

إستخدام الخرسانة الشفافة نحو إستدامة الفراغات المعمارية

عثمان المهدي ناصيف¹، محمد الصغير الفرجاني¹، عبدالرحمن فرج شهران¹

shahran_82@yahoo.com ، mselforgani@elmergib.edu.ly ، otman.nasef@yahoo.com

¹قسم العمارة والتخطيط العمراني ، كلية الهندسة القره بوللي جامعة المرقب الخمس ، ليبيا

المخلص:

تعتبر خصائص المواد الانشائية عاملاً مؤثراً في التشكيل المعماري يجب الانتباه والتريث عند أنتقاءها خلال القرارات التصميمية. الخرسانة شأنها شأن بقية المواد تطورت علي مر السنين فقد تغيرت مواصفاتها مواكبة تطور تقنيات البناء وأساليبه ومذاهبه عبرالسنين. ولما كان استخدام مواد بناء حديثة وصديقة للبيئة تساهم في تقليل الكسب الحراري وتسمح بمرور الاضاءة الطبيعية لتحسين كفاءة استهلاك الطاقة والذي هو احد اهم مبادئ العمارة الخضراء المستدامة ومع التطور التكنولوجي الذي شهدته تلك المواد نتج عنه مواد هدفها التحسين والحفاظ علي البيئة والطاقة إضافة إلبالجانب الإبداعي في العملية التصميمية لتحقيق فكر تصميمي حديث بيئي يتناسب مع المتطلبات البيئية والتي من بينها الخرسانة الشفافة. تكمن المشكلة البحثية في مدى امكانية إستخدام الخرسانة الشفافة في المباني بدلاً عن الخرسانة التقليدية بحيث تساهم في الابداع المعماري عند التصميم المستدام دون التأثير علي وظيفتها الانشائية. انتهج البحث الاسلوب الاستقرائي الاستدلالي في تجميع القراءات وتحليلها واستنباط النتائج منها. حيث ركزت الدراسة علي تجميع البيانات عن متغيرات وعوامل الدراسة من خلال الدراسات السابقة وتحليل المادة العلمية التي تم تجميعها والاستدلال علي العلاقة بين متغيرات الدراسة. توصلت الدراسة الي نتائج أن مادة الخرسانة الشفافة يمكن ان تلعب دوراً في تحسين مستويات الاضاءة داخل الفراغات المعمارية. كما يمكنها من تحسين البيئة الداخلية بحيث تكون مستدامة. أوصت الدراسة ببعض التوصيات التي من شأنها ان تعزز استخدام الخرسانة الشفافة في المباني لتحقيق استدامة للمباني من خلال تحسين كفاءة الطاقة والبيئة الداخلية للمبني.

الكلمات الافتتاحية : الخرسانة الشفافة ، المباني المستدامة أو الخضراء، التشكيل المعماري ، الابداع المعماري

1. مقدمة

الخرسانة التقليدية مصنوعة بمزيج من الرمل والأسمنت والماء معتمة، أما الخرسانة الشفافة مصنوعة من الأسمنت والرمل الناعم للغاية والآلاف من الألياف الضوئية المقواة بالخرسانة والتي تسمح بنفاذية الضوء المار عبرها. تعتبر مادة الخرسانة الشفافة من المواد المثيرة للاهتمام لما لها من تطبيقات متنوعة وعديدة والتي تجعل كلا من التصميم الداخلي والخارجية تتميز بالإبداع والأصالة. مؤخراً مع تزايد الاهتمام بتظمين متطلبات الاستدامة في المباني برزت عدة دراسات تناولت مدى الاستفادة من مواد البناء والعمل علي تحسين خصائصها للاستفادة منها في استدامة المباني. احد افاق استخدام الخرسانة الشفافة المحتملة هي امكانية الاستفادة منها في تحسين مستوى جودة البيئة الداخلية للمباني بتضمينها في عناصر المبني المعمارية والانشائية.

