- ورشة الحديد :

1- اقطار الحديد المستخدمة

تتنوع اقطار الحديد المستخدمة فى التسليح وتبدأ من 6 مم الى 40 مم كالتالى

6مم ويصنع فى صوره لفف ويكون املس ويستخدم فى الزراجين البلدى

8 مم ويصنع فى صوره لفف ويكون املس ويستخدم فى الكانات

10 ،12 ، 16 ، 18 ، 20 ، 22 ، 25 ، 32 و 40 مم يصنع فى صوره طرود طولها 12 متر ويكون مشرشر ويستخدم فى كل العناصر الانشائية

2- طريقة تشوين الحديد بالورشة

1. يجب أن يكون مكان التشوين جاف وغير رطب .
2. يجب أن يرفع الحديد على عروق خشبية او بلوكات خرسانية .
3. يجب أن تكون الأرضية خالية من الشوائب .
4. يجب تغطية الحديد .
5. يجب تشوين كل قطر منفصلا .
6. يجب التشوين فى مكان قريب من منطقة العمل .
7. يجب التشوين فى مكان يسهل الوصول إليه .

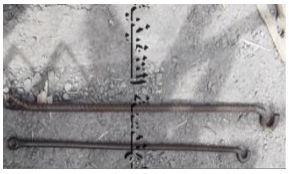
3- متوسط نسب حديد التسليح فى العناصر الانشائية

العنصر	متوسط نسبة التسليح
القواعد المسلحة	60-80 كجم
الأعمدة	160-180 كجم
الأسقف	100-120 كجم

معادلة احتساب وزن المتر الطولى لكل قطر = (القطر بالمم * القطر بالمم) / 162

مثال وزن المتر الطولى لقطر 16 مم = (16*16) /162 = 162/256 = 1.58 كجم

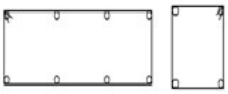
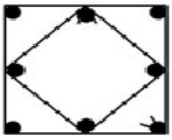
4- العدد المستخدمة فى ورشة الحديد

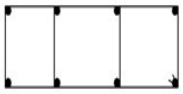
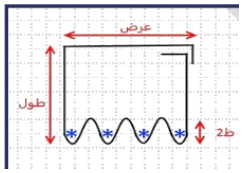
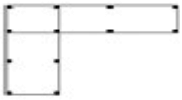
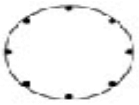
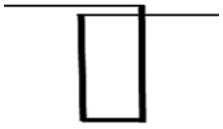
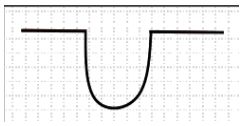
العنصر	الوظيفة	صور توضيحية
الثنايه الكهربائية	ماكينة كهربائية لثنى حديد التسليح كل الاقطار من 10 مم الى 32 مم	
مقص كهربى	ماكينة كهربائية لقص حديد التسليح كل الاقطار	
مقص يدوى	ماكينة يدوية لقص حديد التسليح للاقطار الصغير	
بوكليز	لقياس قطر الحديد	
الملاوينة	سيخ حديد قطر عالى تم اعداد بطريقة خاصة ويستخدم فى استعدال وتكسيح حديد التسليح	
ماكينة لف يدوى	تستخدم لتشكيل الكانات	
ماكينة لف سورى	تستخدم لتشكيل الكانات مع امكانية التعامل مع اكثر من سيخ	
الكمرية	اداه يستخدمها الحداد لتربيط الحديد بسلك الربط	
الجريف	يستخدم لاستعدال الحديد ذو الاقطار الصغير	

5- انواع الكانات

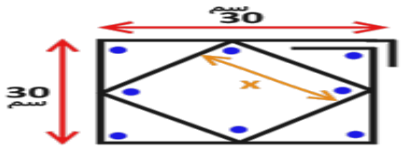
الكانات هى عباره عن اسياخ من الحديد الأملس 6 مم، 8مم (من الممكن ان تكون 10 أو 12مم) ذو اشكال منتظمة تستخدم فى الأعمده والكمرات لضبط توزيع حديد التسليح ومنع تحرك الحديد عند الصب ولحماية العناصر الانشائيه من الانبعاج

