مجلة الهندسة والتنمية المجلد الثاني عشر/العدد الرابع- كانون الأول ٢٠٠٨
ISSN 1813-7822

العلاقة بين نسب الخلط الوزنية والحجمية للخلطات الخرسانية مع تطوير الجداول الخاصة بتخمين مواد الخرسانة

أ.د. محمد مصلح سلمان
قسم الهندسة المدنية، كلية الهندسة
الجامعة المستنصرية، بغداد،
العراق

المهندس مهند وليد مجيد
قسم الهندسة المدنية، كلية الهندسة
الجامعة المستنصرية، بغداد،
العراق

م. مهندسين عقيل رحيم جبر
قسم الهندسة المدنية، كلية الهندسة
الجامعة المستنصرية، بغداد،
العراق

المهندس وائل شحاذة عبد الكريم
قسم الهندسة المدنية، كلية الهندسة
الجامعة المستنصرية، بغداد،
العراق

الخلاصة

تقاس المواد الداخلة في إنتاج الخرسانة بطريقة الخلط بنسب حجميه أو وزنيه وتعتبر الطريقة الوزنية الأكثر دقة ونظرا اختلاف عند حساب كميات المواد الداخلة في صناعة الخرسانة بالكيل الحجمي عن مثيلاتها المحسوبة بالكيل الوزني وما يترتب عن ذلك من مشاكل عند تنفيذ الأعمال الهندسية فقد تم هذا البحث وكان من أهم ما تم التوصل إليه:

- تحديد كثافات السمنت والركام المحلي المستخدم في صناعة الخرسانة والتي يمكن أن تستخدم لتحويل نسب الخلط الوزنية إلى حجمية أو بالعكس.
- تطوير جداول حساب كميات المواد اللازمة لإنتاج وحدة قياسية من الخرسانة حيث تم إدخال عامل الرص للخرسانة وما تحدثه من نقصان في حجمها وكذلك الفصل بين طريقة الكيل الوزنية والحجمية وبيان كميات المواد اللازمة لكلا منهما على حدة.
- بالإضافة إلى استنتاجات أخرى ذات علاقة بأعمال التنفيذ في الموقع تخص المهندسين المدنيين المنفذين تم تدوينها في المتن.

Abstract

The concrete works are suffered from many problems like: the selection of materials used, mixing, placing, compacting and curing of concrete. These stages of manufacturing concrete affect the quality of produced concrete.

Also there are many difficulties in converting the proportioning of concrete mixes by weight to the proportioning by volume. Moreover the tables used to estimate the quantities of materials needed to produce one cubic meter of concrete must be studied carefully to reduce the errors in estimation.

This research aims to introduce the solution for the problems mentioned above and provide the engineer with a guide for calculations of constructional materials.

١. المقدمة

الخرسانة مادة إنشائية واسعة الانتشار ومتعددة الاستخدام في العراق، وتمر بمشاكل كبيرة إبتداءً من إختيار المواد الأولية إلى أعمال الخلط ونسب الخلط والوضع والرص والإنضاج وتؤثر كل مرحلة من هذه المراحل على جودة ونوعية الخرسانة المنتجة.

في هذا البحث سوف يتم تسليط الضوء على عملية خلط مواد الخرسانة وتحديد طريقة الخلط (وزنية أم حجمية) وعلاقة ذلك مع المقاومة المستحصلة وكميات المواد اللازمة لإنتاج واحد متر مكعب منها.

٢. كيل المواد ومزجها

تقاس المواد الداخلة في مزج الخرسانة أما بطريقة حجمية أو بطريقة وزنية، وتعتبر الطريقة الوزنية أكثر دقة ويفضل أعتمادها في الأعمال الإنشائية والمشاريع الكبيرة أو التي تتطلب مواصفات هندسية عالية الدقة، والسبب في ذلك إن مزج وخلط الخرسانة بالطريقة الوزنية يتم فيه تحاشي الأخطاء التي تنجم عن طريقة رص الركام والسمنت وكذلك الأسباب الناتجة عن تأثير الرطوبة في الركام الناعم والذي يسبب ظاهرة الانتفاخ Bulking حيث ينتفخ الرمل (يزداد حجمه) وتقل كثافته بنسبة قد تصل إلى حد ٤٠% تبعا لنعومة ومقدار الرطوبة [1].

٣. خلط الخرسانة

تخلط مواد الخرسانة مع بعضها البعض للحصول على خليط متجانس التكوين والقوام، وعند الانتهاء من عملية الخلط يجب أن تكون جميع سطوح حبيبات الركام مغطاة بعجينة الاسمنت لغرض بدأ عملية التفاعل الكيمياوي. حيث تعتبر عملية خلط الخرسانة من أهم العمليات التي تؤثر على خواصها المختلفة لذلك يجب إعطاءها العناية الكافية [2].

تخلط مواد الخرسانة في العراق بطريقتين وهما:

أ- الكيل الحجمي للمواد بأستخدام أوعية قياسية معلومة الحجم أو أوعية غير قياسية يمكن قياس حجمها، ويتم مزج هذه المواد أما يدويا أو باستخدام الخباطات الميكانيكية ذات السعات المختلفة.

ب- الكيل الوزني للمواد باستخدام معامل ذات أنواع مختلفة وطاقات متعددة ثم تنقل الخرسانة إلى موقع العمل بواسطة عربات خاصة تستمر في خلط الخرسانة أو قد تنقلها دون خلط ويجوز أن تنقل المواد المكونة للخرسانة كليا في الناقلات أو عند الوصول إلى موقع العمل [3].

