The Scientific Journal of Cihan University – Sulaimanyia **Vol. (1) Issue (3)**
ISSN 2520-7377 (Online), ISSN 2520-5102 (Print) ***PP: 406*-414**
DOI: http://dx.doi.org/10.25098/1.3.23 **May/2017**

استخدام عملية التطور *EVOP*للتجارب العاملية 2^2 في تطوير العمليات وتحقيق الامثلية بالتطبيق على مصنع الفتائح للاسمنت في مدينة درنة – ليبيا

ميعاد فاضل عليـــوي [1] عبيد محمود الزوبعي [2]
[1] (قسم الرياضيات، كلية الاداب والعلوم، جامعة عمر المختار، القبة، ليبيا)
[2] (رئيس قسم ادارة الاعمال، جامعة جيهان، السليمانية، العراق)

الملخص:

يتضمن هذا البحث استخدام عملية التطوير ***EVOP***للتجارب العاملية$\mathbf{2^2}$ لضبط جودة منتج الاسمنت في تحسين قوة مقاومة الانضغاط لهذا المنتج من خلال تحديد افضل تقدير للطور **C2S** احد الاطوار الرئيسية المكونة للكلنكر حيث بينت النتائج ان العينة التي تحقق افضل التقدير كانت عند مستويات اوكسيد الكالسيوم **(CaO = 60)** و ثاني اوكسيد السيليكون **(SiO2 = 23)**.

الكلمات المفتاحية: ***EVOP*** ، امثلية العملية ،تجربة$\mathbf{2^2}$، C_2S.

پوختە :

ئەم توێژینەوەیە بەکارهێنانی پرۆسەی پەرەپێدانی (ئیڤۆپ) باس دەکات، بۆ تاقیکردنەوە هاوکۆلکەییەکان2_K ،ی بۆ ڕێکخستنی کوالیتیی بەرهەمی چەمەنتۆ بۆ باشترکرنی هێزی ڕووبەڕووبونەوەی فشار لەکاتی فشارخستنەسەردا، ئەویش لە ڕێگەی دیاریکردنی باشترین هەڵسەنگاندنەوەی بۆ شێوەی (C2S)، کە یە کێکە لە شێوە پێکهاتەییەکانی کلینکەر،

دەرەنجامەکان دەریان خستووە، ئەو سامپڵەی باشترین هەڵسەنگاندنی هەیە، ئەوەیان کە لە ئاستی ئۆکسیدی کالسیۆم (60) و دوانۆکسیدی سلیکۆنەکەیشی (23) بووە

Abstract:

This research involves the use of the development process *EVOP*to the 2^2 factorial experiment to adjust the quality of the cement producer in improving the strength of compressive force of this product by identifying the best estimate of the phase C_2S one of the main components of the clinker where the results showed that the sample that achieve best estimate was at the oxide calcium levels (Cao = 60) and silicon dioxide (SiO_2 = 23).

The Scientific Journal of Cihan University – Sulaimanyia **Vol. (1) Issue (3)**
ISSN 2520-7377 (Online), ISSN 2520-5102 (Print) ***PP: 406*-414**
DOI: http://dx.doi.org/10.25098/1.3.23 May/2017

المقدمة

ان تطبيق طرق تصميم وتحليل التجارب له دور كبير في تحسين العمليات وما ينعكس ذلك على ضبط جودة المنتجات حيث من المعلوم إن تحسين العمليات الإنتاجية يؤدي إلى ضبط جودة المنتج وتقليل كلف تصنيعه ومن ثم تقليل الضائع من الوقت والجهد وبالتالي اتخاذ القرارات السليمة الخاصة بالإنتاج والتصنيع ويعتبر التصميم ألعاملي 2^2 من الاساليب الحديثة المستخدمة في ضبط جودة المنتجات الصناعية، هدف البحث تطبيق اسلوب ***EVOP(Montgomery,1984)*** لتحسين العملية والوصول بها إلى الامثلية فيكفاءة المنتج، تم التطبيق على مصنع الفتائح في درنة– ليبيا لتحسين نوعية الطور ***C2S*** احد أطوار الكلنكر في منتج الاسمنت .

