

به نام خدا



# مرکز دانلود رایگان مهندسی متالورژی و مواد

[www.Iran-mavad.com](http://www.Iran-mavad.com)



شهرت و شهره



# NDT Training

## کارگاه آموزشی بازرسی و کنترل کیفی جوش 2

بهار ۹۰

تهیه و تنظیم : حسین یعقوبی

# تست‌های غیرمخرب در جوشکاری صنعتی

## Non destructive testing



مرجع دانشوران رایگان مهندسی مواد و متالورژی

مقدمه

تاریخچه

لزوم تست جوش

انواع عیوب در جوش

آزمون های ارزیابی به همراه مزایا و معایب

منابع و ماخذ

# مقدمه:

موضوعی که همواره بحث بر انگیز بوده و موجب نگرانی طراحان و سازندگان سازه های فولادی است، چگونگی رفتار اتصالاتی است

وسایل اتصالی که برای ساخت اعضا و اتصال آنها به یکدیگر به کار می رود شامل پرچ، پیچ و جوش است

با وجود تمام معضلات در جوشکاری، هنوز نمی توان جانشینی برای اتصالات جوشی متصور بود. عقیده اهل فن بر این است که اگر استانداردهای مربوطه در طراحی و اجرای اتصالات جوشی به کار گرفته شود، با توجه به خواص متالورژیک و مکانیکی ناحیه جوش شده، نباید اشکال خاصی در رفتار اتصال جوشی به وجود بیاید.

گواه خوب این ادعا استفاده موفق از جوش در صنایع کشتی سازی، اتومبیل سازی، ظروف تحت فشار خطوط انتقال گاز و صنایع نظیر می باشد که در آنها اتصالات جوشی به طور موفقیت آمیزی ایفای نقش می نماید.

# تاریخچه:

در سطح جهانی، قدمت استفاده از جوش در ساخت اسکلت فولادی شاید به ۱۰۰ سال  
برسد.

در کشور ما نیز شاید بتوان قدمتی ۵۰ ساله برای جوشکاری در ساختمان تصور نمود.

طی این سالیان نسبتاً طولانی، مسلمانپیشرفت های قابل توجهی در شناخت جوش و توسعه  
فناوری مربوطه صورت گرفته است.

# لزوم تست جوش

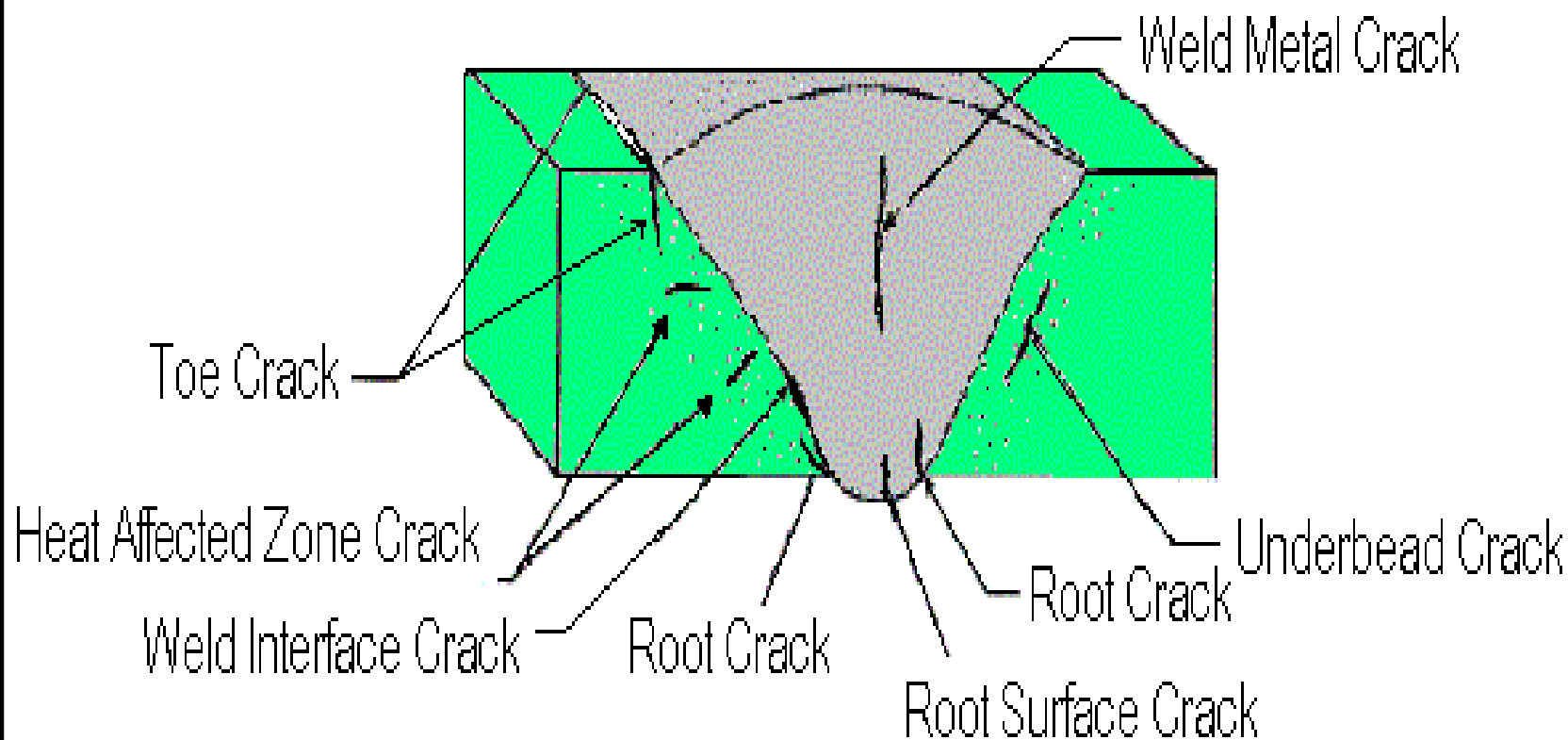
اگر از تعداد پروژه های عمرانی خاص صرفنظر کنیم، غالباً اکثر پرسنل جوشکاری شاغل در بخش ساختمان، آموزش لازم ندیده، و فاقد تبحر لازم هستند و معضل مهمتر اینکه هیچ کنترلی بر روی کیفیت اجرای جوش وجود ندارد.

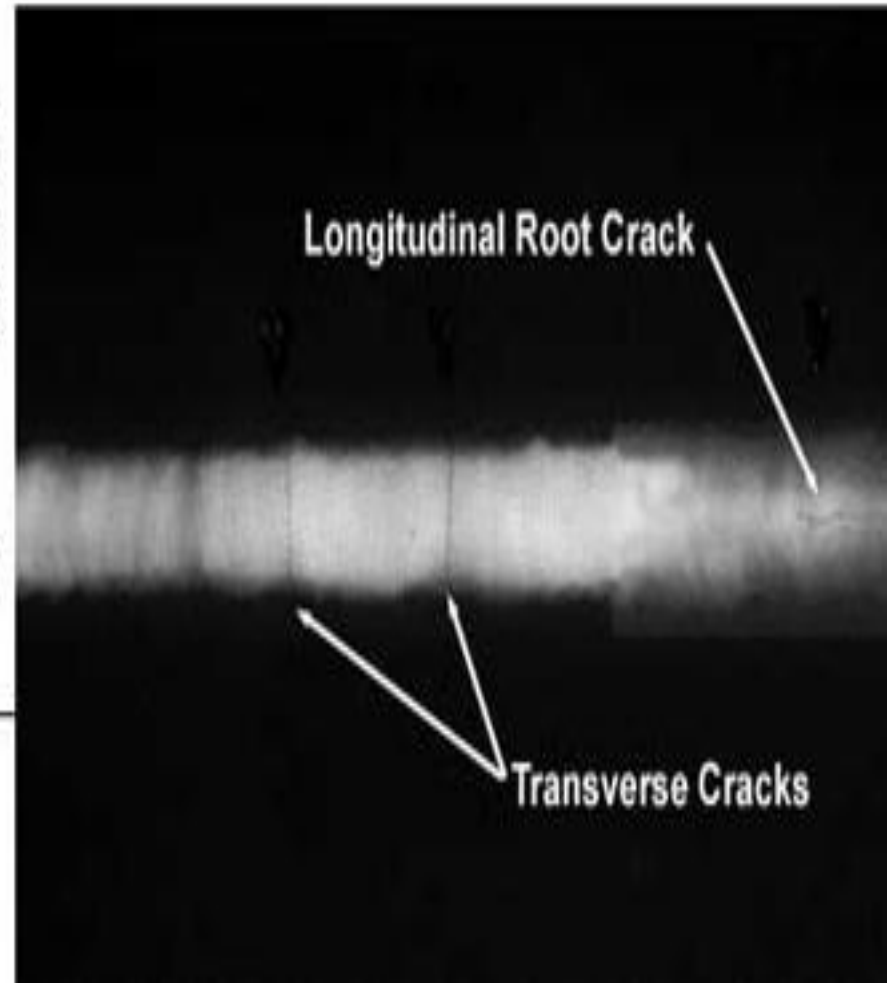
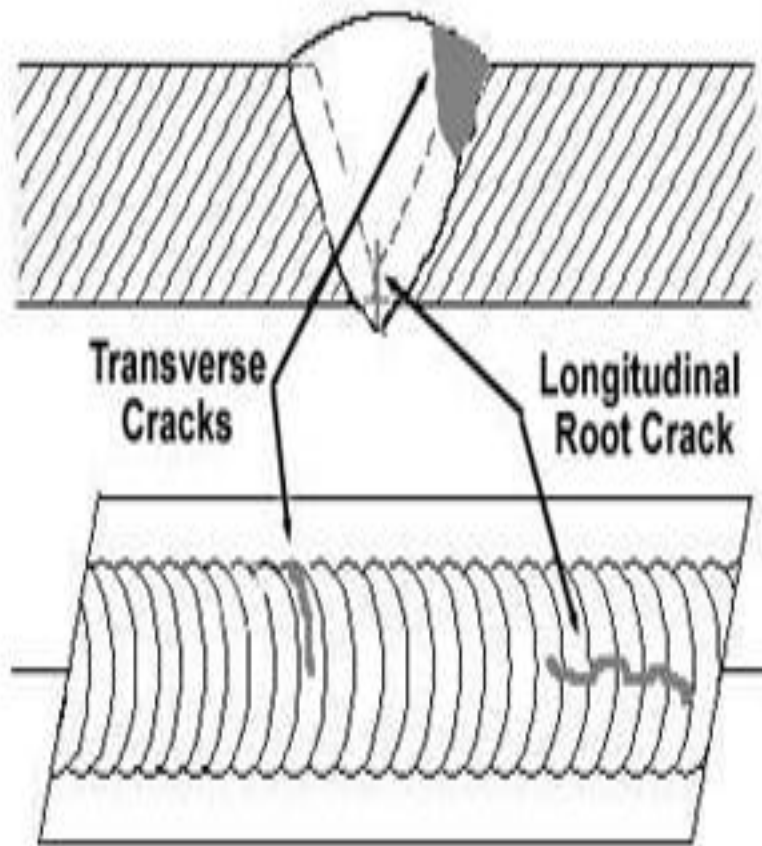
## عامل اصلی در بروز مشکل در جوشکاری

