

وزارت مسکن و شهرسازی
سازمان نظام مهندسی استان مازندران

روشهای اجرا و کنترل اتصالات در سازه های فولادی

دکتر محمد شامخی امیری
استادیار گروه سازه و زلزله - دانشگاه صنعتی شاهرود



❖ الکتروود



❖ الکتروود

- الکتروود مفتولی فلزی است که دورتادور آن با مواد شیمیایی پوشش داده شده است و ضمن هدایت جریان از آنبر به فلز مینا، پرکننده درز جوش و تامین کننده مواد آلیاژی میباشد.
- بعبارت دیگر الکتروود، فلزی و یا زغالی است که بین آن میله و قطعه ی مورد جوشکاری قوس الکتریکی برقرار میگردد.
- الکتروود ممکن است به عنوان فلز پر کننده یا واسطه ی عمل یونیزه یعنی ذوب شونده، وارد جوش گردد و یا اینکه فقط عاملی جهت ایجاد حرارت باشد و به صورت کمکی عمل نماید.





❖ الکتروود

- الکتروود را میتوان به **چهار صورت** دسته بندی کرد:

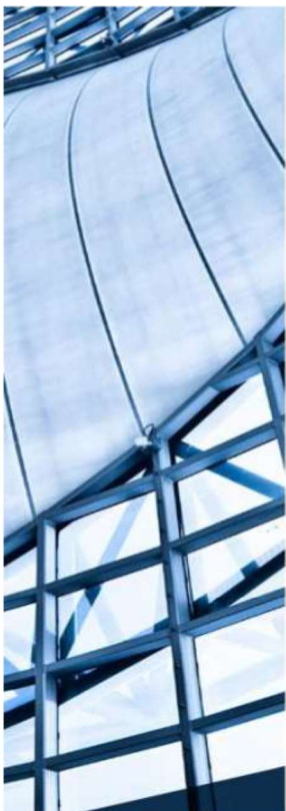
۱. از نظر قطر

۲. از نظر طول

۳. از نظر مغزی فلزی

۴. از نظر پوشش

دانشی اجرا و کنترل اتصالات در سازه های فولادی
محمد شامخی امیری



❖ شناسایی الکتروود بر اساس کد بندی :

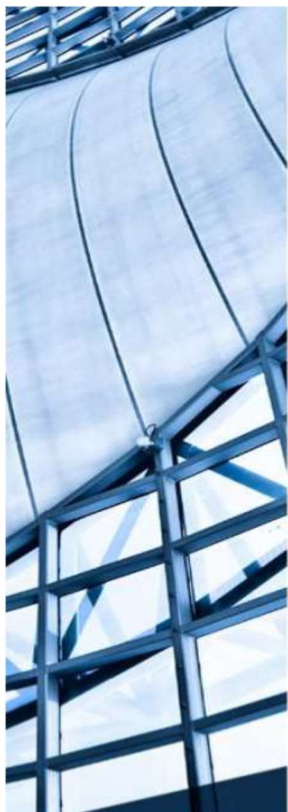
- انجمن جوشکاری امریکا ((AWS)) برای الکتروودهای **نورد شده پوشش دار** مورد مصرف در جوشکاری قوس الکتریکی دستی کدبندی بصورت ذیل ارائه کرده است:

• EXXX

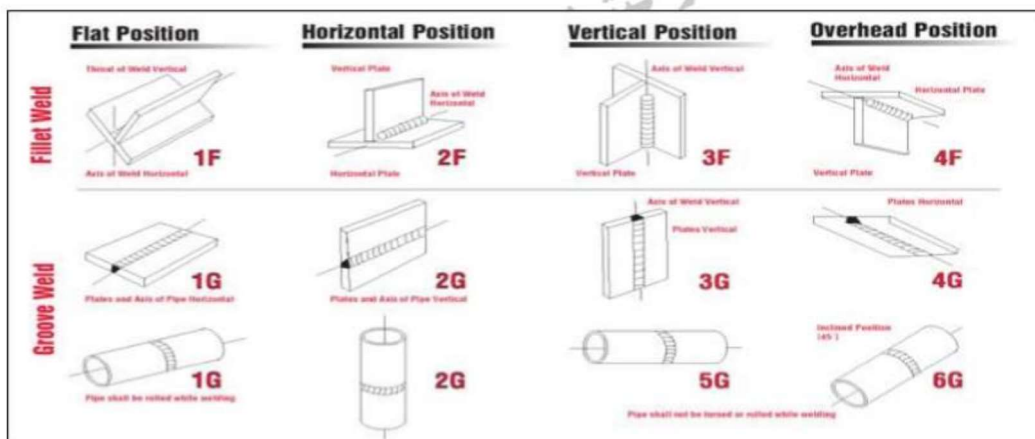
- دو رقم اول بعد از E **حداقل مقاومت کشتی** فلز جوش بر اساس کیلو بوند بر اینچ مربع را نشان می دهد.

- بطور تقریبی اگر این عدد در ۷۰ ضرب شود مقاومت بر حسب کیلو گرم بر سانتیمتر مربع به بدست می آید.

- اگر پنج حرفی بود X چهارم و اگر چهار حرفی بود X سوم نشان دهنده **موقعیت جوشکاری** است.



