وزارة التخطيط

الجهاز المركزي للتقيس و السيطرة النوعية

(قسم البصرة)

مدى امكانية استخدام الكونكريت الشفاف في المباني لتحسين جودة الفراغات الداخلية و الخارجية

الزهراء عماد عبد علي عجينة

(2024-2023)

المحتويات

ت	الوضوع	رقم الصفحة
	الهدف من الدراسة	i
	أهمية الدراسة	i
	الاطار الزماني و المكاني للدراسة	i
	الخلاصة	ii
	المقدمة	iii
الفصل الاول		
1.1	الخرسانة الشفافة	1
2.1	أصل الخرسانة الشفافة	1
3.1	كيفية عمل الخرسانة الشفافة	1
4.1	عملية تصنيع الخرسانة الشفافة	2
5.1	مواد المستخدمة في صناعة الخرسانة الشفافة	2
6.1	خصائص الخرسانة الشفافة	4
الفصل الثاني		
1.2	الخرسانة الشفافة كمادة	5
2.2	تطبيقات الخرسانة الشفافة	5
1.2.2	الغرض الجمالي	5
2.2.2	إضاءة ديكورات المباني الداخلية	5
3.2.2	السلالم والجدران الداخلية:	5
4.2.2	توفير الطاقة	6
5.2.2	الجدران	6
6.2.2	الأرضيات	7
7.2.2	أنفاق الطرق ومحطات المترو	7

8.2.2	الأنابيب	7
3.2	تأثير استخدام العناصر النافذة للضوء داخل خليط الخرسانة	8
	الفصل الثالث	
1.3	مباني تم استخدام للخرسانة الشفافة فيها	9
1.1.3	Maison Hermes	9
2.1.3	Pillars of Iberville Veteran's Memorial in Louisiana, USA	9
3.1.3	Radhous building in Erfurt, Germany.	10
4.1.3	Italian pavilion at Shanghai World Expo 2010 in China	10
5.1.3	مسجد العزيز في أبو ظبي	11
	الفصل الرابع	
1.4	الاستنتاجات	12
2.4	التوصيات	13
3.4	الخاتمة	13
	المصادر	14

الاشكال

ت	
شكل 1	ترتيب الألياف
شكل 2	الطبقات الثلاث للألياف البصرية
شكل 3	الشكل يوضح ثلاث الأنواع أساسية من الألياف البصرية
شكل 4	يوضح الوان الخرسانة الشفافة
شكل 5	استخدام الخرسانة الشفافة في السلالم والجدران الداخلية
شكل 6	ستخدام الخرسانة الشفافة في الجدران الخارجية
شكل 7	استخدام الخرسانة الشفافة في الجدران قي حديقة Garden Pavilion زوريخ في سويسرا
شكل 8	يوضح الفرق بين الألواح المضاءة والألواح المظلمة
شكل 9	مبنى Maison Hermes
شكل 10	Pillars of Iberville Veteran’s Memoria
شكل 11	Radhous building
شكل 12	الجناح الإيطالي في معرض شانغهاي العالمي
شكل 13	مبنى مسجد العزيز في أبو ظبي

الهدف من الدراسة :

تفترض الدراسة امكانية استخدام الخرسانة الشفافة في التصميم الداخلي للمنازل الذكية، للاستفادة من هذه المادة المتينة والمستدامة والمتعددة الاستخدامات والاقتصادية لتحسين جانبها الوظيفي والتقني والبيئي والجمالي.

أهمية الدراسة:

تستخدم الخرسانة الشفافة في الهندسة المعمارية الدقيقة كمادة واجهة. في هذا البحث، لدمج مزايا الخرسانة والألياف البصرية، لتطوير الخرسانة الشفافة. لاستخدامها في:
التصميم الداخلي للمنازل الذكية، كمادة شبه شفافة خفيفة لتكسية الجدران الداخلية والتقسيمات. من أجل استخدام ضوء الشمس كمصدر للضوء لتقليل استهلاك الطاقة للإضاءة.
أثاث المنزل الذكي والعناصر الزخرفية كمادة مستدامة خفيفة الوزن للحصول على منظر جمالي جيد للمنزل، ولأغراض الاستدامة.
حل مشاكل الطاقة وتوفير فرصة لمنتجات جديدة تخلق الثروة ويمكن أن يكون لها دور مهم في الاستدامة في التصميم الداخلي.

الاطار الزماني و المكاني للدراسة

استغرقت الدراسة ثمانية اشهر في محافظة البصرة

الخلاصة:

قبل بضعة عقود فقط، كانت الخرسانة خامة جافة و غير جميلة , و ذلك بسبب التوسع الحضري السريع في الستينيات. ومع ذلك، منذ ذلك الوقت، و في الآونة الأخيرة، أصبح مفهوم الهندسة الخضراء اهتماما شائعا في مختلف التخصصات, حيث تم تطوير مواد مبتكرة باستمرار لتلبية متطلبات الهندسة الخضراء. حقق العلماء تقدمًا ملحوظًا في مجال الخرسانة، ليس فقط من الناحية التقنية، ولكن أيضًا من الناحية الجمالية. لم تعد هي المادة الثقيلة والباردة والرمادية في الماضي, فقد أصبحت جميلة وملونة وأكثر مقاومة ونابضة بالحياة.
في عام 2001، طرح المهندس المعماري آرون لوسونزي لأول مرة مفهوم الخرسانة الشفافة، وتم إنتاج أول كتلة خرسانية شفافة بنجاح عن طريق خلط كمية كبيرة من الألياف الزجاجية في الخرسانة في عام 2003، والتي يمكن أن تسمح بمرور 80٪ من الضوء و30٪ فقط من وزن الخرسانة العادية. في حين أن الخرسانة الشفافة تركز بشكل أساسي على الشفافية وهدف تطبيقها يتعلق بالتكنولوجيا الخضراء والتشطيب الفني، فإن انخفاض استهلاك الطاقة يرتبط عادة بالمباني التي يتم تحديد أشكالها مباشرة من الظروف المناخية المحلية، في حين أن تلك المباني ذات الأنظمة المعقدة والمتطورة تُرى عادة كمستهلكات كبيرة للطاقة، ومن المفترض أن تكون المواد الذكية بدائل مباشرة ومفصلة لتقديم الحل الغامض للمشكلة المستعصية لاستخدام الطاقة المتزايد باستمرار من خلال أنظمة البناء.
سيسلط هذا البحث الضوء على مدى امكانية استخدان الخرسانة الشفافة في التصميم الداخلي بالأضافة الى استخدامها في التصاميم الخارجية، لتحسين الجانب الوظيفي والتقني والبيئي والجمالي أيضًا وسيناقش العلاقة بين البيئة وهذه المادة الجديدة.