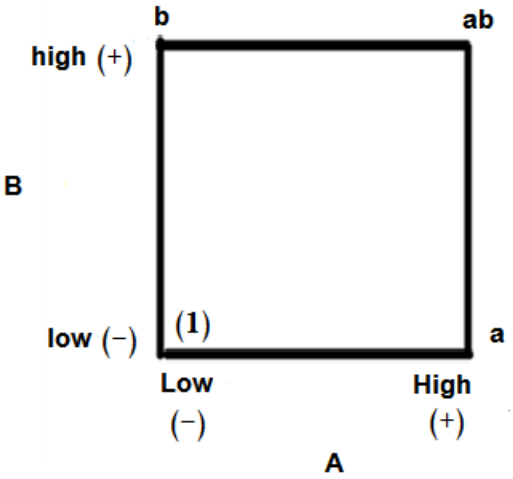
مواد وطرق العمل

التجارب العاملية 2^K

هي من النماذج المهمة في التجارب العاملية التي تستخدم في تحسين تطوير العمليات(***Worthan&Smith 1960***) حيث يكون هنا عاملين لكل منهما مستويان منخفض وعالي تتميز هذه النماذج بتحليل مبسط وتعتبر الأساس لكثير من التصميمات المهمة الأخرى.

تصميم 2^2

هذا النوع من التجارب بعاملين (**A,B**) كل منهما له مستويين عالي و منخفض (+ -) على التوالي يمكن تمثيل هذه التجربة بشكل مربع كما في الشكل (1) التالي :



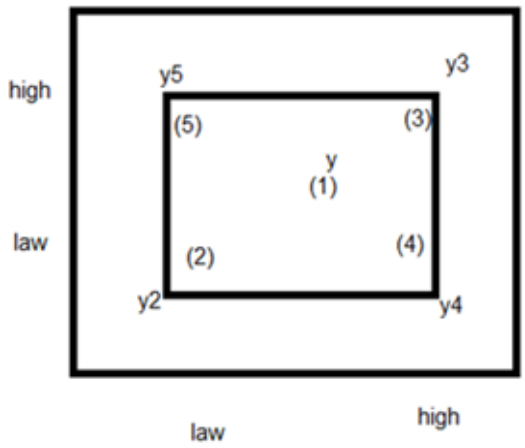
شكل (1) تصميم عاملي 2^2

يمكن تمثيل المقارنات لهذه التجربة باستخدام الحروف الصغيرة للعوامل فإذا كان الرمز موجود يعني أن العامل موجود في مستواه العالي وإذا كان غير موجود فالعامل في مستواه المنخفض(**Yates,1937**) مثلا الرمز **a** يشير إلى أن العامل **A**في مستواه العالي **b** في مستواه المنخفض وعندما يكون العاملين **B , A** في مستواهم المنخفض فيكون الرمز (1) وهكذا تطبق هذه الملاحظة على كل تجارب ,2^kالرموز ((*1*) ، ***a*** ، ***b*** ، ***ab***)تمثل مجموع المشاهداتالمأخوذة من التجربة لتقدير التأثيرات ل ***B , A*** نحسب متوسط المشاهدات ثم نقوم بأخذ متوسط المشاهدات في مستوى العامل العالي نطرح منها متوسط المشاهدات عندما يكون العامل في مستواه المنخفض (**Boston& McColl,2013**),وذلك أن تحدث تغيرات صغيرة منظمة في مستويات متغيرات تشغيل العملية باعتبار كل متغير له مستويين عالي***High***ومنخفض***law***بشكل لا يمكن أن يؤثر سلبا على خاصية الجودة في المنتج بعد ذلك نلاحظ تحسين كبير في العملية سوف يحدث(**Montgomery,1997**)...

