



جلسه پنجم

استاندارد آلمان DIN

استاندارد آلمان DIN

استاندارد عددی:

W. Nr. : X.YYYY.Z

گروه اصلی مواد (X)

✓ رقم 0 برای چدن‌ها

✓ رقم 1 برای فولادها

✓ رقم 2 برای فلزات سنگین غیر از آهن

✓ رقم 3 برای فلزات سبک

✓ رقم 4 تا 8 برای فلزات غیر آهنی

✓ رقم 9 آزاد برای کاربردهای داخلی

✓ گروه اصلی 0 و 1 مربوط به همه موادی است که در آن

آهن بیشترین کاربرد را دارد.

گروه اصلی مواد X

شماره نوع YYYY

ارقام پیوست Z



- عدد استاندارد فولاد یک عدد پنج رقمی است (به غیر از عدد پیوست) به شکل **XXXXX.X** که در آن، عدد سمت چپ **X**، گروه اصلی ماده را نشان می دهد که برای فولادها این عدد ۱ می باشد. دو رقم بعدی **XX** به ترکیب شیمیایی فولاد اشاره دارد و دو رقم آخر **XX** نیز صرفاً شمارنده بوده و نشان دهنده مفهوم خاصی نیست. در جدول زیر رابطه بین نوع فولاد و دو رقم میانی عدد استاندارد را مشاهده می کنید

1.XXXX	نوع فولاد
0X	ساختمانی معمولی
07	فولاد خوش تراش
15 – 18	فولاد ابزار کربنی
2X	فولاد گرم کار و سردکار
32 – 33	فولاد تندبر
35	فولاد بلبرینگ
38 – 39	فولاد نگیر (غیرمغناطیسی)
40 – 45	فولاد ضد زنگ
47 – 48	فولاد نسوز
49	فولاد مقاوم در دمای بالا
85	فولاد نیتربدی



ارقام پیوست فقط وقتی به کار می روند که برای مشخصه واضح مواد لازم است.
اولین رقم پیوست جهت مشخصه فرآیند تولید فولاد به کار می رود، بدین ترتیب که :

0 نامعین یا اهمیت نامشخص

1 فولاد توماس ناآرام

2 فولاد توماس آرام

3 فولاد نا آرام سایر انواع ذوب ریزیها، مثلاً " فولاد ویژه - هوا دمش

4 فولاد آرام سایر انواع ذوب ریزیها، مثلاً " فولاد ویژه - هوا دمش

5 فولاد زیمنس - مارتین ناآرام

6 فولاد زیمنس - مارتین آرام

7 فولاد اکسیژن دمش ناآرام

8 فولاد اکسیژن دمش آرام

9 فولاد الکترو



دومین رقم پیوست جهت مشخصه وضعیت عملیات حرارتی به کار می رود:
0 بدون عملیات حرارتی یا عملیات حرارتی دلخواه (بعد از شکل دادن هیچگونه عملیات حرارتی معینی نه درخواست می شود و نه انجام می گیرد، معمولاً" در وضعیت نورد گرم محصولات به همان صورت تحویل داده می شود).

1 بازپخت نرمال

2 بازپخت نرم

3 عملیات حرارتی جهت ماشینکاری آسان

4 بهسازی چقرمه

5 بهسازی

6 بهسازی سخت

7 تغییر شکل سرد

8 تغییر شکل سرد سختی فبری

9 عملیات حرارتی بر حسب داده های مشخص



مثال برای شماره مواد

از شماره مواد 1.2713 می توان نتیجه گرفت :

1 شماره اصلی = فولاد

27 کلاس نوع = فولاد ابزاری

13 ارقام شمارنده = مخصوص فولاد :

0.55% C, 0.7%Cr, 1.7%Ni, 0.3%Mo +V



استاندارد DIN حروفی

- فولاد ساده کربنی
- فولاد کم آلیاژ
- فولاد پر آلیاژ
- فولادهای ریخته گری شده
- فولاد تندبر



استاندارد حرفی DIN :

فولادهای ساده کربنی:

۱- فولادهای انبوه (غیر مرغوب):

St XX

Q St XX

R St XX

U St XX

Q فولادهای ویژه شکل دادن سرد (کله زنی) مثلا 3-37 St Q

R فولادهای آرام و نیمه آرام، مثلا 2-37 St R

U فولاد ناآرام (جوشان) مثلا 2-37 St U

✓ دو رقم بعد حرف ST حداقل استحکام کششی را بر حسب Kg/mm^2 نشان می دهد.

مثلا St37 فولادی است با حداقل استحکام کششی 37 kg/mm^2 که معادل با 360 N/mm^2 است.

۲- فولادهای مرغوب (قابل عملیات حرارتی):

در این روش از علامت مشخصه **CX** و یک عدد دو رقمی که درصد کربن فولاد را نشان می دهد استفاده می گردد. حرف X شامل مشخصات زیر است:

حرف f برای فولاد با قابلیت سخت کاری شعله ای و القایی (Cf 53)

حرف k برای فولاد نجیب با مقدار پایین فسفر و گوگرد (Ck 35, Ck 45)

حرف m برای فولاد نجیب با محدوده معینی از گوگرد (Cm 35)

حرف q برای فولادهای کربوره و بهسازی جهت کله زنی سرد (Cq 35)



فولادهای آلیاژی:

۱- فولادهای کم آلیاژ:

XX Cr Ni Mo V... YYYYY...

