Evaluation the effect of Conmix (SP1B) Superplasticizer on Physical Properties performance of Cement Paste and Mortar

تقييم تأثير الملدن الفائق(Conmix SP1B)على اداء الخواص الفيزيائية لعجينة ومونة السمنت

جاسم عطية علوان
مدرس مساعد/ المعهد التقني – بابل

الخلاصة :

هدف البحث تقييم تأثير الملدن (Conmix SP1B) عند اضافته لمونة السمنت بنسبة (1.0%),(1.5%), (2.0%),(2.5%),(3.0%) و(3.5%) من وزن السمنت على خواصها كمقاومة الانضغاط والشد والقابلية التشغيلية, ودراسة امكانية تخفيض السمنت بالمونة. تم فحص(202) نموذج,(16) للقوام القياسي لعجينة السمنت المرجعية ومقاومة الانضغاط والشد للمونة المرجعية.(6) نماذج لزمن التصلب لعجينة السمنت الممزوجة بالملدن و(72)نموذج لفحص الانضغاط والشد لمونة السمنت الممزوجة بنسب الاضافة اعلاه. تم عمل (108) نموذج المتبقية للمونة الممزوجة لفحصي الانضغاط والشد وبالنسب المذكورة اعلاه مع تخفيض السمنت بنسبة (5%),(15%),(20%), (25%),(30%),(35%),(40%),(10%) من وزنه بالمونة .

أظهرت النتائج ان افضل نسبه لاضافة الملدن للمونة هي(2.5%)من وزن السمنت اذ زادت مقاومة الانضغاط بنسبة (45.51%) والشد بنسبة (15.71%) عن مقاومتهما بالمونة المرجعية وقللت وزن ماء المونة المرجعية بمقدار (0.5%) لكل اضافه (1%) للملدن ولم يتأثر زمن التصلب. لقد تبين ايضا ان افضل نسبة لتخفيض السمنت بالمونة هي (35%) من وزنه بالمونة المرجعية بنسبة الاضافة (2.5%) وقد اعطت مقاومة انضغاط وشد مطابقة للمواصفات وبقابلية تشغيلية جيدة وبكلفة كلية اقل بنسبة (11.29%) من كلفة المونة المرجعية وحسب دراسة الجدوى الاقتصادية لها.

الكلمات الرئيسية: مونة السمنت, الملدن, مقاومة الانضغاط والشد,القابلية التشغيلية وتخفيض سمنت المونة.

Abstract:

The research aim is to study effect of Conmix (SP1B) SuperPlasticizer at its addition to cement mortar with ratios of 1%, 1.5%, 2%, 2.5%, 3% and 3.5% of cement weight on its properties like compressive and tensile strength, workability and study the ability of cement decreasing in mortar. There are (202) samples have been tested, (16) samples for reference cement paste standard consistency and reference mortar compressive and tensile strength. (6) Samples for the mixed cement paste setting time, (72) samples for the mixed mortar compressive & tensile strengths as per the above addition ratios. The rest are (108) mixed mortar samples for the above compressive and tensile samples as per the above addition ratios but with reducing cement by ratios of 5%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 10% of its weight in mortar. Results showed that the best SuperPlasticizer addition ratio in mortar is(2.5%) of cement weight for the compressive strength increasing by (45.51%) and tensile by (15.71%) more than their reference mortar strength, decreasing water weight of reference mortar by(0.5%) for each (1%) addition and the setting time is not affected. The best decreasing cement ratio in cement mortar is(35%)of its weight in reference mortar with addition ratio (2.5%) and gave acceptable compressive& tensile strength by the specifications with good workability and less total cost by (11.29%) of reference mortar according to economic feasibility study for it.

المقدمة:

[2],[1] وتعني حاليا مزيج السمنت والرمل والماء . (Mortarium) هي كلمة مشتقة من اللاتينية (Mortar) كلمة المونة تطور استخدام المونة بشكل واسع بعد استعمال المضافات والذي ادت الى تحسين خواصها بشكل واضح و بعد ان صدرت اول مسودة عالمية(الايزو) (ISO/ Dis7690) لتعاريف المضافات وتصنيفها واستخدامها وذلك في عام (1982) م . [4] تتم اضافة هذه المواد (Admixtures) للخرسانة او المونة اثناء عملية المزج وبكميات محدودة لتحسين خواصها او اكسابها خواصا"جديده لمقاومة أي تأثير كيميائي او فيزيائي وبحيث لاتؤثر سلبيا" على قوة تحملها مع الزمن. [3]

تصنف المضافات الاكثر شيوعا بالاستخدام الى :

أ) مضافات كيميائية (Admixtures) وهي التي استخدمت في الخرسانة والمونة كمواد مؤخرة للتصلب أي (Retarders)و معجلة (Accelerators) و ملدنة (Plasticizers) ومقللة للماء او محسنة لخواص الخرسانة.

ب) اضافات لتوليد الهواء المحبوس.

ت) اضافات معدنية وتشمل خبث الافران العالية,الرماد المتطاير,غبار السيليكا, الاتربة البوزلانية الطبيعية مثل رماد بعض المحاصيل الزراعية والتي خاصيتها بوزلانية أي تتفاعل مع مركبات تفاعلات السمنت مع الماء.

ث) اضافات لتلوين الخرسانة والمونة والمواد الواقية من صدأ حديد التسليح.[3] و [5]

اظهرت **البحوث** التأثير الواضح لاستخدام المضافات المختلفة على خواص المونة وكما مبين ادناه:

1- ظهر تحسن في خواص المونة عند اضافة مادة الايبوكسي عند استخدامها كمادة رابطة او لاصقة او في حماية السطوح وذلك بمقاومتها للمواد الكيميائية. [6]

2- ازدادت مقاومة انضغاط المونة عند اضافة الميتاكاؤولين الفعال اي المحروق بدرجة (750) مْ بنسبة (10%) من وزن سمنت المونة وحسب نسبة السمنت فيها وذلك لتفاعل السيلكا مع هيدروكسيد الكالسيوم الناتج من اماهة السمنت وتكون كمية اكبر من المركب (C-S-H) السمنتي المستقر وقلت مسامية المونة. [7]

3- ظهرت تشققات الانكماش في مونة السمنت عند زيادة اضافة رماد قشور الرز اليها. [8]

4 - عند أضافة الياف البروبلين الى المونة ظهرت تشققات الانكماش ونقصت قابليتها التشغيلية مما أستوجب زيادة الماء الى السمنت.[9]

5- زادت المقاومة الانضغاطية في مونة السمنت وتحسنت خواصها عند اضافة الستايرين بيوتايدين ربر بنسبة الاضافة (8%) من وزن السمنت بمقدار(8.35%) لعمر(7) أيام وازدادت مقاومتها لنفاذية الماء والحك وقل وقت تصلبها. [10]

6) ظهر تحسن في خواص مونة السمنت باضافة (Acrylic Polymer) اذ زادت مقاومة المونة للشد بمقدار(15.5%) لعمر (28) يوم وزادت كثافتها وقل ماء المونة بمقدار (20%). [11]

7) زادت القوة الانضغاطية في مونة سمنت انهاء الجدران وقلت نفاذية الماء فيها عند اضافة الملدن المركب الطارد للماء (polyacrylamide and naphthalene sulfonic acid formaldehyde) بنسبة مقدارها (1% naph + % 2 poly) من وزن السمنت مع زيادة نسبة السمنت للرمل لتصبح (2.5:1), وكذلك زيادة معامل نعومة الرمل وتقليل ماء المونة مما ادى الى زيادة كثافتها , وظهر ايضا ان نفاذية المونة للماء تقل كلما زاد تماسك المونة بأسطح الجدران غير الحاوية على تشققات على ان تم القيام بإنضاج المونة بشكل جيد. [12]

البرنامج العملي:

اولا:الفحوصات المرجعية للمواد المستخدمة:

تم إجراء الفحوصات المختبريه المدرجة ادناه وحسب المواصفات المبينة ازاء كل منها:

1- **الملدن**(Conmix SP1B): التوصيف حسب معلومات الشركة الانكليزية المنتجة والتي تؤكد مطابقته للمواصفات الامريكية رقم (ASTM C494) والبريطانية (BSEN 934-2 1998) وانه من المضافات المحسنة لقوة تحمل الخرسانة وعجينة السمنت وذكرت التوصيف التالي:

وصف المادة	اللون	الكثافة النوعية	قيمة الPH	معلومات اخرى
مادة سائلة لزجة من سلفونات النفثالين فورمالديهايد	بني	1.21-1.19 بدرجة حرارة (20) مْ	7.7 -5.5	لايوجد كلورايد بالمادة

وانه مقلل لماء الخرسانة ولايؤثر على وقت تصلبها وتتم اضافته بشكل تجريبي بنسبة (0.5 -3.0)% من وزن السمنت. [14]

2- السمنت: هو السمنت البورتلاندي الاعتيادي والمنتج في معمل سمنت الكوفة- العراق والمطابق للمواصفات العراقية رقم (5) لسنة (1984) وحسب الجدول رقم(1) و(2).

3 - الماء: هو الماء الصالح للشرب والذي يتم الحصول عليه من ماء الاساله.

4 - الرمل: وهو الرمل القياسي المجهز من الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين والمطابق للمواصفات البريطانية رقم (BS410) عند فحصه.

فحوصات عجينة ومونة السمنت المرجعية:

تم إجراء فحوصات السمنت الكيميائية والفيزيائية لنموذج السمنت الاعتيادي المنتج في معمل سمنت الكوفه في مختبر جامعة اما بالنسبة لرمل1984). لسنة ((5) بابل- المكتب الاستشاري الهندسي وكانت نتائج الفحص مطابقة للمواصفات العراقية رقم المونة فقد تم الحصول عليه من الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين وهو الرمل القياسي المطابق للمواصفات البريطانية [**15**]توضح نتائج الفحوصات الفيزيائية والكيميائية لنموذج السمنت المذكور. (2) و (1) عند فحصه .الجداول رقم(BS410)رقم

جدول رقم(1): نتائج الفحوصات الفيزيائية للسمنت طبقا للـ م. ق.ع رقم (5) لسنة (1984)

الفحص	نتيجة الفحص	حدود المواصفات العراقية
وقت التصلب لعجينة السمنت (دقيقه): ابتدائي نهائي	 105 200	 =< 45 دقيقه => 600دقيقه
نعومة السمنت (بلين): م2/كغم	310	230= <
الثبات (الحمام الموصدAuto Clave) %	0.36	0.8= >

جدول رقم(**2**): نتائج التحليل الكيميائي لنموذج السمنت الاعتيادي (طبقا لـ م. ق.ع رقم 1984/5)

الاوكسيد		نتيجة الفحص	حدود المواصفات العراقية
الجير	Cao %	61.68	-
السيلكا	Sio2 %	20.96	-
الالومينا	Al2O3%	6.16	-
اوكسيد الحديد	Fe2O3 %	3.32	-
اوكسيد المغنيسيوم	MgO %	3.73	%5=>
اوكسيد البوتاسيوم	K2O %		-
اوكسيد الصوديوم	Na2O %		-
ثالث اوكسيد الكبريت	SO3 %	2.33	%2.5 = > % 5 > C3A اذا %2.8 = > %5 < C3Aاذا
النوره غير المتحدة	Free Lime %	1.06	
فقدان الوزن بالاحتراقLoss on Ignition		1.35	%4 = >
بقايا غير ذائبة %	Insoluble Residue	0.75	%1.5 = >
عامل الاشباع الجيريL.S.F		0.86	1.02- 0.66
M.S.		2.21	-
M.A.		1.85	-
مجموع		99.53	
سليكات الكالسيوم الثلاثي %C3S		34.71	-
سليكات الكالسيوم الثنائي%C2S		33.90	-
الومينات الكالسيوم الثلاثي%C3A		10.70	-
الومينات الكالسيوم الرباعي الحديدي	C4AF%	10.10	-

القوام القياسي للعجينة المرجعية(Reference Cement Paste Standard Consistency)

تم أجراء هذا الفحص بعمل(4) نماذج بقالب فايكت بنسب تجريبيه للماء مع السمنت للحصول على عجينة السمنت ذات القوام القياسي والتي تسمح للمرود الاسطواني لجهاز فايكت بالنفاذ بالعجينة لنقطة تبعد (7.5) ملم عن قاعدة القالب وحسب خطوات مواصفة الدليل الاسترشادي العراقي(198) لعام(1992),وقد كان القوام القياسي وهو النسبة المئوية لوزن الماء الى وزن السمنت الجاف بالعجينة مقداره (32%).

مقاومة الانضغاط والشد للمونه المرجعية :(Reference Mortar Com. &Tensile Strength)
تم إجراء هذا الفحص بواقع (6) مكعبات لفحص الانضغاط بابعاد (70×70×70) ملم باستخدام القوالب الحديدية مع(6) مكعبات اخرى لفحص الشد وباستخدام القوالب الحديدية وحسب مواصفة الفحص في الدليل الاسترشادي العراقي (198) لعام (1992) لنسب المزج والمزج الجيد لمدة (4) دقائق والرص بالهزاز المنضدي لمدة دقيقتين وتكون درجة حرارة الغرفة حوالي(20) مْ [2] وتوضع النماذج برطوبة (90%) لمدة (24ساعة بعد الصب مع تغطيتها بالمطاط اوالبوليثين ثم تفك القوالب وتغمر النماذج بالماء لحين الفحص.تفحص يبين نتائج (3) مكعبات بعمر(3) أيام والباقي بعمر (7) أيام. الجدول رقم (3) يوضح النتائج.

الجدول رقم(3) :فحوصات مقاومة الانضغاط والشد لمونة السمنت المرجعية

نوع الفحص	معدل القيمة	متطلبات م ق ع رقم(5) لسنة (1984)
مقاومة الانضغاط:		
عمر (3) أيام (MPa) نيوتن/ ملم2	20.0	لاتقل عن (15.0)
عمر (7) أيام=	27.0	لاتقل عن(23.0)
مقاومة الشد:		
عمر (3) أيام (MPa) نيوتن/ملم2	6.5	-
عمر (7) أيام =	9.1	-

ثانيا": فحوصات عجينة ومونة السمنت الممزوجة بالملدن:
تم اختيار نسب اضافة الملدن (1.0%,1.5%,2.0%,2.5%,3.0%و3.5 %) من وزن السمنت لمعرفة تأثيره على زمن التصلب الابتدائي والنهائي لعجينة السمنت وعلى مقاومة الانضغاط و الشد لمونة السمنت وحسب مواصفة الفحص في الدليل الاسترشادي العراقي – (198) لعام (1992)). اضيف الملدن اثناء مزج العجينة أو المونة والقيام بالمزج الى ان يتجانس المزيج بشكل تام.

1- **الممزوجة: وقت التصلب الابتدائي والنهائي لعجية السمنت**
تم إجراء الفحص بعمل (6) قوالب بجهاز فايكت (قالب فحص لكل نسبة أضافه للعجينة) وبنفس ظروف وشروط العمل السابقة لعجينة السمنت المرجعية وان وقت التصلب الابتدائي لحين نفاذ ابرة فايكت في العجينة لمسافة لاتزيد عن (5) ملم بينما التصلب النهائي لحين ترك الابرة اثرا في العجينة دون ظهور الاثر الدائري للجزء المثبت حولها وحسب مواصفة الفحص في الدليل). [2] الاسترشادي العراقي (198) لعام (1992تبين بالفحص بأن زمن التصلب الابتدائي والنهائي للعجينة لم يتأثر بالاضافة وبقي الزمن كما في الجدول رقم (1)اعلاه.

