تأثير مقاومة الانضغاط للخرسانة في متطلبات حديد التسليح وحجوم العتبات المعرضة لعزوم الانحناء

م.م لمى سعدي عبد الخالق

جامعة بغداد كلية الادارة والاقتصاد

الخلاصة

لاهمية الخرسانة في البناء والانشاء تم دراسة تصميم العتبات المستطيلة المنتجة من الخرسانة العالية المقاومة (احادية التسليح) ومقارنتها بالخرسانة الاعتيادية المقاومة (مزدوجة التسليح) بالاعتماد على القيم المختلفة لمقاومة الانضغاط للخرسانة (25-100) نت/ملم^2، باستعمال طريقة المقاومة القصوى للتصميم ، وعليه تم ايجاد: كميةالحديد اللازمة لمساحة مقطع العتبة تحت حمل مسلط وبمقاومة خرسانة عالية ومقارنتها مع العتبات الاعتيادية المقاومة ، ثم ايجاد ابعاد العتبات (b*d), اعتمادا على أعلى عزم للانحناء الاقصى لأعلى مقاومة انضغاط (100) نت/ملم^2.

وجد بان استعمال الخرسانة عالية المقاومة يقلل كمية حديد التسليح بنسبة ٦٨.٣٦ % ، ويقلل ابعادالمقطع للعتبات (222%) للعرض ،(79%) للعمق بالنسبة لمقاومة الانضغاط الاقل (٢٥) نت/ملم^2.

لوحظ من خلال البحث امكانية الحصول على فضاءات اكبر بحجوم اقل للعتبات و تقليل الاحمال المسلطة على الاسس و تقليل كميات حديد التسليح بنسبة معينة وبالتالي تقليل الكلف الانشائية للعتبات الخرسانية العالية المقاومة نسبة الى الاعتيادية المقاومة مما يجعلها اقتصادية من الناحية الفنية والاقتصادية.

Influence of Compressive Strength Concrete On Steel and Size Requirement For Beam in Flexure.

Assist. Lect. Luma Sadi Abdul Khulik

College of Administration and Economics

Abstract

For importance of concrete in building and constraction , This paper studies singly reinforced rectangular beam design produced of high strength concrete and compared with ordinary concrete with (doubly reinforcement). For range of concrete strength (25-100) N/mm^2 .The ultimate strength design method is used in the beam design . It is found that higher strength concrete requires 68.36% reduction in reinforcing steel compared with the lower strength concrete under the same load . also , for the higher strength concrete beams smaller size (222% for width and 79% for depth) are necessary to resist the same bending moment. A major aim of this work is by using higher strength concrete in flexure, large

space can be obtained ,as well as smaller member size. This would result in reduce gravity load to be transmitted to the foundations and economy in construction.

الرموز المستعملة

a=عمق منطقة الانضغاط بوحدات mm

A_s= مساحة حديد الشد الكلية بوحدات mm^2.

A_{s1}= مساحة حديد الشد التي تولد قوة شد تعادل قوة الانضغاط في الخرسانة بوحدات mm^2

A_{s2}= مساحة حديد الشد التي تولد قوة شد تعادل قوة الانضغاط في حديد الانضغاط بوحدات mm^2

$A_{s'}$= مساحة حديد الانضغاط بوحدات mm^2

b= عرض وجه الانضغاط لمقطع العتبة بوحدات mm^2

C= عمق محور التعادل بوحدات mm .

C_1= قوة الانضغاط في الخرسانة وتساوي ($0.85\ f_{c}'\ a\ b$) بوحدات N .

C_2= قوة الانضغاط في حديد الانضغاط وتساوي ($A_s'\ F_s'$) بوحدات N

d=العمق الفاعل لمقطع العتبة, ويساوي المسافة من ليف الانضغاط الخارجي الى مركز حديد الشد بوحدات mm

d´= المسافة من ليف الانضغاط الخارجي الى ملركز حديد الانضغاط بوحدات mm

fc´= مقاومة انضغاط الخرسانة بوحدات نت/ملم^2

fs´= الاجهاد في حديد الانضغاط بوحدات نت/ملم^2

f_y= اجهاد الخضوع لحديد الشد بوحدات N.mm

Mn= مقاومة عزم الانحناء الكلية بوحدات N.mm

Mn1= مقاومة الانحناء المتولدة من قوة الانضغاط الخرسانة والقوة المعادلة لها في حديد الشد بوحدات N.mm

Mn2=مقاومة الانحناء المتولدة من قوة الانضغاط في حديد الانضغاط والقوة المعادلة لها في حديد الشد بوحدات N.mm

T= قوة الشد الكلية بوحدات (N)

T_1= قوة الشد التي تعادل قوة الانضغاط في الخرسانة بوحدات (N)

T_2= قوة الشد التي تعادل قوة الانضغاط في حديد الانضغاط بوحدات (N)

ϵ_c= انفعال الانضغاط الاقصى في الخرسانة و يساوي (0.003)

ϵ_S= انفعال الشد في حديد تسليح الشد

$\epsilon_{s'}$= انفعال الانضغاط في حديد تسليح الانضغاط

ρ_b= نسبة الحديد التوازنية.

ρ_{max} = نسبة حديد الشد القصوى.

ρ_{max}' = نسبة حديد الانضغاط القصوى.