درصد کربن $\times 100$

نسبت درصد
عناصر آلیاژی $\times 100$

Elements	Factor
Cr, Co, Mn, Ni, Si, W	4
Al, Be, Cu, Mo, Nb, Pb, Ta, Ti, V, Zr	10
Ce, N, P, S	100
B	1000

مثال:

30 CrMo 4 : $\%C = 0.3$, $\%Cr = 4/4=1$, $\%Mo = 1/10=0.1$

35 NiCr 148 : $\%C = 0.35$, $\%Ni = 3.5$, $\%Cr = 2$

۲- فولادهای پر آلیاژ:

X_{xx} Cr Ni Mo V... YYYYY...

درصد کربن × ۱۰۰

درصد واقعی
عناصر آلیاژی × ۱۰۰

مثال:

X 10 CrNi 188 : (0.1% C, 18% Cr, 8% Ni)

X 20 Cr 13 : (0.2% C, 13% Cr)



فولاد ریخته گری شده

- نامگذاری فولادهای ریخته گری با حرف **G** شروع می شود و بعد از علامت خط تیره - مشخصه فولاد ذکر می شود.
- نوع آلیاژ : **C0.07,Cr18,Ni9%+Nb** مشخصه فولاد فوق چنین است :

G-X7CrNiNb 18 9



فولاد تندبر

علامت کوتاه فولادهای تندبر بدین ترتیب نوشته می شود که بعد از علامت S (مخفف Schnellarbeitsstahl) اعدادی نوشته می شود که به ترتیب مقادیر عناصر آلیاژی تنگستن، مولیبدن، وانادیم و کرم را بیان می کند، مثلا " S 6-5-2-5 اگر فولاد تندبری کرم نداشته باشد چهارمین عدد حذف می شود، مثلا فولاد S 6-5-2 علامت کرم در مشخصه فولاد نمی آید، زیرا همه فولادهای تندبر تقریباً " 4% کرم دارند.



- فولاد های ریز دانه در (فصل ۵- کتاب کلید فولاد) استاندارد های آلمان با حروف **STE** مشخص می گردند که استحکام تسلیم آنها بر حسب مگاپاسکال در جلوی آنها نوشته می شود.
- اگر حرف دابلو انگلیسی قبل از کد حرفی بیاید، نشانه کاربرد دما بالا، و اگر پیشوند بصورت حرف تی بیاید به معنای کاربرد در دمای پایین است.



برخی علائم در استاندارد آلمانی

بخش ترکیب فولاد		بخش تولید فولاد		
f	قابل سختکاری-شعله ای و یا-القایی		وضعیت عملیات حرارتی	
k	محتوی کم-گوگرد و یا فسفر	A	برگشت شده	
m	محتوی تضمینی گوگرد در فولاد غیر آلیاژی	AH	پیر سختی شده	
S	دامنه تضمینی محتوی گوگرد در فولاد	AL	رسوب سازی گرم شده	
St	فولاد (بدون ذکر ترکیب)	B	قابلیت ماشینکاری خوب	
	نشانه عنصر	ضریب	BF	عملیات حرارتی شده جهت دستیابی به استحکام معین
	Al	10	E	سختکاری کربوره شده
	B	10	G	بازپخت نرم شده
	Be	10	g	براق
	C	100	GKZ	بازپخت شده سمئتیت کروی (در DIN 17 006 نیست)
	Ce	100	H	سختکاری شده
	Co	4	HF	سختکاری سطحی شعله ای شده
	Cr	4	HJ	سختکاری سطحی القایی شده
	Cu	10	K	شکل دهی سرد شده
	Fe	-	KBK	کشش براق
	Mg	-	L	بازپخت انحلال
	Mn	4	m	مات
	Mo	10	N	بازپخت نرمال شده
	N	100	NT	نیترووره شده
	Nb	10	r	وهر
	Ni	4	S	بازپخت تنش گیری شده
	P	100	SH	پوسته گیری شده
	Pb	10	U	بدون عملیات حرارتی
	S	100	V	بهسازی شده
	Si	4	W	فولاد ابزار غیر آلیاژی
	Sn	-	W	گروه کیفی فولاد ابزاری = 1,2,3
	Ta	10	WK	کارسختی سرد- گرم



	فرآیند ذوب ریزی
B	فولاد بسمر
...B	بازی، مثلاً " MB
E	فولاد الکترو
F	ذوب ریزی کوره شعله ای
J	فولاد الکترو (در کوره القایی)
M	فولاد زیمنس-مارتین
PP	فولاد پودلاژ
SS	فولاد جوشکاری
T	فولاد توماس
TI	فولاد بوته ای
V	فولاد خلاء
W	فولاد هوای تازه
Y	فولاد دمش اکسیژن



مشخصه فولاد	بخش تولید	بخش ترکیب	بخش عملیات حرارتی
Ck 15		دارای ۰/۱۵ درصد کربن و فسفر و گوگرد کم	
16 Mn Cr5 K		دارای ۰/۱۶ درصد کربن و ۱/۲۵ درصد منگنز ، مقدار کرم ذکر نشده	شکل دهی سرد شده
EB 13 CrV5 3,8 E	فولاد الکترو، بازی	دارای ۰/۱۳ درصد کربن و ۰/۳ درصد وانادیم و ۱/۲۵ درصد کرم	سختکاری کربوره شده
X 75 WCrV 18 4		فولاد ابزارآلی دارای ۴درصد کرم و ۱۸ درصد تنگستن و ۰/۷۵ درصد کربن، مقدار وانادیم ذکر نشده	
RSt37-2	آرام ریخته شده	فولاد ساختمانی با استحکام کششی ۳۷ کیلوگرم بر میلیمتر مربع	



کلید فولاد

- نویسندگی کتاب کلید فولاد، بر مبنای استانداردهای معرفی شده فولادها را در ۱۳ گروه تقسیم بندی کرده است.
- هر گروه در قالب چندین بخش معرفی می شود:
 - (1) نام و ترکیب شیمیایی
 - (2) خواص مکانیکی
 - (3) شرایط عملیات حرارتی
 - (4) کاربردها
- برخی از گروه ها دارای زیر گروه هایی نیز هستند.