2. المشكلة البحثية وتساؤلات البحث

تكمن المشكلة البحثية في عدم معرفة الي أي مدى فاعلية توظيف الخرسانة الشفافة وتعديل خصائصها من شأنها تحسين مستوى جودة البيئة الداخلية للمباني وبالتالي مستوي استدامتها. والتي منها يمكن اشتقاق تساؤلات البحث التالية:

- أ- ماهي خصائص الخرسانة الشفافة التي تساهم في اعتبارها من المواد الخطراء والمستدامة؟.
- ب- مدى توفر المواد والتقنيات اللازمة لانتاج الخرسانة الشفافة؟.
- ت- ماهي أوجه الاستفادة من الخرسانة الشفافة في تحسين البيئة الداخلية للمباني نحو استدامة المباني؟.
- ث- ماهي الصعوبات وعوائق إستخدام الخرسانة الشفافة لتحسين مستوى جودة الفراغات الداخلية؟.

3. أهداف البحث

يهدف البحث بشكل رئيسي الي معرفة مدى امكانية إستخدام الخرسانة الشفافة في المباني بليبيا لتحسين جودة الفراغات الداخلية للمباني. من هذا الهدف إنبثقت عدة اهداف ثانوية نحو تحقيق الهدف الرئيسي وهي :

- أ- التعرف علي خصائص الخرسانة الشفافة والتي ترتبط بتحسين خصائص عناصر المبني والتي تساهم في تحسين مستوى جودة البيئة الداخلية للمباني.
- ب- التعرف علي مدى توفر المواد الداخلة في تصنيع الخرسانة والتقنيات اللازمة لتصنيعها. والامكانيات اللازمة لانتاجها.
- ت- التعرف علي اوجه الاستفادة من إستخدام الخرسانة الشفافة في تحسين البيئة الداخلية للمباني .
- ث- التعرف علي اهم الصعوبات والعوائق التي قد تواجه اطراف المشروع من استخدام الخرسانة الشفافة.

4. منهجية البحث

ينتهي البحث في هذه الدراسة المنهج الوصفي التحليلي من خلال الدراسات السابقة والقليلة في الخرسانة الشفافة. إضافة الي دراسة وتحليل بعض النماذج والمشاريع المعمارية التي استخدمت هذه المادة " الخرسانة الشفافة" بهدف الوصول الي اهداف البحث.

5. الدراسات السابقة

5.1. خصائص وتقنيات الخرسانة الشفافة

5.1.1. مفهوم الخرسانة الشفافة

الخرسانة الشفافة هي احد انواع الخرسانة وهي مادة من مواد البناء التي تتميز بخاصية انتقال الضوء من خلالها بسبب وجود الألياف البصرية في خليط الخرسانة كأحد المكونات وهي تقنية جديدة مختلفة عن الخرسانة العادية تسمح بالمزيد من الضوء وتعتبر أقل وزنا مقارنة مع الخرسانة العادية تستخدم مصدر ضوء الشمس بدلا من استخدام الطاقة الكهربائية ويمكن استغلالها لتقليل الحمل على مصادر الطاقة الغير متجددة. تتكون من 96 % خرسانة و 4 % من الألياف الزجاجية ونظرا لصغر نسبة الألياف الزجاجية المستخدمة يساعد ذلك على الذوبان في الخرسانة حتى لا تعيق السلامة الهيكلية للخرسانة وتتميز الخرسانة بالقوة والشفافية وتأتي في صورة مسبقة الصب في كتل أو بلوكات مختلفة الأحجام والأشكال (Kashiyani, B.K., et al.,2013).

5.1.2. مكونات وخصائص الخرسانة الشفافة

المواد الأساسية التي تستخدم في صنع الخرسانة الشفافة هي تتكون من جزئين الاول هو الخرسانة العادية بمكوناتها الاساسية الاسمنت وحبيبات الرمل بقطر لايزيد عن 1.18 مم والمياه النقية مع ما تتميز به من كونها مادة خام منخفضة التكلفة إلى جانب عملية إنتاجها البسيط والمادة الثانية هي الألياف البصرية في حدود لايتعدى من 4- 5 % من حجم الخرسانة التي لها خاصية توجيه ونقل الضو من خلالها بدون التأثير ونقل الحرارة والتي يعيها الكلفة العالية (Kadam,2017). كما يمكن معرفة اهم الخصائص الفيزيائية للخرسانة الشفافة من الجدول رقم 1.

