

A Contribution to Select the Optimum Equation to Calculate Shear Strength of Self- Compacting Concrete Beams Without Stirrups

Dr. Ghandi Ali Jahjah*
Wa'ad Ibrahim al-Khateeb**

(Received 11 / 9 / 2019. Accepted 1 / 7 / 2020)

□ ABSTRACT □

Interest in recent years has increased in SCC, a new generation of high-performance concrete that can be placed under the influence of its own weight without pressure or the use of vibrators and thus flow smoothly through dense reinforcing steel. In this study we summarized the experimental results of (166) beams in (22) researches about the shear behavior of a self-compacting concrete beams without stirrups. We calculated the nominal shear strength of these beams according to the equations of the normal concrete in six global codes (ACI-318-14) ,(AAS3600-2009) ,(JSCE-2006) ,(NZS3101-2006) ,(EC2-2004) ,(BS8110-1997), Then we conducted a statistical study of (performance factor) the ratio of experimental shear force to shear force calculated according to these codes, it was clear that the calculation according to (**AAS3600-2009**) gave the lowest coefficient of variation (COV=28.46%), While (pf=1.81%), and the coefficient of determination (R = 0.76) did not meet the requirement of (R <0.8), while the calculations according to the British code (**BS8110-1997**) gave the largest correlation factor between the studied codes (R = 0.86), but (COV=33.69%), and (pf=%23.49).

We also conducted a statistical study of the results of the calculation of the beams according to the relations proposed in (8) reference studies where the relationship proposed by **Bazant and Sun1987** gave the lowest coefficient of variation (COV = 27.03%) and coefficient of determination (R = 0.89), but (pf=68.67%), while the equation proposed by **Frosh 2003** gave (COV = 45.33%), (R = 0.71), (pf=1.81%), which is a good ratio.

Keywords: Shear Strength, Self- Compacting Concrete, Statistical study, coefficient of variation (COV), and the coefficient of determination (R)

* Professor- Department of Structural Engineering- Faculty of Civil Engineering- Tishreen University- Lattakia- Syria.

** Postgraduate Student (PhD)- Department of Structural Engineering- Faculty of Civil Engineering- Tishreen University- Lattakia- Syria.

مساهمة في تحديد العلاقة الأمثل لحساب مقاومة القص لجيزان من البيتون ذاتي التوضع بدون تسليح عرضي

د. غاندي علي ججاج*

وعد إبراهيم الخطيب**

(تاريخ الإيداع 11 / 9 / 2019. قُبِلَ للنشر في 1 / 7 / 2020)

□ ملخص □

زاد الاهتمام في السنوات الأخيرة بالبيتون ذاتي التوضع SCC الذي يعتبر جيلاً جديداً من البيتون عالي الأداء يستطيع التوضع تحت تأثير وزنه الذاتي بدون ضغط أو استخدام رجاجات وبالتالي التدفق بسلاسة عبر حديد التسليح الكثيف، نلخص في هذه الدراسة النتائج التجريبية لـ (166) جازر من (22) بحث تجريبي حول سلوك القص لجيزان من البيتون ذاتي التوضع بدون تسليح قص، حيث قمنا بحساب مقاومة القص الاسمية لهذه الجيزان وفق علاقات الحساب للبيتون العادي في ستة كودات عالمية هي (ACI-318-14)، (AAS3600-2009)، (JSCE-2006)، (NZS3101-2006)، (EC2-2004)، (BS8110-1997)، ثم أجرينا دراسة إحصائية لنسبة قوة القص التجريبية إلى قوة القص المحسوبة (عامل الأداء، pf) وفق هذه الكودات خلصنا فيها إلى أن الحساب وفق الكود الأسترالي (AAS3600-2009) أعطى معامل انحراف (COV=28.46%) أقل من باقي الكودات ونسبة العينات ذات المقاومة الاسمية الأكبر من التجريبية كانت (1.81%) في حين أن معامل الارتباط (R=0.76) لا يحقق شرط (R>0.8)، أما الحسابات وفق الكود البريطاني (BS8110-1997) أعطت أكبر عامل ارتباط بين الكودات المدروسة (R=0.86) إلا أن معامل الانحراف كان (COV=33.69%) وتبين أن نسبة العينات ذات المقاومة الاسمية الأكبر من التجريبية كانت (23.49%).

كما قمنا أيضاً بدراسة إحصائية لنتائج حساب الجيزان وفق علاقات مقترحة في (8) دراسات مرجعية حيث أعطت العلاقة المقترحة من قبل Bazant and Sun1987 أقل معامل انحراف (COV=27.03%) ومعامل ارتباط (R=0.89) إلا أن نسبة 68.67% من العينات المحسوبة وفق هذه العلاقة أكبر من المقاومة التجريبية الأمر المرفوض تماماً، في حين أعطت علاقة Frosh 2003 معامل انحراف (COV=45.33%) ومعامل ارتباط (R=0.71) ونسبة العينات ذات المقاومة الاسمية الأكبر من التجريبية كانت (1.81%) وهي نسبة جيدة.

الكلمات المفتاحية: مقاومة القص، البيتون ذاتي التوضع، دراسة إحصائية، معامل الانحراف، معامل الارتباط.