وتنقسم الكانات الى عده انواع منها :

العنصر	الاستخدام	تفريد الكانة	شكل الكانة
كانة صندوق مربعة	فى الأعمده والكمرات والسلالات المربعة التى تحتوى على تسليح رئيسى من 4 أسياخ	مجموع اطوال الكانة + (طول القفل * 2) طول القفل = 10 مرات القطر	
كانة صندوق مستطيلة	فى الأعمده والكمرات والسلالات المستطيلة التى تحتوى على تسليح رئيسى من 4 أسياخ	مجموع اطوال الكانة + (طول القفل * 2) طول القفل = 10 مرات القطر	
كانة عيون	فى الأعمده لكى تحافظ على رأسية كل سيخ والحفاظ على المسافات بين الاسياخ	مجموع اطوال الكانة + (طول القفل * 1) + عدد العيون فى 10	
كانة نجمة أو كانة حجاب	فى الأعمده التى تحتوى على تسليح حديد رئيسى مكون من 8 أسياخ	= ((الطول + العرض) *2) + (الطول الداخلى * 4) + (القفل * 2)	

كانة أوتوماتيك	تستخدم فى الأعمده التى تحتوى على تسليح حديد رئيسى مكون من 8 أسياخ فأكثر	= (الطول * 2) + (العرض * 4) + (3/2 الطول) + (القفل * 2)	
كانة حماية	تستخدم فى الأعمده ذات تسليح مكون من 6 أسياخ	= (الطول * 2) + (العرض * 4) + (5*2) + (القفل * 2)	
كانة شنش	تستخدم فى الكمرات والسلالم لحفظ المسافات بين اسياخ الحديد الرئيسى		
كانة بزاوية كانة بجناح	تستخدم فى اطراف الكمرات المقلوبة وتتكون على شكل حرف L		
كانة دائرية	تستخدم فى الأعمده الدائرية	2 ط نق + القفل	
كانة مثلثة	تستخدم فى درج السلم	مجموع اطوال الاضلاع	
كانة شنب	تستخدم فى البلاطات الهوردى		
كانة أخيذ	تستخدم لتثبيت شرائح الووتر ستوب		

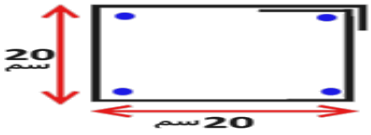
أمثلة على احتساب أطوال الكانات : على اعتبار أن القطر المستخدم 8 مم سيصبح القفل = 8 *10 = 80 مم = 8 سم



كانة حجاب (8 اسياخ)

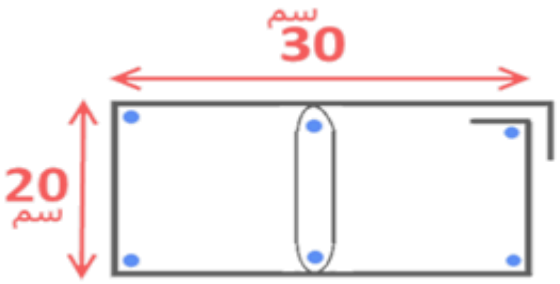
لحساب الضلع الداخلى x = $\frac{30*30}{4}$ = 22.5

طول الكانه = (4 × 30) + (4 × 22.5)
+(0.8 × 10 × 2) = 226 سم



كانة صندوق (4 اسياخ)

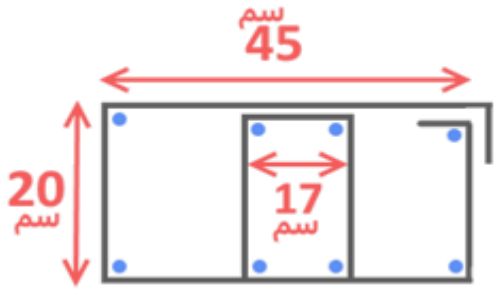
طول السيخ = (4 × 20) + (0.8 * 10 * 2) = 96 سم



كانة حبايه (6 اسياخ)