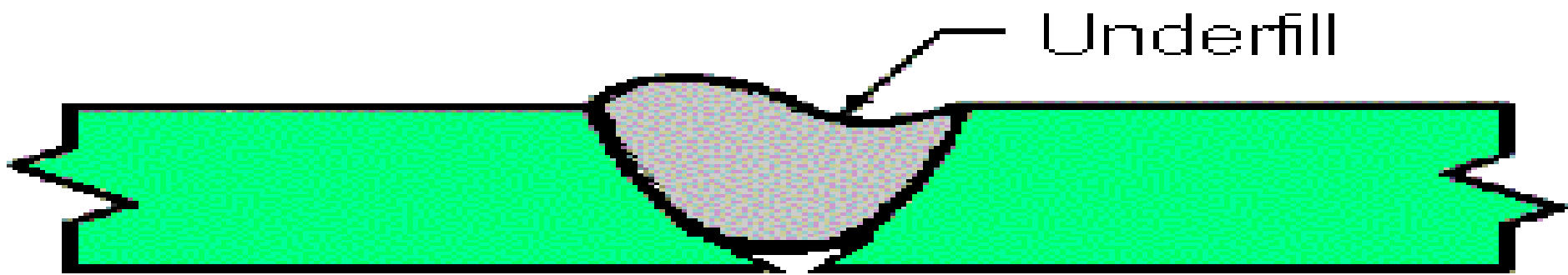
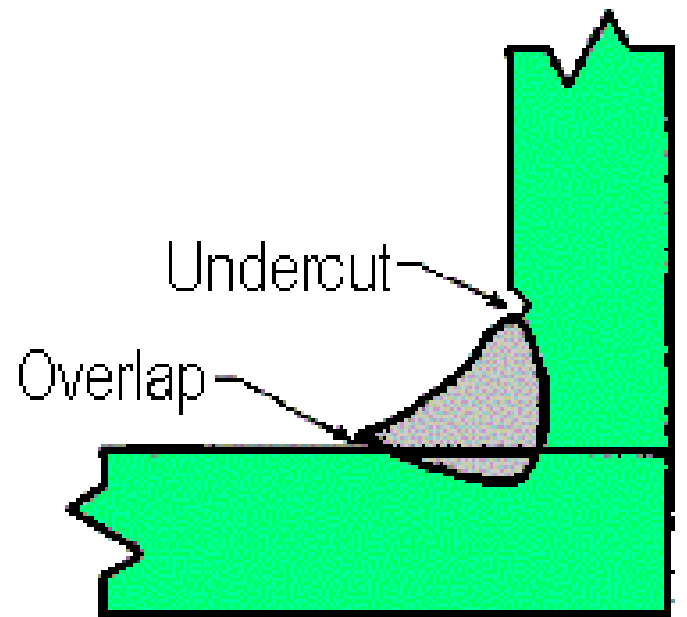
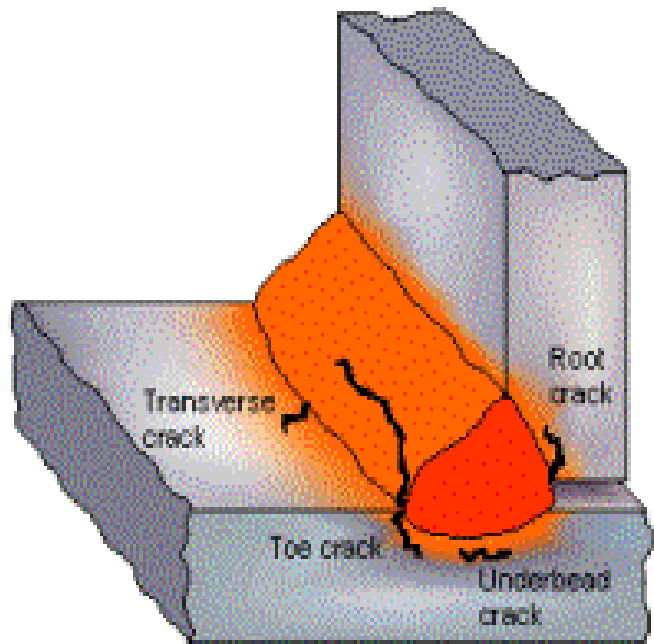
علت اصلی عدم رعایت اصول اساسی در حین اجرا است.



# انواع عيوب در جوش ها







Incomplete Joint Penetration

# آزمایش های ارزیابی





قابلیت اعتماد از عملکرد سازه ایجاب می نماید که فلز جوش و درز جوشکاری از لحاظ مقاومت، سلامت و دیگر خصوصیات مورد نظر سازه ای و عاری بودن از عیوب جوشکاری مورد آزمایش و امتحان قرار می گیرد.

آزمایش های بازرسی و تایید از بازرسی عینی درز جوش و نحوه نگهداری الکتروودها آغاز شده و با بازرسی در حین عملیات جوشکاری ادامه می یابد و در نهایت به بازرسی عینی درز جوش شده و بالاخره با انجام آزمایش های تکمیلی نظیر پرتو نگاری، فرا صوت، نفوذ و پودر مغناطیسی به اتمام میرسد.

# ارزیابی جوشکار

آزمونی که صلاحیت جوشکار را برای ضوابط آیین نامه ای تایید می کند، آزمایش های تشخیص صلاحیت یا ارزیابی جوشکارو یا آزمون های کیفیت اجرا خوانده می شود



این ارزیابی مشخص می کند که آیا جوشکار دانش و مهارت لازم را در به کار گیری و اعمال دستور العمل جوشکاری مدون در رابطه با رده بندی کاری خود را دارد یا خیر.

روش های آزمایشی که کیفیت یک جوش را تعیین می کند، در سه طبقه تقسیم بندی می گیرد:

۱- آزمایش های غیر مخرب

۲- آزمایش های مخرب (آزمایش مکانیکی)

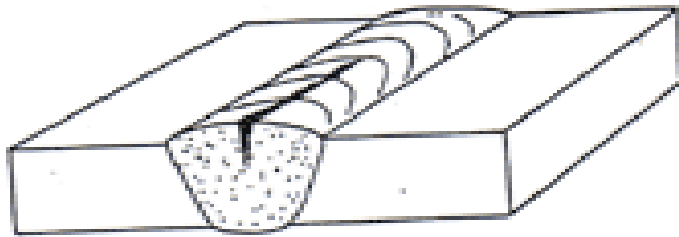
۳- بازرسی عینی

بازرسی چشمی: در بیشتر اوقات ، اولین مرحله در آزمون يك سازه ، بازرسی چشمی است. بازرسی با چشم غیر مسلح فقط عیبهایی نسبتاً بزرگی را که به سطح قطعه راه دارند ، نمایان خواهد کرد. با به کار بردن يك میکروسکوپ می توان کارایی بازرسی چشمی را افزایش داد. مناسبترین نوع میکروسکوپ برای بازرسیهای سطح قطعه ، میکروسکوپ استریو است. در این نوع بازرسیها ، بزرگنمایی بسیار زیاد ضرورتی ندارد و بیشتر میکروسکوپیهای که بدین منظور در دسترس هستند ، بزرگنمایی در حدود 5 تا 75 برابر دارند. بازرسی چشمی منحصر به سطح خارجی نمی شود. حساسه های بازرسی نوری ، از هر نوع صلب و انعطاف پذیر ، جهت بازرسی سطوح داخلی ساخته شده اند. حتی این حساسه ها را می توان در داخل حفره ها ، لوله ها و کانالها قرار داد

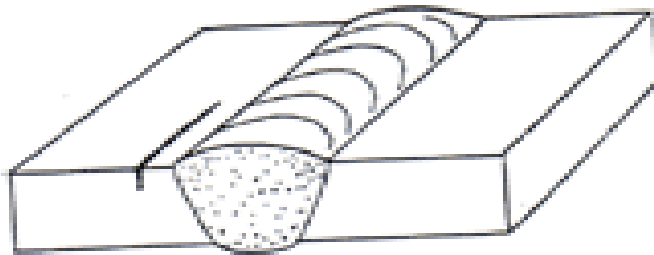


این عیوب جوشکاری به روش چشمی قابل رویت هستند

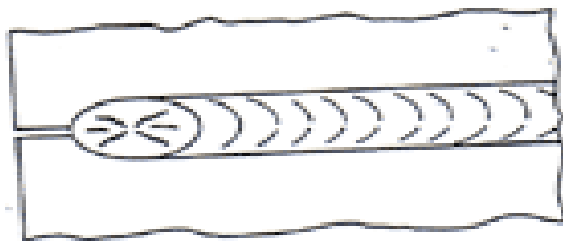
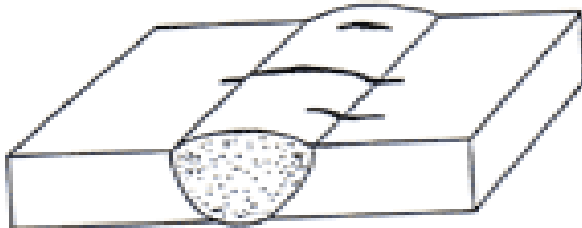
ترک طولی در سطح جوش



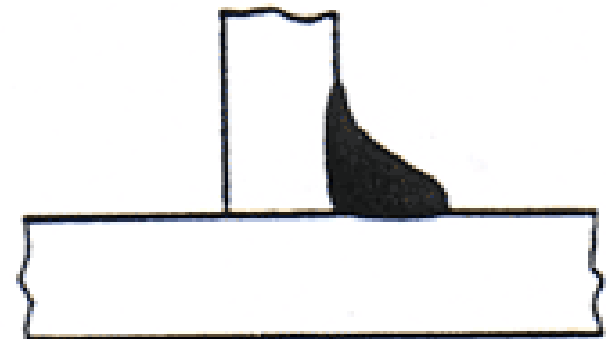
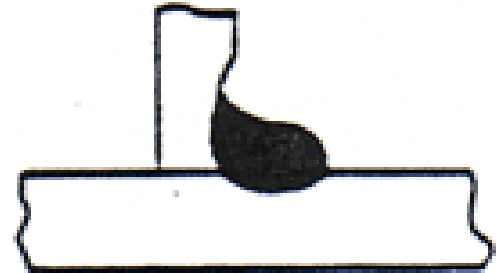
ترک طولی در فلز اصلی



ترک عرض

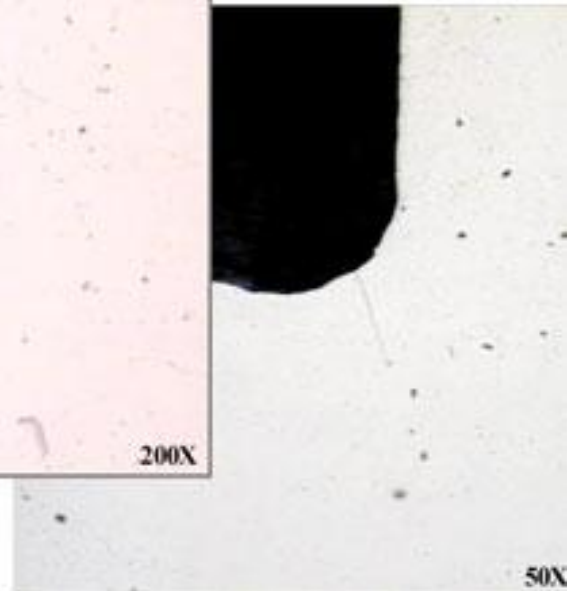
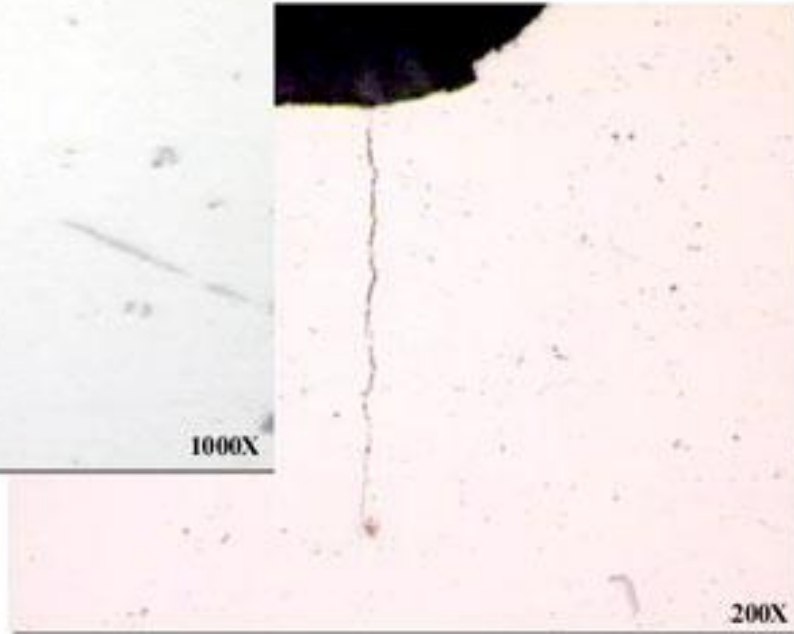


ترک آتشفشانی





The crack is closed at the surface due to metal smearing from a grit blasting operation.