* أستاذ - قسم الهندسة الإنشائية - كلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

** طالب دكتوراه - قسم الهندسة الإنشائية - كلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

مقدمة:

انتشرت مؤخراً تقنية البيتون ذاتي التوضع (SCC) وهو نوع من البيتون عالي الأداء يتمتع بقابلية تدفق عالية مع مقاومة انفصال الحصىات ونزف الاسمنت مع قابلية ملء القوالب دون الحاجة لرج، وعادةً ماينتج هذا البيتون بتخفيض كمية الحصىات خشنة وأقطارها الأمر الذي يؤثر سلباً على مقاومته للقص، وبالتالي من البديهي والضروري علمياً أن تكون مقاومة القص للبيتون ذاتي التوضع موضع دراسة واهتمام العلماء والباحثين الانشائيين خاصةً وأن مقاومة القص للبيتون العادي حتى تاريخه ماتزال موضع بحث وتعديل. إن العوامل المؤثرة على مقاومة القص للبيتون سواء العادي أو ذاتي التوضع متعددة منها: المقاومة المميزة للبيتون، نسبة التسليح الطولي، معامل تأثير الحجم (a/d)، كمية وقطر الحصىات الخشنة... وتعرض في هذه الدراسة إلى تقييم علاقات الحساب وفق أهم الكودات العالمية والدراسات المرجعية.

أهمية البحث وأهدافه:

تهدف دراستنا في هذا البحث إلى تحديد العلاقة الأفضل في حساب مقاومة القص لجيزان من البيتون ذاتي التوضع بدون تسليح قص وذلك من بين مجموعة من علاقات الكودات العالمية والدراسات المرجعية لحساب مقاومة القص للبيتون العادي، حيث تكمن أهمية بحثنا هذا في تقييم العديد من الدراسات المرجعية ونتائج الاختبار لجيزان من البيتون ذاتي التوضع بدون تسليح قص، وإجراء دراسة إحصائية مفصلة لاختيار العلاقة الأفضل من بين علاقات أهم الكودات العالمية والأبحاث المتوفرة.

طرائق البحث ومواده:

تم اعتماد التحليل الاحصائي في تحديد العلاقة الأفضل لحساب مقاومة القص وحساب مجموعة من القيم الإحصائية المشروحة في فقرة التحليل الاحصائي ($R^2, R, AAE, SD, COV, A_{ve}$) وتحديد العلاقة المحققة لشروط هذا التحليل.

علاقات حساب مقاومة القص:

تتوعت علاقات حساب القص في الدراسات المرجعية من علاقات تجريبية، علاقات تحليلية، علاقات تجريبية-تحليلية، ونورد فيما يلي علاقات الحساب وفق أهم الكودات العالمية، والعلاقات من الدراسات المرجعية المتوفرة.

الكود البريطاني BS8110-1997 [5]:

يعطي الكود البريطاني مقاومة القص للجيزان البيتونية بدون تسليح عرضي بالعلاقة:

$$V_c = \left[0.79(100\rho)^{1/2} \left(\frac{400}{d}\right)^{0.25} \left(\frac{f_{cu}}{25}\right)^{1/3} \right] bd \text{ for } \frac{a}{d} > 2 \quad (1)$$

$$V_c = \left(2\frac{d}{a} \right) \left[0.79(100\rho)^{1/2} \left(\frac{400}{d}\right)^{0.25} \left(\frac{f_{cu}}{25}\right)^{1/3} \right] bd \text{ for } \frac{a}{d} < 2$$

حيث:

- V_c مقاومة الجائز على القص.
- ρ نسبة التسليح الطولي المشدود.
- a بعد نقطة تطبيق القوة عن المسند.
- f_{cu} المقاومة المكعبية للبيتون.
- d الارتفاع الفعال للمقطع العرضي.
- b عرض المقطع العرضي.
- a/d معامل تأثير الحجم.

وفي حال كانت المقاومة المكعبية للبيتون $f_{cu} \geq 40 \text{ Mpa}$ يستبدل الحد $\left(\frac{f_{cu}}{25}\right)^{1/3}$ بالحد $\left(\frac{f_{cu}}{40}\right)^{1/3}$ في العلاقة رقم (1).

الكود الأوروبي EC2-2004 : [9]

يتم حساب مقاومة القص للجيزان البيتونية بدون تسليح عرضي وفق الكود الأوروبي بالعلاقة:

$$V_u = 0.18 \left(1 + \sqrt{\frac{200}{d}}\right) (100\rho f_{ck})^{1/3} bd \leq 0.35 \left(1 + \sqrt{\frac{200}{d}}\right)^{2/3} \sqrt{f_{ck}} bd \quad (2)$$

حيث:

V_u - مقاومة الجائز الحديدية على القص. f_{ck} - المقاومة الأسطوانية للبيتون.

الكود النيوزلاندي (NZS 3101-2006) : [11]

يعطي الكود النيوزلاندي مقاومة القص للجائز البيتونية غير المسلح على القص بالعلاقة:

$$V_c = k_a k_d v_b bd \quad (3)$$

حيث:

k_a - معامل القطر الأعظمي للحصويات ويؤخذ 0.85 للقطر 10مم وما دون ويؤخذ 1 للقطر 20مم وما فوق.