تعریف مهم

- فولاد بهسازی: عملیات حرارتی
- فولاد کیفی: $\max. P, S 0.045$
- فولاد نجیب: $\max. P, S 0.035$
- بازپخت: آنیل کردن
- بازپخت نرم: کروی کردن (G)
- بازپخت نرمال: دمای آستنیته که برای نرماله مناسب است.
- برگشت: تمپر
- فولاد کشته شده (R)
- فولاد کشته نشده (U)
- فولاد نیم کشته شده (H)



گروه ۱، فولادهای سماتته

- چون این گروه از فولادها صنعتی هستند (و نه ساختمانی)، به صورت تمام کشته شده می باشند.
- این فولادها برای ساخت چرخ دنده ها به وفور مورد استفاده قرار می گیرند
- گروه 1a
 - این فولادها برای عملیات نیتروراسیون مناسبند.
 - یکی از مهم ترین کاربردهای این گروه لوله های پرتابی است.
 - چون در عملیات کربوراسیون تلرانس قطعه به هم می خورد، در قالب سازی با تلرانس بسته برای افزایش مقاومت به سایش از نیتروراسیون استفاده می شود.



گروه ۱، فولادهای سماتنه

▪ گروه 1b

- این گروه به فولادهای خوش تراش یا **automate** مرسوم اند.
- بالا بودن درصد **S** و تشکیل فاز **MnS** در این فولادها موجب می شود تا در هنگام ماشین کاری عمل براده برداری به راحتی صورت گیرد.
- در فولاد خوش تراش اهمیت عنصر **Mn** بیشتر از **S** است. زیرا اگر **Mn** کم باشد **S** به طور کامل از فولاد حذف نخواهد شد.
- ریزدانه بودن فولاد نیز می تواند در بهبود قابلیت ماشین کاری آن مؤثر باشد.



گروه ۲، فولادهای بهسازی

- تقریباً تمام فولادها کربن متوسط هستند.

$$0.3 \leq C\% \leq 0.6$$

- استحکام بالا و تافنس مناسب.
- چون درصد کربن بیشتر از 0.3 است قابلیت کوئنچ شدن و تشکیل مارتنزیت دارند.
- می توانند به صورت ساده کربنی و کم آلیاژی باشند.



گروه ۲، فولادهای بهسازی

- گروه ۲a، فولادهای بلبرینگ
- نقش بلبرینگ کاهش اصطکاک است. پس این گونه قطعات تحت سایش هستند.
- مقاومت به سایش بالا ← سختی ← $C\% \geq 1$
 - می توانند کربنی ساده باشند (بلبرینگ های کوچک)
 - در جایی که سایش شدید است (بلبرینگ های بزرگ) کروم و مولیبدن هم اضافه می شود.
- معروف ترین آلیاژ بلبرینگ (1.3505) Cr 6 100 است.

گروه ۳، فولادهای فنر

- این فولادها یا ساده کربنی و یا کروم-وانادیم دار هستند.
- گروه 3a، فولادهای سخت کاری سطحی
- تفاوت با گروه سماتته
- فولادهای سخت کاری سطحی همگی کربن متوسط هستند.
- تفاوت با گروه بهسازی:
- $P\% \leq 0.025$



گروه ۳

گروه 3b، فولادهای اکستروژن سرد

- عبارت اکستروژن سرد نماد تغییر فرم زیاد است.
- پس در این جا منظور تغییر فرم است و نه عملیات اکستروژن!
- تافنس و داکتیلیتی بالا مورد نیاز است. به همین دلیل فولادهای این گروه ریزدانه هستند.
- تفاوت Ck 45 و Cq 45 در ریزدانگی است.
- کاربرد بسیار مهم:

➤ ساخت مخازن یک تکه (مخازن CNG به روش اتوفرتایژ)



گروه ۴

- کاربرد برای دماهای خیلی پایین
- مناسب برای کارهای عسلویه و ماهشهر!!

$$C\% \leq 0.2$$

- این فولادها نیکل زیاد دارند.
- در دمای پایین تافنس خوبی دارند.
- درصد C و P کمی دارند.
- مناسب برای جوشکاری



گروه های 4a و 4b

- این گروه در دمای بالا به کار می روند.
- این فولادها همگی Cr و Mo دارند و فولادهای کرومولی نامیده می شوند.
- در صنایع پالایش نفت کاربرد دارند.
- برای ساخت مخازن استفاده می شوند.
- نیاز به جوشکاری زیاد ← تماماً کم کربن هستند.
- چون همه ی فولادهای گروه ۴ تحت تنش و اشاعه ی ترک هستند، می بایست H نداشته باشند.

گروه ۵، فولادهای ساختمانی ریزدانه

- این گروه به فولادهای میکروآلیاژی نیز موسوم اند.
- P و S کم
- عناصر آلیاژی در حد خیلی کم
- مبنای کد بندی در این گروه استحکام تسلیم است.
- بر روی این فولادها عملیات ترمومکانیکی انجام می شود.
- نقش N در حالت بسیار مهم است.
- گروه 5a، گروه فولادهای مقاوم به آب و هوا
- همگی دارای عنصر Cu هستند.
- گروه 5b قاب ماشین آلات صنعتی است.



گروه ۷، فولادهای ابزار غیر آلیاژی

- این گروه برای ساخت ابزار برای موادی مانند چوب مناسب است.
- مقاومت در برابر سایش ← درصد کربن بالا
- چون این گروه ساده کربنی هستند، حداکثر دمای کاری فولاد باید 200°C باشد.
- در دماهای بالاتر ابزار تمپر شده و کند می شود.



