

توضيحات في برنامج الجوائز المستمرة JWDBeam 6.1.1

إعداد: م. عبد الجواد الحاج يونس

<http://www.jwdstructure.com>
<http://www.facebook.com/jwdstructure>
<http://www.youtube.com/jwdstructure>
info@jwdstructure.com



هذا الملف يحوي توضيحات لبعض النقاط الخاصة ببرنامج الجوائز المستمرة JWDBeam الإصدار السادس، وقد تم اعتماد الإصدار المختصر الذي يحمل الرقم ٦,١,١ للمقارنة.

يمكن تحميل الإصدارات المختصرة المجانية من برامج السلسلة من [الموقع الرسمي](#) المبين في الصفحة الأولى.

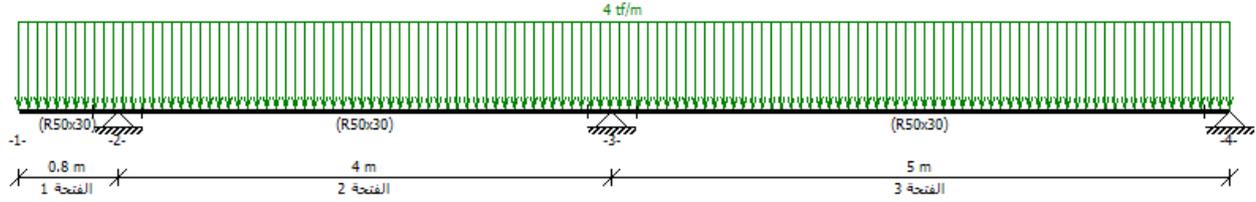
جدول المحتويات

٣	نص مثال لتحليل جائز مستمر
٣	المعطيات
٤	مواصفات المشروع في البرنامج
٤	خيارات تبويب إنشائي
٥	خيارات تبويب خرسانة
٦	تبويب خيارات تصميمية
٦	خيارات التعامل مع مقطع العصب
٧	ملاحظات حول حساب السهم
٨	التحليل الإنشائي
٩	حساب تسليح العزم لبعض مقاطع الجائز
٩	حساب التسليح الأصغري والأعظمي
٩	حساب العزم المقاوم
٩	حساب التسليح
١٢	حساب تسليح القص لبعض مقاطع الجائز
١٤	حساب تسليح مقطع تيه
١٤	حساب التسليح الأصغري والأعظمي
١٥	حساب العزم الذي يتحمله الجناح
١٥	حساب التسليح لبعض الحالات
١٩	أخطاء شائعة
١٩	١- الأساس المشترك
١٩	٢- التصعيد المضاعف

نص مثال لتحليل جائر مستمر

نفرض أنه لدينا الجائر التالي المحمل بحمولة مية فقط:

JWDBeam



سنقوم بتحليله وتصميمه باستخدام الإصدار المختصر رقم ٦,١,١ لبرنامج الجوائز المستمرة JWDBeam، وسنعمد الطريقة الحديثة، والكود السوري الطبعة الرابعة (٢٠١٢).

مواصفات المشروع وشكل القطاع العرضي هي كالتالي (راجع ملفات الفيديو التعليمية لتتعلم كيفية إدخال المعطيات والتحليل).

المعطيات

المقاومة المميزة للخرسانة $f'_c = 180 \text{ kg/cm}^2$

إجهاد الخضوع المخفض $f_y = 4000 \text{ kg/cm}^2$ → إجهاد الخضوع للفلولاذ $f_y = 4000 \text{ kg/cm}^2$

إجهاد الخضوع لفلولاذ الأساور $f_{ey} = 2400 \text{ kg/cm}^2$

الارتفاع الفعال $d = 26.5 \text{ cm}$ عرض المقطع $b = 50 \text{ cm}$

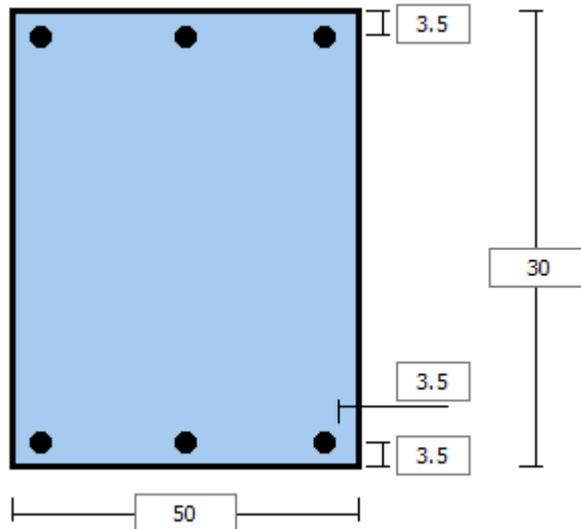
بعد مركز ثقل الحديد المضغوط عن الليف المضغوط $d' = 3.5 \text{ cm}$

سنعتبر أن الخرسانة تتحمل جزءاً من إجهادات القص $\tau_{ou} = 0.35 \tau_{cu}$

عوامل التصعيد: 1.4 للحمولات الميتة، و 1.7 للحمولات الحية.

عرض الاستناد يساوي 40 cm لكل المساند

ملاحظة: في الطبعة الثالثة من الكود يكون إجهاد خضوع الفلولاذ المخفض يساوي 3600 kg/cm^2



مواصفات المشروع في البرنامج

عند طلب أمر مشروع جديد تظهر لنا نافذة مواصفات المشروع والتي من خلالها نقوم بإدخال المعطيات الخاصة بالمشروع، ويمكن تعديل هذه الخيارات لاحقاً بالضغط على زر F8 في لوحة المفاتيح أو طلب أمر مواصفات المشروع من القوائم.

والجدير بالذكر أنه في الإصدار الكامل يتم إدخال هذه المواصفات مرة واحدة، ثم إضافة كل جوائز وأعصاب المشروع للملف، أما في الإصدار المختصر فلا يمكن إدخال إلا جوائز واحد فقط، ويجب عمل مشروع جديد لكل جوائز وإدخال المعطيات مرة أخرى.

