توظيف حجر البازلت في الفراغات الداخلية بالمدينة المنورة لتحقيق الراحة البيئية

Utilizing Basalt Stone in Interior Spaces in AL Madinah AL Munawwarah to Achieve Environmental Comfort

أ.م.د/ حنان سليمان عيسى محمد
أستاذ مساعد قسم التصميم الداخلي - جامعة طيبة
أستاذ مساعد قسم الهندسة المعمارية - كلية الهندسة بالمطرية جامعة حلوان
Assist.Prof.Dr. Hanan Suliman Eissa Mohammed
Assistant Professor, Department of Interior Design, Taibah University - Department of Architectural Engineering, Faculty of Engineering, Helwan University
hanan_mohamed01@m-eng.helwan.edu.eg
الباحثة / أروى عبد الواحد نعمان عبد الله
بكالوريوس التصميم الداخلي – كلية التصاميم والفنون جامعة طيبة
Researcher/Arwa Abdulwahid Noman Abdullah
Bachelor of Interior Design - College of Designs and Arts, Taibah University
Arwa.bsg@gmail.com

الملخص:

تحتاج خامة حجز البازلت المتوفرة بالمدينة المنورة الى إبراز مميزاتها كخامة بيئية والاستفادة منها كمورد محلي، وذلك له أهمية كبيرة في تقليل تكاليف البناء والتعامل مع المشكلات الحرارية التي ترفع من استهلاك الطاقة واستغلاله في التصميم الداخلي والمعماري.

حيث تفترض هذه الدراسة على أن استخدام الخامات المحلية مثل حجر البازلت في الفراغات الداخلية يعمل على تحقيق الراحة البيئية، وابتكار خامات جديدة منه تساهم في خلق خامات مستدامة تساهم في حل مشاكل بيئية، واستخدامه في العمارة والتصميم الداخلي يساهم في خلق فرص ومجالات جديدة للباحثين والمصممين والمعماريين، كما يزيد من الناحية الجمالية ويحقق الارتباط بهوية المدينة المنورة.

تهدف هذه الدراسة إلى وضع أسس ومنهجية للاستفادة من حجر البازلت في الفراغات الداخلية، والبحث في امكانية ابتكار خامة جديدة تحقق راحة بيئية للفراغات الداخلية، وذلك من خلال اتباع عدد من المنهجيات.

المنهج الوصفي – التحليلي في التعرف على حجر البازلت والتعرف على استخداماته في عمارة المدينة المنورة قديماً، وعمل مقابلات مع خبراء ومختصين في مجال الجيولوجيا والعمارة والتصميم الداخلي، للتحقق من إمكانية حجر البازلت في تحقيق الراحة البيئية في الفراغات الداخلية.

صياغة نموذج التحليل الرباعي SWOT Analysis لفعالية استخدام حجر البازلت في العمارة والتصميم الداخلي واستحداث الخامات من خلال الدراسة النظرية وتحليل المباني والمقابلات.

المنهج النوعي في تحليل النماذج المعمارية ميدانياً ودراستها للوصول إلى معلومات وملاحظات حول إمكانية تحقيق حجر البازلت للراحة الحرارية في الفراغات الداخلية.

وتوصلنا في هذه الدراسة أن حجر البازلت له العديد من الخصائص التي تجعل منه مادة خام مناسبة للاستخدام في الفراغات الداخلية والواجهات الخارجية، يحقق العزل الحراري والصوتي والضوئي، شكله الطبيعي يميز عمارة المدينة المنورة عن

بقية المناطق، استحدثت منه خامات سهلة التصنيع لا تتطلب لطاقة عالية أثناء تصنيعها مثل الصوف الصخري وركام البازلت والألياف البازلتية.

الكلمات المفتاحية:

حجر البازلت، مواد محلية، راحة بيئية، استحداث خامات، المدينة المنورة.

Abstract:

The basalt stone material available in Al-Madinah needs to highlight its features as an environmentally- friendly material and its utilization as a local resource.

This holds a significant importance in reducing construction costs and dealing with thermal issues that escalate energy consumption. Its use in interior and architectural design is crucial. This study assumes that employing local materials like basalt stone in interior spaces contributes to environmental comfort.

Innovating new materials from it aids in creating sustainable materials that address environmental problems.

Its utilization in architecture and interior design contributes to creating new opportunities and fields for researchers, designers, and architects.

Additionally, it enhances aesthetics and establishes a connection with Al Madinah's identity.

This study aims to establish foundations and methodology for utilizing basalt stone in interior spaces. It explores the possibility of creating a new material that ensures environmental comfort within these spaces.

This involves employing several methodologies, such as:

Descriptive-analytical method:

By Identifying basalt stone, its historical uses in Al Madinah's architecture and conducting interviews with geological, architectural, and interior design experts.

Formulating a SWOT analysis model to assess the effectiveness of using basalt stone in architecture and interior design, as well as creating new materials through theoretical study, building analysis and interviews.

Qualitative method: Analyzing architectural models in the field to gather insights and information about basalt stone's potential ability of providing thermal comfort in interior spaces.

This study concludes that basalt stone possesses numerous properties that make it a suitable raw material for usage in interior spaces and external facades.

It provides thermal, acoustic, and optical insulation.

Its natural form distinguishes Al Madinah's architecture from other regions.

Moreover, it has led to the creation of easily manufactured materials, such as rock wool, basalt aggregate and basalt fibers which do not require high energy during production.

Keywords:

Basalt stone, local materials, environmental comfort, development of materials, Medina.

المقدمة:

لأننا من الأرض وإليها ننتمي، ولأن لكل مدينة طبيعة خاصة بها، تميزها و تميز عمارتها، و تربطنا بتاريخها ومستقبلها، ومنها نستطيع أن نواجه مشكالها البيئية والمناخية،(و لأن الحجر أبرز ما يربطنا بهذه الأرض فنحن عند استعمالنا له في عمارتنا لا نغيره ولا ننتزعه لأنه يرتبط بهذه الأرض كما قال ذلك المعماري راسم بدران)، لذلك عزمنا في دراستنا على دراسة خصائص حجر البازلت الذي تتميز به المدينة المنورة والبحث في إمكانية تحقيقه للراحة البيئة، وإمكانية استحداث خامات منه، لكي نعكس في عمارة المدينة المنورة روحاً مختلفة لا تتكرر ولا تتشابه، تربطنا بتاريخ المدينة، وتنقلنا لحاضرٍ ومستقبلٍ مستدام، يحقق هويةً للإنسان.

حجر البازلت من الموارد المحلية التي تزخر بها المدينة المنورة يعتبر أحد رواسب الأنشطة البركانية المتعاقبة على فترات زمنية طويلة، استخدم قديماً في العمارة العثمانية والتي لا زالت مبانيها مشيدة إلى وقتنا الحاضر، مما يدل على صلابة وقوة حجر البازلت، له العديد من الخصائص التي تجعل منه مادة خام مناسبة للاستخدام في الفرغات الداخلية والواجهات الخارجية.

مشكلة البحث:

١- تحتاج خامة حجز البازلت المتوفرة بالمدينة المنورة الى إبراز مميزاتها كخامة بيئية لما لها من خواص تساهم في تحقيق الراحة البيئية إلى جانب استخدامها في انتاج خامات جديدة مميزة مستدامة.

٢- ندرة الدراسات الخاصة بحجر البازلت في مجال التصميم الداخلي.

فرضيات البحث:

١- استخدام الخامات المحلية مثل حجر البازلت في الفراغات الداخلية يعمل على تحقيق الراحة البيئية.

٢- ابتكار خامات جديدة من حجر البازلت يساهم في خلق خامات مستدامة تساهم في حل مشاكل بيئية.

٣- يساهم استخدام حجر البازلت في العمارة والتصميم الداخلي بخلق فرص ومجالات جديدة للباحثين والمصممين والمعماريين.

٤- استخدام حجر البازلت في الفراغات الداخلية، يزيد من الناحية الجمالية ويحقق الارتباط بهوية المدينة المنورة.

أهمية البحث:

١- تقليل تكلفة البناء بالاستفادة من موارد بيئية متوافرة في بيئة المدينة.

٢- التعامل مع المشاكل الحرارية التي ترفع من استهلاك الطاقة.

٣- سهولة الوصول لحجر البازلت ووفرته في مناطق مختلفة في المملكة العربية السعودية.

٤- الاستفادة من الموارد البيئية المحلية لتقديم حلول مستدامة، واستغلالها في التصميم الداخلي.

٥- الاستفادة من خصائص حجر البازلت واستخدامه في تكوين خامات جديدة مستدامة تحقق توازن حراري للفراغات الداخلية.

أهداف البحث:

وضع أسس ومنهجية للاستفادة من حجر البازلت في الفراغات الداخلية، والبحث في امكانية ابتكار خامة جديدة تحقق راحة بيئية للفراغات الداخلية، وذلك من خلال دراسة خصائص حجر البازلت، وتحليل المباني الذي استخدم فيها هذا الحجر،

ودراسة احتياج المدينة المنورة لمركز خاص بدراسات المواد المحلية، وعمل مقابلات مع خبراء جيولوجيين ومعماريين ومصممين.

حدود البحث:

حدود مكانية:

"المدينة المنورة " "المملكة العربية السعودية"

حدود زمانية:

٢٠٢٢- ٢٠٢٣

الفئة المستهدفة:

الباحثين والمصممين والمعماريين والعاملين في مجالات الإنشاء ومجالات تقنية الخامات.

منهجية البحث:

المنهج الوصفي – التحليلي في التعرف على حجر البازلت كمصطلح والتعرف على استخداماته في عمارة المدينة المنورة قديماً ثم التعرف على خصائصه الكيميائية والفيزيائية والفرص المستقبلية من استخدام هذه الخامة والتحديات، ومن ثم عمل مقابلات مع الخبراء والمختصين من الناحية الجيولوجية والمعمارية والتصميمية للتحقق من إمكانية حجر البازلت في تحقيق الراحة البيئية في الفراغات الداخلية.

صياغة نموذج التحليل الرباعي SWOT Analysis لفعالية استخدام حجر البازلت في العمارة والتصميم الداخلي واستحداث الخامات من خلال الدراسة النظرية وتحليل المباني والمقابلات.

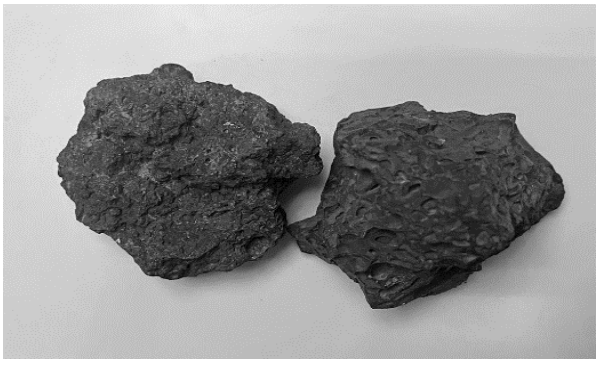
المنهج النوعي في تحليل النماذج المعمارية ميدانياً ودراستها للوصول إلى معلومات وملاحظات حول إمكانية تحقيق حجر البازلت للراحة الحرارية في الفراغات الداخلية.

الدراسة النظرية:

المحور الأول:

مقدمة عن حجر البازلت

١-١ تعريف الحجر البازلت:

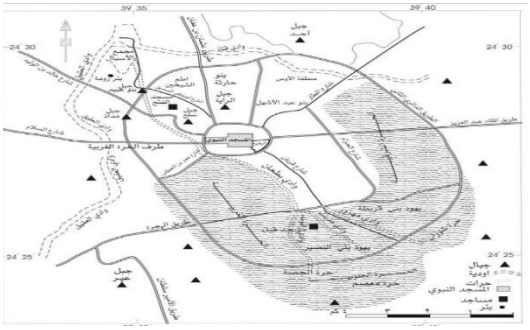


هو أحد أنواع الأحجار البركانية المتواجد وبكثرة في المدينة المنورة، يعتبر من أكثر الأحجار البركانية شيوعاً، ويعرف بأنه حجر قاعدي نسبة السليكا فيه ما بين (٤٦%-٥٢%)، لونه بين درجات الرمادي والأسود القاتم، تكوَّن نتيجة الاندفاعات البركانية، فظهر على سطح الأرض. (الهلال،٢٠٠٦، ص١٤٧)

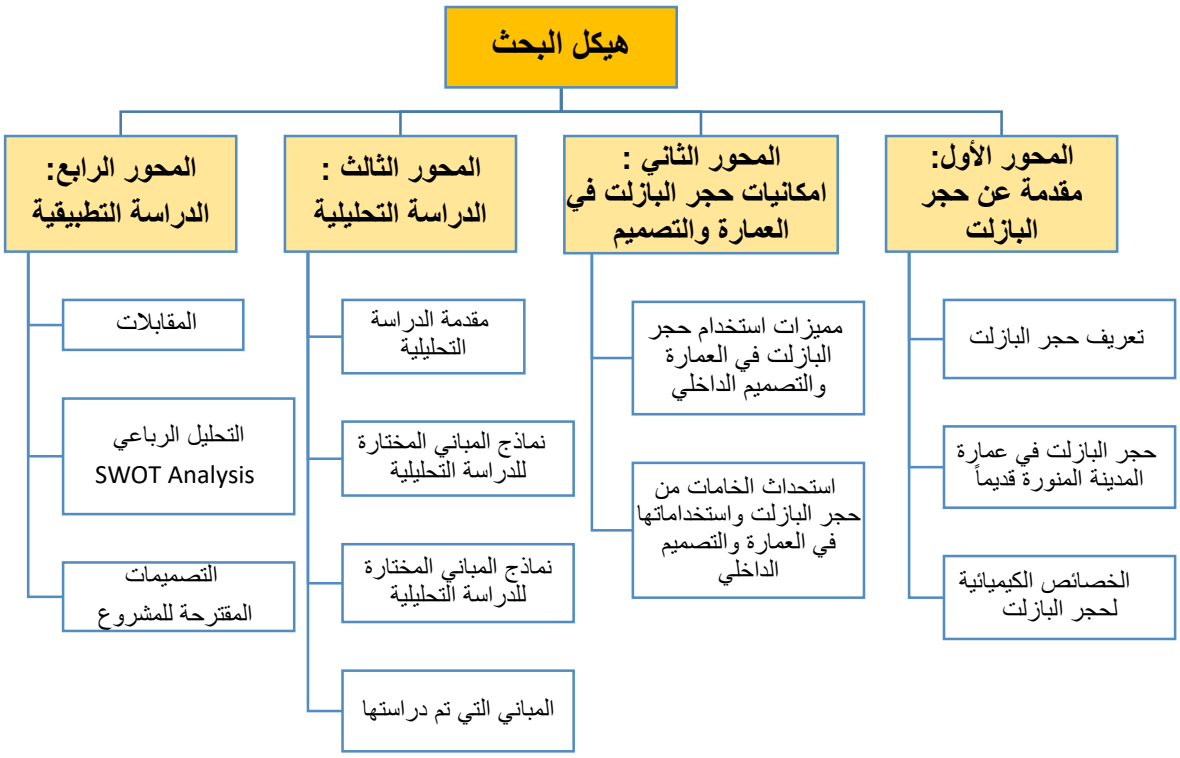
شكل (٢): صورة لعينة من حجر البازلت في المدينة المنورة (الباحث)

