مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (32) العدد (2) 2010
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (32) No. (2) 2010

تقييم جودة إنتاج السلعة البيتونية في محافظة اللاذقية

الدكتور علي خيربك*
الدكتور بسام حسن**
محمد رامي حنبلوز***

(تاريخ الإيداع 2 / 3 / 2010. قُبِل للنشر في 2/ 6 / 2010)

□ملخّص □

يُعدُّ البيتون مادة غير متجانسة يدخل في تركيبها بشكل أساسي البحص والرمل والإسمنت و الماء و أحياناً بعض الإضافات، و تُنتج إما في مواقع العمل، أو في المجابل المركزية. يؤثر غياب الرقابة الفعالة على الإنتاج سلباً على جودة البيتون، و غالباً ما تختلف مواصفات البيتون المنتج في مراكز إنتاج البيتون الجاهز، و في مواقع الصب في المشاريع الهندسية عن المواصفات التصميمية النظرية.

قمنا في هذا البحث بتسليط الضوء على واقع إنتاج البيتون في محافظة اللاذقية من خلال دراسة حالتي الإنتاج في مراكز إنتاج البيتون الجاهز (المجابل المركزية)، و في مواقع العمل (الجبالات نصف الآلية). تم ذلك من خلال إجراء مقارنة لمواصفات عينات من البيتون المنتج في كلا الموقعين مع مواصفات عينات نموذجية تم تحضيرها مخبرياً باستخدام الإحضارات نفسها وبتصميم مثالي يُراعي متطلبات البيتون المراد إنتاجه.

تُعطي مؤشرات الجودة للمنتج البيتوني التي تم حسابها لكلا حالتي الإنتاج من خلال دراسة المواصفات الميكانيكية والفيزيائية له قيمٌ متدنية للبيتون المنتج في مواقع العمل، مقارنة مع مثيلاتها المنتجة في المجابل المركزية التي اختلفت من مجبل لآخر و انخفضت بدورها بحسب واقع الإنتاج الذي تم رصده لكل حالة.

قدمنا في النهاية بعض المقترحات التي تهدف إلى رفع قيم هذه المؤشرات من خلال دراسة الظواهر السلبية و آلية تأثيرها على مؤشرات الجودة.

الكلمات المفتاحية: البيتون، مؤشرات الجودة، مقاومة الضغط، إنتاج البيتون، المجابل المركزية، الامتصاص الكلي، الجبالات.

*مدرس – قسم هندسة و إدارة التشييد – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.
**أستاذ – قسم هندسة وإدارة التشييد – كلية الهندسة المدنية– جامعة تشرين – سورية.
***طالب دراسات عليا (ماجستير) – قسم هندسة وإدارة التشييد – كلية الهندسة المدنية– جامعة تشرين – سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (32) العدد (2) 2010
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (32) No. (2) 2010

Evaluation De La Qualité Du Béton Produit Dans La Ville De Lattaquié

Dr. Ali Kheirbek*
Dr. Bassam Hassan**
Mouhammad R. Hanbalouz***

(Déposé le 2 / 3 / 2009 . Accepté 2 / 6 /2009)

□ Résumé □

Le béton est un matériau hétérogène constitué d'une squelette inerte et d'un liant hydraulique. il est produit soit dans les centrales de béton, soit dans les chantiers de construction. Le béton produit est souvent d'une qualité inférieure à celle du béton produit au laboratoire. Un calcul de l'indicateur de qualité du béton produit a été fait, en considérant béton idéal celui confectionné au laboratoire.

Les résultats obtenus sur une échantillon d'étude composée de six centrales de béton et six chantiers ont montré une différence remarquable de valeur de l'indicateur de qualité. Cette valeur varie de 0.68 jusqu'à 0.94 pour les centrales, et de 0.31 jusqu'à 0.58 pour les chantiers, cela montre une perte très importante de qualité sur les chantiers.

L'analyse des résultats met en valeur l'influence des point faibles de fabrication sur les valeurs de l'indicateur de qualité du béton produit.

Mots clés : Le béton, l'indicateur de qualité, résistance mécanique, Production du béton, centrales du béton, absorption, malaxeurs.

***Enseignant,Département de construction et d' amènagement, Faculté de Génie civil, Université Tichrine.**
****Professeur, Département de construction et d' amènagement, Faculté de Génie civil, Université Tichrine.**
*****Etudiant au Master, Département de construction et d' amènagement, Faculté de Génie civil, Université Tichrine.**

مقدمة:

يُنتج البيتون في محافظة اللاذقية إما في مراكز لإنتاج البيتون الجاهز (المجابل المركزية)، أو في مواقع العمل (الجبالات نصف الآلية)، وعلى الرغم من زيادة عدد مراكز إنتاج البيتون الجاهز مؤخراً، مازال جزء مهمّ من البيتون يُنتج في مواقع الصب و في الكثير من المشاريع الصغيرة و المتوسطة.

يؤثر غياب الرقابة الفعالة على الإنتاج سلباً على جودة البيتون، و هو ما يؤدي غالباً إلى اختلاف مواصفات البيتون المنتج في مراكز إنتاج البيتون الجاهز و في مواقع الصب عن المواصفات التصميمية النظرية. مما أثر سلباً و في الكثير من الحالات على جودة بيتون المنشآت و افتقاره للمقاومة و الديمومة، و حاجته للصيانة و الترميم وحتى في العمر الفتي للمنشأة.