المقدمة

ان تطور المواد المستعملة في الانشاء واكب تطور الانسان ، اذ ان الخرسانة عالية المقاومة هي احدى الوسائل والتطبيقات الحديثة نسبيا، ويمكن تعريفها على انها الخرسانة التي تزيد مقاومة انضغاطها على (41) نت/ملم^{٢} [1] مقارنة بالخرسانة الاعتيادية الاقل مقاومة ، لذا يتطلب سيطرة نوعية عالية تتناسب مع مكونات الخلطة عند التصميم وذلك باستعمال المضافات للحصول على مقاومة انضغاط عالية [2] . ان المكونات الاساس للخرسانة هو الاسمنت وركام (ناعم وخشن) وماء ، و للحصول على نوعيات خاصة للخرسانة او تعديل بعض الخصائص تضاف مواد مختلفة للمكونات الاساس تسمى(المضافات) اما للمواد الاولية اوعند خلط الخرسانة بطرائق واساليب تبعا للنوعية المطلوبة للخرسانة ، اوالمواد المضافة الى السمنت اثناء الانتاج (كالرمل المطحون ، والبوزلانا) و انواع السمنت الخاص لتحسين قابلية التشغيل للخلطة[3] ، وللحصول على خرسانة عالية المقاومة تضاف ملدنات :

i) الرمل المطحون عالي النعومة و الجير المطفأ.

ii) مواد بوزلانية وتشمل (التراب الدياتومي و خبث الافران العالية الحرارة ، رماد قشور الرز ، رماد مسحوق الفحم) ، اذ تضاف هذه المواد بنسب 0.25 من وزن الاسمنت [4] .

كذلك يمكن الحصول على الخرسانة عالية المقاومة باستعمال المعالجة الحرارية وكبس الخرسانة خلال عملية التصلب (setting) [5] او باضافة الالياف الفولاذية مع ابخرة السليكا بنسب حجمية معينة مما يزيد مقاومة الانضغاط و مطيلية الخرسانة (ductility) والصلادة (toughness)[6]، فضلا عن زيادة مقاومة الانضغاط اذ تزداد مقاومة شد الانشطار (splitting tensile strength) وزيادة معامل الانثناء (modulus of rupture) للعتبات الخرسانية المعرضة للانضغاط [7].

الغرض من المضافات:

يقلل استعمال المضافات من نسبة الماء/السمنت مما يقلل من نفاذية الخرسانة عالية المقاومة ويميزها عن الخرسانة الاعتيادية اذ يمكن استعمالها في المناطق المعرضة الى:

التآكل Abrasion ، والتعرية Erosion ، والتأثيرات الكيميائية Chemical attach [9,8] .

تطبيقات الخرسانة العالية المقاومة :

للخرسانة عالية المقاومة تطبيقات عديدة يمكن ايجازها [13,12,11,10] :

- تستعمل في المباني العالية الإرتفاعات وفي الابراج .
- المنشات البحرية و منصات استخراج النفط في البحار .

- المنتجات المسبقة الصب (precast concrete)، المسبقة الجهد(prestressed concrete)
- محطات الطاقة النووية .
- الانابيب الخرسانية تحت الارض.
- اعادة تأهيل العناصر الانشائية القديمة .
- الاعمدة والجسور الخرسانية الخاصة الطويلة لإنها اقتصادية.
- المنشات التي تتطلب متانة عالية مثل السدود.
- المنشات المركبة Composite Structural .

الجدوى من استعمال الخرسانة عالية المقاومة :

استعمال الخرسانة عالية المقاومة في العناصرالانشائية المعرضة لعزوم الانحناء مثل العتبات له فوائد من النواحي الاقتصادية و الفنية :-

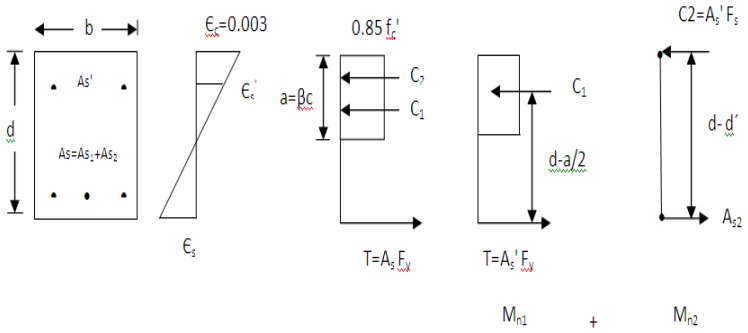
١. الافادة الاقتصادية للخرسانة عالية المقاومة تتحقق عند تقليل عرض العتبة مع ثبات العمق وثبات نسبة حديد التسليح ، بزيادة مقاومة الانضغاط ثلاث مرات فان عرض العتبة يقل الى حوالي الثلث[13] .
٢. تتحقق الجدوى الفنية من استعمال الخرسانة عالية المقاومة في العتبات بزيادة السعة التحميلية للعتبة مع ثبات الابعاد وزيادة نسبة حديد التسليح فيها اذ نجد مقاومة الانضغاط للخرسانة زادت اربع مرات لذا تضاعفت السعة التحميلية الى 3.24 مرة[13] .
٣. الخرسانة عالية المقاومة افضل بديل اقتصادي في تقليل حديد الانضغاط في العتبات الخرسانية المسلحة ، حيث تقل نسبة حديد تسليح الانضغاط بنسبة 61.9% لخرسانة ذات مقاومة انضغاط (70 - 20) نت/ملم^{٢} للعزم نفسه لعتبة منفردة التسليح[14] .
٤. تقليل ابعاد العتبات عند استعمال الخرسانة عالية المقاومة اذ ان 190% زيادة بالعرض للعتبة او 70% زيادة لعمق العتبة يتطلب عند تغير استعمال عتبة بمقاومة (70 -20) نت/ملم^{٢} للعزم نفسه لعتبة منفردة التسليح [14] .
٥. لعتبة ثابتة الابعاد ، بزيادة مقاومة الانضغاط من(20 -70) نت/ملم^{٢} تكون اقتصادية بنسبة 22 % ناتج عن تقليل كمية حديد التسليح في منطقة الانضغاط وصولا الى التسليح المنفرد للعتبة[14] .