٢-1 حجر البازلت في عمارة المدينة المنورة قديماً:

تاريخ المدينة المنورة زاهر بنماذج استخدم فيها حجر البازلت، حيث استخدم في بناء الجزء المجيدي من المسجد النبوي الشريف، وأنشأت منه العديد من الحصون والقلاع، والمباني الحكومية في عهد الدولة العثمانية، مثل مبنى الاتصالات الرئيسي(الترسيس)، والمباني المتعلقة بسكة الحجاز، والعديد من المساجد مثل مسجد الغمامة ومسجد العنبرية، ولازالت موجودة إلى وقتنا الحاضر، استخدم حجر البازلت في المساكن المدينية القديمة في بناء الدور الأرضي في المنزل لهدف الحفاظ على البرودة في فصل الصيف. تواجد حجر البازلت في الحرَّات المحيطة بالمدينة المنورة، فمن الجهة الشرقية (حرة وأقم) ومن الجهة الغربية (حرة الوبرة)



شكل (٣): خريطة توضح موقع الحرات في المدينة المنورة
المصدر (الدوعان،٢٠١٦، ص٣)



ومن الجهة الجنوبية (حرة رهاط)، وهذا ما يجعل لحجر البازلت توافر بشكل كبير في بيئة المدينة المنورة. (كعكي،١٤١٩، ص٤٣٩) (كعكي ،٢٠٠٢، ص٩٨)

١-٢-١ أحجار حرة وأقم (الحرة الشرقية)

لأحجار هذه الحرَّة تشكيلات متعددة متفاوتة في أحجامها وأشكالها، في الغالب هي صغيرة الحجم، ولها رؤوس حادة، خفيفة الوزن، يتواجد فيها وبكثرة حجارة تعرف باسم الخفخاف وهي ذات شكل يشبه الاسفنج لتعدد المسامات والفراغات فيه، خفيف الوزن، ذو صلابة منخفضة حيث يمكن كسره باليد. (كعكي،١٤١٩، ص٤٦٧)

١-٢-٢ أحجار حرة الوبرة (الحرَّة الغربية):

صخور هذه الحرَّة تتكون من أنواع ومجموعات مختلفة من الصخور، وحجر البازلت يعتبر جزء من صخور هذه الحرَّة، وتتواجد غالباً في أطراف الحرة، وهناك العديد من أنواع الصخور كالصخور المتحولة والهشة والكلسية، تتواجد هذه الصخور بالقرب من وداي العقيق. (كعكي،١٤١٩، ص٤٨٨)

١-٣ الخصائص الكيميائية لحجر البازلت:

المركب	النسبة المئوية	المركب	النسبة المئوية
ثاني أكسيد السيليكون (السيليكا)	٤٦,٢	أكسيد الصوديوم	٣,٨٢
أكسيد الألمونيوم	١٤,٠	أكسيد البوتاسيوم	١,٩٦
أكسيد الحديد	١٥,١	أكسيد التيتانيوم	٢,١
أكسيد الكالسيوم	٨,٢	عناصر أخرى	١,٥
أكسيد الماغنيسيوم	٦,٩٢	-	-

(جدول ١) التركيب الكيمائي لعينة من البازلت (Sivanandhini et al., 2019, P3)

المحور الثاني:

إمكانيات حجر البازلت في العمارة والتصميم

٢-١ مميزات استخدام حجر البازلت في العمارة والتصميم الداخلي:

٢-١-١ قوة ومتانة عالية:

أحجار البازلت ذات قوة ومتانة عالية مما يجعلها تعيش لفترة زمنية طويلة ، ونرى ذلك في المباني الأثرية في المدينة المنورة مثل سكة الحجاز و مسجد العينية ومسجد الغمامة حيث أن هذه المباني قديمة من العهد العثماني ولازالت إلى وقتنا الحاضر، وهذا يدل على أن حجر البازلت ذو إمكانيات مناسبة جداً للبناء ، حيث يستخدم في صناعة الخرسانة المسلحة و صناعة حديد التسليح ويدخل في صناعة العديد من المواد، سيتم ذكرها لاحقاً في البحث ، إضافة البازلت لهذه المواد يعمل على تحسين خصائصها وخفض تكلفتها، أيضاً حجر البازلت قادر على تحمل الأوزان الثقيلة، حيث حصل في اختبار قيمة التكسير على نسبة ٥ % وهذا يجعله أسفل الفئة القوية جداً (Sivanandhini et al., 2019,P3)، وهذا يدل على أن إضافة البازلت سيزيد من قوة وتحمل البناء لفترة طويلة من الزمن ، دون التأثر بأي صدمات أو أي من عوامل التكسير، أجريت عليه اختبارات معملية ، وحصل على درجة ٦ في مقياس موهر Mohr's scale (Sivanandhini et al., 2019,P3) وهو مقياس يقيس صلابة المعادن (حيث تعتبر درجة ١ ذو صلابة منخفضة – درجة ١٠ ذو صلابة عالية جداً، فبالتالي حجر البازلت ذو صلابة ممتازة. (شرف،٢٠٠٩، ص٣)

٢-١-٢ مقاوم لتأثير العوامل الخارجية

نظراً لقوة ومتانة حجر البازلت فإنه قادر على تحمل العوامل الخارجية من الكسر أو السحق الميكانيكي أو أي من التفاعلات الكيميائية، (شرف،2009، ص٣)، يعتبر مقاوم ممتاز للأشعة فوق البنفسجية UV، أيضاً يعتبر حجر البازلت مقاوم جيد للظروف المناخية الصعبة، وقادر على تحمّلها دون التأثر بها، كالحرارة والجفاف، وهذا ما يجعل منه خامة مناسبة للاستخدام في البناء أو في الفراغات الداخلية خصوصاً في المناطق الحارة، أيضاً للبازلت قدرة امتصاص منخفضة للماء وبالتالي فهو مقاوم للرطوبة، مما يمنع من حدوث التشققات. (Sivanandhini et al., 2019, P2)

٢-١-٣خامة مستدامة طبيعية

حجر البازلت من الخامات الطبيعية المستدامة، لما له من خصائص طبيعية غير ضارة للبيئة ولا تسبب أي تلف لها حتى في عملية صهره فهو يحتاج إلى طاقة أقل لأنه قد صهر مسبقاً في الطبيعة، ليس له تفاعل سام مع الهواء والماء (شرف،٢٠٠٩، ص٢٢)، يبقى لفترات طويلة من الزمن دون الحاجة لتغييره أو صيانته، وأيضاً لتوافره بكثرة في بيئة المدينة فهذا يقلل من التكاليف في حال استخدامه.

٢-١-٤عزل الحرارة والصوت والرطوبة

يعتبر حجر عازل للحرارة لأنه يتصف بالثبات للتبادلات الحرارية ،يقصد بالمبادلات الحرارية هو انتقال الحرارة من الجسم الحار إلى الجسم البارد المجاور له ، أي أن الجسمين المتجاورين تنتقل الحرارة بينهم من الجسم الأعلى حرارة وحتى الجسم الأقل حرارة حتى يصبحا كلا الجسمين متساويين في درجة الحرارة ، عملية انتقال الحرارة تختلف حسب طبيعة الأجسام ، الأجسام الناقلة للحرارة فإنها تكتسب الحرارة بسرعة وأيضاً تفقدها بسرعة ، أما الأجسام العازلة للحرارة كحجر البازلت فإنه يكتسب الحرارة ببطء ويفقدها أيضاً ببطء ، فعند تعرض حجر البازلت لأشعة الشمس ي الصيف ترتفع درجة حرارته بعد وقت طويل من تعرضه لأشعة الشمس ، وبعد غياب الشمس فقد يكون قد اكتسب مقدار من الحرارة يجعله لا يفقدها مباشرة بعد غياب الشمس ولكن يظل حار إلى فترة من الليل حتى يفقد الحرارة ببطء، له قدرة عالية لامتصاص الضجيج والصوت، مقاوم للرطوبة(شرف،٢٠٠٩،ص٣) ، وهذا يجعله مناسب جداً للاستخدام في البيئة الداخلية حيث تعتبر الحرارة من أبرز المشاكل التي تواجه بيئة المدينة المنورة ، وعزله للصوت يجعل منه خامة مناسبة للاستخدام في للفراغات السكنية و استديوهات تسجيل الصوت.

٢-٢ استحداث الخامات من حجر البازلت واستخداماتها في العمارة والتصميم الداخلي:

للبازلت خصائص تجعل منه مادة خام مناسبة لتصنيع خامات مستدامة وذات أثر إيجابي على البيئة والمباني، سواءً أثناء مرحلة الاستخدام أو ما بعد الاستخدام أو في مرحلة التخلص منها، فهي جزء من الطبيعة ، حتى في مرحلة التصنيع فهي لا تسبب أو تكوّن أي مخلفات عند تصنيعها، وكما ذكر مسبقاً فهي تحتاج لطاقة أقل عند عملية الصهر في المصانع وبالتالي فهي مادة جاهزة ومستعدة لعملية الصهر لأنها عملية مكررة لما قد حدث في الطبيعة ولكنها تتم بشكل متقن ومنظم ، حيث عملية التصنيع تعتمد على التكنولوجيا الباردة ،أيضاً المواد البازلتية تعمل على خفض تكلفة المنتجات وتحسين أدائها. (شرف،٢٠٠٩، ص١٧)

تطورت صناعة البازلت لجميع المجالات العمرانية وغير العمرانية، حيث تم استحداث العديد من المواد والخامات التي لها خصائص ممتازة في العزل الحراري أو العزل الصوتي والعديد من الخصائص المميزة، مما يفتح المجال للعديد من الفرص

المستقبلية في الاستفادة من هذه الخامات والمواد واستخدامها في البناء أو الكسوة أو استحداث خامات جديدة منها، وبالتالي تحقيق التحكم البيئي في المباني والفراغات الداخلية، فيما يلي سنذكر أهم وأبرز هذه المواد والتي لها علاقة بمجال العمران:

٢-٢-١الصوف الصخري: Mineral Wool

يصنع الصوف الصخري من مزيج منصهر من البازلت يتعرض لتيار من الهواء والبخار، اكُتشف الصوف الصخري قديماً عند حادث طبيعي في هاواي في القرن ١٩ حيث حوَّلت الرياح الحمم البركانية المنصهرة إلى ألياف ناعمة، يستخدم كطبقات عازلة تحت الكسوات، حيث يعتبر عازل للحرارة، مقاوم للحريق، يعتبر نافذ للبخار وله معدل نفاذية يصل إلى ٥٠، مما يعني أنه يبقى سليماً حتى عندما يبتل بالماء (Galla, 2018)، في حال استخدامه في مرحلة البناء سيساعد بشكل كبير على التأثير على الفراغات الداخلية في تحقيق راحة حرارية وبيئية.

شكل (٤): حائط استخدم فيه صوف صخري المصدر: (Galla, 2018)

٢-٢-٢ركام البازلت:Basalt Aggregate

الركام هو عبارة عن صخور كثيفة وحبيبات دقيقة، يستخدم بشكل أساسي في العديد من تطبيقات الهندسة المدنية، يضيف قوة للخلطات الخرسانية مقارنة بالطرق التقليدية، خالي من الرطوبة لديه امتصاص أقل وغير قابل للتآكل، متوفر بكثرة وبتكلفة منخفضة واقتصادية. (Sunny et al., 2020, P4)

٢-٢-٣الخيوط والألياف البازلتية Basalt Fiber:

من المواد الطبيعية المكونة من مكوّن واحد وهو البازلت دون الحاجة إلى أي مواد أخرى، لا تحتاج إلى طاقة في عملية التصنيع، حيث تعتمد عملية التصنيع على التكنولوجيا الباردة، لها العديد من الخصائص والمزايا، لذلك تم تصنيع وابتكار العديد من الخامات منها. (Sunny et al., 2020,P2)

شكل (٥): خامات تم تصنيعها باستخدام ألياف البازلت، المصدر: (BASALT GURU, 2010)

٢-٢-٣-١خصائص الألياف البازلتية:

تتميز بمقاومة حرارية عالية وقابلية منخفضة للاشتعال، قابلة للالتصاق بشكل ممتاز مع راتنجات البوليمر والمطاط، لديها مقاومة كيمائية عالية ، خصوصاً للمواد ذات الأساس الحمضي ، لها قدرة كبيرة على مقاومة الصوت ، ثمنها أغلى مقارنة

بألياف الكربون.(Sunny et al., 2020,P2)إن استخدام الألياف البازلتية سيجل منها مادة خام أساسية و ضرورية في المستقبل القريب في معظم الصناعات.(شرف،٢٠٠٩،ص١٢)، وأيضاً لديها مقاومة ملحوظة للإشعاع النووي والأشعة فوق البنفسجية والتلوث البيولوجي، ولها امتصاص رطوبة ضئيل (أقل من ١% عند نسبة ٦٥% من نسبة رطوبة الهواء). (BASALT GURU, 2010)

٢-٢-٣-٢طريقة تصنيع الخيوط والألياف البازلتية:

يتم تكسير البازلت إلى قطع صغيرة جداً متماثلة من حيث أبعادها، ثم تنقل بعد ذلك إلى فرن الصهر، حيث يصهر البازلت بدرجات حرارة ١٤٠٠- ١٦٠٠ دون أي تعديلات عليه أو إضافات ثم يصب هذا المصهور البازلتي في أفران تغذية ليتم سحبها ولفها على شكل بكرات، ومنها يتم تصنيع العديد من المنتجات (شرف،٢٠٠٩، ص١٧)

٢-٢-٣-٣ الخامات المصنوعة من الألياف البازلتية:

في جدول رقم (٢) سنوضح أبرز الخامات المصنوعة من ألياف البازلت ومميزات كل خامة وصور توضيحية لها.