٤. الجزء العملي

أ- المواد المستخدمة

تم إستخدام ركام خشن محلي (حصو) ذو مقاس (٥-١٤) ملم، وركام ناعم (رمل) Zone2 مطابقين للمواصفات العراقية رقم (٤٥) وكذلك إستخدام سمنت سعودي إنتاج معمل الرياض ومطابق للمواصفة العراقية رقم (٥).

ب- تحديد كثافات المواد

تم إستخدام أوعية قياسية لتحديد الكثافات الرخوة للسمنت والرمل والحصى المستعمل وكانت النتائج كما موضحة في **الجدول (١)** حيث تم تحديد الكثافات عند إجراء عملية الخلط لكل نسبة من الخلط سواءً كانت حجمية أم وزنية.

ISSN 1813-7822

جدول (١) مقارنة بين نسب المزج الوزنية والحجمية

نسب الخلط	الكثافة كغم/م^3			أوزان المواد لكل ١ م^3			كميات المواد م^3 / م^3		
	سمنت	رمل	حصى	سمنت كغم/م^3	رمل كغم/م^3	حصى كغم/م^3	سمنت م^3 / م^3	رمل م^3 / م^3	حصى م^3 / م^3
٨:٤:١ وزنية	١١٢٤	١٥٢٤	١٦١٣	١٨٧,٣٨٨	٧٥٠	١٤٩٩	٠,١٦٦	٠,٤٩١	٠,٩٢٩
٨:٤:١ حجمية	١١٢٤	١٥٢٤	١٦١٣	١٣٩	٧٥٣	١٥٩٣	٠,١٢٣٤	٠,٤٩٣	٠,٩٨٧
٦:٣:١ وزنية	١١٦٦	١٥٥٧	١٦٣١	٢٣٣,٣٣	٧٠٠	١٤٠٠	٠,٢	٠,٤٤٩	٠,٨٥٨
٦:٣:١ حجمية	١٢٧٥	١٥٥٨	١٦٣١	٢١٣	٧٣٨	١٥٤٥	٠,١٥٧	٠,٤٧٣	٠,٩٤٧
٤:٢:١ وزنية	١١٧٣,٥	١٤٦٥	١٥٥٣	٣١٠	٦٢٠	١٢٤٠	٠,٢٦٤	٠,٤٢٣	٠.٨٠٠
٤:٢:١ حجمية	١١٧٣,٥	١٥٢٧	١٦٢٠	٢٦٥	٦٩٠	١٤٦٣	٠,٢٢٥	٠,٤٥٠	٠,٩٠٠
٣:١.٥:١ وزنية	١١٨٦	١٥٥٠	١٦١٥	٤٤٤,٧٥	٦٦٧	١٣٣٤	٠,٣٧٥	٠,٤٣	٠,٨٢٦
٣:١.٥:١ حجمية	١١٨٦	١٥٥٠	١٦١٥	٣٨٣	٧٥٠	١٥٦٣	٠,٣٢٢	٠,٤٨٣	٠,٩٦٦

ج- الخلطـــات

تم إعتماد الخلطات الشائعة الاستخدام (٨:٤:١)، (٦:٣:١)، (٤:٢:١) و (٣:١.٥:١) وإعتماد الخلط بالكيل الحجمي والكيل الوزني، وتوضح **الجداول (٢، ٣، ٤، ٥)** كميات المواد المستخدمة في كل نسبة خلط.

جدول (٢) كميات المواد لنسب الخلط الوزنية والحجمية ٨:٤:١

المادة	الحالة	الخلطة ٨:٤:١ وزنية	الخلطة ٨:٤:١ حجمية
السمنت	الوزن (غم)	٣٣٧٣	٣٣٧٣
	الحجم (سم^3)	٣٠٠٠	٣٠٠٠
الرمل	الوزن (غم)	١٣٤٩٢	١٨٢٩٣
	الحجم (سم^3)	٨٨٥٣	١٢٠٠٠
الحصى	الوزن (غم)	٢٦٩٨٤	٣٨٧٠٧
	الحجم (سم^3)	١٦٧٢٩	٢٤٠٠٠
الماء	الوزن (غم)	٢٢٠٠	٤٠٠٠
	الحجم (سم^3)	٢٢٠٠	٤٠٠٠

ISSN 1813-7822

جدول (٣) كميات المواد لنسب الخلط الوزنية والحجمية ١:٣:٦

المادة	الحالة	الخلطة ١:٣:٦ وزنية	الخلطة ١:٣:٦ حجمية
السمنت	الوزن (غم)	٣٨٢٦	٣٨٢٦
	الحجم (سم^3)	٣٠٠٠	٣٠٠٠
الرمل	الوزن (غم)	١١٤٧٩	١٤٠٢٠
	الحجم (سم^3)	٧٣٧٣	٩٠٠٠
الحصى	الوزن (غم)	٢٢٩٥٨	٢٩٣٦٥
	الحجم (سم^3)	١٤٠٧٦	١٨٠٠٠
الماء	الوزن (غم)	٢٤٠٠	٣٥٣٠
	الحجم (سم^3)	٢٤٠٠	٣٥٣٠

جدول (٤) كميات المواد لنسب الخلط الوزنية والحجمية ١:٢:٤

المادة	الحالة	الخلطة ١:٢:٤ وزنية	الخلطة ١:٢:٤ حجمية
السمنت	الوزن (غم)	٣٥٢٠	٣٥٢٠
	الحجم (سم^3)	٣٠٠٠	٣٠٠٠
الرمل	الوزن (غم)	٧٣٤١	٩١٦٣
	الحجم (سم^3)	٤٨٠٨	٦٠٠٠
الحصى	الوزن (غم)	١٤٦٨٢	١٩٤٣٧
	الحجم (سم^3)	٩٠٦٩	١٢٠٠٠
الماء	الوزن (غم)	١٨٣٥	٢١٠٠
	الحجم (سم^3)	١٨٣٥	٢١٠٠