أهم الخيارات هي:

خيارات تبويب إنشائي

الخيارات المبينة في الصورة أعلاه هي كالتالي:

- **تخفيض العزوم السالبة فوق المساند 15%:** عند تفعيل هذا الخيار يقوم البرنامج بتخفيض العزوم السالبة الناتجة من التحليل الإنشائي عند المساند بنسبة 15% (أو حسب إدخال المستخدم)، وهذا التخفيض يرافقه زيادة في العزوم الموجبة ضمن الفتحات المجاورة بما يحقق التوازن العام للجوائز، كما يؤدي إلى تغيير في مخططات القص وردود الأفعال وكذلك السهم (التشوه).
- **إدخال تأثير عرض المساند في حساب مخطط العزم ومخطط القص:** عند تفعيل هذا الخيار يقوم البرنامج بتوزيع قيمة رد الفعل على كامل عرض الاستناد، وحساب العزم ضمن هذه المنطقة من جديد لكل حالة تحميل من حالات التحميل الشطرنجي، وهذه العملية تؤدي إلى تخفيض قيمة العزم داخل المساند، لكنها لا تؤدي إلى تغيير في العزوم ضمن الفتحات، ويسمح باستخدام هذا التخفيض مع التخفيض السابق لأن لكل منهما سبب مختلف عن الآخر.
- **حساب العزوم الاعتبارية:** عند تفعيل هذا الخيار يقوم البرنامج بحساب العزوم الاعتبارية السالبة عند المساند الطرفية والموجبة ضمن الفتحة، وهي كما يلي في حالة الحمولات الموزعة:
 - إذا كان مقطع الجوائز مستطيلاً أو بشكل تيه أو عصب يكون العزم السالب الاعتياري هو $wl^2/24$ أما إذا كان مقطع الجوائز مستطيل محدد على أنه مقطع بلاطة مصممة يكون العزم السالب الاعتياري هو $wl^2/20$ (ملاحظة: حسب الكود السوري بحسب العزم الاعتياري السالب لمقطع العصب كما يحسب للبلطات لا كما يحسب

للجوائز، وإن كان يعامل معاملة الجوائز، وسيتم إضافة خيار في الإصدار اللاحق للاختيار بين القيمتين إن شاء الله، أي في الإصدار الذي بعد (1, 1, 7)

- أما العزم الموجب الاعتباري فهو نصف العزم الموجب الذي سينتج في الفتحة فيما لو اعتبرنا أنها فتحة بسيطة، أي في حالة الحملات الموزعة هو $wl^2/16$
- إضافة الوزن الذاتي: عند تفعيل هذا الخيار يقوم البرنامج بحساب الوزن الذاتي للجوائز حسب شكل المقطع ويضيفه للحمولات الميتة، وفي مثالنا لم يتم تفعيل هذا الخيار باعتبار أن الوزن الذاتي محسوب ضمناً مع الحملات الميتة (وهذه الطريقة التي أفضلها).
- بالنسبة للسهم المطلوب حسابه، يمكننا اختيار حساب السهم المرن أو السهم طويل الأمد كما سيرد ذكره لاحقاً.

خيارات تبويب خرسانة

في هذا التبويب نقوم باختيار كود التصميم، ومواصفات المواد وعوامل التصعيد وهناك بعض الملاحظات:

- إجهاد خضوع الفولاذ المخفض: يستخدم في الكود السوري فقط، حيث يقوم البرنامج بتخفيض إجهاد خضوع الفولاذ عندما تكون المقاومة المميزة للخرسانة صغيرة وذلك حسب الجداول المبينة في الكود، ولتفعيل هذا الأمر يجب تفعيل خيار التخفيض في تبويب خيارات تصميمية المبين لاحقاً. (ملاحظة: تختلف قيمة التخفيض بين الطبعة الثالثة والرابعة للكود السوري)
- المقاومة المميزة للخرسانة هي المقاومة الأسطوانية.
- نلاحظ وجود خيارين لإجهاد خضوع الأساور، وهذا مفيد في الإصدار الكامل حيث يمكننا أحياناً استخدام نوعين من الأساور في سقف الهوردي، أحدهما للجوائز والآخر للأعصاب، أما في الإصدار المختصر فلا فائدة من الخيار الثاني.
- الطريقة الحدية الثانية (طريقة تصعيد الإجهادات)، يفضل عدم استخدامها، وعلى أي حال، في هذه الطريقة لا يتم تصعيد الحملات، أي تكون المخططات غير مصعدة، لكن عند حساب التسليح يتم تصعيد العزم والقص داخلياً بعامل التصعيد المختار.
- يمكننا تعديل عوامل التصعيد يدوياً بإلغاء اختيار الخيار (تصعيد العوامل تلقائياً حسب الكود).

تبويب خيارات تصميمية

مواصفات المشروع

عام | إنشائي | خرسانة | خيارات تصميمية | تسليح ومواد

خيارات خاصة بالكود العربي السوري (يفضل اختيار الكل):

تخفيض عزم العطالة حسب البند ٢-٢-٨

تخفيض إجهاد خضوع الفولاذ وفقاً للبند ١-٩ والبند ١-١٠

الخرسانة تتحمل جزء من القص 0.35 tcu

السماح بمساحة تسليح أقل من الأصغرية حسب البند ٧-١-٢-٧

خيارات خاصة بالكود ACI:

تجاهل مقاومة الخرسانة على القص (أي $V_c=0$)

نسبة التسليح الكلية الأعظمية: 2.5 %

التعامل مع مقطع العصب:

داخل المسند يعتبر المقطع مستطيل بعرض B_f

اعتبر مقطع العصب يعمل كمقطع: تبه

في الإصدار الثالث من برنامج JWDBeam تم اعتبار أن مقطع العصب هو عبارة عن مستطيل عرضه B_w على كامل طوله، وبسبب طلب المستخدمين تم إضافة هذه الخيارات.

إلغاء الأمر | موافق | افتراضي

في هذا التبويب يوجد الخيارات التالية:

- **تخفيض عزم العطالة:** حيث يقوم البرنامج بتخفيض عزم عطالة المقطع العرضي عند حساب المخططات وعند حساب السهم المرن كما هو موضح في الكود، أي بالنسبة للمقطع المستطيل يحسب عزم العطالة للمقطع الغير المتشقق بدون تسليح وبضربه ب 0.6، أما المقطع تيه فيحسب عزم عطالة المقطع الغير المتشقق بدون تسليح وبدون أجنحة. أما عند حساب السهم طويل الأمد فيقوم البرنامج بحساب عزم العطالة كما هو مبين في الفصل العاشر من الكود وكما سيأتي ذكره لاحقاً.
- **تخفيض إجهاد خضوع الفولاذ:** عند تفعيل هذا الخيار يقوم البرنامج بتخفيض إجهاد خضوع الفولاذ الرئيسي حسب قيمة المقاومة المميزة للخرسانة كما تم ذكره سابقاً.
- **الخرسانة تتحمل جزء من القص:** يتم تحديد القيمة من قبل المستخدم حسب البند ٩-٢-٨-٤-هـ من الكود الأساس
- **السماح بمساحة تسليح أقل من الأصغرية:** وذلك حسب البند ٧-٢-٧-١-ب و ٧-١-٢-٧-ح من الكود الأساس وكما هو موضح في العلاقات لاحقاً، ويمكن إلغاء هذا الخيار وإجبار البرنامج على اعتماد نسبة واحدة للتسليح الأصغري في حالة العزم وهي الموضحة في البند ٧-٢-٧-١-أ، أو في حالة القص الموضحة في البند ٧-١-٢-٧-ز.

خيارات التعامل مع مقطع العصب

ملاحظة: يعتبر عرض الجسد b_w لمقطع العصب هو المتوسط الحسابي لعرض الجسد في الأعلى والأسفل، أي هو العرض الوسطي في جميع الحسابات.

عند اختيار مقطع عصب لفتحة في الجوائز فهذا يخبر البرنامج أن يتعامل مع هذه الفتحة عند حساب التسليح كما يلي:

- عند حساب تسليح العزم الموجب يمكننا اعتبار أن المقطع يعمل كمقطع مستطيل بعرض b_w (العرض الوسطي) أو أنه يعمل كمقطع تيه بأبعاد العصب، وذلك من خلال الخيار المبين في الصورة أعلاه. وستختلف قيمة التسليح قليلاً بين الخيارين.