طريقة التصميم للعتبات

يفضل المصممون عادة اختيار عتبات منفردة التسليح لإعتبارات اقتصادية وللامان الإنشائي[14] ولمواقع معينة عندما تكون ابعاد العتبة محددة لاسباب معمارية وتكون مقاومة الانحناء الاسمية العظمى لعتبة احادية التسليح اقل من مقاومة الانحناء الاسمية اللازمة, لابد من استعمال تسليح شد اضافي وتسليح انضغاط لزيادة مقاومة الإنحناء للعتبة ، علما ان استعمال حديد الانضغاط يقلل الإنحراف طويل الأمد الذي يسبب الزحف والانكماش في الخرسانة وكذلك يساعد على تثبيت الاطواق والحفاظ على موقعها اثناء الصب .

١. تم اثناء البحث تصميم العتبات المستطيلة المقطع بالاعتماد على طريقة المقاومة القصوى (ultimate strength design) للكود الامريكي (ACI 318M -08) لقيم مقاومة إنضغاط تتراوح من(25-100) نت/ملم^{٢} وكما يلي:

تصميم العتبة عند أعلى قيمة لمقاومة الإنضغاط (100) نت/ملم٢ كعتبة منفردة التسليح ، ومن ثم ايجاد عزم الإنحناء الاقصى لها واعتماده بالنسبة لمقاومات الانضغاط الاقل فكانت مزدوجة التسليح وعلى افتراض ان حديد التسليح وصل الى الخضوع للعتبات المزدوجة التسليح كما موضح في الشكل (1) [17,16] علما ان توزيع منحني الاجهاد والانفعال للخرسانة العالية المقاومة الاكثر من(٥٦) نت/ملم٢ مثلث الشكل اذ يتم ايجاد المستطيل المكافئ له [16,10] .



شكل(١) **تصميم العتبات المستطيلة المزدوجة المقطع** [١٣،١٦]

٢. ايجاد كمية الحديد اللازمة للتسليح المزدوج .

٣. تصميم ابعاد المقطع اللازمة لتحمل اعلى عزم لاعلى مقاومة الانضغاط (١٠٠) نت/ملم٢ بالنسبة لقيم مقاومة الانضغاط الاقل.

الجانب التطبيقي

تعد مقاومة العزم الكلية (M_n) مكونة من جزئين الاول (M_{n1}) المتولد من قوة الانضغاط في الخرسانة والقوة المعادلة لها في حديد الشد , و الثاني (M_{n2})الذي تسببه قوة حديد الانضغاط والقوة المعادلة لها في حديد الشد. بافتراض ان الحديد الانضغاط وصل مرحلة الخضوع.

$$M_n=M_{n1}+M_{n2} \quad \ldots\ldots(1)$$

$$M_n = A_{s1}\, fy\, (d-a/2) + As'\, fy\, (d-d') \quad \ldots\ldots(2)$$

اذ ان :

$$a = \frac{As_1\, Fy}{0.85\, fc'b} \quad \ldots\ldots(3)$$

ان نسبة حديدالتسليح المستعملة لاعطاء الحالة التوازنية للعتبة(Balance steel ratio)

$$\rho_b = 0.85\ \beta 1\ fc'/fy\ \left(\frac{600}{600+fy}\right) \quad \ldots\ldots(4)$$

اذ ان:

$\beta_1 = 0.85 \quad \text{for } fc' \leq 28 \text{ N/mm}^2$

$\beta_1 = 0.65 \text{ for } fc' \geq 56 \text{ N/mm}^2$

$$\beta_1 = 0.85 - \left(\frac{0.05}{7}\right)(fc' - 28) \quad \text{.....(5)}$$

اما النسبة القصوى لحديد الشد يتم حسابها من المعادلة

$$\rho_{max} = \frac{51\,\beta\,fc'}{140\,fy} \quad \text{.....(6)}$$

لكن نسبة حديد الشد القصوى ناتجة عن المعادلة الاتية

$$\rho_{max} = \frac{As - As'}{bd} \quad \text{.....(7)}$$

وبالتعويض عن قيمة ρ_{max} بالمعادلة رقم (7) ينتج

$$\frac{As - As'}{bd} = \frac{51\,\beta_1 fc'}{140\,fy} \quad \text{..... (8)}$$

وبتعويض عن قيمة (fy= 414) نت/ملم^2 في المعادلة (8) وتبسيطها ينتج

$(A_s - A_{s'})_{max} = 8.8*10^{-4}\,\beta_1 bd\,fc'$ .....(9)

ومن المعادلة (9) وللتسليح المنفرد ينتج

$A_{s\,max} = 8.8*10^{-4}\,\beta_1\,bd\,fc'$ ... (10)

