Umm Al-Qura Univ. J. Eng.& Arch. Vol. 1, No.1, pp. 62-77 (2009) 29-06-010 © The University Press

نظام مراقبة جودة الخرسانة الجاهزة ودوره في تطبيق كود البناء السعودي للمنشآت الخرسانية

عبدالرحمن محمد الحزيمي[١]، عبدالعزيز ابراهيم النغيمش[١]

صالح عبدالله السليمان[٢] ، سعود جارالله السويداء[٢]، محيي الدين القحطاني[٢]

[١] مركز الخرسانة، قسم الهندسة المدنية، كلية الهندسة، جامعة الملك سعود، الرياض، السعودية

[٢] الإدارة العامة للتشغيل و الصيانة، أمانة مدينة الرياض

Quality Scheme for RMC and Its Role in the Implementation of Saudi Building Code for Concrete Structures

Abstract

The role of quality schemes for concrete and steel is essential to the smooth and successful implementation of Saudi Building Code for concrete structures. Unfortunately, no such schemes exist except in Riyadh where the municipality has embarked on a program to monitor the quality of ready mixed concrete (RMC) factories in Riyadh since 1995. The implementation of this scheme has resulted in substantial improvement in plant facilities and in the concrete quality in Riyadh. The scheme has adopted plant classification as a tool and incentive to encourage plant upgrade and maintenance of good quality of concrete production. This scheme can serve as a model for other municipalities in the Kingdom. In this paper, the elements of the quality scheme developed and implemented in Riyadh are highlighted. The impact of the classification on the performance of RMC Plants in Riyadh is given in detail. The role of the quality scheme in ensuring successful implementation of Saudi Building Code for concrete structure in the Kingdom is highlighted and emphasized.

تكتسب أنظمة مراقبة الجودة للخرسانة وحديد التسليح أهمية بالغة لضمان النجاح في تطبيق كود البناء السعودي للمنشاءات الخرسانية. إلا أنه لا توجد أنظمة جودة من هذا النوع إلا في مدينة الرياض حيث تقوم أمانة منطقة الرياض بتطبيق برنامج لمراقبة جودة إنتاج مصانع الخرسانة الجاهزة في مدينة الرياض منذ عام ١٩٩٥م . ولقد نتج عن تطبيق هذا البرنامج تحسن كبير في تجهيزات المصانع وجودة الخرسانة المنتجة مما يمكنها من تحقيق متطلبات الكود. و قد اعتمد هذا البرنامج على نظام تصنيف المصانع كأداة وحافز لتشجيع المصانع على التطور والمحافظة على جودة الخرسانة المنتجة. و يمكن أن يكون هذا البرنامج نموذجاً يطبق في بقية مدن المملكة. تقدم هذه الورقة البحثية توصيفاً مختصراً لنظام الجودة الذي تم تطويره وتطبيقه في مدينة الرياض. كما تستعرض أثر تطبيق نظام التصنيف على أداء مصانع الخرسانة الجاهزة في مدينة الرياض، مع التركيز على دور نظام الجودة لضمان نجاح تطبيق كود البناء السعودي للمنشاءات الخرسانية في المملكة.

الكلمات الرئيسية : خرسانة جاهزة، نظام جودة، كود البناء السعودي، منشاءات خرسانية .

PDF created with FinePrint pdfFactory Pro trial version http://www.pdffactory.com

مقدمة

تكتسب أنظمة مراقبة الجودة للخرسانة أهمية بالغة لضمان النجاح في تطبيق كود البناء السعودي للمنشاءات الخرسانية حيث يعتمد تصميم العناصر الخرسانية المسلحة على افتراض وجود حد أدنى لمقاومة الخرسانة للانضغاط يسمى المقاومة الاسمية (f'_c). ويتطلب هذا قيام جهة مستقلة بمراقبة جودة الخرسانة المنتجة لضمان تحقيق المستوى المطلوب من هذه المقاومة في مصانع الخرسانة. إلا أنه لا توجد أنظمة جودة من هذا النوع في المملكة باستثناء مدينة الرياض حيث تقوم أمانة منطقة الرياض بتطبيق برنامج لمراقبة جودة إنتاج مصانع الخرسانة الجاهزة في مدينة الرياض منذ عام ١٩٩٥م.

أهمية وجود نظام مراقبة الجودة على أداء مصانع الخرسانة

انتشر استخدام الخرسانة الجاهزة في المملكة بشكل واسع خلال العقدين الأخيرين، فعلى سبيل المثال يبلغ عدد مصانع الخرسانة الجاهزة العاملة حالياً في مدينة الرياض ٣٠ مصنعاً تنتج حوالي ٧.٥ مليون متر مكعب من الخرسانة الجاهزة في السنة. إن توفر مصانع الخرسانة الجاهزة وانتشارها في المملكة يتيح لها من الناحية النظرية فرصة للحصول على نوعية جيدة من الخرسانة وبالمواصفات المطلوبة حيث يمكن التحكم في نسب مكونات الخلطة وعملية الخلط بصورة آلية، إضافة إلى سهولة مراقبة جودة المواد المستخدمة بصورة مستمرة. إلا أن عدداً من الدراسات الميدانية قد دلت على أن جودة الخرسانة المنتجة في كثير من مصانع الخرسانة كانت تحت المستوى المقبول [١-٣]، مما يتطلب وجود نظام مراقبة خارجية لهذه المصانع لضمان جودة الخرسانة المنتجة.

توجد أنظمة مراقبة الجودة في مصانع الخرسانة الجاهزة في كثير من الدول المتقدمة، وتتفاوت هذه الأنظمة وطرق التطبيق من دولة إلى أخرى. ففي بريطانيا، على سبيل المثال، يوجد نظام متقدم وشامل لضمان الجودة يعرف باسم نظام الجودة للخرسانة الجاهزة (QSRMC) متوافق مع متطلبات المواصفات العالمية للجودة (ISO 9001). وتقوم به جهة مستقلة وغير مرتبطة بأصحاب مصانع الخرسانة [٤]. و الانضمام إلى هذا النظام ليس إلزامياً، وإن كانت معظم المصانع منضوية حتى تكون قادرة على المنافسة مع الآخرين. أما في الولايات المتحدة، فلا يوجد نظام مراقبة جودة واضح ومستقل كما هي الحال في بريطانيا حيث تقوم الجمعية الوطنية الأمريكية لمنتجي الخرسانة (NRMCA) بإصدار شهادة مطابقة للمصانع التي تحقق اشتراطات التجهيزات الأساسية التي تم إعدادها من قبل الجمعية بعد المعاينة والتحقق من ذلك من قبل مهندس ممارس مرخص له للعمل في الولاية التي يوجد فيها المصنع [٥].

