

جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
الجامعة التكنولوجية
قسم هندسة البناء والانشاءات

دراسة العوامل المؤثرة على تحمل الاعمدة الخرسانية المطوقة والمعرضة لأحمال أنضغاط محورية

مشروع سنوي مقدم الى الجامعة التكنولوجية
كجزء من متطلبات نيل شهادة البكلوريوس
في هندسة البناء والانشاءات

اعداد الطالبة

هبة كامل علي

بإشراف الاستاذ

رائد ابراهيم خليل

Handwritten signature and date 2011.

فخر وتقدير

انما ثمرة استاذ مبدع .. مما بخياله في عالمه المتألق في العلم والمعرفة ..
ليقطعه منه ذرات متفرقة ..
يقدمها لكم عبر ريشته الخلقة لوحات علمية تبحر بكم في بحار النقص العميقة.
لتصل بكم الى خواصها الجميلة .. حيث الخيال الساحر .. والأحلام الوردية ..
متخفي على أنفسهم المعرفة والحراية .. والفخر والعبور ..
رحالة خمر وتقدير الى الذي لم يضل على في الماحة العلمية .. وأعطى ثمرة
اتعابه .. وسنوات اجتماعه .. وماعانه حراسته .. في أجاز هذا البحث ...

أستاذي العزيز

د. عبد الله إبراهيم خليل

أدعو من الله ان يطل في عمره ويوفقه في حياته العلمية والعملية .



أعدي ثمره أبحاري ومجموعي العلمي هذا ...

إلى الأسماء الثمالي ... إلى الأراذل ... إلى الأيتام ... إلى عوائل الضعفاء ...

إلى كل جرح من جراحات وطني الحبيب ...

حما وأصديه ...

إلى الأنعام التي حملتني سمعة أهدر دون كلل أو ملل ...

وقاسمتني حنما وأعطيني من روحها وحركتها المبدأ ...

وبكت فرحاً لكي تلدني ... ولم تكتمني بهذا بل زاد عطائها وأعطيني دوناً من
أحضانها ...

وتخطتني من حنانها ... وعيونها التي صمرت وأحمت ليالي وأيام ...

وأخسر و منوات ... حرصاً لكي أذا ...

في العجوة

وأخيراً وليس أخراً أصديه ...

إلى أستاذتي وأختي وأصدقائي وإلى كل من وقف معي وساندني

في حياتي

الفهرس

الصفحة	الموضوع	الفقرة
1	الرموز والمصطلحات	
2	الخلاصة	
3	الفصل الاول	
4	المقدمة	1 - 1
5	الغاية من البحث	2 - 1
6	الفصل الثاني	
7	تصميم الاعمدة الخرسانية المطوقة والمعرضة لأحمال انضغاط محورية	1 - 2
10	معاملات الحمل	2 - 2
11	الفصل الثالث	
12	المقدمة	1 - 3
12	تأثير مقاومة انضغاط الخرسانة (f_c) على تحمل الاعمدة الخرسانية المطوقة المعرضة لأحمال انضغاط محورية	2 - 3
20	تأثير اجهاد الخضوع لحديد التسليح الطولي (f_y) على تحمل الاعمدة الخرسانية المطوقة المعرضة لأحمال انضغاط محورية	3 - 3
28	تأثير مساحة حديد التسليح الطولي (A_{st}) على تحمل الاعمدة الخرسانية المطوقة والمعرضة لأحمال انضغاط محورية	4 - 3
36	تأثير مساحة المقطع (A_g) على تحمل الاعمدة الخرسانية المطوقة المعرضة لأحمال انضغاط محورية	5 - 3
44	الفصل الرابع	
45	الاستنتاجات	1 - 4
46	البحوث المستقبلية	2 - 4

الرموز والمصطلحات :

الرمز	التعريف	الوحدة
A_g	المساحة الكلية لمقطع العمود	mm^2
A_{st}	المساحة الكلية لحديد التسليح الطولي	mm^2
d_b	قطر حديد التسليح الطولي	mm
d_t	قطر حديد تسليح الاطواق	mm
f'_c	مقاومة انضغاط الخرسانة	MP_a
f_y	اجهاد الخضوع لحديد التسليح الطولي	MP_a
P_D	الحمل المحوري الخدمي الميت المسلط على العمود	N
P_L	الحمل المحوري الخدمي الحي المسلط على العمود	N
P_n	مقاومة الحمل المحوري الاسمية	N
P_u	مقاومة الحمل المحوري القصوى	N
S	المسافة بين الاطواق	mm
ϕ	معامل خفض المقاومة	

الخلاصة :

تم دراسة العوامل المؤثرة على تحمل الاعمدة الخرسانية المطوقة والمعرضة لأحمال أنضغاط محورية . وقد تبين بأن زيادة مقاومة انضغاط الخرسانة (f'_c) كان له الاثر الاكبر في زيادة مقاومة الحمل المحوري الاقصى (P_u) . كما أن زيادة مساحة حديد التسليح الطولي (A_{st}) وزيادة مساحة مقطع العمود (A_g) كان له تأثير مهم في زيادة (P_u) . بينما لم يكن لزيادة أجهاد خضوع حديد التسليح الطولي (f_y) تأثيراً يذكر على (P_u) .

كما تبين بأن الكود الأمريكي (ACI 318M-05) يسمح باستعمال حمل محوري خدمي حي (P_L) اكبر من القيمة المحسوبة بموجب الكود الأمريكي (ACI 318M-99) على الرغم من قيمة الحمل المحوري الاقصى (P_u) المحسوبة حسب طريقة كود عام 1999 كانت اكبر من تلك المحسوبة بموجب كود عام 2005

الفصل الأول

المقدمة والغاية من البحث

1-1 المقدمة :

أن كل عضو يحمل حملاً أنضغاطياً محورياً يسمى (عضو أنضغاط) سواء أظهرت حسابات التصميم وجود عزم مؤثر عليه أم لا . ان أكثر انواع أعضاء الانضغاط استعمالاً هي الأعمدة .

يتحدد الحمل الذي سيتحمله العمود بإبعاد المقطع ومقاومة المواد المستعملة . ومهما كان العمود قريباً من أن يكون حمله المسطوح مركزياً ، توجد حاجة لبعض التسليح بسبب وجود بعض العزم دائماً لوجود أحمال غير متمركزة بدقة وكذلك لحركة الأحمال ولأن بعض العناصر غير مستقيمة تماماً بسبب بعض انواع الربط ، ونتيجة لذلك تدعو الحاجة الى استخدام قضبان تسليح شد لتوفير مقاومة الشد اللازمة .

أنواع الأعمدة (Types of Columns) :

تقسم الأعمدة الخرسانية المسلحة الى نوعين أساسيين حسب طريقة الاسناد الجانبي لقضبان التسليح الطولية وهما :-

1- العمود المطوق (Tied col.) :- وهو الذي يكون مقطعة عادة مربعا أو مستطيلا أو دائريا وتكون فيه قضبان التسليح الطويلة مثبتة باطواق (Ties) جانبية منفصلة .

2- العمود المسلح حلزونياً (Spirally Reinforced Col.) :- وهو الذي يكون مقطعة مربعا أو دائريا وتكون فيه قضبان التسليح الطولية مرتبة على شكل دائرة ومحاطة بحلزون مستمر متقارب الأبعاد

كما يوجد نوع ثالث أقل استعمالاً وهو العمود المركب (Composite Column) والذي يستعمل فيه أشكال حديد أنشائية (Structural Steel Shapes) أو أنابيب ، مع أو بدون قضبان طولية إضافية .

2-1 الغاية من البحث :

يهدف البحث الى دراسة العوامل المؤثرة على تحمل الاعمدة الخرسانية المطوقة المعرضة لأحمال انضغاط محورية والمصممة حسب الكود الأمريكي (ACI 318M) للعامين 1999 ، 2005 . ومن هذه العوامل مقاومة انضغاط الخرسانة (f_c) ، اجهاد خضوع حديد التسليح الطولي (f_y) ، مساحة حديد التسليح الطولي (A_{st}) ، ومساحة مقطع العمود (A_g) . كما يهدف البحث ايضا الى مقارنة الاعمدة المصممة بموجب الطريقتين السابقتين من ناحية مقدار الحمل المحوري الاقصى (P_u) ، واي الكودين يسمح باستعمال حمل خدمي حي (P_L) أكبر عند تثبيت قيمة الحمل الخدمي الميت (P_D) .

الفصل الثاني

تصميم الأعمدة الخرسانية المسلحة والمعرضة

لأحمال أفقية ومعدية

2 - 1 تصميم الاعمدة الخرسانية المطوقة والمعرضة لأحمال أنضغاط محورية :

تصمم الاعمدة الخرسانية المطوقة والمعرضة لأحمال أنضغاط محورية حسب الكود الأمريكي بموجب المعادلة التالية :-

$$P_u = \phi . P_n = 0.8 \phi [0.85 f'_c (A_g - A_{st}) + f_y . A_{st}] \dots\dots (1)$$

حيث أن :-

P_u = مقاومة الحمل المحوري القصوى بوحدات N .

P_n = مقاومة الحمل المحوري الاسمية بوحدات N .

f'_c = مقاومة أنضغاط الخرسانة بوحدات MPa

A_g = المساحة الكلية لمقطع العمود بوحدات mm^2

A_{st} = المساحة الكلية لحديد التسليح الطولي بوحدات mm^2

f_y = أجهاد الخضوع لحديد التسليح الطولي بوحدات MPa

ϕ = معامل خفض المقاومة ويساوي

0.70 حسب الكود الأمريكي ^[1] ACI 318M-99

0.65 حسب الكود الأمريكي ^[2] ACI 318M-05

يحدد الكود ^[2](ACI 318M-05) بعض المتطلبات لحديد التسليح الطولي وكما يلي

-:

$$A_{st} = (0.01 \rightarrow 0.08) A_g$$

Min . no.of Longitudinal bars = 4

$$d_b \geq 16 \text{ mm}$$

كما انه يحدد بعض المتطلبات لحديد التسليح العرضي (الاطواق) وكما يلي :-

$$\text{Min. size} = \left\{ \begin{array}{l} 10\text{mm for } d_b \leq 32\text{mm} \\ 13\text{mm for } d_b > 32\text{mm} \end{array} \right\}$$

$$S_{\max} = \text{Min} (16 d_b , 48 d_t , \text{Least dimension of Column})$$

حيث أن :-

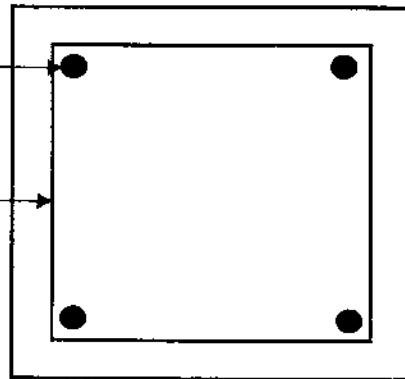
d_b = قطر حديد التسليح الطولي بوحدات mm

d_t = قطر حديد تسليح الأطواق بوحدات mm

S = المسافة بين الاطواق بوحدات mm

حديد التسليح الطولي

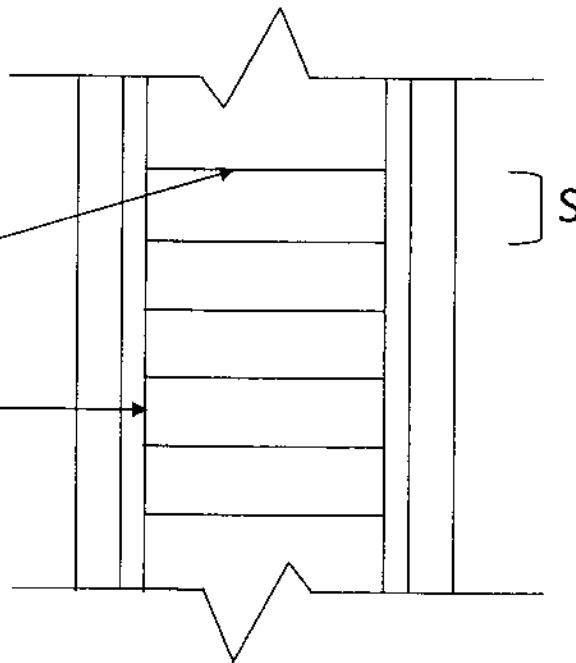
الاطواق



((مقطع عرضي))

