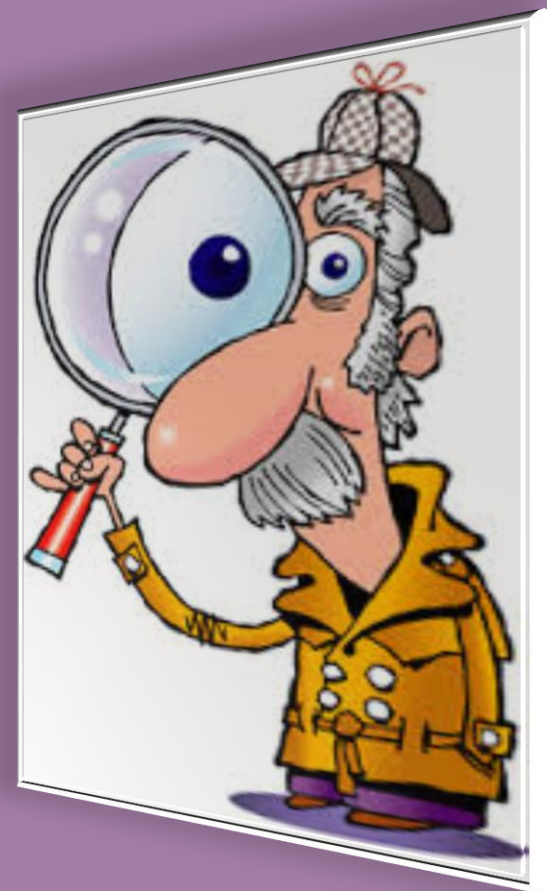


# آزمون‌های غیرمخرب

حفاظت در برابر اشعه: پرتونگاری صنعتی  
(ویرایش نخست - ۱۳۹۵)



# آنچه می‌آموزید!



# عناوین

آزمون‌ها

انواع معایب

چشمی

مایعات نافذ

ذرات  
مغناطیسی

جریان  
گردابی

فراصوتی

پرتونگاری

جمع‌بندی

- آزمون غیرمخرب (NDT): تعریف و ضرورت آن
- انواع معایب موجود در قطعات
- روش‌های آزمون غیرمخرب: آزمون چشمی (VT)
- روش‌های آزمون غیرمخرب: آزمون مایعات نافذ (PT)
- روش‌های آزمون غیرمخرب: آزمون ذرات مغناطیسی (MT)
- روش‌های آزمون غیرمخرب: آزمون جریان گردابی (ET)
- روش‌های آزمون غیرمخرب: آزمون فراصوتی (UT)
- روش‌های آزمون غیرمخرب: آزمون پرتونگاری (RT)

**جمع‌بندی**  
ویرایش نخست ۱۳۹۵

حفاظت در برابر اشعه: پرتونگاری صنعتی

# اهمیت یافتن خرابی‌های پنهان

آزمون‌ها

انواع معایب

چشمی

مایعات نافذ

ذرات  
مغناطیسی

جریان  
گردابی

فراصوتی

پرتونگاری

جمع‌بندی

• نتیجه‌ی نیافتن خرابی‌های پنهان در اجسام چه می‌تواند باشد؟

– سقوطِ هواپیما،

– تخریبِ ساختمان،

– انفجارِ مخزن،

– .....

# روش یافتن خرابی‌های پنهان

آزمون‌ها

انواع معایب

چشمی

مایعات نافذ

ذرات  
مغناطیسی

جریان  
گردابی

فراصوتی

پرتونگاری

جمع‌بندی

• آیا جوش این لوله  
حباب دارد یا نه؟



• چه‌گونه بفهمیم درون  
این جسم ترک دارد یا  
نه؟



# آزمون‌های عیب‌یابی

آزمون‌ها

انواع معایب

چشمی

مایعات نافذ

ذرات  
مغناطیسی

جریان  
گردابی

فراصوتی

پرتونگاری

جمع‌بندی



آزمون مخرب

• قطعه آسیب می‌بیند.



آزمون غیرمخرب

• قطعه آسیب

نمی‌بیند.

# انواع معایب ممکن در قطعات

آزمون‌ها

انواع معایب

چشمی

مایعات نافذ

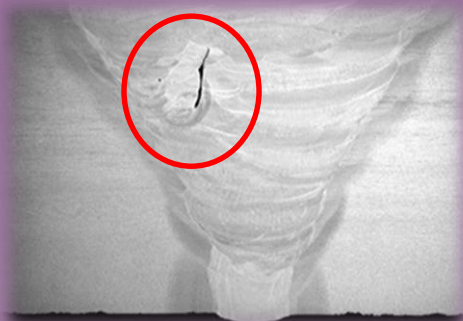
ذرات  
مغناطیسی

جریان  
گردابی

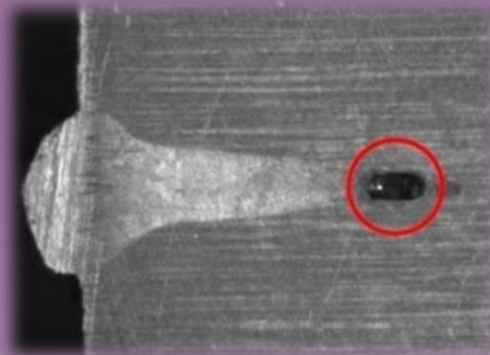
فراصوتی

پرتونگاری

جمع‌بندی



ترک



تخلخل



پاشش



حفره

# آزمون چشمی: اصول و کاربرد

آزمون‌ها

انواع معایب

چشمی

مایعات نافذ

ذرات  
مغناطیسی

جریان  
گردابی

فراصوتی

پرتونگاری

جمع‌بندی

- اصول کار: استفاده از توانایی‌های ذاتی چشم و مغز انسان.
- کاربرد: بررسی هر ویژگی‌ای که قابل دیدن باشد:
  - بررسی وضعیت سطوح قطعات تحت بررسی (ناپیوستگی‌های سطحی).
  - ترک، حفره، خوردگی، تورفتگی، ...
  - بررسی شکل ظاهری قطعات تحت بررسی (ابعاد)
  - یافتن نشتی‌ها.