لمتغيرين X_1 , X_2التراتيب الأربعة الممكنة للمستويين العالي والمنخفض لهما مبين في الشكل (**2**) مع نقطة إضافية في المركز ، عمليا تصميم 2^2 سيتمركز حول أفضل تقدير موجود في شروط التشغيل المثلى للعملية ، نقاط التصميم 2^2 ترقم ب (1,2,3,4) و (5)التي هي المركز، لتكنy_1, y_2, y_3, y_4, y_5 القيم المشاهدة لمتغير الاستجابة المتوافقة***Corresponding***لهذه النقاط بعد تدوير(تشغيل) مشاهدة واحدة عند كل نقطة من النقاط الأخرى تكون الدورة قد اكتملت ، علما أن التأثير الرئيسي للعامل هو متوسط التغير في الاستجابة الناتج عن التغير من المستوى

DOI: http://dx.doi.org/10.25098/1.3.23 May/2017

المنخفض إلى العالي للعامل(**Welch& Kwan,1989**)تأثير$\mathbf{X_1}$هو متوسط الفرق بين الاستجابة من الجانب الأيمن التصميم في الشكل (**2**) والاستجابة في الجانب الأيسر أو :



شكل (2) تجربة$\mathbf{2^2}$

وبنفس الطريقة يحسب تأثير $\mathbf{X_2}$بمتوسط الفرق في الاستجابة في الجانب الأعلى للتصميم والجانب الأسفل أي:

$$\mathbf{X_2\ effect} = \mathbf{1/(2)\ [(y_3 + y_5) - (y_2 + y_4)]}$$
$$= \mathbf{1/(2)\ [y_3 + y_5 - y_2 - y_4]} \ldots\ldots\ldots \mathbf{(2)}$$

فإذا كانت التغيرات في المستوى العالي إلى المنخفض لل$\mathbf{X_1}$ ينتج تاثير مختلف عن الفرق بين مستويات $\mathbf{X_2}$ فسيكون هناك تفاعل بين $\mathbf{X_2X_1}$:

$$\mathbf{(X_1 * X_2)}\boldsymbol{interaction} = \mathbf{1/(2)\ [y_2 + y_3 - y_4 - y_5]} \ldots\ldots\ldots\ldots \mathbf{(3)}$$

أو هو الفرق بين مجموع الأقطار في الشكل السابق(**Noordin & Abdulla ,2004**) ...

بعد **n** من الدورات تكون هناك**n** من المشاهدات عند كل نقاط التصميم الخمسة تأثيراتX_1,X_2وتفاعليهما يحسب بإبدال المشاهدات$\boldsymbol{yi}$ في المعادلات السابقة بالمتوسط$(\bar{y}_i)$ ، ل **n** من المشاهدات لكل نقطة بعد إكمال عدد من الدورات ،سيكون هناك واحد أوأكثر من متغيرات العملية أو تفاعلاتهم ستكون في المستوى الذي يحقق معنوية **y**عند حدوث ذلك لا بد من إجراء تغيير في شروط التشغيل السابقة لتحسين منتج العملية و يقال أن المرحلة **phase** أنجزت .(**Montgomery,1999**)

في اختبار معنوية متغيرات العملية و تفاعلاتهم لا بد من تقدير قيمة الخطأ التجريبي حيث يحسب من بيانات الدورة بمقارنة الاستجابة في النقطة المركزية بنقاط التصميم$\mathbf{2^k}$في التجارب العاملية، إذا كانت العملية تمركزت عند القيمة الأعظم فستكون الاستجابة في المركز أكثر معنوية من الاستجابة عند نقاط التجربة الخارجية ، تبرز اهمية ***EVOP***في التغذية العكسية للمعلومات المتولدة منها الى مشرفي ومصممي العمليات في المصانع ، داخل لوحة معلومـــــــــــــــــات***EVOP*** (**Montgomery,1999**).

الحسابات في ***EVOP***

معظم المقادير في حساب ***EVOP*** تتبع مباشرة تحليل التجارب العاملية$\mathbf{2^2}$ مثلا تباين أي تأثير للعوامل مثلاX_2:

$$\boldsymbol{V}[\mathbf{1/2\ ((y_3)\bar{} + (y_5)\bar{} - (y_2)\bar{} - (y_4)\bar{})}]$$
$$= \mathbf{1/n\ [\ [\![\sigma\hat{}2]\!]_(\bar{y}3) + [\![\sigma\hat{}2]\!]_(\bar{y}5) + [\![\sigma\hat{}2]\!]_(\bar{y}2)}$$
$$\mathbf{+ [\![\sigma\hat{}2]\!]_(\bar{y}4)\ ] = 1/n\ (4\ [\![\sigma\hat{}2]\!]_(\bar{y}))}$$
$$= \boldsymbol{\sigma\hat{}2/n} \quad \ldots\ldots\ (\mathbf{4})$$

