انتاج موزاييك الزجاج السيراميكي بإعادة تدوير الزجاج

Mosaic glass ceramic from recycled glass

أ.د/ عصمت حمزاوي

استاذ بالمركز القومي للبحوث

Prof. Ismat Hamzawy

Professor at the National Research Center

Ehamzawy9@gmail.com

أ.د/ هناء القزاز

استاذ تصميم الزجاج المعماري ورئيس قسم الزجاج السابق كلية الفنون التطبيقية، جامعة حلوان.

Prof. Hanaa Al-Qazzaz

Professor of Architectural Glass Design and former Head of the Glass Department, Faculty of Applied Arts, Helwan University.

hanaaahmad40@hotmail.com

أ.د/ رشا محمد علي حسن

أستاذ بقسم الزجاج، كلية الفنون التطبيقية، جامعة حلوان، مصر.

Prof. Rasha Mohamed Ali Hassan

Professor, Department of Glass, Faculty of Applied Arts, Helwan University, Egypt.

rashazenhom@gmail.com

الباحثة/ آية عماد الدين

مصمم حر

Researcher. Aya Emad Al-Din

Freelance designer

Ayaamgad2@gmai.com

الملخص:

اعتمدت صناعة الزجاج فى مصر على المهارة اليدوية الفائقة التى استغلت في تشكيل الزجاج وتلوينه وزخرفته ، فالزجاج من المواد التي لا تتحلل مع الزمن ولذلك تشغل مخلفات الزجاج حيزاً كبيراً ولا يمكن التخلص منها بسهولة، لذا أصبحت عملية إعادة تدوير الزجاج هامة جداً بسبب الزيادة المذهلة في النفايات وتأثيرها الضار على البيئة والإنسان.

لذا كان من الضروري إيجاد الأسلوب التقني المناسب للاستفادة من هذه المخلفات بإعادة تدويرها وقد تم سحق هوالك الزجاج ونخلها حيث أمكن استخدام هذا المسحوق في انتاج موزاييك من الزجاج السيراميكى يمكن توظيفه لتكسية الحوائط وزخرفتها داخليا وخارجيا وبذلك يؤدي الزجاج السيراميكي الناتج من هوالك الزجاج وظيفتين احدهما جمالية والأخرى وظيفية وهي المحافظة على البيئة من تراكم الكم الهائل من المخلفات الزجاجية.

الكلمات الدالة:

هوالك الزجاج – الزجاج السيراميكى – موزاييك.

Abstract:

The glass industry in Egypt relied on the superior manual skill that was used in shaping, coloring and decorating glass. Glass is one of the materials that does not decompose with time, so glass

waste takes up a large amount of space and cannot be disposed of easily. Therefore, the glass recycling process has become very important due to the amazing increase in waste. and its harmful effect on the environment and human beings.
Therefore, it was necessary to find the appropriate technical method to benefit from this waste by recycling it. The glass hulls were crushed and sieved, so that this powder could be used in producing ceramic glass mosaics that can be used to clad walls and decorate them internally and externally. Thus, the ceramic glass resulting from the glass hulls performs two functions, one of which is aesthetic and the other is aesthetic. Functional, which is to protect the environment from the accumulation of a huge amount of glass waste.

Keywords:
Remnants of glass- ceramic glass - mosaic.

مقدمة:

ظهرت **مشكلة البحث في:**

- عدم إنتاج موزاييك زجاج سيراميكي من هوالك الزجاج.

هدف البحث:

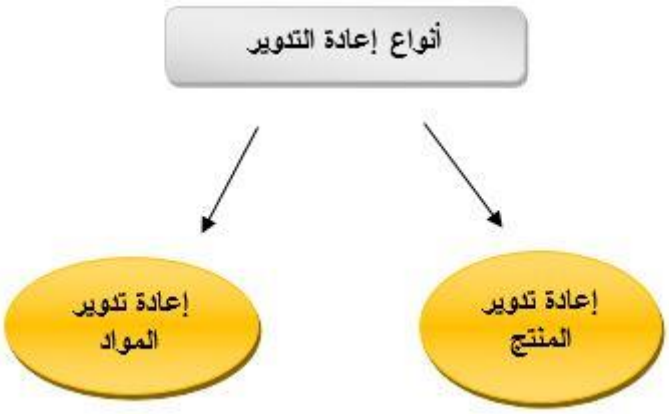
- التوصل إلى انتاج موزاييك زجاج سيراميكي من هوالك الزجاج.