وتتفق معظم أنظمة الجودة في المتطلبات العامة وإن اختلفت في بعض التفاصيل. أما الخطوط العريضة لهذه المتطلبات فهي:

أ) **التجهيزات**:

- الموقع العام والاشتراطات البيئية .
- نقل المواد ومناولتها وتخزينها .
- محطة التعبئة المركزية.

PDF created with FinePrint pdfFactory Pro trial version http://www.pdffactory.com

- الخلاطة و شاحنات نقل الخرسانة .
- احتياطات الأجواء الحارة .
- مختبر الجودة .
- نظام التذاكر .

ب) الجهاز الفني

ج) برنامج ضبط الجودة

د) توثيق الجودة:

- نتائج الاختبارات والتحليل الإحصائي لها.
- وجود أجهزة تسجيل في محطة التعبئة المركزية قادرة على حفظ سجل دائم لكميات المواد (الأسمنت، الركام ، الماء، الإضافات) التي تم قياسها في أي دفعة من الخرسانة المنتجة.

وإذا ما فشل المصنع في المحافظة على الحد الأدنى من هذه المتطلبات فإنه يفقد تأهيله ويصبح تسجيله في النظام لاغياً.

نظام مراقبة الجودة في مدينة الرياض

بدأت أمانة مدينة الرياض بتوجيه كريم من سمو أمير منطقة الرياض بتنفيذ برنامج لمراقبة جودة الإنتاج بمصانع الخرسانة الجاهزة في مدينة الرياض عام ١٩٩٥م. ويهدف البرنامج بشكل أساسي إلى ضمان جودة الخرسانة الجاهزة المنتجة في مدينة الرياض برفع مستوى أداء مصانع الخرسانة الجاهزة العاملة فيها لتتوافق مع الشروط والمواصفات العالمية الخاصة بإنتاج الخرسانة الجاهزة مع مراعاة تأثير أجواء مدينة الرياض الحارة والجافة على جودة الخرسانة المنتجة. كما يهدف البرنامج إلى تفعيل برنامج ضبط الجودة والمراقبة الذاتية ورفع كفاءته في المصانع نفسها.

وقد أُخذ بعين الاعتبار في مرحلة التخطيط لهذا البرنامج أن تطبيق نظام كهذا يعتبر تجربة جديدة في المملكة، إضافة إلى تعذر تطبيق الأنظمة التي طورت في الدول الأخرى لعدم توفر الهياكل الرئيسية التي تعتمد عليها هذه الأنظمة عند التطبيق في دولة نامية مثل المملكة. لذا فان برنامج الجودة المطبق في مدينة الرياض يختلف عن غيره من أنظمة الجودة المطبقة عالمياً في بعض الجوانب المهمة، حيث يعتمد على التقويم المباشر لجودة الإنتاج من خلال أخذ عينات الخرسانة وموادها بشكل عشوائي وبصورة مكثفة من مصانع الخرسانة (الخرسانة: ١-٣ مرات في الشهر، المواد: مرتان في السنة) لتكوين صورة واضحة ودقيقة عن جودة الخرسانة المنتجة والمواد الداخلة في تصنيعها في كل مصنع. كما يتم اجراء خلطات تأكيدية في مختبر الأمانة للخلطات الرئيسية المنتجة في كل مصنع ضمن آلية تجديد اعتماد الخلطات السنوية للمصانع جميعها.

و البرنامج إلزامي على كل مصانع الخرسانة الجاهزة العاملة في الرياض بدون استثناء. ويعد هذا البرنامج رائداً، وهو الأول من نوعه على مستوى المملكة وسيكون نجاحه في تحقيق أهدافه حافزاً للمسؤولين في تعميم النظام ليشمل كافة أنحاء المملكة. و تحتوي المراجع [٦-٩] على شرح كامل عن البرنامج و أهدافه و الأنشطة التي يشتمل عليها و الإستراتيجية التي اتبعت في تطبيقه.

PDF created with FinePrint pdfFactory Pro trial version http://www.pdffactory.com

وكان من أهداف البرنامج الرئيسية منذ البداية أن يتم تصنيف مصانع الخرسانة العاملة في مدينة الرياض بغية إعطاء المستخدم تقييماً موضوعياً و محايداً عن مستوى كل مصنع وكفاءته، وكذلك إذكاء روح المنافسة الشريفة بين المصانع من خلال إبراز التميز و التعريف بالمصانع المتميزة. ولكي تكون عملية التصنيف عادلة و ذات مصداقية فلابد من أن تبنى العملية على أسس علمية وفق معايير واضحة ومحددة تعكس التزام المصنع بجودة الخرسانة المنتجة وتوفر التجهيزات و الاحتياطات الضرورية لضمان ذلك ، كما أن العملية يجب أن تلتزم بقدر كبير من الشفافية والوضوح في شتى جوانبها. ومن أجل ذلك تم إعداد دليل مفصل لعملية التصنيف يحتوي على معايير و اشتراطات تصنيف مصانع الخرسانة الجاهزة وتفاصيل المؤشرات المستخدمة في التصنيف، وكيفية حساب كل مؤشر [١٢,١١,١٠].

يتم تصنيف مصانع الخرسانة الجاهزة في مدينة الرياض بناءاً على ثلاثة مؤشرات هي:

١. مؤشر المصنع: و يغطي تنظيم الموقع و حماية البيئة المحيطة، وتخزين المواد ومناولتها ومحطات الخلط والشاحنات واحتياطات الجو الحار و نظام الفوترة.
٢. مؤشر المختبر: و يغطي المتطلبات الخاصة بالمختبر و الأجهزة و الطاقم الفني و أعمال ضبط الجودة الذاتية الخاصة بالمواد و الخرسانة المنتجة.
٣. مؤشر جودة الخرسانة المنتجة: و يعتمد على نتائج العينات العشوائية و الذي يتم أخذها من كل مصنع بواقع ١-٣ عينات شهرياً و يتم لكل عينة قياس درجة الحرارة و مقدار الهبوط (slump) واختبار مقاومة الضغط عند ٧ و ٢٨ يوماً.

