكسر مفاجئ وغير متوقع عندما تطبق عليها قوى معينة (إجهادات Stresses أو انفعالات Strains) تتسبب في تشكل تصدعات أو انهيارات داخلية (عادة شقوق صغيرة في بنية المادة) تنتشر عادة بسرعة.
- التقادم أو الشيخوخة، معظم المواد تبلى وتتآكل تدريجياً مع الوقت، أحياناً خلال فترة طويلة من الزمن، أو حتى أقل من ذلك، بفعل عوامل الضوء والحرارة.
- الاهتراء، معظم المواد تهترئ خلال الاستخدام المستمر (الاحتكاك أحد أهم العوامل المسببة للاهتراء..).

صورة (٥) -تشقق /صدع في الحائط الاسمنتي



صورة (٦) - تشقق/صدع في جزء من مقعد من اللدائن

صورة (٧) خدوش في سطح منضدة من اللدائن

صورة (٨) -خدوش في سطح الخشب

صورة (٩) -تفتت/تشقق في جزء من أرضية من المطاط

صورة (١٠) تشققات في بلاطات السيراميك

(٤) أضرار تهالك الخامات *:

أ- أضرار يتعرض لها للطفل نتيجة لتهالك الخامات:

- **ضرر جسدي /عضوي: على سبيل المثال،**

-**الجروح**: وجود تمزق أو كسر في بعض أجزاء عناصر التصميم الداخلي أو الأثاث المتواجد في رياض الأطفال قد يؤدي إلى جرح الطفل عند لمسها أو التعامل معها.

- **التسمم / ضرر كيميائي**: بعض مكونات التصميم الداخلي تحتوي على عناصر سامة إذا ما تمزقت أو تفتت أو مضغت أو لعقت من قبل الأطفال، او حتى تم استنشاقها بعد تفتتها.

- **ضرر معنوي/ نفسي:**

- ضرر نفسي تابع لحدوث ضرر جسدي: قد يحدث الضرر المعنوي بالتبعية نتيجة لتعرض الطفل إلي ضرر جسدي (كالجرح، التسمم .....) عند تعامله مع الخامات أو المكونات الموجودة بالحيز الداخلي لرياض الأطفال.

- ضرر معنوي لعدم تناسق البيئة المحيطة: قد يحدث أثر نفسي سلبي للطفل ناتج عن الشكل غير الجمالي، أو غير المبهج جمالياً، أو غير السليم، أو متناسق للخامات والاجزاء المحيطة بالطفل.

ب- أضرار تقع على عاتق المؤسسة / مالك المكان:

- ضرر مادي/اقتصادي: ينتج عن الحاجة إلى اصلاح وصيانة المنتجات والعناصر، أو استبدال الخامات والمنتجات المتهالكة. وأيضاً توقف تشغيل المكان لإتمام عملية اصلاح الخلل أو العيوب، مما يلحق الضرر بمنظومة الاستثمار داخل المؤسسة.

ج- أضرار تقع على البيئة:

- استنزاف موارد البيئة: نتيجة لعملية احلال منتجات جديدة بديلة للأخرى المتهالكة.

- تلوث البيئة: نتيجة للتخلص من المنتجات المتهالكة بعد الانتهاء من استخدامها.

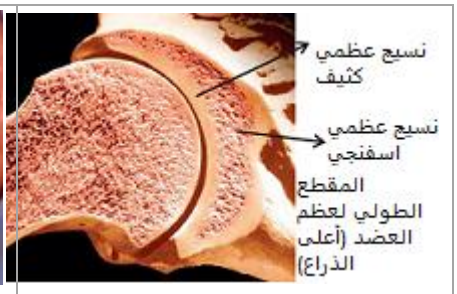
ثانياً: الخامات ذاتية الإصلاح:

(١) الخامات ذاتية الإصلاح ومحاكاة الطبيعة:

تعد القدرة على التعافي بعد الإصابة أمر مهماً للغاية لبقاء النبات والحيوان والانسان على قيد الحياة، وهو ما أمكن تقليده في المعمل، حيث بدأ العلماء بالعمل على إنتاج وتطوِّير مواد تمتلك القدرة على استشعار وإصلاح الأضرار الناشئة فَي بنِّيتها الداخلِّية بصورة ذاتِّية، فهي كلها مستوحاة من عمليات فسيولوجية طبيعية كالتئام الكسور والجروح وتخثر الدم بعد الإصابات.

- **خامات ذاتية الإصلاح عبر تقليد العظام:**

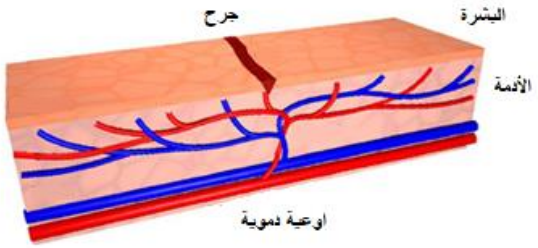
للعظام المكسورة قدرة هائلة على ترميم نفسها، ويعد التئام العظم أو التئام الكسر عملية فسيولوجية تكاثرية يقوم فيها الجسم بتسهيل علاج الكسر (صورة ١١)، وقد تم تطبيق هذا المبدأ للحصول على خامات قادرة على إصلاح نفسها باستخدام عوامل داخلية، كالبوليمرات والاسمنت (صورة ١٢و١٣). وذلك باحتوائها على كبسولات صغيرة داخلها تحمل عوامل علاجية، عند حدوث كسر أو تلف في جزء من الخامة تتحرر المواد داخل الكبسولات الصغيرة لتقوم بعملية إصلاح الجزء التالف مباشرة دون تدخل خارجي (شكل رقم١)، وهذه التقنية ستساعد على عدم الحاجة إلى عمليه الصيانة وتوفير الوقت والجهد، وأيضاً زيادة متانة المنتج وطول عمره الافتراضي، وتوفير الطاقة اللازمة لإعادة الإصلاح بالاعتماد على طاقة نظيفة داخلية في تلك الخامات.

