مجلة العلوم البحتة والتطبيقية
Journal of Pure & Applied Sciences
www.Suj.sebhau.edu.ly ISSN 2521-9200
Received 12/03/2020 Revised 15/11/2020 Published online 20/12/2020

المقاطع المعدنية المتوفرة بالسوق الليبي وامكانية تركيبها

محمد ابراهيم اسويسي
كلية العلوم الهندسية والتقنية–جامعة سبها، ليبيا
للمراسلة m.mohammed@sebhau.edu.ly

الملخص تم في هذا البحث بيان اهمية الاستفادة من تلك العناصر المعدنية الصغيرة التي يصنعها مصنع حديد مصراته بليبيا المتوفرة بالسوق الليبي بعملية ربط بوضعية فنية للحصول على الابعاد المناسبة من حيث الطول والعرض والسمك لاستخدامها في المنشآت الهندسية. ومنها أيضاً توظيفها لذات الغرض لتكون لديها القابلية الكبيرة لمقاومة الانبعاج والانحراف والفتل لتصميم المنشاءات المعدنية المتعددة الطوابق. حيث تم اجراء دراسة على أحد المقاطع الفولاذية المتوفرة بالسوق الليبي لإظهار مدى أهميتها وامكانية استخدامها في المنشاءات متعددة الطوابق حيث هناك مجال كبير لاستخدام عناصر صغيرة يتم اتصالها ببعض للحصول على مقاطع لها المقدرة على تحمل الحمولات الكبيرة وتفي بالمتطلبات الإنشائية. أن استخدام العناصر المعدنية له مجال واسع في المنشاءات سواء في المناطق الباردة أو الحارة. ذلك ان التركيز يكون على الاجراء المناسب لعملية العزل الحراري. حيث تم استخدام طريقتين مختلفتين في التصميم لتبيين امكانية الحصول على عددمن الطوابق من كل طريقة. لتحديد مدى تحمله، ومن ثم تم حساب عدد الطوابق التي 140C * 60* 16 kg/mتم اجراء دراسة على المقطع يمكن انشائها عند استخدام هذا النوع من المقاطع. أن هذا النوع من المقاطع عند ربط مقطعين منه يمكن به انشاء عدد من الطوابق لا يزيد عن أربعة طوابق، وذلك حسب الابعاد المختارة. ويعتمد ذلك على الاسلوب الامثل في اختيار التركيبة المناسبة للعمود المركب والمسافات بين مكوناته. تم استخدام اسلوبين لتربيط العمود المركب؛ الاسلوب الأول تم فيه استخدام قضبان الربط بمساحة مقطع 40 مم، 15 مم وطول 559 مم وزاوية ميل مع العمودي مقدارها 40 درجة، اما الاسلوب الثاني فقد تم فيه تدعيم العمود بعوارض او صفائح للربط عرضها 265 مم وسمكها 12 مم وطولها 400 مم. وعليه فإنه بالإمكان الاستفادة من المقاطع المتوفرة بالسوق الليبي في انشاء عدد من المباني المتعددة الطوابق بكفاءة عالية. فقد أعطى المقطع المدروس امكانية لاستخدامه لإنشاء عدد من طوابق لا يزيد عن 3 عند تركيبه بالطريقة الاولى، بينما يمكن انشاء عدد من الطوابق لا يزيد عن أربعة عند استخدام الطريقة الثانية.

الكلمات المفتاحية: المقاطع الفولاذية– الاعمدة المعدنية– الانبعاج والفتل– السوق الليبي– تعدد الطوابق.

