

# الفولاذ والحديد والزرهر

## المحاضرة العاشرة:

**الأهداف:** أن يكون الطالب قادرا على:

- معرفة أقسام الصلب الكربوني.
- فهم تأثير نسبة الكربون على البنية الدقيقة للفولاذ.
- معرفة أنواع الحديد الزهر.
- معرفة مزايا وعيوب السبائك الحديدية.
- الإلمام بسبائك النحاس والألمونيوم.

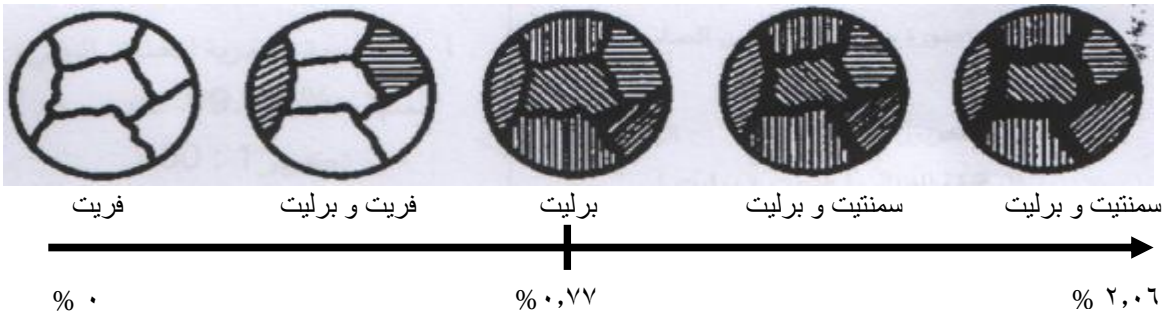
## أقسام الصلب الكربوني:

تحتوي سبائك الفولاذ على نسبة كربون تتراوح بين ٠,٠٠٨ - ٢,١١ % ، لكن الفولاذ الذي يحوي نسبة كربون أكثر من ١,٤ % يعتبر قصفا وتقترب خواصه من حديد الزهر.

نوع الفولاذ	نسبة الكربون	الخواص	الاستعمالات
منخفض الكربون وينقسم إلى: ١- طري خامد ٢- طري	٠,٠٠٨ - ٠,١٥	- سهل التصنيع. - قابلية التشكيل. - متانة عالية.	- مسامير البرشام - صفائح السفن
متوسط الكربون	٠,٣ - ٠,٦	- قابل للطرق والتشغيل - بعض أنواعه تقبل المعالجات الحرارية.	- القضبان الرابطة. - المحاور
عالي الكربون	٠,٦ - ٠,٨	- صلادة عالية. - مقاوم للتآكل الاحتكاكي. - قابل للمعالجة الحرارية.	- قضبان السكك الحديدية. - الحبال السلكية. - المناشير الشريطية.
فولاذ العدة	٠,٨ - ١,٤	- صلادة عالية جدا. - مقاوم للتآكل الاحتكاكي - قابل للمعالجة الحرارية.	- أزميل - مبارد - أقلام خراطة وقشط

جدول (١٠-١) أنواع الصلب الكربوني

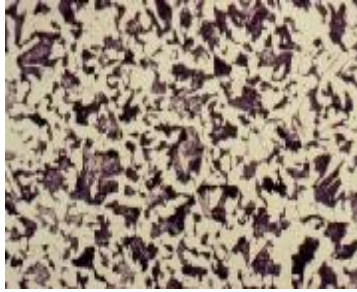
## تأثير نسبة الكربون على التركيب الدقيق للفولاذ:



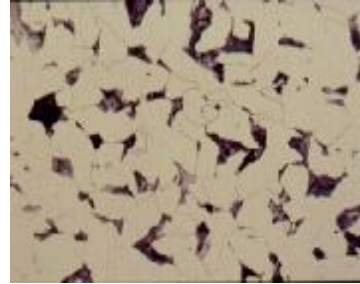
شكل (١٠-١)

من الشكل السابق يتح لنا تأثير نسبة الكربون على البنية الدقيقة للفولاذ فنلاحظ أنه بزيادة نسبة الكربون على الفريت يتكون ما يسمى البرليت (خليط من الفريت و السمنتيت  $Fe_3C$  على شكل مصفوفة) ويطلق عليه أيضا التركيب تحت اليوتكتويدي، وعند نسبة كربون ٠,٧٧ % أو ما يسمى التركيب اليوتكتويدي يتكون البرليت، وبزيادة النسبة أو بمعنى آخر عند التركيب فوق يوتكتويدي نلاحظ تكون أغلفة السمنتيت وتزداد سماكتها بارتفاع نسبة الكربون حتى القيمة القصوى عند ٢,٠٦ %.