## مزایا:

1. ارزان ترین و ساده ترین روش
2. این روش را در طی تمامی مراحل تولید بکار می گیریم QC.
3. روش مناسب N.D.T. را به کمک این روش تعیین می شود.
4. بیشتر برای عیوب سطحی می باشد (با چشم مسلح یا غیر مسلح)

## محدودیت ها:

1. عیوب زیر سطحی قابل شناسایی نمی باشد .
2. بکار گیری به تجربه شخص بستگی دارد .
3. در صورت غفلت بازرس خطا زیاد است .

# آزمایش های غیر مخرب

۱-آزمون ذرات مغناطیسی (MT)

۲-آزمون پرتو نگاری (ایکس و گاما)

۳-بازرسی با مواد نافذ:

a-آزمون با رنگ نافذ قرمز

b-آزمون با ماده نافذ حساس

۴-آزمون فرا صوتی

۵-آزمایش جریان گردابی



# بازرسی با مایع نافذ LIQUID PENETRATION TEST

بازرسی با مایعات نافذ یکی از روشهایی است که می‌تواند برای عیب یابی تعداد وسیعی از قطعات مورد استفاده قرار گیرد ، به شرطی که عیبه‌ها به صورت ترك در سطح قطعه ظاهر شوند. اساس روش بر این است که مایع نافذ بر اثر جاذبه موئینگی به درون ترکهای سطحی نفوذ کرده و پس از يك مرحله ظهور ، هر عیبی که به شکل ترك یا شکستگی در سطح قطعه وجود دارد ، با چشم رویت می‌شود. برای بهتر دیده شدن این ترکها ، مایع نافذ معمولاً به رنگهای روشن و قابل دید بوده و یا به ماده فلورسنت آغشته می‌شود. در حالت اول معمولاً برای رنگین نمودن مایع از رنگ قرمز استفاده می‌شود که با نور روز یا نور مصنوعی قابل دید باشد ، ولی در حالت دوم برای دیدن ترکها و درزها باید از نور فرابنفش استفاده شود. امروزه ، بازرسی با مایع نافذ ، یکی از مهمترین روشهای صنعتی است که برای مشخص نمودن انواع مختلف عیبه‌های سطحی مواد و قطعات ، مانند ترکها ، بریدگی‌ها و نواحی مک‌های سطحی ، مورد استفاده قرار می‌گیرد. این روش تقریباً برای هر نوع ماده و در هر اندازه‌ای ، چه بزرگ با شکل پیچیده و چه ساده ، قابل استفاده است و معمولاً برای بازرسی تولیدات ریختگی و کار شده فلزات آهنی و غیرآهنی ، آلیاژها ، سرامیک‌ها ، ظروف شیشه‌ای و مواد پلیمر به کار می‌رود.

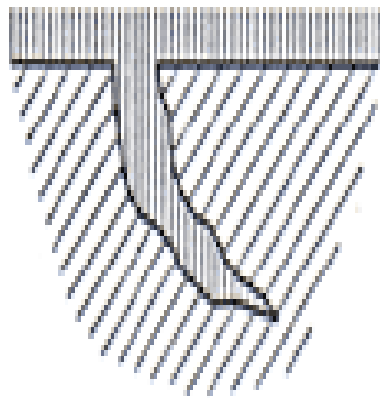
# مراحل انجام آزمایش مایع نافذ

- |                           |                    |
|---------------------------|--------------------|
| Surface Prepration        | 1. آماده سازی سطح  |
| Liquid Penetrant Applying | 2. اعمال مایع نافذ |
| Cleaning                  | 3. تمیز کاری       |
| Developer Applying        | 4. اعمال ماده ظهور |
| Inspection                | 5. بازرسی          |

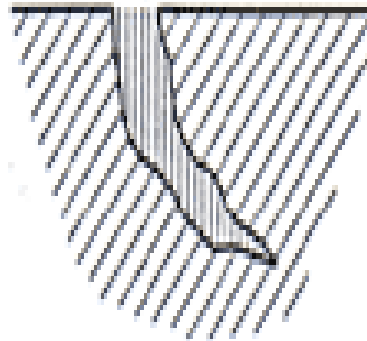
# شماتیک عملکرد مایع نافذ

منطقه قابل روئیت

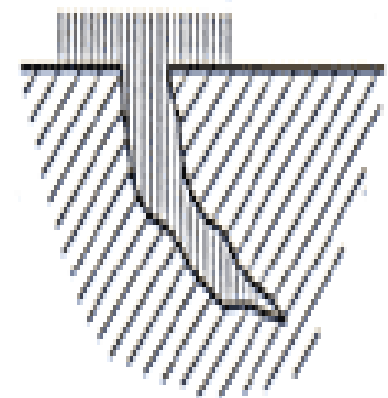
در زمینه سفید



نفوذ مایعات نافذ به درون عیب

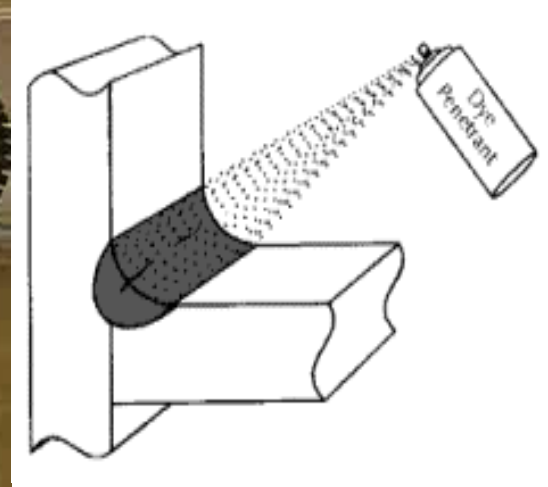


زدودن مایعات اضافی از سطح قطعه



پاشیدن ماده ظاهر کننده سفید





# انواع مایع نافذ:

1. مایع نافذ فلورسنتی  
fluorescent penetrant
2. مایع نافذ باریک مشخص  
visible\_dye penetrant

# انواع مواد ظهور :

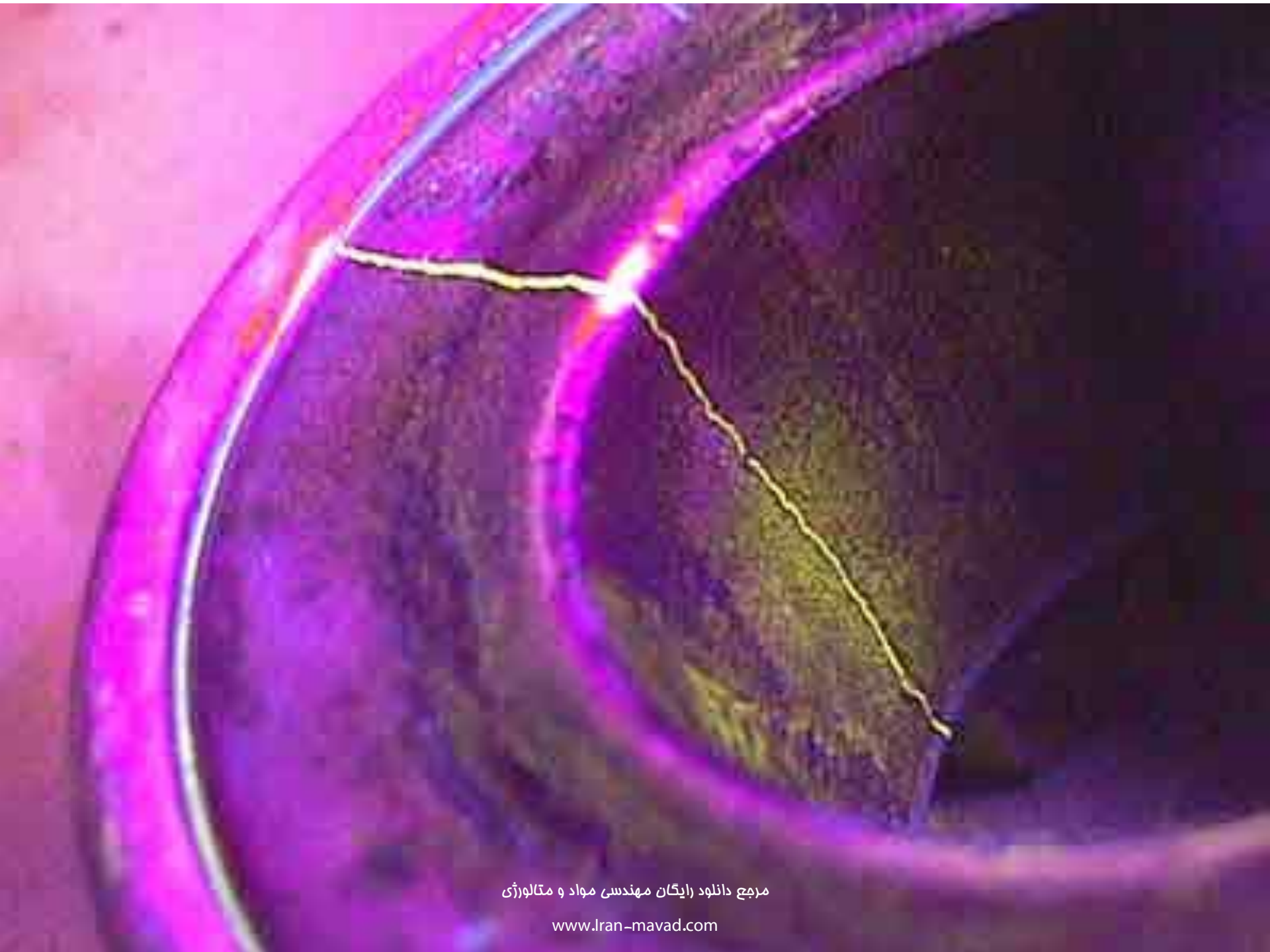
- |                     |                      |
|---------------------|----------------------|
| dry(powder)         | 1. خشک (پودر)        |
| water souble        | 2. حل شده در آب      |
| water suspendible   | 3. معلق در آب        |
| solvent souble      | 4. حل شده در یک حلال |
| solvent suspendible | 5. معلق در یک حلال   |



مجموعه دانش و رایگان مهندسی مواد و متالورژی

[www.Iran-mavad.com](http://www.Iran-mavad.com)

Copyright 2000 - Digital Research & Development



## مزایا :

1. عیوب سطحی شناسایی می شود.
2. به شکل جنس قطعه بستگی ندارد .
3. ساده و ارزان است .
4. شکل و اندازه تقریبی عیب مشخص است .

## محدودیت ها:

1. عیوب زیر سطحی را نشان نمی دهد .
2. تغییر رنگ دائمی نیست .
3. مواد مصرفی سمی است .
4. در ماندن باعث خوردگی می شود .