جدول (٢) أبرز الخامات المصنوعة من ألياف البازلت وخصائصها. (الباحث)

حديد التسليح المصنوع من البازلت BAZALT REBER: حديد التسليح المصنوع من صخور البازلت، يستخدم لتدعيم الخرسانة، وزنه أخف من الحديد (BASALT GURU, 2010)، غير مسبب للتآكل، له مقاومة شد أعلى من الفولاذ، ويعتبر مقاوم للبيئات الحمضية والقلوية، له استقرار حراري جيد، غير موصل للكهرباء، يمكن استخدامه في بناء القباب وحمامات السباحة. **(Sunny et al., 2020,P2)**	 **شكل (٦) حمام سباحة شيد بحديد تسليح من البازلت المصدر:(Sunny et al., 2020,P2)**
شبكة البازلت BASALT MESH: مصنوعة من ألياف البازلت، تعتبر بديل ممتاز للشبكة التقليدية المصنوعة من الفولاذ، بسبب قوتها العالية وانخفاض توصيلها للحرارة، وامكانيتها في الحفاظ على صفاتها وخصائصها لفترة طويلة الأمد في بيئات قاسية. (Sunny et al., 2020,P3)	 **شكل (٧): قبة في الآسكا استخدم فيها شبكة البازلت** **المصدر (BASALT GURU, 2010,P3)**
أقمشة البازلت BASALT FABRIC: هي عبارة عن خيوط يتم تصنيعها بسماكة وأوزان متفاوتة، ونمط نسيج وتقنية حسب متطلبات الاستخدام النهائي، من خصائصها أنها مقاومة للحريق ولديها مقاومة شد ممتازة مقاومة للإشعاع الكهرومغناطيسي ولها خاصية الالتصاق الجيد للطلاء. **استخداماتها:** ستائر للحماية من الحريق، تستخدم لحماية الأسطح من الدمار، ملابس مقاومة للحريق وأيضاً العديد من الاستخدامات، تستخدم كصفيحة جدارية لحماية المبنى في حال الاحتراق.(BASALT GURU, 2010)	 **شكل (٨): قماش من البازلت** **المصدر (BASALT GURU, 2010)**

المحور الثالث: الدراسة التحليلية

٣-١ الهدف من الدراسة التحليلية:

١- دراسة المباني المستخدم فيها حجر البازلت أو أي خامة طبيعية من البيئة المحلية.

٢- معرفة طرق التعامل مع حجر البازلت والخامات المحلية.

٣- معرفة مدى إمكانية هذه المباني لتحقيق الراحة الحرارية.

٤- تنوع نماذج الدراسة في طرق التعامل مع الخامات المحلية.

٣-٢معايير اختيار نماذج الدراسة:

١- نماذج محلية من المملكة العربية السعودية.

٢- استخدام حجر البازلت أو أي خامة طبيعية من البيئة المتواجدة فيها.

٣-٣ طريقة تحليل النماذج:

سيتم التحليل من خلال النقاط التالية:

١- التعريف بالمبنى والمصمم.

٢- التعرف على الفكر التصميمي للمبنى.

٣- تحليل المبنى من الناحية التصميمية.

٤- التعرف على طرق استخدام حجر البازلت أو أي خامة من الخامات المحلية في البناء وشكلها عند الاستخدام والخامات الأخرى المستخدمة في المبنى.

٥- ذكر عناصر تحقيق المبنى للراحة البيئية، والتعرف على طرق الإضاءة المستخدمة ونظام التهوية المستخدم.

٣-٤ تحليل نماذج مباني الدراسة التحليلية:

جدول (٣-١): تحليل مسجد الغراء

الموقع المدينة المنورة عام البناء: ٢٠٢٠ المصمم: محمد بن إبراهيم شفيع	
الفكرة التصميمية	دمج البيئة الداخلية مع الخارج من خلال استخدام العناصر الموجودة في بيئة المدينة المنورة ونرى ذلك في جدار القبلة المبني من حجر البازلت البركاني، المسجد يعود بنا إلى إحساس المساجد في عهد الرسول صلى الله عليه وسلم من ناحية البساطة والتجريد في العمارة وتقليل العناصر المشتتة والتركيز على تحقيق شعور العبودية والروحانية والانفصال عن العالم الخارجي.

شكل (١٢): المصدر: (المرسم، ٢٠٢٠)

<table>
<tr><td>تصميم المبنى</td><td colspan="2">صمم المبنى بتدرجات مختلفة ليراعي طبيعة الموقع الجبلية، والاستفادة من العناصر البيئية، حيث تم تصميم حائط القبلة بشكل منحني لتمييزه عن الحوائط الأخرى ولتحقيق وسطية الامام بين المصلين، وصمم المسجد كعدة كتل، كتلة للمصلى ومنطقة الصلاة وكتلة لدورات المياه والمواضئ.

شكل (١٣): المصدر: (المرسم، ٢٠٢٠)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">استخدام الحجر البازلت</td><td>استخدم حجر البازلت بشكله الطبيعي في بناء حائط القبلة، بحائط عرضه ١,٢٠ سم، ولم تتم أي معالجة عليه.

شكل (١٤): المصدر (المرسم، ٢٠٢٠)</td><td rowspan="2">الخامات الأخرى المستخدمة</td><td rowspan="2">لم يستخدم في المسجد أي تشطيبات، استخدمت الخرسانة في الأرضية والحوائط ما عدا حائط القبلة ومنطقة الوضوء استخدم فيها حجر البازلت، كما تم الاعتماد على الهيكل الانشائي بشكل واضح، مما ساهم في تقليل التكلفة.

شكل (١٥): (المرسم، ٢٠٢٠)</td></tr>
<tr><td>شكل الحجر</td><td>استخدم الحجر بطريقة منظمة دون نحته، مما يساهم في الحفاظ على تفاصيل الحجر ويحقق منظر جمالي عند سقوط الضوء عليه نتيجة الفتحات الموجودة في السقف.</td></tr>
</table>

مدى توافق نظم التحكم البيئي مع توفير الراحة البيئية			
	الإضاءة		التهوية
إضاءة طبيعية	الاعتماد بشكل كامل على اضاءة الشمس في النهار، وذلك من خلال تصميم الفتحات في سقف المسجد بطريقة مائلة جهة الشمال حيث تسمح بدخول الضوء دون الحرارة، وأيضاً نوافذ صغيرة جهة الشرق والغرب بارتفاع منخفض حتى تسمح بدخول الضوء دون تشتيت المصلين. شكل (١٦): (المرسم،٢٠٢٠)	أنظمة طبيعية	تم تحقيق تهوية المسجد بالنظام الطبيعي عن طريق الاعتماد على التهوية من الواجهة الشمالية دون الواجهات الأخرى وتقليل النوافذ المستخدمة في اتجاهات الشمس، واستخدام حائطين بينهم مسافة تسمح بحركة الهواء. شكل (١٧): (المرسم،٢٠٢٠)
إضاءة صناعية	وزعت الإضاءة الصناعية بشكل مدروس في أماكن القراءة مع إمكانية التحكم بمفاتيح الإضاءة لتوفير الطاقة.		

جدول (٣-٢): تحليل مسجد العنبرية (السلطان عبد الحميد الثاني)		
الموقع المدينة المنورة عام البناء: ١٣٢٦هـ - ١٩٠٨م المصمم: غير معروف		 شكل (١٨): المصدر(الباحث)
الفكرة التصميمية	بني المسجد على الطراز العثماني في عهد السلطان عبد الحميد الثاني، وكان جزءاً لإكمال مشروع سكة حديد الحجاز بالمدينة المنورة.	

<table>
<tr><td>تصميم المبنى</td><td colspan="3">صمم المبنى على الطريقة العثمانية التقليدية، يحقق الاتزان والتماثل في جميع أجزائه، يتكون المسجد من رواق المدخل ومنطقة الصلاة ، في الجهة الشمالية يقع المدخل ، قُسِّم المدخل على ٥ وحدات يعلوها قباب كروية ، تستند على عقود مدببة برجل واحد ، يحمل العقود في منطقة المنتصف عامودين ذو تاج مقرنص ، أما بقية العقود فتستند على أكتاف ، صممت المآذن على جزئين ، جزء مربع الشكل بارتفاع الجزء السفلي من المسجد ، يعلوه جسم اسطواني يعلوه شرفة دائرية ، أما قاعة الصلاة فمسقطها مربع الشكل، يعلوها قبة واحدة كبيرة تغطي السقف بأكمله، استخدم في بنائها حجر البازلت كبقية المسجد، مزينة بالزخارف النباتية، أما الحوائط الداخلية فقسِّمت فراغياً من خلال النوافذ السفلية إلى ثلاثة أقسام، يعلوها ثلاثة عقود برزت عن الحائط ، وضعت بينها نافذة صغيرة ذات عقد مدبب.

شكل (١٩): المصدر(الباحث)

شكل (٢٠): المصدر(الباحث)</td></tr>
<tr><td>استخدام الحجر</td><td colspan="2">استخدم حجر البازلت في بناء جميع المسجد من قباب وحوائط، وهذا هو السبب في بقاء المسجد إلى يومنا هذا.

شكل (٢١): المصدر(الباحث)</td><td rowspan="2">الخامات الأخرى المستخدمة
تم الاعتماد بشكل كلي على حجر البازلت، لم يستخدم في بنائه حديد أو خشب، الحوائط في الداخل غطيت بالبياض والدهان.

شكل (٢٣): المصدر (google map).</td></tr>
<tr><td>شكل الحجر</td><td colspan="2">صـــخور متطابقة، نحتت بطريقة تعطي المبنى القوة والصلابة.

شكل (٢٢): المصدر(الباحث)</td></tr>
</table>

مدى توافق نظم التحكم البيئي مع توفير الراحة البيئية			
الإضاءة		**التهوية**	
إضاءة طبيعية	نظمت النوافذ بتوزيعها على الحائط الشرقي والغربي وحائط القبلة، نافذتين طولية مستطيلة الشكل ذات عقود مدببة، وبين هذه النوافذ وضع في أعلى الحائط الشرقي والغربي والجنوبي نافذة صغيرة ذات عقد مدبب شبيه بالنوافذ الأخرى، تسمح هذه النوافذ بدخول الضوء لقاعة الصلاة.	**أنظمة طبيعية**	استخدام الشبابيك الطولية في معظم حوائط المسجد. **شكل (٢٤): المصدر(الباحث)**
إضاءة صناعية	استخدمت ثريا متوسطة الحجم في منتصف القبة للإضاءة، لكن أضيف لها حديثاً اضاءة فلورسنت موزعة على الحوائط ومثبت بعضها على قناطر حديدية أفقية مثبتة في الجدار لإضاءة منتصف قاعة الصلاة.		

جدول (٣-٣): تحليل الجامع الكبير (جامع الإمام تركي بن عبد الله)		
الموقع: منطقة قصر الحكم في الرياض **عام البناء**: ١٤٢١ هـ **المعماري**: راسم بدران		**شكل (٢٥): المصدر: (الجامع الكبير في الرياض، ٢٠٢٣)**
الفكرة التصميمية	أعاد المعماري بناء المسجد بما يتوافق مع البيئة المحلية في مدينة الرياض والعناصر الأساسية لعمارة نجد، حيث صمم المسجد ليحاكي مسجد الدرعية قديماً والعمارة المحلية النجدية دون أن يستنسخها، هدف المعماري لنقل المسجد من كونه مكان للعبادة فقط إلى بناء مجتمعي كما كان قديماً.	

<table>
<tr><td>تصميم المبنى</td><td colspan="3">صمم المعماري قاعة الصلاة بطريقة هندسية منظمة تسمح بتكرار الأعمدة والعقود بشكل موازٍ لحائط القبلة، كالتي كانت موجودة في مسجد الدرعية، صُممت هذه الأعمدة بارتفاع يتناسب مع المقياس البشري لإضفاء الطابع الإنساني لهذه المساحة الواسعة، استخدمت الأعمدة كقنوات لأنظمة التكييف والتهوية، بحيث تظل قاعة الصلاة مفتوحة، كما يوجد قناطر خشبية تحمل مكبرات الصوت ووحدات الإنارة.

شكل (٢٦): المصدر (الجامع الكبير في الرياض،٢٠٢٣)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">استخدام حجر من البيئة المحلية</td><td colspan="2">غطيت الحوائط الخارجية والأجزاء العلوية من الحوائط الداخلية بحجر الرياض لتحقيق الاندماج مع البيئة والارتباط بالأرض.