ولكن

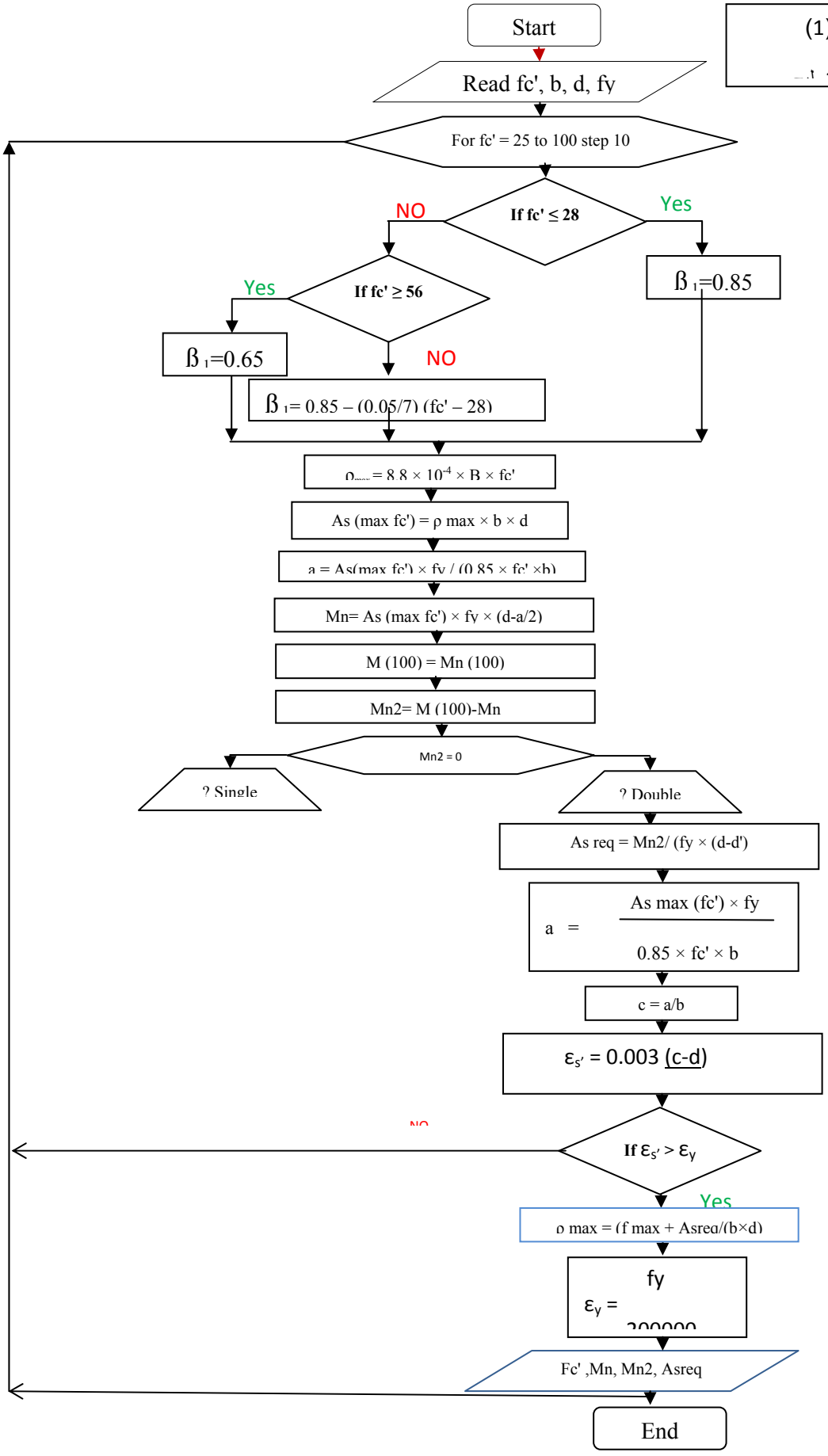
$$\rho_{max} = \frac{As\,max}{bd} \quad \text{.....(11)}$$

بالتعويض عن قيمة $A_{s\,max}$ في المعادلة (10) ينتج

$\rho_{max} = 8.8*10^{-4}\,\beta_1\,fc'$ .....(12)