گروه 7a، فولادهای تندبر

- این گروه از فولادها برای برش کاری و سوراخ کاری سنگ و فلز به کار می رود.
- نیاز به مقاومت به سایش و تافنس بالا
- فولادهای گروه 7a پرکربن بوده و به دو دسته تقسیم بندی می شوند:

1. Mo base ($\text{Mo}\% \geq 3.0$)

کاربیدهای Mo هم سختی را افزایش می دهند و هم تافنس را.

2. W-V base

W سختی و V تافنس (به دلیل ریزدانه کردن) را بالا می برد.

گروه ۸، فولادهای ابزار سرد کار

- عنصر آلیاژی همه ی فولادهای این گروه Cr است.
- اکثراً پرکربن هستند ($C\% \geq 0.6$)
- معروف ترین فولاد این گروه

1.2080 → SPK

- یکی از مهم ترین کاربردهای SPK، ساخت قالب است.
- فولاد فک های دستگاه کشش دانشکده ← SPK
- چون درصد کربن در این فولادها زیاد است، جوش پذیری کمی دارند.
- با استفاده از پیش گرم (preheat) و پس گرم (post heat) می توان عملیات جوشکاری را انجام داد.



گروه ۹، فولادهای ابزار گرم کار

- چون این فولادها به عنوان ابزار در دماهای بالا مورد مصرف قرار می گیرند، می بایست مقاومت به سایش خود را در دمای بالا حفظ کنند.
- فولادهای این گروه بر اساس عنصر آلیاژی مهم به سه دسته تقسیم می شوند:

I. Cr base

II. Mo base

III. W base

- Si در این گروه قابل توجه است.
- Si مقاومت در برابر اکسیداسیون را افزایش می دهد.

گروه ۹، فولادهای ابزار گرم کار

- فولادهای گرم کار به صورت کربن متوسط هستند.
- با افزایش دما، سطح دی کربوره می شود.
- برای جلوگیری از تشکیل سمانتیت، کربن را آن قدر اضافه میکنند که برای تشکیل کاربید Cr, Mo, W نیاز است.
- اگر درصد کربن بالا باشد، کاربید آهن تشکیل می شود و در محاسبات مربوط به سختی وارد می شود
- در اثر دی کربوره شدن، استحکام از آنچه که محاسبه شده است پایین تر می آید.
- یکی از کاربرهای مهم فولادهای گروه ۹ قالب های فورج است.



گروه ۱۰

- در کتاب کلید فولاد گروه ۱۰ وجود ندارد.
- زیرا گروه ۱۰ در دیگر کشورها (غیر از آلمان) برای فولادهای ابزاری است.



گروه ۱۱، فولادهای سوپاپ

▪ از آنجایی که این فولادها برای ساخت سوپاپ های مختلف به کار می روند، موارد زیر در آن ها بسیار اهمیت دارد:

1. مقاومت به خوردگی Cr

2. مقاومت به اکسیداسیون Si

3. مقاومت به خزش Mo, V, W

4. ضریب انبساط حرارتی (خواص فیزیکی هم ذکر شده است)

▪ به دلیل بالا بودن درصد کربن، فولادهای سوپاپ جوشکاری نمی شوند.

▪ درصد Mn نیز در این گروه زیاد است.



گروه ۱۲، فولادهای غیر قابل مغناطیسی

- برای غیر قابل مغناطیسی بودن فولاد باید فول آستنیت باشد.
- عناصر Ni و Mn پایدار کننده ی آستنیت هستند.
- کاربرد فولاد نگیر:
 - قاب ترانسفورماتور و نیروگاه های تولید برق



گروه 12a، فولادهای نسوز

- فولادهای این گروه در برابر حرارت مقاوم هستند.
- در بازار به نام فولادهای آتش خوار (نسوز) معروف اند.
- همگی دارای درصد زیادی Cr هستند.

▪ برای افزایش مقاومت به حرارت Ni اضافه می شود.

1. بدون Ni 300-400 °C

2. Ni کم 500-600 °C

3. Ni% ≥ 20 900 °C ≥

- یکی از کاربردهای مهم، ساخت کوره های با اتمسفر محافظ.



گروه 12b، آلیاژهای انتقال گرما

- فولادهای این گروه مقاوم به عبور جریان الکتریسیته هستند.
- وجود عناصر Al و Cr باعث تشکیل فاز میانی شده و ساختار فولاد را پیچیده می کند. در نتیجه رسانایی آن کم تر می شود.
- آلیاژهای یاد شده به نام کرومل - آلومل معروف اند.
- سیم ترومکوپل از این جنس ساخته می شود.

گروه ۱۳، فولادهای زنگ نزن

- چون این فولادها در برابر خوردگی مقاوم اند، عنصر آلیاژی اصلی آن ها Cr است.
- فولادهای گروه ۱۳ را می توان به ۳ دسته تقسیم کرد.
- فولادهای زنگ نزن آستنیتی
 $Ni\% \geq 8.0$
- فولادهای زنگ نزن فریتی
Ni نباشد و $C\% \leq 0.2$
- فولادهای زنگ نزن مارتنزیتی
Ni نباشد و $C\% \geq 0.2$



گروه ۱۳، فولادهای زنگ نزن

- 18-8 نماد فولادهای زنگ نزن آستنیتی است.
- معروف ترین فولادهای آستنیتی:
 - 18-8 یا 304
 - 18-8 یا 316
 - 18-8 یا 321
 - 18-8 یا 347
- فولادهای بالا برای ساخت مخازن گاز مناسبند.
- جوش پذیری بالایی نیز دارند.



