

عنوان البحث :

تحسين الطين وإستخدامه في تطوير العمارة المحلية

Improved Clay, and its use in the Development of Local Architecture.

د. مجدي محجوب سعد

أستاذ مساعد بجامعة امدرمان الإسلامية – كلية العلوم الهندسية

أستاذ مساعد بكلية النيل الأبيض للعلوم والتكنولوجيا – قسم العمارة

ت : 0122669763

البريد الإلكتروني : majdimahj@gmail.com**تحسين الطين وإستخدامه في تطوير العمارة المحلية**

د. مجدي محجوب سعد

أستاذ مساعد بجامعة امدرمان الإسلامية – كلية العلوم الهندسية

أستاذ مساعد بكلية النيل الأبيض للعلوم والتكنولوجيا – قسم العمارة

ملخص

يعد هذا البحث من الدراسات المهمة التي تستهدف تطوير تقنية البناء بالطين وحل المشاكل الاقتصادية والاجتماعية والبيئية للعمارة المحلية .

العمارة المحلية تميزت بطراز معماري فريد ، أخذت عنه الحضارات الغربية والشرقية .

تقديم العمارة الطينية بقوة كأحد أهم الحلول لمشكلة الإسكان والتنمية المستدامة في عالمنا المعاصر .

إمكانية إرتفاع المباني الطينية حتى ثمانية أدوار .

Abstract

This research is one of the eminent studies that aims to develop the construction with mud technology to solve economic, social and environmental problems of local architecture.

Local architecture characterized by a unique architectural style, taken from the Western and the Eastern civilizations.

Introducing mud architecture effectively, as one of the most important solutions to the problem of housing and sustainable development in the contemporary world.

There is possibility of building towers using mud, counting to eight floors.

المقدمة :

يمكن أن تكون العمارة تاريخاً يُكتب، أو كتاباً يُقرأ، ولكن هدفها الأسمى ، أن تكون، حضارة تُشيد لقد كانت العمارة والطراز المعماري دوماً شاهداً على تطور الحضارات على مر العصور والأزمنة ، وهي إنعكاس مباشر يعبر عن المستوى العلمي والإجتماعي للشعوب كما عبرت عن مدى القوة والإستقرار .

فالمدن التي اشتهرت بكثرة قلاعها وحصونها قد بنيت في زمن الحروب والغزوات كما أن المدن التي تعج بالقصور الفاخرة والحدائق الغناء قد بنيت في زمن الإستقرار وفخامتها تعبر عن الفن والرفاهية التي عاشها أهل تلك المدن في ذلك العصر ، فهي إذن شواهد على التاريخ والفكر والحضارة للشعب .

ومن هنا كانت أهمية هذا البحث الذي يذكرنا بدورنا في الحياة كمعماريين وبمسؤوليتنا أمام الله للحفاظ على العمارة المحلية وتطويرها لتناسب كل زمان ومكان وفي مختلف الظروف .

أولاً : أهمية البحث :

يعد البحث من الدراسات مهمه التي تستهدف تطوير تقنية البناء بالطين من خلال التجارب للمواءمه بين العمران والبيئية المحلية لأنها جزء من إرثنا الحضاري وحل المشاكل الإقتصادية والإجتماعية والبيئية للعمارة المحلية .

ثانياً : اهداف البحث :

يمكن تلخيص اهداف البحث في ما يلي :

- 1- الإستفادة من العمارة التقليدية ومنع إنتزاع الإنسان من محيطه الطبيعي .
- 2- الترويج للمباني الطينية وخاصة فيما يتعلق بتكنولوجيا الطوب الناتج من عجينة الطين والقش والمواد العضوية – وقد التفت كثير من المهندسين في الفترة الأخيرة الى البناء الشعبي والطراز النوبي في التصاميم المعمارية بإستخدام الطين كمادة بناء اساسية .
- 3- ارساء فلسفة لتحقيق تكنولوجيا التصنيع من اجل خدمة حاجات المجتمعات الفقيرة وتنميتها دون تدمير ثقافتها من خلال تنفيذ مشروعات رائده للمنازل في المجتمعات الفقيرة .