جدول رقم 1 : يوضح خصائص وحدات الخرسانة الشفافة من شركة ليتراكون

المنتج " الخرسانة المسلحة	خصائص عينات الخرسانة الشفافة
بلوك مسبقة الصنع	الشكل
% ألياف بصرية 4 % & خرسانة 96	المكونات
kg/m2 2400-2100	الكثافة
x 300 mm 600	(مقاس القطعة) البلوك
mm500-25	السماكة
الأبيض - الأسود الرمادي	اللون
عضوي	توزيع الألياف

التشطيب النهائي	مصقول
قوة الضغط	:N/mm ² 50
الانحناء وقوة الشد	N/mm ² 7

المصدر: (Kadam,2017)

أما تصنيع الخرسانة الشفافة فهو شبيه بتصنيع الخرسانة العادية، حيث يتم صب من 2 إلى 5 طبقة من الخرسانة العادية ثم طبقة من الآلاف من خيوط الألياف البصرية لنقل الضوء الطبيعي أو الصناعي في جميع الأماكن المغلقة من خلال الكتل الخرسانة الشفافة بحيث تسير الألياف موازية لبعضها البعض فتعمل على نقل الضوء بشكل فعال بحيث لا يكون أي فقدان للضوء الذي يعبر الألياف مع إمكانية رؤية الألوان من خلال الخرسانة وهنا باستطاعتنا التحكم بزيادة الضوء أو تقليله (Chung,2000).

5.1.3. مميزات الخرسانة الشفافة

للخرسانة الشفافة العديد من المزايا الا ان الخاصية الاهم هي إمكانية نقل الضوء وبالتالي يمكن استخدامها في العمارة الخضراء لنقل الضوء الطبيعي والاعتماد عليها بدلاً من الضوء الصناعي مما يوفر تكلفة الطاقة العالية ولكن هناك مزايا اخرى لهذا النوع من الخرسانة منها انها تعمل كعازل حراري مما يمكن الاستفادة منها في تحقيق الراحة الحرارية وتحسين البيئة الداخلية في المباني وتقليل كمية الطاقة المستهلكة في التبريد والتدفئة.

كما يمكن الاستفادة مظهرها الجذاب في تشكيل كتل وواجهات الأبنية مع إمكانية دمج الطبيعة في التصميم الداخلي وأقوى بكثير من المكعبات الزجاجية وأخف وزناً بمقدار 30% من الخرسانة التقليدية و أكثر مقاومة للتشققات. كما انها أقل انبعاث للطاقة وتعتبر من الخامات المستدامة وتصنف الخرسانة الشفافة على أنها من المواد التي تحمي من الحرائق و تتميز بمقاومتها العالية للأشعة فوق البنفسجية (Sawant,et.al, 2012; Sharma & Gupta, 2018).

5.1.4. عيوب الخرسانة الشفافة

مقارنة بالمزايا الكثيرة لهذه الخامة تكاد تخلو من العيوب عدا انها تعتبر مكلفة جدا بسبب وجود الألياف الزجاجية البصرية كما انها تحتاج الى عمالة ماهرة ومتخصصة. كما أن شكل الإضاءة العابرة من الخرسانة يعتمد بشكل كلي على تموضع أنابيب الألياف الضوئية داخل الخلطة الخرسانية (Sawant,et.al, 2012; Sharma & Gupta, 2018).

5.1.5. تقنيات الخرسانة الشفافة في تحسين جودة الفراغات الداخلية

في عام 2001 بالمجر تمكن المعماري Áron Losonczى من الحصول على التأثير الشفاف من خلال الانتشار في مزيج الخرسانة بنسبة 5% حسب حجم الألياف الضوئية الزجاجية (قطرها من 30 إلى 100

ميكرومتر) ، أو من البلاستيك (من 0.5 إلى 2.5 مم) مع ثلاثة توزيعات مختلفة محتملة للألياف (عشوائية ، مرتبة أو على شكل شعاع). كما يوضح الشكل رقم (1) هذه الخرسانة قادرة على نقل الضوء من خلال سماكة العنصر المنتج من الطوب الصغير إلى البلاطة الكبيرة. ونظرًا لأن الألياف الضوئية تنقل الإشعاع على مسافات طويلة، يمكن أن يصل سمك الجدار أيضًا إلى مترين دون أي خسارة خاصة لشدة الضوء فقد أظهرت التجارب أن الضوء المرسل هو الذي يضرب العنصر بشكل عمودي ويقل بنسبة 10 ٪ في 20 عامًا ، ويقل من القيمة الأصلية البالغة 70 ٪ إلى نسبة 60 ٪. يتم إنتاج الخرسانة الشفافة من وحدات وعناصر مسبقة الصنع نظرا لهشاشة الألياف البصرية والذي مع ذلك لا يقلل إلى حد كبير من القوة الميكانيكية للخرسانة. التحكم في نمط الضوء عبر الخرسانة الشفافة يعتمد على بنية الألياف الزجاجية حيث يمكن أن تستخدم الألياف لخلق أنماط فنية كإنشاء حروف أو صور توضيحية "أنماط الخلفية" في الخرسانة مع بقاء الألوان والضوء بشكل متقارب ملحوظ على إنشاء كائنات ثلاثية الأبعاد ساعدت تكنولوجيا من زيادة الاداء الحراري والحصول علي جدران شاكولية عازلة حراريا كما اتاحت براءة الاختراع تتمتع بخصائص شفافية كافية (Dinesh, et.al,2016).



