البحث مقدم الى اتحاد مهندسي كوردستان المحترمين

دراسة مقارنة لاستخدام الخرسانة الخفيفة الوزن بدلا من الطابوق التقليدي في بناء القواطع +

COMPARATIVE STUDY TO EMPLOY LIGHTWEIGHT CONCRETE ALTERNATIVE FROM TRADITIONAL BRICKS IN BUILDING PARTITIONS

المهندس/ عامر علي عبدالله رقم الانتساب/٥٣٠٨

المستخلص:

ان الهدف الرئيسي من البحث هو ايجاد بدائل عملية لمواد البناء التقليدية(الطابوق الطيني) الذي يؤدي الى خسارة كبيرة في الأرض الزراعية ويحتاج الى طاقة هائلة في صناعته وحل للقضايا البيئية .

لذلك وبهذا البحث تم تحليل سعرلثلاثة أنواع من الوحدات البنائية وبدون استخدام مادة رابطة وهي الطابوق الطيني ، كتل البناء الخرسانية والكتل الخرسانية الخفيفة تكفي لأعمال(1م3) من الطابوق .

أوضحت النتائج ان كلفة وحدات من الكتل الخرسانية الخفيفة تتراوح بين 62%الى97%من كلفة كل من الطابوق الطيني وكتل البناء الخرسانية على التوالي .

Abstract:

The main objective of this research is to find better alternatives than the traditional building materials (clay bricks) which required huge energy to the production process and leads to loss in agricultural soil and solving environmental cases .

Hence in this present work , the cost analysis of three types building units of clay bricks , concrete blocks and lightweight concrete which needs to (1m3) of bricks work without binder materials .

The results showed that the lightweight concrete cost equal of 62% to 97% from clay bricks and concrete block cost respectively .

المقدمة:

العلم والتكنولوجيا في تقدم سريع وتحدث تغييرات عديدة في وقت قصير . تظهر أهمية البحث في هذا الوقت تماماً حيث الظروف العصيبة والصعبة التي يمر بها قطرنا العزيز اذ معظم البنى التحتية له مدمرة وحاجتنا الماسة الى الاعمار والبناء بأقل كلفة وزمن انجاز والاستفادة من المواد الأولية التي يملكها قطرنا ، لذا يتوجب علينا ايجاد كل السبل والوسائل الممكنة لايجاد البديل عن كل ما هو غير متوفر حالياً .

تؤلف مواد البناء بين 55 – 65% من كلفة البناء واحيانا تصل الى 70% [1] ولهذا فهي تشكل جانباً مهما واساسياً ينبغي اعتماده في اختيار الاساليب البنائية من ناحية

1- وفرة المادة البنائية محلياً .

2-اقتصاد المادة البنائية من حيث الكلف الأولية وكلف النقل والتركيب والصيانة بعد الانشاء .

3-الكفاءة الادائية للمادة البنائية من حيث

المهندس/ عامر علي عبدالله رقم الانتساب/٥٣٠٨

أ – القوة والمتانة الانشائية .

ب– خواص العزل الجيد (الحراري والصوتي) ومقاومة الحريق.

ج– التناسب الجيد بين ثقل المادة والاثقال التي تتحملها .

في العراق تمت دراسة مواد البناء المستعملة في الابنية وكمية انتاجها وحجم النقص الحاصل فيها وتم التوصل الى النتائج الآتية [2] :–

1– ان مادة الطابوق هي المادة البنائية الرئيسة في العراق حيث ان 70% من الابنية في القطر مشيدة من الطابوق ويزداد استعماله بشكل خاص في المنطقة الوسطى .

2- يزداد استعمال الحجر في المنطقة الشمالية لتوفره فيها .

3- هناك زيادة مطردة في استعمال الخرسانة وخاصة في السنوات الاخيرة .

4- هناك نقص في مختلف مواد البناء وبخاصة في مادتي الطابوق والسمنت ، مما يتطلب التخطيط لايجاد البدائل المختلفة لمواد البناء للتعويض عن النقص الحاصل في هذه المواد .

ان استخدام البدائل لمواد البناء كالخرسانة الخفيفة يهدف الى التخفيف من تأثير العقلية المرتبطة بالمواد التقليدية والتقليل من تحكم السوق الذي يعتمد على هذه المواد ومنها الطابوق ، ومن ثم الى التقليل من الكلف البنائية . ان انتاج الخرسانة الخفيفة [3، 4] كبديل عن الطابوق ليس للتعويض عن النقص في الطابوق لكنها مادة متعددة الاستعمالات واقتصادية وغير ملوثة للبيئة ، ولا تحتاج الى طاقة كبيرة في صناعتها ، خفيفة الوزن ، توفر في الكلفة والنقل والرفع وذات عزل حراري وصوتي عالي ومقاومة للحرائق [5] .

<u>هدف البحث:</u>

ان غياب البدائل العملية للطابوق الطيني والاعتماد على مواد معينة في البناء جعل من ارتفاع كلف البناء عائقاً لانشاء الابنية والمجمعات والدور السكنية ، اضافة لكون صناعة الطابوق تحتاج الى طاقه وملوثة للبيئة وتؤثر على الترب السطحية الزراعية في اغلب الاحيان .