The steel cross sections available in the Libyan shops and their using

Mohamed Ibrahim Iswisi
Lecturer in the faculty of Civil Engineering – Sebha University
Corresponding author: m.mohammed@sebhau.edu.ly

Abstract In this research the demonstration of the importance of using small steel cross sections accomplished which fabricated in Libya; in Musrata steel factory where available in the Libyan markets. connection of sections by technical possibilities to obtain suitable dimensions ; length, width, thickness to employ in the engineering structures. The connection of many elements used for obtaining sufficient ability to beer buckling, deflection and torsion. A study has been conducted on one of the steel profiles that available in the Libyan markets to illustrate the importance and opportunity of employment in the multiple story steel buildings. A large range of employing small cross sections by connecting them together to obtain cross sections has ability to gain the applied loads and satisfy engineering demands. Using of steel structure has large range in the constructions in the cold and hot countries. The focus is to obtain suitable procedure for the operation of thermal protection. Two deferent methods amplified in the designing to illustrate opportunity of obtaining amount of story from each method. A study conducted on the profile channel 140 * 60 * 16 Kg/m to determine the ability of bearing the loads and determine the amount of story may conduct by this profile. It is possible to combine two or more of the cross section to build multiple story building not increases than four stories according to selected dimensions, and that depends on the selected perfect manner of suitable combination of the column and the spaces between its components. Two methods conducted to combined the columns; the first method employs bars with area of cross section 40 mm, 15 mm, and 559 mm length, and angle with 40 degree inclined with vertical axis. However the second method depends on the support of the column with plates, its width 265 mm, thickness 12 mm, and its length 400 mm. Accordingly, there is possibility to employ the small cross sections available in the Libyan markets to build multiple story buildings with enough capability. The collected cross section offers ability for using them

to build no more than three stories by using the first method. However it is possible to build no more four stories for using the second method.
Key words: Steel sections – steel columns – Buckling and torsion – Libyan market – multiple stories

المقدمة Introduction

تتعلق هذه الدراسة بالاستفادة من العناصر المتوفرة بالسوق الليبي مهما كانت امكانياتها لتصميم المنشاءات المعدنية المتعددة الطوابق.

أن المقاطع الفولاذية المتعلقة بالمنشاءات المعدنية التي يصنعها مصنع حديد مصراتة بليبيا ذات أبعاد صغيرة، وذلك بسبب تركيز المصنع على انتاج الحديد المستخدم لتسليح الخرسانة.

أنه من المهم الاستفادة من تلك العناصرالصغيرة بعملية ربط العناصر بوضعية فنية للحصول على الابعاد المناسبة من حيث الطول والعرض والسمك لإستخدامها في المنشآت الهندسية . ومنها أيضاً توظيفها لذات الغرض لتكون لديها القابلية الكبيرة لمقاومة الانبعاج والانحراف والفتل.

أن التصاميم الهندسية تعطي مجال كبير لإستخدام عناصر صغيرة يتم اتصالها ببعض للحصول على مقاطع لها المقدرة على تحمل الحمولات الكبيرة وتفي بالمتطلبات الإنشائية.

سيتم في هذا البحث اجراء دراسة على أحد المقاطع الفولاذية المتوفرة بالسوق الليبي لاظهار مدى أهميتها وامكانية استخدامها في المنشاءات متعددة الطوابق.

سيتم استخدام طريقتين مختلفتين في التصميم لتبيين امكانية الحصول على عددمن الطوابق من كل طريقة.

العناصر المتوفرة بالسوق الليبي وامكانية الاستفادة منها

أن هذا البحث يلفت النظر الى امكانية استخدام العناصر المتوفرة بالسوق الليبي رغم صغر مقاطعها بحيث يتم ربطها مع بعضها البعض وانتاج عناصر كبيرة لتقاوم الاحمال الناتجة من تركيبات ومكونات المنشأ.

Channel 140*60*8وقد أجريت الدراسة في هذا لبحث على أحد المقاطع المتوفرة في السوق الليبي التالي: من المهم جداً الاستفادة من المقاطع المتوفرة، ولكن هذه الاستفادة يجب ان تتم وفق معايير التحليل والتصميم الانشائي. الاشكال المبينة التالية تظهر استخدام العناصر الفولاذية في بعض المواقع. فمنها الذي أظهر مقاومة عالية جداً. حيث تم تركيب عمود من مقاطع معدنية صغيرة للحصول على مقطع كبير.