به اندازه‌ی چشم‌ام به او اعتماد دارم!



# آزمون چشمی: ابزار

• ابزار نوری



آینه



ذره بین

میکروسکپ



بروسکپ

کرالر



آزمون‌ها

انواع معایب

چشمی

مایعات نافذ

ذرات  
مغناطیسی

جریان  
گردابی

فراصوتی

پرتونگاری

جمع‌بندی

# آزمون چشمی: ابزار (ادامه)

## • ابزار اندازه گیری



کولی



گیج  
کمبریج



گیج

ویرایش نخست ۳۹۵ فیلت

حفاظت در برابر اشعه: پرتونگاری صنعتی

آزمون‌ها

انواع معایب

چشمی

مایعات نافذ

ذرات  
مغناطیسی

جریان  
گردابی

فراصوتی

پرتونگاری

جمع بندی

# آزمون مایعات نافذ: اصول

- روشی برای یافتن ناپیوستگی‌هایی که به سطح اجسام راه دارند.
- اصول کار: نفوذ رنگ در ناپیوستگی‌ها و قابل دیدن کردن آن‌ها.



آزمون‌ها

انواع معایب

چشمی

مایعات نافذ

ذرات  
مغناطیسی

جریان  
گردابی

فراصوتی

پرتونگاری

جمع‌بندی

# آزمون مایعات نافذ: کاربرد

- یافتن ناپیوستگی‌های سطحی به نسبت عمیق در اجسام نامتخلخل.  
– آزمون قطعات خودرو، هواپیما، قطار، ...

آزمون‌ها

انواع معایب

چشمی

مایعات نافذ

ذرات  
مغناطیسی

جریان  
گردابی

فراصوتی

پرتونگاری

جمع‌بندی

# آزمون مایعات نافذ: ابزار

- پاک کننده
- مایع نافذ
- فلورسنت
- مرئی
- آشکارساز (developer)



یک نوع پاک کن نده

یک نوع نفوذکننده

یک نوع آشکارساز

آزمون‌ها

انواع معایب

چشمی

مایعات نافذ

ذرات  
مغناطیسی

جریان  
گردابی

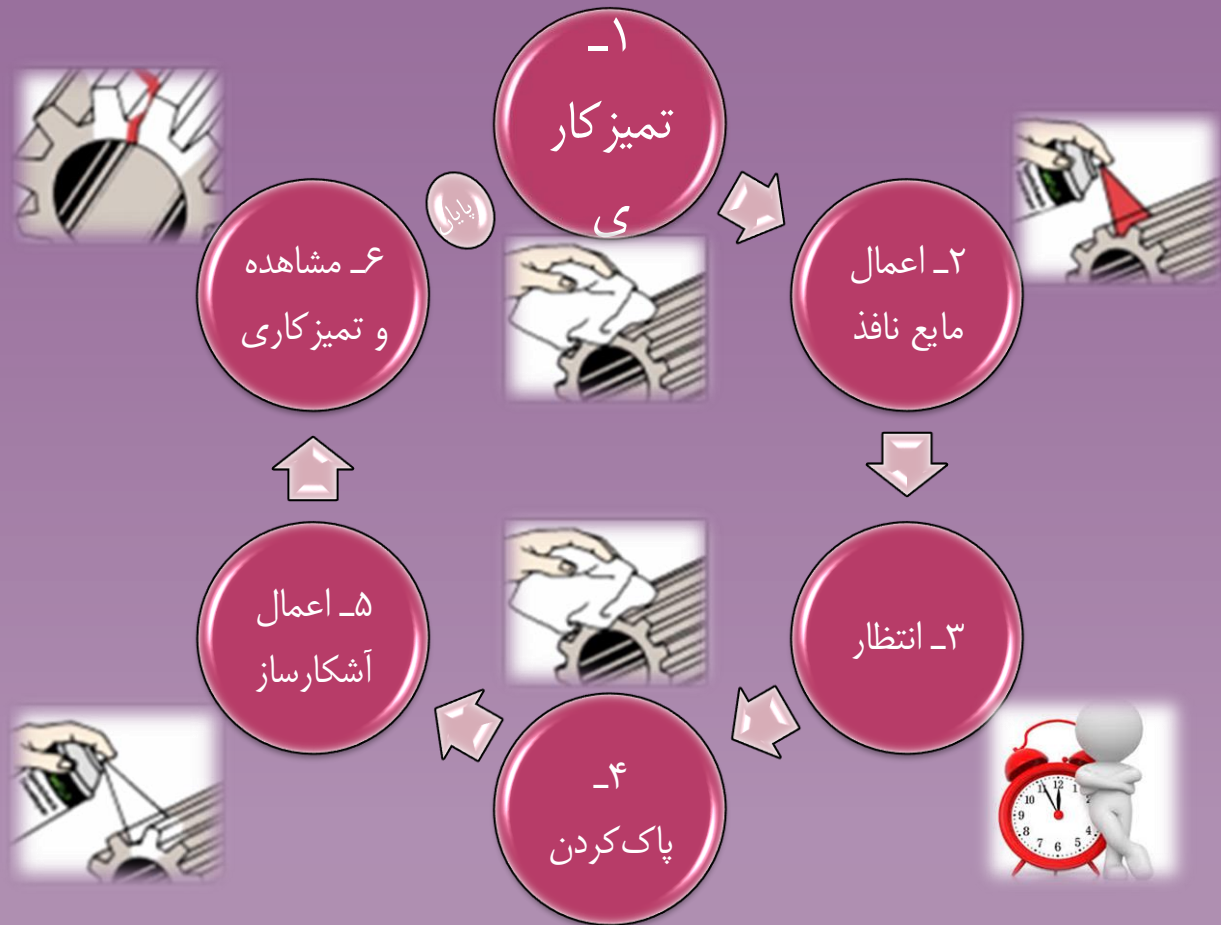
فراصوتی

پرتونگاری

جمع بندی

# آزمون مایعات نافذ: روش کار

آزمون‌ها
انواع معایب
چشمی
مایعات نافذ
ذرات مغناطیسی
جریان گردابی
فراصوتی
پرتونگاری
جمع‌بندی