- عند حساب تسليح العزم السالب عند المساند، أيضاً عندنا خياران:
 - نعتبر أن مقطع العصب داخل المسند (الجائز الحامل) هو مستطيل بعرض bf أي عرض الجناح، وفي هذه الحالة يقوم البرنامج بحساب ثلاثة قيم للتسليح ويأخذ الأكبر بينها، هذه القيم هي: قيمة التسليح عند طرفي الجائز (طرفي الاستناد) ويعتبر مقطع العصب في هذه الحالة مستطيل بعرض bw (إن كان العزم سالباً)، أما القيمة الثالثة فيحسبها داخل المسند (أي داخل الجائز الحامل) عند منطقة العزم الأعظمي ويعتبر مقطع العصب مستطيلاً بعرض bf لكن في هذه الحالة تحسب قيمة التسليح الأصغري باعتبار العرض bw .
 - أو أن نعتبر العصب مستمراً كما هو حتى المحور، عندها قوم البرنامج بحساب قيمة تسليح واحدة عند العزم الأعظمي ويعتبر المقطع مستطيلاً بعرض bw .
- عند حساب تسليح القص يعتبر مقطع العصب مقطوعاً مستطيلاً بعرض bw هو الوسطي بين عرض الجسد في الأعلى والأسفل، كما أنه يحسب تسليح القص عند وجه الاستناد لمقطع العصب وليس على بعد $d/2$ من وجه الاستناد كما في المقطع المستطيل أو المقطع تيه.

ملاحظات حول حساب السهم

يقوم البرنامج بحساب السهم للجائز نتيجة الحملات المطبقة ويجب الانتباه إلى النقاط التالية:

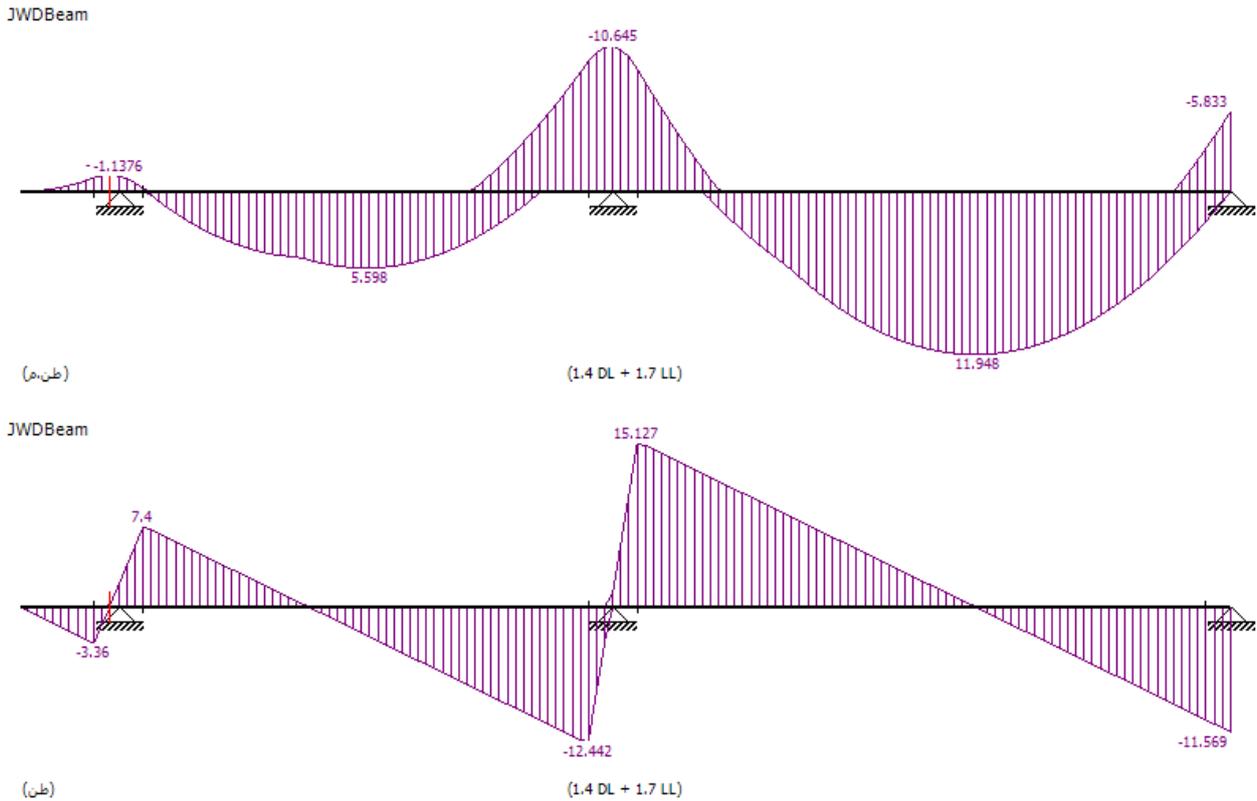
- يتم حساب السهم بناءً على الحملات الاستثمارية (أي الغير المصعدة) لذلك يجب إدخال الحملات الاستثمارية للبرنامج، مع تحديد عوامل التصعيد حسب الكود المستخدم، وليس إدخال الحملات المصعدة مع وضع عوامل تصعيد تساوي الواحد، لأنه في الحالة الثانية سيكون السهم مصعداً أيضاً.
- يقوم البرنامج بحساب عدة أنواع من السهوم وهي:
 - **السهم المرن:** حيث يهمل البرنامج وجود حديد التسليح ويهمل عوامل الزحف والتقلص، ويحسب عزم عطالة المقطع الغير المتشقق، ويحسب السهم وفق نظريات مقاومة المواد، كما يمكن الطلب من البرنامج تخفيض عزم العطالة كما تم ذكره أعلاه مما يؤدي إلى زيادة السهم. ولا يجوز مقارنة هذا السهم مع السهم المسموح المبين في الكود.
 - **السهم طويل الأمد (الإصدار الكامل فقط):** يقوم البرنامج بحساب عزم عطالة المقطع المتشقق مع وجود تسليح وذلك حسب ما هو موضح في الكود في الفصل العاشر، ويقوم بحساب السهم حسب نظريات مقاومة المواد، وهذا هو السهم الذي تتم مقارنته مع السهم المسموح.
 - **السهم طويل الأمد الناتج عن الحملات الحية (الإصدار الكامل فقط):** نفس السهم السابق لكن من الحملات الحية فقط، ويستخدم للمقارنة في بعض الحالات الخاصة.
- عند حساب السهم طويل الأمد يقوم البرنامج بحساب عزوم العطالة لعدة حالات، حيث يقوم أولاً بتحميل الحملات الميتة فقط، ويحسب العزوم ومنها يحسب عزوم العطالة للمقطع المتشقق والتسليح ومنها يحسب السهم، ثم يكرر العملية بعد تحميل الحملات الحية مع الميتة، ولحساب السهم الناتج من الحملات الحية فقط يطرح السهم الأول من الثاني.
- ذكرت أنه عند حساب عزم العطالة لفتحة ما يقوم البرنامج بإدخال قيمة التسليح الذي اختاره المستخدم مهما كان أي حتى لو كان أقل من التسليح المطلوب حسابياً، فإذا لم يجد البرنامج هذا التسليح يقوم البرنامج بإدخال قيمة التسليح المطلوب حسابياً. لذلك عند تغيير اختيار القضبان يقوم البرنامج بإعادة حساب السهم من جديد.
- بما أن البرنامج يعتمد نوعين من التفريد (التفريد التفصيلي أي الرسم – واختيار القضبان فقط) فإن عملية حساب السهم تتأثر أيضاً حسب الطريقة المختارة للتفريد والتي يمكن اختيارها من مواصفات الجائز أو من خلال النقر بالزر الأيمن على مخطط التشوه وتعديل الخيار (عند الطباعة استخدام القضبان في لوحة التسليح)، (راجع ملف التعليمات للمزيد من التفاصيل).
- أيضاً عند حساب السهم (المرن أو طويل الأمد)، يقوم البرنامج بحساب مغلف السهم، أي يقوم بعملية تحميل شطرنجي للحصول على السهم الأكبر.