حيث $\boldsymbol{\sigma^2}$ تباين مشاهدات (**y**)وهكذا انحرافين معياريين ل **95%**لحدود الخطأ لأي تأثير سيكون(**Montgomery,1997**)

$$\mathbf{2\ S} = \pm\mathbf{2}\ \boldsymbol{\sigma/\sqrt{n}}$$

The Scientific Journal of Cihan University – Sulaimanyia **Vol. (1) Issue (3)**
ISSN 2520-7377 (Online), ISSN 2520-5102 (Print) ***PP: 406*-414**
DOI: http://dx.doi.org/10.25098/1.3.23 May/2017

و التباين للتغير في المتوسط ***change in mean*** **CIM**)يكون :

$$\mathbf{V}(\boldsymbol{CIM}) = \mathbf{V}[\,\mathbf{1/4}\ (\,(\mathbf{y_2}\,)^{-} + (\mathbf{y_3}\,)^{-} + (\mathbf{y_4}\,)^{-} + (\mathbf{y_5}\,)^{-} - \mathbf{4}(\mathbf{y_1}\,)^{-}\,)$$
$$= \mathbf{1/25}\ (\,\mathbf{4}\ \blacksquare(\boldsymbol{\sigma}\mathbf{\hat{}}\mathbf{2@}\boldsymbol{\bar{y}}) + \mathbf{16}\ \blacksquare(\boldsymbol{\sigma}\mathbf{\hat{}}\mathbf{2@}\boldsymbol{\bar{y}})\,)$$
$$= \mathbf{20/25}\ \boldsymbol{\sigma}\mathbf{\hat{}}\mathbf{2}/\boldsymbol{n} \qquad (\mathbf{5})$$

و كذا

$$\mathbf{2}\boldsymbol{S}(\boldsymbol{CIM}) = \pm\mathbf{2}\boldsymbol{\sigma}\sqrt{((\mathbf{20/25})\boldsymbol{n})}$$
$$= \pm\mathbf{1.78}\ \boldsymbol{S}/(\sum\boldsymbol{n}) \qquad (\mathbf{6})$$

و التباين للفرق هو

$$\mathbf{D} = [\boldsymbol{yi}(\boldsymbol{n}) - \boldsymbol{\bar{yi}}(\boldsymbol{n}-\mathbf{1})]\mathbf{V}\,[\,\mathbf{y_i(n)} - \mathbf{y_1(n-1)}$$
$$\equiv \boldsymbol{\sigma}\mathbf{\hat{}}\mathbf{2}\,[\mathbf{n}/(\boldsymbol{n}-\mathbf{1})\,(\mathbf{n}-\mathbf{1})\,] \qquad (\mathbf{7})$$

و مدى الفروق $\mathbf{R_D}$ بالنسبة لتقدير توزيع الفروق ب $\boldsymbol{\sigma_D^2}$ حيث

$$\boldsymbol{\sigma}\mathbf{_D\hat{}2} = \boldsymbol{RD}/\boldsymbol{d}\mathbf{_2} \implies \boldsymbol{RD}/\boldsymbol{d}\mathbf{_2} = \boldsymbol{\sigma}\mathbf{\hat{}}\mathbf{2}\,\sqrt{(\mathbf{n}/(\mathbf{n}-\mathbf{1})\,)}$$

لذلك سيكون

$$\boldsymbol{\sigma}\mathbf{\hat{}}\mathbf{2} = \sqrt{(((\mathbf{n}-\mathbf{1}))/\mathbf{n})} \quad \mathbf{RD}\,/\boldsymbol{d}\mathbf{_2} = \mathbf{f_((k.n))}\ \mathbf{R_D} \equiv \boldsymbol{S} \qquad (\mathbf{8})$$

تستخدم لتقدير الانحراف المعياري للمشاهدات حيث **K** تمثل عدد النقاط المستخدمة في التصميم هنا **K =5** لتجربة 2^2 مع نقطة المركز...قيم$\mathbf{f_{(K,n)}}$**(Myer's&Montgomery,1995)**يمكن حسابها من الجدول الخاص بعملية التطور.