- رقم سوم نشان دهنده موقعیت جوشکاری است :
- تمام وضعیت ها $x=1$
- تفت و افقی $x=2$
- تفت $x=3$



- آخرین رقم، نوع جریان و نوع روکش الکتروود را تعیین میکند :

جدول ۳-۵ مفهوم رقم آخر در

نوع پوشش	نوع قوس	جریان	رقم آخر
آلی	قوس نفوذی	فقط DCRP	0
آلی	قوس نفوذی	DCRP یا A.C.	1
روتیلی (اکسید تیتان)	قوس متوسط	DCRP یا A.C.	2
روتیل	قوس نرم	A.C. یا D.C. قطب آزاد	3
روتیل با پودر آهن (حدود ۳۰٪)	قوس نرم	A.C. یا D.C. قطب آزاد	4
کم هیدروژن	-	فقط DCRP	5
کم هیدروژن	قوس متوسط	A.C. یا DCRP	6
پودر آهن	-	A.C. یا D.C.	7
کم هیدروژن - قوس آهن	-	A.C. یا DCRP	8

علامت شناسایی الکتروود

- DCSP = جریان یکسو - قطبیت مستقیم
- DCRP = جریان یکسو - قطبیت معکوس
- A.C. = جریان متناوب



شکل (۱۲-۳)



عیوب جوش





❖ عیوب جوش

- اتصالات جوشی می توانند دارای عیوب گوناگونی باشند که آنها را می توان در سه گروه کلی به شرح ذیل جای داد:
- **عیوب سافتاری جوش**
- عیوبی که پیوستگی سافتاری جوش را به شکل قابل ملاحظه ای متاثر نموده و ابعاد یا فراوانی آنها در سطح یا حجم مشخصی از جوش بیش از مقادیر مندرج در مراجع مهندسی (مقررات، استانداردها، نظامنامه ها و ...) باشند، به عنوان عیوب سافتاری جوش شناخته می شوند. به عنوان مثال می توان ترک جوش یا تفلفل اشاره نمود.
- **عیوب فوادی جوش**
- رفداد نقصان در هر یک از فوادی اتصال جوشی بدون هرگونه علائم ظاهری را گویند.
- به عنوان نمونه می توان به کاهش مقاومت در برابر خوردگی در اتصالات جوشی از جنس فولاد زنگ نزن اشاره نمود.
- **عیوب ابعادی جوش**
- از مهمترین عیوب ابعادی، اعوجاج حاصل از جوشکاری در اتصال، مجموعه و سازه جوشی می باشد.



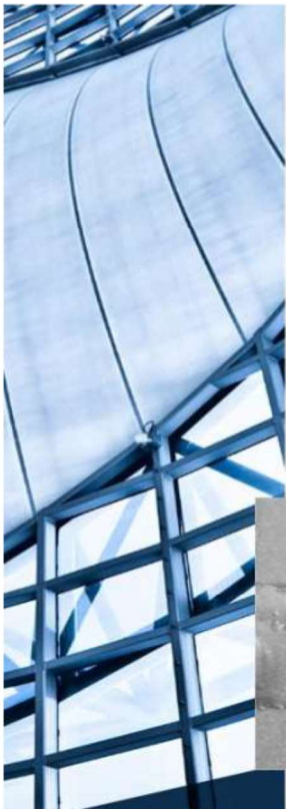
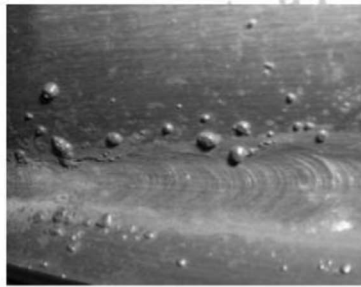
❖ عیوب جوش

- انواع عیوب جوش :
- ترک (Cracks)
- تفلفل (Porosity)
- نافالمی سرباره ای (Slag Inclusion)
- نفوذ ناقص (Lack of Penetration - LOP)
- ذوب ناقص (Lack of Fusion - LOF)
- سوختگی کناره جوش (Undercut)
- سرزیر جوش (Overlap)
- تقعر ریشه (Root Concavity)
- گرده اضافی (Excessive Reinforcement)
- نفوذ اضافی (Excessive Penetration)
- لکه قوس (Arc Stray)
- پاشش جوش (Spatter)



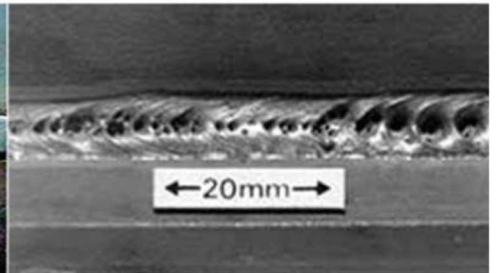
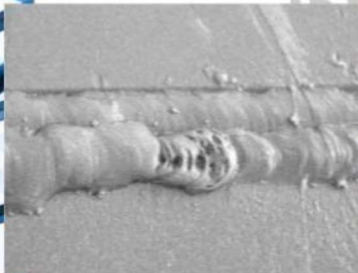
✓ پاشش جوش (Spatter)

- برقی از فرایندهای جوشکاری با قوس الکتریکی موجب **پاشش فلز جوش مذاب** به اطراف نامیه اتصال می گردند.
- از جمله دلایل بروز این عیب، **انتخاب جریان جوشکاری نامناسب** است.
- وجود ترشحات جوش در اطراف درز اتصال ضمن ایجاد **تأثیرات ظاهری**، باعث **اشکال در انجام آزمون های غیرمفرغ** شده و می تواند به عنوان **نقطه آغازین برای ترک فستگی** عمل نماید.



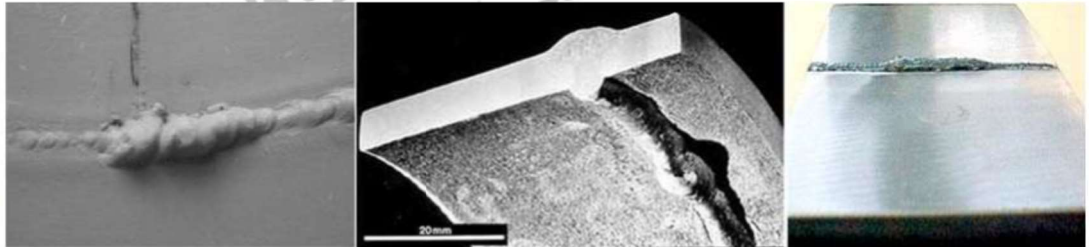
✓ تخلخل (Porosity)

- **مبس شدن گاز** در فلز جوش به **هنگام انجماد** باعث ایجاد **تخلخل یا مفرغ گازی** می گردد.
- تخلخل دارای شکل های مختلفی است.
- آنها **اغلب کروی** بوده و **یا فراوانی مختلفی** در فلز جوش ایجاد می شوند، هرچند که به شکل **غیرکروی** نیز حادث می شوند.