أهمية البحث:

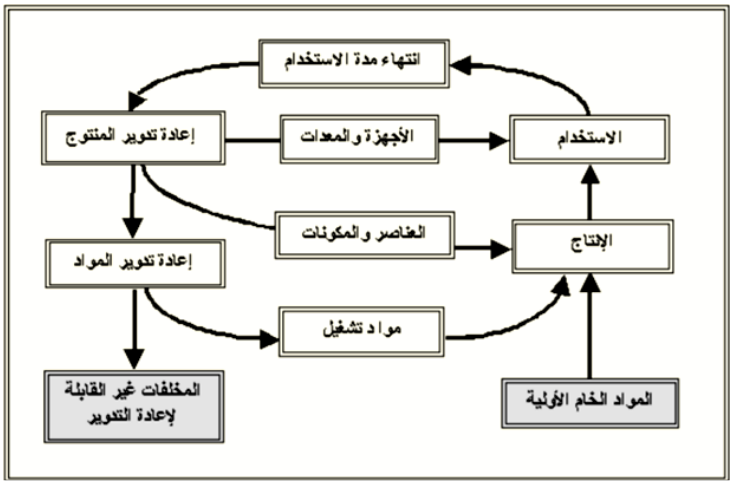
- للبحث اهمية اقتصادية وجمالية ووظيفية.

وللتوصل لحل مشكلة البحث تم استخدام هوالك الزجاج المسطح والمجسم الشفاف والملون والعمل على إعادة تدويرهم.

هي العملية التى تشير إلى إعادة تصنيع النفايات ، أو بقايا المواد المستعملة مثل القناني الفارغة ، وأكياس البلاستيك ، والأجهزة التالفة وغيرها ، ونقلها إلى أماكن إنتاجها أو بيعها ، و هذا ما يعرف بنقطة البيع بدلا من رميها ، و ذلك مقابل الحصول على مبالغ مالية و تقليل مشاكل البيئة والإستفادة من المواد الخام ، وتحويلها إلى منتجات جديدة ، وهذا يشير إلى أن المنتجات الناتجة عن التدوير وأيضا المواد القابلة للتدوير يجب أن تحمل علامة معينة ترشد إلى أن هذا المنتج مصنوع من نفايات مدورة ، وأن هذا المنتج يمكن تدويره والاستفادة منه بعد الاستعمال[١]



شكل رقم (١) يوضح أنواع إعادة التدوير[٢]



شكل رقم (٢) يوضح فكرة إعادة التدوير هى استحداث أو استكمال الدوائر المغلقة للاستفادة من المنتجات والمخلفات وذلك بإعادة استخدامها أو تصنيعها[٣]

اهمية إعادة تدوير الزجاج:

- صناعة الزجاج من الرمال تعتبر من الصناعات المستهلكة للطاقة بشكل كبير؛ حيث تحتاج إلى درجات حرارة تصل إلى 1450 درجة مئوية، أما تدوير الزجاج فيحتاج إلى طاقة أقل بكثير.
- عملية التنقيب ونقل المواد الخام للزجاج التي تكفي لصنع طن واحد من الزجاج تسبب ٣٨٥ باوند من النفايات، في حال إعادة التصنيع يمكن أن تحل محل نصف المكونات وتقلل نسبة النفايات إلى ٨٠ % .
- يتم توفير أكثر من طن من المواد الخام لكل طن من الزجاج المعاد تدويره.
- وعند زيادة التركيز على استدامة الطاقة وتقليل مساحات مكبات النفايات أدى ذلك إلى زيادة معدلات إعادة تدوير الزجاج.
- يمكن إعادة تدوير القوارير والبرطمانات الزجاجية لعدد غير محدود من المرات دون ان يؤثر على مستوى جودتها او نقائها فهى سلعه قابلة لإعاده التدوير بنسبه ١٠٠%.
- يتم خلط كسر الزجاج المعاد تدويره الى المواد الخام بنسبه من ١٠% الى ٩٥% فى الحجم.
- فان من بين معايير هذه الصناعة انه عند أضافة ١٠% من كسر الزجاج يؤدى الى تقليل استهلاك الطاقة فى افران الصهر اثناء صناعه الزجاج بمعدل ٢،٥ الى ٣%.[٤]

العوامل المؤثرة فى عملية إعادة تدوير الزجاج:

-عوامل اقتصادية:

أن تكون عملية إعادة تصنيع نفايات الزجاج ذات مردود إقتصادى للشركة المصنعة على الرغم ان عملية إعادة التصنيع تشتمل على عملية فصل نفايات الزجاج ونقلها وتصنيعها .