شكل رقم (1): توضح شكل وتموضع بالألياف الزجاجية في الخرسانة

المصدر: (Sharma & Gupta,2018)

كما يمكن ربط طبقتين داخليتين من الخرسانة الشفافة بطبقة عازلة داخلية بحيث يجب أن تتمتع بخصائص شفافية كافية ادى الي تكنولوجيا تصنيع الخرسانة الشفافة بحيث تعمل الخرسانة الشفافة كمنج صديق للبيئة يتميز بالقوة وخاصة العزل المائي الحراري والصوتي بأقل تكلفة واطول عمراً من الحلول والمعالجات التقليدية السائدة الامر الذي يجعلها من المواد المستدامة كما بالشكل رقم (2).



شكل رقم (2): توضح تموضع الاليف الزجاجية في الخرسانة

المصدر: Sharma & Gupta, 2018

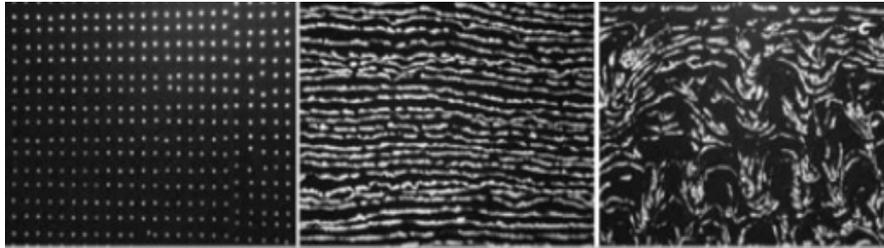
اما في جانب الابداع المعماري فأن الخرسانة الشفافة عن طريق مرونة التقنيات المستخدمة في تصنيعها توفر امكانية اختيار تنوع في الاقطار وبنقشات مختلفة وتصاميم متنوعه كما في الشكل رقم (3) (Sharma & Gupta, 2018).

أ-خرسانة شبه الشفافة ذات التوزيع المنتظم

ب-خرسانة شبه الشفافة ذات التوزيع العشوائي

ح-خرسانة شبه الشفافة ذات نقشات

د- خرسانة شبه الشفافة ذات اشكال وصور وكلمات.



شكل رقم (3): خرسانة شفافة بنقشات مختلفة

المصدر: Sharma & Gupta, 2018

5.2. جودة البيئة الداخلية واستدامة المباني

مستوى جودة البيئة الداخلية يعتبر من العوامل التي تلعب دوراً مهماً في مستوى مخرجات التصميم المستدام، وبالتالي استدامة البيئة العمرانية ككل. أن مفردات وعناصر المتمثلة في مدي استخدام الاضاءة والتهوية الطبيعية و الحد من انبعاثات غاز ثاني اكسيد الكربون او انبعاث الغازات ذات السمية والتحكم في الرطوبة والارتياح الحراري وغيرها من المفردات التي تتعلق براحة المستعملين داخل الفراغات المعمارية. في دراسة اجراها Kamdi سنة 2019 اوضحت بالرغم من ان معدل تضمين متطلبات جودة البيئة الداخلية للفراغات كان متوسطاً في مجمله مقارنة بمتغيرات الدراسة الاخرى الا ان المتغيرات لم تكن في المستوى الذي يمكن ان يحقق مستوى جودة مقبولة لدي المستعمل وخاصة ان متغير الارتياح الحراري والتحكم في انبعاثات الغازات ودرجة السطوح كان ضعيفاً.