المقدمة:

تعتبر الخرسانة واحدة من مواد البناء المهمة المستخدمة في جميع أنحاء العالم. تعتبر الخرسانة الشفافة نوعا من الخرسانة المعززة بالألياف,تم تقديم مفهوم الخرسانة الشفافة لأول مرة في عام 2001 من قبل آرون لوسونزي، وفي عام 2003 تم تصنيع أول كتلة من الخرسانة الشفافة بنجاح والتي تُعرف باسم LiTraCon (19) , يعد استخدام مادة الخرسانة الشفافة كغلاف للبناء بالإضافة إلى كونها عنصرا جماليا(10) ، يسمح للضوء بالدخول إلى المساحات الداخلية، مما يقلل من الحاجة إلى الإضاءة.
على الرغم من أن الفكرة الأساسية للخرسانة الشفافة كانت تطبيقها في الهندسة المعمارية كمادة واجهة (1), كما تم استخدامها في الفضاءات الداخلية اذ يعد تحديد مواصفات المواد المناسبة للمكونات المختلفة التي تشكل مساحة داخلية معينة جزءًا مهمًا من التصميم الداخلي.إن استخدام مواد داخلية مستدامة ومتينة وبيئية ، لتحسين جودة الهواء الداخلي وتحقيق الراحة البشرية .

تتكون الخرسانة الشفافة تقريبا من نفس المكونات الرئيسية للخرسانة التقليدية مثل الأسمنت والماء والرمل، وبدون الحصى الخشن، بالإضافة إلى كمية محددة من العناصر النافذة للضوء مثل الألياف البلاستيكية والألياف الزجاجية. هناك عدة طرق لإنتاجها، ولكن العلامة التجارية الأكثر شهرة لمادة الخرسانة الشفافة هي "LiTraCon"التي تتكون من 96٪ خرسانة و 4٪ من حيث الوزن من الألياف البصرية(10)
ستساعد المواد الذكية في تحقيق هذه الأهداف، وتوفر فرصة لمنتجات جديدة تخلق الثروة ويمكن أن يكون لها دور مهم في الهندسة المعمارية المستدامة والتصميم الداخلي و الخارجي. سيناقش هذا البحث مدى امكانية المادة المستدامة الجديدة -الخرسانة الشفافة و استخداماتها في مختلف تطبيقات التصميم الداخلي و الخارجي . من أجل تحسين جودة و جمالية المبنى.

الفصل الاول

1.1 الخرسانة الشفافة:

تعتبر الخرسانة واحدة من مواد البناء المهمة المستخدمة في جميع أنحاء العالم. تعتبر الخرسانة الشفافة نوعا من الخرسانة المعززة بالألياف, تم تصنيع أول كتلة من الخرسانة الشفافة بنجاح والتي تُعرف باسم LiTraCon لأول مرة في عام 2001 من قبل آرون لوسونزي (19), تتكون الخرسانة الشفافة تقريبا من نفس المكونات الرئيسية للخرسانة التقليدية مثل الأسمنت والماء والرمل، وبدون الحصى الخشن، بالإضافة إلى كمية محددة من العناصر النافذة للضوء مثل الألياف البلاستيكية والألياف الزجاجية. هناك عدة طرق لإنتاجها، ولكن العلامة التجارية الأكثر شهرة لمادة الخرسانة الشفافة هي "LiTraCon" التي تتكون من 96٪ خرسانة و 4٪ من حيث الوزن من الألياف البصرية(8).

2.1 أصل الخرسانة الشفافة:

في عام 2001، قدم المهندس المعماري المجري آرون لاسونزي مفهوم الخرسانة الشفافة لأول مرة. كان رائدا ومؤلفا للخرسانة الشفافة حاول إنشاء كتلة خرسانية متقدمة من خلال استبدال الركام الخشن بالألياف البصرية في خرسانة عادية. كان الهدف هو موازاة ميزتي الخرسانة المتعارضتين مثل الكتلة الضخمة والشفافية التي تخلق الخرسانة لنقل الضوء. في عام 2003، تم خلط كمية كبيرة من الألياف الزجاجية في الخرسانة لإنشاء أول خرسانة شفافة على الإطلاق. سميت المادة الجديدة LiTraCon من الكلمات الإنجليزية Light Transmitting Concrete.(5)

بعد ذلك، لم يكن فقط في المجر، ولكن أيضًا في العديد من البلدان الأوروبية مثل ألمانيا وإيطاليا وخارج أوروبا مثل الصين والهند، كانت فكرة الخرسانة الشفافة معروفة(5)

الخرسانة الشفافة التي طورتها Joel. S و Sergio. O. G هي قادرة على السماح بمرور حوالي 80٪ من الضوء من خلالها ولا تزن إلا حوالي 30٪ من وزن الخرسانة العادية (3)

في عام 2010، عرض الجناح الإيطالي في معرض شنغهاي 2010 خرسانة شفافة تم تطويرها عن طريق خلط الزجاج بالخرسانة. كان الهدف الرئيسي للخرسانة الشفافة هو قدرتها على الشفافية وتطبيق التكنولوجيا الخضراء والمنظر الجمالي.

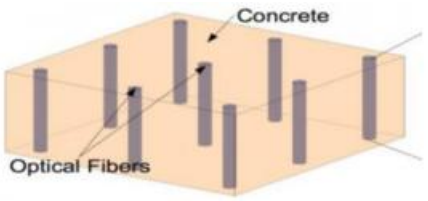
تم إطلاق العديد من التجارب بهدف كيفية عمل المادة الجديدة. تم إجراء بعض محاولات التعديل من خلال الحفاظ على خاصية الشفافية.

3.1 كيفية عمل الخرسانة الشفافة:

تعمل الخرسانة الشفافة بناءً على "النانو-البصريات". تمر الألياف البصرية بأكبر قدر من الضوء عندما يتم وضع الشقوق الصغيرة مباشرة فوق بعضها البعض كما هو الحال عندما تكون متداخلة. يمكن أن تحمل المبدأ لأن الألياف البصرية في الخرسانة تعمل مثل الشقوق وتحمل الضوء عبر الخرسانة.**(5)**

4.1 عملية تصنيع الخرسانة الشفافة

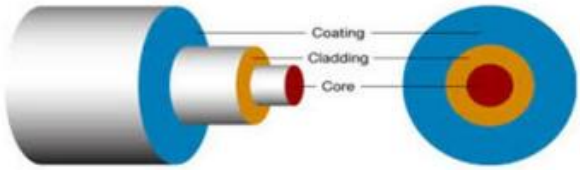
عملية تصنيع الخرسانة الشفافة هي نفسها تقريبا مثل الخرسانة العادية. يتم صب طبقة صغيرة من الخرسانة في القالب وعلى قمة كل طبقة، يتم ضخ طبقة من 4٪ إلى 5٪ من الألياف البصرية بحجم خليط الخرسانة. يتم ترتيب الألياف بالتناوب في القالب كما هو موضح في الشكل 1 على فترات تقريبية من 2 مم إلى 5 مم ويتم صب حوالي آلاف الألياف البصرية في الخرسانة لنقل الضوء. يتم قطع الخرسانة المصبوبة إلى ألواح أو كتل بالسماكة المحددة ثم يتم تلميع السطح(2)