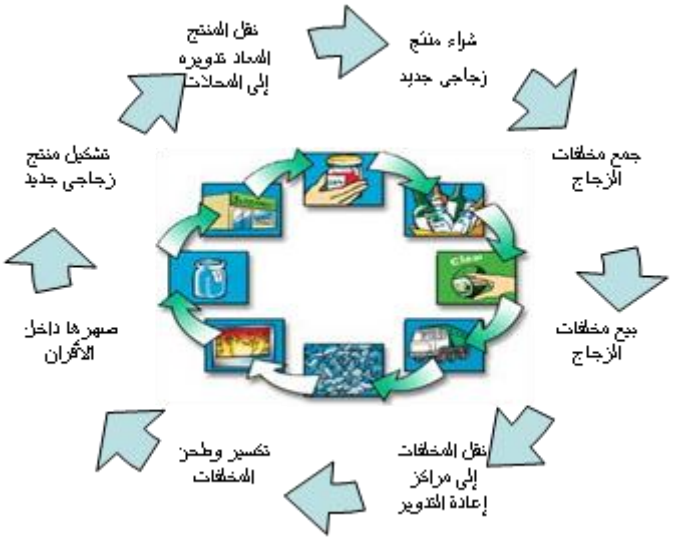
-عوامل صناعية:

قد ثبت عند اعاده تصنيع الزجاج انه يمكن ان تستخدم نسبة كبيرة من نفايات الزجاج دون ان تؤثر بشكل سئ فى العملية الصناعية او مواصفات المنتج النهائى ولكن من الممكن ان تعاني الصناعة من مشكلة فصل الالوان المختلفة من الزجاج وذلك إذا كان المنتج يتطلب لون واحد فقط.

-عوامل إجتماعية:

إذا كان هناك تعاون جيد بين المواطنين والجهات المعنية فذلك سوف يوفر الكثير من الجهد فى عمليات فصل الزجاج من النفايات المنزلية.

وللتغلب على مشكله تعاون بعض المواطنين فلابد من التوعية البيئية المستمرة بأهمية الاستفادة من الموارد المتاحة ومن ضمنها نفايات الزجاج حيث ان عملية فصل الزجاج عن النفايات المنزلية تعتبر عمليه سهله لا تتطلب جهد كبير وخصوصا إذا توافرت الحاويات الخاصة بذلك.[٥]



شكل (٣) يوضح تخطيط لعملية إعادة تدوير الزجاج[٦]

<u>الزجاج السيراميكى :</u>

الزجاج السيراميكى هو أحد المواد التي يمكن الحصول عليها بالتحكم في تبلور الزجاج وقد اصبح استخدام الزجاج السيراميكى منتشرا عالميا ويستخدم الآن على نطاق واسع يشمل المجالات التقنية والفنية فهو يدخل فى الاستخدام المنزلي والهندسة الكهربائية والإلكترونيات الدقيقة و ....الخ ، ومنذ أن بدأت البحوث بمدينه كورنيج (Corning) عام ١٩٥٠ في الولايات المتحدة الأمريكية -(وهى الخاصة بأبحاث الزجاج)- وفى أماكن أخرى في أوربا اوضحت البحوث والدراسات أنه للحصول على مادة سيراميكية متبلورة من الزجاج فإنه من الضروري أن تكون فى الزجاج مراكز تنمو عليها البلورات وذلك بالتحكم في ظاهرة التبلور الغير مقصودة بوضع مراكز للتنوى أو نويات حتى يتسنى للبلورات أن تنمو غالبا ما يتكون في الزجاج عند تبلوره اكثر من طور بلوري يكون لكل طور خواص مختلفة عن الآخر مما سبب بعض مشاكل للباحثين ، ومع الوقت اصبح تمييز هذه الأطوار بمقاييس دقيقه يسيرا بل استفاد العلماء من هذه الخاصية في الحصول على زجاج عالي السليكا من الزجاج البوروسيليكاتى(glass Vycor) زجاج الفيكور.

طريقة إنتاج الزجاج السيراميكى Glass Ceramic Process

تبلور الزجاج هو العملية التى يتحول فيها الزجاج الى زجاج سيراميكى ، وفى هذه العملية يتحول التركيب البنائى العشوائى أو الغير منتظم للزجاج الى تركيب بللورى ومتكرر ، بمعنى آخر هو التحول من الترتيب العشوائى القصير المدى إلى الترتيب المتكرر الطويل المدى

بودرة الزجاج السيراميكى Powder route glass ceramic

يمكن تحويل الزجاج أولا إلى بودرة يتراوح حجم حبيباتها بين ١ – ٣٠ ميكرون ثم تشكيله بالشكل المطلوب وذلك بعدة طرق منها الكبس ويعقب ذلك عملية المعالجة الحرارية أوعملية التلبيد (sintering) كما هو متبع فى السيراميك العادى والبودره.