كما اشارت دراسة قام بها (Shafii and Othman, 2007) لدراسة مدي توفر المواد الصديقة للبيئة أو المستدامة وامكانية الاستفادة منها في تحقيق استدامة المباني، توصلت الدراسة الى ان توفر المواد المستدامة قد تكون سبباً رئيساً في تدني مستوى مخرجات التصميم المستدام. كما يجب علي فرق التصميم تطوير خصائص المواد وتهيئتها لتلائم البيئة الخارجية والداخلية لتعمل علي تحسين جودة الفراغ الداخلي وتعويض الشح في الموارد والمواد الطبيعية المستدامة.

6. التحليل والمناقشة

يعتبر استخدام الخرسانة الشفافة في البناء احدي توجهات التصميم والبناء المعاصر لما يحتاجه من تقنيات حديثة ومايكتنفه من مميزات يطمح المهتمين بالبناء من تحقيقها ومن اهمها متطلبات الاستدامة في المباني بحيث يتم المحافظة علي الموارد وتقليل الاثر البيئي الناتج من المباني . في هذا السياق ولمحدودية البحث سوف نتناول النماذج بالتحليل والنقاش بما يكفل تحقيق اهداف البحث والتي تتحور في دور الخرسانة الشفافة في تحسين جودة البيئة الداخلية. تحليل بعض المشاريع المعمارية التي استخدمت فيها الخرسانة الشفافة

6.1. تصميم جناح حديقة زيوريخ، سويسرا

الفكر التصميمي لهذا الجناح هي " تأثير نفاذ الضور ونقل الأشكال والظلال " بإنشاء بناية بسيطة بحديقة تمثل وحدة جلوس بحيث يكون الجلوس بداخلها يتسم بالهدوء مع الثراء التصميمي للبناية ويتحقق ذلك من خلال اختيار واستخدام خامة الخرسانة الشفافة حيث تتناسب طبيعة هذه المادة وخصائصها حيث الشفافية وإمكانية انتقال الألوان والأشكال والحركات والظلال للجالس بداخلها وكأنه ينظر إلى حديقة تتألف من النباتات والكائنات الحية ومع تغيير الوقت والساعة خلال اليوم تتغير طبيعة أسطح البناية من الطبيعة المصمتة الصلبة إلى

الشفافية التي تسمح بالتواصل بين البيئة الداخلية والخارجية والربط بينها حيث تضاء الجدران في الليل مع إعطاء الانطباع بخفة وزن البناية كما بالشكل رقم (4).

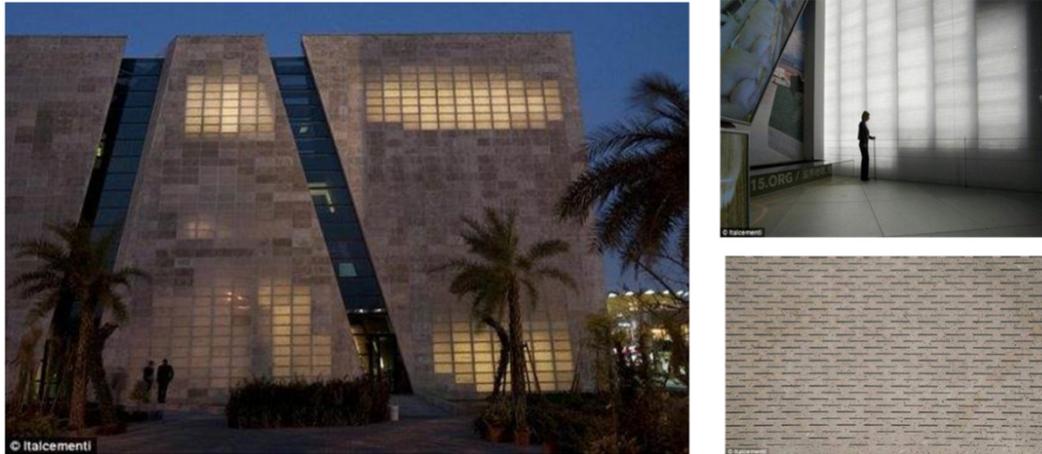


شكل رقم (4): توضح اثر الخرسانة الشفافة قبل وبعد وجود الاضاءة

المصدر: التصميم الداخلي. 2019

6.2. مبنى الجناح الايطالي

انشئ هذا المبنى في معرض اكسبو 2010 م للمعماري جيامباولو امبريغي بشنجهاي- الصين، كما يظهر في الصور التالية هو عبارة عن بناية مبنية بالخرسانة الشفافة بارتفاع 18 متر و 40% من جدران مبنية من مادة يعبر منها الضوء ليصبح المبنى اشبه بنافذة كبيرة فيستخدم اضاءة داخلية اقل و يتم التوفير بالطاقة.