و يتم تصنيف المصانع بناءا على هذه المؤشرات إلى ثلاث فئات هي: " فئة أ " للمصانع ذات الأداء الممتاز ؛ " فئة ب " للمصانع ذات الأداء الجيد؛ " فئة ج " للمصانع ذات الأداء المقبول. ويحتوي المرجعان [١٢,١١] على تفاصيل نظام تصنيف مصانع الخرسانة الجاهزة في مدينة الرياض ويشمل ذلك مايلي:

- قائمة مفصلة بالمتطلبات والتجهيزات الأساسية للمصنع ومختبر الجودة
- شروط مصانع فئة (أ)
- شروط مصانع فئة (ب)
- شروط مصانع فئة (ج)
- التعامل مع المصانع التي لم تحقق متطلبات التصنيف
- تصنيف المصانع الجديدة
- مراجعة تصنيف المصانع وتحديثها دورياً
- شهادة المصنع المثالي
- مراجعة معايير التصنيف وتحديثها
- طريقة حساب المؤشرات

PDF created with FinePrint pdfFactory Pro trial version http://www.pdffactory.com

تأثير تطبيق نظام التصنيف على أداء مصانع الخرسانة

حدث تطور لافت في صناعة الخرسانة الجاهزة بمدينة الرياض نتيجة لتطبيق برنامج مراقبة جودة إنتاج مصانع الخرسانة الجاهزة في مدينة الرياض. و يمكن للمتابع ملاحظة ذلك من خلال التطور الكبير في تجهيزات المصانع حيث أصبح لدى معظم المصانع كل المتطلبات والتجهيزات الأساسية في المصنع والمختبر. و يلخص الجدول (١) التطور في التجهيزات الأساسية خلال الفترة من ١٩٩٥ إلى ٢٠٠٠م الخاصة بتخزين ومناولة الركام واحتياطات الجو الحار والمختبرات ونموذج توريد الخرسانة، فعلى سبيل المثال أصبحت جكل المصانع العاملة في مدينة الرياض تمتلك مبرد ماء في عام ٢٠٠٠م مقابل ٣٠ % فقط من المصانع عند بداية البرنامج.

و قد ساهم إدخال التصنيف عام ١٩٩٩ م في تعزيز فعالية البرنامج بشكل كبير. فقد أثبت تصنيف مصانع الخرسانة الجاهزة أنه أداة فعالة للغاية في التعجيل بالأثر الإيجابي للبرنامج. و يبين الشكل (١) التأثير الكبير للتصنيف على أداء مصانع الخرسانة الجاهزة في مدينة الرياض. فقد ارتفع عدد المصانع ذات الأداء الممتاز "فئة أ" ثلاث مرات تقريبا، حيث زاد العدد من ٤ مصانع في عام ٢٠٠٠ م إلى ١١ مصنعا في عام ٢٠٠٦ م، كما أن عدد مصانع فئة أ و فئة ب مجتمعة قد قفز من ٨ مصانع في عام ٢٠٠٠ م إلى ٢٠ مصنعا في عام ٢٠٠٦ م كما هو واضح في الشكل. و يعزى التأثير الكبير للتصنيف على صناعة الخرسانة الجاهزة في الرياض إلى عاملين رئيسيين: العامل الأول هو أن التصنيف يقدم إلى إدارة المصنع و المالك تقييما مستقلا عن أداء المصنع و جوانب النقص و القصور في مرافق المصنع والعمليات، مما ساعد إدارة المصانع في إقناع ملاك المصانع بالحاجة إلى تحديث مرافق المصنع وتطويرها. والعامل الثاني مرتبط بقوى السوق حيث أن تحديد المصانع ذات الأداء الممتاز من قبل البرنامج يعطيها ميزة تسويقية واضحة على المنافسين، وهذا بدوره يدفع بقية المصانع إلى الارتقاء بالمستوى والأداء حتى تتمكن من المحافظة على موقعها التنافسي.

وتجدر الإشارة هنا إلى أن سياسة البرنامج في تصنيف مصانع الخرسانة هو أن تكون عملية التصنيف شفافة، حيث أن مصانع الخرسانة الجاهزة على اطلاع على تقييم المصنع أولا بأول من خلال إعطاء المصانع تقويماً فنياً محايداً على شكل تقارير شهرية و سنوية عن جودة الإنتاج في المصنع وكل النقائص التي يجب على المسئولين عن المصنع تداركها.كما أن سياسة البرنامج تقضي بعدم منح معاملة تفضيلية لأحد، بما في ذلك المصانع المميزة. وقد تجلى مردود ذلك في القبول الذي حظي به البرنامج من أغلبية مصانع الخرسانة الجاهزة في مدينة الرياض، وكذلك عدم وجود شكاوى أو دعاوى قضائية ضد التصنيف السنوي الذي يصدره البرنامج لمصانع الخرسانة الجاهزة.

و يمكن متابعة التطور في الجوانب المختلفة لصناعة الخرسانة الجاهزة من خلال المؤشرات الثلاثة التي تم تطويرها لغرض التصنيف، حيث توفر أسلوبا علميا فعالا لمتابعة التطور في تجهيزات المصانع وأدائها مع مرور الوقت وكذلك قياس تأثير الحوافز والإجراءات الحكومية على عملية التطور و التحسن هذه. ويوضح الجدول (٢) نموذجا لنتائج التقييم لأحد المصانع (فئة ب) على شكل ملخص يحتوي على نتيجة المؤشرات

PDF created with FinePrint pdfFactory Pro trial version http://www.pdffactory.com

الثلاثة التي حصل عليها المصنع. كما يحتوي على الدرجات المكتسبة لكل عنصر من عناصر المؤشر مما يمكن القارئ من تحديد أوجه القوة و الضعف في أداء المصنع بسهولة. وتبين الأشكال ٢ إلى ٤ تطور أداء مصانع الخرسانة الجاهزة، والذي تم رصده على مدى ٨ سنوات باستخدام المؤشرات الثلاثة.