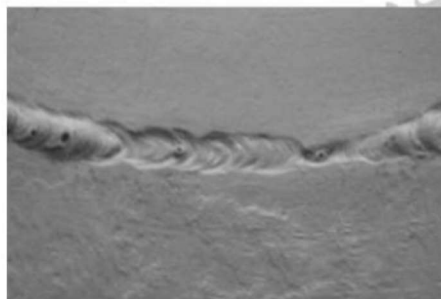
✓ نفوذ بیش از اندازه جوش (Excess root penetration)

- بیرون زدگی جوش بیش از مقادیر استاندارد در طرف ریشه جوش، نفوذ اضافی نامیده می شود.
- این عیب که اغلب به دلایل جریان جوشکاری نامناسب، تمرکز حرارت بیش از حد و یا عدم مهارت جوشکار رخ می دهد، موجب افزایش سطح تمرکز تنش در اتصال جوشی و کاهش مقاومت اتصال به ویژه در بارگذاری های دوره ای می گردد.



✓ تقعر ریشه جوش (Root concavity)

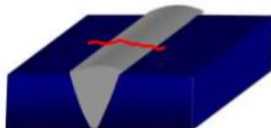
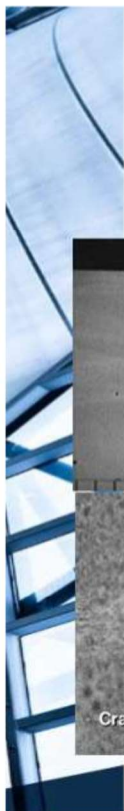
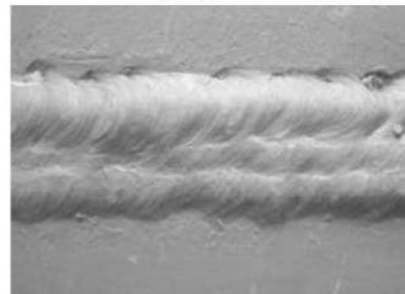
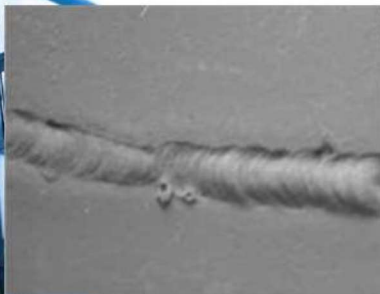
- وجود تقعر در ریشه جوش که به علت مکش مذاب به طرف داخل به دلایل مختلفی از جمله کاهش حجم فلز مذاب پس از انجماد و نیز وجود کشش سطحی لبه های اتصال جهت نگهداشت مذاب ایجاد می شود را تقعر ریشه نامیده می شود.
- تقعر ریشه ضمن کاهش سطح مقطع موثر جوش، باعث افزایش تمرکز تنش در محل ریشه اتصال نیز می گردد.





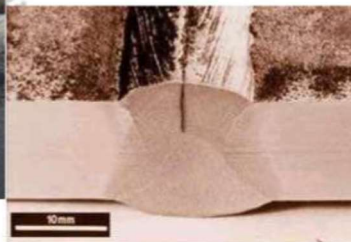
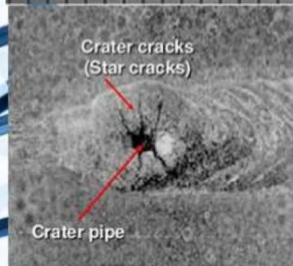
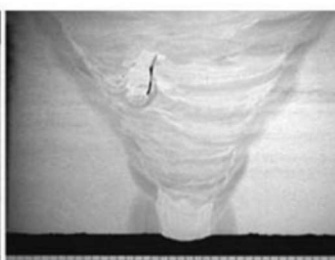
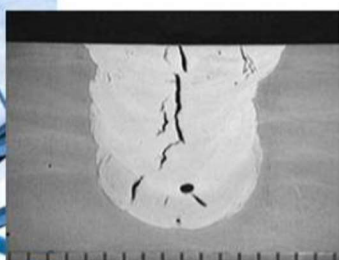
✓ سوختگی کنار جوش (Cap Undercut)

- ایجاد کاهش ضخامت در محل اتصال فلز جوش و فلز پایه را **سوختگی کنار جوش** می نامند.
- سوختگی کنار جوش به دلیل **کاهش سطح مقطع موثر اتصال** و نیز **افزایش تمرکز تنش** می تواند منجر به **کاهش استقامت فستکی** اتصال جوشی شود.
- لازم به ذکر است که **عدم ذوب لبه شیار**، سوختگی کنار جوش نبوده بلکه به عنوان **عیب ذوب ناقص** شناخته می شود.