# آزمون مایعات نافذ: مزایا و معایب

آزمون‌ها

انواع معایب

چشمی

مایعات نافذ

ذرات  
مغناطیسی

جریان  
گردابی

فراصوتی

پرتونگاری

جمع‌بندی

## معایب

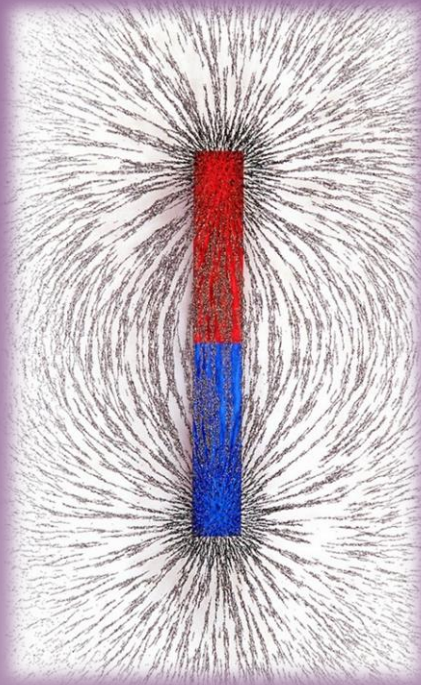
- فقط عیوب سطحی
- فقط برای سطوح نامتخلخل
- لزوم تمیزکاری اولیه
- نیاز به تمیزکاری نهایی

## مزایا

- سادگی
- ارزانی
- حمل و نقل آسان تجهیزات
- امکان بررسی اشکال پیچیده

# آزمون ذرات مغناطیسی: اصول

- موادی مانند براده‌ی آهن در امتداد خطوط یک میدان مغناطیسی جمع می‌شوند.



آزمون‌ها

انواع معایب

چشمی

مایعات نافذ

ذرات  
مغناطیسی

جریان  
گردابی

فراصوتی

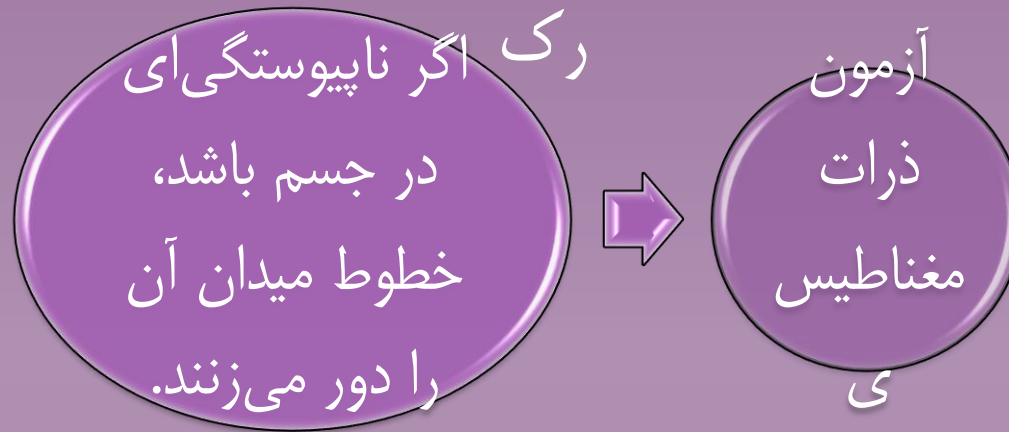
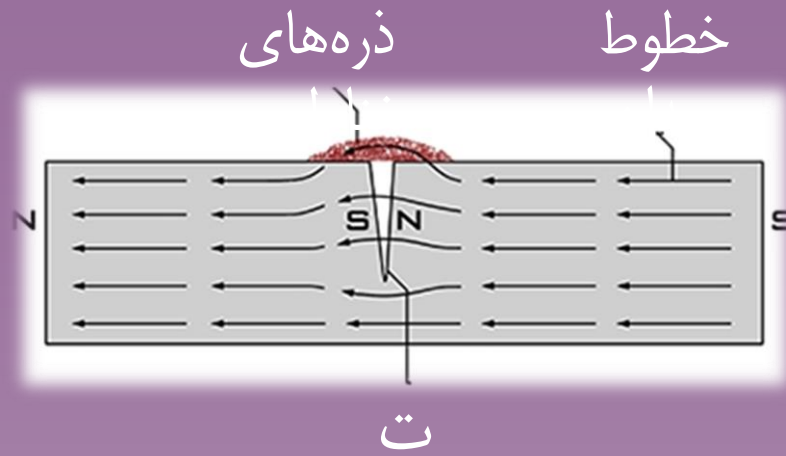
پرتونگاری