گروه ۱۳، فولادهای زنگ نزن

- در بازار به فولادهای زنگ نزن فریتی، فولاد بگیر هم می گویند.
- مهم ترین فولاد فریتی 409 است.
- فولادهای زنگ نزن مارتنزیتی معروف:

410 •

420 •

430 •

440 •

- توجه: فولادهای زنگ نزن عموماً با کد امریکایی شناخته می شوند.



گروه ۱۵، مفتول های جوشکاری

- برای آشنایی و انتخاب مناسب فولادهای این گروه به استاندارد AWS مراجعه می شود.



مقدمه

برای پاسخگویی به نیازها از دیرباز کتاب "کلید فولاد" در صنعت ما جایگاه ویژه ای داشته است و از این روی به مرجعی پر کاربرد برای صنعتگران و مهندسان تبدیل شده است. در این نوشتار با فراهم نمودن اطلاعات پایه سعی گردیده است تا شناخت و استفاده بهتر از قواعد و چارچوبهای تعیین شده کتاب "کلید فولاد"، امکان پذیر گردد.

آشنایی با فصل های "کلید فولاد"

یک روش برای کسب اطلاعات جامع در رابطه با فولادها استفاده از نرم افزار و یا کتاب "کلید فولاد" می باشد. کتاب "کلید فولاد" مشتمل بر ۱۹ فصل است که عبارتند از:

- فصل ۱- فولادهای سازه ای، فولادهای سخت شونده سطحی (کربوره-سمانته)، فولادهای نیترووره و فولادهای خوش تراش (اتومات).
- فصل ۲- فولادهای عملیات حرارتی پذیر (بهسازی)، فولادهای یاتاقان های چرخشی و غلتشی (بلبرینگ).
- فصل ۳- فولادهای فنر، فولادهای سخت گردانی سطحی و فولادهای اکستروژن سرد.
- فصل ۴- فولادهای چقرمه سرد (مقاوم در دمای زیر صفر)، فولادهای مخازن هیدروژناسیون تحت فشار و فولادهای سازه ای نسوز.
- فصل ۵- فولادهای دانه ریز، فولادهای سازه ای دانه ریز مقاوم در هوا، فولادهای دانه ریز برای پرسکاری سرد.
- فصل ۶- فولادهای سازه ای و ساختمانی (کشورهای غیرآلمانی)، مقایسه استانداردها.
- فصل ۷- فولادهای ابزار کربنی (غیرآلیاژی)، فولادهای تندبر.
- فصل ۸- فولادهای ابزاری سرد کار.
- فصل ۹- فولادهای ابزاری گرم کار.
- فصل ۱۰- فولادهای ابزار (کشورهای غیرآلمانی)، مقایسه استانداردها.
- فصل ۱۱- فولادهای شیرآلات (سوپاپ)، آلیاژها و فولادهای مقاوم به دمای بالا.
- فصل ۱۲- فولاد های نگیر (غیر مغناطیسی)، فولاد نسوز، آلیاژهای المنتهای برقی.
- فصل ۱۳- فولاد های زنگ نزن.
- فصل ۱۴- فولاد های ریختگی زنگ نزن، فولاد های ریختگی نسوز.
- فصل ۱۵- مواد پر کننده (مصرفی) جوشکاری.
- فصل ۱۶- فولادهای زنگ نزن و نسوز (کشورهای غیرآلمانی)، مقایسه استانداردها.
- فصل ۱۷- لیست شماره مواد و تامین کنندگان آلمانی.
- فصل ۱۸- تامین کنندگان آلمانی، کدها و نشانی ها.
- فصل ۱۹- تامین کنندگان غیرآلمانی، کدها و نشانی ها.



همانطور که ملاحظه می شود ۱۶ فصل کتاب "کلید فولاد" بر اساس کاربرد فولادها تقسیم بندی شده است. در این میان، فصلهای ۶ و ۱۰ و ۱۶ دربرگیرنده اطلاعات فولادهای غیرآلمانی و سایر فصول دربرگیرنده اطلاعات فولادهای آلمانی هستند. گروه بندی فولادهای غیرآلمانی در فصول ۶ و ۱۰ و ۱۶ به ترتیب شبیه به گروه بندی فولادهای آلمانی در فصول ۱ تا ۷، ۹ تا ۱۱ و ۱۵ می باشد. داده های فولادهای آلمانی ارائه شده در این فصول شامل شماره مواد، نام فولاد بر اساس استاندارد **DIN** یا **EN**، ترکیب شیمیایی، خواص مکانیکی-حرارتی-فیزیکی و کاربردهای فولاد می باشد. با توجه به اهمیت شماره مواد لازم است اندکی در مورد آن بدانیم. این شماره همانند شماره/کد ملی برای افراد است یعنی با دانستن آن سایر اطلاعات قابل بازیابی است. می توان روش انتخاب شماره مواد را برای فولادها در استاندارد **EN 10027-2** پیدا کرد که خلاصه ای از آن در صفحات ۶ و ۷ کتاب کلید فولاد نیز آمده است. با این روش هر فولاد با عدد ۱ آغاز شده که پس از آن یک ممیز و بدنبال آن ۴ عدد دیگر می آید مثلاً فولاد زنگ نزن **316** با این سیستم با شماره مواد **1.4401** معرفی می شود. برای آسانتر شدن یادگیری چند مورد زیر که به تجربه بدست آمده است بیان می گردد:

اگر عدد اول پس از ممیز صفر باشد، فولاد از نوع سازه ای است مثلاً **1.0570** و **1.0038** که به ترتیب معرف **St 52-3N** و **RSt 37-2** هستند و **1.0473** که شماره مواد برای **ASTM A 516 Gr.70** است.