الاطواق

حديد التسليح الطولي



((مقطع طولي))

عمود مطوق



2-2 معاملات الحمل (Load Factors) :-

بحسب الكود الأمريكي لعام 1999 الحمل المحوري الأقصى المسلط على العمود كما يلي :-

$$P_u = 1.4 P_D + 1.7 P_L \dots\dots\dots(2)$$

أما الكود الأمريكي لعام 2005 فإنه يستخدم المعادلة التالية :-

$$P_u = 1.2 P_D + 1.6 P_L \dots\dots\dots(3)$$

حيث أن :-

P_D = الحمل المحوري الخدمي الميت المسلط على العمود بوحدات N

P_L = الحمل المحوري الخدمي الحي المسلط على العمود بوحدات N

الفصل الثالث

العوامل المؤثرة على صحة البرهان

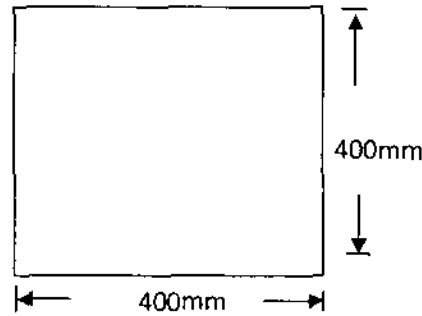
المطووعة والمعرضة لضعف المنهجية

1-3 المقدمة :-

يتضمن هذا الفصل دراسة العوامل المؤثرة على تحمل الاعمدة الخرسانية المطوقة و المعرضه لأحمال أنضغاط محورية والمصممة حسب الكود الأمريكي ACI 318M للعامين 1999 و 2005

2-3 تأثير مقاومة أنضغاط الخرسانة (f_c) على تحمل الاعمدة الخرسانية المطوقة والمعرضة لأحمال أنضغاط محورية :

تم اختيار عمود خرساني مربع المقطع والمبينه أبعاده في الشكل أدناه :



مع تثبيت القيم التالية :

$$A_g = 160\,000\text{ mm}^2$$

$$A_{st} = 2513\text{ mm}^2\ (8\ \phi\ 20\text{ mm})$$

$$\frac{A_{st}}{A_g} = 1.57\%$$

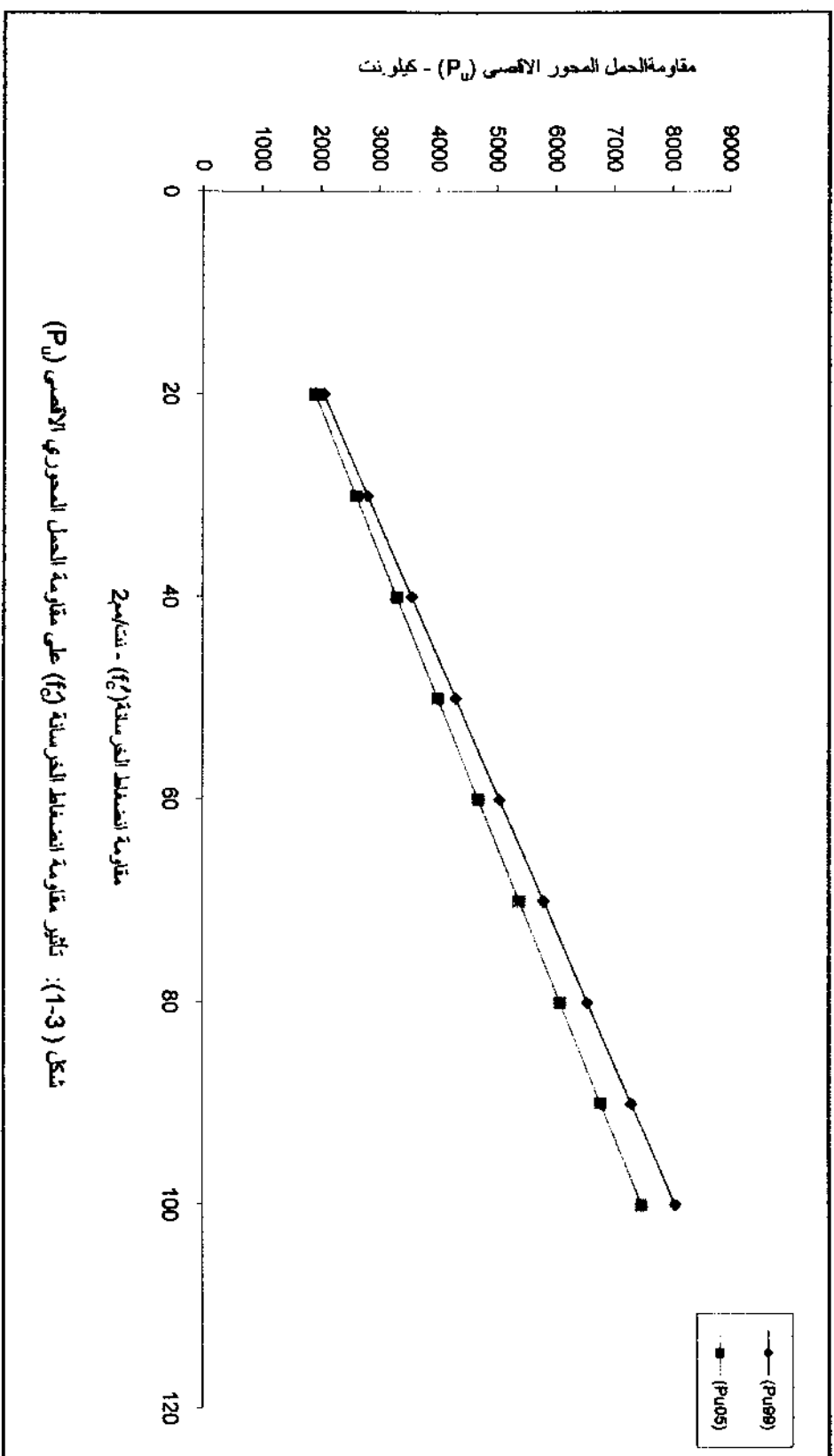
$$f_y = 400\text{ MPa}$$

أن زيادة مقاومة أنضغاط الخرسانة (f_c) من (20 - 100) نت/مم² أدت الى زيادة مقاومة الحمل المحوري الأقصى (P_u) من (2062.2 – 8059.3) كيلو نت في الكود الأمريكي^[1] (ACI 318M-99) ومن (1914.9 – 7483.6) كيلو نت في الكود الأمريكي² (ACI 318M - 05) وكما مبين في الجدول (1-3) والشكل (1-3) والذي يبين العلاقة بين مقاومة أنضغاط الخرسانة (f_c) ومقاومة الحمل المحوري الأقصى (P_u) .

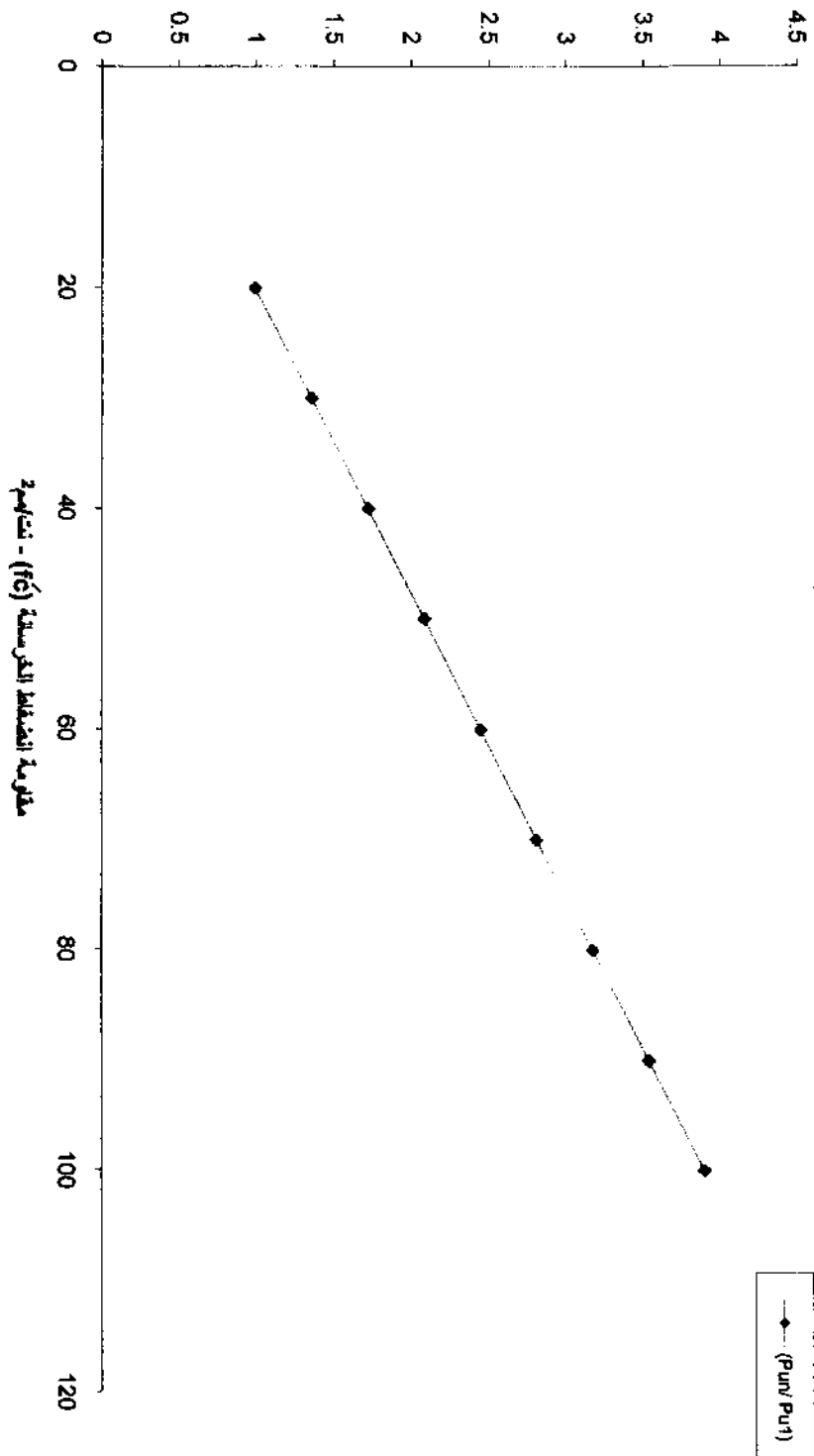
أن نسبة الزيادة أعلاه في مقاومة الحمل المحوري الأقصى (P_u) كانت (290.8%) عند زيادة مقاومة أنضغاط الخرسانة (f_c) بالحدود المذكورة سابقاً وهذا مبين في الجدول (1-3) والشكل (2-3) والذي يبين العلاقة بين مقاومة أنضغاط الخرسانة (f_c) ونسبة الزيادة في مقاومة الحمل المحوري الأقصى $\left[\frac{P_{un}}{P_{u1}} \right]$

جدول (1-3) : تأثير مقاومة أنضغاط الخرسانة (f_c) على مقاومة الحمل المحوري الأقصى (P_u) .

f_c (MPa)	P_{u99} (kN)	P_{u05} (kN)	P_{un} / P_{u1}
20	2062.2	1914.9	1.000
30	2811.8	2611.0	1.363
40	3561.5	3307.1	1.727
50	4311.1	4003.2	2.090
60	5060.7	4699.3	2.454
70	5810.4	5395.4	2.817
80	6560.0	6091.4	3.181
90	7309.7	6787.5	3.544
100	8059.3	7483.6	3.908



نسبة الزيادة في مقاومة الحمل المحوري الأقصى (P_{un}/P_{u1})



شكل (2-3): تأثير مقاومة الضغط المتوسطة (f_c) على نسبة الزيادة في مقاومة الحمل المحوري الأقصى (P_{un}/P_{u1})