شكل (٢٧): المصدر: (الجامع الكبير في الرياض، ٢٠٢٣)</td><td rowspan="2">الخامات الأخرى المستخدمة</td></tr>
<tr><td>شكل الحجر</td><td>استخدم الحجر بشكل منحوت ومنظم، شبيهاً في منظره بالطوب.</td></tr>
<tr><td colspan="4">مدى توافق نظم التحكم البيئي مع توفير الراحة البيئية</td></tr>
<tr><td colspan="2">الإضاءة</td><td colspan="2">التهوية</td></tr>
<tr><td>إضاءة طبيعية</td><td>تدخل الإضاءة الطبيعية لقاعة الصلاة من خلال السقف، ولكن بكميات لا يمكن الاعتماد عليها بشكل كامل لإضاءة الفراغ.</td><td rowspan="2">أنظمة طبيعية</td><td rowspan="2">واستخدمت الأعمدة لاحتواء عناصر التهوية وأنظمة التكييف بحيث تظل قاعة الصلاة مفتوحة.</td></tr>
<tr><td>إضاءة صناعية</td><td>تم استبدال عنصر القبة في السقف، واستفاد منها في زيادة الإضاءة، اعتمد على الإضاءة الصناعية في إضاءة الفراغ، خصوصاً لقلة الفتحات التي تسمح بدخول ضوء النهار.</td></tr>
</table>

المحور الرابع: الدراسات التطبيقية

٤-١ إجراء المقابلات مع المختصين والخبراء في الجيولوجيا والعمارة والتصميم الداخلي:

أُجريت مقابلات منظمة مع ٧ من الخبراء، للاستفادة من خبراتهم فيما يتعلق بحجر البازلت ، وتأكيد الربط بين استخدام حجر البازلت والعمارة والتصميم الداخلي، كما ركزت الباحثة على اختيار خبراء جيولوجيين للإجابة على الأسئلة التي كان من الصعب التحقق منها من خلال البحث، وتحديداً المعلومات الخاصة بحجر البازلت والتعامل معه من الناحية الميكانيكية وإمكانية استحداث خامات منه، وأيضاً مع معماريين ومصممين داخليين، لربط هذه الخامة مع العمارة والتصميم الداخلي ومعرفة إمكانية استخدامها والاستفادة منها في الناحية الوظيفية والجمالية.

بعد عرض قائمة الأسئلة على عدد من الخبراء متخصصين في مجالات مختلفة، تم التوصل للشكل النهائي لقائمة الأسئلة.

قُسمت الأسئلة إلى ٤ محاور: المحور الأول: عناصر التحليل الرباعي SWOT، المحور الثاني: حجر البازلت ومدى إمكانية استحداث خامات جديدة، المحور الثالث: حجر البازلت وتحقيقه للراحة البيئية، المحور الرابع: حجر البازلت واستخدامه في التصميم الداخلي.

٤-١-١ الهدف:

من هذه الدراسة هو وضع أسس ومنهجية للاستفادة من حجر البازلت في الفراغات الداخلية، واستكشاف امكانيته في تحقيق الراحة البيئية للفراغات الداخلية، والبحث في امكانية ابتكار خامة جديدة من حجر البازلت.

٤-١-٢الفئة المستهدفة:

المصممين والمعماريين والعاملين في مجالات الإنشاء ومجالات ابتكار الخامات.

م	المستوى التعليمي	المسمى الوظيفي	عدد سنوات الخبرة	نوع المقابلة
١	**دكتوراه في علم طبقات الأرض**	أستاذ مشارك في جامعة طيبة	١٤ سنة	Online
٢	**دكتوراه في علوم الأرض (ثروة معدنية وصخور)**	أستاذ مساعد	١٢ سنة	Online
٣	**ماجستير جيولوجيا (جيوكيمياء)**	محاضر في جامعة الملك سعود قسم الجيولوجيا	٣٠ سنة	Online
٤	**ماجستير في العمارة**	مدير تصاميم المخطط العام في شركة رؤى المدينة القابضة	أكثر من ١٦ سنة	Online
٥	**ماجستير في التصميم الداخلي**	محاضر	٩ سنوات	Online
٦	**ماجستير في العمارة**	محاضر في جامعة الأمير مقرن – شريك مؤسس مكتب التخطيط الذكي	٨ سنوات	Online
٧	**بكالوريوس تصميم داخلي**	مصمم عمارة داخلية	٣٣ سنة	Online
٨	**بكالوريوس تصميم داخلي**	مصمم داخلي	٣ سنوات	Online

جدول (٤) معلومات الخبراء والمختصين الذين تمت المقابلة معهم. (الباحث)

٤-١-٣ أسئلة المقابلة: -

أسئلة عامة لجمع المعلومات الأساسية للأشخاص الذين تمت المقابلة معهم، مثل الجنسية، البلد، المستوى التعليمي، المسمى الوظيفي، مجال الخبرة، عدد سنوات الخبرة.

أسئلة تهدف إلى استكشاف أراء وتجارب الخبراء الذين تمت مقابلتهم فيما يتعلق بعناصر تحليل SWOTلاستخدام حجر البازلت في العمارة أو التصميم الداخلي.

أسئلة تهدف إلى استكشاف آراء وتجارب الخبراء وتحديداً الخبراء الجيولوجيين فيما يتعلق بإمكانية استحداث خامات جديدة من البازلت، ومراكز الأبحاث وتواجدها في المملكة.

أسئلة تهدف إلى استكشاف آراء وتجارب الخبراء وتحديداً المعماريين والمصممين الداخليين الذي تمت مقابلتهم فيما يتعلق بمدى إمكانية تحقيق حجر البازلت للراحة البيئية، ومدى إمكانية استخدامه في العمارة، وكيفية التعامل معه من الناحية التصميمية، وإمكانية تحقيقه للناحية الجمالية في الفراغات الداخلية.

جدول (٥) أسئلة المقابلات (الباحث)
المحور الأول: عناصـــر التحليل الرباعي SWOT لاســـتخدام حجر البازلت في العمارة والتصميم الداخلي؟
١.ماهي نقاط القوة في حال استُخدم حجر البازلت في العمارة أو التصميم الداخلي؟
٢.ماهي نقاط القوة الحالية في حال استُخدم حجر البازلت في العمارة أو التصميم الداخلي؟
٣.ماهي نقاط الضعف أو المساوئ الموجودة في حال استُخدم حجر البازلت في العمارة أو التصميم الداخلي؟
٤.ماهي الفرص المستقبلية المحتملة من استخدام حجر البازلت في العمارة والتصميم الداخلي؟
٥. ما هي التحديات المحتملة في حال استخدم حجر البازلت في العمارة أو التصميم الداخلي؟
المحور الثاني: حجر البازلت وإمكانية استحداث خامات جديدة
١.هل يوجد مراكز متخصصة في دراسة الخامات الطبيعية في المملكة؟ في حال كانت موجودة هل وجودها كافي؟
٢.هل تؤيد وجود مركز للأبحاث خاص بحجر البازلت والمواد المحلية في المدينة المنورة لدراسة خصائصها وامكانياتها للاستفادة منها في البناء، والتصميم، وتصنيع الأثاث، والخامات؟
٣.(من البازلت استحدثت خامات عديدة كالصوف الصخري والألياف البازلتية التي يصنع منها شبكة من البازلت وأقمشة من البازلت) هل ترى من الممكن تصنيع مواد وخامات للفراغات الداخلية من حجر البازلت؟
٤.في حالة إمكانية استخدامها في الفراغات الداخلية، هل ترى أنه من الممكن تصنيعها داخل المملكة العربية السعودية؟
٥.هل يمكن تفتيت حجر البازلت والاستفادة منه بدمجه بخامات أخرى؟ وكيف يكون ذلك؟
٦.في حال تم تفتيته هل سيحافظ على نفس الخصائص؟ مما يمكنه من تحقيق الراحة البيئية؟
٧.هل ركام البازلت يعتبر الحل المناسب، في حالة صعوبة تفتيت الحجر؟
٨.هل ترى إمكانية دمج ركام البازلت مع الدهان؟ أمر يمكن تحقيقه؟
٩.هل ترى في حال تم استخدامه مع مواد أخرى كالدهان مثلاً سيساهم في تحقيق راحة بيئية
أ-الإضاءة ب- الحرارة ج- الرطوبة د-الصوت

المحور الثالث: حجر البازلت وتحقيقه للراحة البيئية
١.هل ترى في استخدام حجر البازلت تحقيق استدامة أكبر وضرر أقل على البيئة؟
٢.(استخدام حجر البازلت كجزء من البناء في واجهات معينة يحقق الراحة البيئية والراحة الحرارية، كاستخدامه مثلاً في الواجهة الجنوبية)، ما مدى صحة هذه العبارة؟
٣.حجر البازلت وتحقيقه لراحة حرارية في الفراغ – راحة في الرؤية والإضاءة؟
٤.حجر البازلت وتحقيقه لراحة صوتية في الفراغات الداخلية؟
٥. حجر البازلت وتوفيره للطاقة الكهربائية؟
٦.ما لحلول والطرق التي تمكنا من التعامل الصحيح مع الحجر في مجال التهوية؟
٧.(حجر البازلت ذو قوة ومتانة عالية، مقاوم لتأثير العوامل الخارجية من الكسر أو التفاعلات الكيمائية، عازل للحرارة والصوت) بناء لما ذكر من مميزات حجر البازلت هل تراه مناسباً للاستخدام في الفراغات الداخلية؟
٨.لما حجر البازلت من صلابة وقوة ومتانة عالية هل ترى من الأفضل استخدامه في المباني الذي يتطلب بقائها لفترة طويلة من الزمن؟
٩.(قديماً في المدينة المنورة كان يستخدم حجر البازلت في الأدوار الأرضية لهدف الحفاظ على البرودة في فصل الصيف) هل نستطيع استخدامه في وقتنا الحاضر كما استخدم قديماً؟
١٠. هل ترى أن هنالك معالجات بالإمكان استخدامها في حجر البازلت لتقليل تأثيره وعيوبه؟
١١. ما لمباني المقترح استخدام حجر البازلت عليها؟
المحور الرابع: حجر البازلت واستخدامه في التصميم الداخلي
١.هل ترى أن استخدام حجر البازلت في التصميم يحقق الارتباط بالمكان؟ ويصنع هوية خاصة بالمدينة؟
٢.كيف ترى التعامل الصحيح مع خامة الحجر، في حال تم استخدامه في الفراغات الداخلية؟
٣.هل استخدام الحجر بتوضيح تفاصيله دون نحت يزيد من القيمة الجمالية للفراغات الداخلية؟
٤.هل يُحد الحجر في حالة استخدامه من استخدام ألوان متعددة في الفراغ؟
٥.هل يمكن استخدامه ككسوات لحوائط داخلية؟
٦.كيف نظهر الحجر بشكل جمالي أكثر ومتجانس مع المكان؟
٧.في حال استخدم في البناء هل تؤيد استخدام تشطيبات معه أو الاكتفاء بمنظره الخارجي؟
٨.هل وجود الحجر في الفراغ يتطلب استخدام إضاءة أكبر؟
٩.هل من الممكن الاستفادة من حجر البازلت في تصنيع قطع اثاث؟ وهل يمكن أن يُحدث تأثير جيد للفراغ؟
١٠.هل الطرز المليئة بالتفاصيل كالطراز الإسلامي مثلاً تعتبر خيار جيد لتطبيقها في الفراغات المستخدم فيها حجر البازلت؟

جدول (٦) أسئلة المقابلات وإجابات الخبراء والمختصين. (الباحث)

المحور الأول: عناصر التحليل الرباعي SWOT لاستخدام حجر البازلت في العمارة والتصميم الداخلي؟

١.ماهي نقاط القوة في حال استُخدم حجر البازلت في العمارة أو التصميم الداخلي؟
أجاب م١أن نقطة القوة الأساسية العزل الحراري و أنه مناسب لبيئة المدينة المنورة، كما أجابت م٥ أنه عازل للحرارة، مقاوم للعوامل الخارجية من نحت وتآكل، لا يتغير لونه بمرور الزمن، قابل للنحت والاستخدام في تشكيل المنحوتات، وبعض استخداماته تجعل منه بديل للمواد الضارة أو المواد ذات التكلفة العالية، ،كما يرى م٢بأن حجر البازلت من الأحجار الصناعية أي الأحجار التي تدخل في الصناعة مباشرة، ولا تحتاج إلى عمليات فصل في الطبيعة، ويعتبر من الأحجار المتواجدة في المملكة ومواقعها معروفة، وأضاف م٣ من نقاط القوة سهولة الحصول عليه، وسهولة تشكيله ومقاومته لعوامل الطقس.
٢.ماهي مميزات استخدام حجر البازلت في العمارة أو التصميم الداخلي؟
أجاب م٤ بأن استخدام حجر البازلت في العمارة والتصميم الداخلي إضافة مميزة، خاصة لو دمجنا في استخدامه بين الملمس الناعم والخشن، كما يرى أن له استخدامات كثيرة، لكن لا يؤيد استخدامه في الداخل لصعوبة تنظيفه، وأجاب م٧ أن البازلت يميز هوية المدينة المنورة ويجعلها مختلفة عن بقية المدن، وأضافت م٨ أن من الجميل توظيفه في المساحات الخارجية، وإضافته للتصميم تنقله إلى مستوى مختلف كما ترى أنه لا يحتاج إلى صيانة كبيرة، وأجاب م٦ أن يعزز من الهوية المدينية وله تأثير إيجابي على البيئة.
٣.ماهي نقاط الضعف أو المساوئ الموجودة في حال استُخدم حجر البازلت في العمارة أو التصميم الداخلي؟
أجاب م١ أن حجر البازلت سيء التهوية فلابد من استخدام أساليب تهوية مناسبة في حال استخدم في الفراغ، كما أضاف م٢و م٤ بأن لونه الداكن يحتاج للتعامل بطريقة صحيحة معه ، من ناحية الخامات والألوان الأخرى المستخدمة في نفس الفراغ ، كما أضاف م٤ أنه لونه الداكن يوضح التكلسات والأملاح عند ظهورها بسبب الأمطار ، أيضاً سعره مرتفع مقارنة بمواد البناء الأخرى ، كما أضاف صعوبة وجود أحجام كبيرة من حجر البازلت ، أما م٥ أجابت من الصعب استخدامه في الفراغات التعليمية وبعض الفراغات في المباني السكنية، إذا لم يعالج لأنه بشكله الطبيعي قد يسبب الضرر بسبب طبيعة مظهره ، كما أكد م٧ على أن استخدامه بالطريقة التقليدية يفقد الابتكار ويعزز التقليد ، و أجابت م٨ على أنه يحتاج إلى خبرات مهارات للتعامل معه في حال القص أو التركيب ، كما أضافت أن ألوانه محدودة ومقاساته كذلك ، كما أضاف م٢على صعوبة تكوين بلاطات من حجر البازلت ، لأنه لا يوجد في الطبيعة على هيئة جبال كما في الرخام مثلاً، كما أضاف م٣من أبرز نقاط الضعف هو امتصاص الحجر للحرارة ، وقد يتأثر بالماء لأن أحجار البازلت هي عبارة عن صخور تحتوي على مجموعة من المعادن وهذه المعادن يتواجد فيها عنصر الحديد فبالتالي قد يتأثر عند تعرضه للماء فيتأثر لونه أو شكله الخارجي ، وأجاب م٦ أن معالجته مكلفة.
٤.ماهي الفرص المستقبلية المحتملة من استخدام حجر البازلت في العمارة والتصميم الداخلي؟
أجاب م٤ استخدام البازلت يساهم في خلق فرص ومجالات كبيرة، من ناحية الآلات والمعدات المستخدمة والمصانع، كما يخلق فرص للمختصين، وأضاف م١ أن استخدامه غير مكلف من الناحية الاقتصادية، كما أكد م٢ بأن التعامل

مع المصادر الطبيعية ينمي الاقتصاد و بالتالي يوفر وظائف جديدة، وأجابت م٥ يخلق حجر البازلت فرص مستقبلية للباحثين في عمل أبحاث متجددة عن هذا الحجر واستخداماته والابتكار منه ، و أجاب م٧ أن استخدام حجر البازلت يطور من المصمم الداخلي ويفتح فرص ومجالات كبيرة في مجالات متعددة مثل ابتكار وتصميم أرضيات من نفس الحجر ، كما أضافت م٨ أن الإقبال على الحجر يشجع المصانع على انتاجه بكميات أكبر ، مما يساهم في ارتفاع أعداد الايدي العاملة والخبراء بهذا المجال ، وأجاب م٣ أن هنالك فرص كبيرة في الصناعة خصوصاً للاستفادة منه في المناطق التراثية، و يرى م٦ أن حجر البازلت قد يكون له دور كبير في صناعة الهوية المدينية الحديثة ، فبالتالي ستتوفر فرص كبيرة للباحثين و المصممين والمعماريين.