جدول (٥) كميات المواد لنسب الخلط الوزنية والحجمية ١:١,٥:٣

المادة	الحالة	الخلطة١: ٣:١,٥:وزنية	الخلطة١:١,٥:٣حجمية
السمنت	الوزن (غم)	٣٥٥٨	٣٥٥٨
	الحجم (سم^3)	٣٠٠٠	٣٠٠٠
الرمل	الوزن (غم)	٥٣٣٨	٦٩٧٤
	الحجم (سم^3)	٣٤٤٣	٤٥٠٠
الحصى	الوزن (غم)	١٠٦٧٦	١٤٥٣٥
	الحجم (سم^3)	٦٦١٠	٩٠٠٠
الماء	الوزن (غم)	١٣٧٤	١٧٥٠
	الحجم (سم^3)	١٣٧٤	١٧٥٠

د- تحديد مقاومة الانضغاط

صب مكعبات واسطوانات قياسية وحسب المواصفات البريطانية BS1881part116 [4]، والمواصفة الأمريكية ASTM C39/C39 M-02 [5]، ولكل نسبة خلط وتحديد مقاومتها للانضغاط بأعمار ٧ و ٢٨ يوما.

٥. مناقشـــة النتائـــج

أولاً- الكثافـــة: تم حساب الكثافة للسمنت والرمل والحصى لكل نسبة خلط وزنية كانت أم حجمية ويستدل من النتائج الموضحة في **الجدول (١)** ما يلي:

١. كثافة السمنت: كانت كثافة السمنت الرخوة تتراوح ما بين (١١٢٤-١٢٧٥) كغم/م^3 وبمعدل ١١٦٩,٧٥ كغم/م^3. إن تباين كثافة السمنت قد يعود إلى اختلاف درجة الرص للنماذج أثناء قياس الكثافة إلا إن Taylor [6] عزا ذلك إلى طرق نقل السمنت وتأثير الضغط أثناء عملية التحميل أو التفريغ على الخواص أو الكثافة ومقدار الضغط المستعمل للضخ. كما انه أكد على ضرورة الانتباه عند وضع السمنت في أوعية الكيل لأنه لربما يزداد حجم السمنت ويحدث له تضخم في الحجم وقد يصل إلى (١٠-٢٠)%.

٢. كثافة الركام الناعم (الرمل): كانت كثافة الرمل الرخوة تتراوح ما بين (١٤٦٥-١٥٥٨) كغم/م^3 وبمعدل (١٥٣١,٨٧٥) كغم/م^3 . إن تباين كثافة الرمل قد يعود إلى تدرجه ومقدار الرص والرطوبة فيه وقد بين Troxel وآخرون [7] بأن كثافة الركام التي تستخدم لتحويل نسب الكيل الوزنية إلى حجمية أو بالعكس تعتمد على عدة عوامل منها:

أ- التدرج: فكلما كان التدرج مستمرا أدى ذلك إلى تقليل الفجوات بين الركام وبالتالي تزداد الكثافة.
ب- شكل الحبيبات والتداخل بينها والذي كلما زاد أدى ذلك إلى قلة الفجوات وبالتالي تزداد الكثافة.
ج- درجة الرص.
د- رطوبة الركام.

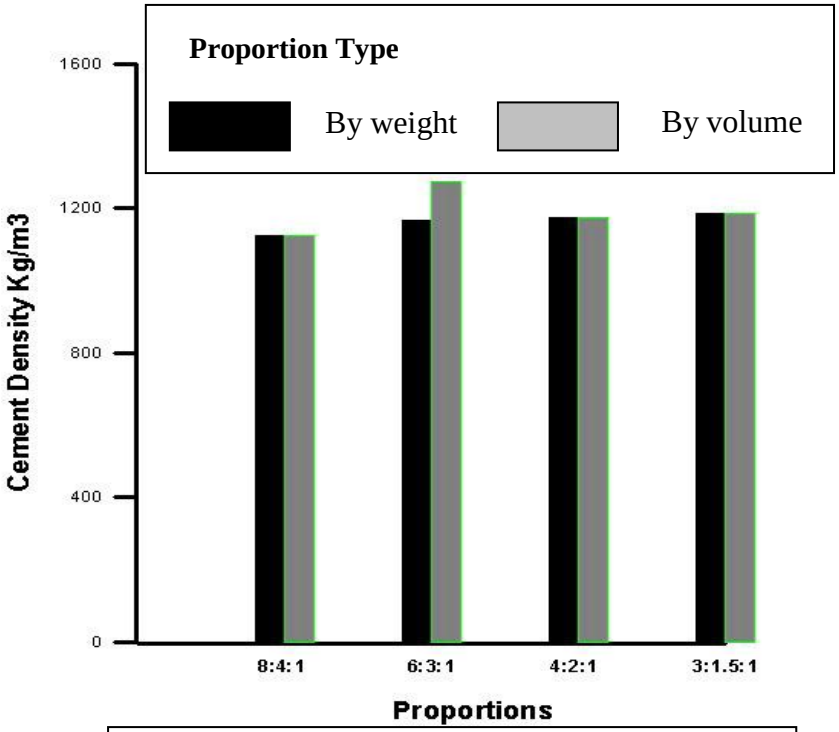
وهذه العوامل وغيرها تتغير باستمرار ولا يوجد ثبات لها وبالتالي فان الكثافة تبقى متغيرة.