شكل (1) ترتيب الألياف

تحتوي الخرسانة الشفافة فقط على الركام الناعم، ولا تحتوي على الركام الخشن. يمكن للألياف البصرية تحمل البيئات القاسية وتحتوي على مرونة أعلى وخاصية مرونة جيدة. تنقل الألياف البصرية الضوء في شكل موجات كهرومغناطيسية (2)تنقل الضوء بين طرفي الألياف. الألياف البصرية عبارة عن كابل من ثلاث طبقات. الطلاء والكسوة والنواة هي الطبقات الثلاث للألياف البصرية كما هو موضح في الشكل 2.

شكل (2) الطبقات الثلاث للألياف البصرية



يتم نقل الضوء عبر النواة الألياف. يجعل فقدان الضوء الحر تقريبًا من الممكن رؤية الضوء والظل وحتى الألوان عبر الخرسانة حتى من خلال الجدار السميك) (5)

5.1 مواد المستخدمة في صناعة الخرسانة الشفافة:

الأسمنت:

عادةً ما يستخدم الأسمنت البورتلاندي العادي - درجة 53 لصنع الخرسانة الشفافة وفقًا لـ - IS: 12269 .1987كما في الخرسانة العادية، يعمل الأسمنت كمادة رابطة في الخرسانة الشفافة أيضًا. إنه يربط الركام الناعم والألياف البصرية معًا لمنح الخرسانة الشفافة نفس الخصائص الهيكلية مثل الخرسانة العادية.(11)

الركام الناعم:

الركام الناعم هو الركام الوحيد المستخدم في صنع الخرسانة الشفافة. الركام الناعم هو مادة متوفرة بشكل طبيعي تتكون من الصخور وجسيمات المعادن. توجد بأحجام مختلفة ولكن يجب أن يمر حجم الركام الناعم من خلال غربال 1.18 مم (11).

الماء:

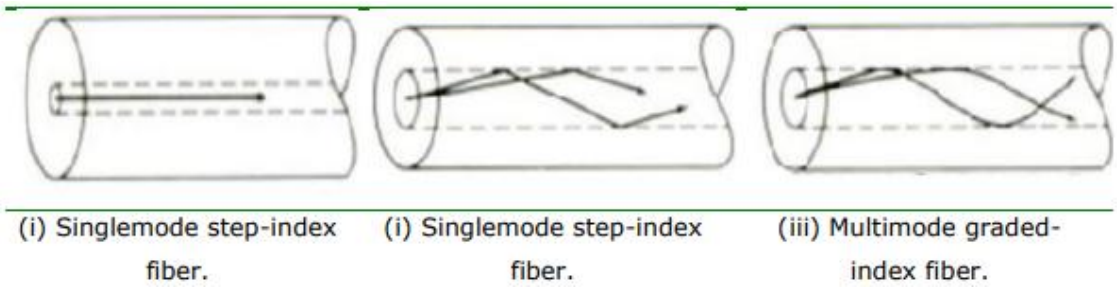
الماء هو المكون الرئيسي في تصنيع الخرسانة الشفافة، الذي عند مزجه بالأسمنت، يشكل عجينة تربط الركام والألياف البصرية معًا. يجب أن يكون الماء نقياً لمنع حدوث التفاعلات الجانبية التي قد تضعف الخرسانة، حيث أن دور الماء مهم جدًا نتيجة نسبة الماء إلى الأسمنت التي تعد العامل الأكثر أهمية في إنتاج الخرسانة الشفافة المثالية. تم العثور على أن جودة المياه تلبي متطلبات IS: 456-2000 .(4)

الألياف البصرية:

في الخرسانة الشفافة، تُستخدم الألياف البصرية بشكل متكرر كوسيلة لنقل الضوء بين طرفي الألياف. بالإضافة إلى القدرة على نقل الضوء، فإن الألياف البصرية تعطي القوة للهيكل مثل الركام الخشن حيث أن الخرسانة الشفافة خالية من الركام الخشن(17)

أنواع الألياف البصرية:

هناك ثلاثة أنواع أساسية من الألياف البصرية كما هو موضح في الشكل 3 يمكن للألياف متعددة النمط نقل مئات من أوضاع الضوء في وقت واحد بينما تقوم الألياف أحادية النمط بنقل وضع واحد فقط كما هو موضح في الشكل 3.

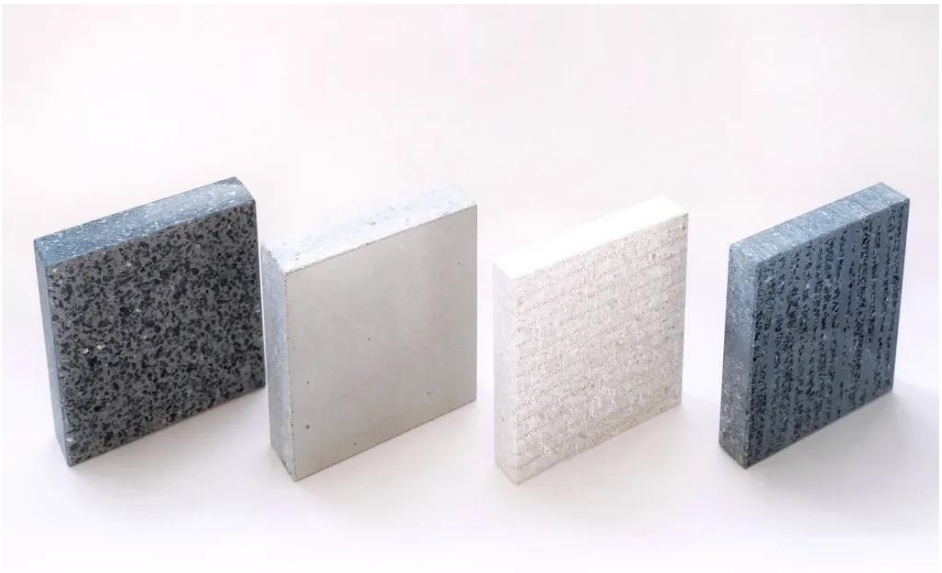


الشكل (3) الشكل يوضح ثلاث الأنواع أساسية من الألياف البصرية

نظرا لأن الألياف أحادية النمط تنقل الضوء في مسار واحد محدد بوضوح، فإن تأثيرات التشتت بين النمط غير موجودة، مما يسمح للألياف بالعمل في نطاقات تردد أكبر من الألياف متعددة النمط الموضحة في الشكل 1. تحدث تأثيرات التشتت بين النمط الكبيرة في الألياف متعددة النمط بسبب العديد من أوضاع الضوء التي تتعامل معها في وقت واحد (17).