# MAGNETIC PARTICLE TEST

## آزمایش ذرات مغناطیسی

بازرسی با ذرات مغناطیسی ، روش حساسی برای ردیابی عیوب سطحی و برخی نقصهای زیر سطحی قطعات **فرو**

**مغناطیسی** است. پارامترهای اساسی فرآیند به مفاهیم نسبتاً ساده‌ای بستگی دارد. هنگامی که یک قطعه

فرومغناطیسی ، مغناطیس می‌شود ، ناپیوستگی مغناطیسی که تقریباً در راستای عمود بر جهت میدان مغناطیسی واقع

است ، موجب ایجاد یک میدان نشتی قوی می‌شود. این میدان نشتی در رو و بالای سطح قطعه مغناطیس شده حضور

داشته و می‌تواند آشکارا توسط ذرات ریز مغناطیسی دیدپذیر شود. پاشیدن ذرات خشک یا ذرات مرطوب با یک مایع

محلول بر روی سطح قطعه ، موجب تجمع ذرات مغناطیسی روی خط گسل خواهد شد. بنابراین پل مغناطیسی

تشکیل شده ، موقعیت ، اندازه و شکل ناپیوستگی را نشان می‌دهد. یک قطعه را می‌توان با به کار بردن آهنرباهای

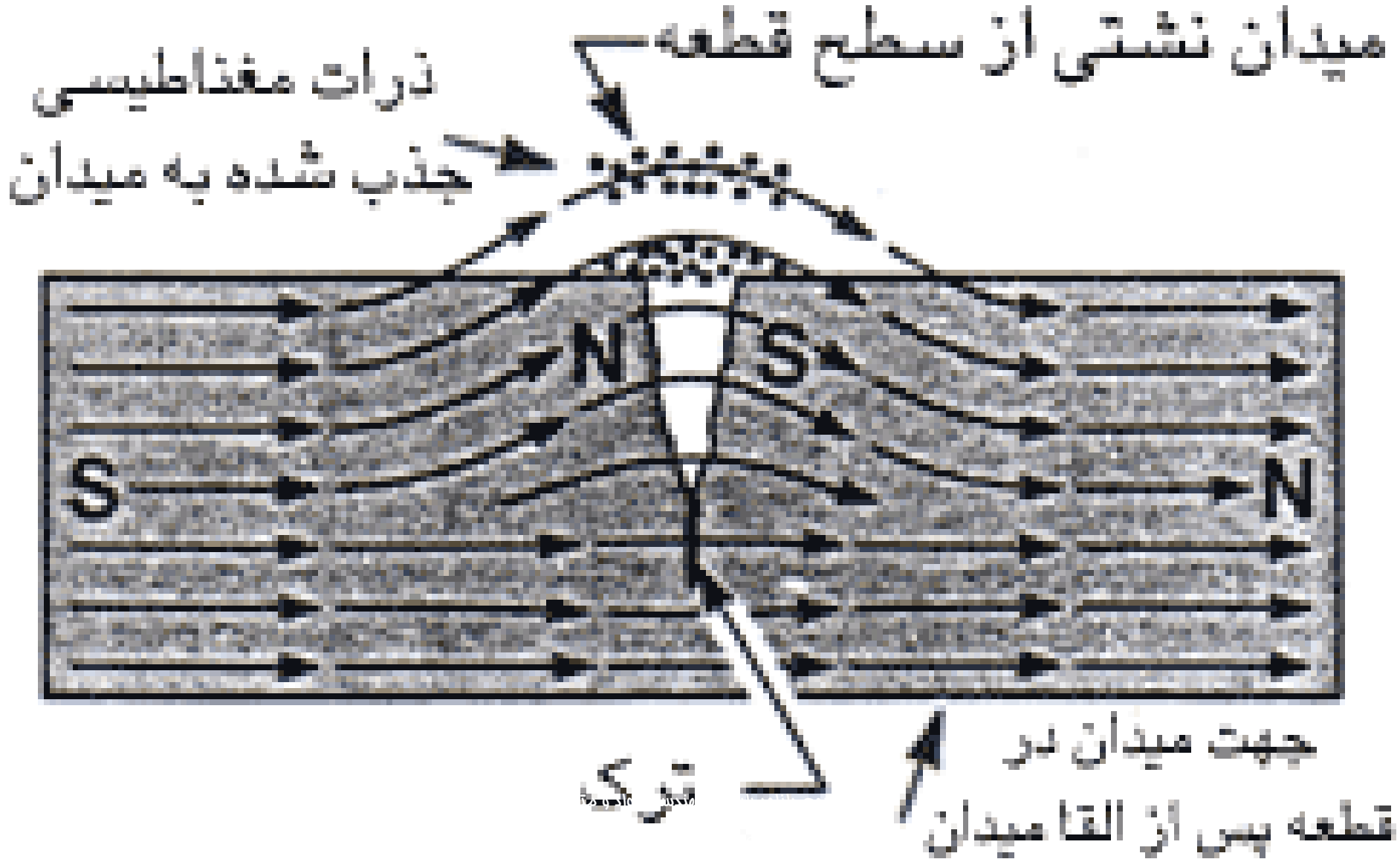
دائم ، آهنرباهای الکتریکی و یا عبور یک جریان قوی از درون یا برون قطعه ، مغناطیس کرد. با توجه به این که با

روش آخر می‌توان میدانهای مغناطیسی با شدت زیاد در داخل قطعه ایجاد کرد ، این روش به صورت گسترده‌ای در

کنترل کیفی محصول به کار می‌رود زیرا این روش حساسیت خوبی برای شناسایی عیوب قطعات و آشکارسازی آنها

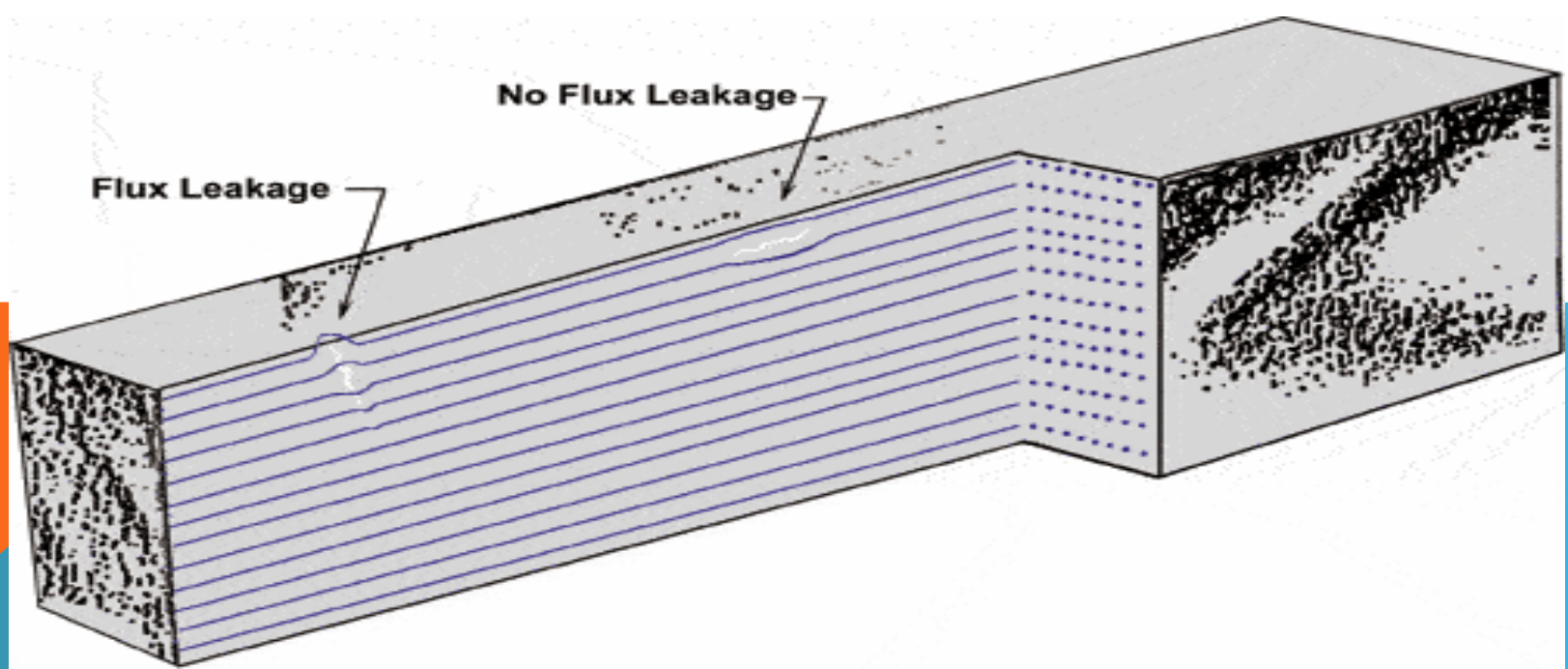
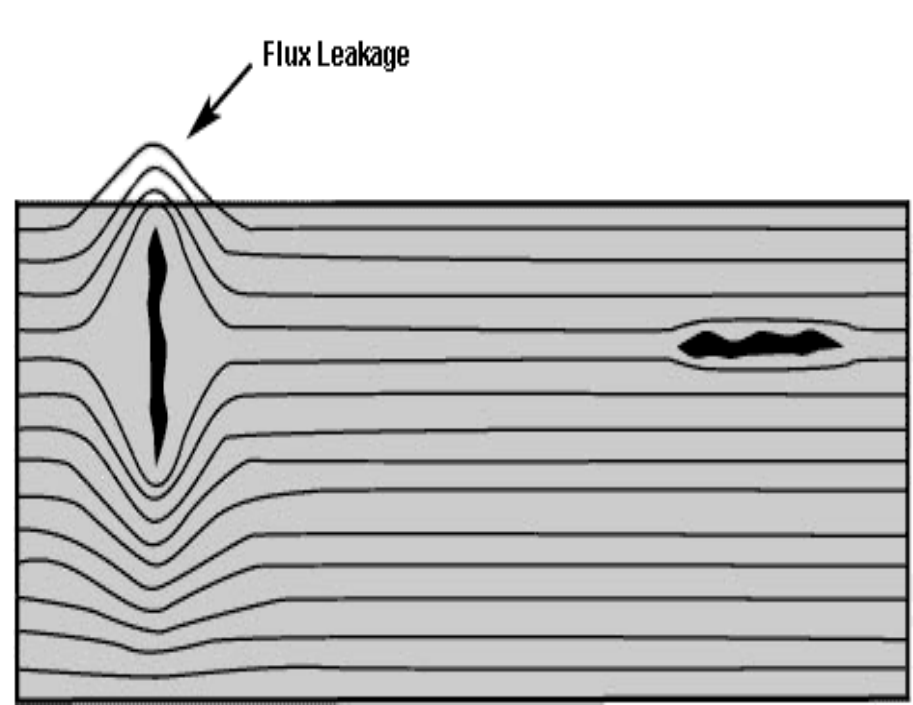
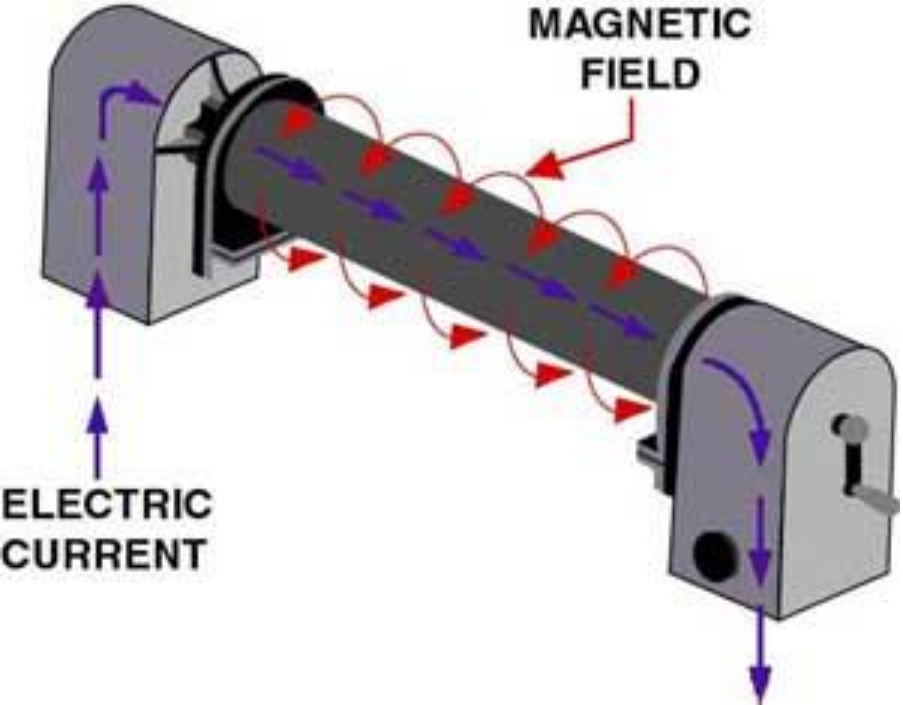