- 4- حل المشاكل الاقتصادية من خلال استخدام عناصر البناء التقليدية مثل الطوب اللبن في تنفيذ ابنية معقدة مثل الأقواس او القباب دون استخدام دعائم حديدية مكلفة ترمى الى اشراك السكان المحليين في بناء منازلهم.
- 5- التنبؤ بخطورة ضعف الإهتمام بهذا النمط المعماري بالرغم مما يحتويه من مظاهر جمالية وامكانيات فنية قابلة للتوارث وتطبيقها في المباني ولاسيما في الريفية منها .
- 6- التخفيف من مشكلات مواد البناء وتقليل اثرها في البيئة بتحسين الطين واستخدامه كمادة بناء اساسية .
- 7- تقديم العمارة الطينية بقوة كاحد اهم الحلول لمشكلة الإسكان والتنمية المستدامة في عالمنا المعاصر .

د/مجدي محجوب سعيد: أستاذ مساعد جامعه ام درمان الاسلاميه – كلية العلوم الهندسيه

ثالثاً : مشكلة البحث :

لقد ادي ضعف الإهتمام بالعمارة المحلية الى اندثار العمارة الطينية بالرغم مما فيها من مظاهر جمالية وإمكانيات فنية قابلة للتوارث وحلت العمارة الحديثة محلها مما اضاعت هبة المدن وهويتها وعدم تلبيتها لإحتياجات المجتمعات الفقيرة مما ادى لتدمير ثقافتها وانتزاع الإنسان من محليته تتنابه مشاعر متناقضة للاعتزاز بعظمة العمارة والحضارة المحلية والعزة التي كانت تعيشها ، ومشاعر قهر وذل وغيظ من حالة الحضارة التي وصلنا اليها بعد أن كنا أصل الحضارة التي عمرت العالم باسرة وحالة الضعف والتبعية الشديدة لمن اتخذونا أعداءهم ، ويشهد علينا وضعنا الفكري والإقتصادي والسياسي والثقافي والإجتماعي والمعيشي والعمراني الذي لايعبر عن طراز معماري يميزنا ، بل هو خليط عشوائي من أنظمة معمارية مختلفة لايجمعها لون ولا شكل ولا شخصية – تماماً كما هو الحال في محيطنا يغلب عليه التقليد والتبعية اكثر مما فيه من الأصالة ووضوح الشخصية.

رابعاً : منهج البحث :-

ولقد سلكت في هذا البحث المنهج الوصفي التحليلي حيث اقوم بوصف العمارة الطينية وكيفية ملائمتها للثقافة المحلية وكيفية المحافظة عليها كارث معماري أصيل وتحليل خواص ومميزات الطين وطرق تحسينه من خلال التجارب المعملية والموقعية .

خامساً : هيكل البحث :-

ويشتمل هذا البحث على مقدمه وثلاثة محاور :

المقدمه : وقد ذكرت فيها اهمية البحث وأسباب اختياره واهداف البحث ومشكلة البحث ومنهج البحث وهيكل البحث.

المحور الأول : خواص ومميزات العمارة الطينية .

المحور الثاني : خواص وطرق تحسين الطين وايجابيات البناء به وافاق تطوره
 المحور الثالث : دراسة مختبريه لمواد البناء المستخدمه الطينية .
 الخاتمة وتشمل على النتائج والتوصيات وأهم المقترحات والمراجع .

المحور الأول : خواص ومميزاتها العمارة الطينية .

مواعمة العمارة الطينية لخصائص البيئة الطبيعية :

إن التراث العمراني الذي أقامه الأجداد في كثير من أرجاء السودان (كوش- نبتة وغيرها) يظهر المواعمة البيئية الواضحة بين طبيعة البيوت وظروف البيئة المحلية وهو يعكس حقيقة عرفها السابقون وأصبح اهل العمران يدركون اهميتها وان لكل بيئة وطقس نمطاً من البناء يميز المنطقة التي يقوم فيها ويحقق بذلك المتطلبات الجمالية والحياتية بأقل تكلفة وبإستقلالية تامه من خلال الإعتماد الكلي على موارد البيئة المحلية .

مواد البناء المحلية تؤمن حماية الظروف المناخية القاسية ومواعمة فصل الصيف الحار أو الشتاء البارد وأمام العواصف المطرية والرياح السائدة، خاصة بعد خلطها بالتبن وهي الأفضل بحكم أنها أكثر ثباتاً لإجهادات الشد. أما النبات الطبيعي فتمثل شجرة السدر اهمية بالغة في العمارة الطينية لإنتشار هذه الشجرة في كثير من المناطق، والتي من خصائص خشبها (الأحمر) الصلابة ومقاومة الأرض وغيرها.