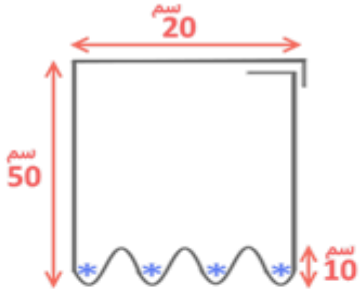
طول اللفه الموجوده بأعلى منتصف الكانه = 5سم

طول السيخ =
(2×30)+(4×20)+(2×5)+(2×8)=166 سم



كانة اتوماتيك (8 اسياخ)

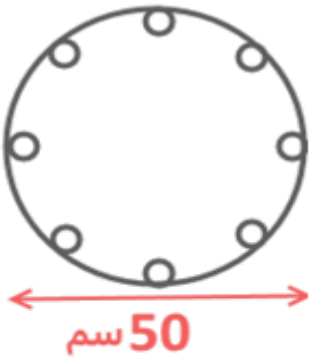
طول الكانه =
(2×45)+(4×20)+(2×17)+(2×8)
=220 سم



كانة شدش

يلاحظ ان طول اللفه فى الجزء السفلى = 5سم

طول الكانة = 20 + (2×50) + (6 × 10)
+ (7× 5) + (2×8) = 231 سم



كانة دائريه بعيون

يلاحظ ان طول العين = 13سم

وطول قفل الكانه = 20 سم

طول الكانة =
(3.14×50)+(8*13)+(20)=281سم

مبادئ انشائية

من المعروف ان عملية التصميم الانشائي تخص مهندسين التصميمات فيما يخص تفاصيل قطاعات وتسليح مختلف العناصر الانشائية ولكن يوجد العديد العديد من المواقف التي قد تواجه مهندس الموقع ذات صلة بالتصميم الإنشائي وبالأخص فيما يخص التعديلات الوارده مما يستلزم توافر الخبرات الفنية المتعلقة بالتصميم لدى مهندس الموقع ومنها

1- اماكن وصلات الحديد

مثال البلاطة المسلحة : للرقبة السفلية بمنتصف البحر والرقبة العلوية عند الركائز على ان يكون السقف الفلات عكس البلاطة في اماكن الوصلات في قطاعات الأعمدة : يفضل الوصل في الثلث الاوسط

2-تحديد اتجاه الفرش والخط للحديد

من أكثر الأمور التي قد تختلط على مهندس التنفيذ والتي لها مدارس ولكن من الممكن تبسيطها كما يلي :

1- **القواعد المنفصلة**

لا يوجد فرق في حال تساوي قيمة الرخرفة من الناحيتين وهذا هو الشائع في القواعد المنفصلة لان إذا تساوت الرخرفة تتساوى العزوم بينما لو هناك رخرفة أكبر من الاخرى يكون الفرش في اتجاه الرخرفة الطويلة

2- **القواعد المشتركة**

في القواعد المشتركة يوجد رقبتين : علوية و سفلية

الرقبة السفلية : الفرش يكون في الاتجاه الطويل والخط في الاتجاه القصير

الرقبة العلوية : العكس . 🔀

3- **قواعد الجار**

قاعدة الجار و هي الحالة الخاصة من القاعدة المنفصلة فالفرش يكون دائما الموازي للجار لو كان طويل او قصير.

4- **البلاطات الـ: Solid Slab**

دائما في البلاطات الـ Solid Slab إتجاه الفرش في الإتجاه القصير و إتجاه الخطاد في الإتجاه الطويل

فيما عدا حالة خاصة واحدة فقط One Way Solid Slab محمولة على كمرتين فقط و الكمرتين في الإتجاه القصير فيكون إتجاه الحمل الرئيسي عمودي على الكمرتين وهو الإتجاه الطويل و بالتالي يكون الفرش في الإتجاه الطويل و الخطاد يكون في الإتجاه القصير

- **البلاطات الـ: Flat Slab**

الفرش يكون في نفس اتجاه التسليح الأعلى (عدد وقطر) وفي حالة التساوي يكون مع الاضافي الأعلى

لكن في حالة ان تسليح الشبكة الرئيسي والاضافي متساوي في الإتجاهين يكون الفرش في الإتجاه الطويل للباكية و الخط في الإتجاه القصير