$k_d = \left(\frac{400}{d}\right)^{0.25}$ - معامل حجم الجائز.

$$v_b = (0.07 + 10\rho)\sqrt{f_c} \quad \text{ويجب أن يكون } 0.08\sqrt{f_c'} \leq v_b \leq 0.2\sqrt{f_c}$$

الكود الياباني JSCE2007 : [12]

تعطى مقاومة القص للجائز البيتونية غير المسلح على القص وفق الكود الياباني بالعلاقة:

$$V_{Rd1} = 0.2(100\rho_w f_c')^{1/3} \left(\frac{1000}{d}\right)^{1/4} bd \quad (4)$$

حيث:

V_{Rd1} - مقاومة الجائز على القص. P_w - نسبة التسليح الطولي المشدود.

الكود الاسترالي AS3600-2009 : [14]

يتم حساب مقاومة القص للجيزان البيتونية بدون تسليح عرضي وفق الكود الاسترالي بالعلاقة:

$$V_c = \beta_1 \beta_2 \beta_3 b_v d_0 f_{cv} \left(\frac{A_{st}}{b_v d_0}\right)^{1/3} \quad (5)$$

حيث:

β_1 - عامل تأثير ارتفاع المقطع العرضي ويؤخذ للعناصر بدون تسليح قص

$$\beta_1 = 1.1 \left(1.6 - \frac{d_0}{1000}\right) \geq 0.8$$

β_2 - عامل القوة المحورية ويؤخذ للعناصر غير المعرضة لقوى محورية $\beta_2 = 1$.

$$\beta_3 = 1 \text{ or } \frac{2d_0}{a_v} \leq 2$$

f_{cv} - عامل مقاومة البيتون ويعطى بالعلاقة $f_{cv} = (f_c')^{1/3} \leq 4 \text{ Mpa}$.

b_v - عرض المقطع العرضي. d_0 - الارتفاع الفعال للمقطع العرضي.

A_{st} - مساحة التسليح الطولي المشدود.

الكود الأمريكي 14-318-ACI : [25]

تعطى مقاومة القص للجائز البيتوني غير المسلح على القص وفق الكود الأمريكي بالعلاقة:

$$V_c = \left(\sqrt{f'_c} + 120\rho \frac{V_u d}{M_u} \right) bd/7 \quad (6)$$

حيث M_u , V_u - العزم والقص الحديين عند المقطع الذي يتم حساب مقاومة القص فيه. والعلاقات التالية هي علاقات مقاومة القص للجيزان البيتونية غير المسلحة على القص والمعتمدة في الدراسات المرجعية المتوفرة.

[1] :Zsutty 1968

$$V_u = 2.3 \left[\left(\rho f'_c \frac{d}{a} \right)^{\frac{1}{3}} \right] ebd \quad (7)$$

$$e = \begin{cases} 2.5 \frac{d}{a} & \text{for } \frac{a}{d} < 2.5 \\ 1 & \text{for } \frac{a}{d} \geq 2.5 \end{cases} \quad \text{حيث}$$

[2] :Bazant and Kim 1984

$$V_u = \frac{10(\rho)^{1/3}}{\sqrt{1+\frac{d}{a}}} (0.83\sqrt{f'_c} + 20.69 \sqrt{\frac{\rho}{(\frac{d}{a})^5}}) bd \quad (8)$$

حيث: da - قطر أكبر حبة بحص مستخدمة في الخلطة البيتونية.

[3] :NIWA1987

$$V_{Rd1} = 0.2(0.75 + \frac{1.4d}{a})(100\rho_w f'_c)^{1/3} (\frac{1000}{d})^{1/4} bd \quad (9)$$

[4]:Sarsam and Al-Musawi1992

$$V_u = 1.8 \left[\left(\rho f'_c \frac{d}{a} \right)^{0.38} \right] bd \quad (10)$$

[6] :Kim et al 1999

$$V_u = \left[0.2(1 - \sqrt{\rho}) \left(\frac{d}{a} \right)^r (\sqrt{f'_c} + 1020\rho^{0.9} \left(\frac{d}{a} \right)^{0.6}) \right] bd \quad (11)$$

ويعطى العامل r بالعلاقة: $r = \left(\frac{d}{a} \right)^{0.6} (\rho)^{-0.1}$

[7] :Zararis and Papadakis 2001

$$V_u = \left[\left\{ 1.2 - 0.2 \frac{a}{d} d \right\} \frac{c}{d} f_{ct} \right] bd \quad (12)$$

ويجب أن يكون $\left\{ 1.2 - 0.2 \frac{a}{d} d \right\} \geq 0.65$

[8] :FROSH 2003

$$V_c \quad ,0.5 \quad (13)$$

حيث:

c - ارتفاع منطقة الضغط وتعطى بالعلاقة

n - أمثال التعادل وتعطى بالعلاقة

$$n = \frac{E_s}{E_c}$$

[26] :Kou et al 2014

$$V_u = 1.17 \left(\frac{d}{a} \right)^{-0.7} \sqrt{f'_c} bc \leq 0.83 \sqrt{f'_c} bc \quad (14)$$

حيث:

$$\frac{c}{d} = \sqrt{2\rho n + (\rho n)^2} - \rho n$$

الدراسة المرجعية:

تم اختيار مجموعة من الدراسات المرجعية بلغ عددها 22 بحث تضمنت 166 جازر من البيتون ذاتي التوضع بدون تسليح عرضي، تنوعت فيها العوامل المؤثرة على مقاومة القص كما هو مبين في الجدول (1).