المواعمة مع الظروف المناخية :-

تبرز مواعمة العمارة لظروف المناخ المحلية حيث أن هنالك جوانب رئيسة وبارزة تتمثل في الشكل العام للمدينة، شكل البنايات ، مواد البناء المستخدمة فتلاصق البيوت وتقاربها من تأثير الإشعاع الشمسي الشديد الذي ينعكس على المنطقة في فصل الصيف.

وأسهمت النوافذ والفتحات المتعددة في التهوية والإنارة بالتالي تقليل الحاجة للطاقة الضوئية الصناعية وكذلك في حصول البيت على هواء أبرد في فصل الصيف.

مواعمة العمارة الطينية للخصائص الإجتماعية :

التكوين المعماري للمباني عادة ما تكون له خلفية بيئية إجتماعية وثقافية والأسس العمرانية السليمة هي التي تستمد أصالتها من بيئتها إذ أن لكل مجتمع قيمة وعاداته وتقاليده فضلا عن بيئته الطبيعية .

كثير من المدن الإسلامية تأثر تخطيطها بظروف الموقع ومساحة وشكل الرقعة التي تقع عليها ووظيفتها والظروف التي أنشأتها كما أنها أيضا تأثرت بالقيم الإسلامية والعادات والتقاليد التي نبعت منها وتركت أثرا واضحا على تخطيط هذه المدن.

ويأتي في مقدمة التخطيط المسجد الجامع وهو يجسد العمل الروحي في تكوين اي مدينة عربية إسلامية .

في الجانب الأمني نجد أن أغلب المدن الرئيسية في العمارة الطينية كانت تحاط بأسوار لتوفير الأمن والأمان للسكان وهو يعكس فلسفة وحدة المدينة بوصفها كيانا عضويا واحداً .

كما أن فتحات التهوية المنتشرة في الأدوار السفلية عادة ما تكون أضيق من تلك التي توجد في الأعلى بحيث يستحيل إيمان القفز منها نحو البيت كما أن الأبواب الرئيسية هي عادة تكون أمتن وأكثر سماكة وقوة من الداخلية .

العمارة الطينية والتربية البيئية :

العلاقة بين التراث المعماري والتربية البيئية علاقة مهمة وضرورية فإذا كان التراث المعماري للأجداد يمثل صورة حية لحالة الونم والإنسجام بين الإنسان وبيئته فإن إستثمار هذا التراث بوصفه مصدر إثراء تربوي وعلمي لتحقيق أهم أهداف التربية البيئية وتعزيز الانتماء البيئي لدى الأفراد . العمارة الطينية ظلت تنبض بالحياة طوال مئات السنين ومثلت حالة من المواءمة الحقيقية بين متطلبات الإنسان وبيئته بأبعادها المختلفة إذ لا يمكن النظر إليها بوصفها موروثاً قديماً لا يختلف عن مكونات المتاحف وبوصفها مصدر دخل سياحي بل يجب الاعتراف بها بوصفها فكراً شاملاً ومصدر إثراء فكري وعلمي وتربوي يكون له حضوره في مختلف مراحل التعليم وبين مختلف فئات المجتمع وأن يتم توظيفه بان تتبناه المؤسسات الحكومية والأهلية والمكاتب الإستشارية الهندسية في ممارستها وإنتاجها المعماري كقناعة فكرية وجزء لا يتجزأ من قيم وخصائص هذا المجتمع .

المحور الثاني : خواص وطرق تحسين الطين وايجابيات البناء به و آفاق تطوره

نبذة تاريخية عن نشأة البناء بالطين و آفاق تطوره

من خلال استعراض الصور القديمة للمباني الطينية ومن خلال الزيارات الاستكشافية التي خلفتها لنا عدد كبير من الرحالة الغربيين الذين زاروا مدننا القديمة (حضارة كرمة ومروي القديمة والقصور الملكية واهرامات البركل) لفت انتباهي اختفاء كثير من تلك المباني أما لأنها تهدمت بسبب عوامل التعرية والإهمال أو لأنها هدمت بسبب تجديد تخطيط المدن ومن المؤكد أن أي مبنى، سواء كان من الطين أو الحجارة أو الأسمنت ، يحتاج الى صيانة دورية لكي يدوم ويقاوم الزمن وعوامل التعرية .