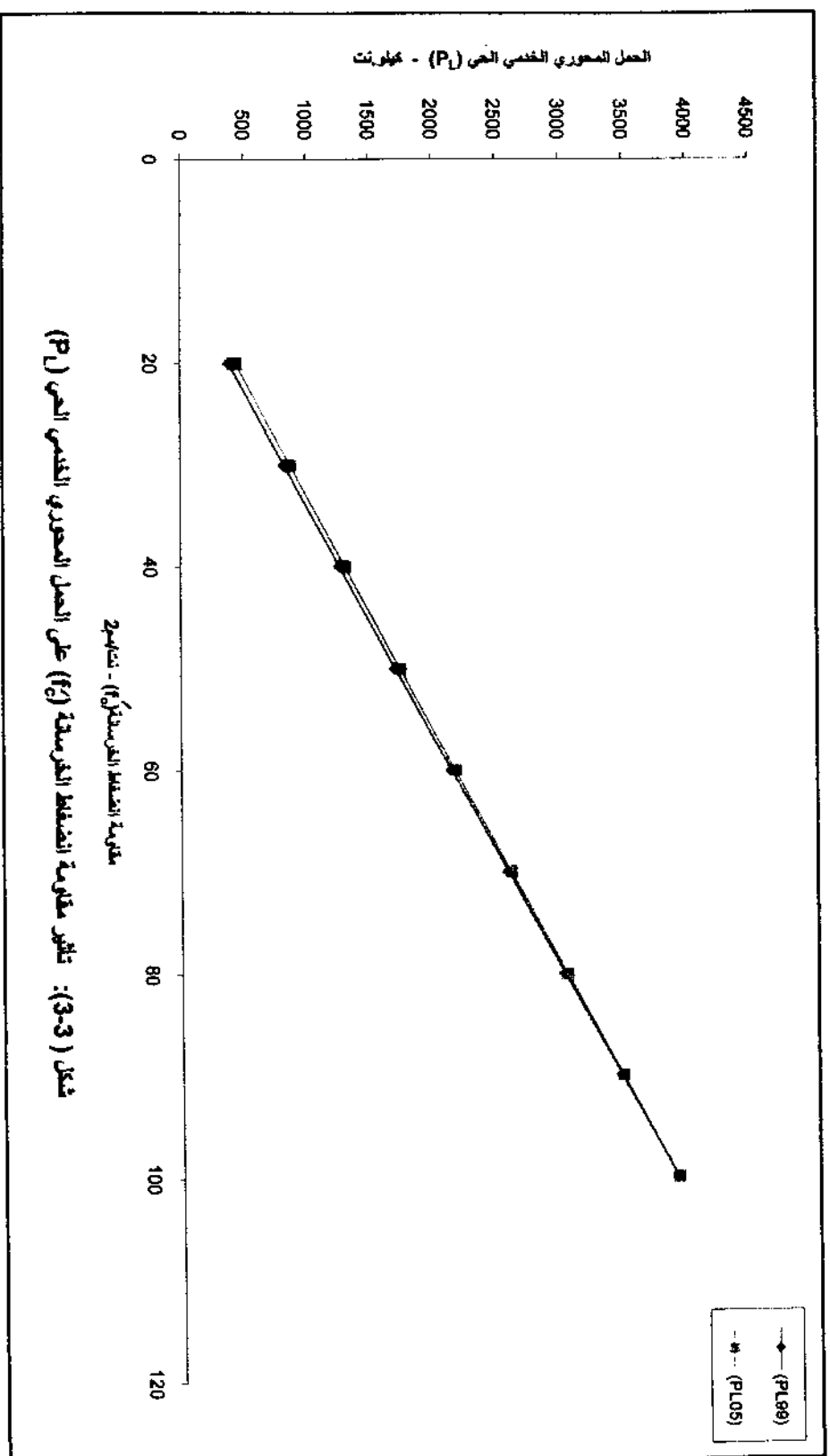
ولغرض معرفة أي كود يسمح باستخدام حمل محوري خدمي حي (P_L) أكبر ، تم تثبيت قيمة الحمل المحوري الخدمي الميت (P_D) بمقدار (1000) كيلو نت في الطريقتين السابقتين وحساب قيمة الحمل المحوري الخدمي الحي (P_L) في كل حالة .

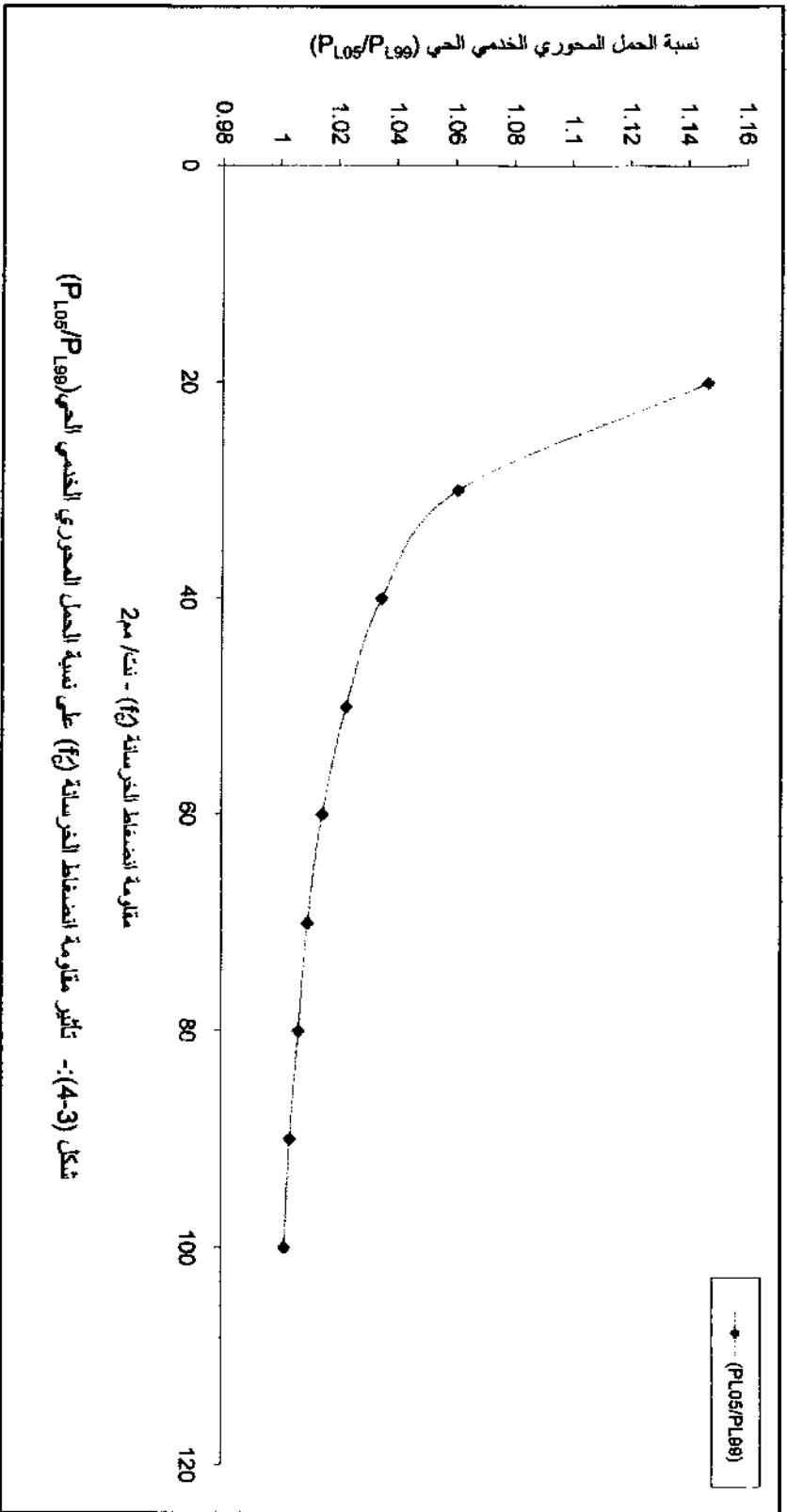
وقد تبين بأن الكود الأمريكي ^[2](ACI 318M - 05) يسمح باستعمال حمل محوري خدمي حي (P_L) أكبر من الكود الأمريكي ^[1](ACI 318M - 99) . حيث أن زيادة مقاومة أنضغاط الخرسانة (f_c) من (20 - 100) نت / مم² أدت الى زيادة الحمل المحوري الخدمي الحي (P_L) من (389.5 - 3917.2) كيلو نت في الكود الأمريكي ^[1](ACI 318M - 99) ومن (446.8 - 3927.2) كيلو نت في الكود الأمريكي ^[2](ACI 318M - 05) وكما مبين في الجدول (2-3) والشكل (3-3) والذي يبين العلاقة بين مقاومة أنضغاط الخرسانة (f_c) والحمل المحوري الخدمي الحي (P_L) أن نسبة الزيادة في الحمل المحوري الخدمي الحي (P_L) في كود عام 2005 عن قيمته في كود عام 1999 كانت (14.7%) عند مقاومة أنضغاط مقداها (20) نت / مم² وقد تناقصت هذه النسبة مع زيادة مقاومة أنضغاط الخرسانة حيث بلغت (0.3%) عند مقاومة أنضغاط مقدارها (100) نت / مم² وكما مبين في الجدول (2-3) والشكل (4-3) والذي يبين العلاقة بين مقاومة أنضغاط الخرسانة (f_c) ونسبة الحمل المحوري الخدمي الحي في كود عام 2005 عن قيمته في كود عام 1999

$$\frac{P_{L05}}{P_{L99}}$$

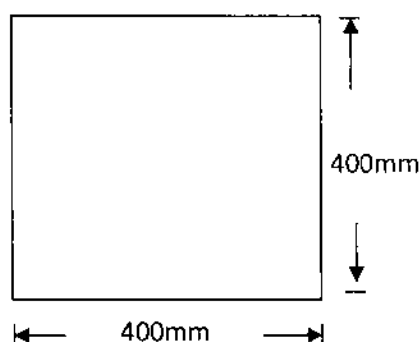
جدول (3 - 2) : تأثير مقاومة أنضغاط الخرسانة (f_c) على الحمل المحوري
الخدمي الحي (P_L)

f_c (MPa)	P_{L99} (kN)	P_{L99} (kN)	P_{L05} (kN)	P_{L05} (kN)	P_{L05} / P_{L99}
20	2062.2	389.5	1914.9	446.8	1.147
30	2811.8	830.5	2611.0	881.9	1.061
40	3561.5	1271.5	3307.1	1316.9	1.035
50	4311.1	1712.4	4003.2	1752	1.023
60	5060.7	2153.4	4699.3	2187.1	1.015
70	5810.4	2594.4	5395.4	2622.1	1.010
80	6560.0	3035.3	6091.4	3057.1	1.007
90	7309.7	3476.3	6787.5	3492.2	1.004
100	8059.3	3917.2	7483.6	3927.2	1.003





3 - 3 تأثير أجهاد الخضوع لحديد التسليح الطولي (f_y) على تحمل
الاعمدة الخرسانية المطوقة و المعرضه لأحمال أنضغاط محورية :
تم اختيار عمود خرساني مربع المقطع والمبينه ابعاده في الشكل أدناه :