جمع‌بندی



# آزمون ذرات مغناطیسی: اصول (ادامه)

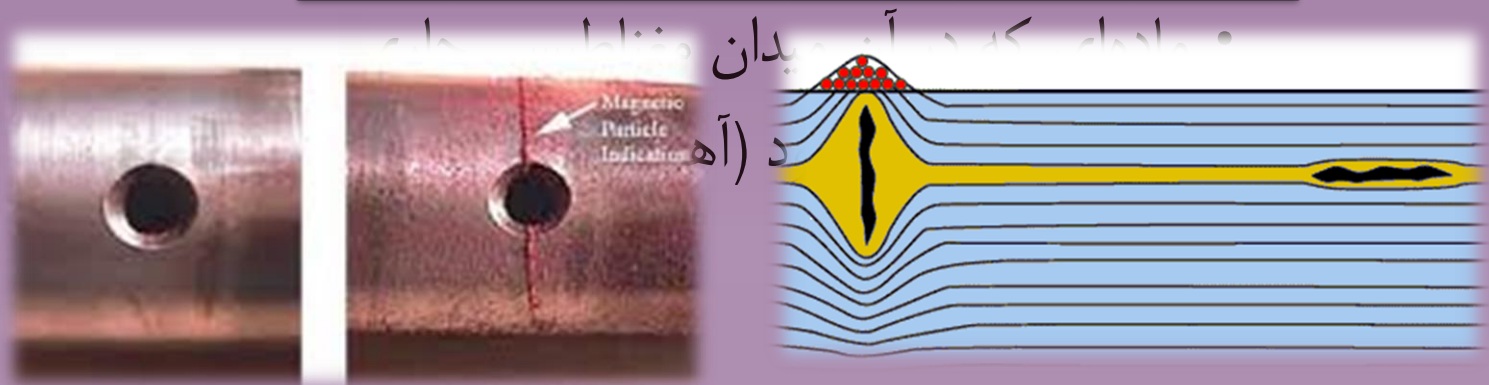
آزمون‌ها
انواع معایب
چشمی
مایعات نافذ
ذرات مغناطیسی
جریان گردابی
فراصوتی
پرتونگاری
جمع‌بندی



# آزمون ذرات مغناطیسی: کاربرد

- تشخیص ناپیوستگی‌های سطحی و/یا نزدیک به سطح در مواد مغناطیس شونده

ماده‌ی مغناطیس شونده



آزمون‌ها

انواع معایب

چشمی

مایعات نافذ

ذرات  
مغناطیسی

جریان

گردابی

فراصوتی

پرتونگاری

جمع‌بندی

# آزمون ذرات مغناطیسی: ابزار

- ابزار مغناطیس کننده
- ذرات مغناطیسی (براده‌ی آهن)



آزمون‌ها

انواع معایب

چشمی

مایعات نافذ

ذرات  
مغناطیسی

جریان  
گردابی

فراصوتی

پرتونگاری

جمع بندی

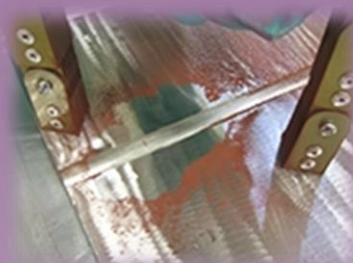
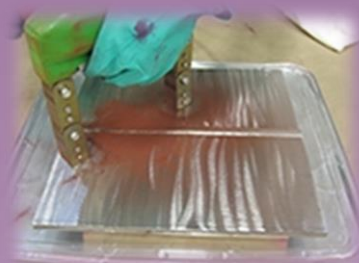
# آزمون ذرات مغناطیسی: روش کار



آماده‌سازی

اعمال  
میدان

پاشیدن  
ذرات



مغناطیس‌زدایی

تفسیر

حذف ذرات  
اضافی

آزمون‌ها

انواع معایب

چشمی

مایعات نافذ

ذرات  
مغناطیسی

جریان  
گردابی

فراصوتی

پرتونگاری

جمع‌بندی

# آزمون ذرات مغناطیسی: مزایا و معایب

آزمون‌ها

انواع معایب

چشمی

مایعات نافذ

ذرات  
مغناطیسی

جریان

گردابی

فراصوتی

پرتونگاری

جمع‌بندی

## معایب

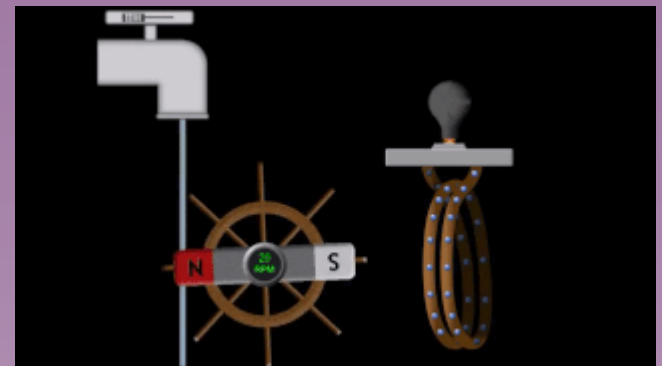
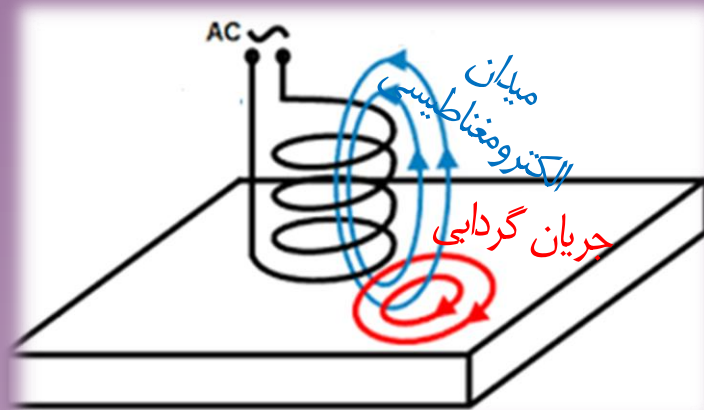
- تنها برای مواد مغناطیس‌شونده
- تنها برای معایب سطحی و زیرسطحی
- اختلال در محل اتصال مواد مختلف
- نیاز به مغناطیس‌زدایی

## مزایا

- عدم نیاز به تمیزکاری زیاد
- سادگی تشخیص
- ارزانی
- تخمین عمق ناپیوستگی

# آزمون جریان گردابی: القای الکترومغناطیسی

- تغییر یک میدان مغناطیسی باعث ایجاد جریان الکتریکی در یک رسانا می‌شود.