من إيجابيات الطين بصفته مادة جيدة للبناء :-

- وجود هذه المادة في معظم مواقع التنفيذ مما يسهم في رخص البناء بها.
- سهولة عمليات التحضير والبناء بهذه المادة باستخدام الحد الأدنى من الآلات والأدوات البسيطة .
- تنوع طرق التشييد : تشييد بالطين مما يعطي المستثمر أو صاحب العمل فرصة كبيرة لإختيار الأسلوب الأمثل للبناء في المنطقة.
- التوفير الكبير في أعمال النقل إذ لا حاجة للنقل في غالب الأحيان فالتربة التي هي مادة البناء متوفرة في معظم مواقع التنفيذ.
- التوفير في استهلاك الطاقة سواءً أثناء عمليات التشييد للمباني الطينية وذلك عن طريق استخدام الآلات البسيطة في التشكيل والطاقة الشمسية في التجفيف أوفى أثناء عمليات الإستخدام لتلك المباني في الأغراض المختلفة.
- الخصائص الهندسية الأخرى من حيث عزل الصوت ومقاومة الحريق مما يوفر الخصوصية التامة داخل الفراغات ويعطي مقاومة لآثار النيران ويسهم في سلامة المستخدمين.
- سهولة تدوير العناصر الطينية وإرجاعها الى أصلها وهو التربة ، وبالتالي تلافي تراكم المخلفات الناتجة عن أعمال البناء والهدم .

خواص الطين وتحسينها :

للطين خواصه الفيزيائية والكيميائية المتنوعة وعند إضافة الماء اليه يتحول الى الحالة البلاستيكية وعندها يتم تشكيلة بهيئات مختلفة تحافظ على شكلها عندالتجفيف أو الحرق معطية له مزيدا من القوة والتماسك ، الطين المحروق يقوي وتتعاظم خواصه .

الطين وخاصة العزل الحراري :

إن خاصية إختراق الحرارة بواسطة المواد المكونة للأجزاء الخارجية للمباني لها أهمية قصوى كعامل لتأمين أجواء سكنية مريحة داخل المباني خلال أشهر الصيف الحار. إن هذه الخاصية الفيزيائية تتناسب طرديا مع الحرارة النوعية للمادة وكثافتها وكذلك سماكتها.

إمكانية ارتفاع المباني الطينية :

قد استخدم الطين في بناء العديد من المباني العالية مثل برج بابل في القرن السابع ق.م ووصل ارتفاعه 90متراً وفي العصر الحديث بناء منارة جامع المحضار بتريم والتي يصل ارتفاعها الى قرابة 40 متراً وفي اليمن ترتفع بيوت الطين حتى وصل الى ثمانية أدوار ولقد خلط الأجداد الطين مع التبن والقشر وكانوا أول من توصل الى فكرة تحسين المواد بمثل هذه الإضافات وانطلقت حياتهم رموزا للتفوق الهندسي والإبداع ونبراسا في مجال العمارة الطينية وفنونها ولا يمكن الحديث عن العمارة الطينية دون الإشادة بمعالم البناء الطيني في كل البلدان العربية ذات الحضارة مثل مدن وادي حضر موت وقرى النوبة في مصر والسودان ومباني القرويين في موريتانيا وغيرها .

هناك رؤية جديدة لبناء بيت حديث من الطين وهي بناء بيت مناخه معتدل على مدار السنة دافئ في الشتاء وبارد في الصيف ، هواءه ذو نسبة رطوبة ثابتة ومثالية صحياً .

لا سيما أن مادة بنائه الرئيسية مجانية أو شبه مجانية ، قابلة لإعادة الإستعمال ولو بعد مئات السنين ، وذات امكانات غير محددة على صعيد التشكيل . بيت ينسجم بتواضع مع محيطه ، ويقف صامداً في مواجهة عوامل الطبيعة رغم منظره . ولكن ما نراه اليوم بيت ، برغم كلفته العالية ، مناخه منطرف صيفاً وشتاءً وبالتالي فإن كلفة تدفئته وتكييفه مرتفعة ، مع الرغم من منظره (الصلد) لن يصمد طويلا في وجه عوامل الطبيعة ، وسوف تبدأ مشاكل الإرتشاح والتشققات وغيرها بالنيل منه في الشتاء المقبل ، الا إذا احتطنا لذلك وقمنا بما يجب للعزل.