شكل (1) انحناء صافي في عمود مركب

شكل (2) تركيب العناصر المعدنية للحصول على مقطع اكبر

اسلوب تصميم المقاطع الفولاذية عند استخدامها كأعمدة مركبة

في بعض الاحيان يستلزم الأمر إلى استخدام أكثر من مقطع واحد لتشكيل عمود ذو مساحة مقطع كبيرة وبالتالي يجب تشكيل العمود بطريقة تجعل جميع مكوناته تعمل مع بعض لمقا ومة الانبعاج (التحنيب) للوصول للمقاومة المطلوبة للعمود. أنه يجب أن يكون من المعلوم أن تربيط عدة مقاطع معاً لا يمنع الانبعاج او يزيد من مقاومته، إلا إذا ربطت المقاطع المكونة للعمود على مسافات تحد من التحنيب الموضعي(انبعاج أحد المقاطع المكونة للعمود) قبل حدوث الانبعاج للعمود كله. وتوجد طريقتان لتشكيل الأعمدة المركبة:

1. الأعمدة المربطة (Laced Columns)

يمكن تربيط مقطعين نوع المجرى (حرف يو) أو مقطعين من نوع حرف آي للحصول على مقاطع كبيرة ذات مقاومة عالية للقوى المسلطة المراد من العنصر تحملها. في هذا البحث تم استخدام عمود بطول 6 متر مركب من مجرتين ليتحمل قوة محورية مركزة.

وذلك بالاعتماد على خواص كل من المقطعين المكون منهما العمود. r_{xx}، r_{yy} يتم حساب نصف قطر القصورالذاتي

ثم يتم حساب نسبة النحافة للعمود المربط حسب شروط استناد العمود في مستويي الانبعاج.

جدول 1. ابعاد وخصائص المقطع

a1 mm	ey cm	ryy cm	rxx cm	IYY cm⁴	IXX cm⁴	tw mm	tf mm	A cm²	b cm	h cm
140	1.75	1.75	5.45	62.7	605	7	10	20.4	6	14

يجب اختبار مقطع العمود واختيار كل التفاصيل المتعلقة بقضبان الربط المستخدمة.

يأخذ قيمة اجهاد الانبعاج للمقطع الفولاذي $p_c = 115 \ \frac{N}{mm^2}$

القوة المتوقع أن يتحملها مقطع العمود الواحد:

$$F = A \times p_c = 20.4 \times 10^2 \times 115 = 234600\ N = 234.6\ kN \quad (1.1)$$

$$\frac{l_{XX}}{r_{XX}} = \frac{0.7 \times 6 \times 10^3}{54.5} = 77.06 \quad (1.2)$$

تحسب الحمولة القصوى المسموح بها للمقطعين معاً :

$$p = \frac{2 \times 20.4 \times 115 \times 10^2}{10^3} = 469.2\ kN \quad (1.3)$$

