الزجاج وعلاقته في تصميم الجسور بالقرى السياحية بمصر

Glass and Its Relation In The Bridge Design At Tourist Villages In Egypt

ا.د/ حسام النحاس

عميد معهد الفنون التطبيقية

Prof. Hossam Elnahass

Glass department,faculty of applied arts,helwan university,cairo,Egypt

hussamelnahass@gmail.com

ا.م.د/ ريهام بهاء

استاذ مساعد بقسم الزجاج

Assist. Prof. Dr. Riham Bahaa

Assistant Professor, Department of Glass

م/ آية محمود حسن

معيد بكلية التصميم والفنون الإبداعية

Lect. Aya Mahmoud Hassan

Teaching Assistant at the College of Design and Creative Arts, Al-Ahram Canadian University

ayamahmoud.designer@gmail.com

الملخص:

أُستخدم الزجاج ولأول مرة بالجسور عام١٩٩٥ ليعطي إنطلاقاً وإختلافاً تاماً في تصميم الجسور وليتم تسليط الضوء عليها كواحدة من أهم مظاهر السياحة وأهم ما يميز البلاد المنشأ بها الجسر، فتعد الجسور الزجاجية إحدي أهم الوسائل المعمارية الحديثة التي تُستخدم بدلاً عن الجسور التقليدية التاريخية المصنعة فكانت في البدء على شكل قناطر من الحجر أو الأخشاب ثم صارت تشيد من المعدن ومن الخرسانة المسلحة بالتسليح العادي أوبالتسليح المسبق الإجهاد.

ومع مرور الوقت أصبحت طرق بناء الجسور متطورة على نحو متزايد، وطبيعة الجسور تغيرت من الأهداف الوظيفية البحتة إلى هياكل مصممة بالكامل تشمل جوانب تكنولوجيا وجمالية، فكان لتطور المواد المستخدمة تأثيراً كبيراً في تصميم الجسور من حيث الحجم والشكل، ومع التقدم والتطور التكنولوجي وإكتشاف تقنيات تكنولوجية وهندسية متطورة ومواد بناء سريعة وجديدة وبناءاً على الإكتشافات العلمية لمواد وأساليب الإنشاء أصبحت الجسور فى عصرنا الحديث تتغير وتتطور مع التكنولوجيا الإلكترونية وثوره المعلومات والتقنية الحديثة والأنظمة المتطورة المستخدمة الآن في الجسور مع الأخذ في الإعتبار العامل البيئى وتقنياتة، فكان للبيئة أثر كبير علي عناصر التصميم مما استلزم معه إعادة النظر في تصميمات الجسور بإستخدام أقصي نفع بالبيئة المُحيطة وإستغلال إثرها علي التصميم من خلال التشكيل المعماري وهو نتاج لعدة عوامل مرتبطة تختلف من فترة زمنية لآخري ومن مكان لآخر بإختلاف البيئة المؤثرة سواء كانت موقع او مناخ وكان الزجاج عنصراً هاماً في الخامات المستخدمة في هذة الجسور ولذلك كان هدف البحث هو دراسة لأهم أنواع الزجاج التي يمكن إستخدامها في تصميم الجسور وتنفيذها بما يتناسب مع البيئة المحيطة، ليعطي القوة والآمان لهذا الجسر مع التحكم في إمتصاص الآشعة الضوئية وإنعكاسها.

ولحل مشكلة البحث والوصول إلي الهدف المطلوب تم البحث في الأماكن التي يمكن عمل تطبيق لمثل هذه الجسور إعتماداً على الدراسات الخاصة بالبيئة والتكنولوجيا ونوعيات الزجاج المرتبط.

الكلمات المفتاحية:
تصميم – الجسور – الزجاج – البيئة

Abstract:
The glass was used for the first time on the bridges in 1995 to be given a complete and different start in the design of bridges and to be highlighted as one of the most important aspects of tourism and the most important thing that characterizes the country where the bridge was established. Glass bridges are one of the most important modern architectural methods used in place of historical built bridges, first in the form of arches of stone or wood, then in the form of metal and reinforced concrete, with ordinary armament or prestress armament.
Increasingly sophisticated bridging methods, and the nature of bridges has changed from purely functional objectives to fully designed structures that encompass technological and esthetic aspects, with the development of materials used having a major impact on bridge design in size and shape. With advances, technological development, the discovery of advanced technological and engineering technologies, new and rapid building materials based on scientific discoveries of building materials and techniques, the bridges of our modern times are changing with electronic technology and its revolution of modern information, technology and advanced systems now used in bridges, taking into account the environmental and technological factor.
The environment has had a major impact on design elements, necessitating a reconsideration of bridge designs using the maximum utility of the surrounding environment and utilizing their impact on design through architectural formation, which is the product of several factors that vary from time to time and from place to place depending on the environment, whether it be site or climate Glass is an important element in the materials used in these bridges and therefore the aim of the search was to study the most important types of glass that can be used in the design and implementation of bridges in accordance with the surrounding environment, to give strength and security to this bridge while controlling the absorption and reflection of light rays.

Key Words:
Design- Bridges – Glass – Environment

مقدمة
الزجاج من المواد الهامة التي أُستخدمت في كافة نواحي الحياة المعمارية والصناعية والفنية كما أظهرت الإختبارات المعملية إمكانية إستخدام الزجاج كمادة هيكلية من خلال إثبات قوته في ظروف التحميل المختلفة، وأظهر الزجاج قوته في بناء الجسور وكان ذلك يعد إنطلاقاً وإختلافاً في التصميم ومع إزدياد الرغبة في الشفافية حاول المصممون المبدعون بإستمرار دفع حدوده فأصبح يُستخدم الزجاج لجميع مكونات الجسر الرئيسية تقريباً، بما في ذلك الأسقف والأرضيات والسلالم والعوارض فتعد الجسور الزجاجية إحدي أهم الوسائل المعمارية الحديثة والتي تزيد من القيمة السياحية لبلد المنشأ ومع مرور الوقت اصبحت طرق بناء الجسور تعتمد علي الإكتشافات العلمية لمواد وأساليب الإنشاء فأصبحت الجسور فى عصرنا الحديث تتغير وتتطور مع التكنولوجيا الإلكترونية وثوره المعلومات والتقنية الحديثة والأنظمة المتطورة المستخدمة الان.

مع الأخذ في الإعتبار العامل البيئى وتقنياته، فكان للبيئة أثر كبير علي عناصر التصميم مما إستلزم معه إعادة النظر في تصميمات الجسور بإستخدام أقصي نفع بالبيئة المُحيطة وإستغلال أثرها علي التصميم بإختلاف البيئة المؤثرة سواء كانت

موقع او مناخ لتحقيق راحة الإنسان وتقليل الأضرار بالبيئة المحيطة من حيث التوافق مع العامل البيئي والجمالي والنفعي

ومن هنا كانت مشكلة البحث:

- عدم الإستفادة من الزجاج في تصميم الجسور بالقرى السياحية المصرية يؤكد على السمات الفريدة للآصالة المصرية والتكنولوجيا المتقدمة .

الجسور في القري السياحية تنشأ على أجزاء من مياه الشواطئ وذلك عن طريق الحديد والأخشاب مما يغطي على جمال ما أسفلها من كائنات بحرية يمكنها جذب المترددين على القرية ، ولم تصنع من الزجاج وهو عنصراً هاماً في الخامات المستخدمة في هذة الجسور ولذلك كان هدف البحث:

- كيفية تصميم الجسور الزجاجية في القرى السياحية المصرية معتمداً على التكنولوجيا المتقدمة في الزجاج والتركيبات المعمارية وعمل دراسة لأهم أنواع الزجاج التي يمكن إستخدمها في تصميم الجسور بما يتناسب مع البيئة المحيطة ويعطي القدرة والآمان لهذا الجسر ثم يعطي الشفافية ويتحكم في إمتصاص الاشعة الضوئية وانعكاسها .