٥. ما هي التحديات المحتملة في حال استخدم حجر البازلت في العمارة أو التصميم الداخلي؟

أجاب م٤ التحدي الأكبر هو ارتفاع التكلفة في حال استخدمنا حجر البازلت، ومحدودية الأحجام، كما يرى م١أن التحدي الأساسي أن حجر البازلت ذو صلابة عالية وبالتالي يحتاج إلى آلات ميكانيكية للتعامل معه في حال استخدم بكميات كبيرة ، أما م٥ فجاوبت بأن السؤال هنا في حال استخدامه هل يمكن تنظيفه وحمايته وتجديده ، وترى أن التحدي يكمن في طرق التعامل معه واظهاره بشكل جمالي في المكان ، كما ترى انه لابد من وجود أيدي عاملة ذات خبرة في التعامل مع حجر البازلت ، كما أضافت م٨ أن التحدي في توظيف الحجر بطريقة تخدم التصميم ، كما ترى أيضاً أن التحدي في التعامل مع العميل واقناعه باستخدام حجر البازلت في الفراغات خصوصاً لقلة استخدامه ، كما أجاب م٢أن حجر البازلت ذو لون داكن فمن المهم إضافة مواد وخامات أخرى معه ، و أضاف أن حجر البازلت غير مسامي فمن المهم في حال استخدم في الأرضيات أو الأسقف أن يكون مجهز لتصريف المياه، كما أجاب م٣صعوبة الوصول للمناطق المتواجد فيها هذا الحجر، كما أضاف م٦ من أبرز التحديات أن التعامل مع الحجر يحتاج لعمالة مختصة و متمكنة من التعامل معه.

المحور الثاني: حجر البازلت وإمكانية استحداث خامات جديدة

١.هل يوجد مراكز متخصصة في دراسة الخامات الطبيعية في المملكة؟ في حال كانت موجودة هل وجودها كافي؟

أجاب م١و م٢ أنه لا يوجد غير مركز وحيد متخصص يدرس الخامات الطبيعية في المملكة وهو (هيئة المساحة الجيولوجية السعودية) ، كما رأى م١أن وجودها غير كافي ، لكن م٢ أضاف أن هيئة المساحة الجيولوجية السعودية تعتبر نقطة بداية ممتازة لأي جهة تريد الاستثمار في هذا القطاع ، لكن لا نستطيع تحديد هل وجودها كافي لفهم الصخور والمعادن الصناعية في المملكة أم لا ، لأنه يعتمد على تكاتف الجهود بين أكثر من جهة ، بالإضافة لاعتمادها على نوعية الأهداف التي نريد تحقيقها، كما أضاف م٣ أنه يوجد شركات خاصة كثيرة مهتمة بالخامات الصناعية وموجودة في أكثر من موقع في المملكة، خصوصاً لتوجه المملكة واهتمامها بمجال التعدين.

٢.هل تؤيد وجود مركز للأبحاث خاص بحجر البازلت والمواد المحلية في المدينة المنورة لدراسة خصائصها وامكانياتها للاستفادة منها في البناء، والتصميم، وتصنيع الأثاث، والخامات؟

أكد الأغلب على أنهم يوافقون وبشدة، مع اقتراح م٥ على أن يطور كجامعة بحثية لدراسة المواد المحلية في المدينة المنورة ، حيث يحقق رؤية المملكة ٢٠٣٠، كما أضاف م١ أنه من المهم جداً أن يكون متخصص بالمواد المحلية جميعها وليس فقط حجر البازلت ، أما م٧ أفاد أنه من المهم التركيز على تطوير منهجية وطرق البحث وليس فقط إضافة مراكز للأبحاث، كما أجاب م٢ بأن وجود مركز أبحاث في المدينة المنورة مفيد لاقتصاد المنطقة ، وأضاف أنه حتى لو أنشئت شركة تعدين أو مؤسسة فهذا أيضاً كافي، م٣ يرى أن حجر البازلت المتواجد بمساحات كبيرة

في المدينة المنورة يحتاج لمركز بحث متطور يدرس هذا الحجر ونواتجه كالرماد البركاني و البزولان وهذا له أهمية كبيرة سواءً في البناء أو في الصناعة.

٣.(من البازلت استحدثت خامات عديدة كالصوف الصخري والألياف البازلتية التي يصنع منها شبكة من البازلت وأقمشة من البازلت) هل ترى من الممكن تصنيع مواد وخامات للفراغات الداخلية من حجر البازلت؟

أجاب م١بأنه من التأكيد نعم ، كما أضاف بأن حجر البازلت يحتوي على العديد من المعادن التي تمكن استخدامه في نواحي عديدة ، وفي حال تم التعامل مع الصخر بشكله الكامل كمجموعة من المعادن دون استخراج معدن معين ، فهو غير مكلف اقتصادياً ، كما أجاب م٢ أن حديد التسليح المصنع من البازلت يحتاج لمعالجات حتى نستطيع استخدامه ، لأن كمية الحديد الموجودة في البازلت قليلة جداً ، ولا نستطيع استخلاص الحديد منه ، لأن البازلت يتكون من كمية كبيرة من السليكا تتراوح ما بين ٤٥% - ٥٢% ، و يصعب فصل السيليكا عن الحديد والمغنيسيوم ، حيث تكاليف هذه العملية كبيرة جداً ، كما أضاف م٣ أن الصوف الصخري يعتبر من المواد القديمة التي تم الاستفادة منها ، ويرى أن الاستفادة من الحجر تختلف حسب نوع حجر البازلت سواءً كان مصمت أو فقاعي.

٤.في حالة إمكانية استخدامها في الفراغات الداخلية، هل ترى أنه من الممكن تصنيعها داخل المملكة العربية السعودية؟

أجاب م١أنه في حال الرغبة باستخراج المعادن من صخر البازلت والتعامل معها بشكل منفصل فهذا مكلف اقتصادياً، و ليس له مردود اقتصادي ، فبالتأكيد ليس من الجدوى عمل مصنع لاستخراج معادن من البازلت، بينما إذا استخدم في وضعه الطبيعي فإنه لا يحتاج لعمليات تصنيع لأنه موجود بالفعل وعمليات التصنيع هي عمليات بسيطة من الناحية التقنية وغير معقدة ، كما يرى م٢ أنه يعتمد على شكلها، ففي حال استخدم كصخر أو حصى فهي عملية سهلة و بسيطة، كما أجاب م٣ أن عملية التصنيع غير معقدة نهائياً بالإضافة إلى أن المملكة متطورة في مجال الصناعات.

٥.هل يمكن تفتيت حجر البازلت والاستفادة منه بدمجه بخامات أخرى؟ وكيف يكون ذلك؟

يرى م١أنه يعتمد على الهدف الذي نريده، ففي حال الرغبة باستخدامه الديكور ومواد البناء فمن الممكن إضافة مواد أخرى معه، لكن من المهم التركيز على الجدوى في استخدامه ، كما أكد على أن علمية التفتيت ممكنة اقتصادياً لكنها صعبة ، لأن حجر البازلت ذو صلابة عالية ويحتاج إلى قوة ميكانيكية، وبالتالي فالتركيز الأكبر يكون على المردود الاقتصادي من علمية التفتيت ، لكن م٢يرى أن عملية تفتيت حجر البازلت ليست صعبة ، فمن الممكن تفتيته بدرجات طحن متعددة ، حسب الاحتياج والهدف من عملية التفتيت ، حيث توجد كسارات متعددة يستخدم كل نوع منها لدرجة طحن معينة، كما أضاف لطحن البازلت بدرجة عالية، حتى نحصل على بودرة من البازلت، فمن الممكن استخدام كسارة jaw crusher ، كما أجاب في حال دمجه مع خامات أخرى، فهذا يعتمد على نوعية الخامة المراد اضافتها، وماهي عناصرها الكيمائية المضافة لحجر البازلت، كما يرى أنه يعتمد على إجراء التجارب، وفهم تكوين كل خامة لمعرفة مدى امكانياتها في تحقيق الأهداف المرجوة منها، م٣ يرى بإنه يمكن دمجه مع العديد من الخامات ، مثل دمجه مع الإسمنت ، وعملية التفتيت سهلة من خلال أجهزة كسارات تعمل على تفتيت الحجر بدرجات مختلفة.

٦.في حال تم تفتيته هل سيحافظ على نفس الخصائص؟ مما يمكنه من تحقيق الراحة البيئية؟

أجاب م١أن عملية تفتيت الحجر هي تغيير في خصائصه، ومكلف اقتصادياً، لكن من الممكن استخدامه بكميات قليلة، كما أجاب م٣ يرى أنه لا يحتفظ بخصائصه، فكل حالة لها خصائص مختلفة فعندما يكون مصمت يختلف عن الفقاعي أو عن شكله كصوف صخري.

٧.هل ركام البازلت يعتبر الحل المناسب، في حالة صعوبة تفتيت الحجر؟

أجاب م١ أن ركام البازلت موجود في المدينة بكميات معتبرة، فمن الممكن استخدامه في الفراغات الداخلية، لكن في هذه الحالة لا يحتاج إلى تفتيت، فمن الأفضل في حال الحاجة للحصول على بازلت مفكك هو ركام البازلت وليس تفتيته لأنه مكلف اقتصادياً.

٨.هل ترى إمكانية دمج ركام البازلت مع الدهان؟ أمر يمكن تحقيقه؟

يرى م١ أنه في حال الرغبة بالحصول على خام له نفس ملمس الدهان فلا يمكن ، لأن حبيبات الرماد البركاني كبيرة إلى حد ما شبيهة بالرمل ، والدهان حبيباته المكونة له صغيرة جداً ، لكن يمكن استخدامه في الديكورات الداخلية حيث سيعطي في حال دمجه ملمس خشن ، كما أضاف أنه في حالته الطبيعية لا يتواجد في حالة الأكاسيد ، التي تستخدم في عمليات التلوين مثل أكاسيد الحديد، وعند سؤال الباحثة م١عن خصائص ركام البازلت هل هي شبيه بخصائص البازلت؟ أجاب أنها شبيه جداً، بمعنى أنه نفس المكون، ولكن موجود على هيئة فتات وليس على هيئة كتل صخرية، فهو يحتوي على نفس الخصائص، كما أجاب م٣ أنه نعم من الممكن دمجه مع الدهان أو أي خامات أخرى لكن من المهم فهم ودراسة هذا الدمج.