ويبين الشكل (٢) أن عدد المصانع التي تحقق متطلبات "فئة أ" في مؤشر المصنع قد سجلت نموا مطردا حيث زادت النسبة من ٢١.١ ٪ عام ١٩٩٩ م إلى ٤٨.١ ٪ في ٢٠٠٦ م. ويعكس هذا التطور الذي حصل خلال السنوات القليلة الماضية، حيث تحول العديد من المصانع بشكل كامل إلى محطات إنتاج آلية. وتم التوسع في تركيب محطات إنتاج الثلج في المصانع ، وشراء شاحنات خلط و نقل حديثة ، و في الجانب الإداري انعكس التحسن في زيادة عدد المصانع الحاصلة على شهادات الايزو ٩٠٠٠ من ٣ ٪ عام ١٩٩٥ م إلى ٣٧ ٪ في عام ٢٠٠٦م. كما أن هناك تحولاً حقيقياً في طريقة تشغيل محطات الإنتاج خلال الفترة من ١٩٩٥ إلى ٢٠٠٦م. ففي عام ١٩٩٥ م، كان ٧٠ ٪ من محطات الإنتاج في المصانع في مدينة الرياض يشغَّل يدويا و١٣٪ نصف آلي و ١٧ ٪ آلياً . و تحول الوضع في عام ٢٠٠٦ م، حيث قفزت نسبة محطات الإنتاج التي تشغل آليا إلى ٦٥ ٪ مع ٢٠٪ نصف آلية و انخفضت نسبة محطات الإنتاج التي يتم تشغيلها يدويا إلى ١٥٪.

و يبرز الجدول (٣) هذه التطورات وغيرها من التحسينات في مرافق المصنع و المتطلبات التكميلية الأخرى خلال الفترة من ١٩٩٥ إلى ٢٠٠٦ م.

يبين الشكل (٣) عدد المصانع المحققة لمتطلبات "فئة أ" في مؤشر المختبر و مراقبة الجودة خلال الفترة ١٩٩٩-٢٠٠٦ م حيث حصل تحسن سريع جداً في السنوات الأولى التي تلت تطبيق نظام التصنيف، حيث زادت نسبة المصانع المحققة لمتطلبات "فئة أ" من ٢١٪ في العام ١٩٩٩ م إلى ٦٤ ٪ في العام ٢٠٠٢ م. ويعزى هذا التحسن السريع إلى استجابة المصانع للمتطلبات التي حددها البرنامج بتعديل تكرار اختبارات مراقبة الجودة الذاتية، والقيام بتحليل إحصائي لنتائج اختبار الضغط بشكل دوري، وتحديث مرافق المختبر بصورة ملموسة. و يعود انخفاض نسبة مصانع "فئة أ" بعد عام ٢٠٠٢ م، كما هو واضح في الشكل، إلى إدخال متطلبات أكثر صرامة منذ ذلك التاريخ. فعلى سبيل المثال، قبل عام ٢٠٠٢ م كان يكفي تقديم تقرير التحليل الإحصائي باستخدام الحاسوب لنتائج اختبار الضغط و الذي يغطي المتوسط الشهري والانحراف المعياري كي يحصل المصنع على الدرجة التامة المخصصة لهذا البند. ولكن عندما تمكنت كافة المصانع من الإيفاء بهذا الشرط، تم تعديل المعايير بحيث يشمل التقويم موثوقية و فاعلية الاختبار، و هذا الشرط الجديد هو أكثر تحديا حتى على مصانع الخرسانة التي لديها كادر فني متمكن.

ويوضح الشكل (٤) التحسن في جودة إنتاج مصانع الخرسانة الجاهزة في مدينة الرياض، حيث كان التحسن سريعا في السنوات القليلة الأولى التي تلت تطبيق نظام التصنيف. فقد زاد عدد المصانع المحققة لمتطلبات "فئة أ" في مؤشر جودة الإنتاج أكثر من ثلاثة أضعاف خلال فترة قصيرة حيث كانت النسبة ١٥.٨ ٪ عام ١٩٩٩ م، وبلغت ٥٦ ٪ عام ٢٠٠٢ م. كما أن المصانع حافظت على هذا الأداء بعد ذلك، مما يدل على أن هذا التحسن حقيقي ومستدام.

PDF created with FinePrint pdfFactory Pro trial version http://www.pdffactory.com

دور نظام الجودة في إنجاح تطبيق كود البناء السعودي للمنشاءات الخرسانية

يعتمد تصميم العناصر الخرسانية المسلحة على افتراض وجود حد أدنى لمقاومة الخرسانة للانضغاط يسمى المقاومة الاسمية، وحيث أن المقاومة الفعلية للخرسانة مقدار متغير نتيجة لعوامل تتعلق بتغيرات في خواص وجودة المواد المستخدمة ودرجة التحكم في أوزان الخلطة وكمياتها، والتغيرات الحاصلة في إجراءات أخذ العينة، وفي الاختبار نفسه. لذا يجب على المصانع أن تنتج خرسانة ذات متوسط مقاومة ضغط أعلى من الحد الأدنى المطلوب إنشائيا بهامش مناسب بحيث نتوقع أن يصنع كل جزء من المنشأ من خرسانة ذات مقاومة كافية. و يرتبط هذا الهامش بالانحراف المعياري و الذي يعكس جودة التحكم في إنتاج الخرسانة في ذلك المصنع.

ويحسب متوسط المقاومة المطلوبة وفقا للكود السعودي (SBC304) [١٣] كأكبر قيمة محسوبة من المعادلتين التاليتين:

$$f'_{cr} = f'_c + 1.34s \qquad (١$$

$$f'_{cr} = f'_c + 2.33s - 3.5 \qquad f'_c \le 35MPa \qquad (أ) \qquad (٢$$

$$f'_{cr} = 0.90f'_c + 2.33s \qquad f'_c > 35MPa \qquad (ب)$$

حيث f'_{cr} = متوسط مقاومة الضغط المطلوبة و f'_c = المقاومة الإسمية و s هو الانحراف المعياري لنتائج مقاومة الخرسانة ويعتبر أحد أهم المؤشرات على جودة التحكم في إنتاج الخرسانة.

وحسب ACI 214 [١٤] يعتبر التحكم ممتازاً إذا كانت قيمة الانحراف المعياري تقل عن *3 MPa* ؛ ورديئاً إذا كانت قيمة الانحراف المعياري تزيد عن *5 MPa* و يعتمد تقييم الخرسانة الموردة للموقع و فقاً لكود الخرسانة السعودي (SBC304) على اختبار المقاومة من خلال متوسط اسطوانتين يتم صنعهما من عينة الخرسانة نفسها و اختبارهما عند ٢٨ يوماً، حيث تعتبر مقاومة الخرسانة مقبولة إذا توفر الشرطان التاليان: (أ) إذا كان متوسط كافة مجموعات ثلاثة اختبارات متتالية مساوياً على الأقل للمقاومة الإسمية المحددة في التصميم ، (ب) إذا لم تكن نتيجة أي اختبار فردي أقل من المقاومة المحددة بأكثر من *3.5MPa* إذا كانت $f'_c \le 35MPa$ ، أو أكبر من $0.1f'_c$ عندما تكون $f'_c > 35MPa$.