- **اللارلم**

لو كانت القلبة متحملة على كمرتين يمين و شمال مع السلم يكون الفرش في الإتجاه القصير

لو كانت القلبة متحملة على كمرتين كمر في منسوب الدور و كمره في منسوب نصف الدور يكون الفرش في الإتجاه الطويل

- **اللبشة المسلحة Raft**

مثل ال Flat- Slab

3-إستبدال أقطار الحديد

احيانا ما يواجه الموقع عجز في كمية قطر معين بسبب تأخير التوريد أو تعديل لوحات أو حسابات خاطئة وفي هذ الحالة يتم اللجوء الى استبدال الأقطار بشرط استبدال القطر بالقطر التالي أو السابق بترتيب الأقطار ليس أكثر بمعنى ادق فإن ترتيب الاقطار على النحو التالي 8 مم ،10 مم ، 12 مم ، 16 مم ، 18 مم ، 20 مم ، 22 مم ، 25 مم وعلى أساس هذا الترتيب يمكننا تغيير قطر 12 مم بالقطر الأدنى 10 مم ولا يجوز استبداله بقطر 8 مم وكذلك يجوز استبداله بالقطر الأعلى 16 مم ولا يجوز استبداله بقطر 18 مم ذلك يحدث بالأخص في حالة التوصيل بحديد قطر 12 مم تم تركيبه من قبل

طريقة احتساب الاستبدال تعتمد بالأساس على ساحة المقطع

ساحة السيخ المستبدل * عدد الأسياخ للمتر = ساحة السيخ الذي تم استبداله * عدد الأسياخ للمتر

مثلا التسليح المطلوب في البلاطة هو 7 / م.ط قطر 16 مم

وأريد تعويضه بحديد قطر 18 مم يتم استبدال الحديد في البلاطة المسلحة على اساس الاتي:

1- احصل على ساحة مقطع سيخ الحديد 16مم بالسم 2 و هو (3.14* (1.6*1.6)) /4= 2.01 سم2 ثم اضرب في العدد7 يكون الناتج =14.07 سم2

2- احصل على ساحة مقطع السيخ 18 مم بالسم وهو (3.14* (1.8*1.8)) /4 = 2.54 سم2

3- اقسم 14.07/2.54 = 5.53 يعطيك عدد الاسياخ في المتر الطولي

4- قرب العدد 5.53 الى اقرب عدد صحيح وهو 6 اسياخ فيكون الناتج هو 6 اسياخ قطر 18 مم / م.ط

5- دائما اقل عدد اسياخ من اي قطر لا يقل عن 5 اسياخ / م.ط

4-مبادئ عامة

1- أشاير الأعمدة لا تقل عن 60 Φ أعلى منسوب صب القواعد .

2- لا يقل طول رجل الإشارة عن 30 سم والأهم هو تحقيق طول التماسك .

3- استمرار كانات العمود داخل القاعدة .

4- شوكة تسليح الكابولي مستمر داخل البحر المجاور قيمة مر ونصف

5- وجود سيخ " برنده " في حالة زيادة سمك القطاع عن 60 سم ليضاهي الانكماش .

6- في حالة تقابل كمرتين في نقطة بدون عمود يتم تحديد الكمرة الأكبر من حيث القطاع والتسليح فتكون حاملة للكمرة الأخرى

7- المسافة بين الأسياخ في البلاطات لا تزيد عن 20 سم (5 اسياخ في المتر الطولي)

8- يجب التأكد من ان أقل مساحة حديد تسليح في اي اتجاه علوي و سفلي Asmin تساوي

0.3% من مساحة القطاع الخرساني و مقارنتها بمساحة الحديد الجديد عن طريق المعادلة الاتية :

Asmin=0.3*depth*100/100

تفريد الحديد وتقليل نسبة الهالك

يعد حديد التسليح من العناصر ذات القيمة المادية العالية جدا حيث يباع من المواد المستخدمة في الاعمال الهندسية لذلك فان عملية توفيق اطوال الحديد للوصول لأقل هالك من العمليات التي تؤثر بشكل مباشر على تكاليف المشروع