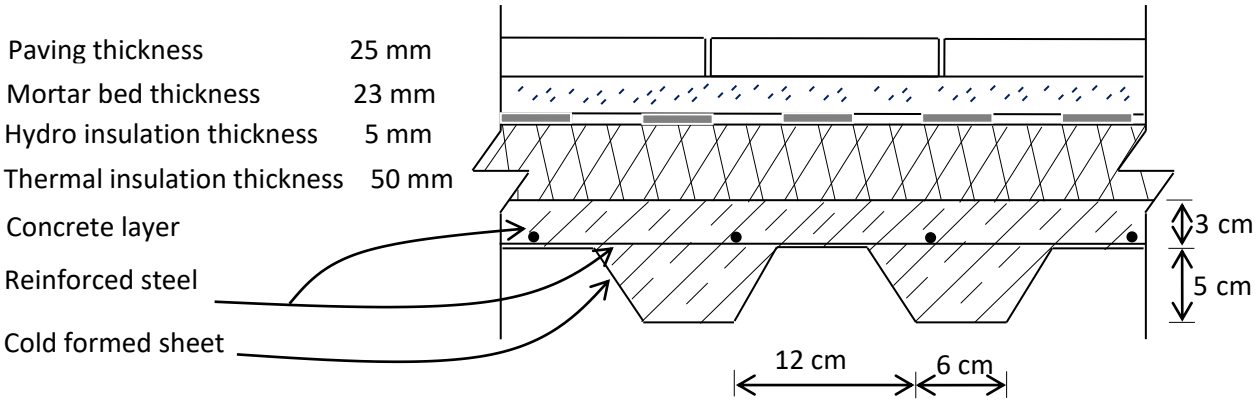
$l_{by} = 0{,}7\ L$ ، أما طول الانبعاج حول المحور الرأسي ،

$l_{bx} = L$ طول الانبعاج حول المحور الأفقي

نوع المجرى: 140C * 60* 16 kg/m ،

وهذه الحمولة يجب أن تكون أكبر من الحمولة المفروضة على العنصر.

عند استخدام هذا العمود لإنشاء عدد من الطوابق، يمكن حساب عدد تلك الطوابق بعد حساب حمولة سقف وأعمدة كل طابق.



شكل (3) مكونات السقف

تم أخذ سقف بأبعاد 16 م * 16 م فيكون الوزن 70000 كجم = 700 كيلو نيوتن للطابق الواحد لجميع الأعمدة فعندما يكون عدد الأعمدة معلوم يتم توزيع هذه الحمولة على تلك الأعمدة.

فعند استخدام 18 عمود للطابق الواحد فتكون حمولة كل عمود هي:

$$N = \frac{1.4 \times 70000 + 1.4 \times 6 \times 100 + 1.6 \times \mathbf{300} \times 16 \times 16}{18} = 123.2\ \text{kN} \quad (1.4)$$

$$\text{عدد الطوابق} = \frac{469.2}{123.2} = 3 \quad (1.5)$$

ويمكن حساب تأثير تغير الحمولة الحية على المنشأ:

$$N = \frac{1.4 \times 70000 + 1.4 \times 6 \times 100 + 1.6 \times \mathbf{200} \times 16 \times 16}{18} = \frac{1807.60}{18} = 100.42\ \text{kN} \quad (1.6)$$

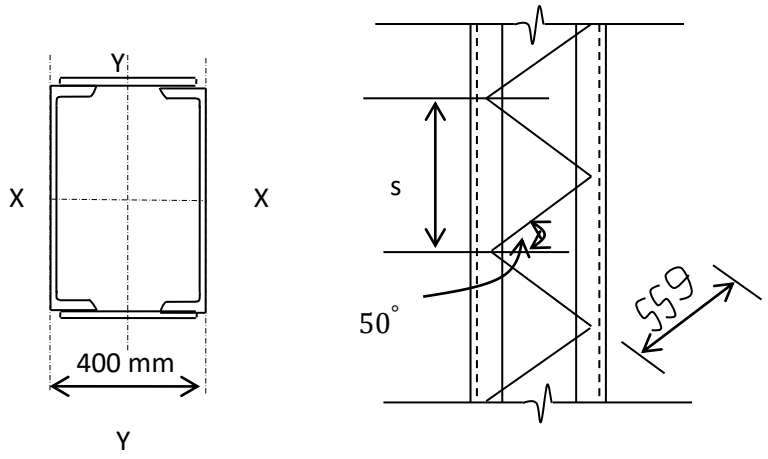
$$\text{عدد الطوابق} = \frac{469.2}{100.42} = 4 \quad (1.7)$$

ثم تختار مسافة بين المقطعين لا تزيد نسبة النحافة للعمود المركب حول المحور YY عن 77.6

يتم اختيار مسافة بمقدار 40 cm من الحافة الخارجية للأول الى الحافة الخارجية للثاني.