ولهذا فأن هدف البحث الاساسي هو ايجاد بدائل عملية للطابوق بدلا من الطابوق التقليدي والتوفير في الكلفة والأيدي العاملة والتقليل من زمن الانجاز وحل للقضايا البيئية .

<u>منهجية البحث:</u>

اعتمد البحث :–

1- المنهج الوصفي التحليلي والكمي للمشكلة .

2- جمع المعلومات المتوافرة ، تقارير ، كتب ، بحوث ، مصادر من الانترنيت فيما يخص موضوع البحث .

3- اعتمد البحث اسلوب التحليل المقارن في توضيح المؤشرات التخطيطية والتحليل الاقتصادي لبدائل مواد البناء .

4- استخدام الاسلوب التخطيطي (مصفوفة تحقيق الاهداف) (Goal Achievement Matrix) لأختيار مادة البناء الأفضل .

المحور النظري:

١- استخدام البدائل لمواد البناء The use of alternative building materials

ان غياب البدائل العملية لمواد البناء والاعتماد على مواد معينة في البناء جعل من ارتفاع اسعار مواد البنـــاء عائقاً لانشاء المجمعات والدور السكنية ، وهذا يظهر جليا من خلال التكاليف الباهضة لهذه المواد مما يتطلب استخدام عدد من البدائل التي يمكن استخدامها على نطاق واسع لتخفيف الضغط على المواد التقليدية الحاضرة مثل الخرســانة الخفيفة وكتل البناء الخرسانية المجوفة [6] .

٢- ما هي الخرسانة الخفيفة الوزن what is lightweight concrete

تعرف الخرسانة الخفيفة الوزن ذات الاستعمال الواسع في العالم بأنها الخرسانة الحاوية على مجـــاميع خفيفـــة الوزن تتراوح كثافتها بين 90 و 115 باونـــد/ قدم3 حسب المواصفة الامريكية (ASTM C567) لسنة2008 [7].

وتنتج الخرسانة الخفيفة الوزن بوسائل وطرق ومواد ومعدات مختلفة بحسب الـــشركات المنتجـــة للمعـــدات والمواد الكيمياوية المولدة لها .

وتسمى الخرسانة الخفيفة بأسماء مختلفة وذلك تبعاً لطرق انتاجها ، فهي تسمى الخرسانة الخلوية (cellular light weight concrete) ، والخرســـانة الكلـــسية (lime light weight concrete) ، والخرســـانة الرغوية (foamed light weight concrete) [6] .

وتمتاز الخرسانة الخفيفة الوزن كما يدل على ذلك تسميتها بقلة وزنها وكثافتها وخاصية العزل الحراري الجيد ومقاومتها للحريق والصقيع [8] .

٣- فوائد الخرسانة الخفيفة Benefits of lightweight concrete

1- ذات كلفة قليلة في اغلب الاحيان .
2- تمتلك الخرسانة الخفيفة قابلية تشغيل جيدة مما يسمح باجراء معالجات مختلفة للسطح .
3- يمكن تقليل الوزن مع مدى واسع من الكثافات والمقاومات .
4- يمكن تحقيق توفير اضافي بسبب قلة الوزن الميت للبناية .
5- تقليل الوزن يؤدي الى سهولة النقل ويقلل كلفته .
6- الاقتصاد بالنقل بالاضافة الى تقليل جهد الايدي العاملة .
7- فوائد لحفظ الطاقة بسبب خصائص العزل الحراري الجيدة وبالتالي تقليل كلف التكييف .
8- الخصائص الصوتية حيث ان هذا النوع من الخرسانة يسبب امتصاص الصوت وبالتالي تقليل الضوضاء .
9- الخرسانة الخفيفة عالية المقاومة للنار . **[9]**

٤- استعمالات الخرسانة الخفيفة في البناء The application of lightweight concrete

تستعمل الخرسانة الخفيفة في المجالات التالية :-

1- تصب موقعيا للوحدات الواطئة الكلفة من الشقق والدور السكنية والابنية المتكونة من طابق واحد .
2- في صناعة الكتل البنائية للأبنية المرتفعة.
3- في عمل الألواح والقواطع للجدران بابعاد مختلفة . أما جاهز أو صب موقعي.

4- في كافة انواع الاعمال العازلة بضمنها الجدران المجوفة .
5- في السطوح والواح السقوف .
6- في العزل الصوتي .
7- في بناء المصانع الجاهزة والواح البناء البيتية الداخلية والخارجية .
8- للاسس والطرق والمماشي .
9- في تبليط ساحات اللعب وساحات التنس
10- في املاء القواطع بين الجسور الأرضية .
11- في ارضيات وقوف الطائرات .
12- في المنشآت ضد الانفجار .
13- في الطرق الحاجزة للصوت .
14- في حماية المنحدرات .
15- في المنشآت المسلحة وغير المسلحة .**[10]**

٥- <u>امكانية استخدام الخرسانة الخفيفة في العراق</u> Possibility of use lightweight concrete in Iraq

يمكن استخدام الخرسانة الخفيفة الوزن على نطاق واسع في العراق لتخفيف الضغط على المواد التقليدية (كالطابوق والكتل الخرسانية) لكونها وحدة بناء سهلة الصنع والاستعمال وغير ملوثة للبيئة ذات الانتشار الواسع في العالم وخاصة المتطور تفي بالمتطلبات المعمارية والانشائية والفيزياوية [6] . فهذه المادة المصنوعة من السمنت والرمل فقط المتوفران محليا مع اضافة مادة كيمياوية (Foam liquid) مصنوعة محلياً من قبل الشركات الاهلية بعد ان كانت مادة مستوردة وبأسعار عالية جداً مقارنة بالمادة المحلية الصنع ذات الكفاءة العالية جداً حيث ان سعرها أقل بمقدار ست مرات عن المادة المستوردة .