6.1 خصائص الخرسانة الشفافة:

- مادة مقاومة للماء: يمكن تركيبها في كل من البيئات الخارجية والداخلية الرطبة
- مادة ذات خصائص عازلة للحرارة: تتميز بمقاومة الصقيع والذوبان العالية التي تحمي من درجات الحرارة القصوى في الهواء الطلق، وبالتالي ستكون فعالة للغاية في البلدان الباردة، مما يقلل من استهلاك الطاقة ويوفر الكثير من المال في كلتا الحالتين(5)
- التأثير البيئي وتوفير الطاقة: عندما يتم تزويد جدار صلب بالقدرة على نقل الضوء، فهذا يعني أنه يمكن للمنزل استخدام عدد أقل من المصابيح خلال ساعات النهار. نظرًا لأن السعة العازلة للجدار لم تتغير، فإن النتيجة هي زيادة صافية للطاقة
- ادة عالية المتانة: القوة والمتانة تساوي ألواح الخرسانة العادية .
- تتميز بخصائص جمالية، ومنظر فني جذاب وخيارات تصميم مبتكرة، حيث تجعل الألياف البصرية المدمجة في الخرسانة الحجر يبدو ضخمًا وشفافًا على حد سواء، مما يجعل الضوء والظلال والألوان مرئية،
- مادة المناخات القاسية، يمكنها إبعاد الحرارة أو البرد دون إغلاق المبنى من ضوء النهار .
- مادة مستدامة؛ تجمع الخرسانة الشفافة بين الإمكانات السائلة للخرسانة وقدرة الزجاج على السماح بمرور الضوء .
- يمكن أن توفر الخرسانة الشفافة تطبيقات أمان مثل المطبات التي يمكن إضاءتها من الأسفل لجعلها أكثر وضوحًا في الليل، أو لإضاءة مخارج الحرائق الداخلية في حالة انقطاع التيار الكهربائي .
- يمكن الحصول عليها بألوان الخرسانة القياسية (الأبيض والأسود والرمادي)، أو أي ألوان أخرى مفضلة، بأشكال سطح مختلفة.



شكل (4) يوضح الوان الخرسانة الشفافة

الفصل الثاني

1.2 الخرسانة الشفافة كمادة:

وفقًا لعدة دراسات، فإن أحد تطبيقات استخدام الخرسانة الشفافة هو استخدامها كمادة خفيفة الوزن تقلل من الحمل الميت على الهيكل الإنشائي للمباني. أظهرت دراسة سابقة فعالية استخدام الخرسانة الشفافة من خلال قدرتها على نقل الضوء مع تأثير على تكلفة التصنيع , أجريت دراسة أخرى حول استخدام نسب مختلفة من الألياف البصرية الممزوجة بالخرسانة مقارنة بالخرسانة التقليدية، عدة اختبارات مثل اختبارات القوة الانضغاطية. أظهرت النتائج قدرة الخرسانة الشفافة على نقل الضوء تقريبًا دون التأثير على قوة الخرسانة.

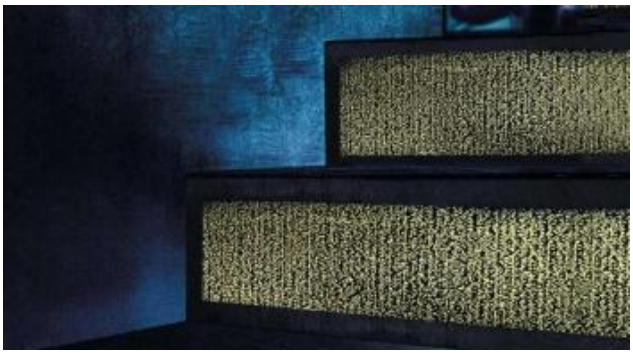
تتحرك بعض الأبحاث الحديثة نحو دراسة خلط مواد جديدة بألواح الخرسانة الشفافة لمحاولة تقليل وزن الخرسانة وتعزيز قوتها وإنتاجها كمادة صديقة للبيئة. الأرصفة وعثرات السرعة وعلامات ممرات الطرق: يمكن استخدام مادة الخرسانة الشفافة لإضاءة الأرصفة ليلاً لسلامة الجمهور، وزيادة الرؤية في محطات المترو المظلمة، بالإضافة إلى إمكانية الاستخدام في إضاءة المطبات الصناعية(16)

2.2 تطبيقات الخرسانة الشفافة:

1.2.2 الغرض الجمالي: أحد أهم تطبيقات الخرسانة الشفافة هو استخدامها في الواجهات كعنصر جمالي في المباني. لذلك، يمكن استخدامها في المتاحف والغرف الفنية وكذلك في مشاريع الفن أو التصميم كمواد زخرفية بدلا من مجرد مواد البناء.

2.2.2 إضاءة ديكورات المباني الداخلية: الاستخدام الرئيسي للخرسانة الشفافة هو إضاءة المساحات الداخلية، ، وفقًا لقدرة الخرسانة الشفافة على نقل الضوء إلى المساحات الداخلية مثل المباني التعليمية. تُستخدم الخرسانة الشفافة على نطاق واسع في الواجهات الخارجية وجدران التقسيم والأرضيات. ولكن هناك عدد قليل أو معدوم من الأبحاث في خواص العزل الصوتي(18) .

3.2.2 السلالم والجدران الداخلية: عند تطبيق الخرسانة الشفافة على الجدار الخارجي لسلالم داخلية، فإنها تسمح بدخول ضوء الشمس إلى المساحة الداخلية، وبالتالي يمكن أن تكون حلاً جيدًا أثناء إخلاء المباني في حالات الطوارئ وانقطاع التيار الكهربائي، خاصة في ناطحات السحاب(19)



شكل (5) استخدام الخرسانة الشفافة في السلالم والجدران الداخلية

4.2.2 توفير الطاقة:

تدرس بعض الأبحاث الحديثة تطبيق استخدام ألواح الخرسانة الشفافة في الواجهات أو الأسقف لأي مبنى كبير يساعد على تقليل تكاليف الإضاءة، لتحقيق متطلبات البيئة والهندسة الخضراء، حيث يمكن استخدام الخرسانة الشفافة كوسيلة لتقليل استهلاك الطاقة من خلال تقليل الطلب على الإضاءة(7) ,يمكن اعتبار الخرسانة الشفافة مادة بناء خضراء موفرة للطاقة، حيث يتم تصنيع نوع خاص من الخرسانة الشفافة لدراسة خصائصها كمادة لتوفير الطاقة. تم دراسة إمكانية استخدام الزجاج المستعمل مع الألياف البصرية في الخرسانة الشفافة لتصبح مباني أكثر مراعاة للبيئة (9)