اگر عدد اول پس از ممیز یک باشد، فولاد از نوع ساده کربنی است مانند **1.1191** برای **Ck 45**

اگر عدد اول پس از ممیز دو باشد، فولاد ابزار است مانند **1.2080** برای **SPK**

اگر عدد اول پس از ممیز سه باشد، فولاد بلبرینگ و تندبر است مانند **1.3505**

اگر عدد اول پس از ممیز چهار باشد، فولاد زنگ نزن است مانند **1.4841** برای معرفی فولاد زنگ نزن **310**

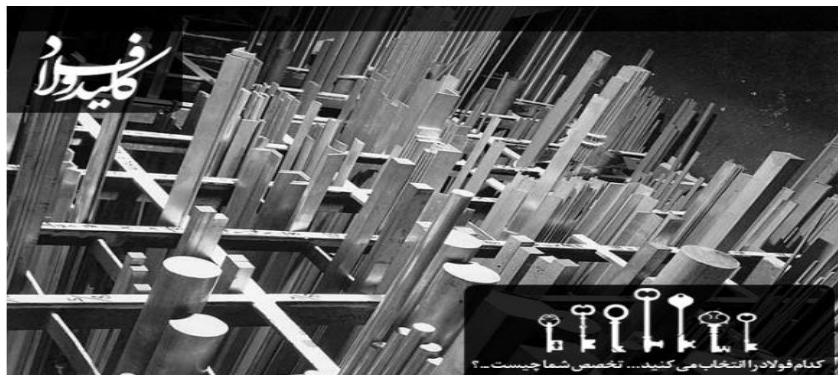
اگر عدد اول پس از ممیز چهار تا هشت باشد، فولاد کم آلیاژ است مانند **1.7225** برای **Mo40** یا **1.6582** برای **4340**

گفتنی است که شماره مواد مختص فولادها نیست بلکه برای تمام فلزات است مثلاً آلومینیوم و آلیاژهای آن با عدد ۳ آغاز می شوند بطوری که سیستم آمریکایی نامگذاری آلومینیوم **3003** با شماره مواد **3.0517** نشان داده می شود. (برای کسب اطلاعات بیشتر به استاندارد **DIN 17007-4** مراجعه کنید)

فصل ۱۷ به دو بخش **a** و **b** تقسیم می شود. بخش **17a** دربرگیرنده اطلاعات فولادهای آلمانی است و بر اساس شماره مواد مرتب شده است. داده های فولاد های این بخش شامل شماره مواد، نام فولاد بر اساس استاندارد **DIN** یا **EN**، ترکیب شیمیایی، استاندارد **DIN** یا **EN** مربوطه و شماره گروهی(فصلی) که سایر اطلاعات فولاد در آن ارائه شده است، می باشد.

در بخش **17b**، کد اختصاری شرکتهای آلمانی تولید کننده هر فولاد آلمانی در مقابل شماره مواد آن فولاد ارائه شده است. روشن است که اطلاعات این بخش نیز باید بر اساس شماره مواد فولادها مرتب شده باشد تا دسترسی به کد اختصاری شرکتهای تولید کننده هر فولاد به راحتی امکان پذیر گردد.

در اینجا لازم است که در مورد کد اختصاری شرکتهای تولیدکننده فولاد توضیحاتی داده شود. هر شرکت تولید کننده فولاد در دنیا، یک کد اختصاری دارد که ترکیبی است از یک یا دو حرف لاتین و یک عدد سه رقمی که توسط یک خط تیره از هم جدا می شوند. حروف در سمت چپ خط تیره قرار دارند و نشان دهنده ملیت شرکت تولید کننده می باشد. مثلاً **D** برای شرکتهای آلمانی و **SE** برای تولیدکنندگان سوئدی به کار می رود. بنابراین شرکت **D-005** یک تولید کننده آلمانی است. عددی که در سمت راست خط تیره قرار گرفته است برای تفکیک شرکتهای موجود در یک کشور به کار می روند و در واقع این عدد کد داخلی شرکت در کشور خود می باشد. لیستی از کدگذاری تولیدکنندگان فولاد دنیا در نخستین صفحات فصل ۱۹ آمده است. برای دستیابی به سایر اطلاعات شرکتهای تولیدکننده آلمانی می توان از چند صفحه ابتدایی فصل ۱۸ استفاده کرد.



فصل ۱۸ شامل سه بخش می باشد. بخش نخست به معرفی مشخصات کامل شرکتهای تولید کننده فولاد در آلمان می پردازد. این مشخصات عبارتند از کد شرکت، نام، نشانی، کدپستی، شماره تلفن، نمابر و تلکس و نیز وبسایت و ایمیل. بخش دوم به بررسی شکل و شرایط محصولات تولیدی توسط هر یک از شرکتهای تولید کننده آلمانی می پردازد. بخش سوم این فصل که حجم عمده آن را تشکیل می دهد لیستی است از نامگذاری فولادهای آلمانی که در مقابل نام هر فولاد، شماره مواد، گروه (فصل) و کد عمده ترین تولید کننده فولاد ارائه شده است. این لیست بر اساس اعداد و حروف الفبای نامگذاری فولادها مرتب شده است. بنابراین با داشتن نامگذاری یک فولاد آلمانی، می توان به سایر مشخصات آن دست یافت. منظور از نامگذاری در اینجا می تواند هر یک از دو مورد شماره مواد یا نامگذاری^۱ فولاد باشد.