الخواص الميكانيكية للزجاج السيراميكى الناتج تفوق تلك الخاصة بالزجاج الأصلي بالإضافة إلى ذلك يُظهر الزجاج السيراميكى الناتج خواص مميزة أخرى مفيدة لتطبيقات معينة ، مثل التمدد الحراري لبعض التركيبات في نظام SiO_2 - Al_2O_3 - Li_2O والذي يعد مناسبًا لتطبيقات المقاومة للصدمات الحرارية.[٧]

خطوات عملية إعادة تدوير مخلفات الزجاج لإنتاج زجاج سيراميكى:

1- تجميع مخلفات الزجاج المستخدمة

المواد الخام الاساسيه المستخدمة في تحضير الزجاج التجارى المستخدم فى هذا البحث هي:					
الرمال	مصدر لاكسيد السيليكون SiO_2	**الحجر الجيرى**	مصدر لاكسيدالكالسيوم CaO	**الصودا اش**	مصدر لاكسيد الصوديوم Na2O
الفلسبار	مصدر لاكسيد الالومنيوم Al2O3	**الدولوميت**	مصدر لاكسيد الماغنسيوم MgO		
أما المواد الثانوية والتى تضاف بكمية قليلة فتشمل ملونات الزجاج:					
أكسيد الكروم	للون الاخضر Cr2O3	أكسيد الكوبلت	للون الازرق CoO	أكسيد الحديد	والعسلى للون العسلى Fe2O3
كما يستخدم كبريتات الصوديوم Na2SO4 تستخدم ايضا كبريتات الكالسيوم من الجبس $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ للمساعدة فى تجانس الزجاج وتجميع الغازات والتخلص منها					

والجدول رقم (١) يوضح التركيب الكيميائي لأنواع الزجاج التجارية المختلفة والتي تم استخدامها فى البحث

الشكل	**نوع الزجاج**	**التركيب النسبة المئوية % (وزن)**						
		Na_2O	CaO	MgO	SiO_2	Cr_2O_3	CoO	Fe_2O_3
	زجاج المائدة	13-18	8-13	----	70-74	----	----	----
	الزجاج الأخضر	13-18	8-13	----	70-74	<0.1	----	----

	الزجاج الأزرق	13-18	8-13	----	70-74	----	<0.07	----
	الزجاج البنى	13-18	8-13	----	70-74	----	----	
	زجاج السيارات	~14	~10	~4	~72	----	----	----

وقد تم تجميع مخلفات الزجاج من مصادر مختلفة مثل محلات تغير زجاج السيارات ومن متعهدي تجميع وتصنيف مخلفات الزجاج.

2- طحن مخلفات الزجاج المستخدمة

تم طحن كسر مخلفات الزجاج وذلك باستخدام جهاز الخلط والطحن بكرات الكوارتز(Retch - agate Balmily - Germany –) وذلك للحصول على بودرة متجانسة الحبيبات والتركيب.

شكل رقم (٤) يوضح كسر الزجاج فى مطحنة الزجاج قبل تشغيلها

شكل رقم (٥) يوضح بودرة الزجاج بعد الطحن

شكل رقم (٦) يوضح نخل بودرة الزجاج

شكل رقم (٧) يوضح وزن ٤٠ جرام من بودرة الزجاج

٣- تشكيل بودرة مخلفات الزجاج

تم وضع بودرة الزجاج داخل قالب حديدي مجهز لتشكيل البودرة بالشكل المطلوب وقد استخدم في تحضير هذه العينات قالب دائري الشكل.

تخلط البودرة مع قليل من محلول من مادة كحول بوليفينيل (٧%) على بودرة الزجاج حتى نضمن تماسك حبيبات البودرة بعد كبسها.

كبس العينات في مكبس هيدروليكي ماركة paul weber أحادي الاتجاه عند ضغط ٢٠ كيلو نيوتن.