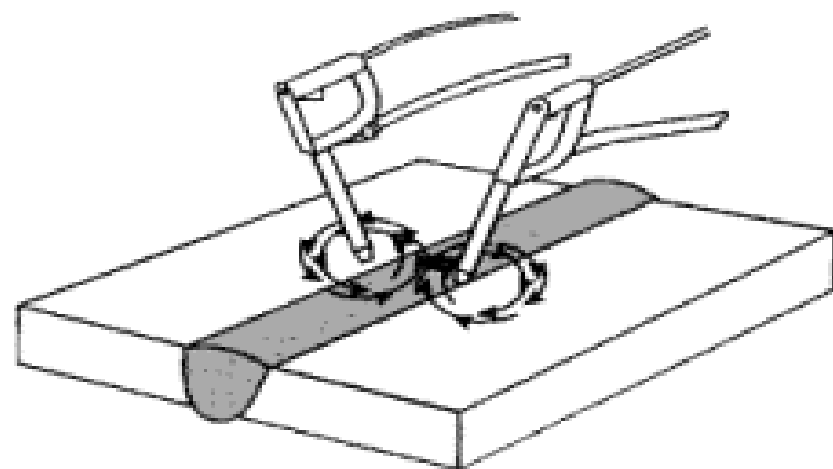
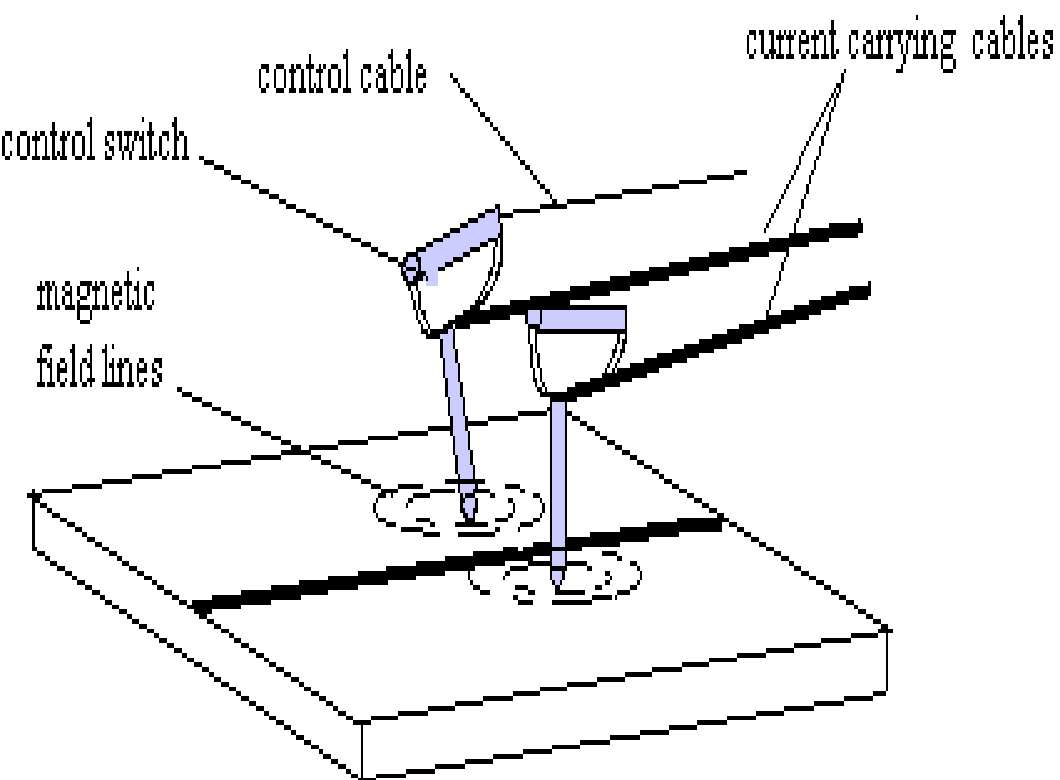
# مکانیزم عملکرد ذرات مغناطیسی:

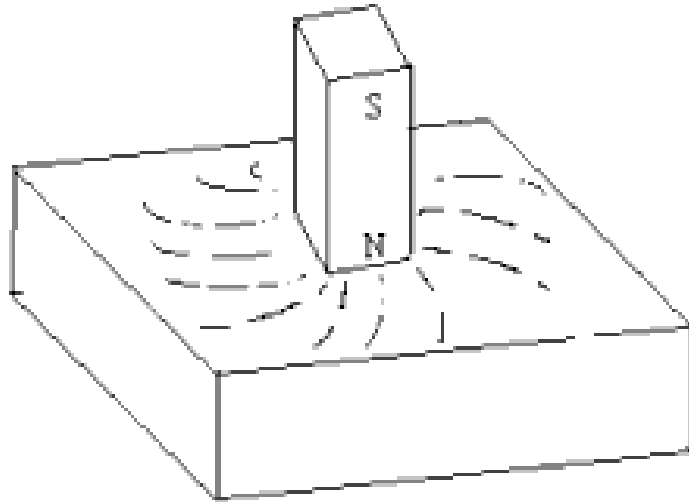




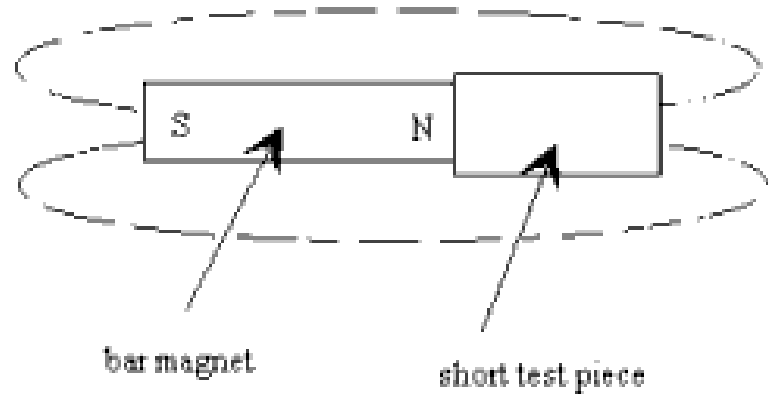




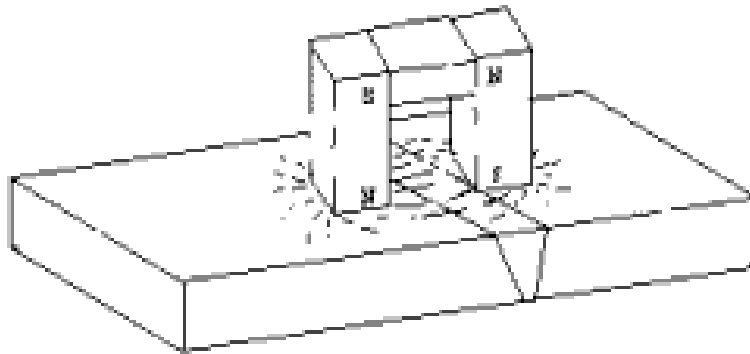




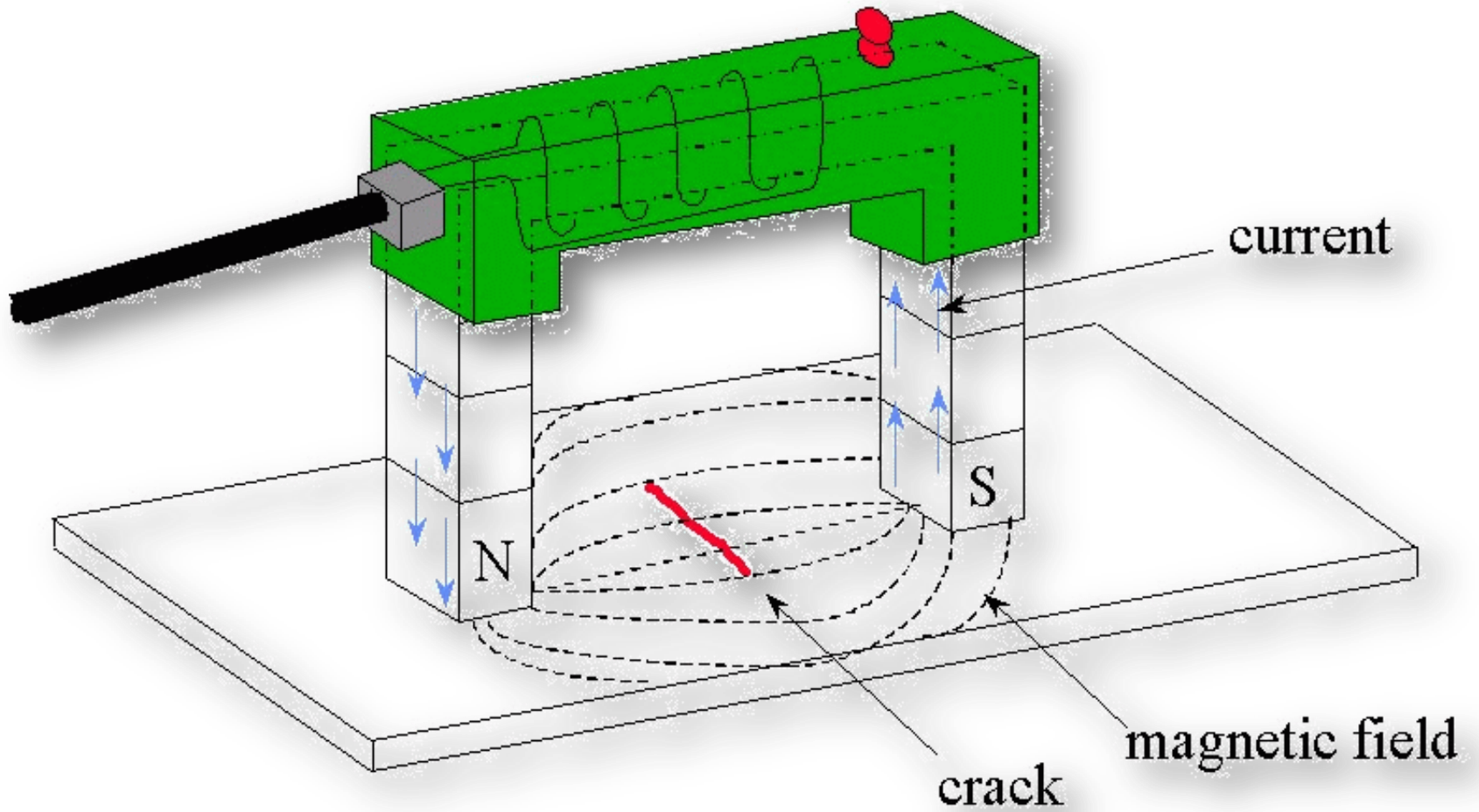
a) Radial field associated with single pole contact