✓ ترک (Crack)

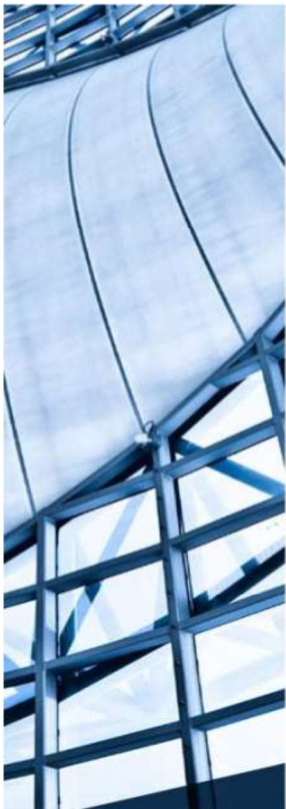
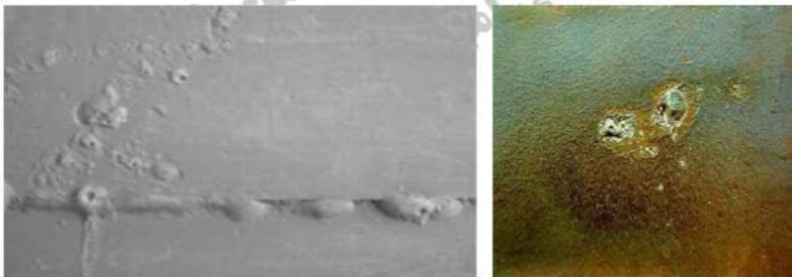
- در میان عیوب جوش، ترک **فطرناکترین** آنها محسوب می شود و دارای پتانسیل فراوانی جهت **تأثیرگذاری منفی بر خواص و عملکرد اتصال** و **ساختار جوشکاری** شده مین فدمت است.
- **ترک های جوشی** به اشکال گوناگون طبقه بندی می شوند که از جمله آنها از دیدگاه نوع، **محل و ابعاد** است.





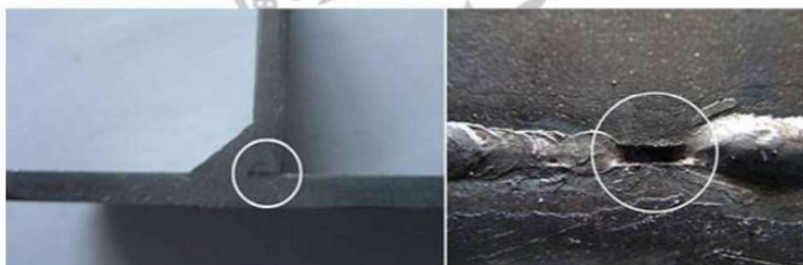
✓ برخورد الکترود با قطعه (Arc Strike)

- برقی از جوشکاران تمایل به کشیدن الکترود یا سیم جوش بر روی فلز پایه دارند، این کار که اغلب جوشکاران غیرماهر و با هدف گرم کردن ماده مصرفی جوشکاری، جهت تسهیل در ایجاد جوش اصلی انجام می شود، تأثیری بر فلز پایه گذاشته که به آن **لکه قوس** گفته می شود.
- **لکه قوس** ضمن ایجاد **تأثیرات ظاهری** و به ویژه **قوامی** در فلز پایه، می تواند به عنوان **نقطه آغازین** برای **ترک فستگی** باشد.



✓ نفوذ ناقص (Lack of Penetration - LOP)

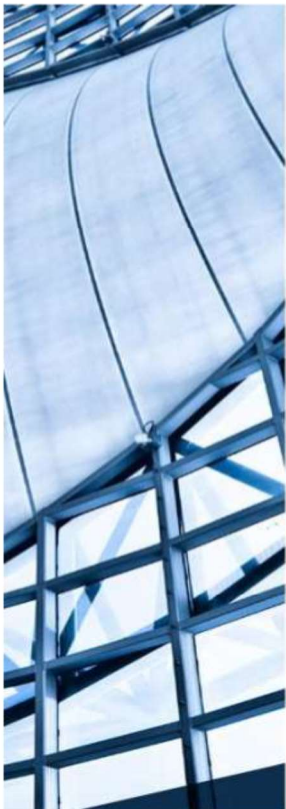
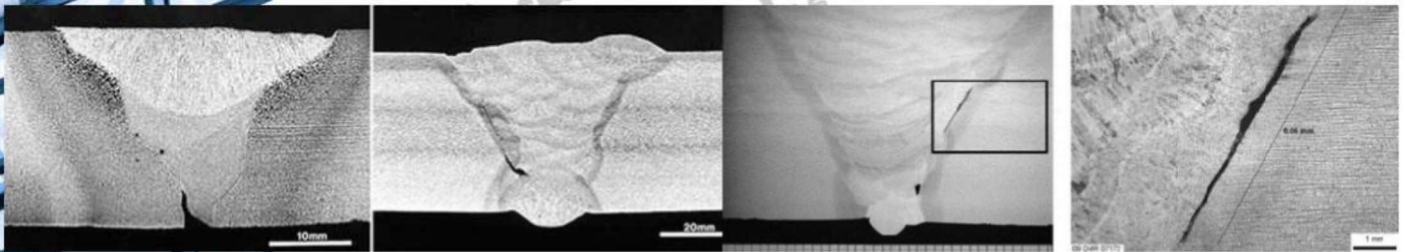
- **عدم نفوذ جوش** در تمامی سطح مقطع اتصال جوشی **نفوذ کامل** را عیب **نفوذ ناقص** گویند.
- اغلب در سمت **ریشه جوش** رخداده و ضمن **کاهش سطح مقطع موثر جوش**، باعث **افزایش تمرکز تنش** در محل عیب و **کاهش قابل ملاحظه ای در استقامت اتصال** به ویژه در بارگذاری های دوره ای (Cyclic Loading) می گردد.





✓ ذوب ناقص (Lack of Fusion - LOF)

- **عدم ذوب و پیوستگی کامل** فلز جوش و فلز پایه در تمامی سطوح تماس موجود در اتصال **جوشی نفوذ کامل** را عیب ذوب ناقص گویند.
- اغلب بر دیواره یا ریشه اتصال و یا بین پاس های متوالی جوش رخ می دهد.
- ضمن کاهش سطح مقطع موثر جوش، باعث افزایش تمرکز تنش در محل عیب و کاهش قابل ملاحظه ای در استحکام اتصال به ویژه در بارگذاری های دوره ای می گردد.