شكل رقم (٨) قالب حديدي دائري
الشكل المستخدم في كبس العينات

شكل رقم (٩) يوضح وضع مادة كحول البولى

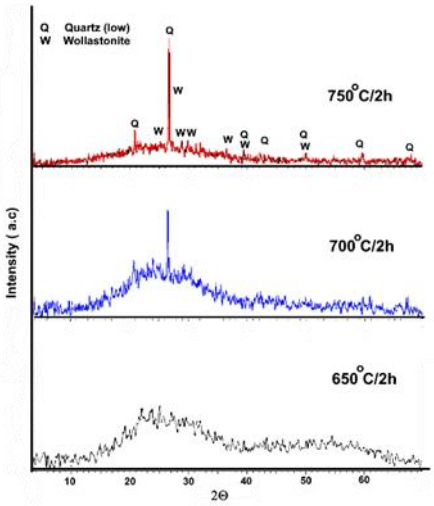
4- المعالجة الحرارية للزجاج المشكل

تم وضع العينات في فرن المعالجة الحرارية وتم ضبط الفرن عند درجات حرارة الحرارة ٦٥٠ و٧٠٠ و٧٥٠ °م لمدة ساعتين لتتم عملية التلبيد و المعالجة الحرارية لعينات الزجاج المشكلة.

نتائج التجارب المعملية:

نوع الزجاج	درجة الحرارة		
	٦٥٠°C	٧٠٠°C	٧٥٠°C
زجاج السيارات			
الزجاج الأزرق			
الزجاج الأخضر			
الزجاج البنى			
زجاج المائدة			

الجدول(٢) يوضح العينات بعد انتهاء مرحلة المعالجة الحرارية



شكل (١١) نتائج حيود الاشعة السينية لعينة زجاج السيارات عند درجات حرارة ٦٥٠ °م٧٠٠ °م و ٧٥٠ °م

5- تم قياس الكثافة بطريقة ارشيميدس حيث تم وزن العينة الزجاج فى الهواء ثم وزنه فى محلول معروف كثافته لمعرفة الحجم (الكثافة = الوزن /الحجم بالحدات جرام/سم٣). يتم استخدام الماء (الكثافة=١).

الوزن فى الهواء:W1

الوزن فى المحلول (ماء):W2

الوزن فى المحلول:W3

الكثافة = W1/W1-W2 x 1فى حالة الماء (كثافة الماء ١)

الكثافة = W1/W1-W3 x ?فى حالة الماء (كثافة المحلول)

العينة	الوزن فى الهواء	الوزن فى الماء	الكثافة
زجاج سيراميكى ازرق من زجاج أزرق اللون	٩,٦٨	٥,٦٨	٢,٤٢
زجاج سيراميكى اخضر من زجاج اخضر اللون	٩,٧٦	٥,٧٨	٢,٤٥
زجاج سيراميكى رمادى من زجاج المائدة	٩,٨٤	٥,٤٩	٢,٢٢
زجاج سيراميكى بنى من زجاج بنى اللون	٩,٧١	٥,٧١	٢,٤٢

جدول (٣) يوضح عينات الزجاج السيراميكي المستخدمة فى قياس الكثافة وتحديد وزنها في الهواء والماء

وقد تم قياس الكثافة لعدد ٤ عينات من الزجاج السيراميكي:

شكل (١٢) يوضح عينات الزجاج التي تم قياس كثافتها

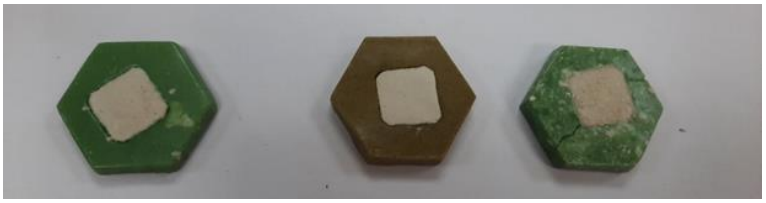
التجارب التطبيقية:

إنتاج عينات زجاج سيراميكى مختلفة الأشكال باستخدام قوالب حديدية مختلفة الأحجام والأشكال