5.2.2 الجدران

:يتمتع الجدار المصنوع من الخرسانة الشفافة بقوة الخرسانة التقليدية، ومع ذلك، فإن استخدام صفائف الألياف الزجاجية المضمنة يسمح برؤية العالم الخارجي، مثل ظل الأشجار أو المارة، التي يمكن عرضها داخل المبنى، الشكل. تتمثل إحدى المزايا الرئيسية لاستخدام هذه الخرسانة في الجدران في أنها صديقة للبيئة وجميلة وتوفر الطاقة أيضًا، ويمكن استخدام عناصر الإضاءة البيضاء أو الملونة لإنشاء تأثيرات خاصة للضوء واللون .(3)

شكل (6) استخدام الخرسانة الشفافة في الجدران الخارجية

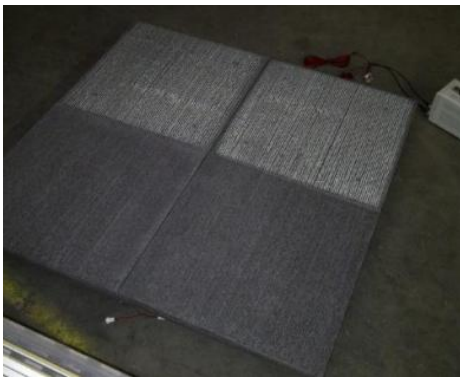
حديقة Garden Pavilion زوريخ في سويسرا.

شكل (7) استخدام الخرسانة الشفافة في الجدران قي حديقة Garden Pavilion زوريخ في سويسرا.

كانت الفكرة هي إنشاء هيكل بسيط، يقف بهدوء في الحديقة, أراد المصمم أن يخلق الجناح مأوى. يتميز هذا الجناح بمساحة محددة بخمس ألواح خرسانية مسبقة الصب شفافة تربط الأرضيات والجدران والسقف، ولكن في نفس الوقت تسمح بإدراك خفيف للحديقة وأشعة الشمس، وتسمح برؤية الألوان والأشكال والحركات والظلال المحيطة من الداخل. لذلك، فإن الخرسانة الشفافة تسمح للجناح بالحياة أيضًا. مع تغير الظروف الضوئية بمرور الوقت، تتغير الأسطح وتختلف من الثقيلة إلى الخفيفة، ومن الصلبة إلى الشفافة.

6.2.2 الأرضيات

:تنتج الأرضيات الجديدة المصنوعة من الخرسانة الشفافة تأثيرًا خاصًا، بدون ضوء، تظهر ألواح الأرضيات كألواح حجرية طبيعية أنيقة، أو أي ملمس مختار، ولكن مع الإضاءة، تبدو الألواح متوهجة، ونتيجة لتأثير الضوء المخروطي لكل ليف، يبدو الضوء أكثر سطوعا كلما كان المشاهد فوق اللوحة الفردية. يبدو الأمر كما لو كان هناك بقعة ضوء تتبع المشاهد. بالمقارنة مع تكسية الجدران، فإن تطبيق الأرضيات يتطلب قدرة تحمل أحمال أكبر من كل لوح.



الشكل(8) يوضح الفرق بين الألواح المضاءة والألواح المظلمة.

7.2.2 أنفاق الطرق ومحطات المترو:

يتم تطبيق الخرسانة الشفافة لإضاءة أنفاق الطرق أو محطات المترو. تم محاكاة نموذج مصغر لطريق النفق استنادًا إلى استخدام الخرسانة الشفافة في الفجوات بين العوارض لإدخال ضوء الشمس لمحاولة تطويره، ودراسة استخدام الخرسانة الشفافة في أنفاق الطرق (12)ولكنها مكلفة لأغراض أنفاق الطرق

8.2.2 الأنابيب:

يمكن استخدام الخرسانة الشفافة في مادة تصنيع الأنابيب، من أجل دراسة التدفق التفصيلي في الأنبوب. يمكن أيضا تحديد سرعة التدفق أثناء عمليات الضخ وتتبع حركة الجسيمات الفردية أثناء تدفق الأنبوب (7)

3.2 تأثير استخدام العناصر النافذة للضوء داخل خليط الخرسانة:

يستند مبدأ استخدام الخرسانة الشفافة في البناء الحديث كمادة معمارية خضراء على النانو-البصريات مثل الألياف البصرية أو الألياف الزجاجية ذات القطر الكبير. افترض بعض الباحثين عمومًا أن استخدام الألياف البصرية في خليط الخرسانة التقليدي لإنتاج الخرسانة الشفافة قد يكون له نفس خاصية القوة الانضغاطية تقريبًا مثل الخرسانة التقليدية، لذلك، قد لا يضعف التأثير على الأغراض الهيكلية. من ناحية أخرى، فهو يدعم الجانب الجمالي وتوفير الطاقة (6)

تم التحقيق تجريبياً في دراسة لتطوير الأغراض الزخرفية وخصائص القوة للخرسانة النافذة للضوء, الغرض الرئيسي هو استخدام الألياف البصرية المرتبة في طبقات مختلفة في القوالب قبل صب المكعبات لتحديد قوة الخرسانة الانضغاطية خلال أربعة أسابيع. اختبرت هذه الدراسة نسبة خلط (0.45) من الألياف الزجاجية البصرية الموزعة عشوائيًا في مكعب خرساني بحجم 150 مم، وسجلت حوالي 25 N/mm2 قوة انضغاطية بعد 28 يومًا باستخدام آلة اختبار الضغط(CTM) ، وخلصوا إلى أن الخرسانة النافذة للضوء يمكن اعتبارها فعالة هيكليًا مثل الزخرفية عند مقارنتها بالخرسانة التقليدية(15)

اختبرت دراسات أخرى نسبًا مختلفة من حجم الألياف على القوة الانضغاطية للخرسانة الشفافة. تم التحقيق في تأثير الألياف البصرية المستخدمة بدلاً من الأسلاك المعدنية في الخرسانة لزيادة قوتها ومتانتها. تم تصميم هذا العمل التجريبي للخرسانة النافذة للضوء من درجة خليط الخرسانة مع القوة الانضغاطية، بأقطار مختلفة من الألياف البصرية من 0.25 إلى 3 مم بنسبة الخليط (0.4). وخلصوا إلى أن استخدام الخرسانة القائمة على الألياف البصرية يمكن أن يحسن الكفاءة الهيكلية للخرسانة عند مقارنتها بالخرسانة العادية من خلال زيادة القوة الانضغاطية، وتقليل القوة الشدية والانثناء(13)

بالرجوع إلى تأثير نمط ترتيب الألياف البصرية تم تصميم عمل تجريبي للخرسانة النافذة للضوء بثلاثة أنماط مختلفة من ترتيب الألياف البصرية لاختبار خواص القوة للخرسانة النافذة للضوء بناءً على حالة التشقق التي حدثت.