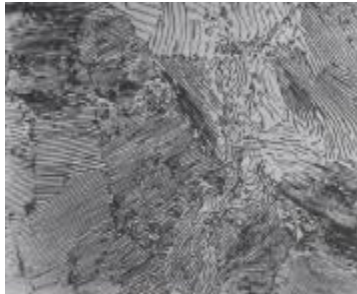
### صور مجهرية توضح تأثير الكربون على تركيب الفولاذ:



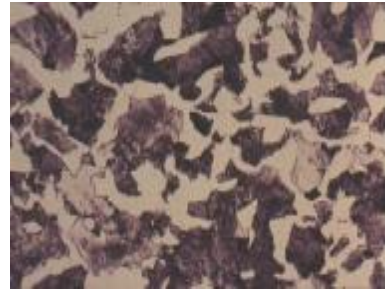
شكل (١٠-٢) فولاذ بنسبة كربون ٠,٣٦ % (درفلة على الساخن) ويظهر الفريت (اللون الفاتح) و البرليت (اللون الداكن).



شكل (١٠-١) فولاذ بنسبة كربون ٠,٢ % (درفلة على الساخن) ويظهر الفريت (اللون الفاتح) و البرليت (اللون الداكن).



شكل (١٠-٤) التركيب اليوتكتويدي أو البرليني



شكل (١٠-٣) فولاذ بنسبة كربون ٠,٤ % ويظهر الفريت (اللون الفاتح) و البرليت (اللون الداكن).

## American Iron and Steel Institute(AISI)

## الجمعية الأمريكية للحديد وال فولاذ:

هي جمعية علمية متخصصة في الحديد والفولاذ تهتم بمواصفات الحديد والفولاذ وتضم في عضويتها المهندسين والعلماء العاملين في هذا المجال. ولقد استخدمت هذه الجمعية أربعة أرقام لتسمية كل نوع من أنواع الفولاذ، ويدل الرقم الأول من اليسار على عناصر السبيكة الأساسية والرقمان الآخران يدلان على القيمة الاسمية لنسبة الكربون في السبيكة جدول(١٠-٢). أما الأعداد التي تشير إلى نوع السبيكة فهي:

- ١- كربون
- ٢- نيكل
- ٣- نيكل-كروم
- ٤- موليبدنوم
- ٥- كروم
- ٦- كروم-فانديوم
- ٧- تنجستن
- ٨- نيكل-كروم-موليبدنوم-سيلكون-منجنيز

وهذه طريقة سهلة للتعرف على سبائك الحديد

### أمثلة:

#### AISI 1020

يدل الرقم الأولان 10 على أن الفولاذ كربوني ولا يحوي عناصر أخرى  
يدل الرقمان الآخران 20 على أن نسبة الكربون تتراوح بين ١٥ – ٢٥ %

#### AISI 2340

يدل الرقمان 23 على أن الفولاذ سبائكي يحتوي على النيكل بنسبة تتراوح بين ٢,٧٥ – ٣,٢٥ %  
يدل الرقمان 40 على أن نسبة الكربون تتراوح بين ٠,٣٥ – ٠,٤٥ %  
ويبين الجدول (١٠-٢) أمثلة أخرى على سبائك الفولاذ القياسية.

كما أن هناك جمعية مهندسي السيارات Society of Automotive Engineers (S.A.E) التي تضم المهتمين بهندسة السيارات وتستخدم نفس التقسيم أو التصنيف للجمعية الأمريكية للحديد والفولاذ.