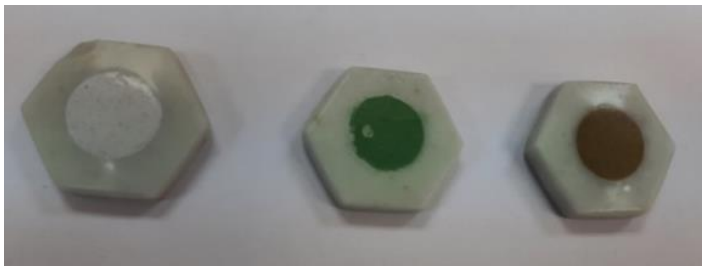
المواد المستخدمة	كسر زجاج سيارات – كسر زجاج مائدة – كسر زجاج أخضر اللون – كسر زجاج أزرق اللون- كسر زجاج بنى اللون
الأدوات المستخدمة	قوالب حديد مختلفة الأحجام والأشكال **شكل (١٣) ، (١٤) ، (١٥) يوضح قالب شكل سداسي حجمين مختلفين وشكل دائري**
الخطوات	1. تم طحن كسر زجاج السيارات وكسر زجاج أخضر اللون في مطحنة الزجاج كلا على حدة ثم تم نخله كما فى التجارب السابقة. 2. تم وزن ١٥ جرام من بودرة الزجاج الأخضر و٥٥ جرام من بودرة زجاج السيارات. 3. تم وضع قالب على شكل نجمة فى منتصف القالب السداسي ثم تم وضع بودرة الزجاج أخضر اللون داخل قالب النجمة اولا ثم تم كبسها. 4. تم وضع بودرة زجاج السيارات خارج قالب النجمة وتم توزيعها وكبسها جيدا. 5. تم رفع قالب النجمة وكبس بودرة الزجاج جيدا بواسطة المكبس الهيدروليكي. 6. تم اخراج العينة من القالب ووضعها داخل الفرن لمدة ساعتين فى درجة حرارة ٧٥٠ درجة مئوية لعمل المعالجة الحراية لها. **شكل (١٦) ، (١٧) ،(١٨) ، (١٩) يوضح القالب شكل النجمة فى منتصف القالب السداسى ويوضح وضع بودرة الزجاج بداخله** تم وضع بودرة زجاج السيارات خارج قالب النجمة وكبسها ثم إزالة القالب النجمة ليتم الكبس **شكل (٢٠) يوضح نتيجة العينة بعد المعالجة الحرارية**

نتائج عينات الزجاج السيراميكى:

شكل(٢١) يوضح العينات بعد المعالجة الحرارية باستخدام قالب دائرى وقالب على شكل وردة فى المنتصف



شكل(٢٢) يوضح العينات بعد المعالجة الحرارية باستخدام قالب سداسى وقالب على شكل مربع فى المنتصف



شكل(٢٣) يوضح العينات بعد المعالجة الحرارية باستخدام قالب سداسى وقالب على شكل دائرة فى المنتصف

الفكرة التصميمية رقم (١)		
التعريف بالعمل الفنى	نوع العمل (الوظيفة)	قاطوع
	الصور التوضيحية	**شكل رقم ( ) يوضح الفكرة التصميمية رقم (١)**
الفاصل أو القاطوع هو عنصر معمارى يستخدم فى تقسيم الحيز الداخلى ويعطى جواً من التنظيم و الخصوصية بالإضافة إلى الناحية الجمالية . حيث يمثل الحل الأمثل لتقسيم المساحات في العمارة الداخلية بعيدا عن إنشاء الجدران. كما يتمتع بتصاميم مميزة و متنوعة فيدخل لمسة عصرية أنيقة .		

الوحدة المستخدمة:

وقد أعتمد التصميم على استخدام بلاطات من الزجاج السيراميكى على شكل سداسي المستوحى من شكل خلية النحل وقد استخدم ثلاث ألوان هو اللون الازرق واللون الأبيض واللون الرمادي

شكل رقم ( ) يوضح البلاطة المستخدمة من الزجاج السيراميكى

الفكرة البنائية للعمل

التكوين البنائى

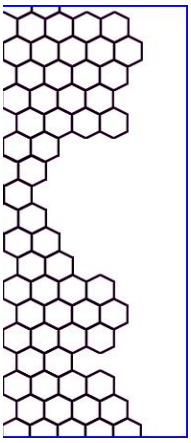
هيكل البناء الاساسي

الشكل السداسى

شكل رقم () يوضح هيكل البناء الاساسى

طريقة التركيب

تمت عملية تجميع البلاطات السيراميكية داخل هيكل البناء الاساسى من خلال مادة لاصقة (سيتوكس إتش ، Cetox H)
توضع على كل بلاطة من الزجاج السيراميكي لتلتصق بالجدار المستطيل



شكل رقم ( ) يوضح طريقة تركيب البلاطات

الفكرة التصميمية النهائية:

حيث اعتمد التصميم علي البساطة والتناغم في توزيع الوحدات الهندسية مع مراعاة توزيع الكتل وعلاقتها اللونية وتناغمها مع الوان العناصر الاخرى لتحقيق الهدف الوظيفي والجمالي.