ولحل مشكلة البحث والوصول الي الهدف المطلوب تم دراسة الآتي:

1- عمل دراسة عن نوعيات الزجاج التي تصلح لتصميم الجسور في البيئة المصرية.

2- دراسة البحث في الاعتبارات الهندسية والفنية والبيئية لتصميم الجسور الزجاجية.

3- تصميم (جسر او ممشي زجاجي) يصلح لاحد القري السياحية وتطبيق الدراسة عليها في ظل النتائج الفنية والتكنولوجية المناسبة.

أولاً:

دراسة عن نوعيات الزجاج التي تصلح لتصميم الجسور في البيئة المصرية.

هناك العديد من انواع الزجاج التى تستخدم فى الجسور فقد وفرت التكنولوجيا الحديثة تقدماً كبيراً فى أنواع الزجاج وخواصه الطبيعية والكيميائية وكذلك أساليب وطرق إنتاجه ومعالجاته الفنية والتقوية والأمان بما يساعد فى تحقيق الإحتياجات الجمالية والوظيفية للجسور ، ومع إزدياد الرغبة والتأكيد على الشفافية حاول الكيميائيون و المصممون العمل بإستمرار في تطوير الزجاج لتتناسب استخداماتها ولان الزجاج له خواص عالية تحقق العامل الوظيفي من خلال توافر الصلابة و القدرة على العزل و مقاومة الضغط و الإنحناء و درجات الحرارة العالية ، تم دراسة وتقديم معلومات حول أنواع الزجاج المستخدمة في الجسور .

1- الزجاج المنتج بطريقة الطفو (Float Glass):

يتم إنتاج الزجاج من خلال خلط نسب مُختلفة من بعض المكونات التالية، رمال السيليكا ورماد الصودا والحجر الجيري، يتم مزج المكونات المختلفة ودفعها داخل الفرن عند درجة حرارة عالية١٦٠٠° مئوية تقريباً ثم تتفاعل لتكوين خليط من الزجاج المنصهر بسمك ثابت ثم تبدأ المادة في التدفق فوق حوض من القصدير ،يتم تبريد الزجاج عند درجة ٨٦٦ كلفن (١١٠٠فهرنهايت) ، عند خروج الزجاج يتم تبريده ليصل لدرجة حرارة الغرفة والتفتيش من العيوب قبل عملية القطع، ومن أهم مميزاته المتانة لمقاومته بقوة الضغوط المختلفة ولشفافيته العالية ولإستوائية ونعومة أسطحه ولإمكانية التحكم في سمكه حيث يتراوح مدي السمك المنتج منه فيما بين ٢مم الي ١٩مم أو أكثر.

A الخلط: يتم وزن المواد الخام،وخلطها وتحريكها عن طريق شريط ناقل إلى الفرن، يُضاف الماء للمساعدة في الخلط والتقليل من الغبار المحمول جواً

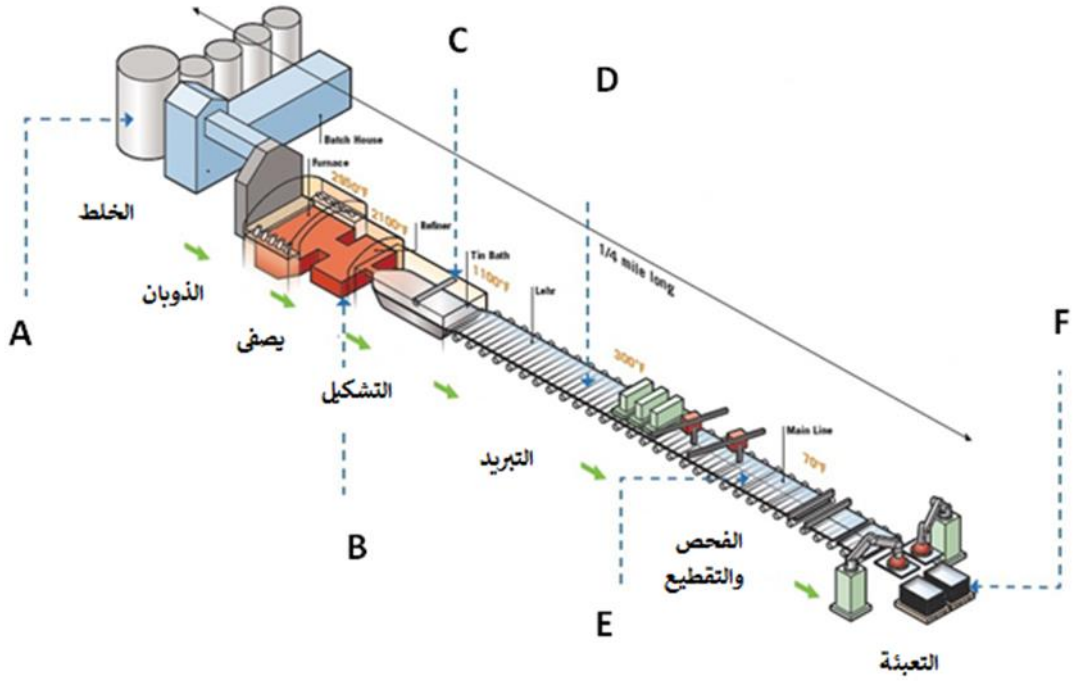
B الذوبان: يصبح الخليط مُذاب وينصهر عند درجة حرارة ١،٨٦٦˚كلفن، وفي هذه المرحلة يصبح الزجاج المصهور متجانس،وإزالة الفقاعات، ويتم تبريد الزجاج المصهور إلى درجة حرارة ١،٣٦٦˚ كلفن تقريباًحيث تصبح اللزوجة جاهزة للمرور على القصدير

C التشكيل: يأخذ الزجاج شكله أثناء تدفقه علي حمام من القصدير المنصهر، يترك الزجاج القصدير في درجة حرارة ٨٦٦˚ كلفن

D بعد حمام القصدير المنصهر،يمر الشريط الزجاج الصلب عبر نفق التبريد، وهذا يُقلل من درجة حرارة الزجاج (٨٦٦كلفن) إلى درجة حرارة الغرفة تقريباً

E يتم فحص الشريط الزجاجي المستمر ألكترونياً، ويُقطع بالحجم المناسب

F يتم تعبئة الزجاج وتحميله بعيداً عن خط الأنتاج، وأجراء المعالجات عليه(طلاء- معالجة حرارية – الشحن)

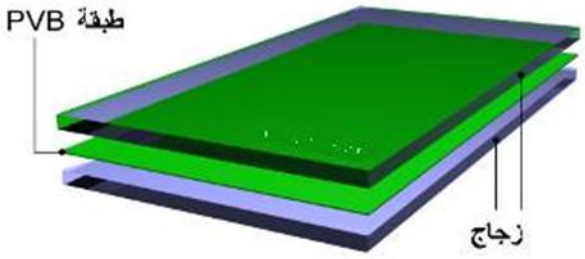


- **الزجاج الطبقي أو المصفح (**:(Laminated Glass

يسمح تكوين الزجاج المتعدد الطبقات بعدد غير محدود من الروابط البينية بين الطبقات الزجاجية، سواء كانت ذات طلاءات أو بدونها، فيتكون الزجاج المصفح من لوحين من الزجاج (المنتج بالطفو Float glass) على الأقل والتى تترابط معاً بواسطة طبقة رقيقة او اكثر من مادة بلاستيكية وهى على سبيل المثال بولى فينيل بوتيرال Polyvinyl butyral (pvb)، او سنتري جلاس SGP)) او بوليمرات الأيونوبلاست ((EVAاو بلاستيك حراري من البولي يوريثان (TPU)او راتنج

سائل ((CIP ويستخدم هذا النوع من الزجاج أساساً كزجاج حماية أمني، حيث أن طبقة pvb تعمل على تماسك شظايا وجزيئات الزجاج المفتت عند الانهيار.