النوع	رقم السبيكة SAE	التركيب الكيميائي %					رقم السبيكة AISI	
		فاناديوم	موليبدينوم	كروم	نيكل	منجنيز		كربون
فولاذ منجنيزي	١٣٣٠	-	-	-	-	١,٩٠-١,٦٠	٠,٣٣-٠,٢٨	١٣٣٠
	١٣٤٠	-	-	-	-	١,٩٠-١,٦٠	٠,٤٣-٠,٣٨	١٣٤٠
فولاذ ٣% نيكل	٢٣١٥	-	-	-	٣,٧٥-٣,٢٥	٠,٦٠-٠,٤٠	٠,٢٠-٠,١٥	٢٣١٧
	٢٣٣٠	-	-	-	٣,٧٥-٣,٢٥	٠,٦٠-٠,٤٠	٠,٣٣-٠,٢٨	٢٣٣٠
فولاذ ٥% نيكل	-	-	-	-	٥,٢٥-٤,٧٥	٠,٦٠-٠,٤٥	٠,١٤-٠,٠٩	(١)E٢٥١٢
	٢٥١٥	-	-	-	٥,٢٥-٤,٧٥	-	٠,١٧-٠,١٢	٢٥١٥
فولاذ الكروم نيكل	٣١١٥	-	-	٠,٧٥-٠,٥٥	١,٤٠-١,١٠	٠,٦٠-٠,٤٠	٠,١٨-٠,١٣	٣١١٥
	٣١٣٠	-	-	٠,٧٥-٠,٥٥	١,٤٠-١,١٠	٠,٨٠-٠,٦٠	٠,٣٣-٠,٢٨	٣١٣٠
	٣١٤٠	-	-	٠,٧٥-٠,٥٥	١,٤٠-١,١٠	٠,٩٠-٠,٧٠	٠,٤٣-٠,٣٨	٣١٤٠
	٣٣١٠	-	-	١,٧٥-١,٤٠	٣,٧٥-٣,٦٥	٠,٦٠-٠,٤٥	٠,١٣-٠,٠٨	E٣٣١٠
فولاذ موليبدينومي	٤٠٢٣	-	٠,٣٠-٠,٢٠	-	-	٠,٩٠-٠,٧٠	٠,٢٥-٠,٢٠	٤٠٢٣
	٤٠٣٧	-	٠,٣٠-٠,٢٠	-	-	٠,٩٠-٠,٧٠	٠,٤٠-٠,٣٥	٤٠٣٧
	٤٤١٩	-	٠,٦٠-٠,٤٥	-	-	٠,٦٥-٠,٤٥	٠,٢٣-٠,١٨	٤٤١٩
فولاذ الكروم موليبدينوم	٤١٣٠	-	٠,١٥-٠,٠٨	٠,٦٠-٠,٤٠	-	٠,٩٠-٠,٧٠	٠,٢٣-٠,١٨	٤١١٨
	٤١٤٠	-	٠,٢٥-٠,١٥	١,١٠-٠,٨٠	-	١,٠٠-٠,٧٥	٠,٤٣-٠,٣٨	٤١٤٠
	٤١٥٠	-	٠,٢٥-٠,١٥	١,١٠-٠,٨٠	-	١,٠٠-٠,٧٥	٠,٥٣-٠,٤٨	٤١٥٠
فولاذ النيكل-كروم	٤٣٢٠	-	٠,٣٠-٠,٢٠	٠,٦٠-٠,٤٠	٢,٠٠-١,٦٥	٠,٦٠-٠,٤٥	٠,٢٢-٠,١٧٠	٤٣٢٠
	٤٣٤٠	-	٠,٣٠-٠,٢٠	٠,٩٠-٠,٧٠	٢,٠٠-١,٦٥	٠,٨٠-٠,٦٠	٠,٤٣-٠,٣٨	٤٣٤٠
فولاذ النيكل-موليبدينوم	٤٧٢٠	-	٠,٢٥-٠,١٥	٠,٥٥-٠,٣٥	١,٢٠-٠,٩٠	٠,٧٠-٠,٥٠	٠,٢٢-٠,١٧	٤٧٢٠
	٤٦٢٠	-	٠,٣٠-٠,٢٠	-	٢,٠٠-١,٦٥	٠,٦٠-٠,٤٥	٠,٢٢-٠,١٧	٤٦٢٠
	٤٦٢٦	-	٠,٢٥-٠,١٥	-	١,٠٠-٠,٧٠	٠,٦٥-٠,٤٥	٠,٢٩-٠,٢٤	٤٦٢٦
	٤٨٢٠	-	٠,٣٠-٠,٢٠	-	٣,٧٥-٣,٢٥	٠,٧٠-٠,٥٠	٠,٢٣-٠,١٨	٤٨٢٠