فصل ۱۹ نیز به سه بخش تقسیم می گردد. بخش نخست آن به معرفی مشخصات شرکتهای غیر آلمانی تولید کننده فولاد می پردازد. اطلاعات این بخش بر اساس کد اختصاری شرکتهای مرتب شده است. بخش دوم که حجم عمده آن را تشکیل می دهد لیستی از نامگذاری فولادهای کشورهای خارجی است. این لیست بر اساس حروف الفبای نامگذاری فولادها مرتب شده است. در مقابل نام هر فولاد، صفحه و شماره ردیف فولاد و همچنین نام کشور تولید کننده و کد عمده ترین شرکت تولید کننده آن نیز درج شده است. منظور از نامگذاری فولاد در اینجا، انواع نامگذاری ها در استانداردهای مختلف غیر آلمانی است. بخش پایانی این فصل در واقع فهرست مطالب کتاب کلید فولاد است.



چگونگی دستیابی به اطلاعات کتاب "کلید فولاد"

بر اساس آنچه تا کنون گفته شد، روشهای دستیابی به اطلاعات کتاب کلید فولاد را می توان به ۸ مورد زیر تقسیم بندی نمود:

- ۱- تعیین مشخصات فولادهای آلمانی بر اساس شماره استاندارد
به این منظور باید به فصل a ۱۷ مراجعه کنیم. از آنجایی که در این فصل اطلاعات فولادها بر اساس شماره مواد مرتب شده است، فولاد مورد نظر را می توان به راحتی پیدا کرد. اطلاعاتی مانند علامت مشخصه، استاندارد DIN یا EN تعریف کننده فولاد و ترکیب شیمیایی مستقیماً بدست می آیند. اما اطلاعاتی مانند کاربردها، خواص فیزیکی، مکانیکی و حرارتی در این بخش ارائه نشده



اند و امکان دسترسی مستقیم به آنها وجود ندارد بلکه باید از شماره گروه فولاد که در ستون آخر آمده است، برای دستیابی به اطلاعات مورد نظر کمک گرفت. شماره گروه فولاد در واقع شماره فصلی است که اطلاعات اختصاصی فولاد در آن قرار دارد. چنانچه اطلاعات بدست آمده از فصول مختلف این کتاب کافی نباشد، باید به استانداردهای **DIN** یا **EN** تعریف کننده فولاد که شماره آن در ستون سوم اطلاعات فصل **17a** نوشته شده است، مراجعه نمود. به عنوان مثال در مورد فولاد **St 37-2** یا شماره مواد **1.0037** به استاندارد اروپایی **EN 10025** ارجاع داده شده است. استاندارد تعریف کننده فولاد، اطلاعاتی در مورد کیفیت فولاد، شکل محصول، رواداریها (تلرانس) و ویژگی های آن در وضعیتهای مختلف ارائه می دهد. همچنین راجع به چگونگی کنترل کیفیت، نحوه سفارش و ... اطلاعات کاربردی را بدست می دهد.



۲- تعیین مشخصات فولادها بر اساس نامگذاری
به این منظور از دو بخش ۱۸ و ۱۹ استفاده می شود. اگر فولاد مورد نظر آلمانی باشد باید به فصل ۱۸ و در غیر اینصورت به فصل ۱۹ مراجعه کنیم.

همانگونه که پیشتر گفته شد بخش سوم فصل ۱۸ که حجم بیشتر این فصل را به خود اختصاص داده است، لیستی است از نامگذاری فولادهای آلمانی که این لیست بر مبنای اعداد و حروف الفبای نامگذاری فولادها مرتب شده است. پس با در دست داشتن نام فولاد به راحتی می توان به شماره مواد، گروه و کد عمده ترین تولید کننده فولاد دست پیدا کرد. با بدست آوردن شماره مواد فولاد، به فصل **17a** مراجعه کرده و مطابق آنچه که در روش اول گفته شد، سایر مشخصات فولاد را پیدا می کنیم. همچنین برای دستیابی به اطلاعات اختصاصی فولاد از شماره گروه آن بهره می گیریم. شماره گروه فولاد هم در فصل ۱۸ و هم در فصل **17a** ارائه شده است.

زمانی که نامگذاری فولاد غیرآلمانی است باید به بخش دوم فصل ۱۹ مراجعه کنیم. در این بخش فولادها بر اساس اعداد و حروف الفبایی نامگذاریشان مرتب شده اند و در مقابل نام هر فولاد، شماره صفحه، شماره ردیف، نام کشور تولید کننده و همچنین کد اختصاری عمده ترین تولید کننده آن ارائه شده است بنابراین با در دست داشتن نام فولاد در استاندارد یک کشور خارجی می توان با استفاده از شماره صفحه و شماره ردیف (که برای هر یک از فولادهای خارجی تعریف شده در فصول ۶ و ۱۰ و ۱۶ ارائه شده است) به اطلاعات فولاد مورد نظر دست یافت.