2:الممزوجة - تقليل ماء المونة
تم تقليل ماء المونة ايضا عند اضافة الملدن اليها وذلك بعمل عدة خلطات تجريبية والقيام بعمل فحص السيولة (Flow Test) لمعرفة قوام المونة المناسب وحسب أسلوب العمل المتبع في مواصفات الجمعية الامريكية (ASTM-C124)وتم التوصل تجريبيا (10%) من وزن السمنت يجب تقليل كمية ماء المونة المرجعية البالغة (1%) بهذا البحث الى ان كل نسبة اضافة للملدن مقدارها ولتجنب ميلها (Workability)وذلك للمحافظة على قوام وقابلية المونة التشغيلية(0.5%) من مجموع وزن الرمل والسمنت بنسبة لتكون بحاله شبه سائلة في نسبة المزج 3:1 **. [2]**, **[17]**

3- **فحص مقاومة الانضغاط والشد لمونة السمنت الممزوجة**:
تم إجراء فحصي الانضغاط والشد بعمل (6) نماذج لكل نسبة من نسب الاضافة أي (36) مكعب لفحص الانضغاط و (36) أخرى لفحص الشد. تم (6) مكعبات لكل نسبة بواقع (3) مكعبات بعمر ثلاثة أيام والباقي بعمر سبعة أيام . تم تحضير وفحص فحص مكعبات الفحصين بنفس نسب مزج المواد وظروف وشروط العمل المتبعة عند تحضير نماذج المونة المرجعية لهذين ماعدا اضافة الملدن وتقليل الماء وكانت النتائج كما مبينة في الجدول رقم (4 الفحصين) ادناه.

4: **فحص الانضغاط والشد للمونة الممزوجة المخفضة السمنت-**
لتجنب زيادة كلفة المونة عند الاضافة فقد تم تخفيض نسبة السمنت فيها تجريبيا بحيث تكون مقاومة المونة حسب مواصفة الفحص في الدليل الاسترشادي العراقي (198) لعام (1992).تم تخفيض السمنت بالمونة و بنسب الاضافة المبينة في الجدول رقم (6) ادناه باستخدام نفس كميات المواد ونسب الاضافة في المونة المرجعية لفحصي الانضغاط والشد في الجدول رقم (4) سابقا مع اختيار عدة نسب لتخفيض السمنت لتحديد النسبة الاقتصادية لنسبة الاضافة عند تخفيض السمنت. تم عمل (6) مكعبات لفحص الانضغاط و(6) أخرى للشد لكل نسبة اضافة وتخفيض للسمنت أي تم عمل (108) نموذج لكلا الفحصين بنفس ظروف وشروط هذين الفحصين في المونة المرجعية. فحصت (3)) مكعبات بعمر(3) أيام في كلا الفحصين والباقي بعمر (7) أيام وكما في الجدول رقم(6) أدناه.

جدول رقم (4): نتائج فحوصات مقاومة الانضغاط والشد لمونة السمنت المرجعية والممزوجة بالملدن

نسبة اضافة الملدن من وزن السمنت بالمونة	العمر (بالأيام)	معدل مقاومة الانضغاط نيوتن/ملم2 (Mpa)	معدل مقاومة الشد نيوتن/ملم2 (Mpa)
مونة السمنت المرجعية (بدون اضافة)	3	20.0	6.50
	7	27.4	9.10
اضافة 1.0%	3	20.20	6.56
	7	27.82	9.16
%1.5	3	21.58	6.71
	7	30.14	9.46
%2.0	3	23.73	7.10
	7	32.69	9.84
%2.5	3	28.64	7.58
	7	39.87	10.53
%3.0	3	21.77	6.85
	7	31.09	9.67
%3.5	3	20.97	6.65
	7	29.05	9.36

جدول رقم(5) : يوضح نسبة الزيادة في مقاومة المونة الممزوجة نسبة الى مقاومة المونة المرجعية

نسبة اضافة الملدن \السمنت في المونة	نسبة زيادة انضغاط المونة الممزوجة الى انضغاط المونة المرجعية بعمر(7) أيام %	نسبة زيادة شد المونة الممزوجة الى شد المونة المرجعية بعمر(7) أيام %
%1.0	1.53	0.66
%1.5	10.00	3.95
%2.0	19.30	8.13
%2.5	45.51	15.71
%3.0	13.46	6.26
%3.5	6.02	2.85

* ان نسب اضافة الملدن المذكورة بالجدولين اعلاه هي نسب تجريبية بعد الأخذ بنظر الاعتبار تعليمات الشركة المنتجة للملدن والذي توصي بأن نسب الاضافة للخرسانة تتم بشكل تجريبي وتتراوح من(0.5 – 3.5) % من وزن السمنت.

جدول رقم (6) : يبين مقاومة الانضغاط والشد لمونة السمنت مع افضل نسب الاضافة وتخفيض السمنت

نسبة الاضافة للمونة من وزن السمنت %	نسبة تخفيض السمنت من وزنه في المونة الممزوجة بجدول رقم (4) %	معدل مقاومة الانضغاط (نيوتن/ملم2) لعمر		معدل مقاومة الشد (نيوتن/ملم2) لعمر	
		(3) أيام	(7) أيام	(3) أيام	(7) أيام
1.0	5	16.17	22.48	5.0	7.13
1.5	15	17.54	24.87	5.42	7.62
2.0	20	18.55	25.59	5.54	7.81
2.5	25	19.71	27.68	6.40	9.09
2.5	30	18.34	25.56	5.94	8.42
2.5	35	16.73	23.47	5.57	7.73
2.5	40	11.66	16.50	3.83	5.43
3.0	10	14.03	19.50	4.58	6.41
3.5	15	15.12	21.37	4.98	6.92

جدول رقم (7) : يبين نسبة مقاومة انضغاط وشد المونة الممزوجة المخفضة السمنت الى مقاومة المونة المرجعية

نسبة اضافة الملدن للمونة ونسبة تخفيض السمنت	نسبة انضغاط المونة الى انضغاط المونة المرجعية لعمر (7) أيام %	نسبة شد المونة الى شد المونة المرجعية لعمر (7) أيام %
الاضافة 1.0 % والتخفيض5.0 %	82.04	78.35
الاضافة 1.5 % والتخفيض 15 %	90.76	83.73
الاضافة 2.0 % والتخفيض 20 %	93.39	85.82
الاضافة 2.5 % والتخفيض 25 %	101.02	99.89
الاضافة 2.5 % والتخفيض 30 %	93.28	92.52
الاضافة 2.5 % والتخفيض 35 %	85.65	84.94
الاضافة 2.5 % والتخفيض 40 %	60.21	59.67
الاضافة 3.0 % والتخفيض 10 %	71.16	70.43
الاضافة 3.5 % والتخفيض 15 %	77.99	76.04

5- **دراسة الجدوى الاقتصادية للاضافة** (Addition Economic Feasibility Study):

A- حسابات **الكلفة** لمواد المونة المرجعية والممزوجة:

لأثبات الجدوى الاقتصادية من اضافة الملدن وتخفيض السمنت بحيث تكون خواص المونة مطابقة للمواصفات لذا تم مايلي:

1- اجراء الحسابات التخمينية لمكونات المونه أي كمية السمنت والرمل والماء في(1) متر مكعب من المونة وكلفتها وكمايلي:

أ) السمنت : 1.0= 0.75 (س+ 3س) ومنه حجم السمنت(س) بالمونة = 0.3333 م3/ م3 (نسبة الفقدان عند المزج هي (25)% عندما تمزج المونة بنسبة (3:1) ,حجم الرمل= 3×0.3333 = 1.0 م3 في (1) م3 من المونة [**18**]