يتكون الزجاج المصفح عادةً من زجاج سابق الأجهاد كلياً أو جزئياً، والذى يتميز بصلابة أعلى بكثير جداً من الزجاج العادى المنتج بالطفو، تتوقف درجة أمان الزجاج المصفح على سمك طبقات الزجاج المستخدم والتباين بينه وكذلك نوع وسمك الطبقة البينية المستخدمة فى الترابط.



شكل رقم (-) يوضح الزجاج مع طبقةPVB يوضح الزجاج المصفح في حالة الكسر

الطبقة البينية	السمك	الشكل	طريقة الإنتاج	التطبيقات
البولي فينيل(PVB) Polyvinyl butryl	متوفر بسمك ٠,٣٨ مم والشائع أستخدامه ٠,٧٦ مم-١,٥٢مم متوفر علي هيئة أسطوانة		عن طريق فرن محكم الغلق(autoclave) وفي درجات حرارة تتراوح بين ١٢٠-١٤٠° مئوية	واجهات زجاجية الهندريلات الزجاجية صناعة السيارات زجاج مقاوم للأنفجار
Ionomer-Ionoplast Polymer (SGP) Sentryglas plus	متوفر بسمك ٠,٧٦ مم-٠,٨٩ مم-١,٥٢مم-٢,٢٨مم متوفر على هيئة أسطوانه أو لوح مسطح لسمك الطبقات		عن طريق فرن محكم الغلق(autoclave) في درجات حرارة تتراوح بين ١٢٠-١٤٠° مئوية	الهندسة المعمارية ألواح زجاجية كبيرة (المظلات والقباب الزجاجية)

فينيل الأيثيلين(EVA) Ethylene-vinyl acetat	٠,٣٨مم-٠,٧٦مم- ١،٥٢مم متوفر في هيئة أسطوانة		غرفة تسخين صغيرة (Hot box)°	الألواح الشمسية مواقع ذات رطوبة عالية مثل حمامات السباحة
راتنج سائل(CIP) liquid resin (Cast in place)	١مم-٢مم (حتى تتناسب مع سمك الفراغ بين الزجاج) متوفر في الحالة السائلة		الأشعة الفوق بنفسجية (UV)	تُستخدم في تصفيح لوحين أو أكثر من أسطح الزجاج الغير منتظم
بولي يوريثان (TPU) Thermoplastic polyurethane	1,52مم لفائف سميكة		عن طريق فرن محكم الغلق (autoclave)	مقاوم للنيران

جدول مقارنة بين الطبقات البينية في الزجاج المصفح

2-الزجاج المعالج حرارياً Heat-Treated Glass

يتم إنتاج الزجاج المعالجة حرارياً سواء(زجاج مقسي حرارياً "Toughned – Tempered glass" / زجاج مقوي بالحرارة "Heat strengthened glass"") بنفس الطريقة وبإستخدام نفس المعدات فيُسخن الزجاج إلى حوالي ٦٥٠° مئوية (١٢٠٠ فهرنهايت) ثم يبرد سريعاً فيتولد ضغط علي سطح الزجاج وعن الطريق التحكم في معدل التبريد يتم تحديد ما اذا كان الزجاج مقسي أو مقوي حرارياً.

✓ إنتاج زجاج مقسي حرارياً(Fully tempered glass) يكون معدل التبريد أسرع بكثير مما يؤدي إلي زيادة ضغط السطح الزجاجي.

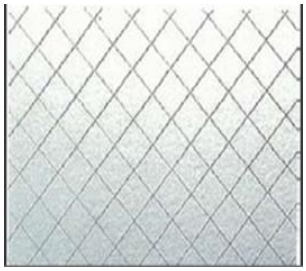
✓ لإنتاج الزجاج المقوي حرارياً(Heat strengthened glass) يكون معدل التبريد أبطأ والضغط الناتج فالزجاج أقل من الضغط الناتج على الزجاج المقسي تماماً ولكن مع ذلك يظل أعلى من الزجاج العادى أو الملدن (annealed glass).[٧]

	الزجاج المقسي حرارياً (Fully-tempered glass)	الزجاج المقوي حرارياً (Heat-strengthened glass)
الإنتاج والتبريد	ينتج بتسخين الزجاج عند درجة حرارة٦٥٠°مئوية ثم يبرد سريعاً	ينتج بتسخين الزجاج عند درجة حرارة ٦٥٠°مئوية ثم يبرد ببطئ
الصلابة والمتانة	أقوي ٤-٥ مرات من الزجاج المنتج بطريقة الطفو بنفس السمك	أقوى ٢-٣ من الزجاج المنج بطريقة الطفو بنفس السمك

كسر الزجاج والأمان	في حالة كسر الزجاج فأنه يتحول إلي قطع صغيرة لا تسبب الأذى لذلك يُعتبر من زجاج الأمان	في حالة كسر الزجاج فأنه يتحول إلي قطع كبيرة نسبياً مقارنة بالزجاج المقسي ولكنها صغيرة نسبياً مقارنة بالزجاج المنتج بطريقة الطفو
القوة الميكانيكية	تزيد القوة الميكانيكية والحرارية في الزجاج المقسي وباستثناء القوة الميكانيكية لاتزال جميع خصائص الزجاج ثابته لم تتغير بما في ذلك معامل الأنحراف	تقل القوة الميكانيكية فالزجاج المعالج بالحرارة

3-الزجاج المقوي بالشبكات المعدنية Wired Glass

نوع من أنواع زجاج الأمان، يُستخدم بوضع شبكة معدنية (حديدية أو نحاس) بين لوحين من الزجاج في درجة حرارة ٧٥٠درجة تقريباً، ثم يتم تبريده تدريجياً لتحقيق الجودة، ويتميز بقوة شد للسطح الزجاجي إلا أنها يجب أن تكون رقيقة جداً حتى لا تمنع الشفافية، ومع وجود السلك المعدني بالداخل يكون الزجاج أقل عرضة للكسر والسقوط، كما أنه يتميز بمقاومته للحريق، ويستخدم هذا النوع بكثرة فى تغطية الأسقف لتحقيق الإضاءة الجيدة ويستخدم أيضاً كتغطية واقية فى الواجهات والنوافذ لقدرته على مقاومة الحريق[١].

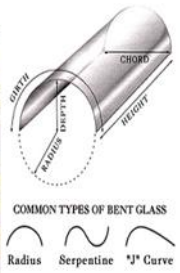


4-الزجاج المضاد للإنعكاس Anti- Reflective glass

يُعتبر هذا النوع من الزجاج هو زجاج منتج بطريقة الطفو مغطى بطبقة طلاء خاصة والتي تعكس كمية قليلة من الضوء، ويمكن من خلاله الحصول على أعلى شفافية ونقاء بصري ويسمح أيضاً بالرؤية من خلال الزجاج في كل الأوقات ، ونظراً لتمعه بالصفاء والنقاء في الرؤية أتاحت له الإستخدام في معظم التطبيقات المتطلبة للشفافية.