٦- <u>الخواص الفيزياوية للخرسانة الخفيفة</u> The physical properties of lightweight concrete

أ- العزل الحراري العالي الذي يعادل العزل الحراري للخشب واكثر ستة مرات من العزل الحراري للطين ويعادل سبع مرات من العزل الحراري للطابوق و(12) مرة للخرسانة العادية [10] .

ب- خفة الوزن حيث قد يصل وزن الخرسانة العازلة منها 400 كغم / م^3 أي أقل بمقدار ستة مرات عن وزن الخرسانة العادية وأقل بمقدار أربعة مرات للطابوق ان خفة الوزن تساعد على تقليل الاحمال المسلطة على الاسس والجسور والاعمدة في حالة الابنية متعددة الطوابق [10] .

ج- قلة الامتصاص التي تصل الى (6 – 20%) في حين ان نسبة امتصاص الطابوق تبلغ 65% والثرمستون 45% والخرسانة 75% [11]

د- مقاومة للحرائق .

ه- مقاومة الانضغاط المناسبة وخاصة في حال استعمالها كوحدات بنائية للقواطع والجدران غير الحاملة للاثقال وضمن الكثافات القليلة ، وفي حالة الحاجة اليها كوحدات حاملة للاثقال يمكن زيادة كثافاتها حيث تبلغ مقاومة الانضغاط للكتل الخرسانية الحاملة للاثقال والسقوف تقدر بـ (12.5 – 25) نيوتن/ ملم^2 [12] . وكما موضح في جدول رقم (1)

جدول (1) مقارنة بين مختلف مواد الجدران [13]

الرقم	التفاصيـــل	الخرسانة الخفيفة الخلوية	الطابوق	كتل البناء الخرسانية
(1)	اساس المواد الخام	سمنت ، رمل ، مـــاء ، مكـــون رغوي	تربة زراعية ، طاقة	سمنت ، رمل ، حصى ، ماء
(2)	عمليات الانتاج	يمكن انتاجها في موقع المشروع باستعمال خلاطة خرسانة ومولدة الرغوة وقوالب	يعمل في مبنى خاص أو في فرن مركزي للطابوق	قوالب متحركة أو ثابتة
(3)	المصدر	تكنولوجيا نيوبور (Neopor) – المانيا	–	كولومبيا
(4)	الكثافة الجافة كغم / م^3	600–400 1000–800 1800–1200	1900	1700
(5)	مقاومـــة الانـــضغاط (نت/ملم٢)	1– 0.5 3.5 – 2.5 25–12.5	12.5 – 4	15 – 3
(6)	الاستعمال	العـــزل قواطـــع ، تحمـــل منـــشأ مـــسلح الحراري واطىء	جـــدران حاملـــة وغيـــر حاملة	جـــدران غيـــر حاملـــة وحاملة
(7)	الابعـــاد	500×250 x 100 / 190 ملم	230 x 110 x 70 ملم	400 x 200 x 200 ملم 400 x 200 x 100 ملم
(8)	الصب الموقعي	بأي شكل وقياس وبمعدل كثافـــة 400–1800 كغم / م^3	غير ممكن اجراءه	غير ممكن اجراءه
(9)	الرص بعد الانتاج	لا يحتاج	يحتاج	تحتاج
(10)	العمر	تحصل على القوة مع تقدم العمر	لا يحصل على القوة مع تقدم العمر	تحصل على القـــوة مـــع تقدم العمر
(11)	التوصيل الحراري واط / م . كلفن	0.098 لـــ 400 كغم / م^3 0.151 لـــ 700 كغم / م^3 0.238 لـــ 1000 كغم / م^3 0.6 لـــ 1800 كغم / م^3	0.4	–
(12)	امتصاص الصوت	ممتاز	اعتيادي	اعتيادي
(13)	سهولة العمل	يمكن قطعه ، دق مسمار عليه ، ثقبه	اعتيادي	صعب
(14)	البيـــئة	خالية من التلوث ، تحتاج الـــى طاقة قليلة	يحتاج الى طاقة عالية وفقدان اراضي زراعية	تحتاج الى طاقة قليلة لا يوجد دخان

تعد هذه الخواص هي الخواص المثالية لأي وحدة بناء يمكن اعتمادها في العراق بالاضافة الى الخواص الاقتصادية والفنية مثل انخفاض الكلفة وسهولة التصنيع .