ب) عند تحويل هذه الكميات الحجمية والنسب الى **اوزان** ل(1م3) من المونة فنحصل على مايلي:

السمنت = 0.3333×1400= 466.62 كغم , الرمل = 3×466.62 = 1399.86 كغم , الماء = 0.1(1399.86+466.62) = 186.648 كغم , W/c=186.648/466.62=0.4 (الماء = 10% من وزن المونة وكثافة السمنت(1400) كغم/م3)

ت) كلفة مواد المتر المكعب من المونة المرجعية بالدينار العراقي وباسعار السوق المحلية الحاليه هي:

كلفة السمنت = 466.62/50×7350= 68593.14 دينار(سعر كيس سمنت الكوفة واصل للموقع = 7350 دينار)

كلفة الرمل = 1399.86/1000×12858.5= 18000.10 دينار(سعر(1000) كغم رمل بالموقع = 12858.5 دينار)

كلفة الماء = 186.648/1000 × 1500= 279.972 دينار(كلفة 1 م3 من الماء= 1500 دينار بالموقع)

كلفة المواد الداخلة في ث) مجموع كلف الفقرة(ت)وهي (1) م3 من المونة =المرجعية **86873.21** دينار

2- كلفة اضافة الملدن بنسبة (1%) من وزن السمنت في (1) م3 من المونة = 30/(0.01×466.62) × 50000= 7777.00 دينار حيث ان سعر الملدن في الاسواق المحلية (50000) دينار لعبوة بحجم(25) لتر ووزن (30) كغم.

3- كلفة تقليل الماء لكل اضافة للملدن بنسبة (1%) في(1) م3 من المونة الممزوجة = 0.5/100×(1399.86+466.62) × 1500/1000≈ 14.00 دينار/ م3(يقل ماء المونة تجريبيا" بنسبة 0.5% لكل اضافة1% من الملدن وكلفتة 1500 دينار/م3)

4 - كلفة المونة الممزوجة عند تخفيض السمنت بالمونة بنسبة(5%) والاضافة للملدن بنسبة (1%):

=86873.21 - (68593.14×0.05) - 14.0 + 7777.0= **91206.55** دينار/ م3 وهكذا يتم استخراج بقية كلف المونة بنسب الاضافة والتخفيض المختلفة وكما في جدول رقم (8) ادناه. من الجدولين رقم (6) و (8) ادناه نلاحظ ان افضل نسبة لاضافة الملدن للمونة هي **(2.5%)** من وزن السمنت بالمونة المرجعية وان افضل نسبة لتخفيض السمنت هي**(35%)** من وزنه فيها وهي النسبة الاقتصادية التي حققت متطلبات المواصفات العراقية المشار اليها في مقاومة الانضغاط والشد وبقابلية تشغيلية جيدة وكلفتها (**82273.16**) دينار لكل (م3) أي بكلفة اقل من كلفة المونة المرجعية بمقدار=86873.21 - 82273.16 =**4600.05** دينار/ م3 وهذه هي المونة الاقتصادية التي تقل كلفتها عن كلفة المونة المرجعية بنسبة = **5.29 %**

B – حسابات التوفير في اجور العمل :

لتحديد الزيادة في كميات اعمال الانهاء (اللبخ) باستخدام المونة الاقتصادية لقابليتها التشغيلية الجيدة فقد تم مايلي:

1- جرى تحديد مساحتين منفصلتين في جدار تم بناءه بالطابوق ومونة السمنت وبنفس جودة العمل والقيام بأعمال الانهاء لكميتين متساويتين من المونة الاقتصادية والمونة المرجعية وبمقدار(0.25) م3 لكل منهما فأنجز العمل بالمونة المرجعية بزمن(110) دقيقة في حين انجز العمل بالمونة الاقتصادية الممزوجة بزمن (105) دقيقة, لذا فان التوفير في هذا العمل يمكن حسابه كمايلي:

معدل اجور العمل (125000) دينار لمدة (8) ساعات لذا فكلفة الساعة الواحدة هي (15625) دينار وان التوفير بوقت العمل باستخدام هذه الكمية من المونة الممزوجة هو (0.0834) ساعة وكلفته (1303.125) دينار والتوفير لكمية (1) م3 من المونة الاقتصادية سيكون مقداره = 5212.5 دينار.

2- ان مقدار التوفير الاقتصادي الكلي (المواد والعمل) في الكلفة باستخدام المونة الاقتصادية الممزوجة بنسبة الاضافة (2.5%) من وزن سمنت المونة المرجعية وتخفيض السمنت بنسبة (35%) من وزنه فيها سيكون مقداره كمايلي:

التوفير الكلي=4600.05+5212.5=**9812.55** دينار لكل(م3)من هذه المونة ونسبته(**11.29%**)اقل من كلفة المونة المرجعية.

جدول رقم (8): يبين نتائج حسابات كلفة المونة الممزوجة لمختلف نسب اضافة الملدن وتخفيض السمنت

نسبة اضافة الملدن للمونة ونسبة تخفيض السمنت	كلفة تخفيض سمنت المونة دينار / م3	كلفة الملدن المضاف دينار/ م3	كلفة تقليل الماء دينار / م3	كلفة المونة الكلية دينار / م3
الاضافة1.0% والتخفيض 5.0%	3429.65	7777.00	14.0	91206.55
الاضافة1.5% والتخفيض 15%	10288.95	11665.50	21.0	88228.71
الاضافة2.0% والتخفيض 20%	13718.60	15554.00	28.0	88680.61
الاضافة2.5 % والتخفيض 25%	17148.25	19442.50	35.0	89132.46
الاضافة2.5 % والتخفيض 30%	20577.90	19442.50	35.0	85702.81
الاضافة**2.5 %** والتخفيض **35%**	24007.55	19442.50	35.0	**82273.16**
الاضافة2.5 % والتخفيض 40%	27437.20	19442.50	35.0	78843.51
الاضافة3.0 % والتخفيض 10%	6859.30	23331.00	42.0	103302.91
الاضافة3.5 % والتخفيض 15%	10288.95	27219.50	49.0	103754.76

ثالثا" : مناقشة النتائج:

1- **فحوصات السمنت وعجينتة ومونة السمنت المرجعية:**

أظهرت نتائج الفحوصات الكيميائية والفيزيائية للسمنت وكذلك فحوصات مقاومة الانضغاط والشد للمونة المرجعية مطابقتها لمواصفة فحص الدليل الاسترشادي العراقي (198) لعام (1992) وكما في الجداول رقم (1-3) وكان قوام عجينة السمنت بنسبة (32%) بحدود قوام المونة الذي يتراوح من (26-33%). [**15**]

2- **فحوصات مونة السمنت الممزوجة بالملدن:**

اظهرت نتائج الفحوصات المبينة في **الجداول** رقم(4) و(6) اعلاه **والاشكال** من (1- 4d) ادناه مايلي:

أ) **مقاومة الانضغاط** (Compressive Strength):