✓ سرزیر جوش (Overlap)

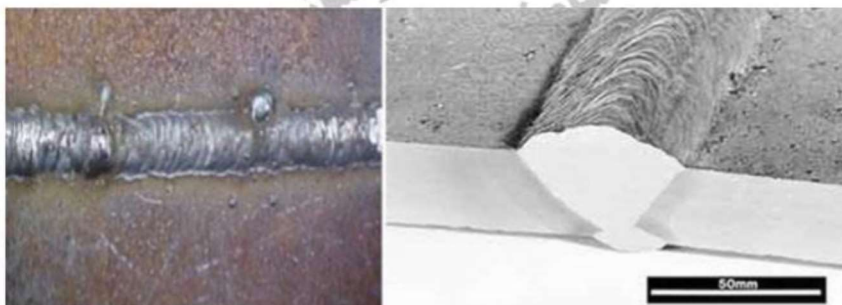
- **عبور فلز مذاب** از مرزهای جوش و قرار گیری آن بر روی فلز پایه منجر به ایجاد عیب جوشی با نام **روی هم افتادگی** می گردد.

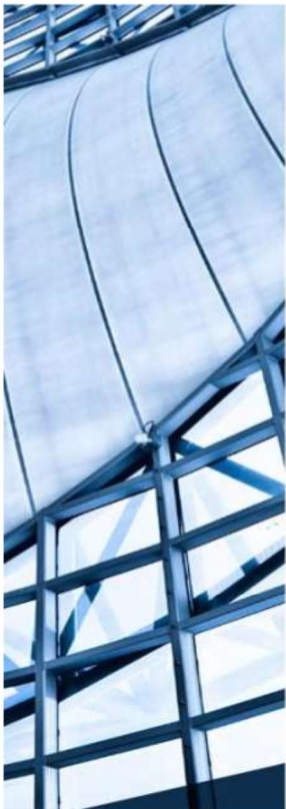




✓ **گرده اضافی (Excessive Reinforcement)**

- جوشکاری بیش از مقدار مورد نیاز و یا کاهش سرعت جوشکاری می تواند به ازدیاد ارتفاع گرده جوش منجر شده که در صورت عبور از مقادیر مندرج در استاندارد، از آن به عنوان **عیب گرده جوش اضافی** نام برده می شود.
- این عیب به دلیل افزایش سطح تمرکز تنش می تواند **تأثیر قابل توجهی بر پتانسیل انتقال بار** در اتصال جوشکاری شده داشته باشد.





❖ آزمونهای مخرب

- در این نوع تست، آزمایشهای مختلف بر روی نمونه های استاندارد تهیه شده از قطعات مورد آزمون انجام میشود و پس از انجام تست، نمونه از بین می رود.

- آزمایش های مخرب (DT) انواع مختلفی دارند که متداول ترین آنها عبارتند از:

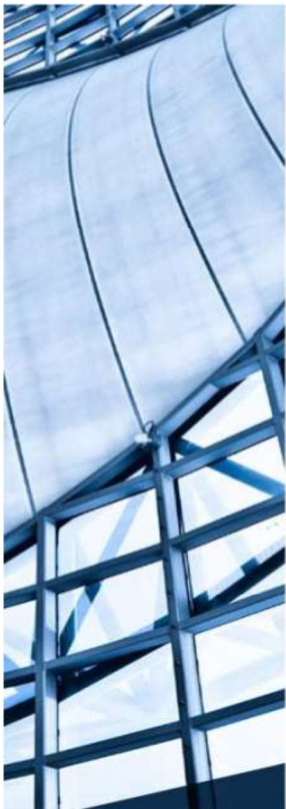
- آزمایش خمش (Bend Test)
- آزمایش کشش (Tensile Test)
- آزمایش ضربه (Impact Test)
- آزمایش شکست (Fracture Test)



❖ معایب آزمونهای مخرب

- سرعت پائین
- پر هزینه بودن
- ارائه اطلاعات فقط مربوط به نمونه ها

روشهای آزمون کنترل کیفیت در سازه های فولادی
محمد شامخی امیری



❖ آزمونهای غیرمخرب

- تست یا بازرسی غیر مخرب به روشهایی از بازرسی اطلاق میشود که در آنها کارایی یک قطعه بدون تغییر یا از بین رفتن آن قطعه ، مورد بررسی قرار میگیرد.
- انواع آزمونهای غیرمخرب :

Visual Test	بازرسی چشمی (VT)
Liquid Penetrant Test	بازرسی با مایعات نافذ (PT)
Magnetic Particle Test	بازرسی با ذرات مغناطیسی (MT)
Radiographic Test	بازرسی رادیوگرافی (RT)
Ultrasonic Test	بازرسی با امواج اولتراسونیک (UT)
Eddy Current Test	بازرسی با جریان گردابی (ET)
Acoustic Emission Test	بازرسی با انتشار امواج صوتی (AET)

❖ تفاوت آزمونهای مخرب و غیرمخرب

- در روشهای مخرب پس از اعمال آزمایش، قطعه کارایی خود را از دست میدهد.
- در روشهای مخرب نمیتوان تمام محصولات را تحت آزمایش قرار داد و باید به صورت Random تعدادی از نمونه ها را تحت آزمایش قرار داد.
- در روشهای مخرب نیاز به تهیه نمونه استاندارد وجود دارد که برای آزمایش های مختلف متفاوت است.
- آزمایشهای DT و NDT در عرض یکدیگر قرار ندارند و انجام یک تست باعث بی نیازی از تست دیگر نمیشود.