ان اجتماع هذه الخواص في هذه الوحدة البنائية سيجعل من نجاح انتشار واستعمال هذه الوحدة أمر مؤكد والاقبال على الطلب عليها عالي جداً وسوف تكون الوحدة المثالية مضاهية لجميع الوحدات البنائية الموجودة في العراق .

التحليل الاقتصادي:

من أجل عمل مقارنة ما بين كلف المواد البنائية (الخرسانة الخفيفة والطابوق وكتل البناء الخرسانية) يتم تحليل الكلفة لـ (1 م^3) من هذه المواد ثم حساب فرق الكلفة عند استعمال مادة الخرسانة الخفيفة بدلاً من المواد الأخرى (الطابوق وكتل البناء الخرسانية) في اعمال البناء للمجمع السكني (سبع ابكار) في صدر القناة .

أ- تحليل كلفة 1م^3 من الوحدات البنائية المنتجة من الخرسانة الخفيفة وكما يلي :-

1- كلفة المواد

لغرض انتاج 1 م^3 من الخرسانة الخفيفة نحتاج الى المواد التالية :-

أ- السمنت : (250 – 300) كغم / م^3 .

ب- الرمل : (300 – 400) كغم / م^3 .

ج- المادة المكونة للخلايا (Foam liquid) : 2 لتر وبذلك تكون الكلفة كما يلي

* 250 كغم من السمنت تعادل 60000 دينار على اساس سعر الطن الواحد = 240000 دينار .

* 300 كغم من الرمل تعادل 8000 دينار على اساس كلفة م^3 الواحد = 24000 دينار .

*2 لتر من المادة المكونة للخلايا 4000 دينار

∴ الكلفة الكلية للمواد لـ (1 م^3) = 72000 دينار

2- اجور العمل

لغرض تشغيل المعمل ذو الطاقة الانتاجية 150 م^3 خرسانة خفيفة نعتمد الجدول (2) في حساب اجور العمل والتصنيع .

جدول (2) حساب اجور العمل والتصنيع

عامل غير ماهر	عامل ماهر	الاجرة اليومية دينار	المبلغ الكلي دينار
6		25000	150000
	2	50000	100000
المجموع			250000

أي ان كلفة تشغيل المعمل لانتاج 150م^3 هو 250000 دينار كحد اعلى لتشغيل (6) عمال غير ماهرين و(2) عاملين ماهرين .

أي ان كلفة عمل لانتاج 1م^3 من الخرسانة الخفيفة هي

$$\frac{250000 \text{ دينار}}{150 \text{ م}^3} = 1667 \text{ دينار}$$

ويضاف مبلغ 75000 دينار يومياً اجور طاقة كهرباء وماء

أي $\frac{75000 \text{ دينار}}{150 \text{ م}^3} = 500$ دينار لكل 1 م^3

كذلك يضاف مبلغ 75000 دينار يومياً نثريات واندثار معدات

أي $\frac{75000}{150 \text{ م}^3} = 500$ دينار لكل1 م^3

لذا تكون كلفة عمل انتاج (متر مكعب) من الخرسانة الخفيفة هي

1667 + 500 + 500 = 2667 دينار / م^3

لذا فان الكلفة الكلية لتصنيع وانتاج المتر المكعب من الخرسانة الخفيفة ستكون

كلفة المواد + كلفة التصنيع واجور العمل

72000 + 2667 = **74667 دينار / م^3**

ب- <u>حساب كلفة ١م^3 من الطابوق</u>

1 م^3 يحتاج الى 565 طابوقة على اعتبار ان حجم الطابوقة

= 0.2 x 0.12 x 0.08 = 0.0023 م^3

∴ عدد الطابوق في 1 م^3 = $\frac{1}{0.0023}$ = 435 طابوقة

سعر الطابوقة الواحدة = 250 دينار / للطابوقة الواحدة

∴ كلفة الطابوق لـ (1 م^3) = 435 x 250 = 108750 دينار

يضاف مبلغ 10% تلف وهدر أي 10875 دينار فيكون سعر المتر المكعب الواحد من الطابوق

108750 + 10875 = **119625 دينار**

ج- حساب كلفة ١م^3 من الكتل الخرسانية

حجم الكتلة الخرسانية = 0.42 م x 0.22 م x 0.22 م = 0.0203 م^3

∴ عدد الكتل الخرسانية في 1 م^3 = $\frac{1}{0.0203}$ = 50 كتلة خرسانية

سعر الكتلة الخرسانية الواحدة = 1400 دينار

∴ كلفة الكتل الخرسانية لـ (1 م^3) = 50 x 1400 = 70000 دينار

يضاف مبلغ 10% تلف وهدر أي 7000 دينار

∴ سعر المتر المكعب الواحد من الكتل الخرسانية =
70000 + 7000 = 77000 دينار

ولغرض حساب الفرق في الكلفة عند استعمال مادة الخرسانة الخفيفة بدلا من الطابوق لفقرة بناء الجدران لمجمع (سبع ابكار السكني) يتم حسب الخطوات التالية :-

1- حساب حجم البناء بالطابوق للمجمع السكني والمتضمن (24) عمارة سكنية بناء تقليدي ، وكل عمارة تحتوي على ثلاثة طوابق سكنية وكما موضح في الخرائط رقم (1 ،2 ، 3) .