		
صورة (١١) العظام الطبيعية تمتلك قدرة ذاتية على التئام الكسور، يعتمد التئام وإعادة تجديد العظم، على طبيعة الكسر	**صورة (١٢) بوليمر ذاتي التصليح عبر تقليد العظام** (٤، ص١٨)	**صورة رقم (١٣) صورة مكبرة توضح تحرر عامل الإصلاح الذاتي من الكبسولات في الجزء المكسور**

شكل رقم (١) آلية عمل الخامات الذاتية الإصلاح المعتمدة على كبسولات صغيرة داخلها تحمل عوامل علاجية، عند حدوث كسر أو تلف في جزء من الخامة تتحرر المواد داخل الكبسولات الصغيرة لتقوم بعملية إصلاح الجزء التالف مباشرة (١٤)

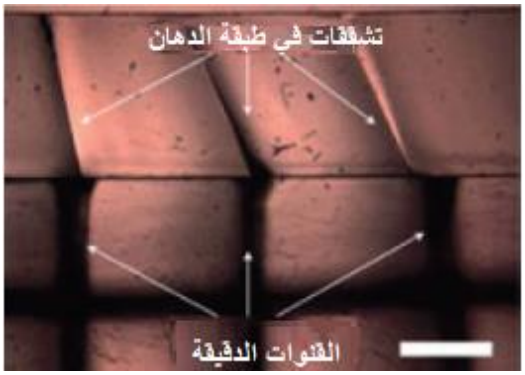
- **خامات ذاتية الإصلاح عبر تقليد الجلد:**

التئام الجروح هي عملية طويلة ومعقدة يقوم خلالها الجلد أو انسجة الجسم الأُخرى بتصليح نفسها بسبب جرح حدث لها. في الجلد الطبيعي والمكون من طبقتين هي البشرة (الطبقة الخارجية) والأدمة (الطبقة الداخلية) يعملان كطبقة واقية للجسم من البيئة الخارجية المحيطة. عندما تُصاب أو تُجرح هذه الطبقة الواقية (الجلد)، سوف تتفعل سلسلة منظمة من التفاعلات الكيموحيوية حتى يعاد إصلاح ما تم اتلافه بسبب الجرح (شكل رقم ٢أ)، وهو ما استغله العلماء لإنتاج مجموعة من الخامات القادرة علي إصلاح نفسها (صورة ١٤: ١٦)، وليست فقط خامات كاللدائن والبوليمرات ولكن أيضاً الدهانات والأقمشة والجلود والمعادن والسيراميك.... وغيرها. وهي كلها مستوحاة من عمليات فسيولوجية طبيعية كالتئام الجروح وتخثر الدم بعد الإصابات.

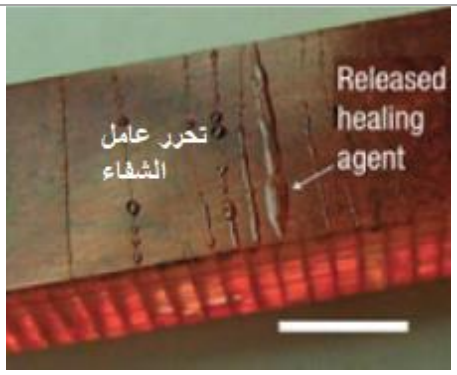


شكل (٢أ)
رسم تخطيطي لشبكة شعيرية دقيقة في طبقة الأدمة من الجلد مع قطع/جرح في طبقة البشرة.

شكل (٢ب)
رسم تخطيطي لهيكل الشفاء الذاتي المكون من شبكة الأوعية الدقيقة في طلاء إيبوكسي سميك يحتوي على محفز مدمج في التكوين يتم مراقبته بجهاز استشعار انبعاث صوتي (٥، ص٩)

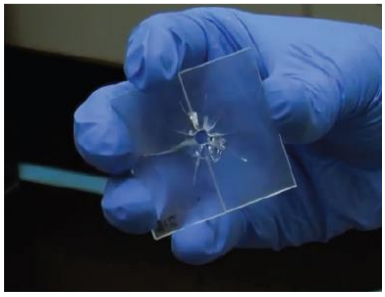


صورة (١٤)
صورة مقطعية عالية التكبير تظهر الشقوق التي تبدأ على السطح وتنتشر نحو القنوات الصغيرة (٢، ص١٠).