أظهرت النتائج المبينة بالجدولين رقم (4) و(5) زيادة مقاومة الانضغاط بزيادة اضافة الملدن لغاية النسبة (2.5%) من وزن السمنت اذ كانت قيمة المقاومة لعمر (7) أيام هي (39.87) نيوتن/ملم2 أي بزيادة المقاومة بنسبة (45.51%) أكثر من مقاومة المونة المرجعية البالغة (27.40) نيوتن/ملم2 ثم بدءت المقاومة تقل بزيادة الاضافة حيث كانت مقاومة الانضغاط لنفس العمر لنسبة الاضافة (3.5 %) هي (29.05) نيوتن/ملم2 اي زادت بنسبة (6.02%) عن مقاومة انضغاط المونة المرجعية. ان زيادة مقاومة الانضغاط عند الاضافة يعود لتأثير الملدن والذي يشتت حبيبات السمنت المتكتلة واطلاق المياه المحبوسة بينها واحداث تنافر كهروستاتيكي بين الجزيئات وتغيير تفاعلات التميؤ وترك المزيد من المياه لتسييل السمنت وتزييت الطبقة الرقيقة من حبيبات السمنت.بتخفيض السمنت فالمقاومة بلغت اكثر قيمة بالاضافة (2.5%) من وزن السمنت ونسبة تخفيض السمنت (25%) اقل من وزنه بالمونة المرجعية اذ بلغت لعمر(7) أيام القيمة (27.68) نيوتن/ملم2 ثم بدءت المقاومة تقل لتكون لنفس نسبة الاضافة ونسبة تخفيض السمنت (40%) من وزن السمنت الأقل مقاومة وهي (16.5) نيوتن/ملم2 وهي الاقل كلفة الا ان مقاومتها غير مطابقة لحدود المواصفات.ان افضل نسبة للاضافة هي (2.5%) وبنسبة تخفيض السمنت (35%) من وزنه بالمونة المرجعية اذ بلغت مقاومة الانضغاط (23.47) نيوتن/ملم2 وحققت متطلبات المواصفات العراقية المذكورة والبالغة (23) نيوتن/ملم2 وبزيادة حوالي (2%) وانها النسبة الاقتصادية حيث كانت كلفة مواد (م3) من المونة هي (82273.16) دينار اقل من كلفة المونة المرجعية البالغة (86873.21) دينار بنسبة (5.29%) وكما في في دراسة الجدوى اعلاه.اما باقي نسب الاضافة (3%) و (3.5%) فلم تحقق مقاومة المونة متطلبات المواصفات العراقية المذكورة.

ب) **مقاومة الشد** (Tensile Strength) :

اوضحت نتائج الجدولين رقم (4) و(5) والاشكال رقم (4) زيادة مقاومة الشد مع زيادة الاضافة وبلغت اعلى نسبة لها عند نفس نسبة الاضافة لمقاومة الانضغاط وهي (2.5%) حيث كانت مقاومة الشد (10.53) نيوتن/ملم2 أي ان الزيادة مقدارها (15.71%) اكثر من مقاومة المونة المرجعية البالغة (9.1) نيوتن/ ملم2 لنفس العمر وقلت كذلك مع زيادة الاضافة اذ بلغت بنسبة الاضافة (3.5%) القيمة (9.36) نيوتن/ملم2 أي بزيادة مقدارها (2.85%) اكثر من مقاومة الشد للمونة المرجعية.ان مقاومة جزيئات المونة عند تعرضها لجهد للشد اقل من مقاومتها للانضغاط وكذلك عند الاضافة كالخرسانة لطبيعتهما الفتاتية. عند تخفيض نسبة السمنت فالمقاومة قد بلغت اكبر قيمة بنسبة الاضافة (2.5%) من وزن السمنت وتخفيض السمنت بنسبة (25 %) حيث كانت قيمتها لعمر (7) أيام هي (9.09) نيوتن/ملم2 أي اقل من قيمة مقاومة الشد للمونة المرجعية بنسبة (0.11 %) ثم بدءت المقاومة تقل اذ بلغت اقل قيمة لنفس نسبة الاضافة (2.5%) وتخفيض السمنت بنسبة (40%) من وزنه بالمونة المرجعية القيمة (5.43) نيوتن/ملم2 أي اقل من مقاومة الشد للمونة المرجعية بنسبة (40.33%) وهي غير مطابقة للمواصفات.اما نسبة الاضافة الاقتصادية البالغة (2.5%) وتخفيض السمنت بنسبة (35%) من وزنه بالمونة المرجعية فأن مقاومة الشد بعمر (7)أيام بلغت (7.73) نيوتن/ ملم2 أي اكثر من (1/3) مقاومة انضغاط المونة المطلوبة في المواصفات والبالغة (23) نيوتن/ ملم2. اما باقي نسب الاضافة (3%) و(3.5%) من وزنه بالمونة المرجعية وتخفيض السمنت ايضا فكانت مقاومة شد المونة اقل من قيمة النسبة الاقتصادية.

ت) **تصلب العجينة وقابلية تشغيل المونة الممزوجتين:**
لم يتغير وقت التصلب الابتدائي أو النهائي للعجينة الممزوجة وكما ذكرت الشركة المنتجة للملدن في المادة اولا" الفقرة (1) . كانت قابلية المونة التشغيلية جيدة عند المزج مع مختلف نسب الاضافة مع تقليل الماء بنسبة (0.5 %) من وزن ماء المونة البالغ (10%) من وزن مواد المونة عند كل اضافة للملدن بنسبة (1%) وهو امر تجريبي وكما ذكرنا سابقا وان المونة اصبحت دهنية الملمس بسبب طبيعة الملدن المضاف.ان زيادة نسبة تخفيض السمنت الى (40%) من وزنه بالمونة المرجعية بنسبة الاضافة (2.5%) جعلت قوام المونة ضعيف وتشغيليتها اقل ملائمة.

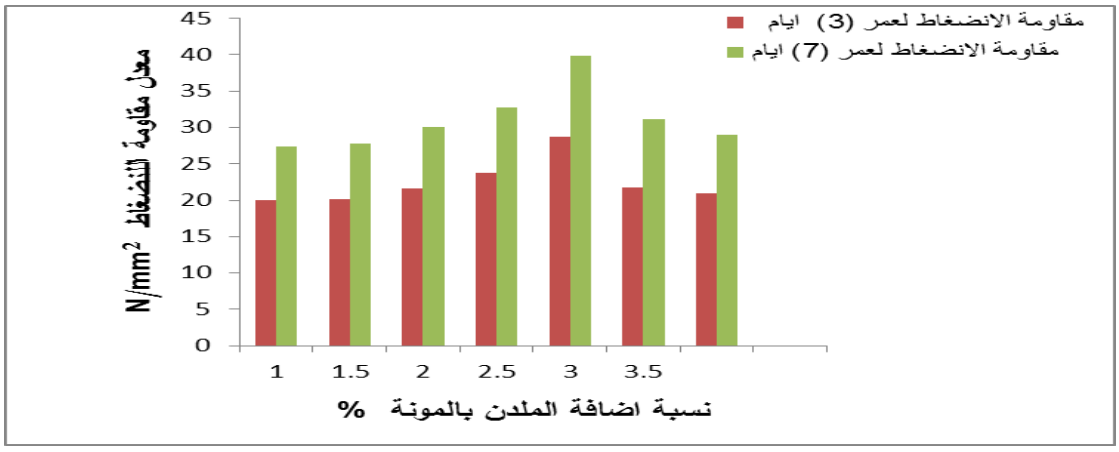
3 - **التوفير في الكلفة والوقت:**
تبين من حسابات الجدوى الاقتصادية والجدول رقم(8) المذكورين اعلاه ان كل(م3) من المونة الممزوجة بنسبة(2.5%) من وزن السمنت وتخفيض السمنت بنسبة(35%) من وزنه بالمونة المرجعية ادى الى توفير كلي بالكلفة مقداره (9812.55) دينار/ م3 اي بنسبة(11.29%) أقل من كلفة كل(م3) للمونة المرجعية وانه سيوفر بالوقت عند استخدامه في اعمال الانهاء (20) دقيقة لكل(م3).