مع تثبيت القيم التالية :

$$A_g = 160\,000\text{ mm}^2$$

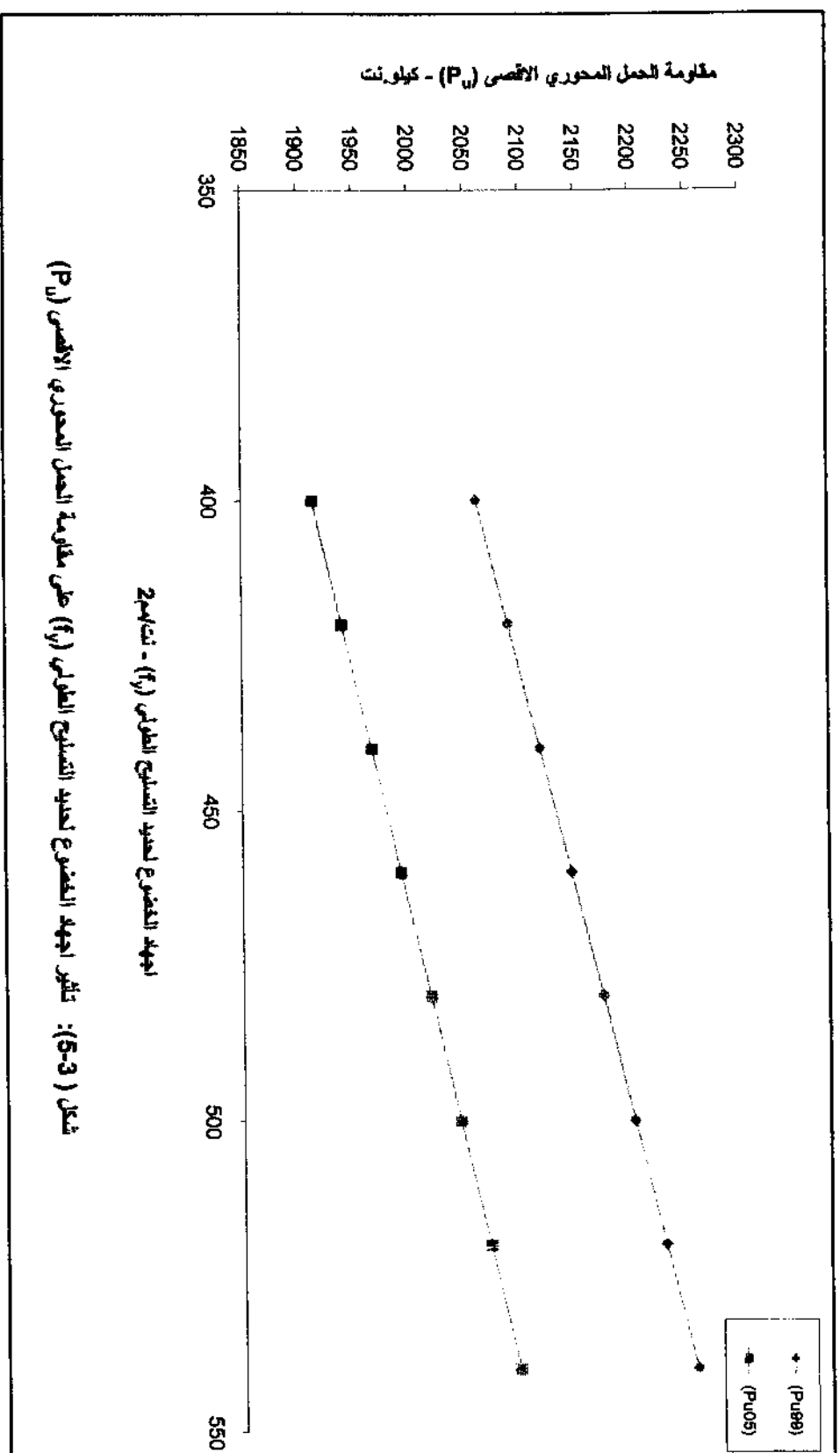
$$A_{st} = 2513\text{ mm}^2 \text{ (} 8 \text{ } \varnothing 20 \text{ mm)}$$

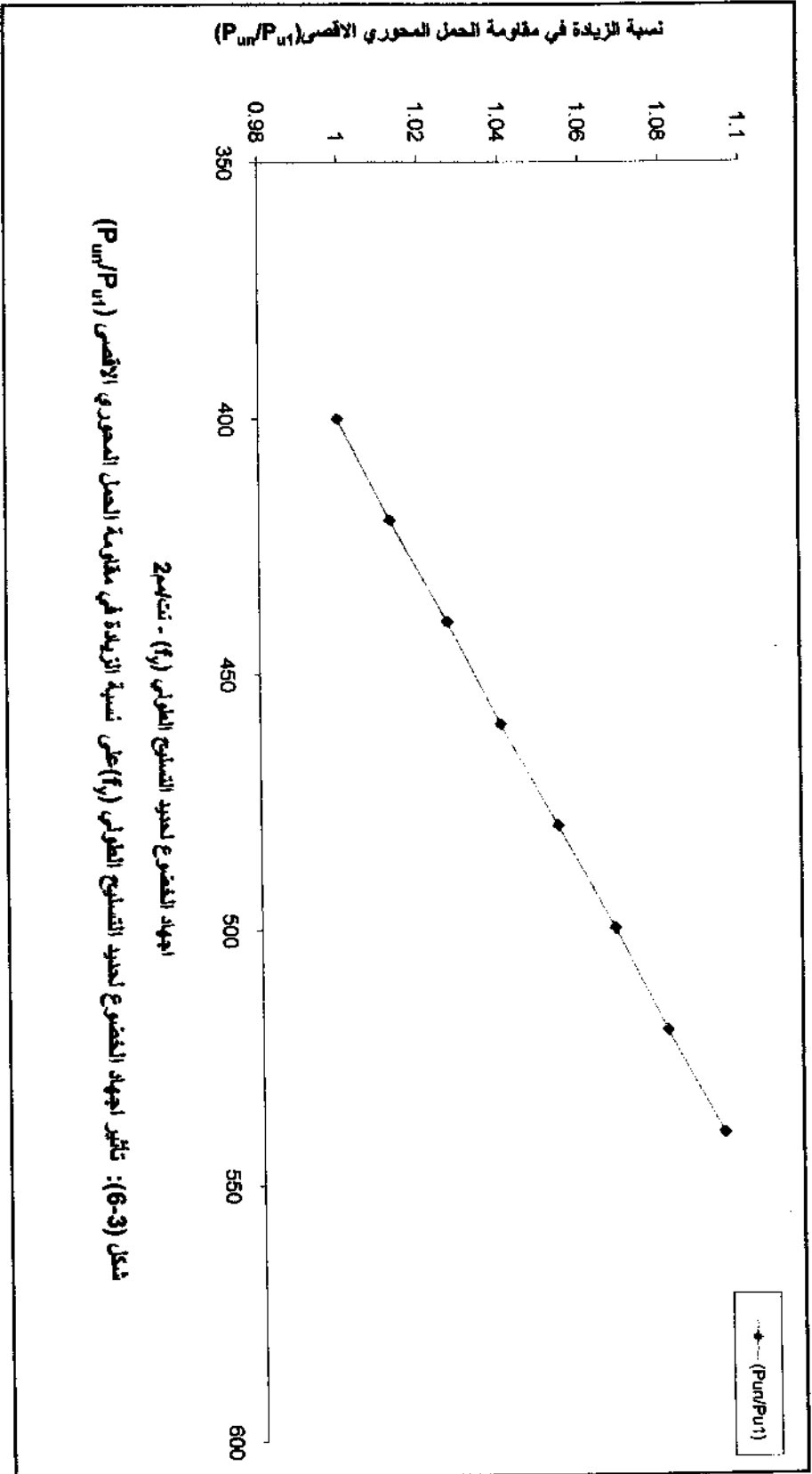
$$\frac{A_{st}}{A_g} = 1.571\%$$

$$f'_c = 20\text{ MP}_a$$

جدول (3 - 3) : تأثير أجهاد الخضوع لحديد التسليح الطولي (f_y) على مقاومة الحمل المحوري الاقصى (P_u)