وبالتالي أظهرت النتائج التأثير الكبير لكمية الألياف البصرية وترتيبها على القوة الانضغاطية، خاصة في حالة استخدام نمط الدائرة المركزية. لذلك، يتطلب ذلك تحسين ترتيب الألياف البصرية البلاستيكية في الألواح.

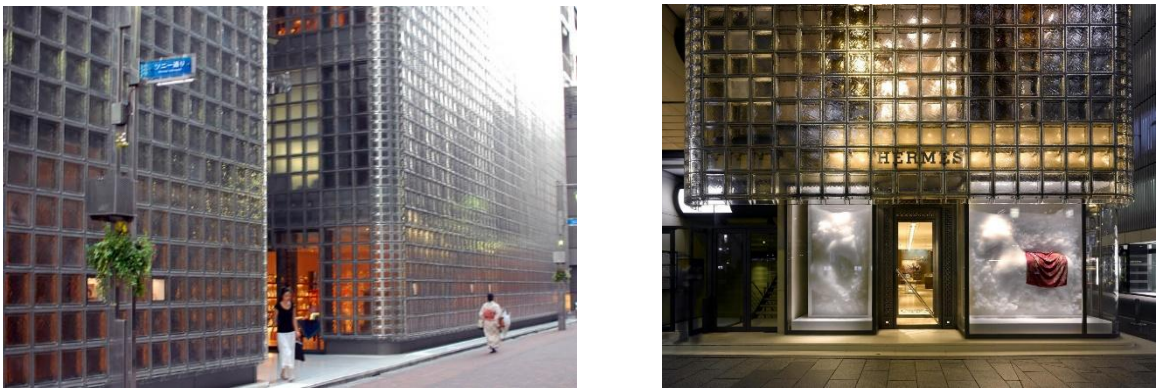
الفصل الثالث

1.3 مباني تم استخدام للخرسانة الشفافة فيها :

تم استخدام الخرسانة الشفافة بنجاح في بعض المباني.

Maison Hermes 1.1.3

أحد هذه المباني التي تم بناؤها باستخدام فكرة الخرسانة الشفافة هوMaison Hermes في طوكيو، اليابان، وقد تم تصميمه من قبل المهندس المعماري رينزو بيانو.



شكل (9) مبنى Maison Hermes

هذا المبنى مبتكر من الناحية التكنولوجية من خلال بنائه بطريقة تطبق أنظمة مقاومة الزلازل التقليدية المستخدمة في المعابد اليابانية على هيكله الحديث إلى جانب إنشاء واجهته. تم استخدام كتل الخرسانة الشفافة بحجم 42.8 × 42.8 × 12 سم بحوالي 13000 قطعة

Pillars of Iberville Veteran's Memorial in Louisiana, USA 2.1.3

مثال آخر على فن الخرسانة الشفافة ,أعمدة نصب تذكاري للمحاربين القدماء في إبيرفيل، لويزيانا، الولايات المتحدة الأمريكية. تم بناء الأعمدة الخمسة هنا التي تمثل الفروع العسكرية الخمسة باستخدام الخرسانة الشفافة التي تعكس قسوة الحرب وقوة الجيش.

شكل (10)Pillars of Iberville Veteran's Memorial

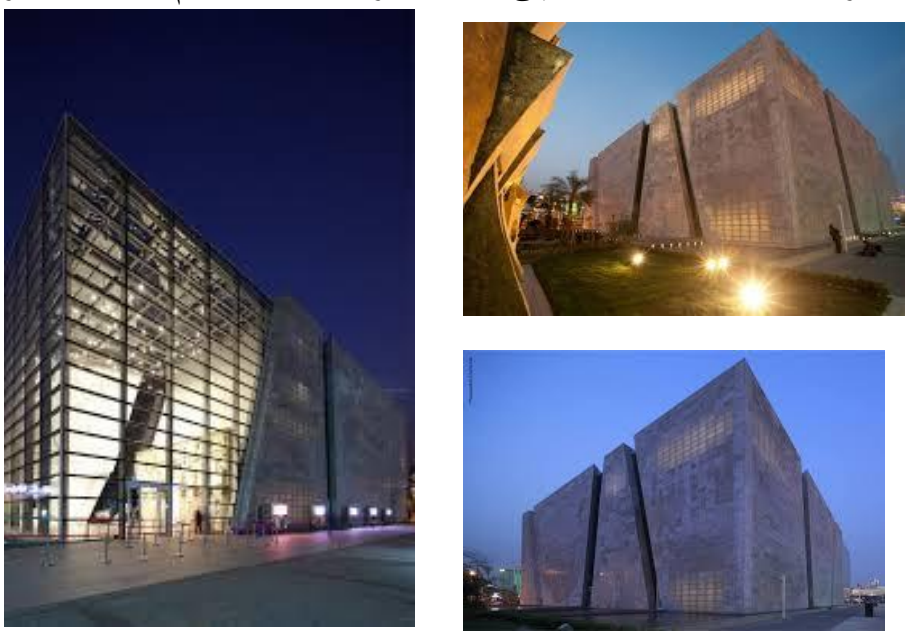
Radhous building in Erfurt, Germany 3.1.3

مبنى Radhous في إرفورت بألمانيا يجذب عملاءه بتصميم مميز للدراجات الهوائية المتوهجة على جداره. تم صنع الواجهة الشفافة للمبنى بطول حوالي 70 مترًا وعرض 6 متر وبين 3 و 8 أمتار ارتفاعًا بالكامل من صفائح البولي كربونات ذات 8 غرف عازلة للغاية، والتي يتم استكمالها جزئيا بزخارف ودوافع من الذهب والفضة.

شكل (11) مبنىRadhous

Italian pavilion at Shanghai World Expo 2010 in China 4.1.3

الجناح الإيطالي في معرض شانغهاي العالمي 2010 في الصين. هنا، تم اعتماد ألواح الخرسانة المسبقة الصب المحمية بإضافة راتنجات بلاستيكية خاصة إلى ملاط مبتكر بدلاً من استخدام الألياف البصرية.



شكل (12) الجناح الإيطالي في معرض شانغهاي العالمي

لتغطية مساحة السطح البالغة 1887 مترًا مربعًا، تم استخدام 3774 لوحًا من الخرسانة الشفافة. كان وزن كل لوح حوالي 50 كجم مع البعد 1 × 0.5 متر و 5 سم سمكًا.