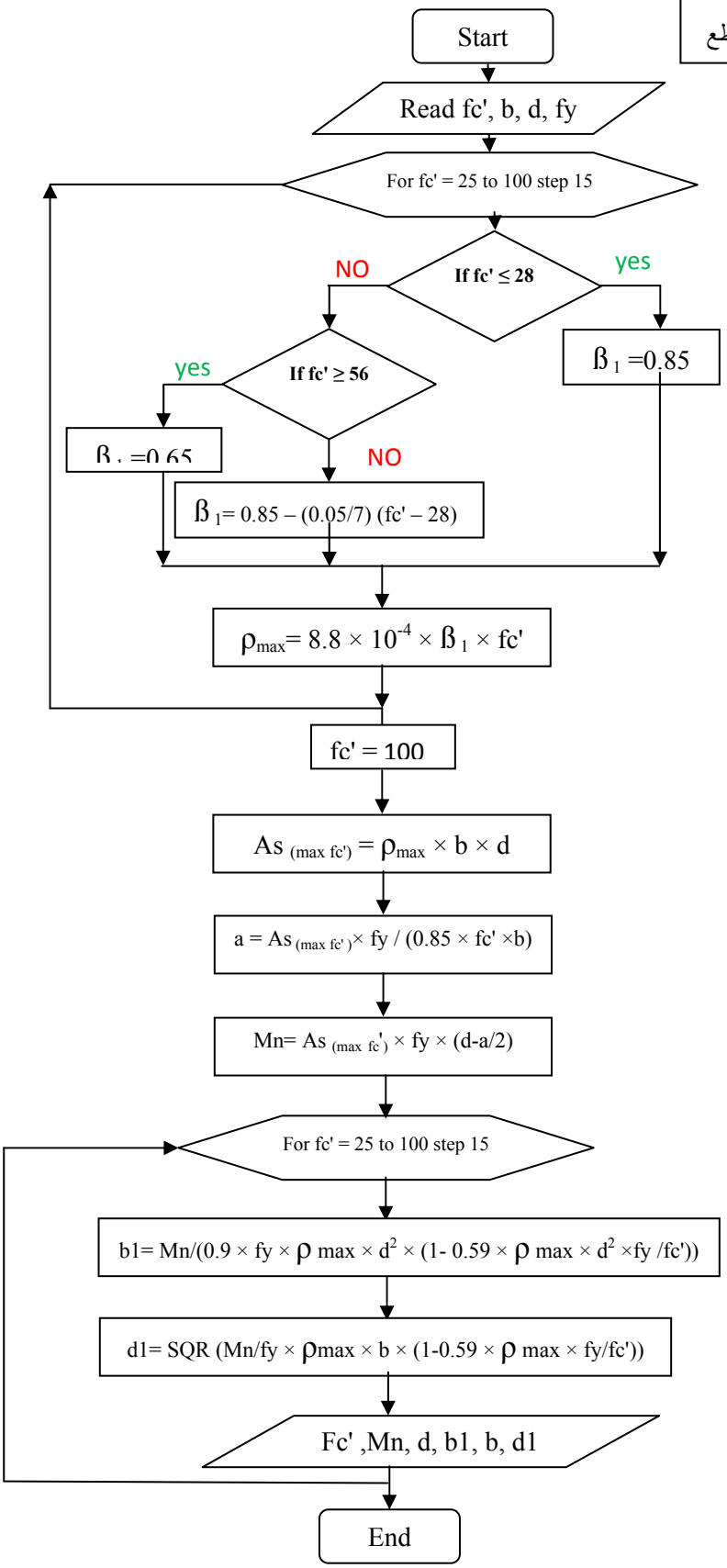
لعتبة مستطيلة ابعادها (300*600) ملم واجهاد الخضوع لحديد الشد (fy=414 نت/ملم^2)تم حساب مقاومة العزم الكلية M_n للعتبة المنفردة التسليح لاعلى مقاومة انضغاط (١٠٠ نت/ملم^2) و المزدوجة التسليح لمقاومات الانضغاط الاقل منها ومن ثم حساب كمية الحديد المطلوبة لتحمل عزم الانحناء لاعلى مقاومة انضغاط ، بعد التأكد من خضوع حديد التسليح كما مبين في المخطط الانسيابي **رقم (١)** وللعتبة نفسها و بتثبيت مقاومة العزم الكلية لاعلى مقاومة انضغاط يتم حساب ابعاد العتبة لقيم مقاومات الانضغاط الاقل كما مبين في المخطط الانسيابي **رقم (2)**.

مخطط أنسيابي رقم (1)



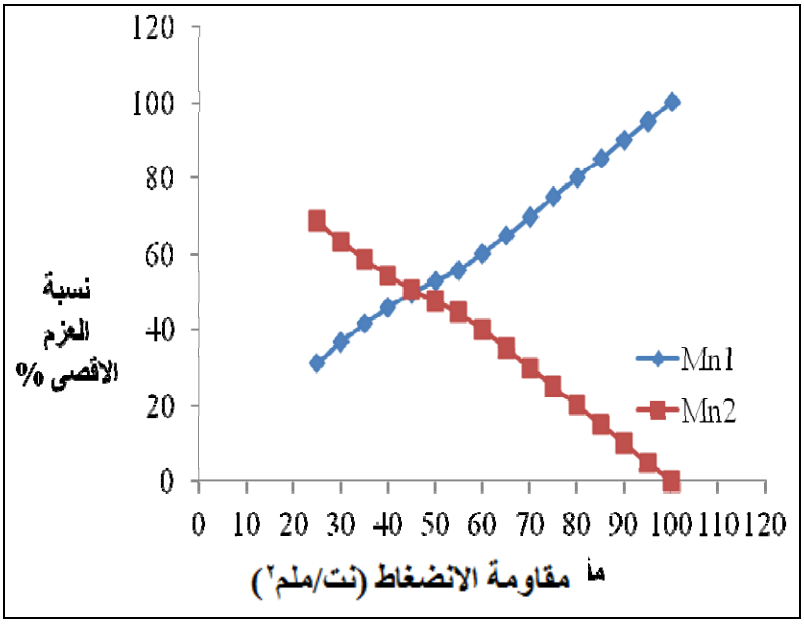
مخطط أنسيابي رقم (٢)