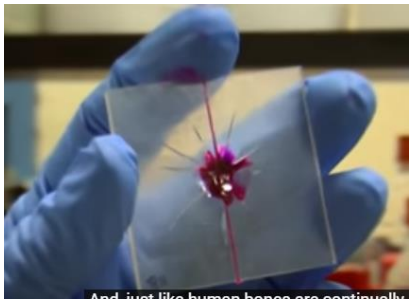


صورة (١٥)
صورة بصرية توضح شكل السطح بعد تحرر عوامل الإصلاح وتمام عملية الإصلاح الذاتي، حيث يظهر سائل شفاف زائد على سطح الطلاء (٢، ص١٠).

صورة (١٦) توضح بلاستيك ذاتي الإصلاح عبر تقليد تجلط دم الانسان عند الجرح، حيث يحتوي على شبكة من الأوعية الدقيقة تضخ عنصر الترميم الذاتي والمحفز في مكان الثقب (لون احمر لإيضاحه -صورة ١٦ ب) ثم تتصلد هذه المواد بفعل الهواء فينسد الثقب بصورة نهائية. أمكن إصلاح ثقوب تصل إلى ٥ ملليمترات بنفس الآلية [١٣][١٩].



صورة (١٦ أ) – ثقب في البلاستيك



صورة (١٦ ب) - إصلاح ذاتي للثقب

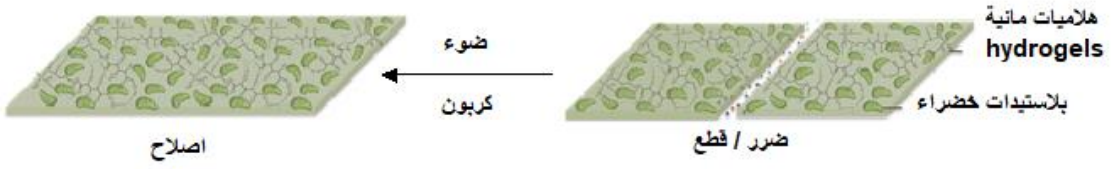
- **خامات ذاتية الإصلاح عبر تقليد النبات:**

ان نمو النبات يعتمد بصورة رئيسية على عملية البناء الضوئي، والتي فيها يستخدم النبات أشعة الشمس لتحويل غاز ثاني أكسيد الكربون الموجود في الهواء إلى سكريات بسيطة، والتي بدورها يستخدمها لبناء أجزائه العديدة.

وهو ما حاول العلماء تقليده للحصول على خامات ذاتية الإصلاح، حيث تعتمد هذه الخامات على امتصاص ثاني أكسيد الكربون من الهواء لتتمكن من إصلاح نفسها، حيث تنفذ تفاعلًا كيميائيًا يشبه الطريقة التي تُدمج بها النباتات ثاني أكسيد الكربون الذي تمتصه من الهواء في أنسجتها النامية .

تمتاز هذه المواد بالإصلاح الذاتي عند التعرض لأشعة الشمس أو الإضاءة المنزلية، وعند إصابة السطح بخدش أو تشقق، تنمو المنطقة المصابة لملء الفجوات وإصلاح الضرر، دون الحاجة إلى أي إجراء خارجي [١٠] (شكل رقم ٣).

حاول كثيرون سابقًا تطوير مواد ذاتية الإصلاح تحاكي فاعلية النباتات، لكنها كانت تتطلب مؤثرات كالحرارة أو الأشعة فوق البنفسجية أو الضغط الميكانيكي أو المعالجة الكيميائية لتحفيز العملية. ولا تحتاج هذه المادة الجديدة إلى أي شيء سوى الإضاءة، وتزيد كتلتها من الكربون في الغلاف الجوي، وهو موجود في كل مكان .



شكل (٣) مادة مركبة تحتوي على بلاستيدات خضراء تمتص ثاني أكسيد الكربون من الهواء لإصلاح نفسها [١٠]

(٢) تصنيف المواد ذاتية الإصلاح:

خلال الأعوام السابقة تم التوصل إلى العديد من الخامات ذاتية الإصلاح كاللدائن والمعادن والدهانات والزجاج، والاقمشة، والجلود، والخرسانة.. وغيرها (صورة ١٧: ٢٤)؛ وذلك بغرض زيادة عمر ومتانة تلك الخامات، وقد تم الاعتماد على آليات متنوعة لتحقيق ذلك، قبل البدء في التعرض لبعض منها يمكن تصنيف الخامات ذاتية الإصلاح وفقاً لما يلي (شكل رقم ٤):

أولاً: من حيث تلقائية عملية الإصلاح:

هناك نوعان من الإصلاح أو الشفاء الذاتي للمواد [٦، ص١]:

- إصلاح تلقائي: لا يحتاج أي تدخل خارجي أو محفز خارجي لإتمام عملية الإصلاح.
- إصلاح غير تلقائي: يحتاج إلى محفز خارجي كـ: حرارة، ضوء، تيار كهربي، مجال مغناطيسي، اشعة فوق بنفسجية...الخ

ثانياً: من حيث نوعية عامل الإصلاح:

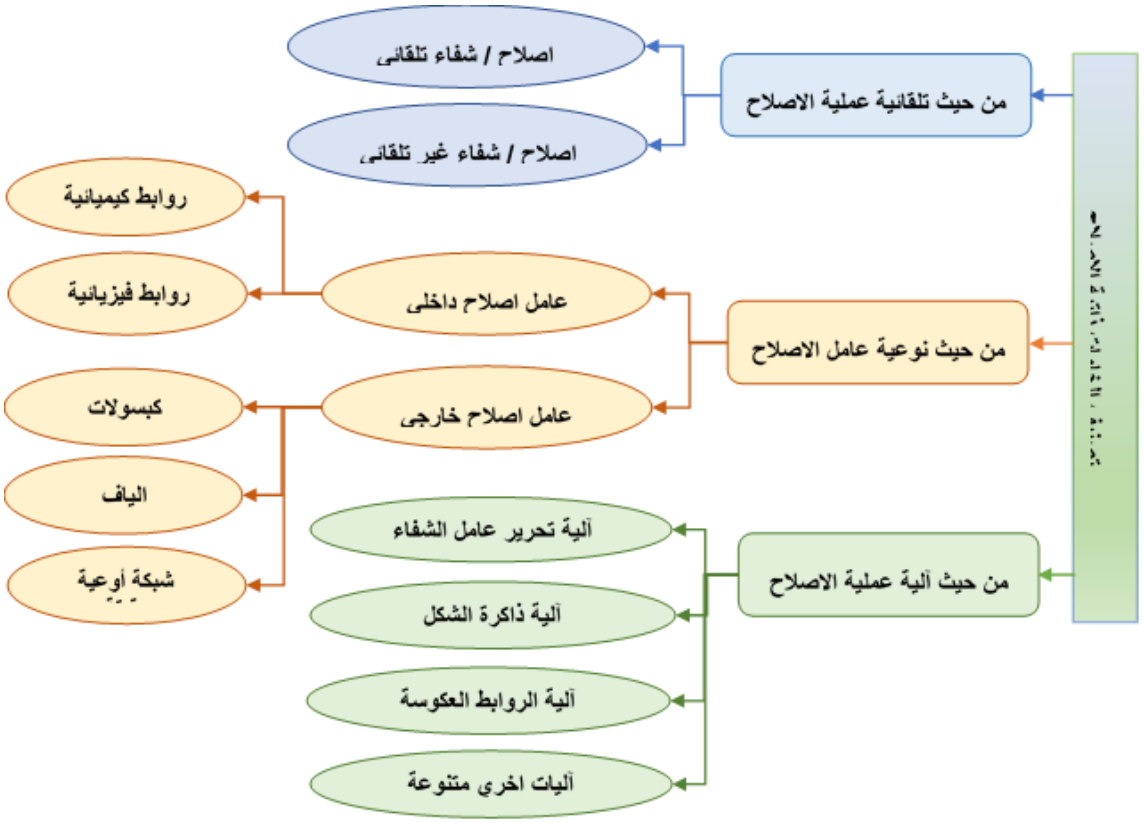
هناك نوعان من عامل الإصلاح أو الشفاء الذاتي للمواد (٦، ص٢):

- داخلي: يعتمد على مكونات المادة نفسها والروابط بين جزيئاتها، سواء كانت روابط كيميائية أو فيزيائية.
- خارجي: يتم تضمين عوامل الإصلاح والمحفزات داخل كبسولات أو الياف أو أوعية داخل المادة أثناء عملية تصنيعيها.

ثالثاً: من حيث آلية عملية الإصلاح / آلية عمل المواد ذاتية الإصلاح:

يوجد العديد من الآليات التي تعمل خلالها المواد ذاتية الإصلاح، منها:

- آلية تحرير عامل الشفاء.
- آلية ذاكرة الشكل.
- آلية الروابط العكوسة / أو الروابط المتقاطعة العكسية.
- آليات أخري متنوعة (كالتوصيل، الترسيب، الديناميكا الكهرومائية .....).



شكل (٤) – مخطط يوضح تصنيف الخامات ذاتية الإصلاح*

(٣) الآليات التي تعمل وفقها المواد ذاتية الإصلاح/ الشفاء:

تتعدد الآليات التي تعمل من خلالها المواد لتصبح قادرة على إتمام عملية الشفاء، ومنها ما يلي(٥،ص٢٢:٣) :

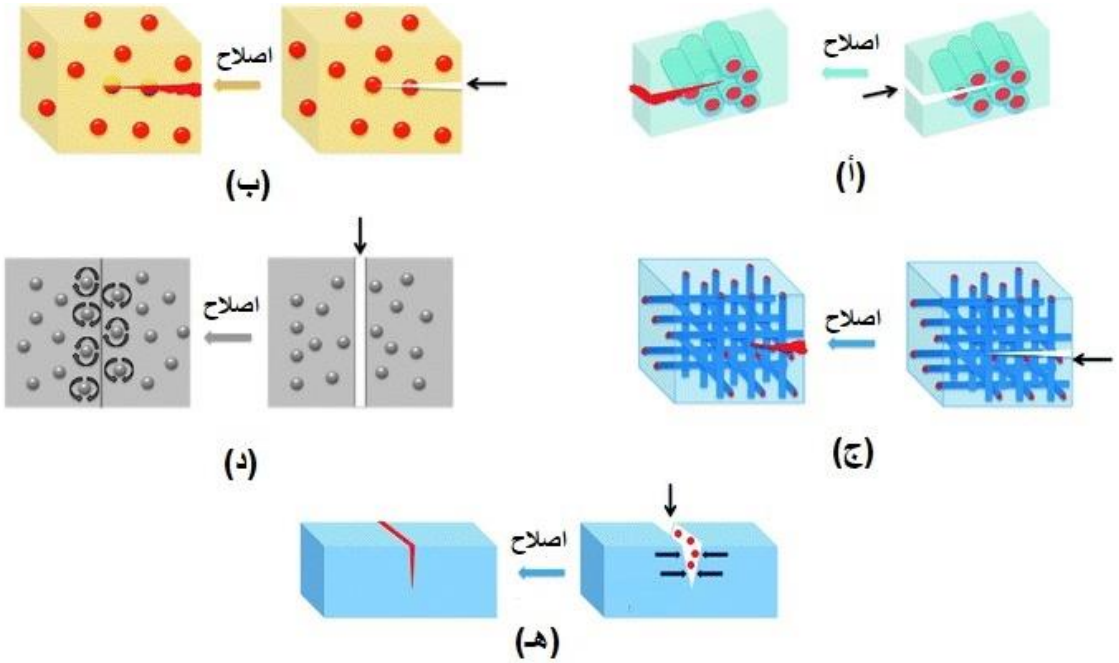
أ- آلية تحرير عامل الشفاءRelease of Healing Agents:

تعمل العديد من المواد ذاتية الإصلاح وفقاً لهذه الآلية، منها:

- المواد ذات الألياف Hollow Fiber Embedment
- المواد ذات الحبيبات أو الكبسولات الدقيقة Microcapsule Embedment

- المواد ذات شبكة الأوعية الدقيقة Microvascular System

حيث تحتوي الكبسولات الدقيقة، أو الألياف المجوفة، أو شبكة القنوات، أو الأوعية الدقيقة (شكل رقم ٥ أ، ب، ج) -التي يتم تضمينها داخل المواد أثناء مرحلة تصنيعها – على عامل الشفاء/عنصر الترميم الذاتي ومواد محفزة، وفي حالة حدوث تشقق أو صدع تتمزق هذه الخزانات ويتم انسكاب العوامل التفاعلية في الشقوق بواسطة القوي الشعرية حيث تتصلب في وجود المحفزات ويتم اصلاح الشق (صور رقم ١٢ ،١٥، ١٦)، مثل هذه العملية لا تحتاج أي تدخل يدوي أو خارجي، لذلك فهي تلقائية.



شكل رقم (٥) الشفاء الذاتي للبوليمرات باستخدام عوامل الشفاء المدمجة أو الجسيمات النانوية أو ذاكرة الشكل

(أ) المواد ذات الألياف (fibers).

(ب) المواد ذات الحبيبات أو الكبسولات الدقيقة/ ميكروية(Microcapsules) .

(ج) المواد ذات الأوعية الدقيقة (Microvascular materials).

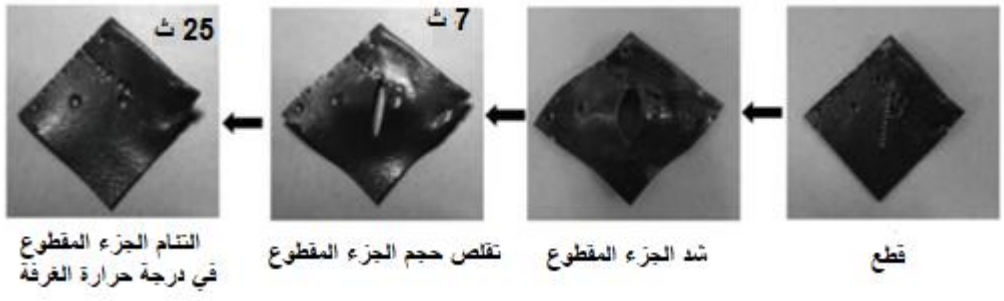
(د) المواد ذات الجزيئات النانوية الممغنطة / البارمغناطيسية الفائقة (superparamagnetic nanoparticles).

(هـ) المواد ذات ذاكرة التشكل/ المواد الذكية (Shape-memory materials**).**

ب- آلية ذاكرة الشكل shape memory effect:

المواد ذات ذاكرة التشكل تعرف ايضاً بالمواد الذكية، حيث إنها مواد عندما تتعرض للتشوه أو تغير في شكلها، فأنها قادرة على أن تستعيد شكلها الأصلي، وعادة ما تحتاج هذه المواد إلى تسخين، أو توفير مصدر طاقة آخر، وذلك لإعادتها إلى شكلها الأصلي المفضل. لهذا السبب قد تحتاج المواد الذكية لآليات معينة لإيصال الحرارة أو الطاقة إلى المكان المطلوب. من الناحية العملية يمكن استخدام شبكة مبطنة من الألياف الضوئية fiber-optic شبيهة بنظام الأوعية المذكور سابقاً مع فرق أن الألياف لا تقوم بضخ بوليميرات أو مواد لاصقة وإنما لتغذية مكان الضرر بأشعة الليزر أو بالحرارة. هذه الآلية تجعل المادة تتذكر شكلها الأصلي المفضل وتعود إليه.

يقوم العلماء حالياً بتخليق سبائك ذاكرة تستطيع استعادة شكلها ذاتياً وليس فقط نتيجة تعرضها لمؤثر أو طاقة ما (بشكل تلقائي دون الحاجة إلى حرارة)، وبكون لديها القدرة على معالجة نفسها واستعادة شكلها إذا حدث لها كسر أو شرخ أو قطع (صورة رقم ١٧).