الجدول (1). مواصفات الجيزان من الدراسات المرجعية.

الدراسة المرجعية	عدد الجيزان	b	d	a/d	ρ%	f _c
		mm	mm			Mpa.
M.Lachemi 2005 [10]	12	100	253-100	2.14-1.05	0.016-0.0115	58-53
AAA.Hassan etal 2008[13]	10	400	-100 667.50	2.5	0.02-0.01	45
AAA.Hassan etal 2010[15]	1	400	310.5	2.5	0.01	45
Boel2010[16]	4	100	130	3-2.5	0.01	60.70-55.8
Sudheer Reddy L. 2011[17]	4	100	150	4-1	0.04	70
ATSHAN 2012[19]	3	100	146	2.05	0.02	-29.36 49.20
Safan 2012[18]	28	100	135-134	2.61-2.59	0.02-0.01	75-26
Arezoumandi 2013[20]	6	300	400-375	3.2-2.61	0.03-0.01	53.5-39
Avenue P.2013[21]	10	160	224-210	3	0.02-0.01	65.5-48
Helincks 2013[22]	23	100	130	3-1.8	0.02-0.01	-48 54.80
Biolzi egt al. 2014[24]	5	170	260	4-2.5	0.01	42.64
HANNON etal 2014[23]	3	180	211-190.5	1.83-1.65	0.04-0.01	-19.87 60.10
AAA.Hassan et al 2015[27]	12	250	201.5	2.5	0.02	31-20.1
Ahmed B 2015[29]	12	100	80	2-1.5	0.03-0.02	-38.31 60.54
M.Sheik 2015[30]	2	125	220.60	1.36	0.01-0.0025	31
S.Kalirajan 2015[28]	1	100	170.21	2.35	0.01	30
Zena 2016[31]	3	100	175	1.95	0.02	-29.39 49.20
Alghazali 2017[32]	8	305	406.67	3	0.03-0.02	45.90- 53.50
Murtada A. Ismael 2017[33]	5	125	100.67	3-2.5	0.06-0.03	64
KANNAM 2018[34]	2	100	168-166	3-2	0.01	39.67
Abdul 2018[36]	4	220	280	2.5-1	0.02	38
Yi Weijian 2018[35]	8	200	360	3.4-2.2	0.02	52.42-30.19

التحليل الإحصائي لجيزان الدراسة المرجعية:

تم إجراء تحليل إحصائي لـ (166) جازر واردة ضمن الدراسة المرجعية وحساب القيم الإحصائية المبينة أدناه والمملخصة في الجدول (2)، لنحدد لاحقاً أفضل علاقة من علاقات الكودات، والدراسات المرجعية.

$$A_{ve} = \frac{\sum \frac{V_{Exp}}{V_{Cal}}}{n} - \text{متوسط النسبة } \frac{V_{Exp}}{V_{Cal}} \text{ من أجل كل علاقة، وكلما اقتربت قيمته من الواحد كانت العلاقة أفضل.}$$

- الانحراف المعياري $SD = 100 \times \frac{SD}{Average}$ - معامل الانحراف، وكلما صغرت قيمته كانت العلاقة أفضل.
- $R^2 = 1 - \frac{\sum(V_{Exp} - V_{Cal})^2}{\sum(V_{Exp} - V_{ExpMean})^2}$ - معامل التحديد، وكلما اقتربت قيمته من الواحد كانت العلاقة أفضل.
- $|R| \geq 0.8$ - معامل الارتباط، ويجب أن يكون أكبر من 0.8 وكلما اقتربت قيمته من الواحد كانت العلاقة أفضل.
- $AAE\% = \frac{1}{n} \sum \frac{|(V_{Exp} - V_{Cal})|}{V_{Exp}} \times 100$ - معامل الانحراف الأصغري ويشير إلى مقدار الخطأ الكلي
- لنتائج الحساب وفق العلاقة عن النتائج التجريبية، وكلما صغرت قيمته كانت العلاقة أفضل.
- $SD = \sqrt{\frac{\sum \left(\frac{V_{Exp}}{V_{Cal}} - Ave\left(\frac{V_{Exp}}{V_{Cal}}\right) \right)^2}{n}}$ - الانحراف المعياري ويشير إلى الانحراف عن القيمة المتوسطة، وكلما صغرت قيمته كانت العلاقة أفضل.

الجدول (2). القيم الإحصائية لحساب الجيزان.