تنص المواصفات على أن قيمة نصف قطر القصور الذاتي حول المحور YY ليس أصغر من نصف قطر العطالة حول المحور XX .

فعند أخذ قضبان ربط بزاوية مقدارها 40 درجة مع محور العمود. يجب التحقق من أبعاد القضبان وحساب مقطعها اللازم.



مقطع نوع مجرى

شكل (4) تركيب مقاطع صغيرة للحصول على مقطع أكبر بإسلوب التربيط

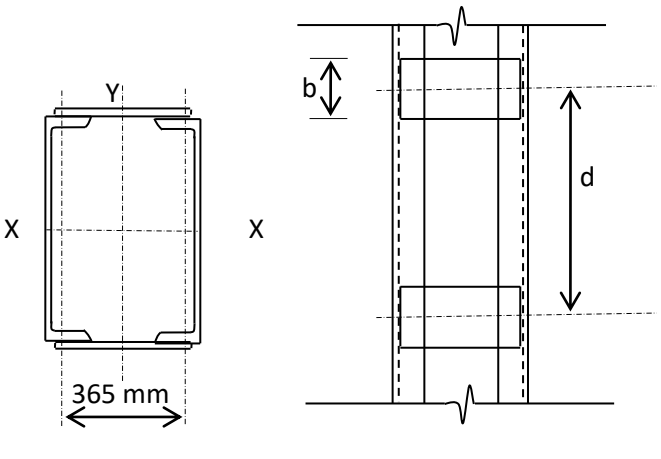
تحسب نسبة النحافة للمجرى الواحدة بين عقدتين لمقارنتها بالشروط.

جدول 2. خصائص المقطع المركب

I_{xx}	I_{YY} mm^4	rxx mm	r_{YY} mm	نسبة النحافة للمجرى الواحدة بين عقدتين	مساحة مقطع القضبان mm	نصف قطر القصور الذاتي mm	نسبة النحافة
	1.37×10^8	183.34	77.86	$37.2 < 50$	15*40	4.33	$129 < 140$

2. الأعمدة المدعمة بعوارض Battened Columns

يركب العمود المدعم بعوارض كما هو مبين في الشكل التالي:



مقطع نوع مجرى

شكل (5) تركيب مقاطع صغيرة للحصول على مقطع أكبر بإسلوب التدعيم بالعوارض

المواصفات المتبعة في تصميم هذا النوع من العمود:

1. تحديد شكل مقطع العمود

من المفضل أن يكون مقطعي العمود متماثلين. يجب أن تكون العوارض عند نهايتي العمود متقابلتين تماماً (على طرفي العمود)، أما بالنسبة للعوارض الداخلية فيجب أن تقسم العمود إلى ثلاثة أجزاء متساوية على الأقل.

2. تحديد المسافة بين محاور العوارض

تحدد المسافة وفق الحالتين التاليتين:

الحالة الأولى:

، XXعن 0.8 من نسبة النحافة حول المحورYY الأعمدة المقواة بعوارض التي لا تزيد فيها نسبة النحافة حول المحور بحيث لا تزيد نسبة النحافة لأضعف مقطع من المقاطع المكونة للعمود عن 50 d تختار المسافة بين محاور العوارض .XX أو عن 0.7 من نسبة نحافة كامل العمود حول المحور

الحالة الثانية:

، XXعن 0.80 من نسبة النحافة حول المحورYY الأعمدة المقواة بعوارض التي تزيد فيها نسبة النحافة حول المحور بحيث لا تزيد نسبة النحافة لأضعف مقطع من المقاطع المكونة للعمود عن 40 d تختار المسافة بين محاور العوارض أو عن 0.6 من نسبة نحافة كامل العمود حول المحور الضعيف (حول المحور الذي يعطي عزم قصور ذاتي أصغر).