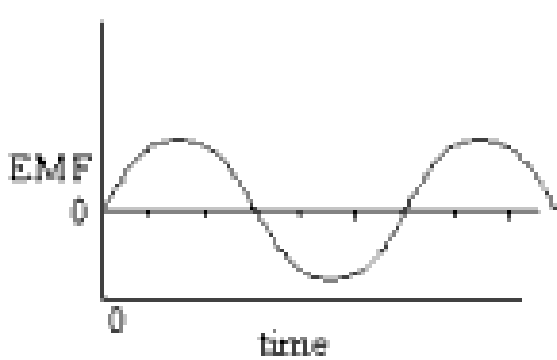


b) Extension of field into test piece

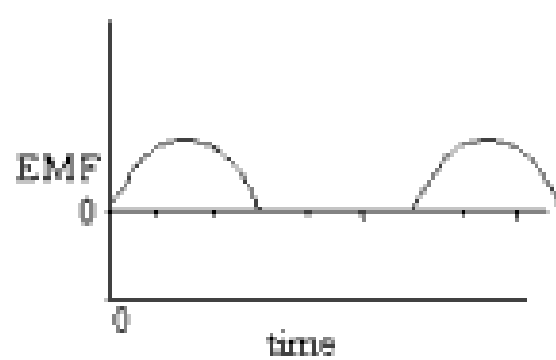


c) Linear field between poles of yoke

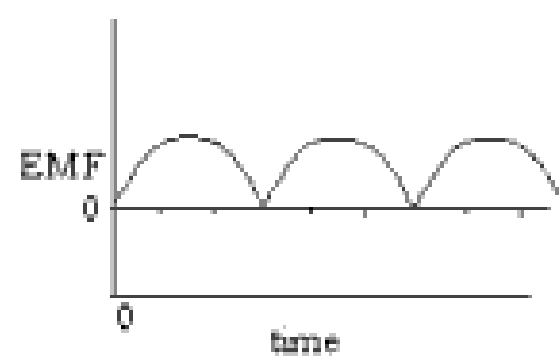




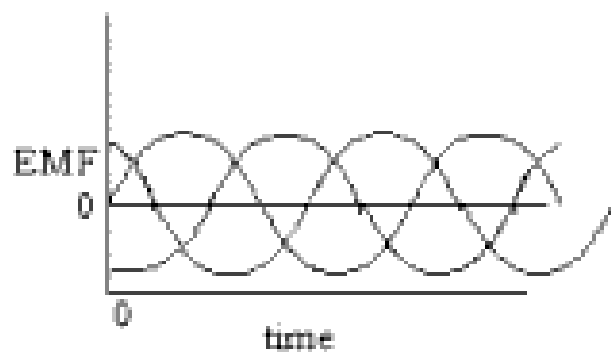
Simple single phase AC



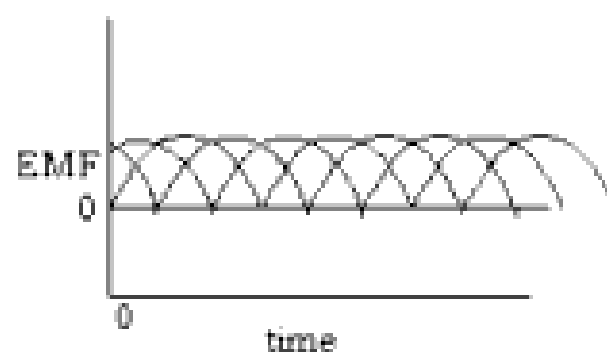
Single phase half wave rectified AC



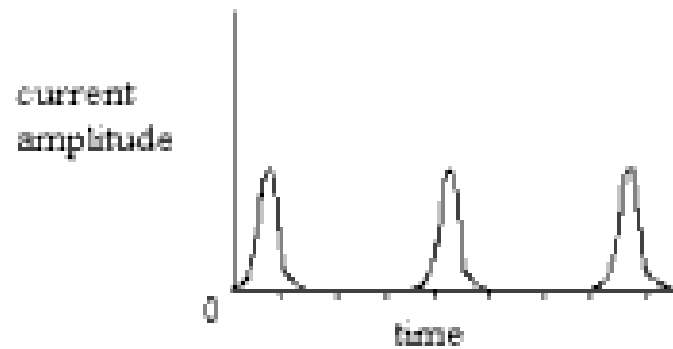
Single phase full wave rectified AC



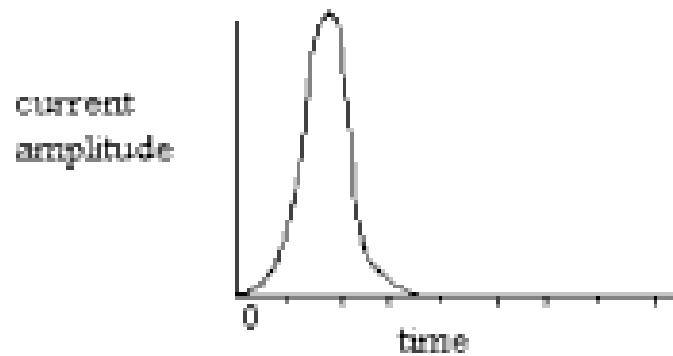
Three phase AC



Three phase full wave rectified AC



Pulsed magnetization



Impulse or Flash magnetization



## روشهای مغناطیس کردن قطعات :

1. ایجاد شدن میدان مغناطیسی به صورت دایره ای .
2. ایجاد شدن میدان مغناطیسی به صورت طولی .

## روشهای اعمال ذرات مغناطیسی:

1. روش باقیمانده
2. روش پیوسته

## انواع جریان مغناطیس کننده :

1. جریان متناوب
2. جریان مستقیم

# روشهای ایجاد میدان مغناطیسی

1. روش بکارگیری یوک

2. روش بکارگیری هادی مرکزی

3. روش تماس مستقیم

# ذرات مغناطیسی

از نظر رنگ:

1. رنگی هستند: قرمز , زرد, سیاه و ...
2. با پوششی از مواد فلورسنت می باشند.

از نظر سیال حامل :

1. معلق در هوا (روش خشک )
2. معلق در مایع (روش تر )

از نظر اندازه :

1. ذرات درشت
2. ذرات ریز

از نظر شکل:

1. دراز و باریک
2. کروی شکل

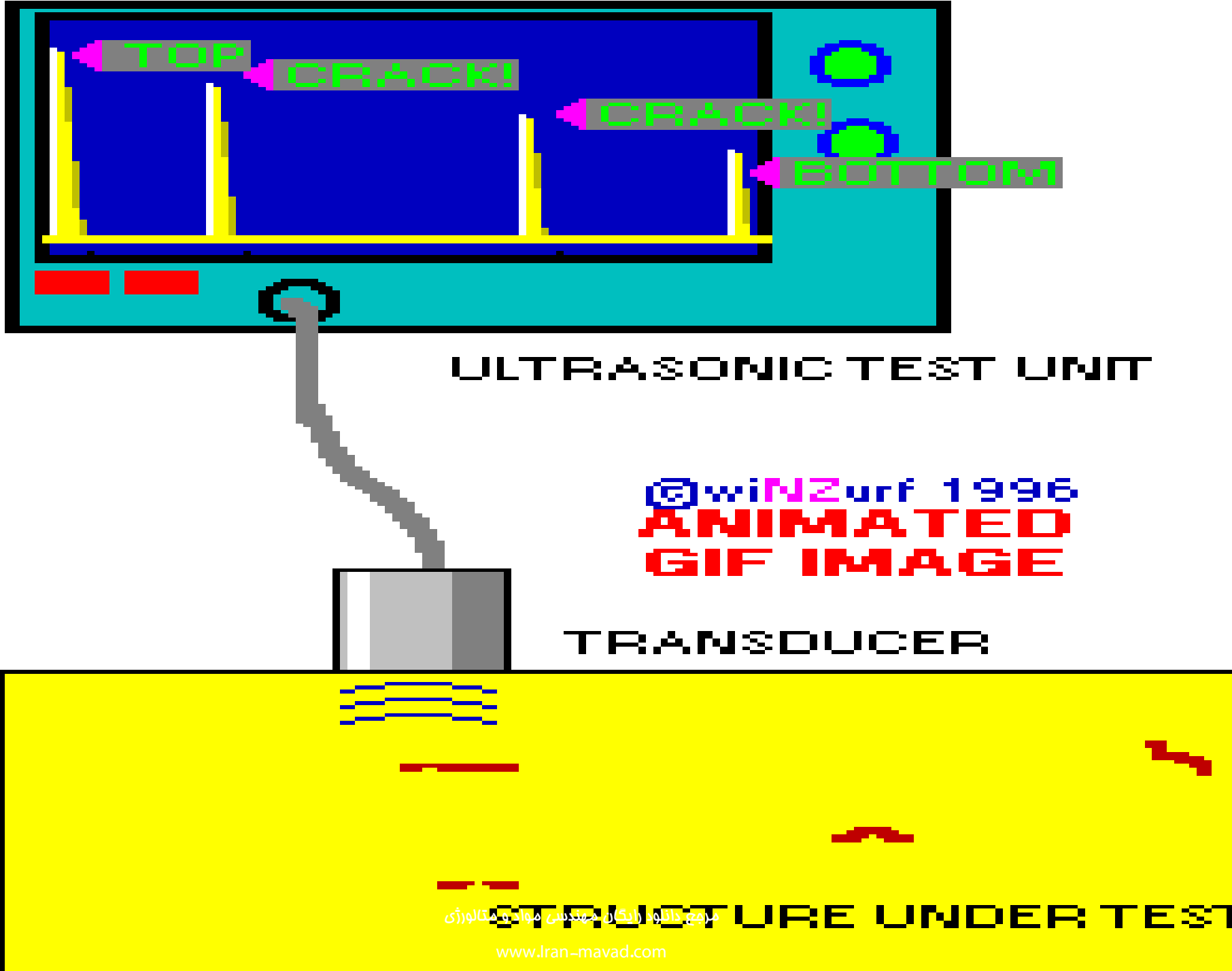
## مزایا :

1. برای ترکهای خیلی ریز .
2. برای ناپیوستگی های زیر سطحی .
3. حساسیت بازرسی بالاست .
4. در ضمن تولید و درانتهای کار در حین کار قطعه قابل انجام است .

## معایب :

1. برای مواد فرو مغناطیس است .
2. جهت جریان باید عمود بر ترک باشد .
3. معمولاً دویاچند مرتبه باید انجام شود .
4. بسته به عمق ترک میدان باید قویتر باشد.

در این روش ، امواج صوتی با بسامد 5/0 تا 20 مگاهرتز به درون قطعه فرستاده می شود. این موج پس از برخورد به سطح مقابل قطعه باز تابیده می شود. با توجه به زمان رفت و برگشت این موج ، می توان ضخامت قطعه را تعیین کرد. حال اگر یک عیب در مسیر رفت و برگشت موج باشد ، از این محل هم موجی بازتابیده خواهد شد که اختلاف زمانی نسبت به مرحله اول ، محل عیب را مشخص می کند. روشهای فراصوتی به طور گسترده ای برای آشکارسازی عیوب داخلی مواد به کار می روند ولی می توان از آنها برای آشکارسازی ترکهای کوچک سطحی نیز استفاده کرد.



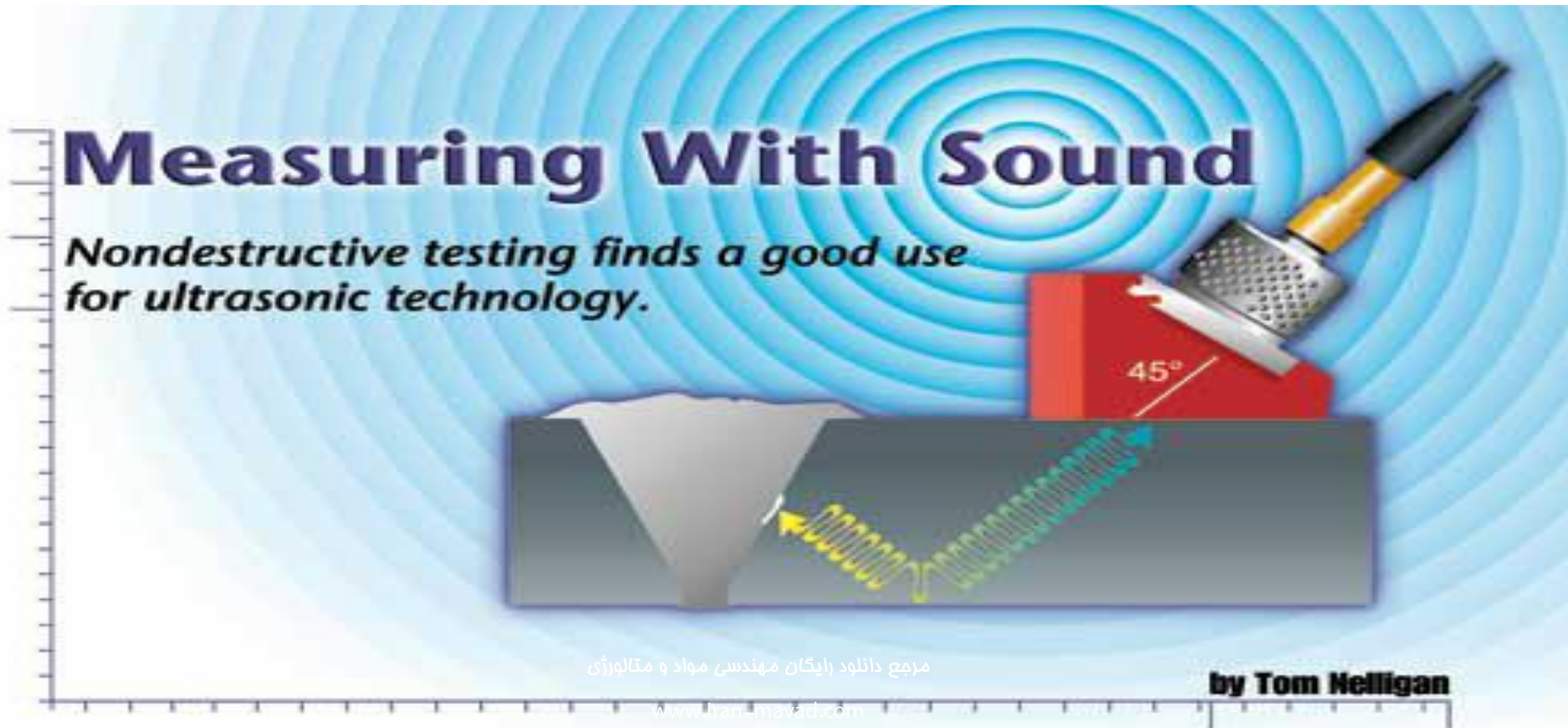
# مزایا :