التحليل الإنشائي

يستخدم البرنامج طريقة مصفوفة الصلابة عند التحليل الإنشائي لحساب العزوم عند المساند، حيث يقوم بتصعيد الحملات ثم حساب عزوم الوثاقات التامة، ثم حل المعادلات وحساب العزوم النهائية عند المساند، ثم يقوم بتخفيض هذه العزوم حسب الخيار المبين في نافذة مواصفات المشروع (المبين سابقاً)، ثم يقوم بحساب العزوم وقوى القص ضمن الجائز من معادلات التوازن، مع الأخذ بعين الاعتبار عرض الاستناد إن تم اختيار هذا أيضاً.

طريقة مصفوفة الصلابة تعطي نتائج مطابقة تماماً لطريقة العزوم الثلاثة، ولا ينبغي مقارنة النتائج مع طريقة العوامل التقريبية المبينة في الكود لأن تلك الطريقة لحالات خاصة.

عند تحليل الجائز السابق إنشائياً نحصل على مخطط العزم ومخطط القص التاليين:



ملاحظة: مع أنه لا يوجد حملات حية إلا أن مغلف العزم يوحي بوجودها، وسبب هذا أن البرنامج قام بحساب العزوم الاعتبارية وأضافها إلى مخطط العزم الأصلي.

للتأكد من قيمة العزم الاعتراري عند المسند الأيمن نحسب الحمولة المصعدة:

$$w = 1.4 \times 4 = 5.6 \text{ tf/m}$$

وبما أن المقطع هو مستطيل لكن ليس مقطع بلاطة (أي هو مقطع جائز) فإن العزم الاعتراري السالب يحسب من العلاقة:

$$M = \frac{w \cdot l^2}{24} = \frac{5.6 \times 5^2}{24} = 5.833 \text{ tf.m}$$

أما العزم الاعتراري الموجب ضمن الفتحة الوسطى فهو نصف العزم فيما لو كانت الفتحة بسيطة الاستناد أي:

$$M = 0.5 \times \frac{w \cdot l^2}{8} = \frac{w \cdot l^2}{16} = \frac{5.6 \times 4^2}{16} = 5.6 \text{ tf.m}$$

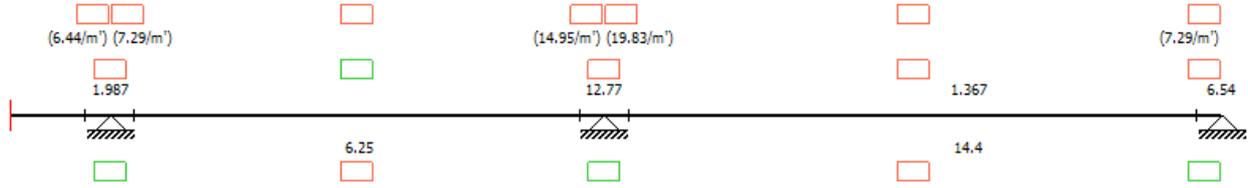
نلاحظ أن العزم المرسوم هو العزم الاعتراري.

حساب تسليح العزم لبعض مقاطع الجانز

قام البرنامج بحساب تسليح العزم وكانت النتائج كما يلي (القيم فوق وأسفل الجانز مباشرة) وواحدتها cm^2 :

JWDBeam

انقر ضمن المستطيل لاختيار القضبان



(سم)

تجدر الإشارة هنا إلى أن البرنامج يتعامل داخلياً مع الوحدات الدولية، ولكنه يظهر النتائج إما بالوحدات الدولية أو المترية حسب اختيار المستخدم، ويعتبر أن $1tf=10KN$ وهو تقريب مسموح في الكود، وسأعتمد هنا قوانين الوحدات المترية. المستطيلات المرسومة هي لاختيار القضبان (الأسياخ) والأساور (الكانات) وهي متاحة في الإصدار الكامل فقط.

أبعاد المقطع العرضي المبين سابقاً هي:

$$b = 50 \text{ cm}, H = 30 \text{ cm}, d = 30 - 3.5 = 26.5 \text{ cm}, d' = 3.5 \text{ cm}$$

حساب التسليح الأصغري والأعظمي

سنحدد أولاً نسب التسليح الأصغري والأعظمي حسب الكود السوري:

$$\mu_{max} = 0.5\mu_{sb} = 0.5 \frac{4550}{6300 + f_y} \frac{f'_c}{f_y} = 0.5 \frac{4550}{6300 + 4000} \frac{180}{4000} = 0.00994$$

$$\rightarrow A_{s_{max}} = 0.00994 \times 50 \times 26.5 = 13.17 \text{ cm}^2$$

$$\mu_{min} = \frac{9}{f_y} = \frac{9}{4000} = 0.00225 \rightarrow A_{s_{min}} = 0.00225 \times 50 \times 26.5 = 2.98 \text{ cm}^2$$

حساب العزم المقاوم

سنقوم بحساب العزم المقاوم M_R والذي من خلاله سنحدد فيما إذا كان يلزمنا تسليح ضغط أم لا:

$$\alpha_{max} = \mu_{max} \times \frac{f_y}{0.85 f'_c} = 0.00994 \times \frac{4000}{0.85 \times 180} = 0.2599$$

$$\gamma = 1 - \frac{\alpha_{max}}{2} = 1 - \frac{0.2599}{2} = 0.8701$$

$$A_0 = \alpha_{max} \cdot \gamma = 0.2599 \times 0.8701 = 0.2261$$

$$M_R = \Omega A_0 b d^2 0.85 f'_c = 0.9 \times 0.2261 \times 50 \times 26.5^2 \times 0.85 \times 180 \times 10^{-5} = 10.93 \text{ tf.m}$$