آزمون‌ها

انواع معایب

چشمی

مایعات نافذ

ذرات  
مغناطیسی

جریان  
گردابی

فراصوتی

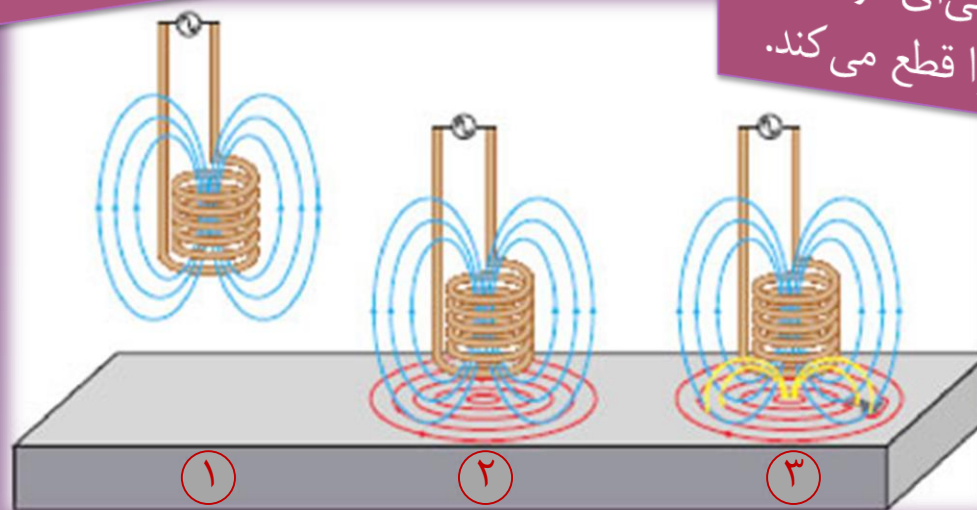
پرتونگاری

جمع‌بندی

# آزمون جریان گردابی: اصول

۱- جریان الکتریکی متناوب در سیم پیچ میدان مغناطیسی متغیر ایجاد می کند.

۳- ناپیوستگی ای در قطعه جریان را قطع می کند.



۲- نزدیک کردن سیم پیچ به یک رسانا باعث ایجاد جریان های گردابی در رسانا می شود.

آزمون ها

انواع معایب

چشمی

مایعات نافذ

ذرات  
مغناطیسی

جریان  
گردابی

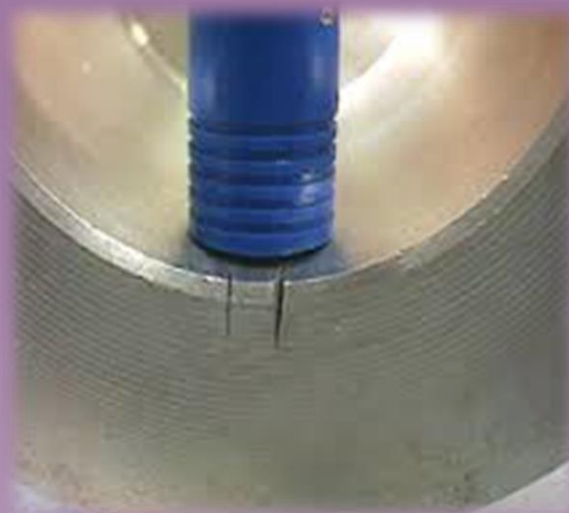
فراصوتی

پرتونگاری

جمع بندی

# آزمون جریان گردابی: کاربرد

- تشخیص ناپیوستگی‌های سطحی و یا نزدیک به سطح در فلزات.



آزمون‌ها

انواع معایب

چشمی

مایعات نافذ

ذرات  
مغناطیسی

جریان  
گردابی

فراصوتی

پرتونگاری

جمع‌بندی



# آزمون جریان گردابی: ابزار و روش کار

• ابزار: نمایش گر و انواع پروبها



آزمون‌ها

انواع معایب

چشمی

مایعات نافذ

ذرات  
مغناطیسی

جریان  
گردابی

فراصوتی

پرتونگاری

جمع بندی

# آزمون جریان گردابی: مزایا و معایب

آزمون‌ها

انواع معایب

چشمی

مایعات نافذ

ذرات  
مغناطیسی

جریان  
گردابی

فراصوتی

پرتونگاری

جمع‌بندی

## معایب

- تنها برای فلزات
- نیاز به مهارت بیش‌تر
- تنها برای معایب سطحی و کم‌عمق

## مزایا

- حساس به عیوب کوچک
- پاسخ‌آنی
- عدم نیاز به اتصال پروب و قطعه
- برای قطعاتی با اشکال پیچیده