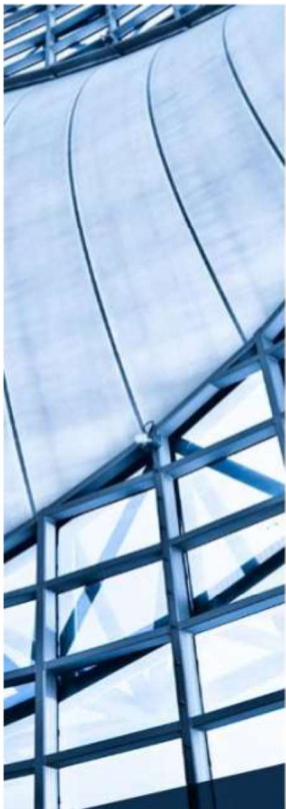
❖ بازرسی چشمی (Visual Test) VT

- مزایا:
 - ارزان ترین و ساده ترین روش
 - این روش در طی تمامی مراحل تولید به کار میرود.
 - روش مناسب آزمایش غیرمخرب NDT به کمک این روش تعیین میشود.
 - بیشتر برای عیوب سطحی میباشد (با چشم مسلح یا غیر مسلح)
- محدودیت ها :
 - عیوب زیر سطحی قابل شناسایی نمی باشد.
 - بکارگیری این روش به تجربه شغف بستگی دارد.
 - در صورت غفلت بازرس قضا زیاد است.



❖ برخی از عیوب جوش که با بازرسی چشمی قابل تشخیص میباشند :

- ✓ ترک (Crack)
- ✓ پاشش جوش (Spatter)
- ✓ تخلخل (Porosity)
- ✓ تقعر ریشه جوش (Root concavity)
- ✓ نفوذ بیش از اندازه جوش (Excess root penetration)
- ✓ سوفتگی کنار جوش (Cap Undercut)
- ✓ بر خورد الکترود با قطعه (Arc Strike)



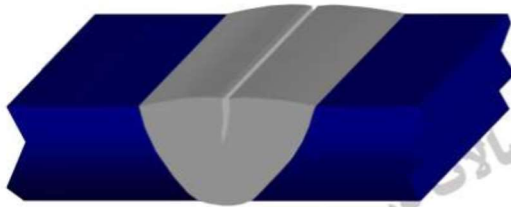
❖ بازرسی مایعات نافذ (Penetrant Test) PT

- مزایا :
 - عیوب سطحی شناسایی میشود .
 - به شکل و جنس قطعه بستگی ندارد.
 - ساده و ارزان است .
 - شکل و اندازه تقریبی عیب مشخص میشود.
- محدودیت ها :
 - عیوب زیر سطحی را نشان نمیدهد.
 - تغییر رنگ دائمی نیست.
 - مواد مصرفی سمی است.
 - در صورت عدم تمیز کاری پس از تست باعث خوردگی می شود.

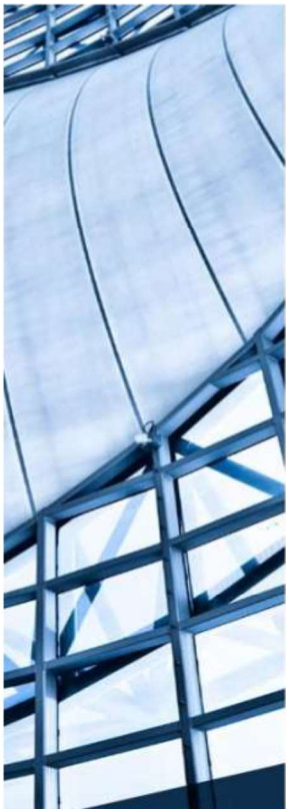
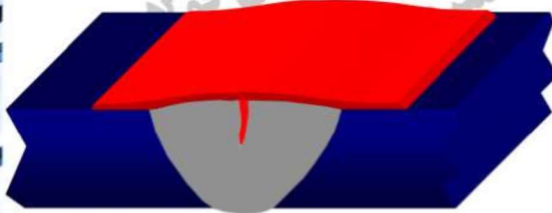


❖ بازرسی مایعات نافذ (PT (Penetrant Test)

- مراحل انجام آزمایش مایعات نافذ :
- آماده سازی سطح (surface preparation)

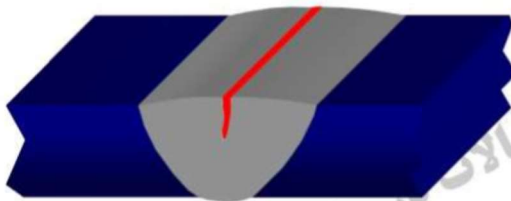


- اعمال مایع نافذ (Applying Liquid Penetrant)

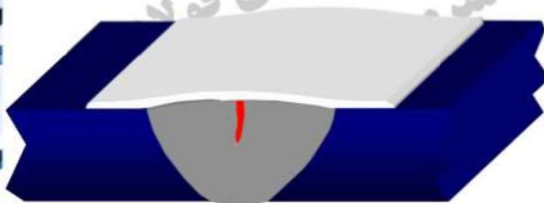


❖ بازرسی مایعات نافذ (PT (Penetrant Test)

- زدودن مایعات اضافی از سطح قطعه - تمیز کاری (CLEANING)