يُعدُّ البيتون مادة غير متجانسة تنتج من خلط المادة الرابطة (الإسمنت) مع الماء و المكونات الصلبة (الحصويات مختلفة الأقطار)، التي تشكل أكثر من ثمانين بالمائة 80% من حجم البيتون [1]، ويعمل الرابط الإسمنتي ضمن هذه البنية على ربط الحصويات الناعمة والخشنة بمختلف أقطارها لتشكيل بنية صلبة مشابهة نسبياً لبنية الحجر الطبيعي.

نميز غالباً أربع طرائق لإنتاج البيتون : [2]

- البيتون المحضر في مراكز إنتاج البيتون الجاهز (المجابل المركزية) ؛
- البيتون المحضر في مواقع العمل (الجبالات نصف الآلية) ؛
- البيتون المحضر والمنقول بشكل جاف ؛
- البيتون المخبري أو النموذجي.

و يجب مراعاة متطلبات مهمّة عند إنتاج البيتون بإحدى الطرائق الأربع سابقة الذكر نذكر منها :

- قابلية التشغيل والصب (متطلبات في الحالة الطرية) ؛
- المقاومة و الديمومة (متطلبات في الحالة الصلبة).

مع التذكير بأن العوامل التي تؤثر إيجاباً على مقاومة البيتون هي ذاتها التي تؤثر على ديمومته. [3]

يمكن تلخيص العوامل التي تؤثر على ديمومة ومقاومة البيتون كما يأتي :

- نوعية وكمية الاسمنت في الخلطة ؛
- نوعية الحصويات وتدرجها الحبي ؛
- شكل سطح الحصويات [4] ؛
- نسب الماء إلى الاسمنت ؛ .
- طريقة المعالجة في مرحلة الإنضاج ؛
- نظافة الإحضارات ومحتوى الغضار والمواد العضوية فيها [5] ؛
- استخدام الإضافات ؛
- استخدام الرج الآلي أو اليدوي.

أهمية البحث وأهدافه:

يهدف البحث إلى صياغة مؤشرات جودة للبيتون المنتج في المجابل المركزية و مواقع العمل في المشاريع، تأخذ حالة البيتون المنتج مخبرياً كحالة مرجعية، وإيضاح مدى تأثير كل من العوامل الخاصة بإنتاج البيتون (عوامل تتعلق بالإحضارات، عوامل تتعلق بظروف الإنتاج) على هذه المؤشرات، وإجراء المقارنة بين مؤشرات الجودة المحسوبة للبيتون في أماكن الإنتاج المختلفة بهدف الوقوف على النقاط التي تخفض من قيم هذه المؤشرات و البحث عن سبل تلافيها عند الإنتاج.

طرائق البحث و مواده:

تم اعتماد المنهجية التجريبية في هذا البحث مع إجراء تحليل إحصائي للنتائج وذلك من خلال:

- تحديد ستة مجابل مركزية تمت متابعة الإنتاج فيها والوقوف على خصائص الإحضارات والمنتج البيتوني وظروف الإنتاج، من خلال أخذ عينات بشكل دوري من الإحضارات و البيتون المنتج منها.
- تحديد ستة مواقع صب (ورش)، تعتمد طريقة إنتاج البيتون في موقع العمل، وأخذ عينات من الإحضارات و البيتون المنتج فيها.
- استخدام المواد الخاصة والمأخوذة من مواقع المجابل المركزية و مواقع العمل في المشاريع لتحضير عينات مخبرية نموذجية تسمح بالدراسة المقارنة وحساب مؤشرات الجودة المختلفة.

مراحل العمل:

تم تقسيم العمل إلى مراحل زمنية يمكن تفصيلها كما يأتي:

a) رصد و توضيح الظواهر السلبية لإنتاج البيتون في المجابل المركزية وأثناء نقله ؛

b) رصد و توضيح الظواهر السلبية لإنتاج البيتون في الورشات ؛

c) التحقق من قابلية تشغيل البيتون بقياس هبوط أبرامز(slump) في موقع المجبل المركزي و في موقع الورشة ؛

d) أخذ عينات بيتونية (مكعبات) من البيتون المحضر في موقع المجبل المركزي أو الورشة ؛

e) التحقق من قابلية تشغيل البيتون بقياس هبوط أبرامز (slump) بعد نقله ؛

f) أخذ عينات من الإحضارات المستخدمة في الإنتاج سواءً في المجبل المركزي أو الورشة ؛

g) إجراء الاختبارات اللازمة (المقاومة على الضغط البسيط و الامتصاص الكلي للماء)على البيتون المنتج في المخبر و المجبل المركزي والورشة لحساب مؤشرات الجودة اللازمة.

أهم الظواهر السلبية المرصودة في مراكز إنتاج البيتون الجاهز في محافظة اللاذقية :

نبين فيما يأتي أهم الظواهر السلبية التي تم تسجيلها في مراكز إنتاج البيتون الجاهز (المجابل المركزية) وذلك من خلال الزيارات الميدانية المتكررة للمجابل قيد الدراسة التي بلغت ما يقارب ثلاثين زيارة بمعدل ست زيارات لكل مجبل (الشكل 1)، وذلك خلال فترة البحث التجريبي (2008). التي كان لها التأثير الكبير على انخفاض مؤشرات الجودة المحسوبة لكل مجبل.