كما أن الكود يحدد متطلبات الديمومة للخرسانة و مواصفات المواد لتحقيق ذلك، وحداً أعلى لدرجة الحرارة في الموقع. ويتطلب هذا أن تكون كل المصانع قادرة على إنتاج خلطات خرسانية متوافقة مع متطلبات الكود و معتمدة من جهة حيادية يعتد بها لضمان تحقيق الخلطات الموردة للموقع لمتطلبات الكود من دون الحاجة إلى أن يقوم كل عميل بعمل كافة الاختبارات على المواد، واعتماد الخلطات الموردة إلى كل مشروع و إنما يكتفي باختبارات القبول في الموقع.

وقد ساهم برنامج مراقبة جودة إنتاج مصانع الخرسانة في مدينة الرياض في تطوير البنية التحتية لصناعة الخرسانة الجاهزة و يشمل ذلك تجهيزات المصانع وأنشطة ضبط الجودة الذاتية وجودة الخرسانة المنتجة بحيث تكون قادرة على إنتاج خرسانة محققة لمتطلبات الكود. وفيما يخص قوة الخرسانة، تم التحول الكامل في تحديد الخلطات واعتمادها في

PDF created with FinePrint pdfFactory Pro trial version http://www.pdffactory.com

مدينة الرياض من كمية الإسمنت في المتر المكعب إلى مقاومة الضغط كمعيار لاعتماد الخلطات و يوضح الجدول (٤) الخلطات المعتمدة في مدينة الرياض و هي خلطات محققة لمتطلبات الكود، كما أن متوسط المقاومة للخلطات التي تنتج في أغلب المصانع أعلى من متوسط المقاومة المطلوبة في الكود مما يقلل من احتمال الفشل في اختبارات القبول في الموقع و الإشكالات المترتبة على ذلك، و يعطي الشكل (٥) مثلا لنتائج متابعة جودة الخرسانة للخلطة ضغط ٣٠ في معظم المصانع، حيث متوسط مقاومة الضغط الفعلية أعلى من متوسط مقاومة الضغط المطلوبة (f'_{cr}) لتلك الخلطة مما يعني أن الخرسانة الموردة إلى الموقع ستنجح في اختبار القبول بسهولة. بينما يوضح الشكل (٦) نتائج متابعة جودة الخرسانة للخلطة ذات الضغط ٣٥ في أحد المصانع و التي يقل فيه متوسط مقاومة الضغط الفعلية عن متوسط مقاومة الضغط المطلوبة (f'_{cr}) وفقا للكود، مما يجعل تحقيق مقاومة الضغط المطلوبة (f'_{c}) في الموقع بشكل مستمر غير ممكن.

أما درجة الحرارة فإن نسبة جيدة من المصانع في مدينة الرياض قادرة الآن على الإيفاء بمتطلبات الكود بكل يسر وسهولة. وسيكمل تطبيق كود البناء السعودي حلقات الجودة، حيث ستسهم متطلبات الكود الخاصة بالمراقبة والاختبارات في الموقع في الحد من الممارسات السيئة التي تتم في الموقع حالياً، وتؤدي إلى تردي جودة الخرسانة كإضافة الماء إلى الخلطة وعدم الاهتمام بالدمك والمعالجة.

إن حصول مصنع الخرسانة الجاهزة على التأهيل من نظام جودة معتمد يعطي درجة أعلى من المصداقية في أن المصنع قادر على إنتاج خرسانة محققة للمواصفات المطلوبة، وتبقى أهمية أعمال المراقبة و الاختبارات في الموقع للتحقق من المطابقة. وتنعكس فائدة ذلك على سلاسة تطبيق الكود حيث حالات عدم المطابقة في الموقع للمصانع المؤهلة محدودة وتحت السيطرة مقارنة بالمصانع غير المؤهلة. لذلك تقوم بعض الجهات الكبيرة في المملكة كشركة أرامكو و الهيئة الملكية للجبيل و ينبع بتأهيل عدد من المصانع لتوريد الخرسانة إلى مشاريعها لمعالجة عدم وجود نظام مراقبة رسمي في بقية أنحاء المملكة. ولكن يتطلب ذلك الكثير من الإمكانيات، كما أنه يبقى مقصوراً على عدد محدود من الجهات القادرة على ذلك.

الخلاصة و التوصيات

تم في هذه الدراسة إعطاء توصيف مختصر لنظام الجودة الذي تم تطويره وتطبيقه في مدينة الرياض. كما تم تقديم عرض لتأثير نظام التصنيف على أداء مصانع الخرسانة الجاهزة في مدينة الرياض حيث ساهم البرنامج في تطوير البنية التحتية لصناعة الخرسانة الجاهزة في مدينة الرياض بحيث تكون قادرة على إنتاج خرسانة محققة لمتطلبات الكود. إن تعميم هذا البرنامج على بقية المدن سيسهم في إنجاح تطبيق كود البناء السعودي للمنشاءات الخرسانية في المملكة. كما أن تطبيق كود البناء السعودي سيكمل حلقات الجودة، حيث ستسهم متطلبات الكود الخاصة بالمراقبة والاختبارات في الموقع في الحد من الممارسات السيئة التي تتم في الموقع.

PDF created with FinePrint pdfFactory Pro trial version http://www.pdffactory.com

شكر وتقدير

يشكر المؤلفون أمانة منطقة الرياض ممثلة في سمو أمين منطقة الرياض و سعادة المدير العام للتشغيل و الصيانة على اهتمامهم وحرصهم الكبير على إنجاح برنامج مراقبة جودة الإنتاج في مصانع الخرسانة الجاهزة و الذي تقوم الأمانة بتنفيذه بالتعاون مع كل من د. عبد العزيز النغيمش و د. عبد الرحمن الحزيمي للعمل كمستشارين للبرنامج.