2- حساب حجم البناء بالخرسانة الخفيفة للمجمع ايضاً .

3- حساب كلفة البناء بالطابوق للمجمع السكني وذلك بضرب حجم البناء بالطابوق x كلفة 1 م^3 بناء بالطابوق .

4- حساب كلفة البناء بالخرسانة الخفيفة وذلك بضرب حجم البناء بالخرسانة الخفيفة x كلفة1 م^3 بناء بالخرسانة الخفيفة .

5- الفرق بين الكلفتين يمثل مقدار التوفير في الكلفة .

والجدول رقم (3) يوضح حساب الفرق في الكلف بين مادتي الطابوق والخرسانة الخفيفة وفقا لتقدير الباحثين واعتمادا على الحسابات آنفة الذكر .

جدول (3) حساب الفرق في الكلف بين مادتي الطابوق والخرسانة الخفيفة

الفقرة	تفاصيل الفقرة	الوحدة	الكمية	السعر دينار	المبلغ الف دينار
1-	البناء بالطابوق للجدران الخارجية والداخلية للمجمع السكني في سبع ابكار لـ (24) عمارة سكنية	م^3	5939	119625	710453
2-	البناء بالخرسانة الخفيفة للجدران الخارجية والداخلية للمجمع السكني في سبع ابكار لـ(24) عمارة سكنية	م^3	3793	74667	283212

المصدر : الباحثان بالاعتماد على الحسابات السابقة

من الجدول اعلاه يلاحظ كلفة الفقرتين (1 و2) اعلاه والفرق بين الكلفتين هو 427241 ألف دينار

أي ان التوفير في الكلفة باستخدام مادة الخرسانة الخفيفة بدلا من الطابوق لفقرة البناء للجدران الخارجية والداخلية للعمارات السكنية (24) عمارة للمجمع السكني في سبع ابكار هو (427241) اربعمائة وسبعة وعشرون مليون ومائتان وواحد واربعون الف دينار .

وكذلك تم حساب الفرق في الكلف بين مادتي الكتل الخرسانية والخرسانة الخفيفة وكما موضح في الجدول رقم (4) .

جدول (4)حساب الفرق في الكلف بين مادتي الكتل الخرسانية والخرسانة الخفيفة

الفقرة	تفاصيل الفقرة	الوحدة	الكمية	السعر دينار	المبلغ الف دينار
1-	البناءبالكتل الخرسانية للجدران الخارجية والداخلية للمجمع السكني في سبع ابكار لـــ (24) عمارة سكنية	م^3	5026	77000	387002
2-	البناء بالخرسانة الخفيفة للجدران الخارجية والداخلية للمجمع السكني في سبع ابكار لـ(24) عمارة سكنية	م^3	3793	74667	283212

المصدر : الباحثان بالاعتماد على الحسابات السابقة

من خلال الجدول في اعلاه يلاحظ كلفة الفقرتين (1 و2) في اعلاه والفرق بين الكلفتين هو

103790 ألف دينار

أي ان التوفير في الكلفة باستخدام مادة الخرسانة الخفيفة بدلا من البلوك الخرساني لفقرة البناء للجدران الخارجية والداخلية للعمارات السكنية (24) عمارة للمجمع السكني في سبع ابكار هو (103790) مائة وثلاثة مليون وسبعمائة وتسعون الف دينار.

ومن خلال استخدام الاسلوب التخطيطي (مصفوفة تحقيق الاهداف (Goal Achievement Matrix) [14] يتم اختيار مادة البناء الافضل التي تحقق اقل كلفة وافضل ا منفعة وكما مبين في الجدول (5) حيث يتبين ان مادة الخرسانة الخفيفة حصلت على اعلى النقاط تليها الكتل الخرسانية ثم الطابوق وهذا ما يؤكد ان الخرسانة الخفيفة تمتاز بمواصفات عديدة اهمها قلة التكلفة وسرعة في زمن الانجاز ، اضافة لما تمتاز به من عزل حراري وصوتي ممتاز وسهولة عمل وخلو من التلوث.

جدول (5) مصفوفة تحقيق الاهداف Goal Achievement Matrix [١٤]