- الخلط العشوائي للحصويات قبل إدخال المواد إلى أوعية الاستهلاك وعدم التقيد بالنسب التصميمية ؛
- عدم إجراء التصحيح الخاص بالماء عند تغير رطوبة الحصويات ؛
- غياب مخابر مراقبة جودة الإنتاج في أغلب المجابل التي تمت زيارتها ؛
- ندرة استخدام الإضافات المساعدة ؛
- عدم إجراء الصيانة و المعايرة الدورية للتجهيزات الأساسية في المجبل كموازين الإسمنت والبحص والرمل ؛

الشكل (1) بعض الظواهر السلبية المرصودة في المجابل المركزية

- التخزين المتداخل و المتجانب للحصويات و هو ما يقود إلى الإخلال بنسب الخلط ؛
- الحالة الفنية المتأخرة لأجزاء من المجبل أو السيارات الجبالة الناقلة للبيتون ؛
- عدم طلاء صوامع تخزين الإسمنت ووعاء الجبالات باللون الأبيض للحد من ارتفاع درجة حرارة الإسمنت ؛
- التخزين الخاطئ للحصويات من دون أدنى حماية تحت الظروف الجوية من حرارة و رطوبة و أمطار)؛
- عدم وجود أماكن لغسل السيارات الجبالة ؛
- قلة العناية بمسارات الآليات والجبالات ضمن موقع المجبل ؛
- غياب التحقق من قابلية التشغيل في موقع الصب والاكتفاء بقياس الهبوط مرة واحدة في اليوم في موقع المجبل ؛
- عدم كفاية فترة الخلط في بعض المجابل.

أهم الظواهر السلبية المرصودة في مواقع إنتاج البيتون في المشاريع (الورشات) :

نبين فيما يأتي أهم الظواهر السلبية التي تم تسجيلها في مواقع إنتاج البيتون في بعض مشاريع مدينة اللاذقية، وذلك من خلال الزيارات الميدانية لهذه المواقع في أثناء تحضير البيتون التي بلغت ما يقارب اثنتي عشرة زيارة بمعدل زيارتين لكل موقع و ذلك خلال فترة البحث التجريبي (2008). التي كان لها التأثير الكبير والمهمّ على انخفاض مؤشرات الجودة المحسوبة بشكل ملفت لأغلب المواقع.

- غياب الرقابة على الإحضارات الموردة إلى الورشات (استخدام بعض الإحضارات غير المحققة للشروط كالنظافة أو التدرج) ؛
- عدم ثبات نسب الخلط في كل مرة و اعتماد طرق تقريبية لمعايرة هذه النسب ؛
- المبالغة في استخدام كميات إضافية من الماء بهدف الإقلال من زمن الخلط وتأمين قابلية تشغيل مرتفعة بزمن قليل دون إعطاء أهمية لتأثير ذلك على هبوط مؤشر الجودة.

مؤشرات الجودة المعتمدة:

ولإجراء المقارنات الخاصة والتقييم اللازم لمؤشرات الجودة المتعلقة بإنتاج البيتون في المواقع المختلفة، اعتُمدت الرموز التالية لتوصيف الأنواع المختلفة من البيتون المنتج :

R_{cc}: المقاومة الاسطوانية على الضغط البسيط لعينات البيتون المنتجة في المجبل المركزي قبل النقل ؛

R_{cl}: المقاومة الاسطوانية على الضغط البسيط لعينات البيتون المنتجة في المخبر باستخدام الإحضارات نفسها المتوافرة في المجبل ؛

R_{ss}: المقاومة الاسطوانية على الضغط البسيط لعينات البيتون المأخوذة في الورشة في أثناء الصب.

R_{sl}: المقاومة الاسطوانية على الضغط البسيط لعينات البيتون المنتجة في المخبر باستخدام الإحضارات نفسها المتوافرة في موقع الورشة ؛

a_{cc}: الامتصاص الكلي للماء لعينات البيتون المنتجة في المجبل المركزي قبل النقل ؛

a_{cl}: الامتصاص الكلي للماء لعينات البيتون المنتجة في المخبر باستخدام الإحضارات نفسها المتوافرة في المجبل ؛

a_{ss}: الامتصاص الكلي للماء لعينات البيتون المأخوذة في الورشة في أثناء الصب ؛

a_{sl}: الامتصاص الكلي للماء لعينات البيتون المنتجة في المخبر باستخدام الإحضارات نفسها المتوافرة في موقع الورشة ؛

Q_R: مؤشر الجودة الخاص بالمقاومة، ويعطى بالعلاقة :

$$Q_R = R_{cc,ss}/R_{cl,sl}$$

Q_a: مؤشر الجودة الخاص بالامتصاص، ويعطى بالعلاقة:

$$Q_a = a_{cc,ss}/a_{cl,sl}$$

علماً بأنه قد تم اعتماد القيم المخبرية للعينات المثالية المراقَبة قيماً مثالية يقترب معها مؤشر الجودة من القيمة 1 كلما ازدادت جودة العينات.

قياس خصائص البيتون المنتج:

- **قياس المقاومة على الضغط البسيط:**

تم ذلك على عينات مكعبية بأبعاد 10×10×10cm أو 15×15×15cm بعمر 28 يوماً محفوظة في الماء بدرجة حرارة 20 درجة مئوية، وباستخدام المكبس الهيدروليكي الموجود في مخبر تجريب المواد بكلية الهندسة المدنية.