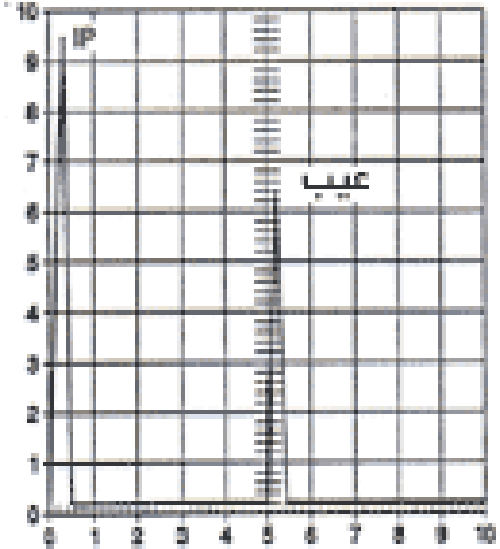
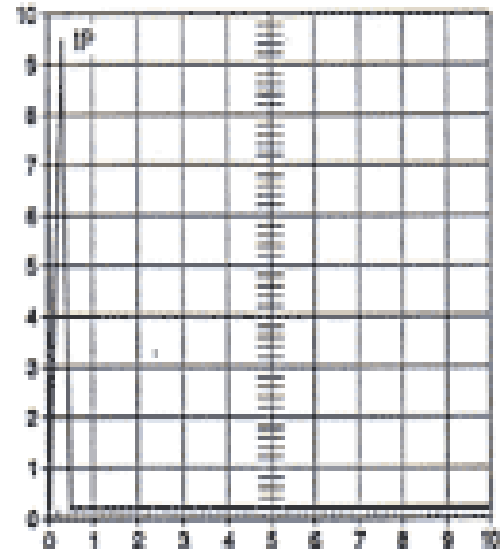
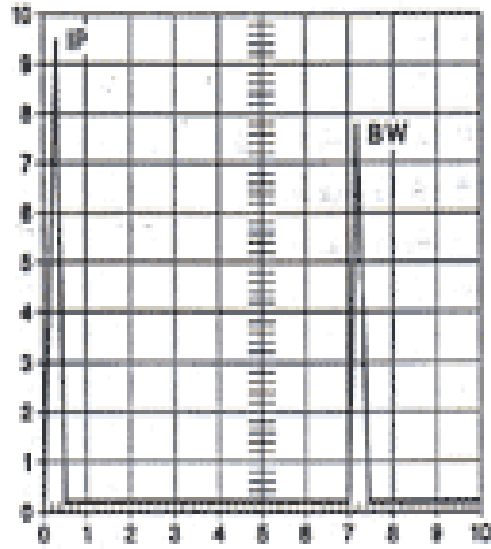
1. این روش متداول ترین آزمون است .
2. مکان دقیق عیب را نمایش میدهد.
3. کلیه عیوب را نشان می دهد (سطحی و زیر سطحی).
4. **LOP & LOF** را به راحتی نمایش میدهد .
5. قابلیت اتصال به کامپیوتر و پرینتر را دارد .
6. در کلیه مناطق قابل استفاده است .
7. بلافاصله نتایج آزمون مشخص میگردد.
8. آلودگی زیست محیطی ندارد .
9. برای انسان خطر آفرین نیست .



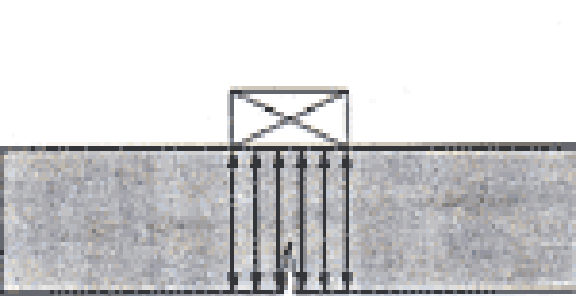
معایب :

1. نسبت PT,MT بسیار گران است.
2. اپراتور به تخصص بالایی نیز دارد .
3. در تشخیص عیوب بزرگ مشکل دارد (بزرگتر از اندازه پراپ).

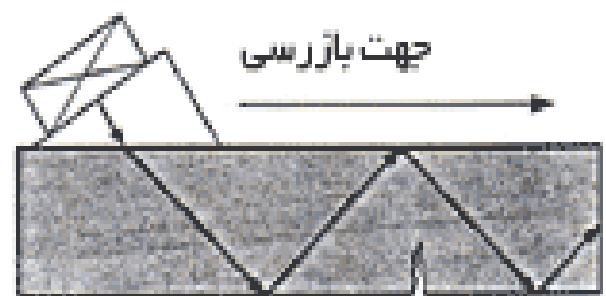




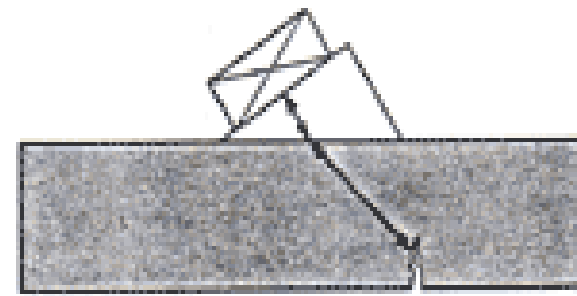
وقتی شکل عیب موازی جهت امواج بازرسی کننده باشد ، بازرسی با حسگر  
 صفر درجه بجای نتایج مطلوب بازرسی ، اثری در نمایش دهنده ایجاد نمی کند



(A)



(B)

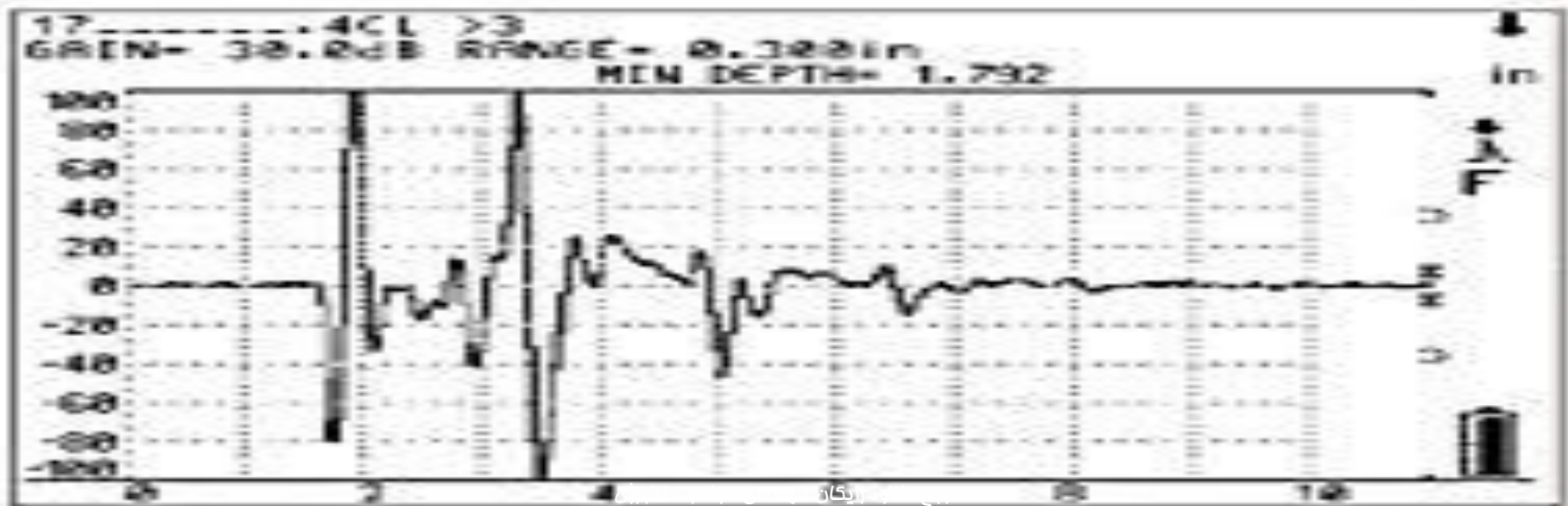


(C)