حساب التسليح

سنقوم بحساب التسليح للمقطع الأول (العزم السالب للظفر) حيث: $M_u = 1.2 \text{ tf.m}$

$$M_u = 1.2 \text{ tf.m} < M_R \rightarrow \text{تسليح أحادي}$$

$$A_0 = \frac{M_u}{\Omega b d^2 0.85 f'_c} = \frac{1.2 \times 10^5}{0.9 \times 50 \times 26.5^2 \times 0.85 \times 180} = 0.02482$$

$$\alpha = 1 - \sqrt{1 - 2A_0} = 1 - \sqrt{1 - 2 \times 0.02482} = 0.0251$$

$$\gamma = 1 - \frac{\alpha}{2} = 1 - \frac{0.0251}{2} = 0.987$$

$$A_s = \frac{M_u}{\Omega \gamma d f_y} = \frac{1.2 \times 10^5}{0.9 \times 0.987 \times 26.5 \times 4000} = 1.274 \text{ cm}^2 < A_{s_{min}} = 2.98 \text{ cm}^2$$

بما أن التسليح الناتج أقل من الأصغري نختار الأكبر بين القيمتين ($1.33A_s$ و $2/3.A_{s_{min}}$)، وإذا كانت القيمة الناتجة أكبر من التسليح الأصغري نختار الأصغري:

$$A_s = \min \left\{ \max \left\{ \begin{array}{l} A_{s_{min}} \\ 1.33A_s \\ \frac{2}{3}A_{s_{min}} \end{array} \right\} \right\} = \min \left\{ \max \left\{ \begin{array}{l} 2.98 \\ 1.33 \times 1.274 = 1.694 \\ \frac{2}{3} \times 2.98 = 1.99 \end{array} \right\} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} 2.98 \\ 1.99 \end{array} \right\}$$

$$\rightarrow A_s = 1.99 \text{ cm}^2$$

نلاحظ أنه في هذه الحالة كان التسليح أقل من الأصغري، والكود يسمح لنا بتخفيض كمية التسليح الأصغري كما في الفقرة ٧-٢ ب

ويمكن أن نطلب من البرنامج أن يعتمد نسبة التسليح الأصغرية بدون تخفيض من نافذة مواصفات المشروع كما تم ذكره سابقاً، عندها يكون التسليح 2.98 cm^2 ، أي يتم إهمال ما بعد العبارة max.

سنقوم بحساب التسليح للمقطع الثاني (العزم الموجب في الفتحة التي بعد الظفر) حيث: $M_u = 5.6 \text{ tf.m}$

$$M_u = 5.6 \text{ tf.m}$$

$$M_R = 10.93 \text{ tf.m} > M_u \rightarrow \text{تسليح أحادي}$$

$$A_0 = \frac{M_u}{\Omega b d^2 0.85 f'_c} = \frac{5.6 \times 10^5}{0.9 \times 50 \times 26.5^2 \times 0.85 \times 180} = 0.1158$$

$$\alpha = 1 - \sqrt{1 - 2A_0} = 1 - \sqrt{1 - 2 \times 0.1158} = 0.1234$$

$$\gamma = 1 - \frac{\alpha}{2} = 1 - \frac{0.1234}{2} = 0.9383$$

$$A_s = \frac{M_u}{\Omega \gamma d f_y} = \frac{5.6 \times 10^5}{0.9 \times 0.9383 \times 26.5 \times 4000} = 6.25 \text{ cm}^2 > A_{s_{min}}$$

$$A_{s_{min}} = 2.98 < A_s = 6.25 \text{ cm}^2 < A_{s_{max}} = 13.12 \rightarrow OK$$

سنقوم بحساب التسليح للمقطع الثالث (العزم الموجب في الفتحة التي على اليمين) حيث: $M_u = 11.95 \text{ tf.m}$

$$M_u = 11.95 \text{ tf.m}$$

$$M_R = 10.93 \text{ tf.m} < M_u \rightarrow \text{تسليح ثنائي}$$

$$A_{s1} = \mu_{max} b d = 0.00994 \times 50 \times 26.5 = 13.17 \text{ cm}^2$$

$$\Delta M = M_u - M_R = 11.95 - 10.93 = 1.02 \text{ tf.m}$$

$$A_{s3} = \frac{\Delta M}{\Omega f_y (d - d')} = \frac{1.02 \times 10^5}{0.9 \times 4000 \times (26.5 - 3.5)} = 1.23 \text{ cm}^2$$

$$A_s = A_{s1} + A_{s3} = 13.17 + 1.23 = 14.4 \text{ cm}^2 \text{ تسليح الشد}$$

نتحقق من إجهاد تسليح الضغط

$$f'_s = \frac{6300 \times \alpha_{max} d - 5355 \times d'}{\alpha_{max} d} = \frac{6300 \times 0.2599 \times 26.5 - 5355 \times 3.5}{0.2599 \times 26.5} = 3579 < f_y$$

$$A_{s2} = A_{s3} \frac{f_y}{f_s} = 1.23 \frac{4000}{3579} = 1.37 \text{ cm}^2 \text{ تسليح الضغط}$$

نتحقق من التسليح

$$A_s - A_{s2} = 14.4 - 1.37 = 13.03 \leq A_{smax} \rightarrow OK$$

$$(A_s = 14.4) \leq (0.75 \times A_{sb} = 1.5 \times A_{smax} = 1.5 \times 13.17 = 19.8) \rightarrow OK$$

في حال لم يتحقق أحد الشرطين السابقين يتم رفض المقطع من قبل البرنامج ويعتبره صغيراً.

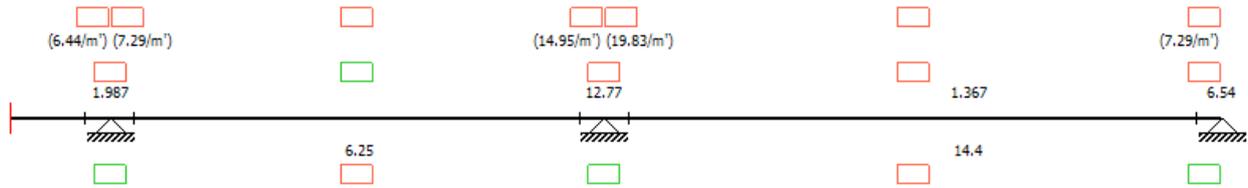
حساب تسليح القص لبعض مقاطع الجوائز

يقوم البرنامج بحساب تسليح القص على بعد $d/2$ من وجه الاستناد في حالة الجوائز، وعند وجه الاستناد في حالة الأعصاب.

قام البرنامج بحساب تسليح القص وكانت النتائج كما يلي (القيم التي بين قوسين وواحدتها cm^2/m):

JWDBeam

انقر ضمن المستطيل لاختيار القضبان



(سم)

يجب الإشارة أولاً إلى أن البرنامج يستخدم العلاقات بالوحدات الدولية وقد تختلف النتائج قليلاً عن العلاقات بالوحدات المترية بسبب التقريب خاصة في العلاقات التي تحوي جذر، وهنا سأستخدم علاقات الوحدات المترية.

سنقوم بحساب تسليح القص على يمين المسند الأيسر في المتر الطولي، وكذلك على يمين المسند الأوسط.