5-الزجاج المُنحني Curved Glass

يصنع الزجاج المُنحني بتسخين الزجاج المستوي تدريجياً ليبلغ درجة حرارة أعلى قليلاً من نقطة الإنصهار، ثم يعطى شكلاً مقعراً أو محدباً في فرن خاص، وحالما يأخذ الزجاج الشكل المطلوب، يُبَّرد بطريقة يمكن التحكّم فيها للتأكد من أن المنتَج النهائيّ خالٍ من أي إجهادات داخليّة



6-الزجاج ذاتى التنظيفself cleaning glass

صمم هذا النوع خصيصا لتنظيف نفسه ذاتياً، و يرجع ذلك لطبقة الطلاء الخارجية و التى تحتوى على بلورات صغيرة جداً من ثانى اكسيد التيتانيوم، ويعتبر الأنسب للاستخدام كمحفز ضوئي لعدة مزايا منها أنه "خامل، مقاوم للتاكل، يحتاج إلى معالجة وتحضير أقل من غيره من أشباه الموصلات"، وهذا يجعله متوفراً بسعر منخفض التكلفة، كما يمكنه التفاعل في ظروف عاديّة، فعندما يتعرض هذا النوع من الزجاج لاشعة الشمس يحدث تفاعل كميائى بين سطح الزجاج و الاشعة فوق البنفسجية الموجودة باشعة الشمس فيعمل على تحطيم الأتربة و الاوساخ من على سطحه و تسمى هذه العملية بالتحفيز الضوئى."Photo catalytic"

ثانياً: دراسة البحث في الإعتبارات الهندسية والفنية والبيئية لتصميم الجسور الزجاجية في مصر:

تعتبر عملية تصميم الزجاج واستخدامه من ضمن مواد البناء الاساسية عملية مهمة ذات طابع خاص، حيث يعمل الزجاج كغلاف مرشح لتوفير الإضاءة الطبيعية المطلوبة، وحجب الإشعاع الشمسي المباشر صيفاً لمنع تسخين الفراغات، والسماح له للتدفئة شتاءاً وزيادة الإبهار الضوئي، لذلك يجب ان يحقق الزجاج الكفاءة والمرونة العالية تبعاً للفصول والظروف المناخية السائدة، ويعد إختيار نوع الزجاج ونوع التغطية المناسبة coating من أهم العوامل التى تحقق الأهداف المطلوبة، مع التركيز على تأثير الاشعاع عليه بالإضافة لبعض الوظائف الأخرى غير المرتبطة بالإشعاع، ولكنها توثر على نوع الزجاج.

أهداف مُرتبطة بنفاذ الاشعاع الحراري:

تقليل نفاذ الحرارة صيفا للداخل:

يقلل الزجاج من مرور الحرارة للداخل عن طريق :

- منع نفاذ الإشعاع الشمسى المباشر بوسائل الإظلال المختلفة أو بتحسين وتطوير نوع الزجاج مع ملاحظة تأثيره المباشر على الراحة الحرارية داخل الفراغات الداخلية .
- تقليل إشعاع الزجاج للحرارة فى صورة موجات طويلة نتيجه درجة حرارة الزجاج سواء بإنتقال الحرارة اليه من الهواء الخارجي أو بامتصاصه لجزء من الإشعاع الشمسى الذى يتعرض له.
- تقليل إنتقال الحرارة بالتوصيل عبر الزجاج نتيجة للفارق فى درجات الحرارة وهو ما يتم مقاومته باستخدام الزجاج المزدوج الذى يحصر بين لوحيه فراغاً هوائياً أو غازياً يمثل عازلاً حرارياً لإنتقال الحرارة بالتوصيل والحمل والإشعاع، مما يعطى أهمية كبيرة للخواص الإشعاعية للزجاج.

زيادة نفاذ الحرارة شتاءا للداخل :

- وذلك بالسماح للإشعاع الشمسى المباشر بالنفاذ للداخل لفترة من اليوم تكفى لرفع درجة الحرارة وتقليل أحمال التدفئة، وكذلك تطهير الجراثيم داخل الفراغات

أهداف ووظائف للزجاج غير مُرتبطة بالإشعاع:

هنالك وظائف وأهداف أخرى يجب أن يحققها الزجاج بجانب المعالجات الإشعاعية وهي :

التأثير على الشكل المعماري :

- التوافق مع الشكل وعدم التأثير سلباً على القيمة الجمالية للجسر، والتعبير السليم عن الفلسفة المعمارية للمصمم دون فرض تعبير معين عليه.

سهوله التصنيع والتشغيل والصيانة:

- سهولة تصنيع العناصر المستخدمة والتركيب بالموقع، وتقليل إحتياجها لمعدات معقدة للصيانة فى البيئة المحلية.

الأمن والسلامة :

- يجب ان يكون الزجاج المُستخدم على درجة عالية من الأمان و صعب الكسر وأن لا يتسبب في اي جروح او إصابات عند إنكساره، وتثبيته جيداً حتى لايتسقط ويسبب مخاطر.

الأهداف البيئية:

- تحقيق ظروف بيئية آمنة وصحية وملائمة ومريحة مع تقليل الأثر البيئي السالب على البيئة وتقليل إستهلاك الطاقة .

بعد التعرف علي الاهداف والمعايير المستخدمة في تصميم الجسور والمباني وعلاقتها بالبيئة المُحيطة والأخذ في الإعتبار التصميم المُناخي للجسر والإستفادة من العوامل الطبيعية في التصميم، قبل البدأ في عملية التصميم علي المصمم التعرف علي **أهم القيم الجمالية للجسور وتحديدها :**

القيم الجمالية: يجب أن نفرق بين مفهومين الأول :الجمال كأفكار وتوجيهات وفلسفات متراكمة، أفرزتها أمم وحضارات مُتعاقبة، وكان لها السبق في ترسيخ قواعد وأسس جمالية وبين الجمال النفسي والانسجام في كل اجزائها وتوافق عناصره من حيث العلاقات والخطوط والاحجام.

تنقسم الجماليات في العمل المعماري الخاص بالجسور إلي شقين:

1. جماليات شكلية: وهي الناتجة عن علاقات بين مكونات الشكل.
2. جماليات رمزية: وهي التي ترتبط بين مكون أو عنصر معماري وما بين فكرة ما أو مضمون معين.

وكما هو معروف فقد أرجع المصممون القيم الجمالية إلي مجموعة من الخصائص المتعارف عليها لإيجاد قاعدة مشتركة لتقييم الجمال المعماري والحكم عليه ونقده وهي : الوحدة /الإتزان/ التجانس والتباين/ النسب والتناسب/ الإيقاع/ المقياس والنظام الحاكم/ الطابع والشخصية/ درجة البساطة والتعقيد/ التنوع ، وكلا تنتمي للجماليات الشكلية.

أهم الجماليات في تصميم الجسور فهي:

مفاهيم تطبيقية تتعامل مع تصاميم الجسور المعاصرة من حيث مفهوم التشكيل:

قد تعامل هذا المفهوم مع الجسور بمفهوم الإبداع في الشكل، واعتمد على فكرة إن الإنشاء هو أحد الجوانب الثلاثة الأساسية للعمل (وظيفة- شكل- انشاء)، و يقتصر دوره في كثير من الأحيان على تجسيد الشكل وضمان بقائه بما يحقق الوظيفة سواء مادية ومعنوية، وفي بعض المنشآت كما هو الحال في الجسور يأخذ اهمية أكبر من ذلك بحيث يكون هدفاً وخاصية مرئية (Visible Feature) في حد ذاته، حيث ان الجسور تعد من الرموز والعناصر العمرانية الأكثر تأثيراً، فإن تشكيلها يؤثر تأثيراً مباشراً وفعالاً على المجتمع وتطور ثقافته وبيئته.

حيث أنه يُحدث إمتاعاً عاطفياً للإنسان ويسموا بالأحاسيس، وقد أوضحت(Elizabeth Mock) فن تصميم الجسور الناجحة بقولها(بما ان حقيقة الجسر تكمن في النظام او الشكل الأنشائي الخاص به، فأن فن تصميم الجسور يكمن في معرفة وتطوير جمال تلك الاشكال التي تظهر قوة خصائص المواد المستخدمة فيها بكفاءة عالية ، فالجمال ليس تلقائياً، ولا تكفي الجودة التقنية وحدها لتحقيقه، والمصمم الجيد ليس عبداً للمعادلات بل هو فنان يستخدم الحسابات كأدوات لخلق أشكال عامة تتميز بالبقاء والتوافق والأنسجام مع البيئة المحيطة بها.