٩.هل ترى في حال تم استخدامه مع مواد أخرى كالدهان مثلاً سيساهم في تحقيق راحة وعزل حراري وصوتي؟

أ-الإضاءة ب- الحرارة ج- الرطوبة د-الصوت

أجاب م١أنه له خصائص حجر البازلت نفسها، لكن في حال تفتيه لو استخدم في عمليات العزل تنتفي عنه صفة العازل، لأن المساحات البينية بين حبيباته أصبحت كبيرة، فبالتالي أصبح أقل عزل للحرارة والصوت والضوء أو من الممكن أن يصبح غير عازل، لذلك يفضل أن يستخدم في حالة الصخر لتحقيق العزل الحراري أو الصوتي، أو من الممكن أن يستخدم على هيئة شرائح مثل الجرانيت، كما أجاب م٢ بأننا نحتاج عمل تجارب لمعرفة تأثير ركام البازلت على الدهان، ولا يمكن تحديد هذا التأثير دون إجراء أي دراسة أو تجارب عليه

المحور الثالث: حجر البازلت وتحقيقه للراحة البيئية

١.هل ترى في استخدام حجر البازلت تحقيق استدامة أكبر وضرر أقل على البيئة؟

اجتمع الخبراء الجيولوجيين والمعماريين على أن حجر البازلت محقق للاستدامة لأنه من المواد الخام الطبيعية الغير ضارة على البيئة، وهو من بيئة المدينة المنورة فهو مناسب لمناخها، ولأنه من المواد التي تبقى لفترة طويلة من الزمن، و ضرره أقل مقارنة بالمواد المستخدمة حالياً مثل الخرسانة (Concrete)، لكن أفاد م١أن حجر البازلت في ذاته غير ضار بالبيئة لكن استخدامه لا يقلل من التلوث البيئي ، وأن في استخدامه فائدة على البيئة ، حيث يعطي ثروة معدنية كبيرة للتربة المستخدمة للزراعة ، وأضاف م٧ بأن في استخدامه احترام لبيئة المدينة المنورة ومناخها ، كما أضاف م٢أن استخدامه قد يسبب ضرر للبيئة ، لأن عملية تجريف الصخور او تحريكها من

مناطقها ، يغير في البيئة المحيطة بها ، لكن ليس له تأثير على البيئة المنتقل إليها ، وليس له ضرر على الأشخاص أو الكائنات الحية من حوله، وأضاف م٦ أن المواد المحلية مستدامة لأنها من نفس البيئة فهي ملائمة للمنطقة.
٢.(استخدام حجر البازلت كجزء من البناء في واجهات معينة يحقق الراحة البيئية والراحة الحرارية، كاستخدامه مثلاً في الواجهة الجنوبية)، ما مدى صحة هذه العبارة؟
تفاوتت الإجابات ففي هذا السؤال حيث رأى م٧ أن لهذه العبارة نسبة من الصحة ، ورأى م١أنه لا يتفق أساساً مع استخدامه في الواجهات الخارجية لأنه سيسبب حرارة للمبنى، لأن لونه الأسود سيمتص الحرارة ، كما أكد م٤ و م٥ أن الإجابة على هذا السؤال تعتمد على العديد من المتغيرات مثل سمك الحجر و طريقة التطبيق ، لكن مقارنة بالليساسة العادية فهو أفضل معمارياً وجمالياً، لكن أضاف م٢ أن مناخ منطقة المدينة المنورة حار جداً في فصل الصيف، ولون الحجر داكن يمتص الحرارة، فبالتالي حتى لو استخدم حجر البازلت في أي واجهة فلن يكون له أي تأثير على الحرارة، كما أضاف م٣ أن الحجر الأسود يمتص الحرارة فبالتالي يحتاج إلى عزل ليتم التعامل معه ، فمن الممكن استخدام الصوف الصخري معه ، لكن يرى أنه مناسب جداً لفترة الشتا،، كما أضاف م٦ ، أنه من الممكن استخدامه ككسوات للواجهات الخارجية فبالتالي حتى لو كان هذا الحجر يمتص الحرارة فلا يؤثر على الفراغات الداخلية.
٣.حجر البازلت وتحقيقه لراحة حرارية في الفراغ – راحة في الرؤية والإضاءة؟
يرى م٣أنه مناسب للاستخدام في الفراغات الداخلية، لأنه غير معرض بشكل مباشر للشمس، فإنه يحتفظ بالحرارة، كما أجاب م٦ أن استخدامه في الفراغات الداخلية لا يتأثر بالحرارة، ولا يؤثر من ناحية الإضاءة ولو كان هنالك تأثير فيكون بنفس تأثير استخدام اللون الأسود.
٤.حجر البازلت وتحقيقه لراحة صوتية للفراغات؟
يرى م٣أنه بالنسبة للصخور لها القدرة على تمرير الصوت لكن بمستويات مختلفة.
٥.حجر البازلت وتوفيره للطاقة الكهربائية؟
أجاب م٣أنه موفر للطاقة الكهربائية، لأنه يمتص الحرارة الداخلية، وأجاب م٦ أنه نعم سيساهم في توفير الطاقة.
٦.ما لحلول والطرق التي تمكنا من التعامل الصحيح مع الحجر في مجال التهوية؟
أكد م١ و م٢ و م٥ و م٦ و م٨ أن استخدامه بحد ذاته ليس له علاقة بالتهوية ، وأن التهوية تتأثر بعوامل أخرى كالفتحات الموجودة في المبنى واتجاه الرياح ، كما أكد م١أن حجر البازلت يمنع التهوية لأنه مصمت أي أن الفراغات الموجودة فيه فراغات ظاهرية وغير متصلة ببعضها البعض، فهو يتسم بالمسامية وليست النفاذية، والفرق بينهم أن المسام الموجودة في النفاذية متصلة ببعضها البعض فالشيء ينفذ من خلالها، فحجر البازلت غير نفَّاذ، لاينفذ الضوء والصوت والهواء من خلاله، كما أجاب م٤ و م٧ أن في استخدامه بطرق أخرى بحيث يصمم بطريقة تسمح بمرور الهواء من خلاله من خلال ترك مسافات بين الحجر بطريقة مدروسة ولا يوضع كقطعة واحدة حيث يحقق في هذه الحالة تهوية جيدة و يصبح عنصر جمالي للمكان يمكن استخدامه في الديكور، كما أضاف م٢ أنه يفضل استخدامه في الواجهات الخارجية والمساحات المفتوحة ، وفي حال استخدم في الفراغات الداخلية فمن المهم التركيز على كيفية استخدامه ، وفي حال كان استخدامه قد يؤثر على راحة المستخدمين فمن المهم إدخال عناصر

أخرى معه لتقليل التأثير ، يرى م٣أن الحجر إذا كان مصمت فلا يسمح للهواء بالدخول، لكن الحجر الذي يحتوي على فراغات عالية يكون مجال التهوية فيه أفضل ، وبالتأكيد يعتمد على دراسة الفتحات في الفراغ.

٧.(حجر البازلت ذو قوة ومتانة عالية، مقاوم لتأثير العوامل الخارجية من الكسر أو التفاعلات الكيمائية، عازل للحرارة والصوت) بناء لما ذكر من مميزات حجر البازلت هل تراه مناسباً للاستخدام في الفراغات الداخلية؟

اتفق الجميع على أن استخدامه مناسب للفراغات الداخلية، وأضاف م١ بأنه يؤيد استخدامه في الفراغات الداخلية ولا يرى بأن يستخدم في الخارج، لأنه من الأحجار التي لها خاصية الثبات في التبادلات الحرارية، أي أن امتصاصه للحرارة جداً منخفض لكن في حال اكتسابه للحرارة سيفقدها أيضاً في زمن طويل، أي أن استخدامه في الواجهات الخارجية سيجعله يمتص الحرارة طوال فترة النهار، و يشع الحرارة في فترة الليل، لذلك من الأفضل استخدامه في الفراغات الداخلية لأنه يعمل كعازل للحرارة وبالتالي يمنع دخولها للفراغ، كما أكد م٧ بأن استخدامه في الفراغات الداخلية بالإضافة إلى خصائصه تحقق الارتباط بين الداخل والخارج، كما أفاد م٤ بأنه مقاوم للحريق أيضاً، وأن استخدامه قد يتطلب تكاليف عالية لأنه يحتاج إلى عمالة ماهرة لدقة التنفيذ في الفراغات الداخلية.

٨.لما حجر البازلت من صلابة وقوة ومتانة عالية هل ترى من الأفضل استخدامه في المباني الذي يتطلب بقائها لفترة طويلة من الزمن؟

اتفق المعماريين والمصممين على أنه من الأفضل استخدامه لأنه مقاوم لعوامل التعرية وخصوصاً المباني العامة والحدائق والاستخدامات الخارجية، كما أضاف م٢ بأنه يعتبر خيار مثالي ذو تكلفة منخفضة في حال استخدم في المدينة المنورة أو في المناطق المتواجد فيها حجر البازلت، كما يرى أنه من المستحيل القول بأنه لا يتأثر بعوامل التعرية والتجوية، لأن هذه العوامل قوية جداً تؤثر و تغير على الجبال، فمن الطبيعي تأثيرها على حجر البازلت، لكن في حجر البازلت قد تكون التغييرات في الحد الأدنى مقارنة بالمواد والخامات الأخرى.

٩.(قديماً في المدينة المنورة كان يستخدم حجر البازلت في الأدوار الأرضية لهدف الحفاظ على البرودة في فصل الصيف) هل نستطيع استخدامه في وقتنا الحاضر كما استخدم قديماً؟

أكد م١و م٤ أنه قديماً كان يستخدم حجر البازلت وكان يحقق العزل لكن بسبب أيضاً سمك الحجر حيث كان يستخدم بسمك كبير وهذا يؤدي لعملية العزل، حيث أقل سمك في حدود ٦٠ سم، كما رأت م٥ أن استخدام حجر من نفس البيئة يعالج مشاكل حرارية لكن يحتاج إلى دراسات وتجارب حتى نستطيع التأكد من إمكانية استخدامه، أما م٧ فأضاف بأن الظروف الحالية من تواجد الإسفلت والخرسانة و التخطيط للأحياء يمنع من تحقيق نفس النتائج كما كان قديماً ويرى أنه من المهم التعامل معه وفق الظروف الحالية، كما أضاف م٣ أنه مناسب للاستخدام للطابق الأرضي لأنه لا يتعرض للحرارة بشكل مباشر، كما أجاب م٦ يرى أنه بالتأكيد من الممكن استخدامه في الوقت الحاضر كما كان قديماً.

١٠. هل ترى أن هنالك معالجات بالإمكان استخدامها في حجر البازلت لتقليل تأثيره وعيوبه؟

أجاب م١أن قد يصعب عمل معالجات عليه لأن صلابته عالية وتفاعله مع العوامل الخارجية بطيء، كما أضاف م٤ أنه من الممكن استخدام مواد عازلة مثل مادة Resin Epoxy، لتقليل مشكلة ظهور التكلسات والأملاح بعد

فترة من الزمن، حيث تعمل هذه المادة على عزل الحجر مع الحفاظ على لونه، وأضاف م٧ أنه من المهم أن يعالج حسب الأوضاع الحالية، كما أضاف م٦ أن الجزء السفلي من واجهات المباني المستخدم فيها الحجر تتأثر بالماء، فمن الممكن التعامل معه من خلال استخدام الرخام مثلاً أو أي خامة لا تتأثر بالماء.

١١. ما لمباني المقترح استخدام حجر البازلت عليها؟

تنوعت الإجابات بين المباني التجارية والسياحية والمناطق الاستشفائية والمباني الحكومية، كما أضاف م٢و م٦ بأنه من الأفضل استخدامه في المباني السياحية لأنه يعكس بيئة المدينة، وأجاب م٤ بأن يستخدم في الأماكن العامة والحدائق لأنها تتعرض لعدد كبير من الزوار، ويرى أنه قد يصعب استخدامه في المباني السكنية لارتفاع التكلفة، كما أضاف م٣ أن لا يفضل استخدامه في المباني السكنية.

المحور الرابع: حجر البازلت واستخدامه في التصميم الداخلي:

١.هل ترى أن استخدام حجر البازلت في التصميم يحقق الارتباط بالمكان؟ ويصنع هوية خاصة بالمدينة؟

أكّد م٢ و م٤ و م٥ و م٦ و م٧ بأنه يحقق ارتباط كبير بالمدينة المنورة ويصنع هوية خاصة بها، لأنه من البيئة المحلية التي تميز المدينة عن باقي المدن في المملكة، لكن رأت م٨ أنه لا يرتبط بشكل كبير بهوية المدينة، حيث ترى بأن هوية المدينة أقرب ما يكون إلى الطراز الإسلامي ذو الألوان الفاتحة والزخارف واستخدام الرواشين، كما ترى أن يوظف من الناحية التصميمة بشكل صحيح مع الاعتماد على عناصر أخرى لكي يحقق ارتباط بالمدينة المنورة.

٢.كيف ترى التعامل الصحيح مع خامة الحجر، في حال تم استخدامه في الفراغات الداخلية؟

أجابت م٥ و م٦ في أن التعامل الصحيح مع الحجر يتحدد في ١-استخدامات الحجر ٢- المكان المستخدم فيه وترى انه من الصعب أن يستخدم في الفراغات السكنية دون معالجة لأنه تشكيله وتفاصيله قد تؤذي الأطفال، كما ركزت أنه في حال استخدم في الحائط فمن الأفضل أن نركز على الجانب الوظيفي، كما أجابت م٨ أن الحجر عملي و سهل الاستخدام لتحمله للظروف الصعبة.

٣.هل استخدام الحجر بتوضيح تفاصيله دون نحت يزيد من القيمة الجمالية للفراغات الداخلية؟

اتفق م٦ و م٧ و م٨ بأن تفاصيل الحجر تزيد من قيمته الجمالية، كما أضاف م٧ بأنه يعتمد على التصميم المطلوب وطريقة التعامل مع الحجر من ناحية قصه و نحته، لكن م٥ رأت بأنه جانب جمالي، لا يعتمد على رأي شخص معين لكن على ٣ نقاط مهمة، ذكرتها بأنها كمثلث مترابط، نظرة المصمم و رغبة العميل و نظرة الأشخاص الزائرين للمكان، كما ركزت بشكل كبير على الوظيفة والشكل هل نحت الحجر أو استخدامه بشكله الطبيعي سيحقق الوظيفة أو العكس كذلك.