جدول ١ : التطور في التجهيزات الأساسية في مصانع الخرسانة الجاهزة

خلال الفترة ١٩٩٥ إلى ٢٠٠٠ م

السنة	الركام على قاعدة صلبة ووجود حواجز كافية بين أنواعة	مختبر الجودة	إصدار التذاكر الياَ	مظلات الركام	مبرد الماء
1995	62%	70%	31%	24%	30%
2000	100%	100%	100%	100%	100 %

PDF created with FinePrint pdfFactory Pro trial version http://www.pdffactory.com

جدول ٢: ملخص لنتائج تقييم أحد المصانع الحاصلة على تصنيف "فئة ب"

	عناصر المؤشر	الحد الأعلى للنقاط	النقاط المكتسبة	المؤشر*
مؤشر المصنع	١) التنظيم الإداري والتأهيل الفني	١٠٠	٨٠	% ٨٠.٦
	٢) تنظيم الموقع وحماية البيئة	١٠٠	٨٠	
	٣) تخزين ومناولة المواد	١٠٠	١٠٠	
	٤) تقويم محطات الخلط			
	المحطة رقم -١	١٠٠	٩٠	
	المحطة رقم-٢	١٠٠	١٠٠	
	٥) شاحنات خلط ونقل الخرسانة	١٠٠	٨٠	
	٦) احتياطات الجو الحار	١٠٠	٦٥	
	٧) نظام الفوترة	١٠٠	٥٠	
مؤشر المختبر	**١) المختبر والتجهيزات**			% ٨٥.٤
	أ) المختبر	١٥	١٥	
	ب) الجهاز الفني	٢٥	٢٥	
	ج) الأجهزة الإضافية	٢٠	١٥	
	د) تجهيزات اختبار مقاومة الضغط	٤٠	٢٠	
	٢) أنشطة ضبط الجودة الذاتية			
	أ) اختبارات المواد	٣٥	٣٠.٨	
	ب) اختبارات الخرسانة	٣٠	٢٤	
	ج) التوثيق وسجلات المختبر	٣٥	٣٥	
مؤشر جودة الإنتاج	١) درجة الحرارة	١٠٠	٥٧.٥	% ٨١.٨
	٢) قابلية التشغيل (Slump)	١٠٠	٨٧.٥	
	٣) مقاومة الضغط	١٠٠	١٠٠	
	٤) جودة التحكم في الإنتاج	١٠٠	٥٥	

* تحسب هذه المؤشرات بناءا على نتائج العناصر المكونة لها وفقا للنسب المحددة في باب طريقة حساب المؤشرات.

PDF created with FinePrint pdfFactory Pro trial version http://www.pdffactory.com

جدول ٣ : التطور في التجهيزات التكميلية في مصانع الخرسانة الجاهزة خلال الفترة ١٩٩٥ إلى ٢٠٠٦ م

السنة	المصانع الحاصلة على شهادة الإيزو	التحكم في محطات الخلط الأوتوماتيكي	التحليل الإحصائي لنتائج مقاومة الضغط	رشاشات ماء للركام	مصنع ثلج
1995	3 %	17%	20%	10%	7%
2006	37 %	65%	100%	85%	34%

جدول ٤ : الخلطات المعتمدة للمباني في مدينة الرياض

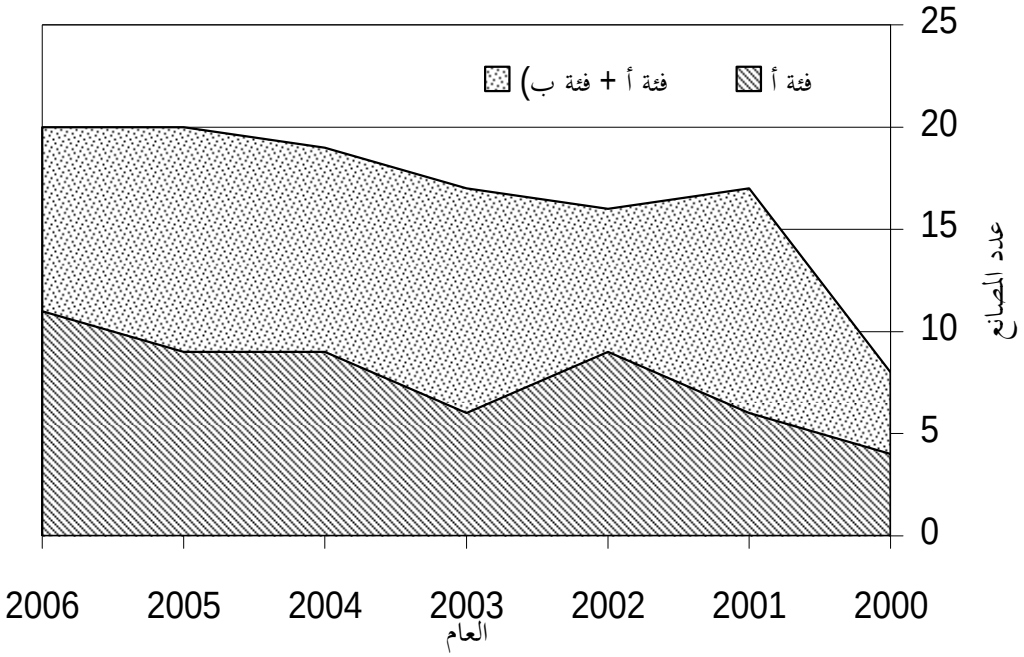
رتبة الخرسانة	(أ) مقاومة الضغط المضمونة (نيوتن /مم ٢)	(ب) كمية الأسمنت (كجم/م٣)	الاستخدام	نوع الإسمنت	(ج) مقدار الهبوط في الموقع (مم)
ضغط ٢٠	٢٠	٣٠٠-٢٥٠	صبة نظافة	مقاوم	١٥٠-١٠٠
ضغط ٣٠	٣٠	٣٨٠-٣٣٠	الأسقف (جسور ؛ بلاطات ؛ أعصاب)	عادى	١٥٠-١٠٠
ضغط ٣٥	٣٥	٤٠٠-٣٥٠	الأساسات (قواعد؛ رقاب أعمدة؛ ميد)	مقاوم	١٢٥ – ٧٥
			الأعمدة	عادى	١٢٥ – ٧٥
ضغط ٤٠	٤٠	٤٢٠-٣٧٠	بناءا على توجيه المهندس المشرف	حسب الاستخدام	١٢٥ – ٧٥

أ) معدل نتائج اختبار كسر ثلاثة مكعبات بعد ٢٨ يوما .