21



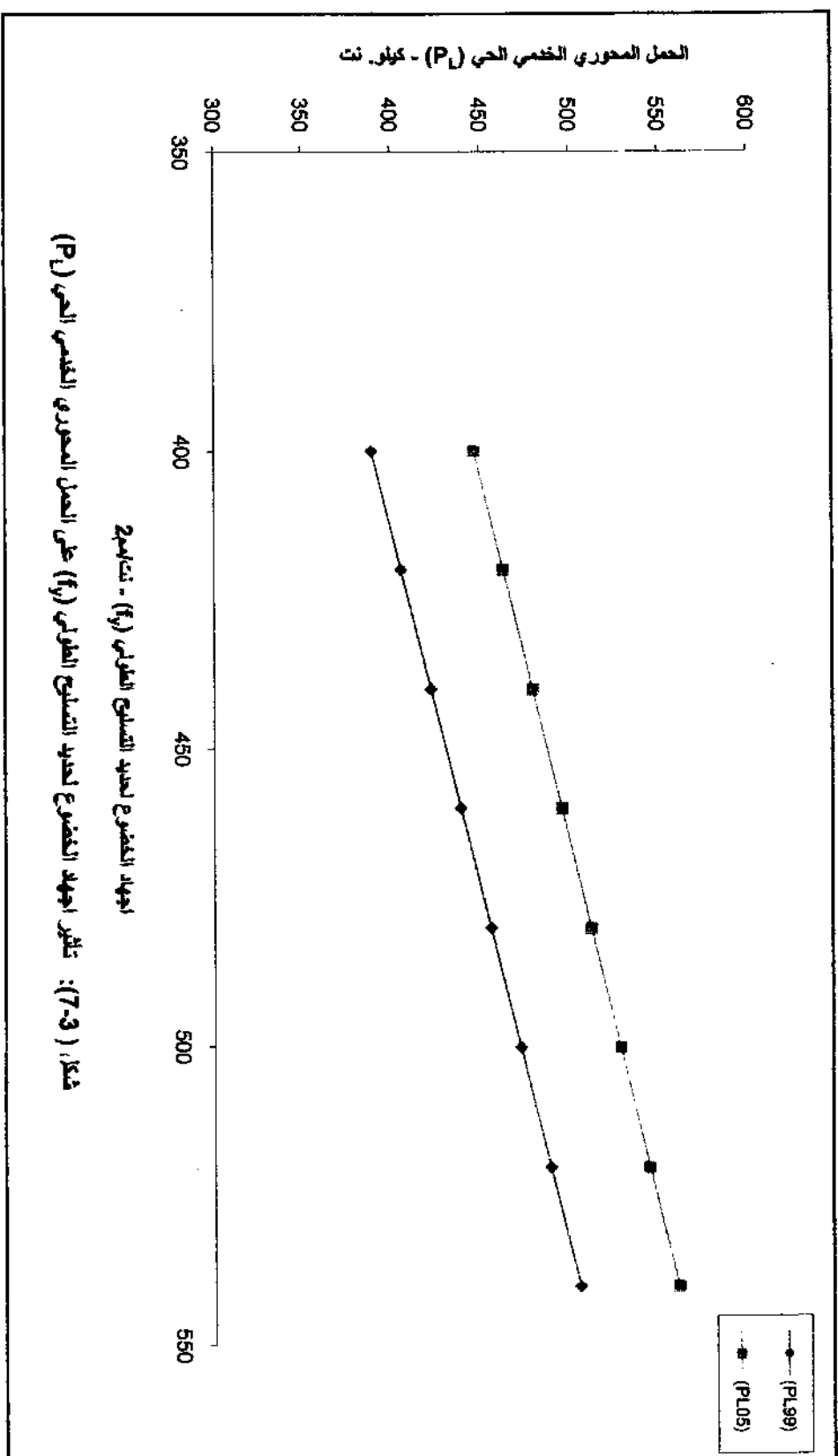


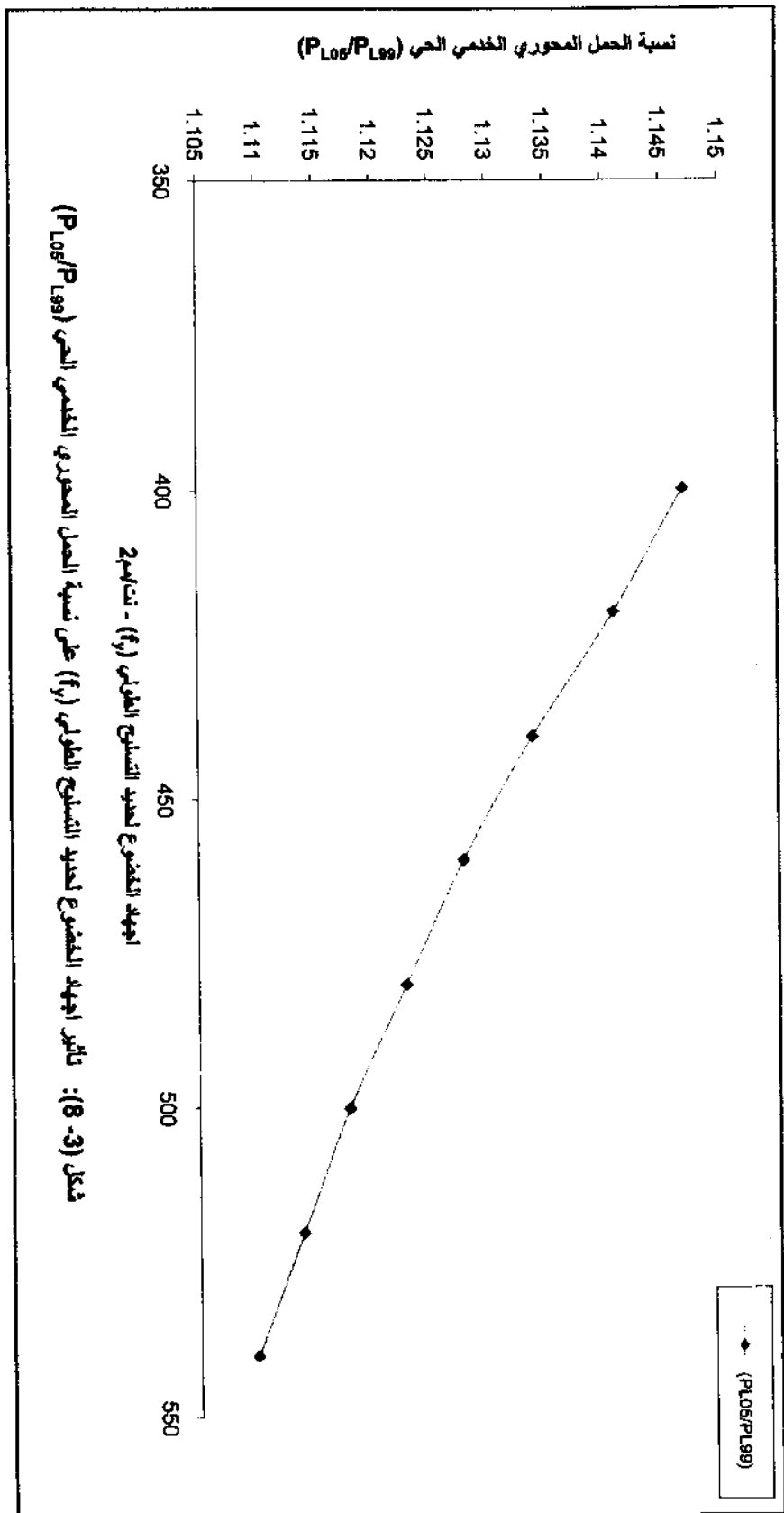
ولغرض معرفة أي كود يسمح باستخدام حمل محوري خدمي حي (P_L) اكبر ، تم تثبيت قيمة الحمل المحوري الخدمي الميت (P_D) بمقدار (1000) كيلو نت في الطريقتين السابقتين وحساب قيمة الحمل المحوري الخدمي الحي (P_L) في كل حالة وقد تبين بأن الكود الأمريكي ^[2] (ACI 318M-05) يسمح باستعمال حمل محوري خدمي حي (P_L) اكبر من الكود الأمريكي ^[1] (ACI 318M-99) . حيث أن زيادة أجهاد الخضوع لحديد التسليح الطولي (f_y) من (400 - 540) نت/مم² أدت الى زيادة الحمل المحوري الخدمي الحي (P_L) من (389.5 - 505.4) كيلو نت في الكود الأمريكي ^[1] (ACI 318M-99) ومن (446.8 - 561.1) كيلو نت في الكود الأمريكي ^[2] (ACI 318M-05) وكما مبين في الجدول (3 - 4) والشكل (3 - 7) والذي يبين العلاقة بين أجهاد الخضوع لحديد التسليح الطولي (f_y) والحمل المحوري الخدمي الحي (P_L) . ان نسبة الزيادة في الحمل المحوري الخدمي الحي (P_L) في كود عام 2005 عن قيمته في كود عام 1999 كانت (14.7%) عند أجهاد خضوع مقداره (400) نت/مم² وقد تناقصت هذه النسبة مع زيادة أجهاد الخضوع لحديد التسليح الطولي حيث بلغت (11%) عند أجهاد خضوع مقداره (540) نت / مم² وكما مبين في الجدول (3 - 4) والشكل (3 - 8) والذي يبين العلاقة بين أجهاد الخضوع لحديد التسليح الطولي (f_y) ونسبة الحمل المحوري الخدمي الحي في كود عام 2005

$$\left[\frac{P_{L05}}{P_{L99}} \right] \text{ عن قيمته في كود عام 1999}$$

جدول (3 - 4) : تأثير أجهاد الخضوع لحديد التسليح الطولي (f_y) على الحمل المحوري الخدمي الحي (P_L)

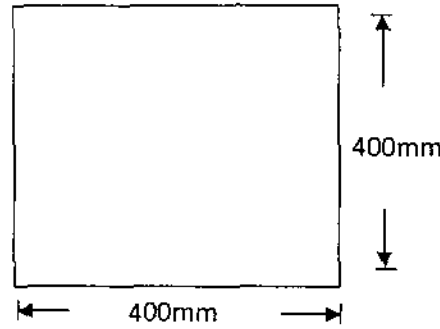
f_y (MPa)	P_{L99} (kN)	P_{L99} (kN)	P_{L95} (kN)	P_{L95} (kN)	P_{L95}/P_{L99}
400	2062.2	389.5	1914.9	446.8	1.147
420	2090.3	406.0	1941.0	463.1	1.141
440	2118.5	422.6	1967.2	479.5	1.134
460	2146.6	439.2	1993.3	495.8	1.128
480	2174.8	455.8	2019.4	512.1	1.123
500	2202.9	472.3	2045.6	528.5	1.118
520	2231.1	488.9	2071.7	544.8	1.114
540	2259.2	505.4	2097.8	561.1	1.110





3 - 4 تأثير مساحة حديد التسليح الطولي (A_{st}) على تحمل الاعمدة الخرسانية المطوقة والمعرضة لأحمال أنضغاط محورية :

تم اختيار عمود خرساني مربع المقطع والمبينة أبعاده في الشكل أدناه :



مع تثبيت القيم التالية :

$$A_g = 160\,000\text{ mm}^2$$

$$f'_c = 20\text{ MP}_a$$

$$f_y = 400\text{ MP}_a$$

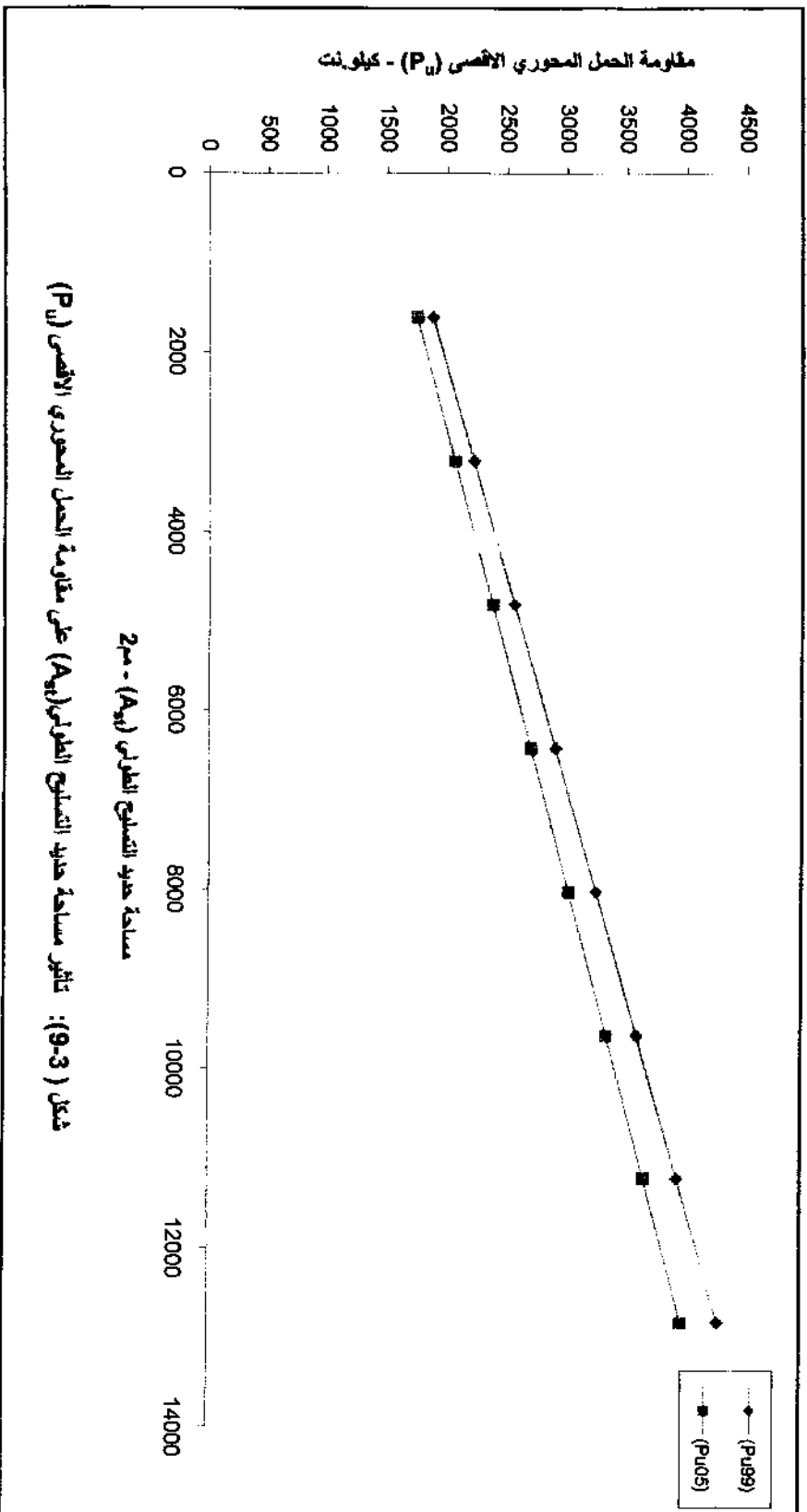
ان زيادة مساحة حديد التسليح الطولي (A_{st}) من (1600 - 12800) مم² أدت الى زيادة مقاومة الحمل المحوري الاقصى (P_u) من (1866.4 - 4268.5) كيلو نت في الكود الامريكي (ACI 318M-99)^[1] ومن (1733.1 - 3963.6) كيلو نت في الكود الامريكي (ACI 318M-05)^[2] وكما مبين في الجدول (3 - 5) والشكل (3 - 9) والذي يبين العلاقة بين مساحة حديد التسليح الطولي (A_{st}) ومقاومة الحمل المحوري الاقصى (P_u). أن نسبة الزيادة أعلاه في مقاومة الحمل المحوري الاقصى (P_u) كانت (128.7%) عند زيادة مساحة حديد التسليح الطولي (A_{st}) بالحدود المذكورة سابقاً وهذا مبين في الجدول (3 - 5) والشكل (3 - 10) والذي يبين العلاقة بين مساحة حديد التسليح الطولي (A_{st}) ونسبة الزيادة في مقاومة الحمل المحوري

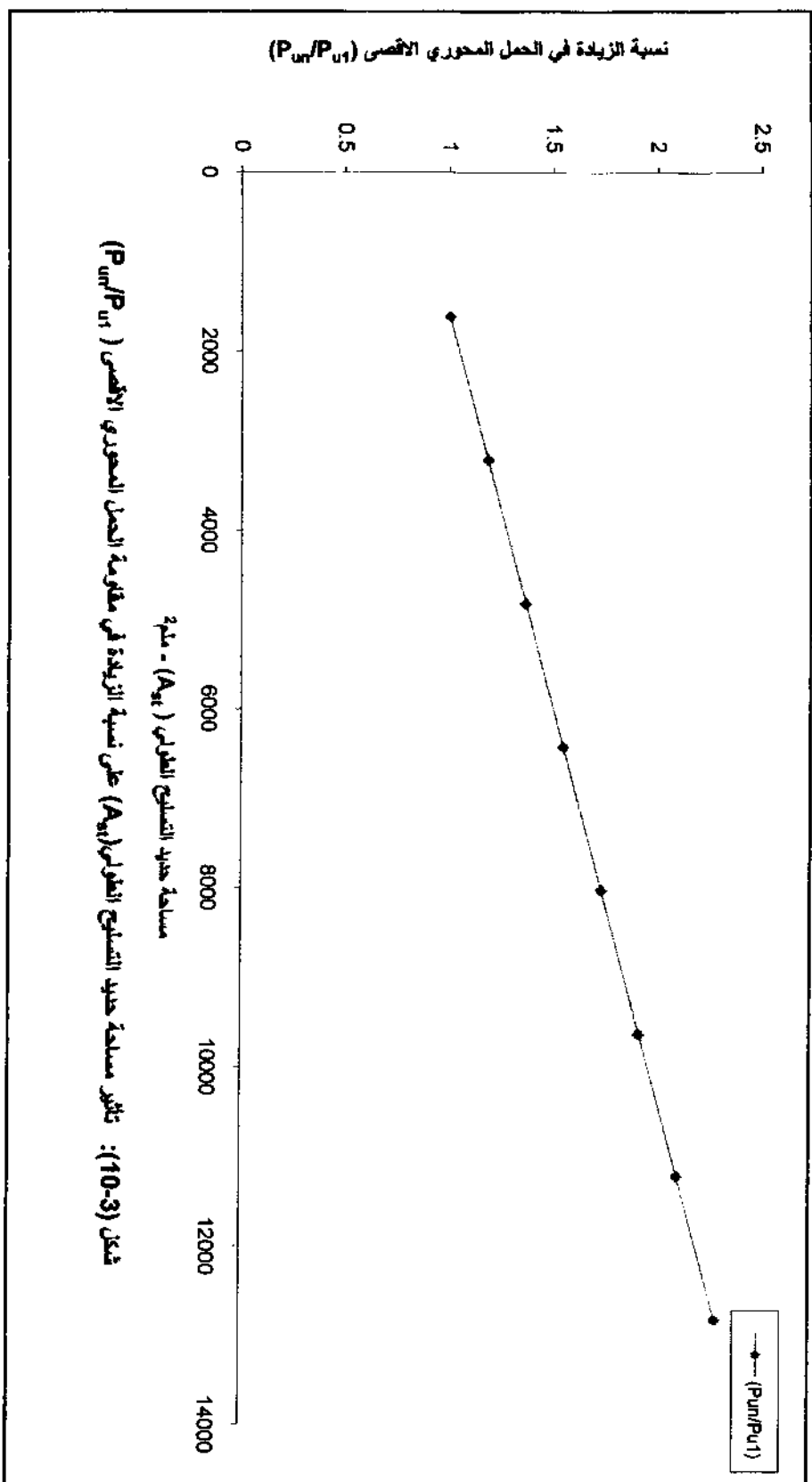
$$\left[\frac{P_{un}}{P_{u1}} \right] \text{ الاقصى}$$