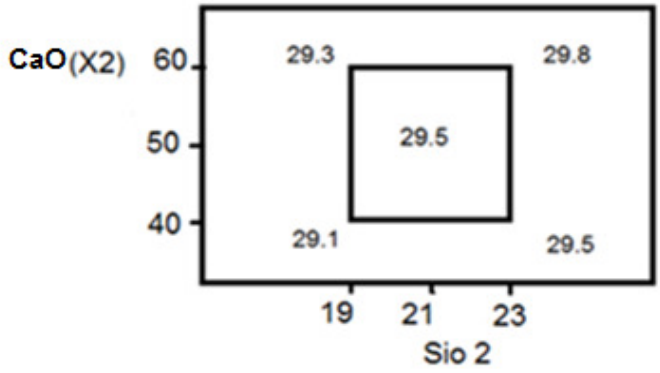
النتائج والمناقشة

اخترنا تطبيق عملية التطوير على مستوى العامل $\boldsymbol{C_2S}$سيليكات ثنائي الكالسيوم احد الأطوار الأربعة المكونة للكلنكر حيث تم اختيار 5 عينات مسحوبة للطور $\boldsymbol{C_2S}$ عند المستويين العالي والمنخفض لكل من $\boldsymbol{CaO}$سيليكات ثلاثي الكالسيوم و$\boldsymbol{SiO_2}$ثاني أكسيد السليكون من سجلات مختبر الجودة ولأيام مختلفة تم اختيار خمس عينات من سجلات مختبر الجودة عند المستويين العالي والمنخفض للمركبين المذكورين**C2S** كما في الجدول (1):

جدول (1) عينات الطور **C2S**

Cao/SiO2	19	21	23
40	29.1		29.3
50		29.8	
60	29.3		30.8

كما في الشكل التالي (هذه القيم تمثل نسب مئوية لأوزان العينات المسحوبة) :



شكل(3) تصميم 2^2 للطور **C2S**

المطلوب أن نصل إلى أفضل عينة التي تعطي أفضل تقدير ل C_2S كأحد الأطوار الرئيسية المكونة للاسمنت و حسب المعادلات من (1) ...(8) في الجانب ألنظري هنا القيمة (29.3) تمثل تركيز العامل **C2S** عند الحد الاعلى ل **CaO** والحد الادنى ل**SiO2** وهكذا لبقية العينات ولان الطور **C2S** من الاطوار المهمة المكونة للاسمنت فنحاول هنا ايجاد افضل تركيز له عند مستويات مختلفة للعاملين المذكورين ، فكرة العمل هنـــــــــــــــا :

احداث تغيرات طفيفة على مستويات المتغيرات الداخلة في العملية (العالي والمنخفض) بحيث لا تحدث أي إرباك للعمل وبتتابع العمل نصل لاحقا الى نتائج مرضية في تحسين سير العملية .

تبدأ الدورة الاولى بالعينات الخمسة المسحوبة باعتبارها اساس لانطلاق العملية ، حيث تمثل متوسطات العملية الابتدائية (المفترضة) ، هنا حسابات الانحراف وحدود الخطأ تمثل هنا بالرموز فقط وستحسب البيانات لاحقا ... وهكذا تحسب التأثيرات للعوامل **S** الذي يمثل **SiO2** و العامل **C** الذي يمثل **C3S** حسب المعادلة (2) وحساب تفاعل هذين العاملين والتغير في مستوى التأثير في الجدول (1) حيث كان تأثير العامل **S** كما يلي :

$$S = 1/2\ (29.8+29.5 - 29.1 - 29.3) = 0.45$$

وهكذا تأثير **C** :

$$C = 1/2\ (29.8+29.1 - 29.3 - 29.5) = 0.25$$

أما تأثير تفاعل العاملين فيحسب بنفس الطريقة حيث يساوي **(0.05)**.