# آزمون فراصوتی: اصول

آزمون‌ها

انواع معایب

چشمی

مایعات نافذ

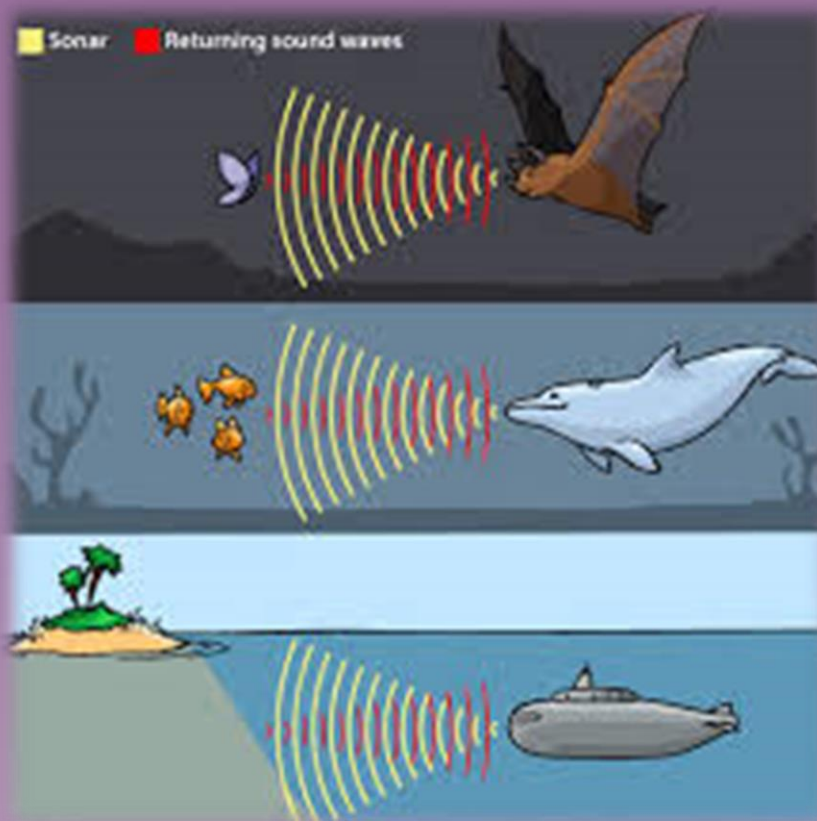
ذرات  
مغناطیسی

جریان  
گردابی

فراصوتی

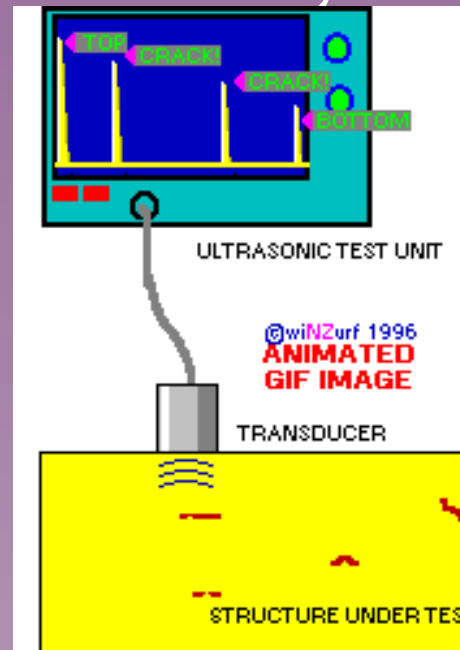
پرتونگاری

جمع‌بندی



# آزمون فراصوتی: اصول (ادامه)

- عیب موجود در یک قطعه می‌تواند باعث بازتاب زودهنگامِ موج صدا شود.



آزمون‌ها

انواع معایب

چشمی

مایعات نافذ

ذرات  
مغناطیسی

جریان  
گردابی

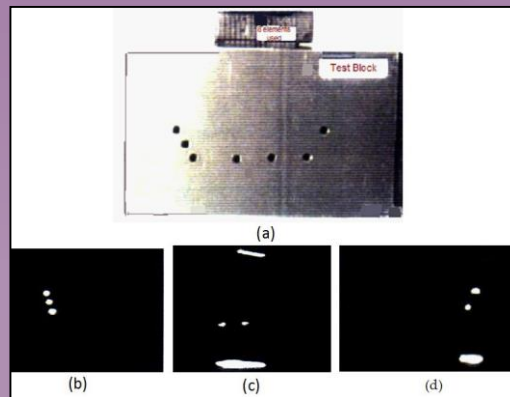
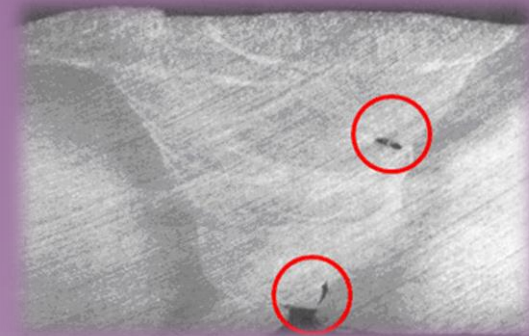
فراصوتی

پرتونگاری

جمع‌بندی

# آزمون فراصوتی: کاربرد

- تشخیص معایب سطحی و عمقی در قطعات
- تعیین محل و اندازه‌ی عیب



آزمون‌ها

انواع معایب

چشمی

مایعات نافذ

ذرات  
مغناطیسی

جریان  
گردابی

فراصوتی

پرتونگاری

جمع‌بندی

# آزمون فراصوتی: ابزار

آزمون‌ها

انواع معایب

چشمی

مایعات نافذ

ذرات  
مغناطیسی

جریان  
گردابی

فراصوتی

پرتونگاری

جمع‌بندی



• ماده‌ی  
اتصال‌دهنده



• نمایش‌گر



• پروب‌ها (فرستنده و  
گیرنده)