الاهداف العامة أو العوامل الرئيسة Goals	الاهداف التفصيلية Objectives	مواد البناء			وزن الهدف الرئيسي	تسلسل الهدف التفصيلي	وزن الهدف التفصيلي	مصفوفة الاوزان الترجيحية			الملاحظات
		A خرسانة خفيفة	B طابوق	C كتل البناء الخرسانية				A	B	C	
الاهداف الاقتصادية	**1-1 تقليل كلف البناء** (كلف المواد وكلف العمل والتصنيع)	3	**1**	**2**	4	**1-1**	**1.5**	**4.5**	**1.5**	**3.0**	
	2-1 تقليل الاحمال الميتة	3	**1**	**2**		**2-1**	**0.75**	**2.25**	**0.75**	**1.5**	
	3-1 تقليل زمن الانجاز	3	**1**	**1**		**3-1**	**0.75**	**2.25**	**0.75**	**0.75**	
	4-1 تقليل كلف النقل	3	**1**	**2**		**4-1**	**0.5**	**1.5**	**0.5**	**1.0**	
	5-1 التوفير في الطاقة	3	**0**	**2**		**5-1**	**0.25**	**0.75**	**0**	**0.5**	
	6-1 التقليل في المواد الرابطة	3	**1**	**2**		**6-1**	**0.25**	**0.75**	**0.25**	**0.5**	
الاهداف البيئية	2-1تقليل التلوث في المدينة	**3**	**0**	**2**	**2**	**1-2**	**0.75**	**2.25**	**0**	**1.5**	
	2-2 المحافظة على الاراضي الزراعية من الدمار	**3**	**0**	**2**		**2-2**	**0.75**	**2.25**	**0**	**1.5**	
	3-2 تقليل الاضرار على البيئة	**3**	**0**	**2**		**3-2**	**0.5**	**1.5**	**0**	**1.5**	
الاهداف الاجتماعية	1-3 توفير الوحدة السكنية المناسبة للمواطن بأقل كلفة	**3**	**1**	**2**	**3**	**1-3**	**1.5**	**4.5**	**1.5**	**3.0**	
	2-3 توفير في الايدي العاملة الماهرة	**3**	**1**	**2**		**2-3**	**0.75**	**2.25**	**0.75**	**1.5**	
	3-3 خفيف الازمة السكنية	**3**	**1**	**2**		**3-3**	**0.75**	**2.25**	**0.75**	**1.5**	
الاهداف التصميمية والانشائية	4-1توفير عزل حراري عالي دون الحاجة الى استخدام اجهزة تبريد وتدفئة	**3**	**1**	**2**	**1**	**1-4**	**0.5**	**1.5**	**0.5**	**1.0**	
	2-4 قلة الامتصاص للماء مما يقلل من التفاعل مع الاملاح ويساعد على زيادة عمر المبنى والتقليل من تلف مواد المبنى	**3**	**1**	**2**		**2-4**	**0.5**	**1.5**	**0.5**	**1.0**	
	مجموع الوحدات							**30**	**7.75**	**19.75**	

الاستنتاجات:

1- للمقارنة بين كلف البدائل للطابوق تم حساب كلفة المتر المكعب الواحد من الخرسانة الخفيفة اذ بلغ (74667 دينار / م^3) وحساب كلفة المتر المكعب الواحد من الطابوق حيث بلغ (119625 دينار / م^3) ، وحساب كلفة المتر المكعب الواحد من كتل البناء الخرسانية اذ بلغ (77000 دينار / م^3) .

2- ان التوفير في كلفة المتر المكعب الواحد هو (44958 دينار) عند استعمال مادة الخرسانة الخفيفة بدلا من الطابوق والتوفير في كلفة المتر المكعب الواحد هو (2333 دينار) عند استعمال مادة الخرسانة الخفيفة بدلاً من كتل البناء الخرسانية ، بالاضافة الى ان مادة الخرسانة الخفيفة تمتاز بمواصفات واستعمالات افضل بكثير من كتل البناءالخرسانية

3- ان التوفير في الكلفة في حالة استخدام مادة الخرسانة الخفيفة بدلاً من الطابوق لفقرة البناء لجدران المجمع السكني (سبع ابكار) هو (427241 ألف دينار) اربعمائة وسبعة وعشرون مليون ومائتان وواحد واربعون الف دينار .

4- من خلال استخدام الاسلوب التخطيطي (مصفوفة تحقيق الاهداف) (Goals Achievement Matrix) لاجراء عملية التقييم والمفاضلة بين البدائل الثلاثة لمواد البناء تبين ان البديل A (الخرسانة الخفيفة) حصل على اعلى النقاط يليه البديل C (كتل البناء الخرسانية) ثم البديل B (الطابوق) .

وهذا ما يؤكد ان الخرسانة الخفيفة تمتاز بمواصفات عديدة اهمها قلة التكلفة وسرعة في زمن الانجاز ، اضافة لما تمتاز به من عزل حراري وصوتي ممتاز وسهولة عمل وخلو من التلوث.

التوصيات:

1- استخدام الخرسانة الخفيفة الوزن في اعمال البناء بوصفها احد البدائل العملية للطابوق الطيني كمادة تقليدية لما تمتاز به من مواصفات عديدة وتوفير في الكلفة والأيدي العاملة والتقليل من زمن الانجاز .

2- العمل على ايجاد عدد من البدائل العملية لمواد البناء من خلال تشجيع الباحثين والمؤسسات العلمية للقيام بالبحوث والدراسات التي من شأنها تخفيض كلفة البناء وتخصيص الاموال اللازمة لذلك .

3- تفعيل وانشاء مصانع السمنت وتطويرها نظراً للطلب المتزايد على هذه المادة لكونها تدخل في كثير من فقرات البناء للأبنية والمجمعات والدور السكنية .

4- تطوير استخدام مواد البناء المحلية ومنتجاتها .

5- توفير الأيدي العاملة المدربة وتأهيلها .

6- تطوير صناعة وتكنولوجيا البناء .