اما الدورة الثانية في الجدول (3) فتبدأ بنفس العينات باعتبارها مجموع ومتوسط الدورة السابقة اما المشاهدات الجديدة فهي عبارة عن تغيير بسيط في قيم العينات السابقة زيادة او نقصان بشكل عشوائي ثم حساب الانحراف **S** الجديد بضرب قيمة المدى (2) في قيمة **f(n,k)** الجدولية عند **K = 5** و **n = 2** في الجدول (3) كانت تساوي (0.30) والمدى يحسب من الفروق بين المشاهدات الأصلية والمشاهدات الجديدة **[(-1) -1]** حيث يساوي (2) ، اما المجاميع الجديدة فتحسب بجمع المشاهدات الأصلية والجديدة ثم تقسم المجاميع على 2 حيث **(n=2)** لنحصل على المتوسطات الجديدة ، اما الانحراف المعياري للمتوسطات الجديدة فيحسب بقسمة **S** الجديد على **(2-1)**..

اما بالنسبة لحساب حدود الخطأ والتأثيرات فتطبق المعادلات السابقة الذكر ،حيث حد الخطأ للمتوسط الجديد يكون بضرب 2 في **S** الجديد مقسوم على $\sqrt{n}$ حيث يساوي 0.85 ، وبنفس الطريقة لحساب الخطأ للتأثير الجديد فكان = 0.85 أيضا ، اما الخطأ للتغير في المتوسط فيحسب بضرب 1.78 في **S** الجديد مقسوم على $\sqrt{n}$ والناتج = 0.76 ، أما التأثيرات فتحسب من المعادلة (2) حيث تأثير **X1** الذي يمثل **(S)** كما يلي :

$$S = 1/2\ (30.3 + 29 - 29.25 - 28.95) = 0.55$$

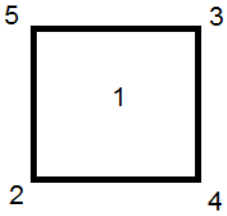
اما تأثير **X2** الذي يمثل **C** يحسب:

$$C = 1/2\ (30.3 + 28.95 - 29.25 - 29) = 0.5$$

وكذا التفاعل للعاملين = 0.8 .... نجد في هذه الدورة أن تأثيرات **C** و **S** اقل من حدود الخطأ لكل منهما و بالتالي لا يوجد تأثير حقيقي للعملية و لا يوجد تغيير في ظروف العملية ، وبالتالي نبدأ الدورة الثالثة في الجدول (4).

جدول (2) حسابات **EVOPn = 1**

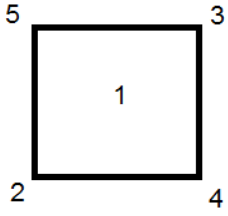
The Scientific Journal of Cihan University – Sulaimanyia **Vol. (1) Issue (3)**
ISSN 2520-7377 (Online), ISSN 2520-5102 (Print) ***PP: 406*-414**
DOI: http://dx.doi.org/10.25098/1.3.23 May/2017



Phase (1) الدورة **n = 1**

حساب الانحراف المعياري	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	ظروف التشغيل
						مجموع الدورة السابقة **(i)**
S=... المجموع السابق	29.3	29.5	29.8	29.1	29.5	متوسط الدورة السابقة **(ii)**
S = ... المتوسط السابق						المشاهدات الجديدة **(iii)**
S=R* f(k,n) الجديد						الفروق **(iv)** [(ii) - (iii)]
R =.... المدى						المجموع الجديد **(v)**[(i) + (iii)]
S =... المجموع الجديد						المتوسط الجديد $\bar{y}i = \frac{v}{n}$ **(vi)**
$S = \frac{s\text{الجديدالمجموع}}{n-1}$ المتوسط الجديد **S**						
حساب حدود الخطأ			حساب التاثيرات			
$s = \frac{2}{\sqrt{n}}$ المتوسط الجديد =..			$\text{تاثير } S = \frac{1}{2}(\bar{y}3 + \bar{y}4 - \bar{y}2 - \bar{y}5) = 0.45$			
$s = \frac{2}{\sqrt{n}}$ للتاثيرات الجديدة =..			$\text{تاثير } C = \frac{1}{2}(\bar{y}3 + \bar{y}5 - \bar{y}2 - \bar{y}4) = 0.25$			
			$\text{تاثير التفاعل } C * S = \frac{1}{2}(\bar{y}2 + \bar{y}3 - \bar{y}4 - \bar{y}5) = .05$			
$s = \frac{1.78}{\sqrt{n}}$ للتغير في المتوسط = ⋯			$\text{التغير في متوسط التأثير} = \frac{1}{5}(\bar{y}2 + \bar{y}3 + \bar{y}4 + \bar{y}5 - 4\,\bar{y}1) = -.06$			