التراب الصالح للبناء هو مبدئياً تراب خال من المواد العضوية ويمكن استخراجها من اية ارض ترابية وهو يتركب بشكل اساسي من مزيج من الرمل والطيني والصلصال بالإضافة الى الماء وتختلف خواص الطين الفيزيائية تبعا لعدة عوامل اهمها نسبة كل من المكونات في المزيج، درجة خشونته ، درجة نعومته ، الأملاح والمعادن الموجودة فيه ، ودرجة رطوبته .

وللطين كما لأية مادة بناء اخرى إيجابيات وسلبيات وبحسب الخبراء سلبياته تتمثل في:

- أولا : حساسيته للماء لذلك يجب حمايته دائما من المطر والثلج .

- ثانيا: تقلص حجمه أثناء عملية الجفاف مما قد يؤدي الى تشققات.

ثالثاً : لا يمكن اخضاع الطين المواصفات معينة بسبب تنوعه الكبير . في المقابل للطين ايجابيات كثيرة أهمها انه، يعدل رطوبة الهواء ، يخزن الحرارة ، يوفر الطاقة ، ويمكن اعادته استعماله في اي وقت ، يوفر في مواد البناء وتكاليف النقل ، مناسب للبناء الذاتي ، يمتص المواد الضارة والروائح الكريهة من الهواء ، قابليته الكبيرة للتشكيل .

لن يتسع المجال هنا لتعداد جميع التطورات التي لحقت بتقنيات العمارة بالطين . وسوف نكتفي بذكر قليل من الأمثلة في مجالات ثلاثة هي تحسين مقاومته للماء ، وتجنب الشقوق ، وتحسين العزل الحراري. فالجدران الطينية لاتحتاج الى مواد اضافية لرفع مقاومتها للماء اذ ما قمنا بالإجراءات الإنشائية المناسبة وذلك بخلاف الطين المستعمل للسطوح والذي يجب ان يكون مانعاً من نفاذ الماء وهذا ممكن مثلا عبر اضافة مواد معينة بنسب ضئيلة فإضافة نسبة 2 الى 8 في المئة من الأسمنت الى الطين مثلا " تكفي لتغيير تركيبته الداخلية بحيث تتماسك جزئياته بشكل يمنع نفاذ الماء والنسبة نفسها من الكلس لها ذات المفعول وخاصة " مع التراب ذي المحتوى العالي من الصلصال ، أما الشقوق التي تحدث أثناء عملية الجفاف يمكن تجنبها بكثير من الوسائل مثل زيادة نسبة الرمل في التراب وتقليل نسبة الرطوبة أو اضافة الياف تلعب دور (التسليح) في المزيج وتكون نباتية مثل (قش ، تبن ، ابر صنوبر ...) او صناعية (بلاستيكية) ويمكن الحصول على نتائج جيدة وذلك باضافة مواد (مسيلة) مثل العفص ، التي تستعمل ايضا " في صناعة الخزف من اجل تسهيل عجينه دون اضافة كثير من الماء مما يحد من التشقق . يمكن تحسين قابلية العزل الحراري للطين باضافة مواد (مجوفة) اليه كالقش .

المحور الثالث : دراسة مختبرية لمواد البناء المستخدمة:

مواد البناء المحلية المستخدمة في إنشاء المباني السكنية والعمامة لا تتعدى مادة الطين الطبيعي بدرجة اساسية بالإضافة الى مادة الجير والرماد (الرماد المستخدم في عمليات الإنشاء ناتج من الأخشاب ومخلفاتها وبقايا علف الماشية الجافة) للتلييس وكذلك الحجر لبناء الأساسات لبعض البيوت ، وتأكيد لهذا الجانب نأخذ بعض العينات النموذجية من الطين والجير والتبن والرماد لإجراء بعض الفحوصات المختبرية عليها .

تجارب على الطين :

لقد صنعت في المقام الأول مجموعة من الكميات الطينية المخلوطة بنسبة 5.15% من وزنها تبن بمقياس حوالي 30-50 ملليمتر بالتقريب من أجل إختبار مقاومتها للضغط . كما عملت ايضا مجموعة من المكعبات الطينية المخلوطة هذه المرة مع نسبة 5% من وزنها اسمنت بورتلاندي عادي . جففت كلتا المجموعتين بطريقة طبيعية في الهواء لمدة 28يوما ويوضح الجدول التالي نتائج هذه الإختبارات وكذلك حساب مقدار التقلص في كتلتي العينتين . ومن المعروف ان حجم الطين يقل عند تصلبه في الهواء وتدعي هذه الخاصية بالإنكماش .