رابعا"- الاستنتاجات والتوصيات:
لقد اظهرت النتائج التأثير الايجابي الواضح والفعال لاضافة الملدن على مونة السمنت الاعتيادي وكمايلي:
1– ان الاضافة بنسبة (2.5%) من وزن السمنت كانت مجدية اذ زادت مقاومة الانضغاط لعمر (7) أيام بنسبة (45.51%) والشد بنسبة (15.71%) اكثر من مقاومة المونة المرجعية . عند تخفيض السمنت بنسبة (35%) اقل من وزنه بالمونة المرجعية لنفس نسبة الاضافة فأن مقاومتها قد حققت المواصفات العراقية المطلوبة.
2- ان المونة الممزوجة المخفضة السمنت كانت قابليتها التشغيلية جيدة واقتصادية بالكلفة وستؤثر كثيرا في تقليل كلفة المشاريع الانشائية الكبيرة وتقلل فترة انجازها وتقلل الحاجة للسمنت وتحد من ارتفاع اسعاره في الاسواق.
3- عند اضافة الملدن للخرسانه فأنها تزيد مقاومتها للظغط وبذلك يتم تقليل مساحة المقطع لأي عضو انشائي كالأعمدة والاعتاب ...الخ لتقاوم نفس الأحمال المسلطة اما في المونة الممزوجة فأن تخفيض السمنت هو الطريقة الاقتصادية الوحيدة المجدية في هذا العمل, لذا **نوصي** ان يتم استخدام هذا الملدن للمونة بنسبة الاضافة وتخفيض السمنت الاقتصادية المذكورة اعلاه.

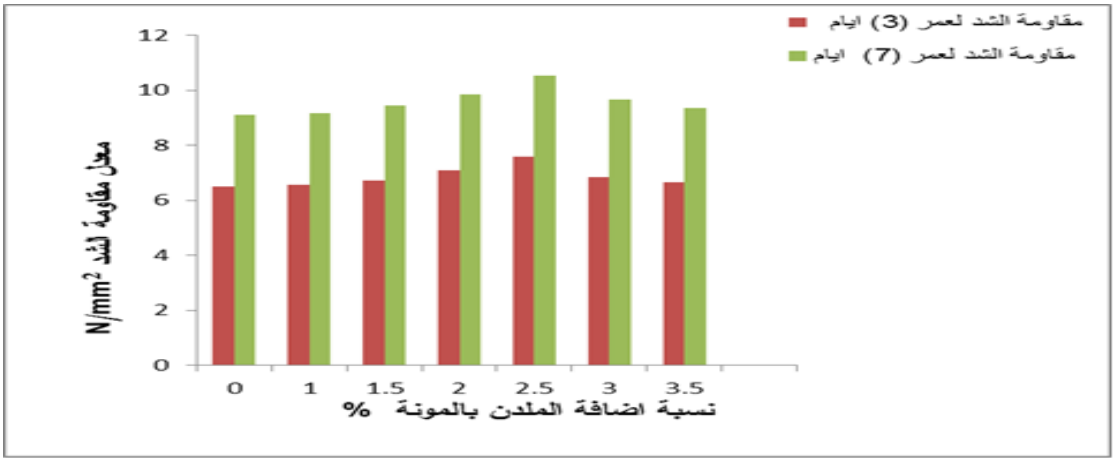
خامسا": المصادر

1- Cement Mortar Admixtures.(Www.paving expert.com)
2- سرسم , جلال بشير1984 ." **تكنولوجيا الخرسانة** ". مطبعة المعاهد الفنية- بغداد.
3- **الكود المصري** لتصميم وتنفيذ المنشآت الخرسانية-2007.
4-Ali, Esraa Emam (2010),"plasticizers and superplasticizers admixtures", Higher Technological Institute in Cairo.,Training of Iraqi official's program in Egypt.
5- Plasticizers and superplasticizers Specifications,ASTM-260&C494 with BS5075 Part1-3.
6- Cement Mortar Admixtures.(Www.Sika.com.eg).
7 - فوزي, ندى مهدي2010 . **مجلة الخوارزمي الهندسية**,"الخواص الهندسية للخرسانة عالية الاداء", مجلد (6) العدد(4) المكتبة الافتراضية(ivsl).
8- المشهدي, سامرعبد الامير 1999. **مجلة جامعة بابل**," تشققات الانكماش في مونة السمنت الحاوية على رماد قشور الرز", مجلد (4)العدد (5).
9-حسن,جنان جواد 2003, **مجلة جامعة بابل**," تشققات الانكماش في مونة السمنت الحاوية على الياف البولي بروبلين", مجلد (8) العدد (5).
10- جواد, حوراء سعيد ومجيد,ايناس سامي2012.**مجلة الهندسة والتنمية في الجامعة المستنصرية**",تحسين خواص مونة السمنت باستخدام الستايرين بيوتايدين ربر", مجلد (16)العدد (3).**المكتبة الافتراضية** (ivsl)- (Iasj)
11- مطر,عمار وسلمان,محمد مصلح 2011.**مجلة الهندسة والتنمية في الجامعة المستنصرية**,"الخواص الميكانيكية للمونة الاكريليكية" , مجلد (15) العدد(3).**المكتبة الافتراضية** (ivsl) موقع - ((Iasj)
12-Lu Ziyi,Zhou Xihui and Zhang Jinyi,2004"Study on the performance of new type of Water-re Admixture for cement mortar"research,Shanghai Jiao Tong University,China.(Www.Google.com)
13- علوان,جاسم عطية 2012.**مجلة جامعة بابل**," تقييم تأثير الجص العراقي على اداء الخواص الهندسية لمونة السمنت . المجلد(20) العدد (3).
14- Cement Mortar Admixtures (Www .Cormix.com)
15 - الخلف, مؤيد نوري وهناء عبد يوسف1984." **تكنولوجيا الخرسانة"**.الجامعة التكنولوجية/ مركز التعريب .
16- المواصفات القياسية العراقية رقم (5) لسنة (1984) **."المتطلبات الفيزيائية والكيميائية للسمنت البورتلاندي".**
17- Kett,Irving,(2000),"**Engineering Concrete**".CCR press LLC,USA.(Www.crc press.com).
18- فتح الله, مدحت فضيل 1985 ."**التخمين والمواصفات**". مطبعة الزمان/ بغداد.
19- Neville,A.M.(1995),"**Properties of Concrete",** Five Edition,Wiley,NewYork&London,pp165.

الاشكال

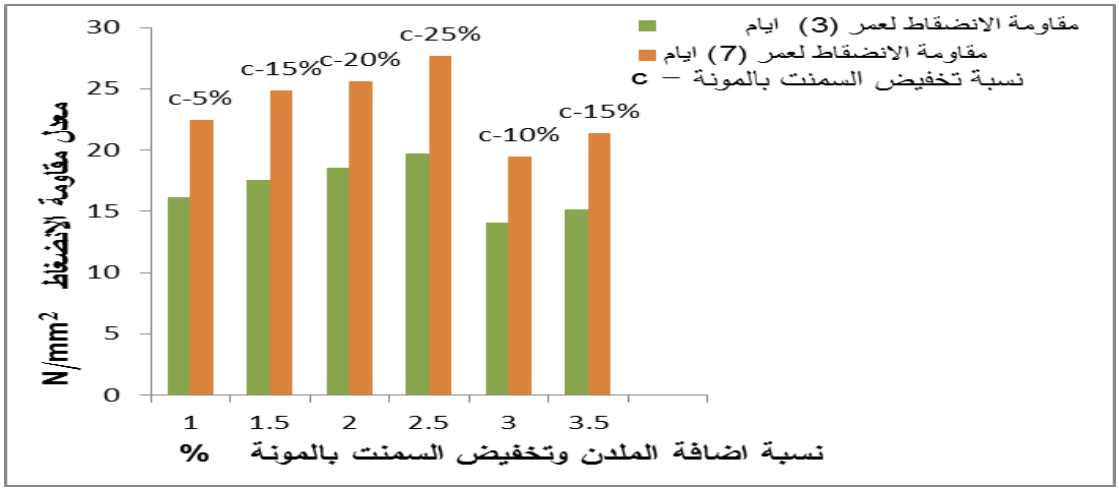


الشكل رقم (1) : العلاقة بين نسبة اضافة الملدن ومقاومة الانضغاط بمونة السمنت الممزوجة