5.1.3 مسجد العزيز في أبو ظبي

هو مثال للمبنى الذي تم بناؤه حديثًا باستخدام تقنية الخرسانة الشفافة. تم افتتاح المسجد في عام 2015 واستخدم الألياف البصرية لنقل الضوء. تم استخدام 1.8 × 1.4 × 0.3 متر من ألواح الخرسانة الشفافة بمساحة إجمالية 525 مترًا مربعًا في هذا المبنى.

شكل (13) مسجد العزيز في أبو ظبي

خلال النهار، تتميز الواجهة الخرسانية لأحدث مشروع مجموعة APG للعمارة والتخطيط، مسجد العزيز في أبو ظبي، بعناصر بارزة من الخط العربي تكتب أسماء الله التسعة والتسعين من القرآن. ومع ذلك، في الليل، يتم تحويل الواجهة التي تبلغ مساحتها 515 مترًا مربعًا، حيث تضيء الكتابة الخرسانية في الظلام. يتحقق التأثير بفضل نظام الألواح الخرسانية الشفافة الذي توفره الشركة الألمانية.LUCEM

تعمل الخرسانة الشفافة المستخدمة في نظام الواجهة بفضل الألياف البصرية، المدرجة كجزء من الركام داخل الخرسانة. في هذا المشروع، تمكنت LUCEM من وضع هذه الألياف وفقًا للرسومات التي أنشأها المهندسون المعماريون وخطاط خبير. من أجل الاندماج مع الألواح الحجرية المستخدمة في أماكن أخرى على واجهة المبنى، تم صبغ الخرسانة المستخدمة لتتناسب مع لون الحجر، وتم تفجير اللوحات لإعطائها الملمس الصحيح. على الرغم من أنه يبدو أن الواجهة مضاءة بواسطة ضوء من داخل المبنى، إلا أن التأثير يتحقق في الواقع من خلال نظام من مصابيح LED مثبتة داخل تجويف الجدار. تطلب ذلك من LUCEM تطوير نظام كابلات متخصص يسمح باستبدال مصابيح LED المعيبة دون إزالة أي من الألواح - حيث يبلغ وزن كل منها أكثر من 300 كيلوجرام.

الفصل الرابع

1.4 الاستنتاجات:

1- الخرسانة الشفافة كمادة ذكية لها مجموعة متزايدة من التطبيقات في مجال التصميم الداخلي و الخارجي ، ويمكنها حل مشاكل الطاقة وتوفير فرصة لمنتجات جديدة تخلق الثروة ويمكن أن يكون لها دور مهم في تصميم الديكور الداخلي المستدام.

2- تجمع الخرسانة الشفافة بين الخصائص بين المرونة والشكل والوظيفة من حيث الجانبين العملي والبيئي، ويمكن استخدامها في التصميم الداخلي للمنازل الذكية.

3- ربط استخدام المواد الذكية وإمكانية تحويل الطاقة لتقديم تصميم داخلي أفضل للمنازل الحديثة مما يجعلها أكثر ملاءمة وراحة وتوفير للطاقة.

4- تتميز الخرسانة الشفافة بخصائص جمالية يمكن استخدامها لأغراض فنية وخيارات تصميم مبتكرة.

5- مقارنة بين الخرسانة الشفافة و الخرسانة االتقليدية:

	الخرسانة الشفافة	الخرسانة االتقليدية
التركيب	يتكون هذا المادة المبتكرة عادة من مكونات الخرسانة القياسية مثل الأسمنت والماء والركام الناعم. ومع ذلك، فإنه يتضمن أيضًا أليافًا بصرية أو أليافًا زجاجية (غالبًا ما تصل إلى 2-5٪ من الحجم) تسمح بمرور الضوء عبر المادة.	تصنع الخرسانة التقليدية من خليط من الأسمنت والماء والركام الخشن (مثل الحصى) والركام الناعم (مثل الرمل). يفتقر إلى أي مكونات مصممة لنقل الضوء.
الجماليات	تُعرف بخصائصها البصرية الفريدة، حيث تسمح الخرسانة الشفافة للضوء الطبيعي بالمرور عبر الجدران مع الحفاظ على السلامة الهيكلية. يخلق هذا الميزة تصاميم مذهلة بصريًا يمكن أن تعزز المساحات الداخلية والخارجية.	لى الرغم من أنه يمكن الانتهاء من الخرسانة التقليدية بطرق مختلفة (منسوجة أو ملونة)، إلا أنها تظهر بشكل عام ككتلة رمادية صلبة لا تسمح بمرور الضوء.
انتقال الضوء	تتمثل إحدى المزايا الرئيسية في قدرتها على نقل ما يصل إلى 82٪ من الضوء المرئي مع الحفاظ على قوة مماثلة للمواد التقليدية. تسمح هذه الخاصية للمهندسين المعماريين بتصميم هياكل أخف وزنًا مع إضاءة محسّنة دون الاعتماد فقط على الإضاءة الاصطناعية.	الخرسانة التقليدية معتمة ولا تنقل أي ضوء مرئي، مما يحد من فرص الإضاءة الطبيعية داخل المباني ما لم يتم توفير نوافذ أو فتحات إضافية.
كفاءة الطاقة	من خلال السماح بدخول المزيد من ضوء الشمس الطبيعي إلى المباني، يمكن للخرسانة الشفافة أن تقلل بشكل كبير من الاعتماد على الإضاءة الاصطناعية خلال ساعات النهار، مما يؤدي إلى توفير طاقة محتمل.	اعتمادًا على خيارات التصميم فيما يتعلق بالنوافذ واستراتيجيات الإضاءة الطبيعية الأخرى، قد تتطلب هياكل الخرسانة التقليدية مزيدًا من الطاقة للإضاءة بسبب عدم قدرتها على استخدام ضوء الشمس المحيط بشكل فعال.

الخصائص الهيكلية	في حين أنها تحتفظ بالعديد من الخصائص الهيكلية المشابهة لخصائص الخرسانة التقليدية - مثل قوة الضغط - فقد تظهر سلوكًا مختلفًا للكسر بسبب وجود الألياف البصرية التي يمكن أن تؤثر على كيفية انتشار الشقوق.	معروفة بقوتها العالية في الضغط ومتانتها تحت ظروف الحمل؛ ومع ذلك، يتطلب التعامل معها بعناية من حيث قوة الشد نظرًا لضعفها بشكل جوهري في الشد بدون تقوية.