- **قياس الامتصاص الكلي للماء:**

تم ذلك بإدخال عينات البيتون موضوع الاختبار إلى فرن التجفيف بدرجة حرارة 105c±2 ولمدة 48 ساعة ليتحقق ثبات الوزن الناجم عن فقدان الماء خلال فترة التجفيف ليتم بعدها إخراج العينات وتبريدها بدرجة حرارة المخبر قبل غمرها في حوض مائي في درجة حرارة 20c°±2 حتى حدوث الامتصاص الأعظمي بالماء، و الذي يُحسب بنسبة الماء المُمتَص إلى الوزن الجاف للعينة (نسبة مئوية).

نشير هنا إلى اعتماد اختبار الامتصاص الكلي للماء كمعيار مساعد يمكن أن يسهم في إعطاء فكرة عن ديمومة البيتون، و ذلك لارتباط تغلغل المواد المخربة المنحلة في الماء إلى بنية البيتون بهذا المعيار، وهو ما سيؤثر بشكل مباشر على ديمومة البيتون [6].

النتائج والمناقشة:

1- نتائج مؤشرات جودة البيتون المنتج في المجابل المركزية ومواقع الصب :

كما ذكرنا سابقاً فقد تم اعتماد العينات المصنوعة مخبرياً كعينات نموذجية بجودة مثالية، حيث تمت صناعتها بدقة ومراقبة مخبرية جيدة يصعب توافرها في مواقع التصنيع (موقع الصب، مجبل مركزي)، مع مراعاة قواعد الصب وفق التصميم المثالي للخلطة، من الإحضارات التي تم جلبها إلى المخبر سواءً من الورشة أو من المجبل.

وللوصول إلى التصميم المثالي للخلطة المصبوبة، اعتمدت طريقة (Drex-Gorisse) [7].

تسمح مؤشرات الجودة التي تم تعريفها سابقاً بإعطاء صورة عن نوعية وكفاءة البيتون المنتج في المجابل المركزية أو الورشة.

تبين الجداول (1) و (2) قيم هذه المؤشرات التي تم حسابها وفق معطيات العينات الخاصة بالمقاومة والامتصاص الكلي للماء على الترتيب للبيتون المنتج في المجابل المركزية في كل زيارة.

الجدول (1) قيم مؤشر الجودة الخاص بالمقاومة للمجابل المركزية

المجبل	الزيارة	R_{cc} (مقاومة عينات المجبل) Mpa	R_{cl} (مقاومة عينات المخبر) Mpa	Q_R (مؤشر الجودة للمقاومة)
1	1	20.9	29.0	0.72
	2	16.8	25.0	0.67
	3	16.2	25.0	0.65
2	1	33.0	38.0	0.87
	2	26.9	33.1	0.81
	3	16.5	20.0	0.83
3	1	17.2	25.3	0.68
	2	22.0	30.0	0.74

	3	29.3	30.0	0.98
4	1	22.8	27.7	0.83
	2	27.0	30.5	0.88
	3	24.1	30.5	0.79
5	1	29.6	31.3	0.95
	2	28.1	29.5	0.95
	3	30.4	33.4	0.91
6	1	20.9	32.1	0.65
	2	29.5	32.4	0.91
	3	28.1	41.2	0.68

الجدول (2) قيم مؤشر الجودة الخاص بالامتصاص للمجابل المركزية

المجبل	الزيارة	a_{cc} (امتصاص عينات المجبل)%	a_{cL} (امتصاص عينات المخبر)%	Q_a (مؤشر الجودة للامتصاص)
1	1	7.2	5.5	0.76
	2	6.8	5.1	0.75
	3	5.7	5.1	0.89
2	1	3.8	3.8	0.99
	2	5.6	4.6	0.82
	3	7.1	6.8	0.97
3	1	6.7	5.7	0.84
	2	5.8	4.8	0.83
	3	4.7	4.8	1.00
4	1	6.3	5.4	0.86
	2	5.1	4.3	0.85
	3	6.3	4.3	0.69
5	1	4.8	4.7	0.97
	2	6.3	5.2	0.83
	3	5.9	6.0	1.00
6	1	5.8	4.8	0.83
	2	4.8	4.6	0.95
	3	4.0	3.7	0.93

كما تبين الجداول (3) و (4) قيم مؤشرات الجودة الخاص بالمقاومة والامتصاص على الترتيب للبيتون المنتج من مواقع الصب في الورشات موضوع البحث.

الجدول (3) قيم مؤشر الجودة الخاص بالمقاومة للبيتون المنتج من الورشات

الورشة	R_{ss}	R_{sl}	Q_R

(مؤشر الجودة للمقاومة)	(مقاومة عينات المخبر) Mpa	(مقاومة عينات الورشة) Mpa	
0.31	34.0	10.4	1
0.37	37.0	13.6	2
0.46	24.0	11.0	3
0.58	21.0	12.3	4
0.56	20.0	11.2	5
0.39	24.0	9.4	6