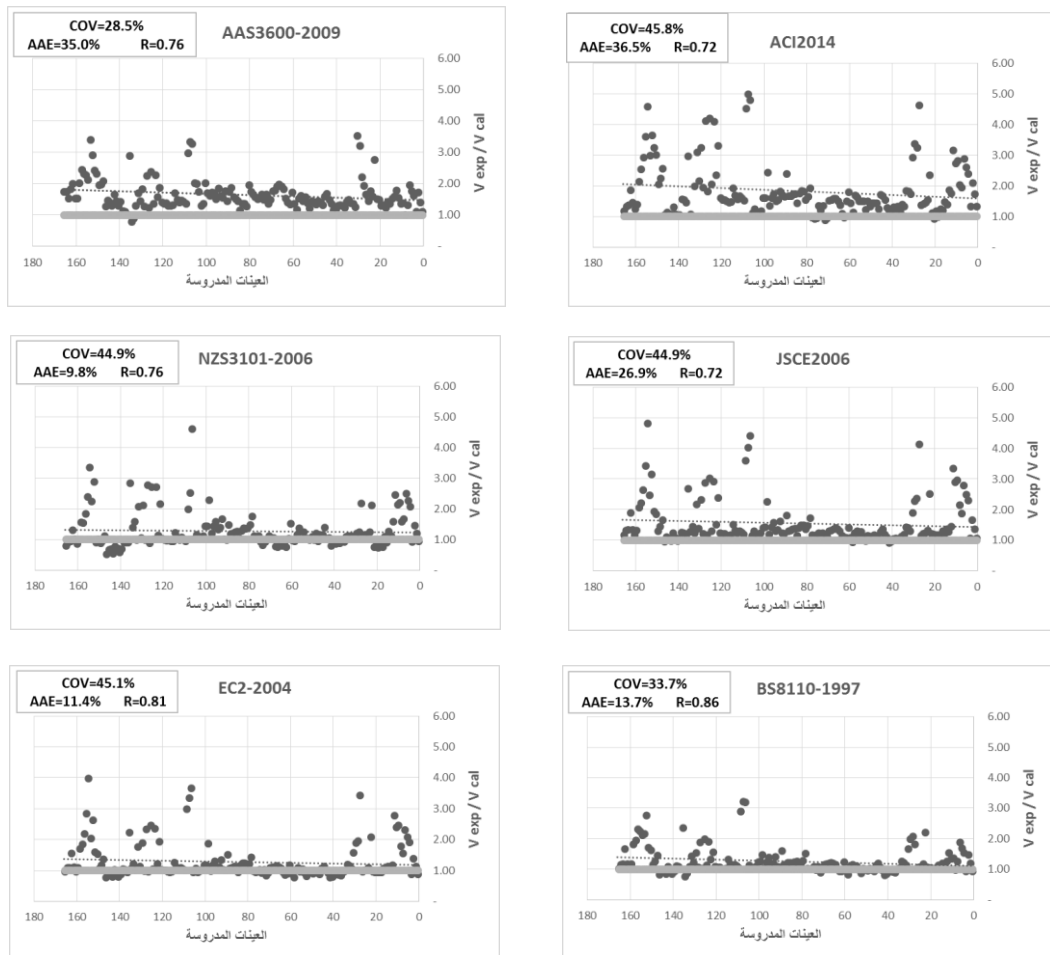
وفق علاقات الكودات.						
القيم الاحصائية	ACI2014	AAS3600-2009	JSCE2006	NZS3101-2006	EC2-2004	BS8110-1997
AVE	1.83	1.64	1.55	1.27	1.28	1.25
MAX	4.98	3.53	4.81	4.59	3.98	3.21
MIN	0.87	0.77	0.92	0.50	0.76	0.76
SD	0.84	0.47	0.70	0.57	0.58	0.42
COV%	45.80	28.46	44.95	44.94	45.10	33.69
AAE%	36.47	34.96	26.92	9.75	11.37	13.67
R ²	0.52	0.58	0.57	0.58	0.66	0.74
R	0.72	0.76	0.75	0.76	0.81	0.86
%Vexp/Vcalc<1	5.42%	1.81%	4.22%	36.75%	36.14%	23.49%

وفق علاقات الدراسة المرجعية.

القيم الاحصائية	KOU ETAL 2014 KHH	FROSH 2003	Zararis and papadakis 2001	Kim etal 1999	SARSA M +ALMU SAWI19 92	NIWA1 987	Bazant and Sun 1987	ZUSTY 1968
AVE	1.23	1.95	1.91	1.07	1.70	1.11	0.94	1.12
MAX	2.67	5.24	5.51	2.28	4.37	2.76	1.99	2.50
MIN	0.72	0.94	1.06	0.51	0.91	0.71	0.43	0.45
SD	0.38	0.88	0.90	0.31	0.61	0.37	0.25	0.33
COV%	31.02	45.33	47.24	29.10	35.94	32.96	27.03	29.71
AAE%	11.93	40.76	39.44	1.05-	35.14	2.74	13.32-	3.43
R ²	0.75	0.50	0.45	0.76	0.60	0.77	0.80	0.81
R	0.87	0.71	0.67	0.87	0.77	0.88	0.89	0.90
%Vexp/Vcalc<1	30.12%	1.81%	0.00%	48.19%	3.01%	51.81%	68.67%	42.17%

النتائج والمناقشة:

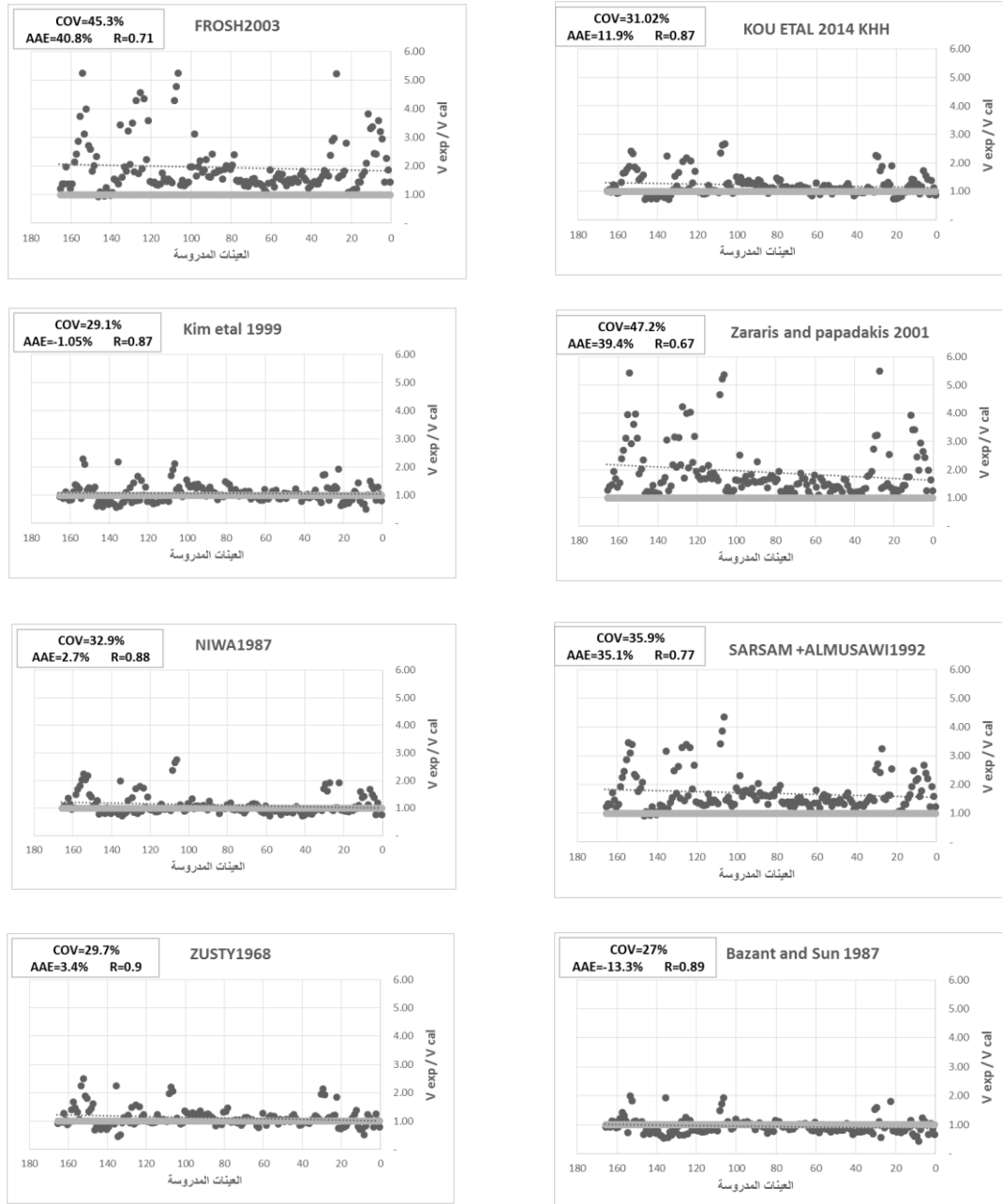
من خلال تحليل نتائج الدراسة الإحصائية للحساب بعلاقات الكودات المدروسة، والمبينة في الجدول (2) والشكل (1)، نلاحظ أن أقرب قيمة للواحد وذلك لنسبة قوة القص التجريبية إلى قوة القص الحسابية هي للكود البريطاني BS8110-1997 (AVE=1.25)، وقيمة معامل الانحراف الصغرى هي للكود الأسترالي ASS3600-2009 (COV=28.46%) في حين أنها بلغت للكود البريطاني (COV=33.69%)، وقيمة معامل الارتباط الأفضل هي للكود البريطاني (0.86 < R=0.8)، أما قيمته للكود الأسترالي (R=0.76) فهي أصغر بقليل من 0.8، وباعتبار أن نسبة العينات التي تعطي قيما تجريبية أقل من القيم الحسابية وفق الكود الأسترالي هي (1.81%) في حين أنها للكود البريطاني (23.49%)، وبالتالي يمكن اعتبار علاقة الكود الأسترالي ASS3600-2009 هي الأفضل بين علاقات الكودات المدروسة في حساب مقاومة القص لجيزان من البيتون ذاتي التوضع بدون تسليح قص.



الشكل (1). توزع نسبة مقاومة القص التجريبية إلى مقاومة القص المحسوبة وفق الكودات المدروسة.

وعند تحليل نتائج الدراسة الإحصائية للحساب بعلاقات الدراسة المرجعية، والمبينة في الجدول (2) والشكل (2)، نلاحظ أن أقرب قيمة للواحد وذلك لنسبة قوة القص التجريبية إلى قوة القص الحسابية هي لعلاقة ZUSTY1968 (AVE=1.12)، وقيمة معامل الانحراف الصغرى هي لعلاقة BAZANT & SUN1987 (COV=27.03%) في حين أنها للكود البريطاني (23.49%)، وبالتالي يمكن اعتبار علاقة الكود الأسترالي ASS3600-2009 هي الأفضل بين علاقات الكودات المدروسة في حساب مقاومة القص لجيزان من البيتون ذاتي التوضع بدون تسليح قص.