الشكل رقم (7): مبنى الجناح الايطالي

المصدر: (Technology Materials Interior Design, 2019)

يبدو التصميم للوهلة الاولى كما في الصور رقم 00 و 00 كأنه كتلة مربعة رمادية ضخمة ذات حدود مغمقة، ولكن بعد التركيز يتوضح أن هيكل المربع مقسم بأقسام غير نظامية اثنتي عشر كتلة ملتصقة مع

بعضها بجوائز فولاذية مما يجعل صالات العرض مرئية، وإذا لزم الامر يمكن تفكيك الهيكل واعادة بنائه مرة اخرى . طبيعة الخرسانة الشفافة استغلها المعماري من خلال الحوائط والاسقف في استغلال الاضاءة الطبيعية بشكل فعال رغم اتساع وعمق الفراغات الداخلية ومع تحسين امكانية الحوائط الخارجية في العزل الحراري مما ساهم في تقليل تكلفة التبريد وذلك بأستخدام الكتل الخرسانية الشفافة العازلة. بالاطافة الي تحقق متطلباً اخر للاستدامة متمثلاً في امكانية فك واعادة تركيب المنشأة في مكان اخر.



الشكل رقم (8): مبنى الجناح الايطالي

المصدر: Technology Materials Interior Design, 2019



الشكل رقم (9): مبنى الجناح الايطالي

المصدر: Technology Materials Interior Design, 2019

6.3 مسجد عبدالعزيز

نقد هذا المسجد في مدينة أبو ظبي-الإمارات تتجلى الخرسانة الشفافة في مسجد العزيز كما بالشكل رقم (10)

في واجهات مساحتها 550 م²، وتكمن فكرة هذه الواجهات في أنها في النهار تبدو طبيعية تماماً كما أنها محفورة على الخرسانة، لكن في الليل تتجلى أسماء الله الحسنى الـ 99 بأبهى إطلالة وكأنها مصابيح وليست خرسانة مما يضفي الكثير من الشعور بالروحانية والايمان ويعود الفضل لذلك بعد الله عز وجل إلى الألياف الضوئية الموضوعه باحترافية تامة داخل الخرسانة، إذ تم وضع الألياف بتناسق شديد مع نقش الخطاط لأسماء الله الحسنى.



الشكل رقم (10) : مسجد عبدالعزيز

المصدر: الفن و العمارة الإسلامية , 2019

كما بالصور رقم 10 و 11 قد يبدو لك للوهلة الأولى أن هذه الواجهات حجرية ، بل هي خرسانة شفافة، صممت خصيصاً لكي تبدو كحجر بناء باقي المسجد، عن طريق إعطاء الإسمنت هذا اللون المحمر وبعد ذلك ضربت الخرسانة بالرمل لكي تصبح ذات ملمس خشن تم استعمال أضواء الليد خلف هذه الواجهات الخرسانية لكي تبدو أسماء الله الحسنى في الليل كأنها مصابيح وليست خرسانة، أما في النهار تعود لشكلها الطبيعي خلف هذه الواجهات الخرسانية لكي تبدو أسماء الله الحسنى في الليل كأنها مصابيح وليست LED شكل(11) يوضح استعمال أضواء الخرسانة، أما في النهار تعود لشكلها الطبيعي.