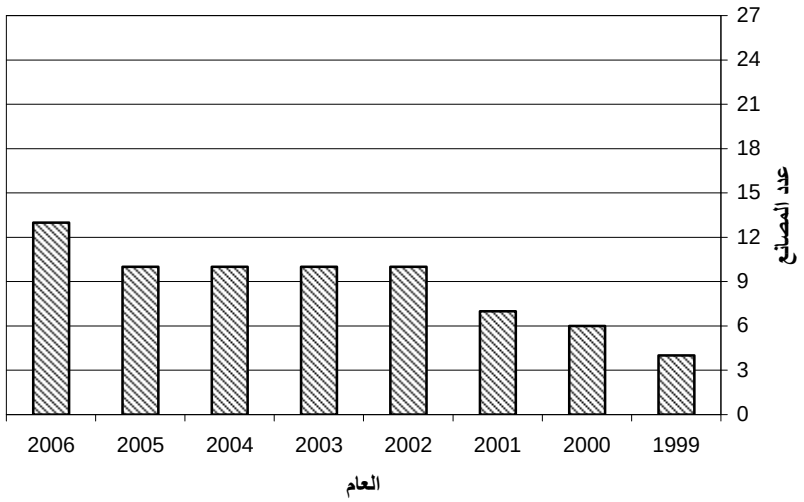
ب) يحدد المصنع كمية الإسمنت الفعلية في المتر المكعب ضمن هذه الحدود بحيث يحقق مقاومة الضغط المضمونة .

ج) في حال كان مقدار قيمة الهبوط للخلطة التي في الشاحنة عند وصولها إلى مكان الصب خلال المدة الزمنية المسموح بها أقل من القيمة المحددة، يمكن إضافة ملدنات كيميائية لتكون الخرسانة أكثر ليونة .

PDF created with FinePrint pdfFactory Pro trial version http://www.pdffactory.com

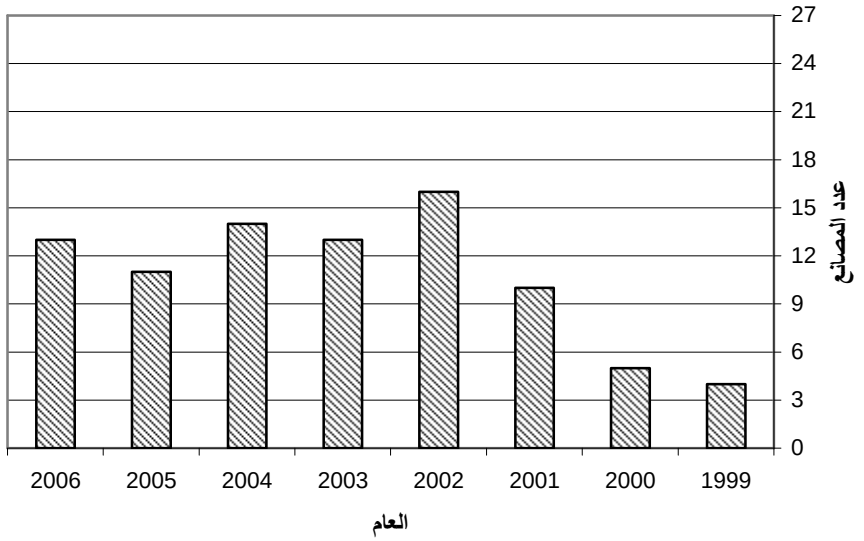


شكل ١ : تطور عدد المصانع الممتازة والجيدة (فئة أ + فئة ب)

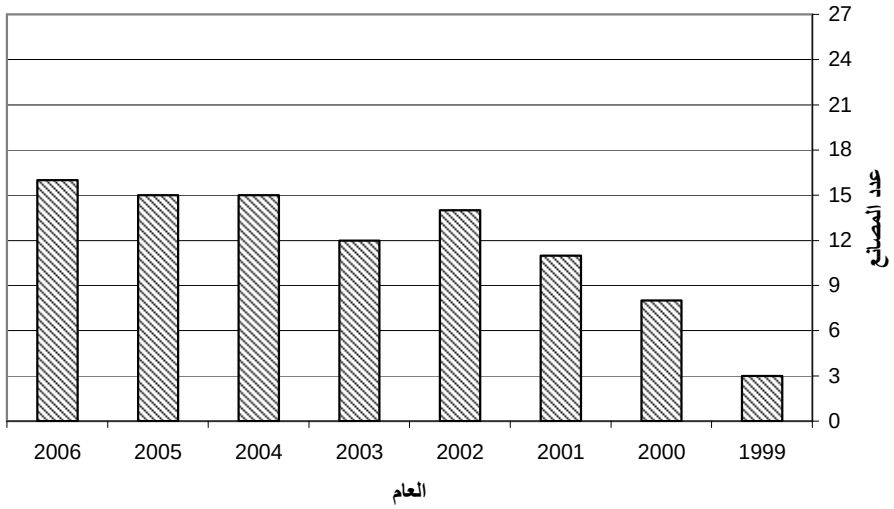


شكل ٢ : النمو في مصانع الخرسانة المحققة لمتطلبات فئة أ في مؤشر التجهيزات

PDF created with FinePrint pdfFactory Pro trial version http://www.pdffactory.com