حين أنها بلغت لعلاقة ZUSTY1968 ($COV=29.71\%$)، وقيمة معامل الارتباط الأفضل هي أيضاً لعلاقة ZUSTY1968 ($R=0.89$)، إلا أن الخطورة الكامنة في هاتين العلاقتين اعطاها قيماً أكبر من القيمة التجريبية لمقاومة القص بنسبة (42.17%) لعلاقة ZUSTY1968 ونسبة (68.67%) لعلاقة BAZANT & SUN1987 الأمر الذي يجعل الحساب وفقها غير آمناً، وبالعودة لبقية العلاقات نلاحظ أن علاقة FROSH2003 تعطي قيمة ($AVE=1.95$) ومعامل انحراف ($COV=45.33\%$)، ونسبة العينات التي تعطي قيماً تجريبية أقل من القيم الحسابية هي (1.81%)، وبالتالي يمكن اعتبار علاقة **FROSH2003** هي الأفضل بين علاقات الدراسة المرجعية في حساب مقاومة القص لجيزان من البيتون ذاتي التوضع بدون تسليح قص.



الشكل(2). توزع نسبة مقاومة القص التجريبية إلى مقاومة القص المحسوبة وفق علاقات الدراسة المرجعية.

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

1. إن علاقة حساب الجيزان البيتونية غير المسلحة على القص والمعتمدة في الكود الأسترالي -ASS3600 2009 أعطت قيمة أفضل إحصائياً من باقي الكودات المدروسة وذلك للجيزان من البيتون ذاتي التوضع بدون تسليح قص.
2. إن علاقة حساب الجيزان البيتونية غير المسلحة على القص والمقترحة في البحث FROSH2003 أعطت قيمة أفضل إحصائياً من باقي الكودات المدروسة وذلك للجيزان من البيتون ذاتي التوضع بدون تسليح قص.
3. جميع علاقات الكودات المدروسة وعلاقات الدراسة المرجعية بما فيها علاقة الكود الأسترالي -ASS3600 2009، وعلاقة FROSH2003، تحتاج تعديل لتصبح صالحة لحساب الجيزان من البيتون ذاتي التوضع بدون تسليح قص، وذلك كونها معتمدة ومقترحة للبيتون العادي، وسنعمل على تعديل هذه العلاقة في البحث اللازم الذي هو استمرارية لهذا البحث.

التوصيات:

1. العمل على توسيع الدراسة الإحصائية لتشمل عدد جيزان مختبرة أكبر، وعلاقات كودات أخرى كالكوود العربي السوري والكوود الروسي، وإجراء دراسة تجريبية محلية على جيزان من البيتون ذاتي التوضع بدون تسليح قص.

References:

- [1] ZSUTTY TC., "Beam shear strength prediction by analysis of existing data". Journal Proceedings. 65(11). p. 943–51, 1968
- [2] BAZANT Z P, SUN H H , "Size effect in diagonal shear failure: influence of aggregate size and stirrups" ,ACI Materials Journal, 84(4): 259–272, 1987
- [3] NIWA J, YAMADA K, YOKOZAWA K, OKAMURA H, "Revaluation of the equation for shear strength of reinforced concrete beams without web reinforcement", Concrete Library of JSCE, 9: 65–84,1987
- [4] SARSAM KF, AL-MUSAWI JM." Shear design of high-and normal strength concrete beams with web reinforcement", ACI Struct J;89(6):658–64, 1992
- [5] BRITISH STANDARDS INSTITUTION "Code of Practice for Design and Construction (BS 8110: Part 1: 1997)", British Standards Institution, London, 1997.
- [6] KIM D, KIM W, WHITE RN. "Arch action in reinforced concrete beams—a rational prediction of shear strength", ACI Struct J;96(4):586–93, 1999
- [7] ZARARIS PD, PAPADAKIS GC. "Diagonal shear failure and size effect in RC beams without web reinforcement", J Struct Eng;127(7):733–42, 2001
- [8] TUREYEN AK, FROSCHE RJ. "Concrete shear strength: another perspective", ACI Struct J;100(5):609–15, 2003
- [9] EUROCODE 2. "Design of concrete structures – part 1-1: general rules and rules for buildings", EN 1992-1-1, 225pp, 2004
- [10] M. LACHEMI, K.M.A. HOSSAIN, AND V. LAMBROS, "Shear resistance of self-consolidating concrete beams — experimental investigation", Can. J. Civ. Eng.32: 1103–1113 ,2005
- [11] NZS 3101. "The design of concrete structures", New Zealand, 2006
- [12] JSCE, "Guidelines for Concrete No. 15- Standard specifications for concrete structures", Japan, 2007