المصادر:

1- ساعور ، ناثرة نجيب ، دراسة لكلف البدائل المستخدمة في تصميم وتنفيذ الدور السكنية ، ندوة البدائل الاقتصادية في تصميم وتنفيذ الدور السكنية ، وزارة الاسكان والتعمير ، ص (6 – 9) ،1993 .

2- Rapfenbauer , Ural , (*Housing the impact of Economy and Technology) proceedings of the international Congress ,* 1981 , Vienna , Austria , pergamon press , New York , 1981 .

3- Polservice (General Housing for Iraq) , Report one, p.181 , 1977.

4- حسين عبد الكريم ، خواص الخرسانة الخلوية بالاشارة الى العزل الحراري والمعاوقة الصوتية ، رسالة ماجستير مقدمة الى الجامعة التكنولوجية ، سنة 2000 .

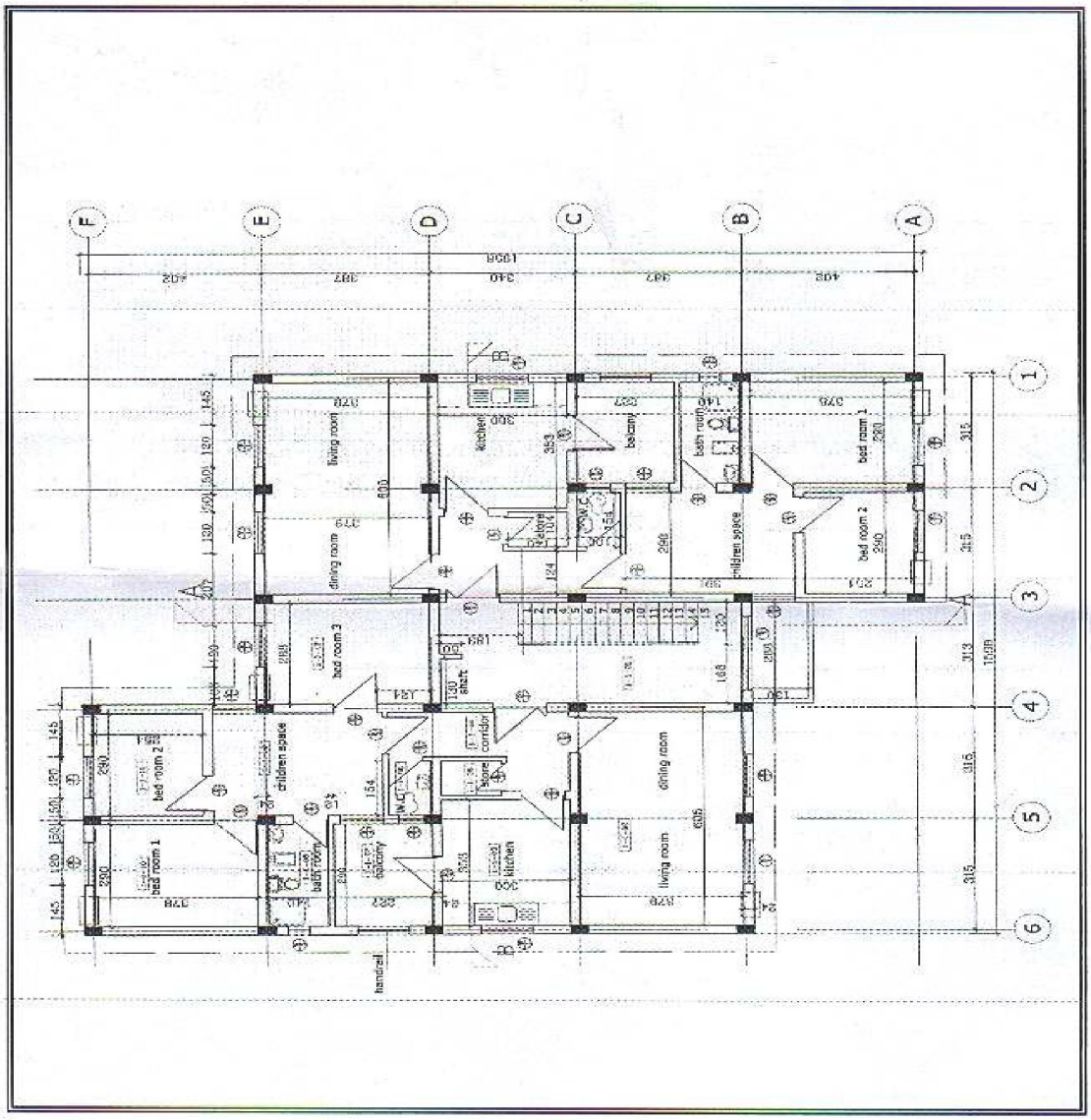
5- ندى مهدي ، خواص الخرسانة خفيفة الوزن بالاشارة الى العزل الحراري والمعاوقة الصوتية ، رسالة ماجستير مقدمة الى جامعة بغداد ، سنة 1997 .

6- www .system building.com / what is Cellular lightweight concrete , p. (2-3) , 2001 .