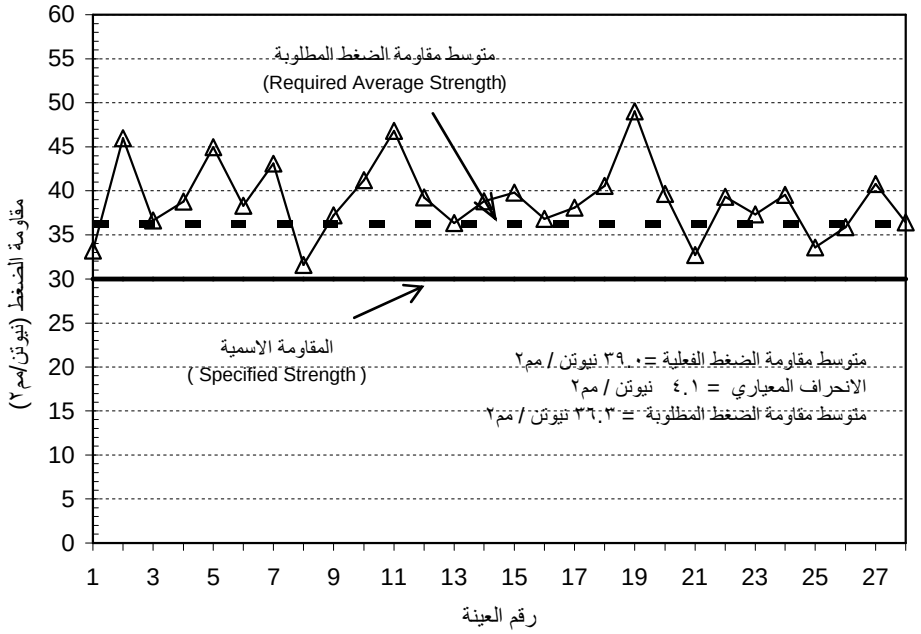


شكل ٣ : النمو في مصانع الخرسانة المحققة لمتطلبات فئة أ في مؤشر المختبر

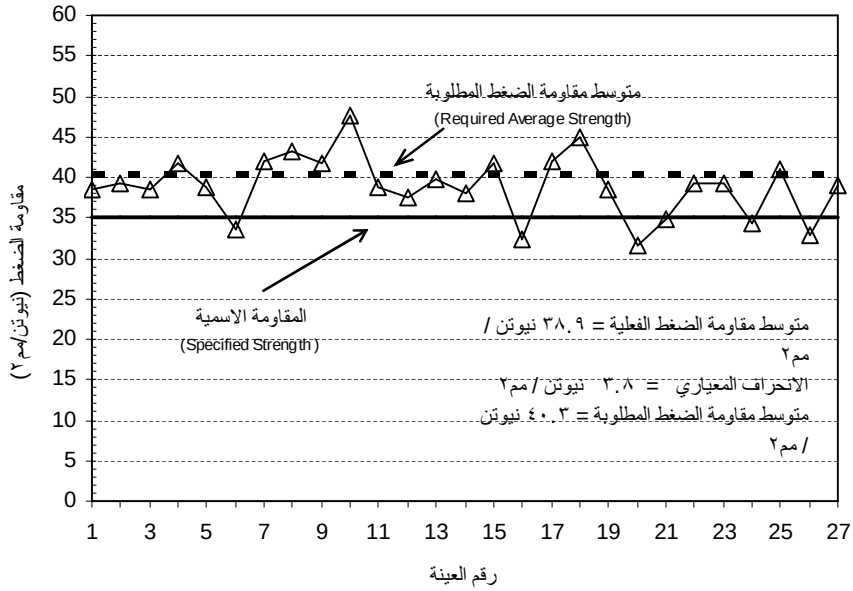


شكل ٤: النمو في مصانع الخرسانة المحققة لمتطلبات فئة أ في مؤشر جودة الإنتاج

PDF created with FinePrint pdfFactory Pro trial version http://www.pdffactory.com



شكل ٥ : نموذج لنتائج اختبار مقاومة الضغط (للخلطة ضغط ٣٠) محققة لمتطلبات الكود في احد المصانع



شكل ٦ : نموذج لنتائج اختبار مقاومة الضغط (للخلطة ضغط ٣٥) غير محققة لمتطلبات الكود في احد المصانع

PDF created with FinePrint pdfFactory Pro trial version http://www.pdffactory.com

المراجع

زين العابدين، حبيب،" التوثق من المراقبة الذاتية في مصانع الخرسانة الجاهزة ضمان لجودتها،" سجل ندوة تصدعات المباني بالعالم العربي و كيفية معالجتها، الرياض، المملكة العربية السعودية، شعبان ١٤١٢هـ، ص ٢١٩-٢٢٧

النغيمش عبدالعزيز، الحزيمي عبدالرحمن و الخراشي إبراهيم ، "نظام لمراقبة جودة الإنتاج في مصانع الخرسانة الجاهزة في المملكة العربية السعودية": مقترح خطة عمل، سجلات المؤتمر الهندسي السعودي الخامس، مجلد ٣، جامعة أم القرى، مكة المكرمة، المملكة العربية السعودية، ١٤١٩هـ، ص ٤٩-٥٨.

أمانة مدينة الرياض، ١٤٢١ هـ، برنامج مراقبة جودة الإنتاج في مصانع الخرسانة الجاهزة بمدينة الرياض، الرياض، المملكة العربية السعودية، ٢٩ صفحة.

أمانة منطقة الرياض، ١٤٢٨ هـ، برنامج مراقبة جودة الإنتاج في مصانع الخرسانة الجاهزة بمدينة الرياض، (التخطيط، التطبيق، الانجاز)، الرياض، المملكة العربية السعودية، ٤٠ صفحة.

أمانة مدينة الرياض، ١٤٢٠ هـ، اشتراطات التصنيف لمصانع الخرسانة الجاهزة، الإصدار الأول، برنامج مراقبة جودة الإنتاج في مصانع الخرسانة الجاهزة في مدينة الرياض، الرياض، المملكة العربية السعودية، ٥١ صفحة.

أمانة مدينة الرياض، ١٤٢٢ هـ، دليل تصنيف مصانع الخرسانة الجاهزة بمدينة الرياض، الإصدار الثاني، برنامج مراقبة جودة الإنتاج في مصانع الخرسانة الجاهزة في مدينة الرياض، الرياض، المملكة العربية السعودية، ٥٣ صفحة.

النغيمش عبدالعزيز، الحزيمي عبدالرحمن " نظام لتصنيف مصانع الخرسانة في مدينة الرياض – المملكة العربية السعودية"، مجلة جامعة الملك سعود- العلوم الهندسية ' (مجلد ١٦، العدد ٢) سنة ١٤٢٤ هـ.

Al-Negheimish, A.I., 1994, " Ready Mixed Concrete Practice in Developing Countries-Case Study," Proceedings of the 5th International Colloquium on Concrete in Developing Countries, Cairo, Egypt, Jan 1994, pp. 1047-1057.

Arafah, A., et al. 1995, "Evaluation of Design and Construction Practices of Reinforced Concrete Buildings in Saudi Arabia," Proceeding of the Fourth Saudi Engineering Conference, Vol.II , Nov., 165-171.

QSRMC, 1997, Quality Scheme for Ready Mixed Concrete, Quality & Product Conformity Regulations, The Quality Scheme for Ready Mixed Concrete, UK

NRMCA, 1984, "Plant Certification Check List," National Ready Mixed Concrete Association, Silver Spring , MD, 1984.

Alhozaimy, A, Al-Negheimish A.,1999, "Introducing and Managing Quality Scheme for RMC Industry in Saudi Arabia," J. Construction Engineering and Management, ASCE, V.125, No. 4, pp. 249-255.

PDF created with FinePrint pdfFactory Pro trial version http://www.pdffactory.com

SBC 304, 2005, " Saudi Building Code for Concrete Structures," Part 3: Structural Design, Saudi Building Code National Committee, Riyadh

ACI Committee 214-77 (Reapproved 1989), 1999, Recommended Practice for evaluation of strength test results of concrete, ACI Manual of Concrete Practice, Part 2, American Concrete Institute, Detroit, USA

Received 19/6/1429; 23/6/2008, accepted 8 /1/1430; 6/1/2009

PDF created with FinePrint pdfFactory Pro trial version http://www.pdffactory.com