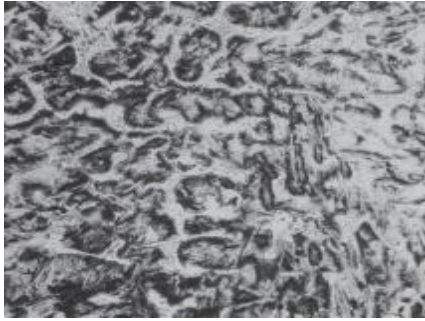
جدول (١٠-٢) بعض سبائك الفولاذ القياسية

## حديد الزهر (Cast Iron):

هي سبائك من الحديد والكربون تحتوي على نسبة كربون عالية تتراوح بين ٢,٤ - ٤ % كما تحتوي على السيلكون بنسبة ٣ % وأيضا المنجنيز والكبريت بنسب متفاوتة. وفي بعض الأحيان يحتوي حديد الزهر على عناصر سبائكية ويطلق عليه حديد الزهر السبائكي، وهناك أنواع من حديد الزهر تختلف في خواصها، وهذا الاختلاف يعتمد على طبيعة الكربون في الحديد ومن هذه الأنواع:

- ١ - حديد الزهر الرمادي Grey Cast Iron
- ٢ - حديد الزهر الأبيض White Cast Iron
- ٣ - حديد الزهر الطروق Malleable Cast Iron
- ٤ - حديد الزهر المطيل Ductile Cast Iron
- ٥ - حديد الزهر الابري Acicular Cast Iron

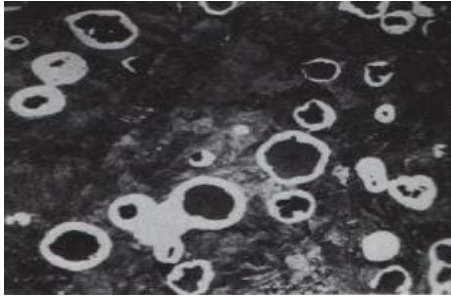
## صور مجهرية توضح أنواع حديد الزهر:



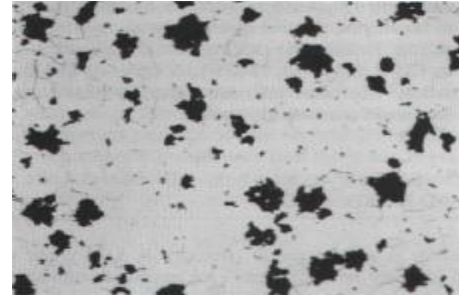
شكل (٦-١٠) حديد الزهر الأبيض



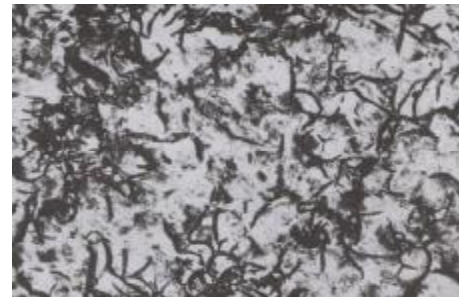
شكل (٥-١٠) حديد الزهر الرمادي



شكل (٨-١٠) حديد الزهر المطيل



شكل (٧-١٠) حديد الزهر الطروق



شكل (٩-١٠) حديد الزهر الابري

## السبائك الحديدية والغير حديدية:

السبائك الحديدية هي السبائك التي عنصرها الأساسي هو الحديد أما الغير حديدية فهي التي يكون عنصرها الأساسي غير الحديد ومن أهم الأمثلة سبائك النحاس وسبائك الألمونيوم.

### **مميزات السبائك الحديدية:**

- ١- تعدد الخواص الميكانيكية وبالتالي سهولة الاختيار.
- ٢- سهولة التصنيع.
- ٣- اقتصادية.

### **عيوب السبائك الحديدية:**

- ١- ثقل وزنها
- ٢- الانخفاض النسبي لتوصيل الكهرباء
- ٣- تعرضها للتآكل بسهولة.

## سبائك النحاس:

يعتبر النحاس موصل جيد للكهرباء وذو مقاومة عالية للتآكل ومن أشهر سبائكه:

### **النحاس الأصفر (Brass)**

هي سبيكة من النحاس والخارصين تستخدم كثيرا في العملات المعدنية.

### **البرونز (Bronze)**

سبيكة من النحاس والقصدير و الألمونيوم والسيلكون والنيكل ويعتبر أقوى من النحاس الأصفر ويتمتع بخاصية مقاومة التآكل.

## سبائك الألمونيوم:

يعتبر الألمونيوم وسبائكه من أهم المعادن وأكثرها استخداما في الوقت الحاضر وذلك لما يتمتع به من خواص أهمها:

- ١- خفة الوزن
- ٢- توصيل الحرارة والكهرباء
- ٣- سهولة التشكيل
- ٤- مقاومة التآكل

ومن أشهر العناصر في سبائك الألمونيوم: النحاس، المنجنيز، الماغنسيوم، الفضة و الزنك