جدول (3 - 5) : تأثير مساحة حديد التسليح الطولي (A_{st}) على مقاومة الحمل المحوري الأقصى (P_u) .

$A_{st} (mm^2)$	$A_{st} / A_g (%)$	$P_{u99} (kN)$	$P_{u05} (kN)$	P_{un} / P_{u1}
1600	1.000	1866.4	1733.1	1.000
3200	2.000	2209.5	2051.7	1.183
4800	3.000	2552.7	2370.4	1.367
6400	4.000	2895.9	2689.0	1.551
8000	5.000	3239.0	3007.7	1.735
9600	6.000	3582.2	3326.3	1.919
11200	7.000	3925.4	3645.0	2.103
12800	8.000	4268.5	3963.6	2.287

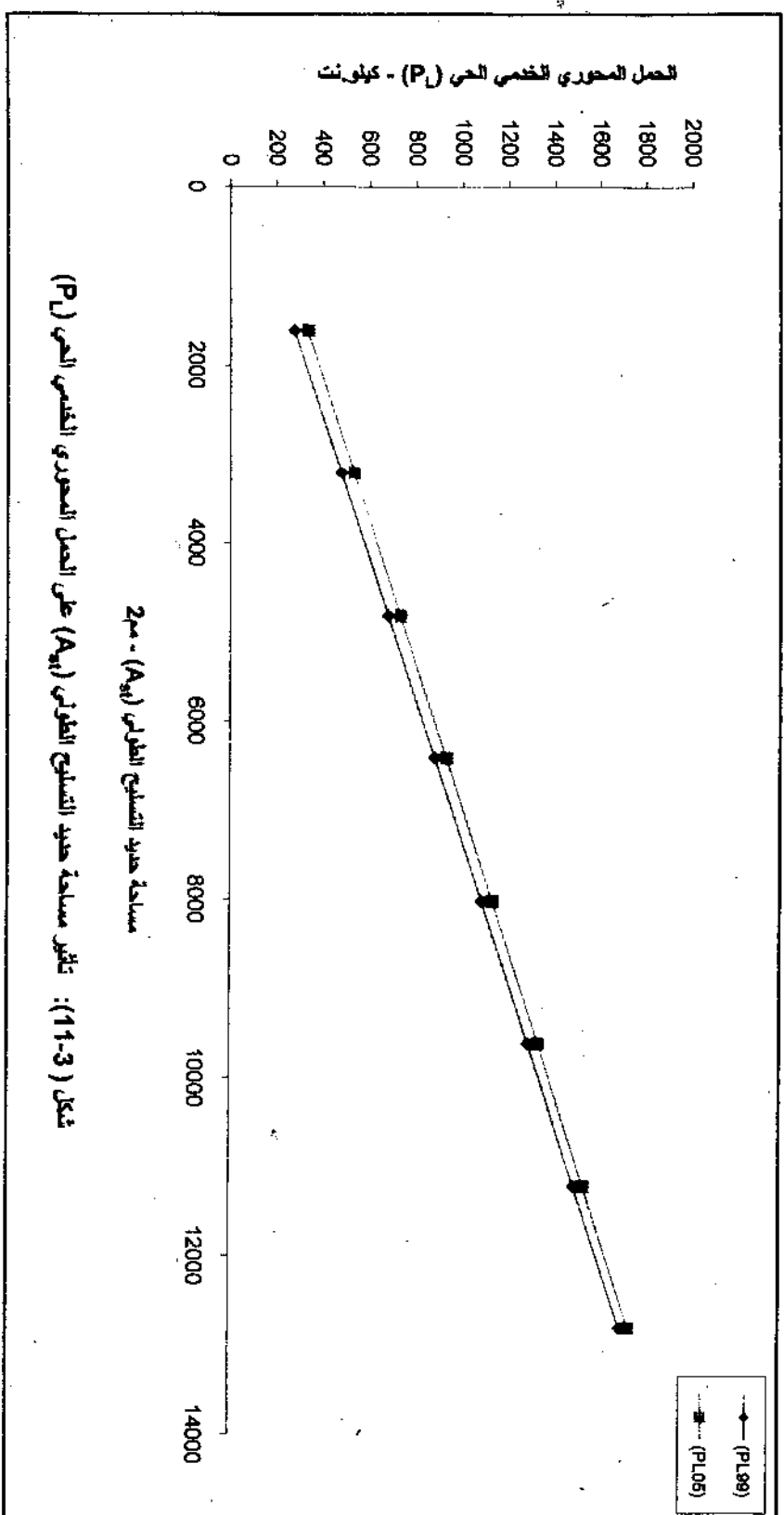


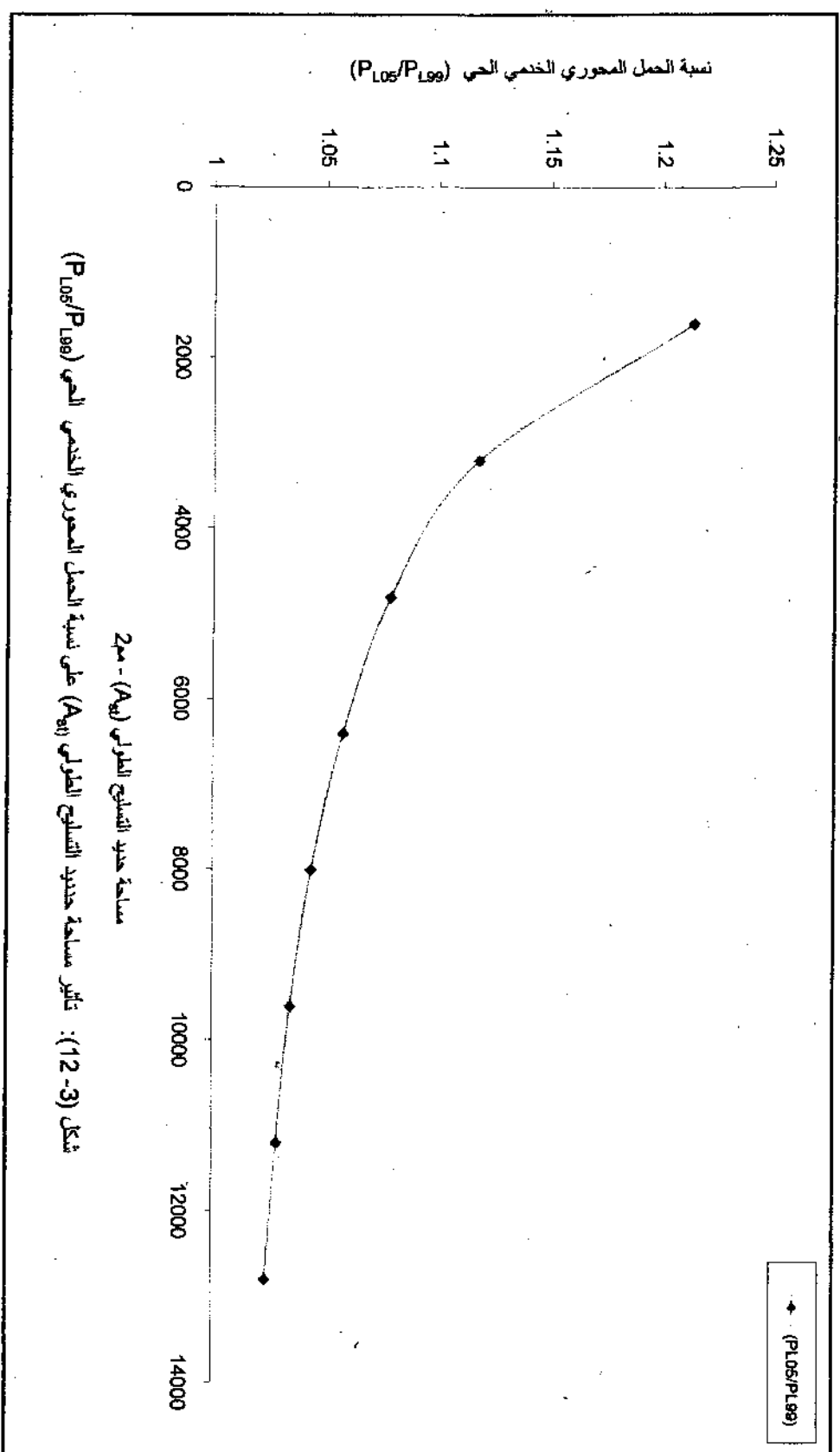


ولغرض معرفة أي كود يسمح باستخدام حمل محوري خدمي حي (P_L) اكبر ، تم تثبيت قيمة الحمل المحوري الخدمي الميت (P_D) بمقدار (1000) كيلو نت في الطريقتين السابقتين وحساب قيمة الحمل المحوري الخدمي الحي (P_L) . وقد تبين بأن الكود الأمريكي ^[2](ACI 318M-05) يسمح باستعمال حمل محوري خدمي حي (P_L) اكبر من الكود الأمريكي ^[1](ACI 318M-99) . حيث ان زيادة مساحة حديد التسليح الطولي (A_{st}) من (1600 - 12800) مم² أدت الى زيادة الحمل المحوري الخدمي الحي (P_L) من (274.4 - 1687.4) كيلو نت في الكود الأمريكي ^[1](ACI 318M-99) ومن (333.2 - 1727.3) كيلو نت في الكود الأمريكي ^[2](ACI 318M-05) وكما مبين في الجدول (3 - 6) والشكل (3 - 11) والذي يبين العلاقة بين مساحة حديد التسليح الطولي (A_{st}) والحمل المحوري الخدمي الحي (P_L). أن نسبة الزيادة في الحمل المحوري الخدمي الحي (P_L) في كود عام 2005 عن قيمته في كود عام 1999 كانت (21.4%) عند مساحة حديد تسليح طولي مقدارها (1600) مم² وقد تناقصت هذه النسبة مع زيادة مساحة حديد التسليح الطولي حيث بلغت (2.4%) عند مساحة حديد تسليح طولي مقدارها (12800) مم² وكما مبين في الجدول (3 - 6) والشكل (3 - 12) والذي يبين العلاقة بين مساحة حديد التسليح الطولي (A_{st}) ونسبة الحمل المحوري الخدمي الحي في كود عام 2005 عن قيمته في كود عام 1999 $\left[\frac{P_{L05}}{P_{L99}} \right]$

جدول (3 - 6) : تأثير مساحة حديد التسليح الطولي (A_{st}) على الحمل المحوري
الخدمي الحي (P_L)