لحسا ب ابعاد المقطع



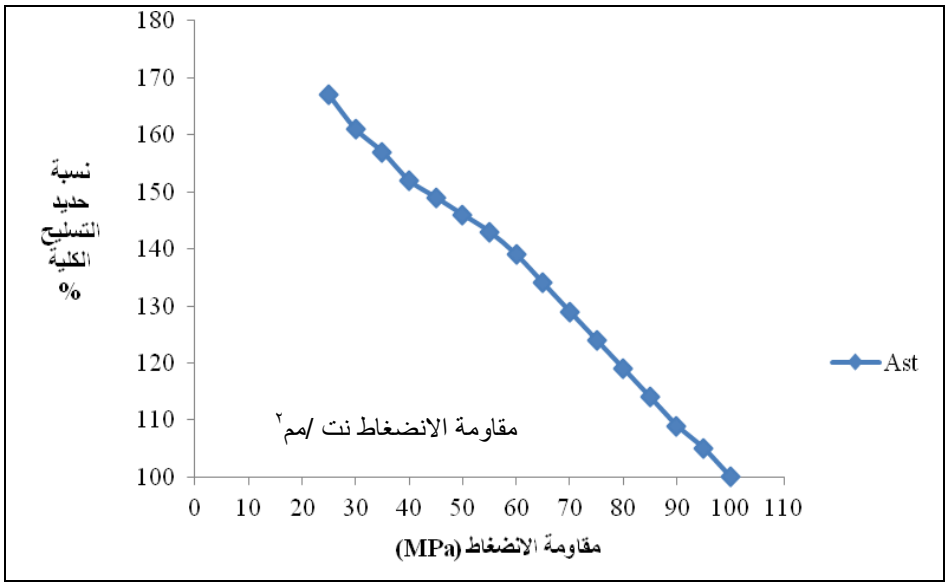
مناقشة النتائج

تزداد مقاومة عزم الانحناء الكلية للعتبة بزيادة مقاومة الانضغاط من (٢٥-١٠٠) نت/ملم^{٢} بنسبة 68.94 % مما يجعل الخرسانة العالية المقاومة افضل في السعة التحميلية مقارنة بالاعتيادية اذ يتطلب اضافة حديد التسليح في منطقة الانضغاط للعتبات الاقل مقاومة كما موضح بالشكل رقم (2) .

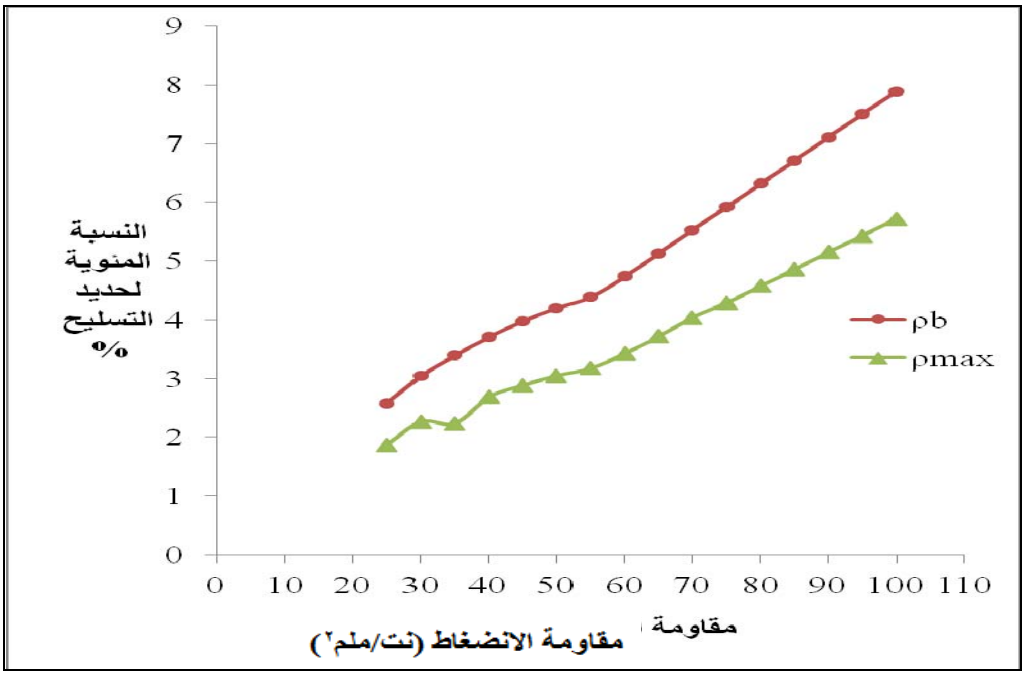


شكل(٢): تأثير مقاومة الانضغاط في عزوم التحمل الاقصى نسبة لعتبة بمقاومة انضغاط (١٠٠) نت/ مم ^{٢}

استعمال الخرسانة عالية المقاومة تصل الى (100) نت/ملم^{٢} لعتبة معرضة لعزم انحناء أفضل من استعمال الخرسانة الاعتيادية المقاومة تصل مقاومتها الى(25) نت/ملم^{٢} تحت العزم نفسه اذ يقلل من كمية حديد التسليح بنسبة 68.36 % كما **بالشكل رقم (3)** ، ممايجعلها اقتصادية اكثر بتقليل كلف الحديد واجور العمل وسرعة الانجاز ، اما**الشكل (٤)** يبين تاثير زيادة مقاومة الإنضغاط في زيادة نسبة حديد التسليح التوازنية والقصوى.