شكل رقم ( ) يوضح توافق الفكرة التصميمية للفاصل مع المنزل

<table>
<tr><th colspan="5">الفكرة التصميمية رقم (٢)</th></tr>
<tr><td rowspan="2">التعريف بالعمل الفنى</td><td>نوع العمل (الوظيفة)</td><td>سلم داخلى</td><td colspan="2">يعد السلم أحد العناصر المعمارية في العمارة الداخلية، حيث يعد السلم عنصر إنشائي له جوانب وظيفية وجمالية. المعيار الأساسي في تصميم أي نوع من أنواع السلالم الأمان وسهولة الصعود والنزول والذي يتعلق بارتفاع وعرض كل درجة من الدرجات وبعرض السلم نفسه، ويتم تحديد التصميم بناء على نوعية السلم.</td></tr>
<tr><td colspan="4">الوحدة المستخدمة:</td></tr>
<tr><td colspan="2">وقد اعتمد التصميم المقترح على استخدام بلاطات من الزجاج السيراميكى على شكل مربع ومثلث فقد استخدم اللون الابيض و الأخضر والبنى .</td><td colspan="2">
شكل رقم ( ) يوضح البلاطة المستخدمة من الزجاج السيراميكى</td></tr>
<tr><td rowspan="2">الفكرة البنائية للعمل</td><td>التكوين البنائى</td><td>هيكل البناء الاساسي</td><td><u>الشكل المربع</u></td><td>
شكل رقم ( ) يوضح هيكل البناء الاساسى</td></tr>
<tr><td>طريقة التركيب</td><td>تمت عملية تجميع البلاطات السيراميكية داخل هيكل البناء الاساسى من خلال مادة لاصقة (سيتوكس إتش ، Cetox H) يتم فرد المادة اللاصقة على قائم السلام بالكامل ثم لصق البلاطات السيراميكية واحدة تلو الأخرى وتترك لتجف ثم تنظيفها بقماشة مبللة بالمياه</td><td colspan="2">
شكل رقم ( ) يوضح طريقة تركيب البلاطات</td></tr>
</table>

الفكرة التصميمية النهائية:	
فالتصميم المقترح يصلح للسلالم التي تسمى بالسلالم المستقيمة. فتحقق السلالم المستقيمة الجانب الوظيفى اكثر من الجانب الجمالى فلذلك تم معالجة هذة النوعية من السلالم بتصميم من الزجاج السيراميكى ليحقق الجانب الجمالى . يتسم التصميم بالبساطة و الألوان الواضحة وهى الأبيض والبنى والأخضر مستلهم من الأشكال الهندسية وهى المربع و المثلث. فقد استخدم نمطاً تنظيميا أفقيا فى ترتيب الاشكال الهندسية و تم ربط الأشكال الهندسية عن طريق الانسجام والتناغم اللونى والشكلى .	**شكل رقم ( ) يوضح توافق الفكرة التصميمية للفاصل مع المنزل**

النتائج:

1- تم إنتاج عينات زجاج سيراميكى مختلفة الأشكال والألوان من بودرة هوالك الزجاج وتم قياس الكثافة وحيود الأشعة السينية لها.

2- المحافظة على البيئة من تراكم هوالك الزجاج واستخدامها في انتاج زجاج سيراميكي يصلح في العديد من الإستخدامات.

المراجع:

[١]- صليحة ,حفيفى ، " الأهمية البيئية و الأقتصادية لتدوير النفايات الصلبة بالمؤسسات الصناعية وعلاقتها بالتنمية المستدامة " ، مجلة الأقتصاد الجديد ، العدد ٩ ، سبتمبر ٢٠١٣.

1- salihat, hafifi, "al'ahamiyat albiyiyat walaiqtisadiat li'iieadat tadwir alnufayat alsulbat fi almuasasat alsinaeiat waealaqatiha bialtanmiat almustadamati", majalat alaiqtisad aljadid, aleadad 9, sibtambar 2013.

٢- فريد ,علاء الدين السيد . حمادة ,رضا محمود. رضوان ,عبد الهادى أحمد ، " إعادة تدوير قش قصب السكر لإنتاج ألواح عزل حرارى لقرى الظهير الصحراوى لمحافظة قنا " ، بحث منشور ، مجلة العلوم الهندسية بكلية الهندسة جامعة أسيوط ، ٢٦ يوليو ٢٠١٥.

2- frid, eala' aldiyn alsayidi. hamadat, rida mahmud. ridwan, eabd alhadi 'ahmad, "'iieadat tadwir qishi qasab alsukar li'iintaj 'alwah aleuzl alhararii liquraa alzahir alsahrawii bimuhafazat qana", bahath manshur, majalat aleulum alhandasiati, kuliyat alhandasati, jamieat 'asyut, 26 yuliu 2015.

[٣]- عواد ,أمل عبد الخالق, "استخدام منظومة اعادة التدوير في ابتكار تصميمات داخلية جديدة صديقة للبيئة " , بحث ، المؤتمر الدولى الثانى والعشرين عن حماية البيئة ، مؤسسة العلميين الدوليين , ٢٠١٢.