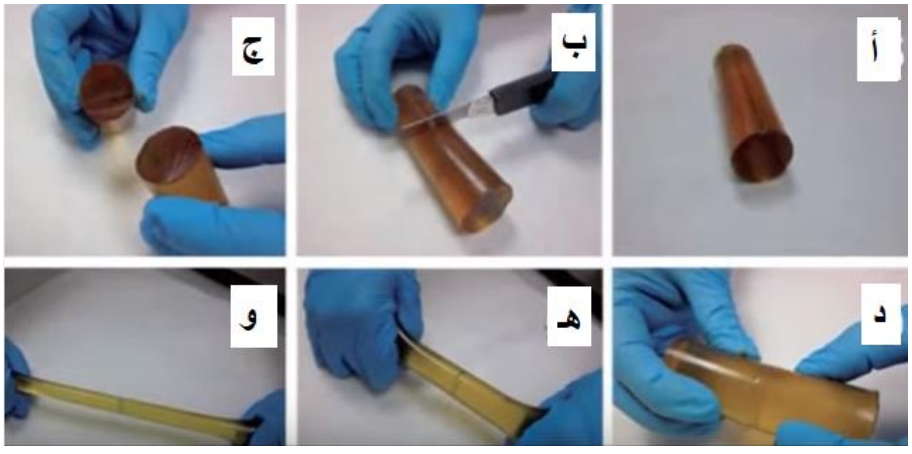
صورة (١٧) توضح عملية الإصلاح الذاتي بمساعدة آلية ذاكرة الشكل لجزء من مطاط صناعي (٨، ص٢١)

ج- آلية الروابط المتقاطعة العكسية Reversible Cross-links:

بصفة عامة يطلق مصطلح التفاعل العكوس عندما تكون المواد الناتجة عن هذا التفاعل قادرة أن تتفاعل مع بعضها البعض لتُعيد تشكيل المواد المتفاعلة من جديدٍ.

لا تحتاج البوليميرات دائماً إلى أنظمة داخلية متطورة كالكبسولات المبطنة أو شبكات الأوعية الدقيقة لإصلاح الأضرار الداخلية. بعضها تُشكل عند تعرضها للكسر مثلاً نهايات تفاعلية Reactive ends على أطراف الكسر، حيث تسعى النهايات التفاعلية المتواجدة في منطقة الضرر لإعادة الارتباط مع جيرانها لتشكيل روابط جديدة وإصلاح المنطقة المتضررة. البعض الآخر يؤدي كسرها إلى تشكيل نهايات مشحونة كهربائياً تمنح الأطراف المتشكلة نتيجة الكسر القدرة على التجاذب الكهربائي الساكن مما يؤدي لتقريب تلك الأطراف من بعضها البعض.

عادة ما كانت تتطلب هذه الآلية وجود حافز خارجي، حيث إن التنشيط الحراري أو الضوئي أو الكيميائي ضروري لتحقيق الانعكاس، وبالتالي القدرة على الشفاء الذاتي. الا أنه حاليا تم تصنيع بوليمرات قادرة على الإصلاح الذاتي في درجة حرارة الغرفة وبدون الحاجة الي أي تدخل خارجي (صورة رقم ١٨). وفي البداية كانت تتطلب وقت يصل إلى ساعتين في درجة حرارة الغرفة لإصلاح الضرر أما حالياً فوصل الأمر إلى أن تعود المادة كما كانت خلال ١٠-١٥ ثانية دون أي مساعدة خارجية.



صورة (١٨) لدائن قادرة على الإصلاح الذاتي، عندما يتم تقطيعها إلى قطعتين يمكن أن تلتصق مرة أخرى بشكل كامل في درجة حرارة الغرفة وبدون أي طاقة خارجية (١٧).

صورة (١٨) بوليمر ذاتي الإصلاح Self-Healing Polymer

د- آليات متنوعة:

طور الباحثون مواد ذاتية الإصلاح تعتمد على آليات أُخري متعددة كالترسيب والديناميكا الكهرومائية وغيرها. ومع التقدم العلمي في علوم النانو والعلوم الحيوية ظهرت آليات أكثر حداثة تعتمد عليهم.

مع استخدام تقنيات النانو ظهرت اليات جيدة كآلية هجرة الجسيمات النانوية، أو الجزيئات البارمغناطيسية الفائقة (شكل ٥ هـ)، حيث تتحرك الجسيمات النانوية المنتشرة في جميع انحاء المادة إلى مكان الشقوق لإصلاحها بعد تعرضها للحرارة أو مجال مغناطيسي متذبذب (7، ص ١٠١و١٠٢).

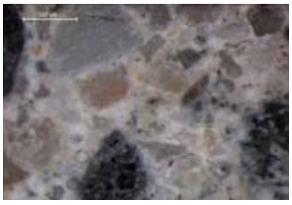
مع التقدم في مجالات العلوم الحيوية، بدأ ادخال الكائنات الحية الدقيقة أو مشتقاتها من ضمن مكونات المواد لتحقق آلية الإصلاح الذاتي، ولتلافي بعض عيوب آليات الإصلاح القديمة.