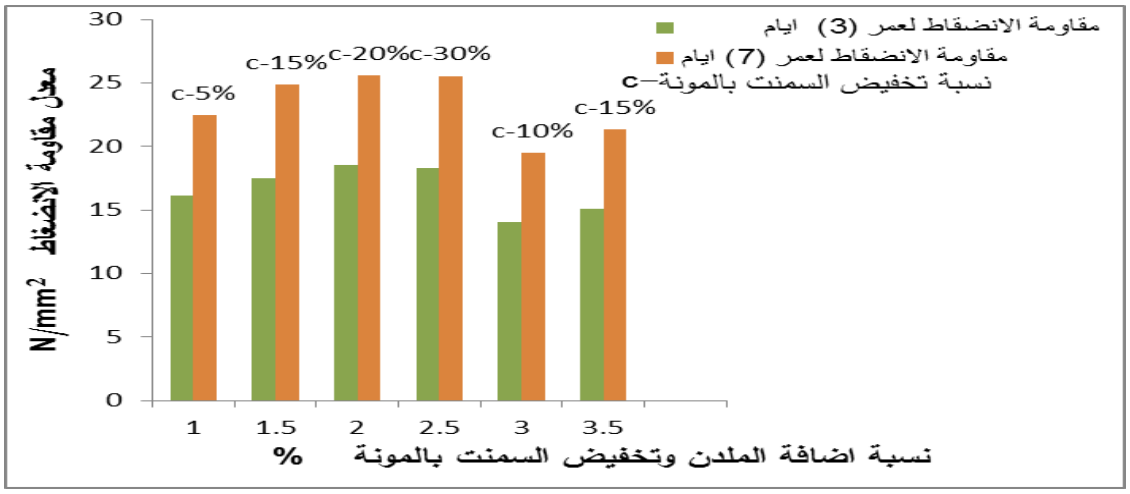


الشكل رقم(2) : العلاقة بين نسبة اضافة الملدن ومقاومة الشد بمونة السمنت الممزوجة

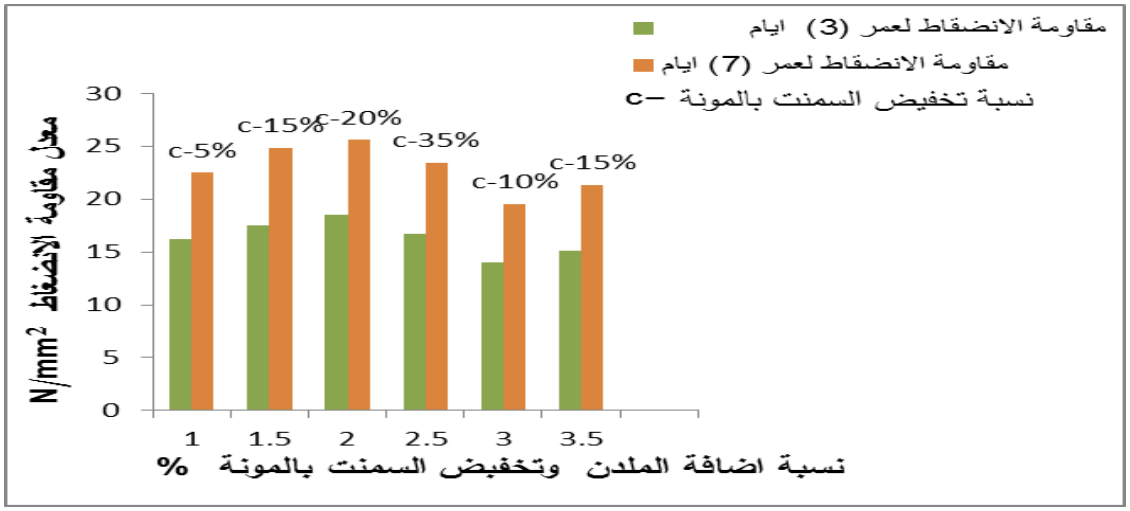
اشكال رقم(3) ادناه :العلاقة بين نسبة الاضافة وتخفيض السمنت ومقاومة الانضغاط بالمونة الممزوجة وتغيّر مقاومة الانضغاط عند تغيير نسبة تخفيض السمنت بنسبة الاضافة **(2.5%)** في كل شكل:



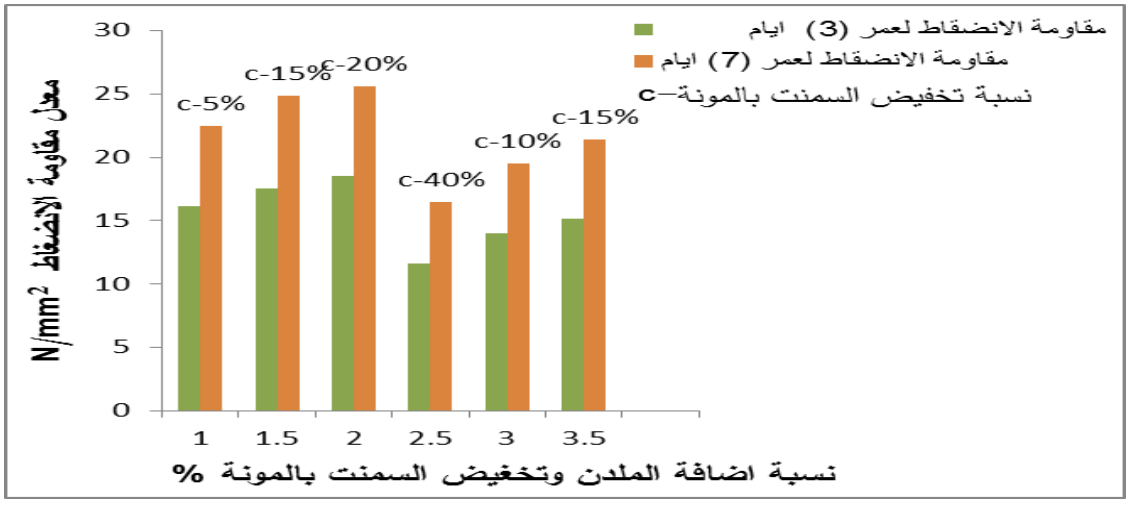
الشكل رقم(a-3) العلاقة بين نسبة الاضافة وتخفيض السمنت ومقاومة الانضغاط بالمونة الممزوجة



الشكل رقم(3-b) : العلاقة بين نسبة الاضافة وتخفيض السمنت ومقاومة الانضغاط بالمونة الممزوجة

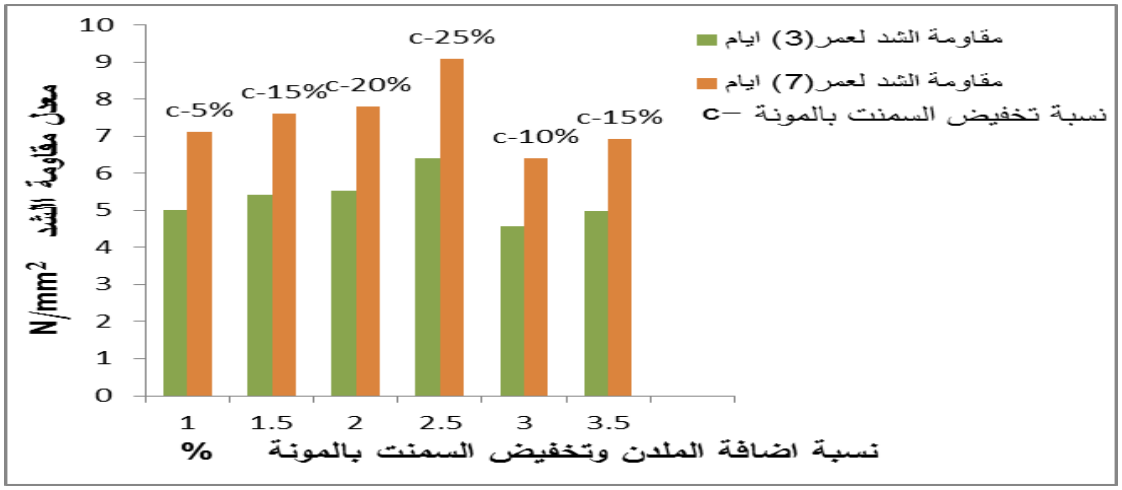


الشكل رقم (3-c) :العلاقة بين نسبة الاضافة وتخفيض السمنت ومقاومة الانضغاط بالمونة الممزوجة