جدول (1) مقارنة بين الطين التيني والطين الأسمنتي فيما يخص مقاومتها للضغط ومقدار الإنكماش بعد 28 يوم

طين+5% أسمنت	طين+5.15% تبن	نوع الطين الخاصية
نيوتن/مم ² 0.8 (%6)	نيوتن/مم ² 1.32 (%10)	قوة الضغط (الإنكماش)

وقبل أن نبدأ في مناقشة أسباب التفاوت في خواص هذا الطين يجدر الإشارة هنا بأن هذا الطين من النوع النقي الذي يحتوي على الألومينا والسيلكون بكميات كبيرة كما يبين التحليل النموذجي التالي .

جدول (2) تحليل نموذجي للطين المستخدم

النسبة المئوية	المادة	الرقم
34%	الومينا	1
50%	سيلكا	2

6%	جير + ماغنسيوم	3
8%	أكسيد الحديد	4
2%	مواد عضويه	5
100%	المجموع	

مناقشة التجارب التي تتعلق بمادة الطين :

لدراسة خواص المواد وتحديد مقادير الإجهادات المسموح بها تجري إختبارات على نماذج المادة حتى إنهيارها، وتجري التجارب عادة في ظروف قاسية ومن أجل اختبار قوة الضغط على سبيل المثال وكما هو الحال هنا تؤخذ نماذج على شكل مكعبات ومن المعروف أن الإجهادات المسموح بها في الطوب المستعمل في البناء في حالة الإنضغاط تتراوح ما بين 0.6 نيوتن/ المليمتر المربع الى 2.5 نيوتن/ المليمتر المربع. النتائج التي تم الحصول عليها في حالة الطوب التبرني جدول (1) تعطي مؤشرات إيجابية وخاصة عند خلط الطين بالتبن ، نستخلص من هذا أن السبب في خلط الطين بالتبن إنما يعود الى المتانة والتماسك ، ونلاحظ من الجدول نفسه أن كمية الإنكماش في الطين كبيرة وتقل نسبيا بإضافة الإسمنت وهذه ظاهرة ليست غريبة لأن هذا الإنكماش في الطين يعود بدرجة اساسية الى فقدان الماء الزائد نتيجة للتبخر . ويزداد الإنكماش بزيادة كمية الماء ويقل بزيادة رطوبة الوسط .

لقد تم التركيز على مادتي الجير والرماد بإعتبارهما المواد الرئيسية التي تستخدم في عمليات التلييس عند خلط هاتين المادتين بنسب معينة لصنع الملاط الذي يستطيع أن يمنع تسرب المياه ويحد من نفاذية الرطوبة ولهذا فقد حاولنا أن نجري بعض التجارب لإختبار أهم الخواص الطبيعية لهذه المواد وعليه فقط أحضرت مكعبات من الجير الصافي ومكعبات من الجير والرماد مخلوطين بنسب 3/1 وأخرى بنسبة 1/3 وجففت هذه المكعبات في الظل وفي درجة حرارة الغرفة العادية دون التعرض الى اي مؤثرات خارجية طيلة 28 يوماً . ويوضح الجدول التالي رقم 3 بعض الخواص والتي ربما تتغير مع زمن التجفيف كالإنكماش والكثافة النوعية غير أننا إكتفينا بمعرفة قوة الضغط لهذه الخلطات المختلفة عند إكمال فترة التجفيف المعتادة في المختبرات وهي 28 يوماً وبذلك تسهل مقارنة هذه الخاصية فيما يخص الملاط بتلك التي تخص الطين بنوعيه التبرني والأسمنتي.