• قطعات استاندارد و  
مقیاس‌دهی

# آزمون فراصوتی: روش کار

آزمون‌ها

انواع معایب

چشمی

مایعات نافذ

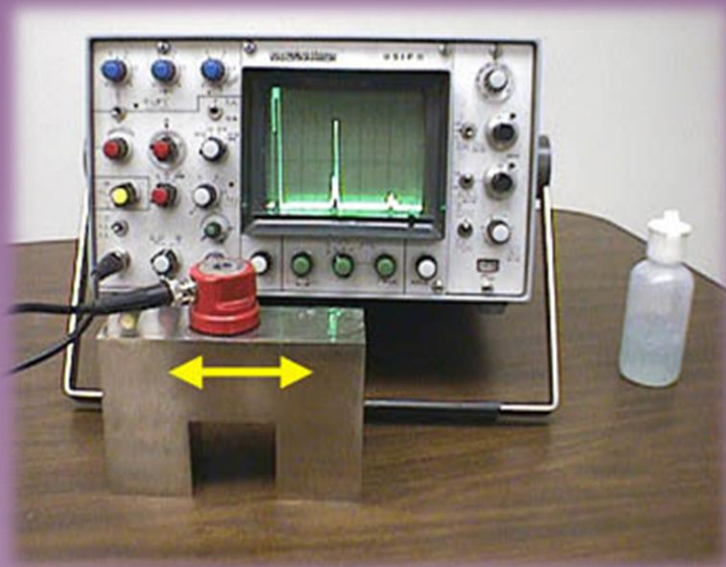
ذرات  
مغناطیسی

جریان  
گردابی

فراصوتی

پرتونگاری

جمع‌بندی



- تمیزکاری
- انتخاب پروب مناسب
- اسکنِ سطح
- مشاهده
- تفسیر (مکان، ابعاد، و نوع عیب)
- تمیزکاری

# آزمون فراصوتی: مزایا و معایب

آزمون‌ها

انواع معایب

چشمی

مایعات نافذ

ذرات  
مغناطیسی

جریان  
گردابی

فراصوتی

پرتونگاری

جمع‌بندی

## معایب

- تفسیر دشوار
- عدم ثبت دائمی عیوب
- عدم کارایی برای قطعات نازک
- نیاز به ماده‌ی اتصال‌دهنده

## مزایا

- عیب‌یابی عمقی
- قابلیت تشخیص ابعاد عیب
- نیاز به دسترسی تنها به یک طرف قطعه
- پاسخ‌آنی

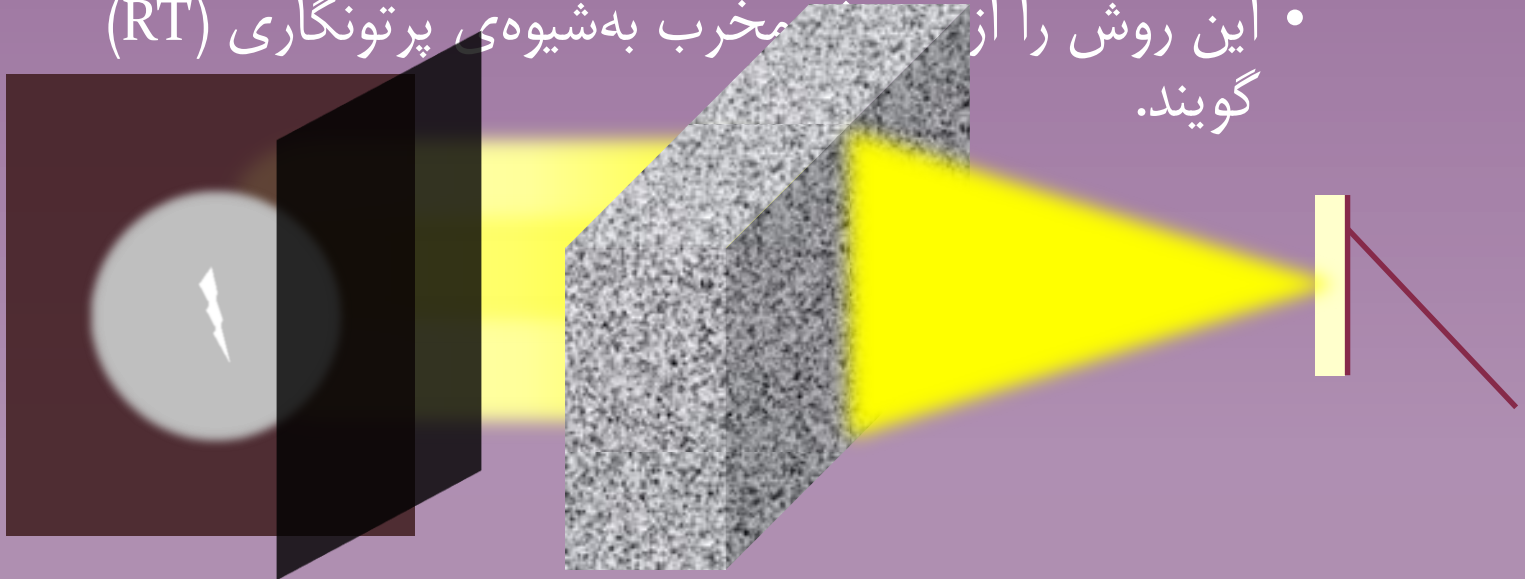


# آزمون پرتونگاری: اصول

- برای یافتن خرابی‌های درون یک جسم تیره روش‌های مختلفی وجود دارد.

– یک روش می‌تواند تابانیدن اشعه‌ای باشد که در جسم تیره نفوذ کند.

- این روش را آزمون مخرب به‌شیوه‌ی پرتونگاری (RT) گویند.