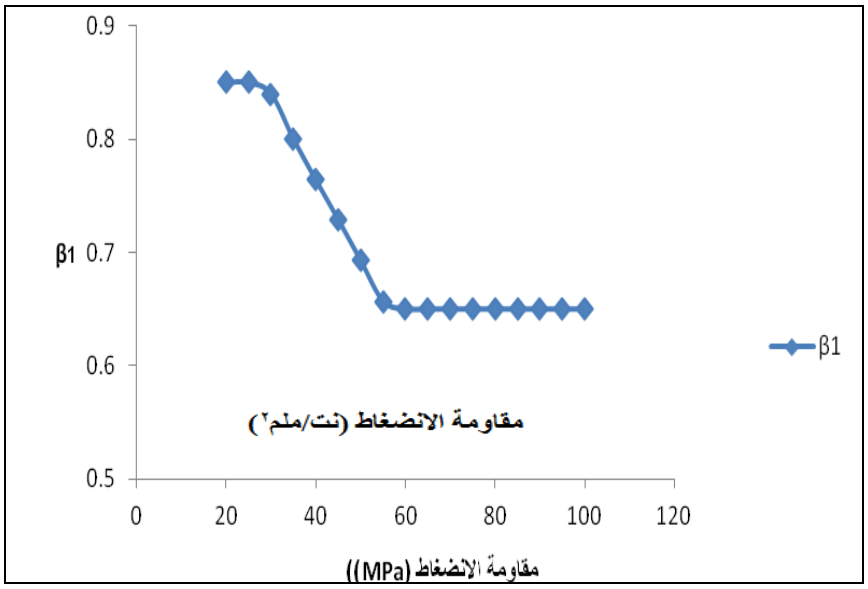


شكل (٣): تأثير مقاومة الانضغاط في متطلبات حديد التسليح للعتبات المزدوجة نسبة لعتبة بمقاومة انضغاط (١٠٠) نت/ مم٢



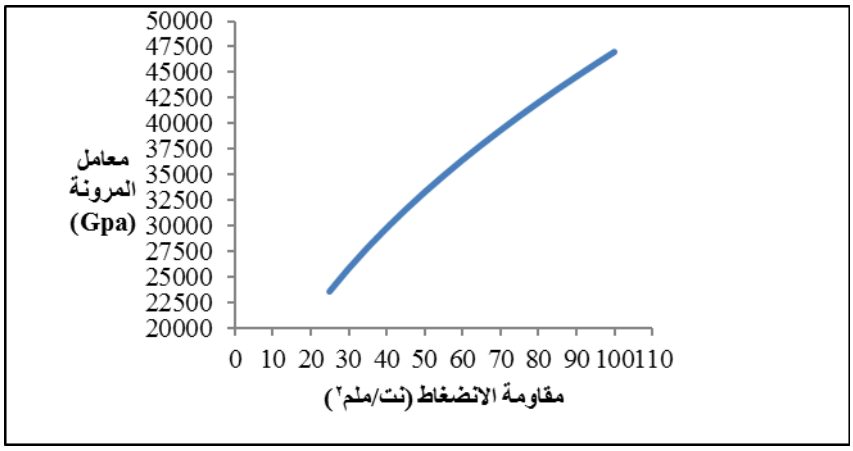
شكل (٤): تأثير زيادة مقاومة الانضغاط في نسبة الحديد التوازنية و النسبة القصوى

بزيادة قيم مقاومة الانضغاط قلت قيمة عامل توزيع اجهاد الانضغاط β_1 كما بالمعادلة **رقم (٥)** اعلاه وكانت النتائج مبينة بالشكل **رقم (٥)** اذ تراوحت ما بين (٠.٨٥-٠.٦٥).



شكل (٥): تأثير مقاومة الانضغاط في عامل توزيع اجهاد الانضغاط (β١)

بزيادة مقاومة الانضغاط تزداد قيم معامل المرونة مما يعطي افضل اسقرارية وقلة الهطول(Stability and Deflection) كما مبين **بالشكل رقم (٦).**



شكل (٦): تأثير مقاومة الانضغاط في معامل المرونة

يزداد عرض العتبة بنسبة ٢٢٢%عند تقليل مقاومة الانضغاط (25-100) نت/ملم٢ بثبوت العمق كما بالجدول **رقم (١)** ، ويزداد عمق العتبة بنسبة ٧٩% بثبوت العرض كما موضح بالجدول **رقم (٢)** ، لذا تزداد مساحة المقطع وكميات الخرسانة مع زيادة الاحمال على الاسس وقلة الفضاءات المتاحة وهذا غير مجدي من الناحية الفنية والاقتصادية بالنسبة للخرسانة الاعتيادية المقاومة .

جدول (١) تأثير مقاومةالانضغاط (fc′)على عرض العتبة (b_1) عندعمق ثابت (d)

نسبة الزيادة في العرض(%)	b_1) ملم	(d)ملم	(fc′)نت\املم
٢22	966.38	5٤0	25
١٨٦	٨٠٥.٣٢	5٤0	٣٠
١٣١	٦٩٢.٥٢	5٤0	٣٥
١٠٢	٦٠٧.٩٧	5٤0	٤٠
٨١	٥٤٢.٢١	5٤0	٤٥
٦٣	٤٨٩.٦١	5٤0	٥٠
٤٩	٤٤٦.٥٩	٥٤٠	٥٥
٦٧	٥٠٠.٢٤	٥٤٠	٦٠
٥٤	٤٦١.٧٦	٥٤٠	٦٥
٤٣	٤٢٨.٧٨	٥٤٠	٧٠
٣٣	٤٠٠.١٩	٥٤٠	٧٥
٢٥	٣٧٥.١٨	٥٤٠	٨٠
١٨	٣٥٣.١١	٥٤٠	٨٥
١١	٣٣٣.٥٠	٥٤٠	٩٠
٥	٣١٥.٩٤	٥٤٠	٩٥
٠	٣٠٠.١٥	٥٤٠	١٠٠

جدول (٢) تأثير مقاومة الانضغاط (fc′) على عمق العتبة (d_1) عند عرض ثابت (b)