علي سبيل المثال عمل العلماء منذ عدة سنين على طلاءات وأغشية تستطيع أن تصلح من نفسها، والتي يمكن أن توضع على المنتجات لتطيل من أعمارها. إحدى هذه النُهُج المستخدمة مع المنسوجات أن يغطى سطحها بطبقات عديدة محللة كهربياً لشحنات مختلفة. تنتشر هذه الجزيئات عند حدوث أي خدش وتقوم بإعادة تصليحه. تحتاج فقط في غالب الأمر إلى بعض المياه أو محاليل أملاح مخففة. بالرغم من وجود هذه الطبقات وفاعليتها السريعة إلا أنها محدودة تحت بعض الظروف مثل الجفاف والدفء.

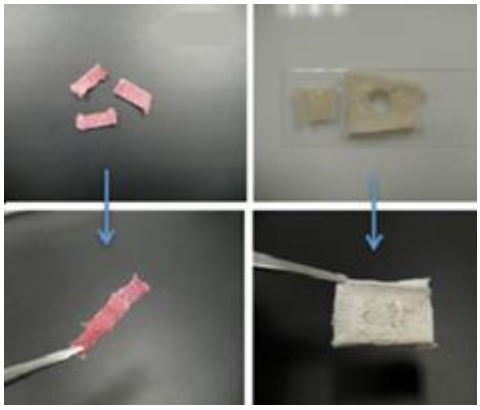
لذا قام الباحثون باستخدام بروتين مستخلص من أسنان الحبار وتطبيقه علي النسيج (يتم تصنيعه مؤخراً بالمعمل من محلول البكتريا والخميرة للحفاظ علي حياة الحبار) – يتكون هذا البروتين من بوليمرات سالبة وإيجابية الشحنة، ويتميز باللزوجة والمرونة تحت الظروف المختلفة من رطوبة وجفاف - تعطي هذه الطبقة للنسيج خصائص الإصلاح الذاتي ، وهو يعمل علي الياف القطن والصوف والحرير والبوليستر (صورة رقم ١٩و٢٠)، ويمكن وضعه علي المنسوجات المصنوعة بالفعل أو استخدامه علي الألياف قبل صنع المنسوجات وذلك لإكسابها خصائص الإصلاح الذاتي[١٢] .

في مجال الخرسانة مثلاً، حدث تطوراً علمياً جديداً، يستخدم الكائنات الحية الدقيقة من ضمن مكوناتها يجعلها ترمم ذاتها، ويوفِّر الطاقة، ويمتص ثاني أكسيد الكربون من الجو. وتشبه طريقة إعداد الخرسانة الحيوية تماماً خلط مكونات الخرسانة العادية، ولكن مع عنصر إضافي هو ادخال البكتريا المغلفة - تتفكك لاحقاً عندما تدخل المياه إليها من خلال الشقوق- التي يمكن أن تبدأ في ترسيب كربونات الكالسيوم وبالتالي ملء الفجوات الناجمة عن الضرر (صورة رقم ٢١) (٤، ص٤٠).

صورة (٢١)



صورة (١٩)



صورة (٢٠)

قبل الإصلاح

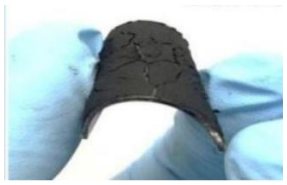
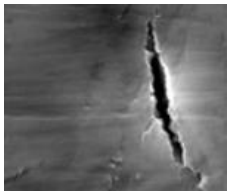
بعد الإصلاح

- **صورة (١٩) نسيج من القطن ذاتي الإصلاح [١١].**
- **صورة (٢٠) - نسيج من الصوف ذاتي الإصلاح [١١].**
- **صورة (٢١) – الخرسانة الحيوية ذاتية الإصلاح (٤، ص ٣٧)**

- صورة (٢٢) - مطاط ذاتي الإصلاح.
- صورة (٢٣) - معدن ذاتي الإصلاح.
- صورة (٢٤) – زجاج ذاتي الإصلاح.

قبل الإصلاح

بعد الإصلاح

صورة (٢٢) صورة (٢٣) صورة (٢٤)

ثالثاً: توظيف الخامات ذاتية الإصلاح في رياض الأطفال:

الجدول التالي يعرض بعض نماذج الخامات التقليدية التي يمكن استبدالها بخامات ذاتية الإصلاح في رياض الأطفال.

مكونات التصميم الداخلي	الخامات التقليدية	نماذج من التصميم الداخلي لرياض الأطفال	الخامات ذاتية الإصلاح
الحوائط والاسقف	دهانات تجاليد (اخشاب، لدائن ،.....) خرسانة		▪ استخدام الدهانات ذاتية الإصلاح في تغطية الاخشاب المستخدمة في الأثاث والتجاليد. ▪ استخدام الدهانات ذاتية الإصلاح في تغطية الحوائط والاسقف. ▪ استخدام اللدائن ذاتية الإصلاح سواء في الأثاث او التجاليد. ▪ استخدام المطاط ذاتي الإصلاح في الارضيات ▪ استخدام الخرسانة ذاتية الإصلاح في الارضيات والحوائط.
الارضيات	مطاط/ الفلين سيراميك خرسانة اخشاب		
النوافذ الابواب	الخشب المعدن اللدائن الزجاج		
الستائر	المنسوجات/ الاقمشة		