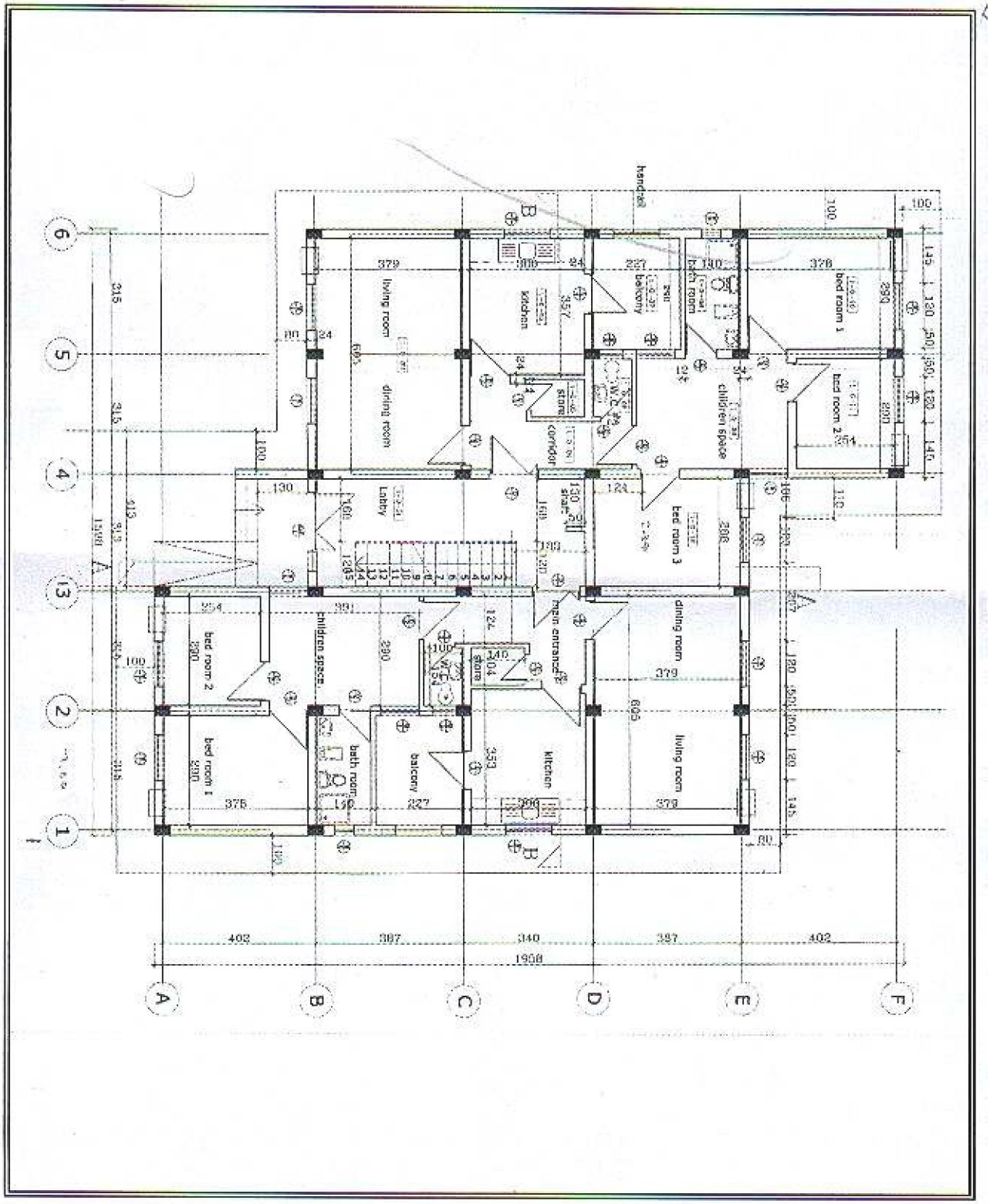
7- American concrete institute (ACI). 2008 .

8- www . System Building Com , Associates of NEOPOR , Cellular lightweight concrete , Germany , SECTRA – France , p.5 , 2003.
9- Internet Report , " *Foam Concrete* " , w. witechnologic. sk , 2003 .
10- Building & Construction , Research center lightweight concrete Method , www . bcrc. pal . org , P 3 , 2001.
11- Relevance of flyash based cellular lightweight concrete for Greener buildings & Environment , By G.B. Singh , Sestem Building Technologists New Delhi (India) , p.1, 2003.
12- Cellular lightweight concrete , production process, p.1 , 2001 .
13-Cellular lightweight Concrete Based on NEOPOR www. System Building . Com, Associates of NEOPOR –Germany , France , p.5 , 2003 .
14- Lichfield , Nathaniel , Evaluation in the planning process , p . (52 – 55) , 1975 .
15- وزارة الاعمار والاسكان / الهيئة العامة للاسكان / دائرة التخطيط والمتابعة .

خارطة (1) لمجمع سبع ابكار السكني في صدر القناة (الطابق الارضي) [15]



خارطة (2) لمجمع سبع ابكار السكني في صدر القناة (الطابق الاول والثاني) [15]



خارطة (3) لمجمع سبع ابكار السكني في صدر القناة (السطح) [15]