نسبة الزيادة في العمق(%)	(d_1) ملم	(b) ملم	(fc′) نت/ملم^2
٧٩	٩٦٩.١٩	300	25
٦٤	٨٨٤.٧٤	٣٠٠	٣٠
٥٢	٨٢٠.٤٦	٣٠٠	٣٥
٤٢	٧٦٨.٧٢	300	40
٣٤	٧٢٥.٩٦	300	٤5
٢٧	٦٨٩.٨٥	٣٠٠	٥٠
٢٢	٦٥٨.٨٦	٣٠٠	٥٥
٢٩	٦٩٧.٣١	٣٠٠	٦٠
٢٤	٦٦٩.٩٥	300	٦٥
٢٠	٦٤٥.٥٨	٣٠٠	٧٠
١٦	٦٢٣.٧٠	٣٠٠	٧٥
١٢	٦٠٣.٦٩	٣٠٠	٨٠
٨.٥	٥٨٥.٨٥	300	85
٥.٤	٥٦٩.٣٥	٣٠٠	٩٠
٢.٦	٥٤٤.١٦	٣٠٠	٩٥
٠	٥٤٠	300	100

الاستنتاجات

١. يجب الاعتناء بالخلطة الخرسانية للحصول على الخرسانة العالية المقاومة لما تتطلب من سيطرة نوعية عالية تتناسب مع مكونات الخلطة عند التصميم ، اذ بزيادة مقاومة الانضغاط الى(١٠٠) نت/مم^{٢} زادت مقاومة عزم الانحناء الكلية (Mn) بنسبة(٦٨.٩٤)% [الزيادة في السعة التحميلية تتناسب مع الزيادة في مقاومة الانضغاط]

٢. التطور التقني للمواد (Material Technology)الذي يسهل من امكانية تصنيع مثل هذا النوع من الخرسانة وجعل استخدامها اكثر اقتصاديا" بسبب تقليل كمية حديد التسليح الذي يسهل مهمة الربط الميكانيكي لقضبان التسليح بسبب تقليل أقطار القضبان المستخدمة وبدوره يسهل صب الخرسانة بسبب انخفاض كثافة حديد التسليح إذ ان بزيادة مقاومة الإنضغاط الى ١٠٠ نت/مم^{٢} قلت كمية حديد التسليح بنسبة (٦٨.٣٦)%.

٣. استعمال الخرسانة عالية المقاومة يعطي التحكم بالانحراف والاستقرارية وذلك لاعتمادهما على جساءة الخرسانة (Stiffness) التي تزداد بزيادة مقاومة الانضغاط .

٤. امكانية تقليل ابعاد المقطع للمنشات الخرسانية مسبقة الصب(precast concrete) عند استخدام خرسانة عالية المقاومة مما يقل من كمية الخرسانة وبدوره يقلل من الأحمال على الأسس وزيادة الفضاءات لما له جدوى فنية وإقتصادية مقارنة" بالخرسانة الأعتيادية.

المصادر

1-PCI"***High-strength concrete*** ", Cement & concrete Basis: Portland cement Association.

2-Metwally, I.M."***Flextural Behavior Of High Strengt Concrete Beam***" The 3rd ACF International Conference ACF/ VCA 2008, pp478-490.

3-Mehta P.K.,Paulo J.M.,"***Concrete:Microstructure,Properties,and Materials***",3rd,ed,New York, 2006, pp.12-15.

4- د. خلف ,مؤيد نوري . يوسف ،هناء عبد" **تكنلوجيا الخرسانة**" ١٩٨٢,ص ٢٦٣.

5-Rasheed,A.F **"The use of high strength concretefor production of concrete units"**, M.D.Thesis,Building and Constrruction Department,University of Technology,Baghdad,2001, 123 p.

6-Ibraheem,S. K,"**Stress-Strain RelationShips of Reactive Powder Concrete"**,Ph.D.Thesis,Building and Constrruction Department,University of Technology,Baghdad,2008,174 p.

7-Hannawayya ,S.P.Y."**Behaviour Of Reactive Powder Concrete Beam In Bending",** Ph.D.Thesis,Building and Constrruction Department,University of Technology,Baghdad,2010, 253 p.

8-New man J.,Choo B.S."**Advanced Concrete Technology"** 2003.

9 - ابو عودة، احمد حسين " تكنولوجيا الخرسانة"،٢٠٠٨ ص١٢٣.

10-Togay ,O. ,Murat,S.”**Rectangular stress block for high strength concrete** ” ACI Structural journal ,vol.101, No.4, 2004, p 475-482.

11-Gregory,J.S.,Franz,N.R.,”**Economic Advantage of high strength concrete in column**” concrete international design & constraction vo.11 no.4,,1989 pp.

12- ACI Committee 363, "**State .of. Art report on high strength concrete**", AcI Journal V.81, No. 4, July- August, 1984, pp.389-411.

13- محمود امام "الخرسانة".Osp.mans.edu.eg/imam

14-Abdul Wahab H.M., Sarsam, K.F, Habba, F.r **"Feasibility of using high elements”**, Engineering and Technology, 1991.

15-wang,p.T,shah.s.p**.”High strength concret in ultimate strength dasign “**,Jousnal structural Division vol.104,no stll,1978.

16- سعد علي الطعان "اساسيات الخرسانة المسلحة "١٩٩٣صفحة(١٧٥-١٨٠).

17-AcI committee 318, "**Building code requirement for Structural concrete & Commentary “**(ACI 318 M=08).