كما أضاف (Menn) كمبدأ عام تحقق جماليات التشكيل في الجسور من خلال عنصرين غير معتمدين على بعضهم البعض هما:

- تكامل الجسر مع البيئة المحيطة به
- تصميم الجسر كمنشأ مستقل.

لذلك هناك بعض النقاط التي وضعها المختصين بمبادئ الجمال في التشكيل المعماري للجسور وحددوا المتطلبات الأتية لتحقيق ذلك:

- اختيار الشكل الأكثر تعبيراً مع التمسك بالعامل الاقتصادي(Expressiveness)
- التماثل (Symmetry)
- البساطة (Simplicity)
- الأنسجام والتضاد (Harming & contrast)
- التوافق مع البيئة
- الدمج االصحيح للخامات

تطبيق إنشائي :

يُعرفه (Thomas Telford) وهو مهندس بريطاني، وكان أول من أشار للفن المنشئ، وهو التعبير الشخصي عن المنشأ ضمن قواعد ونظام الكفاءة والأقتصاد

وقد وجد المصممون المنشئيون ضمن هذه الحدود الوسيلة لإختيار الأشكال والتفاصيل التي تعبر عن رؤويتهم الخاصة.

ويعتمد المفهوم الأنشائي على ثلاث قواعد أو معايير أساسية في العمل وهي:

- الكفاءة: وتعني إستخدام أقل ما يمكن من المواد مع إمكانية السيطرة على توفير عامل الأمان.
- الأقتصاد: أي اقل ما يمكن من الكلف ع امكانية السيطرة على ادائها للوظيفة المطلوبة منها وامكانية المحافظة عليها لمدة طويلة.
- الأناقة: أي أقصى ما يمكن من التعبير عن شخصية المصمم مع ضمان تطبيق قاعدتي الكفاءة والأقتصاد.

تطبيق الفني:

تدرك إمكانية تصميم الجسور كوسائل للتعبير الفني من قبل علماء الفن وتاريخ الفن والمصممين والمهندسين حيث وضحت إمكانية تصميمها كوسائل للتعبير الفني في روائع التحف الفنية لبعض المهندسين مثل جسر بروكلن للمصمم Roebling وجسر salginatobel للمصمم Maillart وعرفت هذه الهياكل كأعمال ذات التشييد ، فأذا تطلع المصمم الى تحقيق الجمال كان عليه محاكاة أو تقليد سمات الجسور الناجحة.

أسس تصميم الجسور:

١- على المستوى البصري

وذلك من خلال مراعاة عناصر التشكيل البصري للكتلة من خلال(الخطوط – الشكل- اللون- الملمس- النسب- المقياس) وعلاقتها بعناصر التشكيل البصري للفراغ المحيط من ناحية وما يجب أن يكون بينهما من حالة إتزان وتجانس وتكامل.

٢-على المستوى الوظيفي

وذلك من خلال تحقق إنعكاس الوظيفة على الشكل الخارجي والداخلي للمنشأ(فراغات- ممرات- مداخل) مثل تصميم عروض ممرات تتناسب مع الأعداد المستخدمة لها خصوصاً في وقت الذروة أو مراعاة الجوانب المناخية والبيئية للموقع وأخذها في الإعتبار عند التصميم.

-3 على المستوى الأنشائي

يتمثل في حسن أختيار النظام الأنشائي ومواد البناء التي تتلائم مع المتطلبات التصميمية من ناخية وتتماشى في شكلها الخارجي مع المحيط من ناحية أخرى بالإضافة إلى توفير عوامل الأمن والسلامة للمستخدمين.

٤- على المستوى الأقتصادى

ويكون ذلك من خلال إحداث حالة من الإتزان بين تحقيق تكلفة مقبولة للمنشأ والوصول إلى أفضل الحلول في تحقيق القيم الجمالية فلا يكون تحقيق إحداهما على حساب الأخرى .

ثالثاً: البحث في عمل تصميم (جسر او ممشي زجاجي) يصلح لاحد القري السياحية وتطبيق الدراسة عليها في ظل النتائج الفنية والتكنولوجية المناسبة.

في ظل البحث والدراسة عن موقع يتم فيها التطبيق للبحث وجدنا ان هناك في مصرقد تم فعلاً مثل هذه الجسور والممشي ولكنها في مدينة مرسي مطروح على شاطئ كليوباترا ويقع شاطئ كليوباترا شمال غرب مدينة مرسي مطروح ، ويتمتع بمقومات طبيعية خاصة ويقصده المصريين والسياح العرب والاجانب للإستمتاع بالشاطئ ومشاهدة الحمام الطبيعي للملكة كليوباترا ، وهو عبارة عن صخرة ضخمة تمر فيها مياه البحر من خلال انفاق منحوتة طبيعياً، بحيث يدخل الماء داخل الصخرة وينساب من فتحتها في شكل رائع ، وفي سقف الصخرة فتحات تسمح بدخول أشعة الشمس.

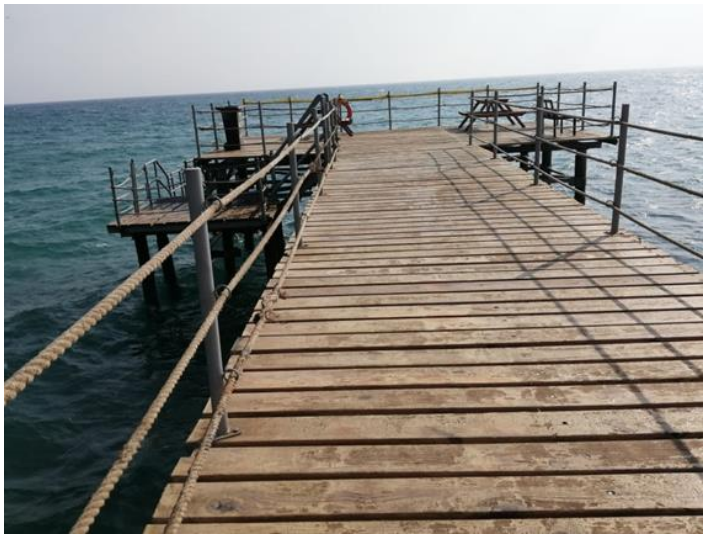
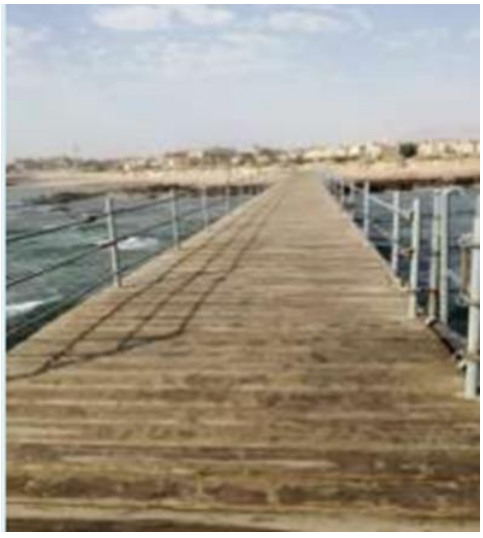
أكد محمد طه الباحث في التاريخ ان صخرة شاطئ كليوباترا وحمامها الشهير اللذان شهدا مولد قصة حب اسطورية بين آخر ملوك دولة البطالمة في مصر الملكة كليوباترا السابعة والقائد الروماني أنطونيوس حاكم القسم الشرقي من الإمبراطورية الرومانية وقتها، عقب مقتل يوليوس قيصر حاكم روما ، ووجهت الملكة الدعوة الي القائد لزيارة مصر واستجاب لها وقد اعجب بجمالها وتزوجها وكانت الملكة تستخدم هذا الحمام الصخري للاستحمام بمياه البحر بعيداً عن الاعين لذلك سمي باسمها