$A_{st} (mm^2)$	$A_{st} / A_g (\%)$	$P_{u99} (kN)$	$P_{L99} (kN)$	$P_{u05} (kN)$	$P_{L05} (kN)$	P_{L05} / P_{L99}
1600	1.000	1866.4	274.4	1733.1	333.2	1.214
3200	2.000	2209.5	476.2	2051.7	532.3	1.118
4800	3.000	2552.7	678.1	2370.4	731.5	1.079
6400	4.000	2895.9	880.0	2689.0	930.6	1.058
8000	5.000	3239.0	1081.8	3007.7	1129.8	1.044
9600	6.000	3582.2	1283.6	3326.3	1328.9	1.035
11200	7.000	3925.4	1485.5	3645.0	1528.1	1.029
12800	8.000	4268.5	1687.4	3963.6	1727.3	1.024





3 - 5 تأثير مساحة المقطع (A_g) على تحمل الاعمدة الخرسانية المطوقة والمعرضة لأحمال أنضغاط محورية :

تم تثبيت القيم التالية :

$$f'_c = 20 \text{ MP}_a$$

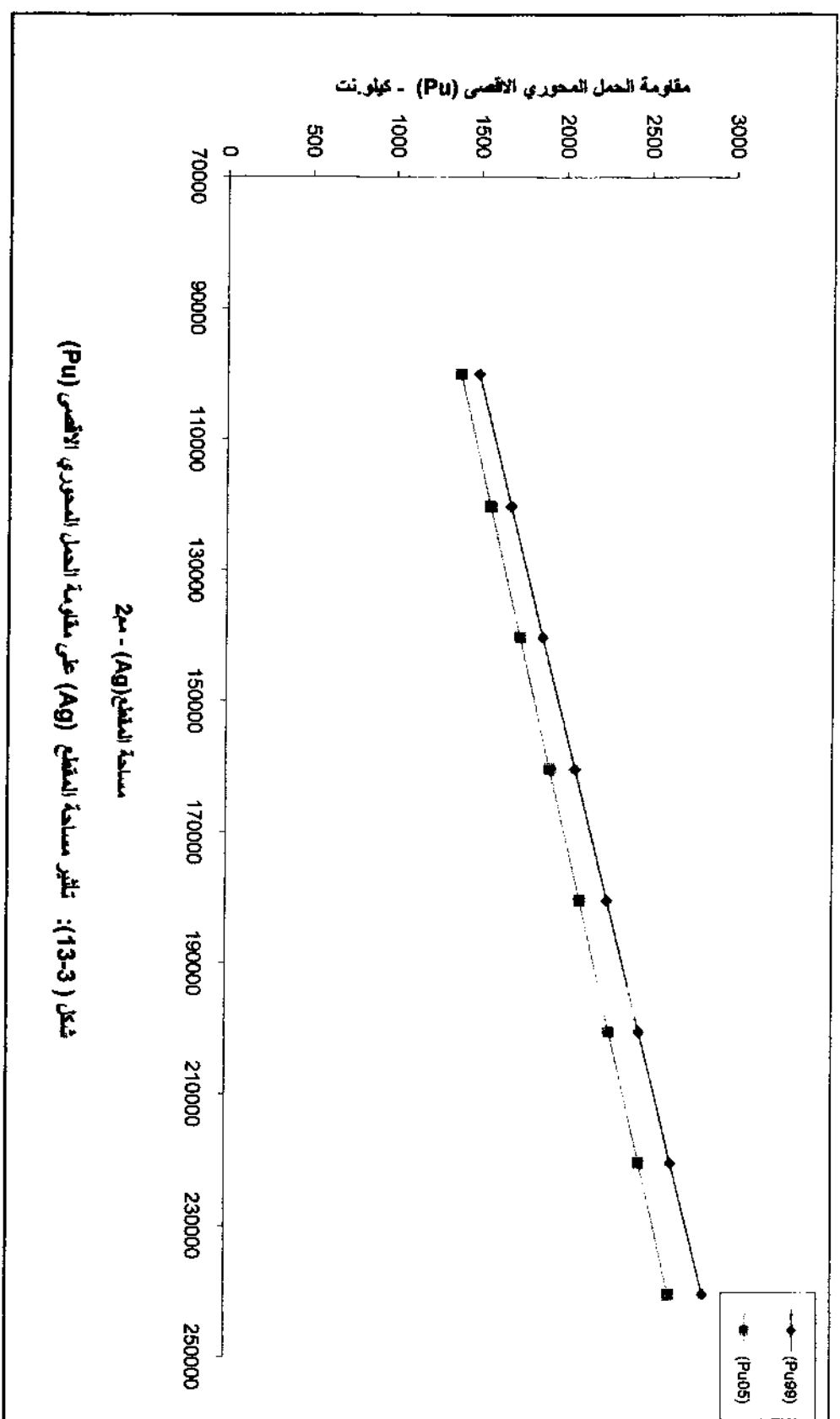
$$f_y = 400 \text{ MP}_a$$

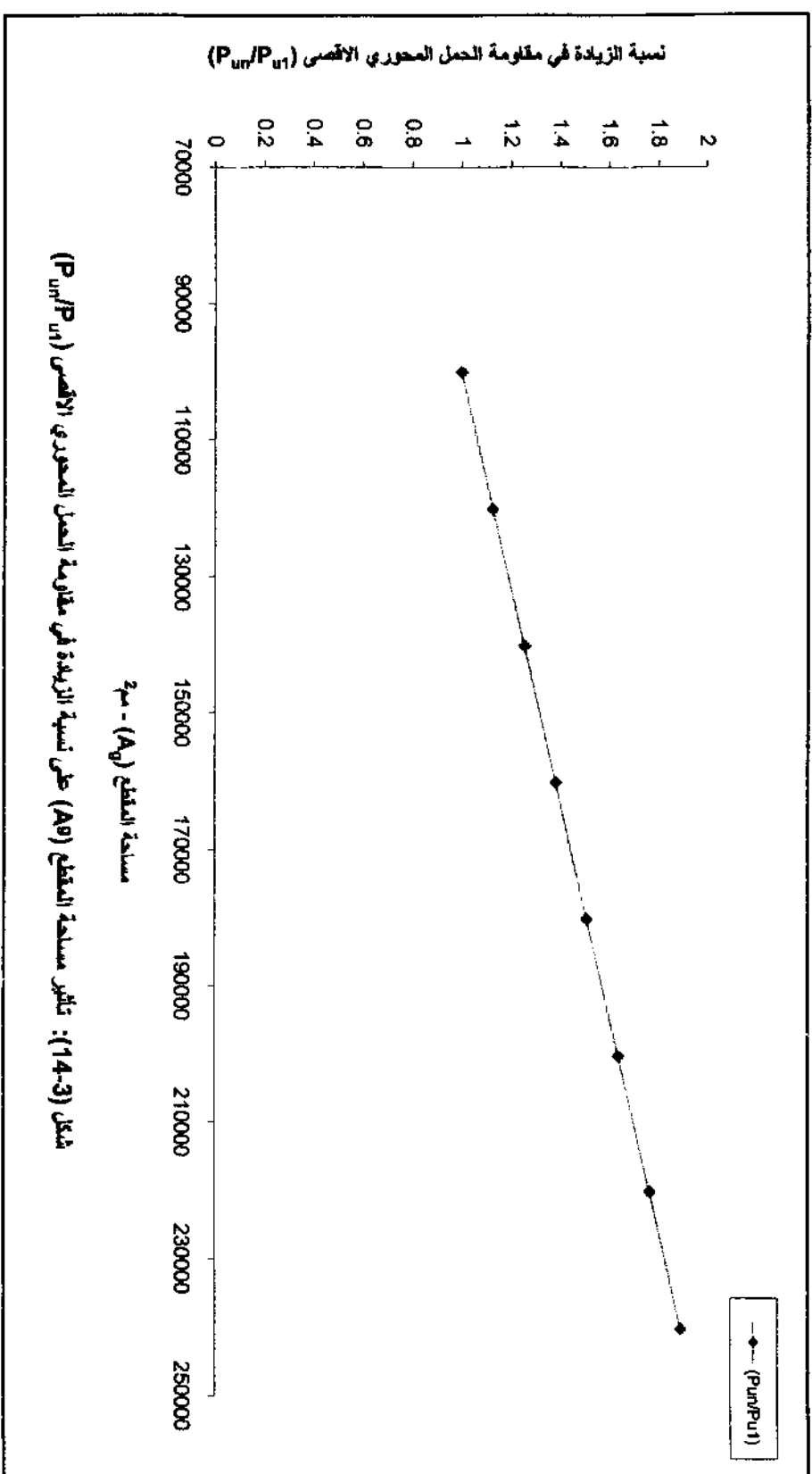
$$A_{st} = 2513 \text{ mm}^2 (8 \text{ } \varnothing 20\text{mm})$$

أن زيادة مساحة المقطع (A_g) من (100000 - 240000) مم² أدت الى زيادة مقاومة الحمل المحوري الاقصى (P_u) من (1491.0 - 2823.8) كيلو نت في الكود الامريكي [1] (ACI 318M-99) ومن (1384.5 - 2622.1) كيلو نت في الكود الامريكي [2] (ACI 318M-05) وكما مبين في الجدول (3 - 7) والشكل (3 - 13) والذي يبين العلاقة بين مساحة المقطع (A_g) ومقاومة الحمل المحوري الاقصى (P_u) . أن نسبة الزيادة أعلاه في مقاومة الحمل المحوري الاقصى (P_u) كانت (89.3%) عند زيادة مساحة المقطع (A_g) بالحدود المذكورة سابقاً وهذا مبين في الجدول (3 - 7) والشكل (3 - 14) والذي يبين العلاقة بين مساحة المقطع (A_g) ونسبة الزيادة في مقاومة الحمل المحوري الاقصى $\left[\frac{P_{un}}{P_{u1}} \right]$

جدول (3 - 7) : تأثير مساحة المقطع (A_g) على مقاومة الحمل المحوري الأقصى (P_u).

A_g (mm ²)	$(A_s / A_g) \%$	P_{u99} (kN)	P_{u95} (kN)	P_{u95} / P_{u1}
100 000	2.513	1491.0	1384.5	1.000
120 000	2.094	1681.4	1561.3	1.127
140 000	1.795	1871.8	1738.1	1.255
160 000	1.571	2062.2	1914.9	1.383
180 000	1.396	2252.6	2091.7	1.510
200 000	1.257	2443.0	2268.5	1.638
220 000	1.142	2633.4	2445.3	1.766
240 000	1.047	2823.8	2622.1	1.893