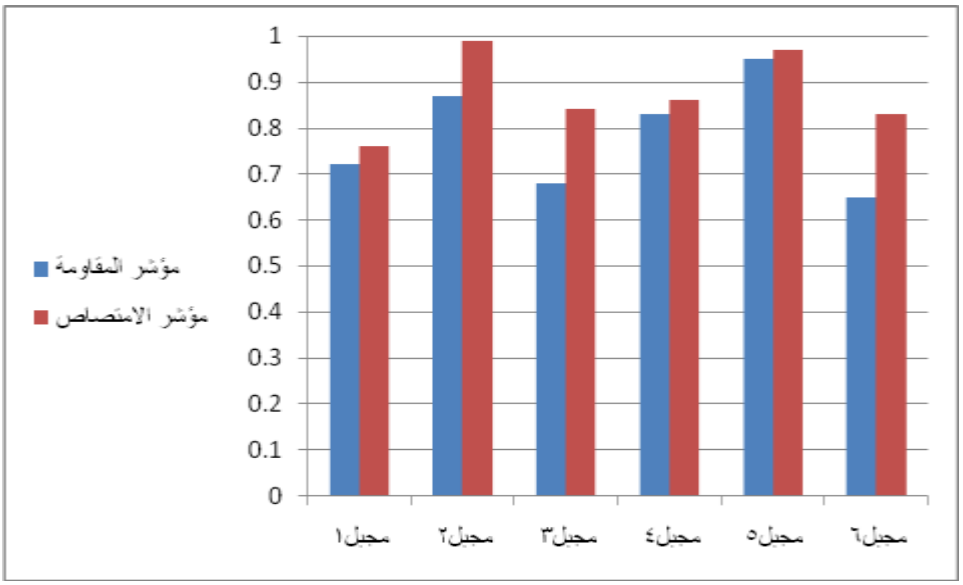
الجدول (4) قيم مؤشر الجودة الخاص بالامتصاص للبيتون المنتج من الورشات

Q_a (مؤشر الجودة للامتصاص)	a_{sl} (امتصاص عينات المخبر) %	a_{ss} (امتصاص عينات الورشة) %	الورشة
0.53	5.2	9.9	1
0.71	6.9	9.7	2
0.81	9.3	11.4	3
0.77	7.8	10.2	4
0.58	8.8	15.2	5
0.75	7.6	10.2	6

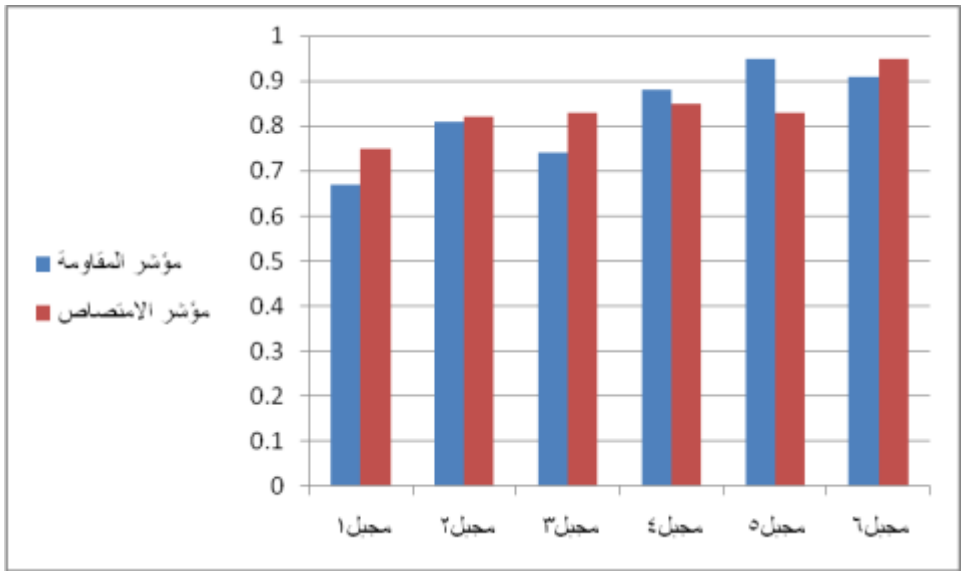
2- مناقشة قيم الجودة الخاصة بالمجابل :

تبين الأشكال(2) و (3) و (4) قيم مؤشرات الجودة الخاصة بكل زيارة للمجبل.

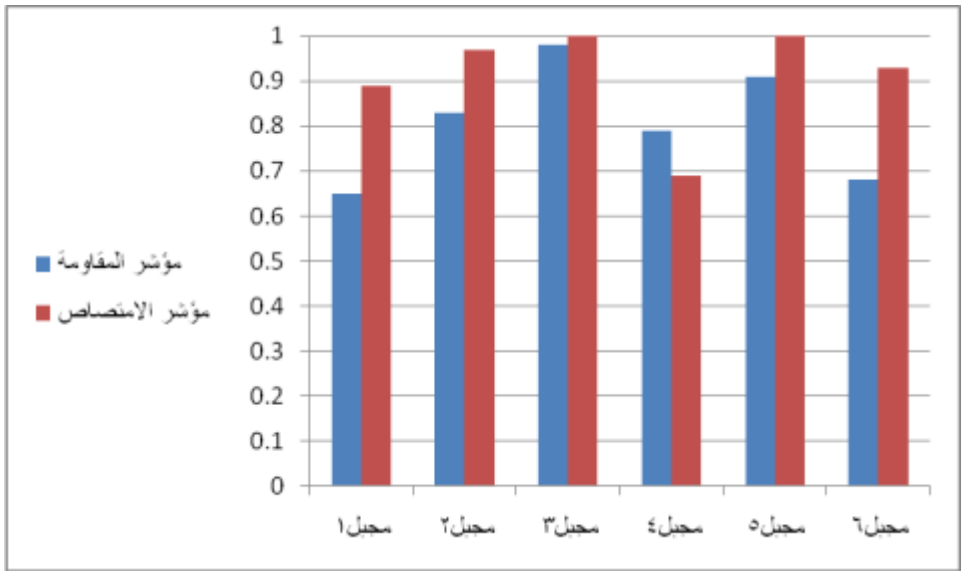
يهدف هذا التمثيل إلى مراقبة قيم هذه المؤشرات من زيارة لأخرى لرصد سوية الإنتاج مع الزمن.