الأثاث	الخشب اللدائن /البلاستيك المعدن المنسوجات		▪ استخدام السيراميك اتي الإصلاح في ارضيات حوائط الحمامات. ▪ استخدام الزجاج ذاتي الإصلاح في النوافذ والابواب. ▪ استخدام اللدائن والمعادن ذاتية الإصلاح في الأثاث او النوافذ والأبواب. ▪ استخدام الأقمشة والمنسوجات ذاتية الإصلاح مع الأثاث والستائر والألعاب.
وحدات /العاب الأطفال	اللدائن الجلود الاخشاب المنسوجات		

رابعاً: جوانب الاستفادة من الخامات ذاتية الإصلاح عند توظيفها في رياض الأطفال:

- **الجانب الوظيفي** ← قيام المنتجات وعناصر التصميم الداخلي بوظيفتها على الوجه الأكمل.
- **الجانب الجمالي** ← الحفاظ على رونق وجمال مكونات الحيز الداخلي والأثاث، مما يسهم في تحقيق الإبهاج الجمالي وتعزيز العواطف الإيجابية لدي الأطفال.
- **الجانب الصحي** ← الحفاظ على صحة وسلامة الأطفال من التعرض للأذى اثناء القيام بالأنشطة المختلفة.
- **الجانب الاقتصادي** ← توفير الوقت والجهد والمال المهدر في عمليات الصيانة وفي عمليات التجديد والاحلال للعناصر المختلفة في الحيز الداخلي لرياض الأطفال.
- **الجانب البيئي** ← الحفاظ على البيئة والتقليل من عمليات التخلص من الخامات والمنتجات، والتقليل من استنزاف الخامات التي يتم استخدامها سواء في الصيانة أو في الحصول على بدائل.

النتائج:

1- ان الاستعانة بالخامات ذاتية الإصلاح في رياض الأطفال يسهم في رفع كفاءة المكان وظيفياً، وجمالياً، واقتصادياً، وبيئياً.

2- توظيف الخامات ذاتية الإصلاح في رياض الأطفال يسهم في الحفاظ على صحة وسلامة الأطفال الجسدية والمعنوية.

3- استخدام الخامات ذاتية الإصلاح سيساعد على عدم الحاجة إلى عمليات الصيانة التقليدية وتوفير الوقت والجهد، وأيضا زيادة متانة المنتج وطول عمره الافتراضي، وتوفير الطاقة اللازمة لإعادة الإصلاح بالاعتماد على طاقة نظيفة داخلية في تلك الخامات.

التوصيات:

- على الجهات البحثية المختصة دراسة وتوفير الخامات ذاتية الإصلاح لتصبح في متناول الاستخدام من قبل المتخصصين.
- على كليات الفنون والنقابات حث المصمم علي الاستفادة من الخامات ذاتية الإصلاح وخصائصها.
- على المراكز البحثية والجهات المختصة تشجيع وتدعيم وتمويل الأبحاث المتعلقة بالخامات ذاتية الإصلاح وتطويرها.
- على المراكز البحثية وكليات الفنون التطبيقية تدعيم البحوث التعاونية بين التخصص وبين العلوم الحديثة وتطبيقاتها.

المراجع:

- **الكتب:**

1-Aissa, Brahim. 2014. Self-healing Materials: Innovative Materials for Terrestrial and Space Applications. Smithers Rapra.

2-Anish Khan, Mohammad Jawaid, Shiju N. Raveendran, Abdullah Mohammed Ahmed Asiri. 2019. Self-Healing Composite Materials: From Design to Applications. Woodhead Publishing.

3-Binder, Wolfgang H. 2013. Self-Healing Polymers: From Principles to Applications. John Wiley & Sons.

4-Brinkman. 2011. Self healing materials:concept and applications,Second edition. Netherlands: NL Agency.

5-Ghosh, Swapan Kumar. 2009. ,Self-healing Materials: Fundamentals, Design Strategies, and Applications,. John Wiley & Sons.

6-Sabu Thomas, Anu Surendran. 2020. Self-Healing Polymer-Based Systems. Elsevier.

7-Theodorus van de Ven, Armand Soldera. 2020. Advanced Materials. Walter de Gruyter GmbH & Co KG.

8-Wypych, George. 2017. Self-Healing Materials: Principles and Technology. Elsevier.

- **مواقع الانترنت:**

9-Www.chemistryworld.com/news/polymer-heal-thyself/3003244.article .5/8/2018

10-Www.energy.gov/science/bes/articles/growth-and-repair-carbon-dioxide-air .30/12/2019

11-Www.materialdistrict.com/article/new-coating-to-make-fabric-self-healing-inspired-by-squids.14/9/2018.

12-Www.nature.com/news/2011/110420/full/news.2011.251.html. 3/12/2019

13-Www.newscientist.com/article/dn25536selfhealingplasticoozesfluidstomimicbloodclots. 8/8/2018.

14-Www.pcimag.com/articles/96379-self-healing-systems-for-high-performance-coatings. 20/3/2020.
15-Www.sciencefactorama.blogspot.com/2015/04/self-healing-plastic.html .5/4/2018
16-Www.techxplore.com/news/2017-12-self-healing-glass-discovery-japan.html.1/6/2020
17-Www.youtube.com/watch?v=5Hiu80HDybk,15/2/2020
18-Www.youtube.com/watch?v=56mKJmdjuqg, 15/2/2020
19-Www.youtube.com/watch?v=Rb5v-Hs6800, 15/2/2020

* تحليل الباحثة.

* الباحثة.