سنقوم أولاً بحساب بعض العوامل الضرورية وهي:

$$A_{st_{min}} = \frac{3.5}{f_{ey}} bs = \frac{3.5}{2400} \times 50 \times 100 = 7.29 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\tau_{cu} = 0.72 \sqrt{f'_c} = 0.72 \times \sqrt{180} = 9.66 \text{ kg/cm}^2 \text{ الإجهاد المسموح مقاومته بالخرسانة}$$

$$\tau_{ou} = 0.35 \tau_{cu} = 0.35 \times 9.66 = 3.38 \text{ kg/cm}^2 \text{ الإجهاد الذي تتحمله الخرسانة}$$

$$\tau_{umax} = 2 \sqrt{f'_c} = 2 \times \sqrt{180} = 26.83 \text{ kg/cm}^2$$

سنقوم بحساب تسليح القص على بعد $d/2$ من الجهة اليمنى لوجه المسند الأيسر، حيث أن قيمة قوة القص $V_u = 6.74 \text{ tf}$

$$\tau_u = \frac{V_u}{0.85bd} = \frac{6.74 \times 10^3}{0.85 \times 50 \times 26.5} = 5.98 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau_u < \tau_{cu} \rightarrow A_{st} = A_{st_{min}} = 7.29 \text{ cm}^2/\text{m}$$

وحسب البند ٧-١-٢-٧ ح فإنه يمكننا تخفيض نسبة التسليح الأصغري إذا كان عرض المقطع أكبر من ارتفاعه كما في حالتنا هذه، بشرط عدم تحميل الخرسانة أي إجهاد قص أي باعتبار $\tau_{ou} = 0$ وستحقق من إمكانية ذلك:

$$1.33A_{st} = 1.33 \frac{(\tau_u - \tau_{ou})bs}{f_{ey}} = 1.33 \frac{(5.98 - 0) \times 50 \times 100}{2400} = 16.57 \text{ cm}^2/\text{m} > A_{st_{min}}$$

بناءً على الشرط السابق فإنه لا يمكننا تخفيض قيمة تسليح القص لهذا المقطع لأن $1.33 \times$ قيمة التسليح الحسابي مع إهمال مقاومة الخرسانة في القص أكبر من التسليح الأصغري المحسوب سابقاً لذلك نعتد الأصغر.

يمكن أن نطلب من البرنامج أن يعتمد نسبة التسليح الأصغرية بدون تخفيض من نافذة مواصفات المشروع.

سنقوم بحساب تسليح القص على بعد $d/2$ من الجهة اليمنى لوجه المسند الأوسط، حيث أن قيمة قوة القص $V_u=14.56$ tf

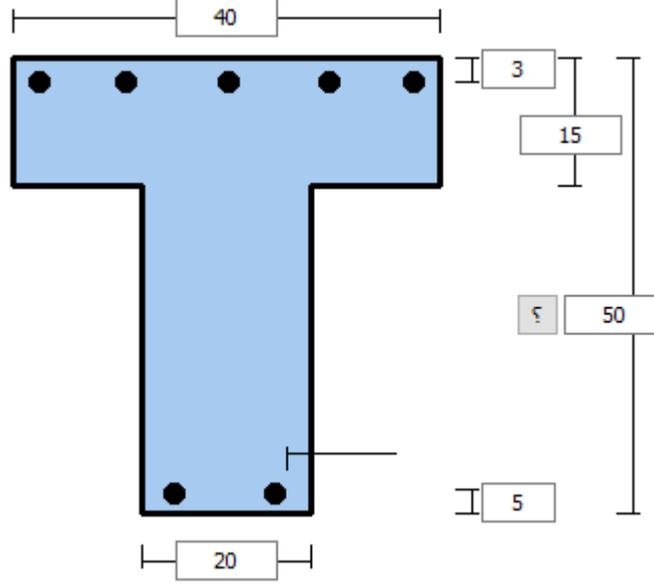
$$\tau_u = \frac{V_u}{0.85bd} = \frac{14.56 \times 10^3}{0.85 \times 50 \times 26.5} = 12.93 \text{ kg/cm}^2 < \tau_{u\max}$$

$$\tau_u > \tau_{cu} \rightarrow A_{st} = \frac{(\tau_u - \tau_{ou})bs}{f_{ey}} = \frac{(12.93 - 3.38) \times 50 \times 100}{2400} \rightarrow A_{st} = 19.9 \text{ cm}^2/\text{m}$$

نلاحظ اختلافاً قليلاً بين هذه النتيجة ونتيجة البرنامج وهي $A_{st}=19.83 \text{ cm}^2/\text{m}$ والسبب كما أشرت سابقاً، وهو أن البرنامج يعتمد علاقات الواحدات الدولية أما هنا اعتمدنا علاقات الواحدات المترية وهي تختلف قليلاً في النتائج بسبب التقريب وذلك في حالة وجود جذر للمقاومة المميزة.

حساب تسليح مقطع تيه

ليكن لدينا مقطع تيه بالموصفات المبينة في الشكل.



$$bf = 40 \text{ cm}, bw = 20 \text{ cm}, d = 50 - 5 = 45 \text{ cm}, tf = 15 \text{ cm}, d' = 3 \text{ cm}$$

موصفات المواد والكود المستخدم هي نفسها للجائز السابق، والمطلوب حساب التسليح الأصغري للمقطع والتسليح الأعظمي، وحساب تسليح العزم للعزوم المصعدة التالية:

$$Mu_1 = 3 \text{ tf.m}, Mu_2 = 31.5 \text{ tf.m}$$

حساب التسليح الأصغري والأعظمي

يحسب التسليح الأصغري للمقطع تيه من العلاقة التالية حيث نسبة التسليح تؤخذ نسبة لعرض الجسد:

$$\mu_{min} = \frac{9}{f_y} = \frac{9}{4000} = 0.00225 \rightarrow As_{min} = 0.00225 \times 20 \times 45 = 2.025 \text{ cm}^2$$

أما لحساب التسليح الأعظمي نتحقق من المتراجحة التالية:

$$(t_f = 15) \geq \left(0.85 \times \frac{6300}{6300 + f_y} \cdot d = 0.85 \times \frac{6300}{6300 + 4000} \times 45 = 23.4 \right)$$

المتراجحة غير محققة، أي أن المحور المحايد في الحالة التوازنية يمر في الجسد، إذن نحسب نسبة التسليح الأعظمي من العلاقة التالية منسوبة لعرض الجناح:

$$\mu_{max} = 0.5 \times \frac{b_w}{b_f} \left(\frac{4550}{6300 + f_y} \cdot \frac{f'_c}{f_y} + \frac{0.85 f'_c (b_f - b_w) \cdot t_f}{b_w \cdot d \cdot f_y} \right) =$$

$$0.5 \times \frac{20}{40} \left(\frac{4550}{6300 + 4000} \cdot \frac{180}{4000} + \frac{0.85 \times 180 \times (40 - 20) \times 15}{20 \times 45 \times 4000} \right) = 0.00816$$

$$\rightarrow As_{max} = 0.00816 \times 40 \times 45 = 14.69 \text{ cm}^2$$

حساب العزم الذي يتحمله الجناح

$$M_f = \Omega \times 0.85 f'_c \cdot b_f \cdot t_f \cdot \left(d - \frac{t_f}{2} \right) = 0.9 \times 0.85 \times 180 \times 40 \times 15 \times \left(45 - \frac{15}{2} \right) \cdot 10^{-5}$$

$$= 30.98 \text{ tf.m}$$

حساب التسليح لبعض الحالات

$$\text{نبدأ بالعزم } M_{u1} = 3 \text{ tf.m}$$

هذا العزم أقل من العزم الذي يقاومه الجناح، إذن يتم تصميم المقطع على أنه مستطيل بعرض bf مع مراعاة التسليح الأصغري والأعظمي السابقين.