الشكل (2) مؤشرات الجودة(مقاومة، امتصاص) في الزيارة الأولى للمجابل الستة



الشكل (3) مؤشرات الجودة في الزيارة الثانية للمجابل الستة



الشكل (4) مؤشرات الجودة في الزيارة الثالثة للمجابل الستة

تبين القيم الموضحة في الجدول (1) تغير مؤشرات الجودة الخاصة بالمقاومة من مجبل لآخر ومن زيارة لأخرى، وتتراوح هذه القيم بين 0.65 و 0.98.

تعبر القيمة 0.65 لمؤشر الجودة الخاص بالمقاومة عن أسوأ الحالات المرصودة في المجابل التي تخص المجبل رقم 1. وهي قيمة متدنية إذا ما قورنت بالنتائج الأخرى لبقية المجابل و خصوصاً المجبل رقم 5 الذي بلغت أقصى قيمة لهذا المؤشر فيه 0.98.

أي أن إنتاج البيتون في المجبل 1 و في اليوم الذي أُخذت العينات فيه قد تم بسوية منخفضة مع ضياع مسجل لكفاءة البيتون قدره 35%. في الوقت الذي اقتربت سوية الإنتاج للمجبل رقم 5 من الحالة المثالية أي بتسجيل ابتعاد قدره 2% لكفاءة البيتون المنتج عن الحالة المثالية.

ولأخذ فكرة عن أداء المجابل الستة بشكل عام، يبين الجدول (5) مؤشر الجودة الوسطي Q_R للزيارات الثلاث لكل مجبل، و للامتصاص Q_a ، هذا المؤشر الذي يمكن أن يعطي تصنيفاً للمجابل المركزية و الورشات بسويات جودة مختلفة.

يأتي في المرتبة الأولى المجبل رقم (5) بمؤشر جودة وسطي قدره 0.94 للمقاومة و 0.93 للامتصاص، وفي المرتبة الأخيرة يأتي المجبل رقم (1) بمؤشر جودة وسطي 0.68 للمقاومة و 0.80 للامتصاص.

تعكس هذه القيم المحسوبة ما كان قد تم رصده من مؤشرات سلبية خلال الزيارات الميدانية. إذ تعود أغلب الملاحظات السلبية المسجلة نظرياً في 4 إلى المجابل الثلاثة الأخيرة من حيث قيم مؤشرات الجودة. و بالمقابل فإن تلك الظاهرة كانت أقل وضوحاً في المجابل الثلاثة الأولى من حيث التصنيف.

الجدول (5) متوسط قيم مؤشر الجودة الخاص بالمقاومة والامتصاص للزيارات الثلاث الخاص بالمجابل المركزية.

المجبل	متوسط مؤشر الجودة للمقاومة Q_R	متوسط مؤشر الجودة للامتصاص Q_a	المرتبة/مقاومة	المرتبة/امتصاص
1	0.68	0.8	السادسة	الخامسة (السادسة)
2	0.84	0.93	الثانية	الأولى
3	0.80	0.89	الرابعة	الرابعة
4	0.83	0.80	الثالثة	الخامسة (السادسة)
5	0.94	0.93	الأولى	الأولى
6	0.75	0.90	الخامسة	الثالثة

تبين الأشكال (2) و (3) و (4) سلوكا متشابهاً نسبياً لتغير قيم مؤشرات الجودة الخاصة بالمقاومة و الامتصاص.

يظهر في العمودين الأخيرين من هذا الجدول مرتبة كل مجبل من حيث وسطي مؤشرات الجودة الخاصة بالمقاومة والامتصاص التي يبدو منها أن الترتيب في القمة و المؤخرة لم يتغير، مع تسجيل اختلاف بسيط للمراتب الوسطية (المجابل 3 و 4 و 5).

انحراف قيم الجودة في المجابل:

لتوضيح مدى ثبات جودة المنتج البيتوني في المجبل الواحد، قمنا بزيارات مختلفة للمجابل وفي أوقات مختلفة، ولأخذ فكرة عن مدى تشتت جودة المنتج البيتوني مع الزمن قمنا بحساب معامل التغير C_V لقيم مؤشرات الجودة المقاسة (مقاومة و امتصاص) للزيارات الثلاث المختلفة. يبين الجدول (6) قيم معاملات التغير لمؤشرات الجودة لكل مجبل من المجابل والتي تعطي فكرة عن ثبات جودة المنتج البيتوني مع الزمن.