٣. كثافة الركام الخشن(الحصى): كانت كثافة الحصى الرخوة تتراوح ما بين (١٥٥٣-١٦٣١) كغم/م^3 وبمعدل ١٦١١ كغم/م^3. إن معامل التباين لنتائج كثافة الحصى هو ١,٩% وهو تقريبا مشابه لمعامل تباين الرمل الذي مقداره ٢% مما يدل على إن الحصى المستخدم هو أيضا ذو تدرج مختلف ويتغير بين كل خلطة وأخرى بالإضافة إلى تباين مقدار الرص أثناء قياس الكثافة.

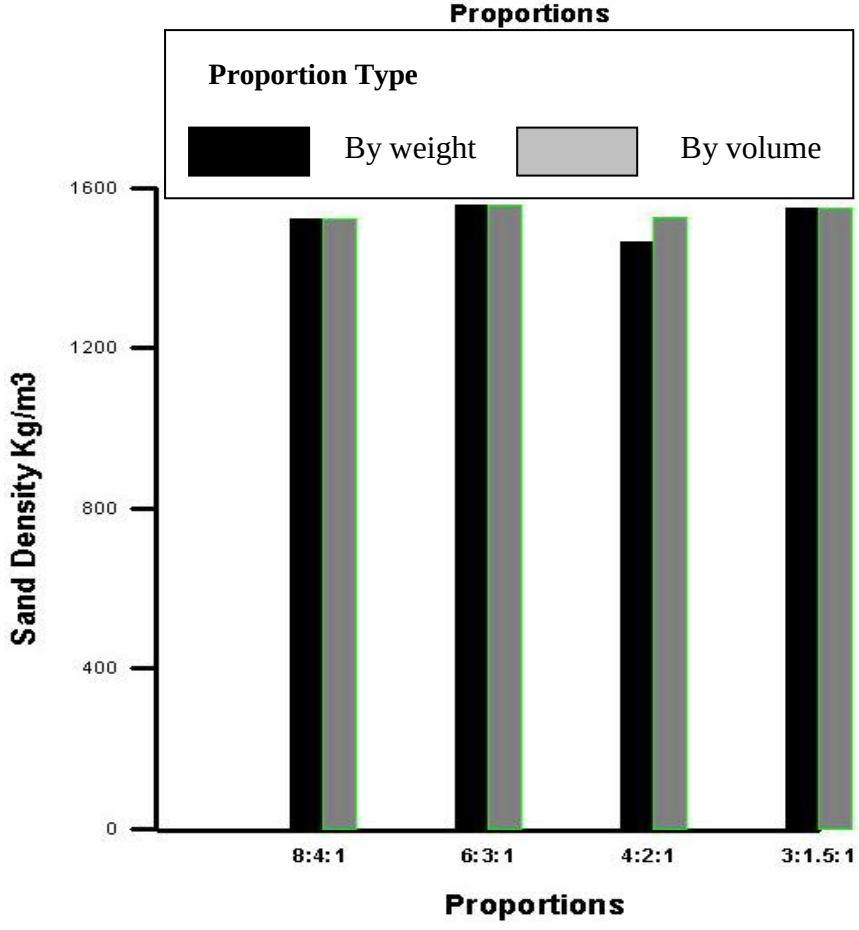
ثانيا- كميات المواد لإنتاج متر مكعب واحد من الخرسانة: تم في هذا البحث حساب كميات المواد اللازمة لإنتاج متر مكعب واحد من الخرسانة ولنسب خلط مختلفة ومعروفة الاستخدام وكانت المقادير موضحة في **الجدول (١)** حيث يتضح من الجدول ما يلي:

أ- تكون كثافات المواد بشكل عام عند تحديدها بالكيل الحجمي أعلى من مقاديرها عند تحديدها بطرقة الكيل الوزني ولهذا يفضل تحديد الكثافة للمواد الإنشائية ولكل خلطة ولكل طريقة كيل معينة من اجل استخدامها في عملية التحويل من طريقة الكيل الوزنية إلى الحجمية وبالعكس وكما ورد في **الأشكال (١،٢،٣)**.