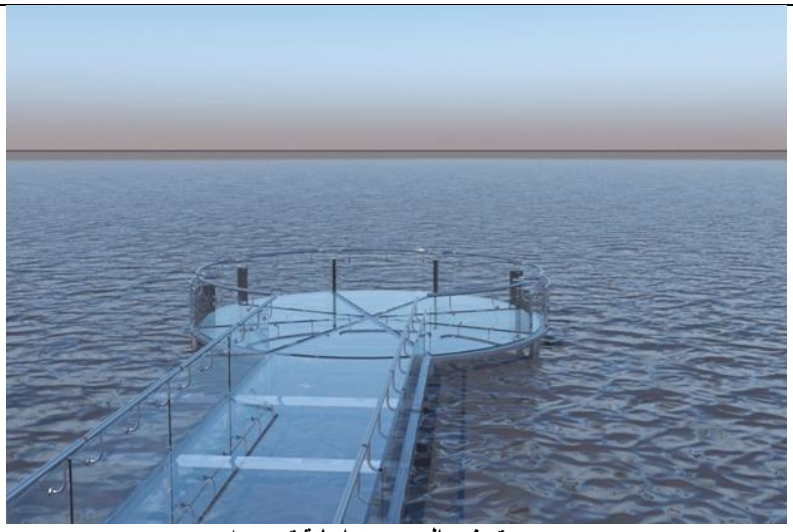
ويعد هذا اول جسر زجاجي بطول٧٢متراً يمر فوق الصخور ومياه الشاطئ وصولاً الي حمام كليوباترا ، ليسهل وصول الزوار ورواد المكان الاثري الشهير شكل رقم(١)

شكل رقم (١)

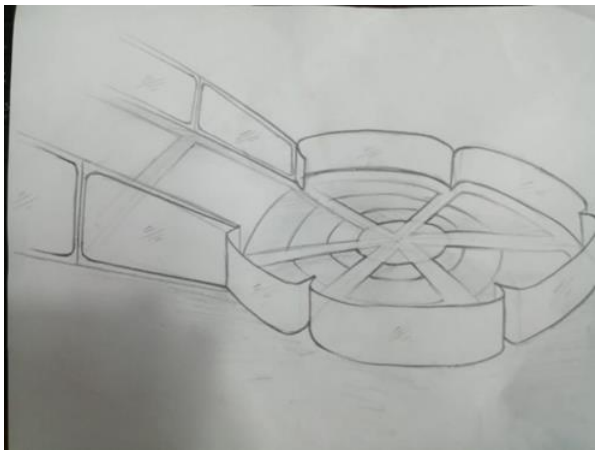
وهذا ما جعلنا نفكر في عمل جسر ماثل في منتجع سياحي استثماري بالعين السخنة وهي منطقة بها الكثير من العيون الكبريتية الساخنة وبها شواطئ غير صخرية في البداية ذات رمال بيضاء ثم مناطق شعب مرجانية وأسماك ملونة ، وبذلك قد تم الاتفاق مع قرية بياسيرا بالعين السخنة على اقامة ممشي على الشاطئ لكي يساعد السائحين داخل القرية على مشاهدة المياه والشعب المرجانية من اسفل هذا الممشي، والشكل رقم (٢) يوضح مسقط القرية والجزء المراد عمل الممشي بها وقد وقع مشروع منتجع بياسيرا على مساحة ٢٠% من اجمالي الارض و٨٠% من المساحة خضراء والمسطحات المائية على ساحل البحر الاحمر وحمامات السباحة الكبيرة والصغيرة بالقرية الي جانب المشروعات الترفيهية وخدمات السكان والزوار داخل المنتجع، فقد قامت الباحثة بعمل دراسة للمساحة المطلوبة لعمل الممشي على البحر ، وإجراء تجارب على التصميم .

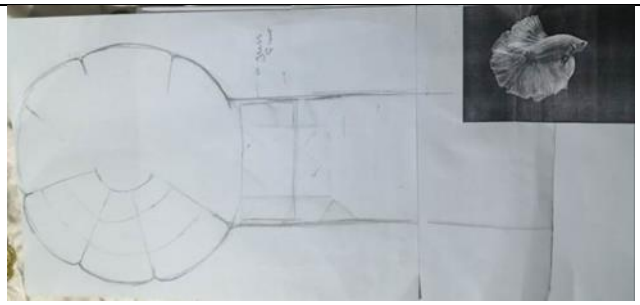
شكل رقم (٢)
تصميم ممشي خاص بجسر بياسيرا بالعين السخنة

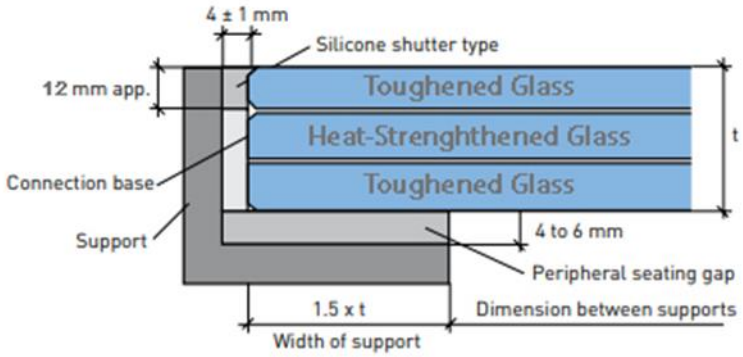
ممشى بياسيرا الزجاجي	
جسر من الخشب مُثبت على هيكل معدني، عرضه ٢،٣٠مترًا بطول ١٠٠مترًا ،٤٥مترًا فوق سطح الأرض و٦٥مترًا داخل سطح الماء .  	**مواصفات ومقاييس الجس**



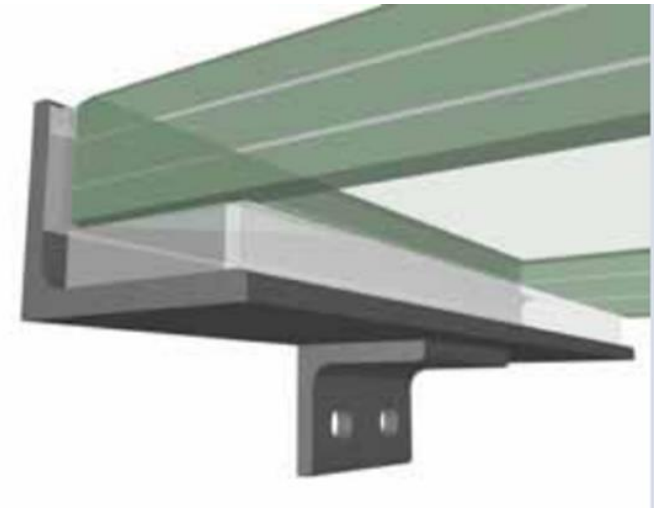
صوره توضح الجسر بعد إعادة تصميمه

موقع الجسر ووظيفته	قرية بياسير بالعين السخنة، الممشي يوجد علي البحر أمام الشاليهات الخاصة بالملاك . صوره توضح مكان الممشى على البحر
فلسفة التصميم	
الفكر التصميمي	استوحت فكرة الجسر من الكائنات البحرية كالأسماك، حيث يظهر الجسر كسمكة رشيقة وفي نهايتها تفرد ذيلها بشكل جميل يُشبه الوردة المتفتحة،ويكتمل جمال الممشي في تأسيس الطبيعة الجوهرية من تكامل الشكل والمنظور واللون والخط.  صورة(٢٦٨) اسكتش لتصور الجسر