الجدول(6) حساب معامل التغير لمؤشرات الجودة الخاصة بالبيتون المنتج من المجابل في الزيارات الثلاث

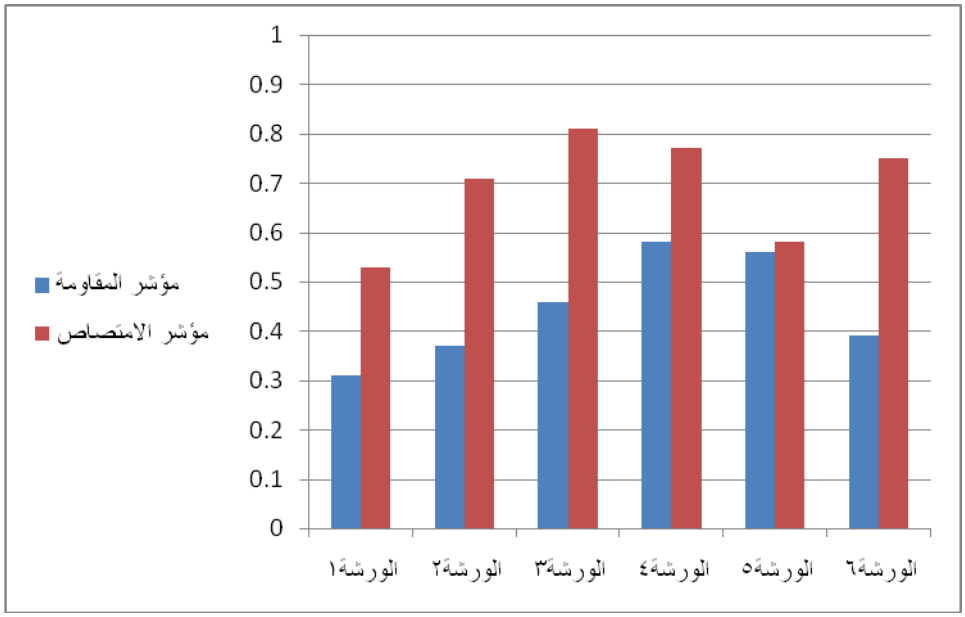
المجبل	الانحراف المعياري لمؤشر الجودة للمقاومة	معامل التغير C_V %
1	0.036	5.3
2	0.035	3.65
3	0.158	19.84
4	0.045	5.41
5	0.0005	2.47
6	0.020	19.05

يبدو من مقارنة قيم معامل التغير لمؤشر الجودة الخاص بالمقاومة تراوح القيم بين 2.47% و 19.84%، وهذا ما يدل بشكل جلي على تغير جودة الإنتاج في بعض المجابل، ومقدرة مجابل أخرى على الإنتاج بسوية متقاربة سواء أكانت جيدة أو سيئة.

وبالعودة إلى هذه القيم، يظهر مرةً لأخرى أن قيم الانحراف الدنيا المعبرة عن سوية الإنتاج الثابتة مع الزمن تخص المجبل رقم 5 الذي جاء بالمرتبة الأولى من حيث مؤشرات الجودة، كما تعود قيم الانحراف المرتفعة التي تعبر عن تذبذب سويات الإنتاج مع الزمن إلى المجابل التي أتت في المراتب الأخيرة من حيث مؤشرات الجودة.

3- مناقشة قيم الجودة الخاصة بالورشات:

بالعودة للجدول (3) والجدول (4) وبملاحظة الشكل (5) نجد أن قيم مؤشر الجودة الخاص بالمقاومة للبيتون المنتج من الورشات الستة تتراوح من 0.31 وحتى 0.58 . وتعدُّ قيماً متدنية إذا ما تمت مقارنتها مع مثيلاتها في المجابل المركزية. أما قيم مؤشر الجودة الخاص بالتشرب فقد تراوحت بين 0.53 وحتى 0.77 في أفضل الورشات.



الشكل(5) قيم مؤشرات جودة البيتون المنتج من الورشات

أي أن إنتاج البيتون في الورشة 1 و في اليوم الذي أُخذت العينات فيه قد تم بسوية متدنية جداً مع ضياع مسجل لكفاءة البيتون يقارب الـ 70%. في الوقت الذي كانت سوية الإنتاج الأفضل في الورشة رقم 4 التي سجلت في أفضل الحالات ضياعاً في النوعية قدره 42% قياساً بالبيتون المنتج في الحالة المثالية.

وهنا تظهر خطورة تحضير البيتون في الورشات بشكل عشوائي و برقابة ضعيفة، إذ ستنعكس قيم مؤشرات الجودة المنخفضة على سلامة المنشآت و ديمومتها، و هو ما سيتطلب البحث بعد فترة قصيرة من الاستثمار عن طرائق لحماية هذه المنشآت و إصلاحها و ترميمها.

4- تأثير النقل على قابلية التشغيل :

قمنا خلال العمل الميداني بمرافقة الجبالات من موقع المجبل إلى موقع الصب، و رصدنا خلال ذلك تغير قابلية تشغيل البيتون قبل و بعد النقل. يبين الجدول(8) من خلال مقارنة قيم العمودين 3 و 4 الفرق الواضح بين قيم هبوط أبرامز لعينات البيتون الطري المأخوذة من المجبل قبل وبعد النقل.