شكل رقم (11): مسجد عبدالعزيز

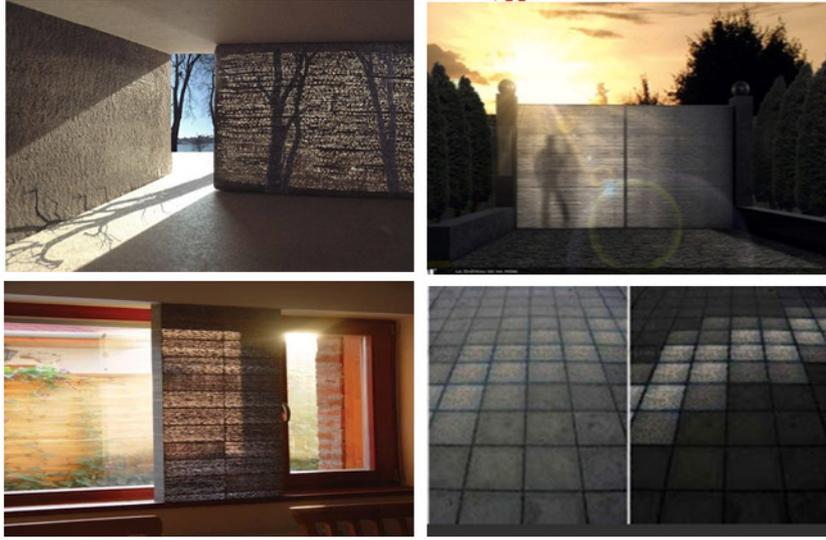
المصدر: الفن و العمارة الإسلامية 2019 ،

6.3. تطبيقات معمارية للخرسانة الشفافة

تستعمل الخرسانة الشفافة في العديد من التطبيقات منها:-

1. في الجدران الخارجية (وحدات بنائية، الواح) حيث تستخدم كجدران حاملة علي الواجهات الخارجية او تغليف الجدران الخارجية. (فتكون الإنارة من خلال الجدران مما يعطي إضاءة داخلية عالية خلال أيام النهار لذا سوف يتغير فلسفة توزيع الغرف تبعا لذلك (شرقية أو غربية) حيث أن الأشعة (شروق أو غروب) سوف تدخل خلال ألياف بزواوية قليلة مما سيعطي كمية إضاءة اكبر). انظر الشكل رقم (12).
2. في السلالم وفي السقوف و السقوف الثانوية (بألوان مختلفة ونقشات حسب الطلب) وقد تم انتاج الواح خفيفة الوزن.
3. الارضيات والطرق والمماشي لإنارتها من الأسفل حيث يمكن جعل العلامات المرورية أكثر فعالية. انظر الشكل رقم (12) ويمكن استخدام خلايا الطاقة الشمسية معها لزيادة فاعليتها واقتصاديتها.
4. توفير انارة طبيعية اضافية مما يعطي انطباع بمساحة واسعة كما انه اصبح في الامكان الحصول علي الاضاءة الطبيعية من خلال جدران الغرف التي تطل علي اطلالات غير مرغوب بها سواء كانت تلوث بصري او بيئي.
5. ارضفة المطارات ومطبات اصطناعية في مواقف السيارات حيث أنها ستضيء بسقوط شعاع مصابيح السيارة عليها.

6. في التصميم الداخلي في حيث يمكن أن تستخدم في الأثاث لأغراض ديكور كعمل الطاولات في مكاتب الاستعلامات للفنادق والمطاعم والشركات والدوائر وبعض القواطع في البيوت لإعطاء منظر إبداعي وجمالي عن المكان الذي تستخدم فيه. انظر الشكل رقم (12)
7. امنيا حيث ان هذا النوع من الخرسانة يمتلك خاصية تدمج قوة الخرسانة بشفافية الزجاج وهذا يوفر امكانية الاستغناء عن النوافذ في الاماكن التي يجب تحصينها مثلا في السجون والبنوك وغيرها.
8. استخدام الخرسانة الشفاف كعازل حراري وعازل للصوت جيد.
9. في تأسيسات الإنارة في المرافق العامة وا نارة مخارج الطوارئ تحت الأرض حتى في حال تعطل الكهرباء خاصة في النهار.



شكل رقم (12): بعض استخدامات الخرسانة الشفافة

المصدر: التصميم الداخلي. 2019

7. النتائج:

- الخرسانة الشفافة هي احدى الطرق الذكية للتطور المعماري والجمالي للمباني.
- الألياف الضوئية المستخدمة لنقل الضوء لا تؤثر بشكل كبير على قوة الخرسانة ووزنها.
- يمكن استخدام الخرسانة الشفافة في العديد من المشاريع والمباني الخضراء المستدامة لتوفير الطاقة المستهلكة في المباني من خلال تخفيض الطاقة المستهلكة في الاضاءة والتدفئة والتبريد.
- يمكن استخدامها في تحقيق استدامة المباني من خلال تحسين الاضاءة الداخلية والتحكم في شدة الاضاءة داخل الفراغات واستغلالها في تحقيق وظائفه.