2.4 التوصيات:

1. تمثل الخرسانة الشفافة مادة بناء مستدامة ممتازة يمكن استخدامها لتقليل استهلاك الطاقة.
2. يحب توظيفها في مجموعة متنوعة من الطرق المثيرة للاهتمام التي ستغير الهندسة المعمارية والتصميم الداخلي.
3. تعد الخرسانة الشفافة طريقة ذكية لتحسين الضوء واستخدامه.
4. اسخدامها في العديد من التطبيقات في مجال التكنولوجيا الخضراء.

3.4 الخاتمة:

تستخدم الخرسانة الشفافة حيث لا يمكن للضوء الوصول إليها بالكثافة المناسبة. يمكن أن يؤدي استخدام الخرسانة الشفافة إلى تقليل التلوث من خلال تقليل استخدام غازات الاحتباس الحراري المسماة بصمة الكربون والتي تنبعث من استخدام الوقود الأحفوري في الكهرباء. ويمكن استخدامه لأفضل مظهر معماري للمبنى. إنه مادة بناء مستدامة ة يمكن استخدامها لتقليل استهلاك الطاقة. في السنوات القليلة المقبلة، من المؤكد أنه سيتم توظيفه في مجموعة متنوعة من الطرق المثيرة للاهتمام التي ستغير الهندسة المعمارية والتصميم الداخلي. تتميز الخرسانة الشفافة بخاصية حيوية للغاية من وجهة نظر الجمالية، نظرًا لخصائصها الإضاءة، بالإضافة إلى أنها يمكن أن تدمج مفهوم الطاقة الخضراء وتوفير الطاقة. ومع ذلك، فإن العيب الوحيد سيكون تكلفته العالية بسبب ندرة المنتج. ومع ذلك، فإن توفرها آخذ في الازدياد، وتكاليفها آخذة في الانخفاض، كما أنها تصبح أكثر تنوعًا. باختصار، تعد الخرسانة الشفافة طريقة ذكية لتحسين الضوء واستخدامه، فهي مادة ذكية، تعطي إ طريقة ذكية للعيش. لها العديد من التطبيقات في مجال التكنولوجيا الخضراء وهي في مرحلة التطوير. لذلك لديها نطاق واسع في المستقبل.

المصادر

1- Ahuja, A., Mosalam, K. M., & Zohdi, T. I. (2015). An Illumination Model for Translucent Concrete using Radiance. Building Simulation Conference Proceedings. https://doi.org/10.26868/25222708.2015.2309

2- Akshaya B.Kamdi (2013). Transparent Concrete as A Green Material for Building, IJSCER, Vol. 2, No. 3,172-173

3- Bajpai, R. (2014). Application of transparent concrete in construction world. I-manager's Journal on Civil Engineering, 4(1), 6–11. https://doi.org/10.26634/jce.4.1.2731

4- Basma F. Bashbash (2013). Basics of Light Transmitting Concrete, GARJE, Vol. 2(3), pp.076-083, pp 079-083.

5- Bhavin K. Kashiyani, V. R. (2013). A Study on Transparent Concrete: A Novel Architectural Material to Explore Construction Sector . researchgate, 83. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/281178537_A_STUDY_ON_TRANSPARENT_CONCRETE_A_NOVEL_ARCHITECTURAL_MATERIAL_TO_EXPLORE_CONSTRUCTION_SECTOR

6- Covaleov, G. A. (2019). Translucent Concrete. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 362, No. 1, p. 012144). IOP Publishing. doi:10.1088/1755-1315/362/1/012144

7- Günter K. Auernhammer a,b, Shirin Fataei c, Martin A. Hausteind, Himanshu P. Patel a, Rüdiger Schwarzed, Egor Secrieru c, Viktor Mechtcherine (2020). Transparent model concrete with tunable rheology for investigating flow and particle-migration during transport in pipes, Materials and Design 193

8- Han, B., Zhang, L., & Ou, J. (2017). Smart and multifunctional concrete toward sustainable infrastructures. In Springer eBooks. https://doi.org/10.1007/978-981-10-4349-9

9- Jiménez-Muñoz, E., & Fernández-Martínez, F. (2014). Translucent Concrete. Research with Glass, Optical Fiber and Glass Fiber, presented at the Construction and Building Research, Llinares-Millán 2014.

10- Mosalam, K. M., Armengou, J., Zohdi, T. I., Casquero-Modrego, N., Ahuja, A., & Huang, B. (2013). Anidolic Day-Light Concentrator in structural building envelope. Annual International Conference on Architecture and Civil Engineering. https://doi.org/10.5176/2301-394x_ace13.140

11- Neha R. Nagdive, Shekhar D. Bhole (2013). To Evaluate Properties of Translucent Concrete/Mortar and Their Panels, IJRET, Vol. 1, Issue 7, 23-30

12- Peña-García, R. Escribano, L. Gil-Martín, and A. Espín-Estrella, Computational optimization of semi-transparent tension structures for the use

of solar light in road tunnels, Tunnelling and Underground Space Technology, vol. 32, pp. 127-131, 2012. doi: 10.1016/j.tust.2012.06.004.

13- Praveenkumar, R., Goumathy, S., Nomitha, K. M., A, A. R., & Mathew, S. (2017). An Experimental Study on Smart Transparent Concrete, International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology, vol. 6, no. 3. doi: 10.15680/IJIRSET.2017.0603158

14- Paul.S and Dutta.A, Translucent concrete, International Journal of Scientific and Research Publications, vol. 3, no. 10, pp. 1-10, 2013. doi: 10.29322

15- P.M.Shanmugavadivu. (2014). AN EXPERIMENTAL STUDY ON LIGHT TRANSMITTING CONCRETE. International Journal of Research in Engineering and Technology, [1] 03(23

16- Saleem, M., Elshami, M. M., & Najjar, M. (2016). Development, testing, and implementation strategy of a translucent Concrete-Based Smart Lane Separator for increased traffic safety. *Journal of Construction Engineering and Management*, *143*(5). https://doi.org/10.1061/(asce)co.1943-7862.0001240

17- Simon Kwan (2002). Principles of Optical Fibers, San Jose State University Zhou, Z., G. Ou, Y. Hang, G. Chen, and J. Ou (2009). Research and Development of Plastic Optical Fiber Based Smart Transparent Concrete, Proceedings of Smart Sensor Phenomena, Technology, Networks, and Systems, Vol.7293

18- Yadav, S. Shekhar, A. Anand, A. Badal, and B. Zaman, An investigating study on a new innovative material: transparent concrete, International Journal of Engineering Research and Advanced Development, vol. 4, no. 1, 2018. doi: 10.25215/23955163.

19- Zhou, Z., Ou, G., Hang, Y., Chen, G., & Ou, J. (2009). Research and development of plastic optical fiber based smart transparent concrete. *Proceedings of SPIE, the International Society for Optical Engineering/Proceedings of SPIE*. https://doi.org/10.1117/12.816638