٤.هل يُحد الحجر في حالة استخدامه من استخدام ألوان متعددة في الفراغ؟

اتفق م٥ و م٧ أنه لا يُحد من استخدام ألوان متعددة معه، لأنه من الألوان الطبيعية والألوان الحيادية التي تسمح باستخدام ألوان أخرى معه، لكن اختلف رأي م٨ حيث ترى أن استخدامه يُحد من استخدام ألوان أخرى متعددة، وأضافت أنه إذا أردنا التركيز على الحجر في التصميم فالأفضل استخدام ألوان حيادية معه، لكن في حال استخدم

بشكل إضافي لأي طراز فمن الممكن استخدام ألوان مختلفة معه، كما أجاب م٦ أنه من الممكن استخدام الألوان متعددة معه لكن من المهم توظيفه بشكل صحيح.
٥.هل يمكن استخدامه ككسوات لحوائط داخلية؟
اتفق المصممون على انه من الجميل أن يستخدم ككسوات، كما وضحت م٨ أنه يتواجد كألواح لكن بكميات قليلة جداً، وأضافت م٥ أن تشكيلات الحجر ومقاساته تجعل منه لوحة كبيرة تزيد جمالية المكان
٦.كيف نظهر الحجر بشكل جمالي أكثر ومتجانس مع المكان؟
تعددت آراء المصممين حيث ركزت م٥ على ٣ نقاط مهمة يجب التركيز عليها لإظهار الحجر بشكل جمالي أولاً: دراسة المساحة وتشكيل الحجر بطريقة تتناسب مع مساحة الفراغ. ثانياً: مكان الاستخدام هل على الحوائط أو الأسقف أو كقطع الأثاث. ثالثاً: العناصر المستخدمة لإظهار الحجر مثل الإضاءة والألوان والخامات الأخرى. وأكَّد م٦ على تعريضه لضوء الشمس أو استخدام الإضاءة الصناعية بشكل صحيح وذلك لتوضيح جمالية الحجر. كما أكد م٧ على أن استخدامه بطريقة تواكب الحقبة الزمنية هو ما يظهر جمال الحجر، أما م٨ ركزت على الإضاءة بشكل كبير حيث ذكرت أن الإضاءة تزيد من جمالية الحجر لكن يجب دراسة توزيعها بشكل سليم، أيضاً دراسة الإكسسوارات المستخدمة في الفراغ، حيث ترى من الأفضل تقليل قطع الاكسسوارات أو استخدام قطع ذات ألوان فاتحة أو خامات مثل الزجاج.
٧.في حال استخدم في البناء هل تؤيد استخدام تشطيبات معه أو الاكتفاء بمنظره الخارجي؟
اجتمع المصممون على أنه يعتمد على وظيفة المكان وطريقة تصميمه والإحساس الذي نريد إيصاله للأشخاص من خلال استخدام هذا الحجر.
٨.هل وجود الحجر في الفراغ يتطلب استخدام إضاءة أكبر؟
أجاب م٦ و م٧ أنه يتطلب لإضاءة أكبر بسبب لونه الغامق فقط، كما أضافوا م٥ و م٨ أنه يحتاج إضاءة لإظهار جماله وتوضيح تفاصيله، اعتماداً على الوظيفة المستخدم لأجلها.
٩.هل من الممكن الاستفادة من حجر البازلت في تصنيع قطع اثاث؟ وهل يمكن أن يُحدث تأثير جيد للفراغ؟
أجابت م٥ بأنه من الممكن أن يستخدم في المساحات الخارجية، وأيضاً في الفراغات الداخلية كقطع جمالية ومنحوتات، كما ترى أن عملية التصميم لا يُحدها شيء فبالإمكان استخدامه في قطع الأثاث لكن من المهم التركيز على وظيفة هذه القطعة، كما ترى محدودية استخدامه في قطع الأثاث وتفضل أن تكون قطع الأثاث مرنة أكثر، كما أجاب م٧ أنه يجب التركيز على وظيفة القطعة نفسها من ناحية سهولة تحريكها، حجمها وأجاب م٦ أنه من الممكن استخدامه في بعض قطع الأثاث مثل الطاولات، لكن قد يصعب في غيرها.
١٠.هل الطرز المليئة بالتفاصيل كالطراز الإسلامي مثلاً تعتبر خيار جيد لتطبيقها في الفراغات المستخدم فيها حجر البازلت؟
أجابت م٥ لا يمكن تحديد إذا كانت خيار جيد أو لا، لأنه يعتمد على نظرة المصمم و طريقة استخدام حجر البازلت في المكان ، لكن أكد م٧ أنه من المهم الاستفادة من الأسس والمعايير التي استخدمت في العمارة الإسلامية و تطبيقها بطريقة تتناسب مع الحجر لكن مع التأكيد على أهمية التناسب مع الحقبة الزمنية، وليس مجرد نقل، أما م٨ فرأت أنه يعتبر خيار غير جيد لأنه يتطلب لطرز ذات تفاصيل بسيطة وألوان هادئة، خصوصاً لو كان التركيز في

التصميم على حجر البازلت، وأجاب م٦ نه من الممكن استخدام الطرز المليئة بالتفاصيل لكن من تجانسها و وحدتها مع الفراغ.

ملاحظات إضافية

أجاب م١ عند سؤال الباحثة عن حجر البازلت هل يعتبر من المواد المشعة والتي قد تسبب الضرر بالإنسان ؟بأن حجر البازلت لا يحتوي على كميات عالية من المواد المشعة، وأنه من الممكن أن يحصل امتصاص للغازات، وأجاب م٢ أن العناصر الكيمائية المكونة لحجر البازلت هي الحديد والمغنيسيوم والكالسيوم، وأيضاً يوجد فيه بكميات قليلة تيتانيوم و كروم وبلاتين، حيث يرى بأنها قد تضر الإنسان في حال اختلاطها بالطعام، لكن غير ذلك فليس لها ضرر على الهواء أو الماء أو الكائنات الحية. وعند سؤال الباحثة عن امكانية حجر البازلت لعزل الكربون من خلال الامتصاص أو الحقن؟ فأجاب م١أن حجر البازلت لديه قدرة ضعيفة على الامتصاص، لكن ليست لديه أي إمكانية لحقن الصخر، لأن المسامات في الحجر غير متصلة ببعضها البعض. كما أضاف م١عن كيفية تكون المسامات في الصخر؟ أن حجر البازلت الموجود في المدينة يحتوي على العديد من الفراغات والمسامات الموجودة في نسيج الصخر، حيث تكونت أثناء خروج البركان نتيجة خروج الغازات المصاحبة لهذا البركان بعد عملية تبريده، وبالتالي تسببت في ظهور فراغات داخل الصخر، وأجاب م٤ عند سؤال الباحثة عن مدى تأثير حجر البازلت على تهوية الفراغ، مثل شعور ضيق النفس عند دخول الفراغات الضيقة المستخدم فيها الحجر في متحف سكة الحجاز؟ بأن المباني الحالية المستخدم فيها الحجر معاد ترميمها فلا يمكننا أن نحكم عليها في الوقت الحالي.

٤- ٢نموذج التحليل الرباعي SWOT Analysis

اختارت الباحثة أسلوب التحليل الرباعي لتقييم فعالية البحث في استخدام حجر البازلت في العمارة والتصميم الداخلي واستحداث الخامات، من خلال الدراسة النظرية وتحليل المباني والمقابلات.

٤-٢-١مفهوم التحليل الرباعي:

هي طريقة أو أسلوب استخدم لتحليل نقاط القوة ونقاط الضعف والفرص والتحديات المحتملة للمشروع لتقييم هذا المشروع، وSWOT اختصار للأحرف الأولى لكلمة Strengths (عوامل القوة)، وWeaknesses (عوامل الضعف)، وOpportunities (الفرص)، وThreats (التحديات أو التهديدات).

عوامل القوة

مادة خام مستدامة، لا يؤثر على البيئة، عازل للحرارة والصوت، ذو قوة ومتانة عالية، يعيش لفترات زمنية طويلة، مقاوم لتأثير العوامل الخارجية، يصنع هوية خاصة بالمدينة المنورة، مقاوم للرطوبة، لا يسبب أي مخلفات في حال تصنيعه، يحتاج لطاقة أقل عند صهره، موجود بكميات كبيرة، من الأحجار غير المشعة، استحدثت منه خامات متعددة

عوامل الضعف

تظهر فيه تكلسات وأملاح عند تعرضه للأمطار، غير نفاذ للهواء، قلة الأبحاث المنشورة، ندرة المراكز المتخصصة في دراسة حجر البازلت والموارد المحلية، لا فائدة من استخراج المعادن منه، لونه الأسود يمتص الحرارة، غير مسامي تتراكم عليه مياه الأمطار، قد يتأثر لونه وجماليته بسبب عوامل التعرية لفترات زمنية طويلة.

التحليل الرباعي SWOT Analysis لاستخدام حجر البازلت في العمارة والتصميم الداخلي

التحديات	الفرص المستقبلية
مقاساته محدودة، مكلف اقتصادياً مقارنة بمواد البناء الأخرى، يحتاج إلى عمالة مدربة وماهرة، استخدامه بطريقة تتناسب مع الحقبة الزمنية، لونه داكن يمتص أشعة الشمس، يحتاج إلى خبراء لإمكانية استحداث خامات منه، استخدامه مع خامات أخرى يحتاج إلى دراسات وتجارب، لا يؤثر على الهواء لكن يحتاج للتعامل معه بطريقة صحيحة، يحتاج إلى عوامل أخرى لتحقيق عزل حراري مناسب لمناخ المدينة المنورة	إمكانية تطور الدراسات والصناعات التطبيقية لاستحداث خامات مستخلصة من حجر البازلت والتي من شأنها تعدد أوجه الاستفادة من استخدامها في مجال التصميم المعماري الداخلي والأثاث،

شكل (٢٨) التحليل الرباعي SWOT Analysis لاستخدام حجر البازلت في العمارة والتصميم الداخلي. (الباحث)

٤-٣ التصميمات المقترحة للمشروع:

المدينة المنورة بحاجة لمراكز بحثية يتم من خلالها دراسة الموارد المحلية البيئية، لكي نحقق الاستفادة منها في عدة جوانب مثل استخدامها في البناء أو في الصناعة في التصميم الداخلي، خاصة في الوضع الراهن حيث تعمل أمانة المدينة المنورة على استخدام حجر البازلت في الطرق والأرصفة، حيث أصبح يعبر وبشكل صريح عن بيئة المدينة المنورة.

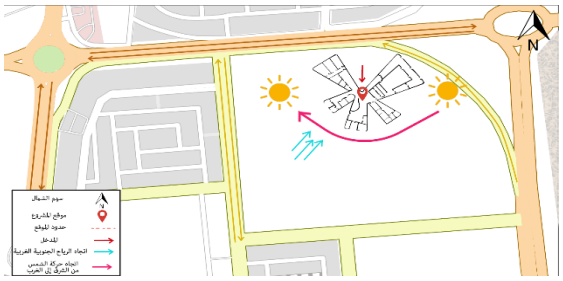
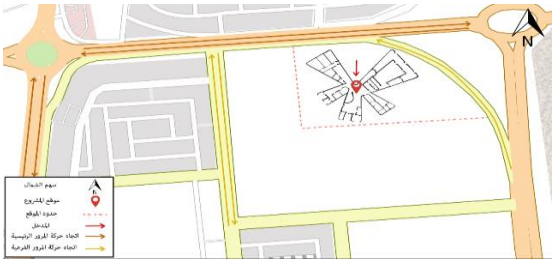
٤-٣-١نبذة عن المشروع (مَورِد – مركز دراسات وأبحاث لموارد المدينة المنورة):

دراسة الخامات البيئية والطبيعية بالمدينة المنورة وعمل الدراسات التطبيقية والتحليلية لتلك الخامات في سبيل استحداث خامات جديدة مستخلصة ومشتقة منها يمكن الاستفادة منها في مجال التصميم الداخلي والمعماري.

٤-٣-٢دراسة الموقع:

تم اختيار الموقع بناءً على وجود حجر البازلت في هذه المنطقة، كما تعتبر جزء من الحرة الشرقية بالمدينة المنورة.

مناخ المدينة المنورة صحراوي، يتسم بالجفاف والحرارة المرتفعة في فصل الصيف، حيث تتراوح بين درجتي ٣٠ و٤٥، وفي فصل الشتاء تنخفض درجة الحرارة بين ١٠ و٢٥ درجة مئوية، كما تهب على المدينة المنورة رياح جنوبية غربية.

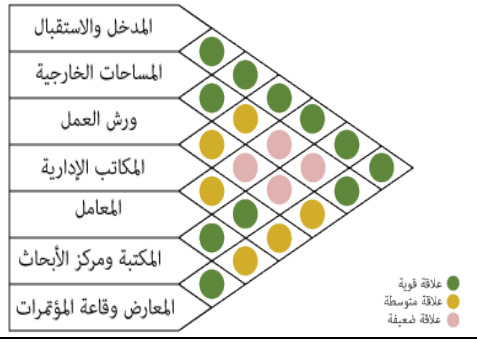
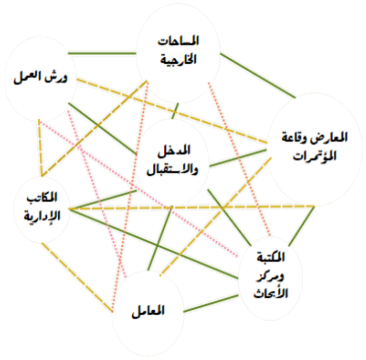
٤-٣-٢-١ دراسة الرياح وحركة الشمس	٤-٣-٢-٢ محددات الموقع
	

شكل (٢٩) دراسة الموقع المقترح. (الباحث)

٤-٣-٣الفكرة التصميمية:

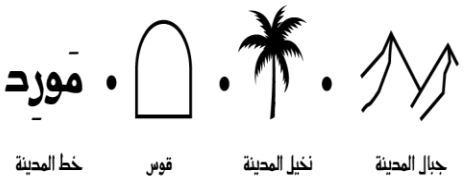
لأننا من الأرض وإليها ننتمي، ولأن لكل مدينة طبيعة خاصة بها، تميزها وتميز عمارتها، وتربطنا بتاريخها ومستقبلها، ومنها نستطيع أن نواجه مشاكلها البيئية والمناخية، لذلك استخدمنا في تصميم هذا المركز موارد طبيعية من البيئة المحلية

للمدينة المنورة، وتحديداً حجر البازلت، وذلك لتحقيق الارتباط بالمكان، وأيضاً قمنا بتطوير استخدام الملقف الذي كان يستخدم في العمارة الإسلامية، لتحقيق تهوية جيدة للفراغ بالإضافة لأن يكون مصدر جمالي.

٤-٣-٤ الدراسات الوظيفية Bubble & Matrix	
	

شكل (٣٠) الدراسات الوظيفية للمشروع. (الباحث)

٤-٣-٥ شعار المشروع:

٤-٣-٥-١ الشعار	٤-٣-٥-٢ تحليل الشعار
	

شكل (٣١) الشعار. (الباحث)

٤-٣-٦ معايير تصميم المشروع:

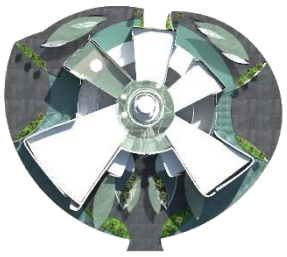
- تحقيق الارتباط والاتصال بالمكان، واستخدام الموارد المحلية، وتكون هي مصدر الجذب في الفراغ.
- الاتصال بشكل كبير مع الطبيعة.
- الاستفادة من إضاءة الشمس بشكل كبير.
- الاستفادة من التهوية الطبيعية، وتحقيقها في الفراغات، وتحديداً من خلال توظيف عنصر الملقف في فراغ الاستقبال.
- استخدام خامات ومواد مستدامة، تعيش لفترة أطول ولا تؤثر على البيئة.
- استخدام ألوان فاتحة، تسمح بالتركيز على الموارد الطبيعية.
- استخدام أسقف ذو ارتفاعات عالية، تعطي إحساس بالاتساع، وتظهر جميع العناصر الموجودة في الفراغ.
- استخدام أسقف زجاجية، بتصاميم تسمح بانعكاسها على الحوائط.