۳- تعیین مشخصات فولادها بر اساس کاربرد
چنانچه بخواهیم فولادی را بر اساس کاربردهای در نظر گرفته شده برای آن انتخاب کنیم، ابتدا باید با استفاده از فهرست فصول کتاب، گروه (فصل) فولاد مورد نظر را بیابیم. سپس با مراجعه به قسمت مربوط به کاربردهای فولادهای معرفی شده در آن فصل، شماره استاندارد فولاد مورد نظر خود را استخراج کنیم. با بدست آوردن شماره استاندارد فولاد می توانیم به سایر مشخصات فولاد دست یابیم. یادآوری این نکته لازم است که فصول کتاب کلید فولاد با استفاده از رنگ از هم متمایز می شوند. فصول ۱ تا ۶ قرمز رنگ هستند و فولادهایی که ویژگی اصلی^۲ آنها استحکام، تافنس و ازدیاد طول نسبی است (یعنی خواص مکانیکی منهای سختی) در این فصول قرار دارند (کاربردهایی همانند زنجیر، شفت، مخازن تحت فشار و ...). فصول ۷ تا ۱۰ سبز رنگ هستند که ویژگی اصلی فولادهای این فصل ها سختی است و همانطور که پیشتر گفته شد فولادهای ابزار را پوشش می دهند و به دلیل میزان کربن زیاد، جوش پذیری ندارند. فصل های ۱۱ و ۱۲ با رنگ قهوه ای نشان داده شده اند که برای فولادهای این دو فصل خواص مکانیکی اهمیت چندانی ندارد و آنچه مهم است خواص فیزیکی نظیر ضریب انبساط حرارتی، نفوذپذیری مغناطیسی و ... است. رنگ آبی برای فصل های ۱۳ تا ۱۶ به کار رفته است که برای فولادهای این فصول ترکیب شیمیایی معیار اصلی است. از این روی تمام فولادهای مقاوم به خوردگی در این دو فصل جای می گیرند. روشن است که بدین ترتیب تمامی فولادهای زنگ نزن در کلید فولاد با رنگ آبی مشخص می شوند. رنگ سیاه مشخصه فصول ۱۷ تا ۱۹ است که به اطلاعات جدولی جهت مقایسه می پردازند. این اطلاعات پایه نرم افزار کلید فولاد بوده است.

۴- تعیین مشخصات فولادها بر اساس ترکیب شیمیایی

تعیین مشخصات فولادها بر اساس ترکیب شیمیایی به دو صورت امکان پذیر است:

■ اگر بتوان گروه آلیاژی فولاد را بر اساس ترکیب شیمیایی آن تعیین نمود، با مراجعه به گروه مربوطه و جستجو در آنالیز شیمیایی فولادهای آن گروه می توان نزدیکترین آلیاژ به آلیاژ مورد نظر را یافته و سایر مشخصات آن را با توجه به شماره مواد آن بدست آورد.

■ اگر بتوان محدوده شماره مواد یا نامگذاری فولاد را بر اساس ترکیب شیمیایی آن تعیین کرد، می توان با استفاده از فصول **a** ۱۷ یا ۱۸ به سایر مشخصات فولاد دست یافت.

۵- تعیین کد اختصاری شرکتهای تولید کننده یک فولاد

چنانچه فولاد مورد نظر در کشور آلمان تولید شده باشد، می توان با در دست داشتن شماره مواد آن، با مراجعه به فصل **a** ۱۷ کد اختصاری شرکتهای تولید کننده آن را بدست آورد. اگر به جای شماره مواد فولاد، علامت مشخصه آن را داشته باشیم می توانیم به بخش سوم فصل ۱۸ مراجعه کنیم. در این بخش در مقابل نام هر فولاد، شماره مواد، شماره گروه و کد اختصاری عمده ترین تولید کننده فولاد مورد نظر مستقیماً بدست آمده و برای یافتن کد سایر شرکتهای تولیدکننده آن می توان از شماره مواد فولاد بهره جست. اگر فولاد مورد نظر در کشوری غیر از آلمان تولید شده باشد، فقط امکان دسترسی به کد اختصاری عمده ترین تولیدکننده آن وجود دارد که باید به بخش دوم فصل ۱۹ مراجعه شود. در این بخش در مقابل نام هر فولاد، شماره صفحه، شماره ردیف، نام کشور تولید کننده و کد اختصاری عمده ترین تولید کننده آن ارائه گردیده است. ولی در هیچ یک از فصول کتاب، کد اختصاری سایر تولیدکنندگان فولاد مورد نظر نیامده است در نتیجه باید به آنچه در فصل ۱۹ آمده است، بسنده کنیم.



۶- تعیین نام، نشانی و سایر مشخصات شرکتهای تولید کننده

همانگونه که بیان شد در فصول **b** ۱۷، ۱۸ و ۱۹ برای هر یک از فولادها، فقط کد اختصاری تولید کننده یا تولیدکنندگان فولاد ارائه شده اند. گاهی لازم است درباره این تولیدکنندگان داده های بیشتری بدست بیاوریم. این اطلاعات را می توان از فصول ۱۸ و ۱۹ بدست آورد. بخش اول فصل ۱۸ همانطور که پیشتر بیان شد، مربوط به مشخصات کامل شرکتهای تولید کننده آلمانی می شود و بخش اول فصل ۱۹ مربوط به مشخصات کامل شرکتهای تولیدکننده خارجی می شود بنابراین با در دست داشتن کد شرکت مورد نظر می توان به این فصول مراجعه کرده و سایر مشخصات آن شرکت را بدست آورد.

۷- تعیین شکل محصولات فولادی و روش تولید آنها در شرکتهای آلمانی

در بخش دوم فصل ۱۸، لیستی ارائه شده است که با توجه به شکل محصول و روش تولید آن به بررسی تولید یا عدم تولید انواع مختلف فولادها توسط شرکتهای آلمانی می پردازد. این لیست بر اساس کد اختصاری شرکتهای تولیدکننده مرتب شده است. بنابراین با در دست داشتن کد اختصاری تولید کننده فولاد (که از فصول **b** ۱۷ یا ۱۸ بدست می آید) و با توجه به نوع فولاد، شکل محصول و روش تولید آن، می توان تعیین کرد که آیا محصول مورد نظر توسط این شرکت تولید می شود یا نه.

۸- تعیین فولاد معادل در استانداردهای کشورهای مختلف

در صفحات پایانی سه فصل ۶ و ۱۰ و ۱۶ لیستی از فولادهای معادل در استانداردهای چند کشور صنعتی ارائه شده است. این لیست، بر اساس شماره مواد مرتب گردیده است. با استفاده از این لیست می توان به برخی از فولادهای معادل در استانداردهای کشورهای مختلف دست یافت.