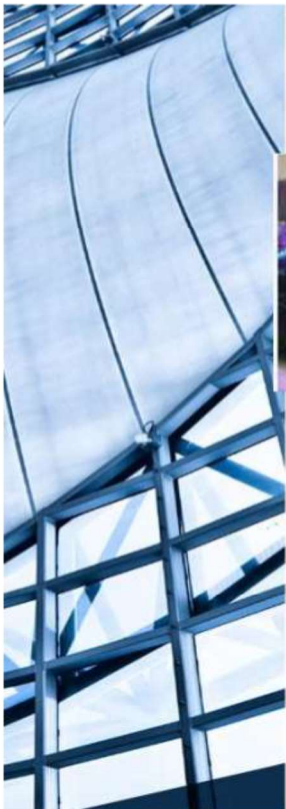
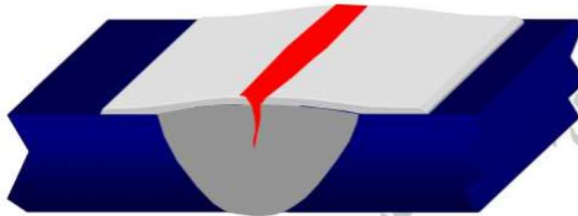
- اعمال ماده ظهور (DEVELOPER APPLYING)



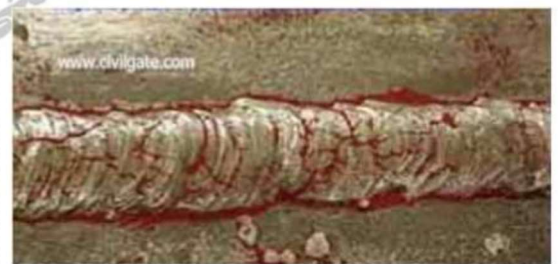
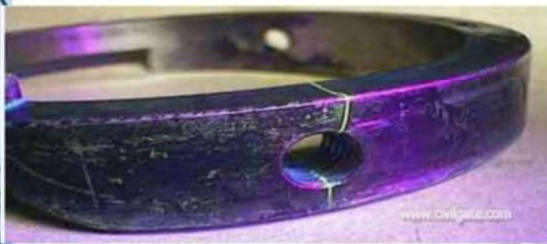


❖ بازرسی مایعات نافذ (Penetrant Test) PT

- بازرسی (INSPECTION)



❖ بازرسی مایعات نافذ (Penetrant Test) PT

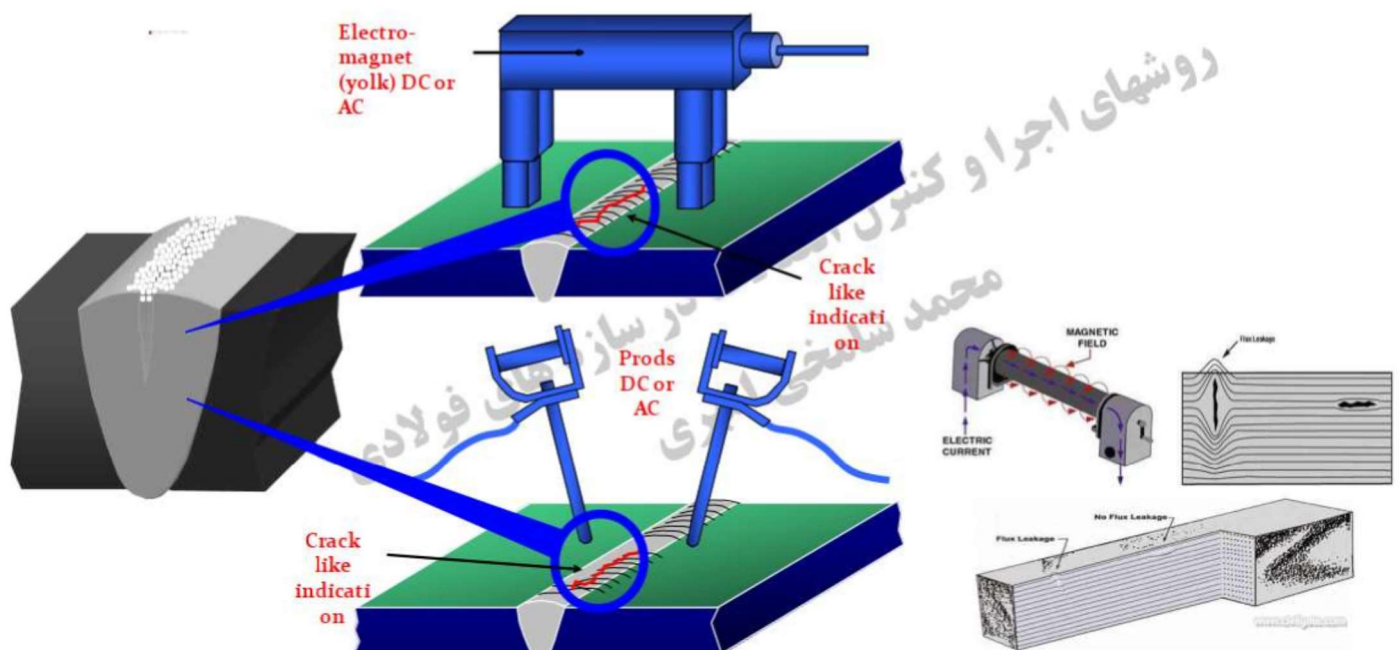




❖ بازرسی ذرات مغناطیسی (MT (Magnetic Test

- مزایا:
 - برای ترک های فیلی ریز
 - برای ناپیوستگی های زیر سطحی
 - مساسیت بازرسی بالاست.
 - در ضمن تولید و در انتهای کار و در مین کار قطعه قابل انجام است.
- محدودیت ها:
 - برای مواد فرو مغناطیس است.
 - جهت جریان باید عمود بر قطعه باشد.
 - معمولا دو یا چند مرتبه باید انجام شود.
 - بسته به عمق ترک میدان باید قویتر باشد.