- [13] HASSAN, A.A.A,HOSSAIN, K.M.A. AND LACHEMI, M. "*Behavior of full scale self-consolidating concrete beams in shear*", Cement and Concrete Composites", Vol. 30, No.7,pp.588-596, 2008
- [14] AUSTRALIAN CODE ASS 3600." *Australian standard for concrete structures*", (p. 213). North Sydney: Standards Australia, 2009
- [15] HASSAN, A. A. A., HOSSAIN, K.M.A. AND LACHEMI, M. "*Strength, cracking and deflection performance of large-scale self-consolidating concrete beams subjected to shear failure*", Engineering Structures, Vol. 32, No.5, pp.1262-1271, 2010
- [16] BOEL, V., HELINCKS, P., DESNERCK, P., & DE SCHUTTER, G. BOND, "*Behaviour and shear capacity of self-compacting concrete*", Design production and placement of self-consolidating concrete (pp. 343–353), 2010
- [17] SUDHEER REDDY L., RAMANA RAO N. V. AND GUNNESWARA RAO T. D., "*Evaluation of shear resistance of high strength concrete beams without web reinforcement using ansys*", Asian research publishing network (ARPN) Journal of Engineering and Applied Sciences, VOL. 6, NO. 2, FEBRUARY 2011.
- [18] SAFAN, M. A. "*Shear strength of concrete beams cast with self-compacting concrete containing different fillers and coarse aggregates*", Canadian Journal of Civil Engineering,39(7), 760–770, 2012
- [19] ALI F.ATSHAN, " *Shear Behavior of Self Compacting Concrete* ", Journal of Engineering and Development, Vol. 16, No.2, June 2012
- [20] MAHDI AREZOUMANDI*, AND JEFFERY S. VOLZ "*An Experimental Study on Shear Strength of Chemically-Based Self-Consolidating Concrete*", International Journal of Concrete Structures and Materials, Vol.7, No.4, pp.273–285, December 2013
- [21] AVENUE P, CAMPUS DENAYER, KULEUVEN, "*Shear Capacity of Self-Compacting Concrete*", Proceedings of the Fifth North American Conference on the Design and Use of Self-Consolidating Concrete, Chicago, Illinois, USA, May 12–15, 2013
- [22] HELINCKS, P., BOEL, V., DE CORTE, W., DE SCHUTTER, G., & DESNERCK, P. "*Structural behavior of powder-type self-compacting concrete: Bond performance and shear capacity*", Engineering Structures,48, 121–132, 2013.
- [23] AMMAR N HANNON, MOHAMMAD JAAFAR, HAETHAM ABED, "*Experimental investigations into the shear behavior of self-compacting R.C beams with and without shear reinforcement*", construcții – no. 2, 2014
- [24] LUIGI BIOLZI, SARA CATTANEO, FRANCO MOLA, "*Bending-shear response of self-consolidating and high-performance reinforced concrete beams*", Engineering Structures 59, pp399-410, 2014
- [25] ACI COMMITTEE, "*Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-14) and Commentary*", American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2014
- [26] WU WEI KUO, THOMAS T.C. HSU, SHYH JIANN HWANG, "*Shear Strength of Reinforced Concrete Beams*", ACI Structural Journal, pp:809-818. , July/August (2014)
- [27] ASSEM A. A. HASSAN, MOHAMED K. ISMAIL; AND JUSTIN MAYO, "*Shear Behavior of SCC Beams with Different Coarse-to-Fine Aggregate Ratios and Coarse Aggregate Types*", Journal of Materials in Civil Engineering Volume 27 Issue 11 - November 2015
- [28] S.KALIRAJAN, K.VIGNESH, B.G.VISHNURAM, "*Structural Behaviour of Self Compacting Concrete Beams made with Manufactured Sand*", International Journal of Applied Engineering Research, ISSN 0973-4562 Vol. 10 No.71, 2015

- [29] AHMED B. SENOUCI, NEIL N. ELDIN, ALA G. ABU TAQA, MOHAMMED S. AL-ANSARI, "*Structural Behavior of Self-Compacting Concrete Elements*", 51stASC Annual International Conference Proceedings, 2015
- [30] M.SHEIK MOHAMED, C.MAKENDRAN, "*Shearing Resistance of Steel Fiber Reinforced Self Consolidating Concrete Beams Without Stirrups*", International Research Journal of Engineering and Technology(IRJET), Volume: 02 Issue: 09, Dec-2015
- [31] ZENA WALEED ABASS, KAMAL SH. MAHMOUD, LINA ABDUL SALAM SHIHAB, "*Shear strength of self-compacted concrete with and without stirrups at different shapes*", Diyala Journal of Engineering Sciences, Vol. 09, No. 01, pp. 67-85, March 2016.
- [32] ALGHAZALI, H. H., & MYERS, J. J., "*Shear behavior of full-scale high volume fly ash-self consolidating concrete (HVFA-SCC) beams*" Construction and Building Materials,157, 161–171, 2017.
- [33] MURTADA A. ISMAEL, "*Shear behavior of high strength self-compacting concrete beams*", Diyala Journal of Engineering Sciences, Vol. 10, No. 3, pp. 30-43, September 2017.
- [34] PRAVEEN KANNAM AND VENKATESWARA RAO. SARELLA, "*A study on Validation of Shear Behavior of Steel fibrous SCC based on Numerical Modelling*", (ATENA), Journal of Building Engineering, 2018
- [35] YI WEIJIAN, HUANG DERUN, "*Shear Behavior of self-compacting concrete beams without shear reinforcement*", Journal of Civil .Architectural& Environmental Engineering, Vol.40 No.3, Jun2018