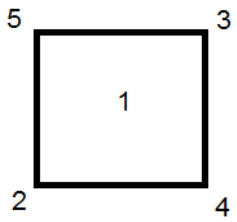
جدول (3) حسابات **EVOPn = 2**



phase I الدورة **n = 2**

ظروف التشغيل	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	
مجموع الدورة السابقة **(i)**	29.5	29.1	29.8	29.5	29.3	= المجموع السابق
متوسط الدورة السابقة **(ii)**	29.5	29.1	29.8	29.5	29.3	= المتوسطات السابقة
المشاهدات الجديدة **(iii)**	30	29.4	30.8	28.5	28.6	**S=2*0.30=0.60** الجديد
الفروق **(iv)** [**(ii)** - **(iii)**]	**-.5**	**-.3**	-1	1	0.7	**R= 2.0**
المجاميع الجديدة [**(iii)** + **(v)**][**(i)**]	59.5	58.5	60.6	58	57.9	**S= 0.60** المجموع الجديد
المتوسطات الجديدة = $\bar{y}i$ **(vi)** $\frac{v}{n}$	29.75	29.25	30.3	29	28.95	المتوسطات الجديدة $= \frac{0.60}{2-1} = 0.60$
						$s = \frac{2}{\sqrt{2}} 0.60 = 0.85$ للمتوسط الجديد $\frac{2}{\sqrt{n}}$
						$\frac{2}{\sqrt{2}} 0.60 = 0.85$ =للتاثير الجديد
S*c=.8 تاثير التفاعل						
تغير في متوسط التأثير						$\frac{1.78}{\sqrt{2}} 0.60 = 0.76$ = للتغيير من المتوسط

جدول (**4**) حسابات **EVOP** عند **n = 3**

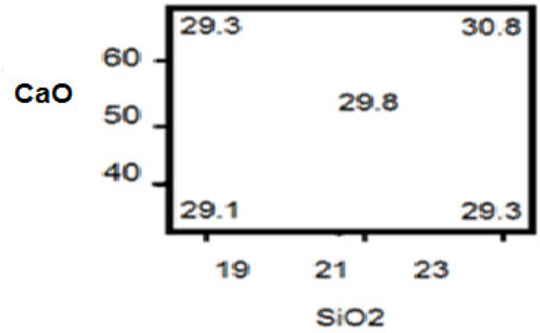


The Scientific Journal of Cihan University – Sulaimanyia **Vol. (1) Issue (3)**
ISSN 2520-7377 (Online), ISSN 2520-5102 (Print) ***PP: 406*-414**
DOI: http://dx.doi.org/10.25098/1.3.23 May/2017

Phase l الدورة **n = 3**

	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	ظروف التشغيل
S = 0.60 المجموع القديم	57.9	58	60.6	58.5	59.5	مجموع الدورة السابقة **(i)**
S = 0.60 المتوسط القديم	28.95	29	30.3	29.25	29.75	متوسط الدورة السابقة **(ii)**
S = 0.77 الجديد	30.9	29.9	31.8	29	30	المشاهدات الجديدة **(iii)**
R = 2.2	-1.95	**-.9**	-1.5	0.25	**-.25**	الفروق **(iv)** [**(ii)** - **(iii)**]
S= 1.37 المجموع الجديد	**87.9**	**87.9**	**92.4**	**87.5**	**89.5**	المجاميع الجديدة **(v)** [**(i)** + **(iii)**]
S = 0.68 المتوسطات الجديدة	29.3	29.3	30.8	29.1	29.8	المتوسطات الجديدة **(vi)** $\bar{y} = \frac{v}{n}$
حساب حدود الخطأ						
0.78 = 68 . $\frac{2}{\sqrt{3}}$ * للمتوسط الجديد =						
S = 0.78 للتاثيرات الجديدة						
0.69 = للتغيير في المتوسط						
-.76 = التغير في متوسط التأثير						