الجدول (8) البيانات المتعلقة بدراسة تأثير النقل على المنتج البيتوني

المجبل	الزيارة	مدة النقل (Min)	الهبوط في المجبل (cm)	الهبوط في الورشة (cm)
1	1	44	8	6
	2	70	6	4
	3	55	16	18
2	1	60	11	13
	2	50	9	6
	3	32	9	9
3	1	100	20	18
	2	40	13	15
	3	40	8	7
4	1	30	11	11
	2	60	9.5	7.5
	3	43	10	8
5	1	35	10	10
	2	37	16	15
	3	80	11	10
6	1	47	16	16
	2	32	6	7
	3	28	15	12

يبدو من قيم الجدول ميل الخلطات البيتونية إلى فقدان جزء من قابلية تشغيلها عند النقل بوساطة السيارات الجبالة مع تسجيل بعض القيم الشاذة التي لوحظ فيها زيادة في قابلية التشغيل كانت تعود إلى إضافة كميات قليلة من الماء إلى البيتون خلال النقل بشكل غير مدروس.

الاستنتاجات والتوصيات:

يمكن في النهاية تسجيل بعض الاستنتاجات و التوصيات من خلال المعاينات و الزيارات الميدانية و متابعة واقع إنتاج البيتون في محافظة اللاذقية. نبين فيما يأتي أهمها :

1. هناك فرق واضح في جودة البيتون المنتج بين المجبل و الورشة إذ تتفوق مؤشرات جودة الإنتاج في المجابل المركزية في أسوأ حالاتها على مثيلاتها الخاصة بمواقع العمل (الورشات). و هو ما بينته قيم المؤشرات المحسوبة التي تراوحت بين 0.68 و 0.94 للمجابل المركزية، و بين 0.31 و 0.58 للورشات.

2. نقترح التأكيد في دفاتر الشروط الخاصة بالمشاريع الإنشائية على تحديد القيم المطلوبة للمقاومات بدلاً من عيار الإسمنت المفروض الذي لن يفيد مهما زادت قيمته إذا لم تُراع اشتراطات التصميم الصحيحة الخاصة بالإحضارات و كمية الماء المضافة (النسبة W/C) أو القيم المتدنية للمكافئ الرملي.

3. ضرورة الاقتصار على إنتاج البيتون في مواقع العمل للأعمال ذات الأهمية المحدودة والتي لا تتطلب كميات كبيرة من البيتون، و سويات عالية من الجودة، وإذا اقتضت الحاجة فلا بد من مراقبة عملية الإنتاج بشكل فعال من قبل المهندس المشرف والتأكيد على ذلك، بأخذ عينات من الإحضارات والبيتون المنتج وإجراء الاختبارات اللازمة لضمان جودة المنتج البيتوني.

4. تتغير قيمة الهبوط المخروطي للبيتون في أثناء عملية النقل بين موقع المجبل وموقع الصب بالنقصان عادة، يدل تغيرها بالزيادة على خلل ما يُعزى غالباً لإضافة الماء في أثناء عملية النقل وبعد خروج الجبالة من المجبل، أو عدم كفاية فترة الخلط في حوض المجبل.

5. من الضروري قياس الهبوط المخروطي للخلطة البيتونية في موقع الصب للتأكد من سيطرة إدارة المجبل على عملية النقل وبالتالي ضبط جودة المنتج البيتوني.

6. إن فقدان جزء من قابلية التشغيل بين المجبل وموقع الصب أمر طبيعي وغير مقلق يمكن معالجته بإضافة الملدنات عند وصول البيتون إلى موقع الصب و قبل صبه.

7. تضمن المراقبة الدائمة والمستمرة لعملية الإنتاج في المجابل المركزية جودة البيتون مع الزمن، إذ إنّ تغير جودة المنتج من فترة لأخرى أمر غير مرغوب به، و يضر بسمعة المجبل البيتوني.

8. لا يمكن اعتماد مؤشر الجودة الخاص بالامتصاص الكلي للماء كمعيار أساسي لجودة البيتون، و يمكن اعتباره مؤشرا مقبولاً يعطي فكرة عامة عن الجودة إذا ما تعذر قياس النفاذية أو الديمومة.

9. من الضروري اعتماد معايير علمية محددة تسمح بتصنيف المجابل و إعطائها مؤشراً عاماً وفق دليل واضح. و هو ما سيسهل لأصحاب المشاريع اختيار المجبل المركزي المناسب لشراء البيتون الجاهز الذي يحقق المتطلبات الفنية و الاقتصادية.

المراجع:

1- BLACKLEDGE, G.F. *Testing Aggregate. Man on the job, Cement and Concrete Association*, Wexham spring , 1975, 10.

2- LE BRIS, J. and al. *Utilisation d'une centrale continue pour la fabrication de béton routier*. Bulletin de liaison de Laboratoire des Ponts et Chaussées. 94 mars-avril 1997.

3- ARUM,C. ; OLOTUAH, A.O. *Making of strong and durable concrete*. Emirates journal for engineering research, vol. 11, no. 1, 2006, 25-31.

4- ARUM, C.; ALHASSAN,Y.A. *Combined effect of aggregate shape, texture and size on concrete strength*. The journal of science, engineering and technology. Chykecee, Enugu. Vol. 13, no . 2, 2005, 11.

5- ARUM, C.; UDOH, I. *Effect of dust inclusion in aggregate on the compressive strength of concrete*, Journal of science, engineering and technology. Chykecee, Enugu Vol.12, No.2, 2005, 6170-6184.

6- BARON, J.; OLIVIER, J. P. *La durabilité des Bétons*, Presse de l'école nationale des ponts et chaussées, Paris, 1992, 453

7- DREUX, G.; FESTA, J. *Nouveau guide du béton et de ses constituants*, Eyrolles, Paris, 1998, 409.