❖ بازرسی ذرات مغناطیسی (MT (Magnetic Test

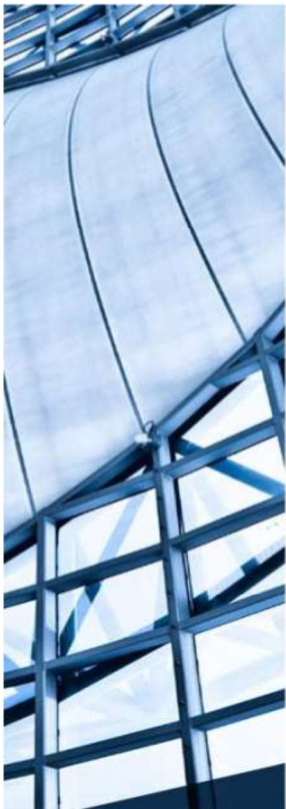




❖ بازرسی ماوراء صوت (UT (Ultrasonic Test

• مزایا :

- این روش از متداولترین آزمون ها است.
- مکان دقیق عیب را نشان میدهد.
- کلیه عیوب را نشان میدهد (سطحی و زیر سطحی).
- ذوب ناقص و نفوذ ناقص را به راحتی نمایش میدهد.
- در کلیه مناطق قابل استفاده است.
- بلافاصله نتایج آزمون مشخص میگردد.
- آلودگی زیست محیطی ندارد.
- برای انسان فطر آفرین نیست.
-



❖ بازرسی ماوراء صوت (UT (Ultrasonic Test

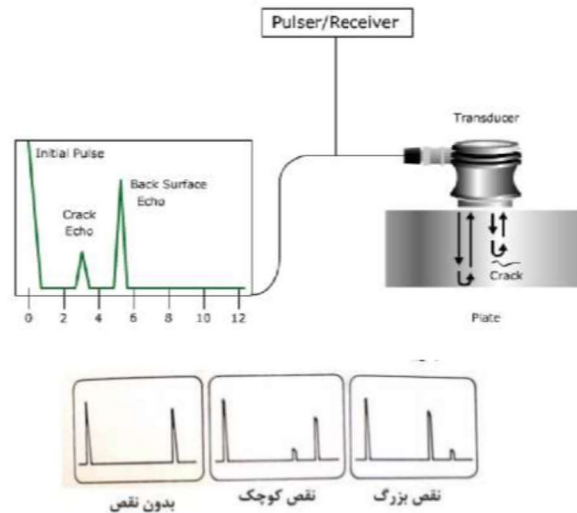
• محدودیت ها :

- برای مواد فرو مغناطیس است.
- معمولاً دو یا چند مرتبه باید انجام شود.
- بسته به عمق ترک میدان باید قویتر باشد.



❖ بازرسی ماوراء صوت (UT) Ultrasonic Test

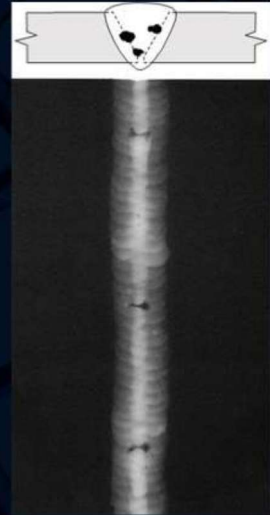
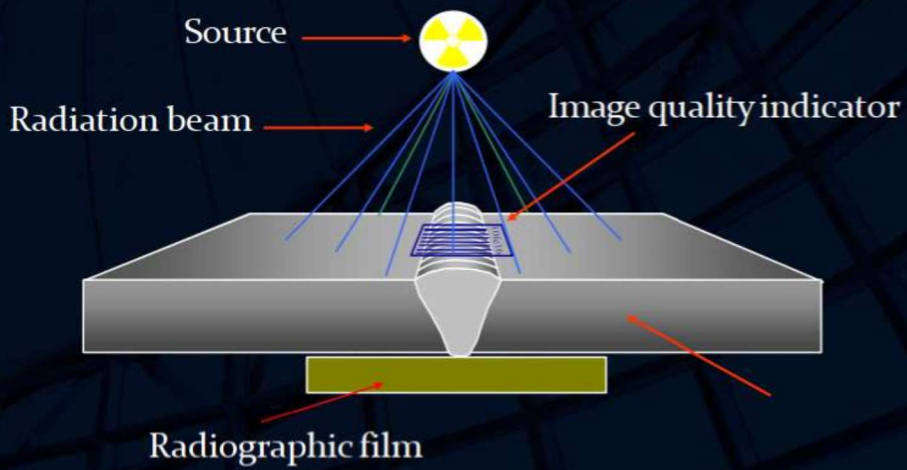
- به ممض برافورد امواج با عیب تماماً یا بخشی از در آن فصل مشترک ممیط اول و ممیط دوم انعکاس مییابد.



❖ بازرسی رادیو گرافی (RT) Radiographic Test

- **مزایا :**
 - این روش میتواند وجود، اندازه و مکان عیب را مشخص کند.
 - مدارک قابل استناد دارد.
 - عیوب با هر اندازه ای را نشان میدهد.
 - به آماده سازی اولیه زیادی نیاز ندارد.
- **محدودیت :**
 - بسیار گران است.
 - برای موهورات زنده ضرر دارد.
 - نتیجه آزمایش مدتی طول میکشد (عکسبرداری ، ظهور ، ثبوت و تفسیر)
 - نیاز به تفحص دارد.
 - احتمال سوختن و فراب شدن فیلم وجود دارد.

❖ بازرسی رادیوگرافی (RT) Radiographic Test



پایان



This document was created with the Win2PDF "print to PDF" printer available at
<http://www.win2pdf.com>

This version of Win2PDF 10 is for evaluation and non-commercial use only.

This page will not be added after purchasing Win2PDF.

<http://www.win2pdf.com/purchase/>



This document was created with the Win2PDF "print to PDF" printer available at
<http://www.win2pdf.com>

This version of Win2PDF 10 is for evaluation and non-commercial use only.

This page will not be added after purchasing Win2PDF.

<http://www.win2pdf.com/purchase/>