سنقوم بحساب العزم المقاوم M_R لمقطع مستطيل بعرض bf والذي من خلاله سنحدد فيما إذا كان يلزمنا تسليح ضغط أم لا:

$$\alpha_{max} = \mu_{max} \times \frac{f_y}{0.85 f'_c} = 0.00816 \times \frac{4000}{0.85 \times 180} = 0.2133$$

$$\gamma = 1 - \frac{\alpha_{max}}{2} = 1 - \frac{0.2133}{2} = 0.89335$$

$$A_0 = \alpha_{max} \cdot \gamma = 0.2133 \times 0.89335 = 0.19055$$

$$M_R = \Omega A_0 b d^2 0.85 f'_c = 0.9 \times 0.19055 \times 40 \times 45^2 \times 0.85 \times 180 \times 10^{-5} = 21.25 \text{ tf.m}$$

نلاحظ أن العزم المدروس أقل من العزم المقاوم إذن التسليح أحادي نحسبه كما يلي:

$$M_{u1} = 3 \text{ tf.m} < M_R \rightarrow \text{تسليح أحادي}$$

$$A_0 = \frac{M_{u1}}{\Omega b d^2 0.85 f'_c} = \frac{3 \times 10^5}{0.9 \times 40 \times 45^2 \times 0.85 \times 180} = 0.02689$$

$$\alpha = 1 - \sqrt{1 - 2A_0} = 1 - \sqrt{1 - 2 \times 0.02689} = 0.02726$$

$$\gamma = 1 - \frac{\alpha}{2} = 1 - \frac{0.02726}{2} = 0.98637$$

$$A_s = \frac{M_{u1}}{\Omega \gamma d f_y} = \frac{3 \times 10^5}{0.9 \times 0.98637 \times 45 \times 4000} = 1.88 \text{ cm}^2 < A_{smin} = 2.025 \text{ cm}^2$$

بما أن التسليح الناتج أقل من الأصغري نختار الأكبر بين القيمتين ($1.33A_s$ و $2/3 \cdot A_{smin}$)، وإذا كانت القيمة الناتجة أكبر من التسليح الأصغري نختار الأصغري:

$$A_s = \min \left\{ \max \left\{ \begin{array}{l} A_{smin} \\ 1.33A_s \\ \frac{2}{3} A_{smin} \end{array} \right\} \right\} = \min \left\{ \max \left\{ \begin{array}{l} 2.025 \\ 1.33 \times 1.88 = 2.5 \\ \frac{2}{3} \times 2.025 = 1.35 \end{array} \right\} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} 2.025 \\ 2.5 \end{array} \right\}$$

$$\rightarrow A_s = 2.025 \text{ cm}^2$$

يمكن أن نطلب من البرنامج أن يعتمد نسبة التسليح الأصغرية بدون تخفيض من نافذة مواصفات المشروع كما تم ذكره سابقاً، فيقوم البرنامج بإهمال العلاقات بعد العبارة max.

وهذه نتيجة البرنامج:

الآن سنصمم على العزم $Mu_2 = 31.5 \text{ tf.m}$

نلاحظ أن العزم أكبر من العزم الذي يتحمله الجناح M_f إذن المقطع يعمل كمقطع تية
نحسب العزم الذي تتحمله أطراف الجناح (أي بدون الجزء التابع للجسد)

$$M_{f1} = \Omega \times 0.85 f'_c \times (b_f - b_w) \cdot t_f \cdot \left(d - \frac{t_f}{2}\right)$$

$$= 0.9 \times 0.85 \times 180 \times (40 - 20) \times 15 \times \left(45 - \frac{15}{2}\right) \cdot 10^{-5} = 15.49 \text{ tf.m}$$

نحسب تسليح الشد المقابل لهذا العزم وسأسميه A_{sf1}

$$A_{sf1} = \frac{M_{f1}}{\Omega \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{t_f}{2}\right)} = \frac{15.49 \times 10^5}{0.9 \times 4000 \times \left(45 - \frac{15}{2}\right)} = 11.47 \text{ cm}^2$$

نحسب فرق العزم الذي يتحمله الجسد dM

$$dM = M_{u2} - M_{f1} = 31.5 - 15.49 = 16.01 \text{ tf.m}$$

نسلح المقطع باعتباره مقطوعاً مستطيلاً بعرض b_w بحيث يكون التسليح الأعظمي له هو:

$$A_{smax_w} = A_{smax} - A_{sf1} = 14.69 - 11.47 = 3.22 \text{ cm}^2 \rightarrow \mu_{max_w} = \frac{3.22}{20 \times 45} = 0.003578$$

نكرر العملية، حيث نبدأ بحساب العزم المقاوم ثم نقارن لنعلم إن كنا بحاجة لتسليح ثنائي... إلخ

$$\alpha_{\max_w} = \mu_{\max_w} \times \frac{f_y}{0.85 f'_c} = 0.003578 \times \frac{4000}{0.85 \times 180} = 0.09354$$

$$\gamma = 1 - \frac{\alpha_{\max_w}}{2} = 1 - \frac{0.09354}{2} = 0.9532$$

$$A_0 = \alpha_{\max_w} \cdot \gamma = 0.09354 \times 0.9532 = 0.08916$$

$$M_{R_w} = \Omega A_0 b d^2 0.85 f'_c = 0.9 \times 0.08916 \times 20 \times 45^2 \times 0.85 \times 180 \times 10^{-5} = 4.97 \text{ tf.m}$$

نلاحظ أن العزم المدروس dM أكبر من العزم المقاوم للجسد إذن التسليح ثنائي، نحسبه كما يلي:

$$dM = 16.01 \text{ tf.m} > M_{R_w} \rightarrow \text{تسليح ثنائي}$$

$$A_{s1} = A_{s\max_w} = 3.22 \text{ cm}^2$$

$$\Delta M = dM - M_{R_w} = 16.01 - 4.97 = 11.04 \text{ tf.m}$$

$$A_{s3} = \frac{\Delta M}{\Omega f_y (d - d')} = \frac{11.04 \times 10^5}{0.9 \times 4000 \times (45 - 3)} = 7.3 \text{ cm}^2$$

$$A_{sw} = A_{s1} + A_{s3} = 3.22 + 7.3 = 10.52 \text{ cm}^2 \text{ تسليح الشد}$$