ISSN 1813-7822

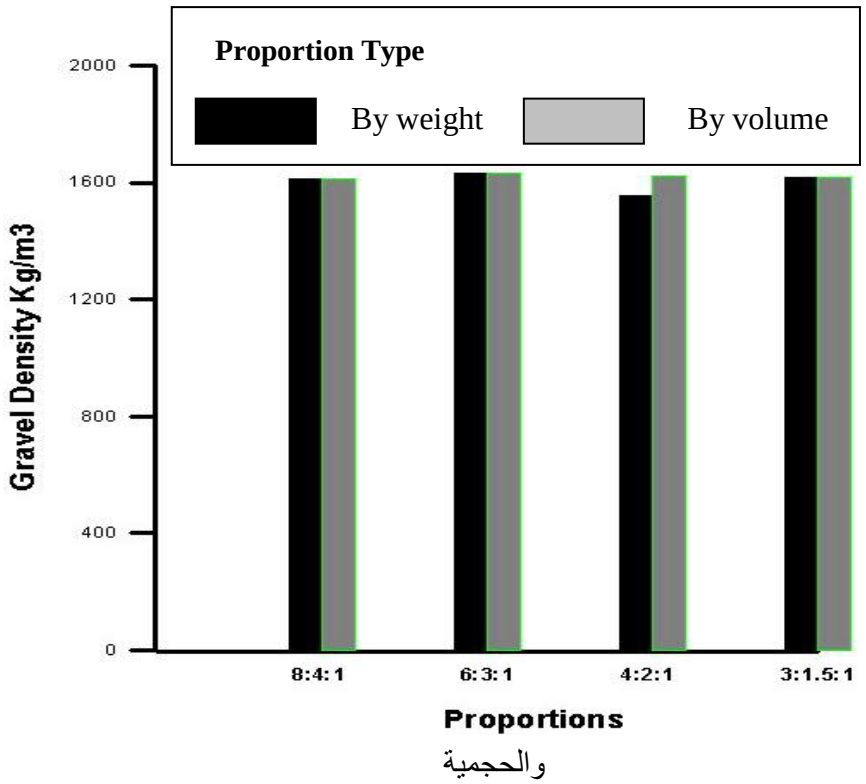


شكل (١) علاقة كثافة السمنت مع نسب الخلط الوزنية والحجمية



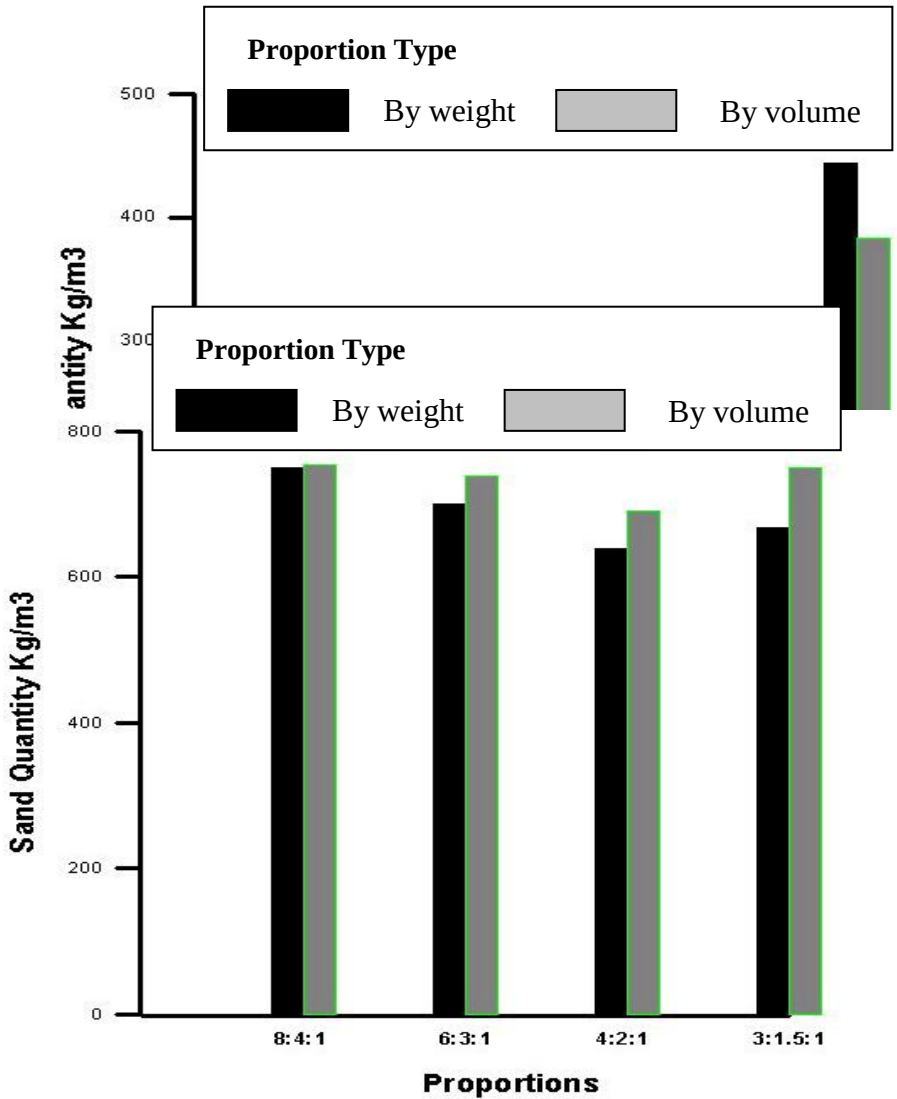
شكل (٢) علاقة كثافة الرمل مع نسب الخلط الوزنية والحجمية

ISSN 1813-7822



شكل (٣) علاقة كثافة الحصى مع نسب الخلط الوزنية والحجمية

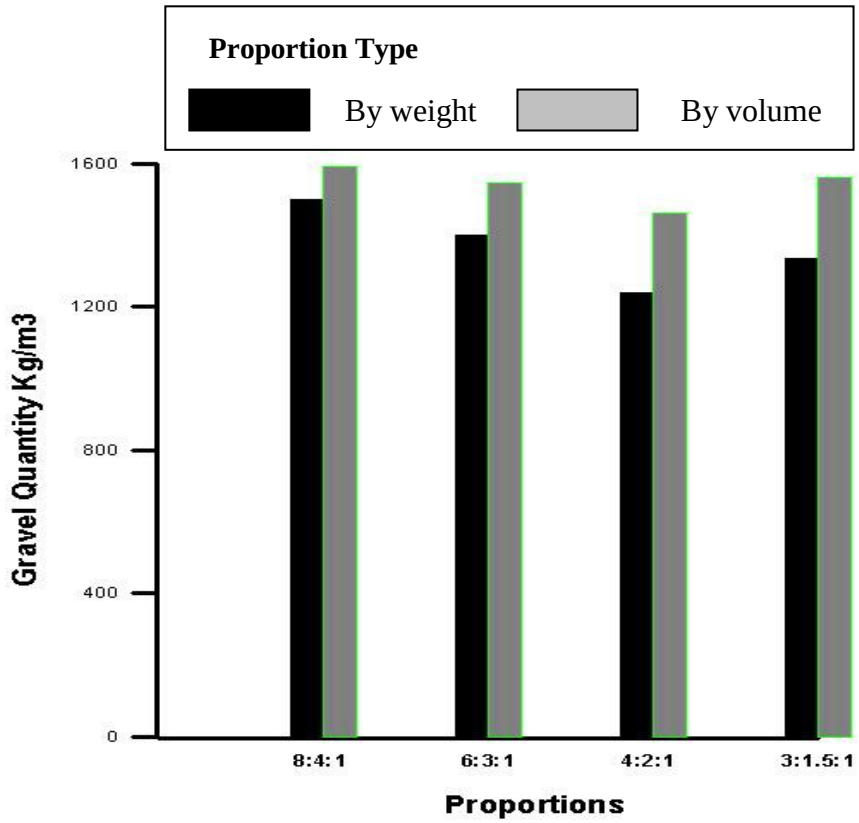
ب- كميات السمنت والرمل والحصى للكيل الوزني اكبر من مقاديرها المستعملة في الكيل الحجمي أي إن النسب الوزنية للخلط تكون ذات محتوى سمنت أعلى من الخلطات ذات النسب الحجمية وكما ورد في **الأشكال (٤،٥،٦)**.