3. تصميم العوارض

تعادل 2.5 % من القوة F_sتصمم العوارض لتتحمل قوة قص وعزم انحناء الناتجتين من من قوة قص جانبية

المحورية المسلطة على العمود. وهذه العوارض يجب أن تقاوم الآتي:

1. قوة قص بمقدار :

$$F_{sm} = \frac{F_s \times d}{n \times a} \quad (2.1)$$

2. عزم انعطاف بمقدار :

$$M = \frac{F_s \times d}{2n} \quad (2.2$$

حيث:

d هي المسافة بين محوري عارضتين متتاليتين

a هي المسافة بين مركزي ثقل وسيلتي التثبيت المتقابلتين

n هي عدد مستويات العوارض المتوازية

4. مواصفات يجب مراعاتها عند تصميم العوارض:

أ. يجب أن لا يقل عرض عوارض النهاية عن البعد بين مركزي المقطعين المشكلين للعمود. أما العوارض الداخلية فيجب أن لا يقل عرضها عن 0.75 عرض عوارض النهاية أو عن ضعف عرض جناح المقطع المشكل للعمود (أيهما أكبر).

ب. الطول المكافئ للعارضة هو المسافة بين اللحامين الطرفيين المثبتين للعارضة.

جـ. العوارض المكونة من صفائح يجب أن لا يقل سمكها عن 0.02 من المسافة بين اللحامين الطرفيين المثبتين للعارضة.

5. لحام العوارض:

أ. يجب أن لا يقل طول اللحام بإتجاه العارضة عن نصف طول العارضة.

ب. يجب أن يوضع ثلث طول اللحام (بإتجاه طول العمود) على الأقل على حافة العارضة.

ويمكن تطبيق هذا الاسلوب لنفس مقطع العمود اعلاه واختيار كل التفاصيل المتعلقة بقضبان الربط المستخدمة.

نوع المجرى: 140C * 60* 16 kg/m

القوة المتوقع أن يتحملها مقطع العمود الواحد 234.6 kN

تحسب الحمولة القصوى المسموح بها للمقطعين معاً :

$$p = \frac{2 \times 20.4 \times 115 \times 10^2}{10^3} = 469.2\ kN \quad (2.3)$$

وهذه الحمولة يجب أن تكون أكبر من الحمولة المفروضة على العنصر.

بنفس الكيفية يمكن حساب عدد الطوابق بشكل تقريبي التي من انشائها بإستخدام هذا الاسلوب من التركيب، وذلك بعد حساب حمولة سقف وأعمدة كل طابق فيمكن انشاء عدد من الطوابق لا يزيد عن أربعة. يمكن حساب المواصفات للمقطع كالتالي:

$$f_{pb} = 1300 - 0.06(\frac{l_b}{r})^2 \qquad for\ St\ 37 \quad (2.4)$$

أو تحسب من جدول خاص

حساب الحمولة القصوى التصميمية على العمود المركب:

$$= 2 \times 20.4 \times 1105 = 45084\ kg = 450.84\ kN \quad (2.5)$$

جدول 3. بعض خصائص المقطع المركب

f_{pb}	λ	rxx	I_{YY} mm^4
1105 kg/cm^2	32.7	183.2 mm	1.37×10^8

تصميم العوارض:

الأعمدة YY عن 0.8 من نسبة النحافة حول المحور XX، المقواة بعوارض التي لا تزيد فيها نسبة النحافة حول المحور

$$f_{pb} = 0.8 \times \frac{600}{18.34} = 26.17\ \frac{kg}{cm^2} \quad (2.6)$$

فعليه يتم تطبيق الحالة الثانية. X أكبر من 0.8 من نسبة النحافة حول المحورY وبما أن نسبة النحافة حول المحور الحالة الثانية:

بحيث لا تزيد نسبة النحافة لأضعف مقطع من المقاطع المكونة للعمود عن 40 d تختار المسافة بين محاور العوارض أو عن 0.6 من نسبة نحافة كامل العمود حول المحور الضعيف (حول المحور الذي يعطي عزم قصور ذاتي أصغر).