در این مواقع حسگرهای زاویه دار راحت عیوب را آشکار می کنند

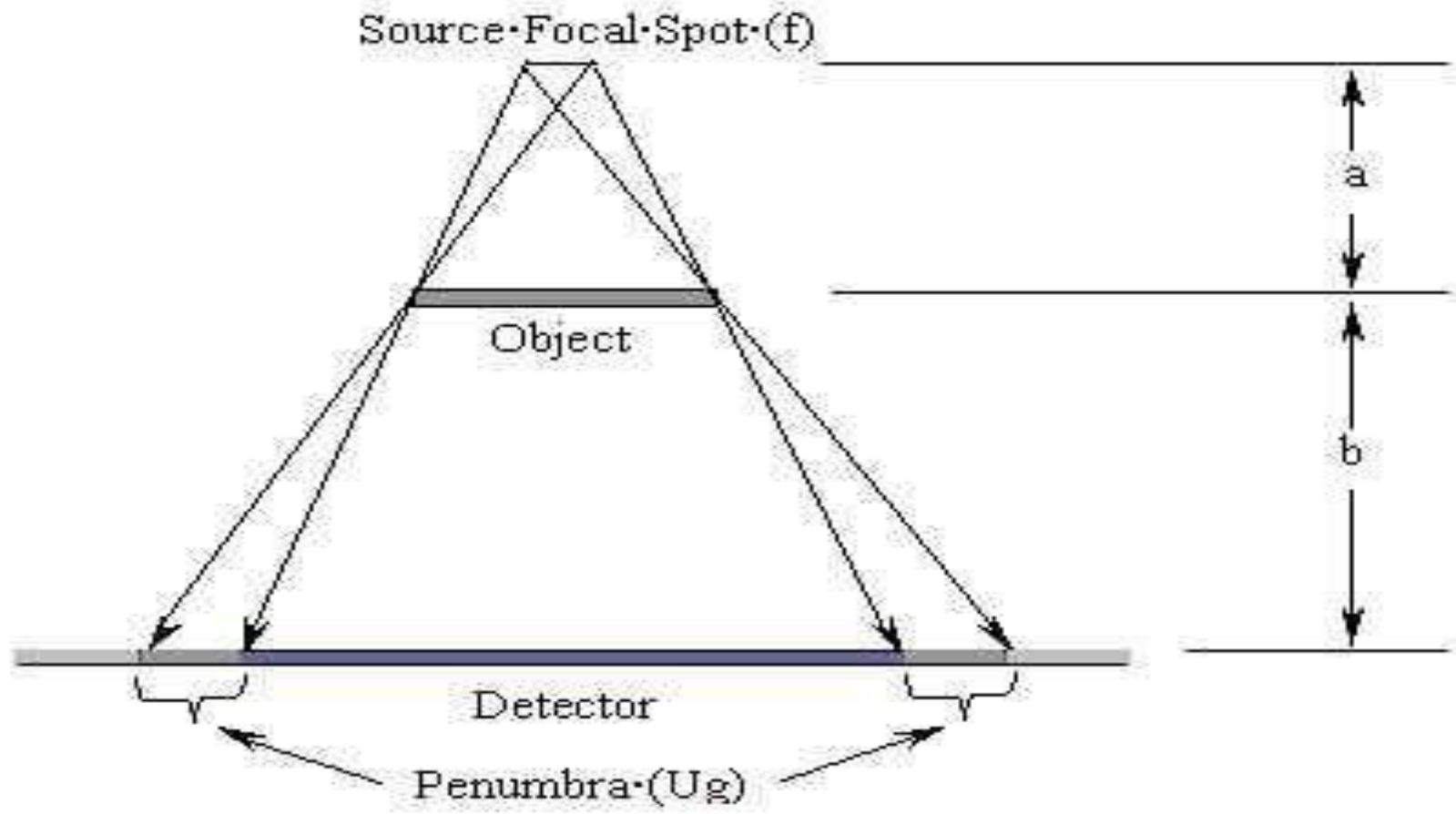


Figure 2: Damaged Part's Echo Pattern

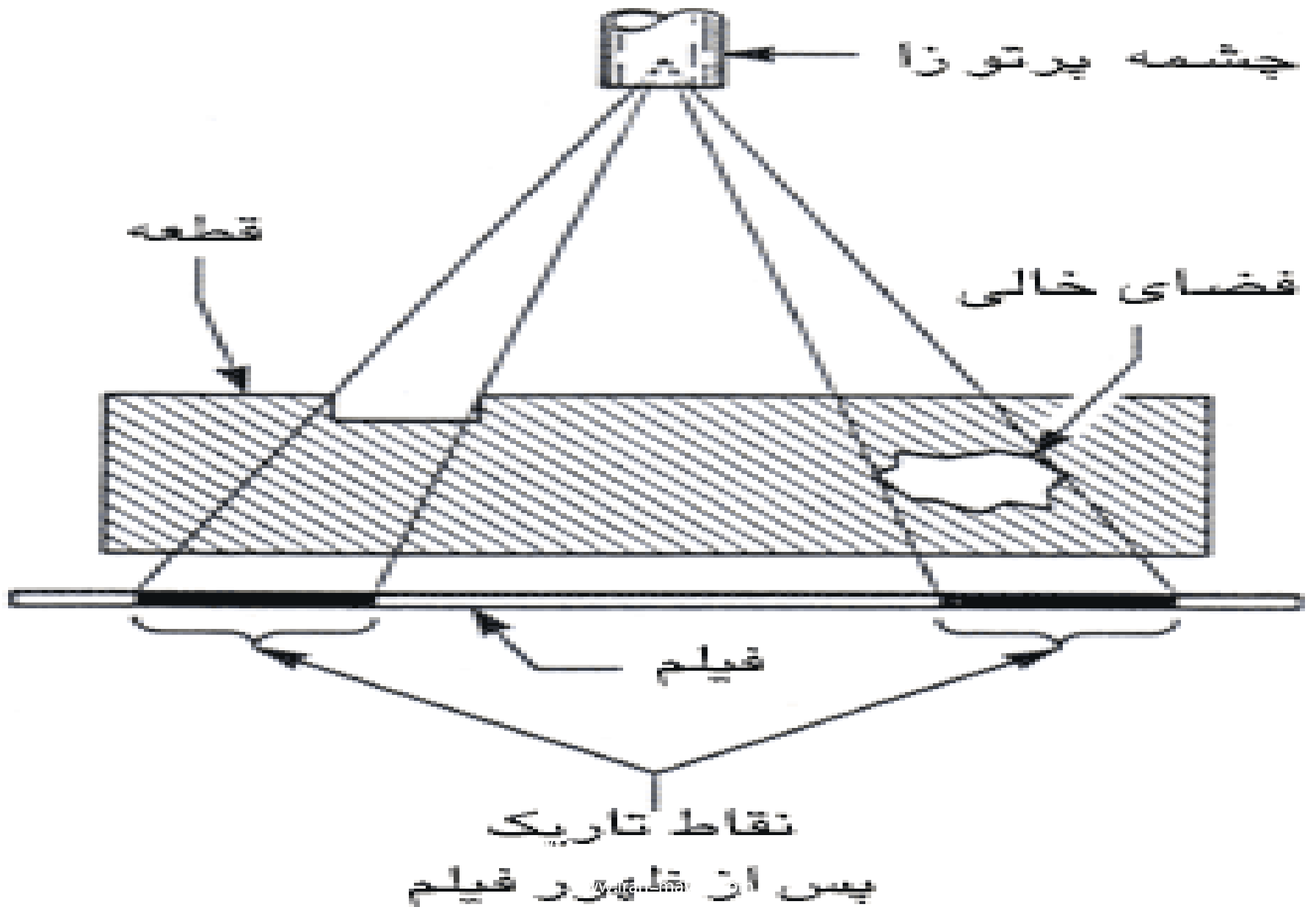


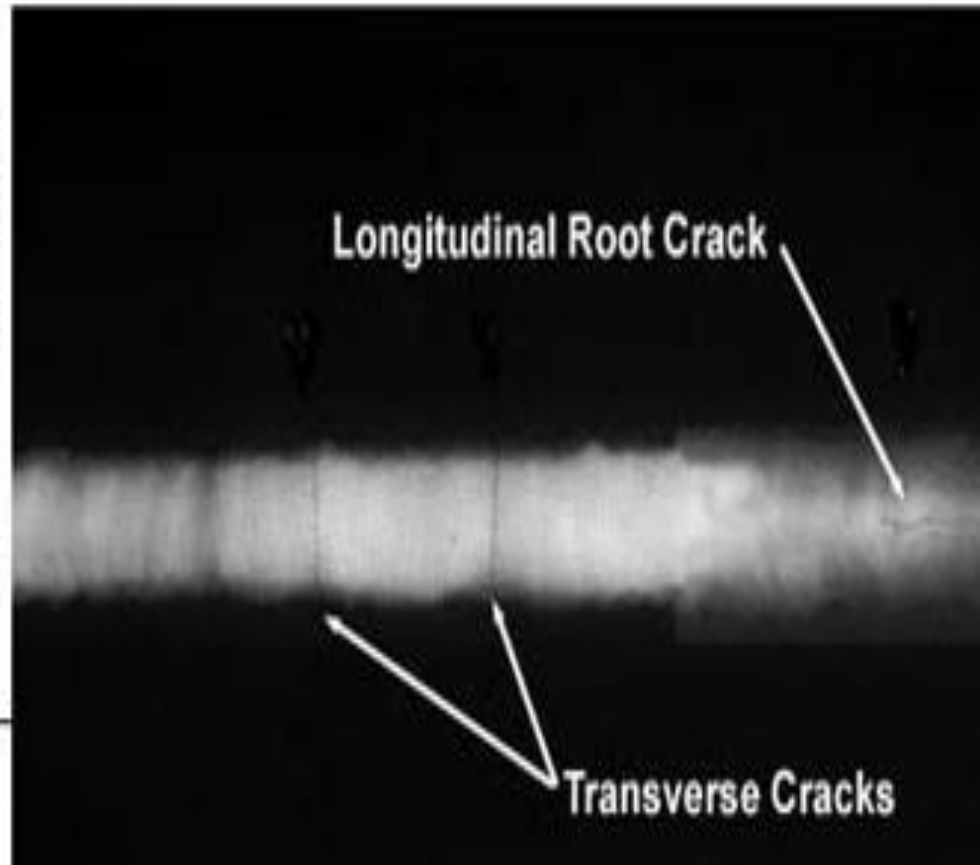
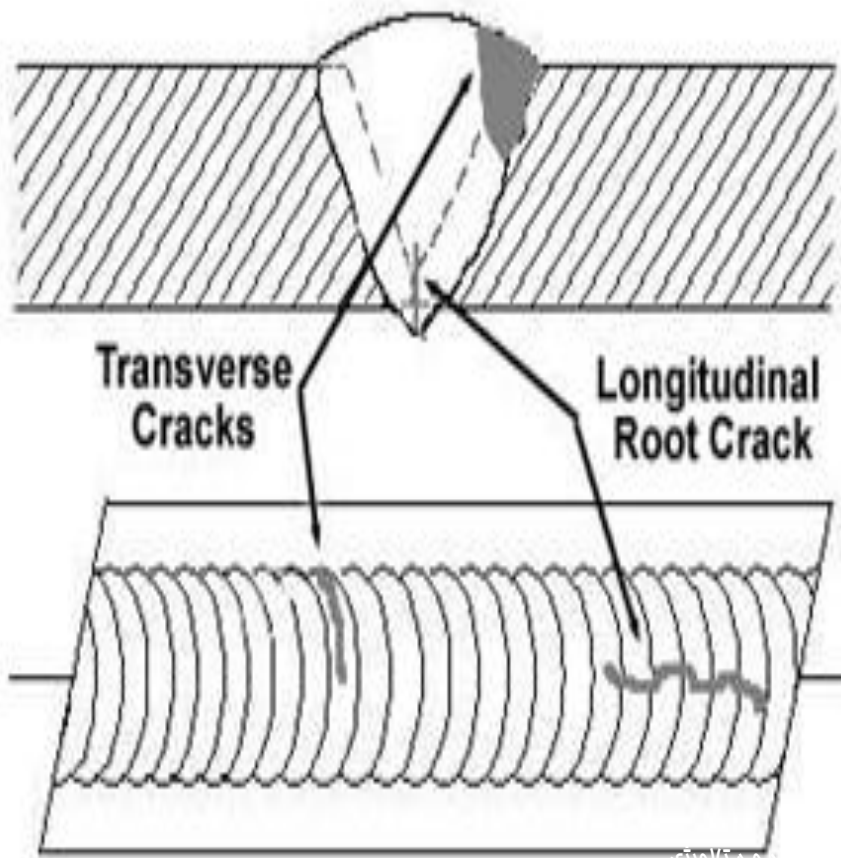
# آزمون پرتو نگاری

در این آزمون از دو پرتو ایکس و گاما استفاده می گردد.  
نوع و محل عیوب داخلی و بسیار ریز (میکروسکوپی) جوش را نشان می دهد.  
فیلم به دست آمده از پرتو نگاری با اشعه ایکس را ایکس نگار و فیلم حاصله از اشعه گاما را گاما نگار نامند.



$$Ug = f * \frac{b}{a}$$







مرجع دانش رایگان مهندسی مواد و متالورژی

[www.Iran-mavad.com](http://www.Iran-mavad.com)



# مزایا:

1. این روش میتواند وجود، اندازه و مکان عیب را مشخص کند.
2. مدارک قابل مستند دارد.
3. عیوب با هر اندازه‌ای را نمایش می دهد .
4. به آماده سازی اولیه زیادی نیاز ندارد .

## محدودیت ها :

1. بسیار گران است .
2. برای موجودات ضرر دارد .
3. نتیجه آزمایش مدتی طول می کشد (عکسبرداری , ظهور , ثبوت , تفسیر).
4. نیاز به تخصص دارد .
5. احتمال سوختن و خراب شدن فیلم وجود دارد .
6. قابلیت تشخیص عیب فقط در راستای  $X, Y$  می باشد .
7. هزینه مواد اولیه بالاست .

# THE END

# منابع و مآخذ

[www.tigwelding.com](http://www.tigwelding.com)

[www.Ultrasonic testing.com](http://www.Ultrasonic testing.com)

[www.Quality control engineers at Mister, Inc\\_protect the integr.htm](http://www.Quality control engineers at Mister, Inc_protect the integr.htm)

[www.Aerial Inspection - Aerial Device Testing - Eddy Current Inspection.htm](http://www.Aerial Inspection - Aerial Device Testing - Eddy Current Inspection.htm)

[www.KV Inspection Services - Nondestructive Testing \(NDT\) - Liquid Dye Penetrant Inspection.htm](http://www.KV Inspection Services - Nondestructive Testing (NDT) - Liquid Dye Penetrant Inspection.htm)