جير صافي	جير $\frac{1}{4}$ + رماد $\frac{3}{4}$	جير $\frac{3}{4}$ + رماد $\frac{1}{4}$	نوع الملاط الخاصية
12%	3%	4%	(%) الإنكماش

0.95	0.80	%0.87	الكثافة النوعية (جم/م3)
1.02	0.41	0.41	قوة الضغط (نيوتن/م2)

الجدول (3) مقارنة بين خواص الملاط بعد فترة تجفيف مقدارها 28 يوم ويضيف الجدول رقم (4) مزيداً من التوضيح حول معدل التغيرات في خاصية الإنكماش والكثافة النوعية لأنواع الملاط المختلفة والمعمولة في دراستنا هذه حتى عمر 28 يوماً

العمر (يوم)				نوع الملاط	الخاصية
28	14	3	1		
12	12	11	7	جير صافي	الإنكماش (%)
2.9	2.9	1.4	1	جير $\frac{1}{4}$ + رماد $\frac{3}{4}$	
4.3	4.3	1.4	0.5	جير $\frac{3}{4}$ + رماد $\frac{1}{4}$	
0.87	0.86	1.14	1.5	جير صافي	الكثافة النوعية جم/سم3
0.80	0.80	1.17	1.55	جير $\frac{1}{4}$ + رماد $\frac{3}{4}$	
0.95	0.94	1.45	1.80	جير $\frac{3}{4}$ + رماد $\frac{1}{4}$	

جدول (4) معدل تغير خاصية الإنكماش والكثافة النوعية مع الزمن لأنواع الملاط المستخدم

مناقشة تجارب الجير والرماد :

عند معاينة النتائج التي توصلنا إليها خلال التجارب التي تتعلق بالجير والرماد يبدو واضحاً للعيان أن الملاط المستخدم وبكل أنواعه التي سبق توضيحها يكتسب مقاومة معتبرة للضغط وهذا ليس غريباً فالملاط لا يستخدم إلا في حالات المونة والتلييس بشكل أساسي وبالتالي لا تنعكس عليه هذه المثالية بأي ضرر ونلاحظ أن الطين يشكل وضعية أفضل من هذه الناحية وخاصة الطين التبرني ولهذا السبب يتحمل الطين تحت ثقله الذاتي قرابة 9 أدوار مكتملة دون أن تتغلب الإجهادات الخارجية على قدرته القصوى للضغط . إذا إنتقلنا الى خاصية الإنكماش فنرى بأن الجير الصافي يتعرض لإنكماش واضح وكبير منذ الأيام الأولى للتجفيف ويقل هذا الإنكماش بطريقة ملحوظة إذا ما خلط هذا الجير الصافي بنسبة من الرماد ، كما يقل بزيادة كمية الرماد ولهذا السبب نؤكد عند الحديث عن التلييس أن يضاف الى الجير نسبة مثالية من الرماد وتدل النتائج المختبرية أيضاً بأن

نسبة نفاذية الماء الى الملاط المخلوط من الجير والرماد تقل كثيراً عن النسبة التي تنتج عن الجير الصافي ويمكن أن يعمر مثل هذا التليس 50 سنة على وجه التقريب بينما يعمر التليس المعمول من الجير فقط 15 سنة ، وإذا أمعنا النظر في النتائج المتعلقة بالكثافة النوعية فإننا نرى بان الملاط المكون من الجير الصافي وذلك الملاط المكون من عملية خلط $\frac{1}{4}$ جير + $\frac{3}{4}$ رماد يملكان كثافة نوعية متقاربة. وربما تقل هذه الكثافة في الملاط الثاني عن نظيرتهما في الملاط الأول ونستطيع أن نعلل هذا نسبة الى خفة وزن الرماد . وتبدو هذه الظاهرة واضحة في المراحل المتأخرة من فترة التجفيف (جدول 4) أما الملاط الأخير حيث نسبة الجير الى الرماد هي $\frac{3}{1}$ فإنه يمتلك خواصا أفضل وخاصة فوق الضغط والكثافة النوعية ونستنتج من هذا أن وجود كمية بسيطة من الرماد بالرغم من أنه خفيف الوزن إلا أن حبيباته أنعم وأدق من الجير فتتخلل الفراغات وبالتالي يزيد وزن المادة وتزداد تلقائيا كثافتها ، اما إذا زادت هذه الكمية من الرماد فتغلب خاصية خفة الوزن على ما عداها وبالتالي تنقص الكثافة كما أوضحنا في الملاط الثاني ($\frac{1}{4}$ جير + $\frac{3}{4}$ رماد) .

نخلص في الختام بأن فكرة تحسين الطين هي بإستخدام إضافات له ومثال لذلك عند خلط الطين مع التبن فنحصل على تقنية عالية الجودة ومن خلالها يمكن تشييد مبانٍ عالية تصل حتى تسعة أدوار .