1. $\frac{80}{1.75} = 20$ (القيمة 80 تم معرفتها لاحقاً ثم تم التعويض بها)

2. $0.6 \times 32.7 = 20$

تصميم العوارض

تصمم العوارض لتتحمل قوة قص F_s تعادل 2.5 % من القوة وعزم انحناء الناتجتين من من قوة قص جانبية المحورية المسلطة على العمود(القص الأفقي):

. وهذه العوارض يجب أن تقاوم الآتي:

1. قوة قص بمقدار :

$$F_{sm} = \frac{F_s \times d}{n \times a} \quad (2.7)$$

2. عزم انعطاف بمقدار :

$$M = \frac{F_s \times d}{2n} = \frac{2.5 \times 35}{2 \times 2} = 21.9\ kN.cm = 2.19\ kN.m \quad (2.8)$$

حيث:

d هي المسافة بين محوري عارضتين متتاليتين

a هي المسافة بين مركزي ثقل وسيلتي التثبيت المتقابلتين

n هي عدد مستويات العوارض المتوازية

جدول 4 . مواصفات الأعمدة والعوارض

نسبة النحافة حول المحور	فالمسافة بين محاور العوارض	قوة قص جانبية	قوة قص العارضة	عزم انعطاف
YY	cm	kN	$\frac{F_{sm}}{kN}$	$kN.m$
20	35	2.5	1.29	2.19

4. مواصفات يجب مراعاتها عند تصميم العوارض:

أ. يجب أن لا يقل عرض عوارض النهاية عن البعد بين مركزي المقطعين المشكلين للعمود. أما العوارض الداخلية فيجب أن لا يقل عرضها عن 0.75 عرض عوارض النهاية أو عن ضعف عرض جناح المقطع المشكل للعمود (أيهما أكبر).

ب. الطول المكافئ للعارضة هو المسافة بين اللحامين الطرفيين المثبتين للعارضة.

جـ. العوارض المكونة من صفائح يجب أن لا يقل سمكها عن 0.02 من المسافة بين اللحامين الطرفيين المثبتين للعارضة.

5. لحام العوارض:

أ. يجب أن لا يقل طول اللحام بإتجاه العارضة عن نصف طول العارضة.

ب. يجب أن يوضع ثلث طول اللحام (بإتجاه طول العمود)على الأقل على حافة العارضة.

جدول 5 . تصميم العوارض

عرض العارضة **mm**	الطول المكافئ للعارضة	سمك العارضة mm	القص المباشر N	اجهاد القص نتيجة العزم N/mm^2	سمك اللحام mm	مقاومة اللحام N/mm^2	سماكة العارضة cm	القص على الصفيحة $\frac{N}{mm^2}$	اجهاد الضغط نتيجة الانبعاج: f_{bc} N/mm^2
275	365	8	4.96	19	7	420	1.2	$0.4 < p_q$	6.8

الجدوى الاقتصادية

أن استخدام العناصر المعدنية له مجال واسع في المنشاءات سواء في المناطق الباردة أو الحارة. ذلك ان التركيز يكون على الاجراء المناسب لعملية العزل الحراري.

وأن دراسة قادمة ستكون حول المقارنة في التكلفة بين منشأ معدني متكامل وآخر خرساني بنفس عدد الطوابق.

الخلاصة و التوصيات

لتحديد مدى تحمله، ومن ثم تم حساب عدد الطوابق التي يمكن انشائها عند استخدام هذا النوع من المقاطع. أن هذا النوع من المقاطع عند ربط مقطعين منه يمكن به انشاء عدد من الطوابق لا يزيد عن أربعة طوابق، وذلك حسب الابعاد المختارة. و يعتمد ذلك على الاسلوب الامثل في اختيار التركيبة المناسبة للعمود المركب والمسافات بين مكوناته.