نتحقق من إجهاد تسليح الضغط

$$f'_s = \frac{6300 \times \alpha_{\max_w} d - 5355 \times d'}{\alpha_{\max_w} d} = \frac{6300 \times 0.09354 \times 45 - 5355 \times 3}{0.09354 \times 45} = 2483 < f_y$$

$$A_{s2} = A_{s3} \frac{f_y}{f_s} = 7.3 \frac{4000}{2483} = 11.76 \text{ cm}^2 \text{ تسليح الضغط}$$

نعود الآن إلى المقطع الأصلي ونجمع تسليح الشد الذي يقاومه الجناح فقط إلى تسليح الشد الذي يقاومه الجسد فينتج تسليح الشد الكلي للمقطع تيه، أما تسليح الضغط للجسد فهو تسليح الضغط للمقطع تيه.

$$A_s = A_{sf1} + A_{sw} = 11.47 + 10.52 = 21.99 \text{ cm}^2$$

$$A_{s2} = 11.76 \text{ cm}^2$$

نتحقق من التسليح

$$A_s - A_{s2} = 21.99 - 11.76 = 10.23 \leq (A_{s\max} = 14.69) \rightarrow \text{OK}$$

$$(A_s = 21.99) \leq (0.75 \times A_{sb} = 1.5 \times A_{s\max} = 1.5 \times 14.69 = 22.04) \rightarrow \text{OK}$$

في حال لم يتحقق أحد الشرطين السابقين يتم رفض المقطع من قبل البرنامج ويعتبره صغيراً.

وهذه نتيجة البرنامج:

تصميم قطاع خرساني

مستطيل تيه

الوحدات: سم

القطاع ومواصفات المواد:

القطاع: جديد

طريقة التصميم: الطريقة الحديدية

Fy المخفضة: 4000 كغ/سم²

Fey: 2400 كغ/سم²

F'c: 180 كغ/سم²

حساب التسليح | حساب العزم | خصائص

القوى الداخلية:

العزم السالب: 0 طن.م

العزم الموجب: 31.5 طن.م

قوة القص: 0 طن

خطوة الأساور: 1 م

عامل التصعيد: 1

قيم التسليح:

علوي: 11.82 سم²

سيفلي: 21.99 سم²

عرضي: 0 سم²

إغلاق | حساب

أخطاء شائعة

١ - الأساس المشترك

كثيراً ما سمعت أن بعض المهندسين يعتبرون الأساس المشترك لعمودين أو أكثر يعتبرونه جائزاً مستمراً مسانده الأعمدة وحمولته رد فعل التربة وهذا اعتبار خاطئ لأنه:

- في الأساس المشترك رد فعل التربة ينتج عن حمولات الأعمدة ويكون حسابه باستخدام معادلات التوازن فقط، بينما في الجوائز المستمرة رد فعل الأعمدة ينتج عن حمولات الجائز ويتم حساب ردود الأفعال باستخدام معادلات التوازن بالإضافة إلى معادلات تشوه الجائز وهذا اختلاف كبير بينهما.
- يعتبر الأساس المشترك جسماً مقررأً متوازناً تحت تأثير حمولات الأعمدة ورد فعل التربة، أما الجائز المستمر يعتبر جسماً غير مقرر ويحتاج لتحليله إنشائياً إلى إحدى طرق التحليل الإنشائي مثل طريقة الصلابة (كما في هذا البرنامج) أو العزوم الثلاثة أو...

على كل حال يمكن استخدام برامج الجوائز المستمرة في حساب مخططات الأساس المشترك لعمودين أو أكثر باعتباره ذو مقطع ثابت (مع أنه يمكن حسابه يدوياً) كما يلي:

- يتم إدخال الأساس كله على أنه فتحة واحدة طولها هو طول الأساس كاملاً، ويتم وثقه من أحد طرفيه (وهكذا حصلنا على جسم مقرر وهو الظفر، أو يمكن استخدام أي جملة مقرر أخرى).
- يتم إدخال حمولات الأعمدة كقوى مركزة (أو موزعة على عرض كل عمود) واتجاهها نحو الأسفل.
- يتم حساب رد فعل التربة يدوياً بحيث يكون موزعاً على طول الأساس بشكل خطي تحت الأساس ويكون مركز هذه القوة في مركز حمولات الأعمدة، ويتم إدخال هذه القوة بشكل شبه منحرف اتجاهه عكس اتجاه قوى الأعمدة أي للأعلى.
- إذا تم إدخال الأساس على هذا الشكل فإنه عند التحليل الإنشائي سنحصل على قوة قص وعزم عند الوثاقة مساويين إلى الصفر، فإن لم نحصل على ذلك فهذا يعني وجود خطأ في الإدخال أو في حساب رد فعل التربة.

أو يمكن إدخال الأساس المشترك لعمودين فقط على أنه جائز مكون من ظفرين وفتحة، ومطبق عليه حمولة هي رد فعل التربة الذي يتم حسابه يدوياً من شرط التوازن، وفي هذه الحالة يجب أن نحصل على ردود الأفعال للجائز مساوية لحمولات الأعمدة وإلا فإن هناك خطأ في حساب رد فعل التربة.

وتجدر الإشارة إلى أنه يجب اختيار المقاطع الحرجة لحساب التسليح يدوياً لأن البرنامج مصمم لجوائز مستمرة وليس لأساسات. ويفضل استخدام برامج خاصة لتحليل الأساسات لأنها تقوم بحساب رد فعل التربة بشكل تلقائي ورسم المخططات بناءً على ذلك، كما تقوم بتطبيق اشتراطات الأساسات والتحقيقات الخاصة بها كالثقب مثلاً (مثل برنامج الأعمدة والأساسات التابع لهذه السلسلة).

٢ - التصعيد المضاعف

أيضاً أحد الأخطاء الشائعة هو نقل ردود الأفعال المصعدة للأعصاب إلى الجوائز حيث يتم تصعيدها مرة أخرى فنحصل على تسليح كبير للجوائز.

ويجب عند نقل ردود الأفعال يدوياً (أي كحمولة عادية) إما نقلها بعد إلغاء التصعيد (وهذا هو الأفضل)، أو نقلها كما هي وعدم تصعيدها عند دراسة الجوائز باعتبارها مصعدة أصلاً.

ويمكن في البرنامج اختيار إظهار ردود الأفعال الاستثمارية لكل جائز على حدة من نافذة التصميم، تبويب مواصفات الجائز، أو بالنقر بالزر الأيمن على لوحة ردود الأفعال واختيار أمر إظهار ردود الأفعال الاستثمارية، وذلك لتسهيل نقلها إلى الجوائز، ونقوم بهذه العملية للأعصاب وللجوائز التي تستند على جوائز فقط، وعند الطباعة يتم الإشارة إلى أن ردود الأفعال غير مصعدة أو مصعدة حسب الحالة المختارة.

مع العلم أنه في الإصدار الكامل يمكن نقل ردود الأفعال عن طريق سحب المساند من جائز إلى آخر، وفي هذه الحالة يقوم البرنامج بنقل ردود الأفعال الاستثمارية حتى لو كان خيار إظهار ردود الأفعال الاستثمارية غير مفعّل.