وبالرجوع الى الباب الخاص بورش الحديد فيجب العلم بالآتي :

تتنوع اقطار الحديد المستخدمة في التسليح وتبدأ من 6 مم الى 40 مم كالتالي

6مم ويصنع في صور لفف ويكون املس ويستخدم في الزراجين البلدي

8 مم ويصنع في صور لفف ويكون املس ويستخدم في الكانات

10 ،12 ، 16 ، 18 ، 20 ، 22 ، 25 ، 32 و 40 مم يصنع في صور طرود طولها 12 متر ويكون مشرشر ويستخدم في كل العناصر الانشائية

وبدراسة اللوحات التنفيذية والشوب دروينج يتم عمل جداول لقطعيات الحديد **Steel Bar List** مثال للقواعد كما يلي

Foundation Steel Bar List												
Bar Code	Diameter (mm)	No	Dimensions						Shape	Total Length (m)	Total Length (m)	Unit Weight (Kg/m)	Total Weight (Ton)
			A	B	C	D	E	F					
F1.1	16	11	0.5	2.2	0.5					3.2	35.2	1.580	0.056
F1.2	16	11	0.5	2.4	0.5					3.4	37.4	1.580	0.059
F1.3	16	15	0.5	2.4	0.5					3.4	51	1.580	0.081
F1.4	16	15	0.5	2.2	0.5					3.2	48	1.580	0.076
F1.5	12	4	1	2.4	1					4.4	17.6	0.889	0.016
F1.6	12	4	1	2.2	1					4.2	16.8	0.889	0.015
F2.1	16	9	0.4	2.1	0.4					2.9	26.1	1.580	0.041
F2.2	16	9	0.4	2.3	0.4					3.1	27.9	1.580	0.044
F2.3	16	13	0.4	2.3	0.4					3.1	40.3	1.580	0.064
F2.4	16	13	0.4	2.1	0.4					2.9	37.7	1.580	0.060
F2.5	12	2	1	2.1	1					4.1	8.2	0.889	0.007
F2.6	12	2	1	2.3	1					4.3	8.6	0.889	0.008
Total Weight (ton)													**0.525**

يتم عمل الجداول السابقة لكافة العناصر المتاحة من اللوحات المعتمد للمشروع ويتم فصل كل قطر على حدا فى جدول منفصل وبعدها يتم دراسة قطعيات وأعداد الحديد

ومن مبادئ توفيق قطعيات الحديد هو ايجاد القطعيات المثالية والتى لا تبقى هالك فى حال تقطيعها من نفس السيخ مثل

طول القطعة	عدد القطع لكل سيخ
6	2
4	3
3	4
2.4	5
2	6
1.5	8
1.2	10
1	12

بعدها يتم ايجاد القطعيات المتوافقة مع بعضها لمجموع طول السيخ 12 متر

طول القطعة	طول القطعة المتوافقة	المجموع
6.5	5.5	12
7	5	12
7.2	4.8	12
7.5	4.5	12
7.8	4.2	12
8.2	3.8	12
8.5	3.5	12
9.2	2.8	12

بعدها يتم ايجاد القطعيات المتوافقة مع بعضها لمجموع اقرب ما يكون لطول الـيخ مثال 11.5 متر او أكثر لتحقيق هالك قطعة 50 سم او أقل

طول القطعة	طول القطعة المتوافقة	المجموع	الهالك
6.40	5.40	11.80	0.20
7	4.70	11.70	0.30
7.10	4.40	11.50	0.50
7.60	4.15	11.75	0.25

هذه التدريبات تتم بالطريقة اليدوية بدون برامج للعناصر الصغير وفي حدود العقل البشري ولكن مع كبر حجم المشروع فتصبح العمليات الخاصة بتوفيق الحديد غاية في الصعوبة لذلك يتم اللجوء الى البرامج الهندسية المتخصصة في عمل قوائم الحديد وعمل معادلات توفيق بين القطعيات واعدادها للحصول على اقل هالك ممكن

ومن أبرز البرامج المتخصصة في هذا الأمر:

- **Best bar Usage BBU**
- **Cutting List Optimization**
- **CADU**