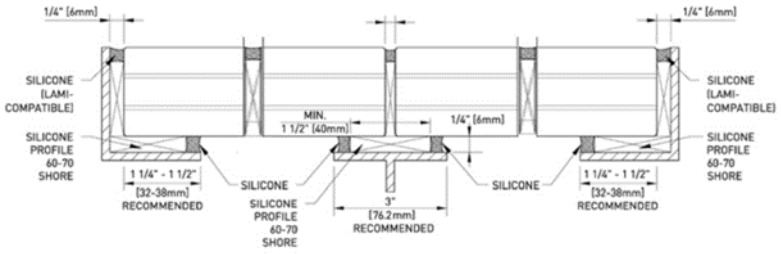
	 صورة(٢٦٩) توضح شكل السمكة المستوحى منها الجسر
الفكر الإنشائي	
نوع الزجاج المُستخدم	يستخدم بالأرضية زجاج مصفحًاLaminated Glas معالج حرارياً مكون من ثلاث طبقات من الزجاج بسمك ٣٤مم بينهم طبقتان من السنتري جلاس SGP(12مم زجاج مقسي 10 +Toughened glassمم زجاج مقوى حرارياً Heat-Strengthened Toughened glass) 12 +glassمم زجاج مقسي معالج بطبقة تغطية مانعة للانزلاق +Anti-Slip Coatingطبقة عازلة، زجاج الهندريل مكون من طبقتين من الزجاج المصفح المنحني Curved Laminated Glass بسمك ٢٠مم بينهم طبقة من البولي فينيل Pvb صورة توضح شكلًا تقريبيًّا للزجاج المستخدم بأرضية الجسر
نظم التركيب والخامات المساعدة	يتم تركيب الزجاج على هيكل معدني مقاوم للصدأ مع مراعاة استخدام وصلات من المطاط ويراعي نوعًا من المطاط الجيد مانع التسرب، وأن يكون عرض الدعامة يساوي أو أكبرمن ١,٥ ضعف سمك وحدة الزجاج، حيث تكون الوحدات أكثر سمكًا من ٣٠ مم، يجب أن يكون عرض الدعم متساويًا على الأقل مع عرض وحدة الأرضية.



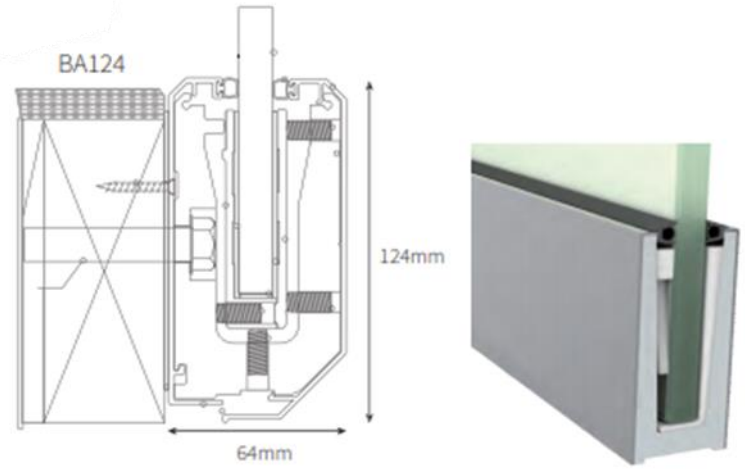
شكل يوضح تركيب الأرضية الزجاجية



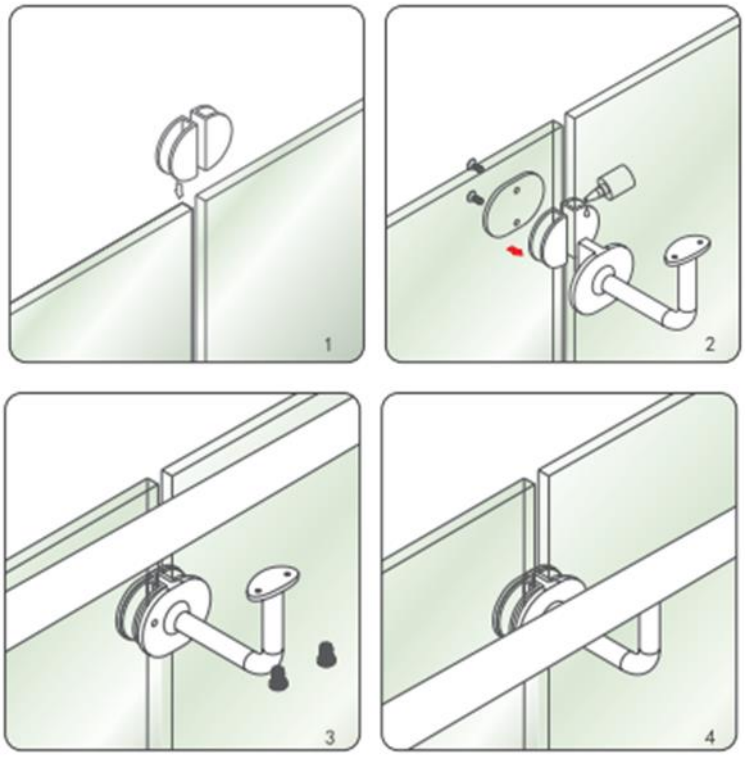
شكل صور مقربة لتركيب الزجاج



شكل رسم تنفيذي لطريقة تركيب الزجاج

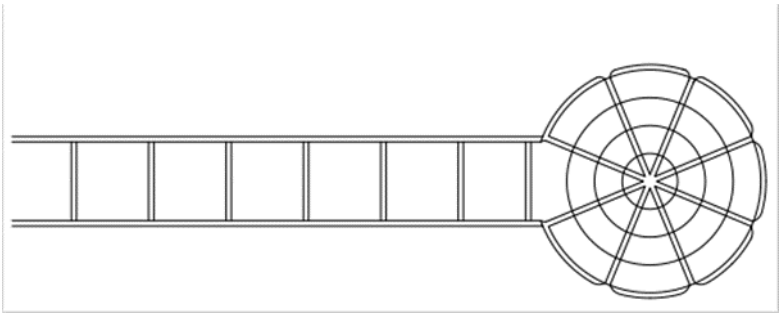
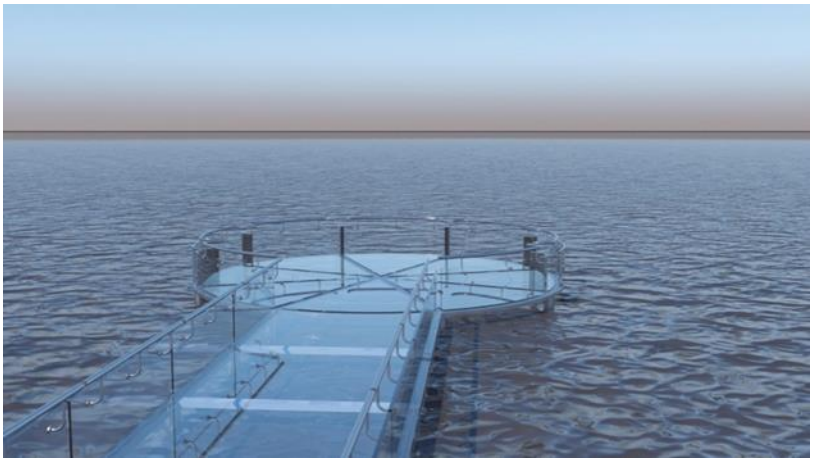