النتائج:

- 1- الإستفادة من العمارة التقليدية ومنع إنتزاع الإنسان من محيطه الطبيعي وهذا الهدف الأساسي من وراء الرجوع الى الطبيعة في البناء والإنشاء
- 2- في دول العالم الحديثة نشاهد إهتمام الناس على مختلف مستوياتهم بدراسة إستخدام الطين كمادة تساعد في إنشاء حضارة المستقبل الجديد علميا وتقنيا نحو الأفضل إذ يعد الطين مادة بنائية مهمة لما يتمتع به من مواصفات عملية كمادة بنائية مفيدة لها مميزات كثيرة تتناسب وطبيعة حياة الإنسان والمجتمع . ويمكن القول أن الطين مادة المستقبل المعمارية ، فهناك رؤية جديدة لبناء بيت حديث من الطين وهي إختيار بيت مناخه معتدل على مدار السنة
- 3- مادة البناء الرئيسية (الطين) مجانية أو شبه مجانية إكماً انها قابلة لإعادة الإستعمال ولو بعد مئات السنين ، وذات إمكانيات غير محددة على صعيد التشكيل .
- 4- البيت الطيني ينسجم بتواضع مع محيطه ويقف صامدا في مواجهة عوامل الطبيعة على الرقم منمنظرة ، ولكن ما نراه اليوم بيت ، برغم كلفته العالية مناخه متطرف صيفاً وشتاءً وبالتالي فإن كلفة تدفئته وتكييفه مرتفعة ، برغم منظره الصلد لن يصمد طويلا في وجه عوامل الطبيعة وسوف تبدأ مشاكل الإرتشاح والتشققات وغيرها بالنيل منه في الشتاء المقبل إلا إذ إحتطنا لذلك وقمنا بما يجب للعزل مما يستلزم ذلك من تكلفة إضافية ولكن هنالك نظرة سلبية في مجتمعاتنا عن بيوت الطين كونها غير ملائمة للمناخ المطري وأنها تحتاج الى صيانة دائمة وخاصة في فصل الشتاء وتعشعش فيها الحشرات ولا يمكن إنشاء أكثر من طابق واحد من الطين كما وصمت بانها بيوت الفقراء

التوصيات والمقترحات:

لابد من حث الناس وتشجيعهم لتطوير العمارة المحلية التي تشكل جزءاً من الإرث الحضاري لمجتمعنا وتناسب عاداتنا وتقاليدينا لتقوية روح الانتماء للحضارة والوطن وحل مشاكل الإسكان البيئية والاجتماعية والإقتصادية والعمارة الحديثة بأسلوب يعكس هويتنا وحضارتنا وباستخدام عناصر البناء المحلية في تنفيذ ابنىة معقدة من الأقواس والقباب ونشر تقنية القبة الأصلية للنوبيين واشراك السكان المحليين في بناء منازلهم وتبني طراز معماري واضح يرتبط بحضارتنا وثقافتنا العريقة مما ينتج عمارة لها هوية قومية ومحلية .

كما نوصي :

بالتكامل في المناهج التدريسية ومقرارات التصميم المعماري في جميع مدارس العمارة بالتضامن مع الإنشائيين لتطوير العمارة المحلية وتشجيع التجارب المبتكرة لتحسين مادة الطين ووضع المعالجات اللازمة لها حتى تناسب كل زمان ومكان وخلق عمارة تعكس موروثنا الحضاري في كل أرجاء القطر .

المراجع :

- 1- الدراسات البيئية لتطوير المناطق التراثية (مجلة) www.aunedueg/journal
- 2- عمارة الطين في البلاد العربية – اكااديمية نجاعة الطاقات <https://facebook.com>
- 3- العمارة الطينية - المعماري عوض عفيف – موقع تريم للعمارة www.tareemalghama.com
- 4- تطوير البناء الطيني - أسواق المربرد www.merbadnen/.../14086
- 5- كتاب عمارة الفقراء – حسن فتحي www.goodreads.com/book
- 6- العمارة السودانية الأصلية www.aljazeera.net
- 7- كتاب البيت النوبي – للمهندس عادل موسي www.katabaorg
- 8- كتاب عمارة النوبة – للمعماري عمر الحكيم