3- euad, 'amal eabd alkhaliq, "aistikhdam nizam 'iieadat altadwir li'iinsha' tasmimat dakhiliat jadidat sadiqat lilbiyati", bihath, almutamar alduwalii althaani waleishrun lihimayat albiyati, muasasat aleulama' alduwaliati, 2012.

[٤]- الجبالى ,حمزة ، " الأمن البيئى و إدارة النفايات " , كتاب ، دار عالم الثقافة للنشر , يناير ٢٠١٦.
4- aljabali, hamzat, kitab "al'amn albiyiyi wa'iidarat alnufayati", dar ealam althaqafat lilnashri, yanayir 2016.
[5]-مشعل عبدالله ، المشعان ، " تدوير نفايات الزجاج فى دولة الكويت " ، التعاون الصناعى فى الخليج العربى ، منظمة الخليج للاستشارات الصناعية للنشر ، مجلد ١٨ ، عدد ٧١ ، ١٩٩٧.
5- misheal eabdallah, almishean, "'iieadat tadwir mukhalafat alzujaj fi dawlat alkuayti", altaeawun alsinaeiu fi alkhalij alearabii, munazamat alkhalij lilaistisharat alsinaeiat lilnashri, almujalad 18, aleadad 71, 1997.
[6]-
https://professoribrahimsoliman.wordpress.com/2017/02/13/%D8%AA%D8%AF%D9%88%D9%8A%D8%B1-%D8%A7%D9%84%D9%85%D8%AE%D9%84%D9%81%D8%A7%D8%AA-%D8%A7%D9%84%D8%B2%D8%B1%D8%A7%D8%B9%D9%8A%D8%A9
[7]- القزاز ,هناء أحمد ،" اعتبارات بيئية لإنتاج الزجاج السيراميكى - واستخدامه في إعادة صياغة الواجهات المعمارية بمدينة القاهرة "، رسالة دكتوراة ، قسم الزجاج ، كلية الفنون التطبيقية ، جامعة حلوان،٢٠٠١.
7- alqazaaz ,hna' 'ahmad ," aietibarat biyiyat li'iintaj alzujaj alsiyramikaa waistikhdamih fi 'iieadat siaghat alwajihat almiemariat bimadinat alqahira ", risalat dukturat , qism alzujaj , kuliyat alfunun altatbiqiat , jamieat hulwan,2001.

---

[١]حفيفى صليحة، " الأهمية البيئية و الأقتصادية لتدوير النفايات الصلبة بالمؤسسات الصناعية وعلاقتها بالتنمية المستدامة " ، مجلة الأقتصاد الجديد ، العدد ٩ ، سبتمبر ٢٠١٣.

[٢]علاء الدين السيد فريد , رضا محمود حمادة , عبد الهادى أحمد رضوان ، " إعادة تدوير قش قصب السكر لإنتاج ألواح عزل حرارى لقرى الظهير الصحراوى لمحافظة قنا " ، بحث منشور ، مجلة العلوم الهندسية بكلية الهندسة جامعة أسيوط ، ٢٦ يوليو ٢٠١٥.

[٣] أمل عبد الخالق عواد , "استخدام منظومة اعادة التدوير في ابتكار تصميمات داخلية جديدة صديقة للبيئة " , بحث ، المؤتمر الدولى الثانى والعشرين عن حماية البيئة ، مؤسسة العلميين الدوليين , ٢٠١٢.

[٤] حمزة الجبالى , " الأمن البيئى و إدارة النفايات " , كتاب دار عالم الثقافة للنشر , يناير ٢٠١٦.

[٥] مشعل عبدالله ، المشعان ، " تدوير نفايات الزجاج فى دولة الكويت " ، التعاون الصناعى فى الخليج العربى ، منظمة الخليج للاستشارات الصناعية للنشر ، مجلد ١٨ ، عدد ٧١ ، ١٩٩٧.

[6]**https://professoribrahimsoliman.wordpress.com/2017/02/13/%D8%AA%D8%AF%D9%88%D9%8A%D8%B1-%D8%A7%D9%84%D9%85%D8%AE%D9%84%D9%81%D8%A7%D8%AA-%D8%A7%D9%84%D8%B2%D8%B1%D8%A7%D8%B9%D9%8A%D8%A9**

[٧]. هناء أحمد القزاز،" اعتبارات بيئية لإنتاج الزجاج السيراميكى . واستخدامه في إعادة صياغة الواجهات المعمارية بمدينة القاهرة "، رسالة دكتوراة ، قسم الزجاج ، كلية الفنون التطبيقية ، جامعة حلوان،٢٠٠١.