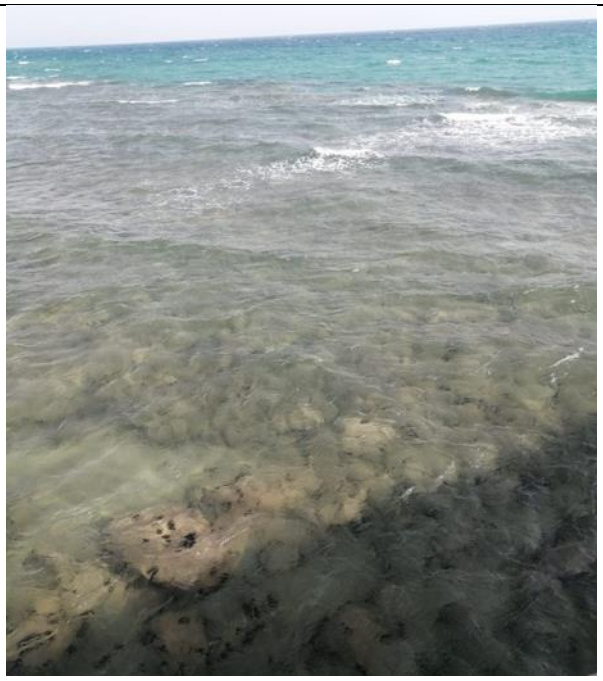
شكل يوضح طريقة تثبيت زجاج الدرابزين



شكل يوضح طريقة تركيب الدرابزين

شكل يوضح شكل الاكسسوار المستخدم في الدرابزين

رسومات تنفيذية	 شكل يوضح مسقط أفقي للجسر الزجاجي
الخصائص البصرية للجسر	
اللون والشفافية	زجاج شفاف بنسبة ١٠٠% (زجاج فائق الوضوح). صورة توضح شفافية الجسر المُطل على البحر
التوافق مع البيئة المحيطة	يظهر الجسر توافقًا مع الطبيعة المحيطة، فهو جسر زجاجي يظهر جمال البيئة المحيطة، وشفافية الزجاج تظهر الشعب المرجانية والأسماك الموجودة فيظهر الشخص وكأنه يمشي على الماء.  صور توضح الجسر المطل على الماء



صور توضح الشعب المرجانية المحيطة بالجسر

نتائج البحث:

توصلت الدراسة إلى تصميم لأحدى الجسور في قرية بياسيرا بالعين السخنة، في ظل دراسة جمالية من حيث العناصر الفنية ودراسة تكنولوجية (نوع الزجاج والتركيبات والاحمال)، وايضاً دراسة نفعية من حيث الشفافية وإظهار ما أسفل الجسر من شعب مرجانية واسماك البحر الاحمر.

المراجع:

- الزعفراني، عباس فكري،"الزجاج ذوالنفاذية الإختيارية مدخل لتصميم الفتحات الخارجية للمبانى"، مؤتمر الهندسة المعمارية، جامعة القاهرة، ٢٠٠٦.
- Elzafrany, Abbas Fekry,” Optional permeable glass is an entrance to the design of the outer openings of the buildings", Conference on Architecture, Cairo University, 2006.
- رشا محمد زينهم" فاعلية المعايير التكنولوجية المتقدمة فى تصميم الواجهات الزجاجية للعمارة فى مصر" ، رسالة دكتوراة ، كلية الفنون التطبيقية ، جامعة حلوان ، القاهرة ٢٠٠٩.
- Rasha Mohamed Zenhom,”The Effectiveness of advanced technological standards in the design of the building's glass facades In Egypt”, Ph.D. , Faculty of applied Arts, Hellwan, University, Cairo, 2009.
- سمر جمعة "دراسة لبعض النظم البنائية من الطبيعة كمصدر لتصميم الزجاج فالعمارة" ،رسالة ماجستير، كلية الفنون التطبيقية،جامعة حلوان، ٢٠١٥ .
- Samar Gomaa,” A study of some constructivist systems of nature as a source of glass design and architecture”, Master Degree, Faculty of applied Arts, Hellwan, University, 2015.
- مايا ابراهيم،"دراسة تحليلية لمواد البناء ذات التقنية العالية وتأثيرها على استدامة المبنى"،مجلة جامعة البعث، المجلد٣٩، العدد١١، ٢٠١٧.
- Maya Ibrahim,” An analytical study of high-tech construction materials and their impact on sustainability The building”, Ba'ath University Journal, volume 39, No. 11, 2017.

● ممدوح كمال أحمد، حسام الدين محمد بكر "العلاقة بين الوظيفة والقيم الجمالية" ، قسم العمارة، كلية الهندسة بالمطرية، جامعة حلوان.
● Mamdouh Kamal, Hossam ElDin Mohamed," The relationship between function and esthetic values", Department of Architecture, Faculty of Engineering, Matriyah, Halwan University.
● http://www.bharatsafety.com/tempered_glass.html
● Menn, c, "Aesthetics Bridges design"in bridge aesthetics around the world, Transportation Research Board, Washington, 1991
● Mock, Elizabeth B," The Architecture of Bridges", The Museum of Modern Art .New York .1949
● Rachel Lynn White, Glass as A Structural Material, Master of Science, Department of Architectural Engineering and Construction Science College of Engineering, Kansas State University,2007
● Viorel Ungureanu"Advanced Design Of Glass Structures",lecture3,Laminated glass and interlayers, European Erasmus Mundus Master Course,2011
● www.ravensbyglass.co.uk
● www.vitroglazings.com
● Y. SAHOL HAMID, "GLASS FOOTBRIDGE", Master's Dissertation, Division of Bridge Engineering, The University of Surrey,2008

---

[1] www.vitroglazings.com

[2] Y. SAHOL HAMID, "GLASS FOOTBRIDGE", Master's Dissertation, Division of Bridge Engineering, The University of Surrey,2008

[3] Viorel Ungureanu"Advanced Design Of Glass Structures",lecture3,Laminated glass and interlayers, European Erasmus Mundus Master Course,2011

[4] http://www.bharatsafety.com/tempered_glass.html

[٥] عبارة عن غرفة تستخدم لتصفيح الزجاج وتعريض الألواح للحرارة فقط، على عكس الأتوكلاف والذي يُطبق كلاً من الحرارة والضغط معاً

[٦] الباحثة

[7] www.ravensbyglass.co.uk

[٨] الجدول من اعداد الباحثة

[9] Rachel Lynn White, Glass as A Structural Material, Master of Science, Department of Architectural Engineering and Construction Science College of Engineering, Kansas State University,2007

[١٠] رشا محمد على حسن زينهم - فاعلية المعايير التكنولوجية المتقدمة فى تصميم الواجهات الزجاجية للعمارة فى مصر ، رسالة دكتوراة ، كلية الفنون التطبيقية ، جامعة حلوان ، القاهرة ٢٠٠٩

[١١] سمر جمعة "دراسة لبعض النظم البنائية من الطبيعة كمصدر لتصميم الزجاج فالعمارة" ،رسالة ماجستير، كلية الفنون التطبيقية،جامعة حلوان، ٢٠١٥

[1] www.academia.com [2]

[١٣] مايا ابراهيم،"دراسة تحليلية لمواد البناء ذات التقنية العالية وتأثيرها على استدامة المبنى"،مجلة جامعة البعث، المجلد٣٩، العدد١١، ٢٠١٧

[١٤] الزعفراني، عباس فكري،"الزجاج ذوالنفاذية الإختيارية مدخل لتصميم الفتحات الخارجية للمبانى"، مؤتمر الهندسة المعمارية، جامعة القاهرة، ٢٠٠٦

[١٥] ممدوح كمال أحمد، حسام الدين محمد بكر "العلاقة بين الوظيفة والقيم الجمالية" ، قسم العمارة، كلية الهندسة بالمطرية، جامعة حلوان

[1] Mock, Elizabeth B," The Architecture of Bridges", The Museum of Modern Art .New York .1949

[1] Menn, c, "Aesthetics Bridges design"in bridge aesthetics around the world, Transportation Research Board, Washington, 1991