آزمون‌ها

انواع معایب

چشمی

مایعات نافذ

ذرات  
مغناطیسی

جریان  
گردابی

فراصوتی

پرتونگاری

جمع‌بندی

# آزمون پرتونگاری: کاربرد

- تشخیص معایب سطحی و عمقی در قطعات
- تعیین نوع عیب



آزمون‌ها

انواع معایب

چشمی

مایعات نافذ

ذرات  
مغناطیسی

جریان  
گردابی

فراصوتی

پرتونگاری

جمع‌بندی

# آزمون پرتونگاری: ابزار

آزمون‌ها

انواع معایب

چشمی

مایعات نافذ

ذرات  
مغناطیسی

جریان  
گردابی

فراصوتی

پرتونگاری

جمع‌بندی



• منبع پرتو ایکس  
یا  
• گاما



• تجهیزات جانبی



• فیلم رادیوگرافی

ایمنی

• دزسنج‌های فردی

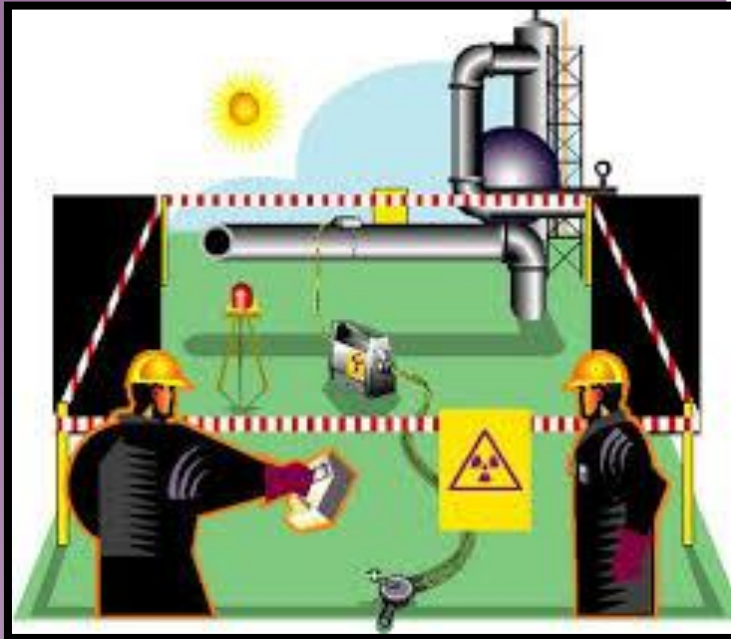


• سنج‌گر آهنگِ دز



# آزمون پرتونگاری: روش کار

- چیدن تجهیزات و حصارکشی‌ها
- گرفتن عکس رادیوگرافی
- جمع‌آوری تجهیزات
- ظاهر کردن عکس
- تفسیر عکس



آزمون‌ها

انواع معایب

چشمی

مایعات نافذ

ذرات  
مغناطیسی

جریان  
گردابی

فراصوتی

پرتونگاری

جمع‌بندی

# آزمون پرتونگاری: مزایا و معایب

آزمون‌ها

انواع معایب

چشمی

مایعات نافذ

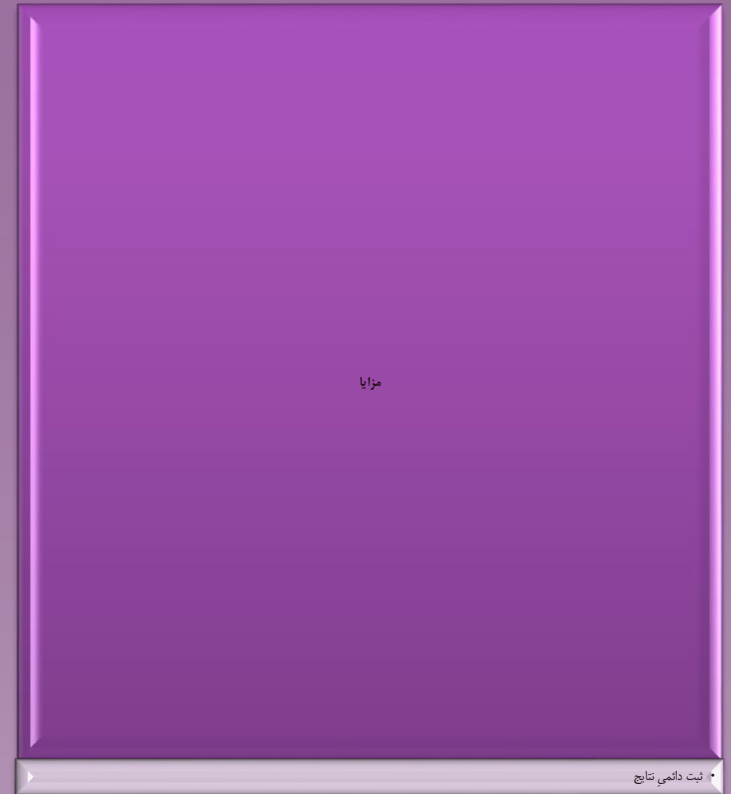
ذرات  
مغناطیسی

جریان  
گردابی

فراصوتی

پرتونگاری

جمع‌بندی



- ثبت دائمی نتایج
- مستقل از جنس قطعه
- تشخیص عیب‌های سطحی و عمقی

• نیاز به دسترسی به دو

طرف قطعه

حفاظت در برابر اشعه: پرتونگاری صنعتی

ویرایش نخست ۱۳۹۵

# جمع بندی

آزمون‌ها

انواع معایب

چشمی

مایعات نافذ

ذرات  
مغناطیسی

جریان  
گردابی

فراصوتی

پرتونگاری

جمع بندی

تنها UT و RT برای  
یافتن عیب‌های عمقی  
مناسب‌اند

برای انجام  
آزمون‌های غیر مخرب  
روش‌های مختلفی  
هست

مزایای RT نسبت به UT

- ثبت نتایج به صورت تصاویر دائمی
- عدم نیاز به تماس مستقیم با سطح

# جمع‌بندی (ادامه)

- به دلیل مخاطرات کار با پرتو، از دیدگاهِ حفاظتی، توصیه می‌شود تنها وقتی از روش RT استفاده کنیم که سایر روش‌ها پاسخ‌گوی نیاز ما نباشند.
- در این شرایط

باید با رعایت تمامی ضوابط و دستورالعمل‌های ایمنی کار خود را انجام دهیم تا برای خود و دیگران خطر نیافرینیم!

آزمون‌ها

انواع معایب

چشمی

مایعات نافذ

ذرات  
مغناطیسی

جریان  
گردابی

فراصوتی

پرتونگاری

جمع‌بندی