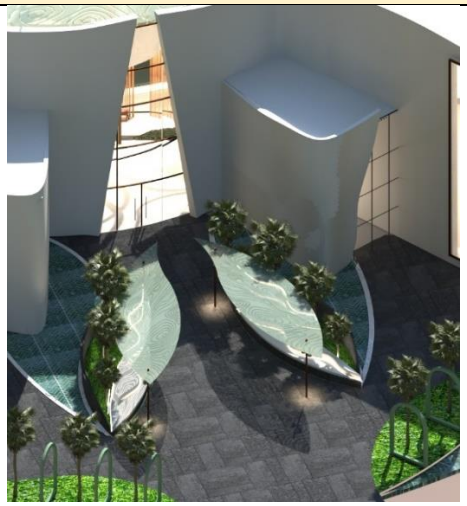
٤-٣-٧ لقطات المشروع:

٤-٣-٧-١ الفراغ الأول (الاستقبال):

٤-٣-٧-٢ الفراغ الثاني (المكتبة):

٤-٣-٧-٣ الواجهة:





شكل (٣٣) لقطات للمشروع. (الباحث)

٤-٣-٨ الملقف:	
صـــمم الملقف، ليكون من عناصـــر الجذب في الفراغ، وأيضـــاً من العناصـــر الجمالية، يحقق تهوية جيدة لفراغ الاسـتقبال، وللفراغات المجاورة المتصـلة بشـكل مباشـر بفراغ الاستقبال، وأيضاً التهوية المباشرة لمنطقة الخدمات والانتظار، استخدمت أسفل الملقف خامات طبيعة والنخيل والنوافير، وذلك لتبريد الهواء، كما صممت فتحات الملقف لتكون مقابلة لاتجاه الرياح الجنوبية الغربية وهي الرياح المحببة في المدينة المنورة، صـــمم ليســـمح لهذه الرياح بالحركة من الخارج إلى داخل الفراغ.	

شكل (٣٥) الملقف. (الباحث)

٤-٣-٩ الخامات المستخدمة:	
١-حجر البازلت	من المواد الطبيعية المحلية، مقاوم للحرارة، عازل للحرارة والصـــوت والرطوبة، قوة ومتانة عالية.
٢-خشب معالج	يوفر الخشب المعالج حماية من الحشرات والرطوبة، وبذلك سيظل جيدة جدا لفترة أطول، يساهم استخدامه في تقليل كمية الأشجار المقطوعة
٣-طـيـن مـعـالـج MCM	مواد معاد تدويرها من الطين والرمل، مما يقلل من انبعاثات الكربون، مقاوم للحرارة ويستغرق وقتا أطول لنقل الحرارة بين الداخل والخارج، مقاوم للحريق، يساعد على لتخلص من السموم، بسبب مسامية الألواح التي تتيح للجدران التنفس وتجديد الهواء
٤-حجر طبيعي	يتميز بالصلابة والمتانة، مقاوم للحرارة والرطوبة، يدوم لفترات طويلة.

شكل (٣٦) الخامات المستخدمة (الباحث)

النتائج والتوصيات

النتائج:

حجر البازلت يصنع هوية خاصة بالمدينة المنورة، ويحقق الارتباط بالمكان، وهو من الخامات المستدامة، لأنه من المواد الخام المحلية، المتواجد وبكثرة في المدينة المنورة.

يحقق حجر البازلت العزل الحراري للفراغات الداخلية، ويحقق العزل للواجهات الخارجية لكن بالاعتماد على عوامل أخرى مثل: سمك الحائط وترك مسافات بين الحوائط.

يحقق حجر البازلت العزل الصوتي والضوئي وهو حجر مسامي غير نفّاذ.

حجر البازلت ذو صلابة ومتانة عالية يستحمل البقاء لفترة طويلة من الزمن دون التأثر بالعوامل الخارجية.

من المهم دراسة التركيب الكيمائي للخامة أو المادة المراد إضافتها أو دمجها مع حجر البازلت.

من الصعب استخراج المعادن من حجر البازلت لأنه يتطلب قوة كبيرة، وليس له مردود اقتصادي.
إن التعامل مع حجر البازلت بشكله الطبيعي غير مكلف اقتصادياً لذا ينصح باستخدامه في مجال التشطيبات.
من الممكن تفتيت الحجر واستخدامه مع خامات أخرى، لكن قد يكون مكلف اقتصادياً.
ركام البازلت له نفس خصائص حجر البازلت، ويمكن دمجه مع خامات أخرى كالدهان، لكن قد تتأثر خصائصه في العزل الحراري والصوتي.
حجر البازلت ليس له تأثير على تهوية وإضاءة المكان، لكن من المهم استخدام إضاءة مدروسة معه لتحقيق الجمال عند استخدامه.
التعامل مع حجر البازلت في الفراغات الداخلية غير محدود، لكن يعتمد بشكل كبير على تحقيق الوظيفة وتحقيق الناحية الجمالية.
يصعب الحصول على بلاطات من حجر البازلت وإن وجدت فتكون بمقاسات محدود جداً.
لا يحد حجر البازلت من عملية الابداع في التصميم، حيث من الممكن استخدامه في الحوائط بشكله الطبيعي وإظهار تفاصيله أو نحته، أو في المنحوتات والقطع الجمالية أو في قطع الأثاث لكن مع التركيز على تحقيق الوظيفة من القطعة.
من الممكن استخدام ألوان وطرز مختلفة مع حجر البازلت، ولكن من المهم التركيز على إظهار الحجر بطريقة سليمة تجعل منه إضافة جمالية للفراغ.

التوصيات:

ضرورة الاستفادة من الموارد البيئية المحلية المتواجدة في المدينة المنورة، واستغلالها في البناء وتوظيفها في التصميم الداخلي، لحل المشاكل البيئية والمناخية.
إنشاء مراكز أبحاث ومعامل متخصصة بحجر البازلت والمواد المحلية، لدراستها ودراسة إمكانية استخدامها في ابتكار خامات مستدامة يمكن الاستفادة منها في العمارة بشكل عام وفي البيئات الداخلية بشكل خاص وتكثيف الدراسات والأبحاث عن حجر البازلت والمواد المحلية في المدينة المنورة، لخلق فرص للابتكار من هذه الخامات.
دعوة بلدية المدينة المنورة لتطبيق استخدام الموارد البيئية المحلية في عمارة المدينة المنورة وتحديداً المباني السياحية.
دعوة أمانة المدينة المنورة والجهات المختصة لدعم الباحثين والمبتكرين، وتوفير كافة الاحتياجات والمتطلبات التي يستعين بها كل باحث للتوصل إلى نتائج ومخرجات حقيقة مستندة إلى تطبيق واقعي ميسر ومسهل .

المراجع

المراجع العربية:

1. مصطفى، صالح لمعي، المدينة المنورة، تطورها العمراني وتراثها المعماري. بيروت: دار النهضة العربية،١٩٨١.
mustafaa, salih limaei, almadinat almunawarati, tatawuruha aleumraniu waturathuha almiemari. bayrut: dar alnahdat alearabiati,1981
2. كعكي، عبد العزيز بن عبد الرحمن. معالم المدينة المنورة بين العمارة والتاريخ-الجزء الأول: المعالم الطبيعية المجلد الثاني: الحرات والأودية. متحف دار المدينة المنورة للتراث العمراني،١٩٩٨.
kaeki, eabd aleaziz bin eabd alrahman. maealim almadinat almunawarat bayn aleimarat waltaarikhi-aljuz' al'awal: almaealim altabieiat almujalad althaani: alhuraat wal'awdiatu. muthaf dar almadinat almunawarat lilturath aleumranii,1998.

3. كعكي، عبد العزيز بن عبد الرحمن، معالم المدينة المنورة بين العمارة والتاريخ-الجزء الثاني: معالم التطور العمراني والتقدم الحضري للمدينة المنورة. متحف دار المدينة المنورة للتراث العمراني،١٤١٩.
kaeki, eabd aleaziz bin eabd alrahman, maealim almadinat almunawarat bayn aleimarat waltaarikhi-aljuz' althaani: maealim altatawur aleumranii waltaqadum alhadarii lilmadinat almunawarati. muthaf dar almadinat almunawarat lilturath aleumranii,1419
4. شرف، د. مزيد، البازلت مادة أولية لصناعات هامة ونوعية في سوريا\ابتكارات القرن الواحد والعشرين\ المؤتمر الجيولوجي الثاني\٢٦-٢٨\تشرين أول، دمشق-سوريا،٢٠٠٩.
4. sharaf, da. mazidi, albazalat madat 'awaliat lilsinaeat almuhimat walnaweiat fi suria/abtikarat alqarn alhadi waleishrina/almutamar aljiulujia althaania/26-28 tishrin al'uwla, dimashq-surya, 2009.
5. الهلال، محمد الأحمد، تقرير عن جيولوجية المدينة المنورة ضمن حدود النطاق العمراني. مجلة مركز بحوث ودراسات المدينة المنورة. ع١٧ (جماد الأول ١٤٢٧).
5. alhilal, muhamad al'ahmad, taqrir ean jiulujiat almadinat almunawarat dakhil hudud aleumran. majalat markaz albuhuth waldirasat bialmadinat almunawarati. alayat 17 (jumeat al'uwlaa 1427).
6. كعكي، عبد العزيز بن عبد الرحمن، البيوت التقليدية القديمة في المدينة المنورة. مجلة مركز بحوث ودراسات المدينة المنورة. ع١٧ (٢٠٠٢).
6. kaki, eabd aleaziz bin eabd alrahman, albuyut alturathiat alqadimat bialmadinat almunawarati. majalat markaz albuhuth waldirasat bialmadinat almunawarati. raqm 17 (2002).
7. الدوعان، محمود بن إبراهيم، الخصائص الطبيعية للمدينة المنورة وأثرها على أحداث غزوة الأحزاب. مجلة جامعة الملك عبد العزيز: الآداب والعلوم الإنسانية. ع٢٣ (٢٠١٦م/١٤٣٦هـ).
7. aldaenun, mahmud bin 'iibrahima, alkhasayis altabieiat lilmadinat almunawarat wa'atharuha fi 'ahdath ghazwat al'ahzabi. majalat jamieat almalik eabd aleaziza: aladab waleulum al'iinsaniati. aleadad 23 (2016 m / 1436 hi).
8. الجامع الكبير في الرياض. (٢٠٢٣, ١ ٢٤). المستودع الدعوي الرقمي: ١٠. Retrieved from https://dawa.center/
8. almasjid alharam bialrayad. (2023, 1 24). tama aliastirjae min mustawdae aldaewat alraqmi: 10. https://dawa.center/
9. المساجد التاريخية "مسجد العنبرية". قناة الإخبارية، (٢٠١٧).
9. almasajid altaarikhia "masjid aleanbariati". qanat al'iikhbariati, (2017).
10. قصر الحكم: راسم بدران - فن العمارة. قناة الشرق للأخبار، (٢٠٢٢).
10. qasr alhakma: rasim badran - eimaratu. qanat alsharq al'iikhbariati, (2022).
11. مشروع تطوير منطقة قصر الحكم. (٢٠٢٣, ١ ٢٢). موقع الهيئة الملكية لمدينة الرياض: Retrieved from https://www.rcrc.gov.sa/ar/projects/qasr-alhukm-district
11. mashrue tatwir mintaqat qasr alhikmi. (2023, 122). tama alhusul ealayh min mawqie alhayyat almalakiat limadinat alrayad: https://www.rcrc.gov.sa/ar/projects/qasr-alhukm-district
12. المرسم، مسجد الغراء المدينة المنورة. تاريخ الوصول ١ ٢٤، ٢٠٢٣، من https://www.marsam.sa/ (٢٠٢٠).
12. almurasma, masjid alghara'i, almadinat almunawarati. tama alwusul 'iilayh fi 1 fibrayir 2023, min https://www.marsam.sa/ (2020).

المراجع الأجنبية:

1- Sivanandhini, K., Subasree, S., Preethika, R & ,.Meenakshi, M. (2019). Experimental Study on using Basalt as a Construction Material .*SSRG International Journal of Civil Engineering.* Vol.2 No 6 (2019).

2- Sunny, J. E., Varghese, R. A., Sagar, S., John, S., & Kassim, R. (2020). Application of basalt and its products in civil engineering. International Journal of Engineering Research and Technology.Vol.2 No 6, (2020).

3- Badran, R., & Steele, J, The Architecture of Rasem Badran: Narratives on People and Place. London: Thames & Hudson,2005.

4- Galla, Karine, Mineral wool and the building exterior. Retrieved 1 6, 2023, from https://www.constructionspecifier.com/ (2018).

5- BASALT GURU, Basalt Fiber. Retrieved 1 7, 2023, from https://basalt-fiber.com/(٢٠١٠).

6- BASALT GURU, Basalt REBAR. Retrieved 1 7, 2023, from https://basalt-rebar.com/ (٢٠١٠).

7- BASALT GURU, Basalt FABRIC. Retrieved 1 7, 2023, from https://basalt-fabric.com/(٢٠١٠).

New Way Technologies, Basalt Fiber. Retrieved 2 18, 2023, from http://newwaytechnologies.nl/ (٢٠٢٣).

الهوامش:

[أ] المصدر: (المرسم،٢٠٢٠)

[٣] المصدر: (Steele، ١٩٩٨) (الجامع الكبير في الرياض، ٢٠٢٣) (قصر الحكم: راسم بدران - فن العمارة، ٢٠٢٢) (مشروع تطوير منطقة قصر الحكم، ٢٠٢٣)