النتائج في الدورة الثالثة مبينة في الجدول (4) ، تأثير العامل **S** و العامل **C** تزيد عن حدود الخطأ لهما ،نتوقف هنا والتغيير الذي حصل في ظروف العملية كان مقنع ومبرر،و من الممكن أن نبدأ دورة تطـــــــــور جديدة حول النقطـــــة (3) باعتبارها مركز للدورة الجديدة (C_3S **= 60**)و (**SiO2 = 23**) ، يمكن الاستفادة من المعلومات المتحصلة من التغييرات التي أجريت على العملية في تطور العملية الانتاجية وتحقيق الامثلية.



شكل (4) لوحة معلومات **EVOP**– الدورة الثالثة

الاستنتاجات

1- عملية التطوير الطريقة المناسبة لدفع عملية الانتاج نحو الامثلية لتجنب حدوث الانحرافات فيها واتخاذ الاجراءات التصحيحية المبكرة مع ضمان عدم حدوث اي خلل في عملية التشغيل .
2- بينت عملية التطوير ان العينة التي تعطي افضل تقدير ل C_2S احد الاطوار الرئيسية للكلنكر كانت عند اوكسيد الكالسيوم **(CaO = 60)** وثاني اوكسيد السيليكون **(SiO2 =23)**.

3- أدى تطبيق هذه العملية الى تحسين سير العملية الانتاجية وزيادة جودة المنتج من تحقيق وتطوير قوة مقاومة الانضغاط للاسمنت من خلال الطور **C2S**كاحد الاطوار الاربعة الرئيسية المكونة للكلنكر.

التوصيات

من خلال ماتقدم نوصي بما يلي :

1- استخدام طريقة التطوير في جميع المراحل الانتاجية للحصول على الامثلية مبكرا من المراحل الاولى للتصنيع وبالتالي انتاج منتج مطابق للمواصفات.

2- استخدام اساليب الضبط الاحصائية في المصانع ووضع برامج تدريبية متخصصة في مجال الجودة يساهم في تحسين نوعية المنتج وتحقيق المنافسة المطلوبة في سوق الانتاج.

المصادر والمراجع

1) Montgomery,D.C.(1984*),*Design & Analysisof Experimental ,SecondEdition ,John Wiley & Sons Inc.

2) Montgomery,D.C. ,(1997),Introduction to statisticalquality control, Third edition, New York : John Wiley and Sons.*INC* .

3) Montgomery ,D.C.(1997),Design & Analysis of Experiments ,4th ed., John Wiley & Sons, New York.

4) Montgomery ,D.C. and Ranger, G.C. (1999),Applied statistics and probability for engineers, second edition, New York : John Wiley and Sons.INC.

5) Montgomery, D.C.(1999), experimental design for product and process design and development, The statistician No.48,Part2,PP.(159-170).

6) Myers ,R.& Montgomery ,D.C.(1995), Response Surface methodology: process and product optimization using designed experiment ,John Wiley & Sons.*INC.*

7) Noordin ,M.Y.& Abdullah .A. (2004), Application of response surface methodology in describing the performance of coated carbide tools when turning AISI 1045 steel ,Journal of Material Processing Technology,145.

8) Valerie .J. Boston& John. H. McColl,(2013),Design of experiments &ANOVA, Statistics Glossary,V1.1 ,STEPS.

9) Welch, w.& Tat- Kwan Yu. (1989) computer experiments for quality control by parameter design - IIQP research report - RR-(6-89).

10) Wrotham, A.W.&T.E. Smith (1960), Practical Statistics in Experimental Design – Dallas: Dallas Publishing House.

11) Yates,F. (1937),The Design and Analysis of Factorial Experiment Imperial Bureau of Soil Sciences. Tech. Comm. , 35.