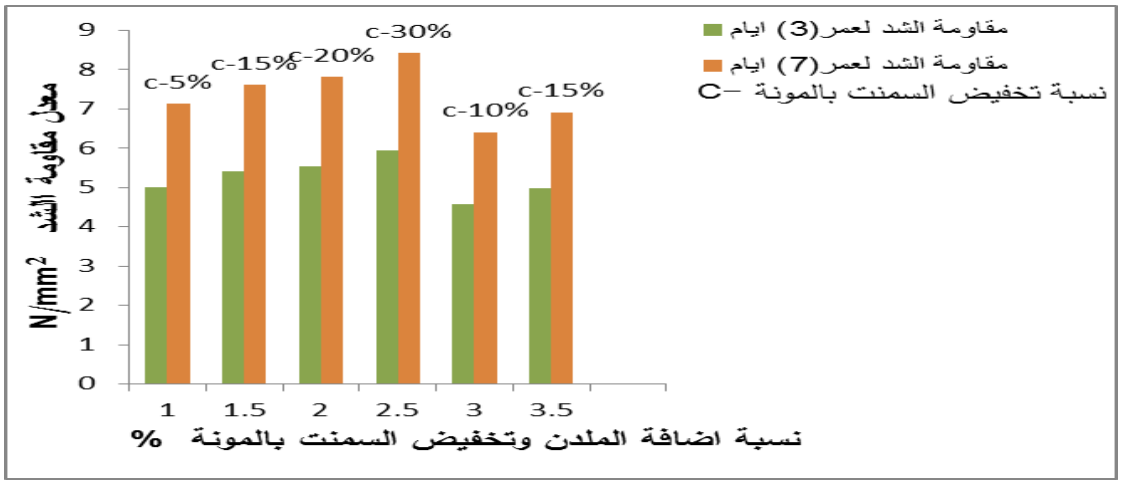


الشكل رقم(3-d) :العلاقة بين نسبة الاضافة وتخفيض السمنت ومقاومة الانضغاط بالمونة الممزوجة

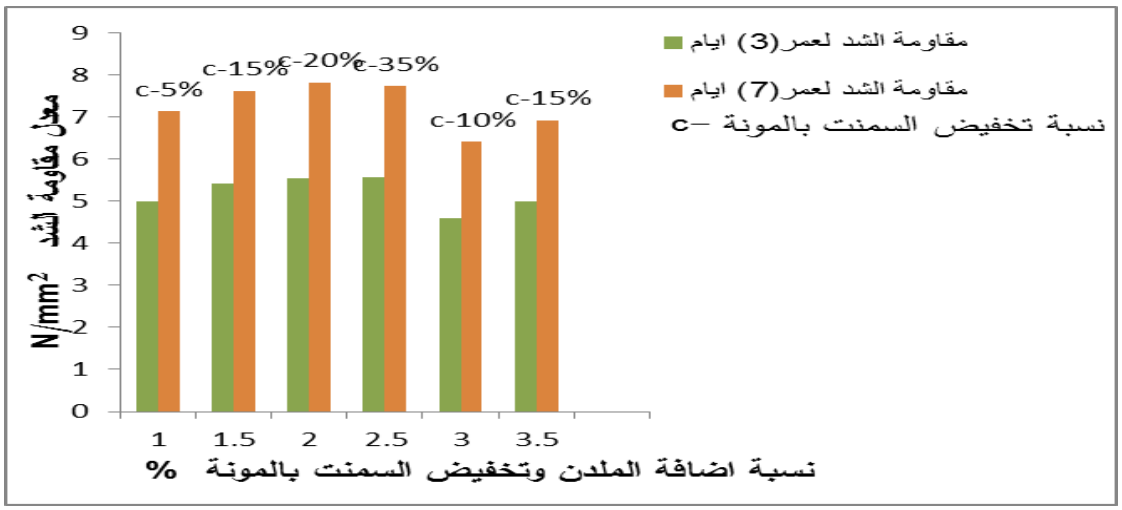
اشكال رقم (4) ادناه : العلاقة بين نسبة الاضافة وتخفيض السمنت ومقاومة الشد بالمونة الممزوجة وتغيّر مقاومة الشد عند تغيير نسبة تخفيض السمنت بنسبة الاضافة (**2.5**%) في كل شكل:



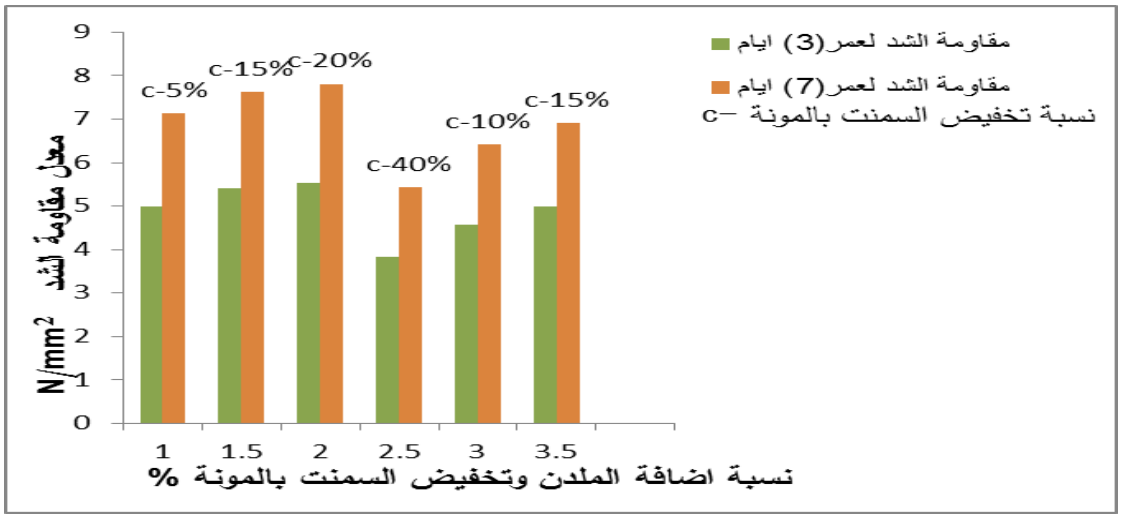
الشكل رقم(4-a) :العلاقة بين نسبة الاضافة وتخفيض السمنت ومقاومة الشد بالمونة الممزوجة



الشكل رقم(4-b): العلاقة بين نسبة الاضافة وتخفيض السمنت ومقاومة الشد بالمونة الممزوجة



الشكل رقم(4-c):العلاقة بين نسبة الاضافة وتخفيض السمنت ومقاومة الشد بالمونة الممزوجة



الشكل رقم (4-d):العلاقة بين نسبة الاضافة وتخفيض السمنت ومقاومة الشد بالمونة الممزوجة

الصور

بعض نماذج المونة للانضغاط والشد

فحص نماذج المونة للشد

جهاز فحص نماذج المونة للانضغاط