تم استخدام اسلوبين لتربيط العمود المركب؛ الاسلوب الأول تم فيه استخدام قضبان الربط بمساحة مقطع 40 مم، 15 مم وطول 559 مم وزاوية ميل مع العمودي مقدارها 40 درجة ، اما الاسلوب الثاني فقد تم فيه تدعيم العمود بعوارض او صفائح للربط عرضها 265 مم وسمكها 12 مم وطولها 400 مم .

وعليه فإنه بالإمكان الاستفادة من المقاطع المتوفرة بالسوق الليبي في انشاء عدد من المباني المتعددة الطوابق بكفاءة عالية.

تم اجراء دراسة على المقطع 140C * 60* 16 kg/m فقد أعطى المقطع المدروس امكانية لاستخدامه لانشاء عدد من طوابق لا يزيد عن 3 عند تركيبه بالطريقة الاولى، بينما يمكن انشاء عدد من الطوابق لا يزيد عن أربعة عند استخدام الطريقة الثانية.

المراجع

[1]– المنشآت المعدنية – تصميم المنشآت الفولاذية – الدكتور رامز رسلان – جامعة دمشق

[2]– الانشاءات المعدنية – الدكتور محمد غياث صائم الدهر

[3]– تصميم العناصر والوصلات الفولاذية – الدكتور محمد أيمن عبدالسلام و الدكتور محمد نزيه ايلوش

[4]– المنشآت المعدنية – المعادن الإنشائية – التحليل اللدن – الدكتور محمد نزيه ايلوش و الدكتور محمد أيمن عبدالسلام

[5]- Structural steel work – Design to limit state theory Dennis Lam (School of Civil Engineering – The University of Leeds-Leeds – UK)

[6]- Thien-Cheong Ang (School of Civil and Environmental Engineering – Nanyang Technological University. Singapore)

[7]- Sing-Ping Chiew (School of Civil and Environmental Engineering – Nanyang Technological University. Singapore)

[8]- Steel Structures – Practical design studies – Second Edition – T.J. MacGinley Formerly Associate Professor

[9]- (School of Civil and Environmental Engineering – Nanyang Technological University. Singapore)

[10]- Structural Steelwork Calculations and Detailing – T.J. MacGinley

[11]- Al Nageim, H.& MacGinley T. J., 2005. Steel structures, practical design studies. The 3rd Edition of this popular book now contains references to both Eurocodes and British Standards. [on line].

[12]- Ambrose J. E., 1997. Simplified design of steel structures. Seven Edition. Newyork. John wiley and Sons, INC. New York. based on the work of the late Harry Parker.

[13]- Ballio G. & Mazolani F.M.,1983. Theory and design of steel structures. London. Champan and Hall, London and Newyork.

[14]- 13. Beale, R. G., Godely, M. H. R., & Enjily, V., 2001. A theoretiacal and experimental investigation into cold-formed channel sections in bending with the unstiffend flanges in compression, computres and structures. 79. 2403-2411.

[15]- British standard Institution, 2009. (BS EN 1993-1-3:2006) and Eurocode (EN 1993-1-3:2006 (E)), London, BSI

[16]- Cherry, s., 1996. The stability of beams with buckled compression flanges. Thin-walled structures. 25 277-285.

[17]- Chu, X.,Ye. Z., Li, L., Kettle R., 2004. Buckling behaviour of cold-formed channel sections under uniformly distributed loads, Thin-Walled Structures. 43 531–542.

[18]- Chu, X., Rickard, J. & Li, L., 2005. Influence of lateral restraint on lateral-torsional buckling of cold-formed steel purlins. Thin-Walled Structures. 43 800–810.

[19]- Chu, X., Kettle R. & Li, L., 2004. Lateral-torsion buckling analysis of partial-laterally restrained thin-walled channel-section beams. Journal of Constructional Steel Research. 60 1159–1175.