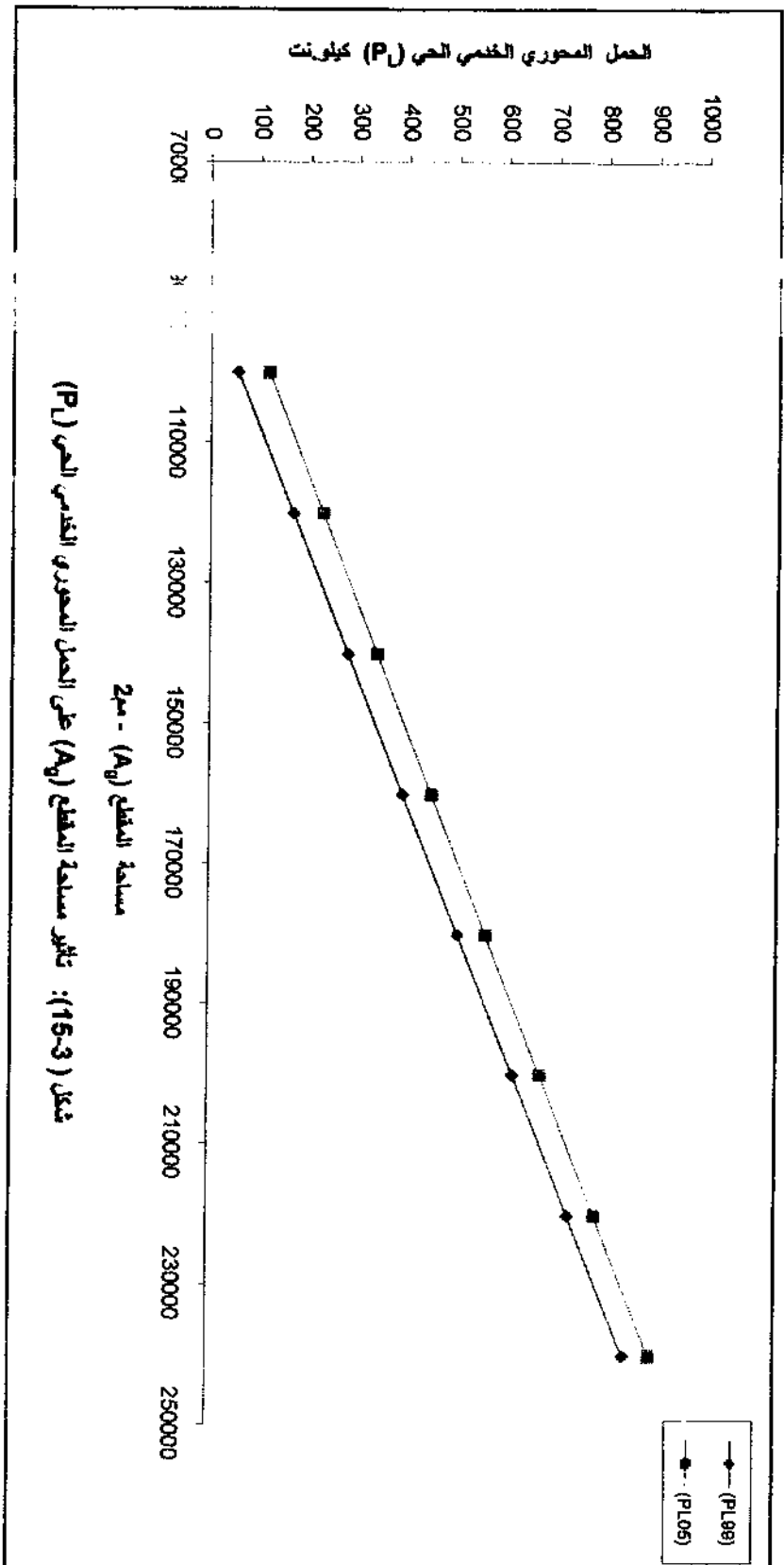


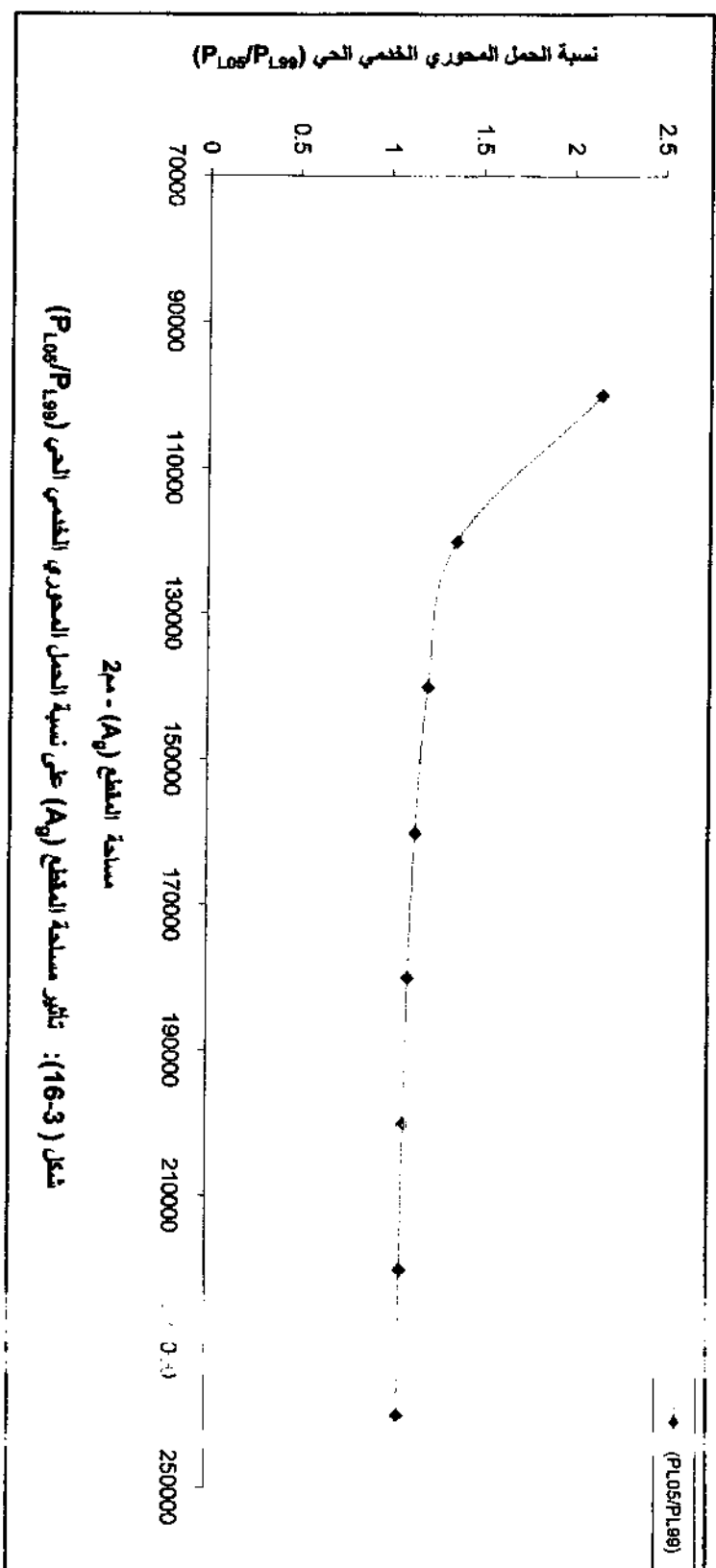


ولغرض معرفة اي كود يسمح باستخدام حمل محوري خدمي حي (P_L) اكبر ، تم تثبيت قيمة الحمل المحوري الخدمي الميت (P_D) بمقدار (1000) كيلو نت في الطريقتين السابقتين وحساب قيمة الحمل المحوري الخدمي الحي (P_L) في كل حاله . وقد تبين بأن الكود الأمريكي ^[2](ACI 318M-05) يسمح باستعمال حمل محوري خدمي حي (P_L) اكبر من الكود الامريكي ^[1](ACI 318M-99) . حيث أن زيادة مساحة المقطع (A_g) من (100000 - 240000) مم² أدت الى زيادة الحمل المحوري الخدمي الحي (P_L) من (53.5 - 837.5) كيلو نت في الكود الامريكي ^[1](ACI 318M-99) ومن (115.3 - 888.8) كيلو نت في الكود الامريكي ^[2](ACI 318M-05) وكما مبين في الجدول (3 - 8) والشكل (3 - 15) والذي يبين العلاقة بين مساحة المقطع (A_g) والحمل المحوري الخدمي الحي (P_L) . أن نسبة الزيادة في الحمل المحوري الخدمي الحي (P_L) في كود عام 2005 عن قيمته في كود عام 1999 كانت (115.5%) عند مساحة مقطع مقدارها (100000) مم² وقد تناقصت هذه النسبة مع زيادة مساحة المقطع حيث بلغت (6.12%) عند مساحة مقطع مقدارها (240000) مم² وكما مبين في الجدول (3 - 8) والشكل (3 - 16) والذي يبين العلاقة بين مساحة المقطع (A_g) ونسبة الحمل المحوري الخدمي الحي في كود عام 2005 عن قيمته في كود عام 1999 $\left[\frac{P_{L05}}{P_{L99}} \right]$

جدول (3 - 8) : تأثير مساحة المقطع (A_g) على الحمل المحوري الخدمي الحي (P_L)

A_g (mm ²)	$(A_s / A_g) \%$	P_{u99} (kN)	P_{199} (kN)	P_{005} (kN)	P_{105} (kN)	P_{L05} / P_{005}
100 000	2.513	1491.0	53.5	1384.5	115.3	2.155
120 000	2.094	1681.4	165.5	1561.3	225.8	1.364
140 000	1.795	1871.8	277.5	1738.1	336.3	1.212
160 000	1.571	2062.2	389.5	1914.9	446.8	1.147
180 000	1.396	2252.6	501.5	2091.7	557.3	1.111
200 000	1.257	2443.0	613.5	2268.5	667.8	1.088
220 000	1.142	2633.4	725.5	2445.3	778.3	1.0727
240 000	1.047	2823.8	837.5	2622.1	888.8	1.0612





الفصل الرابع

الاستفتاءات والبحوث

المستقبلية

4 - 1 الاستنتاجات :

- 1- ان زيادة مقاومة انضغاط الخرسانة (f_c) من (20 - 100) نت/مم² أدت الى زيادة مقاومة الحمل المحوري الاقصى (P_u) بنسبة (290.8%) .
- 2- ان استعمال خرسانة عالية المقاومة (High Strength Concrete) وهي الخرسانة التي تزيد مقاومة انضغاطها عن (41) نت / مم² [3] كان له فائدة كبيرة في زيادة مقاومة الحمل المحوري الاقصى (P_u) .
- 3- ان زيادة اجهاد خضوع حديد التسليح الطولي (f_y) من (400 - 540) نت / مم² أدت الى زيادة مقاومة الحمل المحوري الاقصى (P_u) بنسبة (9.5%) .
- 4- ان زيادة مساحة حديد التسليح الطولي (A_{st}) من (12800-1600) ملم² أدت الى زيادة مقاومة الحمل المحوري الاقصى (P_u) بنسبة (128.7%) .
- 5- ان زيادة مساحة مقطع العمود (A_g) من (100000 - 240000) ملم² أدت الى زيادة مقاومة الحمل المحوري الاقصى (P_u) بنسبة (89.3%) .
- 6- يتضح مما سبق ان مقاومة انضغاط الخرسانة (f_c) كان له الاثر الاكبر في زيادة مقاومة الحمل المحوري الاقصى (P_u) من بين العوامل الاخرى . كما ان زيادة مساحة حديد التسليح الطولي (A_{st}) وزيادة مساحة مقطع العمود (A_g) له تأثير مهم في زيادة (P_u) . اما زيادة اجهاد خضوع حديد التسليح الطولي (f_y) فلم يكن له تأثير يذكر على (P_u) .
- 7- على الرغم من ان مقاومة الحمل المحوري الاقصى (P_u) المحسوبة بموجب الكود (ACI 318M-99)^[1] كانت اكبر من تلك المحسوبة بموجب الكود (ACI 318M-05)^[2] في جميع الحالات ، الا انه عند تثبيت قيمة الحمل المحوري الخدمي الميت (P_D) كانت قيمة الحمل المحوري الخدمي الحي المحسوبة بموجب كود عام 2005 (P_{L05}) اكبر من تلك المحسوبة بموجب كود عام 1999 (P_{L99}) .

وقد كانت نسبة الزيادة بين القيمتين كما يلي :

- أ- (14.7%) عند خرسانة مقاومة انضغاطها (20) نت/مم² وقد انخفضت الى (0.3%) عند زيادة مقاومة الانضغاط الى (100) نت/مم² .
- ب- (14.7%) عند حديد تسليح طولي اجهاد خضوعه (400) نت/مم² وقد انخفضت الى (11%) عند زيادة اجهاد الخضوع الى (540) نت/مم² .
- ج - (21.4%) عند حديد تسليح طولي مساحته (1600) ملم² وقد انخفضت الى (2.4%) عند زيادة مساحة حديد التسليح الى (12800) ملم² .
- د - (115.5%) عند عمود مساحة مقطعه (100000) ملم² وقد انخفضت الى (6.12%) عند زيادة مساحة مقطع العمود الى (240000) ملم² .

4 - 2 البحوث المستقبلية :

- 1- دراسة العوامل المؤثرة على تحمل الاعمدة الخرسانية المطوقة والمعرضة لعزوم انحناء أحادية وثنائية المحور .
- 2- دراسة العوامل المؤثرة على تحمل الاعمدة الخرسانية المطوقة الحاوية على ألياف حديدية (Steel Fiber) والمعرضة لعزوم انحناء أحادية وثنائية المحور

(References) المصادر

1. ACI Committee 318 , " Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary (ACI 318M-99 / ACI 318RM-99)" , American Concrete Institute , Detroit , 1999 , 393PP.
2. ACI Committee 318 , " Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary (ACI 318M-05)" , American Concrete Institute, Farmington Hills , 2005 , 436PP .
3. ACI Committee 363 , " State –of – the – Art Report on High – Strength Concrete " , ACI Journal , Proceedings Vol . 81 , No . 4 , July – Aug . 1984 , PP . 364 – 411 .