- الخرسانة الشفافة عكس الخرسانة التقليدية تساهم بشكل فعال في تقليل الكسب الحراري للحوائط من خلال امكانية اضافة عوازل الحرارة البينية مما تساهم في الرفع من مستوى جودة الفراغات الداخلية بتحقيق الراحة الحرارية داخل المباني.
- الخرسانة شفافة تحقيق الاستفادة والاستغلال الأمثل للضوء كما ان خاصية انتقال الضوء عبر الخرسانة الشفافة يتوقف على نسبة حجم الألياف الضوئية المتواجدة بخليط الخرسانة وتغير طبيعة المباني الخرسانية داخليا وخارجيا مع إعطاءها الشعور المتجدد من التهوية والضوء بدلا من الظلام والإحساس بأنها خامة ثقيلة
- الخرسانة الشفافة لا تفقد قوتها بالمقارنة مع الخرسانة العادية وأيضا لديها خاصية حيوية للغاية من الناحية الجمالية للعرض
- الخرسانة الشفافة تقاوم الآثار الغير ملموسة مثل التأثيرات الكهرومغناطيسية كما تعمل الخرسانة الشفافة على خفض انبعاث الكربون الذي يمثل ضرر على البيئة ومن هنا يمكن أن تعامل على أنها واحدة من المواد عالية الأداء
- الكتل الخرسانية الشفافة يمكن استخدامها في العديد من التطبيقات وتنفيذها في عدة أشكال ولكن العيب الوحيد تكلفتها العالية .
- الخرسانة الشفافة تمثل المستقبل من خلال أنماط البناء الذكية، لا تزال قيد البحث والتطوير

8. التوصيات:

- توصى الدراسة بضرورة الاهتمام بالبحث والتطوير بشأن تقنيات صناعتها وتكاملها مع مواد البناء التقليدية والعمل علي تخفيض تكلفة الانتاج بحيث تصبح أكثر شيوعا .
- الاهتمام بالتطبيقات العديدة للخرسانة الشفافة للاستفادة من الخصائص الوظيفية والتصميمية لها في عناصر المبني الخارجية او في الفراغات الداخلية مع ضرورة اكتشاف استخدامات وتطبيقات جديدة أكثر باستخدام هذا النوع من الخرسانة.
- استخدام الخرسانة الشفافة في التطبيقات الخاصة بالعمارة الخضراء المستدامة حيث تساهم في توفير الطاقة والاضاءة الطبيعية والعزل الحراري والمرونة في توفير الفراغات وسهولة اعادة الاستخدام .

9. المراجع:

Kashiyani, B.K., et al., *A Study on Transparent Concrete: A Novel Architectural Material to Explore Construction Sector*. International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT), 2013.2(8): p. 83-87.

- Bashbash, B. F., Hajrus, R. M., Wafi, D. F., & Alqedra, M. A. (2013). Basics of Light Transmitting Concrete. *Global Advanced Research Journal of Engineering, Technology and Innovation*, 2(3), 76-83.
- Chung., D. D. L. (2000). Cement reinforced with short carbon fibers: a multifunctional material. *Composites (Vol. bart B, pp. 511-526)*
- Kadam, O. (2017). Translucent Concrete. *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE)*, 14(3), 18-31.
- Sawant, A. B., Jugdar, R. V., & Chougule, V. P. (2014). EXPERIMENTAL WORK ON LIGHT TRANSMITTING CONCRETE BY USING OPTICAL FIBER. *International Journal of Advanced Technology in Engineering and Science*, 2(12).
- Sharma, B., & Gupta, A. (2018). An Overview on Transparent Concrete. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 5(7).
- Kamdi, A. B. (2013). TRANSPARENT CONCRETE AS A GREEN MATERIAL FOR BUILDING. *International Journal of Structured and Civil Engineering Research*, 2(3).
- Shafii, F., & Othman, M. Z. (2007, 27-29 June 2007). *Sustainable Building in the Malaysian Context*. Paper presented at the The International Conference on Sustainable Building Asia, Seoul, Korea.
- Dinesh W. Gawatre, Suraj D. Giri, & Bande, B. B. (2016). Transparent concrete as an eco-friendly material for building. *International Journal of Engineering Science Invention*, 5(3), 55-62.
- Technology Materials Interior Design,. (2019), from <https://techmaterials.wordpress.com/2011/09/15/translucent-concrete/>, from <https://muslims-res.com/>. 2019. الفن و العمارة الإسلامية.
- , from http://shade.ms/portfolio_type/portfolio/ 2019 التصميم الداخلي