شكل (٤) علاقة كمية السمنت مع نسب الخلط الوزنية والحجمية

ISSN 1813-7822

شكل (٥) علاقة كمية الرمل مع نسب الخلط الوزنية والحجمية



شكل (٦) علاقة كمية الحصى مع نسب الخلط الوزنية والحجمية

ج- عند مقارنة نتائج هذا الجدول مع **جدول (٦)** الذي تم إعداده والواردة في المصدر فتح الله [8] تبين إن كميات المواد الإنشائية تختلف عن الكميات الواردة فيه وقد يعود السبب في ذلك إن الجدول مُعد فقط لنسب الخلط الحجمية ولم يرد فيه ما يشير إلى نسب الخلط الوزنية كما إن كثافات المواد خصوصا الحصى والرمل وكذلك نوعية السمنت لربما تغيرت بعد مرور أكثر من ثلاثين عاما على إعداده حيث إن ذلك لربما يعود إلى إن نوعية المواد الخام المستخدمة في صناعة السمنت وكذلك فترة الحرق ومدة الإشباع في الفرن الدوار قد تغيرت مقارنة مع تلك الفترة بالإضافة إلى تغير نوعية المواد المستخرجة كالرمال والحصى التي يتم الحصول عليها من المقالع.

جدول (٦) يبين كمية المواد الإنشائية اللازمة للأعمال الخرسانية [8]

ت	نوع العمل الإنشائي	الوحدة القياسية	نسبة المزيج	السمنت كغم	الرمل م^3	الحصى م^3

ISSN 1813-7822

١	خرسانة مسلحة للأسس	م^{٣}	٨:٤:١	١٥٠	٠,٤٦	٠,٩٦
٢	خرسانة مسلحة للأسس	م^{٣}	٦:٣:١	٢١٠	٠,٤٥	٠,٩٠
٣	خرسانة مسلحة للأسس	م^{٣}	٤:٢:١	٣٠٠	٠,٤٣	٠,٨٥
٤	خرسانة مسلحة للأسس	م^{٣}	٣:١.٥:١	٣٨٠	٠,٤١	٠,٨٣

د- إن **الجدول (١)** سوف يحل العديد من المشاكل الناجمة عن عدم اتضاح كميات المواد عند الكيل بالطريقتين خصوصا عند القيام بأعمال المسح الكمي وإعداد جداول الكميات للعقود والأعمال الهندسية المختلفة.

هـ- يقترح الباحثون إلزام المهندسين بذكر نسب الخلط وزنية أم حجمية عند إعداد جداول الكميات وذلك تحاشيا للمشاكل التي قد تنجم عن ذلك خصوصا المطالبات التي يطالب بها المقاول عن فروق كميات السمنت التي تزداد عند استخدام الكيل الوزني.

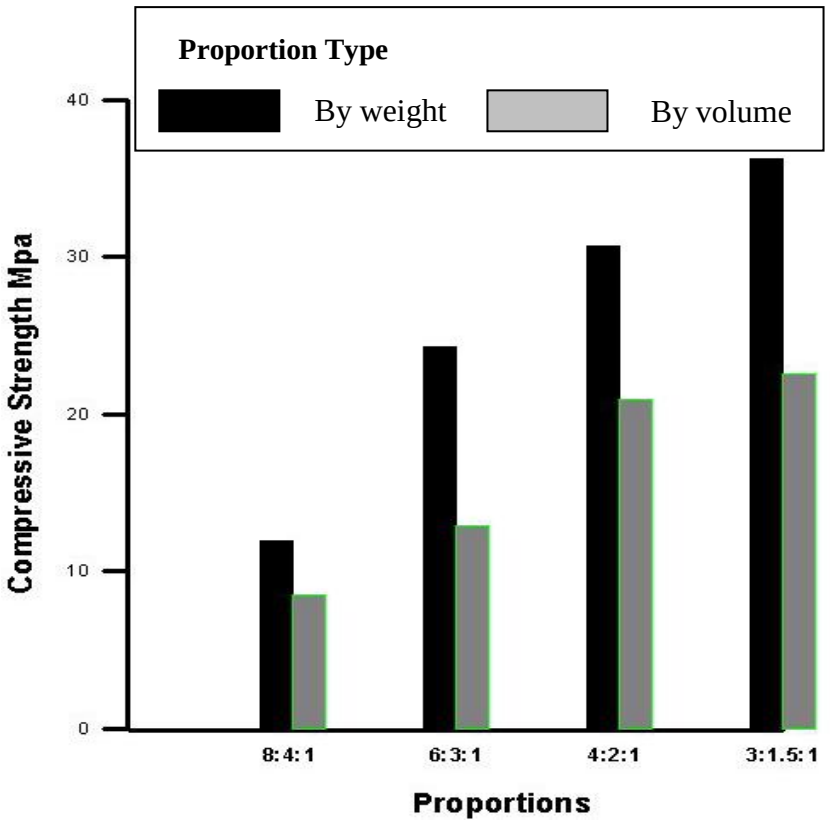
ثالثا- مقاومة الانضغاط:

الجدول (٧) يوضح مقادير مقاومة الانضغاط لنسب الخلط الوزنية والحجمية لمكعبات طول ضلعها ١٥سم بعمر ٧ و ٢٨ يوم وكذلك لاسطوانات ذات أقطار ١٥سم بارتفاع ٣٠سم بأعمار ٧ و ٢٨ يوم أيضا وكما موضح في **الشكل (٨،٧)**.

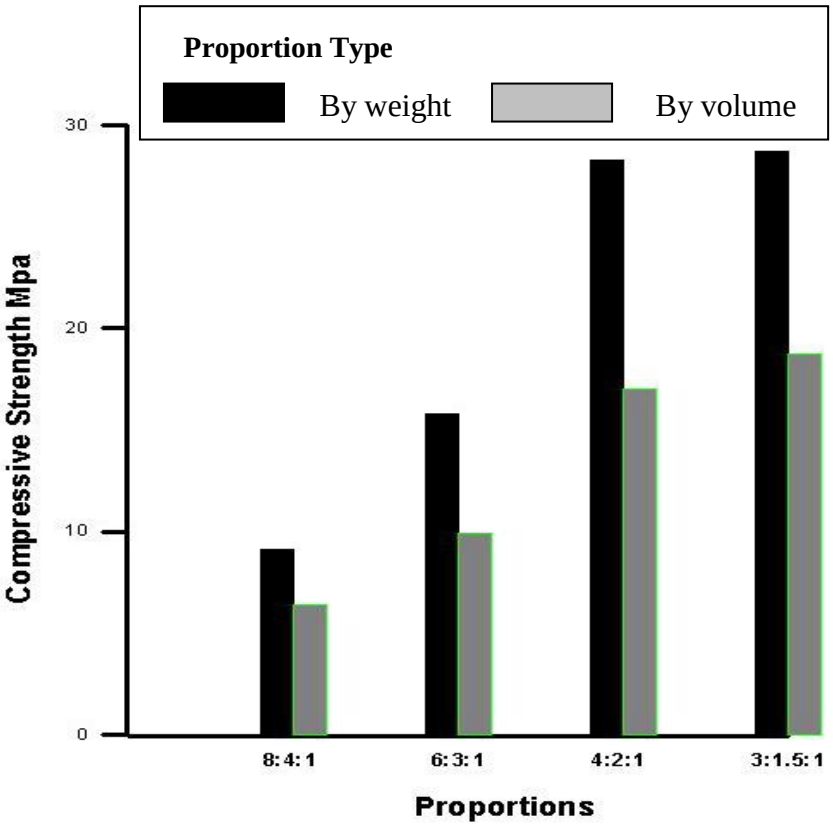
يستدل من الجدول إن نسب الخلط الوزنية أعطت مقاومة انضغاط بشكل عام اكبر من نسب الخلط الحجمية وهذا يعود إلى كون الأخيرة ذات محتوى من السمنت اقل من الوزنية بالإضافة إلى محتواها الأكبر من الرمل والركام بسبب طبيعة الكيل الحجمية التي تسمح لمواد اكبر مقارنة مع الكيل الوزني.

جدول (٧) مقاومة الانضغاط للخلطات الخرسانية

نسب الخلط	مقاومة الانضغاط للمكعب		مقاومة الانضغاط للاسطوانة	
	عمر ٧ يوم	عمر ٢٨ يوم	عمر ٧ يوم	عمر ٢٨ يوم
٨:٤:١ وزنية	٩,١	١٢	---	---
٨:٤:١ حجمية	٦,٤	٨,٥	---	١٠,٢
٦:٣:١وزنية	١٥,٨	٢٤,٣	---	---
٦:٣:١ حجمية	٩,٩	١٢,٩	---	---
٤:٢:١ وزنية	٢٨,٣	٣٠,٧	٢٧	٢٨,٥
٤:٢:١ حجمية	١٧,٠	٢١,٠	١٦,٢٥	٢٠
٣:١.٥:١ وزنية	٢٨,٧	٣٦,٣	---	---
٣:١.٥:١حجمية	١٨,٧٥	٢٢,٦	١٧,١	٢١,٤



شكل (٧) علاقة الانضغاط مع نسب الخلط الوزنية والحجمية للمكعبات مقاومة



شكل (٨) علاقة الانضغاط للاسطوانات مع نسب الخلط الوزنية والحجمية مقاومة

٦. الاســتنتاجات والتوصــيات

في ضوء الدراسة السابقة ونوعية المواد المستخدمة يمكن التوصل إلى ما يلي:

١. يعمل الكيل الحجمي للخلطات الصغيرة الحجم وباستخدام صناديق مكعبة الشكل ويجب الانتباه عند وضع السمنت في أوعية الكيل لأنه لربما سوف يزداد الحجم (يحصل تضخم في حجم السمنت) بمقدار قد يصل إلى (١٠-٣٤)% مما يجعل الخلطات فقيرة بالسمنت (under cemented) وهذا ما حصل فعلا حيث كانت الخلطات ذات الكيل الحجمي اقل محتوى من السمنت مقارنة مع الخلطات ذات الكيل الوزني.
٢. يجب زيادة حجم الرمل المستخدم في الخلطة في حالة كونه رطب للتغلب على تأثيرات ظاهرة التضخم وحتى لا تصبح الخلطة فقيرة بالرمل (under sanded) ومقدار الزيادة في الحجم تعتمد على تدرج الرمل (نعومته) ومقدار الرطوبة فيه ودرجة الرص.
٣. لأغراض تحويل نسب الخلط الوزنية إلى حجمية أو بالعكس يتم تحديد كثافات المواد الإنشائية في الخلط لكل نوع من الخلطات أو لكل كدس من الحصو أو الرمل وحسب قناعة المهندس الاستشاري ويتم اخذ معدل لثلاثة نماذج على الأقل.
٤. كانت كثافات الرمل والحصى بمعدل ١٥٣١ و ١٦١١ كغم/م^3 على التوالي وهي تقع ضمن المديات التي أوردنا Olin [9] و Mindes and Yong [10].
٥. يجب الانتباه عند استخدام المواد في إنتاج الخرسانة خصوصا الركام وان يكون ذو محتوى صحيح من الرطوبة ولا يؤثر على ماء الخرسانة وضرورة إجراء تعديل على كمية الماء والركام في حالة اختلاف رطوبة الركام المستخدم عن الحالة المطلوبة .
٦. يفضل إجراء تجارب أولية على المواد الإنشائية المستخدمة في التنفيذ وتحت ظروف مشابهة لظروف الموقع لتحديد الكثافات وغيرها من خواص المواد بشكل دقيق وكفوء.
٧. نؤيد ما ورد بتوصية Neuman and choo [11] الذي أكد على إن يكون هنالك ترابط (تداخل) بين تصميم الخلطة الخرسانية وكميات المواد والتركيب الكيمياوي للسمنت وبين طرق خزن المواد وسرعة الخلط والوضع ونوعية المعدات وكفاءتها وكذلك ظروف الموقع من حيث درجة الحرارة والرطوبة. كل هذه الأمور يجب على المهندس أن يأخذها بنظر الاعتبار ويضع الحلول المثلى لها.
٨. يفضل خزن المواد في أماكن مسقفة لحفظها من الرطوبة شتاءا ومن الحرارة العالية صيفا وان تكون الأرضية صلبة لكي تؤمن عدم تلوث الركام بالتراب أو غيره من المواد. ويفضل أن يكون الخزن قريبا من موقع العمل.
٩. يقترح الباحثون ضرورة ذكر طريقة كيل المواد في جداول الكميات للمقاولات أو في المخططات هل هي وزنية أم حجمية مع ذكر شكل نموذج الفحص لتحديد مقاومة الانضغاط للخرسانة وأبعاده ومواصفات الفحص ومواصفات التقييم وعدد النماذج ومقدار ترددها تحاشيا للمشاكل التي تحدث بين أطراف العقد الهندسي بسبب غياب أو عدم وضوح مثل هذه المعلومات.
١٠. **الجدول (١)** يعطي معلومات عن كميات المواد اللازمة لإنتاج وحدة قياسية من الخرسانة وهو أكثر تطورا من الجداول المعتمدة من قبل المهندسين في العراق حيث تم إدخال عامل الرص للخرسانة وما يحدثه من نقصان في حجمها والذي لم تأخذه الجداول السابقة بنظر الاعتبار ولهذا كانت المقادير للمواد أعلى من نظيراتها الواردة في تلك المصادر [8].
١١. إن هذا البحث هو نواة لمشروع طموح من البحوث في هذا المجال بصدد حساب كميات المواد والكثافات وتغيراتها وكذلك حساب عدم التوافق بين كميات المواد عند ذرعة الأكداس وكذلك كميات المواد المستخدمة في إنتاج الخرسانة.

٧. المصـــــادر

1. زهير ساكو، و آرتين ليفون، ***"إنشاء المباني"***، جامعة بغداد، كلية الهندسة، الطبعة الأخيرة ١٩٩٠، ٦٠٦صفحة.

2. مؤيد نوري الخلف، و هناء عبد يوسف، ***"تكنولوجيا الخرسانة"***، الجامعة التكنولوجية، بغداد ١٩٨٤، ٥٥٨ صفحة.

3. جلال بشير سرسم، ***"تكنولوجيا الخرسانة"***، هيئة المعاهد الفنية، بغداد، الطبعة الأولى ١٩٨٤، ٥٥٨ صفحة.

ISSN 1813-7822

4. BS1881: Part 116, ***"Method for Determination of Compressive Strength of Concrete Cubes"***, British Standard Institute, 1983.

5. ASTM C39/C39M-02, ***"Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens"***, ASTM International.

6. Taylor, W. H., ***"Concrete Technology and Practice"***, Forth Edition, 1977, Australia, 849 p.

7. Troxell, G. E. et. al., ***"Composition and Properties of Concrete"***, USA, 1968, 529 p.

8. مدحت فضيل فتح الله، ***"التخمين والمواصفات"*** ، جامعة بغداد، كلية الهندسة، الطبعة الثالثة المنقحة ١٩٧٧، ١٩٢ صفحة.

9. Olin, H. B., et. al., ***"Construction, Principals Materials and Methods"***, Sixth Edition, 1995, USA.

10. Minds and Young, ***"Concrete"***, USA, 1981, 671 p.

11. Newman and Choo, ***"Advanced Concrete Technology"***, England, 2003.